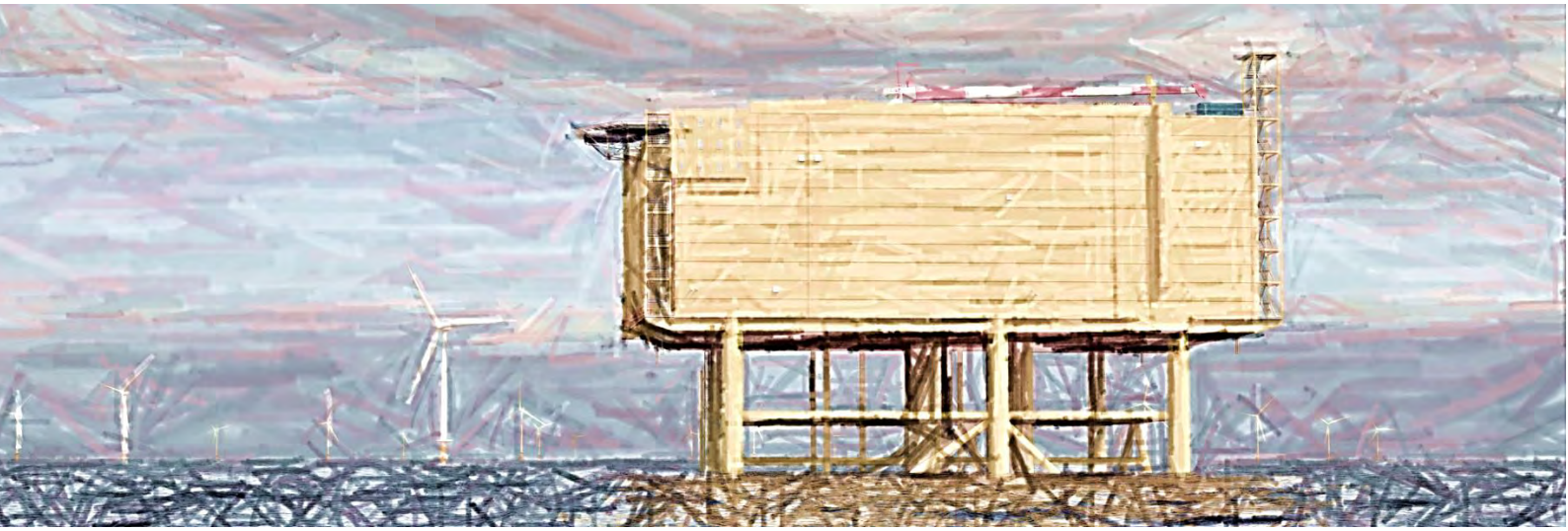
H3 Bijlage VI-A Indicatieve bemalingsberekening Nederwiek 1 2
H3 Bijlage VI-B Grondwatermodellering en verziltingsstudie Nederwiek 1 24
H4 Bijlage VII Activiteitenbeschrijving natuurtoetsen (deel A) 114
H4 Bijlage VII-A Passende Beoordeling Nederwiek 1 176
H4 Bijlage VII-B Soortenbeschermingstoets Nederwiek 1 462
H4 Bijlage VII-C Watertoets Nederwiek 1 658
H4 Bijlage VII-D Effecten van EMV op zee 838
H4 Bijlage VII-E Berekeningen heigeluid platform 847
H4 Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie Nederwiek 1 859
H5 Bijlage VIII-A NNN toets Nederwiek 1 899
H5 Bijlage VIII-B Effecten van EMV op land 944
H7 Bijlage X-A Bureauonderzoek archeologie op zee 950
H7 Bijlage X-B Bureauonderzoek Archeologie op land Nederwiek 1 1026
H7 Bijlage X-C Inventariserend veldonderzoek op zee 1096
H8 Bijlage XI-A Quickscan Ontplofbare Oorlogsresten Nederwiek 1 1210
H8 Bijlage XI-B Nautical Risk Assesment Net op zee Nederwiek 1 1256
H9 Bijlage XII-A Quickscan Stabiliteit Waterkering Nederwiek 1 1281
H9 Bijlage XII-B Externe veiligheidsstudie Nederwiek 1 1303
H9 Bijlage XII-C Elektromagnetische velden studie Nederwiek 1 1319
H9 Bijlage XII-D Trefkansanalyse Nederwiek 1 1328

MER Net op zee Nederwiek 1

Bijlage VI-A Indicatieve bemalingsberekening Veerse Gatdam en converterstation Liechtensteinweg



Datum: 05-07-2023
Versienummer: 1.0
Status: Definitief

In opdracht van:

Inhoudsopgave

1 Inleiding 2
1.1 Introductie 2
1.2 Voorgenomen werkzaamheden 3
1.2.1 Bemaling Veerse Gatdam 3
1.2.2 Bemaling kelders locatie converterstation Liechtensteinweg 5
1.3 Leeswijzer 6
2 Werkwijze bepalen bemalingseffecten 7
2.1 Beschrijving van de bodemopbouw en uitgangspunten 7
2.1.1 Veerse Gatdam 7
2.1.2 Converterstation Liechtensteinweg 9
2.2 Berekening debiet en reikwijdte 11
2.2.1 Veerse Gatdam 11
2.2.2 Converterstation Liechtensteinweg 13
3 Resultaten 14
3.1 Invloedsgebied bemaling Veerse Gatdam 15
3.2 Invloedsgebied bemaling kelders converterstation 17
3.3 Mitigerende maatregelen 20
Colofon 21

1 Inleiding

1.1 Introductie

In dit rapport zijn de indicatieve bemalingsberekening toegelicht voor drie locaties:

a. De Veerse Gatdam van het kabeltracé van Net op zee Nederwiek 1;
b. De kelders van de locatie voor het converterstation aan de Liechtensteinweg;
c. Aanvullend is de bemalingsberekening voor de Veerse Gatdam bekeken met cumulatie van de kabeltracés van Net op zee IJmuiden Ver Alpha en Net op zee Nederwiek 1.

Naast de drie specifieke locaties zijn de overige delen van het kabeltracé over land voor Net op zee Nederwiek 1 met een zoet-zoutgrondwatermodel doorgerekend. De effecten van onttrekking van grondwater op grondwaterstanden en verzilting worden besproken in een tweede bijlagerapport (zie Bijlage VI-B Grondwatermodelering en verziltingsstudie).

1.2.1 Doel

Het doel van de indicatieve bemalingsberekeningen is om de effecten die samenvallen met bemaling bij de passage van de Veerse Gatdam en voor de kelders van het converterstation in te kunnen schatten. Hierbij is ook cumulatie met Net op zee IJmuiden Ver Alpha meegenomen. Het gaat om een indicatie van de benodigde bemaling, gebaseerd op beschikbare informatie van de ondergrond vanuit dinoloket en onderzoeken uitgevoerd voor deze m.e.r. beoordeling. Bij de inschatting is uitgegaan van een worst-case benadering. Twee onderdelen geven een goede indicatie van de effecten op de omgeving: het te onttrekken debiet en het invloedsgebied waar verlaging van het grondwater merkbaar is. In deze rapportage wordt hierop gefocust.

1.2.1 Huidige situatie

De bemalingslocatie Veerse Gatdam ligt direct naast het open water van het Veerse Meer en naast de Noordzee. Dat betekent dat het grondwater zout is. De directe ligging van de Veerse Gatdam naast de grote wateren en de zandige ondergrond betekenen ook dat de aanvulling van het grondwater, als gevolg van het bemalen, vanuit deze grote zoute wateren plaatsvindt. Er is daarom in dit rapport op de locatie van de Veerse Gatdam niet gekeken naar de verzilting van het grondwater[1]. Zuidoostelijk van het werkterrein is binnen het natuurgebied De Schotsman een zoetwatervoorkomen aanwezig. In het monitoringsplan is rekening gehouden met monitoring op verzilting.

De bemalingslocaties van de kelders van het converterstation liggen op een afstand van minimaal 500 m van de zoute watergang in de Scaldiahaven. Het aanwezige grondwater op deze locatie is zoet (zie Bijlage VI-B Grondwatermodelering en verziltingsstudie). Op basis van het effectgebied is in voorliggende studie bepaald of verzilting van het grondwater een risico is.

1.2.1 Kanttekening bemalingsberekening

De indicatieve bemalingsberekeningen in deze rapportage zijn niet bedoeld als een bemalingsplan voor uitvoering van werkzaamheden. Later, bij de voorbereiding op de uitvoering voor de aanvraag

[1] Het kabeltracé op land vanaf Veerse Meer tot aan het converterstation is wel nader onderzocht met betrekking tot verzilting, zie Bijlage VI-B Grondwatermodelering en verziltingsstudie. De bemaling bij het converterstation is eveneens met betrekking tot verzilting onderzocht, zie paragraaf 3.2.

van een watervergunning, moet een gedetailleerdere bemalingsberekening en een bemalingsadvies conform de normen opgesteld worden. Daarvoor moet ook in meer detail de lokale bodemopbouw in kaart gebracht worden.

1.2 Voorgenomen werkzaamheden

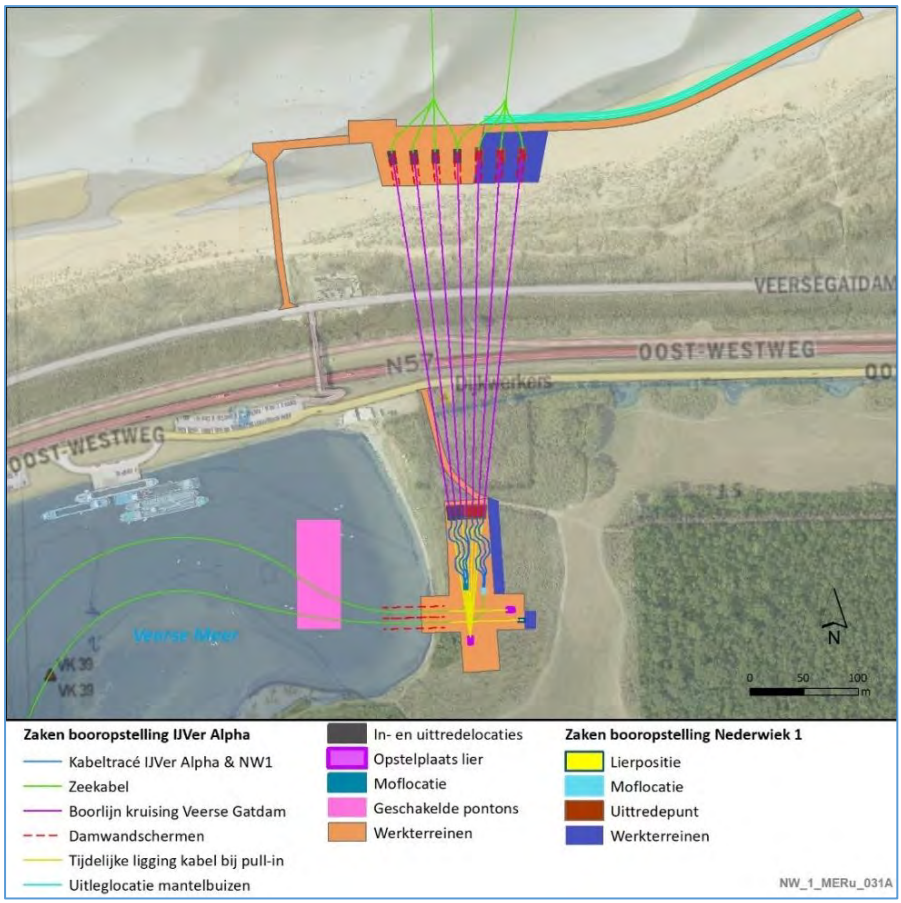
1.2.1 Bemaling Veerse Gatdam

De kruising van de Veerse Gatdam vindt plaats aan de oostzijde van de Veerse Gatdam. In overleg met Rijkswaterstaat (RWS) als beheerder van de dam is een boorlijn overeengekomen waarbij de dam op de juiste diepte, met inachtneming van alle regels en voorzorgsmaatregelen gekruist kan worden.

In deze bijlage is de bemaling bij de Veerse Gatdam voor twee situaties beschouwd:

- Situatie 1: De kruising van de Veerse Gatdam door het kabeltracé van Net op zee Nederwiek 1.
- Situatie 2: De kruising van de Veerse Gatdam in cumulatie met de kabeltracés van Net op zee IJmuiden Ver Alpha en Net op zee Nederwiek 1.

Aan de noord- en zuidzijde van de Veerse Gatdam worden boorputten aangelegd. Alle activiteiten tezamen aan de noord- en zuidzijde van de Veerse Gatdam zijn weergegeven in Figuur 1-1.



Figuur 1-1 Booropstellingen Veerse Gatdam. Weergegeven zijn de kabeltracés van Net op zee IJmuiden Ver Alpha (westelijk vier mantelbuizen) en Net op zee Nederwiek 1 (oostelijke vier kabels).

1.2.1.1 Net op zee Nederwiek 1

De bemalingswerkzaamheden zijn per onderdeel samengevat in Tabel 1-1. Onderdelen B1, D1 en D2 betreffen sleufbemalingen. De resterende onderdelen betreffen kuiponttrekkingen. De planning is afgeleid van de cumulatieplanning van Net op zee Nederwiek 1 en Net op zee IJmuiden Ver Alpha die is weergegeven in Tabel 1-2.

Tabel 1-1 Indicatieve bemalingsplanning booropstelling Veerse Gatdam (Net op zee Nederwiek 1)

Onderdeel*	Beschrijving	Indicatief begindatum***	Indicatief einddatum***	Duur totaal [d]
A1	Boorputten noordzijde dam (vier putten [oostelijk], afzonderlijk bemalen, één per 7 dagen)	01/09/jaar	29/09/jaar	28
A2	Boorputten zuidzijde dam (één put [oostelijk], tegelijkertijd bemalen met A1)	01/09/jaar	29/09/jaar	28
A3	Intrekken kabels NW1, bemaling zuid- en noordzijde (vier putten noordelijk, één put zuidelijk)	30/09/jaar	14/10/jaar	14
B1	Open ontgraving kabels (NW1)	15/10/jaar	12/11/jaar	28
C1	Mofput 1 (westelijk), bemaling**	13/11/jaar	11/12/jaar	28
C2	Mofput 2 (oostelijk), bemaling	12/12/jaar	09/01/j + 1	28
D1	Bemaling tussen intredepunt Veerse Meer en mofput 1**	10/01/j + 1	07/02/j + 1	28
D2	Bemaling tussen intredepunt Veerse Meer en mofput 2	08/02/j + 1	08/03/j + 1	28

* Voor de onderdelen van Net op zee Nederwiek 1 zijn dezelfde namen gebruikt als bij de cumulatieberekening van Net op zee IJmuiden Ver Alpha, zie Tabel 1-2.
** Mofput 1 (westelijk) is meegenomen in de berekening omdat op deze put één strang van Net op zee Nederwiek 1 is aangesloten.
*** De indicatieve datums voor begin en einde geven aan in welke volgorde de werkzaamheden uitgevoerd worden. De specifieke datums hebben géén betekenis. De bemalingsduur is van belang om de berekening uit te voeren.

1.2.1.2 Net op zee Nederwiek 1 in cumulatie met Net op zee IJmuiden Ver Alpha

De bemalingswerkzaamheden zijn per onderdeel samengevat in Tabel 1-2. Onderdelen B1, B2, D1 en D2 betreffen sleufbemalingen. De resterende onderdelen betreffen kuiponttrekkingen. De gehanteerde planning is indicatief en vooral bedoeld om de benodigde bemalingsduur aan te duiden.

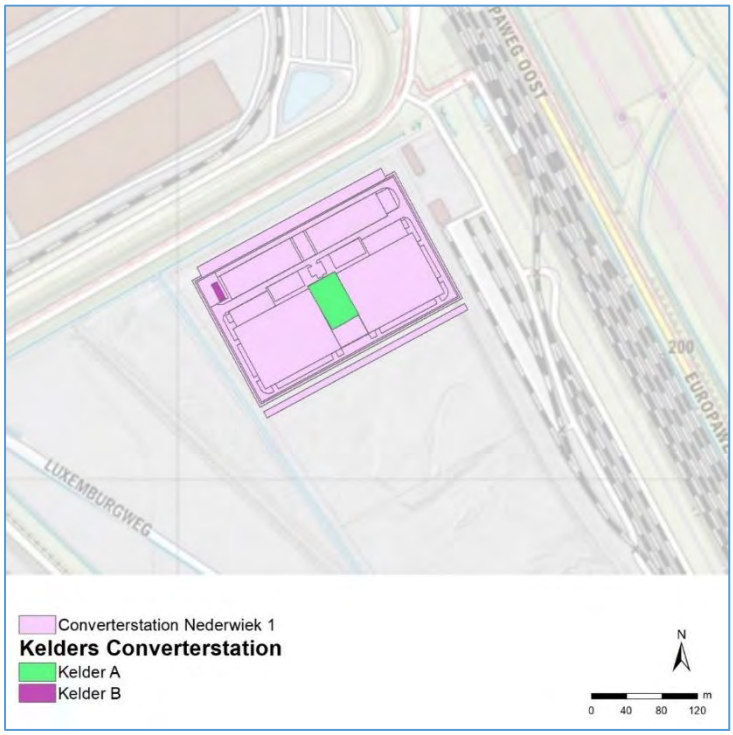
Tabel 1-2 Indicatieve bemalingsplanning booropstelling Veerse Gatdam (cumulatie van Net op zee Nederwiek 1 en Net op zee IJmuiden Ver Alpha)

Onderdeel	Beschrijving	Indicatief begindatum*	Indicatief einddatum*	Duur totaal [d]
A1	Boorputten noordzijde dam (zeven putten, afzonderlijk bemalen, één per 7 dagen)	01/09/jaar	20/10/jaar	49
A2	Boorputten zuidzijde dam (twee putten, tegelijkertijd bemalen met A1)	01/09/jaar	20/10/jaar	49
A3	Intrekken kabels NW1, bemaling zuid- en noordzijde (vier putten noorden, één put zuiden)	21/10/jaar	04/11/jaar	14
A4	Intrekken kabels IJVA, bemaling zuid- en noordzijde (drie putten noorden, één put zuiden, tegelijkertijd bemalen met A3)	21/10/jaar	04/11/jaar	14
B1	Open ontgraving kabels (NW1)	05/11/jaar	03/12/jaar	28
B2	Open ontgraving kabels (IJVA)	04/12/jaar	01/01/j + 1	28
C1	Mofput 1 (westelijk), bemaling	02/01/j + 1	30/01/j + 1	28
C2	Mofput 2 (oostelijk), bemaling	31/01/j + 1	28/02/j + 1	28
D1	Bemaling tussen intredepunt Veerse Meer en mofput 1	01/03/j + 1	29/03/j + 1	28
D2	Bemaling tussen intredepunt Veerse Meer en mofput 2	30/03/j + 1	27/04/j + 1	28

*: De opgegeven indicatieve begindatums en indicatieve einddatums zijn weergegeven om de volgorde van werkzaamheden en de bemalingsduur in beeld te brengen. De datums hebben verder geen betekenis voor de beoogde planning.

1.2.2 Bemaling kelders locatie converterstation Liechtensteinweg

Bij het converterstation worden onder het controlegebouw én third-party building twee kelders gerealiseerd (zie Figuur 1-2. De ontgravingsdiepte voor beide kelders is 3,5 m-mv vanaf opgehoogd maaiveld. Het maaiveld is opgehoogd op +3,50 m NAP. De ontwateringsdiepte is 30 cm dieper dan de gewenste aanlegdiepte van 3,5 m-mv (aanlegniveau / ontgravingsdiepte is 0,0 m NAP). Deze uitgangspunten zijn samengevat in Tabel 1-3.



Figuur 1-2 Locatie kelders op het terrein van het converterstation

Tabel 1-3 Uitgangspunten bemalingsdiepte per kelder van het converterstation Liechtensteinweg

Onderdeel	Bemalingsduur	Maaiveld (opgehoogd)	Aanlegdiepte	Aanlegniveau	Verlaging grondwaterstand onder aanlegniveau	Ontwateringsniveau
Kelder A	3 maanden	3,5 m NAP	3,5 m	0,0 m NAP	0,30 m	-0,30 m NAP
Kelder B	6 weken	3,5 m NAP	3,5 m	0,0 m NAP	0,30 m	-0,30 m NAP

De bemalingsduur voor de kelder A met groter oppervlak is gepland met 3 maanden (90 dagen), voor de kleinere kelder B 6 weken (42 dagen). De specifieke uitgangspunten zijn paragraaf 2.1.2 weergegeven.

1.3 Leeswijzer

In Hoofdstuk 2 wordt de werkwijze van voorliggende studie toegelicht en in Hoofdstuk 3 worden de berekende resultaten beschreven.

2 Werkwijze bepalen bemalingseffecten

Voor het bepalen van de bemalingseffecten zijn de volgende stappen doorlopen:

- De aanwezige geohydrologische opbouw van de ondergrond is onderzocht;
- Voor de puntbemaling is op basis van het bepaalde debiet en de gewenste grondwaterstandverlaging een inschatting gemaakt van de invloedstraal in het grondwater (grondwaterstandverlaging groter dan 5 cm);
- Het totaal van het bemalingsdebiet is berekend.

Paragraaf 2.1 beschrijft de bodemopbouw en de gehanteerde randvoorwaarden en uitgangspunten beschreven. Paragraaf 2.2 gaat in op de berekeningsmethodiek.

2.1 Beschrijving van de bodemopbouw en uitgangspunten

2.1.1 Veerse Gatdam

GeoTop van Dinoloket is gebruikt om de meest waarschijnlijke lithologie klasse van de ondergrond af te leiden voor de omgeving van de Veerse Gatdam. Voor de berekening is uitgegaan van de geohydrologische waarden zoals opgenomen in Tabel 2-2. Gezien de diepte van de werkzaamheden (3,5 à 2,5 m-mv) en benodigde verlaging van de grondwaterstand is de bovenste zandlaag (0 - 45 m-mv) als de watervoerende laag aangehouden.

De zandige toplaag op basis van GeoTop is tot 6 m-mv bevestigd door boringen uitgevoerd van Antea Group, zie de boringen 311 en 312 met diepte van respectievelijk NAP -2,7 m (6 m-mv) en NAP -3,9 m (4,6 m-mv) in rapport *Verkennend Bodemonderzoek tracé Alpha (Borssele)*, d.d. 20 oktober 2021. Aanvullend zijn in twee van drie mechanische boringen tot circa 30 m-mv kleilagen van afwisselende diepte aanwezig (zie Tabel 2-1).

Tabel 2-1 Diepe boringen bij het Veerse Gatdam.

Mechanische Boring	Maaiveld** [m NAP]	Bovenkant kleilaag		Dikte kleilaag [m]
		[m-mv]	[m NAP]	
MB28	3,1	25,8	-22,7	2,7**
MB29	4,2	6,7	-2,5	3,1
MB30	0,7	3,8	-3,1	0,5

*: op basis van AHN4
**: tot aan onderkant boring

Omdat de heterogene diepte, dikte en uitbreiding van de kleilaag niet goed in zicht is, wordt conservatief voor alle bemalingswerkzaamheden een zandpakket van 45 m dik aangenomen, zoals te zien in boring B42D1056 uit DINOloket. Het zandpakket reikt tot aan de kleilaag op een diepte van 49,3 m-mv (NAP -47,6 m).

Tabel 2-2 Geohydrologische parameters en waarden bij passage van Veerse Gatdam.

Parameter	Waarde
k* (doorlatendheid)	3,75 m/dag
Onderkant watervoerend pakket	NAP -47,6 m

* Gebaseerd op REGIS II.2 (dinoloket.nl)

De gewenste verlagingsdiepte van het grondwater is opgegeven ten opzichte van het maaiveld. In Tabel 2-3 is de ontwateringsdiepte ten opzichte van NAP afgeleid op basis van de maaiveldhoogte. De maaiveldhoogte varieert over het werkterrein tussen NAP +0,1 en +2,1 m.

Tabel 2-3 Bepaling ontwateringsdieptes t.o.v. NAP, per onderdeel. Deze tabel is van toepassing voor zowel Net op zee Nederwiek 1 alsook de cumulatie van Net op zee Nederwiek 1 met Net op zee IJmuiden Ver Alpha.

Onderdeel	Opgegeven verlaging grondwater	Maaiveld*	Opgegeven ontwateringsdiepte	Grondwaterstand**	Verlaging grondwaterstand
[-]	[m-mv]	[m NAP]	[m NAP]	[m NAP]	[m]
A1	3,5	0,1	-3,4	0,1	3,50
A2	3,5	2,1	-1,4	1,0	2,40
A3	3,5	0,1	-3,4	0,1	3,50
A4	3,5	2,1	-1,4	1,0	2,40
B1	2,5	1,9	-0,6	1,0	1,60
B2	2,5	1,9	-0,6	1,0	1,60
C1	3,5	1,7	-1,8	1,0	2,80
C2	3,5	1,7	-1,8	1,0	2,80
D1	2,5	1,5	-1,0	1,0	2,00
D2	2,5	1,5	-1,0	1,0	2,00

**: AHN4.*

***: De waterstand in de Noordzee bij onderdelen A1 en A3 varieert tussen circa NAP -2,0 en +2,5 m (Roompotsluis, waterinfo.rws.nl). De grondwaterstand is gelijk aan het huidige maaiveld van NAP +0,1 m aangenomen. Zuidelijk van de Veerse Gatdam (resterende onderdelen) is de grondwaterstand in de boorstaten gerapporteerd. Echter zijn langdurige meetreeksen betrouwbaarder. Op basis van de peilbuizen B42D0542 en B42D0543 (Dinoloket.nl) met meetreeksen van 1995 tot en met 2020 is een hoge waterstand NAP +1,0 m bepaald.*

Per onderdeel zijn aanvullend de kerngetallen voor de berekeningen weergegeven en toegelicht in Tabel 2-4 (Net op zee Nederwiek 1) en Tabel 2-5 (Net op zee Nederwiek 1 in cumulatie met Net op zee IJmuiden Ver Alpha).

Tabel 2-4 Uitgangspunten berekeningen Net op zee Nederwiek 1. Per onderdeel is één indicatieve berekening uitgevoerd.

Onder-deel	H dikte WVP	Δh verlaging grondwater	A Oppervlakte kuip	r*	L Lengte sleuf	ε Porositeit	T Bemalings-duur
[-]	[m]	[m]	[m²]	[m]	**[m]**	**[-]**	[d]
A1	47.7	3.5	4x72	8	-	0.3	4x7**
A2	49.7	2.4	420	11	-	0.3	28
A3	47.7	3.5	4x72	8	-	0.3	14***
B1	49.5	1.6	-	-	4x55	0.3	28
C1	49.3	2.8	13	4	-	0.3	28
C2	49.3	2.8	13	4	-	0.3	28
D1	49.1	2.0	-	-	55	0.3	28
D2	49.1	2.0	-	-	55	0.3	28

** straal waarbinnen verlaging moet worden gerealiseerd. Gekozen als de maximale afstand van het midden van de bouwput tot de rand.*

*** de noordelijke vier boorputten worden opeenvolgend bemalen gedurende onderdeel A1.*

**** de noordelijke vier boorputten worden tegelijk bemalen gedurende onderdeel A3.*

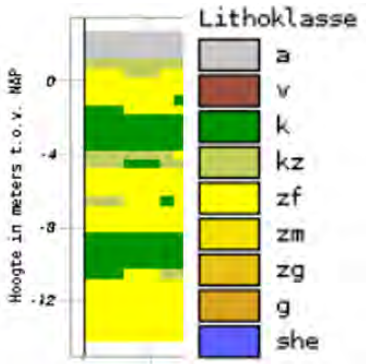
Tabel 2-5 Uitgangspunten berekeningen cumulatie Net op zee Nederwiek 1 met Net op zee IJmuiden Ver Alpha. Per onderdeel is één indicatieve berekening uitgevoerd.

Onder-deel	H dikte WVP	Δh verlaging grondwater	A Oppervlakte kuip	r*	L Lengte sleuf	ε Porositeit	T Bemalings-duur
[-]	[m]	[m]	[m²]	[m]	[m]	[-]	[d]
A1	47.7	3.5	7x72	8	-	0.3	7x7**
A2	49.7	2.4	420	19	-	0.3	49
A3	47.7	3.5	7x72	8	-	0.3	14***
A4	49.7	2.4	420	19	-	0.3	14
B1	49.5	1.6	-	-	4x55	0.3	28
B2	49.5	1.6	-	-	3x55	0.3	28
C1	49.3	2.8	13	4	-	0.3	28
C2	49.3	2.8	13	4	-	0.3	28
D1	49.1	2.0	-	-	55	0.3	28
D2	49.1	2.0	-	-	55	0.3	28

** straal waarbinnen verlaging moet worden gerealiseerd. Gekozen als de maximale afstand van het midden van de bouwput tot de rand.*
*** de noordelijke zeven boorputten worden opeenvolgend bemalen gedurende onderdeel A1.*
**** de noordelijke zeven boorputten worden tegelijk bemalen gedurende onderdeel A3.*

2.1.2 Converterstation Liechtensteinweg

De bodemopbouw voor het gebied bij de kelders van het converterstation Liechtensteinweg is via openbaar beschikbare gegevens (Dinoloket) en grondonderzoek in kaart gebracht. Het maaiveld is circa NAP +3,1 m op basis van AHN4. Het grondwater wordt met 4,0 m tot NAP -0,9 m verlaagd.
In een eerste stap is via de kaart 'meest waarschijnlijke lithologie klasse' van GeoTOP (Dinoloket) de ondergrond onderzocht. Vanaf maaiveld (NAP +3,1 m) tot circa NAP -10 m worden afwisselend zand en kleilagen aangetroffen, met de eerste kleilaag van circa NAP -1,0 m tot NAP -4,0 m (zie Figuur 2-1).



Figuur 2-1 Bodemopbouw uit GeoTOP v1.4.1 bij converterstation Liechtensteinweg.

In de boringen is vanaf maaiveld tot de in GeoTOP zichtbare eerste kleilaag zand aangetroffen. De exacte diepte van de bovenkant van de kleilaag is op basis van het beschikbaar grondonderzoek in kaart gebracht en in Tabel 2-6 weergegeven.

Tabel 2-6 Overzicht grondonderzoek bij converterstation Liechtensteinweg met voldoende diepte

Grondonderzoek	Boringen****	Kleilaag aanwezig vanaf…	Tot tenminste…*	Grondwaterstand (geen meetreeks)
Verkennend Bodemonderzoek - Locatie tussen Liechtensteinweg en Luxemburgweg te Nieuwdorp,	01, 07, 09, 11, 13, 23 en 25	2,0 m-mv** (NAP +1,1 m)	2,5 m-mv** (NAP +0,6 m)	1,0 m-mv (NAP +2,1 m)

projectnummer 15MDL315.10, d.d. 19-01-2017				
Eindrapport aanvullend bodemonderzoek Liechtensteinweg Nieuwdorp, project 23210071, d.d. 19-05-2021	03 en 06	1,9 à 2,1 m-mv*** (NAP +0,95 m à NAP +1,26 m)	3,0 m-mv*** (NAP +0,05 m à NAP +0,16 m)	Circa NAP +1,5 m

** maximale boordiepte*
*** maaiveldhoogte o.b.v. AHN4, circa NAP +3,1 m*
**** maaiveldhoogte gerapporteerd, afgerond NAP +3,1 m*
***** boringen met voldoende diepte*

De bovenkant van de kleilaag bedraagt minimaal NAP +0,95 m. De onderkant van de kleilaag is niet in beeld gebracht omdat de boringen niet voldoende diep reiken. Uitgangspunt is dat de onderkant van de kleilaag op een diepte van minimaal NAP -4,0 m ligt, zie boringen B48G0877 en B48G0060 in GeoTOP.

De grondwaterstand van circa NAP +1,5 m is gerapporteerd in de beschouwde boorstaten (d.d. 19-05-2021). Actuele grondwaterstandsmeetreeksen zijn niet beschikbaar. In combinatie met de bovenkant van de kleilaag van NAP +0,95 m bedraagt de doorstroomde dikte van het freatisch pakket 0,55 m. De doorstroomde dikte is relevant omdat de grondwaterstand maximaal met de doorstroomde dikte van het freatisch pakket verlaagd kan worden (de onderliggende kleilaag is niet watervoerend).

De uitgangspunten voor de indicatieve bemalingsberekeningen bij het converterstation zijn opgenomen in Tabel 2-7.

Tabel 2-7 Geohydrologische parameters en waarden bij converterstation Liechtensteinweg.

Parameter	**Waarde**	
Kelder	A	B
k* (doorlatendheid)	25 m/dag	25 m/dag
A (oppervlakte)	1990 m^2	150 m^2
H (dikte freatisch pakket)	0,55 m	0,55 m
Δh (verlaging grondwaterstand) **	0,55 m	0,55 m
r *** (straal waarbinnen verlaging moet worden gerealiseerd)	33 m	12 m
ε (porositeit)	0,3	0,3
T (duur bemaling) ****	90 d	42 d

* Conservatieve aanname. Complexe eenheid in REGIS.
** Het freatisch pakket wordt met de bemalingsdiepte van NAP -0,9 m volledig leeg getrokken.
*** Gekozen als de maximale afstand van het midden van de bouwputten tot de rand. Dit is een worstcase benadering, omdat de formule uitgaat van een cirkelvormige put terwijl dat hier rechthoekig is. In de praktijk kan ook gekozen worden om de putten individueel te bemalen.
**** Indicatieve bemalingsduren.

2.2 Berekening debiet en reikwijdte

In de voorliggende paragraaf worden de berekeningsmethoden voor de onttrekkingen bij de Veerse Gatdam en het converterstation Liechtensteinweg toegelicht.

2.2.1 Veerse Gatdam

De passage van de Veerse Gatdam betreft twee types bemalingen;

- Kuiponttrekkingen: Mof- en boorputten, onderdelen A en C.
- Sleufonttrekkingen: Open ontgravingen, onderdelen B en D.

Per type bemaling is één berekeningsmethode toegepast.

2.2.1.1 Veerse Gatdam – kuiponttrekkingen

De passage van de Veerse Gatdam betreft een situatie waarbij de bemaling direct naast een open water ligt. Daarom is voor de berekening van het onttrekkingsdebiet gebruik gemaakt van de analytische formule van Forchheimer (SBR 2003, GWtoolbox van Acacia Water):

$$Q = \frac{\pi k(H^2 - h^2)}{\ln 2e - \ln r}$$

Waarin:

Q	= bemalingsdebiet - stationair [m3/d];
k	= doorlatendheid van de ondergrond [m/d] ;
H	= doorstroomde dikte van het watervoerend pakket [m];
h	= verlaagde grondwaterstand [m] als doorstroomde dikte H minus verlaging Δh;
r	= straal afstand waarbinnen de verlaging moet worden gerealiseerd [m];
e	= afstand tot open water [m].

De reikwijdte (R) van de bemaling is berekend met de volgende formule (SBR 2003, GWtoolbox van Acacia Water):

$$R = 1.5\sqrt{\frac{kH}{\varepsilon}t}$$

Waarin:

t	= duur van de bemaling [d];
ε	= porositeit [-].

2.2.1.2 Veerse Gatdam – sleufonttrekkingen

Voor de sleufonttrekkingen bij de Veerse Gatdam is gebruik gemaakt van de Formule van Edelman (SBR 2003, GWtoolbox van Acacia Water).

$$Q = 2L\Delta h\sqrt{\frac{\mu kH}{\pi t}}$$

Waarin:

- Q = bemalingsdebiet [m^3/d];
- k = doorlatendheid van de ondergrond [m/d] ;
- H = doorstroomde dikte van watervoerend pakket [m];
- Δh = verlaging grondwaterstand [m];
- L = sleuflengte [m];
- μ = bergingscoëfficiënt, in het freatisch pakket gelijk aan de porositeit ε [-].

Het invloedsgebied is bepaald met de formule van Ernst (SBR 2003, GWtoolbox van Acacia Water):

$$\frac{h(x)}{\Delta h} = erfc\left(R\sqrt{\frac{\mu}{4kHt}}\right)$$

Waarin:

- t = duur van de bemaling [d];
- h(x) = verlaging van de grondwaterstand op afstand x, gelijk aan 0,05m;
- Δh = grondwaterstandsverlaging op bouwlocatie [m];
- erfc() = complementaire errorfunctie [-];
- R = reikwijdte bemaling [m]

2.2.2 Converterstation Liechtensteinweg

De kelders van het converterstation Liechtensteinweg betreft een stationaire onttrekking uit een freatisch pakket. Daarom is voor de berekening van het onttrekkingsdebiet gebruik gemaakt van de formule van Dupuit (SBR 2003, GWtoolbox van Acacia Water):

$$Q = \frac{\pi k(H^2 - h^2)}{\ln R - \ln r}$$

Waarin:

- Q = bemalingsdebiet [m3/d];
- k = doorlatendheid van de ondergrond [m/d] ;
- H = doorstroomde dikte van het watervoerend pakket [m];
- h = verlaagde grondwaterstand [m] als doorstroomde dikte H minus verlaging Δh;
- r = straal afstand waarbinnen de verlaging moet worden gerealiseerd [m];
- R = Reikwijdte bemaling [m].

De reikwijdte (R) van de bemaling is berekend met de volgende formule (SBR 2003, GWtoolbox van Acacia Water):

$$R = 1.5\sqrt{\frac{kH}{\varepsilon}t}$$

Waarin:

- t = duur van de bemaling [d];
- ε = porositeit [-].

3 Resultaten

Voor de bemalingen bij de Veerse Gatdam en converterstation Liechtensteinweg is aan de hand van de grondwaterstand de gewenste grondwaterstandverlaging bepaald. De benodigde verlaging is gebruikt in combinatie met de in paragraaf 2.1 beschreven uitgangspunten en formules. Het resultaat hiervan is een verwacht bemalingsdebiet, het waterbezwaar (totaal af te voeren water vanuit de bemaling) en invloedsgebied m.b.t. de grondwaterstanden. In onderstaande tabel is het berekende waterbezwaar en het invloedsgebied weergegeven voor de passage van de Veerse Gatdam en de kelders van het converterstation.

Tabel 3-1 Resultaten indicatieve bemalingsberekening per onderdeel.

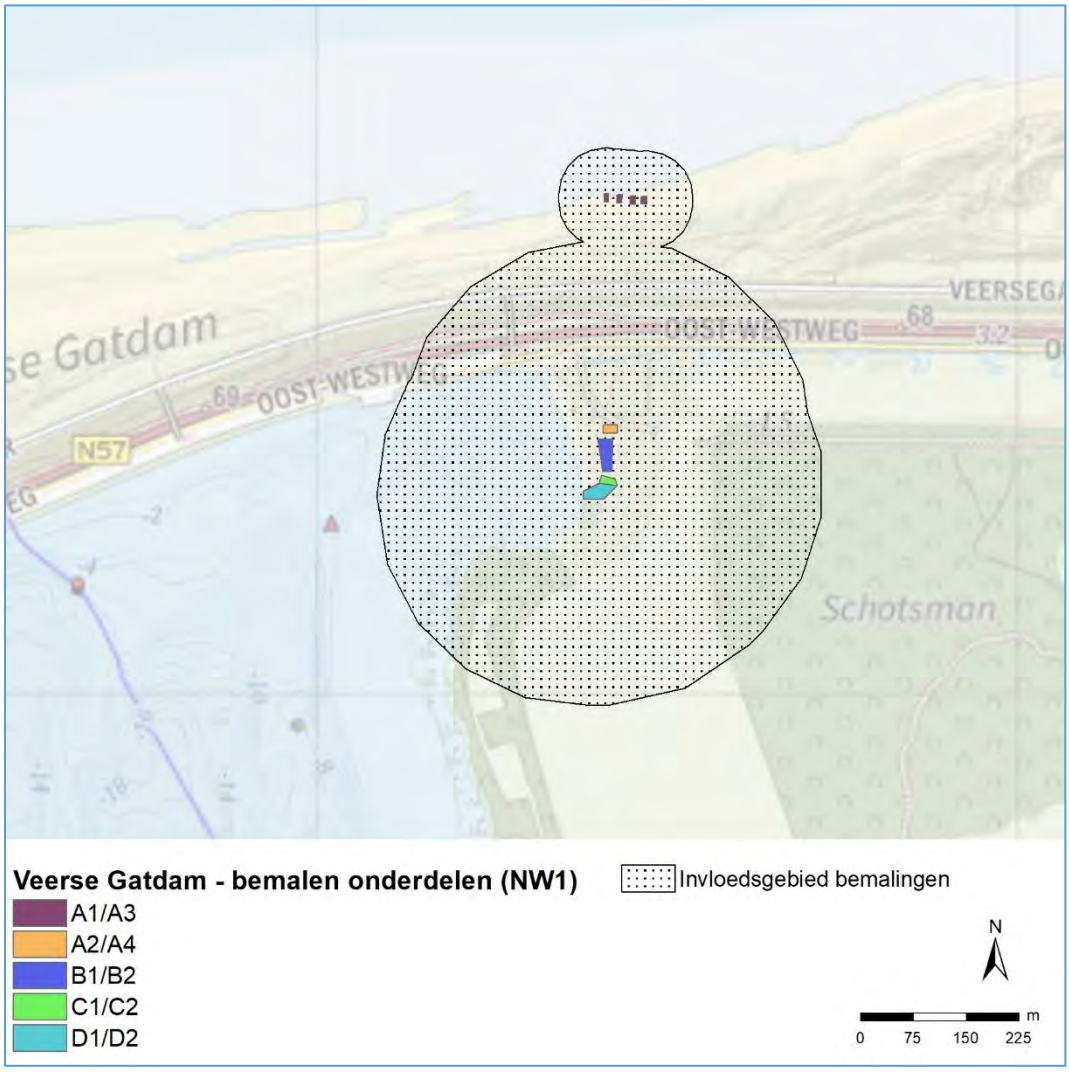
Onderdeel	Debiet*		Bemalingsduur	Waterbezwaar	Invloedsgebied
[-]	[m³/uur]	[m³/d]	[d]	[m³]	[m]
Veerse Gatdam (cumulatie van Net op zee Nederwiek 1 en Net op zee IJmuiden Ver Alpha)					
A1	45	1089	7x7	53337	65
A2	64	1546	49	75752	262
A3	50	1089	14	15239	91
A4	64	1546	14	21643	140
B1	23	560	28	15684	284
B2	18	420	28	11763	284
C1	49	1167	28	32674	197
C2	49	1167	28	32674	197
D1	7	174	28	4881	294
D2	7	174	28	4881	294
			Totaal	270063	-
Veerse Gatdam (Net op zee Nederwiek 1)					
A1	45	1089	4x7	30478	65**
A2	49	1182	28	57911	262
A3	50	1198	14	16773	91**
B1	23	560	28	15684	284
C1	49	1167	28	32674	197
C2	49	1167	28	32674	197
D1	7	174	28	4881	294
D2	7	174	28	4881	294
			Totaal	194423	-
Kelders converterstation Liechtensteinweg					
A	0.7	16.8	180	3017	136
B	0.8	18.8	28	527	54
			Totaal	1893	-

**Stationaire debieten berekend na de aantal opgegeven dagen bemalingsduur per onderdeel. In de berekeningen is geen rekening gehouden met opstartdebieten, welke hoger zijn dan de stationaire debieten, en neerslag.*
***Het invloedsgebied is identiek aan de berekening met cumulatie van Net op zee Nederwiek 1 en Net op zee IJmuiden ver Alpha. Het invloedsgebied is opgegeven als maximale afstand van elk bemalen onderdeel. Bij de cumulatie worden meer onderdelen bemalen (zeven kuipen in plaats van vier kuipen), waardoor het totale invloedsgebied als overlapping van alle bemalen onderdelen uitbreidt.*

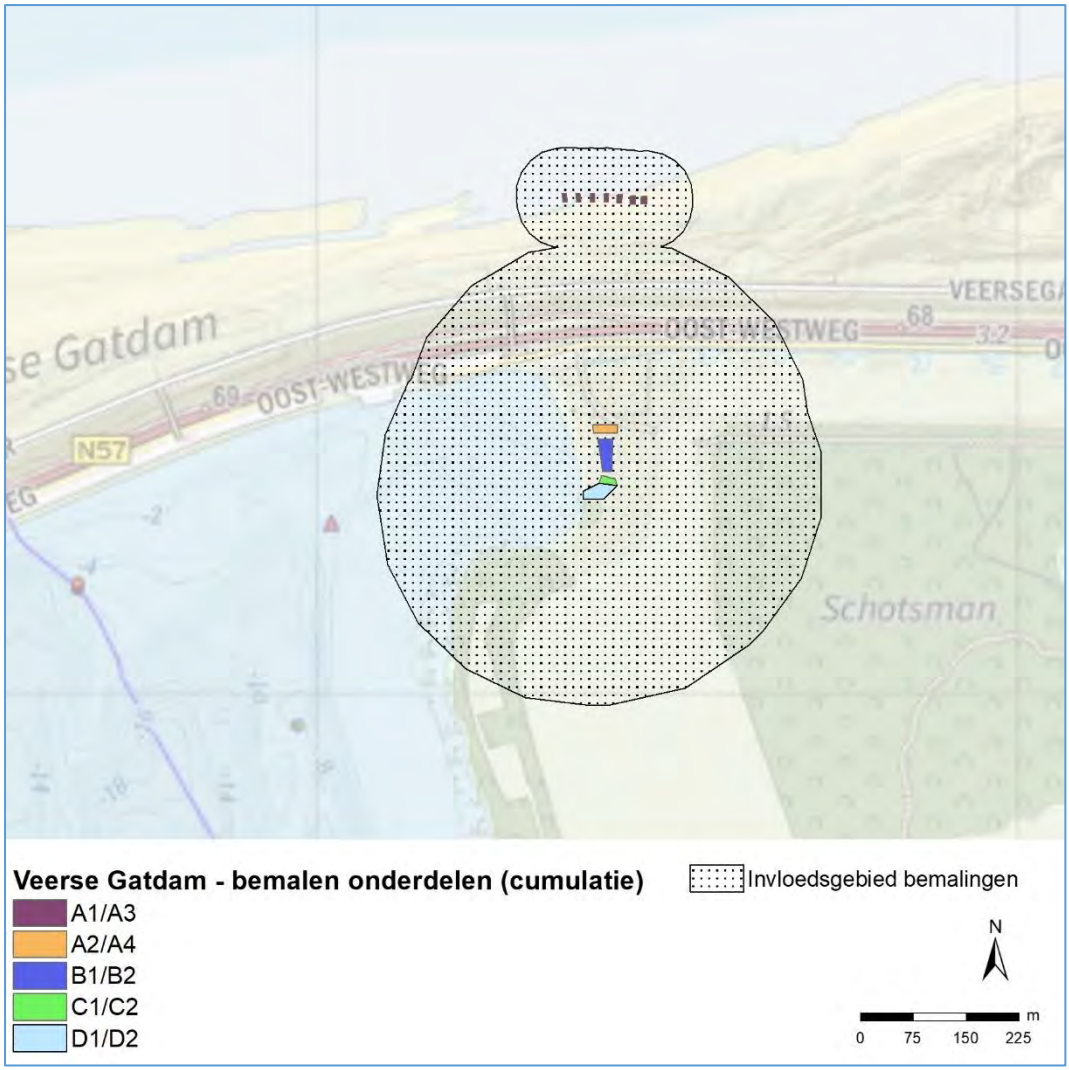
Het totaal onttrokken waterbezwaar bij het Veerse Gatdam bedraagt 195.000 m^3 bij Net op zee Nederwiek 1 en 270.000 m^3 bij de cumulatie van Net op zee Nederwiek 1 en Net op zee IJmuiden Ver Alpha. Deze hoeveelheden zijn gebaseerd op de uitgangspunten beschreven in het voorliggend rapport, waaronder de uitgebreide planning per onderdeel en bemaling zonder mitigatiemaatregelen zoals damwanden. De berekeningen zijn uitgevoerd met analytische formules die een benadering aan het daadwerkelijk onttrokken debiet zijn. Het totaal onttrokken waterbezwaar bij de kelders van het converterstation bedraagt 1.893 m^3.

3.1 Invloedsgebied bemaling Veerse Gatdam

Het invloedsgebied van de bemalingen bij het Veerse Gatdam is weergegeven in Figuur 3-1 (Voor alleen Net op zee Nederwiek 1) en in Figuur 3-2 (voor de cumulatie van Net op zee IJmuiden Ver Alpha en Net op zee Nederwiek 1).



Figuur 3-1 Invloedsgebied grondwater als gevolg van bemaling - Veerse Gatdam (alleen Net op zee Nederwiek 1).



Figuur 3-2 Invloedsgebied grondwater als gevolg van bemaling - Veerse Gatdam (cumulatie van Net op zee Nederwiek 1 en Net op zee IJmuiden Ver Alpha)

De invloedsgebieden raken, zonder mitigerende maatregelen, de weg op de Veerse Gatdam en een deel van de Schotsman (NNZ). Ook liggen de boorputten in, en raken de invloedsgebieden een zoetwatervoorkomen, op de locatie van het weergegeven NNZ. Eveneens worden de Natura 2000-gebieden Veerse Meer en Voordelta (Noordzee) geraakt.

Tussen de resultaten van Net op zee Nederwiek 1 zonder en met cumulatie met Net op zee IJmuiden Ver Alpha bestaat qua invloedsgebied geen maatgevend verschil. De reden is dat de overlapping van de invloedsgebieden zuidelijk van de Veerse Gatdam op basis van de uitgangspunten qua bemalen onderdelen nagenoeg identiek is. Noordelijk van de Veerse Gatdam is het invloedsgebied minder breed op de west-oost as omdat bij de cumulatie zeven boorputten in plaats van vier boorputten zonder cumulatie bemalen worden.

Op dit moment is er geen grondwateraanvulling (neerslag) meegenomen in de berekening. Wanneer dit meegenomen wordt, zal het waterbezwaar groter zijn, maar het effect richting de omgeving en op verzilting kleiner. De bodemopbouw is conservatief als één dik zandpakket aangenomen, mogelijk aanwezige waterremmende kleilagen beperken de invloed.

Risico's – Verzilting
Het risico op verzilting speelt zuidelijk van het Veerse Gatdam. Op dit moment is er geen verziltingsstudie gedaan voor deze locatie. Er is een zoetwatervoorkomen aanwezig in het Schotsman (NNZ). Met damwanden van de boorput kunnen het waterbezwaar en de omgevingseffecten beperkt worden. Hierdoor is een kleinere kans op het aan- en onttrekken van zoet water uit het zoetwatervoorkomen. Zonder het gebruik van damwanden kan het effect op het zoetwatervoorkomen groter zijn. Ook is retourbemaling van zoet water een mitigerende maatregel, maar hierdoor kan het waterbezwaar groter zijn ondanks dat de zoetwatervoorraad in stand wordt gehouden. Bij de uitvoering is het wenselijk om het onttrokken water op chloridegehalte te controleren alvorens weer terug de grond in te brengen. In de paragraaf Beleid waterschap Scheldestromen wordt verder op de regels ingegaan in deze situatie.

Risico's – Natuur
Hier wordt verder op ingegaan in het MER Deel B Hoofdstuk 5 Natuur op land.

Risico's – Zetting
Het invloedsgebied van de boorput raakt zonder mitigerende maatregelen de weg op de Veerse Gatdam. Met mitigerende maatregelen zal dit effect kleiner zijn.

Op de stabiliteit van de waterkeringen wordt verder ingegaan in MER deel B Hoofdstuk 9 LRG op land.

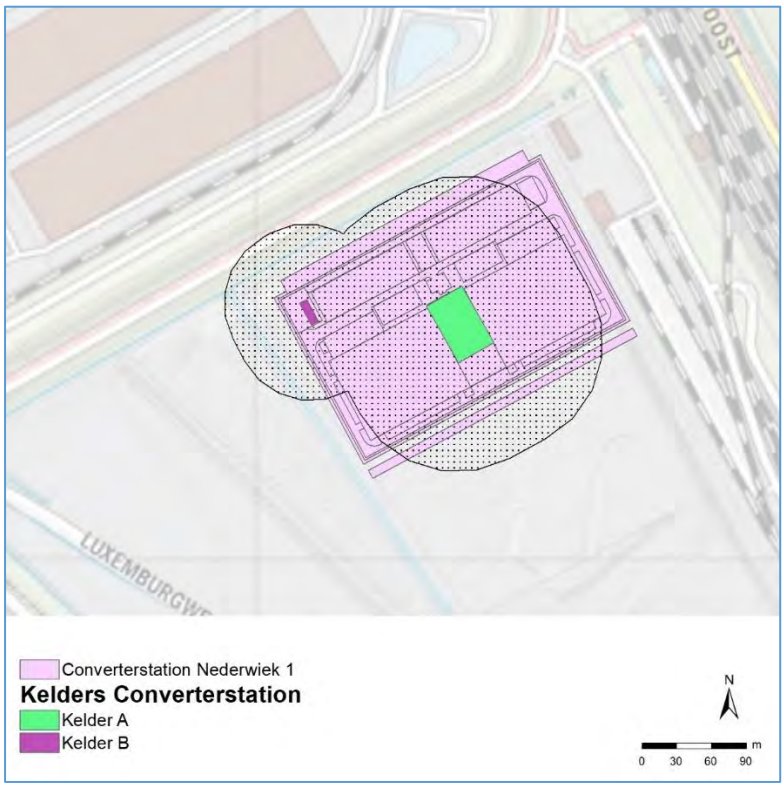
Risico's - Opbarsting
Opbarsting ontstaat wanneer de stijghoogte van het onderliggende zandpakket aanzienlijk hoger ligt dan het niveau van de put. In dat geval is er sprake van een sterke opwaartse druk van water vanuit het onderliggende watervoerende pakket. Wanneer de kleilaag door de afgraving dusdanig dun is geworden, kan deze klei opbarsten als gevolg van deze druk. Er is geen kleilaag aanwezig in de (ondiepe) ondergrond waardoor het risico op opbarsting hier niet aan de orde is.

Beleid waterschap Scheldestromen
In de Nota Grondwater (2019) van Scheldestromen staat genoemd: "Voor tijdelijke onttrekkingen waarbij zoet grondwater wordt onttrokken, zijn er beperkingen. In het algemeen wordt bij grote onttrekkingen voorgeschreven dat het opgepompte grondwater (gedeeltelijk) moet worden geretourneerd. Richtlijn hiervoor is dat bij een te onttrekken hoeveelheid van meer dan 25.000 m3 het water moet worden geretourneerd in hetzelfde watervoerende pakket als waar het uit is onttrokken. […] Registratie van een grondwateronttrekking in een gebied met een zoetwatervoorkomen is verplicht indien de pompcapaciteit meer dan 5 m3 per uur bedraagt of waarmee meer dan 12.000 m3 per jaar of in totaal grondwater wordt onttrokken."

3.2 Invloedsgebied bemaling kelders converterstation

Het invloedsgebied van de bemalingen ten behoeve van de aanleg van de kelders van het converterstation Liechtensteinweg is circa 95 m bij Kelder A en circa 65 m bij Kelder B. Dit is weergeven in Figuur 3-3. De aanwezige ondiepe kleilaag beperkt de effecten op de grondwaterstand in de omgeving. Binnen het invloedsgebied zijn geen zoetwatervoorkomen aanwezig. Een groot deel van het invloedsgebied ligt binnen het gebied van het te bouwende converterstation. De grond wordt bouwrijp gemaakt, waardoor mogelijke zettingen veroorzaakt door de bemaling op het gebied

van het te bouwende converterstation niet relevant zijn. Op dit moment is er geen grondwateraanvulling (neerslag) meegenomen in de berekening. Wanneer dit meegenomen wordt, zal het waterbezwaar groter zijn, maar het effect richting de omgeving kleiner.



Figuur 3-3 Invloedsgebied grondwater als gevolg van bemaling – Kelders converterstation

Risico's – Verzilting

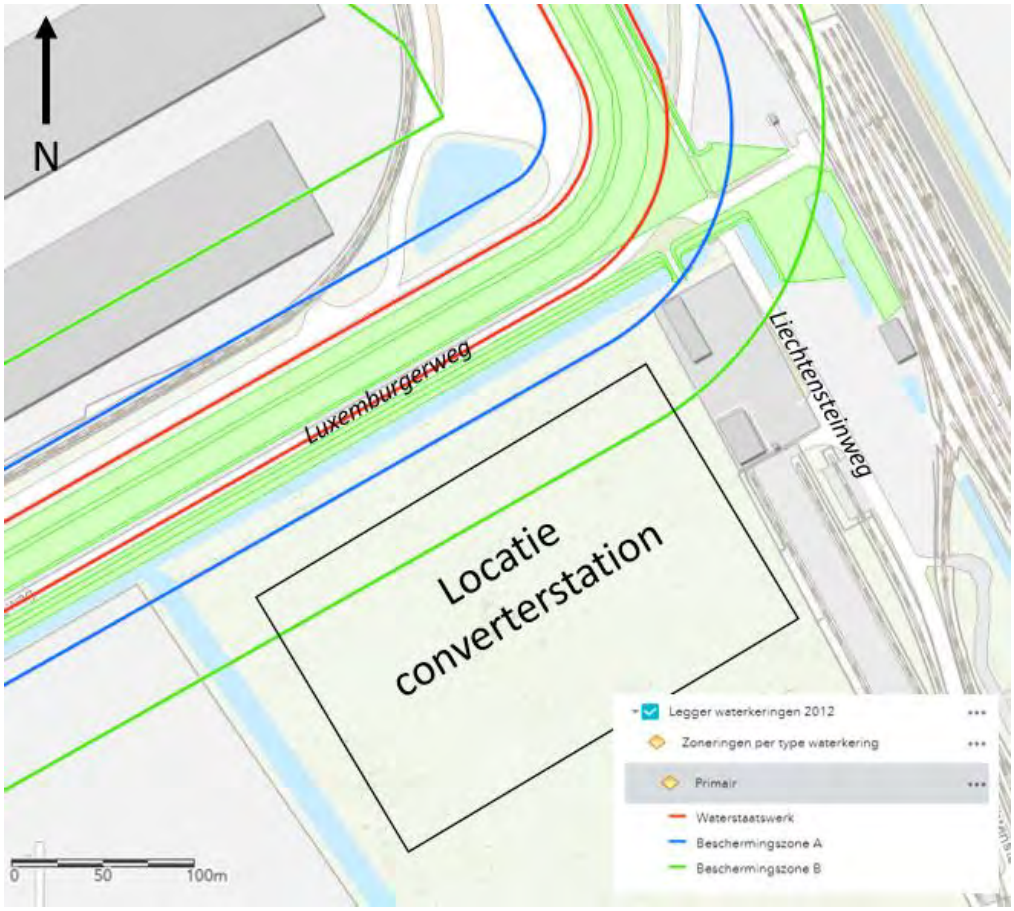
De bemaling is ondiep op locatie van het converterstation. Zoetwatervoorkomen zijn niet aanwezig in de omgeving. In het opgehoogde terrein van de haven ligt het zoet-brak grensvlak op een diepte van ca. 15 m. Het risico op verzilting is nihil.

Risico's – Natuur

Hier wordt verder op ingegaan in MER deel B Hoofdstuk 5 Natuur op land.

Risico's – Zetting

Het invloedsgebied raakt de Luxemburgweg inclusief fietspad. De aanwezige primaire waterkering parallel aan de Luxemburgweg wordt eveneens geraakt, dit geldt zowel voor de zone van het waterstaatswerk zelf (rode lijn) alsook de bredere beschermingszones A (blauwe lijn) en B (groene lijn) in onderstaand Figuur 3-4.



Figuur 3-4 Waterkeringskaart met beschermingszonen uit de Legger Waterkeringen van het Waterschap Scheldestromen. De locatie van het converterstation Liechtensteinweg is indicatief ingetekend.

Het invloedsgebied van de bemalingen van de kelders bij het converterstation Liechtensteinweg raakt zonder mitigerende maatregelen de Luxemburgweg welke onderdeel is van de primaire waterkering. Met mitigerende maatregelen zal dit effect kleiner zijn. Geadviseerd wordt om mogelijke zettingen te berekenen en het effect op de weg en de waterkering te beschouwen.

Om zettingsberekeningen door een dijkspecialist geotechniek uit te voeren is ten minste de volgende informatie nodig:

- OF de door de uitvoeringswijze van de bemaling in combinatie met mitigatiemaatregelen <u>optredende grondwaterstandsverlaging in meters</u> op de locatie van de dijk, gedurende een situatie met gemiddeld lage grondwaterstand,
- OF <u>een zettingseis in millimeters</u> waarmee naar de maximaal toegestane grondwaterstandsverlaging teruggerekend kan worden, om de uitvoeringswijze van de bemaling en mitigatiemaatregelen te bepalen,
- de gemiddelde lage grondwaterstand in meters ten opzichte van NAP,
- de tijdsduur van de optredende verlaging,
- een bepaling van de grondopbouw en zettingsparameters, mogelijk op basis van bodemmonsters.

Op de stabiliteit van de waterkeringen wordt verder ingegaan in MER Deel B Hoofdstuk 9 LRG op land.

Risico's - Opbarsting
Opbarsten van de bodem ontstaat als de stijghoogte van het onderliggende zandpakket aanzienlijk hoger ligt dan het niveau van de put. Bij de sterke opwaartse druk en een beperkte dikte van de kleilaag vanwege de ontgraving kan de klei opbarsten. Er is een kleilaag aanwezig in de (ondiepe) ondergrond waardoor het risico op opbarsten aanwezig is. Er is nog niet onderzocht of uit de meest recente meetcampagne voldoende informatie over de stijghoogte onder de kleilaag beschikbaar is gekomen. Het opbarstrisico zal met aanvullende (grondwater) gegevens bepaald worden. Indien nodig worden voorzorgmaatregelen genomen.

3.3 Mitigerende maatregelen

In de uitgevoerde berekeningen is geen rekening gehouden met mitigerende maatregelen welke de grondwaterstandsverlaging in de omgeving beperken. Met doelmatige mitigerende maatregelen zijn de effecten op de omgeving nihil. Mogelijke mitigerende maatregelen zijn:

- Toepassing van damwanden. Damwanden hebben een waterkerende werking mits deze in slot zitten. Bij een uitvoering van een bemaling met damwanden verkleinen zowel de grondwaterstandsverlagingen in de omgeving alsook het waterbezwaar.
- Toepassing van een retourbemaling, bijvoorbeeld via verticale infiltratiefilters of horizontale infiltratiesleuven gevuld met drainagezand.

COLOFON

MER Net op zee Nederwiek 1 - Bijlage VI-A

Datum
05-07-2023

Status
Definitief

Pondera Consult B.V.
Postbus 919
6800 AX Arnhem
Nederland
+31 (0)88 7663 372

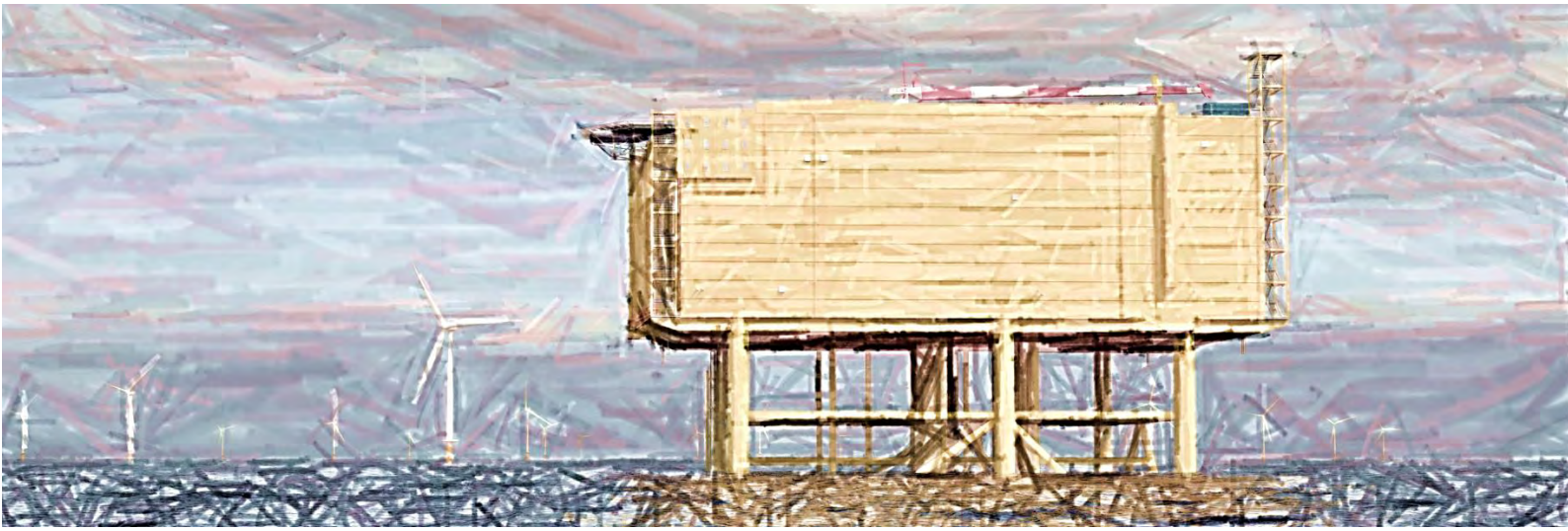
www.ponderaconsult.com

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland
+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com

MER Net op zee Nederwiek 1

Bijlage VI-B Grondwatermodellering en verziltingsstudie



Datum: 05-07-2023
Versienummer: 1.0
Status: Definitief

In opdracht van:

INHOUDSOPGAVE

1 Inleiding 2
1.1 Doel 2
1.2 Toelichting voorgenomen activiteit 2
1.3 Leeswijzer 4
2 Uitgangspunten berekeningen 4
2.1 Model 4
2.2 Schematisatie ingreep 4
3 Resultaten huidige situatie 10
3.1 Grondwaterstanden 10
3.2 Zoutconcentraties 13
3.2.1 Grensvlak zoet - brak grondwater 14
3.2.2 Grensvlak brak - zout grondwater 16
3.2.3 Zoutconcentraties bovenste grondwater 19
4 Effectenberekeningen 23
4.1 Effecten grondwaterstanden 23
4.1.1 Grondwaterstandverandering 23
4.1.2 Debieten van bemalingen 31
4.2 Effecten verzilting 33
4.2.1 Verhoging zoet-brak grensvlak 33
4.2.2 Verhoging brak-zout grensvlak 41
4.2.3 Verandering zoutconcentraties aan maaiveld 49
4.2.4 Herstel van de verzilting 57
5 Conclusies en aanbevelingen 84
5.1 Effect grondwater 84
5.2 Effect zoutconcentraties 84
5.3 Conclusies en aanbevelingen 86
Referentielijst 88
Colofon 89

1 Inleiding

Als onderdeel van het MER worden onder het aspect Bodem en water op land de effecten van het kabeltracé op land op het grondwater in beeld gebracht. In het gebied waar het kabeltracé op land loopt, liggen in het grondwater zoetwatervoorkomens die van belang zijn voor het aanwezige landgebruik. De diepere ondergrond bevat zout grondwater. Een eventuele beïnvloeding van de grondwaterstanden kan hier leiden tot een verzilting van het grondwater. Om deze effecten in beeld te brengen is een modelstudie uitgevoerd met het voor Net op zee IJmuiden Ver Alpha opgestelde zoet-zout grondwatermodel (Arcadis, 10 december 2021). In onderliggend rapport is het effect op de grondwaterstanden en het effect op de zoutconcentraties van het grondwater voor Net op zee Nederwiek 1 en de cumulatie met Net op zee IJmuiden Ver Alpha weergegeven.

Indicatieve bemalingsberekeningen voor de locatie Veerse Gatdam en de kelders van het converterstation aan de Liechtensteinweg zijn opgenomen in een apart rapport (zie Bijlage VI-A Indicatieve bemalingsberekening).

1.1 Doel

De beoogde ingrepen kunnen, naast de effecten op de grondwaterstanden, ook leiden tot effecten op de zoet/zout verdeling in het grondwater. In het MER zijn ook deze effecten in detail in beeld gebracht. Concreet is in voorliggende studie gezocht naar de antwoorden op de volgende onderzoeksvragen:

1. Treden effecten van verzilting van bodem en grondwater op bij een open ontgraving? Kan aangegeven worden hoe groot dit effect (het oppervlak) is waar verzilting optreedt?
2. Kan aangegeven worden hoelang het duurt voordat de grondwaterkwaliteit weer hetzelfde is als voorafgaand aan de open ontgraving?

1.2 Toelichting voorgenomen activiteit

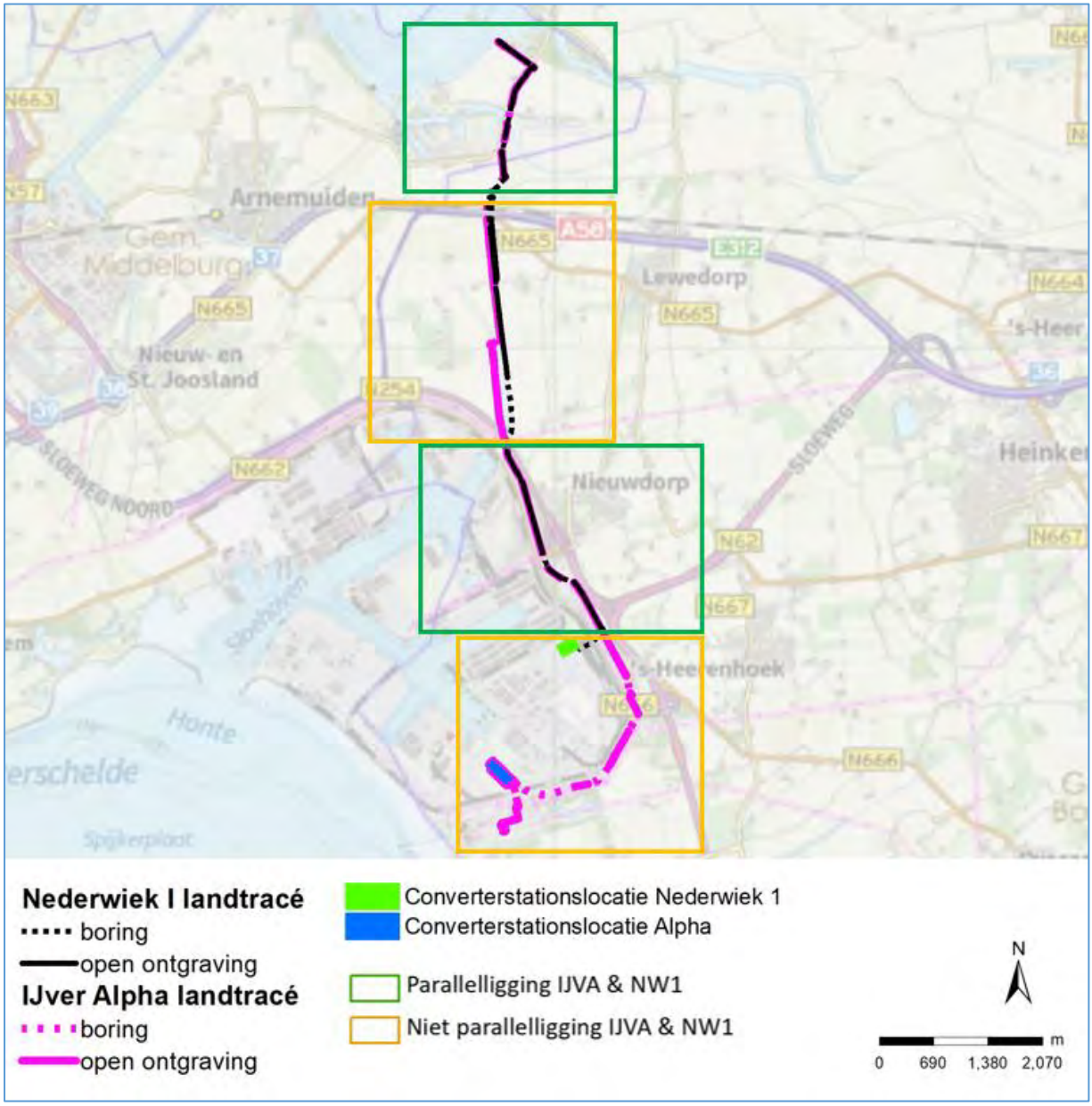
Vanuit zee passeren de kabeltracés van Net op zee IJmuiden Ver Alpha en Net op zee Nederwiek 1 de Veerse Gatdam aan de oostzijde (deze passage is nader uitgewerkt in de bijlage VI-B ‘Indicatieve bemalingsberekening Veerse Gatdam’) en lopen daarna door het Veerse Meer. De kabeltracés van Net op zee Nederwiek 1 en Net op zee IJmuiden Ver Alpha zijn in de volgende paragrafen beschreven en in paragraaf 2.2 gedetailleerd.

Het kabeltracé van Net op zee Nederwiek 1 komt vanuit het Veerse Meer ten zuiden van Haven de Piet aan land met een verbindingsmof, ook wel “mofput” genoemd (5x10 m=50m^2, mogelijk met een open ontgraving). Vanuit daar gaan de kabels met een gebundelde ligging via open ontgravingen en gestuurde boringen onder wegen en watergangen naar het converterstation in de haven. Op land is er om de circa 800 tot 1.200 meter een verbindingsmof nodig om landkabels te verbinden. Het uitgangspunt is dat de mofputten onderdeel zijn van de open ontgraving van de sleuf. Het converterstation ligt met een rechthoekige vorm aan de Liechtensteinweg/Luxemburgweg. Enkel de DC-verbinding (gelijkstroom) ten zuiden van het Veerse Meer naar het converterstation is uitgewerkt.

Het kabeltracé van Net op zee IJmuiden Ver Alpha volgt het kabeltracé van Net op zee Nederwiek 1 tot aan het converterstation van Net op zee Nederwiek 1, en loopt hierna individueel door tot aan

het converterstation Net op zee IJmuiden Ver Alpha. Het tracé ligt echter ten westen van de Sloekreek. In de voorliggende studie is Net op zee IJmuiden Ver Alpha alleen in cumulatie met Net op zee Nederwiek 1 beschouwd.

Het kabeltracé over land van Net op zee Nederwiek 1 en Net op zee IJmuiden Ver Alpha is weergegeven in Figuur 1-1.



Figuur 1-1 Kabeltracés van de Netten op zee Nederwiek 1 en IJmuiden Ver Alpha inclusief parallelligging. In het figuur zijn beide varianten van het Net op zee Nederwiek 1 landtracé weergegeven

1.3 Leeswijzer

In Hoofdstuk 2 worden de uitgangspunten voor de berekeningen toegelicht. Hoofdstuk 3 laat de huidige situatie zien wat betreft grondwaterstanden en zoutconcentraties in het gebied, waarna de bemalingseffecten in Hoofdstuk 4 zijn beschreven. In Hoofdstuk 5 volgen de conclusies en aanbevelingen en in Referentielijst zijn de genoemde referenties terug te vinden.

2 Uitgangspunten berekeningen

2.1 Model

Voor Net op zee IJmuiden Ver Alpha is een zoet-zout grondwatermodel opgezet ten behoeve van bemalings- en verziltingsberekeningen. De modelbouw en modelverbeteringen zijn vanwege de omvangrijkheid niet toegevoegd aan deze bijlage. Deze zijn te vinden in Net op zee IJmuiden Ver Alpha, MER fase 2 – Bijlage VI-B Grondwatermodellering en verziltingsstudie (Arcadis, 10 december 2021).

Het model voor Net op zee IJmuiden Ver Alpha is ook gebruikt voor de berekeningen van Net op zee Nederwiek 1 in deze bijlage.

2.2 Schematisatie ingreep

De kabeltracés zijn in het model geschematiseerd. In deze paragraaf wordt beschreven hoe deze ingreep in het model is verwerkt. De aanleg van de kabeltracés vindt plaats middels het opengraven van een sleuf waarin de kabel wordt geplaatst. Voor de kruising van infrastructuur en gebieden waar een open ontgraving niet wenselijk is, wordt een gestuurde boring toegepast. De locaties van de gestuurde boringen zijn niet opgenomen in het model omdat deze niet bemalen worden. Op diverse locaties langs de kabeltracés worden mofputten gerealiseerd waar de kabelsegmenten met elkaar worden verbonden.

Ingreep in relatie tot grondwatereffecten
Op delen van de kabeltracés is de grondwaterstand hoger dan deze niveaus, waarmee bemaling van de open ontgravingen noodzakelijk is. Voor de open ontgraving en de realisatie van de mofputten is een drooglegging van 2,5 meter of 1,9 meter onder maaiveld gewenst (zie Figuur 2-3). De breedte van de ontgraving bedraagt 7 meter voor het DC-tracé (gelijkstroom) en 9 meter voor het AC-tracé (wisselstroom). Het AC-tracé bij Net op zee Nederwiek 1 is niet meegenomen in deze studie. Hiervoor wordt een andere procedure doorlopen (zie toelichting in MER Deel A). Het AC-tracé bij Net op zee IJmuiden Ver Alpha is wél meegenomen in deze studie. Er is met name sprake van cumulatie tussen Net op zee IJmuiden Ver Alpha en Net op zee Nederwiek 1 wanneer de kabeltracés in dezelfde sleuf liggen.

Aangenomen is dat de mofputten in de open ontgravingen worden gerealiseerd gelijktijdig met de aanleg van de kabel en dat de mofputten een breedte hebben die past binnen de breedte van het de open ontgraving. Daarmee is voor de mofputten geen specifieke bemaling noodzakelijk.

Door TenneT is aangegeven dat de sleufbemaling in segmenten worden uitgevoerd. Deze segmenten hebben een lengte van 1.200 meter en moeten gedurende een periode van 28 dagen worden bemalen. De exacte indeling van deze segmenten is nog niet bekend. Voor de modelstudie is daarom

een eigen indeling van segmenten gekozen die maximaal 1.200 meter bedragen. De segmenten zijn daarbij 'logisch' gekozen. Als worst-case benadering is daarnaast gekozen voor een overlap van 14 dagen in de bemaling van naastgelegen segmenten. In Figuur 2-1 staat de verdeling in segmenten van het kabeltracé.

Periode van bemaling
Het is onbekend in welk seizoen de ingreep wordt uitgevoerd. In de berekeningen is gekozen om de ingreep plaats te laten vinden in de periode april – oktober (gemiddeld jaar) als worstcase situatie voor verzilting.

Er is niet onderzocht in welke mate de effecten veranderen wanneer bijvoorbeeld wordt gekozen voor een uitvoering in het najaar of gedurende de winter. De uitvoering kan in de praktijk ook samenvallen met een meer extreme situatie.

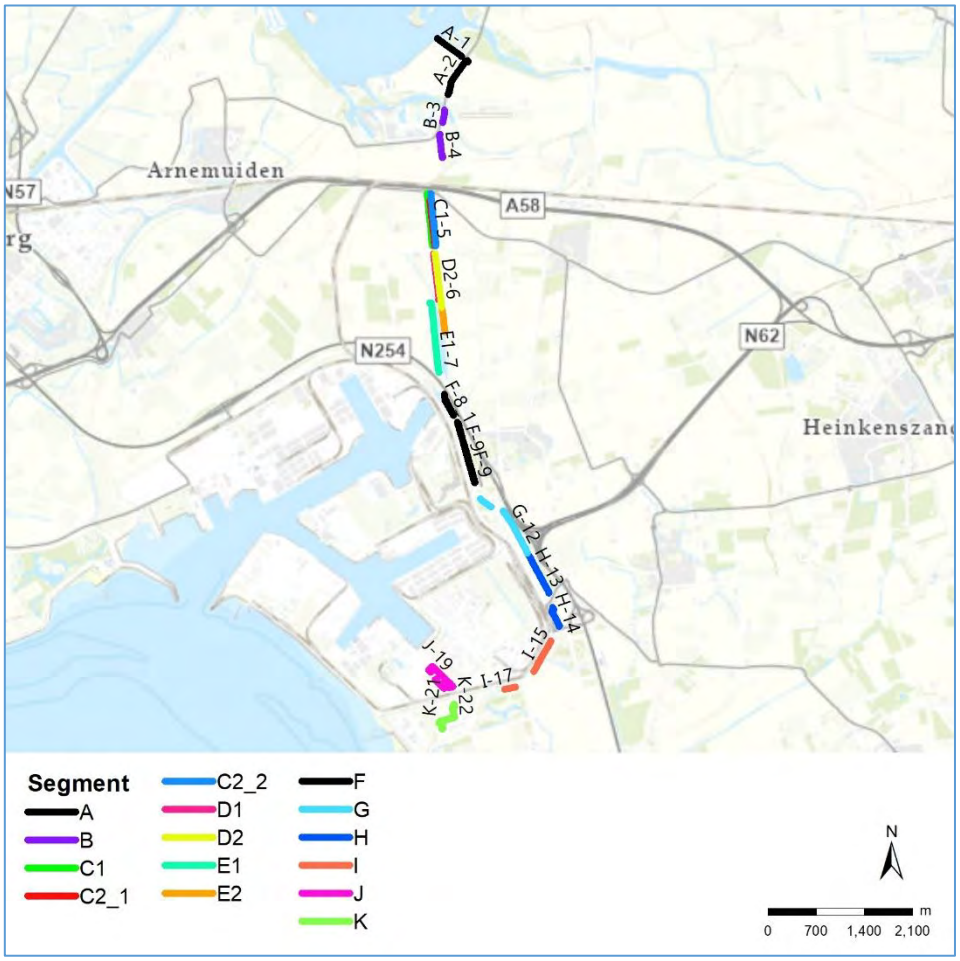
Cumulatie met Net op zee IJmuiden Ver Alpha
In het kabeltracé van Net op zee Nederwiek 1 tussen de A58 en de Oude Veerweg is sprake van twee varianten:

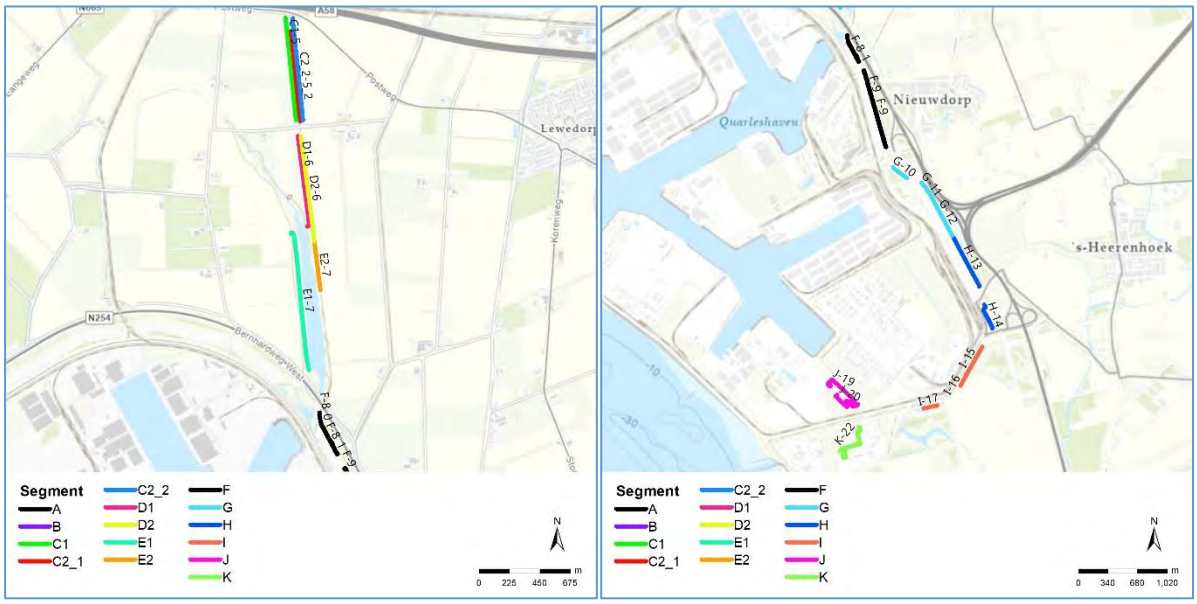
- Variant 1: betreft het westelijk kabeltracé: onder de weg
- Variant 2: betreft het oostelijk kabeltracé: in het weiland.

De varianten van Net op zee Nederwiek 1 zijn aanvullend beschouwd in cumulatie met het kabeltracé van Net op zee IJmuiden Ver Alpha:

- Variant 3: betreft de cumulatie van variant 1 van Net op zee Nederwiek 1 met Net op zee IJmuiden Ver Alpha
- Variant 4: betreft de cumulatie van variant 2 van Net op zee Nederwiek 1 met Net op zee IJmuiden Ver Alpha

Figuur 2-1 Segmenten voor de bemaling - variant 1 en 2 - zoals deze in de modellering zijn opgenomen (links) en ingezoomd figuur van segmenten tussen A58 en de Sloekreek (rechts)





Figuur 2-2 Segmenten voor de bemaling – variant 3 en 4 - zoals deze in de modellering zijn opgenomen (boven), ingezoomd figuur van segmenten tussen A58 en het zuiden van de Sloekreek (links), en zuidelijke segmenten (rechts)

In Tabel 2-1 (Net op zee Nederwiek 1) en Tabel 2-2 (cumulatie Netten op zee Nederwiek 1 en IJmuiden Ver Alpha) is de verdeling in segmenten, de bijhorende lengtes en de periode van bemaling zoals deze is aangenomen in het model beschreven. De verdeling van segmenten is gebaseerd op het landtracé van Net op zee Nederwiek 1.

In aansluiting op de breedte van het kabeltracé zijn de cellen in het model geselecteerd waar de sleuf wordt gerealiseerd, per segment. Deze te bemalen oppervlakte is als drainage (drain) in het model opgenomen.

Het drainageniveau is ingesteld op 2,5 meter onder maaiveld, met uitzondering van:

- Segment F en G. Bij deze segmenten is het drainageniveau ingesteld op 1,9 meter onder maaiveld vanwege de bescherming van de waterleiding die ook in de kabel- en leidingenstrook aanwezig is (Figuur 2-3).
- Segment C1, D en E. Bij deze segmenten is het drainageniveau ingesteld op circa 0,1 à 0,6 meter onder maaiveld vanwege de uitvoering in de dijk.

Tabel 2-1 Planning enkel NW1. Variant 1: westelijk tracé, variant 2: oostelijk tracé

Segment	Traject	Variant	Sleufbreedte (m)	AC/DC	Lengte (m)	Start bemaling*	Eind bemaling*
A	1 + 2	Beide	7	DC	1057	01/04/JAAR	29/04/JAAR
B	3 + 4	Beide	7	DC	527	15/04/JAAR	13/05/JAAR
C1	5_1	Variant 1	7	DC	666	29/04/JAAR	27/05/JAAR
C2	5_2	Variant 2	7	DC	766	29/04/JAAR	27/05/JAAR
D	6	Beide	7	DC	789	13/05/JAAR	10/06/JAAR
E	7	Beide	7	DC	350	27/05/JAAR	24/06/JAAR
F	8 + 9	Beide	7	DC	1168	10/06/JAAR	08/07/JAAR
G	10 + 11 + 12	Beide	7	DC	896	24/06/JAAR	22/07/JAAR

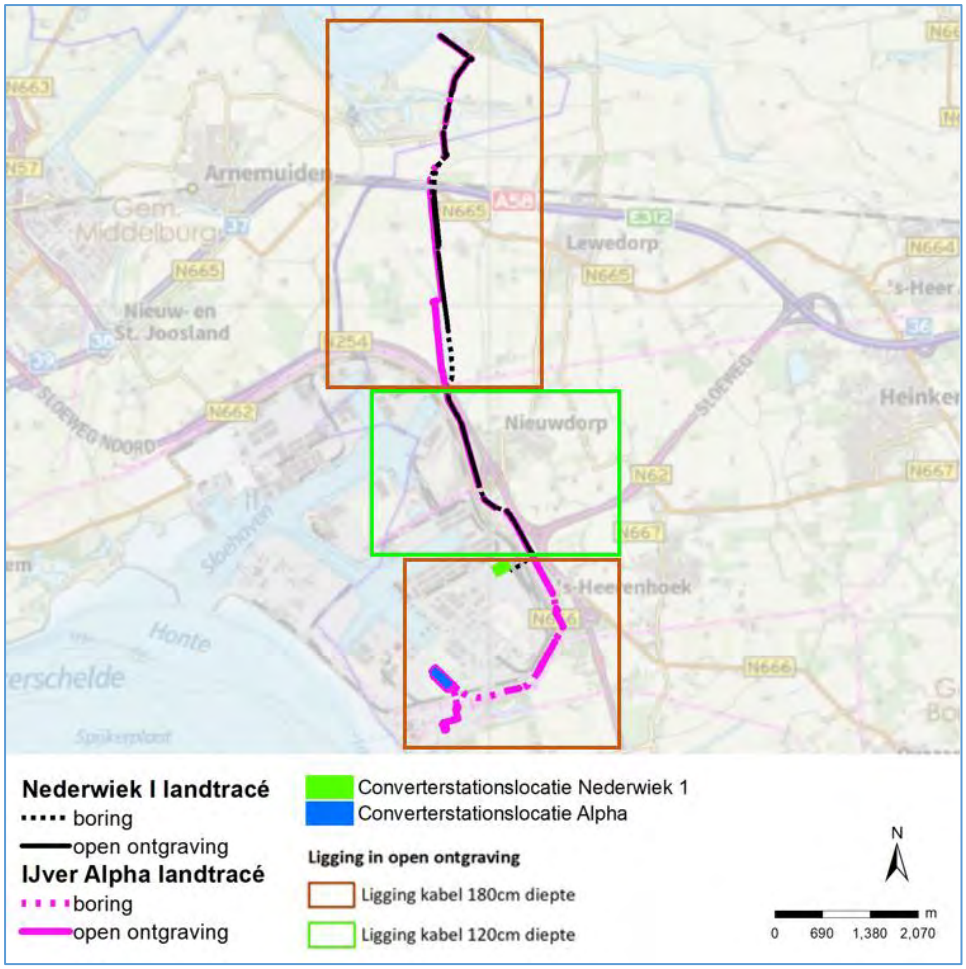
**Het JAAR in de planning in nog niet bepaald. Er wordt gerekend met de neerslag en verdamping van het jaar 2015, dat als een gemiddeld nat jaar bekend staat.*

Tabel 2-2 Planning Net op zee Nederwiek 1 in cumulatie met Net op zee IJmuiden Ver Alpha voor variant 3 en 4. Variant 3: cumulatie Net op zee IJmuiden Ver Alpha met variant 1, variant 4: cumulatie Net op zee IJmuiden Ver Alpha met variant 2

Segment	Traject	Variant	Sleufbreedte (m)	AC/DC	Lengte (m)	Start bemaling*	Eind bemaling*
A	1 + 2	Beide	10.8	DC	1057	01/04/JAAR	29/04/JAAR
B	3 + 4	Beide	10.8	DC	558	15/04/JAAR	13/05/JAAR
C1 (Alpha)	5_1	Beide	7	DC	754	29/04/JAAR	27/05/JAAR
C2_1 (NW1)	5_2	Variant 3	7	DC	666	13/05/JAAR	10/06/JAAR
C2_2 (NW1)	5_2	Variant 4	7	DC	766	13/05/JAAR	10/06/JAAR
D1 (Alpha)	6_1	Beide	7	DC	671	27/05/JAAR	24/06/JAAR
D2 (NW1)	6_2	Beide	7	DC	789	10/06/JAAR	08/07/JAAR
E1 (Alpha)	7_1	Beide	7	DC	1025	24/06/JAAR	22/07/JAAR
E2 (NW1)	7_2	Beide	7	DC	350	08/07/JAAR	05/08/JAAR
F	8 + 9	Beide	10.8	DC	1252**	22/07/JAAR	19/08/JAAR
G	10 + 11 + 12	Beide	10.8	DC	896	05/08/JAAR	02/09/JAAR
H	13 + 14	Beide	7	DC	967	19/08/JAAR	16/09/JAAR
I	15 + 16 + 17	Beide	7	DC	668	02/09/JAAR	30/09/JAAR
J	18 + 19 + 20	Beide	7 (DC), 9 (AC)	AC en DC	1076	16/09/JAAR	14/10/JAAR
K	21 + 21	Beide	9	AC	1108	30/09/JAAR	28/10/JAAR

**Het JAAR in de planning in nog niet bepaald. Er wordt gerekend met de neerslag en verdamping van het jaar 2015, dat als een gemiddeld nat jaar bekend staat*

***: de lengte van segment F overschrijdt de maximale sleuflengte van 1200 m. Deze segmentlengte is gekozen om, per segment, de resultaten van variant 3 & 4 vergelijkbaar met variant 1 & 2 te houden*



Figuur 2-3 Diepteligging kabel. Voor de kabels met 1,8 meter diepte wordt tot 2,5 meter onder maaiveld bemalen. Voor de kabels met 1,2 meter diepte wordt tot 1,9 meter onder maaiveld bemalen

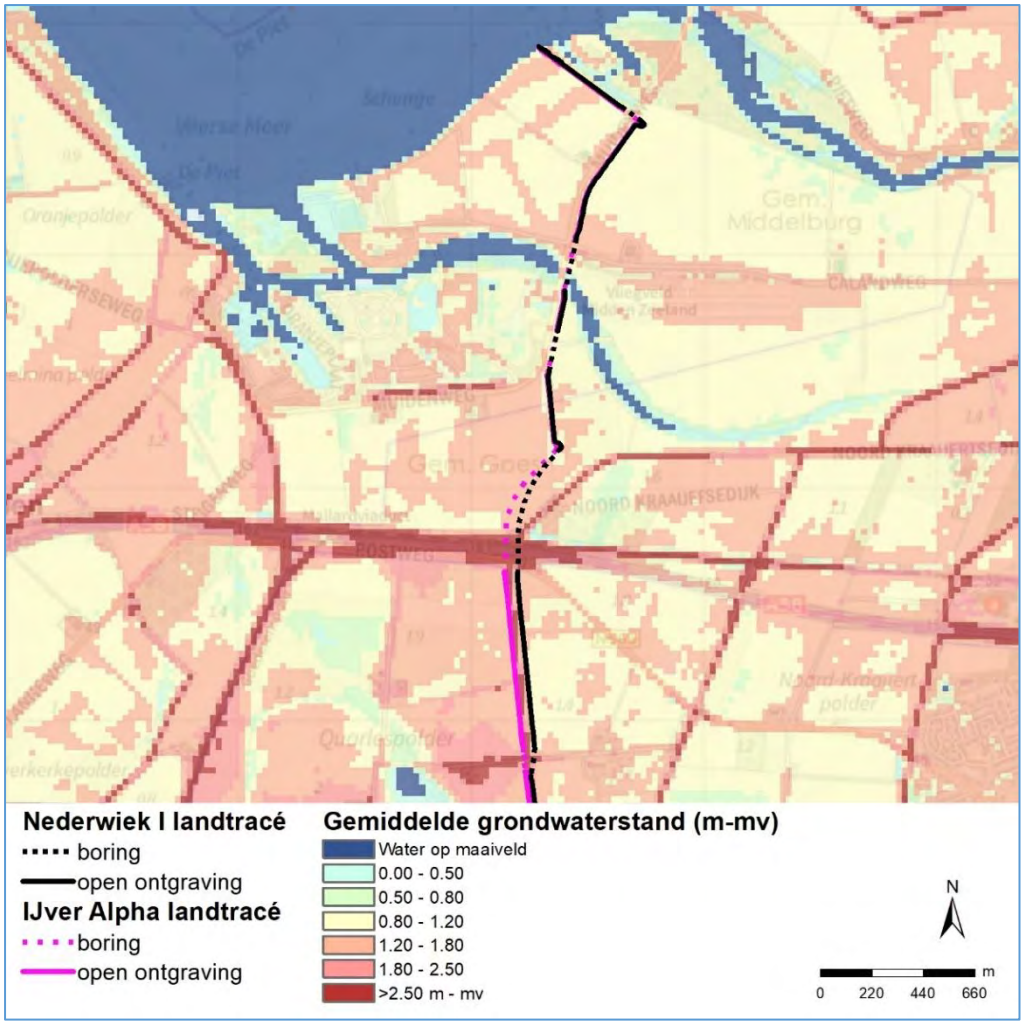
3 Resultaten huidige situatie

In dit hoofdstuk wordt de referentiesituatie beschreven voor de grondwaterstanden en zoutconcentraties zoals die gebruikt zijn en berekend worden in het model. Met de referentiesituatie kunnen de effecten van de nieuwe situatie (met kabeltracés en tijdelijke bemalingen vergeleken worden. In paragraaf 3.1 wordt de referentiesituatie voor het grondwater beschreven. Paragraaf 3.2 gaat in op de zoutconcentraties.

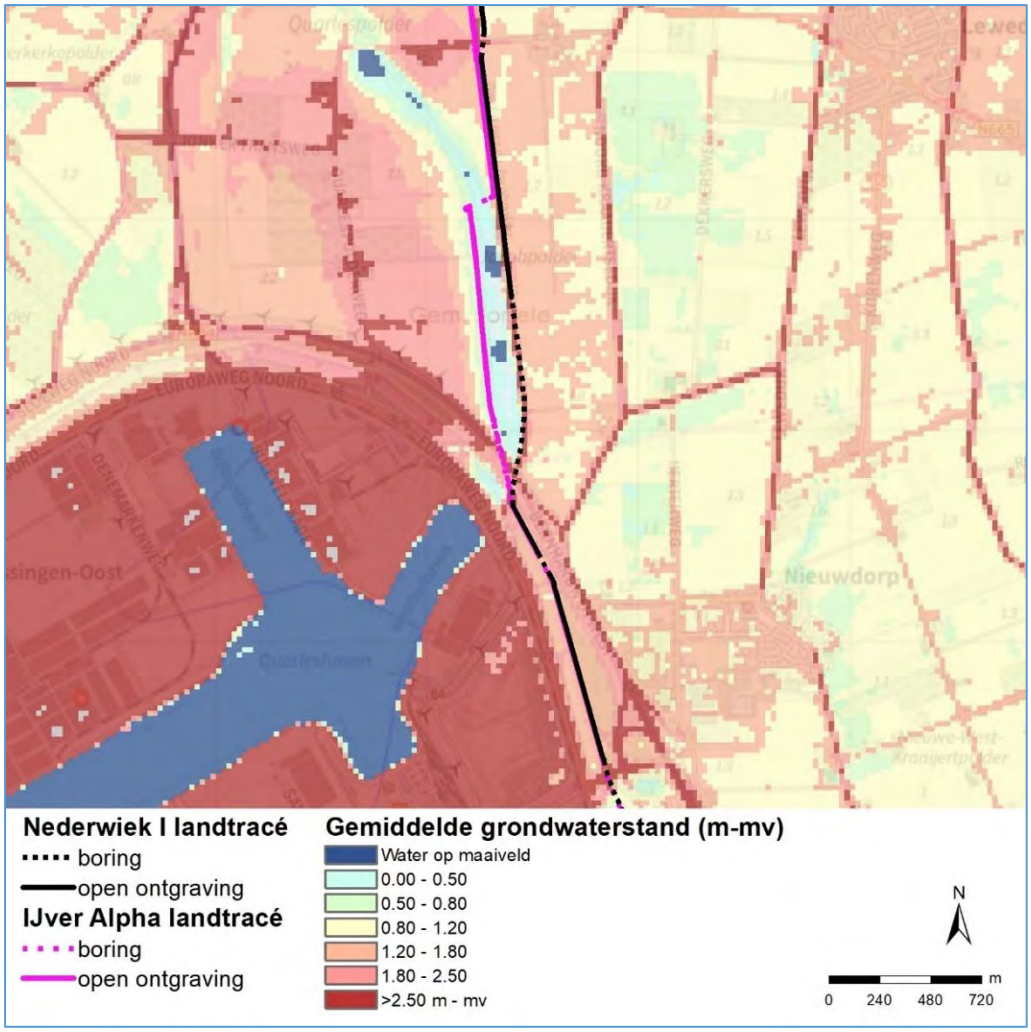
3.1 Grondwaterstanden

De grondwaterstanden voor de referentiesituatie zijn berekend en vergeleken met de beschikbare metingen. Het grondwatermodel en de beschikbare metingen zijn nader beschreven in het document Net op zee IJmuiden Ver Alpha, MER fase 2 – Bijlage VI-B Grondwatermodellering en verziltingsstudie (Arcadis, 10 december 2021). In Figuur 3-1 tot en met Figuur 3-3 zijn de berekende grondwaterstanden weergegeven.

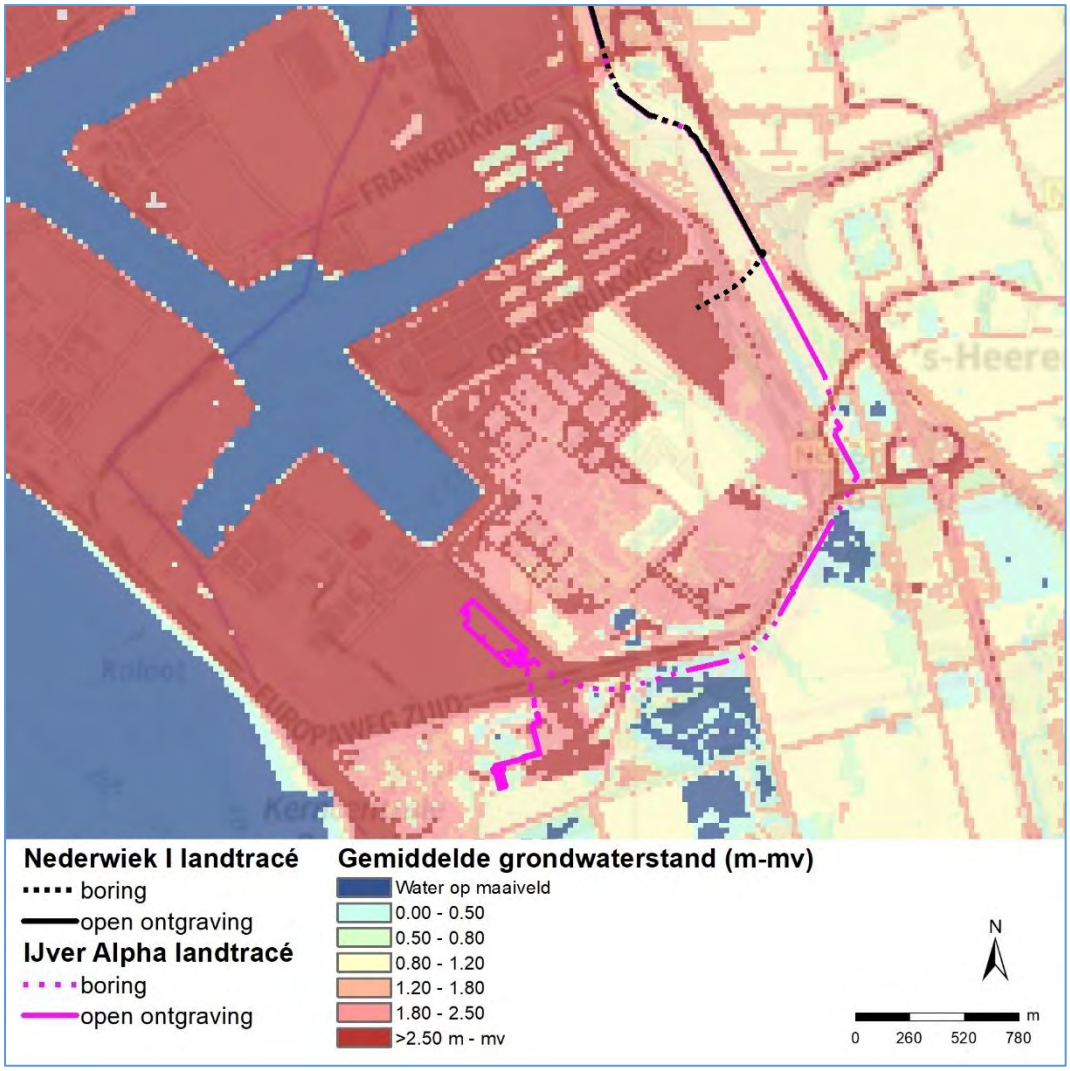
De grondwaterstand in het noordelijke deel van het kabeltracé op land (Figuur 3-1) ligt gemiddeld op 80 tot 180 centimeter onder maaiveld. Bij de Sloekreek (het middendeel van het Kabeltracé op land) ligt de grondwaterstand dichter bij het maaiveld, met 50 tot 80 centimeter beneden maaiveld (Figuur 3-2). In het zuidelijke deel van het kabeltracé op land (Figuur 3-3) ligt de grondwaterstand gemiddeld ook rond 80 tot 180 centimeter beneden maaiveld met zeer lokaal hogere grondwaterstanden. Het laatste deel van het kabeltracé naar het converterstation Net op zee IJmuiden Ver Alpha heeft diepe grondwaterstanden (meer dan 250 centimeter beneden maaiveld). Dit deel ligt in het havengebied van Borssele dat is opgehoogd. Zowel gedurende het droge als natte seizoen komt vrijwel over de gehele lengte van het kabeltracé grondwaterstanden voor die dichter aan maaiveld liggen dan 2,5 meter.



Figuur 3-1 Grondwaterstanden huidige situatie ten opzichte van maaiveld - noordelijk deel van het kabeltracé op land. In deze figuur is als referentie het kabeltracé in variant 4 weergegeven (cumulatie van Net op zee Nederwiek 1 (oost, variant 2) en Net op zee IJmuiden Ver Alpha)



Figuur 3-2 Grondwaterstanden huidige situatie ten opzichte van maaiveld - middendeel van het kabeltracé op land. In deze figuur is als referentie het kabeltracé in variant 4 weergegeven (cumulatie van Net op zee Nederwiek 1 (oost, variant 2) en Net op zee IJmuiden Ver Alpha)



Figuur 3-3 Grondwaterstanden huidige situatie ten opzichte van maaiveld - zuidelijk deel van het kabeltracé op land. In deze figuur is als referentie het kabeltracé in variant 4 weergegeven (cumulatie van Net op zee Nederwiek 1 (oost, variant 2) en Net op zee IJmuiden Ver Alpha)

3.2 Zoutconcentraties

Het model berekent ook de zoutconcentraties. Als startpunt van de berekening worden de zoutconcentraties uit het FRESHEM-model gebruikt. Doordat er geen bemaling of andere ontwikkelingen in de huidige situatie plaatsvinden, anders dan het gewone grondwaterregime, blijven de zoutconcentraties na doorrekening van de huidige situatie, nauw aansluiten bij de zoutconcentraties die als input vanuit het FRESHEM[1]-model zijn gebruikt. Voor de grenswaarden tussen zoet, brak en zout grondwater is aangesloten bij de grenswaarden van het FRESHEM-model. De grenswaarden zijn uitgedrukt in het aantal mg chloride per liter water (mg CL/l). Deze staan in onderstaande tabel benoemd.

Tabel 3-1 Grenswaarden zoet, brak en zout grondwater zoals gebruikt in voorliggende studie

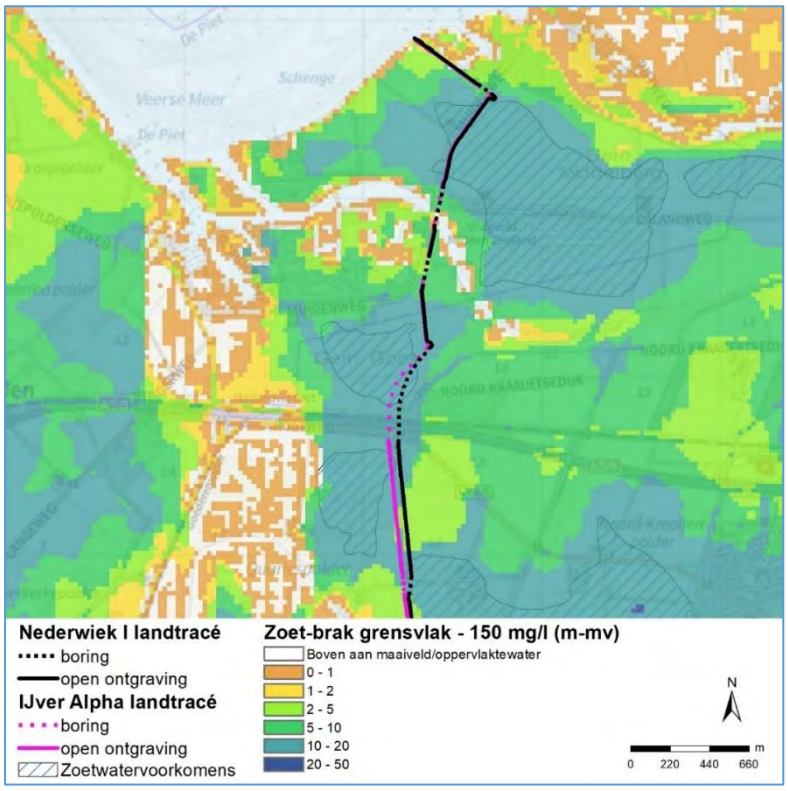
Zoet	Brak	Zout
0 – 150 mg Cl/l	150 – 1000 mg CL/l	> 1000 mg Cl/l

1: FRESHEM (FREsh Salt groundwater distribution by Helicopter ElectroMagnetic survey) is een onderzoeksprogramma van Deltares, TNO en BGR dat de zoet-brak-zout verdeling van het grondwater van de Provincie Zeeland in kaart bracht.

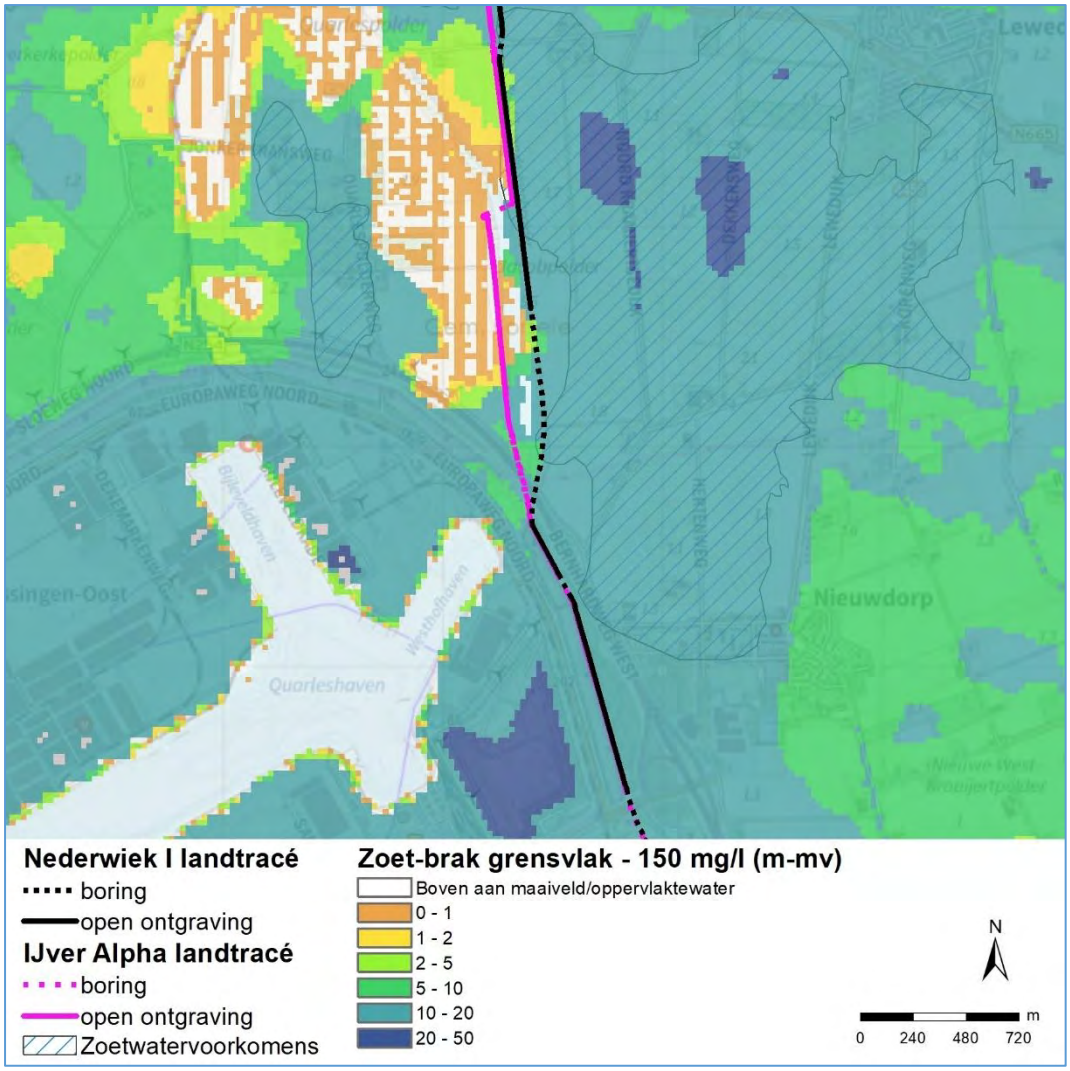
In paragraaf 3.2.1 staat het grensvlak voor zoet – brak grondwater. In paragraaf 3.2.2 is het grensvlak voor brak – zout grondwater gegeven. In paragraaf 3.2.3 is de gemiddelde zoutconcentratie voor de bovenste 2 meter vanaf maaiveld opgenomen.

3.2.1 Grensvlak zoet - brak grondwater

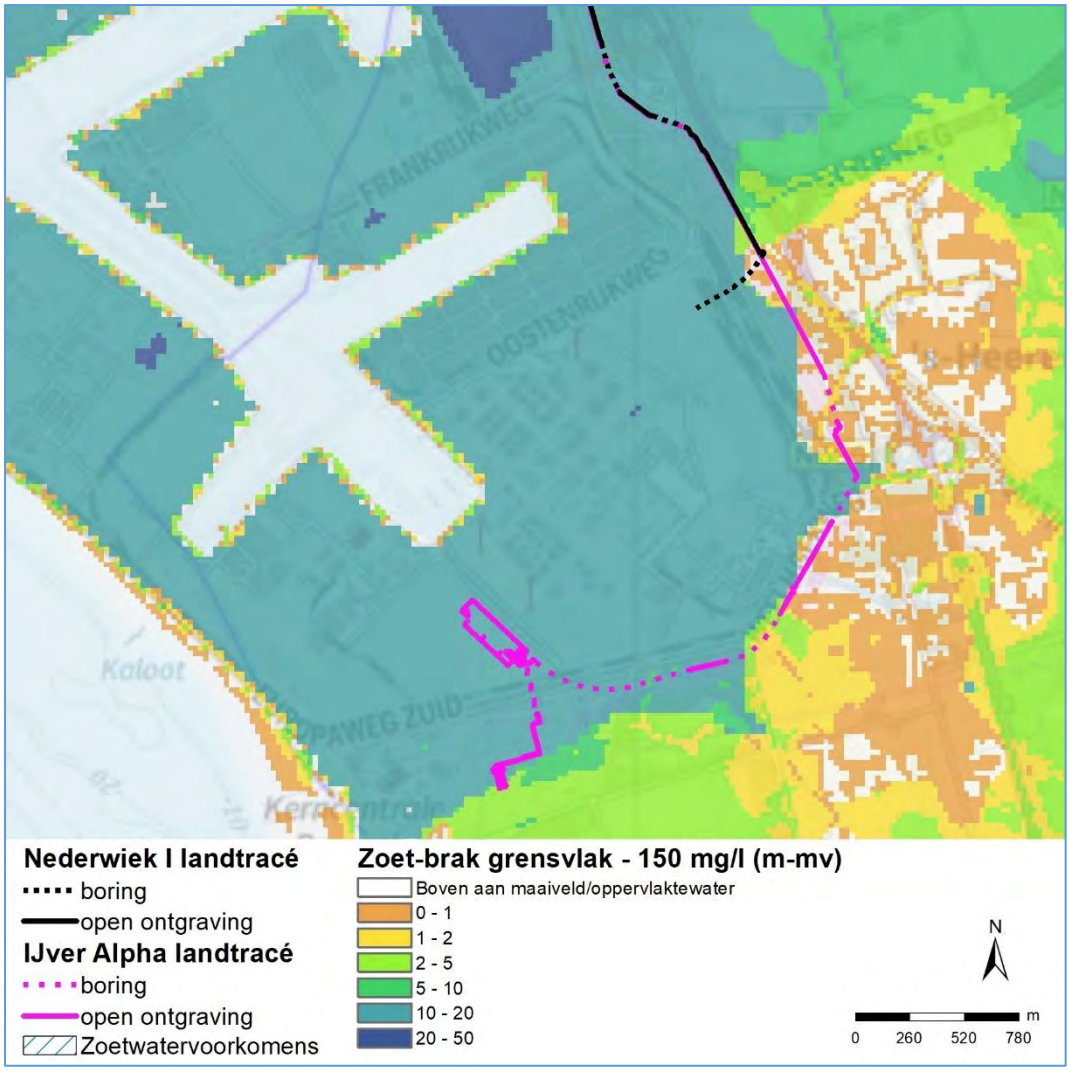
In Figuur 3-4 tot en met Figuur 3-6 is het grensvlak weergegeven voor zoet versus brak grondwater. Hierbij is als grenswaarde een zoutconcentratie van 150 mg Cl/l gehanteerd. De kaarten geven de diepte van dit grensvlak ten opzichte van maaiveld weer. Het zoete water is aanwezig boven deze diepte en het brakke water onder deze diepte. Hierin is te zien dat in het noordelijke deel en het centrale deel van de kabeltracés de zoet-brak grens redelijk diep ligt (10 à 20 m), met ondiepere gedeeltes (0 à 10 m) dichtbij watergangen, een gebied rondom de A58 oostelijk van het tracé en ten westen van de Sloekreek. In het zuidelijk deel van kabeltracé van Net op zee IJmuiden Ver Alpha langs de haven ligt deze grens eveneens een stuk ondieper. Het water boven de grens is zoet.



Figuur 3-4 Positie zoet-brak grensvlak huidige situatie in meters ten opzichte van maaiveld - noordelijk deel van het kabeltracé op land. In deze figuur is als referentie het kabeltracé in variant 4 weergegeven (cumulatie van Net op zee Nederwiek 1 (oost, variant 2) en Net op zee IJmuiden Ver Alpha)



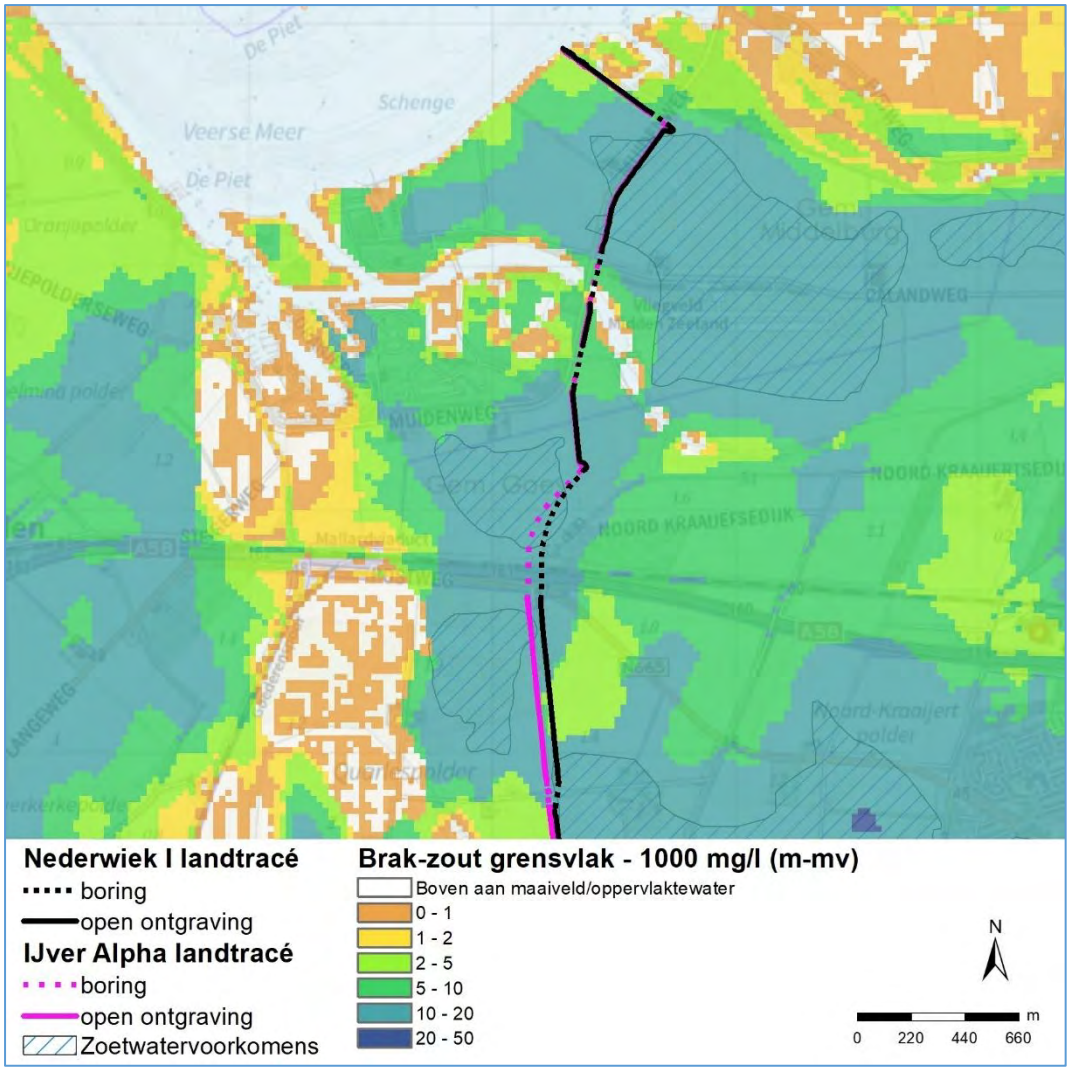
Figuur 3-5 Positie zoet-brak grensvlak huidige situatie in meters ten opzichte van maaiveld - middendeel van het kabeltracé op land. In deze figuur is als referentie het kabeltracé in variant 4 weergegeven (cumulatie van Net op zee Nederwiek 1 (oost, variant 2) en Net op zee IJmuiden Ver Alpha)



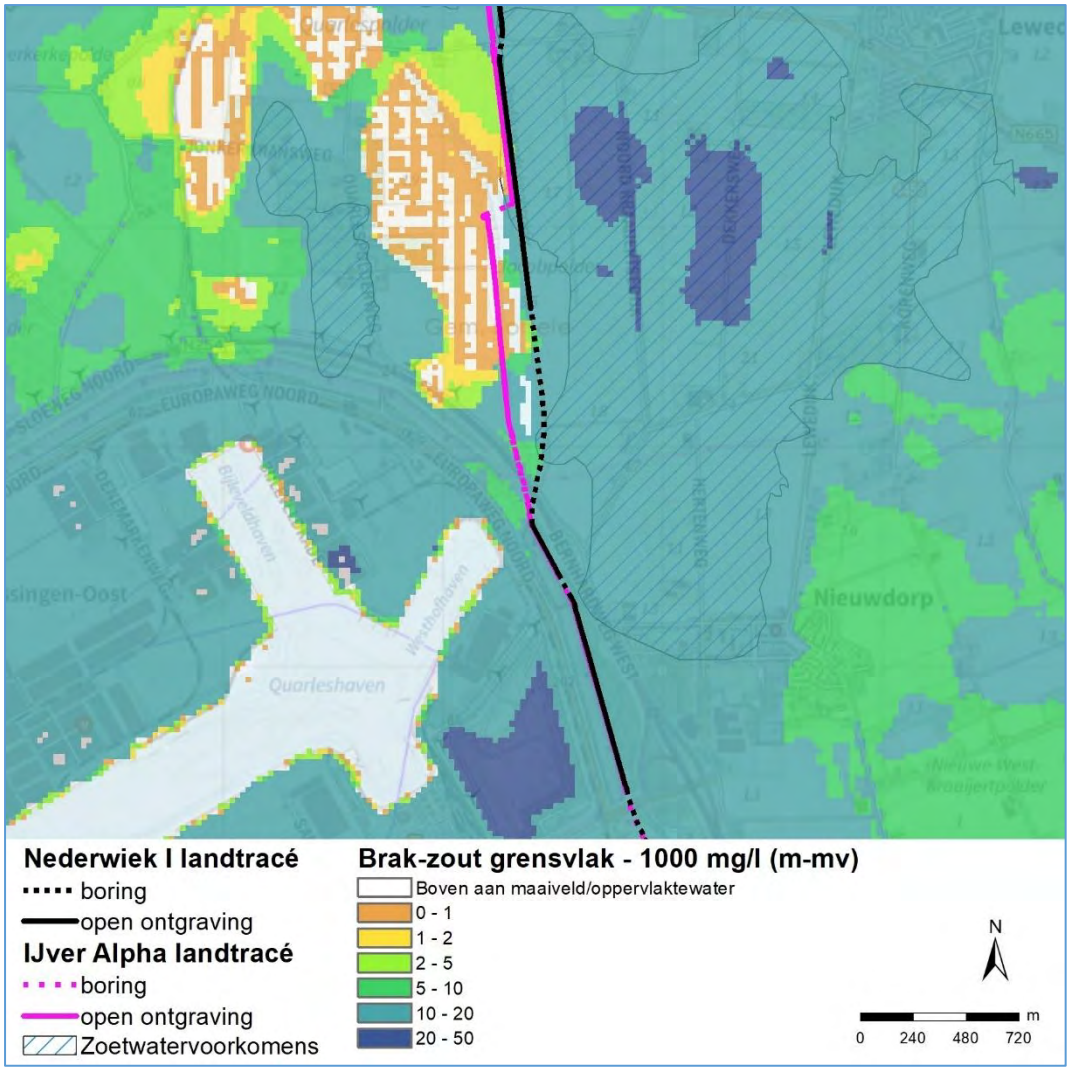
Figuur 3-6 Positie zoet-brak grensvlak huidige situatie in meters ten opzichte van maaiveld - zuidelijk deel van het kabeltracé op land. In deze figuur is als referentie het kabeltracé in variant 4 weergegeven (cumulatie van Net op zee Nederwiek 1 (oost, variant 2) en Net op zee IJmuiden Ver Alpha)

3.2.2 Grensvlak brak - zout grondwater

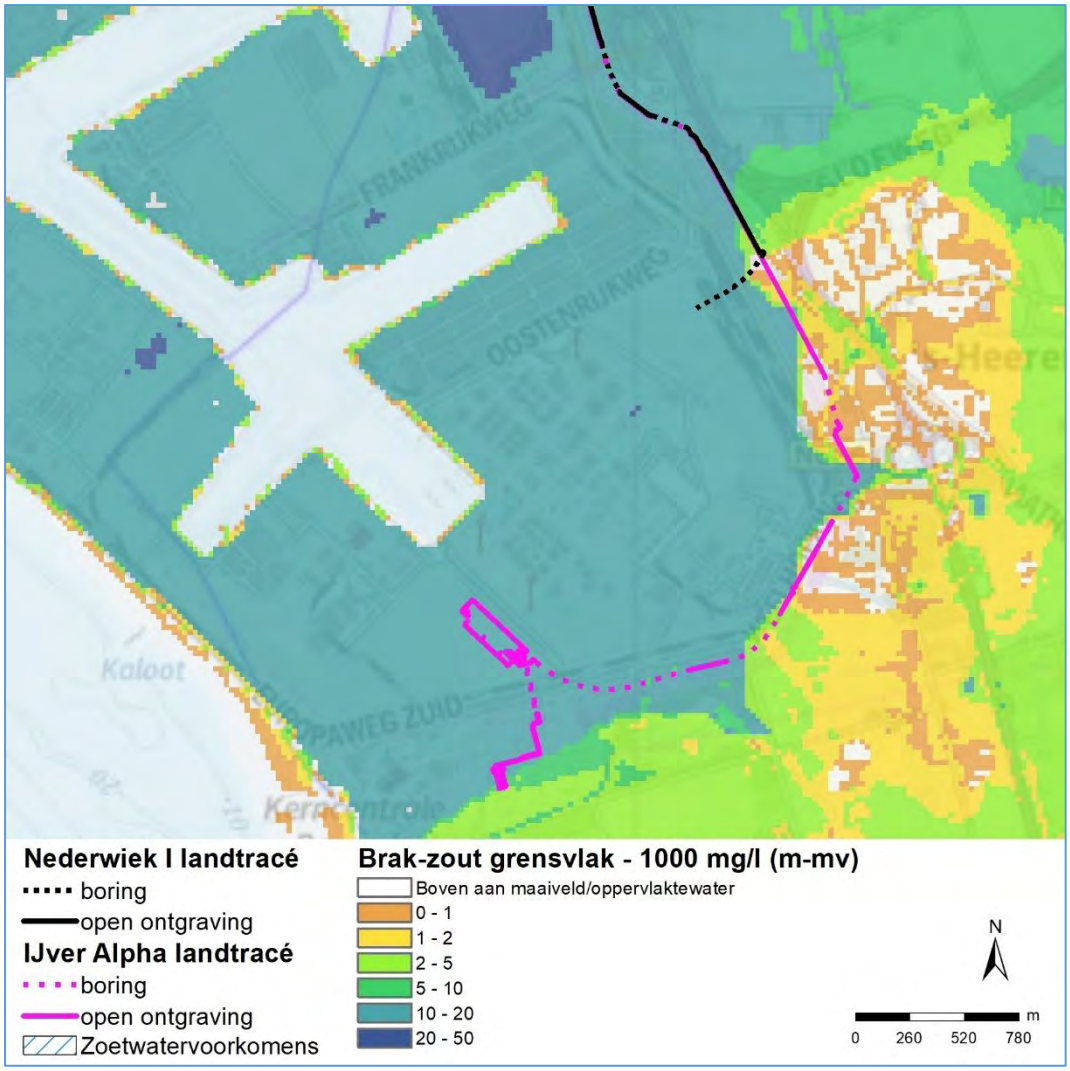
In Figuur 3-7 tot en met Figuur 3-9 is het grensvlak voor brak versus zout grondwater weergegeven. Hierbij is als grenswaarde een zoutconcentratie van 1.000 mg Cl/l gehanteerd. De kaarten geven de diepte van dit grensvlak ten opzichte van maaiveld weer. Het brakke water is aanwezig boven deze diepte en het zoute water onder deze diepte.



Figuur 3-7 Positie brak-zout grensvlak huidige situatie in meters ten opzichte van maaiveld - noordelijk deel van het kabeltracé op land. In deze figuur is als referentie het kabeltracé in variant 4 weergegeven (cumulatie van Net op zee Nederwiek 1 (oost, variant 2) en Net op zee IJmuiden Ver Alpha)



Figuur 3-8 Positie brak-zout grensvlak huidige situatie in meters ten opzichte van maaiveld - middendeel van het kabeltracé op land. In deze figuur is als referentie het kabeltracé in variant 4 weergegeven (cumulatie van Net op zee Nederwiek 1 (oost, variant 2) en Net op zee IJmuiden Ver Alpha)

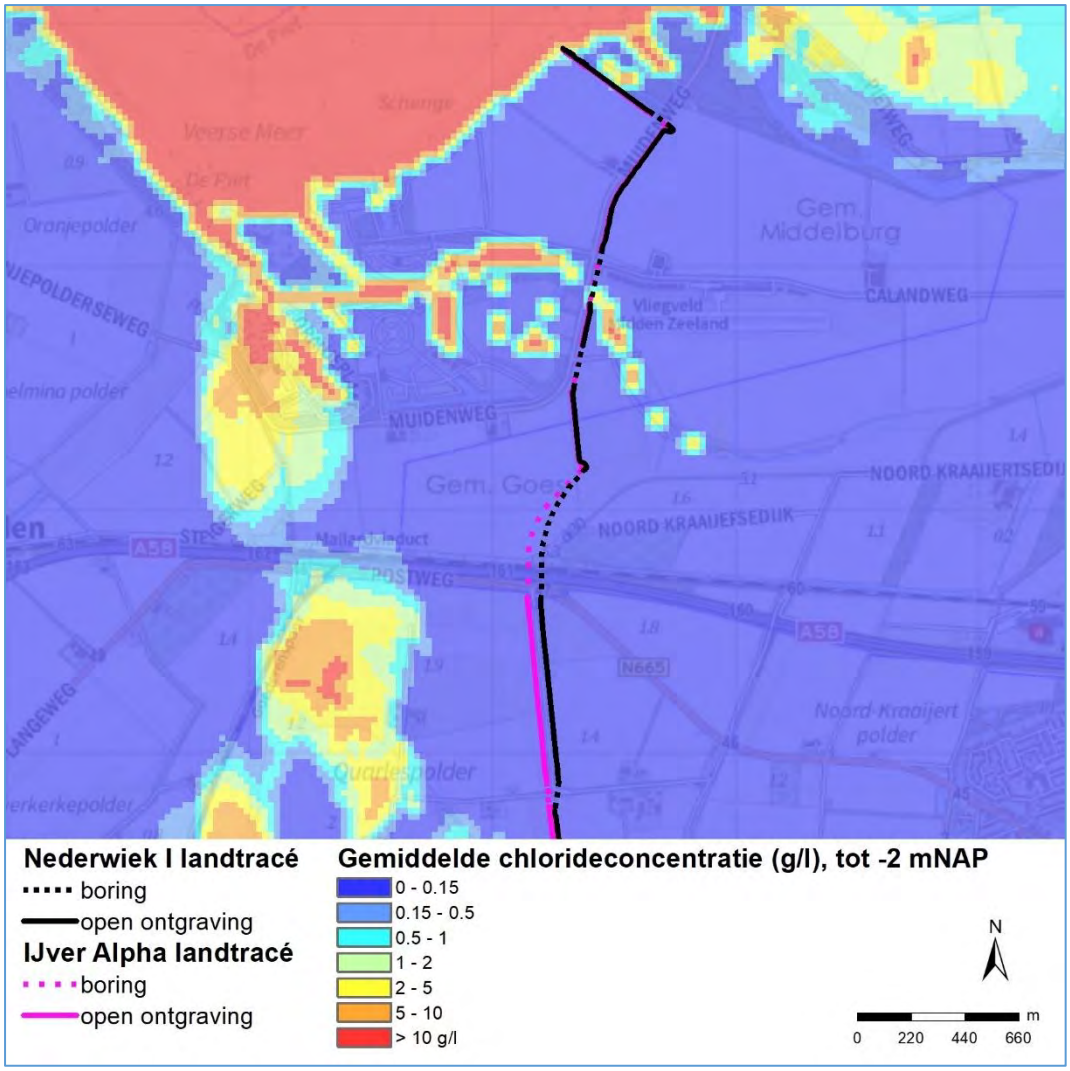


Figuur 3-9 Positie brak-zout grensvlak huidige situatie in meters ten opzichte van maaiveld - zuidelijk deel van het kabeltracé op land. In deze figuur is als referentie het kabeltracé in variant 4 weergegeven (cumulatie van Net op zee Nederwiek 1 (oost, variant 2) en Net op zee IJmuiden Ver Alpha)

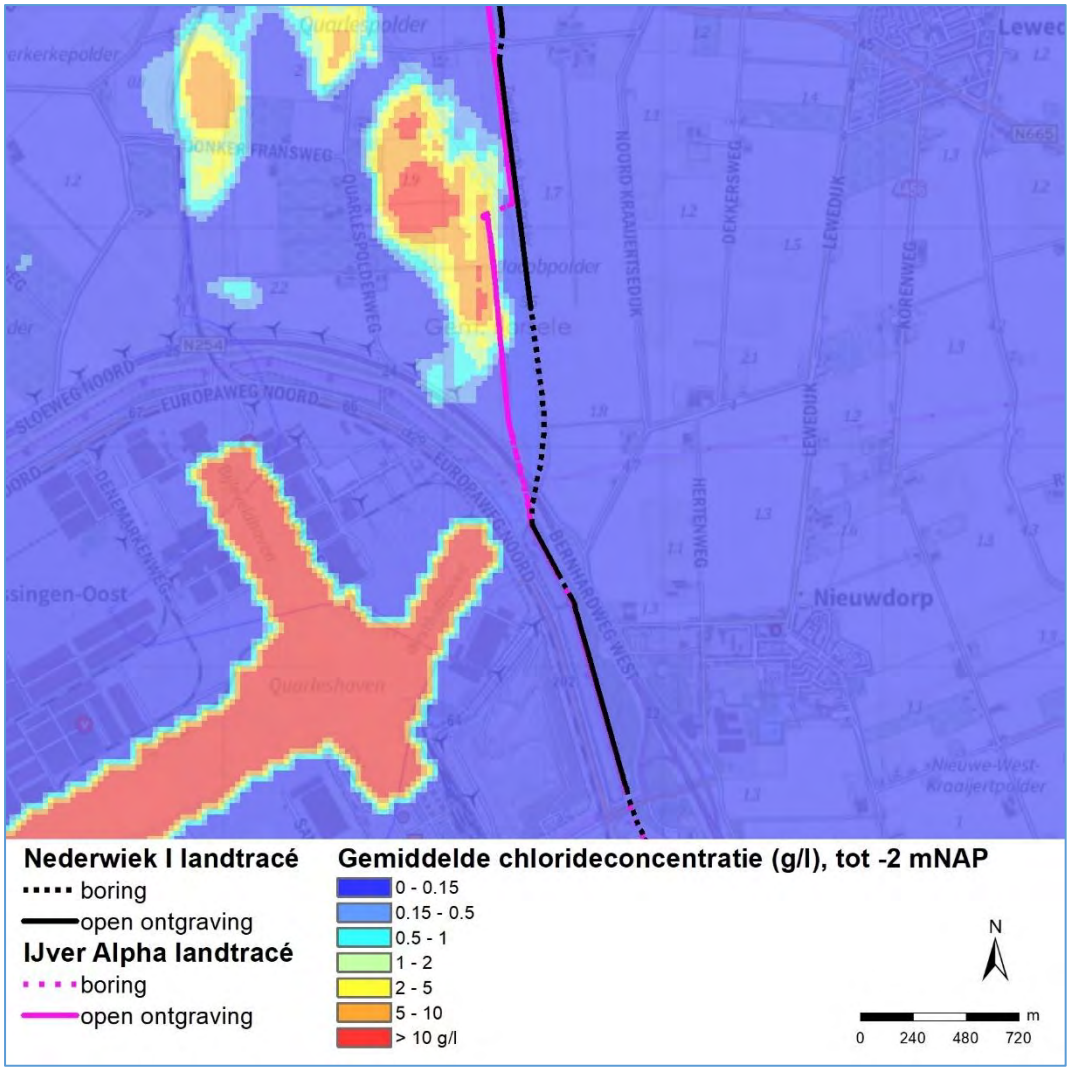
3.2.3 Zoutconcentraties bovenste grondwater

Voor de gebruiksfuncties als landbouw en natuur is de zoutconcentratie (chloride) nabij maaiveld van belang. Daarom zijn de zoutconcentraties nabij maaiveld ook weergegeven. De gemiddelde zoutconcentratie voor de modellagen vanaf maaiveld tot 2 meter onder maaiveld staan in Figuur 3-10 tot en met Figuur 3-12. Dit is de zoutconcentratie in de huidige situatie.

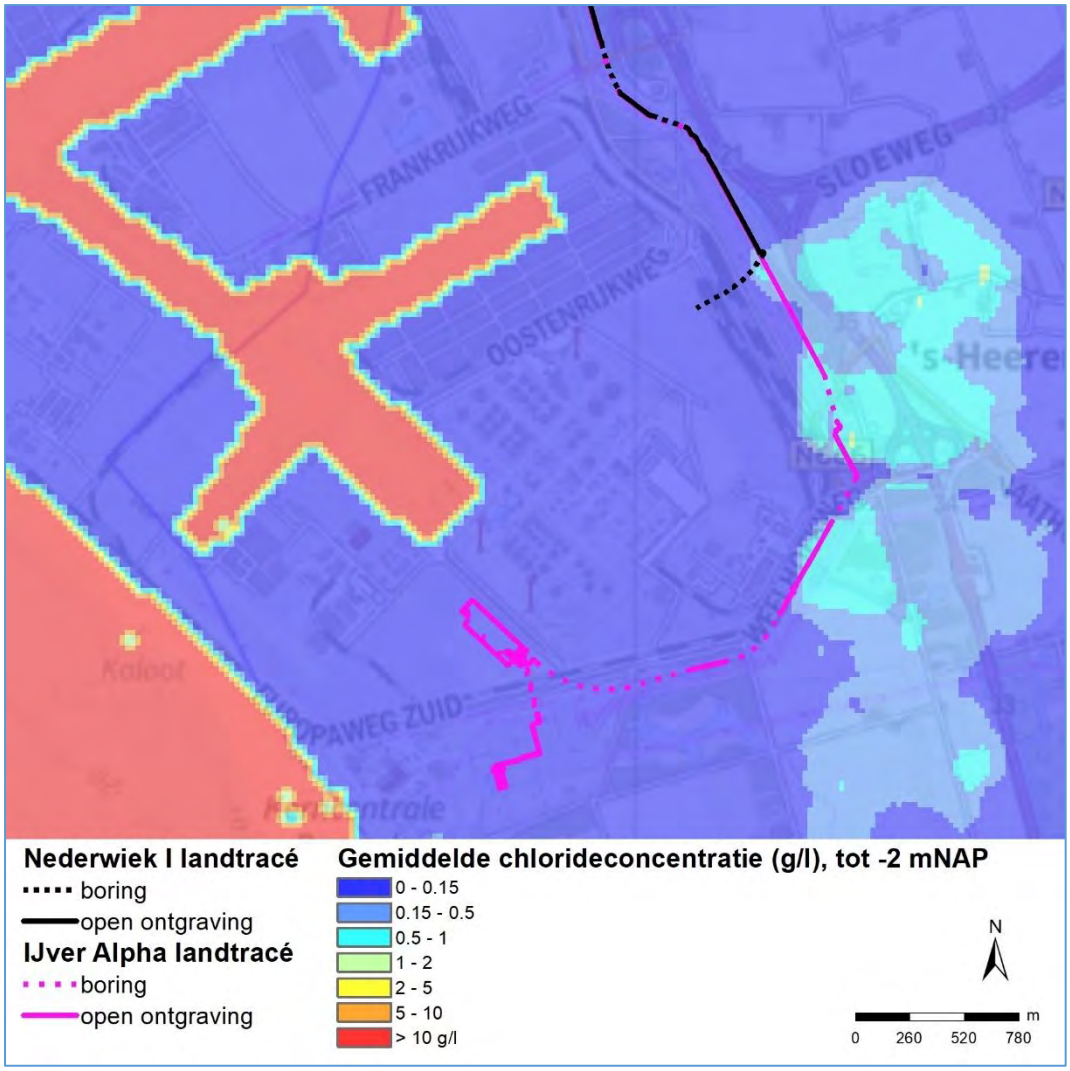
Het kabeltracé loopt door gebieden waar zoet water nabij maaiveld aanwezig is. In het noordelijk deel van het gebied komt rond de grotere wateren zout grondwater voor nabij maaiveld. In het middendeel van het gebied is ten westen van de Sloekreek een zoutvoorkomen aanwezig. In het zuidelijk deel van het gebied is ten oosten van de Europaweg en het kabeltracé brakwater ondiep aanwezig.



Figuur 3-10 Gemiddelde zoutconcentratie (g Cl/l) huidige situatie bovengrond - noordelijk deel van het kabeltracé op land. In deze figuur is als referentie het kabeltracé in variant 4 weergegeven (cumulatie van Net op zee Nederwiek 1 (oost, variant 2) en Net op zee IJmuiden Ver Alpha)



Figuur 3-11 Gemiddelde zoutconcentratie (g Cl/l) huidige situatie bovengrond - middendeel van het kabeltracé op land. In deze figuur is als referentie het kabeltracé in variant 4 weergegeven (cumulatie van Net op zee Nederwiek 1 (oost, variant 2) en Net op zee IJmuiden Ver Alpha)



Figuur 3-12 Gemiddelde zoutconcentratie (g Cl/l) huidige situatie bovengrond - zuidelijk deel van het kabeltracé op land. In deze figuur is als referentie het kabeltracé in variant 4 weergegeven (cumulatie van Net op zee Nederwiek 1 (oost, variant 2) en Net op zee IJmuiden Ver Alpha)

4 Effectenberekeningen

In dit hoofdstuk staan de resultaten van de effectenberekening, op basis van de schematisatie van de bemalingen (paragraaf 2.2), voor grondwaterstanden en verzilting voor alle vier varianten.

Paragraaf 4.1 beschrijft de effecten op de grondwaterstanden. Naast de grondwaterstanddaling als gevolg van de ingrepen bevat deze paragraaf ook de benodigde bemalingsdiepten om de gewenste drooglegging te bereiken. In paragraaf 4.2 is het effect op de zoutconcentraties beschreven.

4.1 Effecten grondwaterstanden

De effecten van de benodigde bemaling op de grondwaterstanden is in beeld gebracht. Hierbij is gekeken naar de grondwaterstandverandering door de bemaling en zijn ook de verwachte bemalingsdebieten ingeschat. In variant 1 gaat de kabel onder de weg (tussen A58 en Oude Veerweg) en bij variant 2 gaat de kabel door het weiland (tussen A58 en Oude Veerweg. Beide varianten gaan door de dijk langs de Sloekreek, waar over een lengte van 600 meter wordt geboord. Wanneer Net op zee Nederwiek 1 tegelijk met Net op zee IJmuiden Ver Alpha wordt aangelegd, zijn de beschreven varianten respectievelijk variant 3 en 4.

4.1.1 Grondwaterstandverandering

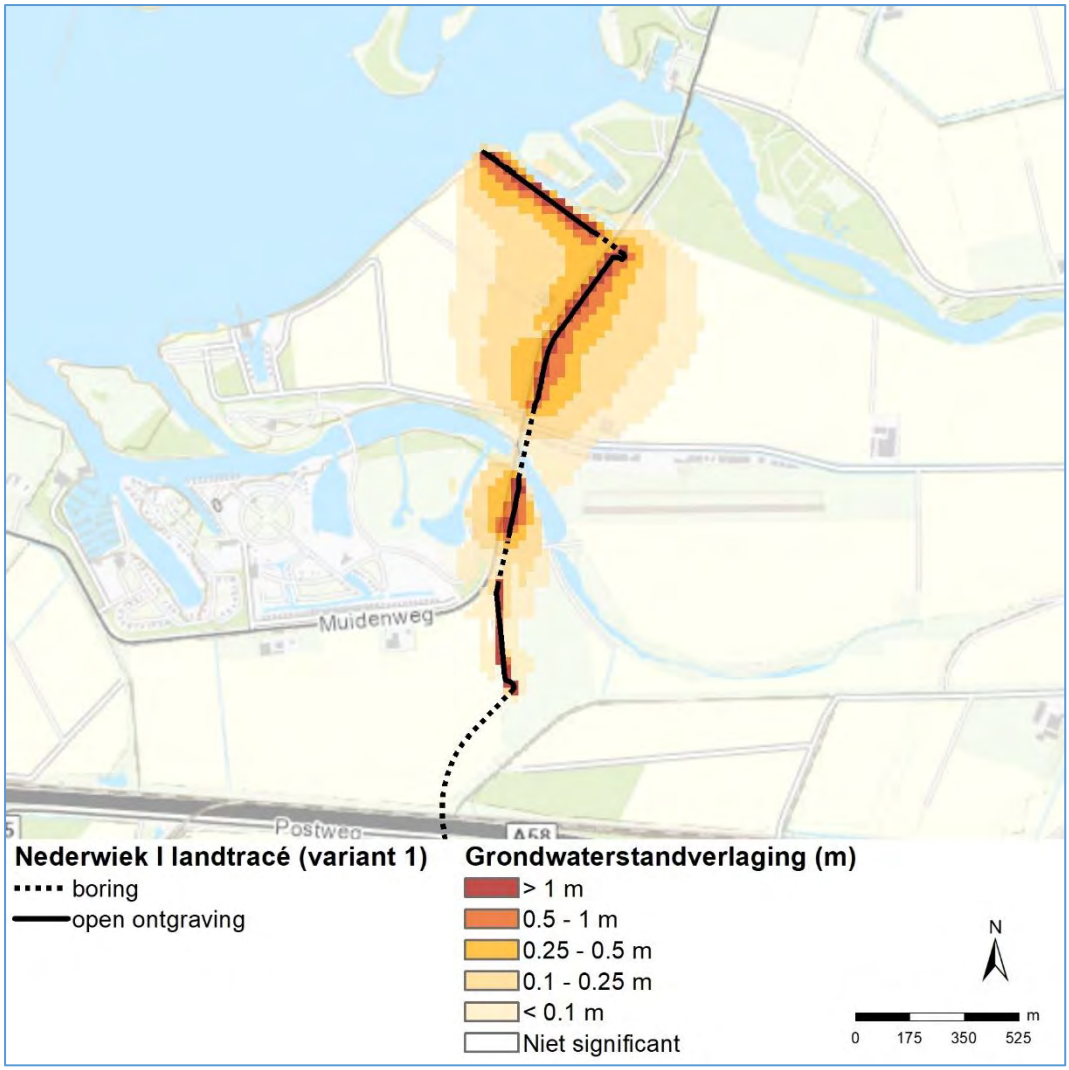
Door de bemaling ten behoeve van de aanleg van de kabel ontstaat een grondwaterverlaging. De berekende verlaging staat in Figuur 4-1 tot en met Figuur 4-7. In de figuren is het gebied met een grondwaterstandverlaging groter dan 5 centimeter aangegeven en met de kleurschaal is de mate van de grondwaterstandverlaging aangegeven.

In het noordelijk gebied (tussen de aanlanding tot aan de noordzijde van de boring onder de A58) vindt de grootste beïnvloeding van de grondwaterstanden plaats (Figuur 4-1). De ondergrond is hier meer doorlatend, waardoor er meer water wordt bemalen en het effect zich ook wijder verspreidt (tot 400 meter van het kabeltracé). In combinatie met Net op zee IJmuiden Ver Alpha is het invloedsgebied beperkt groter (Figuur 4-2).

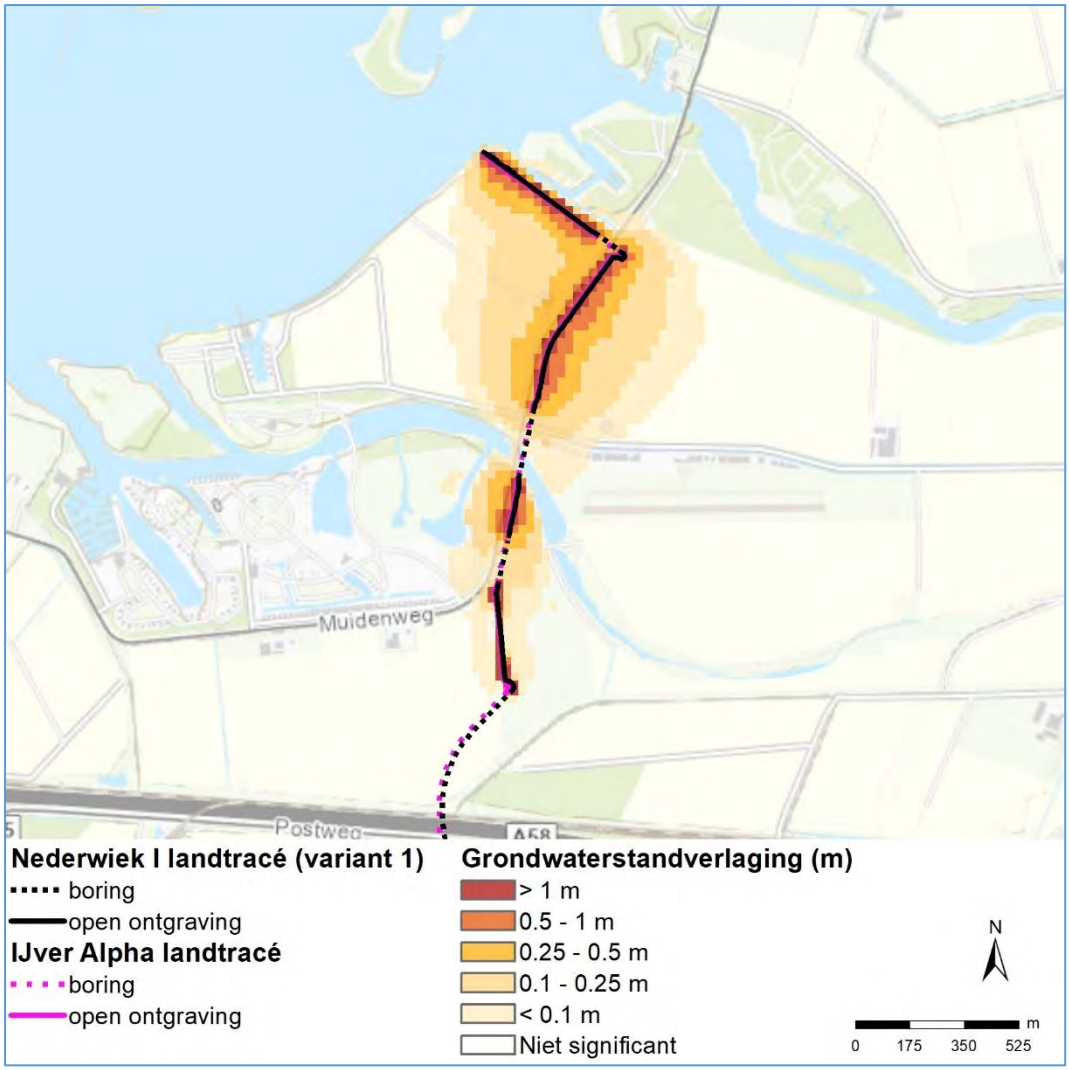
In het middendeel (tussen A58 en N254) zijn voor Net op zee Nederwiek 1 op het gedeelte tussen de A58 en de Oude Veerweg twee varianten onderzocht. De effecten van varianten 1 en 2 zijn nabij de Sloekreek (zuidelijk van de Oude Veerweg) nihil. Ten noorden van de Sloekreek is bij variant 1 geen effect, omdat er voldoende drooglegging is, waardoor geen bemaling nodig is. Bij variant 2 reikt het invloedsgebied tussen A58 en Oude Veerweg tot maximaal 125 meter aan weerzijde van het kabeltracé (Figuur 4-3 en Figuur 4-4).

Bij de gelijktijdige aanleg met Net op zee IJmuiden Ver Alpha (variant 3 en 4) reiken deze effecten verder en treden verlagingen op tussen de A58 en de Sloekreek. Ook is een duidelijk invloedsgebied ten westen van de Sloekreek zichtbaar waar Net op zee IJmuiden Ver Alpha langs gaat.

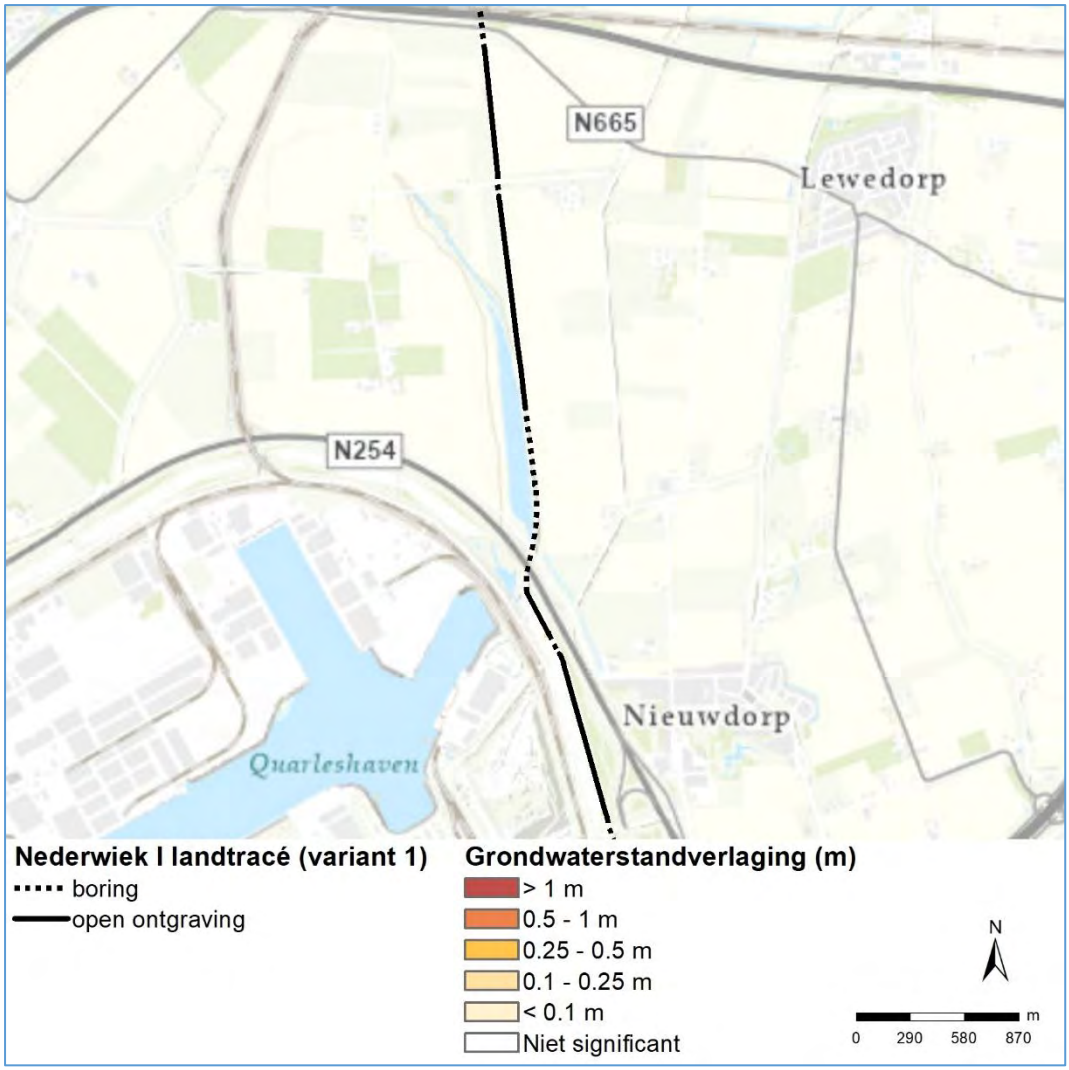
In het zuidelijk deel (vanaf de kruising van de N254, langs de haven en tot aan het converterstation Liechtensteinweg) is het invloedsgebied kleiner en reikt tot maximaal 125 meter aan weerzijde van het kabeltracé voor zowel Net op zee Nederwiek 1 alleen (Figuur 4-7) als in combinatie met Net op zee IJmuiden Ver Alpha (Figuur 4-8).



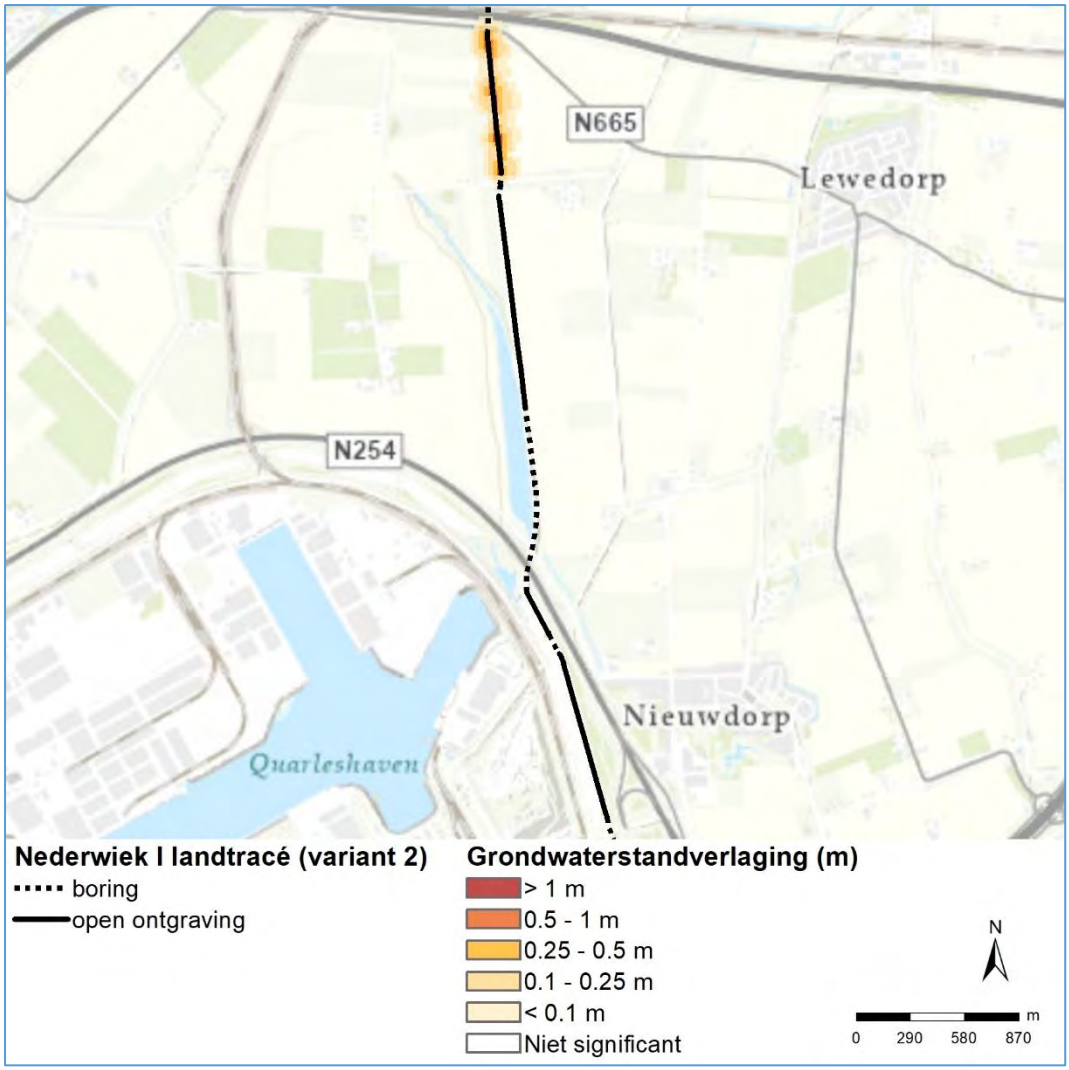
Figuur 4-1 Grondwaterstandverlaging noordelijk deel van het kabeltracé op land - variant 1. Op dit gedeelte zijn de effecten van variant 2 identiek aan variant 1 en niet weergegeven in een afzonderlijke figuur



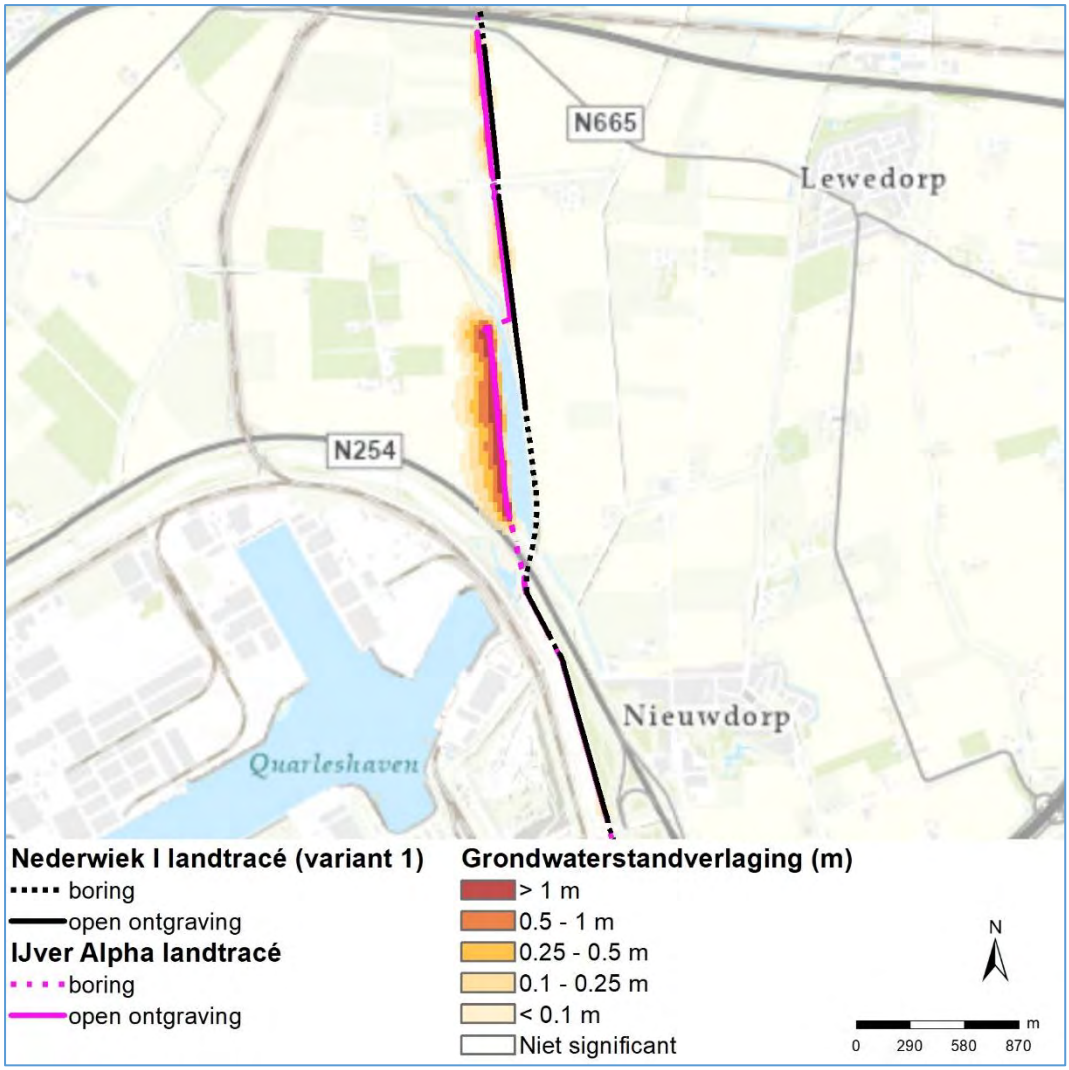
Figuur 4-2 Grondwaterstandverlaging noordelijk deel van het kabeltracé op land - variant 3. Op dit gedeelte zijn de effecten van variant 4 identiek aan variant 3 en niet weergegeven in een afzonderlijke figuur



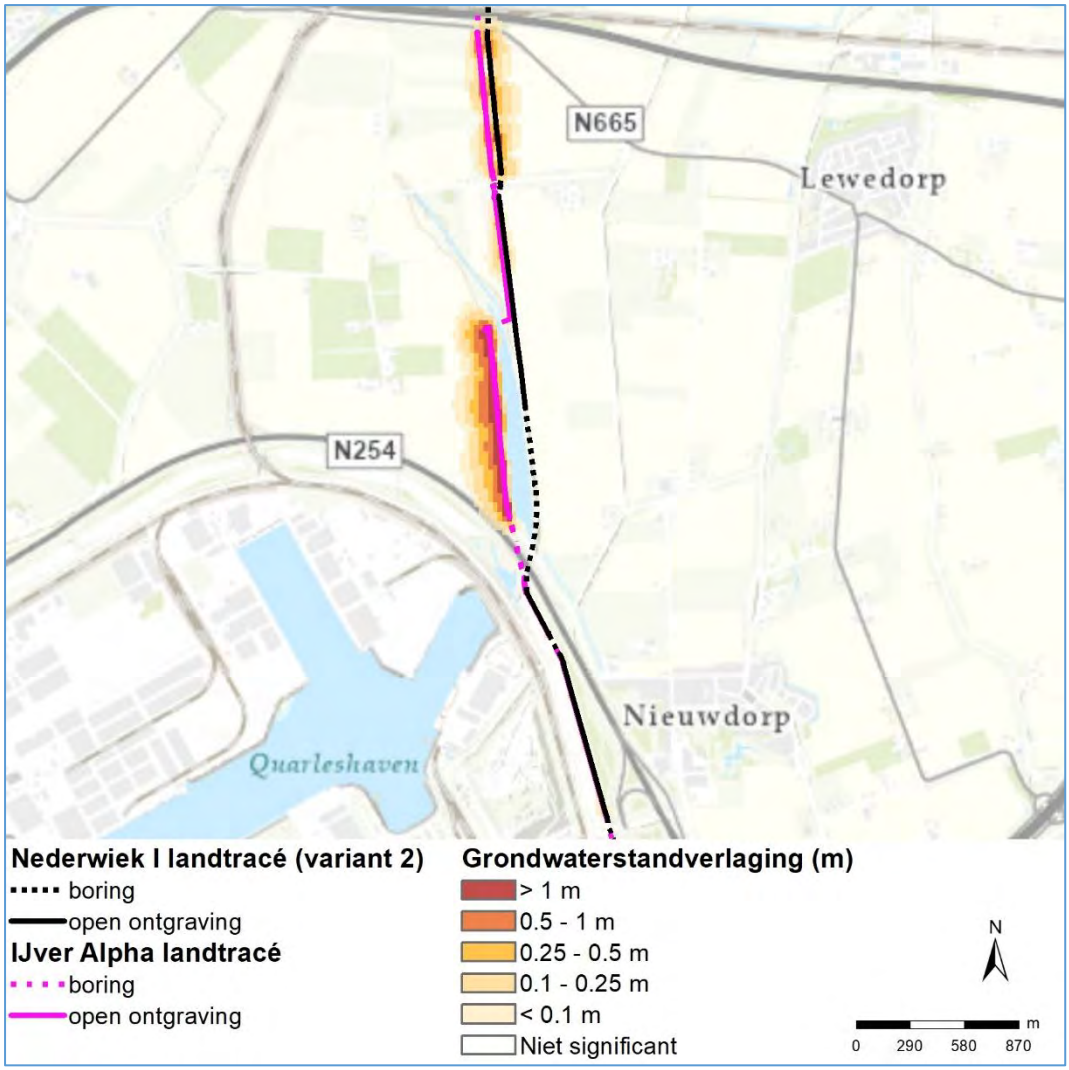
Figuur 4-3 Grondwaterstandverlaging kabeltracé - variant 1



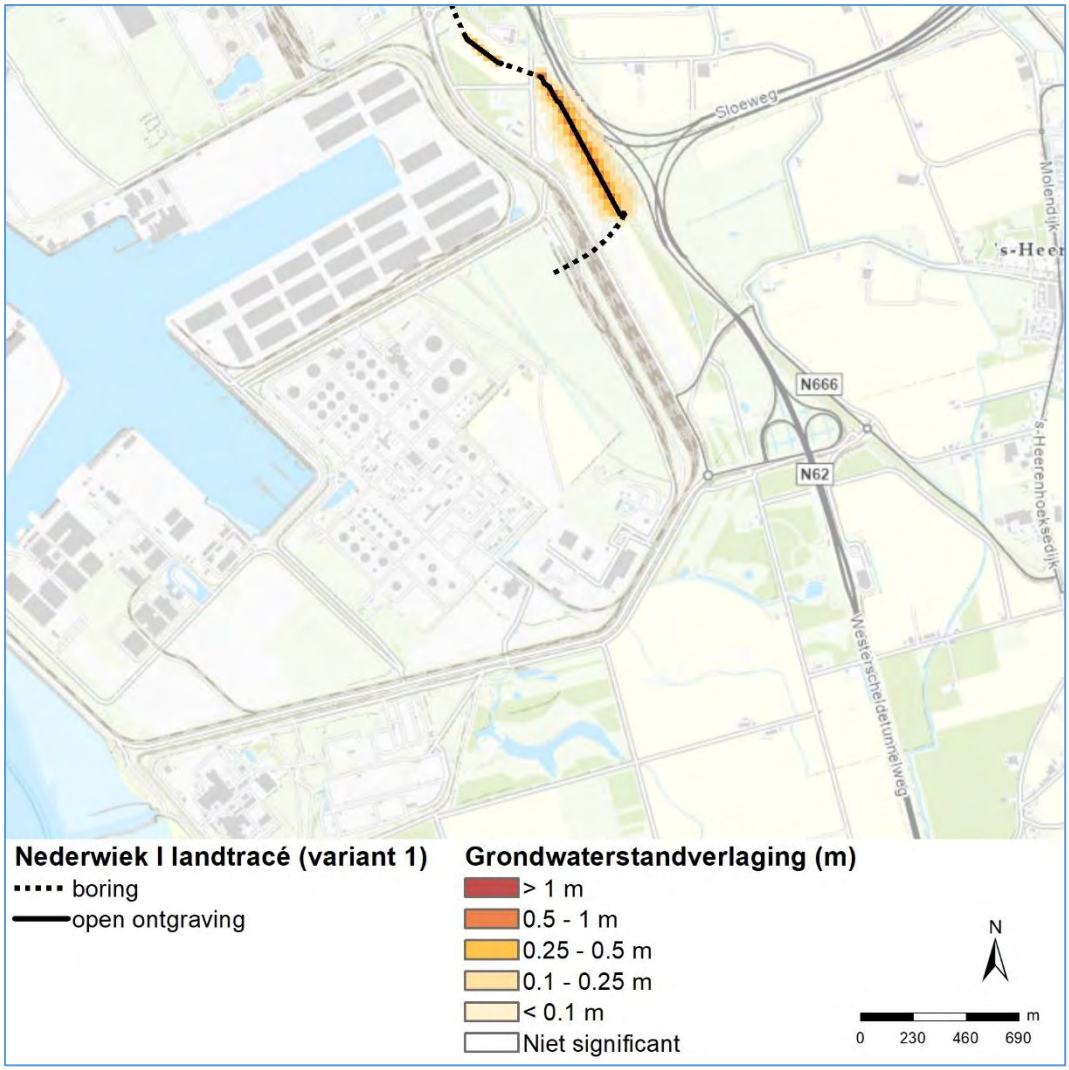
Figuur 4-4 Grondwaterstandverlaging kabeltracé - variant 2



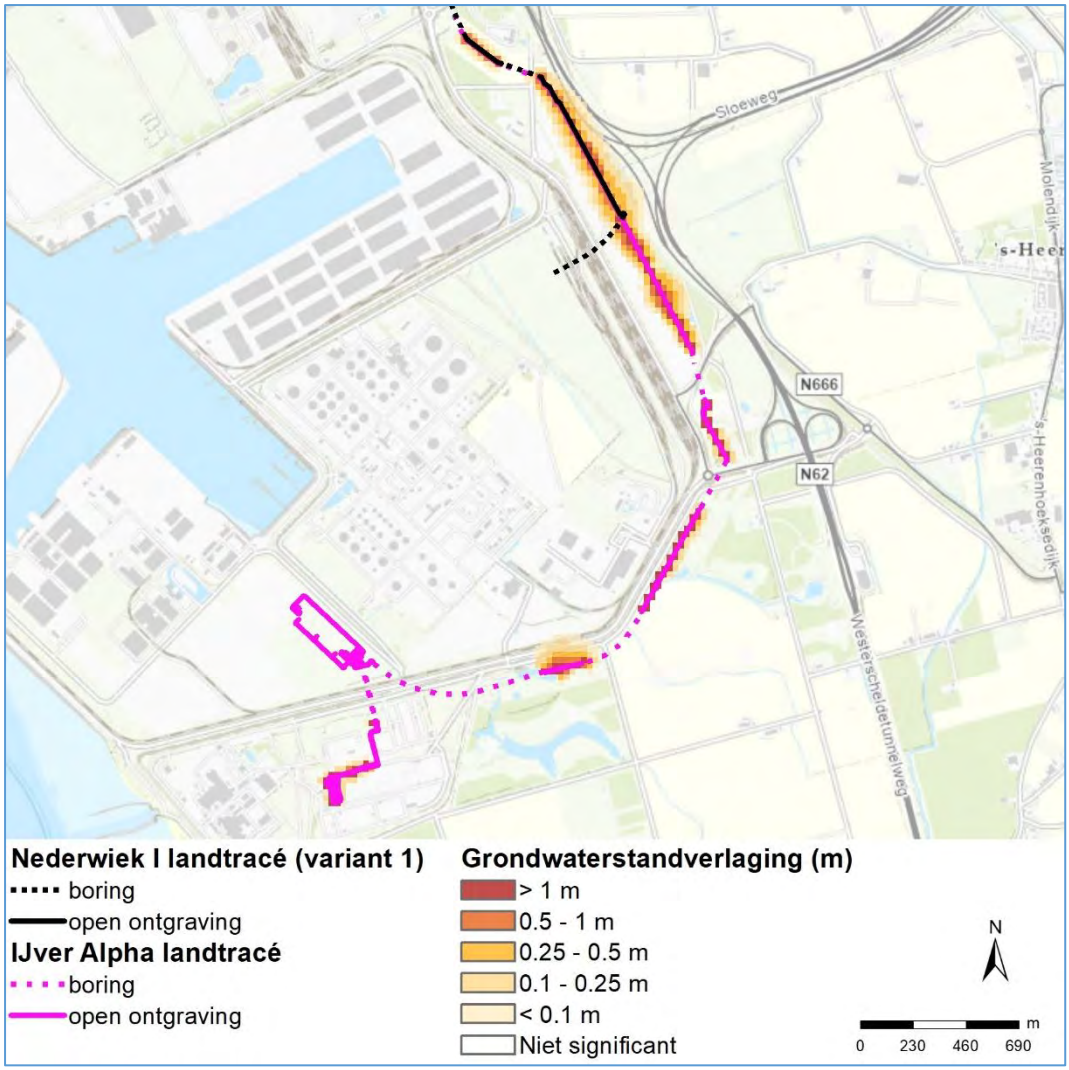
Figuur 4-5 Grondwaterstandverlaging kabeltracé - variant 3



Figuur 4-6 Grondwaterstandverlaging kabeltracé - variant 4



Figuur 4-7 Grondwaterstandverlaging zuidelijk deel van het kabeltracé – variant 1. Op dit gedeelte zijn de effecten van variant 2 identiek aan variant 1 en niet weergegeven in een afzonderlijke figuur



Figuur 4-8 Grondwaterstandverlaging zuidelijk deel van het kabeltracé – variant 3. Op dit gedeelte zijn de effecten van variant 4 identiek aan variant 3 en niet weergegeven in een afzonderlijke figuur

4.1.2 Debieten van bemalingen

Voor de bemalingen zijn de benodigde debieten bepaald met het grondwatermodel. In onderstaande Tabel 4-1 staan de bemalingsdebieten per segment van het kabeltracé voor elke variant. Zowel het debiet per dag als het totaal onttrokken debiet is opgenomen. Voor het gehele kabeltracé variant 1 en 2 bedragen de bemalingsdebieten respectievelijk 4.171 en 4.857 m^3/d met een totaal van respectievelijk 116.788 en 135.996 m^3. Voor het gehele kabeltracé varianten 3 en 4 (cumulatie met Net op zee IJmuiden Ver Alpha) wordt er meer water onttrokken. Het bemalingsdebiet per dag bedraagt gemiddeld 7.726 en 8.281 m^3/d en het totaal debiet is respectievelijk 216.328 en 231.868 m^3.

Tabel 4-1 Bemalingshoeveelheden per variant

Seg-ment	Variant	Opmer-king	Lengte (m)	Variant 1 (onder weggetje, segment C van NW1)		Variant 2 (in weiland, segment C van NW1)		Variant 3 (Onder weggetje + Net op zee IJmuiden Ver Alpha)		Variant 4 (In weiland + Net op zee IJmuiden Ver Alpha)	
				Debiet per dag (m^3/d)	Totaal debiet (m^3)	Debiet per dag (m^3/d)	Totaal debiet (m^3)	Debiet per dag (m^3/d)	Totaal debiet (m^3)	Debiet per dag (m^3/d)	Totaal debiet (m^3)
Veerse Meer tot A58											
A	Alle	-	1.057	2.834	79.359	2.834	79.359	2.936	82.202	2.936	82.202
B	Alle	-	527 & 558	747	20.922	747	20.922	770	21.551	770	21.551
A58 tot zuiden Sloekreek											
C1	1 (NW1)	-	666	0	0	-	-	-	-	-	-
C2	2 (NW1)	-	766	-	-	686	19.196	-	-	-	-
D	1 en 2 (NW1)	-	789	0	0	0	0	-	-	-	-
E	1 en 2 (NW1)	-	350	0	0	0	0	-	-	-	-
C1	3 en 4 (cumulatie)	Alpha	754	-	-	-	-	327	9.156	238	6.664
C2_1/2	3 en 4 (cumulatie)	NW1	666 & 766	-	-	-	-	0	0	644	18.025
D1	3 en 4 (cumulatie)	Alpha	671	-	-	-	-	101	2.823	101	2.823
D2	3 en 4 (cumulatie)	NW1	789	-	-	-	-	0	0	0	0
E1	3 en 4 (cumulatie)	Alpha	1.025	-	-	-	-	1.086	30.408	1.086	30.408
E2	3 en 4 (cumulatie)	NW1	350	-	-	-	-	0	0	0	0
Zuiden Sloekreek tot converterstation (kleinere diepte als andere tracés)											
F	Alle	-	1.168 & 1.252*	0	0	0	0	29	820	29	820
G	Alle	-	896	590	16.508	590	16.509	755	21.149	755	21.147
Converterstation tot segment K											
H	3 en 4 (cumulatie)	-	967	-	-	-	-	855	23.937	855	23.937
I	3 en 4 (cumulatie)	-	668	-	-	-	-	570	1.597	570	1.597
J	3 en 4 (cumulatie)	-	1.076	-	-	-	-	0	0	0	0
K	3 en 4 (cumulatie)	-	1.108	-	-	-	-	297	8.321	297	8.322
Totaal											
Per variant (per dag en totaal)				4.171	116.788	4.857	135.996	7.726	216.328	8.281	231.868

*: de lengtes wijken af o.b.v. het gewijzigde opbouw segmenten bij varianten 1 &2 in vergelijking met varianten 3 & 4. Zie Tabel 2-2.

4.2 Effecten verzilting

De effecten van de bemaling op de zoutconcentraties zijn in beeld gebracht. Wanneer het grondwater zouter wordt, wordt dit verzilting genoemd. In paragraaf 4.2.1 is de verhoging van het zoet-brak grensvlak in beeld gebracht. Paragraaf 4.2.2 beschrijft de verhoging van het brak-zout grensvlak. In paragraaf 4.2.3 de verandering van de zoutconcentratie in de bovenste 2 meter aan de orde. In paragraaf 4.2.4 wordt ingegaan op het herstel van de zoutconcentraties na de ingreep.

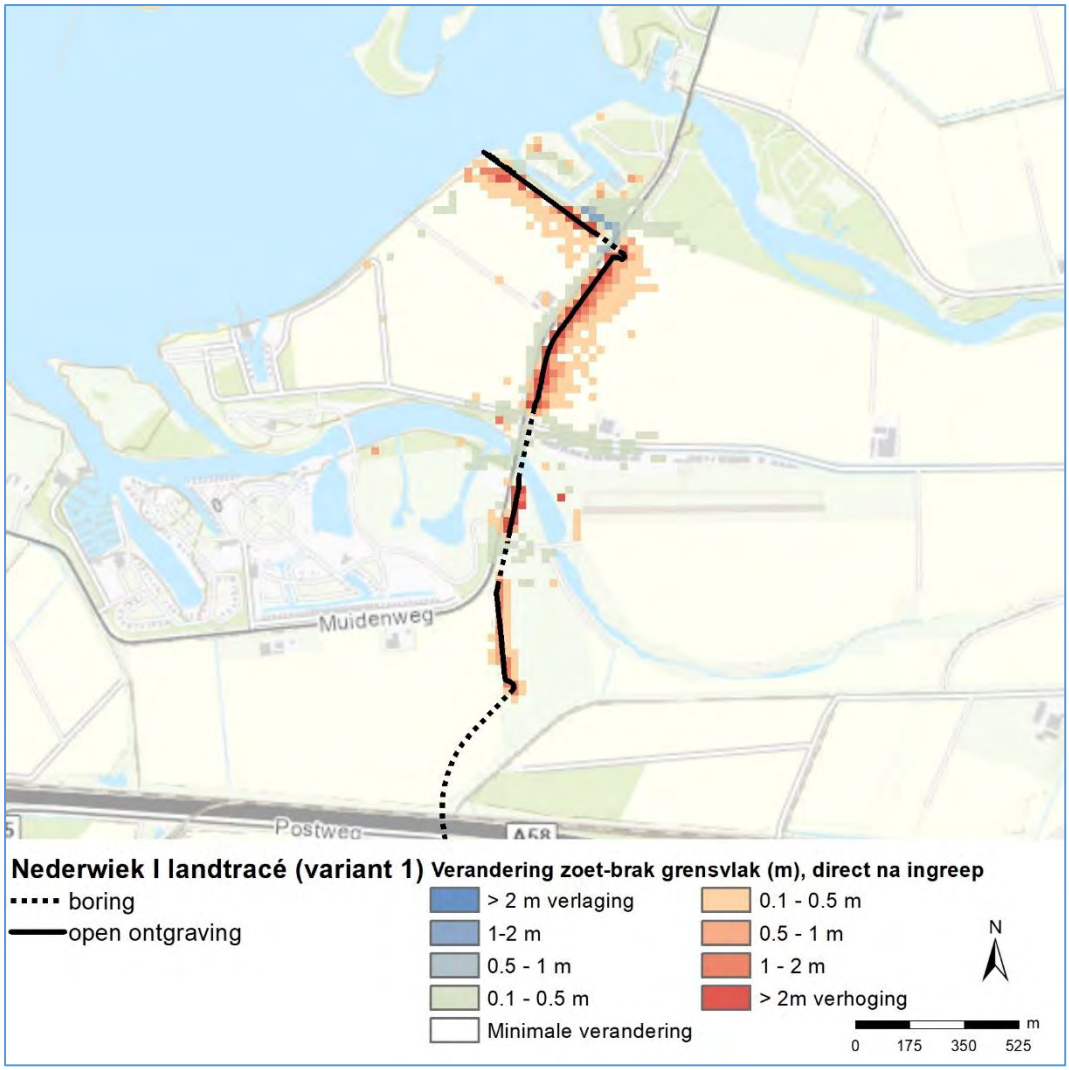
4.2.1 Verhoging zoet-brak grensvlak

In Figuur 4-9 tot en met Figuur 4-16 staat de verandering van de diepte van het zoet-brak grensvlak. De weergegeven verandering betreft de situatie na de aanleg van het gehele kabeltracé. In het noordelijk deel tussen aanlanding en A58 (Figuur 4-9) wordt het meest wijdverspreide effect op het zoet-brak grensvlak berekend waarbij in combinatie met Net op zee IJmuiden Ver Alpha het effect met circa 50 meter verder reikt dan zonder cumulatie (Figuur 4-10). Op de locatie van het kabeltracé komt het zoet-brak grensvlak bij zowel wel als geen combinatie met Net op zee IJmuiden Ver Alpha, met meer dan 2 meter om hoog tot aan het begin van de gestuurde boring onder de A58 door. Ten noorden van de Calandweg is er een verhoging van het grensvlak tot 125 meter afstand van het kabeltracé. Zuidelijker blijven de effecten beperkt tot het kabeltracé zelf en zijn deze ook kleiner (minder dan 50 centimeter verhoging).

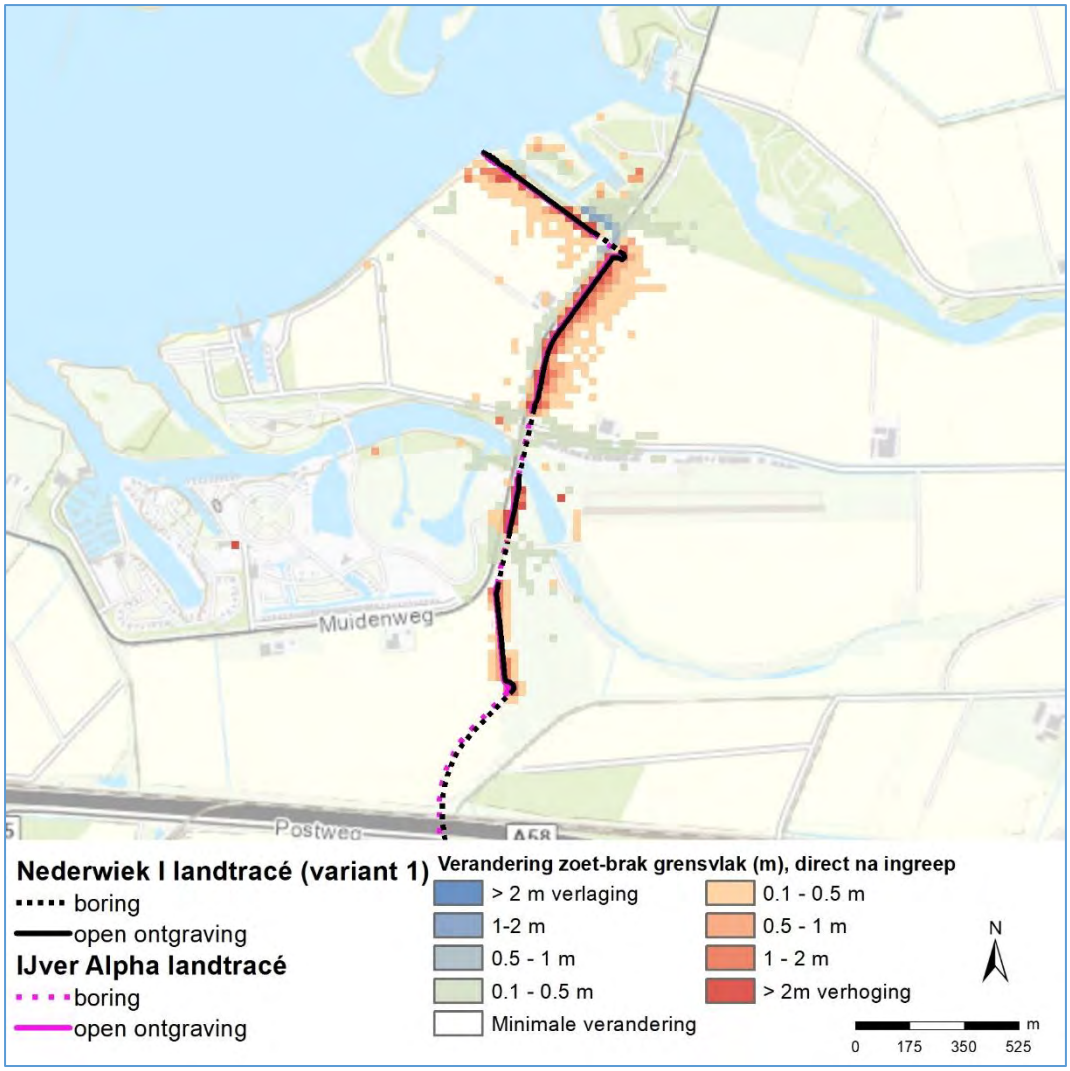
Voor het middendeel van het kabeltracé tussen A58 en N254 (Figuur 4-12, Figuur 4-13, Figuur 4-13 en Figuur 4-14) geldt dat bij variant 1 geen effecten optreden. Het droogleggingsniveau ligt boven de grondwaterstand, waardoor geen bemaling nodig is. Voor variant 2 (in het weiland tussen A58 en onder de Oude Veerweg) treden wel effecten op.

In variant 1 tussen A58 en N254 wordt het zoet-brak grensvlak minder sterk omhooggetrokken (< 50 centimeter) dan in het noordelijk deel bij het Veerse Meer. De effecten blijven beperkt tot ten zuiden van de tracélocatie. Vergelijkbare effecten treden op als Net op zee Nederwiek 1 tegelijk (in combinatie) met Net op zee IJmuiden Ver Alpha wordt aangelegd. Ten westen van Sloekreek ligt het kabeltracé van Net op zee IJmuiden Ver Alpha. Hier ligt het zoet-brak grensvlak al hoger waardoor er deels een verlaging van het zoet-brak grensvlak lijkt plaats te vinden.

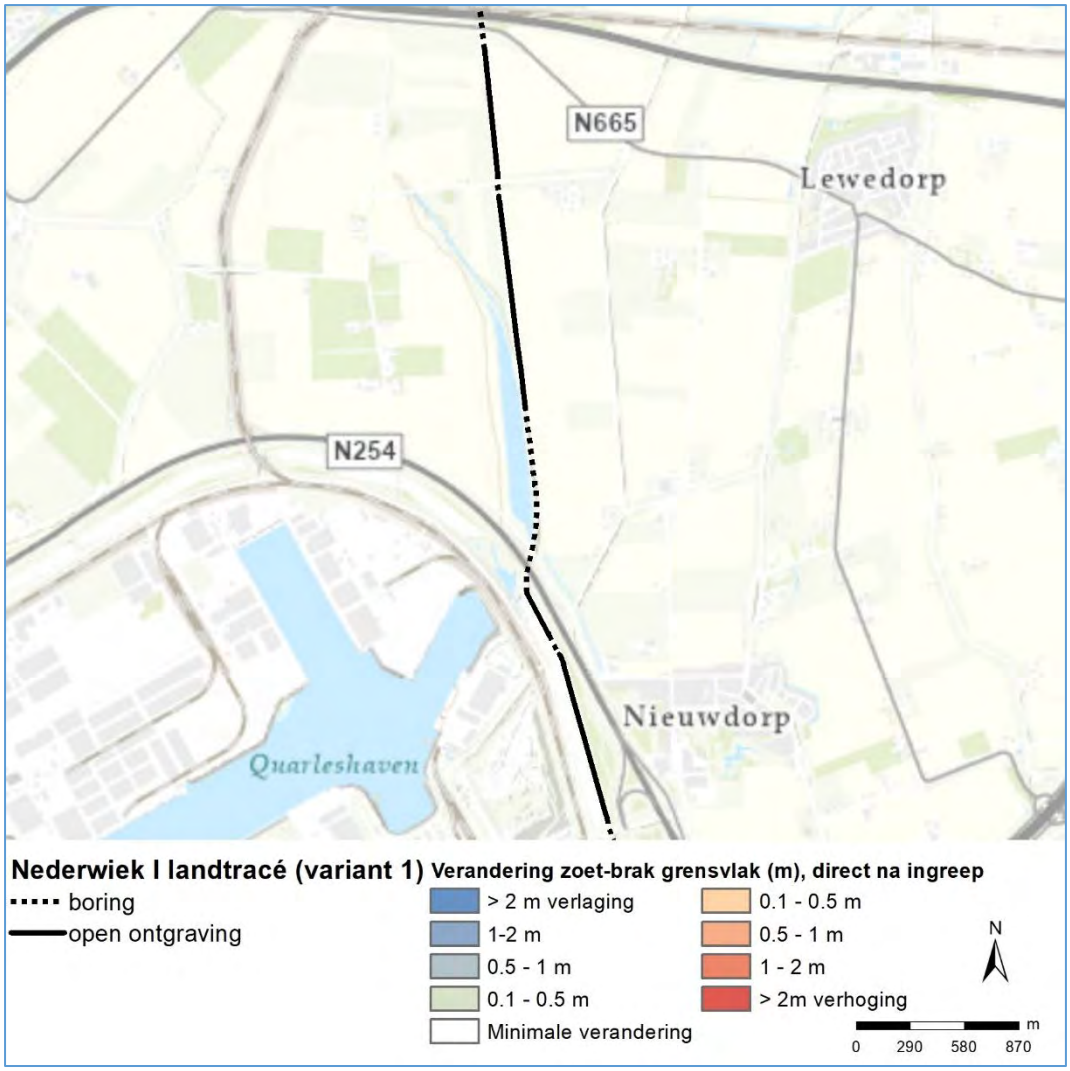
Voor het zuidelijk deel van het tracé tussen N254 en converterstation Net op zee IJmuiden Ver Alpha (Figuur 4-15 en Figuur 4-16) is in het noordelijkste deel net ten zuiden van de Frankrijkweg naast de Europaweg het grootste effect zichtbaar. De effecten komen voor tot op een afstand van 50 meter van het kabeltracé en hebben ter plaatse van het kabeltracé een verhoging van meer dan 1 meter. Op de rest van het kabeltracé komen op delen effecten voor met een verhoging tot 50 centimeter.



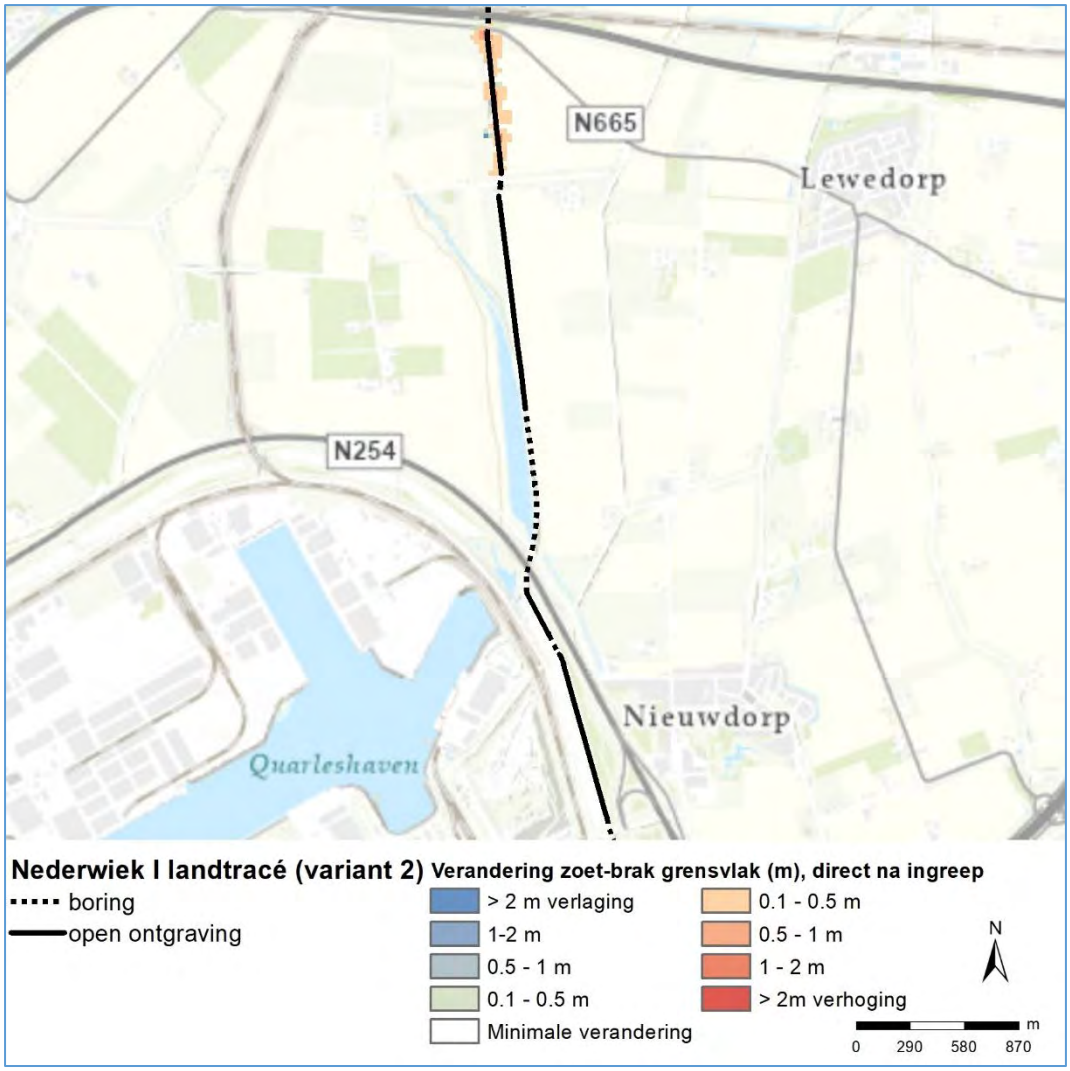
Figuur 4-9 Verschuiving zoet-brak grensvlak - variant 1, noordelijk deel van het kabeltracé op land. Op dit gedeelte zijn de effecten van variant 2 identiek aan variant 1 en niet weergegeven in een afzonderlijke figuur



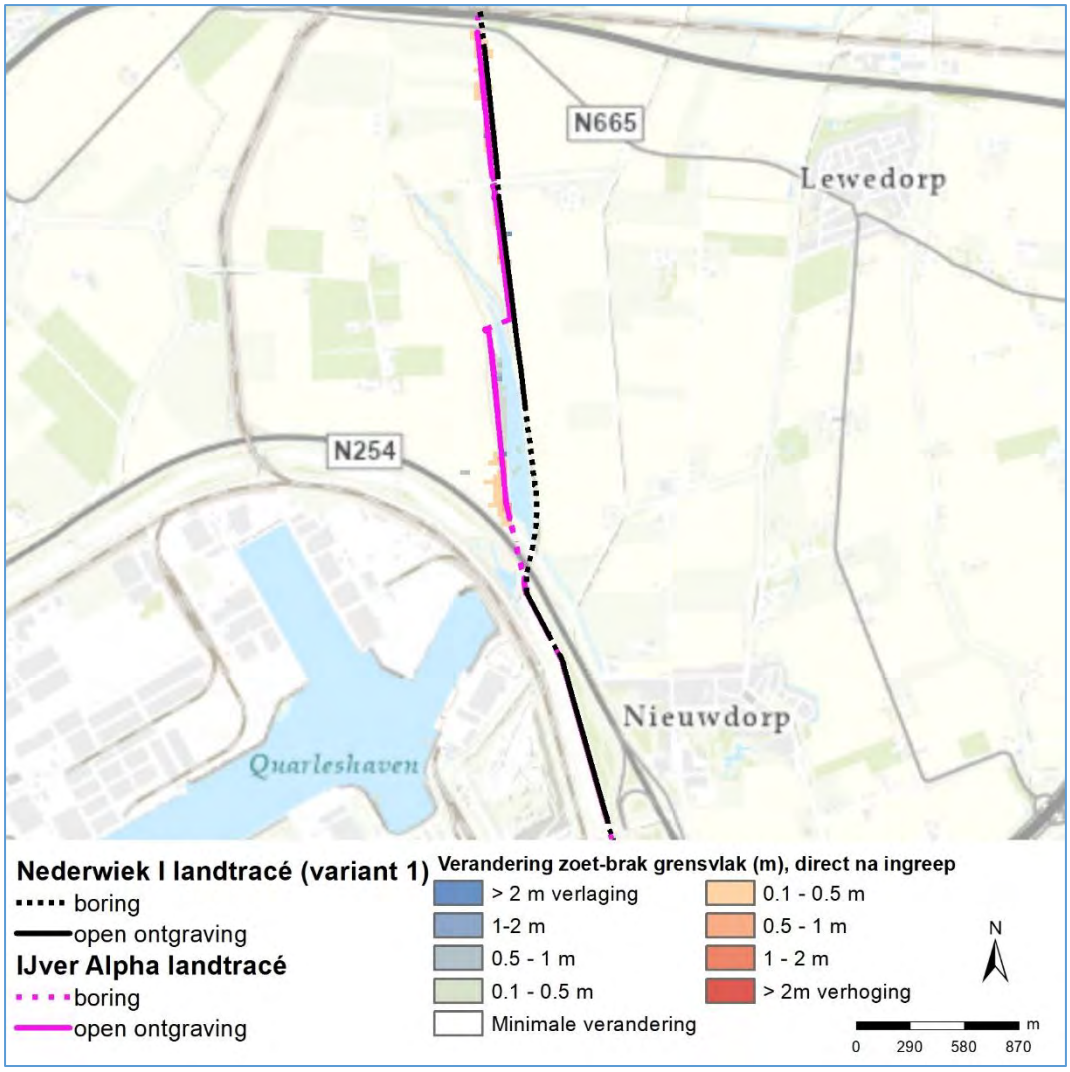
Figuur 4-10 Verschuiving zoet-brak grensvlak - variant 3, noordelijk deel van het kabeltracé op land. Op dit gedeelte zijn de effecten van variant 4 identiek aan variant 3 en niet weergegeven in een afzonderlijke figuur



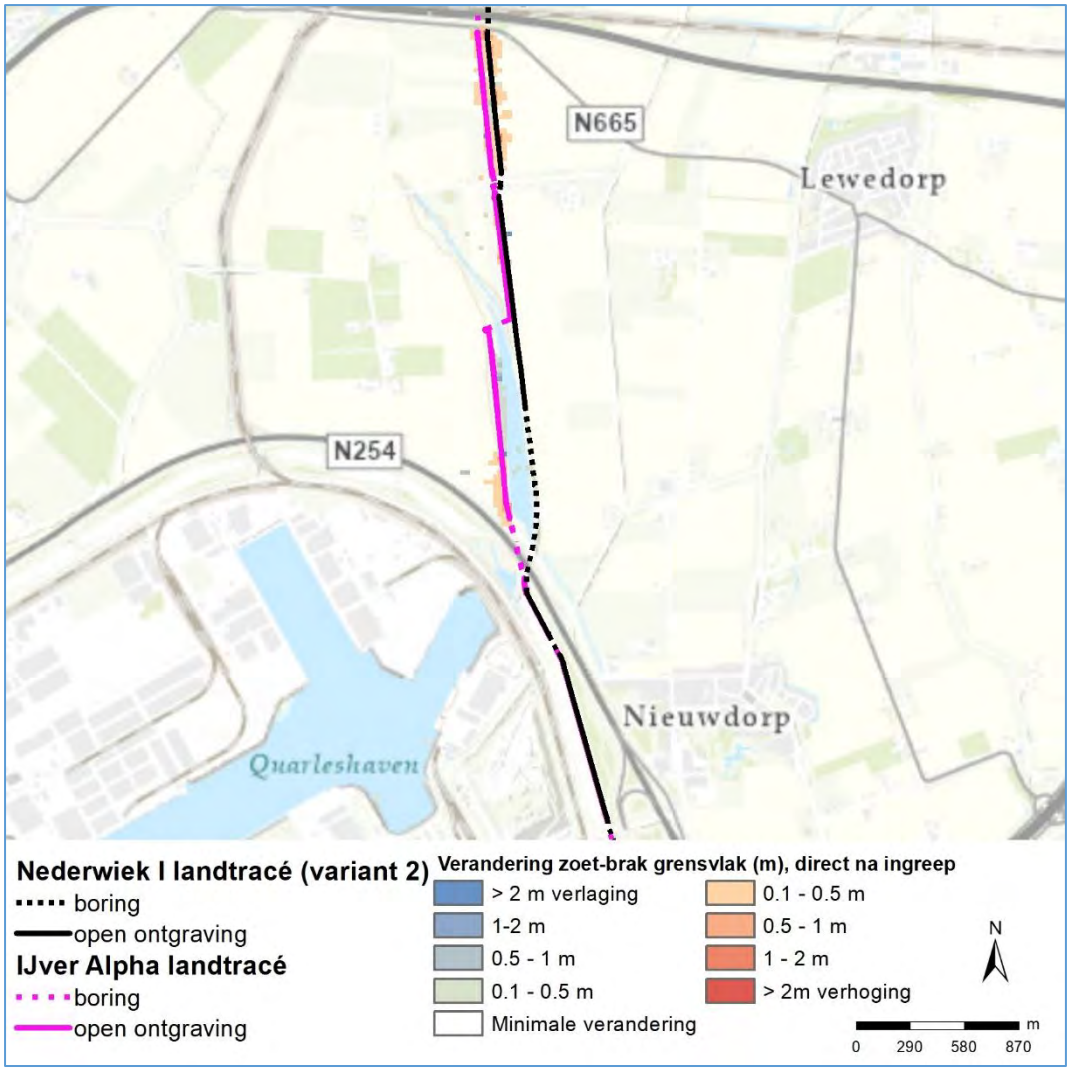
Figuur 4-11 Verschuiving zoet-brak grensvlak – variant 1, middendeel van het kabeltracé op land



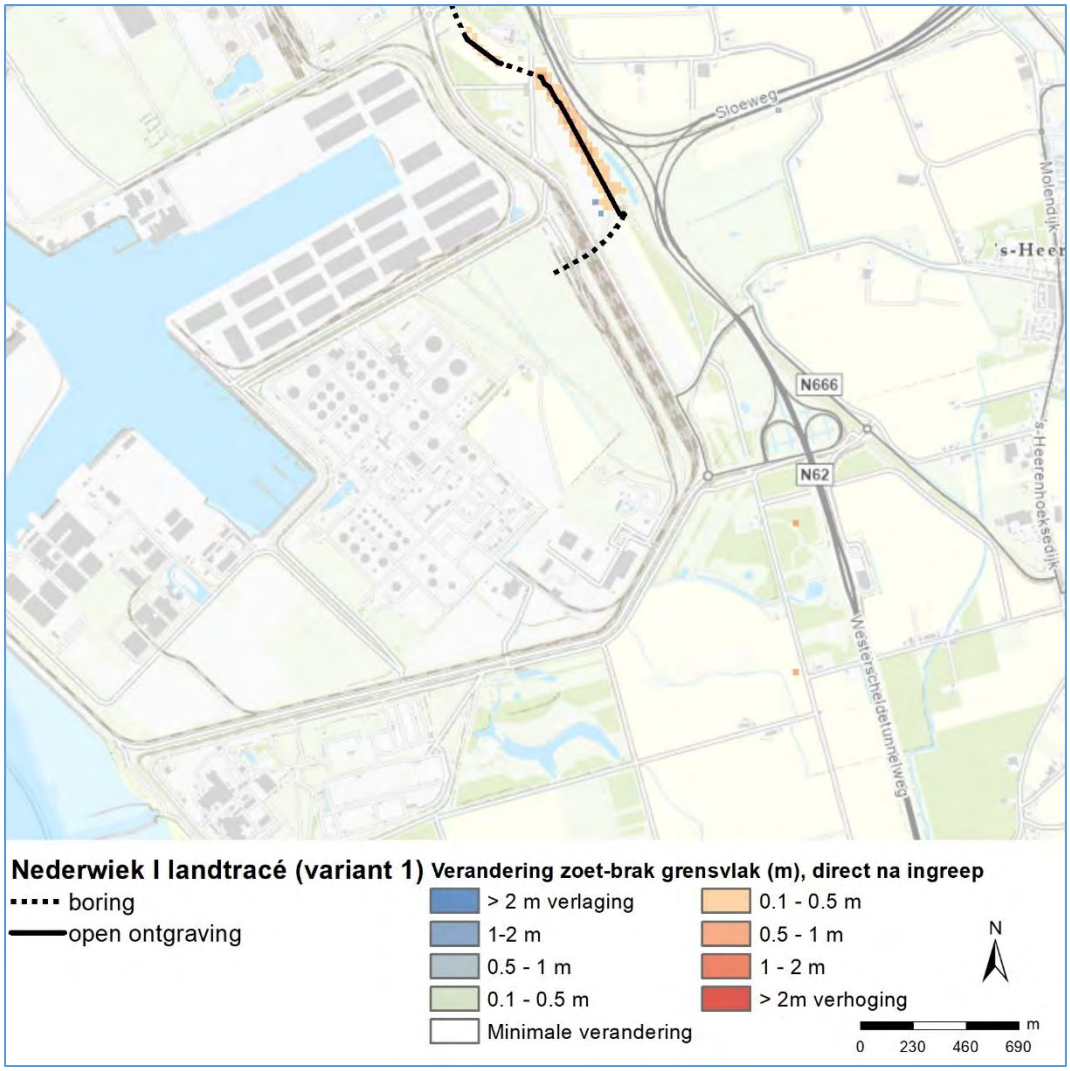
Figuur 4-12 Verschuiving zoet-brak grensvlak – variant 2, middendeel van het kabeltracé op land



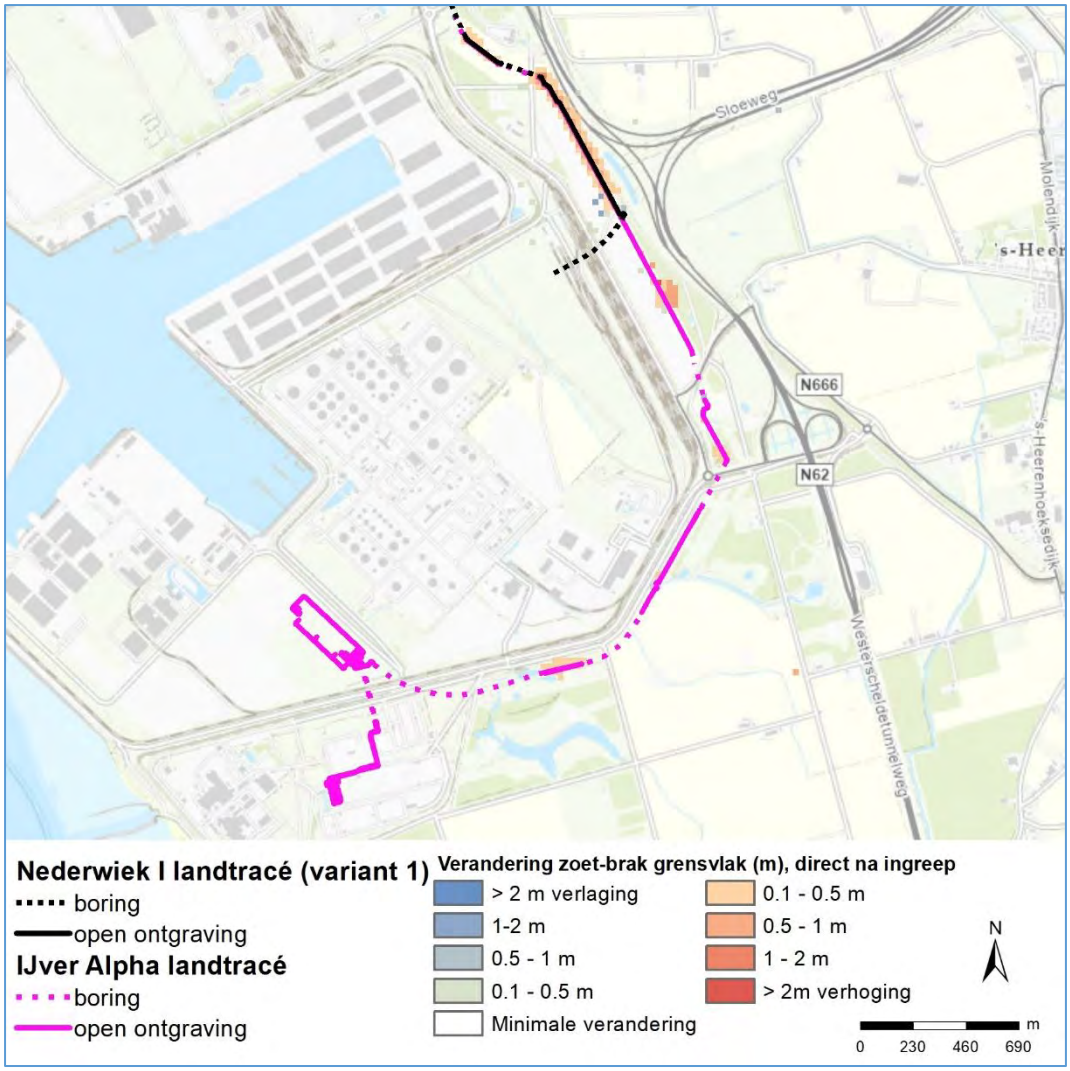
Figuur 4-13 Verschuiving zoet-brak grensvlak – variant 3, middendeel van het kabeltracé op land



Figuur 4-14 Verschuiving zoet-brak grensvlak – variant 4, middendeel van het kabeltracé op land



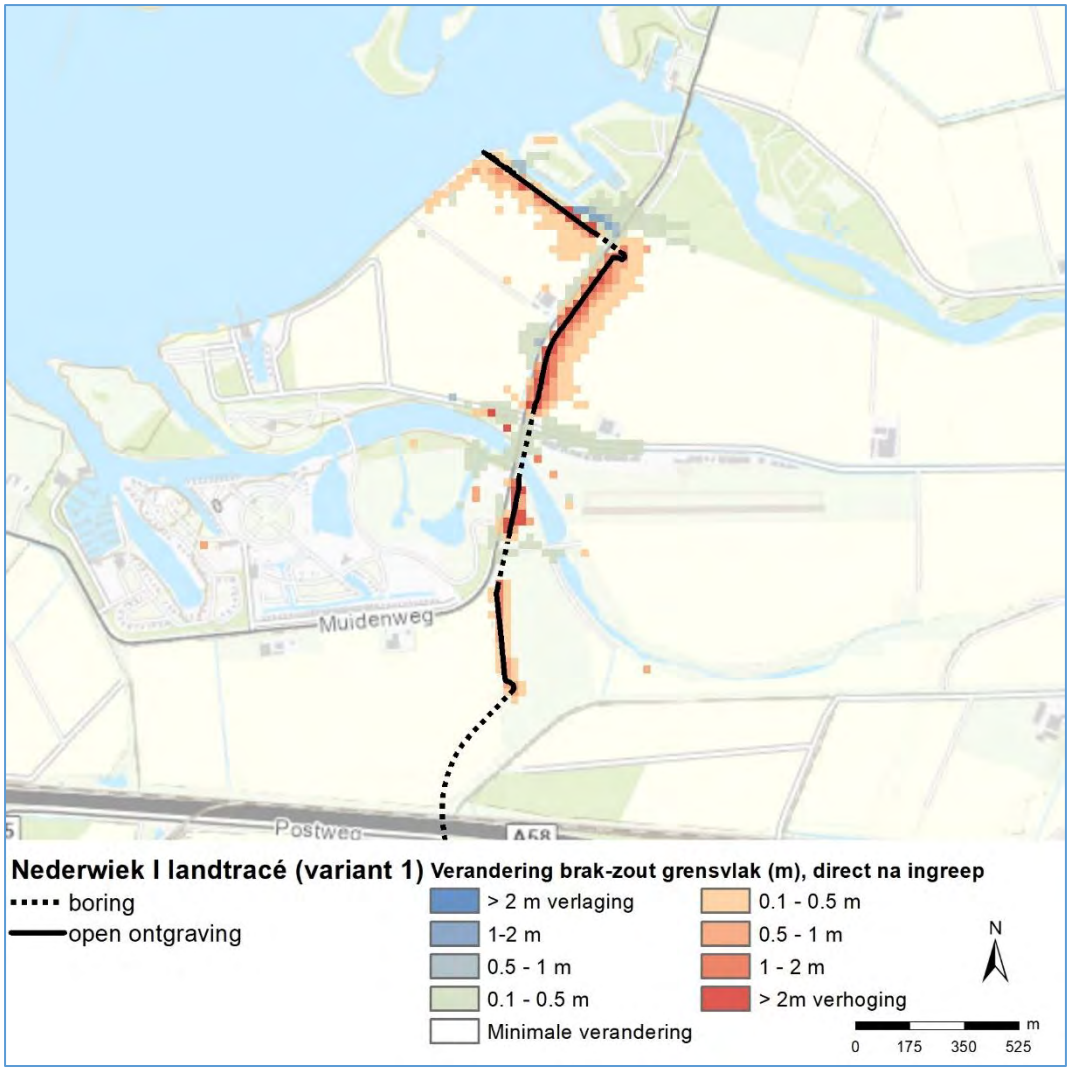
Figuur 4-15 Verschuiving zoet-brak grensvlak - variant 1, zuidelijk deel van het kabeltracé op land. Op dit gedeelte zijn de effecten van variant 2 identiek aan variant 1 en niet weergegeven in een afzonderlijke figuur



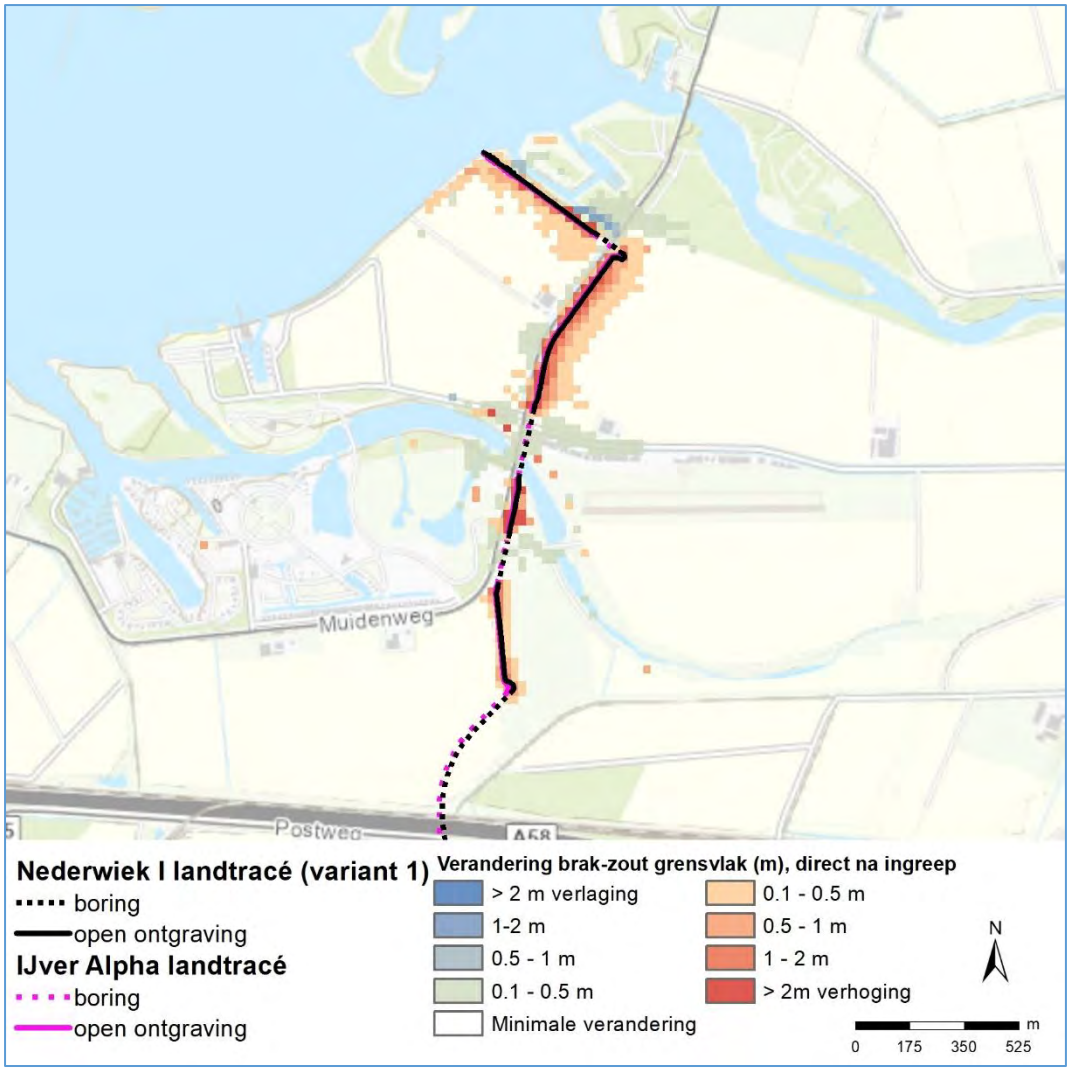
Figuur 4-16 Verschuiving zoet-brak grensvlak - variant 3, zuidelijk deel van het kabeltracé op land. Op dit gedeelte zijn de effecten van variant 4 identiek aan variant 3 en niet weergegeven in een afzonderlijke figuur

4.2.2 Verhoging brak-zout grensvlak

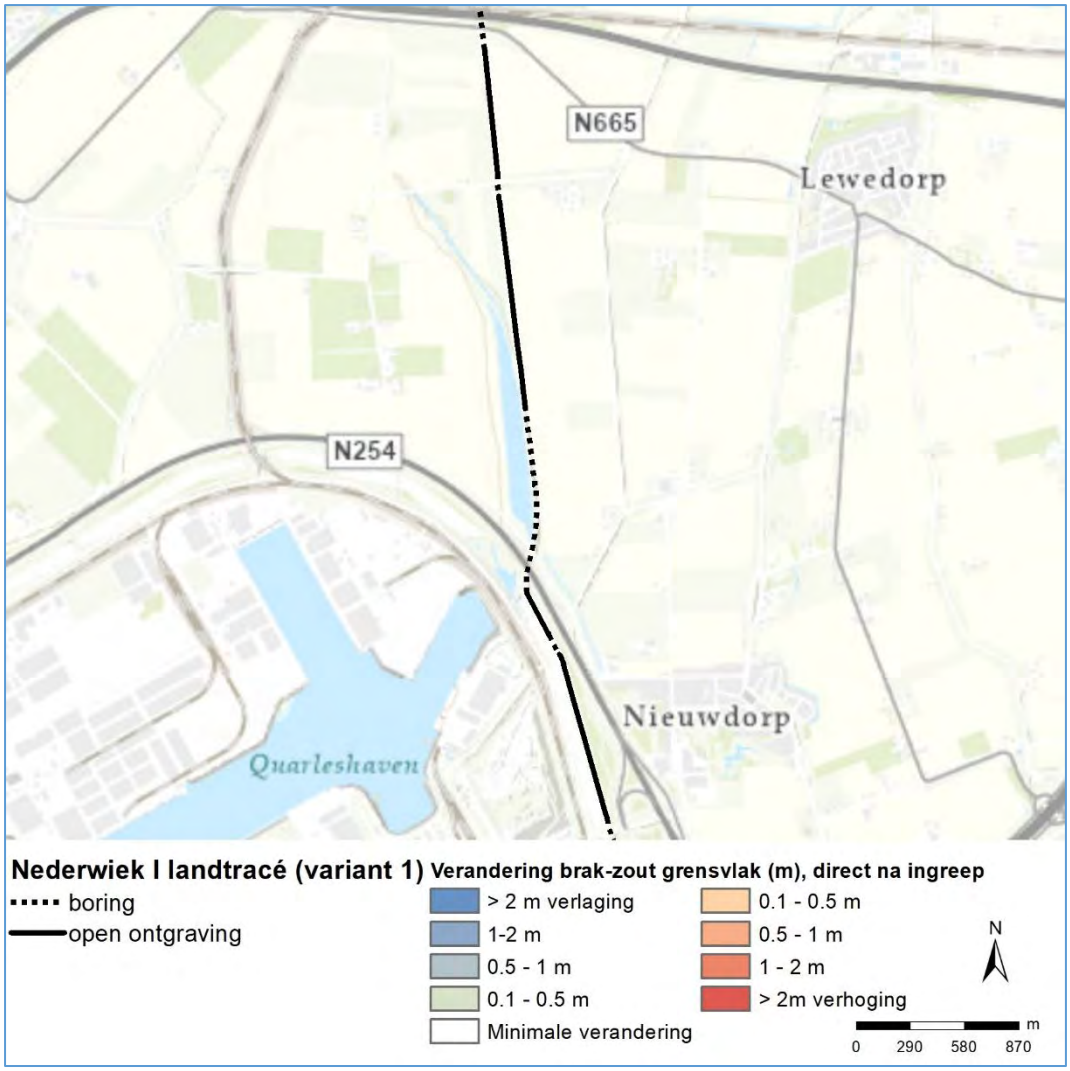
In onderstaande figuren, Figuur 4-17 tot en met Figuur 4-24, staat de verandering van de diepte van het brak-zout grensvlak. De weergegeven verandering betreft de situatie direct na de aanleg van het gehele kabeltracé. De weergegeven effecten en de verspreiding sluiten aan bij het beeld dat bij het zoet-brak grensvlak naar voren komt.



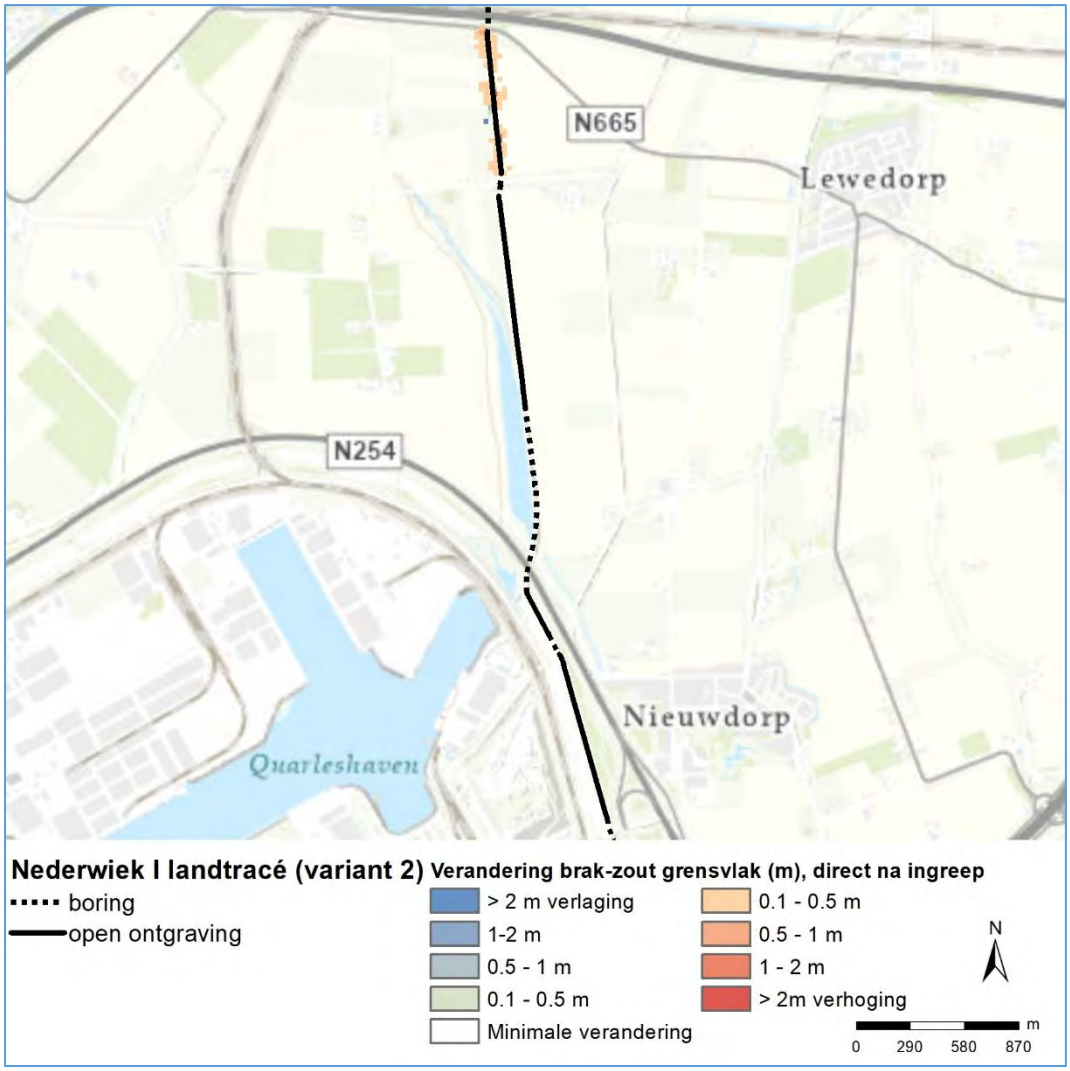
Figuur 4-17 Verschuiving brak-zout grensvlak– variant 1, noordelijk deel van het kabeltracé op land. Op dit gedeelte zijn de effecten van variant 2 identiek aan variant 1 en niet weergegeven in een afzonderlijke figuur



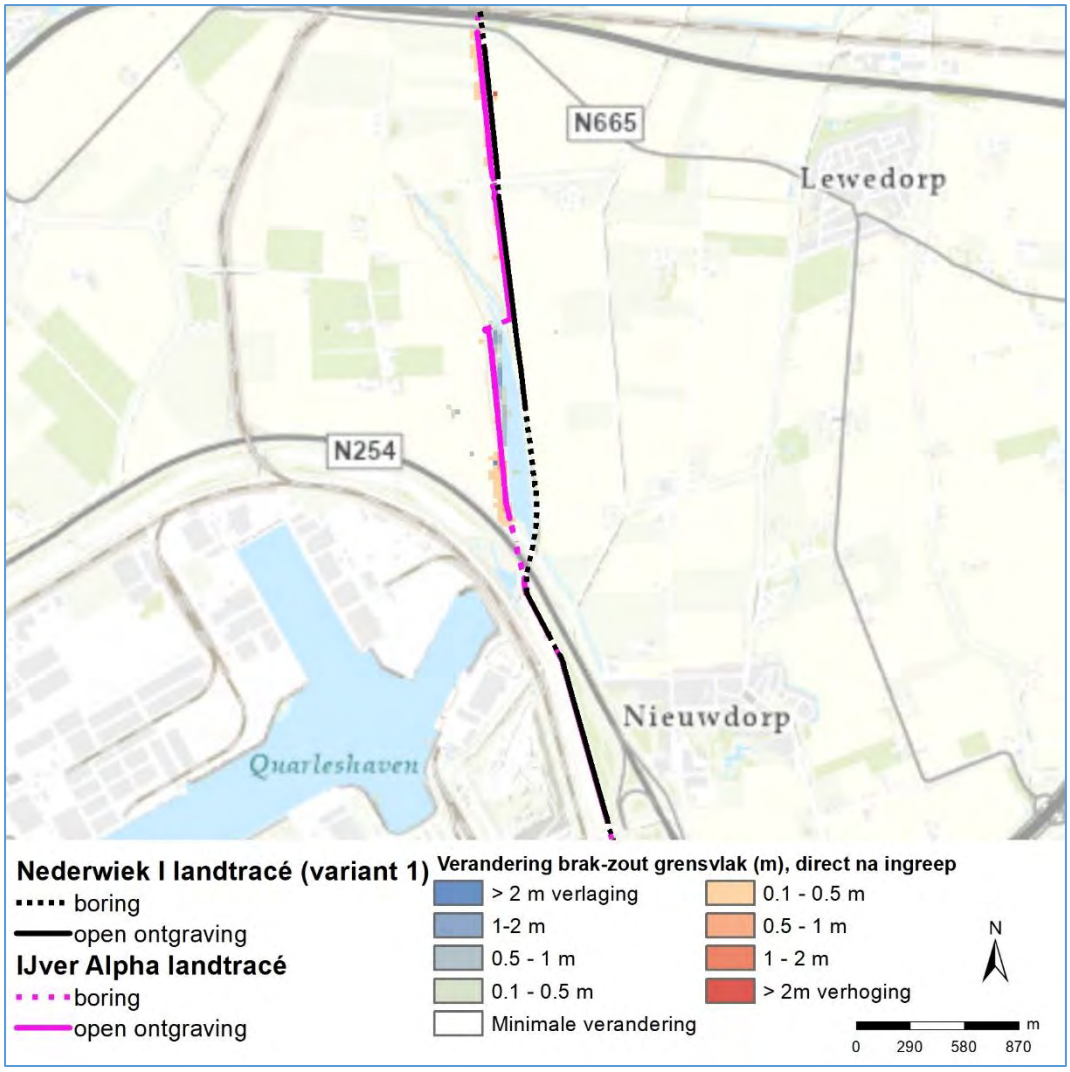
Figuur 4-18 Verschuiving brak-zout grensvlak– variant 3, noordelijk deel van het kabeltracé op land. Op dit gedeelte zijn de effecten van variant 4 identiek aan variant 3 en niet weergegeven in een afzonderlijke figuur



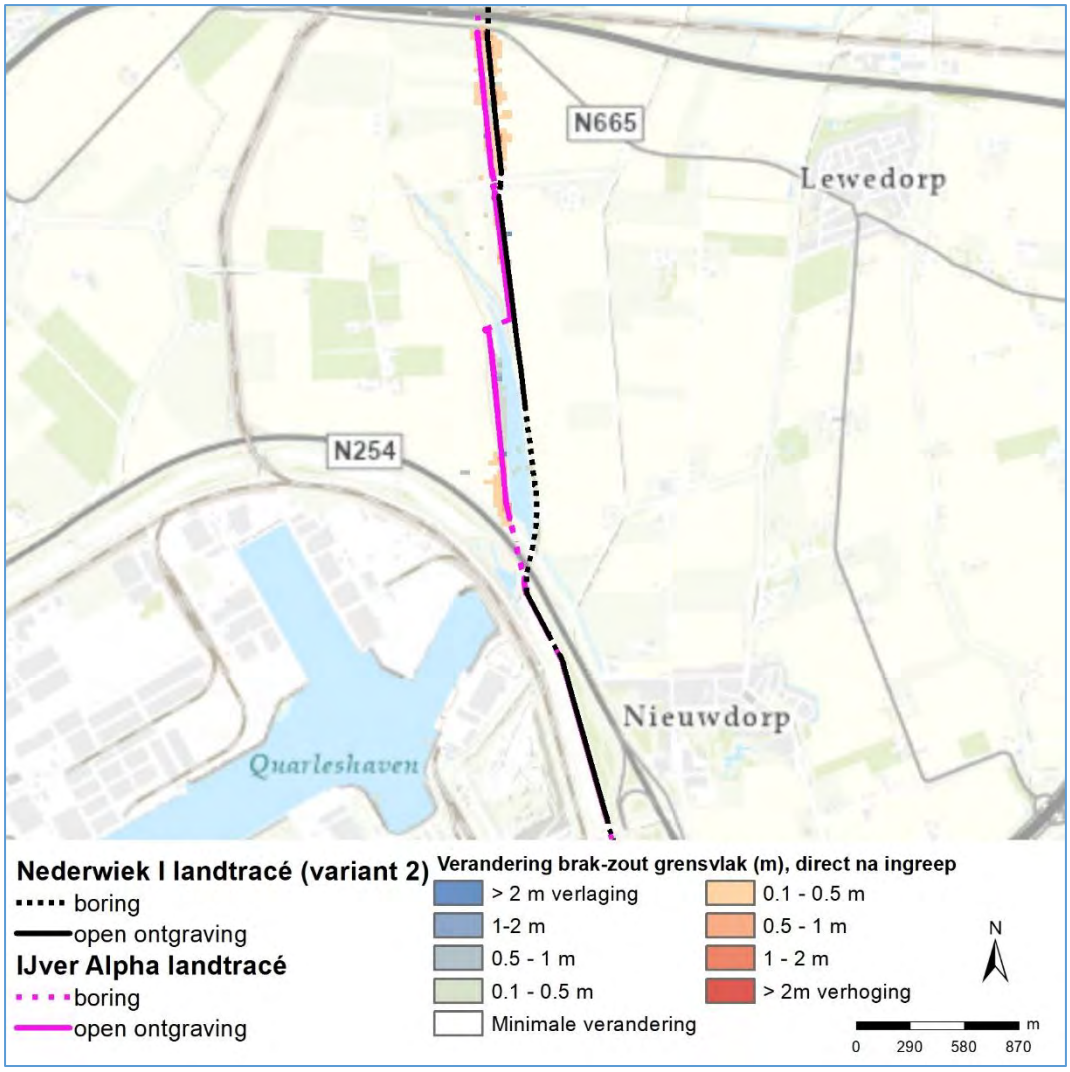
Figuur 4-19 Verschuiving brak-zout grensvlak– variant 1, middendeel van het kabeltracé op land



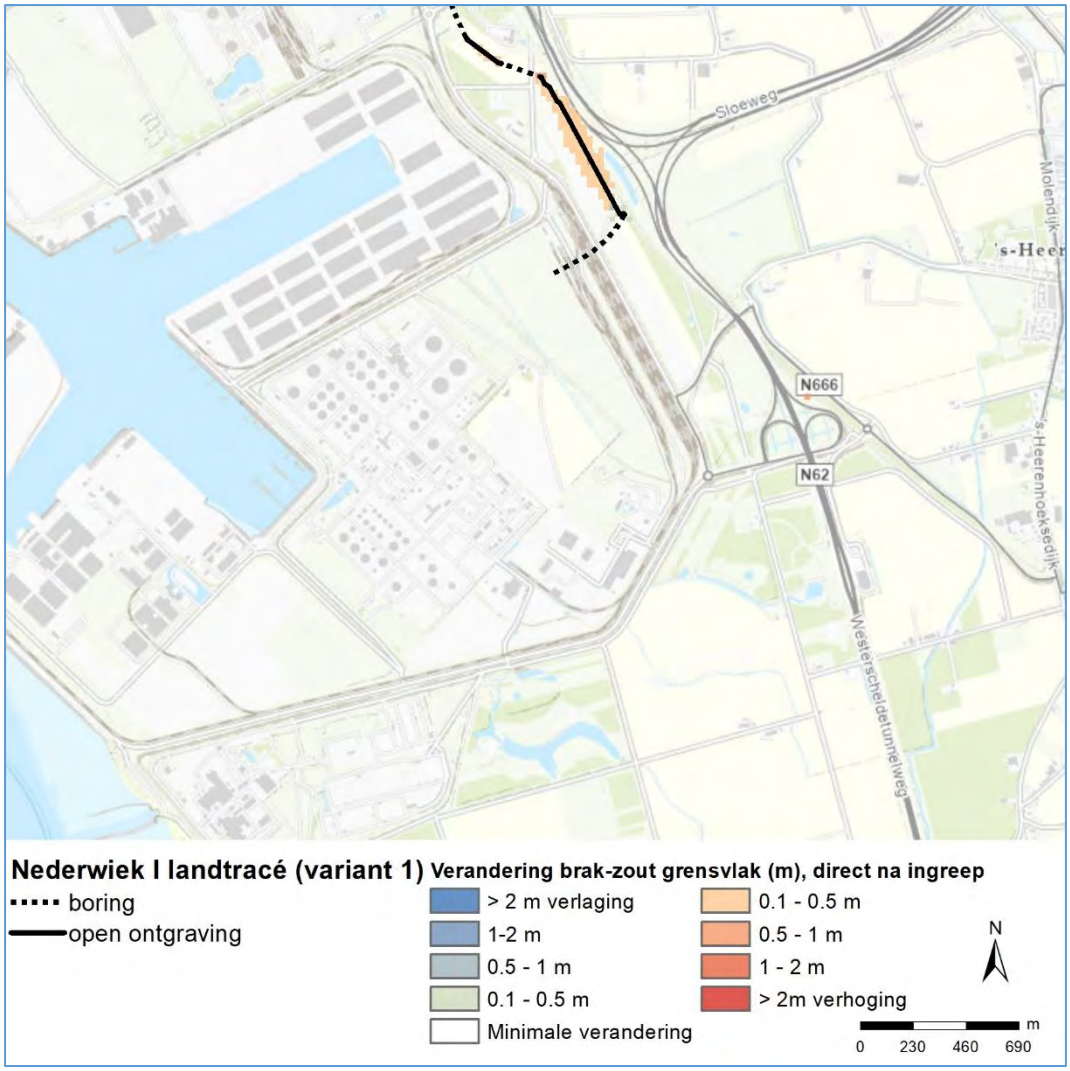
Figuur 4-20 Verschuiving brak-zout grensvlak– variant 2, middendeel van het kabeltracé op land



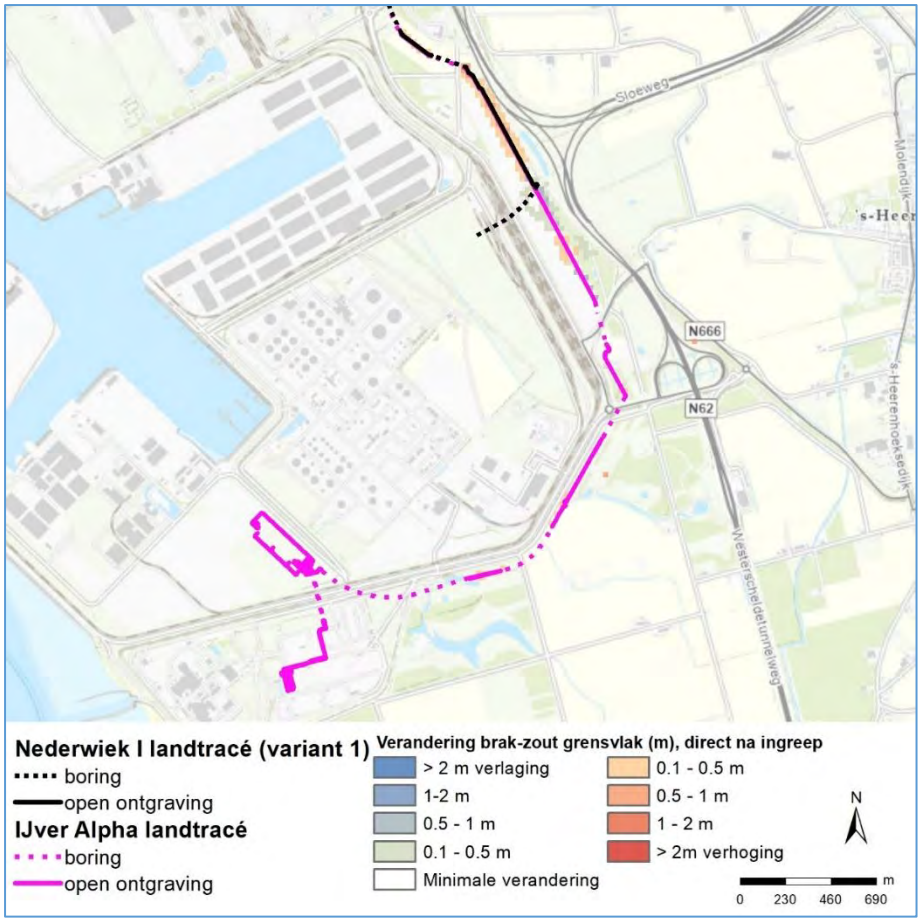
Figuur 4-21 Verschuiving brak-zout grensvlak– variant 3, middendeel van het kabeltracé op land



Figuur 4-22 Verschuiving brak-zout grensvlak– variant 4, middendeel van het kabeltracé op land



Figuur 4-23 Verschuiving brak-zout grensvlak– variant 1, zuidelijk deel van het kabeltracé op land. Op dit gedeelte zijn de effecten van variant 2 identiek aan variant 1 en niet weergegeven in een afzonderlijke figuur



Figuur 4-24 Verschuiving brak-zout grensvlak– variant 3, zuidelijk deel van het kabeltracé op land. Op dit gedeelte zijn de effecten van variant 4 identiek aan variant 3 en niet weergegeven in een afzonderlijke figuur

4.2.3 Verandering zoutconcentraties aan maaiveld

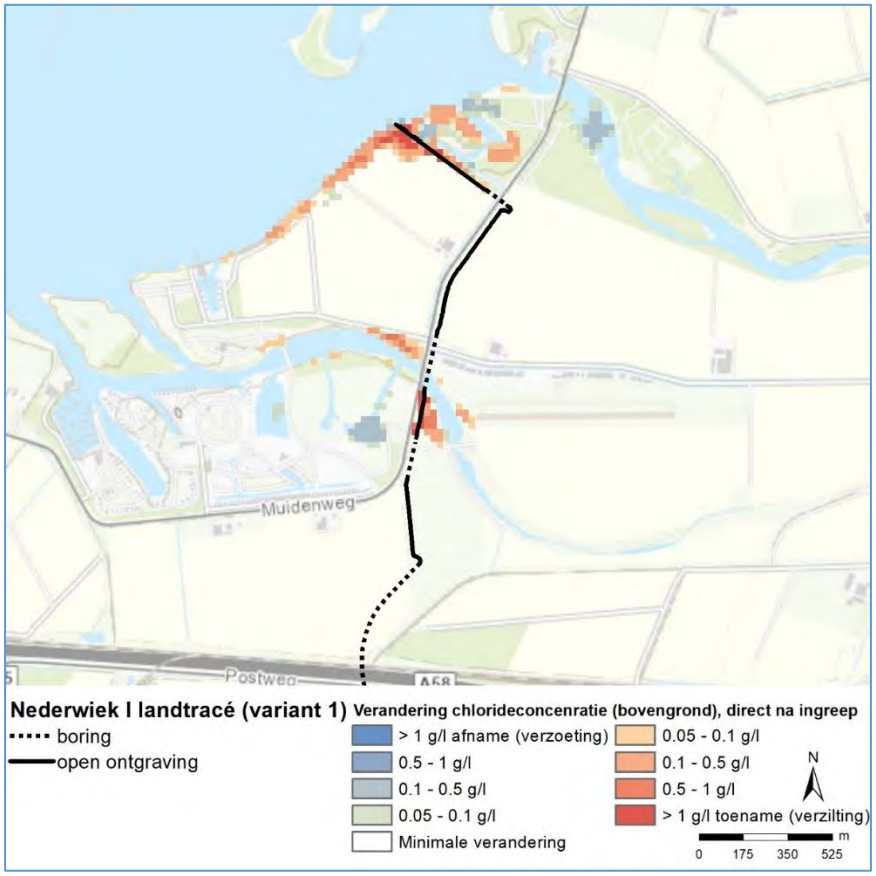
Naast de verplaatsing van het zoet-brak en brak-zout grensvlak is ook de verandering van de zoutconcentratie van het grondwater nabij maaiveld in beeld gebracht. Dit is immers van belang voor de gebruiksfuncties als landbouw en natuur. De figuren, Figuur 4-25 tot en met Figuur 4-32, brengen de verandering van de zoutconcentratie voor het grondwater in de bovenste 2 meter van de ondergrond in beeld.

In het noordelijk deel van het kabeltracé (tussen aanlanding en N254, Figuur 4-25 en Figuur 4-26) treden de grootste effecten op, net zoals bij de verandering in grondwaterstand en zoet-zout grensvlakken. Deze effecten concentreren zich langs de rand van het Veerse Meer en langs de rand van de Kreek naast de Muidenweg (“De Piet”). De bemaling trekt hier het zoute water aan vanuit het Veerse Meer en vanuit de ondergrond. Het gaat om locaties die in de huidige situatie al hoge zoutconcentraties kennen (zie Figuur 3-10). De effecten strekken zich uit tot maximaal 75 meter van het kabeltracé dan wel het Veerse Meer. De verhoging van de zoutconcentratie ligt hier tussen de 0.5 -1 g Cl/l met enkele locaties meer dan 1 g Cl/l. Het model laat lokaal ook beperkte verlagingen van de zoutconcentratie zien. Deze ontstaan door het horizontaal verplaatsen van zoutwater in de ondergrond naar gebieden die in die in de huidige situatie al relatief zout zijn.

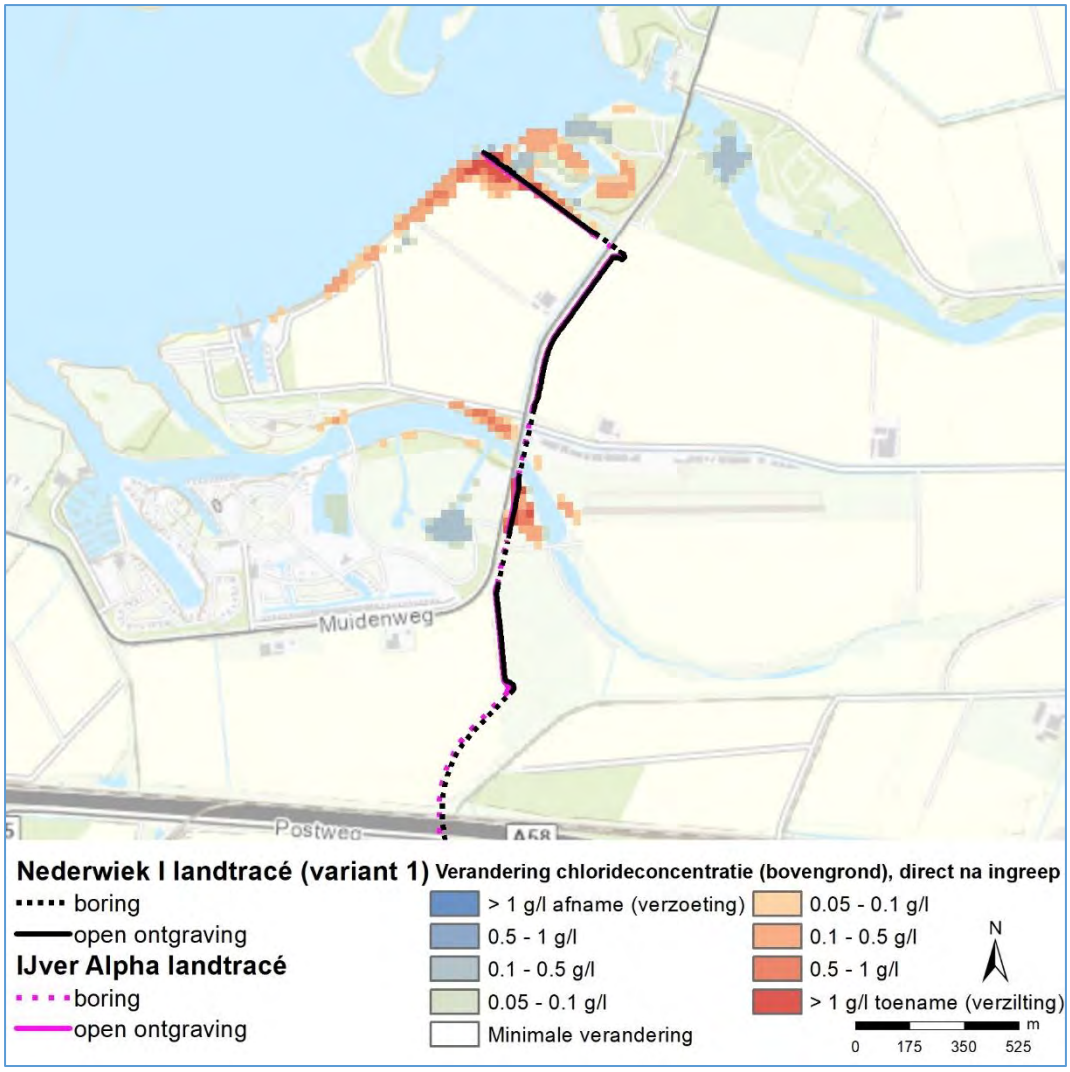
In het middendeel van het kabeltracé (tussen A58 en N254, Figuur 4-27 t/m Figuur 4-30) treden er nabij maaiveld geen effecten op bij beide varianten van Net op zee Nederwiek 1. Bij de aanleg van

Net op zee Nederwiek 1 in combinatie met Net op zee IJmuiden Ver Alpha is net ten noorden van de Sloekreek een toename van de zoutconcentraties westelijk van de dijk zichtbaar. Ten westen van de Sloekreek zien we hier ook juist een afname van de zoutconcentraties. Hier ligt het kabeltracé op de rand van een reeds aanwezig zoutvoorkomen in de ondiepe ondergrond. De bemaling trekt zoeter water uit de omgeving aan waarmee de zoutconcentraties afnemen.

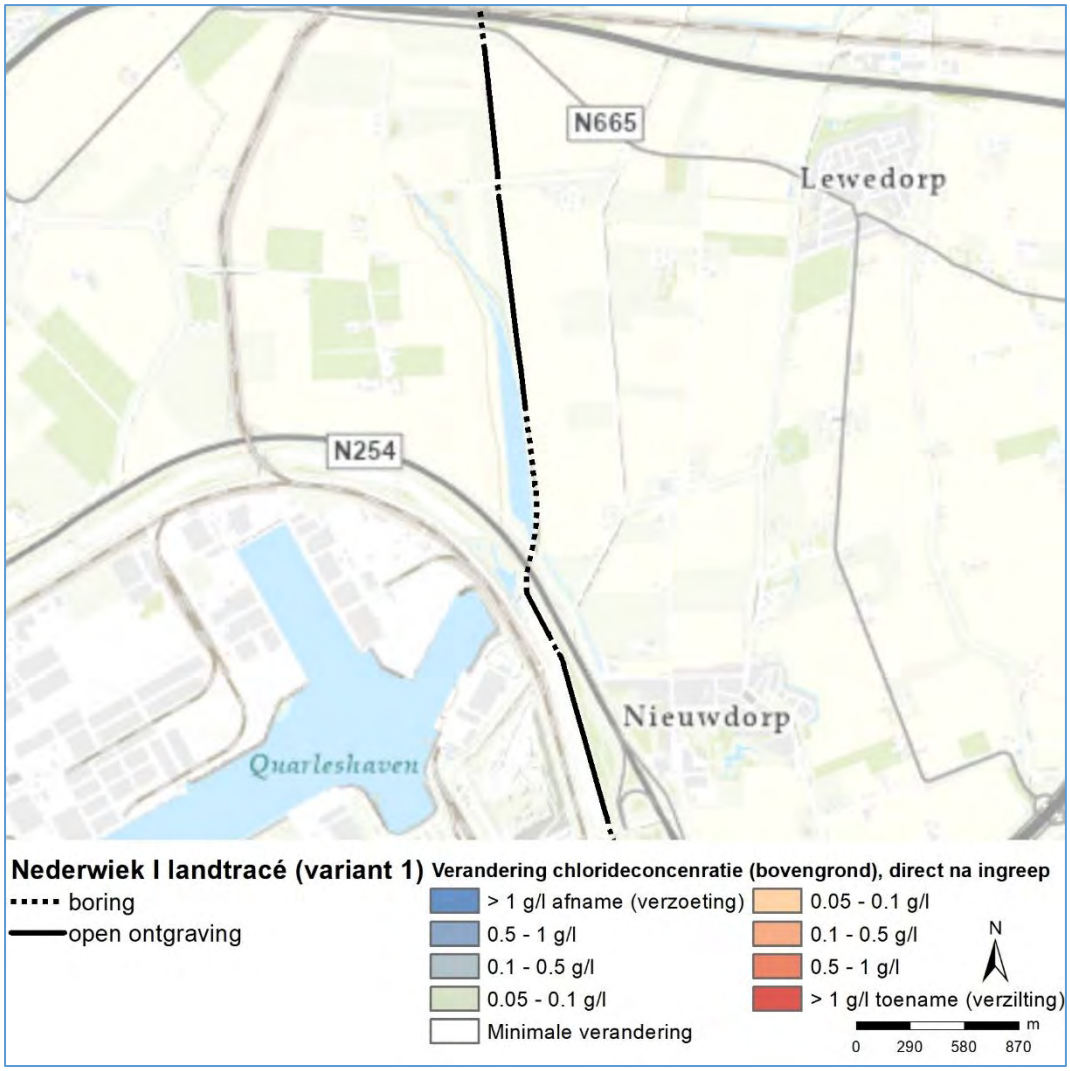
In het zuidelijk deel van het kabeltracé (tussen aanlanding en A58) zijn geen veranderingen van zoutconcentraties aan maaiveld te zien als alleen Net op zee Nederwiek 1 wordt aangelegd (Figuur 4-31). De gecombineerde aanleg met Net op zee IJmuiden Ver Alpha leidt tot effecten op enkele locaties langs het kabeltracé. De beïnvloeding blijft beperkt tot 25 meter van het kabeltracé (Figuur 4-32). Lokaal gaat het om een verhoging of zelfs een afname van de zoutconcentratie van ca. 0.5 g Cl/l.



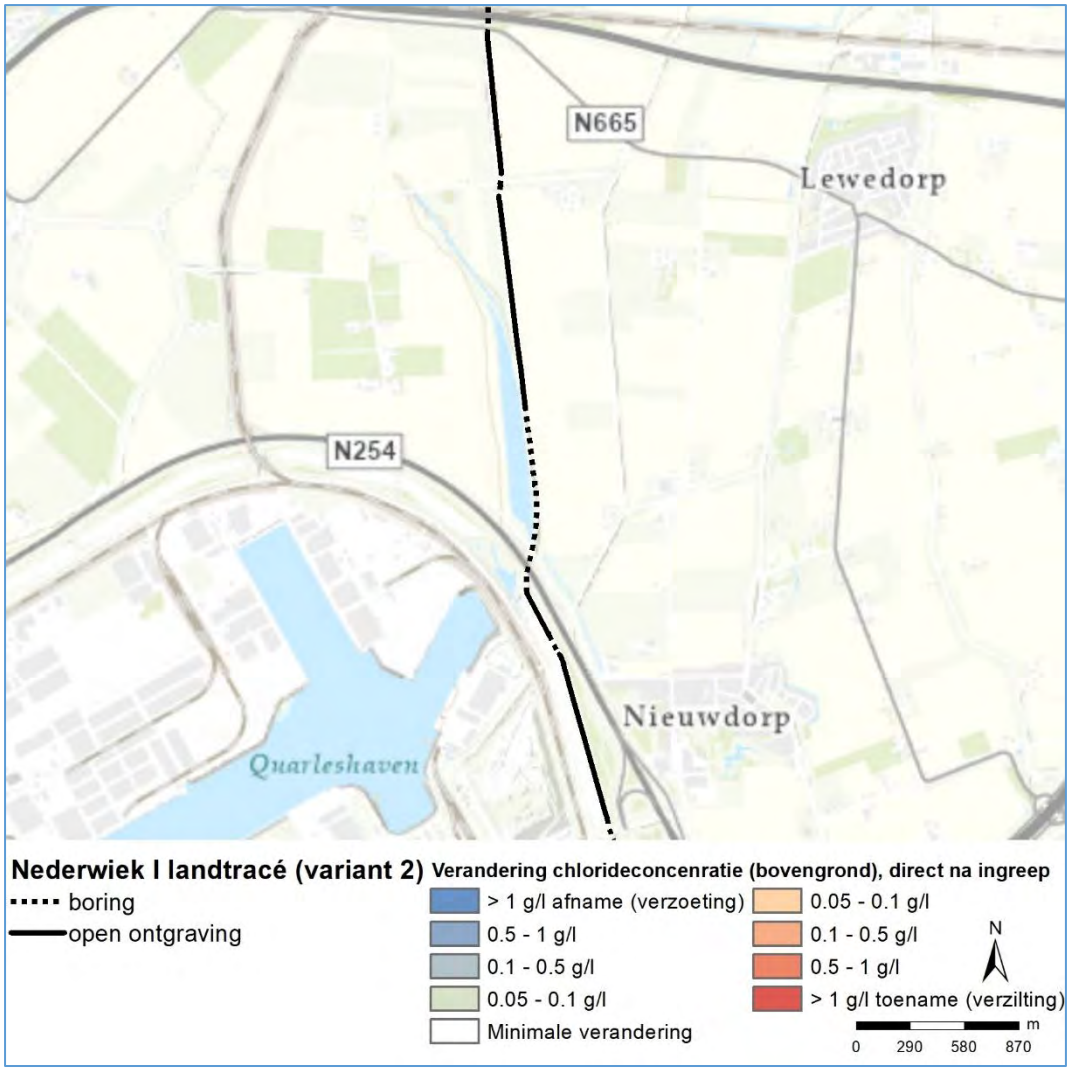
Figuur 4-25 Verandering zoutconcentratie van het bovenste grondwater (tussen maaiveld en NAP -2 m) – variant 1, noordelijk deel van het kabeltracé op land. Op dit gedeelte zijn de effecten van variant 2 identiek aan variant 1 en niet weergegeven in een afzonderlijke figuur.



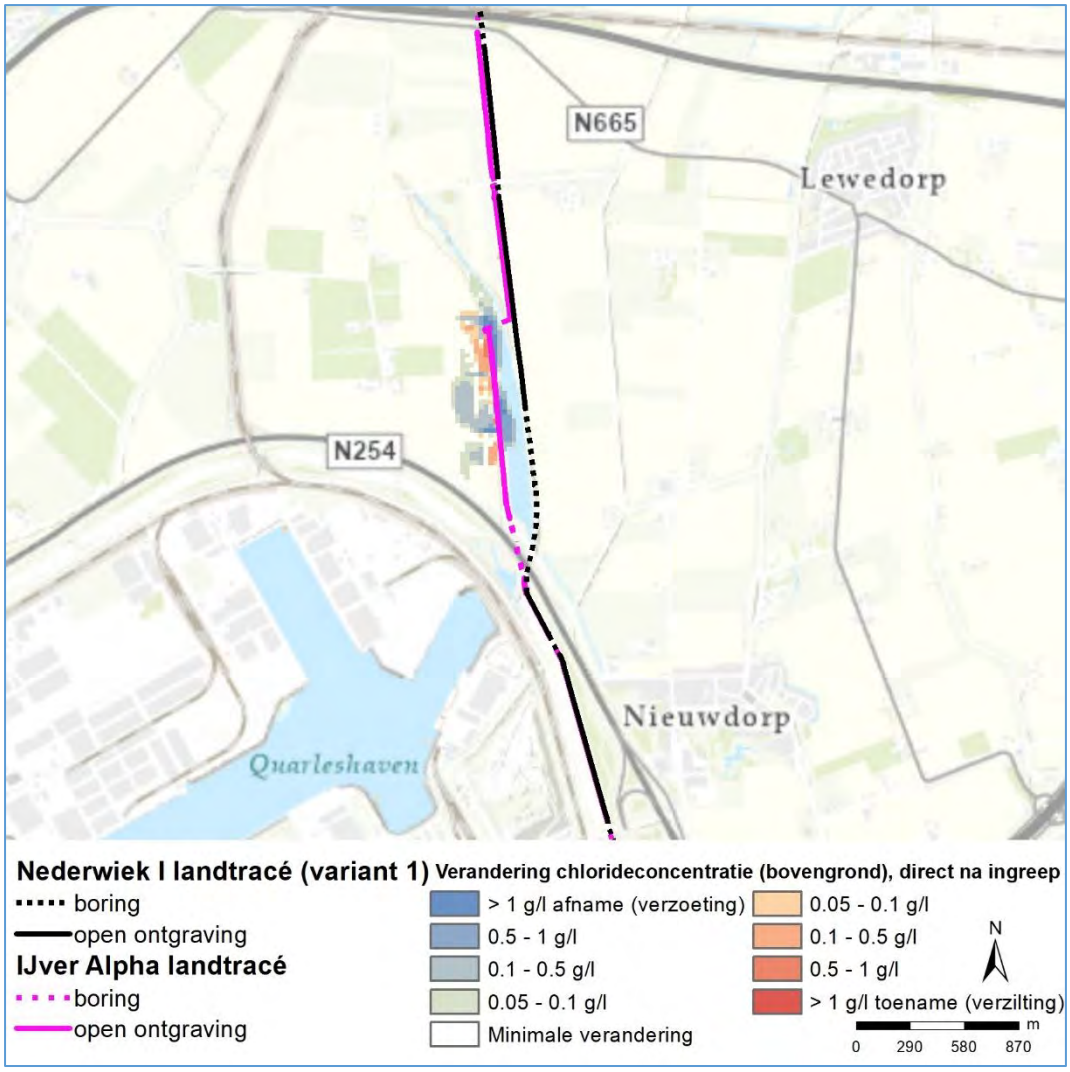
Figuur 4-26 Verandering zoutconcentratie van het bovenste grondwater (tussen maaiveld en NAP -2 m) – variant 3, noordelijk deel van het kabeltracé op land. Op dit gedeelte zijn de effecten van variant 4 identiek aan variant 3 en niet weergegeven in een afzonderlijke figuur



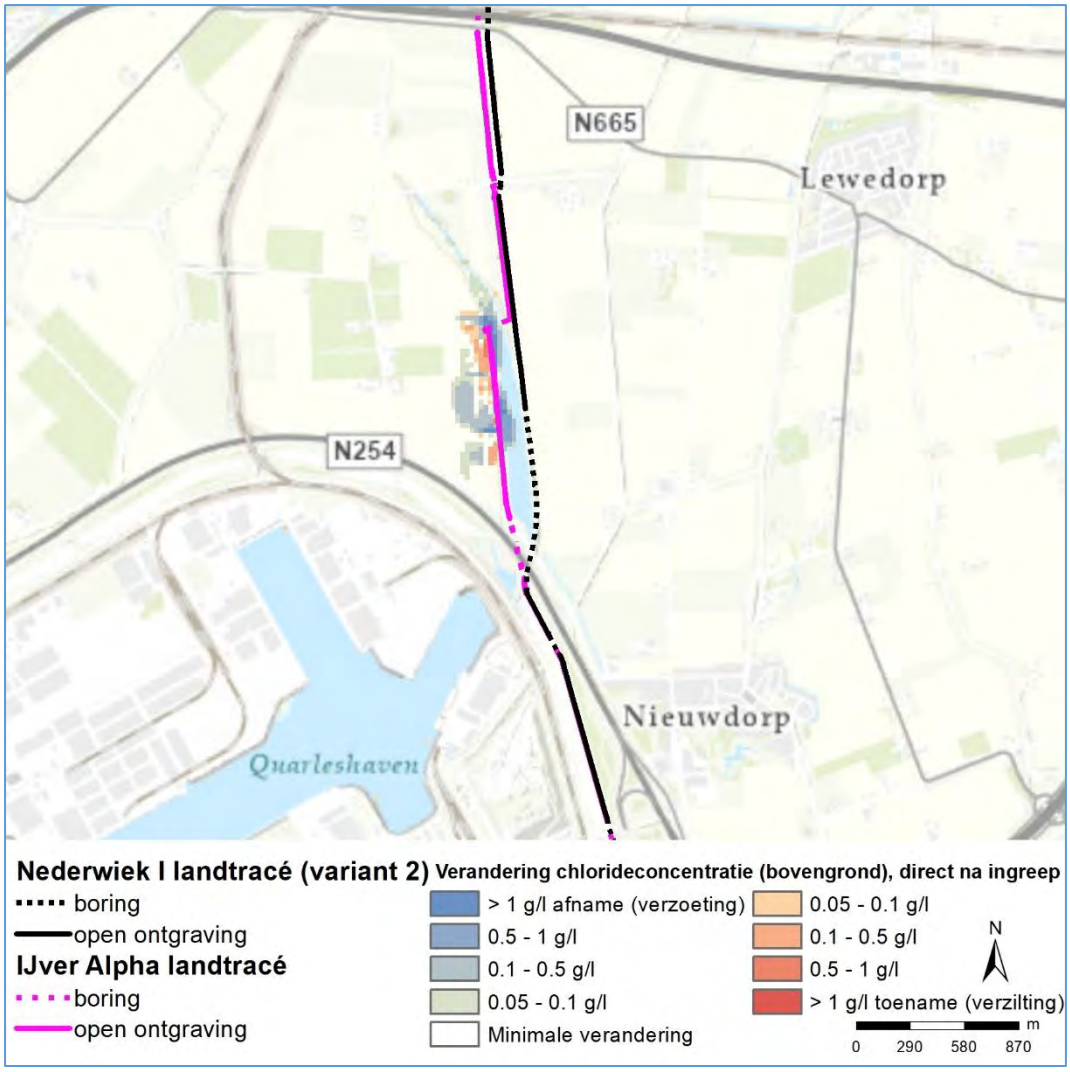
Figuur 4-27 Verandering zoutconcentratie van het bovenste grondwater (tussen maaiveld en NAP -2 m) – variant 1, middendeel van het kabeltracé op land



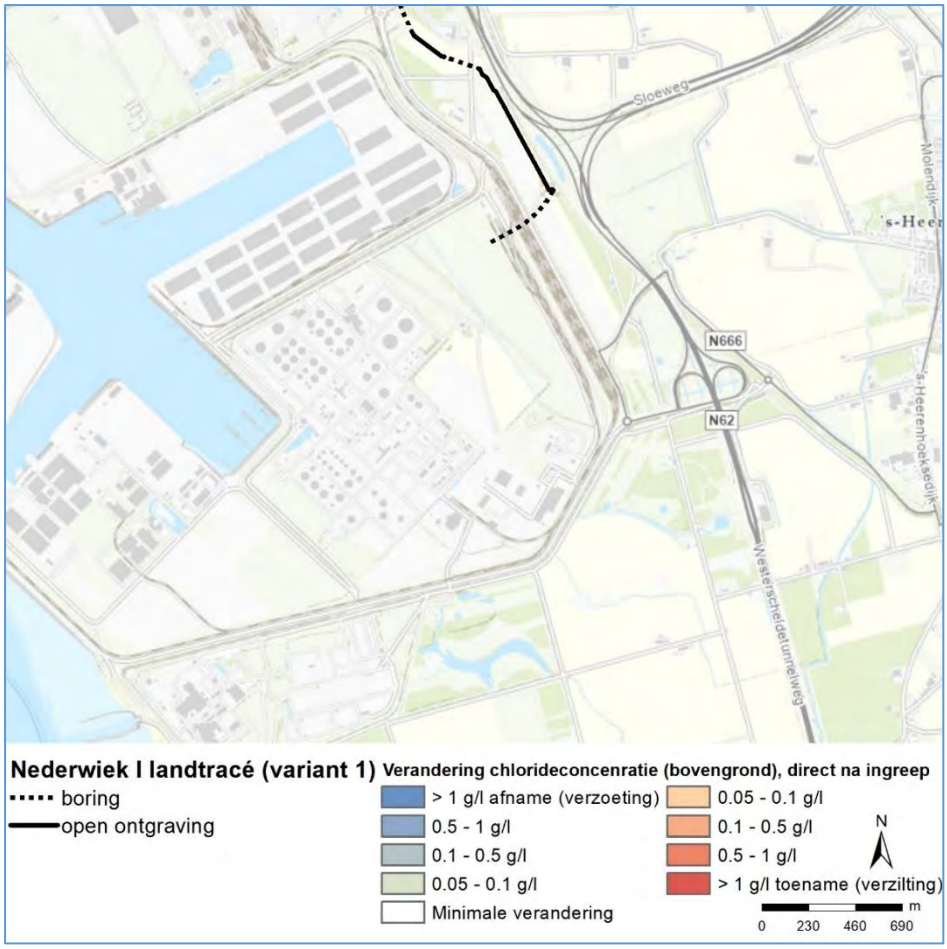
Figuur 4-28 Verandering zoutconcentratie van het bovenste grondwater (tussen maaiveld en NAP -2 m) – variant 2, middendeel van het kabeltracé op land



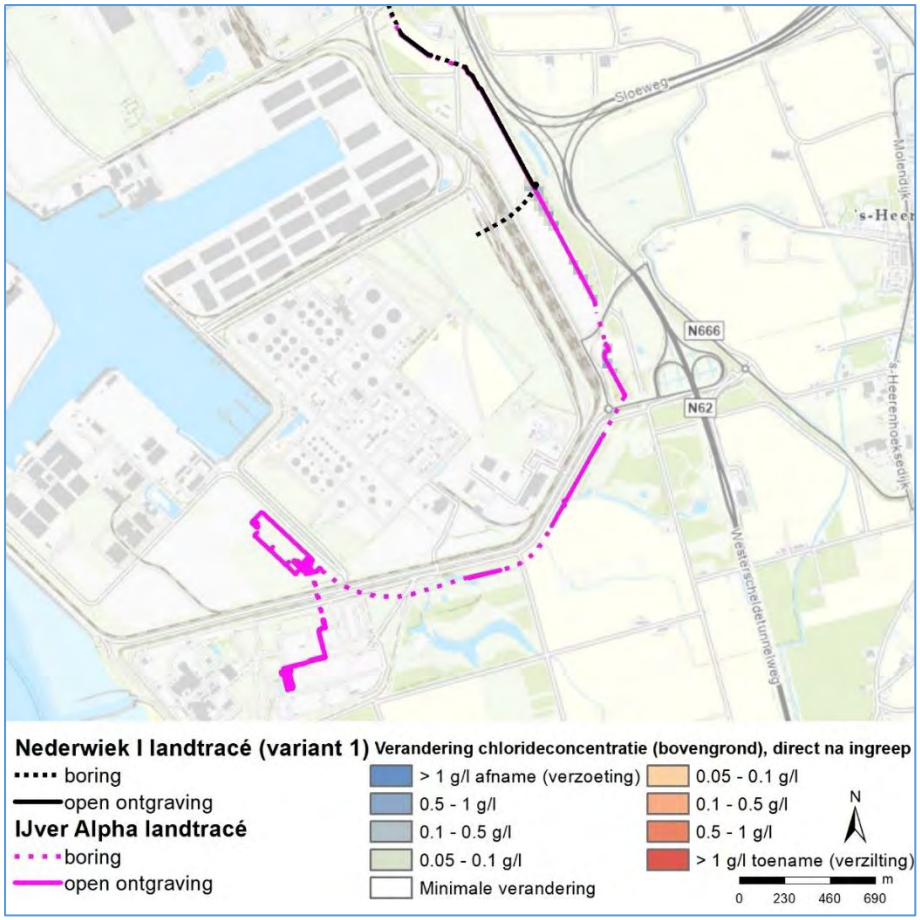
Figuur 4-29 Verandering zoutconcentratie van het bovenste grondwater (tussen maaiveld en NAP -2 m) – variant 3, middendeel van het kabeltracé op land



Figuur 4-30 Verandering zoutconcentratie van het bovenste grondwater (tussen maaiveld en NAP -2 m) – variant 4, middendeel van het kabeltracé op land



Figuur 4-31 Verandering zoutconcentratie van het bovenste grondwater (tussen maaiveld en NAP -2 m) – variant 1, zuidelijk deel van het kabeltracé op land. Op dit gedeelte zijn de effecten van variant 2 identiek aan variant 1 en niet weergegeven in een afzonderlijke figuur



Figuur 4-32 Verandering zoutconcentratie van het bovenste grondwater (tussen maaiveld en NAP -2 m) – variant 3, zuidelijk deel van het kabeltracé op land. Op dit gedeelte zijn de effecten van variant 4 identiek aan variant 3 en niet weergegeven in een afzonderlijke figuur

4.2.4 Herstel van de verzilting

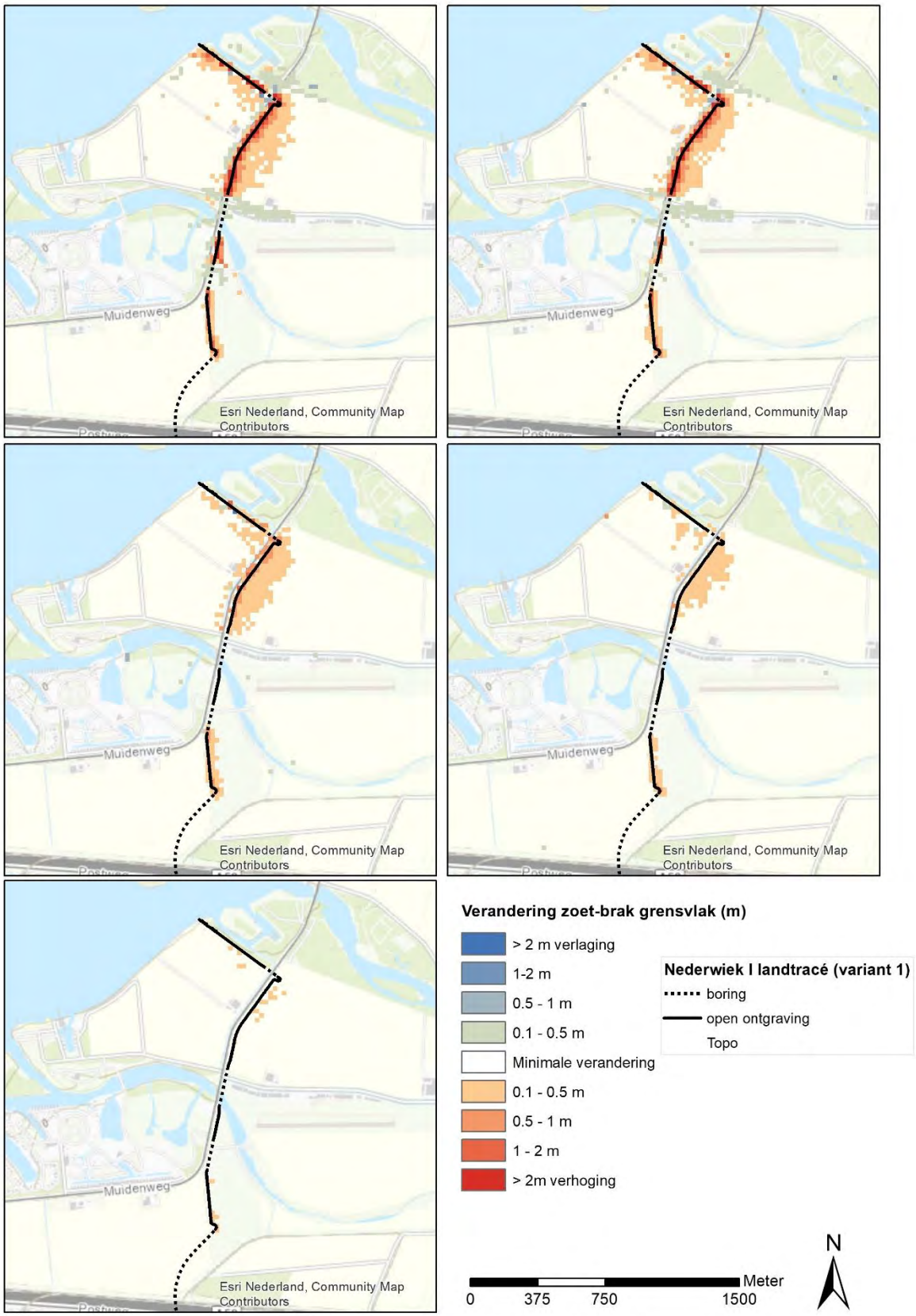
Door het model voor een periode van 20 jaar door te rekenen, is de mate van herstel van de effecten op de zoutconcentraties in beeld gebracht. Onderstaand is voor het zoet-brak grensvlak en het brak-zout grensvlak op een aantal momenten binnen de periode van 20 jaar de verhoging van het grensvlak weergegeven. Het herstel van de zoutconcentraties nabij maaiveld is aansluitend uitgewerkt.

Herstel van het zoet-brak grensvlak

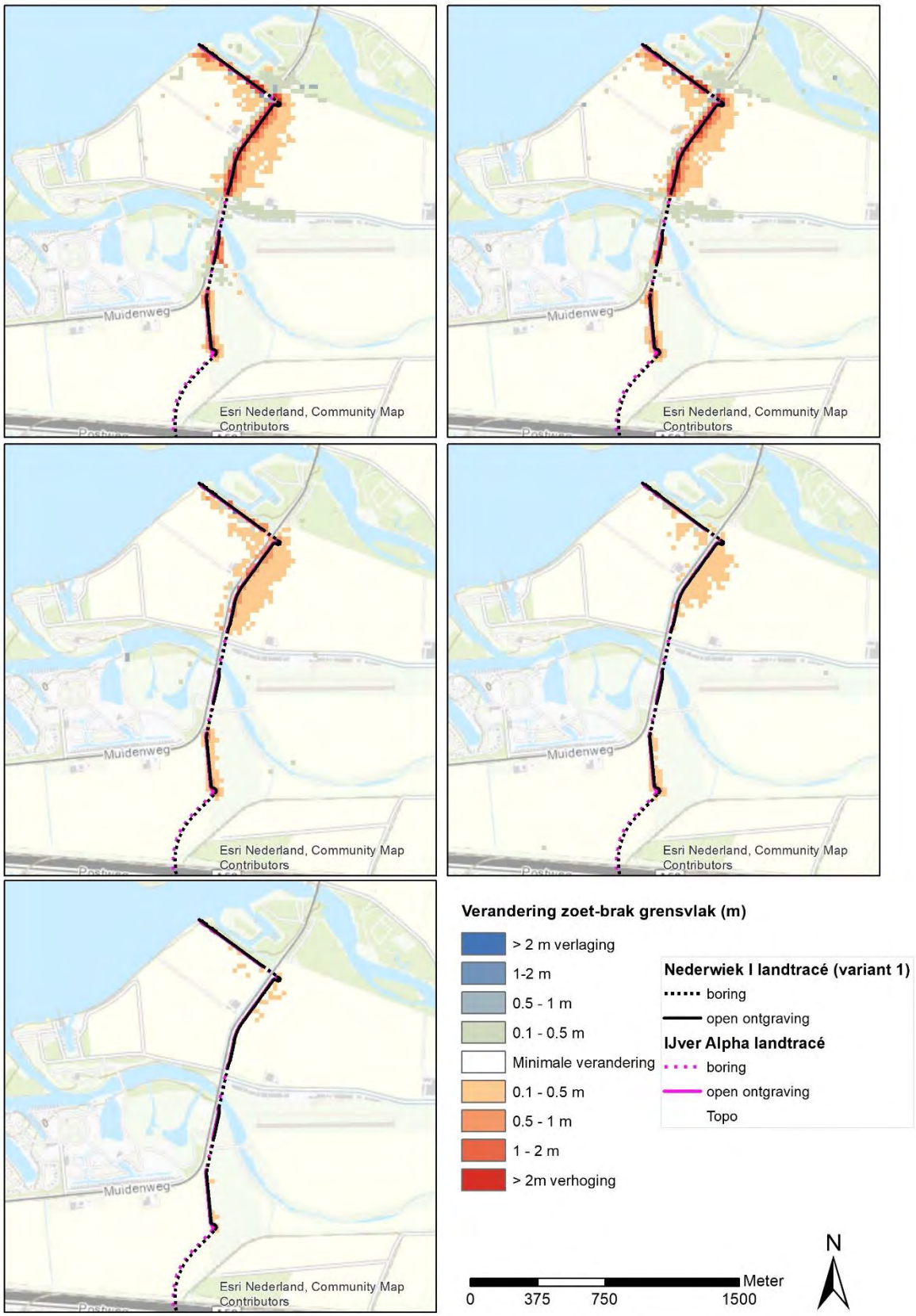
In Figuur 4-33 tot en met Figuur 4-40 is telkens voor 0.5, 1, 5, 10 en 20 jaar na de ingreep de verhoging van het zoet-brak grensvlak weergegeven. Opgemerkt moet worden dat het gaat om een verplaatsing van dit grensvlak in de diepere ondergrond. Zoals in voorgaande paragraaf is beschreven, zijn de effecten op de zoutconcentraties nabij maaiveld veel beperkter en vinden plaats op locaties waar de ondiepe ondergrond reeds hoge zoutconcentraties bevat. Op de locatie van de ingreep zelf herstelt het zoet-brak grensvlak het snelste. Op enige afstand duurt het herstel iets langer. Voor het noordelijk deel van het kabeltracé blijkt dat na 10 jaar het zoet-brak grensvlak verhoogd is; al blijkt het beperkt tot de locatie van het kabeltracé. Na 20 jaar zijn vrijwel alle effecten hersteld.

Wanneer gekeken wordt naar de tracévarianten in het middendeel (tussen de A58 en de N254) dan geldt dat in de varianten 1 tot en met 4 de effecten op het zoet-brak grensvlak beperkt blijven tot de gebieden noordelijk van de Sloekreek (tussen Sloekreek en Oude Veerweg) en tot een klein gebied aan de zuidwestkant van de Sloekreek (alleen in de varianten 3 en 4, in cumulatie met Net op zee IJmuiden Ver Alpha). Het grensvlak zoet-brak is in alle gevallen na 20 jaar hersteld.

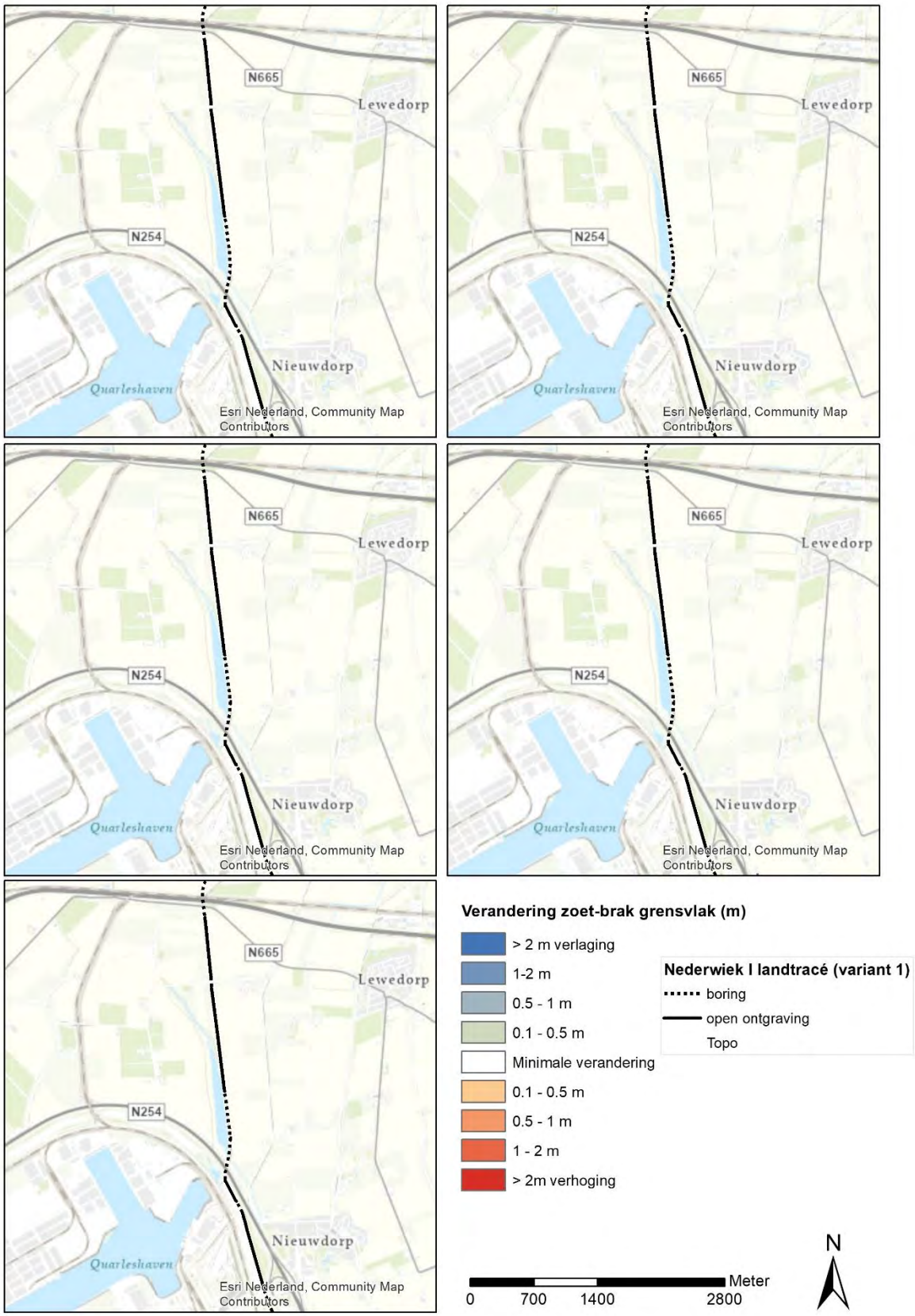
Voor het zuidelijk deel is over de jaren heen een gestaag herstel zichtbaar van het grensvlak. Na 20 jaar komt er alleen bij variant 3 en 4 (zie Figuur 4-40) lokaal nog een kleinschalige verhoging van het grensvlak voor.



Figuur 4-33 Herstel van het zoet-brak grensvlak voor het noordelijk deel van het tracé (linksboven naar linksonder de jaren 0.5, 1, 5, 10 en 20) – variant 1. Op dit gedeelte zijn de effecten van variant 2 identiek aan variant 1 en niet weergegeven in een afzonderlijke figuur

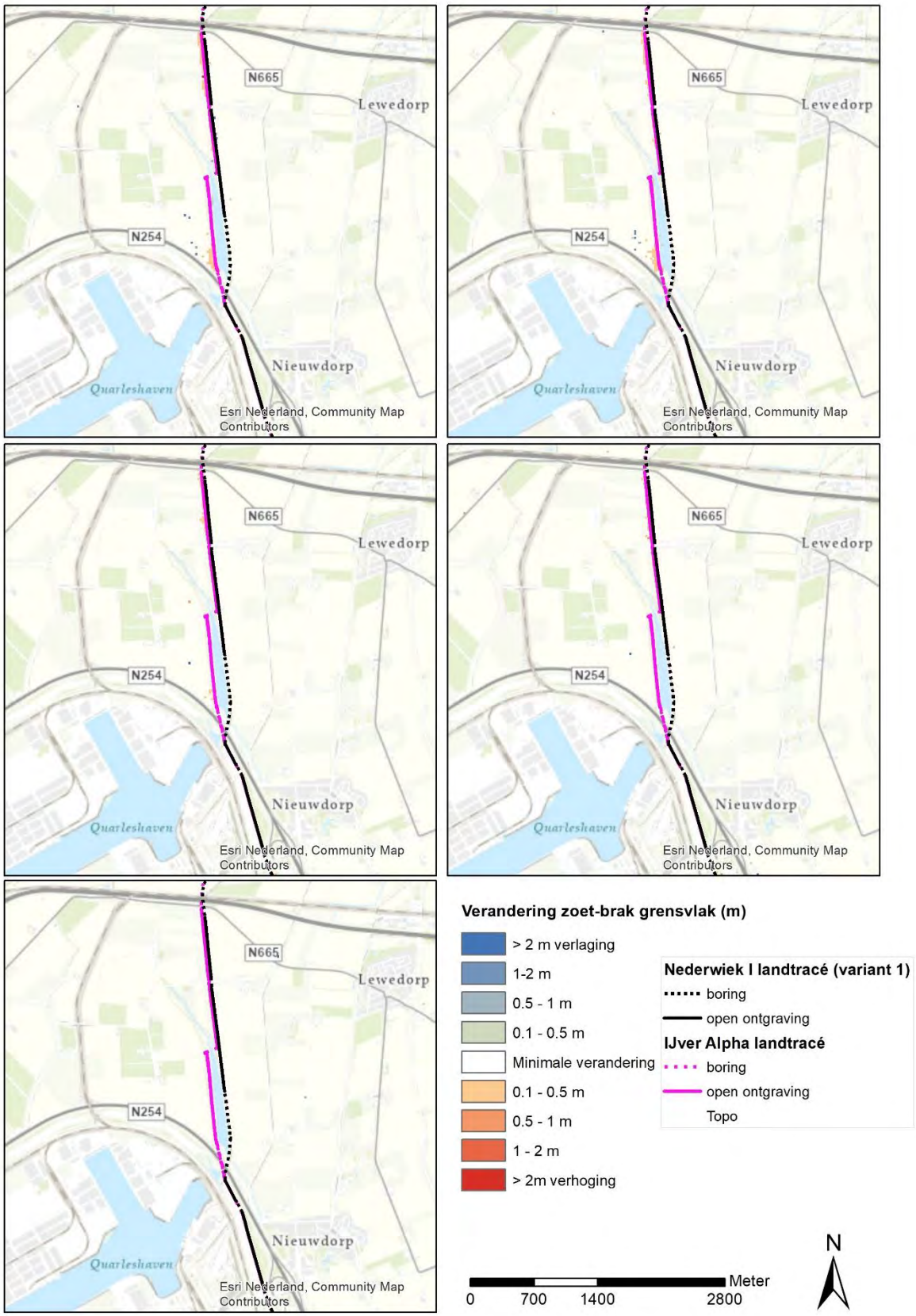


Figuur 4-34 Herstel van het zoet-brak grensvlak voor het noordelijk deel van het tracé (linksboven naar linksonder de jaren 0.5, 1, 5, 10 en 20) – variant 3 (combinatie met Net op zee IJmuiden Ver Alpha). Op dit gedeelte zijn de effecten van variant 4 identiek aan variant 3 en niet weergegeven in een afzonderlijke figuur

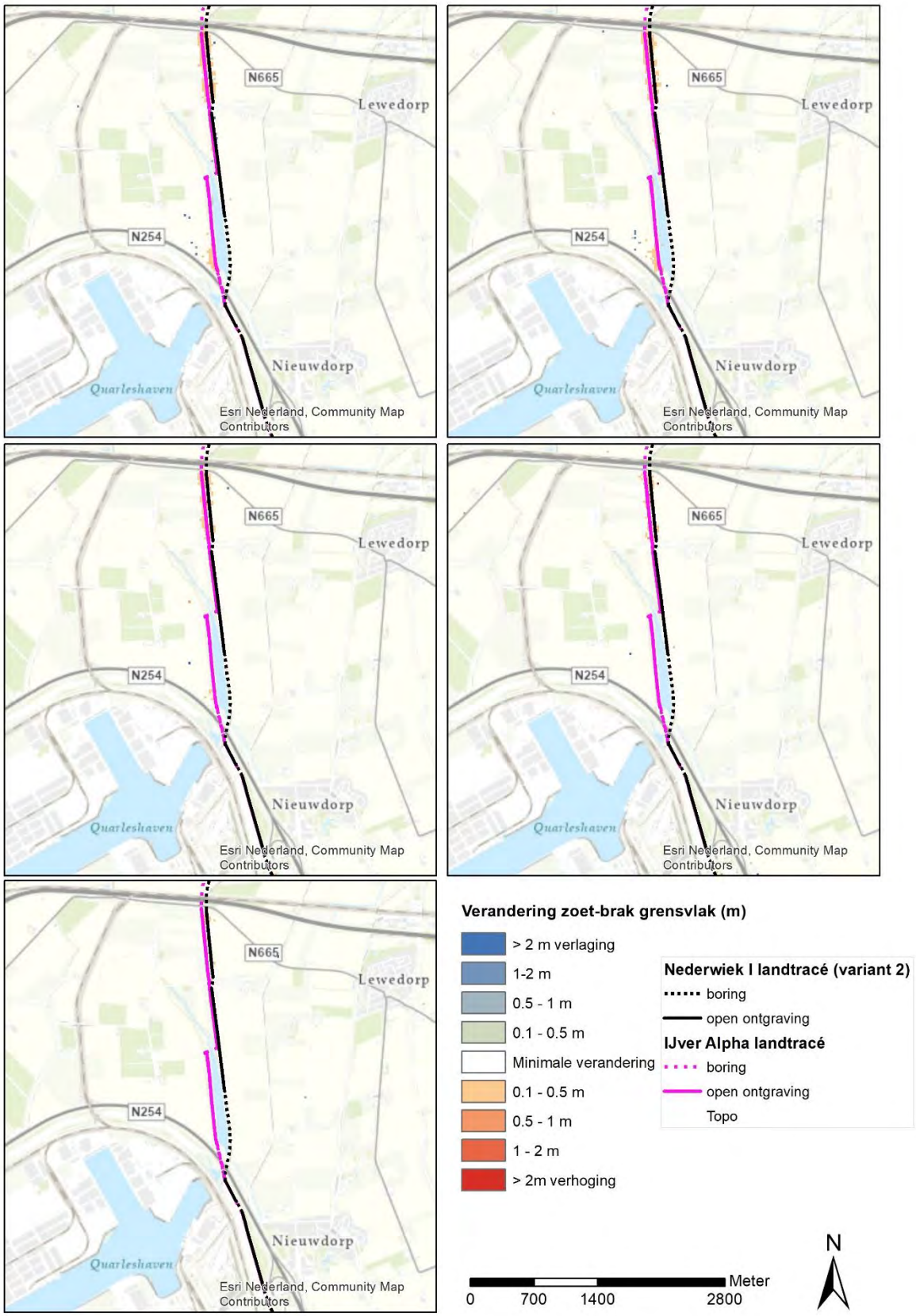


Figuur 4-35 Herstel van het zoet-brak grensvlak voor het middel deel van het tracé (linksboven naar linksonder de jaren 0.5, 1, 5, 10 en 20) – variant 1

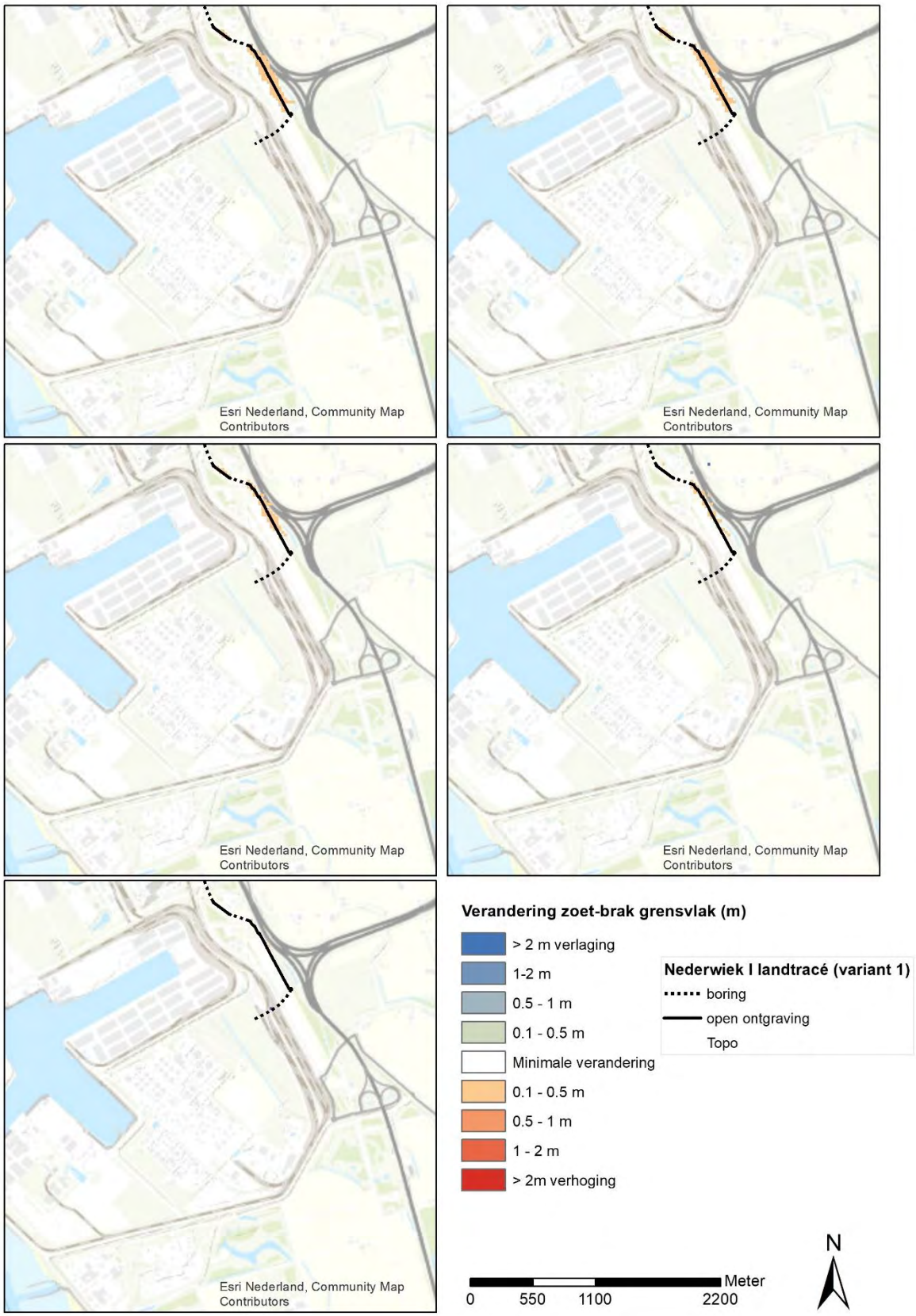
Figuur 4-36 Herstel van het zoet-brak grensvlak voor het middel deel van het tracé (linksboven naar linksonder de jaren 0.5, 1, 5, 10 en 20) – variant 2



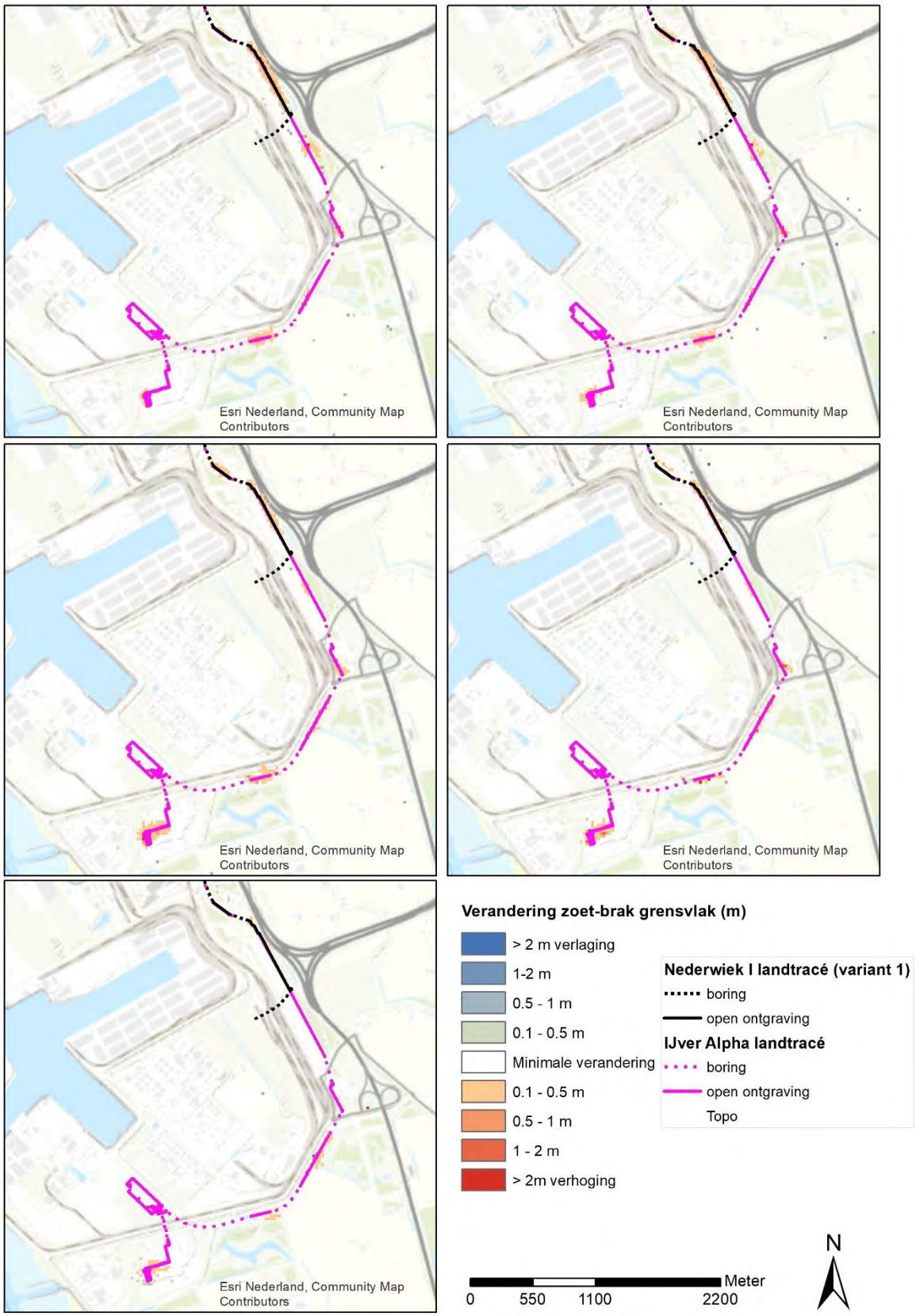
Figuur 4-37 Herstel van het zoet-brak grensvlak voor het middel deel van het tracé (linksboven naar linksonder de jaren 0.5, 1, 5, 10 en 20) – variant 3 (in combinatie met Net op zee IJmuiden Ver Alpha)



Figuur 4-38 Herstel van het zoet-brak grensvlak voor het middel deel van het tracé (linksboven naar linksonder de jaren 0.5, 1, 5, 10 en 20) – variant 4 (in combinatie met Net op zee IJmuiden Ver Alpha)



Figuur 4-39 Herstel van het zoet-brak grensvlak voor het zuidelijk deel van het tracé (linksboven naar linksonder de jaren 0.5, 1, 5, 10 en 20) – variant 1. Op dit gedeelte zijn de effecten van variant 2 identiek aan variant 1 en niet weergegeven in een afzonderlijke figuur

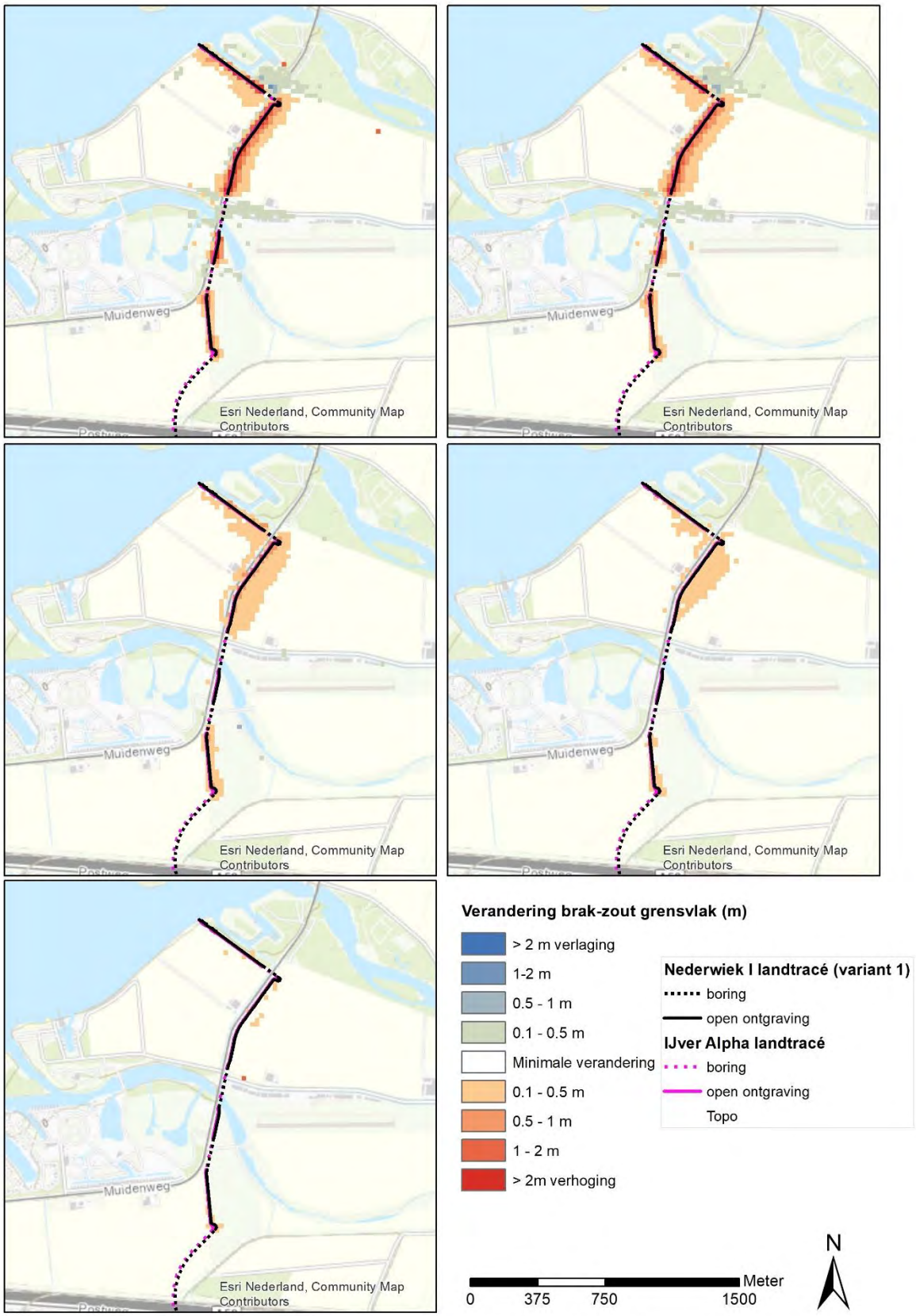


Figuur 4-40 Herstel van het zoet-brak grensvlak voor het zuidelijk deel van het tracé (linksboven naar linksonder de jaren 0.5, 1, 5, 10 en 20) – variant 3. Op dit gedeelte zijn de effecten van variant 4 identiek aan variant 3 en niet weergegeven in een afzonderlijke figuur

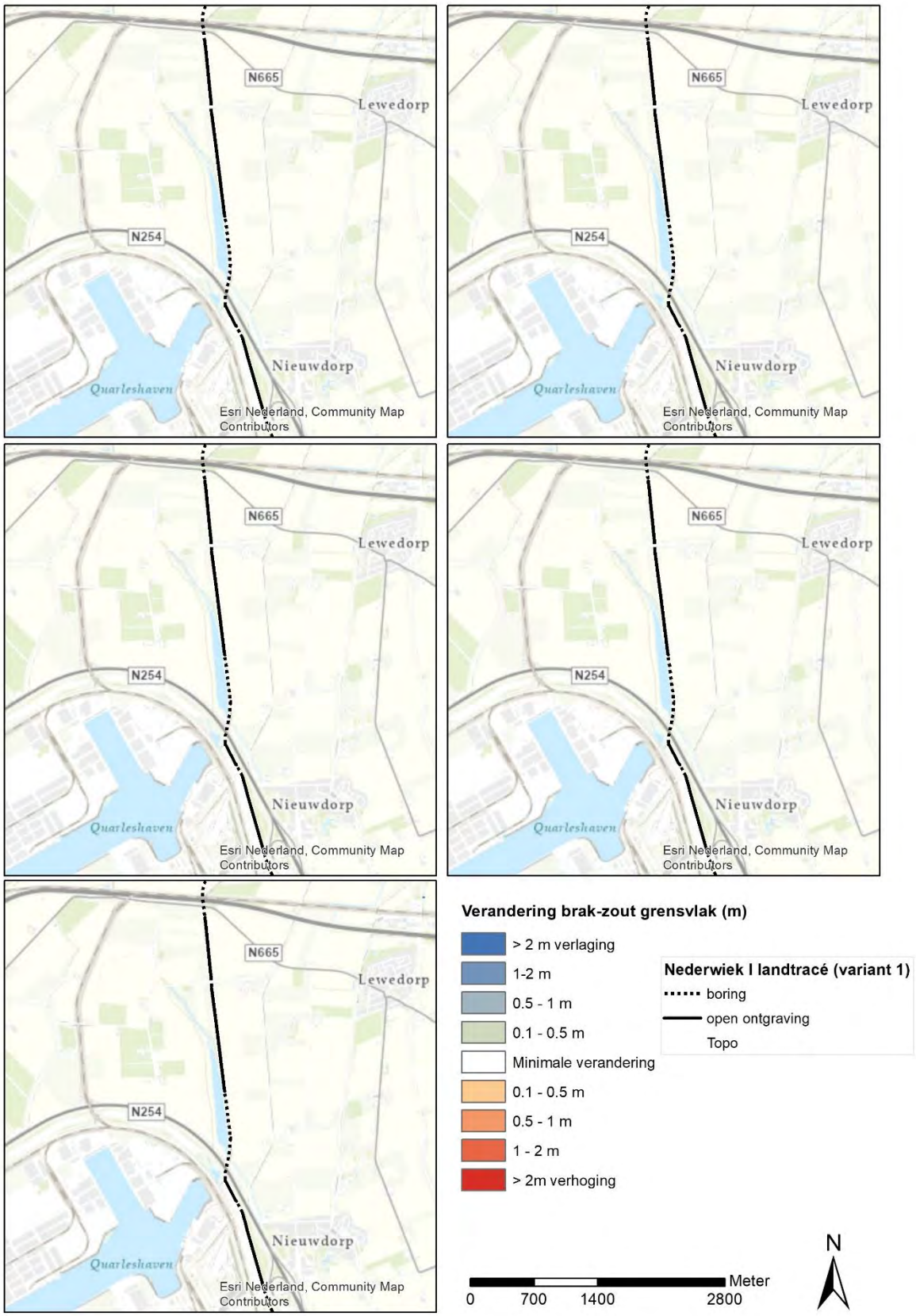
Herstel van het brak-zout grensvlak

In Figuur 4-41 tot en met Figuur 4-48 staat telkens voor 0.5, 1, 5, 10 en 20 jaar na ingreep de verhoging van het brak-zout grensvlak ten opzichte van de huidige situatie. Het beeld van het herstel sluit aan bij het beeld zoals beschreven voor het zoet-brak grensvlak.

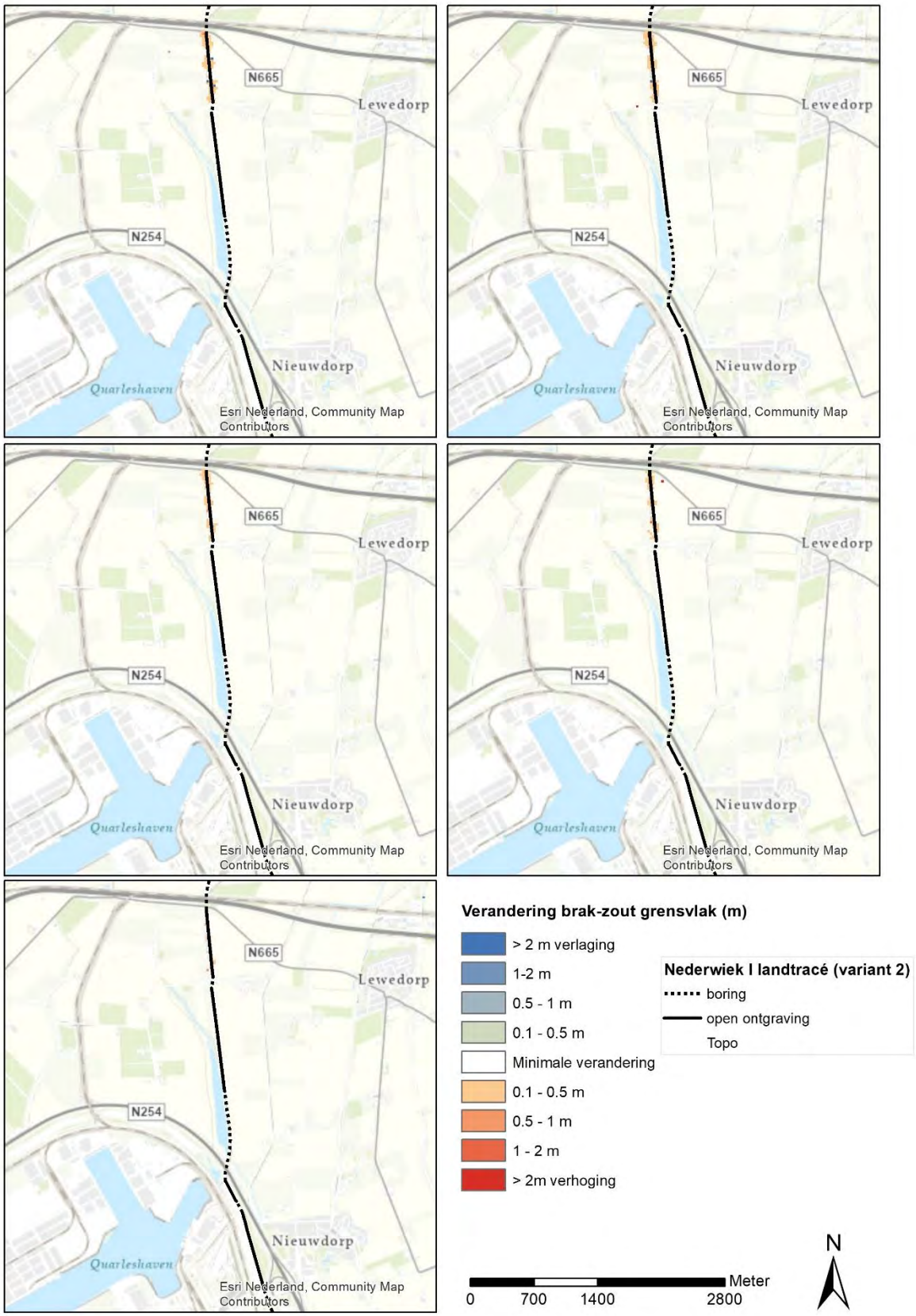
Figuur 4-41 Herstel van het brak-zout grensvlak voor het noordelijk deel van het tracé (van linksboven naar rechtsonder de jaren 0.5, 1, 5, 10 en 20 jaar) – variant 1. Op dit gedeelte zijn de effecten van variant 2 identiek aan variant 1 en niet weergegeven in een afzonderlijke figuur



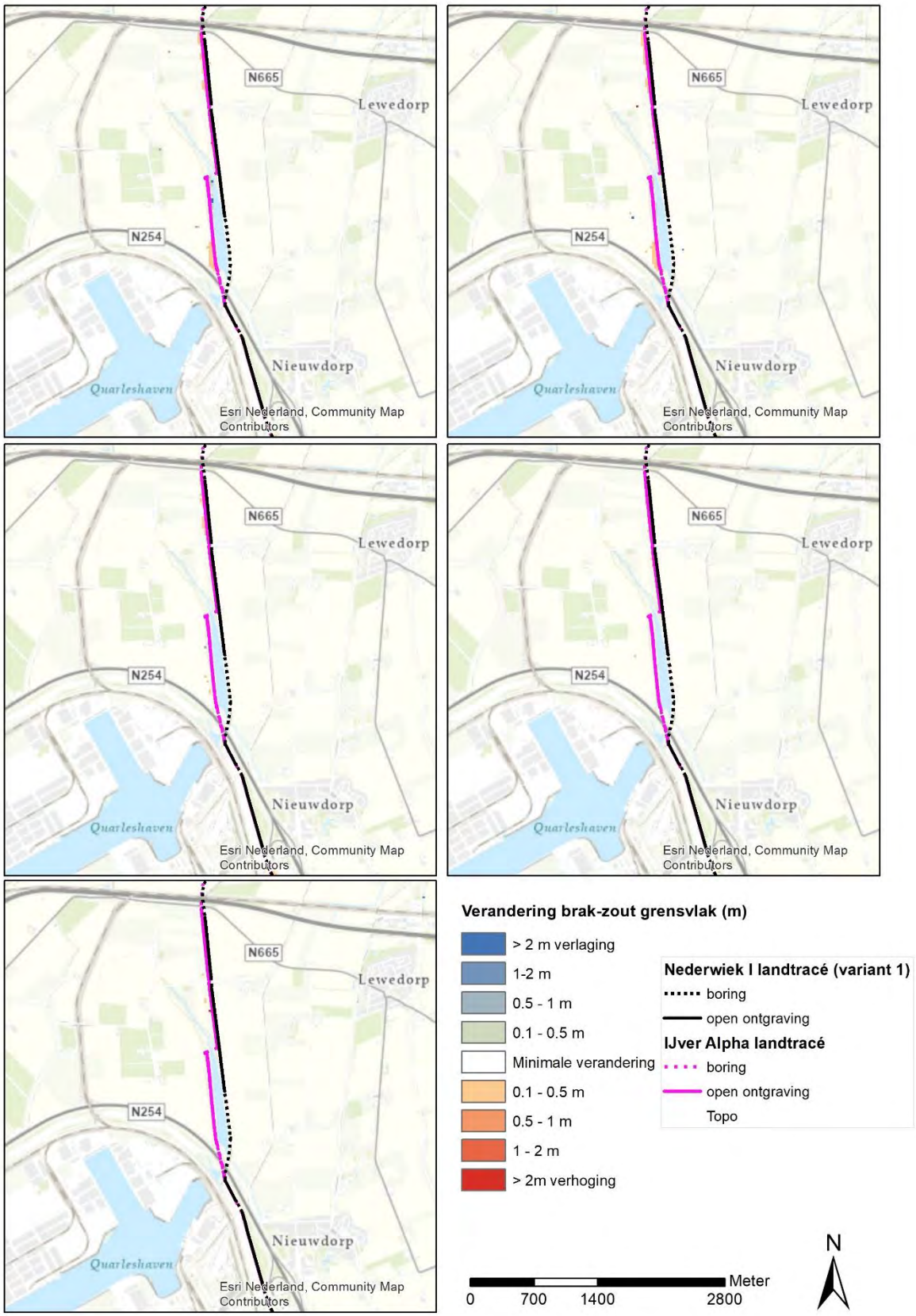
Figuur 4-42 Herstel van het brak-zout grensvlak voor het noordelijk deel van het tracé (van linksboven naar rechtsonder de jaren 0.5, 1, 5, 10 en 20 jaar) – variant 3. Op dit gedeelte zijn de effecten van variant 4 identiek aan variant 3 en niet weergegeven in een afzonderlijke figuur



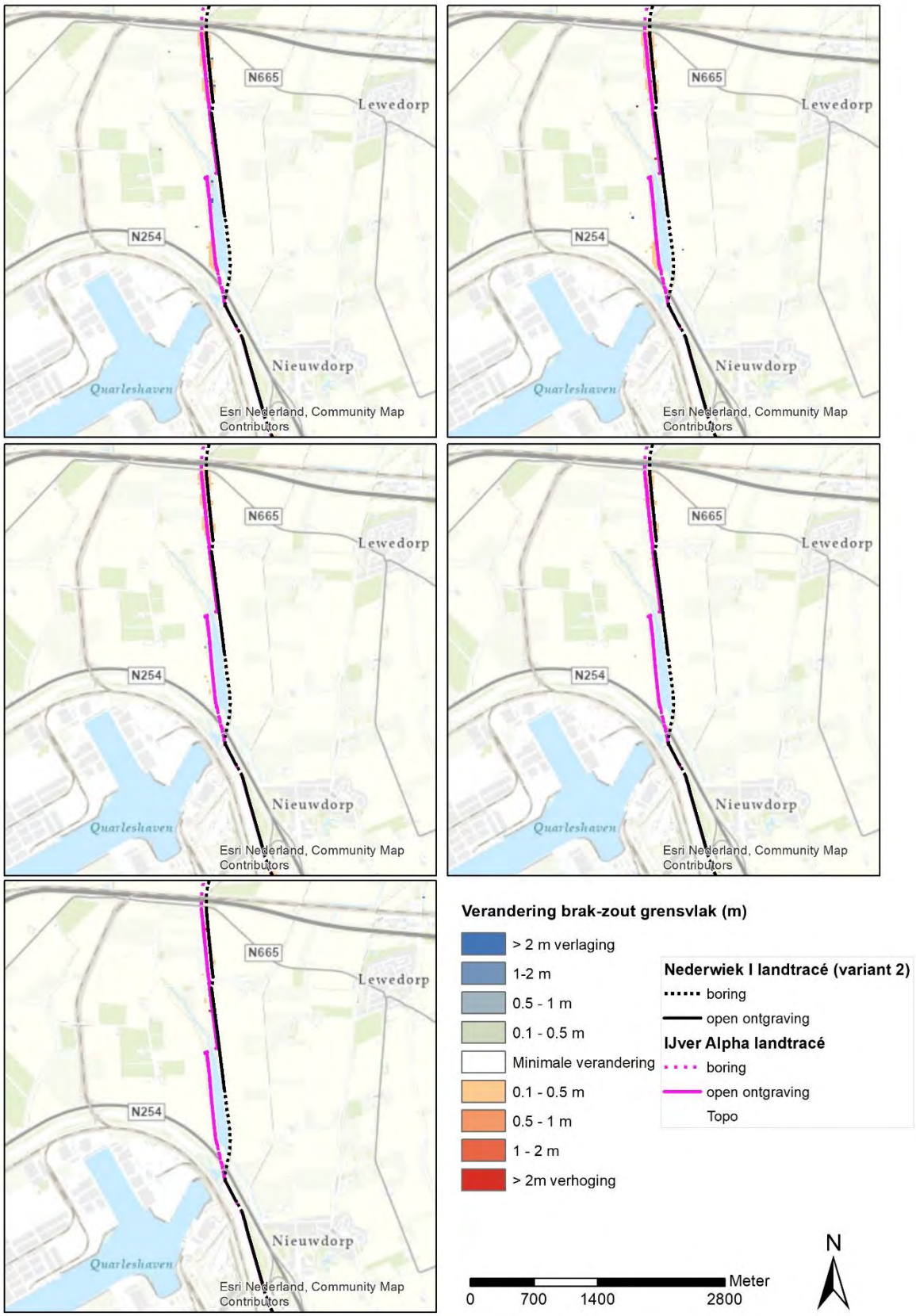
Figuur 4-43 Herstel van het brak-zout grensvlak voor het middendeel van het tracé (linksboven naar linksonder: 0.5, 1, 5, 10 en 20 jaar) – variant 1



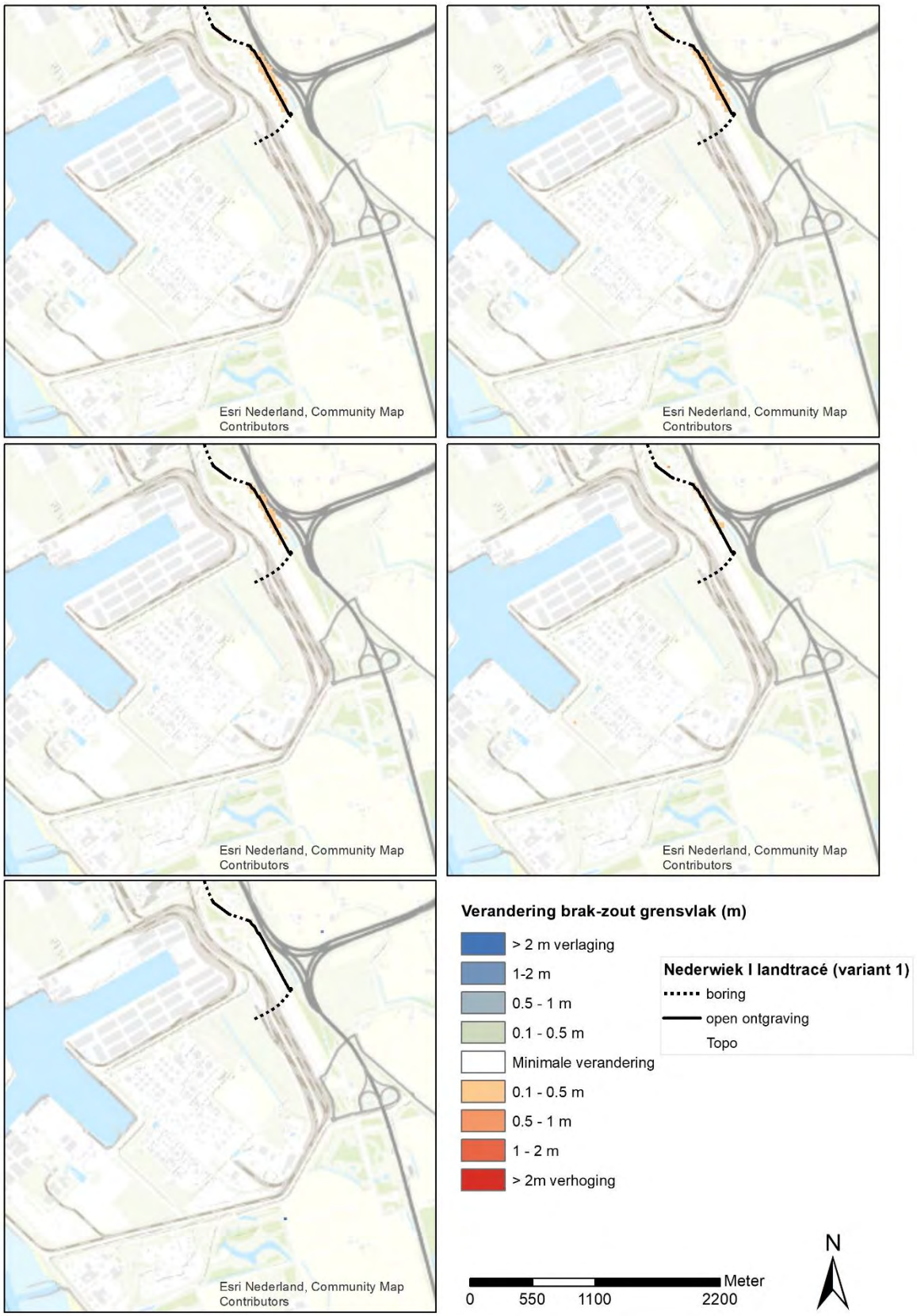
Figuur 4-44 Herstel van het brak-zout grensvlak voor het middendeel van het tracé (linksboven naar linksonder: 0.5, 1, 5, 10 en 20 jaar) – variant 2



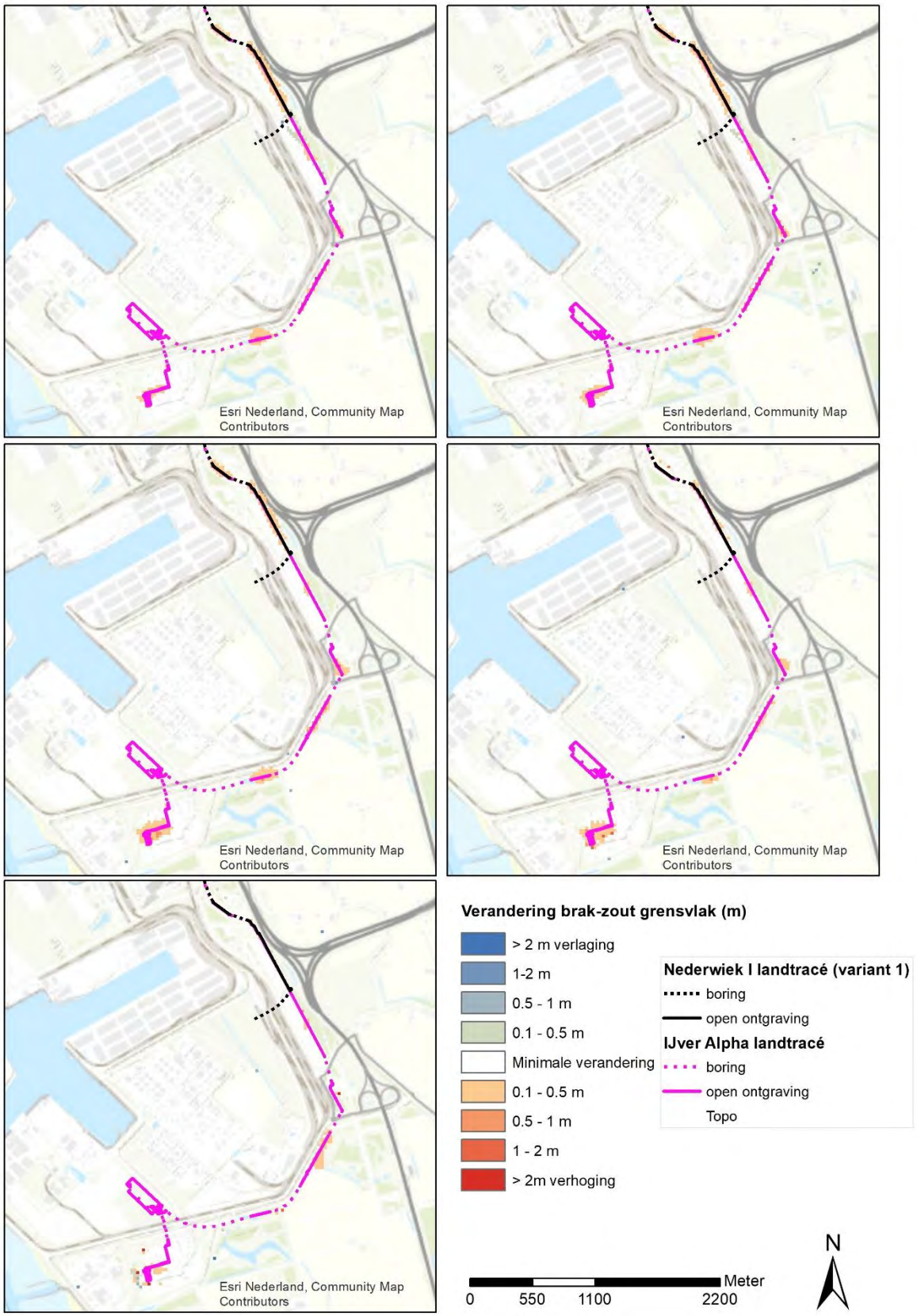
Figuur 4-45 Herstel van het brak-zout grensvlak voor het middendeel van het tracé (linksboven naar linksonder: 0.5, 1, 5, 10 en 20 jaar) – variant 3



Figuur 4-46 Herstel van het brak-zout grensvlak voor het middendeel van het tracé (linksboven naar linksonder: 0.5, 1, 5, 10 en 20 jaar) – variant 4



Figuur 4-47 Herstel van het brak-zout grensvlak voor het zuidelijk deel van het tracé (linksboven naar linksonder: 0.5, 1, 5, 10 en 20 jaar) – variant 1. Op dit gedeelte zijn de effecten van variant 2 identiek aan variant 1 en niet weergegeven in een afzonderlijke figuur



Figuur 4-48 Herstel van het brak-zout grensvlak voor het zuidelijk deel van het tracé (linksboven naar linksonder: 0.5, 1, 5, 10 en 20 jaar) – variant 3. Op dit gedeelte zijn de effecten van variant 4 identiek aan variant 3 en niet weergegeven in een afzonderlijke figuur

Herstel van de zoutconcentraties in de bovenste 2 meter vanaf maaiveld

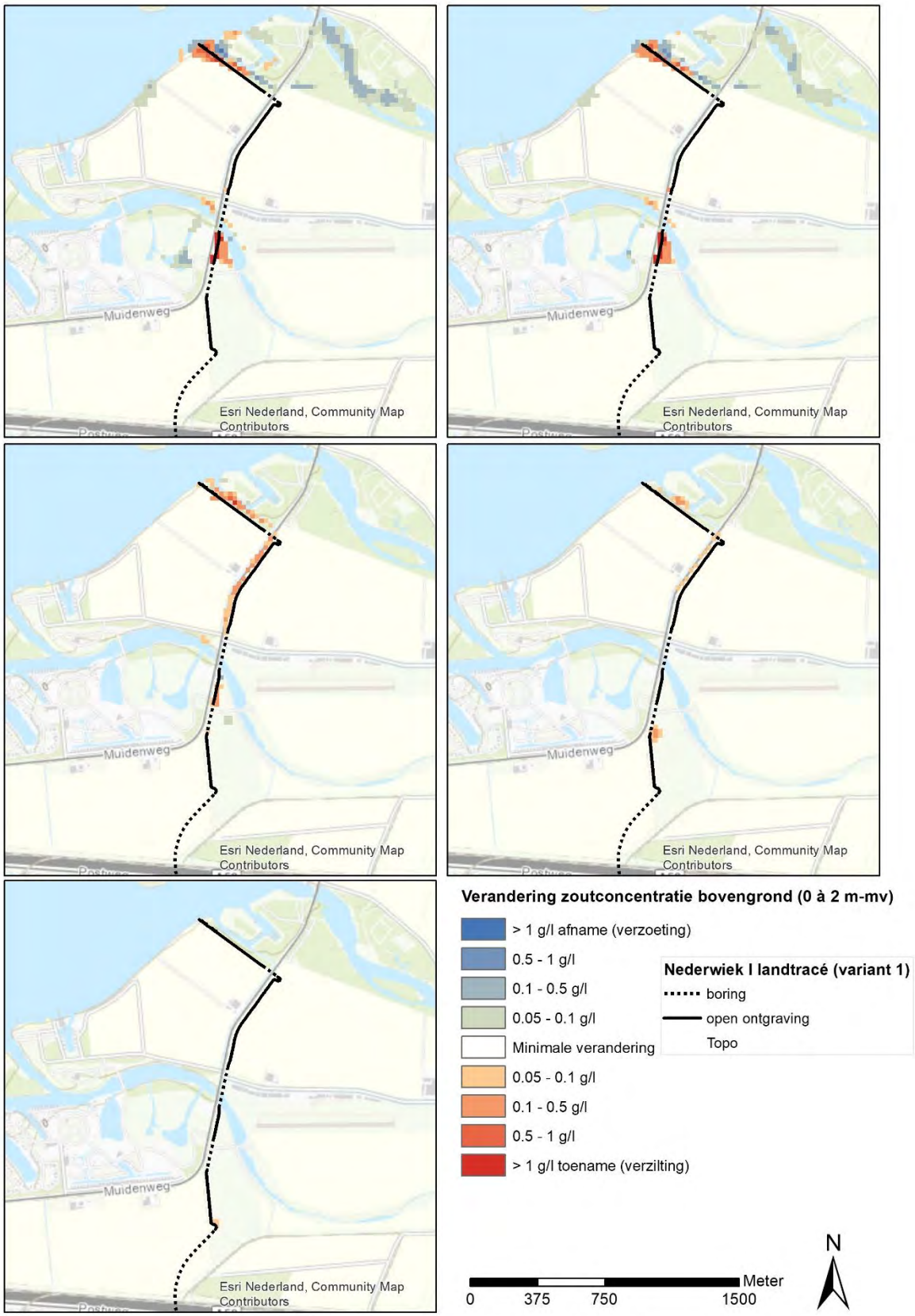
In Figuur 4-49 en Figuur 4-50 is de verandering van de zoutconcentraties voor de bovenste 2 meter van de ondergrond weergegeven voor 0.5, 1, 5, 10 en 20 jaar na de ingreep voor het noordelijk deel (aanlanding tot A58) van het gebied. Er treedt verdere verhoging van de zoutconcentraties op bij locaties waar in de ondiepe ondergrond al hoge zoutconcentraties voorkomen. De zoutconcentraties worden hoger door de bemalingen van de kabeltracés, en nemen weer af zoals te zien is in de figuren.

Na 0.5 en 1 jaar is al duidelijk sprake van een afname van de zoutconcentraties en een afname van het gebied waar een verhoging plaatsvindt. Na 10 jaar zijn er lokaal nog locaties met een beperkte verhoging van de zoutconcentraties en na 20 jaar zijn er nauwelijks effecten meer zichtbaar.

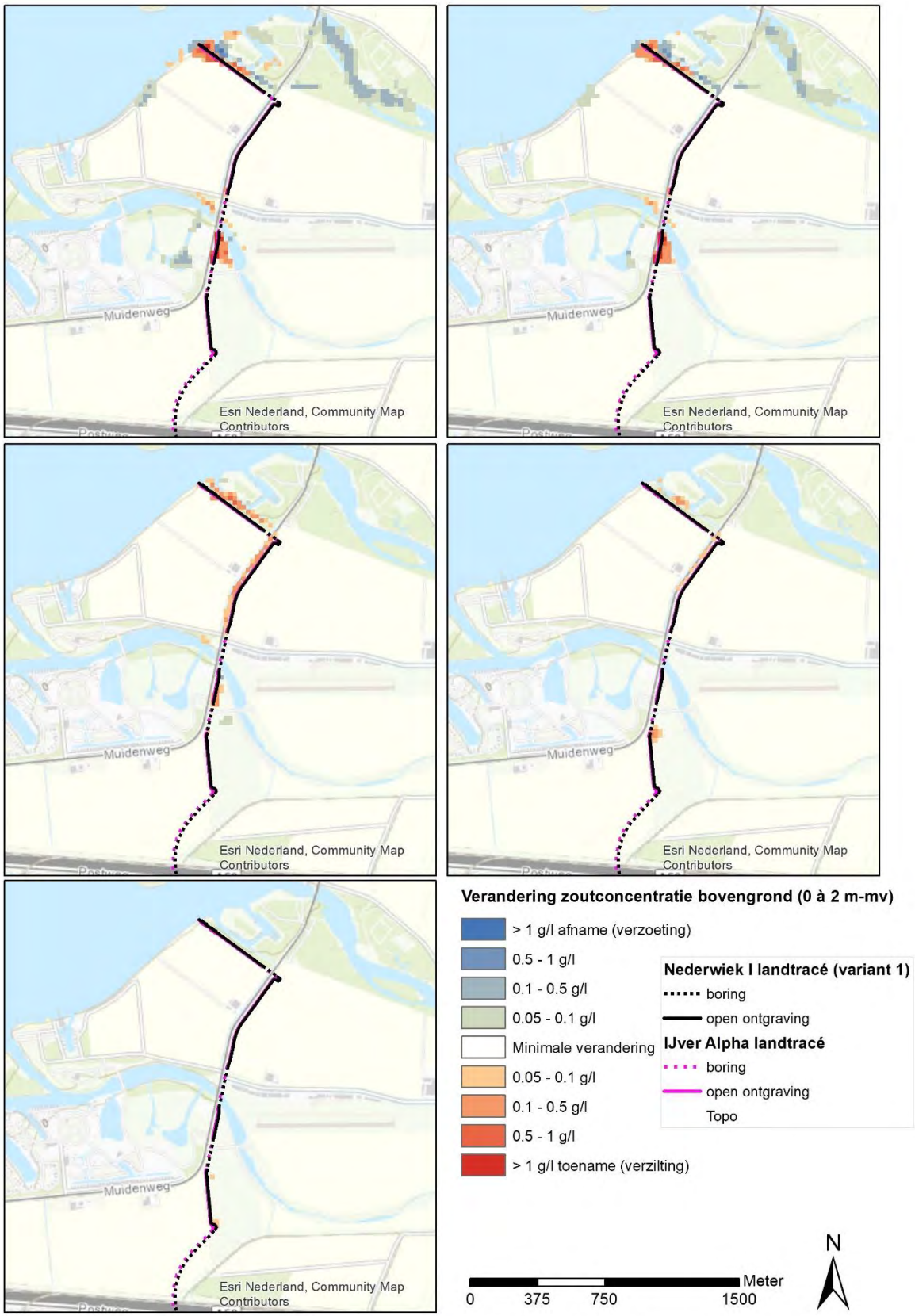
Opvallend is dat na 5 jaar langs de Muidenweg een verhoging voorkomt die in de eerdere jaren niet aanwezig was. Ook in de referentiesituatie wordt hier een stijging berekend door de aantrekkende werking van de naastgelegen watergang. Dit proces wordt versterkt door de bemaling die in het model een paar jaar daarvoor plaatsvindt. Of dit in werkelijkheid ook het geval is, moet ter voorbereiding op de uitvoering nader worden onderzocht. Geadviseerd wordt om het chloridegehalte in het grondwater en in de waterloop te meten. Met deze nulmeting en het grondwatermodel kan bepaald worden of de verhoging te verklaren is en of het een probleem voor het landgebruik langs de Muidenweg zal vormen.

Langs het middendeel van het kabeltracé (A58 tot N254) zijn geen effecten zichtbaar, zie Figuur 4-51 tot en met Figuur 4-54.

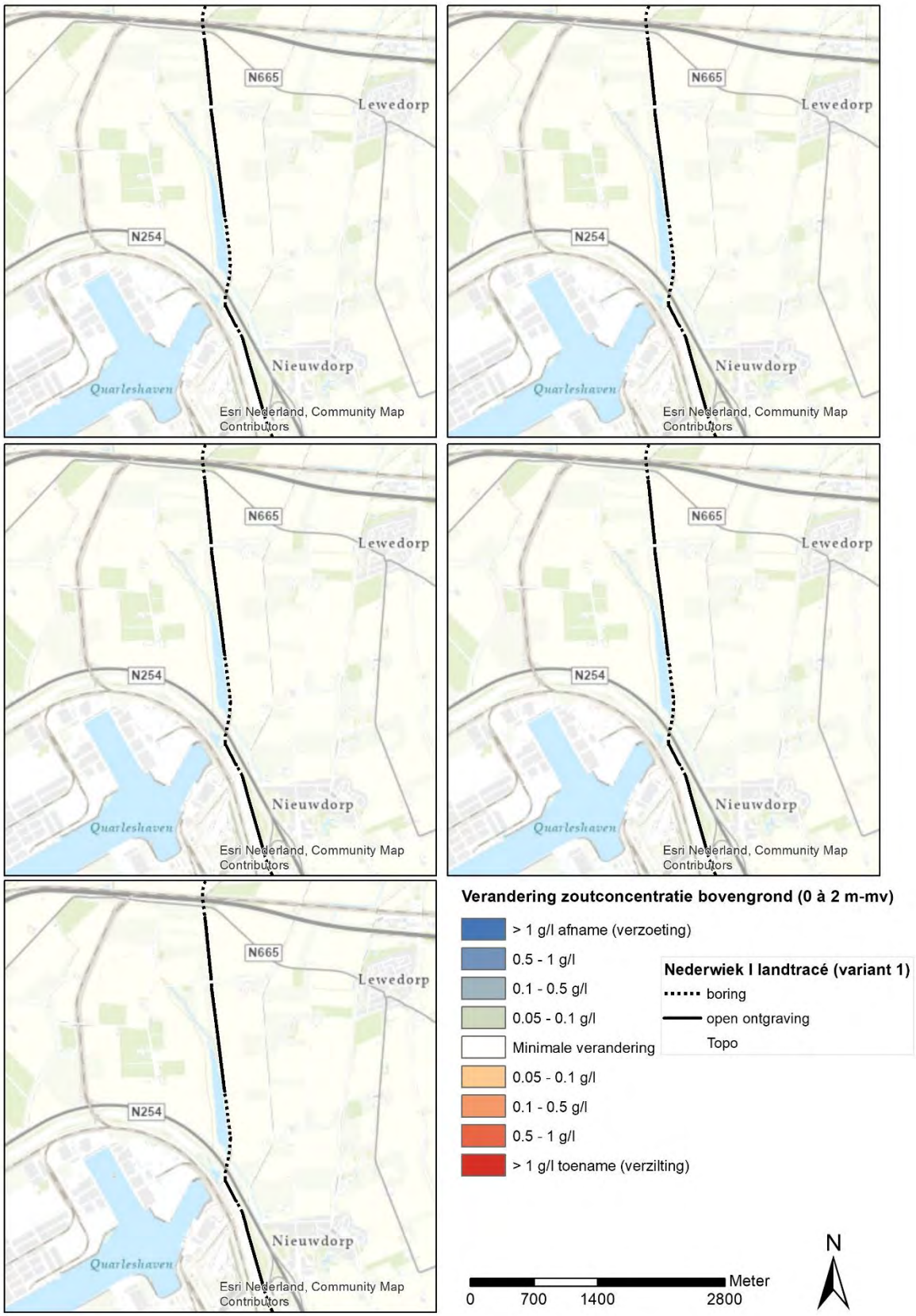
Voor het zuidelijk deel (A58 tot N254) is de verandering van de zoutconcentraties weergegeven in Figuur 4-55 (variant 1 en 2) en Figuur 4-56 (variant 3 en 4, cumulatie). Hier zijn nog kleine effecten zichtbaar op de locatie van het kabeltracé zelf.



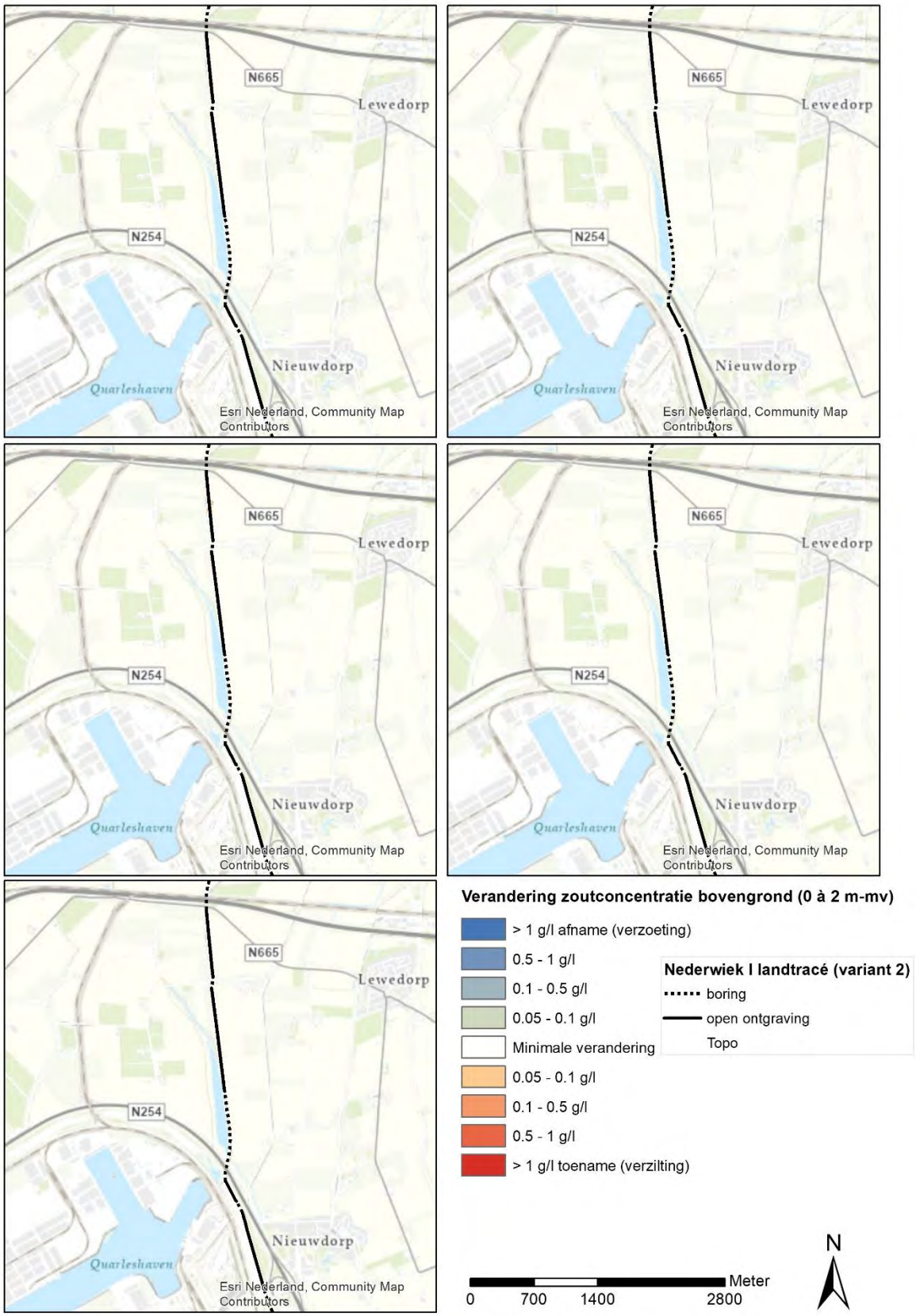
Figuur 4-49 Herstel van de zoutconcentraties in de bovenste 2 meter van de ondergrond voor het noordelijk deel van het tracé (linksboven naar linksonder: 0.5, 1, 5, 10 en 20 jaar) – variant 1. Op dit gedeelte zijn de effecten van variant 2 identiek aan variant 1 en niet weergegeven in een afzonderlijke figuur



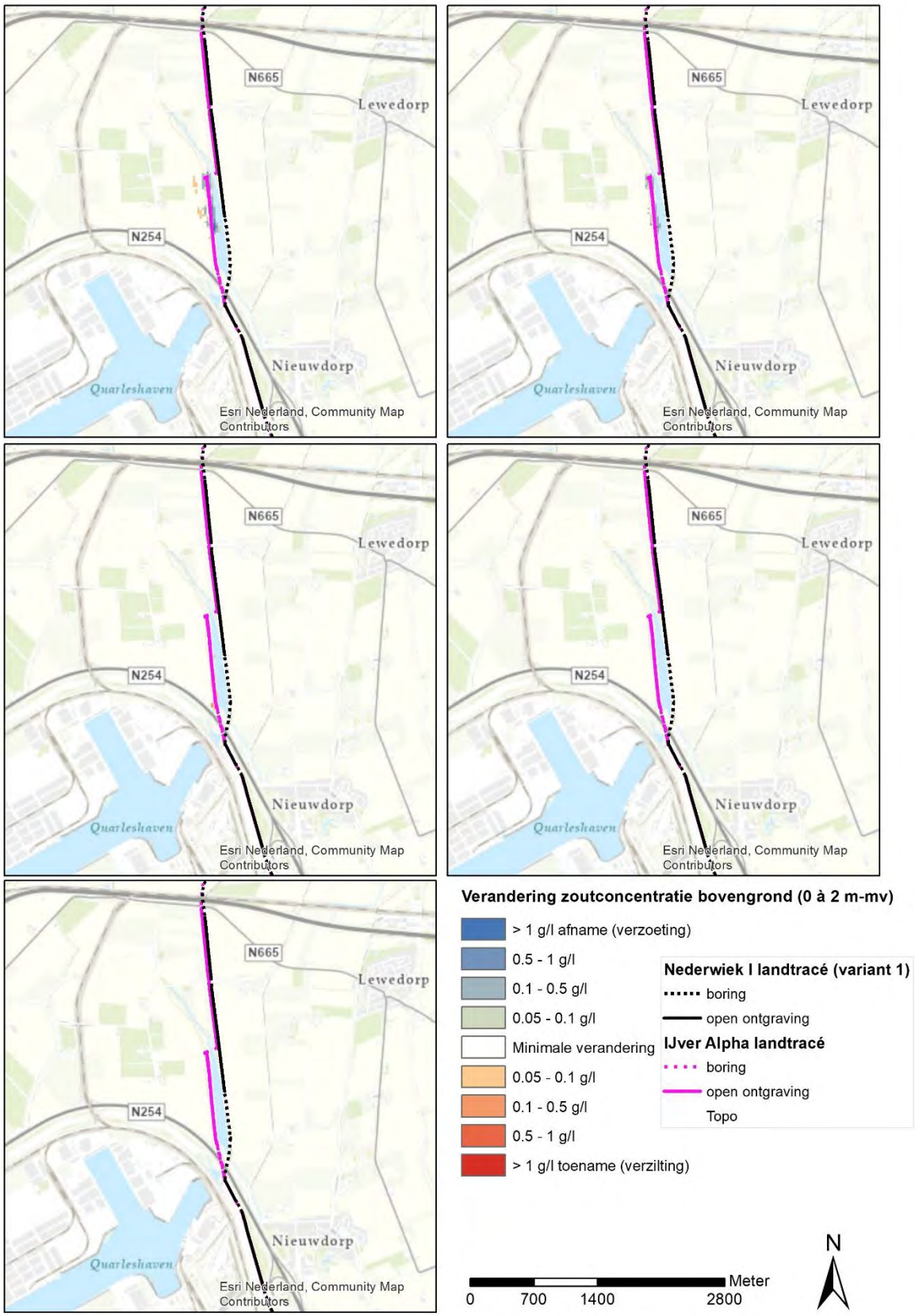
Figuur 4-50 Herstel van de zoutconcentraties in de bovenste 2 meter van de ondergrond voor het noordelijk deel van het tracé (linksboven naar linksonder: 0.5, 1, 5, 10 en 20 jaar) – variant 3. Op dit gedeelte zijn de effecten van variant 4 identiek aan variant 3 en niet weergegeven in een afzonderlijke figuur



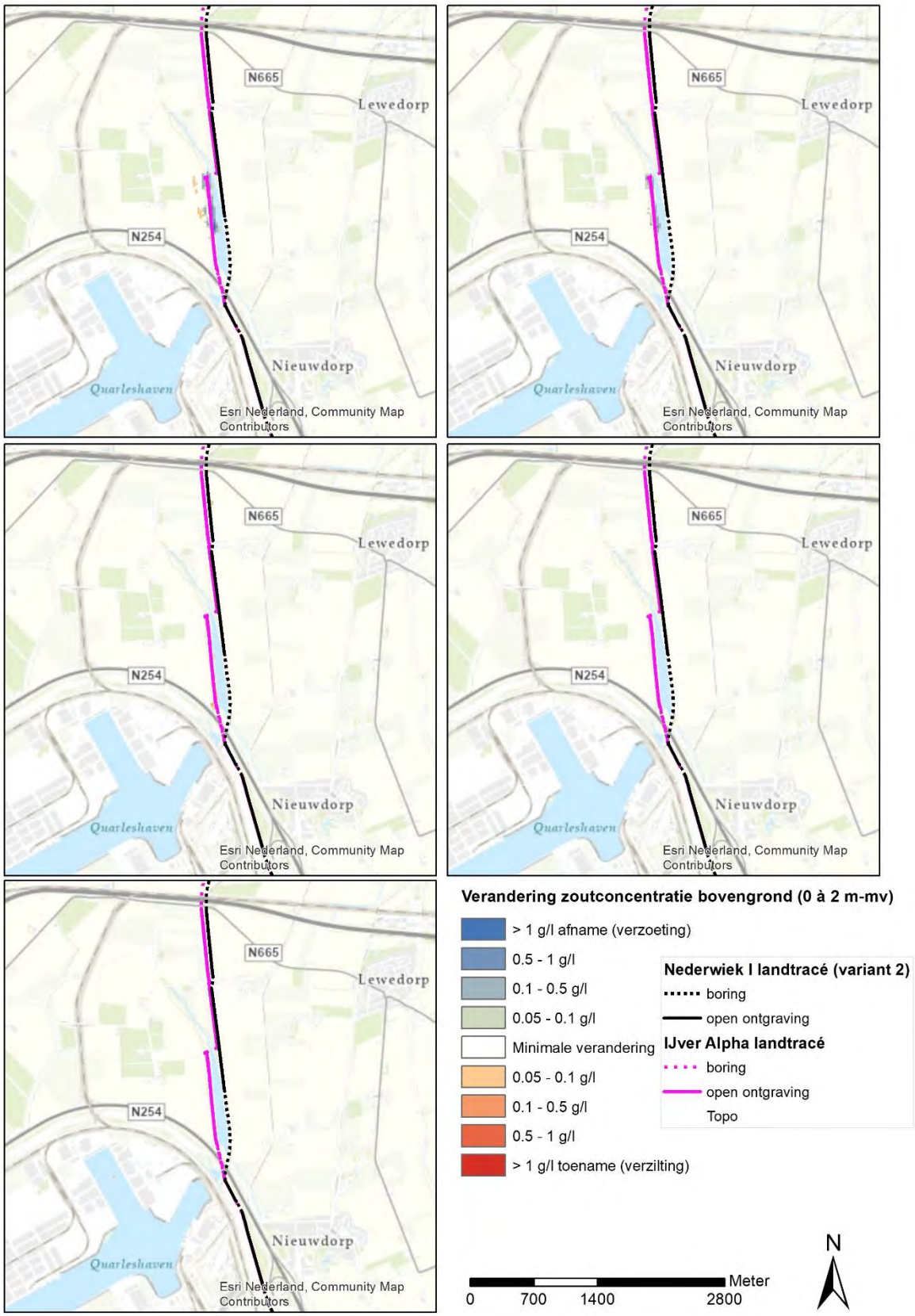
Figuur 4-51 Herstel van de zoutconcentraties in de bovenste 2 meter van de ondergrond voor het middendeel van het tracé (linksboven naar linksonder: 0.5, 1, 5, 10 en 20 jaar) – variant 1



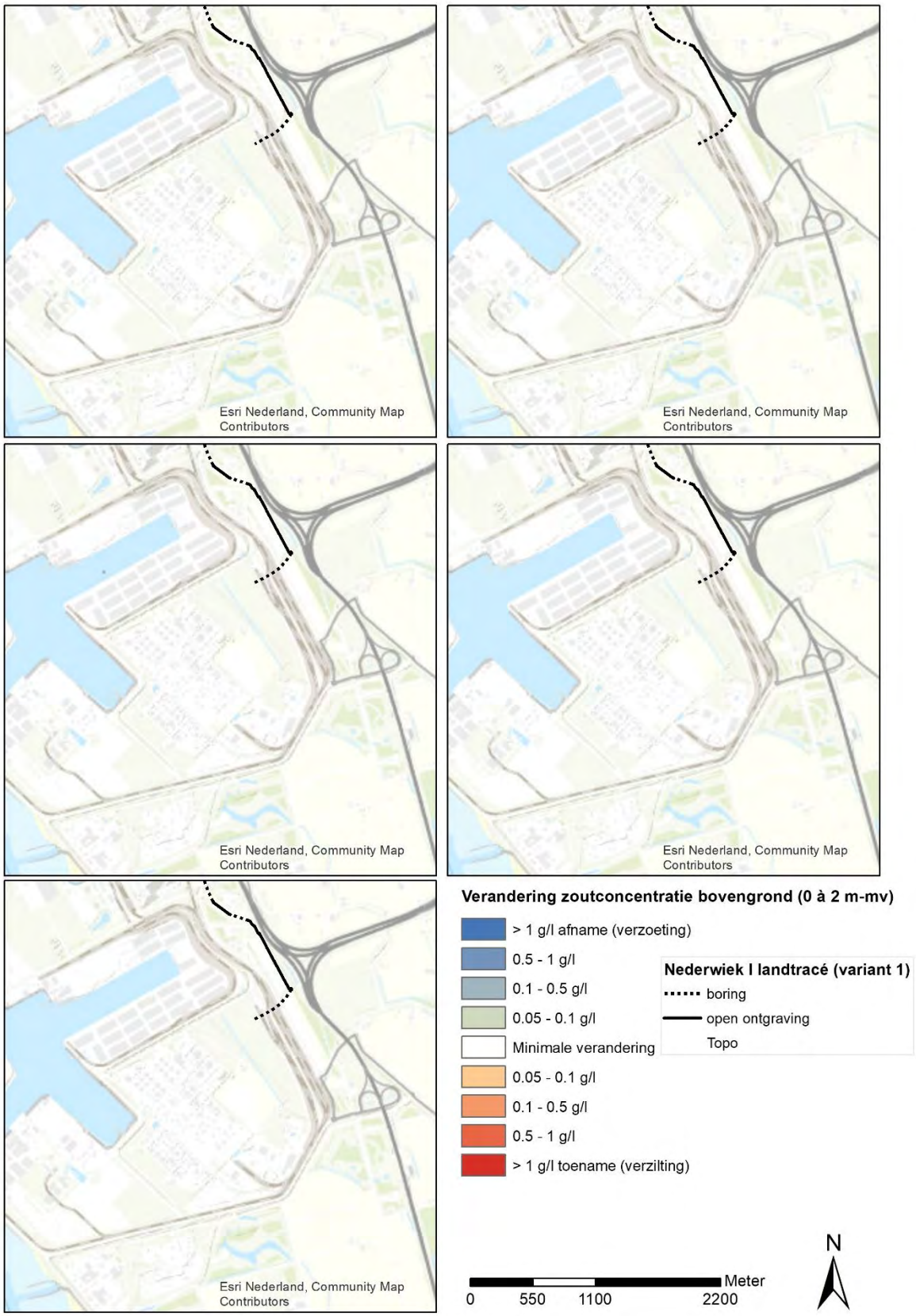
Figuur 4-52 Herstel van de zoutconcentraties in de bovenste 2 meter van de ondergrond voor het middendeel van het tracé (linksboven naar linksonder: 0.5, 1, 5, 10 en 20 jaar) – variant 2



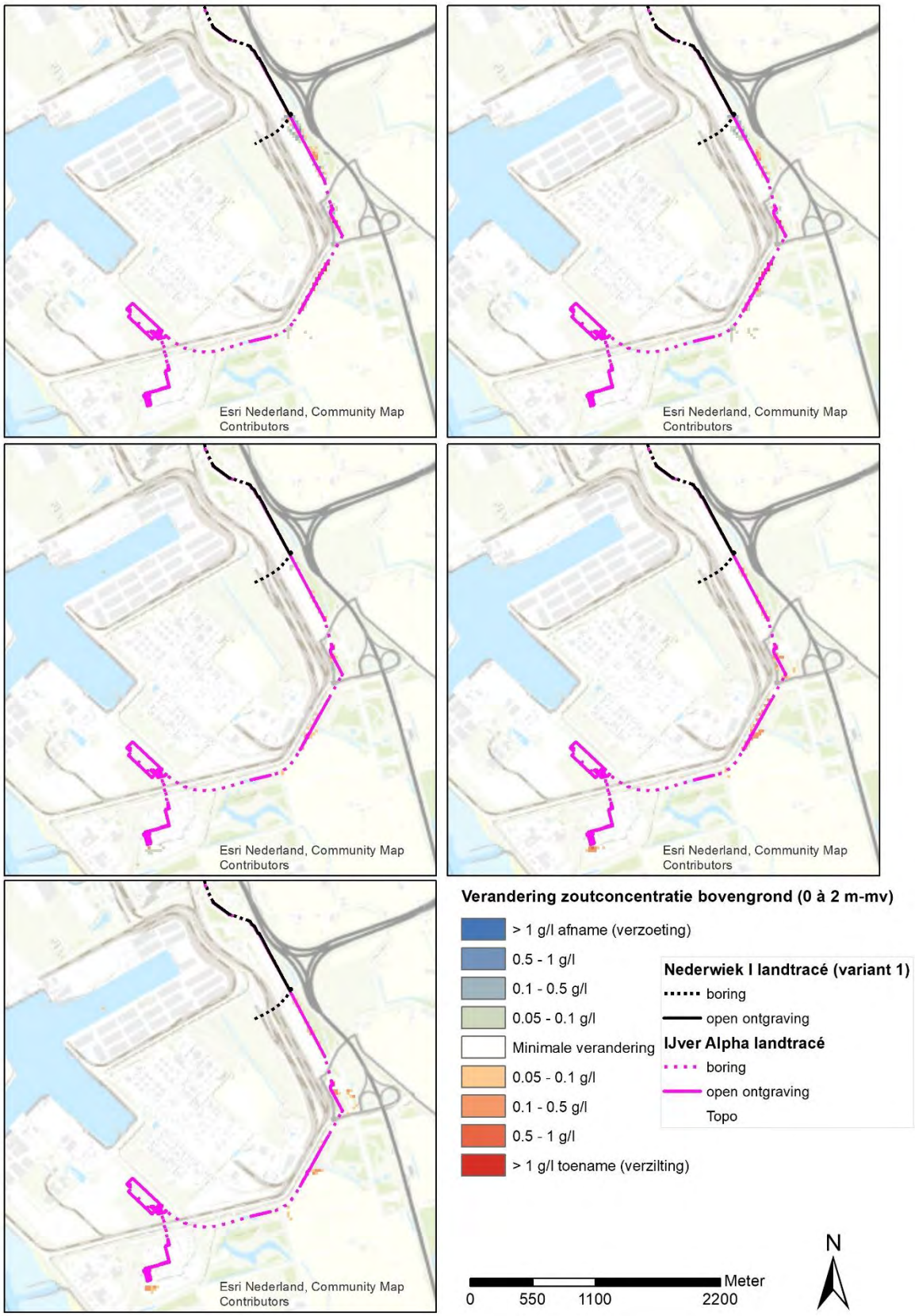
Figuur 4-53 Herstel van de zoutconcentraties in de bovenste 2 meter van de ondergrond voor het middendeel van het tracé (linksboven naar linksonder: 0.5, 1, 5, 10 en 20 jaar) – variant 3



Figuur 4-54 Herstel van de zoutconcentraties in de bovenste 2 meter van de ondergrond voor het middendeel van het tracé (linksboven naar linksonder: 0.5, 1, 5, 10 en 20 jaar) – variant 4



Figuur 4-55 Herstel van de zoutconcentraties in de bovenste 2 meter van de ondergrond voor het zuidelijk deel van het tracé (linksboven naar linksonder: 0.5, 1, 5, 10 en 20 jaar) – variant 1. Op dit gedeelte zijn de effecten van variant 2 identiek aan variant 1 en niet weergegeven in een afzonderlijke figuur



Figuur 4-56 Herstel van de zoutconcentraties in de bovenste 2 meter van de ondergrond voor het zuidelijk deel van het tracé (linksboven naar linksonder: 0.5, 1, 5, 10 en 20 jaar) – variant 3. Op dit gedeelte zijn de effecten van variant 4 identiek aan variant 3 en niet weergegeven in een afzonderlijke figuur

5 Conclusies en aanbevelingen

5.1 Effect grondwater

De grootste beïnvloeding van de grondwaterstanden vindt plaatst langs het noordelijk deel van het kabeltracé op land (tussen het Veerse Meer en de A58). Doordat de bodem daar goed doorlatend is, moet er veel grondwater onttrokken worden voor de verlaging. Hierdoor treedt het verlagende effect over relatief grote afstand op: tot ongeveer 400 meter van het kabeltracé.

In het middendeel van het kabeltracé op land (ten zuiden van de A58 tot aan de N254) is het effect nihil bij zowel variant 1 als 2, omdat hier geen bemaling nodig is. Ten noorden van de Sloekreek reikt het invloedsgebied bij variant 2 in het weiland (tussen A58 en Oude Veerweg) tot maximaal 125 meter aan weerzijde van het kabeltracé. Door de gelijktijdige aanleg met Net op zee IJmuiden Ver Alpha (variant 3 en 4) zijn deze effecten groter en treden aanvullend effecten op tussen de Oude Veerweg en de noordkant van de Sloekreek. Ten westen van de Sloekreek komt verlaging voor in een groter gebied als dit vergeleken wordt met de passage aan de oostzijde door Net op zee Nederwiek 1.

In het zuidelijk deel vanaf N254, langs de Sloehaven, tot aan het converterstation is het invloedsgebied kleiner en reikt tot maximaal 125 meter aan weerzijde van het kabeltracé voor zowel enkel Net op zee Nederwiek 1 als in combinatie met Net op zee IJmuiden Ver Alpha.

De piekdebieten (in m^3/dag) en het waterbezwaar (totaal volume water in m^3) is uitgerekend met het grondwatermodel. Voor het hele kabeltracé en de varianten 1 en 2 zijn de bemalingsdebieten respectievelijk 4.171 m^3/d en 4.857 m^3/d. Het waterbezwaar is respectievelijk 116.788 m^3 en 135.996 m^3. Bij de varianten 3 en 4 (cumulatie met Net op zee IJmuiden Ver Alpha) wordt er meer water onttrokken. Het bemalingsdebiet per dag bedraagt gemiddeld 7.726 en 8.281 m^3/d en het totaal debiet is respectievelijk 216.328 en 231.868 m^3.

De grootste debieten komen voor in het noordelijke deel van aanlanding tot de A58. Het verschil in de totale debieten tussen de varianten is verwaarloosbaar klein.

5.2 Effect zoutconcentraties

Als gevolg van de bemaling wordt het grensvlak van zoet-brak en brak-zout verhoogd in de lokale omgeving van het kabeltracé. De effecten zijn het grootst in het noordelijke deel van het kabeltracé vanaf het Veerse Meer tot ten noorden van de A58. Op de locatie van het kabeltracé komt het zoet-brak grensvlak met meer dan 2 meter omhoog. Hoe zuidelijker (richting A58) en hoe verder van het kabeltracé, hoe kleiner is de verhoging van het grensvlak. In combinatie met Net op zee IJmuiden Ver Alpha reikt het effect circa 50 meter verder maar wordt het zoet-brak grensvlak niet verder omhooggetrokken dan wanneer enkel Net op zee Nederwiek 1 wordt aangelegd.

Voor het middendeel van het kabeltracé geldt voor variant 2 (in het weiland) dat de effecten groter zijn dan voor variant 1 (onder de weg). Bij variant 1 is geen bemaling nodig, alleen tussen de A58 en Oude Veerweg, waardoor de effecten zich op dit stuk beperken. Het zoet-brak grensvlak wordt hier minder sterk omhooggetrokken (< 50 centimeter) dan in het noordelijk deel bij het Veerse Meer en blijft beperkt tot 50 meter van het kabeltracé. Dezelfde effecten zijn zichtbaar wanneer Net op zee Nederwiek 1 in combinatie met Net op zee IJmuiden Ver Alpha tegelijk wordt aangelegd, met

aanvullend de effecten van Net op zee IJmuiden Ver Alpha zuidelijk van de Oude Veerweg. Ten westen van Sloekreek ligt het kabeltracé van Net op zee IJmuiden Ver Alpha. Hier ligt het zoet-brak grensvlak al hoger waardoor er deels een verlaging van het zoet-brak grensvlak lijkt plaats te vinden.

In het zuidelijke deel van het kabeltracé (N254 tot aan het converterstation) komen effecten voor tot op een afstand van 50 meter van het kabeltracé. Op de locatie van het kabeltracé wordt een verhoging van ca. 50 centimeter tot meer dan 1 meter berekend.

De verandering van de zoutconcentraties in de bovenste 2 meter van de ondergrond is beperkter op het kabeltracé, en komt lokaal voor (rond De Piet, stuw Muidenweg en ten noordwesten aan de Sloekreek). De verandering van de zoutconcentratie treedt op bij locaties waar de ondiepe ondergrond in de huidige situatie ook hoge zoutconcentraties bevat (ten westen van de Sloekreek). Daarmee is er zeer beperkt sprake van verzilting (daadwerkelijke afname van zoetwater nabij maaiveld).

Het herstel van de grensvlakken in de ondergrond duurt lang. Na ca. 20 jaar is het grootste deel van de effecten verdwenen. Het herstel start met de afname van de verhoging van de grensvlakken ter plaatse van de ingreep. Later in het hersteltraject neemt de omvang van de beïnvloeding af. De verhoogde zoutconcentraties nabij maaiveld nemen snel af. Na 2 jaar is de mate en omvang aanzienlijk afgenomen. Na 10 jaar is de beïnvloeding beperkt tot enkele locaties.

Deze effecten zijn berekend met condities in een gemiddeld jaar waardoor dit in droge of natte jaren andere effecten kan geven. In een droog jaren zullen de effecten op zoutconcentraties groter zijn dan in een nat jaar (zie ook aanbevelingen in paragraaf 5.3) terwijl het waterbezwaar lager is in een droog jaar en hoger in een nat jaar. In de berekeningen zijn geen mitigerende maatregelen meegenomen om de grondwaterstandsverlaging in de omgeving te beperken.

Tussen de varianten 1 en 2 (alleen de effecten van Net op zee Nederwiek 1) komen in het middendeel weinig verschillen voor. Maatgevend is dat bij variant 1 in het middendeel alleen tussen de A58 en Oude Veerweg wordt bemalen. Bij variant 2 wordt in het middendeel niet bemalen.

Bij alle vier varianten geldt hetzelfde: Westelijk van de Sloekreek verloopt alleen het tracé van Net op zee IJmuiden Ver Alpha. Westelijk van de Sloekreek worden door Net op zee Nederwiek 1 geen verlagingen verwacht, door Net op zee IJmuiden Ver Alpha wel.

De cumulatie van de Netten op zee Nederwiek 1 en IJmuiden Ver Alpha, waaronder de bredere sleufbreedte van de parallel liggende gedeeltes, heeft weinig effect op de resultaten.

5.3 Conclusies en aanbevelingen

Verzilting na 5 jaar in herstelberekeningen
In de herstelberekeningen is in het noordelijk deel bij de Muidenweg na 5 jaar nog steeds een verhoging van de concentraties nabij maaiveld zichtbaar. De modelcellen die deze verhoogde waarden laten zien liggen in een watergang. De verhoogde zoutconcentratie zal niet optreden op de naastgelegen percelen. Ook in de huidige situatie wordt op de locatie bij de sloot een toename van de concentraties berekend. De ingreep lijkt dit proces te versnellen. Dit proces is nu niet nader onderzocht, maar ter voorbereiding op de uitvoering is het onze aanbeveling dit proces nader te onderzoeken om in te schatten of dit ook in werkelijkheid is te verwachten. Een mogelijke oorzaak is de recente wijziging van waterpeilregime op het Veerse Meer. We raden aan om een nulmeting voor de zoutcontractie uit te voeren en om het meten van zoutconcentratie op deze locatie in het monitoringsplan op te nemen.

Seizoenseffect
Het is nog niet bekend in welk seizoen de ingreep wordt uitgevoerd. In dit onderzoek is aangenomen dat de ingreep in de zomerperiode wordt uitgevoerd. De grondwateraanvulling en de grond-waterstanden zijn dan beide lager dan in de winterperiode.
Er is niet onderzocht in welke mate de effecten veranderen wanneer bijvoorbeeld wordt gekozen voor een uitvoering in het najaar of gedurende de winter. Verder is voor het herstel gerekend met de grondwatervoeding van een gemiddeld jaar. Voor de kortdurende effecten op grondwaterverlaging is gerekend met een nat jaar tijdens de bemaling. In de werkelijkheid kan de aanleg samenvallen met een meer extreme situatie. Het is daarom aan te raden om:

- De bandbreedte van het seizoenseffect op de effecten van de ingreep te onderzoeken.
- Bij het bemalingsadvies rekening te houden met het seizoen (zomer of winter) waarin de bemaling plaatsvindt

Nader onderzoek ten behoeve van uitvoering en monitoring
De modelstudie is bedoeld om voor het MER de effecten voor het kabeltracé als geheel in beeld te brengen. Deze studie kan niet één op één worden ingezet ten behoeve van de uitvoering. Voor de uitvoering is een bemalingsadvies nodig dat opgesteld wordt om de vergunningaanvraag voor te bereiden bij Waterschap Scheldestromen. Zo'n advies wordt opgesteld volgens de richtlijnen van de BRL1200. Daarbij wordt voorgeschreven dat meer gedetailleerde berekeningen uitgevoerd worden om de bemalingshoeveelheden en omgevingseffecten te bepalen. Met het bemalingsadvies en de voorbereiding van de technische uitvoering wordt gezorgd dat de bemalingsuitvoerder vastlegt welke onttrekkingsconfiguratie toegepast wordt en hoe de risico's die samenhangen met de bemaling beheerst gaan worden.

Informatie over het grondwater, de verdeling van zoet- en zout en de voorkomende fluctuaties in ruimte en tijd zijn de basis voor het bemalingsadvies. Het is aan te bevelen basisinformatie voor de ingreep en de effecten van bemaling te monitoren. Voor een goede monitoring van de effecten is een goede 'nul-meting' van belang. Daarin wordt de huidige situatie goed in beeld gebracht. Het monitoringsplan voor Net op zee IJmuiden Ver Alpha voorziet in deze referentie-monitoring. Het is wenselijk om de omgeving van het converterstation voor Net op zee Nederwiek 1 toe te voegen aan het genoemde monitoringsplan grondwater.

Met de verzamelde informatie en het bemalingsadvies wordt bij Waterschap Scheldestromen vergunning aangevraagd. Het meten van grondwater en de monitoring van eventuele effecten is een standaard-onderdeel van de voorwaarden die gelden bij vergunningen voor onttrekking van

grondwater. Bij de beoordeling van de vergunningaanvraag kan het waterschap nadere eisen stellen aan de monitoring. Het is aan te raden om in het monitoringsplan ruimte te laten voor aanpassingen ten aanzien van de meetstrategie en de locaties waar gemeten moet worden.

Mitigerende maatregelen
De modelstudie is uitgevoerd met een uitvoeringsmethode die uitgaat van open sleufbemalingen langs de kabeltracés. Deze rekenwijze leidt tot de grootst mogelijke verlaging van grondwater en de grootste effecten op het aantrekken van grensvlakken (zoet-brak, brak-zout) en verzilting van de bovenste 2 meter onder maaiveld. Daarmee worden de mogelijke effecten 'maximaal' in beeld gebracht; het is de meest ongunstige manier van bemalen.

Met andere uitvoeringsmethoden zijn de effecten goed te mitigeren. De verlaging van de grondwaterstand wordt minder door het toepassen van mitigerende maatregelen. Ook de verschuiving van grensvlakken en de mate van verzilting van de bovenste twee meter onder maaiveld neemt af.

Mitigerende maatregelen die toegepast kunnen worden zijn: retourbemaling van onttrokken water in de relevante bodemlagen, natte ontgraving, het toepassen van (waterkerende) damwanden. Verder helpt het reduceren van de duur van de bemaling ook. Dit kan bij een werkwijze waarbij een kortere doorlooptijd nodig is en de bemaling van kabeltracés eerder gestopt wordt. De toepassing van mitigerende maatregelen wordt bepaald bij de toetsing van de vergunning en de beoordeling van het uitvoeringsplan van de aannemer.

Referentielijst

Alterra. (2016, Februari). *Buisdrainagekaart 2015; Update landelijke buisdrainagekaart*. Opgehaald van Wageningen University & Research: https://www.wur.nl/nl/Publicatie-details.htm?publicationId=publication-way-343935353937

Arcadis. (10 december 2021). *Net op zee IJmuiden Ver Alpha, MER fase 2 – Bijlage VI-B Grondwatermodellering en verziltingsstudie.*

Deltares. (2018, Juni 29). *FRESHEM*. Opgehaald van Publicwiki Deltares Zoetzout: https://publicwiki.deltares.nl/display/ZOETZOUT/FRESHEM

Deltares. (2020, November 25). *iMOD Open Source Community*. Opgehaald van https://oss.deltares.nl/nl/web/imod/home

Gunnink, J., & Stafleu, J. (2016). *Hydraulische paramaterisering van GeoTOP Zeeland.* Utrecht: TNO.

KNMI. (2020, November 12). *Neerslag - geinterpoleerde dagelijkse neerslagsom in nederland*. Opgehaald van KNMI Data Platform: https://dataplatform.knmi.nl/catalog/index.html

KNMI. (2020, November 3). *Neerslag - langjarig gemiddelde 1981-2010 - gemiddelde hoeveelheid neerslag per maand*. Opgehaald van KNMI Data Platform: https://dataplatform.knmi.nl/catalog/index.html

KNMI. (2020, November 12). *Verdamping - geinterpoleerde dagelijkse makkink verdamping in nederland*. Opgehaald van KNMI Data Platform: https://dataplatform.knmi.nl/catalog/index.html

NHI. (2020, Oktober 31). *Huidige 3D chlorideverdeling grondwater* . Opgehaald van NHI Data Portaal: https://data.nhi.nu/

NHI. (2020, Oktober 31). *Stijghoogte LHM versie 4.0*. Opgehaald van NHI Data Portaal: https://data.nhi.nu/

PDOK. (2020, Oktober 22). *PDOK*. Opgehaald van Actueel Hoogtebestand Nederland: https://www.pdok.nl/introductie/-/article/actueel-hoogtebestand-nederland-ahn3-

TNO. (2020, Oktober 22). *Detaillering van de bovenste lagen met GeoTOP*. Opgehaald van DINOloket: https://www.dinoloket.nl/detaillering-van-de-bovenste-lagen-met-geotop

TNO. (2020, Oktober 22). *REGIS II: het hydrogeologische model*. Opgehaald van DINOloket: https://www.dinoloket.nl/regis-ii-het-hydrogeologische-model

USGS. (2020, November 25). *SEAWAT: A Computer Program for Simulation of Three-DimensionalVariable-Density Ground-Water Flow*. Opgehaald van USGS Groundwater Information: https://water.usgs.gov/ogw/seawat/seawatv2.html

COLOFON

MER Net op zee Nederwiek 1 – Bijlage VI-B

Datum
05-07-2023

Status
Definitief

Pondera Consult B.V.
Postbus 919
6800 AX Arnhem
Nederland
+31 (0)88 7663 372

www.ponderaconsult.com

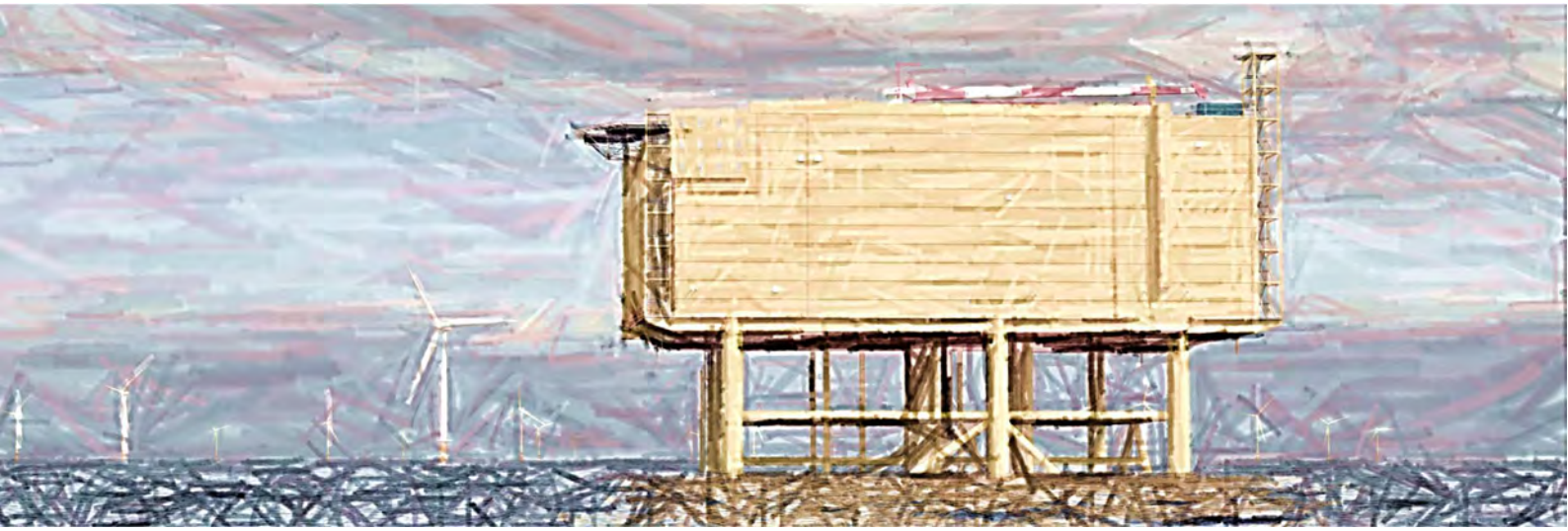
Arcadis Nederland B.V.
Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland
+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com

Net op zee Nederwiek 1

Deel A Inleiding en Activiteitenbeschrijving

Bij de Passende Beoordeling, Soortenbeschermingstoets, Watertoets en Natuurnetwerk Nederland-toets



Datum: 30-08-2023
Versienummer: 1.1
Status: Definitief

In opdracht van:

Inhoudsopgave

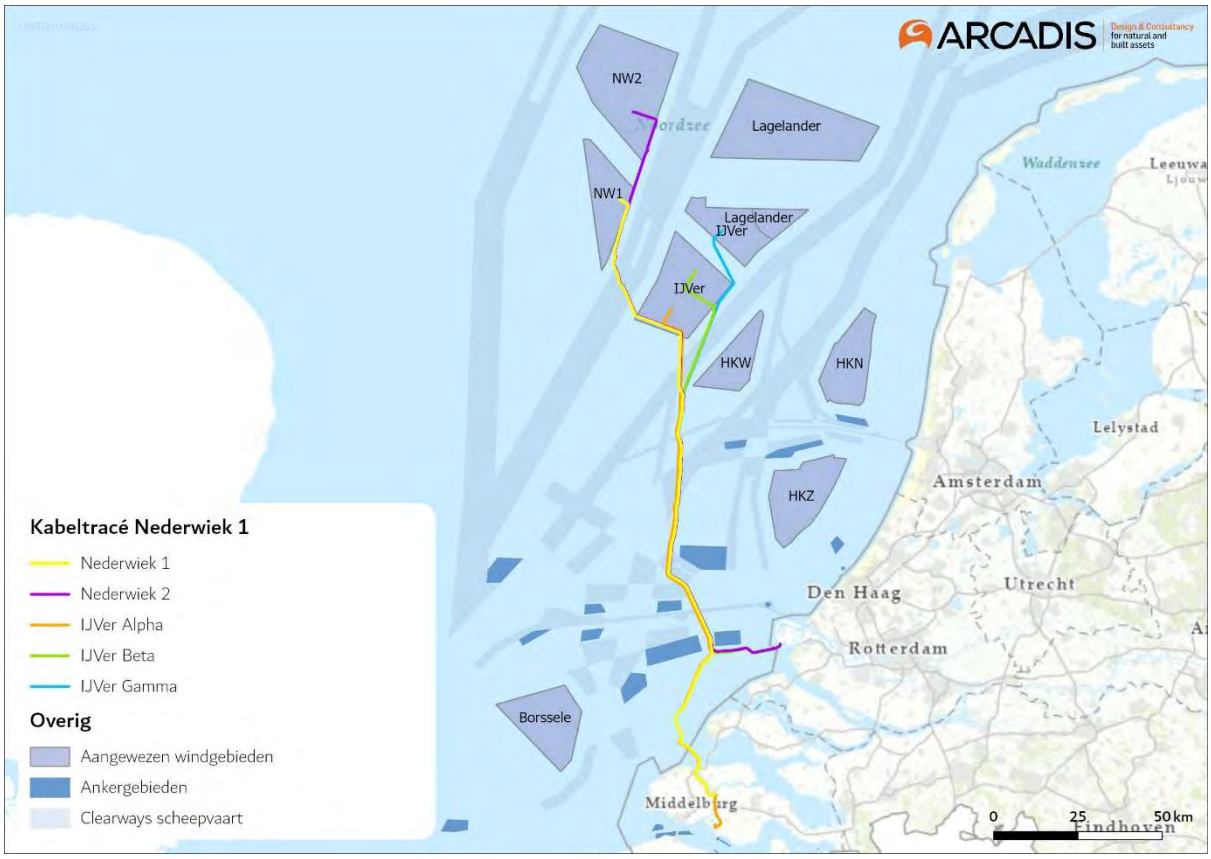
1 Inleiding ... 3
1.1 Aanleiding ... 3
1.2 Duurzame energie ... 4
1.2.1 Redenen ... 4
1.2.2 Versnellingsopgave en de (Aanvullende) routekaart windenergie op zee 2030 ... 5
1.3 Net op zee Nederwiek 1 ... 8
1.4 Doelstelling ... 8
2 Voorgenomen activiteit ... 9
2.1 Overzicht ... 9
2.2 Platform op zee ... 11
2.2.1 Locatie platform ... 11
2.2.2 Ontwerp ... 12
2.2.3 Connectie met het windpark en interconnector ... 13
2.2.4 Voorbereiding ... 14
2.2.5 Aanleg ... 14
2.2.6 Gebruik en onderhoud ... 17
2.2.7 Faciliteiten ... 18
2.2.8 Water, afwatering en toiletsystemen ... 19
2.2.9 Verlichtingsplan ... 20
2.2.10 Veiligheidsplan ... 20
2.2.11 Verwijdering ... 21
2.3 Kabels op zee ... 22
2.3.1 Route kabels ... 22
2.3.2 Kabelconfiguratie ... 23
2.3.3 Kabeldiepgang ... 27
2.3.4 Kabel aanleg ... 28
2.3.5 Gebruik en onderhoud ... 33
2.3.6 Verwijdering ... 34
2.4 Kruising Veerse Gatdam en kabels in het Veerse Meer ... 34
2.4.1 Kruising met de Veerse Gatdam ... 34
2.4.2 Route en aanlegmethode in het Veerse Meer ... 38
2.5 Kabels op land ... 41
2.5.1 Route kabel ... 41
2.5.2 Aanlegwijze ... 43

2.5.3 Gebruik en onderhoud 51
2.5.4 Verwijdering 51
2.6 Kabelverbindingen 52
2.6.1 Moflocaties (op zee) 52
2.6.2 Mofput Veerse Gatdam 52
2.6.3 Moflocatie Veerse Meer 52
2.6.4 Verbindingsmof (overgang zee/land) 53
2.6.5 Mofput (op land) 53
2.7 Converterstation 55
2.7.1 Locatie en afmetingen 55
2.7.2 Ontwerp 56
2.7.3 Aanleg 57
2.7.4 Gebruik en onderhoud 57
2.7.5 Verwijdering 58
2.8 Samenvatting surveys 58
2.9 Planning 59
2.9.1 Op zee 59
2.9.2 Op land 59
2.9.3 Uitvoeringsduur 60
Colofon 61

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Net op zee Nederwiek 1 is de ondergrondse hoogspanningsverbinding vanuit het zuidelijke deel van windenergiegebied Nederwiek naar het vasteland (zie Figuur 1-1). Op weg naar het vasteland voegt het kabeltracé zich samen met verbindingen vanuit het noordelijke deel van Nederwiek (Net op zee Nederwiek 2[1]) en vanuit windenergiegebied IJmuiden Ver (Net op zee IJmuiden Ver Alpha[2], Beta[3], Gamma[4]). Net op zee Nederwiek 1 wordt, net als Net op zee IJmuiden Ver Alpha, in Borssele aangesloten op het landelijke elektriciteitsnet. Net op zee Nederwiek 2 wordt samen met Net op zee IJmuiden Ver Beta en Net op zee IJmuiden Ver Gamma aangesloten op de Tweede Maasvlakte.



Figuur 1-1 Overzichtskaart kabeltracés Net op zee Nederwiek 1 en 2 en Net op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma.

[1] Informatie over Net op zee Nederwiek 2 is te vinden op: https://www.rvo.nl/onderwerpen/bureau-energieprojecten/lopende-projecten/nederwiek-2
[2] De besluiten voor Net op zee IJmuiden Ver Alpha zijn te vinden op: https://www.rvo.nl/onderwerpen/bureau-energieprojecten/lopende-projecten/hoogspanning/net-op-zee-ijmuiden-ver-alpha
[3] De besluiten voor Net op zee IJmuiden Ver Beta zijn te vinden op: https://www.rvo.nl/onderwerpen/bureau-energieprojecten/lopende-projecten/hoogspanning/net-op-zee-ijmuiden-ver-beta
[4] De besluiten voor Net op zee IJmuiden Ver Gamma zijn te vinden op: https://www.rvo.nl/onderwerpen/bureau-energieprojecten/lopende-projecten/ijmuiden-ver-gamma

In de Routekaart windenergie op zee 2030 heeft het kabinet windenergiegebieden aangewezen die tussen 2024 en 2030 goed zijn voor 6,1 gigawatt (GW) aan windenergie op zee. Inmiddels is duidelijk dat er meer wind op zee nodig is om de klimaatdoelstellingen voor 2030 te halen. Bovendien zijn in april 2021 de Europese doelstellingen voor CO_2-reductie in 2030 aangescherpt. Om de aangescherpte doelstellingen te bereiken, is het aan land brengen ('aanlanden') van extra windenergie op zee nodig.

TenneT is in 2016 door de minister van Economische Zaken en Klimaat (EZK) aangewezen als netbeheerder op zee, en is zodoende verantwoordelijk voor het Net op zee Nederwiek 1. De toenmalige Staatssecretaris van Economische Zaken en Klimaat heeft eind 2021 in het kader van de extra opgave voor 2030 het startschot gegeven voor de ruimtelijke procedure voor een 2GW-verbinding vanuit windenergiegebied Nederwiek met een netaansluiting in Borssele.[5]

Om mogelijke effecten van dit project op beschermde natuurwaarden te bepalen wordt de activiteit getoetst in het kader van de Wet natuurbescherming (Wnb) (soortenbescherming en gebiedsbescherming), Kaderrichtlijn Mariene strategie (KRM) en de Kaderrichtlijn Water (KRW). In dit rapport (deel A) vindt u de aanleiding en de activiteitenbeschrijving van het project Net op zee Nederwiek 1. Deze activiteitenbeschrijving wordt gebruikt voor de eerdergenoemde natuurtoetsingen en bevat toelichting voor de vergunningaanvragen.

1.2 Duurzame energie

1.2.1 Redenen

Er zijn twee belangrijke redenen voor het opwekken van duurzame energie:

1. Het tegengaan van klimaatverandering. De energieopwekking met behulp van fossiele bronnen leidt tot uitstoot van onder meer CO_2. Te veel CO_2 is een belangrijke oorzaak van klimaatverandering.
2. Onafhankelijkheid van import. Fossiele bronnen raken op en Nederland importeert steeds meer energie uit het buitenland. Door zelf duurzame energie op te wekken wordt Nederland hier minder afhankelijk van.

In 2021 werd 12,3% van het totale energieverbruik duurzaam opgewekt. In 2020 was dit 11,5% en in 2019 was dit nog 8,8% (Centraal Bureau voor de Statistiek, 2022). In het nationale energieakkoord is afgesproken dat dit in 2023 16% moet zijn (SER, 2013). Ook in internationale context heeft de Nederlandse regering zich gecommitteerd aan een vergaande vermindering van de uitstoot van broeikasgassen, bijvoorbeeld met het ondertekenen van het VN-Klimaatakkoord van Parijs (2016). De Nederlandse Noordzee speelt een grote rol in het realiseren van de nationale bijdrage aan de doelen van het Klimaatakkoord van Parijs en de daarvoor benodigde verduurzaming van onze energievoorziening richting 2050.

[5] Voor de brief van de Staatssecretaris aan de Tweede Kamer, zie: https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2021/12/02/kamerbrief-over-verkenning-aanlanding-wind-op-zee-2030-vawoz

Op 28 juni 2019 is het Klimaatakkoord afgesloten[6]. Hierin is een omvangrijk samenhangend pakket gepresenteerd waarmee Nederland in 2030 de uitstoot van CO_2 met ten minste 49% moet terugdringen. In april 2021 hebben onderhandelaars van het Europees parlement, de Europese Commissie en de lidstaten een akkoord bereikt over het opschroeven van de klimaatdoelstellingen. Hierbij werd de eerdere doelstelling om in 2030 de uitstoot van CO_2 (in Europa) met ten minste 40% te verminderen tegenover 1990 verhoogd naar 55%. Het coalitieakkoord neemt het verhoogde doel van 55% over maar zegt dat ze haar beleid opstelt met een ambitie van 60% om zo het doel van 55% beter te behalen in 2030.

1.2.2 Versnellingsopgave en de (Aanvullende) routekaart windenergie op zee 2030

De ontwikkeling van windparken op zee, de opwekking van duurzame energie, levert een belangrijke bijdrage aan het behalen van de klimaatdoelstellingen. Samen met de al gerealiseerde windparken uit de Routekaart windenergie op zee 2023, is er op grond van eerdere kabinetsbesluiten en het Klimaatakkoord in de Routekaart windenergie op zee 2030[7] in totaal 10,8 GW aan operationele windcapaciteit in voorbereiding voor het jaar 2030.

Meerdere recente ontwikkelingen maken de realisatie en aansluiting van extra windenergie op zee voor uiterlijk 2030 noodzakelijk. Dit wordt ook wel de 'versnellingsopgave' genoemd. Dit zijn onder meer:

- In 2020 is gebleken dat de huidige plannen niet genoeg energie opleveren om de Nederlandse doelstelling uit het Klimaatakkoord voor windenergie op zee in 2030 te halen. Voor het bereiken van 49% CO_2-reductie in 2030 is er nog een tekort van 0,7 GW.
- De vraag naar elektriciteit is toegenomen. De industrie laat in hun verduurzamingsopgave bijvoorbeeld een toegenomen behoefte aan elektrificatie zien. De vraag naar duurzame elektriciteit wordt daardoor hoger dan eerder werd verwacht.
- In het coalitieakkoord is het CO_2-reductiedoel voor 2030 opgehoogd naar 55% reductie van CO_2-uitstoot ten opzichte van de uitstoot in 1990. Het coalitieakkoord zet in op extra wind op zee.

Door deze versnellingsopgave zijn in 2030 extra windparken en netten op zee nodig, maar ook voor de periode daarna. Volgens de Stuurgroep Extra Opgave is 10 GW aan windenergie op zee nodig om 55% CO_2-reductie te kunnen behalen. Aansluitend hierop verzoekt de motie-Boucke[8] het kabinet om in 2021 minimaal ruimte voor 10 GW windenergie op zee aan te wijzen. Er is tot en met 2030 dus extra ruimte nodig voor 10,7 GW windenergie op zee – het tekort van 0,7 GW en de 10 GW aan extra vermogen. De nieuwe windenergiegebieden spelen dus een belangrijke rol in het halen van de klimaatdoelstellingen.

[6] Zie: https://www.Klimaatakkoord.nl/documenten/publicaties/2019/06/28/Klimaatakkoord
[7] Voor Routekaart Windenergie op zee 2030, zie: https://www.tweedekamer.nl/kamerstukken/brieven_regering/detail?id=2018Z05409&did=2018D21716
[8] Kamerstukken II 2020-21, 35 668, nr. 21.

Op 18 maart 2022 is het Programma Noordzee 2022-2027 (PNZ)[9] vastgesteld waarin nieuwe windenergiegebieden worden aangewezen, waaronder windenergiegebied Nederwiek (daarvoor genaamd windenergiegebied 1). Dit is bevestigd in de brief van de minister voor Klimaat en Energie van 21 juni 2022 aan de Tweede Kamer.[10] Met deze brief is:

- De Routekaart windenergie op zee 2030 aangevuld voor de versnellingsopgave: hierin staat welke (delen van de) nieuwe windenergiegebieden wanneer ontwikkeld gaan worden. De windparken uit de Aanvullende routekaart windenergie op zee 2030 zijn te zien in Figuur 1-2.
- Het Ontwikkelkader windenergie op zee geactualiseerd wordt voor de versnellingsopgave: in het kader staat onder welke voorwaarden TenneT het net op zee kan realiseren.

Extra aanlandingen wind op zee en VAWOZ

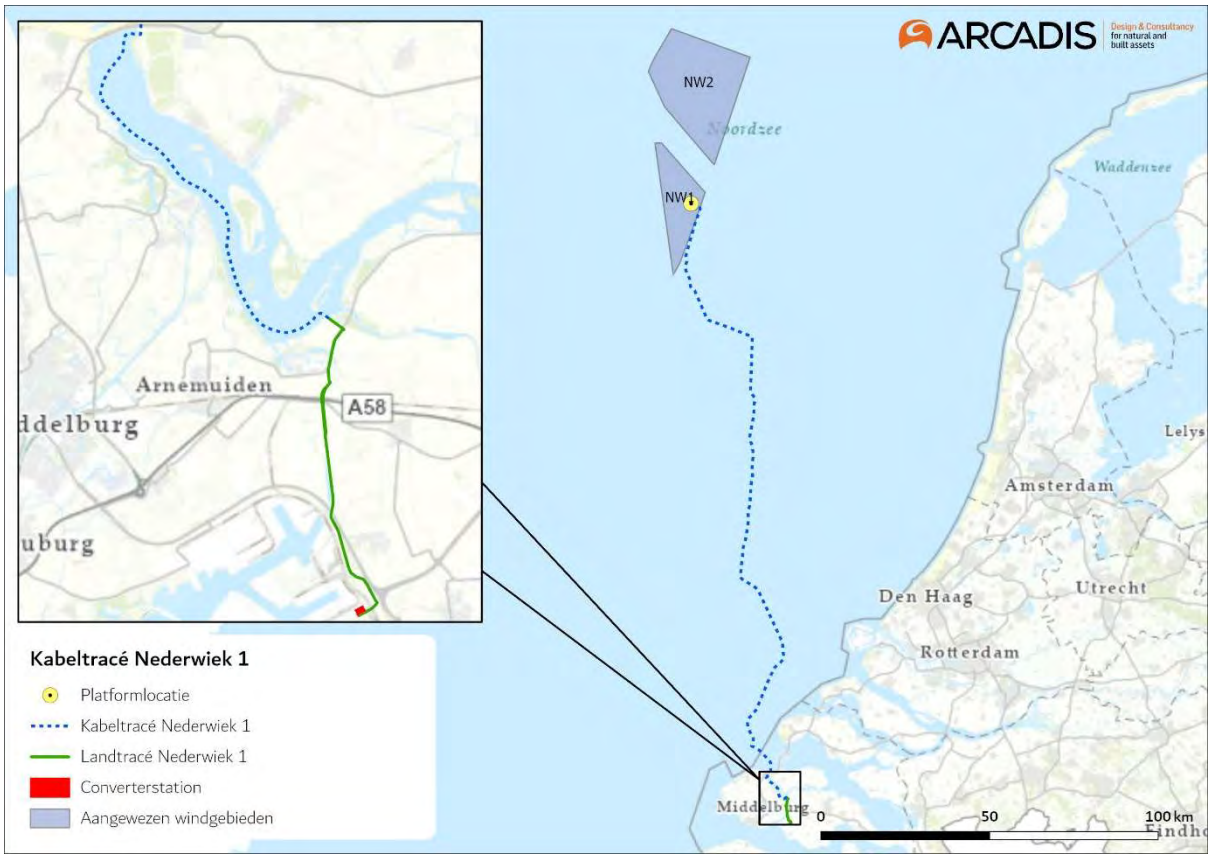
Extra windenergie op zee betekent ook extra elektriciteitsaansluitingen op land. Om dit te onderzoeken is in 2021 de Verkenning aanlanding wind op zee (VAWOZ) uitgevoerd.
Het doel van VAWOZ 2030[11] is om te bepalen welke locaties kansrijk zijn voor de aanlanding van extra elektriciteit uit windenergie uiterlijk in het jaar 2030. Op basis van de resultaten heeft de toenmalige Staatssecretaris van Economische Zaken en Klimaat – Klimaat en Energie op 2 december 2021[12] een brief aan de Tweede Kamer geschreven. In die brief wordt het startschot gegeven voor de ruimtelijke procedures voor het aan land brengen van windenergie met stroomkabels vanuit de windenergiegebieden die zijn aangewezen of herbevestigd in het gewijzigde Programma Noordzee. Windenergiegebied Nederwiek 1 is één van deze gebieden.

[9] Het Programma Noordzee 2022-2027 is vastgesteld op 18 maart 2022, zie: https://www.noordzeeloket.nl/beleid/programma-noordzee-2022-2027/
[10] Voor aanvullende Routekaart windenergie op zee 2030 en aanpassing Ontwikkelkader windenergie op zee, zie: https://www.rijksoverheid.nl/ministeries/ministerie-van-economische-zaken-en-klimaat/documenten/kamerstukken/2022/06/21/aanvullende-routekaart-windenergie-op-zee-2030
[11] Voor VAWOZ 2030, zie: https://www.rvo.nl/onderwerpen/bureau-energieprojecten/lopende-projecten/hoogspanning/verkenning-aanlanding-wind-op-zee-vawoz
[12] Voor Kamerbrief over verkenning aanlanding wind op zee 2030, zie: https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2021/12/02/kamerbrief-over-verkenning-aanlanding-wind-op-zee-2030-vawoz

Figuur 1-2 Routekaart windenergie op zee (Bron: RVO)

1.3 Net op zee Nederwiek 1

Zoals in paragraaf 1.1 en 1.2 omschreven is het project Net op zee Nederwiek 1 nodig om de duurzame elektriciteit uit de windparken van windenergiegebied Nederwiek te verbinden met het landelijke hoogspanningsnet van Nederland. De uitvoerder van het project is TenneT. Een overzicht van het voornemen is weergegeven in Figuur 1-3. De onderdelen van de voorgenomen activiteit en de aanleg en gebruik ervan worden uitgebreid toegelicht in Hoofdstuk 2.



Figuur 1-3 Overzicht van het kabeltracé van Net op zee Nederwiek 1 op zee (rechts) en door het Veerse Meer en over land (links) en de locatie van het platform op zee en de converterstationslocatie.

1.4 Doelstelling

Op voorhand is niet uit te sluiten dat de aanleg en het gebruik van Net op zee Nederwiek 1 negatieve effecten heeft op natuurwaarden die beschermd zijn. Om deze reden is aan de volgende wettelijke kaders getoetst:

- Wet natuurbescherming, onderdeel gebiedsbescherming (Passende Beoordeling);
- Wet natuurbescherming, onderdeel soortenbescherming (Soortenbeschermingstoets);
- Kaderrichtlijn Mariene Strategie, Kaderrichtlijn Water (Watertoets);
- Natuurnetwerk Nederland (toetsing NNN).

De voorgenoemde rapporten/toetsen bestaan uit:

- Deel A: met daarin de algemene beschrijving van het project. Dit deel is voor de verschillende toetsen identiek en betreft voorligging document;
- Deel B: toets aan het betreffende wettelijke kader.

2 Voorgenomen activiteit

2.1 Overzicht

In dit hoofdstuk is een beschrijving opgenomen van de voorgenomen activiteit. Er is in deze beschrijving uitgegaan van het worst-case scenario. Dit is bijvoorbeeld de manier van uitvoering die de meeste gevolgen heeft, dus de langste duur, het meeste oppervlak, maximale geluidsproductie etc. De daadwerkelijke uitvoering kan hier mogelijk nog iets van afwijken als gevolg van kleine aanpassingen. Echter, de effecten zullen altijd minder zijn dan waar in de toetsing vanuit is gegaan.

Het kabeltracé van Net op zee Nederwiek 1 loopt van het platform op zee in het zuidelijke deel van het windenergiegebied Nederwiek, via ondergrondse kabels (gelijkspanning) in de zeebodem en op land, naar een converterstation op het terrein aan de Liechtensteinweg in gemeente Borssele, zie ook Figuur 1-3 (in hoofdstuk 1). De aanleg van het platform, de kabels (zowel op zee als op land) en het converterstation zijn onderdeel van het project.

In deze activiteitenbeschrijving wordt ingegaan op alle relevante aspecten van de aanleg-, gebruiks- en verwijderfase van de verschillende onderdelen van dit project. Deze activiteiten gelden als uitgangspunt voor de in paragraaf 1.4 omschreven toetsingen.

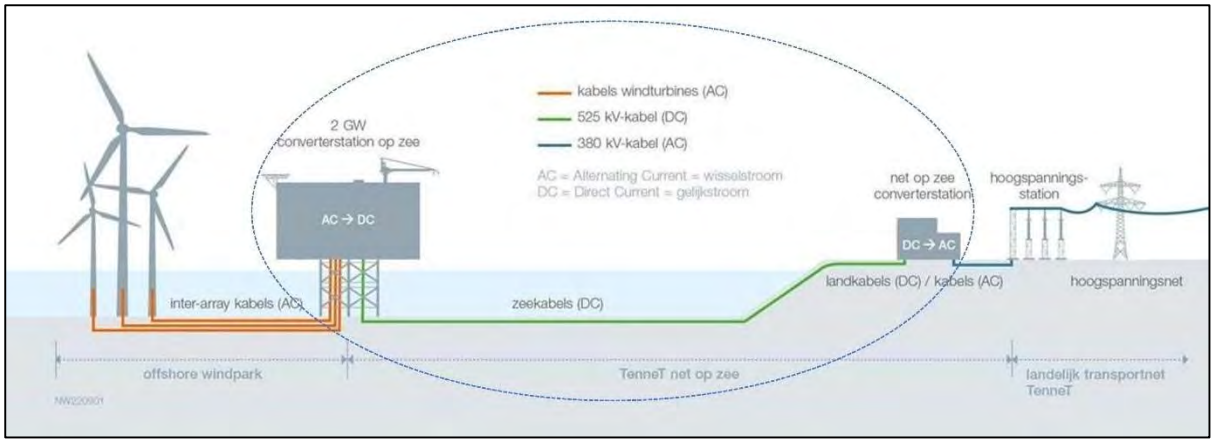
Wanneer in dit rapport wordt gesproken over de voorgenomen activiteit Net op zee Nederwiek 1 dan omvat dit de volgende onderdelen (zie Figuur 2-1):

- Een platform op zee voor de aansluiting van de windturbines en het omzetten van wisselstroom (afkomstig van de windturbines) naar 525kV-gelijkstroom[13];
- Een ondergronds gebundeld kabeltracé op zee en het Veerse Meer voor het transport van 525kV-gelijkstroom;
- Een ondergronds gebundeld kabeltracé op land voor het transport van 525kV-gelijkstroom naar het converterstation;
- Een converterstation op land voor het omzetten van 525kV-gelijkstroom naar 380kV-wisselstroom, dat geschikt is voor het landelijke hoogspanningsnet.

De ondergrondse 380kV-wisselstroomkabels van het converterstation naar het hoogspanningsstation zijn geen onderdeel van Net op zee Nederwiek 1. De kabels worden opgenomen in een aparte procedure genaamd 'Hoogspanningsstation omgeving Sloegebied' voor het nieuw te realiseren 380kV-station. De reden dat voor deze onderdelen een aparte procedure wordt doorlopen is dat de locatie van het 380kV-hoogspanningsstation op een later moment wordt bepaald. De locatie van het 380kV-hoogspanningsstation bepaalt tevens de ligging van de 380kV-wisselstroomkabels. Het voornemen en participatieplan van 'Hoogspanningsstation omgeving Sloegebied' zijn gepubliceerd op 17 juni 2022.[14]
Ook de windturbines en de parkbekabeling van de windturbines naar het platform op zee maken geen onderdeel uit van het Net op zee Nederwiek 1.

Onder Figuur 2-1 worden de verschillende onderdelen en de verhouding tot elkaar verder toegelicht. De relevante details over elk onderdeel worden in de paragrafen hierna verder toegelicht.

[13] Gelijkstroom verliest over langere transportafstand minder energie dan wisselstroom.
[14] Voor informatie over Hoogspanningsstation omgeving Sloegebied, zie: https://www.rvo.nl/onderwerpen/bureau-energieprojecten/lopende-projecten/hoogspanningsstation-sloegebied



Figuur 2-1 Overzicht van Net op zee Nederwiek 1.

Platform op zee

Het platform vormt de koppeling tussen het kabelsysteem van het windpark en het kabelsysteem op zee naar land. Op het platform is een converterstation aanwezig dat de in het windenergiegebied gegenereerde wisselstroom omzet naar 525kV-gelijkstroom zodat het getransporteerd kan worden naar land. Het platform op zee heeft een transportcapaciteit van 2 GW. De exacte omschrijving van het platform is te vinden in paragraaf 2.2.

Kabeltracés

Het kabelsysteem op zee verbindt het platform met het converterstation op land. Het kabelsysteem kan worden opgedeeld in twee hoofddelen:

- Op zee en het Veerse Meer: 525kV-gelijkstroomkabel van het platform tot de *transition joint* of verbindingsmof die de zeekabel met de landkabel verbindt. Zie ook paragraaf 2.4.
- Op land: 525kV-gelijkstroomkabel van de verbindingsmof tot het converterstation. Zie ook Paragraaf 2.5.

Kabelverbindingen

Gezien de grote afstanden die de kabels moeten overbruggen bestaan zowel de land- als zeekabels uit meerdere delen die aan elkaar geschakeld worden. Dit is bijvoorbeeld afhankelijk van de maximale kabellengte die fysiek op het kabelinstallatieschip kan worden opgeslagen. Het type schakel ('mof') hangt af van het type kabel en de omstandigheden waarin de kabel zich bevindt. Op het totale kabeltracé is er sprake van drie typen kabelverbindingen die in paragraaf 2.6 worden toegelicht:

- Moflocaties (jointlocaties tussen twee zeekabels)
- Verbindingsmof (joint tussen de land en zeekabel)
- Mofput (jointlocatie tussen twee landkabels)

Daarnaast worden er bij enkele moflocaties aardputten gerealiseerd. Een aardput bevat een aarding (earthingbox) en is ondergronds gelegen.

Converterstation

Het converterstation op land vormt de koppeling tussen de 525kV-gelijkstroomkabels op land en de 380kV-wisselstroomkabels op land. De belangrijkste functies van het converterstation op land zijn het omzetten van de gelijkstroom naar wisselstroom en het omzetten van de spanning van 525kV naar 380kV. Het converterstation wordt verder toegelicht in paragraaf 2.7.

Overig
Naast onderdelen van de aanleg bevat dit hoofdstuk ook een paragraaf over uit te voeren onderzoeken (paragraaf 2.8) en de planning van de totale activiteit (paragraaf 2.9).

2.2 Platform op zee

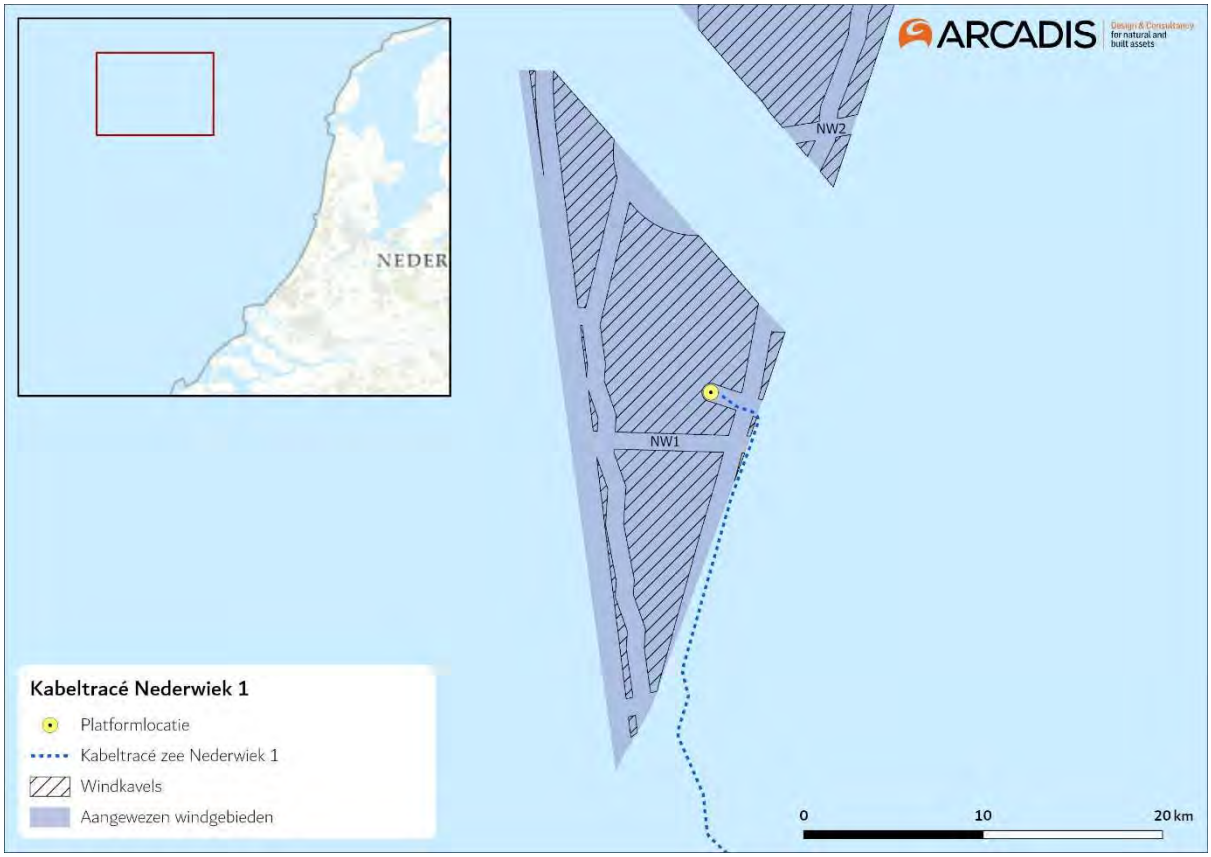
Het platform op zee vormt de koppeling tussen de kabelsystemen van het windpark en de kabelsystemen voor de verbinding naar land. In dit hoofdstuk is het meest actuele ontwerp van het platform weergegeven. De genoemde maten en afmetingen zijn de worst-case.

2.2.1 Locatie platform

De locatie van platform Nederwiek 1 is te zien in Figuur 2-2. Deze locatie is mede bepaald aan de hand van een eerder uitgevoerde geofysische survey naar de mobiliteit van de zeebodem binnen het platform zoekgebied. Een UXO-DAS survey is er uitgevoerd om magnetische contacten te identificeren. Aan de hand van deze survey is de locatie gekozen. Deze is minimaal 50 meter van elk magnetisch contact en met een zo klein mogelijk afstand tot het zwaartepunt van het windenergiegebied. Ook is gekeken naar de actuele bodemdiepte om de locatie voor het platform te bepalen. Dit heeft geleid tot de locatie met de verwachte minste bodemdaling en -stijging (ofwel bodemdynamiek). De locatie van de hoekpunten van het platform kunnen nog veranderen afhankelijk van de oriëntatie van het platform. Het middelpunt van het platform staat vast. De coördinaten van het middelpunt van het platform van Net op zee Nederwiek 1 zijn weergegeven in Tabel 2-1.

Tabel 2-1 Coördinaten middelpunt platform Net op zee Nederwiek 1.

Project	x (ETRS UTM 31N)	y (ETRS UTM 31N)	Easting	Northing
Net op zee Nederwiek 1	515860,7276	5883116,93	E3° 14' 12,735"	N53° 5' 50,159"



Figuur 2-2 De ligging van het platform op zee van Net op zee Nederwiek 1

2.2.2 Ontwerp

In Figuur 2-3 is een impressie van het ontwerp van het platform te zien. Het platform bestaat uit drie verschillende onderdelen:

- De bovenbouw, ook wel topside genoemd.
- De draagconstructie, ofwel de jacket met heipalen.
- Erosiebescherming (steenbestorting) rond de jacket.

De belangrijkste uitgangspunten voor het ontwerp zijn:

- Het platform bevat alle systemen (hoogspanning, nood, secundair en veiligheid) die nodig zijn om de benodigde 2 GW te transporteren.
- Het platform bevat een converterstation (wisselstroom naar 525kV-gelijkstroom).
- Het bevat systemen om de veiligheid op en van het platform te waarborgen.
- Het platform is gedurende de normale bedrijfsvoering onbemand. Alleen tijdens onderhoud wordt het platform tijdelijk bemand. Hiervoor heeft het platform een modulaire woonruimte.
- De platformhulpsystemen worden volledig geautomatiseerd.
- Monitoring en besturing op afstand is mogelijk vanuit het controlecentrum aan land. Tijdens bemande onderhoudscampagnes is lokale monitoring en controle mogelijk.
- Toegang tot het platform gaat per helikopter en/of boot.
- De fundering (jacket) wordt geplaatst op een steenbed. Dit om erosie rond de steunpoten te voorkomen.

Figuur 2-3 Impressie van het platform van Net op zee Nederwiek 1.

Hoewel het ontwerp gestandaardiseerd is, kunnen lokale omstandigheden zoals wind, golven, waterdiepte, stroming, bodem etc. leiden tot aanpassingen in het ontwerp van de draagconstructie:

- Waterdiepte op locatie zal bepalend zijn voor de afmetingen van de draagconstructie.
- Bodemcondities zijn bepalend voor de afmetingen van de heipalen.
- De ligging van de J-tubes[15] op zeebodem-niveau kan afwijken gebaseerd op bodem lay-out.
- De omvang en samenstelling van de steenbestorting voor erosiebescherming hangt af van de lokale waterdiepte, stroming en golven.
- Het aantal steunpoten.

2.2.3 Connectie met het windpark en interconnector

Het windpark is verbonden met het platform via zeekabels die via J-tubes het platform binnenkomen. De kabeluiteinden zijn verbonden met de GIS-baaien (gasgeïsoleerde schakelinstallaties). Van daaruit wordt de spanning met transformatoren verhoogd naar 525kV-wisselstroom waarna deze wordt omgezet naar 525kV-gelijkstroom.

Er wordt 1 extra J-tube gerealiseerd voor een mogelijk toekomstige elektrische aansluiting op een olie/gas platform. In het geval de aansluiting daadwerkelijk gerealiseerd zal worden, komt er ook 1 extra GIS-baai. Daarnaast worden er mogelijk nog 4 extra J-tubes geïnstalleerd voor een toekomstige verbinding naar het Verenigd Koninkrijk. Deze verbinding kan dienen als zogenaamde ‘interconnector’ tussen het VK en Nederland op momenten dat er restcapaciteit beschikbaar is. De interconnector is geen onderdeel van het voornemen. Het platform wordt wel interconnector-ready ontworpen door rekening te houden met 4 extra J-tubes zie paragraaf 2.2.5).

[15] Een J-tube is een stalen buis die de kabels ondersteund en beschermd tussen de zeebodem en het platform.

2.2.4 Voorbereiding

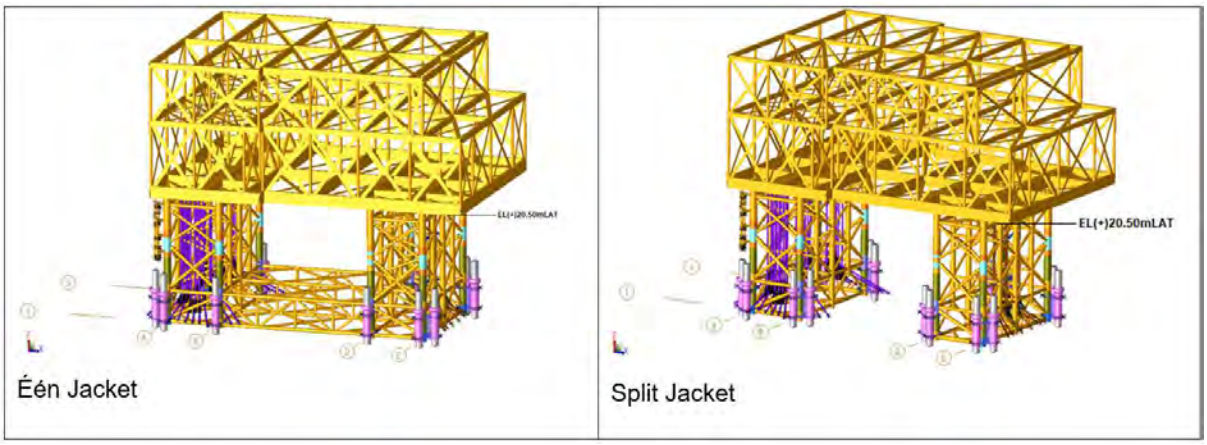
Voorafgaande aan de installatie worden verschillende onderzoeken uitgevoerd op de platform locatie, waaronder een geotechnisch onderzoek met ten minste 1 boring tot circa 80 meter in de zeebodem en 1 sondering (“*cone penetration test*”) per pilaar van het platform. Ook zal een onderzoek worden uitgevoerd om nauwkeurig de omvang van de erosiebescherming (steenbestorting) te bepalen.

2.2.5 Aanleg

De installatieperiode van het platform duurt naar verwachting circa 3 maanden. Binnen deze installatieduur zal de installatie van de draagconstructie tussen de 5 en 20 dagen liggen. Het plaatsen van de bovenbouw op de draagconstructie ligt tussen de 1 en 3 dagen en het installeren van de bovenbouw zal circa 1 week bedragen. Na de installatieperiode zullen er op het platform nog circa 1 jaar werkzaamheden plaatsvinden om het platform klaar te maken voor de exploitatiefase.

Draagconstructie
De jacket (draagconstructie) van het platform bestaat uit een stalen constructie. Deze wordt verankerd in de zeebodem middels palen. De constructie zal maximaal circa 25 meter boven het water uitkomen.

Bij de draagconstructie met palen zijn er twee varianten mogelijk, een variant waarbij de constructie bestaat uit één geheel (één jacket) en een variant die bestaat uit twee constructies (split-jacket). De varianten zijn weergegeven in Figuur 2-4. De weergegeven “Split” jacket is de subvariant “verticale split”, een andere subvariant is een “horizontale split”. Bij de “horizontale split” zal de onderbouw uit meerdere componenten worden opgebouwd.



Figuur 2-4 De verschillende mogelijkheden voor het jacket: links "één jacket", en rechts "split-jacket".

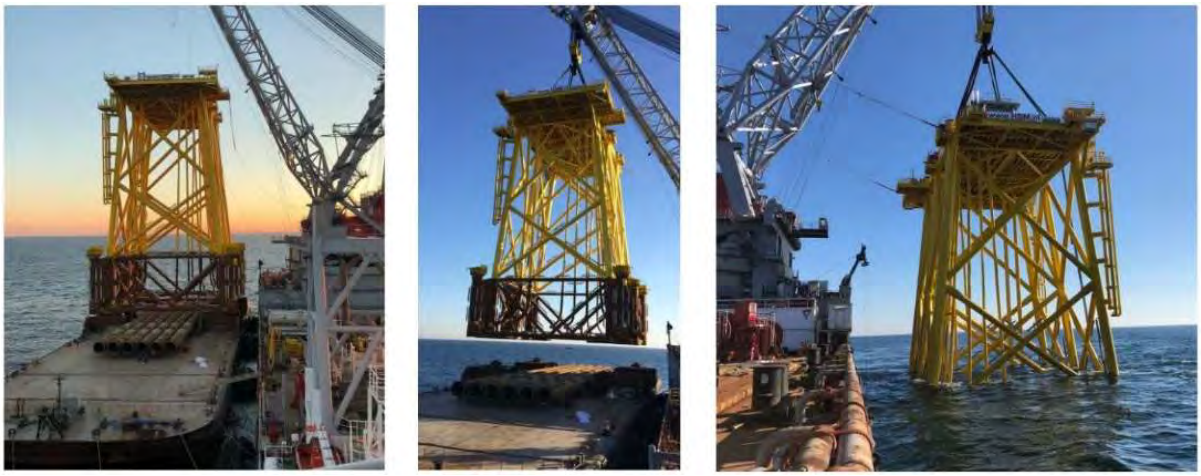
Voorafgaande aan de installatie van de jacket wordt, indien nodig, de zeebodem vlak gemaakt door middel van baggeren met een baggerploeg en/of hopperzuiger (“dredging plough” of “suction hopper dredger”). Daarna wordt met gespecialiseerde schepen de steenbestorting (scour protection) aangebracht die erosie onder en rond de jacket moet voorkomen. Dit duurt 2 of 3 weken (afhankelijk van het weer).

Daarna worden met een heiblok de heipalen door de sleeves aan de onderzijde van de jacket, en door de steenbestorting, in de zeebodem geslagen. Dit duurt circa één dag per paal. De heipalen

worden per partij geplaatst en achter elkaar geheid. De palen worden vastgemaakt aan de sleeves, waardoor de jacket in de zeebodem is verankerd. De installatie duurt circa 20 dagen, exclusief mogelijke wachttijd door weersomstandigheden.

De constructie van de jacket vindt plaats op land. De jacket komt daarom vrijwel kant-en-klaar aan op locatie. Hiervoor wordt een transportschip gebruikt. De aanleg van de jacket duurt worst-case 20 dagen. Rond de installatieperiode zijn er daarnaast schepen vereist voor materiaal, logistieke ondersteuning en onderzoek (survey). Een impressie van het plaatsen van het jacket is weergegeven in Figuur 2-5.

De jacket van Net op zee Nederwiek 1 heeft worst-case 20 (hei)palen met een diameter van 2,5 meter per paal. De heipalen hebben een lengte van 100 meter, een wanddikte tussen de 60 mm en 80 mm per en worden (worst-case) 80 meter de zeebodem ingebracht. De maximale hei-energie is hierbij 2.100 kJ. Het hamertype dat gebruikt wordt bij het heien is de IHC-S-2500, maar mogelijk ook een zwaarder type hamer (IHC-S-3500). Deze zwaardere hamer zal echter worden afgekapt bij dezelfde hoeveelheid hei-energie, en zal bij deze hei-energie minder geluidsenergie opleveren. De duur van het installeren van één paal is worst-case 1 dag waarbij de duur van het heien worst-case 2 tot 3 uur per paal bedraagt[16]. Worst-case zijn er dus 20 dagen nodig voor de installatie van 20 heipalen.



Figuur 2-5 Impressie van het plaatsen van een jacket.

Erosiebescherming en elementen op en rondom de jacket

Om erosie tegen te gaan rond het platform wordt er erosiebescherming aangebracht. Worst-case gebeurt dit tot circa 20 meter rondom het platform, ongeacht het type draagconstructie. Dit gebeurt daarnaast ook tot circa 100 meter lengte op inkomende en uitgaande kabels. Na 100 meter afstand van het platform worden de kabels 'normaal' begraven. Verder zijn enkele extra stroken van erosiebescherming voorzien om een stabiele locatie te creëren voor de poten van hefbakken. Dit is afhankelijk van de aangetroffen bodem. Hefbakken worden gebruikt om onderdelen op het platform te plaatsen of uit te wisselen. Gezamenlijk leidt dit tot een worst-case oppervlak van circa 15.000 m^2 (1,5 hectare) waar erosiebescherming wordt toegepast.

[16] De heipalen zullen per 'batch' worden geplaatst en achter elkaar geheid worden. De installatieduur voor het jacket zal zo kort mogelijk worden gehouden, rekening houden met de weersomstandigheden.

Bodembescherming rond het platform bestaat uit een grindlaag met daarop stenen. Op kabels worden zakken met stenen (rock-bags) toegepast. Mogelijk wordt het type bodembescherming nog aangepast naar nieuwe inzichten, bijvoorbeeld vanuit een natuur inclusief ontwerp. Aanpassingen zullen binnen deze worst-case blijven. Het plaatsen van de bodembescherming gebeurt met een 'fall pipe vessel' en duurt 4-6 dagen (in totaal maximaal 144 uur).

Ter voorkoming van roest op de draagconstructie worden er aluminimum-ionen anodes op de draagconstructie geplaatst. De jacket wordt volledig geverfd, met uitzondering tussen de braces. Daarmee wordt zoveel als mogelijk voorkomen dat aluminium-ionen in het water komen.

Vanuit het oogpunt van een natuur inclusief ontwerp is er rondom de jacket een combinatie van de volgende maatregelen beoogd om mariene fauna te ondersteunen en de biodiversiteit te bevorderen:

- Vishotels aan de jacket, de volgende punten zijn belangrijk voor de vishotels:
    - De vishotels moeten worden geplaatst op zo'n manier dat de installatie procedure, de J-tubes en structureel gebruik van het platform niet worden beïnvloed.
    - De vishotels zullen minimaal 10 meter onder het wateroppervlak geplaatst worden. De exacte locatie van de vishotels is afhankelijk van de stabiliteit van de structuur en het gebied waar het meeste ecologische succes behaald kan worden. Dit wordt bepaald door de interpretatie van een mariene ecoloog.
    - Er zullen vishotels geplaatst worden die de biodiversiteit lokaal positief beïnvloeden en die als een kraamkamer voor vissen kunnen functioneren.
    - De vishotels moeten onderhoudsvrij zijn tijdens de gehele levensduur van het platform.
    - De levensduur van de vishotels en de connectie met het platform moeten even lang zijn als de levensduur van het platform.
- Grotere stenen op de/geïntegreerd in de steenbestorting onder het platform.
    - Extra steenlagen met een grootte die afwijkt van de standaard grootte van 40-200 kg, 60-300 kg of 300-1000 kg. De extra steenlagen mogen er niet voor zorgen dat alle gaten en spleten worden opgevuld.
    - Gaten en spleten in de bovenste laag met een diameter van ten minste 10 cm en maximaal 30 cm en een diepte van ten minste 20 cm en maximaal 50 cm.
    - De stenen moeten niet of maar een klein beetje kunnen bewegen.
    - Ten minste 15% van de steenbestorting moet bedekt zijn met een speciale ecologische functie.

Topside

De bovenbouw (topside) is circa 80 x 110 meter in omvang. De hoogte is circa 45 meter. Dit is exclusief items die op het bovenste deck van het platform staan zoals een helideck (circa 5 meter bovenop de 45 meter), meteomast (20-30 meter bovenop de 45 meter), kraan (circa 13 meter bovenop de 45 meter) en de verblijfsruimten. De constructie van de topside vindt plaats op land. De topside kan daarom vrijwel kant-en-klaar worden aangeleverd op locatie, hiervoor wordt een transportschip gebruikt. De installatie van de topside van een platform duurt circa één week, exclusief lassen en mogelijke wachttijd door weersomstandigheden. De topside zal hierna aan de jacket worden vast gelast.

Nadat de draagconstructie en topside zijn geïnstalleerd, zal een tijdelijk mobiel werkplatform ("jack-up") naast het platform worden geplaatst. Dit mobiele platform dient als basis om het werk voor de

inbedrijfstelling van het platform te faciliteren. Dit mobiele platform zal 1 tot 1,5 jaar in gebruik blijven, afhankelijk van de accommodaties op het vaste platform kan deze periode worden verkort.

Vaarbewegingen
Voor de aanleg van het platform zijn een aantal vaarbewegingen nodig. Deze staan weergegeven in Tabel 2-2.

Tabel 2-2 Vaarbewegingen voor de aanleg van het platform op zee.

Activiteit	Type schip	Vaarbeweging
Aanbrengen stortsteen t.b.v. platform	Fall pipe vessel	2x retour vanuit Haven Rotterdam
Plaatsen Jacket	Kraanschip	1x retour vanuit Haven Rotterdam
Plaatsen Jacket	2 sleepboten	Beide 1x retour vanuit Haven Rotterdam
Plaatsen Jacket	Barge/bak	1x retour vanuit Haven Rotterdam
Installeren bellenscherm	Multi purpose vessel	1x retour vanuit Haven Rotterdam
Plaatsen Topside	Heavy lift vessel, of Barge/bak	1x retour vanuit Haven Rotterdam
Plaatsen Topside	2-4 sleepboten* *Alleen als de barge/bak wordt gebruikt*	Allen 1x retour vanuit Haven Rotterdam

Helikoptervluchten
In de gehele aanlegfase van Net op zee Nederwiek 1 zal er, gedurende één jaar, één helikoptervlucht per dag plaatsvinden (retour). Dit komt neer op 730 vluchten per jaar.

2.2.6 Gebruik en onderhoud

Geluid
Gedurende de gebruiksfase wordt geluid geproduceerd door transformatoren in de topside. Daarnaast worden in de eerste 6-9 maanden van het platform, wanneer de kabels uit het windpark nog niet zijn verbonden, twee dieselgeneratoren ingezet die ook geluid produceren. Dit is ook het geval tijdens onderhoud (hieronder beschreven) of een black-out. Het luchtkoelingssysteem produceert daarnaast ook geluid. Deze geluidsbronnen zijn allen continu van aard.

Onderhoudswerkzaamheden
Gedurende de gebruiksfase van het platform is regulier (gepland) onderhoud vereist. Hierbij worden de systemen van het platform onderhouden, inclusief groter onderhoud wanneer dit nodig is. Bij storingen of defecten van systemen kan daarnaast ook ongepland onderhoud vereist zijn. De uitgangspunten voor onderhoud zijn worst-case, in praktijk is het aannemelijk dat de duur, frequentie en inzet van materieel lager is. Ze zijn samengevat in Tabel 2-3.

Tabel 2-3 Onderhoudsscenario's platform.

	Scenario 1: Onderhoud voornamelijk per helikopter		Scenario 2: Onderhoud voornamelijk per schip	
	Regulier onderhoud	**Ongepland onderhoud**	**Regulier onderhoud**	**Ongepland onderhoud**
Waarschijnlijkheid voor de keuze van dit scenario tijdens dit type onderhoud	Waarschijnlijk De helikopter is de meest flexibele en snelle optie.	Waarschijnlijk Voor ongepland onderhoud moet men vaak snel ter plaatse zijn en daarvoor kan geen	Niet waarschijnlijk De helikopter is de meest flexibele en snelle optie.	Onwaarschijnlijk Voor ongepland onderhoud moet men vaak snel ter plaatse zijn en daarvoor kan geen

		boot ingepland worden. Daarnaast wordt er veel werktijd verloren aan het heen-en-weer varen als de werkzaamheden maar 1 of 2 dagen duren.		boot ingepland worden. Daarnaast wordt er veel werktijd verloren aan het heen-en-weer varen als de werkzaamheden maar 1 of 2 dagen duren.
Beschrijving werkzaamheden	Algemeen en groot onderhoud aan alle systemen.	Ongepland onderhoud aan de systemen (bijvoorbeeld tijdens storingen en defecten)	Algemeen en groot onderhoud aan de systemen.	Ongepland onderhoud aan de systemen (bijvoorbeeld tijdens storingen en defecten)
Duur per onderhoudsbeurt	3 weken per jaar	2 dagen	3 weken per jaar	2 dagen
Naar verwachting vereiste frequentie	1x per jaar	4x per jaar	1x per jaar	4x per jaar
Inzet helikopter (ongeveer) per onderhoudsbeurt	33	2	8	2
Inzet boot (ongeveer) per onderhoudsbeurt	4	0	4	0

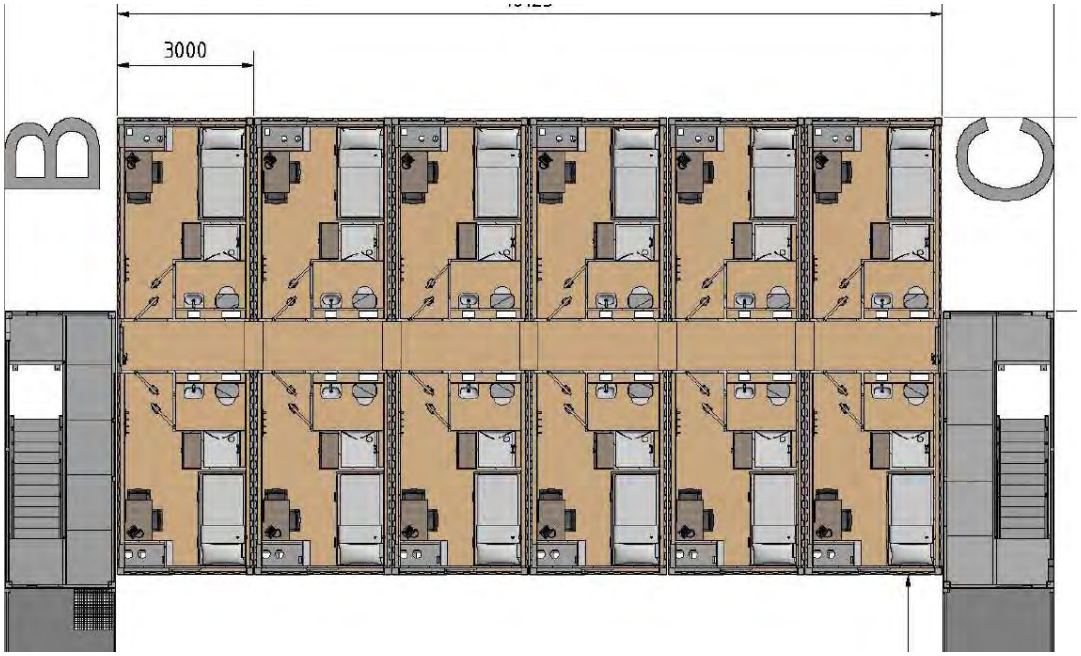
Regulier onderhoud gebeurt jaarlijks en neemt circa drie weken in beslag. Tijdens deze periode worden naar verwachting 48 personeelsleden ingezet op het platform, zij worden naar alle waarschijnlijkheid middels een helikopter naar het platform getransporteerd (scenario 1). Hiervoor zijn circa 33 helikoptervluchten (vlieghoogte circa tussen de 300 en 610 meter) vereist, voor materieel en andere benodigdheden zijn er daarnaast vier vaarten met een (bevoorradings-) schip vereist. In de onwaarschijnlijke situatie dat personeel toch hoofdzakelijk met een schip naar het platform moet worden gebracht (scenario 2), wordt het aantal helikopter vluchten verlaagd naar 8. Het aantal vaarten met een (bevoorradings- of crewtransfer-) schip wordt verhoogd naar circa 29. De inzet van een schip voor het personeel leidt echter tot een groot verlies in tijd en flexibiliteit, hierdoor is de keuze voor deze optie in praktijk niet aannemelijk.

Ongepland onderhoud is worst-case vier keer per jaar nodig, de inschatting is dat elk ongepland onderhoud twee dagen in beslag neemt. Voor het verhelpen van storingen en defecten is snelheid van belang, om deze reden wordt een helikopter ingezet om enkele personeelsleden naar het platform te transporteren. Er zijn twee vluchten vereist per ongepland onderhoud, per jaar worden er in totaal 8 vluchten uitgevoerd. Er is geen inzet voorzien van schepen tijdens ongepland onderhoud.

Gedurende de levensduur wordt de steenbestorting en eventuele aanvullende bescherming voor de kabels regelmatig geïnspecteerd. Indien nodig zal aanvullende beschermende steenbestorting geplaatst worden.

2.2.7 Faciliteiten

Op de topside van het platform bevinden zich verblijfsruimtes, toiletten en een helikopterdek. Het platform wordt gekoeld door middel van luchtkoeling. Gedurende aanleg en onderhoud verblijft de bemanning in verblijfsruimtes in containers op het bovendek (Modular Living Quarters (MLQ)). Deze ruimte biedt plaats aan maximaal 100 mensen door middel van stapelbedden. Tijdens regulier onderhoud gedurende de gebruiksfase van het platform verblijven er circa 50 mensen. Een impressie van een verblijfsruimte is weergegeven in Figuur 2-6



Figuur 2-6 Impressie van een verblijfsruimte.

2.2.8 Water, afwatering en toiletsystemen

Er wordt een zeewaterpomp geïnstalleerd om daarmee lokaal drinkwater te maken voor de bemanning en het schoonmaken van het platform. In het geval dat het platform bemand is pompt de zeewaterpomp circa 100 – 150 m³ per dag op. Daarvan wordt circa 20 m^3 drinkwater gemaakt. Voor de schoonmaakwerkzaamheden wordt het platform gereinigd met zoetwater middels hogedrukreinigers zonder schoonmaakmiddelen. Voor een gehele 'deckwash' zal circa 30 m^3 aan water worden gebruikt. Het water voor de schoonmaak zal, indien niet gecontamineerd, direct op zee geloosd worden. Regenwater dat op het platform valt zal, indien niet gecontamineerd, ook in zee geloosd worden. Hemelwater dat mogelijk wel gecontamineerd is wordt eerst gecontroleerd op olie en/of glycerol. In geval van contaminatie wordt het opgeslagen in een vuilwatertank. Dit is een tank van circa 20m³ en de inhoud ervan wordt niet geloosd, maar naar land gebracht. De tank kan gedemobiliseerd worden.

Er zijn op twee plekken toiletten op het platform:

- In de Modular Living Quarter (MLQ).
- In het permanente gedeelte van het platform.

In de MLQ zijn normale toiletten en een sewage plant (zuiveringsinstallatie) aanwezig. De toegepaste installatie zal voldoen aan Marpol Annex IV en resolutie 227(64) van het IMO met emissie eisen voor afvalwaterbehandelingsinstallaties. In het permanente gedeelte van het platform komen verbrandingstoiletten en urinoirs. Bij de MLQ zitten drie vuilwatertanks van 10m³ (totaal 30m³), die staan op het dak. De inhoud daarvan wordt verwerkt via de zuiveringsinstallatie. Die zal circa 10 m^3/dag verwerken. De zuiveringsinstallatie staat niet permanent aan. Het meeste van die 10 m^3/dag zal na verwerking worden geloosd in zee en een kleine hoeveelheid zal in de 'sludge tank' belanden. Deze wordt wanneer deze vol is geleegd door een offshore supportschip.

Het afvalwater van de toiletten wordt alleen gezuiverd bij gepland onderhoud. Wanneer het platform kortstondig met een kleine crew bezocht wordt (voor ongepland onderhoud), wordt gebruik gemaakt van verbrandingstoiletten, deze 'verbranden' de vaste uitwerpselen en urine. Daardoor hoeft de zuiveringsinstallatie bij ongepland onderhoud niet aangezet te worden.

2.2.9 Verlichtingsplan

Voor het platform is een verlichtingslichtplan op maat nodig voor de navigatie van scheepvaart, luchtvaartveiligheid en om verstoring op trekvogels en vleermuizen tijdens zowel de gebruiks- als aanlegfase zo veel mogelijk te beperken. Uitgangspunt bij het opstellen hiervan is dat verlichting binnen 150 meter uitdooft naar 0,1 lux. Ook in het kader van de Waterwet is een verlichtingsplan noodzakelijk. Het volledige verlichtingsplan zal later in detail worden uitgewerkt a.d.h.v. de wettelijke richtlijnen waarna deze vervolgens separaat wordt voorgelegd aan het Bevoegd Gezag (RWS/LNV/RVO) ter beoordeling.

Verlichting voor de navigatie voor scheepvaartverkeer is verplicht zodat een eenduidige en duidelijke markering van de waterwegen aanwezig is en een veilige navigatie voor de scheepvaart kan worden gewaarborgd. Voor deze signaalverlichting zal worden aangesloten bij de richtlijnen van Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT). De scheepvaartverlichting, de misthoorns en de accubatterijen worden preventief onderhouden en met een monitoringsysteem op afstand bewaakt. Storingen worden direct gesignaleerd en kunnen vervolgens verholpen worden door monteurs ernaartoe te zenden.

Verlichting voor luchtvaart obstructie is vereist om veilige navigatie van luchtvaart te waarborgen. De verlichting wordt gebruikt om botsingen met de luchtvaart te voorkomen. De luchtvaart obstructielampen worden aan hoge structuren op het platform, zoals antennemasten en kranen, bevestigd. De lampen dienen voldoende helder te zijn zodat deze op ruime afstand voor het luchtvaartverkeer zichtbaar zijn.

2.2.10 Veiligheidsplan

Een veiligheidsplan heeft als doel om betrokkenen voor te lichten, zodat er snel en efficiënt gereageerd kan worden bij calamiteiten. Het plan geeft maatregelen aan die tijdens deze calamiteiten genomen moeten worden. In het veiligheidsplan wordt een onderscheid gemaakt tussen calamiteiten met betrekking tot het personeel (tijdens bouw en operatie), met scheepvaart en visserij of met het milieu. Het veiligheidsplan zal niet alleen ingaan op de bestrijding van dergelijke voorvallen, maar ook op de beperking van de gevolgen van deze voorvallen. Ook wordt een bereikbaarheidsschema opgenomen dat als hulpmiddel dient indien zich een calamiteit voordoet.

Bij noodgevallen leveren twee dieselgeneratoren (worst-case 2,5 MW per stuk) het benodigde vermogen zodat de veiligheid en het functioneren van de verschillende aanwezige systemen kan worden gegarandeerd. Hierdoor zal een black-out niet leiden tot een onderbreking van het transport van elektriciteit.

De dieselgeneratoren en andere oliehoudende apparaten, worden voorzien van een drainagesysteem om olielekkage naar zee te voorkomen. Op plekken waar olie kan lekken wordt dit opgevangen en via een olie-waterafscheider behandeld. In het geval er dan olie aanwezig is, wordt

dit opgeslagen in een tank. In het geval er na de olie-waterscheiding geen olie aanwezig blijkt te zijn, wordt het water geloosd.

Het platform is uitgerust met een automatisch en handmatig brandalarm. Als er brand uitbreekt wordt er een inert gas gebruikt om te blussen. Dit gas verwijdert zuurstof uit de lucht en is niet schadelijk voor het milieu. In de transformatorkamers wordt blusschuim gebruikt in plaats van gas omdat de transformatoren vol olie zitten. Als er olie lekt wordt die opgevangen in een tank.

2.2.11 Verwijdering

De levensduur van het platform is tenminste 40 jaar. In het algemeen geldt dat objecten na afloop van de vergunningstermijn worden verwijderd. Ook voor het platform geldt deze verwijderingsplicht maar deze kan worden uitgesteld wanneer het platform een andere functie kan vervullen. Voor het verwijderen van het platform dient een verwijderingsplan opgesteld te zijn. De staatssecretaris van Economische zaken en Klimaat kan de verwijderingsplicht beperken tot een bepaalde diepte beneden de bodem van het oppervlaktewater waarbij de palen van de fundering deels kunnen blijven liggen (6 meter onder de zeebodem ligt dan het meest voor de hand).

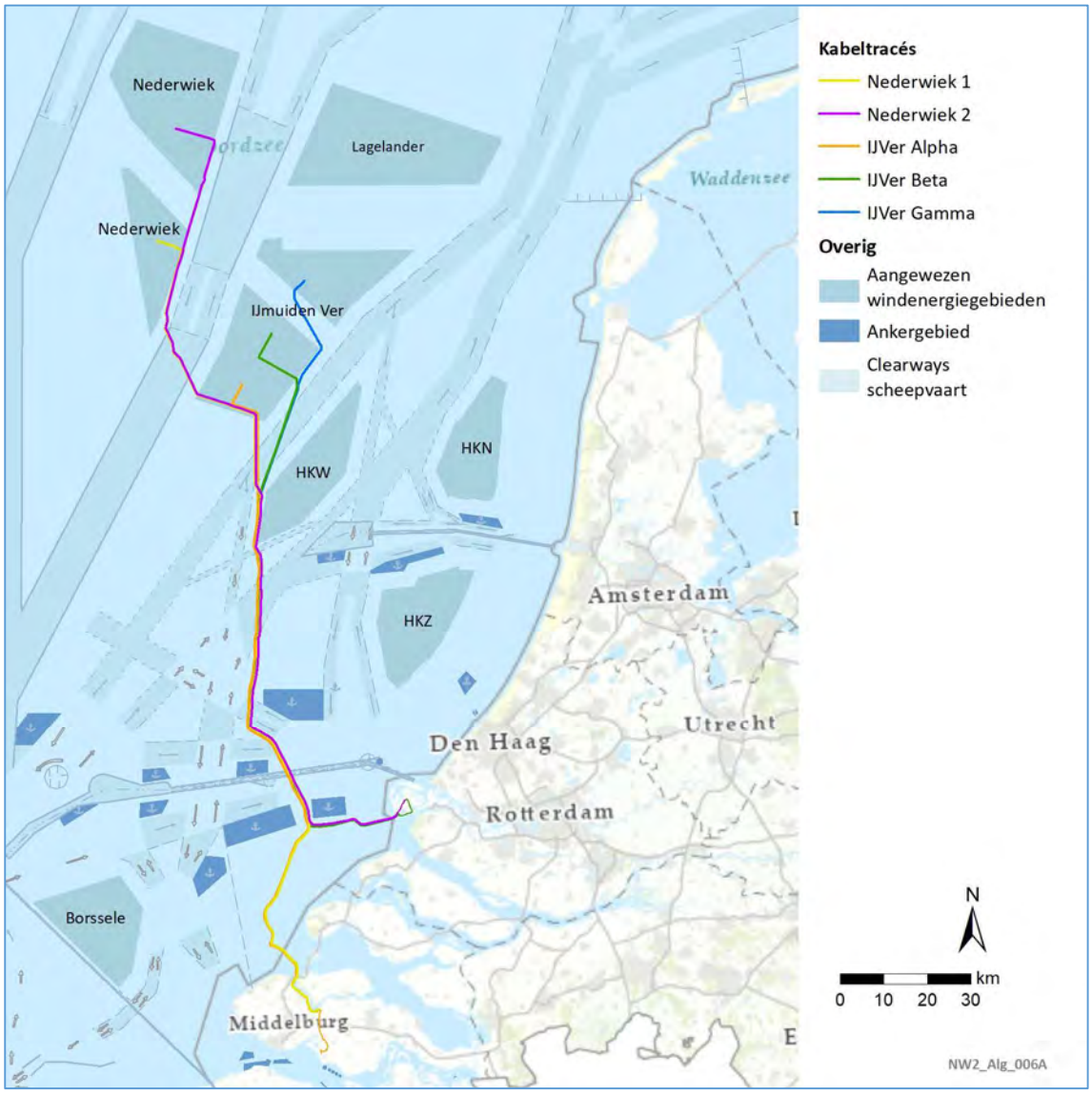
Het platform kan geheel worden verwijderd, deze activiteit is de omgekeerde variant van de aanlegfase of een soortgelijke methode. Gezien werkzaamheden als heien niet vereist zijn voor de verwijdering van het platform wordt deze verwijderfase niet als worst-case beschouwd, dit is daarmee dus niet de maatgevende fase. Als worst-case worden de werkzaamheden die benodigd zijn voor de aanleg van het platform aangehouden. Op deze manier zijn ook de gevolgen en effecten die mogelijk optreden tijdens de verwijderfase indirect meegenomen.

2.3 Kabels op zee

2.3.1 Route kabels

Het kabeltracé van Net op zee Nederwiek 1 loopt vanaf het platform tot het converterstation bij Borssele, zie Figuur 1-3. Dit betreft een afstand van circa 215 km.

Het kabeltracé van Net op zee Nederwiek 1 ligt voor een deel van de route parallel aan Net op zee Nederwiek 2 en Net op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma. De parallelligging van de kabels zorgt voor een verkleining van de vereiste corridorbreedte en efficiënt ruimtegebruik op de Noordzee. Ook kunnen er, afhankelijk van de situatie, gegevens van eerder uitgevoerde surveys worden gebruikt. De parallelliggingen zijn weergegeven in Figuur 2-7.



Figuur 2-7 Weergave van de parallelligging met de kabeltracés van Net op zee Nederwiek 1 en Net op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma.

Het kabeltracé van Net op zee Nederwiek 1 loopt eerst parallel aan Nederwiek 2. Deze parallelligging start ten oosten van het zuidelijke deel van windenergiegebied Nederwiek, waar het kabeltracé voor Net op zee Nederwiek 1 het windenergiegebied verlaat. Vervolgens voegt Net op zee IJmuiden Ver Alpha zich bij de twee Nederwiek kabeltracés. Aan de noordwestzijde van windenergiegebied Hollandse Kust (west) voegen ook IJmuiden Ver Beta en Gamma zich bij de kabeltracés van Net op zee Nederwiek 1 en 2 en IJmuiden Ver Alpha. De vijf kabeltracés lopen tot het lichtplatform Goeree parallel aan elkaar. Daarna buigen de kabeltracés van Net op zee IJmuiden Ver Beta, Gamma en Nederwiek 2 oostwaarts af richting de Maasvlakte en vervolgen de kabeltracés van Net op zee IJmuiden Ver Alpha en Nederwiek 1 zuidwaarts hun weg richting de Veerse Gatdam, in Zeeland. Na het kruisen van de Veerse Gatdam lopen Net op zee Nederwiek 1 en IJmuiden Ver Alpha parallel door het Veerse Meer, richting Walcheren. Daarna lopen ze parallel tot ze aankomen in het Sloegebied. De route van het landtracé wordt verder toegelicht in paragraaf 2.5.1. De totale afstand van parallelligging van het kabeltracé op zee van Net op zee Nederwiek 2 met de hierboven genoemde net op zee-verbindingen is weergegeven in Tabel 2-4.

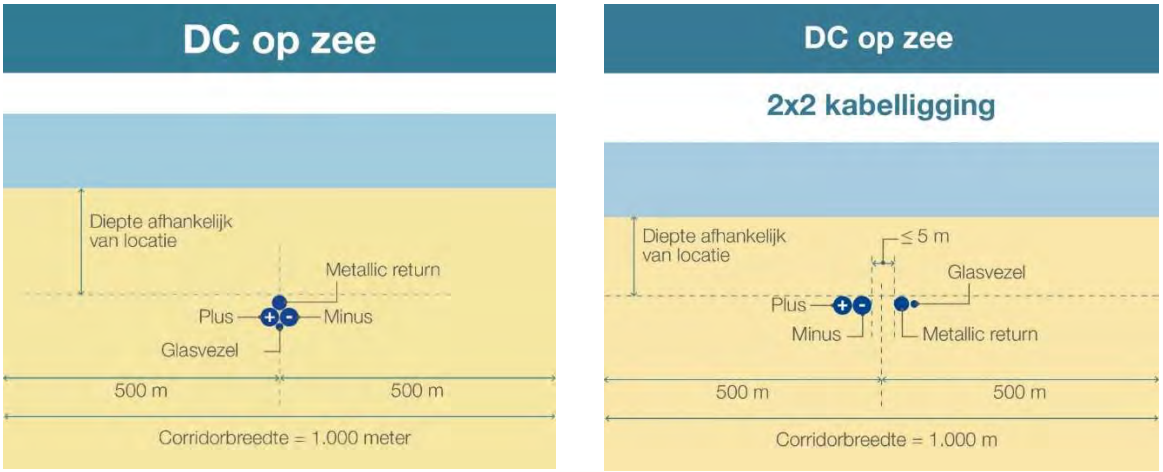
Tabel 2-4 Afstanden parallelligging

	Parallelligging met Net op zee Nederwiek 1
Net op zee Nederwiek 2	148 km
Net op zee IJmuiden Ver Alpha	167 km
Net op zee IJmuiden Ver Beta	81 km
Net op zee IJmuiden Ver Gamma	81 km

2.3.2 Kabelconfiguratie

Het kabeltracé op zee is een kabelsysteem bestaande uit vier kabels. Dit zijn een plus-gelijkstroomkabel, een min-gelijkstroomkabel, een metallic return kabel en een glsvezelkabel.
Voor het kabeltracé op zee zijn er twee kabelconfiguraties mogelijk (zie Figuur 2-8):

- (1x4)-kabelconfiguratie waarin de metallic return en de glasvezelkabel direct bij de plus- en de minpool liggen in één bundel;
- (2x2)-kabelconfiguratie waar de metallic return en de glasvezelkabel op enkele meters afstand (maximaal 5 m) van de plus- en de minpool liggen (twee bundels van twee).



Figuur 2-8 (1x4)-kabelconfiguratie op zee (links) en (2x2)-kabelconfiguratie op zee (rechts).

De keuze voor kabelconfiguratie heeft geen gevolgen voor de standaard corridorbreedte (bij beide configuraties is deze 1.000 meter) en de ligging van het kabeltracé maar heeft wel gevolgen voor de aanlegwijze. Dit wordt in de volgende paragraaf verder uitgelegd.

Het kabeltracé heeft een onderhoudszone buiten de kabels van 500 meter aan weerszijden (zie Figuur 2-8). Bij parallelligging van 2 of meer kabeltracés op zee kunnen de onderhoudszones van verschillende verbindingen gecombineerd worden. De totale breedte van de corridor is daardoor bij parallelligging smaller dan de som van aparte verbindingen. Bij de delen waar vijf verschillende net op zee-verbindingen parallel liggen is de totale corridorbreedte bijvoorbeeld 1.800 meter (zie Figuur 2-10) in plaats van vijf keer 1.000 meter.

De veiligheids- en onderhoudscorridor dient tevens als vergunningszone voor het kabeltracé (of kabeltracés bij parallelligging). De kabels zullen binnen deze zone worden aangelegd. Door te werken met deze corridors als vergunningszone is het mogelijk om de kabeltracés later nog iets te optimaliseren binnen de corridor (micro re-routing) naar aanleiding van uitkomsten UXO- en pre-surveys en dynamiek van de zeebodem.

(1x4)-kabelconfiguratie versus (2x2)-kabelconfiguratie

De (1x4)-kabelconfiguratie kan met één schip aangelegd worden. Het nadeel aan deze configuratie is dat de kabel minder flexibel is, waardoor manoeuvreren lastiger wordt (e.g. de hoek waarmee de kabel van het schip afkomt of de bodem in gaat is lastiger te maken). De (2x2)-kabelconfiguratie is flexibeler dan in geval van de (1x4), en daardoor makkelijker aan te leggen. Echter, er is voor het leggen van de kabel een extra schip nodig, waardoor er meer scheepsverkeer nodig zal zijn dat meer stikstofemissies tot gevolg heeft[17]. De twee bundels worden maximaal 5 meter van elkaar gelegd waardoor er meer moet worden gebaggerd en getrencht (wat extra habitataantasting en vertroebeling oplevert). Bij normaal bedrijf is er nauwelijks een verschil in magneetveld emissies van de (2x2)-kabelconfiguratie ten opzichte van (1x4)-kabelconfiguratie. Het magneetveld geeft wel een verschil in een storing- of onderhoudssituatie. Het verschil bij de (2x2)-kabelconfiguratie is dan kortstondig circa 10 tot 40 maal hoger dan bij de (1x4)-kabelconfiguratie. In deel B wordt als worst-case uitgangspunt daarom de (2x2)-kabelconfiguratie aangehouden.

[17] Doordat beide installatieschepen vlak achter elkaar varen (tussenafstand circa 250 meter) zullen de effecten op verstoring van natuur (soorten) en scheepvaartveiligheid beperkt zijn.

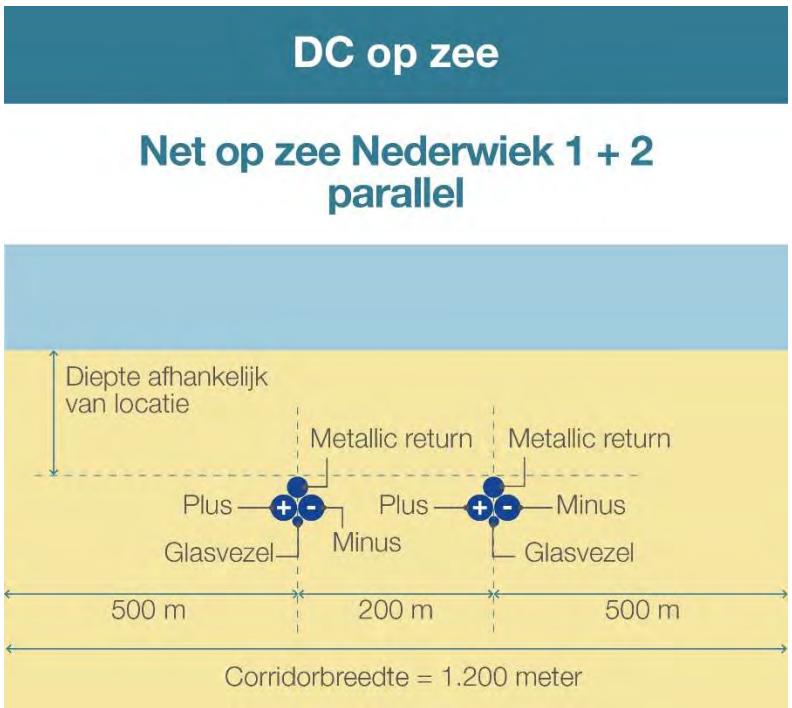
Parallelligging

Zoals al eerder is beschreven ligt het kabeltracé van Net op zee Nederwiek 1 voor een groot deel parallel met verschillende andere net op zee-verbindingen (zie 2.3.1). De standaardconfiguratie is dat er 200m afstand tussen verbindingen wordt aangehouden zoals weergegeven waardoor de standaard corridorbreedte voor 2 parallel liggende kabeltracés 1.200 meter, voor 3 parallel liggende kabels 1.400 meter is, etc.[18]

De standaard kabelconfiguratie voor de parallelligging tussen Net op zee Nederwiek 1 en 2 is te zien in Figuur 2-9. De kabelconfiguratie voor vijf parallelle verbindingen is te zien in Figuur 2-10. Op vijf locaties wordt afgeweken van de standaard kabelconfiguratie. Dit zijn:

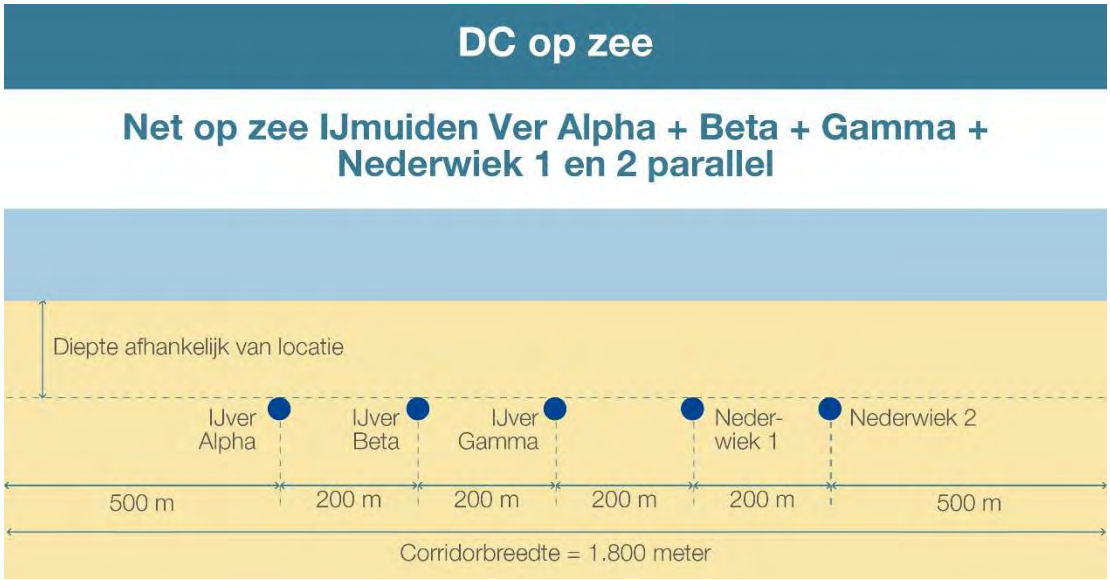
1) de passage windenergiegebied Nederwiek,
2) aan de noordzijde van de Bruine Bank,
3) de passage windenergiegebied Hollandse Kust (west),
4) de kruising van de scheepvaartroute TSS Maas Northwest en
5) de passage ten oosten van lichtplatform Goeree.

De kabels liggen hier worst case op een onderlinge afstand van 100 meter. Als er micro-rerouting wordt toegepast voor bijvoorbeeld het ontwijken van wrakken kan deze onderlinge afstand nog afwijken.



Figuur 2-9 Standaard kabelconfiguratie parallelligging op zee van Net op zee Nederwiek 1 en 2.

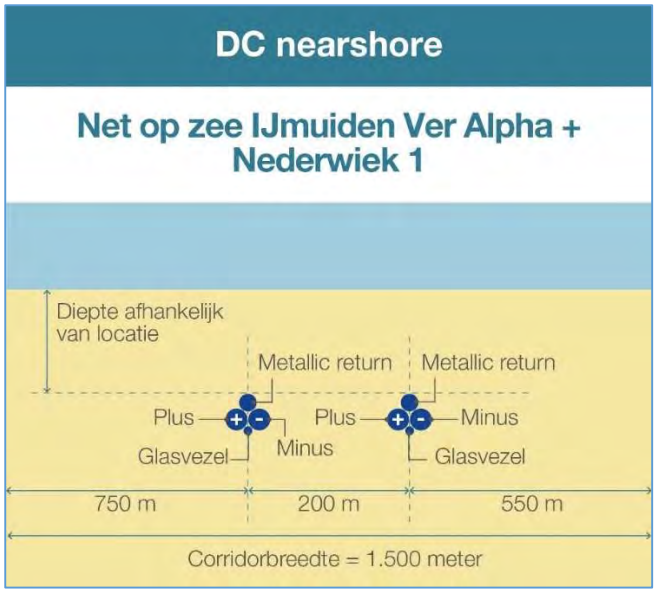
[18] Voor parallelligging is uitgegaan van de (1x4)-kabelconfiguratie in de afbeeldingen in voorliggend document. Voor de (2x2)-kabelconfiguratie is het uitgangspunt dat dezelfde corridorbreedte geldt als bij (1x4)-kabelconfiguratie.



Figuur 2-10 Kabelconfiguratie Net op zee Nederwiek 1, Nederwiek 2 en IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma.

Nearshore

Vanaf de doorgaande NAP -20 meter dieptelijn tot aan de kruising met de Veerse Gatdam (nearshore gedeelte) lopen de kabeltracés van Net op zee Nederwiek 1 en IJmuiden Ver Alpha parallel en is er een tijdelijke bredere corridor van 1.500 meter noodzakelijk. De corridorbreedte wijkt dan af van de standaard corridorbreedte van 1.200 meter bij parallelligging van de kabeltracés van Net op zee Nederwiek 1 en IJmuiden Ver Alpha. Dit om tijdens de aanlegfase zeker te weten dat de kabel op het diepste punt van de stroomgeulen aangelegd kan worden. Het kabeltracé van Net op zee IJmuiden Ver Alpha in het midden van de bredere corridor liggen en het kabeltracé van Net op zee Nederwiek 1 zal aan de oostzijde van IJmuiden ver Alpha liggen met een tussenafstand van 200 meter. De totale corridorbreedte blijft daarmee 1.500 meter, maar Nederwiek 1 heeft aan de oostzijde geen 750m maar 550m (zie Figuur 2-11). Na de aanleg gaat de corridorbreedte terug naar 1.200 meter (2x500 meter onderhoudszone naast de kabeltracés en 200m onderlinge tussenafstand). Eenmaal dichter bij de kust, vanaf circa 500 meter op zee, lopen de kabels op zee geleidelijk naar elkaar toe tot bij de aanlanding aan de oostzijde van de Veerse Gatdam.



Figuur 2-11 Corridorbreedte en kabelconfiguratie nearshore.

2.3.3 Kabeldiepgang

Om de zeekabels te beschermen tegen invloeden van buitenaf, zoals scheepsankers en bodemvisserij, wordt de kabel ingegraven. Hoe diep de kabels van Net op zee Nederwiek 1 begraven dienen te worden is afhankelijk van verschillende factoren.

De begraafdiepte is afhankelijk van de lokale condities langs het kabeltracé. Er is een gronddekking van minimaal 3 meter in het kustgebied (binnen 3 km vanuit land) en daarbuiten minimaal 1 meter buiten een verkeersscheidingsstelsel (VSS) en minimaal 1,5 meter ten opzichte van de huidige zeebodem in een VSS. Voor het kustgedeelte gold tot voorheen een minimum begraafdiepte van de kabel van 3 meter onder het *non mobile reference level* (NMRL) (wat in de praktijk neer kan komen op een begraafdiepte van 8 meter). TenneT heeft met Rijkswaterstaat afgesproken om uit te gaan van een begraafdiepte van 1 meter onder het NMRL. Hierdoor kan worden uitgegaan van een (worst case) begraafdiepte van 6 meter (NMRL op 5 meter diepte + 1 meter gronddekking).

Daarnaast moet er ook rekening gehouden worden met de maximale gronddekking, dit is onder andere afhankelijk van hoe warm de kabels worden als gevolg van de thermische weerstand van het omliggende sediment. Andere factoren die meespelen bij het bepalen van de gronddekking zijn het risico op beschadiging en onderhoudskosten.

De diepteligging bepaalt ook mede de benodigde aanlegtechniek. Tot 3 meter onder de zeebodem wordt gebruik gemaakt van (jet) trenchen, jetten of ploegen, een indicatie van de meest voorkomende aanlegtechnieken is weergegeven in

Tabel 2-7. Bij ligging dieper dan 3 meter onder de zeebodem wordt er voorafgaand gebaggerd. Dit is een worst-case aanname, ander technieken vereisen minder baggeren. De (worst-case) baggervolumes zijn weergegeven in Tabel 2-5.

Tabel 2-5 Baggervolumes en aantal kilometers door zandgolven voor Net op zee Nederwiek 1.

Deel van route	Baggervolumes
Offshore	6.790.000 m³
Nearshore	430.000 m³
Aantal km door zandgolven	136 km

Het kabeltracé loopt door gebieden met veranderende zeebodems. De morfologische veranderingen in diepte nemen jaren of decennia in beslag. Op lange termijn kan deze mobiliteit de gronddekking van de kabels bedreigen. Zeebodemmobiliteit kan niet nauwkeurig op lange termijn worden voorspeld. Het ontwerp is gericht op het voorkomen van onderhoud aan de ingraafdiepte, maar dit kan niet volledig worden uitgesloten. TenneT heeft een RBBD (*Risk Based Burial Depth)* studie uitgevoerd om te kunnen bepalen voor het hele kabeltracé hoe diep de kabel begraven moet worden op basis van risicobepaling per segment van de route.[19]

Er zijn ook snel bewegende 'zandgolven' van de zeebodem. Deze golven kunnen 0,5 tot 1,5 meter hoog zijn en bewegen tientallen tot honderden meters per jaar. Hierom wordt de graafdiepte van de kabel gedefinieerd ten opzichte van het laagste niveau onder deze zandgolven. Er zijn twee methodieken waarmee de kabels tot de gewenste diepte onder deze zandgolven kunnen worden aangelegd: Of de zandgolven worden voor kabelaanleg afgevlakt, of de kabels worden onder de zandgolven aangelegd, dus dieper dan de vereiste diepte.

2.3.4 Kabel aanleg

Initial route survey

Na het bepalen van het kabeltracé zijn voor de gehele route de bathymetrie, diepte en bodemsamenstelling in kaart gebracht met een geofysische survey. Ook worden de archeologische waarden in kaart gebracht en kan er nog re-routing binnen de corridor plaatsvinden wanneer deze waarden aanwezig zijn. Ook zijn kruisingen met bestaande kabels en leidingen en andere obstakels onderzocht. Er zijn in totaal 23 kabelkruisingen (offshore) benodigd, zie Tabel 2-6. Dit is exclusief kabelkruisingen met eigen net op zee-kabels van TenneT.

[19] Dit is een bureaustudie.

Tabel 2-6 De benodigde kabelkruisingen voor Nederwiek 1.

Naam	Soort	Eigenaar	Status
Buis- en pijpleidingen			
PL0173_PR	Gas	Dana Petroleum Netherlands B.V.	In gebruik
PL0176_PR	Gas	BBL Company V.O.F.	In gebruik
Telecomkabels			
Atlantic Crossing 1 Segment B1	Glasvezel	Global Crossing	In gebruik
BT North Sea	Glasvezel	British Telecom	Toekomstig
Circe 1 North	Glasvezel	Viatel UK Ltd	In gebruik
Circe north 2 replacement	Glasvezel	Zayo	Toekomstig
COAM	Glasvezel	Pipiper	Toekomstig
Concerto 1 segment 1 East	Glasvezel	Flute Ltd	Verlaten
Concerto 1 Segment 1 North	Onbekend	Flute Ltd	In gebruik
Hermes 1	Glasvezel	GTS	Verlaten
PANGEA Segment 2	Glasvezel	Alcatel Submarine Networks Ltd	In gebruik
Rembrandt 1	Glasvezel	KPNQwest	Verlaten
Rioja 3	Glasvezel	KPN	Verlaten
Scylla kabel	Glasvezel	euNetworks	Toekomstig
Telecomkabel TAT14 Segment I	Glasvezel	British Telecom	In gebruik
UK – NL 10	Coaxiaal	Onbekend	Verlaten
UK – NL 14	Glasvezel	Cable and Wireless	Verlaten
UK – NL 4	Coaxiaal	Onbekend	Verlaten
UK – NL 5	Coaxiaal	Onbekend	Verlaten
UK – NL 6	Coaxiaal	KPN	Verlaten
Ulysses 2	Glasvezel	MCI World Com	In gebruik
Elektrakabels			
BRITNED-route	Koper	TenneT (BritNed)	In gebruik
Neuconnect westelijk deel	Koper	NeuConnect Britain Limited	Toekomstig
NoZ IJmuiden Ver Alpha	Koper	TenneT	Toekomstig
NoZ IJmuiden Ver Beta	Koper	TenneT	Toekomstig
NoZ IJmuiden Ver Gamma	Koper	TenneT	Toekomstig

Pre-installatie voorbereidingen

Pre-installatie route survey

Voorafgaand aan de aanlegwerkzaamheden vindt een UXO- en pre-survey plaats langs de kabelroute. Het doel van deze surveys is om de gegevens die bepaald zijn met de initiële route survey te updaten. De actuele bodemomstandigheden langs de route worden nauwkeurig verkend, waaronder ook de aanwezigheid van mogelijke (nieuwe) obstakels. Aan de hand van het onderzoek kan de kabelroute geoptimaliseerd worden binnen de beschikbare corridor (micro re-routing). Hierbij wordt bijvoorbeeld rekening gehouden met de aanwezige zandgolven/banken en zeebodemmobiliteit in relatie tot de noodzaak tot onderhoud, zodat het vereiste baggerwerk tot een praktisch minimum beperkt wordt. Ook wordt de optimale locatie voor het kruisen van andere kabels bepaald en worden overige obstakels (zoals ontplofbare oorlogsresten, puin etc.) in kaart gebracht, zodat deze kunnen worden vermeden of verwijderd.

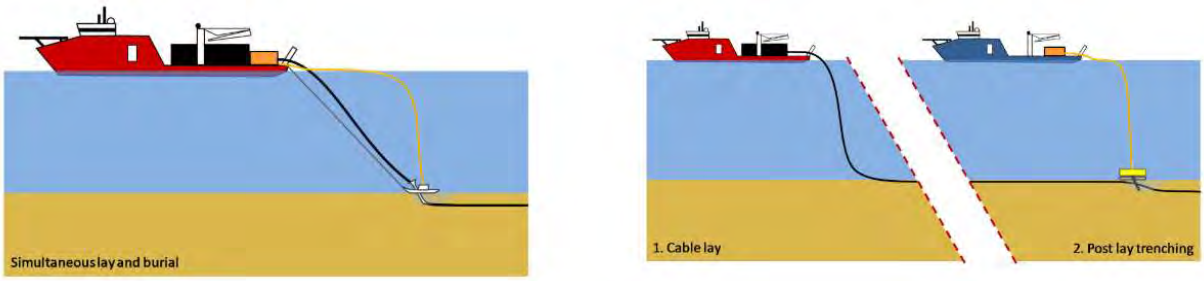
Pre-installatie route clearance
Na het pre-installatie zeebodemonderzoek vinden de volgende ingrepen plaats:

- Klaring van de route met een grapnel: Een grapnel is een haak (sleepanker) waarmee oude kabels en overige grote stukken rommel, zoals visnetten en dergelijke, van het betreffende stuk zeebodem worden verwijderd. De haak wordt langzaam achter een boot voortgesleept, het vervolgens omhooggehaalde afval wordt aan land gebracht en verwerkt middels regelgeving die daarop van toepassing is.
- Verwijderen van mogelijk geïdentificeerde niet meer in gebruik zijnde telecomkabels: De kabels worden naar het dek getrokken, waar een gedeelte breed genoeg voor de kabels voor Net op zee Nederwiek 1 zal worden verwijderd. De uiteindes van de telecomkabels worden terug op de bodem geplaatst met een gewicht eraan.
- Omgang met niet eerder geïdentificeerde in gebruik zijnde telecomkabels: Het is gebruikelijk gebleken dat onbekende kabels worden aangetroffen tijdens activiteiten zoals voorbereidend onderzoek, klaring van de route of tijdens aanleg van de kabels. Als een dergelijke kabel, of pijpleiding, wordt gevonden kan worden geprobeerd deze dieper te begraven waardoor de kabel van Net op zee Nederwiek 1 met deze kan kruisen op de vereiste diepte. Als dit niet mogelijk blijkt wordt een steenplaatsing overwogen om de kabels van Net op zee Nederwiek 1, die in dat geval ondieper liggen, te beschermen.
- Baggeren zandgolven (ook wel: pre-sweepen): Om de kabel op een juiste diepte te kunnen begraven, zonder door aanwezige zandgolven/banken en zeebodemmobiliteit gehinderd te worden, worden waar nodig deze secties gebaggerd. De breedte van de te baggeren sleuf moet breed genoeg zijn zodat de kabelbegraafapparaten kunnen passeren. Dit is normaliter zo'n 14 meter per kabel, 20 meter in geval van de (2x2)-kabelconfiguratie. De breedte boven in de sleuven hangt van de baggerdiepte ten opzichte van de zeebodem af.
- Eventuele pre-burial run: Als er een risico is dat de benodigde graafdiepte niet wordt bereikt (gebaseerd op de surveys), wordt een pre-burial run overwogen. Dit houdt in dat voordat de kabel wordt gelegd op de geïdentificeerde secties, dezelfde begraaftechniek wordt toegepast maar dan zonder kabel. Als dit niet succesvol blijkt wordt voor-baggeren of -snijden overwogen, afhankelijk van lokale eisen voor begraafdiepte en eisen uit vergunningen.

Installatie
Installatie van de kabels zal plaatsvinden van het strand naar het platform, of van het platform naar het strand. Voor het aanleggen van het kabeltracé op zee zijn er twee verschillende aanlegstrategieën (zie Figuur 2-12).

'Simultaneous Lay and Burial' (SLB)
In deze methode wordt de kabel tijdens het leggen op de zeebodem direct ingegraven. Dit gebeurt vanaf hetzelfde schip. Deze aanlegmethode heeft als voordeel dat het kabeltracé slechts één keer langsgegaan hoeft te worden met een snelheid van circa 250 m/u. Een ander voordeel van deze methode is dat bij de installatie grotere begraafdiepten kunnen worden bereikt. Dit gaat over het algemeen door jet trenchen. Hiervoor zijn dan geen baggerwerkzaamheden nodig.

'Post Lay Burial' (PLB)
Bij de aanleg van de kabel wordt er eerst gebaggerd (pre-sweepen). In deze methode wordt eerst de kabel op de zeebodem gelegd door een kabellegschip. Pas naderhand wordt de kabel ingegraven door een schip met de installaties voor het ingraven van de kabel. Een voordeel is dat het leggen van kabels ongeveer twee keer zo snel gaat als bij methode SLB. Leggen gaat met circa 500 m/u en begraven met circa 250 m/u. Tijdens het leggen van de kabel bestaat een risico op het beschadigd raken van de kabel wanneer het schip te veel beweegt doordat de zee te veel beweegt. Dat is het geval tijdens storm. Daarom is er een voorkeur voor het zo snel mogelijk leggen van de kabel. Het begraven van de kabel kan zonder risico voor de kabel onderbroken worden wanneer het weer daartoe aanleiding geeft.



Figuur 2-12 Simultaneous Lay and Burial (links) en Post Lay Burial (rechts).

Verschillende apparatuur en schepen kunnen worden gebruikt voor het ingraven van de kabel. Daarbij heeft elke methode zijn eigen voor- en nadelen. Sommige methodes zijn meer geschikt voor losse zandige bodem terwijl andere methodes meer geschikt zijn voor bijvoorbeeld hardere kleiachtige bodems. Dit is afhankelijk van verschillende variabelen: snelheid, kosten, weerbetrouwbaarheid, risico's voor de stabiliteit van de kabel tijdens aanleg, waarschijnlijkheid voor het bereiken van de vereiste diepte, beschikbaarheid, et cetera. Langs de route van de kabels moet een mix van gesteldheid van de zeebodem worden overwonnen. Een greep uit deze specifieke voorwaarden: ondiep en diepere wateren, sterke en stillere stromingen, hoge golven en rustigere gebieden, zachte en harde zeebodems, gladde en ruwe oppervlakken, zeebodemgolvingen, et cetera. Daarom kunnen langs een kabelroute meerdere aanlegmethoden noodzakelijk zijn om de beoogde begraafdiepten te bereiken. Daarnaast hebben kabelfabrikanten elk hun eigen voorkeur. In de aanbestedingsfase stellen de aannemers een 'burial assessment' studie op, op basis van de aangeleverde bodeminformatie en de specifieke kenmerken van de apparatuur die zij kunnen bieden (zie Tabel 2-7). Over het algemeen zal nearshore gekozen worden voor SLB aanleg, en verder offshore voor PLB.

Tabel 2-7 Een indicatie van de meest voorkomende ingraaftechnieken.

Techniek	Beschrijving
Jetten (jet sledge)	Bij jetten wordt de bodem onder hoge waterdruk gefluïdiseerd, waarna de kabel onder zijn eigen gewicht in de bodem kan zakken of naar de beoogde diepte wordt geleid. Er is een uiteenlopend aanbod aan jet trenchers, jet sledgers en vertical injectors op de markt. De snelheid die met een jet trencher behaald kan worden hangt af van het geïnstalleerde vermogen en van de grondsoort waarin de kabel moet worden begraven (SLB- of PLB-methode).
ROV-jet trenchers	Een op afstand bestuurbare jet trencher is een onderwater robot, bestuurd vanaf een begeleidend vaartuig. De toegepaste techniek is verder hetzelfde als het hierboven beschreven jetten.
Frezen (chain or wheel cutter trenchers)	Bij frezen wordt door middel van een ronddraaiende (ketting)frees een sleuf in de bodem getrokken, waarna de kabel in de sleuf kan worden gelegd. Hierna kan de bodem worden afgedekt met het materiaal dat weg gefreesd is of de gleuf loopt vanzelf dicht. Bij frezen kan de kabel direct in de sleuf tot op de juiste diepte ingebracht worden. Dit kan ook door middel van een extra passage met een jet trencher naderhand (SLB- of PLB-methode).
Ploegen (Cable plough)	Een kabelploeg wordt door de grond getrokken terwijl de kabel door de ploeg heen loopt en zo naar de beoogde diepte wordt geleid. Een kabelploeg kan daarbij door waterjets worden ondersteund, met name om in dicht gepakt zand de benodigde trekkracht te verminderen. *Let op*: er kan ook geploegd worden om de zeebodem voorafgaande aan de installatiewerkzaamheden te egaliseren, dit is een andere techniek.
Mass flow excavation	Hierbij wordt ook gebruik gemaakt van water om het bodemateriaal deels te verplaatsen, maar in tegenstelling tot jetten wordt met een lage waterdruk gewerkt. Afhankelijk van de grootte van de zandkorrels van de zeebodem zal door de grote waterstroom meer of minder bodemmateriaal in de omgeving worden verspreid. De afdekking van de kabel met bodemmateriaal na (her)begraven met Mass flow excavation is daarmee direct afhankelijk van de korrelgrootte verdeling van het bodem materiaal. Mass flow excavation kan alleen effectief worden ingezet voor het (her)begraven van kabels in niet-cohesief bodemmateriaal als zand.

Dicht bij de kust dienen soms andere ingraaftechnieken te worden gebruikt omdat er niet genoeg diepgang is voor de normaal gebruikte vaartuigen (zie Tabel 2-8). Deze vereisen een transportbak ('barge') die kan worden gebruikt als kabelopslag, hoofdbedieningsplatform, directe aanleg- en graafwerkzaamheden of om andere werktuigen te bedienen. Deze transportbakken gebruiken ankers om te manoeuvreren in ondiep water of tijdens werkzaamheden.

Tabel 2-8 Een indicatie voor ingraaftechnieken die geschikt zijn voor nabij de kust.

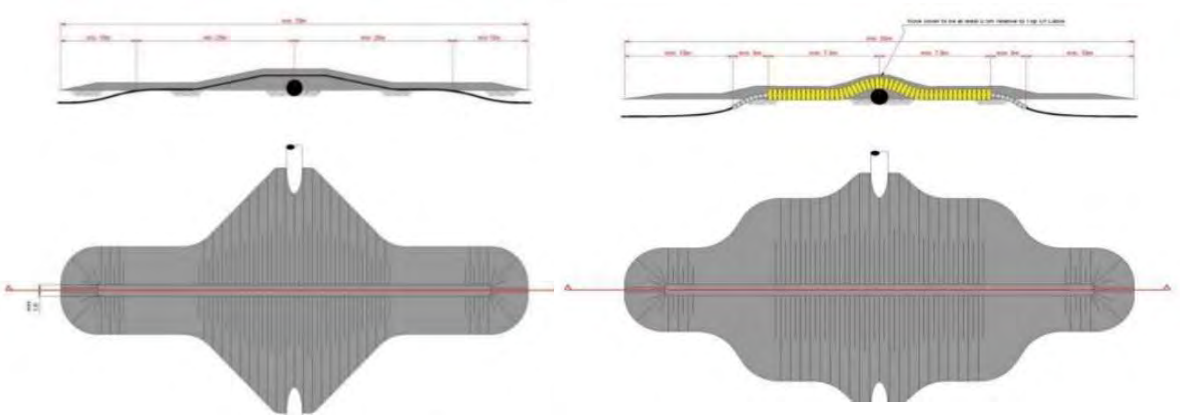
Techniek	Beschrijving
Vertical Injectors	Is in essentie een lange, verticale jet trencher, hangend in een kraan.
Vibratie ploeg (vibration plough)	Bij deze methode wordt door middel van trillingen de grond fluïde gemaakt waardoor de kabel in zand-, klei- of veengronden aangebracht kan worden. Door middel van een buis wordt de kabel op de gewenste diepte aangebracht (SLB – of PLB- methode)

Bijzondere locaties langs het kabeltracé (moflocaties en kruisingen)

Het kabeltracé op zee bestaat meerdere delen die aan elkaar worden verbonden. De lengte van een deel is afhankelijk van de kabellengte die op het kabelinstallatieschip kan worden opgeslagen. Het is de verwachting dat er 40 tot 60 kilometer kabel kan worden opslagen op het kabelinstallatieschip. Om de aparte stukken kabel te verbinden zijn moflocaties ('offshore joints') vereist. Een moflocatie is een soort kleine metalen omhulling. Dit wordt verder toegelicht in paragraaf 2.6.1.

Voor het kruisen van de 23 kabels (exclusief kabels van TenneT) en pijpleidingen van derden (zie Tabel 2-6), kunnen diverse methoden worden toegepast. Elke methode zorgt voor een scheiding van circa 0,3 meter of meer tussen de twee kabels of de kabel en een pijpleiding. De keuze voor de exacte kruisingsmethode gaat in overleg met de andere partij. In de volgende alinea worden enkele mogelijkheden toegelicht.

Een scheiding is mogelijk middels het plaatsen van stenen of een speciaal scheidingssysteem, met beide een buitenste beschermlaag van stortsteen (Figuur 2-13). Hiernaast kan ook een scheiding door zand- of groutzakken, steennetten of een 'matras' van betonnen blokken worden gerealiseerd, weer met een buitenste bescherming door stortsteen. Elke methode heeft zijn eigen voor- en nadelen. Het toepassen van de 'matras' van betonnen blokken vereist bijvoorbeeld door instabiliteitsrisico's een korte doorlooptijd tussen de installatie van het 'matras', het leggen van de kabel en het storten van het stortsteen. Zoals gezegd gaat de keuze voor de kruisingsmethode in overleg met de te kruisen partij.



Figuur 2-13 Typische kruising met behulp van steen (links) en een scheidingssysteem (rechts). Boven laat een dwarsdoorsnede zien en onder het bovenaanzicht.

Post-installatie

Na de werkzaamheden zal een 'as built' survey uitgevoerd worden, om de werkelijke begraafdiepte langs het kabeltracé en de bathymetrie te meten. Op secties van de route waar niet voldoende diepte bereikt is, kunnen aanvullende graafactiviteiten uitgevoerd worden met een ROV-jet trencher of Mass flow excavation, afhankelijk van de lokale condities. Op locaties waar de kabels niet begraven konden worden, worden de kabels na het leggen beschermd door het plaatsen van stenen. Voor zover mogelijk zal dit vermeden worden, aangezien deze methodiek door erosie in de loop der tijd onderhoud vergt.

2.3.5 Gebruik en onderhoud

Tijdens de gebruiksfase van de kabel worden er periodiek inspecties uitgevoerd langs het kabeltracé, o.a. om de actuele begraafdiepte te bepalen. Als de kabel niet op de vereiste diepte ligt, kan deze extra worden ingegraven. Ook worden de kruisingsconstructies periodiek geïnspecteerd. Indien nodig kan hier aanvullende steenstorting plaatsvinden. Verder kan herstel van een kabelstoring nodig zijn als een kabel defect raakt.

2.3.6 Verwijdering

De levensduur van de kabels is circa 40 jaar. In het algemeen geldt dat objecten na afloop van de vergunningstermijn worden verwijderd. Ook voor de kabels geldt deze verwijderingsplicht. De verwijderingsplicht geldt tenzij de afweging van maatschappelijke kosten en baten, effecten op ruimtegebruik, milieueffecten en veiligheidsaspecten van het laten liggen dan wel opruimen anders uitvalt. Dan kan de leiding blijven liggen, maar blijft er wel een inspectie- en onderhoudsplicht. In het Programma Noordzee 2022-2027 is een checklijst bijgevoegd (Bijlage 5) voor de verwijderingsplicht voor kabels en leidingen om bovengenoemde afweging te maken.

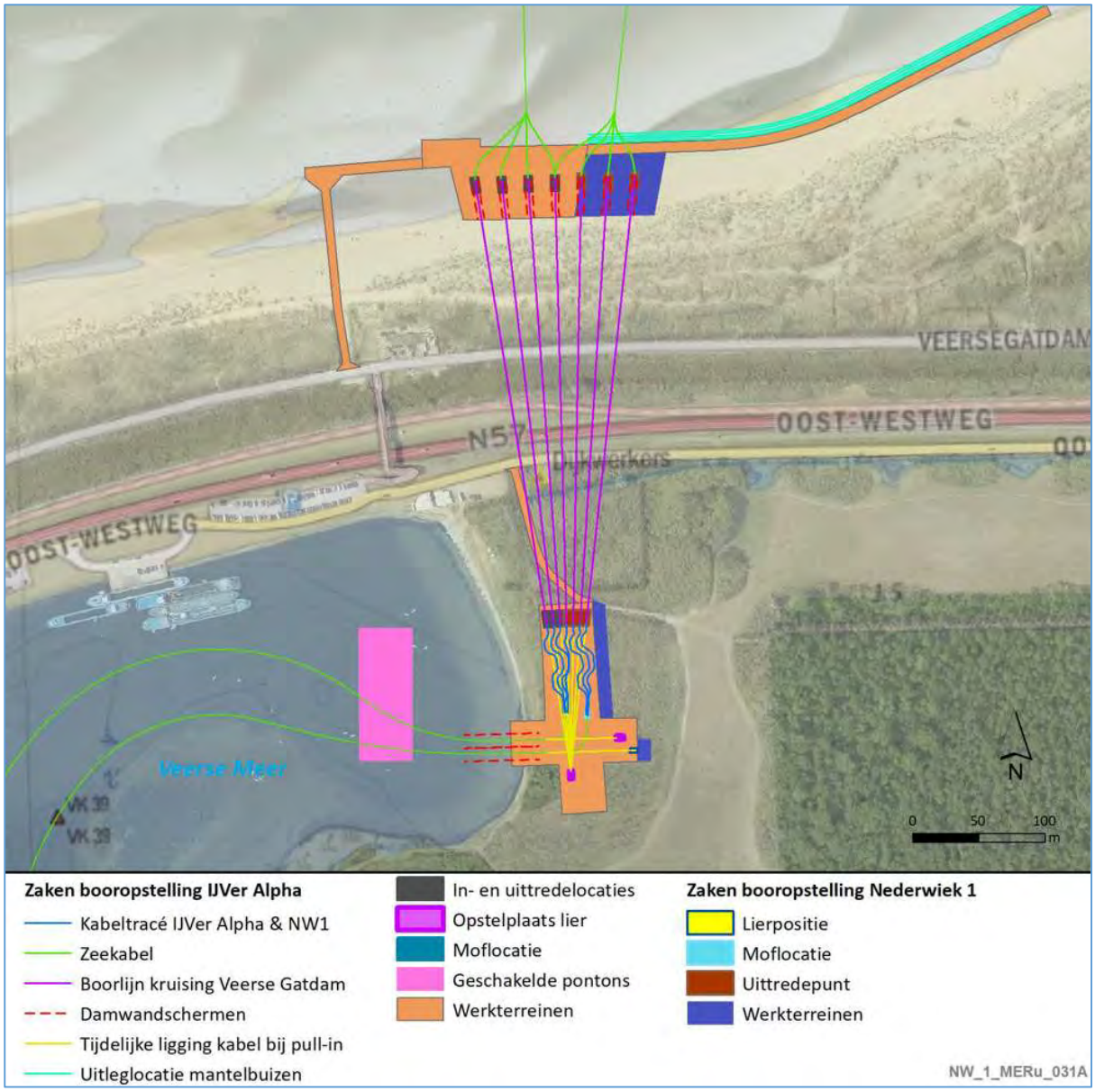
Er wordt niet gebaggerd bij de verwijdering. Waar nodig wordt waarschijnlijk een jet trencher gebruikt voor verwijdering. Gezien baggeren niet wordt toegepast voor de verwijdering van de kabels wordt deze verwijderfase niet als maatgevend beschouwd. Als worst-case scenario worden daarom de werkzaamheden aangehouden die benodigd zijn voor de aanleg van de kabels. De gevolgen en effecten die mogelijk optreden tijdens de verwijderfase zijn niet apart beoordeeld.

2.4 Kruising Veerse Gatdam en kabels in het Veerse Meer

2.4.1 Kruising met de Veerse Gatdam

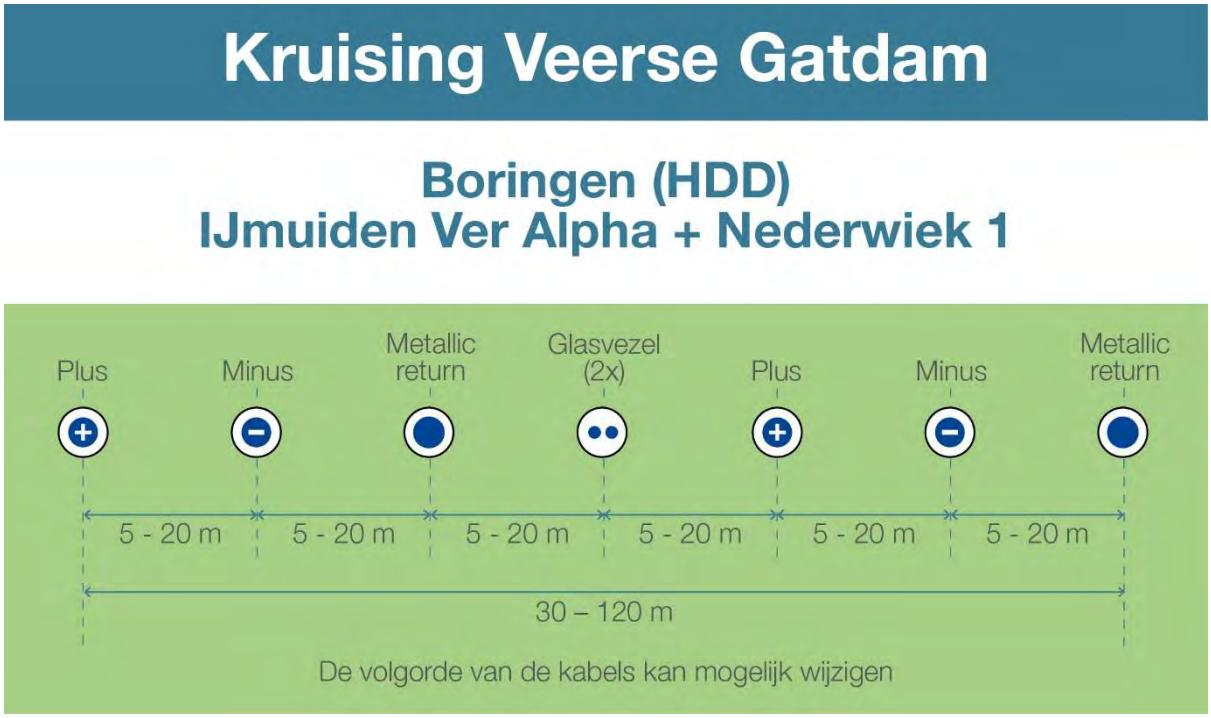
Na het offshore-gedeelte kruist het kabeltracé de Veerse Gatdam. De kruising vindt plaats parallel oostelijk van waar Net op zee IJmuiden Ver Alpha de Veerse Gatdam kruist. Hierna loopt het kabeltracé door het Veerse Meer parallel aan Net op zee IJmuiden Ver Alpha. Beide verbindingen komen het Veerse Meer uit aan de zuidzijde van het Veerse Meer.

De boringen voor Net op zee Nederwiek 1 en IJmuiden Ver Alpha zijn weergegeven in Figuur 2-14. De pluspool-gelijkstroomkabel, de minpool-gelijkstroomkabel en de metallic return van Net op zee Nederwiek 1 kruisen de Veerse Gatdam ieder in één losse boring(boorgat). De glasvezelkabel van Net op zee Nederwiek 1 zal samen liggen in de boring met een andere kabel van Net op zee Nederwiek 1 of IJmuiden Ver Alpha. Dit betekent dat Net op zee Nederwiek 1 zorgt voor drie additionele boorlijnen/mantelbuizen onder de Veerse Gatdam door.



Figuur 2-14 Overzichtskaart kruising Veerse Gatdam door boring voor Net op zee Nederwiek 1 en IJmuiden Ver Alpha.

De kabelconfiguratie bij de kruising van de Veerse Gatdam, van Nederwiek 1 en IJmuiden Ver Alpha tezamen, is weergegeven in Figuur 2-15. Aan de zuidzijde van de dam liggen de kabels circa 5 meter bij elkaar. Dit waaiert richting de noordzijde in de breedte uit tot 20m tussenafstand op het strand aan de noordzijde van de Veerse Gatdam.



Figuur 2-15 Voorbeeld kabelconfiguratie boring kruisen Veerse Gatdam.

De boringen onder de Veerse Gatdam kan los van andere activiteiten in de planning worden uitgevoerd. Een periode tussen september en oktober wordt als beste compromis gezien tussen het storm- en recreatieseizoen zoals besproken met RWS, het waterschap Scheldestromen, Staatsbosbeheer en de gemeenten Veere en Noord-Beveland. Voorbereiding van de boring zal circa 1,5 tot 2 weken duren. De uitvoertijd van de boringen van Net op zee Nederwiek 1 onder de Veerse Gatdam is circa 2 weken.

Na het uitvoeren van de boring zijn er nog drie andere werkzaamheden voor de aanleg van de kabel:

1. Intrekken van de zeekabels door de boringen vanaf het Noordzeestrand tot achter de Veerse Gatdam.
2. Intrekken van de kabels komend vanuit het Veerse Meer op het land/strand aan de zuidzijde van de Veerse Gatdam.
3. Jointen van de zeekabels en de kabels uit het Veerse Meer. Het jointen gebeurt aan de zuidkant van de Veerse Gatdam.

Dit wordt hierna verder toegelicht.

Werkterreinen en werkzaamheden voor boringen en verbinden van kabels

De oppervlaktes van de werkterreinen (werkwegen, uitleglocatie mantelbuizen en werkterreinen) voor de boring onder de dam voor Nederwiek 1 en IJmuiden Ver Alpha tezamen zijn weergegeven in Figuur 2-16. De oranje vlakken op de afbeelding worden geheel als werkterrein ingericht. Daardoor wordt alle aanwezige bosschage ter plaatse verwijderd. Het extra oppervlak dat aan werkterreinen voor Net op zee Nederwiek 1 wordt toegevoegd ten opzichte van Net op zee IJmuiden Ver Alpha, zijn de 2862 m^2, 882 m^2 en 166 m^2 wat neerkomt op circa 4.000 m^2 extra oppervlak. De milieueffecten van de rest van de werkterreinen zijn reeds beoordeeld voor Net op zee IJmuiden Ver Alpha.

Er is ruimte nodig aan de zuidzijde van de Veerse Gatdam om de kabel in te kunnen trekken en de boring uit te kunnen voeren. De oppervlaktes aan de zuidzijde van de dam van 8.067 m^2, 882 m^2 en 166 m^2 (samen 9.115 m^2) wordt geheel als werkterrein ingericht voor de boringen onder de Veerse Gatdam door van Net op zee IJmuiden Ver Alpha en Nederwiek 1. Daardoor wordt alle aanwezige bosschage in dit vlak aan de zuidzijde van de dam daar verwijderd.

De werkweg met een oppervlakte van 740 m^2 naar de terreinen met een gezamenlijk oppervlak van 9.115 m^2 moet minimaal 5 meter breed zijn. Om dit te bewerkstelligen moet over een strook van circa 1,5 meter breed bosschage verwijderd worden om de juiste breedte qua werkweg te realiseren. Deze benodigde 1,5 meter extra ruimte kan aan beide zijde van de werkweg behaald worden. Dat wordt pas duidelijk in het werkplan van de aannemer aan welke zijde dit gebeurt.

Figuur 2-16 Oppervlaktes werkterreinen kruising Veerse Gatdam. (Gearceerde vlakken zijn extra werkterreinen die benodigd zijn om ook Net op Nederwiek 1 uit te voeren.)

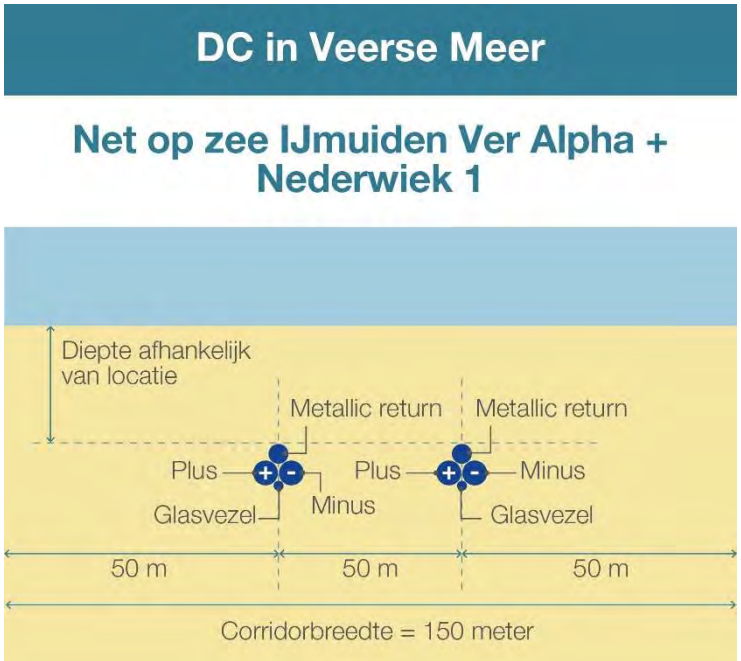
Er komt geen verbindingsmof op het strand aan de noordzijde van de Veerse Gatdam. Tijdens de boorwerkzaamheden ligt de buis op het maaiveld. Bij de afwerking van de kabels, na het intrekken van de kabels door het kabellegschip, wil TenneT de kabels onder het mobiele deel van strand/zand leggen. De kabels worden diep weggelegd, deze worden waterdicht afgemonteerd en het zand ter plaatse wordt er weer overheen teruggebracht. Op zee, net voor het strand, wordt gebaggerd. Het ingeschatte baggervolume voor deze sectie is circa 430.000 m^3. Dit om ervoor te kunnen zorgen dat een kabellegschip voldoende dicht bij het strand kan komen om de kabels af te rollen, door de boring heen te laten trekken en vervolgens verder richting zee te varen en ondertussen vanaf daar meteen de kabels aan te leggen onder de zeebodem. Een jetting tool spuit de kabel op zee naar beneden. Het laatste stukje van de kabel wordt over het strand getrokken. Er moet dan een sleuf gegraven worden op het strand.

Aan de noordzijde van de Veerse Gatdam hoeft er geen beplanting of bosschage verwijderd te worden. De werkweg aan de noordzijde van het strand met een oppervlakte van circa 1.800 m^2 (zie Figuur 2-16) bevindt zich bovendien op een reeds aanwezige toegangsweg naar het strand die breed genoeg is.

2.4.2 Route en aanlegmethode in het Veerse Meer

Na het kruisen van de Veerse Gatdam loopt het kabeltracé door het Veerse Meer in zuidoostelijke richting. Net op zee Nederwiek 1 ligt over de gehele route in het Veerse Meer parallel aan de oostzijde van Net op zee IJmuiden Ver Alpha, zie Figuur 2-17. In overleg met Rijkswaterstaat is gekeken wat de meest optimale route door het Veerse Meer. Hieruit is naar voren gekomen dat een route door het diepst deel van het Veerse Meer heen (grotendeels door de vaargeul) acceptabel is voor Rijkswaterstaat, mits de kabel voldoende diep begraven wordt namelijk op (worst-case) -9,5 meter NAP.
De onderlinge afstand van de verbindingen is 50 meter en aan weerzijde van de kabels is een onderhoudszone van 50 meter. De totale corridorbreedte is daardoor 150 meter, zie Figuur 2-18. Beide verbindingen komen het Veerse Meer uit aan de zuidzijde van het Veerse Meer, ter hoogte van haven De Piet.

Figuur 2-17 Parallelligging Net op zee Nederwiek 1 en IJmuiden Ver Alpha in het Veerse Meer.



Figuur 2-18 Kabelconfiguratie Veerse Meer.

Op het Veerse Meer wordt gebruik gemaakt van meerdere aan elkaar geschakelde pontons (werkschepen) voor de installatie. De aanleg in het Veerse Meer zal met een jet trencher gebeuren. Bij jet trenchen wordt de bodem (sediment) omgewoeld en wordt tegelijkertijd de kabel op voldoende diepte in de waterbodem aangelegd. Dit is een alternatief voor de aanlegmethode waarbij eerst gebaggerd wordt (grond wegnemen) en vervolgens de kabel op voldoende diepte wordt aangelegd. De aanleg van de kabels in de waterbodem leidt tot effecten als vertroebeling en sedimentatie. Bij de aanlegmethode jet trenchen leidt dit echter tot (veel) minder vertroebeling en sedimentatie dan bij baggeren, en is meer vergelijkbaar met de vertroebeling en sedimentatie die ontstaat bij het slepen van netten door vissers. Jet trenchen is ten aanzien van milieuaspecten daardoor de best beschikbare techniek.

Voor de installatie van het kabeltracé van Nederwiek 1 door het Veerse Meer hoeft ook niet gebaggerd te worden voor de benodigde diepgang voor de pontons (werkschepen). De baggerwerkzaamheden die worden uitgevoerd voor het project Net op zee IJmuiden Ver Alpha zorgen ervoor dat baggeren niet meer nodig is voor Net op zee Nederwiek 1. Deze baggerwerkzaamheden zijn reeds beoordeeld en vergund voor het project Net op zee IJmuiden Ver Alpha.

Verwijdering

De levensduur van de kabels is circa 40 jaar. Er is een verwijderplicht, maar bij disproportionele schade aan de omgeving blijven de kabels liggen. Gezien methodes als baggeren of jet trenchen niet worden toegepast voor de verwijdering van de kabels wordt deze verwijderfase niet als maatgevend beschouwd. Als worst-case scenario worden daarom de werkzaamheden aangehouden die benodigd zijn voor de aanleg van de kabels. Hiermee zijn de gevolgen en effecten die mogelijk optreden tijdens de verwijderfase indirect ook meegenomen in voorliggende beoordeling.

2.5 Kabels op land

2.5.1 Route kabel

Het kabeltracé op land zijn weergegeven in Figuur 2-19. Het kabeltracé op land loopt vanaf de zuidzijde van het Veerse Meer richting het Sloegebied.

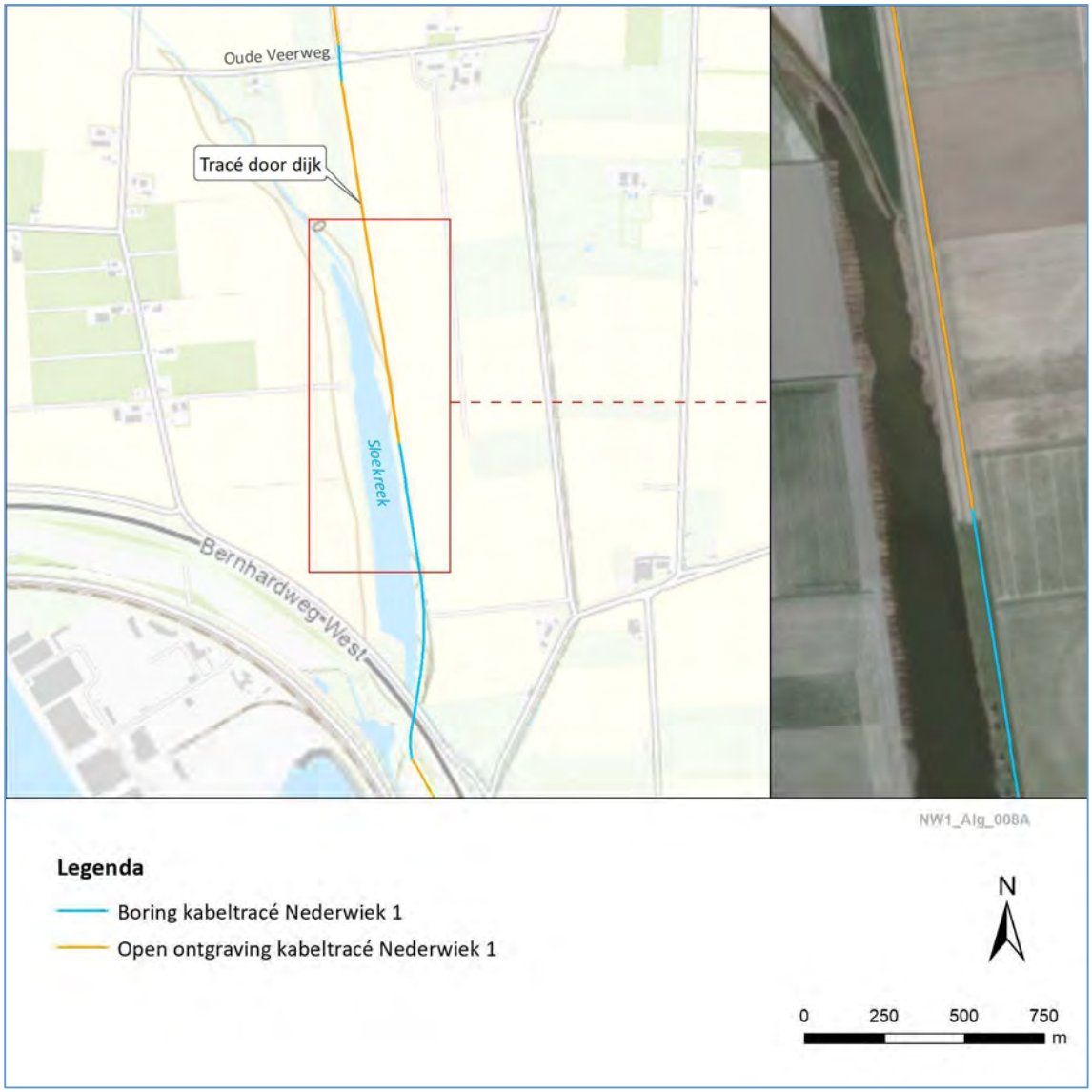
Figuur 2-19 Kabeltracé op land van Net op zee Nederwiek 1.

Bij de aanlanding van het kabeltracé van Net op zee Nederwiek 1 aan de zuidzijde van het Veerse Meer is gekozen voor een uittredepunt uit het meer ten oosten van het Waterpark Veerse Meer en ten zuiden van haven De Piet. Net op zee Nederwiek 1 ligt hier parallel ten noorden van Net op zee IJmuiden ver Alpha. Vanaf dit punt gaat het kabeltracé via de kortste route naar de Muidenweg. De Muidenweg wordt gekruist door middel van een boring. Daarna buigt het kabeltracé af richting het zuiden en komt het langs Vliegveld Midden Zeeland (westzijde).

Het kabeltracé van Net op zee Nederwiek 1 blijft haar weg in zuidelijke richting vervolgen parallel aan een watergang, richting de A58. Het kabeltracé loopt hierbij parallel aan de oostkant van Net op zee IJmuiden Ver Alpha. Voor de kruising met de A58 en de route langs de Zeedijk van de Jacobapolder zijn twee varianten (zie Figuur 2-20). Eén variant is 'tracé onder het weggetje' en de ander is 'tracé in weiland'.

Figuur 2-20 Tracévarianten ten zuiden van de A58.

Na de Zeedijk van de Jacobapolder kruist het kabeltracé de Oude Veerweg middels een boring. Tussen de Oude Veerweg en de N254 bevindt zich de Sloekreek. Het kabeltracé loopt hier parallel ten oosten van de Sloekreek. Het kabeltracé van Nederwiek 1 ligt eerst in open ontgraving in de afgetopte dijk naast de Sloekreek om vervolgens daarna met een boring door de dijk naast de Sloekreek te lopen. Figuur 2-21 geeft de situatietekening weer van het kabeltracés van Net op zee Nederwiek 1 ter hoogte van de Sloekreek.



Figuur 2-21 Situatietekening tussen Oude Veerweg en Bernhardweg-West.

Het kabeltracé wordt vervolgens onder de N254 doorgeboord. Na deze boring komt het kabeltracé van Net op zee Nederwiek 1 in de aangewezen kabel – en leidingenstrook terecht. Hier is nog ruimte voor een kabeltracé parallel aan Net op zee IJmuiden Ver Alpha. Na de kabel- en leidingstrook wordt het kabeltracé aangelegd door middel van een boring naar de locatie voor het converterstation aan de Liechtensteinweg (zie Figuur 2-19). Deze boring kruist een bestaande spoorweg.

2.5.2 Aanlegwijze

Het landtracé wordt aangelegd in de periode tussen 2025 tot en met 2030. Op land wordt het kabeltracé van Net op zee Nederwiek 1 gelijktijdig aangelegd met Net op zee IJmuiden Ver Alpha. De aanleg van beide projecten kost gezamenlijk één jaar. Uitgangspunt is om aanlegwerkzaamheden uit te voeren buiten de winterperiode.

Uittredepunt Veerse Meer

Bij het verlaten van het Veerse Meer, bij haven De Piet, wordt gebruik gemaakt van een open ontgraving. Hierbij wordt het stortsteen aan de oever bij de aanleg verwijderd en een mantelbuis geplaatst waarna de kabel ingetrokken wordt. Na het plaatsen van de mantelbuis en het intrekken van de kabel wordt het stortsteen aan de rand van de oever weer teruggeplaatst. De kabels op land worden in een omega vorm aangelegd (Figuur 2-22) om voldoende overlengte voor de kabel te realiseren om hier met een mofput de zee- en landkabel aan elkaar te kunnen verbinden. Hier komt dus ook een mofput.

Figuur 2-22 Uittredepunt zuidzijde Veerse Meer voor Nederwiek 1 en IJmuiden Ver Alpha.

Open ontgraving

Het kabeltracé op land wordt afwisselend door middel van open ontgravingen en boringen aangelegd. De breedte van de sleuf voor de open ontgraving van Net op zee Nederwiek 1 is 7 meter, is tevens de ZRO-strook, en de diepte is 2,2 meter (zie Figuur 2-23). Voor de aanleg van de kabels moet rekening gehouden worden met een werkstrook en grondopslag van circa 21 meter breed naast de sleuf. Voor een standaard kabelconfiguratie geldt dat de totale tijdelijke werkstrookbreedte circa 30 meter is (zie Figuur 2-24). Bij een open ontgraving worden de verschillende bodemlagen apart afgegraven en neergelegd. Na het leggen van de kabel wordt de open ontgraving (sleuf) weer dichtgemaakt waarbij de oorspronkelijke aardlagen weer in de correcte volgorde worden teruggeplaatst. Indien nodig wordt regen- en/of grondwater uit de trench gepompt en in nabijgelegen oppervlaktewater geloosd, in overeenstemming met regels waterschap. Naast de trench wordt een tijdelijke werkweg aangelegd voor het verplaatsen van zware apparatuur. Waar nodig wordt de bodem en/of weg beschermd met beschermmatten.

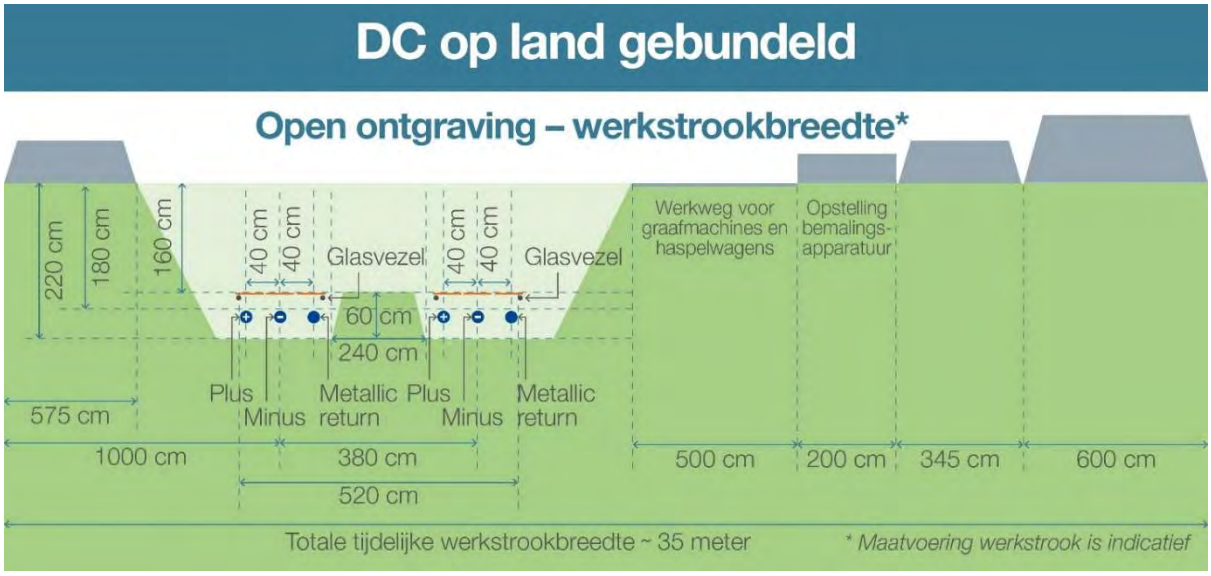
Figuur 2-23 Sleuf bij open ontgraving.

Figuur 2-24 De kabelconfiguratie en werkstrookbreedte bij open ontgraving.

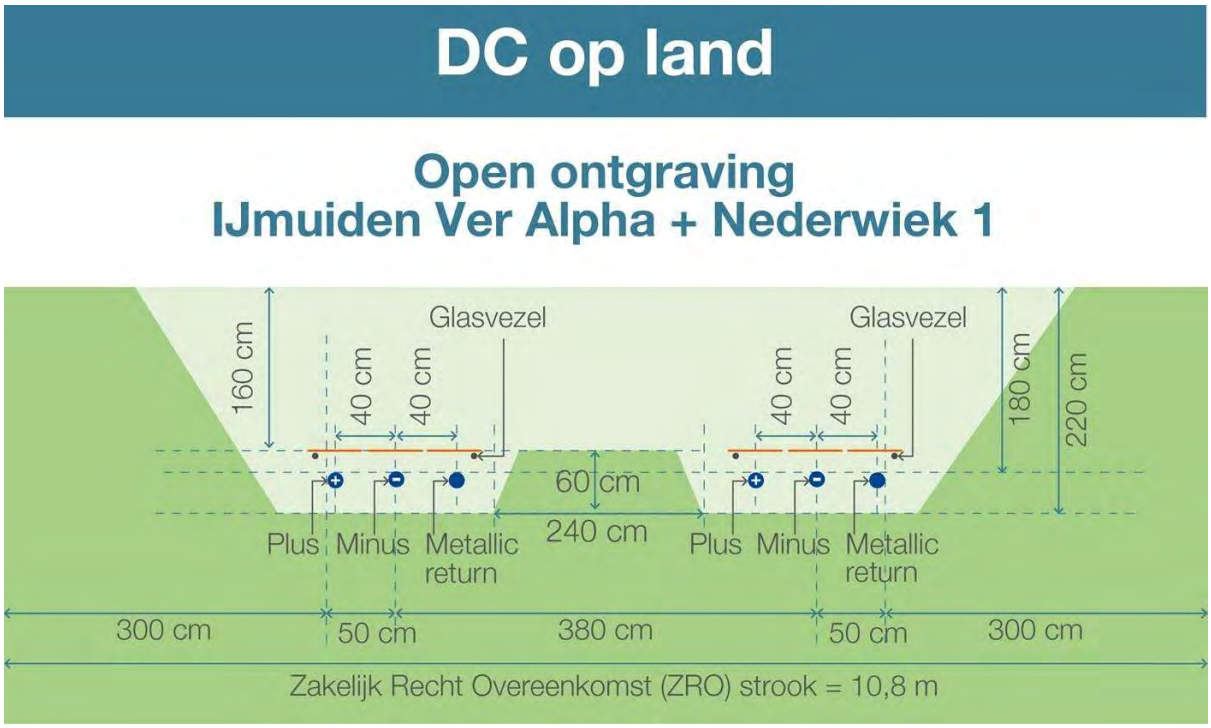
De kabels worden gelegd met rollers, kabelspanners en lieren, en worden op een bodem van opvulzand gelegd. Er volgt een dekking van circa 200 mm van hetzelfde zand en een laag beschermingstegels (vaak rood met waarschuwingstekst). De trench wordt direct na het leggen van de kabels afgesloten met de originele grond. Eventuele overtollige grond wordt gelijkmatig over het werkgebied verspreid, waardoor de grond in de toekomst enigszins kan worden verdicht. De verdichting zorgt voor een stabiele bodem en voorkomt bodemdaling op maaiveld. De installatie duurt circa zes tot tien weken per kilometer DC-kabel.

Parallelligging

Op plekken waar Net op zee Nederwiek 1 parallel ligt aan Net op zee IJmuiden Ver Alpha is de werkstrookbreedte van een open ontgraving circa 35 meter (zie Figuur 2-25). De ZRO-strook bij parallelligging is circa 11 meter (zie Figuur 2-26). Van deze werkstrookbreedtes kan lokaal worden afgeweken. Tussen de kabels wordt echter een middenstuk geplaats van 60 x 240 centimeter.



Figuur 2-25: Kabelconfiguratie open ontgraving op land Nederwiek 1 en IJmuiden Ver Alpha.



Figuur 2-26 ZRO-strook parallelligging Net op zee IJmuiden Ver Alpha en Net op zee Nederwiek 1.

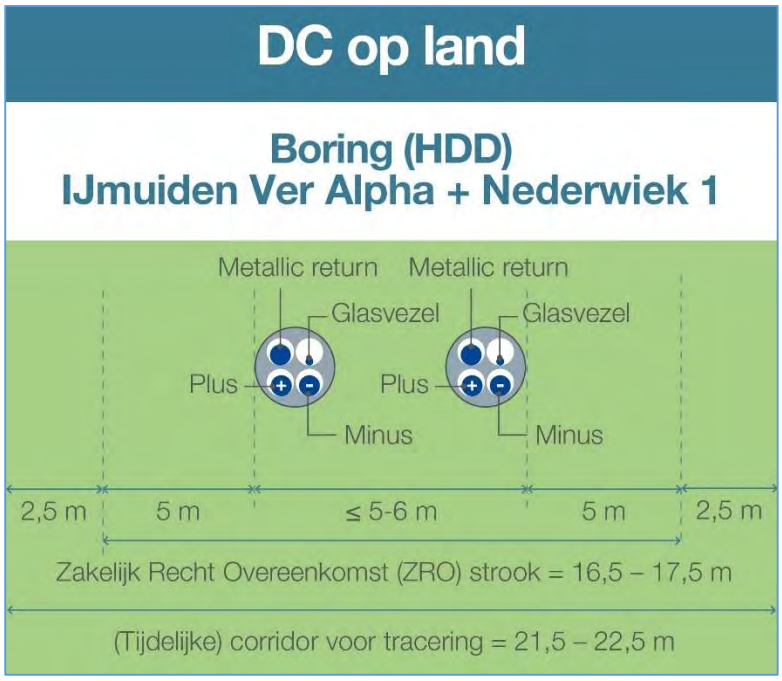
Boringen

Horizontal directional drilling (HDD, Horizontaal gestuurde boring) is de voorkeursmethode voor uit te voeren boringen. De kabelconfiguratie bij een boring van Net op zee Nederwiek 1 is weergegeven in Figuur 2-27. De vereiste breedte van de corridor is circa 16 meter. De vereiste ZRO-strook is circa 11 meter. De maximale diepte is per boring verschillend, en ligt tussen de -10 en -30 meter NAP.

Figuur 2-27 Kabelconfiguratie boring op land Nederwiek 1.

Parallelligging

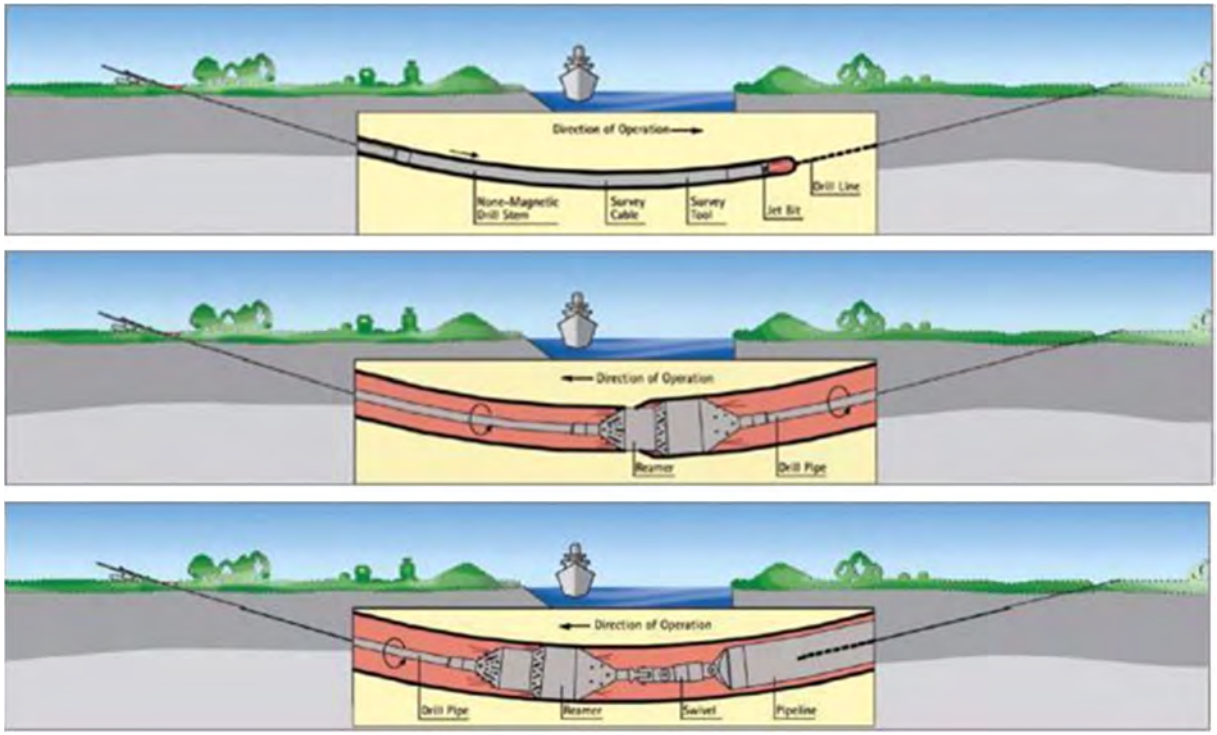
De kabelconfiguratie voor boringen van Nederwiek 1 in parallelligging met Net op zee IJmuiden Ver Alpha is afgebeeld in Figuur 2-28. De vereiste breedte van de corridor ligt tussen de 21,5 en 22,5 meter. De vereiste ZRO-strook ligt tussen de 16,5 en 17,5 meter.



Figuur 2-28: Kabelconfiguratie boring op land Nederwiek 1 en IJmuiden Ver Alpha.

Een horizontale boring gebeurt in drie stappen (Figuur 2-29). In de eerste stap wordt van het intredepunt naar het uittredepunt geboord. Het boorgat wordt vervolgens uitgeboord door één of meerdere keren een verruimende boor doorheen te trekken. Hierbij wordt een boorvloeistof gebruikt die het geboorde sediment transporteert en ervoor zorgt dat het boorgat stabiel (gevuld) blijft. In de laatste stap wordt een pijp door middel van een speciaal boorhoofd aan de boor verbonden en in het boorgat getrokken. Wanneer de pijp ligt kan die worden schoongemaakt en

kunnen de kabels er vervolgens doorheen getrokken worden. De uitvoertijd van 1 boring duurt circa twee weken. De maximale lengte van een boring is 1200 meter vanwege restricties in het kabeltransport.



Figuur 2-29 De drie stappen van een horizontale boring.

Rondom de in- en uittredepunten komt een werkterrein voor de booropstelling, uitlegruimte voor de mantelbuizen (pijp) en opslag van materiaal. In Figuur 2-30 is een voorbeeld gegeven van hoe de locatie bij een intredepunt en uittredepunt eruit kan komen te zien.

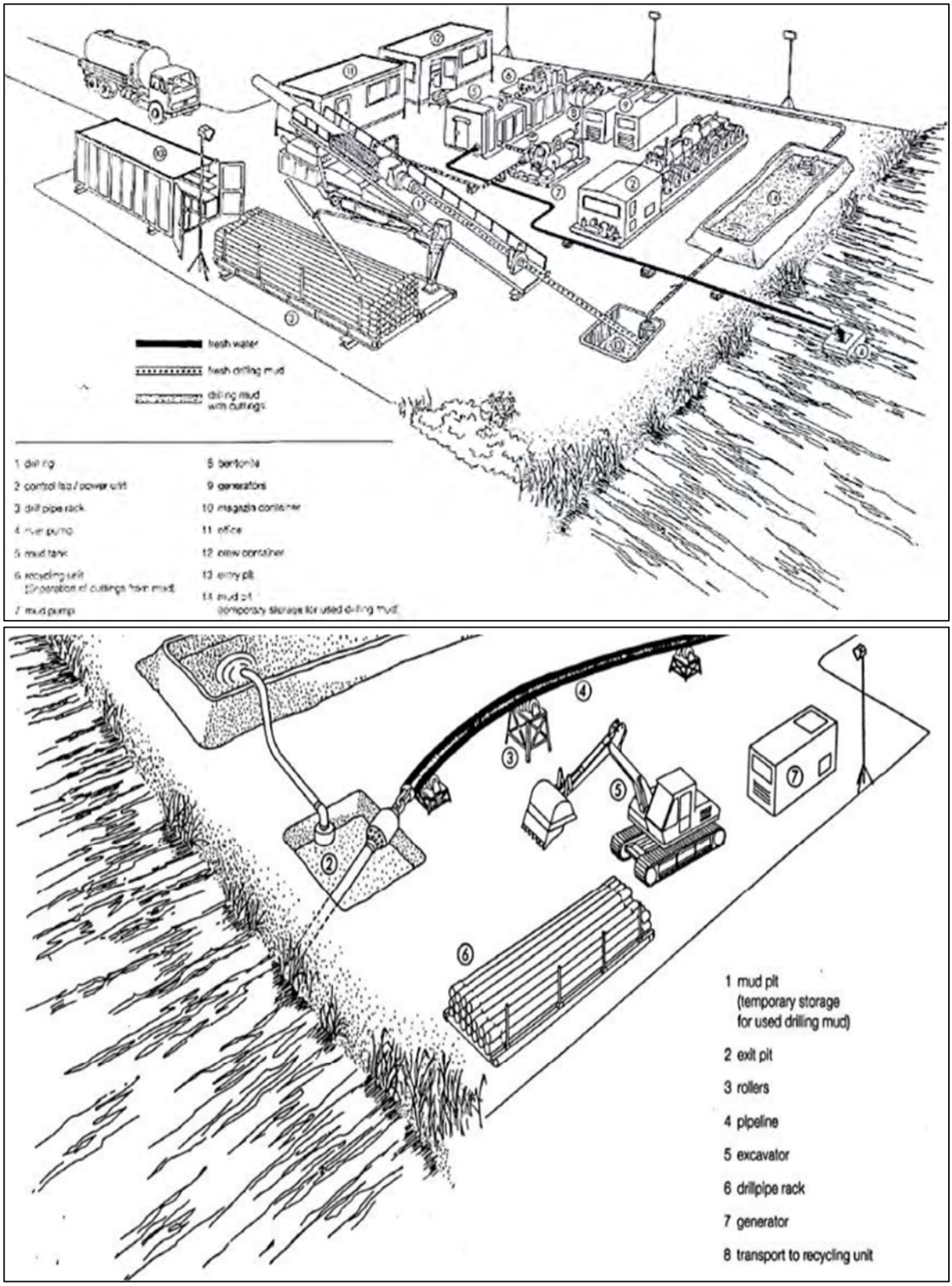
Tijdens de aanlegfase worden de mantelbuizen gevuld met water en verstevigd met een uithardende boorvloeistof in de boorgang rondom de mantelbuis. Dit om implosie en nazakking te voorkomen. Door het toepassen van uithardende boorvloeistof in de boorgangen en het afsluiten van de mantelbuizen wordt ook waterstroming en zakking voorkomen. Tijdens de gebruiksfase blijven de mantelbuizen gevuld met water en/of worden deze lucht- en waterdicht afgesloten zodat waterstroming door de mantelbuizen wordt voorkomen.

De benodigde ruimte naast de boorlocatie moet voldoende zijn voor de boorinstallatie zelf en bijbehorende materieel. Het tijdelijke werkgebied bij het in- en uittredepunt is afhankelijk van de lengte en het type boormaterieel. Gebruikelijke afmetingen zijn aangegeven in Tabel 2-9[20].

Tabel 2-9 Specificatie van benodigde ruimte en materieel voor verschillende HDD-lengtes.

HDD-lengte	Ruimte HDD-materieel	Materieel
<500 meter	25 x 30 m = 750 m^2	100 ton
500-1.000 meter	30 x 50 m = 1500m^2	100 – 150 ton
>1.000 meter	50 x 50 m = 2500 m^2	> 250 ton

[20] Voor tijdelijke opslag van leidingsecties inclusief lasruimte is circa 2 hectare benodigd. Ook moet rekening worden gehouden met ruimte voor kranen en rollen.



Figuur 2-30 Voorbeeld van de locatie bij en rondom een HDD in- (boven) en uittredepunt (onder).

2.5.3 Gebruik en onderhoud

In principe vindt er geen onderhoud plaats aan de kabels, behalve als er calamiteiten zijn. In dat geval wordt indien nodig de kabel opgegraven, hersteld en daarna wordt de opgraving weer afgedicht.

2.5.4 Verwijdering

De levensduur van de kabels is circa 40 jaar. Er gelden geen landelijke vastgestelde regels voor het verwijderen van kabels in de grond op land. Een verwijderingsplicht kan zijn opgenomen in publiekrechtelijke regelingen van het bevoegd gezag. Dit kan dus per bevoegd gezag verschillen. Daarnaast kan het bevoegd gezag in de voorschriften van een vergunning een verwijderingsplicht opnemen.

De methode voor het verwijderen van de kabels op land zal vergelijkbaar zijn met de methode die wordt gebruikt tijdens de aanlegfase. Als worst-case scenario worden de werkzaamheden aangehouden die benodigd zijn voor de aanleg van de kabels. Hiermee zijn de gevolgen en effecten die mogelijk optreden tijdens de verwijderfase indirect ook meegenomen.

2.6 Kabelverbindingen

Gezien de grote afstanden die de kabels moeten overbruggen bestaan zowel de land- als zeekabels uit meerdere delen die aan elkaar geschakeld zijn ('joint'). Het type schakel ('mof') hangt af van het type kabel en de omstandigheden waarin de kabel zich bevindt. Op het totale kabeltracé is er sprake van drie typen kabelverbindingen die in de paragrafen hieronder verder worden toegelicht:

- Moflocaties (jointlocaties op zee en het Veerse Meer)
- Verbindingsmof (joint tussen de land en zeekabel)
- Mofput (jointlocatie op land)

Bij de mofputten is om de drie tot vijf kilometer een aardput met earthing box nodig. Een aardput is een betonnen vierkante bak met een stalen deksel van circa 1 m^2. Dit is vergelijkbaar met een putdeksel in de straat die is afgewerkt gelijk met het maaiveld. De earthing-box zit in de aardput verwerkt.

2.6.1 Moflocaties (op zee)

Gerekend vanaf het platform is er om de 40 tot 60 kilometer een moflocatie. Worst-case wordt er daarom uitgegaan van een moflocatie om de 40 kilometer. Binnen de kustzone (<10 km) worden geen moflocaties aangelegd. Per moflocatie duren de werkzaamheden 7 tot 10 dagen. Een moflocatie (joint) omvat een relatief kleine ingreep met een afmeting van circa 6 x 0,5 meter en is als het ware een smalle metalen box die om de kabel heen zit. Doordat het enkelkernige kabels (+ pool, - pool, metallic return en glasvezel afzonderlijk) betreft, vinden er 4 verbindingen plaats in elke moflocatie. De precieze lengtes van de kabeldelen en daarmee de ligging van de moflocaties kunnen op dit moment nog niet worden bepaald, maar een moflocatie wordt altijd aangelegd in lijn van het kabeltracé, binnen het ruimtebeslag van de reeds aanwezige kabelcorridor. Er wordt geen separate voorziening in de waterbodem aangebracht. De kabels worden op het schip met elkaar verbonden en vervolgens vindt het begraven van de verbinding op dezelfde manier plaats als voor de overige kabeldelen.

2.6.2 Mofput Veerse Gatdam

Er komt een mofput aan de zuidzijde van de Veerse Gatdam na de kruising van de dam (zie paragraaf 2.4.1). De verwachte oppervlakte is 50 m^2. De diepte van de mofput is 3,5 meter. De gewenste ontwateringsdiepte is 3,5 meter en de duur van de bemaling 3-4 weken.

2.6.3 Moflocatie Veerse Meer

Het is momenteel nog onzeker of er een mof komt in het Veerse Meer. In het worst-case scenario, waar hiervan uitgegaan wordt, komt er in het Veerse Meer één moflocatie welke soortgelijk zal zijn aan moflocaties in zee, dat wil zeggen een smalle metalen box die om de kabel heen zit van circa 6 meter x 0,3 meter.

2.6.4 Verbindingsmof (overgang zee/land)

Voor de overgang tussen het kabeltracé op het Veerse Meer en land zal een verbindingsmof (‘*transition joint*’) noodzakelijk zijn. De verbindingsmof komt waar de kabels het Veerse Meer uitkomen. Dit is een soort ‘kroonsteen’ tussen de zee- en landkabel. Deze verbindingsmof wordt in een ondergrondse mofput gelegd. De aanlanding van de kabel gaat via een mofput van circa 50 m^2 waarin het zeekabelsysteem verbonden wordt met het landkabelsysteem. De mofput wordt onder de oppervlakte ingegraven en is niet te zien.

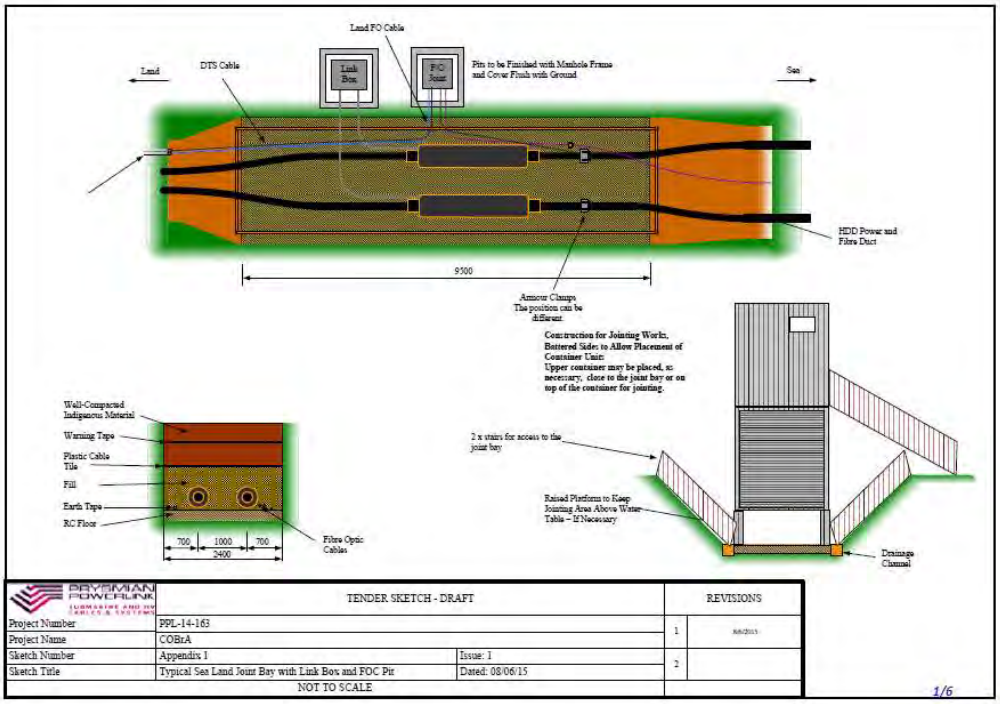
Afhankelijk van de omstandigheden op het aanlegpunt wordt een ingraafdiepte bepaald. In het geval dat de mofput niet in een greppel wordt gemaakt, wordt een betonnen basis of stalen frame gebruikt. Aangenomen wordt dat het werkgebied een oppervlakte van 5 bij 10 meter heeft. De gewenste ontwateringsdiepte is 2,2 meter en de duur van de bemaling 3-4 weken.

2.6.5 Mofput (op land)

Op land is om de 800 tot 1.200 meter aan verbindingsmof nodig om de landkabels te verbinden. Er zijn 9 mofputten nodig op land, zie Figuur 2-31[21]. Deze mofputten hebben een oppervlakte van 50 m^2 en zijn 2 meter diep. In Figuur 2-32 is een schematische weergave van een mofput afgebeeld. Mofputten worden altijd aangelegd in de zone van open ontgraving (in lijn met het kabeltracé), de mofputten zijn ondergronds en worden afgedekt met een betonplaat onder het maaiveld, welke na realisatie niet meer zichtbaar zijn. Er komen in de gebruiksfase geen andere structuren t.b.v. het kabeltracé op een mofput te staan. Het benodigde drooglegingsniveau gedurende de realisatiefase bedraagt 2,2 meter en de duur van de bemaling 3-4 weken. Na aanleg is bemaling niet noodzakelijk.

[21] Dit is inclusief de verbindingsmof tussen kabeltracé op zee vanuit het Veerse Meer en het kabeltracé op land.

Figuur 2-31 *Situatietekening moflocatie Nederwiek 1 en IJmuiden Ver Alpha.*

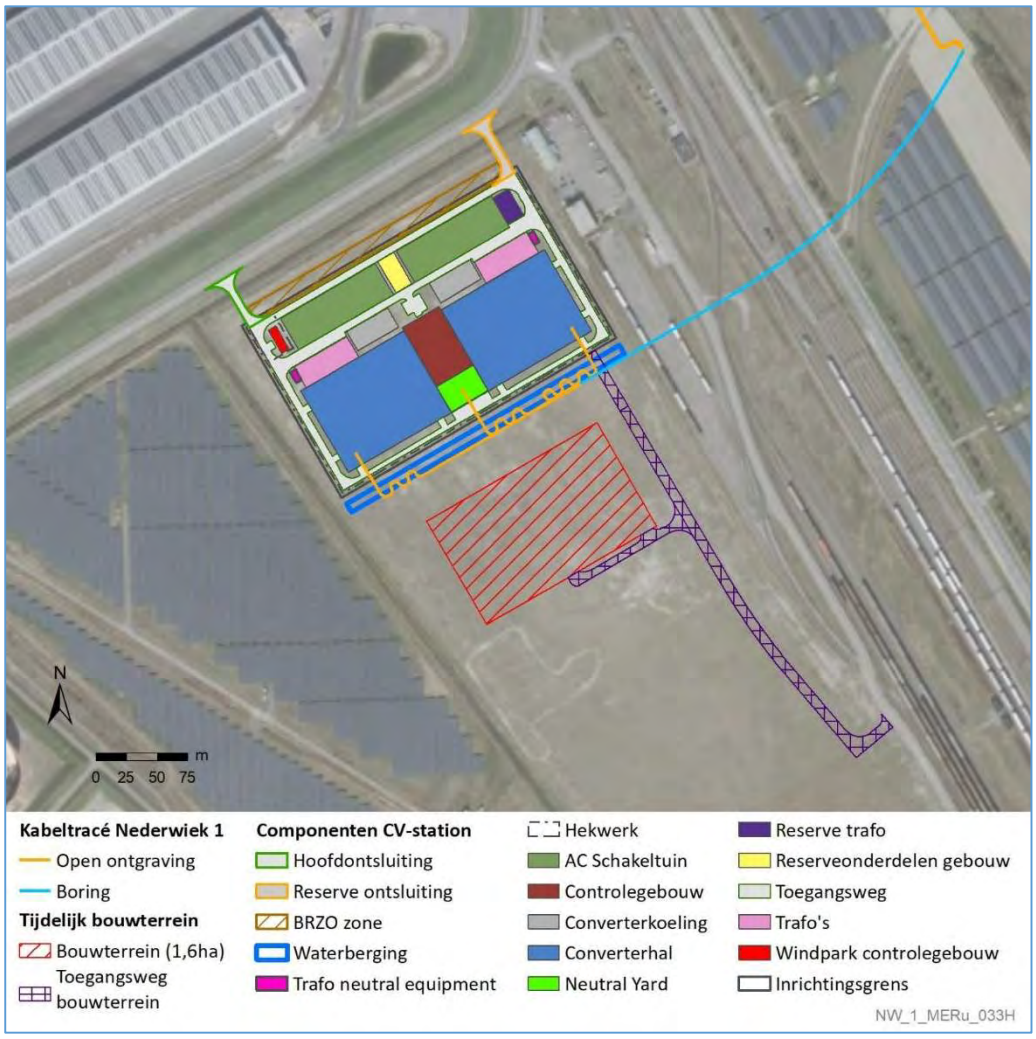


Figuur 2-32 Schematische weergave mofput.

2.7 Converterstation

2.7.1 Locatie en afmetingen

Het converterstation Net op zee Nederwiek 1 wordt gerealiseerd op een plot aan de Liechtensteinweg (zie Figuur 2-33). Het converterstation op land zet de gelijkstroom weer om in wisselstroom. De omzetting naar wisselstroom is nodig omdat het landelijke hoogspanningsnet ook op wisselstroom functioneert. De omvang van het station is circa 4,2 hectare met een maximale hoogte van 25 meter (gemeten vanaf het opgehoogde maaiveld). Het totale converterstationterrein (incl. waterberging) is circa 4,5 hectare. De grootte van het werkterrein is circa 2 hectare en heeft een aparte ontsluiting via de Liechtensteinweg. Het bouwterrein zal naar verwachting circa 6 jaar in gebruik zijn. Het werkterrein staat hieronder op kaart weergegeven.
Het controlegebouw in het midden van het plot is circa 56 x 35 x 18 meter (lengte x breedte x hoogte). Onder dit gebouw wordt een kelder aangelegd. Deze gaat de grond in tot circa 3,5 meter (gemeten vanaf het opgehoogde niveau) en heeft een oppervlakte van circa 2.000 m². Daarnaast komt er mogelijk ook een kelder onder het third party building tot maximaal 3,5 meter diep (gemeten vanaf het opgehoogde niveau) met een oppervlakte van 140 m².

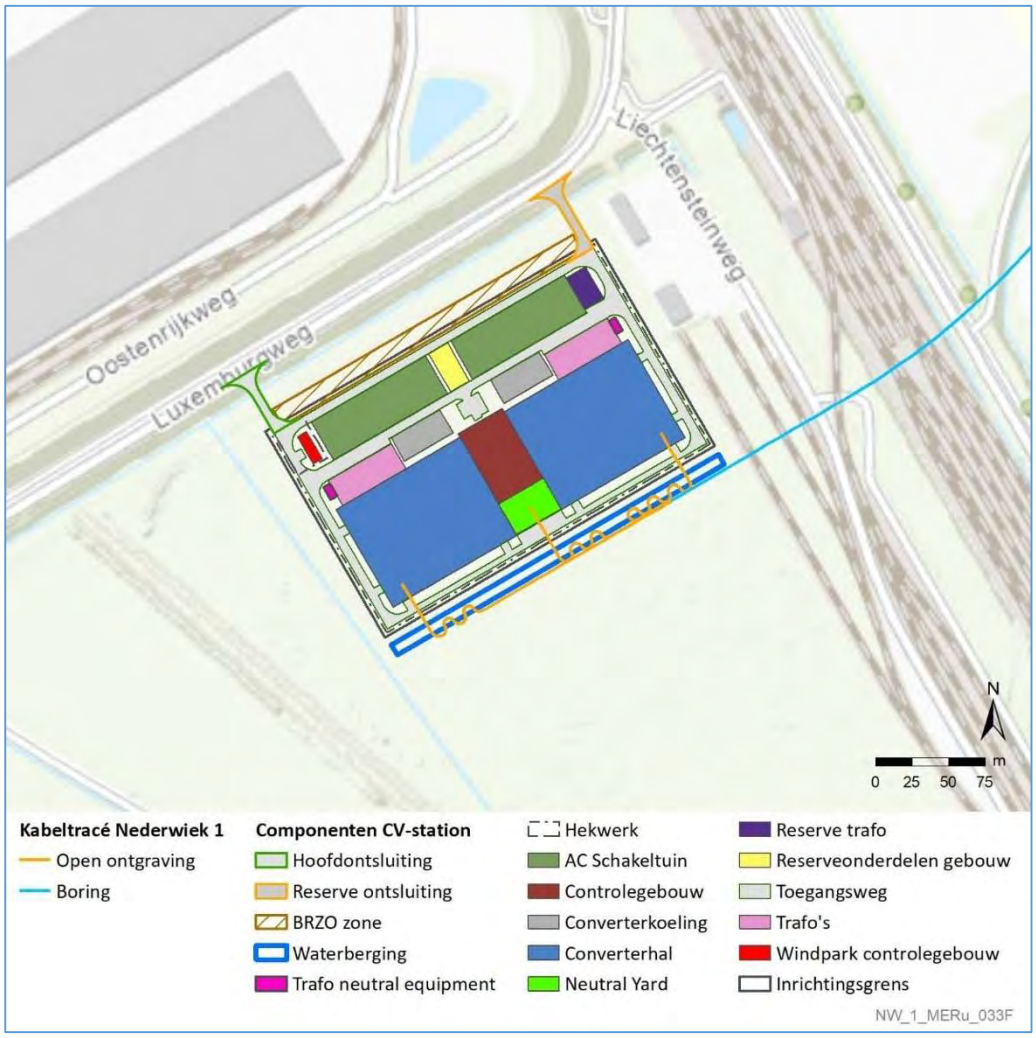


Figuur 2-33 Locatie converterstation aan de Liechtensteinweg.

2.7.2 Ontwerp

De indeling van het converterstation is weergegeven in Figuur 2-34. Het converterstation bestaat uit de volgende onderdelen:

- 6 Transformatoren
- 1 Reserve transformator
- Converters (in de converterhallen)
- 6 Reactoren (in de converterhallen)
- 2 Koelblokken met meerdere koelers
- 2x AC-schakelvelden
- 2x AC-convertertuin
- 1x Neutral yard (in het neutral building)
- 2x DC yard (in de converterhallen)
- 16x Luchtbehandelingskasten (in het central service building)
- 2x Dynamic breaking system



Figuur 2-34 Indeling converterstation.

2.7.3 Aanleg

De aanleg van het converterstation bestaat uit meerdere delen. Ten eerste is er een civiel deel, dit zijn de fundatiewerkzaamheden, bouwrijp maken van het terrein, bouwtijd van het converterstation en het woonrijp maken van het terrein. Ten tweede is er een elektrische deel, dit is de installatie van de elektrische apparatuur en de hulp-, secundaire- en veiligheidssystemen. De totale realisatietijd van het converterstation is worst case circa 4,5 jaar. De totale doorlooptijd van de het civiele deel komt uit op 40 maanden (circa 3,5 jaar). Het elektrische deel neemt nog eens circa 1 jaar in beslag.

Het plot voor het converterstation ligt op een hoogte van circa 3,2 meter NAP. Voor een aanvaardbaar overstromingsrisico van het converterstation dat voldoet aan het TenneT-beleid is ophoging niet nodig. Wel dient het terrein geëgaliseerd te worden (uitvlakken). Dit gebeurt door de bovenste 50 cm van het terrein af te graven en er vervolgens 80 cm zandgrond terug aan te brengen. Het plot voor het converterstation ligt dan op een hoogte van circa 3,5 meter NAP. Het terrein hoeft niet voorbelast te worden.

Er worden bij de bouw van het converterstation heipalen tot een diepte tot circa 30 meter diep de bodem in gebracht. Het betreft grondverdringende heipalen met een worst-case oppervlakte van (0.25 m^2). In totaal zijn er worst-case 2.600 heipalen nodig. Er worden naar verwachting circa 12 palen per dag geheid. Voor de kelders van het converterstation is bemaling nodig met een duur van 3 maanden voor de grote kelder en 6 weken voor de kleine kelder.

2.7.4 Gebruik en onderhoud

Het converterstation is onbemand wanneer het in werking is, en kan op afstand worden bediend. De transformatoren worden binnen geplaatst. Vloeistoffen zoals olie en neerslagwater worden op de bodem van deze gebouwen verzameld en via een olie- en waterscheider en infiltratiesysteem afgevoerd. Dit voorkomt olielekkage in het milieu. Jaarlijks worden drie visuele inspecties uitgevoerd, één inspectie valt samen met het jaarlijkse regulier klein onderhoud. Elke drie jaar vindt groot onderhoud plaats. Bij groot onderhoud worden onder meer de oliën en vetten ververst van schakelinstallaties en mechanische delen, ook worden er monsters genomen van de transformatorolie. Daarnaast worden o.a. de oliefilters van het noodstroomaggregaat vervangen en wordt software onderhouden. Materieel dat hiervoor wordt gebruikt zijn (personen)busjes voor de aanvoer van onderhoudsmedewerkers en een aantal kleine elektrische hoogwerkers.

Er komen worst-case twee dieselgeneratoren van 10-15 kV. De dieselgeneratoren worden geplaatst in containers van circa 40 m^2. Mogelijk zijn deze dieselgeneratoren nodig voor het opnieuw opstarten in het geval er een black-out is. Het is de verwachting dat de dieselgeneratoren in een containeropstelling van twee 40ft containers. De dieseltanks bevatten worst-case maximaal tezamen 19.000 liter aan diesel.

2.7.5 Verwijdering

Wanneer er geen gebruiksfunctie overblijft voor het converterstation na afloop van de levensduur zal deze worden verwijderd. De graaf en constructiewerkzaamheden, zoals vereist bij de aanlegfase, zijn bij de verwijderfase niet van toepassing, hierdoor wordt de verwijderfase niet als maatgevend beschouwd. Als worst-case scenario worden daarom de werkzaamheden aangehouden die benodigd zijn voor de aanleg van het converterstation. Hiermee zijn de gevolgen en effecten die mogelijk optreden tijdens de verwijderfase indirect ook meegenomen in de beoordeling.

2.8 Samenvatting surveys

De volgende onderzoeken vinden plaats voor Net op zee Nederwiek 1:

1. Route survey door TenneT, bestaande uit een geotechnische en een geofysische survey, waaronder een sub bottom profiling survey.
2. UXO survey door TenneT: t.b.v. het identificeren van potentiële ontplofbare oorlogsresten (OO), bestaande uit een geofysische survey, waaronder een sub bottom profiling survey. Gepland voor 2023/2024. (Paragraaf 2.3.4, Initial route survey).
3. Diverse surveys door de aannemer (o.a. pre-lay/ post lay survey) t.b.v. de aanlegwerkzaamheden (zoals baggeren, plaatsing kruisingsbouwwerken, begraven van kabels).
4. Een As Built survey door de aannemer t.b.v. verificatie van de diepteligging van de kabel en het zeebed (Paragraaf 2.3.4, Post-installatie).
5. Een eerste jaarlijkse opname door de aannemer van het zeebed conform de eisen in de vergunning wanneer het werk niet binnen 1 jaar na de start van het leggen van de kabels is afgerond. Bestaande uit een geofysische bathymetrische survey en mogelijk een video survey van de kruisingsbouwwerken.

Er is een ontheffing verleend voor de surveys met een sub bottom profiler. Het betreft de voorbereidende surveys onder punt 1 en 2. Deze surveys zijn gedeeltelijk al uitgevoerd en hiervoor is een ontheffing verleend in het kader van de Wnb[22], omdat de sub bottom profiler impuls onderwatergeluid maakt.

[22] 'Geophysical and geotechnical surveys cable routes DC projects 4, 5 and 6': Aanvraagnummer 5190026576768

2.9 Planning

2.9.1 Op zee

De totale aanlegtijd betreft drie jaar voor Nederwiek 1 voor het aanleggen van het kabelsysteem en het platform op zee. Deze drie werkjaren voor de aanleg spelen zich af in een periode van 6 jaren (tussen 2025 en 2030). Deze aanlegtijd van drie jaar vindt niet per definitie aaneengesloten plaats.

De aanleg van Net op zee Nederwiek 1 en Nederwiek 2 vinden worst case plaats in de volgende vijf jaren/periodes:

- 1 maart t/m 31 oktober 2025;
- 1 maart t/m 31 oktober 2026;
- 1 maart t/m 31 oktober 2027;
- 1 maart t/m 31 oktober 2028;
- 1 maart t/m 31 oktober 2029;
- 1 maart t/m 31 oktober 2030.

Naast de aanleg van de Netten op zee Nederwiek 1 en 2 vindt ook de aanleg van de Netten op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma worst case plaats in dezelfde periodes als de Netten op zee Nederwiek 1 en 2. De aanleg van Net op zee IJmuiden Ver Beta vindt worst case plaats tussen 2024 en 2027. De aanleg van Netten op zee IJmuiden Ver Alpha en Gamma vindt worst case plaats tussen 2024 en 2028. Allen in periode tussen 1 maart t/m 31 oktober van het betreffende jaar.

Overlappende aanleg tussen projecten is mogelijk. In een worst case situatie is één aannemer bezig met de aanleg van project x en één aannemer bezig met de aanleg van project y. Die kunnen parallel aan elkaar gaan werken.

Werktijden stormseizoen
Over het algemeen wordt er alleen buiten het stormseizoen gewerkt. In deel B is van werkzaamheden buiten het stormseizoen uitgegaan. Per effect is gekozen voor een beoordeling in het seizoen dat voor dat effect worst-case is. Dat is doorgaans niet het stormseizoen maar bijvoorbeeld het broed- of primaire productieseizoen.

2.9.2 Op land

Landtracé
Specifiek voor de aanleg van het landtracé geldt dat dit zich afspeelt in de periode tussen 2025 en 2030. Op land wordt het kabeltracé van Nederwiek 1 gelijktijdig aangelegd met IJmuiden Ver Alpha. De aanleg van beide projecten kost gezamenlijk één jaar. Er is alleen sprake van aanleg in de winterperiode indien dit niet anders mogelijk is, bijvoorbeeld wegens redenen omtrent ecologie.

Veerse Meer
In het Veerse Meer vindt de aanleg plaats tussen 1 september en 1 mei (8 maanden doorlooptijd). Daarin vindt het baggeren en aanleggen van de kabeltracés plaats. Net op zee IJmuiden Ver Alpha en Nederwiek 1 worden gelijktijdig in deze periode aangelegd.

Werktijden stormseizoen
Over het algemeen wordt er alleen buiten het stormseizoen gewerkt, tenzij hier toestemming voor wordt gegeven door autoriteiten. In verdere toetsing (deel B) is van werkzaamheden buiten het stormseizoen uitgegaan. Per effect is gekozen voor een beoordeling in het seizoen dat voor dat effect worst-case is. Dat is doorgaans niet het stormseizoen maar bijvoorbeeld het broed- of primaire productieseizoen.

Converterstation
De gehele realisatie van het converterstation bedraagt worst-case circa 4,5 jaar. De aanleg vindt worst-case plaats in de periode tussen 1 maart t/m 31 oktober.

2.9.3 Uitvoeringsduur

In Tabel 10 is de worst-case uitvoeringsduur per onderdeel weergegeven. Deze uitvoeringsduur is exclusief mogelijke wachttijd door weersomstandigheden.

Tabel 10 Uitvoeringsduur per onderdeel.

Onderdeel	Subdeel	Duur
Aanleg zeekabels	Kabels	3 jaar
	Moflocatie	7 tot 10 dagen
Platform	Bodembescherming	4 tot 6 dagen
	Draagconstructie – Jacket	5 tot 20 dagen
	Topside	1 week
	Elektrische fase	Circa 3 maanden
Aanleg landkabels	Aanleg landkabels open ontgraving	6-10 weken per kilometer DC-kabel
	HDD-boring	2 weken per HDD-boring
Converterstation	Civiele werkzaamheden (aanleg/bouwfase)	3,5 jaar
	Installatie HVDC-apparatuur (commisioning)	1 jaar

COLOFON

Activiteitenbeschrijving Net op zee Nederwiek 1

Datum
30-08-2023

Status
Definitief

Pondera Consult B.V.
Postbus 919
6800 AX Arnhem
Nederland
+31 (0)88 7663 372

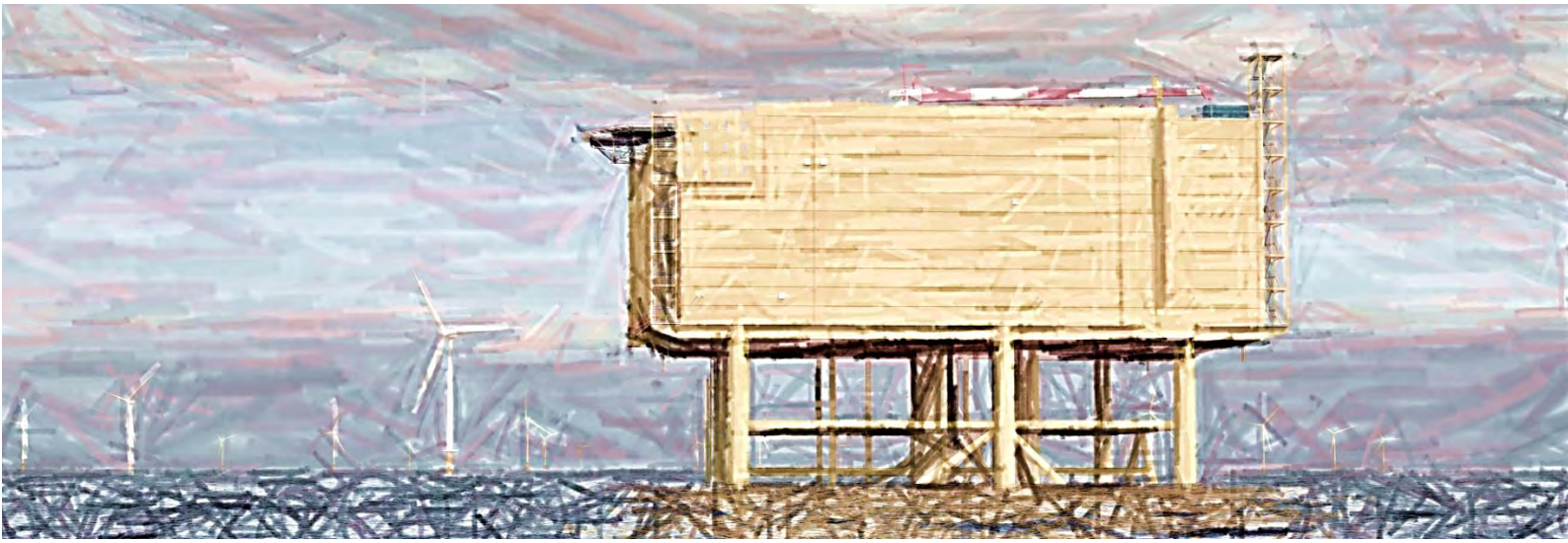
www.ponderaconsult.com

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland
+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com

Net op zee Nederwiek 1

Passende Beoordeling – Inclusief Ecologische Beoordeling Stikstof



Datum: 05-09-2023
Versienummer: 2.0
Status: Definitief

In opdracht van:

INHOUDSOPGAVE

1 Inleiding Passende Beoordeling 6
1.1 Algemene toetsingen 6
1.2 Doelstelling Passende Beoordeling 6
1.3 Leeswijzer 6
2 Wettelijk kader 8
2.1 Wet natuurbescherming 8
2.2 Algemene bepalingen 8
2.3 Beschermde gebieden 8
2.4 Regels ten aanzien van de bescherming van Natura 2000-gebieden 9
2.5 Beoordeling van projecten 9
3 Afbakening 10
3.1 Inleiding 10
3.2 Vertroebeling 10
3.2.1 Op zee 11
3.2.2 Veerse Meer 13
3.3 Sedimentatie 14
3.3.1 Op zee 15
3.3.2 Veerse Meer 16
3.4 Verstoring als gevolg van continu onderwatergeluid 17
3.5 Verstoring als gevolg van impuls onderwatergeluid 19
3.6 Bovenwaterverstoring op zee en het Veerse Meer 24
3.6.1 Geluid en visuele verstoring 24
3.6.2 Verstoring als gevolg van licht 27
3.7 Verstoring op land 28
3.7.1 Geluid 28
3.7.2 Licht 34
3.7.3 Visuele verstoring 35
3.8 Habitataantasting 35
3.8.1 Habitataantasting op zee 35
3.8.2 Habitataantasting in het Veerse Meer 36
3.8.3 Habitataantasting op land (mechanische effecten) 36
3.9 Elektromagnetische velden 37
3.9.1 Elektromagnetische velden op zee 37
3.9.2 Elektromagnetische velden op land 40

3.10 Verontreiniging 42
3.10.1 Bronnen van verontreiniging 42
3.10.2 Verontreiniging tijdens de aanleg 42
3.10.3 Verontreiniging tijdens de gebruiksfase 44
3.11 Warmteontwikkeling 44
3.12 Verdroging op land 44
3.13 Verzuring en vermesting 45
3.14 Samenvatting reikwijdte activiteiten en bepaling studiegebied 46
4 Betrokken Natura 2000-gebieden 50
4.1 Het studiegebied 50
4.2 Beïnvloedde instandhoudingsdoelen 53
4.3 Te beoordelen instandhoudingsdoelen per Natura 2000-gebied 54
4.3.1 Bruine Bank 54
4.3.2 Voordelta 55
4.3.3 Veerse Meer 58
5 Systeem- en gebiedsbeschrijving 60
5.1 Natura 2000-gebieden 60
5.1.1 Natura 2000-gebied Bruine Bank 60
5.1.2 Natura 2000-gebied Voordelta 60
5.1.3 Natura 2000-gebied Veerse Meer 61
5.2 Habitattypen 62
5.2.1 Inleiding 62
5.2.2 Permanent overstroomde zandbanken (Noordzeekustzone) (H1110B) 63
5.2.3 Slik en zandplaten (Noordzeekustzone) (H1140B) 64
5.3 Habitatrichtlijnsoorten 64
5.3.1 Inleiding 64
5.3.2 Zeeprik (H1095) 64
5.3.3 Rivierprik (H1099) 65
5.3.4 Elft (H1102) 66
5.3.5 Fint (H1103) 67
5.3.6 Bruinvis (H1351) 68
5.3.7 Gewone zeehond (H1364) 69
5.3.8 Grijze zeehond (H1365) 72
5.4 Broedvogels 74
5.4.1 Inleiding 74
5.4.2 Lepelaar (A034) 74

5.4.3 Aalscholver (A017) ... 74
5.4.4 Kleine mantelmeeuw (A183) ... 75
5.5 Niet-broedvogels ... 75
5.5.1 Inleiding ... 75
5.5.2 Viseters (vliegend) ... 78
5.5.3 Opportunisten ... 78
5.5.4 Viseters (duikend) ... 79
5.5.5 Duikende benthoseters ... 79
5.5.6 Reigers en lepelaars ... 79
5.5.7 Steltlopers ... 79
5.5.8 Ganzen en Zwanen ... 80
5.5.9 Grondeleenden ... 80
5.6 Conclusie systeem- en gebiedsbeschrijving ... 80
5.6.1 Bruine Bank ... 80
5.6.2 Voordelta ... 81
5.6.3 Veerse Meer ... 83
6 Effectbepaling ... 85
6.1 Vertroebeling ... 85
6.1.1 Op zee ... 85
6.1.2 Veerse Meer ... 96
6.2 Sedimentatie (Veerse Meer) ... 101
6.3 Verstoring als gevolg van continu onderwatergeluid ... 102
6.4 Verstoring als gevolg van impuls onderwatergeluid ... 103
6.4.1 Leeswijzer ... 103
6.4.2 Modelstudie, drempelwaarden en uitgangspunten ... 103
6.4.3 Geluidsnormen ... 104
6.4.4 Effecten van impuls onderwatergeluid op zeehonden ... 104
6.4.5 Effecten van impuls onderwatergeluid op bruinvissen ... 105
6.4.6 Effecten van impuls onderwatergeluid op trekvissen ... 107
6.4.7 Effecten van impuls onderwatergeluid op vogels ... 108
6.5 Bovenwaterverstoring op zee en het Veerse Meer ... 108
6.5.1 Aanlegfase op zee, buiten de kustzone (o.a. Bruine Bank) ... 109
6.5.2 Aanlegfase op zee, binnen de kustzone (o.a. Voordelta) ... 111
6.5.3 Aanlegfase op en rond het Veerse Meer ... 115
6.5.4 Gebruiksfase op zee, buiten de kustzone ... 117
6.6 Habitataantasting ... 117

6.6.1 Habitataantasting op zee ... 117
6.6.2 Habitataantasting in het Veerse Meer ... 120
6.6.3 Habitataantasting boorlocatie op het strand ... 121
6.7 Verontreiniging ... 121
6.7.1 Historische verontreiniging op zee ... 121
6.8 Elektromagnetische velden op zee ... 125
6.8.1 Effecten van elektromagnetische velden op zeedieren ... 125
6.8.2 Effecten op bruinvissen ... 126
6.8.3 Leemten in kennis rondom effecten EMV op mariene ecologie ... 128
6.9 Verzuring en vermesting ... 128
7 Cumulatie ... 129
7.1 Toelichting ... 129
7.2 Projecten meegenomen in cumulatietoets ... 130
7.3 Impuls onderwatergeluid ... 130
7.4 Vertroebeling ... 131
7.4.1 Vergunde projecten ... 131
7.4.2 Netten op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta, Gamma en Nederwiek 1 ... 134
7.4.3 Netten op zee IJmuiden Ver Alpha en Nederwiek 1 in het Veerse Meer ... 144
7.5 Bovenwaterverstoring ... 145
7.5.1 Op zee ... 145
7.5.2 Veerse Meer ... 146
7.6 Habitataantasting op land ... 146
7.7 Elektromagnetische velden ... 146
8 Toetsing ... 151
8.1 Inleiding en leeswijzer ... 151
8.2 Bruine Bank ... 151
8.3 Voordelta ... 154
8.4 Veerse Meer ... 162
9 Conclusie ... 166
9.1 Gebiedsbescherming ... 166
9.2 Mitigerende maatregelen ... 166
10 Referenties ... 168
Bijlage A Ecologische Beoordeling Stikstof ... 183
Colofon ... 184

1 Inleiding Passende Beoordeling

Net op zee Nederwiek 1 is de ondergrondse hoogspanningsverbinding vanuit het zuidelijke deel van windenergiegebied Nederwiek naar het vasteland. In het kader van de realisatie en het gebruik van Net op zee Nederwiek 1 worden tal van onderzoeken uitgevoerd, onder meer ten aanzien van (beschermde) natuur. Dit wordt verder toegelicht in onderstaande paragraaf.

1.1 Algemene toetsingen

De voorgenomen activiteit wordt aan de volgende wettelijke kaders voor natuur getoetst:

- Wet natuurbescherming, onderdeel gebiedsbescherming (Passende Beoordeling), dit rapport;
- Wet natuurbescherming, onderdeel soortenbescherming (Soortenbeschermingstoets);
- Waterwet, Kaderrichtlijn Mariene Strategie en Kaderrichtlijn Water (Watertoets);
- Natuurnetwerk Nederland (toetsing NNN).

De voorgenoemde rapporten/toetsen bestaan uit:

- Deel A: met daarin de algemene beschrijving van het project. Dit deel is voor de verschillende toetsen identiek;
- Deel B: toets aan het betreffende wettelijke kader.

Het onderliggende rapport betreft de toetsing aan de Wet natuurbescherming, onderdeel gebiedsbescherming (Passende Beoordeling).

1.2 Doelstelling Passende Beoordeling

Het is niet op voorhand uit te sluiten dat de aanleg en het gebruik van Net op zee Nederwiek 1 de natuurlijke kenmerken van het gebied, al dan niet tijdelijk, kunnen aantasten en/of (negatieve) effecten kunnen hebben op beschermde natuurwaarden. Het tracé doorkruist het Natura 2000-gebied Voordelta en het Veerse Meer en passeert Natura 2000 gebied Bruine bank. Daarnaast kan verstoring optreden tijdens werkzaamheden in gebieden die gebruikt worden door soorten waarvoor instandhoudingsdoelstellingen zijn gesteld in Natura 2000-gebieden. Om die reden is deze Passende Beoordeling opgesteld. In de Passende Beoordeling wordt beoordeeld welke effecten kunnen optreden voor Natura 2000-gebieden en op het behalen van de doelstellingen voor deze gebieden. Het voorliggende rapport, de Passende Beoordeling, betreft een toetsing van de voorgenomen activiteiten (beschreven in hoofdstuk 2 van deel A) in het kader van de Wet natuurbescherming, onderdeel gebiedsbescherming.

1.3 Leeswijzer

De Passende Beoordeling is opgebouwd uit een deel A en een deel B. In deel A van de Passende Beoordeling zijn de aanleiding (hoofdstuk 1) en activiteiten (hoofdstuk 2) van het Net op zee Nederwiek 1 beschreven. Deel B van de Passende beoordeling is voorliggend document.

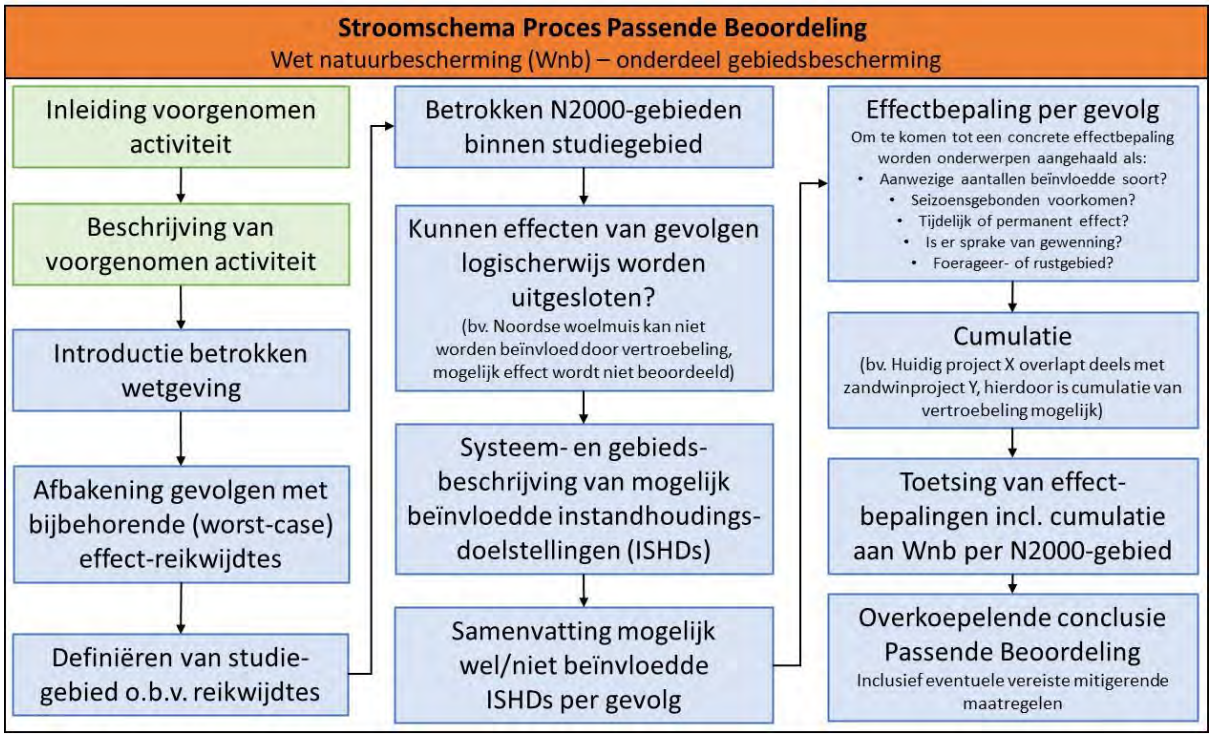
In deel B van de Passende Beoordeling wordt in hoofdstuk 2 een toelichting gegeven op het Nederlandse wettelijke kader voor Natura 2000-gebieden. In hoofdstuk 3 vindt een afbakening plaats van de ecologische gevolgen met bijbehorende worst-case effect-reikwijdtes, waarbij bepaald

wordt welke gevolgen mogelijk een effect hebben op instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden en nader onderzocht en/of beoordeeld dienen te worden. Daarnaast wordt er gekeken waar deze gevolgen optreden en wat het studiegebied is. In hoofdstuk 4 volgt een overzicht van de mogelijk beïnvloedde instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden binnen het studiegebied. In hoofdstuk 5 volgt een systeem- en gebiedsbeschrijving waarin nader wordt ingegaan op de instandhoudingdoelstellingen waarvoor deze gebieden zijn aangewezen. In hoofdstuk 6 worden de effecten op de beschermde natuurwaarden beschreven en zijn mitigerende maatregelen beschreven om gevolgen te beperken of te voorkomen. In hoofdstuk 7 worden de effecten getoetst in cumulatie met andere activiteiten en projecten. In hoofdstuk 8 worden de effecten getoetst aan de Wet natuurbescherming, onderdeel gebiedsbescherming. Er wordt getoetst aan de instandhoudingsdoelstellingen van betrokken Natura 2000-gebieden. In hoofdstuk 9 is de conclusie beschreven. In dit hoofdstuk wordt ook ingegaan op eventueel benodigde mitigerende maatregelen, waarmee significante effecten op Natura 2000-instandhoudingsdoelstellingen worden beperkt en/of voorkomen. In hoofdstuk 10 zijn ten slotte de gebruikte referenties vermeld.

In deze Passende Beoordeling wordt de volgende terminologie gebruikt:

- Activiteit: de activiteit die wordt uitgevoerd, te weten het plaatsen van de onderdelen van het project zoals de kabels en het platform op zee, en de operationele fase van deze onderdelen
- Gevolg: het gevolg van deze activiteit, bijvoorbeeld vertroebeling door baggerwerkzaamheden
- Effect: het effect op instandhoudingsdoelen, bijvoorbeeld vermindering van het vangstsucces van foeragerende broedvogels ten gevolge van vertroebeling waardoor de populatie een effect ondervindt

Het proces dat doorlopen wordt in deze passende beoordeling is weergeven in een stroomschema in Figuur 1-1.



Figuur 1-1 Stroomschema van het beoordelingsproces in de Passende Beoordeling. De groene blokken zijn beschreven in deel A van de Passende Beoordeling. De blauwe blokken zijn hier beschreven.

2 Wettelijk kader

2.1 Wet natuurbescherming

De Wet natuurbescherming (Wnb) is op 1 januari 2017 in werking getreden. De wet kent een algemeen deel (Hoofdstuk 1), delen over Natura 2000-gebieden (Hoofdstuk 2), soorten (Hoofdstuk 3) en houtopstanden, hout en houtproducten (Hoofdstuk 4) en verder delen die gaan over vrijstellingen, beschikkingen en verplichtingen (Hoofdstuk 5), financiële bepalingen (Hoofdstuk 6), handhaving (Hoofdstuk 7), overige bepalingen (Hoofdstuk 8) en tot slot een beschrijving van het overgangsrecht (Hoofdstuk 9) en een beschrijving van de wijziging van overige wetten (Hoofdstuk 10). In navolgende paragrafen is een samenvattende beschrijving van de relevante delen van de wet gegeven.

2.2 Algemene bepalingen

De Wnb schrijft het opstellen van een nationale en provinciale natuurvisie voor. De nationale natuurvisie bevat de hoofdlijnen van het rijksbeleid op het gebied van natuur en natuurbescherming (artikel 1.5). De provinciale natuurvisies beschrijven het provinciale beleid op dit gebied (artikel 1.7).
De Wnb kent een algemene zorgplicht. Deze houdt in dat eenieder voldoende zorg in acht neemt voor Natura 2000-gebieden, bijzondere nationale natuurgebieden en soorten (ook soorten die niet beschermd zijn) (artikel 1.11, lid 1). Dit houdt in ieder geval in dat handelen of nalaten van handelen dat schadelijk kan zijn zo veel mogelijk achterwege gelaten dient te worden (artikel 1.11, lid 2). Deze algemene zorgplicht geldt altijd en overal, met slechts als uitzondering handelingen die op grond van de Visserijwet worden uitgevoerd (artikel 1.11, lid 3).
In het eerste hoofdstuk van de wet wordt ook ingegaan op de beschermingsmaatregelen waarvoor gedeputeerde staten van de provincies zorg moeten dragen (artikel 1.12, lid 1). Het gaat daarbij om:

- De biotopen en leefgebieden van alle in Nederland voorkomende soorten vogels (onderdeel a).
- Behoud en herstel van soorten, habitats en habitats van soorten van bijlage I, II, IV en V van de Habitatrichtlijn (onderdeel b).
- Behoud en herstel van soorten die opgenomen zijn op de bij de natuurvisie horende rode lijst (onderdeel c).

2.3 Beschermde gebieden

De Wnb maakt het mogelijk gebieden aan te wijzen als beschermde natuurgebieden. De volgende soorten gebieden worden daarbij genoemd:

- De provincies (gedeputeerde staten) dragen zorg voor de totstandkoming en instandhouding van een samenhangend landelijk ecologisch netwerk, het Natuurnetwerk Nederland (NNN) (artikel 1.12, lid 2).
- Buiten het NNN kunnen gedeputeerde staten gebieden aanwijzen met bijzondere natuurwaarden of landschappelijke en cultuurhistorische waarden. Deze gebieden worden “bijzondere provinciale natuurgebieden” en “bijzondere provinciale landschappen” genoemd (artikel 1.12, lid 3).
- De minister van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit wijst gebieden aan ter uitvoering van de verplichtingen die voortvloeien uit de Vogel- en Habitatrichtlijn. Deze gebieden zijn de Natura 2000-gebieden (artikel 2.1, lid 1).
- De minister van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit kan - buiten bestaande Natura 2000-gebieden - een gebied aanwijzen als “bijzonder nationaal natuurgebied” (artikel 2.11, lid 1).

De Wnb kent alleen voor de Natura 2000-gebieden een toetsingskader. De bescherming van het NNN verloopt via het planologische spoor (bestemmingsplannen of inpassingsplannen). Ten aanzien van de bescherming van bijzondere nationale en provinciale natuurgebieden en bijzondere provinciale landschappen is in de Wnb geen regeling opgenomen. Provincies kunnen -wanneer zij een dergelijk gebied aan zouden wijzen- daarvoor zelf een regeling opstellen.
In dit kader is alleen de bescherming van de Natura 2000-gebieden relevant.

2.4 Regels ten aanzien van de bescherming van Natura 2000-gebieden

De Minister van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) wijst Natura 2000-gebieden aan. In ieder besluit tot aanwijzing van een Natura 2000-gebied zijn de instandhoudingsdoelstellingen voor het betreffende gebied beschreven. Daarbij gaat het in ieder geval om instandhoudingsdoelen ten aanzien van de leefgebieden van vogels, voor zover nodig ter uitvoering van de Vogelrichtlijn en/of ten aanzien van habitats en habitats van soorten, voor zover nodig ter uitvoering van de Habitatrichtlijn. Op de aanwijzing of wijziging van de aanwijzing van gebieden is afdeling 3.4 van de Algemene wet bestuursrecht van toepassing (deze besluiten staan dus open voor bezwaar en beroep), tenzij het een wijziging van ondergeschikte aard is (artikel 2.1).

Gedeputeerde staten - en in bepaalde gevallen het Ministerie van LNV - zijn verplicht zorg te dragen voor het treffen van instandhoudingsmaatregelen ten aanzien van de in de provincie gelegen Natura 2000-gebieden en moeten ook -indien daar aanleiding voor bestaat- passende maatregelen nemen om verslechtering van de kwaliteit van Natura 2000-gebieden te voorkomen (artikel 2.2).
Daarnaast moet er voor ieder Natura 2000-gebied een beheerplan worden opgesteld (artikel 2.3).

2.5 Beoordeling van projecten

Het is verboden zonder vergunning van het betreffende bevoegd gezag een project te realiseren dat niet direct verband houdt met of nodig is voor het beheer van een Natura 2000-gebied, maar afzonderlijk of in combinatie met andere plannen of projecten significante gevolgen kan hebben voor een Natura 2000-gebied. Voor deze projecten wordt de vergunning alleen verleend nadat uit een passende beoordeling is gebleken dat de natuurlijke kenmerken van het gebied niet worden aangetast. Een uitzondering is een project dat een herhaling of voortzetting is van een ander project of deel uitmaakt van een ander plan, waarvoor al een passende beoordeling is gemaakt en een nieuwe passende beoordeling geen nieuwe gegevens en inzichten op kan leveren.

Wanneer de zekerheid dat de natuurlijke kenmerken van het gebied niet worden aangetast niet is verkregen, mag de vergunning alleen worden verleend wanneer er geen alternatieve oplossing is, er een dwingende reden van groot openbaar belang wordt gediend en er compenserende maatregelen worden getroffen (de ADC-toets). Wanneer er sprake is van significante gevolgen voor een prioritair habitat of prioritaire soort en de dwingende reden van groot openbaar belang is een reden van sociale of economische aard, dient in aanvulling op de ADC-toets door de minister van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit een advies gevraagd te worden aan de Europese Commissie voordat de vergunning wordt verleend. De te nemen compenserende maatregelen moeten onderdeel uitmaken de vergunning voor het betreffende project. Een eventueel in te richten compensatiegebied dient de status van Natura 2000-gebied te krijgen (artikel 2.7 lid 2 en lid 3 en 2.8 lid 1-8).

3 Afbakening

3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk vindt de afbakening van de gevolgen plaats van de aanleg en het gebruik van Nederwiek 1. De voorgenomen activiteiten, zoals beschreven in deel A, brengen een aantal gevolgen met zich mee die in potentie een effect kunnen hebben op instandhoudingsdoelen (ingreep-effect relaties). Deze gevolgen zijn:

- Vertroebeling, als gevolg van sediment dat in suspensie komt door de aanlegwerkzaamheden.
- Sedimentatie, als gevolg van het neerslaan van geresuspendeerd sediment.
- Verstoring onderwater:
    - Door continu onderwatergeluid. Als gevolg van het gebruik van scheepsmotoren en andere werktuigen aan boord;
    - Door impuls onderwatergeluid. Als gevolg van het heien voor de aanleg van het platform.
- Bovenwaterverstoring, als gevolg van geluid, licht en visuele verstoring door de werkzaamheden op zee en land en de operationele fase van het platform.
- Habitataantasting, als gevolg van mechanische effecten op zee en land.
- Elektromagnetische velden, als gevolg van het gebruik van het kabeltracé op zee en land.
- Verontreiniging, als gevolg van de resuspensie van eventueel aanwezige bodemverontreiniging en tijdens het gebruik van het platform op zee.
- Warmteontwikkeling in zee, als gevolg van de hitte die opgewekt wordt in de kabel tijdens de gebruiksfase.
- Verdroging op land, als gevolg van bronbemaling of doorboring van een ondoorlatende laag in de bodem.
- Verzuring en vermesting, als gevolg van de uitstoot (emissie) van vervuilende gassen tijdens de werkzaamheden.

De gevolgen worden in de volgende paragrafen toegelicht. Per gevolg is toegelicht hoe ver het gevolg reikt. Dit gebeurt aan de hand van modellering, uit de literatuur bekende verstoringscontouren en/of expert judgement. Dit leidt tot een worst-case reikwijdte per gevolg.

3.2 Vertroebeling

Bij de aanleg van de gelijkstroomkabels op zee wordt afhankelijk van de lokale situatie gebaggerd, ge-pre-sweept (i.e. het wegbaggeren van zandgolven voorafgaand aan de kabelinstallatie) en getrencht, waardoor sediment in de waterkolom verspreid kan worden. Deze verspreiding van sediment kan leiden tot suspensie van met name de fijnere deeltjes (slib) in de waterkolom, afhankelijk van het lokale slibgehalte. Hierdoor ontstaat tijdelijk vertroebeling. Het neerslaan en ophopen van het door de werkzaamheden omgewoelde sediment heet sedimentatie. Zowel vertroebeling als sedimentatie kunnen effect hebben op instandhoudingsdoelen binnen het studiegebied. Vertroebeling wordt verder behandeld in deze paragraaf. Sedimentatie wordt verder behandeld in paragraaf 3.3.

Vertroebeling kan ertoe leiden dat:

- Filterfeeders (organismes die leven van plankton en ander in het water zwevend voedsel) in hun voedselopname worden geremd.

- Trekvissen een barrière ondervinden wanneer de slibwolk de doorgang tussen zoet en zout water belemmert.

Vertroebeling leidt tot minder doorzicht aan het wateroppervlak waardoor potentieel:
- Primaire productie (i.e. de basis van de voedselketen) wordt geremd.
- Het vangstsucces van zichtjagende vogels wordt beïnvloed.

Vertroebeling op zee en in het Veerse Meer wordt los van elkaar afgebakend, respectievelijk in paragraaf 3.2.1 en 3.2.2.

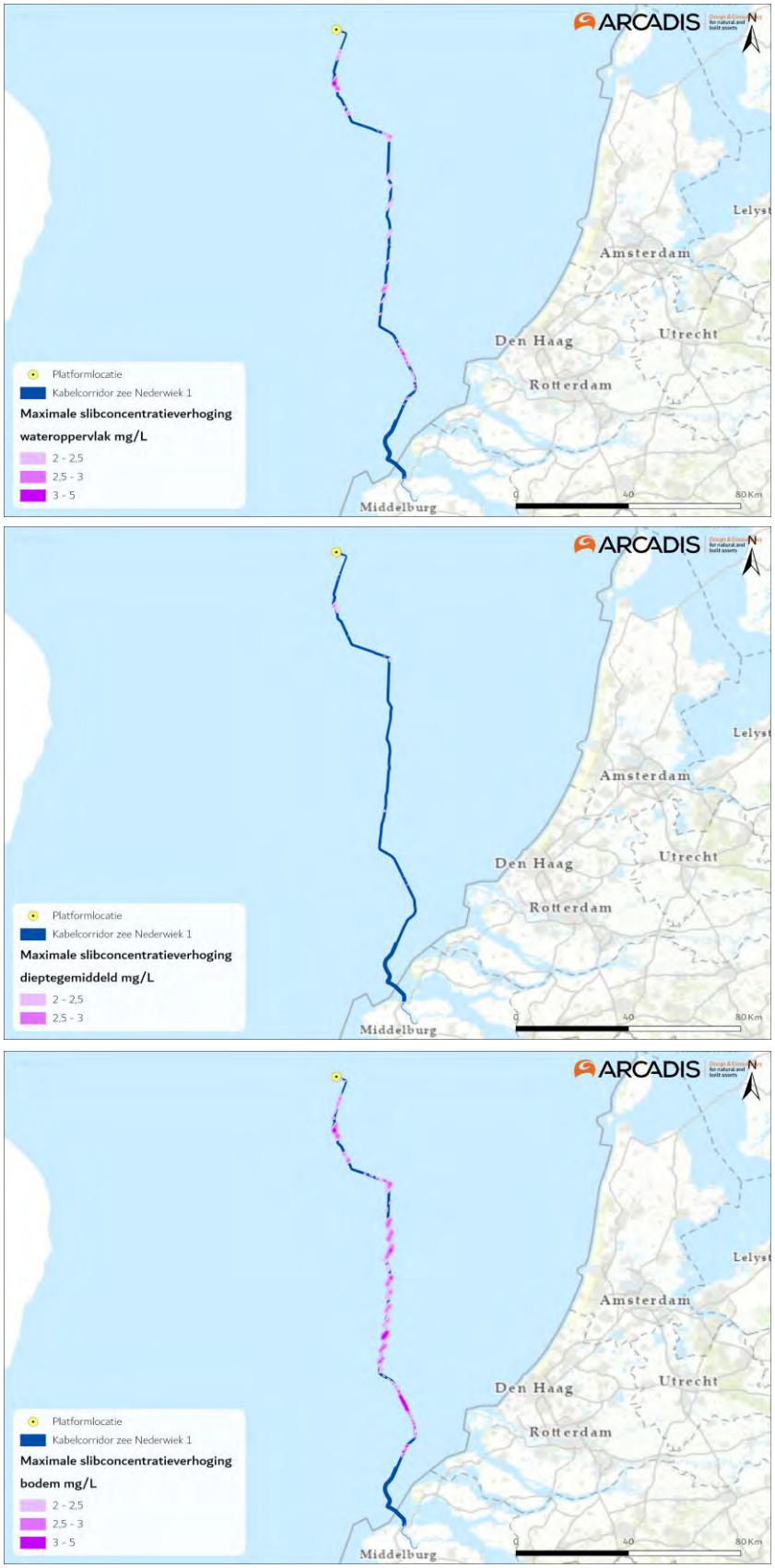
3.2.1 Op zee

De mate waarin vertroebeling door de werkzaamheden optreedt is in een modelstudie onderzocht (zie Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie). In deze studie zijn alle bodemroerende werkzaamheden op zee meegenomen, vanaf het platform tot aan de aanlanding bij de Veerse Gatdam. Vertroebeling wordt uitgedrukt in het aantal milligram zwevende stofdeeltjes per liter water (mg/L). Het model berekent de toename in de slibconcentratie ten gevolge van de (bagger)werkzaamheden; de waardes zijn exclusief de achtergrondconcentratie van zwevende stof die in de wateren aanwezig is.

In de slibmodelleerstudie (Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie) is de vertroebeling aan de bodem, in de waterkolom en aan de wateroppervlakte gemodelleerd. Figuur 3-1 laat het maximale areaal zien waar gedurende de gehele simulatieperiode op enig moment een verhoging van de daggemiddelde slibconcentratie bij de bodem en aan het wateroppervlak is berekend. In de bovenste afbeelding is het gebied weergegeven waarin een vermindering van doorzicht aan het wateroppervlak kan optreden. In de onderste afbeelding is de maximale reikwijdte van de slibwolk in het gebied weergegeven. Er is gewerkt met een ondergrens van 2 mg/L, dit is de grens van de nauwkeurigheid van de modelstudie (Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie) en de ondergrens van een meetbaar verschil t.o.v. de achtergrondconcentratie.

Te zien is dat vertroebeling die tijdens de aanleg optreedt voornamelijk op open zee direct langs het tracé plaatsvindt. De vertroebelingswolk spreidt zich uit over een gebied van tientallen vierkante kilometers. Binnen 10 km van de kustzone treedt er geen vertroebeling op, omdat er gebruik wordt gemaakt van een ander type installatieschepen waarvoor geen pre-sweeping nodig is. Langs het gehele kabeltracé komt de vertroebeling niet boven de 5 mg/L.

Tijdens de gebruiksfase treedt er geen vertroebeling op bij normaal gebruik van de kabel. Bij onderhoud treedt mogelijk lokaal vertroebeling op als de kabel opnieuw op- en ingegraven moet worden. Het effect hiervan zal vele malen kleiner zijn dan dat van de aanleg en naar verwachting is dit type onderhoud niet of nauwelijks nodig. De aanlegfase wordt daarom als worst-case beoordeeld.



Figuur 3-1 Gebied tot waar de slibwolk (> 2 mg/L) aan het wateroppervlak (figuur boven), dieptegemiddeld (figuur midden) en op de bodem (figuur onder) maximaal reikt ten gevolge van de werkzaamheden van de aanleg van een (2x2)-kabelconfiguratie.

3.2.2 Veerse Meer

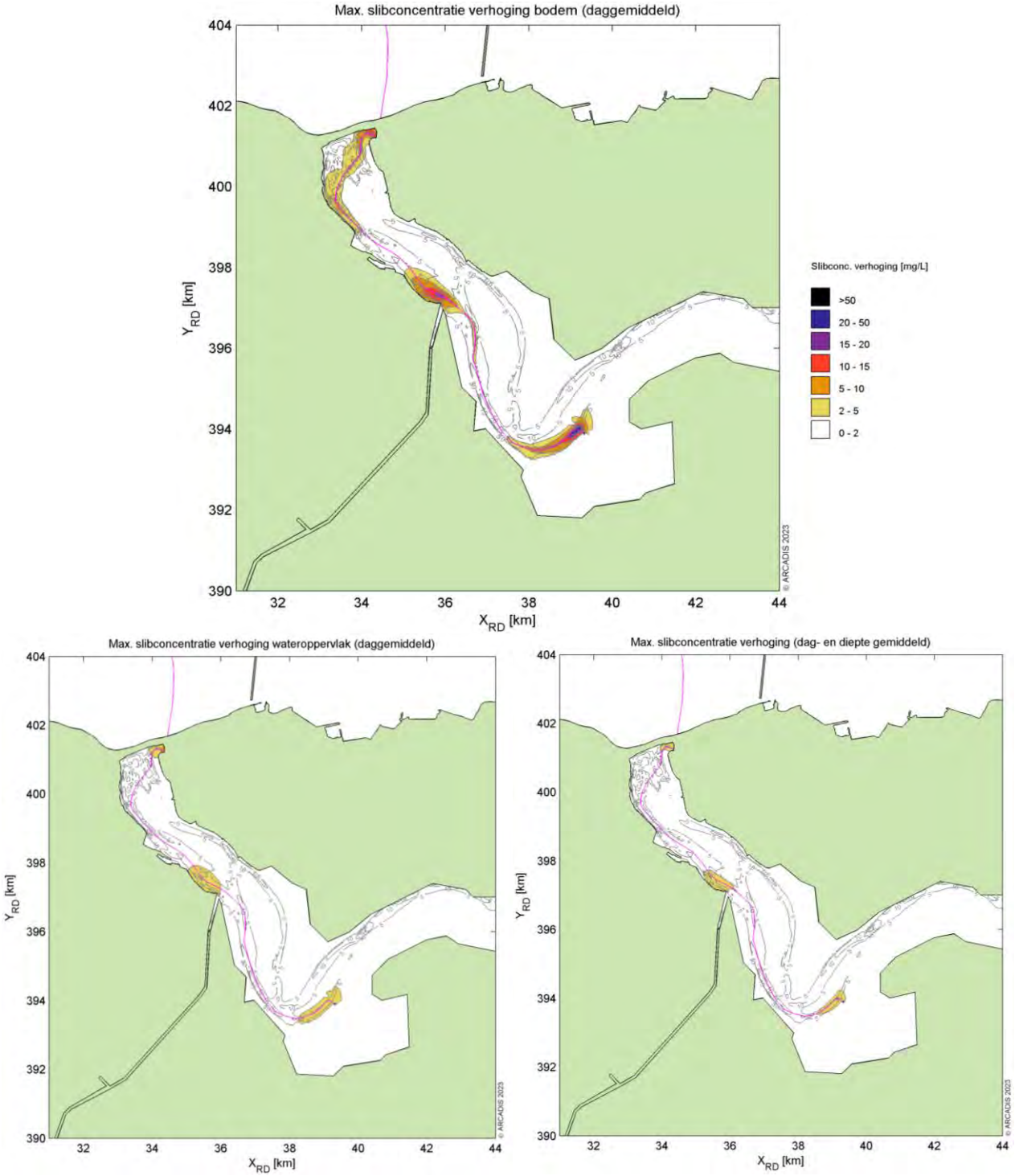
Bij de aanleg van de kabel in het Veerse Meer kan vertroebeling optreden, net als op zee treedt er in principe geen vertroebeling op in de gebruiksfase. Bij onderhoud treedt mogelijk lokaal vertroebeling op als de kabel opnieuw op- en ingegraven moet worden. Het effect hiervan zal vele malen kleiner zijn dan dat van de aanleg, daarnaast is onderhoud alleen incidenteel nodig. De aanlegfase wordt daarom als maatgevende activiteit beoordeeld.

Nederwiek 1 ligt over het gehele Veerse Meer parallel aan de kabel van Net op zee IJmuiden Ver Alpha (hierna 'Alpha'). Het tracé van Alpha in het Veerse Meer wordt eerst aangelegd, hierbij worden baggerwerkzaamheden uitgevoerd. De stukken waterbodem die voor Alpha gebaggerd worden, worden vervolgens ook benut voor het tracé van Nederwiek 1. Voor Nederwiek 1 hoeft daarom niet gebaggerd te worden in het Veerse Meer. De kabelaanleg wordt uitsluitend uitgevoerd middels jet trenchen (vertical injector) of een vergelijkbare methode. Bij jet trenchen wordt de waterbodem onder hoge waterdruk gefluïdiseerd, waarna de kabel onder zijn eigen gewicht in de bodem kan zakken of naar de beoogde diepte wordt geleid. Hierbij ontstaat vele malen minder vertroebeling dan bij baggeren en het vervolgens verspreiden van gebaggerd sediment.

In de slibmodelleerstudie van het Veerse Meer (Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie) is de vertroebeling gemodelleerd die ontstaat als gevolg van het jet-trenchen. De mate van vertroebeling is gemodelleerd aan de bodem, in het midden van de waterkolom en aan de wateroppervlakte. Figuur 3-2 toont de resultaten. Hierin is de maximale daggemiddelde slibconcentratie zichtbaar, evenals het areaal waar in totaal sprake is van een verhoging van de daggemiddelde slibconcentratie. De weergegeven verhogingen in slibconcentraties geven een totaalbeeld gedurende de gehele simulatieperiode. In het model is gewerkt met een ondergrens van 2 mg/L, dit is vormt de ondergrens van een relevante afwijking t.o.v. de achtergrondconcentratie. De arealen met een verhoogde slibconcentraties vinden dus niet overal tegelijkertijd plaats, maar bewegen mee met de werkzaamheden.

Te zien is dat vertroebeling die tijdens de aanleg optreedt voornamelijk op drie locaties langs het tracé plaatsvindt: Nabij beide aanlandingslocaties en rondom het midden van het tracé nabij Veere. Dit is het gevolg van relatief dikke slib/klei laag die op die plaatsen in de bodem zit (Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie). Op de plekken waar geen vertroebeling optreedt bestaat de bodem vrijwel uitsluitend uit zand.

Aan de bodem reikt de verhoogde slibconcentratie het verst (Figuur 3-2). Gezamenlijk betreft het een vertroebeld areaal van ca. 241 ha. Aan het wateroppervlak is dit ca. 87 ha. De maximale daggemiddelde verhoging in slibconcentratie is eveneens het hoogst aan de bodem, zeer lokaal loopt de concentratie op tot ca. 35 mg/l. Aan het wateroppervlak is dit doorgaans maximaal ca. 5 mg/l, alleen direct nabij de aanlandingen loopt de concentratie zeer lokaal iets hoger op.



Figuur 3-2. Gebied tot waar vertroebeling zich uitspreidt aan de bodem (boven) het wateroppervlak (links), en dieptegemiddeld (midden) en op de bodem (rechts) als gevolg van het jet-trenchen in het Veerse Meer.

3.3 Sedimentatie

Het sediment dat in de waterkolom vrijkomt bij de aanleg van de kabels bezinkt over een bepaald areaal en kan daarmee een laag sediment op de bodem vormen (sedimentatie). Sedimentatie kan leiden tot effecten op bodemdieren. Het effect van de bedekking is afhankelijk van verschillende factoren, zoals de tolerantie en locatie van de soort, de hoeveelheid geloosde specie, de duur van de

bedekking, de sedimenteigenschappen van het bedekkende materiaal en de temperatuur. In een natuurlijke situatie of bij lage sedimentatie kunnen de dieren in of op de bodem zich omhoog bewegen. Bij een te grote en/of te snelle bedekking leidt sedimentatie tot verstikking. Dit kan effect hebben op de bodemdierensamenstelling, op de voedselvoorraad voor vissen en op droogvallende platen foeragerende vogels.

Tijdens de gebruiksfase treedt er geen sedimentatie op bij normaal gebruik van de kabel. Bij onderhoud treedt mogelijk lokaal sedimentatie op als de kabel opnieuw op- en ingegraven moet worden. Het effect hiervan zal vele malen kleiner zijn dan dat van de aanleg en naar verwachting is dit type onderhoud niet of nauwelijks nodig. De aanlegfase wordt daarom als worst-case beoordeeld.

In de wetenschappelijke literatuur zijn de specifieke effecten van deze factoren niet allemaal apart onderzocht. Door Bijkerk (1988) is de tolerantie voor permanente sedimentatie bepaald van zeven algemeen voorkomende macrobenthos-soorten (strandgaper *Mya arenaria*, slangpier *Capitella capitata*, wapenworm *Scoloplos armiger*, kokkel *Cerastoderme edule*, nonnetje *Macoma balthica*, wadpier *Arenicola marina*, zandzager *Nereis* sp.). Deze tolerantie lag voor permanente sedimentatie met fijn zand tussen de 1,67 mm/dag (*Mya, Capitella*) en 5,67 mm/dag (*Macoma, Arenicola, Nereis*). De organismen waren gevoeliger voor sedimentatie met slib. Deze tolerantie varieerde tussen de 0,33 mm/dag (*Mya*) en 11,67 mm/dag (*Nereis* sp.). Rozemeijer & Smith (2017) bevestigen de resultaten van Bijkerk (1988) over de sedimentatie tolerantie van de macrobenthos-soorten. Ook worden in deze literatuurstudie meerdere soorten macrobenthos uitgelicht, waaronder tweekleppigen maar bijvoorbeeld ook verschillende zeestersoorten, die soortgelijke (hoge) toleranties voor sedimentatie hebben.

Sedimentatie op zee en in het Veerse Meer wordt apart afgebakend, respectievelijk in paragraaf 3.3.1 en 3.3.2.

3.3.1 Op zee

De maximale sedimentatiesnelheid en sliblaagdikte door sedimentatie is voor de activiteit modelmatig berekend (Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie). Er worden verder dezelfde uitgangspunten en deelgebieden langs het kabeltracé gehanteerd als bij vertroebeling, zie paragraaf 3.2.

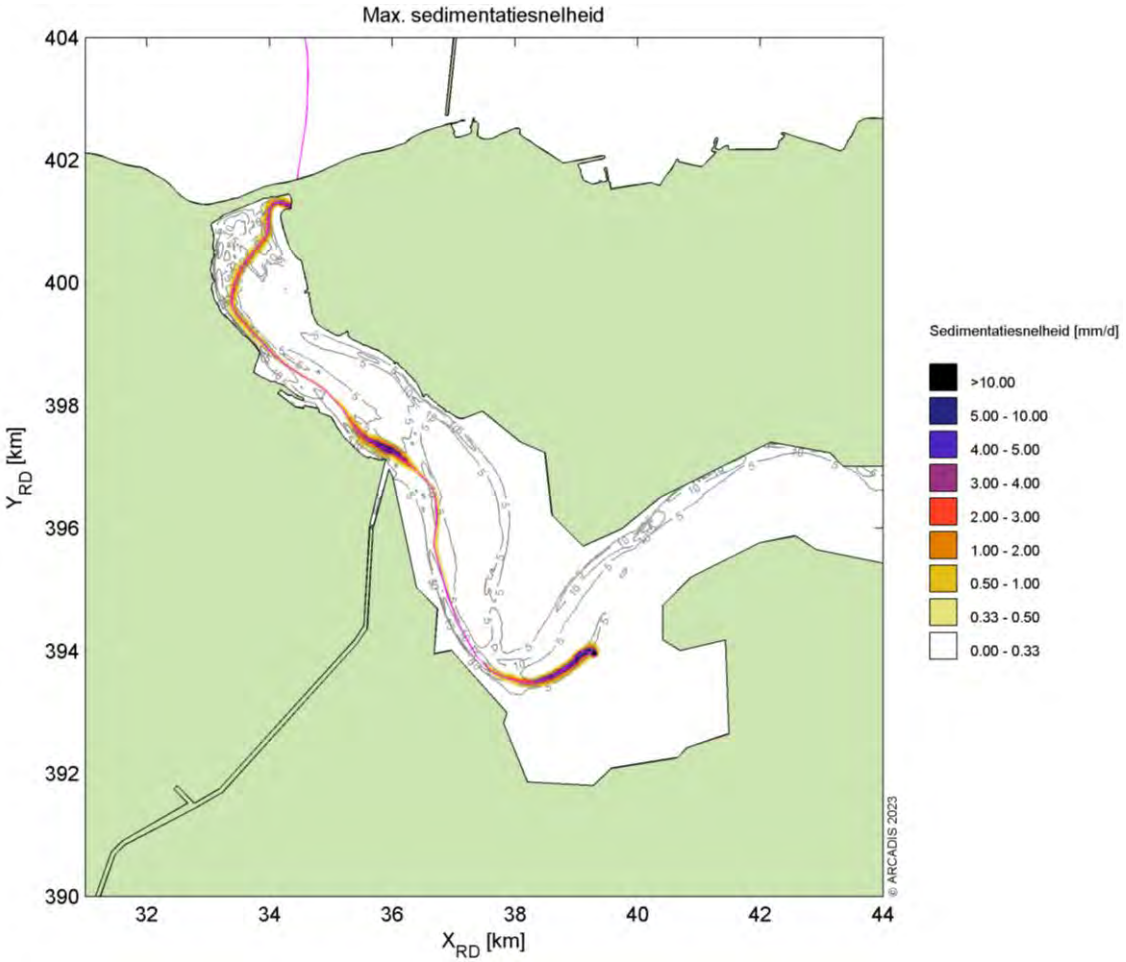
Figuur 3-3 geeft het gebied (5.780 ha) weer waar sedimentatie van meer dan 0,33 mm/dag optreedt tijdens de werkzaamheden. Dit is de maximale sedimentatiesnelheid die de gevoeligste soort (*Mya arenaria)* nog tolereert (Bijkerk, 1988). In het figuur is te zien dat de sedimentatiesnelheden tussen de 0,5 en 1 mm/dag vanaf 15 km uit de kust worden bereikt en maximaal ca. 1,5 km van het tracé af. Dichter bij de kust ligt de sedimentatiesnelheid rondom het tracé tussen de 0 en 0,2 mm/dag (niet weergegeven in het figuur). Langs het gehele kabeltracé komt de sedimentatiesnelheid niet boven de 1,0 mm/dag.

Figuur 3-3 Het areaal waar sedimentatie van boven de 0,33 mg/dag optreedt door de voorgenomen werkzaamheden van de aanleg van een (2x2)-kabelconfiguratie.

3.3.2 Veerse Meer

In paragraaf 3.2.2 is toegelicht dat kabelaanleg in het Veerse Meer uitsluitend wordt uitgevoerd middels jet-trenchen. De maximale sedimentatiesnelheid door sedimentatie is voor deze activiteit modelmatig berekend (Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie). Hierbij worden dezelfde uitgangspunten gehanteerd als bij het model voor vertroebeling in het Veerse Meer.

De resultaten van het model zijn weergegeven in Figuur 3-4. Het laat zien dat sedimentatie van >0,33 mm/dag reikt tot maximaal 150 meter aan weerszijde van het tracé. Deze maximale reikwijdte treedt op rond de (3) locaties waar relatief veel slib in de bodem zit. Op de overige delen van het tracé reikt sedimentatie tot ca. 75 meter enkele tientallen meters van het tracé. In totaal gaat het om ca. 130 ha waarbinnen sedimentatie optreedt. De maximale sedimentatiesnelheid betreft ca. 10 mm/dag lokaal op de meest slibrijke delen van het tracé. Hierbuiten is de maximale sedimentatiesnelheid ca. 3 mm/dag.



Figuur 3-4 Het gebied waar sedimentatie van >0,33 mg/dag optreedt door het jet trenchen in het Veerse Meer.

3.4 Verstoring als gevolg van continu onderwatergeluid

Bij het varen treedt er verstoring in de vorm van continu onderwatergeluid op door cavitatie van de schroefbladen van de schepen. Cavitatie is de vorming van bellen gevuld met waterdamp aan de voorkant bij de schroefbladen, die vervolgens imploderen. Daarnaast genereren scheepsmotoren en andere werktuigen aan boord ook trillingen die door de romp van het schip aan het water worden doorgegeven. Ten slotte kan het gebruik van het jet trenchen ook voor onderwatergeluid zorgen. Dit type geluid wordt continu onderwatergeluid genoemd. Deze vorm van verstoring is tijdelijk van aard en treedt alleen op tijdens de uitvoering van de werkzaamheden ter plaatse van de schepen.

Voor de bepaling van de reikwijdte van continue onderwaterverstoring is uitgegaan van de maximale effectafstanden voor zeehonden en bruinvissen. Hierbij is uitgegaan van de analyse van Verboom die als bijlage VIII is opgenomen in de 'Ronde 2' Passende Beoordeling voor Wind op zee uit 2009 (Arends et al., 2009). Op basis van meetgegevens van een zestal koopvaardijschepen van 100 meter, die met een snelheid van 13 – 16 mijl per uur op diep water varen, zijn maximale verstoringsafstanden van 4.800 meter voor zeehonden en 2.800 meter voor bruinvissen gevonden. Onderwatergeluid reikt verder naarmate het water dieper is. De in deze toetsing gehanteerde verstoringsafstand van 5 kilometer is worst-case.

In Figuur 3-5 is de maximale reikwijdte van het effect van onderwatergeluid weergegeven als gevolg van de realisatie van de zeekabels en het platform, op basis van de verstoringscontour van 5 kilometer. In de aanleg en in de gebruiksfase varen (kleinere) schepen ook vanaf de dichtstbijzijnde vaarroutes naar het platform. Dit zijn relatief kleine routes ten opzichte van de route in de aanlegfase en de verstoringen zullen niet hoger zijn dan de verstoring rondom de aanleg. Tijdens de surveyfase volgen schepen de kabelroute. Onderhoud aan de kabels kan lokaal ergens op het tracé plaatsvinden. De verstoring tijdens de aanleg wordt als worst-case gehanteerd omdat dan de grootste arealen worden verstoord en er het meeste verkeer is.

Figuur 3-5 Gebied met onderwaterverstoring ten opzichte van het projectgebied.

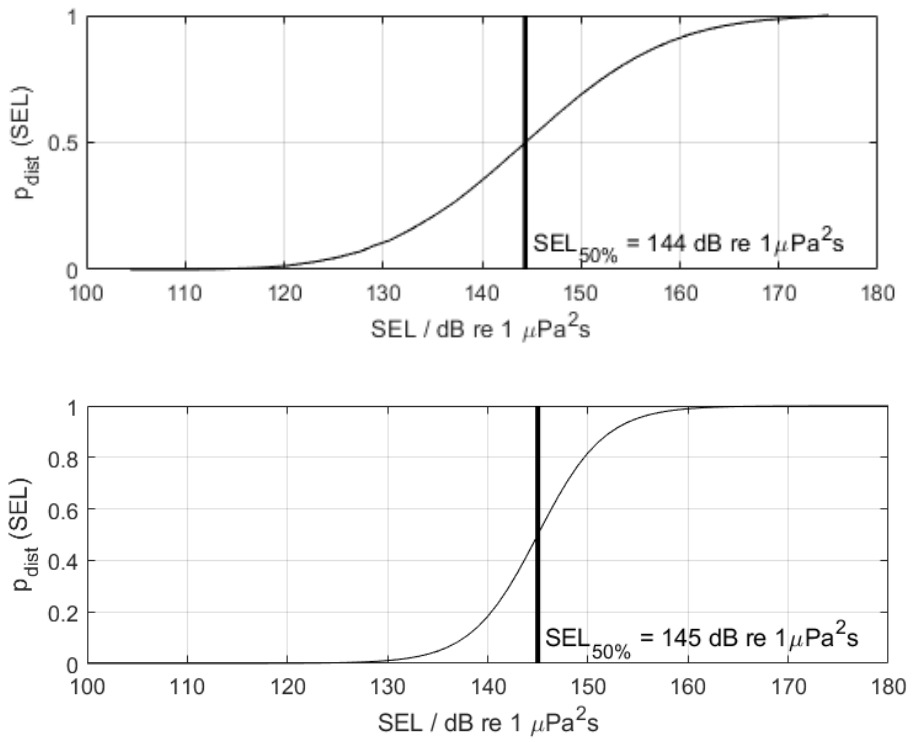
3.5 Verstoring als gevolg van impuls onderwatergeluid

Door heiactiviteiten voor de aanleg van het platform treedt er impuls onderwatergeluid op. Tijdens de gebruiksfase treedt er geen impuls onderwatergeluid op. Onderwatergeluid in de vorm van impuls onderwatergeluid kan een effect hebben op in het water levende vissen en zeezoogdieren in de vorm van stress, vluchtgedrag en/of tijdelijke (ook wel: TTS - Temporary Threshold Shift) of permanente (ook wel: PTS - Permanent Threshold Shift) gehoordrempelverschuiving, afhankelijk van de geluidssterkte.

In het Kader Ecologie en Cumulatie (KEC) 4.0 (Heinis et al., 2022) wordt de impact van impuls onderwatergeluid veroorzaakt door het heien en de geofysische surveys bij de uitrol van alle wind op zee parken op bruinvissen en zeehonden berekend. Uitgangspunt bij de aanleg van wind op zee parken op de Noordzee is dat de bruinvis- en zeehond populaties in de Noordzee niet meer dan 5% mogen afnemen (met 95% zekerheid). Het gebruik van het KEC in deze Passende Beoordeling is onderaan paragraaf 3.5 toegelicht in een tekstkader. Hierin wordt o.a. uitgelegd dat het KEC an sich geen toetsingskader is, maar de methodiek in het KEC wel de huidige best practice is.

Voor de verstoringsberekeningen gebruikt het KEC het Aquarius-model en het Interim PCoD model. Aan beide modellen worden per actualisatie van het KEC aanpassingen gedaan gebaseerd op de laatste inzichten uitgaande van realistische worst-case aannamen. Voor deze berekeningen is het verstoorde areaal van groot belang. Het verstoorde areaal is afhankelijk van de reikwijdte van het impulsgeluid en de gevoeligheid van de bruinvissen en zeehonden. Daarnaast is de frequentie van het impuls onderwatergeluid van belang.

Volgens de methodiek gebruikt voor het KEC 4.0 wordt aangenomen dat verstoring van bruinvissen en zeehonden varieert per individu wanneer ze blootgesteld worden aan heigeluid. De verstoring is afhankelijk van de context waarin de dieren aan het geluid worden blootgesteld. Hierom is in het KEC 4.0 gekozen om dosis-respons relaties te gebruiken in plaats van discrete drempelwaarden. Deze dosis-respons relaties zijn beschreven in Figuur 3-6.



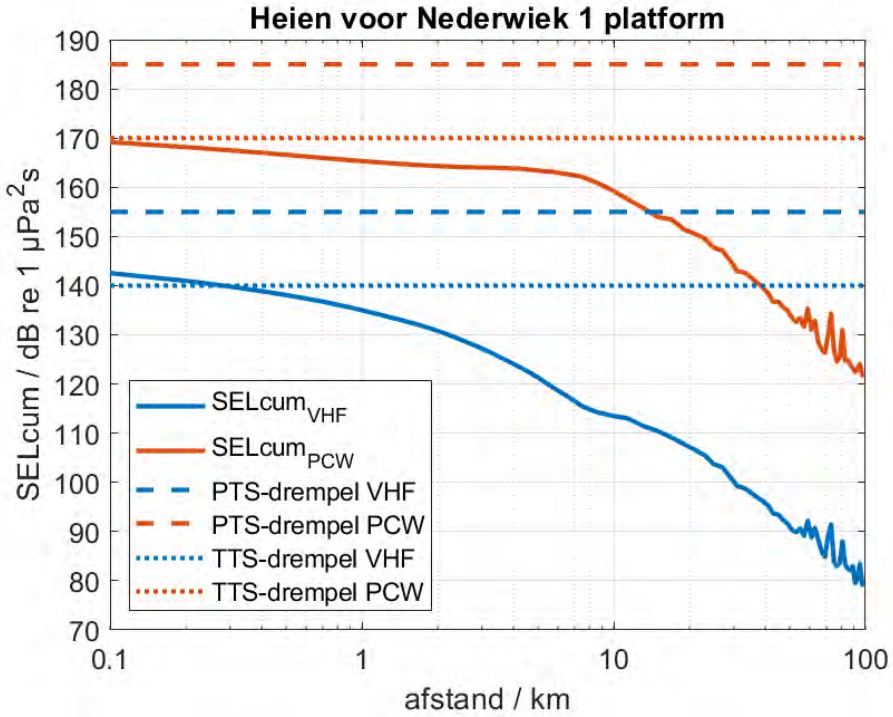
Figuur 3-6 Relaties tussen geluiddosis (ongewogen breedband single strike sound exposure level) en kans op het optreden van een gedragsrespons bij bruinvissen (boven) en zeehonden (onder). In het KEC wordt ervan uitgegaan dat de respons van gewone en grijze zeehonden vergelijkbaar is. De verticale lijn en de in de figuren weergegeven $SEL_{50\%}$-waarde geven aan bij welke SEL er 50% kans is op het verstoren van dieren. Uit Bijlage VII-E.

Er is 50% kans op verstoring van de dieren bij de volgende waardes:
- Zeehond Mpw-gewogen breedband SELss van 145 dB re 1 µPa2s;
- Bruinvis ongewogen breedband SELss van 144 dB re 1 µPa2s.

Gebaseerd op deze gegevens zijn er minimum- waardes berekend (uitgedrukt in Sound Exposure Level/SEL in Pascal) waarop individuen al verstoring kunnen ondervinden:
- Zeehond Mpw-gewogen breedband SELss van 130 dB re 1 µPa2s;
- Bruinvis ongewogen breedband SELss van 120 dB re 1 µPa2s.

Het KEC gaat uit van een worst-case aanname. In het KEC wordt uitgegaan dat mogelijk stress, vluchtgedrag, TTS en PTS kunnen optreden door impuls onderwatergeluid. In de berekeningen van het KEC is vooralsnog geen rekening gehouden met de gehoorgevoeligheid als functie van de frequentie. De drempelwaardes van TTS en PTS worden namelijk vooral aan de hand van de gehoorgevoeligheid van zeedieren (frequentie) in combinatie met geluidsterkte (dB) en frequentie van het heigeluid berekend. Aan de hand van de resultaten van (Heinis et al., 2022; Southall et al., 2019), kan er wel van worst-case drempelwaardes worden uitgegaan, op basis van frequentieberekeningen.
De volgende drempelwaarden kunnen worden aangenomen (uitgedrukt in Sound Exposure Level/SEL in Pascal):
- TTS voor bruinvissen geschat op 140 dB re 1 µPa2s en PTS op 155 dB re 1 µPa2s.
- TTS voor zeehonden geschat op 170 dB re 1 µPa2s en PTS op 185 dB re 1 µPa2s.

Voor zeehonden liggen de bovengenoemde drempelwaardes voor TTS en PTS boven de genoemde waardes voor verstoring in het KEC. Zodoende dekt het KEC 4.0 TTS en PTS in zeehonden volledig. Voor bruinvissen liggen de drempelwaardes voor TTS en PTS lager dan bij zeehonden. Uit de project-specifieke heigeluidberekening uitgevoerd door TNO (Bijlage VII-E) blijkt dat er een kleine kans is op het optreden van TTS bij dieren die zich bij aanvang van het heien op minder dan 300 m van de heipaal bevinden. De kans op PTS is echter verwaarloosbaar klein wanneer er wordt uit gegaan dat bruinvissen weg zwemmen van het heigeluid (Figuur 3-7). Grenswaarde uit het KEC 4.0 zullen de maatstaf zijn voor de toetsing in deze toets.



Figuur 3-7 Berekende verdeling van de maximale gewogen SEL_{CUM} over de waterdiepte, als functie van de afstand tot de paal waarop het dier (VHF = bruinvis en PCW = zeehond) zich bij aanvang van het heien bevindt. De horizontale lijnen geven aan boven welke drempelwaarde van de SEL_{CUM} blootstelling de dieren risico lopen op PTS (streeplijn) of TTS (stippellijn), volgens (Southall et al, 2019), (TNO, 2022).

Heien platform

Uit modelberekeningen voor het platform van Nederwiek 1 (TNO, 2022) blijkt dat de maximale sterkte van het heigeluid 167 dB re 1 µPa2s is op 750 m zonder mitigatie. De berekeningen laten ook de totale oppervlakte zien waar verstoring als gevolg van heien kan optreden en waarvoor verondersteld wordt dat de bruinvissen en zeehonden voor het heigeluid zullen vluchten. Dit is aan de hand van het worst-case scenario, berekend op basis van de samenstelling van de sterkte en dikte van de heihamer. Het verstoringsoppervlak voor zeehonden is 665 km^2 en voor bruinvissen 1.313 km^2 (Figuur 3-8).

Figuur 3-8 Studiegebied van onderwaterverstoring als gevolg van impuls onderwatergeluid voor het heien van de fundering van het platform Nederwiek 1, voor bruinvissen (boven) en zeehonden (onder)

Gebruik van het KEC 4.0 voor Nederwiek 1

Om het effect van impuls onderwatergeluid van alle wind op zee parken en de platforms van de netten op zee, waaronder Nederwiek 1, op zeezoogdieren zoals bruinvissen en zeehonden te onderzoeken is er een Kader Ecologie en Cumulatie (KEC) opgesteld. Dit kader is geen wetgeving én geen toetsingskader. Het KEC is echter de best onderbouwde methode beschikbaar die inzicht biedt in de cumulatieve impact van impuls onderwatergeluid op zeezoogdieren. Deze data geeft daarom een goede blik op de reikwijdte en mogelijke effecten op mariene soorten.

Aan de hand van een model wordt in het KEC berekend wat het effect is van werkzaamheden zoals het heien van de palen van een platform en funderingen voor windturbines, waarbij impuls onderwatergeluid vrijkomt. Voor deze berekeningen worden in het KEC 4.0 een aantal generieke uitgangspunten genomen voor het heien van een platform, namelijk:

- Jaarrond heien is mogelijk
- Maximale hei-energie van 2.000 kJ voor een platform
- Geluidsnorm van 160 dB re 1 µPa2s op 750 m
- 6 palen met een diameter van 3 meter worden er per platform geheid, waarbij 2 palen per dag geheid kunnen worden
- Bruinvisdichtheid wordt gebaseerd op (Gilles et al., 2020)

Doordat het KEC gemaakt is voor de cumulatie van parken zijn de berekeningen in het KEC 4.0 op individueel niveau, per windpark, minder gedetailleerd. Als de uitgangspunten voor een individueel park, voor Nederwiek 1 zijn deze beschreven in paragraaf 6.4.2, afwijken van de gebruikte uitgangspunten in het KEC 4.0 zal dit voor de gecumuleerde berekeningen in het KEC geen zichtbaar effect hebben. Bruinvis- en zeehond populaties zullen hierdoor niet meer onder druk komen te staan. Desondanks kan het verschil in uitgangspunten op individueel niveau voor een bruinvis of zeehond wel een effect hebben. De uitgangspunten voor het platform van Nederwiek 1 verschillen dusdanig van de uitgangspunten in het KEC 4.0, zie paragraaf 6.4.2, dat er een nieuwe berekening is uitgevoerd door TNO.

In paragrafen 6.4.4, 6.4.5 en 6.4.6 wordt de impact en het effect van de nieuwe berekening beschreven. Verder worden de effecten en impact vergeleken met de berekende impact en bruinvisverstoringsdagen in het KEC 4.0, ondanks dat het KEC minder nuttig is voor individuele parken. Dit wordt gedaan omdat:

- Het KEC 4.0 is opgesteld om het effect van impuls onderwatergeluid op zeezoogdieren en andere soorten te onderzoeken, specifiek voor de uitrol van de Wind op zee projecten waar dit project onderdeel van is;
- Het KEC 4.0 heeft als enige bron berekeningen per windpark op de Nederlandse Noordzee;
- Het KEC 4.0 een goed overzicht biedt van de meest recent beschikbare data en inzichten op het gebied van impulsgeluid en effect op mariene soorten;
- Met de methodiek uit het KEC nagegaan kan worden of er een overschrijding van het aantal bruinvisverstoringsdagen plaatsvindt voor het project Nederwiek 1, ten opzichte van de verstoring die is berekend in het KEC 4.0. Wanneer er een overschrijding is van het aantal bruinvisverstoringsdagen kan dit worden door vertaald in nieuwe berekeningen waarbij middels de methodiek uit het KEC kan worden berekend of er meer of minder dan 5% populatiereductie optreedt (met 95% zekerheid).

Kortom, door de methodiek van het KEC te gebruiken kunnen wij relatief eenvoudig én volgens de meest recente inzichten bepalen of dit project wel of niet binnen de door de Nederlandse overheid gestelde beleidsgrenzen (maximaal 5 % populatiereductie) blijft.

3.6 Bovenwaterverstoring op zee en het Veerse Meer

3.6.1 Geluid en visuele verstoring

De inzet van diverse schepen en een helikopter tijdens de aanlegfase van de kabel en het platform kan leiden tot verstoring als gevolg van bovenwatergeluid en tot visuele verstoring. Deze verstoring kan leiden tot stress en/of vluchtgedrag van dieren. Dit kan vervolgens leiden tot verhoogde alertheid, het mijden van gebieden, en in potentie tot afname van de reproductie, verminderde voedselopname en uiteindelijk verzwakking van de populatie.

Voor deze toets wordt vooral gekeken naar de aanlegfase, aangezien dit het worst-case scenario is door de hoeveelheid en de frequentie van het scheepsverkeer. Effecten in de gebruiksfase bij bijvoorbeeld onderhoud zullen altijd kleiner zijn. In deel A (activiteitenbeschrijving) is beschreven dat het platform in de gebruiksfase geluid produceert. Het geluid van de transformatoren in de topside zal het bij een rustige zee mogelijk waarneembaar zijn in de directe omgeving. Dit betreft een laag, zoemend geluid. Bij wind of golven zal dit geluid gemaskeerd worden en daarmee is er geen significant effect ten opzichte van de bestaande situatie.

Bovenwaterverstoring door de aanleg van het kabeltracé en platform kan een potentieel effect hebben op langs de kust broedende vogels, op hoogwatervluchtplaatsen rustende vogels, op open water foeragerende, rustende en ruiende vogels en op droogvallende platen foeragerende vogels. Zeehonden kunnen verstoord worden wanneer zij gebruik maken van de droogvallende platen voor rusten, werpen, zogen of verharen.

In open gebieden is het soms moeilijk te onderscheiden of de verstoring wordt veroorzaakt door visuele verstoring, geluid en/of licht omdat de verstorende factoren over het algemeen tegelijkertijd aanwezig zijn. Hier is sprake van tijdens de aanlegfase, omdat deze factoren tegelijk aanwezig zijn is de meest verstorende factor leidend. Tijdens de gebruiksfase is licht een verstoringsbron op zichzelf en daarom wordt licht apart behandeld, dit wordt verder uitgelegd in paragraaf 3.7.2. Voor het bepalen van effecten op de verstoringsgevoelige soorten is in deze rapportage gebruik gemaakt van in de literatuur vastgestelde verstoringsafstanden. Deze worden in onderstaande alinea's verder beschreven. Hierbij wordt er uitgegaan van een worst-case scenario. Naast gebruik van verstoringsafstanden zijn ook andere aspecten zoals de verstoringsduur, de verstoringsfrequentie, de periode en de locatie van belang in de bepaling van effecten (Krijgsveld et al., 2022). Per soort(groep) is de verstoring die de grootste ruimtelijke reikwijdte heeft maatgevend voor de optredende verstoring.

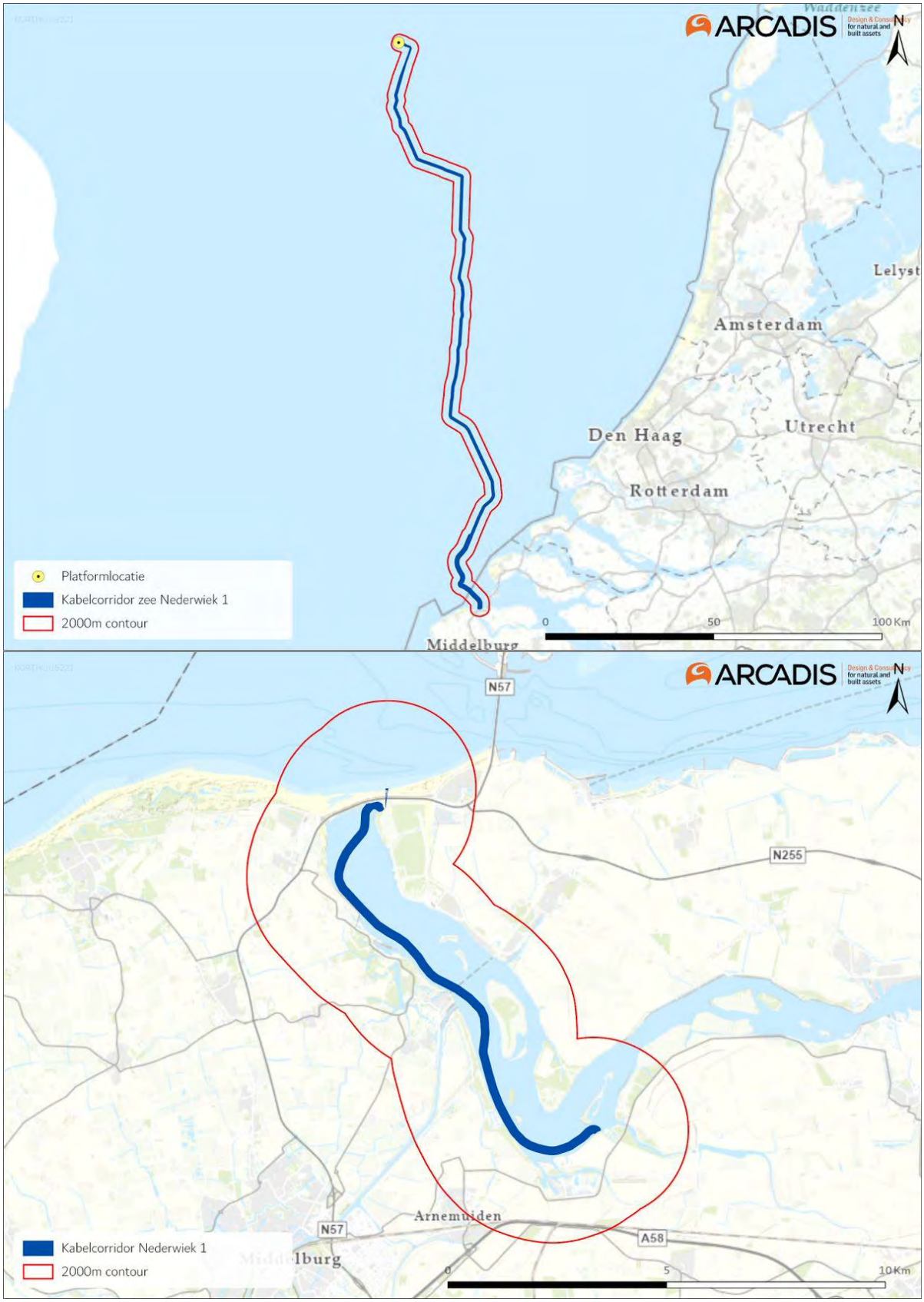
In Krijgsveld et al. (2022) is de verstoringsgevoeligheid van tal van vogelsoorten voor recreatie besproken. Omdat recreatievormen (pleziervaart, watersport etc.) doorgaans een sneller, lawaaiiger en onvoorspelbaarder karakter hebben dan activiteiten ten behoeve van aanlegwerkzaamheden, hebben deze een grotere impact (Krijgsveld et al., 2022). De hierna genoemde verstoringsafstanden vormen zodoende een worst-case scenario. Voor kustbroedvogels en veel (algemene) soorten die in de kustzone foerageren worden verstoringsafstanden beschreven van 100 tot 500 meter. Dit zijn soorten zoals bontbekplevier, aalscholver, drieteenstrandloper en grote stern. Vogels die foerageren en rusten op groot open water en rustende vogels op hoogwatervluchtplaatsen zijn meestal verstoringsgevoeliger, voor veel van deze soorten zijn verstoringsafstanden gerapporteerd van 1.000 tot 2.000 meter. De soorten die aan de hoge zijde van deze range zitten, à 2.000 meter, zijn roodkeelduiker, parelduiker, zwarte zee-eend, wulp en rosse grutto. Deze soorten vertonen vaak ook een trage terugkeertijd na verstoring. De 1.000 meter verstoringscontour geldt ook voor

meerdere vogelsoorten die ruien op groot open water, zoals eidereend, zeekoet en de met zeekoet zeer vergelijkbare alk (Krijgsveld et al., 2022). Dit komt met name omdat vogels in de rui minder goed of geheel niet weg kunnen vliegen. In het ernstigste geval kunnen de vogels hun rui niet afmaken en wordt hun vliegcapaciteit verstoord. Bij verstoring van foeragerende vogels kunnen bovendien voedseltekorten ontstaan, met name in of net voor gevoelige periodes (zoals rui- of broed- of winterseizoen). Dit kan leiden tot een verlaagd voortplantingssucces en in ernstige gevallen tot de dood.

Helikopters kunnen vogels tot op circa 1.400 meter afstand verstoren, bij een vlieghoogte (van de helikopter) tussen de 35 en 140 meter (Blankendaal et al., 2012). Aangezien de helikopters alleen op deze hoogte vliegen bij landen en opstijgen valt dit binnen de reeds gehanteerde worst-case verstoring rondom het platform. Aangezien de helikopters nooit dichter naar het wateroppervlak gaan dan op platformhoogte, zijn aanvaringen tussen watervogels en de helikopterwieken zeer onwaarschijnlijk en kunnen negatieve effecten op populatieniveau op voorhand worden uitgesloten. Ook boven land zijn aanvaringen tussen vogels en helikopterwieken zeer onwaarschijnlijk, aangezien de helikopter alleen bij het vliegveld zal stijgen en dalen. Verstoring door helikopter wordt niet verder meegenomen in de effectbeoordeling.

De maximale verstoringsafstand van rustende zeehonden die bekend is uit de literatuur bedraagt 1.200 meter (Bouma et al., 2010). Hierbij wordt geen onderscheid gemaakt tussen grijze en gewone zeehonden, de reactie is vergelijkbaar. Het betreft hier een afstand waarop rustende zeehonden verstoord kunnen worden door recreatieve motorboten. De verstoringsafstand van een baggerschip is minder groot ten opzichte van motorboten, omdat deze verstoringsbron voorspelbaar is en zich traag verplaatst (Krijgsveld et al., 2008). Ook uit recentere onderzoeken van (Bouma et al., 2012; Didderen & Bouma, 2012) blijkt de verstoringsafstand van baggerschepen doorgaans minder dan 1.200 meter. Gewenning aan een verstoringsbron speelt hierbij een belangrijke rol. Er wordt in deze rapportage een worst-case reikwijdte van 1.200 meter gehanteerd voor bovenwaterverstoring van op droogvallende platen aanwezige zeehonden.

De maximale reikwijdte van bovenwaterverstoring langs het tracé (2.000 meter) is weergegeven in Figuur 3-9. In de aanleg- en gebruiksfase varen (kleinere) schepen ook vanaf de dichtstbijzijnde vaarroutes naar het platform. Tijdens de surveyfase volgen (kleinere) schepen de kabelroute. Dit zijn relatief kleine verstoringsmomenten ten opzichte van de totale verstoring in de gehele aanlegfase. De verstoring tijdens de aanlegfase wordt daarom als maatgevende worst-case periode gehanteerd.



Figuur 3-9 Bovenwaterverstoring ten opzichte van het tracé op zee (boven) en het Veerse Meer (onder).

3.6.2 Verstoring als gevolg van licht

Op zee kan licht zorgen voor verstoring. Zowel tijdens de aanleg als tijdens de gebruiksfase is er sprake van lichtverstoring op zee van het platform en de scheepvaart. Lichtverstoring heeft in potentie effect op de tijd en locatie waarneming van vleermuizen en (trek-)vogels en kan zo mogelijk het bioritme van vleermuizen en vogels op zee verstoren. Veranderingen in de verhoudingen tussen licht en donker kunnen trek-, broed- en foerageergedrag beïnvloeden. Daarnaast kan afstoting, of juist aantrekking plaatsvinden (Longcore & Rich, 2004). Extra verlichting 's nachts kan bij dag-actieve vogels voor een verkorting van de levensduur zorgen als gevolg van een slechtere conditie, verminderd functioneren, grotere predatiekans en een lager voortplantingssucces (Engelmoer & Altenburg, 1999). Of dit ook een effect heeft op de populatie hangt af van de specifieke situatie (wat wordt verlicht, met welke intensiteit en wanneer et cetera).

Wat betreft de effecten van licht wordt onderscheid gemaakt tussen effecten als gevolg van de verlichtingssterkte (de mate waarin een gebied minder donker wordt) en als gevolg van de zichtbaarheid van het licht (lichtsterkte). De afstand waarop een lichtbron gezien wordt, is vele malen groter dan de afstand waarop een lichtbron nog bijdraagt aan de mate van verlichting van een gebied. Vooral de verlichtingssterkte is relevant, omdat deze kan leiden tot fysiologische en gedragsveranderingen bij beschermde dieren. Voor de verlichtingssterkte geldt dat negatieve effecten op vogels niet uitgesloten kunnen worden boven een drempelwaarde van 0,1 lux (Molenaar, 2003; Molenaar et al., 2000). Voor de watervleermuis wordt een drempelwaarde van 1,1 lux gesteld (BIJ12, 2017a, p. 12), waar de Zoogdiervereniging 0,5 lux als drempelwaarde voor de *Myotis*-groep hanteert en 3 lux voor de gewone dwergvleermuizen (Reimerink et al., 2017). Met de bovengenoemde drempelwaardes wordt in het verlichtingsplan[1] uitgegaan van een maximale verlichtingssterkte van 0,1 lux vanaf 150 meter van de verlichtingsbron, waarmee negatieve effecten buiten 150 meter kunnen worden uitgesloten.

Over het algemeen is de reikwijdte van de lichtbelasting minder groot dan die van verstoringen die optreden door geluid of visuele verstoringen. Er is voor de lichtbelasting van de schepen en het platform daarom geen berekening uitgevoerd. Op basis van expert judgement (uit gegevens van vergelijkbare werkzaamheden) wordt de aanname gedaan dat de 0,1 lux-grens van bouwverlichting tijdens werkzaamheden niet verder zal reiken dan 150 meter vanaf de grens van de werkzaamheden. Met deze reikwijdte vallen de effecten van licht tijdens de aanleg binnen de grenswaarden van geluid of visuele verstoring (500-2.000 meter). Verstoring als gevolg van licht is daarmee niet relevant als autonome verstoringsbron, met name omdat geluid, licht en visuele verstoring vaak gelijktijdig optreden in de aanleg. De effecten van navigatieverlichting van de schepen en het platform vallen daarom binnen de verstoringscontouren van geluid en visuele verstoring en worden in die paragraaf meegenomen in de toetsing.

In de gebruiksfase zal licht wel een op zichzelf staande bron van verstoring zijn. Als er geen bemanning op het platform is, wordt er op het platform alleen navigatieverlichting gevoerd. Dit is gedurende de gebruiksfase het grootste deel van de tijd. De verlichting van het platform kan 's nachts verstorend werken voor vleermuizen. Vleermuizen zijn nachtdieren en hebben vooral last van wit licht en wit licht met een groene tint. Licht kan de migratieroutes van vleermuizen verstoren. Kunstmatige lichtbronnen kunnen ook de kompasoriëntatie van (trek-) vogels verstoren. Vooral het langgolvige (rode) deel van het spectrum heeft invloed op de oriëntatie zodat vogels (met de wijzers

[1] Het verlichtingsplan is een opzichzelfstaand product, dat voldoet aan de ecologische eisen, dat voorgelegd zal worden aan het bevoegd gezag.

van de klok mee) blijven cirkelen om een lichtbron. De kans dat een vogel tijdens de trek met een platform 'in aanraking' komt is sterk afhankelijk van de reikwijdte van de verlichting.

Voor het platform en het benodigde scheepvaartverkeer wordt een verlichtingsplan op maat gemaakt welke zowel de gebruiks- als aanlegfase omvat. In het verlichtingsplan wordt opgenomen dat de verlichtingssterkte vanaf 150 meter van de verlichtingsbron onder 0,1 lux blijft en werk- en platform verlichting zodanig wordt opgesteld en ingericht dat uitstraling van licht naar de omgeving (boven en buiten het platform) zoveel mogelijk wordt voorkomen. Verdere randvoorwaarden van het verlichtingsplan zijn nader toegelicht in Deel A paragraaf 2.2.9. Uit eerdere verlichtingsplannen (bijvoorbeeld van Net op zee Borssele) blijkt dat de buitenverlichting bij werkzaamheden op een platform 200 lux is, naar beneden afgeschermd. 200 lux is na 45 meter al uitgedoofd naar 0,1 lux. Aangezien alle verlichting volgens het verlichtingsplan wordt opgesteld zijn effecten op fauna gevoelig voor verlichtingsverstoring, zoals trekvogels en vleermuizen, buiten 150 meter uitgesloten. De reikwijdte van lichtverstoring valt tijdens de aanlegfase binnen de reikwijdte van geluid. Deze verstoring wordt behandeld in paragraaf 6.5.1 tot en met 6.5.3. Tijdens de gebruiksfase is dit niet altijd het geval aangezien dan niet altijd geluid wordt geproduceerd. Het gebruik van licht in de gebruiksfase wordt daarom apart behandeld in paragraaf 6.5.4.

3.7 Verstoring op land

Geluid, licht en bewegende objecten of personen (visuele verstoring) kunnen diersoorten verstoren. Deze verstoringen kunnen leiden tot stress en/of vluchtgedrag van individuele dieren, wat vervolgens ertoe kan leiden dat dieren het leefgebied voor kortere of langere tijd verlaten, dat de reproductie te ver achterblijft om een goede populatie in stand te houden of dat er een toename van sterfte plaatsvindt (Hawkins & Popper, 2017). Er kan gewenning aan verstoring optreden, in het bijzonder bij continue verstoring als gevolg van bijvoorbeeld geluid (Broekmeyer et al., 2006). Geluid-, licht- en visuele verstoring treden gelijktijdig op en het is niet altijd goed te duiden welke maatgevend is voor een effect.

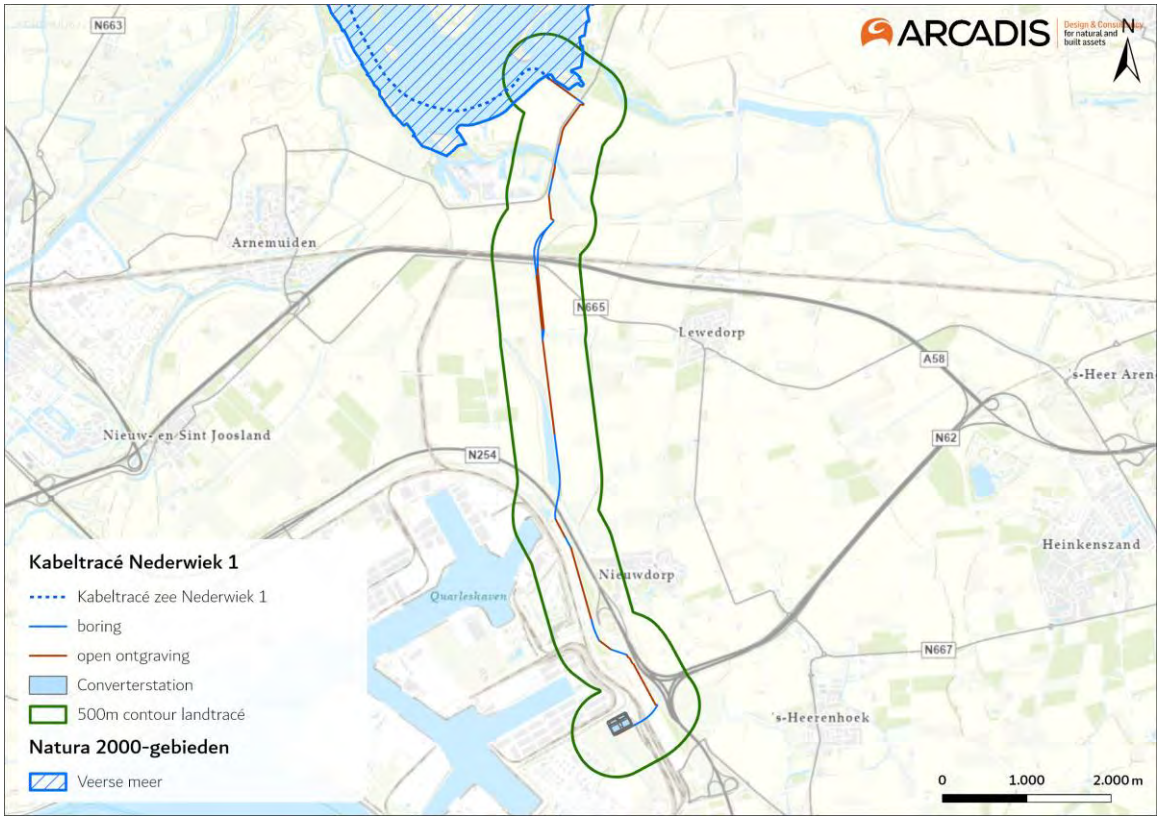
3.7.1 Geluid

Verstoring als gevolg van geluid treedt voor wat betreft de kabels op land alleen op in de aanlegfase door gebruik van materieel en vrachtverkeer. In de gebruiksfase kan bij incidenteel onderhoud geluidsoverlast plaatsvinden, hierbij treden geen piekbelastingen op. In de gebruiksfase wordt door het converterstation wel geluid geproduceerd waardoor een zeker mate van verstoring kan optreden.

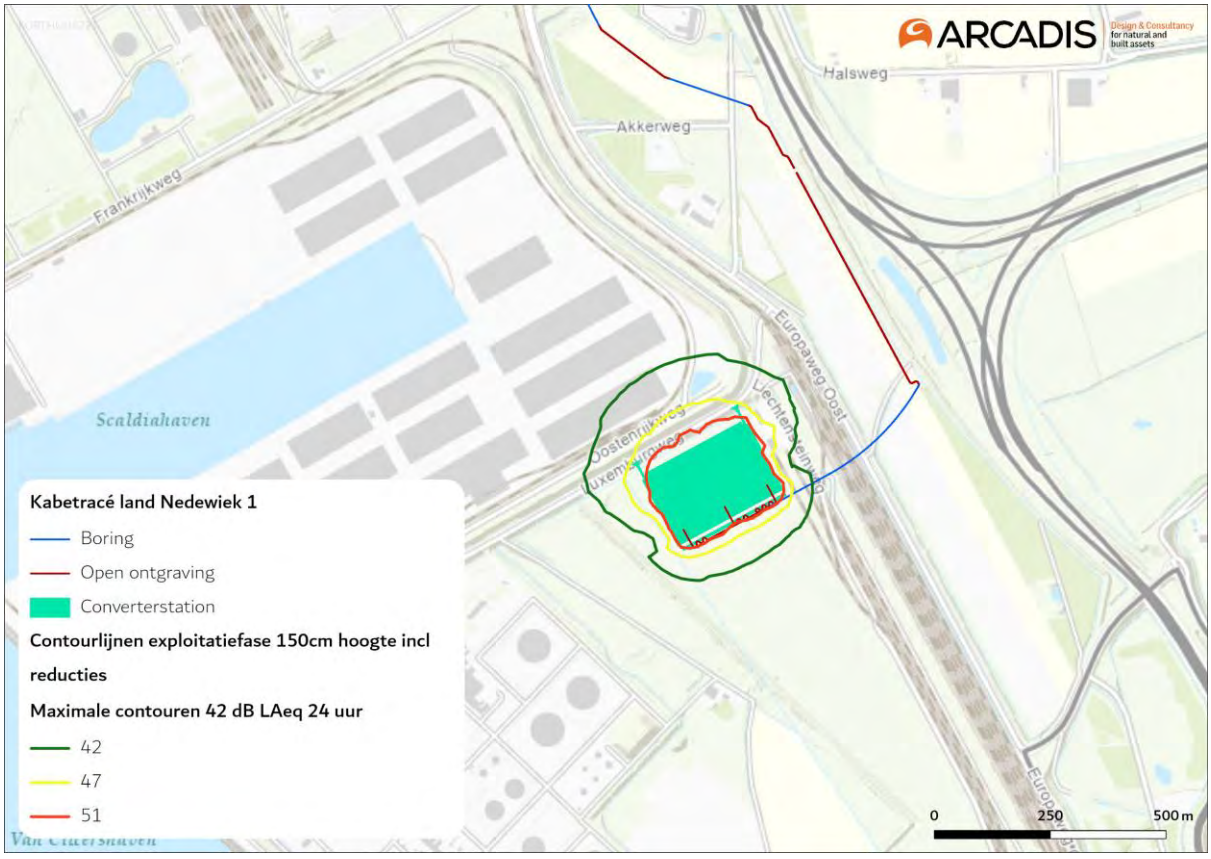
Belangrijke geluidbronnen in de aanlegfase zijn graafmachines, boorinstallaties voor het boren van de kabel en de werkzaamheden, waaronder heien, bij de realisatie van het converterstation. Geluidsgolven verspreiden zich via de lucht, wat tot op een bepaalde afstand kan leiden tot (verhoging van de) geluidbelasting, die tot verstoring van daar aanwezige dieren kan leiden. Van de effecten van verstoring op vogels is relatief veel kennis beschikbaar, onder andere welke soort(groep)en wanneer verstoring ondervinden. Over de dosis-effect relatie van verstoring als gevolg van geluid op andere soort(groep)en is echter weinig bekend. Hier zijn nauwelijks gekwantificeerde gegevens van beschikbaar. Dat een toename van het geluid echter ook op andere soorten een negatief effect heeft, is wel bekend. Hierbij is het aannemelijk dat soorten die meer afhankelijk zijn van geluid (en gehoor) voor communicatie en foerageren, waaronder vleermuizen en amfibieën, eerder een negatief effect ondervinden dan soorten die dat niet zijn. Voor het bepalen

van de reikwijdte van het geluid zijn grenswaarden van verstoring van vogels gebruikt. Deze grenswaarden lopen uiteen van 42 dB(A) tot 59 dB(A) afhankelijk van de vogelsoorten (Garniel et al., 2007; Reijnen et al., 1997; Sierdsema & Foppen, 2014). Er wordt hier uitgegaan van de laagste grenswaarde van 42 dB(A). De 42 dB(A)$_{24eq}$-contour voor de aanleg van de kabels ligt op circa 500 meter, zie Figuur 3-11. De geluidsverstoring voor de aanleg van het converterstation ligt onder het normale achtergrondniveau (zie Figuur 3-10) en zorgt daardoor niet tot een groter effect.
Tijdens de gebruiksfase produceert het converterstation geluid. De geluidemissie van het converterstation wordt vooral bepaald door de transformatoren, de converterkoelers en de converterhallen. Uit de project-specifieke berekeningen blijkt dat de geluidsverstoring van het converterstation in de gebruiksfase reikt tot circa 360 meter (zie Figuur 3-12).

Figuur 3-10 Geluidscontouren door industriegeluid in referentiesituatie. 42dB(A) contour (lichtgroen) en 47dB(A) contour (groen) in het Sloegbied. (Overgenomen uit Passende Beoordeling Bestemmingsplannen Sloegebied, Arcadis, 2016).



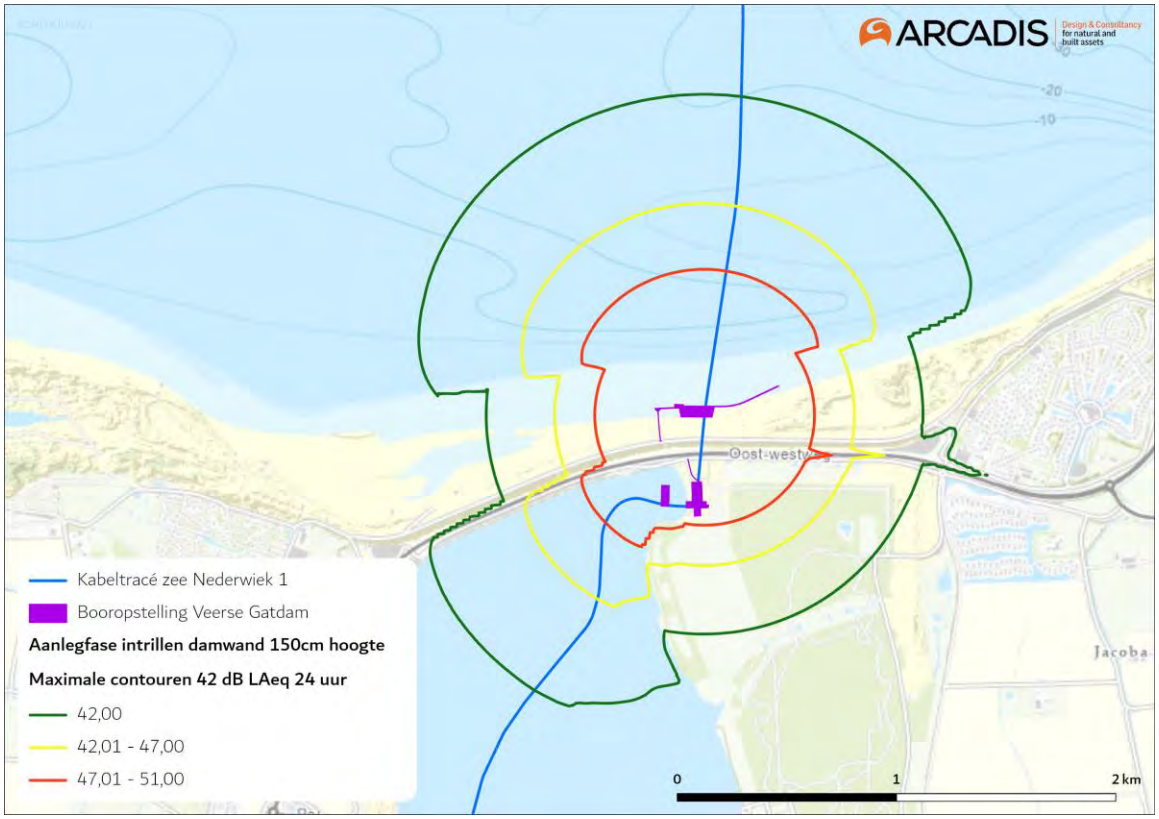
Figuur 3-11 Contouren van verstoringsafstanden als gevolg van geluid op land tijdens de aanlegfase, rond het kabeltracé van het Veerse Meer naar Borssele.



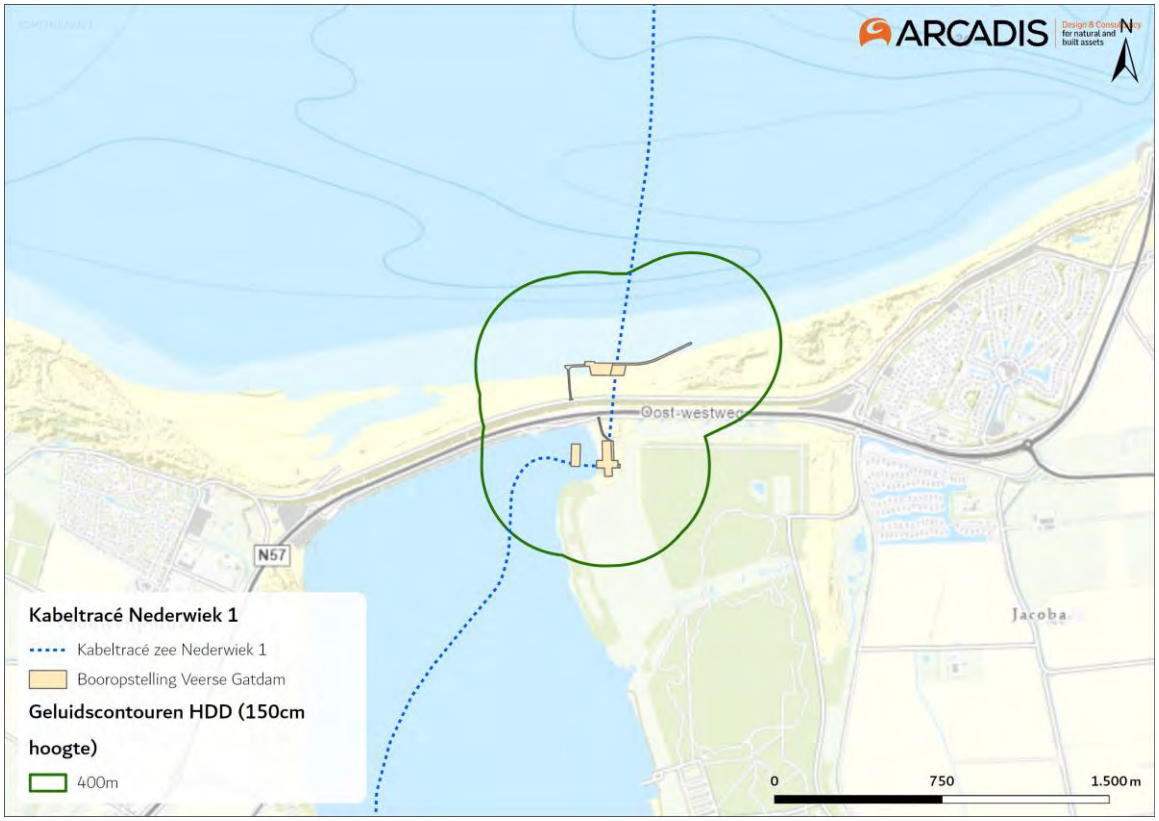
Figuur 3-12 Contouren van verstoringsafstanden als gevolg van geluid op land rond het converterstation in gebruiksfase.

Naast verstoring als gevolg van continue bronnen kan ook verstoring optreden door impulsgeluid. Voor verstoring als gevolg van impulsgeluid, zoals heiwerkzaamheden voor het converterstation, gelden andere drempelwaarden vergeleken met continue bronnen. Dit als gevolg van de aard van de geluidbelasting (hoge, maar korte pieken). Over de gevoeligheid van dieren voor impulsgeluid is eveneens weinig literatuur beschikbaar. In twee wat oudere studies zijn de effecten van knalgeluiden onderzocht (Apeldoorn & Smit, 2006; Smit et al., 2007). In beide rapporten wordt een inschatting gegeven van de effecten van knalgeluid (respectievelijk van een schietoefeningen en vuurwerk). Daarbij wordt een vrij breed overzicht gegeven van de op dit punt beschikbare literatuur. De meeste studies geven afstanden vanaf de bron aan tot waarop effecten (uitgedrukt in opvliegen, over de grond verplaatsen, onrust) merkbaar zijn. Zelden worden daarbij bronniveaus of geluidniveaus genoemd op de locatie waar het effect wordt waargenomen. Op basis van onderzoeken naar impulsgeluid op watervogels wordt aangenomen dat impulsen van meer dan 60 dB(A) leiden tot een reactie bij foeragerende, rustende en broedende vogels (Cutts et al., 2009; Smit et al., 2007). Bij herhaald terugkerende drempel overschrijdende impulsen kan langdurige of min of meer permanente mijding van het verstoorde gebied optreden. Bij welke frequentie dit optreedt, valt niet met zekerheid te zeggen. Wel kan gesteld worden dat bij langdurig optredende drempeloverschrijdingen mijding door een deel van de foeragerende, rustende of broedende vogels op zal treden (Apeldoorn & Smit, 2006; Cutts et al., 2009; Smit et al., 2007).

Het bronvermogen voor het heien bij het converterstation is 129dB(A) per stuk (3 x 129 dB(A)). In Figuur 3-13 en Figuur 3-15 is de bijbehorende de 42 dB(A)24eq-contour voor het heien weergegeven. In een effectenanalyse van (RPS, 2018) wordt bevestigd dat onder 70dB(A) er geen of geringe effecten zijn. Bij zeer hoge piekgeluiden worden er effectafstanden tot 400 meter geschat (Foppen & Roodbergen, 2020). In Figuur 3-14 en Figuur 3-16 zijn de 400 meter contouren in de aanlegfase bij Veerse Gatdam (o.a. voor het intrillen van de damwanden) en voor heiwerkzaamheden voor de aanleg van het converterstation weergegeven.

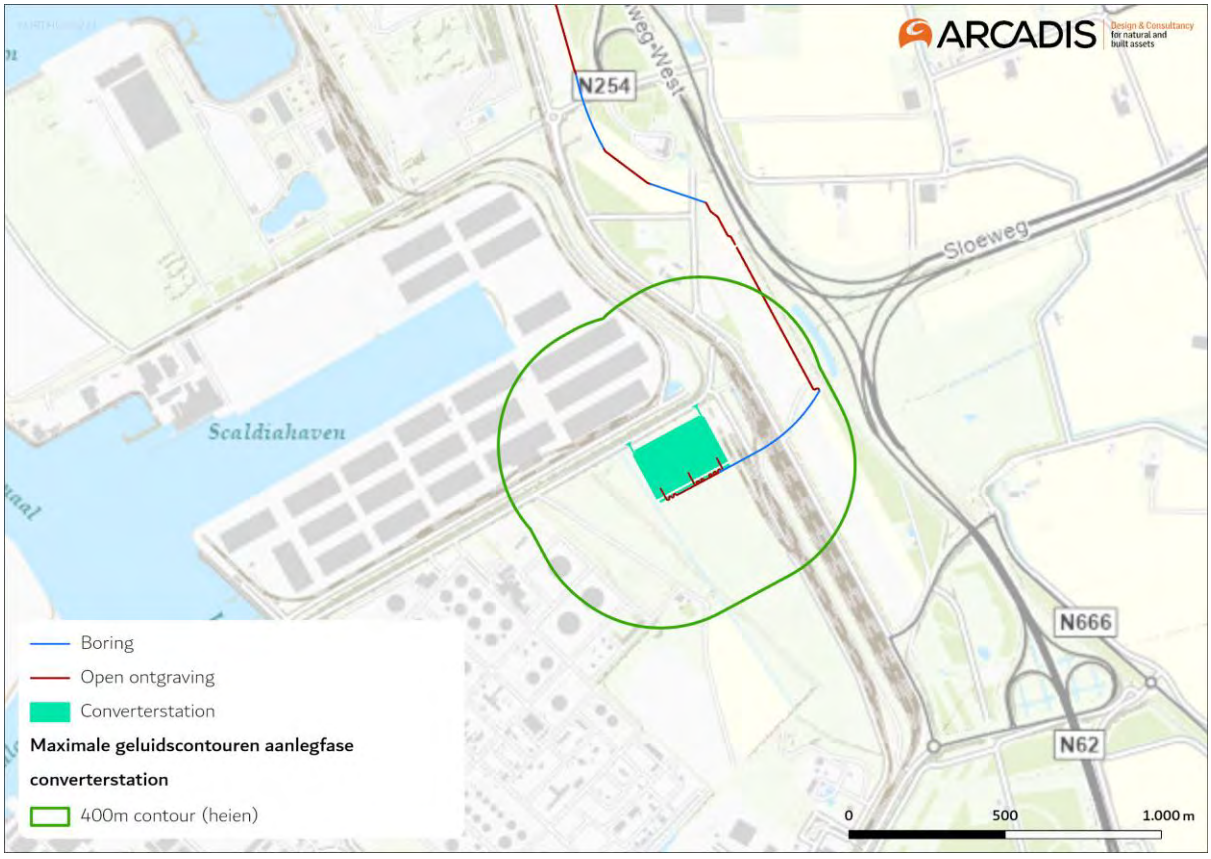


Figuur 3-13 Geluidscontouren van heiwerkzaamheden rond het Veerse Gatdam.



Figuur 3-14 Contouren van verstoringsafstanden als gevolg van geluid op land tijdens de aanlegfase, rond de Veerse Gatdam.

Figuur 3-15 Geluidscontouren van heiwerkzaamheden van het converterstation.



Figuur 3-16 Contouren van verstoringsafstanden als gevolg van heigeluid op land rond het converterstation.

3.7.2 Licht

Net als bij geluid geldt voor licht dat dit kan leiden tot verstoring van diersoorten. Over het algemeen wordt gesteld dat een toename van lichtbelast oppervlak leidt tot een afname van de kwaliteit leefgebied voor soorten (verhoogde kans op predatie, afname voedselbeschikbaarheid et cetera). Of deze afname in kwaliteit ook daadwerkelijk een effect heeft op de populatie hangt af van de specifieke situatie (wat wordt verlicht, met welke intensiteit, wanneer et cetera). Vaak treden de verstoringen gelijktijdig op met geluid en visuele verstoring en is de specifieke oorsprong niet altijd goed te duiden.

Bij de effecten van licht moet onderscheid gemaakt worden tussen gevolgen door de verlichtingssterkte (de mate waarin een gebied minder donker wordt) en de zichtbaarheid van het licht (lichtsterkte). De afstand waarop een lichtbron gezien wordt, is vele malen groter dan de afstand waarop een lichtbron nog bijdraagt aan de mate van verlichting van een gebied. Vooral de verlichtingssterkte is relevant voor natuur, omdat deze kan leiden tot fysiologische en gedragsveranderingen bij dieren. Voor de verlichtingssterkte geldt dat negatieve effecten niet uitgesloten kunnen worden boven de drempelwaarde van 0,1 lux (Molenaar, 2003; Molenaar et al., 2000). Voor de watervleermuis wordt een drempelwaarde van 1,1 lux gesteld , waar de Zoogdiervereniging 0,5 lux als drempelwaarde voor de *Myotis*-groep hanteert en 3 lux voor de gewone dwergvleermuizen (Reimerink et al., 2017).

Over het algemeen is de reikwijdte van de lichtbelasting minder groot dan die van verstoringen die optreden door geluid of visuele verstoringen. Er is voor de lichtbelasting geen berekening uitgevoerd. Op basis van expert judgement (uit gegevens van vergelijkbare werkzaamheden) wordt de aanname gedaan dat de 0,1 lux-grens van bouwverlichting (alle werkzaamheden) niet verder zal reiken dan 150 meter vanaf de grens van de werklocaties. Hieruit blijkt dat de effecten van licht altijd binnen de grenswaarden van geluid of visuele verstoring vallen en daarmee minder relevant is als op zichzelf staande verstoringsbron (de verstoringsbronnen treden vaak alle drie gelijktijdig op). Overigens is de verwachting dat werkzaamheden alleen overdag plaats vinden, in het winterhalfjaar kan dan echter ook in de ochtend en avond verlichting noodzakelijk zijn. Nachtelijke verlichting voor beveiliging van de bouwplaats kan jaarrond wel nodig zijn en is dan wel de overheersende verstoring omdat dan geen werkzaamheden plaatsvinden en er sprake is van geluid of visuele verstoring.

Verstoring als gevolg van licht treedt voor de kabelsystemen (inclusief boorplaatsen) alleen op in de aanlegfase door met name bouwverlichting. Gedurende de gebruiksfase is geen sprake van enige verstorende effecten door verlichting als gevolg van de ondergrondse ligging van de kabels. In de gebruiksfase wordt het converterstation wel verlicht waardoor een zekere mate van verstoring kan optreden.

Ook voor het gedeelte van het project op land wordt een verlichtingsplan op maat gemaakt welke zowel de gebruiks- als aanlegfase omvat. Dit plan wordt opgesteld conform de hiervoor geldende wettelijke richtlijnen. Het verlichtingsplan dient om verstoring als gevolg van verlichting op (onder meer) trekvogels en vleermuizen zo veel mogelijk te beperken. Aspecten zoals het optimaal installeren van de werkverlichting komen hier aan bod. In het verlichtingsplan wordt opgenomen dat de verlichtingssterkte vanaf 150 meter van de verlichtingsbron onder de 0,1 lux blijft en dat verlichting naar binnen is gericht en naar buiten toe wordt afgeschermd, zodat uitstraling van licht naar de omgeving zoveel mogelijk wordt voorkomen. Het volledige verlichtingsplan wordt later in detail uitgewerkt waarna deze separaat wordt voorgelegd aan de benodigde partijen.

Aangezien in het verlichtingsplan wordt opgenomen dat de verlichtingssterkte vanaf 150 meter van de verlichtingsbron onder de 0,1 lux blijft en verlichting naar binnen is gericht en naar buiten toe wordt afgeschermd, zijn effecten op fauna gevoelig voor verlichtingsverstoring, zoals trekvogels en vleermuizen, buiten 150 meter uitgesloten.

Tijdens de werkzaamheden in de aanlegfase valt verstoring van licht binnen de contouren van verstoring als gevolg van geluid en visuele verstoring. Wanneer er nachtelijke verlichting nodig is voor de beveiliging van de bouwplaats treedt er wel verstoring op door licht. Ook tijdens de gebruiksfase van het converterstation is licht een op zichzelf staande verstoring.

3.7.3 Visuele verstoring

Net als bij geluid en licht geldt voor visuele verstoring dat dit kan leiden tot verstoring van diersoorten. Dit kan leiden tot stress en/of vluchtgedrag van individuele dieren, wat er vervolgens toe kan leiden dat dieren het leefgebied voor kortere of langere tijd verlaten, dat de reproductie te ver achterblijft om een goede populatie in stand te houden of dat een toename van sterfte plaatsvindt. Vaak treedt verstoring gelijktijdig op met geluid- en lichtverstoring en is de specifieke oorsprong niet altijd goed te duiden. Hoewel er geen éénduidige reikwijdte van visuele verstoring is, valt dit ruim binnen de contouren van verstoring als gevolg van licht en geluid. Bij een veld met open zicht kan visuele verstoring optreden tot enkele honderden meters.

Visuele verstoring is alleen relevant in de aanlegfase van de kabel (de boringen), door de aanwezigheid van mensen en materieel. Gedurende de gebruiksfase is geen sprake van enige verstorende effecten door de ondergrondse ligging van de kabels. Omdat het converterstation op circa 2,5 kilometer van de Westerschelde ligt, met hiertussen bestaande industrie en een zeewering, is visuele verstoring als gevolg van zowel realisatie en gebruik hierbij niet aan de orde.

3.8 Habitataantasting

3.8.1 Habitataantasting op zee

Bij de aanleg van de kabels wordt de zeebodem ter plaatse beroerd. Bij de platformaanleg wordt de bodem ter plaatse van de platformfundatie en steenbestorting verstoord, en veranderd de zeebodem tijdens de gebruiksfase van zacht naar hard substraat. Hierdoor kunnen potentieel aanwezige habitattypen worden verstoord en/of aangetast.

Doordat het bodemprofiel varieert (met of zonder zandgolven) langs het kabeltracé zijn op verschillende locaties, verschillende aanlegtechnieken nodig. Voor de aannames betreffende de toepassing van de verschillende aanlegtechnieken over het kabeltracé worden voor habitataantasting dezelfde worst-case uitgangspunten aangehouden als in de modelleerstudie voor vertroebeling en sedimentatie (zie Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie en paragraaf 3.2). Buiten (> 10 km) de kustzone wordt uitgegaan van pre-sweepen[2] gevolgd door jet trenchen. Binnen de kustzone volstaat jet trenchen.

De breedte van de beroerde zeebodem verschilt per aanlegstrategie (jet trenchen, pre-sweepen en baggeren). Per aanlegstrategie worden worst-case uitgangspunten aangehouden. Er worden twee

[2] Pre-sweepen is het wegbaggeren van de mobiele zandlaag op de waterbodem. Deze mobiele zandlaag bestaat uit zandgolven,

bundels van 2 kabels gelegd die ca. 5 meter van elkaar afliggen. Voor pre-sweepen en baggeren wordt een reikwijdte gehanteerd van 10 meter aan weerszijde van de kabels, met een totale breedte van 25 meter. Jet trenchen beslaat een veel kleiner oppervlak van slechts enkele meters, voor het jet trenchen van een 1x4 kabelbundel is de breedte van de ingreep circa 60 cm. Voor deze studie wordt daarom de reikwijdte van pre-sweepen en baggeren aangehouden.

De kabel wordt geplaatst in een onderhoudscorridor. Dit is een ruimtelijke zone waar ingrepen in de bodem niet zonder meer zijn toegestaan om schade aan de kabel te voorkomen. De corridor is 1.000 meter breed voor één verbinding. Bij parallelligging met andere net op zee-verbindingen is de corridor breder, zie Deel A Inleiding en activiteitenbeschrijving. De onderhoudscorridor is slechts een zone, het betreft dus geen fysieke ingreep waarbij sprake kan zijn van relevante negatieve effecten.

De effecten van habitataantasting op zee worden verder behandeld in hoofdstuk 6. Op het kabeltracé gaat het hierbij voornamelijk om effecten tijdens de aanlegfase en zeer sporadisch en lokaal om onderhoud in de gebruiksfase, en bij het platform treedt aantasting op tijdens de aanleg, en verandering in de gebruiksfases.

3.8.2 Habitataantasting in het Veerse Meer

In paragraaf 3.2.2 is toegelicht dat kabelaanleg in het Veerse Meer uitsluitend wordt uitgevoerd middels jet trenchen. Bij jet trenchen wordt de kabel binnen een effectieve breedte van 0,6 meter de grond ingebracht tot minstens -9,5 m NAP. Over de totale lengte van het tracé in het Veerse Meer (ca. 11,8 km) leidt de activiteit tot een totaaloppervlak van ca. 1,42 ha (11.800 * 0,6 * 2) waarbinnen de bodem wordt aangetast in de aanlegfase. In de gebruiksfase vinden geen effecten van habitataantasting plaats, behalve mogelijk incidenteel en zeer lokaal bij kabelonderhoud. De effecten van de aanlegfase worden nader beoordeeld in hoofdstuk 6.

3.8.3 Habitataantasting op land (mechanische effecten)

Tijdens de aanlegfase vindt er habitataantasting op land plaats door mechanische effecten. Onder mechanische effecten vallen de gevolgen van betreding, vergraving en insporing van de bodem door zwaar verkeer en andere (aanleg)activiteiten. Het gaat in alle gevallen om een fysieke aantasting van de bodem of vegetaties en dergelijke. Dit kan leiden tot directe aantasting of het verdwijnen van groeiplaatsen of leefgebied, wat er weer toe kan leiden dat planten verdwijnen of dieren het leefgebied voor kortere of langere tijd verlaten, dat de reproductie te ver achterblijft om een goede populatie in stand te houden of dat er een toename van sterfte plaatsvindt.

Mechanische aantasting heeft een relatie met oppervlakteverlies. Het verschil is dat oppervlakteverlies een ruimtelijke afname betreft en bij mechanische effecten gaat om een fysieke aantasting, zonder een ruimtelijke component. Het uitgangspunt is dat de boring tijdelijk is en dat na afronding de lokale situatie herstelt. Hierdoor is geen sprake van oppervlakteaantasting. Ook is het uitgangspunt dat een boring niet leidt tot aantastingen van de bodemopbouw, structuur of grondwaterpeilen of -stromingen.

Mechanische effecten worden verdeeld in korte- en langetermijneffecten. Korte termijneffecten treden op bij de daadwerkelijke vergraving of de aantasting van de bodem of vegetatie door andere activiteiten (betreding, berijden etc.). De vegetatie en de bovenste bodemlaag worden aangetast waardoor de oorspronkelijke vegetatie en functie als leefgebied tijdelijk niet beschikbaar is. Afhankelijk van de kwetsbaarheid van de vegetatie of het leefgebied kunnen ook

langetermijneffecten optreden. Vegetaties, leefgebieden of ecosystemen met een lange hersteltijd zijn vaak afhankelijk van specifieke bodem- of groeiplaatsomstandigheden die door vergraving en dergelijke gewijzigd zijn. Geëxponeerde strandvlaktes zijn zeer dynamisch en kennen eveneens nauwelijks een bodemopbouw en de hierin voorkomende soorten zijn aangepast aan de dynamiek en hier soms zelfs afhankelijk van. Het graven in dergelijke strandvlaktes is vergelijkbaar met deze dynamiek en na afronding is nauwelijks hersteltijd nodig.

Tijdelijke aantasting is in de aanlegfase relevant voor het grootste deel het kabeltracé, voor zover het middels een open ontgraving gerealiseerd wordt. De kabelgeul bij de open ontgraving, bij aanleg van enkel Nederwiek 1, is maximaal 7 meter breed, inclusief werkstrook is een breedte nodig van maximaal 28 meter. In de gebruiksfase kan bij incidenteel onderhoud aan de kabels habitataantasting plaatsvinden, dit zal echter minimaal zijn.

3.9 Elektromagnetische velden

In de gebruiksfase wordt de gelijkstroomkabel (ook wel Direct Current of DC-kabel genoemd) onder spanning gezet. Door de aanwezigheid van elektrische lading ontstaat een elektrisch veld. Een elektrisch veld ontstaat wanneer er een verschil is in spanning tussen een voorwerp en de omgeving. Elektromagnetische velden (EMV) bestaan uit twee componenten, elektrische en magnetische velden. Het elektrische veld wordt afgeschermd door de mantelbuis, waarbinnen de kabels zijn gelegen, en komt daardoor niet vrij in de directe omgeving van de kabel en zal daardoor geen effect hebben op flora en fauna. Het magnetisch veld wordt echter niet afgeschermd door de mantelbuis en is daardoor waarneembaar in de directe omgeving van de kabel. De effecten van EMV treden niet op tijdens de aanlegfase, aangezien ze ontstaan rondom de gelijkstroomkabels wanneer deze in gebruik zijn.

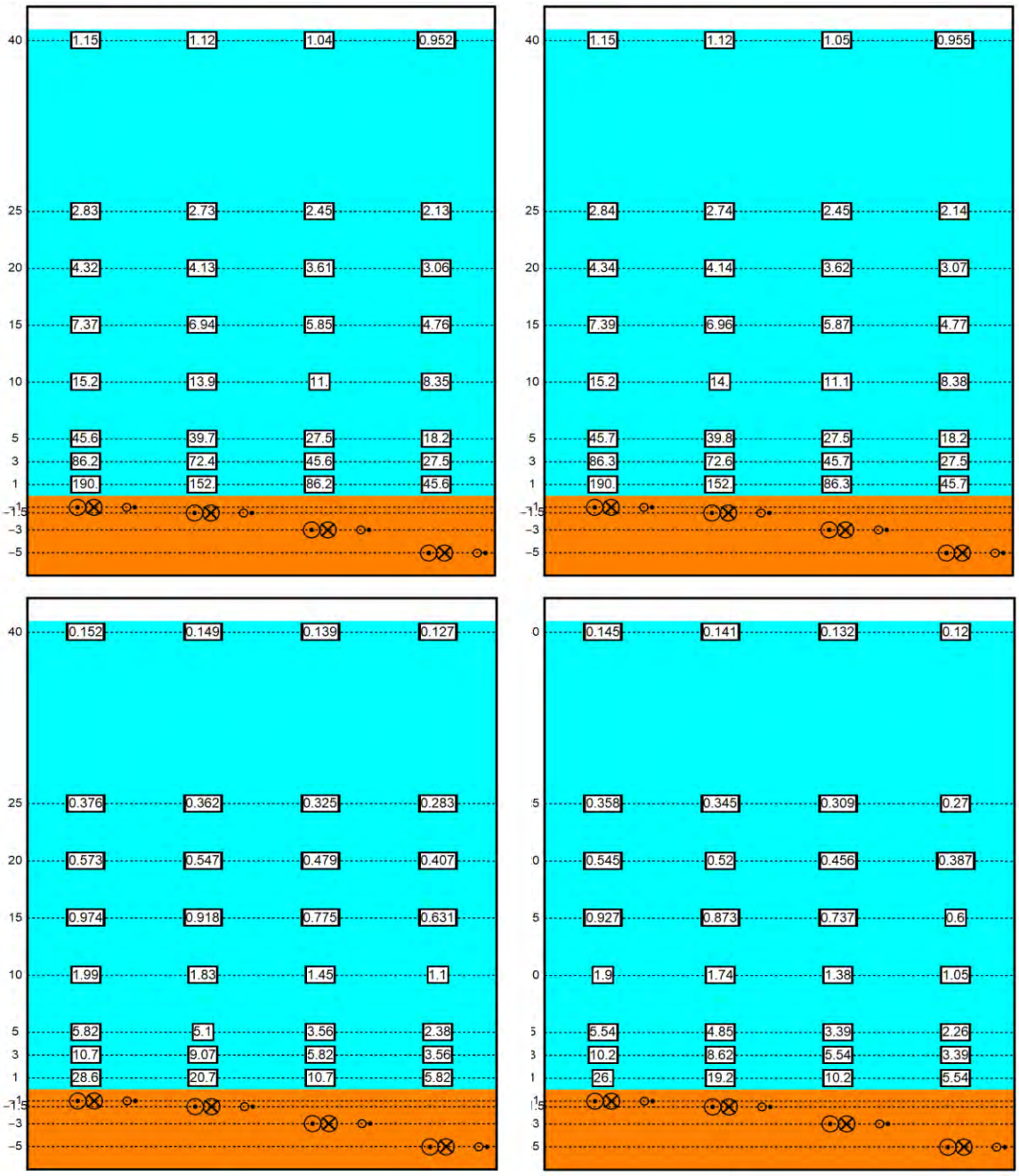
Door het bewegen van een organisme door het magneetveld wordt een elektrisch veld opgewekt, het zogenaamde iE-veld (een geïnduceerd elektrisch veld of opgewekt elektrisch veld. Voor samenhang met Engelstalige literatuur wordt de Engelse afkorting iE-veld ook gebruikt om in het Nederlands opgewekt elektrisch veld te beschrijven. Meer informatie zie (Gill, 2015; Snoek et al., 2016). De stroomkabel produceert dus een magnetisch veld, dat onder bepaalde omstandigheden ook een elektrisch veld opwekt. Verdere informatie hierover is te vinden in Bijlage VII-D Effecten van EMV op zee. Uit Bijlage VII-D blijkt dat bepaalde diersoorten effecten kunnen ondervinden van elektromagnetische velden. Dit effect wordt daarom onderzocht. In de volgende paragrafen wordt de reikwijdte van het (elektro)magnetische veld bepaald voor de kabels van Net op zee Nederwiek 1.

3.9.1 Elektromagnetische velden op zee

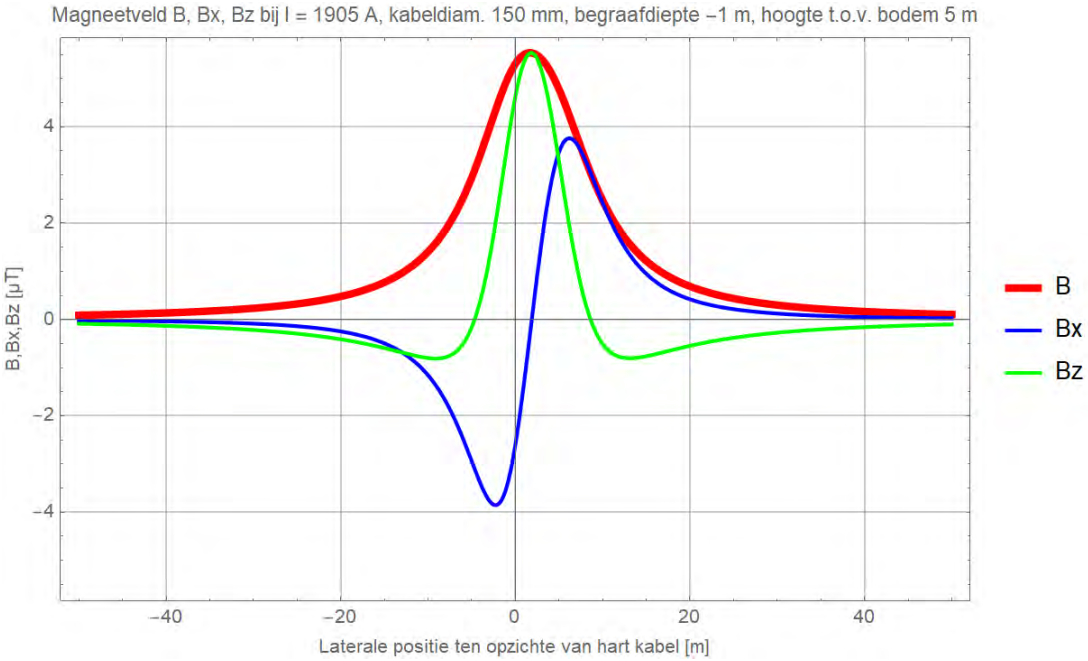
Het EMV op zee is alleen aanwezig tijdens de gebruiksfase en niet tijdens de aanlegfase. In Figuur 3-17 is de worst-case magneetveldzone in µT rondom de kabels in de waterkolom weergegeven. Het magnetische veld reikt door de gehele waterkolom boven de kabels en neemt naar boven toe af in sterkte. Horizontaal neemt de sterkte van het elektromagnetische veld van de kabel op dezelfde manier af, zie Figuur 3-18. Het magneetveld reikt bij een begraafdiepte van 1 meter horizontaal tot ongeveer 40 meter en verticaal tot het wateroppervlak in de waterkolom. Doorgaans is de sterkte van het elektromagnetisch veld in de gebruiksfase 0,145 µT (in het geval van een kabeldikte van 150 mm) en 0,152 µT (in het geval van een kabeldikte van 185 mm) aan het wateroppervlak (uitgaande van gemiddeld waterdiepte Nederlands Continentaal Plat (NCP)). Als worst-case wordt een kabel van 185 mm aangehouden.

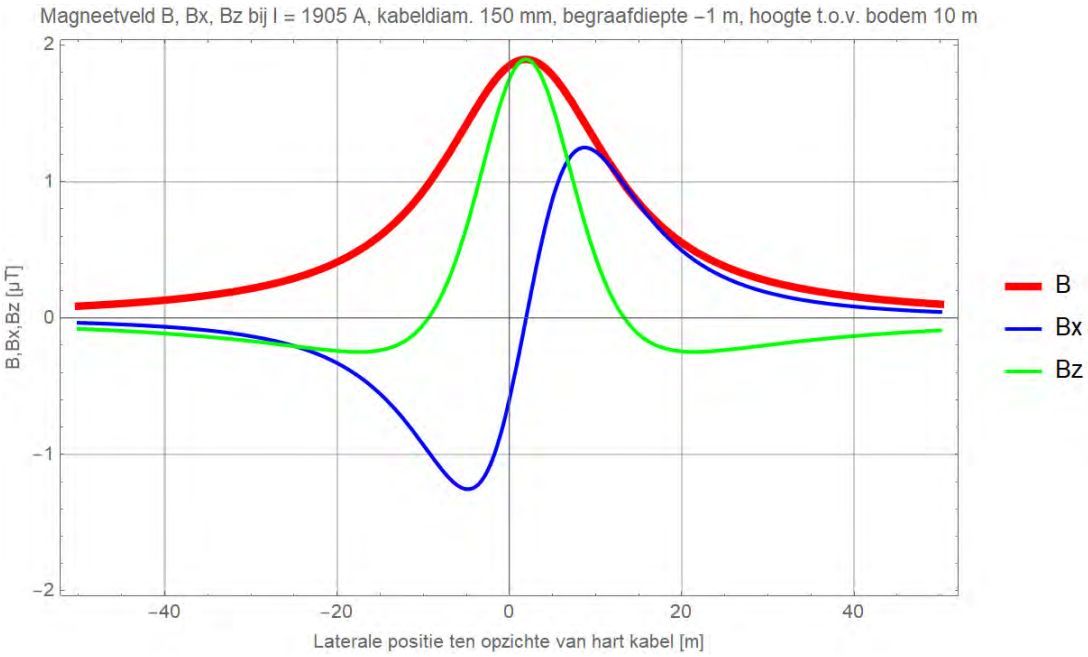
In Figuur 3-17 is ook de elektromagnetische veldzone in µT rondom de kabels in de waterkolom weergegeven tijdens storing/onderhoud. In de onderhoudsperiodes tijdens de gebruiksfase wordt de functie van de +/--polen overgenomen door de Metallic Return. Hierdoor kan (worst-case) voor een duur van maximaal twee maanden de gemiddelde output van de kabels 6 (bodem) tot 10 keer (40 m boven kabel) hoger liggen dan normaal (van Essen, 2021b). Het elektromagnetisch veld zal in die gevallen rond de 40 meter boven de kabel een sterkte hebben van 1,15 µT in het geval van beide kabeldiktes. Deze hogere waardes betreffen piekwaardes die bij storing en onderhoud kunnen optreden. Storing komt naar waarschijnlijkheid niet vaak voor. Naar verwachting in totaal zes maanden (drie keer over twee maanden) verspreid over een periode van 40 jaar.

In 2020 is onderzoek uitgevoerd door WaterProof bij de Norned kabel. De Norned kabel (ook een gelijkstroomkabel) is een kabel in de zeebodem voor energietransport tussen Noorwegen en Nederland. Bij deze kabel is de sterkte van het daadwerkelijke elektromagnetische veld boven de zeebodem gemeten en vergeleken met gemodelleerde waardes van de veldsterkte. Hieruit bleek dat de waardes die daadwerkelijk boven de zeebodem gemeten werden op alle transecten lager waren dan de gemodelleerde waardes (0,015 µT ipv. 0,02-0,03 µT) (Waterproof Marine Consultancy & Services BV., 2020). De gemodelleerde waardes die gebruikt worden in deze toets zijn dus worst-case en zullen waarschijnlijk lager uitvallen.



Figuur 3-17 Magneetveldzone in µT van de 525kV-gelijkstroomkabels op zee bij een kabeldiameter van 150 (links) en 185 (rechts) mm tijdens gebruiksfase (onder) en storing/onderhoud (boven) voor de (2x2)-kabelconfiguratie. De getallen langs de verticale as zijn de begraafdiepten/meethoogten ten opzichte van het zeebodemoppervlak in meter. Berekend door (van Essen, 2021b).





Figuur 3-18 Elektromagnetisch veldzone van de Metallic Return van de 2x2 in µT van de 525kV-zeekabels bij een kabeldiameter van 150 mm (boven) en 185 mm (onder) bij storing/onderhoud bij de (2x2)-kabelconfiguratie. Het elektromagnetisch veld B is opgebouwd uit een horizontale en verticale component (Bx en Bz). Alleen het gehele elektromagnetisch veld (B) zal van toepassing zijn (van Essen, 2021b).

3.9.2 Elektromagnetische velden op land

Het elektromagnetische veld op land is alleen aanwezig tijdens de gebruiksfase en niet tijdens de aanlegfase. Elektromagnetische velden (EMV) kunnen worden waargenomen door veel terrestrische soorten. Interferentie van antropogeen veroorzaakte elektromagnetische velden met het aardmagnetisch veld kunnen negatieve effecten creëren bij soorten die magnetoreceptie gebruiken (Levitt et al., 2022). Uit een literatuuronderzoek van Duke Engineering & Services (2001) blijkt dat

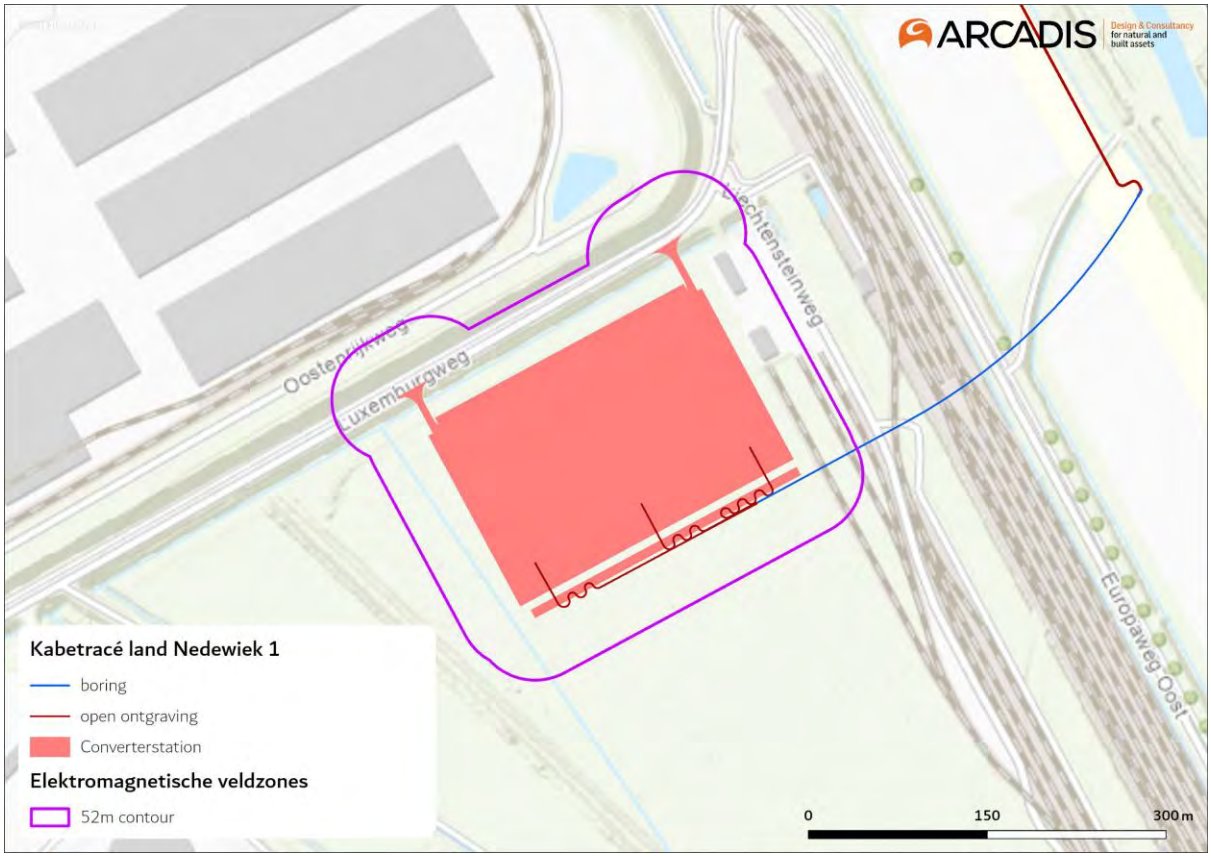
langdurige blootstelling aan een elektromagnetisch veld in laboratoriumcondities kan leiden tot effecten op fysiologie en gedrag van dieren. Dieren in vrije condities worden niet constant en langdurig blootgesteld aan antropogene elektromagnetische velden. Het literatuuronderzoek van Duke Engineering & Services (2001) stelt dat op basis van de verschillen in blootstellingsduur en sterkte onder laboratoriumcondities en in veldsituaties er geen relevante effecten zullen optreden in de veldsituatie.

Amfibieën gebruiken elektromagnetische velden van het aardmagnetisch veld om te navigeren. Van ingegraven kabels zijn EMV-sterktes op het maaiveld ongeveer van dezelfde sterkte als het aardmagnetisch veld. Dit kan een mogelijk enig effect hebben op de navigatie van amfibieën(Freake et al., 2002; Landler & Gollmann, 2011; Phillips, 1986). Amfibieën gebruiken bij het navigeren ook andere zintuigen: reuk en zicht. Hierdoor wordt het effect van antropogene elektromagnetische velden op amfibieën laag geacht. Voor amfibieënsoorten met een jaarlijkse migratie tussen vaste voortplantingswateren en overwinteringslocaties is het wel mogelijk dat navigatie middels het aardmagnetisch veld een relatief belangrijke rol speelt ten opzichte van reuk en zicht.

Verschillende plantensoorten worden beïnvloed door elektromagnetische velden. Studies laten zien dat planten (zoals zonnebloemen, tarwe en zandraket) een hogere groei en kieming laten zien (Fischer et al., 2004; Xu et al., 2013). Planten die boven een ondergrondse kabel groeien worden blootgesteld aan EMV-sterktes die gelijk of kleiner zijn dan het aardmagnetische veld. Wortels worden wel blootgesteld aan hogere EMV-sterktes. Het is mogelijk dat dit ook een effect heeft op groei en kieming. Een uitgebreidere literatuurstudie over de effecten van elektromagnetische velden op terrestrische soorten is te vinden in Bijlage VIII-B.

Uit de EMV-studie (Van Essen, 2022) blijkt dat het converterstation in de gebruiksfase een elektromagnetisch veld heeft. In Figuur 3-19 is de elektromagnetisch veldzone rondom het converterstation weergegeven. Het magneetveld van converterstation Nederwiek 1 reikt tot ongeveer 51 meter vanaf de randen van de geleiders van converterstation Nederwiek 1.

De maximale reikwijdte van het elektromagnetisch veld van het converterstation is dusdanig klein dat het per definitie geen effect kan hebben op het vlieggedrag van trekvogels. Gedurende de seizoenstrek gebruiken trekvogels het aardmagnetisch veld om zich te oriënteren, dit veld is vele malen groter dan dat van de kabels en het converterstation. Het elektromagnetisch veld kan wel een mogelijk klein effect hebben op grondgebonden soorten, echter zal die minimaal zijn. Elektromagnetische velden op land voor grondgebonden dieren wordt verderop in deze Passende Beoordeling beoordeeld. Effecten van het elektromagnetisch veld op beschermde natuurwaarden zijn niet aan de orde en worden daarom niet verder beoordeeld.



Figuur 3-19 Elektromagnetische veldzones rondom het converterstation.

3.10 Verontreiniging

3.10.1 Bronnen van verontreiniging

In de waterbodem kunnen verontreinigende stoffen voorkomen. Hierdoor kan de kabelaanleg en de daarbij benodigde bodemberoering leiden tot de resuspensie deze stoffen, waarmee de verontreinigingen (terug) in het systeem komen. Dit kan de verschillende instandhoudingsdoelen negatief beïnvloeden. Er zijn twee typen bronnen:

- Aanvoer van antropogene verontreinigingen gebonden aan slib via water-/ sedimenttransport: Dergelijke verontreinigingen kunnen opgehoopt zijn op plaatsen waar zich slib heeft geaccumuleerd.
- Natuurlijke aanrijking van stoffen in de waterbodem door historische vormingscondities: Dit kan aanwezig zijn in oudere, diepe geologische lagen met ijzeroer, veen en organisch rijke klei

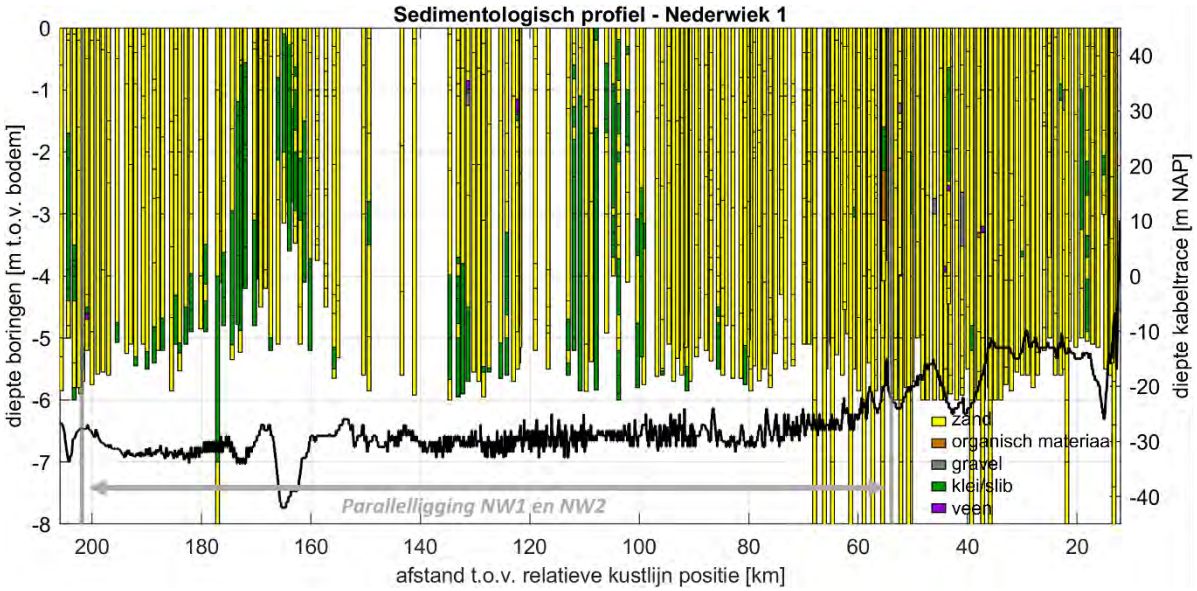
Daarnaast kunnen mogelijk lokale verontreiniging optreden op specifieke, afgebakende locaties door menselijke activiteiten. Het gaat hier om locaties zoals wrakken, ammunitie-dumps, boorplatforms, plekken waar blusschuim is toegepast.

3.10.2 Verontreiniging tijdens de aanleg

In de Noordzee ten gevolge van antropogene verontreiniging
Voor de Noordzeebodem kan aanwezigheid van verontreiniging als gevolg van geaccumuleerde verontreiniging worden op voorhand uitgesloten.

In de Noordzee ten gevolge van historie
Onder de actieve bodemlaag van de Noordzee liggen oudere geologische lagen, met verschillende ouderdommen en verschillende samenstellingen. In de bodem van Nederland worden verhoogde concentraties arseen aangetroffen bij ijzeroer, veen en organisch rijke klei. Ook in de oudere bodemlagen van de Noordzeebodem kan arseen aanwezig zijn (van Bruggen et al., 2014). Het vrijkomen van deze natuurlijke verontreinigingen kan plaatsvinden bij het doorsnijden van de oudere bodemlagen met dergelijke verontreinigingen. Dit treedt alleen op indien de begraafdiepte groter is dan de dikte van de actieve laag op de Noordzeebodem én natuurlijke verontreiniging in de onderliggende lagen aanwezig zijn. Het betreft beperkte delen van het tracé waar sprake is van deze combinatie.

In Figuur 3-20 is zichtbaar dat klei op verschillende plekken aanwezig is langs het kabeltracé. Tussen km 160 en km 180 en tussen km 100 en km 115 bevindt zich relatief veel klei. Daarnaast is op verschillende, wat meer solitaire locaties klei aanwezig. Het grootste cluster aan kleilagen ligt in de trog van een tidal ridge, zichtbaar bij km 165. Veen is op zeven boorlocaties zichtbaar (paars), op km 37, 43, 44, 121, 122, 131 en 201 (NextGeo, 2022).



Figuur 3-20 Dwarsdoorsnede van het kabeltracé op zee (linker y-as) met daarin geplot de Net op zee Nederwiek 1 surveyboringen (NextGeo, 2022b) (NextGeo, 2022c) en de DINOloket-boringen binnen een straal van 300m met een minimale lengte van vier meter (diepte boringen rechter y-as).

Gevolgen van de verontreinigen treden op doordat veen- en slibdeeltjes met verontreinigen tijdens het trenchen in de waterkolom terecht komen. Deze verontreinigingen treden op rond het trace, en zijn gekoppeld aan de slibwolk zoals getoond in Figuur 3-1.

In het Veerse meer
Voor de waterbodem Veerse Meer is bekend dat diverse verontreinigde stoffen aanwezig zijn in het slib. Dit resulteerde uit het waterbodemonderzoek voor de kabel van Net op zee IJmuiden ver Alpha, welke in het Veerse Meer parallel zal liggen aan de kabel van Nederwiek 1. Het gaat o.a. om verhoogde concentraties koper. Het is daarom niet op voorhand uit te sluiten dat bij de werkzaamheden in het Veerse Meer verontreinigingen worden geresuspendeerd.

3.10.3 Verontreiniging tijdens de gebruiksfase

In de gebruiksfase is het platform relevant, evenals eventueel benodigd onderhoud aan de kabel. Kabelonderhoud zal altijd minder bodemberoering vereisen dan de aanlegfase van de kabel. De gebruiksfase (onderhoud) van de kabel is daarmee niet maatgevend en wordt niet verder beoordeeld. In de gebruiksfase van het platform wordt al het hemelwater dat mogelijk gecontamineerd is gecontroleerd op olie en/of glycol. In het geval van contaminatie wordt het hemelwater opgeslagen in een vuilwatertank, niet gecontamineerd water wordt overboord geloosd. Afvalwater van toiletten wordt niet direct op zee geloosd. Tijdens gepland onderhoud wordt gebruik gemaakt van normale toiletten aangesloten op een zuiveringsinstallatie. Na verwerking wordt het grotendeels geloosd in zee, en een kleine hoeveelheid zal worden opgeslagen en afgevoerd. Tijdens ongepland onderhoud wordt gebruik gemaakt van verbrandingstoiletten. Verontreiniging in de gebruiksfase is daarom uitgesloten en wordt niet verder behandeld.

3.11 Warmteontwikkeling

De temperatuur van de kabel ligt in de gebruiksfase hoger dan de omgevingstemperatuur. In de aanlegfase niet. De ingegraven kabels zullen in de gebruiksfase daardoor een plaatselijke temperatuursverhoging veroorzaken. De lange termijn effecten hiervan op het mariene ecosysteem en bijhorende organismen zijn onbekend, er zijn weinig studies uitgevoerd. Bij 2 kabels van 33 en 132 kV, gelegen op 1 meter diepte, is de maximale verhoging in temperatuur ca. 2,5 graden Celsius op 50 cm afstand, direct onder deze kabels (Meißner et al., 2006; Taormina et al., 2018). Doordat de DC-kabels van Nederwiek 1 dieper worden ingegraven dan in bovengenoemd onderzoek (1-3 m op zee, in de kustzone en het Veerse Meer nog dieper), is de temperatuursverhoging van het waterbodemoppervlak gering. De temperatuursverhoging van de waterbodem is verwaarloosbaar ten opzichte van de natuurlijke temperatuurvariatie (Müller et al., 2016). Er is ook geen sprake van cumulatie van effecten met eventuele nabijgelegen actieve kabels omdat de opwarming ter plaatse al nauwelijks meetbaar is, en zich beslist niet zal uitstrekken tot de volgende kabel (ordegrootte tientallen tot honderden meters, afhankelijk van de corridorbreedte zal dit tussen de 50 en 200 meter zijn). Effecten van warmteontwikkeling zijn daarom op voorhand uit te sluiten. Dit aspect is daarom niet verder meegenomen in de effectbeoordeling.

3.12 Verdroging op land

Verdroging kan in de aanlegfase optreden wanneer voor de boringen en mofputten bronbemaling toegepast wordt en wanneer bij open ontgravingen gegraven grond aan de lucht wordt blootgesteld. Tijdens de gebruiksfase treedt er geen verdroging op. Er wordt ook van verdroging gesproken wanneer de kweldruk afneemt, ook zonder een verlaging van de grondwaterstand. De afname van de invloed van kwelwater (over het algemeen met bijzondere eigenschappen: rijk aan ijzer en calcium en niet zuur) kan tot een invloedstoename leiden van gebiedsvreemd water (eutroof, zuur). Dit leidt tot veranderingen in de kwaliteit van de groeiplaatsomstandigheden. Verdroging uit zich in lagere grondwaterstanden en/of afnemende kwel. Als gevolg hiervan ontstaat een vochttekort bij grondwaterafhankelijke vegetaties. Daarnaast treden er veranderingen op doordat de aard en de beschikbaarheid van voedingsstoffen veranderen. Doordat de doorluchting van de bodem toeneemt, wordt meer organisch materiaal afgebroken. Op deze manier kan verdroging ook tot vermesting leiden. Door verdroging kan een gebied ongeschikt worden voor planten en dieren en zo leiden tot een verandering in de soortensamenstelling en uiteindelijk het aanwezige habitat (Broekmeyer et al., 2006). Verdroging kan tot slot ook tot verdichting van de vegetatie leiden.

Een boring kan leiden tot het doorboren van de slecht doorlatende lagen in de ondergrond, wat leidt tot een lokale afname van de weerstand van deze laag. In het ontwerp van de boring wordt met kwel en infiltratie rekening gehouden en de boring wordt afgedicht, zodat geen verandering in grondwaterstroming optreedt. De boring heeft dan ook geen effect op de diepere ondergrond, het grondwaterpeil en de grondwaterstromingen. Dit wordt niet verder beoordeeld.

Voor alle relevante onderdelen zijn modelberekeningen uitgevoerd naar de reikwijdte van de grondwaterstanddaling door bronbemaling (Bijlage VI-A en VI-B). Van verdroging wordt gesproken indien sprake is van een daling van het grondwaterpeil met vijf centimeter of meer. Kleinere waarden vallen binnen de foutmarge van het model en/of zijn niet meetbaar. Hierbij is uitgegaan van de gehele deklaag en is gebruik gemaakt van regionale bodem- en grondwaterkaarten. Op de boorlocaties is uitgegaan van een bemalingsduur van 14 - 49 dagen, wat leidt tot een meetbare grondwaterstandverlaging tot op maximaal 300 meter van de bemalingslocatie. Er is daardoor mogelijk een effect van verdroging op dit gebied.

3.13 Verzuring en vermesting

Bij de aanlegfase van Net op zee Nederwiek 1 komt stikstof vrij door de inzet van werkschepen, bouwwerktuigen en ander materieel. Ook bij onderhoudswerkzaamheden in de gebruiksfase zal stikstof vrijkomen. Stikstofdepositie leidt tot vermesting (‘verrijking’) van ecosystemen via de lucht (droge en natte neerslag van ammoniak en stikstofoxiden). De groei in veel natuurlijke landecosystemen zoals bossen, vennen, duinen en heidevelden wordt gelimiteerd door de beschikbaarheid van stikstof. Het gevolg van stikstofdepositie is dat deze extra stikstof extra groei geeft. Daarbij is de beschikbaarheid van stikstof bepalend voor de concurrentieverhoudingen tussen de plantensoorten. Als de stikstofdepositie boven een bepaald kritisch niveau komt, neemt een beperkt aantal plantensoorten sterk toe ten koste van meerdere andere. Hierdoor neemt de biodiversiteit af. Vooral (veelal soortenrijke) kruidenvegetaties met plantensoorten die langzaam groeien, klein en laag blijven en die zijn aangepast aan een situatie van permanent ‘voedselgebrek’ zijn gevoelig voor vermesting. Stikstofdepositie kan leiden tot verrijking van de voedselsituatie (‘vermesting’), waardoor grotere, sneller groeiende en meer concurrentiekrachtige planten de soortenrijke vegetaties kunnen overwoekeren (‘verruiging’).

Stikstofdepositie kan ook verzurend werken, waarbij bodem en grondwater chemisch van karakter veranderen en waardoor soorten en habitattypen van basische, neutrale en zwak zure omstandigheden kunnen verdwijnen. De oorspronkelijk aanwezige planten worden daarbij vrijwel geheel verdrongen en/of verdwijnen en er ontstaat dus een ander vegetatietype. In hoeverre en in welke mate effecten door stikstofdepositie optreden, is afhankelijk van lokale factoren als hydrologische conditie, fosforgehalten, zuurgraad en het gevoerde beheer.

Relevant voor de veranderende depositie van stikstof zijn stikstofgevoelige natuurwaarden (zowel habitattypen als leefgebieden van kwalificerende soorten) in een overbelaste situatie.

Met behulp van het emissieverspreidingsmodel AERIUS is berekend welke depositie van stikstof optreedt op stikstofgevoelige habitattypen tijdens de aanleg- en gebruiksfase. Uit de AERIUS-berekening blijkt dat de hoogste depositie optreedt tijdens de aanlegfase in het Natura 2000-gebied

Kop van Schouwen[3], deze bedraagt 0,64 mol N/ha. Op andere Natura 2000-gebieden is de depositie lager. De depositie tijdens de gebruiksfase is niet meetbaar. De resultaten van de AERIUS-berekeningen en uitgebreide beoordelingen daarvan zijn opgenomen in de 'Ecologische Beoordeling Stikstof' (EBS). De EBS is bijgevoegd als Bijlage A. Verzuring en vermesting wordt daarom niet verder behandeld in deze Passende Beoordeling. Uit de EBS volgt als overkoepelende conclusie dat significant negatieve effecten als gevolg van de projectdepositie met zekerheid zijn uitgesloten.

3.14 Samenvatting reikwijdte activiteiten en bepaling studiegebied

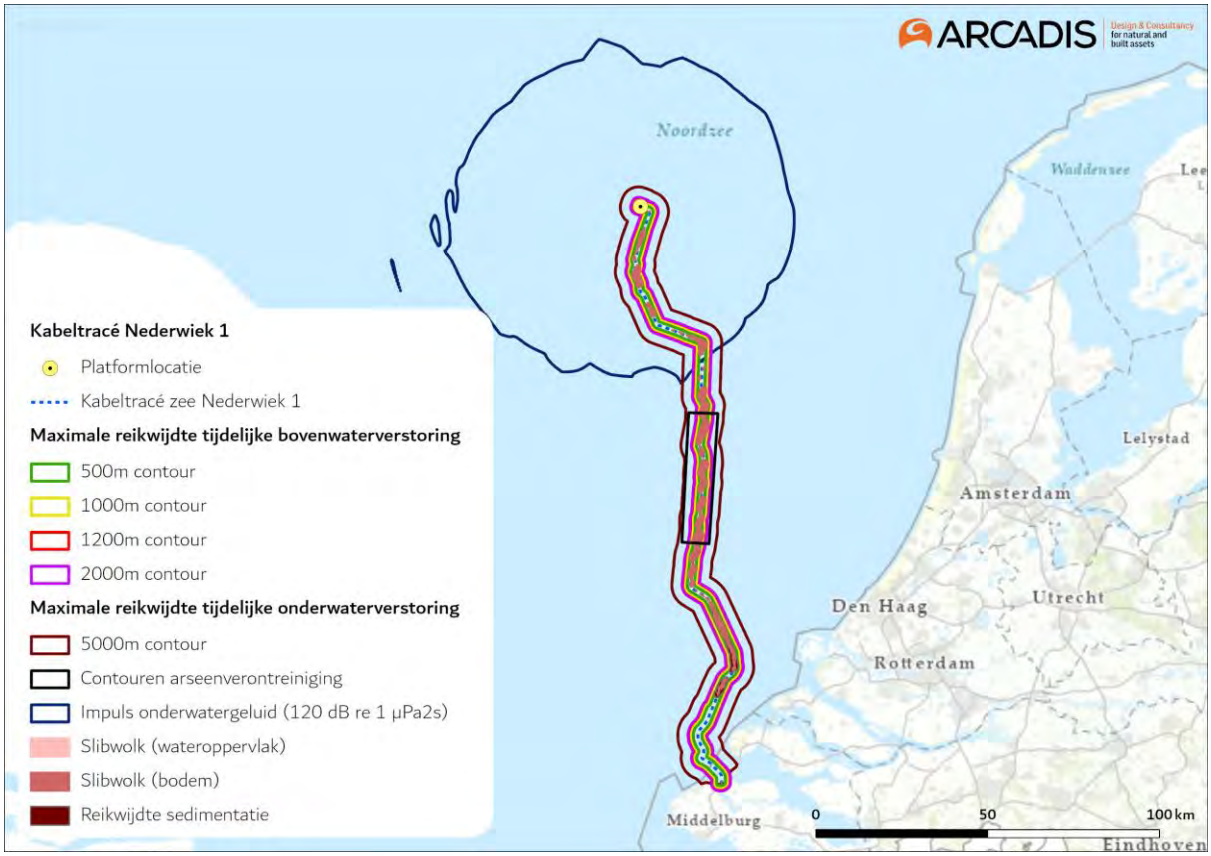
In Tabel 3-1 is de maximale reikwijdte per gevolg weergegeven. Ook is benoemd of een gevolg op zee, op land of in het Veerse Meer optreedt, en of het gevolg relevant is in de aanleg of gebruiksfase. In Figuur 3-21 wordt het studiegebied op zee getoond en de reikwijdtes van de verstoringen. In Figuur 3-22 is dit gedaan voor de gevolgen in het Veerse Meer, en in Figuur 3-23 voor de gevolgen op land. Aan de hand van de reikwijdtes in relatie tot Natura 2000-gebieden wordt per gevolg bekeken of er een effectbepaling en toetsing nodig is. Dit wordt behandeld in hoofdstuk 4.

*Tabel 3-1 Samenvatting maximale reikwijdte van de gevolgen van de activiteit. *'Zee' is inclusief het Veerse Meer, behalve wanneer anders vermeld.*

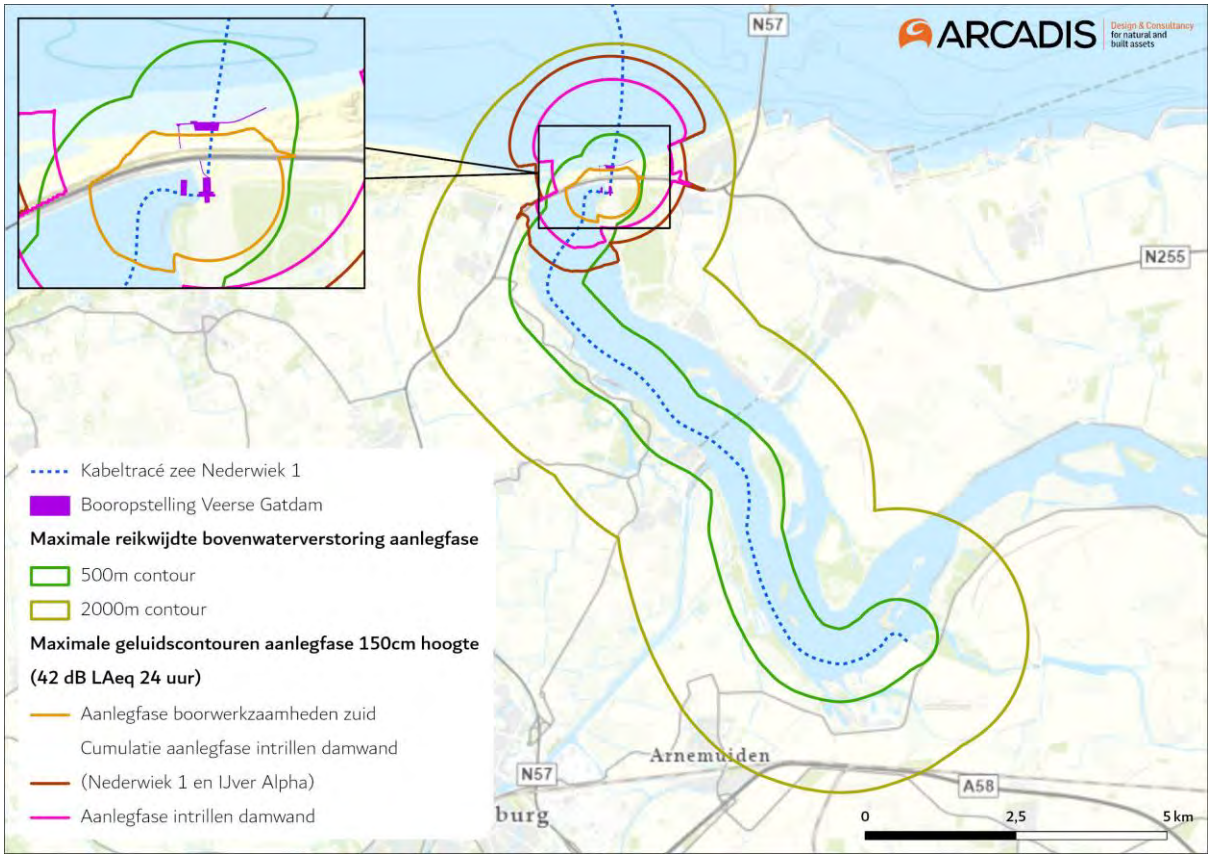
Gevolg		Op zee*/ op land	Tijdens aanleg-/gebruiksfase	Maximale reikwijdte
Vertroebeling		Zee	Beide, aanleg is worst-case	De slibwolk bevindt zich voornamelijk op open zee rondom het kabeltracé en reikt niet tot de kustzone.
		Veerse Meer	Beide, aanleg is worst-case	De slibwolk bevindt zich uitsluitend rondom het kabeltracé. Op de meest slibrijke delen reikt de slibwolk aan de bodem tot ca. 200 meter aan weerszijde van het tracé. Op overige stukken tot hooguit tientallen meters.
Sedimentatie		Zee	Beide, aanleg is worst-case	Effecten van sedimentatie reiken niet tot de kustzone, maar bevinden zich voornamelijk rondom het tracé circa 15 km uit de kust (in een zone van maximaal 4 km breed).
		Veerse Meer	Beide, aanleg is worst-case	Sedimentatie treedt uitsluitend op rondom het trace op. Op de meest slibrijke delen reikt sedimentatie tot ca. 100 meter aan weerszijde van het tracé. Op overige stukken tot hooguit tientallen meters. .
Verstoring onderwater	**Continu onderwatergeluid**	Zee	Beide, aanleg is worst-case	Rondom kabels en platform Zeezoogdieren en trekvissen: 5 kilometer.
	Impuls onderwatergeluid	Zee	Aanleg	Heien: rondom platform. Zeezoogdieren (bruinvissen 1.313km^2 en zeehonden 665 km^2) en trekvissen.
Bovenwaterverstoring	**Geluid en visueel**	Zee	Beide, aanleg is worst-case	500 meter voor vogels 1.000 meter voor gevoelige vogels. 1.200 meter voor zeehonden.

[3] De Aerius-berekening resulteert in een depositie van 0,67 mol N/ha binnen 1 hexagoon binnen Natura 2000-gebied Mantelingen van Walcheren, dat is 0,03 mol N/ha hoger dan in Kop van Schouwen. Dit betreft echter een uitzondering. De habitattypen binnen Kop van Schouwen ontvangen over de gehele lijn hogere projectdeposities. Daarom is gekozen om Kop van Schouwen als 'worst-case' gebied met de hoogste projectdepositie te behandelen.

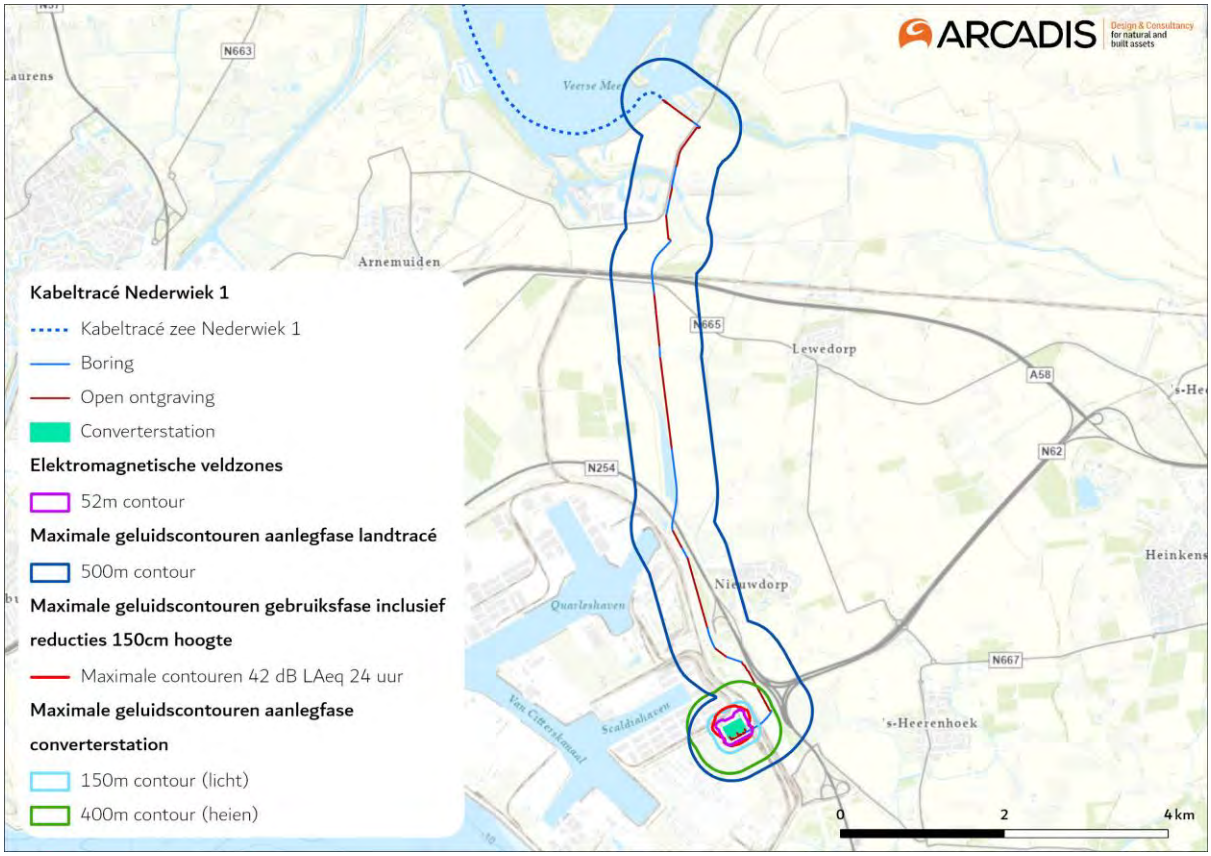
Gevolg		Op zee*/ op land	Tijdens aanleg-/gebruiksfase	Maximale reikwijdte
				2.000 meter voor extra gevoelige vogels.
	Licht	Zee	Beide, gebruiksfase is worst-case	150 meter voor de schepen van de kabelaanleg en van de aanleg van hetplatform.
Verstoring op land	**Geluid**	Land	Aanleg	Boorwerkzaamheden circa 500 meter. Aanleg converterstation circa 2800 meter. Werkzaamheden de Veerse Gatdam maximaal 1.680 meter. Gebruik converterstation maximaal 360 meter.
	Licht	Land	Beide, gebruiksfase is worst-case	0,1 lux-grens van bouwverlichting niet verder dan 150 meter vanaf de grens van de werklocaties.
	Visueel	Land	Beide, aanleg is worst-case	Geen gekwantificeerde gegevens van beschikbaar. De verstoring wordt kwalitatief beoordeeld en valt binnen de verstoringscontouren van geluid en licht.
Habitataantasting		Zee	Beide, aanleg is worst-case	25 meter voor pre-sweepen, baggeren en jet trenchen. Ter plaatse van de platformfundatie en steenbestorting.
		Veerse Meer	Beide, aanleg is worst-case	1,2 meter voor jet trenchen.
		Land	Aanleg	Maximaal over een breedte van ca. 35 meter langs het tracé voor open ontgravingen
Elektromagnetische velden		Zee	Gebruik	Horizontaal tot ongeveer 40 meter en verticaal tot het wateroppervlak in de waterkolom.
		Land	Gebruik	51 meter vanaf de randen van de geleiders.
Verontreiniging		Zee	Aanleg	Aanwezigheid van arseen niet uitgesloten in diepe historisch gevormde bodemlagen. Deze komen op deel van het tracé voor. De slibwolk waar het arseen is gebonden bevindt zich voornamelijk op open zee rondom het kabeltracé en reikt niet tot de kustzone.
		Veerse Meer	Aanleg	Aanwezigheid van diverse verontreinigde stoffen (o.a. koper) niet uitgesloten in slib. Kan geresuspendeerd worden in nabijheid van het tracé.
Warmteontwikkeling		Zee	Gebruik	Geen effect, geen nadere beoordeling.
Verdroging		Land	Aanleg, is worst-case	Mogelijke effecten ter plaatse van de aanleg op land in een radius van maximaal 400 meter.
Verzuring en vermesting		Land	Beide, aanleg is worst-case	Zie Aerius-calculatie en Ecologische Beoordeling Stikstof (Bijlage A)



Figuur 3-21 Studiegebied op zee.



Figuur 3-22 Studiegebied op het Veerse Meer.



Figuur 3-23 Studiegebied op land.

4 Betrokken Natura 2000-gebieden

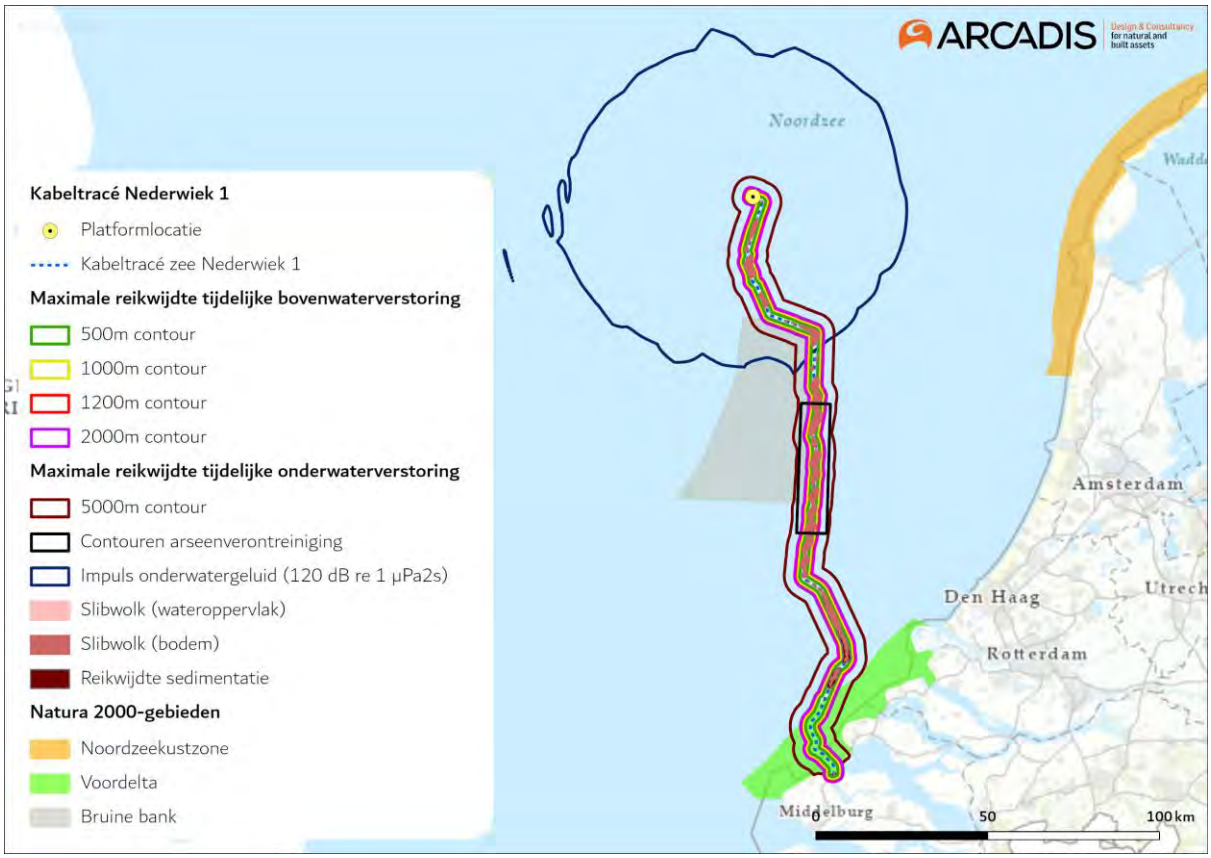
4.1 Het studiegebied

In het voorgaande hoofdstuk is per gevolg de reikwijdte en het daaruit af te leiden studiegebied gepresenteerd. Figuur 4-1 en Figuur 4-2 laten zien dat er overlap is van het studiegebied op zee en het Veerse Meer met de Natura 2000-gebieden Bruine Bank, Voordelta en Veerse Meer. Figuur 4-3 laat zien dat er overlap is van het studiegebied op land met Natura 2000-gebieden Veerse Meer en Voordelta. Daarnaast kunnen soorten waarvoor instandhoudingsdoelstellingen zijn gesteld in deze Natura 2000-gebieden ook buiten de gebieden voorkomen en als gevolg daarvan een effect ondervinden (externe werking).

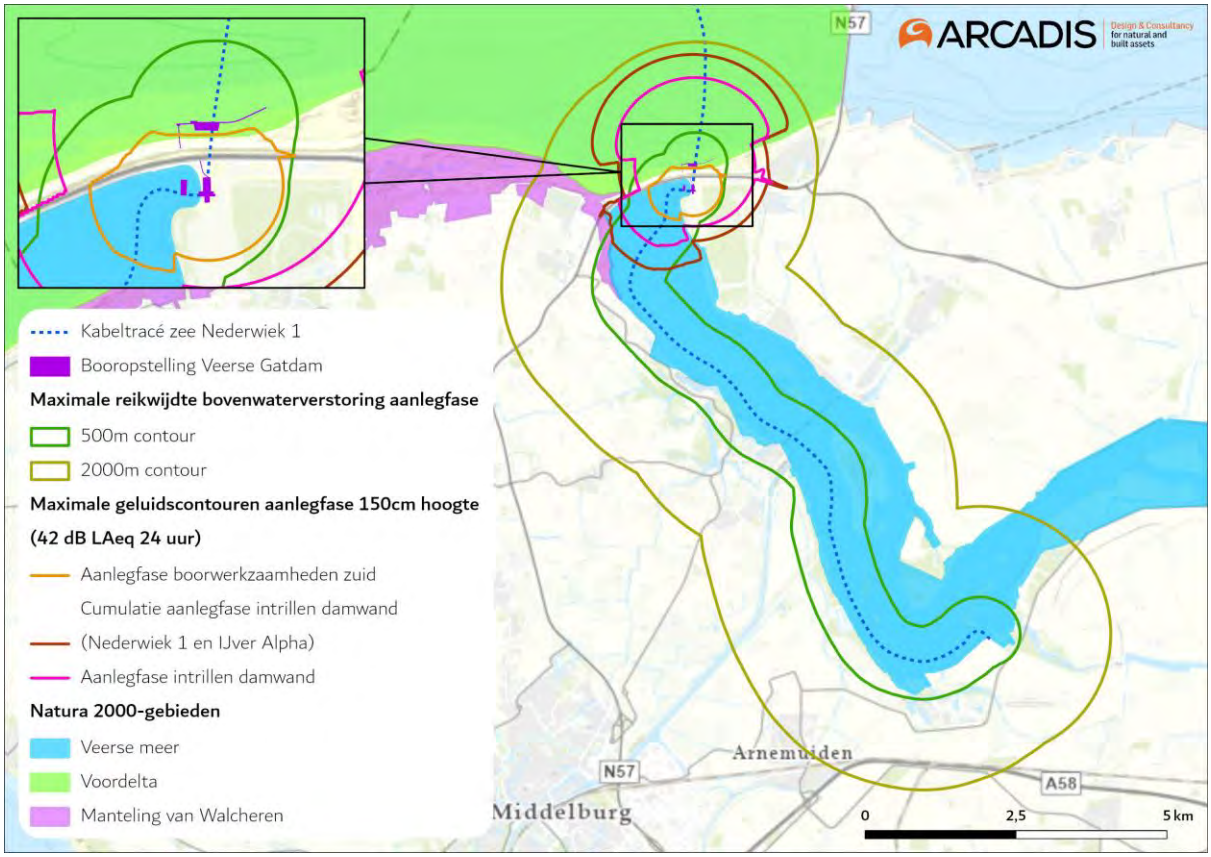
Per gevolg kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- Vertroebeling: Vertroebeling reikt tot in Natura 2000-gebied Voordelta en Veerse Meer. De effecten hiervan worden nader onderzocht. Externe effecten van vertroebeling op de aangewezen en niet-aangewezen soorten van Natura 2000-gebied de Bruine Bank kunnen optreden. De externe effecten worden nader onderzocht.
- Sedimentatie: Sedimentatie reikt niet tot in Natura 2000-gebieden de Bruine Bank en de Voordelta, wel tot in het Veerse Meer. Sedimentatie wordt daarom verder beoordeeld voor het Veerse meer. Externe effecten van sedimentatie op benthos, vogels en trekvissen zijn niet aan de orde.
- Verstoring als gevolg van continu onderwatergeluid: De verstoringscontour overlapt met Natura 2000-gebied Voordelta, Bruine Bank en Veerse Meer. Er is geen sprake van externe effecten op zeezoogdieren of trekvissen die zich buiten deze Natura 2000-gebieden bevinden. Migratie van en naar de gebieden wordt niet geblokkeerd door het kabeltracé. Verstoring door continu onderwatergeluid wordt nader onderzocht.
- Verstoring als gevolg van impuls onderwatergeluid: De verstoringscontour overlapt niet met Natura 2000-gebieden. Wel is mogelijk sprake van externe effecten omdat zeezoogdieren of trekvissen toegewezen aan nabijgelegen Natura 2000-gebieden hier effecten van kunnen ondervinden. De externe effecten worden nader onderzocht.
- Bovenwaterverstoring op zee en het Veerse Meer: De verstoringscontour overlapt met Natura 2000-gebieden Bruine Bank, Voordelta en Veerse Meer. De effecten worden nader onderzocht.
- Verstoring op land: De verstoringscontour reikt tot in het in Natura 2000-gebieden Voordelta en Veerse Meer. Dit wordt gezamenlijk met 'Bovenwaterverstoring op zee en het Veerse Meer' meegenomen. De effecten worden nader onderzocht.
- Habitataantasting op zee en het Veerse Meer: Het kabeltracé loopt door Natura 2000-gebied Voordelta en Veerse Meer. De effecten worden nader onderzocht.
- Habitataantasting op land (mechanische verstoring): Het kabeltracé loopt bij Veerse Gatdam door Natura 2000-gebied Voordelta. De effecten worden nader onderzocht.
- Verontreiniging: Langs het tracé zijn historische klei- en veenbanken met arseen aangetroffen. Dit gebied ligt tegen de Bruine Bank aan. De effecten worden nader onderzocht.
- Elektromagnetische velden op zee: De verstoringscontour van het magnetische veld (en geïnduceerde elektrische veld) overlapt met Natura 2000-gebied Voordelta en Veerse Meer. Effecten worden nader onderzocht.
- Elektromagnetische velden op land: De verstoringscontour van elektromagnetische velden op land reikt niet tot in Natura 2000-gebied en beïnvloedt geen gevoelige habitattypen. Elektromagnetische velden op land wordt niet verder beoordeeld.

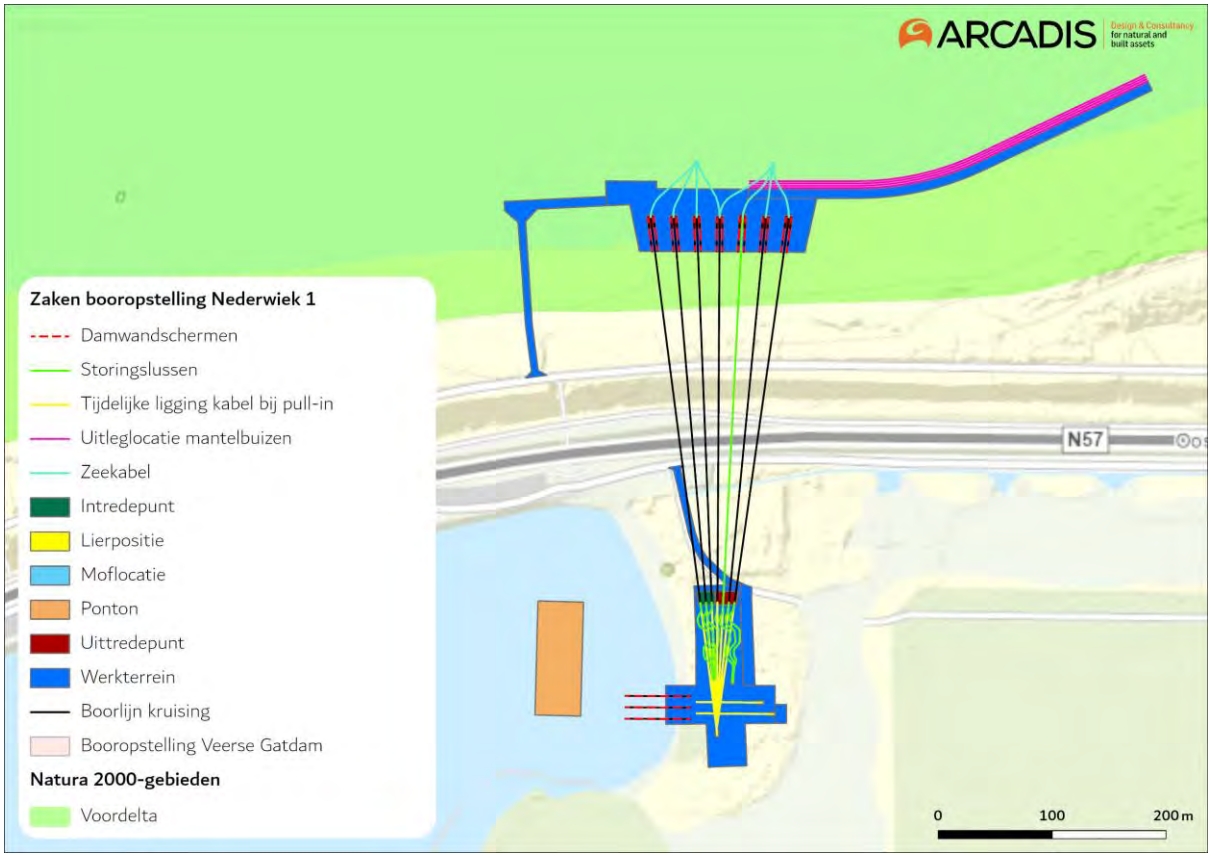
- Verdroging: De bronbemalingen bij de Veerse Gatdam leidt tot een grondwaterstanddaling in Natura 2000-gebieden Voordelta en Veerse Meer. Binnen de verlagingscontouren van de bronbemaling liggen echter alleen habitattypen en/of leefgebieden van grote open wateren. Deze kunnen door de grote omvang niet beïnvloed worden door bemaling. Verdroging wordt daarom niet verder onderzocht.



Figuur 4-1 Het studiegebied op zee ten opzichte van omliggende Natura 2000-gebieden.



Figuur 4-2 Het studiegebied (het Veerse Meer) ten opzichte van omliggende Natura 2000-gebieden.



Figuur 4-3. Het studiegebied (op land) ten opzichte van omliggende Natura 2000-gebieden.

In Tabel 4-1 is samengevat welke gevolgen beoordeeld worden in relatie tot welk Natura 2000-gebied.

Tabel 4-1 Optredende effecten per Natura 2000-gebied. X = ruimtelijke overlap van effect met een Natura 2000-gebied. E = extern effect.

Natura 2000-gebied	Vertroebeling	Sedimentatie	Verstoring door continu onderwatergeluid	Verstoring door impuls onderwatergeluid	Bovenwaterverstoring	Habitataantasting	Verontreiniging	Elektromagnetische velden op zee
Voordelta	X		X	E	X	X		X
Bruine Bank	E		X		X		E	
Veerse Meer	X	X	X		X	X	X	X

4.2 Beïnvloedde instandhoudingsdoelen

In Tabel 4-2 is samengevat welke soortgroepen en habitattypen waar instandhoudingsdoelen voor zijn, een effect kunnen ondervinden van de vastgestelde gevolgen. In de volgende paragrafen is per Natura 2000-gebied aangegeven welke instandhoudingsdoelen een effect ondervinden.

Tabel 4-2 Mogelijk beïnvloedde soorten en habitattypen bij de vastgestelde gevolgen en effecten.

Gevolg	Effect	Mogelijk beïnvloedde groepen
Vertroebeling	Vermindering doorzicht leidende tot afname primaire productie, beïnvloedt vangstsucces zichtjagende vogels, afname filtercapaciteit filterfeeders, barrièrewerking voor trekvissen	Primaire productie en Filterfeeders (kwaliteitselementen H1110, H1140) Zichtjagende vogels Trekvissen
Sedimentatie	Verstikking bodemdieren, habitattypen, indirecte effecten op vogels via voedselbeschikbaarheid	Bodemdieren (H1110, H1140) Habitattypen Benthosetende vogelsoorten
Verstoring als gevolg van continu onderwatergeluid	Verstoring tijdens rusten, migreren of foerageren leidende tot gedragsverandering, verminderde voedselopname, verminderde conditie, sterfte	Zeezoogdieren (Trek)vissen
Verstoring als gevolg van impuls onderwatergeluid	Gedragsverandering, gehoordrempelverschuiving, fysieke schade, sterfte	Zeezoogdieren (Trek)vissen
Bovenwaterverstoring en verstoring op land	Verstoring tijdens rusten, broeden, ruien of foerageren leidende tot gedragsverandering, verminderde voedselopname, verminderde conditie, sterfte	Vogels Vleermuizen Reptielen Zoogdieren
Habitataantasting op zee, in het Veerse Meer en Veerse Gatdam	Beschadiging bodemleven, verlies habitat, verandering bodemdynamiek	Bodemdieren (H1110, H1140) Bodemsamenstelling (H1110, H1140) Vogels
Verontreiniging	Bioaccumulatie, remming van groei en reproductie, sterfte.	Bodemdieren (H1110, H1140) (Trek) vissen

		Vogels
Elektromagnetische velden	Barrièrewerking, desoriëntatie, gedragsverandering	Trekvissen Zeezoogdieren

4.3 Te beoordelen instandhoudingsdoelen per Natura 2000-gebied

4.3.1 Bruine Bank

Effecten van bovenwaterverstoring (voor gevoelige vogels), continu onderwatergeluid, vertroebeling en verontreiniging reiken tot in de Bruine Bank. De Bruine Bank is aangewezen voor dwergmeeuw, jan-van-gent, grote jager, grote mantelmeeuw, zeekoet en alk (Ministerie van Landbouw Natuur en Voedselkwaliteit, 2021). In Tabel 4-3 zijn de natuurwaarden van de Bruine Bank waar mogelijk effecten optreden samengevat.[4]

Tabel 4-3 Natuurwaarden van de Bruine Bank waar mogelijk effecten optreden (gemarkeerd met een X).

Groep	Instandhoudingsdoelen		Vertroebeling	Verstoring geluid, beweging, licht	Verontreiniging
Niet-broedvogels	A016	Jan-van-gent	X	X	X
	A175	Grote jager	X	X	X
	A177	Dwergmeeuw	X	X	X
	A187	Grote mantelmeeuw	X	X	X
	A199	Zeekoet	X	X	X
	A200	Alk	X	X	X

Bovenwaterverstoring
Voor bovenwaterverstoring door geluid, licht en visueel reikt de verstoringscontour voor gevoelige soorten tot in de Bruine Bank. Er vindt overlap plaats met de Bruine Bank. Dit wordt zodoende verder onderzocht.

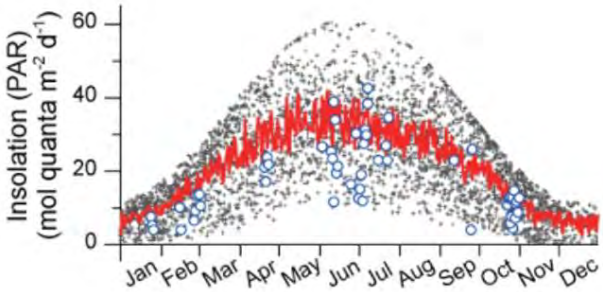
Onderwaterverstoring
Verstoring door continu onderwatergeluid reikt tot in de Bruine Bank. Vogels rusten op het water, of vliegen, en ondervinden in principe geen hinder van continu onderwatergeluid. Theoretisch kunnen deze vogels tijdens het duiken het geluid wel horen. Impuls-onderwatergeluid treedt alleen op bij de aanleg van het platform en reikt tot in de Bruine Bank in het geval van deze werkzaamheden alleen wanneer de sterkte van het geluid sterk is afgenomen. In de praktijk is een groot deel van het geluid al uitgedoofd tegen de tijd dat dit de Bruine Bank bereikt. De kans dat deze vogels daarmee hinder van onderwatergeluid ervaren is dermate klein dat dit niet nader wordt onderzocht.

Vertroebeling
Op de grens van de Bruine Bank kan vertroebeling optreden. Dit kan directe effecten hebben op zichtjagende vogels (betreft alle in de Bruine Bank aangewezen vogelsoorten) door de beïnvloeding van het vangstsucces. Ook kunnen er effecten van vertroebeling op bodemdieren ontstaan, welke kunnen doorwerken in de voedselketen en welke kunnen leiden tot voedseltekorten voor vogels

[4] Naar aanleiding van een zienswijze op aanwijzingsbesluit van Vogelbescherming worden in deze PB ook de volgende niet-aangewezen maar wel belangrijke soorten behandelen: drieteenmeeuwen, kleine mantelmeeuwen, noordse stormvogels, papegaaiduikers, stormmeeuwen, zilvermeeuwen, grote sterns, visdieven noordse sterns.

(maar ook voor o.a. benthosetende vissen en daarmee indirect voor visetende vogels en zeezoogdieren).

Ook de primaire productie door fytoplankton is afhankelijk van de beschikbaarheid van zonlicht (direct gevolg van de troebelheid van het water) en daarnaast van nutriënten (voornamelijk stikstof (N) en fosfor (P)). De primaire productie op het noordelijk halfrond fluctueert sterk (met ca. een factor 10) over de seizoenen, met een zeer lage activiteit in de wintermaanden gevolgd door hoge activiteit in de zomermaanden (Matsumoto et al., 2014), zie Figuur 4-4. Verder bestaan er in de Noordzee duidelijke ruimtelijke en temporele verschillen in de beschikbare hoeveelheden nutriënten en licht onder water en daarom in de limitatie van fytoplankton. Dit resulteert in een nutriënten limitatie gedurende de zomermaanden in de gehele Noordzee (want er is genoeg zonlicht). Op de Bruine Bank en overige open zee is dit een tekort aan stikstof (N) of een combinatie van stikstof en forfor limitatie (Burson et al., 2016; Harezlak et al., 2013). In de wintermaanden is er echter sprake van een limitatie door zonlicht (want er is minder lang zon, meer bewolking vanwege stormen en een verlaagde zonnesterkte). Alleen kleine delen rond de Waddenzee en in de Zeeuwse Delta, waar nutriëntwaardes zeer laag zijn en dus de beperkende factor zijn, zijn hiervan uitgezonderd in de wintermaanden (Harezlak et al., 2013). Verminderde lichtinval als gevolg van tijdelijke vertroebeling door werkzaamheden zal daarom geen remmende werking hebben op primaire productie in de zomer (want de hoeveelheid stikstof (N) remt de primaire productie toch al), maar wel in de winter. Echter, gezien de activiteit van primaire productie in de winter überhaupt op een zeer laag niveau zit (Figuur 4-4), is het bijkomende effect dat tijdelijke vertroebeling langs het tracé langs de Bruine Bank in de wintermaanden op primaire productie heeft verwaarloosbaar. Om deze reden wordt het effect van vertroebeling op primaire productie niet verder beoordeeld in deze toets.



Figuur 4-4 Fotosynthetisch actieve straling (een maat voor primaire productieactiviteit) van fytoplankton over de maanden heen. Zwarte stippen geven metingen (dagelijks tussen 2002-2012) middels satelliet weer waarvan de rode lijn het gemiddelde is. De blauwe punten geven fysieke (in situ) metingen weer. Aangepast overgenomen van (Matsumoto et al., 2014).

Verontreiniging
Met de hiervoor beschreven vertroebeling kan ook arseen vrijkomen uit de historische lagen. Deze kan opgenomen worden door bodemdieren en vis, en tot bioaccumulatie in vogels leiden.

4.3.2 Voordelta

In de Voordelta reikt verstoring van vertroebeling, habitataantasting, elektromagnetische velden, verstoring door continu onderwatergeluid en verstoring door geluid, beweging en licht tot in het Natura 2000-gebied. In Tabel 4-4 zijn de natuurwaarden van de Voordelta waar mogelijk effecten optreden samengevat.

Tabel 4-4 Natuurwaarden van de Voordelta waar mogelijk effecten optreden (gemarkeerd met een X)

Groep	Instandhoudingsdoelen		Vertroebeling	Continu onderwatergeluid	Bovenwaterverstoring en verstoring op land	Habitataantasting	Elektromagnetische velden
Habitattypen	H1110A	Permanent overstroomde zandbanken (getijdengebied)	X				
	H1110B	Permanent overstroomde zandbanken (Noordzeekustzone)	X			X	
	H1140A	Slik- en zandplaten (getijdengebied)	X				
	H1140B	Slik- en zandplaten (Noordzeekustzone)	X			X	
	H1310A	Zilte pionierbegroeiingen (zeekraal)					
	H1310B	Zilte pionierbegroeiingen (zeevetmuur)					
	H1320	Slijkgrasvelden					
	H1330A	Schorren en zilte graslanden (buitendijks)					
	H2110	Embryonale duinen					
	H2120	Witte duinen					
Habitatsoorten	H1095	Zeeprik	X	X			X
	H1099	Rivierprik	X	X			X
	H1102	Elft	X	X			X
	H1103	Fint	X	X			X
	H1351	Bruinvis		X			X
	H1364	Grijze zeehond		X	X		X
	H1365	Gewone zeehond		X	X		X
Niet-broedvogels	A001	Roodkeelduiker			X		
	A005	Fuut			X		
	A007	Kuifduiker			X		
	A017	Aalscholver			X		
	A034	Lepelaar			X		
	A043	Grauwe gans			X		
	A048	Bergeend			X		
	A050	Smient			X		
	A051	Krakeend			X		
	A052	Wintertaling			X		
	A054	Pijlstaart			X		
	A056	Slobeend			X		
	A062	Toppereend			X		
	A063	Eidereend			X		
	A065	Zwarte zee-eend			X		
	A067	Brilduiker			X		
	A069	Middelste zaagbek			X		
	A130	Scholekster			X		
	A132	Kluut			X		
	A137	Bontbekplevier			X		
	A141	Zilverplevier			X		
	A144	Drieteenstrandloper			X		
	A149	Bonte strandloper			X		
	A157	Rosse grutto			X		

Groep	Instandhoudingsdoelen		Vertroebeling	Continu onderwatergeluid	Bovenwaterverstoring en verstoring op land	Habitataantasting	Elektromagnetische velden
	A160	Wulp			X		
	A162	Tureluur			X		
	A169	Steenloper			X		
	A177	Dwergmeeuw			X		
	A191	Grote stern			X		
	A193	Visdief			X		

Vertroebeling
Vertroebeling kan optreden in aangewezen habitattypen die onderwater staan, namelijk H1110 en H1140. Bovenwatergelegen habitattypes zijn uitgesloten. Vertroebeling kan een effect hebben op zichtjagende vogels en kan als barrière werken voor trekvissen.

Zoals ook in 4.3.1 is besproken, is primaire productie afhankelijk van de beschikbaarheid van zonlicht (direct gevolg van de troebelheid van het water) en nutriënten. In de een brede strook langs de Nederlandse kust, waaronder de Voordelta, is de primaire productie gelimiteerd door nutriënten (fosfor (P)) gedurende de zomermaanden. In de wintermaanden is de gehele Noordzee, m.u.v. kleine delen rond de Waddenzee en in de Zeeuwse Delta, juist gelimiteerd door zonlicht. Echter, gezien de activiteit van primaire productie in de winter überhaupt op een zeer laag niveau zit (Figuur 4-4), is het bijkomende effect dat tijdelijke vertroebeling langs het tracé in de Voordelta in de winter maanden op primaire productie heeft verwaarloosbaar. Om deze reden wordt het effect van vertroebeling op primaire productie in de Voordelta niet verder beoordeeld in deze toets.

Zichtjagende nest gebonden broedvogels hebben slechts een kleine uitvliegradius. De grote stern heeft een uitvliegradius van 40 kilometer, en heeft zodoende ruim voldoende alternatief foerageerareaal beschikbaar waar geen vertroebeling optreedt (zie Figuur 3-1). Deze soorten worden beïnvloed door vertroebeling aan het oppervlak. Aangezien deze vertroebeling niet tot aan de kustzone (<10km van de kust) komt worden deze niet meegenomen in de beoordeling.

Continu onderwatergeluid
Continu onderwatergeluid kan een effect hebben op zeezoogdieren en vissen. Broedvogels en niet-broedvogels zijn niet gevoelig voor deze verstoring.

Bovenwaterverstoring
Verstoring door geluid, beweging en licht kan niet-broedvogels en rustende zeehonden verstoren.

Habitataantasting
Habitataantasting kan een effect hebben op habitattypen en schelpdierbanken.

Elektromagnetische velden
Elektromagnetische velden kunnen een effect hebben op de hiervoor gevoelige zeezoogdieren en trekvissen. In de onderstaande tabel zijn mogelijke effecten op de instandhoudingsdoelstellingen in de Voordelta weergegeven.

4.3.3 Veerse Meer

Het Veerse Meer is uitsluitend een vogelrichtlijngebied. Er zijn daarom instandhoudingsdoelen voor meerdere aangewezen (niet-) broedvogelsoorten. Het is geen habitatrichtlijngebied, waardoor er geen specifieke habitattypen of -richtlijnsoorten zijn aangewezen. In Tabel 4-5 zijn de verschillende soorten (niet-) broedvogels met instandhoudingsdoelen voor het Veerse Meer weergegeven met daarbij de gevolgen waarbij mogelijk sprake is van effecten. Bovenwaterverstoring als gevolg van geluid, licht en visuele verstoring kan een effect hebben op (niet-) broedvogels. Daarnaast zijn effecten (al dan niet indirect) van vertroebeling, sedimentatie en habitataantasting via de voedselketen op verschillende aangewezen vogelsoorten mogelijk. Effecten van continu of impuls onderwatergeluid en elektromagnetische velden in het Veerse Meer op aangewezen instandhoudingsdoelen kunnen op voorhand worden uitgesloten.

Ondanks dat er geen habitattypen zijn aangewezen voor het Veerse Meer worden effecten op primaire productie ook nader beoordeeld. Het wordt behandeld omdat het de basis is van de voedselketen waardoor indirecte effecten kunnen optreden op het gehele ecosysteem, waaronder aangewezen (niet-)broedvogels met instandhoudingsdoelen. Het betreft in dit geval dus niet de beoordeling van een kwaliteitselement van een aquatisch habitattype.

Tabel 4-5 Natuurwaarden voor Natura 2000-gebied Veerse Meer waar mogelijk effecten optreden (gemarkeerd met een X).

Groep	Instandhoudingsdoelen		Vertroebeling	Sedimentatie	Verstoring als gevolg van continu onderwatergeluid	Verstoring geluid, beweging, licht	Habitataantasting	Elektromagnetische velden
Broedvogelsoorten	A017	Aalscholver	X			X		
	A034	Lepelaar	X	X		X	X	
	A183	Kleine Mantelmeeuw	X			X		
Niet-broedvogels	A004	Dodaars	X	X		X	X	
	A005	Fuut	X			X		
	A017	Aalscholver	X			X		
	A026	Kleine zilverreiger	X			X		
	A034	Lepelaar	X	X		X	X	
	A037	Kleine zwaan				X		
	A041	Kolgans				X		
	A045	Brandgans				X		
	A046	Rotgans				X		

Groep	Instandhoudingsdoelen		Vertroebeling	Sedimentatie	Verstoring als gevolg van continu onderwatergeluid	Verstoring geluid, beweging, licht	Habitataantasting	Elektromagnetische velden
	A050	Smient	X	X		X	X	
	A051	Krakeend	X	X		X	X	
	A053	Wilde eend	X	X		X	X	
	A054	Pijlstaart	X	X		X	X	
	A056	Slobeend	X	X		X	X	
	A061	Kuifeend	X	X		X	X	
	A067	Brilduiker	X	X		X	X	
	A069	Middelste zaagbek	X			X		
	A125	Meerkoet	X	X		X	X	
	A132	Kluut	X	X		X	X	
	A140	Goudplevier	X	X		X	X	

5 Systeem- en gebiedsbeschrijving

5.1 Natura 2000-gebieden

5.1.1 Natura 2000-gebied Bruine Bank

De Bruine Bank is een ondiep gelegen permanent overstroomde zandbank die is omgeven door een diepere zeebodem. Het gebied is een belangrijk paaigebied voor vissen, zoals bot en schol. Er zitten in (de nabijheid van) het gebied zandkokerwormriffen (*Sabellaria spinulosa).* Deze riffen zorgen voor een hogere benthische biodiversiteit. Onder deze benthische soorten vallen naast de bovengenoemde platvissen ook verscheidende kabeljauwachtigen, zeenaalden en grondels (van der Reijden et al., 2019).

Daarnaast herbergt het gebied hogere vogelwaarden dan de rest van de Noordzee (R. S. A. van Bemmelen et al., 2012). Deze hogere waarde voor vogels komt onder andere door de aanwezigheid van de zandkokerwormriffen en de hogere voedselbeschikbaarheid (Fijn & de Jong, 2019; van der Reijden et al., 2019). Het gebied wordt vooral in de winter intensief gebruikt door overwinterende vogels, waaronder alken, zeekoeten, jan-van-genten, grote jagers en verscheidende soorten meeuwen (Fijn & de Jong, 2019). Voor deze vogelsoorten is het gebied ook aangewezen als Natura 2000-gebied. Daarnaast komen er op de Bruine Bank relatief grote aantallen bruinvissen voor, waaronder moeder/kalf paren (R. S. A. van Bemmelen et al., 2012).

5.1.2 Natura 2000-gebied Voordelta

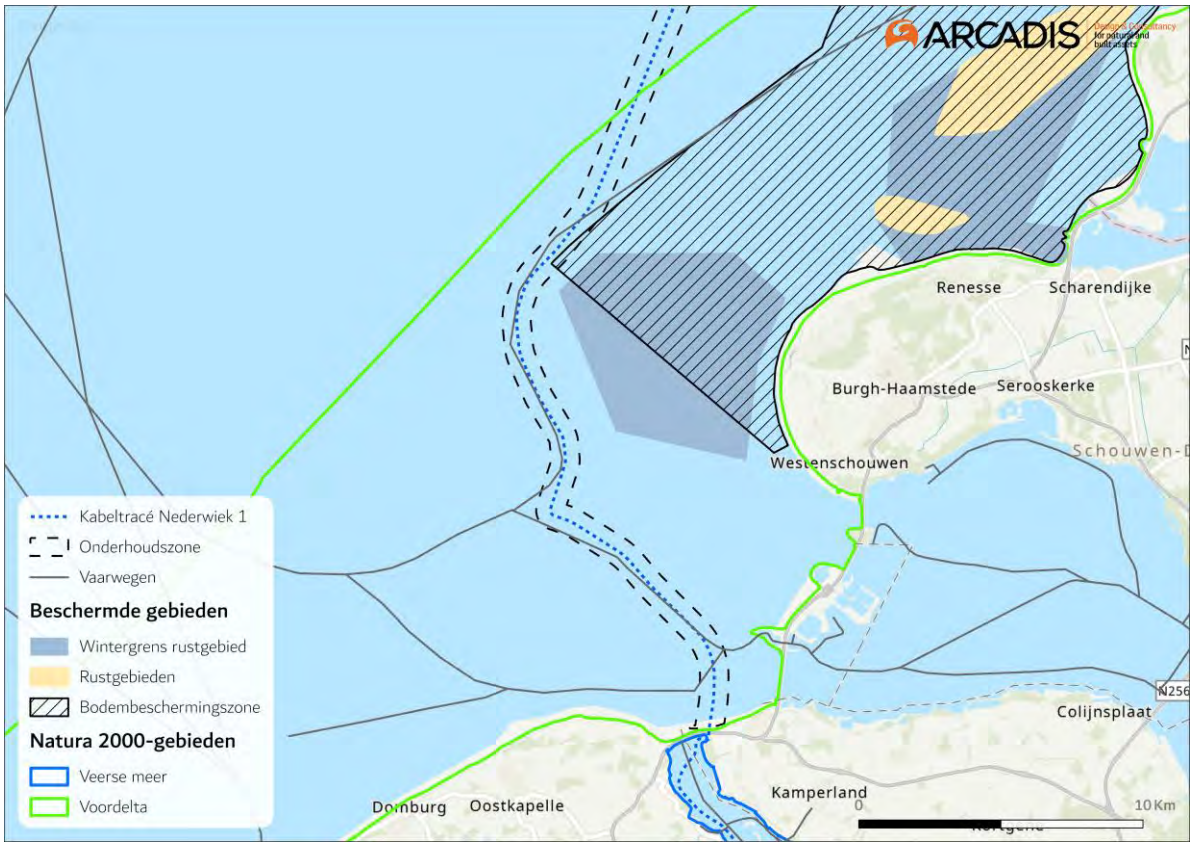
Natura 2000-gebied Voordelta ligt voor de Zuid-Hollandse en Zeeuwse kust, beginnend bij de Maasvlakte tot aan Walcheren. Het is onderdeel van het Nederlandse Deltagebied. Het gebied beslaat zo'n 900 km^2 (Ministerie van Infrastructuur & Milieu & Rijkswaterstaat, 2016). Het gebied is een afwisseling tussen zoet, zout, diep en ondiep water en is hierdoor een belangrijk leef- en foerageergebied voor zeehonden, vissen en vogels (Noordzeeloket, 2019). Het open water in de Voordelta is van belang voor visetende vogels, zoals roodkeelduiker en aalscholver, maar ook voor schelpdiereters, zoals zwarte zee-eend en eider. Het intergetijdengebied wordt gebruikt door steltlopers en eenden zoals scholekster, drieteenstrandloper en bergeend. Het belangrijkste intergetijdengebied in de Voordelta is Slikken van Voorne. Dit intergetijdengebied is van bijzondere betekenis voor trekvogels die hier een essentiële tussenstop hebben om te foerageren tijdens hun trektocht (Ministerie van Infrastructuur & Milieu & Rijkswaterstaat, 2016).

De aanleg van Maasvlakte 2 resulteerde in een verlies van 2,8% van het habitattype H1110B ("met zeewater van geringe diepte overstroomde zandbanken van de Noordzeekustzone") in de Voordelta, met als gevolg dat ook de foerageerfuncties voor de grote stern, de visdief en de zwarte zee-eend achteruit zouden gaan. Hiervoor moesten compensatiemaatregelen genomen worden om de totale natuurwaarde in de Voordelta in stand te houden. In de Voordelta zijn daarom een bodembeschermingsgebied en vijf rustgebieden ingesteld.

In de buurt van het tracé ligt rustgebied de Bollen van het Nieuwe Zand (Figuur 5-1). De Bollen van het Nieuwe Zand zijn aangewezen als winter rust- en foerageergebied voor zwarte zee-eend. In dit gebied is het verboden in de periode van 1 november tot 1 mei enige activiteit van welke aard dan ook te verrichten. Er geldt wel een uitzondering voor 'gemotoriseerde en ongemotoriseerde luchtvaart', 'Uitvoering noodzakelijke overheidstaken' en 'onderhoud van kabels en leidingen' , (Artikel 3 en 4 in Toegangsbeperkend besluit Hinderplaat, Bollen van de Ooster en Bollen van het

Nieuwe Zand (herleefd)). Toegang buiten deze periode is alleen toegestaan bij dringende noodzaak, dit ter beoordeling vooraf door het bevoegd gezag en onder eventuele nader voorgeschreven bepaling (Ministerie van Infrastructuur & Milieu & Rijkswaterstaat, 2016).

Binnen het bodembeschermingsgebied (BBG) mogen bepaalde vormen van bodemroerende visserij (zware boomkorvisserij >260 pk) niet plaatsvinden (Rijkswaterstaat, 2016). Het gekarteerde tracé overlapt niet met het BBG. De onderhoudszone van het tracé overlapt wel voor een klein deel met het BBG (Figuur 5-1).



Figuur 5-1 De ligging van het kabeltracé van Nederwiek 1 ten opzichte van rustgebied Bollen van het Nieuwe Zand en het bodembeschermingsgebied.

5.1.3 Natura 2000-gebied Veerse Meer

Het Veerse Meer is in 1961 ontstaan door de aanleg van de Veerse Gatdam. Het gebied behoorde daarvoor tot het Oosterschelde estuarium. Sinds de afsluiting is het een brakwatermeer zonder tij van 2.539 hectare (Ministerie van LNV, 2016). In 2004 is de waterdoorlaat Katse Heule in gebruik genomen, waardoor er weer wateruitwisseling plaatsvindt tussen de Oosterschelde en het Veerse Meer (Ministerie van Infrastructuur en Milieu & Rijkswaterstaat, 2016b), en het meer zouter is geworden. Hierdoor verbeterde de ecologische waterkwaliteit, de zuurstofloosheid verdween onder meer en de massale aanwezigheid van zeesla nam af (Ministerie van LNV, 2016).

Het Veerse Meer is een belangrijk leefgebied voor kustbroedvogels, moerasbroedvogels en (doortrekkende en overwinterende) watervogels. Het Veerse Meer is van betekenis voor broedvogels die broeden en rusten op schorren, stranden, zandplaten en andere kale en schaars begroeide gronden of in ruigtes. In het Veerse Meer bevinden zich broedkolonies van kleine mantelmeeuwen, aalscholvers en lepelaars. Ook is het gebied een hoogwatervluchtplaats voor

overtijende vogels van de Oosterschelde en Westerschelde (Rijkswaterstaat, 2016). Er zijn geen bekende ligplaatsen van zeehonden binnen het Veerse Meer. Ook gevoelige vogels zoals de roodkeelduiker en parelduiker komen nauwelijks in het Veerse Meer voor (Hoekstein et al., 2020).

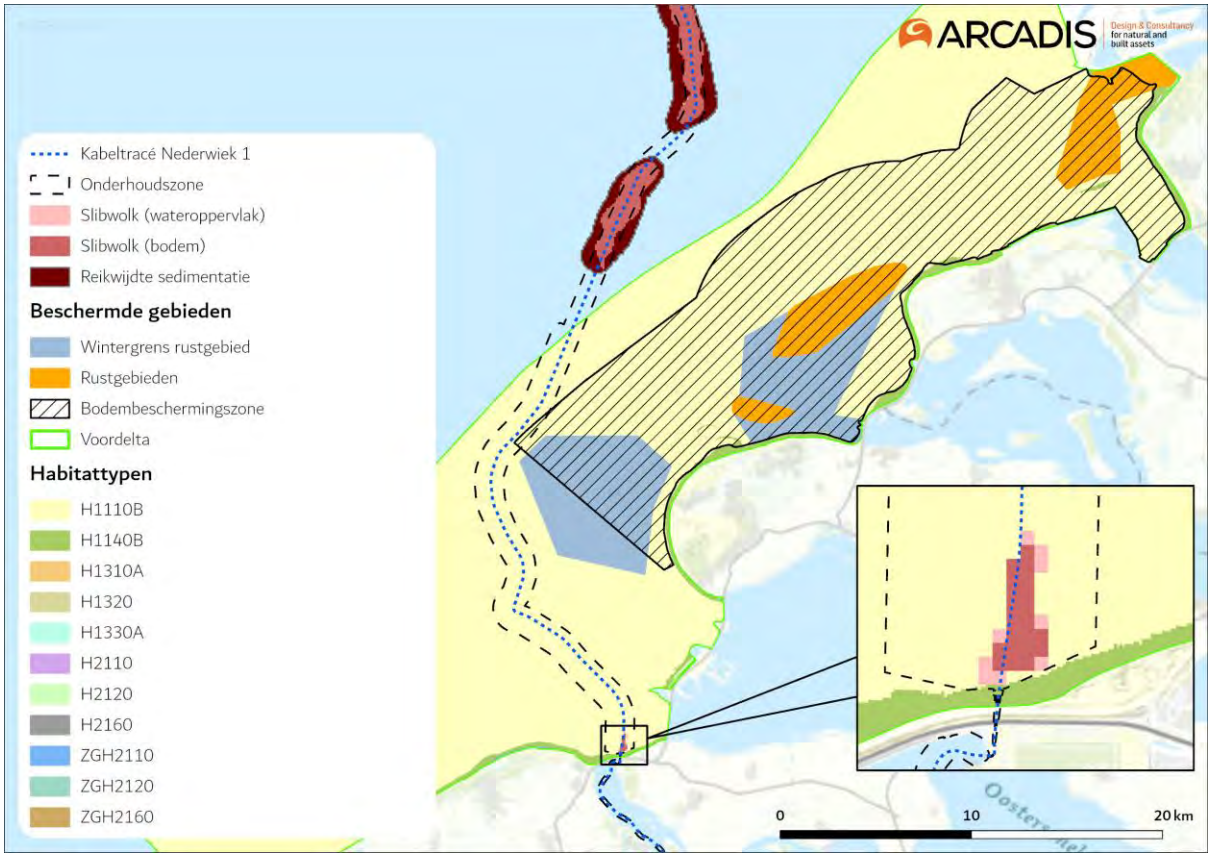
Het Veerse Meer is ook als overwinteringsgebied van belang voor diverse viseters, steltlopers, eenden, ganzen en zwanen (Ministerie van Infrastructuur en Milieu & Rijkswaterstaat, 2016b). De platen vormen rust- en foerageergebied voor met name steltlopers en eenden. De ondiepe zones van het water zijn onderdeel van het foerageergebied van de zilverreiger en lepelaar (Rijkswaterstaat, 2016). De oevers van het vasteland zijn over het algemene matig geschikt tot ongeschikt als rust- of foerageergebied door het ontbreken van ondiepe zones en slikplaten.

De Deltawateren, waar het Veerse Meer onderdeel van is, zijn van nationaal en internationaal belang voor niet-broedvogels. Diverse trekvogels zijn afhankelijk van de Delta als overwinteringsgebied, als ruigebied of als tussenstop. De vogels gebruiken de Deltawateren om op krachten te komen voor het vervolg van hun reis ('opvetten'). De Deltawateren hebben een relatief groot en gevarieerd voedselaanbod, met visrijke open én ondiepe (doorwaadbare) wateren, waterplanten en zeeslavelden, voedselrijke binnendijkse graslanden, slikken, platen en schorren, zilte en zoete moerasbegroeiingen. Hiervan profiteren vis-, bodemfauna- en plantenetende (trek)vogels. Het Veerse Meer is als overwinteringsgebied van belang voor viseters, steltlopers, eenden, ganzen en zwanen (Ministerie van Infrastructuur en Milieu & Rijkswaterstaat, 2016b).

5.2 Habitattypen

5.2.1 Inleiding

Het kabeltracé overlapt met Natura 2000-gebied Bruine Bank, Voordelta en Veerse Meer. Habitattypen zijn alleen aangewezen in Natura 2000-gebied Voordelta. De aanwezigheid van habitattypen rond het kabeltracé is te zien in Figuur 5-2. De reikwijdte van habitataantasting, vertroebeling en sedimentatie is eerder toegelicht in Hoofdstuk 4. Zoals te zien in het figuur vindt habitataantasting (ter hoogte van de bodem) plaats in habitattype H1110B Permanent overstroomde zandbanken en habitattype H1140B Slik- en Zandplaten. Sedimentatie en vertroebeling vindt alleen plaats binnen habitattype H1110B.



Figuur 5-2 De verschillende habitattypen in de Voordelta i.r.t. het studiegebied.

5.2.2 Permanent overstroomde zandbanken (Noordzeekustzone) (H1110B)

Permanente overstroomde zandbanken is het habitattype dat de zandbanken in ondiepe delen van de zee definieert. Ze staan permanent onder water en het water is hier zelden meer dan 20 meter diep. Plaatselijk kunnen biogene structuren zoals veen, keileem, stenen of schelpenbanken voorkomen. Het habitattype ligt vaak grenzend aan habitattype H1140 (Slik- en zandplaten). De grens tussen deze twee habitattypen is de Lowest Astronomical Tide (L.A.T.) (Ministerie van LNV, 2014). Soorten die veel voorkomen zijn de parelduiker, roodkeelduiker, zwarte zee-eend, spiraalruppia en groot zeegras (European Environmental Agency, 2019).

Permanent overstroomde zandbanken (Noordzeekustzone) is een habitatsubtype hiervan. Dit habitatsubtype komt voor in de monding van de Westerschelde, de Noord- en Zuid-Hollandse kustzone, Voordelta en de zeegaten van de Waddenzee (CBS et al., 2014). Het beslaat een oppervlakte van 7.400 km^2 van de Nederlandse kustzone, waarvan 813 km^2 in de Voordelta (Goudswaard & van Bemmelen, 2010). Het omvat ondiepe delen van zeeën met zandbanken die permanent onder water staan (onder LAT: Lowest Astronomical Tide). Dit habitatsubtype is van groot belang voor bodemfauna zoals wormen, kreeftachtigen en schelpdieren. Deze vormen weer een belangrijke voedselbron voor vissen, zeevogels (meeuwen en sterns) en zeezoogdieren (Ministerie van LNV, 2014; Ramaker, 2015). Op plaatsen waar sprake is van hoge dynamiek (sterke stroming) is dit habitatsubtype vrij soortenarm (Ministerie van LNV, 2014). Onderdeel zijn ook geulen, die fungeren als trekroute voor volwassen vissen en hun larven, waaronder paling, schol, bot, rivierprik, zeeprik, elft en fint. Dit habitatsubtype dient ook als overwinteringsgebied voor garnalen en krabben.

5.2.3 Slik en zandplaten (Noordzeekustzone) (H1140B)

Binnen het habitattype slik- en zandplaten (H1140) is een hoge dynamiek aanwezig. Stroming en golfwerking zorgen voor een continue beweging van zand en slib. Hierdoor verplaatsen de zandplaten zich geleidelijk, echter betreft dit maar een klein deel van het habitattype (alleen de uiteindes van het habitattypen worden beïnvloed) (Bijlsma et al., 2014). Dit habitattype omvat slikwadden en zandplaten in de kustzone die dagelijks bij hoogwater overspoelen en bij laagwater droogvallen. In Nederland zijn deze platen niet of nauwelijks begroeid (Ministerie van LNV, 2008a). In het plangebied betreft het Noordzeekustzone subtype (B).

Het subtype H1140B komt voor in de Noordzeekustzone, met name in de Voordelta en de buitendelta's van de zeegaten van de Waddenzee. Binnen dit gebied zijn drie typische soorten te onderscheiden: gemshoornworm (*Scolelepis squamata*), schelpkokerworm (*Lanice conchilega*) en zandvlokreeft (*Hausorius arenarius*) (Ministerie van LNV, 2008a). De zandplaten onder subtype B zijn dynamisch en jaarlijks kan de omvang en locatie wisselen. Daarnaast zijn deze zandplaten van groot belang voor rustende zeehonden binnen de Noordzeekustzone (Jak & Tamis, 2011).

5.3 Habitatrichtlijnsoorten

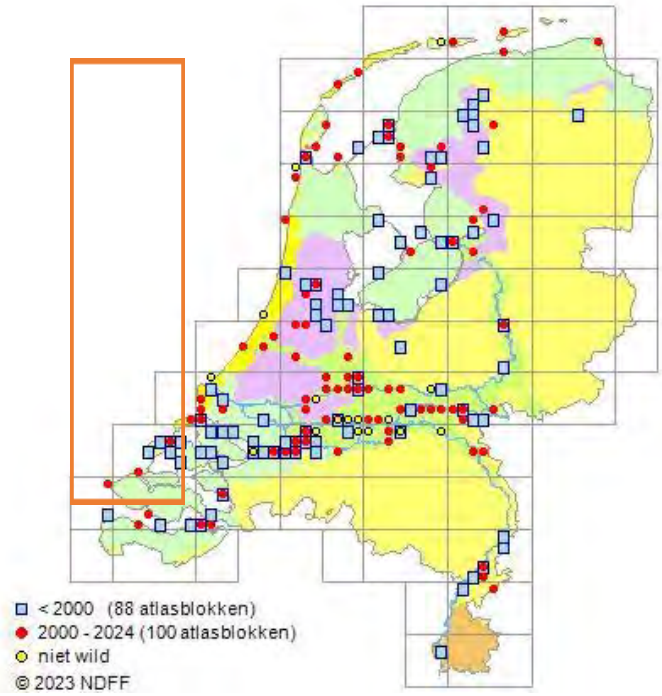
5.3.1 Inleiding

Het kabeltracé overlapt met Natura 2000-gebied Bruine Bank, Voordelta en Veerse Meer. Habitatrichtlijnsoorten zijn alleen aangewezen in Natura 2000-gebied Voordelta. In deze paragraaf is een ecologische beschrijving gegeven van de ecologie van deze aangewezen habitatrichtlijnsoorten. Hierbij zijn hoofdzakelijk aspecten uitgelicht die relevant zijn in het kader van de voorgenomen werkzaamheden in het studiegebied.

5.3.2 Zeeprik (H1095)

De zeeprik (*Petromyzon marinus*) behoort tot de rondbekken. De volwassen dieren leven in zee waar ze parasiteren op vissen en walvisachtigen. Volwassen zeeprikken trekken vanaf het voorjaar tot aan het begin van de zomer (februari-juni) de grote rivieren op naar paaiplaatsen die tot honderden kilometers landinwaarts kunnen liggen tot voorbij onze landsgrenzen. De grote Nederlandse rivieren fungeren hierbij als migratieroute. Er wordt in de periode mei tot juli gepaaid in snelstromende rivierdelen. Nadat de eitjes zijn afgezet en bevrucht sterven de volwassen dieren (RAVON, 2021). Wanneer de larven uit de eitjes gekomen zijn, laten ze zich met de stroom meevoeren naar plaatsen met slibrijke rifbodems. Hier graven ze zich in en leven ze van detritus en kleine organismen. Na circa vijf tot acht jaar metamorfoseren ze tot adult om in de loop van de winter richting zee te trekken en daar verder op te groeien (Ministerie van Economische Zaken, 2008c).

De zeeprik is een zeer zeldzame soort in Nederland die zich bij ons maar zeer beperkt voortplant. De soort wordt als 'gevoelig' bestempeld op de Nederlandse Rode Lijst (Staatscourant, 2016). De soort is gevoelig voor menselijke ingrepen in rivieren, zoals het aanleggen van (migratie)barrières en het aantasten van paaiplaatsen. De soort wordt sporadisch waargenomen in het Deltagebied en de Noordzeekustzone (Figuur 5-3). De zeeprik komt daarmee ook in het studiegebied voor.

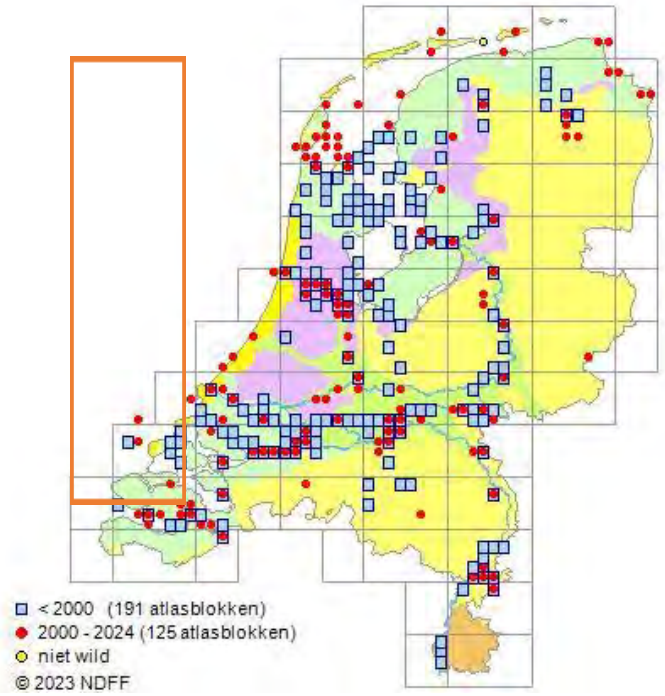


Figuur 5-3 Overzicht van waarnemingen zeeprik (RAVON, 2022). Het overzicht laat waarnemingen zien binnen de grijs omkaderde blokken, eventuele waarnemingen buiten de kustzone zijn dus niet weergegeven. Het oranje kader geeft het globale studiegebied aan. Deze kaart laat waarnemingen zien van 2000 tot en met 2022.

5.3.3 Rivierprik (H1099)

De rivierprik (*Lampetra fluviatili*) behoort net als de zeeprik tot de rondbekken. Qua morfologie en ecologie is de soort vrijwel identiek aan de zeeprik, de rivierprik blijft echter kleiner en kent een andere levenscyclus. Adulte rivierprik trekt voor de paai naar zoet water van begin herfst tot en met het voorjaar (december-april), de grote Nederlandse rivieren fungeren hierbij voornamelijk als migratieroute. De paai vindt daarna plaats in de periode maart tot mei waarna adulte dieren sterven. De uitgekomen larven verblijven circa 4 jaar in de bodem rond hun geboortelocatie, dit betreft veelal de midden- en bovenloop van grotere rivieren en hun zijstroompjes, alsook de grotere beken (Ministerie van Economische Zaken, 2008b). Hier verblijven ze tot ze een lengte van zo'n 10-13 centimeter bereiken (Sportvisserij Nederland, 2006). Op deze lengte vindt metamorfose plaats naar adult stadium en migreren ze naar zee. Anders dan de zeeprik verblijven ze voornamelijk in riviermondingen en kustwateren. Vanaf een leeftijd van 7 à 8 jaar is de rivierprik paairijp en begint de cyclus weer opnieuw.

De rivierprik is een zeer zeldzame soort in Nederland en wordt als 'gevoelig' bestempeld op de Nederlandse Rode Lijst (Staatscourant, 2016). De rivierprik is de afgelopen jaren echter bezig met een opmars. De soort is gevoelig voor menselijke ingrepen in rivieren en beken waarbij migratiebarrières ontstaan en paaiplaatsen verdwijnen. De rivierprik komt sporadisch voor in het Deltagebied en Noordzeekustzone (Figuur 5-4). De rivierprik komt daarmee ook in het studiegebied voor.

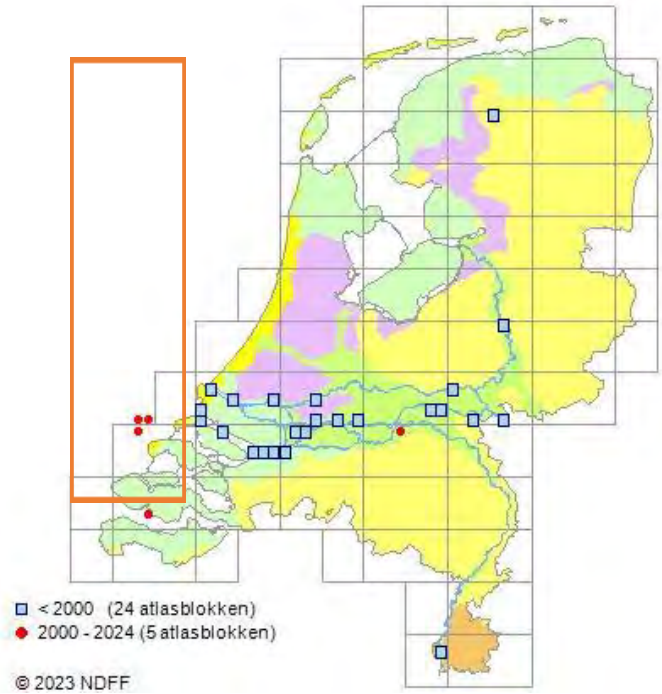


Figuur 5-4 Overzicht van waarnemingen rivierprik (RAVON, 2023c). Het overzicht laat waarnemingen zien binnen de grijs omkaderde blokken, eventuele waarnemingen buiten de kustzone zijn dus niet weergegeven. Het oranje kader geeft het globale studiegebied aan. Deze kaart laat waarnemingen zien van 2000 tot en met 2022.

5.3.4 Elft (H1102)

Elft (*Alosa alosa*) behoort tot de haringachtigen (*Clupeidae).* In het voorjaar leeft de elft in scholen in kustwateren en brakke wateren, waar hij voornamelijk dierlijk plankton eet. Na de winter, als het water circa 11 graden Celsius bereikt heeft, verzamelen de volwassen vissen zich in estuariumgebieden. Vanaf half maart tot juni zwemmen paairijpe elften in scholen de rivieren op waar ze in mei-juni op grindbanken paaien. Gedurende deze paaitrek kunnen ze ver stroomopwaarts zwemmen. De larven van de elft groeien op in de rivieren waar zij foerageren op fijn dierlijk plankton. Vanaf begin voorjaar tot zomer trekken de jonge elften, ook wel plassen genoemd, stroomafwaarts richting de estuaria. In de herfstperiode trekken ze door naar open zee, waar ze in 2 tot 3 jaar opgroeien tot volwassen dieren (Calle et al., 2020). Hierna begint de cyclus weer opnieuw.

De elft is na begin 20e eeuw uitgestorven in de Rijn, onder andere door verstuwing, het rechttrekken van de rivierbochten en het verwijderen van geschikt (paai)habitat. Sindsdien wordt de soort weer (zeer) incidenteel aangetroffen in Nederland, waaronder in de Voordelta. In Figuur 5-5 is te zien dat de elft in het studiegebied voorkomt. Vangsten van volwassen elften in Nederland was tot voor kort uitgebleven, maar tijdens bevissing met zogenoemde zalmsteken (palen met netten) bij de Haringvlietsluizen in juni 2020 hebben onderzoekers drie volwassen elften gevangen. De vissen werden gevangen als ‘bijvangst’ van de visserij in het kader van het migratieonderzoek van Rijkswaterstaat. Nederland neemt ook deel aan dit herintroductieprogramma, als onderdeel hiervan zijn recentelijk, in juni 2021, 80.000 jonge elften uitgezet in de Waal bij Nijmegen (Waarlo, 2021).

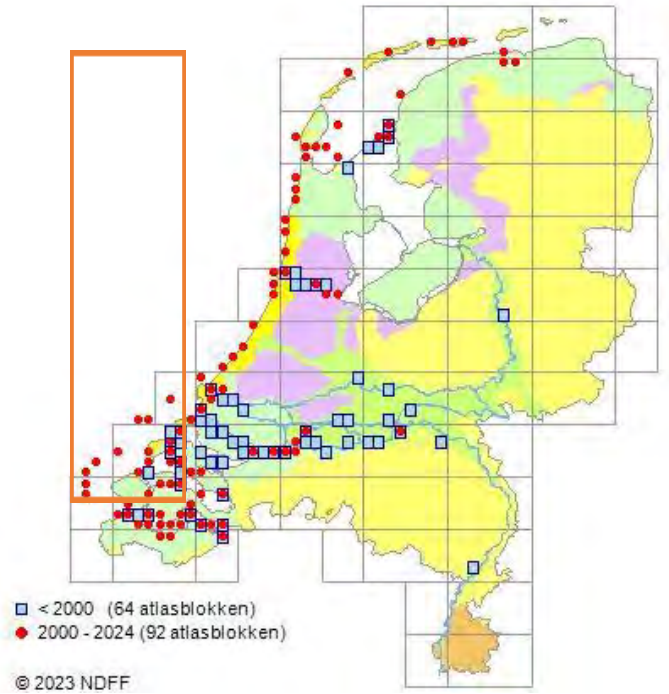


Figuur 5-5 Overzicht van waarnemingen elft (RAVON, 2023a). Het overzicht laat waarnemingen zien binnen de grijs omkaderde blokken, eventuele waarnemingen buiten de kustzone zijn dus niet weergegeven. Het oranje kader geeft het globale studiegebied aan. Deze kaart laat waarnemingen zien van 2000 tot en met 2022.

5.3.5 Fint (H1103)

De fint (*Alosa fallax*) behoort tot de haringachtigen (Clupeidae) en brengt het grootste gedeelte van zijn leven door in kustgebieden en estuaria. Voor de paai gebruikt de fint zoetwatergetijdengebied om, met behulp van het tij, het estuarium binnen te trekken. De paaitijd is afhankelijk van de watertemperatuur en valt in het algemeen in het late voorjaar (mei/juni). De paai vindt plaats in ondiep water boven zandplaten in het (net) zoete deel van het getijdengebied. Na de paai trekken de adulte finten weer naar zee. De larven en jonge finten eten voornamelijk dierlijkplankton, volwassen finten voeden zich ook met garnalen en vislarven.

Door de aanleg van dammen en stuwen zoals de Haringvlietdam verdween de Nederlandse paaipopulatie in de jaren zeventig van de vorige eeuw uit het benedenrivierengebied. Het ontbreken van natuurlijke zoet-zoutovergangen vormt een groot knelpunt voor de terugkeer van een voortplantingspopulatie in Nederland. Vanaf de jaren ‘90 lijkt het aantal finten langs de Nederlandse kust en in de benedenrivieren echter weer toe te nemen (Ministerie van Economische Zaken, 2008a). De fint komt sporadisch voor in het Deltagebied en Noordzeekustzone (Figuur 5-6). De fint komt daarmee in het studiegebied voor.



Figuur 5-6 Overzicht van waarnemingen fint (RAVON, 2023b). Het overzicht laat waarnemingen zien binnen de grijs omkaderde blokken, eventuele waarnemingen buiten de kustzone zijn dus niet weergegeven. Het oranje kader geeft het globale studiegebied aan. Deze kaart laat waarnemingen zien van 2000 tot en met 2022.

5.3.6 Bruinvis (H1351)

De bruinvis (*Phocoena phocoena*) is een van de kleinste walvisachtigen (kleiner dan 2 meter) en komt algemeen voor in het Nederlandse deel van de Noordzee en aangrenzende kustwateren (Figuur 5-7). De soort komt in het studiegebied voor. Veelal worden de dieren alleen, of in kleine groepjes tot enkele tientallen dieren waargenomen. Bruinvissen hebben een brede prooikeuze maar eten vooral vissen en inktvissen. Het voedsel verschilt sterk regionaal en is afhankelijk van het voedselaanbod.

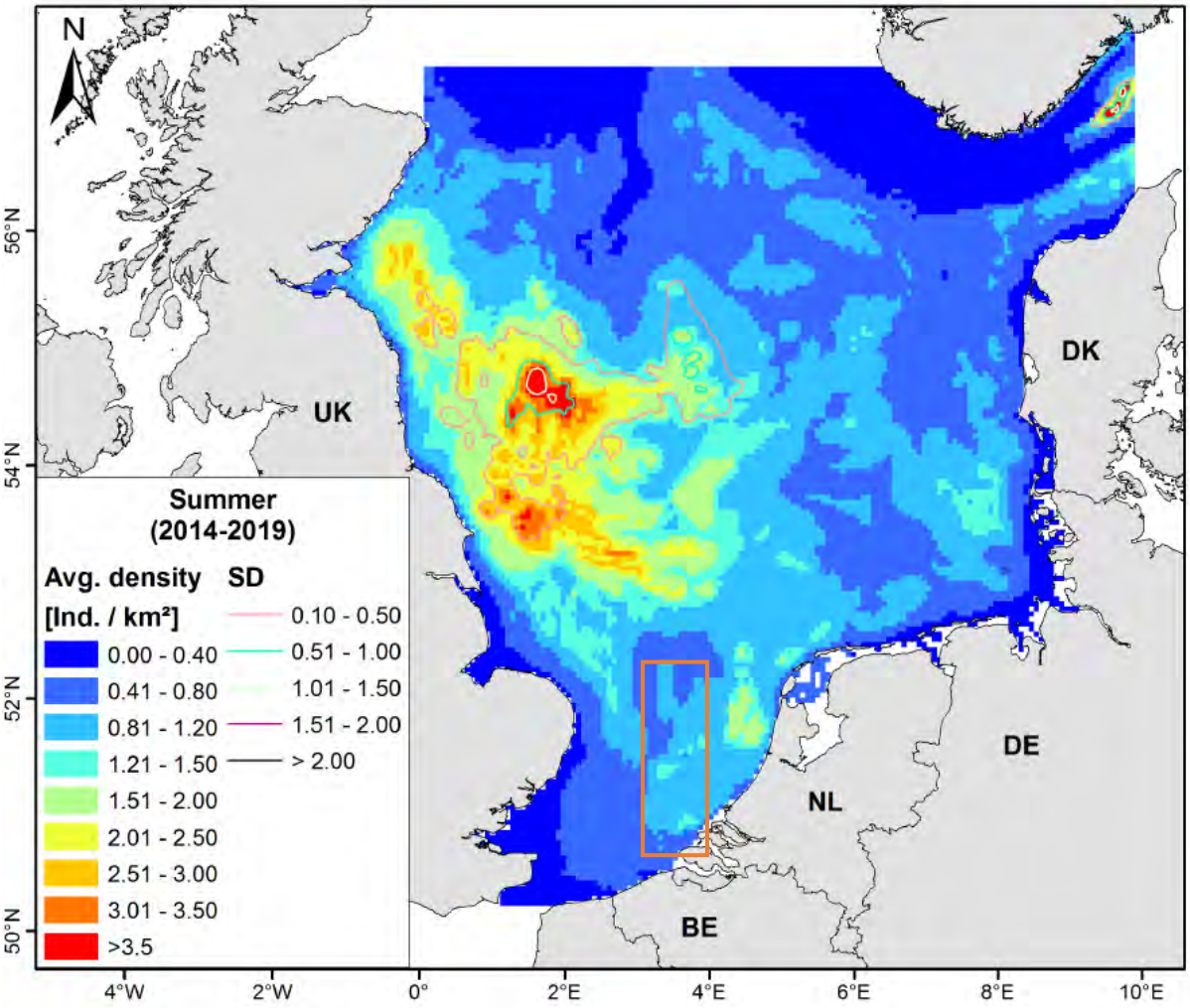
De Nederlandse bruinvissen zijn onderdeel van de algemene populatie in de zuidelijke Noordzee en er vindt migratie plaats naar Britse en vermoedelijk ook naar Duitse wateren. De migratiebewegingen van bruinvissen tussen de kustwateren en de open zee als ook die op grotere schaal, zijn voor de zuidelijke Noordzee zeer onduidelijk (Ministerie van Economische Zaken, 2014a).

In Gilles et al., (2020) zijn bruinvisdichtheden in de Noordzee berekend (Figuur 5-7). Deze zijn gebaseerd op data uit 2014 t/m 2019 van de jaarlijkse tellingen die vanuit een vliegtuig worden gedaan op het NPC.

Wageningen Marine Research telt jaarlijks vanuit een vliegtuig het aantal bruinvissen op het NCP. De dichtheden van bruinvissen gedurende de laatste drie zomertellingen bevestigen de bruinvisdichtheden weergegeven in Figuur 5-7. De totaalschattingen van het aantal bruinvissen varieerde tussen 2012 en 2019 van minstens 40.000 tot meer dan 75.000 dieren (Geelhoed et al., 2020; Geelhoed & Scheidat, 2018; Heinis et al., 2022).

De actuele kennis over verspreiding en dieet geven, vanwege de wijde verspreiding, onvoldoende aanleiding om in het Nederlandse deel van de zuidelijke Noordzee specifieke

voortplantingsgebieden, geboortegronden of foerageergebieden te identificeren (Ministerie van Economische Zaken, 2014a). Er is ook weinig bekend over de redenen achter de grote variatie in leefgebied. Mogelijk speelt voedselaanbod hierbij een rol.



Figuur 5-7 Dichtheidsverspreiding van bruinvissen (dieren/km²) van de periode maart tot en met mei. Data zijn van 2014 tot en met 2019 (Gilles et al., 2020). Het oranje kader geeft het globale studiegebied aan.

5.3.7 Gewone zeehond (H1364)

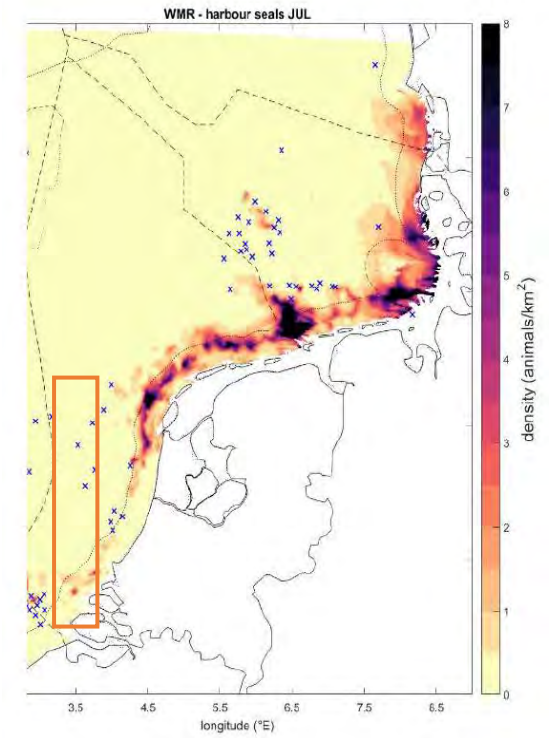
De gewone zeehond (*Phoca vitulina*) is een carnivoor en voedt zich met uiteenlopende soorten vis, weekdieren en kreeftachtigen (Ministerie van Economische Zaken, 2014b). Ze zoeken hun voedsel in de kustwateren en verder op zee waarbij ze in de winter soms tot wel 100 km de zee op trekken om te foerageren. Rond het begin van de zomer (mei-juli) worden de jongen geboren. Deze kunnen vrijwel gelijk zwemmen. Het jong wordt ongeveer een maand lang gezoogd. Deze zoogperiode is kritiek en zeer verstoringsgevoelig (Ministerie van Economische Zaken, 2014b). In de zomer (augustus) vindt de verharingsperiode plaats, tijdens deze periode zijn de zeehonden eveneens verstoringsgevoelig.

De meeste gewone zeehonden blijven in het gebied waar ze bekend zijn en ook is er weinig seizoenstrek. Wel treedt uitwisseling op tussen de verschillende gebieden waar de soort voorkomt, met name door jonge dieren. Sommige dieren vertonen zwerfgedrag en kunnen zich voor langere

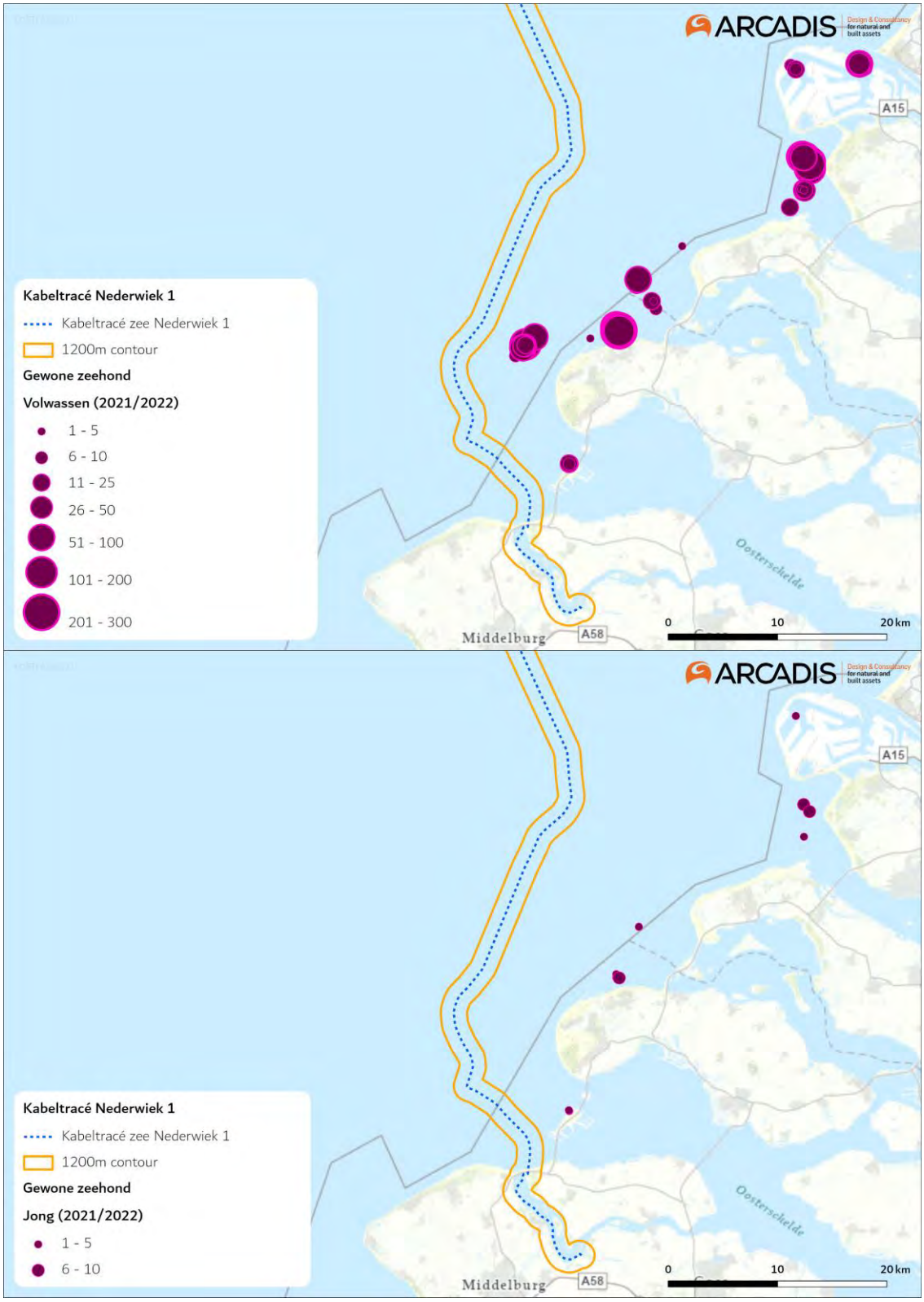
periodes in andere gebieden vestigen. Zo kan er migratie van en uitwisseling met andere regio's in de Noordzee plaatsvinden, zoals met populaties in Groot-Brittannië, Bretagne of de Duitse Waddenzee. In Nederland komt het overgrote deel, hedendaags rond de 90%, van de gewone zeehonden voor in de Waddenzee.

Hoewel de populatieomvang van de gewone zeehond een zeer positieve trend vertoont is de landelijke staat van instandhouding van de gewone zeehond (uit voorzorg) als matig ongunstig beoordeeld. Dit is gebaseerd op een ongunstig toekomstperspectief door het potentiële effect van menselijke activiteiten in de Waddenzee, Noordzee en Delta. Het is nog onvoldoende duidelijk wat het effect is van deze activiteiten (zand- en schelpwinning, visserij, toerisme, windmolens, scheepsvaart) op de populatie ontwikkelingen.

De gewone zeehond komt met name voor in de Noordzeekustzone, de Waddenzee en het Deltagebied. De zeehonden maken gebruik van droogvallende platen in de Waddenzee en de Delta om te rusten, verharen en zogen. De algehele verspreiding van gewone zeehonden is weergegeven in de zomer (Figuur 5-8) (Aarts, 2021). De gewone zeehond komt daarmee in het studiegebied voor. Liggebieden in het deltagebied zijn te zien in Figuur 5-9 (Hoekstein et al., 2023). De platen nabij het tracé worden door de gewone zeehond gebruikt als ligplaats (ook jonge gewone zeehonden).



Figuur 5-8 Kaart met de gemodelleerde verspreiding van gewone zeehonden in het Nederlandse deel van de Noordzee. De waarden staan voor het aantal gewone zeehonden per vierkante kilometer in juli. De blauwe kruizen geven geselecteerde gebieden weer in windparken waarvoor berekeningen zijn gemaakt ((Heinis et al., 2022 gebaseerd op (Aarts, 2021)). Het oranje kader geeft het globale studiegebied aan.



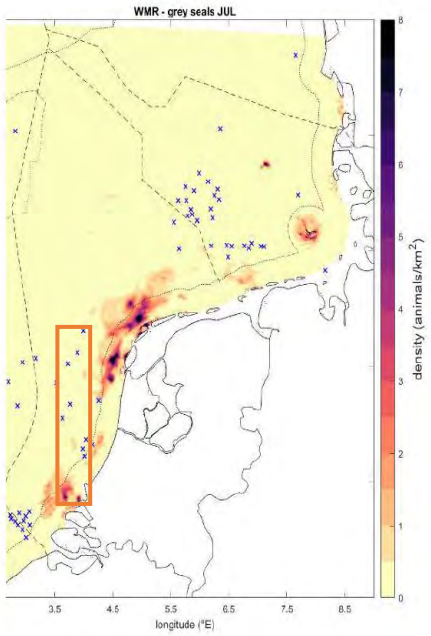
Figuur 5-9 Ligplaatsen van volwassen gewone zeehond (boven) en jonge gewone zeehond (onder) ten opzichte van het tracé. Data is gebaseerd op tellingen in het seizoen 2021/2022 (Hoekstein et al., 2023).

5.3.8 Grijze zeehond (H1365)

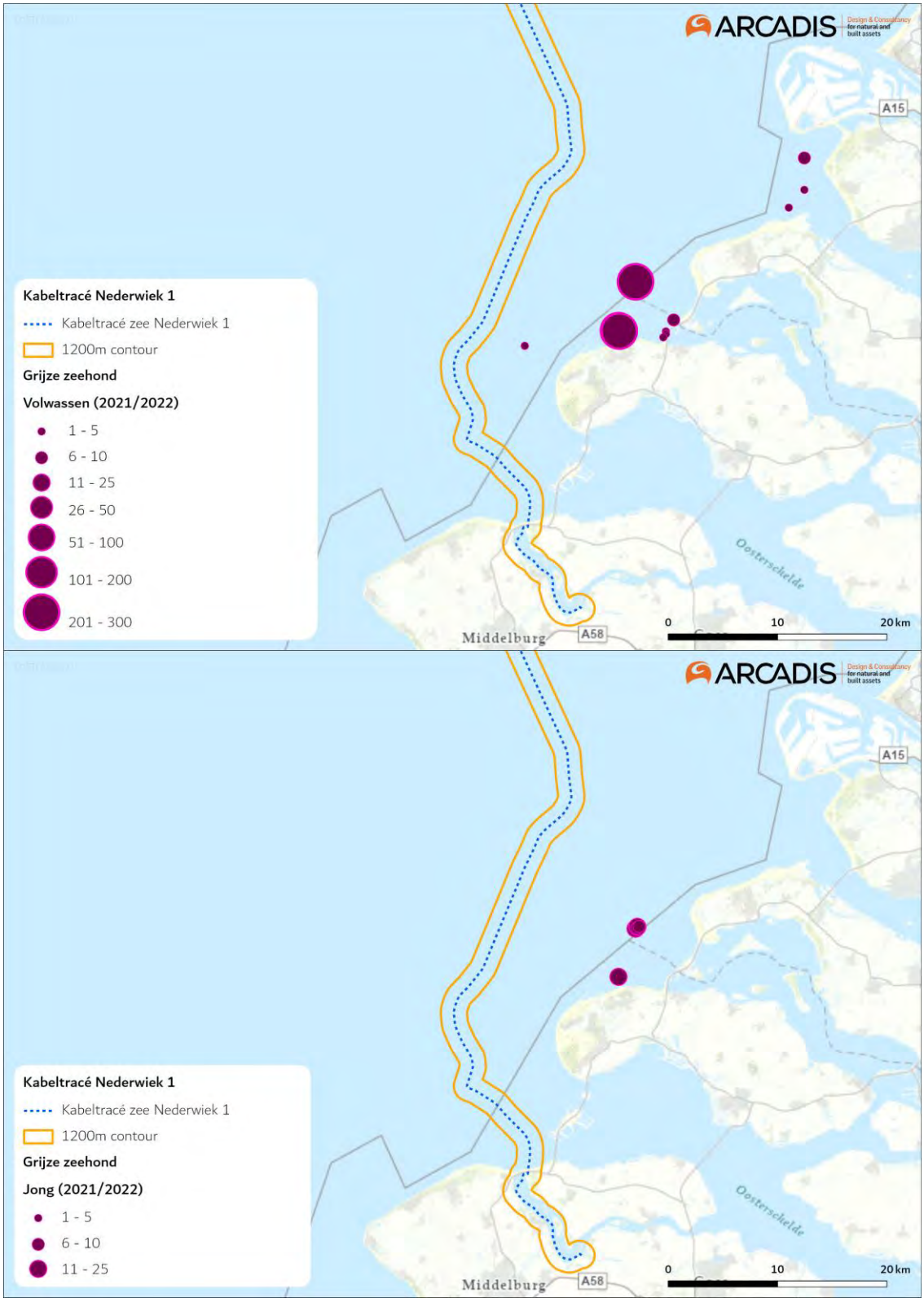
De grijze zeehond (*Halichoerus grypus*) heeft de gehele Noordzee (waaronder de kustzone), de Waddenzee en het Deltagebied als leefgebied. Een kaart van de algehele (gemodelleerde) verspreiding in dit gebied is weergegeven in Figuur 5-10.

Tijdens de voortplanting die in Nederland van november-januari plaats vindt en de daaropvolgende verharingsperiode (maart tot april) trekken de dieren meer naar de kust, vanwege de aanwezigheid van ligplaatsen die permanent droog liggen. Tijdens deze verharings- en zoogperiode bestaan ligplaatsen van grijze zeehonden uit rotskusten, zand- en kiezelstranden die tijdens normaal hoogwater niet onderlopen. Dit is belangrijk voor een efficiënte verharingsperiode en omdat de pups niet goed kunnen zwemmen en gedurende de zoogperiode van tenminste drie weken als ook tot een ruime maand hierna op hun ligplaatsen blijven (Ministerie van Economische Zaken, 2014c). Gedurende deze periode is verstoring nadelig. Hoger gelegen stranden en duinen bieden betere bescherming tegen overstroming, maar zijn minder geschikt als ligplaatsen omdat pups van grijze zeehonden daar doorgaans eerder worden verstoord (Ministerie van Economische Zaken, 2014c).

De grijze zeehond foerageert voornamelijk op de Noordzee. Rusten, verharen en zogen vindt voornamelijk plaats op droogvallende platen in de Waddenzee en het Deltagebied. De bekende liggebieden van de grijze zeehond in het Deltagebied zijn te zien in Figuur 5-11 (Hoekstein et al., 2023). De platen nabij het tracé worden door de grijze zeehond gebruikt als ligplaats (ook jonge gewone zeehonden). Binnen de 1.200 meter contour rondom het tracé is in het seizoen 2018/2019 een waarneming gedaan van een ligplaats van grijze zeehonden.



Figuur 5-10 Kaart met de gemodelleerde verspreiding van grijze zeehonden in het Nederlandse deel van de Noordzee. De waarden staan voor het aantal grijze zeehonden per vierkante kilometer in juli. De blauwe kruizen geven geselecteerde gebieden weer in windparken waarvoor berekeningen zijn gemaakt (Heinis et al., 2022 gebaseerd op (Aarts, 2021). Het oranje kader geeft het globale studiegebied aan.



Figuur 5-11 Ligplaatsen van volwassen grijze zeehond (boven) en jonge grijze zeehond (onder) ten opzichte van het tracé. Data is gebaseerd op tellingen in het seizoen 2021/2022 (Hoekstein et al., 2023).

5.4 Broedvogels

5.4.1 Inleiding

Het kabeltracé overlapt met Natura 2000-gebied Bruine Bank, Voordelta en Veerse Meer. Broedvogels zijn alleen aangewezen in Natura 2000-gebied Veerse Meer. In Tabel 5-1 is relevante informatie omtrent de instandhoudingsdoelen en de huidige situatie samengevat van de aangewezen soorten. Hierna is een korte beschrijving gegeven van de ecologie en verspreiding van de soorten. Hierbij zijn hoofdzakelijk aspecten uitgelicht die relevant zijn in het kader van de voorgenomen werkzaamheden in het studiegebied.

Tabel 5-1 Relevante informatie omtrent de instandhoudingsdoelen en de huidige situatie van broedvogels in het Veerse Meer. Data via Sovon, gebieden (Netwerk Ecologische Monitoring. Sovon, RWS, CBS, provincies). ++ = significant sterke toename van >5% per jaar, + = significante matige toename van < 5% per jaar, 0 = stabiel, geen significante trend, - = matige significante afname van < 5% per jaar, -- = sterke significante afname van >5% per jaar, ~ = geen trend aantoonbaar. Knelpunten zijn alleen aangegeven wanneer het ISHD niet wordt behaald.

Soort	**ISHD populatie *(langjarige gemiddelde van het aantal broedparen)***	**Trend sinds 1990**	**Trend sinds 2008**	**Huidig aantal broedparen *(jaargemiddelde laatste 5 jaar o.b.v. jaarlijkse data Sovon)***	**ISHD populatie wordt momenteel wel/niet behaald**	**Knelpunten genoemd in beheerplan (bhp)**
Aalscholver	300	-	-	170	Niet	Volgens bhp geen knelpunten aanwezig
Lepelaar	12	+	--	0	Niet	Volgens bhp geen knelpunten aanwezig
Kleine Mantelmeeuw	590	~	~	66	Niet	Volgens bhp geen knelpunten aanwezig

5.4.2 Lepelaar (A034)

De lepelaar broedt in kolonies. De soort broedt in dynamische milieus op de overgang tussen zoet en zout, waar ze zowel bodemnesten maken als nestelen in wilgen of lage struiken. Het voedsel van de lepelaar bestaat vooral uit kleine vis en garnaal, die ze al wadend in ondiep water vangen. De lepelaar is als kolonievogel tijdens de broedtijd gevoelig voor verstoring. De broedkolonies bevinden zich dus doorgaans op vergelijkbare plekken als aalscholverkolonies: in afgesloten reservaten of andere ontoegankelijke plekken. In het Veerse Meer broeden sinds 2016 geen lepelaars meer (Sovon telgegeven per gebied), voor 2016 broedde lepelaars uitsluitend op de Middelplaten (Lilipaly & Sluijter, 2021). De Middelplaten liggen >5 km verwijderd van het tracé. Lepelaars kunnen wel dichter bij het tracé komen tijdens het foerageren. Zoals te zien in Tabel 5-1 is de trend van lepelaar als broedvogel in het Veerse Meer vanaf 2008 zeer negatief, het huidige aantal broedparen ligt onder het instandhoudingsdoel.

5.4.3 Aalscholver (A017)

De aalscholver broedt in kolonies. De soort broedt in bomen en andere verticale landschapselementen in de buurt van visrijke wateren. Het voedsel van de aalscholver bestaat

vrijwel uitsluitend uit vis, die ze al duikend vangen. De aalscholver is als kolonievogel tijdens de broedtijd gevoelig voor verstoring. De broedkolonies bevinden zich dus doorgaans in afgesloten reservaten of andere ontoegankelijke plekken. In het Veerse Meer broeden aalscholvers uitsluitend op de Middelplaten (Lilipaly & Sluijter, 2021). De Middelplaten liggen >5 km verwijderd van het tracé. Aalscholvers kunnen wel dichter bij het tracé komen tijdens het foerageren. Zoals te zien in Tabel 5-1 is de trend van aalscholver als broedvogel in het Veerse Meer negatief, het huidige aantal broedparen ligt onder het instandhoudingsdoel.

5.4.4 Kleine mantelmeeuw (A183)

De kleine mantelmeeuw broedt in kolonies. De soort broedt in diverse halfopen tot open landschappen, zoals duinen en kwelders, eilandjes, opspuitterreinen, industriegebieden en daken van gebouwen of sluizencomplexen. De soort broedt vaak samen met zilvermeeuwen, maar bezet dan binnen de kolonie de meest grazige en moerassige delen. De kustbroeders foerageren vooral op vis, maar zijn ook opportunistisch op prooien in gras- en bouwland en op vuilnisbelten. Kleine mantelmeeuw broedt wel in de buurt van het tracé, op het eiland Haringvreter (Lilipaly & Sluijter, 2021). Kleine mantelmeeuwen kunnen ook tijdens het foerageren rond het tracé aanwezig zijn. Zoals te zien in Tabel 5-1 is de trend van kleine mantelmeeuw als broedvogel in het Veerse Meer vanaf 2008 onzeker, het huidige aantal broedparen ligt onder het instandhoudingsdoel.

5.5 Niet-broedvogels

5.5.1 Inleiding

Het tracé van Nederwiek 1 overlapt met Natura 2000-gebied Bruine Bank, Voordelta en Veerse Meer. Niet-broedvogels zijn aangewezen in alle drie de Natura 2000-gebieden. In onderstaande tabellen is per Natura 2000-gebied relevante informatie samengevat omtrent de instandhoudingsdoelen en de huidige situatie van de aangewezen niet-broedvogelsoorten. Hierin is ook aangegeven tot welke soortgroep iedere soort is gerekend. Na de tabellen volgen ecologische beschrijvingen per soortgroep. Hierbij zijn hoofdzakelijk aspecten uitgelicht die relevant zijn in het kader van de voorgenomen werkzaamheden in het studiegebied. Indien relevant is ook soortspecifieke informatie beschreven (bijvoorbeeld specifieke perioden met afwijkende ruimtelijke verspreiding).

Voor Natura 2000-gebied Bruine Bank is een procedure aangespannen door de Vogelbescherming om 9 extra vogelsoorten aan te wijzen. Om hiaten in deze Passende Beoordeling te voorkomen zijn deze extra vogelsoorten ook meegenomen, zie Tabel 5-2.

Als uitgangspunt is aangehouden dat aanwezigheid van niet-broedvogelsoorten aangewezen voor bovengenoemde Natura 2000-gebieden nooit uitgesloten kan worden. De verstoringscontouren van het tracé van Nederwiek 1 overlappen immers met aanzienlijke delen van deze Natura 2000-gebieden en de soorten zijn zeer mobiel. De aangewezen soorten worden daarom uit voorzorg allemaal behandeld in de effectbepaling.

*Tabel 5-2 Aangewezen niet-broedvogels voor de **Bruine Bank** met bijbehorende relevante informatie. De Bruine Bank is pas recentelijk aangewezen als Natura 2000-gebied (10-01 2022). Het heeft nog geen beheerplan en er is nog geen bevestiging of de behoudsdoelstellingen behaald worden. Ook 9 niet-aangewezen (niet-broedvogel) soorten zijn meegenomen, hiervoor loopt momenteel een procedure ten behoeve van aanwijzing. Deze soorten hebben geen instandhoudingsdoel en zijn in oranje weergegeven. Periode waarin de hoogste dichtheden aanwezig zijn o.b.v. aanwijzingsbesluit en (Fijn et al., 2022).*

Soort	Soortgroep	ISHD populatie	ISHD populatie wordt momenteel wel/niet behaald	Periode met de hoogste dichtheden op de Bruine Bank
Zeekoet	Viseters (duikend)	Behoud	onduidelijk	Nov-feb
Alk	Viseters (duikend)	Behoud	onduidelijk	Jan-mar
Jan-van-gent	Viseters (vliegend)	Behoud	onduidelijk	Aug en nov-jan
Dwergmeeuw	Viseters (vliegend)	Behoud	onduidelijk	Apr en okt-nov
Grote jager	Viseters (vliegend) / Opportunisten	Behoud	onduidelijk	Aug*
Grote mantelmeeuw	Viseters (vliegend) / Opportunisten	behoud	onduidelijk	Nov-jan
Papegaaiduiker	Viseters (duikend)	n.v.t.	n.v.t.	Nov*
Grote stern	Viseters (vliegend)	n.v.t.	n.v.t.	Apr en aug*
Noordse stern	Viseters (vliegend)	n.v.t.	n.v.t.	Apr*
Visdief	Viseters (vliegend)	n.v.t.	n.v.t.	Apr*
Noordse stormvogel	Viseters (vliegend) / Opportunisten	n.v.t.	n.v.t.	Apr
Drieteenmeeuw	Viseters (vliegend) / Opportunisten	n.v.t.	n.v.t.	Apr
Kleine mantelmeeuw	Viseters (vliegend) / Opportunisten	n.v.t.	n.v.t.	Jun
Stormmeeuw	Viseters (vliegend) / Opportunisten	n.v.t.	n.v.t.	Nov-jan*
Zilvermeeuw	Viseters (vliegend) / Opportunisten	n.v.t.	n.v.t.	Nov-apr*

**Soort is slechtst in zeer lage dichtheden of sporadisch aanwezig. Bijvoorbeeld omdat de soort vooral dichter bij de kust aanwezig zijn (o.a. zilvermeeuw en grote stern) of omdat het een relatieve zeldzaamheid betreft voor het NCP (grote jager en papegaaiduiker).*

*Tabel 5-3 Aangewezen niet-broedvogels voor de **Voordelta** met bijbehorende relevante informatie. **++** = significant sterke toename van >5% per jaar, **+** = significante matige toename van < 5% per jaar, **0** = stabiel, geen significante trend, **-** = matige significante afname van < 5% per jaar, **--** = sterke significante afname van >5% per jaar, **~** = geen trend aantoonbaar. Knelpunten zijn alleen aangegeven wanneer het ISHD niet wordt behaald.*

Soort	Soortgroep	ISHD populatie *(langjarig seizoens-gemiddelde)*	Trend sinds 1990	Trend sinds 2008	Huidig aantal *(seizoens-gemiddelde laatste 5 jaar o.b.v. jaarlijkse data Sovon)*	ISHD populatie wordt momenteel wel/niet behaald	Knelpunten genoemd in beheerplan (bhp)
Brilduiker	Duikende benthoseters	330	-	-	76	Niet	Voedselbeschikbaarheid in combinatie met rust is onvoldoende gegarandeerd. Specifiek afname schelpdieren in de Haringvlietmonding
Eider	Duikende benthoseters	2500	++	~	285	Niet	
Topper	Duikende benthoseters	80	--	--	2	Niet	
Zwarte zee-eend	Duikende benthoseters	9700	~	~	697	Niet	
Grauwe Gans	Ganzen en Zwanen	70	++	+	507*	Wel	
Bergeend	Grondeleenden	360	+	++	1237	Wel	
Krakeend	Grondeleenden	90	+	~	93	Wel	
Pijlstaart	Grondeleenden	250	+	+	326	Wel	

Slobeend	Grondeleenden	90	+	++	117	Wel	
Smient	Grondeleenden	380	+	~	457	Wel	
Wintertaling	Grondeleenden	210	0	++	368	Wel	
Lepelaar	Reigers en lepelaars	10	++	++	76	Wel	
Bontbekplevier	Steltlopers	70	0	~	135	Wel	
Bonte strandloper	Steltlopers	620	0	+	1472	Wel	
Drieteenstrandloper	Steltlopers	350	++	++	1607	Wel	
Kluut	Steltlopers	150	+	++	200	Wel	
Rosse grutto	Steltlopers	190	0	+	196	Wel	
Scholekster	Steltlopers	2500	+	++	4792	Wel	
Steenloper	Steltlopers	70	+	++	158	Wel	
Tureluur	Steltlopers	460	-	-	248	Niet	Rust op Slikken van Voorne onvoldoende gewaarborgd door een onvoldoende omvang van het rustgebied, onvoldoende naleefgedrag en een niet optimale inrichting (van de palenrij en de betonning).
Wulp	Steltlopers	980	+	++	2457	Wel	
Zilverplevier	Steltlopers	210	0	+	326	Wel	
Aalscholver	Viseters (duikend)	480	0	0	573	Wel	
Fuut	Viseters (duikend)	280	0	~	78	Niet	Niet aangegeven
Kuifduiker	Viseters (duikend)	6	++	~	11	Wel	
Middelste zaagbek	Viseters (duikend)	120	+	+	250	Wel	
Roodkeelduiker	Viseters (duikend)	behoud	+	+	7	Niet	Rust bij Brouwersdam niet gegarandeerd
Dwergmeeuw	Viseters (vliegend)	behoud	+	~	56	Niet	
Grote stern	Viseters (vliegend)	behoud	?	?	?	?	Rust op platen niet gegarandeerd
Visdief	Viseters (vliegend)	behoud	?	?	?	?	

** gemiddelde van laatste 5 jaar van data 'functie slapen' en 'functie foerageren'*

*Tabel 5-4 Aangewezen niet-broedvogels voor het **Veerse Meer** met bijbehorende relevante informatie. **++** = significant sterke toename van >5% per jaar, **+** = significante matige toename van < 5% per jaar, **0** = stabiel, geen significante trend, **-** = matige significante afname van < 5% per jaar, **--** = sterke significante afname van >5% per jaar, **~** = geen trend aantoonbaar. Knelpunten zijn alleen aangegeven wanneer het ISHD niet wordt behaald.*

Soort	Soortgroep	ISHD populatie *(langjarig seizoens-gemiddelde)*	Trend sinds 1990	Trend sinds 2008	Huidig aantal *(seizoens-gemiddelde laatste 5 jaar o.b.v. jaarlijkse data Sovon)*	ISHD populatie wordt momenteel wel/niet behaald	Knelpunten genoemd in beheerplan (bhp)
Aalscholver	Viseters (duikend)	170	=	=	146	Niet	Onbekend, maar mogelijk voedselaanbod.
Fuut	Viseters (duikend)	290	+	=	347	Wel	

Middelste zaagbek	Viseters (duikend)	320	=	+	376	Wel	
Kleine zilverreiger	Reigers en lepelaars	7	++	~	14	Wel	
Lepelaar	Reigers en lepelaars	4	++	--	14	Wel	
Goudplevier	Steltlopers	820	=	~	352	Niet	Externe oorzaken
Kluut	Steltlopers	90	-	-	42	Niet	Onbekend, maar mogelijk voedselaanbod.
Kleine zwaan	Ganzen en Zwanen	Geen opgave / Behoud	--	--	4*	?	
Kolgans	Ganzen en Zwanen	Geen opgave / Behoud	~	~	Geen data	?	
Rotgans	Ganzen en Zwanen	210	=	~	639*	Wel	
Brandgans	Ganzen en Zwanen	600	=	-	359	Niet	Geen knelpunt benoemd
Krakeend	Grondeleenden	60	+	+	73	Wel	
Pijlstaart	Grondeleenden	50	=	~	19	Niet	Onbekend, maar mogelijk voedselaanbod.
Slobeend	Grondeleenden	40	-	+	28	Niet	Onbekend, maar mogelijk voedselaanbod.
Smient	Grondeleenden	4000	~	--	842	Niet	Geen knelpunt benoemd
Wilde eend	Grondeleenden	3200	-	-	976	Niet	Externe oorzaken
Dodaars	Duikende benthoseter	160	-	-	72	Niet	Onbekend, maar mogelijk voedselaanbod.
Meerkoet	Duikende benthoseter	4200	-	~	1787	Niet	Onbekend, maar mogelijk voedselaanbod.
Brilduiker	Duikende benthoseter	420	-	--	85	Niet	Onbekend, maar mogelijk voedselaanbod.
Kuifeend	Duikende benthoseter	760	-	+	226	Niet	Onbekend, maar mogelijk voedselaanbod.

** gemiddelde van laatste 5 jaar van data 'functie slapen' en 'functie foerageren'.*

5.5.2 Viseters (vliegend)

Onder deze soortgroep vallen de soorten: Jan-van-gent, noordse stern, visdief, grote stern, grote jager, noordse stormvogel, grote mantelmeeuw, dwergmeeuw, drieteenmeeuw, kleine mantelmeeuw, stormmeeuw, zilvermeeuw en dwergmeeuw. Vliegende viseters foerageren op vis door vanuit de lucht duikvluchten te maken. Soms pakken ze ook kreeftachtigen en andere ongewervelden die zij tegenkomen. De meeste soorten beperken zich tot prooivis die dicht bij het wateroppervlak zwemt. De jan-van-gent jaagt echter tot 25 m diep. Voor vliegende viseters is voldoende doorzicht van het water belangrijk. De verschillende soorten meeuwen zijn naast viseters ook opportunisten, dit wordt apart beschreven in de volgende paragraaf (5.5.3). Sterns en meeuwen hebben relatief lage verstoringsafstanden (grote mantelmeeuw en grote stern bijvoorbeeld 250 m als niet-broedvogel, Krijgsveld et al., 2022), ze zijn dus relatief weinig verstoringsgevoelig.

5.5.3 Opportunisten

Onder deze soortgroep vallen de soorten: noordse stormvogel, stormmeeuw, grote jager, grote mantelmeeuw, kleine mantelmeeuw, drieteenmeeuw en zilvermeeuw. Opportunisten eten vrijwel alles wat ze relatief eenvoudig te pakken kunnen krijgen, ze hebben daardoor veelzijdige manieren van voedsel zoeken en een gevarieerd dieet. Op zee en rond de kust wordt veel vis gegeten. De vis

kan zelf zijn gevangen, maar ook zijn gestolen van andere vogels (zoals jan-van-genten en alken) of afkomstig zijn van vissersschepen. Soms worden eieren en kuikens of andere jonge/kleine dieren geroofd van nesten. Aan de kust worden ook etensresten van menselijke oorsprong gegeten. Zoals in voorgaande paragraaf toegelicht zijn meeuwen relatief weinig verstoringsgevoelig.

5.5.4 Viseters (duikend)

Onder deze soortgroep vallen de soorten: zeekoet, alk, papegaaiduiker, aalscholver, fuut, kuifduiker, middelste zaagbek en roodkeelduiker. Duikende viseters foerageren op vis door vanaf het wateroppervlak te duiken, hierbij kunnen ze grote dieptes bereiken. Soms pakken ze ook kreeftachtigen en andere ongewervelden die zij tegenkomen. De vogels zoeken naar prooidieren terwijl ze zich onder water begeven. Hierbij is doorzicht van het water van enig belang. Voor bijvoorbeeld de fuut is wel vermeld dat het water 'niet zo heel helder hoeft te zijn', doorzicht tot op ca. 4 m diepte is voldoende (Ministerie van LNV, 2008c). De aalscholver profiteert soms juist zelfs van water met weinig doorzicht. Bij beperkt doorzicht van het water gaan aalscholvers groepsgewijs vissen. Deze manier van foerageren levert per vogel soms meer op dan solitair vissen in helder water (Ministerie van LNV, 2008b). Duikende viseters rusten op open water hebben relatief hoge verstoringsafstanden (roodkeelduiker bijvoorbeeld tot 2.000 m, Krijgsveld et al., 2022), ze kunnen dus zeer verstoringsgevoelig zijn.

5.5.5 Duikende benthoseters

Onder deze soortgroep vallen de soorten: brilduiker, eider, topper, zwarte zee-eend, dodaars, meerkoet en kuifeend. Duikende benthoseters foerageren door vanaf het wateroppervlak naar de bodem te duiken om daar op tast te zoeken naar schelp- en schaaldieren en andere macrofauna. Afhankelijk van het voedselaanbod worden soms ook kleine vis en zaden gegeten. Duikende benthoseters rusten op open water en hebben relatief hoge verstoringsafstanden (zwarte-zee eend bijvoorbeeld tot 2.000 m, Krijgsveld et al., 2022), ze kunnen dus zeer verstoringsgevoelig zijn.

5.5.6 Reigers en lepelaars

Onder deze soortgroep vallen de soorten: kleine zilverreiger en lepelaar. Reigers en lepelaars foerageren voornamelijk op vis en ongewervelden. Dit doen ze al wadend in ondiep water (zowel zoet als zout), bij voorkeur in beschutte moerasgebieden, langs oevers of in ondiepe geulen en plassen op droogvallende platen in intergetijdengebied. Beide soorten prefereren helder, visrijk water. Lepelaars foerageren vooral op tast, ze 'maaien' met hun snavel door het water en voelen wat er tegen aan komt. De kleine zilverreiger jaagt op zicht, en doet dit ook vanaf de oever. De vogels rusten veelal in groepen, o.a. in de rustig gelegen en beschutte ondiepe wateren of oevers. Reigers en lepelaars hebben middelgrote verstoringsafstanden (kleine zilverreiger tot 500 m als niet-broedvogel, Krijgsveld et al., 2022), ze zijn dus redelijk verstoringsgevoelig.

5.5.7 Steltlopers

Onder deze soortgroep vallen de soorten: bontbekplevier, bonte strandloper, drieteenstrandloper, kluut, rosse grutto, scholekster, steenloper, tureluur, wulp, zilverplevier en goudplevier. Steltlopers foerageren voornamelijk in ondiep water, zoals oeverzones, of op droogvallende zand-/slikplaten naar macrofauna (wormen, kleine kreeftachtigen, en ander bodemleven) en soms visjes. Sommige soorten foerageren ook naar wormen in voedselrijke graslanden. Steenloper foerageert als enige uitzondering vrijwel uitsluitend op hard substraat in de oeverzone, zoals dammen en dijken (vandaar zijn naam). Bij hoogtij worden in de omgeving gelegen permanent droog liggende terreinen ook

gebruikt als hoogwatervluchtplaats, zoals zandbanken en dijken. Op hoogwatervluchtplaatsen kunnen grote dichtheden steltlopers rusten. De rustende steltlopers hebben hoge verstoringsafstanden (wulp en rosse grutto tot 2.000 m als niet-broedvogel, Krijgsveld et al., 2022), ze kunnen dus zeer verstoringsgevoelig zijn.

5.5.8 Ganzen en Zwanen

Onder deze soortgroep vallen de soorten: grauwe gans, kolgans, rotgans, brandgans en kleine zwaan. Ganzen en zwanen eten delen van (water) planten en wieren in ondiep water, oeverzones en kwelders, maar ook in voedselrijke graslanden. Ze rusten op beschutte wateren en oeverzones. Ganzen en zwanen hebben middelgrote verstoringsafstanden (kleine zwaan tot 1.000 m als niet-broedvogel, Krijgsveld et al., 2022), ze zijn dus redelijk verstoringsgevoelig.

5.5.9 Grondeleenden

Onder deze soortgroep vallen de soorten: bergeend, krakeend, pijlstaart, slobeend, smient, wintertaling en wilde eend. Grondeleenden foerageren vooral naar plantaardig voedsel en kleine macrofauna en zoöplankton aan het wateroppervlak in de oeverzone. Soms wordt ook op land gefoerageerd. Hierbij filteren ze het wateroppervlak en/of dunne sliblagen met hun snavel door middel van ‘grondelen’. Ze rusten op beschutte wateren en oeverzones. Grondeleenden hebben middelgrote verstoringsafstanden (bijvoorbeeld pijlstaart tot 500 m als niet-broedvogel, Krijgsveld et al., 2022), ze zijn dus redelijk verstoringsgevoelig. Bergeenden zijn tijdens de rui echter zeer verstoringsgevoelig en hebben een verstoringsafstand van 1.500 meter.

5.6 Conclusie systeem- en gebiedsbeschrijving

In paragrafen 5.6.1, 5.6.2 en 5.6.3 is per Natura 2000-gebied gekeken welke instandhoudingsdoelen mee moeten worden genomen in de effectbeoordeling. In de voorgaande paragrafen is in de gebiedsbeschrijving onder andere de verspreiding van de verschillende soorten en habitattypen verkend. Een soort of habitat kan mogelijk effecten ondervinden als de verspreiding overlapt met de effectcontouren van het betreffende gevolg van Net op zee Nederwiek 1. In onderstaande paragraaf wordt beoordeeld welke soorten om deze reden verder in de beoordeling meegenomen moeten worden. Instandhoudingsdoelen die in paragrafen 5.6.1, 5.6.2 en 5.6.3 zijn gemarkeerd maar waarvan blijkt dat deze niet beïnvloed worden, zijn gemarkeerd in Tabel 5-2, Tabel 5-3 en Tabel 5-4 met een NB (Niet Beïnvloed).

5.6.1 Bruine Bank

Als uitgangspunt is aangehouden dat aanwezigheid van alle niet-broedvogelsoorten aangewezen voor Natura 2000-gebied Bruine Bank niet uitgesloten kan worden (incl. de soorten waarvoor een procedure loopt t.b.v. aanwijzing). De verstoringscontouren van het tracé van Nederwiek 1 overlappen immers met aanzienlijke delen Natura 2000-gebied Bruine Bank (Figuur 4-1) en de vogelsoorten zijn zeer mobiel. Op voorhand kunnen effecten daarom niet worden uitgesloten op de vogelsoorten (zie Tabel 5-5). Deze soorten worden daarom uit voorzorg allemaal behandeld in de effectbepaling.

Tabel 5-5 Soorten met instandhoudingsdoelen die mogelijk effect ondervinden van Net op zee IJmuiden Nederwiek 1 zijn gemarkeerd met een X of E (extern effect).

Groep	Instandhoudingsdoelen		Vertroebeling	Verstoring geluid, beweging, licht
Niet-broedvogels	A016	Jan-van-gent	E	X
	A175	Grote jager	E	X
	A177	Dwergmeeuw	E	X
	A187	Grote mantelmeeuw	E	X
	A199	Zeekoet	E	X
	A200	Alk	E	X
Aanvullende niet-broedvogels n.a.v. procedure t.b.v. aanwijzing	n.v.t.	Papegaaiduiker	E	X
	n.v.t.	Grote stern	E	X
	n.v.t.	Noordse stern	E	X
	n.v.t.	Visdief	E	X
	n.v.t.	Noordse stormvogel	E	X
	n.v.t.	Drieteenmeeuw	E	X
	n.v.t.	Kleine mantelmeeuw	E	X
	n.v.t.	Stormmeeuw	E	X
	n.v.t.	Zilvermeeuw	E	X

5.6.2 Voordelta

Gebaseerd op de verspreiding van aangewezen habitattypen en habitatrichtlijnsoorten en de gegeven reikwijdtes (zie hoofdstukken 4 en 5), zijn effecten van gevolgen op sommige instandhoudingsdoelen uitgesloten (zie ook “NB” in Tabel 5-6). Dit geldt (deels) voor de habitattypen H1140A Permanent overstroomde zandbanken, H1310AB Zilte pionierbegroeiingen, H1320 Slijkgrasvelden, H1330A Schorren en zilte graslanden (buitendijks), H2110 Embryonale duinen en H2120 Witte duinen.

Voor alle niet-broedvogels is als uitgangspunt aangehouden dat aanwezigheid op voorhand niet uitgesloten kan worden. De verstoringscontouren van het tracé van Nederwiek 1 overlappen immers met aanzienlijke delen Natura 2000-gebied Voordelta (Figuur 4-1) en de vogelsoorten zijn zeer mobiel. Op voorhand kunnen effecten daarom niet worden uitgesloten op de vogelsoorten (zie onderstaande tabel). Deze soorten worden daarom uit voorzorg allemaal behandeld in de effectbepaling.

Tabel 5-6 Instandhoudingsdoelen die mogelijk effect ondervinden van Net op zee Nederwiek 1 zijn gemarkeerd met een X of E (extern effect). NB staat voor Niet Beinvloed; voor deze instandhoudingsdoelen zijn effecten uitgesloten vanwege de verspreiding van de instandhoudingsdoelen en de verstoringscontouren als gevolg van de werkzaamheden. Instandhoudingsdoelen waar geen markering staat zijn niet gevoelig voor dat type verstoring.

Groep	Instandhoudingsdoelen		Vertroebeling	Sedimentatie	Continu onderwatergeluid	Impuls onderwatergeluid	Verstoring als gevolg van geluid, beweging, licht	Habitataantasting	Elektromagnetische velden
Habitattypen	H1110A	Permanent overstroomde zandbanken (getijdengebied)	NB	NB				NB	
	H1110B	Permanent overstroomde zandbanken (Noordzeekustzone)	X	NB				X	
	H1140A	Slik- en zandplaten (getijdengebied)	NB	NB				NB	
	H1140B	Slik- en zandplaten (Noordzeekustzone)	X	NB				X	
	H1310A	Zilte pionierbegroeiingen (zeekraal)						NB	
	H1310B	Zilte pionierbegroeiingen (zeevetmuur)						NB	
	H1320	Slijkgrasvelden						NB	
	H1330A	Schorren en zilte graslanden (buitendijks)						NB	
	H2110	Embryonale duinen						NB	
	H2120	Witte duinen						NB	
Habitatsoorten	H1095	Zeeprik			X	E			X
	H1099	Rivierprik			X	E			X
	H1102	Elft			X	E			X
	H1103	Fint			X	E			X
	H1351	Bruinvis			X	E			X
	H1364	Grijze zeehond			X	E	X		X
	H1365	Gewone zeehond			X	E	X		X
Niet-broedvogels	A001	Roodkeelduiker					X		
	A005	Fuut					X		
	A007	Kuifduiker					X		
	A017	Aalscholver					X		
	A034	Lepelaar					X		
	A043	Grauwe gans					X		
	A048	Bergeend		NB			X		
	A050	Smient					X		
	A051	Krakeend					X		
	A052	Wintertaling					X		
	A054	Pijlstaart					X		
	A056	Slobeend					X		
	A062	Toppereend		NB			X		
	A063	Eidereend		NB			X		
	A065	Zwarte zee-eend		NB			X		
	A067	Brilduiker					X		
	A069	Middelste zaagbek					X		
	A130	Scholekster		NB			X	X	
	A132	Kluut		NB			X	X	
	A137	Bontbekplevier		NB			X	X	
	A141	Zilverplevier		NB			X	X	
	A144	Drieteenstrandloper		NB			X	X	
	A149	Bonte strandloper		NB			X	X	
	A157	Rosse grutto		NB			X	X	
	A160	Wulp		NB			X	X	

Groep	Instandhoudingsdoelen		Vertroebeling	Sedimentatie	Continu onderwatergeluid	Impuls onderwatergeluid	Verstoring als gevolg van geluid, beweging, licht	Habitataantasting	Elektromagnetische velden
	A162	Tureluur		NB			X	X	
	A169	Steenloper		NB			X	X	
	A177	Dwergmeeuw					X		
	A191	Grote stern					X		
	A193	Visdief					X		

5.6.3 Veerse Meer

Gebaseerd op de verspreiding van aangewezen broedvogels en de gegeven verstoringscontouren (zie hoofdstukken 4 en 5), worden effecten van verstoring als gevolg van geluid, beweging en licht op de broedvogelsoort aalscholver en lepelaar uitgesloten (zie ook “NB” in Tabel 5-7). Omdat de soorten wel kunnen foerageren rond het tracé tijdens de broedperiode wordt het effect van vertroebeling, sedimentatie en habitataantasting nog wel behandeld.

Als uitgangspunt is aangehouden dat aanwezigheid van alle niet-broedvogelsoorten aangewezen voor Natura 2000-gebied Veerse Meer niet uitgesloten kan worden (incl. de soorten waarvoor een procedure loopt t.b.v. aanwijzing). De verstoringscontouren van het tracé van Nederwiek 1 overlappen immers met aanzienlijke delen het Natura 2000-gebied (Figuur 4-2) en de vogelsoorten zijn zeer mobiel. Op voorhand kunnen effecten daarom niet worden uitgesloten op de vogelsoorten (zie onderstaande tabel). Deze soorten worden daarom uit voorzorg allemaal behandeld in de effectbepaling.

Tabel 5-7 Instandhoudingsdoelen die mogelijk effect ondervinden van Net op zee Nederwiek 1 zijn gemarkeerd met een X. NB staat voor Niet Beinvloed; voor deze instandhoudingsdoelen zijn effecten uitgesloten vanwege de verspreiding van de instandhoudingsdoelen en de verstoringscontouren als gevolg van de werkzaamheden. Instandhoudingsdoelen waar geen markering staat zijn niet gevoelig voor dat type verstoring.

Groep	Soort met instandhoudingsdoelen		Vertroebeling	Sedimentatie	Verstoring geluid, beweging, licht	Habitat-aantasting
Broedvogel-soorten	A017	Aalscholver	X		NB	
	A034	Lepelaar	X	X	NB	X
	A183	Kleine Mantelmeeuw	X		X	
Niet-broedvogels	A004	Dodaars	X	X	X	X
	A005	Fuut	X		X	
	A017	Aalscholver	X		X	
	A026	Kleine zilverreiger	X		X	
	A034	Lepelaar		X	X	X

	A037	Kleine zwaan			X	
	A041	Kolgans			X	
	A045	Brandgans			X	
	A046	Rotgans			X	
	A050	Smient	X	X	X	X
	A051	Krakeend	X	X	X	X
	A053	Wilde eend	X	X	X	X
	A054	Pijlstaart	X	X	X	X
	A056	Slobeend	X	X	X	X
	A061	Kuifeend	X	X	X	X
	A067	Brilduiker	X	X	X	X
	A069	Middelste zaagbek	X		X	
	A125	Meerkoet	X	X	X	X
	A132	Kluut	X	X	X	X
	A140	Goudplevier	X	X	X	X

6 Effectbepaling

In dit hoofdstuk is per gevolg het effect op betrokken soorten of habitattypen bepaald. De toetsing van dit effect, aan de Wnb, onderdeel gebiedsbescherming, via de betreffende instandhoudingsdoelen volgt in hoofdstuk 8. In hoofdstuk 7 worden effecten in cumulatie met andere projecten meegenomen.

6.1 Vertroebeling

In deze paragraaf wordt het effect van vertroebeling, op trekvissen, zichtjagende vogels en filterfeeders beschreven op zee en het Veerse Meer. Hiervoor is de vertroebeling in de aanlegfase als worst-case genomen. Lokaal kan bij onderhoud in de gebruiksfase ook vertroebeling optreden, maar deze effecten zullen vele malen kleiner zijn dan die van de aanleg. Om het effect van vertroebeling in de aanlegfase te kunnen duiden wordt eerst een nadere verdieping uiteengezet van de reikwijdte en over de gebruikte studie en de achtergrondconcentraties.

6.1.1 Op zee

Modelstudie
Met behulp van het numerieke rekenmodel Delft3D is de slibverspreiding bij de werkzaamheden gemodelleerd. De resultaten zijn vervolgens gebruikt om de mate van vertroebeling en sedimentatie te beschouwen ten gevolge van de (voornamelijk bagger-) werkzaamheden. Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie beschrijft deze studies.

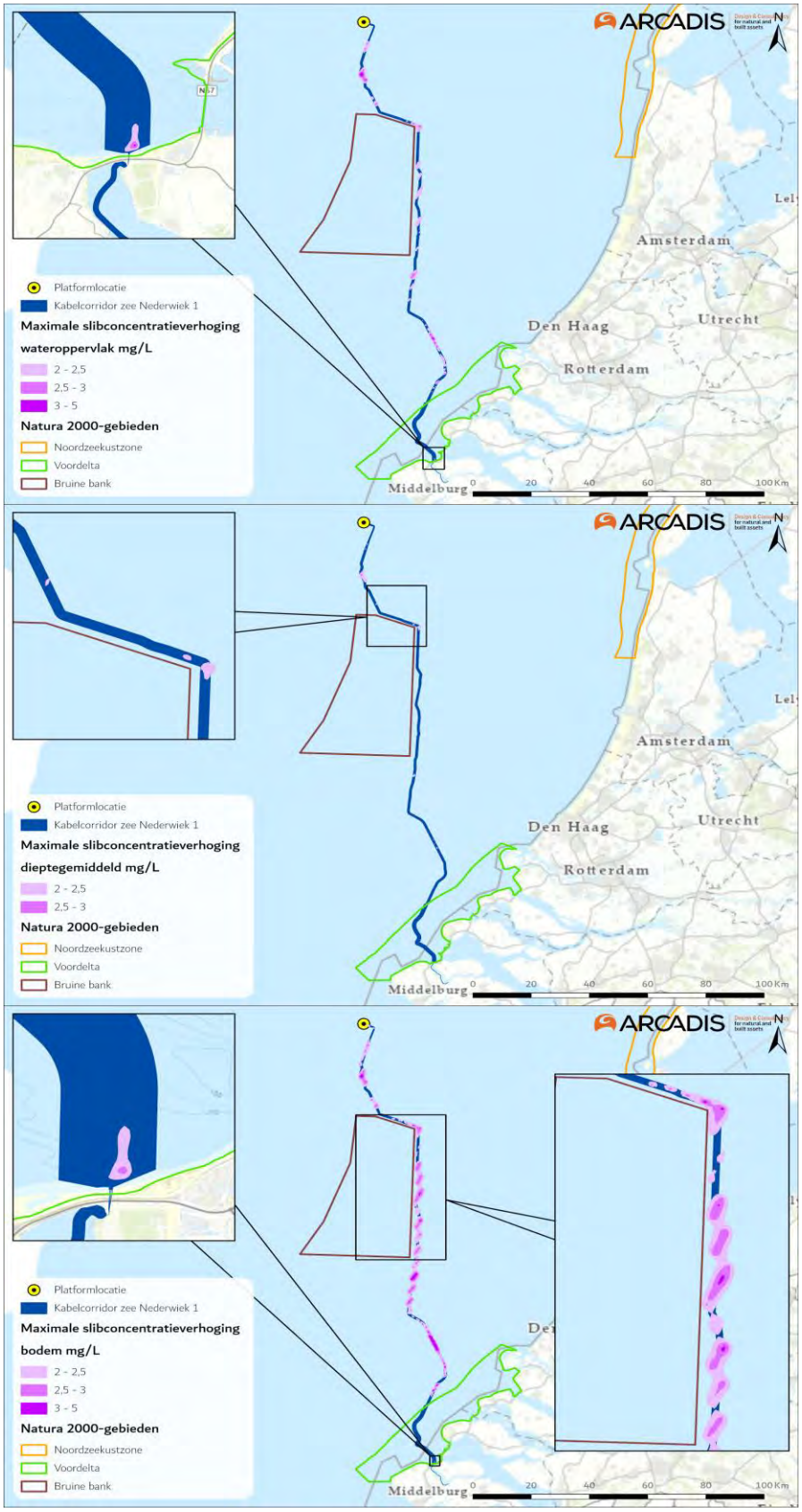
In de slibmodelleerstudie (Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie) zijn enkele aannames gedaan over de fasering van de aanleg van het kabeltracé en daarmee de baggerwerkzaamheden. Zo is de algemene methodiek in de worst-case benadering om overal jet trenchen (2,5 m diepte) toe te passen en op sommige stukken eerst de geul te baggeren (6 meter diepte) om vervolgens te jet trenchen. In de aanwezigheid van zandgolven worden deze eerst afgevlakt door middel van pre-sweeping (van de kruinen van zandgolven), waarna via jet trenchen de kabel in het zeebed wordt begraven. Verder is er in het model aangenomen dat er gebaggerd wordt vanaf de kust (oost) naar het platform op zee (noordwest) en dat er tegelijk gewerkt wordt binnen en buiten de kustzone van de Noordzee.

Ten behoeve van een worst-case beoordeling voor vertroebeling (en sedimentatie) is de snelst mogelijke aanleg gemodelleerd. Dit veroorzaakt namelijk maximale vertroebelingsconcentraties (en sedimentatiesnelheden). De aanleg van de kabels zou in werkelijkheid langer kunnen duren, dit zal altijd leiden tot lagere vertroebelingswaarden (en sedimentatiesnelheden) met minder grote effecten. Bij de baggerperiode is ervan uitgegaan dat eerst 80% van het totale te baggeren volume wordt gebaggerd en aansluitend daarop de overige 20% in de vorm van onderhoudsbaggerwerkzaamheden die tijdens de aanleg van de kabel plaatsvinden om de kabel goed te kunnen leggen. Deze uitgangspunten voor de snelst mogelijke werkwijze zijn niet van toepassing op de beoordeling van andere gevolgen bijvoorbeeld verstoring, omdat daar juist de langst durende effecten relevant zijn.

In deze effectbeoordeling wordt gekeken naar de verhoging van de slibconcentratie aan het wateroppervlak (bovenste 2 meter van de waterkolom), in de gehele waterkolom (het dieptegemiddelde), en bij de bodem. Concentraties aan het wateroppervlak zijn van belang voor het jachtsucces van zichtjagende vogels (duikvluchtjagers zoals meeuwen en sterns) en primaire

productie. Dieptegemiddelde concentraties zijn van belang voor de migratie van trekvissen, voor (dieper) duikende vogels en voor schelpdieren en andere filterfeeders. Wanneer vertroebeling een effect heeft of schelpdieren en andere filterfeeders kunnen er indirect ook effecten op vogels optreden die foerageren op schelpdieren. Aan de hand van de bodemconcentraties kunnen interpretaties gedaan worden voor de effecten op bodemdieren en daarmee habitattypen.

In Figuur 6-1 wordt het ruimtelijk beeld van de opgetelde maximale concentratieverhoging voor de drie categorieën (wateroppervlak (8.135 ha), dieptegemiddeld (1.041 ha) en bodem (22.201 ha)) weergegeven.



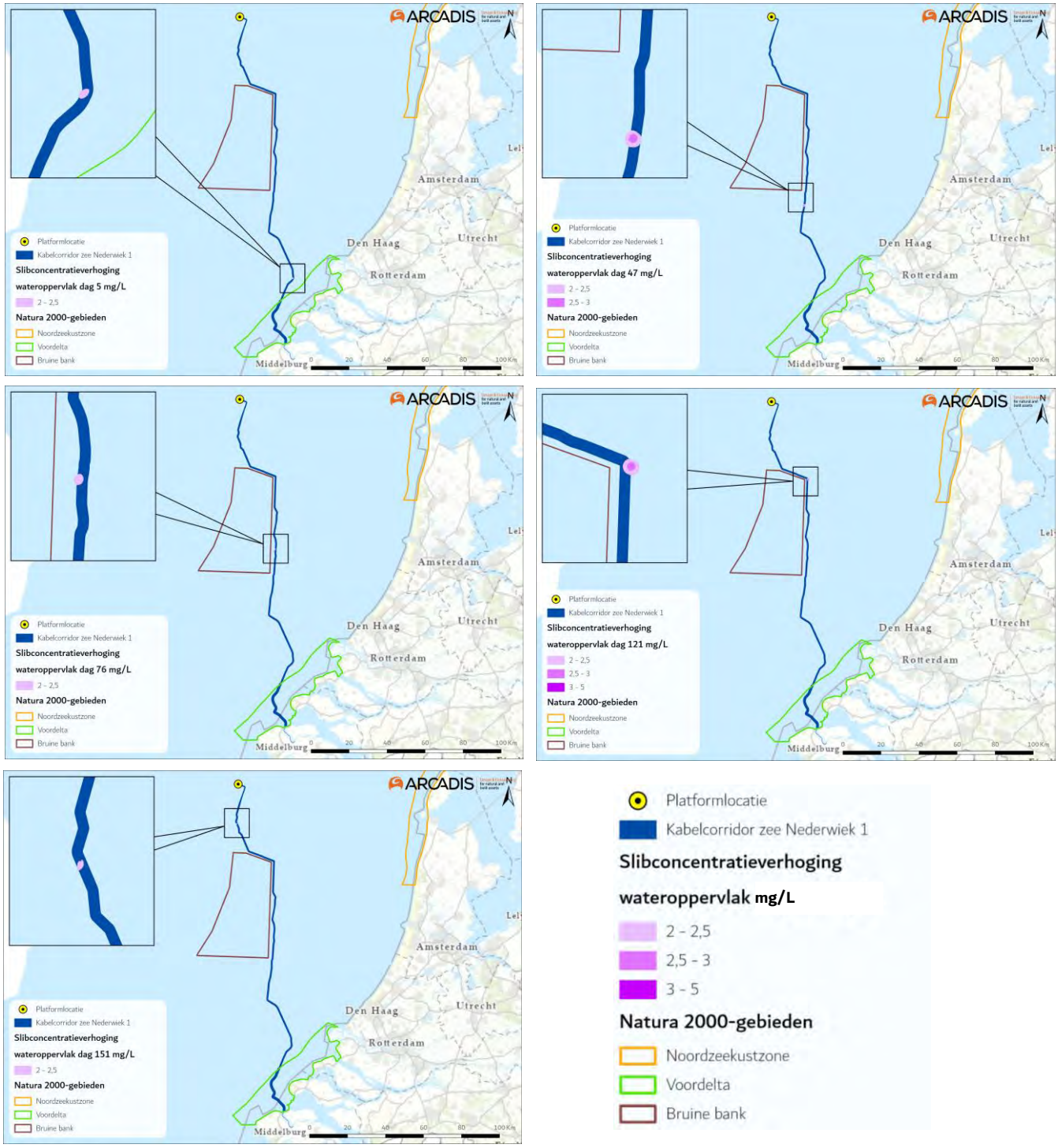
Figuur 6-1 Maximale omvang baggerpluim gedurende de gehele simulatieperiode voor wateroppervlak (linksboven), dieptegemiddeld (rechtsboven) en bodem (onder). De concentratieverhogingen door de werkzaamheden zijn, aan de hand van een kleurenschaal, weergegeven als daggemiddelde (mg/L).

Vertroebeling in ruimte en tijd - aan het oppervlak
De slibwolken zoals weergegeven in Figuur 6-2 geven een beeld van het totale gebied waar op enig moment gedurende de werkzaamheden slibconcentratieverhogingen plaatsvinden. In werkelijkheid is de slibwolk op een willekeurig moment tijdens de werkzaamheden aanzienlijk kleiner omdat de slibwolk met de (bagger)werkzaamheden meebeweegt en ook weer uitdooft. Ter illustratie wordt in het verloop van de vertroebeling in het bovenste gedeelte van de waterkolom op verschillende momenten in tijd weergegeven om zo ruimtelijk beeld te krijgen van de verplaatsingen van de slibwolk.

De slibwolken voor het dieptegemiddeld en de bodem volgen eenzelfde patroon. Hoewel de periode van uitvoer nog niet vastligt, is voor de modelsimulaties aangenomen dat deze ongeveer 220 dagen duurt, wat gezien de productiesnelheid van de baggerschepen als worst-case scenario voor vertroebeling wordt beschouwd. De dagen die in de volgende figuur worden weergegeven, bijvoorbeeld dag 121, moeten worden beschouwd ten opzichte van het totaal aantal dagen (220) van de werkzaamheden. Een langere uitvoerperiode zal tot een lagere productiesnelheid leiden en daarmee lagere concentratie vertroebeling en kleiner areaal. Op dag 121 bevindt de slibwolk zich in dat geval op een andere locatie (afhankelijk van hoeveel langer de uitvoerperiode is) en is de slibwolk bovendien door de lagere productie van de schepen ook kleiner.

Uit Figuur 6-2 valt het volgende af te leiden:

- De slibwolk blijft voornamelijk ter plaatse van het kabeltracé en neemt snelt af.
- De slibwolk wordt nooit groter dan enkele hectares. De wolk zal binnen enkele dagen tot een week onder de 2,0 mg/L komen.
- De maximale daggemiddelde en dieptegemiddelde slibconcentratieverhoging is niet hoger dan 5 mg/L.



Figuur 6-2 Verspreiding van vertroebeling door de tijd aan het wateroppervlak van links naar rechts dag 5, 47, 76, 121 en 151.

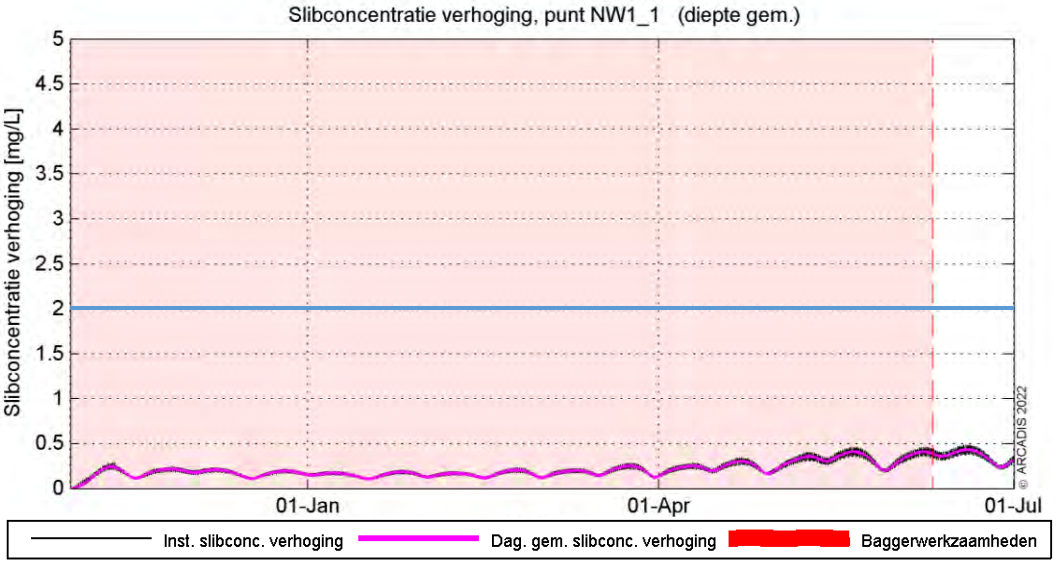
In de slibmodelleerstudie zijn verschillende simulatiepunten ingevoegd waarvoor de concentratieverhoging op die locaties door de tijd heen is uitgewerkt. Figuur 6-3 geeft de ligging van een selectie van deze punten weer. Er is voor deze punten gekozen om inzichtelijk te maken hoe verschil in bodemtype en aanlegtechniek (jet trenchen, pre-sweepen, baggeren) effect heeft op de mate en duur van vertroebeling. In de slibmodelleerstudie zijn daarnaast ook simulatiepunten buiten het kabeltracé uitgewerkt (bijvoorbeeld langs de kust of in de Bruine Bank). Omdat op die punten

slechts een fractie van de concentratieverhogingen wordt waargenomen, zijn alleen de onderstaande punten langs het kabeltracé beschouwd.

In Figuur 6-4 tot en met Figuur 6-8 zijn de slibconcentraties (dieptegemiddeld) over de tijd weergegeven voor vier punten ten oosten van het tracé (Figuur 6-3). De slibconcentraties van het dieptegemiddelde staan in Bijlage VII – F Slibmodelleerstudie, en zullen hieronder niet worden herhaald. De zwarte verticale lijnen in de figuren staan voor de acute concentratieverhoging (10 minuten waarde), de paarse lijn beschrijft de daggemiddelde waarde (24 uurs waarde). Het rood gearceerde vlak is de periode waarin de baggerwerkzaamheden worden uitgevoerd (ongeveer 220 dagen), het einde van de baggerperiode wordt met een rode stippellijn aangegeven. Bij deze baggerperiode is ervan uitgegaan dat eerst 80% van het totale te baggeren volume wordt gebaggerd en vervolgens de overige 20% in de vorm van onderhoudsbaggerwerkzaamheden. Dit onderhoud vindt in deze studie direct (dus in de eerste run) na de eerste baggerwerkzaamheden plaats. Het gedeelte dat niet rood gearceerd is, is de periode die in het model is gesimuleerd om eventuele na-ijl effecten van vertroebeling weer te geven.

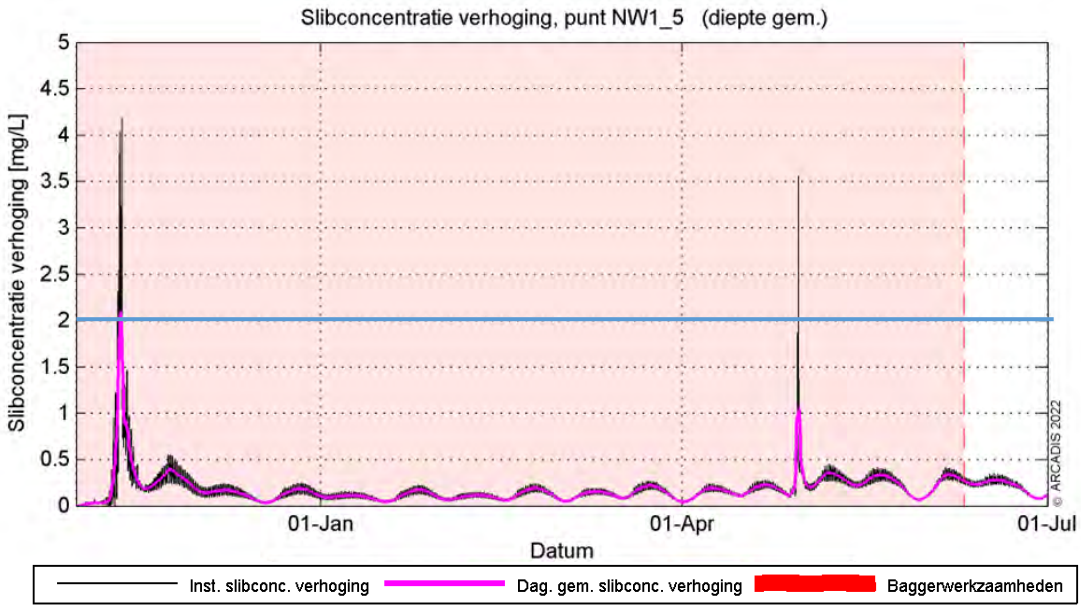
Figuur 6-3 Punten waarvan een tijdreeks is gepresenteerd.

Observatiepunt 1 (de kustzone) ligt in een gebied bij de kustzone, zie Figuur 6-3. De concentratieverhoging is gedurende de gehele periode lager dan 0,5 mg/L, zie Figuur 6-4.



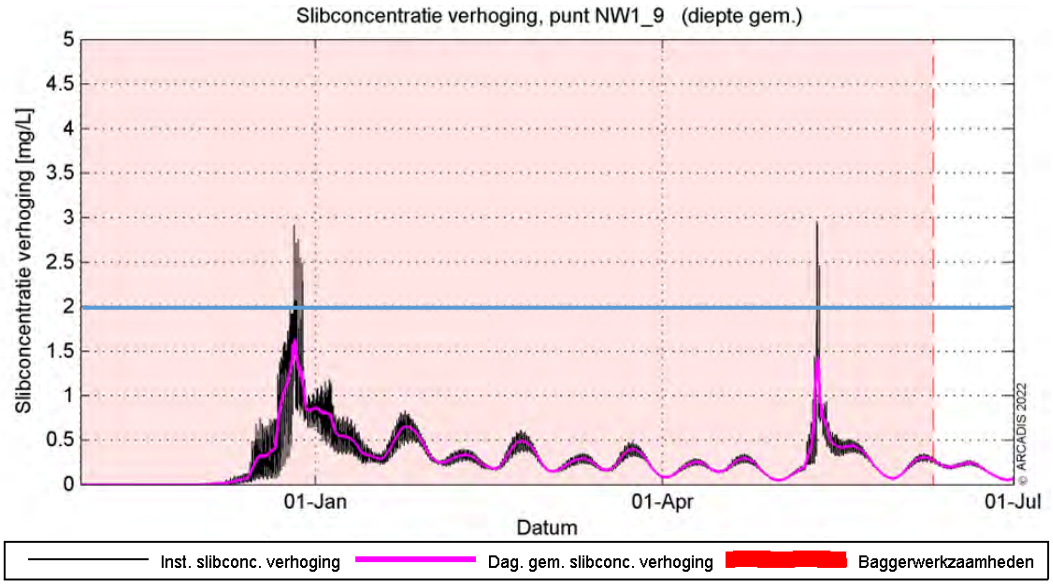
Figuur 6-4 Slibconcentratie dieptegemiddeld in de tijd op punt 1. De blauwe lijn geeft de 2 mg/L grens aan.

Rond simulatiepunt 5 (ongeveer 20 km uit de kust) ligt de toename van de concentratie hoger door de baggerwerkzaamheden. Er wordt ter hoogte van deze locatie met een hogere productiesnelheid gewerkt (m^3 per uur) dan in de kustzone en slibconcentraties in de bodem zijn hoger, waardoor de piek hoger ligt dan in de kustzone. Dit proces genereert een maximale gemiddelde vertroebeling van 2 mg/L daggemiddeld. Zodra de werkzaamheden beëindigd zijn, dempt de (minimale) verhoging langzaam uit. In Figuur 6-5 is te zien dat gedurende de baggerperiode, de concentraties twee keer boven de grens van 2 mg/L uitkomen bij meetpunt NW1_5. Na de baggerwerkzaamheden variëren de waardes tussen de 0 en 1 mg/L.

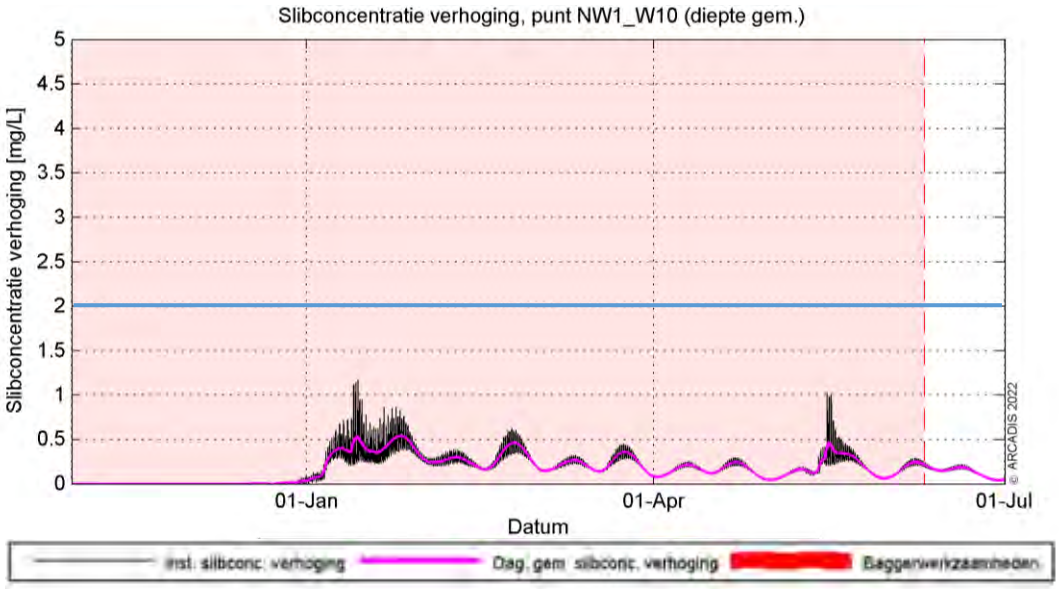


Figuur 6-5 Slibconcentratie dieptegemiddeld in de tijd op punt 5. De blauwe lijn geeft de 2 mg/L grens aan.

Simulatiepunt 9 bevindt zich ten hoogte (zuidelijk) van de Bruine Bank en de concentratieverhoging in de waterkolom in de tijd is weergegeven in Figuur 6-6. De werkzaamheden langs het kabeltracé zijn hier in zekere mate waarneembaar, voornamelijk nadat op deze locatie ook is gebaggerd. Door het wegbaggeren van zandgolf-kruinen (pre-sweepen) neemt de slib concentratie toe tot 1,5 mg/L (daggemiddeld) en reikt twee keer tot boven de grens van 2 mg/L bij meetpunt NW1_9. In Figuur 6-7 is het simulatiepunt W10 weergegeven. Dit simulatiepunt ligt in de Bruine Bank op ongeveer 5 km vanaf het tracé. Te zien is dat op deze afstand van het tracé de grenswaarde van 2,0 mg/L niet wordt overschreden.

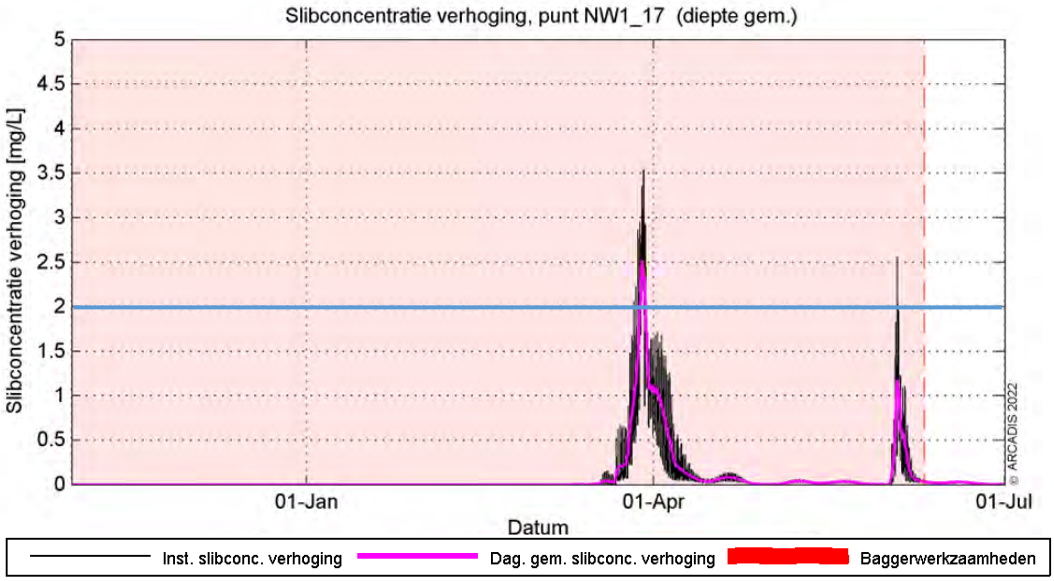


Figuur 6-6 Slibconcentratie dieptegemiddeld in de tijd op punt 9. De blauwe lijn geeft de 2 mg/L grens aan.



Figuur 6-7 Slibconcentratie dieptegemiddeld in de tijd op punt W10 in de Bruine Bank. De blauwe lijn geeft de 2 mg/L grens aan.

Langs het kabeltracé (nabij het platform) is er slechts korte tijd concentratieverhoging te zien (zie locatie NW1_17, Figuur 6-8). Tijdens de periode ligt de concentratie tweemaal boven de 2 mg/L grens bij meetpunt NW1_17.



Figuur 6-8 Slibconcentratie dieptegemiddeld *in de tijd op punt 17. De blauwe lijn geeft de 2 mg/L grens aan.*

Achtergrondconcentraties

Voor de beschouwing van de impact van de (tijdelijke) verhoging van de slibconcentratie ten gevolge van de baggerwerkzaamheden, is het van belang een indruk te krijgen van de lokale achtergrondconcentratie. Deze bedraagt in de Nederlandse kuststrook jaargemiddeld circa 20 mg/L. Bij kalm weer kan de concentratie afnemen tot onder de 10 mg/L en de concentratie kan oplopen tot 100 mg/L ten gevolge van stormcondities (Haskoning, 2007). De achtergrondconcentratie in de Noordzee is overgenomen uit de Passende Beoordeling voor de Tweede Maasvlakte (Haskoning, 2007), en wordt weergegeven in Tabel 6-1.

Tabel 6-1 Referentiewaardes voor achtergrondconcentratie in de kuststrook (Haskoning, 2007).

Omstandigheid	Achtergrondconcentraties zwevende stof (mg/L), kuststrook
Jaarlijks gemiddeld	20-30
Winter gemiddeld	30-100
Zomer gemiddeld	10-20
Gedurende kalm weer	5-10
Na stormperiode	30-100

In de wintermaanden zijn de achtergrondconcentraties vrij consistent met 30 mg/L in de geulen tot 80-100 mg/L op de platen. Afgaande op de maand april, neemt dit richting de zomer af tot 15 mg/L in de geulen en 30-50 mg/L op de platen.

Een verhoging van 2 mg/L door de baggerwerkzaamheden is een verhoging van ongeveer 2 – 20% van de jaargemiddelde slibconcentratie langs de Nederlandse kust, waar afhankelijk van de tijd van het jaar een natuurlijke variatie van 10 – 100 mg/L kan optreden.

Effecten op trekvissen
Trekvissen kunnen door vertroebeling mogelijk een barrière effect ervaren. De trekvissen waar instandhoudingsdoelstellingen voor zijn (rivierprik, zeeprik, elft en fint), zijn anadrome trekvissen. Dit zijn vissen die vanuit de zee de rivieren optrekken om te paaien (in dit geval bijvoorbeeld de Nieuwe waterweg, Haringvliet of via de kust naar de Westerschelde), om vervolgens weer naar zee terug te keren. Voor de instandhouding van de populatie en bij sommigen soorten zelfs de voltooiing van de levenscyclus is deze paaitrek van essentieel belang. In de Voordelta treedt er alleen rond de aanlanding bij de Veerse Gatdam enkele hectare vertroebeling op van het wateroppervlak, dieptegemiddeld of bodem (Figuur 3-1). De werkzaamheden zullen dus niet zorgen voor een 'blokkade' van de Nieuwe waterweg, het Haringvliet of richting de Westerschelde en er zullen geen effecten zijn op trekvissen.

Effecten op zichtjagende vogels
Zichtjagende vogels die zich rond het gedeelte buiten (>10km) de kustzone van het tracé bevinden, kunnen een effect van een verhoging van de slibconcentraties ondervinden. Door vertroebeling kan het vangstsucces worden beïnvloed. De dwergmeeuw, jan-van-gent, grote jager, grote mantelmeeuw, zeekoet en alk die worden aangewezen voor de Bruine Bank zijn allen zichtjagende vogels en komen in het studiegebied voor (zie paragraaf 5.6.1). Onder de zichtjagers vallen ook de nog niet aangewezen niet-broedvogels, zoals de papegaaiduiker en verschillende sterns, zie Tabel 5-5. Door de recentelijke aanwijzing van Natura 2000-gebied Bruine Bank zijn er ten tijde van schrijven geen kwantitatieve instandhoudingsdoelen voor de populaties van deze soorten in dit gebied. Wel zijn er instandhoudingsdoelen voor de omvang en kwaliteit van het gebied, voor deze twee categorieën geldt voor alle zes de soorten een behoudsdoelstelling.

Deze zes vogelsoorten foerageren voornamelijk op vis, kreeftachtigen en andere ongewervelden, waarbij de ene soort actiever duikt dan de ander. Er wordt hier onderscheid gemaakt tussen vliegende viseters (meeuwen, sterns, jan-van-gent, grote jager) die via een duikvlucht voedsel uit het bovenste deel van de waterkolom halen, en duikende viseters, die hun voedsel bemachtigen via een onderwater achtervolging (zeekoet, alk). Voor de eerste groep is met name de vertroebeling in het bovenste deel van de waterkolom van belang, terwijl voor de tweede groep (die dieper duiken) de vertroebeling over de gehele waterkolom (dieptegemiddelde vertroebeling) van belang is. Er is een literatuurstudie uitgevoerd naar de relatie tussen vangstsucces van deze vogels en het doorzicht (Found et al., 2008; Virkkala, 2016; Zamon et al., 2014). Deze studie geeft geen duidelijk uitsluitsel over de exacte relatie tussen doorzicht en vangstsucces voor deze zichtjagende zeevogels. Effecteninschattingen worden daarom op basis van expert judgement gemaakt.

De effecten van vertroebeling op de vogelsoorten treden niet langs het gehele kabeltracé tegelijkertijd op. De slibpluim beweegt namelijk met werkzaamheden mee en dunt snel uit. Binnen een periode van enkele dagen daalt de slibconcentratie tot onder de 2 mg/L. De grootte van de slibwolk varieert gedurende de werkzaamheden en voor oppervlakte jagende vogels geldt de maximale grootte van de slibwolk aan het wateroppervlak op dag 121 (zie Figuur 6-1)
170 hectare is. Ter indicatie, dit is ongeveer 0,12% van de totaaloppervlakte (136.638 ha) van de Bruine Bank. De hoogste waarde van de slibwolk, direct langs het kabeltracé, is niet hoger dan 5 mg/L (daggemiddelde).

Voor duikende vogelsoorten zoals de alk en zeekoet komt de dieptegemiddelde slibconcentratieverhoging niet boven de 3 mg/L (daggemiddelde). Binnen een periode van enkele

dagen tot maximaal een week daalt ook deze slibconcentratie gemiddeld over de gehele waterkolom tot onder de 2 mg/L.

Samengevat zal de slibwolk tijdelijk zijn, waarbij deze niet langer dan enkele dagen op een specifieke locatie boven de 2 mg/L is. Bovendien beweegt de slibpluim mee met de werkzaamheden langs het kabeltracé, hierdoor zal het gebied waar de hoogste slibconcentratieverhogingen optreden (direct langs het kabeltracé) al minder interessant zijn als foerageergebied voor zichtjagers door andere verstorende effecten (zoals bovenwaterverstoring). Verder van het kabeltracé af dunt de slibwolk al snel uit. Effecten door vertroebeling zijn tijdelijk van aard en er is ruim voldoende alternatief foerageergebied voor zichtjagende vogels.

Effect op bodemdieren (filterfeeders)
Filterfeeders (zoals mosselen, kokkels, zwaardschedes, oesters en halfgeknotte strandschelpen) voeden zich met de verteerbare fracties (fytoplankton, bacteriën, verteerbaar detritus) in het zwevend materiaal. Negatieve effecten van vertroebeling op deze soorten kunnen via de voedselketen doorwerken naar hogere trofische niveaus. De filterfeeders worden blootgesteld aan een hogere variabiliteit van zwevende stofconcentraties doordat ze op de bodem leven. Bij een experiment op de zwaardschede bij de kust van Egmond werden op 30 cm hoogte boven de bodem meerdere keren in het jaar piekconcentraties van hoger dan 2.500 mg/L gemeten tijdens stormen (Witbaard et al., 2013). Minimum concentraties op de bodem varieerden van 20 mg/L tot 200 mg/L bij rustig tot ruiger weer. Ongeveer 20% van het jaar zijn concentraties gemeten die boven in de 200 mg/L uitkwamen. Dit zorgt ervoor dat ze, door de veelal sessiele levensstijl van deze soorten, in staat zijn om de nodige fysiologische en morfologische adaptaties te maken om in troebele omstandigheden van variabele aard te leven (Cattrijsse, 1997).

Zowel mosselen als kokkels kunnen hun eliminatiesnelheid van niet verteerbare delen en hun opnamesnelheid aanpassen aan de omstandigheden (Kiorboe et al., 1981). Onderzoek heeft uitgewezen dat een tijdelijke verhoging met 20% de groei van kokkels niet nadelig beïnvloedt. Verhogingen naar 200 tot 300 mg/L hebben wel een sterke nadelige invloed op de groei (Essink, 1993). Ook de zwaardschede *Ensis directus* liet een verminderd filtervermogen zien bij hoge slibconcentraties van 200 mg/L (Witbaard & Kamermans, 2010). Bij zeer ongunstige verhoudingen tussen verteerbare en onverteerbare fracties (bijvoorbeeld grote hoeveelheid slibdeeltjes door vertroebeling) kunnen schelpdieren tijdelijk stoppen met foerageren en hun schelp sluiten totdat een gunstigere situatie zich voordoet. Een overzicht van oorzaken van massasterfte onder kokkels wijst niet op een verhoogde slibconcentratie als belangrijke oorzaak (Burdon et al., 2014). De conclusie is dat er weinig bekend is over de lange termijneffecten op de kokkelpopulatie.

Het nonnetje en de platte slijkgaper ondervinden minder stress van de vertroebeling dan kokkels, omdat deze soorten ook voedsel tot zich kunnen nemen via ‘deposit feeding’, waarbij zij materiaal van de bodem opnemen. Het nonnetje en de platte slijkgaper kunnen bij verhoogde slibconcentraties makkelijker overschakelen naar deze vorm van voedselopname. Over het algemeen worden generalisten, zoals het nonnetje en de platte slijkgaper, minder beïnvloed door de tijdelijke toename in vertroebeling dan specialisten (Hoogeboom & Rotmensen, 1998).

Uit de slibmodelleerstudie blijkt dat er op zee direct bij de bodem geen daggemiddelde slibconcentratieverhoging plaatsvinden van boven de 5 mg/L en na een periode van dagen tot enkele weken weer afnemen tot het achtergrondniveau. Dit is een fractie (2,5%) van de waardes van 200 mg/L waarbij soorten als de kokkel of zwaardschede verminderd filtratie vermogen lieten zien.

Concluderend kan worden gesteld dat filterfeeders in verschillende mate het vermogen hebben zich aan te passen aan de tijdelijke en lokale verhoging van de slibconcentraties. Zodoende treedt er voor de meeste soorten geen effect op. Voor de enkele soorten die dit niet kunnen gaat het slechts om een relatief beperkt areaal.

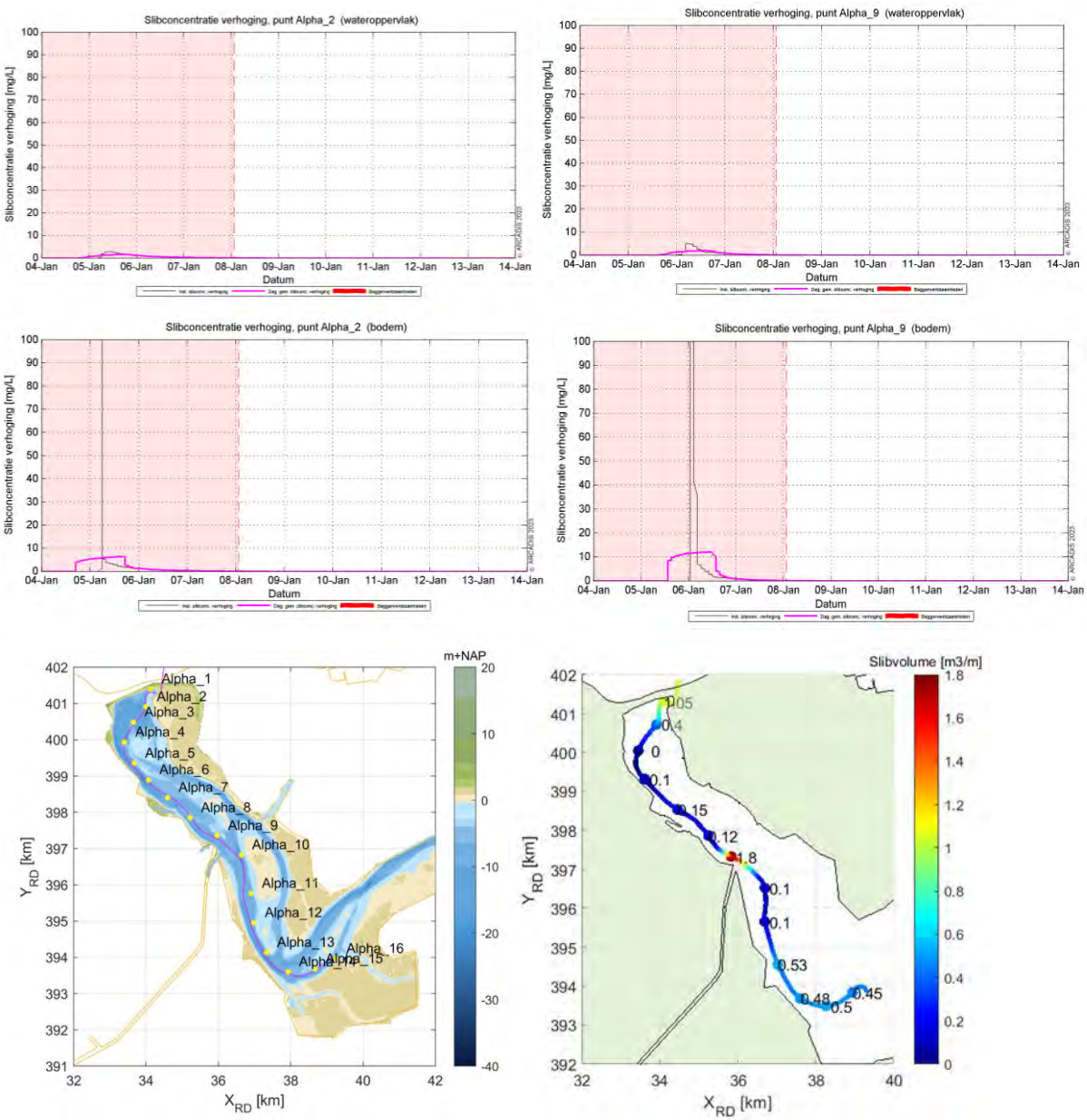
6.1.2 Veerse Meer

Vertroebeling in ruimte en tijd

In paragraaf 3.2.2 is toegelicht dat vertroebeling de kortdurende verhoging van de slibconcentratie als gevolg van het jet trenchen voor Nederwiek 1 aan de bodem de grootste reikwijdte heeft. In totaal betreft het een areaal van ca. 241 ha. Aan het wateroppervlak is dit ca. 87 ha. Dit staat gelijk aan respectievelijk 11,9% en 4,3% van het totale nat oppervlak van het Veerse Meer (ca. 2.030 hectare). De maximale daggemiddelde verhoging in slibconcentratie is eveneens het hoogst aan de bodem, zeer lokaal loopt de concentratie op tot ca. 35 mg/l. Aan het wateroppervlak is dit doorgaans maximaal ca. 5 mg/l, alleen direct nabij de aanlandingen loopt de concentratie hoger op.

Het bovengenoemde totale vertroebelde areaal is niet allemaal tegelijk vertroebeld. Na bodemberoering verdwijnt de vertroebelingspluim weer op korte termijn. Dit is goed terug te zien in onderstaande tijdsreeksen (Figuur 6-9). Het figuur laat zien dat vanaf het moment dat de jet-trencher langs (het meetpunt) komt de slibconcentratie toeneemt en binnen een dag weer volledig is afgenomen. Het areaal dat tegelijkertijd vertroebeld is en het oppervlak dat de hoogste slibconcentratie ontvangt beweegt dus geleidelijk mee met de aanlegwerkzaamheden.

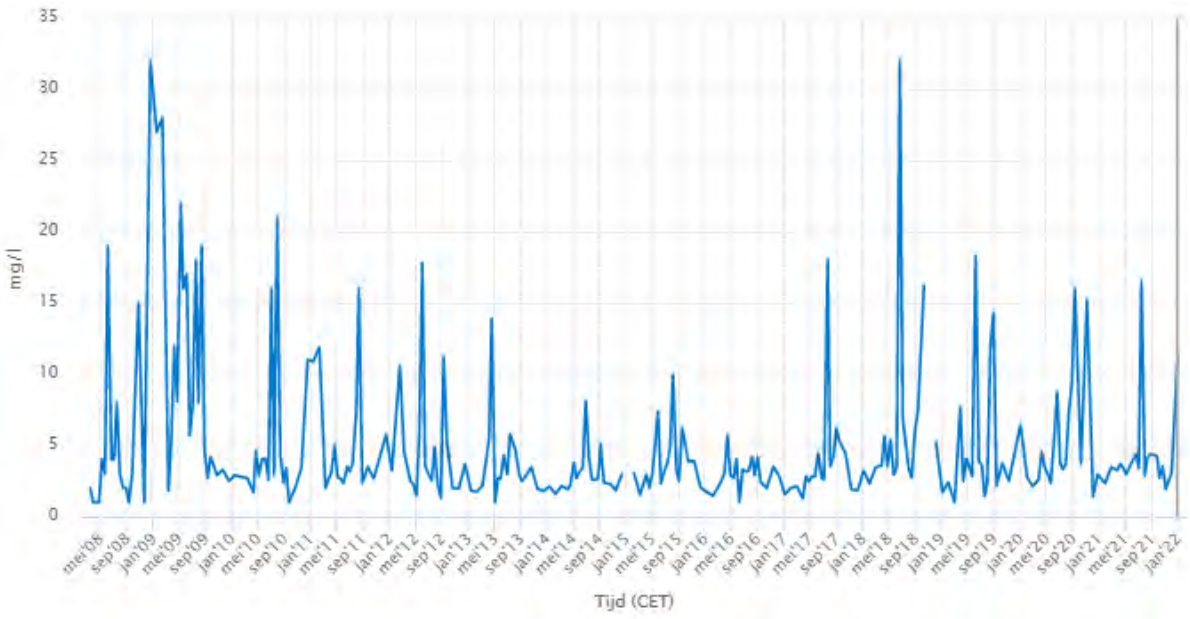
Hieruit wordt geconcludeerd dat de vertroebeling snel uitdooft (ca. 1 dag) en zodoende niet overal langs het tracé gelijktijdig optreedt.



Figuur 6-9 Concentratie gesuspendeerd slib over de tijd aan op meetpunt 'Alpha 2' langs het tracé met weinig slib (links) en meetpunt 'Alpha 9' in een slibrijke zone (rechts). Gemeten aan het wateroppervlak (boven) en aan de bodem (midden). De paarse lijn geeft de daggemiddelde waarde aan, de zwarte lijn de instantane waarde. In de onderste figuren zijn de meetpunten en slibgehalte in de bodem terug te zien.

Achtergrond slibconcentraties

De activiteit leidt tot een kortdurende verhoging van de slibconcentratie, deze verhoging komt boven op een zekere achtergrond slibconcentratie die van nature aanwezig is in het water. Data van waterinfo.rws.nl van onopgeloste stoffen in het water over de laatste 15 jaar wijst uit dat de achtergrondconcentratie in het Veerse Meer minimaal ca. 2,0 mg/l bedraagt. De achtergrondvertroebeling is echter niet constant en vertoont bijna ieder jaar wel kortdurende piekwaarden die reiken tot 15 of soms wel 30 mg/l, zie Figuur 6-10. Dit schetst de achtergrondsituatie qua vertroebeling waar rekening mee wordt gehouden in onderstaande effectbeoordeling.



Figuur 6-10 Achtergrondconcentratie onopgeloste stoffen (vertroebeling) in het Veerse Meer over de laatste 15 jaar via waterinfo.rws.nl

Effecten op vogels via vis (indirect)

Zichtjagende, visetende vogelsoorten zijn gevoelig voor vertroebeling. De aalscholver, fuut en middelste zaagbek duiken naar vis, terwijl de kleine zilverreiger jaagt in ondiep water langs oeverzones. Ook de kleine mantelmeeuw jaagt op vis, maar is generalistisch qua prooikeuze en opportunistisch en wordt daarom niet verder behandeld. Vertroebeling kan leiden tot een toe- of afname van het vangstsucces, afhankelijk van het effect op de zichtdiepte en op de verticale verspreiding van de vis in de waterkolom. Niet elke afname in doorzicht zorgt namelijk voor een afname in het foerageerpotentieel. De aalscholver profiteert bijvoorbeeld soms van vertroebeling. Bij beperkt doorzicht van het water gaan de aalscholvers groepsgewijs vissen. Deze manier van foerageren levert per vogel soms meer op dan solitair vissen in helder water (Ministerie van LNV, 2008b). De kleine zilverreiger, fuut en middelste zaagbek foerageren uitsluitend in relatief ondiepe waterlagen, kleine zilverreiger uitsluitend langs de oever en fuut en middelste zaagbek meestal tot ca. 4 meter diepte (Ministerie van LNV, 2008d; Vogelbescherming, 2022). De soorten worden dus alleen beïnvloed door vertroebeling in de bovenste waterlaag.

De viseters zullen vooral in aanraking komen met vertroebeling aan het wateroppervlak. Hier gaat het in totaal om 87 ha. De vertroebeling vindt niet tegelijk plaats binnen dit oppervlak, maar beweegt mee met de aanlegwerkzaamheden. Op ieder willekeurig moment is daarom binnen hooguit enkele hectaren sprake van verhoogde slibconcentratie. De slibconcentratie in het beïnvloede gebied is vanaf het ontstaan na ca. 1 dag weer volledig afgenomen naar het reguliere achtergrondniveau. De veroorzaakte vertroebeling is dus een lokaal en tijdelijk kortdurend fenomeen dat vooral rond de werkzaamheden optreedt.

Gezien de zeer tijdelijke en enigszins lokale aard van de vertroebeling heeft het geen wezenlijke invloed op de foerageermogelijkheden voor viseters in het Veerse Meer. Op de dag dat een gebied vertroebeld is blijft altijd ruim voldoende foerageergebied voorhanden dat niet ondervonden is aan vertroebeling. Daarnaast blijft er ruim voldoende vergelijkbaar foerageergebied in de omgeving aanwezig, zowel in het Veerse Meer als in het naastliggende wateren (Oosterschelde en kustwater).

De hooguit enkele hectaren waar gelijktijdig sprake is van een hogere slibconcentratie heeft geen effect op de foerageermogelijkheden van aangewezen visetende vogelsoorten.

Door de tijdelijke aard van vertroebeling wordt de kwaliteit en omvang van het leefgebied van zichtjagende soorten niet wezenlijk aangetast. Dit leidt er toe dat een negatief effect op de aantallen van deze vogelsoorten is uitgesloten.

Effecten op vogels via benthos (indirect)
Negatieve effecten van vertroebeling op bodemdieren kunnen via de voedselketen doorwerken naar hogere trofische niveaus, waaronder aangewezen benthosetende niet-broedvogels met instandhoudingsdoelen binnen het Natura 2000-gebied Veerse Meer. Dit zijn hoofdzakelijk duikende benthoseters, maar dicht langs de oevers kan dit ook doorwerken op grondeleenden, steltlopers en de lepelaar. In de delen waar de veroorzaakte vertroebeling de oevers raakt (Figuur 6-11), zijn de oevers vrijwel allemaal verhard. Dit is niet geschikt als foerageergebied voor bovengenoemde soort(groep)en. Oevers die wel geschikt zijn als foerageergebied, bijvoorbeeld de zuidoostzijde van Haringvreter en grote arealen in de Middelplaten, worden niet blootgesteld aan vertroebeling door de activiteit. Effecten op de soort(groep)en die foerageren direct langs de oevers zijn daarom uitgesloten. De verdere focus in deze beoordeling ligt daarom op duikende benthoseters.

Duikende benthosetende vogelsoorten foerageren voornamelijk op bodemdieren, zoals schelp- en schaaldieren. Afhankelijk van het voedselaanbod worden soms ook zaden, plantenresten en kleine vissen gegeten. Ze foerageren door naar de bodem te duiken en op tast de bodem af te gaan. Eventuele beïnvloeding van deze soorten kan zodoende alleen door vertroebeling plaatsvinden via een eventueel indirect effect op benthos en niet door tijdelijke afname in doorzicht.

Het tracé ligt voor het over grote deel in de diepe delen van het Veerse Meer (grotendeels in of parallel aan de vaargeul). De hoogste stijging in slibconcentratie als gevolg van de activiteit vindt plaats direct rond het tracé, in deze diepe zone. Dit relatief diepe water vormt suboptimaal leefgebied voor bodemleven omdat hier met enige regelmaat zuurstofloosheid optreedt (van der Pool et al., 2020). Uit MWTL-monitoring blijkt dat de grootste hoeveelheid benthos in het Veerse Meer in ondiep water (<8 meter) te vinden is (Kruijt et al., 2020; Troost et al., 2021). De dichtheid van alle onderzochte soortgroepen samen was in de ondiepe zone ca. 5 keer hoger dan de diepe zones (Kruijt et al., 2020). De diepere zones van het Veerse Meer hebben zodoende een aanzienlijk lagere waarde als foerageergebied voor de benthosetende vogelsoorten dan de ondiepe zones. Duikende benthoseters zullen voornamelijk in de ondiepe zones foerageren.

De achterliggende data uit Troost et al. (2021) is ook beschikbaar op de 'schelpdiermonitor' van WMR. Het tracé van Nederwiek 1 is geprojecteerd op de schelpdiermonitorkaarten die de dichtheid en biomassa van macrofauna in het Veerse Meer tot en met 2022 weergeven (Figuur 6-11). Hieruit blijkt ook dat het tracé inderdaad nauwelijks in aanraking komt met hotspots van macrofauna, oftewel meetpunten waar hoge dichtheden/biomassa's zijn gevonden. Dit is deels te verwachten omdat waterbodems die dieper liggen dan 10 meter -waar de kabel met name wordt gelegd- minder aandacht krijgen in het onderzoek van Troost et al. (2021), aangezien daar een veel lagere soortenrijkdom en dichtheid aanwezig is. Figuur 6-11 laat echter ook zien dat rond de twee aanlandingslocaties, waar het ondieper is, ook niet met uitgesproken hotspots voor macrofauna in aanraking wordt gekomen.

Figuur 6-11 Het tracé van Nederwiek 1 (gele lijn) overlapt niet tot nauwelijks met hotspots in dichtheid (links) en biomassa (rechts) van de totale macrofauna gemeenschap op tal van meetpunten in het westen van het Veerse Meer (via de WMR schelpdiermonitor).

Bij de vertroebeling die komt kijken bij de aanlegwerkzaamheden gaat het om kortdurende (<1 dag) pieken in slibconcentratie van maximaal 20 mg/l, tot zeer lokaal ca. 35 mg/l direct langs het tracé in diep water. Een beperkt deel van de vertroebelingspluimen reikt tot buiten de diepe zones en overlapt daarmee met ondiepere zones van het Veerse Meer die kunnen dienen als geschikt foerageergebied voor duikende benthoseters. In deze zones, verder van het tracé en richting het oppervlak, zijn de maximale concentraties lager, tot ca. 10 mg/l.

Eerder is de achtergrond concentratie van vertroebeling in het Veerse Meer toegelicht. Hieruit bleek dat vrijwel jaarlijks sprake is van natuurlijke piekconcentraties in vertroebeling van 15 mg/l tot 35 mg/l (Figuur 6-10). De veroorzaakte vertroebeling is dus vergelijkbaar met pieken in slibconcentratie die ook sporadisch van nature voorkomen. Veel soorten bodemdieren hebben zich namelijk aangepast om tijdelijk hoge piekconcentraties in vertroebeling te doorstaan middels morfologische en fysiologische aanpassingen (Cattrijsse, 1997; Witbaard et al., 2013). Delen van de waterbodem waar bodemdieren toch in enige mate in aantal zijn afgenomen zullen na verloop van tijd weer geherkoloniseerd worden.

De kortdurende vertroebeling van de activiteit heeft geen invloed op de biomassa en dichtheid benthos, en daarmee het foerageerpotentieel voor benthoseters. Ook is geen sprake van een afname in foerageersucces door een tijdelijke afname in doorzicht omdat de benthoseters op tast foerageren. Merkbare doorwerkende effecten voor benthosetende vogelsoorten in het Veerse Meer zijn dus niet aan de orde. De kwaliteit en omvang van het leefgebied van duikende benthoseters wordt niet aangetast. Negatieve effecten op de aantallen zijn uitgesloten.

Effecten op vogels via primaire productie (indirect)
Primaire productie vormt de basis van de voedselketen en kan dus, wanneer beïnvloed, indirecte effecten hebben op het gehele ecosysteem (waaronder (niet-)broedvogels met instandhoudingsdoelen voor het Veerse Meer). Voor effecten op primaire productie is de

vertroebeling aan het wateroppervlak van belang, er dient immers zonlicht beschikbaar te zijn waardoor fotosynthese kan plaatsvinden. Als worst-case wordt als uitgangspunt aangehouden dat primaire productie in het Veerse Meer licht gelimiteerd is, hier is geen eenduidige informatie over beschikbaar.

In deel A is eerder toegelicht dat de aanleg van het tracé in het Veerse Meer plaatsvindt tussen 1 september en 1 mei. Hiermee wordt op voorhand de meest kritieke periode voor fytoplankton al ontzien. De fotosynthetische activiteit is gedurende de zomermaanden namelijk het hoogst (Riegman, 2014), onder andere als gevolg van de lange daglicht periode en hogere watertemperaturen.

In paragraaf 3.2.2 is eerder beschreven dat vertroebeling als gevolg van het jet trenchen voor Nederwiek 1 nabij de bodem de hoogste concentraties bereikt. Aan het wateroppervlak -waar primaire productie beïnvloed kan worden door vertroebeling- zijn concentraties maximaal ca. 5 mg/l. De vertroebeling is tevens zeer tijdelijk (tot 1 dag na het moment van resuspensie) en het beweegt langzaam mee met de aanlegwerkzaamheden. Eerder is ook de achtergrondconcentratie van vertroebeling in het Veerse Meer toegelicht. Hieruit bleek dat vrijwel jaarlijks sprake is van natuurlijke piekconcentraties in vertroebeling van 15 mg/l tot 35 mg/l (Figuur 6-10). Een lokale verhoging van ca. 5 mg/l aan het oppervlak gedurende 1 dag als gevolg van de activiteit valt hier in weg. Er zijn geen merkbare effecten voor de primaire productie in het Veerse Meer. Van een doorwerkend effect op de voedselketen (inclusief aangewezen vogelsoorten) is geen sprake.

6.2 Sedimentatie (Veerse Meer)

In hoofdstuk 4 is vastgesteld dat er geen sprake is van sedimentatie op een niveau waarbij ecologische effecten kunnen ontstaan in Natura 2000 gebieden Voordelta en Bruine Bank. Dit hoofdstuk gaat daarom alleen in op effecten in het Veerse Meer. De effecten zijn het grootst in de aanlegfase, deze is daarom in de onderstaande paragraaf nader uitgewerkt. In principe vindt er zo min mogelijk/geen onderhoud plaats aan de kabel, en indien dit wel het geval is zal lokale sedimentatie veel minder effect hebben als die in de aanlegfase. De aanlegfase is daarom maatgevend, waardoor de gebruiksfase niet separaat is meegenomen.

In paragraaf 6.1.2 is het indirecte effect van vertroebeling op benthosetende vogelsoorten (via bodemdieren) behandelt. Dit is redelijk vergelijkbaar met de effecten op bodemdieren via sedimentatie. De reikwijdte van sedimentatie is echter kleiner.

Het tracé loopt voor het over grote deel door diepe delen van het Veerse Meer (>10m). Deze diepe delen herbergen relatief lage dichtheden aan benthos (eerder toegelicht in paragraaf 6.1.2, zie ook Figuur 6-11). Vooral nabij de aanlandingslocaties zal sprake zijn van sedimentatie in ondiepe wateren, deze kunnen fungeren als geschikt foerageergebied voor benthosetende vogelsoorten. Uit Figuur 6-11 blijkt echter ook dat hier geen uitgesproken hotspots van benthos aanwezig zijn. Aanwezige benthos kan binnen de beïnvloedde zone gedeeltelijk in aantal verminderen als gevolg van sedimentatie, dit is afhankelijk van de soortspecifieke tolerantie (eerder toegelicht in paragraaf 3.3). Na verloop van tijd zal de gedeeltelijk beïnvloedde zone van de bodem echter ook weer geherkoloniseerd worden, het effect is dus hooguit tijdelijk.

Sedimentatie treedt dus op over een beperkt oppervlak in voornamelijk suboptimaal foerageergebied voor duikende benthoseters. De beperkte beïnvloeding van benthos is tevens

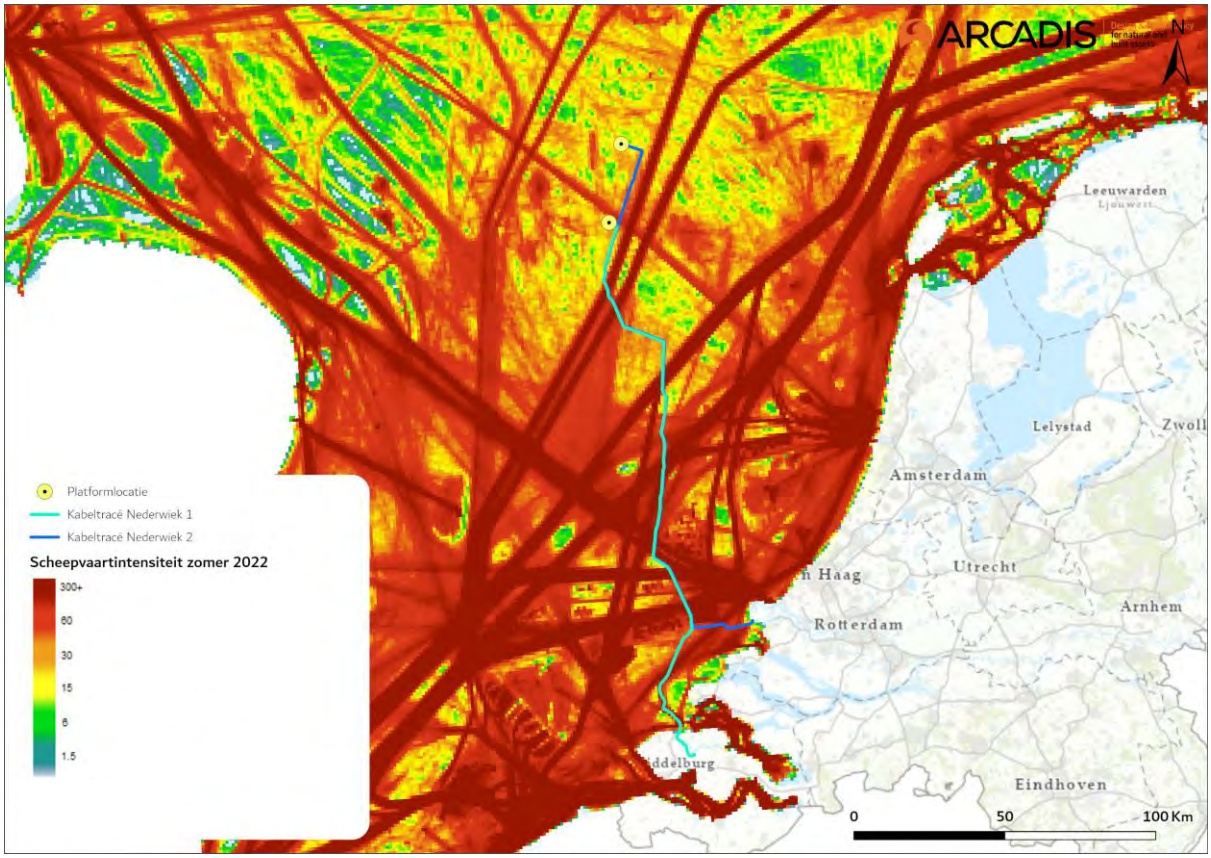
tijdelijk, na verloop van tijd hersteld het beïnvloedde bodemleven zich weer. Negatieve effecten op benthosetende vogelsoorten zijn uitgesloten.

6.3 Verstoring als gevolg van continu onderwatergeluid

Verstoring als gevolg van continu onderwatergeluid wordt alleen behandeld voor instandhoudingsdoelen in de Voordelta. In Natura 2000-gebied Veerse Meer en Bruine Bank zijn namelijk alleen vogels aangewezen, welke geen hinder ondervinden van continu onderwatergeluid. Eventuele doorwerkende effecten via vis zijn dermate onaannemelijk dat deze niet worden behandeld.

Verstoring als gevolg van continu onderwatergeluid kan af en toe optreden tijdens de gebruiksfase vanwege onderhoudswerkzaamheden, maar is vooral aanwezig gedurende de aanlegfase. De verstoring is tijdelijk van aard en treedt niet over het hele kabeltracé tegelijk op, maar alleen ter plaatse van de werkzaamheden. In onderstaande alinea's wordt het effect van verstoring als gevolg van continu onderwatergeluid beschreven.

De verstoring van de reeds aanwezige reguliere scheepsvaartintensiteit is op veel plekken in het projectgebied relatief hoog, zie Figuur 6-12.



Figuur 6-12 Aanwezige scheepsvaartintensiteit op het NCP in 2022 (via https://www.emodnet-humanactivities.eu). Een donkerrode kleur geeft aan dat er >300 routes (i.e. vaarbewegingen/boten) in de zomer op de desbetreffende km² worden gevaren.

Het tracé wordt grotendeels in de buurt van bestaande vaarwegen gelegd. Hier is doorgaans een hoge scheepsvaartintensiteit van >100 routes (i.e. vaarbewegingen/boten) per vierkante kilometer

per maand aanwezig. De werkzaamheden zullen een beperkt aantal schepen aan deze scheepsvaartintensiteit toevoegen. Zodoende wordt de intensiteit van de verstoring hierbinnen slechts marginaal vergroot en zal het oppervlakte verstoord gebied niet toenemen. Omdat de verstoring tijdelijk van aard is aangezien het passerende scheepvaartbewegingen betreft of tijdelijke werktuigen tijdens de aanleg, is de aanwezige geluidsbarrière veel kleiner en/of gefragmenteerder dan de worst-case aangeeft. Hierdoor zullen door de Voordelta migrerende zeezoogdieren of trekvissen geen barrière ondervinden van het continue onderwatergeluid als gevolg van de werkzaamheden.

In de Voordelta is het gebied dat verstoord wordt door continu onderwatergeluid tijdens de aanlegfase ca. 21.186 ha (circa 31.4% van het totaaloppervlak), uitgaande van de verstoringscontouren als genoemd in paragraaf 3.4. Bestaande vaarwegen zorgen in de Voordelta al voor een grote hoeveelheid onderwaterverstoring. Zodoende wordt de intensiteit van verstoring verhoogd maar is geen extra verstoord oppervlak. Het onderwatergeluid dat tijdens de werkzaamheden wordt geproduceerd, kan hooguit op individuele zeehonden of bruinvissen een effect hebben in de zeer nabije omgeving van de werkzaamheden, waarbij zij mogelijk wegzwemmen en elders gaan foerageren. De kans dat een zeehond of bruinvis tijdelijke gehoordrempelverschuiving (TTS - Temporary threshold Shift) oploopt, is verwaarloosbaar klein. Daarvoor zou een dier binnen korte tijd meerdere malen zeer dicht langs een op diep water werkend schip moeten zwemmen. De kans op blijvende gehoordrempelverschuiving (PTS – Permanent threshold shift) is nog kleiner en ook verwaarloosbaar.

Het onderwatergeluid van continue aard dat vrijkomt tijdens de tijdelijke werkzaamheden en gebruiksfase zorgt niet voor een wezenlijk verlies in omvang en/of kwaliteit van het leefgebied binnen de Voordelta ten opzichte van de huidige situatie. Er worden enkele schepen toegevoegd aan de bestaande vaarwegen waar reeds verstoring als gevolg van continu geluid plaatsvindt.

6.4 Verstoring als gevolg van impuls onderwatergeluid

6.4.1 Leeswijzer

Zoals toegelicht in Deel A paragraaf 2.2.5 wordt de fundering met een stalen jacket en heipalen beoordeeld. In deze paragraaf wordt het effect van impuls-onderwatergeluid, dat alleen optreedt tijdens de aanleg en niet tijdens de gebruiksfase, op zeehonden (paragraaf 6.4.4), bruinvissen (paragraaf 6.4.5) en trekvissen (paragraaf 6.4.6) behandeld. Hiervoor wordt eerst een toelichting gegeven van de uitgevoerde modelstudie en uitgangspunten (paragraaf 6.4.2). In paragraaf 6.4.3 worden de geluidsnormen die gelden behandeld. Mitigerende maatregelen die voor vermindering van verstoring kunnen zorgen worden behandeld in paragrafen 6.4.4, 6.4.5 en 6.4.6.

6.4.2 Modelstudie, drempelwaarden en uitgangspunten

Voor het onderzoek naar het verstoorde areaal als gevolg van impuls onderwatergeluid is door TNO een berekening met het model Aquarius 4.0 gemaakt (zie Bijlage VII-E Berekeningen heigeluid). Voor de berekening is uitgegaan van een maximale hei-energie van 2.100 kJ. Verder wordt in de berekeningen van TNO voor Nederwiek 1 uitgegaan van een totaal van 20 palen met een paaldiameter van circa 2,5 meter. De duur van het installeren van palen is ongeveer een dag per paal (worst-case), waarbij circa 2 tot 3 uur geheid wordt per paal. Het gebied is daarom tot 20 dagen niet of verminderd beschikbaar. De heigeluidberekeningen voor Nederwiek 1 verschillen ten opzichte

van de berekeningen in het KEC 4.0. Zo wordt in het KEC 4.0 uitgegaan van 6 palen voor een platform en worden er 2 á 3 palen per dag geheid.

6.4.3 Geluidsnormen

Uit het KEC 4.0 blijkt dat het totale effect van de uitrol van wind op zee geen bedreiging vormt voor de bruinvispopulatie wanneer er een geluidsnorm van SELss = 160 dB re 1 µPa2s (op 750 m) wordt gebruikt.

De heigeluidberekeningen voor Net op zee Nederwiek 1 (Bijlage VII-E) laten zien dat er bij het heien van het platform impulsgeluid vrijkomt van SELss = 167 dB re 1 µPa2s op 750 m, wat boven de grenswaarde ligt (de Jong & Binnerts, 2022). Voldaan kan worden aan een SELss = 160 dB re 1 µPa2s op 750 m met een enkelvoudige mitigerende maatregel. Dit zou bijvoorbeeld een enkelvoudig bellenscherm of het heien met een lagere energie kunnen zijn (C. de Jong & Binnerts, 2020).

Zo blijkt dat enkelvoudige bellenschermen kunnen zorgen voor een reductie van 10 dB, maar kan dit oplopen tot een reductie van 20 dB, afhankelijk van de diepte en het volume lucht dat gebruikt wordt voor het bellenscherm. Dubbele bellenschermen zorgen voor extra reductie van het geluid van gemiddeld 3 dB t.o.v. een enkelvoudig bellenscherm (Bellman et al., 2020; Dähne et al., 2017).

6.4.4 Effecten van impuls onderwatergeluid op zeehonden

Door de heiwerkzaamheden is een areaal van 665 km^2 tijdelijk minder geschikt als leef- en foerageergebied voor gewone- en grijze zeehonden. Worst-case is het gebied voor deze soorten tot 20 dagen niet of verminderd beschikbaar. Door het toepassen van mitigerende maatregelen, zoals een bellenscherm, hierboven beschreven, kan het verstoorde areaal kleiner worden. Verder kan het toepassen van een ADD en ‘soft and slow start’ zoals hieronder beschreven, de kans op PTS verminderen bij zeezoogdieren. Dit voldoet aan de waarde waarmee is gerekend in het KEC 4.0 en zodoende valt de activiteit en de daarmee gepaarde effecten op zeehonden binnen de acceptabele populatiereductie van 5% (met 95% zekerheid) conform het KEC (Heinis et al., 2022).

Om zeezoogdieren te verjagen uit het projectgebied dient bij het heien een zogenaamde ‘soft and slow start’ en een Acoustic Deterrent Device (ADD) gebruikt te worden. Hierdoor krijgen zeehonden de kans om weg te zwemmen uit het verstoorde gebied. Zeehonden die zich bij aanvang van het heien binnen de afstand waarop het geluid een vermijdingsreactie geeft bevinden, zwemmen weg met een snelheid van 2 m/s (C. A. F. de Jong & Binnerts, 2022). Aan deze mitigerende maatregelen zijn daarom de volgende eisen gesteld:

- Een half uur voor aanvang van de heiwerkzaamheden wordt een ADD gebruikt om de organismen de kans te geven weg te zwemmen voor het heien aanvangt. De ADD moet een minimaal bereik van 500 meter hebben.
- De heiwerkzaamheden aan de platforms worden aangevangen met een slow start (toenemende frequentie heien) en soft start (toenemende hei-energie heien) met een maximale hei-energie van 2.100 kJ. Dit geldt ook voor een eventuele herstart van de heiwerkzaamheden na een onderbreking.

Zeehonden leven, rusten en foerageren voornamelijk in de Waddenzee en in de Zoute Delta. Er komen geen hoge dichtheden zeehonden voor in de omgeving van het platform (zie Figuur 5-8). De werklocatie is geen veelgebruikt foerageergebied en er is voldoende ruimte op het NCP voor de zeehonden om uit te wijken. De Noordzee wordt verder voornamelijk gebruikt voor migratie. Tussen

het platform en de kust is een zone waar de dieren ongehinderd kunnen zwemmen. Er wordt dus geen migratie van noord naar zuid langs de kust geblokkeerd door de heiwerkzaamheden. Ook voor migratie tussen Nederland en het Verenigd Koninkrijk is het heien geen blokkade.

Met toepassing van mitigerende maatregelen (zoals hierboven beschreven) kunnen effecten van impuls onderwatergeluid, die alleen optreden tijdens de aanlegfase, op zeehonden leiden tot een tijdelijke verplaatsing van dieren naar een andere route of foerageergebied, maar er is geen sprake van effecten op populatieniveau.

6.4.5 Effecten van impuls onderwatergeluid op bruinvissen

Impuls onderwatergeluid door heiactiviteiten
Bruinvissen die zich bij aanvang van het heien binnen de afstand waarop het geluid een vermijdingsreactie geeft bevinden, zwemmen weg met een snelheid van 2 m/s (C. A. F. de Jong & Binnerts, 2022). Doordat bruinvissen de kans krijgen om weg te zwemmen wordt gehoordrempelverschuiving van bruinvissen nabij de platformlocatie zo veel mogelijk voorkomen. Bruinvissen moeten verder zwemmen dan zeehonden, omdat zij gevoeliger zijn voor impuls onderwatergeluid. Als een dier de verkeerde kant op zwemt of zijn oriëntatie verliest kan het zich toch in het verstoorde gebied bevinden. Daarom is het optreden van tijdelijke of permanente gehoordrempelverschuiving (TTS en PTS) en naar verstorende effecten hiervan op de bruinvispopulatie niet geheel uit te sluiten. Om deze reden is in de verschillende beleidskaders, waaronder het bruinvisbeschermingsplan en het KEC afgesproken dat ten gevolge van de uitrol van Wind op zee niet meer dan 5% van de bruinvispopulatie mag verdwijnen (met 95% zekerheid). Om dit te bereiken is gerekend met bruinvisverstoringsdagen per activiteit. Bruinvisverstoringsdagen is een indicator voor verstoring van bruinvissen door impulsgeluid en is afhankelijk van het verstoorde oppervlak, bruinvisdichtheid en werkdagen.

In het KEC 4.0 wordt voor de verstoringsberekeningen gebruik gemaakt van het Aquarius-model en het Interim PCoD model. Aan beide modellen worden per actualisatie van het KEC aanpassingen gedaan gebaseerd op de laatste inzichten uitgaande van realistische worst-case aannamen. Als verstoring als gevolg van impuls geluid onder de SELss = 160 dB re 1 µPa2s op 750 m grenswaarde valt, wordt aan de waarde waarmee is gerekend in het KEC 4.0 voor Nederwiek 1 voldaan en valt de activiteit, wanneer wordt voldaan aan hetzelfde aantal heidagen, en de daarmee gepaarde effecten op bruinvissen binnen de acceptabele populatiereductie van 5% (met 95% zekerheid) conform het KEC (Heinis et al., 2022).

Zoals beschreven in paragraaf 6.4.2 vindt er een overschrijding (SELss = 167 dB re 1 µPa2s op 750 m) van de grenswaarde (SELss = 160 dB re 1 µPa2s op 750 m) plaats bij het heien van het platform Nederwiek 1. Dit lijdt tot een verstoord areaal van 1.313 km^2 dat tijdelijk minder geschikt is als leef- en foerageergebied voor bruinvissen. Worst-case is het gebied voor deze soort tot 20 dagen niet of verminderd beschikbaar. Als mitigerende maatregel kan een enkelvoudig of dubbel bellenscherm gebruikt worden. Bellenschermen reduceren afhankelijk van de diepte en het gebruikte volume het impulsgeluid met 10 -20 dB. Een tweede bellenscherm zorgt voor een extra reductie van 3 dB (Bellman et al., 2020; Dähne et al., 2017). Door het toepassen van mitigerende maatregelen, zoals een bellenscherm, hierboven beschreven, kan het verstoorde areaal kleiner worden. Verder kan het toepassen van een ADD en ‘soft and slow start’ de kans op PTS bij zeezoogdieren verminderen door ze uit het projectgebied te verjagen (zie ook de toelichting in de paragraaf hierboven).

Verschil berekeningen TNO en KEC
De gebruikte uitgangspunten van de TNO-berekeningen (Bijlage VII-E) komen niet volledig overeen met de uitgangspunten waarmee in het KEC 4.0 is gerekend. Zo wordt er in het KEC 4.0 uit gegaan van 6 palen van 3 m in diameter voor platform Nederwiek 1 en worden er in de berekeningen 2 à 3 palen per dag geheid. Worst-case betekent dit dat het gebied tot 3 dagen niet of verminderd beschikbaar is (Heinis et al., 2022). Zoals beschreven in paragraaf 6.4.2 wordt in de TNO studie gerekend met actuelere uitgangspunten voor de bouw van het platform. Zo worden er worst-case 20 palen geheid i.p.v. 6. Het heien van de palen voor platform Nederwiek 1 is maar een fractie van het totaal aantal palen dat geheid moet worden voor Nederlandse Wind op zee projecten. Het heien van 14 extra palen is 0,79% van het totaal te heien palen (1.762 palen. In verhouding met het totaal te heien palen voor Wind op zee parken in de gehele Noordzee (6.384 palen) is de fractie veel kleiner (0,22%). Tevens zijn de palen voor platforms een stuk kleiner qua diameter dan de monopiles van de windturbines (2,85m voor platforms en 5,5m en 7,5m voor monopiles). Tabel 6-2 geeft een overzicht van het aantal te heien palen per land voor windenergie op zee projecten.

Tabel 6-2 Aantal te heien palen per land voor windenergie op zee projecten.

2016-2030	Geplande capaciteit (MW)	Naar verhouding (%)	Aantal heipalen (voor turbines)	Naar verhouding (%)
Totaal	**77.484**		**6.384**	
België	3.650	5%	379	6%
Frankrijk	598	1%	46	1%
Denemarken	1.751	2%	165	3%
Duitsland	15.319	20%	1.244	19%
Nederland	26.543	34%	1.762	28%
Verenigd Koninkrijk	29.623	38%	2.797	43%

Indicatieve berekening
Met een indicatieve berekening gebaseerd op het KEC 4 en de TNO studie kunnen het aantal extra verstoorde bruinvissen door werkzaamheden voor het platform worden berekend. Het verschil van 14 palen zal tot meer verstoorde bruinvissen leiden dan berekend in het KEC 4. Uitgaande van 14 extra palen betekent dit worst-case 14 extra heidagen (1 heidag per paal). In de TNO-studie is berekend dat voor een heidag van een platform paal bij een geluidsnorm van SELss = 160 dB re 1 µPa2s op 750 meter een oppervlakte van 649 km^2 verstoord wordt wat leidt tot 499 verstoorde bruinvissen en dus 499 bruinvisverstoringsdagen. De bruinvisdichtheid is in dit geval 0,77 (499/649). 14 extra heidagen zorgen in dat geval voor 6.986 extra bruinvisverstoringsdagen.

In het KEC 4 is met verschillende rekenvarianten gewerkt waarbij voor Nederwiek 1 in iedere rekenvariant met een drempelwaarde van SELss = 160 dB re 1 µPa2s op 750 meter is gerekend. In deze rekenvarianten treedt er in totaal een bruinvispopulatiereductie op van tussen de 2,3% en 2,9% als gevolg van de uitrol van windenergie op zee. De grens van 5% (met een zekerheid van 95%) wordt dus niet overschreden. Uitgaande van een worst-case scenario is dit 2,9%, wat neerkomt op circa 1.400.000 bruinvisverstoringdagen. De worst-case 6.986 extra bruinvisverstoringsdagen als gevolg van 14 extra heipalen zijn een fractie van het totaal aantal bruinvisverstoringsdagen. Om het effect te berekenen van de extra bruinvisverstoringsdagen kan de populatiereductie uit het KEC en de huidige studie berekend worden aan de hand van onderstaande formule en parameters uit het KEC 3.0.

$$\text{Populatiereductie} = 1{,}06 \times 10^{-4} \times \text{bruinvisverstoringsdagen}^{1{,}17}$$

De populatie reductie is hierbij uitgedrukt in het aantal individuen. Op zichzelf staand leiden de 6.986 bruinvisverstoringsdagen tot een populatiereductie van 3,33 bruinvissen. Wanneer deze extra bruinvisverstoringsdagen worden beoordeeld met andere in het KEC behandelde projecten leiden deze worst-case 6.986 verstoringsdagen tot een populatiereductie van 9,61 bruinvissen. De populatiereductie grens van 5% (met 95% zekerheid) wordt niet overschreden door deze minimale toevoeging. Het effect valt weg bij de grootschaligheid van alle Wind op zee projecten op de Noordzee in de periode 2016-2030.

De bovenstaande berekening is een indicatieve berekening. Ter borging dienen project specifieke berekeningen voor de extra palen gemaakt te worden. Er is nu gerekend met uitgangspunten van een geluidsnorm van SELss = 160 dB re 1 µPa2s op 750 meter en worst-case aannames wat betreft het aantal palen en heidagen. Indien uit de berekeningen blijkt dat de in deze PB opgenomen effecten een onderschatting zijn, bijvoorbeeld doordat de uitgangspunten zijn veranderd wanneer het platform geplaatst wordt, dienen aanvullende maatregelen zoals het gebruik van een dubbel bellenscherm te worden getroffen. Door het gebruik van mitigerende maatregelen zoals de ADD en 'slow and soft start' zullen bruinvissen het gebied verlaten en neemt de kans op PTS bij bruinvissen af.

In de voorgaande paragrafen zijn de effecten van impuls onderwatergeluid, dat alleen optreedt tijdens de aanleg, op verschillende manieren beoordeeld: aan de geluidsnorm in het KEC en de effecten op bruinvissen via het aantal toegewezen bruinvisverstoringsdagen voor het uitvoeren van de geofysische surveys uit het KEC. Op basis van de huidige berekeningen van TNO treedt er overschrijding van de geluidnorm van SELss = 160 dB re 1 µPa2s op 750 m op (zie paragraaf 6.4.3). Dit zou betekenen dat het aantal bruinvisverstoringsdagen voor het platform Nederwiek 1 hoger uitvalt dan berekend in het KEC. Met het gebruik van een mitigerende maatregel zoals een bellenscherm kan het impulsgeluid gereduceerd worden zodat de geluidsnorm niet meer wordt overschreden. Voor de realisatie van het platform zullen meer heipalen gebruikt worden dan is aangenomen in het KEC. In het perspectief van de uitrol van Wind op zee betreft dit echter maar een fractie van het totaal aantal bruinvisverstoringsdagen. De populatiereductie grens van 5% (met 95% zekerheid) wordt niet overschreden.

Uit voorzorg dient het effect van de getroffen mitigerende maatregel doorgerekend te worden voordat de werkzaamheden worden aangevangen. Door het reduceren van het geproduceerde geluid, wordt ook het verstoorde areaal en het aantal bruinvisverstoringsdagen minder.
Met het nemen van de correcte mitigerende maatregelen voor heiwerkzaamheden, en het uitwerken en narekenen van de heiwerkzaamheden wordt voldaan aan de gestelde eisen vanuit het KEC. Wezenlijke effecten op de gehele bruinvispopulatie op het NCP worden daarmee uitgesloten.

6.4.6 Effecten van impuls onderwatergeluid op trekvissen

Over de effecten van onderwatergeluid op (trek)vissen is zeer weinig bekend (Popper & Hastings, 2009). Er is een zeer grote variëteit tussen soorten in gevoeligheid voor geluid, waarbij effecten kunnen variëren van niet aanwezig tot ernstige schade in de vorm van gedragsveranderingen, tijdelijke of permanente gehoordrempelverschuiving, orgaanschade en zwemblaasschade. Echter door de grote variëteit kan er niet geëxtrapoleerd worden tussen verschillende soorten en situaties, waardoor het vrijwel onmogelijk is een effect juist in te schatten (Popper & Hastings, 2009). Omdat het moeilijk is te generaliseren wordt voor vissen over het algemeen een worst-case reikwijdte van 500 meter aangehouden voor effecten op vissen (Akker van den & Veen van den, 2013; Duin et al., 2015). Bij deze afstand blijft een ruime zone over waarin trekvissen ongehinderd zich kunnen

bewegen. Zeker gezien de ligging van het platform op grote afstand ten opzichte van de kust zal impuls onderwatergeluid geen barrièrewerking voor trekvissen veroorzaken.

Gehoorgevoelige vissen zullen net als de zeezoogdieren een vermijdingsreactie vertonen voor de ADD. Echter omdat er nog een zeer grote kennisleemte bestaat over de gedragsrespons van verschillende vissoorten op geluid (Hawkins et al., 2015; Hawkins & Popper, 2014) wordt er als worst-case vanuit gegaan dat er binnen de 500 meter vanaf de bron toch nog effecten kunnen optreden op vissen. Binnen deze aanname is de worst-case een aantasting van minder dan 0,002% van het totale oppervlak van het NCP en het leefgebied van zoutwatervis (dat in werkelijkheid niet ophoudt bij de grens van het NCP).

Door de tijdelijke aard van de effecten, die alleen optreden tijdens de aanlegfase, en het zeer beperkte areaal waar deze opspelen kan een negatieve beïnvloeding op het populatieniveau van trekvissen worden uitgesloten.

6.4.7 Effecten van impuls onderwatergeluid op vogels

Zichtjagende vogels kunnen mogelijk ook verstoord raken door impuls onderwatergeluid. De kans hierop is echter zeer klein. Een recente studie liet zien dat zeekoeten (en naar verwachting ook alken) een reactie kunnen vertonen (i.e. verstoord raken tijdens het duiken) bij onderwatergeluid rond 110-137 dB re 1 µPa (Anderson Hansen et al., 2020). Deze bandbreedte is ongeveer gelijk aan de bandbreedte zoals weergegeven in Figuur 3-8. Deze verstoring overlapt slechts voor een klein deel met de Bruine Bank en veroorzaakt geen barrièrewerking tussen de Bruine Bank en broedgebieden, aangezien de broedgebieden zich in Groot-Brittannië bevinden. Over het algemeen zal deze verstoring van korte duur zijn, aangezien vogels zich maar korte perioden in het water bevinden en tijdens het heien makkelijk boven water kunnen uitwijken. Vogels ondervinden daarom geen langdurige effecten van impuls onderwatergeluid. Op het moment van schrijven (augustus 2023) zijn effecten op andere onderwater jagende vogels nog niet verder onderzocht. Er zijn tot nu toe weinig tot geen aanwijzingen dat impuls onderwatergeluid langdurige of permanente negatieve effecten heeft op duikende vogels. Er wordt daarom geen effect verwacht op (onderwater jagende) vogels.

6.5 Bovenwaterverstoring op zee en het Veerse Meer

Verstoring als gevolg van geluid en licht, en visuele verstoring treden tijdens de aanlegfase gelijktijdig op en kunnen zodoende doorgaans als één verstoringsbron worden beschouwd. Over het algemeen is de reikwijdte van de lichtbelasting echter minder groot dan die van verstoringen door geluid of visuele verstoringen. Doordat de verstoringscontour van licht binnen dat van geluid en beweging valt tijdens de aanlegfase en bij onderhoud door schepen in de gebruikfase, wordt er in de paragrafen 6.5.1, 6.5.2 en 6.5.3 voornamelijk ingegaan op verstoring als gevolg van geluid en visuele verstoring. Tijdens de gebruiksfase is licht echter wel een op zichzelf staande verstoringsbron. Effecten op fauna gevoelig voor verlichtingsverstoring tijdens de gebruiksfase kunnen niet worden uitgesloten binnen de 150 meter contour. Dit wordt behandeld in paragraaf 6.5.4. Voor aspecten rond verlichting wordt tevens ten alle tijden het verlichtingsplan als leidraad gebruikt, deze wordt opgesteld conform de hiervoor geldende richtlijnen (zie paragraaf 3.6.2). Zodoende zijn effecten op fauna gevoelig voor verlichtingsverstoring tijdens de aanlegfase en gebruiksfase buiten 150 meter uitgesloten.

6.5.1 Aanlegfase op zee, buiten de kustzone (o.a. Bruine Bank)

Het kabeltracé loopt langs de Bruine Bank, wat een aangewezen Natura 2000-gebied is voor jan-van-gent, grote jager, dwergmeeuw, grote mantelmeeuw, alk en zeekoet. Zoals toegelicht in paragraaf 3.6.1 zijn vogelsoorten tijdens de rui verstoringsgevoeliger dan buiten de rui (voor alk en zeekoet 1.000 i.p.v. 500 meter). Van de aangewezen soorten maken alken, zeekoeten en grote jagers tijdens de rui gebruik van de Bruine Bank (zie paragraaf 5.5.1). Door de recentelijke aanwijzing van Natura 2000-gebied Bruine Bank zijn er ten tijde van schrijven geen kwantitatieve instandhoudingsdoelen voor de populaties van deze soorten in dit gebied. Wel zijn er instandhoudingsdoelen voor de omvang en kwaliteit van het gebied, voor deze twee categorieën geldt voor alle zes de soorten een behoudsdoelstelling.

De verstoringscontour van 500 meter voor minder gevoelige vogels (jan-van-gent, dwergmeeuw en grote mantelmeeuw) raakt niet aan de Bruine Bank. De werkzaamheden kunnen een externe werking hebben op de vogelpopulaties op de Bruine Bank. De vogels die zich buiten de Bruine Bank bevinden en verstoord worden door de werkzaamheden, zoals bijvoorbeeld zeekoeten buiten de ruiperiode, maar ook minder verstoringsgevoelige soorten, kunnen echter uitwijken. Er is ruim voldoende onverstoord areaal beschikbaar. Ook kunnen organismen wennen aan continu bovenwatergeluid, zoals scheepsmotoren of machines (Broekmeyer et al., 2006; Krijgsveld et al., 2008). De verstoring is tijdelijk en lokaal. Gezien de aan te leggen werkzaamheden zich ten (noord-) oosten van de Bruine Bank bevinden is er geen sprake van hinder van de migratie van en naar het (noord-) westen.

Grote jagers ruien tijdens hun trek en behouden tijdens de rui hun vliegvermogen. Eventueel verstoorde ruiende grote jagers kunnen zodoende bij verstoring uitwijken naar onverstoord areaal. De optredende verstoring als gevolg van de werkzaamheden is tijdelijk en lokaal, en zodoende is er ruim onverstoord areaal beschikbaar. Door de tijdelijke aard van de effecten en het beperkte areaal is er geen sprake van een negatieve invloed op de gestelde behoudsdoelstellingen voor de kwaliteit en omvang van het leefgebied voor deze soort binnen het Natura 2000-gebied.

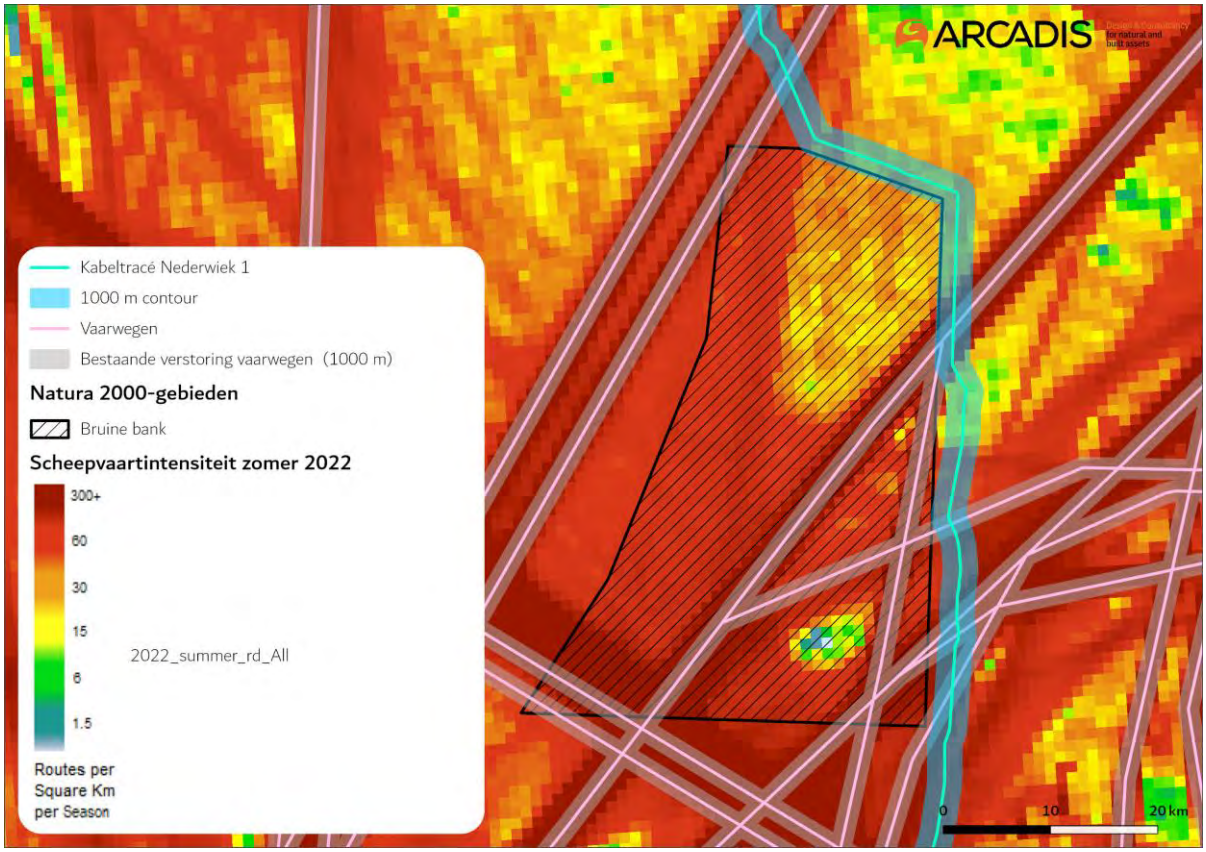
Zeekoeten ruien in juli, augustus en de eerste helft van september. Gedurende deze periode kunnen de vogels niet vliegen, waardoor ze bij verstoring niet kunnen vluchten. Van december tot februari ruien ze weer van hun winter naar hun zomerkleed. Gedurende deze periode kunnen zeekoeten wel vliegen (Dunn et al., 2019; R. van Bemmelen et al., 2013). Tijdens de aanleg overlapt de verstoringscontour voor ruiende vogels (1.000 meter) voor ongeveer 559 ha met de Bruine Bank. Dit betreft maximaal een tijdelijke verstoring van 0,3% van het totale oppervlakte. Deze verstoring vindt plaats in de buurt van scheepsvaarroutes, waardoor er dus gewenning zal optreden. Daarnaast is er voldoende verstoord areaal beschikbaar en zal de verstoring zeer plaatselijk zijn. Zodoende is geen sprake van een negatieve invloed op de gestelde behoudsdoelstellingen voor de kwaliteit en omvang van het leefgebied voor deze soorten binnen het Natura 2000-gebied. Ook hier kan mogelijk externe werking optreden. Aangezien er hier echter al scheepsvaartroutes zijn, zal externe werking geen effect hebben op de populaties van zeekoeten en alken op de Bruine Bank, zie tekstkader. Alken en zeekoeten komen ook in wisselende aantallen voor buiten de begrenzingen van de Bruine Bank.

Berekening verstoorde alken en zeekoeten
De gevoelige periodes in de Nederlandse wateren voor alken en zeekoeten van juli tot en met de eerste helft van september en van december tot februari (R. van Bemmelen et al., 2013).
Het aantal verstoorde alken en zeekoeten kan aan de hand van het verstoorde oppervlakte (circa 559 ha), oppervlakte van de Bruine Bank (1.366 km^2) en aantal alken en zeekoeten op de Bruine Bank in augustus en februari worden berekend.

In augustus leiden de werkzaamheden tot circa 17 verstoorde ruiende zeekoeten en geen verstoorde alken (deze zijn dan niet aanwezig op de Bruine Bank). Op een geschatte Bruine Bank populatie van 476 zeekoeten en een Noordzeedeelpopulatie van 1.562.000 zeekoeten is dit verstoring van respectievelijk circa 3,40% en 0,001% van de populatie. In februari worden er circa 238 zeekoeten en 144 alken verstoord. Op een geschatte Bruine Bank populatie van 6.500 zeekoeten en 4.202 alken is dit verstoring van circa 2,5 % van de populatie. En op een geschatte Noordzeedeelpopulatie van 1.562.000 zeekoeten en 324.000 alken is dit verstoring van respectievelijk circa 0,015 % en circa 0,044 % van de populatie (Fijn et al., 2022). Zie de soortenbeschermingstoets voor een uitgebreide berekening van het aantal verstoorde zeekoeten.

Instandhoudingsdoelstellingen voor de populatie van alk en zeekoet in Natura 2000-gebied Bruine Bank zijn ten tijde van schrijven niet gekwantificeerd. Het bovenstaande laat zien dat het percentage verstoorde alken en zeekoeten klein is. Tijdens de winterrui (van winter- naar zomerkleed) wanneer aantallen het hoogst zijn kunnen de vogels aangewezen voor de Bruine Bank nog vliegen en zodoende uitwijken. Wanneer de vogels niet kunnen wegvliegen zijn de aantallen lager. Aangezien het tracé gelegd wordt in een scheepvaartroute leiden de werkzaamheden niet tot extra verstoord oppervlak en is er geen externe werking op de populaties van zeekoeten en alken op de Bruine Bank. Negatieve effecten op populatieniveau zijn uit te sluiten, waarmee een mogelijk toekomstige specificatie van deze instandhoudingsdoelstelling niet in het geding komt. Daarnaast is ook aangetoond dat de behoudsdoelstellingen voor de kwaliteit en omvang van het leefgebied tijdens de aanleg niet negatief worden beïnvloed.

Naast het gegeven dat het additioneel verstoord oppervlak op en in de buurt van de Bruine Bank klein is, is de regulier aanwezige scheepsvaartintensiteit in (maar ook buiten) de standaard vaarwegen op de Bruine Bank en langs het tracé op zee relatief hoog, zoals te zien in Figuur 6-13. Hieruit blijkt dat er op veel plekken een hoge scheepsvaartintensiteit van >100 routes (i.e. vaarbewegingen/boten) per vierkante kilometer per maand is. De werkzaamheden voor Net op zee Nederwiek 1 zullen slechts enkele schepen aan deze hoge scheepsvaartintensiteit toevoegen. Zodoende is ook de intensiteit van de verstoring binnen het geringe verstoorde oppervlak relatief laag ten opzichte van de regulier aanwezige scheepsvaartintensiteit.



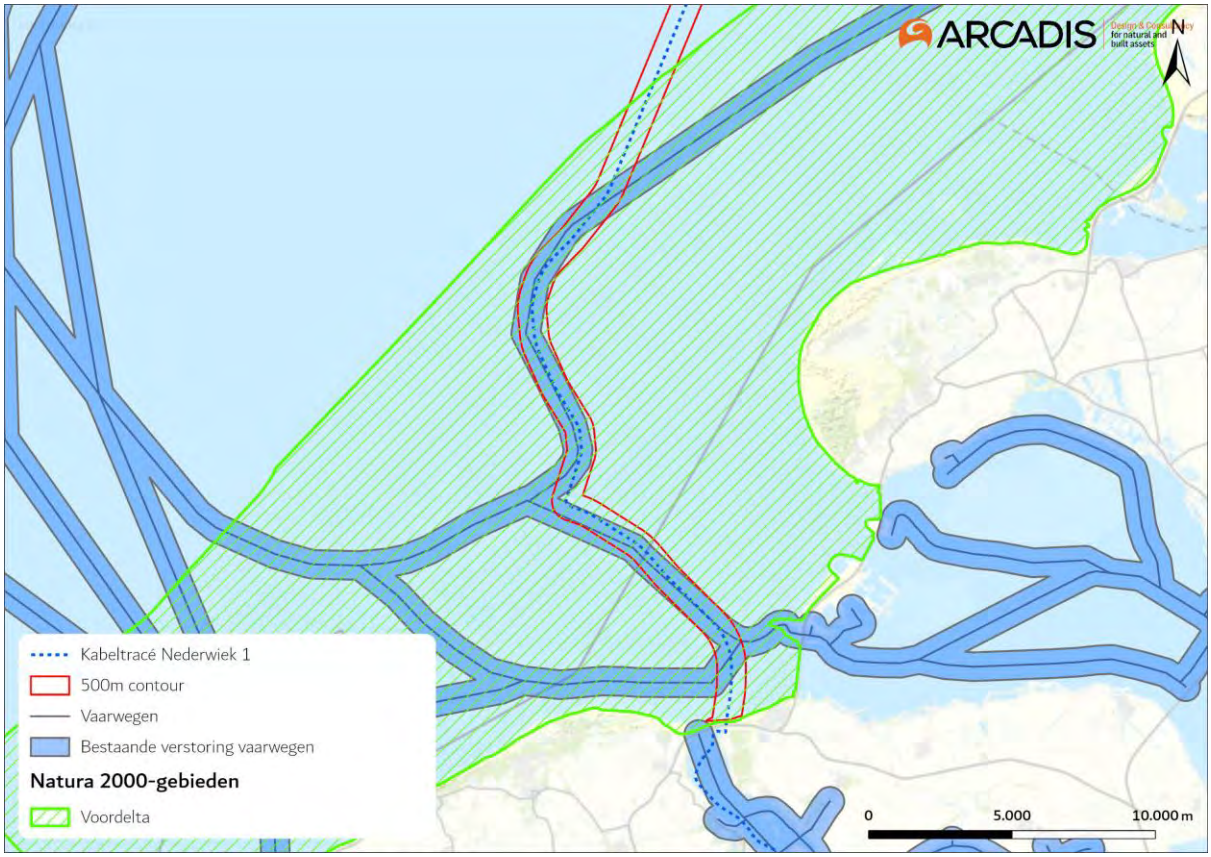
Figuur 6-13 Scheepvaarintensiteit in de buurt van de Bruine Bank

6.5.2 Aanlegfase op zee, binnen de kustzone (o.a. Voordelta)

Niet-broedvogels

Het kabeltracé loopt door Natura 2000-gebied Voordelta. Voor minder gevoelige vogels (500 m verstoringscontour) resulteert dit in een tijdelijke verstoring van circa 3,3% (2.631 ha) van het totale areaal van het open water van de Voordelta (79.445 ha). Het kabeltracé volgt nagenoeg volledig het verloop van een bestaande scheepvaartroute (zie Figuur 6-12). Hierdoor is het oppervlak dat daadwerkelijk additioneel verstoord wordt door de werkzaamheden minimaal. De verstoring treedt bovendien niet over het gehele kabeltracé tegelijk op, er is alleen sprake van verstoring ter plaatse van de werkzaamheden, dit beweegt langzaam en voorspelbaar langs het tracé. De tijdelijke aard van de werkzaamheden en het beperkte additioneel verstoorde areaal (ten opzichte van de huidige situatie in het gebied) zorgen ervoor dat instandhoudingsdoelen voor minder gevoelige vogelsoorten niet negatief worden beïnvloed. Eventueel verstoorde individuen hebben tevens voldoende uitwijkmogelijkheden binnen de Voordelta.

In de omgeving van het kabeltracé komen seizoensgebonden een laag aantal roodkeelduikers en zwarte zee-eend voor. Deze twee soorten zijn extra gevoelig voor verstoring, met een verstoringafstand van 2.000 meter. Verstoring vindt plaats in een cirkel met een diameter van 2.000 meter rond de werkzaamheden en is daarmee lokaal. De werkzaamheden (en de verstoring) verplaatsen zich geleidelijk langs het tracé, voor de werkzaamheden wordt nieuw areaal binnen de cirkel verstoord terwijl achter de werkzaamheden eerder verstoord areaal weer beschikbaar komt. Zodoende gaat het tijdens de werkzaamheden maar om een klein areaal wat tegelijkertijd wordt verstoord. Eventueel verstoorde individuen hebben daarom ten alle tijden voldoende uitwijkmogelijkheden.



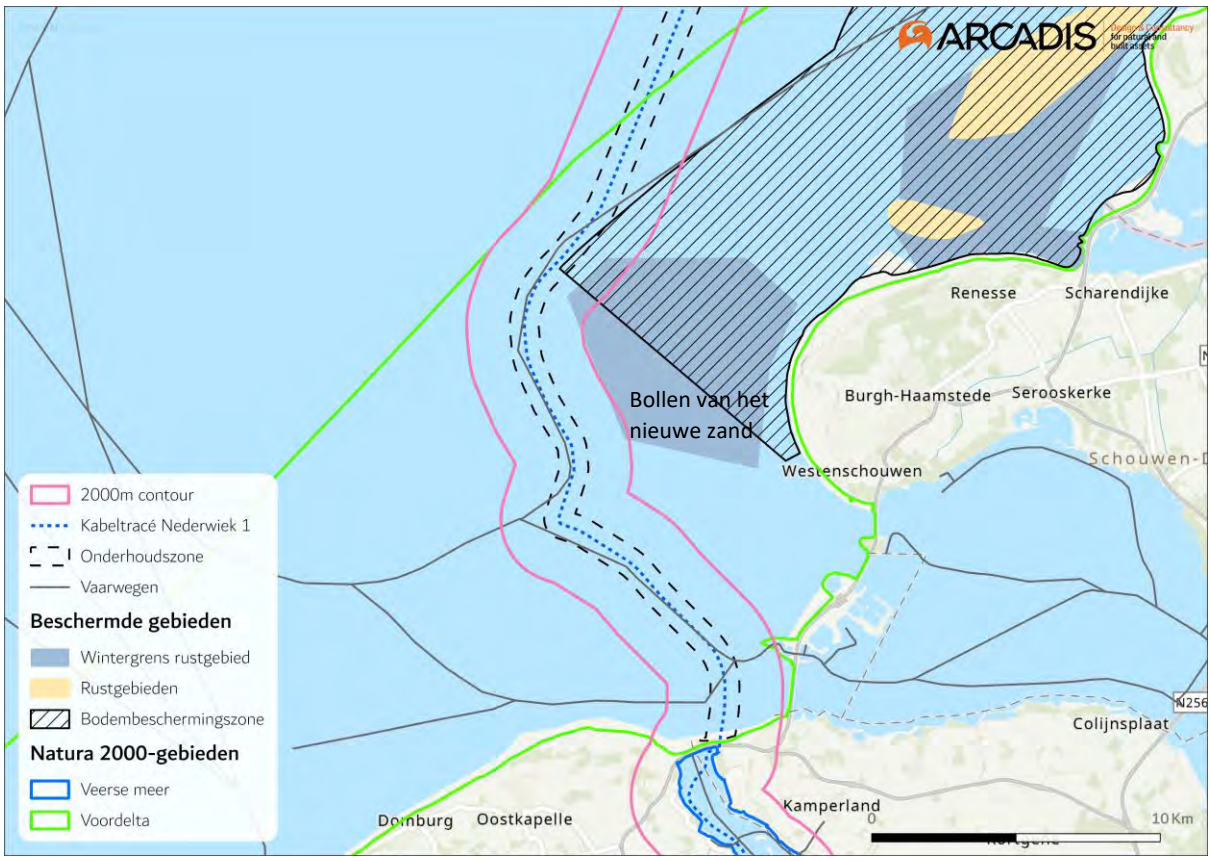
Figuur 6-14 Verstoringscontour van kabeltracé en reguliere scheepvaartroutes binnen de kustzone.

De aanleg zou resulteren in een cumulatieve verstoring van circa 9.912 ha (12,5%) voor roodkeelduiker en zwarte zee-eend van het totale areaal aan open water in Natura 2000-gebied Voordelta. Het daadwerkelijke additioneel verstoorde oppervlak is in werkelijkheid vele malen kleiner gezien er vrijwel geheel binnen de standaard vaarwegen gewerkt wordt, zie Figuur 6-14. De regulier aanwezige scheepsvaartintensiteit in (maar ook buiten) de standaard vaarwegen in dit gebied is al relatief hoog, zoals te zien in Figuur 6-12 (zie paragraaf 6.3). Hieruit blijkt dat er op veel plekken een hoge scheepsvaartintensiteit van >100 routes (i.e. vaarbewegingen/boten) per vierkante kilometer per maand plaatsvindt. De werkzaamheden zullen slechts enkele schepen aan deze hoge scheepsvaartintensiteit toevoegen. Zodoende is ook de intensiteit van de verstoring binnen het geringe verstoorde oppervlak relatief laag t.o.v. de regulier aanwezige scheepsvaartintensiteit.

Het kabeltracé loopt langs het rustgebied Bollen van het Nieuwe Zand, zie Figuur 6-15. Dit is een winter rust- en foerageergebied voor de zwarte zee-eend. Het rustgebied is ingesteld om, door het beperken van de verstoring als gevolg van recreatie en scheepvaartbewegingen, het voor de zwarte zee-eend mogelijk te maken om optimaal van het voedselaanbod in de Voordelta te profiteren in de winter. Activiteiten zijn binnen dit gebied tussen 1 november en 1 mei niet toegestaan. De activiteiten vinden niet in het gebied plaats, maar wel naast het gebied.

De verstoringscontour voor de zwarte zee-eend (2.000 meter) overlapt hierdoor met een deel van dit winterrustgebied, aan de westelijke buitenrand, zie Figuur 6-15. Precies dit deel wordt al verstoord in de huidige situatie door de scheepsvaart over de bestaande vaarwegen waaraan de kabel parallel wordt gelegd. Tevens vinden de activiteiten worst-case plaats tussen de maanden

maart en oktober. Ten opzichte van de huidige situatie is er dus geen sprake van additioneel verstoord areaal.



Figuur 6-15 De ligging van het kabeltracé en de verstoringscontouren voor geluid, licht en visuele verstoring ten opzichte van rustgebied Bollen van het Nieuwe Zand en het bodembeschermingsgebied.

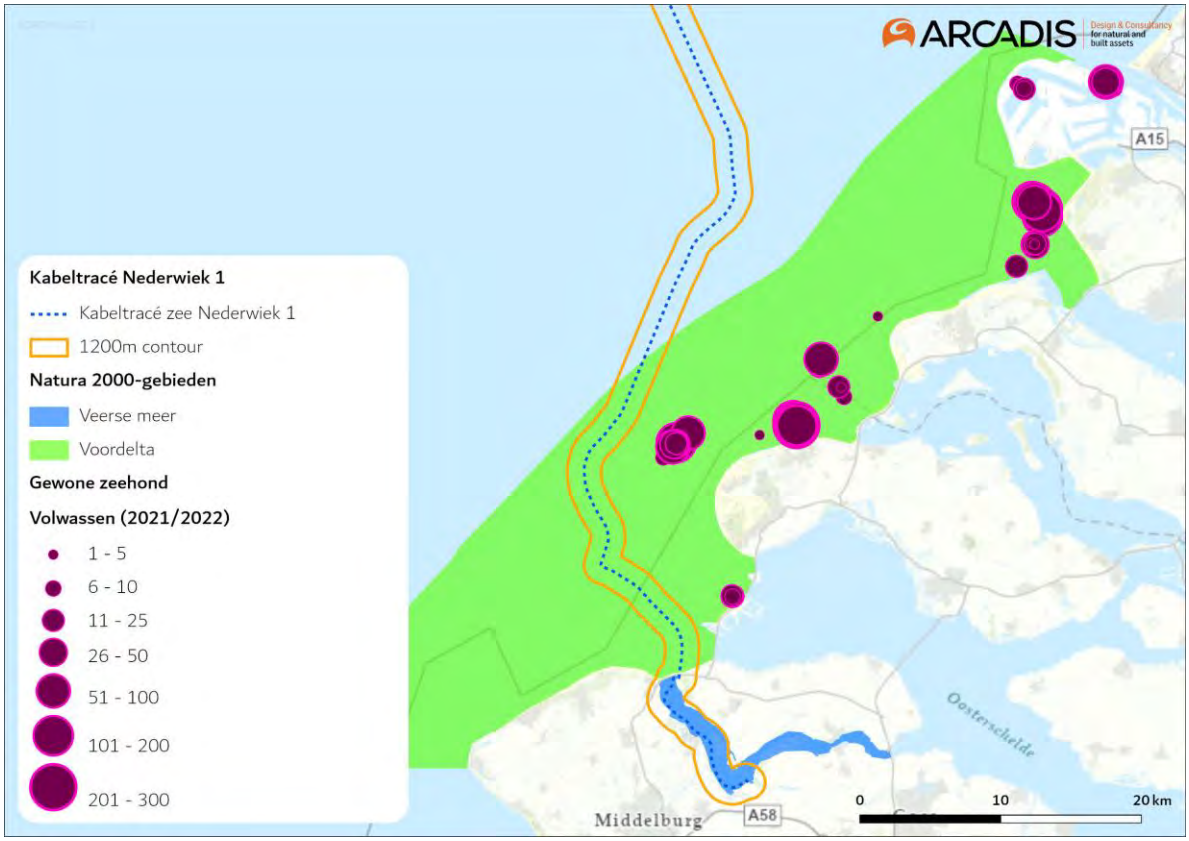
Doordat in de Voordelta een bredere onderhoudscorridor van 1.500 meter (overig 1.000 meter) wordt gehanteerd waarbinnen schepen kunnen varen tijdens onderhoud en aanleg, treedt er mogelijk verstoring op ten oosten van de bestaande vaarweg. Hiermee kan toch een deel van de verstoringscontour voor zwarte zee-eenden het deel van het winterrustgebied overlappen dat door de reguliere scheepvaart niet verstoord wordt. Het is niet uit te sluiten dat zwarte zee-eenden in de perioden van oktober tot maart en april tot mei in dit gebied voorkomen. De hoogste dichtheden van de zwarte zee-eenden bevinden zich echter de afgelopen jaren buiten de verstoringscontour, meer in het noordoosten van het rustgebied (Horssen et al., 2020). In het ongunstige scenario dat schepen in het uiterste oostelijke deel van de corridor aanwezig zijn, vindt er zeer tijdelijk (het gaat om slechts enkele kilometers aan te leggen tracé) verstoring plaats in het zuidwestelijke deel van Bollen van het Nieuwe Zand waar relatief lage dichtheden zwarte zee-eenden zich ophouden. Het grootste deel van de verstoringscontour zal overlappen met reeds verstoord areaal door reguliere scheepsvaart. Door de zeer tijdelijke aard en het beperkte additioneel verstoorde areaal hebben verstoorde individuen de mogelijkheid om uit te wijken naar voldoende onverstoord areaal. Hierdoor kunnen, door de korte duur waarvoor dit eventueel nodig is, geen wezenlijke effecten ontstaan door een tijdelijke reductie in foerageerkansen. Effecten op populatieniveau van de verstoring van de zwarte zee-eend kunnen daarmee worden uitgesloten.

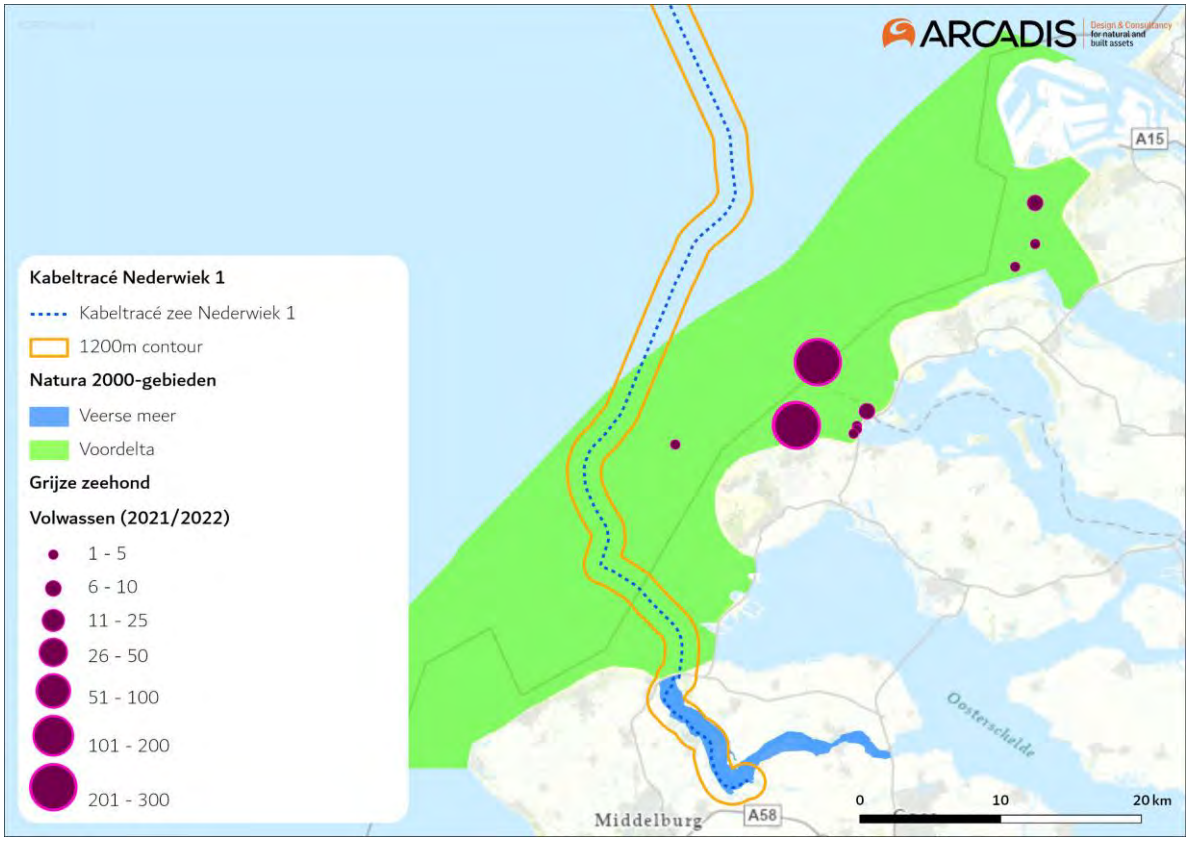
De tijdelijke aard van de werkzaamheden en het beperkte additioneel verstoorde areaal (ten opzichte van de huidige situatie in het gebied) zorgen ervoor dat de behoudsdoelstellingen voor de

omvang en kwaliteit van het leefgebied voor de roodkeelduiker en zwarte zee-eend en hun populaties binnen Natura 2000-gebied Voordelta geen negatieve effecten ondervinden.

Zeehonden

Binnen de verstoringscontour voor zeehonden bevindt zich langs het kabeltracé bekende ligplaatsen van gewone zeehond en een van de grijze zeehond. Dit zijn de aangewezen rustgebieden Bollen van het Nieuwe Zand, Middelplaat en Bollen van de Ooster. In het verleden lagen hier geen jonge zeehonden waardoor de kans op zogende zeehonden ook zeer laag is. De ligplaatsen bevinden zich nabij de reguliere vaarroute, die het Kabeltracé in de Voordelta grotendeels volgt (zie Figuur 6-16). Het gaat hier slechts om enkele individuen. Deze ligplaatsen worden in de huidige situatie reeds verstoord door reguliere scheepvaart. De aanwezige achtergrond-scheepvaartintensiteit is beschreven in voorgaande paragraaf. Het beperkte aantal schepen dat wordt gebruikt tijdens de werkzaamheden voegt daarmee een relatief verwaarloosbare fractie toe aan de aanwezige scheepvaart intensiteit. Voor dit scheepvaartverkeer gelden dezelfde verstoringsafstanden. De verstoring als gevolg van de werkzaamheden voor het kabeltracé zal het oppervlakte verstoord gebied daarom niet vergroten bij de rustplaatsen van de zeehonden. Mochten hier rustende zeehonden toch verstoord raken, zijn er in de buurt voldoende onverstoorde uitwijkmogelijkheden beschikbaar. Een negatief effect door bovenwaterverstoring op de instandhoudingsdoelstellingen van de grijze en gewone zeehond in Natura 2000-gebied Voordelta is hiermee uitgesloten.



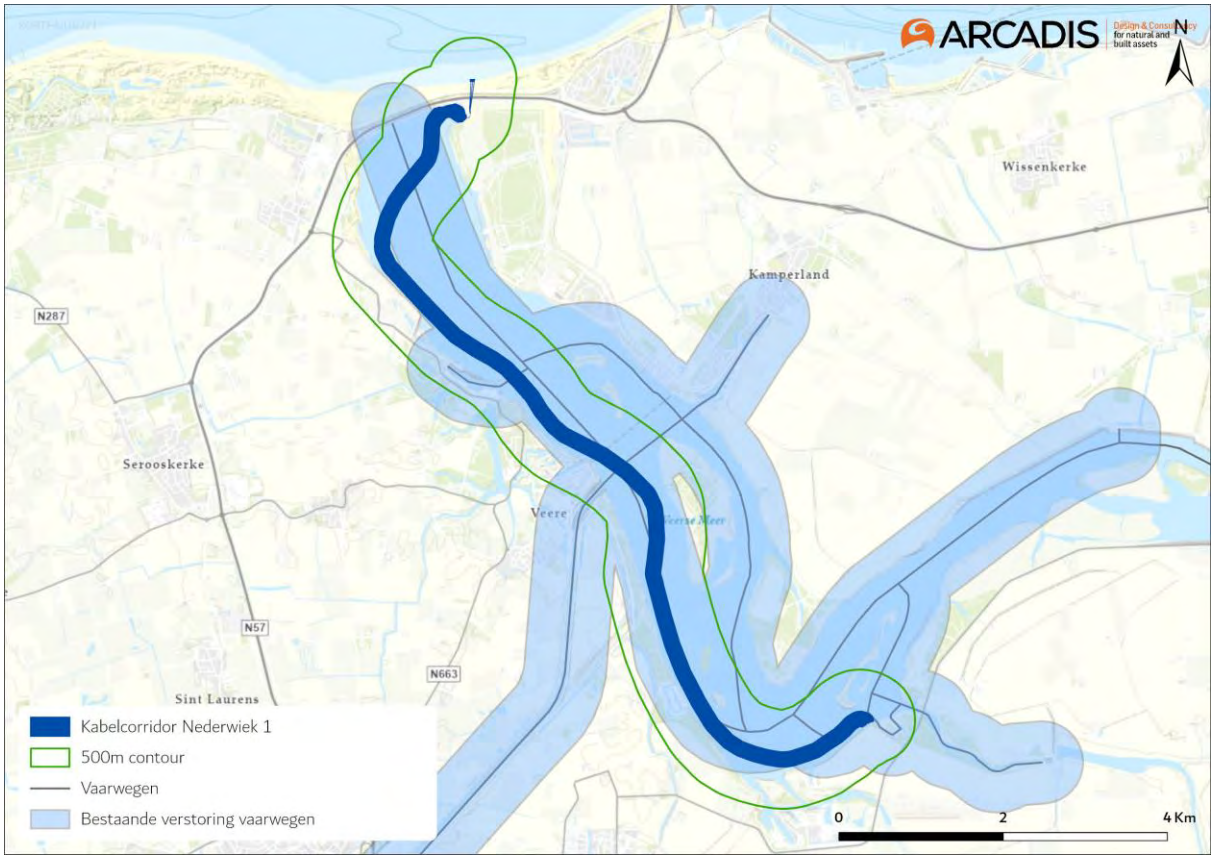


Figuur 6-16 Rustplaatsen van volwassen gewone zeehonden (boven) en volwassen grijze zeehonden (onder) in seizoen 2021/2022. Verstoringscontouren van de werkzaamheden (rode contour) en bestaande vaarroutes (blauw vlak) (Hoekstein et al., 2023).

6.5.3 Aanlegfase op en rond het Veerse Meer

In deel A is eerder toegelicht dat de aanleg van het tracé in het Veerse Meer plaatsvindt tussen 1 september en 1 mei. Dit is grotendeels buiten de broedperiode, alleen in de eerste weken van de broedperiode (medio april tot 1 mei) vinden nog werkzaamheden plaats.

Aalscholver en lepelaar broeden uitsluitend op de Middelplaten in het Veerse Meer. De Middelplaten liggen >5 km verwijderd van het tracé, waardoor effecten op deze broedvogelsoorten op voorhand waren uitgesloten (paragraaf 5.4). Kleine mantelmeeuw broedt wel in de buurt van het tracé, op het eiland Haringvreter (Lilipaly & Sluijter, 2021). Langs de Haringvreter lopen aan weerszijden reguliere vaarroutes (Figuur 6-17). Scheepvaart die van deze routes gebruik maakt bestaat onder meer uit recreatievaart, dat vaak onvoorspelbaar en bewegelijk is. Dit veroorzaakt in de regel meer verstoring dan langzaam en voorspelbaar voortbewegend groot materieel (Krijgsveld et al., 2022). Er zijn op het eiland ook voor het publiek toegankelijke steigers en enkele wandelpaden (VVVzeeland.nl, 2020), waardoor recreanten op het eiland zelf ook af en toe voor autonome verstoring zorgen. Kleine mantelmeeuwen die in dit gebied tot broeden komen zijn zodoende blootgesteld aan een vrij grote hoeveelheid autonome verstoring. Dit kan soms leiden tot enige mate van gewenning/tolerantie (Krijgsveld et al., 2022). De extra verstoring als gevolg van de werkzaamheden, waarbij enkele grote schepen langzaam voorbijvaren, is daarom verwaarloosbaar. Een negatief effect op de instandhoudingsdoelstellingen van de kleine mantelmeeuw is uitgesloten.



Figuur 6-17 Het minimale 500 m verstoringscontour rond het Nederwiek 1 tracé overlapt al vrijwel geheel met de autonome verstoringscontour (beige) behorend bij de reguliere vaarwegen (grijze lijnen).

Voor niet-broedvogels vervult het Veerse Meer vooral een belangrijke rol als overwinter- en doortrekplaat (Ministerie van Infrastructuur en Milieu & Rijkswaterstaat, 2016a). Relatief veel individuen van aangewezen soorten zoals fuut, middelste zaagbek, smient, wilde eend en meerkoet komen naar het Veerse Meer om te rusten en foerageren (Paragraaf 5.5). Als gevolg van de aanlegwerkzaamheden voor Nederwiek 1 kunnen zij verstoring ondervinden.
Door de ligging van het tracé vindt verstoring van de werkzaamheden uitsluitend plaats in de westelijke helft van het Veerse Meer, de oostelijke helft wordt geheel ontzien. De verstoring vindt niet overal langs het tracé tegelijk plaats, maar beweegt langzaam mee met de aanlegwerkzaamheden. Het tracé ligt bovendien grotendeels in of parallel aan de vaargeul, het 500 m verstoringscontour (dat geldt voor de meeste vogels aangewezen in het Veerse Meer) rond het tracé overlapt zodoende vrijwel geheel met de verstoringscontour van autonome scheepsvaart (Figuur 6-17). Grote verstoringscontouren voor gevoeligere soorten ondervinden nog meer overlap.

Ter indicatie: er passeerden in 2006 (meest recente data) zo'n 2.500 beroepsvaartschepen en 27.000 recreatievaartuigen sluizencomplex Veere (Rijkswaterstaat Dienst Zeeland, 2009). Deze vaarbewegingen hebben in ieder geval gedeeltelijk het tracé gevolgd. Er zijn geen aanwijzingen dat de autonome scheepsvaart tegenwoordig is verminderd ten opzichte van 2006. De verstorende aard van deze beroepsvaartschepen is relatief soortgelijk aan de voorgenomen kabelaanleg-werkzaamheden, het gaat beide om vrij langzaam voortbewegende, grote vaartuigen. Er maken gemiddeld ca. 7 beroepsvaartuigen per dag gebruik van (een deel van) het tracé. Daarbij komt nog de verstoring van de recreatievaartuigen die ook gebruik maken van het gebied, de verstorende werking hiervan is doorgaans hoger (Krijgsveld et al., 2022). Ca. 3 km ten noorden van Veere loopt

het tracé tevens door een omvangrijke zone voor snelvaren, bestemd voor bijvoorbeeld motorboten en waterskiën (Ministerie van Infrastructuur en Milieu & Rijkswaterstaat, 2016b). Hierbij moet aangegeven worden dat recreatievaart zich met name concentreert in de zomer maanden, dat zijn niet de maanden waarin Nederwiek 1 wordt aangelegd.

De werkzaamheden langs het tracé veroorzaken dus nauwelijks additioneel verstoord oppervlak ten opzichte van de autonome scheepsvaart (met name beroepsvaart). Ook is er slechts sprake van enkele additionele vaarbewegingen binnen het reeds verstoorde oppervlak. Hier is een negatief effect op foerageren of rustende (groepen) vogels dus niet aan de orde.

De vaargeul komt ook relatief dicht langs de aanlandingslocaties. Normaliter is er rond deze twee punten echter geen sprake van de relatief langdurige aanwezigheid van schepen met bijbehorende werkzaamheden (zowel vanaf het water als het land). Daarom wordt in onderstaande tekst extra aandacht besteed aan verstoring rond de aanlandingslocaties.

Direct naast de noordelijke aanlandingslocatie (Veerse Gatdam) ligt een surfschool, een grote parkeerplaats en een loswal voor schepen. In deze hoek van het Veerse Meer zal doorgaans dus al relatief weinig rust te vinden zijn. Verstoringsgevoelige rustende individuen zullen zich daarom doorgaans elders ophouden, een wezenlijk effect op individuen rond deze locatie is uit te sluiten. Rond de oever van de zuidelijke aanlandingslocatie (nabij Oranjeplaat / De Piet) wordt minder autonome verstoring verwacht. Voor individuen die hier mogelijk aanwezig zijn en door de tijdelijke aanlegwerkzaamheden verstoord worden, zal altijd voldoende nabijgelegen soortgelijk rust- en foerageergebied voorhanden zijn. Voorbeelden hiervan zijn de wateren in en rond de Spieringplaat, Bastiaan de Langeplaat en Middelplaten, allen iets oostelijker gelegen in het Veerse Meer. Dit tijdelijke effect binnen een zeer beperkt areaal van het Veerse Meer leidt niet tot negatieve effecten op aangewezen niet-broedvogelsoorten.

6.5.4 Gebruiksfase op zee, buiten de kustzone

Lichtverstoring kan mogelijk tot negatieve externe effecten leiden voor trekvogels en vleermuizen. Migrerende vogels en vleermuizen kunnen ’s nachts worden aangetrokken of gedesoriënteerd raken door kunstmatige lichtbronnen (Poot et al., 2008; Voigt et al., 2017). Dit zal tijdens de gebruiksfase alleen rondom het platform van Net op zee Nederwiek 1 zijn. Aangezien er tijdens de gebruiksfase gebruikt wordt gemaakt van een verlichtingsplan (Deel A hoofdstuk 2) zal de verlichting nooit hoger dan 0,1 lux zijn op 150 m van het platform. Hierdoor zal slechts een zeer beperkt areaal verlicht zijn ver buiten Natura-2000 gebieden. Zodoende is een negatief effect op instandhoudingsdoelen door externe werking uitgesloten.

6.6 Habitataantasting

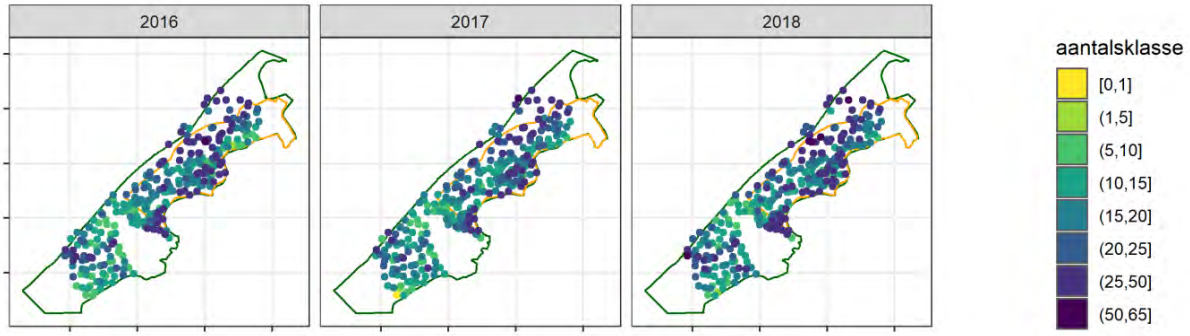
6.6.1 Habitataantasting op zee

Er is sprake van habitataantasting in Natura 2000-gebied Voordelta tijdens de aanleg van de kabels. In principe blijven in de gebruiksfase de kabels onaangeroerd, indien er toch onderhoud nodig is (in de Voordelta) zal het effect van habitataantasting veel lokaler zijn dan omschreven in de aanlegfase. Deze is daarom worst-case. De gehanteerde reikwijdte van habitataantasting is toegelicht in paragraaf 3.8.1. Voor het baggeren wordt een worst-case reikwijdte van 65 meter aangehouden en voor het jet trenchen 25 meter.

Binnen de Voordelta reikt de corridor voor het kabeltracé voor een deel door het bodembeschermingsgebied (zie Figuur 5-2). Als de kabel in het oostelijke deel van de 1.500 meter brede corridor wordt geplaatst, wordt maximaal 0,05% (15 ha) van het totale bodembeschermingsgebied (29.937 ha) aangetast. In het bodembeschermingsgebied is bodem beroerende visserij (boomkor >260 pk) niet toegestaan. Hierdoor is het leggen van de kabel voor Net op zee Net op zee Nederwiek 1 de enige vorm van habitataantasting in het gebied. Habitataantasting door Net op zee Nederwiek 1 is echter eenmalig en na het leggen van de kabel kan de zeebodem herstellen.

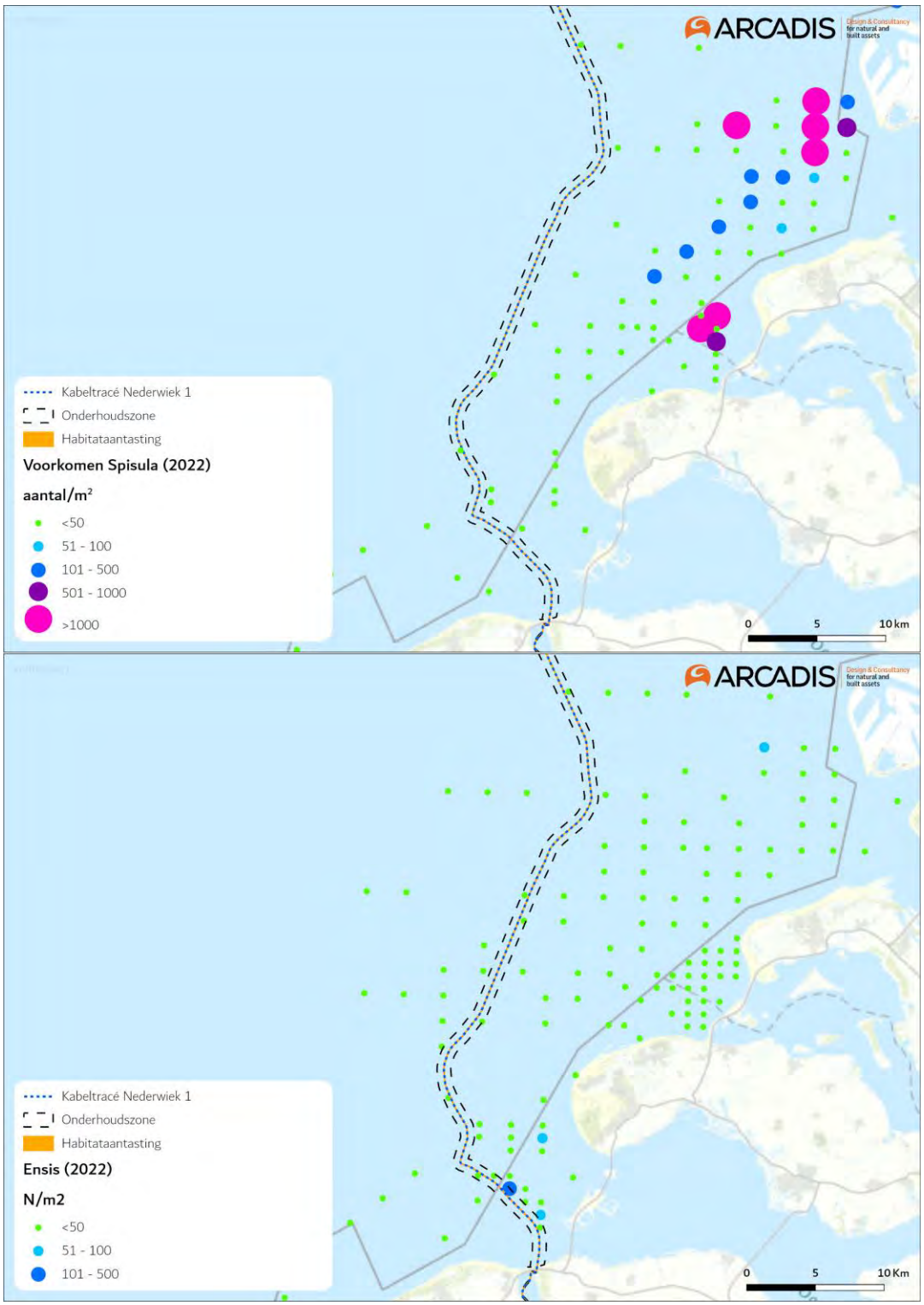
Op basis van de lengte van het tracé door de Voordelta en de reikwijdte van het effect wordt geconcludeerd dat in de Voordelta habitataantasting plaats kan vinden van maximaal 0,4% (circa 346 ha) van het habitattype permanent overstroomde zandbanken (H1110B) en maximaal < 0,05% (<1 ha) van het habitattype slik- en zandplaten (H1140B). Dit is een beperkt deel van het totale areaal van deze habitattypes in de Voordelta (respectievelijk circa 81.300 en 2.000 ha). Dit zijn absolute worst-case aannames waarbij in de hele Voordelta uit wordt gegaan van een reikwijdte van 65 meter. In de praktijk zal in de Voordelta grotendeels getrencht worden en wordt er op het strand niet gebaggerd. Deze andere aanlegtechnieken hebben een kleinere reikwijdte dan de gehanteerde worst-case. In de praktijk zal het verstoorde oppervlak daardoor minder zijn. De kabels zullen uiteindelijk onder het mobiele gedeelte van het zand komen te liggen. Dit betekent dat nadat de kabels gelegd zijn de bovenste laag van het habitat in zijn geheel kan herstellen en er dus geen permanente habitataantasting zal plaatsvinden in het gebied.

Het habitattype permanent overstroomde zandbanken (H1110B) is van groot belang voor bodemfauna, waaronder schelpdieren, die een belangrijke voedselbron vormen voor vissen, zeevogels en zeezoogdieren (Ministerie van LNV, 2014; Ramaker, 2015). In een studie door Moorsel et al. (2020) naar ruimtelijke trends van de bodemgemeenschap in de Voordelta, komt naar voren dat het gebied wat beïnvloedt wordt door habitataantasting in de Voordelta van gemiddelde kwaliteit is op “diversiteit van soorten”- niveau (Figuur 6-18).



Figuur 6-18 Het aantal macrobenthostaxa per locatie in de loop der jaren (van Moorsel et al., 2020).

In de Voordelta komen verschillende schelpdiersoorten voor. Jaarlijks wordt onderzoek gedaan naar de verspreiding van mesheften, halfgeknotte strandschelpen, en overige veel voorkomende soorten met een potentieel belang voor visserij langs de kust. Hiervoor worden punten bemonsterd over een grid. Figuur 6-19 laat zien dat in het gebied rond het kabeltracé mesheften (*Ensis sp.*) en in minder mate halfgeknotte strandschelpen *(Spisula subtruncata*) voorkomen. Ook andere schelpdieren zoals mosselen (*Mytilus edulis*), venusschelpen (*Chamelea striatula*), otterschelpen (*Lutraria lutraria*) of zaagjes (*Donax vittatus*) worden in wisselende mate langs het kabeltracé gevonden (Troost et al., 2022). In 2019 zijn geen kokkels (*Cerastoderma edule*) in de kustzone aangetroffen.



Figuur 6-19 Spisulabanken (boven) en Ensis banken (onder) in het kustgebied. Figuur aangepast uit (Troost et al., 2022).

Het mesheft komt verspreid over de hele Voordelta voor. Zie ook op één bemonsteringspunt rond het kabeltracé, op de rand van de onderhoudscorridor, is het mesheft met een hogere gemiddelde dichtheid aangetroffen dan in de rest van de Voordelta (zie Figuur 6-19). De soort komt echter breed verspreid over de Voordelta voor.

Habitataantasting van de zeebodem is een tijdelijk effect. Uit onderzoek is gebleken dat de morfologie van een aangetaste zeebodem zich binnen korte tijd weer kan herstellen door de natuurlijke dynamiek, vaak is dit al binnen een jaar (Baptist eft al., 2009). De tijd dat bodemfauna nodig heeft om in een aangetast gebied de oude biomassa en dichtheid weer te bereiken bedraagt doorgaans één jaar, en 2 tot 5 jaar voor organismen met langere levenscycli (zoals verschillende tweekleppigen en zee-egels) (Baptist et al., 2009; Boudewijn, 2016; Coates et al., 2015; Rozemeijer et al., 2013). Na een periode van maximaal vijf jaar waarin de biodiversiteit lager is dan in de uitgangsituatie zal de bodem dus opnieuw gekoloniseerd zijn door bodemfauna en een natuurlijke morfologie vertonen. Aangezien de kabelcorridor voor Net op zee Nederwiek 1 een veiligheidscorridor heeft waarin geen andere werkzaamheden zullen plaatsvinden, zal de kans op bodemaantasting door andere projecten miniem zijn. Op voorhand worden andere projecten binnen de aanlegstrook voor Net op zee Nederwiek 1 uitgesloten.

Vanwege het beperkte aangetaste areaal, het feit dat de bodem en bodemfauna zich herstelt en dat het tracé bekende schelpenbanken mijdt zijn blijvende effecten van habitataantasting uit te sluiten. Hiermee is een (indirecte) negatieve beïnvloeding van de instandhoudingsdoelen, in zowel de aanleg- als de gebruiksfase, van habitattypen, habitatrichtlijnsoorten en niet-broedvogels ook uitgesloten.

6.6.2 Habitataantasting in het Veerse Meer

Zoals toegelicht in paragraaf 0 zijn er geen instandhoudingsdoelen voor habitattypen aangewezen voor het Veerse Meer. Het effect van habitataantasting kan echter wel doorwerken via de voedselketen, en daarmee hogere trofische niveaus beïnvloeden. Dit kunnen ook aangewezen vogelsoorten met instandhoudingsdoelstellingen zijn. In deze paragraaf wordt gefocust op het effect van bodemaantasting in het Veerse Meer op benthosetende vogelsoorten. Dit betreft met name meerkoet, brilduiker, kuifeend en dodaars. Bij bodemaantasting in de oeverzone wordt ook potentieel foerageergebied van grondeleenden, steltlopers en lepelaar beïnvloed.

Voor het tracé van Nederwiek 1 door het Veerse Meer hoeft niet gebaggerd te worden, er wordt alleen getrencht. Bij jet trenchen is de worst-case gezamenlijke aantastingsbreedte 1,2 meter (paragraaf 3.8.2). Met een totale tracé lengte in het Veerse Meer van ca. 12 km, komt dit neer op ca. 1,42 ha aan aangetast oppervlak. Dit is circa 0,07% van het totale nat oppervlak van het Veerse Meer (ca. 2.030 hectare). Zoals eerder omschreven in paragraaf 6.1.2 herbergen diepe delen (>8 meter) van het Veerse Meer relatief lage dichtheden benthos, waardoor dit suboptimaal foerageergebied vormt voor duikende benthoseters. Omdat het tracé in het Veerse Meer voor het overgrote deel (ca. 85%) in water dieper dan 8 meter ligt, valt slechts een fractie van de 1,42 ha waarbinnen habitataantasting plaatsvindt, binnen optimaal geschikt foerageergebied.

Het gaat dus hooguit <1 ha aan foerageergebied dat als gevolg van habitataantasting tijdelijk een lagere dichtheid en biomassa aan benthos herbergt. De tijd die bodemfauna nodig heeft om in een aangetast gebied de oude biomassa en dichtheid weer te bereiken bedraagt doorgaans ook slechts één jaar, dit neemt toe tot 2-5 jaar voor organismen met langere levenscycli (zoals verschillende tweekleppige en zee-egels) (Baptist et al., 2009; Boudewijn, 2016; Coates et al., 2015; Rozemeijer et al., 2013). Na een worst-case periode van vijf jaar zal de bodem dus opnieuw gekoloniseerd zijn door bodemfauna en een natuurlijke morfologie vertonen, waarna het weer als geschikt foerageergebied fungeert. Omdat habitataantasting hooguit tijdelijk een gering areaal van het geschikte foerageergebied beïnvloedt, brengt dit geen merkbare effecten met zich mee voor het

foerageerpotentieel van benthosetende vogelsoorten in het Veerse Meer. Benthosetende vogelsoorten hebben ruim voldoende nabijgelegen soortgelijk foerageergebied tot hun beschikking, onder meer in het over grote deel van het Veerse Meer, maar ook in de Oosterschelde en de kustzone. Negatieve (indirecte) effecten op (benthosetende) vogelsoorten met instandhoudingsdoelstellingen zijn zodoende uitgesloten, zowel in de aanlegfase als bij onderhoud.

6.6.3 Habitataantasting boorlocatie op het strand

Aan de Noordzee kant van de Veerse Gatdam wordt een boring geplaatst in het habitattype H1140B Slik- en Zandplaten (Noordzeekustzone) en nabij H1110B Permanent overstroomde zeebanken. De reikwijdte van habitataantasting is toegelicht in paragraaf 3.8.3. Omdat het habitattype geen kenmerkende vegetatietypen en bodemopbouw heeft en op de bodem door getijdewerking aan een hoge dynamiek onderhevig is, worden geen permanente negatieve effecten op de natuurlijke kenmerken van het habitattype verwacht (LNV, Profieldocument H1140, 2008).

Voor de boring aan de Noordzee kant van de Veerse Gatdam wordt een tijdelijk werkterrein gerealiseerd met een omvang van circa 5.000 m^2. Het tijdelijk werkterrein valt binnen geschikt foerageer- en rustgebied van diverse steltlopers (zie paragraaf 5.5.7). Wel is in de directe nabijheid van dit rust- en foerageergebied een strandpaviljoen en fietsenstalling aanwezig. De verstoring als gevolg van recreanten in de huidige situatie zal de waarde van dit habitat als foerageergebied al enigszins lager zijn dan omliggend vergelijkbaar habitat. Het omliggende vergelijkbare habitat strekt zich uit over een groot gedeelte van de Noordzeekust van Walcheren (meerdere tientallen kilometers), dit staat in direct contact met het beïnvloede gebied. Daarnaast zijn er nog eens tientallen kilometers aan geschikt vergelijkbaar Noordzeekustgebied op Schouwen Duiveland en Goeree-Overflakkee binnen Natura 2000-gebied Voordelta. De beperkte omvang van het werkterrein langs de kuststrook zorgt ervoor dat er hier tijdelijk een zeer beperkt deel van de kuststrook ongeschikt is als foerageer- en rustgebied voor steltlopers. Het beperkte areaal, de tijdelijke aard en het feit dat er ruim voldoende uitwijkmogelijkheden naar omliggende vergelijkbare (foerageer en rust) gebieden beschikbaar zijn, die tevens minder onderhevig zijn aan verstoring als gevolg van recreatie, maakt dat er geen negatief effect op het leefgebied van diverse steltlopers in het Natura 2000-gebied Voordelta ontstaat. Instandhoudingsdoelen van steltlopers die zijn aangewezen voor dit Natura 2000-gebied met betrekking tot de omvang en kwaliteit van het leefgebied worden zodoende niet negatief beïnvloed. Hiermee zijn negatieve effecten op instandhoudingsdoelen voor de populatieomvang ook uit te sluiten.

Een negatieve beïnvloeding van de instandhoudingsdoelen van habitattypen, habitatrichtlijnsoorten en niet-broedvogels is om bovengenoemde redenen niet aan de orde in de aanleg dan wel gebruiksfase.

6.7 Verontreiniging

6.7.1 Historische verontreiniging op zee

Slibconcentraties en verspreiding

Gevolgen van de verontreinigen treden op doordat veen- en slibdeeltjes met verontreinigen tijdens het trenchen in de waterkolom terecht komen. De vertroebelingsstudies die zijn uitgevoerd voor de verschillende kabeltracés op de Noordzee geven inzicht in de concentraties van de deeltjes in de waterkolom. In de Noordzee vindt door het optreden van getijdestroming verspreiding plaats van de slibdeeltjes in de waterkolom nabij de bagger- en verspreidingslocatie. Het betekent dat de

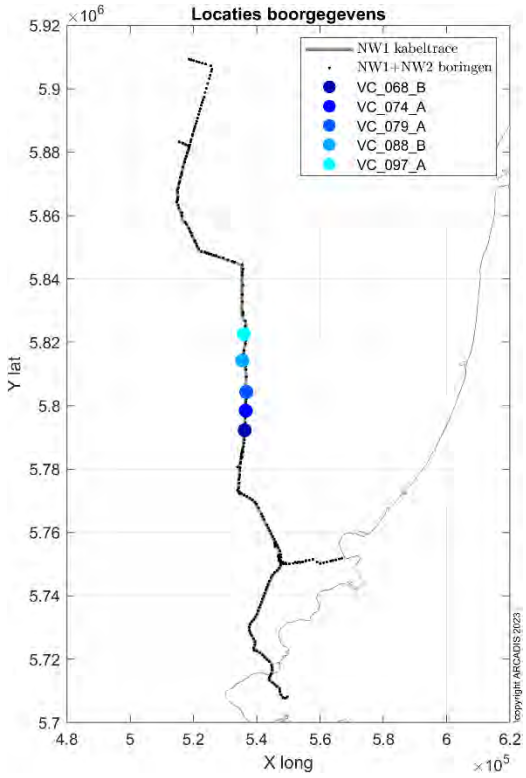
concentraties die lokaal en tijdelijk hoog zijn snel veel lager zijn, door de verdunning die optreedt door de stroming. In modelsimulaties voor de slibverspreiding is deze verdunning door de stroming berekend. In de slibsimulaties wordt gebruik gemaakt van conservatieve aannames over de hoeveelheden slib in de bodem en over baggervolumes voor de verschillende delen van de tracés. De slibpercentages zijn gebaseerd op korrelgroottebepalingen van het bodemsediment. De berekeningsresultaten zijn bruikbaar daarmee bruikbaar om inzicht te geven in de gemiddelde slibconcentratie in de waterkolom. De hoogste concentraties slib treden op bij de bodem, omdat daar het meeste slib in het water terechtkomt door de werkzaamheden en doordat de getijdestroming het verspreide sediment van de bodem erodeert. De daggemiddelde concentraties bij de bodem komen niet boven de 5 mg/l uit, zoals zichtbaar is in Figuur 3-1. Ook bij het wateroppervlak is sprake van iets verhoogde concentraties slib in de waterkolom, omdat bij het baggeren water met slib uit het baggerschip stroomt. De concentraties slib zijn wel lager dan bij de waterbodem. Gemiddeld per dag komt de slibconcentratie over de hele waterkolom niet boven de 2 mg/l uit.

Arseenconcentraties in de bodem

De arseenconcentraties in deze veenlagen is gemeten op verschillende dieptes, in het totaal zeven monsters. Tabel 6-3 geeft de code van de locatie, die terug is te vinden in Figuur 6-20, de diepte van de laag waaruit het monster is genomen, de percentages organisch stof, fracties kleiner dan 2 en 63 µm en de arseenconcentratie weer.

Tabel 6-3 Arseenconcentraties in de diverse monsters.

Code	Diepte (m)	OS (%)	<2 µm (%)	<63 µm (%)	As (mg/kg d.s.)
VC_068_B	1,37-3,00	1.7	22	63	15
	3,00-3,80	1.3	18	50	10
VC_074_A	0,57-1,69	1.2	19	49	11
VC_079_A	0,60-0,82	2.3	14	51	19
	1,27-1,52	2.9	11	47	31
VC_088_B	1,75-2,08	49,7	<2	<2	54
VC_097_A	4,13-4,43	28,3	2,3	8,9	46

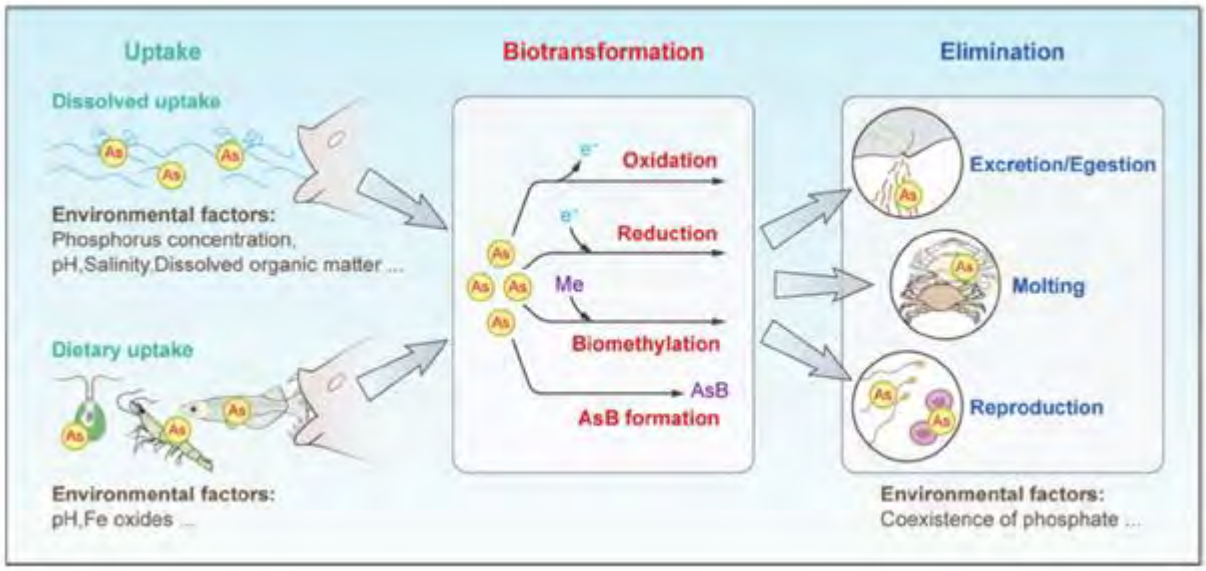


Figuur 6-20 Locaties van de monsters waarin arseen is bepaald.

Gedrag van arseen

Het arseen in de Noordzeebodem is anorganisch arseen (waarschijnlijk voornamelijk in de vorm van arsenaat As^V) en kan als het vrijkomt uit de bodem door organismen worden opgenomen. De opname wordt door veel omgevingsfactoren bepaald. Na opname ondergaat het arseen vaak biotransformatie en kan het worden omgezet naar organisch arseen en worden uitgescheiden. Er zijn meer dan 300 vormen van organisch arseen (Zhang et al., 2022), de meest voorkomende zijn monomethyarsonic acid (MMA), dimethylarsonic acid (DMA), arsenobetaine (AsB), arsenocholine (AsC) en arsenosugars (AsS).

Figuur 6-21 uit (Zhang et al., 2022) geeft het proces rondom arseen schematisch weer.



Figuur 6-21 Proces van opname, biotransformatie en verwijdering van stoffen uit Zhang et al., (2022).

De organische verbindingen worden dus weer uitgescheiden en het zijn vooral deze verbindingen die tot biomagnificatie leiden (Ghosh et al., 2022). Ook diverse andere recente papers benoemen deze eigenschap van de organische arseenverbindingen.

Bij de bepaling van effecten van het vrijkomende arseen wordt aangenomen dat het trenchen voldoende zuurstof toevoegt en dat er geen zuurstofloze omstandigheden zijn net boven de bodem. Onder zuurstofloze omstandigheden wordt het arseen namelijk niet biobeschikbaar (Wang et al., 2022).

Normen en achtergrondconcentratie

De huidige normen voor arseen in zout water zijn te vinden via de site van het RIVM.[5] In Tabel 6-4 zijn de normen en achtergrondconcentraties vermeld. De MAC-MKN (maximaal aanvaardbare concentratie – milieukwaliteitsnorm) wordt door het RIVM gedefinieerd als: *de maximaal aanvaardbare concentratienorm beschermt het ecosysteem tegen kortdurende concentratiepieken*.[6] Wanneer deze norm niet wordt overschreden is het ecosysteem beschermd tegen een arseenpiek in het water na trenchen.

Er is voor arseen geen MKN-biota afgeleid. Dat dat niet nodig is en de in Tabel 6-4 genoemde normen voldoende bescherming wordt beargumenteerd op het stofgevensblad (ICBR, 2009) waar de RIVM website naar refereert. Hier wordt echter niet gesproken over biomagnificatie van de organische vormen van arseen, welke dus vooral in recente papers wordt benoemd.

[5] Zoeksysteem | Risico's van stoffen (rivm.nl), bezocht op 15 mei 2023.
[6] Oppervlaktewater | Risico's van stoffen (rivm.nl), bezocht op 15 mei 2023.

Tabel 6-4 Normen en achtergrondconcentratie voor arseen

Categorie	Compartiment/Normtype	Norm	arseen (7440-38-2)
Milieu	Oppervlaktewater zout	Andere oppervlaktewateren achtergrondconcentratie (opgelost)	0,62 µg/l
Milieu	Oppervlaktewater zout	Andere oppervlaktewateren wettelijk JG-MKN (opgelost)	0,6 µg/l
Milieu	Oppervlaktewater zout	Andere oppervlaktewateren wettelijk MAC-MKN (opgelost)	1,1 µg/l

Inschatting arseenconcentratie in het water
In (Arcadis, 2021) is vanuit een stofconcentratie in de bodem een inschatting gemaakt van de concentratie in het water. Deze inschatting is gemaakt met behulp van relatief eenvoudige rekenregels waarbij er wordt uitgegaan van één bodemconcentratie wat resulteert in één waterconcentratie.

Eerder in deze paragraaf is bepaald dat de hoogste daggemiddelde slib- en veenconcentratie in het water net boven de bodem maximaal 5 mg/l is. Uitgaande van de hoogste bodemconcentratie (54 mg/kg ds) leidt dat tot een schatting van 0,3 µg/l arseen in het water. Samen met de al aanwezige achtergrondconcentratie levert dit een concentratie van 0,93 µg/l arseen op, wat lager is dan de MAC-MKN van 1,1 µg/l. Er zal dus geen effect op het ecosysteem optreden door het trenchen van de historische lagen met arseen. Vogels zullen geen effect ondervinden van de opwoeling van arseen en mogelijke bioaccumulatie, en er worden geen verbodsbepalingen overtreden.

6.8 Elektromagnetische velden op zee

6.8.1 Effecten van elektromagnetische velden op zeedieren

Elektromagnetische velden (EMV) treden alleen op tijdens de gebruiksfase en kunnen worden waargenomen door verschillende soorten vissen, ongewervelden en bepaalde zeezoogdieren. Deze soorten kunnen mogelijk negatieve effecten ondervinden bij hoge EMV-waarden (Gill & Desender, 2020; Hutchison et al., 2018; Normandeau et al., 2011). Voor verschillende soorten vissen en evertebraten die gevoelig zijn voor elektriciteit en magnetisme, kunnen elektromagnetische velden gedragsveranderingen teweegbrengen. Dit geldt bijvoorbeeld voor paling (Westerberg & Lagenfelt, 2008), Amerikaanse kreeften en roggen (Hutchison et al., 2018) en garnalen (Gill et al., 2014). Andere soorten kunnen mogelijke nadelige effecten ondervinden bij lange blootstelling aan hoge magnetische veld-waardes. Zo vertoonde de heilbot (*Hippoglossus hippoglossus*) verminderde groei en ontwikkeling na blootstelling aan 3.000 µT in het laboratorium (Gill, 2015). Ook heeft onderzoek uitgewezen dat magnetische velden invloed hebben op veranderingen in hydratatie en aminestikstofwaarde van de gewone mossel bij 5.000 µT (Otremba et al., 2019). Voor een uitgebreide toelichting van de effecten op vissen en evertebraten wordt verwezen naar Bijlage VII-D Effecten van elektromagnetische velden op zee.

Veel van bovenstaande onderzoeken spreken over waardes van boven de 1.000 µT (boven het aardmagnetisch veld, wat zich rond de 48 µT bevindt). Dit zijn in alle gevallen laboratoriumstudies. Er wordt vanuit gegaan dat deze waardes overeenkomen met de waardes van het magnetisch veld direct op de kabel (dus niet 1 meter onder de grond). Deze waarden nemen snel af over afstand, zodat het magnetisch veld deze sterkte niet zal bereiken op de hoogte waarop de meeste vissen zwemmen, zoals berekend door (van Essen, 2020, 2021c), zie ook paragraaf 3.9. Een uitgebreide literatuurstudie over bovenstaande factoren is te vinden in Bijlage VII-D Effecten van elektromagnetische velden op zee. In het studiegebied zijn vissen en zeezoogdieren alleen voor de

Voordelta aangewezen. Aangezien er geen aanwijzing is dat de beschermde vissoorten effecten zullen ondervinden, worden deze niet verder meegenomen in deze studie.

Er zijn geen aanwijzingen dat zeehonden elektromagnetische velden opmerken (Bray et al., 2016; Normandeau et al., 2011). Er zijn wel aanwijzingen dat bruinvissen elektromagnetische velden opmerken, en deze mogelijk gebruiken voor navigatie. Hiernaar is dan ook meer onderzoek gedaan. In de volgende paragraaf wordt verder gekeken naar de effecten op bruinvissen.

6.8.2 Effecten op bruinvissen

Onderzoek van Teilmann et al. (2002) laat zien dat bruinvissen nog steeds door gebieden zwemmen waar windparken gebouwd zijn en waar dus ook stroomkabels liggen. Dit laat zien dat er geen sprake is van volledige barrièrewerking door elektromagnetische velden.[7] Het enige onderzoek naar de effecten van magnetische velden op bruinvissen dat kwantificeerbare data noemt is het onderzoek van Kirschvink (1986). Kirschvink heeft twee onderzoeken gepubliceerd naar de effecten van het aardmagnetisch veld op strandingen van zeezoogdieren voor de oostkust van de Verenigde Staten (Kirschvink, 1990; Kirschvink et al., 1986). In deze onderzoeken zijn strandingsdata gekoppeld aan gemeten afwijkingen in het aardmagnetisch veld. Het onderzoek besloeg een groot studiegebied en daarom is de data over magnetische velden verzameld per vliegtuig. In het onderzoek werd het aardmagnetisch veld gemeten op 300 tot 400 meter hoogte. De gevonden waardes werden vervolgens gekoppeld aan geregistreerde strandingen aan de oostkust van de Verenigde Staten. Uit het onderzoek bleek dat bij afwijkingen van 0,05 µT aan het gemeten aardmagnetische veld er een grotere correlatie was met stranding van zeezoogdieren (Kirschvink, 1990; Kirschvink et al., 1986)[8]

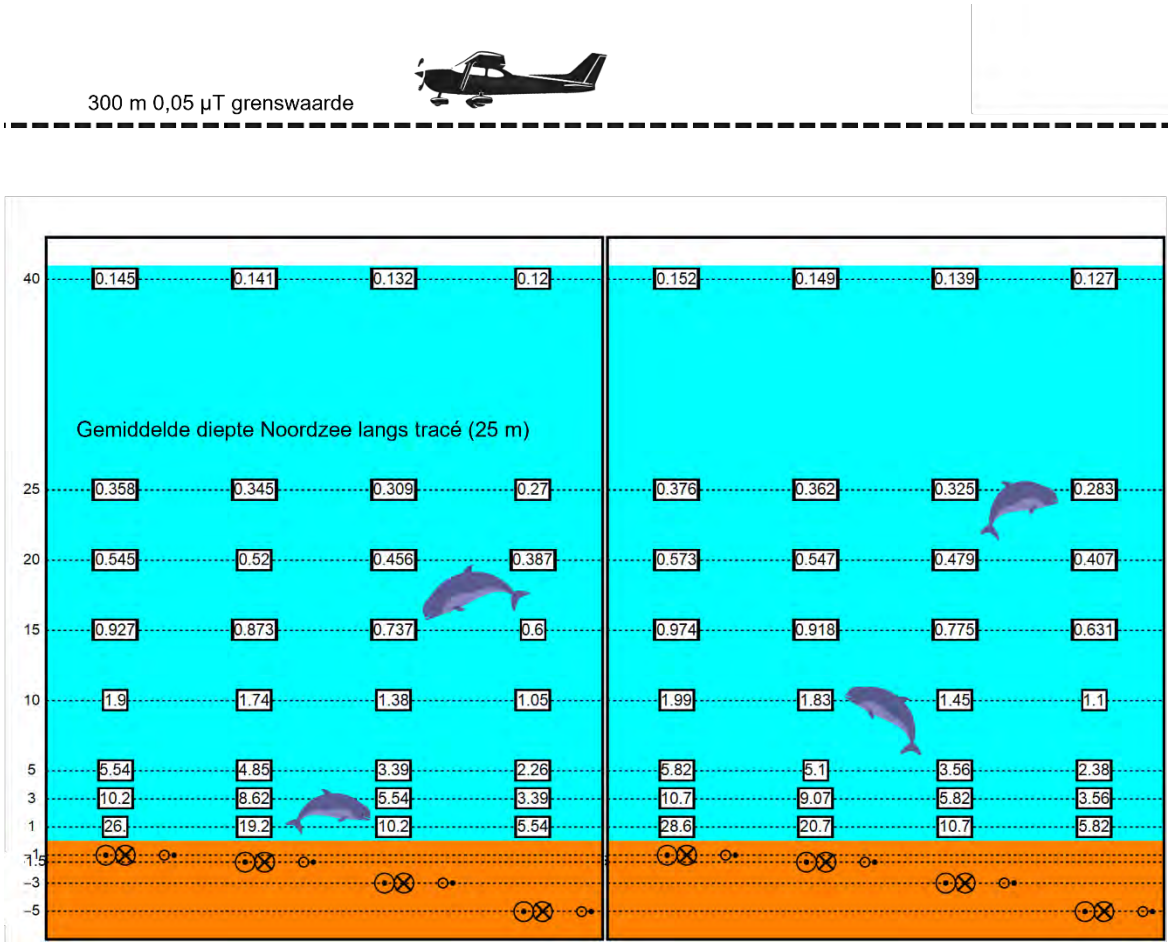
Deze waarde van 0,05 µT wordt daarom vaak gehanteerd als kwantitatieve grenswaarde om de kans op een mogelijk effect van magnetische velden op bruinvissen (en andere walvisachtigen en dolfijnen) te bepalen. Hierbij is het wel belangrijk om de goede context te hanteren. Aangezien het aardmagnetisch veld, net als elk ander veld, afneemt met afstand tot de bron (in dit geval de aarde, zie o.a. van Essen2021c)), zullen fluctuaties van het aardmagnetisch veld ook lastiger te meten zijn. Dit resulteert erin dat de fluctuaties gemeten door (Kirschvink, 1990) zeer klein zijn. Dit komt met name door de (vlieg)hoogte waarop deze waardes gemeten zijn en waarop dus de grenswaarde geldt (300 á 400 meter). In deze effectbepaling wordt dan ook 0,05 µT op 300 meter boven het wateroppervlak als grenswaarde gebruikt. Bij Kirschvink moet worden meegerekend dat er geen andere factoren zijn meegenomen. Strandingen zijn naar waarschijnlijkheid niet (enkel) afhankelijk van fluctuatie in het magnetisch veld, maar gedragsveranderingen in zeezoogdieren door de aanwezigheid van elektromagnetische velden zijn niet uit te sluiten. Daarom wordt deze gevonden waarde van Kirschvink alsnog als worst-case gebruikt.

Door de elektrische stroom in de kabels van Net op zee Nederwiek 1 zal een magnetisch veld ontstaan. Dit veld is gemodelleerd en samen met de grenswaarde weergegeven in Figuur 6-22. Het magneetveld zal rond de 40 meter boven de kabel een sterkte hebben van 0,145 µT (in het geval van een kabeldikte van 150 mm) en van 0,152 µT (in het geval van een kabeldikte van 185 mm) aan het wateroppervlak. Dit is ruim onder de grenswaarde van 0,05 µT op 300 meter hoogte. Aangezien het

[7] De velden in een windpark worden doorgaans gegenereerd door 66kV-wisselstroomkabels, de kabels voor Nederwiek 1 hebben een groter voltage (spanning), namelijk 525 kV gelijkstroom. Afhankelijk van de spanning in de kabel zullen deze daarmee ook een groter/sterker veld genereren, waardoor kans op effecten groter wordt. De spanning op de kabel kan variëren aangezien de hoeveelheid stroom die afgevoerd wordt ook per dag fluctueert. Kanttekening hierbij is dat wisselstroomkabels en gelijkstroomkabels verschillende magneetvelden veroorzaken.

[8]

magnetisch veld ver onder deze hoogte (van 300 meter) al onder de kritieke grenswaarde komt, zal het dus niet tot een effect leiden.



Figuur 6-22 Magneetveldzone in µT van de 525kV-gelijkstroomkabel op zee bij een kabeldiameter van 150 (links) en 185 (rechts) mm. De getallen langs de verticale as zijn de begraafdiepten/meethoogten ten opzichte van het zeebodemoppervlak in meter. Afkomstig van (van Essen, 2021c). De bovenste stippellijn geeft de uiterste grenswaarde aan tot waar de waarde van het magneetveld 0,05 µT kan zijn voordat bruinvissen verstoord raken. Als de waarden van het magneetveld eerder al onder de 0,05 µT komen, zal dit kritieke punt niet bereikt worden voor de bruinvis. In het geval van de 525kV-gelijkstroomkabel zal het magneetveld tussen de 25 en 40 meter lager dan 0,05 µT zijn en dus onder het kritieke punt.

In het geval van een storing zal het elektromagnetisch veld op 40 meter hoogte een waarde van 1,15 µT hebben. Alhoewel dit vele malen hoger ligt dan de normale waarden, zal het niet de randwaarde bereiken op 300 meter hoog van 0,05 µT (zoals beschreven in hoofdstuk 3.9.1). Ter verduidelijking is er ook een berekening gedaan hoe groot het magneetveld rond de kabel zou moeten zijn om op 300 meter de 0,05 µT te behalen en dus bruinvissen te verstoren in de waterkolom (Van Essen, pers.com. 2021). Om dit magneetveld van deze grootte op 300 meter hoog te krijgen, zou de kabel een stroom moeten hebben van 145 kA (kilo Ampère, eenheid voor stroomsterkte, wat een belangrijke factor is om magneetveld te berekenen). Een kabel zoals die van Net op zee Nederwiek 1 heeft normaliter een stroom tussen de 1 en 2 kA. Dit resulteert dan in een magnetisch veld van ongeveer 7 µT in de waterkolom op 25 meter vanaf de kabel (uitgaand van een kabel van 185 mm die 3 meter onder de zeebodem ligt). Dit zou dus resulteren in een magneetveld dat 100 keer groter is dan het magneetveld van Net op zee Nederwiek. Het is daarom niet aannemelijk dat door de 525kV-gelijkstroomkabel verstoringen in het navigatievermogen van bruinvissen worden veroorzaakt. Er is

daarmee geen reden om aan te nemen dat tijdens de gebruiksfase een negatief effect op instandhoudingsdoelstellingen van de bruinvis voor Natura 2000-gebied Voordelta plaatsvindt, externe effecten meegenomen.

6.8.3 Leemten in kennis rondom effecten EMV op mariene ecologie

Er zijn nog kennisleemten over de effecten van elektromagnetische velden op zeezoogdieren. Alhoewel er geen aanwijzingen zijn dat grote effecten op populatieniveau zijn te verwachten, is er nog veel onbekend. Bestaande studies zijn gebaseerd op observaties uit de lucht of in windparken. Er zijn géén studies gedaan met gerichte praktijk experimenten waarin bijvoorbeeld gezenderde dieren over kabels zwemmen. Vanuit TenneT wordt er gewerkt aan een aanpak om deze leemten in te vullen.

6.9 Verzuring en vermesting

De effectbeoordeling voor stikstofdepositie is uitgebreid beschreven in een aparte rapportage, die los bijgevoegd is bij deze Passende beoordeling (zie Bijlage A Ecologische beoordeling stikstof). Hieruit volgt als overkoepelende conclusie dat significant negatieve effecten als gevolg van de projectdepositie met zekerheid zijn uitgesloten.

7 Cumulatie

7.1 Toelichting

Bij de effectbepaling van de gevolgen is voor ieder gevolg uitgegaan van een worst-case seizoen van realisatie, voor zover van toepassing. Er zijn, behalve van impuls onderwatergeluid, geen effecten vastgesteld op land of zee. Wel zijn er vijf gevolgen die geen effect hebben op zichzelf, maar mogelijk wel in combinatie met andere projecten:

- **Impuls onderwatergeluid.** Geconcludeerd wordt dat, met mitigerende maatregelen, onacceptabele effecten van impuls onderwatergeluid kunnen worden uitgesloten (zie paragraaf 6.4). Impuls onderwatergeluid wordt wel meegenomen in de cumulatietoets, omdat de voorgestelde mitigerende maatregelen alleen werken als er voldoende alternatief leefgebied beschikbaar is. Daarom wordt ook naar andere projecten gekeken die tot impuls onderwatergeluid leiden.
- **Vertroebeling.** Geconcludeerd wordt dat negatieve effecten van vertroebeling kunnen worden uitgesloten. Wanneer echter bij andere projecten ook vertroebeling ontstaat, zou dit kunnen resulteren in hogere vertroebeling die mogelijk wel een effect sorteert. Daarom wordt vertroebeling meegenomen in de cumulatietoets.
- **Bovenwaterverstoring op zee en het Veerse Meer.** Geconcludeerd wordt dat effecten van bovenwaterverstoring op zee kunnen worden uitgesloten. Er is voldoende onverstoord areaal aanwezig voor soorten. Door de parallelle ligging en mogelijk gelijktijdige aanleg van de Netten op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta, Gamma, Nederwiek 1 en Nederwiek 2 wordt bovenwaterverstoring meegenomen in de cumulatietoets.
- **Habitataantasting op land.** Geconcludeerd wordt dat de effecten van habitataantasting tijdelijk zijn en alleen optreden tijdens de aanlegfase. Habitataantasting wordt meegenomen in de cumulatietoets in verband met de gelijktijdige aanleg van de Net op zee IJmuiden Ver Alpha en Nederwiek 1.
- **Elektromagnetische velden**. Voor EMV-velden is geconcludeerd dat effecten niet aannemelijk zijn. EMV-velden kunnen echter worden beïnvloed door andere kabels in de nabijheid, waaronder Netten op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta, Gamma en Nederwiek 2. Daarom wordt dit onderwerp in deze cumulatietoets meegenomen.

In jurisprudentie is nader geconcretiseerd welke plannen en projecten onder de cumulatietoets vallen:

- Projecten waarvoor een vergunning op grond van de Wnb (of de voorloper, de Natuurbeschermingswet) is verleend, maar die nog niet of slechts ten dele zijn uitgevoerd, en die afzonderlijk of in combinatie met andere projecten of plannen negatieve effecten op de natuurlijke kenmerken van een Natura 2000-gebied kunnen hebben, moeten worden meegenomen in de cumulatietoets.
- Projecten die nog in voorbereiding zijn, of die al geheel uitgevoerd zijn hoeven niet meegenomen te worden.

Ook projecten die niet leiden tot effecten voor de betrokken Natura 2000-gebieden kunnen buiten beschouwing worden gelaten. Zolang nog slechts sprake is van onzekere toekomstige gebeurtenissen, hoeft bij de beoordeling van cumulatieve effecten geen rekening te worden gehouden met plannen. (Bestemmings-)Plannen hoeven daarom niet meegenomen te worden in de cumulatietoets. Deze kunnen een planologische grondslag bieden voor projecten waarvoor een

vergunning op grond van de Wnb noodzakelijk is. Voor dergelijke projecten is zolang geen vergunning is verleend nog nadere besluitvorming vereist. Dezelfde redenering gaat op voor andere beleidsplannen die kaderstellend zijn, maar zich nog moeten vertalen in concrete besluiten die eventueel vergunningsplicht hebben, of in een Natura 2000-beheerplan kunnen worden opgenomen.

7.2 Projecten meegenomen in cumulatietoets

Projecten worden meegenomen in de cumulatietoets wanneer er sprake is van overlap in tijd of ruimte. Er is gekeken naar projecten in de vergunningenbank en aanvullend ook naar Wind op zee projecten die op het moment van schrijven (juli 2023) nog niet vergund zijn, maar in de Routekaart windenergie op zee 2023 en de Routekaart windenergie op zee 2030 staan, zie Tabel 7-1 (zie ook paragraaf 1.2 Deel A).

In de vergunningenbank zijn op dit moment (juli 2023) drie mogelijk relevante projecten gevonden voor vertroebeling. Er zijn geen projecten gevonden waarbij EMV of impuls onderwatergeluid wordt geproduceerd. In de cumulatietoets wordt daarom voor impuls onderwatergeluid en EMV alleen gekeken naar cumulatie met Wind op zee projecten die op het moment van schrijven (maart 2023) nog niet vergund zijn.

Voor vertroebeling zijn de volgende projecten gevonden: vanaf 2018 wordt de Nieuwe Waterweg verdiept en vindt baggeronderhoud plaats van de Nieuwe Waterweg, het Scheur en de hoofdvaargeul van de Botlek (referentie DGAN-NB/16097406). Deze vergunning loopt tot en met januari 2026. Daarnaast is er een vergunning voor baggeronderhoud van de havens bij de Oosterscheldekering en verspreiding van vrijgekomen baggerspecie (referentie DGNVLG/21150069). Deze vergunning loopt van juni 2021 tot en met maart 2025. Het onderhoud van de Maasvlakte II wordt meegenomen aangezien dit in 2026 plaatsvindt. Tevens is ook nog Net op zee Hollandse Kust (west Beta) meegenomen aangezien deze onder Routekaart 2030 valt en de werkzaamheden overlappen met Net op zee Nederwiek 1.

Tabel 7-1 Projecten die overlap in tijd of locatie hebben met Nederwiek 1.

Projectnaam	Locatie	Jaar van uitvoering
Aanleg en onderhoud Maasvlakte II	Tweede Maasvlakte	2024 en 2026
Verdieping Nieuwe Waterweg, Botlek en 2e Petroleumhaven	Nieuwe Waterweg, Botlek en 2e Petroleumhaven	2018-2025
Baggeronderhoud havens bij de Oosterscheldekering	Oosterschelde	Winter 2021/2022 t/m winter 2023/2024
Net op zee Hollandse kust (west Beta)	Noordzee	2024-2025
Net op zee IJmuiden Ver Alpha	Noordzee en Veerse Meer	2024-2029
Net op zee IJmuiden Ver Beta	Noordzee	2024-2028
Net op zee IJmuiden Ver Gamma	Noordzee	2024-2029
Net op zee Nederwiek 2	Noordzee	2025-2029

7.3 Impuls onderwatergeluid

In de effectbepaling van impuls-onderwatergeluid voor Nederwiek 1 (zie paragraaf 6.4) is deze activiteit al in cumulatie beoordeeld met andere activiteiten voor het realiseren van de andere windparken zoals afgesproken volgens de Routekaart windenergie op zee 2030. Deze beoordeling is

namelijk gedaan op basis van het Kader Ecologie en Cumulatie (KEC 4.0), waar de impact van Wind op zee en net op zee projecten in samenhang is beschouwd. Bij handhaving van de voorwaarden die het KEC schetst zijn significant negatieve cumulerende effecten als gevolg van overlap tussen de windparken op zee en de Netten op zee IJmuiden Ver Alpha, IJmuiden Ver Beta, IJmuiden Ver Gamma, Nederwiek 1 en Nederwiek 2 uitgesloten.

7.4 Vertroebeling

Hierbij wordt gekeken naar reeds vergunde projecten, en cumulatie tussen Netten op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta, Gamma, Nederwiek 1 en Nederwiek 2. Door de parallelle ligging en mogelijke gelijktijdige aanleg van de hierboven genoemde Netten op zee kan op hetzelfde moment vertroebeling ontstaan door deze projecten. Van de vijf tracés worden er maximaal 4 tracés tegelijk aangelegd (door TenneT aangegeven uitgangspunt). De modelstudie (Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie) laat de gecumuleerde vertroebeling van de Netten op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta, Gamma en Nederwiek 1 zien[9]. Dit geeft inzicht in de vertroebelingswolk bij de aanleg van 4 tracés. Het kan zijn dat Nederwiek 2 in plaats van een van de Netten op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta of Gamma wordt aangelegd in deze periode. De gecumuleerde vertroebelingswolk zal in dit geval van een vergelijkbare ordegrootte zijn.

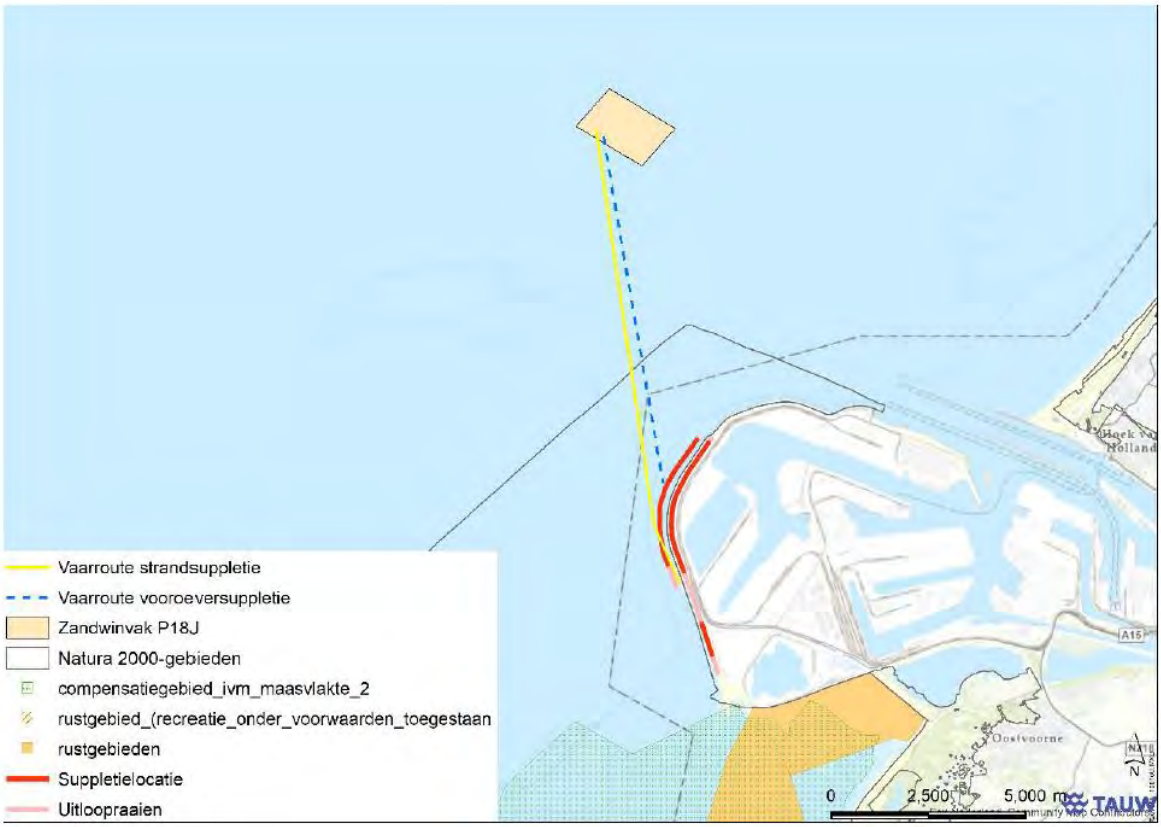
7.4.1 Vergunde projecten

Aanleg en onderhoud Maasvlakte II

Elke twee jaar wordt de (zachte) zeewering van de Maasvlakte II onderhouden door middel van zandsuppleties. In een MER voor zandwinning in de Noordzee staan autonome zandwinactiviteiten voor de aanleg en onderhoud van Maasvlakte II van 10 miljoen m^3 gepland in 2024 en 2026 (Sweco, 2017). Dit zullen ook de jaren zijn waarin zandsuppletie zal plaatsvinden ten behoeve van kusthandhaving. Hoogstwaarschijnlijk zijn dit worst-case aantallen, of zijn dit cumulatieve berekeningen voor verschillende activiteiten. Voor de suppleties van 2022 zijn er meer gedetailleerde bronnen beschikbaar. Voor de aanleg en onderhoud wordt ongeveer 1,4 miljoen m^3 zand gewonnen. Dit zal plaatsvinden in september 2022 (Tauw, 2021). De aanleg en onderhoud activiteiten zijn vergund onder referentie DGNVLG / 20182743. De locatie van deze zandwinning bevindt zich in de Noordzee circa 10 km ten westen/noordwesten van Maasvlakte II (Figuur 7-1). Gezien de aanleg van Nederwiek 1 die op zijn vroegst in maart 2025 start, zal er voor de suppletie van 2022 en 2024 geen overlap in tijd plaatsvinden. Indien soortgelijke zandwinningen en suppleties gepland zijn voor 2026 kan er een overlap in tijd. De werkzaamheden voor Nederwiek 2 zullen in het zuidelijke deel aan de buitenkant van de zachte zeewering plaatsvinden. Deze overlap van werkzaamheden kan mogelijk cumulatie van vertroebeling veroorzaken. Zandsuppleties binnen de zeewering worden niet meegenomen in de cumulatiestudie. Op basis van de hydromorfologie wordt verwacht dat dit geen effect of overlap gaat veroorzaken, aangezien de vertroebeling van deze projecten niet de vaargeulen of havens zal uitkomen. De zandwinningswerkzaamheden voor aanleg en onderhoud (suppletie) zullen wel voor vertroebeling zorgen. Deze werkzaamheden zijn echter niet op de plek van de aanlanding van Nederwiek 1, maar noordelijker. Op deze locaties is erosie van de Maasvlakte gaande, waardoor er op deze locaties suppleties worden gedaan. Op de plek op de Maasvlakte waar het kabeltracé aan land komt, is er juist het effect van aanzanding. Deze gebieden

[9] Er is geen effectief verschil tussen de resultaten van de modellen of beoordeling voor verschillende combinaties van IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma en Nederwiek 1 en Nederwiek 2. Omdat de 3 IJmuiden Ver kabels eerder aangelegd worden, is er gekozen om hier te kijken naar cumulatie van Nederwiek 1 met IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma.

overlappen dus niet en vanwege de verwachte korte duur van de suppletie wordt er geen cumulatie verwacht tussen deze projecten.



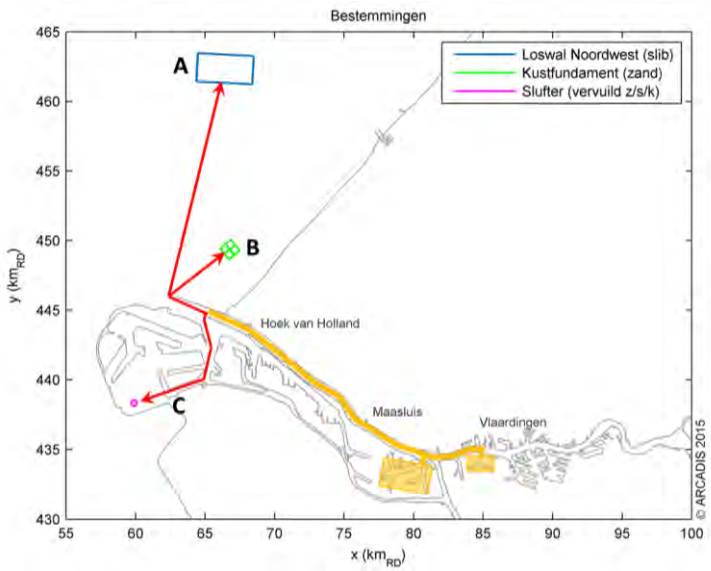
Figuur 7-1 Zandwinninglocaties en suppletielocaties voor onderhoud Maasvlakte II. Overgenomen uit (Tauw, 2021).

Verdieping Nieuwe Waterweg, Botlek en 2e Petroleumhaven
De activiteit betreft de verdieping, met behulp van baggerschepen, van de Nieuwe Waterweg, de Botlek en 2e Petroleumhaven, inclusief verdiepingen bij ligplaatsen voor schepen langs kades en steigers, inclusief extra onderhoud dat in de toekomst noodzakelijk is als gevolg van de verdieping. De activiteit is vergund onder referentie DGAN-NB/16097406.

De verdiepingswerkzaamheden vinden gefaseerd plaats. In de periode 2016-2017 is de eerste fase, waarin de voornaamste baggerwerkzaamheden plaatsvinden en circa 4,7 m^3 miljoen bodemmateriaal afgegraven wordt. In de periode 2018-2025 is de tweede fase, en zijn verdere verdiepingswerkzaamheden gepland voor een betere bereikbaarheid van aangrenzende havenbekkens en ligplaatsen. De hoeveelheid af te graven bodemmateriaal is deze fase 2 miljoen m^3.

Aangezien de aanleg van Nederwiek 1 op zijn vroegst in maart 2025 start, is alleen de 2^e fase relevant voor mogelijke cumulatie van vertroebeling. In fase 2 zal het sediment worden verspreid op Loswal Noordwest (zie Figuur 7-2). Voor de worst-case wordt aangenomen dat Fase 2 (2018-2025) in 1 jaar wordt uitgevoerd. In dat geval bedraagt de toename van Fase 2 ten opzichte van de huidige situatie in de orde van 0,5 mg/L verhoging in de kustnabije zone. Het is de vraag of deze verhoging meetbaar is en niet wegvalt in de ruis van het systeem. Verderop langs de kust zal de verhoging als gevolg van Fase 2 nog een stuk lager liggen. Daarnaast is het waarschijnlijk dat Fase 2 verspreid over

de jaren 2019 – 2025 wordt uitgevoerd. Indien dit het geval is zal er zo'n kleine hoeveelheid per jaar verspreid worden dat dit als niet relevant kan worden beschouwd (Arcadis, 2015). De worst-case verhoging is dusdanig beperkt dat significant negatieve effecten als gevolg van cumulatie worden uitgesloten.



Figuur 7-2 De ligging van verspreidingslocaties gebruikt bij project verdieping Nieuwe Waterweg. Relevant voor cumulatie met Nederwiek 1 is verspreidingsvak Loswal Noordwest, welke gebruikt wordt in fase 2 (Arcadis, 2015).

Baggeronderhoud havens bij de Oosterscheldekering
Omdat de havens niet voldoen aan de benodigde nautische diepte, worden zes (werk)havens aan de Oosterscheldekering gebaggerd. De activiteit is vergund onder referentie DGNVLG / 21150069.

Vier van de havens liggen aan de binnenzijde (Oosterschelde) en twee havens liggen aan de zeezijde (Voordelta, Noordzee) van de Oosterscheldekering. De vrijkomende baggerspecie van de vier binnenhavens wordt in het gebied (de Oosterschelde) nuttig toegepast. De baggerspecie uit de havens aan de buitenzijde wordt geborgen in de Noordzee en op vijf locaties verspreid rondom de monding van de Oosterschelde.

De bagger- en stortwerkzaamheden worden in drie winterperiodes (tussen 1 oktober en 31 maart) uitgevoerd, te beginnen met winter 2021/2022. De derde en laatste serie van werkzaamheden vindt plaats in de winter 2023/2024. Aanleg van Nederwiek 1 begint op zijn vroegst op 1 maart 2025, hierdoor vindt er geen overlap in tijd plaats tussen de projecten. Er treedt geen cumulatie op van vertroebeling.

Net op zee Hollandse Kust (west Beta)
Voor de Routekaart windenergie op zee 2030 heeft de Nederlandse overheid vastgelegd dat in 2030 verschillende windparken op zee zijn gebouwd en op land zijn aangesloten. Het windpark Hollandse Kust (west) maakt hier deel van uit.

Werkzaamheden van Net op zee Hollandse Kust (west Beta) overlappen in tijd met Nederwiek 1. In 2024-2025 worden de kabels aangelegd, waarbij ook gebaggerd wordt. Deze slibwolk verspreid zich niet verder dan de kust van Noord-Holland (zie Figuur 7-3) en zal zodoende niet in geografische

locatie overlappen met Nederwiek 1. Cumulatie van vertroebeling tussen deze projecten is uitgesloten.

Figuur 7-3 Gebied tot waar de dieptegemiddelde slibwolk (> 2 mg/l) ten gevolge van de werkzaamheden van Hollandse Kust (west Beta) rijkt (Arcadis, 2018). N.B. dit is een ouder figuur gebaseerd op oudere data vanuit Hollandse Kust (west Beta).

7.4.2 Netten op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta, Gamma en Nederwiek 1

Toelichting vertroebeling op zee

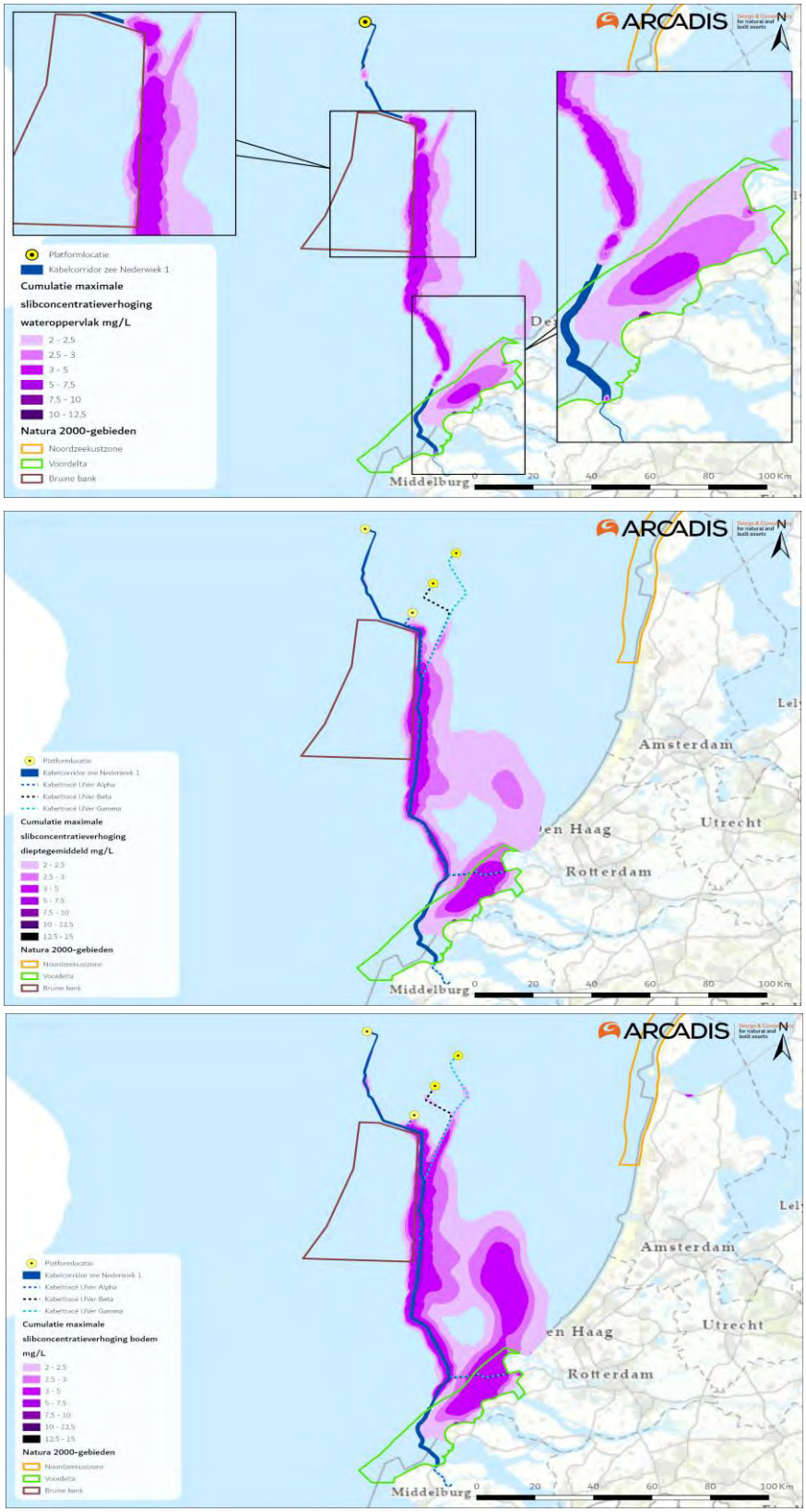
Uit de effectbepaling blijkt dat het ingraven van de kabels van Nederwiek 1 leidt tot een lokale, beperkte en tijdelijke toename van het slibgehalte, wat niet leidt tot effecten. Vertroebeling kan cumuleren als er in hetzelfde seizoen ook vertroebeling optreedt door andere projecten. De aanleg van het platform en de kabels op zee voor Nederwiek 1 is naar verwachting afgerond voor 2031. De aanleg van Net op zee IJmuiden Ver Beta is naar verwachting in 2028 afgerond. De aanleg van Net op zee IJmuiden Ver Alpha en Gamma is naar verwachting in 2029 afgerond. Vanwege de parallelle ligging van Net op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma en Nederwiek 1 wordt vertroebeling in cumulatie beoordeeld.

Figuur 7-4 geeft een beeld van de cumulatie van de maximale concentratieverhoging van het totale gebied, waar op enig moment gedurende de werkzaamheden van Net op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta, Gamma en Nederwiek 1 slibconcentratieverhogingen plaatsvinden. In het figuur is een worst-case modellering gebruikt waarin alle 4 de Netten op zee tegelijk aangelegd worden en allemaal starten vanaf land. Ook wordt in de studie gewerkt met een scenario waarbij de aanleg in een korte periode van enkele maanden wordt gedaan. Het ingraven van de kabels kan over een langere periode plaatsvinden, maar dit leidt ten alle tijden tot lagere vertroebeling dan gemodelleerd. Ook is

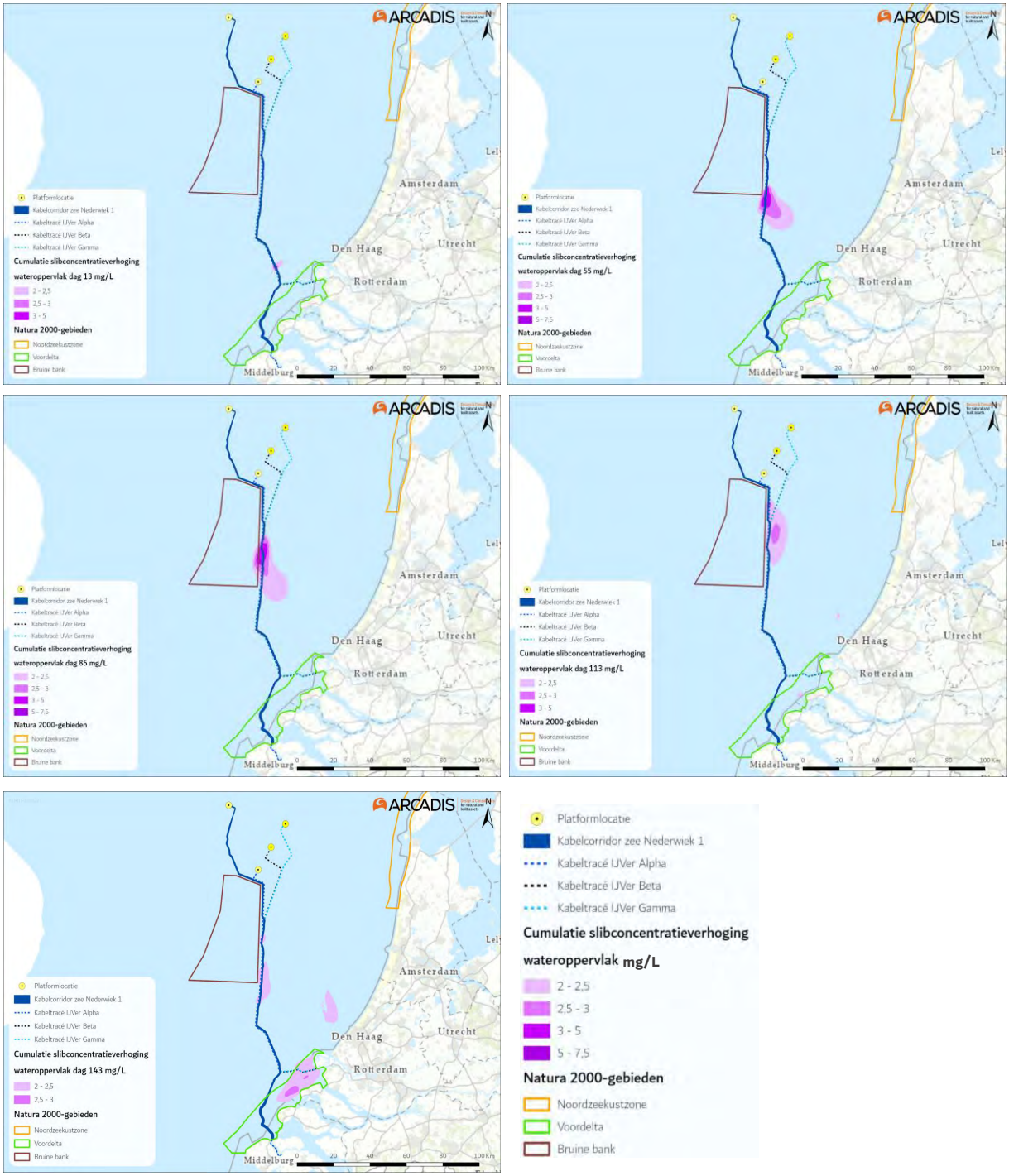
het onwaarschijnlijk dat er daadwerkelijk 4 kabels tegelijk aangelegd worden, in de praktijk zal de vertroebeling dus minder ver reiken.

Figuur 7-4 toont voor elke locatie op de kaart de maximale absolute mogelijke worst-case combinatie van vertroebeling van Netten op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma en Nederwiek 1. Ook is de slibwolk in werkelijkheid op een willekeurig moment tijdens de werkzaamheden aanzienlijk kleiner dan weergegeven in Figuur 7-4, omdat de slibwolk met de (bagger)werkzaamheden van Net op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma en Nederwiek 1 meebeweegt en weer uitdooft. Ter illustratie wordt in Figuur 7-5 het verloop van de vertroebeling in het bovenste gedeelte van de waterkolom op verschillende momenten in tijd weergegeven voor een combinatie van dagen van Netten op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma en Nederwiek 1 om zo een ruimtelijk beeld te krijgen van de verplaatsingen van de slibpluim. De baggerwerkzaamheden vinden in het scenario plaats van west naar oost. In de praktijk is het mogelijk dat aannemers tegengesteld werken of op andere locaties tegelijk aan het werk zijn. In Figuur 7-5 zijn verschillende combinaties gemaakt tussen dagen van Netten op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma en Nederwiek 1 die voor vertroebeling zorgen in hetzelfde gebied. Voor dagen van Net op zee Nederwiek 1 is hiervoor onder andere gekozen voor dagen die zorgen voor de grootste vertroebeling rond de Bruine Bank (dag 76) en de Voordelta (dag 5).

Uit de figuren valt af te leiden dat de maximale gecumuleerde daggemiddelde slibconcentratie-verhoging op zee aan het wateroppervlak, dieptegemiddeld en bij de bodem niet hoger is dan 7,5 mg/l. In de Voordelta is de maximale concentratieverhoging aan het wateroppervlak 12,5 mg/l en voor dieptegemiddeld en bij de bodem is het 15 mg/l.



Figuur 7-4 Cumulatie van de maximale omvang baggerpluimen van Net op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma en Nederwiek 1 gedurende de gehele simulatieperiode voor wateroppervlak (boven), dieptegemiddeld (midden) en bodem (onder). Betreffende worst-case combinatie van maximale vertroebeling. De concentratieverhogingen door de werkzaamheden zijn, aan de hand van een kleurenschaal, weergegeven als daggemiddelde (mg/L).



Figuur 7-5 Verspreiding van gecumuleerde daggemiddelde vertroebeling door de tijd aan het wateroppervlak van verschillende combinaties van geografisch nabijgelegen gemodelleerde dagen van Net op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma en Nederwiek 1. Betreffende worst-case combinatie van maximale vertroebeling. Baggerwerkzaamheden vinden plaats van west naar oost.

Effecten op trekvissen

Trekvissen kunnen door vertroebeling mogelijk een barrière effect ervaren. De trekvissen waar instandhoudingsdoelstellingen voor zijn (rivierprik, zeeprik, elft en fint), zijn anadrome trekvissen. Dit zijn vissen die vanuit de zee de rivieren optrekken om te paaien (in dit geval bijvoorbeeld de Nieuwe waterweg, Haringvliet of via de kust naar de Westerschelde), om vervolgens weer naar zee terug te keren. Voor de instandhouding van de populatie, en bij sommige soorten zelfs de voltooiing

van de levenscyclus, is deze paaitrek van essentieel belang. De vertroebeling voor de kust, die veroorzaakt wordt tijdens de aanlegfase, heeft potentieel een barrière werking tijdens de migratie van trekvissen. Afhankelijk van de tijdsplanning van de werkzaamheden kunnen migrerende vissen de slibwolk tegenkomen. Het is dus belangrijk om te weten wanneer de paaitrek plaats vindt om te kunnen beoordelen wat de effecten van deze barrière werking is op de trekvissen.

Migratie perioden
De zeeprik migreert in het voorjaar stroomopwaarts voor de voortplanting (Bjerselius et al., 2000; Maitland, 1980) die in mei en juli plaatsvindt. Adulte dieren sterven na het paaien. De jonge zeeprikken trekken na hun metamorfose aan het einde van de zomer, na vijf tot acht jaar als larve te hebben geleefd, als adult terug naar zee.

De rivierprik trekt eerder stroomopwaarts dan de zeeprik, van het najaar tot vroege voorjaar. De voortplanting vindt plaats van maart tot mei. De jonge rivierprikken trekken na hun metamorfose tot adult, na circa vier jaar als larve te hebben geleefd, begin winter terug naar zee (Kelly & King, 2001). Rond mei verzamelen volwassen paairijpe finten zich in estuaria om stroomopwaarts te zwemmen naar de paaiplaatsen in het zoete bovenstroomse gedeelte (Maitland & Hatton-Ellis, 2003). De Noordzeekustzone maakt als overgang van open zee naar binnenwater deel uit van de trekroute (Jak & Tamis, 2011). Deze intrek is, zoals bij vele andere trekvissoorten, erg afhankelijk van de watertemperatuur en het zuurstofgehalte (Maes et al., 2008). Na de paai trekken de volwassen dieren terug naar zee (Breine & Van Thuyne, 2014). In de nazomer rond augustus en september trekken jonge finten naar zee (Breine & Van Thuyne, 2014; Maitland & Hatton-Ellis, 2003). Jonge elften blijven enkele maanden in een estuarium hangen voordat zij doortrekken naar open zee (de Laak, 2009). Tabel 7-2 vat de trekperiodes van de verschillende soorten samen. Aan de hand van deze stroomopwaartse migratieperioden is duidelijk op te maken dat de stroomopwaartse migratie, en dus gevoelige periode, van winter tot en met midden zomer duurt. Enkel eind zomer rond augustus/september is er geen sprake van stroomopwaartse migratie.

Tabel 7-2 Overzicht met perioden van stroomopwaartse (geel) en stroomafwaartse (blauw) paaitrek van de beschermde vissoorten, rond het begin van deze periode is de kans het grootst om de trekkende vissen aan te treffen.

Soort	JAN		FEB		MRT		APR		MEI		JUN		JUL		AUG		SEP		OKT		NOV		DEC	
Zeeprik																								
Rivierprik																								
Fint																								
Elft																								

Vertroebeling Voordelta
In Figuur 7-6 is de situatie van de vertroebeling op dag 143 te zien, dit is de dag waarop de dieptegemiddelde slibwolk het grootst is in de Voordelta. Het figuur laat zien dat er sprake is van vertroebeling langs de kust waarbij de slibwolk de monding van het Haringvliet afsluit. De wolk dunt echter snel uit en na vijf dagen is de slibwolk in zijn geheel verdwenen. Er is hier dus maar voor een zeer korte periode sprake van 'blokkade' van het Haringvliet. De maximale slibconcentratieverhogingen van deze wolk komen niet hoger dan 3 mg/l (Figuur 7-6). Om te kunnen kwantificeren of er sprake is van een effect is het noodzakelijk om uiteen te zetten hoe trekvissen omgaan met dergelijke slibconcentratieverhogingen. Dit wordt nader uitgelegd in de volgende paragraaf.

Figuur 7-6 Vertroebeling van dieptegemiddelde op dag 143, de dag met de grootste toename van slib in de waterkolom in de Voordelta.

Respons van vissen op vertroebeling

De stressrespons van vissen op vertroebeling is soort specifiek en afhankelijk van de mate van vertroebeling en de duur van deze vertroebeling. Effecten op vis door vertroebeling kunnen optreden door het vangstsucces te beperken bij zichtjagende vissen maar potentieel ook door migratie succes te beperken wanneer de migratie op zicht plaatsvindt.

Enkele studies hebben de effecten van vertroebeling door baggeractiviteiten inzichtelijk gemaakt voor estuariene vissen (Kjelland et al., 2015; Wilber & Clarke, 2001). Uit deze onderzoeken blijkt dat er nog steeds veel onduidelijkheid is over de lange termijneffecten van vertroebeling. De effecten van gesuspendeerd sediment in de waterkolom op vissen zijn sterk afhankelijk van onder andere het type sediment, de tolerantie van de soort, de levenscyclus en biologie van de soort, de duur van de blootstelling en de frequentie van de achtereenvolgende blootstellingen (Kjelland et al., 2015). Hierbij is gevonden dat benthische soorten beduidend beter tegen vertroebeling door gesuspendeerd sediment bestand zijn. Deze soorten zijn al hoge maten van vertroebeling gewend door hun bodemgebonden levenswijze en worden hierdoor niet snel verstoord. (Parsley et al., 2011) beschrijft bijvoorbeeld hoe de effecten van baggerverspreidingsactiviteiten vrijwel geen effect hadden op de verspreiding van witte steuren (*A. transmontanus*) in een estuarium (Parsley et al., 2011).

Wilber & Clarke (2001) hebben aan de hand van alle beschikbare data en onderzoeken een algemene respons van estuariene vissen op gesuspendeerd sediment uitgezet. De meeste onderzoeken gebruiken sedimentconcentraties van meer dan 1.000 mg/L met blootstellingen tot en met een week. Hierbij is geen duidelijke correlatie te vinden tussen concentratie sediment en

(sterfte)respons maar opvallend is dat bij deze concentraties en duur van blootstelling bij sommige estuariene vissen zelfs geen enkel effect wordt gevonden. Op vis jagende vissen kunnen hinder ondervinden van een verhoogde troebelheid vanwege het verminderde zicht (De Robertis et al., 2003). Vissen die veelal op zicht jagen, zoals makreel en tarbot, vermijden een slibwolk terwijl vissen die normaal gesproken in troebel wateren leven en meer op reuk jagen dit niet zullen doen (de Groot, 1979). Maes et al. (Maes et al., 1998) beschrijft dat juveniele vis (Clupeïden zoals fint, elft, haring en sprot) juist graag schuilt in turbide gebieden om roofdieren te vermijden. Bij tijdelijke troebelheid kan er dus sprake zijn van een tijdelijke vermindering van de dichtheid van bepaalde vissoorten, maar ook van een verhoging van de dichtheid omdat de turbiditeitspluim als schuilplek gebruikt wordt.

Er zullen tijdens de aanlegfase geen negatieve effecten optreden van de geringe verhoogde vertroebeling op de bodemgebonden soorten rivierprik en zeeprik. Deze benthische soorten zijn al een hoge mate van vertroebeling gewend door hun bodemgebonden levenswijze en worden hierdoor niet snel verstoord. Dit wordt ook bevestigd door conclusies getrokken in eerdere studies voor steur (Parsley et al., 2011) en rivierprik (Maes & Ollevier, 2005). (Parsley et al., 2011) beschrijft hoe de effecten van baggerverspreidingsactiviteiten vrijwel geen effect hadden op de verspreiding van witte steuren (*A. transmontanus*) in een estuarium, waarbij zelfs een aantrekkende in plaats van afstotende kracht door de vertroebeling werd waargenomen. Maes & Ollevier (2005) beschrijven dat een verhoogde turbiditeit door baggerwerkzaamheden in de Zeeschelde een verwaarloosbaar klein effect heeft op de rivierprik. Omdat de zeeprik een vergelijkbare fysiologie én levenswijze heeft zal er geen significant negatief effect zijn op deze soort.

Pelagische trekvissoorten als fint zullen mogelijk iets gevoeliger zijn voor verhoogde concentraties gesuspendeerd sediment. De volwassen finten die stroomopwaarts migreren voor de voortplanting, stoppen met eten tijdens deze periode en zullen dus geen significant negatieve effecten ondervinden van de turbiditeitspluim op het jachtvermogen (Kottelat & Freyhof, 2007; Maitland & Hatton-Ellis, 2003; Skóra et al., 2012).

Alle soorten trekvissen die langs de Tweede Maasvlakte trekken zijn tevens in zekere zin vertrouwd met vertroebeling. Deze trekvissen zullen normaliter in en na de paaiperiode tot meerdere maanden in het troebele estuarium verblijven en komen tijdens hun paaimigratie naar dit estuarium maar een fractie van de periode in aanraking met de slibwolk. Volwassen trekvissen brengen veel van hun tijd door in de brakke wateren van estuaria en riviermondingen. Door de menging van zout en zoet water is er een hogere troebelheid van het water door een complex spel van fysische, chemische en biologische processen. Dit zou erop kunnen wijzen dat deze vissen zich al aangepast hebben aan water waar het zicht vrij laag is. Daarbij kunnen vissen op meer zintuigen dan alleen zicht navigeren voor de stroomopwaarts of -afwaartse migratie (Bjerselius et al., 2000; Dodson & Leggett, 1974; Maes et al., 2007, 2008). Veel trekvissen migreren tijdens de nacht, wanneer zicht geen bepalende factor is (Keefer et al., 2013).

Uit de bovenstaande informatie blijkt dat zicht geen bepalende factor is gedurende de migratie langs de Tweede Maasvlakte. Op de dag dat de slibwolk dieptegemiddeld het grootste oppervlak heeft en daarmee potentieel het grootste effect komt het concentratieverhoging daggemiddelde niet boven de 3 mg/L (Figuur 7-6). De achtergrondconcentratie in de kuststrook varieert sterk, met een jaarlijks gemiddelde van 20-30 mg/L, wat na een stormperiode op kan lopen tot 100 mg/L (zie Tabel 6-1). De worst-case gecumuleerde concentratieverhogingen vallen zodoende binnen de natuurlijke variatie van de achtergrondconcentratie. Daarnaast is gebleken dat zicht geen bepalende factor is voor

migratie van trekvissen en zal de concentratieverhoging slechts tijdelijk zijn. Effecten van cumulatie tussen de Netten op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma en Nederwiek 1 op trekvissen zijn zodoende uitgesloten.

Effecten op zichtjagende vogels (Bruine Bank)
In paragraaf 6.1.1 is de relatie van zichtjagende vogels bij de Bruine Bank met vertroebeling beschreven. Er wordt hier onderscheid gemaakt tussen vliegende viseters (meeuwen, sterns, jan-van-gent, grote jager) waarvoor vertroebeling aan het oppervlak relevant is, en duikende viseters die hun voedsel bemachtigen via een onderwater achtervolging (zeekoet, alk) (die dieper duiken) waarvoor vertroebeling over de gehele waterkolom (dieptegemiddelde vertroebeling) relevant is. Effecteninschattingen worden op basis van expert judgement gemaakt.

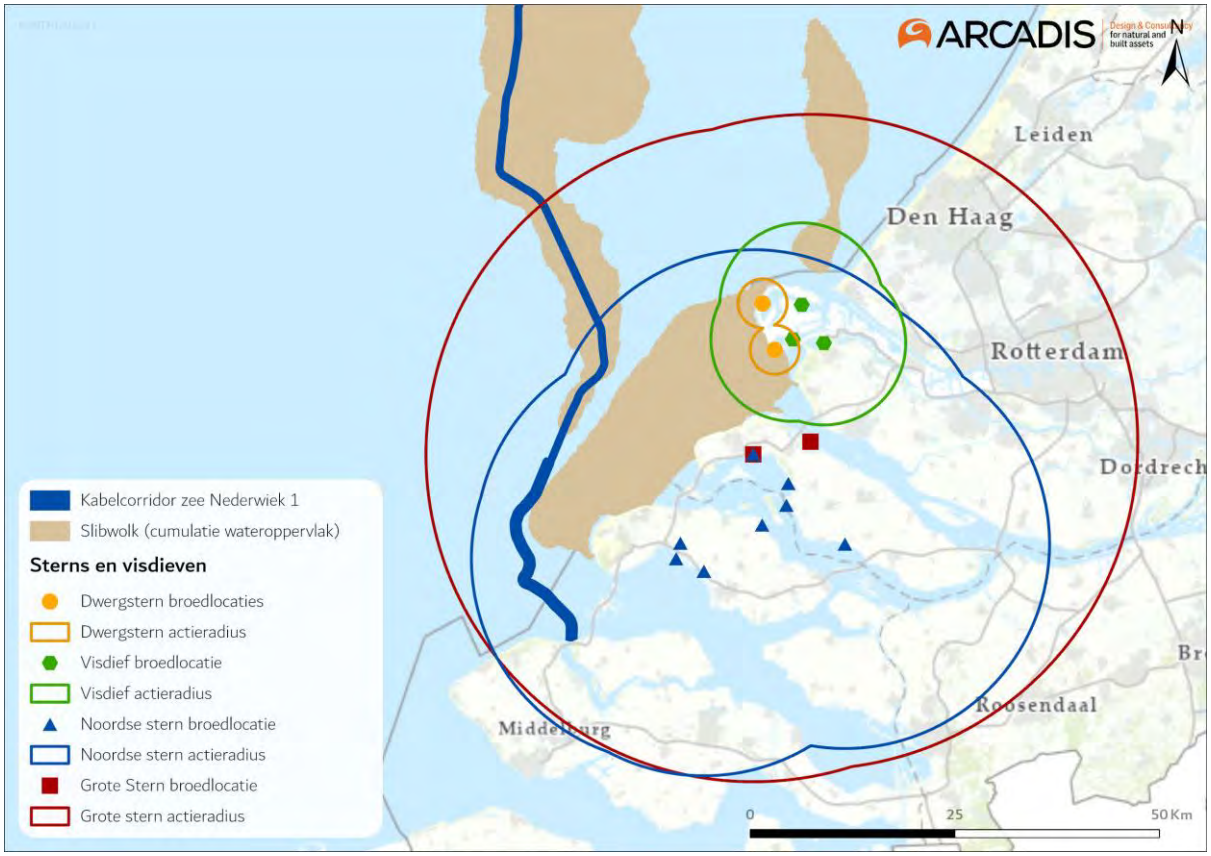
De effecten van vertroebeling op de vogelsoorten treden niet langs het gehele tracé tegelijkertijd op. Een eventueel gecumuleerde slibwolk beweegt zich namelijk met werkzaamheden mee en dunt daarna uit (zie Figuur 7-5). Aan de oostzijde van de Bruine Bank is de maximale concentratieverhoging 7,5 mg/L zowel aan het wateroppervlak als voor dieptegemiddeld. In de Bruine Bank is de maximale oppervlakte van de slibwolk 4.085 ha ca. 3.0% van het totaaloppervlak van de Bruine Bank. De hoogste concentratieverhoging bevindt zich direct langs het tracé. De vertroebeling zal met name ten oosten van het tracé (buiten de Bruine Bank) optreden. De grootte van een eventueel gecumuleerde slibwolk varieert dagelijks en is afhankelijk van de locaties van de werkzaamheden van respectievelijk Netten op zee Alpha, Beta en Gamma en Nederwiek 1.

De slibwolk zal tijdelijk zijn en na enkele dagen tot weken zal de concentratie dalen tot onder de 2 mg/L. Er zijn hierbij voldoende alternatieve foerageergebieden beschikbaar voor zichtjagende vogels (zie Figuur 7-5). Bovendien beweegt de slibwolk zich mee met de werkzaamheden langs het kabeltracé. Hierdoor zal het gebied waar de hoogste slibconcentratieverhogingen optreden (direct langs het kabeltracé) al minder interessant zijn als foerageergebied voor zichtjagers door andere verstorende effecten (zoals bovenwaterverstoring). Verder van het kabeltracé af dunt de slibwolk uit. Effecten van cumulatie tussen de Netten op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma en Nederwiek 1 op zichtjagende vogels van de Bruine Bank zijn zodoende uitgesloten.

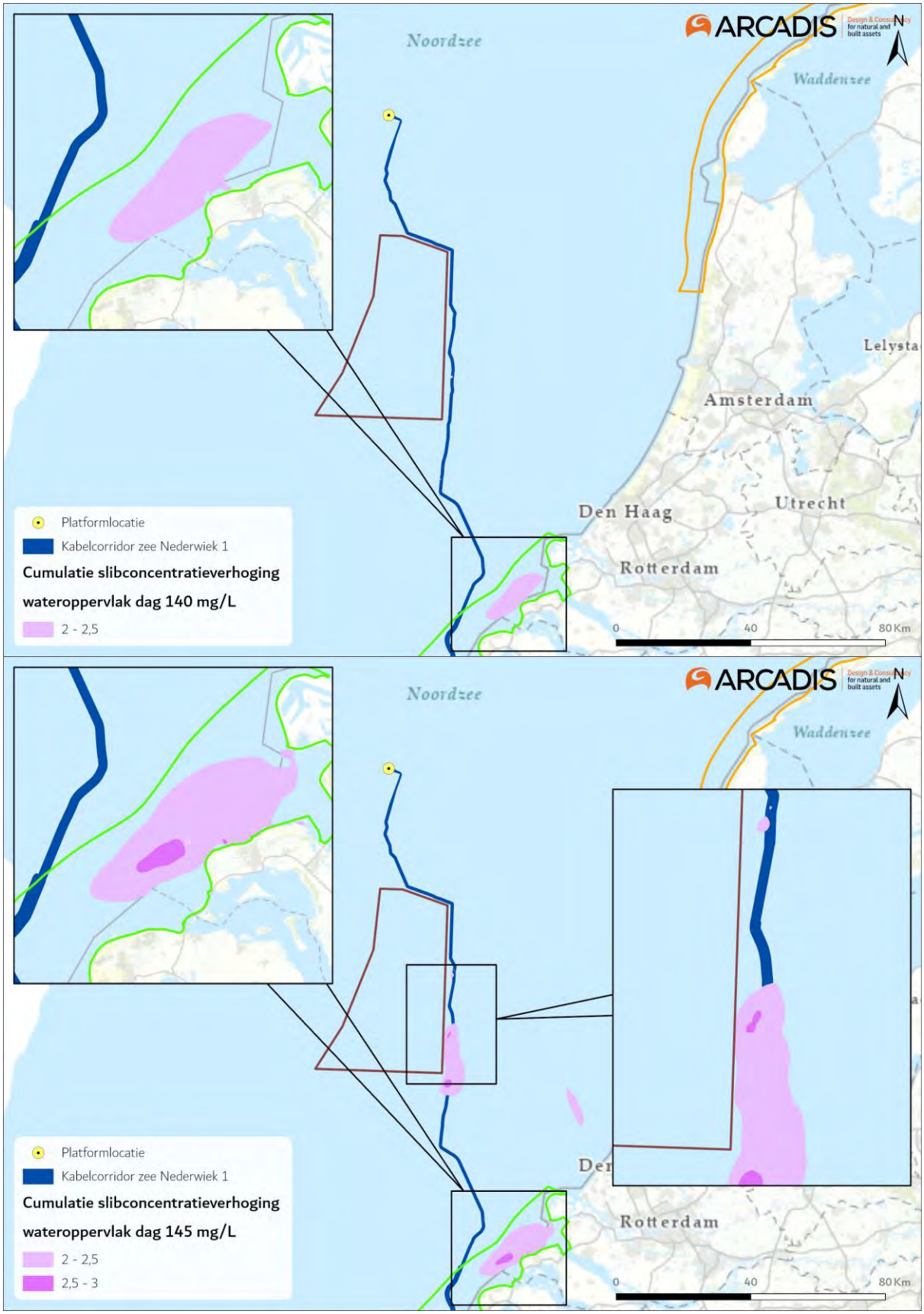
Effecten op zichtjagende vogels in de Voordelta
In cumulatie kan tussen de Netten op zee IJmuiden Ver Alpha en Beta, Gamma en Nederwiek 1 een concentratieverhoging van slib aan het wateroppervlak optreden (zie Figuur 7-4). De slibwolk aan het wateroppervlak reikt van de Voordelta tot net ten noorden van de Maasvlakte en de totale reikwijdte 39.665 ha, ca. 47.5% van het oppervlak van de Voordelta. Verschillende soorten sterns (grote stern, noordse stern, visdief en dwergstern) broeden op de Tweede Maasvlakte of in de omgeving (zie Figuur 7-7). Hoewel deze sterns niet broeden in Natura 2000-gebied Voordelta kunnen externe effecten optreden wanneer door een vertroebelingswolk aan het wateroppervlak sterns geen gebruik meer kunnen maken van essentieel foerageergebied.

De verhoging van de slibconcentraties vindt niet plaats over het gehele tracé of over de gehele Voordelta, maar zal lokaal en tijdelijk zijn, waarbij de vertroebelingswolk rondom de Maasvlakte enkele (maximaal 4 dagen) aanhoudt, zie Figuur 7-8. Verder blijft de concentratieverhoging onder de 2,5 mg/L in de omgeving van de Maasvlakte. De achtergrondconcentratie in de kuststrook varieert sterk, met een jaarlijks gemiddelde van 20-30 mg/L, wat na een stormperiode op kan lopen tot 100 mg/L (zie paragraaf 6.1.1). De worst-case gecumuleerde concentratieverhogingen vallen binnen de natuurlijke variatie van de achtergrondconcentratie.

Doordat de slibwolk een concentratie van maximaal 2,5 mg/L heeft en maar enkele dagen (maximaal 4 dagen) aanhoudt ondervinden zichtjagende vogels zoals de dwergstern en visdief op de Maasvlakte hier geen effecten van, ook niet als dit in het broedseizoen gebeurt. Effecten van cumulatie tussen de Netten op zee IJmuiden Ver Alpha en Beta, Gamma en Nederwiek 1 op de populatie dwergsterns en visdieven zijn zodoende uitgesloten.



Figuur 7-7 Vertroebelingswolken aan het oppervlakte rondom de Tweede Maasvlakte die vrijkomen bij de aanleg van Net op Zee Alpha, Beta, Gamma en Nederwiek 1. Deze slibwolk is een samenvoeging van alle slibwolken gedurende de gehele simulatieperiode.



Figuur 7-8 Vertroebelingswolken aan het wateroppervlak op dag 140 en dag 145 in de Voordelta.

Effecten op bodemdieren (filterfeeders)
In paragraaf 6.1.1 is de gevoeligheid van filterfeeders voor vertroebeling toegelicht. Uit de slibmodelleerstudie blijkt dat er direct bij de bodem geen daggemiddelde slibconcentratieverhoging plaatsvindt van boven de 15 mg/l. Na een periode van enkele dagen neemt deze slibconcentratieverhoging weer af tot het achtergrondniveau.

Deze concentratieverhogingen zijn een fractie (15 mg/l, 7,5%) van de waardes van 200 mg/l waarbij soorten als *Ensis* verminderd filtratie vermogen laten zien. De verhoging van de slibconcentraties zal lokaal en tijdelijk zijn. Filterfeeders hebben tijdelijk het vermogen zich hieraan aan te passen en ondervinden geen effect van cumulatie tussen de Netten op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma en Nederwiek 1. Indirecte effecten op vogelsoorten door voedseltekort zijn hiermee uitgesloten.

7.4.3 Netten op zee IJmuiden Ver Alpha en Nederwiek 1 in het Veerse Meer

Toelichting vertroebeling in het Veerse Meer
In de afbakening is beschreven dat de aanleg van Net op zee Nederwiek 1 in het Veerse Meer leidt tot een relatief lokale, beperkte en tijdelijke toename van het slibgehalte. In de effectbepaling is bepaald dat dit op zichzelf niet leidt tot negatieve effecten op aangewezen soorten (paragraaf 6.1.2). Vertroebeling kan echter cumuleren als er in dezelfde periode ook vertroebeling optreedt door andere projecten. Net op zee Nederwiek 1 en IJmuiden Ver Alpha liggen parallel aan elkaar in het Veerse Meer en de aanleg gebeurt achter elkaar aan. Voor Nederwiek 1 wordt alleen getrencht, voor Net op zee IJmuiden Ver Alpha wordt naast jet trenchen ook op diverse plaatsen gebaggerd en gebaggerd sediment verspreid. De aanleg van Net op zee IJmuiden Ver Alpha wordt daarom in cumulatie beoordeeld.

Effecten op zichtjagende vogels
In paragraaf 6.1.2 is bepaald dat vertroebeling als gevolg van de aanleg van Nederwiek 1 niet leidt tot negatieve effecten op zichtjagende vogels. Ten opzichte van het tegelijkertijd vertroebelde gebied dat zich beperkt tot lokaal niveau (het beweegt mee met de aanleg) is er ruim voldoende alternatief geschikt foerageergebied aanwezig in de nabije omgeving. Dit is ook het geval bij cumulatie van Nederwiek 1 met Net op Zee IJmuiden Ver Alpha. Voor Net op Zee IJmuiden Ver Alpha is namelijk reeds geconcludeerd dat voor zichtjagende vogels geen negatieve effecten optreden. Dit omdat op ieder moment ruim voldoende alternatief geschikt foerageergebied aanwezig in de nabije omgeving. Omdat er geen overlap is in tijd van de aanlegfases (het gebeurt achter elkaar aan) is tijdens de gezamenlijke aanlegperiode van beide tracés altijd alternatief geschikt foerageergebied aanwezig in de nabije omgeving. Een negatief effect op zichtjagende vogels van beide projecten samen is uitgesloten.

Effecten op vogels via benthos (indirect)
In paragraaf 6.1.2 is bepaald dat vertroebeling als gevolg van de aanleg van Nederwiek 1 niet leidt tot negatieve effecten op duikende benthosetende vogels. Het tracé ligt voor het over grote deel door diep water in het Veerse Meer. Hier zijn lage biomassa's en dichtheden prooidieren aanwezig voor duikende benthosetende vogels (eerder toegelicht in paragraaf 6.1.2). Het foerageerpotentieel wordt daarom nauwelijks aangetast als gevolg van effecten van vertroebeling rond het tracé op de daar aanwezige benthos. Hierbij komt dat schelpdieren doorgaans zijn aangepast aan het overleven van tijdelijke verhogingen van vertroebelingswaarden. Locaties waar bodemdieren wel (gedeeltelijk) zijn afgenomen, worden op termijn tevens weer geherkoloniseerd. Voor Net op Zee IJmuiden Ver

Alpha is de conclusie ook dat bodemdieren geen wezenlijke negatieve effecten ondervinden van de tijdelijke, lokale slibconcentratieverhoging.

Voor beide projecten is dus uitgesloten dat een negatief effect optreedt op bodemdieren als gevolg van vertroebeling. Daarmee is ook uitgesloten dat er sprake kan zijn van een doorwerkend effect op aangewezen benthosetende vogelsoorten. Gezamenlijk is dus ook geen sprake van effecten op de populatie bodemdieren, een negatief effect op benthosetende vogels is daarmee ook uitgesloten.

Effecten op vogels via primaire productie
Voor Nederwiek 1 wordt de kabel in het Veerse Meer aangelegd door alleen te jet trenchen. Voor Net op zee IJmuiden Ver Alpha wordt naast jet trenchen ook op diverse plaatsen in het Veerse Meer gebaggerd en gebaggerd sediment verspreid. De aanleg van Net op zee IJmuiden Ver Alpha wordt daarom in cumulatie beoordeeld. Voor Net op Zee IJmuiden Ver Alpha is eerder ook geconcludeerd dat primaire productie geen negatieve effecten ondervinden van de tijdelijke, lokale slibconcentratieverhoging.

Wanneer beide projecten gezamenlijk worden beschouwd is gedurende een langere tijd sprake van (lokale) vertroebeling. Slibconcentraties bereiken geen hogere waarde aangezien aanleg na elkaar gebeurt. Beide projecten vinden plaats tussen 1 september en 1 mei. Hiermee wordt op voorhand de kritieke periode voor primaire productie ontzien. In cumulatie is daarom ook geen sprake van effecten op primaire productie. Van doorwerkende effecten op aangewezen vogels is geen sprake.

7.5 Bovenwaterverstoring

7.5.1 Op zee

In hoofdstuk 6.5 zijn de effecten bepaald van-bovenwaterverstoring op zee en het Veerse meer voor Net op zee Nederwiek 1. Tijdens de aanlegfase op zee, zowel buiten als binnen de kustzone, is de intensiteit van verstoring gering. De verstoring wordt veroorzaakt door slechts een paar schepen. De verstoring beslaat een beperkt areaal en is in vergelijking met de reguliere aanwezige scheepsvaartintensiteit klein. Er is geen sprake van negatieve invloed op de gestelde behoudsdoelstellingen voor de kwaliteit en omvang van het leefgebied voor aangewezen soorten voor de Bruine Bank en de Voordelta.

Door de parallelle ligging van de tracés van de Netten op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta, Gamma en Nederwiek 1, en de mogelijk gelijktijdige aanleg hiervan kan er een groter areaal verstoord worden en bovenwaterverstoring cumuleren. De aanleg van de Netten op zee zal met maximaal vier kabels per jaar gebeuren. Cumulatie zal vooral optreden in het parallel liggende deel van de tracés van 79 km op zee. Het aantal vaarbewegingen door de gelijktijdige aanleg van de kabels zal toenemen. Op dit deel van het tracé is de reguliere aanwezige scheepsvaarintensiteit al hoog, met op vele plekken >100 vaarbewegingen per vierkante kilometer per maand. Individuen zijn hierdoor al gewend aan verstoring door scheepsvaart in dit gebied. De schepen van de aanleg varen langzamer, maar zeker bij meer schepen in een seizoen op dezelfde locatie die hetzelfde patroon volgen kan ook daarvoor gewenning optreden. Naast het tracé is ook voldoende alternatief leefgebied aanwezig waarnaar de soorten kunnen uitwijken.

Door cumulatie wordt de intensiteit van de verstoring verhoogd, maar de verstoring reikt niet verder dan die voor individuele schepen. Tijdens de aanleg buiten de kustzone, overlapt de

verstoringscontour voor ruiende vogels (1.000 meter) niet met de Bruine Bank. Er is geen sprake van een negatieve invloed op de populatie ruiende vogels binnen het Natura 2000-gebied. Binnen de kustzone loop het tracé door Natura 2000-gebied Voordelta, een foerageergebied voor de roodkeelduiker en zwarte zee-eend. Bij aanleg gedurende het ruiseizoen van de bergeend wordt de aanleg stopgezet zodat er geen ruiende vogels worden verstoord. Dit geld voor alle projecten. Door het beperkt additioneel verstoorde areaal in de Voordelta t.o.v. de reguliere vaarroutes, en de tijdelijke aard van de werkzaamheden is er geen sprake van een negatief effect op de populatie roodkeelduikers, bergeenden en zwarte zee-eenden binnen Natura 2000-gebied Voordelta.

Cumulerende effect van bovenwaterverstoring op zee als gevolg van overlap tussen de Netten op zee IJmuiden Ver Alpha, IJmuiden Ver Beta, IJmuiden Ver Gamma en Nederwiek 1 en 2 zijn daarom uitgesloten.

7.5.2 Veerse Meer

In paragraaf 6.5.3 is bepaald dat de aanleg van Nederwiek 1 en de bijbehorende verstoring niet leidt tot negatieve effecten op vogels. De werkzaamheden veroorzaken nauwelijks additioneel verstoord oppervlak ten opzichte van de autonome scheepsvaart, ook is er slechts sprake van enkele additionele vaarbewegingen binnen het reeds verstoorde oppervlak. De enige uitzondering hierop is de zuidoostelijke aanlandingslocatie, hier varen normaliter geen schepen en is geen recreatie aanwezig. Voor deze locatie geldt dat er gedurende de tijdelijke verstoringvoldoende geschikt alternatief leefgebied voorhanden is in de nabije omgeving. Net op Zee IJmuiden Ver Alpha ligt parallel aan Nederwiek 1. Hier is met dezelfde redenatie bepaald dat verstoring tijdens de aanleg niet leidt tot negatieve effecten op vogels. Gezamenlijk voegen de werkzaamheden voor Nederwiek 1 en Net op Zee IJmuiden Ver Alpha nog steeds slechts een minimaal aantal vaarbewegingen toe aan de autonome scheepsvaart. Dezelfde redenatie blijft van toepassing. Negatieve effecten als gevolg van verstoring van de twee projecten samen zijn uit te sluiten.

7.6 Habitataantasting op land

In paragraaf 6.6.3 is bepaald dat de boring en bijbehorend werkterrein langs de kusstrook aan de noordzijde van de Veerse Gatdam geen permanente negatieve effecten hebben op de natuurlijke kenmerken van habitattypen en het foerageer- en rustgebied voor steltlopers. Net op zee IJmuiden Ver Alpha ligt parallel aan Nederwiek 1. Hier is met dezelfde redenatie bepaald dat verstoring tijdens de aanleg niet leidt tot negatieve effecten op de habitattype en vogels. Een groot deel van het werkterrein van Nederwiek 1 heeft overlap met het werkterrein van Alpha. Gezamenlijk voegen de werkzaamheden voor Nederwiek 1 en IJmuiden Ver Alpha nog steeds voor dat hier tijdelijk een zeer beperkt deel van de kuststrook ongeschikt is als foerageer- en rustgebied voor steltlopers. Dezelfde redenatie blijft van toepassing. Negatieve effecten als gevolg van verstoring van de twee projecten samen zijn uit te sluiten.

7.7 Elektromagnetische velden

Uit de effectbeoordeling blijkt dat het op basis van de huidige kennis over elektromagnetische velden niet aannemelijk is dat soorten een effect ondervinden van elektromagnetische velden van Net op zee IJmuiden Ver Gamma op zich (zie paragraaf 6.6.3). Op basis van de nu beschikbare kennis liggen de veldsterktes van dit project ver onder de grenswaarde waarbij mogelijk verstoring optreedt

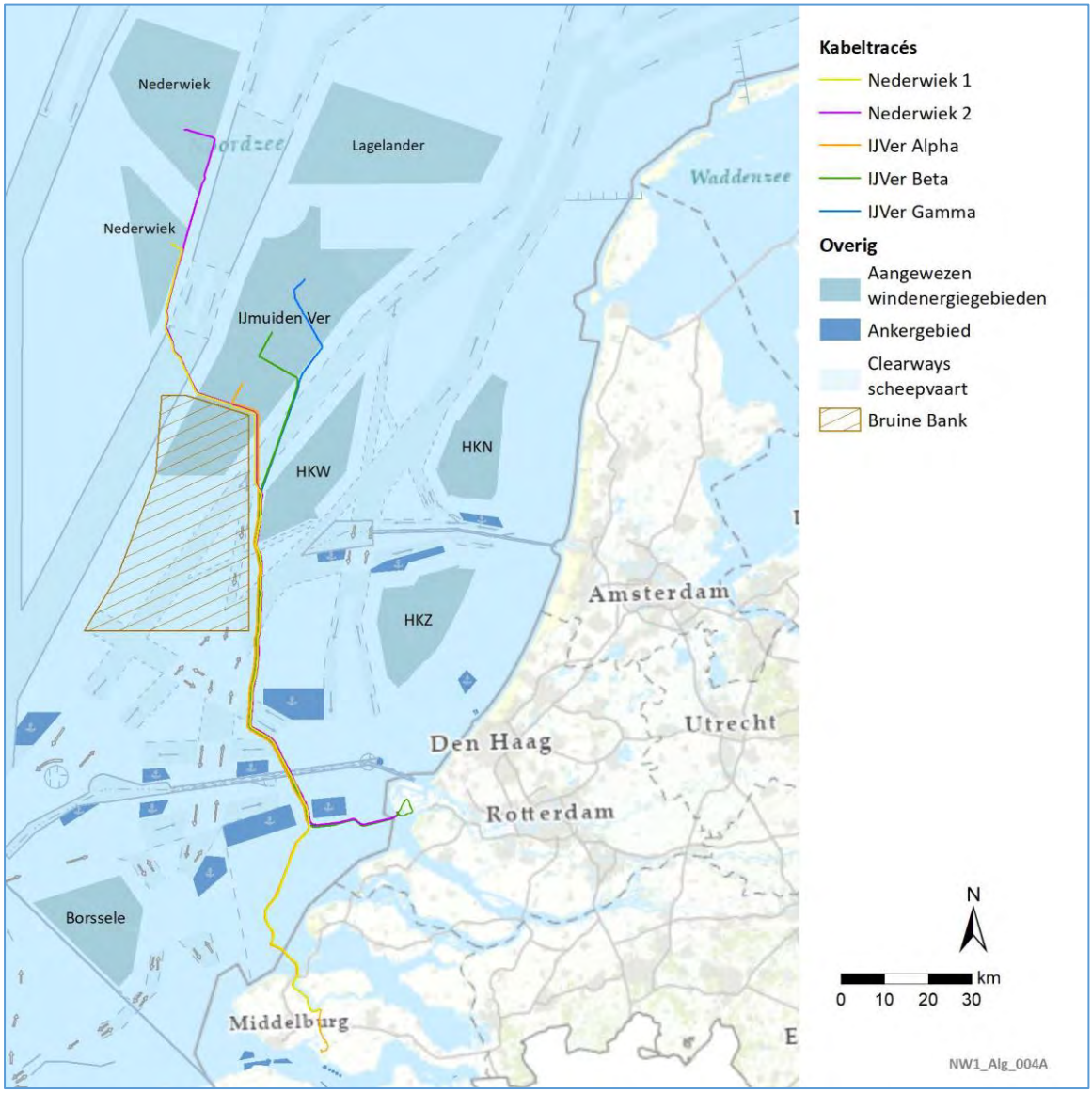
in het navigatievermogen van soorten. Wanneer elektromagnetische velden overlappen kunnen deze elkaar echter beïnvloeden.

Figuur 7-9 toont windenergiegebieden en daarin gelegen windparken van Routekaart 2023 en Routekaart 2030 en daarbij horende netten.

Figuur 7-9 Overzicht windenergie op zee met gerealiseerde en geplande kabelroutes (april 2023).

Er wordt voor cumulatie van elektromagnetische velden gekeken naar de cumulatie van Net op zee Nederwiek 1 met de Wind op zee projecten, waarbij Net op zee IJmuiden Ver Alpha (en in mindere mate Nederwiek 2 en IJmuiden Ver Beta en Gamma) wordt uitgelicht vanwege de nabije ligging van delen van het kabeltracé (Figuur 7-10).

Net op zee Nederwiek 1 omvat, de realisatie van een platform op zee in windenergiegebied Nederwiek en bekabeling om deze aan te sluiten op het landelijk elektriciteitsnet. De kabeltracés van Net op zee Nederwiek 1 en IJmuiden Ver Alpha lopen over een lengte van circa 128 kilometer parallel waarvan ook 79 kilometer parallel loopt met Net op zee IJmuiden Ver Beta, Gamma en Nederwiek 2 (zie Figuur 7-10). De kabels van Net op zee Nederwiek 1 en de naastgelegen kabel (afhankelijk van aanleg) liggen in het parallelgelegen deel van de kabeltracés 200 meter uit elkaar.

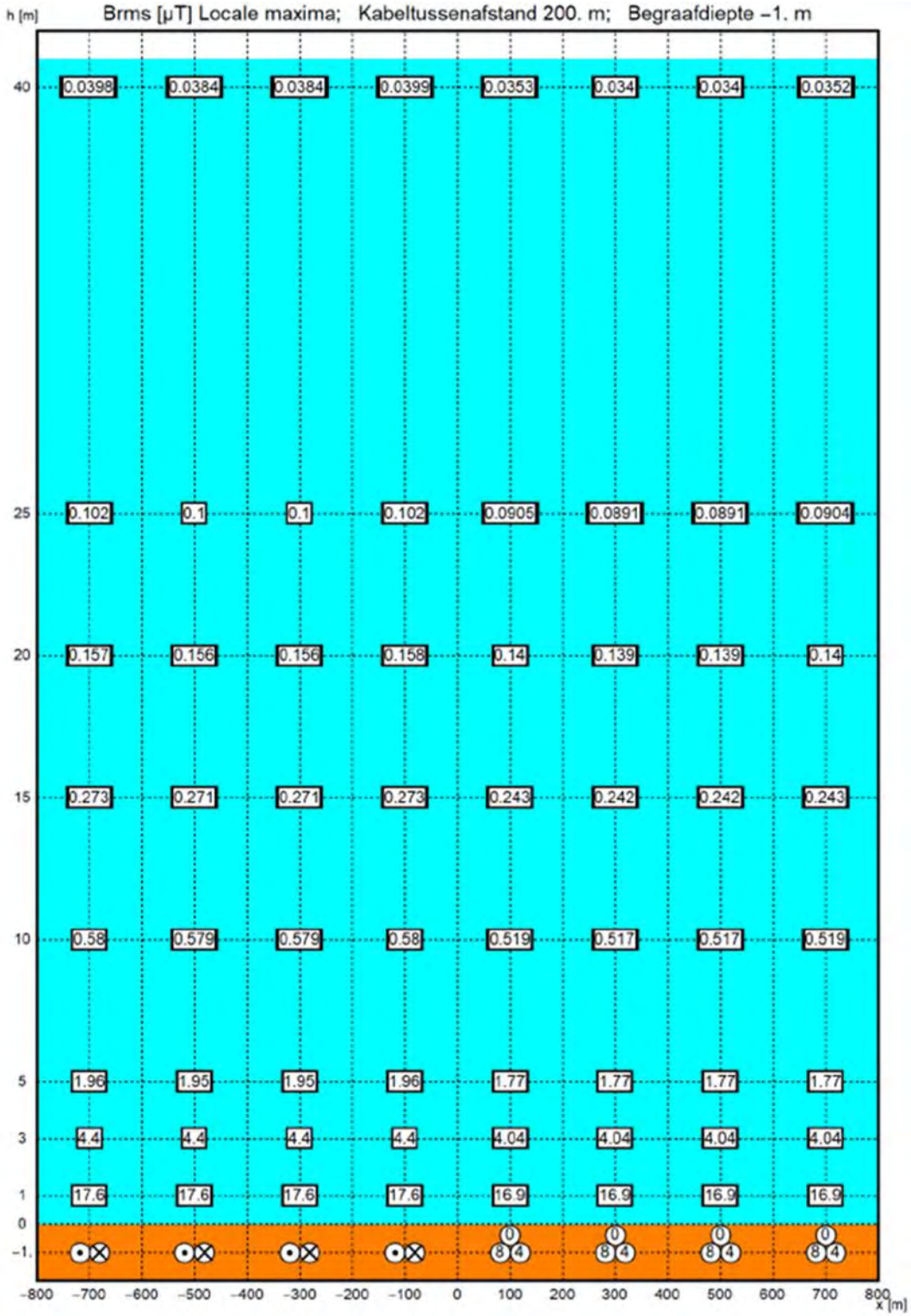


Figuur 7-10 Ligging van Nederwiek 1 en 2 ten opzichte van andere Net op zee projecten.

Voor cumulatie van het elektromagnetisch veld moeten de respectievelijke elektromagnetische velden overlappen. Indien de magneetvelden van de kabels van Net op zee Nederwiek 1 en IJmuiden Ver Alpha zouden overlappen, zal er geen cumulatie (versterking van het veld) optreden. Integendeel, het veld neemt af op grotere hoogtes, zoals te zien in Figuur 7-11. In Figuur 3-17 is te

zien dat het magnetisch veld van Net op zee Nederwiek 1 niet verder rijkt dan 40 meter horizontaal. De kabels van Net op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma liggen in het parallelgelegen deel van de kabeltracés 200 meter uit elkaar. Als de velden niet overlappen, zullen deze elkaar niet beïnvloeden en zal er geen versterkend effect zijn van cumulatie op het elektromagnetisch magnetisch veld van Net op zee Nederwiek 1.

De kabels, en de daarmee gepaard gaande elektromagnetische velden, van andere kabels van windparken op zee, zowel reeds bestaande alsnog geplande windparken, liggen op grotere afstand waardoor overlap en dus cumulatie van elektromagnetische velden is uitgesloten. Wel kunnen migrerende soorten velden vaker tegenkomen, als er meer kabels geplaatst worden in de Noordzee. Dit zal echter een groter effect geven als de kabels verder uit elkaar liggen. Indien de kabels gebundeld liggen, zal er minder raakvlak zijn voor gevoelige over de gehele Noordzee om een potentieel effect te hebben.



Figuur 7-11 Modelmatige weergave van accumulatie van elektromagnetische velden op de zeebodem met een afstand van 200 meter tussen kabels. De gelijkstroomkabels zijn aangegeven met twee cirkels naast elkaar, links met punt en rechts met x. Wisselstroomkabels zijn aangegeven met de driehoekige cirkels met 0,8,4 (van Essen, 2021a).

8 Toetsing

8.1 Inleiding en leeswijzer

In hoofdstuk 6 werden de effecten op de beschermde natuurwaarden beschreven. In dit hoofdstuk wordt per gevolg het effect getoetst aan de Wnb, onderdeel gebiedsbescherming. Er wordt per Natura 2000-gebied vastgesteld of er effecten optreden én of deze een significante impact hebben op instandhoudingsdoelen. De conclusies worden samengevat in de instandhoudingsdoeltabellen. In de leeswijzer hieronder is toegelicht hoe deze tot stand zijn gekomen en hoe deze te interpreteren.

De worst-case effecten van de totale activiteit op instandhoudingsdoelen worden hier samengevat.

Leeswijzer en achtergrond tabel
In de tabel zijn de beïnvloedde habitattypen en soorten zoals die in hoofdstuk 4 geïdentificeerd zijn weergegeven. Soorten en habitattypen waarvan in hoofdstuk 5 is vastgesteld dat er geen ruimtelijke overlap en dus geen effect is zijn niet opgenomen. Aan de tabellen zijn de instandhoudingsdoelen toegevoegd. Per doel wordt aangegeven:

Wat de landelijke staat van instandhouding is (SVI Landelijk):
- \+ gunstig
- \- matig ongunstig
- -- zeer ongunstig

Doelstelling oppervlakte en kwaliteit
- > verbeter- of uitbreidingsdoelstelling
- = behoudsdoelstelling

Doelstelling populatie
- > verbeter- of uitbreidingsdoelstelling
- = behoudsdoelstelling

Getal: doelstelling populatie aantal

In hoofdstuk 4 stond met een X aangegeven of er een effect was. In de onderstaande tabellen zijn deze aanduidingen vervangen door een tekstuele conclusie over de impact van het effect op het instandhoudingsdoel.

8.2 Bruine Bank

Uit hoofdstuk 5 blijkt dat de doelsoorten van de Bruine Bank mogelijk effecten ervaren van vertroebeling (alle), verontreiniging en verstoring door geluid, beweging en licht (alle). In hoofdstuk 6 is onderzocht of deze effecten optreden én in welke mate. In hoofdstuk 7 is onderzocht of er sprake is van cumulatie én in welke mate. Hieronder zijn per effect de bevindingen samengevat.

Vertroebeling
Vertroebeling treedt op in het gebied rondom de aanleg van het kabeltracé, op de oostgrens of net buiten de oostgrens van de Bruine Bank. De vertroebeling is tijdelijk, met een gematigde concentratie. Het vertroebelde gebied wordt tijdens de aanleg ook verstoord door geluid, beweging en licht. Gedurende de aanleg is daarom voortdurend een zich met de werkzaamheden verplaatsend klein areaal tijdelijk minder geschikt als foerageergebied. Er is ruim voldoende alternatief foerageergebied waardoor significante effecten op aangewezen en niet-aangewezen zichtjagende

vogelpopulaties uitgesloten zijn. Het project heeft geen significant effect op het instandhoudingsdoel (behoud).

Bovenwaterverstoring
De verstoringscontour voor grote jager, dwergmeeuw en grote mantelmeeuw, alk en zeekoet reikt niet tot in de Bruine Bank. Voor deze dieren is tijdens de werkzaamheden ook voldoende alternatief leefgebied aanwezig. Jan-van-gent wordt mogelijk wel verstoord, maar kan tijdens de rui vliegen en uitwijken naar een alternatief leefgebied. Ook voor deze soort geldt dat er ruim voldoende alternatief leefgebied is. De verstoring is bovendien tijdelijk van aard waardoor er geen permanent verlies van leefgebied optreedt. Significante effecten op populaties jan-van-gent, grote jager, dwergmeeuw en grote mantelmeeuw zijn daarom uitgesloten. Bovenwaterverstoring op zeevogels kan hooguit leiden tot een tijdelijke verplaatsing van dieren naar een ander leef- of foerageergebied, maar is geen sprake van significante effecten op populatieniveau van aangewezen en niet-aangewezen zeevogels. Significant negatieve effecten op het instandhoudingsdoel van aangewezen zeevogels (behoud) zijn dan ook uit te sluiten.

Verontreiniging
Het vrijkomen van arseen uit historische lagen die tijdens het trenchen worden geraakt leidt niet tot een verhoging van de MAC-MKN, welke het ecosysteem beschermd tegen effecten. Significant negatieve effecten op het instandhoudingsdoel van aangewezen zeevogels (behoud) zijn dan ook uit te sluiten.

Samenvatting
Alle bovenstaande conclusies zijn samengevat in Tabel 8-1.

Tabel 8-1 Samenvatting van de effecten op instandhoudingsdoelen van de Bruine Bank van de aangewezen soorten en samenvatting van effecten op niet-aangewezen soorten. GSE = geen significant effect. Een leeg vak betekent dat dit effect niet van toepassing is op dit instandhoudingsdoel.

Groep	Instandhoudingsdoelen		SVI-Landelijk	Oppervlak	Kwaliteit	Populatie	Vertroebeling	Verstoring geluid, beweging, licht	Verontreiniging	Conclusie
Niet-broedvogels	A016	Jan-van-gent	=	=	=	=	Tijdelijk delen foerageergebied niet beschikbaar. Voldoende alternatief aanwezig.	Kan tijdelijk uitwijken naar alternatief leefgebied.	Geen overschrijding van de MAC-MKN door trenchen door arseenrijke veenlagen. Ecosysteem voldoende beschermd.	GSE
	A175	Grote jager	=	=	=	=		Tijdelijke verstoring alleen buiten de Bruine Bank. Kan uitwijken naar alternatief leefgebied.		GSE
	A177	Dwergmeeuw	=	=	=	=				GSE
	A187	Grote mantelmeeuw	=	=	=	=				GSE
	A199	Zeekoet	=	=	=	=		Tijdelijke verstoring alleen buiten de Bruine Bank. Kan tijdens de winterrui uitwijken naar alternatief leefgebied. Tijdens de zomerrui weinig tot geen alken en zeekoeten aanwezig		GSE
	A200	Alk	=	=	=	=				GSE
Aanvullende niet-broedvogels n.a.v. procedure t.b.v. aanwijzing	A183	Kleine mantelmeeuw						Kan tijdelijk uitwijken naar alternatief leefgebied.		GSE
	A191	Grote stern								GSE
	A193	Visdief								GSE
	A194	Noordse stern								GSE
	n.v.t.	Noordse stormvogel								GSE
	n.v.t.	Drieteenmeeuw								GSE
	n.v.t.	Papegaaiduiker								GSE
	n.v.t.	Stormmeeuw								GSE
	n.v.t.	Zilvermeeuw								GSE

8.3 Voordelta

Uit hoofdstuk 5 blijkt dat voor de doelsoorten van de Voordelta effecten kunnen optreden door vertroebeling, continu onderwatergeluid, impuls onderwatergeluid, bovenwaterverstoring, habitataantasting en elektromagnetische velden. In hoofdstuk 6 is onderzocht of deze effecten optreden én in welke mate. In hoofdstuk 7 is geconstateerd dat er geen sprake is van cumulatie. Hieronder zijn per effect de bevindingen samengevat:

Vertroebeling
Er is sprake van vertroebeling op de bodem in de Voordelta op een oppervlakte van 19 hectare (zie paragraaf 6.1). De maximale concentratieverhoging op de bodem is 3 mg/L. Binnen enkele dagen daalt de concentratieverhoging tot onder de 2 mg/L. Dit beeld geldt ook voor de dagen waarop kleinere slibwolken ontstaan.

Doordat de vertroebeling tijdelijk is en habitattypen H1110B (permanent overstroomde zandbanken) en H1140B (slik- en zandplaten) gewend zijn aan een dynamisch systeem is er geen sprake van een significant negatief effect op de kwaliteit van de habitattypes (doelstelling behoud). Significant negatieve effecten op de landelijke en lokale staat van instandhouding van deze habitattypen treden niet op. Significant negatieve effecten op de instandhoudingsdoelen zijn uitgesloten.

In de waterkolom is er geen slibwolk aanwezig en treedt er geen barrière werking op voor trekvissen. Negatieve effecten op de populatiedoelstellingen voor trekvissen (behoud of verbetering) zijn dus niet aan de orde. Significante effecten van vertroebeling op de staat van instandhouding van trekvissen (landelijk ongunstig) zijn uitgesloten omdat de kwaliteit van het habitat behouden blijft en er geen effect op individuele dieren of populaties is. Significant negatieve effecten op de instandhoudingsdoelen zijn uitgesloten.

Continu onderwatergeluid
Er is sprake van tijdelijke verstoring door onderwatergeluid als gevolg van de voorgenomen activiteit in de Voordelta. Een deel van deze verstoring vindt plaats in al verstoord habitat (door recreatie- en scheepvaart). In deze gebieden is sprake van gewenning. Op deze locaties heeft de verstoring dus geen invloed op de kwaliteit van het habitat. Tijdelijke verstoring in rustigere gebieden zal ook geen permanent effect hebben op de habitatskwaliteit. Het project heeft geen negatieve invloed op de instandhoudingsdoelen voor de kwaliteit van het habitat van trekvissen of zeezoogdieren, namelijk behoud of verbetering. Er zijn ruim voldoende uitwijkmogelijkheden voor trekvissen en zeezoogdieren. Doordat het geluid zich verplaatst, is er geen sprake van barrièrewerking. De kans dat individuele zeezoogdieren TSS oplopen door de werkzaamheden, is verwaarloosbaar. Negatieve effecten op de populatiedoelstelling (behoud of verbetering) zijn dus niet aan de orde. Significante effecten van continu onderwatergeluid op de staat van instandhouding van zeezoogdieren of trekvissen (landelijk zeer ongunstig/ongunstig) zijn uitgesloten omdat de kwaliteit van het habitat behouden blijft en er geen effect op individuele dieren of populaties is. Significant negatieve effecten op de instandhoudingsdoelen zijn uitgesloten.

Impuls onderwatergeluid
Impuls-onderwatergeluid door het heien van het platform reikt niet tot in de Voordelta. Zeezoogdieren en trekvissen waar in de Voordelta een instandhoudingsdoel voor is, kunnen wel

buiten de Voordelta met het impuls-onderwatergeluid van dit project in aanraking komen. In de Voordelta gelden instandhoudingsdoelen voor populatiebehoud en vergroting voor zeeprik, rivierprik, elft, fint, bruinvis, grijze zeehond, en gewone zeehond. Landelijk is de staat van instandhouding van deze soorten (zeer) ongunstig. Om effecten op individuen van deze en andere soorten te beperken zijn er drie mitigerende maatregelen genomen: het gebruik van een Acoustic Deterrent Device (ADD), een slow and soft start en het gebruik van een bellenscherm of vergelijkbare geluidsreducerende maatregel. Met toepassing van deze maatregelen blijkt uit hoofdstuk 6 dat individuele dieren mogelijk tijdelijk ander foerageergebied moeten zoeken, maar dat significante effecten op de bruinvis- en zeehonden populaties zijn uitgesloten. Voor trekvissen geldt dat de kans dat aanwezige beschermde soorten aangetast worden op een populatieniveau verwaarloosbaar klein is. Significant negatieve effecten op de staat van instandhouding van zeezoogdieren en trekvissen, zowel landelijk als in de Voordelta, zijn daarom uitgesloten. Significant negatieve effecten op de instandhoudingsdoelen zijn uitgesloten.

Bovenwaterverstoring
De route van het kabeltracé in de Voordelta volgt grotendeels de reguliere vaarroute. Dit betekent dat aanwezige dieren langs het Kabeltracé gewend zijn aan verstoring. Binnen het verstoringsbereik van het kabeltracé komt een bekende ligplaats van gewone zeehond en een van de grijze zeehond voor. Deze ligplaatsen worden gebruikt door enkele individuen en er komen geen zogende grijze of gewone zeehonden voor. Significante effecten van verstoring op de populatie gewone (doelstelling behoud) en grijze (verbeterdoelstelling) zeehonden in de Voordelta zijn daarmee uitgesloten.

In de Voordelta geld voor de kwaliteit van het habitat, en populaties van niet-broedvogels een behoudsdoelstelling. Doordat er al verstoring optreedt in een groot deel van het studiegebied, én de verstoring tijdelijk is blijft de kwaliteit van het habitat gelijk, conform de doelstelling. Binnen het verstoringsbereik van de vaargeul en het kabeltracé bevinden zich voor verstoringgevoelige vogels zoals de roodkeelduiker en de zwarte zee-eend. Er is voor deze dieren ruim voldoende uitwijkmogelijkheid naar alternatief verblijf en rustgebied, zeker aangezien de verstoring maar op één punt tegelijk optreedt. Significante effecten van verstoring op populaties van vogels vogelsoorten met een instandhoudingsdoel in de Voordelta zoals de zwarte zee-eend en de roodkeelduiker zijn daarmee uitgesloten.

Habitataantasting
In de Voordelta vindt aantasting plaats van habitattype H1110B, permanent overstroomde zandbanken (0,41 % van het totaal areaal van 81.300 ha). Voor dit habitattype geldt een behoudsdoel voor kwaliteit en oppervlak in de Voordelta. Het verstoorde oppervlak is beperkt. Er kan aantasting plaatsvinden in het bodembeschermingsgebied (<0,05% van het areaal). In het bodembeschermingsgebied is zware bodemberoerende visserij niet toegestaan. Habitataantasting door Net op zee Nederwiek 1 is minder intensief dan de boomkorvisserij, voornamelijk omdat het eenmalig is waarna de bodem zich kan herstellen. Langs het kabeltracé lijken zich geen hotspots te bevinden, behalve van halfgeknotte strandschelp bij de aanlanding. Het kabeltracé loopt hier langs de rand van de hotspot waar zich lagere aantallen bevinden. Habitataantasting van dit relatief kleine areaal is tijdelijk en bodemfauna zal zich na 3 tot 5 jaar hersteld hebben. Op land is er een smalle strook van habitataantasting die overlapt met de Voordelta. Deze strook beïnvloedt geen habitattypen. Leefgebied voor vogels met een instandhoudingsdoelstelling is hier ook niet aanwezig. Er zijn dus geen negatieve effecten op het behoud van de kwaliteit en het oppervlak op de lange termijn. Significante negatieve effecten op het instandhoudingsdoel als gevolg van habitataantasting zijn daarom uitgesloten.

Elektromagnetische velden
Uit de effectbeoordeling blijkt op basis van de huidige kennis over elektromagnetische velden, dat het niet aannemelijk is dat zeehonden of trekvissen een effect ondervinden van elektromagnetische velden. Significant negatieve effecten op instandhoudingsdoelen van populaties, of voor habitatkwaliteit voor deze soorten zijn daarmee uitgesloten.

Bruinvissen zijn mogelijk wel gevoelig voor elektromagnetische velden. De landelijke staat van instandhouding van de bruinvis is ongunstig. In de Voordelta geldt een verbeteringsdoel voor de kwaliteit van het habitat en voor de omvang van de populatie. Op basis van de nu beschikbare informatie liggen de veldsterktes van dit project ver onder de grenswaarde waarbij verstoring optreedt in het navigatievermogen (zie paragraaf 7.6 voor de uitgebreide toelichting). Het is daarom niet aannemelijk dat de populatie bruinvissen in de Voordelta of over het gehele NCP negatieve effecten ondervindt van elektromagnetische velden van de gelijkstroomkabel Net op zee Nederwiek 1. Uit berekeningen en kaarten bleek in paragraaf 7.7 dat cumulatie van velden is uitgesloten. De kwaliteit van het habitat voor bruinvis blijft daarom gelijk aan de huidige situatie. Dit project heeft daarom geen significant negatief effect op het instandhoudingsdoel voor habitatkwaliteit of populatieomvang van de bruinvis.

Samenvatting
Alle bovenstaande conclusies zijn samengevat in Tabel 8-2.

Tabel 8-2 Samenvatting van de effecten op instandhoudingsdoelen van de Voordelta. NB = Niet Beinvloed. GSE = Geen Significant Effect. Een leeg vak betekent dat dit effect niet van toepassing is op dit instandhoudingsdoel.

Groep	No.	Instandhoudingsdoel	SVI-Landelijk	Oppervlak	Kwaliteit	Populatie	Vertroebeling	Continu onderwater geluid	Impuls onderwater geluid	Bovenwater-verstoring en verstoring op land	Habitat-aantasting	EMV	Conclusie
Habitat-typen	H1110A	Permanent overstroomde zandbanken (getijdengebied)	-	=	=		NB				NB		GSE
	H1110B	Permanent overstroomde zandbanken (Noordzeekustzone)	-	=	=		Vertroebeling is tijdelijk, geen effect op habitattype				Tijdelijke aantasting op zeer kleine schaal. Habitat herstelt zich		GSE
	H1140A	Slik- en zandplaten (getijdengebied)	-	=	=		NB				NB		GSE
	H1140B	Slik- en zandplaten (Noordzeekustzone)	+	=	=		Vertroebeling is tijdelijk, geen effect op habitattype				NB		GSE
	H1310A	Zilte pionierbegroeiingen (zeekraal)	-	=	=						NB		GSE
	H1310B	Zilte pionierbegroeiingen (zeevetmuur)	+	=	=						NB		GSE

Groep	No.	Instandhoudingsdoel	SVI-Landelijk	Oppervlak	Kwaliteit	Populatie	Vertroebeling	Continu onderwater geluid	Impuls onderwater geluid	Bovenwater-verstoring en verstoring op land	Habitat-aantasting	EMV	Conclusie
	H1320	Slijkgrasvelden	--	=	=						NB		GSE
	H1330A	Schorren en zilte graslanden (buitendijks)	-	=	=						NB		GSE
	H2110	Embryonale duinen	+	=	=						NB		GSE
	H2120	Witte duinen	-	=	=						NB		GSE
Habitat-soorten	H1095	Zeeprik	-	=	=	>	Geen effect op populatie niveau	Tijdelijke verstoring in gebieden waar gewenning is opgetreden. Voldoende uitwijk-mogelijkheden	Geen effect op populatie niveau en daarmee geen extern effect.			Geen effect	GSE
	H1099	Rivierprik	-	=	=	>						Geen effect	GSE
	H1102	Elft	--	=	=	>						Geen effect	GSE
	H1103	Fint	--	=	=	>						Geen effect	GSE
	H1351	Bruinvis	-	=	>	=			Met toepassing van mitigerende maatregelen geen effect op populatie niveau en			Geen verstoring navigatie-vermogen	GSE

Groep	No.	Instandhoudingsdoel	SVI-Landelijk	Oppervlak	Kwaliteit	Populatie	Vertroebeling	Continu onderwater geluid	Impuls onderwater geluid	Bovenwater-verstoring en verstoring op land	Habitat-aantasting	EMV	Conclusie
									daarmee geen extern effect.				
	H1364	Grijze zeehond	-	=	=	=			Geen effect op populatie niveau en daarmee geen extern effect.	Tijdelijke verstoring, voldoende uitwijkmogelijkheden		Geen effect	GSE
	H1365	Gewone zeehond	-	=	>	>						Geen effect	GSE
Niet-broedvogels	A001	Roodkeelduiker	-	=	=	n.v.t.				Tijdelijke verstoring, voldoende uitwijkmogelijkheden			GSE
	A005	Fuut	-	=	=	280							GSE
	A007	Kuifduiker	+	=	=	6				NB			GSE
	A017	Aalscholver	+	=	=	480				Tijdelijke verstoring, voldoende uitwijkmogelijkheden			GSE
	A034	Lepelaar	+	=	=	10				NB			GSE
	A043	Grauwe gans	+	=	=	70				Tijdelijke verstoring, voldoende uitwijkmogelijkheden			GSE

Groep	No.	Instandhoudingsdoel	SVI-Landelijk	Oppervlak	Kwaliteit	Populatie	Vertroebeling	Continu onderwater geluid	Impuls onderwater geluid	Bovenwater-verstoring en verstoring op land	Habitat-aantasting	EMV	Conclusie
	A048	Bergeend	+	=	=	360				NB			GSE
	A050	Smient	+	=	=	380				Tijdelijke verstoring in reeds verstoord gebied, voldoende uitwijkmogelijkheden			GSE
	A051	Krakeend	+	=	=	90							GSE
	A052	Wintertaling	-	=	=	210							GSE
	A054	Pijlstaart	-	=	=	250							GSE
	A056	Slobeend	+	=	=	90							GSE
	A062	Toppereend	--	=	=	80							GSE
	A063	Eidereend	--	=	=	2500							GSE
	A065	Zwarte zee-eend	-	=	=	9700							GSE
	A067	Brilduiker	+	=	=	330							GSE
	A069	Middelste zaagbek	+	=	=	120							GSE
	A130	Scholekster	--	=	=	2500							GSE
	A132	Kluut	-	=	=	150							GSE
	A137	Bontbekplevier	+	=	=	70							GSE
	A141	Zilverplevier	+	=	=	210				NB			GSE

Groep	No.	Instandhoudingsdoel	SVI-Landelijk	Oppervlak	Kwaliteit	Populatie	Vertroebeling	Continu onderwater geluid	Impuls onderwater geluid	Bovenwater-verstoring en verstoring op land	Habitat-aantasting	EMV	Conclusie
	A144	Drieteenstrandloper	-	=	=	350				Tijdelijke verstoring, voldoende uitwijkmogelijkheden			GSE
	A149	Bonte strandloper	+	=	=	620				NB			GSE
	A157	Rosse grutto	+	=	=	190				NB			GSE
	A160	Wulp	+	=	=	980				Tijdelijke verstoring, voldoende uitwijkmogelijkheden			GSE
	A162	Tureluur	-	=	=	460							GSE
	A169	Steenloper	--	=	=	70							GSE
	A177	Dwergmeeuw	-	=	=	=							GSE
	A191	Grote stern	--	=	=	=							GSE
	A193	Visdief	-	=	=	=							GSE

8.4 Veerse Meer

Uit hoofdstuk 5 blijkt dat in het Veerse Meer effecten kunnen optreden door vertroebeling, sedimentatie, bovenwaterverstoring en habitataantasting. In hoofdstuk 6 is onderzocht of deze effecten optreden én in welke mate. In hoofdstuk 7 is geconstateerd dat. Hieronder zijn per effect de bevindingen samengevat.

Vertroebeling
In paragraaf 6.1.2 is het effect van vertroebeling in het Veerse Meer behandeld voor zichtjagende vogels, duikende benthosetende vogels en primaire productie. Het Veerse Meer is aangewezen voor vier soorten zichtjagende viseters en vier soorten duikende benthosetende vogels. Voor deze acht soorten geldt een behoudsdoelstelling voor de omvang en kwaliteit van het leefgebied. Het jaargemiddelde aantal (laatste 5 jaar) van de aalscholver (zichtjager) en brilduiker, meerkoet, dodaars en kuifeend (benthoseters) ligt onder het instandhoudingsdoel (Tabel 5-4). Het jaargemiddelde aantal van fuut, middelste zaagbek en kleine zilverreiger (zichtjagers) ligt boven het instandhoudingsdoel. Voor primaire productie is geen apart instandhoudingsdoel. Het vormt echter de basis van de voedselketen en kan dus, wanneer beïnvloed, indirecte effecten hebben op het gehele ecosysteem, waaronder (niet-)broedvogels met instandhoudingsdoelen voor het Veerse Meer.

In de effectbepaling is geconcludeerd dat door de tijdelijke en lokale aard van vertroebeling de behoudsdoelstellingen voor de kwaliteit en omvang van het leefgebied van soorten niet wezenlijk wordt aangetast. Vertroebeld areaal houdt aan voor ca. 1 dag, waarna de slibconcentratie weer op het reguliere achtergrondniveau zit. In de omgeving is tevens ruim voldoende vergelijkbaar alternatief foerageergebied beschikbaar. Een effect op de instandhoudingsdoelen voor de aantallen van de zichtjagende en benthosetende vogelsoorten is daarom ook uitgesloten. In de effectbepaling is tevens geconcludeerd dat de potentiële remming van primaire productie verwaarloosbaar is. Van een doorwerkend effect op de voedselketen (inclusief aangewezen vogelsoorten) is dus geen sprake. Significant negatieve effecten op instandhoudingsdoelstellingen voor de kwaliteit en omvang van het leefgebied en populatie aantallen zijn daarom ook uitgesloten.

Sedimentatie en habitataantasting
In paragraaf 6.2 is het effect van sedimentatie in het Veerse Meer behandeld voor duikende benthosetende vogels. Het Veerse Meer is aangewezen voor vier soorten duikende benthosetende vogels. Voor deze vier soorten geldt een behoudsdoelstelling voor de omvang en kwaliteit van het leefgebied. Het jaargemiddelde aantal (laatste 5 jaar) van de vier soorten ligt onder het instandhoudingsdoel (Tabel 5-4). Bij sedimentatie & habitataantasting langs de oevers worden ook beperkte arealen foerageergebied voor grondeleenden, steltlopers en lepelaar beïnvloed.

In de effectbepaling is geconcludeerd dat door de tijdelijke en lokale aard van sedimentatie (vooral in de diepere waterlagen) de behoudsdoelstellingen voor de kwaliteit en omvang van het leefgebied van de soorten niet wezenlijk wordt aangetast. Voor de beperkte fractie aan ondiep gelegen waterbodem dat geschikt is als foerageergebied waar wel beïnvloeding plaatsvindt is ruim voldoende naastliggend vergelijkbaar alternatief foerageergebied beschikbaar. Tevens herstelt het beïnvloedde foerageergebied zich weer geleidelijk. Significant negatieve effecten op de instandhoudingsdoelen voor de aantallen van de beïnvloedde vogelsoorten is daarom ook uitgesloten.

Verstoring geluid, beweging, licht

In paragraaf 6.5.3 is het effect van verstoring in het Veerse Meer behandeld. Hier zijn effecten besproken op kleine mantelmeeuw als broedvogel en diverse soorten niet-broedvogels, vooral soorten die rusten en foerageren op het open water (eventueel in groepen). Omdat de werkzaamheden worden uitgevoerd binnen het verstoringsbereik van reguliere vaarroutes en recreatiemogelijkheden in het Veerse Meer, is nauwelijks sprake van additionele verstoring (zowel oppervlak als frequentie) van aangewezen vogelsoorten. De kwaliteit en omvang van het leefgebied blijft dan ook behouden, conform instandhoudingsdoelstelling. Voor de individuen die als gevolg van de werkzaamheden verstoord worden, zijn voldoende vergelijkbare uitwijkmogelijkheden beschikbaar in de nabije omgeving. Een significant negatief effect op de instandhoudingsdoelen voor de aantallen van beïnvloedde vogelsoorten is daarom ook uitgesloten.

Tabel 8-3 Samenvatting van de effecten op soorten met instandhoudingsdoelen van het Veerse Meer. NB staat voor niet beïnvloed. GSE = geen significant effect, de staat van instandhouding wordt niet aangetast. Een leeg vak betekent dat dit effect niet van toepassing is op dit instandhoudingsdoel

Groep	No.	Instand-houdingsdoel	SVI-Landelijk	Oppervlak	Kwaliteit	ISHD Populatie	Vertroebeling	Sedimentatie & habitataantasting	Bovenwaterverstoring en verstoring op land	Conclusie
Broedvogelsoorten	A017	Aalscholver	+	=	=	300	Hooguit tijdelijk effect binnen beperkt oppervlak, voldoende alternatief foerageergebied, beïnvloed gebied herstelt op termijn.			GSE
	A034	Lepelaar	+	=	=	12		Hooguit tijdelijk effect binnen beperkt oppervlak, voldoende alternatief foerageergebied, beïnvloed gebied herstelt op termijn.		GSE
	A138	Kleine Mantelmeeuw	+	=	=	590	Generalistisch in voedselkeuze, voldoende alternatief qua prooikeuze en foerageergebied		Hooguit tijdelijk effect binnen beperkt oppervlak, voldoende alternatief rust- en foerageergebied	GSE
Niet-broedvogels	A004	Dodaars	+	=	=	160	Hooguit tijdelijk effect binnen beperkt oppervlak, voldoende alternatief foerageergebied, beïnvloed gebied herstelt op termijn.	Hooguit tijdelijk effect binnen beperkt oppervlak, voldoende alternatief foerageergebied, beïnvloed gebied herstelt op termijn.		GSE
	A005	Fuut	-	=	=	290				GSE
	A017	Aalscholver	+	=	=	170				GSE
	A026	Kleine zilverreiger	+	=	=	7				GSE

	A034	Lepelaar	+	=	=	4		Hooguit tijdelijk effect binnen beperkt oppervlak, voldoende alternatief foerageergebied, beïnvloed gebied herstelt op termijn.		GSE
	A0437	Kleine Zwaan	-	=	=	=				GSE
	A041	Kolgans	+	=	=	=				GSE
	A045	Brandgans	+	=	=	600				GSE
	A046	Rotgans	-	=	=	210				GSE
	A050	Smient	+	=	=	4000	Hooguit tijdelijk effect binnen beperkt oppervlak, voldoende alternatief foerageergebied, beïnvloed gebied herstelt op termijn.	Hooguit tijdelijk effect binnen beperkt oppervlak, voldoende alternatief foerageergebied, beïnvloed gebied herstelt op termijn.		GSE
	A051	Krakeend	+	=	=	60				GSE
	A053	Wilde eend	+	=	=	3200				GSE
	A054	Pijlstaart	-	=	=	50				GSE
	A056	Slobeend	+	=	=	40				GSE
	A061	Kuifeend	-	=	=	760				GSE
	A067	Brilduiker	+	=	=	420				GSE
	A069	Middelste Zaagbek	+	=	=	320				GSE
	A125	Meerkoet	-	=	=	4200		Hooguit tijdelijk effect binnen beperkt oppervlak, voldoende alternatief foerageergebied, beïnvloed gebied herstelt op termijn.		GSE
	A132	Kluut	-	=	=	90				GSE
	A140	Goudplevier	--	=	=	820				GSE

9 Conclusie

9.1 Gebiedsbescherming

Het uitvoeren van Net op zee Nederwiek 1 leidt niet tot aantasting van vogelrichtlijnsoorten door vertroebeling en verstoring door geluid, beweging en licht in Natura 2000-gebieden Bruine Bank en Veerse Meer. In Natura 2000-gebied Veerse Meer zijn negatieve effecten door sedimentatie & habitataantasting op vogelrichtlijnsoorten eveneens uitgesloten. Daarnaast is het uitgesloten dat aangewezen habitattypen en doelsoorten voor Natura 2000-gebied Voordelta negatieve effecten ondervinden als gevolg van vertroebeling, continu onderwatergeluid, bovenwaterverstoring, habitataantasting en elektromagnetische velden. Met inachtneming van de mitigerende maatregelen (uitgelicht in 9.2) zijn significant negatieve effecten als gevolg van impuls-onderwatergeluid in Natura 2000-gebied Voordelta ook uitgesloten.

Cumulatieve significante effecten met andere projecten en activiteiten zijn, met inachtneming van de mitigerende maatregelen, eveneens uitgesloten.

Samenvat wordt geconcludeerd dat significant negatieve effecten door de aanleg en het gebruik van Net op zee Nederwiek 1 op instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden en daarmee op de natuurlijke kenmerken van deze gebieden met zekerheid zijn uitgesloten.

9.2 Mitigerende maatregelen

De volgende mitigerende maatregelen worden toegepast.
Ter beperking van onderwatergeluid:

- Toepassing van een ADD (acoustic deterrent device) met een bereik van minimaal 500 meter voorafgaand aan de heiwerkzaamheden.
- Toepassing van een slow start (toenemende frequentie heien) en soft start (toenemende hei-energie heien). Dit geldt ook voor een eventuele herstart van de heiwerkzaamheden na een onderbreking.
- Het gebruik van een enkel of dubbel bellenscherm om onder de geluidsnorm van SELss = 160 dB re 1 µPa2s (op 750 m) uit te komen.

Om te borgen dat de hierboven beschreven mitigatie maatregelen het gewenste effect hebben worden de volgende maatregelen getroffen ter controle:

- Het meten en monitoren van de daadwerkelijke geluidsbelasting op een afstand van 750 meter op de heilocaties.
- Om te borgen dat de hierboven beschreven mitigatie voor het beperken van onderwatergeluid bij heiwerkzaamheden het gewenste effect heeft worden ter controle project specifieke berekeningen uitgevoerd wanneer de keuze voor de platformbouwers en het ontwerp bekend is. Het voorspelde geluid op 750 meter afstand zal worden getoetst aan de maximale uniforme geluidnorm van SELss = 160 dB re 1 µPa2s (op 750 m) die is opgenomen in het KEC 4.0 (Heinis et al., 2022).

Ter algehele borging worden de volgende maatregelen genomen:

- In het verlichtingsplan wordt opgenomen dat de verlichtingssterkte vanaf 150 meter van de verlichtingsbron onder de 0,1 lux blijft, dat verlichting naar binnen is gericht, en dat deze naar buiten toe wordt afgeschermd.

- Het opnemen van de getroffen maatregelen en nieuwe berekeningen gedaan in deze toets in een ecologisch werkprotocol/ heiplan. Hierin komen alle bovenstaande maatregelen, en uitwerkingen van gevoelige periodes voor beschermde soorten en de daaruit volgende restricties te staan. In het ecologisch werkprotocol komen de maatregelen vanuit Natura 2000-wetgeving (voorliggende passende beoordeling) en de soortenbescherming (separate soortenbeschermingstoets) samen.

10 Referenties

Aarts, G. (2021). *Memo "Estimated distribution of grey and harbour seals" for KEC 4.0*. Wageningen Marine Research.

Aarts, G., Cremer, J., Kirkwood, R., van der Wal, J. T., Matthiopoulos, J., & Brasseur, S. (2016). Spatial distribution and habitat preference of harbour seals (Phoca vitulina) in the Dutch North Sea. *Wageningen University & Research Report C118/16*, *November*, 43. http://dx.doi.org/10.18174/400306.

Akker van den, S., & Veen van den, L. (2013). *Sound solutions, construction of offshore wind farms without underwater noise*.

Anderson Hansen, K., Hernandez, A., Mooney, T. A., Rasmussen, M. H., Sørensen, K., & Wahlberg, M. (2020). The common murre (*Uria aalge*), an auk seabird, reacts to underwater sound. *The Journal of the Acoustical Society of America*, *147*(6), 4069–4074. https://doi.org/10.1121/10.0001400

Apeldoorn, R. C. Van, & Smit, C. J. (2006). Vuurwerk en natuur. *Alterra Wageningen*, *Alterra-ra*(September).

Arcadis. (2015). *Verdieping Nieuwe Waterweg en Botlek achtergrondstudie vertroebeling door baggeren en slibverspreiding.* (Issue december).

Arcadis. (2018). *Passende Beoordeling Net op Zee Hollandse Kust (Noord) en Hollandse Kust (West Alpha). 079806108 A.4*.

Arcadis. (2021). *Mogelijke ecotoxicologische effecten van vervuild Veerse Meer slib.* (D10042366).

Arends, E., Groen, R., Jager, T., Boon, A., & (eds.). (2009). *Passende Beoordeling Wind op Zee*.

Baptist, M. J., Tamis, J. E., Borsje, B. W., & Werf, J. J. Van Der. (2009). Review of the geomorphological, benthic ecological and biogeomorphological effects of nourishments on the shoreface and surf zone of the Dutch coast. *IMARES C113/08, Deltares Z4582.50*, *January*, 69.

Bellman, M. A., May, A., Wendt, T., Gerlach, S., Remmers, B., & Brinkmann, J. (2020). *Underwater noise during percussive pile driving: Influencing factors on pile-driving noise and technical possibilities to comply with noise mitigation values ERa Report*.

BIJ12. (2017a). *Kennisdocument watervleermuis | Myotis daubentonii*.

BIJ12. (2017b). *Kennisdocument watervleermuis | Myotis daubentonii*.

Bijkerk, R. (1988). *Ontsnappen of begraven blijven*.

Bijlsma, R. J., Janssen, J. A. M., Weeda, E. J., & Schaminée, J. H. J. (2014). *Gunstige referentiewaarden voor oppervlakte en verspreidingsgebied van Natura 2000-habitattypen in Nederland*.

Bjerselius, R., Li, W., Teeter, J. H., Seelye, J. G., Johnsen, P. B., Maniak, P. J., Grant, G. C., Polkinghorne, C. N., & Sorensen, P. W. (2000). Direct behavioral evidence that unique bile acids released by larval sea lamprey (*Petromyzon marinus*) function as a migratory pheromone. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, *57*(3), 557–569. https://doi.org/10.1139/f99-290

Blankendaal, V. G., Tamis, J. E., Van Der Wal, J. T., van der Brugh, H., & van Dalfsen, J. A. (2012). *Cumuleo v 2.0: Integratie van andere gebruiksfuncties*.

Boudewijn, T. J. (2016). Passende Beoordeling zandsuppletie Roggenplaat. Toetsing in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998 en Natuurnetwerk Nederland. *Bureau Waardenburg, Rapport 16-161*.

Bouma, S., Lengkeek, W., & van den Boogaard, B. (2012). *Aanwezigheid en gedrag van zeehonden op de Verklikkerplaat, de Middelplaat en de Hooge Platen*.

Bouma, S., Lengkeek, W., van den Boogaard, B., & Waardenburg, H. W. (2010). *Reageren zeehonden op de Razende Bol op langsvarende baggerschepen? Inclusief reacties op andere menselijke activiteiten.*

Bray, L., Reizopoulou, S., Voukouvalas, E., Soukissian, T., Alomar, C., Vázquez-Luis, M., Deudero, S., Attrill, M., & Hall-Spencer, J. (2016). Expected Effects of Offshore Wind Farms on

Mediterranean Marine Life. *Journal of Marine Science and Engineering*, *4*(1), 18. https://doi.org/10.3390/jmse4010018

Breine, J., & Van Thuyne, G. (2014). *Opvolging van het visbestand van het Zeeschelde-estuarium met ankerkuilvisserij Resultaten voor 2014*.

Broekmeyer, M., Schouwenberg, E., van der Veen, M., Prins, D., & Vos, C. (2006). *Effectenindicator Natura 2000-gebieden, Achtergronden en verantwoording ecologische randvoorwaarden en storende factoren*.

Burdon, D., Callaway, R., Elliott, M., Smith, T., & Wither, A. (2014). Mass mortalities in bivalve populations: A review of the edible cockle Cerastoderma edule (L.). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, *150*(PB), 271–280.

Burson, A., Stomp, M., Akil, L., Brussaard, C. P. D., & Huisman, J. (2016). *Unbalanced reduction of nutrient loads has created an offshore gradient from phosphorus to nitrogen limitation in the North Sea*.

Calle, P., Calle, L., Kranenbarg, J., van der Velder, J. A., Meijer, A. J. M., de Boois, I., Dubbeldam, M., & Jacobusse, C. (2020). Vissen in Zeeland. In *Fauna Zeelandica IX*.

Cattrijsse, A. (1997). *Vissen in troebel water.*

CBS, PBL, RIVM, & WUR. (2014). *Typische soorten van de Noordzeekust, 1994-2012. (Indicator 1562, versie 01 , 28 maart 2014)* .

Coates, D. A., Van Hoey, G., Colson, L., Vincx, M., & Vanaverbeke, J. (2015). Rapid macrobenthic recovery after dredging activities in an offshore wind farm in the Belgian part of the North Sea. *Hydrobiologia*, *756*(1), 3–18.

Cutts, N., Phelps, A., & Burdon, D. (2009). *Construction and waterfowl: Defining sensitivity, response, impacts and guidance*.

Dähne, M., Tougaard, J., Carstensen, J., Rose, & Nabe-Nielsen, J. (2017). *Bubble curtains attenuate noise from offshore wind farm construction and reduce temporary habitat loss for harbour porpoises. 580*, 221–237.

de Groot, S. J. (1979). An assessment of the potential environmental impact of large-scale sand-dredging for the building of artificial islands in the North Sea. *Ocean Management*, *5*(3), 211–232.

de Jong, C. A. F., & Binnerts, B. (2022). *Onderwatergeluid heien Gamma-platform voor windparken IJmuiden Ver* (p. 13). TNO.

de Jong, C., & Binnerts, B. (2020). *Bijlage C Onderwatergeluid heien Beta-platform voor windpark Hollandse Kust West, bij Passende Beoordeling Hollandse Kust west Beta*.

de Laak, G. A. J. (2009). *Kennisdocument elft*.

De Robertis, A., Ryer, C. H., Veloza, A., & Brodeur, R. D. (2003). Differential effects of turbidity on prey consumption of piscivorous and planktivorous fish. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, *60*(12), 1517–1526. https://doi.org/10.1139/f03-123

Didderen, K., & Bouma, S. (2012). *Reacties van zeehonden op baggerschepen. Suppletiewerkzaamheden bij Renesse.*

Dodson, J. J., & Leggett, W. C. (1974). Role of Olfaction and Vision in the Behavior of American Shad (Alosa sapidissima) Homing to the Connecticut R.iver from Long Island Sound. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, *31*(10), 1607–1619.

Duin, van C. F., Jaspers, C. J., Arends, S., Bilt van de, S., & Sain de, M. (2015). *Milieueffectrapport kavelbesluit II windenergiegebied Borssele, Addendum bij het MER, Passende Beoordeling. Projectnummer: 337839, Referentienummer: GM-0156561*.

Duke Engineering & Services. (2001). *BIJLAGE A EFFECTEN VAN ELEKTROMAGNETISCHE VELDEN*.

Dunn, R. E., Wanless, S., Green, J. A., Harris, M. P., & Daunt, F. (2019). Effects of body size, sex, parental care and moult strategies on auk diving behaviour outside the breeding season. *Journal of Avian Biology*, *50*(7), 1–14. https://doi.org/10.1111/jav.02012

Engelmoer, M., & Altenburg, W. (1999). *Vogels binnendijks: De waarden van de cultuurgronden in het Nederlandse waddengebied voor vogels*.

Essink, K. (1993). *Ecologische effecten van baggeren en storten van baggerspecie in het Eems—Dollard estuarium en de Waddenzee: Eindrapport van het project Baghwad*3.*

European Environmental Agency. (2019). *EUNIS -Factsheet for Sandbanks which are slightly covered by sea water all the time*.

Fijn, R. C., & de Jong, J. W. (2019). *Vogelwaarden van een mogelijk Natura 2000-gebied Bruine Bank. Populatieschattingen van kwalificerende en niet-kwalificerende soorten binnen drie mogelijke gebiedsbegrenzingen.*

Fijn, RSA van Bemmelen, JW de Jong, FA Arts, D Beuker, EL Bravo Rebolledo, & PA Wolf. (2022). *Verspreiding, abundantie en trends van zeevogels en zeezoogdieren op het Nederlands Continentaal Plat in 2020-2021* (21–281). Bureau Waardenburg.

Fischer, G., Tausz, M., Köck, M., & Grill, D. (2004). Effects of weak 16 3/2 Hz magnetic fields on growth parameters of young sunflower and wheat seedlings. *Bioelectromagnetics*, *25*(8), 638–641. https://doi.org/10.1002/bem.20058

Foppen, R. P. B., & Roodbergen, M. (2020). *Vogels en verstoringsbronnen in de Rotterdamse Haven Handreiking voor een beoordelingskader*. Sovon.

Found, C., Webb, S. M., & Boyce, M. S. (2008). Selection of lake habitats by waterbirds in the boreal transition zone of northeastern Alberta. *Canadian Journal of Zoology-Revue Canadienne De Zoologie*, *86*(4), 277–285.

Freake, M. J., Borland, S. C., & Phillips, J. B. (2002). Use of a Magnetic Compass for Y-Axis Orientation in Larval Bullfrogs, Rana catesbeiana. *Copeia*, *2020*(2), 466–471.

Garniel, A. D., W.D., Mierwald, U., & Ojowski, U. (2007). *Vögel und Verkehrslärm*.

Geelhoed, Janinhoff, N., Lagerveld, S., & Verdaat, J. P. (2020). Marine mammal surveys in Dutch North Sea waters in 2019. *Wageningen University & Research Report C016/20*, *February*, 23.

Geelhoed, & Scheidat, M. (2018). *Abundance of harbour porpoises (Phocoena phocoena) on the Dutch Continental Shelf, aerial surveys 2012-2017*. *61*, 127–136.

Ghosh, D., Ghosh, A., & Bhadury, P. (2022). Arsenic through aquatic trophic levels: Effects, transformations and biomagnification—a concise review. *Geoscience Letters*, *9*(1), 20. https://doi.org/10.1186/s40562-022-00225-y

Gill, A. B. (2015). *Effects of electromagnetic fields (EMF) on marine animals*.

Gill, A. B., & Desender, M. (2020). Risk to Animals from Electromagnetic Fields Emitted by Electric Cables and Marine Renewable Energy Devices. In *A.E. Copping and L.G. Hemery (Eds.), OES-Environmental 2020 State of the Science Report: Environmental Effects of Marine Renewable Energy Development Around the World. Report for Ocean Energy Systems (OES).* (pp. 86–103).

Gill, A. B., Gloyne-Philips, I., Kimber, J., & Sigray, P. (2014). Marine Renewable Energy, Electromagnetic (EM) Fields and EM-Sensitive Animals. In M. A. Shields & A. I. L. Payne (Eds.), *Marine Renewable Energy Technology and Environmental Interactions* (pp. 61–79). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-017-8002-5_6

Gilles, A., Ramirez-Martinez, N., Nachtsheim, D., & Siebert, U. (2020). *Update of distribution maps of harbour porpoises in the North Sea*.

Goudswaard, K., & van Bemmelen, R. S. A. (2010). *Een verkenning naar de natuurwaarden van de Zeeuwse Banken*.

Harezlak, V., van Rooijen, A., Friocourt, Y., van Kessel, T., & Los, H. (2013). Winning suppletiezand Noordzee. *Scenariostudies Mbt Slibtransport, Nutriënttransport En Primaire Productie Voor de Periode*, *2017*, 2171–2185.

Haskoning. (2007). *Habitattoets, passende beoordeling en uitwerking adc-criteria. 9S0134.A0/Nbwet/R0019/PVV/Rott1*.

Hawkins, A. D., Pembroke, A. E., & Popper, A. N. (2015). Information gaps in understanding the effects of noise on fishes and invertebrates. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, *25*, 39–64.

Hawkins, A. D., & Popper, A. N. (2014). Asessing the impact of underwater sounds on fishes and other forms of marine life. *Acoustics Today*.

Hawkins, A. D., & Popper, A. N. (2017). A sound approach to assessing the impact of underwater noise on marine fishes and invertebrates. *ICES Journal of Marine Science*, *74*(3), 635–651.

Heinis, F., De Jong, C. A. F., & von Benda-Beckmann, A. M. (2022). *Framework for assessing Ecological and cumulative effects 2021 (KEC 4.0)—Marine mammals*.

Hoekstein, M. S. J., Arts, F. A., Lilipaly, S. J., Straalen, K. D. van, Sluijter, M., & Wolf, P. A. (2020). Watervogels en zeezoogdieren in de Zoute Delta 2018/ 2019. *Deltamilieu Projecten*, 240.

Hoekstein, M. S. J., Janse, W., Sluijter, M., & Van Straalen, K. D. (2023). *Watervogels en zeehonden in de Zoute Delta in 2021/2022*. Deltamilieu Projecten.

Hoogeboom, B. P., & Rotmensen, G. J. (1998). *De effecten van het storten van Boorspecie in de Westerschelde. Doelstudie in het kader van de MER Boorspecies Westerscheldetunnel. RApport IRKZ-98.013.*

Horssen, P. W. van, Zee, E. van der, Poot, M., & Dirksen, S. (2020). PMR NCV monitoring zwarte zee-eenden Voordelta. *Feanwâlden, Altenburg & Wymenga, A&W-Rapport 2528*, 21.

Hutchison, Z., Sigray, P., He, H., Gill, A., King, J., & Gibson, C. (2018). *Electromagnetic Field (EMF) Impacts on Elasmobranch (shark, rays, and skates) and American Lobster Movement and Migration from Direct Current Cables*. *OCS Study BOEM 2018-003*, 254.

ICBR. (2009). *Afleiding milieukwaliteitsnormen voor Rijnrelevante stoffen*.

Jak, R., & Tamis, J. (2011). *Natura 2000-doelen in de Noordzeekustzone Van doelen naar opgaven voor natuurbescherming*.

Keefer, M. L., Caudill, C. C., Peery, C. A., & Moser, M. L. (2013). Context-dependent diel behavior of upstream-migrating anadromous fishes. *Environmental Biology of Fishes*, *96*(6), 691–700.

Kelly, F. L., & King, J. J. (2001). A review of the ecology and distribution of three lamprey species, Lampetra fluviatilis (L.), Lampetra planeri (Bloch) and Petromyzon marinus (L.): A context for conservation and biodiversity considerations in Ireland. *Biology and Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy*, 165–185.

Kiorboe, T., Mohlenberg, F., & Nohr, O. (1981). Effect of suspended bottom material on growth and energetics in Mytilus edulis. *Marine Biology and Ecology*, *61*, 283–286.

Kirschvink, J. L. (1990). Geomagnetic sensitivity in cetaceans: An update with live stranding records in the United States. In J. A. Thomas & R. A. Kastelein (Eds.), *Sensory Abilities of Cetaceans: Laboratory and Field Evidence* (pp. 639–649).

Kirschvink, J. L., Dizon, A. E., & Westphal, J. A. (1986). Evidence from Strandings for Geomagnetic Sensitivity in Cetaceans. *Journal of Experimental Biology*, *120*, 1–24.

Kjelland, M. E., Woodley, C. M., Swannack, T. M., & Smith, D. L. (2015). A review of the potential effects of suspended sediment on fishes: Potential dredging-related physiological, behavioral, and transgenerational implications. *Environment Systems and Decisions*, *35*(3), 334–350. https://doi.org/10.1007/s10669-015-9557-2

Kottelat, M., & Freyhof, J. (2007). *Handbook of European freshwater fishes*. Publications Kottelat.

Krijgsveld, K. L., Klaassen, B., & J van der Winden. (2022). *Verstoring van vogels door recreatie. Literatuurstudie van verstoringsgevoeligheid en overzicht van maatregelen. Deel 1 hoofdrapport & deel 2 soortbesprekingen.*

Krijgsveld, K. L., Smits, R. R., & Winden, J. Van Der. (2008). *Verstoringsgevoeligheid van vogels. Update literatuurstudie naar de reacties van vogels op recreatie.*

Kruijt, D. B., Duijts, O., Japink, M., & Middelveld, R. P. (2020). *Macrozoöbenthosbemonstering in de Zoute Rijkswateren, Hoofdrapport, MWTL 2019*.

Landler, L., & Gollmann, G. (2011). Magnetic orientation of the Common Toad: Establishing an arena approach for adult anurans. *Frontiers in Zoology*, *8*(1), 6. https://doi.org/10.1186/1742-9994-8-6

Levitt, B. B., Lai, H. C., & Manville, A. M. (2022). Effects of non-ionizing electromagnetic fields on flora and fauna, part 1. Rising ambient EMF levels in the environment. *Reviews on Environmental Health*, *37*(1), 81–122. https://doi.org/10.1515/reveh-2021-0026

Lilipaly, S. J., & Sluijter, M. S. J. (2021). *Kustbroedvogels in het Deltagebied in 2020* (p. 104).

Longcore, T., & Rich, C. (2004). Ecological light pollution. *Frontiers in Ecology and the Environment*, *2*(4), 191–198. https://doi.org/10.1890/1540-9295(2004)002[0191:ELP]2.0.CO;2

Maes, J., & Ollevier, F. P. (2005). *Impact van baggeractiviteiten in de Beneden-Zeeschelde op de ecologie van de rivierprik*.

Maes, J., Stevens, M., & Breine, J. (2007). Modelling the migration opportunities of diadromous fish species along a gradient of dissolved oxygen concentration in a European tidal watershed. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, *75*(1), 151–162. https://doi.org/10.1016/j.ecss.2007.03.036

Maes, J., Stevens, M., & Breine, J. (2008). Poor water quality constrains the distribution and movements of twaite shad Alosa fallax fallax (Lacépède, 1803) in the watershed of river Scheldt. *Hydrobiologia*, *602*(1), 129–143.

Maes, J., Taillieu, A., Van Damme, P. A., Cottenie, K., & Ollevier, F. (1998). Seasonal Patterns in the Fish and Crustacean Community of a Turbid Temperate Estuary (Zeeschelde Estuary, Belgium). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, *47*(2), 143–151.

Maitland, P. S. (1980). Review of the ecology of lampreys in northern Europe. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, *37*(11), 1944–1952.

Maitland, P. S., & Hatton-Ellis, T. W. (2003). Ecology of the Allis and Twaite Shad. Conserving Natura. 2000. *Rivers, Ecology Series*, *3*.

Matsumoto, K., Honda, M. C., Sasaoka, K., Wakita, M., Kawakami, H., & Watanabe, S. (2014). Seasonal variability of primary production and phytoplankton biomass in the western P acific subarctic gyre: Control by light availability within the mixed layer. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, *119*(9), 6523–6534.

Meißner, K., Schabelon, H., Bellebaum, J., & Sordyl, H. (2006). *Impacts of submarine cables on the marine environment—A literature review -*.

Ministerie van Economische Zaken. (2008a). *Profielschets Fint H1103 (Alosa fallax)*.

Ministerie van Economische Zaken. (2008b). *Profielschets Rivierprik H1099 (Lampetra fluviatilis)*.

Ministerie van Economische Zaken. (2008c). *Profielschets Zeeprik H1095 (Petromyzon marinus)*.

Ministerie van Economische Zaken. (2014a). *Profielschets Bruinvis (Phocoena phocoena) H1351*.

Ministerie van Economische Zaken. (2014b). *Profielschets Gewone zeehond (Phoca vitulina) H1365*.

Ministerie van Economische Zaken. (2014c). *Profielschets Grijze zeehond (Halichoerus grypus) H1364*.

Ministerie van Infrastructuur & Milieu, & Rijkswaterstaat. (2016). *Natura 2000 Voordelta, beheerplan*.

Ministerie van Infrastructuur en Milieu, & Rijkswaterstaat. (2016a). *Natura 2000 Deltawateren*. 1–107.

Ministerie van Infrastructuur en Milieu, & Rijkswaterstaat. (2016b). *Natura 2000 Deltawateren—Veerse Meer*.

Ministerie van Landbouw Natuur en Voedselkwaliteit. (2021). *Ontwerpbesluit Natura 2000-gebied Bruine Bank*.

Ministerie van LNV. (2008a). *Bij eb droogvallende slikwadden en zandplaten* .

Ministerie van LNV. (2008b). *Profielen Vogels, Aalscholver (Phalacrocorax carbo) A017*.

Ministerie van LNV. (2008c). *Profielen Vogels, Fuut (Podiceps cristatus) A005*.

Ministerie van LNV. (2008d). *Profielen Vogels, Middelste zaagbek (Mergus serrator) A069*.

Ministerie van LNV. (2014). *H1110 Permanent overstroomde zandbanken*.

Ministerie van LNV. (2016). *Beschermde natuur in Nederland—Veerse Meer*.

Molenaar, J. G. (2003). *Lichtbelasting. Overzicht van de effecten op mens en dier*.

Molenaar, J. G., Jonkers, D. A., & Sanders, M. E. (2000). *Lokale invloed van wegverlichting op een gruttopopulatie*.

Moorsel, G. Van, Horssen, P. Van, & Poot, M. (2020). *Ruimtelijke analyse en trends benthos Voordelta Godfried van Moorsel—Ecosub Martin Poot – Centraal Bureau voor de Statistiek Leo Soldaat—Centraal Bureau voor de Statistiek*. *October*. https://doi.org/10.13140/RG.2.2.35520.76800

Müller, C., Usbeck, R., & Miesner, F. (2016). Temperatures in shallow marine sediments: Influence of thermal properties, seasonal forcing, and man-made heat sources. *Applied Thermal Engineering*, *108*, 20–29. https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2016.07.105

NextGeo. (2022). *Survey Data Nederwiek 1 and 2—Geotechnical Part 1 and Part 2.*

Noordzeeloket. (2019). *Voordelta*.

Normandeau, E., Tricas, T., & Gill, A. (2011). *Effects of EMFs from undersea power calbes on elasmobranchs and other marine species.*

Parsley, M. J., Popoff, N. D., & Romine, J. G. (2011). Short-Term Response of Subadult White Sturgeon to Hopper Dredge Disposal Operations. *North American Journal of Fisheries Management*, *31*(1), 1–11.

Passende beoordeling bestemmingsplannen Sloegebied. (2016). Arcadis.

Phillips, J. B. (1986). Magnetic compass orientation in the Eastern red-spotted newt (Notophthalmus viridescens). *Journal of Comparative Physiology. A, Sensory, Neural, and Behavioral Physiology*, *158*(1), 103–109. https://doi.org/10.1007/BF00614524

Poot, H., Ens, B. J., De Vries, H., Donners, M. A. H., Wernand, M. R., & Marquenie, J. M. (2008). Green Light for Nocturnally Migrating Birds. *Ecology and Society*, *13*(2), art47. https://doi.org/10.5751/ES-02720-130247

Popper, A. N., & Hastings, M. C. (2009). The effects of anthropogenic sources of sound on fishes. *Journal of Fish Biology*, *75*(3).

Ramaker, R. (2015). *Bruinvis weer thuis in schonere Westerschelde*. Resource - Wageningen University.

RAVON. (2022). *Zeeprik*. https://www.verspreidingsatlas.nl/V1228

RAVON. (2023a). *Elft*. https://www.verspreidingsatlas.nl/V1014

RAVON. (2023b). *Fint*.

RAVON. (2023c). *Rivierprik*. https://www.verspreidingsatlas.nl/V1156

RAVON. (2021). *Zeeprik*. https://www.ravon.nl/Soorten/Soortinformatie/zeeprik

Reijnen, R., Foppen, R., & Veenbaas, G. (1997). Disturbance by traffic of breeding birds: Evaluation of the effect and considerations in planning and managing road corridors. *Biodiversity & Conservation 1997 6:4*, *6*(4), 567–581. https://doi.org/10.1023/A:1018385312751

Reimerink, J., Van Hooff, A., & Lemmers, L. (2017). *Vliegveld Twente: Vleermuizen en festivals*.

Riegman, R. (2014). *Schatting van de primaire productie in de Waddenzee in de laatste drie decennia*.

Rijkswaterstaat. (2016). *Beheerplan Natura 2000 Voordelta 2015-2021*.

Rijkswaterstaat Dienst Zeeland. (2009). *Recreatievaart in het Veerse Meer—Verkenning kansen voor verbetering door werk met werk te maken*.

Rozemeijer, M. J. C., de Kok, J., de Ronde, J. G., Kabuta, S., Marx, S., & van Berkel, G. (2013). *Het Monitoring en Evaluatie Programma Zandwinning RWS LaMER 2007 en 2008-2012: Overzicht, resultaten en evaluatie* (Issue December).

RPS. (2018). *Review of Effects of Construction Noise on Birds in SSSI near springs Road Exploratory Wellsite Quality Management.* RPS.

Sierdsema, H., & Foppen, R. (2014). *Inschatting verstorende invloed werkparken ADT op vogels*.

Skóra, M., Sapota, M., Skóra, K., & Pawelec, A. (2012). Diet of the twaite shad Alosa fallax (Lacépède, 1803) (Clupeidae) in the Gulf of Gdansk, the Baltic Sea. *Oceanological and Hydrobiological Studies*, *41*(3), 24–32.

Smit, C. J., Brasseur, S. M. J. M., & Ens, B. J. (2007). *Effecten van schietoefeningen vanaf Fort Erfprins op natuurwaarden in het zeegat van Texel. Een inventarisatie van bestaande kennis en een voorstudie voor nader onderzoek*. *november*, 1–49.

Southall, E. B. L., Finneran, J. J., Reichmuth, C., Nachtigall, P. E., Ketten, D. R., Bowles, A. E., Ellison, W. T., Nowacek, D. P., & Tyack, P. L. (2019). Marine mammal noise exposure criteria: Updated scientific recommendations for residual hearing effects. *Aquatic Mammals*, *45*(2), 125–232. https://doi.org/10.1578/AM.45.2.2019.125

Sportvisserij Nederland. (2006). *Soortprofiel rivierprik*.

Staatscourant. (2016). Wet van 16 december 2015, houdende regels ter bescherming van de natuur (Wet natuurbescherming). *Staatsblad 2016*, *34*.

Sweco. (2017). *Winning suppletiezand Noordzee 2018 t/m 2027: Milieueffectrapportage*.

Taormina, B., Bald, J., Want, A., Thouzeau, G., Lejart, M., Desroy, N., & Carlier, A. (2018). A review of potential impacts of submarine power cables on the marine environment: Knowledge gaps, reccomendations and future directions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *96*, 380–391.

Tauw. (2021). *Borgingsdocument Natuur Strand- en onderwatersuppletie Maasvlakte II*.

Teilmann, J., Carstensen, J., & Skov, H. (2002). Monitoring effects of offshore windfarms on harbour porpoises using PODs (porpoise detectors) Technical report. *Review Literature And Arts Of The Americas*, *February*.

Troost, K., van Asch, M., Brummelhuis, E., van den Ende, D., van Es, Y., Perdon, K. J., van der Pool, J., van Zweeden, C., & van Zwol, J. (2021). *Schelpdierbestanden in de Nederlandse kustzone, Waddenzee en zoute deltawateren in 2020*.

Troost, K., Van Asch, M., Van den Ende, D., van Es, Y., Perdon, K. J., Van Der Pool, J., Suykerbuyk, W., Van Zweeden, C., & Van Zwol, J. (2022). *Schelpdierbestanden in de Nederlandse Kustzone, Waddenzee en zoute deltawateren in 2021*. Centrum voor Visserijonderzoek (CVO).

van Bemmelen, R., Arts, F., & Leopold, M. (2013). *Alken en Zeekoeten op het Friese Front*.

van Bemmelen, R. S. A., Leopold, M. F., & Bos, O. G. (2012). *Vogelwaarden van de Bruine Bank*.

van Bruggen, M., Swartjes, F. A., Pit, P., Griffioen, J., & Spijker, J. (2014). *Beoordeling gezondheidsrisico's van arseen op de Zandmotor.* (Briefrapport 2014-0063.). RIVM.

van der Pool, J., Troost, K., van Asch, M., van Zweeden, C., van Zwol, J., & van den Ende, D. (2020). *Schelpdieren in het Veerse Meer en Grevelingenmeer in 2019*.

van der Reijden, K. J., Koop, L., O'Flynn, S., Garcia, S., Bos, O., van Sluis, C., Maaholm, D. J., Herman, P. M. J., Simons, D. G., Olff, H., Ysebaert, T., Snellen, M., Govers, L. L., Rijnsdorp, A. D., & Aguilar, R. (2019). Discovery of Sabellaria spinulosa reefs in an intensively fished area of the

Dutch Continental Shelf, North Sea. *Journal of Sea Research*, *144*, 85–94. https://doi.org/10.1016/j.seares.2018.11.008

van Essen, M. (2020). *IJmuiden Ver: Magneetvelden zeekabel. D10021347*.

van Essen, M. (2021a). *IJMUIDEN VER A + B : Magneetvelden AC- en DC-zeekabels*.

van Essen, M. (2021b). *IJmuiden Ver Magneetvelden Zeekabel, 2*2-configuratie*. https://www.tennet.eu/nl/ons-hoogspanningsnet/net-op-zee-projecten-nl/net-op-zee-ijmuiden-ver-alpha/

van Essen, M. (2021c). *IJmuiden Ver Magneetvelden Zeekabel, 2*2-configuratie*.

van Moorsel, G., Horssen, P. V., & Poot, M. (2020). *Ruimtelijke analyse en trends benthos Voordelta Godfried van Moorsel—Ecosub Martin Poot – Centraal Bureau voor de Statistiek Leo Soldaat—Centraal Bureau voor de Statistiek*. *October*. https://doi.org/10.13140/RG.2.2.35520.76800

Virkkala, R. (2016). Variation in population trends and spatial dynamics of waterbirds in a boreal lake complex. *Ornis Fennica*, *94*(4), 197–211.

Vogelbescherming. (2022). *Fuut, Great Crested Grebe, Podiceps cristatus—Futen (Podicipedidae)*. https://www.vogelbescherming.nl/ontdek-vogels/kennis-over-vogels/vogelgids/vogel/fuut

Voigt, C. C., Roeleke, M., Marggraf, L., Pētersons, G., & Voigt-Heucke, S. L. (2017). Migratory bats respond to artificial green light with positive phototaxis. *PLOS ONE*, *12*(5), e0177748. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0177748

Waarlo, N. (2021). *Bijna een eeuw was er amper een elft in Nederland, vandaag worden er tachtigduizend uitgezet in de Waal*. Volkskrant.

Wang, N., Ye, Z., Huang, L., Zhang, C., Guo, Y., & Zhang, W. (2022). Arsenic Occurrence and Cycling in the Aquatic Environment: A Comparison between Freshwater and Seawater. *Water*, *15*(1), 147. https://doi.org/10.3390/w15010147

Waterproof Marine Consultancy & Services BV. (2020). *EMF measurements NorNed DC cable*.

Westerberg, H., & Lagenfelt, I. (2008). Sub-sea power cables and the migration behaviour of the European eel. *Fisheries Management and Ecology*, *15*(5–6), 369–375. https://doi.org/10.1111/j.1365-2400.2008.00630.x

Wilber, D. H., & Clarke, D. G. (2001). Biological Effects of Suspended Sediments: A Review of Suspended Sediment Impacts on Fish and Shellfish with Relation to Dredging Activities in Estuaries. *North American Journal of Fisheries Management*, *21*(4), 855–875. https://doi.org/10.1577/1548-8675(2001)021<0855:BEOSSA>2.0.CO;2

Witbaard, R., Duineveld, G., & Bergman, M. J. N. (2013). *The final report on the growth and dynamics of Enis directus in the near coastal zone off Egmond, in relation to environmental conditions in 2011-2012*. 79.

Witbaard, R., & Kamermans, P. (2010). *De bruikbaarheid van de klepstandmonitor op Ensis directus ten behoeve van de monitoring van aan zandwinning gerelateerde effecten*. 1–44.

Xu, C., Wei, S., Lu, Y., Zhang, Y., Chen, C., & Song, T. (2013). Removal of the local geomagnetic field affects reproductive growth in Arabidopsis. *Bioelectromagnetics*, *34*(6), 437–442. https://doi.org/10.1002/bem.21788

Zamon, J. E., Phillips, E. M., & Guy, T. J. (2014). Marine bird aggregations associated with the tidally-driven plume and plume fronts of the Columbia River. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, *107*, 85–95. https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2013.03.031

Zhang, W., Miao, A.-J., Wang, N.-X., Li, C., Sha, J., Jia, J., Alessi, D. S., Yan, B., & Ok, Y. S. (2022). Arsenic bioaccumulation and biotransformation in aquatic organisms. *Environment International*, *163*, 107221. https://doi.org/10.1016/j.envint.2022.107221

Bijlage A Ecologische Beoordeling Stikstof

COLOFON

Passende Beoordeling Net op zee Nederwiek 1

Datum
05-09-2023

Status
Definitief

Pondera Consult B.V.
Postbus 919
6800 AX Arnhem
Nederland
+31 (0)88 7663 372

www.ponderaconsult.com

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland
+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com

Ecologische beoordeling stikstof

Bijlage A bij de Passende Beoordeling van Net op zee Nederwiek 1
TenneT

31 augustus 2023

Inhoudsopgave

1 Aanleiding, doel en uitgangspunten 4

1.1 Inleiding en leeswijzer 4

1.2 Wet- en regelgeving stikstofdepositie 4

1.2.1 Wet natuurbescherming 4

1.2.2 Cumulatie van effecten 5

1.3 Uitgangspunten 5

1.3.1 Uitgangspunten berekeningen stikstofdepositie 5

1.3.2 Potentieel negatief effect stikstofdepositie 6

2 De ecologische betekenis van stikstof 8

2.1 Toelichting 8

2.2 Natuurlijk voorkomen van stikstof 8

2.3 Stikstofemissie en stikstofdepositie 9

2.4 Effecten van verhoogde beschikbaarheid van stikstof 10

2.5 Kritische depositiewaarden 12

2.6 Ontwikkeling van de stikstofdepositie in Nederland 13

3 Methode ecologische beoordeling 14

3.1 Inleiding 14

3.1.1 Aanpak 14

3.1.2 Instandhoudingsdoelen en KDW 14

3.2 Algemene reikwijdte projectdepositie 15

3.3 Relatieve bijdrage project 15

3.3.1 Landelijk beeld 15

3.3.2 Stikstofemissies en -deposities van het project 16

3.3.3 Stikstofreductie door uitrol windenergie 17

3.4 Wijze van beoordelen 18

3.4.1 Hoogte van de depositie 18

3.4.2 Beoordelen effecten stikstofdepositie 18

3.4.3 Habitattypen versus leefgebieden en habitatrichtlijnsoorten 19

4 Effectbeoordeling habitattypen 20

4.1 Gebiedsspecifieke effectbeoordeling Natura 2000-gebied Kop van Schouwen 20

4.1.1 Wijze van beoordeling 20

4.1.2 Korte gebiedskarakteristiek 21
4.1.3 Stikstofdepositie in Natura 2000-gebied Kop van Schouwen 22
4.1.3.1 H2110 Embryonale duinen 23
4.1.3.2 H2120 Witte duinen 26
4.1.3.3 H2130A Grijze duinen (kalkrijk) 29
4.1.3.4 H2130B Grijze duinen (kalkarm) 32
4.1.3.5 H2130C Grijze duinen (heischraal) 35
4.1.3.6 H2150 Duinheiden met struikhei 38
4.1.3.7 H2180A Duinbossen (droog) 40
4.1.3.8 H2180C Duinbossen (binnenduinrand) 43
4.1.3.9 H2190A Vochtige duinvalleien (open water). 46
4.1.3.10 H2190C Vochtige duinvalleien (ontkalkt) 49
4.1.3.11 H1014 Nauwe korfslak 52
4.1.4 Samenvatting effectbeoordeling Natura 2000-gebied Kop van Schouwen 54
4.2 Conclusie specifieke habitattypebeoordeling 54

5 Algemene effectbeoordeling stikstofdepositie 55

5.1 Inleiding 55
5.2 Schade van kleine en tijdelijke deposities aan planten 55
5.3 Hoeveelheid stikstof die ter beschikking komt aan de vegetatie 56
5.4 Invloed kleine en tijdelijke deposities op veranderingen in groeisnelheid en vegetatiesamenstelling 57
5.5 Bijdrage van kleine en tijdelijke deposities aan de totale depositie 58
5.6 Bijdrage van kleine en tijdelijke deposities ten opzichte van bestaande aanvoer en afvoer van stikstof uit ecosystemen 60
5.7 Invloed van kleine en tijdelijke deposities op overbelaste systemen 62
5.8 Bijdrage van kleine en tijdelijke deposities ten opzichte van overbelaste systemen 62
5.9 Relevantie stikstofdepositie voor het (kunnen) behalen of behouden van gewenste kwaliteit en omvang 63
5.10 Conclusie effect tijdelijk, lage stikstofdepositie 63

6 Beoordeling cumulatie 64

7 Conclusie 65

8 Bronnen 66

Bijlage Aerius berekeningen 69

1 Aanleiding, doel en uitgangspunten

1.1 Inleiding en leeswijzer

Deze Ecologische beoordeling stikstof gaat in op het effect van stikstofuitstoot als gevolg van het Net op zee Nederwiek 1 op de instandhouding van stikstofgevoelige beschermde natuurwaarden in Natura 2000-gebieden. Deze rapportage is een bijlage bij de Passende Beoordeling (Bijlage VII-A bij het MER). Het MER en inpassingsplan geeft een uitgebreide toelichting op de potentiële negatieve effecten van stikstofdepositie als gevolg van de aanleg en het gebruik van het Net op zee Nederwiek 1.

Hiervoor is een berekening gedaan met de meest recente versie van Aerius ten tijde van schrijven (2023), waaruit blijkt dat sprake is van stikstofdepositie op hiervoor gevoelige habitattypen. Als eerst wordt ingegaan op de uitgangspunten die gehanteerd zijn voor het berekenen en de effectbeoordeling. Vervolgens wordt een beschrijving gegeven van wat stikstof is, hoe het werkt in ecosystemen (de functie en gevolgen van stikstof) en waarom stikstofdepositie een knelpunt is in veel Nederlandse Natura 2000-gebieden. Op basis van deze kennis is vervolgens een effectbeoordeling uitgevoerd. Deze beoordeling bestaat uit twee delen: een specifiek deel, waarin de depositie gerelateerd wordt aan de kwaliteit van specifieke habitattypen die enige mate van extra stikstof ontvangen (hoofdstuk 4) en een meer algemeen deel waarin de hoeveelheid stikstofdepositie geanalyseerd wordt in relatie tot ecosystemen in het algemeen (hoofdstuk 5).

Op basis van de kennis, analyse en deelconclusies is vervolgens een eindoordeel gegeven of er een effect is van de projectdepositie en zo ja, wat dit betekent in relatie tot de Wet natuurbescherming.

Kader 1. Rekenresultaat stikstofdepositie als gevolg van aanleg Net op zee Nederwiek 1

Met behulp van het emissieverspreidingsmodel Aerius is berekend welke depositie van stikstof optreedt op stikstofgevoelige habitattypen tijdens de aanleg- en gebruiksfase. Uit de berekeningen blijkt dat gedurende de aanlegfase de hoogste depositie optreedt in het Natura 2000-gebied Kop van Schouwen. De depositie bedraagt maximaal 0,64[1] mol N/ha. Op andere Natura 2000-gebieden is de depositie lager. De depositie tijdens de gebruiksfase is niet hoger dan 0,00 mol N/ha/j.

1.2 Wet- en regelgeving stikstofdepositie

1.2.1 Wet natuurbescherming

Deze ecologische beoordeling stikstof is onderdeel van de Passende Beoordeling (Bijlage VII-A bij het MER) die opgesteld is als verplichting uit de Wet natuurbescherming (Wnb). De Wnb is op 1 januari 2017 in werking getreden.

Het is verboden een plan vast te stellen dat niet vergunbaar is of zonder vergunning een project uit te voeren dat, gelet op de instandhoudingsdoelstellingen van een Natura 2000-gebied, de kwaliteit van de natuurlijke habitattypen of leefgebieden van soorten in dat gebied kan verslechteren of een significant verstorend effect kan hebben op de soorten waarvoor dat gebied is aangewezen. Wanneer het een project betreft dat niet direct verband houdt met, of nodig is voor het beheer van een gebied, en dat afzonderlijk of in cumulatie significante gevolgen kan hebben voor een Natura 2000-gebied, wordt de vergunning niet verleend voordat uit een Passende Beoordeling is gebleken dat de natuurlijke kenmerken van het gebied niet worden aangetast. Een uitzondering is een project dat een herhaling of voortzetting is van een ander project, of deel uitmaakt van een ander plan, waarvoor al een Passende Beoordeling is gemaakt en een nieuwe Passende Beoordeling geen nieuwe gegevens op inzichten op kan leveren. Wanneer de zekerheid dat de natuurlijke kenmerken van het gebied niet worden aangetast niet is verkregen, mag de vergunning alleen worden verleend wanneer er geen alternatieve oplossing is, er een dwingende reden van groot openbaar belang wordt gediend en er compenserende maatregelen worden getroffen (de ADC-toets). Wanneer er sprake is van significante gevolgen voor een prioritair habitat of prioritaire soort en de dwingende reden van groot openbaar belang is een reden van sociale of economische aard, dient in aanvulling op de ADC-toets een advies gevraagd te worden

[1] De Aerius-berekening resulteert in een depositie van 0,67 mol N/ha binnen 1 hexagoon binnen Natura 2000-gebied Mantelingen van Walcheren, dat is 0,03 mol N/ha hoger dan in Kop van Schouwen. Dit betreft echter een uitzondering. De habitattypen binnen Kop van Schouwen ontvangen over de gehele lijn hogere projectdeposities. Daarom is gekozen om Kop van Schouwen als ‘worst-case’ gebied met de hoogste projectdepositie te behandelen.

aan de Europese Commissie voordat de vergunning wordt verleend. De te nemen compenseren maatregelen moeten onderdeel uitmaken de vergunning voor het betreffende project. Een eventueel in te richten compensatiegebied dient de status van Natura 2000-gebied te krijgen (art 2.7 lid 2 en lid 3 onder a en 2.8 lid 1-8).

Dit betekent dat beoordeeld moeten worden of de effecten als gevolg van het project Net op zee Nederwiek 1 leiden tot negatieve effecten op de natuurlijke kenmerken van (relevante) Natura 2000-gebieden en wanneer dit het geval is een vergunning nodig is. Een van de mogelijke effecten is verzuring en/of vermesting door verhoogde stikstofdepositie op Natura 2000-gebieden als gevolg van de realisatiewerkzaamheden en de gebruiksfase. Deze effectbeoordeling geeft invulling aan de bovenbeschreven verplichting uit de Wnb.

Voor een uitgebreide toelichting en beschrijving van het wettelijk kader wordt verwezen naar de hoofdrapportage van de Passende Beoordeling (Bijlage VII-A bij het MER).

Programma Aanpak Stikstof (PAS)

In de Wnb was opgenomen dat een programmatische aanpak van (mogelijk) negatieve effecten toegestaan is. Voor de effecten van stikstofdepositie op Natura 2000-gebieden was het Programma Aanpak Stikstof (PAS) in 2015 opgesteld. Het idee hierachter was dat generiek, op landelijk niveau de negatieve effecten van overmatige stikstofdepositie op voorhand beoordeeld werden en maatregelen getroffen zouden worden om deze effecten te niet te doen.

Op 29 mei 2019 heeft de Afdeling Bestuursrechtspraak van de Raad van State (ABRvS) een aantal uitspraken gedaan over het PAS. Met de PAS-uitspraken zijn de drempelwaarden die de Wnb in samenhang met het PAS bevatte voor vergunningplicht (1 mol N/ha/jaar) en meldingsplicht (0,05 mol N/ha/jaar) niet langer rechtsgeldig. Op grond hiervan geldt dat voor activiteiten die een depositie veroorzaken van meer dan 0,00 mol N/ha/jaar niet op voorhand een negatief effect op Natura 2000-gebieden kan worden uitgesloten en dat deze effecten moeten worden bepaald en beoordeeld. De uitspraken van de ABRvS hebben daardoor ook gevolgen voor projecten en activiteiten met een tijdelijk karakter, die kleine en tijdelijke verhogingen van de stikstofdepositie in Natura 2000-gebieden tot gevolg hebben.

1.2.2 Cumulatie van effecten

In artikel 2.7 van de Wnb is aangegeven dat een project niet alleen op zichzelf, maar ook in combinatie met andere projecten beschouwd moet worden. In dit rapport gaat het om de cumulatie van de stikstofdepositie. Overige mogelijke cumulatie is beschreven in de Passende Beoordeling zelf. Cumulatie is relevant voor die Natura 2000-gebieden en die habitattypen waar als gevolg van het Net op zee Nederwiek 1 stikstofdepositie optreedt en daarmee een potentieel negatief effect niet bij voorbaat kunnen worden uitgesloten.

1.3 Uitgangspunten

Deze paragraaf geeft inzicht in de methode die is gebruikt om effecten als gevolg van tijdelijke stikstofemissies en daarmee samenhangende stikstofdeposities te kunnen bepalen. Het betreft de uitgangspunten die zijn gebruikt voor de berekeningen van de stikstofdeposities met behulp van het programma Aerius en om een beschrijving van het potentiële negatieve effect voor Natura 2000.

1.3.1 Uitgangspunten berekeningen stikstofdepositie

De depositie op stikstofgevoelige natuur wordt bepaald met het instrument Aerius. Dit model van het RIVM vertegenwoordigt de best beschikbare methode hiervoor. Op 6 april 2023 is er een nieuwe Aerius-calculator (2022.1) beschikbaar gekomen. De berekeningen voor Net op zee Nederwiek 1 zijn met een Aerius-calculator versie van vóór 6 april 2023 uitgevoerd. Echter wordt er op de Aerius-website van het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) vermeld dat rekenresultaten ongewijzigd blijven door de release van de Aerius-calculator van 6 april 2023.[2]

Om de depositie te bepalen zijn de emissiebronnen van het project geïnventariseerd. Het project is in onderdelen gesplitst en per onderdeel is bepaald welk materieel, met welk vermogen, hoe lang en waar wordt ingezet. Deze uitwerking is gebaseerd op een conservatieve inschatting van de verschillende activiteiten. Op basis van de uitvoering

[2] https://www.aerius.nl/nl/nieuws/release-6-april-aerius-calculator-connect-20221-beschikbaar

van vergelijkbare projecten is het aantal uren inzet van materieel bepaald, de gemiddelde emissiekarakteristiek (meestal op basis van leeftijd van materieel) en de zwaarte van het materieel. De locaties van de werkzaamheden liggen hiermee vast.

Op basis van de uitwerking is met de Aerius-calculator berekend welke deposities optreden. De uitgangspunten van de berekeningen met Aerius zijn voor de aanlegfase opgenomen in de bijlage van deze Ecologische Beoordeling. Uitgangspunt is dat het kabeltracé in een (2x2)-configuratie wordt aangelegd (in plaats van de (1x4)-kabelconfiguratie), omdat hiervoor een extra installatieschip nodig is. Hiermee is de (2x2)-kabelconfiguratie de worst-case aanlegmethode qua uitstoot. Daarnaast zijn deposities berekend voor de gebruiksfase, waarbij onderscheid is gemaakt in twee mogelijke scenario's: onderhoud per helikopter met materiaal per boot (scenario 1) en onderhoud per boot in combinatie met een helikopter (scenario 2). Voor beide scenario's geldt dat uit de Aerius-berekening volgt dat de maximale stikstofdepositie van 0,00 mol N/ha. Er is dus geen sprake van meetbare stikstofdepositie in de gebruiksfase en daarmee geen effect op Natura 2000-gebieden door de emissie van stikstof tijdens deze fase. Dit betekent dat alleen sprake is van een tijdelijke depositie in de aanlegfase. Na afronding van de werkzaamheden treedt geen meetbare stikstofdepositie op als gevolg van het project. De gebruiksfase komt daarom niet verder aan bod in deze ecologische beoordeling stikstof.

De NOx -emissies worden grotendeels door de baggerschepen uitgestoten. Door emissiebeperkende maatregelen aan de baggerschepen te treffen, kunnen de NO_x -emissies aanzienlijk worden verlaagd. Door het toepassen van bijvoorbeeld SCR (selective catalytic reduction) of het gebruik van ander brandstof zoals LNG in de baggerschepen, kunnen de NO_x emissies met naar verwachting minimaal 80% worden gereduceerd. Deze emissiereductie van 80% NO_x reductie op baggerschepen is meegenomen in de Aerius-berekening. In de rest van de toets is uitgegaan van deze berekening met emissiereductie.

De verwachting is dat de aanlegfase tenminste drie jaar zal duren. In de Aerius-berekening is uitgegaan van een totale depositie (alsof de depositie in één kalenderjaar plaatsvindt). Dit omdat het om een tijdelijke ingreep gaat (na realisatie is geen sprake meer van meetbare depositie) en op deze wijze inzicht verkregen wordt in het totale planeffect. Stikstof accumuleert in het ecosysteem, waardoor alleen inzicht in de (tijdelijke) jaarlijkse bijdragen geen goed beeld geeft van de daadwerkelijke depositie door de aanleg. De berekende planeffectwaarden worden gebruikt als toetswaarde ten opzichte van bijvoorbeeld de kritische depositiewaarde (die uitgaat van de mate van depositie per jaar), hiermee is de toetsing een worst-case benadering, omdat de depositie in werkelijkheid verspreid over de aanlegperiode neerkomt.

Voor de berekeningen is uitgegaan van de achtergronddepositie in het jaar 2023. Op basis van het ingezette beleid ten aanzien van duurzame energieopwekking en maatregelen om andere vormen van stikstofemissies te verminderen in onder andere de industrie, is de verwachting dat de komende jaren (ook gedurende de looptijd van de realisatie) de hoogte van de achtergronddepositie daalt. Dat de achtergronddeposities uit 2023 wordt gebruikt is hierdoor een worst-case uitgangspunt, namelijk het jaar met de verwachte hoogste achtergronddepositie.

1.3.2 Potentieel negatief effect stikstofdepositie

Potentiële negatieve effecten die als gevolg van stikstofdepositie optreden, zijn alleen van toepassing voor de aanlegfase. Tijdens de gebruiksfase is geen sprake van meetbare stikstofdepositie. Dit betekent dat alleen sprake is van een tijdelijke depositie tijdens de aanlegfase. Na afronding van de werkzaamheden treedt geen meetbare stikstofdepositie op als gevolg van het project.

Het project is bedoeld om elektriciteit van windturbines op zee naar land te transporteren en voorkomt daarmee in samenhang met de windparken dat deze zelfde elektriciteit wordt opgewekt door verbranding van fossiele brandstoffen met bijkomende stikstofemissies. Het project Net op zee Nederwiek 1 draagt daarmee gedurende de gebruiksfase bij aan de gewenste daling van de landelijke stikstofdepositie.

Belangrijke negatieve effecten van stikstofdepositie komen voort uit structurele overbelasting. Een overmaat[3] aan stikstof cumuleert in het systeem omdat het niet verwerkt kan worden door afvoer door bijvoorbeeld begrazing of buffering door neutraliserende stoffen. Een overmaat aan stikstof kan leiden tot vermesting en verzuring. De soortensamenstelling kan wijzigen, doordat soorten die beter of meer stikstof kunnen opnemen of sneller groeien, gaan domineren en de gewenste, veelal langzamer groeiende soorten (bestand tegen voedselarmere omstandigheden) uit het systeem verdwijnen. Over het algemeen zijn de gewenste soorten van het systeem, soorten

van meer schrale (voedselarme) omstandigheden. In een groot aantal Natura 2000-gebieden zijn instandhoudingsdoelstellingen gesteld voor habitattypen die gevoelig zijn voor het verzurende of vermestende effect van stikstof. Eventuele aanwezige soorten die afhankelijk zijn van deze habitattypen kunnen daarmee eveneens een negatief effect ondervinden.

In hoofdstuk 3 wordt ingegaan op de functie van stikstof in het ecologisch systeem en de potentiële effecten van additionele stikstofdepositie, afhankelijk van de situatie die van toepassing is voor een habitattype.

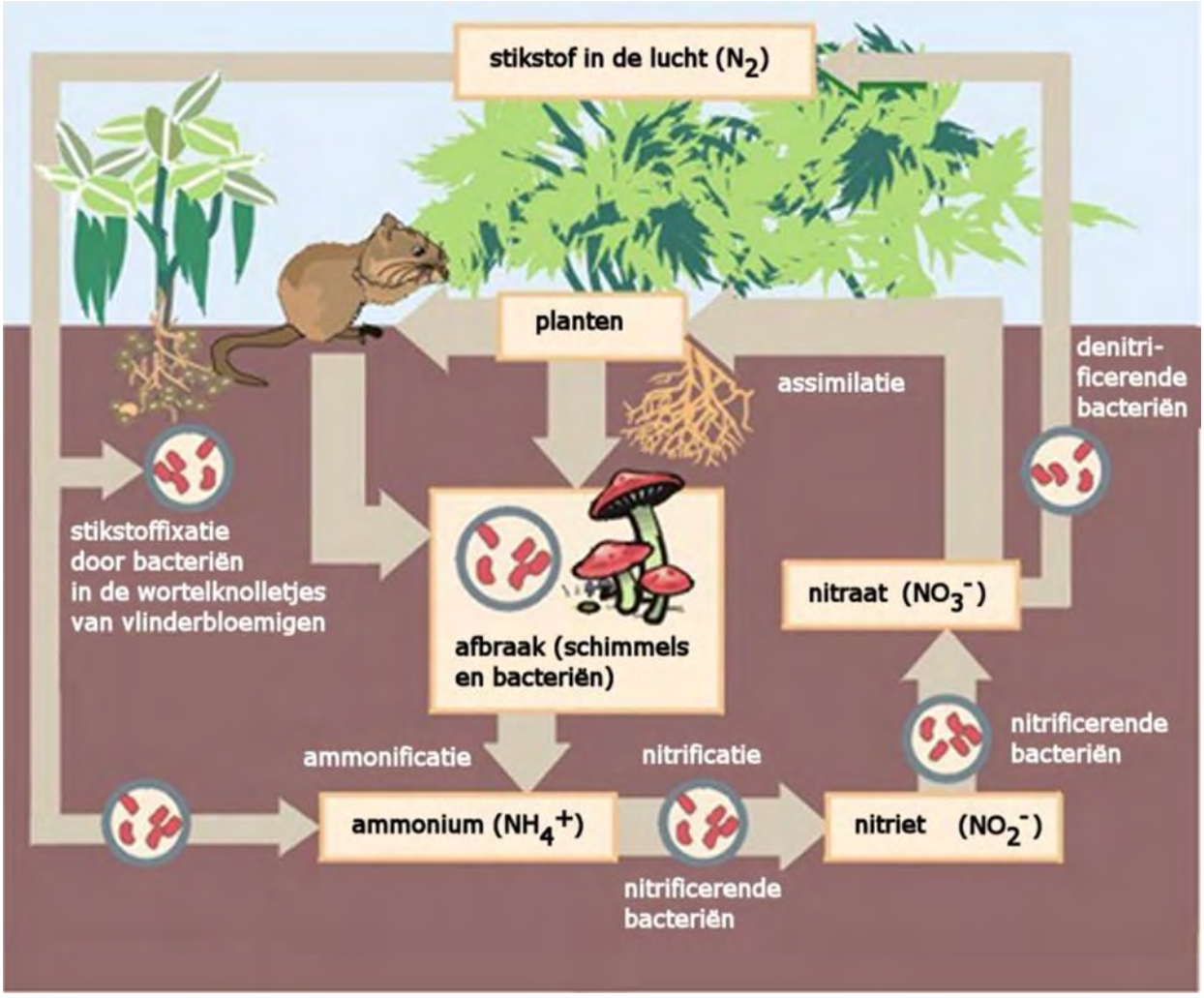
2 De ecologische betekenis van stikstof

2.1 Toelichting

In dit hoofdstuk wordt toegelicht hoe stikstof ingrijpt in natuurlijke systemen en welke potentiële negatieve effecten kunnen optreden. Belangrijke delen van deze paragraaf zijn overgenomen uit het rapport “Herstelstrategieën stikstofgevoelige habitats. Ecologische onderbouwing van de Programmatische Aanpak Stikstof (PAS)” van Alterra Wageningen UR & Programmadirectie Natura 2000 van het Ministerie van Economische Zaken (Smits & Bal, 2012). Waar relevant zijn verwijzingen naar onderliggende bronnen overgenomen.

2.2 Natuurlijk voorkomen van stikstof

Stikstof is één van de onmisbare bouwstenen voor het leven op aarde, en is daarmee in ecologisch opzicht van groot belang. Stikstof (N) komt in organisch materiaal onder andere voor in aminozuren en eiwitten. De problematiek rondom stikstofdepositie zit hem in de mate waarin dit element in reactieve vorm aan onze omgeving wordt toegevoegd als gevolg van menselijke activiteiten. De belangrijkste vormen van reactief stikstof zijn stikstofoxiden (NOx) en ammonium (NH4+). Gebonden stikstof (N2), dat 80% van de atmosfeer vormt, heeft geen directe invloed op het functioneren van ecosystemen.



Figuur 2-1 Vereenvoudigde weergave van de stikstofkringloop (Wikipedia)

Planten kunnen stikstof via de wortels opnemen in de vorm van nitraat (NO_3^-). Stikstof dat in de vorm van ammonium (NH_4^+) in de bodem aanwezig is, moet daarom eerst via denitrificatie omgezet worden in nitriet en nitraat (Figuur 2-1). Ammonium kan zowel door depositie als door mineralisatie van organisch materiaal in de bodem terecht komen.

Stikstofverbindingen zijn in veel half-natuurlijke en natuurlijke ecosystemen beperkend voor de plantengroei. Nogal wat plantensoorten zijn aangepast aan nutriëntenarme omstandigheden en kunnen alleen succesvol voortbestaan op bodems met lage N-niveaus, omdat ze hier geen concurrentie ondervinden van snelgroeiende en stikstoftolerante soorten zoals grassen, bramen en brandnetels.

Stikstof kan op verschillende manieren in het leefmilieu van planten terechtkomen: door mineralisatie van organisch materiaal, aanvoer via water of de lucht en door natuurlijke of door mensen uitgevoerde bemesting (Figuur 2-1). Stikstof kan weer uit het leefmilieu worden verwijderd door denitrificatie door bacteriën, uitspoeling, opname in de voedselketen en oogst van gewas (waaronder ook cyclisch natuurbeheer valt).

2.3 Stikstofemissie en stikstofdepositie

De uitstoot (emissie) van luchtverontreinigende stoffen is in West-Europa in de loop van de twintigste eeuw sterk toegenomen. Tot eind jaren zeventig van de vorige eeuw was zwaveldioxide (SO_2) de hoofdcomponent van luchtverontreiniging, maar daarna zijn stikstofverbindingen relatief en absoluut steeds belangrijker geworden. Stikstofoxiden (NO_x: vooral NO_2 en NO) ontstaan hoofdzakelijk bij de verbranding van fossiele brandstoffen in de industrie, elektriciteitscentrales, verwarmingsinstallaties en verkeer. De grootste bron hiervan is op dit moment het (vracht)verkeer. Ammoniakgas (NH_3) komt vooral vrij door vervluchtiging uit mest en urine bij beweiding, in de stal of opslag, en vroeger als de mest uitgereden werd over het land. Andere bronnen zijn de industrie, waar ammoniak vrijkomt bij enkele productieprocessen, het autoverkeer en de opslag van afvalwater.

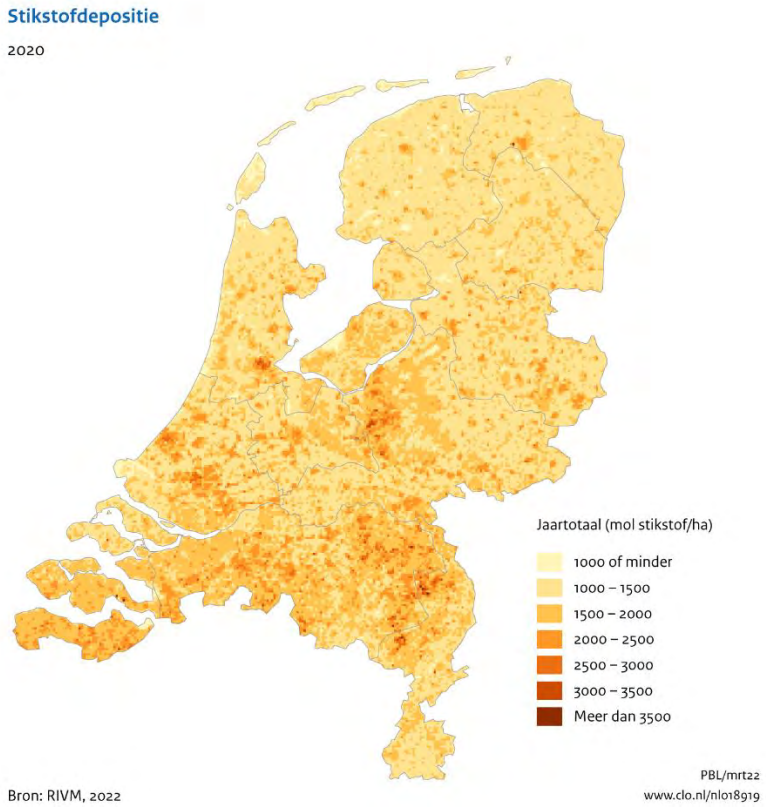
Stikstofoxiden en ammoniak komen na emissie in de atmosfeer terecht. Eenmaal in de lucht wordt het geëmitteerde gas meegevoerd door de wind, waardoor het wordt verspreid en verdunning van de concentraties aan stoffen optreedt. Ook ondergaan deze stoffen chemische reacties onder invloed van het zonlicht en de aanwezigheid van andere stoffen. Hierdoor veranderen zowel de chemische samenstelling als de vorm van de stikstofhoudende deeltjes. In de atmosfeer komen stikstofverbindingen daardoor zowel als gas, ion en aerosol (kleine vaste deeltjes) voor. Omzetting in aerosolen is onder meer van belang voor de afstand waarover de desbetreffende stoffen getransporteerd worden.

Hoe ver de verschillende componenten komen, wordt bepaald door een complex van factoren, waarbij vooral de emissiehoogte, de uitstroomsnelheid, de atmosferische omstandigheden (snelheid van luchtstromingen, turbulentie e.d.), de snelheid van chemische omzettingen, de depositiesnelheid van de desbetreffende verbinding en de aard en ruwheid van het aardoppervlak met zijn vegetatie van belang zijn. Uiteindelijk zullen al deze stoffen op het aardoppervlak terechtkomen. Dit proces wordt depositie genoemd en kan op verschillende manieren verlopen.

De directe afzetting of absorptie van gassen of aerosolen uit de atmosfeer aan het aardoppervlak (bodem, water of vegetatie) wordt droge depositie genoemd. Hoe hoger de snelheid van de depositie is, des te sneller wordt het gas of het deeltje uit de atmosfeer verwijderd. Zo is de transportafstand van NH_3 kort door de hoge depositiesnelheid van dit gas, terwijl die van het ammoniumaerosol door zijn lagere depositiesnelheid veel groter is. Een groot deel van de NO_2 wordt door het verkeer op lage hoogte uitgestoten. Echter, door de lage depositiesnelheid van NO_2 wordt deze stof toch veelal over grote afstanden getransporteerd.

Daarnaast treedt natte depositie op. Dit betreft het oplossen van emissies in wolken of regenwater en daaropvolgende neerslag van stikstofverbindingen. De natte depositie levert circa 25-30% van de totale N-depositie. De rest is droge depositie.

Door de ruimtelijke verspreiding van de bronnen en de verschillende transport- en omzettingsprocessen in de atmosfeer, is de depositie van N-verbindingen niet overal gelijk. Zelfs in een klein land als Nederland zijn de verschillen relatief groot: zo is de totale depositie van NOx (de som van droge en natte depositie van NO + NO_2 + HNO_3) in de stedelijke gebieden (o.a. in het westen van ons land) duidelijk hoger, terwijl de totale depositie van NHx (de som van droge en natte depositie van NH_4^+ en NH_3) hoger is in het landelijk gebied, waarbij de hoogste waarden in het Peelgebied, de Gelderse Vallei, Twente en de Achterhoek worden gevonden.



Figuur 2-2 Achtergronddepositie stikstof in 2020 (bron: (Compendium voor de Leefomgeving, 2022))

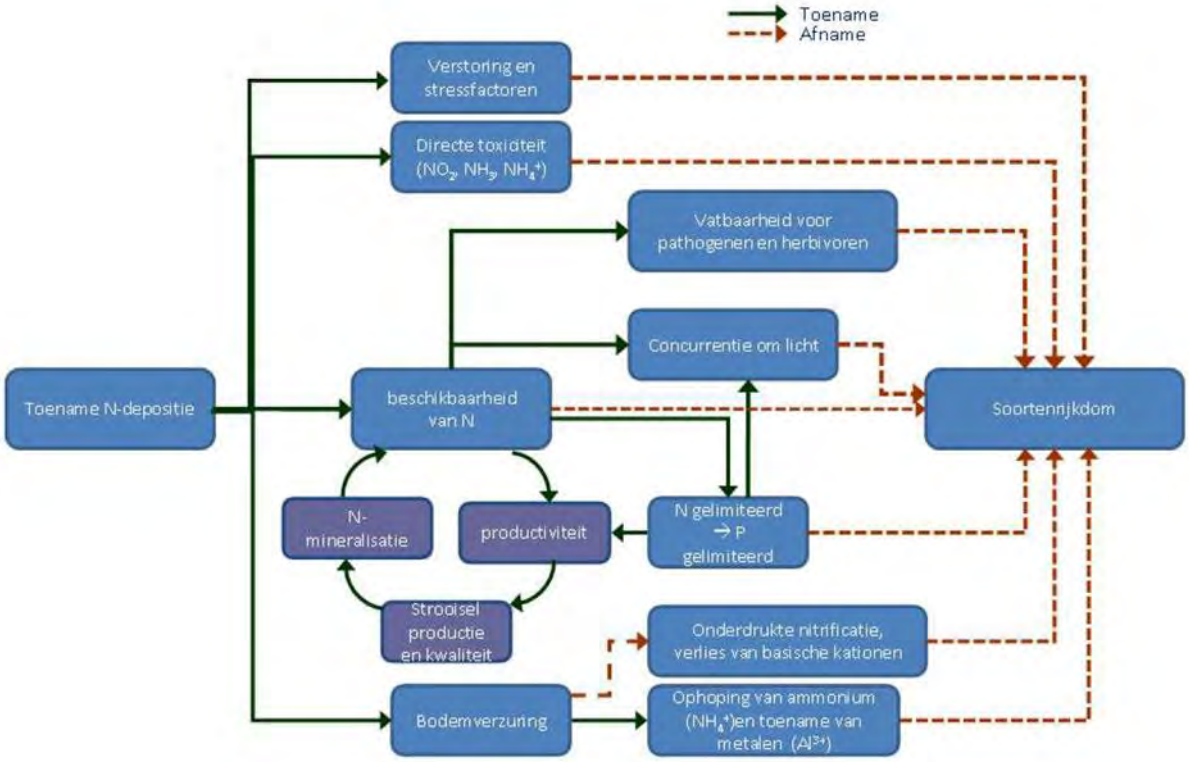
2.4 Effecten van verhoogde beschikbaarheid van stikstof

De theoretische potentiële gevolgen voor planten die door een te hoge toevoer van reactieve stikstof kunnen optreden, zijn:

- Directe toxiciteit van hoge concentraties van gassen op individuele plantensoorten. De huidige concentraties van NH_3 en NOx zijn in Nederland echter zo laag dat dit bijna niet meer voorkomt.
- Eutrofiëring door geleidelijke toename van de beschikbaarheid van stikstof. Een toename van de atmosferische stikstofdepositie in een voorheen onbelast gebied leidt in eerste instantie tot een toename van de beschikbaarheid van stikstof in bodem of water en aldus tot een verhoogde opname van stikstofverbindingen door de vegetatie. Dit proces wordt eutrofiëring genoemd. Door verhoogde toevoer en accumulatie van N-verbindingen zal de beschikbaarheid van stikstof voor planten geleidelijk toenemen. Als gevolg hiervan worden planten die in een stikstofarm milieu leven overheerst door (sneller) opkomende planten die gedijen bij veel stikstof, dit leidt bijvoorbeeld tot vergrassing.
- Verzuring van bodem en water. Verzuring, oftewel afname van de buffercapaciteit, is een langetermijnproces dat ook van nature plaatsvindt door carbonzuur of organische zuren maar wat (zeer sterk) versneld kan worden door de toevoer van zure of verzurende stoffen uit de atmosfeer. Afhankelijk van de bodemsamenstelling kan dit complexe proces leiden tot een lagere pH, verhoogde uitspoeling van kationen (calcium, magnesium of kalium), verhoogde concentraties aan toxische metalen (vooral van aluminium) en veranderingen in de verhouding tussen nitraat en ammonium in de bodem (Clark & Tilman, 2008). In deze situatie kunnen plantensoorten die resistent zijn tegen dergelijke zure omstandigheden gaan overheersen en verdwijnen veel van de soorten die voorkomen in een milieu met een meer neutrale pH.
- Negatieve effecten van de verhoogde beschikbaarheid van gereduceerd N (ammonium of opgelost ammoniak in (neerslag)water). In veel gebieden met hoge N-depositie heeft gereduceerd N een groot aandeel in de totale N-depositie. Dit kan tot gevolg hebben dat ammonium de overheersende N-vorm in de bodem is. Dit is vooral het geval in bodems met een van nature lage omzetting van nitraat naar ammonium (pH < 4,5) of wanneer de bodem is verzuurd door atmosferische depositie. De omzetting van nitraat naar ammonium is een microbieel proces dat

nitrificatie wordt genoemd. Verhoogde concentraties ammonium in de bodem of in het water kunnen allerlei negatieve gevolgen voor de plantengroei hebben. Deze effecten zijn het grootst in gebieden met voorheen matig gebufferde bodemcondities (pH 4,5-6,8) (Stevens et al., 2011). Juist zulke omstandigheden zijn vaak rijk aan bedreigde plantensoorten, zodat het aantal daarvan al gauw zal afnemen (Kleijn et al., 2008).

- Toegenomen gevoeligheid voor secundaire stressfactoren, zoals schimmelinfecties en insectenplagen en vorst- of droogteschade. Luchtverontreiniging kan de vitaliteit van soorten verminderen, waardoor deze gevoeliger worden voor aantasting door schimmels, bacteriën, virussen of insecten. Ook de verhoging van het stikstofgehalte in de bladeren of wortels kan verhoogde aantasting door herbivore (plaag)insecten zoals de heidekever veroorzaken (Berdowski, 1987). Door veranderingen in de fysiologie of groei kan bovendien de tolerantie van plantensoorten voor droogte of vorst veranderen.
- Verschuivingen in de chemische samenstelling (bijv. aminozuursamenstelling) van planten onder invloed van een grotere N-beschikbaarheid.



Figuur 2-3 Schamtisch overzicht van de effecten van stikstofdepositie (Bobbink & Hettelingh, 2011; Bobbink & Lamers, 1999; Kros et al., 2008).

Omdat soorten verschillend reageren op de invloed van stikstof, ontstaan veranderingen in groeisnelheid en daarmee in concurrentieverhouding tussen soorten. Dit leidt tot verdringing van minder concurrentiekrachtige soorten door stikstofminnende (nitrofiele) soorten, aangezien een groot deel van de soorten in half-natuurlijke en natuurlijke ecosystemen juist is aangepast aan een lage stikstofbeschikbaarheid in de bodem. De samenstelling van vegetaties (en daarmee ook van habitattypen) kan daardoor veranderen. Over het algemeen leidt dit tot verlies van langzaam groeiende, en voor de habitattypen kenmerkende soorten. De kwaliteit van de habitattypen neemt daardoor af. Daardoor verandert ook de kwaliteit van de betreffende vegetatie als voedsel voor herbivoren en leefgebied voor tal van diersoorten verbonden aan de betreffende habitattypen, met potentieel gevolgen voor diersoorten hoger in de voedselketen.

De situatie in Nederland is samen te vatten als een langdurige (decennia) hoge belasting van stikstof, hoger dan de kritische depositiewaardes (zie volgende paragraaf de toelichting hier op) van habitattypen. Als gevolg van deze langdurige hoge belasting kunnen, met uitzondering van directe schade, de effecten optreden zoals in deze paragraaf opgesomd. Inzake de omvang waarbij effecten optreden concludeert Mouissie (2019) op basis van de onzekerheden in de berekening van de kritische depositiewaarde en experimentele studies over dosis-effect relaties, dat meetbare ecologische relevante effecten ten gevolge van stikstofdepositie kunnen optreden bij een toename van meer dan 70

mol N/ha/jaar. Experimentele veldstudies betreffen vaak langjarige studies naar effecten van toenames die vele tientallen tot honderden mol N/ha/jaar bedragen, aangezien bij kleinere hoeveelheden geen verandering in de plantensamenstelling is waar te nemen. Uit een analyse van een groot aantal veldstudies blijkt dat bij een depositie rond de kritische depositiewaarde het verlies van soorten op kan treden bij een structurele toename van 20 mol N/ha/jaar of hoger. In sterk overbelaste situaties treedt verder soortenverlies op bij hogere toenames van 35 mol of meer. Habitats zijn dan ook gevoeliger voor een structurele toename in de depositie als de achtergronddepositie rond de kritische depositiewaarde ligt (Bobbink & Hettelingh 2011; Caporn et al., 2016).

2.5 Kritische depositiewaarden

In deze beoordeling wordt het begrip kritische depositiewaarde (hierna KDW) gehanteerd. KDW's zijn gehanteerd om af te bakenen welke habitats als stikstofgevoelig worden beschouwd in dit project. De kritische depositiewaarde voor stikstof is gedefinieerd als "de grens, waarboven het risico niet kan worden uitgesloten dat de kwaliteit van het habitattype significant wordt aangetast als gevolg van de verzurende en/of vermestende invloed van de atmosferische stikstofdepositie" (van Dobben & van Hinsberg, 2008).

De kritische depositiewaarden die in de herstelstrategieën als uitgangspunt worden genomen, zijn specifiek voor habitattypen in Nederland vastgesteld in van Dobben et al. (2012). In dat rapport zijn verschillende kennisbronnen ten aanzien van kritische depositiewaarden met elkaar gecombineerd via een vast protocol (van Dobben et al., 2012). De kritische depositiewaarden konden worden vastgesteld met een nauwkeurigheid van 70 mol N/ha/jaar (= 1 kilogram N).

Van de 51 habitattypen die in Nederland voorkomen zijn 45 gevoelig voor een overmaat van stikstof. De kritische depositiewaarden van deze habitattypen variëren van 400 tot 2.400 mol N/ha/jaar.

Wanneer de achtergronddepositie ter plekke van een habitattype hoger is dan de KDW van dat habitattype, of wanneer door toevoeging de KDW wordt overschreden, kan niet worden uitgesloten dat een verdere toename van de stikstofdepositie leidt tot (verdere) aantasting van dat habitattype. In Nederland wordt de KDW op dit moment in zeer veel stikstofgevoelige gebieden en habitattypen overschreden.

De KDW van een habitattype is geen harde grens waarboven nadelige effecten op de vegetatie met zekerheid zullen optreden: "Deze unieke waarden moeten gezien worden als de meest waarschijnlijke waarde gezien de huidige stand van kennis. Wanneer de atmosferische depositie hoger is dan de KDW van het habitat bestaat er een duidelijk risico op een significant negatief effect, waardoor het instandhoudingsdoel voor een habitat (in termen van kwaliteit en oppervlakte) niet duurzaam kan worden gerealiseerd. Hoe hoger de overschrijding van het kritische niveau en hoe langduriger die overschrijding, hoe groter het risico op ongewenste effecten op de biodiversiteit" (van Dobben et al., 2012). In de uitspraak van de ABRvS inzake het PAS is aangegeven (r.o. 14.5 ECLI:NL:RVS:2019:1603):

Anders dan de Werkgroep ziet de Afdeling in het arrest [red. van de uitspraak van het Europese Hof van Justitie inzake de prejudiciële vragen over het PAS) geen aanknopingspunt dat de kritische depositiewaarde als een absolute grenswaarde zou gelden voor het bepalen van de gunstige staat van instandhouding van stikstofgevoelige habitattypen. De mate en duur van de overschrijding van de kritische depositiewaarde zijn naar het oordeel van de Afdeling wel belangrijke indicatoren voor de beoordeling of de daling van de depositie door de PAS-bronmaatregelen en de effecten van de herstelmaatregelen in de gebieden al dan niet nodig zijn voor het behoud en het voorkomen van verslechtering van de stikstofgevoelige natuurwaarden. Zo zal voor een gebied waar sprake is van een ongunstige staat van instandhouding en een forse, nog jarenlang voortdurende overschrijding van de kritische depositiewaarde, eerder sprake zijn van maatregelen die nodig zijn voor het behoud of voorkomen van verslechtering, dan voor een gebied waar zeker is dat, bijvoorbeeld door de autonome ontwikkeling, de stikstofbelasting zodanig zal afnemen dat overschrijding binnen een afzienbare termijn de kritische depositiewaarde nadert.

In de kritische depositiewaarden is de invloed van andere bronnen (die leiden tot vermesting) dan depositie, zoals ammonificatie en denitrificatie en aanvoer via grond- en oppervlaktewater meegenomen. Ook is rekening gehouden met beheer van de habitattypen, als gevolg waarvan een aanzienlijk deel van de stikstof die opgeslagen is in het levende plantenmateriaal veelal weer uit het systeem wordt verwijderd.

2.6 Ontwikkeling van de stikstofdepositie in Nederland

De totale stikstofdepositie is in Nederland na 1950 tot aan het eind van de jaren tachtig van de vorige eeuw sterk gestegen door de groei van de intensieve veehouderij en het gebruik van fossiele brandstoffen. De landelijk gemiddelde stikstofdepositie bedroeg in 1990 ruim 2.700 mol stikstof per hectare en is sindsdien geleidelijk gedaald tot ruim 1.700 mol stikstof per hectare in 2016 (zie Figuur 2-4). De daling is de laatste jaren afgevlakt. Dit komt onder andere doordat de ammoniakuitstoot niet meer daalde. Al drie tot vier decennia is gereduceerd stikstof (N) de overheersende vorm (> 75 %) van stikstofdepositie in Nederlandse natuurterreinen (de Haan et al., 2008).

Volgens de 'Emissieramingen luchtverontreinigende stoffen Nederland - rapportage-2017' van het Planbureau voor de Leefomgeving (Smeets et al., 2017) zal de totale uitstoot en daardoor ook de depositie van stikstof in de toekomst weer verder afnemen. De daling in stikstofdepositie op lange termijn (1990-2016) is het gevolg van lagere emissies van zowel stikstofoxiden als van ammoniak (NH_3). De emissie van stikstofoxiden in Nederland daalde sinds 1990 met circa 65%. Deze daling is het resultaat van maatregelen bij het verkeer (o.a. invoering katalysator), bij de industrie en in de energiesector.

De NH_3-emissie door agrarische bronnen in Nederland is sinds 1990 met naar schatting 70% gedaald. Deze emissiedaling is het gevolg van maatregelen zoals verbeterde voersamenstelling, het gebruik van emissiearme stallen, het afdekken van mestsilo's en het direct onderwerken van mest bij de aanwending.

In de periode 2005-2016 lijkt de totale stikstofdepositie (N-totaal) gedaald, echter deze daling is niet statistisch significant. Over deze periode is de schijnbare daling van gereduceerde stikstof niet statistisch significant maar de daling van geoxideerde stikstof wel (dat zijn stikstofoxiden en opgeloste stikstofoxiden in (neerslag) water).

Door meteorologische omstandigheden kunnen van jaar tot jaar variaties in de depositie optreden in de orde van grootte van 10%. Dit kunnen dus jaarlijkse verschillen zijn in de ordegrootte van 70 tot 400 mol N/ha/jaar.

Figuur 2-4 Ontwikkeling van stikstofdepositie in Nederland (CLO & RIVM, 2022)

3 Methode ecologische beoordeling

3.1 Inleiding

3.1.1 Aanpak

De rekenresultaten uit Aerius wijzen uit dat sprake is van depositie op een aantal stikstof gevoelige Nederlandse Natura 2000-gebieden. Aangezien voor een groot aantal Natura 2000-gebieden geldt dat een belangrijk deel van de habitattypen waarvoor deze gebieden zijn aangewezen sprake is van een overbelasting ten gevolge van de achtergronddepositie, kunnen negatieve effecten niet op voorhand uitgesloten worden.

In deze ecologische beoordeling wordt geanalyseerd of deze depositie van stikstof door de aanleg van het Net op zee Nederwiek 1 tot significant negatieve effecten kan leiden voor de instandhoudingsdoelstellingen en de natuurlijke kenmerken van de betreffende Natura 2000-gebieden.

Hierbij wordt de volgende aanpak gehanteerd:
- De beschrijving wordt beperkt tot habitattypen waarvoor instandhoudingsdoelstellingen (IHD)[4] zijn vastgesteld.
- Indien een significant negatief effect op het behalen van IHD's voor habitattypen in een Natura 2000-gebied met zekerheid kan worden uitgesloten, dan zal de emissie ook geen effect hebben op het behalen van IHD's van soorten waarvoor het betreffende Natura 2000-gebied is aangewezen.
- Indien een significant negatief effect op het behalen van IHD's voor habitattypen in een Natura 2000-gebied niet met zekerheid kan worden uitgesloten, dan zullen eventuele effecten ook voor de soorten waarvoor het betreffende Natura 2000-gebied is aangewezen, beoordeeld moeten worden.

Uitzondering op de regel dat effecten op soorten zijn uit te sluiten wanneer effecten op habitattypen niet optreden is het mogelijke effect van stikstofdepositie op de nauwe korfslak. Deze soort kan een effect ondervinden van de maatregelen die getroffen worden om stikstofdepositie tegen te gaan. Deze soort wordt zodoende apart behandeld in paragraaf 5.1.3.13.

3.1.2 Instandhoudingsdoelen en KDW

Het vertrekpunt voor de beoordeling is de huidige staat van habitattypen waarvoor geldt dat in veel gevallen sprake is van een stikstofdepositie die autonoom (dus zonder het project) hoger ligt dan het niveau van de kritische depositiewaarde (KDW) voor de betreffende habitattypen. Voor veel van deze habitattypen geldt daarbij dat de gewenste omvang en kwaliteit van het habitattype in de huidige situatie niet voldoen aan het gestelde instandhoudingsdoel[5].

Het effect van de tijdelijke depositie op de instandhoudingsdoelstellingen wordt bepaald door te beoordelen welk negatief effect de tijdelijke toevoeging van depositie heeft. Er is reeds gedurende lange tijd (circa vier decennia) sprake van een hoge stikstofemissie in Nederland. Het effect van het project moet worden beoordeeld in het licht van de toevoeging die zij doet. Daarbij staat de vraag centraal of de tijdelijke depositie:
- Een direct effect kan hebben waardoor het instandhoudingsdoel niet meer kan worden behaald en/of;
- Ertoe leidt dat het instandhoudingsdoel niet binnen redelijke termijn behaald kan worden.

Op zichzelf geldt geen termijn voor het behalen van een gesteld instandhoudingsdoel op grond van de Habitat- of Vogelrichtlijn. Sinds de jaren '80 is sprake van zeer hoge stikstofemissies en -deposities. Deze deposities zijn indertijd ook als knelpunt voor de natuur geïdentificeerd en er zijn beleidsdoelstellingen gesteld en maatregelen getroffen[6]. De vraag is relevant wat bij het beoordelen van de haalbaarheid van instandhoudingsdoelstellingen een redelijke termijn is. Gezien de decennia met zeer hoge tot hoge belasting is duidelijk dat stikstof niet tot directe negatieve effecten leidt maar tot abiotische condities die ontwikkeling of kwaliteit belemmeren en/of beïnvloeden van het habitattype of leiden tot concurrerende begroeiing. Door verschillen van 10-tallen mollen of meer tussen achtergronddeposities en kritische

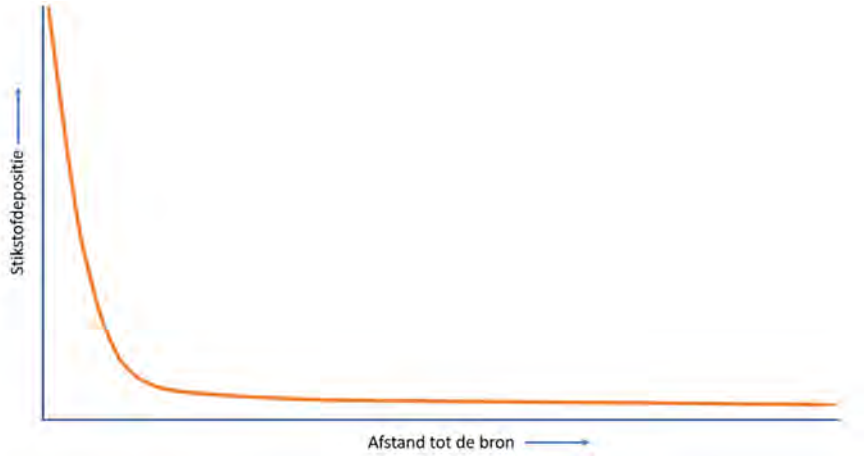
---

[4] Hierna worden habitattypen waarvoor instandhoudingsdoelstellingen in het kader van een Natura 2000-gebied zijn gesteld, aangeduid met 'habitattypen'.
[5] Compendium voor de Leefomgeving. In de periode 2013-2018 was 12% van de habitattypen in een gunstige staat van instandhouding (https://www.clo.nl/indicatoren/nl1617-duiding-provinciale-indicatoren?ond=20893)
[6] Zure regen. Een analyse van dertig jaar verzuringsproblematiek in Nederland. (Velders et al, PBL, 2010).

depositiewaardes en de bijdrage van bronnen in de achtergrond waarop nationaal zeer beperkt invloed is (als gevolg van emissies uit het buitenland, zeescheepvaart, Europese emissie-eisen voertuigen), is het niet realistisch uit te gaan van een korte termijn voor het behalen van instandhoudingsdoelstellingen. Realistisch gezien kan niet anders worden aangenomen dan dat herstel een langere termijn behoeft van minimaal een decennium. Uiteraard geldt dit in combinatie met reguliere en periodieke beheermaatregelen die onderdeel zijn van de beheerplannen.

3.2 Algemene reikwijdte projectdepositie

Over het algemeen kan worden gesteld dat de hoogste depositie van stikstof optreedt op kortere afstand van de emissiebronnen. Verder van de bron wordt de depositie steeds lager totdat er uiteindelijk geen sprake meer is van depositie als gevolg van de emissie. Dit is schematisch weergegeven in Figuur 3-1. Hierin is ook te zien dat de depositieafname op een bepaalde afstand als het ware afvlakt: terwijl de afstand tot de bron steeds groter wordt, neemt de depositie niet meer substantieel af.



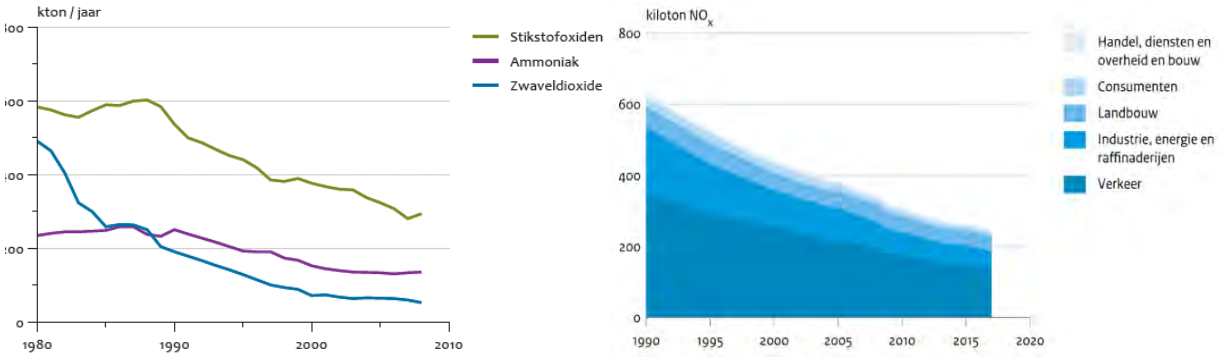
Figuur 3-1 Schematische weergave van een curve waarin de stikstofdepositie is afgezet tegen de afstand tot de bron.

De uitkomst van de in Aerius gemaakte berekening is opgenomen in de bijlage. Uit de Aerius-berekening blijkt dat als gevolg van de aanlegwerkzaamheden depositie wordt berekend over stikstof gevoelige Natura 2000-gebieden in Nederland. De hoogste berekende stikstofdepositie betreft 0,64 mol N/ha en treedt op binnen Natura 2000-gebied Kop van Schouwen. Dit is het Natura 2000-gebied dat op de kortste afstand van het kabeltracé ligt. Zoals eerder toegelicht neemt de depositie van stikstof vervolgens af naarmate de afstand tot de bron toeneemt.

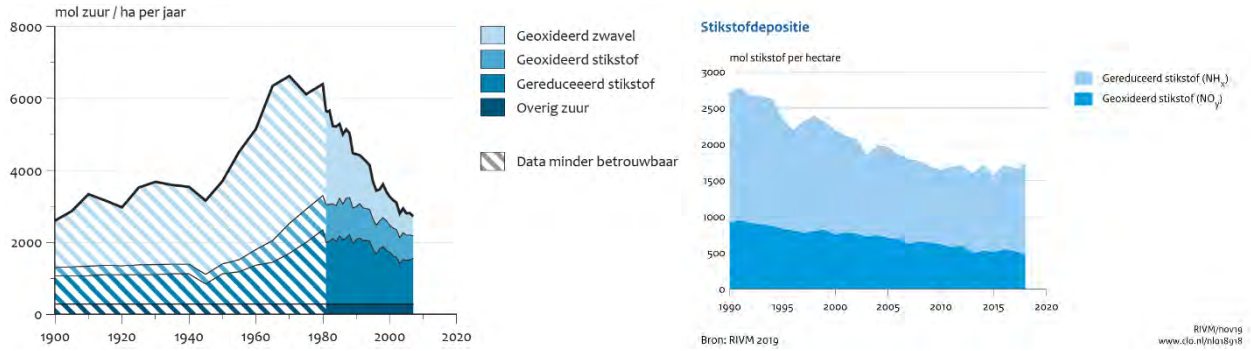
3.3 Relatieve bijdrage project

3.3.1 Landelijk beeld

De stikstofemissies naar de lucht en de deposities ten gevolge daarvan zijn historisch gezien reeds enkele decennia hoog. Zoals in paragraaf 2.3 van deze ecologische beoordeling is beschreven, zijn emissies naar de lucht vanuit verschillende beleidsterreinen een aandachtspunt. Beleid ten aanzien van de reductie is in de jaren ’80 in eerste instantie intensief opgepakt in het kader van het tegengaan van zure regen, waarin ook stikstofoxiden een rol spelen. Dit probleem is afdoende aangepakt, met name door de reductie van emissies van zwaveldioxide. De impact van stikstofoxiden is op dit moment, vanuit ecologisch perspectief, nog steeds relevant aangezien dit tot negatieve effecten leidt. De volgende figuren laten zien dat emissies van stikstof sinds de jaren ‘80 zeer hoog zijn geweest, maar sinds 1990 een dalende trend vertonen, zij het dat de trend van de daling afneemt. Dit is terug te zien in de deposities die, evenals de emissies, grofweg zijn gehalveerd tussen 1990 en 2010.



Figuur 3-2 Ontwikkeling stikstofemissies sinds 1980. (Buijsman e.a. 2010)



Figuur 3-3 Ontwikkeling depositie mol N/ha/jaar sinds 1980[7] (Buijsman e.a. 2010; CLO en RIVM 2019)

De daling van emissies en deposities is het gevolg van maatregelen die getroffen zijn op verschillende terreinen. Dit betreft bijvoorbeeld emissie-eisen aan voertuigen en verbrandingsinstallaties en eisen aan de landbouw. Uit de afvlakking van deze emissies volgt dat bij strengere emissie-eisen een verdere reductie steeds moeilijker bereikt wordt aangezien dit veelal gepaard gaat met significant hogere kosten.

In dat kader is te zien dat, mede vanuit de beleidsvelden ten aanzien van andere emissies (broeikasgassen), beleid gericht is op de introductie van meer hernieuwbare energie om inzet van fossiele brandstoffen te vermijden in plaats van te verschonen. Hiervoor wordt overgegaan op elektrificatie van de industrie, de gebouwde omgeving en de mobiliteitssector, terwijl parallel de elektriciteit door middel van hernieuwbare bronnen wordt opgewekt. Elektrificatie is een sector-overstijgende hoofdlijn in het in juni 2019 afgesloten Klimaatakkoord ter uitvoering van de nationale klimaatdoelstellingen. Vaststaat dat de productie van dit verbruik in 2050 nagenoeg vrij is van emissies, behoudens elektriciteit opgewekt uit biomassaverbranding, aangezien bij wet is vastgelegd dat in 2050 de elektriciteitsproductie volledig CO_2-neutraal is (art. 2 lid 2 Klimaatwet).

De door de windparken op zee opgewekte elektriciteit vervangt energie opgewekt uit fossiele bronnen en voorkomt de stikstofemissies die daarbij vrijkomen. Het project Net op zee Nederwiek 1 levert een belangrijke bijdrage aan de verduurzaming van de Nederlandse energievoorziening en is voorwaardelijk voor (duurzame) elektrificatie. Het project levert daarmee een belangrijke bijdrage én is voorwaarde scheppend voor het verder reduceren van de stikstofdeposities in Nederland.

3.3.2 Stikstofemissies en -deposities van het project

Er treden emissies op naar de lucht tijdens de aanleg van het project door de inzet van voer-, vaar- en werktuigen. De aanlegwerkzaamheden vinden plaats op land en op zee. Er wordt een platform op zee gerealiseerd, een kabeltracé op zee, een kabeltracé op land en een converterstation op land. Bij de aanleg zijn er diverse emissiebronnen te onderscheiden. In de bijlage van deze EBS is een overzicht gegeven van de emissiebronnen van de aanlegfase van het project.

[7] De PBL-rapportage (Velders et al, 2010) geeft aan dat de betrouwbaarheid van de data inzake stikstofdeposities onvoldoende wordt geacht voor de periode voor 1980.

De emissies betreffen een conservatieve inschatting, om een zo reëel mogelijke effectbepaling te kunnen uitvoeren. In de werkelijkheid zijn de emissies, en daarom ook de deposities ten gevolge daarvan, lager. Emissies van stikstof zijn niet te vermijden gedurende de aanlegfase omdat de werktuigen en transportmiddelen die de grootste bijdrage leveren aan de stikstofemissie (kabellegschepen, baggerschepen, jack ups) niet emissieloos beschikbaar zijn. Het is niet ondenkbaar dat op (relatief lange) termijn emissies bij werkzaamheden aan soortgelijke projecten kunnen worden uitgesloten. Een alternatieve uitvoering van het project die vrij is van emissie is niet mogelijk met de huidige stand van de techniek. TenneT is zich sterk bewust van de mogelijkheden om emissies te beperken in de uitvoering door de selectie van materieel of werkmethoden die de inzet in tijd en daarmee emissie van werktuigen en transportmiddelen beperken. De aanscherping van emissie-eisen in de tijd vanuit IMO en de Europese Unie leveren hier een belangrijke bijdrage aan, echter dat gaat (zeer) langzaam aangezien dit doorwerkt via de vervanging van voer-, vaar- en werktuigen terwijl de levensduur van bijvoorbeeld schepen zeer lang is. In het onderhavige project Net op zee Nederwiek 1 wil TenneT daarom het beperken van emissies stimuleren ten opzichte van ‘business as usual’. Dit doet zij door:

- In de uitgangspunten is door TenneT al het uitgangspunt genomen dat op baggerschepen, die een groot aandeel in de emissie hebben, een grote reductie wordt toegepast. Dit is ook de minimale eis die TenneT stelt aan de markt;
- Voor de overige werkzaamheden wil TenneT de aannemers stimuleren extra maatregelen te nemen door dit te belonen met een hoge fictieve korting op de inschrijfprijs.
- De aannemer te informeren over de mogelijkheden voor stikstofreductie. In werksessies in de tenderfase wordt inzicht geboden in mogelijkheden, zoals selectie van materieel, gedragsregels tijdens de bouw (stationair draaien), elektrificatie mogelijkheden of ombouw van apparatuur (bijvoorbeeld inbouw SCR).

De projecten van TenneT vinden plaats binnen het kader van openbare aanbestedingstrajecten waardoor voor een lopend project informatie concurrentiegevoelig is of niet dwingend mag worden voorgeschreven.

TenneT zal echter de meerkosten accepteren van reductieopties die redelijk, zinvol en (maatschappelijk) te verantwoorden zijn, waardoor emissies met zekerheid lager zullen zijn dan in een business as usual-scenario.

3.3.3 Stikstofreductie door uitrol windenergie

De emissies ten gevolge van het project leiden tot tijdelijke en geringe deposities van stikstof. De aanleg van het Net op zee Nederwiek 1 maakt onderdeel uit van de totale uitrol van windenergie op zee: aanleg van windparken, inclusief de aansluiting via de netten op zee op het landelijke hoogspanningsnet. Door vervanging van fossiele energieopwekking levert de realisatie van het Net op zee Nederwiek 1 een significante bijdrage aan de verdere afname van de stikstofemissies en -deposities in Nederland ter plaatse van habitattypen in Natura 2000-gebieden.

3.4 Wijze van beoordelen

3.4.1 Hoogte van de depositie

Uit de Aerius-berekening komt naar voren dat er een tijdelijke en beperkte depositie ten gevolge van het project optreedt in een groot aantal Natura 2000-gebieden en binnen deze gebieden op een groot aantal habitattypen. Deze depositie is tijdelijk van aard aangezien die voortkomen uit de aanlegwerkzaamheden binnen een periode van drie jaar.

Uit de berekening volgt als hoogste depositie 0,64 mol N/ha, dit treedt op binnen Natura 2000-gebied Kop van Schouwen[8]. Verder liggen de opvolgende hoogste waarden ook op habitattypen in Natura 2000-gebied Kop van Schouwen. Een tijdelijke stikstofdepositie treedt ook op binnen een groot aantal andere Natura 2000-gebieden, maar hier is de tijdelijke depositie (ruim) lager dan 0,64 mol N/ha. In de bijlage zijn de resultaten van de Aerius-berekening voor de aanlegfase opgenomen.

De Aerius-output geeft alleen de deposities weer van stikstofgevoelige habitattypen. Habitattypen die niet stikstofgevoelig zijn ondervinden geen negatieve effecten ten gevolge van de stikstofdepositie en een beoordeling is niet nodig. De samenvattende tabel van de Aerius-berekening geeft alleen het projecteffect weer en houdt geen rekening met een eventuele overschrijding van de kritische depositiewaardes (KDW). Voornoemde gegevens zijn wel beschikbaar in de Aerius-calculator en de achterliggende database. In de beoordeling is uitgegaan van de daadwerkelijke database en niet van de samenvattende PDF. Dit heeft geen effect op de beoordeling.

3.4.2 Beoordelen effecten stikstofdepositie

De ecologische effecten van depositie, ook van tijdelijke en beperkte deposities, zijn beoordeeld voor alle habitattypen in alle Natura 2000-gebieden die gevoelig zijn voor stikstof en waar sprake is van een toename van stikstofdepositie als gevolg van het project. Daarmee is de beoordeling geldig voor alle gebieden die een stikstofbelasting ontvangen.

De beoordeling vindt plaats op basis van het bepalen en toepassen van de potentiële effectrelaties van stikstofdepositie en ecosystemen. Deze effectrelaties zijn geldig voor alle habitattypen. De effecten van de depositietoenames op de betrokken Natura 2000-gebieden is als volgt beoordeeld:

1. Gebiedsspecifieke habitattypen beoordeling Kop van Schouwen (zie hoofdstuk 5)
2. Algemene effectbeoordeling gevolgen van een tijdelijke depositie (zie hoofdstuk 6)

Gebiedsspecifieke habitattypen beoordeling en aanvullende selectie habitattypen
Voor het Natura 2000-gebied dat de hoogste stikstofdepositie ontvangt, is een gebiedsspecifieke effectbeoordeling uitgevoerd. Deze specifieke beoordeling is bedoeld om ook vanuit een inhoudelijke toetsing (een concreet Natura 2000-gebied en habitattype) het effect van de stikstofdepositie te beoordelen. Het geeft daarmee een concreet inzicht in wat de betekenis is van een tijdelijke, lage stikstofdepositie in het ecosysteem van habitattypen (al dan niet in een overbelaste situatie). De effectbeoordeling gaat in op de effecten op de habitattypen van het Natura 2000-gebied met de hoogste stikstofdepositie als gevolge van het project, in dit geval de Kop van Schouwen.

Algemene beoordeling
De algemene beoordeling betreft de analyse van de mogelijke effecten van zeer kleine en tijdelijke toenames van stikstofdepositie in ecosystemen en daarmee op habitattypen in Natura 2000-gebieden. Hierin wordt onderbouwd dat een eenmalige, kleine depositie in algemene zin niet kan leiden tot zichtbare veranderingen in habitattypen en dat daarmee de natuurlijke kenmerken van betrokken Natura 2000-gebieden niet worden aangetast. De beoordeling voor Net op zee Nederwiek 1 is geldig voor alle habitattypen waar sprake is van een tijdelijke, kleine stikstofdepositie.

De beoordelingsaspecten, uitgewerkt in hoofdstuk 6, zijn gebaseerd op de uitgangssituatie dat de KDW is overschreden en het habitattype een ongunstige staat van instandhouding kent. Omdat niet alle KDW's worden

[8] De Aerius-berekening resulteert in een depositie van 0,67 mol N/ha binnen 1 hexagoon binnen Natura 2000-gebied Mantelingen van Walcheren, dat is 0,03 mol N/ha hoger dan in Kop van Schouwen. Dit betreft echter een uitbijter. De habitattypen binnen Kop van Schouwen ontvangen over de gehele lijn hogere projectdeposities. Daarom is gekozen om Kop van Schouwen als 'worst-case' gebied met de hoogste projectdepositie te behandelen.

overschreden en niet alle habitattypes een ongunstige staat van instandhouding kennen, is dit een worstcase uitgangspunt. Andere omgevingsaspecten die een negatieve invloed hebben op een habitattype op een specifieke locatie kunnen een groter effect hebben, waardoor een eventueel effect van stikstof minder of niet relevant is.

3.4.3 Habitattypen versus leefgebieden en habitatrichtlijnsoorten

In Aerius wordt naast de habitattypen ook onderscheid gemaakt in zoekgebieden van habitattypen en leefgebieden van habitatrichtlijnsoorten. Zoekgebieden zijn die gebiedsdelen waar men verwacht of beoogt habitattypen te kunnen ontwikkelen. Deze worden niet apart beoordeeld, maar worden als gelijk aan het daadwerkelijke habitattype beschouwd. Leefgebieden zijn opgesteld en vastgesteld door Sovon in 2016 (Sierdsema et al., 2016) en fungeren als hulpmiddel voor uit te voeren beheer en vergunningverlening. Daarnaast zijn de leefgebieden opgesteld voor de PAS om leefgebied van stikstofgevoelige soorten in kaart te brengen. Voor de leefgebieden zelf zijn geen instandhoudingsdoelen opgesteld per Natura 2000-gebied.

Een verslechtering van het leefgebied is in deze ecologische beoordeling gelijkgeschakeld met de beoordeling van de habitattypen waar deze leefgebieden door gevormd worden en zijn daarmee niet apart beoordeeld. Het effect op een habitattype is gelijk aan een effect op een leefgebied. De drempel van een merkbaar negatief effect ten gevolge van stikstof is voor soorten tevens een stuk hoger dan voor een habitattype. Bijvoorbeeld de verandering in samenstelling van vegetatie door een verhoogde voedselrijkdom hoeft voor een vogel niet te betekenen dat de kwaliteit van het leefgebied is afgenomen. Voor de kwaliteit van de habitat is echter de samenstelling van de vegetatie wel een belangrijke maatstaf.

Het effect van stikstofdepositie op leefgebieden heeft hierdoor minder directe impact dan het effect op habitattypen. Leefgebieden worden daarom niet apart beoordeeld, maar worden als gelijk aan het daadwerkelijke habitattype beschouwd. Dit houdt ook in dat wanneer effecten zijn uitgesloten op habitattypen, ook geen sprake kan zijn van doorwerkende negatieve effecten op habitat- en/of vogelrichtlijnsoorten die gebruik maken van die stikstofgevoelige habitattypen als leefgebied. Habitatrichtlijnsoorten worden daarom ook niet apart behandeld.

Uitzondering op de regel is de nauwe korfslak. Dit omdat, naast een mogelijk effect van successie en verruiging, de korfslak ook een effect kan ondervinden van maatregelen die worden getroffen om effecten van depositie tegen te gaan. Deze kunnen gerekend worden tot indirecte effecten van stikstofdepositie en worden om deze reden los behandeld. Zie hiervoor verder paragraaf 4.1.3.11.

4 Effectbeoordeling habitattypen

4.1 Gebiedsspecifieke effectbeoordeling Natura 2000-gebied Kop van Schouwen

4.1.1 Wijze van beoordeling

In dit hoofdstuk is een nadere uitwerking gemaakt van de effecten van de depositietoename op het Natura 2000-gebied Kop van Schouwen waar de depositietoename het hoogst is[9]. In deze beoordeling is per habitattype een analyse gemaakt van het voorkomen en de kwaliteit van het habitattype zoals beoordeeld in beheerplannen en gebiedsanalyses. Dit is de situatie in het gebied zoals die was voordat eventuele aanvullende instandhoudingsmaatregelen waren genomen. Ook is beschreven wat de huidige situatie is ten aanzien van stikstofdepositie en of, en zo ja in welke, mate nog sprake is van overschrijding van de KDW. Daarnaast zijn andere knelpunten voor het realiseren van de instandhoudingsdoelen beschreven.

In de beoordeling van het effect van de toename van de stikstofdepositie door de aanleg van het Net op zee Nederwiek 1 is uitgegaan van het reguliere beheer dat in de gebieden plaatsvindt. Dit beheer wordt al vele jaren tot decennia in natuurgebieden uitgevoerd door professionele instanties in opdracht van de overheid. De resultaten van het reguliere terreinbeheer, ten aanzien van de aard en kwaliteit van de aanwezige natuurwaarden is evident en staat wetenschappelijk niet ter discussie.

De maatregelen die in het kader van het PAS zijn geformuleerd in de gebiedsanalyses en zijn opgenomen in de Natura 2000-gebiedbeheerplannen worden onverkort doorgezet, ondanks het wegvallen van het PAS als instrument voor vergunningverlening. Rijk en provincies, als verantwoordelijke overheden voor Natura 2000, zien de realisatie van deze maatregelen als een belangrijke pijler voor het oplossen van de stikstofcrisis. In aanvulling op de al eerder gereserveerde middelen voor de uitvoering van de PAS-maatregelen (€ 500 miljoen), zijn aanzienlijke extra budgetten gereserveerd voor verdere versterking van de Natura 2000-gebieden (€ 300 miljoen per jaar gedurende 10 jaar).

Veel van de aanvullende maatregelen zijn nog niet of recent getroffen, waarbij het resultaat nog niet gemonitord of gedocumenteerd is. Bovendien zal een deel van de maatregelen pas op enige termijn tot meetbaar resultaat leiden, vanwege de ontwikkelingstijd van de betrokken ecosystemen. In deze effectbeoordeling zijn alleen de aanvullende instandhoudingsmaatregelen in beschouwing genomen die tot en met 2019 zijn uitgevoerd. Maatregelen die hierna nog niet zijn uitgevoerd, zijn niet in de effectbeoordeling betrokken, omdat het effect van de maatregel of de uitvoering nog niet vaststaat (hoewel het zeer aannemelijk is dat deze maatregelen uitgevoerd worden gezien het omvangrijke beschikbaar gestelde budget, en het belang van de maatregelen als bijdrage aan de oplossing van de stikstofcrisis). Daar waar resultaten van maatregelen niet bekend zijn, is aangesloten op de wetenschappelijke beoordeling van de effectiviteit van beheermaatregelen ten aanzien van het voorkomen of beperken van effecten van stikstof. Deze wetenschappelijke inzichten zijn opgenomen in de PAS-herstelstrategieën, die voor alle habitattypen zijn opgesteld.

Maatregelen die zich richten op systeemherstel, zoals herstel van verstuivingsdynamiek in duinen, leiden tot een directe verbetering in de robuustheid van de betrokken systemen, ook ten aanzien van de effecten van nog optredende te hoge stikstofdeposities. Vormen van regulier beheer als begrazing, maaien, periodiek plaggen en chopperen en opslag verwijderen, leiden tot een permanente verwijdering van stikstof uit het systeem en hebben daarmee ook onmiddellijk resultaat ten aanzien van het voorkomen van effecten van te hoge stikstofdeposities.

Bij de ecologische beoordeling van de effecten is gebruik gemaakt van de volgende bronnen:
- PAS-gebiedsanalyse van het Natura 2000-gebied Kop van Schouwen;
- Profieldocumenten van de betrokken habitattypen;
- Herstelstrategieën PAS voor de betrokken habitattypen;
- Actuele gegevens over uitvoering van generiek beheer en aanvullende instandhoudingsmaatregelen, verzameld in opdracht van TenneT;

[9] De Aerius-berekening resulteert in een depositie van 0,67 mol N/ha binnen 1 hexagoon binnen Natura 2000-gebied Mantelingen van Walcheren, dat is 0,03 mol N/ha hoger dan in Kop van Schouwen. Dit betreft echter een uitbijter. De habitattypen binnen Kop van Schouwen ontvangen over de gehele lijn hogere projectdeposities. Daarom is gekozen om Kop van Schouwen als ‘worst-case’ gebied met de hoogste projectdepositie te behandelen.

- Natuurkennis.nl.

4.1.2 Korte gebiedskarakteristiek

Kop van Schouwen is een duingebied op het westelijke uiteinde van Schouwen-Duiveland. Het omvat een aantal deelgebieden die op verschillende wijze zijn ontstaan en daardoor zijn kalkrijke jonge duinen, kalkarme oude duinen, klifduinen en stuifduinen aanwezig, met een brede variatie aan duinhabitattypen. Het gebied is circa 2.240 ha groot. In onderstaand figuur is het gebied weergegeven op de kaart.

Figuur 4-1 Begrenzing van Natura 2000-gebied Kop van Schouwen

Aan de zeezijde van het gebied zijn de duinen sterk geaccidenteerd, met natuurlijke begroeiing, verstuivingsprocessen en natte valleien; de open binnenduinen zijn licht golvend. Daardoor komt een brede variatie aan duinhabitattypen voor. In de aangroeiende noordwestpunt (Verklikkerduinen) zijn jonge duinvalleien aanwezig. De iets zuidelijker gelegen Meeuwenduinen vormen een naar verhouding grootschalig actief stuivend duin waarin in de laatste 50 jaar geen maatregelen zijn getroffen voor vastlegging van het duin. Er komen evenwel geen duinvalleien in voor. In de Zeepe duinen ten oosten daarvan zijn in het kader van natuurontwikkeling valleien opnieuw uitgegraven en zijn nieuwe uitblazingsvalleien ontstaan. In het zuidwesten van het gebied worden jonge duinen met struweel en bos aangetroffen. In de oostelijke binnenduinen liggen ontkalkte vroongronden met soortenrijke graslanden, afgewisseld met de zogenaamde elzenmeten, duinheide en landgoedbossen. Tussen Burgh-Haamstede en Renesse zijn de meeste natte duinvalleivegetaties te vinden.

In het gebied is er naast depositie van stikstof sprake van verschillende knelpunten, waaronder een beperkte natuurlijke dynamiek:
- Ontbreken van grootschalige verstuiving;
- Ontbreken natuurlijke dynamiek;
- Toenemende verruiging en struweelvorming;

- Verdroging;
- Er is sprake van overbelasting door stikstofdepositie op de habitattypen H2130A Grijze duinen (kalkrijk), H2130B Grijze duinen (kalkarm), H2130C Grijze duinen (heischraal), H2150 Duinheide met struikheide, H2180A Duinbossen (droog, subtype Berken-Eikenbos), H2180C Duinbossen (binnenduinrand), H2190A Vochtige duinvalleien (open water), H2190C Vochtige duinvalleien (ontkalkt) en H6410 Blauwgraslanden;
- Voor de habitattypen H2110 Embryonale duinen, H2120 Witte duinen, H2160 Duindoornstruwelen, H2170 Kruipwilgstruwelen, H2180B Duinbossen (vochtig) en H2190B Vochtige duinvalleien (kalkrijk) is nauwelijks sprake van overbelasting en daarmee geen sprake van knelpunten door stikstofdepositie.

In de volgende paragraaf is per habitattype uitgewerkt wat de instandhoudingsdoelen zijn, of deze doelen gehaald worden en zo niet, waarom de doelen niet gehaald worden (welke knelpunten er zijn). Hieruit kan opgemaakt worden of de stikstofdepositie op dit moment een sturende factor is en zo ja, of aanvullende maatregelen nodig zijn. Op basis hiervan kan vervolgens ook bepaald worden wat de effecten zijn van de tijdelijke kleine toename van stikstof als gevolg van het project. Omdat nog geen beheerplan beschikbaar is voor het Natura 2000-gebied, is de informatie afkomstig uit:

- Provincie Zeeland, 2017. Gebiedsanalyse Kop van Schouwen. Document PAS-analyse Herstelmaatregelen voor Kop van Schouwen. D.d. 15-12-2017.
- Ministerie van Economische Zaken (EZ), 2013. Aanwijzingsbesluit Kop van Schouwen. Programmadirectie Natura 2000 | PDN/2013-116 | 116 Kop van Schouwen.
- Profieldocumenten van de betreffende beschermde natuurwaarden

4.1.3 Stikstofdepositie in Natura 2000-gebied Kop van Schouwen

In Tabel 5-1 is aangegeven voor welke habitattypen in het Natura 2000-gebied de kritische depositiewaarden in de huidige situatie (dus zonder dat hierbij het projecteffect is meegenomen) worden overschreden en wat het aandeel in oppervlakte is waarop deze overschrijding plaatsvindt. Deze gegevens zijn gebaseerd op de relevante habitattypenkartering en achtergronddepositiegegevens van het jaar 2020, beiden versie 17-02-2023.

In de tabel zijn een aantal habitattypen groen gemarkeerd. Dit zijn habitattypen waar binnen 0,00% van het gekarteerde oppervlak sprake is van (naderende) overbelasting. Voor deze habitattypen geldt dat de achtergronddepositie over het gehele gekarteerde areaal meer dan 70 mol/ha/jr onder de KDW ligt. In dat geval is een effect van een kleine tijdelijke toename van de depositie op de kwaliteit van het habitattype op voorhand uitgesloten. De groen gemarkeerde habitattypen worden daarom niet verder behandeld.

Tabel 4-1 Habitattypen en het bijbehorende gekarteerde oppervlak (in ha) aangewezen in Natura 2000-gebied Kop van Schouwen. Het aandeel waar wel en geen sprake is van een (naderende) overbelaste situatie is weergegeven, zowel in oppervlak als percentage van het totaal oppervlak. Groen gemarkeerde rijen indiceren habitattypen waarvoor geen sprake is van (naderende) overbelasting. Getallen op basis van de achtergronddepositie habitattypekartering versie 17-02-2023.

Habitattype		Relevant gekarteerd oppervlak (ha)	Niet (naderend) overbelast (ha)	(%)	Wel (naderend) overbelast (ha)	(%)
H1330A	Schorren en zilte graslanden (buitendijks)	2,28	2,28	*100,00%*	0,00	*0,00%*
H2110	Embryonale duinen	3,59	3,49	*97,09%*	0,10	*2,91%*
H2120	Witte duinen	46,21	45,20	*97,81%*	1,01	*2,19%*
H2130A	Grijze duinen (kalkrijk)	68,53	55,02	*80,29%*	13,50	*19,71%*
H2130B	Grijze duinen (kalkarm)	447,89	0,00	*0,00%*	447,89	*100,00%*
H2130C	Grijze duinen (heischraal)	41,82	0,00	*0,00%*	41,82	*100,00%*
H2150	Duinheiden met struikhei	9,99	5,21	*52,17%*	4,78	*47,83%*
H2160	Duindoornstruwelen	377,53	377,53	*100,00%*	0,00	*0,00%*
H2170	Kruipwilgstruwelen	20,43	20,43	*100,00%*	0,00	*0,00%*
H2180A	Duinbossen (droog)	73,27	12,81	*17,49%*	60,46	*82,51%*

Habitattype		Relevant gekarteerd oppervlak (ha)	Niet (naderend) overbelast (ha)	(%)	Wel (naderend) overbelast (ha)	(%)
H2180B	Duinbossen (vochtig)	35,17	35,17	*100,00%*	0,00	*0,00%*
H2180C	Duinbossen (binnenduinrand)	98,01	97,95	*99,93%*	0,07	*0,07%*
H2190A	Vochtige duinvalleien (open water)	13,66	7,89	*57,74%*	5,77	*42,26%*
H2190B	Vochtige duinvalleien (kalkrijk)	0,91	0,91	*100,00%*	0,00	*0,00%*
H2190C	Vochtige duinvalleien (ontkalkt)	7,15	6,34	*88,75%*	0,80	*11,25%*
Lg12	Zoom, mantel en droog struweel van de duinen	5,08	5,08	*100,00%*	0,00	*0,00%*

De achtergronddepositie in het Natura 2000-gebied Kop van Schouwen varieert globaal tussen 600 en 2.100 mol N/ha/jaar. De tijdelijke toename van de stikstofdepositie van maximaal 0,64 mol N/ha over een periode van enkele jaren. Het bedraagt daarmee tussen de 0,03 en 0,11% van de hoeveelheid stikstof die vanuit andere bronnen in het gebied terecht komt tijdens de aanlegfase van het project. Ook ten opzichte van de kritische depositiewaarde van de betrokken habitattypen is de toename van de stikstofdepositie zeer klein. Deze varieert van 0,03 en 0,09% van de KDW's.

Als gevolg van de aanleg van het Net op zee Nederwiek 1 vindt in dit Natura 2000-gebied een tijdelijke verhoging van de stikstofdepositie van maximaal 0,64 mol N/ha plaats op de volgende habitattypen waarvoor sprake is van (naderende) overbelasting binnen in ieder geval één hexagoon:

- H2110 Embryonale duinen
- H2120 Witte duinen
- H2130A Grijze duinen (kalkrijk)
- H2130B Grijze duinen (kalkarm)
- H2130C Grijze duinen (heischraal)
- H2150 Duinheiden met struikhei
- H2180A Duinbossen (droog), berken-eikenbos
- H2180C Duinbossen (binnenduinrand)
- H2190A Vochtige duinvalleien (open water)
- H2190C Vochtige duinvalleien (ontkalkt)

De depositie op deze habitattypen wordt in de volgende paragrafen op de kaart inzichtelijk gemaakt en de mogelijke effecten worden besproken.

4.1.3.1 H2110 Embryonale duinen

Beschrijving habitattype
Het habitattype betreft soortenarme pionierduintjes met begroeiingen van vooral Biestarwegras welke kunnen variëren in dichtheid. Embryonale duinen komen met name voor op het strand aan de voet van de zeereep, maar ook wel langs de randen van slufters, 'wash-overs' (laagten waar incidenteel zeewater overheen spoelt) en op achterduinse strandvlakten. Dit is de overgangszone van zout naar zoet milieu: overstroming met zeewater vindt incidenteel tot regelmatig plaats, maar niet zo vaak dat de duintjes volledig wegspoelen. Door de hoge dynamiek kunnen de begroeiingen een fluctuerende oppervlakte en deels wisselende locatie innemen. Waar de Embryonale duinen voorkomen in afwisseling met kaal zand en/of vloedmerkbegroeiingen (met bijvoorbeeld Strandmelde en Zeeraket), wordt daarom het gehele mozaïek tot het habitattype gerekend. Embryonale duinen komen vaak in combinatie met habitattype H2120 (Witte duinen) voor, die de Embryonale duinen in de tijd opvolgen zodra er zodanig veel zand is ingevangen dat er helmvegetaties gaan ontstaan.

Landelijke staat van instandhouding
Gunstig.

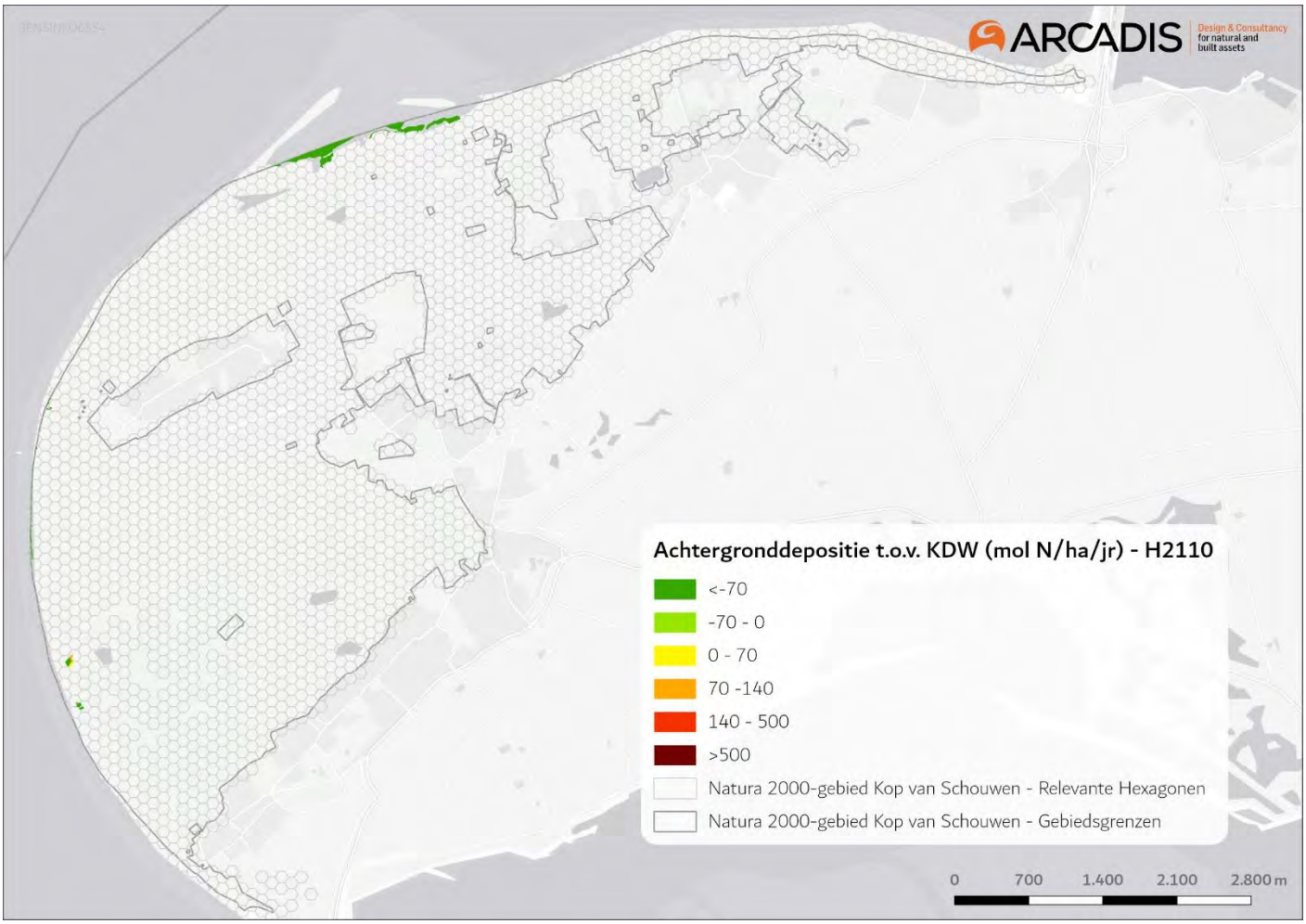
Instandhoudingsdoel
Behoud van oppervlak en kwaliteit.

Referentiesituatie

Huidige situatie stikstofdepositie

Het habitattype is gevoelig voor stikstofdepositie. De kritische depositiewaarde is vastgesteld op 1.429 mol N/ha/jaar.

Uit Tabel 5-1 blijkt dat sprake is van (naderende) overbelasting binnen 2,91% van het gekarteerde oppervlak van het habitattype H2110 in Natura 2000-gebied Kop van Schouwen. In Figuur 4-2 is dit visueel weergegeven.



Figuur 4-2 Gekarteerde oppervlakten van habitattype H2110 in Natura 2000-gebied Kop van Schouwen en de lokale achtergronddepositie ten opzichte van de kritische depositiewaarde. Er is sprake van (naderende) overbelasting vanaf >-70 mol t.o.v. de KDW.

Huidige omvang en kwaliteit

In Natura 2000-gebied Kop van Schouwen is 3,59 ha gekarteerd als Embryonale Duinen. Binnen 2,91% van dit oppervlak is sprake van (naderende) overbelasting. Het habitattype komt vooral voor in een dunne strook langs de zeereep aan de west- en noordzijde van het gebied, zie bovenstaand figuur.

In de gebiedsanalyse wordt H2110 niet tot nauwelijks besproken. Voor langdurig behoud van embryonale duinen is winddynamiek nodig, alsmede de aanvoer van zand (netto moet meer zand worden afgezet dan afgevoerd), vloedmerk (vanwege de benodigde nutriënten) en (minimaal) een incidentele overspoeling met zeewater. Gunstige omstandigheden doen zich voor bij een aangroeiende, zandige kust, in gebieden met zandsuppletie en in luwe delen van de kust.

Overige knelpunten

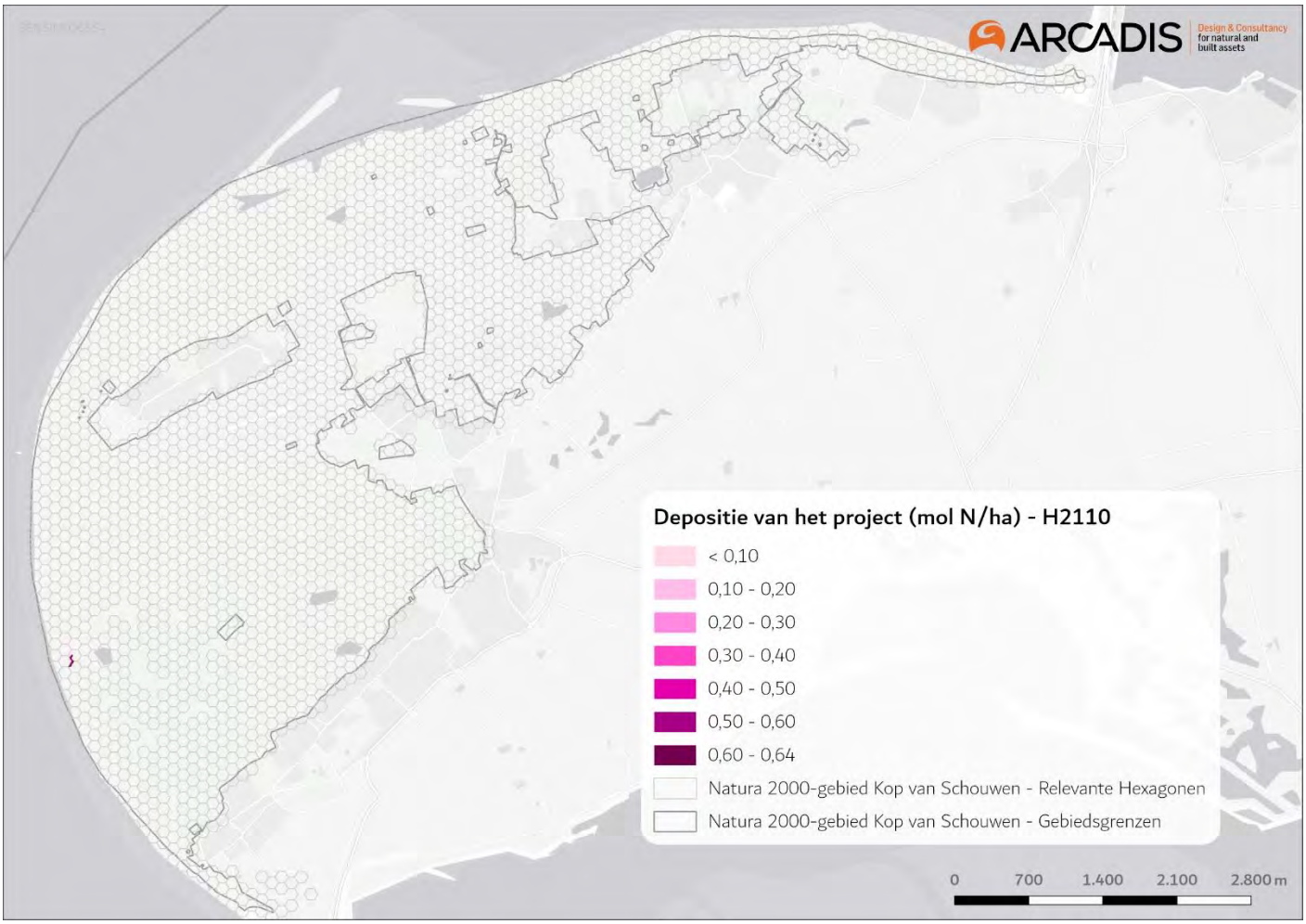
Een bepalend knelpunt voor het habitattypen is het ontbreken van voldoende dynamiek. Om effecten op andere functies in (de omgeving van) het gebied te voorkomen zijn de duinen in delen van de Kop van Schouwen vastgelegd.

Dit leidt ook in het buitentalud van de zeereep waar H2110 aanwezig is tot beïnvloeding van de winddynamiek en de aanvoer van zand.

Regulier beheer
Specifiek beheer voor H2110 in Natura 2000-gebied Kop van Schouwen is niet bekend.

Beoordeling effecten stikstofdepositie

In Figuur 4-7 is de toename van stikstofdepositie als gevolg van de aanleg van Net op zee Nederwiek 1 weergegeven op delen van het habitattype H2130A Grijze duinen (kalkrijk) waarvoor in de huidige situatie sprake is van (naderende) overbelasting. De maximale stikstofdepositie op het habitattype als gevolg van de aanleg van Net op zee Nederwiek 1 op (naderend) overbelaste hexagonen is 0,56 mol N/ha en vindt plaats over 0,10 ha.



Figuur 4-3 Toename van stikstofdepositie in Natura 2000-gebied Kop van Schouwen als gevolg van de aanleg van Net op zee Nederwiek 1 op locaties met habitattype H2110 waar sprake is van (naderende) overbelasting.

Voor Embryonale duinen is vooral het ontbreken van dynamiek een groot knelpunt, problematiek als gevolg van de depositie van stikstof speelt een minder grote rol. Het gaat om een beperkt oppervlak met (naderende) overbelasting waarbinnen sprake is van tijdelijke depositie van het project (0,10 ha). De tijdelijke additionele depositie van maximaal 0,56 mol N/ha kan nooit leiden tot een versnelling van successie en daarmee een verandering in de (vegetatie) kwaliteit van dit habitattype. Zeker wanneer dit in verhouding wordt gezien met de jaargemiddelde variaties in stikstofconcentraties en -deposities, deze liggen in de orde van grootte van 10 procent (Hoogerbrugge et al., 2020). Dit zijn al snel variaties van 100-200 mol/ha/jr ten opzichte van de vigerende achtergronddeposities.

De toename van stikstofdepositie als gevolg van het project leidt daarom niet tot significant negatieve effecten op de kwaliteit van het habitattype. Het heeft ook geen nadelige gevolgen voor het effect van eventueel nog uit te voeren instandhoudingsmaatregelen en staat daardoor de realisatie van de instandhoudingsdoelstelling niet in de weg.

4.1.3.2 H2120 Witte duinen

Beschrijving habitattype
Het habitattype Witte duinen betreft de delen van de buitenduinen die gedomineerd zijn door helm, noordse helm of duinzwenkgras. De naam 'witte duinen' slaat op de kleur van het zand: omdat er nog geen bodemontwikkeling heeft plaatsgevonden, is de kleur nog wit in plaats van grijs (als in H2130, grijze duinen). Witte duinen met helmbegroeiingen ontstaan van nature daar waar embryonale duinen (H2110) zo ver aanstuiven dat de plantengroei buiten het bereik van zout grondwater en overstromend zeewater komt. Dit proces vindt plaats in de zeereep (de duinenrij die aan het strand grenst). Ook al overstromen ze niet, de invloed van zeewater is nog steeds groot door de inwaai van fijne zoutdruppeltjes die ontstaan bij de verneveling van opspattend golfwater ('salt spray'). Witte duinen kunnen echter ook ontstaan door uitstuiving of overstuiving van eerder vastgelegde grijze duinen of door opstuiving van door mensen aangelegde windbarrières (rijshout en helmaanplanten). De Witte duinen komen dan ook niet alleen voor in de zeereep, maar ook op (nog of weer) actief stuivende (macro)parabolen in het zeeduin (dat deel van de buitenduinen dat ligt tussen de zeereep en de middenduinen).

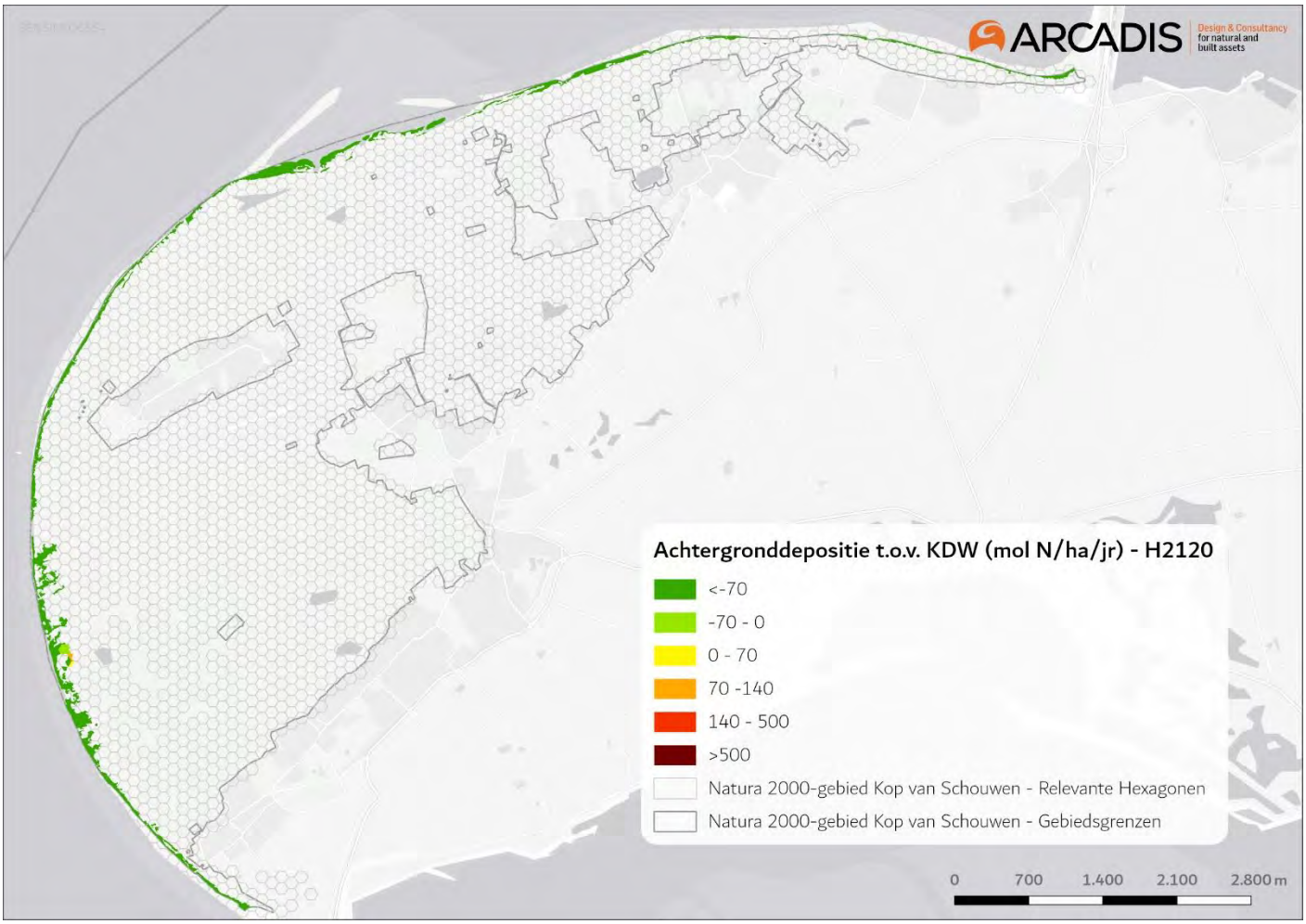
Zoutinwaai en stuivend zand zorgen voor een extreem milieu waarin slechts weinig plantensoorten kunnen overleven. Helm is daarvan de belangrijkste: door de vegetatiestructuur van deze plant wordt het zand vastgelegd, waarbij Helm tot wel een meter mee kan blijven groeien tijdens het opstuiven van het zand. Voor de meeste soorten van dit habitattype is het belangrijk dat de Helm vitaal is. Daarvoor is verstuiving noodzakelijk. Als de verstuiving vermindert, gaat de helm verouderen. Plekken met onbegroeid verstuifbaar zand maken dan ook onderdeel uit van het habitattype. De mooiste voorbeelden van het habitattype komen daar voor waar de helmduinen vrij kunnen stuiven en de kust niet kunstmatig is vastgelegd. Aanplantingen van helm en noordse helm worden alleen tot het habitattype gerekend indien er geen regelmatig patroon van aangeplante pollen meer herkenbaar is.

Landelijke staat van instandhouding
Matig ongunstig.

Instandhoudingsdoel
Behoud van oppervlak en verbetering van de kwaliteit.

Referentiesituatie
Huidige situatie stikstofdepositie
Het habitattype is gevoelig voor stikstofdepositie. De kritische depositiewaarde is vastgesteld op 1.429 mol N/ha/jaar.

Uit Tabel 5-1 blijkt dat sprake is van (naderende) overbelasting binnen 2,19% van het gekarteerde oppervlak van het habitattype H2120 in Natura 2000-gebied Kop van Schouwen. In Figuur 4-8 is dit visueel weergegeven.



Figuur 4-4 Gekarteerde oppervlakten van habitattype H2120 in Natura 2000-gebied Kop van Schouwen en de lokale achtergronddepositie ten opzichte van de kritische depositiewaarde. Er is sprake van (naderende) overbelasting vanaf >-70 mol t.o.v. de KDW.

Huidige omvang en kwaliteit
In Natura 2000-gebied Kop van Schouwen is 46,21 ha gekarteerd als Witte Duinen. Binnen 2,19% van dit oppervlak is sprake van (naderende) overbelasting. Het habitattype komt vooral voor in een dunne strook langs de zeereep aan de west- en noordzijde van het gebied, zie bovenstaand figuur.

In de gebiedsanalyse wordt H2120 niet/nauwelijks besproken. Een regelmatige aanvoer van vers zand door winddynamiek is noodzakelijk. Geschikte omstandigheden zijn aanwezig waar bijvoorbeeld een bestaand vegetatiedek over een flinke oppervlakte beschadigd is of waar veel zand uit zee komt. Een aantal plantensoorten die kenmerkend zijn voor direct aan het strand gelegen Witte duinen (zoals blauwe zeedistel en zeewolfsmelk) is ook afhankelijk van zeewater voor de verspreiding van het zaad. Deze plantensoorten komen daarom vooral voor op plekken waar het zeewater bij stormvloeden tot in de duinen kan doordringen.

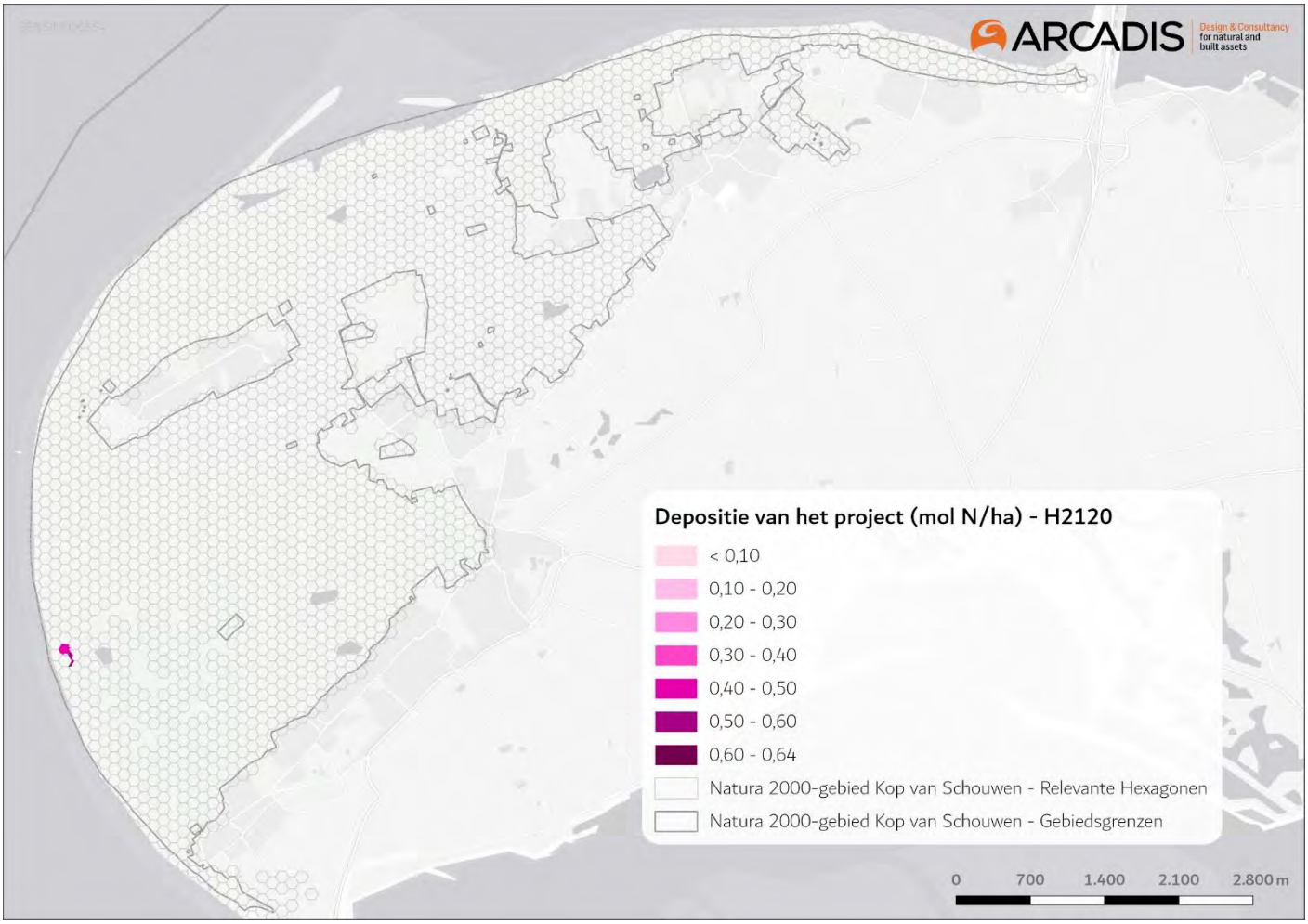
Overige knelpunten
In het verleden heeft veel vastlegging plaatsgevonden en is de (voor het habitattype noodzakelijke) dynamiek zoveel mogelijk uitgebannen. De afname van dynamiek heeft nadelige gevolgen voor witte duinen. Op plekken waar weinig dynamiek aanwezig is, is het habitattype stikstofgevoelig, maar in (natuurlijke) dynamische omstandigheden heeft een verhoogde stikstofdepositie weinig tot geen effecten.

Regulier beheer
Het beheer in het gebied is zeer divers. Op sommige plekken wordt zeer goed beheerd maar op andere plekken vormt

ook het beperkte beheer een knelpunt. Dit verschil in beheer is terug te zien in de kwaliteit van het habitattype in de verschillende deelgebieden.

Beoordeling effecten stikstofdepositie

In Figuur 4-5 is de toename van stikstofdepositie als gevolg van de aanleg van Net op zee Nederwiek 1 weergegeven op delen van het habitattype H2120 Witte duinen waarvoor in de huidige situatie sprake is van (naderende) overbelasting. De maximale stikstofdepositie op het habitattype als gevolg van de aanleg van Net op zee Nederwiek 1 op (naderend) overbelaste hexagonen is 0,57 mol N/ha.



Figuur 4-5 Toename van stikstofdepositie in Natura 2000-gebied Kop van Schouwen als gevolg van de aanleg van Net op zee Nederwiek 1 op locaties met habitattype H2120 waar sprake is van (naderende) overbelasting.

Voor Witte duinen is vooral het ontbreken van dynamiek een groot knelpunt, problematiek als gevolg van de depositie van stikstof speelt een minder grote rol. Het gaat om een beperkt oppervlak met (naderende) overbelasting waarbinnen sprake is van tijdelijke depositie van het project (1,01 ha). De tijdelijke additionele depositie van maximaal 0,57 mol N/ha kan op zichzelf nooit leiden tot een versnelling van successie en daarmee een verandering in de (vegetatie) kwaliteit van dit habitattype. Zoals eerder toegelicht onder ‘beoordeling effecten stikstofdepositie’ van habitattype H2110 valt een depositie van deze orde van grote daarnaast ook in het niet bij de jaarlijkse variaties in achtergronddeposities. De toename van stikstofdepositie als gevolg van het project leidt daarom niet tot significant negatieve effecten op de kwaliteit van het habitattype. Het heeft tevens geen nadelige gevolgen voor het effect van eventueel nog uit te voeren instandhoudingsmaatregelen en staat daardoor de realisatie van de instandhoudingsdoelstelling niet in de weg.

4.1.3.3 H2130A Grijze duinen (kalkrijk)

Beschrijving habitattype
Grijze duinen zijn alle duingraslanden met een min of meer droge, gesloten gras-, mos- of korstmosmat. Ze zijn aanwezig in alle kustduinen, van Schiermonnikoog tot aan het Zwin. Ontwikkeling van grijze duinen verloopt door successie via Embryonale duinen en Witte duinen.

Deze duinen liggen meer landinwaarts dan de met helm begroeide Witte duinen [H2120]. Op deze locaties is de door de wind veroorzaakte dynamiek voldoende laag voor het ontstaan van gesloten begroeiingen met kruiden en mossen. Mosduinen evolueren dan verder naar duingraslanden. Eerst met een aantal pioniersoorten zoals het duinviooltje. Later in de successie volgt het duingrasland, een soortenrijke begroeiingen met dominantie van laagblijvende grassen, kruiden, mossen en/of korstmossen. Vermengd met deze begroeiingen kunnen kruidenrijke zoombegroeiingen graslanden met dominantie van de dwergstruik duinroos voorkomen. Duingraslanden komen dan vaak voor in complex met mosduinen, kruipwilg- of duinroosjesdwergstruwelen.

Door de bodemvorming ontstaat een zogenoemde ‘AC-horizont’ met een grijze kleur, vandaar de naam van het habitattype. Dynamiek in de vorm van lichte overstuiving, hellingprocessen (dynamiek door neerslag) en begrazing door konijnen zorgt van nature voor de instandhouding van het type. Vanwege de positieve invloed van verstuiving, worden ook stuifplekken binnen graslandcomplexen tot het habitattype gerekend.

Het ontstaan van duingraslanden is weliswaar een natuurlijk proces, maar de uitgestrektheid van de graslanden in de Nederlandse duinen is waarschijnlijk mede veroorzaakt door menselijke activiteiten (met name beweiding, maar ook grondwateronttrekking).

De hoge soortenrijkdom is voor een belangrijk deel karakteristiek voor de grazige vegetaties zelf, maar een deel van de soorten is juist (mede) afhankelijk van onbegroeide delen (blauwvleugelsprinkhaan), konijnenholen (tapuit) of bloemrijke zomen (duin- en grote parelmoervlinder).

Onaangetaste duingebieden zijn sterk dynamische milieus, met een intensieve wisselwerking tussen hydrologie, wind, moedermateriaal, bodemvorming, vegetatieontwikkeling en herbivoren. Een reden voor de grote vegetatievariatie van duinen is de aanwezigheid van zogenaamde ‘shifting mosaics’. Dit zijn in de tijd variabele ruimtelijke patronen van successiestadia, waarbij verschillende plekken zich in andere ontwikkelingsstadia bevinden. Hierdoor kunnen veel soorten, elk kenmerkend voor een bepaald stadium of een combinatie daarvan, vlak naast elkaar voorkomen.

De kalkrijke variant H2130A van het habitattype komt voor op kalkrijk duinzand dat oppervlakkig nog weinig of niet is ontkalkt. Door natuurlijke ontkalking van de bodem gaat het type over naar de kalkarme variant H2130B. De graslanden komen voor op droge gronden. Het aanwezige substraat is matig voedselarm tot licht voedselrijk.

Voor de instandhouding van een goede kwaliteit is het noodzakelijk dat de begroeiing kort en open is. Zonder afvoer van biomassa en (zo nu en dan) enige overstuiving groeien grove grassoorten hoog uit (vergrassing), ten koste van de kruiden en van andere soorten die afhankelijk zijn van een open structuur. Bovendien vindt opslag van struiken en/of bomen plaats (verstruweling).

Afvoer van biomassa kan plaatsvinden door konijnenbegrazing. Bij een lage konijnenstand en/of een verhoogde toevoer van atmosferische stikstofdepositie is aanvullend beheer noodzakelijk (begrazing met koeien, paarden, schapen of geiten, maaien, branden).

Habitattype H2130A Grijze duinen (kalkrijk) is in de gebiedsanalyse van Natura 2000-gebied Kop van Schouwen opgenomen als prioritair habitattype.

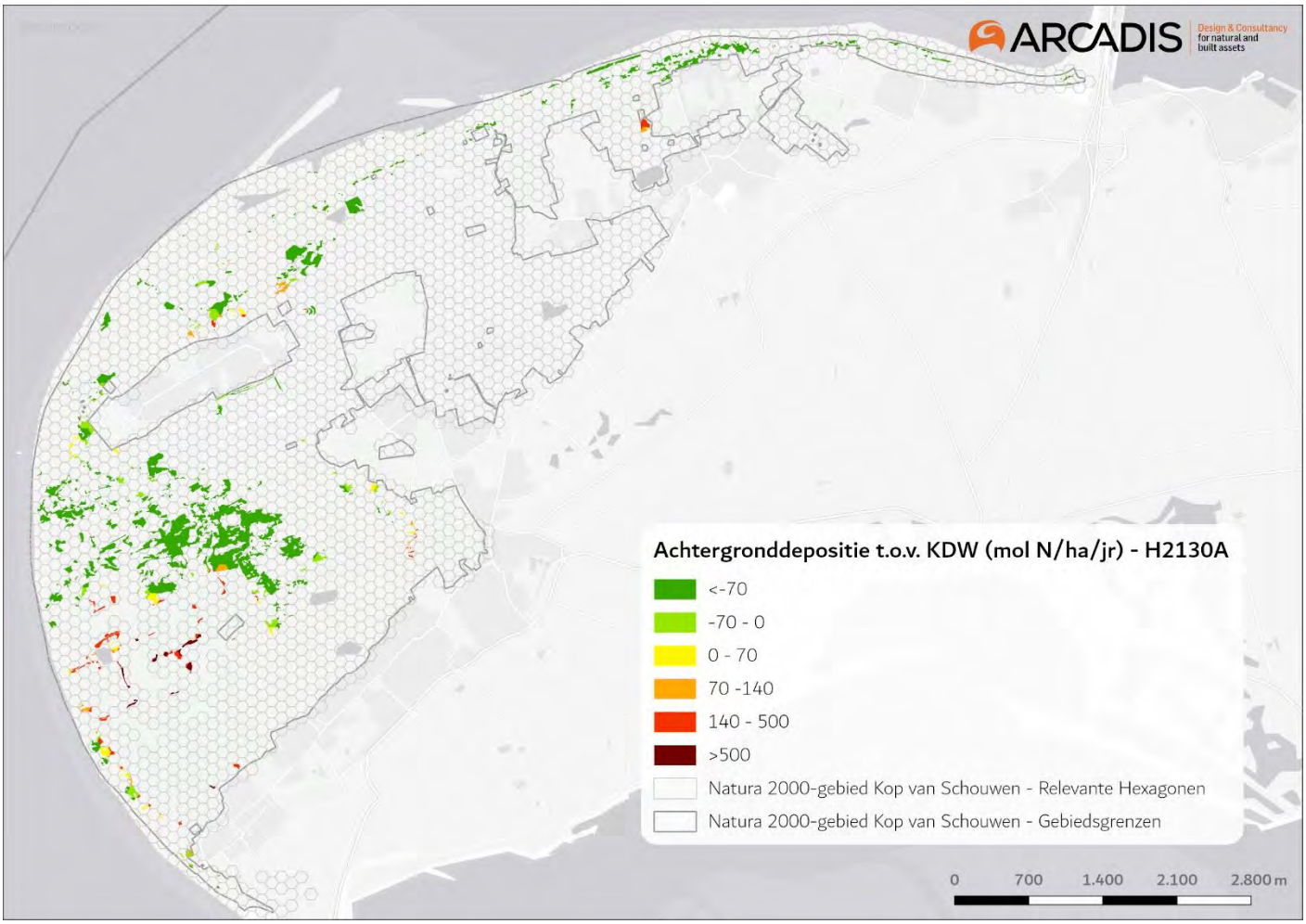
Landelijke staat van instandhouding
Zeer ongunstig.

Instandhoudingsdoel
Uitbreiding van oppervlak en verbetering van de kwaliteit.

Referentiesituatie

Huidige situatie stikstofdepositie
Het habitattype is zeer gevoelig voor stikstofdepositie. De kritische depositiewaarde is vastgesteld op 1.071 mol N/ha/jaar.

Uit Tabel 5-1 blijkt dat voor 19,71%van het oppervlak van het habitattype H2130A in Natura 2000-gebied kop van Schouwen sprake is van (naderende) overbelasting. In Figuur 4-6 is dit visueel weergegeven.



Figuur 4-6 Gekarteerde oppervlakten van habitattype H2130A in Natura 2000-gebied Kop van Schouwen en de lokale achtergronddepositie ten opzichte van de kritische depositiewaarde. Er is sprake van (naderende) overbelasting vanaf >-70 mol t.o.v. de KDW.

Huidige omvang en kwaliteit
In Natura 2000-gebied Kop van Schouwen is 68,53 ha gekarteerd als H2130A. Binnen 19,71% van dit oppervlak is sprake van (naderende) overbelasting. Het habitattype komt vooral voor in tal van clusters achter de zeereep maar ook meer centraal in het gebied, zie bovenstaand figuur.

Uit de gebiedsanalyse blijkt dat 70% van het gekarteerde oppervlak van dit habitattype in 2017 van goede kwaliteit was. De typische faunasoorten: heivlinder, kleine parelmoervlinder, blauwvleugelsprinkhaan, duinsabelsprinkhaan, knopsprietje, tapuit en konijn komen hier voor (gegevens NM en SBB). Van de typische florasoorten komt gelobde maanvaren voor. Het voorkomen van deze soorten geeft aan dat de kwaliteit goed is.

In het verleden is door het vastleggen van de duinen en het dichtgroeien met duindoornstruwelen is het oppervlak en de kwaliteit van het habitattype achteruitgegaan. De laatste jaren heeft dynamisch kustbeheer plaatsgevonden waardoor de duinen meer mogen stuiven. Hierdoor is het oppervlak recent toegenomen. Het dynamisch beheer in

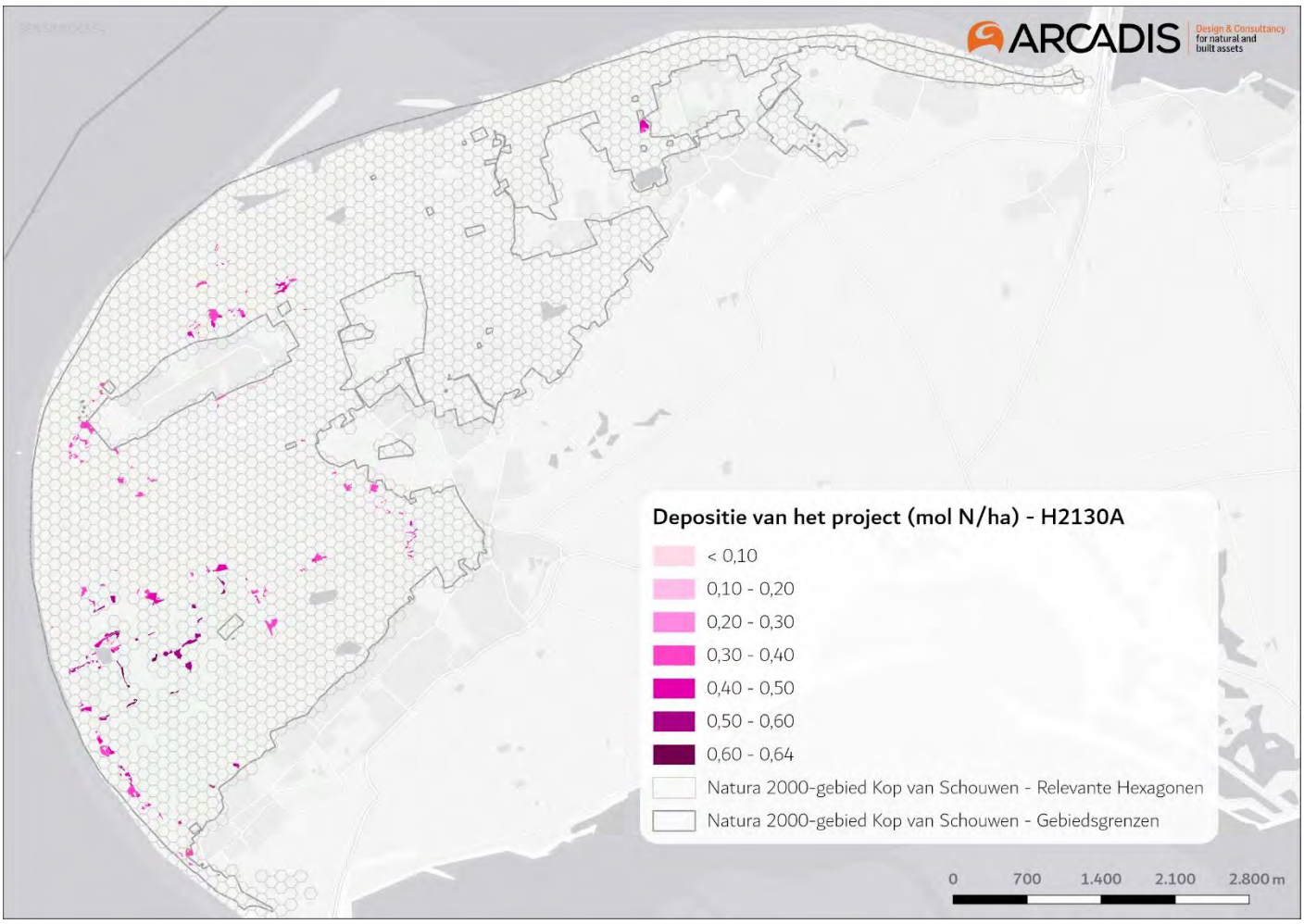
combinatie met begrazing, verwijderen van Amerikaanse vogelkers en het rooien van oude opslag heeft geleid tot een toename in kwaliteit. Op dit moment is de trend van dit habitattype licht positief.

Overige knelpunten
Een groot knelpunt in het gebied is het ontbreken van grootschalige verstuiving waardoor geen nieuwe grijze duinen worden gevormd. Om effecten op andere functies in (de omgeving van) het gebied te vorkomen zijn de duinen in delen van de Kop van Schouwen vastgelegd. Hierdoor ontbreekt vrijwel overal de natuurlijke dynamiek onder invloed van zee en wind. Alleen aan het buitentalud van de zeereep is enige natuurlijke dynamiek aanwezig.

Het proces van het vastleggen van het zand wordt versterkt door het wegvallen van de konijnbegrazing. Hierdoor treedt vergrassing eerder op en groeien duinen eerder dicht met Amerikaanse vogelkers, kruipwilg of duindoorn.

Regulier beheer
Het beheer in het gebied is zeer divers. Op sommige plekken wordt zeer goed beheerd maar op andere plekken vormt ook het beperkte beheer een knelpunt. Dit verschil in beheer is terug te zien in de kwaliteit van het habitattype in de verschillende deelgebieden.

Beoordeling effecten stikstofdepositie
In Figuur 4-7 is de toename van stikstofdepositie als gevolg van de aanleg van Net op zee Nederwiek 1 weergegeven op delen van het habitattype H2130A Grijze duinen (kalkrijk) waarvoor in de huidige situatie sprake is van (naderende) overbelasting. De maximale stikstofdepositie op het habitattype als gevolg van de aanleg van Net op zee Nederwiek 1 op (naderend) overbelaste hexagonen is 0,64 mol N/ha.



Figuur 4-7 Toename van stikstofdepositie in Natura 2000-gebied Kop van Schouwen als gevolg van de aanleg van Net op zee Nederwiek 1 op locaties met habitattype H2130A Grijze duinen (kalkrijk) waar sprake is van (naderende) overbelasting.

Voor Grijze duinen (kalkrijk) vormen - naast de depositie van stikstof- het ontbreken van verstuiving en begrazing ook belangrijke knelpunten. Het gaat om 19,71% van het totaaloppervlak waarbinnen zowel sprake is van (naderende) overbelasting als tijdelijke depositie van het project (13,50 ha). De tijdelijke additionele depositie van maximaal 0,64 mol N/ha kan op zichzelf nooit leiden tot een versnelling van successie en daarmee een verandering in de (vegetatie) kwaliteit van dit habitattype. Zoals eerder toegelicht onder 'beoordeling effecten stikstofdepositie' van habitattype H2110 valt een depositie van deze orde van grote daarnaast ook in het niet bij de jaarlijkse variaties in achtergronddeposities. De toename van stikstofdepositie als gevolg van het project leidt daarom niet tot significant negatieve effecten op de kwaliteit van het habitattype. Het heeft tevens geen nadelige gevolgen voor het effect van eventueel nog uit te voeren instandhoudingsmaatregelen en staat daardoor de realisatie van de instandhoudingsdoelstelling niet in de weg.

4.1.3.4 H2130B Grijze duinen (kalkarm)

Beschrijving habitattype
Kalkarme grijze duinen komen voort uit kalkrijke grijze duinen bij voortschrijdende ontkalking van de bodem. Dit is een natuurlijk proces in de duinen. In kalkarme duingebieden kunnen de grijze duinen ook (vrijwel) direct ontstaan uit Witte duinen [H2120]. De algemene beschrijving van het habitattype H2130 (zie paragraaf 4.1.3.1) is ook op dit habitattype van toepassing.

H2130B wordt gevormd door duingraslanden van bodems die van nature kalkarm zijn of waarvan de toplaag ontkalkt is. Vooral in dit subtype kunnen korstmossen een opvallende plaats innemen. Bij verdergaande verzuring in de kalkarme duinen en in de diep ontkalkte oude, van nature kalkrijke duinen, ontstaan uit dit habitattype droge duinheides (H2140B en H2150).

Dit subtype komt voor op kalkarm duinzand, en op kalkrijk duinzand dat in de eerste paar decimeters zo ver is ontkalkt dat zwak tot matig zure omstandigheden zijn ontstaan (pH < 6,5).

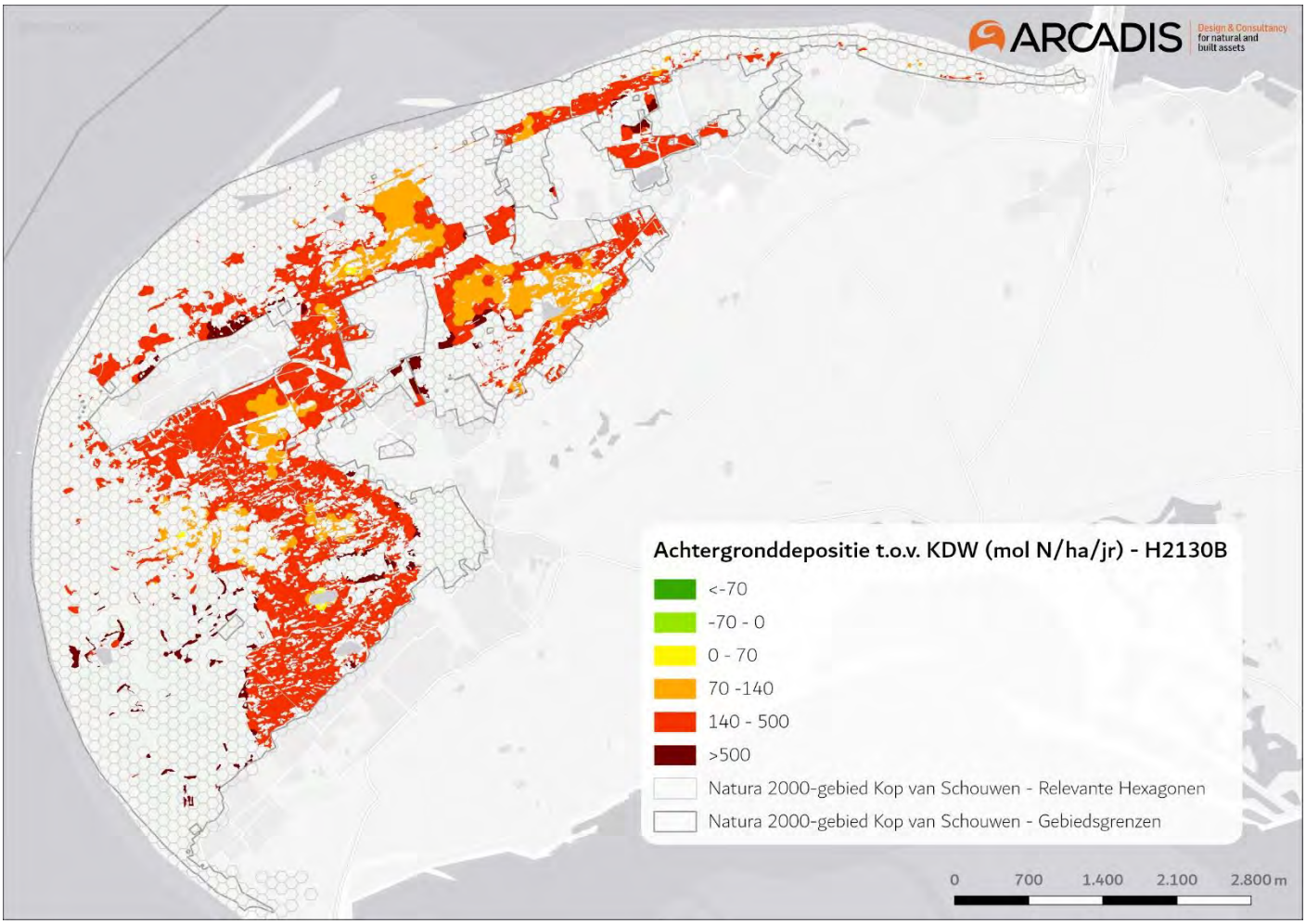
In de van nature kalkarme duinen kan overstuiving vanuit in de omgeving aanwezige actieve stuifkuilen, loop- en paraboolduinen en dergelijke de verzuring en daarmee de successie richting duinheide vertragen. Het belang hiervan speelt in ongestoorde situaties met name op de lange termijn, maar is op de korte termijn bevorderlijk voor herstel van verruigde graslanden. In de kalkrijke jonge duinen komt het subtype voor op de ontkalkte delen van de binnenduinen en hier kan verstuiving juist leiden tot het verdwijnen van het subtype, omdat te kalkrijk zand aan de oppervlakte wordt gebracht door betreding door mensen en grote grazers.

Landelijke staat van instandhouding
Zeer ongunstig.

Instandhoudingsdoel
Uitbreiding van de oppervlakte en verbetering van de kwaliteit.

Referentiesituatie
Huidige situatie stikstofdepositie
Het habitattype is zeer gevoelig voor stikstofdepositie. De kritische depositiewaarde is vastgesteld op 714 mol N/ha/jaar.

Uit Tabel 5-1 blijkt dat over het totale oppervlak van het habitattype H2130B Grijze duinen (kalkarm) in Natura 2000-gebied Kop van Schouwen sprake is van (naderende) overbelasting. Dit is visueel weergegeven in Figuur 4-8.



Figuur 4-8 Gekarteerde oppervlakten van habitattype H2130B in Natura 2000-gebied Kop van Schouwen en de lokale achtergronddepositie ten opzichte van de kritische depositiewaarde. Er is sprake van (naderende) overbelasting vanaf >-70 mol t.o.v. de KDW.

Huidige omvang en kwaliteit
In Natura 2000-gebied Kop van Schouwen is 447,89 ha gekarteerd als H2130B. Binnen 100% van dit oppervlak is sprake van (naderende) overbelasting. Het habitattype komt vooral voor in het centrale deel van het gebied, op enige afstand van de zeereep, zie bovenstaand figuur.

Uit de gebiedsanalyse blijkt dat het grootste deel van het oppervlakte een matige kwaliteit heeft (circa 70%). De trend is matig positief als gevolg van dynamisch kustbeheer en het herstelplan van Waterschap Scheldestromen. De kwaliteit en oppervlakte is afgenomen door onder andere verandering in hydrologie, vastleggen van duinen en wegvallen van begrazing door konijnen. Door maatregelen zoals gecontroleerd dynamisch kustbeheer, verwijderen van struweel en toepassen van begrazing is het oppervlak toegenomen en de kwaliteit verbeterd.

Overige knelpunten
Naast stikstofdepositie spelen er voor het habitattype H2130B Grijze duinen (kalkarm) nog een aantal additionele knelpunten. Een groot knelpunt in het gebied is het ontbreken van grootschalige verstuiving waardoor geen nieuwe grijze duinen worden gevormd. Om effecten op andere functies in (de omgeving van) het gebied te voorkomen zijn de duinen in delen van de Kop van Schouwen vastgelegd. Hierdoor ontbreekt vrijwel overal de natuurlijke dynamiek onder invloed van zee en wind. Alleen aan het buitentalud van de zeereep is enige natuurlijke dynamiek aanwezig.

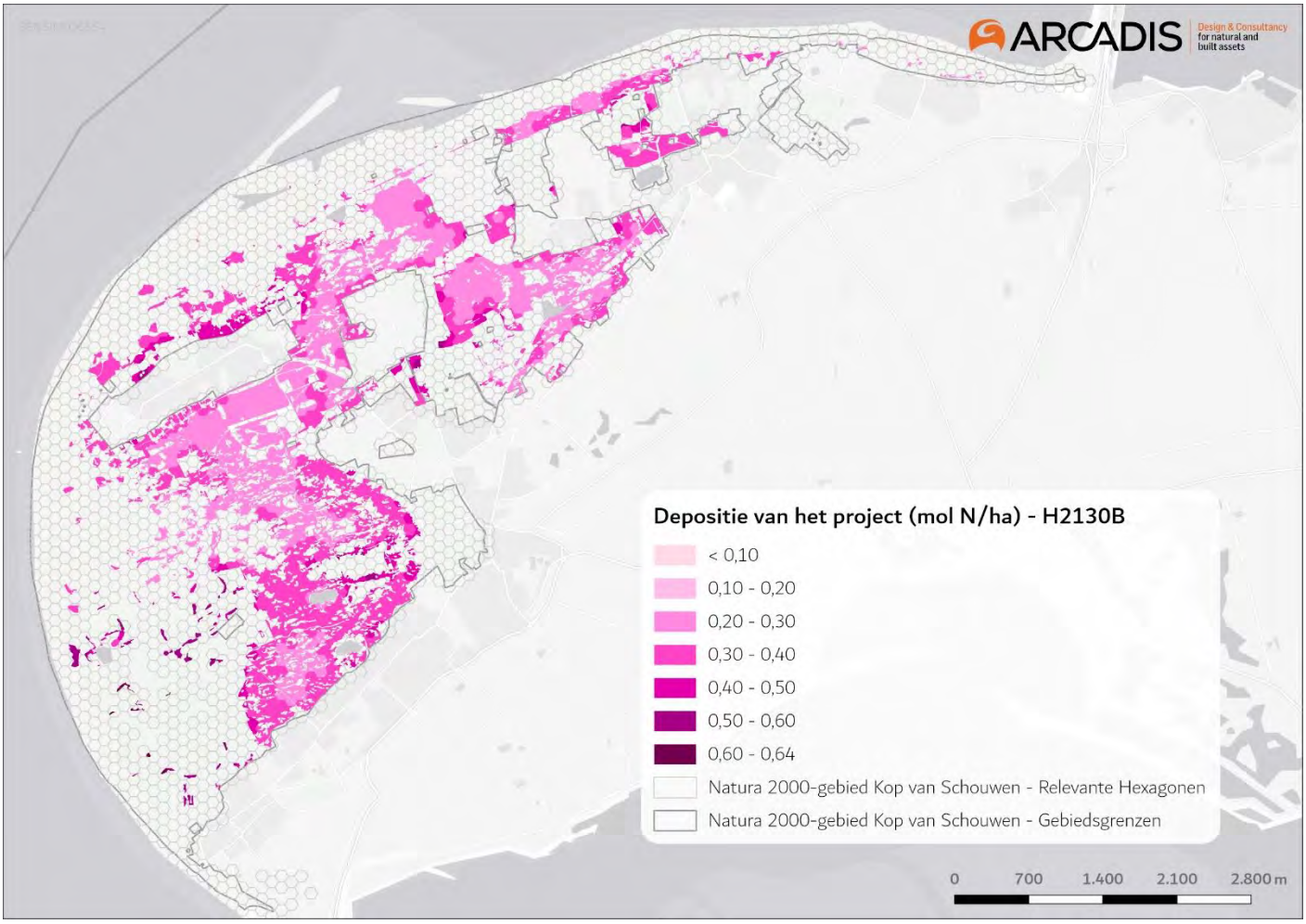
Het proces van het vastleggen van het zand wordt versterkt door het wegvallen van de konijnbegrazing. Hierdoor treedt vergrassing eerder op en groeien duinen eerder dicht met Amerikaanse vogelkers, kruipwilg of duindoorn.

Daarnaast is een knelpunt het ontbreken van (optimaal) begrazingsbeheer.

Regulier beheer
Het beheer in het gebied is zeer divers. Op sommige plekken wordt zeer goed beheerd, maar op andere plekken vormt ook het beperkte beheer een knelpunt. Dit verschil in beheer is terug te zien in de kwaliteit van het habitattype in de verschillende deelgebieden.

Beoordeling effecten stikstofdepositie

In Figuur 4-9 is de toename van stikstofdepositie als gevolg van de aanleg van Net op zee Nederwiek 1 weergegeven op delen van het habitattype H2130B Grijze duinen (kalkarm) waarvoor in de huidige situatie sprake is van (naderende) overbelasting. De maximale stikstofdepositie op het habitattype als gevolg van de aanleg van Net op zee Nederwiek 1 op (naderend) overbelaste hexagonen is 0,63 mol N/ha.



Figuur 4-9 Toename van stikstofdepositie in Natura 2000-gebied Kop van Schouwen als gevolg van de aanleg van Net op zee Nederwiek 1 op locaties met habitattype H2130B Grijze duinen (kalkarm) waar sprake is van (naderende) overbelasting.

Voor Grijze duinen (kalkarm) vormen -naast alleen de depositie van stikstof- het ontbreken van verstuiving en begrazing ook grote knelpunten. Het gaat om 100,0% van het totaaloppervlak waarbinnen zowel sprake is van (naderende) overbelasting als tijdelijke depositie van het project (447.89 ha). Desalniettemin kan de tijdelijke additionele depositie van maximaal 0,63 mol N/ha op zichzelf nooit leiden tot een versnelling van successie en daarmee een verandering in de (vegetatie) kwaliteit van dit habitattype. Zoals eerder toegelicht onder ‘beoordeling effecten stikstofdepositie’ van habitattype H2110 valt een depositie van deze orde van grote daarnaast ook in het niet bij de jaarlijkse variaties in achtergronddeposities. De toename van stikstofdepositie als gevolg van het project leidt daarom niet tot significant negatieve effecten op de kwaliteit van het habitattype. Het heeft tevens geen nadelige

gevolgen voor het effect van eventueel nog uit te voeren instandhoudingsmaatregelen en staat daardoor de realisatie van de instandhoudingsdoelstelling niet in de weg.

4.1.3.5 H2130C Grijze duinen (heischraal)

Beschrijving habitattype
Habitattype H2130C 'grijze duinen heischraal' bestaat uit duingraslanden op bodems die humeuzer en vochtiger zijn dan die van subtypen A en B. Vaak gaat het om smalle overgangen van die droge graslanden naar natte duinvalleivegetaties (H2190) of vochtige tot natte heischrale graslanden (H6230). Dit subtype ontstaat op plekken waar de zuurgraad langdurig gebufferd wordt. Toevoer van basenrijk grondwater is noodzakelijk om de bodem gebufferd te houden. Het habitattype doorloopt van nature een gestage ontkalking waarna het overgaat in kalkarme duinen. De natuurlijke ontkalking van de kalkrijke duinen wordt versterkt door de hoge atmosferische depositie. De vermestende werking van de depositie leidt in kalkarme duinen tot de toename van hoge grassen (Smits & Kooijman, 2014).

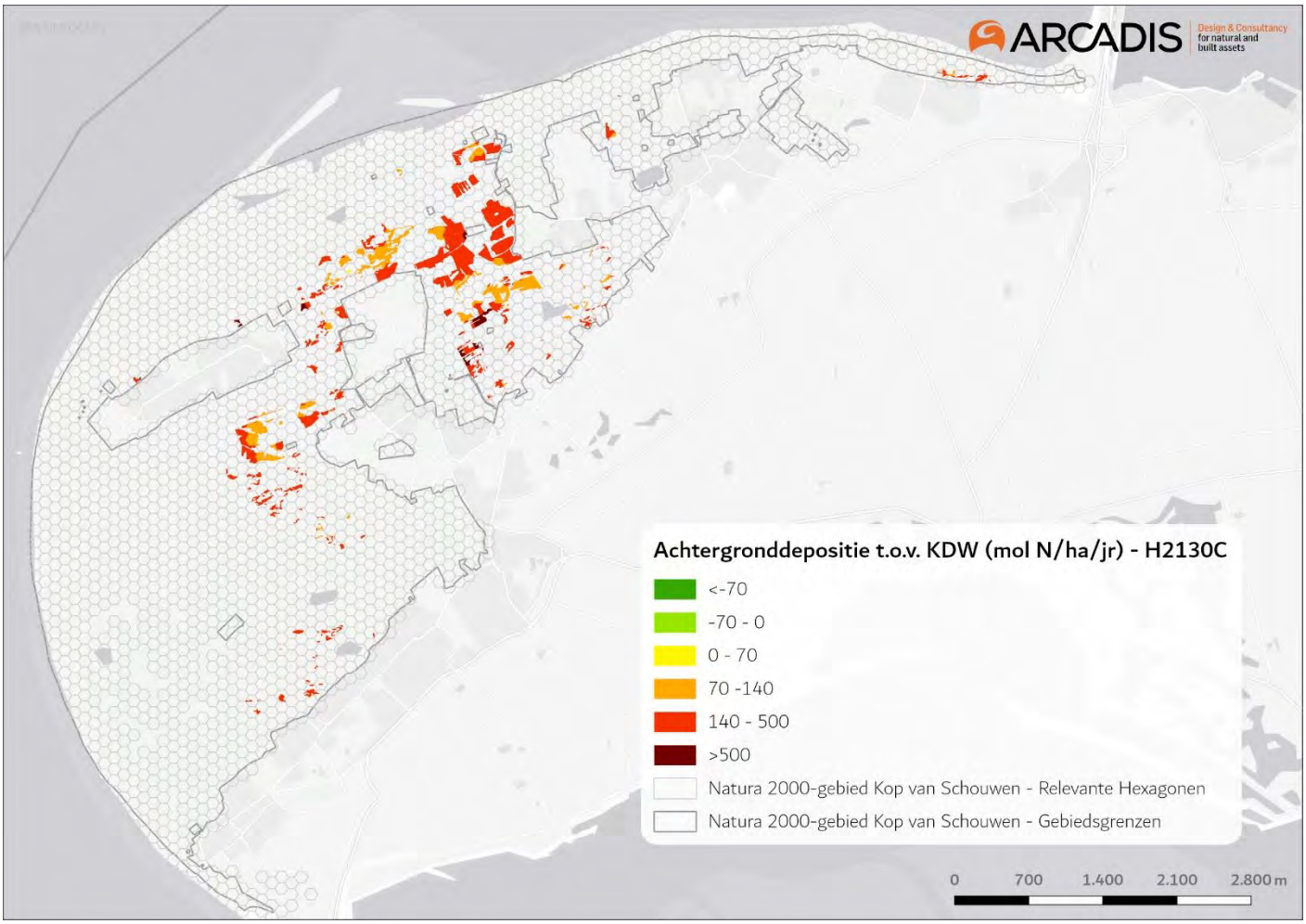
Typische soorten voor H2130C zijn onder andere het duinviooltje (*Viola curtisii*), kleverige reigersbek (*Erodium lebelii*) en de veldgentiaan (*Gentianella campestris*) (Ministerie van LNV, 2008; Provincie Zuid-Holland, 2016). Een aantal typische plantensoorten van heischrale grijze duinen groeit ook in kalkarme grijze duinen, waardoor zij mogelijk in dit habitattype groeien in plaats van in de kleine plukjes heischrale grijze duinen.

Landelijke staat van instandhouding
Zeer ongunstig.

Instandhoudingsdoel
Uitbreiding van de oppervlakte en verbetering van de kwaliteit.

Referentiesituatie
Huidige situatie stikstofdepositie
Het habitattype is zeer gevoelig voor stikstofdepositie. De kritische depositiewaarde is vastgesteld op 714 mol N/ha/jaar.

Uit Tabel 5-1 blijkt dat over het totale oppervlak van het habitattype H2130C Grijze duinen (heischraal) in Natura 2000-gebied Kop van Schouwen sprake is van (naderende) overbelasting. Dit is visueel weergegeven in Figuur 4-10.



Figuur 4-10 Gekarteerde oppervlakten van habitattype H2130C in Natura 2000-gebied Kop van Schouwen en de lokale achtergronddepositie ten opzichte van de kritische depositiewaarde. Er is sprake van (naderende) overbelasting vanaf >-70 mol t.o.v. de KDW.

Huidige omvang en kwaliteit
In Natura 2000-gebied Kop van Schouwen is 41,82 ha gekarteerd als H2130C. Binnen 100% van dit oppervlak is sprake van (naderende) overbelasting. Het habitattype komt vooral voor in grotere clusters in het centrale deel van het gebied, zie bovenstaand figuur.

Uit de gebiedsanalyse blijkt dat het habitattype vrijwel voor het volledige oppervlakte van matige kwaliteit is. Tot 2017 is het oppervlak en de kwaliteit achteruitgegaan. Door verdroging in het verleden en het grotendeels wegvallen van konijnenbegrazing zijn grote delen van het open duin dichtgegroeid met struweel. Maatregelen hebben met name bij de Voorgronden geleid tot een ontwikkeling van dit habitattype. Echter, maatregelen blijven nodig gezien de matige kwaliteit van dit habitattype.

Overige knelpunten
Plaatselijk is in het gebied sprake van sterk verzuurde, minder diepe duinvalleien die belangrijk zijn voor habitattype H2130C. Daarnaast is sprake van vergrassing en het oprukken van Amerikaanse vogelkers, kruipwilg of duindoorn, els en berk. Onder andere door atmosferische depositie, verdroging en het grotendeels wegvallen van konijnenbegrazing is vergrassing en struweelvorming de reden voor het sterk achteruitgaan van oppervlak en kwaliteit.

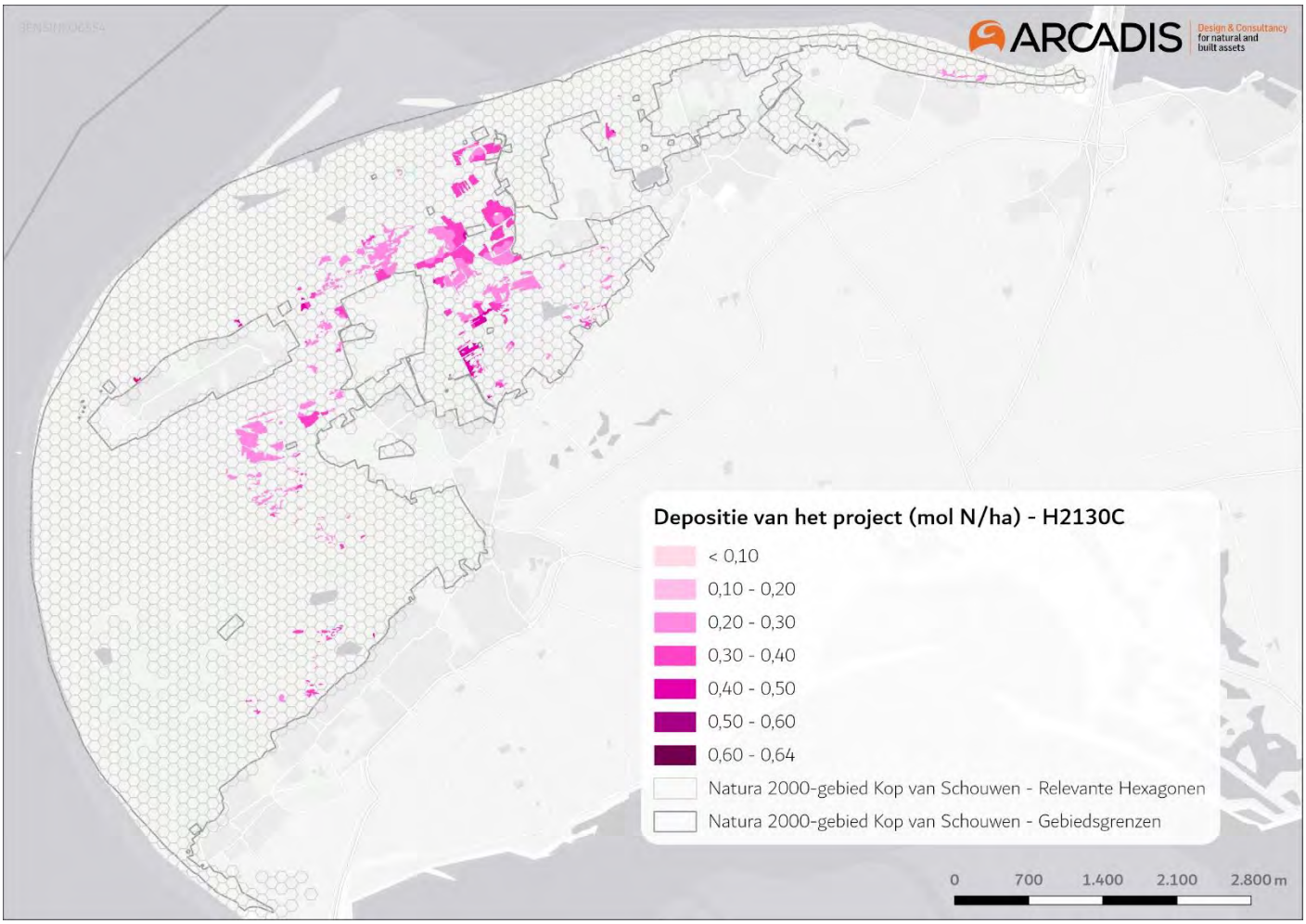
In het Zeepe en de Vroongronden staat het habitattype, indien deze langs de rand van het Natura 2000-gebied voorkomt, onder druk als gevolg van verdroging door ontwatering voor bebouwing en recreatieve voorzieningen. Door de uitvoering van het Project Duinzoom (najaar 2014) zouden de Vroongronden hebben geprofiteerd de getroffen

hydrologische maatregelen waardoor water gebufferd kan worden. Of verdroging door ontwatering in de huidige situatie nog een knelpunt vormt is niet bekend.

De grondwaterwinning die vroeger voor veel verdroging in het Zeepe duin zorgde speelt hier geen dominante rol meer. De daaruit voortgevloeide verruiging/verzuring is nog niet geheel opgeheven.

Beoordeling effecten stikstofdepositie

In Figuur 4-11 is de toename van stikstofdepositie als gevolg van de aanleg van Net op zee Nederwiek 1 weergegeven op delen van het habitattype H2130C Grijze duinen (heischraal) waarvoor in de huidige situatie sprake is van (naderende) overbelasting. De maximale stikstofdepositie op het habitattype als gevolg van de aanleg van Net op zee Nederwiek 1 op (naderend) overbelaste hexagonen is 0,55 mol N/ha.



Figuur 4-11 Toename van stikstofdepositie in Natura 2000-gebied Kop van Schouwen als gevolg van de aanleg van Net op zee Nederwiek 1 op locaties met habitattype H2130C Grijze duinen (heischraal) waar sprake is van (naderende) overbelasting.

Voor Grijze duinen (heischraal) vormen -naast alleen de depositie van stikstof- ontwatering/verdroging en het ontbreken van begrazing ook grote knelpunten. Het gaat om 100,0% van het totaaloppervlak waarbinnen zowel sprake is van (naderende) overbelasting als tijdelijke depositie van het project (41,82 ha). De tijdelijke additionele depositie van maximaal 0,55 mol N/ha kan op zichzelf echter nooit leiden tot een versnelling van successie en daarmee een verandering in de (vegetatie) kwaliteit van dit habitattype. Zoals eerder toegelicht onder 'beoordeling effecten stikstofdepositie' van habitattype H2110 valt een depositie van deze orde van grote daarnaast ook in het niet bij de jaarlijkse variaties in achtergronddeposities. De toename van stikstofdepositie als gevolg van het project leidt daarom niet tot significant negatieve effecten op de kwaliteit van het habitattype. Het heeft tevens geen nadelige gevolgen voor

het effect van eventueel nog uit te voeren instandhoudingsmaatregelen en staat daardoor de realisatie van de instandhoudingsdoelstelling niet in de weg.

4.1.3.6 H2150 Duinheiden met struikhei

Beschrijving habitattype
Dit habitattype betreft door struikhei (Calluna vulgaris) gedomineerde begroeiingen op kalkarme kustduinen en in relatief ver landinwaarts gelegen, van oorsprong kalkrijke maar inmiddels sterk ontkalkte en langdurig beweide oude kustduinen. In de ondergroei kan de soortenrijkdom aan korstmossen redelijk groot zijn.

Binnen het duingebied lijkt het habitattype op het habitattype Duinheiden met kraaihei (droog) [H2140B], dat over veel grotere oppervlakten voorkomt. Wanneer kraaihei in een duinheide voorkomt, is namelijk al sprake van H2140 (ook al domineert struikhei), alleen struikheibegroeiingen zónder kraaihei worden tot H2150 gerekend.

Het habitattype komt voor onder matig zure tot zure, vochtige tot droge en matig tot (bij voorkeur) zeer voedselarme omstandigheden. De bodem wordt gevormd door kalkloos en ontkalkt duinzand met een zwarte organische humuslaag, ontstaan als gevolg van zure omstandigheden. In de van oorsprong kalkrijke duinen is het habitattype beperkt tot de diep ontkalkte duinen.

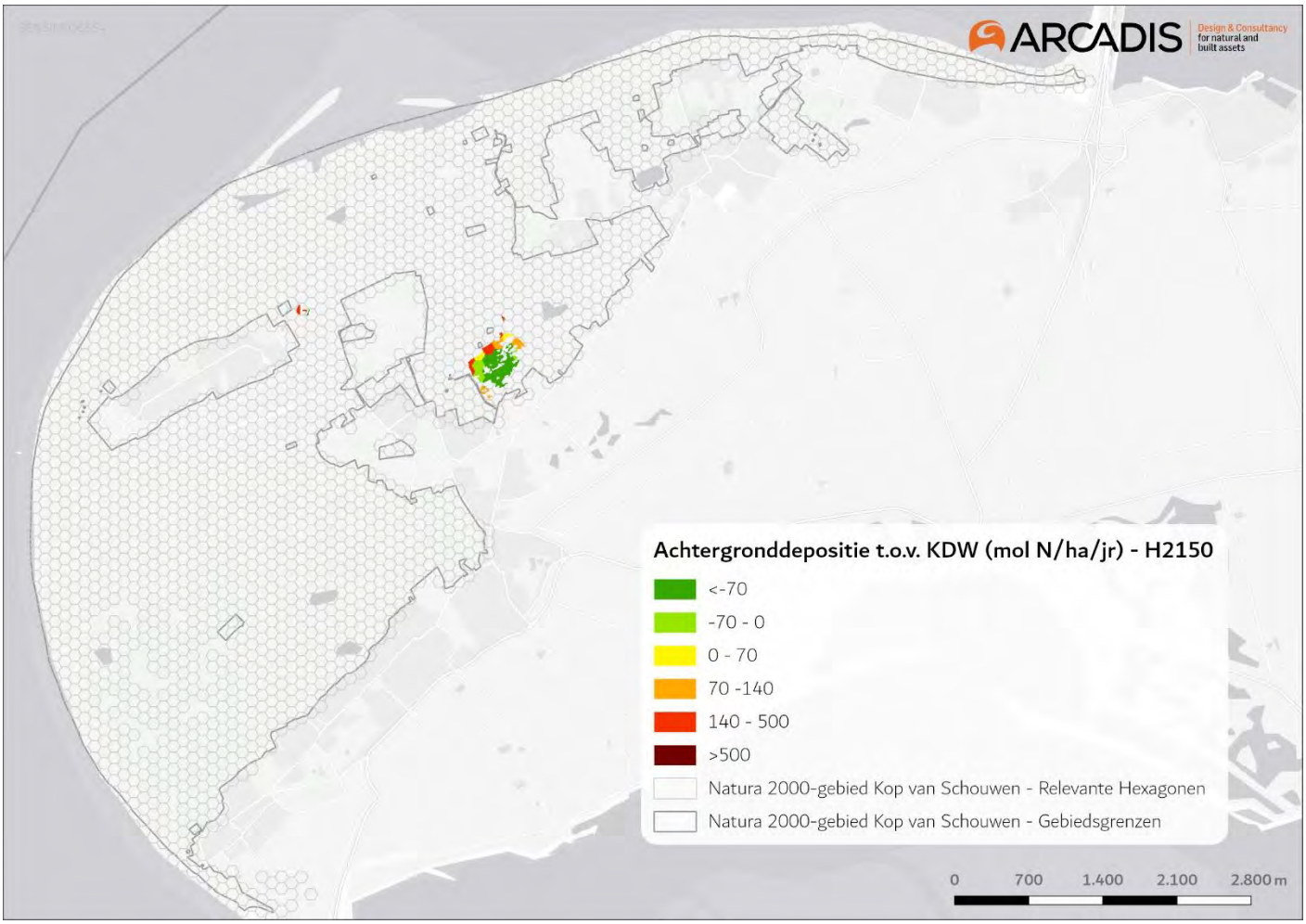
De vegetatie wordt gekenmerkt door een dominantie van struikhei, met bij voorkeur een afwisseling van jonge, oude en zeer oude heidestruiken. Het heeft een hoge bedekking van korstmossen (> 20%), wat een relatief open vegetatiestructuur vergt.

Landelijke staat van instandhouding
Gunstig.

Instandhoudingsdoel
Behoud van de oppervlakte en de kwaliteit.

Referentiesituatie
Huidige situatie stikstofdepositie
Het habitattype is zeer gevoelig voor stikstofdepositie. De kritische depositiewaarde is vastgesteld op 1.071 mol N/ha/jaar.

Uit Tabel 5-1 blijkt dat over 47,83% van het totale oppervlak van het habitattype H2150 Duinheiden met struikhei in Natura 2000-gebied Kop van Schouwen sprake is van (naderende) overbelasting. Dit is visueel weergegeven in Figuur 4-12.



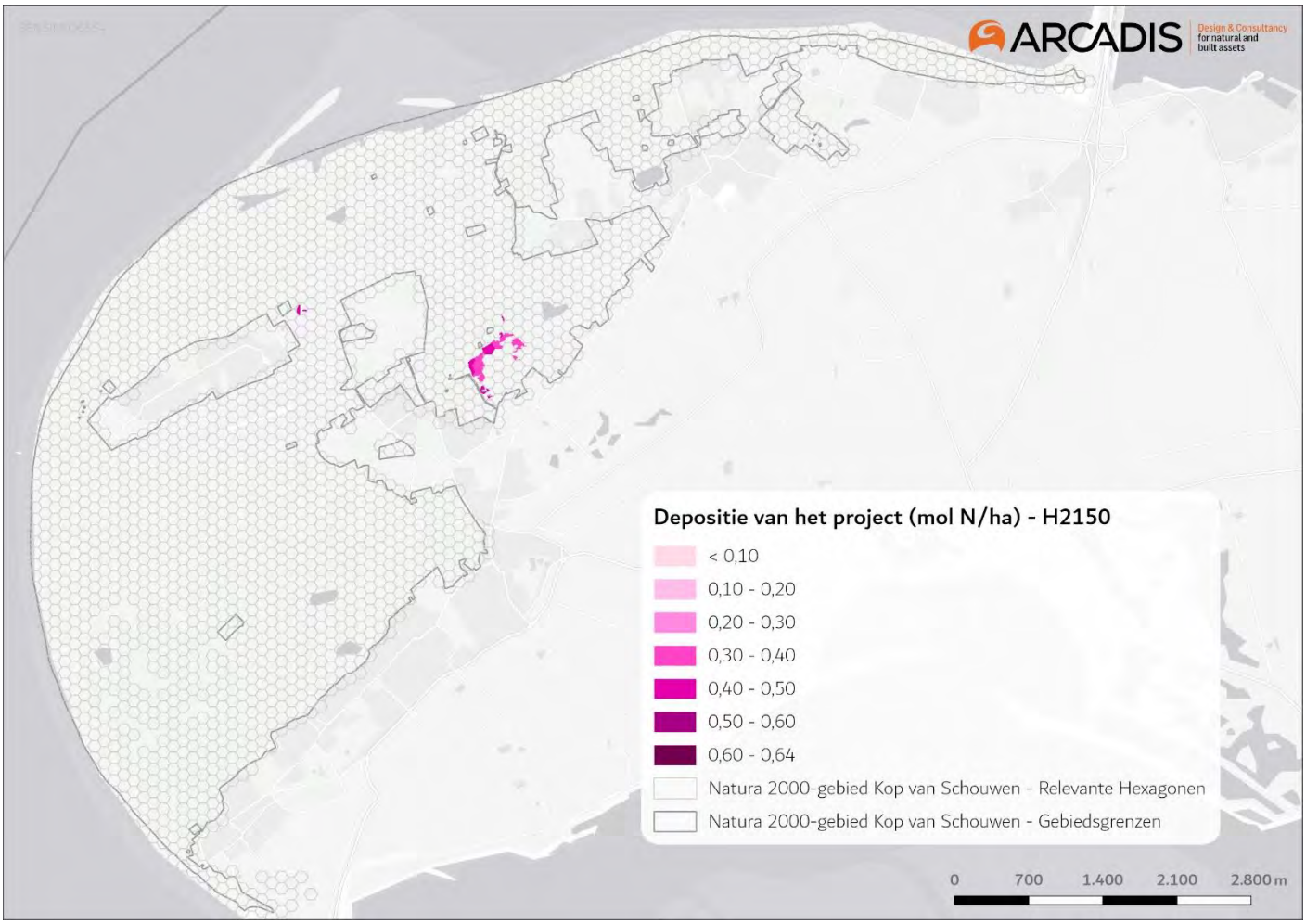
Figuur 4-12 Gekarteerde oppervlakten van habitattype H2150 in Natura 2000-gebied Kop van Schouwen en de lokale achtergronddepositie ten opzichte van de kritische depositiewaarde. Er is sprake van (naderende) overbelasting vanaf >-70 mol t.o.v. de KDW.

Huidige omvang en kwaliteit
In Natura 2000-gebied Kop van Schouwen is 9,99 ha gekarteerd als H2150. Binnen 47,83% van dit oppervlak is sprake van (naderende) overbelasting. Het habitattype komt vooral voor in één relatief omvangrijke cluster in het centrale deel van het gebied, zie bovenstaand figuur.

Het volledige areaal is van matige kwaliteit. Er kan middels visuele observaties worden vastgesteld dat het areaal van struikhei is toegenomen, maar omdat het habitattype zich uitsluitend op particuliere gronden bevindt kan deze trend niet worden gekwantificeerd.

Overige knelpunten
Uit de gebiedsanalyse komt naar voren dat successie (mede versneld door stikstofdepositie) het belangrijkste knelpunt is voor dit habitattype. Vanwege de ligging op particuliere gronden kan geen trend in oppervlak en kwaliteit worden bepaald waardoor de analyse wordt bemoeilijkt. Voor duinheiden met struikhei vormt het ontbreken van begrazing ook een knelpunt.

Beoordeling effecten stikstofdepositie
In Figuur 4-13 is de toename van stikstofdepositie als gevolg van de aanleg van Net op zee Nederwiek 1 weergegeven op delen van het habitattype H2150 Duinheiden met struikhei waarvoor in de huidige situatie sprake is van (naderende) overbelasting. De maximale stikstofdepositie op het habitattype als gevolg van de aanleg van Net op zee Nederwiek 1 op (naderend) overbelaste hexagonen is 0,51 mol N/ha.



Figuur 4-13 Toename van stikstofdepositie in Natura 2000-gebied Kop van Schouwen als gevolg van de aanleg van Net op zee Nederwiek 1 op locaties met habitattype H2150 Duinheiden met struikhei waar sprake is van (naderende) overbelasting.

Voor Duinheiden met struikhei vormt -naast alleen de depositie van stikstof- het ontbreken van begrazing ook een knelpunt. Het gaat om 47,83% van het totaaloppervlak waarbinnen zowel sprake is van (naderende) overbelasting als tijdelijke depositie van het project (4,78 ha). De tijdelijke additionele depositie van maximaal 0,51 mol N/ha kan op zichzelf nooit leiden tot een versnelling van successie en daarmee een verandering in de (vegetatie) kwaliteit van dit habitattype. Zoals eerder toegelicht onder 'beoordeling effecten stikstofdepositie' van habitattype H2110 valt een depositie van deze orde van grote daarnaast ook in het niet bij de jaarlijkse variaties in achtergronddeposities. De toename van stikstofdepositie als gevolg van het project leidt daarom niet tot significant negatieve effecten op de kwaliteit van het habitattype. Het heeft tevens geen nadelige gevolgen voor het effect van eventueel nog uit te voeren instandhoudingsmaatregelen en staat daardoor de realisatie van de instandhoudingsdoelstelling niet in de weg.

4.1.3.7 H2180A Duinbossen (droog)

Beschrijving habitattype

Dit habitattype betreft natuurlijke of half-natuurlijke loofbossen in de kustduinen, met sterk uiteenlopende kenmerken. Vaak is de zomereik (Quercus robur) de dominante boomsoort, maar met name in duinvalleien en in de meest landinwaarts gelegen gedeelten spelen (ook) andere boomsoorten een belangrijke rol. De kruidlaag kan zeer soortenrijk zijn. Een nogal afwijkende samenstelling daarvan (met verwilderde bol- en knolgewassen) is te vinden in de zogenoemde stinzenbossen, die veelal hun bestaan danken aan de vestiging van landgoederen. De meeste van de samenstellende vegetaties komen ook (of zelfs vooral) buiten de duinen voor. Het aantal werkelijk kenmerkende soorten is dan ook gering.

Doordat het grootste deel van het duingebied relatief jong is en tot het begin van de twintigste eeuw intensief werd begraasd, zijn er maar weinig oude bossen die een beeld geven van het type vegetatie dat bij ongestoorde ontwikkeling te verwachten is. De oudste bossen zijn te vinden op de strandwallen en aan de binnenduinrand. Deze bossen zijn echter sterk beïnvloed door gebruik als hakhout of zijn aangeplant als parkbos. In de middenduinen en de buitenduinen is spontane bosvorming vrijwel beperkt tot de duinvalleien, waar zich in eerste instantie vooral berkenbossen vormen. Op de hogere delen van de midden- en buitenduinen is de natuurlijke vegetatiesuccessie meestal nog niet verder gekomen dan hoge struwelen, en zijn de meeste bossen recent aangeplant (met bijvoorbeeld grauwe abeel). Het is daarom lastig een goede karakterisering van (natuurlijke) duinbossen te geven.

Bossen bestaande uit naaldbomen en/of exoten, worden niet tot het habitattype gerekend. Deze bossen hebben in sommige gevallen wel potentie voor omvorming naar het habitattype. Vanwege de zeer grote verschillen in standplaats en daarmee samenhangende soortensamenstelling, worden drie subtypen onderscheiden.

Tot het droge subtype A behoren de bossen op de meest voedselarme en droge standplaatsen. Het gaat met name om berken-eikenbossen en bossen met beuk. Ze komen vooral voor in de oude duinen, op de hogere delen van de strandwallen en op de meest diep ontkalkte delen in de binnenduinrand van de jonge duinen. Het zijn de oudste bossen in het duingebied, deels met een verleden als hakhoutbos. Ze zijn meestal relatief zuur en hebben dan een slechte strooiselvertering. De meest soortenrijke vegetaties zijn te vinden op de strandwallen, met hun iets lemiger zandgronden. In het jongere midden- en buitenduin is de vegetatie-ontwikkeling meestal niet zo ver voortgeschreden dat zich al droge duinbossen hebben ontwikkeld. Daarbij komt dat de mogelijkheden voor bosontwikkeling hier sterk geremd worden door de invloed van zeewind en inwaai van zand en zout. De meeste droge duinbossen zijn hier aangeplant en worden niet zelden aan de loefzijde geleidelijk weer door de wind opgerold. Een uitzondering is de droge vorm van het Meidoorn-Berkenbos in beschutte valleien. Dit bostype is veel basenrijker dan de eiken- en de beukenbossen.

In droge duinbossen bevat de bodem nauwelijks leem en is ook het gehalte aan organische stof laag. De kalk spoelt daardoor gemakkelijk uit. Veel droge duinbossen liggen op bodems die momenteel oppervlakkig al volledig zijn ontkalkt. Het gaat daarbij voornamelijk om locaties op de strandwallen. Het verzuringsfront zakt gestaag verder naar beneden. De duinbossen in het noordelijk deel van het kustgebied liggen van oudsher al op kalkarm substraat. Droge duinbossen komen voor bij een pH beneden 6,5. De grote ecologische variatie binnen droge duinbossen hangt voor een belangrijk deel samen met de grote range van de zuurgraad. Het gaat hierbij in de eerste plaats om verschillen in initieel kalkgehalte (ten noorden/zuiden van Bergen), maar ook de verschillende mate van ontkalking speelt hierbij een grote rol. De omstandigheden zijn verder matig droog tot droog. Het habitattype komt voor op licht voedselrijke tot zeer voedselarme bodems. Binnen deze range zijn er kwalificerende vegetatietypen die enkel voorkomen in de meest arme voedselrijkdomklasse, maar er is ook een type dat alleen in de licht voedselrijke klasse voorkomt.

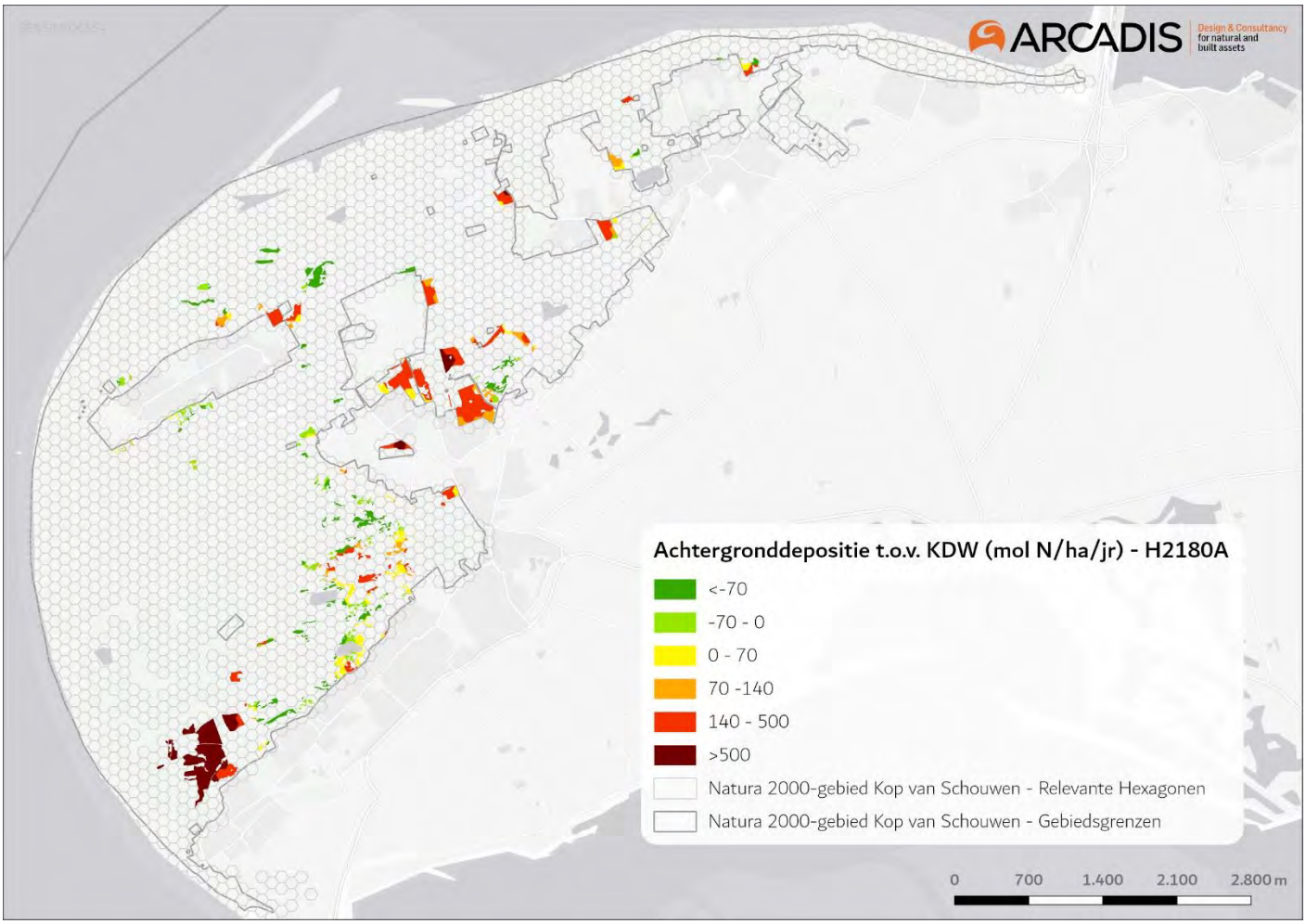
In de boomlaag overheersen loofhoutsoorten over (eventueel aanwezige) naaldhoutsoorten. Het aandeel exoten in de boomlaag is beperkt tot maximaal 25%. De aanwezigheid van oude levende of dode dikke bomen vergroot de kwaliteit, ook voor de fauna.

Landelijke staat van instandhouding
Gunstig.

Instandhoudingsdoel
Behoud van oppervlakte en van kwaliteit. Oppervlakte mag afnemen ten koste de uitbreiding van habitattypen met een uitbreidingsdoelstelling.

Referentiesituatie
Huidige situatie stikstofdepositie
Het habitattype is zeer gevoelig voor stikstofdepositie. De kritische depositiewaarde is vastgesteld op 1.071 mol N/ha/jaar.

Uit Tabel 5-1 blijkt dat over 82,51% van het habitattype H2180A Duinbossen (droog) in Natura 2000-gebied Kop van Schouwen sprake is van (naderende) overbelasting. Dit is visueel weergegeven in Figuur 4-14.



Figuur 4-14 Gekarteerde oppervlakten van habitattype H2180A in Natura 2000-gebied Kop van Schouwen en de lokale achtergronddepositie ten opzichte van de kritische depositiewaarde. Er is sprake van (naderende) overbelasting vanaf >-70 mol t.o.v. de KDW.

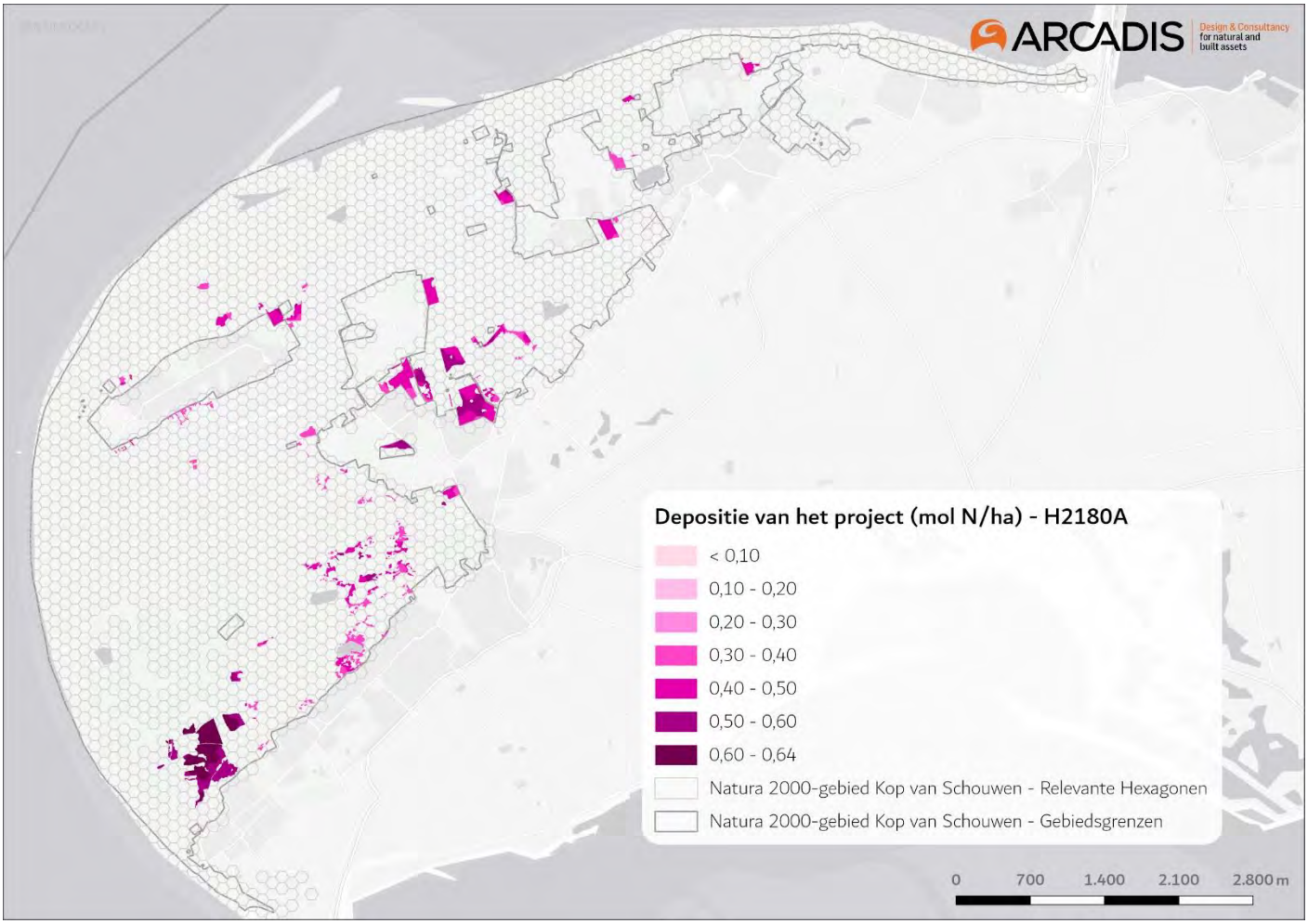
Huidige omvang en kwaliteit
In Natura 2000-gebied Kop van Schouwen is 73,27 ha gekarteerd als H2180A. Binnen 82,51% van dit oppervlak is sprake van (naderende) overbelasting. Het habitattype komt vooral voor in de meer centrale delen van het gebied, zie bovenstaand figuur.

De kwaliteit van het habitattype in het gebied is overwegend goed. De typische soorten eikenpage en grote bonte specht komen beide in het gebied voor. De trend voor zowel areaal als kwaliteit van het habitattype zijn niet bekend.

Het ontkalkingsproces van duinbossen vindt onder natuurlijke omstandigheden plaats en vermoed wordt dat het proces wordt versneld door de verzurende invloed van stikstofdepositie. Eén van de vegetatietypen die hinder ondervinden, is de korstmosrijke subassociatie van het berken-eikenbos. Vele kenmerkende soorten ervan, zowel korstmossen als paddenstoelen, zijn in de afgelopen decennia sterk achteruitgegaan. De oorzaak wordt voor een deel gezocht in atmosferische stikstofdepositie; daarnaast speelt echter hierbij ook spontane successie een rol, zeker ten aanzien van de paddenstoelen. Er zijn geen aanwijzingen dat er gevolgen zijn voor typische diersoorten (Huiskes et al., 2011).

Overige knelpunten
Knelpunten die op het habitattype van toepassing zijn, zijn de toenemende verruiging en verstruweling met onder andere braam, grassen en Amerikaanse vogelkers (en andere exoten en habitatvreemde soorten), lokale vernatting en de ontkalking van het gebied.

Beoordeling effecten stikstofdepositie
In Figuur 4-15 is de toename van stikstofdepositie als gevolg van de aanleg van Net op zee Nederwiek 1 weergegeven op delen van het habitattype H2180A Duinbossen (droog) waarvoor in de huidige situatie sprake is van (naderende) overbelasting. De maximale stikstofdepositie op het habitattype als gevolg van de aanleg van Net op zee Nederwiek 1 op (naderend) overbelaste hexagonen is 0,63 mol N/ha.



Figuur 4-15 Toename van stikstofdepositie in Natura 2000-gebied Kop van Schouwen als gevolg van de aanleg van Net op zee Nederwiek 1 op locaties met habitattype H2180A Duinbossen (droog) waar sprake is van (naderende) overbelasting.

Voor Duinbossen (droog) vormen -naast alleen de depositie van stikstof- vernatting, ontkalking en de aanwezigheid van exoten ook belangrijke knelpunten. Het gaat om 82,51% van het totaaloppervlak waarbinnen zowel sprake is van (naderende) overbelasting als tijdelijke depositie van het project (60,46 ha). De tijdelijke additionele depositie van maximaal 0,63 mol N/ha kan op zichzelf nooit leiden tot een verandering in de (vegetatie) kwaliteit van dit habitattype. Zoals eerder toegelicht onder 'beoordeling effecten stikstofdepositie' van habitattype H2110 valt een depositie van deze orde van grote daarnaast ook in het niet bij de jaarlijkse variaties in achtergronddeposities. De toename van stikstofdepositie als gevolg van het project leidt daarom niet tot significant negatieve effecten op de kwaliteit van het habitattype. Het heeft tevens geen nadelige gevolgen voor het effect van eventueel nog uit te voeren instandhoudingsmaatregelen en staat daardoor de realisatie van de instandhoudingsdoelstelling niet in de weg.

4.1.3.8 H2180C Duinbossen (binnenduinrand)

Beschrijving habitattype
De tot dit subtype behorende bossen zijn over het algemeen sterk door de mens beïnvloede (park)bossen die overwegend voorkomen op wat jongere, kalkhoudende bodems. Ze zijn vaak onderdeel van landgoederen die in de 18e eeuw aan de binnenduinrand werden aangelegd op afgegraven duingronden. Door vergraving zijn hier diepere,

nog niet ontkalkte zanden weer aan de oppervlakte gekomen. Op de Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden zijn binnenduinrandbossen vaak aangelegd op overstoven kleigronden. Daarbij heeft het historisch beheer van deze bossen, waarbij o.a. werd bemest, bekalkt en gewoeld, de bodems sterk beïnvloed en de buffercapaciteit vergroot. De grondwaterstanden zijn hier te diep voor de vestiging van 'natte' soorten, maar vaak wel zo ondiep dat capillaire opstijging vanuit het grondwater zorgt voor een iets betere vochtvoorziening en zuurbuffering. De standplaatscondities (goed gedraineerde, iets vochthoudende, basenrijke, rulle en humeuze bodems in combinatie met een open bosstructuur die zorgt voor voldoende licht) zijn zeer geschikt voor de groei van allerlei van oorsprong uitheemse bolgewassen die hier in het verleden op grote schaal zijn aangeplant en nu deel uitmaken van de zogenaamde 'stinzenflora'. In tegenstelling tot wat de naam van het subtype kan suggereren, worden niet alle bossen van de binnenduinen tot dit subtype gerekend: het betreft alleen de bossen op matig voedselrijke, vochtige bodems. Op andere standplaatsen komen ook subtype A (droger, voedselarmer) en in veel mindere mate B (natter, voedselrijker) voor.

Binnenduinrandbossen komen voor een deel voor op bodems die hun kalkhoudendheid overwegend hebben te danken aan menselijke ingrepen in het verleden. Ze zijn aangelegd op bodems waarvan de ontkalkte lagen zijn afgegraven, waar kalkrijk zand is opgebracht of waar actief is bemest en bekalkt. Aangezien de aanwezige kalk geleidelijk uitspoelt en meestal geen nieuwe kalk wordt aangevoerd, kan de bodem in dit type verzuren onder natuurlijke omstandigheden en wordt deze ontwikkeling versneld door zuurvormende depositie. Voor binnenduinrandbossen zijn matig zure tot neutrale omstandigheden optimaal met een pH tussen 5,0 en 7,5, terwijl in de bovengrond ook zure omstandigheden mogen heersen met een pH tussen 4,5 en 5,0. Voor het habitattype zijn zeer vochtige tot matig droge standplaatsen optimaal. Het habitattype kan zich alleen optimaal ontwikkelen bij matig voedselrijke omstandigheden, terwijl zeer voedselrijke omstandigheden suboptimaal zijn.

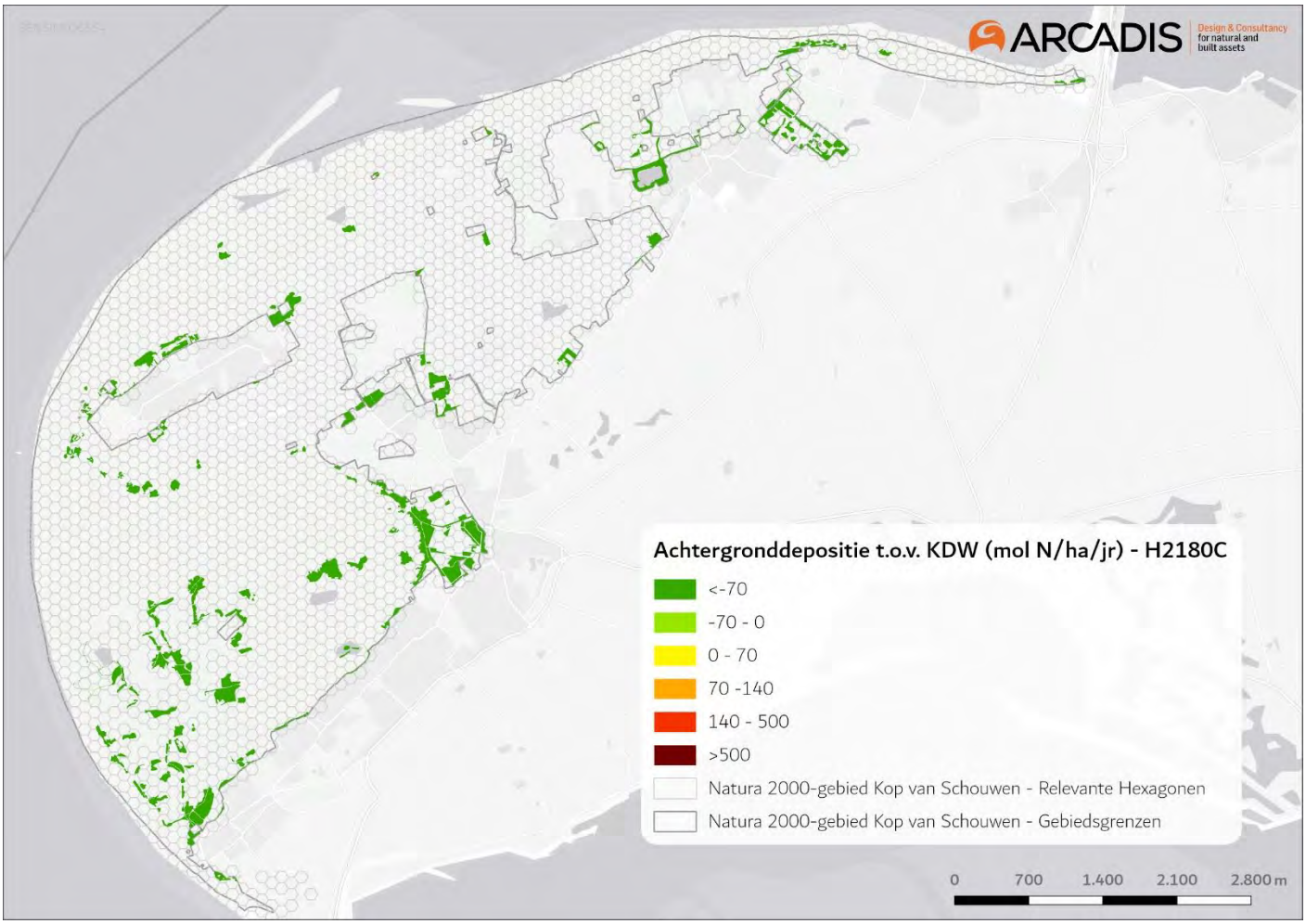
In de boomlaag overheersen loofhoutsoorten overheersen over (eventueel aanwezige) naaldhoutsoorten. Het aandeel exoten in de boomlaag is beperkt tot maximaal 25%, en de bedekking van voorjaarsflora is groter dan 25%. De aanwezigheid van oude levende of dode dikke bomen vergroot de kwaliteit, ook voor de fauna.

Landelijke staat van instandhouding
Matig ongunstig.

Instandhoudingsdoel
Behoud van oppervlak en kwaliteit. Oppervlakte mag afnemen ten koste de uitbreiding van habitattypen met een uitbreidingsdoelstelling.

Referentiesituatie
Huidige situatie stikstofdepositie
Het habitattype is gevoelig voor stikstofdepositie. De kritische depositiewaarde is vastgesteld op 1.786 mol N/ha/jaar.

Uit Tabel 5-1 blijkt dat over 0,07% van het totaaloppervlak van het habitattype H2180C Duinbossen (binnenduinrand) in Natura 2000-gebied Kop van Schouwen sprake is van (naderende) overbelasting. Dit is visueel weergegeven in Figuur 4-16.



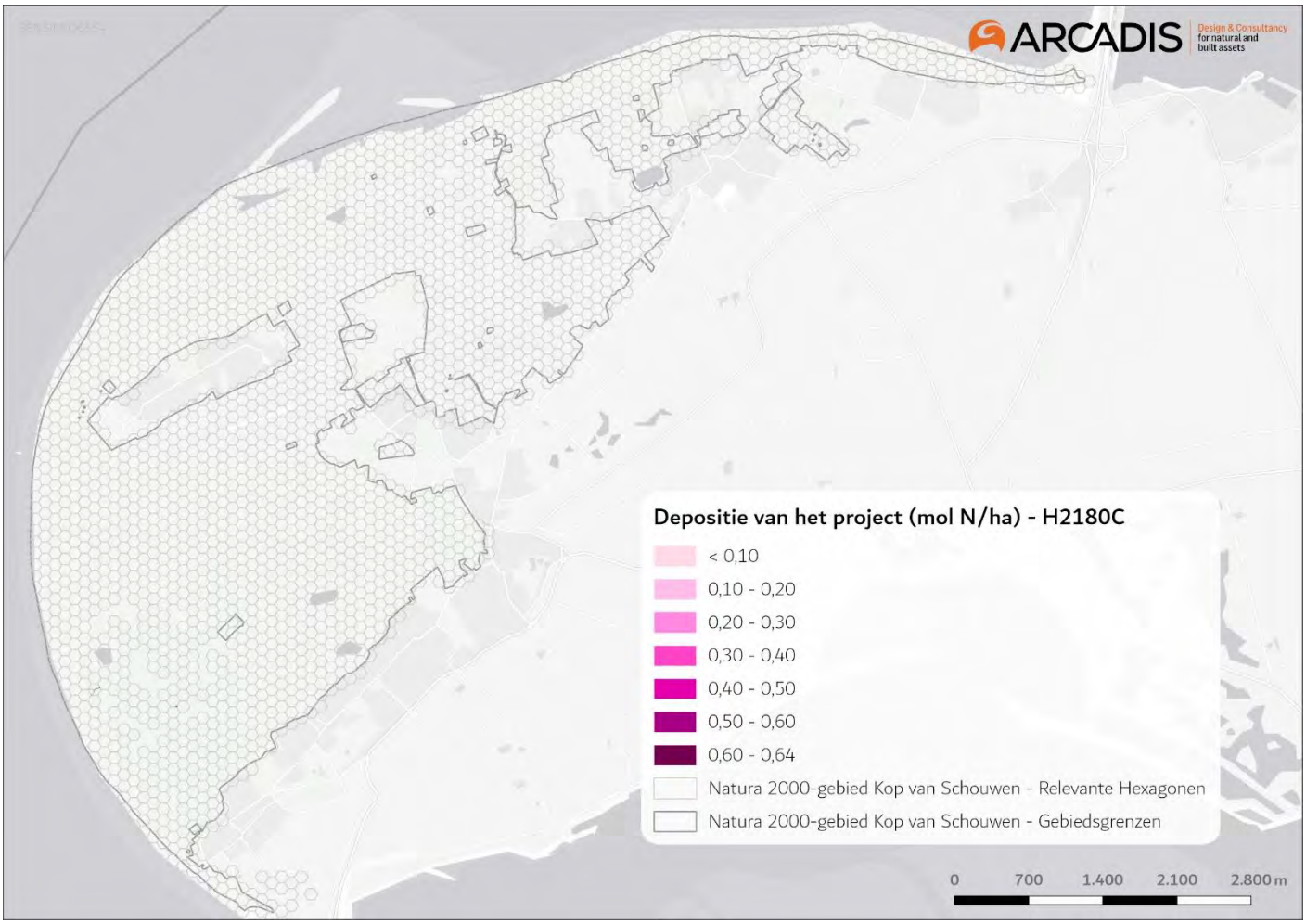
Figuur 4-16 Gekarteerde oppervlakten van habitattype H2180C in Natura 2000-gebied Kop van Schouwen en de lokale achtergronddepositie ten opzichte van de kritische depositiewaarde. Er is sprake van (naderende) overbelasting vanaf >-70 mol t.o.v. de KDW.

Huidige omvang en kwaliteit
In Natura 2000-gebied Kop van Schouwen is 98,01 ha gekarteerd als H2180C. Binnen 0,07% van dit oppervlak is sprake van (naderende) overbelasting. Het habitattype komt vooral voor in de meer centrale delen van het gebied, zie bovenstaand figuur.

Uit de gebiedsanalyse blijkt dat 50% van het gekarteerde oppervlak van dit habitattype in 2017 van goede kwaliteit was. De andere helft is van matige kwaliteit.

Overige knelpunten
Op de plekken met matige kwaliteit is sprake van toenemende verruiging versneld door de verhoogde stikstofdepositie. Verruiging komt met name door de Amerikaanse vogelkers (en andere exoten/habitatvreemde soorten) en door de aanwezigheid (door recente aanplant) van naaldhout. Verdroging vormt ook een knelpunt.

Beoordeling effecten stikstofdepositie
In Figuur 4-17 is de toename van stikstofdepositie als gevolg van de aanleg van Net op zee Nederwiek 1 weergegeven op delen van het habitattype H2180C Duinbossen (binnenduinrand) waarvoor in de huidige situatie sprake is van (naderende) overbelasting. De maximale stikstofdepositie op het habitattype als gevolg van de aanleg van Net op zee Nederwiek 1 op (naderend) overbelaste hexagonen is 0,64 mol N/ha.



Figuur 4-17 Toename van stikstofdepositie in Natura 2000-gebied Kop van Schouwen als gevolg van de aanleg van Net op zee Nederwiek 1 op locaties met habitattype H2180C Duinbossen (binnenduinrand) waar sprake is van (naderende) overbelasting. (het betreft nauwelijks zichtbare randjes van hexagonen in het zuidwesten van het gebied).

Voor Duinbossen (binnenduinrand) vormen -naast alleen de depositie van stikstof- de aanwezigheid van exoten en verdroging ook belangrijke knelpunten. Het gaat om slechts 0,07% van het totaaloppervlak waarbinnen sprake is van (naderende) overbelasting en tijdelijke depositie van het project (0,07 ha). De tijdelijke additionele depositie van maximaal 0,64 mol N/ha kan nooit leiden tot een verandering in de (vegetatie) kwaliteit van dit habitattype. Zoals eerder toegelicht onder 'beoordeling effecten stikstofdepositie' van habitattype H2110 valt een depositie van deze orde van grote daarnaast ook in het niet bij de jaarlijkse variaties in achtergronddeposities. De toename van stikstofdepositie als gevolg van het project leidt daarom niet tot significant negatieve effecten op de kwaliteit van het habitattype. Het heeft tevens geen nadelige gevolgen voor het effect van eventueel nog uit te voeren instandhoudingsmaatregelen en staat daardoor de realisatie van de instandhoudingsdoelstelling niet in de weg.

4.1.3.9 H2190A Vochtige duinvalleien (open water).

Beschrijving habitattype

Het habitattype Vochtige duinvalleien is veelomvattend, het betreft open water, vochtige graslanden, lage moerasvegetaties en rietlanden, alle voor zover voorkomend in (min of meer natuurlijke) laagten in de duinen. Mede door de grote ecologische variatie is het aantal kenmerkende soorten zeer groot.

Het gaat om relatief jonge successiestadia. Begroeiingen van oudere (al dan niet verdroogde) successiestadia in duinvalleien behoren tot andere habitattypen.

Vochtige duinvalleien kunnen van nature op twee manieren ontstaan. Primaire duinvalleien ontstaan doordat strandvlakten door duinen worden afgesneden van de zee. Secundaire duinvalleien ontstaan doordat stuifkuilen

uitstuiven tot op het grondwaterniveau. Daarnaast kunnen vochtige duinvalleien worden ontwikkeld door inrichtingsmaatregelen.

Onder invloed van neerslagwater vormt zich in het duinlichaam een zoetwaterlens van vele tientallen tot meer dan honderd meter dik die op het brakke grondwater drijft. Zo wordt in de duinen een zoetwaterbel gevormd, die zorgt voor zoete tot zeer licht brakke situaties in de wat oudere duinvalleien. Vooral in brede duingebieden reageert de grondwaterstand vertraagd op fluctuaties in neerslag en verdamping. Dat betekent dat boven op de seizoensdynamiek, met hogere grondwaterstanden in de winter en lagere grondwaterstand in zomer, ook sprake is van een langjarige dynamiek, met duinvalleien die in een periode met natte jaren vrijwel permanent onder water staan en in perioden met weinig neerslag vrijwel permanent droog staan. Er kunnen zo jaren achtereen optreden waarin (grond)waterstanden ver boven, of juist onder het gemiddelde niveau liggen.

Binnen vochtige duinvalleien bestaat een grote variatie aan standplaatscondities, afhankelijk van ontstaansgeschiedenis, leeftijd, waterregime en kalkgehalte van de bodem of het kwelwater. Om die reden zijn de vochtige duinvalleien in een aantal subtypen opgesplitst. Waterdiepte, vegetatiestructuur en kalkgehalte zijn bepalend voor de verschillen tussen de subtypen.

Habitattype H2190A Vochtige duinvalleien (open water) komt voor in de laagste delen van het duingebied, waar in gemiddelde jaren het water tot ver in het groeiseizoen boven maaiveld staat en die hooguit kort droogvallen in het groeiseizoen. Binnen de duinwateren bestaat grote variatie in ecologische omstandigheden, variërend van brak tot zoet, van voedselarm tot voedselrijk, en van basisch tot zuur.

In de meeste duingebieden, en zeker in de grotere duinwateren, is het oppervlaktewater door een kalkhoudende ondergrond en aanvoer van basenrijk grondwater tamelijk hard. In duingebieden die zeer arm aan kalk zijn, komen duinplassen voor die verwant zijn aan die van het habitattype Zwakgebufferde vennen (H3130).

In de kalkrijke duingebieden zijn de grotere duinwateren van nature vrij voedselrijk als gevolg van de aanvoer van nutriënten met doorstromend grondwater en de aanvoer van organisch materiaal met oppervlakkig afstromend regenwater en door inwaai van blad. Door de geringe zuurgraad van het water wordt het aangevoerde organische materiaal redelijk snel afgebroken. Ook zijn duinmeertjes een favoriete broedplek voor kolonievogels en rustplek voor watervogels. Dit kan zorgen voor een extra aanvoer van nutriënten met mest.

In feite is er een tweedeling in de open wateren in de duinen die onder het habitattype vallen, in oligo- en mesotrofe wateren (subtype H2190Aom) enerzijds en eutrofe wateren anderzijds. De duinplassen hebben een bereik vanaf pH (H_2O) 4,5 van matig zuur tot basisch. Duinplassen bevatten meestal tamelijk hard tot hard water, alleen in de sterkst ontkalkte delen van de duinen in het Waddendistrict komen enkele zwak gebufferde tot zure duinplassen voor. Net als bij vennen is de hardheid van het water een belangrijke sturende factor. Duinplassen komen voor in diep water tot op inunderende standplaatsen. Jonge duinvalleien in recent afgesnoerde strandvlakten kunnen nog incidenteel met zeewater overstromen. Dit is optimaal voor pioniervegetaties die afhankelijk zijn van brak water. De trofiegraad varieert van zeer voedselarm tot zeer voedselrijk. De opslag van struiken en bomen en/of hoge grassen is beperkt tot maximaal 10%.

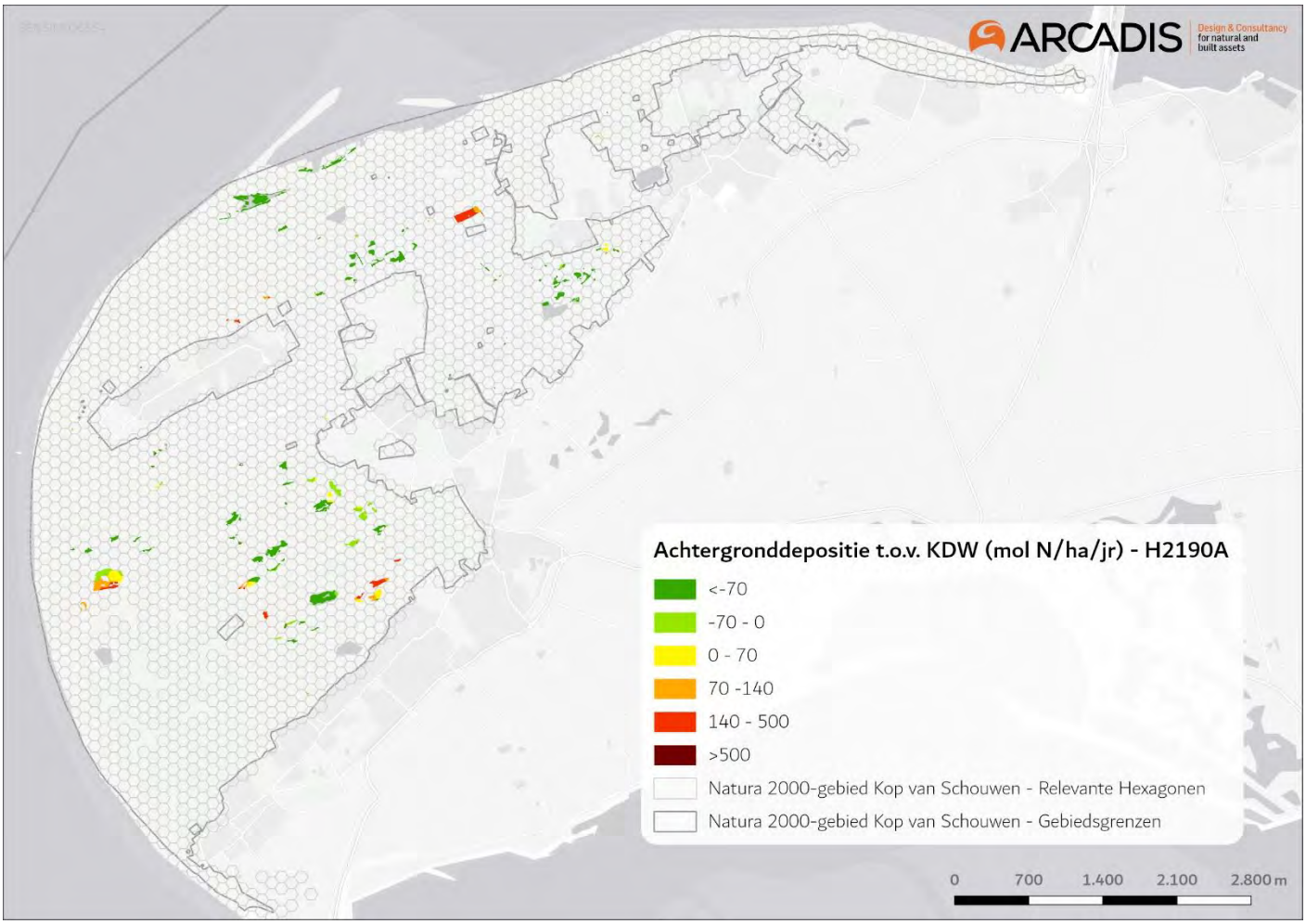
Voor het behoud van het scala aan duinvalleien op lange termijn is het noodzakelijk dat steeds nieuwe jonge valleien bijkomen. Het gaat daarbij om valleien met kale grond of vegetatieloos water. Bij aangroeiende kusten ontstaan van nature zogenoemde primaire duinvalleien door afsnoering van strandvlakten. In het duingebied zelf kunnen zogenoemde secundaire duinvalleien ontstaan door uitstuiving van zand tot op de grondwaterspiegel (of door herstel van verouderde, verdroogde of voor infiltratie gebruikte valleien).

Landelijke staat van instandhouding
Matig gunstig.

Instandhoudingsdoel
Uitbreiding van de oppervlakte en verbetering van de kwaliteit.

Referentiesituatie
Huidige situatie stikstofdepositie
Het habitattype is zeer gevoelig voor stikstofdepositie. De kritische depositiewaarde is vastgesteld op 1.000 mol N/ha/jaar.

Uit Tabel 5-1 blijkt dat over 42,26% van het habitattype H2190A Vochtige duinvalleien (open water) in Natura 2000-gebied Kop van Schouwen sprake is van (naderende) overbelasting. Dit is visueel weergegeven in Figuur 4-18.



Figuur 4-18 Gekarteerde oppervlakten van habitattype H2190A in Natura 2000-gebied Kop van Schouwen en de lokale achtergronddepositie ten opzichte van de kritische depositiewaarde. Er is sprake van (naderende) overbelasting vanaf >-70 mol t.o.v. de KDW.

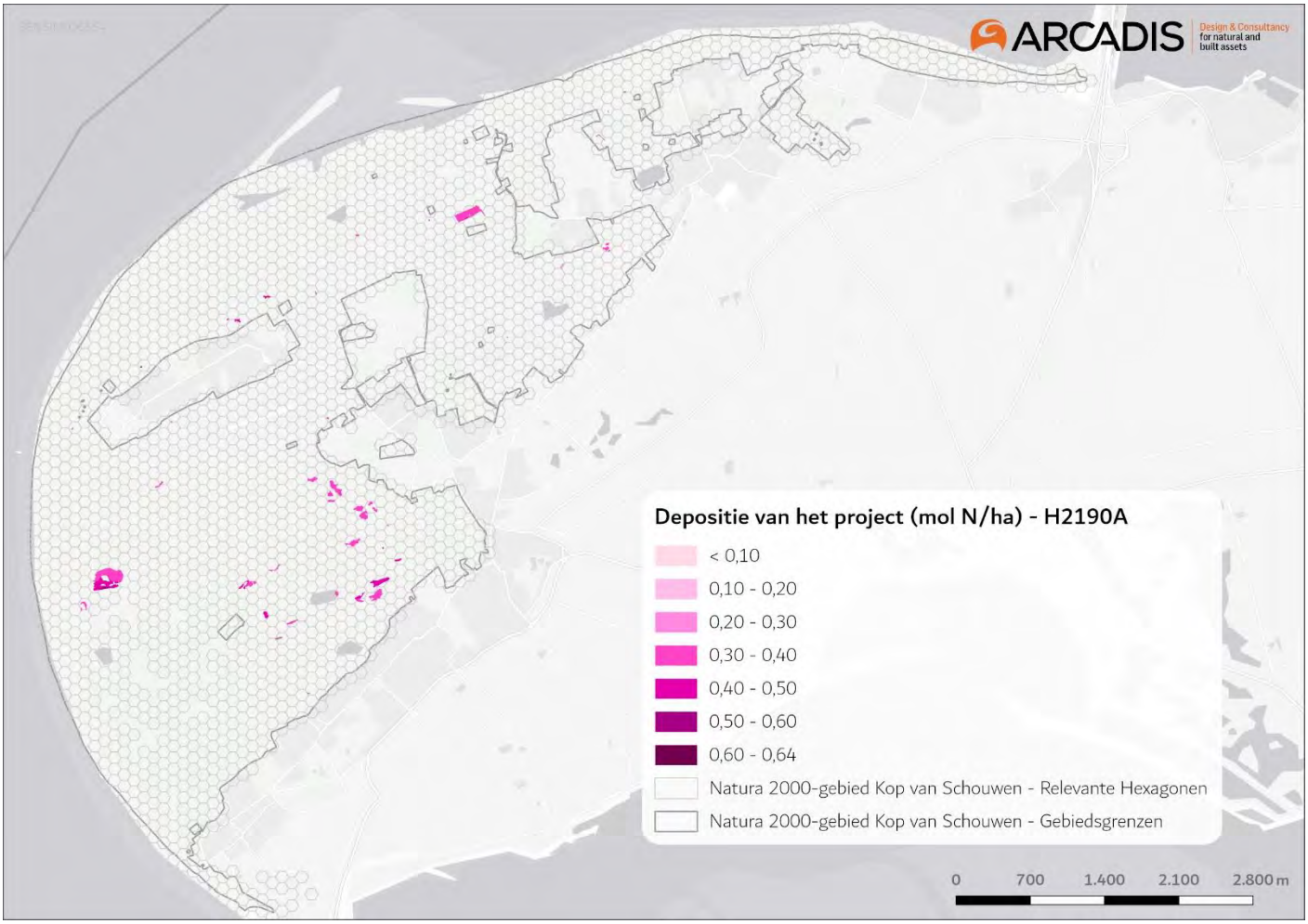
Huidige omvang en kwaliteit
In Natura 2000-gebied Kop van Schouwen is 13,66 ha gekarteerd als H2190A. Binnen 42,26% van dit oppervlak is sprake van (naderende) overbelasting. Het habitattype komt vooral voor in kleine clusters verspreid over het centrale deel van het gebied, zie bovenstaand figuur.

Uit de gebiedsanalyse blijkt dat de kwaliteit van dit habitattype overwegend goed is. Typische soorten komen hier voor, zoals ondergedoken moerasscherm, stijve moerasweegbree, waterpunge, weegbreefonteinkruid, zilte waterranonkel, rugstreeppad en dodaars. Deze soorten vormen een kwaliteitsindicator.

Door verdroging zijn in het verleden veel potentiële locaties begroeid geraakt met duindoornstruweel of soortenarme duinrietbegroeiingen. Er zijn in de jaren voor 2017 een aantal regeneratieprojecten uitgevoerd, waarbij de verruigde duinvalleien zijn geschoond en geplagd tot op het schone (zonder humus) zand. Dit heeft er mede toe geleid dat de kwaliteit van dit habitattype goed is en de trend positief.

Overige knelpunten
Successie en humusophoping (versneld door stikstofdepositie) met verondieping tot gevolg, in combinatie met beperkt beheer vormen knelpunten voor dit habitattype.

Beoordeling effecten stikstofdepositie
In Figuur 4-19 is de toename van stikstofdepositie als gevolg van de aanleg van Net op zee Nederwiek 1 weergegeven op delen van het habitattype H2190A Vochtige duinvalleien (open water) waarvoor in de huidige situatie sprake is van (naderende) overbelasting. De maximale stikstofdepositie op het habitattype als gevolg van de aanleg van Net op zee Nederwiek 1 op (naderend) overbelaste hexagonen is 0,52 mol N/ha.



Figuur 4-19 Toename van stikstofdepositie in Natura 2000-gebied Kop van Schouwen als gevolg van de aanleg van Net op zee Nederwiek 1 op locaties met habitattype H2190A Vochtige duinvalleien (open water) waar sprake is van (naderende) overbelasting.

Dit habitattype kent naast alleen de depositie van stikstof ook verondieping en beperkt beheer als knelpunt. Het gaat om 42,26% van het totaaloppervlak waarbinnen zowel sprake is van (naderende) overbelasting als tijdelijke depositie van het project (5,77 ha). De tijdelijke additionele depositie van maximaal 0,52 mol N/ha kan op zichzelf nooit leiden tot een verandering in de (vegetatie) kwaliteit van dit habitattype. Zoals eerder toegelicht onder 'beoordeling effecten stikstofdepositie' van habitattype H2110 valt een depositie van deze orde van grote daarnaast ook in het niet bij de jaarlijkse variaties in achtergronddeposities. De toename van stikstofdepositie als gevolg van het project leidt daarom niet tot significant negatieve effecten op de kwaliteit van het habitattype. Het heeft tevens geen nadelige gevolgen voor het effect van eventueel nog uit te voeren instandhoudingsmaatregelen en staat daardoor de realisatie van de instandhoudingsdoelstelling niet in de weg.

4.1.3.10 H2190C Vochtige duinvalleien (ontkalkt)

Beschrijving habitattype

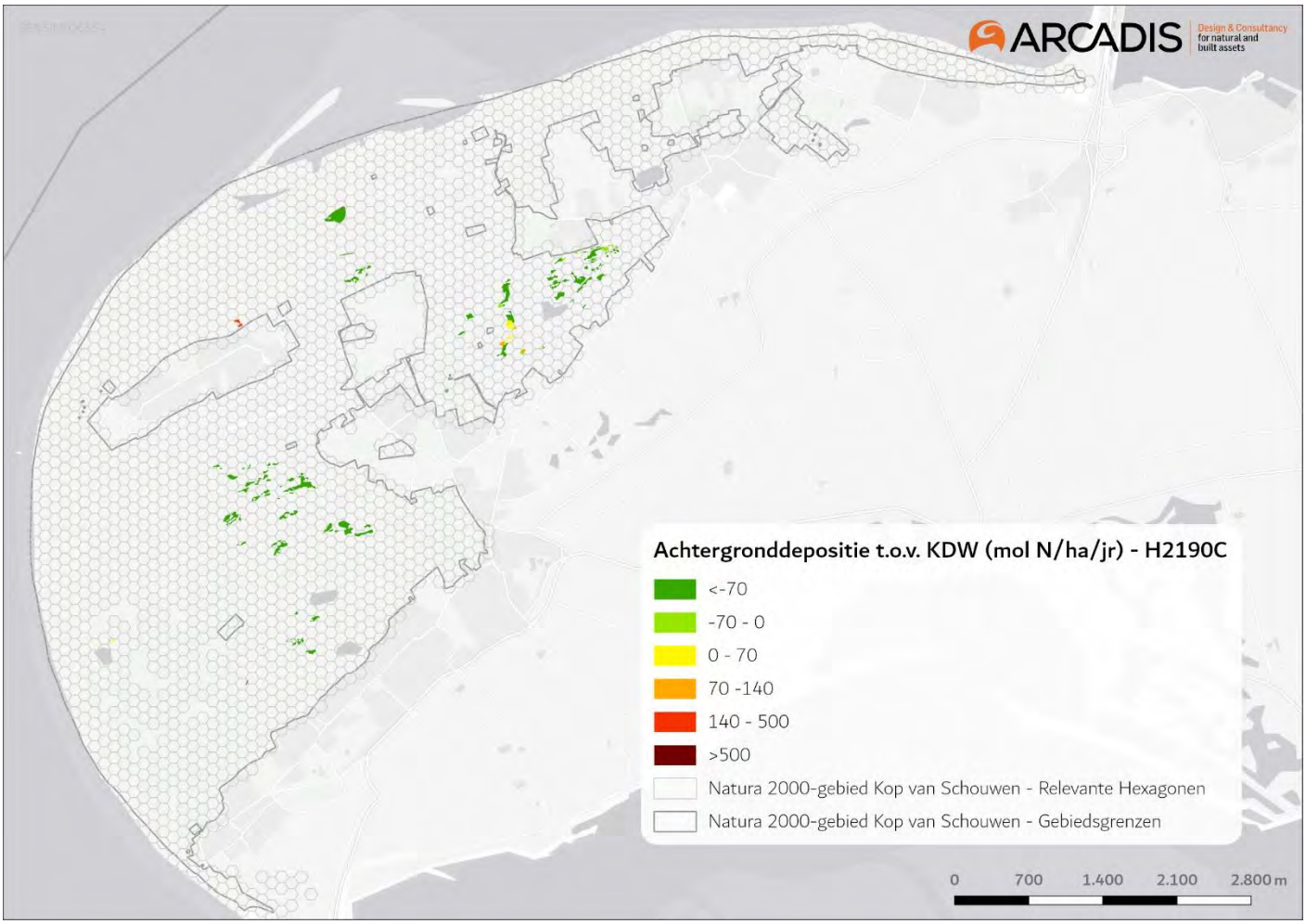
Net als bij de kalkrijke vochtige valleien worden de kalkarme (ontkalkte) vochtige valleien gekenmerkt door natte omstandigheden met waterstanden boven maaiveld in winter en voorjaar. Anders dan bij het kalkrijke subtype lijken permanent natte omstandigheden minder een probleem te vormen, waarschijnlijk doordat onder zuurdere omstandigheden minder snel hoogproductieve moerasvegetaties ontstaan. Een soort als de Moerasgamander is echter juist gebaat bij permanent natte omstandigheden. Onderscheidend ten opzichte van kalkrijke vochtige duinvalleien is de geringere basenrijkdom en de lagere pH.

Landelijke staat van instandhouding
Matig ongunstig.

Instandhoudingsdoel
Uitbreiding van de oppervlakte en verbetering van de kwaliteit.

Referentiesituatie
Huidige situatie stikstofdepositie
Het habitattype is zeer gevoelig voor stikstofdepositie. De kritische depositiewaarde is vastgesteld op 1.071 mol N/ha/jaar.

Uit Tabel 5-1 blijkt dat over 11,25% van het habitattype H2190C Vochtige duinvalleien (ontkalkt) in Natura 2000-gebied Kop van Schouwen sprake is van (naderende) overbelasting. Dit is visueel weergegeven in Figuur 4-18.



Figuur 4-20 Gekarteerde oppervlakten van habitattype H2190C in Natura 2000-gebied Kop van Schouwen en de lokale achtergronddepositie ten opzichte van de kritische depositiewaarde. Er is sprake van (naderende) overbelasting vanaf >-70 mol t.o.v. de KDW.

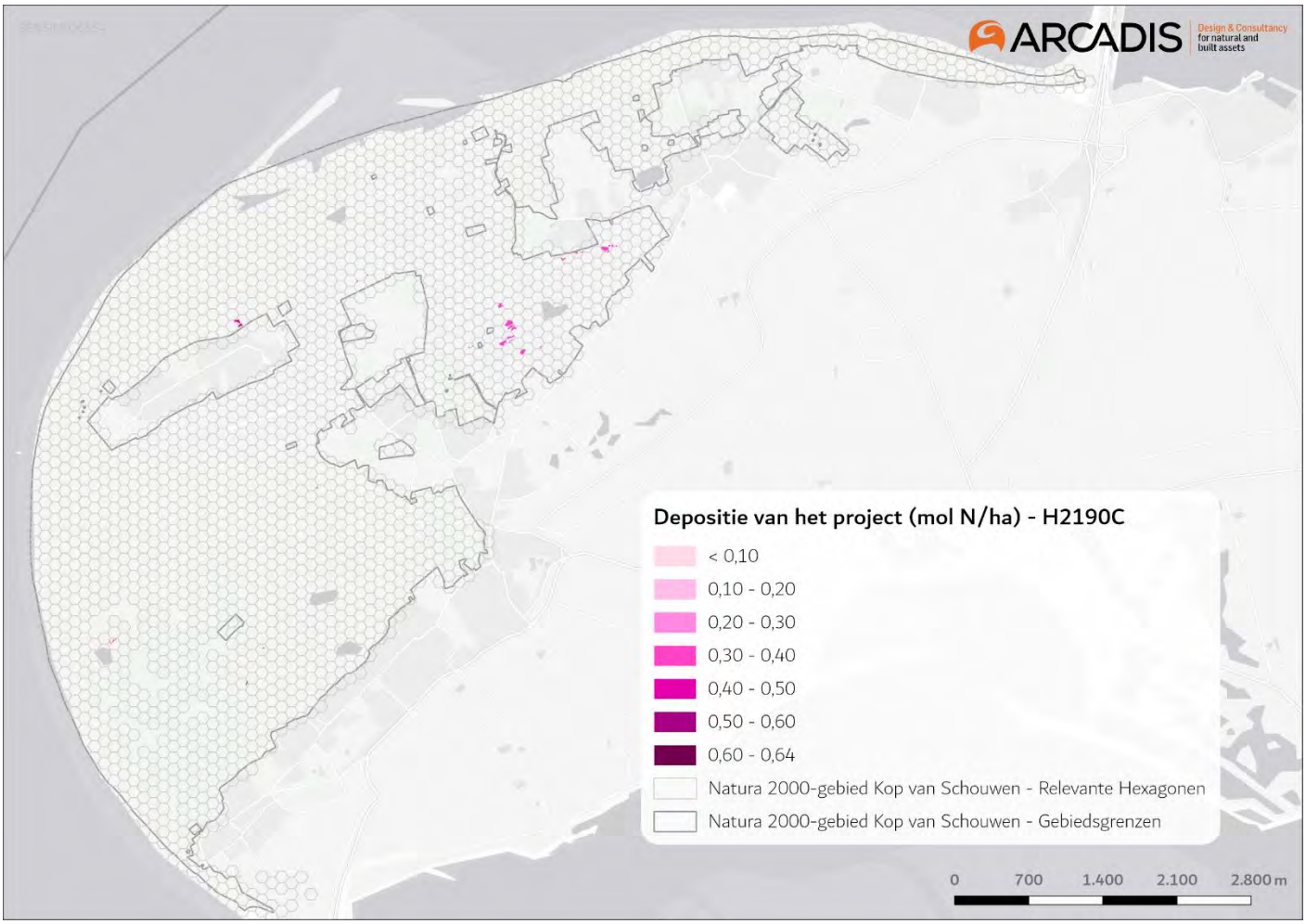
Huidige omvang en kwaliteit
In Natura 2000-gebied Kop van Schouwen is 7,15 ha gekarteerd als H2190C. Binnen 11,25% van dit oppervlak is sprake van (naderende) overbelasting. Het habitattype komt voor in een relatief groot aantal kleine clusters verspreid over het centrale deel van het gebied, zie bovenstaand figuur.

Uit de gebiedsanalyse blijkt dat vrijwel het volledige oppervlak in goede kwaliteit verkeerd. Op de Kop van Schouwen is een natuurlijk duinvalleisysteem aanwezig waarin verschillende natte valleien aanwezig zijn en er voldoende verschil aanwezig is in maaiveldhoogte. Hierdoor blijven specifieke standplaatsen in het systeem voortdurend aanwezig, hoewel grootte en locatie verschilt in ruimte en tijd. In tegenstelling tot kalkrijke duinvalleien is het kalk dat zorgt voor enige buffering afkomstig uit de aanvoer van grondwater. Anders dan bij het kalkrijke subtype vormen permanent natte omstandigheden in de valleien minder snel productieve vegetaties.

Door de uitvoer van een aantal uitgevoerde herstelprojecten is de trend van het habitattype positief.

Overige knelpunten
Het habitattype is voornamelijk aanwezig in hoge kwaliteit. Echter op een aantal plekken is de kwaliteit te gefragmenteerd. Uitbreiding van oppervlak en gelijktijdige kwaliteitsverbetering zijn zodoende op termijn gewenst. Het project herstel Zeepe duinen, Watergat en het natuurontwikkelingsplan Duinzoom leveren hieraan de belangrijkste bijdrage.

Beoordeling effecten stikstofdepositie
In Figuur 4-21 is de toename van stikstofdepositie als gevolg van de aanleg van Net op zee Nederwiek 1 weergegeven op delen van het habitattype H2190C Vochtige duinvalleien (ontkalkt) waarvoor in de huidige situatie een sprake is van (naderende) overbelasting. De maximale stikstofdepositie op het habitattype als gevolg van de aanleg van Net op zee Nederwiek 1 op (naderend) overbelaste hexagonen is 0,50 mol N/ha.



Figuur 4-21 Toename van stikstofdepositie in Natura 2000-gebied Kop van Schouwen als gevolg van de aanleg van Net op zee Nederwiek 1 op locaties met habitattype H2190C Vochtige duinvalleien (ontkalkt) waar sprake is van (naderende) overbelasting.

Het habitattype is voornamelijk aanwezig in hoge kwaliteit. Dit betekent dat vooral fragmentatie een groot knelpunt vormt voor dit habitattype, niet zo zeer depositie. Het gaat om 11,25% van het totaaloppervlak waarbinnen zowel sprake is van (naderende) overbelasting als tijdelijke depositie van het project (0,80 ha). De tijdelijke additionele depositie van maximaal 0,50 mol N/ha kan daarom op zichzelf nooit leiden tot een verandering in de (vegetatie) kwaliteit van dit habitattype. Zoals eerder toegelicht onder 'beoordeling effecten stikstofdepositie' van habitattype H2110 valt een depositie van deze orde van grote daarnaast ook in het niet bij de jaarlijkse variaties in achtergronddeposities. De toename van stikstofdepositie als gevolg van het project leidt daarom niet tot significant negatieve effecten op de kwaliteit van het habitattype. Het heeft tevens geen nadelige gevolgen voor het effect van eventueel nog uit te voeren instandhoudingsmaatregelen en staat daardoor de realisatie van de instandhoudingsdoelstelling niet in de weg.

4.1.3.11 H1014 Nauwe korfslak

Beschrijving habitatrichtlijnsoort

De Nauwe korfslak is een klein landslakje met een linksgewonden huisje. De soort leeft in en onder het bodemstrooisel en tussen de begroeiing op vochtige, vaak min of meer kalkrijke terreinen. De dieren leven op plaatsen waar een zo gelijkmatig mogelijke luchtvochtigheid heerst en waar zowel de kans op uitdrogen als de kans op overstroming gering is. Het gaat daarbij vooral om ruimtelijke overgangen van nat naar droog, bijvoorbeeld halverwege hellingen. De Nauwe korfslak leeft hoofdzakelijk maar niet uitsluitend in bladstrooisel. De soort zit ook op boomstronken en de voet van boomstammen, vooral waar het licht en warm is. De soort wordt vooral in het bladstrooisel gevonden, tussen mossen en grassen onder en in de buurt van struiken en bomen in meer open duingebieden. In de Nederlandse duinen wordt de nauwe korfslak vaker bij populierachtigen gevonden dan bij andere soorten bomen en struiken. Ook in het bladstrooisel onder en nabij meidoorn, liguster en duindoorn is de kans om de

soort aan te treffen relatief groot. Onder en nabij naaldbomen en eiken is de Nauwe korfslak weinig of niet aanwezig. De soort wordt vaker aangetroffen tussen vegetaties met veel soorten kruiden.

Landelijke staat van instandhouding
Matig ongunstig

Instandhoudingsdoel
Behoud omvang en kwaliteit leefgebied voor behoud populatie

Referentiesituatie
Huidige omvang en kwaliteit
Het leefgebied van de nauwe korfslak is gevoelig voor stikstofdepositie. De soort maakt o.a. gebruik van de kalkrijke habitattypen H2130A en H2190B als leefgebied en leefgebied Lg12 (Zoom, mantel en droog struweel van de duinen), maar beperkt zich hier niet tot. De depositie, huidige kwaliteit en effecten van H2130A is eerder behandeld in paragraaf 4.1.3.3. Hieruit bleek dat 19,71% van het totaaloppervlak (naderend) overbelast is en tijdelijke depositie van het project ontvangt (13,50 ha). Voor Grijze duinen (kalkrijk) vormen - naast de depositie van stikstof- het ontbreken van verstuiving en begrazing ook belangrijke knelpunten. De conclusie was daarom dat de tijdelijke additionele depositie op zichzelf nooit kan leiden tot een versnelling van successie en daarmee een verandering in de (vegetatie) kwaliteit van dit habitattype. H2190B en Lg12 zijn niet (naderend) overbelast en zijn daarom niet behandeld.

Uit de gebiedsanalyse blijkt dat de nauwe korfslak in zowel het noordoosten als het zuidwesten van het gebied op enkele locaties wordt aangetroffen. Het betreft hier vermoedelijk kleine populaties. De soort prefereert extensief beheerde, open tot halfopen duinvegetaties als leefgebied, maar wordt daarnaast ook in een breed scala aan andere leefgebieden gevonden.

De nauwe korfslak kan dus in een grote diversiteit aan leefgebieden voorkomen. Voor tal van locaties waarbinnen de nauwe korfslak voorkomt geldt dat de KDW in de huidige situatie wordt overschreden. Kennelijk kan de soort zich hier dus handhaven en vormt het geschikt leefgebied ondanks de overbelasting. Zodoende is de huidige situatie met betrekking tot de stikstofdepositie hier minder relevant.

Overige knelpunten
Als knelpunt voor de nauwe korfslak wordt doorgaans het verwijderen van houtopslag in duingraslanden en vochtige duinvalleien genoemd. Het knelpunt kan worden geïnterpreteerd als een secundair effect van stikstofdepositie; wanneer stikstofgevoelige leefgebieden en habitattypen verruigen door stikstofdepositie en opslag verwijderd wordt om deze verruiging tegen te gaan kan het leefgebied van de korfslak worden vernietigd.

Regulier beheer
Specifiek beheer voor de nauwe korfslak in Natura 2000-gebied Kop van Schouwen is niet bekend.

Beoordeling effecten stikstofdepositie
Aangezien de nauwe korfslak in meerdere habitattypen leefgebied vindt is de maximale stikstofdepositie als gevolg van de aanleg van Net op zee Nederwiek 2 waar de soort mee in aanraking komt gelijk aan de maximale depositie in de aanlegfase, te weten: 0,64 mol N/ha.

Het knelpunt dat voor de nauwe korfslak tot negatieve effecten zou kunnen leiden is het verwijderen van opslag ter bestrijding van verruiging en verbossing. De tijdelijke additionele depositie van maximaal 0,64 mol N/ha kan op zichzelf nooit leiden tot een verandering in de (vegetatie) kwaliteit van het leefgebied van deze soort. Met deze marginale toename in stikstofdepositie is in geen geval een extra beheerinspanning nodig om verruiging tegen te gaan. Zoals eerder toegelicht onder ‘beoordeling effecten stikstofdepositie’ van habitattype H2110 leidt een depositie van deze orde van grote ook in het niet bij de jaarlijkse variaties in achtergronddeposities. Negatieve effecten op de instandhoudingsdoelstellingen van de nauwe korfslak zijn daarom uitgesloten.

4.1.4 Samenvatting effectbeoordeling Natura 2000-gebied Kop van Schouwen

In voorgaande paragrafen is onderzocht of de toename van stikstofdepositie als gevolg van de aanleg van het Net op zee Nederwiek 1 significante gevolgen kan hebben voor beschermde natuurwaarden van Natura 2000-gebied Kop van Schouwen. Hierbij is aandacht besteed aan onder meer de ecologische vereisten, knelpunten en huidige kwaliteit van de habitattypen. Voor ieder van de behandelde habitattypen is uiteindelijk geconcludeerd dat de tijdelijke en beperkte toename in depositie als gevolg van de voorgenomen werkzaamheden, niet kan leiden tot significant negatieve effecten. De aanleg van het Net op zee Nederwiek 1 leidt daarom niet tot een aantasting van de natuurlijke kenmerken van het Natura 2000-gebied Kop van Schouwen.

Tabel 4-2 geeft per habitattype een overzicht van de maximale toename van de stikstofdepositie als gevolg van de aanleg van het Net op zee Nederwiek 1 en de bijbehorende conclusie van de uitgevoerde effectbeoordeling.

Tabel 4-2 Samenvatting maximale depositie en effectbeoordeling per habitattype voor Natura 2000-gebied Kop van Schouwen

Habitattype	Max. tijdelijke depositie (mol N/ha)	Effectbeoordeling
H2110 Embryonale duinen	0,56	Geen significant negatief effect
H2120 Witte duinen	0,57	Geen significant negatief effect
H2130A Grijze duinen (kalkrijk)	0,64	Geen significant negatief effect
H2130B Grijze duinen (kalkarm)	0,63	Geen significant negatief effect
H2130C Grijze duinen (heischraal)	0,55	Geen significant negatief effect
H2150 Duinheiden met struikhei	0,51	Geen significant negatief effect
H2180A Duinbossen (droog)	0,63	Geen significant negatief effect
H2180C Duinbossen (binnenduinrand)	0,64	Geen significant negatief effect
H2190A Vochtige duinvalleien (open water)	0,52	Geen significant negatief effect
H2190C Vochtige duinvalleien (ontkalkt)	0,50	Geen significant negatief effect

4.2 Conclusie specifieke habitattypebeoordeling

In de vorige paragrafen is het Natura 2000-gebied beschreven dat de hoogste belasting ondervindt als gevolg van de stikstofemissies van de realisatie van Net op zee Nederwiek 1. Beoordeeld is of de stikstofdepositie als gevolg van het project ertoe kan leiden dat de instandhoudingsdoelen voor habitattypen in gevaar komen of dat het behalen wordt belemmerd.

Samengevat wordt -na de gebiedsspecifieke beoordeling per habitattype- geconcludeerd dat de depositie als gevolg van het project zodanig klein is dat deze nooit een ecologisch effect teweeg kan brengen. Een significant negatief effect is daarom uitgesloten. De hoogte van de extra belasting valt onder andere ruim binnen de natuurlijke variatie van de stikstofkringlopen van de vegetaties. Ook geldt dat de projectbelasting optreedt in de situatie die al langdurig overbelast is en dat de projectbijdrage ten opzichte van deze overbelaste situatie of de kritische depositiewaarden, dermate klein is dat deze met zekerheid niet tot een significant negatief effect leidt (valt weg in de al optredende depositie en ophoping in het systeem). De hoeveelheid toegevoegde stikstof wordt ruim met de al bestaande beheermaatregelen afgevoerd, deze toevoeging vraagt met zekerheid geen extra beheerinspanning. Tenslotte zijn er vaak andere factoren die sterk sturend zijn op de kwaliteit of aanwezigheid van een habitattype, zoals beheer(intensiteit), aan/afwezigheid van dynamiek, aanwezigheid invasieve exoten, (grond)waterbeschikbaarheid of extern fysische invloeden (zoals inundatie of fixatie).

5 Algemene effectbeoordeling stikstofdepositie

5.1 Inleiding

De aanlegwerkzaamheden voor het project leiden tot een tijdelijke depositie. De hoogste depositie op een stikstofgevoelig habitattype bedraagt voor de aanleg in totaal 0,64 mol N/ha gedurende de aanlegfase, wat overeenkomt met ca. 9,1 gram stikstof per hectare. Per vierkante meter betreft het ca. 0,0009 gram stikstof. In het vorige hoofdstuk is een uitwerking gemaakt van de effecten van de depositietoename op het Natura 2000-gebied Kop van Schouwen waar de depositietoename het hoogst is. In dit hoofdstuk wordt een algemene effectbeoordeling gegeven, niet gericht op een specifiek Natura 2000-gebied en habitattype. Het gaat hier dus om een generieke effectbeoordeling voor natuurwaarden in verder gelegen Natura 2000 gebieden, dit kunnen ook gebieden over de Nederlandse grens zijn. Deze Natura 2000-gebieden ontvangen ten alle tijden minder projectdepositie dan Kop van Schouwen (m.u.v. één hexagoon in Mantelingen van Walcheren, zie voetnoot 1 in Hoofdstuk 1). Voor de beschermde natuurwaarden in Kop van Schouwen is in Hoofdstuk 4.1.3 reeds geconcludeerd dat geen sprake is van significant negatieve effecten.

De ecologische effecten van de depositie worden beoordeeld aan de hand van een aantal aspecten. Afhankelijk van het habitattype en de aard en omvang van de depositie zijn één of meerdere aspecten relevant voor de beoordeling van een eventueel effect. In deze paragraaf wordt per aspect de achtergrond en onderbouwing van de beoordeling beschreven. De volgende aspecten worden gehanteerd voor de ecologische beoordeling:

1. Schade van kleine en tijdelijke deposities aan planten (zie paragraaf 6.2);
2. Hoeveelheid stikstof uit depositie die ter beschikking komt aan de vegetatie (zie paragraaf 6.3);
3. Invloed kleine en tijdelijke deposities op veranderingen in groeisnelheid en vegetatiesamenstelling (zie paragraaf 6.4);
4. Bijdrage van kleine en tijdelijke deposities aan de totale depositie (zie paragraaf 6.5);
5. Bijdrage van kleine en tijdelijke deposities ten opzichte van bestaande aanvoer en afvoer van stikstof uit ecosystemen (zie paragraaf 6.6);
6. Invloed van kleine en tijdelijke deposities op overbelaste systemen (zie paragraaf 6.7);
7. Bijdrage van kleine en tijdelijke deposities ten opzichte van de achtergronddepositie (zie paragraaf 6.8);
8. Relevantie stikstofdepositie voor het (kunnen) behalen of behouden van gewenste kwaliteit en omvang (zie paragraaf 6.9).

De beoordeling gaat uit van de meest recente wetenschappelijke inzichten en biedt daarmee wetenschappelijke zekerheid inzake de eventuele schadelijke gevolgen voor de instandhoudingsdoelstellingen en daarmee natuurlijke kenmerken van Natura 2000-gebieden.

5.2 Schade van kleine en tijdelijke deposities aan planten

Beschrijving

Hoge concentraties van gasvormige stikstofverbindingen en hoge concentraties van ammonium (NH_4^+) in de bodem kunnen directe toxische effecten veroorzaken op planten. Dit betekent dat deze hoge concentraties een directe schadelijke werking uitoefenen op de (cel)fysiologie van planten. Bij indirecte effecten, wat aan de orde is bij stikstofdeposities via de atmosfeer zoals als gevolg van de aanleg van het kabeltracé, treden de schadelijke effecten op door geleidelijke veranderingen in het bodemmilieu (waarbij overigens ook giftige stoffen zoals aluminium kunnen ontstaan) en/of door veranderingen in beschikbaarheid van voedingsstoffen voor planten. Het gaat dan niet om een directe toediening op een plant.

De huidige concentraties van NH_3, NO_x en SO_2 zijn in Nederland zo laag dat directe toxische schade aan planten (bijna) niet meer voorkomt. Een negatief effect in de vorm van directe schade is daarom in Nederland niet aan de orde als het gaat om atmosferische depositie van stikstof. Dit volgt ook uit het gegeven van de continue hoge achtergronddepositie. De kritische depositiewaarde voor een habitattype moet ook gezien worden als waarde waarboven een negatief effect niet is uit te sluiten.

Mouissie (2019) concludeert op basis van de onzekerheden in de berekening van de KDW en experimentele studies over dosis-effect relaties dat meetbare ecologische relevante effecten ten gevolge van stikstofdepositie kunnen optreden bij een toename van meer 70 mol N/ha/jaar. Experimentele veldstudies betreffen vaak langjarige studies naar effecten van toenames die vele tientallen tot honderden mol N/ha/jaar bedragen. Uit een analyse van een groot aantal veldstudies blijkt dat bij een depositie rond de KDW het verlies van soorten op kan treden bij een structurele toename van 20 mol N/ha/jaar of hoger. In sterk overbelaste situaties treedt (verder) soortenverlies op bij hogere toenames van 35 mol of meer. Habitats zijn dan ook gevoeliger voor een structurele toename in de depositie als de achtergronddepositie rond de KDW ligt (Bobbink & Hettelingh, 2011; Caporn et al., 2016).

Beoordeling
Ten opzichte van de laagste kritische depositiewaarde van stikstofgevoelige habitattypen in Nederland (H3110 Zeer zwak gebufferde vennen met een KDW van 429 mol/ha/jaar) vormt de hoogste projectdepositie (0,64 mol/ha) slechts 0,15% van de KDW. Dit is van een dusdanige orde, dat directe meetbare ecologische relevante aantasting ten gevolge van stikstofdepositie van planten niet aan de orde is. Het verdwijnen van de vegetaties met een lage stikstoftolerantie wordt veroorzaakt door concurrentie en niet door directe schade aan de planten.

Geconcludeerd wordt dat de tijdelijke toevoeging van een beperkte hoeveelheid stikstof, in het geval van het project maximaal 0,64 mol N/ha gedurende de gehele aanlegfase (een periode van drie jaar), met zekerheid niet tot waarneembare effecten en daarom ook niet tot directe schade aan planten of vegetaties leidt.

5.3 Hoeveelheid stikstof die ter beschikking komt aan de vegetatie

Beschrijving
Nitraat (NO_3^-) en ammonium (NH_4^+) zijn stikstofverbindingen die oplossen in water en zo via de bodem door plantenwortels kunnen worden opgenomen. Nitraat wordt vrijwel niet geabsorbeerd door bodemdeeltjes en is direct beschikbaar voor planten. Ammonium in de oplossing is in evenwicht met het ammonium dat aan bodemdeeltjes geadsorbeerd is. Vooral in bodem met een hoog aandeel kleideeltjes kan het aandeel gebonden ammonium hoog zijn. Het gebonden ammonium is voor een deel beschikbaar voor planten (Mengel, 1991). Als de hoeveelheid opgelost stikstof in de bodem hoog is en deze niet door planten wordt opgenomen, dan kan een deel van de stikstof uitspoelen.

In terrestrische systemen spoelt stikstof bijna altijd uit in de vorm van nitraat, aangezien ammonium in de bodem weinig mobiel is en maar zeer beperkt naar het grondwater verdwijnt. Alleen in natte systemen, waaronder veengronden, kan ammoniumuitspoeling naar het grondwater ook kwantitatief van belang zijn (Kros et al., 2008). De uitspoeling van nitraat naar het grondwater is in de loof- en naaldbossen van Europa sterk gerelateerd aan de totale stikstofdepositie die op en in het bos terechtkomt (de Vries, 2008; Dise et al., 2009; Dise & Wright, 1995). Bij stikstofdeposities onder de 8-10 kg N/ha/jaar (571-714 mol N/ha/jaar) spoelt in bossen vrijwel geen nitraat uit naar het grondwater. Daarboven neemt de uitspoeling met een toenemende stikstofdepositie significant toe.

Uitspoeling is afhankelijk van het soort bodem, waarbij in zandgronden de meeste stikstof uitspoelt en in veengrond de minste. In volgorde van meeste naar minste uitspoeling is het zand, klei en veen, waarbij met name in zandgronden ook de grondwatertrap een belangrijke rol speelt (RIVM, 2007). Daarbij geldt dat hoe droger de bodem, hoe groter de concentratie uitspoeling is (Schoumans et al., 2008). De hoeveelheden stikstof die uitspoelen na het groeiseizoen op landbouwgrond is ter indicatie opgenomen in Tabel 5-1.

Tabel 5-1 Fractie van het stikstofoverschot op de bodembalans dat uitspoelt naar grond- en oppervlaktewater (uitspoelingsfractie) per bodemgebruik en grondsoort. De romeinse cijfers geven de grondwatertrappen: I = zeer nat en VIII = zeer droog). (Naar tabel 3.1 en 3.2 uit RIVM, 2007. De uitspoeling van het stikstofoverschot naar grond- en oppervlaktewater op landbouwbedrijven)

Bodemgebruik	Zand									Klei	Veen
	I/II/II*	III	III*	IV	V	V*	VI	VII	VIII		
Bouwland	0,04	0,07	0,28	0,38	0,45	0,43	0,58	0,74	0,89	0,36	-
Grasland	0,02	0,04	0,14	0,20	0,23	0,22	0,30	0,38	0,46	0,12	0,04

Tabel 5-1 geeft de situatie weer in bemeste landbouwgebieden. In natuurgebieden is de uitspoeling naar het grond- of oppervlaktewater niet het gevolg van bemesting, maar het gevolg van atmosferische depositie, aanvoer via inundatie en mineralisatie van organische stof. De jaarlijkse nutriëntenvrachten van het uit- en afspoelende water uit natuurgebieden in zandgebieden varieert in de periode 2016-2030 tussen 4 en 16 kg N/ha/jaar bij een gemiddelde depositie van 33 kg N/ha/jaar (Schoumans et al., 2008).

Bij het bepalen van de KDW's is in beginsel rekening gehouden met het feit dat een deel van de atmosferische depositie in habitattypen weer uit het systeem verdwijnt. Bij het beoordelen van het effect van een tijdelijke toename van deposities geldt echter dat een deel van de stikstof uit de wortelzone zal verdwijnen voordat deze vastgelegd wordt (en later weer ter beschikking kan komen voor de plant) of direct opgenomen wordt door de planten. De hoogte van de depositie en daarmee de beschikbaarheid van de atmosferisch toegevoegde stikstof heeft geen relatie met de KDW. Wanneer een groot deel uitspoelt, zal de daadwerkelijk beschikbare hoeveelheid lager zijn. Buiten het groeiseizoen nemen planten relatief weinig voedingsstoffen op uit de bodem. In het najaar en de winter zal daarom een groter deel van de depositie uit de wortelzone verdwijnen dan in het voorjaar en de zomer.

Hoewel het moeilijk is om betrouwbare kwantitatieve onderbouwingen te geven voor de mate waarin stikstof die als gevolg van atmosferische depositie in een natuurgebied terecht komt weer uitspoelt en daarom niet ter beschikking komt aan de vegetatie, kan een aantal algemene conclusies getrokken worden:

- Een deel van de stikstof die via droge of natte depositie in een habitattype terecht komt, zal niet direct worden opgenomen door de plant, maar worden gebonden in de bodem of spoelt uit naar het grond- of oppervlaktewater.
- Nitraat wordt slecht gebonden in de bodem en blijft of gaat daardoor in oplossing in het bodemwater. Uitspoeling van stikstof zal daarom vooral in de vorm van nitraat plaatsvinden.
- Deze uitspoeling is vooral relevant in habitattypen van zandgronden en is groter naarmate deze habitattypen verbonden zijn aan drogere omstandigheden. In klei- en vooral veenbodem is uitspoeling van stikstof aanzienlijk geringer.
- Bij de activiteiten waarbij sprake is van emissies door verbrandingsmotoren (vaak overheersend bij bouw- en realisatiewerkzaamheden) is vooral sprake van uitstoot van NO_x, wat in de vorm van opgelost nitraat in het bodemmilieu terecht komt.
- In specifieke gevallen (drogere omstandigheden in zandgronden) verdwijnt een deel van de depositie (tot meer dan 50%) weer uit het systeem voordat het opgenomen wordt door planten.

Beoordeling

De stikstofdeposities als gevolg van het project zijn het hoogste in de duingebieden langs de kust, met onder andere het Natura 2000-gebied Kop van Schouwen (0,64 mol N/ha). Het zijn ook met name de habitattypen van de (arme) zandgronden die gevoelig zijn voor stikstofdepositie. Deze (droge) zandbodems zullen een hogere mate van uitspoeling kennen, waardoor voor habitattypen van (droge) zandgronden[10] gesteld wordt dat een belangrijk deel van de depositie niet beschikbaar komt. Het daadwerkelijk potentieel aan stikstof is daarmee aanzienlijk kleiner dan de hoeveelheid stikstof die neerkomt op het habitattype.

5.4 Invloed kleine en tijdelijke deposities op veranderingen in groeisnelheid en vegetatiesamenstelling

Beschrijving

De toename van stikstof als gevolg van depositie kan leiden tot effecten op planten als gevolg van vermesting en verzuring.

Bij vermesting is sprake van een grotere beschikbaarheid van voor planten opneembaar stikstof (nitraat en ammonium), dat dient als bouwstof voor de plant. Een grotere beschikbaarheid van deze bouwstoffen bevoordeelt relatief snelgroeiende planten, die daardoor concurrentievoordeel kunnen krijgen t.o.v. minder snelgroeiende soorten. Deze laatste soorten zijn veelal de voor zeldzame en bedreigde habitattypen kenmerkende soorten. Afname van deze soorten leidt tot vermindering van de kwaliteit van de habitattypen, en op den duur zelfs tot areaalverlies.

[10] Duinen: H2110, H2120, H2130, H2140B, H2150, H2160, H2170), stuifzanden en heiden: H2310, H2320, H2330, H4030, H5130 en sommige graslanden: H6110, H6120, H6230 (droog).

Om een beeld te krijgen van de vermestende invloed van een éénmalige en kleine depositietoename van circa 1 mol N/ha is de volgende berekening illustratief:

- Een depositie van 0,64 mol N/ha/jaar komt overeen met een jaarlijkse toevoeging van ca. 9 gram stikstof per hectare;
- De productie van natuurlijke habitattypen loopt uiteen tussen 2.000 en 6.000 kg droge stof/ha/jaar (Tolkamp et al., 2006).
- Het aandeel in stikstof varieert tussen plantensoorten en omstandigheden: het drooggewicht van een plant bestaat gemiddeld voor 1,5% uit stikstof. Dit gemiddelde varieert van 0,5% bij houtachtige planten tot 5,0% bij peulvruchten (Nutrinorm.nl).
- Voor de biomassaproductie van natuurlijke habitattypen is dus gemiddeld 30 - 90 kg N/ha/jaar nodig (1,5% van 2.000 tot 6.000 kg). Dit komt overeen met circa 2.150 - 6.400 mol N/ha/jaar. Dit betreft de totale aanvoer van stikstof, dus ook vanuit bronnen naast atmosferische depositie zoals via grond- en oppervlaktewater, nalevering uit de bodem, mineralisatie van organische materiaal en natuurlijke bemesting (via dieren of vee dat ingezet wordt bij natuurlijke begrazing).
- Een depositie van 9 gram N/ha/jaar komt overeen met <0,01 tot 0,03 % van de jaarlijks benodigde hoeveelheid stikstof van planten in natuurlijke habitats. Deze 9 gram stikstof draagt bij aan de vorming van circa 900 gram biomassa per ha, oftewel <0,1 gram biomassa per m^2. Ook wanneer deze dosis volledig ter beschikking komt aan de vegetatie, leidt dit niet tot meetbare veranderingen in groeisnelheid van individuele planten, en daarmee tot veranderingen in concurrentiepositie.

Dermate geringe percentages leiden niet tot meetbare veranderingen in groeisnelheid van individuele planten, ook wanneer deze dosis volledig ter beschikking zou komen aan de vegetatie. Daardoor ontstaan ook geen meetbare verschuivingen in concurrentiepositie en geen veranderingen in de verhouding waarmee individuele soorten ten opzichte van elkaar in de vegetatie voorkomen. Hieruit wordt geconcludeerd dat een eenmalige kleine depositietoename de kwaliteit van habitattypen en leefgebieden niet meetbaar verandert of aantast.

Beoordeling

Een kleine tijdelijke toename van de depositie van maximaal 0,64 mol N/hectare leidt niet tot meetbare verschillen in groeisnelheid van individuele planten, daar is de hoeveelheid beschikbare stikstof te klein voor. Er ontstaan geen meetbare verschuivingen in concurrentiepositie en ook geen veranderingen in de verhouding waarmee individuele soorten in de vegetatie voorkomen. Hieruit kan geconcludeerd worden dat de depositietoename door het project de kwaliteit van habitattypen en leefgebieden niet meetbaar aantast.

5.5 Bijdrage van kleine en tijdelijke deposities aan de totale depositie

Beschrijving

Om een beeld te geven wat de omvang is van de deposities als gevolg van het project Net op zee Nederwiek 1 wordt weergegeven wat deze toename is, gerelateerd aan de totale depositie in een gebied, de gevoeligheid van de habitattypen en leefgebieden en de nauwkeurigheid waarmee effecten kunnen worden vastgesteld. Dit geeft inzicht in de mate van relevantie van de tijdelijke depositie door het project.

Hoeveel is 1 mol stikstof per hectare per jaar?

Een mol stikstof komt overeen met 14 gram N (of in de vorm van stikstofverbindingen met 62 gram NO_3^- of 18 gram NH_4^+). 14 gram N komt overeen met het gewicht van circa 4 suikerklontjes (of één eetlepel suiker). Als gevolg van deze depositie, wordt deze hoeveelheid gedurende een jaar gelijkmatig in tijd en ruimte verdeeld over een oppervlakte die gelijk is aan circa twee voetbalvelden. Per vierkante meter is dit 0,0014 g of 1,4 mg.

Hoe verhoudt toename zich tot achtergrondbelasting in een bepaald gebied?

Op alle Natura 2000-gebieden in Nederland vindt als gevolg van natuurlijke en door mensen beïnvloede oorzaken depositie van stikstof plaats. Deze achtergronddepositie (ADW) varieert tussen circa 700 en 4.000 mol N/ha/jaar, afhankelijk van de locatie. Deze deposities vinden al gedurende decennia permanent plaats, zij het dat ze in de afgelopen decennia aanzienlijk gedaald zijn.

De achtergrondwaarden worden vastgesteld met behulp van modelberekeningen, die gebaseerd zijn op metingen van stikstofconcentraties in de lucht en van deposities. Een aantal factoren is van invloed op de nauwkeurigheid van deze

informatie. Naast de nauwkeurigheid van het gebruikte model zijn nog enkele andere bronnen van onzekerheid te noemen. Het detailniveau van de gebruikte informatie over emissiebronnen in binnen- en buitenland kent om praktische redenen zijn beperkingen. Hetzelfde geldt voor meteorologische en omgevingsfactoren die van invloed zijn op de verspreiding van luchtverontreiniging. Binnen een gridcel is bovendien de werkelijke concentratie niet overal gelijk. Een onzekerheidsmarge rond de weergegeven waarden is het gevolg. De onzekerheid bedraagt, afhankelijk van stof en jaar, van 15% tot 30% voor concentraties en van 50% tot 100% voor deposities (RIVM, 2020).

Hoewel er sprake is van een langjarige trend waarbij de emissies en achtergronddepositie dalen, variëren de achtergronddeposities op een specifieke locatie van jaar tot jaar. Dit heeft met name te maken met jaarlijkse verschillen in weersomstandigheden (temperatuur, windrichting en hoeveelheid neerslag). Door meteorologische omstandigheden kunnen van jaar tot jaar variaties in de depositie optreden in de orde van grootte van 10% (Compendium voor de Leefomgeving, 2019). Dit kunnen dus jaarlijkse verschillen zijn in de ordegrootte van 70 tot 400 mol N/ha/jaar.

Een beperkte dosis stikstof, hier maximaal 0,64 mol N/ha op een gebieden op de meeste locaties aanmerkelijk minder, als gevolg van tijdelijke activiteiten is zeer gering ten opzichte van de jaarlijkse en al lang bestaande permanente deposities in de afgelopen decennia (0,1% tot 0,6% van de jaarlijkse achtergronddepositie). En ook vanuit de natuurlijke fluctuatie in stikstofdepositie en de nauwkeurigheid waarmee de achtergronddeposities zijn vastgesteld.

Ter vergelijking: de natuurlijke achtergronddepositie (zonder menselijk ingrijpen) ligt naar verwachting tussen de 71 en 357 mol N/hectare/jaar (of 1 tot 5 kg N) (Arcadis, 2011). De eenmalige maximale toename als gevolg van het project (0,64 mol N/hectare op het Natura 2000-gebied Kop van Schouwen) komt overeen met ca. 0,3% van de gemiddelde natuurlijke jaarlijkse achtergronddepositie.

Hoe verhoudt de toename zich tot de kritische depositie van habitattypen en leefgebieden?
De kritische depositiewaarden geven aan beneden welke totale depositie (in mol N/ha/jaar) significante effecten als gevolg van stikstofdepositie op een habitattype of leefgebied met zekerheid kunnen worden uitgesloten (zie ook paragraaf 2.5). Bij deze KDW's gaat het om de gevoeligheid van blootstelling van habitattypen en leefgebieden aan stikstofverbindingen gedurende langere perioden.

De kritische depositiewaarden zijn afgerond op hele kilo's stikstof. Deze zijn daarna teruggerekend naar mol. Een meer precieze bepaling van de KDW's is op grond van beschikbare kennis en modeluitkomsten niet mogelijk. Een verschil van 100 gram (één decimaal) geeft reeds een verschil en daarmee onzekerheidsmarge van 7,14 mol/ha/jaar. Dit betreft permanente en dus langdurige jaarlijkse depositieniveaus. De kleine tijdelijke depositietoename als gevolg van het project (maximaal 0,64 mol N/ha), bevindt zich ruim binnen de onzekerheidsmarges waarmee de KDW's toegepast kunnen worden.

De kleine dosis aan stikstof als gevolg van de tijdelijke activiteiten is daarom zeer gering, zowel ten aanzien van de nauwkeurigheid waarmee de KDW's zijn vastgesteld en ten aanzien van de hoogte van deze KDW's als lange termijn grenswaarde.

Beoordeling
Voor de stikstofdeposities ten gevolge van de aanleg van het project geldt dat de maximale bijdrage van 1,50 mol N/ha:

- Wegvalt tegen de jaarlijkse fluctuatie in stikstofdepositie ten gevolge van meteorologische condities door het jaar en over de jaren heen;
- Verwaarloosbaar klein is ten opzichte van de jaarlijkse achtergronddepositie;
- Binnen de onzekerheidsmarges c.q. nauwkeurigheid van de KDW's en de bepaling van de achtergronddeposities valt.

Hieruit kan geconcludeerd worden dat een kleine depositietoename van maximaal 0,64 mol N/ha gedurende de aanlegperiode de kwaliteit van habitattypen en leefgebieden niet aantast.

5.6 Bijdrage van kleine en tijdelijke deposities ten opzichte van bestaande aanvoer en afvoer van stikstof uit ecosystemen

Beschrijving

Atmosferische depositie is niet de enige bron van stikstof in het leefmilieu van planten. Ook via andere mechanismen en routes komt stikstof beschikbaar. De belangrijkste hiervan zijn:

- Toestroming via grond- en oppervlaktewater. Van nature zijn oppervlaktewateren en (met name) grondwater relatief arm aan stikstofverbindingen. Door menselijke invloeden (bemesting, afvalwaterlozing) bevatten grond- en oppervlaktewater in Nederland momenteel echter aanzienlijk meer stikstofverbindingen, zowel nitraat als ammonium. In habitattypen die onder invloed staan van toestromend grondwater (kwel) of overstroming met oppervlaktewater (beek- en rivierbegeleidende habitattypen) kunnen op deze wijze een verhoogde aanvoer van stikstof ondergaan. Bij overstroming kan daarbij ook voedselrijk slib nog een rol spelen.
- Mineralisatie (verdroging). In organisch materiaal in de bodem is stikstof geaccumuleerd die niet direct ter beschikking is voor levende planten. Door mineralisatie, waarbij bodemmicroben de immobiele stikstof omzetten naar vrij beschikbare stikstofverbindingen, komt deze geaccumuleerde stikstof weer vrij, in eerste instantie in de vorm van ammoniak. Via nitrificatie moet ammoniak eerst omgezet worden in nitraat, alvorens de stikstof beschikbaar is voor planten. Mineralisatie en nitrificatie is een natuurlijk proces, maar kan versneld worden in situaties waar veel zuurstof beschikbaar is. Dit gebeurt onder andere in habitattypen waar veel organische stof aanwezig is in de bodem, en waar de beluchting van de bodem toeneemt als gevolg van verdroging (verlaging van de grondwaterstand).

Beide vormen van stikstofaanvoer zijn niet of nauwelijks van natuurlijke oorsprong, maar kunnen in bepaalde situaties wel aanleiding geven tot een aanzienlijk aanvoer van voedingsstoffen:

- In het Natura 2000-gebied Bunder- en Elsloërbos bijvoorbeeld, is de gemiddelde belasting van het grondwater circa 75 mg/l nitraat, wat overeenkomt met circa 17 mg N/l. In het gebied komt dit water via talloze bronnetjes (circa 150) aan de oppervlakte. De afvoer van een gemiddelde bron in het Bunderbos is circa 1 m^3/uur. Per jaar komt daardoor per bron een vracht van ruim 9.000 mol N in het gebied. Het gebied heeft ruim 150 van deze bronnen. Via de bronnen komt daardoor ruim 8.000 mol N/ha/jaar het gebied binnen. Daarnaast komt er ook grondwater buiten de bronnen aan de oppervlakte. Een aanzienlijk deel van deze stikstof zal ook weer het gebied verlaten via de afvoer van het water door de beken, maar een deel van de stikstof zal opgenomen worden in de bodem en in de vegetatie.
- In riviersystemen is met name in de uiterwaarden van de rivier de dynamiek uit de rivier leidend. Naast dat de overspoeling door erosie voor een deel aanwezige stoffen wegspoelt, voert de rivier ook stoffen aan. Als de Rijn als voorbeeld wordt genomen, dan is het gehalte aan stikstof circa 2,5 mg/l. Deze hoeveelheid is ook ongeveer de streefwaarde voor alle rivieren. Het gemiddelde debiet van de Rijn is circa 2.200 m3/s (variatie tussen 600 en 16.000 m3/s)[11]. Dit betekent dat de Rijn per seconde gemiddeld 5,5 kg stikstof aan- en afvoert, wat neerkomt op circa 400 mol N per seconde. Daarnaast zal in het slib dat wordt achtergelaten ook een grote hoeveelheid stikstof achterblijven.

Naast aanvoer van stikstof, vindt in natuurlijke en half-natuurlijke systemen ook afvoer van stikstofverbindingen plaats. De belangrijkste daarvan zijn:

- Uitspoeling van stikstof. Een deel van de stikstof die in het systeem terecht komt wordt direct (na depositie) of indirect (na vrijkomen als gevolg van mineralisatie en nitrificatie) opgelost in het bodemwater, en via infiltratie of uitspoeling naar het oppervlaktewater uit het systeem verwijderd. Met name in drogere habitattypen van zandgronden kan het aandeel van stikstof dat op deze wijze verdwijnt aanzienlijk zijn.
- Natuurlijke denitrificatie. Hierbij zetten bacteriën nitraat om in gasvormig stikstof, dat ontsnapt naar de atmosfeer. Dit is een natuurlijk proces, waarmee in de bepaling van de KDW's van habitattypen en leefgebieden reeds rekening is gehouden. Van de stikstof die als gevolg van een eenmalige kleine depositietoename in het milieu terecht komt, zal een zeer geringe fractie op deze wijze verdwijnen.
- Immobilisatie van stikstof in organisch materiaal. Deze stikstof is eerst door planten opgenomen en daarna in de planten omgezet tot organische stikstofverbindingen. Plantenresten worden als organisch materiaal in de bodem

[11] https://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/waterveiligheid/crisismanagement/begrippen/toelichting/afvoer/

opgeslagen. Afhankelijk van het bodemtype blijven ze daar langere of kortere tijd immobiel. Als gevolg van mineralisatie kunnen ze weer omgezet worden in ammonium en (via nitrificatie in) nitraat. Met name in habitattypen in veengebieden kan aanzienlijke accumulatie van stikstof in organisch materiaal optreden.

- Cyclisch beheer. Cyclisch beheer is voor veel habitattypen een basisvoorwaarde voor instandhouding van habitattypen. Dit beheer is gericht op het verwijderen en (meestal ook) afvoeren van organisch materiaal. Voortzetting van dit beheer is een vanzelfsprekendheid en vastgelegd in beheerplannen en is al decennia een pijler onder natuurbeheer en heeft zijn resultaten (wetenschappelijk) ruim bewezen. De meest toegepaste beheermethoden zijn maaien, beweiden/begrazen, plaggen en chopperen (verwijderen zode met organisch materiaal) en snoeien. De stikstof wordt meestal uit het systeem verwijdert doordat het materiaal geoogst en/of afgevoerd wordt. Als gevolg van toegenomen aanvoer van nutriënten en daardoor veroorzaakte verhoogde biomassaproductie is de intensiteit van dit beheer in veel gevallen, noodgedwongen, toegenomen. Dit beheer is echter ook resultaatgericht: de biomassa of bovengrond wordt tot een bepaald niveau verwijderd. Een eventuele tijdelijke geringe toename van stikstofdepositie wordt daarmee eveneens weggenomen. Tabel 5-2 geeft enkele voorbeelden van de mate van afvoer weer per type beheer.

Tabel 5-2 Effect beheermaatregel ten aanzien van afvoer stikstoffen uit de vegetatie. Sommige maatregelen worden jaarlijks genomen zoals maaien en begrazen, andere worden meer incidenteel uitgevoerd zoals plaggen en baggeren (van den Berg, Loeb, & Bobbink, 2014).

Beheermaatregel	Range van stikstofafvoer (mol/ha)
Plaggen	81.000 – 381.000
Chopperen	14.000 – 169.000
Baggeren	40.000 – 860.000
Maaien	1.000 – 10.000
Begrazen	140 – 1.200
Branden	1.000 – 10.000
Hakhoutbeheer en dunnen	11.000 – 15.000
Opslag verwijderen	500 – 15.000
Ingrijpen in soortensamenstelling boomlaag	2.200 – 15.000

Beoordeling

Ten aanzien van de verwijdering van stikstof uit het systeem blijkt uit het voorgaande dat de tijdelijke kleine depositietoename wegvalt tegen de hoeveelheden stikstof die weer uit het systeem verdwijnen. Met name bij (cyclisch) beheer zal de in de planten opgenomen stikstof, die afkomstig is uit de depositietoename, weer grotendeels uit het systeem verwijderd worden door het gevoerde vegetatiebeheer. De tijdelijke beperkte toevoeging heeft geen invloed op het terugbrengen van de depositie tot de KDW of het behouden van de depositie beneden de KDW.

Bij beheer van de heischrale graslanden met schapenbegrazing betekent een eenmalige depositie van 1,0 mol/ha stikstof het volgende. Een plant heeft voor de aangroei van 1 gram circa 0,2 gram stikstof nodig (Ter Steege, 1996). De depositie van 14 gram zal dus, ervan uitgaande dat de helft van de stikstof ook daadwerkelijk wordt benut en de andere helft uitspoelt, leiden tot een aanwas van 70 gram vegetatie van het habitattype per hectare. Een schaap heeft een voedselbehoefte van 1,7 kg droge stof per dag (WUR, 2002). Uitgaande van een drogestofgehalte van de graslandvegetatie van maximaal 50% eet een schaap per dag 3,4 kg vegetatie. Uitgedrukt in schaapdagen (hoeveelheid vegetatie die één schaap op één dag graast) is 3,4 kg dus 1 schaapdag. Om de jaarlijkse extra aanwas van 70 gram vegetatie uit het systeem te halen, is dus (70/3.400 =) 0,024 schaapdag nodig. Uitgaande van een graasduur van 8 uur per dag (gescheperde kudde), komt 0,64 mol overeen met 50 seconden begrazing door kudde van 50 schapen. Een tijdelijke depositie van bijvoorbeeld 0,64 mol/ha komt overeen met 0,64 x 70 gram = ca. 45 gram per hectare (per 10.000 m^2) en valt daarmee ruim binnen de beheerinspanning in geval van schapenbegrazing.

Ter illustratie kan worden gekeken naar maaibeheer. Bij beheer van graslanden door maaien wordt tussen de 24 en 63 kg stikstof per hectare verwijderd[12]. Op basis van het gegeven dat een plant voor de aangroei van 1 gram circa 0,2 gram stikstof nodig heeft (Ter Steege, 1996), geldt een extra aanwas per 10.000 m^2 van 70 gram ten gevolge van 1 mol (/ha). De hoeveelheid stikstofdepositie ten gevolge van het project Net op zee Nederwiek 1 valt weg tegen de hoeveelheid stikstof die wordt verwijderd met maaien.

Op grond hiervan volgt dat een tijdelijke beperkte stikstofdepositie geen invloed heeft op habitattypen in geval van een situatie met cyclisch beheer die stikstof uit het systeem verwijderd, aangezien de eventuele bijdrage wegvalt tegen de hoeveelheden stikstof die periodiek door beheer worden verwijderd.

5.7 Invloed van kleine en tijdelijke deposities op overbelaste systemen

Beschrijving

In sommige situaties is in Natura 2000-gebieden bij specifieke habitattypen sprake van een hoge mate van overbelasting. De achtergronddepositie (ADW) is dan aanzienlijk hoger dan de kritische depositiewaarde (KDW). In de gebiedsanalyses wordt gesproken van een sterke overbelasting wanneer de ADW twee keer zo hoog is als de KDW. Bij grote overschrijdingen kunnen zich twee situaties voordoen:

- De kwaliteit van het habitattype is goed, ondanks de hoge overschrijding van de KDW. In dergelijke gevallen zijn andere factoren dan stikstof sturend en/of beperkend voor de ontwikkeling van het habitattype, bijvoorbeeld omdat fosfaat beperkend is, of omdat er sprake is van een goede buffercapaciteit door toestroming van kwelwater.
- De kwaliteit van het habitattype is slecht, (mede) als gevolg van de veel te hoge aanvoer van stikstof. In dergelijke situaties zijn maatregelen opgenomen in het beheerplan om de kwaliteit van de habitattypen te herstellen. Dit kunnen zowel systeemgerichte maatregelen zijn (bijvoorbeeld herstel van de waterhuishouding) als maatregelen die de geaccumuleerde stikstof uit het gebied verwijderen. Door de tijdelijke en kleine depositietoename zal de situatie in dergelijke gebieden niet wijzigen. De depositietoename zal ook geen gevolgen hebben voor de aard, omvang en succes van de maatregelen die genomen moeten worden.

Beoordeling

In geval van habitattypes met een overbelasting geldt dat tijdelijke kleine deposities op grond van voorgaande beschrijving nooit de oorzaak zijn van dat een habitattype niet meer aan het instandhoudingsdoel voldoet of dat het instandhoudingsdoel niet meer kan worden behaald.

5.8 Bijdrage van kleine en tijdelijke deposities ten opzichte van overbelaste systemen

Beschrijving

Zoals in paragraaf 5.7 aangegeven is de achtergronddepositie in een groot aantal gebieden sinds een groot aantal jaren ruim hoger dan de kritische depositiewaardes die optreden. Dit is één van de oorzaken voor het niet bereiken van instandhoudingsdoelstellingen voor stikstofgevoelige habitattypen. Sinds 1980 zijn emissies hoog, zij het dat ze langzaam aan het afnemen zijn onder invloed van bijvoorbeeld strenge emissie-eisen.

De werkzaamheden voor het project vinden voor het grootste deel op zee plaats. De tijdelijke deposities van het project vinden plaats tussen de emissies van voornamelijk zeescheepvaart en visserij. Deze activiteiten vinden verspreid over de Noordzee plaats naast projectmatige activiteiten als olie- en gaswinning, zand- en schelpwinning, kustverdedigingswerkzaamheden en luchtvaartbewegingen. Uit de gegevens van het CBS ten aanzien van de uitstoot in de periode 1990 tot 2018 blijkt dat de zeescheepvaart en visserij samen een uitstoot kenden van 94,6 miljoen kg stikstof in 1990, die is toegenomen tot 98,4 miljoen kg stikstof in 2018. Gezien de omvang van deze emissies, zonder

[12] Dit betrof graslanden in Californië (VS) in een mediterraan klimaat met voornamelijk Lolium multiflorum en Bromus diandrus met Lupine albifrons, waar verspreid nog kleine oppervlaktes liggen met de originele vegetatie zonder lupine. (Maron & Jefferies, 2001)

de andere genoemde activiteiten, is het aannemelijk dat een tijdelijke kleine bijdrage wegvalt in het heersende beeld van emissies en als toevoeging verwaarloosbaar is.

Beoordeling
De aanleg van het Net op zee Nederwiek 1 veroorzaakt een uitstoot van 896,3 ton stikstof in totaal. Per jaar is dit gemiddeld 298,8 ton stikstof. Ten opzichte van de jaarlijkse emissies van activiteiten die bekend zijn van scheepvaart en visserij (77.500 ton stikstof in 2018[13]) betekent dit (worst-case) een gemiddelde bijdrage van ca. 0,39% op jaarbasis, zonder rekening te houden met andere activiteiten als bijvoorbeeld zandwinning, olie- en gaswinning en kustversterking. Dit is verwaarloosbaar en niet te onderscheiden, naast het gegeven dat een groot deel van de activiteiten wordt uitgevoerd door schepen die in voorgaande jaren andere activiteiten in de Noordzee hebben uitgevoerd en dus op zichzelf geen toevoeging op de achtergronddepositie vormen. De emissie van het project kan daarom, ook als het als toevoeging wordt beschouwd, niet tot een significant negatief effect leiden op habitattypen.

5.9 Relevantie stikstofdepositie voor het (kunnen) behalen of behouden van gewenste kwaliteit en omvang

Beschrijving
Stikstofdepositie leidt tot verzuring of vermesting zoals bij de algemene beschrijving van effecten opgenomen. Niet alle habitattypen zijn gevoelig voor stikstof. Van de voor stikstofgevoelige habitattypen geldt dat, eventueel in specifieke omstandigheden/locaties, andere drukfactoren bepalend zijn voor het kunnen behalen en/of behouden van de gewenste kwaliteit en omvang van het habitattype. Dat wil zeggen dat ook onder overbelaste omstandigheden de kwaliteit van habitattypen wel op orde kan zijn. Wanneer de kwaliteit niet overal behaald wordt, geeft dat weer dat andere factoren bepalend zijn.

Beoordeling
In het geval dat stikstofdepositie niet de voornaamste drukfactor is voor het behalen en/of behouden van een instandhoudingsdoelstelling voor een habitattype, geldt dat projectdepositie niet de oorzaak zal zijn die tot gevolg heeft dat een habitattype niet meer aan het instandhoudingsdoel voldoet of dat het instandhoudingsdoel niet meer kan worden behaald.

5.10 Conclusie effect tijdelijk, lage stikstofdepositie

Samenvattend wordt op basis van de hierboven beschreven acht aspecten gesteld dat een tijdelijke en lage stikstofdepositie in de praktijk niet leidt tot een significant negatieve aantasting van een vegetatie of ecosysteem. De primaire, veel terugkomende reden is dat de hoeveelheid stikstof die neerkomt in het systeem als gevolg van het project Net op zee Nederwiek 1 te gering is om een (meetbare) verandering teweeg te brengen. In veel gevallen is tevens sprake van dat meer dan één aspect aan de orde is waarom de kwaliteit wel of niet gehaald wordt, waardoor de zekerheid dat geen effecten optreden als gevolg van de projectdepositie in de vegetaties of het systeem verder vergroot wordt.

[13] CBS Statline

6 Beoordeling cumulatie

Omdat uit de beoordeling blijkt dat de tijdelijke depositie ten gevolge van het project met zekerheid geen significant negatief effect heeft, is cumulatie in feite niet aan de orde; in combinatie met andere plannen en projecten is de tijdelijke bedrage nooit de druppel die leidt tot een significant negatief effect in de hierboven bedoelde zin.

Meer in het bijzonder geldt dat de tijdelijke bijdrage van het project plaatsvindt in het licht van een overbelaste situatie. Dit gegeven is het vertrekpunt bij de ecologische beoordeling van het project aangezien het de huidige situatie betreft.

Cumulatie betreft het gelijktijdig optreden van effecten van andere projecten of activiteiten die al wel vergund zijn, maar nog niet zijn uitgevoerd. Cumulatie kan alleen plaatsvinden indien projecten of activiteiten in dezelfde periode als de werkzaamheden van het Net op zee Nederwiek 1 zijn voorzien, aangezien het project slechts een tijdelijke emissie en daarmee bijdrage aan de depositie veroorzaakt.

De bijdrage van het project in combinatie met andere projecten of activiteiten zal niet leiden tot andere effecten dan hiervoor geconcludeerd voor het project op zich. Andere projecten en activiteiten die vergund maar nog niet gerealiseerd zijn, veroorzaken eveneens een additionele bijdrage aan de autonome situatie die voor een belangrijk deel overbelast is. Dit leidt niet tot een andere conclusie voor de effecten van de aanleg van het Net op zee Nederwiek 1. Een toevoeging van andere projecten/activiteiten maakt die situatie niet anders en is ook niet van invloed op de uitgevoerde beoordeling en de conclusie die hieruit volgt. Die conclusie is dat de bijdrage ten gevolge van de aanlegwerkzaamheden voor het Net op zee Nederwiek 1 er niet toe kan leiden dat instandhoudingsdoelstellingen niet meer of moeilijker kunnen worden behaald.

De conclusie ten aanzien van eventuele effecten van de aanleg van het Net op zee Nederwiek 1 is daarom eveneens geldig in cumulatie.

Tot slot: de aanleg van het Net op zee Nederwiek 1 maakt een vergaande reductie van stikstofdepositie mogelijk, doordat de elektriciteit die wordt opgewekt door de windparken die door het project worden aangesloten op het hoogspanningsnet op land, voorkomen dat stikstofemissies ontstaan wanneer deze elektriciteit wordt opgewekt met behulp van fossiele energie. Ook wordt door het project verdergaande elektrificatie van de industrie, de gebouwde omgeving en de mobiliteitssector mogelijk gemaakt, hetgeen tevens leidt tot reductie van depositie. In zoverre levert dit project als zodanig een belangrijke bijdrage aan het doorzetten van de dalende trend aan stikstofemissies en -deposities op stikstofgevoelige habitattypen in Natura 2000-gebieden in Nederland.

7 Conclusie

De beoordeling van de effecten van de stikstofdepositie ten gevolge van de aanlegwerkzaamheden voor het Net op zee Nederwiek 1 zijn in de voorgaande hoofdstukken op diverse manieren beoordeeld.

Het project Net op zee Nederwiek 1 leidt tot een tijdelijke stikstofdepositie in diverse Natura 2000-gebieden gedurende de aanlegfase van drie jaar. Na realisatie is geen sprake meer van stikstofdepositie boven de 0,00 mol N/ha/j. Gelijktijdig leidt de exploitatiefase van het project tot een grootschalige reductie van stikstofemissies als gevolg van het mogelijk maken van elektrificatie van de industrie, de gebouwde omgeving en de mobiliteitssector en het vervangen van elektriciteitsopwekking door verbranding van fossiele energie, zoals kolen en gas door duurzame elektriciteitsopwekking.

Uit deze ecologische beoordeling stikstof komt naar voren dat significant negatieve effecten, als gevolg van de tijdelijke projectbijdrage stikstofdepositie, met zekerheid zijn uitgesloten voor de natuurlijke kenmerken van de Natura 2000-gebieden en de voor deze gebieden gestelde instandhoudingsdoelstellingen voor stikstofgevoelige habitattypen of de soorten die hiervan afhankelijk zijn.

Uit de algemene effectbeoordeling en de effectbeoordeling van de habitattypen van de Kop van Schouwen blijkt dat - onafhankelijk van de exacte hoogte van de projectdepositie en het habitattype waarop de depositie neerkomt - deze in alle gevallen van dusdanig beperkte omvang is, dat deze nooit een meetbare invloed heeft op de (vegetatie) kwaliteit van het habitattype en het kunnen behalen van de doelen in zowel tijd als ruimte. In alle gevallen komt de effectbeoordeling tot de conclusie dat, mede gezien de tijdelijke aard van de depositie, de hoeveelheid stikstofdepositie te laag is om tot een effect op vegetatie te kunnen leiden. Deze beoordeling is geldig voor alle in Nederland voorkomende voor stikstofdepositie gevoelige habitattypen die een tijdelijke belasting ondervinden ten gevolge van het project.

De bijdrage van het project is te gering om een (meetbare) verandering teweeg te brengen in het ecosysteem, de hoeveelheden zijn te laag om een effect te hebben op de groei van vegetaties en vallen tevens binnen de onzekerheidsmarges van bestaande achtergronddeposities. Evenmin is sprake van cumulatie van effecten. Met zekerheid heeft de projectdepositie daarom geen invloed op de huidige situatie of kwaliteit of de mogelijkheden om een verbetering van de instandhouding te bereiken, het halen van de instandhoudingsdoelstellingen komt niet in gevaar en wordt niet vertraagd.

Geconcludeerd wordt dat, als gevolg van stikstofdepositie door de realisatie van Net op zee Nederwiek 1 in de aanlegfase significant negatieve effecten op de natuurlijke kenmerken van de door de depositie geraakte Natura 2000-gebieden met zekerheid zijn uit te sluiten. Het behouden en/of kunnen behalen van de instandhoudingsdoelstellingen komt niet in het geding.

8 Bronnen

Arcadis. (2011). *Stikstof en zwavel in de grijze duinen, aanvullingen op het Arcadis-rapport uit 2008 naar aanleiding van het StAB-advies over de stikstofdepositie van de energiecentrales van NUON en RWE/ESSENT*.

Berdowski, J. J. M. (1987). The catastrophic death of Calluna vulgaris in Dutch heathland. *Dissertatie Utrecht*, 132.

Bobbink, R., & Hettelingh, J. P. (2011). *Review and revision of empirical critical loads and dose-response relationships*. https://doi.org/www.rivm.nl/cce

Bobbink, R., & Lamers, L. P. M. (1999). *Effects of increased nitrogen deposition. Air pollution and plant life 2nd edition (eds. J.N.B. Bell, M. Treshow)*. John Wiley & Sons, Ltd.

Buijsman, E., Aben, J. M. M., Hettelingh, J. P., Van Hinsberg, A., Koelemeijer, R. B. A., & Maas, R. J. M. (2010). *Zure regen Een analyse van dertig jaar verzuringsproblematiek in Nederland*.

Caporn, S., Field, C., Payne, R., Dise, N., Britton, A., Emmett, B., Jones, L., Phoenix, G., Power, S., Sheppard, L., & Stevens, C. (2016). Assessing the effects of small increments of atmospheric nitrogen deposition (above the critical load) on semi- natural habitats of conservation importance. *Natural England*.

Clark, C. M., & Tilman, D. (2008). Loss of plant species after chronic low-level nitrogen deposition to prairie grassland. *Nature*, *451*, 712–715.

CLO, & RIVM. (2019). *Stikstofdepositie 1990 - 2018*. https://www.clo.nl/indicatoren/nl0189-stikstofdepositie

Compendium voor de Leefomgeving. (2019). *Vermestende depositie, 1990-1017*. https://www.clo.nl/indicatoren/nl0189-stikstofdepositie

Compendium voor de Leefomgeving. (2022). *Stikstofdepositie, 1990-2020.* Opgehaald van https://www.clo.nl/indicatoren/nl0189-stikstofdepositie

Leefomgeving, C. v. (2019). *Vermestende depositie, 1990-1017*. Opgehaald van https://www.clo.nl/indicatoren/nl0189-stikstofdepositie

de Haan, B. J., Kros, J., Bobbink, R., van Jaarsveld, J. A., De Vries, W., & Noordijk, H. (2008). *Ammoniak in Nederland*. https://doi.org/500125003

de Vries, W. (2008). *Verzuring: oorzaken, effecten, kritische belastingen en monitoring van de gevolgen van ingezet beleid*. https://doi.org/Alterra-rapport 1699

Dise, N. ., Rothwell, J. J., Gauci, V., van der Salm, C., & de Vries, W. (2009). Predicting dissolved inorganic nitrogen leaching in European forests using two independent databases. *Science of the Total Environment*, *407*, 1798–1808.

Dise, N. B., & Wright, R. F. (1995). Nitrogen leaching from European forests in relation to nitrogen deposition. *Forest Ecology and Management*, *71*, 153–161.

Dobben, H. van, Bobbink, R., Bal, D., & Hinsberg, A. van. (2012). Overzicht van kritische depositiewaarden voor stikstof, toegepast op habitattypen en leefgebieden van Natura 2000. *Alterra-Rapport*, *2397*, 68. https://doi.org/10.1029/2004JB003221

Ghenai, G. (2012). Life Cycle Analysis of Wind Turbine, Sustainable Development - Energy, Engineering and Technologies - Manufacturing and Environment. *InTech*. https://doi.org/ISBN: 978-953-51-0165-9

Haapala, K. R., & Preedanood, P. (2014). Comparative life cycle assessment of 2.0 MW wind Turbines. *Sustainable Manufacturing*, *3*(2).

Huiskes, H. P. J., Beije, H. M., Hommel, P. W. F. M., Schotsman, N., & Slings, Q. L. (2011). *erstelstrategie H2180A: Duinbossen (droog)*.

Kleijn, D., Bekker, R. M., Bobbink, R., De Graaf, M. C. C., & Roelofs, J. G. . (2008). In search for key biogeochemical factors affecting plant species persistence in heathland and acidic grasslands: a comparison of common and rare species. *Journal of Applied Ecology*, *45*, 680–687.

Kros, J., de Haan, B. J., Bobbink, R., van Jaarsveld, J. A., Roelofs, J. G. M., & de Vries, W. (2008). *Effecten van ammoniak op de Nederlandse natuur*. https://doi.org/Alterra-rapport 1698

Compendium voor de Leefomgeving. (2022). *Stikstofdepositie, 1990-2020.* Retrieved from https://www.clo.nl/indicatoren/nl0189-stikstofdepositie

Leefomgeving, C. v. (2019). *Vermestende depositie, 1990-1017*. Retrieved from https://www.clo.nl/indicatoren/nl0189-stikstofdepositie

Maron, J. L., & Jefferies, R. L. (2001). Restoring enriched grasslands: Effects of mowing on species richness, productivity, and nitrogen retention. *Ecological Applications*, *11*(4), 1088–1100. https://doi.org/10.1890/1051-0761(2001)011[1088:REGEOM]2.0.CO;2

Mengel, K. (1991). Available nitrogen in soils and its determination by the “Nmin-method” and by electroultrafiltration (EUF). *Fertilizer Research*, *28*, 251–262.

Mouissie, M. (2019). *Stikstofdepositie en woningbouwontwikkeling; verkennend onderzoek naar de bijdrage van woningbouwontwikkeling aan de stikstofdepositie*. https://doi.org/Rapport SWNL0250596

Provincie Zeeland. (2019). *Ontwerp Natura 2000-beheerplan Manteling van Walcheren (concept)*.

RIVM. (2007). *De uitspoeling van het stikstofoverschot naar grond- en oppervlaktewater op landbouwbedrijven*.

RIVM. (2020). *Onzekerheden GCN & GDN kaarten*. https://www.rivm.nl/gcn-gdn-kaarten/onzekerheden

Schoumans, O. F., Groenendijk, P., Renaud, L., & van der Bolt, F. J. E. (2008). *Nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater Vergelijking tussen landbouw- en natuurgebieden*. https://doi.org/Alterra rapport 1700

Sierdsema, H., Kleunen, A. van, Bremer, L. van den, Sparrius, L., Smit, J., Meyling, A. G., Termaat, T., Kranenbarg, J., Hollander, H., & R. Z., & Stahl, J. (2016). *Leefgebiedenkaarten van de Natura 2000-gebieden en PAS-gebieden*.

Smeets, W., Geilenkirchen, G., Hammingh, P., Nijdam, D., van der Sluis, S., Peek, K., & Jimmink, B. (2017). *Emissieramingen luchtverontreinigende stoffen Nederland– Rapportage 2017*. https://doi.org/PBL-publicatienummer: 2946

Smits, N. A. C., & Bal, D. (2012). Herstelstrategieën stikstofgevoelige habitats Deel 1: Algemene inleiding herstelstrategieën: beleid, kennis en maatregelen. *Alterra Wageningen UR & Programmadirectie Natura 2000 van Het Ministerie van Economische Zaken*.

Stevens, C. T., Manning, P., & van den Berg, L. J. L. (2011). Ecosystem responses to reduced and oxidised nitrogen inputs in European terrestrial habitats. *Environmental Pollution*, *159*, 665–676.

Ter Steege, M. W. (1996). *Regulation of nitrate uptake in a whole plant perspective Changes in influx and efflux of nitrate in spinach*. https://doi.org/ID: 33047

Tolkamp, G. W., van den Berg, C. A., Nabuurs, G. J. M. M., & Olsthoom, A. F. M. (2006). *Kwantificering van beschikbare biomassa voor bio-energie uit Staatsbosbeheerterreinen*. 46. https://doi.org/Alterra Report 1380

van den Berg, L., Loeb, R., & Bobbink, R. (2014). *Mitigatie N-depositie Zeetoegang IJmond : inschatting stikstofafvoer door PAS-herstelmaatregelen*.

van Dobben, H. F., & van Hinsberg, A. (2008). *Overzicht van kritische depositiewaarden voor stikstof, toegepast op habitattypen en Natura 2000 typen*. https://doi.org/Alterra rapport 1654

WUR. (2002). *Handboek Schapenhouderij* (Praktijkonderzoek Veehouderij (ed.); ISSN 0169_, Issue 1). Praktijkonderzoek Veehouderij.

Bijlage Aerius berekeningen

Omschrijving werkzaamheden (dik gedrukt fase)	Materieel	Aantal	Productie	kW	Duur inzet	Duur inzet [uur]	Duur inzet motor belast [%]	Duur inzet motor stationair [%]	Duur inzet motor belast [uren]	Duur inzet motor stationair [uren]	Belasting [%]	Vermogen tijdens stationair/stand-by [%]	Gemiddelde belasting [%]	kWh	NOx-emissiefactor [g/Kwh]	motoreff.	Brandstofverbruik [liter/uur]	Totaal brandstofverbruik [liter]	Totaal AdBlueverbruik [liter]	Klasse	NOx-emissievracht [kg]	Bronmaatregelen	NOx emissievracht na bronmaatregelen [kg]	NH3-emissievracht [kg]	Aantal motorvoertuig-bewegingen
Alpha Station (Converterstation Belgiëweg Oost)																									
Onshore converterstation (locatie Belgiëweg Oost)																									
Algemene transport bewegingen	Personentransport			105	45000 BEW	45000																	-		45.000
	Vrachttransport			350	5940 BEW	5940																	-		5.940
Heien palen	Heistelling			180	217 D	1733	50%	50%	867	867	80%	10%	45%	124.800	2,60	0,9900	23,3	40.459	1.213,76	C	461,8	0%	461,80	9,71	-
Hijswerkzaamheden	Hijskraan			320	390 D	975	70%	30%	683	293	20%	10%	17%	43.680	0,90	0,9606	16,1	15.673	940,40	D	89,5	0%	89,51	3,76	-
	Hijskraan			320	390 D	975	70%	30%	683	293	20%	10%	17%	43.680	0,90	0,9606	16,1	15.673	940,40	D	89,5	0%	89,51	3,76	-
	Hijskraan			320	390 D	975	70%	30%	683	293	20%	10%	17%	43.680	0,90	0,9606	16,1	15.673	940,40	D	89,5	0%	89,51	3,76	-
	Hijskraan			320	390 D	975	70%	30%	683	293	20%	10%	17%	43.680	0,90	0,9606	16,1	15.673	940,40	D	89,5	0%	89,51	3,76	-
Graafwerkzaamheden	Rupsgraafmachine	1		120	2 M	320	70%	30%	224	96	70%	10%	52%	18.816	0,90	0,9606	17,5	5.607	336,43	D	31,9	0%	31,88	1,35	-
Transporten tbv afgraven toplaag en terug	Zandvrachtwagen			315	5850 BEW	5850																	-		5.850,0
Kranen tbv verspreiden grond tbv ophoging	Rupsgraafmachine			120	8 W	320	70%	30%	224	96	70%	10%	52%	18.816	0,90	0,9606	17,5	5.607	336,43	D	31,9	0%	31,88	1,35	-
Aanleg permanente in- en uitritten (2 stuks)																									
Grondtransport	Vrachtwagen	2			20 U	20					90%														
Aanbrengen en uitrijden grond	Graafmachine	2			32 U	32					80%														
Aantrillen grond	Trilplaat	2			8 U	8					80%														
Aanleg tijdelijk werkterrein en bouwterrein																									
Leveren fundering en asfalt	Vrachtwagen 30 ton				317 BEW						70%														
Verdichten bestaand terrein	Trilrolwals				88 U						90%														
Verdichten fundering en asfalt	Wals				176 U						80%														
Aanbrengen en afwerken fundering en asfalt	Wiellaadschop 2000 liter				88 U						80%														
Aanbrengen asfalt	Asfaltmachine Asfaltset C				48 U						90%														
Totaal converterstation																							883,6	27,4	**56.790**
Alternatief Nederwiek 1 (parallelligging op zee met Nederwiek 2, IJVER Alpha, Beta en Gamma; Veerse Meer en landtracé parallel aan IJVER Alpha; gebundelde aanleg, post lay-burial)																									
Kabeltracé offshore																									
Baggeren NW1 (baggeren)	Hopper (baggeren)	6.790.000 m3	1,82 kg BS/m3											12.357.800	49,0	g NOx/kg Brandst.					605.532,20	80%	121.106,44		
dan baggeren)	Hopper (alle werkzaamheden ar	6790000 m3		14.000	3.395 U	3.395					60%			28.518.000	39,20						1.117.763,01	80%	223.552,60		
Aanleg kabel NW1 (189 km)	Kabellegschip I	189000 m	500 m/u	20.000	378 U	378					85%			6.426.000	9,4						60.424,94	0%	60.424,94		
	Kabellegschip II	189000 m	500 m/u	20.000	378 U	378					85%			6.426.000	9,4						60.424,94	0%	60.424,94		
	Trenchingsupport vessel I	189000 m	200 m/u	10.000	945 U	945					85%			8.032.500	9,4						75.531,17	0%	75.531,17		
	Trenchingsupport vessel II	189000 m	200 m/u	10.000	945 U	945					85%			8.032.500	9,4						75.531,17	0%	75.531,17		
	Guard vessel	6		900	5.670 U	5.670					60%			3.061.800	9,4						28.790,71	0%	28.790,71		
Kruising kabel NW1 (23 stuks)	Fall pipe vessel	23 -	14 u	10.000	322 U	322					70%			2.254.000	9,4						21.194,80	0%	21.194,80		
Joint kabel NW1 (6 stuks)	Kabellegschip	6 -	120 u	20.000	720 U	720					60%			8.640.000	9,4						81.243,61	0%	81.243,61		
Totaal baggeren offshore																					**1.723.295,2**		**344.659,0**		
Totaal IMO Tier II offshore																					**403.141,3**		**403.141,3**		
Totaal NOx-emissie offshore																					**2.126.436,6**		**747.800**		
Kabeltracé nearshore (post lay-burial)																						per bron	373.900		
Baggeren NW1 (baggeren)	Hopper (baggeren)	430.000 m3	1,82 kg BS/m3											782.600	49,0	g NOx/kg Brandst.					38.347,40	80%	7.669,48		
dan baggeren)	Hopper (alle werkzaamheden ar	430000 m3		14.000	215 U	215					60%			1.806.000	39,20						70.786,17	80%	14.157,23		
Aanleg kabel NW1 (4,6 km) nearshore (-10m LAT)	Kabellegschip	4600 m	150 m/u	20.000	31 U	31					85%			521.333	9,4						4.900,53	0%	4.900,53		
	Trenchingsupport vessel	4600 m	65 m/u	10.000	71 U	71					85%			601.538	9,4						5.654,46	0%	5.654,46		
	Guard vessel	2		900	142 U	283					60%			152.862	9,4						1.436,90	0%	1.436,90		
Totaal baggeren nearshore																					**109.133,6**		**21.826,7**		
Totaal IMO Tier II nearshore																					**11.991,9**		**11.991,9**		
Totaal NOx-emissie nearshore																					**121.125,5**		**33.819**		
Kabeltracé NW1 inshore Veerse Meer (post-lay-burial)																									
Baggeren NW1 (baggeren)	Kleine snijkopzuiger	0 m3	101 m^3/u	254	- U	-	47	liter/uur MGO	40	kg/uur MGO	85%			-	49,0	g NOx/kg Brandst.					-	80%	-		
Zelfvarende splijtbak tbv baggeren	Zelfvarende splijtbak	0		430	- U	-	40	liter/uur MGO	34	kg/uur MGO	50%			-	49,0	g NOx/kg Brandst.					-	80%	-		
Ondiep stekende multicat tbv baggeren	Guard vessel	0		448	- U	-	50	liter/uur MGO	43	kg/uur MGO	50%			-	49,0	g NOx/kg Brandst.					-	0%	-		
Aanleg kabel 1 (11.8km) inshore	Kabellegschip / geschakelde bal	11800 m	100 m/u	20.000	118 U	118					85%			2.006.000	9,4						18.856,40	0%	18.856,40		
	Trenchingsupport vessel	11800 m	65 m/u	10.000	182 U	182					85%			1.543.077	9,4						14.504,92	0%	14.504,92		
	Guard vessel	1		900	182 U	182					60%			98.031	9,4						921,49	0%	921,49		
Jointen kabel	Kabellegschip	1 -	120 u	20.000	120 U	120					60%			1.440.000	9,4						13.536,00	0%	13.536,00		
Totaal baggeren inshore																					-		-		
Totaal IMO Tier II inshore																					**47.819**		**47.819**		
Totaal NOx-emissie inshore																					**47.819**		**47.819**		
Onshore kabeltracé																									
Transitiemof 1	Rupsgraafmachine	1		120	4 W	40	70%	30%	28	12	70%	10%	52%	3.360	0,90	0,9606	17,5	701	42,05	D	4,0	0%	3,98	0,17	
mof 2	Rupsgraafmachine	1		120	1 W	10	70%	30%	7	3	70%	10%	52%	840	0,90	0,9606	17,5	175	10,51	D	1,0	0%	1,00	0,04	
mof 3	Rupsgraafmachine	1		120	1 W	10	70%	30%	7	3	70%	10%	52%	840	0,90	0,9606	17,5	175	10,51	D	1,0	0%	1,00	0,04	
mof 4	Rupsgraafmachine	1		120	1 W	10	70%	30%	7	3	70%	10%	52%	840	0,90	0,9606	17,5	175	10,51	D	1,0	0%	1,00	0,04	
mof 5	Rupsgraafmachine	1		120	1 W	10	70%	30%	7	3	70%	10%	52%	840	0,90	0,9606	17,5	175	10,51	D	1,0	0%	1,00	0,04	
mof 6	Rupsgraafmachine	1		120	1 W	10	70%	30%	7	3	70%	10%	52%	840	0,90	0,9606	17,5	175	10,51	D	1,0	0%	1,00	0,04	
mof 7	Rupsgraafmachine	1		120	1 W	10	70%	30%	7	3	70%	10%	52%	840	0,90	0,9606	17,5	175	10,51	D	1,0	0%	1,00	0,04	
mof 8	Rupsgraafmachine	1		120	1 W	10	70%	30%	7	3	70%	10%	52%	840	0,90	0,9606	17,5	175	10,51	D	1,0	0%	1,00	0,04	
Kabelhaspel transport (DC)	Vrachttransport	27000 m		350	28 BEW	28																			28,0
Boorinstallatie landkabeltracé	Boorinstallatie	10		300	2 W	800	80%	20%	640	160	50%	10%	42%	120.000	0,90	0,9606	35,0	28.020	1.681,18	D	155,3	0%	155,31	6,72	
Boorinstallatie Veerse Gatdam	Boorinstallatie	3		300	2 W	240	80%	20%	192	48	50%	10%	42%	36.000	0,90	0,9606	35,0	8.406	504,35	D	46,6	0%	46,59	2,02	
Boren - transport buis	Vrachttransport	15		350	30 BEW	30																			30,0
Kabeltrek (gehele landtracé, 4 kabels)	Liermachine	27000 m	35 m/u	150	771 U	771	70%	30%	540	231	60%	10%	45%	69.429	0,90	0,9606	19,0	14.641	878,44	D	82,9	0%	82,92	3,51	
Sleuf graven plat vlak (incl mof ruimte)	Rupsgraafmachine	5700 m	5 m/u	120	1140 U	1140	70%	30%	798	342	70%	10%	52%	95.760	0,90	0,9606	17,5	19.975	1.198,53	D	113,6	0%	113,57	4,79	
Transport naar gronddepot	Vrachttransport	4104 m3	50 m3/u	350	547 BEW	547																			547
Sleuf dichten plat vlak	Rupsgraafmachine	5700 m	6,25 m/u	120	912 U	912	70%	30%	638	274	70%	10%	52%	76.608	0,90	0,9606	17,5	15.980	958,82	D	90,9	0%	90,85	3,84	Onsh
Testen en montage eindsluiting	Vrachttransport	6 st	8 u/st	350	12 BEW	12																			12
Totaal onshore kabeltracé excl. boorinstallatie																					500,2		**298,3**	**12,6**	**617**
Boorinstallatie																							**221,88**	**6,74**	

Omschrijving werkzaamheden (dik gedrukt fase)	Materieel	Aantal	Productie	kW	Duur inzet		Duur inzet [uur]	Belasting [%]	kWh	NOx-emissiefactor [g/Kwh]	TAF factor	NOx-emissievracht [kg]
Platform												
Jacketplatform												
Aanbrengen stortsteen tbv platform	Fall pipe vessel			10.000	144	U	144	50%	720.000	9,40		6.770
Plaatsen Jacket	Kraanschip	1		54.000	168	U	168	50%	4.536.000	9,40		42.653
	Sleepboot	1		14.000	48	U	48	20%	268.800	9,40		2.528
	Sleepboot	1		14.000	48	U	48	20%	268.800	9,40		2.528
Plaatsen Topside	Heavy lift vessel	1		89.600	24	U	24	15%	322.560	9,40		3.033
Installeren	Jack-up barge	1		1.000	12	W	2.016	30%	604.800	9,40		5.687
Offshore noodstroomgenerator				1.500	6	M	6	100%	9.000	5,70		51
Totaal IMO Tier I												
Totaal IMO Tier II												**63.199**
Totaal incl. noodstroomgenerator												**63.249,8**

Omschrijving werkzaamheden (dik gedrukt fase)	Materieel	Aantal	Aantal retourvluchten aanlegfase	kW	Duur inzet (aantal vluchten p.j. x de		Duur inzet [uur]	Belasting [%]	kWh	NOx-emissiefactor [g/Kwh]	TAF factor	NOx-emissievracht [kg]
Helideck op platform												
Gebruik helicopter												
Aanlegfase platform gebruik van helicopter	Helicopter	1	365	3.000	365	U	365	70%	766.500			-

Omschrijving werkzaamheden (dik gedrukt fase)	Materieel	Aantal	Aantal retourvluchten aanlegfase	kW	Duur inzet (verkeersvertrekkende v		brandstofverbruik [kg/uur]	NOx-emissiefactor [g/kg brandstofverbruik]	NOx-vracht [kg]
Helideck op platform									
Gebruik helicopter									
Aanlegfase platform gebruik van helicopter	Helicopter	1	365	3.000	82	U	500	11,4	**468**

NW1

Omschrijving werkzaamheden (dik gedrukt fase)	Materieel	Aantal	Aantal retourvluchten aanlegfase	(aantal vluchten p.j. x duur re	Snelheid (km/h)	Afstand [km]	brandstofverbruik LTO-cycli [kg/cycli]	brandstofverbruik vliegen (Cruise-mode) excl. LTO [kg/uur]	NOx-emissiefactor LTO-cycli [g/kg brandstofverbruik]	NOx-emissiefactor vliegen (Cruise-mode) [g/kg brandstofverbruik]	Emissievracht LTO-cycli [kg]
Helideck op platform											
Gebruik helicopter											
0	0	0 0	365	0 356 U	240	117	77	423	8,4	11,4	**230**

NW2

Omschrijving werkzaamheden (dik gedrukt fase)	Materieel	Aantal	Aantal retourvluchten aanlegfase	(aantal vluchten p.j. x duur re	Snelheid (km/h)	Afstand [km]	brandstofverbruik LTO-cycli [kg/cycli]	brandstofverbruik vliegen (Cruise-mode) excl. LTO [kg/uur]	NOx-emissiefactor LTO-cycli [g/kg brandstofverbruik]	NOx-emissiefactor vliegen (Cruise-mode) [g/kg brandstofverbruik]	Emissievracht LTO-cycli [kg]
Helideck op platform											
Gebruik helicopter											
0	0	0	365	341 U	240	112	77	423	8,4	11,4	**220**

Platform exploitatiefase

Scenario 1 onderhoud per helicopter materiaal per boot

Omschrijving werkzaamheden	Materieel	Aantal	Aantal retourvluchten exploitatiefase	kW	Duur inzet vliegen (Cruise-mo		brandstofverbruik LTO-cycli [kg/cycli]	brandstofverbruik vliegen (Cruise-mode) excl. LTO [kg/uur]	NOx-emissiefactor LTO-cycli [g/kg brandstofverbruik]	NOx-emissiefactor vliegen (Cruise-mode) [g/kg brandstofverbruik]	NOx-vracht LTO-cycli [kg]	NOx-vracht vliegen (Cruise-mode) [kg]
Helideck op platform												
Gebruik helicopter												
Exploitatiefase platform gebruik van helicopter voor onderhoud	Helicopter (crew transfer)	1,22	41	3.000	50	U	77	423	8,4	11,40	**26,52**	**241,21**

Omschrijving werkzaamheden	Materieel	Aantal	Aantal retourbewegingen per jaar	Aantal bewegingen (heen en terug)	Vaarsnelheid [knopen]	Vaarsnelheid [km/uur]	Totaal vaarafstand [km]	Totaal vaartijd [uren/jaar]		brandstofverbruik [kg/uur]	NOx-emissiefactor [g/kg brandstofverbruik]	NOx-vracht [kg]	NOx-vracht vaarroute haven tot hoofdvaaroute [kg/0.75km]	NOx-vracht hoofdvaaroute tot platform [kg/6km]
													0,75	6
Gebruik exploittatiefase schepen icm met onderhoud per helicopter														
Varende schepen														
Exploitatiefase platform bevoorradingsschip vanwege onderhoud per helicopter (varen)	Bevoorradingsschip (SOV)	1	4	8	10	19	120	51	U	465	49,0	**1.151**	**7,2**	**57,6**
												-		
Onderhoud kabel Nederwiek 1	Fugro Helmert	1	2	4	5	10	206	87	U	172	49,0	**731**		
Stationair schepen			**Aantal bezoeken**	**Stationair draaien [uren/bezoek]**				**totaal stationair [uren/jaar]**						
Schip draait stationiair (SOV)	Bevoorradingsschip (SOV)	1	4	1,5	nvt	nvt	nvt	6	U	284	49,0	**83**		

Scenario 2 onderhoud per boot icm helicopter

Omschrijving werkzaamheden	Materieel	Aantal	Aantal retourbewegingen per jaar	Aantal bewegingen (heen en terug)	Vaarsnelheid [knopen]	Vaarsnelheid [km/uur]	Totaal vaarafstand [km]	Totaal vaartijd [uren/jaar]		brandstofverbruik [kg/uur]	NOx-emissiefactor [g/kg brandstofverbruik]	NOx-vracht [kg]	NOx-vracht vaarroute haven tot hoofdvaaroute [kg/0.75km]	NOx-vracht hoofdvaaroute tot platform [kg/6km]
Helideck op platform													0,75	6
Gebruik helicopter														
Varende schepen														
Exploitatiefase platform bevoorradings- en crewschip (WZWV) vanwege onderhoud per boot	Bevoorradings- en crewschip (WZWV-Olympic Delta)	1	4	8	11,4	22	120	44	U	404	49,0	**877**	**5,5**	**43,9**
												-		
Onderhoud kabel Nederwiek 1	Fugro Helmert	1	2	4	5	10	206	87	U	172	49,0	**731**		
Stationair schepen			**Aantal bezoeken**	**Stationair draaien [uren/bezoek]**				**totaal stationair [uren/jaar]**						
Schip draait stationiair (WZWV)	Bevoorradings- en crewschip (WZWV-Olympic Delta)	1	4	5,5	nvt	nvt	nvt	22	U	200	49,0	216		

Omschrijving werkzaamheden	Materieel	Aantal	Aantal retourvluchten exploitatiefase	kW	Duur inzet vliegen (Cruise-mo		brandstofverbruik LTO-cycli [kg/cycli]	brandstofverbruik vliegen (Cruise-mode) excl. LTO [kg/uur]	NOx-emissiefactor LTO-cycli [g/kg brandstofverbruik]	NOx-emissiefactor vliegen (Cruise-mode) [g/kg brandstofverbruik]	NOx-vracht LTO-cycli [kg]	NOx-vracht vliegen (Cruise-mode) [kg]
Helideck op platform												
Gebruik exploitatiefase schepen icm met onderhoud per helicopter												
Exploitatiefase platform helicopter vanwege onderhoud per schip	Helicopter	1,22	16	3.000	20	U	77	423	8,4	11,4	**10,3**	**94,1**

Landstation exploitatiefase

Omschrijving werkzaamheden	Materieel	Aantal	Productie	kW	Duur inzet	
Algemene transport bewegingen	Personentransport			105	100	BEW

Overzicht invoer Aerius

Activiteit/emissiebron	Nederwiek 1 [kg NOx/jaar]	
	Scenario 1	Scenario 2
Helikopter platform op zee LTO-cycli	26,5	10,3
Helikopter platform op land LTO-cycli	26,5	10,3
Helikopter vliegen (Cruise mode)	241	94,1
Bevoorradingsschepen (SOV/WZWV) haven-hoofdroute (0.75km)	7,2	5,5
Bevoorradingsschepen (SOV/WZWV) hoofdroute-platform (6km)	58	44
Onderhoud kabel	731	731
Schepen stationair (SOV/WZWV)	83	216
Transportbewegingen weg verkeer	0,0	0,0
Totaal excl. transportbewegingen	**1174**	**1111**

Projectberekening

Dit document geeft een overzicht van de invoer en rekenresultaten van een Projectberekening met AERIUS Calculator. De berekening is uitgevoerd binnen stikstofgevoelige Natura 2000-gebieden, op rekenpunten die overlappen met habitattypen en/of leefgebieden die aangewezen zijn in het kader van de Wet natuurbescherming, gekoppeld aan een aangewezen soort, of nog onbekend maar mogelijk wel relevant, en waar tevens sprake is van een overbelaste of bijna overbelaste situatie voor stikstof.

- Overzicht
- Samenvatting situaties
- Resultaten
- Detailgegevens per emissiebron

Deze PDF is een digitaal bestand dat weer in te lezen is in AERIUS. Meer toelichting over deze PDF kunt u vinden in een bijbehorende leeswijzer. Deze leeswijzer en overige documentatie is te raadplegen via: www.aerius.nl/handleidingen-en-leeswijzers

Contactgegevens

Rechtspersoon	TenneT TSO BV
Inrichtingslocatie	Maasvlakte 2, - Noordzee

Activiteit

Omschrijving	Nederwiek 1
Toelichting	N-depositie t.g.v. realisatiefase van Nederwiek 1 - 2x2 bundeling (Reductie)

Berekening

AERIUS kenmerk	RqdKV9PXr8FY
Datum berekening	17 februari 2023, 09:01
Rekenconfiguratie	Wnb-rekengrid

Totale emissie

	Rekenjaar	Emissie NH_3	Emissie NO_x
Nederwiek 1 - Reductie - Beoogd	2023	51,2 kg/j	896,3 ton/j

Resultaten

	Hoogste bijdrage	Hexagon	Gebied
Nederwiek 1 - Reductie - Beoogd	0,67 mol/ha/j	2940425	Manteling van Walcheren

Gekarteerd oppervlak met toename (ha)	1.814,87 ha
Gekarteerd oppervlak met afname (ha)	0,00 ha
Grootste toename van depositie	0,67 mol/ha/j
Grootste afname van depositie	0,00 mol/ha/j

Nederwiek 1 - Reductie (Beoogd), rekenjaar 2023

Emissiebronnen		Emissie NH_3	Emissie NO_x
1	Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | open ontgraving	1,2 kg/j	28,6 kg/j
2	Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | open ontgraving	0,3 kg/j	8,2 kg/j
3	Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | open ontgraving	1,8 kg/j	42,3 kg/j
4	Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | open ontgraving	0,5 kg/j	11,8 kg/j
5	Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | open ontgraving	0,3 kg/j	8,0 kg/j
6	Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | open ontgraving	0,4 kg/j	9,0 kg/j
7	Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | boring	0,7 kg/j	15,4 kg/j
8	Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | boring	0,5 kg/j	11,1 kg/j
9	Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | boring	0,3 kg/j	6,4 kg/j
10	Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | boring	0,3 kg/j	7,2 kg/j
11	Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | mantelbuis	23,4 g/j	0,6 kg/j
12	Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | open ontgraving	0,7 kg/j	16,3 kg/j
13	Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | open ontgraving	0,9 kg/j	20,9 kg/j
14	Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | boring	0,6 kg/j	14,4 kg/j
15	Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | boring	1,1 kg/j	25,3 kg/j
16	Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | boring	0,5 kg/j	11,0 kg/j
17	Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | boring	0,5 kg/j	12,6 kg/j
18	Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | open ontgraving	1,3 kg/j	30,3 kg/j
19	Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | open ontgraving	2,2 kg/j	53,0 kg/j
20	Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | boring	0,3 kg/j	7,4 kg/j
21	Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | boring	1,9 kg/j	44,6 kg/j
22	Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | open ontgraving	0,3 kg/j	5,9 kg/j
23	Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | open ontgraving	1,1 kg/j	25,1 kg/j
24	Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | open ontgraving	1,6 kg/j	38,4 kg/j
26	Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | boorinstallatie Veerse Gatdam	2,0 kg/j	46,8 kg/j
28	Scheepvaart | Zeescheepvaart: Zeeroute | jacketplatform	-	63,2 ton/j
29	Scheepvaart | Zeescheepvaart: Zeeroute | offshore (1)	-	373,9 ton/j

Emissiebronnen		Emissie NH_3	Emissie NO_x
30	Scheepvaart | Zeescheepvaart: Zeeroute | offshore (2)	-	373,9 ton/j
31	Scheepvaart | Zeescheepvaart: Binnengaats route | inshore	-	47,8 ton/j
32	Scheepvaart | Zeescheepvaart: Binnengaats route | nearshore	-	33,8 ton/j
33	Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning | onshore converterstation dieselmaterieel	29,0 kg/j	922,4 kg/j
34	Luchtverkeer | Stijgen | helikopter (cruise-mode) (1)	-	858,1 kg/j
35	Luchtverkeer | Stijgen | helikopter (cruise-mode) (2)	-	858,1 kg/j
36	Luchtverkeer | Taxiën | LTO-cycli land	-	230,2 kg/j
37	Luchtverkeer | Taxiën | LTO-cycli zee	-	230,2 kg/j
	Verkeersnetwerk	0,9 kg/j	20,5 kg/j

Hoogste af- en toename op (bijna) overbelaste stikstofgevoelige Natura 2000 gebieden.

- Habitatrichtlijn
- Vogelrichtlijn
- Vogelrichtlijn, Habitatrichtlijn
- Niet bepaald
- Grootste afname van depositie
- Grootste toename van depositie
- Hoogste totale depositie

De bronnen op de kaart horen bij de Beoogde situatie.

Resultaten stikstofgevoelige Natura 2000 gebieden situatie "Nederwiek 1 - Reductie" (Beoogd) incl. saldering e/o referentie

	Berekend (ha gekarteerd)	Hoogste totale depositie (mol N/ha/jr)	Met toename (ha gekarteerd)	Grootste toename (mol N/ha/jr)	Met afname (ha gekarteerd)	Grootste afname (mol N/ha/jr)
Totaal	1.814,87	1.881,65	1.814,87	0,67	0,00	0,00

Per gebied	Berekend (ha gekarteerd)	Hoogste totale depositie (mol N/ha/jr)	Met toename (ha gekarteerd)	Grootste toename (mol N/ha/jr)	Met afname (ha gekarteerd)	Grootste afname (mol N/ha/jr)
Manteling van Walcheren (117)	287,58	1.881,65	287,58	0,67	0,00	0,00
Kop van Schouwen (116)	910,19	1.741,44	910,19	0,64	0,00	0,00
Oosterschelde (118)	1,40	1.601,59	1,40	0,34	0,00	0,00
Duinen Goeree & Kwade Hoek (101)	363,83	1.327,94	363,83	0,30	0,00	0,00
Westerschelde & Saeftinghe (122)	3,86	1.837,81	3,86	0,17	0,00	0,00
Voordelta (113)	1,42	1.089,74	1,42	0,17	0,00	0,00
Voornes Duin (100)	205,89	1.846,59	205,89	0,07	0,00	0,00
Yerseke en Kapelse Moer (121)	0,03	1.644,84	0,03	0,05	0,00	0,00
Duinen Den Helder-Callantsoog (84)	40,68	1.433,80	40,68	0,01	0,00	0,00

Nederwiek 1 - Reductie, Rekenjaar 2023

1 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	open ontgraving	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	28,6 kg/j
Locatie	X:39557,47 Y:393361,51	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	1,2 kg/j
Lengte	617,50 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

2 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	open ontgraving	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	8,2 kg/j
Locatie	X:39387,64 Y:392762,74	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	0,3 kg/j
Lengte	176,45 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

3 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	open ontgraving	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	42,3 kg/j
Locatie	X:39709,77 Y:387880,16	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	1,8 kg/j
Lengte	913,34 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

4 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	open ontgraving	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	11,8 kg/j
Locatie	X:39464,78 Y:388532,32	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	0,5 kg/j
Lengte	254,79 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

5 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	open ontgraving	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	8,0 kg/j
Locatie	X:40297,95 Y:386969,55	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	0,3 kg/j
Lengte	172,36 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

6 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	open ontgraving	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	9,0 kg/j
Locatie	X:39996,04 Y:387146,58	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	0,4 kg/j
Lengte	193,19 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

7 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	boring	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	15,4 kg/j
Locatie	X:39870,46 Y:387321,37	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	0,7 kg/j
Lengte	249,95 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

8 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	boring	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	11,1 kg/j
Locatie	X:40160,07 Y:387063,23	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	0,5 kg/j
Lengte	179,43 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

9 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	boring	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	6,4 kg/j
Locatie	X:39685,78 Y:393609,26	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	0,3 kg/j
Lengte	104,11 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

10 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	boring	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	7,2 kg/j
Locatie	X:39553,34 Y:388369,21	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	0,3 kg/j
Lengte	116,62 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

11 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	mantelbuis	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	0,6 kg/j
Locatie	X:40346,75 Y:386893,96	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	23,4 g/j
Lengte	11,93 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

12 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	open ontgraving	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	16,3 kg/j
Locatie	X:39343,8 Y:392328,2	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	0,7 kg/j
Lengte	350,98 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

13 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	open ontgraving	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	20,9 kg/j
Locatie	X:39461,25 Y:393772,15	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	0,9 kg/j
Lengte	450,75 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

14 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	boring	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	14,4 kg/j
Locatie	X:39424,07 Y:392963,32	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	0,6 kg/j
Lengte	232,81 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

15 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	boring	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	25,3 kg/j
Locatie	X:40454,06 Y:386303,91	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	1,1 kg/j
Lengte	411,06 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

16 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	boring	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	11,0 kg/j
Locatie	X:39350,58 Y:392589,51	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	0,5 kg/j
Lengte	177,83 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

17 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	boring	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	12,6 kg/j
Locatie	X:39412,44 Y:388745,65	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	0,5 kg/j
Lengte	204,43 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

18 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	open ontgraving	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	30,3 kg/j
Locatie	X:39215,26 Y:391205,45	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	1,3 kg/j
Lengte	654,33 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

19 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	open ontgraving	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	53,0 kg/j
Locatie	X:39326,45 Y:390198,81	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	2,2 kg/j
Lengte	1.142,95 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

20 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	boring	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	7,4 kg/j
Locatie	X:39251,02 Y:390825,21	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	0,3 kg/j
Lengte	119,66 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

21 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	boring	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	44,6 kg/j
Locatie	X:39167,52 Y:391889,85	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	1,9 kg/j
Lengte	723,67 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

22 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	open ontgraving	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	5,9 kg/j
Locatie	X:40220,49 Y:386181,61	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	0,3 kg/j
Lengte	127,81 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

23 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	open ontgraving	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	25,1 kg/j
Locatie	X:40478,58 Y:386650,15	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	1,1 kg/j
Lengte	542,42 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

24 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	open ontgraving	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	38,4 kg/j
Locatie	X:39448,82 Y:389220,8	Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	1,6 kg/j
Lengte	828,31 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

25 Wegverkeer | Weg

			Links	Rechts		
Naam	wegverkeer kabeltracé				NO_x	0,8 kg/j
Locatie	X:40279,74 Y:386423,38	Type scherm	-	-	NO_2	0,2 kg/j
Lengte	395,78 m	Hoogte	-	-	NH_3	20,2 g/j
Wegtype	Buitenweg	Afstand tot de weg	-	-		
Rijrichting	Beide richtingen					
Tunnelfactor	1					
Type hoogteligging	Normaal					
Weghoogte	0 m					

Verkeer	Max. snelheid	Aantal voertuigen	In file
Licht verkeer	Voorgeschreven factoren	0 p/jaar	0,0 %
Middelzwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	0 p/jaar	0,0 %
Zwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	587 p/jaar	0,0 %
Busverkeer	Voorgeschreven factoren	0 p/jaar	0,0 %

26 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	boorinstallatie	NO_x	46,8 kg/j
	Veerse Gatdam	NH_3	2,0 kg/j
Locatie	X:34408,91		
	Y:401378,93		

Naam	Stageklasse	Brandstofverbruik	Draaiuren	AdBlue verbruik	Stof	Emissie
Boorinstallatie	Stage-IV, 2014-2018, 75-560 kW, diesel, SCR: ja	8406 l/j	240 u/j	504 l/j	NO_x	46,8 kg/j
					NH_3	2,0 kg/j

27 Wegverkeer | Weg

			Links	Rechts		
Naam	boren - transport buis Veerse Gatdam				NO_x	0,1 kg/j
Locatie	X:33771,98 Y:401359,7	Type scherm	-	-	NO_2	43,3 g/j
Lengte	1.476,23 m	Hoogte	-	-	NH_3	3,8 g/j
Wegtype	Buitenweg	Afstand tot de weg	-	-		
Rijrichting	Beide richtingen					
Tunnelfactor	1					
Type hoogteligging	Normaal					
Weghoogte	0 m					

Verkeer	Max. snelheid	Aantal voertuigen	In file
Licht verkeer	Voorgeschreven factoren	0 p/jaar	0,0 %
Middelzwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	0 p/jaar	0,0 %
Zwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	30 p/jaar	0,0 %
Busverkeer	Voorgeschreven factoren	0 p/jaar	0,0 %

28 Scheepvaart | Zeescheepvaart: Zeeroute

Naam	jacketplatform	Uittreedhoogte	28,0 m	NO_x	63,2 ton/j
Locatie	X:10257,23	Warmteinhoud	2,640 MW		
	Y:570214,91				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

29 Scheepvaart | Zeescheepvaart: Zeeroute

Naam	offshore (1)	Uittreedhoogte	28,0 m	NO_x	373,9 ton/j
Locatie	X:21535,94 Y:533493,51	Warmteinhoud	2,640 MW		
Lengte	88.955,00 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

30 Scheepvaart | Zeescheepvaart: Zeeroute

Naam	offshore (2)	Uittreedhoogte	28,0 m	NO_x	373,9 ton/j
Locatie	X:28833,21 Y:456996,41	Warmteinhoud	2,640 MW		
Lengte	79.755,91 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

31 Scheepvaart | Zeescheepvaart: Binnengaats route

Naam	inshore	Uittreedhoogte	28,0 m	NO_x	47,8 ton/j
Locatie	X:36133,63 Y:397156,46	Warmteinhoud	2,640 MW		
Lengte	11.856,00 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

32 Scheepvaart | Zeescheepvaart: Binnengaats route

Naam	nearshore	Uittreedhoogte	28,0 m	NO_x	33,8 ton/j
Locatie	X:29323,08 Y:410811,51	Warmteinhoud	2,640 MW		
Lengte	24.710,25 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

33 Mobiele werktuigen | Bouw, Industrie en Delfstoffenwinning

Naam	onshore converterstation dieselmaterieel	Uittreedhoogte	4,0 m	NO_x	922,4 kg/j
		Warmteinhoud	0,000 MW	NH_3	29,0 kg/j
		Spreiding	0 m		
Locatie	X:40159,42 Y:386240,06				
Oppervlakte	3,95 ha				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Standaard Profiel Industrie				

34 Luchtverkeer | Stijgen

Naam	helikopter (cruise-mode) (1)	Uittreedhoogte	610,0 m	NO_x	858,1 kg/j
		Warmteinhoud	0,000 MW		
Locatie	X:32171,02 Y:560705				
Lengte	55.728,05 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

35 Luchtverkeer | Stijgen

Naam	helikopter (cruise-mode) (2)	Uittreedhoogte	610,0 m	NO_x	858,1 kg/j
		Warmteinhoud	0,000 MW		
Locatie	X:83894,22 Y:544568,21				
Lengte	61.801,37 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

36 Luchtverkeer | Taxiën

Naam	LTO-cycli land	Uittreedhoogte	15,0 m	NO_x	230,2 kg/j
Locatie	X:114504,71 Y:548775,94	Warmteinhoud	0,000 MW		
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

37 Luchtverkeer | Taxiën

Naam	LTO-cycli zee	Uittreedhoogte	50,0 m	NO_x	230,2 kg/j
Locatie	X:10257,23 Y:570214,91	Warmteinhoud	0,000 MW		
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

38 Wegverkeer | Weg

			Links	Rechts		
Naam	wegverkeer onshore converterstation + kabeltracé				NO_x	19,6 kg/j
Locatie	X:40278,33 Y:386423,6	Type scherm	-	-	NO_2	5,6 kg/j
Lengte	401,07 m	Hoogte	-	-	NH_3	0,8 kg/j
Wegtype	Buitenweg	Afstand tot de weg	-	-		
Rijrichting	Beide richtingen					
Tunnelfactor	1					
Type hoogteligging	Normaal					
Weghoogte	0 m					

Verkeer	Max. snelheid	Aantal voertuigen	In file
Licht verkeer	Voorgeschreven factoren	45000 p/jaar	0,0 %
Middelzwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	0 p/jaar	0,0 %
Zwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	12227 p/jaar	0,0 %
Busverkeer	Voorgeschreven factoren	0 p/jaar	0,0 %

Disclaimer

Hoewel verstrekte gegevens kunnen dienen ter onderbouwing van een vergunningaanvraag, kunnen er geen rechten aan worden ontleend. De eigenaar van AERIUS aanvaardt geen aansprakelijkheid voor de inhoud van de door de gebruiker aangeboden informatie. Bovenstaande gegevens zijn enkel bruikbaar tot er een nieuwe versie van AERIUS beschikbaar is. AERIUS is een geregistreerd handelsmerk in Europa. Alle rechten die niet expliciet worden verleend, zijn voorbehouden.

Rekenbasis

Deze berekening is tot stand gekomen op basis van

AERIUS versie	2022_20230126_290cbff6e8
Database versie	2022_290cbff6e8

Voor meer informatie over de gebruikte methodiek en data zie:
https://www.aerius.nl/

Projectberekening

Dit document geeft een overzicht van de invoer en rekenresultaten van een Projectberekening met AERIUS Calculator. De berekening is uitgevoerd binnen stikstofgevoelige Natura 2000-gebieden, op rekenpunten die overlappen met habitattypen en/of leefgebieden die aangewezen zijn in het kader van de Wet natuurbescherming, gekoppeld aan een aangewezen soort, of nog onbekend maar mogelijk wel relevant, en waar tevens sprake is van een overbelaste of bijna overbelaste situatie voor stikstof.

- Overzicht
- Samenvatting situaties
- Resultaten
- Detailgegevens per emissiebron

Deze PDF is een digitaal bestand dat weer in te lezen is in AERIUS. Meer toelichting over deze PDF kunt u vinden in een bijbehorende leeswijzer. Deze leeswijzer en overige documentatie is te raadplegen via: www.aerius.nl/handleidingen-en-leeswijzers

Contactgegevens

Rechtspersoon	TenneT TSO BV
Inrichtingslocatie	Maasvlakte 2, - Noordzee

Activiteit

Omschrijving	Nederwiek 1
Toelichting	N-depositie t.g.v. gebruiksfase van Nederwiek 1 - Scenario 1 onderhoud per helicopter materiaal per boot

Berekening

AERIUS kenmerk	RXnzukNoVKUc
Datum berekening	17 februari 2023, 09:26
Rekenconfiguratie	Wnb-rekengrid

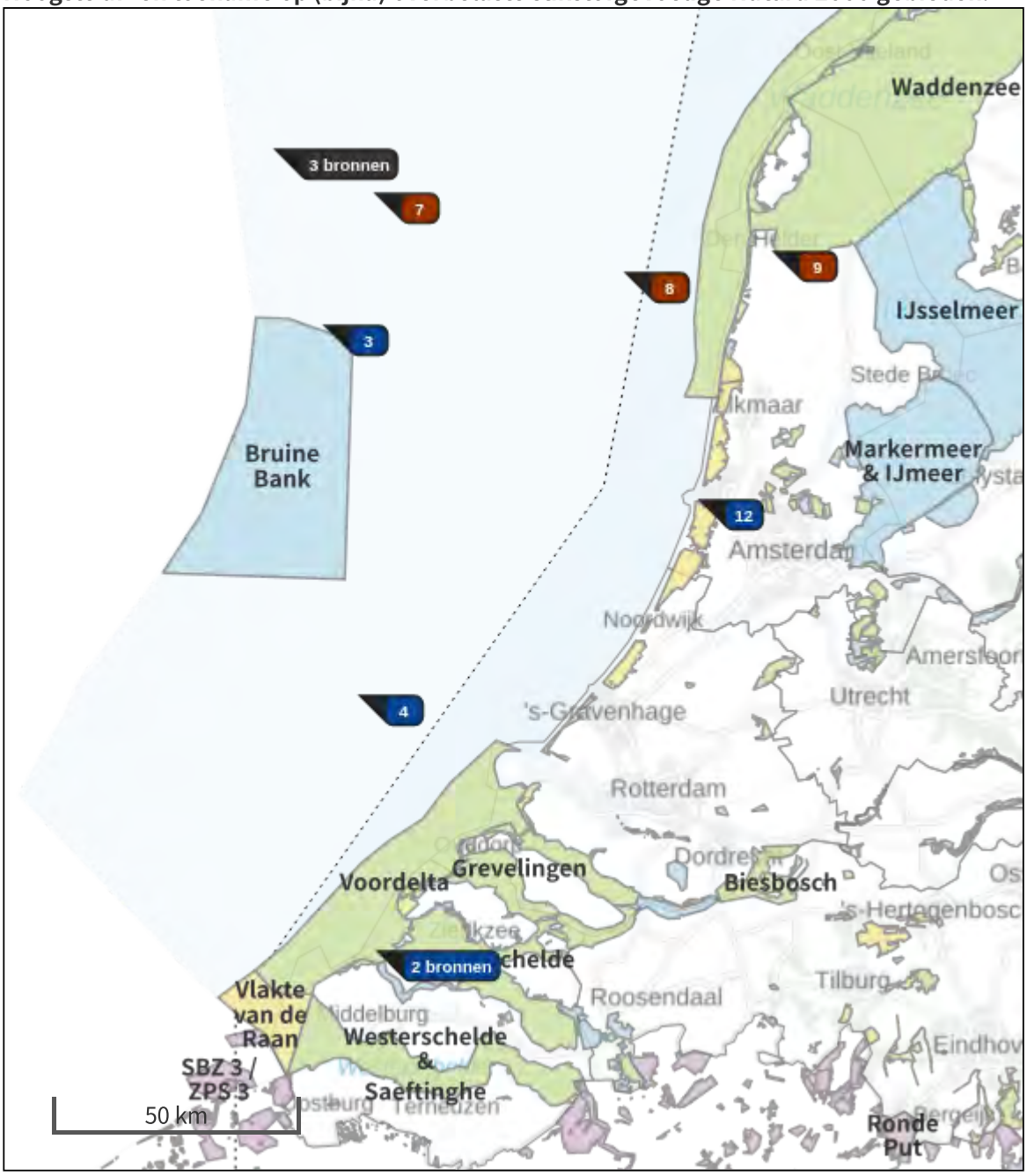
Totale emissie	Rekenjaar	Emissie NH_3	Emissie NO_x
Nederwiek 1 - gebruiksfase - scenario 1 (onderhoud per helikopter; materiaal per boot) - Beoogd	2023	0,0 kg/j	1.173,1 kg/j

Resultaten	Hoogste bijdrage	Hexagon	Gebied
Nederwiek 1 - gebruiksfase - scenario 1 (onderhoud per helikopter; materiaal per boot) - Beoogd	-		
Gekarteerd oppervlak met toename (ha)	-		
Gekarteerd oppervlak met afname (ha)	-		
Grootste toename van depositie	-		
Grootste afname van depositie	-		

Nederwiek 1 - gebruiksfase - scenario 1 (onderhoud per helikopter; materiaal per boot) (Beoogd), rekenjaar 2023

Emissiebronnen		Emissie NH_3	Emissie NO_x
1	Scheepvaart | Zeescheepvaart: Aanlegplaats | Schepen stationair bij platform(SOV/W2WV)	-	83,0 kg/j
2	Scheepvaart | Zeescheepvaart: Zeeroute | Transit, hoofdvaarroute tot platform	-	57,6 kg/j
3	Scheepvaart | Zeescheepvaart: Zeeroute | Onderhoud kabel offshore (1)	-	316,8 kg/j
4	Scheepvaart | Zeescheepvaart: Zeeroute | Onderhoud kabel offshore (2)	-	284,0 kg/j
5	Scheepvaart | Zeescheepvaart: Binnengaats route | Onderhoud kabel inshore	-	42,2 kg/j
6	Scheepvaart | Zeescheepvaart: Binnengaats route | Onderhoud kabel nearshore	-	88,0 kg/j
7	Luchtverkeer | Stijgen | Helikopter (cruise-mode) (1)	-	120,6 kg/j
8	Luchtverkeer | Stijgen | Helikopter (cruise-mode) (2)	-	120,6 kg/j
9	Luchtverkeer | Taxiën | LTO-cycli land	-	26,5 kg/j
10	Luchtverkeer | Taxiën | LTO-cycli zee	-	26,5 kg/j
12	Scheepvaart | Zeescheepvaart: Binnengaats route | Transit, van haven tot hoofdvaarroute	-	7,2 kg/j
	Verkeersnetwerk	0,0 kg/j	7,9 g/j

Hoogste af- en toename op (bijna) overbelaste stikstofgevoelige Natura 2000 gebieden.



- Habitatrichtlijn
- Vogelrichtlijn
- Vogelrichtlijn, Habitatrichtlijn
- Niet bepaald
- Grootste afname van depositie
- Grootste toename van depositie
- Hoogste totale depositie

De bronnen op de kaart horen bij de Beoogde situatie.

Resultaten stikstofgevoelige Natura 2000 gebieden situatie "Nederwiek 1 - gebruiksfase - scenario 1 (onderhoud per helikopter; materiaal per boot)" (Beoogd) incl. saldering e/o referentie

	Berekend (ha gekarteerd)	Hoogste totale depositie (mol N/ha/jr)	Met toename (ha gekarteerd)	Grootste toename (mol N/ha/jr)	Met afname (ha gekarteerd)	Grootste afname (mol N/ha/jr)
Totaal	-	-	-	-	-	-

Nederwiek 1 - gebruiksfase - scenario 1 (onderhoud per helikopter; materiaal per boot), Rekenjaar 2023

1 Scheepvaart | Zeescheepvaart: Aanlegplaats

Naam	Schepen stationair bij platform(SOV/W2WV)	Uittreedhoogte	6,0 m	NO_x	83,0 kg/j
		Warmteinhoud	0,017 MW		
Locatie	X:10257,23 Y:570214,91				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

2 Scheepvaart | Zeescheepvaart: Zeeroute

Naam	Transit, hoofdvaarroute tot platform	Uittreedhoogte	12,0 m	NO_x	57,6 kg/j
		Warmteinhoud	0,304 MW		
Locatie	X:13773,34 Y:569122,88				
Lengte	5.850,48 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

3 Scheepvaart | Zeescheepvaart: Zeeroute

Naam	Onderhoud kabel offshore (1)	Uittreedhoogte	12,0 m	NO_x	316,8 kg/j
		Warmteinhoud	0,304 MW		
Locatie	X:21535,94 Y:533493,51				
Lengte	88.955,00 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

4 Scheepvaart | Zeescheepvaart: Zeeroute

Naam	Onderhoud kabel offshore (2)	Uittreedhoogte	12,0 m	NO_x	284,0 kg/j
		Warmteinhoud	0,304 MW		
Locatie	X:28833,21 Y:456996,41				
Lengte	79.755,91 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

5 Scheepvaart | Zeescheepvaart: Binnengaats route

Naam	Onderhoud kabel inshore	Uittreedhoogte	12,0 m	NO_x	42,2 kg/j
		Warmteinhoud	0,304 MW		
Locatie	X:36133,63 Y:397156,46				
Lengte	11.856,00 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

6 Scheepvaart | Zeescheepvaart: Binnengaats route

Naam	Onderhoud kabel nearshore	Uittreedhoogte	12,0 m	NO_x	88,0 kg/j
		Warmteinhoud	0,304 MW		
Locatie	X:29323,08 Y:410811,51				
Lengte	24.710,25 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

7 Luchtverkeer | Stijgen

Naam	Helikopter (cruise-mode) (1)	Uittreedhoogte	610,0 m	NO_x	120,6 kg/j
		Warmteinhoud	0,000 MW		
Locatie	X:32171,02 Y:560705				
Lengte	55.728,05 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

8 Luchtverkeer | Stijgen

Naam	Helikopter (cruise-mode) (2)	Uittreedhoogte	610,0 m	NO_x	120,6 kg/j
		Warmteinhoud	0,000 MW		
Locatie	X:83894,22 Y:544568,21				
Lengte	61.801,37 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

9 Luchtverkeer | Taxiën

Naam	LTO-cycli land	Uittreedhoogte	15,0 m	NO_x	26,5 kg/j
Locatie	X:114504,71 Y:548775,94	Warmteinhoud	0,000 MW		
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

10 Luchtverkeer | Taxiën

Naam	LTO-cycli zee	Uittreedhoogte	50,0 m	NO_x	26,5 kg/j
Locatie	X:10257,23 Y:570214,91	Warmteinhoud	0,000 MW		
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

11 Wegverkeer | Weg

			Links	Rechts		
Naam	Personentransport naar converterstation				NO_x	7,9 g/j
Locatie	X:40278,33 Y:386423,6	Type scherm	-	-	NO_2	1,8 g/j
Lengte	401,07 m	Hoogte	-	-	NH_3	0,0 kg/j
Wegtype	Buitenweg	Afstand tot de weg	-	-		
Rijrichting	Beide richtingen					
Tunnelfactor	1					
Type hoogteligging	Normaal					
Weghoogte	0 m					

Verkeer	Max. snelheid	Aantal voertuigen	In file
Licht verkeer	Voorgeschreven factoren	100 p/jaar	0,0 %
Middelzwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	0 p/jaar	0,0 %
Zwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	0 p/jaar	0,0 %
Busverkeer	Voorgeschreven factoren	0 p/jaar	0,0 %

12 Scheepvaart | Zeescheepvaart: Binnengaats route

Naam	Transit, van haven tot hoofdvaarroute	Uittreedhoogte	11,0 m	NO_x	7,2 kg/j
		Warmteinhoud	0,397 MW		
Locatie	X:99436,79 Y:497391,1				
Lengte	378,77 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

Disclaimer

Hoewel verstrekte gegevens kunnen dienen ter onderbouwing van een vergunningaanvraag, kunnen er geen rechten aan worden ontleend. De eigenaar van AERIUS aanvaardt geen aansprakelijkheid voor de inhoud van de door de gebruiker aangeboden informatie. Bovenstaande gegevens zijn enkel bruikbaar tot er een nieuwe versie van AERIUS beschikbaar is. AERIUS is een geregistreerd handelsmerk in Europa. Alle rechten die niet expliciet worden verleend, zijn voorbehouden.

Rekenbasis

Deze berekening is tot stand gekomen op basis van

AERIUS versie	2022_20230126_290cbff6e8
Database versie	2022_290cbff6e8

Voor meer informatie over de gebruikte methodiek en data zie:
https://www.aerius.nl/

Projectberekening

Dit document geeft een overzicht van de invoer en rekenresultaten van een Projectberekening met AERIUS Calculator. De berekening is uitgevoerd binnen stikstofgevoelige Natura 2000-gebieden, op rekenpunten die overlappen met habitattypen en/of leefgebieden die aangewezen zijn in het kader van de Wet natuurbescherming, gekoppeld aan een aangewezen soort, of nog onbekend maar mogelijk wel relevant, en waar tevens sprake is van een overbelaste of bijna overbelaste situatie voor stikstof.

- Overzicht
- Samenvatting situaties
- Resultaten
- Detailgegevens per emissiebron

Deze PDF is een digitaal bestand dat weer in te lezen is in AERIUS. Meer toelichting over deze PDF kunt u vinden in een bijbehorende leeswijzer. Deze leeswijzer en overige documentatie is te raadplegen via: www.aerius.nl/handleidingen-en-leeswijzers

Contactgegevens

Rechtspersoon	TenneT TSO BV
Inrichtingslocatie	Maasvlakte 2, - Noordzee

Activiteit

Omschrijving	Nederwiek 1
Toelichting	N-depositie t.g.v. gebruiksfase van Nederwiek 1 - Scenario 2 onderhoud per boot icm helicopter

Berekening

AERIUS kenmerk	RmwxzNR2ecsw
Datum berekening	17 februari 2023, 09:43
Rekenconfiguratie	Wnb-rekengrid

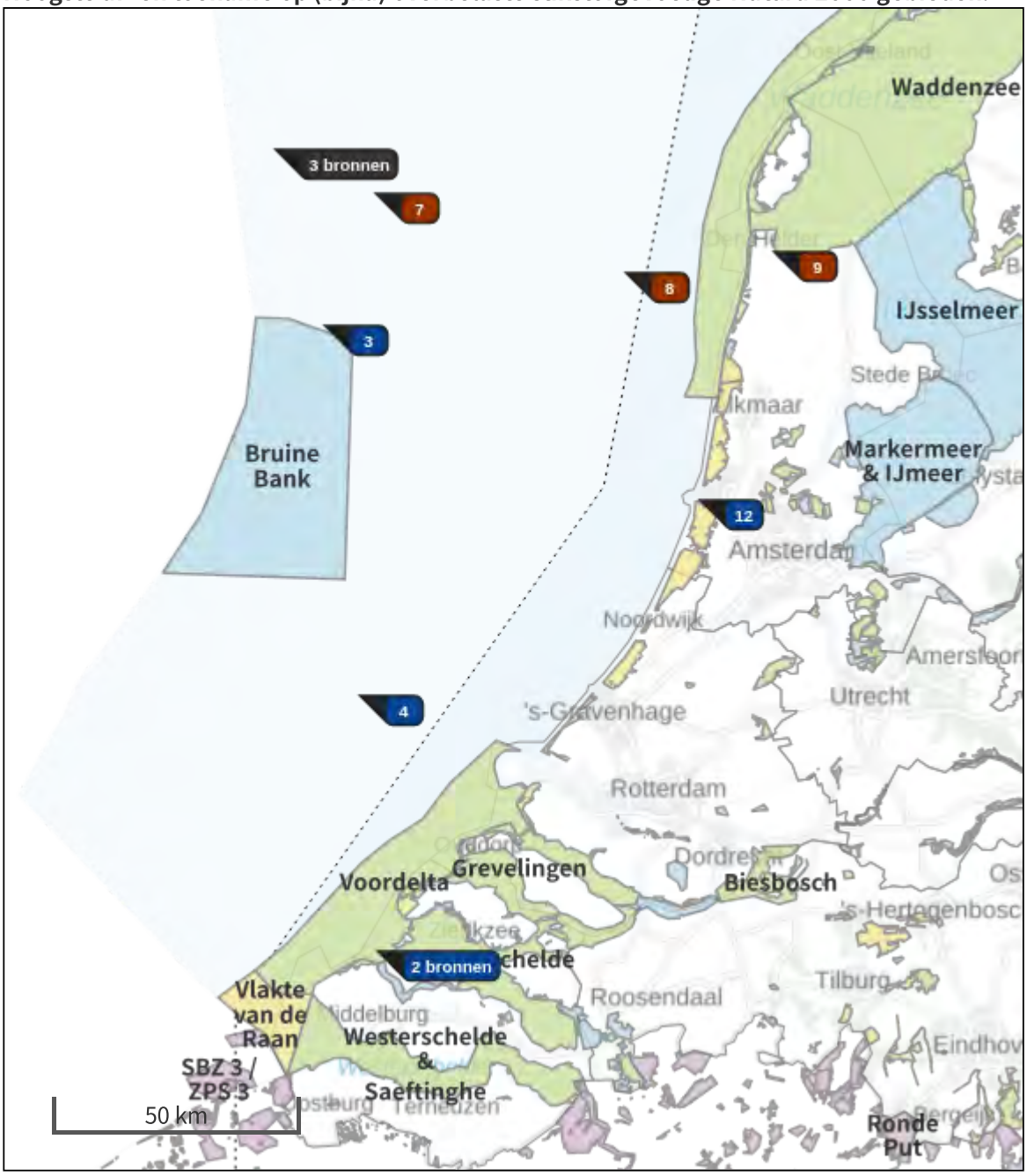
Totale emissie	Rekenjaar	Emissie NH_3	Emissie NO_x
Nederwiek 1 - gebruiksfase - scenario 2 (onderhoud per boot icm helikopter) - Beoogd	2023	0,0 kg/j	1.111,1 kg/j

Resultaten	Hoogste bijdrage	Hexagon	Gebied
Nederwiek 1 - gebruiksfase - scenario 2 (onderhoud per boot icm helikopter) - Beoogd	-		
Gekarteerd oppervlak met toename (ha)	-		
Gekarteerd oppervlak met afname (ha)	-		
Grootste toename van depositie	-		
Grootste afname van depositie	-		

Nederwiek 1 - gebruiksfase - scenario 2 (onderhoud per boot icm helikopter) (Beoogd), rekenjaar 2023

Emissiebronnen		Emissie NH_3	Emissie NO_x
1	Scheepvaart | Zeescheepvaart: Aanlegplaats | Schepen stationair bij platform(SOV/W2WV)	-	216,0 kg/j
2	Scheepvaart | Zeescheepvaart: Zeeroute | Transit, hoofdvaarroute tot platform	-	43,9 kg/j
3	Scheepvaart | Zeescheepvaart: Zeeroute | Onderhoud kabel offshore (1)	-	316,8 kg/j
4	Scheepvaart | Zeescheepvaart: Zeeroute | Onderhoud kabel offshore (2)	-	284,0 kg/j
5	Scheepvaart | Zeescheepvaart: Binnengaats route | Onderhoud kabel inshore	-	42,2 kg/j
6	Scheepvaart | Zeescheepvaart: Binnengaats route | Onderhoud kabel nearshore	-	88,0 kg/j
7	Luchtverkeer | Stijgen | Helikopter (cruise-mode) (1)	-	47,1 kg/j
8	Luchtverkeer | Stijgen | Helikopter (cruise-mode) (2)	-	47,1 kg/j
9	Luchtverkeer | Taxiën | LTO-cycli land	-	10,3 kg/j
10	Luchtverkeer | Taxiën | LTO-cycli zee	-	10,3 kg/j
12	Scheepvaart | Zeescheepvaart: Binnengaats route | Transit, van haven tot hoofdvaarroute	-	5,5 kg/j
	Verkeersnetwerk	0,0 kg/j	7,9 g/j

Hoogste af- en toename op (bijna) overbelaste stikstofgevoelige Natura 2000 gebieden.



- Habitatrichtlijn
- Vogelrichtlijn
- Vogelrichtlijn, Habitatrichtlijn
- Niet bepaald
- Grootste afname van depositie
- Grootste toename van depositie
- Hoogste totale depositie

De bronnen op de kaart horen bij de Beoogde situatie.

Resultaten stikstofgevoelige Natura 2000 gebieden situatie "Nederwiek 1 - gebruiksfase - scenario 2 (onderhoud per boot icm helikopter)" (Beoogd) incl. saldering e/o referentie

	Berekend (ha gekarteerd)	Hoogste totale depositie (mol N/ha/jr)	Met toename (ha gekarteerd)	Grootste toename (mol N/ha/jr)	Met afname (ha gekarteerd)	Grootste afname (mol N/ha/jr)
Totaal	-	-	-	-	-	-

Nederwiek 1 - gebruiksfase - scenario 2 (onderhoud per boot icm helikopter), Rekenjaar 2023

1 Scheepvaart | Zeescheepvaart: Aanlegplaats

Naam	Schepen stationair bij platform(SOV/W2WV)	Uittreedhoogte	6,0 m	NO_x	216,0 kg/j
		Warmteinhoud	0,017 MW		
Locatie	X:10257,23 Y:570214,91				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

2 Scheepvaart | Zeescheepvaart: Zeeroute

Naam	Transit, hoofdvaarroute tot platform	Uittreedhoogte	12,0 m	NO_x	43,9 kg/j
		Warmteinhoud	0,304 MW		
Locatie	X:13773,34 Y:569122,88				
Lengte	5.850,48 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

3 Scheepvaart | Zeescheepvaart: Zeeroute

Naam	Onderhoud kabel offshore (1)	Uittreedhoogte	12,0 m	NO_x	316,8 kg/j
		Warmteinhoud	0,304 MW		
Locatie	X:21535,94 Y:533493,51				
Lengte	88.955,00 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

4 Scheepvaart | Zeescheepvaart: Zeeroute

Naam	Onderhoud kabel offshore (2)	Uittreedhoogte	12,0 m	NO_x	284,0 kg/j
		Warmteinhoud	0,304 MW		
Locatie	X:28833,21 Y:456996,41				
Lengte	79.755,91 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

5 Scheepvaart | Zeescheepvaart: Binnengaats route

Naam	Onderhoud kabel inshore	Uittreedhoogte	12,0 m	NO_x	42,2 kg/j
		Warmteinhoud	0,304 MW		
Locatie	X:36133,63 Y:397156,46				
Lengte	11.856,00 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

6 Scheepvaart | Zeescheepvaart: Binnengaats route

Naam	Onderhoud kabel nearshore	Uittreedhoogte	12,0 m	NO_x	88,0 kg/j
		Warmteinhoud	0,304 MW		
Locatie	X:29323,08 Y:410811,51				
Lengte	24.710,25 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

7 Luchtverkeer | Stijgen

Naam	Helikopter (cruise-mode) (1)	Uittreedhoogte	610,0 m	NO_x	47,1 kg/j
		Warmteinhoud	0,000 MW		
Locatie	X:32171,02 Y:560705				
Lengte	55.728,05 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

8 Luchtverkeer | Stijgen

Naam	Helikopter (cruise-mode) (2)	Uittreedhoogte	610,0 m	NO_x	47,1 kg/j
		Warmteinhoud	0,000 MW		
Locatie	X:83894,22 Y:544568,21				
Lengte	61.801,37 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

9 Luchtverkeer | Taxiën

Naam	LTO-cycli land	Uittreedhoogte	15,0 m	NO_x	10,3 kg/j
Locatie	X:114504,71 Y:548775,94	Warmteinhoud	0,000 MW		
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

10 Luchtverkeer | Taxiën

Naam	LTO-cycli zee	Uittreedhoogte	50,0 m	NO_x	10,3 kg/j
Locatie	X:10257,23 Y:570214,91	Warmteinhoud	0,000 MW		
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

11 Wegverkeer | Weg

			Links	Rechts		
Naam	Personentransport naar converterstation				NO_x	7,9 g/j
Locatie	X:40278,33 Y:386423,6	Type scherm	-	-	NO_2	1,8 g/j
Lengte	401,07 m	Hoogte	-	-	NH_3	0,0 kg/j
Wegtype	Buitenweg	Afstand tot de weg	-	-		
Rijrichting	Beide richtingen					
Tunnelfactor	1					
Type hoogteligging	Normaal					
Weghoogte	0 m					

Verkeer	Max. snelheid	Aantal voertuigen	In file
Licht verkeer	Voorgeschreven factoren	100 p/jaar	0,0 %
Middelzwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	0 p/jaar	0,0 %
Zwaar vrachtverkeer	Voorgeschreven factoren	0 p/jaar	0,0 %
Busverkeer	Voorgeschreven factoren	0 p/jaar	0,0 %

12 Scheepvaart | Zeescheepvaart: Binnengaats route

Naam	Transit, van haven tot hoofdvaarroute	Uittreedhoogte	11,0 m	NO_x	5,5 kg/j
		Warmteinhoud	0,397 MW		
Locatie	X:99436,79 Y:497391,1				
Lengte	378,77 m				
Wijze van ventilatie	Niet geforceerd				
Temporele variatie	Continue Emissie				

Disclaimer

Hoewel verstrekte gegevens kunnen dienen ter onderbouwing van een vergunningaanvraag, kunnen er geen rechten aan worden ontleend. De eigenaar van AERIUS aanvaardt geen aansprakelijkheid voor de inhoud van de door de gebruiker aangeboden informatie. Bovenstaande gegevens zijn enkel bruikbaar tot er een nieuwe versie van AERIUS beschikbaar is. AERIUS is een geregistreerd handelsmerk in Europa. Alle rechten die niet expliciet worden verleend, zijn voorbehouden.

Rekenbasis

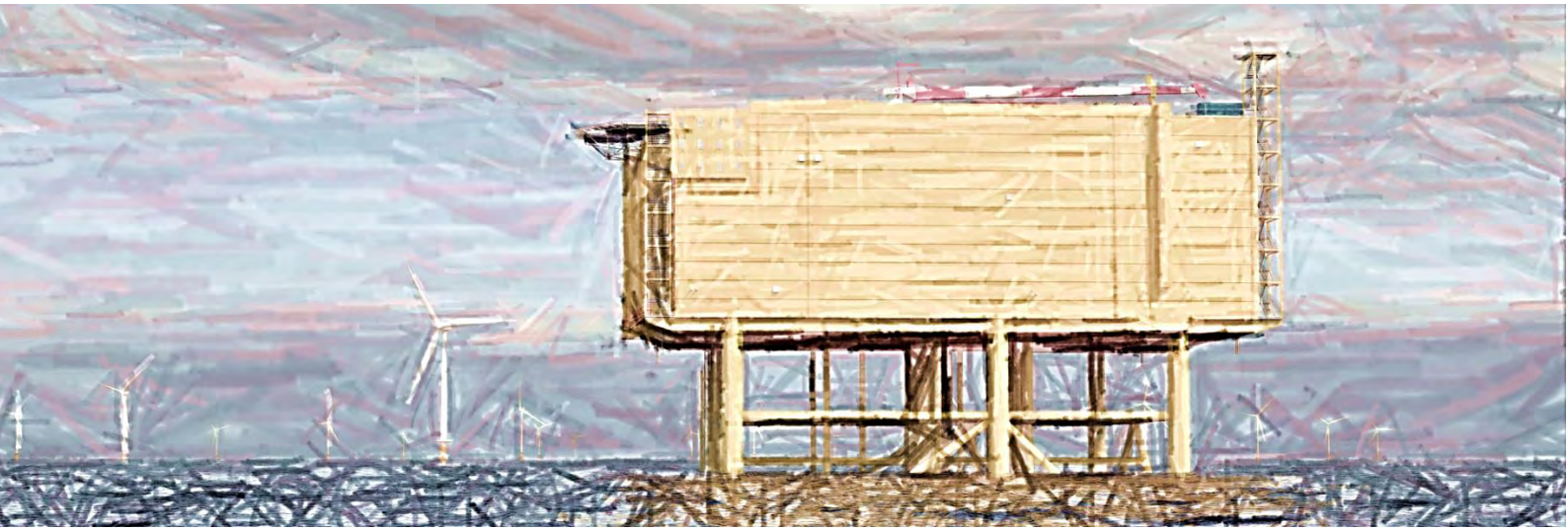
Deze berekening is tot stand gekomen op basis van

AERIUS versie	2022_20230126_290cbff6e8
Database versie	2022_290cbff6e8

Voor meer informatie over de gebruikte methodiek en data zie:
https://www.aerius.nl/

Net op zee Nederwiek 1

Soortenbeschermingstoets



Datum: 05-07-2023
Versienummer: 1.0
Status: Definitief

In opdracht van:

Inhoudsopgave

1 Inleiding soortbeschermingstoets 5
1.1 Algemene toetsingen 5
1.2 Doelstelling Soortenbeschermingstoets 5
1.3 Leeswijzer 5
2 Wettelijk kader 7
2.1 Wet natuurbescherming 7
2.2 Zorgplicht 7
2.3 Categorieën 7
2.4 Verbodsbepalingen 8
2.5 Gedragscodes en vrijstellingen 9
2.6 Ontheffing 10
3 Afbakening 12
3.1 Inleiding 12
3.2 Vertroebeling 12
3.2.1 Op zee 13
3.2.2 Veerse Meer 15
3.3 Sedimentatie 16
3.3.1 Op zee 17
3.3.2 Veerse Meer 18
3.4 Verstoring als gevolg van continu onderwatergeluid 19
3.5 Verstoring als gevolg van impuls onderwatergeluid 20
3.6 Bovenwaterverstoring op zee en het Veerse Meer 26
3.6.1 Geluid en visuele verstoring 26
3.6.2 Verstoring door licht 29
3.7 Verstoring op land 30
3.7.1 Geluid 30
3.7.2 Licht 36
3.7.3 Visuele verstoring 37
3.8 Habitataantasting 37
3.8.1 Habitataantasting op zee 37
3.8.2 Habitataantasting in het Veerse Meer 38
3.8.3 Habitataantasting op land 38
3.9 Elektromagnetische velden 39

3.9.1 Elektromagnetische velden op zee en het Veerse Meer 40
3.9.2 Elektromagnetische velden op land 42
3.10 Verontreiniging op zee en in het Veerse Meer 44
3.10.1 Bronnen van verontreiniging 44
3.10.2 Verontreiniging tijdens de aanleg 44
3.10.3 Verontreiniging tijdens de gebruiksfase 46
3.11 Warmteontwikkeling 46
3.12 Verdroging op land 46
3.13 Samenvatting reikwijdte activiteiten en bepaling studiegebied 50
4 Aanwezigheid van beschermde soorten 54
4.1 Methode 54
4.1.1 Fasering onderzoek 54
4.1.2 Bureauonderzoek 54
4.1.3 Veldonderzoek 54
4.2 Beschermde soorten op zee en het Veerse Meer 55
4.2.1 Vogels 55
4.2.2 Vleermuizen 80
4.2.3 Zeezoogdieren 81
4.2.4 Vissen 90
4.2.5 Zandkokerworm (nog niet beschermd) 93
4.3 Beschermde soorten op land 94
4.3.1 Voorselectie soorten en bijbehorend habitat 94
4.3.2 Relevante gebieden binnen het plangebied 96
4.3.3 Verwachte aanwezige soorten 98
4.4 Conclusie aanwezigheid beschermde soorten 102
4.4.1 Op zee 102
4.4.2 Op land 102
5 Effectbepaling 103
5.1 Vogels 103
5.1.1 Vertroebeling 103
5.1.2 Sedimentatie en habitataantasting op zee en het Veerse Meer 108
5.1.3 Bovenwaterverstoring 111
5.1.4 Habitataantasting op land 119
5.2 Vleermuizen 119
5.2.1 Verstoring op zee 119
5.2.2 Bovenwaterverstoring op het Veerse Meer 120

5.2.3 Verstoring op land ... 120
5.3 Zeezoogdieren ... 121
5.3.1 Continu onderwatergeluid ... 121
5.3.2 Impuls onderwatergeluid ... 122
5.3.3 Bovenwaterverstoring ... 127
5.3.4 Elektromagnetische velden ... 129
5.4 Vissen ... 131
5.4.1 Vertroebeling ... 131
5.4.2 Continu en impuls onderwatergeluid ... 133
5.4.3 Elektromagnetische velden ... 134
5.4.4 Historische verontreiniging op zee ... 135
5.5 Rugstreeppad ... 138
5.6 Glad biggenkruid ... 138
5.7 Niet beschermde soorten ... 139
5.7.1 Zandkokerworm ... 139
5.7.2 Rode lijst-soorten: flora ... 143
6 Cumulatie ... 144
6.1 Toelichting ... 144
6.2 Projecten meegenomen in cumulatietoets ... 145
6.3 Vertroebeling ... 148
6.3.1 Aanleg en onderhoud Maasvlakte II ... 148
6.3.2 Verdieping Nieuwe Waterweg, Botlek en 2e Petroleumhaven ... 148
6.3.3 Baggeronderhoud havens bij de Oosterscheldekering ... 149
6.3.4 Net op zee Hollandse Kust (west Beta) ... 149
6.3.5 Netten op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta, Gamma, Nederwiek 1 en Nederwiek 2 ... 150
6.4 Impuls onderwatergeluid ... 159
6.5 Bovenwaterverstoring ... 160
6.6 Elektromagnetische velden ... 163
6.7 Verstoring op land ... 167
6.8 Habitataantasting op land ... 168
7 Toetsing ... 169
7.1 Vogels ... 169
7.1.1 Zichtjagende vogels ... 169
7.1.2 Trekvogels ... 169
7.1.3 Broedvogels ... 169
7.2 Vleermuizen ... 170

7.3 Zeezoogdieren 170
7.3.1 Zeehonden 171
7.3.2 Bruinvissen 171
7.4 Vissen 172
7.5 Rugstreeppad 172
7.6 Glad biggenkruid 173
7.7 Zandkokerworm(riffen) en overig benthos 173
7.8 Mitigerende maatregelen 173
7.8.1 Broedvogels 173
7.8.2 Vleermuizen 174
7.8.3 Zeehonden 174
7.8.4 Bruinvis 175
7.8.5 Rugstreeppad 176
7.8.6 Glad biggenkruid 176
7.8.7 Zorgplicht 177
7.9 Conclusie 177
7.9.1 Op zee 177
7.9.2 Op land 178
8 Referenties 179
Colofon 195

1 Inleiding soortbeschermingstoets

Net op zee Nederwiek 1 is de ondergrondse hoogspanningsverbinding vanuit het zuidelijke deel van windenergiegebied Nederwiek naar het vasteland. In het kader van de realisatie en het gebruik van Net op zee Nederwiek 1 worden tal van onderzoeken uitgevoerd, onder meer ten aanzien van (beschermde) natuur. Dit wordt verder toegelicht in onderstaande paragraaf.

1.1 Algemene toetsingen

Voor de activiteit van Net op zee Nederwiek 1 wordt aan de volgende wettelijke kaders voor natuur getoetst.

- Wet natuurbescherming, onderdeel gebiedsbescherming (Passende Beoordeling);
- Wet natuurbescherming, onderdeel soortenbescherming (Soortenbeschermingstoets), dit rapport;
- Waterwet, Kaderrichtlijn Mariene Strategie en Kaderrichtlijn Water (Watertoets);
- Natuurnetwerk Nederland (toetsing NNN).

De voorgenoemde rapporten/toetsen bestaan uit:

- Deel A: met daarin de algemene beschrijving van het project. Dit deel is voor de verschillende toetsen identiek;
- Deel B: toets aan het betreffende wettelijke kader.

De onderliggende toets betreft het deel B van de toets aan de Wet natuurbescherming, onderdeel soortenbescherming (Soortenbeschermingstoets).

1.2 Doelstelling Soortenbeschermingstoets

Op voorhand is niet uit te sluiten dat de aanleg en het gebruik van Net op zee Nederwiek 1 (negatieve) effecten heeft op beschermde natuurwaarden, waaronder beschermde soorten. Het voorliggende rapport betreft een toetsing van de voorgenomen activiteiten (beschreven in Hoofdstuk 2 van Deel A).

1.3 Leeswijzer

De Soortbeschermingstoets is opgebouwd uit een deel A en een deel B. In deel A van de Soortbeschermingstoets staan de aanleiding (Hoofdstuk 1) en activiteitenbeschrijving (Hoofdstuk 2) van het Net op zee Nederwiek 1 weergegeven.

In deel B van de Soortbeschermingstoets (voorliggend document) wordt in Hoofdstuk 2 een toelichting gegeven op het Nederlandse wettelijke kader. In Hoofdstuk 3 vindt een afbakening plaats van de gevolgen met bijbehorende worst-case effect-reikwijdtes, waarbij bepaald wordt welke gevolgen mogelijk een effect hebben op beschermde soorten en nader onderzocht dienen te worden. De effecten zijn gerelateerd aan de activiteiten zoals beschreven in Hoofdstuk 2 van deel A. Daarnaast wordt er gekeken waar deze gevolgen plaatsvinden en wat het studiegebied is. In Hoofdstuk 4 volgt een overzicht van de mogelijk beïnvloedde beschermde soorten binnen het studiegebied. In Hoofdstuk 5 worden de effecten op de beschermde natuurwaarden beschreven en

zijn mitigerende maatregelen opgenomen. In Hoofdstuk 6 worden de effecten getoetst en conclusies getrokken. In Hoofdstuk 7 zijn ten slotte de gebruikte referenties vermeld.

In deze Soortbeschermingstoets wordt de volgende terminologie gebruikt:

- De activiteit: de activiteit die wordt uitgevoerd, te weten het aanleggen van ondergrondse kabels, het realiseren van een offshore platform en de bouw van een converterstation op land.
- Gevolg: het gevolg van deze activiteit, bijvoorbeeld vertroebeling door het verspreiden van sediment in de waterkolom door baggeren.
- Effect: het effect op staat van instandhouding, bijvoorbeeld migratiehinder voor trekvissen ten gevolge van vertroebeling.

Het proces dat doorlopen wordt in deze Soortbeschermingstoets is weergeven in een stroomschema in Figuur 1-1.

Figuur 1-1 Een overzicht van de werkwijze die is gehanteerd voor de Soortbeschermingstoets. De groene vakken zijn opgenomen in deel A Inleiding en activiteitenbeschrijving. De blauwe vakken worden hier (deel B) beschreven.

2 Wettelijk kader

2.1 Wet natuurbescherming

De Wet natuurbescherming (Wnb) is op 1 januari 2017 in werking getreden. De wet is ingedeeld in hoofdstukken en kent een algemeen deel (hoofdstuk 1), delen over Natura 2000-gebieden (hoofdstuk 2), soorten (hoofdstuk 3), houtopstanden, hout en houtproducten (hoofdstuk 4), verder delen die gaan over vrijstellingen, beschikkingen en verplichtingen (hoofdstuk 5), financiële bepalingen (hoofdstuk 6), handhaving (hoofdstuk 7), overige bepalingen (hoofdstuk 8) en tot slot een beschrijving van het overgangsrecht (hoofdstuk 9) en een beschrijving van de wijziging van overige wetten (hoofdstuk 10). In navolgende paragrafen is een samenvattende beschrijving van de voor dit rapport relevante delen van de wet gegeven.

2.2 Zorgplicht

De Wnb kent een algemene zorgplicht. Deze houdt in dat iedereen voldoende zorg in acht moet nemen om schade aan soorten te voorkomen, ook voor soorten die niet beschermd zijn (artikel 1.11, lid 1). Dit houdt in ieder geval in dat handelen of nalaten van handelen dat schadelijk kan zijn zo veel mogelijk achterwege gelaten dient te worden (artikel 1.11, lid 2). Deze algemene zorgplicht geldt altijd en overal, met slechts als uitzondering handelingen die op grond van de Visserijwet worden uitgevoerd (artikel 1.11, lid 3).

2.3 Categorieën

De wet onderscheidt drie categorieën van beschermde soorten, namelijk:
- Soorten Vogelrichtlijn, ook wel Vogelrichtlijnsoorten genoemd (Wnb §3.1).
- Soorten Habitatrichtlijn, ook wel Habitatrichtlijnsoorten genoemd (Wnb §3.2).
- Andere soorten (Wnb §3.3).

Soorten Vogelrichtlijn
Alle van nature in Nederland in het wild levende vogels van soorten als bedoeld in artikel 1 van de Vogelrichtlijn zijn in Nederland beschermd. De soorten van artikel 1 van Vogelrichtlijn zijn alle vogelsoorten die op het Europese grondgebied van de lidstaten van de EU voorkomen. Het deel daarvan dat van nature in Nederland voorkomt, is dus beschermd (artikel 3.1, lid 1).

Soorten Habitatrichtlijn
In deze categorie vallen alle in het wild levende dieren zoals genoemd in (artikel 3.5, lid 1) :
- Bijlage IV, onderdeel a, bij de Habitatrichtlijn,
- Bijlage II bij het Verdrag van Bern of;
- Bijlage I bij het Verdrag van Bonn;
- En (in hun natuurlijke verspreidingsgebied) planten van soorten, genoemd in (artikel 3.5, lid 5): Bijlage IV, onderdeel b, bij de Habitatrichtlijn of;
- Bijlage I bij het Verdrag van Bern.

Het gaat hierbij dus om meer dan alleen de soorten van de Habitatrichtlijn (namelijk ook soorten van de conventies van Bern en Bonn). Omdat echter in de Wnb §3.2 “soorten Habitatrichtlijn” als titel heeft, wordt dit ook hier zo gebruikt om deze groep van beschermde soorten aan te duiden.

Andere soorten
Naast de soorten waarvan de bescherming op Europees niveau verplicht is gesteld, is er ook een aantal soorten op nationaal niveau beschermd. Dit is dus een “nationale kop” op de Europese bescherming. Het gaat hierbij om soorten die zeer zeldzaam en/of bedreigd zijn, en waarvan het duurzaam voortbestaan niet is verzekerd als geen beschermingsmaatregelen worden getroffen. De soorten waar het om gaat zijn opgenomen op de bijlage bij de wet (artikel 3.10, lid 1 onder a en c).

2.4 Verbodsbepalingen

Voor Vogelrichtlijnsoorten is het verboden om (artikel 3.1):
- In het wild levende vogels te doden of te vangen (lid 1).
- Opzettelijk nesten, rustplaatsen en eieren te vernielen of te beschadigen, of nesten van vogels weg te nemen (lid 2).
- Eieren te rapen en deze onder zich te hebben (lid 3).
- Opzettelijk te storen (lid 4), tenzij de storing niet van wezenlijke invloed is op de staat van instandhouding van de desbetreffende vogelsoort (lid 5).

Voor Habitatrichtlijnsoorten is het verboden om (artikel 3.5):
- In het wild levende dieren in hun natuurlijk verspreidingsgebied opzettelijk te doden of te vangen (lid 1).
- Opzettelijk te verstoren (lid 2).
- Eieren in de natuur opzettelijk te vernielen of te rapen (lid 3).
- De voortplantingsplaatsen of rustplaatsen te beschadigen of te vernielen (lid 4).
- Planten in hun natuurlijke verspreidingsgebied opzettelijk te plukken en te verzamelen, af te snijden, te ontwortelen of te vernielen (lid 5).

Voor Andere soorten is het verboden om (artikel 3.10, lid 1):
- In het wild levende dieren opzettelijk te doden of te vangen (onderdeel a);
- De vaste voortplantingsplaatsen of rustplaatsen van dieren opzettelijk te beschadigen of te vernielen (onderdeel b).

Vaatplanten in hun natuurlijke verspreidingsgebied opzettelijk te plukken en te verzamelen, af te snijden, te ontwortelen of te vernielen (onderdeel c).

Hierboven is voor Vogelrichtlijnsoorten en Habitatrichtlijnsoorten aangegeven dat verstoring niet is toegestaan. Niet iedere verstoring is in het kader van de wet relevant. Het moet gaan om verstoring die voor soorten in potentie wezenlijke gevolgen heeft. Een tijdelijke verandering van gedrag valt hier niet zonder meer onder.

Niet iedere toename van verstoringsbronnen leidt dus tot een daadwerkelijk effect dat in het kader van de wet is voorzien als verstoring. Voor een individu geldt dat sprake is van opzettelijke verstoring als niet in de directe omgeving (tijdelijk) uitwijkmogelijkheden voor handen zijn en de functionaliteit van het leefgebied door verstoring wordt aangetast. Dit is verschillende keren bevestigd door de Raad van State (jurisprudentie). Zo is in de zaak ECLI:NL:RVS:2009:BI3701 geoordeeld dat de Afdeling eerder heeft overwogen (onder meer in de uitspraak van 21 november 2007 in zaak nr. 200607283/1) als uitgangspunt geldt dat niet ieder plan dat tot gevolg heeft dat een beschermde diersoort zich moet aanpassen aan de veranderde omgeving, moet worden aangemerkt als een opzettelijke verontrusting in de zin van artikel 10 van de Flora- en faunawet. In zaak

ECLI:NL:RVS:2020:1125 heeft de Afdeling overwogen (onder meer in de uitspraak van 23 juni 2010, ECLI:NL:RVS:2010:BM8836) dat bij de uitleg van artikel 10 van de Flora- en faunawet als uitgangspunt geldt dat niet ieder plan dat tot gevolg heeft dat een beschermde diersoort zich moet aanpassen aan de veranderde omgeving een opzettelijke verontrusting is in de zin van die bepaling. Het tijdelijk (doen) wegvluchten voor werkzaamheden naar een rustiger plek kan niet worden aangemerkt als opzettelijke verontrusting in de zin van deze bepaling. De Afdeling volgt deze interpretatie eveneens ten aanzien van het in het vierde lid van artikel 11.37, vierde lid, van de Wnb neergelegde verbod van opzettelijke storing.

2.5 Gedragscodes en vrijstellingen

Gedragscodes

De in het voorgaande beschreven verbodsbepalingen zijn niet van toepassing op handelingen die zijn beschreven in en aantoonbaar worden uitgevoerd volgens een door de minister van LNV vastgestelde gedragscode (artikel 3.31, lid 1). Het moet dan gaan om handelingen die plaatsvinden in het kader van:

a. Een bestendig beheer of onderhoud aan vaarwegen, watergangen, waterkeringen, waterstaatswerken, oevers, vliegvelden, wegen, spoorwegen of bermen, of in het kader van natuurbeheer.
b. Een bestendig beheer of onderhoud in de landbouw of de bosbouw.
c. Een bestendig gebruik.
d. Ruimtelijke ontwikkeling of inrichting.

Vrijstellingen

Provinciale staten en de minister van LNV kunnen vrijstelling verlenen van de verbodsbepalingen (artikel 3.3, lid 2-4; artikel 3.8, lid 2-5; artikel 3.10, lid 2). Voor zover het gaat om de hiervoor beschreven verbodsbepalingen, kan in het kader van ruimtelijke ontwikkeling en inrichting een ontheffing worden verleend van de verbodsbepalingen van artikel 3.1, 3.5 en 3.10, dus ten aanzien van alle beschermde soorten. Een vrijstelling mag alleen worden verleend wanneer aan bepaalde voorwaarden is voldaan. Deze zijn gelijk aan de voorwaarden waaronder een ontheffing verleend kan worden.

Voor welke soorten een vrijstelling geldt, verschilt per bevoegd gezag (ministerie van LNV en de afzonderlijke provincies). De lijst met vrijgestelde soorten van het ministerie is alleen van toepassing op handelingen waarvoor de minister van EZ het bevoegd gezag is. Voor handelingen waarvoor gedeputeerde staten het bevoegd gezag zijn, geldt de vrijstellingslijst van de betreffende provincie. In het geval van de aanleg van stroomkabels voor Net op zee Nederwiek 1 is de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) namens het ministerie van LNV bevoegd gezag voor het verlenen van de ontheffing. De onderstaande soorten zijn provinciaal vrijgesteld:

Tabel 1 Soorten waarvoor een vrijstelling geldt

Soort		
Amfibieën	**Zoogdieren**	
• Bruine kikker • Gewone pad • Kleine watersalamander • Meerkikker • Middelste groene kikker	• Aardmuis • Bosmuis • Bunzing • Dwergmuis • Dwergspitsmuis • Egel • Gewone bosspitsmuis • Haas • Hermelijn • Huisspitsmuis	• Konijn • Ondergrondse woelmuis • Ree • Rosse woelmuis • Tweekleurige bosspitsmuis • Veldmuis • Vos • Wezel • Wild zwijn

2.6 Ontheffing

Voor soorten waarvoor geen vrijstelling geldt, moet wanneer niet volgens een gedragscode wordt gewerkt een ontheffing worden aangevraagd wanneer er een handeling wordt uitgevoerd waardoor een verbodsbepalingen van artikel 3.1, 3.5 of 3.10 van de Wnb wordt overtreden (artikel 3.3 lid 1 en 3; artikel 3.8 lid 1 en 3; artikel 3.10 lid 2). Of deze ontheffing kan worden verleend, hangt af of voldaan wordt aan de voorwaarden. De voorwaarden waaraan moet worden voldaan, verschillen per beschermingscategorie:

Voor Vogelrichtlijnsoorten moet voor een ontheffing worden voldaan aan de volgende voorwaarden (artikel 3.3, lid 4):

- er is geen andere bevredigende oplossing;
- de activiteit is nodig:
    - in het belang van de volksgezondheid of de openbare veiligheid;
    - in het belang van de veiligheid van het luchtverkeer;
    - voor het voorkomen van belangrijke schade aan gewassen, vee, bossen, visserij of wateren;
    - ter bescherming van flora en fauna;
    - voor onderzoek of onderwijs, het uitzetten of herinvoeren van soorten, of voor de daarmee samenhangende teelt; of
    - om het vangen, het onder zich hebben of elke andere wijze van verstandig gebruik van bepaalde vogels in kleine hoeveelheden selectief en onder strikt gecontroleerde omstandigheden toe te staan; en
- de activiteit niet leidt tot verslechtering van de staat van instandhouding van de relevante soort(en).

Voor Habitatrichtlijnsoorten moet voor een ontheffing worden voldaan aan de volgende voorwaarden (artikel 3.7, lid 5):

- er is geen andere bevredigende oplossing;
- de activiteit is nodig:
    - in het belang van de bescherming van de wilde flora of fauna, of in het belang van de instandhouding van de natuurlijke habitats;
    - voor het voorkomen van ernstige schade aan met name gewassen, veehouderijen, bossen, visgronden, wateren of andere vormen van eigendom;

  - in het belang van de volksgezondheid, de openbare veiligheid of andere dwingende redenen van groot openbaar belang, met inbegrip van redenen van sociale of economische aard en met inbegrip van voor het milieu wezenlijke gunstige effecten;
  - voor onderzoek en onderwijs, repopulatie of herintroductie van deze soorten, of voor de daarvoor benodigde kweek, met inbegrip van de kunstmatige vermeerdering van planten; of
  - om het onder strikt gecontroleerde omstandigheden mogelijk te maken op selectieve wijze en binnen bepaalde grenzen een beperkt, bij de vergunning vastgesteld aantal van bepaalde dieren van de aangewezen soort te vangen of onder zich te hebben, respectievelijk een beperkt bij de vergunning vastgesteld aantal van bepaalde planten van de aangewezen soort te plukken of onder zich te hebben; en
- de activiteit geen afbreuk doet aan het streven de populaties van de betrokken soort in hun natuurlijke verspreidingsgebied in een gunstige staat van instandhouding te laten voortbestaan.

Voor andere soorten geldt in aanvulling op alle voorwaarden voor Habitatrichtlijnsoorten ook dat het project nodig is voor één of meerder van de aanvullende wettelijke belangen (artikel 3.10, lid 2):

- In het kader van de ruimtelijke inrichting of ontwikkeling van gebieden of van kleinschalige bouwactiviteiten, met inbegrip van het daaropvolgende gebruik van het gebied of het gebouwde.
- Ter voorkoming van schade of overlast, met inbegrip van schade aan sportvelden, schietterreinen, industrieterreinen, kazernes, of begraafplaatsen.
- Ter beperking van de omvang van de populatie van dieren, in verband met door deze dieren ter plaatse en in het omringende gebied veelvuldig veroorzaakte schade of in verband met de maximale draagkracht van het gebied waarin de dieren zich bevinden.
- Ter voorkoming of bestrijding van onnodig lijden van zieke of gebrekkige dieren.
- In het kader van bestendig beheer of onderhoud in de landbouw of bosbouw.
- In het kader van bestendig beheer of onderhoud aan vaarwegen, watergangen, waterkeringen, waterstaatswerken, oevers, vliegvelden, wegen, spoorwegen of bermen, of in het kader van natuurbeheer.
- In het kader van bestendig beheer of onderhoud van de landschappelijke kwaliteiten van een bepaald gebied.
- In het algemeen belang.
- Bestendig gebruik.

Geen andere bevredigende oplossing betekent -ook in combinatie met de in artikel 1.11 beschreven zorgplicht- dat wanneer een overtreding redelijkerwijs te voorkomen is, een ontheffing niet mogelijk is. De werkzaamheden moeten dan op zodanige wijze worden uitgevoerd dat er geen overtreding van de wet plaatsvindt. Te denken valt aan het kappen van bomen buiten het broedseizoen, of het afzetten van en het wegvangen van soorten in het werkgebied.

3 Afbakening

3.1 Inleiding

In dit Hoofdstuk vindt de afbakening van de gevolgen plaats van de aanleg en het gebruik van het Net op zee Nederwiek 1. De voorgenomen activiteiten, zoals beschreven in 'Deel A – Inleiding en activiteitenbeschrijving', brengen een aantal gevolgen met zich mee die in potentie een effect kunnen hebben op individueel niveau, populatieniveau en de staat van instandhouding van beschermde soorten.

Deze gevolgen zijn:

- Vertroebeling, als gevolg van sediment dat in suspensie komt door de aanlegwerkzaamheden.
- Sedimentatie, als gevolg van het neerslaan van gesuspendeerd sediment.
- Verstoring onderwater:
    - Door continu onderwatergeluid, als gevolg van scheepsmotoren en andere werktuigen aan boord;
    - Door impuls onderwatergeluid, als gevolg van het heien voor de aanleg van het platform.
- Bovenwaterverstoring, als gevolg van geluid, licht en visuele verstoring door de werkzaamheden op zee en land en de operationele fase van het platform.
- Habitataantasting, als gevolg van mechanische effecten op zee en land.
- Elektromagnetische velden, als gevolg van het gebruik van de kabel op zee en op land.
- Verontreiniging, als gevolg van het in suspensie raken van eventueel aanwezige bodemverontreiniging tijdens de aanleg van platform en kabels en tijdens het gebruik van het platform op zee.
- Warmteontwikkeling in zee, als gevolg van de hitte die opgewekt wordt in de kabel tijdens de gebruiksfase.
- Verdroging op land, als gevolg van bronbemaling of doorboring van een ondoorlatende laag in de bodem.
- Verzuring en vermesting, als gevolg van de uitstoot (emissie) van vervuilende gassen tijdens de werkzaamheden.

De gevolgen worden in de volgende paragrafen toegelicht. Effecten worden beschreven op basis van de uitvoeringsmethode die het grootste effect heeft zodat worst-case gevolgen worden bepaald. Per gevolg wordt gekeken hoe ver het worst-case gevolg reikt. Effecten worden worst-case beschreven op basis van de uitvoeringsmethode die het grootste effect heeft. De beoordeling van gevolgen is om die reden ook van toepassing op methodes die minder effect hebben. Zo zijn er voor het leggen van kabels twee verschillende methodes een (1x4)-kabelconfiguratie en een (2x2)-kabelconfiguratie (Deel A, Hoofdstuk 2). De (2x2)-kabelconfiguratie heeft de grootste verstorende effecten en is de worst-case. Hierom worden dus alleen de reikwijdtes van de (2x2)-kabelconfiguratie benoemd. Dit gebeurt aan de hand van modellering, bekende verstoringscontouren en/of expert judgement. Dit leidt tot een reikwijdte per gevolg.

3.2 Vertroebeling

Bij de aanleg van de gelijkstroomkabels op zee wordt afhankelijk van de lokale situatie gebaggerd, ge-pre-sweept (i.e. het baggeren van een passage voor kabelinstallatie door de zandgolven) en getrencht, waardoor sediment in de waterkolom verspreid kan worden. Deze verspreiding van

sediment kan leiden tot suspensie van met name de fijnere deeltjes (slib) in de waterkolom, afhankelijk van het lokale slibgehalte. Hierdoor ontstaat tijdelijk vertroebeling. Het neerslaan en ophopen van het, door de werkzaamheden omgewoelde, sediment heet sedimentatie. Zowel vertroebeling als sedimentatie kunnen effect hebben op staat van instandhoudingen van binnen het studiegebied voorkomende soorten. Vertroebeling wordt verder behandeld in deze paragraaf. Sedimentatie wordt verder behandeld in paragraaf 3.3. Vertroebeling op zee en in het Veerse Meer wordt los van elkaar behandeld, respectievelijk in paragraaf 3.2.1 en 3.2.2.

Vertroebeling in de waterkolom of op de bodem kan ertoe leiden dat:

- Filterfeeders (organismen die leven van plankton en ander in het water zwevend voedsel) in hun voedselopname worden geremd.
- Trekvissen een barrière ondervinden wanneer de slibwolk de doorgang tussen zoet en zout water belemmert.

Vertroebeling leidt tot minder doorzicht aan het wateroppervlak waardoor potentieel:

- Primaire productie (i.e. algengroei onder invloed van zonlicht die dient als de basis van de voedselketen) kan worden geremd.
- Het vangstsucces van zichtjagende vogels wordt beïnvloed.

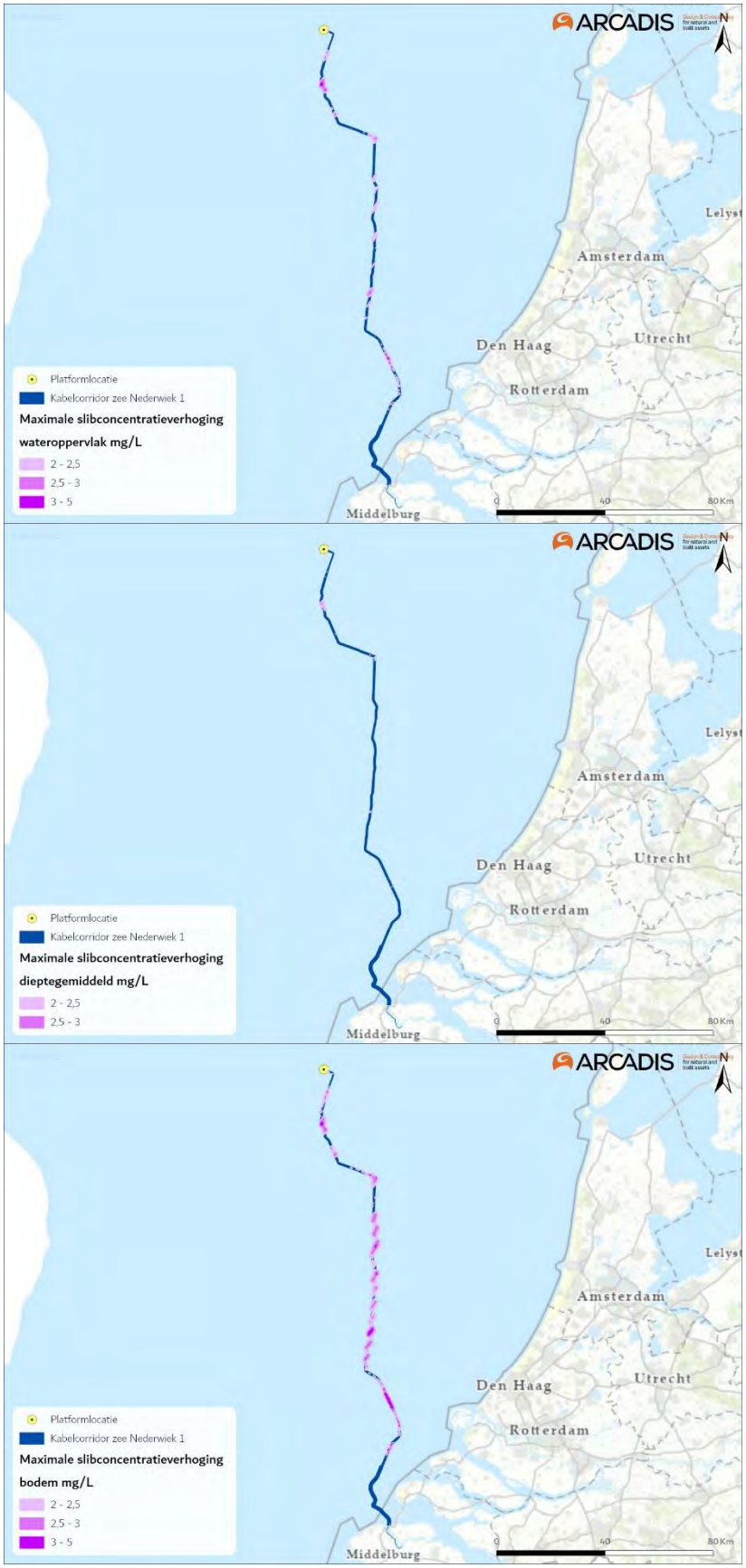
3.2.1 Op zee

De mate waarin vertroebeling door de werkzaamheden optreedt is in een modelstudie onderzocht (zie Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie). De slibstudie is gemodelleerd voor alle werkzaamheden, vanaf het platform tot aan de aanlanding bij de Veerse Gatdam. Vertroebeling wordt uitgedrukt in het aantal milligram zwevende stofdeeltjes per liter water (mg/l). Het model berekent de toename in de slibconcentratie ten gevolge van de (bagger)werkzaamheden; de waardes zijn exclusief de achtergrondconcentratie van zwevende stof die in de wateren aanwezig is.

In de slibmodelleerstudie (Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie) is de vertroebeling aan de bodem, in de waterkolom en aan de wateroppervlakte gemodelleerd. Figuur 3-1 laat het maximale areaal zien waar gedurende de gehele simulatieperiode op enig moment een verhoging van de daggemiddelde slibconcentratie bij de bodem en aan het wateroppervlak is berekend. In de bovenste afbeelding is het gebied weergegeven waarin een vermindering van doorzicht aan het wateroppervlak kan optreden. In de onderste afbeelding is de maximale slibconcentratie op van de slibwolk op de bodem in het gebied weergegeven. Er is gewerkt met een ondergrens van 2 mg/l, dit is de grens van de nauwkeurigheid van de modelstudie (Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie) en de ondergrens van een meetbaar verschil t.o.v. de achtergrondconcentratie.

Te zien is dat vertroebeling die tijdens de aanleg optreedt voornamelijk op open zee direct langs het tracé plaatsvindt. De vertroebelingswolk spreidt zich uit over een gebied van tientallen vierkante kilometers. Binnen 10 kilometer van de kustzone treedt er alleen direct bij de aanlanding vertroebeling op (max 28 ha). Langs het gehele tracé komt de vertroebeling niet boven de 5 mg/l.

Tijdens de gebruiksfase treedt er geen vertroebeling op bij normaal gebruik van de kabel. Bij onderhoud treedt mogelijk lokaal vertroebeling op als de kabel opnieuw op- en ingegraven moet worden. Het effect hiervan zal vele malen kleiner zijn dan dat van de aanleg en naar verwachting is dit type onderhoud niet of nauwelijks nodig. De aanlegfase wordt daarom als worst-case beoordeeld.



Figuur 3-1 Gebied tot waar de slibwolk (> 2 mg/l) aan het wateroppervlak (figuur boven) en op de bodem (figuur onder) maximaal reikt ten gevolge van de werkzaamheden van de aanleg van een (2x2)-kabelconfiguratie.

3.2.2 Veerse Meer

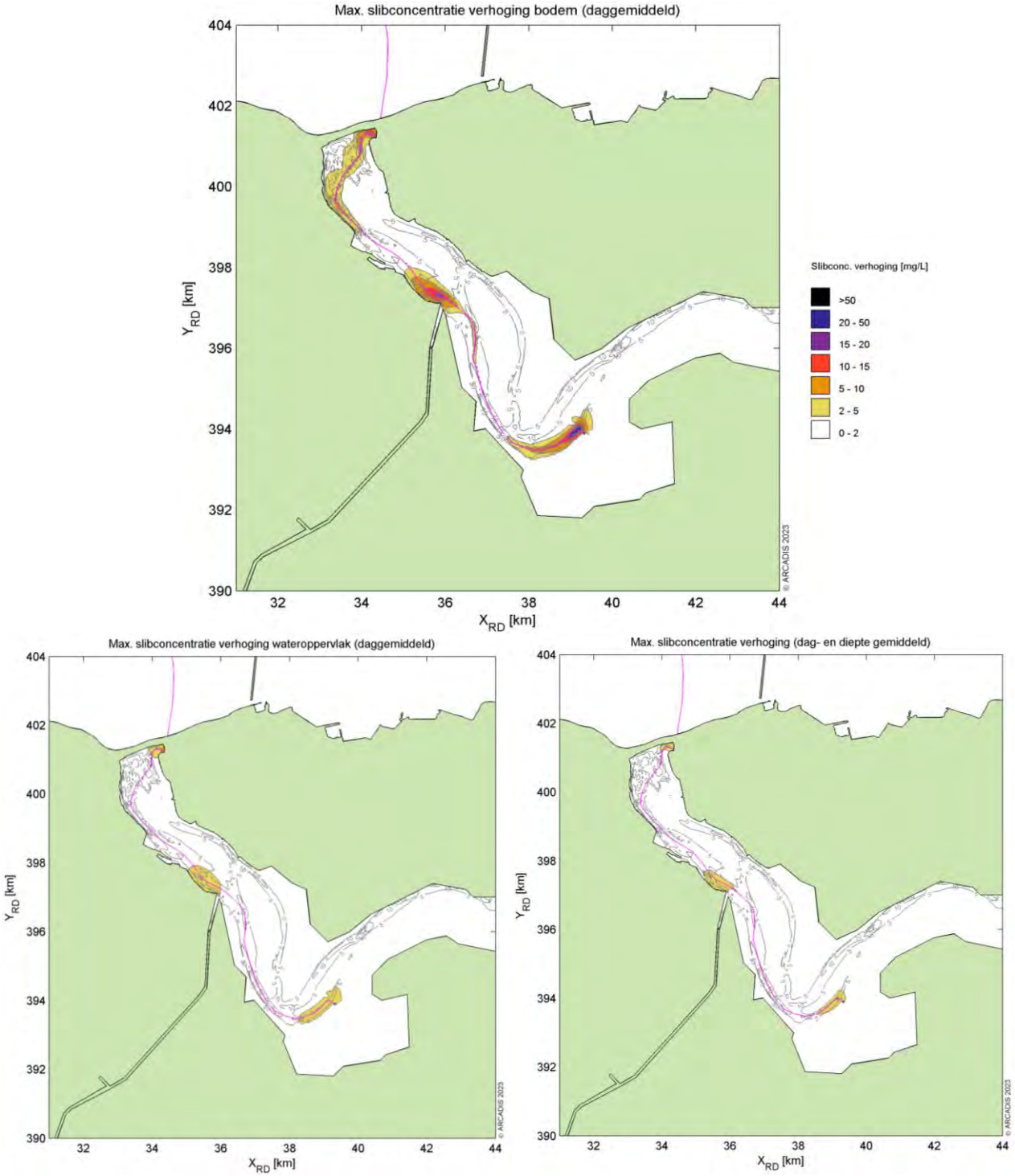
Bij de aanleg van de kabel in het Veerse Meer kan vertroebeling optreden, net als op zee treedt er in principe geen vertroebeling op in de gebruiksfase. Bij onderhoud treedt mogelijk lokaal vertroebeling op als de kabel opnieuw op- en ingegraven moet worden. Het effect hiervan zal vele malen kleiner zijn dan dat van de aanleg, daarnaast is onderhoud alleen incidenteel nodig. De aanlegfase wordt daarom als maatgevende activiteit beoordeeld.

Net op zee Nederwiek 1 ligt over het gehele Veerse Meer parallel aan de kabel van Net op zee IJmuiden Ver Alpha. Het tracé van Net op zee IJmuiden Ver Alpha in het Veerse Meer wordt eerst aangelegd, hierbij worden baggerwerkzaamheden uitgevoerd. De stukken waterbodem die voor Alpha gebaggerd worden, worden vervolgens ook benut voor het tracé van Net op zee Nederwiek 1. Voor Net op zee Nederwiek 1 hoeft daarom niet gebaggerd te worden in het Veerse Meer. De kabelaanleg wordt uitsluitend uitgevoerd middels jet trenchen (vertical injector) of een vergelijkbare methode. Bij jet trenchen wordt de waterbodem onder hoge waterdruk gefluïdiseerd, waarna de kabel onder zijn eigen gewicht in de bodem kan zakken of naar de beoogde diepte wordt geleid. Hierbij ontstaat vele malen minder vertroebeling dan bij baggeren en het vervolgens verspreiden van gebaggerd sediment.

In de slibmodelleerstudie van het Veerse Meer (Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie) is de vertroebeling gemodelleerd die ontstaat als gevolg van het jet-trenchen. De mate van vertroebeling is gemodelleerd aan de bodem, in het midden van de waterkolom en aan de wateroppervlakte. Figuur 3-2 toont de resultaten. Hierin is de maximale daggemiddelde slibconcentratie zichtbaar, evenals het areaal waar in totaal sprake is van een verhoging van de daggemiddelde slibconcentratie. De weergegeven verhogingen in slibconcentraties geven een totaalbeeld gedurende de gehele simulatieperiode. In het model is gewerkt met een ondergrens van 2 mg/l, dit is vormt de ondergrens van een relevante afwijking ten opzichte van de achtergrondconcentratie. De arealen met een verhoogde slibconcentraties vinden dus niet overal tegelijkertijd plaats, maar bewegen mee met de werkzaamheden.

Te zien is dat vertroebeling die tijdens de aanleg optreedt voornamelijk op drie locaties langs het tracé plaatsvindt: Nabij beide aanlandingslocaties en rondom het midden van het tracé nabij Veere. Dit is het gevolg van relatief dikke slib/klei laag die op die plaatsen in de bodem zit (Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie). Op de plekken waar geen vertroebeling optreedt bestaat de bodem vrijwel uitsluitend uit zand.

Aan de bodem reikt de verhoogde slibconcentratie het verst (Figuur 3-2). Gezamenlijk betreft het een vertroebeld areaal van ca. 241 ha. Aan het wateroppervlak is dit ca. 87 ha. De maximale daggemiddelde verhoging in slibconcentratie is eveneens het hoogst aan de bodem, zeer lokaal loopt de concentratie op tot ca. 35 mg/l. Aan het wateroppervlak is dit doorgaans maximaal ca. 5 mg/l, alleen direct nabij de aanlandingen loopt de concentratie zeer lokaal iets hoger op.



Figuur 3-2 Gebied tot waar vertroebeling zich uitspreidt aan de bodem (boven) het wateroppervlak (links) en dieptegemiddeld (rechts) als gevolg van het jet-trenchen in het Veerse Meer.

3.3 Sedimentatie

Het sediment dat in de waterkolom vrijkomt bij de aanleg van de kabels bezinkt over een bepaald areaal en kan daarmee een laag sediment op de bodem vormen (sedimentatie). Sedimentatie heeft een effect op bodemdieren. In een natuurlijke situatie of bij lage sedimentatie kunnen de dieren in of op de bodem zich omhoog bewegen. Bij een te grote en/of te snelle bedekking kan sedimentatie leiden tot verstikking. Dit kan effect hebben op de bodemdierensamenstelling, op de

voedselvoorraad voor vissen en op droogvallende platen foeragerende vogels en duikende vogels. Het effect van de bedekking is afhankelijk van verschillende factoren, zoals de tolerantie en locatie van de soort, de hoeveelheid in suspensie gekomen specie, de duur van de bedekking, de sedimenteigenschappen van het bedekkende materiaal en de temperatuur.

Tijdens de gebruiksfase treedt er geen sedimentatie op bij normaal gebruik van de kabel. Bij onderhoud treedt mogelijk lokaal sedimentatie op als de kabel opnieuw op- en ingegraven moet worden. Het effect hiervan zal vele malen kleiner zijn dan dat van de aanleg en naar verwachting is dit type onderhoud niet of nauwelijks nodig. De aanlegfase wordt daarom als worst-case beoordeeld.

In de wetenschappelijke literatuur zijn de specifieke effecten van deze factoren niet allemaal apart onderzocht. Door Bijkerk (1988) is de tolerantie voor permanente sedimentatie bepaald van zeven algemeen voorkomende macrobenthos-soorten (strandgaper *Mya arenaria*, slangpier *Capitella capitata*, wapenworm *Scoloplos armiger*, kokkel *Cerastoderme edule*, nonnetje *Macoma balthica*, wadpier *Arenicola marina*, zandzager *Nereis* sp.). Deze tolerantie lag voor permanente sedimentatie met fijn zand tussen de 1,67 mm/dag (*Mya, Capitella*) en 5,67 mm/dag (*Macoma, Arenicola, Nereis*). De organismen waren gevoeliger voor sedimentatie met slib. De tolerantie varieerde daar tussen de 0,33 mm/dag (*Mya*) en 11,67 mm/dag (*Nereis* sp.). Rozemeijer & Smith (2017) bevestigen de resultaten van Bijkerk (1988) over de sedimentatie tolerantie van de macrobenthos-soorten. Ook worden in deze literatuurstudie meerdere soorten macrobenthos uitgelicht, waaronder tweekleppigen maar bijvoorbeeld ook verschillende zeestersoorten, die soortgelijke (hoge) toleranties voor sedimentatie hebben. Demersale vissoorten ondervinden normaliter geen effect, aangezien deze soorten mobiel zijn en wegzwemmen in het geval van sedimentatie. Zodoende worden dermesale vissen niet verder meegenomen voor sedimentatie (Kjelland et al., 2015).

Sedimentatie op zee en in het Veerse Meer wordt apart afgebakend, respectievelijk in paragraaf 3.3.1 en 3.3.2.

3.3.1 Op zee

De maximale sedimentatiesnelheid en sliblaagdikte door sedimentatie is voor de activiteit modelmatig berekend (Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie). Er worden verder dezelfde uitgangspunten en deelgebieden langs het tracé gehanteerd als bij vertroebeling, zie paragraaf 3.2.

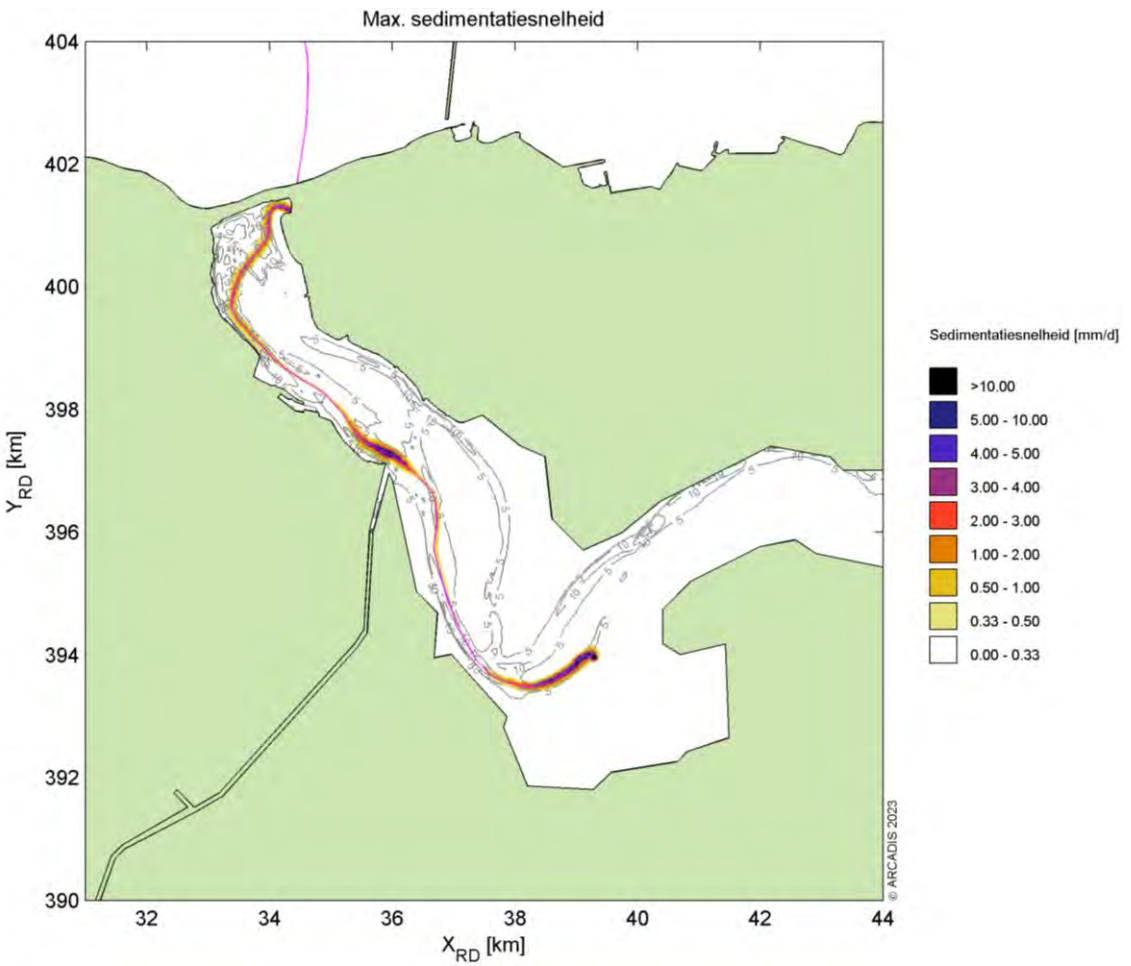
Figuur 3-3 geeft het gebied weer waar sedimentatie van meer dan 0,33 mm/dag optreedt tijdens de werkzaamheden. Dit is de maximale sedimentatiesnelheid die de gevoeligste soort (*Mya arenaria)* nog tolereert (Bijkerk, 1988). In het figuur is te zien dat de sedimentatiesnelheden boven de 0,33 mm/dag met name in het gedeelte vanaf 20 km uit de kust worden bereikt en maximaal ca. 1,5 km van het tracé af. Dichter bij de kust ligt de sedimentatiesnelheid rondom het kabeltracé tussen de 0 en 0,2 mm/dag (niet weergegeven in de figuur). Langs het gehele tracé komt de sedimentatiesnelheid niet boven de 1,0 mm/dag. Tijdens de gebruiksfase treedt er geen sedimentatie op.

Figuur 3-3 Het areaal waar sedimentatie van boven de 0,33 mg/dag optreedt door de voorgenomen werkzaamheden van de aanleg van een (2x2)-kabelconfiguratie.

3.3.2 Veerse Meer

In paragraaf 3.2.2 is toegelicht dat kabelaanleg in het Veerse Meer uitsluitend wordt uitgevoerd middels jet-trenchen. De maximale sedimentatiesnelheid door sedimentatie is voor deze activiteit modelmatig berekend (Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie). Hierbij worden dezelfde uitgangspunten gehanteerd als bij het model voor vertroebeling in het Veerse Meer.

De resultaten van het model zijn weergegeven in Figuur 3-4. Het laat zien dat sedimentatie van >0,33 mm/dag reikt tot maximaal 150 meter aan weerszijde van het tracé. Deze maximale reikwijdte treedt op rond de (3) locaties waar relatief veel slib in de bodem zit. Op de overige delen van het tracé reikt sedimentatie tot hooguit enkele tientallen meters van het tracé. In totaal gaat het om ca. 130 ha waarbinnen sedimentatie optreedt. De maximale sedimentatiesnelheid betreft ca. 10 mm/dag lokaal op de meest slibrijke delen van het tracé. Hierbuiten is de maximale sedimentatiesnelheid ca. 3 mm/dag.



Figuur 3-4 Het gebied waar sedimentatie van >0,33 mg/dag optreedt door het jet-trenchen in het Veerse Meer.

3.4 Verstoring als gevolg van continu onderwatergeluid

Bij het varen treedt verstoring op in de vorm van continu onderwatergeluid door cavitatie van schroefbladen. Cavitatie is de vorming van bellen gevuld met waterdamp aan de voorkant bij de schroefbladen, die vervolgens imploderen. Daarnaast genereren scheepsmotoren en andere werktuigen aan boord ook trillingen die door de romp van het schip aan het water worden doorgegeven. Ten slotte kan het gebruik van de jet-trencher ook voor onderwatergeluid zorgen. Dit type geluid wordt continu onderwatergeluid genoemd. Deze vorm van verstoring is tijdelijk van aard en treedt alleen op tijdens de uitvoering van de werkzaamheden ter plaatse van de schepen.

Voor de bepaling van de reikwijdte van continue onderwatergeluid is uitgegaan van de maximale effectafstanden voor zeehonden en bruinvissen. Hierbij is uitgegaan van de analyse van Verboom die als Bijlage VIII is opgenomen in de 'Ronde 2' Passende Beoordeling voor Wind op Zee uit 2009 (Arends et al., 2009). Op basis van meetgegevens van een zestal koopvaardijschepen van 100 meter, die met een snelheid van 13 – 16 mijl per uur op diep water varen, zijn maximale verstoringsafstanden van 4.800 meter voor zeehonden en 2.800 meter voor bruinvissen gevonden. Onderwatergeluid reikt verder naarmate het water dieper is. De in deze toetsing gehanteerde verstoringsafstand van 5 kilometer is worst-case, aangezien de diepte over het tracé niet overal gelijk is.

In Figuur 3-5 is de maximale reikwijdte van het effect van onderwatergeluid weergegeven als gevolg van de realisatie van de zeekabels en het platform, op basis van de verstoringscontour van 5 kilometer. In de aanleg en in de gebruiksfase varen (kleinere) schepen ook vanaf de dichtstbijzijnde vaarroutes naar het platform voor onderhoud. Dit zijn relatief kleine routes in de aanlegfase en de verstoringen zullen niet hoger zijn dan de verstoring rondom de aanleg. Tijdens de surveyfase volgen schepen de kabelroute. Onderhoud aan de kabels kan lokaal ergens op het tracé plaatsvinden. De verstoring tijdens de aanleg wordt als worst-case gehanteerd omdat dan de grootste arealen worden verstoord en er het meeste verkeer is.

Figuur 3-5 Gebied met onderwaterverstoring ten opzichte van het projectgebied.

3.5 Verstoring als gevolg van impuls onderwatergeluid

Door heiactiviteiten voor de aanleg van het platform en de geofysische surveys treedt er impuls onderwatergeluid op. Voor de surveys die impuls onderwatergeluid produceren komt dit door het gebruik van een sub bottom profiler (SBP). Tijdens de gebruiksfase treedt er geen impuls onderwatergeluid op. Onderwatergeluid in de vorm van impuls onderwatergeluid kan een effect hebben op in het water levende vissen en zeezoogdieren in de vorm van stress, vluchtgedrag en/of tijdelijke (ook wel: TTS - Temporary Threshold Shift) of permanente (ook wel: PTS - Permanent Threshold Shift) gehoordrempelverschuiving, afhankelijk van de geluidssterkte.

In het Kader Ecologie en Cumulatie (KEC) 4.0 (Heinis et al., 2022) wordt de impact op bruinvissen en zeehonden berekend van impuls onderwatergeluid veroorzaakt door het heien en de geofysische surveys bij de uitrol van alle wind op zee parken. Uitgangspunt bij de aanleg van wind op zee parken op de Noordzee is dat de bruinvis- en zeehond populaties in de Noordzee niet meer dan 5% (met

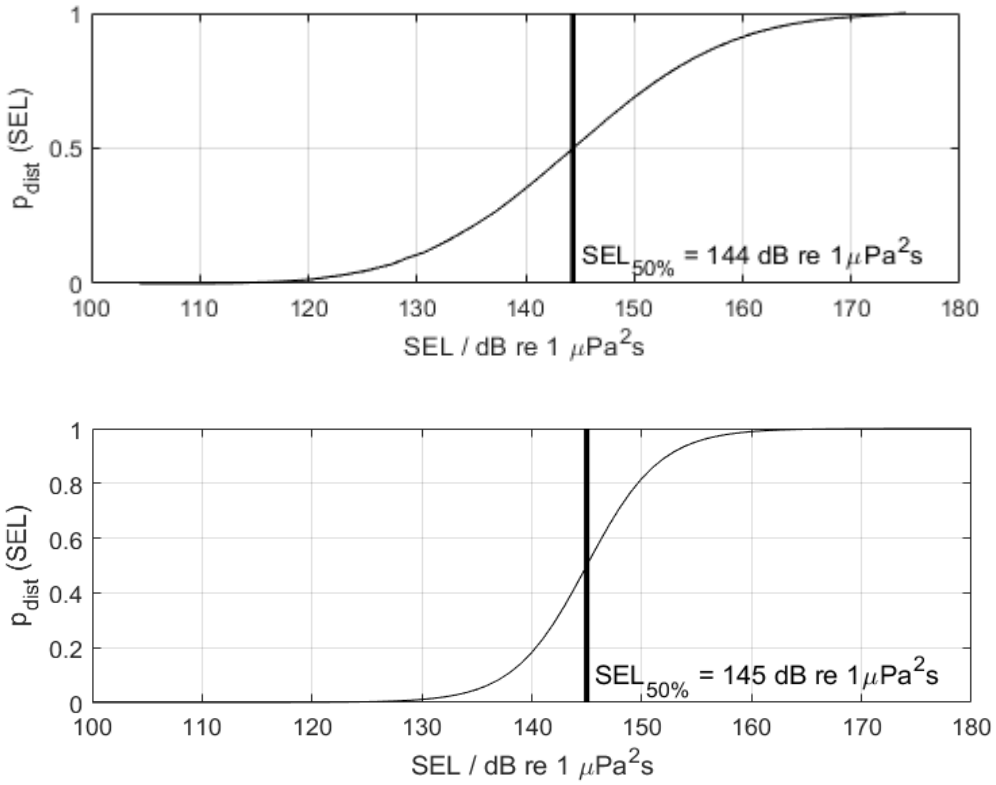
95% zekerheid[1]) mogen afnemen. Het gebruik van het KEC in deze soortenbeschermingstoets is onderaan paragraaf 3.5 toegelicht in een tekstkader. Hierin wordt o.a. uitgelegd dat het KEC an sich geen toetsingskader is, maar de methodiek in het KEC wel de huidige best practice is.

Voor de (geofysische) surveys die gebruik maken van een SBP van Net op zee Nederwiek 1 en Nederwiek 2 is reeds een ontheffing verleend (Kenmerk: WNB/2022/025.toek). Ten behoeve van de aanvraag om ontheffing voor deze surveys is een natuurtoets uitgevoerd door ATKB| Buro Bakker. Hierin wordt geconcludeerd dat met de huidige kennis van de surveywerkzaamheden met een SBP het aantal berekende bruinvisverstoringsdagen op 911 uitkomt, waar het KEC uitgaat van circa 2.000 bruinvisverstoringsdagen. Middels de berekende bruinvisverstoringsdagen in het KEC is geconcludeerd dat de gunstige staat van instandhouding van de bruinvis door de inzet van de SBP, in cumulatie met de overige verstoring die bij de aanleg van de beoogde windparken optreedt, niet in het geding komt. Er is geen overschrijding van het aantal bruinvisverstoringsdagen uit het KEC (911 ten opzichte van 2.000) en daarmee is uitgesloten dat de surveywerkzaamheden met een SBP een negatief effect hebben op de populatie van de bruinvis. In de huidige toetst wordt alleen de heiaciviteiten meegenomen bij de verdere beoordeling van het deelaspect impuls onderwatergeluid.

Voor de verstoringsberekeningen gebruikt het KEC het Aquarius-model en het Interim PCoD model. Aan beide modellen worden per actualisatie van het KEC aanpassingen gedaan gebaseerd op de laatste inzichten uitgaande van realistische worst-case aannamen. Voor deze berekeningen is het verstoorde areaal van groot belang. Het verstoorde areaal is afhankelijk van de reikwijdte van het impulsgeluid en de gevoeligheid van de bruinvissen en zeehonden. Daarnaast is de frequentie van het impuls onderwatergeluid van belang.

Volgens de methodiek gebruikt voor het KEC 4.0 wordt aangenomen dat bruinvissen en zeehonden verstoring varieert per individu wanneer ze blootgesteld worden aan heigeluid. Dit is afhankelijk van de context waarin de dieren aan het geluid worden blootgesteld. Hiervoor is gekozen om in het KEC 4.0 dosis-respons relaties te gebruiken in plaats van discrete drempelwaarden. Deze dosis-respons relaties zijn beschreven in Figuur 3-6.

[1] Bij een reductie van de populatie van 5% of minder kan er met 95% zekerheid worden gesteld dat de populatie niet verder afneemt.



Figuur 3-6 Relaties tussen geluiddosis (ongewogen breedband single strike sound exposure level) en kans op het optreden van een gedragsrespons bij bruinvissen (boven) en zeehonden (onder). In het KEC wordt ervan uitgegaan dat de respons van gewone en grijze zeehonden vergelijkbaar is. De verticale lijn en de in de figuren weergegeven $SEL_{50\%}$-waarde geven aan bij welke SEL er 50% kans is op het verstoren van dieren. Uit Heinis et al. 2022.

Uit bovenstaande afbeelding blijkt dat 50% kans op verstoring van de dieren optreedt bij de volgende waardes:

- Zeehond Mpw-gewogen breedband SELss van 145 dB re 1 µPa2s;
- Bruinvis ongewogen breedband SELss van 144 dB re 1 µPa2s.

Gebaseerd op deze gegevens zijn er minimum- waardes berekend (uitgedrukt in Sound Exposure Level/SEL in Pascal) waarop individuen al verstoring kunnen ondervinden:

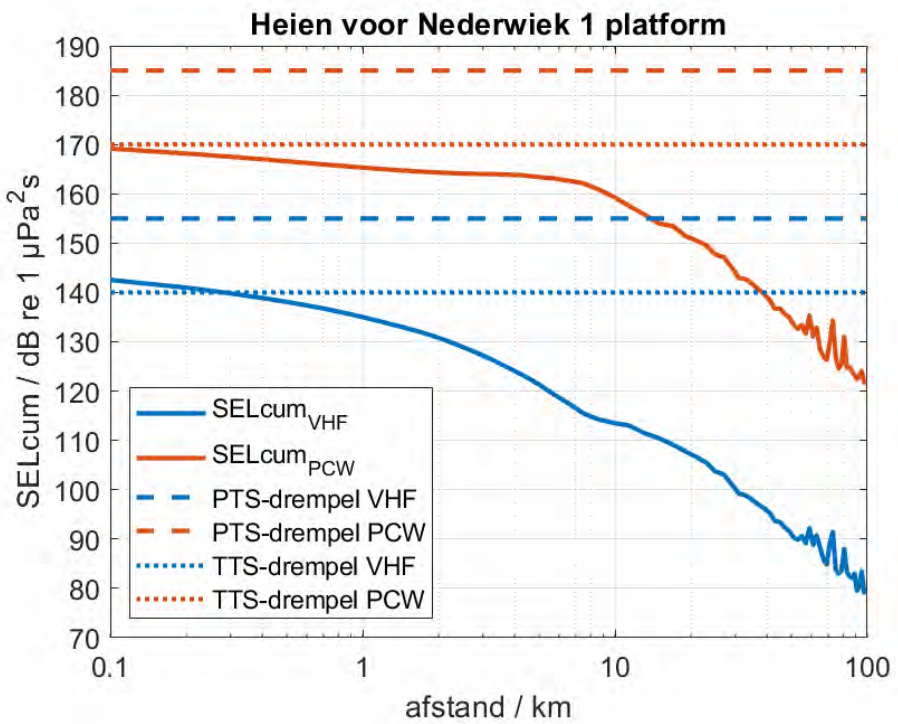
- Zeehond Mpw-gewogen breedband SELss van 130 dB re 1 µPa2s;
- Bruinvis ongewogen breedband SELss van 120 dB re 1 µPa2s.

Het KEC gaat uit van een worst-case aanname. In het KEC wordt uitgegaan dat mogelijk stress, vluchtgedrag, TTS en PTS kunnen optreden door impuls onderwatergeluid. In de berekeningen van het KEC is vooralsnog geen rekening gehouden met de gehoorgevoeligheid als functie van de frequentie. De drempelwaardes van TTS en PTS worden namelijk vooral aan de hand van de gehoorgevoeligheid van zeedieren (frequentie) in combinatie met geluidsterkte (dB) en frequentie van het heigeluid berekend. Aan de hand van de resultaten van (Heinis et al., 2022; Southall et al., 2019), kan er wel van worst-case drempelwaardes worden uitgegaan, op basis van frequentieberekeningen.

De volgende drempelwaarden kunnen worden aangenomen (uitgedrukt in Sound Exposure Level/SEL in Pascal):

- TTS voor bruinvissen geschat op 140 dB re 1 µPa2s en PTS op 155 dB re 1 µPa2s.
- TTS voor zeehonden geschat op 170 dB re 1 µPa2s en PTS op 185 dB re 1 µPa2s.

Voor zeehonden liggen de bovengenoemde drempelwaardes voor TTS en PTS boven de genoemde waardes voor verstoring in het KEC. Zodoende dekt het KEC 4.0 TTS en PTS in zeehonden volledig. Voor bruinvissen liggen de drempelwaardes voor TTS en PTS lager dan bij zeehonden. Volgens de TNO berekening is er een kleine kans op het optreden van TTS bij dieren die zich bij aanvang van het heien op minder dan 300 meter van de heipaal bevinden. De kans op PTS is echter verwaarloosbaar klein wanneer er wordt uit gegaan dat bruinvissen weg zwemmen van het heigeluid (Figuur 3-7). Grenswaarde uit het KEC 4.0 zullen de maatstaf zijn voor de toetsing in deze toets.



Figuur 3-7 Berekende verdeling van de maximale gewogen SEL_{CUM} over de waterdiepte, als functie van de afstand tot de paal waarop het dier (VHF = bruinvis en PCW = zeehond) zich bij aanvang van het heien bevindt. De horizontale lijnen geven aan boven welke drempelwaarde van de SEL_{CUM} blootstelling de dieren risico lopen op PTS (streeplijn) of TTS (stippellijn), volgens (Southall et al, 2019), (TNO, 2022).

Heien platform

Uit modelberekeningen voor het platform van Net op zee Nederwiek 1 (TNO, 2022) blijkt dat de maximale sterkte van het heigeluid 167 dB re 1 µPa2s is op 750 meter zonder mitigatie. De berekeningen laten ook de totale oppervlakte zien waar verstoring als gevolg van heien kan optreden en waarvoor verondersteld wordt dat de bruinvissen en zeehonden voor het heigeluid zullen vluchten. Dit is aan de hand van het worst-case scenario, berekend op basis van de samenstelling van de sterkte en dikte van de heihamer. Het verstoringsoppervlak voor zeehonden is 665 km^2 en voor bruinvissen 1.313 km^2 (Figuur 3-8).

Figuur 3-8 Reikwijdte van onderwaterverstoring als gevolg van impuls onderwatergeluid voor het heien van de fundering van het platform Net op zee Nederwiek 1, voor bruinvissen (boven) en zeehonden (onder).

Gebruik van het KEC 4.0 voor Net op zee Nederwiek 1

Om het effect van impuls onderwatergeluid van alle windparken op zee en de platforms van de netten op zee, waaronder Nederwiek 1, op zeezoogdieren zoals bruinvissen en zeehonden te onderzoeken is er een Kader Ecologie en Cumulatie (KEC) opgesteld. Dit kader is geen wetgeving én geen toetsingskader. Het KEC is echter de best onderbouwde methode beschikbaar die inzicht biedt in de cumulatieve impact van impuls onderwatergeluid op zeezoogdieren. Deze data geeft daarom een goede blik op de reikwijdte en mogelijke effecten op mariene soorten (zie paragraaf 3.5).
Aan de hand van een model wordt in het KEC berekend wat het effect is van werkzaamheden zoals het heien van de palen van een platform en funderingen voor windturbines, waarbij impuls onderwatergeluid vrijkomt. Voor deze berekeningen worden in het KEC 4.0 een aantal generieke uitgangspunten genomen voor het heien van een platform, namelijk:

- Jaarrond heien is mogelijk
- Maximale hei-energie van 2.000 kJ voor een platform
- Geluidsnorm van 160 dB re 1 µPa2s op 750 m
- 6 palen met een diameter van 3 meter worden er per platform geheid, waarbij 2 palen per dag geheid kunnen worden
- Bruinvisdichtheid wordt gebaseerd op (Gilles et al., 2020)

Doordat het KEC gemaakt is voor de cumulatie van parken zijn de berekeningen in het KEC 4.0 op individueel niveau, per windpark, minder gedetailleerd. Als de uitgangspunten voor een individueel park, voor Nederwiek 1 zijn deze beschreven in paragraaf 5.3.2, afwijken van de gebruikte uitgangspunten in het KEC 4.0 zal dit voor de gecumuleerde berekeningen in het KEC geen zichtbaar effect hebben. Bruinvis- en zeehond populaties zullen hierdoor niet meer onder druk komen te staan. Desondanks kan het verschil in uitgangspunten op individueel niveau voor een bruinvis of zeehond wel een effect hebben. De uitgangspunten voor het platform van Net op zee Nederwiek 1 verschillen dusdanig van de uitgangspunten in het KEC 4.0, zie paragraaf 5.3.2, dat er een nieuwe berekening is uitgevoerd door TNO.

In paragrafen 5.3.2 en 5.4.2 wordt ook de impact en het effect van de nieuwe berekening beschreven. Verder worden de effecten en impact vergeleken met de berekende impact en bruinvisverstoringsdagen in het KEC 4.0, ondanks dat het KEC minder nuttig is voor individuele parken. Dit wordt gedaan omdat:

- Het KEC 4.0 is opgesteld om het effect van impuls onderwatergeluid op zeezoogdieren en andere soorten te onderzoeken, specifiek voor de uitrol van de Wind op zee projecten waar dit project onderdeel van is;
- Het KEC 4.0 heeft als enige bron berekeningen per windpark op de Nederlandse Noordzee;
- Het KEC 4.0 een goed overzicht biedt van de meest recent beschikbare data en inzichten op het gebied van impulsgeluid en effect op mariene soorten;
- Met de methodiek uit het KEC nagegaan kan worden of er een overschrijding van het aantal bruinvisverstoringsdagen plaatsvindt voor het project Net op zee Nederwiek 1, ten opzichte van de verstoring die is berekend in het KEC 4.0. Wanneer er een overschrijding is van het aantal bruinvisverstoringsdagen kan dit worden door vertaald in nieuwe berekeningen waarbij middels de methodiek uit het KEC kan worden berekend of er meer of minder dan 5% (met 95% zekerheid) populatiereductie optreedt.

Kortom, door de methodiek van het KEC te gebruiken kunnen wij relatief eenvoudig én volgens de meest recente inzichten bepalen of dit project wel of niet binnen de door de Nederlandse overheid gestelde beleidsgrenzen (maximaal 5 % populatiereductie) blijft.

3.6 Bovenwaterverstoring op zee en het Veerse Meer

3.6.1 Geluid en visuele verstoring

De inzet van diverse schepen en een helikopter tijdens de aanlegfase van de kabel en het platform kan leiden tot verstoring als gevolg van bovenwatergeluid en tot visuele verstoring. Deze verstoring kan leiden tot stress en/of vluchtgedrag van dieren. Dit kan vervolgens leiden tot verhoogde alertheid, het mijden van gebieden, en in potentie tot afname van de reproductie, verminderde voedselopname en uiteindelijk verzwakking van de populatie. Voor deze toets wordt vooral gekeken naar de aanlegfase, aangezien dit het worst-case scenario is door de hoeveelheid en de frequentie van het scheepsverkeer. Effecten in de gebruiksfase bij bijvoorbeeld onderhoud zullen altijd kleiner zijn.

Bovenwaterverstoring kan een potentieel effect hebben op langs de kust broedende vogels, op hoogwatervluchtplaatsen rustende vogels, op open water foeragerende, rustende en ruiende vogels en op droogvallende platen foeragerende vogels. Zeehonden kunnen verstoord worden wanneer zij gebruik maken van de droogvallende platen voor rusten, werpen, zogen of verharen.

In open gebieden is het soms moeilijk te onderscheiden of verstoring wordt veroorzaakt door visuele verstoring, geluid en/of licht omdat de verstorende factoren over het algemeen tegelijkertijd aanwezig zijn. Hier is sprake van tijdens de aanlegfase, omdat deze factoren tegelijk aanwezig zijn is de meest verstorende factor leidend. Tijdens de gebruiksfase is licht een verstoringsbron op zichzelf en daarom wordt licht apart behandeld, dit wordt verder uitgelegd in paragraaf 3.6.2. Voor het bepalen van effecten op de verstoringsgevoelige soorten is in deze rapportage gebruik gemaakt van in de literatuur vastgestelde verstoringsafstanden. Deze worden in onderstaande alinea's verder beschreven. Hierbij wordt er uitgegaan van een worst-case scenario. Naast gebruik van verstoringsafstanden zijn ook andere aspecten zoals de verstoringsduur, de verstoringsfrequentie, de periode en de locatie van belang in de bepaling van effecten (Krijgsveld et al., 2022). Per soort(groep) is de verstoring die de grootste ruimtelijke reikwijdte heeft maatgevend voor de optredende verstoring.

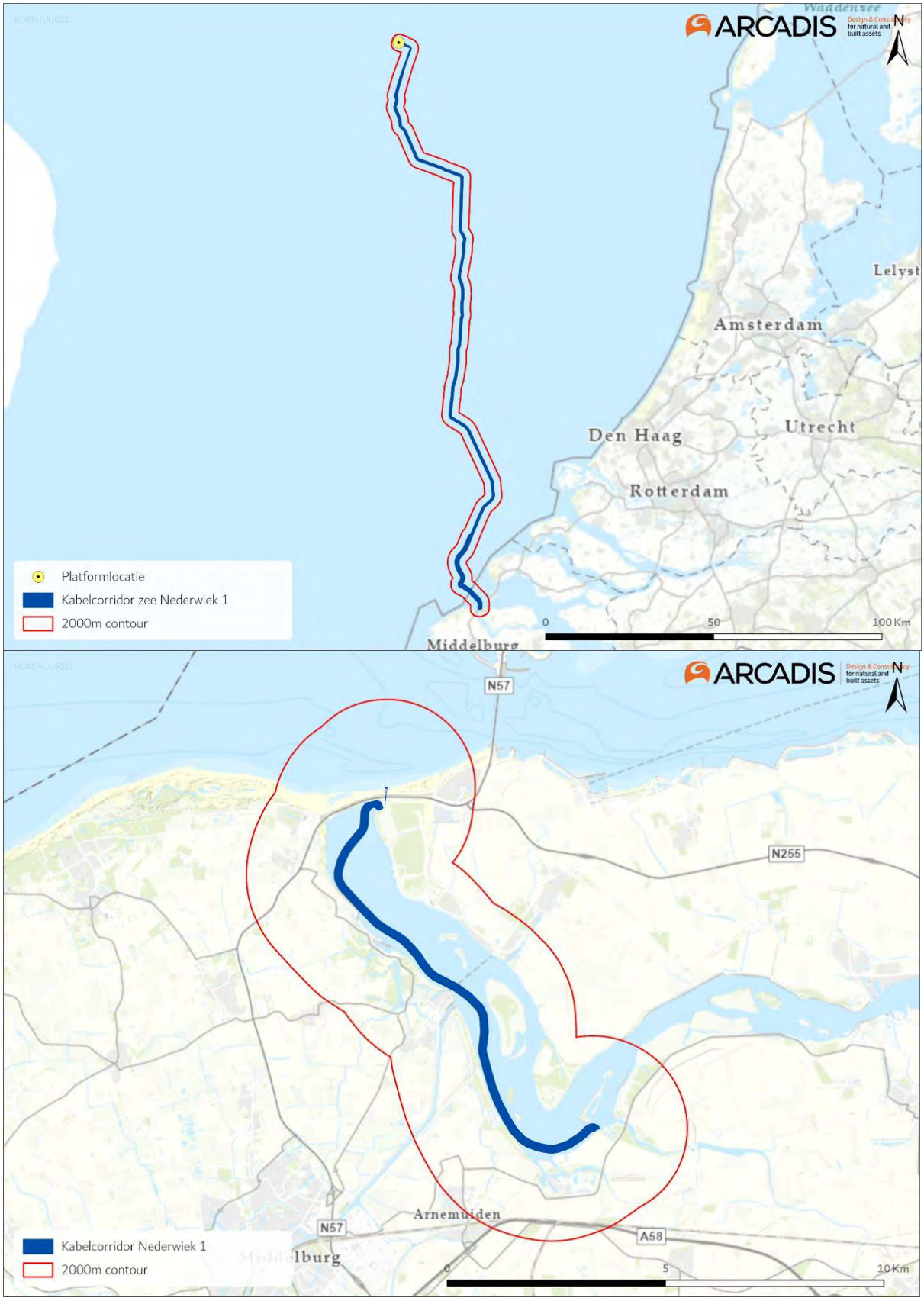
In Krijgsveld et al. (2022) is de verstoringsgevoeligheid van tal van vogelsoorten voor recreatie besproken. Omdat recreatievormen (pleziervaart, watersport etc.) doorgaans een sneller, lawaaiiger en onvoorspelbaarder karakter hebben dan activiteiten ten behoeve van aanlegwerkzaamheden, hebben deze een grotere impact (Krijgsveld et al., 2022). De hierna genoemde verstoringsafstanden vormen zodoende een worst-case scenario. Voor kustbroedvogels en veel (algemene) soorten die in de kustzone foerageren worden verstoringsafstanden beschreven van 100 tot 500 meter. Dit zijn soorten zoals bontbekplevier, aalscholver, drieteenstrandloper en grote stern. Vogels die foerageren en rusten op groot open water en rustende vogels op hoogwatervluchtplaatsen zijn meestal verstoringsgevoeliger, voor veel van deze soorten zijn verstoringsafstanden gerapporteerd van 1.000 tot 2.000 meter. De soorten die aan de hoge zijde van deze range zitten, à 2.000 meter, zijn roodkeelduiker, parelduiker, zwarte zee-eend, wulp en rosse grutto. Deze soorten vertonen vaak ook een trage terugkeertijd na verstoring. De 1.000 meter verstoringscontour geldt ook voor meerdere vogelsoorten die ruien op groot open water, zoals eidereend, zeekoet en de met zeekoet zeer vergelijkbare alk (Krijgsveld et al., 2022). Dit komt met name omdat vogels in de rui minder goed of geheel niet weg kunnen vliegen. In het ernstigste geval kunnen bij verstoring de vogels hun rui niet afmaken en wordt hun vliegcapaciteit verstoord. Bij verstoring van foeragerende vogels

kunnen bovendien voedseltekorten ontstaan, met name in of net voor gevoelige periodes (zoals rui- of broed- of winterseizoen). Dit kan leiden tot een verlaagd voortplantingssucces en in ernstige gevallen tot de dood.

Helikopters kunnen vogels tot op circa 1.400 meter afstand verstoren, bij een vlieghoogte (van de helikopter) tussen de 35 en 140 meter (Blankendaal et al., 2012). Aangezien de helikopters alleen op deze hoogte vliegen bij landen en opstijgen valt dit binnen de reeds gehanteerde worst-case verstoring rondom het platform. Aangezien de helikopters nooit dichter naar het wateroppervlak gaan dan op platformhoogte, zijn aanvaringen tussen watervogels en de helikopterwieken zeer onwaarschijnlijk en kunnen negatieve effecten op staat van instandhouding van vogelsoorten op voorhand worden uitgesloten. Dit wordt niet verder meegenomen in de effectbeoordeling.

De maximale verstoringsafstand van rustende zeehonden die bekend is uit de literatuur bedraagt 1.200 meter (Bouma et al., 2010). Hierbij wordt geen onderscheid gemaakt tussen grijze en gewone zeehonden, de reactie is vergelijkbaar. Het betreft hier een afstand waarop rustende zeehonden verstoord kunnen worden door recreatieve motorboten. De verstoringsafstand van een baggerschip is minder groot ten opzichte van motorboten, omdat deze verstoringsbron voorspelbaar is en zich traag verplaatst (Krijgsveld et al., 2008). Ook uit recentere onderzoeken van (Bouma et al., 2012; Didderen & Bouma, 2012) blijkt de verstoringsafstand van baggerschepen doorgaans minder dan 1.200 meter. Gewenning aan een verstoringsbron speelt hierbij een belangrijke rol. Er wordt in deze rapportage een worst-case reikwijdte van 1.200 meter gehanteerd voor bovenwaterverstoring van op droogvallende platen aanwezige zeehonden.

De maximale reikwijdte van bovenwaterverstoring langs het tracé (2.000 meter) is weergegeven in Figuur 3-9. In de aanleg- en gebruiksfase varen (kleinere) schepen ook vanaf de dichtstbijzijnde vaarroutes naar het platform. Tijdens de surveyfase volgen (kleinere) schepen de kabelroute. Dit zijn relatief kleine verstoringsmomenten ten opzichte van de totale verstoring in de gehele aanlegfase. De verstoring tijdens de aanlegfase wordt daarom als maatgevende worst-case periode gehanteerd.



Figuur 3-9 Bovenwaterverstoring ten opzichte van het tracé op zee (boven) en het Veerse Meer (onder).

3.6.2 Verstoring door licht

Op zee kan licht zorgen voor verstoring. Zowel tijdens de aanleg als tijdens de gebruiksfase is er sprake van lichtverstoring op zee van het platform en de scheepvaart. Lichtverstoring heeft in potentie effect op de tijd en locatie waarneming van vleermuizen en (trek-)vogels en kan zo mogelijk het bioritme van vleermuizen en vogels op zee verstoren. Veranderingen in de verhoudingen tussen licht en donker kunnen trek-, broed- en foerageergedrag beïnvloeden. Daarnaast kan afstoting, of juist aantrekking plaatsvinden (Longcore & Rich, 2004). Extra verlichting 's nachts kan bij dag-actieve vogels voor een verkorting van de levensduur zorgen als gevolg van een slechtere conditie, verminderd functioneren, grotere predatiekans en een lager voortplantingssucces (Engelmoer & Altenburg, 1999). Of dit ook een effect heeft op de staat van instandhouding hangt af van de specifieke situatie (wat wordt verlicht, met welke intensiteit en wanneer et cetera).

Wat betreft de effecten van licht wordt onderscheid gemaakt tussen effecten als gevolg van de verlichtingssterkte (de mate waarin een gebied minder donker wordt) en als gevolg van de zichtbaarheid van het licht (lichtsterkte). De afstand waarop een lichtbron gezien wordt, is vele malen groter dan de afstand waarop een lichtbron nog bijdraagt aan de mate van verlichting van een gebied. Vooral de verlichtingssterkte is relevant, omdat deze kan leiden tot fysiologische en gedragsveranderingen bij beschermde dieren. Voor de verlichtingssterkte geldt dat negatieve effecten op vogels niet uitgesloten kunnen worden boven een drempelwaarde van 0,1 lux (Molenaar, 2003; Molenaar et al., 2000). Voor de watervleermuis wordt een drempelwaarde van 1,1 lux gesteld (BIJ12, 2017a, p. 12), waar de Zoogdiervereniging 0,5 lux als drempelwaarde voor de *Myotis*-groep hanteert en 3 lux voor de gewone dwergvleermuizen (Reimerink et al., 2017). Met de bovengenoemde drempelwaardes wordt in het verlichtingsplan[2] uitgegaan van een maximale verlichtingssterkte van 0,1 lux vanaf 150 meter van de verlichtingsbron, waarmee negatieve effecten buiten 150 meter kunnen worden uitgesloten.

Over het algemeen is de reikwijdte van de lichtbelasting minder groot dan die van verstoringen die optreden door geluid of visuele verstoringen. Er is voor de lichtbelasting van de schepen en het platform daarom geen berekening uitgevoerd. Op basis van expert judgement (uit gegevens van vergelijkbare werkzaamheden) wordt de aanname gedaan dat de 0,1 lux-grens van bouwverlichting tijdens werkzaamheden niet verder zal reiken dan 150 meter vanaf de grens van de werkzaamheden. Met deze reikwijdte vallen de effecten van licht tijdens de aanleg binnen de grenswaarden van geluid of visuele verstoring (500-2.000 meter). Verstoring als gevolg van licht is daarmee niet relevant als autonome verstoringsbron, met name omdat geluid, licht en visuele verstoring vaak gelijktijdig optreden in de aanleg. De effecten van navigatieverlichting van de schepen en het platform vallen daarom binnen de verstoringscontouren van geluid en visuele verstoring en worden in die paragraaf meegenomen in de toetsing.

In de gebruiksfase zal licht wel een op zichzelf staande bron van verstoring zijn. Als er geen bemanning op het platform is, wordt er op het platform alleen navigatieverlichting gevoerd. Dit is gedurende de gebruiksfase het grootste deel van de tijd. De verlichting van het platform kan 's nachts verstorend werken voor vleermuizen. Vleermuizen zijn nachtdieren en hebben vooral last van wit licht en wit licht met een groene tint. Licht kan de migratieroutes van vleermuizen verstoren. Kunstmatige lichtbronnen kunnen ook de kompasoriëntatie van (trek-) vogels verstoren. Vooral het

[2] Het verlichtingsplan is een opzichzelfstaand product, dat voldoet aan de ecologische eisen, dat voorgelegd zal worden aan het bevoegd gezag.

langgolvige (rode) deel van het spectrum heeft invloed op de oriëntatie zodat vogels (met de wijzers van de klok mee) blijven cirkelen om een lichtbron. De kans dat een vogel tijdens de trek met een platform 'in aanraking' komt is sterk afhankelijk van de reikwijdte van de verlichting.

Voor het platform en het benodigde scheepvaartverkeer wordt een verlichtingsplan op maat gemaakt welke zowel de gebruiks- als aanlegfase omvat. In het verlichtingsplan wordt opgenomen dat de verlichtingssterkte vanaf 150 meter van de verlichtingsbron onder 0,1 lux blijft en werk- en platformverlichting zodanig wordt opgesteld en ingericht dat uitstraling van licht naar de omgeving (boven en buiten het platform) zoveel mogelijk wordt voorkomen. Verdere randvoorwaarden van het verlichtingsplan zijn nader toegelicht in Deel A paragraaf 2.2.9. Uit eerdere verlichtingsplannen (bijvoorbeeld Net op zee Borssele) blijkt dat de buitenverlichting bij werkzaamheden op een platform 200 lux is, naar beneden afgeschermd. 200 lux is na 45 meter al uitgedoofd naar 0,1 lux. Aangezien alle verlichting volgens het verlichtingsplan wordt opgesteld zijn effecten op fauna gevoelig voor verlichtingsverstoring, zoals trekvogels en vleermuizen, buiten 150 meter uitgesloten. De reikwijdte van lichtverstoring valt tijdens de aanlegfase binnen de reikwijdte van geluid, tijdens de gebruiksfase is dit niet altijd het geval aangezien dan niet altijd geluid wordt geproduceerd. Het gebruik van licht (zonder geluid) in de gebruiksfase wordt daarom apart behandeld.

3.7 Verstoring op land

Geluid, licht en visuele verstoring kunnen diersoorten verstoren. Deze verstoringen kunnen leiden tot stress en/of vluchtgedrag van individuele dieren, wat vervolgens ertoe kan leiden dat dieren het leefgebied voor kortere of langere tijd verlaten, dat de reproductie te ver achterblijft om een goede populatie in stand te houden of dat er een toename van sterfte plaatsvindt (Hawkins & Popper, 2017). Er kan ook gewenning aan verstoring optreden, in het bijzonder bij continue verstoring door bijvoorbeeld geluid (Broekmeyer et al., 2006). Geluid-, licht- en visuele verstoring treden gelijktijdig op en het is niet altijd goed te duiden welke maatgevend is voor een effect.

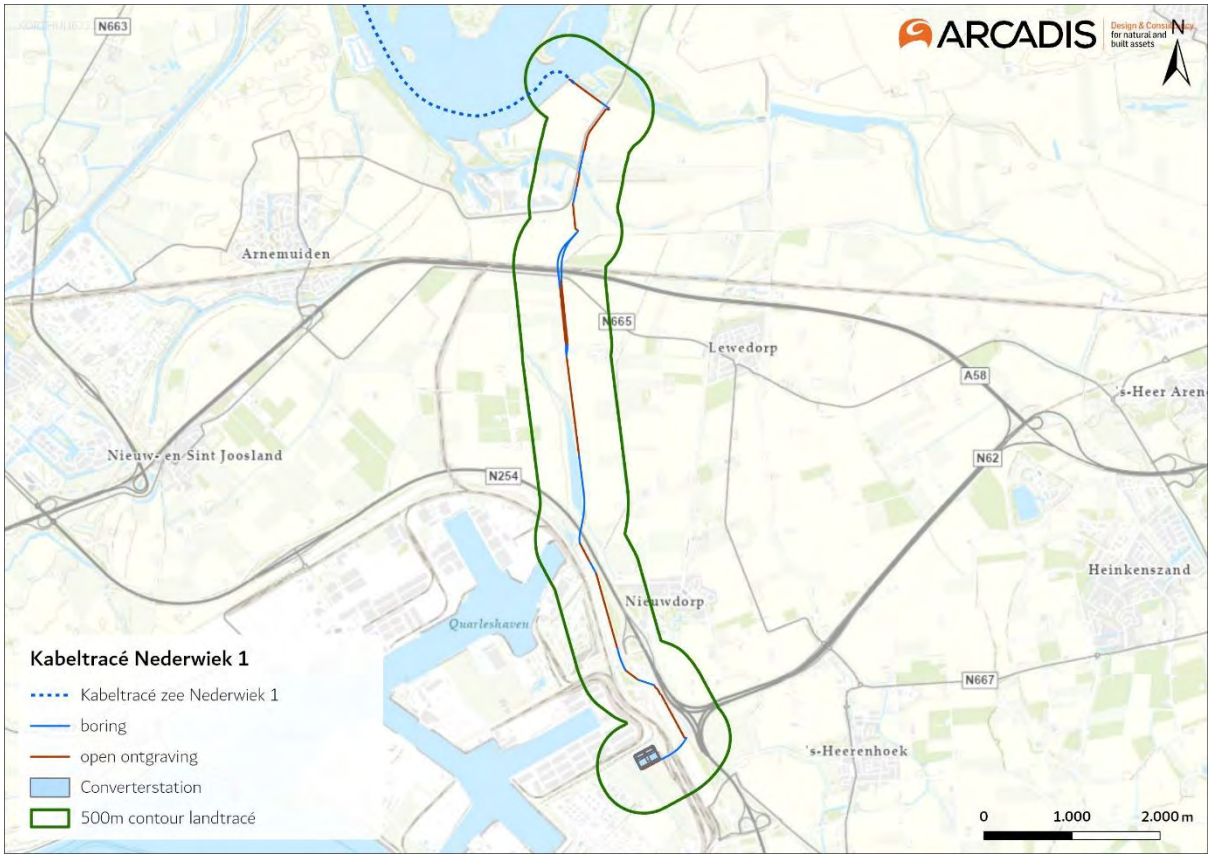
3.7.1 Geluid

Verstoring door geluid treedt voor wat betreft de kabels op land alleen op in de aanlegfase door gebruik van materieel en vrachtverkeer. Gedurende de gebruiksfase is geen sprake van enige verstorende effecten door geluid door de ondergrondse ligging van de kabels. In de gebruiksfase kan van het converterstation wel geluid geproduceerd waardoor een zeker mate van verstoring kan optreden.

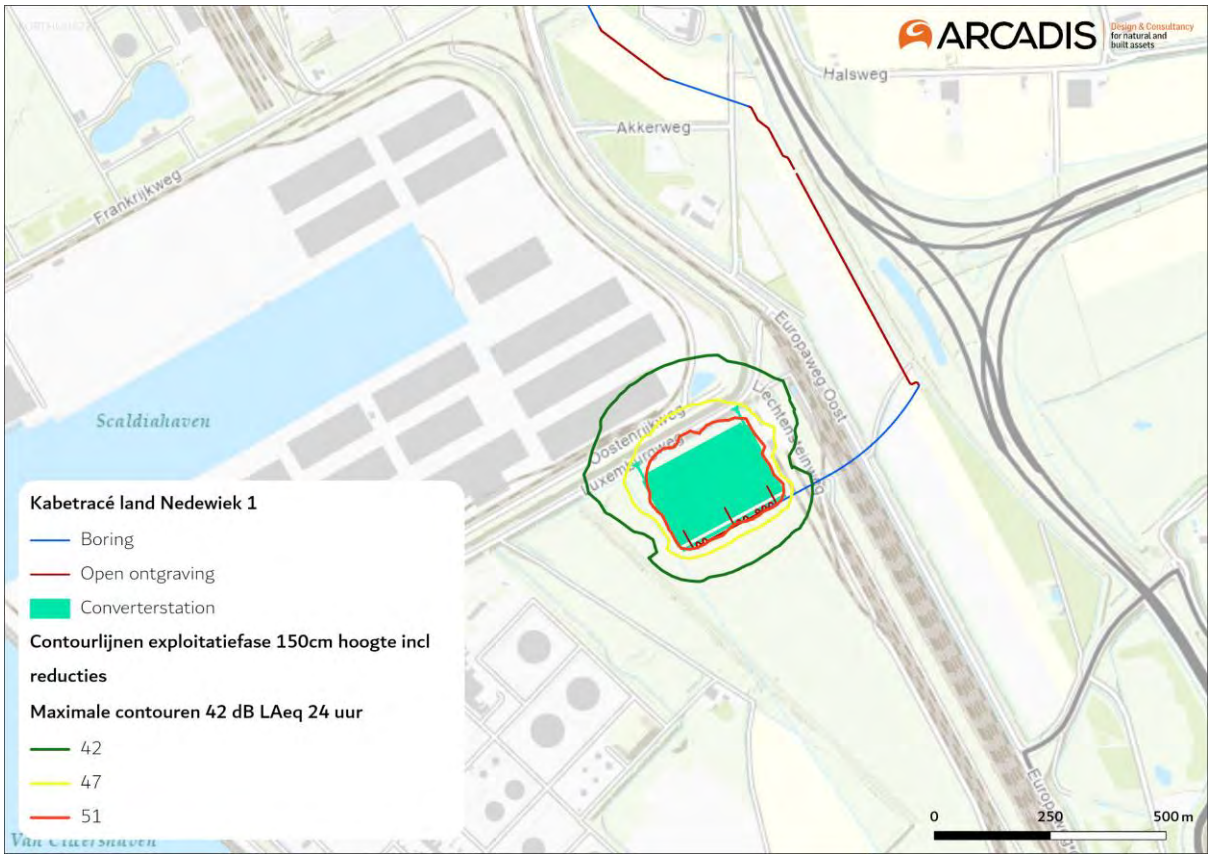
Belangrijke geluidbronnen in de aanlegfase zijn graafmachines, boorinstallaties bij het boren van de kabel en de werkzaamheden voor de realisatie van het converterstation, waaronder heien. In de gebruiksfase is alleen sprake van geluidemissie door het converterstation. Geluidgolven verspreiden zich via de lucht, wat tot op een bepaalde afstand kan leiden tot (verhoging van de) geluidbelasting, die tot verstoring van daar aanwezige dieren kan leiden. Van de effecten van verstoring op vogels is relatief veel kennis beschikbaar, onder andere welke soort(groep)en wanneer verstoring ondervinden. Over de dosis-effect relatie van verstoring door geluid op andere soort(groep)en is echter weinig bekend. Hier zijn nauwelijks gekwantificeerde gegevens van beschikbaar. Dat een toename van het geluid echter ook op andere soorten een negatief effect heeft, is wel bekend. Hierbij is het aannemelijk dat soorten die meer afhankelijk zijn van geluid (en gehoor) voor communicatie en foerageren, waaronder vleermuizen en amfibieën, eerder een negatief effect ondervinden dan soorten die dat niet zijn.

Voor het bepalen van de reikwijdte van het geluid zijn grenswaarden van verstoring van vogels gebruikt. Deze grenswaarden lopen uiteen van 42 dB(A) tot 59 dB(A) afhankelijk van de vogelsoorten (Garniel et al., 2007; Reijnen et al., 1997; Sierdsema & Foppen, 2014). Er wordt hier uitgegaan van de laagste grenswaarde van 42 dB(A). De 42 dB(A)$_{24eq}$-contour voor de aanleg van de kabels ligt op circa 500 meter (zie Figuur 3-11). De geluidsverstoring voor de aanleg van het converterstation ligt onder het normale achtergrondniveau (zie Figuur 3-10) en zorgt daardoor niet tot een groter effect. Tijdens de gebruiksfase produceert het converterstation geluid. De geluidemissie van het converterstation wordt vooral bepaald door de transformatoren, de converterkoelers en de converterhallen. Uit de project-specifieke berekeningen blijkt dat de geluidsverstoring van het converterstation in de gebruiksfase reikt tot circa 189 meter (zie Figuur 3-12).

Figuur 3-10 Geluidscontouren door industriegeluid in referentiesituatie. 42dB(A) contour (lichtgroen) en 47dB(A) contour (groen) in het Sloegbied (Overgenomen uit Passende Beoordeling Bestemmingsplannen Sloegebied, Arcadis, 2016).



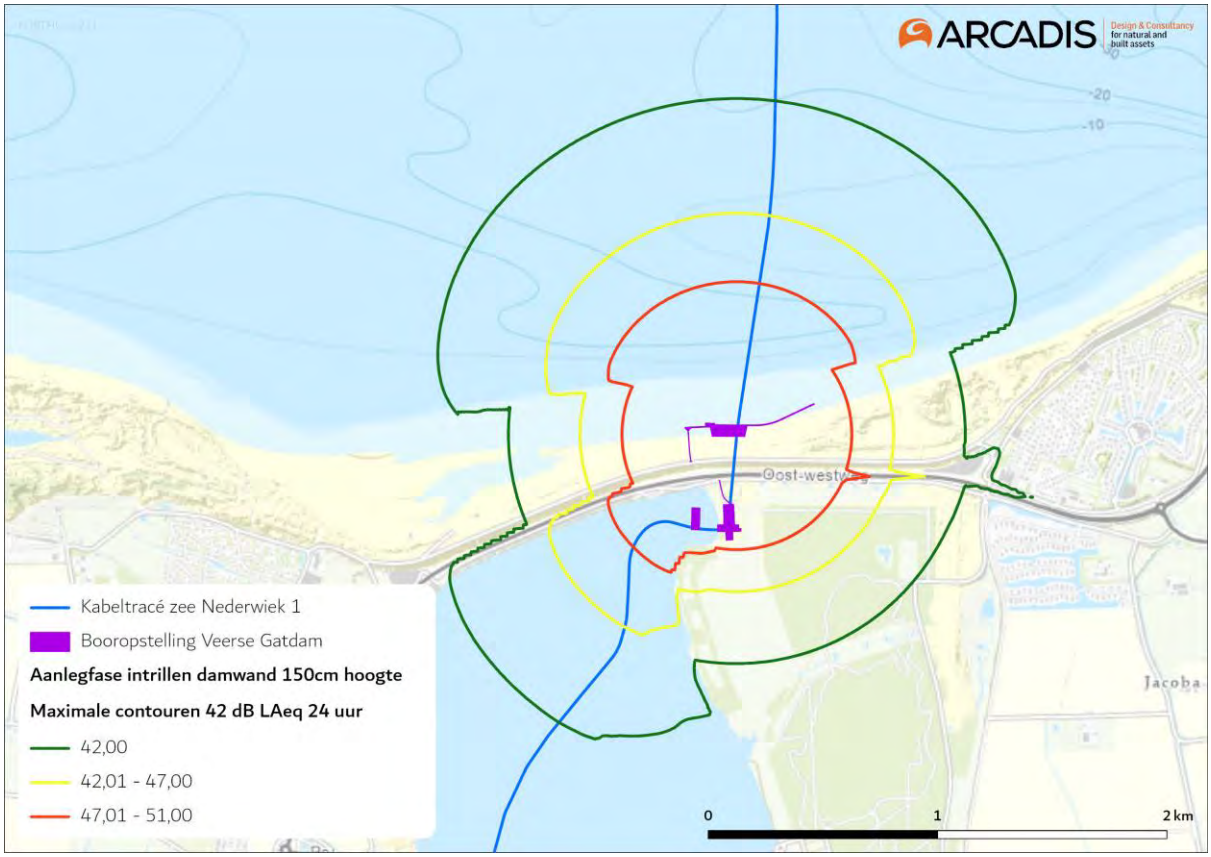
Figuur 3-11 Contour van verstoringsafstand als gevolg van geluid op land, rond het tracé van het Veerse Meer naar Borssele in de aanlegfase.



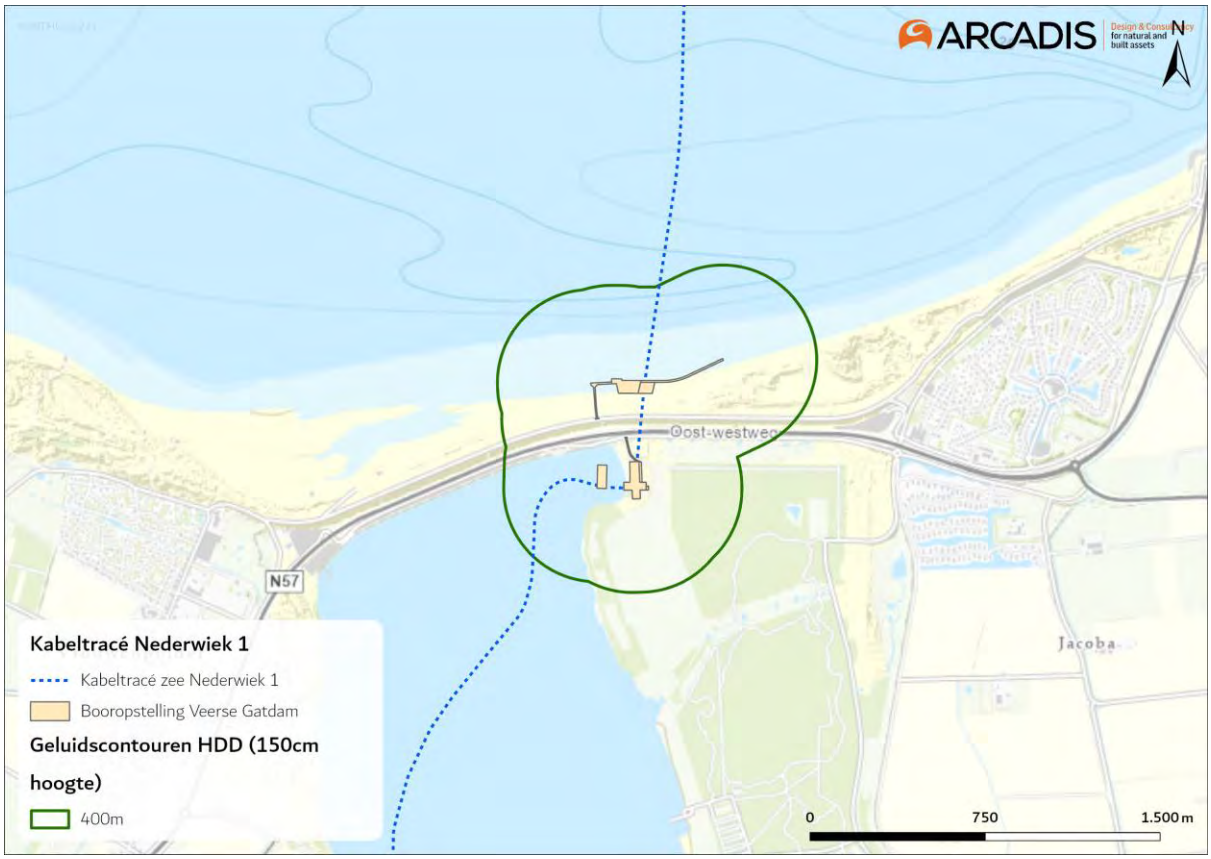
Figuur 3-12 Contour van verstoringsafstanden als gevolg van geluid op land, rond het converterstation tijdens de gebruiksfase.

Naast verstoring als gevolg van continue bronnen kan ook verstoring optreden door impulsgeluid. Voor verstoring als gevolg van impulsgeluid, zoals heiwerkzaamheden voor het converterstation, gelden andere drempelwaarden vergeleken met continue bronnen. Dit als gevolg van de aard van de geluidbelasting (hoge, maar korte pieken). Over de gevoeligheid van dieren voor impulsgeluid is eveneens weinig literatuur beschikbaar. In twee wat oudere studies zijn de effecten van knalgeluiden onderzocht (Apeldoorn & Smit, 2006; Smit et al., 2007). In beide rapporten wordt een inschatting gegeven van de effecten van knalgeluid (respectievelijk van schietoefeningen en vuurwerk). Daarbij wordt een vrij breed overzicht gegeven van de op dit punt beschikbare literatuur. De meeste studies geven afstanden vanaf de bron aan tot waarop effecten (uitgedrukt in opvliegen, over de grond verplaatsen, onrust) merkbaar zijn. Zelden worden daarbij bronniveaus of geluidniveaus genoemd op de locatie waar het effect wordt waargenomen. Op basis van onderzoeken naar impulsgeluid op watervogels wordt aangenomen dat impulsen van meer dan 70 dB(A) leiden tot een reactie bij foeragerende, rustende en broedende vogels (Cutts et al., 2009; Smit et al., 2007). Bij herhaald terugkerende drempel overschrijdende impulsen kan langdurige of min of meer permanente mijding van het verstoorde gebied optreden. Bij welke frequentie dit optreedt, valt niet met zekerheid te zeggen. Wel kan gesteld worden dat bij langdurig optredende drempeloverschrijdingen mijding door een deel van de foeragerende, rustende of broedende vogels op zal treden (Apeldoorn & Smit, 2006; Cutts et al., 2009; Smit et al., 2007).

Het bronvermogen voor het heien bij het converterstation is 129dB(A) per stuk (3 x 129 dB(A)). In Figuur 3-13 en Figuur 3-15 is de bijbehorende de 42 $dB(A)_{24eq}$-contour voor het heien weergegeven. In een effectenanalyse van (RPS, 2018) wordt bevestigd dat onder 70dB(A) er geen of geringe effecten zijn. Bij zeer hoge piekgeluiden worden er echter effectafstanden tot 400 meter geschat (Foppen & Roodbergen, 2020). In Figuur 3-14 en Figuur 3-16 zijn de 400 meter contouren bij de Veerse Gatdam (o.a. voor het intrillen van de damwanden) en voor heiwerkzaamheden voor de aanleg van het converterstation weergegeven.

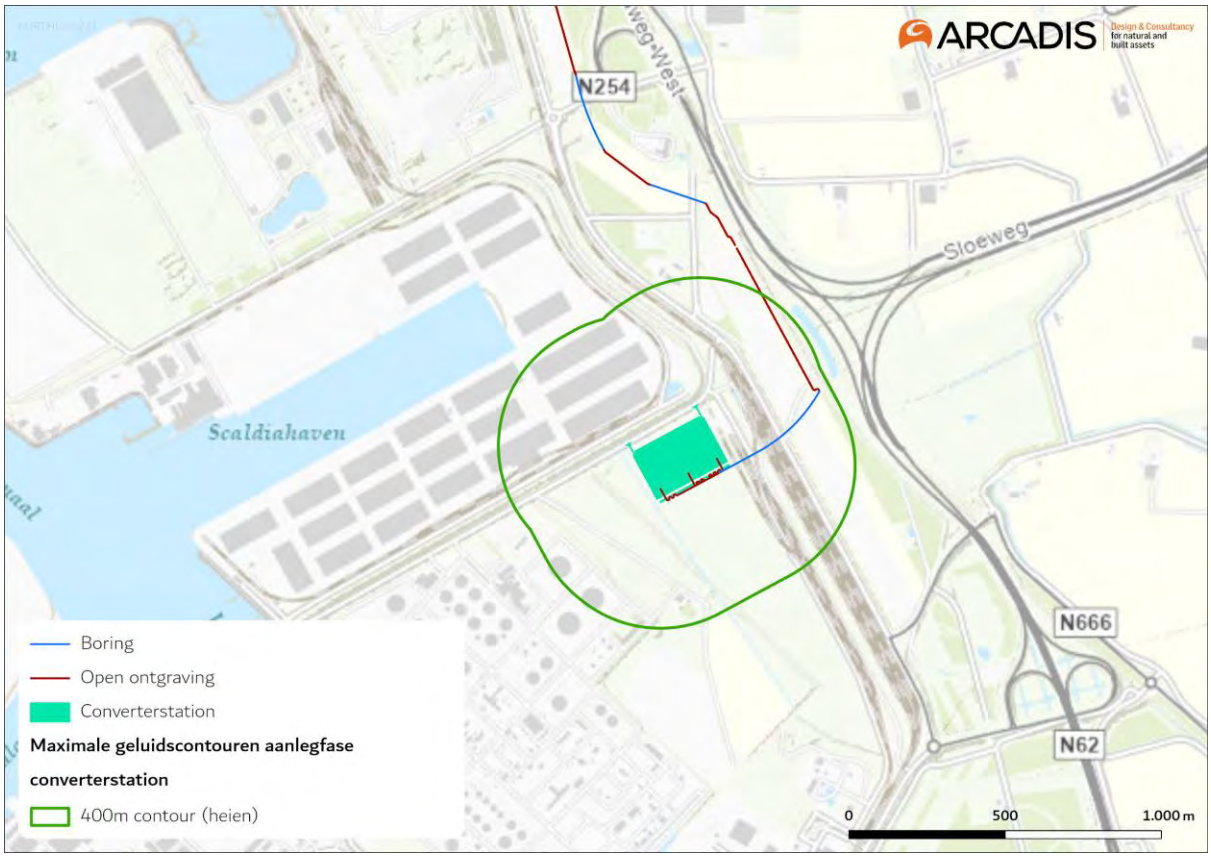


Figuur 3-13 Geluidscontouren van heiwerkzaamheden rond de Veerse Gatdam.



Figuur 3-14 Contouren van verstoringsafstanden als gevolg van geluid op land rond de Veerse Gatdam.

Figuur 3-15 Geluidscontouren van heiwerkzaamheden van het converterstation.



Figuur 3-16 Contour van verstoringsafstand als gevolg van heigeluid op land rond het converterstation.

3.7.2 Licht

Net als bij geluid geldt voor licht dat dit kan leiden tot verstoring van diersoorten. Over het algemeen wordt gesteld dat een toename van lichtbelast oppervlak leidt tot een afname van de kwaliteit leefgebied voor soorten (verhoogde kans op predatie, afname voedselbeschikbaarheid et cetera). Of deze afname in kwaliteit ook daadwerkelijk een effect heeft op de populatie hangt af van de specifieke situatie (wat wordt verlicht, met welke intensiteit, wanneer et cetera). Vaak treden de verstoringen gelijktijdig op met geluid en visuele verstoring en is de specifieke oorsprong niet altijd goed te duiden.

Bij de effecten van licht moet onderscheid gemaakt worden tussen gevolgen door de verlichtingssterkte (de mate waarin een gebied minder donker wordt) en de zichtbaarheid van het licht (lichtsterkte). De afstand waarop een lichtbron gezien wordt, is vele malen groter dan de afstand waarop een lichtbron nog bijdraagt aan de mate van verlichting van een gebied. Vooral de verlichtingssterkte is relevant voor natuur, omdat deze kan leiden tot fysiologische en gedragsveranderingen bij dieren. Voor de verlichtingssterkte geldt dat negatieve effecten niet uitgesloten kunnen worden boven de drempelwaarde van 0,1 lux (Molenaar, 2003; Molenaar et al., 2000). Voor de watervleermuis wordt een drempelwaarde van 1,1 lux gesteld , waar de zoogdiervereniging 0,5 lux als drempelwaarde voor de *Myotis*-groep hanteert en 3 lux voor de gewone dwergvleermuizen (Reimerink et al., 2017).

Over het algemeen is de reikwijdte van de lichtbelasting minder groot dan die van verstoringen die optreden door geluid of visuele verstoringen. Er is voor de lichtbelasting geen berekening uitgevoerd. Op basis van expert judgement (uit gegevens van vergelijkbare werkzaamheden) wordt de aanname gedaan dat de 0,1 lux-grens van bouwverlichting (alle werkzaamheden) niet verder zal reiken dan 150 meter vanaf de grens van de werklocaties. Hieruit blijkt dat de effecten van licht altijd binnen de grenswaarden van geluid of visuele verstoring vallen en daarmee minder relevant is als op zichzelf staande verstoringsbron (de verstoringsbronnen treden vaak alle drie gelijktijdig op). Overigens is de verwachting dat werkzaamheden alleen overdag plaats vinden, in het winterhalfjaar kan dan echter ook in de ochtend en avond verlichting noodzakelijk zijn. Nachtelijke verlichting voor beveiliging van de bouwplaats kan jaarrond wel nodig zijn en is dan wel de overheersende verstoring omdat dan geen werkzaamheden plaatsvinden en er sprake is van geluid of visuele verstoring.

Verstoring als gevolg van licht treedt voor de kabelsystemen (inclusief boorplaatsen) alleen op in de aanlegfase door met name bouwverlichting. Gedurende de gebruiksfase is geen sprake van enige verstorende effecten door verlichting als gevolg van de ondergrondse ligging van de kabels. In de gebruiksfase wordt het converterstation wel verlicht waardoor een zekere mate van verstoring kan optreden.

Ook voor het gedeelte van het project op land wordt een verlichtingsplan op maat gemaakt welke zowel de gebruiks- als aanlegfase omvat. Dit plan wordt opgesteld conform de hiervoor geldende wettelijke richtlijnen en vormt samen met het gedeelte op zee één geheel. Het verlichtingsplan dient om verstoring als gevolg van verlichting op (onder meer) trekvogels en vleermuizen zo veel mogelijk te beperken. Aspecten zoals het optimaal installeren van de werkverlichting komen hier aan bod. In het verlichtingsplan wordt opgenomen dat de verlichtingssterkte vanaf 150 meter van de verlichtingsbron onder de 0,1 lux blijft en dat verlichting naar binnen is gericht en naar buiten toe wordt afgeschermd, zodat uitstraling van licht naar de omgeving zoveel mogelijk wordt voorkomen.

Het volledige verlichtingsplan wordt later in detail uitgewerkt waarna deze separaat wordt voorgelegd aan de benodigde partijen (Bevoegd Gezag/RWS/ILT/RVO).

Aangezien in het verlichtingsplan wordt opgenomen dat de verlichtingssterkte vanaf 150 meter van de verlichtingsbron onder de 0,1 lux blijft en verlichting naar binnen is gericht en naar buiten toe wordt afgeschermd, zijn effecten op fauna gevoelig voor verlichtingsverstoring, zoals trekvogels en vleermuizen, buiten 150 meter uitgesloten.

Tijdens de werkzaamheden in de aanlegfase valt verstoring van licht binnen de contouren van verstoring als gevolg van geluid en visuele verstoring. Wanneer er nachtelijke verlichting nodig is voor de beveiliging van de bouwplaats treedt er wel verstoring op door licht. Ook tijdens de gebruiksfase van het converterstation is licht een op zichzelf staande verstoring.

3.7.3 Visuele verstoring

Net als bij geluid en licht geldt voor visuele verstoring dat dit kan leiden tot verstoring van diersoorten. Dit kan leiden tot stress en/of vluchtgedrag van individuele dieren, wat er vervolgens toe kan leiden dat dieren het leefgebied voor kortere of langere tijd verlaten, dat de reproductie te ver achterblijft om een goede populatie in stand te houden of dat er een toename van sterfte plaatsvindt. Vaak treedt verstoring gelijktijdig op met geluid- en lichtverstoring en is de specifieke oorsprong niet altijd goed te duiden. Hoewel er geen éénduidige reikwijdte van visuele verstoring is, valt dit ruim binnen de contouren van verstoring door licht en geluid. Bij een veld met open zicht kan visuele verstoring optreden tot honderd meter.

Visuele verstoring is alleen relevant in de aanlegfase van de kabel (de boringen), door de aanwezigheid van mensen en materieel. Gedurende de gebruiksfase is geen sprake van enige verstorende effecten door de ondergrondse ligging van de kabels. Visuele verstoring is voor het converterstation zowel voor de aanlegfase als de gebruiksfase relevant.

Voor visuele verstoring geldt dat over de dosis-effect relatie van veel soort(groep)en nog maar weinig bekend is (met uitzondering van vogels). Hier zijn nauwelijks gekwantificeerde gegevens van beschikbaar. Dat aanwezigheid van niet natuurlijke elementen echter ook op andere soorten een negatief effect heeft, is wel aannemelijk.

3.8 Habitataantasting

3.8.1 Habitataantasting op zee

Bij de aanleg van de kabels wordt de zeebodem ter plaatse beroerd. Bij de platformaanleg wordt de bodem ter plaatse van de platformfundatie en steenbestorting verstoord, en veranderd de zeebodem tijdens de gebruiksfase van zacht naar hard substraat. Hierdoor kunnen potentieel aanwezige habitattypen worden verstoord en/of aangetast.

Doordat het bodemprofiel varieert (met of zonder zandgolven) langs het kabeltracé zijn op verschillende locaties, verschillende aanlegtechnieken nodig. Voor de aannames betreffende de toepassing van de verschillende aanlegtechnieken over het kabeltracé worden voor habitataantasting dezelfde worst-case uitgangspunten aangehouden als in de modelleerstudie voor vertroebeling en sedimentatie (zie Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie en paragraaf 3.2 en 3.3). Buiten

(>10km) de kustzone wordt uitgegaan van pre-sweepen gevolgd door jet trenchen. Binnen de kustzone volstaat jet trenchen.

De kabel wordt geplaatst in een onderhoudscorridor. Dit is een ruimtelijke zone waar ingrepen in de bodem niet zonder meer zijn toegestaan om schade aan de kabel te voorkomen. Langs het grootste deel van het tracé is de onderhoudscorridor 1.000 meter breed. Op plaatsen waar de Netten op zee Nederwiek 1 en 2 parallel liggen is de onderhoudscorridor 1.200 meter breed. De onderhoudszone is maximaal 1.800 meter breed wanneer Netten op zee Nederwiek 1 en 2 parallel liggen met de Netten op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma. De onderhoudscorridor is slechts een zone, het betreft dus geen fysieke ingreep waarbij sprake kan zijn van relevante negatieve effecten.

De breedte van de beroerde zeebodem verschilt per aanlegstrategie (jet trenchen, pre-sweepen en baggeren). Per aanlegstrategie worden worst-case uitgangspunten aangehouden. Er worden twee bundels van 2 kabels gelegd die ca. 5 meter van elkaar afliggen. Voor pre-sweepen en baggeren wordt een reikwijdte gehanteerd van 10 meter aan weerszijde van de kabels, met een totale breedte van 25 meter. Jet trenchen beslaat een veel kleiner oppervlak, voor het jet trenchen van een 1x4 kabelbundel is de breedte van de ingreep circa 60 cm. Voor deze studie wordt daarom de reikwijdte van pre-sweepen en baggeren aangehouden.

De effecten van habitataantasting op zee worden verder behandeld in Hoofdstuk 5. Op het kabeltracé gaat het hierbij voornamelijk om effecten tijdens de aanlegfase en zeer sporadisch en lokaal om onderhoud in de gebruiksfase, en bij het platform treedt aantasting op tijdens de aanleg, en verandering in de gebruiksfases.

3.8.2 Habitataantasting in het Veerse Meer

In Paragraaf 3.2.2 is toegelicht dat kabelaanleg in het Veerse Meer uitsluitend wordt uitgevoerd middels jet trenchen. Bij jet trenchen wordt de kabel binnen een effectieve breedte van 0,6 meter de grond ingebracht tot minstens -9,5 m NAP. Over de totale lengte van het tracé in het Veerse Meer (ca. 11,8 km) leidt de activiteit tot een totaaloppervlak van ca. 1,42 ha (11.800 * 0,6 * 2) waarbinnen de bodem wordt aangetast in de aanlegfase. In de gebruiksfase vinden geen effecten van habitataantasting plaats, behalve mogelijk incidenteel en zeer lokaal bij kabelonderhoud. De effecten van de aanlegfase worden nader beoordeeld in hoofdstuk 5.

3.8.3 Habitataantasting op land

Onder aantasting van leefgebieden of groeiplaatsen vallen de gevolgen van betreding, vergraving, insporing van de bodem door zwaar verkeer, et cetera, die optreden ten gevolge van menselijke activiteiten. Het gaat in alle gevallen om een fysieke aantasting van groeiplaatsen of leefgebieden, wat ertoe kan leiden dat planten verdwijnen of dieren het leefgebied voor kortere of langere tijd verlaten, dat de reproductie te ver achterblijft om een goede populatie in stand te houden of dat er een toename van sterfte plaatsvindt.

Mechanische aantasting heeft een relatie met oppervlakteverlies. Het verschil is dat oppervlakteverlies een ruimtelijke afname betreft en bij mechanische effecten gaat om een fysieke aantasting, zonder een ruimtelijke component. Het uitgangspunt is dat de boring tijdelijk is en dat na afronding de lokale situatie herstelt. Hierdoor is geen sprake van oppervlakteaantasting. Ook is het

uitgangspunt dat een boring niet leidt tot aantastingen van de bodemopbouw, structuur of grondwaterpeilen of -stromingen.

Mechanische effecten worden verdeeld in korte- en langetermijneffecten. Korte termijneffecten treden op bij de daadwerkelijke vergraving of de aantasting van de bodem of vegetatie door andere activiteiten (betreding, berijden etc.). De vegetatie en de bovenste bodemlaag worden aangetast waardoor de oorspronkelijke vegetatie en functie als leefgebied tijdelijk niet beschikbaar is. Afhankelijk van de kwetsbaarheid van de vegetatie of het leefgebied kunnen ook langetermijneffecten optreden. Vegetaties, leefgebieden of ecosystemen met een lange hersteltijd zijn vaak afhankelijk van specifieke bodem- of groeiplaatsomstandigheden die door vergraving en dergelijke gewijzigd zijn. Strandvlaktes zijn zeer dynamisch en kennen eveneens nauwelijks een bodemopbouw en de hierin voorkomende soorten zijn aangepast aan de dynamiek en hier soms zelfs afhankelijk van. Het graven in dergelijke strandvlaktes is vergelijkbaar met deze dynamiek en na afronding is nauwelijks hersteltijd nodig.

Tijdelijke aantasting is relevant voor het grootste deel het kabeltracé, voor zover het middels een open ontgraving gerealiseerd wordt. De kabelgeul bij de open ontgraving, bij aanleg van enkel Net op zee Nederwiek 1, is maximaal 7 meter breed, inclusief werkstrook is een breedte nodig van circa maximaal 28 meter. Permanente aantasting is relevant voor het converterstation, dat een oppervlakte van 4,5 ha zal beslaan.

Aantasting van leefgebied of groeiplaatsen kan optreden op alle locaties waar aantastingen van de bestaande situatie optreden (boringen, open ontgravingen, dempen sloten en bijbehorende activiteiten), maar is vooral relevant op plekken waar geen sprake is van intensief landbouwkundig gebruik. Ter plaatse van het werkterrein ten zuiden van Veerse Gatdam zal alle aanwezige bosschage worden verwijderd. De bomen bij de aanlanding bij de Piet worden niet gekapt. Bij een aantal individuele bomen is niet uit te sluiten dat de kluit binnen het talud van de standaard werkstrookbreedte (7 meter) valt. Op deze locaties wordt maatwerk toegepast zodat de tijdelijke ontgraving geen schade aan de bomen veroorzaakt.

3.9 Elektromagnetische velden

In de gebruiksfase wordt de gelijkstroomkabel (ook wel Direct Current of DC-kabel genoemd) onder spanning gezet. Door de aanwezigheid van elektrische lading ontstaat er een elektrisch veld. Een elektrisch veld ontstaat wanneer er een verschil is in spanning tussen een voorwerp en de omgeving. Elektromagnetische velden (EMV) bestaan uit twee componenten, elektrische en magnetische velden. Het elektrische veld wordt afgeschermd door de mantelbuis, waarbinnen de kabels zijn gelegen, en komt daardoor niet vrij in de directe omgeving van de kabel en zal daardoor geen effect hebben op organismen. Het magnetisch veld wordt echter niet afgeschermd door de mantelbuis en is daardoor waarneembaar in de directe omgeving van de kabel. De effecten van EMV treden niet op tijdens de aanlegfase, aangezien ze ontstaan rondom de gelijkstroomkabels als deze in werking treden.

Door het bewegen van een organisme door het magneetveld wordt een elektrisch veld opgewekt, het zogenaamde iE-veld.[3] De stroomkabel produceert dus een magnetisch veld, dat onder bepaalde omstandigheden ook een opgewekt elektrisch veld of iE-veld opwekt. Verdere informatie hierover is te vinden in Bijlage VII-D Effecten van EMV op zee. Uit Bijlage VII-D blijkt dat bepaalde diersoorten effecten kunnen ondervinden van elektromagnetische velden. Dit effect wordt daarom onderzocht. In de volgende paragrafen wordt de reikwijdte van het (elektro)magnetische veld bepaald voor de kabels van Net op zee Nederwiek 1.

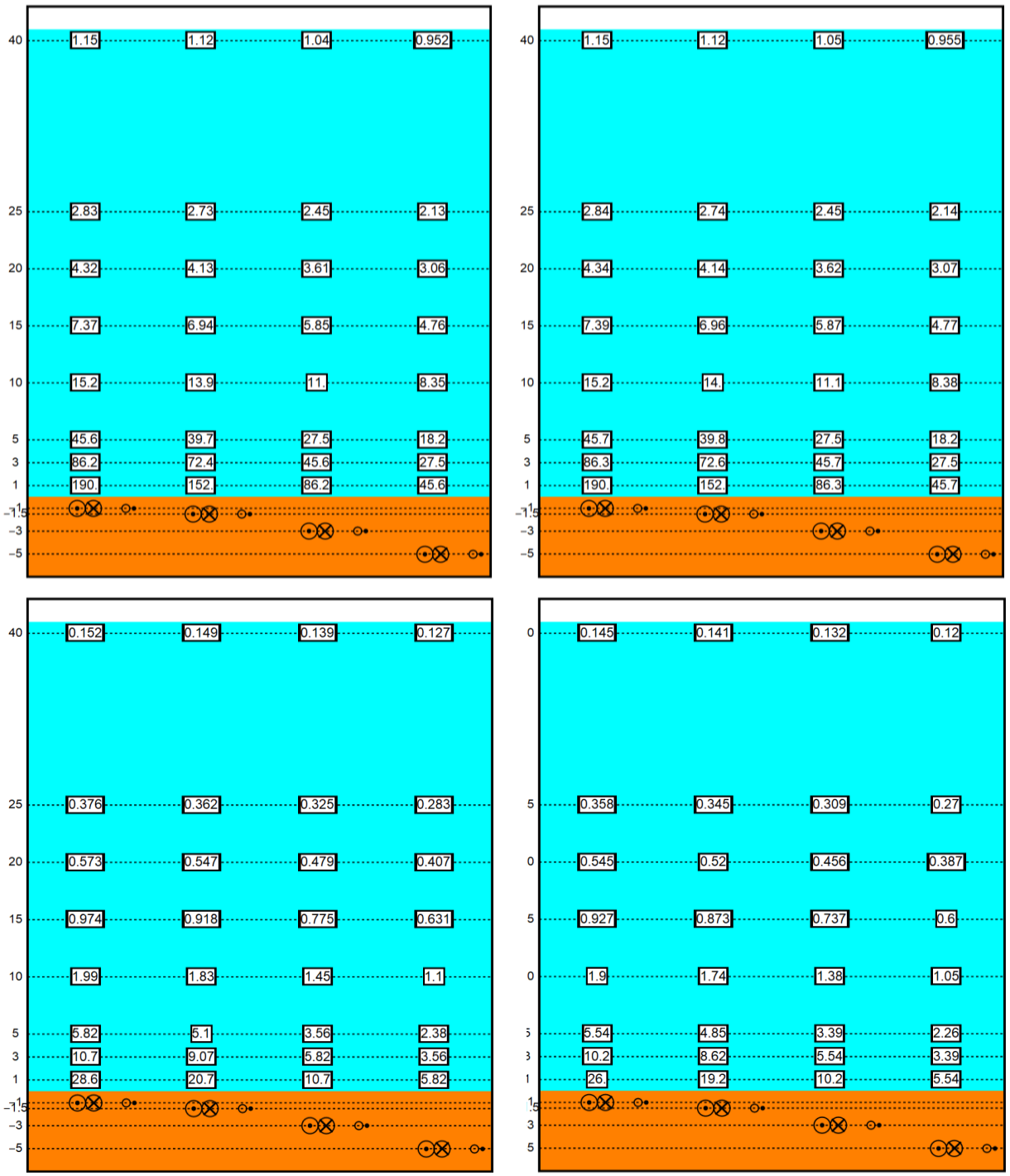
3.9.1 Elektromagnetische velden op zee en het Veerse Meer

Het EMV op zee is alleen aanwezig tijdens de gebruiksfase en niet tijdens de aanlegfase. In Figuur 3-17 is de worst-case magneetveldzone in µT rondom de kabels in de waterkolom weergegeven. Het magnetische veld reikt door de gehele waterkolom boven de kabels en neemt naar boven toe af in sterkte. Horizontaal neemt de sterkte van het elektromagnetische veld van de kabel op dezelfde manier af, zie Figuur 3-18. Het magneetveld reikt bij een begraafdiepte van 1 meter horizontaal tot circa 40 meter en verticaal tot het wateroppervlak in de waterkolom (de kabel wordt in de kustzone en in het Veerse meer dieper begraven, minimaal 3 tot maximaal 6 meter diep). Doorgaans is de sterkte van het elektromagnetisch veld in de gebruiksfase 0,145 µT (in het geval van een kabeldikte van 150 mm) en 0,152 µT (in het geval van een kabeldikte van 185 mm) aan het wateroppervlak (uitgaande van gemiddeld waterdiepte Nederlands Continentaal Plat (NCP)). Als worst-case wordt een kabel van 185 mm aangehouden.

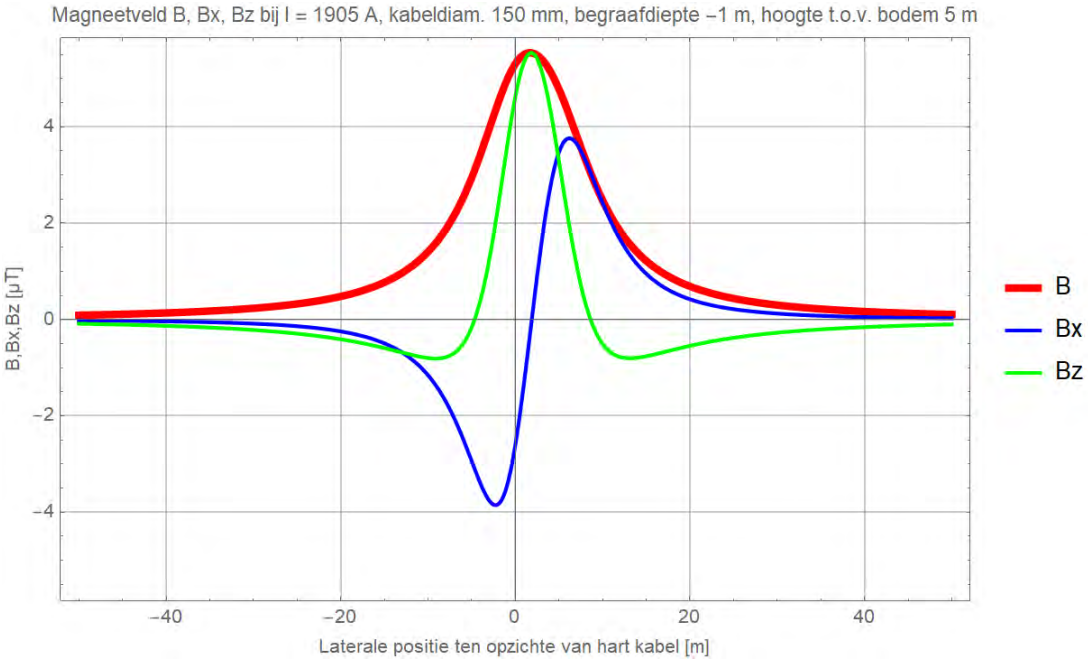
In Figuur 3-17 is ook de elektromagnetische veldzone in µT rondom de kabels in de waterkolom weergegeven tijdens storing/onderhoud. In de onderhoudsperiodes tijdens de gebruiksfase wordt de functie van de +/--polen overgenomen door de Metallic Return. Hierdoor kan (worst-case) voor een duur van maximaal twee maanden de gemiddelde output van de kabels 6 (bodem) tot 8 keer (40 meter boven kabel) hoger liggen dan normaal (van Essen, 2021b). Het elektromagnetisch veld zal in die gevallen rond de 40 meter boven de kabel een sterkte hebben van 1,15 µT in het geval van beide kabeldiktes. Deze hogere waardes betreffen piekwaardes die bij storing en onderhoud kunnen optreden. Storing komt naar waarschijnlijkheid niet vaak voor. Naar verwachting in totaal zes maanden (drie keer over twee maanden) verspreid over een periode van 40 jaar.

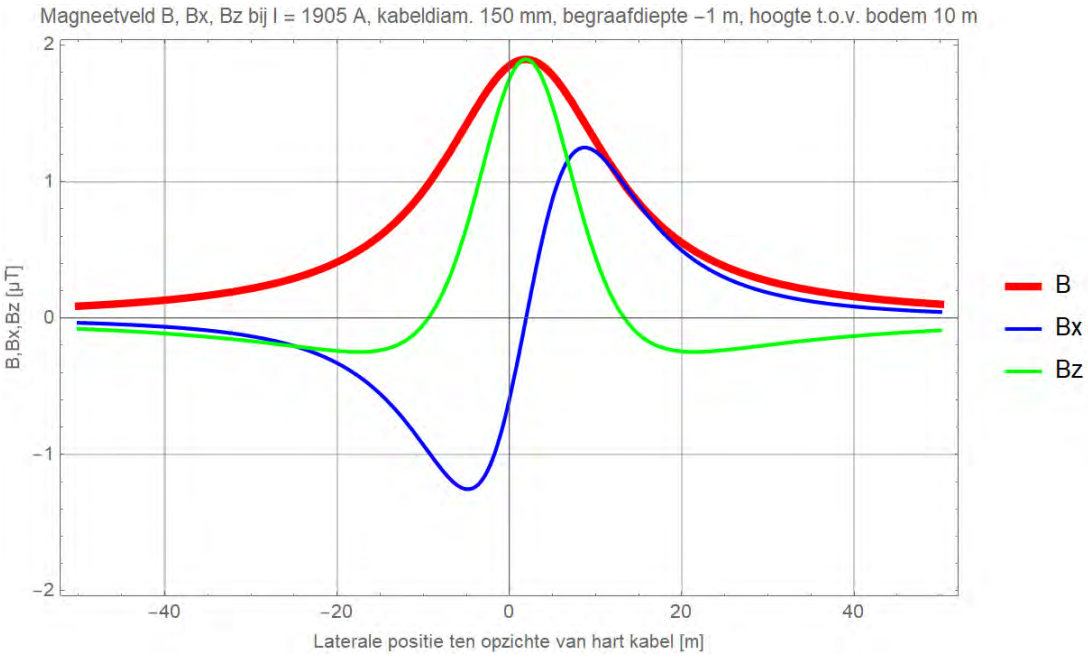
In 2020 is onderzoek uitgevoerd door WaterProof bij de NorNed kabel. De NorNed kabel (ook een gelijkstroomkabel) is een kabel in de zeebodem voor energietransport tussen Noorwegen en Nederland. Bij deze kabel is de sterkte van het daadwerkelijke elektromagnetische veld boven de zeebodem gemeten en vergeleken met gemodelleerde waardes van de veldsterkte. Hieruit bleek dat de waardes die daadwerkelijk boven de zeebodem gemeten werden op alle transecten lager waren dan de gemodelleerde waardes (0,015 µT ipv. 0,02-0,03 µT) (Waterproof Marine Consultancy & Services BV., 2020). De gemodelleerde waardes die gebruikt worden in deze toets zijn dus worst-case en zullen waarschijnlijk lager uitvallen.

[3] Een geïnduceerd elektrisch veld of opgewekt elektrisch veld. Voor samenhang met Engelstalige literatuur wordt de Engelse afkorting iE-veld ook gebruikt om in het Nederlands opgewekt elektrisch veld te beschrijven. Meer informatie zie (Gill, 2015; Snoek et al., 2016).



Figuur 3-17 Magneetveldzone in µT van de 525kV-gelijkstroomkabels op zee bij een kabeldiameter van 150 (links) en 185 (rechts) mm tijdens gebruiksfase (onder) en storing/onderhoud (boven) voor de (2x2)-kabelconfiguratie. De getallen langs de verticale as zijn de begraafdiepten/meethoogten ten opzichte van het zeebodemoppervlak in meter. Berekend door (van Essen, 2021b).





Figuur 3-18 Elektromagnetisch veldzone van de Metallic Return van de 2x2 in µT van de 525kV-zeekabels bij een kabeldiameter van 150 mm (boven) en 185 mm (onder) bij storing/onderhoud bij de (2x2)-kabelconfiguratie. Het elektromagnetisch veld B is opgebouwd uit een horizontale en verticale component (Bx en Bz). Alleen het gehele elektromagnetisch veld (B) zal van toepassing zijn (van Essen, 2021c).

3.9.2 Elektromagnetische velden op land

Het elektromagnetische veld op land is alleen aanwezig tijdens de gebruiksfase en niet tijdens de aanlegfase. Elektromagnetische velden (EMV) kunnen worden waargenomen door veel terrestrische soorten. Interferentie van antropogeen veroorzaakte elektromagnetische velden met het aardmagnetisch veld kunnen negatieve effecten creëren bij soorten die magnetoreceptie gebruiken (Levitt et al., 2021). Uit een literatuuronderzoek van Duke Engineering & Services (2001) blijkt dat

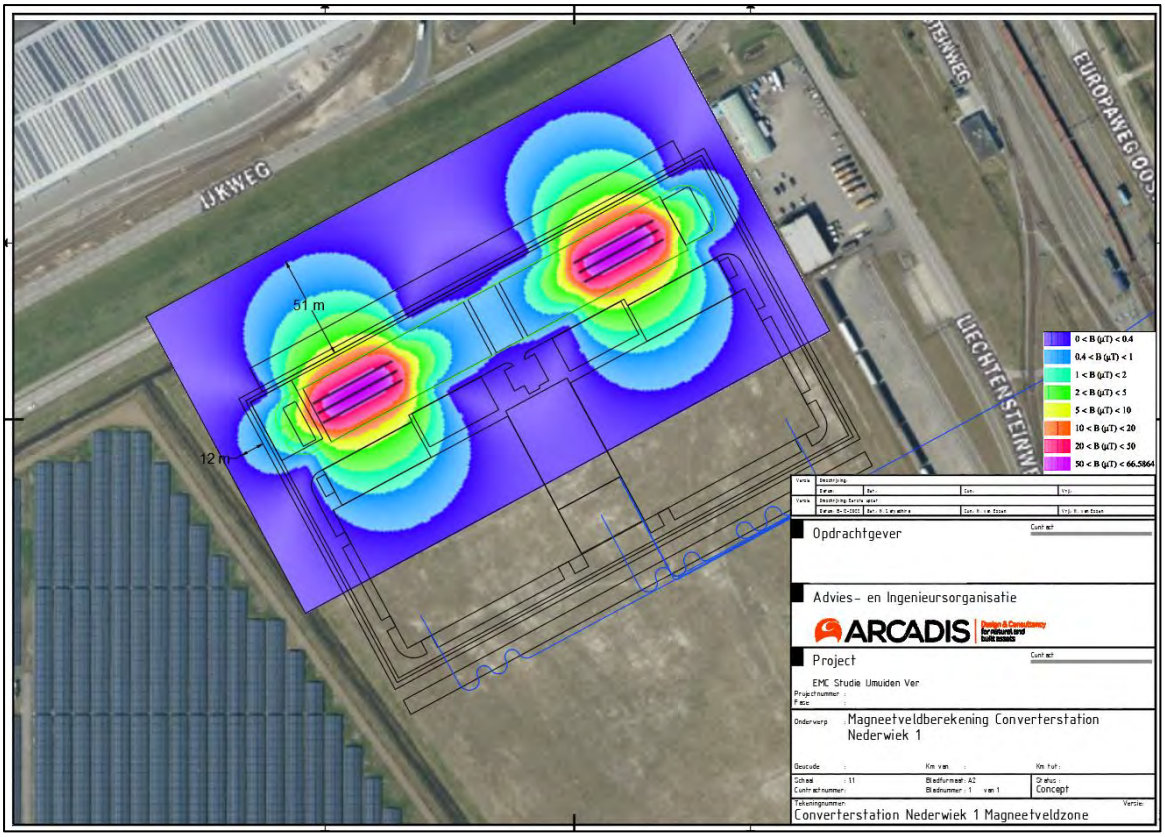
langdurige blootstelling aan een elektromagnetisch veld in laboratoriumcondities kan leiden tot effecten op fysiologie en gedrag van dieren. Dieren in vrije condities worden niet constant en langdurig blootgesteld aan antropogene elektromagnetische velden. Het literatuuronderzoek van Duke Engineering & Services (2001) stelt dat op basis van de verschillen in blootstellingsduur en sterkte onder laboratoriumcondities en in veldsituaties er geen relevante effecten zullen optreden in de veldsituatie.

Amfibieën gebruiken elektromagnetische velden van het aardmagnetisch veld om te navigeren. Van ingegraven kabels zijn EMV-sterktes op het maaiveld ongeveer van dezelfde sterkte als het aardmagnetisch veld. Dit kan mogelijk enig effect hebben op de navigatie van amfibieën (Freake et al., 2002; Landler & Gollmann, 2011; Phillips, 1986). Amfibieën gebruiken bij het navigeren ook andere zintuigen: reuk en zicht. Hierdoor wordt het effect van antropogene elektromagnetische velden op amfibieën laag geacht. Voor amfibieënsoorten met een jaarlijkse migratie tussen vaste voortplantingswateren en overwinteringslocaties is het wel mogelijk dat navigatie middels het aardmagnetisch veld een relatief belangrijke rol speelt ten opzichte van reuk en zicht.

Verschillende plantensoorten worden beïnvloed door elektromagnetische velden. Studies laten zien dat planten (zoals zonnebloemen, tarwe en zandraket) een hogere groei en kieming laten zien (Fischer et al., 2004; Xu et al., 2013). Planten die boven een ondergrondse kabel groeien worden blootgesteld aan EMV-sterktes die gelijk of kleiner zijn dan het aardmagnetische veld. Wortels worden wel blootgesteld aan hogere EMV-sterktes. Het is mogelijk dat dit ook een effect heeft op groei en kieming. Een uitgebreidere literatuurstudie over de effecten van elektromagnetische velden op terrestrische soorten is te vinden in Bijlage VIII-B.

Uit de EMV-studie (Van Essen, 2022) blijkt dat het converterstation in de gebruiksfase een elektromagnetisch veld heeft. In Figuur 3-19 is de elektromagnetische veldzone rondom het converterstation weergegeven. Het magneetveld van converterstation Net op zee Nederwiek 1 reikt tot circa 51 meter vanaf de randen van de geleiders van converterstation Net op zee Nederwiek 1.

De maximale reikwijdte van het elektromagnetisch veld van het converterstation is dusdanig klein dat het per definitie geen effect kan hebben op het vlieggedrag van trekvogels. Gedurende de seizoenstrek gebruiken trekvogels het aardmagnetisch veld om zich te oriënteren, dit veld is vele malen groter dan dat van de kabels en het converterstation. Het elektromagnetisch veld kan wel een mogelijk klein effect hebben op grondgebonden soorten, echter zal die minimaal zijn. Elektromagnetische velden op land voor grondgebonden dieren wordt verder beoordeeld. Effecten van het elektromagnetisch veld op beschermde natuurwaarden zijn niet aan de orde en worden daarom niet verder beoordeeld.



Figuur 3-19 Elektromagnetische veldzones rondom het converterstation.

3.10 Verontreiniging op zee en in het Veerse Meer

3.10.1 Bronnen van verontreiniging

In de waterbodem kunnen verontreinigende stoffen voorkomen. Hierdoor kan de kabelaanleg en de daarbij benodigde bodemberoering leiden tot de resuspensie deze stoffen, waarmee de verontreinigingen (terug) in het systeem komen. Dit kan de verschillende instandhoudingsdoelen negatief beïnvloeden. Er zijn twee typen bronnen:

- Aanvoer van antropogene verontreinigingen gebonden aan slib via water-/ sedimenttransport: Dergelijke verontreinigingen kunnen opgehoopt zijn op plaatsen waar zich slib heeft geaccumuleerd.
- Natuurlijke aanrijking van stoffen in de waterbodem door historische vormingscondities: Dit kan aanwezig zijn in oudere, diepe geologische lagen met ijzeroer, veen en organisch rijke klei.

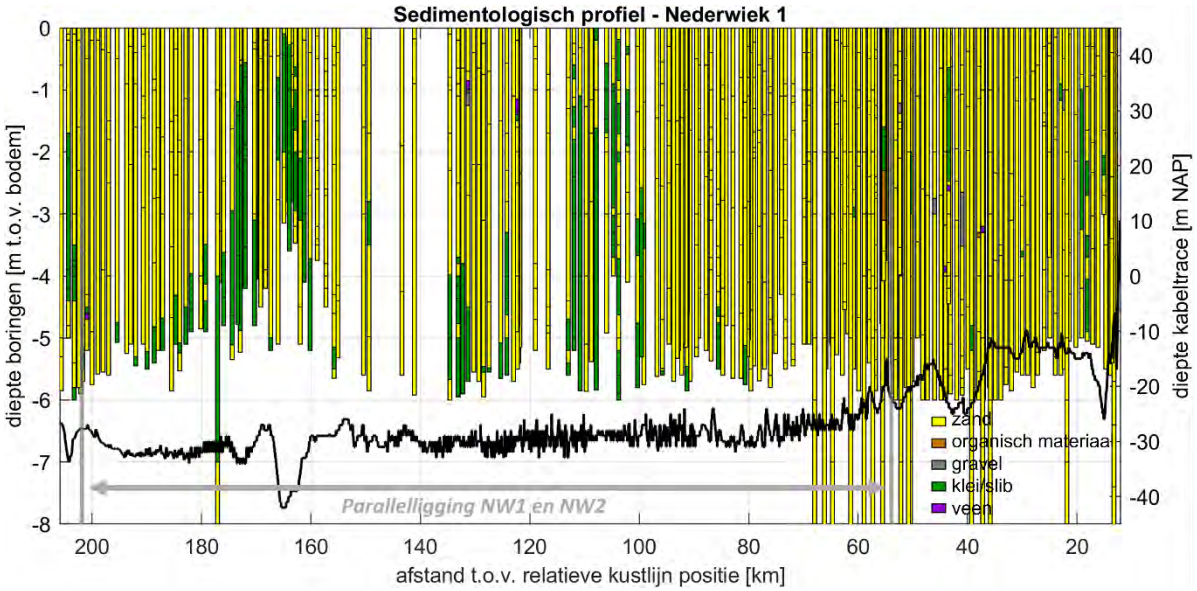
Daarnaast kunnen lokale verontreiniging optreden op specifieke, afgebakende locaties door menselijke activiteiten. Het gaat hier bijvoorbeeld om locaties zoals wrakken, ammunitie-dumps, boorplatforms of plekken waar blusschuim is toegepast.

3.10.2 Verontreiniging tijdens de aanleg

In de Noordzee ten gevolge van antropogene verontreiniging
Voor de Noordzeebodem kan aanwezigheid van verontreiniging als gevolg van geaccumuleerde verontreiniging worden op voorhand uitgesloten.

In de Noordzee ten gevolge van historie
Onder de actieve bodemlaag van de Noordzee liggen oudere geologische lagen, met verschillende ouderdommen en verschillende samenstellingen. In de bodem van Nederland worden verhoogde concentraties arseen aangetroffen bij ijzeroer, veen en organisch rijke klei. Ook in de oudere bodemlagen van de Noordzeebodem kan arseen aanwezig zijn (van Bruggen et al., 2014). Het vrijkomen van deze natuurlijke verontreinigingen kan plaatsvinden bij het doorsnijden van de oudere bodemlagen met dergelijke verontreinigingen. Dit treedt alleen op indien de begraafdiepte groter is dan de dikte van de actieve laag op de Noordzeebodem én natuurlijke verontreiniging in de onderliggende lagen aanwezig zijn. Het betreft beperkte delen van het tracé waar sprake is van deze combinatie.

In Figuur 3-20 is zichtbaar dat klei op verschillende plekken aanwezig is langs het kabeltracé. Tussen km 160 en km 180 en tussen km 100 en km 115 bevindt zich relatief veel klei. Daarnaast is op verschillende, wat meer solitaire locaties klei aanwezig. Het grootste cluster aan kleilagen ligt in de trog van een tidal ridge, zichtbaar bij km 165. Veen is op zeven boorlocaties zichtbaar (paars), op km 37, 43, 44, 121, 122, 131 en 201 (NextGeo, 2022).



Figuur 3-20 Dwarsdoorsnede van het kabeltracé op zee (linker y-as) met daarin geplot de Net op zee Nederwiek 1 surveyboringen (NextGeo, 2022b) (NextGeo, 2022c) en de DINOloket-boringen binnen een straal van 300m met een minimale lengte van vier meter (diepte boringen rechter y-as).

Gevolgen van de verontreinigen treden op doordat veen- en slibdeeltjes met verontreinigen tijdens het trenchen in de waterkolom terecht komen. Deze verontreinigingen treden op rond het tracé, en zijn gekoppeld aan de slibwolk zoals getoond in Figuur 3-1.

In het Veerse meer ten gevolge van antropogene verontreiniging
Voor de waterbodem Veerse Meer is bekend dat diverse verontreinigde stoffen aanwezig zijn in het slib. Dit resulteerde uit het waterbodemonderzoek voor de kabel van Net op zee IJmuiden ver Alpha, welke in het Veerse Meer parallel zal liggen aan de kabel van Net op zee Nederwiek 1. Het gaat o.a. om verhoogde concentraties koper. Het is daarom niet op voorhand uit te sluiten dat bij de werkzaamheden in het Veerse Meer verontreinigingen worden geresuspendeerd.

3.10.3 Verontreiniging tijdens de gebruiksfase

In de gebruiksfase is het platform relevant, evenals eventueel benodigd onderhoud aan de kabel. Kabelonderhoud zal altijd minder bodemberoering vereisen dan de aanlegfase van de kabel. De gebruiksfase (onderhoud) van de kabel is daarmee niet maatgevend en wordt niet verder beoordeeld. In de gebruiksfase van het platform wordt al het hemelwater dat mogelijk gecontamineerd is gecontroleerd op olie en/of glycol. In het geval van contaminatie wordt het hemelwater opgeslagen in een vuilwatertank, niet gecontamineerd water wordt overboord geloosd. Afvalwater van toiletten wordt niet direct op zee geloosd. Tijdens gepland onderhoud wordt gebruik gemaakt van normale toiletten aangesloten op een zuiveringsinstallatie. Na verwerking wordt het grotendeels geloosd in zee, en een kleine hoeveelheid zal worden opgeslagen en afgevoerd. Tijdens ongepland onderhoud wordt gebruik gemaakt van verbrandingstoiletten. Verontreiniging in de gebruiksfase is daarom uitgesloten en wordt niet verder behandeld.

3.11 Warmteontwikkeling

De temperatuur van de kabel ligt in de gebruiksfase hoger dan de omgevingstemperatuur. De ingegraven kabels zullen in de gebruiksfase daardoor een plaatselijke temperatuursverhoging veroorzaken. De langetermijneffecten hiervan op het mariene ecosysteem en bijhorende organismen zijn onbekend, er zijn weinig studies uitgevoerd. Bij twee kabels van 33 en 132 kV, gelegen op 1 meter diepte, is de maximale verhoging in temperatuur ca. 2,5 graden Celsius op 50 centimeter afstand, direct onder deze kabels (Meißner et al., 2006; Taormina et al., 2018). Doordat de DC-kabels van Net op zee Nederwiek 1 dieper worden ingegraven dan in bovengenoemd onderzoek (1-3 meter op zee, in de kustzone en het Veerse Meer nog dieper), is de temperatuursverhoging van het waterbodemoppervlak gering. De temperatuursverhoging van de waterbodem is daarmee verwaarloosbaar ten opzichte van de natuurlijke temperatuurvariatie, die tussen de seizoenen kan oplopen tot 30 graden Celsius (Müller et al., 2016). Er is ook geen sprake van cumulatie van effecten met eventuele nabijgelegen actieve kabels omdat de opwarming ter plaatse al nauwelijks meetbaar is, en zich beslist niet zal uitstrekken tot de volgende kabel (ordegrootte tientallen tot honderden meters, afhankelijk van de corridorbreedte zal dit tussen de 50 en 200 meter zijn). Effecten van warmteontwikkeling zijn daarom op voorhand uit te sluiten. Dit aspect is daarom niet verder meegenomen in de effectbeoordeling.

3.12 Verdroging op land

Bemaling van grondwater voor het aanleggen van kabels en de aanwezigheid van objecten onder de grond kan van tijdelijke of langere invloed zijn op de freatische grondwaterstromingen en grondwaterstanden of kan bij een boring een ondoorlatende laag doorboord worden. Er wordt van verdroging gesproken wanneer de kweldruk afneemt, ook zonder een verlaging van de grondwaterstand. De afname van de invloed van kwelwater (over het algemeen met bijzondere eigenschappen: rijk aan ijzer en calcium en niet zuur) kan tot een invloedstoename leiden van gebiedsvreemd water (eutroof, zuur). Dit leidt tot veranderingen in de kwaliteit van de groeiplaatsomstandigheden. Verdroging uit zich in lagere grondwaterstanden en/of afnemende kwel. Als gevolg hiervan ontstaat een vochttekort bij grondwaterafhankelijke vegetaties. Daarnaast treden er veranderingen op doordat de aard en de beschikbaarheid van voedingsstoffen veranderen. Doordat de aeratie van de bodem toeneemt, wordt er meer organisch materiaal afgebroken. Op deze manier kan verdroging ook tot vermesting leiden. Door verdroging kan een gebied ongeschikt worden voor planten en dieren en zo leiden tot een verandering in de soortensamenstelling en

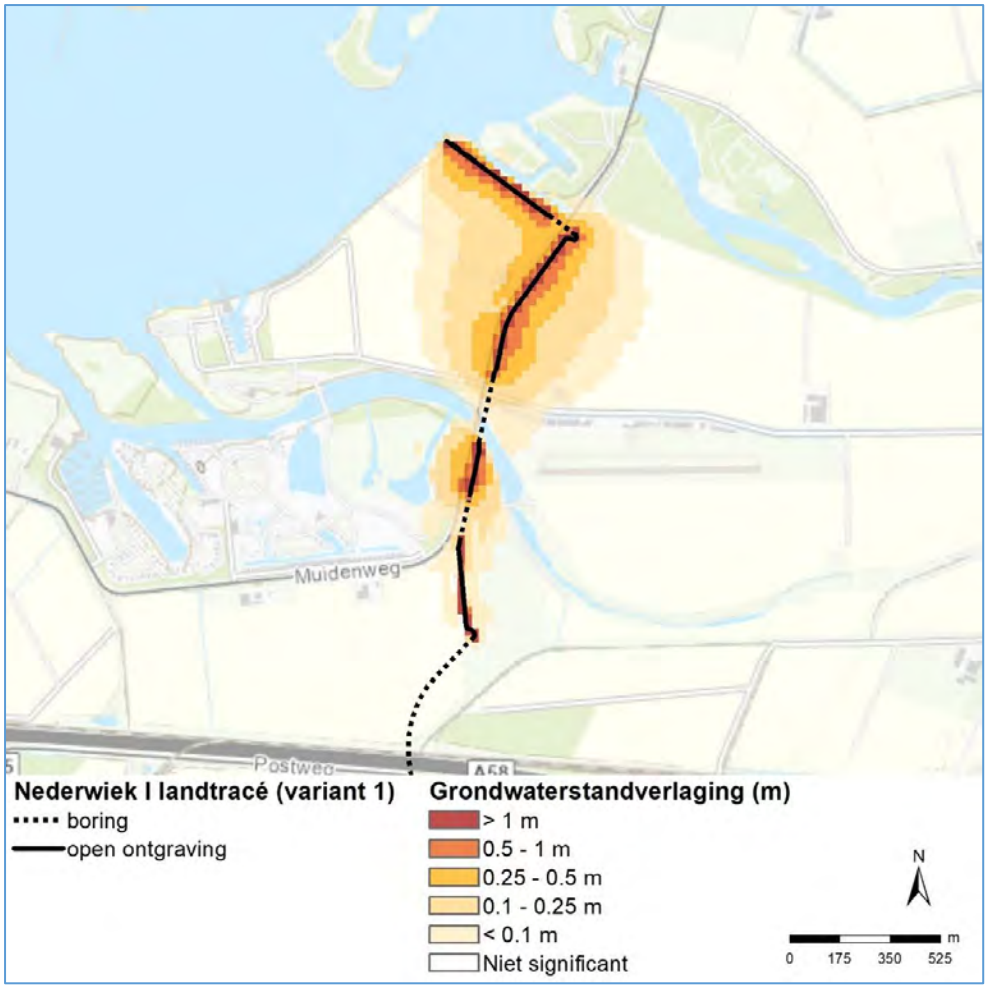
uiteindelijk het aanwezige habitat (Broekmeyer et al., 2006). Verdroging kan tot slot ook tot verdichting van de vegetatie leiden.

Een boring kan leiden tot het doorboren van de slecht doorlatende lagen in de ondergrond, wat leidt tot een lokale afname van de weerstand van deze laag. De boring wordt afgedicht, zodat geen verandering in grondwaterstroming optreedt. De boring heeft dan ook geen effect op de diepere ondergrond, het grondwaterpeil en de grondwaterstromingen. Dit wordt niet verder beoordeeld.

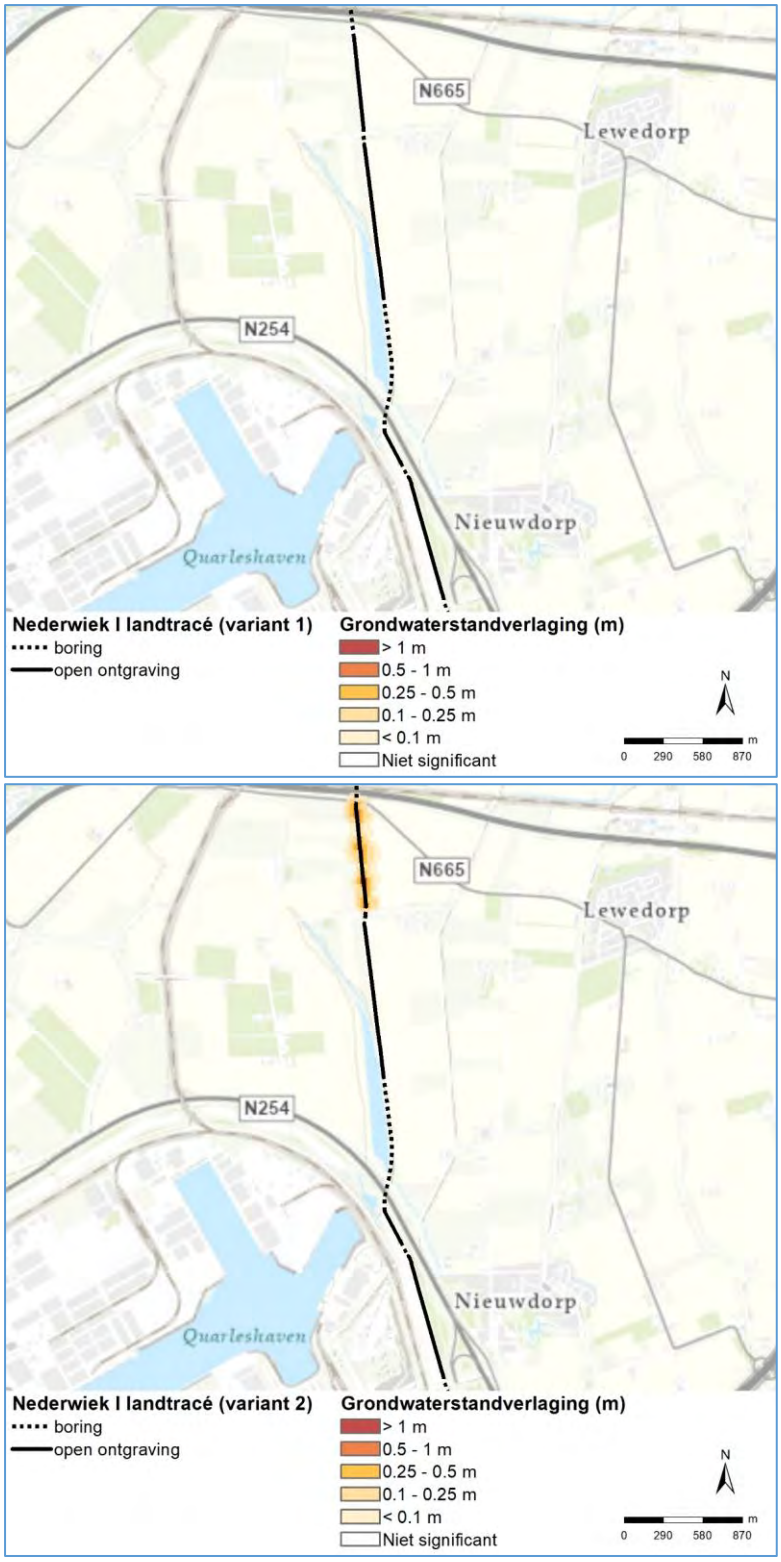
Voor alle relevante onderdelen zijn modelberekeningen uitgevoerd naar de reikwijdte van de grondwaterstanddaling door de bronbemaling (Bijlage VI-A en VI-B). Van verdroging wordt gesproken indien sprake is van een daling van het grondwaterpeil met vijf centimeter of meer. Kleinere waarden vallen binnen de foutmarge van het model en/of zijn niet meetbaar. Hierbij is uitgegaan van de gehele deklaag en is gebruik gemaakt van regionale bodem- en grondwaterkaarten. Op de boorlocaties is uitgegaan van een bemalingsduur van 14 - 49 dagen, wat leidt tot een meetbare grondwaterstandverlaging tot op maximaal 300 meter van de bemalingslocatie.

De relevante natuurwaarden binnen de verlagingscontouren bij de kruising van de Veerse Gatdam, de aanlanding van het Veerse Meer zijn echter niet gevoelig voor verdroging. Op een groot deel van de locaties is geen of pioniersvegetatie aanwezig. Deze herstelt van nature snel. Door de aanwezigheid van grote open wateren in de directe omgeving zal de grondwaterstand zich ook direct na de werkzaamheden herstellen die door de beperkte omvang

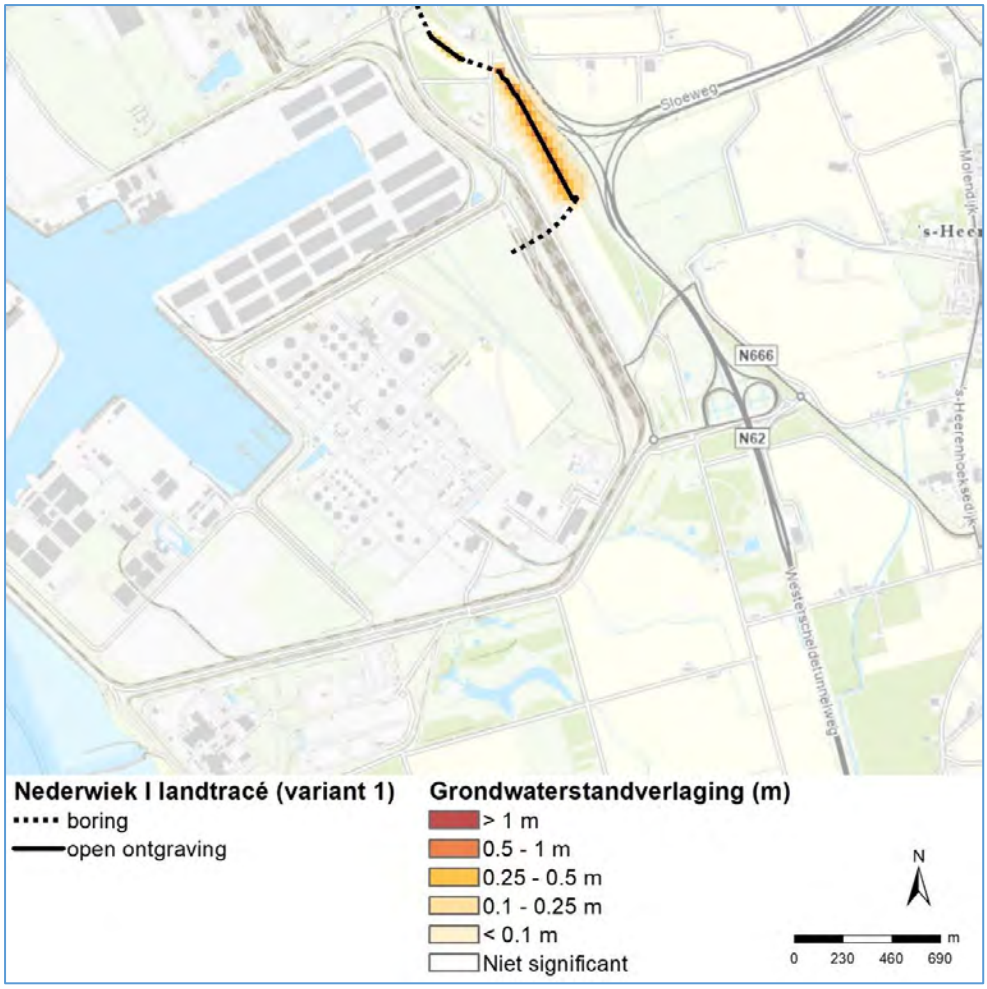
Bemaling langs de rest van het kabeltracé inlands of van het converterstation leidt tot tijdelijke verdroging. In het noordelijk gebied tussen waar de kabels aan land komen ten zuiden van Veerse Meer en de A58 vindt de grootste beïnvloeding van de grondwaterstanden plaatst (Figuur 3-21). De ondergrond is hier meer doorlatend, waardoor er meer water wordt bemalen en het effect zich ook wijder verspreidt (tot 400 meter van het tracé). In het middendeel vinden minder grote effecten van grondwaterstand plaats ten opzichte van de rest van het kabeltracé (Figuur 3-22). Tussen de varianten treden geen maatgevende verschillen op. In het zuidelijk deel langs Borssele is het invloedsgebied ook kleiner en reikt tot maximaal 125 meter aan weerzijde van het tracé (Figuur 3-23). Tijdens de gebruiksfase treedt er geen verdroging op.



Figuur 3-21 Grondwaterstandverlaging noordelijk deel van het kabeltracé op land - variant 1. De rode cirkel markeert een tracéwijziging van Net op zee Nederwiek 1 welke niet is aangepast in het grondwatermodel.



Figuur 3-22 Grondwaterstandverlaging kabeltracé - variant 1 en 2. De rode cirkel markeert een tracéwijziging (toepassing boring in plaats van open ontgraving) van Net op zee Nederwiek 1 welke niet is aangepast in het grondwatermodel. De weergegeven grondwaterstandsverlaging binnen dit cirkel treedt bij een uitvoering met boring, waarvoor geen bemaling nodig is, niet op. De groene cirkel markeert een wijziging in het uitgangspunt van de ontwateringsdiepte (mogelijk treedt hier minder verlaging op dan weergegeven) én de verlagingen zijn weergegeven met een verschuiving van circa 10 meter naar oosten.



Figuur 3-23 Grondwaterstandverlaging zuidelijk deel van het kabeltracé.

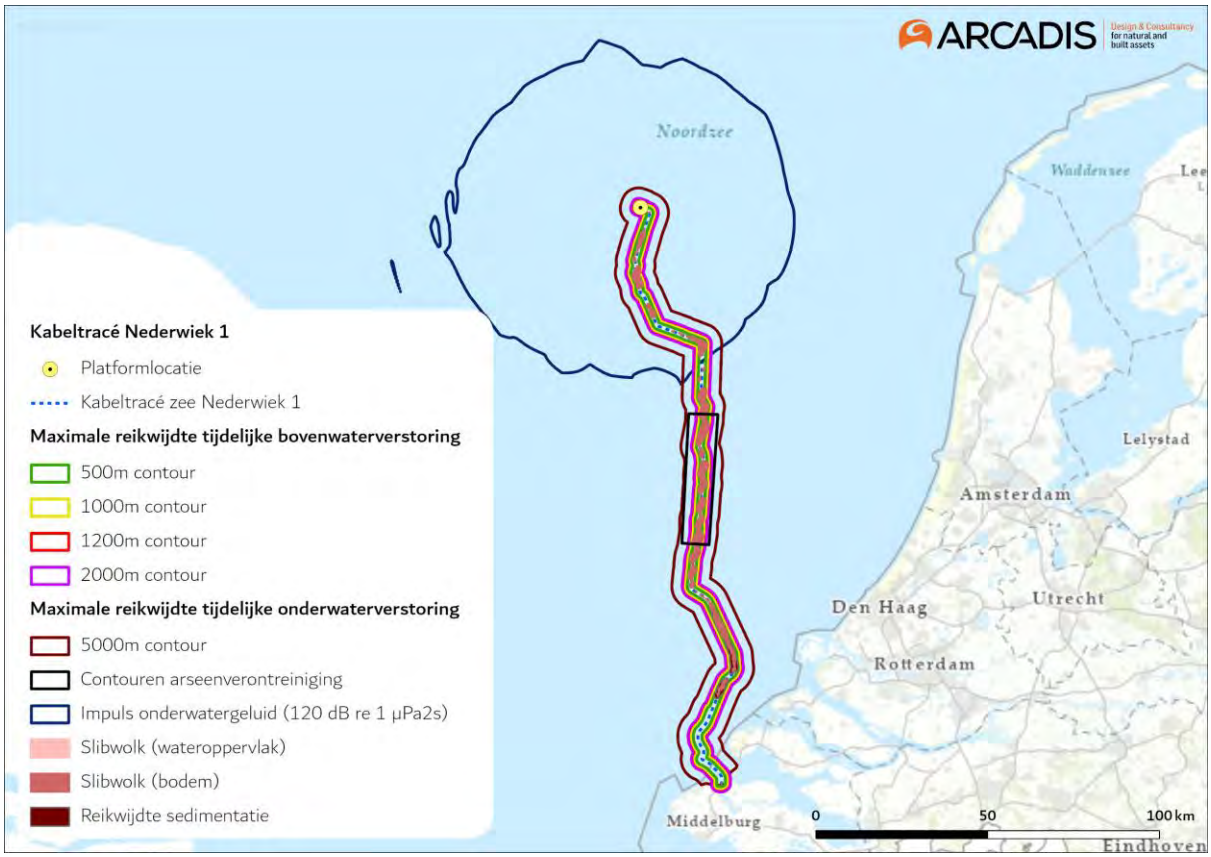
3.13 Samenvatting reikwijdte activiteiten en bepaling studiegebied

In Tabel 2 is de maximale reikwijdte per gevolg weergegeven. Ook is benoemd of een gevolg op land of op zee optreedt, en of het gevolg relevant is in de aanleg of gebruiksfase. In Figuur 3-24 wordt het studiegebied op zee getoond en de reikwijdtes van de verstoringen. In Figuur 3-25 is dit gedaan voor de gevolgen in het Veerse Meer, en in Figuur 3-26 voor de gevolgen op land. Aan de hand van de reikwijdtes in relatie tot aanwezigheid van beschermde soorten wordt per soort(groep) bekeken of er een effectbepaling en toetsing nodig is. Dit wordt behandeld in Hoofdstuk 4.

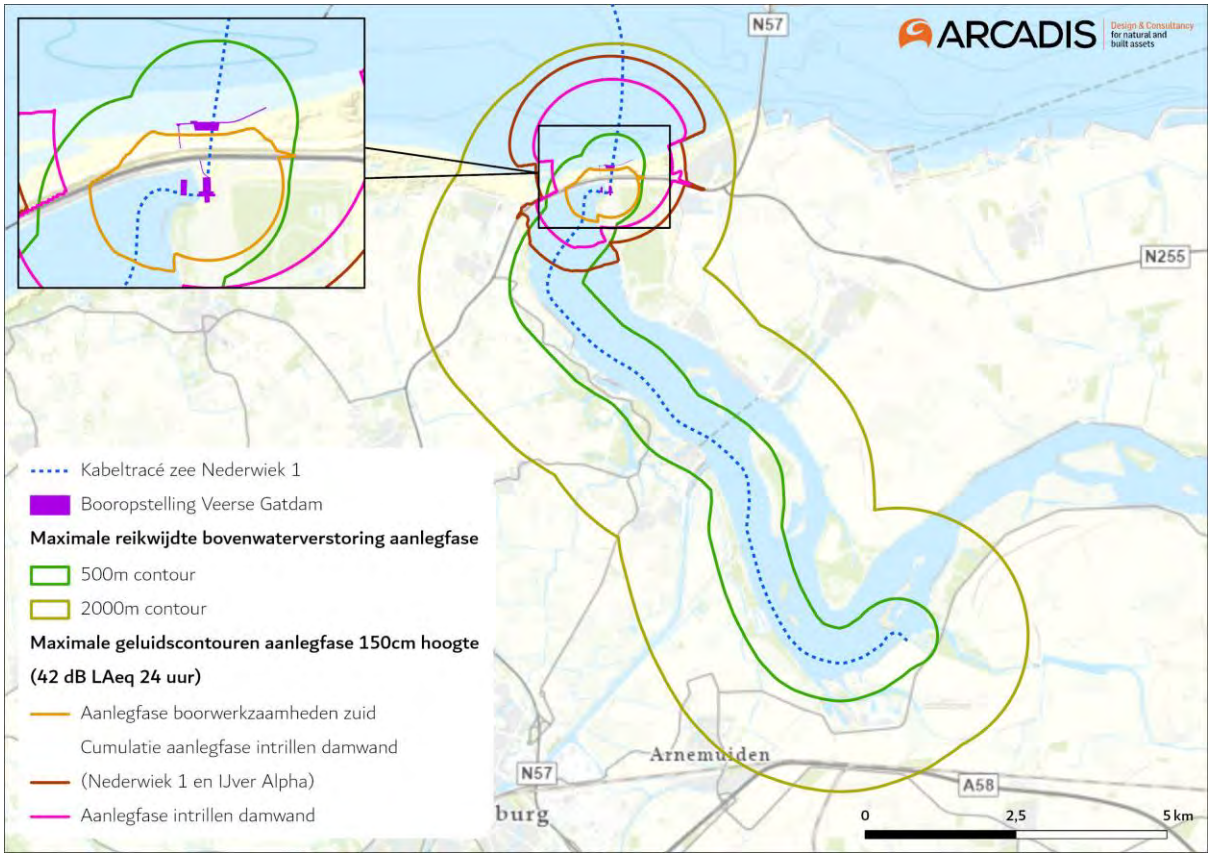
*Tabel 2 Samenvatting maximale reikwijdte van de gevolgen van de activiteit. *'Zee' is inclusief het Veerse Meer, behalve wanneer anders vermeld.*

Gevolg		Op zee*/ op land	Tijdens aanleg-/gebruiksfase	Maximale reikwijdte
Vertroebeling		Zee	Beide, aanleg is worst-case	De slibwolk bevindt zich voornamelijk op open zee rondom het kabeltracé tot enkele tientallen meters en reikt niet tot de kustzone.
		Veerse Meer	Beide, aanleg is worst-case	De slibwolk bevindt zich uitsluitend rondom het kabeltracé. Op de meest slibrijke delen reikt de slibwolk aan de bodem tot ca. 200 meter aan weerszijde van het tracé. Op overige stukken tot hooguit tientallen meters.
Sedimentatie		Zee	Beide, aanleg is worst-case	Effecten van sedimentatie reiken niet tot de kustzone, maar bevinden zich voornamelijk rondom het tracé circa 15 km uit de kust (in een zone van maximaal 4 km breed).
		Veerse Meer	Beide, aanleg is worst-case	Sedimentatie treedt uitsluitend op rondom het tracé. Op de meest slibrijke delen reikt sedimentatie tot ca. 150 meter aan weerszijde van het tracé. Op overige stukken tot hooguit tientallen meters.
Verstoring onderwater	**Continu onderwatergeluid**	Zee	Beide, aanleg is worst-case	Rondom kabels en platform Zeezoogdieren en trekvissen: 5 km.
	Impuls onderwatergeluid	Zee	Aanleg	Heien: rondom platform. Zeezoogdieren (bruinvissen 1.313km^2 en zeehonden 665 km^2) en trekvissen.
Bovenwaterverstoring	**Geluid en visueel**	Zee	Beide, aanleg is worst-case	500 m voor vogels 1.000 m voor gevoelige vogels. 1.200 m voor zeehonden. 2.000 m voor extra gevoelige vogels.
	Licht	Zee	Beide, gebruiksfase is worst-case	150 m voor de schepen van de kabelaanleg en van de aanleg van het platform.
Verstoring op land	**Geluid**	Land	Beide, aanleg is worst-case	Boorwerkzaamheden circa 500 m. Werkzaamheden de Veerse Gatdam en heiwerkzaamheden converterstation maximaal 400 m. Gebruik converterstation maximaal 360 m.
	Licht	Land	Beide, gebruiksfase is worst-case	0,1 lux-grens van bouwverlichting niet verder dan 150 m vanaf de grens van de werklocaties.
	Visueel	Land	Beide, aanleg is worst-case	Geen gekwantificeerde gegevens van beschikbaar. De verstoring wordt kwalitatief beoordeeld en valt binnen de verstoringscontouren van geluid en licht.
Habitataantasting		Zee	Beide, aanleg is worst-case	25 m voor pre-sweepen, baggeren en jet trenchen. Ter plaatse van de platformfundatie en steenbestorting.
		Veerse Meer	Beide, aanleg is worst-case	1,2 m voor jet trenchen.
		Land	Aanleg	Maximaal over een breedte van ca 30 m langs het tracé voor open ontgravingen
Elektromagnetische velden		Zee	Gebruik	Horizontaal tot circa 40 m en verticaal tot het wateroppervlak in de waterkolom.
		Land	Gebruik	51 m vanaf de randen van de geleiders
Verontreiniging		Zee	Aanleg	Aanwezigheid van arseen niet uitgesloten in diepe historisch gevormde bodemlagen.

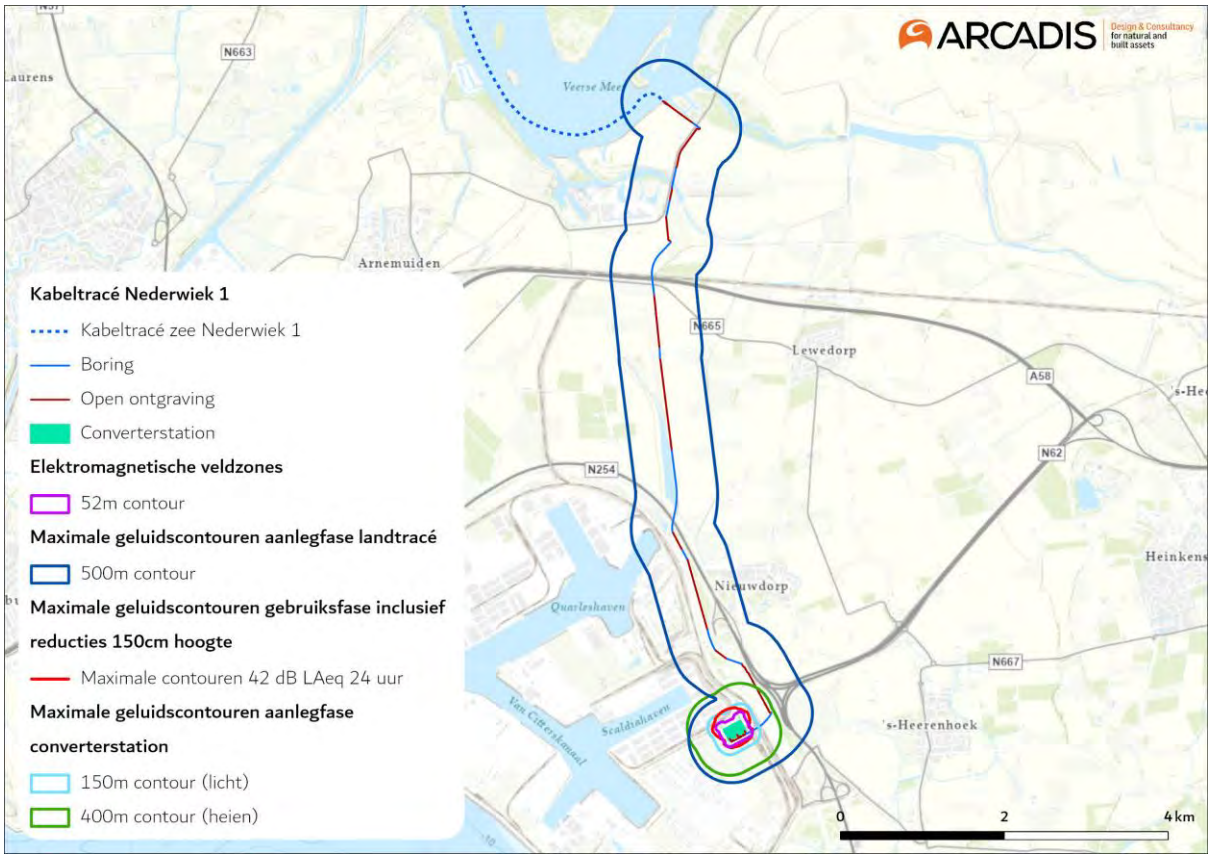
Gevolg	Op zee*/ op land	Tijdens aanleg-/gebruiksfase	Maximale reikwijdte
			Deze komen op deel van het tracé voor. De slibwolk waar het arseen is gebonden bevindt zich voornamelijk op open zee rondom het kabeltracé en reikt niet tot de kustzone.
	Veerse Meer	Aanleg	Aanwezigheid van diverse verontreinigde stoffen (o.a. koper) niet uitgesloten in slib. Kan geresuspendeerd worden in nabijheid van het tracé.
Warmteontwikkeling	Zee	Gebruik	Geen effect, geen nadere beoordeling.
Verdroging	Land	Aanleg	Mogelijke effecten ter plaatse van de aanleg op land in een radius van maximaal 400 m.



Figuur 3-24 Studiegebied werkzaamheden op zee met verstoringscontouren.



Figuur 3-25 Studiegebied werkzaamheden op het Veerse Meer met verstoringscontouren.



Figuur 3-26 Studiegebied werkzaamheden op land met verstoringscontouren.

4 Aanwezigheid van beschermde soorten

4.1 Methode

4.1.1 Fasering onderzoek

Voor het onderzoek naar beschermde soorten op zee is een bureauonderzoek uitgevoerd. Tijdens dit bureauonderzoek is een beeld gevormd welke beschermde soorten voorkomen in het studiegebied waarbinnen de effecten van de gevolgen mogelijk op kunnen treden.

Het onderzoek naar beschermde soorten op land is in verschillende fases uitgevoerd:

- Eerst is een bureauonderzoek uitgevoerd. Tijdens dit bureauonderzoek is een beeld gevormd welke beschermde soorten voorkomen in de omgeving van het plangebied.
- Vervolgens is een soortgerichte inventarisatie uitgevoerd. Hierbij zijn de locaties waar een ingreep plaats vindt onderzocht op aanwezigheid van beschermde soorten. Bij deze veldbezoeken is ook gelet op de habitatgeschiktheid voor beschermde soorten. De uitkomst van dit onderdeel is een inventarisatie van aanwezige beschermde soorten en de mogelijke functie van het plangebied voor deze beschermde soorten.

4.1.2 Bureauonderzoek

Voor het bureauonderzoek naar de aanwezige soorten op zee is voor de soortgegevens gekeken naar de verspreidingsgegevens van de afgelopen tien jaar, waarbij de nadruk lag op de laatste vijf jaar. Voor mogelijk aanwezige beschermde soorten op land is gekeken naar bestaande verspreidingsgegevens, potentieel leefgebied op basis van luchtfoto's en de specifieke locatie van de boorlocaties en open ontgravingen.

Voor het bureauonderzoek is gebruik gemaakt van gegevens uit de Nationale Database Flora en Fauna (NDFF), maar ook andere openbaar beschikbare gegevens van onder andere de Kennisdocumenten BIJ12, Provincie Zeeland, de Natura 2000-beheerplannen, verspreidingsatlassen en soortgericht onderzoek van het Sloebos uit 2019 (Arcadis, 2019). Op deze manier is een redelijk compleet beeld verkregen van de potentiële verspreiding van beschermde soorten. Deze input wordt gebruikt om het veldwerk uit te voeren.

4.1.3 Veldonderzoek

Het veldonderzoek dat in het voorjaar van 2020 en februari 2021 is uitgevoerd ter plaatse van het tracé is nog geldig en relevant voor voorliggende toetsing:

- Het onderzoek dat in 2020 is uitgevoerd heeft zich vooral gericht op de soort(groep)en flora (bij Veerse Gatdam en Borssele), vogels en zoogdieren in het algemeen, rugstreeppad en insecten (met name vlinders).
- In februari 2021 heeft verdiepend onderzoek plaatsgevonden. Er is onderzoek uitgevoerd naar broedvogels en vleermuizen in het te kappen of te verstoren bos en opgaande vegetatie. Er is ook onderzoek uitgevoerd naar de aanwezigheid van beschermde flora nabij de Sloekreek.

Voor Net op zee Nederwiek 1 is aanvullend onderzoek uitgevoerd. In augustus en september 2022 is soortgericht onderzoek uitgevoerd naar de rugstreeppad. In september 2022 is aanvullend veldonderzoek uitgevoerd ter plaatse van converterstation van Net op zee Nederwiek 1 en de Zeedijk van Jacobapolder, dat zich richtte op de soortgroepen flora (met name glad biggenkruid), vogels, zoogdieren in het algemeen en insecten.

De uitgevoerde soortenonderzoeken bieden afdoende informatie voor de effectbepaling en ontheffingsaanvraag in het kader van het MER en het inpassingsplan. Specifieke informatie over standplaatsen van beschermde flora of leefgebieden van beschermde fauna, alsmede aantallen en locaties van verblijfplaatsen zijn via veldonderzoeken verkregen en opgenomen in de betreffende stukken voor het MER en het inpassingsplan. Voor de daadwerkelijke ingreep (de uitvoeringsperiode) zal een actualiserende en completerende soorteninventarisatie nodig zijn. Dit vanwege het tijdsverloop en de daarmee gepaard gaande natuurlijke ontwikkelingen. Tegen die tijd zullen ook een definitief uitvoeringsontwerp en werkplanning beschikbaar zijn, waarmee een gedetailleerd activiteitenplan bij de ontheffingsaanvraag kan worden gevoegd.

4.2 Beschermde soorten op zee en het Veerse Meer

4.2.1 Vogels

Aan de Nederlandse kust en op het Nederlandse deel van de Noordzee komen diverse soorten (zee)vogels voor. Elk jaar verzorgt Rijkswaterstaat een telling van zeevogels op het Nederlandse deel van de Noordzee. Tabel 3 laat de resultaten zien van de tellingen van 2021-2022. Daarnaast komen er ook veel verschillende soorten vogels langs de kust voor die gebruik maken van de zee, ook deze vogels worden in dit hoofdstuk beschreven. Er wordt hierbij in de soortbeschrijvingen ook ingegaan op de broedlocaties van de vogels.

Het Veerse Meer vervult vooral een belangrijke rol als overwinter- en doortrekplaat voor tal van vogelsoorten. Dit omvat diverse soorten grondel- en duikeenden, ganzen en zwanen, steltlopers en zichtjagende viseters. In het broedseizoen kunnen diverse soorten (water)vogels tot broeden komen langs de oevers van het Veerse Meer en op de eilandjes.

In de volgende subparagrafen wordt per soortgroep een korte beschrijving gegeven met enkele voorbeelden voor de talrijkste soorten of voor soorten waarvoor het studiegebied van bijzonder belang is.

Tabel 3 Soorten en aantallen vogels tijdens zes monitoringsvluchten in 2021-2022 op het totale Nederlands Continentaal Plat (NCP) (van Bemmelen et al., 2022).

Soort		**Aantal waarnemingen**	**Aantal individuen**	**Gemiddelde groepsgrootte**	**Maximale groepsgrootte**
Species		*Number of observations*	*Number of individuals*	*Average group size*	*Maximum group size*
aalscholver	*Phalacrocorax carbo*	250	1,212	4.8	504
alk	*Alca torda*	1,348	3,496	2.6	26
alk/zeekoet	*Alca/Uria*	115	242	2.1	15
kleine alk	*Alle alle*	4	11	2.8	5
papegaaiduiker	*Fratercula arctica*	12	15	1.2	2
zeekoet	*Uria aalge*	5,904	12,434	2.1	40
duiker spec	*Gavia sp.*	7	7	1.0	1
ijsduiker	*Gavia immer*	1	1	1.0	1
parelduiker	*Gavia arctica*	2	2	1.0	1
roodkeelduiker	*Gavia stellata*	467	672	1.4	10
bergeend	*Tadorna tadorna*	2	5	2.5	3
brilduiker	*Bucephala clangula*	2	12	6.0	9
eend spec.	*Anatidae*	1	9	9.0	9
eider	*Somateria mollissima*	71	1,262	17.8	210
grote zee-eend	*Melanitta fusca*	6	18	3.0	7
ijseend	*Clangula hyemalis*	1	9	9.0	9
middelste zaagbek	*Mergus serrator*	13	59	4.5	12
slobeend	*Anas clypeata*	2	6	3.0	5
smient	*Anas penelope*	1	2	2.0	2
topper	*Aythya marila*	1	1	1.0	1
wilde eend	*Anas platyrhynchos*	3	15	5.0	8
zomertaling	*Anas querquedula*	1	6	6.0	6
zwarte zee-eend	*Melanitta nigra*	524	33,492	63.9	11,100
fuut	*Podiceps cristatus*	88	705	8.0	90
grauwe gans	*Anser anser*	3	18	6.0	12
rotgans	*Branta bernicla*	4	53	13.2	40
grote jager	*Stercorarius skua*	25	26	1.0	2
kleine jager	*Stercorarius parasiticus*	4	4	1.0	1
middelste jager	*Stercorarius pomarinus*	3	3	1.0	1
jan van gent	*Morus bassanus*	1,030	2,350	2.3	250
drieteenmeeuw	*Rissa tridactyla*	2,833	5,488	1.9	200
dwergmeeuw	*Hydrocoleus minutus*	470	4,136	8.8	500
geelpootmeeuw	*Larus michahellis*	1	1	1.0	1
grote burgemeester	*Larus hyperboreus*	2	2	1.0	1
grote mantelmeeuw	*Larus marinus*	421	1,373	3.3	100
grote meeuw spec.		22	5,243	238.3	2,000
kleine mantelmeeuw	*Larus fuscus*	1,474	13,168	8.9	1,000
kleine meeuw spec.		3	6	2.0	4
kokmeeuw	*Chroicocephalus ridibundus*	173	426	2.5	50

Soort *Species*		Aantal waarnemingen *Number of observations*	Aantal individuen *Number of individuals*	Gemiddelde groepsgrootte *Average group size*	Maximale groepsgrootte *Maximum group size*
mantelmeeuw spec.		1	2	2.0	2
meeuw spec	*Laridae*	16	1,375	85.9	300
pontische meeuw	*Larus cachinnans*	1	1	1.0	1
stormmeeuw	*Larus canus*	594	2,806	4.7	300
vorkstaartmeeuw	*Xema sabini*	1	1	1.0	1
zilvermeeuw	*Larus argentatus*	1,186	8,267	7.0	1,500
zwartkopmeeuw	*Larus melanocephalus*	1	2	2.0	2
blauwe reiger	*Ardea cinerea*	1	1	1.0	1
grote zilverreiger	*Casmerodius albus*	5	32	6.4	20
bruine kiekendief	*Circus aeruginosus*	2	2	1.0	1
slechtvalk	*Falco peregrinus*	1	1	1.0	1
bonte strandloper	*Calidris alpina*	4	24	6.0	12
drieteenstrandloper	*Calidris alba*	1	2	2.0	2
groenpootruiter	*Tringa nebularia*	1	1	1.0	1
rosse grutto	*Limosa lapponica*	2	7	3.5	5
scholekster	*Haematopus ostralegus*	3	23	7.7	20
steltloper spec	*Limicolae*	1	2	2.0	2
tureluur	*Tringa totanus*	1	1	1.0	1
dwergstern	*Sternula albifrons*	4	4	1.0	1
grote stern	*Thalasseus sandvicensis*	1,036	2,130	2.1	100
noordse stern	*Sterna paradisaea*	70	130	1.9	6
visdief	*Sterna hirundo*	1,424	5,036	3.5	150
visdief/noordse stern		7	7	1.0	1
zwarte stern	*Chlidonias niger*	36	64	1.8	6
grauwe pijlstormvogel	*Puffinus griseus*	2	2	1.0	1
noordse pijlstormvogel	*Puffinus puffinus*	2	7	3.5	6
noordse stormvogel	*Fulmarus glacialis*	722	1,208	1.7	30
velduil	*Asio flammeus*	1	1	1.0	1
graspieper	*Anthus pratensis*	1	1	1.0	1
grote zangvogel spec		1	12	12.0	12
kleine zangvogel spec		1	7	7.0	7
kramsvogel	*Turdus pilaris*	1	1	1.0	1
postduif	*Columba livia domestica*	1	1	1.0	1
spreeuw	*Sturnus vulgaris*	4	36	9.0	15
veldleeuwerik	*Alauda arvensis*	5	43	8.6	20
knobbelzwaan	*Cygnus olor*	1	1	1.0	1

Viseters (vliegend)

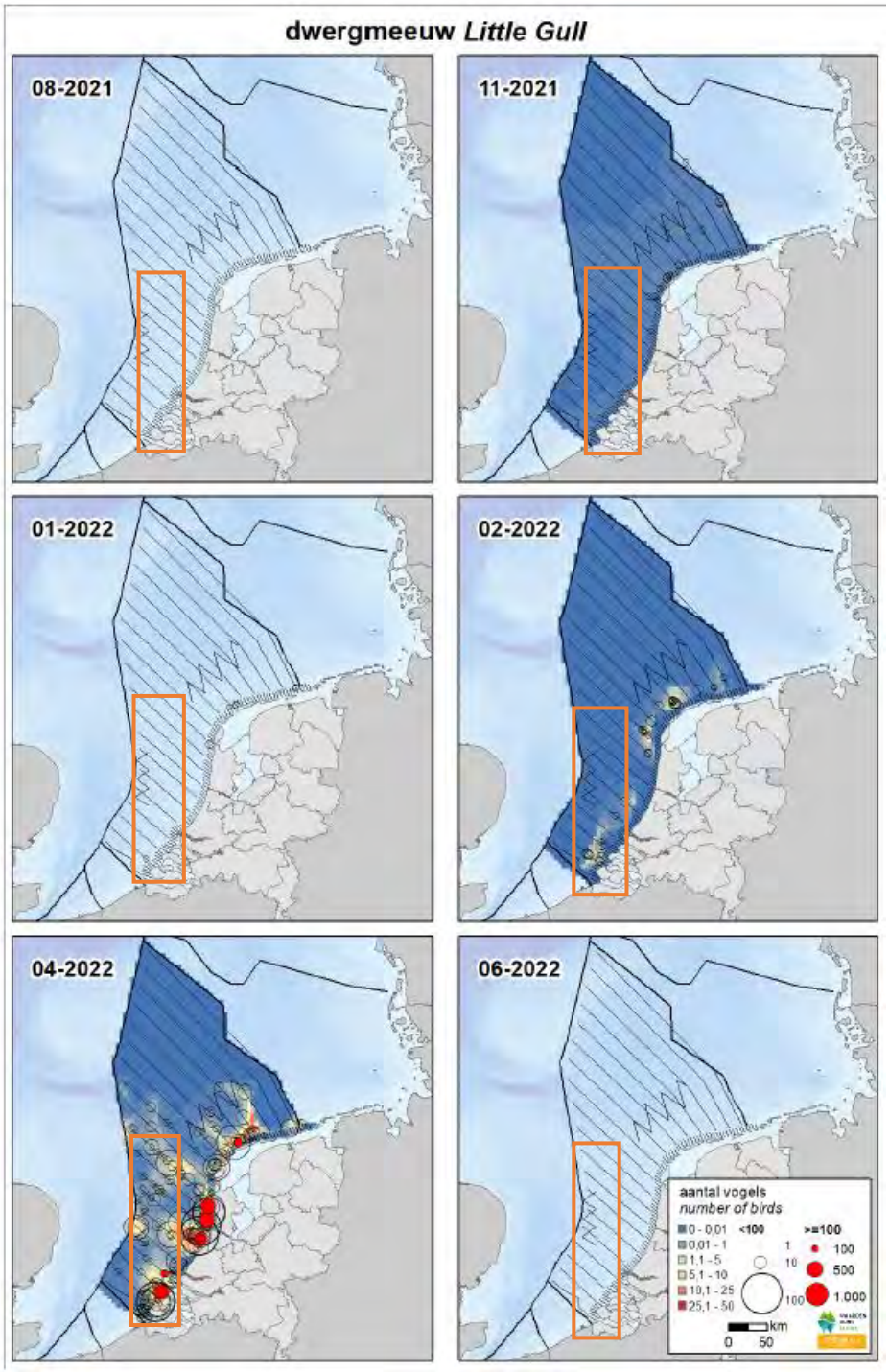
Onder deze soortgroep vallen de soorten: Jan-van-gent, noordse stern, visdief, grote stern, grote jager, noordse stormvogel, grote mantelmeeuw, dwergmeeuw, drieteenmeeuw, kleine mantelmeeuw, stormmeeuw, zilvermeeuw en dwergmeeuw. Vliegende viseters foerageren op vis door vanuit de lucht duikvluchten te maken. Soms pakken ze ook kreeftachtigen en andere ongewervelden die zij tegenkomen. De meeste soorten beperken zich tot prooivis die dicht bij het

wateroppervlak zwemt. De jan-van-gent jaagt echter tot 25 meter diep. Voor vliegende viseters is voldoende doorzicht van het water belangrijk. De verschillende soorten meeuwen zijn naast viseters ook opportunisten, dit wordt apart beschreven in de volgende paragraaf. Sterns en meeuwen hebben relatief lage verstoringsafstanden (grote mantelmeeuw en grote stern bijvoorbeeld 250 meter als niet-broedvogel, Krijgsveld et al., 2022), ze zijn dus relatief weinig verstoringsgevoelig.

Dwergmeeuw
De dwergmeeuw (*Hydrocoloeus minutus*) is een kleine meeuwsoort. Tijdens de trek van het voorjaar 2021 werd het aantal exemplaren op het Nederlands Continentaal Plat (NCP) geschat op 95.900 (Fijn et al., 2022). Dit is een aanzienlijk deel van de totale Europese broedpopulatie (72.000-174.0000 exemplaren) dat tweemaal per jaar door de Noordzee trekt.

De dwergmeeuw komt met name voor in de trektijd (oktober/november en april) in een brede strook evenwijdig aan de kust, Figuur 4-1 (Fijn et al., 2022). In augustus en juni zijn geen dwergmeeuwen waargenomen op het NCP. Op de Bruine Bank zijn alleen in november en april rond de honderd dwergmeeuwen aangetroffen. Uit trendanalyses van het CBS op basis van de MWTL-data blijkt dat de aflopen 12 jaar de trend in aantallen dwergmeeuwen op de Nederlandse Noordzee stabiel is.

De dwergmeeuw komt sporadisch voor in het plangebied, en gebruikt het als trekgebied tijdens de wintermaanden richting hun overwinteringsplaats in het zuiden van Europa. Hierdoor wordt het plangebied niet als essentieel beschouwd voor de landelijke staat van instandhouding van de dwergmeeuw.



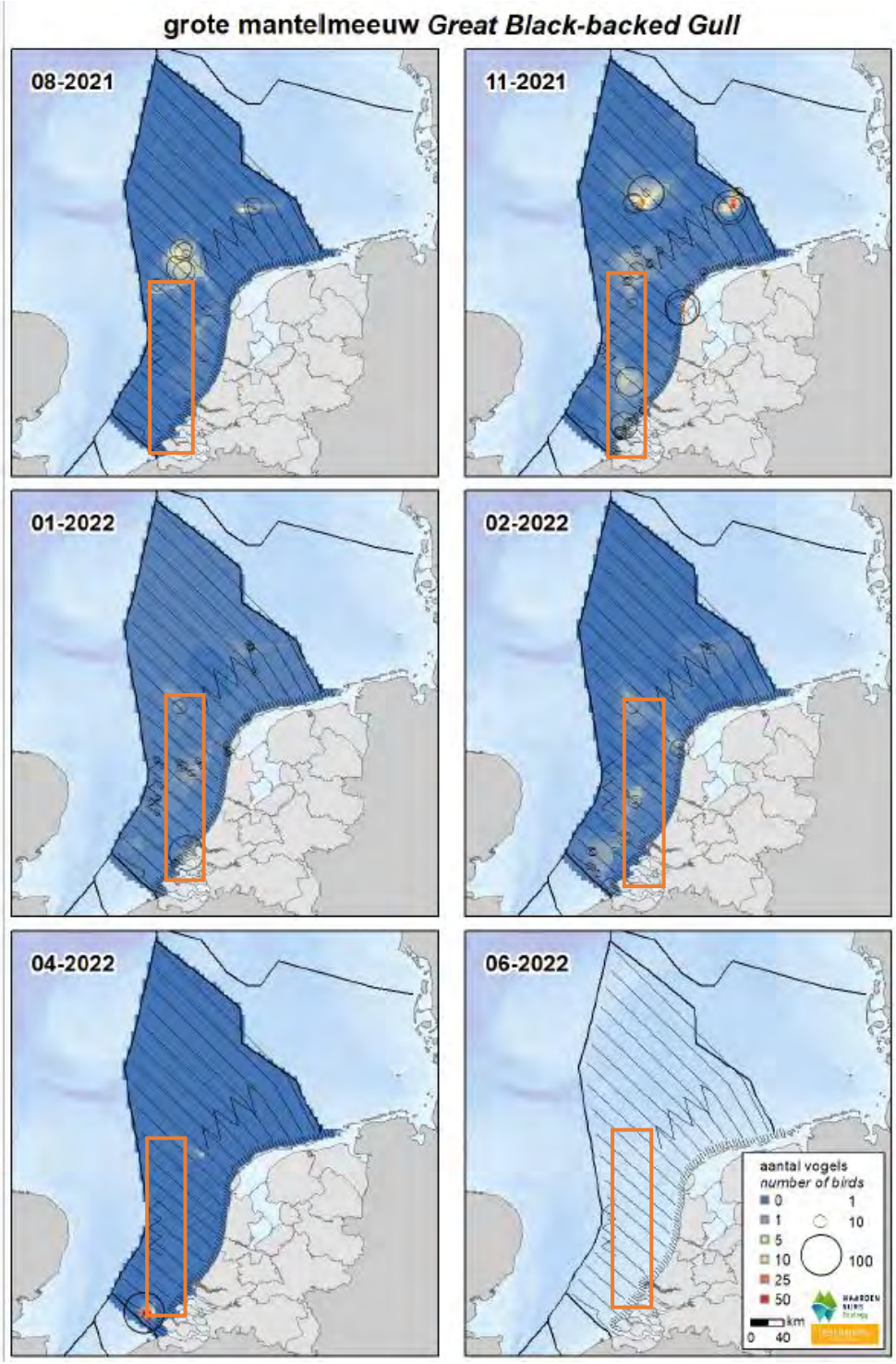
Figuur 4-1 Verspreiding van de dwergmeeuw op het NCP in het seizoen 2021/2022 (van Bemmelen et al., 2022). Het oranje kader geeft het studiegebied weer.

Grote mantelmeeuw

De grote mantelmeeuw is de grootste meeuwensoort van Nederland. In alle tellingen zijn grote mantelmeeuwen gezien, met de hoogste aantallen in november: ca. 26.000 exemplaren op het NCP buiten de kustzone (tabel 45) en ca. 4.500 exemplaren.

De verspreiding van de grote mantelmeeuw is te zien in Figuur 4-2. De grote mantelmeeuw is een bekende wintergast aan de Nederlandse kust en grote kolonies foerageren op de Bruine Bank. Binnen het plangebied komt de soort geregeld voor maar gebruikt het vooralsnog niet als

broedfunctie, en wordt het plangebied als niet essentieel gezien voor de landelijke staat van instandhouding van de grote mantelmeeuw.

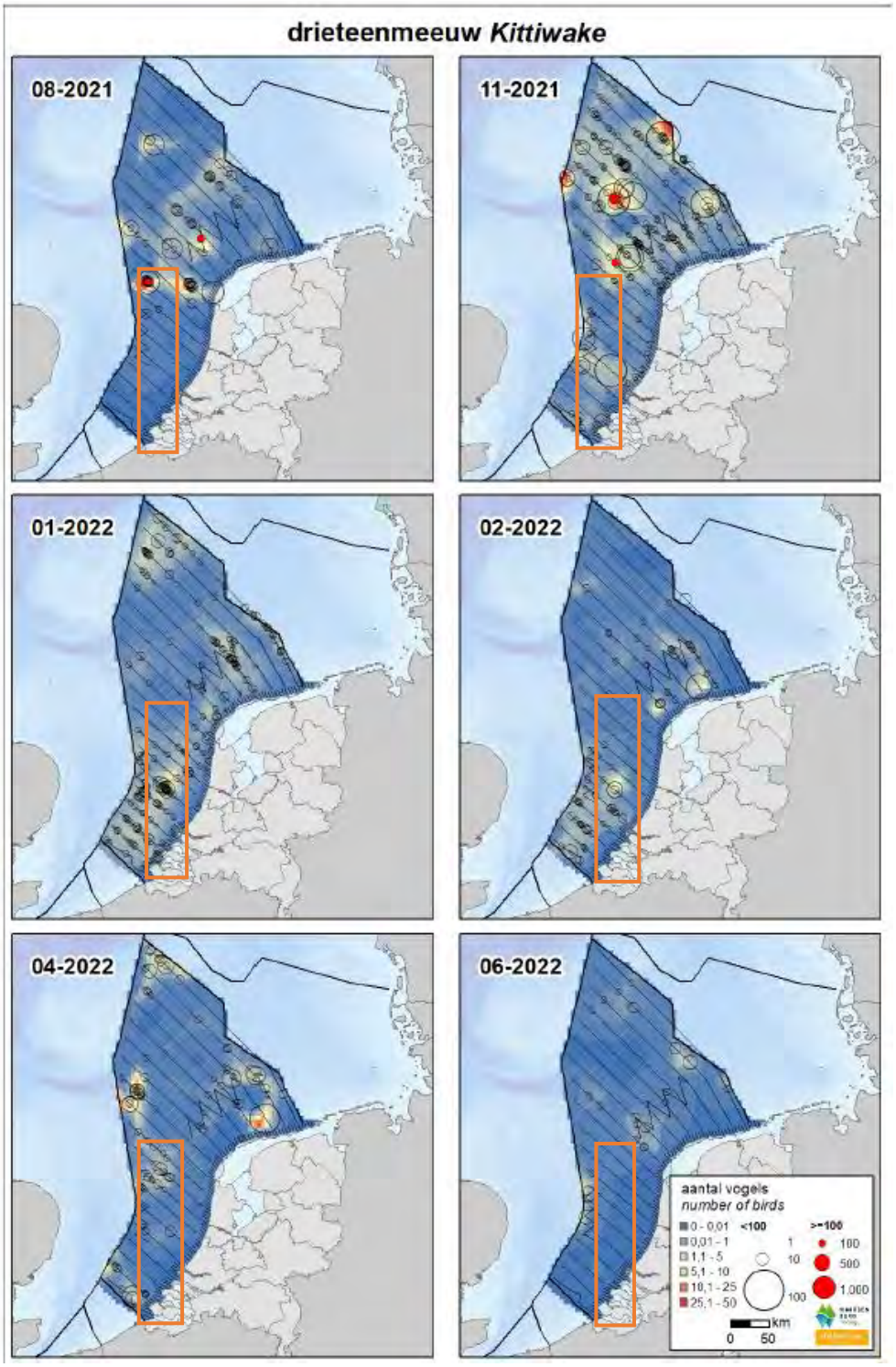


Figuur 4-2 Verspreiding van de grote mantelmeeuw op het NCP in het seizoen 2021/2022 (van Bemmelen et al., 2022). Het oranje kader geeft het studiegebied weer.

Opportunisten
Onder deze soortgroep vallen de soorten: noordse stormvogel, stormmeeuw, grote jager, grote mantelmeeuw, kleine mantelmeeuw, drieteenmeeuw en zilvermeeuw. Opportunisten eten vrijwel alles wat ze relatief eenvoudig te pakken kunnen krijgen, ze hebben daardoor veelzijdige manieren van voedsel zoeken en een gevarieerd dieet. Op zee en rond de kust wordt veel vis gegeten. De vis kan zelf zijn gevangen, maar ook zijn gestolen van andere vogels (zoals jan-van-genten en alken) of afkomstig zijn van vissersschepen. Soms worden eieren en kuikens of andere jonge/kleine dieren geroofd van nesten. Aan de kust worden ook etensresten van menselijke oorsprong gegeten. Sterns en meeuwen hebben relatief lage verstoringsafstanden (grote mantelmeeuw en grote stern bijvoorbeeld 250 meter als niet-broedvogel, Krijgsveld et al., 2022), ze zijn dus relatief weinig verstoringsgevoelig.

Drieteenmeeuw
De drieteenmeeuw (*Rissa tridactyla*) is de meest voorkomende meeuwensoort op het NCP als wintergast (Fijn et al., 2022). In november zijn de meeste drieteenmeeuwen waargenomen op het NCP buiten de kustzone, ca. 145.000 exemplaren. Met name het Friese Front, maar ook de Bruine Bank zijn van belang voor deze soort, zie Figuur 4-3.

De drieteenmeeuw broedt op olieplatformen uit de kust op het NCP (Leopold, 2017). Hij broedt met name op de Noordzee aan de zuidwest kant van het Friese Front. Het leefgebied van de drieteenmeeuw beslaat een groot deel van de NCP en de soort wordt dan ook, gedurende de wintermaanden, veel waargenomen in het plangebied. Omdat dit gebied niet gebruikt wordt als broedfunctie, wordt het plangebied als niet essentieel voor de landelijke staat van instandhouding van de drieteenmeeuw beschouwd.



Figuur 4-3 Verspreiding van de drieteenmeeuw op het NCP in het seizoen 2021/2022 (van Bemmelen et al., 2022). Het oranje kader geeft het studiegebied aan.

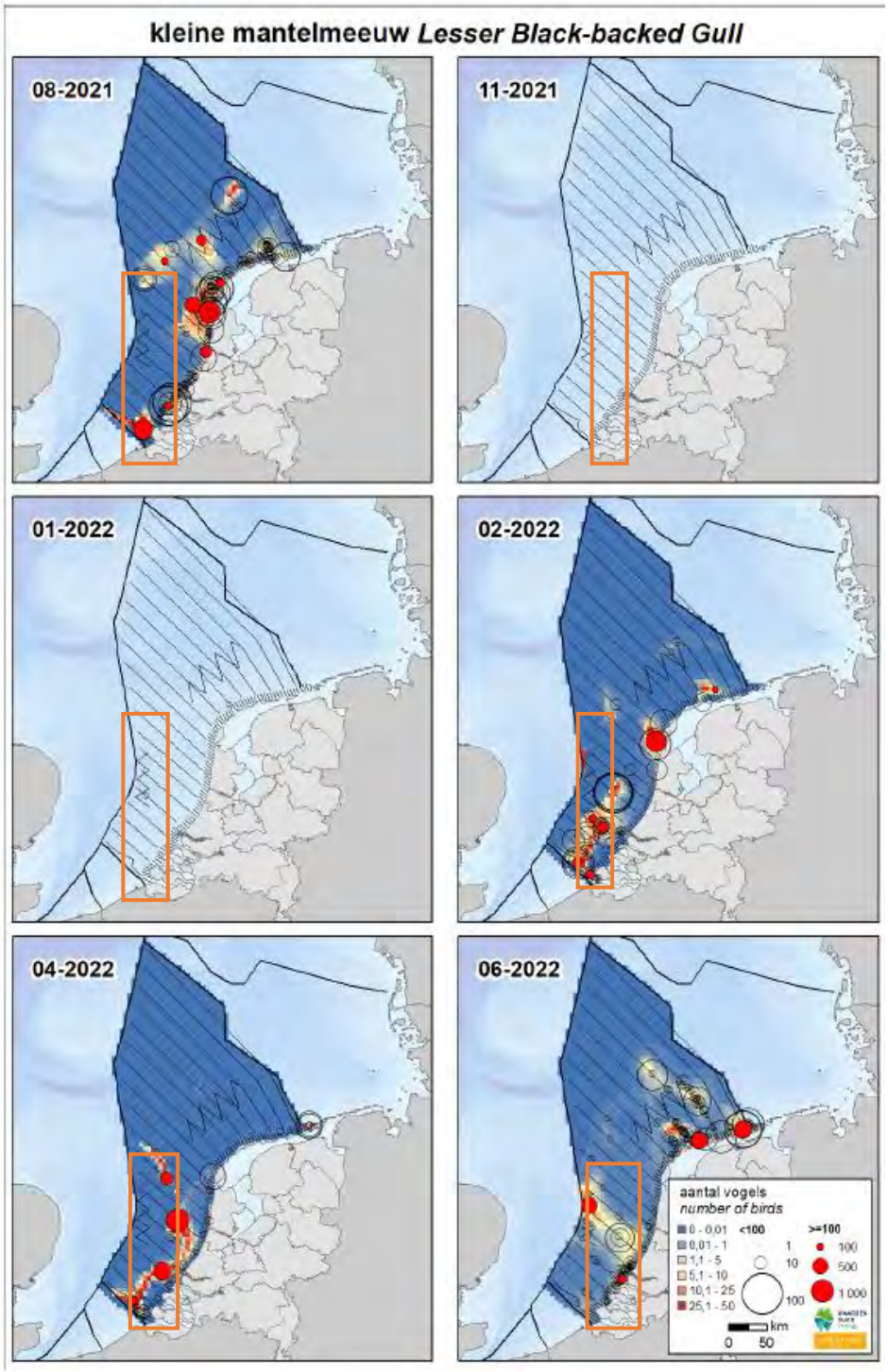
Kleine mantelmeeuw

De kleine mantelmeeuw (*Larus fuscus*) komt in Nederland voor als broedvogel. Het aantal broedparen in Nederland wordt geschat op 80.000-85.00 (Fijn et al., 2022). Hiervan bevinden zich de grootste kolonies in het Deltagebied en op de Waddeneilanden. De kleine mantelmeeuw broedt voornamelijk in kustduinen en op schorren/kwelders (Ministerie van LNV, 2008b). In het najaar trekken de vogels naar het zuiden voor de winter en in februari/maart keren de volwassen vogels

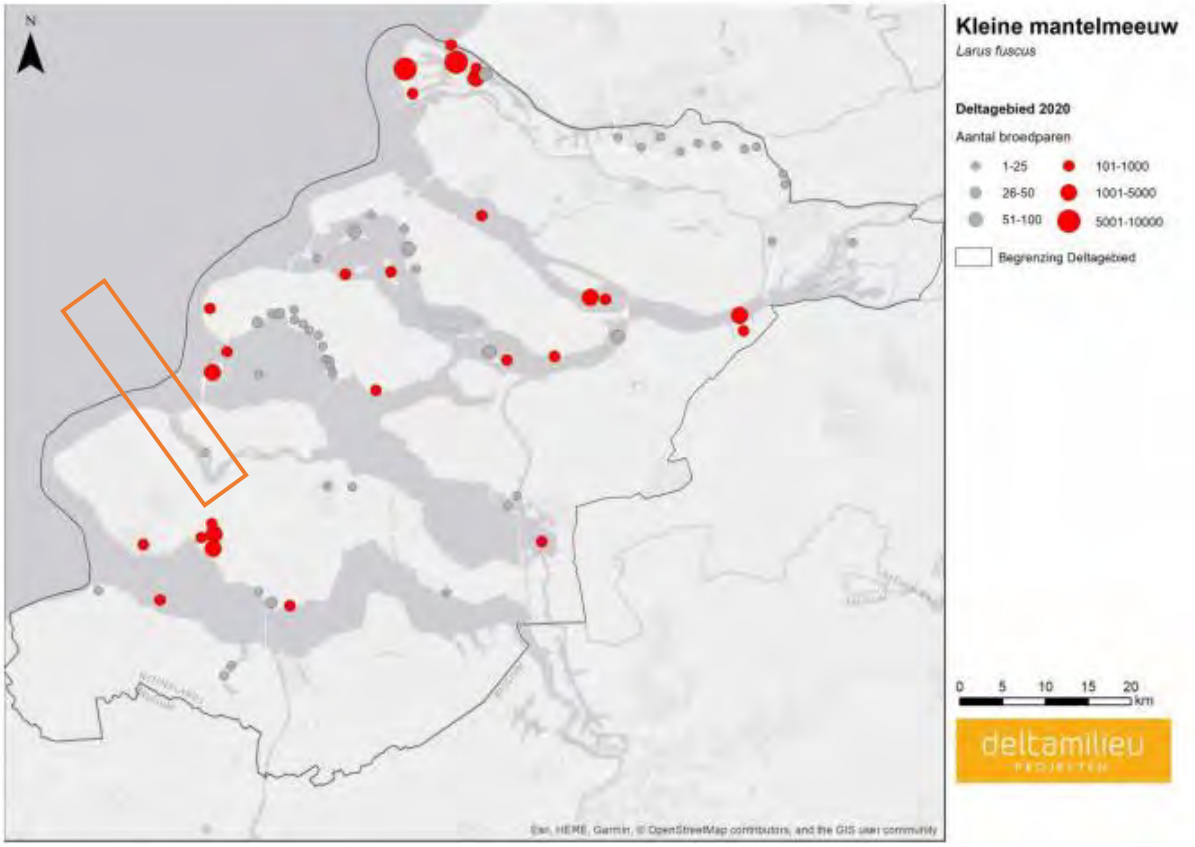
weer terug. De jongen blijven in het overwinteringsgebied tot ze geslachtsrijp zijn (Fijn et al., 2022). Figuur 4-4 laat de verspreiding zien van de kleine mantelmeeuw in 2020-2021. Figuur 4-5 laat de verspreiding van de klein mantelmeeuw langs het tracé aan de kust zien.

Doorgaans worden in augustus de grootste aantallen waargenomen. In 2022 is een piek van vergelijkbare grootte in de februari-telling waargenomen. Deze telling werd in maart uitgevoerd, ten tijde van aankomst van kleine mantelmeeuwen. In totaal werden ca. 95.000 individuen geschat voor het NCP buiten de kustzone, en nog eens 13.000 in de kustzone.

De kustzone is een belangrijk broedgebied voor de kleine mantelmeeuw. Rondom de aanlanding bevinden zich geen broedplaatsen, hierdoor wordt het plangebied als niet essentieel voor de landelijke staat van instandhouding van de kleine mantelmeeuw beschouwd.



Figuur 4-4 Verspreiding van de kleine mantelmeeuw op het NCP in het seizoen 2021/2022 (van Bemmelen et al., 2022). Het oranje kader geeft het studiegebied aan.



Figuur 4-5 Verspreiding kleine mantelmeeuw 2016-2018 in Zuid-Holland en het deltagebied als broedvogel

Viseters (duikend)

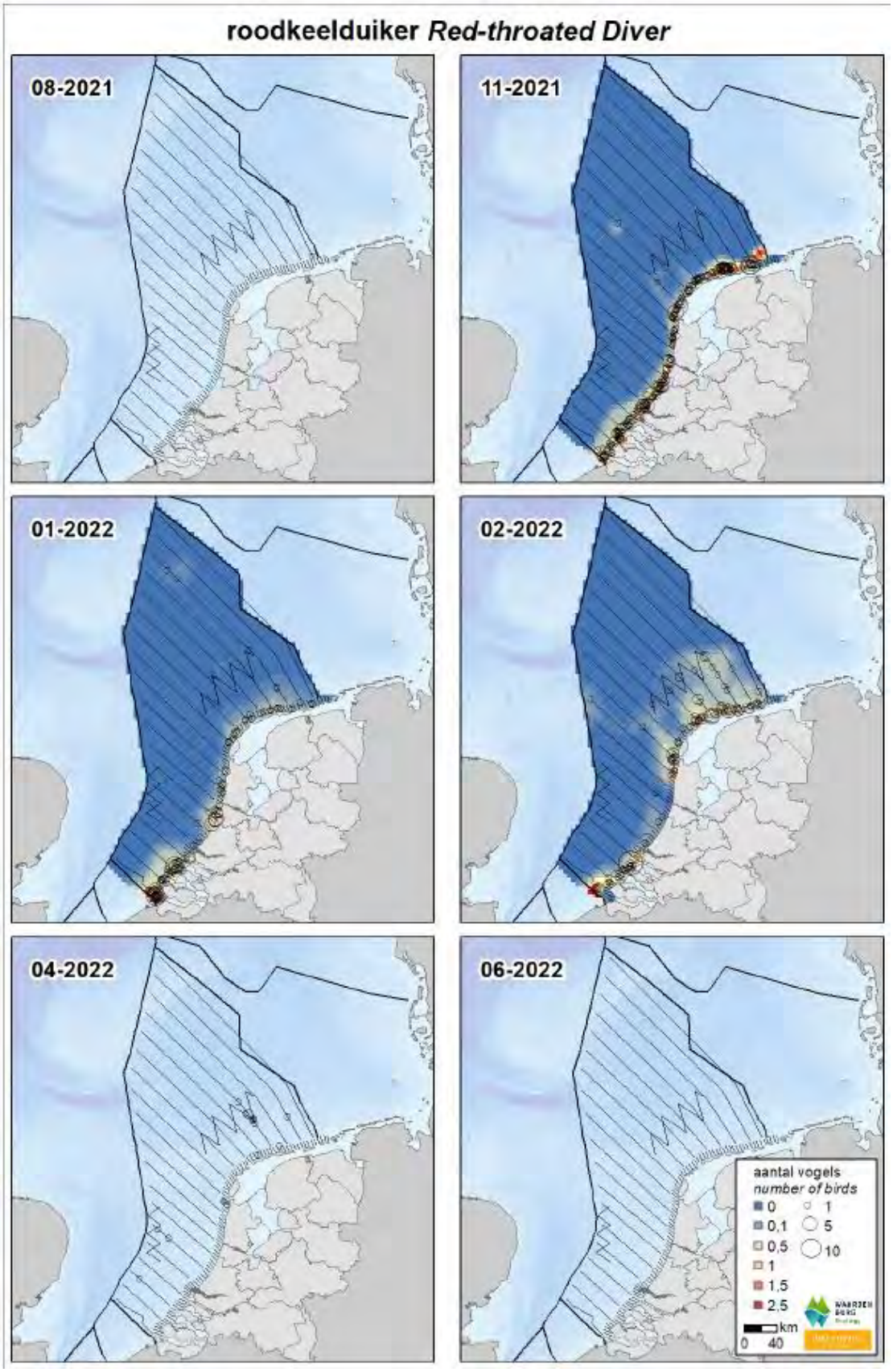
Onder deze soortgroep vallen de soorten: zeekoet, alk, papegaaiduiker, aalscholver, fuut, kuifduiker, middelste zaagbek, parelduiker en roodkeelduiker. Duikende viseters foerageren op vis door vanaf het wateroppervlak te duiken, hierbij kunnen ze grote dieptes bereiken. Soms pakken ze ook kreeftachtigen en andere ongewervelden die zij tegenkomen. De vogels zoeken naar prooidieren terwijl ze zich onder water begeven. Hierbij is doorzicht van het water van enig belang. Voor bijvoorbeeld de fuut is wel vermeld dat het water 'niet zo heel helder hoeft te zijn', doorzicht tot op ca. 4 meter diepte is voldoende (Ministerie van LNV, 2008d). De aalscholver profiteert soms juist zelfs van water met weinig doorzicht. Bij beperkt doorzicht van het water gaan aalscholvers groepsgewijs vissen. Deze manier van foerageren levert per vogel soms meer op dan solitair vissen in helder water (Ministerie van LNV, 2008c). Duikende viseters rusten op open water hebben relatief hoge verstoringsafstanden (roodkeelduiker bijvoorbeeld tot 2.000 m, Krijgsveld et al., 2022), ze kunnen dus zeer verstoringsgevoelig zijn.

Roodkeelduiker

De roodkeelduiker (*Gavia stellata*) is in Nederland een doortrekker en wintergast in vrij kleine tot vrij grote aantallen in de kustwateren van de Noordzee. Voornamelijk tussen oktober en mei is de soort in de Noordzeekust te vinden (Sovon, 2021b). De roodkeelduiker broedt niet in Nederland, maar de overwinterende populatie in Noordwest-Europa wordt geschat op 150.000 – 450.000 exemplaren (Fijn et al., 2022). In de winter foerageren de duikers op vis in ondiepe (<30 meter) kustwateren. De belangrijkste overwinteringsgebieden in de Noordzee bevinden zich in het zuidoosten van de

Noordzee (Fijn et al., 2020a). Op het NCP werden de hoogste aantallen roodkeelduikers vastgesteld in februari met ongeveer 3.500 individuen

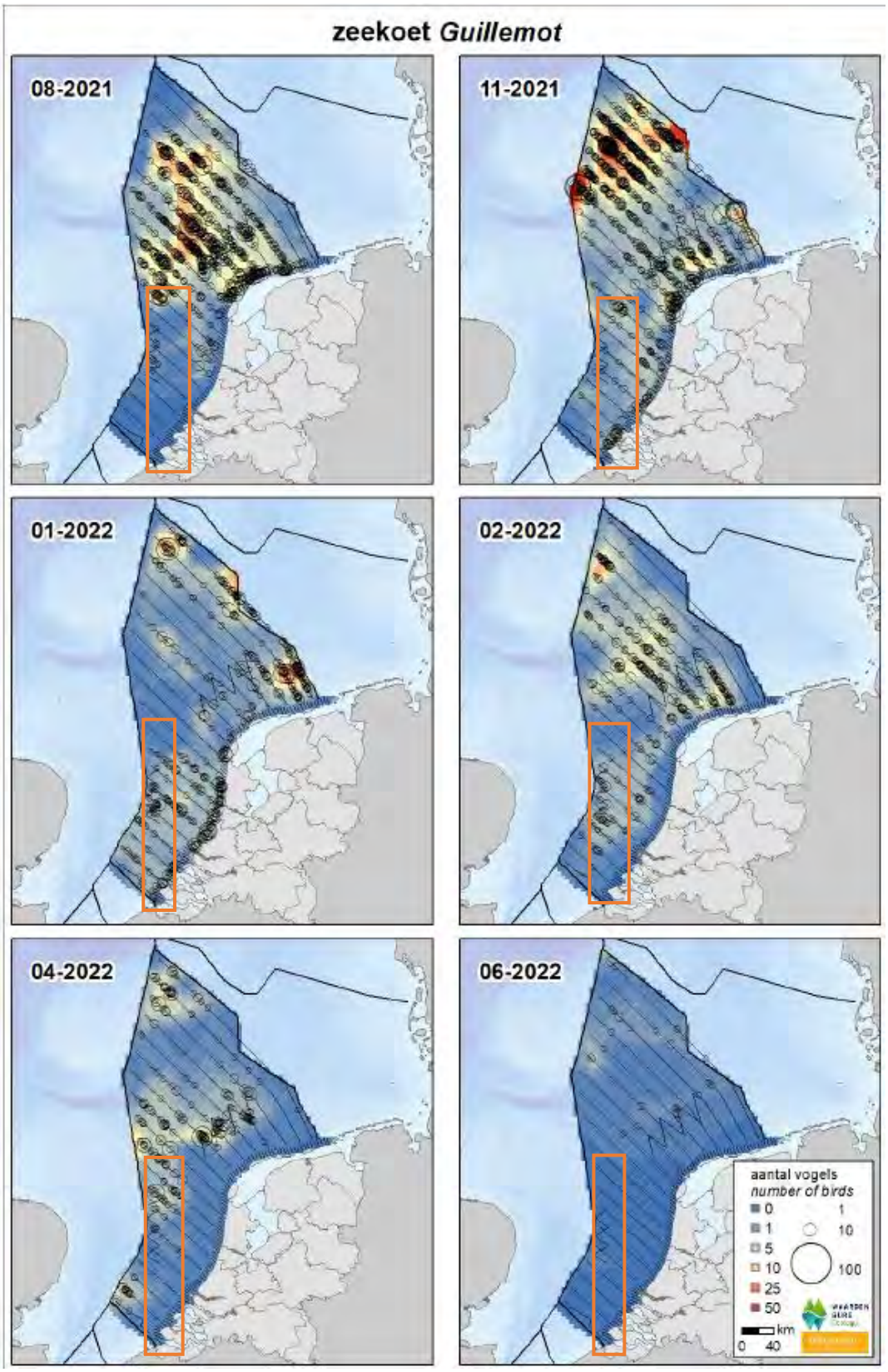
De roodkeelduiker foerageert en rust in de kustzone van de Noordzee, voornamelijk in losse groepsverbanden. In de Voordelta zijn voor de roodkeelduiker Brouwersdam en het Brouwershavensche Gat van groot belang als foerageergebied (Ministerie van Infrastructuur & Milieu & Rijkswaterstaat, 2016). De roodkeelduiker eet enkel vissen zoals kabeljauwachtigen, zeedonderpadden, harnasmannetjes, haring, sprot en zandspiering (Ministerie van LNV, 2008f; Verdaat, 2006). De roodkeelduiker foerageert voornamelijk in het zuidelijke deel van de Voordelta. De soort komt sporadisch in lage aantallen in het plangebied voor en gebruikt het niet als specifieke foerageerfunctie. Hierdoor wordt het plangebied niet als belangrijk beschouwd voor de landelijke staat van instandhouding van de roodkeelduiker.



Figuur 4-6 Verspreiding van de roodkeelduiker op het NCP in het seizoen 2021/2022 (van Bemmelen et al., 2022). Het oranje kader geeft het studiegebied weer.

Zeekoet
De zeekoet (*Uria aalge*) is de talrijkste overwinterende vogel op het Nederlands Continentaal Plat (NCP). In augustus verschijnt de zeekoet op de centrale Noordzee, wanneer de alk nog grotendeels afwezig is. De zeekoet is vooral in het najaar in grote aantallen aanwezig op de Noordzee. Zeekoeten komen over het hele Nederlands Continentaal plat voor (zie Figuur 4-7).
De zeekoet is de talrijkste vogel op het NCP buiten de kustzone. In augustus en november zijn de grootste aantallen geschat, met respectievelijk ca. 290.000 en 363.000 exemplaren. De aantallen in januari-februari zijn ongeveer de helft daarvan: ca. 158.000 en 143.000 exemplaren. In juni is de soort schaars op het NCP. Een beeld van de verspreiding hiervan is te vinden in Figuur 4-7.

Zeekoeten ruien in juli, augustus en de eerste helft van september op de Bruine Bank. Gedurende deze periode kunnen de vogels niet vliegen, waardoor ze bij verstoring niet kunnen vluchten. Van december tot februari ruien ze weer van hun winter naar hun zomerkleed (zie Tabel 4). De zeekoet is het meest kwetsbaarst tijdens de ruiperiode in de zomer, gedurende deze maanden zijn de waarnemingen in het plangebied gering. De zeekoet foerageert in Nederland voornamelijk op de Bruine Bank. De soort komt in kleine tientallen voor binnen het plangebied, en voor de soort heeft het plangebied geen invloed op de landelijke instandhouding van de zeekoet.



Figuur 4-7 Verspreiding van de zeekoet op het NCP in het seizoen 2021/2022 (van Bemmelen et al., 2022). Het oranje kader geeft het studiegebied weer.

Alk

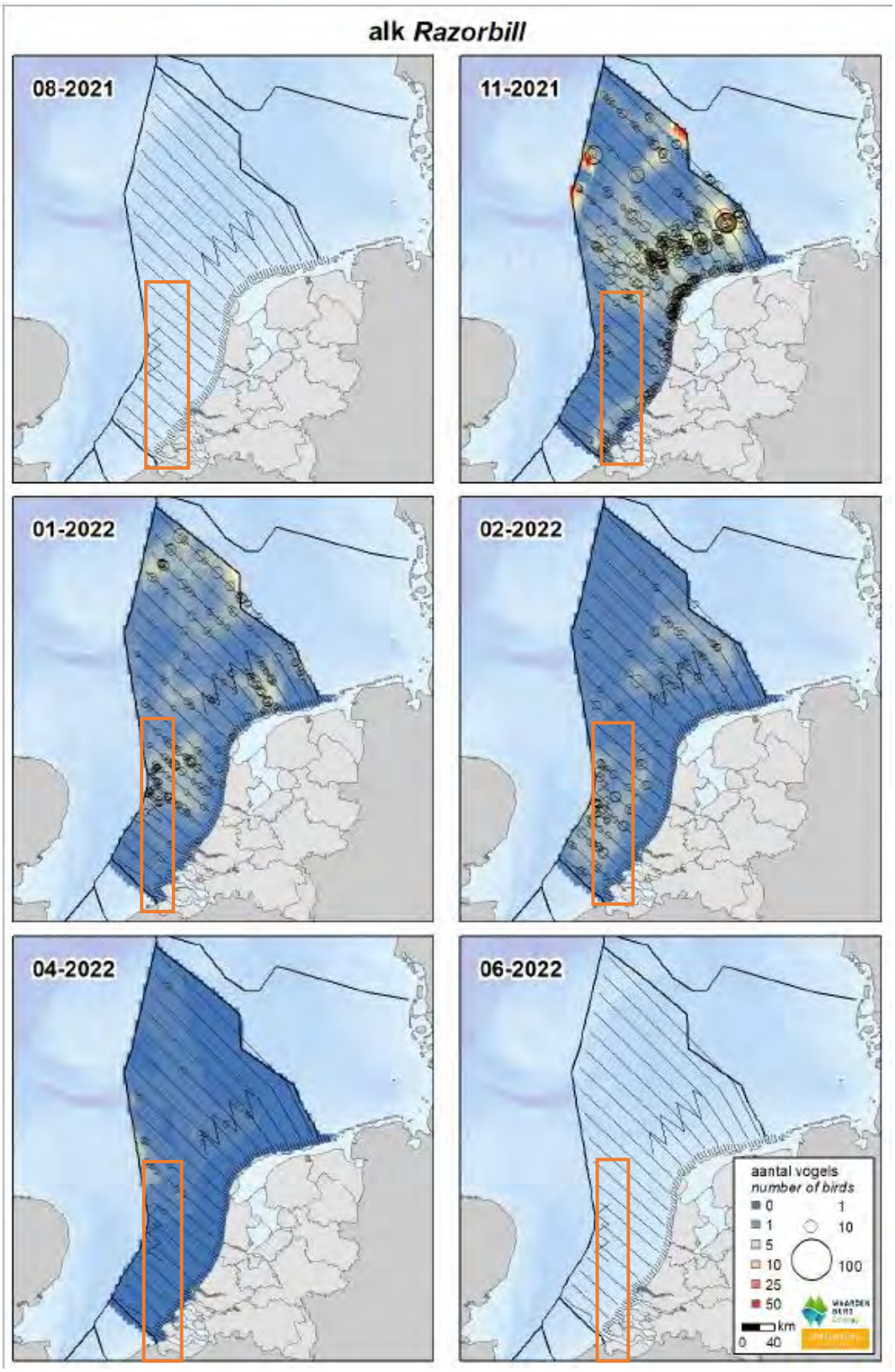
De alk (*Alca torda*) komt vrij algemeen voor op het NCP (zie Figuur 4-8). Vanaf november wordt de alk op de Zuidelijke Noordzee en in de kustzone gezien. In januari en februari komen alken verspreid voor over het NCP met het zwaartepunt vooral in Zuidelijke Noordzee. De grootste aantallen alken zijn in november geschat op ongeveer 167.000 exemplaren op het NCP buiten de kustzone. Ook in de kustzone viel de piek in november, met ca. 16.000 individuen.

Alken ruien van zomerkleed naar winterkleed en van winterkleed naar zomerkleed. De rui naar winterkleed vindt in juli en augustus plaats, echter gebeurt dit niet in Nederlandse wateren (van Bemmelen et al., 2013). De rui naar zomerkleed begint voor het vertrek naar de broedgebieden, voor de alk in januari/maart. Concentraties ruiende alken worden gevonden in het Friese Front en op de Bruine Bank (van Bemmelen et al., 2012). In deze ruiperiode kunnen de alken, net als de zeekoet, hun vliegvermogen verliezen waardoor ze tijdens de aanlegactiviteiten van het tracé en platform lastig kunnen uitwijken en dus extra gevoelig zijn voor de verstoring. Het aantal alken en zeekoeten zijn weergeven in de onderstaande tabellen en figuren, zie Tabel 4.

De Alk komt, net als de zeekoet, in tientallen voor binnen het plangebied maar het grootste deel van de populatie foerageert rond de Bruine Bank. Het plangebied is niet van essentieel belang voor de landelijke instandhouding van de alk.

Tabel 4 Geschatte populatiedichtheid en populatiegrootte van zeekoet en alk tijdens zes monitoringsvluchten in 2021-2022 op de Bruine Bank (van Bemmelen et al., 2022).

Telling	Zeekoet		Alk	
	Dichtheid (km^2)	Populatie	Dichtheid (km^2)	Populatie
Aug	0,348	476	0	0
Nov	1,334	1.822	0,498	668
Jan	5,057	6.908	3,076	4.202
Feb	4,906	6.702	2,316	3.164
Apr	1,245	1.700	0	0
Jun	0,038	52	0	0



Figuur 4-8 Verspreiding van de alk op het NCP in het seizoen 2021/2022 (van Bemmelen et al., 2022). *Het oranje kader geeft het studiegebied weer.*

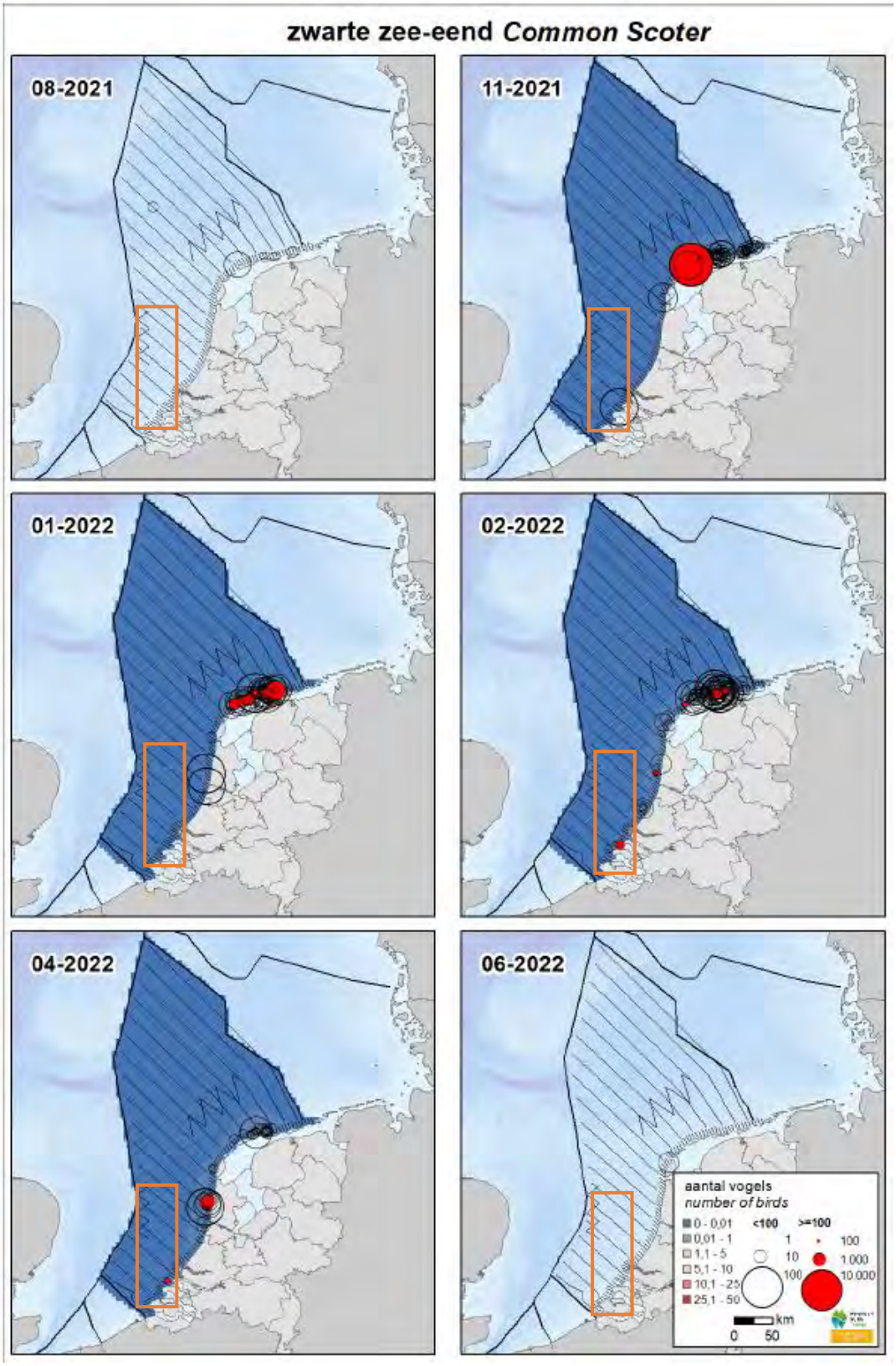
Duikende benthoseters
Onder deze soortgroep vallen de soorten: brilduiker, eider, topper, zwarte zee-eend, dodaars, meerkoet en kuifeend. Duikende benthoseters foerageren door vanaf het wateroppervlak naar de bodem te duiken om daar op tast te zoeken naar schelp- en schaaldieren en andere macrofauna. Afhankelijk van het voedselaanbod worden soms ook kleine vis en zaden gegeten. Duikende benthoseters rusten op open water en hebben relatief hoge verstoringsafstanden (zwarte-zee eend bijvoorbeeld tot 2.000 m, Krijgsveld et al., 2022), ze kunnen dus zeer verstoringsgevoelig zijn.

De duikende benthoseter die met de grootste aantallen waargenomen is in 2020/2021 op het Nederlands Continentaal Plat (NCP) is de zwarte zee-eend.

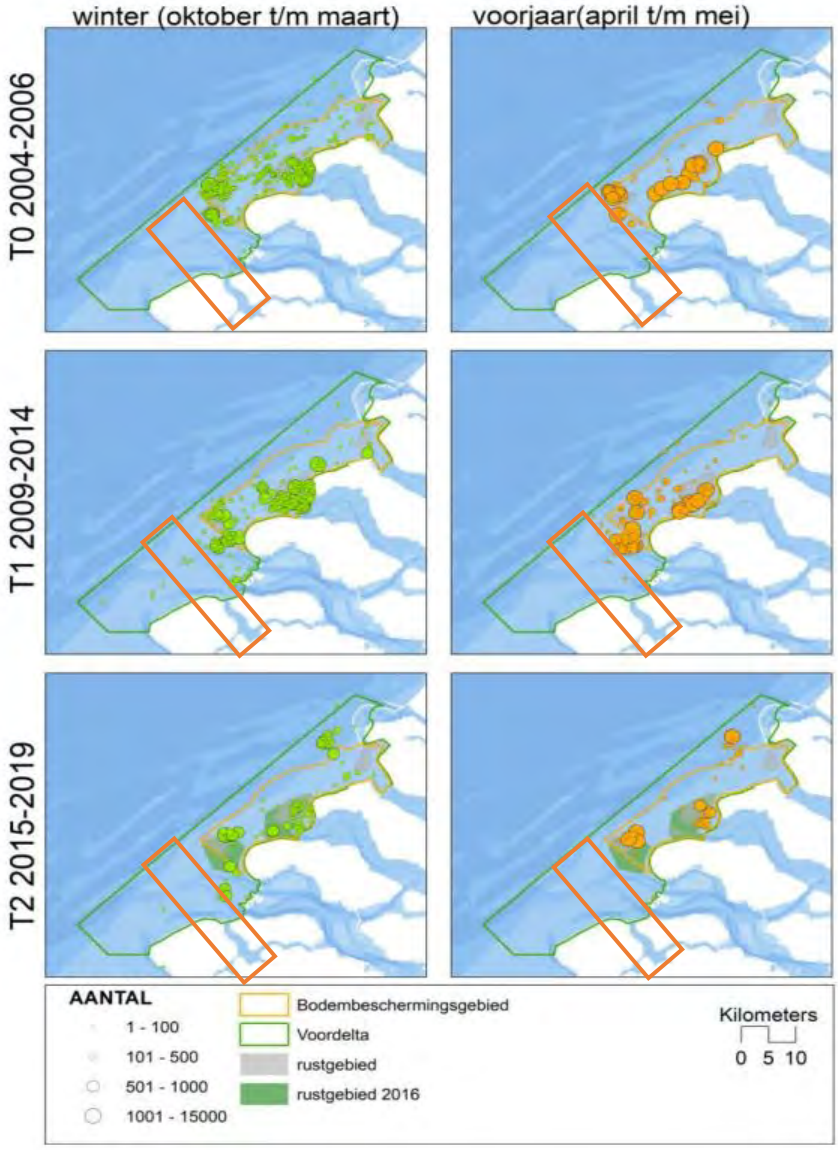
Zwarte zee-eend
De zwarte zee-eend (*Melanitta nigra*) komt het hele jaar voor in Nederland. De soort is afhankelijk van schelpdierbanken als voedselvoorziening en is in de afgelopen 25 jaar flink achteruitgegaan in aantallen (Arts et al., 2016). In recente jaren waren er incidenteel in de Voordelta wel grote aantallen zwarte zee-eenden aanwezig (Hoekstein, Arts, Lilipaly, van Straalen, et al., 2020). Zo werd er in april 2018 een groep van 12.500 zee-eenden waargenomen voor de kust van Schouwen (Arts et al., 2019). Zoals te zien kunnen zwarte zee-eenden in lage aantallen in de omgeving van het tracé voorkomen (Figuur 4-9 en Figuur 4-10). In Nederland is het een doortrekker: een wintergast in groot aantal en een zomergast in vrij klein aantal. In sommige jaren blijven groepen van enkele honderden tot duizenden zwarte zee-eenden in de zomer in Nederland (Ministerie van LNV, 2008g).

De ruiperiode valt van augustus t/m oktober. Tijdens de rui zijn de dieren extra gevoelig voor verstoring omdat ze hun vliegvermogen verliezen. Buiten de broedtijd wordt de zwarte zee-eend rond onder andere de Hinderplaat in het Voordelta-gebied aangetroffen (Ministerie van LNV, 2008g).

De zwarte zee-eend is een doortrekkende soort die in heel Nederland op zee voorkomt. In het plangebied komt de soort sporadisch, in lage aantallen, voor en gebruikt het niet als specifieke foerageerfunctie. Hierdoor wordt het plangebied niet als essentieel beschouwd voor de landelijke staat van instandhouding van de zwarte zee-eend.



Figuur 4-9 Verspreiding van de zwarte zee-eend op het NCP in seizoen 2021/2022 (van Bemmelen et al., 2022). Het oranje kader geeft het studiegebied weer.



Figuur 4-10 Verspreiding van de zwarte zee-eend in verschillende seizoenen over verschillende jaren in de Voordelta (Prins et al., 2020). Het oranje kader geeft het studiegebied aan.

Reigers en lepelaars

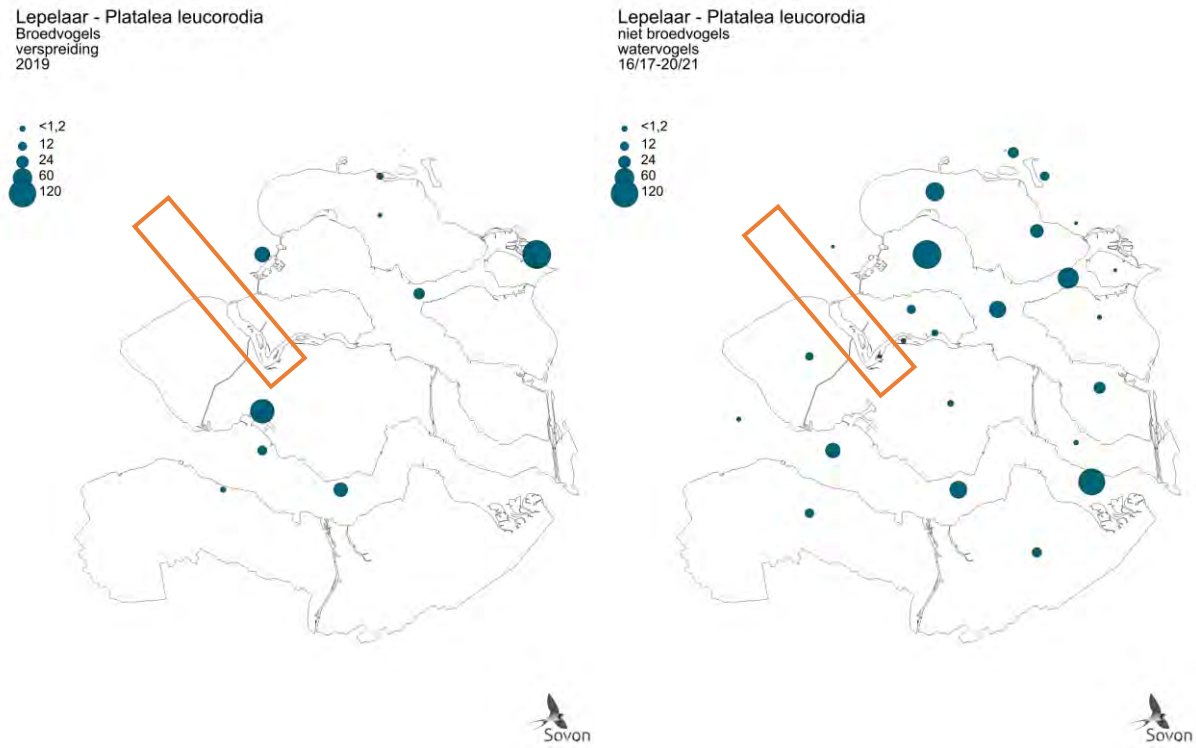
Onder deze soortgroep vallen de soorten: kleine zilverreiger en lepelaar. Reigers en lepelaars foerageren voornamelijk op vis en ongewervelden. Dit doen ze al wadend in ondiep water (zowel zoet als zout), bij voorkeur in beschutte moerasgebieden, langs oevers of in ondiepe geulen en plassen op droogvallende platen in intergetijdengebied. Beide soorten prefereren helder, visrijk water. Lepelaars foerageren vooral op tast, ze 'maaien' met hun snavel door het water en voelen wat er tegen aan komt. De kleine zilverreiger jaagt op zicht, en doet dit ook vanaf de oever. De vogels rusten veelal in groepen, o.a. in de rustig gelegen en beschutte ondiepe wateren of oevers. Reigers en lepelaars hebben middelgrote verstoringsafstanden (kleine zilverreiger tot 500 meter als niet-broedvogel, Krijgsveld et al., 2022), ze zijn dus redelijk verstoringsgevoelig.

Lepelaar

Het merendeel van de populatie niet-broedvogels en broedvogels van lepelaars in Nederland bevindt zich in het Waddengebied en in de Zoute Delta. Sinds de jaren '70 is de broedpopulatie

Nederland van 70 naar rond de 3.000 broedparen gegaan. In Figuur 4-11 wordt de verspreiding van de lepelaar als broedvogel en niet-broedvogel weergegeven. De lepelaar broedt in Nederland van eind maart tot eind juli. In september/oktober trekt de lepelaar weg, om vanaf februari/maart weer terug te keren. Lepelaars waden door ondiep water, zoals op schorren in het deltagebied en vangen met hun snavel zowel zoetwaterprooien als stekelbaars, amfibieën en insecten maar ook zoutwaterprooi als garnaal en jonge platvis.

De lepelaar kan sporadisch voorkomen in het projectgebied. Het projectgebied wordt als niet essentieel gezien voor de landelijke staat van instandhouding van de lepelaar.



Figuur 4-11 Verspreiding van lepelaar als broedvogel (links) en niet-broedvogel (rechts) in het projectgebied in de kustzone.

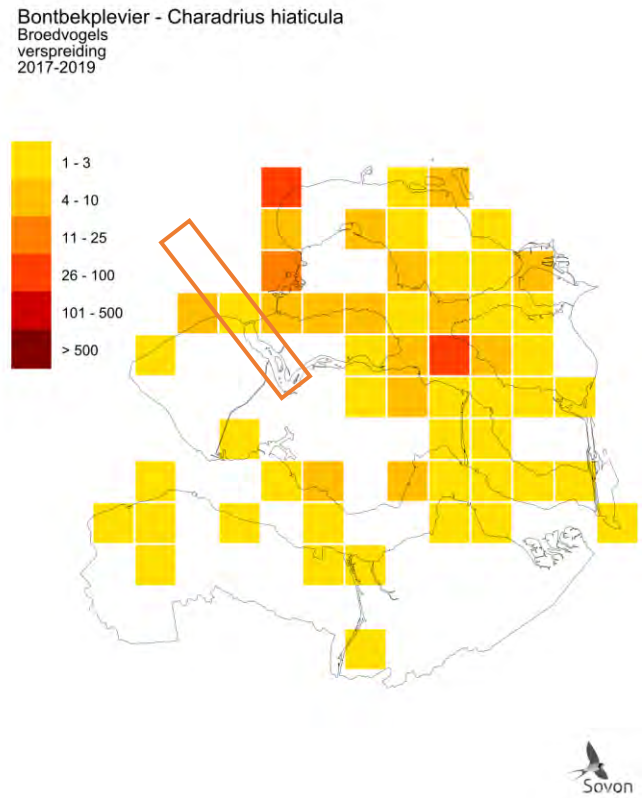
Steltlopers

Onder deze soortgroep vallen de soorten: bontbekplevier, bonte strandloper, drieteenstrandloper, kluut, rosse grutto, scholekster, steenloper, tureluur, wulp, zilverplevier en goudplevier. Steltlopers foerageren voornamelijk in ondiep water, zoals oeverzones, of op droogvallende zand-/slikplaten naar macrofauna (wormen, kleine kreeftachtigen, en ander bodemleven) en soms visjes. Sommige soorten foerageren ook naar wormen in voedselrijke graslanden. Steenloper foerageert als enige uitzondering vrijwel uitsluitend op hard substraat in de oeverzone, zoals dammen en dijken (vandaar zijn naam). Bij hoogtij worden in de omgeving gelegen permanent droog liggende terreinen ook gebruikt als hoogwatervluchtplaats, zoals zandbanken en dijken. Op hoogwatervluchtplaatsen kunnen grote dichtheden steltlopers rusten. De rustende steltlopers hebben hoge verstoringsafstanden (wulp en rosse grutto tot 2.000 meter als niet-broedvogel, Krijgsveld et al., 2022), ze kunnen dus zeer verstoringsgevoelig zijn.

Bontbekplevier
Bontbekplevieren kunnen het hele jaar worden waargenomen, maar zijn in de wintermaanden schaars. Buiten de broedtijd is de bontbekplevier sterk gebonden aan zout water en intergetijdengebieden, voornamelijk in het Wadden- en Deltagebied (Ministerie van LNV, 2008a). Vele duizenden doortrekkers pleisteren in Waddenzee en Deltagebied (zie Figuur 4-12). De voorjaarstrek piekt hier in maart en vooral in mei, wanneer hoog noordelijk broedende vogels ons land passeren. In augustus en september zijn opnieuw grote aantallen aanwezig. In het binnenland is de soort schaars. De landelijk getelde aantallen nemen sinds 1975 geleidelijk toe, wat vooral voor rekening van het Waddengebied komt (Sovon, 2021a). De meeste broedparen bevinden zich in het Wadden – en Deltagebied, zie Figuur 4-13. Langs de Noordzeekustzone komen ook enkele broedvogels voor.

De verspreiding van de botbekplevier als broedvogel concentreert zich op het Waddengebied en het Deltagebied. De bontbekplevier komt in kleine aantallen voor in het plangebied, maar broed vooral ten zuiden van hier, rond het Grevelingenmeer, de Oosterschelde en de Westerschelde. Het plangebied wordt als niet essentieel gezien voor de landelijke staat van instandhouding van de bontbekplevier.

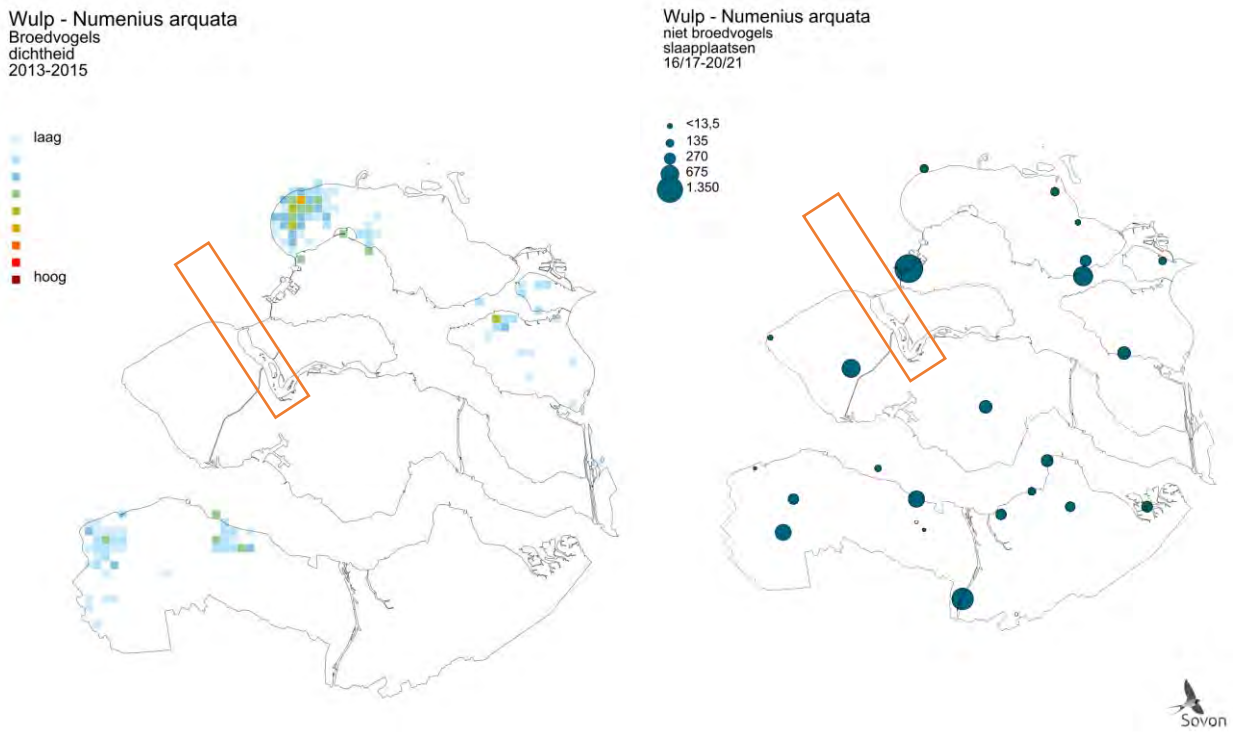
Figuur 4-12 Verspreiding van de bontbekplevier als niet broedvogel in Zuid-Holland in de periode 12/13 - 16/17. Het oranje kader geeft het studiegebied weer waar de aanlanding van het tracé plaats vindt (Sovon, 2021a).



Figuur 4-13 Verspreiding van de bontbekplevier als broedvogel in de periode 2017-2019. Witte vakjes betekenen geen waarnemingen of geen waarnemingen verricht. Het oranje kader geeft het studiegebied weer waar de aanlanding van het tracé plaats vindt (Sovon, 2021a).

Wulp

De Wulp is de grootste steltloper van ons land, met lange poten en een zeer opvallende lange, omlaag gebogen snavel. De wulp eet een breed spectrum aan voedsel, van mollusken en pieren, tot krabben, kleine vis, hagedissen en jonge vogels. In augustus en september zijn er tot 200.000 in Nederland aanwezig, met de nadruk op het Waddengebied en in mindere mate de Delta. De aantallen in de winter zijn wat lager, maar een grote uittocht vindt alleen plaats bij langdurige strenge vorst. Vanaf januari of februari nemen de aantallen weer wat toe, deels door de aankomst van de Nederlandse broedvogels. De verspreiding van wulpen rondom het projectgebied is te zien in Figuur 4-14. Deze soort komt alleen sporadisch voor als niet broedvogel binnen het Veerse Meer.



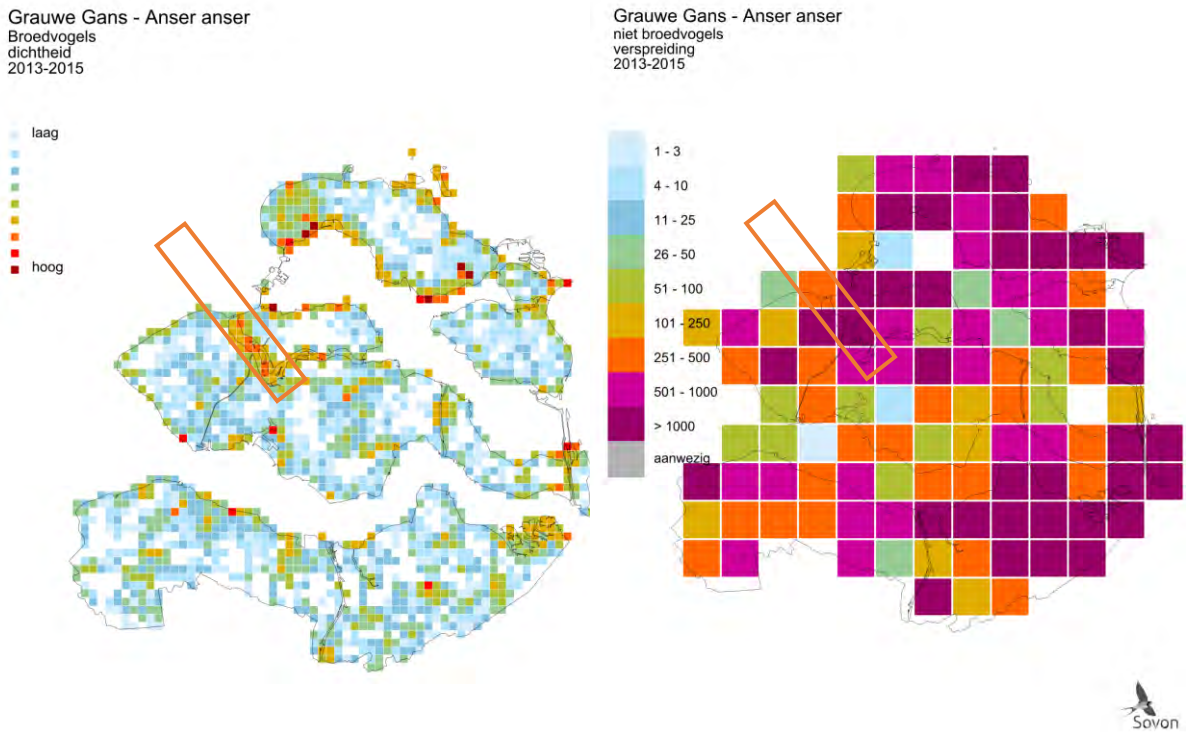
Figuur 4-14 Verspreiding van de wulp als broedvogel (links) en niet-broedvogel (rechts) in Zeeland. Het oranje kader geeft het studiegebied in de kustzone en het Veerse Meer aan (Sovon, 2021c)

Ganzen en zwanen

Onder deze soortgroep vallen de soorten: grauwe gans, kolgans, rotgans, brandgans en kleine zwaan. Ganzen en zwanen eten delen van (water) planten en wieren in ondiep water, oeverzones en kwelders, maar ook in voedselrijke graslanden. Ze rusten op beschutte wateren en oeverzones. Ganzen en zwanen hebben middelgrote verstoringsafstanden (kleine zwaan tot 1.000 meter als niet-broedvogel, Krijgsveld et al., 2022), ze zijn dus redelijk verstoringsgevoelig.

Grauwe gans

De grauwe gans (*Anser* anser) is een inheemse soort die nagenoeg is uitgestorven als gevolg van biotoopvernietiging. In het begin van de jaren 60 is de soort opnieuw uitgezet in Nederland en gezamenlijk met spontane hervestiging in dezelfde periode is er een gemixte populatie ontstaan (Voslamber, 2010). In de periode 2013 – 2015 was de broedpopulatie tussen de 67.000 en 111.000 individuen. Geschatte wintermaxima zijn tussen de 550.000 en 670.000 en de doortrekmaxima tussen de 550.000 en 670.000 (november) (Sovon, 2023).



Figuur 4-15 Verspreiding van de grauwe gans als broedvogel (links) en niet-broedvogel (rechts) in het projectgebied

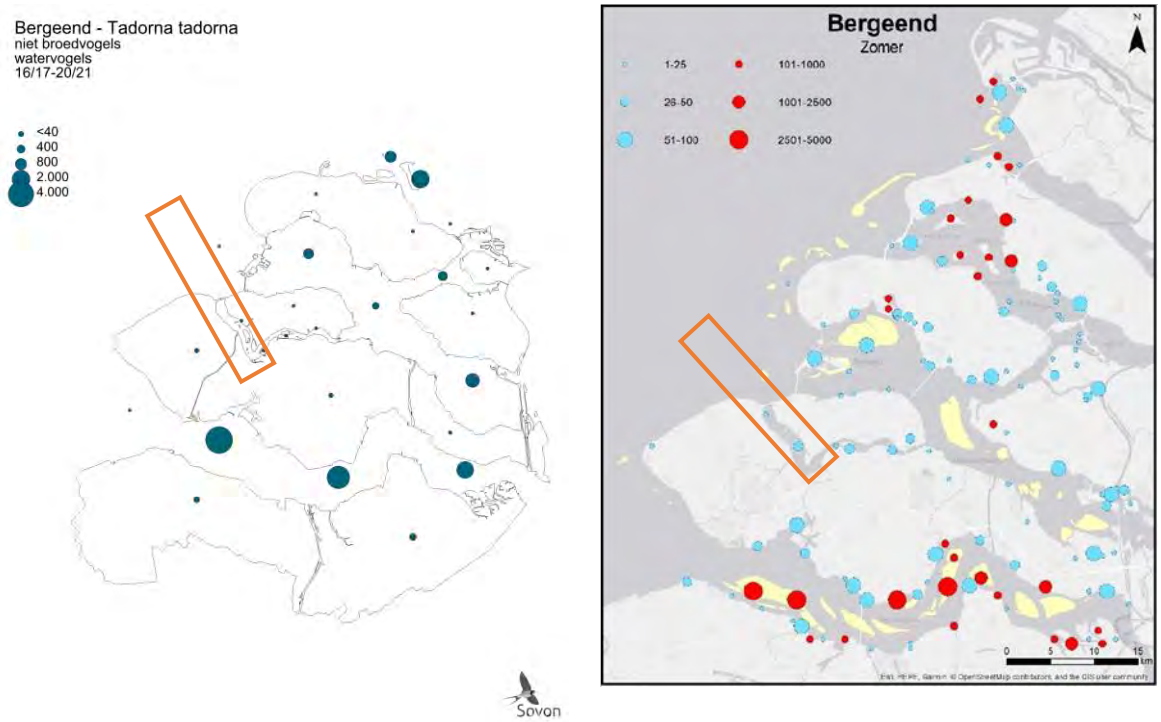
Grondeleenden

Onder deze soortgroep vallen de soorten: bergeend, krakeend, pijlstaart, slobeend, smient, wintertaling en wilde eend. Grondeleenden foerageren vooral naar plantaardig voedsel en kleine macrofauna en zoöplankton aan het wateroppervlak in de oeverzone. Soms wordt ook op land gefoerageerd. Hierbij filteren ze het wateroppervlak en/of dunne sliblagen met hun snavel door middel van 'grondelen'. Ze rusten op beschutte wateren en oeverzones. Grondeleenden hebben middelgrote verstoringsafstanden (bijvoorbeeld pijlstaart tot 500 meter als niet-broedvogel, Krijgsveld et al., 2022), ze zijn dus redelijk verstoringsgevoelig. Bergeenden zijn tijdens de rui echter zeer verstoringsgevoelig en hebben een verstoringsafstand van 1.500 meter.

Bergeend

De bergeend (*Tadorna tadorna*) is een kustbewoner. Hij broedt in holen en voedt zich met (week)diertjes uit zachte slikbodems. De bergeend vertoont zich als broedvogel steeds vaker in het binnenland, langs de grote rivieren en andere slibrijke gebieden. De aantallen zijn het hoogst in het ruiseizoen van juli tot en met september. Tijdens de ruiperiode kunnen de volwassen exemplaren niet vliegen gedurende drie tot vier weken, omdat ze in één keer al hun slagpennen verliezen (Geelhoed & Swaan, 2002). Tijdens deze periode zijn ze erg gevoelig voor verstoring. Ruiplaatsen moeten dus een hoge mate van rust hebben. Hiervoor zoeken bergeenden veilige open zoute wateren op of verblijven ze op, bij laagwater, droogvallende platen. Bij hoogwater zwemmen ze in de omgeving van deze platen (Geelhoed & Swaan, 2002). De verspreiding van de bergeend is te vinden in Figuur 4-16. De verspreiding van deze soort ligt ook binnen het studiegebied en wordt nader beoordeeld.

Ongeveer twee-derde van de Nederland populatie bergeenden komt voor in het Waddengebied, waar ze heen trekken voor de ruiperiode. In plangebied zijn enkele honderdtallen van de bergeend waargenomen, een klein percentage van de Nederlandse populatie die dit gebied gebruikt als foerageerplek. Voor de landelijke staat van instandhouding van de bergeend wordt het plangebied als niet essentieel beschouwd.



Figuur 4-16 Links: verspreiding van de bergeend als niet-broedvogel in Zuid-Holland in de periode 2013 – 2017 (Sovon, 2020b). Rechts: Verspreiding van bergeend in de ruiperiode (zomer) van 2019/2020 in het Delta gebied, waaronder de Maasvlakte (Hoekstein et al., 2022). Het oranje kader geeft het studiegebied weer.

4.2.2 Vleermuizen

Vleermuizen maken net als vogels ook gebruik van het NCP als trek- en foerageergebied. Hier jagen de vleermuizen dan op insecten. Insecten worden aangetrokken door structuren als boten en windturbines. Overdag schuilen vleermuizen op boorplatformen en in windparken. Het gaat om de ruige dwergvleermuis, de rosse vleermuis en de tweekleurige vleermuis. Deze soorten zijn verspreid over de gehele Noordzee (Noordzeeloket, 2017). De aanwezigheid van de ruige dwergvleermuis, rosse vleermuis en tweekleurige vleermuis op zee is sterk seizoensgebonden, wat erop duidt dat de soorten die worden waargenomen aan het migreren zijn (Lagerveld et al., 2017). Tussen 2013 en 2019 heeft ringonderzoek aangetoond dat vleermuizen de Noordzee met succes kunnen oversteken (Bat Conservation Trust, 2020). In het onderzoek van (Lagerveld et al., 2017) werden op offshore locaties zoals platformen de hoogste aantallen vleermuizen waargenomen tijdens de migratieperiode naar de winterverblijven (eind augustus/september). Tijdens migratieperiode in het voorjaar tussen maart en juni, wanneer de vrouwtjes terugkeren om kraamkolonies te vormen werden vleermuizen waargenomen. In juli en begin augustus waren de vleermuizen zeldzaam.

Er komen verschillende vleermuissoorten in de gebieden langs de kust voor. Dit betreft soorten zoals de ruige dwergvleermuis, gewone dwergvleermuis, laatvlieger, grootoorvleermuis, meervleermuis, rosse vleermuis en watervleermuis (Verspreidingsatlas, NDFF). Ze jagen tussen zonsondergang en -

opkomst op verschillende soorten insecten. Hierbij zijn lijnvormige elementen als lanen, bosranden, bomenrijen, houtwallen en oeverbegroeiing van belang als oriëntatielijnen tijdens het vliegen tussen verblijfplaats en jachtgebied. Vleermuissoorten hebben verschillende zomer en winterverblijven. De afstanden die vleermuizen afleggen tussen de zomer en winterverblijven zijn soort afhankelijk. Zo gelden laatvliegers als zogenaamde standvleermuizen die zich vaak verplaatsen over enkele kilometers, hooguit 45 kilometer. Daarentegen zijn er andere vleermuissoorten zoals de tweekleurige vleermuis en de ruige dwergvleermuis die vergelijkbaar met vogels trekgedrag vertonen. De ruige dwergvleermuis trekt vanaf augustus/september uit Midden- en Oost-Europa in zuidwestelijke richting om onder andere in Nederland te overwinteren. In het voorjaar trekken de vrouwtjes weer terug naar Midden- en Oost-Europa om daar kraamkolonies te vormen en de jongen groot te brengen. De belangrijkste trekroute volgt de kustlijn van de Oost- en Noordzee, zie Figuur 4-17 .

Het plangebied fungeert als migratiezone voor vleermuizen maar bied geen essentieel leef- en rustgebied. Daarmee is het dus niet essentieel voor de landelijke instandhouding van deze soorten.

Figuur 4-17 Belangrijke migratie route van de ruige vleermuis (UNEP/GRID-Arendal, 2011)

4.2.3 Zeezoogdieren

Op het Nederlands Continentaal Plat komen verschillende soorten zeezoogdieren voor. De meest voorkomende soorten zijn de bruinvis, de gewone zeehond en de grijze zeehond. Deze soorten zijn het jaar rond te vinden op het NCP. De overige soorten worden op het eind kort behandeld.

Bruinvis

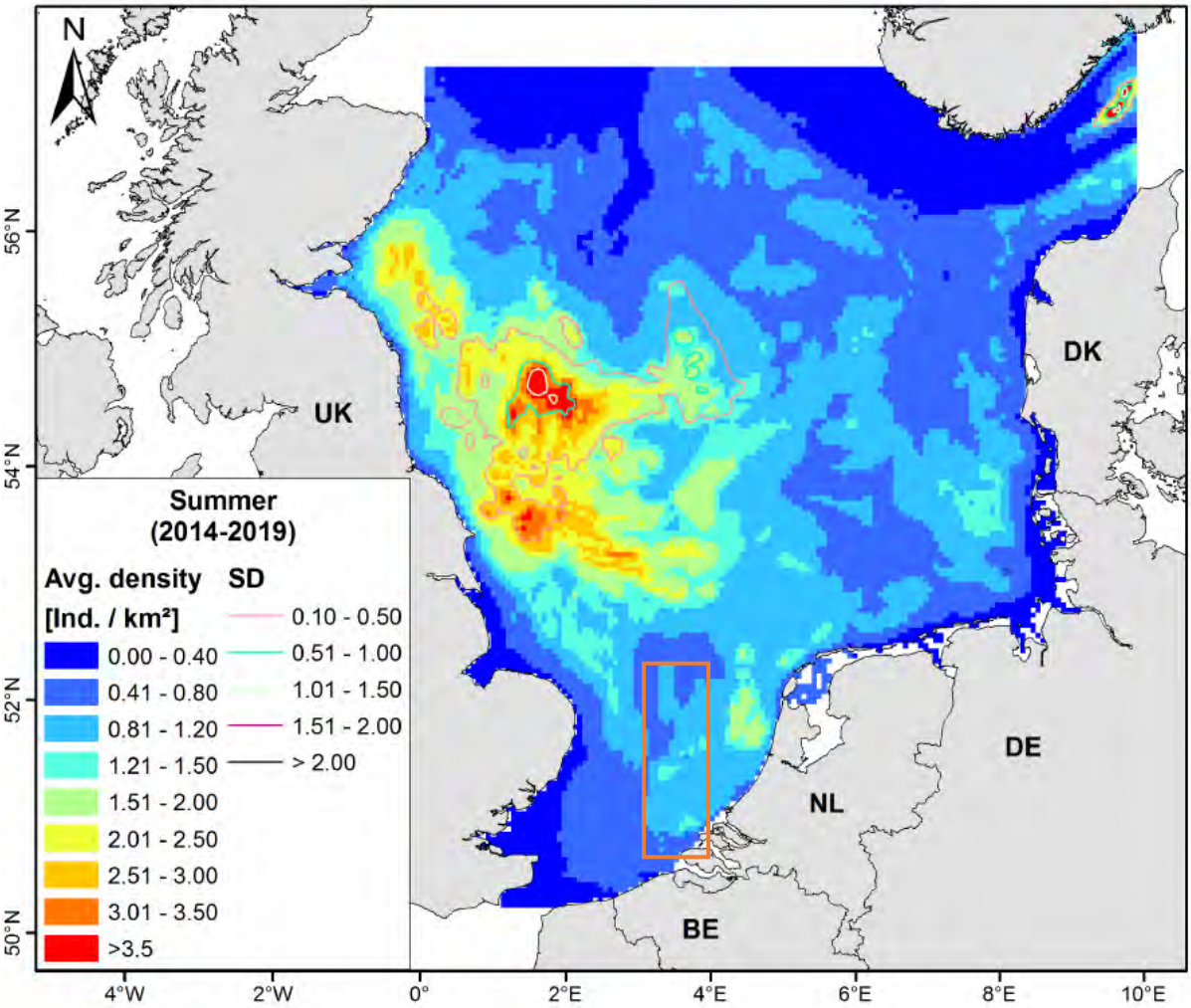
De bruinvis (*Phocoena phocoena*) is een van de kleinste walvisachtigen (kleiner dan 2 meter) en komt algemeen voor in het Nederlandse deel van de Noordzee en aangrenzende kustwateren (Figuur 4-18). De soort komt in het studiegebied voor. Veelal worden de dieren alleen, of in kleine groepjes tot enkele tientallen dieren waargenomen. Bruinvissen hebben een brede prooikeuze maar eten vooral vissen en inktvissen. Het voedsel verschilt sterk regionaal en is afhankelijk van het voedselaanbod.

De Nederlandse bruinvissen zijn onderdeel van de algemene populatie in de zuidelijke Noordzee en er vindt migratie plaats naar Britse en vermoedelijk ook naar Duitse wateren. De migratiebewegingen van bruinvissen tussen de kustwateren en de open zee als ook die op grotere schaal, zijn voor de zuidelijke Noordzee zeer onduidelijk (Ministerie van Economische Zaken, 2014a).

In Gilles et al., (2020) zijn bruinvisdichtheden in de Noordzee berekend (Figuur 4-18). Deze zijn gebaseerd op data uit 2014 t/m 2019 van de jaarlijkse tellingen die vanuit een vliegtuig worden gedaan op het NPC.

Wageningen Marine Research telt jaarlijks vanuit een vliegtuig het aantal bruinvissen op het NCP. De dichtheden van bruinvissen gedurende de laatste drie zomertellingen bevestigen de bruinvisdichtheden weergegeven in Figuur 4-18. De totaalschattingen van het aantal bruinvissen varieerde tussen 2012 en 2019 van minstens 40.000 tot meer dan 75.000 dieren (Geelhoed et al., 2020; Geelhoed & Scheidat, 2018; Heinis et al., 2022).

De actuele kennis over verspreiding en dieet geven, vanwege de wijde verspreiding, onvoldoende aanleiding om in het Nederlandse deel van de zuidelijke Noordzee specifieke voortplantingsgebieden, geboortegronden of foerageergebieden te identificeren (Ministerie van Economische Zaken, 2014a). Er is ook weinig bekend over de redenen achter de grote variatie in leefgebied (Figuur 4-18**)**. Mogelijk speelt voedselaanbod hierbij een rol.



Figuur 4-18 Dichtheidsverspreiding van bruinvissen (dieren/km²) van de periode maart tot en met mei. Data zijn van 2014 tot en met 2019 (Gilles et al., 2020). Het oranje kader geeft het globale studiegebied aan.

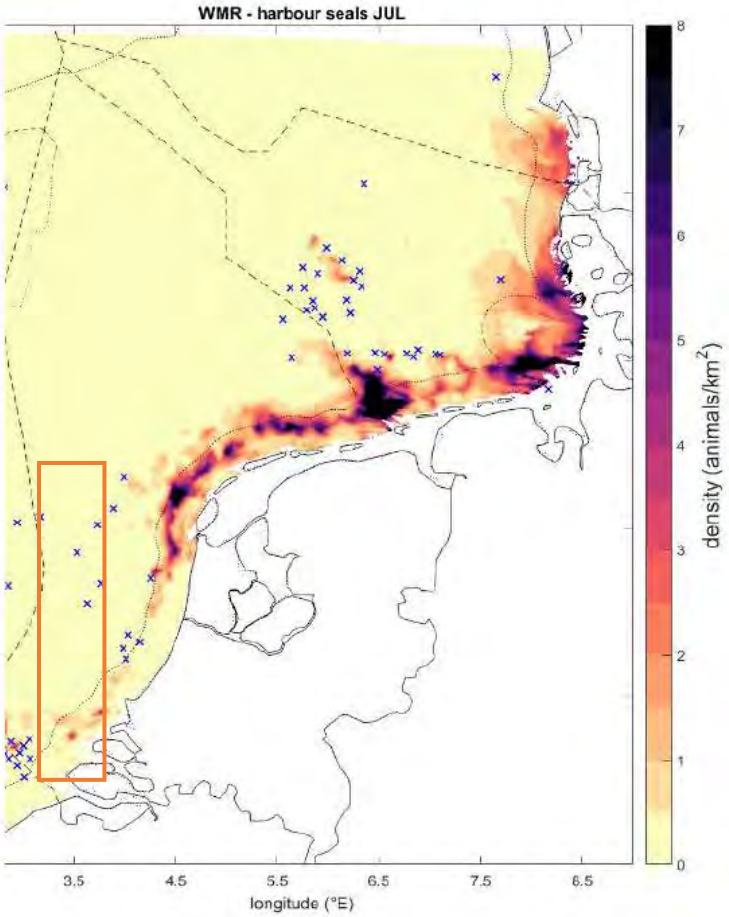
Gewone zeehond

De gewone zeehond (*Phoca vitulina*) is een carnivoor en voedt zich met uiteenlopende soorten vis, weekdieren en kreeftachtigen (Ministerie van Economische Zaken, 2014b). Ze zoeken hun voedsel in de kustwateren en verder op zee waarbij ze in de winter soms tot wel 100 km de zee op trekken om te foerageren. Rond het begin van de zomer (mei-juli) worden de jongen geboren. Deze kunnen vrijwel gelijk zwemmen. Het jong wordt ongeveer een maand lang gezoogd. Deze zoogperiode is kritiek en zeer verstoringsgevoelig (Ministerie van Economische Zaken, 2014b). In de zomer (augustus) vindt de verharingsperiode plaats, tijdens deze periode zijn de zeehonden eveneens verstoringsgevoelig.

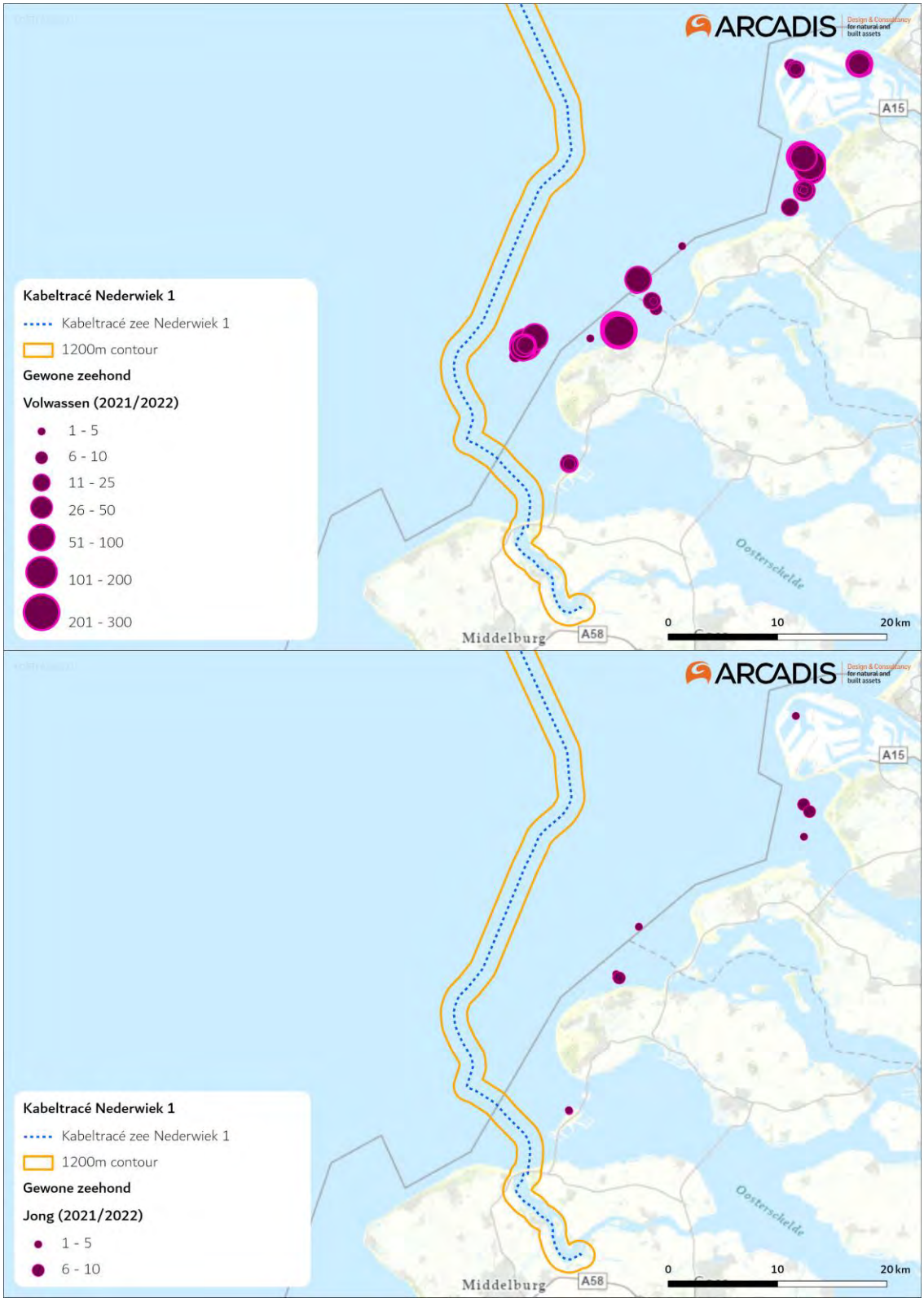
De meeste gewone zeehonden blijven in het gebied waar ze bekend zijn en ook is er weinig seizoenstrek. Wel treedt uitwisseling op tussen de verschillende gebieden waar de soort voorkomt, met name door jonge dieren. Sommige dieren vertonen zwerfgedrag en kunnen zich voor langere periodes in andere gebieden vestigen. Zo kan er migratie van en uitwisseling met andere regio's in de Noordzee plaatsvinden, zoals met populaties in Groot-Brittannië, Bretagne of de Duitse Waddenzee. In Nederland komt het overgrote deel, hedendaags rond de 90%, van de gewone zeehonden voor in de Waddenzee.

Hoewel de populatieomvang van de gewone zeehond een zeer positieve trend vertoont is de landelijke staat van instandhouding van de gewone zeehond (uit voorzorg) als matig ongunstig beoordeeld. Dit is gebaseerd op een ongunstig toekomstperspectief door het potentiële effect van menselijke activiteiten in de Waddenzee, Noordzee en Delta. Het is nog onvoldoende duidelijk wat het effect is van deze activiteiten (zand- en schelpwinning, visserij, toerisme, windmolens, scheepsvaart) op de populatie ontwikkelingen.

De gewone zeehond komt met name voor in de Noordzeekustzone, de Waddenzee en het Deltagebied. De zeehonden maken gebruik van droogvallende platen in de Waddenzee en de Delta om te rusten, verharen en zogen. De algehele verspreiding van gewone zeehonden is weergegeven in de zomer (Figuur 4-19) (Aarts, 2021). De gewone zeehond komt daarmee in het studiegebied voor. Liggebieden in het deltagebied zijn te zien in Figuur 4-20 (Hoekstein et al., 2023) . De platen nabij het tracé worden door de gewone zeehond gebruikt als ligplaats (ook jonge gewone zeehonden). Binnen de 1.200 meter contour rondom het tracé is in de afgelopen vijf jaar tweemaal (seizoen 2017/2018 en seizoen 2018/2019) een waarneming gedaan van een ligplaatsen van volwassen gewone zeehonden.



Figuur 4-19 Kaart met de gemodelleerde verspreiding van gewone zeehonden in het Nederlandse deel van de Noordzee. De waarden staan voor het aantal gewone zeehonden per vierkante kilometer in juli. De blauwe kruizen geven geselecteerde gebieden weer in windparken waarvoor berekeningen zijn gemaakt (Heinis et al., 2022 gebaseerd op (Aarts, 2021). Het oranje kader geeft het globale studiegebied aan.



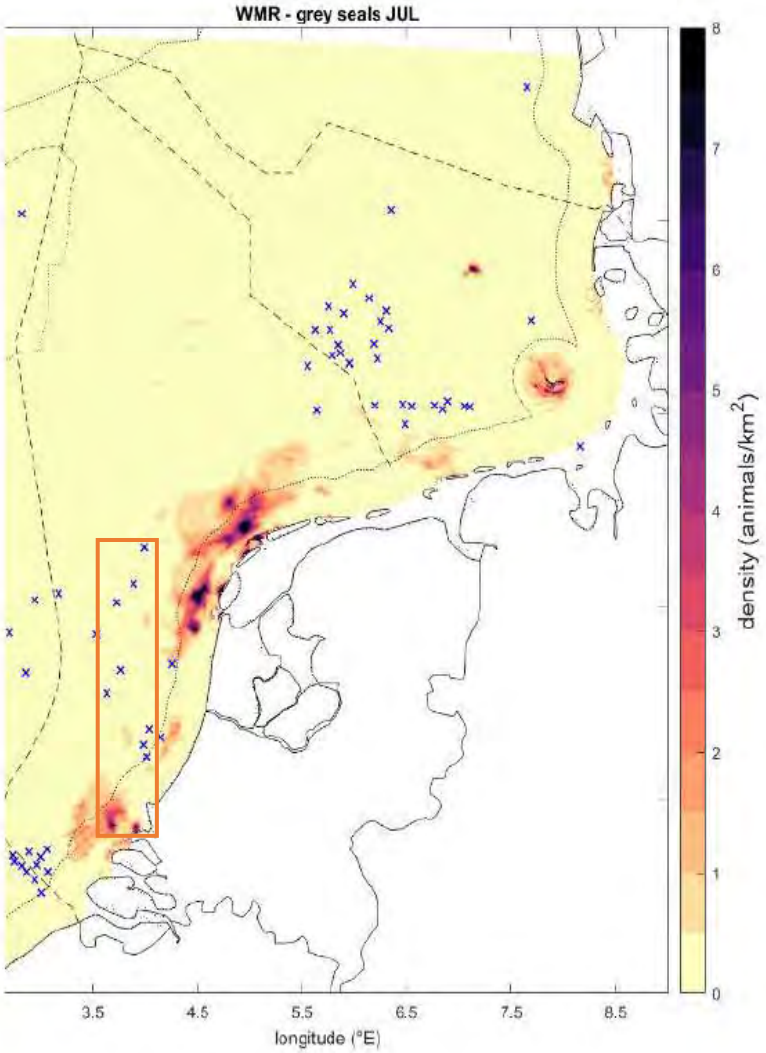
Figuur 4-20 Ligplaatsen van volwassen gewone zeehond (boven) en jonge gewone zeehond (onder) ten opzichte van het tracé. Data is gebaseerd op tellingen in het seizoen 2021/2022 (Hoekstein et al., 2023).

Grijze zeehond

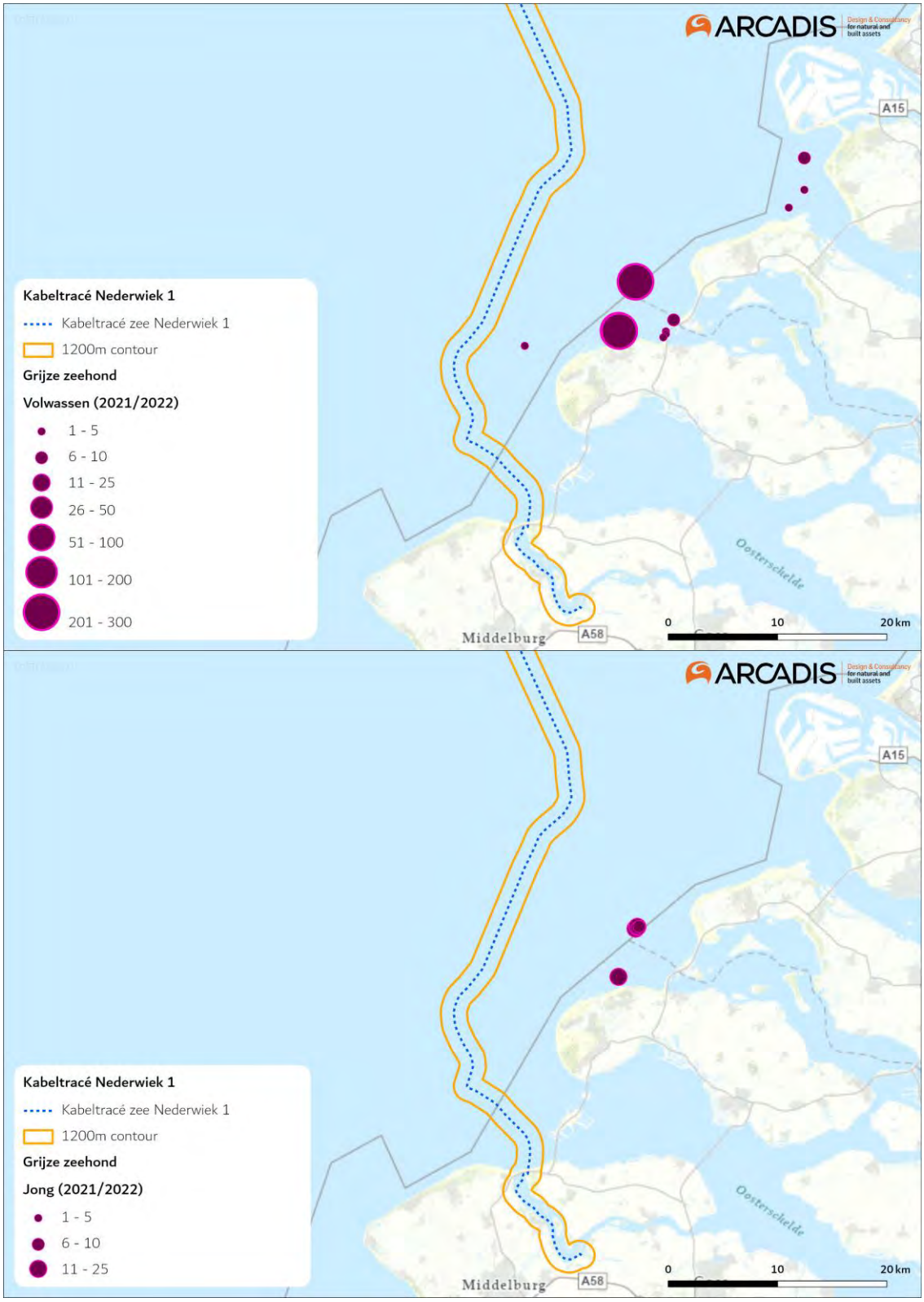
De grijze zeehond (*Halichoerus grypus*) heeft de gehele Noordzee (waaronder de kustzone), de Waddenzee en het Deltagebied als leefgebied. Een kaart van de algehele (gemodelleerde) verspreiding in dit gebied is weergegeven in Figuur 4-21.

Tijdens de voortplanting die in Nederland van november-januari plaats vindt en de daaropvolgende verharingsperiode (maart tot april) trekken de dieren meer naar de kust, vanwege de aanwezigheid van ligplaatsen die permanent droog liggen. Tijdens deze verharings- en zoogperiode bestaan ligplaatsen van grijze zeehonden uit rotskusten, zand- en kiezelstranden die tijdens normaal hoogwater niet onderlopen. Dit is belangrijk voor een efficiënte verharingsperiode en omdat de pups niet goed kunnen zwemmen en gedurende de zoogperiode van tenminste drie weken als ook tot een ruime maand hierna op hun ligplaatsen blijven (Ministerie van Economische Zaken, 2014c). Gedurende deze periode is verstoring nadelig. Hoger gelegen stranden en duinen bieden betere bescherming tegen overstroming, maar zijn minder geschikt als ligplaatsen omdat pups van grijze zeehonden daar doorgaans eerder worden verstoord (Ministerie van Economische Zaken, 2014c).

De grijze zeehond foerageert voornamelijk op de Noordzee. Rusten, verharen en zogen vindt voornamelijk plaats op droogvallende platen in de Waddenzee en het Deltagebied. De bekende liggebieden van de grijze zeehond in het Deltagebied zijn te zien in Figuur 4-22 (Hoekstein et al., 2023) De platen nabij het tracé worden door de grijze zeehond gebruikt als ligplaats (ook jonge gewone zeehonden). Binnen de 1.200 meter contour rondom het tracé is in de afgelopen vijf jaar tweemaal (seizoen 2018/2019 en seizoen 2019/2020) een waarneming gedaan van een ligplaatsen van grijze zeehonden.



Figuur 4-21 Kaart met de gemodelleerde verspreiding van grijze zeehonden in het Nederlandse deel van de Noordzee. De waarden staan voor het aantal grijze zeehonden per vierkante kilometer in juli. De blauwe kruizen geven geselecteerde gebieden weer in windparken waarvoor berekeningen zijn gemaakt ((Heinis et al., 2022 gebaseerd op (Aarts, 2021)). Het oranje kader geeft het globale studiegebied aan.



Figuur 4-22 Ligplaatsen van volwassen grijze zeehond (boven) en jonge grijze zeehond (onder) ten opzichte van het tracé. Data is gebaseerd op tellingen in het seizoen 2021/2022 (Hoekstein et al., 2023).

Overige zeezoogdieren
De dwergpotvis, gestreepte dolfijn, gewone spitsdolfijn, gewone vinvis, grijze dolfijn, kleine zwaardwalvis, narwal, Noordse vinvis, orka, potvis, walrus en witflankdolfijn zijn niet relevante soorten voor het studiegebied. Deze soorten zijn niet recentelijk (<5 jaar) met regelmaat waargenomen in de Nederlandse kustwateren (Website NDFF, 2020a) en voornamelijk als verdwaald, zwak of dood aangetroffen. Deze zoogdiersoorten worden daarom niet meegenomen in deze beoordeling. Hieronder volgt een korte beschrijving van zeezoogdieren die in de afgelopen 5 jaar, van 2018 tot 2023, in mindere mate of sporadisch zijn waargenomen in de Nederlandse kustwateren.

De bultrug (*Megaptea novaeangliae*) is een middelgrote baleinwalvis die tot ongeveer 17 meter lang kan worden. De bultrug leeft voornamelijk in Arctische wateren maar migreert naar warme wateren om te bevallen en het jong groot te brengen, tijdens deze periode vast de walvis. Waar deze soort eerst zeer zeldzaam was, wordt deze steeds vaker als (dwaal)gast waargenomen in de Nederlandse wateren. De laatste jaren zijn er jaarlijks 2 á 3 exemplaren gezien, die enige tijd voor de Nederlandse kust verbleven (Waarneming.nl, 2023a). Dit waren solitaire (jong)volwassen dieren die voornamelijk foerageerden in onze wateren op waarschijnlijk grote scholen haring.

De gewone dolfijn (*Delphinus delphis*) is een slanke, tot 2,5 meter lange dolfijnsoort met een lange snuit en een karakteristiek geelachtig tot roomwit 'zandloperpatroon' op de flanken. Ze zijn de meest algemeen voorkomende dolfijnen in het Middellandse Zeegebied maar zijn sporadisch te vinden in de Noordzee die dan ook de noordgrens is van zijn areaal. De (schaarse) waarnemingen tussen 2015 en 2020 waren dan ook veelal van solitaire individuen (Waarneming.nl, 2023b). Gewone dolfijnen zijn echte groepsdieren, het feit dat voornamelijk solitaire en gestrande dieren in onze wateren worden aangetroffen geeft aan dat het gaat om afwijkend gedrag van verdwaalde of zieke individuen.

De griend (*Globicephala melas*) is een zwarte, tot ruim 6,5 meter lange dolfijnachtige met een bolle kop, een zeer korte snuit en lange dun uitlopende sikkelvormige borstvinnen. Grienden die in Nederland aangetroffen worden komen oorspronkelijk uit de Noordelijke Atlantische Oceaan. In Nederlandse kustwateren zijn er in 2015 en 2018 waarnemingen gedaan van 1 (2018) tot 8 à 10 (2015) dieren (website NDFF, 2023).

De tuimelaar (*Tursiops truncatus*) is een forse, tot bijna 4 meter lange, overwegend bruingrijs gekleurde dolfijn met een vrij korte, stompe snuit. De tuimelaar was vroeger te vinden in de Nederlandse kustwateren die de noordgrens vormt van zijn areaal. De tuimelaar verdween in de jaren '60 door afsluiting van de Zuiderzee door de Afsluitdijk en de daarmee gepaarde stop van de paaitrek van de Zuiderzeeharing. Sindsdien zijn tuimelaars, afgezonderd van enkele solitaire zwervers, redelijk zeldzaam geworden in de Nederlandse kustwateren. De Schotse en Engelse tuimelaars trekken de laatste jaren steeds verder naar het zuiden. De kans dat een groep dan even op bezoek komt in de Nederlandse kustwateren wordt daarmee steeds groter (ecomare.nl). Van 2015 tot 2020 zijn er zes waarnemingen gedaan van solitaire dieren waarvan twee dode aangestrande dieren. Daarnaast werd zeer uitzonderlijk eind 2014 een groep van naar schatting 35 dieren aangetroffen voor de Zeeuwse kust. Ondanks de vele waarnemingen (waarneming.nl) is het moeilijk om met zekerheid en kritische blik de tuimelaar te herkennen en niet te verwarren met een witsnuitdolfijn, wat niet alle waarnemingen even betrouwbaar maakt.

De witsnuitdolfijn (*Lagenorhynchus albirostris*) is een middelgrote, tot 3 meter lange, zwaargebouwde dolfijn met een korte snuit. Witsnuitdolfijnen leven verder van de kust en is een soort van de koudere zeeën en komt algemeen voor rond Schotland, IJsland en Noorwegen. De Noordzee ligt hiermee op de zuidgrens van het areaal van deze dolfijnensoort. De witsnuitdolfijn is hedendaags de meest voorkomende dolfijnsoort en na de bruinvis de meest voorkomende walvisachtige in de Nederlandse Noordzee (Ecomare.nl, 2017). Van 2014 tot 2022 zijn er waarnemingen bekend met aantallen van 1 tot 7 dieren rond Den Haag en Wijk aan Zee (NDFF, 2023). In 2019 is de witsnuitdolfijn op de overtocht tussen Nederland en Groot-Brittannië zeven keer geteld (Rugvin, 2020). Het blijft moeilijk om de gewone dolfijn, witsnuitdolfijn en witflankdolfijn goed te definiëren waardoor veel waarnemingen niet met zekerheid goedgekeurd kunnen worden. De witsnuitdolfijn is wel een regelmatige gast in Nederlandse wateren. Bevestigde waarnemingen zijn echter te schaars en zijn status als gast in de Nederlandse wateren in combinatie met zijn voorkeur voor diepere wateren duidt erop dat de kans op aantreffen van de witsnuitdolfijn in het studiegebied specifiek alsnog zeer gering is.

De bultrug, gewone dolfijn, griend, tuimelaar, en witsnuitdolfijn worden klaarblijkelijk allen slechts sporadisch waargenomen in de Nederlandse kustwateren en in het studiegebied. De kans op eventuele verstoring is dan ook verwaarloosbaar te noemen, en wordt het plangebied als niet essentieel gezien voor de landelijke staat van instandhouding van de bultrug, gewone dolfijn, griend, tuimelaar, en witsnuitdolfijn. Om deze reden worden deze soorten niet verder meegenomen in de effectenbeoordeling.

4.2.4 Vissen

De visbiodiversiteit in de Noordzee is groot. Onder de Wnb geldt de zorgplicht voor alle vissen in het plangebied. Om een afgebakende situatieschets te kunnen geven is in deze paragraaf alleen aandacht besteed aan beschermde vissoorten, ter illustratie van de effecten op alle vissen. Vanuit de Wnb-soortenbescherming zijn de houting en de steur beschermde soorten. Onder de Wnb-gebiedsbescherming zijn zeeprik, rivierprik, elft en fint beschermd.

Vanuit de Europese habitatrichtlijn zijn de houting en de steur beschermde soorten. Andere beschermde soorten onder de Wnb zijn beekdonderpad, beekprik, elrits, gestippelde alver, grote modderkruiper en kwabaal. Tijdens jaarlijkse monitoring op verschillende plekken in het Noordzeekanaal in 2014 tot 2018 zijn deze soorten niet gevangen (Goverse, 2018; Werkgroep Monitoring Noordzeekanaal, 2017). Naar aanleiding van de verspreidingskaarten RAVON en de kenmerken van het leefgebied worden de beekdonderpad, beekprik, elrits, gestippelde alver, grote modderkruiper en kwabaal ook niet verwacht in het studiegebied.

Het Veerse Meer, een zout en grotendeels ingedamd waterlichaam, vormt geen optimaal leefgebied voor beschermde vissoorten. De aanwezigheid van beschermde vissoorten die leven in zoetwater kunnen op voorhand worden uitgesloten. Zo blijven op voorhand alleen de Europese steur en Houting over. Dit zijn soorten die migreren tussen de zee, waar (sub) adulten een groot deel van hun leven doorbrengenen zoetwater, en (bovenstroomse delen van) rivieren, waar adulten paaien en juvenielen geboren worden en opgroeien. Het Veerse Meer vormt zodoende geen gebruikelijk leefgebied voor deze soorten. Wanneer een houting of steur in het Veerse Meer aanwezig is heeft het individu per ongeluk de ‘verkeerde afslag’ genomen door via Katse Heule naar binnen te zwemmen. Dit zal hooguit bij hoge uitzondering voorkomen. Beschermde vissen in het Veerse Meer zullen daarom niet voorkomen en worden niet verder behandeld.

In het projectgebied op zee kunnen echter de Europese steur en houting voorkomen. Deze soorten worden hieronder verder behandeld.

Europese steur

De Europese steur (*Acipenser sturio*) is een anadrome trekvis die in volwassen stadium in de kustwateren en op open zee leeft. De Europese steur wordt met uitsterven bedreigd en behoort tot de Nederlandse rode lijst. Voor de voortplanting trekken de volwassen dieren in het voorjaar de rivieren op waarbij vele honderden kilometers kunnen worden afgelegd. Uit historische gegevens blijkt dat de paaitrek altijd plaatsvond tussen half mei en eind juli, met een hoogtepunt eind juli. De paai gebeurt in diepe snelstromende delen op een bodem bestaande uit grof grind en stenen. Jonge steuren zakken na ongeveer twee jaar de rivier af om op te groeien in het estuarium van de desbetreffende rivier, waarna ze uitzwerven over de kustwateren (RAVON, 2021). Onvolwassen vissen trekken ook jaarlijks vanuit zee het estuarium in en verblijven daar gedurende enkele maanden maar paaien niet.

Oorspronkelijk kwam de Europese steur voor in de meeste Europese kustwateren, met uitzondering van de Baltische Zee en Oostzee en de hierop uitmondende grote rivieren. In Nederland leefde de soort vroeger langs de Noordzeekust, in de Waddenzee, de Zuiderzee en in de grotere rivieren (Rijn, Maas, IJssel, Eems, Schelde) en hun estuaria. Tegenwoordig is voor zover bekend het Gironde-Garonne-Dordogne stroomgebied in Frankrijk de enige rivier waar de Europese steur zich nog voortplant.

Met een zekere regelmaat worden in Nederland steuren gevangen door (beroeps)vissers. Echter betreft dit in de meeste gevallen exotische steursoorten afkomstig van tuincentra. Deze exotische soorten bemoeilijken de herintroductie van de inheemse Europese steur waar momenteel aan gewerkt wordt. Als onderdeel van dit herintroductieprogramma van de Europese steur zijn er in 2012 een vijftigtal steuren afkomstig uit een kweekprogramma met dieren uit de Gironde delta in Frankrijk in de Waal en Nieuwe Maas uitgezet. In 2015 zijn nogmaals enkele tientallen steuren uitgezet in de Rijn. Om de herintroductie van de steur te monitoren is een website gelanceerd waar waarnemingen van de Europese steur bijgehouden worden (https://steuren.ark.eu), zie Figuur 4-23. In dit figuur is te zien dat ook bij de monding van het Haringvliet Europese steur is waargenomen.

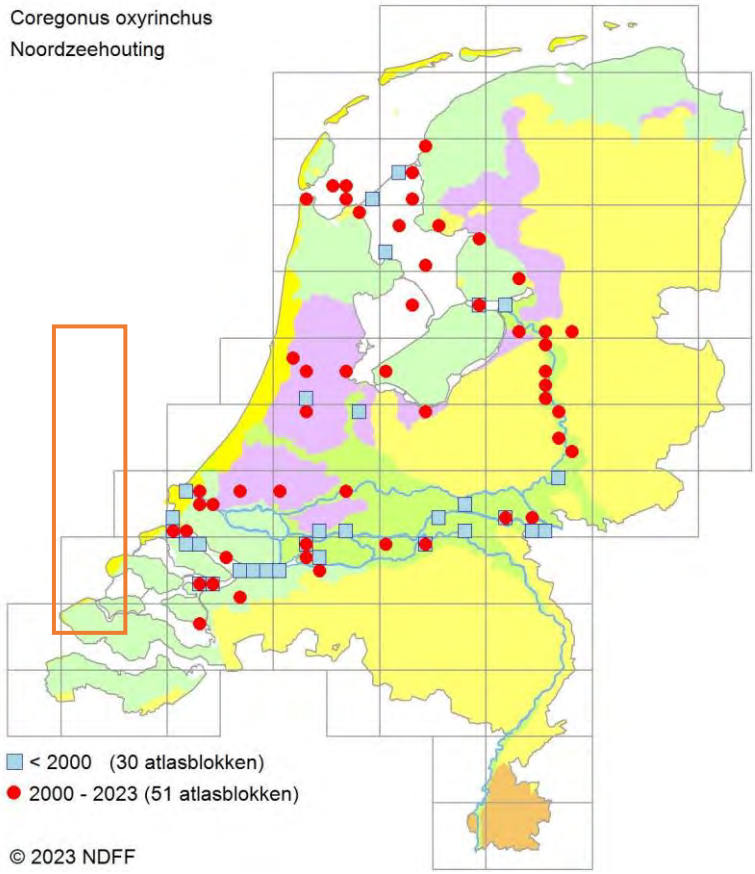
De Europese steur is een anadrome vis die paait in de Nederlandse rivieren. Het plangebied ligt aan de uitmonding van de Haringvliet, waar enkele steuren zijn waargenomen die richting zee trekken om te volgroeien. Aangezien het om enkele waarnemingen gaat, wordt het plangebied als niet essentieel gezien voor de landelijke instandhouding van de Europese steur.

Figuur 4-23 Recente waarnemingen (laatste 10 jaar) van de Europese steur, van: steuren.ark.eu (09-03-2023)

Houting

De houting (*Coregonus oxyrinchu*) behoort tot de familie van de zalmen en is een anadrome trekvis die in volwassen stadium in de kustwateren leeft. Rond november trekt de houting de rivieren op om zich voort te planten. Volwassen vissen trekken in scholen in het najaar de rivieren op en paaien in de herfst en wintermaanden niet al te ver landinwaarts. De jonge houtingen laten zich in de loop van de zomer afzakken richting riviermondingen en de kustzone (RAVON, 2023). De houting is afhankelijk van het estuariene karakter van het Nederlandse Deltagebied en de daarbij behorende geleidelijk zoet-zoutovergangen. De kust- en deltawateren, waaronder de Schelde en de Haringvlietmonding nabij het plangebied hebben in het verleden een belangrijke rol gespeeld voor de houting en zullen dit voor de toekomst ook doen. Houting wordt als 'gevoelig' beschouwd door de Nederlandse rode lijst (RAVON, 2023). Er zijn succesvolle her-populatieprogramma's gestart, waardoor er weer een kleine populatie houting in Nederland is gevestigd. De verspreiding is weergegeven in Figuur 4-24. Uit de meeste recente visatlas van Zeeland (Calle et al., 2020) blijkt dat houting inmiddels voorkomt in het IJsselmeer, de Waddenzee en ook de Voordelta. Onderzoekers van RAVON zagen tijdens de metingen in 2018 ten behoeve van het Kierbesluit jonge exemplaren van deze soort de rivier afzakken van de Biesbosch naar de Voordelta.

De houting is, net als de Europese steur, een anadrome trekvis die in zijn volwassen stadium richting de kustwateren trekt. Het leefgebied van de houting beslaat het IJsselmeer, de Waddenzee en ook de Voordelta, waarin het plangebied ligt. Bij de uitmonding van het Haringvliet zijn er enkele vissen waargenomen, maar omdat het plangebied maar een klein deel van het leefgebied beslaat, wordt het niet als essentieel gezien voor de landelijke instandhouding van de houting.



Figuur 4-24 Verspreiding houting 2000-2023. Het oranje kader geeft het studiegebied aan (RAVON, 2023). Het waarnemingsoverzicht laat waarnemingen zien binnen de grijs omkaderde blokken, eventuele waarnemingen buiten de kustzone zijn dus niet weergegeven.

4.2.5 Zandkokerworm (nog niet beschermd)

Op het NCP, rondom de Bruine Bank, bevinden zich zandkokerwormriffen. Zandkokerwormen zijn nog niet aangewezen als beschermde soort, maar kunnen dat in de toekomst mogelijk wel worden (Overlegorgaan Fysieke Leefomgeving, 2020), en worden daarom in deze soortenbeschermingstoets meegenomen.

De gestekelde zandkokerworm, *Sabellaria spinulosa*, is onder aandacht gekomen door een onderzoek in 2019 van OCEANA over de aanwezigheid van de zandkokerwormriffen op de Bruine Bank (Garcia et al., 2019). In het noordoosten van de Bruine Bank zijn riffen aangetroffen van 1600m^2. Voorheen werd er gedacht dat riffen van deze soort niet meer op de Noordzee voorkwamen (Stichting de Noordzee, 2018). Bij het opstellen van de wetgeving rondom Natura 2000 gebieden en Kaderrichtlijn Mariene strategie zijn de riffen dan ook niet aangewezen als beschermd. Recent zijn in het Noordzeeakkoord (Overlegorgaan Fysieke Leefomgeving, 2020) afspraken gemaakt over mogelijke aanvullende natuurgebieden op de Noordzee. In het akkoord is opgenomen dat er vanaf 2020 een onafhankelijk wetenschappelijk onderzoek wordt uitgevoerd naar de aanwezigheid en de verspreiding van de zandkokerwormenriffen. Als dat onderzoek tot toepasbare conclusies leidt kunnen relevante locaties beschermd worden via de beschermingsmaatregelen van habitatrichtlijn of Kaderrichtlijn Mariene Strategie. Om deze reden worden de zandkokerwormriffen dan ook uit voorzorg meegenomen in dit rapport.

De gestekelde zandkokerworm is een rifvormende zandkokerworm. De wormen omringen zich met een koker van zandkorrels, steentjes en schelpenstukjes. Dit is ook de reden dat de zandkokerworm vooral in zanderige gebieden voorkomt. Daarnaast heeft het een sterke influx van water nodig om voedsel uit te kunnen vangen. Om deze redenen zijn zandkokerwormen veelal te vinden in de diepere geulen van de Noordzee, waar de stroming sterk is en er veel zand aanwezig is voor het bouwen van riffen. Deze riffen zijn gevoelig voor habitataantasting en sedimentatie (Arcadis, 2020). De gestekelde zandkokerworm wordt voornamelijk gevonden op de bodem van zogenaamde valleien, een holte tussen twee hogere zandruggen in, met een diepte van 35 tot 45 meter. Mogelijk komt dit omdat de riffen hier afgeschermd liggen van de intensieve bodemvisserij in het gebied. De wormen hebben wel zelf hard substraat nodig om hun kokers aan te hechten, maar vormen op zichzelf ook hardsubstraat dat als geschikt habitat voor allerlei verschillende soorten kan dienen. Binnen de riffen zijn verhoogde aantallen mosselen, krabben, garnalen en andere wormen gevonden. Bovendien lijken ze ook uiterst geschikte kraamkamers te vormen voor platvissen, wat vervolgens kan doorwerken op de rest van de voedselketen.

De gestekelde zandkokerworm komt vooral op ruime afstand van de Noord-Hollandse kust voor, in de diepere delen van de Noordzee voor, rond Groot-Brittannië. Binnen het plangebied zijn enkele zandkokerwormen waargenomen, maar dit beslaat een klein deel van het leefgebied van de soort. Het plangebied wordt als niet essentieel gezien voor de landelijke instandhouding voor de gestekelde zandkokerworm.

4.3 Beschermde soorten op land

4.3.1 Voorselectie soorten en bijbehorend habitat

Het tracé op land gaat grotendeels langs akkers, dijken, graslanden en moerassen. Het terrein in op en rondom het industrieterrein van Borssele bestaat deels uit open, droog grasland. Dergelijke pioniersvegetaties met open zand zijn geschikt voor verschillende beschermde flora en fauna. Zo zijn van het industrieterrein glad biggenkruid en rugstreeppad bekend (Website NDFF, 2022).

Op basis van aanwezige biotopen en verspreidingsgegevens zijn in Tabel 5Tabel 5 per soortgroep de soorten opgenomen die rond het tracé voorkomen. Per soortgroep is aangegeven waar de soorten waargenomen zijn, of dit een gebied betreft nabij het tracé en of de soorten nader beoordeeld worden. Algemene soorten grondgebonden zoogdieren en amfibieën kunnen incidenteel voorkomen in het plangebied. Deze zijn vrijgesteld van een ontheffing bij ruimtelijke ontwikkeling en daarom niet meegenomen in de inventarisatie en effectbeschrijving. De Zorgplicht is voor alle soorten van toepassing, hierop wordt ingegaan in Hoofdstuk 6.

Tabel 5 Beschermde soorten uit de omgeving van het tracé en het converterstation.

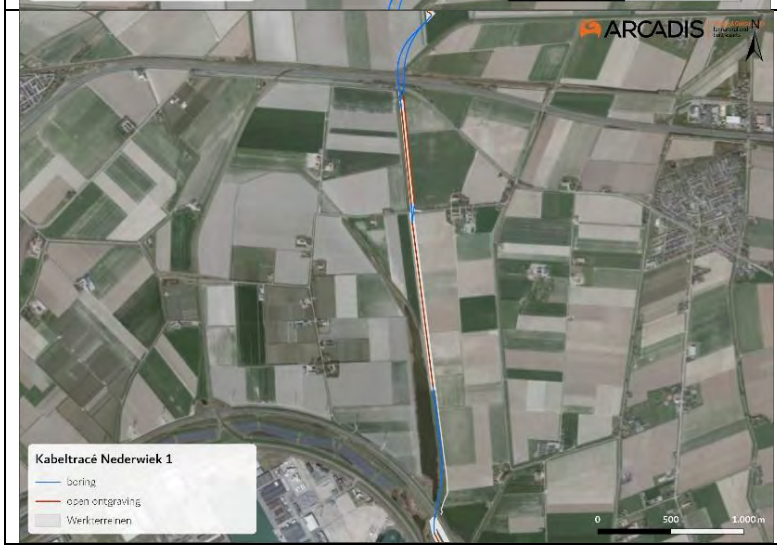
Soorten	Biotoop of gebied	Nabij tracé aangetroffen	Nader beoordelen
Vogels			
Groot aantal soorten, zowel algemeen voorkomend als schaarse broedvogels	Duinen, open grasland en akkers, kreekoevers en ruderale gebieden op bedrijventerreinen	Langs grote delen van het tracé zijn gedurende het broedseizoen broedvogels te verwachten	Ja
Soorten met jaarrond beschermde nestlocaties (m.n. roofvogels en uilen)	Bosgebied en struweel, singels, erven met opgaande beplanting	Op diverse locaties zijn langs het tracé roofvogelnesten waargenomen	Ja
Zoogdieren			
Noordse woelmuis	Alle (duin)graslanden en waterrijke gebieden	Alleen bekend van geïsoleerde leefgebieden als eilanden i.v.m. verdringen door andere woelmuissoorten. Niet binnen werkgebied aanwezig	Nee
Steenmarter	Bosgebieden	Geen leefgebied bekend nabij het tracé	Nee
Baardvleermuis, franjestaart, gewone grootoorvleermuis, ruige dwergvleermuis, rosse vleermuis	Alle bosgebieden en overige bosjes	Foerageergebied Bosje bij aanlanding Veerse Meer – Kreek de Piet geschikte holtes	Ja
Gewone dwergvleermuis, laatvlieger	Alle (duin)bosgebieden en overige bosjes, ook in stedelijk gebied	Foerageergebied Bosje bij aanlanding Veerse Meer – Kreek de Piet geschikte holtes	Ja
Meervleermuis, tweekleurige vleermuis en watervleermuis	Alle duingebieden, ook lagere delen en waterrijke gebieden	Foerageergebied groot open water Bosje bij aanlanding Veerse Meer – Kreek de Piet geschikte holtes	Ja
Reptielen			
Zandhagedis	Duingebieden of ander open zand	Niet bekend uit Zeeland	Nee
Amfibieën			
Rugstreeppad	Duinen, polders en industrieterrein	Bekend leefgebied duinen en Sloegebied	Ja
Insecten			
Grote vos (geen beschermde soort)	Vrijwel beperkt tot natuurterrein, dichtheid varieert per soort van relatief algemeen tot zeer schaars	Geen leefgebied bekend nabij het tracé of betreft zwervende exemplaren	Nee
Flora			
Glad biggenkruid	Akkers, open gronden langs spoorwegen en industrieterreinen	Industrieterrein Borssele en Veerse Gatdam	Ja
Diverse Rode lijst-soorten	Natuurterreinen, met name hooiland	Graslanden nabij Veerse Gatdam	Ja

4.3.2 Relevante gebieden binnen het plangebied

In Tabel 6 is een overzicht van de werklocaties op land gegeven.

Tabel 6 Relevante soorten binnen het plangebied.

Locatie	Resultaat
	Aansluiting strand Geen beschermde soorten aanwezig en geen geschikt leefgebied door de hoge recreatiedruk. Vervolgstappen nodig voor broedvogels Zie de mitigerende maatregelen 7.8.1.
	Passage Veerse Gatdam Duinstruweel en grasland met lokaal open zand. • Rugstreeppad bekend uit poelen ten oosten van boorlocatie. • Groeiplaats van glad biggenkruid in het hooiland nabij boorlocatie. • Algemeen tot schaars in Nederland voorkomende broedvogels. • Vogelsoorten met jaarrond beschermd nestlocaties • Rode-lijst flora in het hooiland nabij boorlocatie. Vervolgstappen nodig voor rugstreeppad, glad biggenkruid en (broed)vogels. Zie 7.8 mitigerende maatregelen en 7.9 conclusie land.

	Tracé Veerse Meer – Haven De Piet Open water. • Foerageergebied en geschikte holtes voor vleermuizen, oevers zijn broedgebied vogels. Geen jaarrond beschermde nesten. Vervolgstappen nodig voor broedvogels en vleermuizen. Zie de mitigerende maatregelen in paragraaf 7.8.
	Tracé Veerse Meer – Sloekreek Hoofdzakelijk open landbouwgebied met lokaal enkele singels of solitaire bomen, met uitzondering van vogels geen beschermde soorten aanwezig. Vervolgstappen nodig voor broedvogels. Zie de mitigerende maatregelen (7.8).
	*Sloekreek* Open landbouwgebied met schrale binnendijkvegetatie en moerasoevers. De dijk ten oosten van de Sloekreek bestaat hoofdzakelijk uit grasland met een dominantie van glanshaver en Kamgras. Steilrand met oude oeverzwaluwnesten in het zuidoostelijke deel. Nesten zijn buiten gebruik. Zodoende geen beschermde soorten aanwezig. Vervolgstappen nodig voor broedvogels. Zie de mitigerende maatregelen 7.8.1.

	Randzone Borssele/Sloehaven inclusief Sloebos/Industrieterrein Borssele Verspreid staande bosjes, singels en houtopstanden, landbouwgebied met watergangen en poelen. • Leefgebied rugstreeppad, foerageergebied vleermuizen en broedgebied algemene vogelsoorten. Vervolgstappen nodig voor rugstreeppad en broedvogels. Zie 7.8 mitigerende maatregelen en 7.9 conclusie land

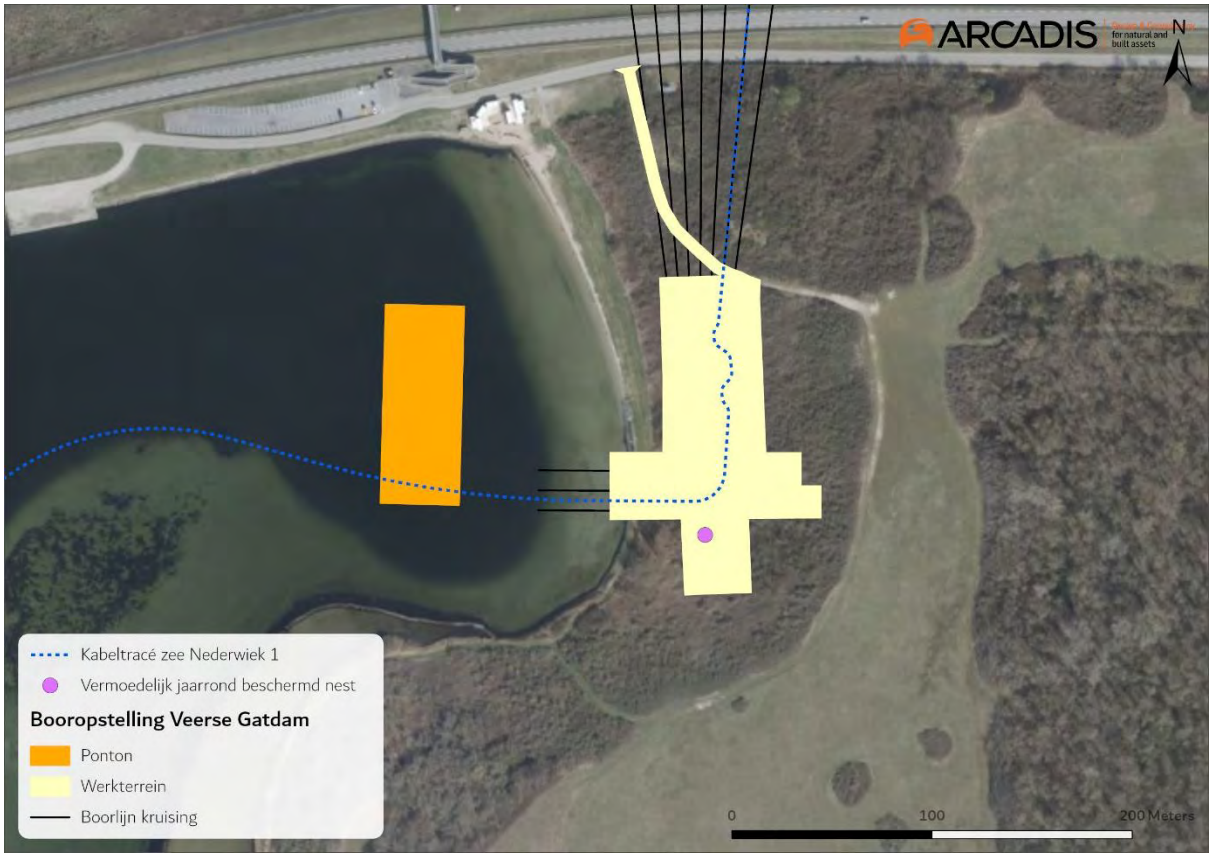
4.3.3 Verwachte aanwezige soorten

Broedvogels

In de verspreid staande bosjes, ruigtes, landbouwgebieden, watergangen en bomen langs het tracé kunnen algemeen tot schaars in Nederland voorkomende broedvogels worden verwacht als de ekster, fitis, houtduif, meerkoet, pimpelmees, tjiftjaf en waterhoen.

Bij de passage van de Veerse Gatdam is een roofvogelhorst aangetroffen ter plaatse van de zuidelijke booropstelling, waarschijnlijk van buizerd (Figuur 4-25). In de afgelopen tien jaar zijn in de omgeving van de Veerse Gatdam meerdere waarnemingen gedaan van buizerd, havik en sperwer (Website NDFF, 2022). De bosschage ter plaatse van het werkterrein zal gekapt worden.

Verder zijn er in de nabijheid van het tracé horsten aangetroffen van buizerd, bruine kiekendief, kraai en niet bekende roofvogels (Figuur 4-26). Hoewel werkterreinen voor het kabeltracé geprojecteerd zijn op enkele bosjes met (mogelijk) jaarrond beschermde nesten is het uitgangspunt dat geen bomen worden gekapt ten behoeve van werkterreinen.



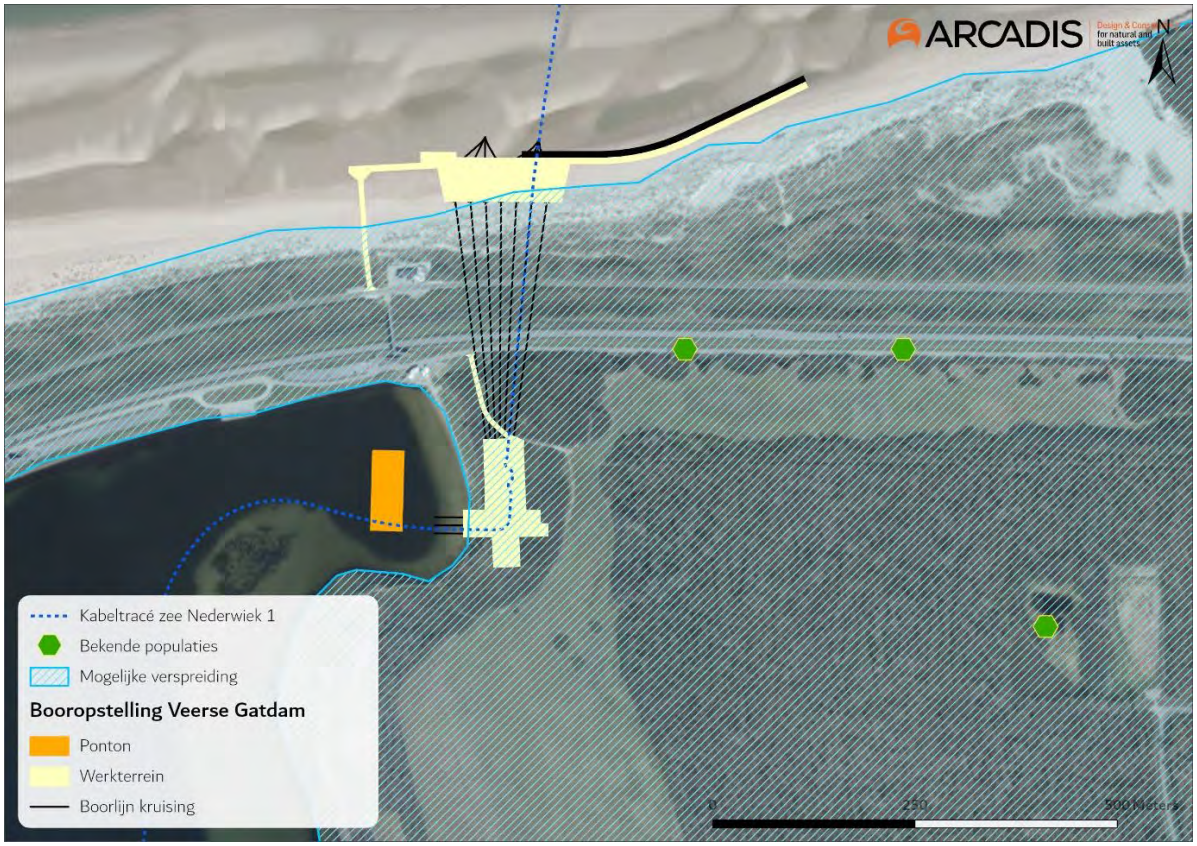
Figuur 4-25 Aanwezigheid vermoedelijk jaarrond beschermd nest.

Figuur 4-26 Aanwezige vogelnesten in de omgeving van het tracé.

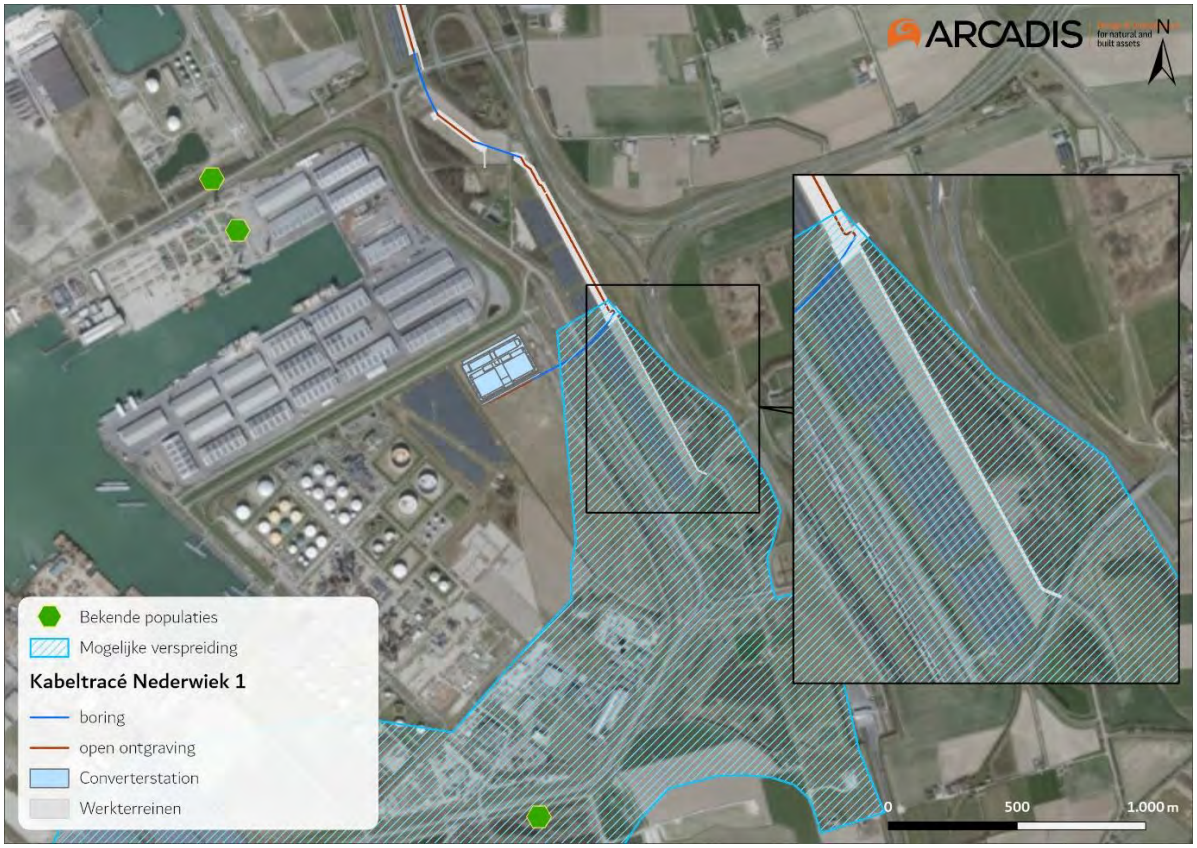
Vleermuizen
In het Sloegebied zijn de afgelopen tien jaar negen waarnemingen gedaan van vleermuizen, voornamelijk gewone dwergvleermuizen en één waarneming van de laatvlieger (Website NDFF, 2020b). Het projectgebied biedt langs een aantal plekken met verspreid staande bosjes en bomen mogelijk geschikte vaste rust- of verblijfplaatsen en vliegroutes voor vleermuizen. Het projectgebied is geen essentieel foerageergebied voor vleermuizen. Omdat in de omgeving ruim voldoende alternatief leefgebied en betere alternatieven aanwezig zijn. Het bosje nabij de aanlanding bij het Veerse Meer (Kreek de Piet) heeft enkele boomholten en dode bomen waar functies van vleermuizen niet uitgesloten zijn. In de overige opgaande vegetaties (singels) zijn geen verblijfplaatsen of holtes aangetroffen. De bunkers aan de Zeedijk van de Jacobapolder zijn mogelijk ook geschikt als verblijfplaatsen voor vleermuizen.

Rugstreeppad
Rugstreeppad is een bekende soort uit het duingebied. Het is een typische pionierssoort die vooral te vinden is op terreinen met een hoge natuurlijke of door mensen ingebrachte dynamiek, zoals duinen of bouwterreinen. De soort heeft een voorkeur voor snel opwarmende bodemplaatsen en ondiep (tijdelijk) water, bij voorkeur vegetatieloos en zonder concurrentie van andere amfibieën, waterinsecten of vis. Regenplassen en sporen van zware voertuigen waar regenwater in is blijven staan, vormen ideaal voortplantingswater. In brede en grotere watergangen komt rugstreeppad niet voor, met mogelijke uitzondering ondiepe oeverzones. Ook in licht brak water kan de soort zich voortplanten. De soort is alleen gedurende de voortplanting in het water aanwezig, verder verblijft de soort op het land. Zomer- en winterverblijfplaatsen bevinden zich in losgrondige zanderige bodems waarin rugstreeppad zich ingraaft. Ook kunnen ze schuilen onder elementen zoals opgeslagen tegels, pallets en tractorbanden of in muizenholletjes. Het winterrustgebied moet boven grondwaterniveau zijn en vorstvrij.

Het is een bekende soort uit het duingebied, maar komt in Noord-Beveland relatief in lagere dichtheid voor (Website NDFF, 2022). Hoewel de soort ook voor kan komen in sloten in open landbouwgebied, zijn geen waarnemingen bekend uit de polders van Zuid-Beveland ter hoogte van het tracé. De Veerse Gatdam en het Sloegebied vormt potentieel leefgebied voor rugstreeppadden. Ten oosten van de Veerse Gatdam en verdeeld over het Sloegebied zijn populaties van de rugstreeppad bekend.

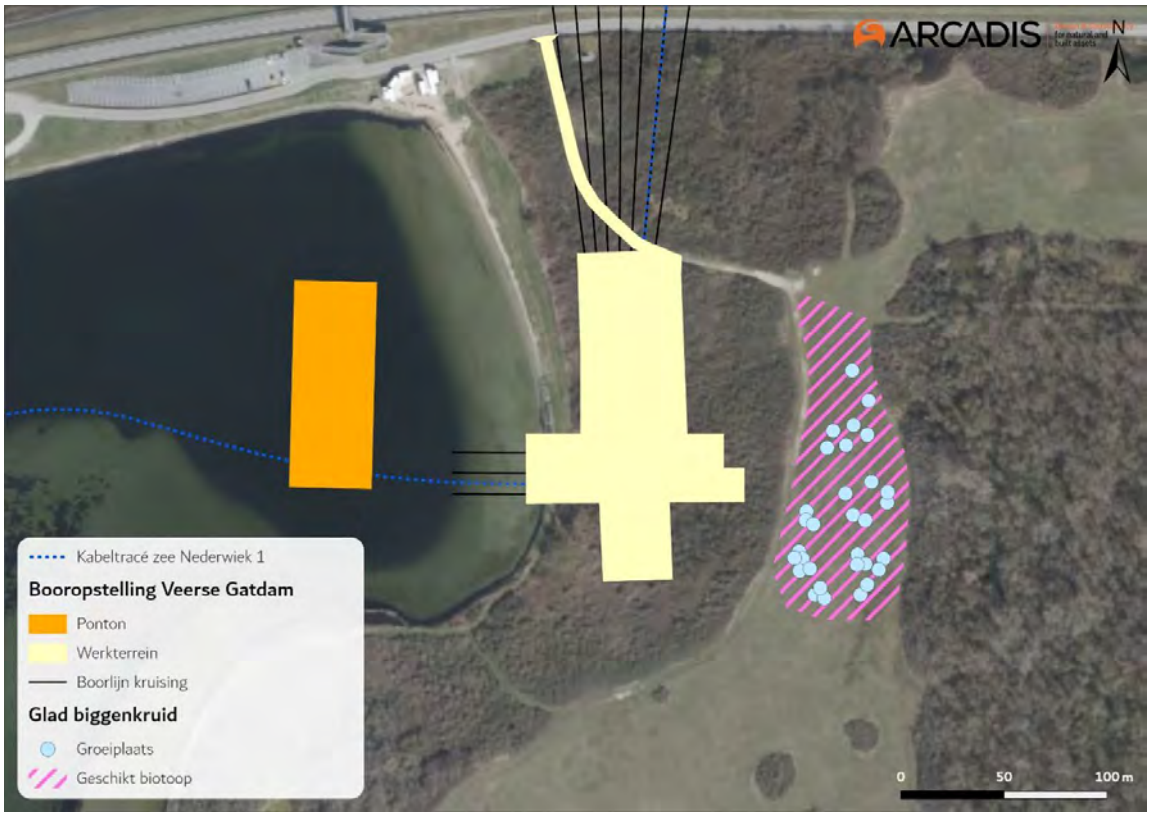


Figuur 4-27 Bekende verspreiding rugstreeppad. Nabij de booropstelling Veerse Gatdam (bronnen: Arcadis (2019), Tabak (2020), Website NDFF (2021)).



Figuur 4-28 Bekende verspreiding rugstreeppad. Industrieterrein Borssele en rondom het Sloegebied (bronnen: Arcadis (2019), Tabak (2020), Website NDFF (2021)).

Glad biggenkruid
Glad biggenkruid is een lage (10-30 cm), eenjarige, zomerbloeiende akkerplant. De bloeiende plant heeft lichtgele bloemen. Glad biggenkruid bloeit van juli tot oktober. Zaden kiemen in zowel het voorjaar als het najaar. De plant komt in Nederland vooral voor op akkers, maar ook in kalkarme, open duingraslanden, zoals in het hooilandschap ten zuidoosten van de Veerse Gatdam (Figuur 4-29). Glad biggenkruid is een eenjarige pioneersoort, het kan per jaar verschillen waar het precies groeit. Het kan daardoor mogelijk in de toekomst wel (dichterbij) het werkterrein groeien.



Figuur 4-29 Aanwezigheid groeilocaties en biotoop glad biggenkruid (Bron: Tabak (2020)).

4.4 Conclusie aanwezigheid beschermde soorten

4.4.1 Op zee

Aangezien er, behalve bij de aanlanding, een strook van >15 kilometer voor de kust vrij is van vertroebeling (paragraaf 3.2) en de broedlocaties niet direct aan het tracé liggen (paragraaf 4.2.1), zullen broedende sternen geen effect ondervinden van vertroebeling. De effecten van vertroebeling op sterns wordt dus niet verder behandeld.

Voor de overige aangetroffen beschermde soorten kunnen negatieve effecten niet op voorhand worden uitgesloten. De mogelijke effecten van de ontwikkeling op deze soorten worden nader toegelicht in Hoofdstuk 5.

4.4.2 Op land

Voor de aangetroffen beschermde soorten op land kunnen negatieve effecten door de ontwikkeling voor rugstreeppad, glad biggenkruid, vogels met jaarrond beschermde nesten, vleermuizen en

algemene broedvogels niet op voorhand worden uitgesloten. Negatieve effecten op overige soorten die onderdeel uitmaken van de Rode-lijst zijn niet op voorhand uitgesloten. De mogelijke effecten van de ontwikkeling op deze soorten worden nader toegelicht in Hoofdstuk 5.

5 Effectbepaling

5.1 Vogels

In de volgende deelparagrafen worden de effecten op vogels op zee, het Veerse Meer en land verder toegelicht. Vogels kunnen gevolgen ondervinden van vertroebeling, sedimentatie en bovenwaterverstoring.

5.1.1 Vertroebeling

Op zee
Vertroebeling treedt in principe alleen op in de aanlegfase. Als onderhoud aan kabels nodig is kan Lokaal in de gebruiksfase ook vertroebeling optreden, maar deze effecten zullen vele malen kleiner zijn dan die van de aanleg. De aanleg is daarom als worst-case uitgebreid beoordeeld. Vertroebeling kan een effect hebben op vogels die foerageren op schelpdieren en op zichtjagende vogels zoals sternsoorten, futen, zaagbekken, zeekoeten en aalscholvers.

Schelpdieren die een voedselbron vormen voor vogels kunnen omgaan met hoge concentraties van vertroebeling. Onderzoek heeft uitgewezen dat een tijdelijke verhoging met 20% de groei van kokkels niet nadelig beïnvloedt. Verhogingen naar 200 tot 300 mg/l hebben wel een sterke nadelige invloed op de groei (Essink, 1993). Ook de mesheft (*Ensis directus)* liet een verminderd filtervermogen zien bij slibconcentraties hoger dan 200 mg/l (Witbaard & Kamermans, 2010).

Uit de slibmodelleerstudie blijkt dat er direct bij de bodem geen daggemiddelde slibconcentratieverhoging plaatsvindt van boven de 5 mg/l en na een periode van dagen neemt deze slibconcentratieverhoging weer af tot het achtergrondniveau. Deze concentratieverhoging is een fractie (5%) van de waardes van 200 mg/l waarbij soorten als *Ensis* verminderd filtratie vermogen lieten zien. Tevens is de verhoging van de slibconcentraties lokaal en tijdelijk van aard. Filterfeeders hebben tijdelijk het vermogen zich hieraan aan te passen en ondervinden geen effect van de werkzaamheden. Indirecte effecten, zoals die van vertroebeling op schelpdieren die door vogels opgegeten worden, zijn hierdoor verwaarloosbaar. Deze zijn daarom niet beschreven. De modelstudie van vertroebeling is beschreven in Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie.

Effecten op zichtjagende vogels buiten de kustzone
Zichtjagende vogels die zich rond het gedeelte buiten (>10km) de kustzone van het tracé bevinden kunnen een effect van een verhoging van het slib in het bovenste deel van de waterkolom ondervinden. Door vertroebeling kan het vangstsucces worden beïnvloed. Voor soorten als dwergmeeuw, jan-van-gent, grote jager, grote mantelmeeuw, zeekoet en alk is de Bruine Bank belangrijk foerageergebied (zie paragraaf 4.2.1). Deze vogels foerageren voornamelijk op vis, kreeftachtigen en andere ongewervelden, waarbij de ene soort actiever duikt dan de ander. Er kan hier onderscheid gemaakt worden tussen vliegende viseters (meeuwen, sterns, jan-van-gent, grote jager) die via een duikvlucht voedsel uit het bovenste deel van de waterkolom halen en duikende viseters die hun voedsel bemachtigen via een onderwater achtervolging (bijvoorbeeld zeekoet, alk). Voor de eerste groep is met name de vertroebeling in het bovenste deel van de waterkolom van

belang, terwijl voor de tweede groep (die dieper duiken) de vertroebeling over de gehele waterkolom ook van belang is, de zogenoemde dieptegemiddelde vertroebeling. Er is een literatuurstudie uitgevoerd naar de relatie tussen vangstsucces van deze vogels en het doorzicht (Found et al., 2008; Virkkala, 2016; Zamon et al., 2014). Deze studie geeft geen duidelijk uitsluitsel over de relatie tussen doorzicht en vangstsucces voor deze zichtjagende zeevogels. Effecteninschattingen worden daarom op basis van expert judgement gemaakt.

De effecten van vertroebeling op de vogelsoorten treden niet langs het gehele tracé tegelijkertijd op. De slibwolk beweegt zich namelijk met werkzaamheden mee en dunt snel uit, zoals te zien in Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie. Binnen een periode van enkele dagen daalt de slibconcentratie tot onder de 2 mg/l. De grootte van de slibwolk varieert gedurende de werkzaamheden en voor oppervlakte jagende vogels geldt dat de maximale grootte van de slibwolk aan het wateroppervlak op dag 121, 170 hectare is. Dit is 0,12% van de totaaloppervlakte (136.638 ha) van de Bruine Bank. De maximale waarde, direct langs het tracé, is niet hoger dan 5 mg/l (daggemiddelde).

Voor duikende vogelsoorten zoals de alk en zeekoet is de dieptegemiddelde slibconcentratieverhoging te verwaarlozen. Zo is de maximale oppervlakte van de vertroebelingswolk voor het dieptegemiddeld enkele hectare en komt de concentratie niet boven de 2,5 mg/l (daggemiddeld). Binnen een periode van enkele dagen daalt de slibconcentratie tot onder de 2 mg/l.

Figuur 5-1 Vertroebeling aan het wateroppervlak op dag 121, de dag met de grootste toename van slib in de waterkolom.

Samengevat zal de slibwolk tijdelijk zijn, waarbij deze niet langer dan enkele dagen op een specifieke locatie boven de 5 mg/l is. De slibpluim beweegt mee met de werkzaamheden langs het kabeltracé,

hierdoor zal het gebied waar de hoogste slibconcentratieverhogingen optreden (direct langs het tracé) al minder interessant zijn als foerageergebied voor zichtjagers door andere 'directere' verstorende effecten (zoals bovenwaterverstoring). Verder van het tracé af dunt de slibwolk al snel uit. Effecten door vertroebeling zijn tijdelijk van aard en er is ruim voldoende alternatief foerageergebied voor zichtjagende vogels. Zodoende is er geen negatief effect van vertroebeling op zichtjagende vogels buiten (>10km) de kustzone.

Conclusie: Er is geen negatief effect van vertroebeling op zichtjagende vogels buiten (>10km) de kustzone.

Effecten op zichtjagende vogels in de kustzone
In de kustzone (<10km) treedt er minieme vertroebeling op (zie paragraaf 3.2.1). Hierdoor zijn effecten van vertroebeling op zichtjagende vogels in de kustzone uitgesloten. Het overtreden van verbodsbepalingen is niet aan de orde.

Veerse Meer - Effecten op zichtjagende vogels
Eerder is beschreven dat vertroebeling als gevolg van het jet trenchen voor Net op zee Nederwiek 1 in totaal over ca. 241 ha langs het totale tracé optreedt aan de bodem. De zichtjagende vogels zullen vooral in aanraking komen met vertroebeling aan het wateroppervlak. Hier gaat het in totaal om 87 ha. De vertroebeling vindt niet tegelijk plaats binnen dit areaal, maar beweegt mee met de aanlegwerkzaamheden. De slibconcentratie in het beïnvloede gebied is vanaf het ontstaan na ca. 1 dag weer volledig afgenomen naar het reguliere achtergrondniveau (Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie). De veroorzaakte vertroebeling is dus een zeer kortdurend fenomeen dat rond de werkzaamheden optreedt.

In deel A is eerder toegelicht dat de aanleg van het tracé in het Veerse Meer plaatsvindt tussen 1 september en 1 mei. Dit is grotendeels buiten de broedperiode, alleen in de eerste weken van de broedperiode (medio april tot 1 mei) vinden werkzaamheden plaats. Op dit vroege tijdstip in het broedseizoen zijn doorgaans nog geen kuikens geboren, zodoende hebben ouderdieren nog geen jongen te voeden.

Voor zichtjagende nestgebonden sternsoorten vormt (de omgeving van) het Veerse Meer geen gebruikelijk broedgebied. Kleine aantallen visdief broeden in sommige jaren wel op de Haringvreter en Middelplaten (via NDFF). Diverse soorten sterns die elders in de nabijgelegen kustzone en Oosterschelde broedkunnen kunnen ook sporadisch foerageren in het Veerse Meer. Anderzijds betekent dit ook dat sterns beschikken over een ruime hoeveelheid alternatief geschikt foerageergebied in de nabije omgeving (Veerse Meer, kustzone en Oosterschelde). Dit geldt ook voor sterns buiten de broedperiode. Sterns maken dermate weinig gebruik van het Veerse Meer dat een effect door de kortdurende en lokale vertroebeling niet in de lijn der verwachting ligt.

Ook zichtjagende vogelsoorten die op een andere manier jagen op vis, zoals fuut en middelste zaagbek, aalscholver en kleine zilverreiger kunnen beïnvloed worden door vertroebeling. Hiervan broedt voornamelijk de fuut in de nabijheid van het tracé. Het foerageerpotentieel van deze soorten kan worden beïnvloed bij een afname in doorzicht. Niet elke afname in doorzicht zorgt echter voor een afname in het foerageerpotentieel. De aalscholver profiteert bijvoorbeeld soms juist zelfs van vertroebeling. Bij beperkt doorzicht van het water gaan de aalscholvers groepsgewijs vissen. Deze manier van foerageren levert per vogel soms meer op dan solitair vissen in helder water (Ministerie

van LNV, 2008c). De kleine zilverreiger, fuut en middelste zaagbek foerageren uitsluitend in relatief ondiepe waterlagen, kleine zilverreiger uitsluitend langs de oever en fuut en middelste zaagbek meestal tot ca. 4 meter diepte (Ministerie van LNV, 2008e; Vogelbescherming, 2022). De soorten worden dus alleen beïnvloed door vertroebeling in de bovenste waterlaag.

Aangezien nauwelijks sprake is van vertroebeling aan het wateroppervlak, en vertroebeling tevens slechts zeer tijdelijk en lokaal optreedt, zijn effecten op zichtjagende vogels uitgesloten.

Conclusie: bovenstaande geeft aan dat er geen sprake is van wezenlijke negatieve effecten van vertroebeling op zichtjagende vogels. Het voedselaanbod van vogelrichtlijnsoorten wordt zodoende niet negatief beïnvloed. Als gevolg hiervan is het overtreden van verbodsbepalingen niet aan de orde.

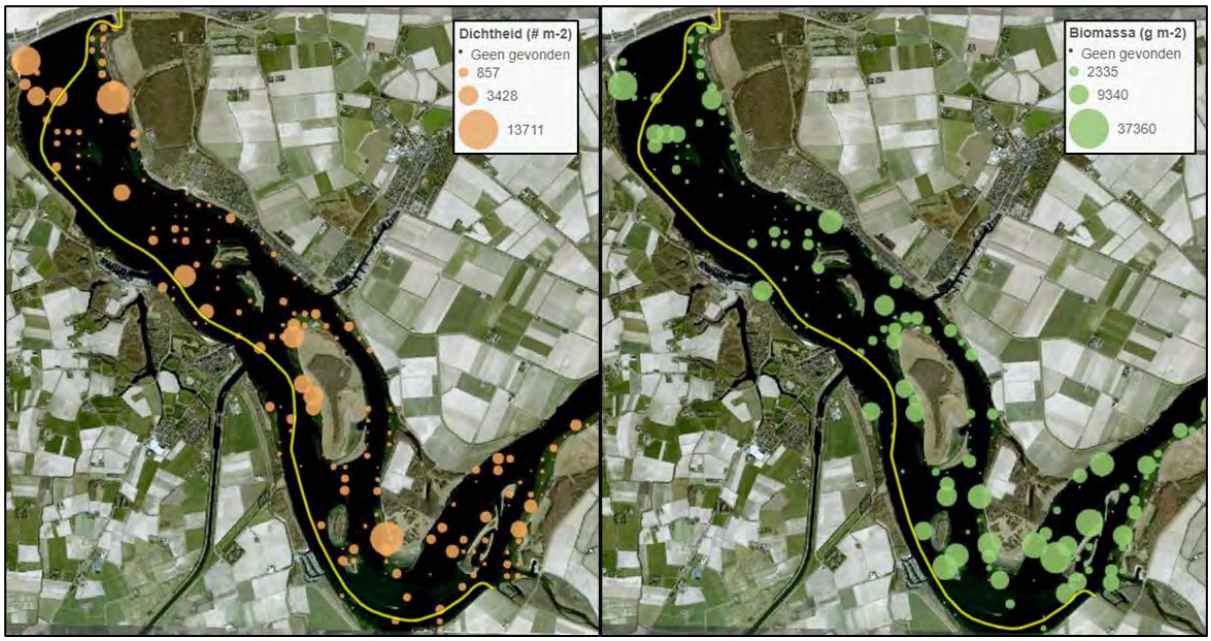
Veerse Meer – Indirecte effecten via het voedselweb (benthos en primaire productie)
Negatieve effecten van vertroebeling op bodemdieren en primaire productie kunnen via de voedselketen doorwerken naar hogere trofische niveaus, waaronder vogelsoorten beschermd onder de vogelrichtlijn. Wanneer sprake is van een groot effect op bodemdieren in het Veerse Meer, kan dit resulteren in het overtreden van verbodsbepalingen als dit leidt tot het indirect het doden van vogels, of wanneer rustplaatsen niet meer functioneel zijn omdat deze niet meer in de buurt van foerageergronden liggen. Het gaat met name om duikende benthoseters, maar wanneer bodemdieren ook worden beïnvloed langs de oevers, zou dit ook kunnen doorwerken op soort(groep)en als grondeleenden, steltlopers en de lepelaar.

In de delen waar de veroorzaakte vertroebeling de oevers raakt (*Figuur 3-2*), zijn de oevers vrijwel allemaal verhard. Dit is niet geschikt als foerageergebied voor bovengenoemde soort(groep)en. Oevers die wel geschikt zijn als foerageergebied, bijvoorbeeld de zuidoostzijde van Haringvreter en grote arealen in de Middelplaten, worden niet blootgesteld aan vertroebeling door de activiteit. Effecten op deze soort(groep)en die foerageren direct langs de oevers zijn daarom op voorhand uit te sluiten. De focus ligt in deze beoordeling daarom op duikende benthoseters.

Duikende benthosetende vogelsoorten foerageren voornamelijk op bodemdieren, zoals schelp- en schaaldieren. Afhankelijk van het voedselaanbod worden soms ook zaden, plantenresten en kleine vissen gegeten. Ze foerageren door naar de bodem te duiken en op tast de bodem af te gaan. Eventuele beïnvloeding van deze soorten kan zodoende alleen door vertroebeling plaatsvinden via een eventueel indirect effect op benthos en niet door tijdelijke afname in doorzicht.

Het tracé ligt voor het over grote deel in de diepe delen van het Veerse Meer (grotendeels in of parallel aan de vaargeul. De hoogste stijging in slibconcentratie als gevolg van de activiteit vindt plaats direct rond het tracé, in deze diepe zone. Dit relatief diepe water vormt suboptimaal leefgebied voor bodemleven omdat hier met enige regelmaat zuurstofloosheid optreedt (van der Pool et al., 2020). Uit MWTL-monitoring blijkt dat de grootste hoeveelheid benthos in het Veerse Meer in ondiep water (<8 meter) te vinden is (Kruijt et al., 2020; Troost et al., 2021). De dichtheid van alle onderzochte soortgroepen samen was in de ondiepe zone ca. 5 keer hoger dan de diepe zones (Kruijt et al., 2020). De diepere zones van het Veerse Meer hebben zodoende een aanzienlijk lagere waarde als foerageergebied voor de benthosetende vogelsoorten dan de ondiepe zones. Duikende benthoseters zullen voornamelijk in de ondiepe zones foerageren.

De achterliggende data uit Troost et al. (2021) is ook beschikbaar op de 'schelpdiermonitor' van WMR. Het tracé van Net op zee Nederwiek 1 is geprojecteerd op de schelpdiermonitorkaarten die de dichtheid en biomassa van macrofauna in het Veerse Meer tot en met 2022 weergeven (Figuur 5-2). Hieruit blijkt ook dat het tracé inderdaad nauwelijks in aanraking komt met hotspots van macrofauna, oftewel meetpunten waar hoge dichtheden/biomassa's zijn gevonden. Figuur 5-2 laat ook zien dat rond de twee aanlandingslocaties, waar het ondieper is, ook niet met hotspots voor macrofauna in aanraking wordt gekomen



Figuur 5-2 Het tracé van Nederwiek 1 (gele lijn) overlapt niet tot nauwelijks met hotspots in dichtheid (links) en biomassa (rechts) van de totale macrofauna gemeenschap op tal van meetpunten in het westen van het Veerse Meer (via de WMR schelpdiermonitor).

Een beperkt deel van de vertroebelingspluimen reikt tot buiten de diepe zones en overlapt daarmee met ondiepere zones van het Veerse Meer die kunnen dienen als geschikt foerageergebied voor duikende benthoseters. Hier is bijvoorbeeld sprake van bij de aanlandingslocaties. In Figuur 5-2 is zichtbaar dat hier ook geen grote macrofauna hotspots aanwezig zijn. De biomassa en dichtheid van benthos binnen deze zone zal niet merkbaar afnemen als gevolg van de vertroebeling. Veel soorten bodemdieren hebben zich namelijk aangepast om tijdelijk (natuurlijke) hoge piekconcentraties in vertroebeling te doorstaan middels morfologische en fysiologische aanpassingen (Cattrijsse, 1997; Witbaard et al., 2013). Het is bekend dat de achtergrond slibconcentratie in het Veerse Meer vrijwel ieder jaar wel pieken kent tussen de 15-35 mg/l (via waterinfo.rws.nl). Dit is zeer vergelijkbaar met de verhoging in slibconcentratie van ca. 1 dag als gevolg van de activiteit.

Vertroebeling heeft dus hooguit een beperkte invloed op de biomassa en dichtheid benthos in het Veerse Meer over een minimaal areaal rond het tracé, dat reeds uit voornamelijk suboptimaal foerageergebied bestaat. Merkbare doorwerkende effecten voor benthosetende vogelsoorten in het Veerse Meer zijn hierbij niet aan de orde. Delen van de waterbodem waar bodemdieren wel licht in aantal zijn afgenomen zullen na verloop van tijd tevens weer geherkoloniseerd worden.

Wat betreft primaire productie is in deel A eerder toegelicht dat de aanleg van het tracé in het Veerse Meer plaatsvindt tussen 1 september en 1 mei. Hiermee wordt op voorhand de meest

kritieke periode voor fytoplankton al ontzien. De fotosynthetische activiteit is gedurende de zomermaanden namelijk het hoogst (Riegman, 2014), onder andere als gevolg van de lange daglicht periode en hogere watertemperaturen. Aan het wateroppervlak -waar primaire productie beïnvloed kan worden- lopen de slibconcentraties op tot maximaal ca. 5 mg/l. Deze verhoging duurt hooguit een dag. Dit valt weg in natuurlijke variatie. Er zijn geen merkbare effecten voor de primaire productie in het Veerse Meer. Van een doorwerkend effect op de voedselketen (inclusief vogelrichtlijnsoorten) is geen sprake.

Conclusie: Het bovenstaande geeft aan dat er geen sprake is van wezenlijke negatieve effecten van vertroebeling op benthos en primaire productie. Het voedselaanbod van vogelrichtlijnsoorten wordt zodoende niet negatief beïnvloed. Als gevolg hiervan is het overtreden van verbodsbepalingen niet aan de orde.

5.1.2 Sedimentatie en habitataantasting op zee en het Veerse Meer

Op zee en het Veerse Meer worden de gevolgen sedimentatie en habitataantasting samen beoordeeld. Dit omdat beide gevolgen dezelfde soorten beïnvloeden en er veel overlap is in de reikwijdtes. In het gebied waar habitataantasting optreedt, treedt vaak ook sedimentatie op. Gebieden waar de reikwijdte van sedimentatie verder reikt dan die van habitataantasting worden beschreven in de paragrafen hieronder. In paragrafen 3.3 en 3.8 worden de reikwijdtes van sedimentatie en habitataantasting beschreven.

Zowel sedimentatie als habitataantasting treedt in principe alleen op in de aanlegfase. Als lokaal onderhoud nodig is in de gebruiksfase dan zullen effecten tijdelijk en veel lokaler zijn dan die van de aanleg. De aanleg is daarom als worst-case beoordeeld. Sedimentatie en habitataantasting kunnen een effect hebben op bodemdieren, wat weer door kan werken op vogels. Door het leggen van de kabels wordt langs het gehele tracé de bodem aangetast. Wanneer de kabel alleen wordt aangelegd middels trenchen, zoals in het Veerse Meer, is de totale reikwijdte van habitataantasting 1,2 meter. Afhankelijk van de lokale bodemeigenschappen op zee kan pre-sweepen en baggeren ook noodzakelijk zijn, waardoor de worst-case reikwijdte van habitataantasting op zee 25 meter bedraagt. Binnen deze reikwijdte zal vaak ook sedimentatie plaatsvinden.

In Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie is de slibstudie weergegeven, waarop het sedimentatiemodel is gebaseerd (alleen voor sedimentatie op zee). Het slib dat in de waterkolom terecht is gekomen wordt afgezet op de bodem. Bodemdieren kunnen beïnvloed worden door bedekking met sediment wat kan doorwerken op het voedselaanbod voor vogels. Het is zeer afhankelijk van soort, locatie, hoeveelheid van de geloosde sediment en type sediment hoe de bodemdiergemeenschap reageert op verhoogde sedimentatie (Harvey et al., 1998). (Baan et al., 1998) geven aan dat het effect van de bedekking wordt bepaald door diverse factoren, te weten de mate van bedekking, de tolerantie van de soort, de duur van de bedekking, de sedimenteigenschappen van het bedekkende materiaal en de temperatuur. De specifieke effecten van deze factoren zijn niet allemaal apart onderzocht.

Door (Bijkerk, 1988) is de tolerantie van zeven macrobenthos soorten voor permanente sedimentatie bepaald. Deze lag voor permanente sedimentatie met fijn zand tussen de 5,67 mm/dag (*Mya, Capitella*) en 5,67 mm/dag (*Macoma, Arenicola, Nereis*). De organismen waren gevoeliger voor sedimentatie met slib. De tolerantie varieerde daar tussen de 0,33 mm/dag (*Mya*) en 11,67 mm/dag (*Nereis*). Recenter onderzoek (Rozemeijer & Smith, 2017) erkent de gevoeligheid van *Mya arenaria*, hier wordt daarnaast ook weer beschreven dat een groot aantal soorten macrobenthos,

waaronder tweekleppigen als nonnetje, *Ensis* en zaagje maar bijvoorbeeld ook verschillende zeestersoorten, weinig problemen ondervinden van sedimentatie van 10 centimeter tot zelfs ruim daarboven afhankelijk van de soort. Demersale vissoorten ondervinden normaliter geen effect, aangezien deze soorten mobiel zijn en wegzwemmen in het geval van sedimentatie. Zodoende worden dermesale vissen niet verder meegenomen voor sedimentatie(Kjelland et al., 2015).

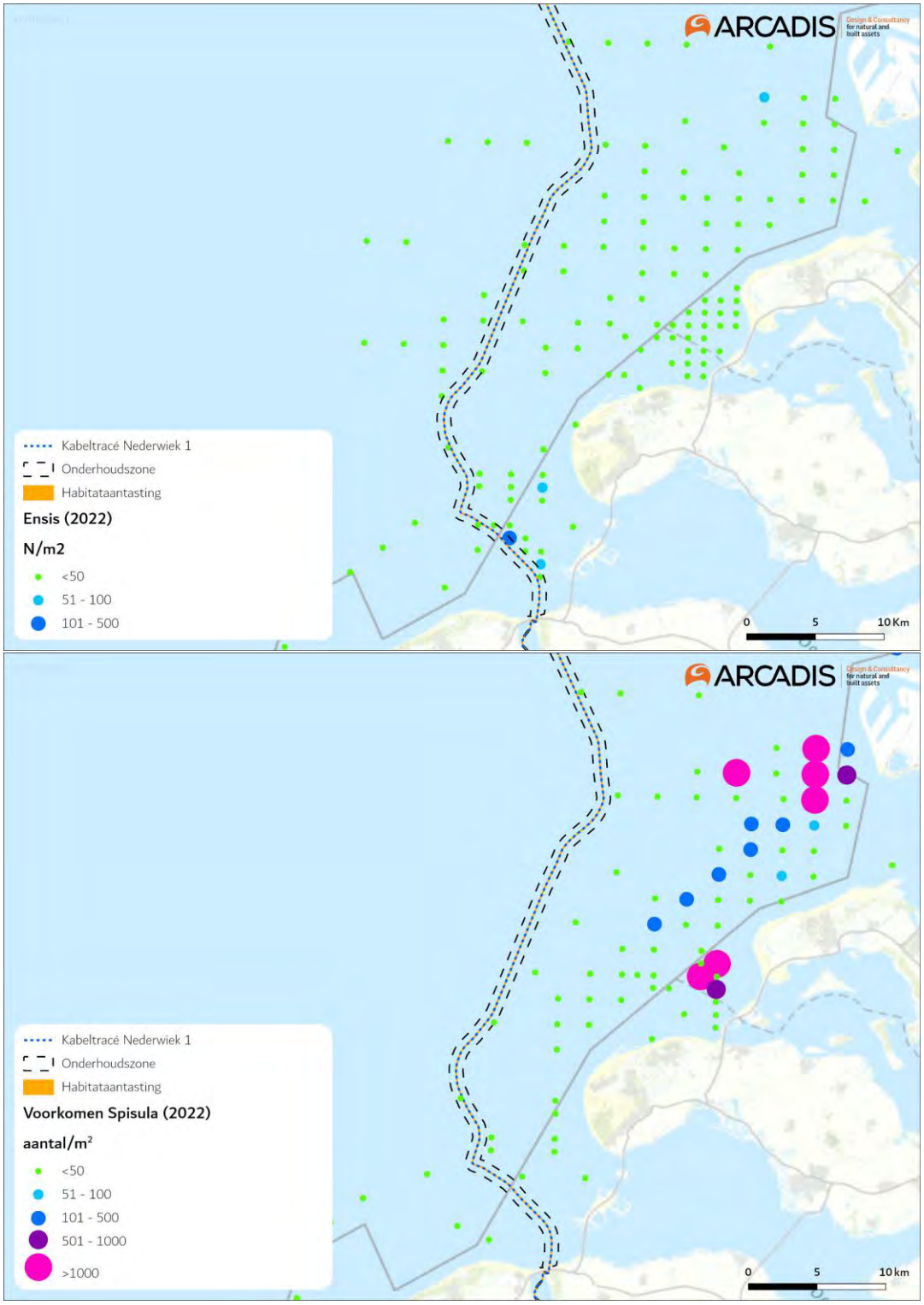
Op zee

Sedimentatie buiten de kustzone

Sedimentatie van meer dan 0,33 mm/dag van het door het verspreiden opgewerveld slib vindt enkel plaats rondom de aan te leggen zeekabels. Buiten de kustzone betreft het een oppervlakte van circa 57,8 km^2. In dit gebied komen echter geen schelpdierbanken voor en zullen vogels geen effecten ondervinden van sedimentatie. Negatieve effecten zijn niet merkbaar op systeemniveau.

Sedimentatie in de kustzone

In de kustzone waar schelpdierbanken voorkomen, treedt geen sedimentatie op boven de 0,33 mm/dag. Over het gehele tracé langs de kust worden geen schelpdierbanken door sediment bedekt.



Figuur 5-3 Habitataantasting en Ensis (boven) en Spisula banken (onder) (Troost et al., 2022).

Habitataantasting buiten de kustzone

Buiten de kustzone treedt habitataantasting alleen op in het gebied direct rondom het tracé. In gebieden waar habitataantasting optreedt hebben de effecten van habitataantasting een grotere impact dan sedimentatie. Zoals beschreven onder sedimentatie, zijn er geen schelpdierbanken aanwezig in het gebied langs het tracé en waar sedimentatie en habitataantasting optreedt. Vogels

zullen geen effecten ondervinden van sedimentatie. Negatieve effecten zijn niet merkbaar op systeemniveau.

Habitataantasting binnen de kustzone
Schelpdierbanken kunnen wel een effect ondervinden door habitataantasting. Het aangetaste areaal is zeer klein en de dichtheden van de schelpdieren zijn laag. Negatieve effecten zullen daarom niet merkbaar zijn op systeemniveau. Er blijft voldoende voedsel voor vogels (zoals duikeenden) beschikbaar, zie Figuur 5-3.

Ten slotte zal het habitat binnen afzienbare tijd herstellen na de eventuele gevolgen van habitataantasting. Uit onderzoek is gebleken dat de tijd dat bodemfauna nodig heeft om in een aangetast gebied de oude biomassa en dichtheid weer te bereiken doorgaans slechts één jaar bedraagt, dit neemt toe tot 2-5 jaar voor organismen met langere levenscycli (zoals verschillende tweekleppigen en zee-egels) (Baptist et al., 2009; Boudewijn, 2016; Coates et al., 2015; Rozemeijer et al., 2013). Na een worst-case periode van vijf jaar na aantasting zal de zeebodem dus opnieuw gekoloniseerd zijn door zeebodemfauna.

Conclusie: Er is geen (indirect) negatief effect van sedimentatie en habitataantasting op vogels.

Veerse Meer - Effecten op vogels (indirect via benthos)
In paragraaf 5.1.1 is het indirecte effect van vertroebeling op vogelrichtlijnsoorten via bodemdieren behandelt. Dit is redelijk vergelijkbaar met de indirecte effecten op vogelrichtlijnsoorten van sedimentatie en habitataantasting via bodemdieren. De reikwijdte van sedimentatie en habitataantasting is echter kleiner dan die van vertroebeling (zie paragraaf 3.13).

Het tracé loopt voor het over grote deel door diepe delen van het Veerse Meer. Deze diepe delen herbergen relatief lage dichtheden aan benthos (eerder toegelicht in paragraaf 5.1.1, zie ook Figuur 5-2). Vooral nabij de aanlandingslocaties zal sprake zijn van sedimentatie en habitataantasting in ondiepe wateren, dit gebied kan fungeren als geschikt foerageergebied voor benthosetende vogelsoorten. Hier is echter ook geen sprake van hotspots aan macrofauna (Figuur 5-2). Aanwezige benthos kan binnen de beïnvloedde zone gedeeltelijk in aantal verminderen als gevolg van sedimentatie, dit is afhankelijk van de soort specifieke tolerantie (eerder toegelicht in paragraaf 3.3). Na verloop van tijd zal de gedeeltelijk beïnvloedde zone van de bodem echter ook weer geherkoloniseerd worden, het effect is dus hooguit tijdelijk en lokaal.

Sedimentatie en habitataantasting treedt dus op over een beperkt oppervlak in voornamelijk suboptimaal foerageergebied voor benthosetende vogelsoorten. Hierbij zijn geen negatieve effecten aan de orde op geschiktheid van het Veerse Meer als foerageergebied voor benthosetende vogelrichtlijnsoort. De beperkte beïnvloeding van benthos is tevens tijdelijk, na verloop van tijd hersteld het beïnvloedde bodemleven zich weer. In de tussentijd blijft voldoende onaangetast alternatief foerageergebied in de omgeving voorhanden.

Conclusie: Negatieve effecten op benthosetende vogelsoorten zijn uitgesloten.

5.1.3 Bovenwaterverstoring

Verstoring door geluid en licht, en visuele verstoring treedt tijdens de aanlegfase en bij onderhoud door schepen gelijktijdig op en kunnen doorgaans als één verstoringsbron worden beschouwd. Over

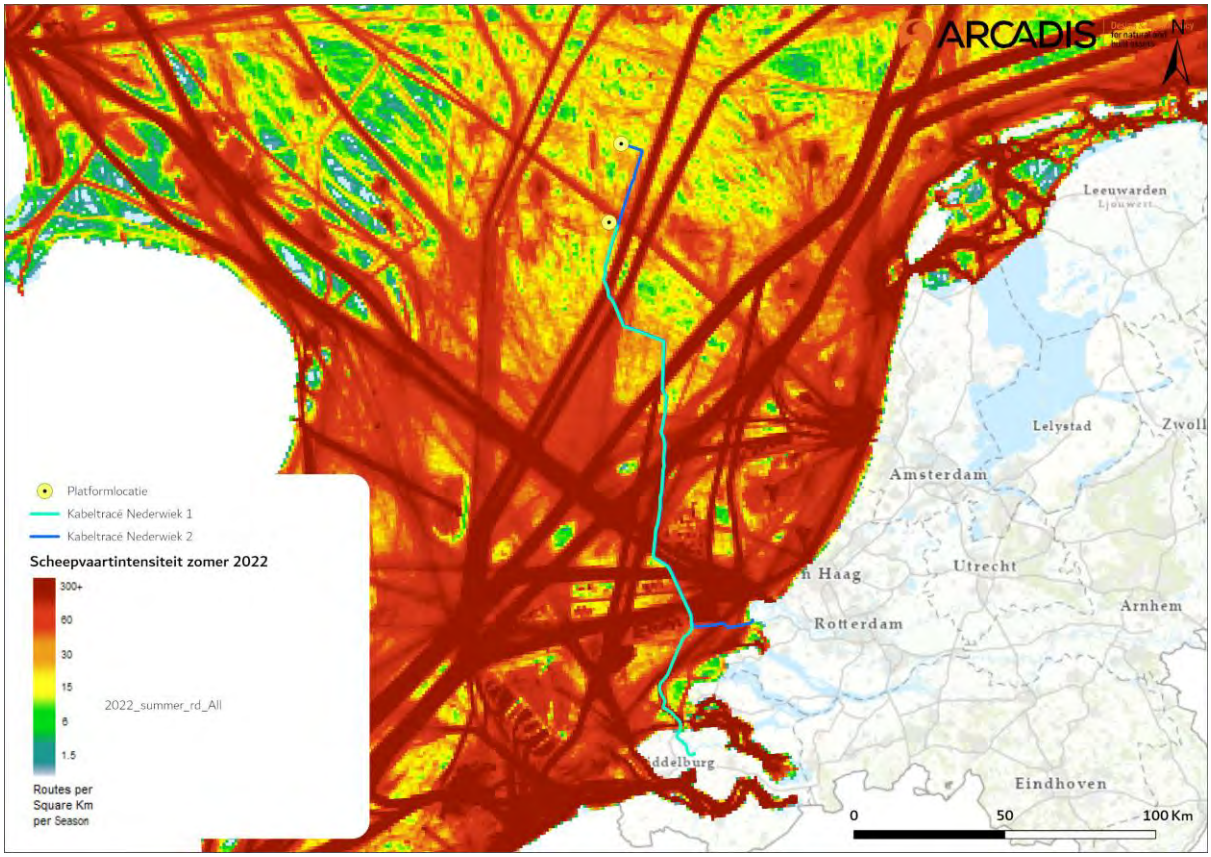
het algemeen is de reikwijdte van de lichtbelasting echter minder groot dan die van verstoringen door geluid of visuele verstoringen. Voor aspecten rond verlichting wordt tevens ten alle tijden het verlichtingsplan als leidraad gebruikt, deze wordt opgesteld conform de hiervoor geldende richtlijnen (zie paragraaf 2.2.9 van deel A). Zodoende zijn effecten op fauna gevoelig voor verlichtingsverstoring tijdens de aanlegfase buiten 150 meter uitgesloten. Doordat de verstoringscontour van licht binnen dat van geluid en beweging valt tijdens de aanlegfase wordt er voornamelijk ingegaan op verstoring door geluid en visuele verstoring. Tijdens de gebruiksfase is licht op het platform echter wel een op zichzelf staande verstoringsbron. Lichtverstoring kan leiden tot aantrekking of desoriëntatie van bijvoorbeeld trekvogels. Effecten op fauna gevoelig voor verlichtingsverstoring tijdens de gebruiksfase kunnen niet worden uitgesloten binnen de 150 meter contour.

Effecten op vogels kunnen vooral optreden door visuele verstoring van foeragerende (op open water en op droogvallende platen en slikken), rustende (op open water of op droogvallende platen), ruiende (op droogvallende platen of open water) of broedende vogels. Zoals eerder vermeld in paragraaf 3.6 is de verstoringsafstand voor de meeste vogelsoorten op groot open water 500 meter. Dit biedt voldoende zekerheid tegen verstoring door diverse varende objecten op het water. Voor ruiende en verstoringsgevoelige vogels (de brilduiker, eidereend, zeekoet en alk) heeft verstoring boven water een maximale reikwijdte van 1.000 meter. Voor de roodkeelduiker, parelduiker en zwarte zee-eend wordt specifiek een verstoringscontour van 2.000 meter gebruikt voor binnen (<10km) de kustzone.

In het plangebied voorkomende foeragerende en duikende vogels kunnen tijdens periode van de werkzaamheden verstoord worden. Daarnaast kunnen ruiende vogels worden verstoord wanneer de werkzaamheden in de ruiperiode worden uitgevoerd.

In totaal wordt er langs het gehele tracé van Net op zee Nederwiek 1 voor gevoelige vogels een areaal van maximaal 995 km^2 verstoord (tracé lengte tot aanlanding * 2.000 m *2 (weerzijdes schip) + 2.000^2 m * π (straal voor en achter)). Voor brilduiker, eidereend, zeekoet en alk is dit 597 km^2. De verstoring is echter tijdelijk en zal maar op één à twee plaatsen tegelijk optreden (straal van 1.000/ 2.000 meter rondom de kabelinstallatieschepen en bij het platform) en niet in de hele contour tegelijk. Hiermee wordt maximaal circa 25 km^2 (2 schepen * 12,5 km^2 verstoringsoppervlak) aan areaal gelijktijdig verstoord door bovenwaterverstoring. Afhankelijk of er '*Simultaneous Lay and Burial*' (SLB) of '*Post Lay Burial*' (PLB) als aanlegstrategie voor de kabels wordt gebruikt kan hier nog 1 extra verstoringscontour van 12,5 km^2 bijkomen.

Bovendien is de verstoring van de reeds aanwezige reguliere scheepvaartintensiteit op veel plekken in het projectgebied relatief hoog, zie Figuur 5-4. Het tracé wordt grotendeels in de buurt van bestaande vaarwegen gelegd. Hier is doorgaans een hoge scheepvaartintensiteit van >100 routes (i.e. vaarbewegingen/boten) per vierkante kilometer per maand aanwezig, zie Figuur 5-4. De werkzaamheden zullen slechts een beperkt aantal schepen aan deze scheepvaartintensiteit toevoegen. Zodoende wordt naast het oppervlakte verstoord gebied, ook de intensiteit van de verstoring hierbinnen, slechts marginaal vergroot.



Figuur 5-4 Aanwezige scheepvaartintensiteit op het NCP in 2020 (via https://www.emodnet-humanactivities.eu). Het zwarte kader geeft het globale studiegebied weer. Een donkerrode kleur geeft aan dat er >100 routes (i.e. vaarbewegingen/boten) per maand op de desbetreffende km^2 worden gevaren.

In de onderstaande paragrafen is de effectbeschrijving van bovenwaterverstoring als gevolg van (werkzaamheden aan) het tracé op vogels opgedeeld in vier stukken:

- Het gedeelte buiten (>10km) de kustzone, tijdens de aanlegfase
- Het gedeelte binnen (<10km) de kustzone, tijdens de aanlegfase
- Het gedeelte buiten (>10km) de kustzone, tijdens de gebruiksfase (platform)
- Het gedeelte op het Veerse Meer
- Het gedeelte op land

Op zee buiten de kustzone, tijdens de aanlegfase
Zeevogels zoals zeekoet, alk, jan-van-gent, kleine mantelmeeuw, grote mantelmeeuw en drieteenmeeuw zijn rondom het tracé buiten (>10km) de kustzone te vinden (Leopold & van Der Wal, 2015; van Bemmelen et al., 2022). Zoals toegelicht in paragraaf 3.6 zijn vogelsoorten tijdens de rui (verstoringscontour 1.000 meter) verstoringsgevoeliger dan buiten de rui (500 meter). Van de aangewezen soorten maken alken, zeekoeten en grote jagers tijdens de rui gebruik van het gebied rondom het platform en het tracé (met name rond de Bruine Bank, zie 4.2.1).

Als minder gevoelige vogels verstoord worden door de werkzaamheden, zoals bijvoorbeeld zeekoeten buiten de ruiperiode, kunnen zij uitwijken. Er is ruim voldoende onverstoord areaal beschikbaar. De verstoring is tijdelijk en lokaal. Gezien de aan te leggen werkzaamheden zich ten

(noord-) oosten van de Bruine Bank bevinden is er geen sprake van hinder van de migratie van en naar het (noord-) westen.

Grote jagers ruien tijdens hun trek en behouden tijdens de rui hun vliegvermogen (zie paragraaf 4.2.1) Eventueel verstoorde ruiende grote jagers kunnen zodoende bij verstoring uitwijken naar onverstoord areaal. De optredende verstoring als gevolg van de werkzaamheden is tijdelijk en lokaal, en zodoende is er ruim onverstoord areaal beschikbaar.

Ruiende alken en zeekoeten zijn in de ruiperiode kwetsbaar omdat zij wegens hun beperkte vliegvermogen moeilijk uit kunnen wijken voor verstoringsfactoren. Zeekoeten kunnen tijdens de winterrui geheel niet vliegen. De zeekoet en alk zijn in relatief grote getalen aanwezig rondom het tracé 4.2.1. Zoals toegelicht zijn de gevoelige periodes in de Nederlandse wateren voor alken en zeekoeten van juli tot en met de eerste helft van september. De ruiperiode van winterkleed naar zomerkleed (voor de zeekoet van december tot februari en voor de alk van januari tot en met maart) zijn ze minder gevoelig omdat ze hun vliegvermogen behouden (Dunn et al., 2019; van Bemmelen et al., 2013).

In de ruiperiodes in de winter komen hoge aantallen ruiende zeekoeten en alken voor rondom het tracé (zie Tabel 4). Aantallen voor de Bruine Bank worden gebruikt aangezien het tracé dicht langs de Bruine Bank gaat, en omdat verwacht wordt dat de vogels in soortgelijke dichtheden hier kunnen voorkomen. Dichtheden in het gebied zijn berekend aan de hand van aantallen alken en zeekoeten op de Bruine Bank en het oppervlak van de Bruine Bank (1.366 km^2). Voor zeekoet varieerde de maximale dichtheid op telgebied de Bruine Bank op de telmomenten in dit ruiseizoen in 2021-2022 van circa 5,057 (januari) tot 4,906 (februari) individuen per km^2 en voor de alk 0 (augustus) tot 0,489 (november) individuen per km^2 (van Bemmelen et al., 2022). Ook vlak buiten de Bruine Bank worden in dit seizoen hoge aantallen aangetroffen, soms ook op of in de nabijheid van de verstoringscontouren van het tracé. De verspreiding van de ruiende vogels varieert per jaar (zie Figuur 4-7 en Figuur 4-8) en aanwezigheid van grote aantallen ruiende zeekoeten en alken op of in de nabijheid van het tracé is tijdens de ruiperiodes in de winter (december tot en met maart) niet uit te sluiten. In de andere periode waarin zeekoeten ruien op de Bruine Bank, van juli tot en met de eerste helft van september, zijn de aantallen ruiende vogels lager (zie Tabel 4 en Figuur 4-8). De maximale dichtheid van de zeekoet lag in augustus 2021 rond de 0,348 individuen per km^2. Alken ruien in deze periode niet in Nederlandse wateren. Aanwezigheid van ruiende zeekoeten op of in de buurt van het tracé is in deze periode niet uit te sluiten, maar de trefkans is lager.

De werkzaamheden leiden met een verstoringscontour van 2.000 meter langs de Bruine Bank over een lengte van 70 kilometer tot een verstoord oppervlak van circa 47 km^2. Met de berekende dichtheden op basis van aantallen uit van Bemmelen et al., 2022 en het oppervlak van de Bruine Bank, is het aantal verstoorde zeekoeten en alken ten gevolge van de werkzaamheden berekend voor augustus en januari. Om een indicatie te krijgen van mogelijke aantallen verstoorde individuen wordt gerekend met maximaal geschatte aantallen uit 2021/2022 (van Bemmelen et al., 2022). Voor de ruiperiode in de winter worden de aantallen van januari genomen, aangezien dit van de meetpunten in deze gevoelige periodes (januari en februari) van alk en zeekoet de hoogste dichtheden betreft. Voor de ruiperiode in de zomer wordt gekeken naar de aantallen in augustus.

In augustus 2021-2022 is de geschatte populatiegrootte op de Bruine Bank 476 zeekoeten en 0 alken. Gebaseerd op de populatiegrootte van de alk in augustus op de Bruine Bank zullen er geen alken verstoord worden tijdens werkzaamheden in augustus. Het aantal zeekoeten is hoger in

augustus. De dichtheid zeekoeten op de Bruine Bank is in de maand augustus 0,348 ind./km^2 (476/ 1.366 (oppervlakte de Bruine Bank)). De werkzaamheden in de ruiperiode in augustus leiden tot 17 (0,348* 47) verstoorde zeekoeten.

Op een geschatte de Bruine Bank populatie van 476 zeekoeten is dit verstoring van circa 3,4 % van de populatie. En op een geschatte Noordzeedeelpopulatie van 1.562.000 zeekoeten is dit verstoring van circa 0,001 % van de populatie (van Bemmelen et al., 2022). Grotere aantallen zeekoeten zitten in de ruiperiode van augustus noordelijker (zie Figuur 4-7). Hoewel dit een aanzienlijk deel van de zeekoetpopulatie is van de Bruine Bank, is dit een worst-case waarde. De draagkracht van het gebied is namelijk veel groter. Het maximaal geschatte aantal zeekoeten op de Bruine Bank was 102.042, dit was in februari 2019 (Fijn et al., 2019). Dit is natuurlijk afhankelijk van voedselaanwezigheid, maar over het algemeen is er genoeg ruimte in het gebied voor de zeekoet om weg te zwemmen van de verstoring naar rustiger gebied. Aangezien de verstoring ook rustig vaart, van grote afstand zichtbaar is en in de praktijk slechts een klein gebied beslaat, zijn effecten op de populatie niet aan de orde.

In de ruiperiode in januari werden er in 2021/2022 6.908 zeekoeten en 4.202 alken waargenomen. De dichtheid op de Bruine Bank in januari voor de zeekoet is 5,057 ind./km^2 (6.908 /1.366) en voor de alk is 3,076 ind./km^2 (4.202/1.366). De werkzaamheden in de ruiperiode in januari leiden tot 238 (5,057* 47) verstoorde zeekoeten en 144 (3,076 * 47) verstoorde alken. Op een geschatte Bruine Bank populatie van 6.908 zeekoeten en 4.202 alken is dit verstoring van respectievelijk circa 2,5 % van beide populaties. Op een geschatte Noordzeedeelpopulatie van 1.562.000 zeekoeten en 324.000 alken is dit verstoring van respectievelijk circa 0,015 % en circa 0,044 % van de populatie (van Bemmelen et al., 2022).

Wanneer de aanleg zodoende in de periode van de winterrui plaatsvindt worden mogelijk relatief grote aantallen vogels verstoord. Aangezien de vogels in deze periode het vliegvermogen niet verliezen, ze de schepen al van grote afstand aan zien komen en het gebied reeds door beroepsvaart wordt verstoord (Figuur 5-4), zijn effecten op de populatie in deze periode niet aan de orde.

Wanneer verstoring plaatsvindt tussen juli en de eerste helft van september heeft deze relatief een grotere impact op zeekoeten aangezien ze in deze periode niet kunnen vliegen. Echter gezien het zeer lage aantal zeekoeten dat in deze periode aanwezig is zullen effecten geen of nauwelijks effect hebben op de populatie. Daarnaast geldt dat ook de intensiteit van de verstoring binnen het geringe verstoorde oppervlak relatief laag is t.o.v. de verstoring door regulier aanwezige scheepvaartintensiteit (Figuur 5-4). Hierdoor kan enige mate van gewenning optreden bij de vogels, individuen die hier wel hinder van ondervinden hebben zich logischerwijs waarschijnlijk al buiten de verstoringscontour gevestigd.

Conclusie: Met inachtneming van het verlichtingsplan zijn tijdens de aanlegfase negatieve effecten (verstoring, doden/verwonden of aantasting van verblijfplaats of leefgebied) door bovenwaterverstoring op vogels buiten (>10km) de kustzone uitgesloten.

Op zee binnen de kustzone, tijdens de aanlegfase

Het tracé loopt voor een klein stuk door het kustgebied. Voor minder gevoelige vogels resulteert het plaatsen van het tracé in een tijdelijke verstoring van circa 1,5% (1.277 ha) van het totale areaal van het open water van de Voordelta. De soorten hebben echter genoeg ruimte en aangezien de verstoring klein is, zal maar een zeer klein deel van de populatie verstoord worden.

In de omgeving van het tracé komen lage aantallen roodkeelduiker en zwarte zee-eend voor. Deze soorten zijn gevoeliger voor verstoring, met een verstoringscontour van 2.000 meter. In totaal wordt er 3.939 ha verstoord voor de roodkeelduiker en 4.213 ha voor de zwarte zee-eend, dit is circa 5% van het oppervlak van de Voordelta. Hierbij treedt de verstoring niet over het hele gebied tegelijkertijd op maar beweegt met de werkzaamheden mee. Eventueel verstoorde individuen hebben zodoende voldoende uitwijkmogelijkheden.

In dit gebied in de Voordelta waar verstoring zal plaatsvinden vindt ook verstoring plaats door reeds aanwezige reguliere scheepvaart, zie Figuur 5-4. Hier is doorgaans een scheepvaartintensiteit van >100 routes (i.e. vaarbewegingen/boten) per vierkante kilometer per maand aanwezig. Individuen zijn hierdoor al in enige mate gewend aan verstoring door scheepvaart in dit gebied. Eventuele individuen die toch worden verstoord hebben zodoende voldoende uitwijkmogelijkheden gezien 95% van het oppervlak in de Voordelta buiten de verstoringscontour valt. Roodkeelduiker en zwarte zee-eend zullen op populatieniveau geen negatieve effecten ondervinden van deze verstoring.
De Hinderplaat is daarnaast aangewezen als rustgebied en onder andere van belang voor steltlopers (zoals toegelicht in paragraaf 4.2. Hier foeragerende en rustende vogels worden niet verstoord door werkzaamheden op zee, de slikken en platen liggen namelijk op grotere afstand dan de corresponderende verstoringscontour.

Conclusie: Met inachtneming van het verlichtingsplan zijn negatieve effecten (verstoring, doden/verwonden of aantasting van verblijfplaats of leefgebied) door bovenwaterverstoring op vogels binnen (<10km) de kustzone zijn uitgesloten.

Op zee buiten de kustzone, tijdens de gebruiksfase
Tijdens de gebruiksfase kan lichtverstoring mogelijk tot negatieve externe effecten leiden voor trekvogels. Dit zal alleen rondom het platform van Net op zee Nederwiek 1 zijn. Aangezien er tijdens de gebruiksfase gebruikt wordt gemaakt van een verlichtingsplan (Hoofdstuk 2 in deel A) zal de verlichting nooit hoger dan 0,1 lux zijn op 150 meter van het platform. Hierdoor zal er slechts een zeer beperkt areaal, dat gelegen is buiten Natura-2000 gebieden, verlicht zijn. Zodoende wordt er geen extern negatief effect verwacht.

Op het Veerse Meer
In deel A is eerder toegelicht dat de aanleg van het tracé in het Veerse Meer plaatsvindt tussen 1 september en 1 mei. Dit is grotendeels buiten de broedperiode, alleen in de eerste weken van de broedperiode (medio april tot 1 mei) vinden nog werkzaamheden plaats.

In struweel rond de aanlandingslocaties kunnen broedlocaties aanwezig zijn die verstoring kunnen ondervinden van werkzaamheden op deze locaties. Er liggen ook meerdere eilanden in het Veerse Meer nabij het tracé waarop diverse vogelsoorten kunnen broeden. Kleine mantelmeeuw broedt bijvoorbeeld op Haringvreter (Lilipaly & Sluijter, 2021). Langs de Haringvreter lopen aan weerszijden reguliere vaarroutes (Figuur 5-5). Ook langs de andere eilanden loopt de hoofdvaargeul. Scheepvaart die van deze routes gebruik maakt bestaat onder meer uit recreatievaart, dat vaak onvoorspelbaar en snel bewegelijk is. Dit veroorzaakt in de regel meer verstoring dan langzaam en voorspelbaar voortbewegend groot materieel (Krijgsveld et al., 2022). Er zijn op de eilanden ook voor het publiek toegankelijke steigers die autonome verstoring veroorzaken op Haringvreter zijn ook enkele wandelpaden gelegen (VVVzeeland.nl, 2020). Vogels die in dit gebied tot broeden komen zijn zodoende blootgesteld aan een grote hoeveelheid autonome verstoring. Dit kan soms ook leiden tot

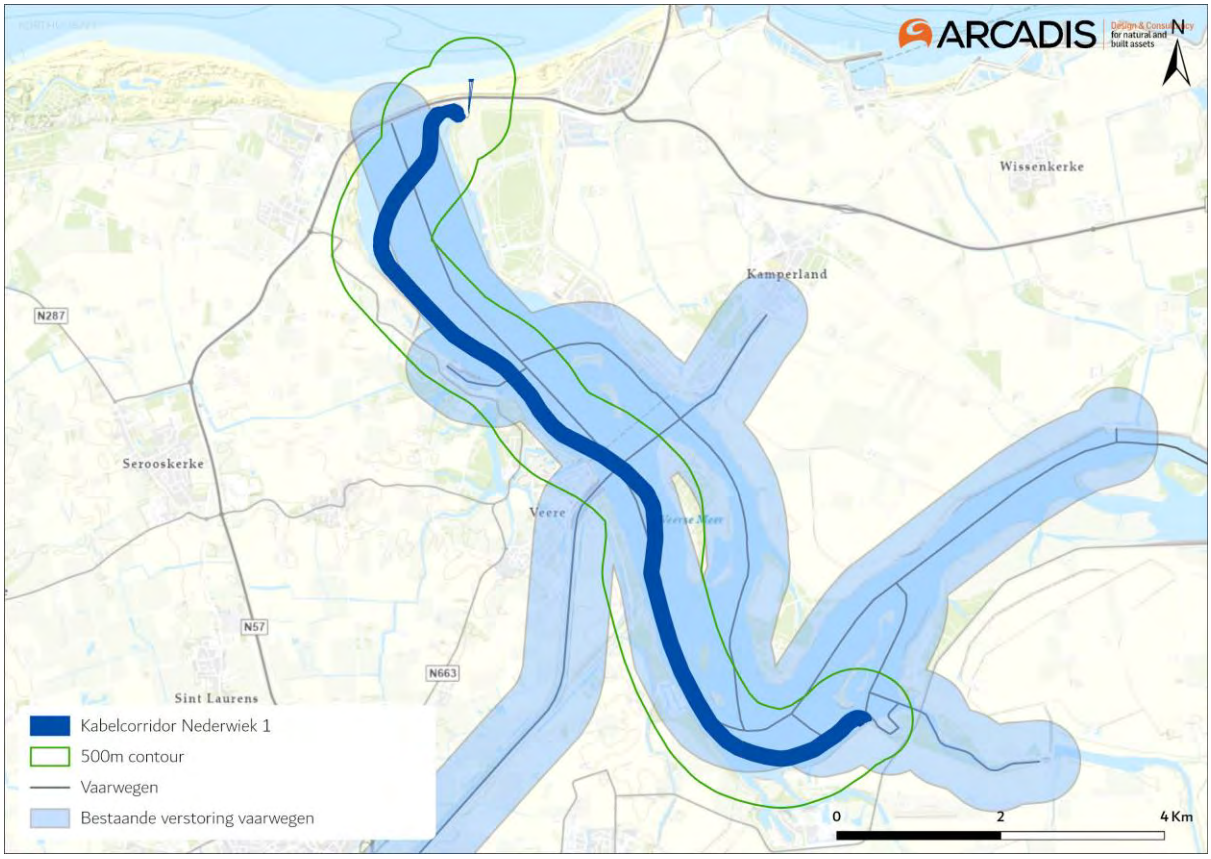
enige mate van gewenning/tolerantie (Krijgsveld et al., 2022). Extra verstoring als gevolg van de werkzaamheden, door schepen die op een afstand langzaam voorbijvaren, zal niet optreden. Verstoring van broedvogels op eilanden door de watergebonden werkzaamheden is uitgesloten.

Het Veerse Meer vervult daarnaast vooral een belangrijke rol als overwinter- en doortrekplaat (Ministerie van Infrastructuur en Milieu & Rijkswaterstaat, 2016). In de winter en migratieperioden komen dus veel verschillende soorten naar het Veerse Meer om te rusten en foerageren. Als gevolg van de aanlegwerkzaamheden voor Net op zee Nederwiek 1 kunnen zij verstoring ondervinden.

Door de ligging van het tracé vindt verstoring uitsluitend plaats in de westelijke helft van het Veerse Meer. De verstoring vindt niet over tegelijk langs het tracé plaats, maar beweegt langzaam mee met de aanlegwerkzaamheden. Het tracé ligt bovendien voor een groot deel vrijwel parallel met de vaargeul, de verstoringscontour van de werkzaamheden overlapt zodoende vrijwel geheel met het verstoringscontour van autonome scheepsvaart (Figuur 5-5). Ter indicatie: er passeerden in 2006 (meest recente data) zo'n 2.500 beroepsvaartschepen en 27.000 recreatievaartuigen sluizencomplex Veere (Rijkswaterstaat Dienst Zeeland, 2009). Deze vaarbewegingen hebben in ieder geval gedeeltelijk het tracé gevolgd. Er zijn geen aanwijzingen dat de autonome scheepsvaart tegenwoordig is verminderd ten opzichte van 2006. Er maken dus gemiddeld per dag ca. 7 beroepsvaartuigen gebruik van (een deel van) het tracé. De verstorende aard van deze beroepsvaartschepen is relatief soortgelijk aan de voorgenomen kabelaanleg-werkzaamheden, het gaat beide om vrij langzaam voortbewegende, grote vaartuigen. De verstorende werking van de vele recreatievaartuigen die ook gebruik maken van het gebied is doorgaans overigens hoger (Krijgsveld et al., 2022).

De werkzaamheden veroorzaken dus nauwelijks additioneel verstoord oppervlak ten opzichte van de autonome scheepsvaart, ook is er slechts sprake van enkele additionele vaarbewegingen binnen het reeds verstoorde oppervlak. De vaargeul komt ook relatief dicht langs de aanlandingslocaties. Normaliter is er rond deze twee punten echter geen sprake van de relatief langdurige aanwezigheid van schepen met bijbehorende werkzaamheden (zowel vanaf het water als het land). Daarom wordt in onderstaande tekst extra aandacht besteed aan verstoring rond de aanlandingslocaties.

Direct naast de noordelijke aanlandingslocatie (Veerse Gatdam) ligt een surfschool, een grote parkeerplaats en een loswal voor schepen. In deze hoek van het Veerse Meer zal doorgaans dus al relatief weinig rust te vinden zijn. Verstoringsgevoelige rustende individuen of groepen van individuen zullen zich daarom doorgaans elders ophouden, een wezenlijk effect op individuen rond deze locatie is uit te sluiten. Rond de oever van de zuidelijke aanlandingslocatie (nabij Oranjeplaat / De Piet) wordt minder autonome verstoring verwacht. Voor (groepen van) individuen die hier mogelijk aanwezig zijn en door de tijdelijke aanlegwerkzaamheden verstoord worden, zal altijd voldoende nabijgelegen soortgelijk rust- en foerageergebied voorhanden zijn. Voorbeelden hiervan zijn de wateren in en rond de Spieringplaat, Bastiaan de Langeplaat en Middelplaten, allen iets oostelijker gelegen in het Veerse Meer. Dit tijdelijke effect binnen een zeer beperkt areaal van het Veerse Meer leidt niet tot aanzienlijke verstoring van (groepen) vogels, waarmee geen sprake is van beïnvloeding van de staat van instandhouding van soorten. De werkzaamheden leiden daarmee dus niet tot de overtreding van verbodsbepalingen.



Figuur 5-5 Het minimale 500 meter verstoringscontour rond het Net op zee Nederwiek 1 tracé overlapt al vrijwel geheel met de autonome verstoringscontour (blauw) behorend bij de reguliere vaarwegen (grijze lijnen).

Op land

Kabeltracé

Op nagenoeg alle locaties waar enige vorm van opgaande vegetatie aanwezig is (bos, struweel, bomen(rijen) of oevervegetaties), kunnen diverse algemeen tot schaars in Nederland voorkomende vogelsoorten broeden. Het gaat bijvoorbeeld om soorten als wilde eend, waterhoen, ekster, merel, cetti's zanger, zwartkop et cetera. Aanlegwerkzaamheden tijdens het broedseizoen kunnen nesten, eieren en/of vaste rust- en verblijfplaatsen vernietigen of beschadigen. Individuele vogels kunnen verstoord of gedood worden. Leef- en foerageergebieden worden vernietigd of verstoord.

Veerse Gatdam

Aan de zeezijde van de Veerse Gatdam worden mogelijk foeragerende steltlopers verstoord door de aanlegwerkzaamheden. Door visuele verstoring van de aanlegwerkzaamheden zullen de vogels tijdelijk uitwijken naar omliggend foerageergebied. Er vindt hier geen verstoring of aantasting van broedplaatsen plaats.

Aanlegwerkzaamheden tijdens het broedseizoen kunnen nesten, eieren en/of vaste rust- en verblijfplaatsen vernietigen of beschadigen. Individuele vogels kunnen verstoord of gedood worden. Leef- en foerageergebieden worden vernietigd of verstoord.

Converterstation

Op de locatie van het converterstation bevindt zich momenteel struweel. Hier kunnen diverse algemeen tot schaars in Nederland voorkomende vogelsoorten broeden. Het gaat bijvoorbeeld om soorten als zwartkop, kneu, wilde eend, roodborsttapuit et cetera.

Aanlegwerkzaamheden tijdens het broedseizoen kunnen nesten, eieren en/of vaste rust- en verblijfplaatsen vernietigen of beschadigen. Individuele vogels kunnen verstoord of gedood worden. Leef- en foerageergebieden worden vernietigd of verstoord.

Conclusie: Negatieve effecten (verstoring, doden/verwonden of aantasting van verblijfplaats of leefgebied) op vogels op land door verstoring en aantasting op land zijn niet uitgesloten. Om de negatieve effecten als resultaat van de werkzaamheden te beperken, zijn mitigerende maatregelen noodzakelijk. Deze maatregelen zijn opgenomen in paragraaf 6.8.2. Met inachtneming van deze mitigerende maatregelen zal er geen negatief effect van verstoring en aantasting op vogels op land plaatsvinden

5.1.4 Habitataantasting op land

In het bosje ter hoogte van de boring ten zuiden van de Veerse Gatdam is bij een controle een nest van een roofvogel aangetroffen (waarschijnlijk buizerd). Nesten van buizerd zijn jaarrond beschermd, ook buiten het broedseizoen. Door de kap van de bomen, verdwijnt dit nest en wordt de soort mogelijk verstoord.

In het bosje ter hoogte van de boring ten zuiden van de Veerse Gatdam kunnen diverse algemeen tot schaars in Nederland voorkomende vogelsoorten broeden. Het gaat bijvoorbeeld om soorten als ekster, merel, houtduif et cetera.

Aanlegwerkzaamheden tijdens het broedseizoen kunnen nesten, eieren en/of vaste rust- en verblijfplaatsen vernietigen of beschadigen. Individuele vogels kunnen verstoord of gedood worden. Leef- en foerageergebieden worden vernietigd of verstoord.

Conclusie: Negatieve effecten (verstoring, doden/verwonden of aantasting van verblijfplaats of leefgebied) op vogels op land door verstoring en aantasting op land in de aanlegfase zijn niet uitgesloten. Om de negatieve effecten als resultaat van de werkzaamheden te beperken, zijn mitigerende maatregelen noodzakelijk. Deze maatregelen zijn opgenomen in paragraaf 7.8.1. Met inachtneming van deze mitigerende maatregelen zal er geen negatief effect van verstoring en aantasting op vogels op land plaatsvinden.

5.2 Vleermuizen

In de volgende deelparagrafen worden de effecten op vleermuizen verder toegelicht. Vleermuizen kunnen verstoring ondervinden van licht.

5.2.1 Verstoring op zee

Tijdens de aanleg- en gebruiksfase is er verlichting aanwezig op het platform en op de schepen benodigd voor werkzaamheden ten behoeve van onder andere de veiligheid. Vleermuizen worden hierdoor aangetrokken of raken gedesoriënteerd. Alle aspecten omtrent verlichting worden ondervangen in het verlichtingsplan. Dit plan wordt opgesteld conform de hiervoor geldende wettelijke richtlijnen en dient ervoor om verstoring door verlichting op (onder meer) vleermuizen zo veel mogelijk te beperken. Het volledige verlichtingsplan zal later in detail worden uitgewerkt waarna deze vervolgens separaat wordt voorgelegd aan de benodigde partijen (Bevoegd

Gezag/RWS/ILT/RVO). Gezien dit verlichtingsplan als leidraad wordt gebruikt in aspecten omtrent verlichting, zijn effecten op vleermuizen als gevolg van verstoring door licht, uitgesloten.

Zoals eerder genoemd is de hoeveelheid regulier aanwezige scheepvaart in (maar ook buiten) de standaard vaarwegen in het projectgebied relatief hoog, zoals te zien in Figuur 5-4. Hieruit blijkt dat er op veel plekken een hoge scheepvaartintensiteit van >100 routes (i.e. vaarbewegingen/boten) per vierkante kilometer per maand plaatsvindt. Deze schepen voeren ook verlichting indien noodzakelijk. De werkzaamheden zullen slechts enkele schepen aan deze hoge scheepvaartintensiteit toevoegen. Zodoende is ook de intensiteit van de verstoring binnen het geringe verstoorde oppervlak relatief laag ten opzichte van de regulier aanwezige scheepvaartintensiteit.

Conclusie: Met inachtneming van het verlichtingsplan zijn negatieve effecten (verstoring, doden/verwonden of aantasting van verblijfplaats of leefgebied) door bovenwaterverstoring op vleermuizen op zee uitgesloten.

5.2.2 Bovenwaterverstoring op het Veerse Meer

Tijdens de aanleg van de kabel in het Veerse Meer is het verlichtingsplan, zoals omschreven in voorgaande paragraaf, ook van toepassing. Dit plan wordt opgesteld conform de hiervoor geldende wettelijke richtlijnen en dient ervoor om verstoring door verlichting op (onder meer) vleermuizen zo veel mogelijk te beperken.

Vliegroutes van vleermuizen lopen over het algemeen langs lijnvormige elementen. De werkzaamheden op het Veerse Meer zijn op circa 200 meter van de oevers (een lijnvormig element), hierdoor kunnen effect op eventuele essentiële vliegroutes langs de oevers dan ook worden uitgesloten. Het Veerse Meer faciliteert hoogstwaarschijnlijk foerageergebied voor o.a. watervleermuis en gewone dwergvleermuis. De werkzaamheden zullen naar verwachting uitsluitend overdag worden uitgevoerd met een beperkt aantal boten. De werkzaamheden vinden elke dag plaats op slechts een klein deel van het Veerse Meer. In de voorgaande paragraaf is besproken dat in ieder geval zo'n 2.500 beroepsvaartschepen en 27.000 recreatievaartuigen per jaar indicatief is voor scheepvaartintensiteit in het westelijke deel van het Veerse Meer. Hierdoor is er mogelijk al gewenning aan verstoring door scheepvaart, bovendien voegen het beperkte aantal te gebruiken schepen t.o.v. de hierboven genoemde aantallen slecht een kleine fractie toe. Indien de werkzaamheden wel voor een deel 's nachts worden uitgevoerd, zijn de werkzaamheden dermate lokaal dat door vleermuizen tijdelijk uitgeweken kan worden naar het overige deel van Het Veerse Meer. Het locatie van het kabeltracé vormt daarom ook geen essentieel foerageergebied wat tijdelijk niet gebruik kan worden, omdat voldoende foerageergebied aanwezig is.

Conclusie: Met inachtneming van het verlichtingsplan zijn negatieve effecten (verstoring, doden/verwonden of aantasting van verblijfplaats of leefgebied) door bovenwaterverstoring op vleermuizen op en rond het Veerse Meer uitgesloten.

5.2.3 Verstoring op land

Tijdens de aanleg van de kabel op land zijn aspecten omtrent verlichting ondervangen in het eerder omschreven verlichtingsplan. Dit plan wordt opgesteld conform de hiervoor geldende wettelijke

richtlijnen en dient ervoor om verstoring door verlichting op (onder meer) vleermuizen zo veel mogelijk te beperken.

Effecten op mogelijke verblijfplaatsen zijn te verwachten in het bos nabij de aanlanding (Kreek De Piet), waar enkele boomholten en dode bomen aanwezig zijn en waar functies van vleermuizen niet uitgesloten zijn en bij de bunkers aan de Zeedijk van de Jacobapolder. In de overige opgaande vegetaties (singles) zijn geen holtes aangetroffen. Hoewel de bomen zelf niet gekapt worden of anderzijds negatief beïnvloed worden, kan wel verstoring optreden van verblijfplaatsen.

Conclusie: Met inachtneming van het verlichtingsplan zijn negatieve effecten (verstoring, doden/verwonden of aantasting van verblijfplaats of leefgebied) door verstoring op vleermuizen op land uitgesloten, met uitzondering van het bos nabij de aanlanding (Kreek De Piet) en de bunkers (Zeedijk van de Jacobapolder). Om de negatieve effecten als gevolg van de werkzaamheden op verblijfplaatsen te beperken, zijn maatregelen noodzakelijk. Deze maatregelen zijn opgenomen in paragraaf 7.8.2.

5.3 Zeezoogdieren

In de volgende deelparagrafen worden de effecten op zeezoogdieren verder toegelicht. Zeezoogdieren kunnen verstoring ondervinden van continu-onderwatergeluid, impuls onderwatergeluid, bovenwaterverstoring en elektromagnetische velden.

5.3.1 Continu onderwatergeluid

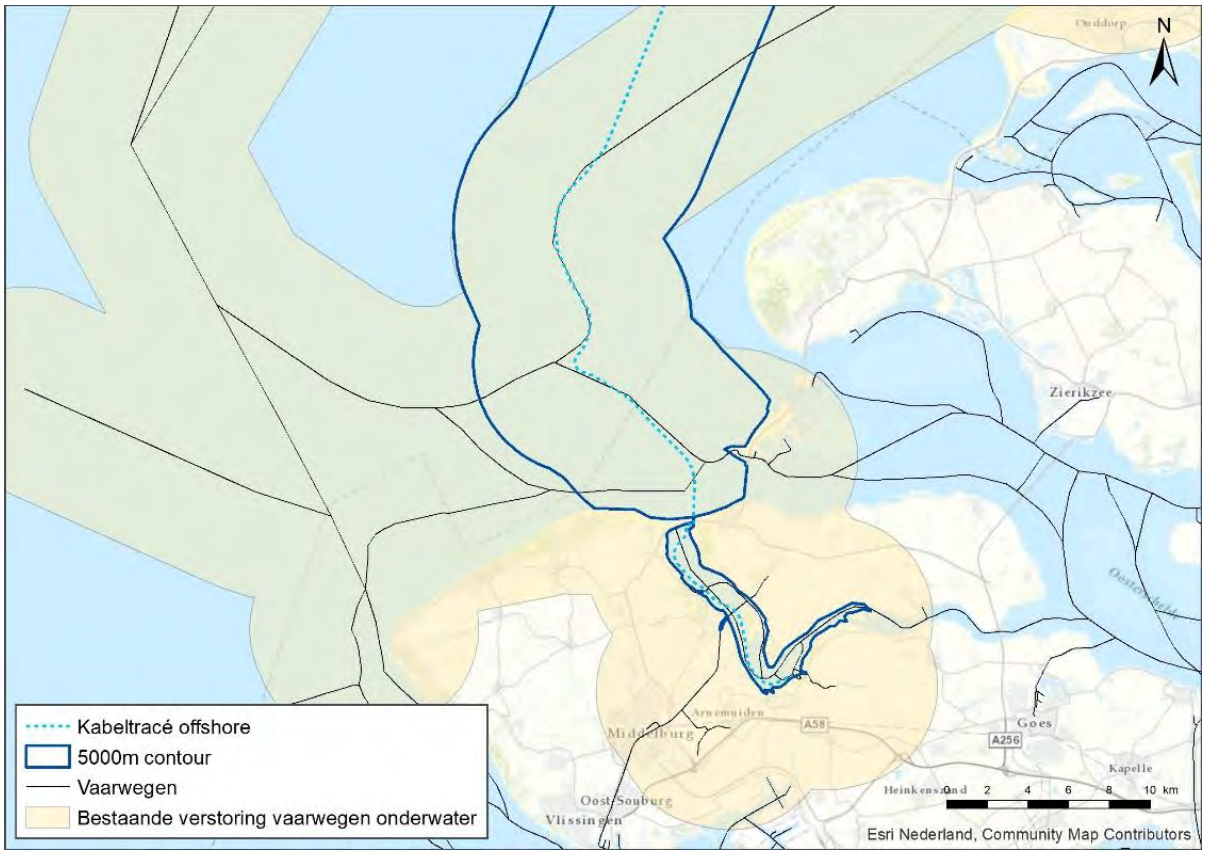
Verstoring van zeezoogdieren door continu onderwatergeluid treedt alleen op in het projectgebied op zee en in de kustzone. In het Veerse Meer komen geen zeezoogdieren voor. Het gebied wat verstoord wordt als gevolg van continu geluid, is maar een zeer klein deel van het totale areaal dat beschikbaar is. De tijdelijke toename van verstoring van een klein deel van het leefgebied heeft geen gevolgen voor de fitness van individuele dieren en de populaties.

Het onderwatergeluid dat tijdens de werkzaamheden wordt geproduceerd reikt vijf kilometer ver, en kan, gebaseerd op zeezoogdierdichtheden, hooguit op individuele zeehonden of bruinvis een effect hebben in de zeer nabije omgeving van de werkzaamheden, waarbij zij mogelijk wegzwemmen en elders gaan foerageren. De kans dat een zeehond of bruinvis tijdelijke gehoorschade (TTS - Temporary Threshold Shift) oploopt is verwaarloosbaar klein. Daarvoor zou een dier binnen korte tijd meerdere malen zeer dicht langs een op diep water werkend schip moeten zwemmen. De kans op blijvende gehoorschade (PTS – Permanent Threshold Shift) is nog kleiner en dus ook verwaarloosbaar. Effecten als gevolg van externe werking zijn dus uit te sluiten.

Nabij de kust loopt het tracé door een bestaande vaarweg (zie Figuur 5-6). Zoals eerder besproken is de hoeveelheid regulier aanwezige scheepsvaart in (maar ook buiten) de standaard vaarwegen in het projectgebied al relatief hoog, zoals te zien in Figuur 5-4. Hieruit blijkt dat er op veel plekken een hoge scheepsvaartintensiteit van >100 routes (i.e. vaarbewegingen/boten) per vierkante kilometer per maand plaatsvindt. De werkzaamheden zullen slechts enkele schepen aan deze hoge scheepsvaartintensiteit toevoegen. De toegevoegde verstoring is relatief laag boven op de verstoring die al plaatsvindt in het gebied als gevolg van de reguliere scheepvaart. Dit geldt zowel in de aanleg als in de gebruiksfase.

De tijdelijke kleine toename van verstoring in een deel van reeds verstoord leefgebied heeft geen gevolgen voor de fitness van populaties. Doordat de verstoring door continu geluid tijdelijk van aard is en er geen ononderbroken geluidsbarrière volledig parallel aan de kust aanwezig is, wordt migratie en uitwisseling tussen verschillende populaties niet geblokkeerd.

Conclusie: Er zijn geen effecten van continu onderwatergeluid op zeezoogdieren in de aanleg- en gebruiksfase. Er hoeven geen aanvullende maatregelen genomen te worden.



Figuur 5-6 Onderwaterverstoringcontour van het kabeltracé in vergelijking met verstoringscontouren van scheepsvaartroutes.

5.3.2 Impuls onderwatergeluid

In deze paragraaf wordt het effect van impuls onderwatergeluid op zeehonden en bruinvissen besproken. Hiervoor wordt eerst een toelichting gegeven van de uitgevoerde modelstudie en de berekende verstoringsafstanden.

Impuls onderwatergeluid vindt alleen plaats tijdens de aanlegfase en wordt geproduceerd bij heien van het platform. De berekende verstoringsafstanden voor zeehonden en bruinvissen staan in paragraaf 3.5. Ook geldt er voor zeezoogdieren een algehele norm voor onderwatergeluid. Dit wordt in de onderstaande paragrafen besproken.

Voor heigeluid kiest het KEC 4.0 voor de bruinvis als aandachtsoort, omdat ervan uitgegaan wordt dat de bescherming van de bruinvis ook voor andere walvisachtigen, zeehonden en vissen voldoende bescherming oplevert. Er loopt onderzoek om deze aanname te valideren. De bruinvis is

gevoelig voor luide geluiden onder water, zoals het lawaai van heien dat nodig is voor de aanleg van windparken.

Modelstudie, drempelwaarde en uitgangspunten
Voor het onderzoek naar het verstoorde areaal als gevolg van impuls onderwatergeluid is door TNO een berekening met het model Aquarius 4.0 gemaakt. Voor de berekening is uitgegaan van een maximale hei-energie van 2.100 kJ. Verder wordt in de berekeningen van TNO voor Net op zee Nederwiek 1 uitgegaan van een totaal van 20 palen met een paaldiameter van circa 2,5 meter. De duur van het installeren van palen is circa een dag per paal (worst-case), waarbij circa 2 tot 3 uur geheid wordt per paal. Het gebied is daarom tot 20 dagen niet of verminderd beschikbaar. In de TNO-modelstudie wordt het effect van wind en golven verwaarloosbaar geacht (de Jong & de Krom, 2022). De berekeningen van de TNO studie voor Net op zee Nederwiek 1 verschillen ten opzichte van de berekeningen in het KEC 4.0. Zo wordt in het KEC 4.0 uitgegaan van 6 palen voor een platform en worden er 2 à 3 palen per dag geheid.

Geluidsnormen
Uit het KEC 4.0 blijkt dat het totale effect, van de uitrol van windenergie op zee, geen bedreiging vormt voor de bruinvispopulatie wanneer er een geluidsnorm van SELss = 160 dB re 1 µPa2s (op 750 m) wordt gebruikt. In de rapportage van TNO en FME die onderdeel zijn van het KEC 4.0 is deze analyse uitgevoerd.

De TNO studie laat zien dat er bij het heien van het platform van Net op zee Nederwiek 1 impulsgeluid vrijkomt van SELss = 167 dB re 1 µPa2s op 750 m, wat boven de grenswaarde ligt (C. de Jong & de Krom, 2022). Voldaan kan worden aan een SELss = 160 dB re 1 µPa2s op 750 meter met een enkelvoudige mitigerende maatregel. Dit zou bijvoorbeeld een enkelvoudig bellenscherm of het heien met een lagere energie kunnen zijn (de Jong & Binnerts, 2020).

Zo blijkt dat enkelvoudige bellenschermen kunnen zorgen voor een reductie van 10 dB, maar kan dit oplopen tot een reductie van 20 dB, afhankelijk van de diepte en het volume lucht dat gebruikt wordt voor het bellenscherm. Dubbele bellenschermen zorgen voor extra reductie van het geluid van gemiddeld 3 dB ten opzichte van een enkelvoudig bellenscherm (Bellman et al., 2020; Dähne et al., 2017).

Effecten van impuls onderwatergeluid op zeehonden
Door de heiwerkzaamheden is een areaal van 665 km^2 tijdelijk minder geschikt als leef- en foerageergebied voor gewone- en grijze zeehonden. Worst-case is het gebied voor deze soorten tot 20 dagen niet of verminderd beschikbaar. Door het toepassen van mitigerende maatregelen, zoals een bellenscherm, zoals hierboven beschreven, kan het verstoorde areaal kleiner worden. Verder kan het toepassen van een ADD en 'soft and slow start' hieronder beschreven, de kans op PTS verminderen bij zeezoogdieren. Dit voldoet aan de waarde waarmee is gerekend in het KEC 4.0 en zodoende valt de activiteit en de daarmee gepaard gaande effecten op zeehonden binnen de acceptabele populatiereductie van 5% (met 95% zekerheid[4]) conform het KEC (Heinis et al., 2022).

Om zeezoogdieren te verjagen uit het projectgebied dient bij het heien een zogenaamde 'soft and slow start' en een Acoustic Deterrent Device (ADD) gebruikt te worden. Hierdoor krijgen zeehonden

[4] Bij een reductie van de populatie van 5% of minder kan er met 95% zekerheid worden gesteld dat de populatie niet verder afneemt.

de kans om weg te zwemmen uit het verstoorde gebied. Zeehonden die zich bij aanvang van het heien binnen de afstand waarop het geluid een vermijdingsreactie geeft bevinden, zwemmen weg met een snelheid van 2 m/s (C. de Jong & de Krom, 2022). Aan deze mitigerende maatregelen zijn daarom de volgende eisen gesteld:

- Een half uur voor aanvang van de heiwerkzaamheden wordt een ADD gebruikt om de organismen de kans te geven weg te zwemmen voor het heien aanvangt. De ADD moet een minimaal bereik van 500 meter hebben.
- De heiwerkzaamheden aan de platforms worden aangevangen met een slow start (toenemende frequentie heien) en soft start (toenemende hei-energie heien) met een maximale hei-energie van 2.100 kJ. Dit geldt ook voor een eventuele herstart van de heiwerkzaamheden na een onderbreking.

Conclusie

Met toepassing van mitigerende maatregelen (zoals hierboven beschreven) kunnen effecten van impuls onderwatergeluid, die alleen optreden tijdens de aanlegfase, op zeehonden leiden tot een tijdelijke verplaatsing van dieren naar een andere route of foerageergebied, maar er is geen sprake van effecten op populatieniveau. Zodoende zal er geen populatiereductie optreden en zal de grenswaarde van 5% populatie reductie bij zeehonden (met 95% zekerheid) niet overschreden worden. Negatieve effecten als gevolg van externe werking op de staat van instandhouding voor de grijze en/of gewone zeehond, kunnen daarmee worden uitgesloten.

Effecten van impuls onderwatergeluid op bruinvissen

Bruinvissen die zich bij aanvang van het heien binnen de afstand waarop het geluid een vermijdingsreactie geeft bevinden, zwemmen weg met een snelheid van 2 m/s (de Jong & Binnerts, 2018). Doordat bruinvissen de kans krijgen om weg te zwemmen wordt gehoordrempelverschuiving van bruinvissen nabij de platformlocatie zoveel mogelijk voorkomen. Bruinvissen moeten echter verder zwemmen dan zeehonden, omdat zij gevoeliger zijn voor impuls onderwatergeluid. Als een dier de verkeerde kant op zwemt of zijn oriëntatie verliest kan het zich toch in het verstoorde gebied bevinden. Daarom is het optreden van tijdelijke of permanente gehoordrempelverschuiving (TTS en PTS) en naar verstorende effecten hiervan op de bruinvispopulatie niet geheel uit te sluiten. Om deze reden is in de verschillende beleidskaders, waaronder het bruinvisbeschermingsplan en het KEC afgesproken dat ten gevolge van de uitrol van Wind op zee niet meer dan 5% van de bruinvispopulatie mag verdwijnen (met 95% zekerheid). Om dit te bereiken is gerekend met bruinvisverstoringsdagen per activiteit. Bruinvisverstoringsdagen zijn een indicator voor de verstoring van bruinvissen door impulsgeluid en is afhankelijk van het verstoorde oppervlak, bruinvisdichtheid en werkdagen.

In het KEC 4.0 wordt voor de verstoringsberekeningen gebruik gemaakt van het Aquarius-model en het Interim PCoD model. Aan beide modellen worden per actualisatie van het KEC aanpassingen gedaan gebaseerd op de laatste inzichten uitgaande van realistische worst-case aannamen. Als verstoring als gevolg van impuls geluid onder de SELss = 160 dB re 1 µPa2s op 750 meter grenswaarde valt, wordt aan de waarde waarmee is gerekend in het KEC 4.0 voor Net op zee Nederwiek 1 voldaan en valt de activiteit, wanneer wordt voldaan aan hetzelfde aantal heidagen, en de daarmee gepaarde effecten op bruinvissen binnen de acceptabele populatiereductie van 5% (met 95% zekerheid) conform het KEC (Heinis et al., 2022).

Zoals beschreven in paragraaf 3.5 vindt er een overschrijding (SELss = 167 dB re 1 µPa2s op 750 m) van de grenswaarde (SELss = 160 dB re 1 µPa2s op 750 m) plaats bij het heien van het platform van Net op zee Nederwiek 1. Dit lijdt tot een verstoord areaal van 1.313 km^2 dat tijdelijk minder geschikt is als leef- en foerageergebied voor bruinvissen. Worst-case is het gebied voor deze soort tot 20 dagen niet of verminderd beschikbaar. Als mitigerende maatregel kan een enkelvoudig of dubbel bellenscherm gebruikt worden. Bellenschermen reduceren afhankelijk van de diepte en het gebruikte volume het impulsgeluid met 10 -20 dB. Een tweede bellenscherm zorgt voor een extra reductie van 3 dB (Bellman et al., 2020; Dähne et al., 2017). Door het toepassen van mitigerende maatregelen, zoals een bellenscherm, hierboven beschreven, kan het verstoorde areaal kleiner worden. Verder kan het toepassen van een ADD en 'soft and slow start' de kans op PTS bij zeezoogdieren verminderen door ze uit het projectgebied te verjagen (zie ook de toelichting in de paragraaf hierboven).

Verschil berekeningen TNO en KEC

De gebruikte uitgangspunten van de TNO berekeningen (Bijlage VII-E) komen niet volledig overeen met de uitgangspunten waarmee in het KEC 4.0 is gerekend. Zo wordt er in het KEC 4.0 uit gegaan van 6 palen van 3 meter in diameter voor platform van Net op zee Nederwiek 1 en worden er in de berekeningen 2 à 3 palen per dag geheid. Worst-case betekend dit dat het gebied tot drie dagen niet of verminderd beschikbaar is (Heinis et al., 2022). Zoals beschreven in paragraaf 3.5 wordt in de TNO studie (C. de Jong & de Krom, 2022) gerekend met actuelere uitgangspunten voor de bouw van het platform. Zo worden er worst-case 20 palen geheid i.p.v. 6. Het heien van de palen voor het platform van Net op zee Nederwiek 1 is maar een fractie van het totaal aantal palen dat geheid moet worden voor Nederlandse Wind op zee projecten. Het heien van 14 extra palen is 0,79% van het totaal te heien palen (1.762 palen. In verhouding met het totaal te heien palen voor windparken in de gehele Noordzee (6.384 palen) is de fractie veel kleiner (0,22%). Tevens zijn de palen voor platforms een stuk kleiner qua diameter dan de monopiles van de windturbines (2,85m voor platforms en 5,5m en 7,5m voor monopiles).

Tabel 7 Aantal te heien palen per land voor windenergie op zee projecten (in de periode 2016-2030).

2016-2030	Geplande capaciteit (MW)	Naar verhouding (%)	Aantal heipalen (voor turbines)	Naar verhouding (%)
Totaal	**77.484**		**6.384**	
België	3.650	5%	379	6%
Frankrijk	598	1%	46	1%
Denemarken	1.751	2%	165	3%
Duitsland	15.319	20%	1.244	19%
Nederland	26.543	34%	1.762	28%
Verenigd Koninkrijk	29.623	38%	2.797	43%

Indicatieve berekening

Met een indicatieve berekening gebaseerd op het KEC 4 en de TNO studie kunnen het aantal extra verstoorde bruinvissen door werkzaamheden voor het platform worden berekend. Het verschil van 14 palen zal tot meer verstoorde bruinvissen leiden dan berekend in het KEC 4. Uitgaande van 14 extra palen betekent dit worst-case 14 extra heidagen (1 heidag per paal). In de TNO-studie is berekend dat voor een heidag van een platform paal bij een geluidsnorm van SELss = 160 dB re 1 µPa2s op 750 meter een oppervlakte van 649 km^2 verstoord wordt wat leidt tot 499 verstoorde bruinvissen en dus 499 bruinvisverstoringsdagen. De bruinvisdichtheid is in dit geval 0,77 (499/649). 14 extra heidagen zorgen in dat geval voor 6.986 extra bruinvisverstoringsdagen.

In het KEC 4 is met verschillende rekenvarianten gewerkt waarbij voor Net op zee Nederwiek 1 in iedere rekenvariant met een drempelwaarde van SELss = 160 dB re 1 µPa2s op 750 meter is gerekend. In deze rekenvarianten treedt er in totaal een bruinvispopulatiereductie op van tussen de 2,3% en 2,9% als gevolg van de uitrol van windenergie op zee. De grens van 5% (met 95% zekerheid) wordt dus niet overschreden. Uitgaande van een worst-case scenario is dit 2,9%, wat neerkomt op circa 1.400.000 bruinvisverstoringdagen. De worst-case 6.986 extra bruinvisverstoringsdagen als gevolg van 14 extra heipalen zijn een fractie van het totaal aantal bruinvisverstoringsdagen. Om het effect te berekenen van de extra bruinvisverstoringsdagen kan de populatiereductie uit het KEC en de huidige studie berekend worden aan de hand van onderstaande formule en parameters uit het KEC 3.0.

$$\text{Populatiereductie} = 1{,}06 \times 10^{-4} \times \text{bruinvisverstoringsdagen}^{1{,}17}$$

De populatie reductie is hierbij uitgedrukt in het aantal individuen. Op zichzelf staand leiden de 6.986 bruinvisverstoringsdagen tot een populatiereductie van 3,33 bruinvissen. Wanneer deze extra bruinvisverstoringsdagen worden beoordeeld met andere in het KEC behandelde projecten leiden deze worst-case 6.986 verstoringsdagen tot een populatiereductie van 9,61 bruinvissen. De populatiereductie grens van 5% (met 95% zekerheid) wordt niet overschreden door deze minimale toevoeging. Het effect valt weg bij de grootschaligheid van alle Wind op zee projecten op de Noordzee in de periode 2016-2030.

De bovenstaande berekening is een indicatieve berekening. Ter borging dienen project specifieke berekeningen voor de extra palen gemaakt te worden. Er is nu gerekend met uitgangspunten van een geluidsnorm van SELss = 160 dB re 1 µPa2s op 750 meter en worst-case aannames wat betreft het aantal palen en heidagen. Indien uit de berekeningen blijkt dat de in deze PB opgenomen effecten een onderschatting zijn, bijvoorbeeld doordat de uitgangspunten zijn veranderd wanneer het platform geplaatst wordt, dienen aanvullende maatregelen zoals het gebruik van een dubbel bellenscherm te worden getroffen. Door het gebruik van mitigerende maatregelen zoals de ADD en ‘slow and soft start’ zullen bruinvissen het gebied verlaten en neemt de kans op PTS bij bruinvissen af.

Conclusie

In de voorgaande paragrafen zijn de effecten van impuls onderwatergeluid, dat alleen optreedt tijdens de aanleg, op verschillende manieren beoordeeld: aan de geluidsnorm in het KEC en de effecten op bruinvissen via het aantal toegewezen bruinvisverstoringsdagen. Op basis van de huidige berekeningen van TNO treedt er overschrijding van de geluidnorm van (SELss = 160 dB re 1 µPa2s op 750 m) op (zie paragraaf 3.5). Dit zou betekenen dat het aantal bruinvisverstoringsdagen voor het platform van Net op zee Nederwiek 1 hoger uitvalt dan berekend in het KEC. Met het gebruik van een mitigerende maatregel zoals een bellenscherm kan het impulsgeluid gereduceerd worden zodat de geluidsnorm niet meer wordt overschreden. Voor de realisatie van het platform zullen meer heipalen gebruikt worden dan is aangenomen in het KEC. In het perspectief van de uitrol van Wind op Zee betreft dit echter maar een fractie van het totaal aantal bruinvisverstoringsdagen. De populatiereductie grens van 5% (met 95% zekerheid) wordt niet overschreden.

Uit voorzorg dient het effect van de getroffen mitigerende maatregel doorgerekend te worden voordat de werkzaamheden worden aangevangen. Door het reduceren van het geproduceerde geluid, wordt ook het verstoorde areaal en het aantal bruinvisverstoringsdagen minder.

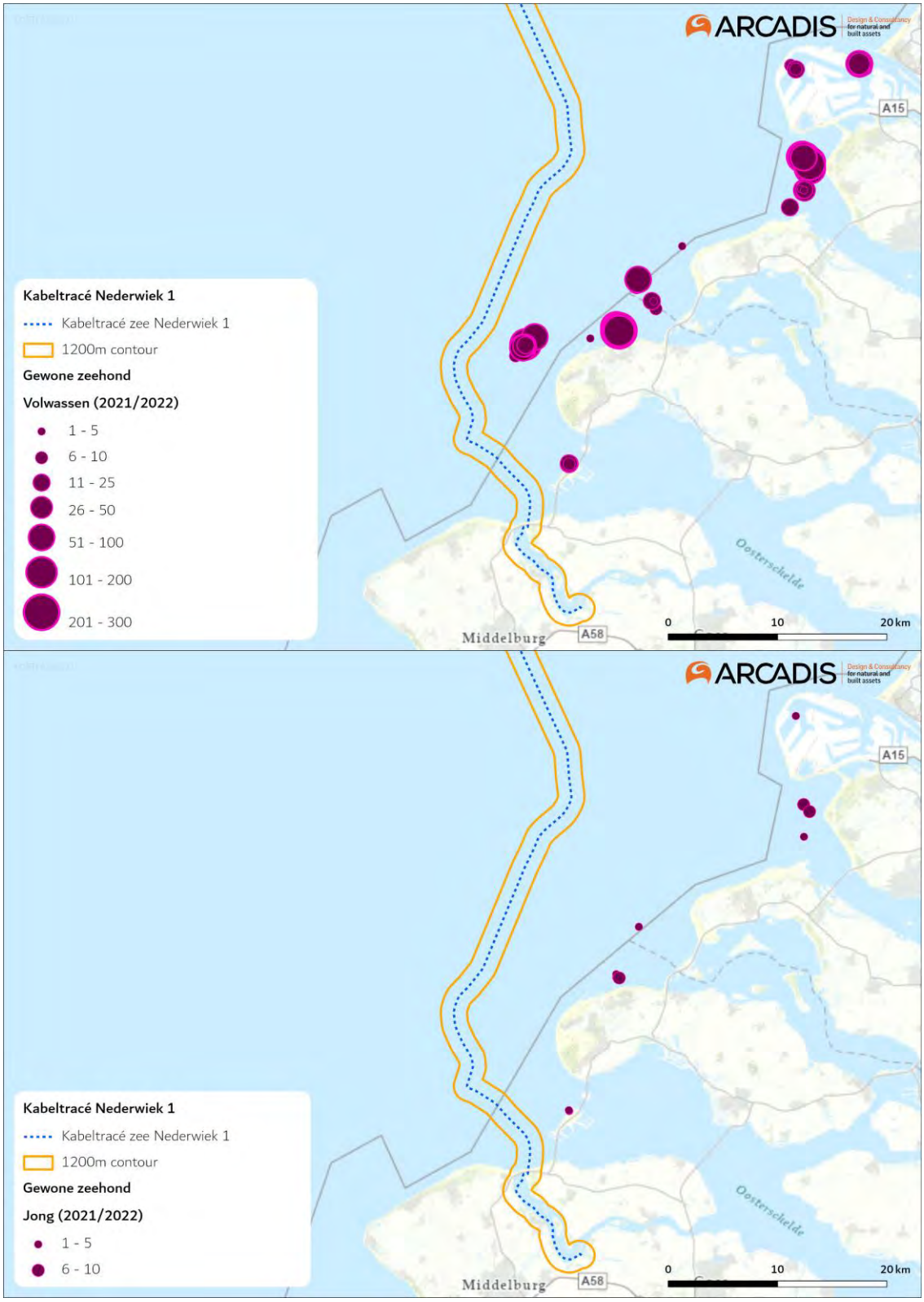
Met het nemen van de correcte mitigerende maatregelen voor heiwerkzaamheden, en het uitwerken en narekenen van de heiwerkzaamheden worden wezenlijke effecten op de gehele bruinvispopulatie op het NCP daarmee uitgesloten. Hiermee wordt ook voldaan aan de gestelde verwachting vanuit het KEC. Mogelijke effecten hebben geen negatief effect op de staat van instandhouding voor de populatie van bruinvissen.

5.3.3 Bovenwaterverstoring

Bovenwaterverstoring kan optreden tijdens de gebruiksfase maar is worst-case in de aanlegfase. In de omgeving van het tracé liggen er platen die gebruikt kunnen worden door zeehonden als rustplaats. De droogvallende platen zijn de aangewezen rustgebieden Bollen van het Nieuwe Zand, Middelplaat en Bollen van de Ooster. Figuur 5-7 geeft de verspreiding van jongen van de gewone en grijze zeehond in de omgeving van het kabeltracé weer, gebaseerd op tellingen in 2019 (Hoekstein et al., 2020).

Voor volwassen zeehonden blijft ruim voldoende onverstoord areaal beschikbaar wat uitwijkmogelijkheden biedt, mochten individuele volwassen zeehonden toch verstoord raken. De mate van verstoring is bij de bron het meest intens, en neemt vervolgens af met de afstand. De verstoringscontouren zijn bovendien worst-case aannames van verstoring door baggerschepen. Deze schepen zijn niet geschikt voor werkzaamheden dicht bij het aanlandingspunt, waar de werkzaamheden zullen worden uitgevoerd door kleinere, en zodoende minder luide, schepen, met een kleinere verstoringsafstand (Andersen et al., 2012).

Zogende zeehonden zijn zeer gevoelig voor verstoring (zie paragraaf 4.2.3). Buiten het gevoelige seizoen van zeehonden (het zoog- en verharingsseizoen; voor de gewone zeehond circa mei-september en de grijze zeehond circa november-maart, zie paragraaf 4.2.3), zijn deze dieren minder gevoelig voor verstoring. De platen waarop de zogende dieren voorkomen liggen op voldoende afstand van het tracé. Naar verwachten ondervinden de dieren geen hinder tijdens de aanlegfase.
<u>Conclusie:</u> Er zijn geen effecten van bovenwaterverstoring op zeezoogdieren in de aanleg- en gebruiksfase. Er hoeven geen aanvullende maatregelen genomen te worden.



Figuur 5-7 Ligplaatsen van volwassen gewone zeehond (boven) en jonge gewone zeehond (onder) ten opzichte van het tracé. Data is gebaseerd op tellingen in het seizoen 2021/2022 (Hoekstein et al., 2023).

5.3.4 Elektromagnetische velden

Verstoring door elektromagnetische velden treedt alleen op tijdens de gebruiksfase. Er zijn geen aanwijzingen dat zeehonden elektromagnetische velden opmerken (Bray et al., 2016; Normandeau et al., 2011). Er zijn wel aanwijzingen dat bruinvissen elektromagnetische velden opmerken, en deze mogelijk gebruiken voor navigatie. Hiernaar is dan ook meer onderzoek gedaan. In de volgende paragraaf wordt verder gekeken naar de mogelijke effecten op bruinvissen.

Onderzoek van Teilmann et al. (2002) toont aan dat bruinvissen nog steeds door gebieden zwemmen waar windparken gebouwd zijn en waar dus ook stroomkabels liggen. Dit toont aan dat er geen sprake is van volledige barrièrewerking door elektromagnetische velden. De velden in een windpark worden doorgaans gegenereerd door 66kV-kabels, de kabels voor Net op zee Nederwiek 1 hebben een groter voltage, namelijk 525 kV. Afhankelijk van de spanning in de kabel zullen deze daarmee ook een groter/sterker veld genereren.

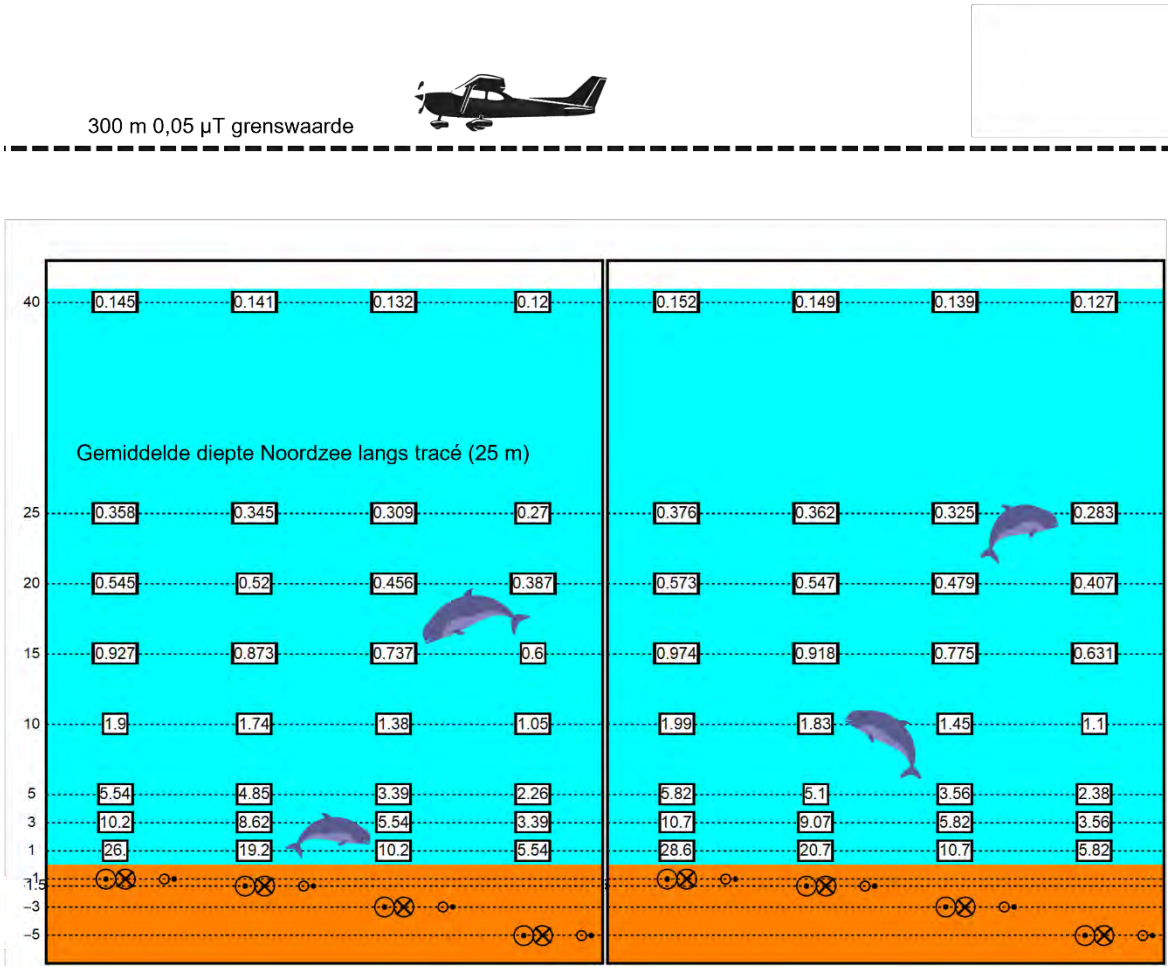
Het enige onderzoek naar de effecten van magnetische velden op bruinvissen dat kwantificeerbare data noemt is het onderzoek van Kirschvink (1986). Kirschvink heeft twee onderzoeken gepubliceerd naar de effecten van het aardmagnetisch veld op strandingen van zeezoogdieren voor de oostkust van de Verenigde Staten (Kirschvink, 1990; Kirschvink et al., 1986). In deze onderzoeken zijn strandingsdata gekoppeld aan gemeten afwijkingen in het aardmagnetisch veld. Het onderzoek besloeg een groot studiegebied en daarom is de data over magnetische velden verzameld per vliegtuig. In het onderzoek werd het aardmagnetisch veld gemeten op 300 tot 400 meter hoogte. De gevonden waardes werden vervolgens gekoppeld aan geregistreerde strandingen aan de oostkust van de Verenigde Staten. Uit het onderzoek bleek dat bij afwijkingen van 0,05 µT aan het gemeten aardmagnetische veld er een grotere correlatie was met stranding van zeezoogdieren (Kirschvink, 1990; Kirschvink et al., 1986).

Deze waarde van 0,05 µT wordt daarom vaak gehanteerd als kwantitatieve grenswaarde om de kans op een mogelijk effect van magnetische velden op bruinvissen (en andere walvisachtigen en dolfijnen) te bepalen. Hierbij is het wel belangrijk om de goede context te hanteren. Aangezien het aardmagnetisch veld, net als elk ander veld, afneemt met afstand tot de bron (in dit geval de aarde, zie o.a. (van Essen, 2021b)), zullen fluctuaties van het aardmagnetisch veld ook lastiger te meten zijn. Dit resulteert erin dat de fluctuaties gemeten door (Kirschvink, 1990) zeer klein zijn. Dit komt met name door de (vlieg)hoogte waarop deze waardes gemeten zijn en waarop dus de grenswaarde geldt (300 à 400 meter). In deze effectbepaling wordt dan ook 0,05 µT op 300 meter boven het wateroppervlak als grenswaarde gebruikt. Bij Kirschvink moet worden meegerekend dat er geen andere factoren zijn meegenomen, zoals diepte en bodemsamenstelling. Strandingen zijn naar waarschijnlijkheid niet (enkel) afhankelijk van fluctuatie in het magnetisch veld (Snoek et al., 2016), maar gedragsveranderingen in zeezoogdieren door de aanwezigheid van elektromagnetische velden zijn niet uit te sluiten. Daarom wordt deze gevonden waarde van Kirschvink alsnog als worst-case gebruikt.

Door de elektrische stroom in de kabels van Net op zee Nederwiek 1 zal een magnetisch veld ontstaan. Dit veld is gemodelleerd en samen met de grenswaarde weergegeven in Figuur 5-8. Het magneetveld zal rond de 40 meter boven de kabel een sterkte hebben 0,145 µT (in het geval van een kabeldikte van 150 mm) en 0,152 µT (in het geval van een kabeldikte van 185 mm) aan het wateroppervlak. Dit is ruim onder de grenswaarde van 0,05 µT op 300 meter hoogte. Aangezien het magnetisch veld ver onder deze hoogte al onder de kritieke grenswaarde komt, zal het dus niet tot

een effect leiden. In het geval van een storing zal het elektromagnetisch veld een waarde van 1,15 µT hebben op 40 meter hoogte. Alhoewel dit vele malen hoger ligt dan de standaardwaarden, zal het niet de randwaarde bereiken op 300 meter hoog van 0,05 µT. Ter verduidelijking is er ook een berekening gedaan hoe groot het magneetveld rond de kabel zou moeten zijn om op 300 meter de 0,05 µT te behalen en dus bruinvissen te verstoren in de waterkolom (Van Essen, pers.com. 2021). Om dit magneetveld van deze grootte op 300 meter hoog te krijgen, zou de kabel een stroom moeten hebben van 145 kA (kilo Ampère, eenheid voor stroomsterkte). Een kabel zoals die van Net op zee Nederwiek 1 heeft normaliter een stroom tussen de 1 en 2 kA. In vergelijking is dit dus al meer dan 100 maal zo veel. Een stroom van 145 kA resulteert dan in een magnetisch veld van circa 7 µT in de waterkolom op 25 meter (vanuit gaand van een kabel van 185 mm en 3 meter onder de grond). Dit scenario zou dus resulteren in een magneetveld dat 100 keer groter is dan het magneetveld van Net op zee Nederwiek 1. Het is daarom niet aannemelijk dat door de 525kV-gelijkstroomkabel verstoringen in het navigatievermogen van bruinvissen.

Conclusie: Op basis van de bovenstaande gegevens en de gegevens in Bijlage VII-D kan een negatief effect op bruinvissen worden uitgesloten.



Figuur 5-8 Magneetveldzone in µT van de 525kV-zeekabel bij een kabeldiameter van 185 (links) en 150 (rechts) mm. De getallen langs de verticale as zijn de begraafdiepten/meethoogten ten opzichte van het zeebodemoppervlak in meter. Afkomstig van (van Essen, 2020). De bovenste zwarte lijn geeft de uiterste grenswaarde aan tot waar de waarde van het magneetveld 0,05 µT kan zijn voordat bruinvissen verstoord raken. Als de waarden van het magneetveld eerder al onder de 0,05 µT komen, zal dit kritieke punt niet bereikt worden voor de bruinvis. In het geval van de 525kV-zeekabel zal het magneetveld tussen de 25 en 40 meter lager dan 0,05 µT zijn en dus onder het kritieke punt.

5.4 Vissen

5.4.1 Vertroebeling

Trekvissen zoals houting en Europese steur kunnen door vertroebeling mogelijk een barrière effect ervaren. Deze trekvissen zijn anadrome trekvissen. Dit geldt ook voor andere trekvissen in het gebied waarvoor vanuit gebiedsbescherming instandhoudingsdoelstellingen zijn opgesteld; de rivierprik, zeeprik, elft en fint. Anadrome vissen trekken vanuit de zee de rivieren op om te paaien (in dit geval bijvoorbeeld de Nieuwe waterweg, Haringvliet of via de kust naar de Westerschelde), om vervolgens weer naar zee terug te keren. Voor de instandhouding van de populatie, en bij sommige soorten zelfs de voltooiing van de levenscyclus, is deze paaitrek van essentieel belang. De vertroebeling voor de kust, die veroorzaakt wordt tijdens de aanlegfase, heeft potentieel een barrière werking tijdens de migratie van trekvissen. Afhankelijk van de tijdsplanning van de werkzaamheden kunnen migrerende vissen de slibwolk tegenkomen. Het is dus belangrijk om te weten wanneer de paaitrek plaats vindt om te kunnen beoordelen wat de effecten van deze barrière werking is op de trekvissen. Om te kunnen kwantificeren of er sprake is van een effect is het noodzakelijk om uiteen te zetten hoe trekvissen omgaan met dergelijke slibconcentratieverhogingen. Dit wordt nader uitgelegd in de volgende paragraaf.

Respons van vissen op vertroebeling
De stressrespons van vissen op vertroebeling is soort specifiek en afhankelijk van de mate van vertroebeling en de duur van deze vertroebeling. Effecten op vis door vertroebeling kunnen optreden door het vangstsucces te beperken bij zichtjagende vissen maar potentieel ook door migratie succes te beperken wanneer de migratie op zicht plaatsvindt.

Enkele studies hebben de effecten van vertroebeling door baggeractiviteiten inzichtelijk gemaakt voor estuariene vissen (Kjelland et al., 2015; Wilber & Clarke, 2001a). Uit deze onderzoeken blijkt dat er nog steeds veel onduidelijkheid is over de lange termijneffecten van vertroebeling. De effecten van gesuspendeerd sediment in de waterkolom op vissen zijn sterk afhankelijk van onder andere het type sediment, de tolerantie van de soort, de levenscyclus en biologie van de soort, de duur van de blootstelling en de frequentie van de achtereenvolgende blootstellingen (Kjelland et al., 2015). Hierbij is gevonden dat benthische soorten beduidend beter tegen vertroebeling door gesuspendeerd sediment bestand zijn. Deze soorten zijn al hoge maten van vertroebeling gewend door hun bodemgebonden levenswijze en worden hierdoor niet snel verstoord. (Parsley et al., 2011) beschrijft bijvoorbeeld hoe de effecten van baggerverspreidingsactiviteiten vrijwel geen effect hadden op de verspreiding van witte steuren (*A. transmontanus*) in een estuarium (Parsley et al., 2011).

Wilber & Clarke (2001) hebben aan de hand van alle beschikbare data en onderzoeken een algemene respons van estuariene vissen op gesuspendeerd sediment uitgezet. De meeste

onderzoeken gebruiken sedimentconcentraties van meer dan 1.000 mg/l met blootstellingen tot en met een week. Hierbij is geen duidelijke correlatie te vinden tussen concentratie sediment en (sterfte)respons maar opvallend is dat bij deze concentraties en duur van blootstelling bij sommige estuariene vissen zelfs geen enkel effect wordt gevonden. Op vis jagende vissen kunnen hinder ondervinden van een verhoogde troebelheid vanwege het verminderde zicht (De Robertis et al., 2003a). Vissen die veelal op zicht jagen, zoals makreel en tarbot, vermijden een slibwolk terwijl vissen die normaal gesproken in troebel wateren leven en meer op reuk jagen dit niet zullen doen (de Groot, 1979a). Maes et al. (Maes et al., 1998a) beschrijft dat juveniele vis (Clupeïden zoals fint, elft, haring en sprot) juist graag schuilt in turbide gebieden om roofdieren te vermijden. Bij tijdelijke troebelheid kan er dus sprake zijn van een tijdelijke vermindering van de dichtheid van bepaalde vissoorten, maar ook van een verhoging van de dichtheid omdat de turbiditeitspluim als schuilplek gebruikt wordt.

Er zullen tijdens de aanlegfase geen negatieve effecten optreden van de geringe verhoogde vertroebeling op de bodemgebonden soorten Europese steur. Deze benthische soort is al een hoge mate van vertroebeling gewend door de bodemgebonden levenswijze en wordt hierdoor niet snel verstoord. Dit wordt ook bevestigd door conclusies getrokken in eerdere studies voor steur (Parsley et al., 2011) en rivierprik (Maes & Ollevier, 2005). (Parsley et al., 2011) beschrijft hoe de effecten van baggerverspreidingsactiviteiten vrijwel geen effect hadden op de verspreiding van witte steuren (*A. transmontanus*) in een estuarium, waarbij zelfs een aantrekkende in plaats van afstotende kracht door de vertroebeling werd waargenomen.

Pelagische trekvissoorten als houting zullen mogelijk iets gevoeliger zijn voor verhoogde concentraties gesuspendeerd sediment. De volwassen houtingen die stroomopwaarts migreren voor de voortplanting, stoppen met eten tijdens deze periode en zullen dus geen significant negatieve effecten ondervinden van de turbiditeitspluim op het jachtvermogen (Kottelat & Freyhof, 2007; Maitland & Hatton-Ellis, 2003; Skóra et al., 2012).

Alle soorten trekvissen die door de Voordelta trekken zijn tevens in zekere zin vertrouwd met vertroebeling. Deze trekvissen zullen normaliter in en na de paaiperiode tot meerdere maanden in het troebele estuarium verblijven en komen tijdens hun paaimigratie naar dit estuarium maar een fractie van de periode in aanraking met de slibwolk. Volwassen trekvissen brengen veel van hun tijd door in de brakke wateren van estuaria en riviermondingen. Door de menging van zout en zoet water is er een hogere troebelheid van het water door een complex spel van fysische, chemische en biologische processen. Dit zou erop kunnen wijzen dat deze vissen zich al aangepast hebben aan water waar het zicht vrij laag is. Daarbij kunnen vissen op meer zintuigen dan alleen zicht navigeren voor de stroomopwaarts of -afwaartse migratie (Bjerselius et al., 2000; Dodson & Leggett, 1974; Maes et al., 2007, 2008). Veel trekvissen migreren tijdens de nacht, wanneer zicht geen bepalende factor is (Keefer et al., 2013).

Uit de bovenstaande informatie blijkt dat zicht geen bepalende factor is gedurende migratie. Op de dag dat de slibwolk dieptegemiddeld het grootste oppervlak heeft en daarmee potentieel het grootste effect komt het concentratieverhoging daggemiddelde niet boven de 3 mg/l. De achtergrondconcentratie in de kuststrook varieert sterk, met een jaarlijks gemiddelde van 20-30 mg/l, wat na een stormperiode op kan lopen tot 100 mg/l (Haskoning, 2007). De worst-case gecumuleerde concentratieverhogingen vallen zodoende binnen de natuurlijke variatie van de achtergrondconcentratie. Daarnaast is gebleken dat zicht geen bepalende factor is voor migratie van trekvissen en zal de concentratieverhoging slechts tijdelijk zijn. Verder treedt in de kustzone maar

enkele hectare vertroebeling op van het wateroppervlak en bodem rond de aanlanding. De werkzaamheden zullen dus niet zorgen voor een 'blokkade' van het Haringvliet en er zullen geen effecten zijn op trekvissen.

Conclusie: Vertroebeling van de werkzaamheden heeft geen negatief effect op trekvissen.

Effect van vertroebeling op vissen in het algemeen (zorgplicht)
Wilber & Clarke (2001) hebben aan de hand van alle beschikbare data en onderzoeken een algemene respons van estuariene vissen op gesuspendeerd sediment uiteengezet. De meeste onderzoeken gebruiken sedimentconcentraties van meer dan 1.000 mg/l (!) met blootstellingen tot en met een week. Hierbij is geen duidelijke correlatie te vinden tussen concentratie sediment en (sterfte)respons.

Roofvissen kunnen hinder ondervinden van een verhoogde troebelheid vanwege het verminderde zicht wat hiermee gepaard gaat (De Robertis et al., 2003b). Vissen die veelal op zicht jagen, zoals makreel en tarbot, vermijden een turbiditeitspluim terwijl vissen die normaal gesproken in troebel wateren leven en meer op reuk jagen dit niet doen (de Groot, 1979b). Maes et al. (1998) beschrijft dat juveniele vis (Clupeïden zoals fint, elft, haring en sprot) juist graag schuilt in vertroebelde gebieden om roofdieren te vermijden. Bij tijdelijke troebelheid kan er dus sprake zijn van een tijdelijke vermindering van de dichtheid van bepaalde zichtjagende vissoorten. Voor deze soorten zal ruim voldoende niet vertroebeld areaal beschikbaar zijn, andere (prooi)vissoorten zullen de turbiditeitspluim juist opzoeken en hiervan profiteren.

Conclusie: Vertroebeling als gevolg van de werkzaamheden heeft een verwaarloosbaar effect op vissen in het algemeen.

5.4.2 Continu en impuls onderwatergeluid

Hoewel vissen op grote afstand trillingen kunnen waarnemen, leidt dit in het algemeen slechts beperkt tot vermijdingsgedrag. Vissen bevinden zich immers ook op korte afstand van allerlei andere verstoringbronnen, waaronder varende schepen. Die, zoals eerder besproken, doorgaans in hoge mate aanwezig zijn in het projectgebied, zie Figuur 5-4. Het beperkte aantal schepen t.b.v. de werkzaamheden tijdens de aanlegfase en voor onderhoud in de gebruiksfase voegt zodoende maar een kleine fractie toe ten opzichte van de al aanwezige reguliere scheepvaart.

Continu onderwatergeluid
De meeste vissen zijn beperkt gevoelig (gemiddeld bereik ligt tussen de 50-500 Hz) voor het geluid dat door varende schepen wordt voortgebracht (400-500Hz). Haringachtigen, zoals de fint, zijn gevoeliger voor geluid door fysiologische verschillen met andere vissen. De range van deze soorten licht veel hoger (tot 4000 Hz) (Ladich & Fay, 2013). Reactieafstanden van vissen variëren afhankelijk van de beoordeelde soort en vaartuig van 100-200 meter voor normale vaartuigen tot 400 meter voor luidruchtige vaartuigen (Mitson, 1995). Aangenomen mag worden dat de effecten op vissen als gevolg van de vaarbeweging niet meer dan 200 meter bedragen. Gezien de tijdelijkheid van de effecten en de ruime uitwijkmogelijkheden zijn de effecten van continu onderwatergeluid van varende schepen tijdens de aanlegfase op vissen verwaarloosbaar op het NCP. Tijdens de migratie trekken trekvissen naar gebieden toe. Hierdoor zijn de vissen minder verspreid over het NCP en komen zij in hogere aantallen voor in delta's (Winter et al., 2021). Er zijn ook soorten, zoals de houting, die niet ver de open zee optrekken omdat houting geen voorkeur heeft voor volledig zout

water (Winter et al., 2021). Voor deze soorten zijn de kustzone en het deltagebied van groot belang (Winter et al., 2021). Bij een worst-case aanname dat er binnen 500 meter van de bron verstoring optreedt is er aantasting van 7,8% van het areaal in de kustzone <10 km.

Conclusie: Er is geen negatief effect van continu-onderwatergeluid op (trek)vissen tijdens de aanlegfase.

Impuls onderwatergeluid
Over de effecten van onderwatergeluid op (trek)vissen is zeer weinig bekend (Popper & Hastings, 2009). Er is een zeer grote variëteit tussen soorten in gevoeligheid voor geluid, waarbij effecten kunnen variëren van niet aanwezig tot ernstige schade in de vorm van gedragsveranderingen, tijdelijke of permanente gehoordrempelverschuiving, orgaanschade en zwemblaasschade. Echter door de grote variëteit kan er niet geëxtrapoleerd worden tussen verschillende soorten en situaties, waardoor het vrijwel onmogelijk is een effect juist in te schatten (Popper & Hastings, 2009). Omdat het moeilijk is te generaliseren wordt voor vissen over het algemeen een worst-case reikwijdte van 500 meter aangehouden voor effecten op vissen (Akker van den & Veen van den, 2013; Duin et al., 2015). Bij deze afstand blijft een ruime zone over waarin trekvissen ongehinderd zich kunnen bewegen. Zeker gezien de ligging van het platform op grote afstand ten opzichte van de kust zal impuls onderwatergeluid geen barrièrewerking voor trekvissen veroorzaken.

Gehoorgevoelige vissen zullen net als de zeezoogdieren een vermijdingsreactie vertonen voor de ADD. Echter omdat er nog een zeer grote kennisleemte bestaat over de gedragsrespons van verschillende vissoorten op geluid (Hawkins et al., 2015; Hawkins & Popper, 2014) wordt er als worst-case vanuit gegaan dat er binnen de 500 meter vanaf de bron toch nog effecten kunnen optreden op vissen. Binnen deze aanname is er worst-case aantasting van minder dan 0,002% van het totale oppervlak van het NCP en het leefgebied van zoutwatervis (dat in werkelijkheid niet ophoudt bij de grens van het NCP).

Conclusie: Door de tijdelijke aard van de effecten, die alleen optreden tijdens de aanlegfase, en het zeer beperkte areaal waar deze opspelen kan een negatieve beïnvloeding op populatieniveau worden uitgesloten. Mogelijke externe effecten hebben geen negatief effect op de staat van instandhoudingen van de verschillende trekvissen.

5.4.3 Elektromagnetische velden

Verstoring door elektromagnetische velden treedt alleen op tijdens de gebruiksfase. Elektromagnetische velden (EMV) kunnen worden waargenomen door verschillende soorten vissen, evertebraten en bepaalde zeezoogdieren.

Voor verschillende soorten vissen en ongewervelden die gevoelig zijn voor elektriciteit en magnetisme, kunnen elektromagnetische velden gedragsveranderingen teweegbrengen. Dit geldt bijvoorbeeld voor paling (Westerberg & Lagenfelt, 2008), Amerikaanse kreeften en roggen (Hutchison et al., 2018) en garnalen (Gill et al., 2014). Andere soorten kunnen mogelijke nadelige effecten ondervinden bij lange blootstelling aan hoge magnetische veld-waardes. Zo vertoonde de heilbot (*Hippoglossus hippoglossus*) verminderde groei en ontwikkeling na blootstelling aan 3.000 µT in het laboratorium (Gill, 2015). Ook heeft onderzoek uitgewezen dat magnetische velden invloed hebben op veranderingen in hydratatie en aminestikstofwaarde van de gewone mossel bij 5.000 µT

(Otremba et al., 2019). Voor een uitgebreide behandeling van de effecten op vissen en ongewervelden wordt verwezen naar Bijlage VII-D Effecten van elektromagnetische velden op zee.

Veel van bovenstaande onderzoeken spreken over waardes van boven de 1.000 µT (boven het aardmagnetisch veld, wat zich rond de 48 µT bevindt). Dit zijn in alle gevallen laboratoriumstudies. Er wordt echter vanuit gegaan dat deze waardes overeenkomen met de waardes van het magnetisch veld direct op de kabel (dus niet 3 meter onder de grond). Deze waarden nemen echter snel af over afstand, zodat het magnetisch veld deze sterkte niet zal bereiken op de hoogte waarop de meeste vissen zullen zwemmen, zoals berekend door (van Essen, 2021c) en in Figuur 5-8 (waardes tussen de 1- 0,1 µT).

Conclusie: Op basis van de gegevens in Bijlage VII-D Effecten van elektromagnetische velden op zee zullen er geen negatieve effecten optreden op (trek)vissen door EMV.

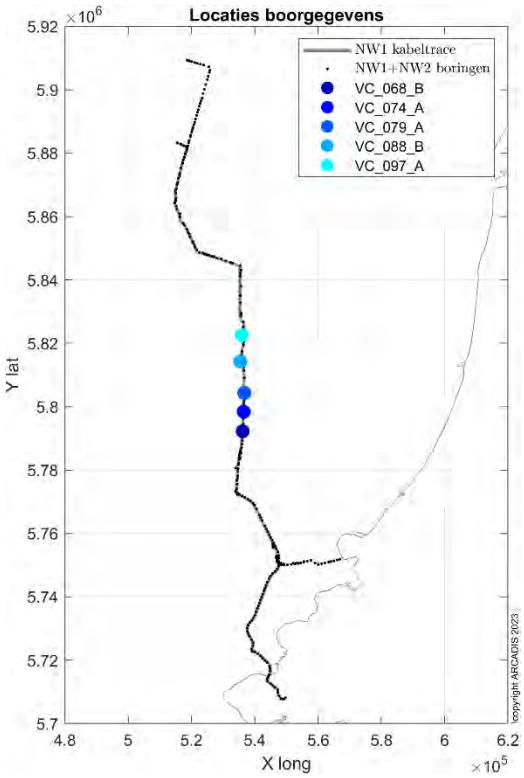
5.4.4 Historische verontreiniging op zee

Slibconcentraties en verspreiding
Gevolgen van de verontreinigen treden op doordat veen- en slibdeeltjes met verontreinigen tijdens het trenchen in de waterkolom terecht komen. De vertroebelingsstudies die zijn uitgevoerd voor de verschillende kabeltracés op de Noordzee geven inzicht in de concentraties van de deeltjes in de waterkolom. In de Noordzee vindt door het optreden van getijdestroming verspreiding plaats van de slibdeeltjes in de waterkolom nabij de bagger- en verspreidingslocatie. Het betekent dat de concentraties die lokaal en tijdelijk hoog zijn snel veel lager zijn, door de verdunning die optreedt door de stroming. In modelsimulaties voor de slibverspreiding is deze verdunning door de stroming berekend. In de slibsimulaties wordt gebruik gemaakt van conservatieve aannames over de hoeveelheden slib in de bodem en over baggervolumes voor de verschillende delen van de tracés. De slibpercentages zijn gebaseerd op korrelgroottebepalingen van het bodemsediment. De berekeningsresultaten zijn bruikbaar daarmee bruikbaar om inzicht te geven in de gemiddelde slibconcentratie in de waterkolom. De hoogste concentraties slib treden op bij de bodem, omdat daar het meeste slib in het water terechtkomt door de werkzaamheden en doordat de getijdestroming het verspreide sediment van de bodem erodeert. De daggemiddelde concentraties bij de bodem komen niet boven de 5 mg/l uit, zoals zichtbaar is in Figuur 3-1. Ook bij het wateroppervlak is sprake van iets verhoogde concentraties slib in de waterkolom, omdat bij het baggeren water met slib uit het baggerschip stroomt. De concentraties slib zijn wel lager dan bij de waterbodem. Gemiddeld per dag komt de slibconcentratie over de hele waterkolom niet boven de 2 mg/l uit.

Arseenconcentraties in de bodem
De arseenconcentraties in deze veenlagen is gemeten op verschillende dieptes, in het totaal zeven monsters. Tabel 5-8 geeft de code van de locatie, die terug is te vinden in Figuur 5-9, de diepte van de laag waaruit het monster is genomen, de percentages organisch stof, fracties kleiner dan 2 en 63 µm en de arseenconcentratie weer.

Tabel 5-8 Arseenconcentraties in de diverse monsters.

Code	Diepte (m)	OS (%)	<2 µm (%)	<63 µm (%)	As (mg/kg d.s.)
VC_068_B	1,37-3,00	1.7	22	63	15
	3,00-3,80	1.3	18	50	10
VC_074_A	0,57-1,69	1.2	19	49	11
VC_079_A	0,60-0,82	2.3	14	51	19
	1,27-1,52	2.9	11	47	31
VC_088_B	1,75-2,08	49,7	<2	<2	54
VC_097_A	4,13-4,43	28,3	2,3	8,9	46

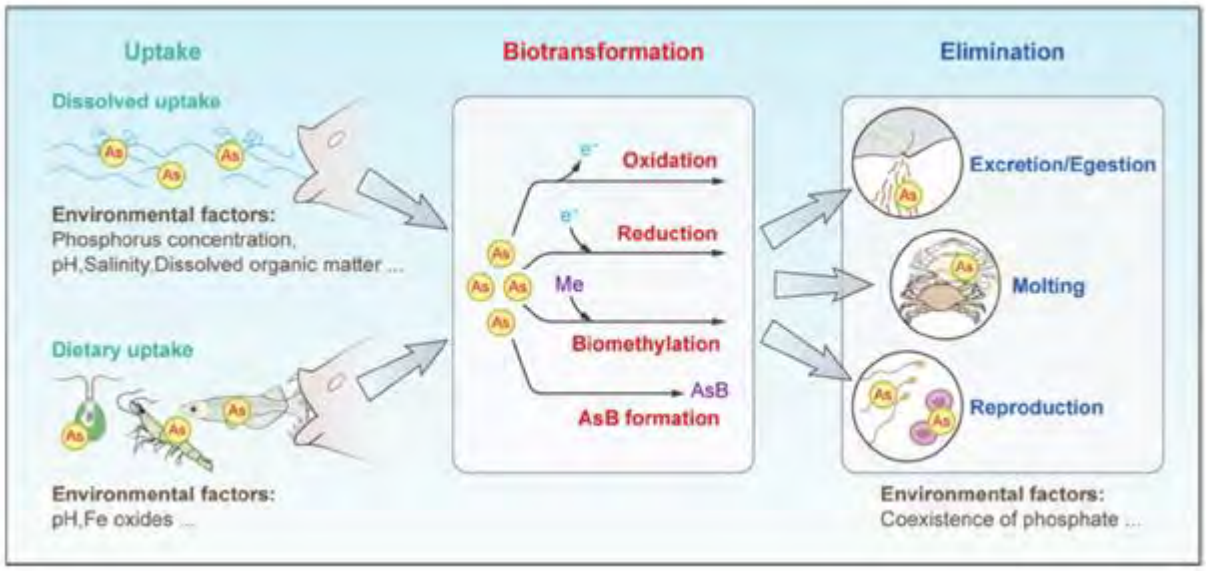


Figuur 5-9 Locaties van de monsters waarin arseen is bepaald.

Gedrag van arseen

Het arseen in de Noordzeebodem is anorganisch arseen (waarschijnlijk voornamelijk in de vorm van arsenaat As^{V}) en kan als het vrijkomt uit de bodem door organismen worden opgenomen. De opname wordt door veel omgevingsfactoren bepaald. Na opname ondergaat het arseen vaak biotransformatie en kan het worden omgezet naar organisch arseen en worden uitgescheiden. Er zijn meer dan 300 vormen van organisch arseen (Zhang et al., 2022), de meest voorkomende zijn monomethyarsonic acid (MMA), dimethylarsonic acid (DMA), arsenobetaine (AsB), arsenocholine (AsC) en arsenosugars (AsS).

Figuur 5-10 uit (Zhang et al., 2022) geeft het proces rondom arseen schematisch weer.



Figuur 5-10 Proces van opname, biotransformatie en verwijdering van stoffen uit Zhang et al., (2022).

De organische verbindingen worden dus weer uitgescheiden en het zijn vooral deze verbindingen die tot biomagnificatie leiden (Ghosh et al., 2022). Ook diverse andere recente papers benoemen deze eigenschap van de organische arseenverbindingen.

Bij de bepaling van effecten van het vrijkomende arseen wordt aangenomen dat het trenchen voldoende zuurstof toevoegt en dat er geen zuurstofloze omstandigheden zijn net boven de bodem. Onder zuurstofloze omstandigheden wordt het arseen namelijk niet biobeschikbaar (Wang et al., 2022).

Normen en achtergrondconcentratie

De huidige normen voor arseen in zout water zijn te vinden via de site van het RIVM.[5] In Tabel 5-9 zijn de normen en achtergrondconcentraties vermeld. De MAC-MKN (maximaal aanvaardbare concentratie – milieukwaliteitsnorm) wordt door het RIVM gedefinieerd als: *de maximaal aanvaardbare concentratienorm beschermt het ecosysteem tegen kortdurende concentratiepieken*.[6] Wanneer deze norm niet wordt overschreden is het ecosysteem beschermd tegen een arseenpiek in het water na trenchen.

Er is voor arseen geen MKN-biota afgeleid. Dat dat niet nodig is en de in Tabel 5-9 genoemde normen voldoende bescherming wordt beargumenteerd op het stofgevensblad (ICBR, 2009) waar de RIVM website naar refereert. Hier wordt echter niet gesproken over biomagnificatie van de organische vormen van arseen, welke dus vooral in recente papers wordt benoemd.

[5] Zoeksysteem | Risico's van stoffen (rivm.nl), bezocht op 15 mei 2023.
[6] Oppervlaktewater | Risico's van stoffen (rivm.nl), bezocht op 15 mei 2023.

Tabel 5-9 Normen en achtergrondconcentratie voor arseen

Categorie	Compartiment/Normtype	Norm	arseen (7440-38-2)
Milieu	Oppervlaktewater zout	Andere oppervlaktewateren achtergrondconcentratie (opgelost)	0,62 µg/l
Milieu	Oppervlaktewater zout	Andere oppervlaktewateren wettelijk JG-MKN (opgelost)	0,6 µg/l
Milieu	Oppervlaktewater zout	Andere oppervlaktewateren wettelijk MAC-MKN (opgelost)	1,1 µg/l

Inschatting arseenconcentratie in het water
In Arcadis (2021) is vanuit een stofconcentratie in de bodem een inschatting gemaakt van de concentratie in het water. Deze inschatting is gemaakt met behulp van relatief eenvoudige rekenregels waarbij er wordt uitgegaan van één bodemconcentratie wat resulteert in één waterconcentratie.

Eerder in deze paragraaf is bepaald dat de hoogste daggemiddelde slib- en veenconcentratie in het water net boven de bodem maximaal 5 mg/l is. Uitgaande van de hoogste bodemconcentratie (54 mg/kg ds) leidt dat tot een schatting van 0,3 µg/l arseen in het water. Samen met de al aanwezige achtergrondconcentratie levert dit een concentratie van 0,93 µg/l arseen op, wat lager is dan de MAC-MKN van 1,1 µg/l. Er zal dus geen effect op het ecosysteem optreden door het trenchen van de historische lagen met arseen. Vogels zullen geen effect ondervinden van de opwoeling van arseen en mogelijke bioaccumulatie, en er worden geen verbodsbepalingen overtreden.

5.5 Rugstreeppad

De werkterreinlocatie van de booropstelling bij de Veerse Gatdam en de converterstationslocatie vallen buiten het huidige leefgebied van de rugstreeppad, maar is wel binnen 1 kilometer aanwezig (Figuur 4-27 en Figuur 4-28). De gebieden zijn in de huidige vorm een beperkt geschikt leefgebied voor rugstreeppad, maar aanwezigheid in de toekomst kan niet volledig uitgesloten worden. Doordat de soort aangetrokken wordt door pioniersomstandigheden met open zand en tijdelijk water, wat vaak ontstaat op bouwterreinen, kan bij de werkzaamheden en herinrichting de soort ineens opduiken op dergelijke locaties. Indien dat gebeurt, treedt door de (bouw)werkzaamheden verstoring en schade aan individuen, voortplantingsplaatsen en/of rustplaatsen op en is sprake van overtreding van verbodsbepalingen uit de Wet natuurbescherming.

Conclusie: Negatieve effecten (verstoring, doden/verwonden of aantasting van verblijfplaats of leefgebied) op deze soort zijn niet uitgesloten. Om de negatieve effecten als gevolg van de werkzaamheden te voorkomen, zijn preventieve maatregelen noodzakelijk. Deze maatregelen zijn opgenomen in paragraaf 7.8.5.

5.6 Glad biggenkruid

Glad biggenkruid is een typische, eenjarige zomerbloeier en groeit op open, zonnige plaatsen. Deze soort komt voor op droge, kalkarme, meestal zwak zure, betrekkelijk voedselarme zandgrond. Dit kan in open grasvegetaties op humus- en stikstofarm zand, op akkers en in de duinstreek ook op droog, licht betreden grasland en duinzand dat oppervlakkig ontkalkt is. De soort is een bekende soort van duinvegetaties, maar komt ook voor op door mensen gerealiseerde locatie met vergelijkbare groeiomstandigheden als spoortaluds en braakliggende terreinen (met opgebracht zand).

De soort heeft een grote groeiplaats nabij de boorlocatie bij de Veerse Gatdam, in het hooiland ten oosten ervan op circa 100 meter afstand. De werkzaamheden, maar ook de inrichting van het terrein en de werkwegen, moeten hier nauwkeurig uitgevoerd en afgebakend worden om negatieve effecten op de groeiplaats en daarmee de soort uit te sluiten.

Conclusie: Negatieve effecten (vernielen, ontwortelen) op deze soort zijn uitgesloten. Er dient te worden gehouden aan de begrenzing van het werkterrein zoals nu is vastgesteld in de activiteitenbeschrijving.

5.7 Niet beschermde soorten

In deze paragraaf zijn enkele bijzondere soorten behandeld die niet zijn beschermd via Wnb artikel 3.1, 3.5 of 3.10. Voor alle soorten geldt echter wel de zorgplicht. In het kader daarvan is bepaald om effecten op onderstaande rode-lijstsoorten en zandkokerworm te onderzoeken. Voor de rode-lijstsoorten is dit nodig geacht omdat deze soorten als 'bedreigd' zijn gekwalificeerd. Voor zandkokerwormriffen geldt dat lang gedacht werd dat deze niet meer aanwezig waren in het Nederlandse deel van de Noordzee. Aangezien dit habitat recent is aangetroffen en (potentieel) een kwetsbare en belangrijke soort is, is het besloten deze nader te belichten in deze soortbeschermingstoets.

5.7.1 Zandkokerworm

Zandkokerwormen (*S. spinulosa*) zijn belangrijke bodemorganismen die hun omgeving en daarmee het ecosysteem beïnvloeden door het bouwen van riffen. Zandkokerwormen kunnen mogelijk effecten ondervinden van sedimentatie, vertroebeling, habitataantasting en verontreiniging. De effecten worden in de onderstaande paragrafen nader uitgelegd.

Sedimentatie
S. spinulosa riffen zijn gevoelig voor een toename in sedimentatie. Het is daarbij waarschijnlijk dat grote hoeveelheden snel neerdalend sediment (>1 mm/dag) meer impact hebben op de wormen dan kleine, constant neervallende hoeveelheden (≤1 mm/dag) (Arcadis, 2020). Bij grotere hoeveelheden zijn de wormen niet meer instaat om volledige begraving te voorkomen via het bouwen van een 'noodkoker' met dood als gevolg. De bodem rondom het gedeelte van het tracé op zee en het platform bestaat hoofdzakelijk uit zand, wat snel bezinkt. Hierdoor zullen effecten van sedimentatie voornamelijk gelimiteerd zijn tot de directe omgeving van de werkzaamheden. Sedimentatie van >1 mm/dag komt beperkt voor direct op het tracé. Het kan worden aangenomen dat sedimentatie geef effect heeft op *S. spinulosa*.

Vertroebeling
Uit Pearce, (2017) blijkt dat *S. spinulosa* waarschijnlijk een grote tolerantie heeft voor een toename van de hoeveelheid sediment in de waterkolom. Slechts bij heel hoge concentraties sediment (55,5 mg/l suspended particulate matter) stoppen de wormen tijdelijk met groeien (dat wil zeggen, met kokerbouw). Een afgenomen hoeveelheid sediment in de waterkolom daarentegen kan afbraak van de riffen veroorzaken omdat de kokers niet worden onderhouden/aangevuld. Op basis van bovenstaande informatie kan worden geconcludeerd dat *S. spinulosa* riffen niet tot nauwelijks gevoelig zijn voor een toename in vertroebeling, tenzij de concentraties boven de 50 mg/l komen, en

dit is niet het geval. De verhoging bedraagt maximaal tot 5 mg/l (zie paragraaf 3.2.1). Het kan worden aangenomen dat vertroebeling geen effect heeft op *S. spinulosa* riffen.

Habitataantasting

Door habitataantasting kunnen (delen van) riffen afsterven. Afhankelijk van de frequentie en mate van aantasting in verhouding tot het formaat van het rif kan het hierbij om kleine delen van het rif of volledig verdwenen riffen gaan. In het algemeen wordt aangenomen dat het beperkte voorkomen van riffen op de Bruine Bank komt door de intensieve bodemvisserij waardoor meerdere keren per jaar de gehele bodem wordt omgeploegd (Garcia et al., 2019). De gestekelde zandkokerwormriffen werden namelijk voornamelijk gevonden op de bodem van zogenaamde valleien, een holte tussen twee hogere zandruggen in, met een diepte van 35 tot 45 meter. Mogelijk komt dit omdat de riffen hier afgeschermd liggen van de intensieve bodemvisserij in het gebied (Garcia et al., 2019; van der Reijden et al., 2019). Omdat bodemvisserij binnen het Windpark Nederwiek in de toekomst niet meer is toegestaan bestaat hierdoor juist de mogelijkheid voor de zandkokerriffen om zich te vestigen.

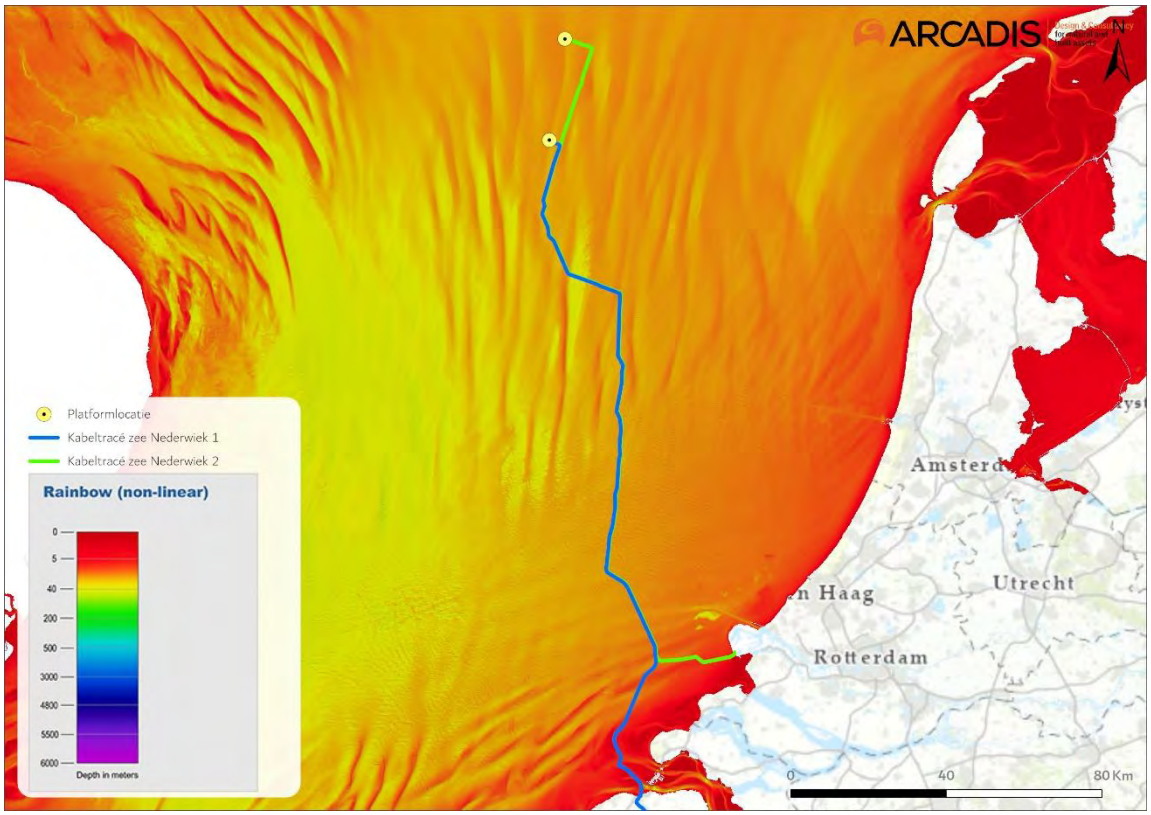
Het valt echter niet uit te sluiten dat er op het voorkeurstracé riffen op de bodem van niet in kaart gebrachte valleien nabij het platform en tracé voorkomen. Uit Figuur 5-11 blijkt dat deze diepere geulen in noord-zuid richting lopen en met name in het noordelijke deel van het tracé (nabij het platform) en bij de kust voorkomen. De kans op het aantreffen van de zandkokerwormriffen in het overige gebied is zeer gering. Dit wordt bevestigd door een model van habitatgeschiktheid voor *S. spinulosa*, zie Figuur 5-12 (Bos et al., 2019). Hierbij dient vermeld te worden dat de betrouwbaarheid van de voorspelling door de onderzoekers zelf, voornamelijk in kustgebieden, wordt ingeschat als laag tot matig. In kustgebieden zijn vooral scheepswrakken en ander substraat bemonsterd, waar wormen in een hoge dichtheid op zaten. Er zijn echter niet veel plekken met hard substraat binnen (<10km) de kustzone waardoor de kans dat individuele wormen of riffen op het gewone zeebed aangetroffen worden vrij klein is. Verder constateerden de onderzoekers: *´De voorspelling laat zien dat de zandkokerworm vooral op ruime afstand van de Noord-Hollandse kust voorkomt, en niet in slibrijke gebieden, zoals de diepere delen in het midden van de Nederlandse Noordzee (bv Oestergronden)'.* Tevens is met behulp van een Sonar Image Detection model en sonar beelden gekeken of op en rondom de voorgenomen platformlocatie *S. spinulosa* riffen aanwezig zijn. Dit model is gebaseerd op een al bestaand model dat bepaalde structuren, zoals *S. spinulosa riffen,* op de zeebodem kan herkennen (Harrison et al., 2011). Uit dit model is gebleken dat *Sabellaria* riffen niet aanwezig zijn in het onderzoeksgebied. Hier moet wel de kanttekening bijgeplaatst worden dat het model nog niet volledig accuraat is. Dit komt omdat er een beperkt aantal trainings beelden (van *S. spinulosa* riffen) is, en de resolutie van de Side Scan Sonar relatief laag is. Meer sonar beelden van *S. spinulosa* riffen zullen leiden tot een accurater model. Het model heeft dus een onzekerheidsmarge en de voorgenomen platform locatie ligt wel in de buurt van bekende *S. spinulosa riffen.* Het is daarom niet mogelijk om de aanwezigheid van deze riffen met zekerheid uit te sluiten. Wel kan gesteld worden dat de aanwezigheid van riffen niet waarschijnlijk worden geacht. Als het platform eenmaal is geïnstalleerd, kunnen nieuwe riffen vormen op het harde substraat rondom het platform (Vanagt et al., 2013).

De kans op het aantreffen van *S. spinulosa* riffen zal zich daardoor limiteren tot het noordelijke deel van het tracé. Omdat er niet kan worden uitgesloten dat het tracé zich (deels) bevindt in geschikt gebied voor de zandkokerwormriffen, is er sprake van aantasting van leefgebied en leiden de werkzaamheden tot tijdelijke beperkingen zoals oppervlakteverkleining van de riffen. De reikwijdte van de aantasting zal beperkt blijven tot de reikwijdte van baggeren/frezen en sedimentatie in de

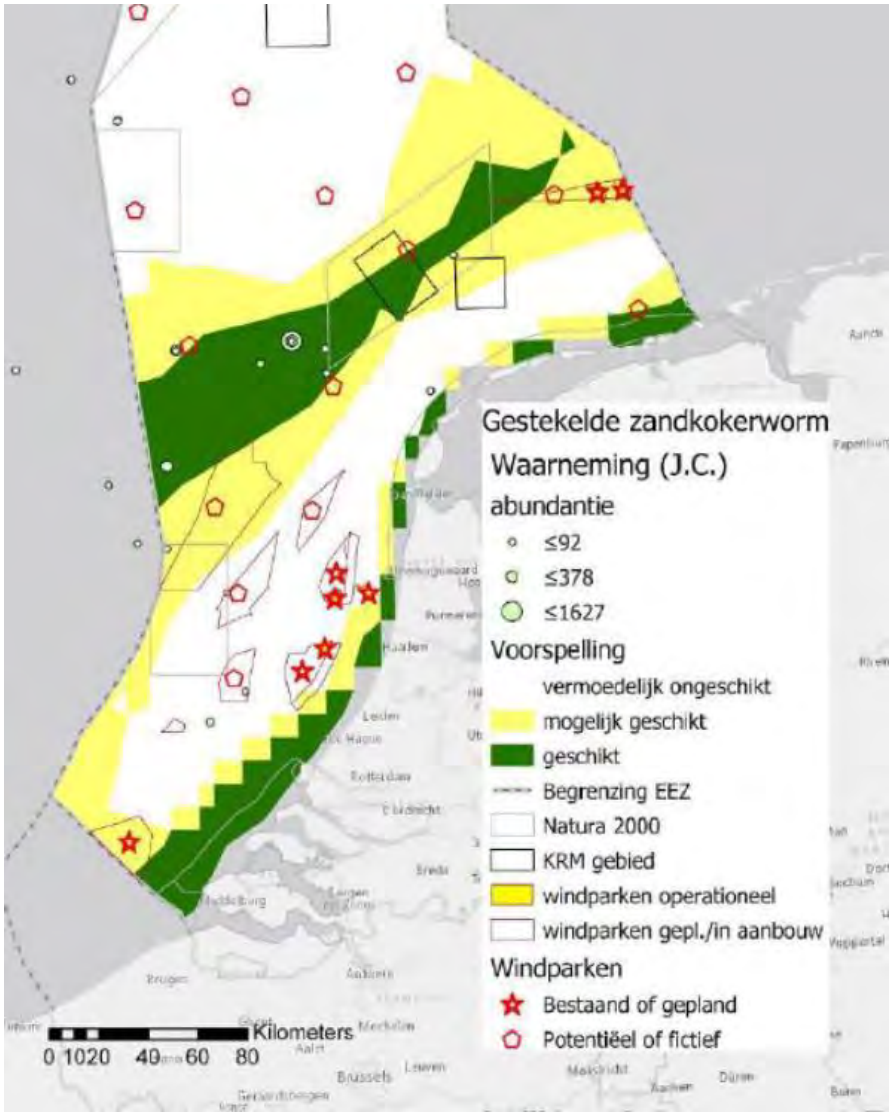
directe omgeving. Eventuele aangetaste riffen hebben de mogelijkheid zich te herstellen. Uit literatuuranalyse blijkt dat de *S. spinulosa* riffen zich relatief snel herstellen (Arcadis, 2020). Gedeeltelijke verwoesting kan binnen dagen tot weken hersteld zijn. Na aantasting kunnen (grotendeels) lege velden na 6 maanden weer als rif herkenbaar zijn. De doorontwikkeling tot een zo optimaal mogelijk functioneel rif inclusief biodiversiteit duurt langer (orde grootte enkele jaren).
Om negatieve effecten op de soort te voorkomen dienen de volgende maatregelen te worden getroffen:

- Met de huidige informatie kan niet worden vastgesteld of en waar de riffen op de tracés voorkomen. Door het analyseren van de Side scan sonar data kan de locatie van *S. spinulosa* riffen op en rondom het tracé mogelijk bepaald worden. De riffen geven namelijk een signaal dat meer onregelmatig/gestructureerd/gestippeld is dan de omgeving (Pearce, 2017).
- Na het uitvoeren van een Side scan sonar of gericht onderzoek kan worden bekeken of een optimalisatie van het tracé mogelijk is binnen de aangestelde corridor.
- De resultaten van de Side scan sonar analyse, evenals de keuze voor de optimale route die hierop wordt gebaseerd, dienen vastgelegd te worden in een logboek.

De bovengenoemde maatregelen zijn gericht op het voorkomen van incidentele schade, echter is kans op verstoring of doden van exemplaren tijdens de werkzaamheden niet uit te sluiten. Voor de zandkokerwormriffen gelden momenteel nog geen beschermingsmaatregelen, waardoor een ontheffingsaanvraag op de verbodsbepalingen niet noodzakelijk is. De algemene zorgplicht is wel van toepassing.



Figuur 5-11 Bathymetrie meting Noordzee ten opzichte van Netten op zee Nederwiek 1 en 2, bathymetriegegevens (EMODnet, n.d.).

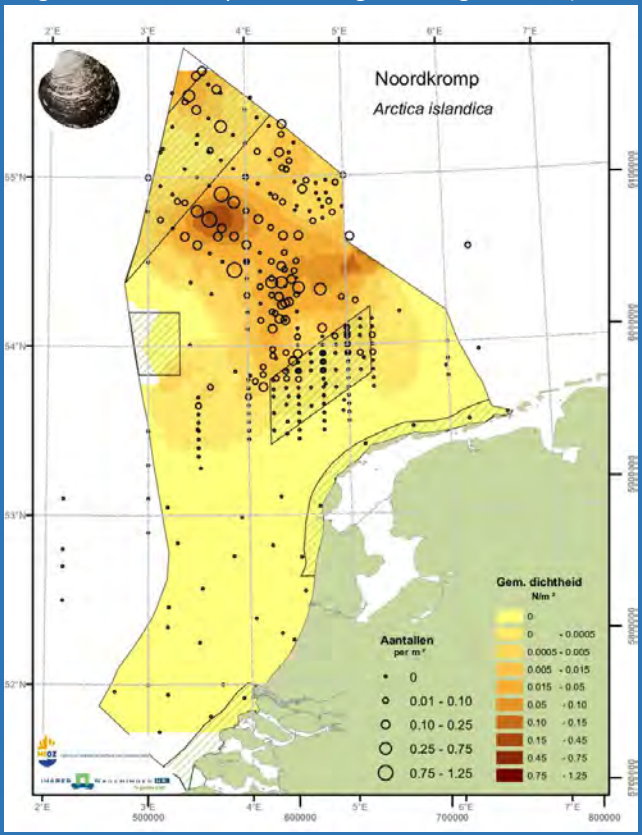


Figuur 5-12 Kaart met de gemodelleerde habitatgeschiktheid voor S. spinulosa *uit (Bos et al., 2019).*

Overige benthische soorten

In de Noordzee en kustzone kunnen andere benthossoorten sporadisch voorkomen langs het tracé die niet zijn behandeld in de huidige studie, bijvoorbeeld de Noordkromp (*Arctica islandica*). De noordkromp komt vooral voor in het noorden van het NCP voor, zie Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.. De soort is kwetsbaar voor bodemverstoring (onder andere als gevolg van aanleg van kabels) door zijn leefwijze, namelijk ondiep onder het oppervlak van de zeebodem (de Bruyne et al., 2013). In het projectgebied komt de noordkromp sporadisch voor. Uitgaande van de worst-case aannames, zoals beschreven in Hoofdstuk 3, kunnen effecten op soortniveau van sporadisch voorkomende benthische soorten zoals de noordkromp worden uitgesloten.

Sinds de jaren 80 zijn de dichtheden van de noordkromp sterk afgenomen. Deze teruggang lijkt sterk gerelateerd te zijn aan visserij-intensiteit. Mogelijk dat de noordkromp profiteert van de aanwezige Wind op zee parken aangezien er in deze parken niet gevist mag worden (Lindeboom et al., 2008).



Figuur 5-13 Verspreiding van de noordkromp op het Nederlandse Continentaal Plat (Lindeboom et al., 2008).

5.7.2 Rode lijst-soorten: flora

In het projectgebied bij Veerse Gatdam zijn geen beschermde flora waargenomen. Er zijn vele Rode-lijst soorten bekend uit nabijgelegen hooiland ten zuiden en oosten van het projectgebied bij Veerse Gatdam, waaronder kamgras, kleine ratelaar, melkkruid, moeraswespenorchis en parnassia. De verstoring van de werkzaamheden vindt buiten het hooiland plaats, waarmee negatieve effecten op Rode-lijst soorten niet tot beperkt aanwezig zijn. In overige delen van het tracé zijn geen Rode-lijst soorten bekend en zijn er geen effecten.

6 Cumulatie

Voor cumulatie worden paragrafen ingedeeld op effectketens in plaats van op soortgroepen zoals in Hoofdstuk 5. Dit wordt gedaan om herhalingen in teksten van de verschillende soortgroepen te voorkomen.

6.1 Toelichting

Bij de effectbepaling van de gevolgen is voor ieder gevolg uitgegaan van een worst-case seizoen van realisatie, voor zover van toepassing. Er zijn, behalve van impuls onderwatergeluid, geen effecten vastgesteld op zee. Er zijn op land effecten door verstoring en habitataantasting vastgesteld. Er zijn voor op zee en land verder wel gevolgen die geen effect hebben op zichzelf, maar mogelijk wel in combinatie met andere projecten:

- **Impuls onderwatergeluid.** Geconcludeerd wordt dat, met mitigerende maatregelen, onacceptabele effecten door impuls onderwatergeluid kunnen worden uitgesloten (zie paragraaf 5.3.2). Impuls onderwatergeluid wordt wel meegenomen in de cumulatietoets, omdat de voorgestelde mitigerende maatregelen alleen werken als er voldoende ongestoord alternatief leefgebied beschikbaar is. Daarom wordt ook naar andere projecten gekeken die tot impuls onderwatergeluid leiden.
- **Vertroebeling.** Geconcludeerd wordt dat negatieve effecten door vertroebeling kunnen worden uitgesloten. Wanneer echter bij andere projecten ook vertroebeling ontstaat, zou dit kunnen resulteren in hogere vertroebeling wat mogelijk wel een effect heeft. Daarom wordt vertroebeling meegenomen in de cumulatietoets.
- **Bovenwaterverstoring op zee en het Veerse Meer.** Geconcludeerd wordt dat effecten door bovenwaterverstoring op zee kunnen worden uitgesloten. Er is voldoende onverstoord areaal aanwezig voor soorten. Door de parallelle ligging en mogelijk gelijktijdige aanleg van de Netten op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta, Gamma, Nederwiek 1 en Nederwiek 2 wordt bovenwaterverstoring meegenomen in de cumulatietoets.
- **Verstoring op land:** Geconcludeerd wordt dat dat de effecten door verstoring tijdelijk zijn en alleen optreden tijdens de aanlegfase. Verstoring wordt meegenomen in de cumulatietoets in verband met de gelijktijdige aanleg van de Netten op zee IJmuiden Ver Alpha en Nederwiek 1.
- **Habitataantasting op land.** Geconcludeerd wordt dat de effecten door habitataantasting door het kabeltracé tijdelijk zijn en alleen optreden tijdens de aanlegfase. Habitataantasting wordt meegenomen in de cumulatietoets in verband met de gelijktijdige aanleg van de Netten op zee IJmuiden Ver Alpha en Nederwiek 1. Geconcludeerd wordt dat de permanente effecten van de aanleg van het converterstation kunnen worden uitgesloten. Er is voldoende onverstoord gebied aanwezig voor soorten. Door de aanleg van meerdere converterstations van Netten op zee IJmuiden Ver Alpha en Nederwiek 1 wordt habitataantasting meegenomen in de cumulatietoets.
- **Elektromagnetische velden**. Voor EMV-velden is geconcludeerd dat effecten niet aannemelijk zijn. EMV-velden kunnen echter worden beïnvloed door andere kabels in de nabijheid, waaronder Netten op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta, Gamma en Nederwiek 2. Daarom wordt dit gevolg in deze cumulatietoets meegenomen.

In jurisprudentie is nader geconcretiseerd welke plannen en projecten onder de cumulatietoets vallen:

- Projecten waarvoor een vergunning voor de Wet natuurbescherming (of de voorloper, de Natuurbeschermingswet) is verleend, maar die nog niet of slechts ten dele zijn uitgevoerd, en

die afzonderlijk of in combinatie met andere projecten of plannen negatieve effecten op de natuurlijke kenmerken van een Natura 2000-gebied kunnen hebben, moeten worden meegenomen in de cumulatietoets.
- Projecten die nog in voorbereiding zijn, of die al geheel uitgevoerd zijn hoeven niet meegenomen te worden.

Ook projecten die niet leiden tot effecten voor de soorten kunnen buiten beschouwing worden gelaten. Zolang nog slechts sprake is van onzekere toekomstige gebeurtenissen, hoeft bij de beoordeling van cumulatieve effecten geen rekening te worden gehouden met plannen. (Bestemmings-)Plannen hoeven daarom niet meegenomen te worden in de cumulatietoets. Deze kunnen een planologische grondslag bieden voor projecten waarvoor een vergunning noodzakelijk is, maar voor dergelijke projecten is zolang geen vergunning is verleend nog nadere besluitvorming vereist. Dezelfde redenering gaat op voor andere beleidsplannen die kaderstellend zijn, maar zich nog moeten vertalen in concrete besluiten die eventueel vergunningsplicht hebben.

6.2 Projecten meegenomen in cumulatietoets

Projecten worden meegenomen in de cumulatietoets wanneer er sprake is van overlap in tijd of ruimte. Er is gekeken naar projecten in de vergunningenbank en aanvullend ook naar Wind op zee projecten die op het moment van schrijven (juli 2023) nog niet vergund zijn, maar in Routekaart windenergie op zee 2030 staan, zie Tabel 10 (zie ook paragraaf 1.2 Deel A).

In de vergunningenbank zijn op dit moment (juli 2023) drie mogelijk relevante projecten gevonden voor vertroebeling. Er zijn geen projecten gevonden waarbij EMV of impuls onderwatergeluid wordt geproduceerd. In de cumulatietoets wordt daarom voor impuls onderwatergeluid en EMV alleen gekeken naar cumulatie met Wind op zee projecten die op het moment van schrijven (juli 2023) nog niet vergund zijn.

Voor vertroebeling zijn de volgende projecten gevonden: Vanaf 2018 wordt de Nieuwe Waterweg verdiept en vindt baggeronderhoud plaats van de Nieuwe Waterweg, het Scheur en de hoofdvaargeul van de Botlek (referentie DGAN-NB/16097406). Deze vergunning loopt tot en met januari 2026. Daarnaast is er een vergunning voor baggeronderhoud van de havens bij de Oosterscheldekering en verspreiding van vrijgekomen baggerspecie (referentie DGNVLG/21150069). Deze vergunning loopt van juni 2021 tot en met maart 2025. Het onderhoud van de Maasvlakte II wordt meegenomen aangezien dit in 2026 plaatsvindt. Tevens is ook nog Net op zee Hollandse Kust (west Beta) meegenomen aangezien deze onder Routekaart 2030 valt en de werkzaamheden overlappen met Nederwiek 1. In Tabel 11 worden de potentiële cumulerende effecten tussen Net op zee Nederwiek 1 en autonome ontwikkelingen opgesomd. In paragrafen 6.3 t/m 6.8 wordt per autonoom project beschreven of er potentiële cumulerend effecten optreden of niet.

Tabel 10 Projecten die overlap in tijd of locatie hebben met Nederwiek 1.

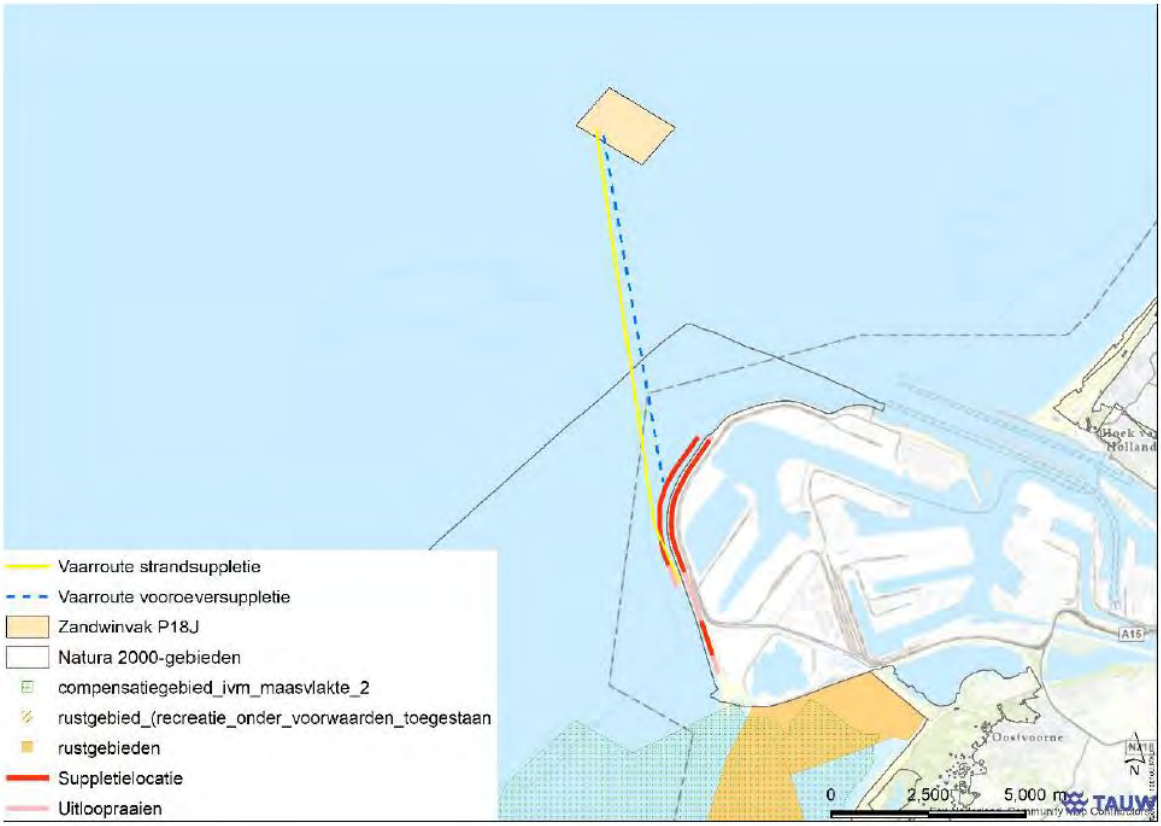
Projectnaam	Locatie	Jaar van uitvoering
Verdieping Nieuwe Waterweg, Botlek en 2e Petroleumhaven	Nieuwe Waterweg, Botlek en 2e Petroleumhaven	2018-2025
Baggeronderhoud havens bij de Oosterscheldekering	Oosterschelde	Winter 2021/2022 t/m winter 2023/2024
Aanleg en onderhoud Maasvlakte II	Tweede Maasvlakte	2024 en 2026
Net op zee Hollandse kust (west Beta)	Noordzee	2024-2025
Net op zee IJmuiden Ver Alpha	Noordzee, Veerse Meer en land	2024-2029
Net op zee IJmuiden Ver Beta	Noordzee	2024-2028
Net op zee IJmuiden Ver Gamma	Noordzee	2024-2029
Net op zee Nederwiek 2	Noordzee	2025-2029

Tabel 11 Potentiële cumulerende effecten tussen Net op zee Nederwiek 1 en autonome ontwikkelingen (een X betekent dat er mogelijk cumulerende effecten zijn)

Projectnaam	Vertroebeling	Impuls-onderwater-verstoring	Bovenwater-verstoring	Verstoring op land	Habitat-aantasting op land	Elektro-magnetische velden
Verdieping Nieuwe Waterweg, Botlek en 2e Petroleumhaven	X					
Baggeronderhoud havens bij de Oosterscheldekering	X					
Aanleg en onderhoud Maasvlakte II	X					
Net op zee Hollandse kust (west Beta)	X	X				
Net op zee IJmuiden Ver Alpha	X	X	X	X	X	X
Net op zee IJmuiden Ver Beta	X	X	X			X
Net op zee IJmuiden Ver Gamma	X	X	X			X
Net op zee Nederwiek 2	X	X	X			X

Aanleg en onderhoud Maasvlakte II

Elke twee jaar wordt de (zachte) zeewering van de Maasvlakte II onderhouden door middel van zandsuppleties. In een MER voor zandwinning in de Noordzee staan autonome zandwinactiviteiten voor de aanleg en onderhoud van Maasvlakte II van 10 miljoen m^3 gepland in 2024 en 2026 (Sweco, 2017). Dit zullen ook de jaren zijn waarin zandsuppletie zal plaatsvinden ten behoeve van kusthandhaving. Hoogstwaarschijnlijk zijn dit worst-case aantallen, of zijn dit cumulatieve berekeningen voor verschillende activiteiten. Voor de suppleties van 2022 zijn er meer gedetailleerde bronnen beschikbaar. Voor de aanleg en onderhoud wordt ongeveer 1,4 miljoen m^3 zand gewonnen. Dit zal plaatsvinden in september 2022 (Tauw, 2021). De aanleg en onderhoud activiteiten zijn vergund onder referentie DGNVLG / 20182743. De locatie van deze zandwinning bevindt zich in de Noordzee circa 10 km ten westen/noordwesten van Maasvlakte II. Werkzaamheden voor de aanleg en onderhoud van Maasvlakte II kunnen in cumulatie optreden met vertroebeling.



Figuur 6-1 Zandwinninglocaties en suppletielocaties voor onderhoud Maasvlakte II. Overgenomen uit (Tauw, 2021).

Verdieping Nieuwe Waterweg, Botlek en 2e Petroleumhaven
De activiteit betreft de verdieping, met behulp van baggerschepen, van de Nieuwe Waterweg, de Botlek en 2e Petroleumhaven, inclusief verdiepingen bij ligplaatsen voor schepen langs kades en steigers, inclusief extra onderhoud dat in de toekomst noodzakelijk is als gevolg van de verdieping. De activiteit is vergund onder referentie DGAN-NB/16097406.

De verdiepingswerkzaamheden vinden gefaseerd plaats. In de periode 2016-2017 is de eerste fase, waarin de voornaamste baggerwerkzaamheden plaatsvinden en circa 4,7 m^3 miljoen bodemmateriaal afgegraven wordt. In de periode 2018-2025 is de tweede fase, en zijn verdere verdiepingswerkzaamheden gepland voor een betere bereikbaarheid van aangrenzende havenbekkens en ligplaatsen. De hoeveelheid af te graven bodemmateriaal is deze fase 2 miljoen m^3. Werkzaamheden voor de verdieping van de Nieuwe Waterweg, Botlek en 2e Petroleumhaven kunnen in cumulatie optreden met vertroebeling.

Baggeronderhoud havens bij de Oosterscheldekering
Omdat de havens niet voldoen aan de benodigde nautische diepte, worden zes (werk)havens aan de Oosterscheldekering gebaggerd. De activiteit is vergund onder referentie DGNVLG / 21150069.

Vier van de havens liggen aan de binnenzijde (Oosterschelde) en twee havens liggen aan de zeezijde (Voordelta, Noordzee) van de Oosterscheldekering. De vrijkomende baggerspecie van de vier binnenhavens wordt in het gebied (de Oosterschelde) nuttig toegepast. De baggerspecie uit de havens aan de buitenzijde wordt geborgen in de Noordzee en op vijf locaties verspreid rondom de

monding van de Oosterschelde. Werkzaamheden voor baggeronderhoud havens bij de Oosterscheldekering kunnen in cumulatie optreden met vertroebeling.

Net op zee Hollandse Kust (west Beta)
Voor de Routekaart windenergie op zee 2030 heeft de Nederlandse overheid vastgelegd dat in 2030 verschillende windparken op zee zijn gebouwd en op land zijn aangesloten. Het windpark Hollandse Kust (west) maakt hier deel van uit. Werkzaamheden van Net op zee Hollandse Kust (west Beta) overlappen in tijd met Net op zee Nederwiek 1. In 2024-2025 worden de kabels aangelegd, waarbij ook gebaggerd wordt. Werkzaamheden van Net op zee Hollandse Kust (west Beta) kunnen in cumulatie optreden met vertroebeling.

Net op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta, Gamma, Nederwiek 1 en Nederwiek 2
Naast Net op zee Nederwiek 1 zijn worden ook Netten op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta, Gamma en Nederwiek 2 aangelegd. De aanleg van Net op zee Nederwiek 1 rondt af in 2029. De aanleg van Net op zee IJmuiden Ver Beta rondt naar verwachting in 2028 af. De aanleg van Net op zee IJmuiden Ver Alpha en Gamma rond naar verwachting in 2029 af. Vanwege de parallelle ligging van Net op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma, Nederwiek 1 en Nederwiek 2 worden vertroebeling, impuls-onderwatergeluid, bovenwaterverstoring, elektromagnetische velden, verstoring op land en habitataantasting op land in cumulatie beoordeeld.

Voor het beoordelen van cumulerende effecten is uitgegaan van de onderstaande twee scenario's:
1. Het aanleggen van Netten op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta, Gamma en Nederwiek 1 vindt plaats met **één jaar ertussen.** Er zal geen overlap optreden in werkzaamheden aan de vier projecten.
2. Het aanleggen van de kabels van Netten op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta, Gamma en Nederwiek 1 vindt plaats in **hetzelfde seizoen**.

Hieronder worden voor alle beschreven autonome projecten in paragraaf 6.2 de potentiële cumulerende effecten beschreven.

6.3 Vertroebeling

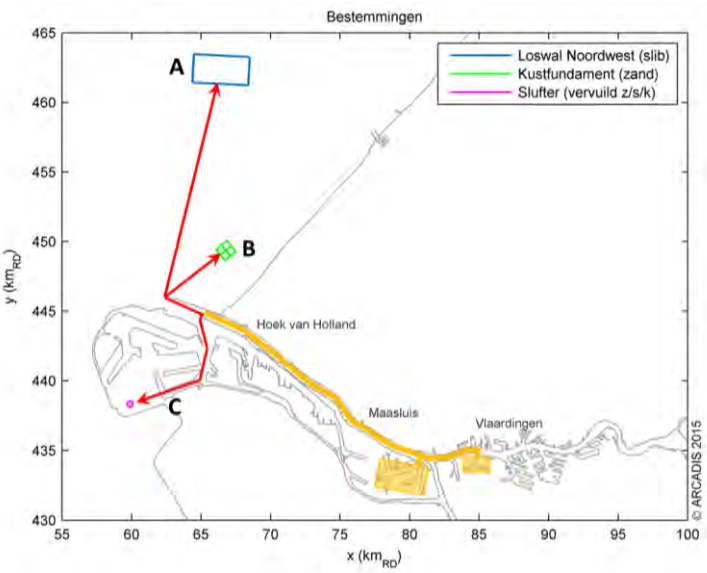
6.3.1 Aanleg en onderhoud Maasvlakte II

Gezien de aanleg van Net op zee Nederwiek 1 die op zijn vroegst in maart 2025 start, zal er voor de suppletie van 2022 en 2024 geen overlap in tijd plaatsvinden. Indien soortgelijke zandwinningen en suppleties gepland zijn voor 2026 kan er een overlap in tijd zijn. De zandwinningswerkzaamheden voor aanleg en onderhoud (suppletie) zullen wel voor vertroebeling zorgen. Deze werkzaamheden zijn echter niet op de plek van de aanlanding van Net op zee Nederwiek 1, maar noordelijker. Deze gebieden overlappen dus niet en vanwege de verwachte korte duur van de suppletie treedt er geen cumulatie van effecten op tussen deze projecten.

6.3.2 Verdieping Nieuwe Waterweg, Botlek en 2^{e} Petroleumhaven

Aangezien de aanleg van Net op zee Nederwiek 1 op zijn vroegst in maart 2025 start, is alleen de tweede fase relevant voor mogelijke cumulatie van vertroebeling. In de tweede fase zal het sediment worden verspreid op Loswal Noordwest (zie Figuur 6-2). Voor de worst-case wordt aangenomen dat de tweede fase (2018-2025) in 1 jaar wordt uitgevoerd. In dat geval bedraagt de

toename van de tweede fase ten opzichte van de huidige situatie in de orde van 0,5 mg/l verhoging in de kustnabije zone. Het is de vraag of deze verhoging meetbaar is en niet wegvalt in de ruis van het systeem. Verderop langs de kust zal de verhoging als gevolg van de tweede fase nog een stuk lager liggen. Daarnaast is het waarschijnlijk dat de tweede fase verspreid over de jaren 2019 – 2025 wordt uitgevoerd. Indien dit het geval is zal er zo'n kleine hoeveelheid per jaar verspreid worden dat dit als niet relevant kan worden beschouwd (Arcadis, 2015). De worst-case verhoging is dusdanig beperkt dat significant negatieve effecten als gevolg van cumulatie worden uitgesloten.



Figuur 6-2 De ligging van verspreidingslocaties gebruikt bij project verdieping Nieuwe Waterweg. Relevant voor cumulatie met Nederwiek 1 is verspreidingsvak Loswal Noordwest, welke gebruikt wordt in fase 2 (Arcadis, 2015).

6.3.3 Baggeronderhoud havens bij de Oosterscheldekering

De bagger- en stortwerkzaamheden worden in drie winterperiodes (tussen 1 oktober en 31 maart) uitgevoerd, te beginnen met winter 2021/2022. De derde en laatste serie van werkzaamheden vindt plaats in de winter 2023/2024. Aanleg van Net op zee Nederwiek 1 begint op zijn vroegst op 1 maart 2025, hierdoor vindt er geen overlap in tijd plaats tussen de projecten. Er treedt geen cumulatie op van vertroebeling.

6.3.4 Net op zee Hollandse Kust (west Beta)

De slibwolk die vrijkomt bij de werkzaamheden van Net op zee Hollandse Kust (west Beta) verspreid zich niet verder dan de kust van Noord-Holland (zie Figuur 6-3) en zal zodoende niet in geografische locatie overlappen met Net op zee Nederwiek 1. Tevens zijn er genoeg uitwijkmogelijkheden voor duikende en op zichtjagende vogels wanneer beide vertroebelingswolken gelijktijdig optreden. Effecten van cumulatie van vertroebeling tussen deze projecten is uitgesloten.

Figuur 6-3 Gebied tot waar de dieptegemiddelde slibwolk (> 2 mg/l) ten gevolge van de werkzaamheden van Hollandse Kust (west Beta) reikt (Arcadis, 2018). N.B. dit is een ouder figuur gebaseerd op oudere data vanuit Hollandse Kust (west Beta).

6.3.5 Netten op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta, Gamma, Nederwiek 1 en Nederwiek 2

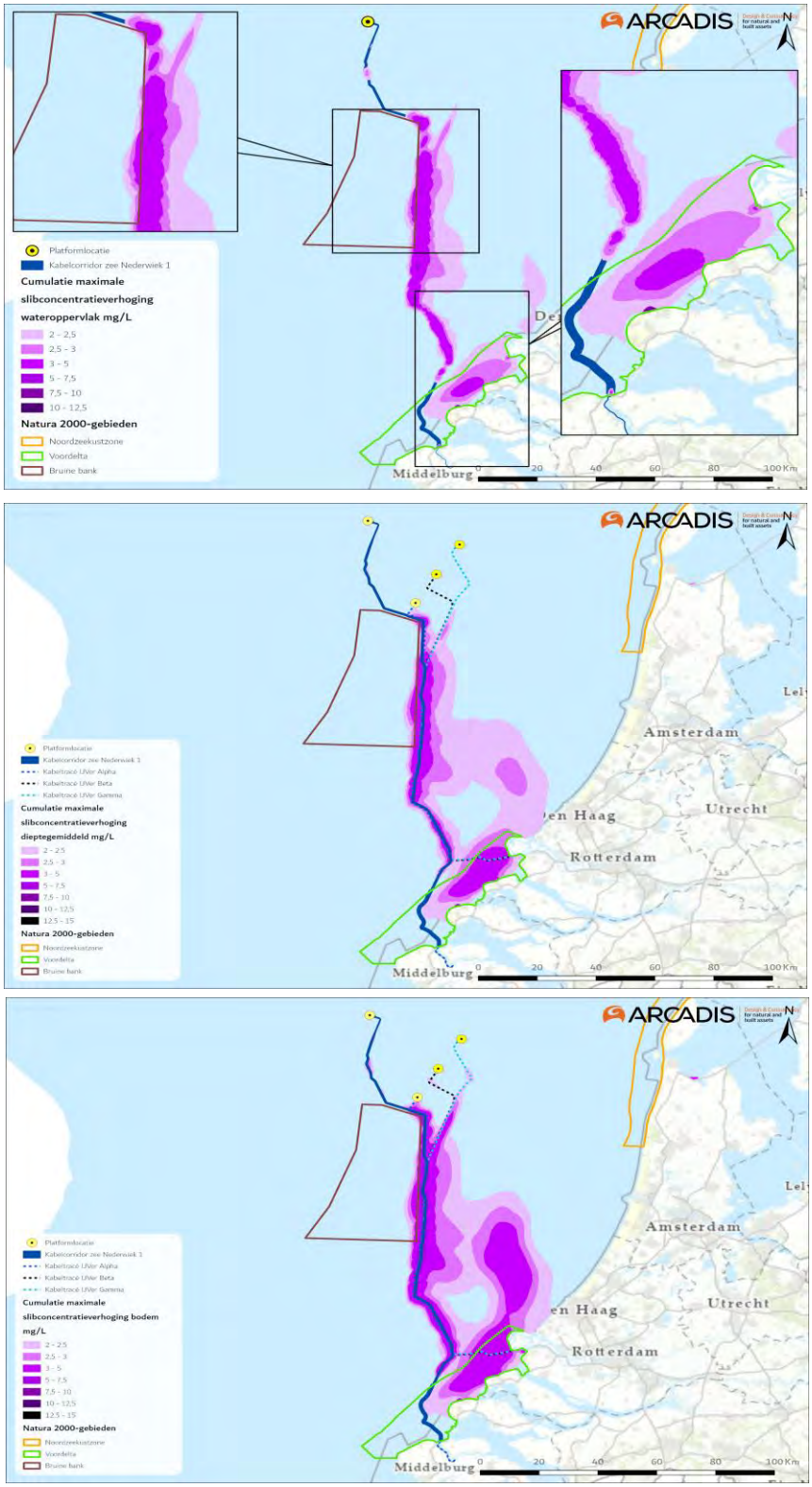
Resultaten slibmodelleerstudie Nederwiek 1 en IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma
Figuur 6-4 geeft een beeld van de cumulatie van de maximale concentratieverhoging van het totale gebied, waar op enig moment gedurende de werkzaamheden van Netten op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta, Gamma en Nederwiek 1 slibconcentratieverhogingen plaatsvinden. In het figuur is een worst-case modellering gebruikt waarin alle 4 de Netten op zee tegelijk aangelegd worden en allemaal starten vanaf land.[7] Ook wordt in de studie gewerkt met een scenario waarbij de aanleg in een korte periode van enkele maanden wordt gedaan. Het ingraven van de kabels kan over een langere periode plaatsvinden, maar dit leidt ten alle tijden tot lagere vertroebeling dan gemodelleerd. Ook is het onwaarschijnlijk dat er daadwerkelijk 4 kabels tegelijk aangelegd worden, in de praktijk zal de vertroebeling dus minder ver reiken.

Figuur 6-4 toont voor elke locatie op de kaart de maximale absolute mogelijke worst-case combinatie van vertroebeling van Netten op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma en Nederwiek 1 (scenario 1b). Ook is de slibwolk in werkelijkheid op een willekeurig moment tijdens de werkzaamheden aanzienlijk kleiner dan weergegeven in Figuur 6-4, omdat de slibwolk met de

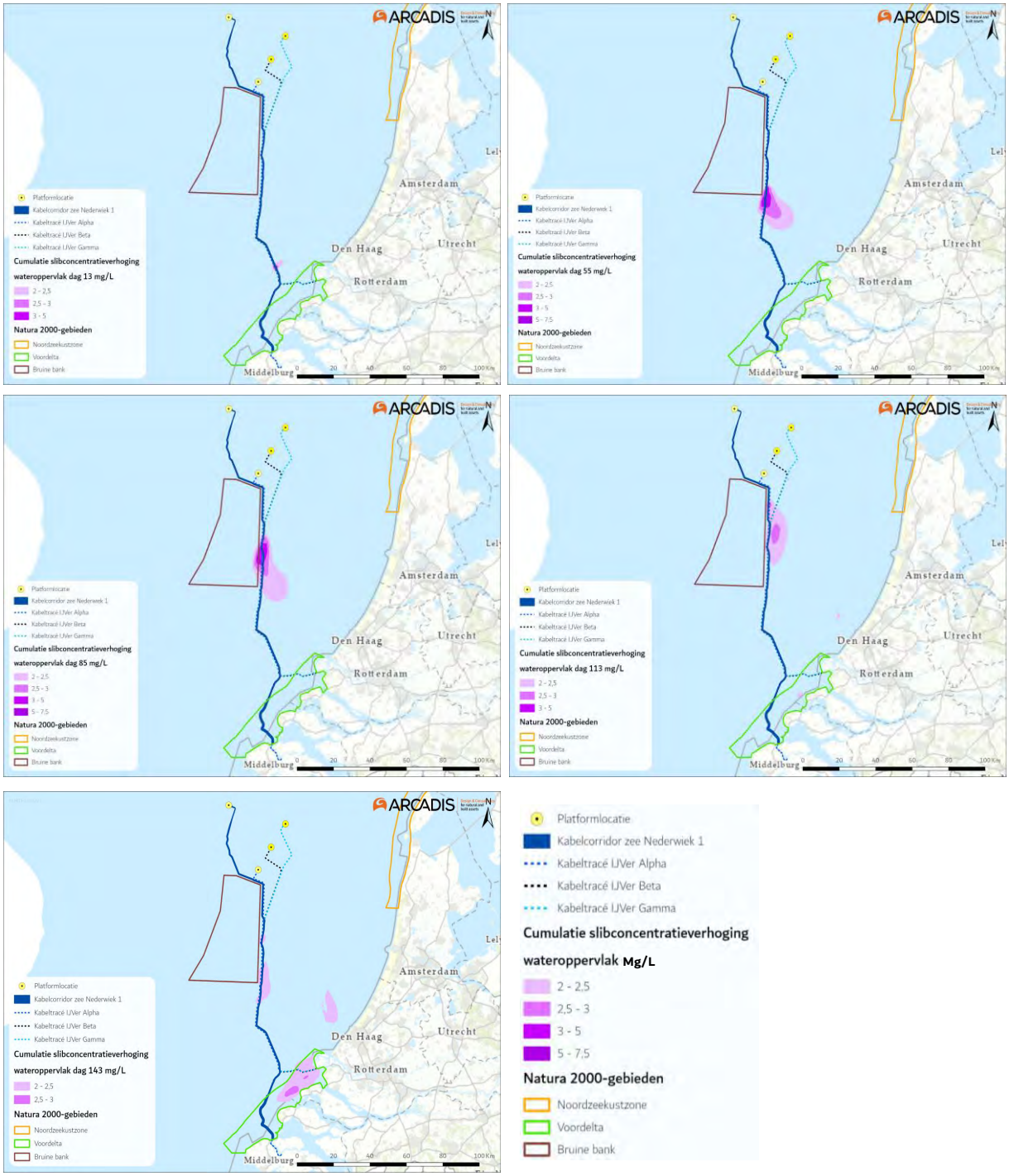
[7] Worst-case kunnen er vier van de vijf netten op zee (IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma en Nederwiek 1 en 2) in hetzelfde tijdvak binnen een bouwjaar aangelegd worden. Er is geen effectief verschil tussen de resultaten van de modellen of beoordeling voor verschillende combinaties van IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma en Nederwiek 1 en Nederwiek 2. Omdat de 3 IJmuiden Ver kabels eerder aangelegd worden, is er gekozen om hier te kijken naar cumulatie van Nederwiek 1 met IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma.

(bagger)werkzaamheden van Net op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma en Nederwiek 1 meebeweegt en weer uitdooft. Ter illustratie wordt in Figuur 6-5 het verloop van de vertroebeling in het bovenste gedeelte van de waterkolom op verschillende momenten in tijd weergegeven voor een combinatie van dagen van Netten op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma en Nederwiek 1 om zo een ruimtelijk beeld te krijgen van de verplaatsingen van de slibpluim. De baggerwerkzaamheden vinden in het scenario plaats van west naar oost. In de praktijk is het mogelijk dat aannemers tegengesteld werken of op andere locaties tegelijk aan het werk zijn. In Figuur 6-5 zijn verschillende combinaties gemaakt tussen dagen van Netten op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma en Nederwiek 1 die voor vertroebeling zorgen in hetzelfde gebied. Voor dagen van Net op zee Nederwiek 1 is hiervoor onder andere gekozen voor dagen die zorgen voor de grootste vertroebeling rond de Bruine Bank (dag 76) en de Voordelta (dag 5).

Uit de figuren valt af te leiden dat de maximale gecumuleerde daggemiddelde slibconcentratie-verhoging op zee aan het wateroppervlak, dieptegemiddeld en bij de bodem niet hoger is dan 7,5 mg/l. In de Voordelta is de maximale concentratieverhoging aan het wateroppervlak 12,5 mg/l en voor dieptegemiddeld en bij de bodem is het 15 mg/l. De aanleg van Netten op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta, Gamma en Nederwiek 1 worden daarom in cumulatie beoordeeld.



Figuur 6-4 Cumulatie van de maximale omvang baggerpluimen van Net op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma en Nederwiek 1 gedurende de gehele simulatieperiode voor wateroppervlak (boven), dieptegemiddeld (midden) en bodem (onder). Betreffende worst-case combinatie van maximale vertroebeling. De concentratieverhogingen door de werkzaamheden zijn, aan de hand van een kleurenschaal, weergegeven als daggemiddelde (mg/l).



Figuur 6-5 Verspreiding van gecumuleerde daggemiddelde vertroebeling door de tijd aan het wateroppervlak van verschillende combinaties van geografisch nabijgelegen gemodelleerde dagen van Net op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma en Nederwiek 1. Betreffende worst-case combinatie van maximale vertroebeling. Baggerwerkzaamheden vinden plaats van west naar oost.

Effecten op zichtjagende vogels

Op zee (buiten de kustzone)

In paragraaf 5.1.1 is bepaald dat vertroebeling als gevolg van de aanleg van Net op zee Nederwiek 1 niet leidt tot negatieve effecten op zichtjagende vogels. Ten opzichte van het tijdelijk vertroebelde gebied dat zich beperkt tot lokaal niveau (het beweegt mee met de aanleg) is er ruim voldoende alternatief geschikt foerageergebied aanwezig in de nabije omgeving. Bij gelijktijdige aanleg van Net

op zee Nederwiek 1 met de Netten op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma, zal er overlap optreden van de vertroebelingswolken. Deze vertroebelingswolk is weergegeven in Figuur 6-4.

Wanneer er geclusterde aanleg plaatsvindt zal een groter areaal tijdelijk minder geschikt zijn als foerageergebied voor vogels. De grootte van een eventueel gecumuleerde slibwolk varieert dagelijks en is afhankelijk van de locaties van de werkzaamheden van respectievelijk Netten op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma, zie Figuur 6-5. Effecten van cumulatie tussen de Netten op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma en Nederwiek 1 op zichtjagende vogels op zee buiten de kustzone zijn zodoende uitgesloten.

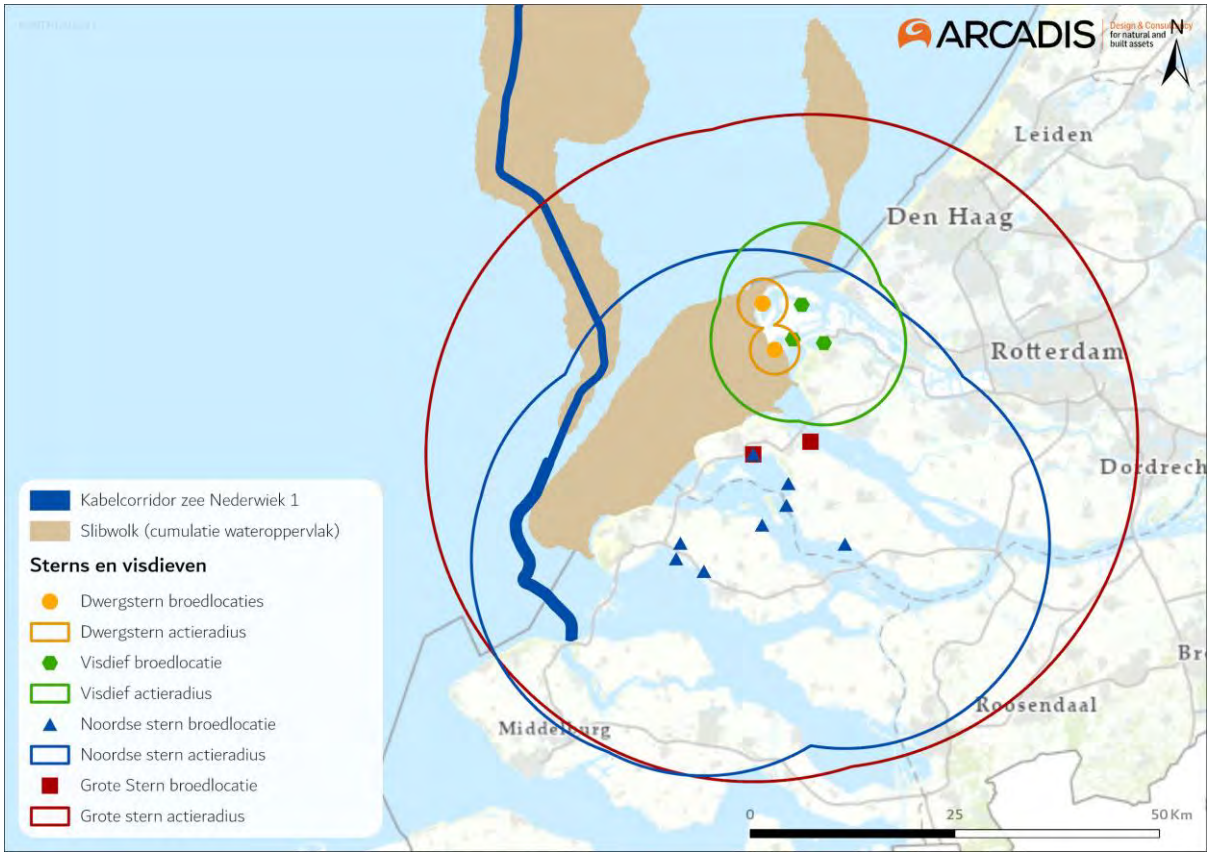
Conclusie: Er is geen negatief effect van vertroebeling op zichtjagende vogels buiten (>10km) de kustzone.

Op zee (binnen de kustzone)
In cumulatie kan tussen de Netten op zee IJmuiden Ver Alpha en Beta, Gamma en Nederwiek 1 een concentratieverhoging van slib aan het wateroppervlak optreden (zie Figuur 6-4). De slibwolk aan het wateroppervlak reikt in de kustzone van de kust van Westkapelle tot aan het noorden van de Maasvlakte en de totale reikwijdte 39.665 ha. Verschillende soorten sterns (grote stern, noordse stern, visdief en dwergstern) broeden op de Tweede Maasvlakte of in de omgeving (zie Figuur 6-6). Effecten kunnen optreden wanneer door een vertroebelingswolk aan het wateroppervlak sterns geen gebruik meer kunnen maken van essentieel foerageergebied.

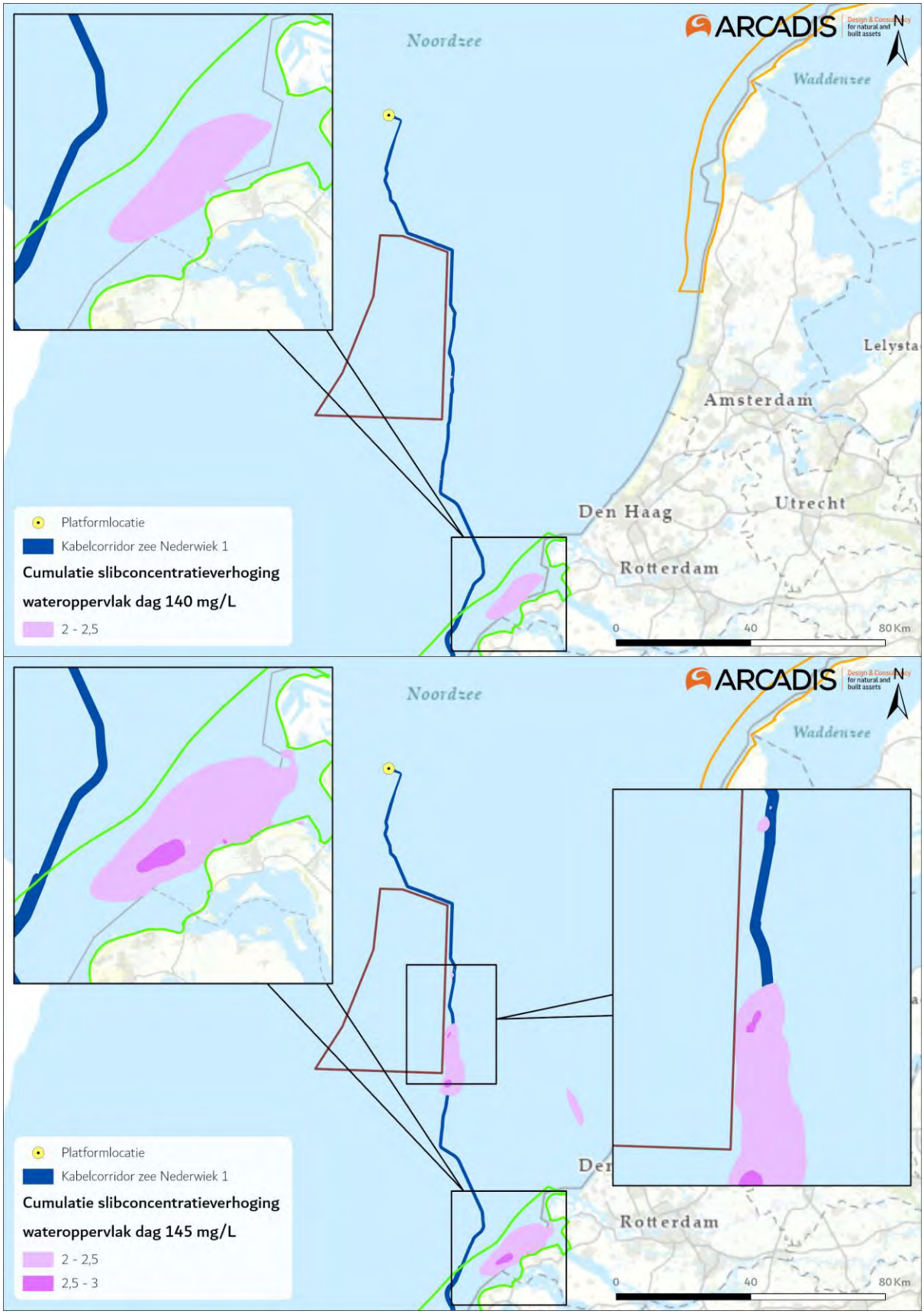
De verhoging van de slibconcentraties vindt niet plaats over het gehele tracé of over de gehele Voordelta, maar zal lokaal en tijdelijk zijn, waarbij de vertroebelingswolk rondom de Maasvlakte enkele (maximaal 4 dagen) aanhoudt, zie Figuur 6-7. Verder blijft de concentratieverhoging onder de 2,5 mg/l in de omgeving van de Maasvlakte. De achtergrondconcentratie in de kuststrook varieert sterk, met een jaarlijks gemiddelde van 20-30 mg/l, wat na een stormperiode op kan lopen tot 100 mg/l. De worst-case gecumuleerde concentratieverhogingen vallen binnen de natuurlijke variatie van de achtergrondconcentratie.

Doordat de slibwolk een concentratie van maximaal 2,5 mg/l heeft en maar enkele dagen (maximaal 4 dagen) aanhoudt ondervinden zichtjagende vogels zoals de dwergstern en visdief op de Maasvlakte hier geen effecten van, ook niet als dit in het broedseizoen gebeurt. Effecten van cumulatie tussen de Netten op zee IJmuiden Ver Alpha en Beta, Gamma en Nederwiek 1 op de populatie dwergsterns en visdieven zijn zodoende uitgesloten.

Conclusie: Er zijn geen directe of indirecte negatieve effecten van vertroebeling op zichtjagende vogels binnen (<10km) de kustzone.



Figuur 6-6 Vertroebelingswolken aan het oppervlak rondom de Tweede Maasvlakte die vrijkomen bij de aanleg van Netten op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta, Gamma en Nederwiek 1.



Figuur 6-7 Vertroebelingswolken aan het wateroppervlak op dag 140 en dag 145 in de Voordelta.

Effecten op bodemdieren (filterfeeders)
Op vogels kunnen ook indirecte effecten optreden via de voedselketen. Uit de slibmodelleerstudie blijkt dat er direct bij de bodem geen daggemiddelde slibconcentratieverhoging plaatsvindt van boven de 15 mg/l. Na een periode van enkele dagen neemt deze slibconcentratieverhoging weer af tot het achtergrondniveau.

Deze concentratieverhogingen zijn een fractie (15 mg/l, 7,5%) van de waardes van 200 mg/l waarbij soorten als *Ensis* verminderd filtratie vermogen laten zien. De verhoging van de slibconcentraties zal lokaal en tijdelijk zijn. Filterfeeders hebben tijdelijk het vermogen zich hieraan aan te passen en ondervinden geen effect van cumulatie tussen de Netten op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma en Nederwiek 1. Indirecte effecten op vogelsoorten door voedseltekort zijn hiermee uitgesloten.

Effecten op vissen
In paragraaf 5.4.1 is bepaald dat vertroebeling als gevolg van de aanleg van Nederwiek 1 niet leidt tot negatieve effecten op (trek)vissen. Ten opzichte van het tijdelijk vertroebelde gebied dat zich beperkt tot lokaal niveau (het beweegt mee met de aanleg) ondervinden trekvissen geen effect van de slibconcentratieverhogingen. Voor vissen die onder de zorgplicht vallen is er ruim voldoende alternatief geschikt foerageergebied aanwezig in de nabije omgeving.

Dit is ook het geval bij cumulatie van Nederwiek 1 met de Netten op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma. Bij de geclusterde aanleg van de Netten op zee neemt de slibconcentratieverhoging toe en neemt de slibwolk toe in areaal. In Figuur 6-8 is de situatie van de vertroebeling op dag 143 te zien, dit is de dag waarop de dieptegemiddelde slibwolk het grootst is in de kustzone. Het laat zien dat er sprake is van vertroebeling langs de kust waarbij de slibwolk de monding van het Haringvliet afsluit. De wolk dunt echter snel uit en na vijf dagen is de slibwolk in zijn geheel verdwenen. Er is hier dus maar voor een zeer korte periode sprake van ‘blokkade’ van het Haringvliet. De maximale slibconcentratieverhogingen van deze wolk komen niet hoger dan 3 mg/l.
De concentratieverhogingen vallen echter binnen de achtergrondconcentratie en onder de concentratie waarop trekvissen mogelijk een effect ondervinden. Voor vissen die onder de zorgplicht vallen is er op ieder moment ruim voldoende alternatief geschikt foerageergebied aanwezig in de nabije omgeving. Een negatief effect op (trek)vissen van beide projecten samen is uitgesloten.

Figuur 6-8 Vertroebeling van dieptegemiddelde op dag 143, de dag met de grootste toename van slib in de waterkolom in de Voordelta.

Vertroebeling in het Veerse Meer

Vertroebeling in het Veerse Meer kan mogelijk cumuleren als er in dezelfde periode ook vertroebeling optreedt door andere projecten. Net op zee Nederwiek 1 en IJmuiden Ver Alpha liggen parallel aan elkaar in het Veerse Meer en de aanleg gebeurt achter elkaar aan. Voor Net op zee Nederwiek 1 wordt alleen getrencht, voor Net op zee IJmuiden Ver Alpha wordt naast jet trenchen ook op diverse plaatsen gebaggerd en baggerspecie verspreid. De aanleg van Net op zee IJmuiden Ver Alpha wordt daarom in cumulatie beoordeeld.

Effecten op zichtjagende vogels

In paragraaf 5.1.1 is bepaald dat vertroebeling als gevolg van de aanleg van Net op zee Nederwiek 1 niet leidt tot negatieve effecten op zichtjagende vogels. Ten opzichte van het tijdelijk vertroebelde gebied dat zich beperkt tot lokaal niveau (het beweegt mee met de aanleg) is er ruim voldoende alternatief geschikt foerageergebied aanwezig in de nabije omgeving. Dit is ook het geval bij cumulatie van Net op zee Nederwiek 1 met Net op zee IJmuiden Ver Alpha. Voor Net op zee IJmuiden Ver Alpha is namelijk reeds geconcludeerd dat voor zichtjagende vogels geen negatieve effecten optreden. Dit omdat op ieder moment ruim voldoende alternatief geschikt foerageergebied aanwezig in de nabije omgeving. Omdat er geen overlap is in tijd van de aanlegfases (het gebeurt achter elkaar aan) is tijdens de gezamenlijke aanlegperiode van beide tracés altijd alternatief geschikt foerageergebied aanwezig in de nabije omgeving. Een negatief effect op zichtjagende vogels van beide projecten samen is uitgesloten.

Effecten op vogels via benthos (indirect)
In paragraaf 5.1.1 is bepaald dat vertroebeling als gevolg van de aanleg van Net op zee Nederwiek 1 niet leidt tot negatieve effecten op duikende benthosetende vogels. Het tracé ligt voor het over grote deel door diep water in het Veerse Meer. Hier zijn lage biomassa's en dichtheden prooidieren aanwezig voor duikende benthosetende vogels. Het foerageerpotentieel wordt daarom nauwelijks aangetast als gevolg van effecten van vertroebeling rond het tracé op de daar aanwezige benthos. Hierbij komt dat schelpdieren doorgaans zijn aangepast aan het overleven van tijdelijke verhogingen van vertroebelingswaarden. Locaties waar bodemdieren wel (gedeeltelijk) zijn afgenomen, worden op termijn tevens weer geherkoloniseerd. Voor Net op Zee IJmuiden Ver Alpha is de conclusie ook dat bodemdieren geen wezenlijke negatieve effecten ondervinden van de tijdelijke, lokale slibconcentratieverhoging.

Voor beide projecten is dus uitgesloten dat een negatief effect optreedt op bodemdieren als gevolg van vertroebeling. Daarmee is ook uitgesloten dat er sprake kan zijn van een doorwerkend effect op aangewezen benthosetende vogelsoorten. Gezamenlijk is dus ook geen sprake van effecten op de populatie bodemdieren, een negatief effect op benthosetende vogels is daarmee ook uitgesloten.

6.4 Impuls onderwatergeluid

In deze paragraaf wordt cumulatie van impuls-onderwatergeluid toegelicht voor de Netten op zee Nederwiek 1 en 2 en IJmuiden Ver Alpha, Beta, Gamma.

Zeezoogdieren
In de effectbepaling van zeezoogdieren voor impuls-onderwatergeluid voor Net op zee Nederwiek 1 (zie paragraaf 5.3.2) is deze activiteit al in cumulatie beoordeeld met andere activiteiten voor het realiseren van de andere windparken zoals afgesproken volgens de Routekaart windenergie op zee 2030. Deze beoordeling is namelijk gedaan op basis van het Kader Ecologie en Cumulatie (KEC 4.0), waar de impact van Wind op zee projecten in samenhang wordt beschouwd. Bij handhaving van de voorwaarden die het KEC schetst, zijn cumulerende effecten als gevolg van overlap tussen de Netten op zee IJmuiden Ver Alpha, IJmuiden Ver Beta, IJmuiden Ver Gamma, Nederwiek 1 en Nederwiek 2 uitgesloten.

Vissen
Zoals beschreven in paragraaf 5.4.2 wordt er worst-case vanuit gegaan dat er binnen de 500 meter vanaf de bron van verstoring effecten kunnen optreden op vissen. Door cumulatie in tijd zal een groter areaal dan de > 0,002% van het totale oppervlak van het NCP dat alleen door het aanleggen van het Net op zee Nederwiek 1 worden aangetast. Het is onduidelijk wat de exacte grootte van het cumulerende effect is. Uitgaande van 0,002% verstoord oppervlak per Net op zee, wordt er bij cumulatie van de aanleg van 4 Netten op zee een gebied van 0,008% verstoord. Dit is nog steeds een fractie van het oppervlak van het NCP.
Verder zijn de cumulatieve effecten ook van tijdelijke aard en treden ze alleen op tijdens de aanlegfase. Dit en het zeer beperkte areaal waar deze opspelen kan een negatieve beïnvloeding op populatieniveau worden uitgesloten. Mogelijke externe effecten als gevolg van cumulatie op de staat van instandhoudingen van de verschillende trekvissen zijn uitgesloten.

6.5 Bovenwaterverstoring

Vogels

Op zee (binnen en buiten de kustzone)

In paragraaf 5.1.3 zijn de effecten op vogels bepaald van-bovenwaterverstoring op zee en het Veerse meer voor Net op zee Nederwiek 1. Door de parallelle ligging van de tracés van de Netten op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta, Gamma en Nederwiek 1, en de mogelijk gelijktijdige aanleg hiervan kan er een groter areaal verstoord worden, als beschreven in paragraaf 5.1.3, en bovenwaterverstoring cumuleren. De aanleg van de Netten op zee zal met maximaal vier kabels per jaar gebeuren. Cumulatie zal vooral optreden in het parallel liggende deel van de tracés van 79 km op zee. Het aantal vaarbewegingen door de gelijktijdige aanleg van de kabels zal toenemen. Op dit deel van het tracé is de reguliere aanwezige scheepsvaarintensiteit al hoog, met op vele plekken >100 vaarbewegingen per vierkante kilometer per maand. Individuen zijn hierdoor al gewend aan verstoring door scheepsvaart in dit gebied. De schepen van de aanleg varen langzamer, maar zeker bij meer schepen in een seizoen op dezelfde locatie die hetzelfde patroon volgen kan ook daarvoor gewenning optreden. Naast het tracé is ook voldoende alternatief leefgebied aanwezig waarnaar de soorten kunnen uitwijken.

Met inachtneming van het verlichtingsplan zijn tijdens de aanlegfase cumulerende negatieve effecten (verstoring, doden/verwonden of aantasting van verblijfplaats of leefgebied) als gevolg van overlap tussen de Netten op zee IJmuiden Ver Alpha, IJmuiden Ver Beta, IJmuiden Ver Gamma en Nederwiek 1 en 2 voor bovenwaterverstoring op vogels uitgesloten.

Op het Veerse Meer

In paragraaf 5.1.3 is bepaald dat de aanleg van Net op zee Nederwiek 1 en de bijbehorende verstoring niet leidt tot negatieve effecten op vogels. De werkzaamheden veroorzaken nauwelijks additioneel verstoord oppervlak ten opzichte van de autonome scheepsvaart, ook is er slechts sprake van enkele additionele vaarbewegingen binnen het reeds verstoorde oppervlak. De enige uitzondering hierop is de zuidoostelijke aanlandingslocatie, hier varen normaliter geen schepen en is geen recreatie aanwezig. Voor deze locatie geldt dat er gedurende de tijdelijke verstoringvoldoende geschikt alternatief leefgebied voorhanden is in de nabije omgeving. Net op Zee IJmuiden Ver Alpha ligt parallel aan Net op zee Nederwiek 1. Hier is met dezelfde redenatie bepaald dat verstoring tijdens de aanleg niet leidt tot negatieve effecten op vogels. Gezamenlijk voegen de werkzaamheden voor Net op zee Nederwiek 1 en Net op Zee IJmuiden Ver Alpha nog steeds slechts een minimaal aantal vaarbewegingen toe aan de autonome scheepsvaart. Dezelfde redenatie blijft van toepassing. Negatieve effecten als gevolg van verstoring van de twee projecten samen zijn uit te sluiten.

Vleermuizen op zee (binnen en buiten de kustzone)

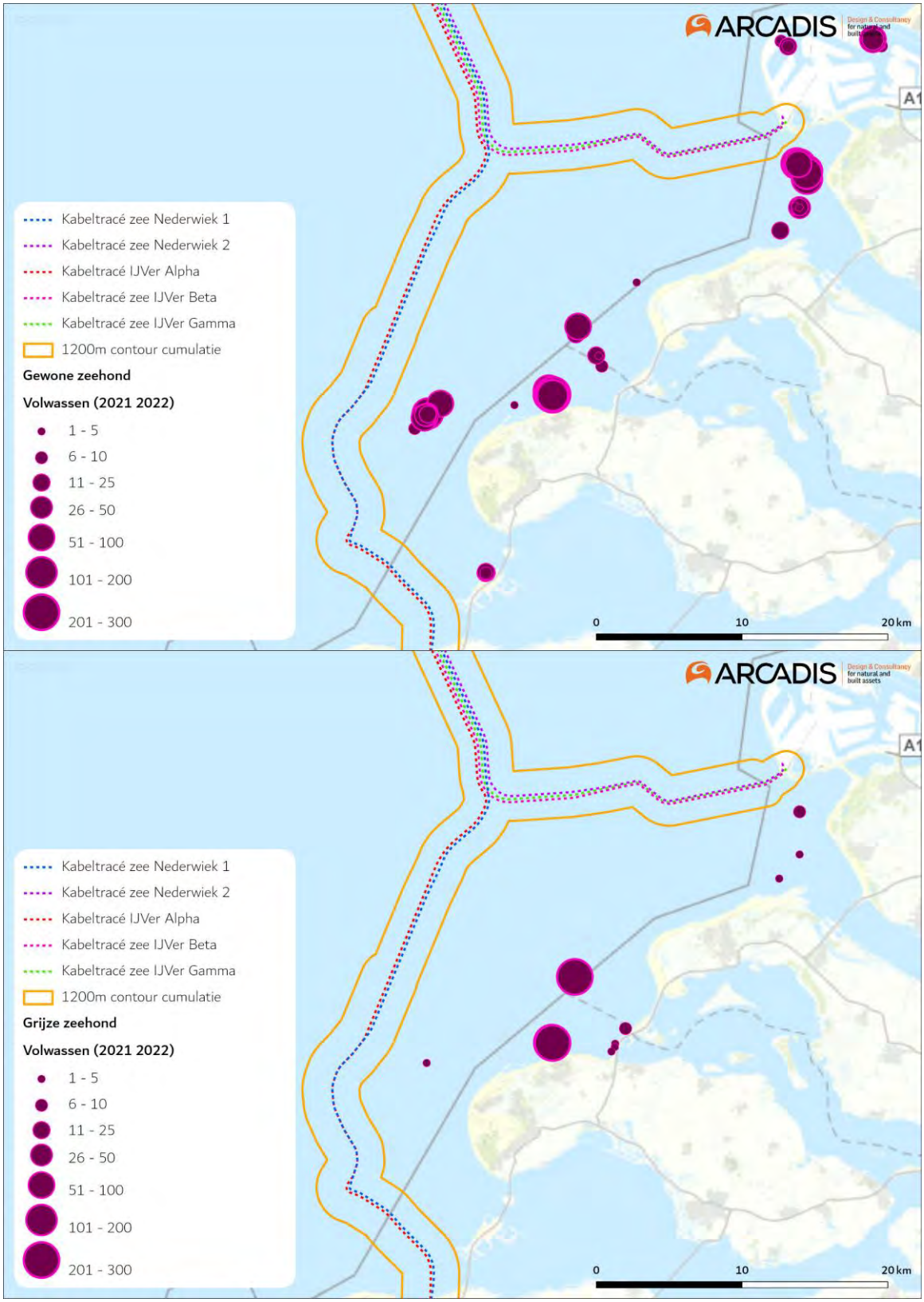
In paragraaf 5.2.1 zijn de effecten op vleermuizen bepaald van-bovenwaterverstoring op zee (binnen en buiten de kustzone) voor Net op zee Nederwiek 1. Zoals beschreven onder 0 treedt er als gevolg van gelijktijdige aanleg van meerdere Netten op zee cumulatie op van bovenwaterverstoring waardoor een groter areaal verstoord wordt en tijdelijk een hogere scheepvaartintensiteit. Zoals eerder genoemd is de hoeveelheid regulier aanwezige scheepvaart in (maar ook buiten) de standaard vaarwegen in het projectgebied relatief hoog. Hieruit blijkt dat er op veel plekken een hoge scheepvaartintensiteit van >100 routes (i.e. vaarbewegingen/boten) per vierkante kilometer per maand plaatsvindt. Deze schepen voeren ook verlichting indien noodzakelijk. De werkzaamheden zullen slechts enkele schepen aan deze hoge scheepvaartintensiteit toevoegen.

Zodoende is ook de intensiteit van de cumulerende verstoring binnen het geringe verstoorde oppervlak relatief laag t.o.v. de regulier aanwezige scheepvaartintensiteit.

Met inachtneming van het verlichtingsplan zijn tijdens de aanlegfase cumulerende negatieve effecten (verstoring, doden/verwonden of aantasting van verblijfplaats of leefgebied) als gevolg van overlap tussen de Netten op zee IJmuiden Ver Alpha, IJmuiden Ver Beta, IJmuiden Ver Gamma en Nederwiek 1 en 2 voor bovenwaterverstoring op vleermuizen uitgesloten.

Zeezoogdieren op zee binnen de kustzone
In paragraaf 5.3.3 zijn de effecten op zeehonden bepaald van-bovenwaterverstoring op zee (binnen en buiten de kustzone) voor Net op zee Nederwiek 1. Voor volwassen zeehonden zijn er genoeg uitwijkmogelijkheden tijdens de aanleg van Net op zee Nederwiek 1. De platen waarop de zogende dieren voorkomen liggen op voldoende afstand van het tracé en zogende moeders ondervinden geen hinder tijdens de aanlegfase. Door cumulatie van de verschillende netten op zee zal een verstoring op een groter areaal plaatsvinden. Figuur 6-9 geeft de Net op Zee tracés en de bekende ligplaatsen van volwassen gewone en grijze zeehonden weer. Het cumulerende effect van bovenwaterverstoring zal geen effect hebben op volwassen zeehonden aangezien er nog genoeg uitwijkmogelijkheden zijn. De cumulerende effecten leiden ook niet tot een overlap met platen waar zogende zeehonden aanwezig kunnen zijn.

Er zijn geen effecten van bovenwaterverstoring op zeezoogdieren in de aanleg- en gebruiksfase. Er hoeven geen aanvullende maatregelen genomen te worden.



Figuur 6-9 Cumulatie Net op Zee tracés en ligplaatsen volwassen gewone zeehond (boven) en volwassen grijze zeehond (onder). Data is gebaseerd op tellingen in het seizoen 2021/2022 (Hoekstein et al., 2023).

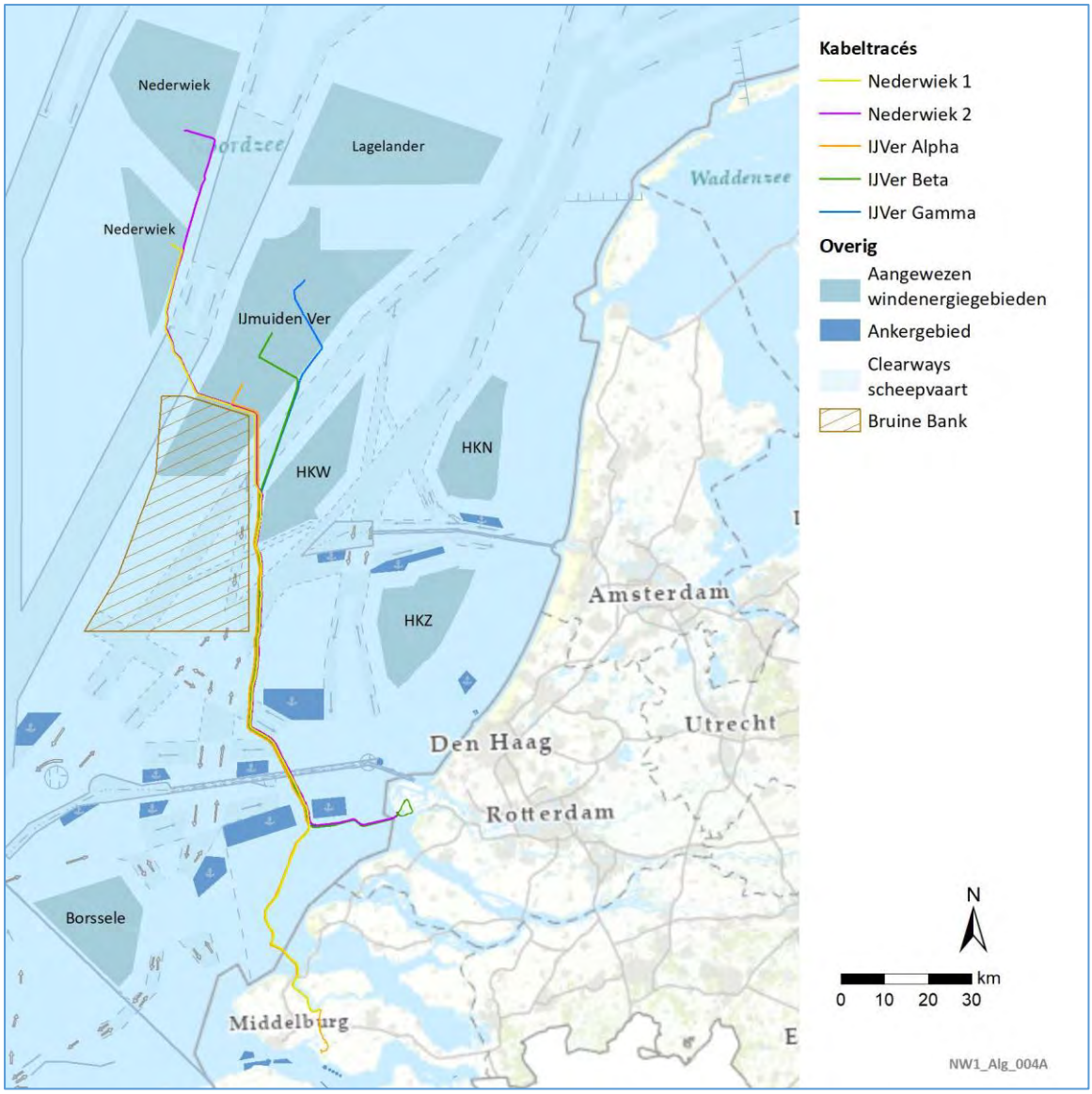
6.6 Elektromagnetische velden

Uit de effectbeoordeling blijkt dat het niet aannemelijk is dat soorten een effect ondervinden van elektromagnetische velden van Net op zee IJmuiden Ver Gamma op zich (zie paragrafen 5.3.4 en 5.4.3). Op basis van de nu beschikbare kennis liggen de veldsterktes van dit project ver onder de grenswaarde waarbij mogelijk verstoring optreedt in het navigatievermogen van soorten. Wanneer elektromagnetische velden overlappen kunnen deze elkaar echter beïnvloeden.

Figuur 6-10 toont windenergiegebieden en daarin gelegen windparken van Routekaart 2023 en Routekaart 2030 en daarbij horende netten op zee. Er wordt voor cumulatie van elektromagnetische velden gekeken naar de cumulatie van Net op zee Nederwiek 1 met de Wind op zee projecten, waarbij Net op zee IJmuiden Ver Alpha (en in mindere mate Nederwiek 2 en IJmuiden Ver Beta en Gamma) wordt uitgelicht vanwege de nabije ligging van delen van het kabeltracé (Figuur 6-11). De kabeltracés van Net op zee Nederwiek 1 en IJmuiden Ver Alpha lopen over een lengte van circa 128 kilometer parallel waarvan ook 79 kilometer parallel loopt met Net op zee IJmuiden Ver Beta, Gamma en Nederwiek 2 (zie Figuur 6-11). De kabels van Net op zee Nederwiek 1 en de naastgelegen kabel liggen in het parallelgelegen deel van de tracés ca. 200 meter uit elkaar.

Gevoelige soorten kunnen, indien er meer kabels geplaatst worden, vaker een elektromagnetisch veld tegenkomen. Parallelligging van kabels is hierbij beter, aangezien er dan een minder grote verspreiding van magneetvelden op de Noordzeebodem liggen, waardoor gevoelige soorten minder snel een magneetveld tegenkomen.

Figuur 6-10 Overzicht windparken Routekaart 2023 en 2030 en bijbehorende tracés (uit maart 2022, tracés uit windenergiegebied Nederwiek zijn inmiddels gewijzigd).



Figuur 6-11 Ligging van Nederwiek 1 en 2 ten opzichte van andere Net op zee projecten.

Zeezoogdieren

Voor cumulatie van het elektromagnetisch veld moeten de respectievelijke elektromagnetische velden overlappen. Indien de magneetvelden van de kabels van Net op zee Nederwiek 1 en IJmuiden Ver Alpha zouden overlappen, zal er geen cumulatie (versterking van het veld) optreden. Integendeel, het veld neemt af op grotere hoogtes, zoals te zien in *Figuur 6-12*. In Figuur 3-18 is te zien dat het magnetisch veld van Net op zee Nederwiek 1 niet verder rijkt dan 40 meter horizontaal. De kabels van Net op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma liggen in het parallelgelegen deel van de kabeltracés 200 meter uit elkaar. Als de velden niet overlappen, zullen deze elkaar niet beïnvloeden en zal er geen versterkend effect zijn van cumulatie op het elektromagnetisch magnetisch veld van Net op zee Nederwiek 1. De kabels, en de daarmee gepaard gaande elektromagnetische velden, van andere kabels van windparken op zee, zowel reeds bestaande alsnog geplande windparken, liggen op grotere afstand waardoor versterking van elektromagnetische velden is uitgesloten.

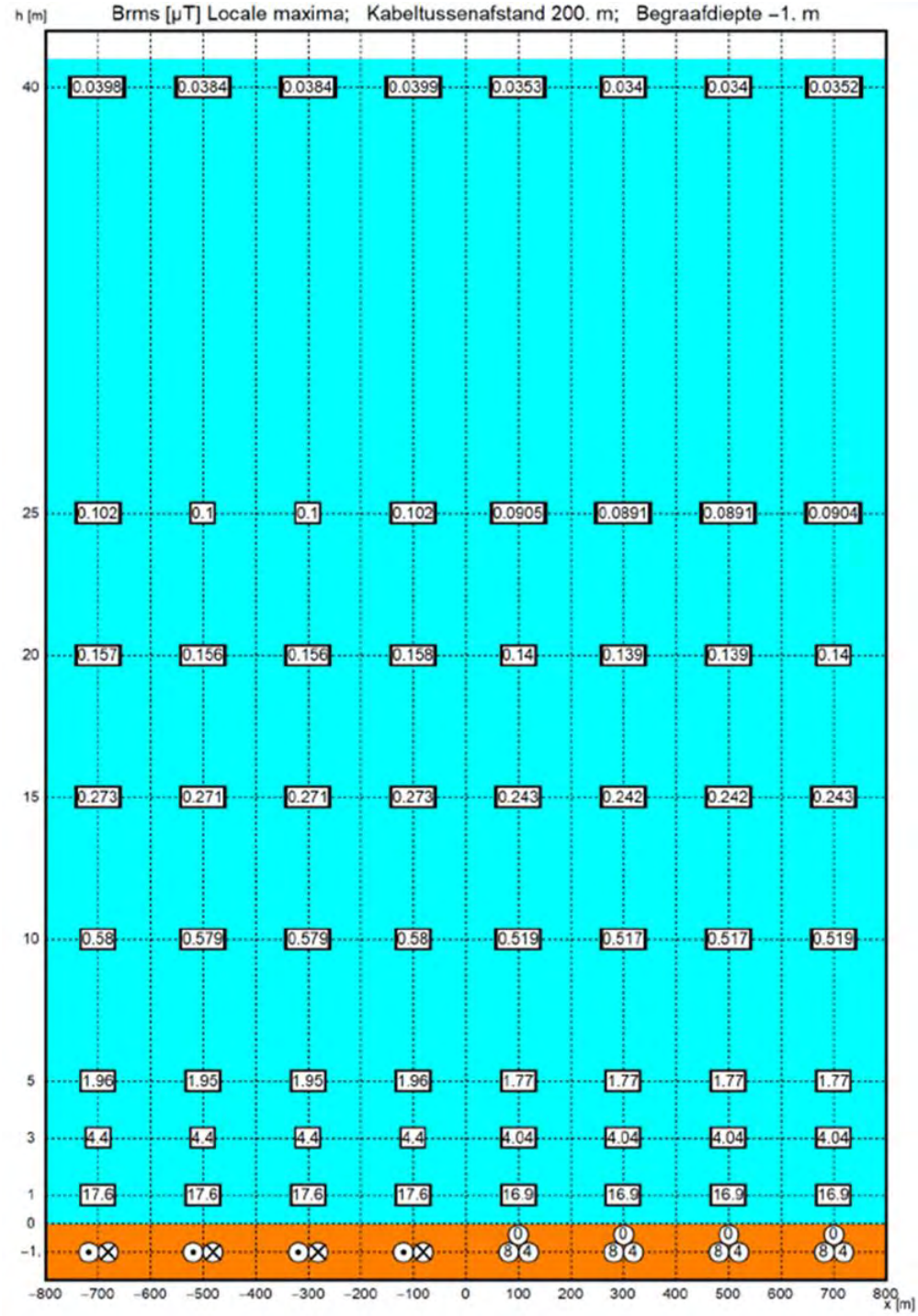
Wel zullen er in een corridor van ongeveer 1 kilometer breed meerdere kabels van verschillende Netten op zee liggen waarbij elektromagnetische velden vrijkomen. Mogelijk dat bruinvissen deze corridor vermijden omdat hier op een groter gebied elektromagnetische velden vrijkomen. De waarden die hierbij vrijkomen zijn hetzelfde als beschreven in paragraaf 5.3.4.

Wanneer zeezoogdieren door de corridor van 1 km zwemmen zullen ze meerdere keren door een EMV zwemmen zoals beschreven in paragraaf 5.3.4. Aangezien de sterkte niet anders is in de corridor zullen de zeezoogdieren hier geen effecten van ondervinden.

Op basis van de bovenstaande gegevens en de gegevens in Bijlage VII-D kan een negatief effect op bruinvissen worden uitgesloten.

Vissen
Zoals beschreven in paragraaf 5.4.3 zijn er op basis van gegevens in Bijlage VII-D Effecten van elektromagnetische velden op zee geen negatieve effecten te verwachten op (trek)vissen. Aangezien in cumulatie de waarden van het EMV niet toeneemt is voor cumulatie van verschillende Netten op zee ook geen effect te verwachten op vissen.

Op basis van de gegevens in Bijlage VII-D Effecten van elektromagnetische velden op zee zullen er geen negatieve effecten optreden op (trek)vissen door EMV.



Figuur 6-12 Modelmatige weergave van accumulatie van elektromagnetische velden op de zeebodem met een afstand van 200 meter tussen kabels. De gelijkstroomkabels zijn aangegeven met twee cirkels naast elkaar, links met punt en rechts met x. Wisselstroomkabels zijn aangegeven met de driehoekige cirkels met 0,8,4 (van Essen, 2021a).

6.7 Verstoring op land

Uit de effectbepaling blijkt dat het ingraven van de kabels leidt tot een lokale, beperkte en tijdelijke verstoring door geluid, wat niet leidt tot gevolgen voor de instandhoudingsdoelstellingen. Verstoring kan cumuleren als er in hetzelfde seizoen ook verstoring optreedt door andere projecten. Vanwege

de parallelle Nederwiek 1 met Net op zee IJmuiden Ver Alpha wordt verstoring in cumulatie beoordeeld. Voor de soorten zorgt de gezamenlijke aanleg voor iets meer verstoring. Wanneer de kabels echter niet gecombineerd worden aangelegd zullen de effecten van verstoring veel groter zijn. Er is voor de twee kabelvarianten geen verschil in cumulerende effecten. Negatieve effecten als gevolg van verstoring van de twee projecten samen zijn uitgesloten.

6.8 Habitataantasting op land

Er is voor het kabeltracé sprake van tijdelijke effecten van mechanische effecten voor beschermde soorten. Het weghalen van jaarrond beschermde nesten is voor zowel Nederwiek 1 als IJmuiden Ver Alpha noodzakelijk. Doordat het om dezelfde nesten gaat is er geen extra cumulerend effect. De aanleg van het converterstation van Nederwiek 1 veroorzaakt geen afname van leefgebied van glad biggenkruid en rugstreeppadden en veroorzaakt daardoor geen permanent cumulerend effect.

7 Toetsing

7.1 Vogels

In Tabel 12 zijn de relevante verbodsbepalingen voor vogels opgenomen.

Tabel 12 Relevante verbodsbepalingen voor vogels.

Soort	Relevant artikel Wnb	Verbodsbepalingen	Relevante verbodsbepalingen
Alle vogelsoorten	Artikel 3.1	Lid 1: Het is verboden opzettelijk van nature in Nederland in het wild levende vogels van soorten als bedoeld in artikel 1 van de Vogelrichtlijn te doden of te vangen.	X
		Lid 2: Het is verboden opzettelijk nesten, rustplaatsen en eieren van vogels als bedoeld in het eerste lid te vernielen of te beschadigen, of nesten van vogels weg te nemen.	X
		Lid 3: Het is verboden eieren te rapen en deze onder zich te hebben	
		Lid 4: Het is verboden vogels als bedoeld in het eerste lid opzettelijk te storen	X

Lid 5: het verbod, bedoeld in het vierde lid, is niet van toepassing indien de storing niet van wezenlijke invloed is op de staat van instandhouding van de desbetreffende vogelsoort.

Overige verbodsbepalingen in artikel 3.1 Wnb zijn niet van toepassing op de uitvoering van de werkzaamheden.

7.1.1 Zichtjagende vogels

In Tabel 12 zijn de verbodsbepalingen voor vogels opgenomen. Uit Artikel 3.1 lid 4 geldt dat vogels niet opzettelijk verstoord mogen worden. Zichtjagende vogels kunnen direct verstoord worden door bovenwaterverstoring en vertroebeling en indirect door sedimentatie en habitataantasting. Uit de analyse in paragraaf 5.1.1 blijkt dat zichtjagende vogels op zee (rondom de Bruine Bank) en zichtjagende broedvogels zoals dwergstern, grote stern, noordse stern en visdief genoeg areaal hebben om te jagen en zodoende niet verstoord worden door vertroebeling. Uit de analyse in paragraaf 5.1.2 blijkt dat er geen indirecte effecten van sedimentatie en habitataantasting zijn op zichtjagende vogels en dat verstoring is uitgesloten. Op basis van de analyse in paragraaf 5.1.3 kan tevens worden uitgesloten dat zichtjagende vogels verstoord worden door bovenwaterverstoring.

7.1.2 Trekvogels

In Tabel 12 zijn de verbodsbepalingen voor vogels opgenomen. Trekvogels kunnen verstoord worden door bovenwaterverstoring, vooral wanneer deze aan het ruien of rusten zijn. Op basis van de analyse in paragraaf 5.1.3 kan worden uitgesloten dat alle trekvogels verstoord worden door bovenwaterverstoring als gevolg van de werkzaamheden wanneer het verlichtingsplan in acht wordt genomen.

7.1.3 Broedvogels

In Tabel 12 zijn de verbodsbepalingen voor vogels opgenomen. Op basis van de analyse in paragraaf 5.1.3 kan niet worden uitgesloten dat verbodsbepalingen overtreden worden. Daarom zijn

aanvullende maatregelen nodig zoals beschreven in paragraaf 7.8.1. Met deze maatregelen kan worden uitgesloten dat verbodsbepalingen overtreden worden. Er is daarom geen ontheffing benodigd voor broedvogels op land.

Voor schadelijke werkzaamheden aan broedende vogels in het broedseizoen wordt geen ontheffing verleend, omdat het uitvoeren van de werkzaamheden buiten het broedseizoen over het algemeen een goed alternatief vormt. Werkzaamheden vinden daarom plaats buiten het broedseizoen, tenzij niet anders mogelijk is wegens gegronde redenen, bijvoorbeeld m.b.t. werkveiligheid. In dit geval dienen tijdig maatregelen getroffen te worden zoals buiten het broedseizoen het leefgebied dusdanig aan te passen zodat het niet meer geschikt broedgebied betreft.

Vogelsoorten met een jaarrond beschermde rust- en nestplaats
Door de kap van de bomen met een nest bij de Veerse Gatdam is sprake van overtreding van de verbodsbepalingen. In Tabel Tabel 12 zijn de verbodsbepalingen voor vogels opgenomen. Op basis van de analyse in paragraaf 5.1.3 kan niet worden uitgesloten dat vogels verstoord worden. Daarom zijn aanvullende maatregelen nodig zoals beschreven in 7.8.1. Met deze maatregelen wordt de staat van instandhouding van buizerd niet negatief beïnvloed en zijn negatieve effecten uit te sluiten.

7.2 Vleermuizen

In Tabel 13 zijn de verbodsbepalingen voor vleermuizen opgenomen.

Tabel 13 Mogelijk relevante verbodsbepalingen voor vleermuizen.

Soort	Relevant artikel Wnb	Verbodsbepalingen	Relevante verbodsbepalingen
Verscheidene vleermuissoorten	Artikel 3.5	Lid 1: Verbod op het in hun natuurlijk verspreidingsgebied opzettelijk doden of opzettelijk vangen van in het wild levende dieren.	
		Lid 2: Verbod op het opzettelijk verstoren van dieren.	X
		Lid 3: Verbod op het in de natuur opzettelijk vernielen of rapen van eieren van dieren.	
		Lid 4: Verbod op het beschadigen of vernielen van de voortplantingsplaatsen of rustplaatsen van dieren.	
		Lid 5: Verbod op het opzettelijk plukken en verzamelen, afsnijden, ontwortelen of vernielen van soorten in hun natuurlijke verspreidingsgebied.	

Op basis van de analyse in paragraaf 5.2 kan, doordat wordt gewerkt conform een op wettelijke richtlijnen gebaseerd verlichtingsplan (welke dient voor de minimalisatie van verstoring van o.a. vleermuizen), worden uitgesloten dat vleermuizen verstoord worden. Aanvullende maatregelen of een ontheffing zijn niet aan de orde, er wordt voldaan aan de zorgplicht.

7.3 Zeezoogdieren

In Tabel 14 zijn de verbodsbepalingen voor zeehonden en bruinvissen opgenomen.

Tabel 14 Relevante verbodsbepalingen voor gewone en grijze zeehond en bruinvis.

Soort	Relevant artikel Wnb	Verbodsbepalingen	Relevante verbodsbepalingen
Gewone zeehond, grijze zeehond	Artikel 3.10	Lid 1: Verbod op het opzettelijk doden of vangen van in het wild levende zoogdieren, amfibieën, reptielen, vissen, dagvlinders, libellen en kevers.	
		Lid 2: Verbod op het opzettelijk beschadigen of vernielen van de vaste voortplantingsplaatsen, rustplaatsen of eieren van dieren,	
		Lid 3: Verbod op het opzettelijk in hun natuurlijke verspreidingsgebied plukken en verzamelen, afsnijden, ontwortelen of vernielen van vaatplanten.	
Bruinvis	Artikel 3.5	Lid 1: Verbod op het in hun natuurlijk verspreidingsgebied opzettelijk doden of opzettelijk vangen van in het wild levende dieren.	
		Lid 2: Verbod op het opzettelijk verstoren van dieren.	X
		Lid 3: Verbod op het in de natuur opzettelijk vernielen of rapen van eieren van dieren.	
		Lid 4: Verbod op het beschadigen of vernielen van de voortplantingsplaatsen of rustplaatsen van dieren.	
		Lid 5: Verbod op het opzettelijk plukken en verzamelen, afsnijden, ontwortelen of vernielen van soorten in hun natuurlijke verspreidingsgebied.	

7.3.1 Zeehonden

Zeehonden kunnen een effect ondervinden door impuls-onderwatergeluid. Uit paragraaf 5.3.2 blijkt dat met toepassing van alle mitigerende maatregelen (zie paragraaf 7.8.3) de werkzaamheden hoogstens kunnen leiden tot een tijdelijke verplaatsing van dieren naar andere route of foerageergebied, maar dat er geen sprake is van significante effecten op populatieniveau.

De Wnb verbiedt verstoring van zeehonden niet, wat betekent dat als aan de zorgplicht voldaan is (door de mitigerende maatregelen) er geen verdere acties, zoals het aanvragen van een ontheffing, genomen te hoeven worden.

7.3.2 Bruinvissen

De verbodsbepaling voor het opzettelijk verstoren van dieren geldt wel voor de dolfijnen en walvissen, waartoe de bruinvis behoort. De overige dolfijnen en walvissen komen sporadisch of als dwaalgast voor in het gebied en worden niet in de beoordeling meegenomen. De bruinvis kan mogelijk verstoring ondervinden door impuls-onderwatergeluid.

Uit de toetsing van het berekende geluidsniveau op de geluidsnorm (paragraaf 5.3.2) kan niet worden uitgesloten dat deze overschreden wordt. Daarom zijn er maatregelen nodig, deze zijn opgenomen in paragraaf 7.8.3.

Met deze maatregelen wordt de staat van instandhouding van bruinvissen niet aangetast als gevolg van heien van het platform en de turbines. Ter controle dient echter tijdens de werkzaamheden een monitoringsprogramma uitgevoerd te worden. Aan de hand van deze monitoring kan bepaald worden of genomen maatregelen voldoende zijn of dat er aanvullende maatregelen noodzakelijk zijn. Ondanks deze mitigerende maatregelen zijn significante effecten op het individu niet uitgesloten. Hierom moet er een Wnb ontheffing worden aangevraagd (zie ook paragraaf 7.8.4).

7.4 Vissen

In Tabel 15 zijn de verbodsbepalingen voor vissen opgenomen.

Tabel 15 Relevante verbodsbepalingen voor vissen.

Soort	Relevant artikel Wnb	Verbodsbepalingen	Relevante verbodsbepalingen
Houting, steur	Artikel 3.5	Lid 1: Verbod op het in hun natuurlijk verspreidingsgebied opzettelijk doden of opzettelijk vangen van in het wild levende dieren.	
		Lid 2: Verbod op het opzettelijk verstoren van dieren.	X
		Lid 3: Verbod op het in de natuur opzettelijk vernielen of rapen van eieren van dieren.	
		Lid 4: Verbod op het beschadigen of vernielen van de voortplantingsplaatsen of rustplaatsen van dieren.	X
		Lid 5: Verbod op het opzettelijk plukken en verzamelen, afsnijden, ontwortelen of vernielen van soorten in hun natuurlijke verspreidingsgebied.	

In de Wnb geldt voor de houting en de steur een beschermingsregime. Beide soorten komen zeer weinig voor binnen het studiegebied en zijn daarnaast van nature gewend aan fluctuerende slibconcentraties. Tevens betreft het een zeer klein oppervlakte waar vertroebeling plaatsvindt. Aan de hand van de toetsing in paragraaf 5.4 blijkt dat de kans op verstoring van individuele dieren daarmee verwaarloosbaar is.

Op de locaties waar werkzaamheden plaatsvinden komen geen voortplantingsplaatsen van beide soorten voor. Beschadiging of vernieling van voortplantingsplaatsen door werkzaamheden is daarom uitgesloten.

Ook is de kans op verstoring door continu- en impuls-onderwatergeluid op (trek)vissen uitgesloten, aangezien deze niet in het plangebied zijn waargenomen rondom het platform.

7.5 Rugstreeppad

In Tabel 16 zijn de verbodsbepalingen voor de rugstreeppad opgenomen.

Tabel 16 Relevante verbodsbepalingen voor rugstreeppad.

Soort	Relevant artikel Wnb	Verbodsbepalingen	Relevante verbodsbepalingen
Rugstreeppad	Artikel 3.5	Lid 1: Verbod op het in hun natuurlijk verspreidingsgebied opzettelijk doden of opzettelijk vangen van in het wild levende dieren.	X
		Lid 2: Verbod op het opzettelijk verstoren van dieren.	X
		Lid 3: Verbod op het in de natuur opzettelijk vernielen of rapen van eieren van dieren.	
		Lid 4: Verbod op het beschadigen of vernielen van de voortplantingsplaatsen of rustplaatsen van dieren.	X
		Lid 5: Verbod op het opzettelijk plukken en verzamelen, afsnijden, ontwortelen of vernielen van soorten in hun natuurlijke verspreidingsgebied.	

Op basis van de analyse in de paragraaf 5.5 blijkt dat niet kan worden uitgesloten dat individuen binnen werkterreinen opduiken. In dat geval kan sprake zijn van verstoring en/of schade aan individuen en/of voortplantingsplaatsen of rustplaatsen. Rugstreeppad staat op de Rode lijst geclassificeerd als ‘gevoelig’ en de langjarige trend in verspreiding is stabiel (website Ravon). Veel verstoring of aantasting kan gevolgen hebben voor de gunstige staat van instandhouding van de

lokale populaties. Daarom zijn aanvullende maatregelen nodig zoals beschreven in paragraaf 7.8.1.5. Op alle plekken zijn alleen preventieve mitigatiemaatregelen noodzakelijk om slachtoffers te voorkomen, daardoor is een ontheffing niet noodzakelijk. Het betreft preventieve maatregelen omdat de werklocaties op dit moment geen leefgebied vormen voor Rugstreeppad, maar dit wel kunnen worden tijdens de werkzaamheden door pioniersomstandigheden met open zand en tijdelijk water.

7.6 Glad biggenkruid

In Tabel 17 is de verbodsbepaling voor de plantsoort glad biggenkruid opgenomen. Uit Artikel 3.10 lid 1a, b en c van de Wnb volgt dat het verboden is planten in hun natuurlijke verspreidingsgebied opzettelijk te vernietigen.

Tabel 17 Relevantie verbodsbepalingen voor flora.

Soort	Relevant artikel Wnb	Verbodsbepalingen	Relevante verbodsbepalingen
Glad biggenkruid	Artikel 3.10	Lid 1a: Verbod op het opzettelijk doden of vangen van in het wild levende zoogdieren, amfibieën, reptielen, vissen, dagvlinders, libellen en kevers.	
		Lid 1b: Verbod op het opzettelijk beschadigen of vernielen van de vaste voortplantingsplaatsen, rustplaatsen of eieren van dieren,	
		Lid 1c: Verbod op het opzettelijk in hun natuurlijke verspreidingsgebied plukken en verzamelen, afsnijden, ontwortelen of vernielen van vaatplanten.	X

Op basis van de analyse in paragraaf 5.6 blijkt dat niet kan worden uitgesloten dat glad biggenkruid vernietigd wordt. Glad biggenkruid staat op de Rode lijst geclassificeerd als ‘bedreigd’ en ‘zeer sterk achteruitgegaan’, de langjarige trend in verspreiding is stabiel (website Floron). Vernietiging van een standplaats heeft dus gevolgen voor de gunstige staat van instandhouding van de (lokale) populatie. Daarom zijn aanvullende maatregelen nodig zoals beschreven in paragraaf 7.8.6

7.7 Zandkokerworm(riffen) en overig benthos

Voor zandkokerworm(riffen) en overige benthos zijn geen verbodsbepalingen opgenomen, aangezien de soort niet beschermd is. Wel treedt de zorgplicht op (zie paragraaf 7.8.7).

7.8 Mitigerende maatregelen

7.8.1 Broedvogels

Met het oog op mogelijke effecten van de werkzaamheden op algemene broedvogels dienen de volgende mitigerende maatregelen te worden getroffen:

- Voer de werkzaamheden in potentieel broedgebied van vogels, uit buiten de broedperiode van vogels (broedperiode loopt globaal vanaf half maart tot en met half juli). Indien dit niet mogelijk is, moeten gebieden waar gewerkt wordt, in ieder geval ongeschikt gemaakt worden voorafgaand aan het broedseizoen en ongeschikt gehouden worden totdat de werkzaamheden aanvangen.
- Het verwijderen van vegetatie tijdens het broed- en voortplantingsseizoen kan alleen plaatsvinden nadat een ecoloog heeft vastgesteld door onderzoek dat op het moment van rooien geen sprake is van bewoonde nesten of holtes e.d. van vogels (nesten met eieren, jongen

of broedende vogels). Gezien de dichtheid van het struweel (bijvoorbeeld het duindoornstruweel nabij de Veerse Gatdam) is dit in de praktijk op die plekken niet mogelijk.
- Bomen met nesten van jaarrond beschermde soorten dienen buiten het broedseizoen van de soort gekapt te worden. Voorafgaande moet gecontroleerd worden of het nest niet bezet is. Aanvullend moet bepaald worden of binnen het territorium alternatieven beschikbaar zijn waar de soort zich natuurlijk kan vestigen (omgevingscheck). Indien deze niet beschikbaar zijn, wordt in de directe omgeving van het territorium gekeken of daar wel alternatieven zijn die nog niet bezet zijn. Indien nodig wordt kunsthorst aangebracht worden op een daarvoor geëigende locatie. Als het nest er ten tijde van de werkzaamheden nog zit en de mitigerende maatregel wordt toegepast dan wordt dit uitgewerkt in het ecologisch werkprotocol en ter goedkeuring voorgelegd aan RVO.

De zorgplicht blijft, ongeacht de status van de soorten, wel van kracht. Geadviseerd wordt een controle van het plangebied uit te voeren direct voorafgaande aan de werkzaamheden. Enkele vogelsoorten kunnen afhankelijk van de weersomstandigheden het hele jaar door broeden.

Met inname van deze mitigerende maatregelen ondervindt de gunstige staat van instandhouding (GSI) van broedvogels geen negatief effect. Omdat er sprake is van verstoring van exemplaren, is een ontheffing nodig.

7.8.2 Vleermuizen

Om negatieve effecten op de soort en overtreding van verbodsbepalingen te voorkomen zijn de volgende maatregelen noodzakelijk:
- Locatie aanlanding Veerse Meer (Kreek De Piet) en bunkers (Zeedijk van de Jacobapolder): Omdat de werkzaamheden binnen de invloedsfeer liggen van de mogelijke verblijfplaatsen van vleermuizen, maar niet leiden tot het verlies van de verblijfplaatsen, dienen de werkzaamheden buiten de meest kwetsbare perioden van vleermuizen uitgevoerd te worden (uitvoering tussen 15 oktober en 15 april). Buiten de kwetsbare periode kan dag en nacht gewerkt worden. Indien in de kwetsbare periode gewerkt wordt, kan dit alleen bij daglicht c.q. door uitstraling van verlichting af te schermen en/of vleermuisvriendelijke verlichting te gebruiken.

Met inname van deze mitigerende maatregelen ondervindt de gunstige staat van instandhouding (GSI) van vleermuizen geen negatief effect. Omdat er sprake is van verstoring van exemplaren, is een ontheffing nodig.

7.8.3 Zeehonden

Met het oog op effecten op zeehonden door onderwaterverstoring als gevolg van impuls-onderwatergeluid dienen de volgende mitigerende maatregelen te worden getroffen om significante effecten uit te sluiten:
- Toepassing van een ADD (Acoustic Deterrent Device) met een bereik van minimaal 500 meter gedurende de heiwerkzaamheden. Een ADD is een apparaat wat doormiddel van geluid zeedieren weghoudt van werkzaamheden.

- Toepassing van een slow start (toenemende frequentie heien) en soft start (toenemende hei-energie heien) met een maximale hei-energie van 2.100 kJ. Dit geldt ook voor een eventuele herstart van de heiwerkzaamheden na een onderbreking.
- Om te borgen dat de hierboven beschreven mitigatie het gewenste effect heeft wordt de volgende maatregel getroffen ter controle:
    - Uitvoering van project specifieke berekeningen wanneer de keuze voor de platformbouwers en het ontwerp bekend is. Het voorspelde geluid op 750 meter afstand zal worden getoetst aan de maximale geluidsnorm vanuit het KEC. Wanneer de geluidsbelasting niet onder deze maximale geluidsnorm blijft zal TNO gevraagd worden effecten van mitigerende maatregelen te bepalen. Hiermee wordt de optimale set/toepassing van maatregelen waar mee het geluid wel onder de geluidsbelasting blijft vastgesteld. Deze mitigerende maatregelen worden dan in de uitvoering toegepast.

Het opnemen van de getroffen maatregelen en nieuwe berekeningen in een ecologisch werkprotocol voor de aanlegfase. Hierin wordt, naast het bovengenoemde, het volgende beschreven: het afstand houden van gevoelige gebieden, het aanhouden van de vereiste kabeldiepte om het elektromagnetisch veld te verminderen en het rekening houden met gevoelige periodes voor beschermde soorten.

Met bovengenoemde maatregelen ondervindt de gunstige staat van instandhouding (GSI) van zeehondsoorten als gevolg van verstoring door de aanleg van de kabel en het heien van de platforms en turbines geen negatieve effecten (Heinis et al., 2022). Dit dient echter tijdens de aanlegwerkzaamheden verder onderbouwd te worden met het uitvoeren van een monitoringsprogramma. Aan de hand van deze monitoring kan bepaald worden of de voorgestelde mitigerende maatregelen voldoende zijn of dat er aanvullende maatregelen noodzakelijk zijn. Omdat er sprake is van aantasting van leefgebied of verstoring van exemplaren, is een ontheffing nodig.

7.8.4 Bruinvis

Met het oog op effecten op bruinvissen door onderwaterverstoring als gevolg van impuls-onderwatergeluid dienen de volgende mitigerende maatregelen te worden getroffen om significante effecten uit te sluiten:

- Toepassing van een ADD (Acoustic Deterrent Device) met een bereik van minimaal 500 meter gedurende de heiwerkzaamheden. Een ADD is een apparaat wat door middel van geluid zeedieren weghoudt van werkzaamheden.
- Toepassing van een slow start (toenemende frequentie heien) en soft start (toenemende hei-energie heien). Dit geldt ook voor een eventuele herstart van de heiwerkzaamheden na een onderbreking.
- Het plaatsen van een bellenscherm, en wanneer nodig een tweede bellenscherm
- Om te borgen dat de hierboven beschreven mitigatie het gewenste effect heeft worden de volgende maatregelen getroffen ter controle:
    - Uitvoering van project specifieke berekeningen wanneer de keuze voor de platformbouwers en het ontwerp bekend is. Het voorspelde geluid op 750 meter afstand zal worden getoetst aan de maximale uniforme geluidnorm van SELss = 160 dB re 1 µPa2s (op 750 m) die is opgenomen in het KEC 4.0 (Heinis et al., 2022).Wanneer de geluidsbelasting niet onder deze maximale geluidsnorm blijft zal TNO gevraagd worden effecten van mitigerende maatregelen te bepalen. Hiermee zal de optimale set/toepassing van maatregelen waar mee het geluid wel onder de geluidsbelasting blijft

worden vastgesteld. Deze mitigerende maatregelen zullen dan in de uitvoering worden toegepast.

- Het opnemen van de getroffen maatregelen en nieuwe berekeningen in een ecologisch werkprotocol voor de aanlegfase. Hierin wordt, naast het bovengenoemde, het volgende beschreven: het aanhouden van de vereiste kabeldiepte om het elektromagnetisch veld te verminderen en het rekening houden met gevoelige periodes voor beschermde soorten.

De mitigerende maatregelen worden opgenomen en beschreven in verschillende ecologische werk protocollen (EWPs) die gemaakt worden voor de verschillende werkzaamheden.
Met bovengenoemde maatregelen ondervindt de gunstige staat van instandhouding (GSI) van bruinvissen als gevolg van heien van de platforms en turbines geen negatieve effecten (Heinis et al., 2022). Dit dient echter tijdens de aanlegwerkzaamheden verder onderbouwd te worden met het uitvoeren van een monitoringsprogramma. Aan de hand van deze monitoring kan bepaald worden of de voorgestelde mitigerende maatregelen voldoende zijn of dat er aanvullende maatregelen noodzakelijk zijn. Omdat er sprake is van aantasting van leefgebied of verstoring van exemplaren, is een ontheffing nodig.

7.8.5 Rugstreeppad

Om negatieve effecten op de soort en overtreding van verbodsbepalingen te voorkomen zijn de volgende maatregelen noodzakelijk:

- Locatie Veerse Gatdam en converterstation:
  Omdat niet in leefgebied gewerkt wordt, maar wel nabij leefgebied, is het afschermen van de werklocatie noodzakelijk om te voorkomen dat exemplaren het terrein opkomen. Hier dient ook rekening te worden gehouden overige werkterreinen of werkwegen. Hiervoor moet het werkterrein e.d. effectief afgeschermd worden zodat rugstreeppadden ook niet om het scherm heen kunnen lopen. Het scherm dient vóór maart geplaatst te zijn. Dit scherm kan bijvoorbeeld bestaan uit hard kunststof van 50 centimeter hoog en minimaal 10 centimeter ingegraven in de grond. Dit scherm dient geregeld gecontroleerd te worden op kieren en op overhangende vegetatie. Hierdoor is het opduiken van de soort zo goed als onmogelijk en is het doden van individuen uitgesloten. De werkzaamheden kunnen starten nadat het terrein is vrijgegeven door een ecologisch deskundige.

Door het toepassen van de bovengenoemde maatregelen worden negatieve effecten op rugstreeppad zoveel als mogelijk voorkomen, kan overtreding van verbodsbepalingen uit de Wnb worden uitgesloten en blijft een negatief effect op de gunstige staat van instandhouding uit.

7.8.6 Glad biggenkruid

Om te voorkomen dat schade ontstaat aan de groeiplaats nabij de Veerse Gatdam, dient de groeiplaats duidelijk gemarkeerd te worden. Ook dienen de werkterreinen en werkwegen gemarkeerd te worden wat betreft de maximale reikwijdte van de beschikbare ruimte. Op deze wijze wordt onvoorziene schade voorkomen en zijn geen aanvullende maatregelen nodig.

Door het toepassen van de bovengenoemde maatregel worden negatieve effecten op glad biggenkruid voorkomen en blijft een negatief effect op de gunstige staat van instandhouding uit.

7.8.7 Zorgplicht

Algemeen
Met het oog op mogelijke effecten van de werkzaamheden op soorten in het algemeen dient de volgende mitigerende maatregel te worden getroffen in het kader van de zorgplicht:

- Verplaats binnen het werkgebied aangetroffen soorten, die niet (meer) uit zichzelf het werkgebied kunnen verlaten, naar veilig leefgebied in de directe omgeving waar geen werkzaamheden (meer) uitgevoerd worden. Hierbij kan bijvoorbeeld gedacht worden aan muizen in winterslaap. Een ecoloog wordt ingeschakeld om passende maatregelen te nemen. Dit geldt voor alle soorten vanuit de zorgplicht uit artikel 1.11 van de Wnb, die alle in het wild voorkomende soorten beschermd.

Daarnaast dient tijdens de werkzaamheden te allen tijde rekening gehouden te worden met de algemene zorgplicht:

- Werk zo veel mogelijk in de richting waarin soorten kunnen vluchten.
- Het materieel moet zorgvuldig en deskundig worden gebruikt, zodat geen onnodige schade wordt veroorzaakt of onnodige verstoring van flora en fauna optreedt.

Zandkokerworm(riffen)
Aangezien zandkokerwormriffen niet kunnen vluchten tijdens de werkzaamheden wordt er vanuit ecologie geadviseerd om gericht onderzoek te doen naar de aanwezigheid hiervan. De praktische haalbaarheid is echter niet zeker omdat het niet volledig duidelijk is of zandkokerwormriffen gelokaliseerd kunnen worden in vooronderzoek.

- Door het analyseren van de Side scan sonar data kan de locatie van *S. spinulosa* riffen op en rondom het tracé mogelijk bepaald worden. De riffen geven namelijk een signaal dat meer onregelmatig/gestructureerd/gestippeld is dan de omgeving (Pearce, 2017).
- Na het uitvoeren van een Side scan sonar of gericht onderzoek kan worden bekeken of een optimalisatie van het tracé mogelijk is binnen de aangestelde corridor (micro-rerouten). Zo kunnen delen van het rif ontzien worden, waardoor herstel sneller plaats kan vinden.

De praktische haalbaarheid van deze mitigerende maatregelen is onduidelijk omdat de mogelijkheden van rerouting binnen de corridor afhankelijk is van de ruimte in de corridor in relatie tot de omvang van de riffen en tot de aanwezigheid van andere objecten zoals oorlogsmunitie, schroot en/of objecten met potentiële archeologische waarden.

Rode lijst flora
De groeiplaatsen van Rode lijst flora, met name het hooiland bij Veerse Gatdam, dient vooraf aan de werkzaamheden te worden gemarkeerd, bijvoorbeeld met linten. Hiermee dient voorkomen te worden dat de groeiplaatsen (onbedoeld) beschadigd raken door voertuigen of ander materieel.

7.9 Conclusie

7.9.1 Op zee

Uit de toetsing aan de verbodsbepalingen ten aanzien van beschermde soorten in de Wnb dat, na het nemen van de benodigde mitigerende maatregelen, overtredingen op verbodsbepalingen niet kunnen worden uitgesloten voor de bruinvis. Er is om deze reden een ontheffing nodig voor de verbodsbepaling op bruinvis.

Cumulatieve significante effecten met andere projecten en activiteiten zijn eveneens uitgesloten. De activiteiten kunnen daarom uitgevoerd worden in overeenstemming met de bepalingen van de Wnb.

7.9.2 Op land

Uit de toetsing aan de verbodsbepalingen uit de Wnb ten aanzien van beschermde soorten blijkt dat, na het nemen van de benodigde mitigerende maatregelen, significant negatieve effecten worden uitgesloten voor de rugstreeppad en glad biggenkruid. Er is om deze reden geen ontheffing nodig voor de verbodsbepalingen op de rugstreeppad en glad biggenkruid. Er is voor vogels met jaarrond beschermde nesten wel een ontheffing nodig, omdat er sprake is van aantasting van de verblijfplaats en verstoring van exemplaren. Deze is echter al ontvangen voor het project Net op zee IJmuiden Ver Alpha.

8 Referenties

Aarts, G. (2021). *Memo "Estimated distribution of grey and harbour seals" for KEC 4.0*. Wageningen Marine Research.

Akker van den, S., & Veen van den, L. (2013). *Sound solutions, construction of offshore wind farms without underwater noise*.

Andersen, S. M., Teilmann, J., Dietz, R., Schmidt, N. M., & Miller, L. A. (2012). Behavioural responses of harbour seals to human-induced disturbances. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, *22*(1), 113–121. https://doi.org/10.1002/aqc.1244

Apeldoorn, R. C. Van, & Smit, C. J. (2006). Vuurwerk en natuur. *Alterra Wageningen*, *Alterra-ra*(September).

Arcadis. (2015). *Verdieping Nieuwe Waterweg en Botlek achtergrondstudie vertroebeling door baggeren en slibverspreiding.* (Issue december).

Arcadis. (2018). *Passende Beoordeling Net op Zee Hollandse Kust (Noord) en Hollandse Kust (West Alpha). 079806108 A.4*.

Arcadis. (2019). *Resultaten flora- en faunaonderzoek Sloebos 2019*.

Arcadis. (2020). *Ecoprofiel Sabellaria spinulosa Zandkokerwormriffen op de Bruine Bank*.

Arends, E., Groen, R., Jager, T., Boon, A., & (eds.). (2009). *Passende Beoordeling Wind op Zee*.

Arts, F. A., Hoekstein, M. S. J., Lilipaly, S. J., Van Straalen, K. D., Sluijter, M., & Wolf, P. A. (2019). *Watervogels en zeezoogdieren in de Zoute Delta 2017/2018*.

Arts, F. A., Lilipaly, S., & Strucker, R. C. W. (2016). *Watervogels en zeezoogdieren in de Zoute Delta 2014/2015*. RWS Centrale Informatievoorziening.

Baan, P. J. A., Menke, M. A., Boon, J. G., Bokhorst, M., Schobben, J. H. M., & Haenen, C. P. L. (1998). *Risico Analyse Mariene Systemen (RAM) verstoring door menselijk gebruik* (No. T1660). Rijkwaterstaat.

Baptist, M. J., Tamis, J. E., Borsje, B. W., & Werf, J. J. V. D. (2009). Review of the geomorphological, benthic ecological and biogeomorphological effects of nourishments on the shoreface and surf zone of the Dutch coast. *IMARES C113/08, Deltares Z4582.50*, *January*, 69.

Bat Conservation Trust. (2020). *Surveys*. https://www.bats.org.uk/our-work/national-bat-monitoring-programme/surveys/national-nathusius-pipistrelle-survey

Bellman, M. A., May, A., Wendt, T., Gerlach, S., Remmers, B., & Brinkmann, J. (2020). *Underwater noise during percussive pile driving: Influencing factors on pile-driving noise and technical possibilities to comply with noise mitigation values ERa Report*.

BIJ12. (2017a). *Kennisdocument watervleermuis | Myotis daubentonii*.

BIJ12. (2017b). *Kennisdocument watervleermuis | Myotis daubentonii*.

Bijkerk, R. (1988). *Ontsnappen of begraven blijven*.

Bjerselius, R., Li, W., Teeter, J. H., Seelye, J. G., Johnsen, P. B., Maniak, P. J., Grant, G. C., Polkinghorne, C. N., & Sorensen, P. W. (2000). Direct behavioral evidence that unique bile acids released by larval sea lamprey (*Petromyzon marinus*) function as a migratory pheromone. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, *57*(3), 557–569. https://doi.org/10.1139/f99-290

Blankendaal, V. G., Tamis, J. E., Van Der Wal, J. T., van der Brugh, H., & van Dalfsen, J. A. (2012). *Cumuleo v 2.0: Integratie van andere gebruiksfuncties*.

Bos, O. G., Coolen, J. W. P., & Van Der Wal, J. T. (2019). *Biogene riffen in de Noordzee—Actuele en potentiële verspreiding van rifvormende schelpdieren en wormen* (p. 47). Wageningen Marine Research. https://doi.org/10.18174/494566

Boudewijn, T. J. (2016). Passende Beoordeling zandsuppletie Roggenplaat. Toetsing in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998 en Natuurnetwerk Nederland. *Bureau Waardenburg, Rapport 16-161*.

Bouma, S., Lengkeek, W., & van den Boogaard, B. (2012). *Aanwezigheid en gedrag van zeehonden op de Verklikkerplaat, de Middelplaat en de Hooge Platen*.

Bouma, S., Lengkeek, W., van den Boogaard, B., & Waardenburg, H. W. (2010). *Reageren zeehonden op de Razende Bol op langsvarende baggerschepen? Inclusief reacties op andere menselijke activiteiten.*

Bray, L., Reizopoulou, S., Voukouvalas, E., Soukissian, T., Alomar, C., Vázquez-Luis, M., Deudero, S., Attrill, M., & Hall-Spencer, J. (2016). Expected Effects of Offshore Wind Farms on Mediterranean Marine Life. *Journal of Marine Science and Engineering*, *4*(1), 18. https://doi.org/10.3390/jmse4010018

Broekmeyer, M., Schouwenberg, E., van der Veen, M., Prins, D., & Vos, C. (2006). *Effectenindicator Natura 2000-gebieden, Achtergronden en verantwoording ecologische randvoorwaarden en storende factoren*.

Calle, P., Calle, L., Kranenbarg, J., van der Velder, J. A., Meijer, A. J. M., de Boois, I., Dubbeldam, M., & Jacobusse, C. (2020). Vissen in Zeeland. In *Fauna Zeelandica IX*.

Cattrijsse, A. (1997). *Vissen in troebel water.*

Coates, D. A., Van Hoey, G., Colson, L., Vincx, M., & Vanaverbeke, J. (2015). Rapid macrobenthic recovery after dredging activities in an offshore wind farm in the Belgian part of the North Sea. *Hydrobiologia*, *756*(1), 3–18.

Cutts, N., Phelps, A., & Burdon, D. (2009). *Construction and waterfowl: Defining sensitivity, response, impacts and guidance*.

Dähne, M., Tougaard, J., Carstensen, J., Rose, & Nabe-Nielsen, J. (2017). *Bubble curtains attenuate noise from offshore wind farm construction and reduce temporary habitat loss for harbour porpoises. 580*, 221–237.

de Groot, S. J. (1979a). An assessment of the potential environmental impact of large-scale sand-dredging for the building of artificial islands in the North Sea. *Ocean Management*, *5*(3), 211–232.

de Groot, S. J. (1979b). An assessment of the potential environmental impact of large-scale sand-dredging for the building of artificial islands in the North Sea. *Ocean Management*, *5*(3), 211–232.

de Jong, C., & Binnerts, B. (2018). *Onderwatergeluidberekeningen HKN/HKW (project nummer 060.33115)*.

de Jong, C., & Binnerts, B. (2020). *Bijlage C Onderwatergeluid heien Beta-platform voor windpark Hollandse Kust West, bij Passende Beoordeling Hollandse Kust west Beta*.

de Jong, C., & de Krom, P. (2022). *Onderwatergeluid bij het heien voor het Nederwiek 1 platform*.

De Robertis, A., Ryer, C. H., Veloza, A., & Brodeur, R. D. (2003a). Differential effects of turbidity on prey consumption of piscivorous and planktivorous fish. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, *60*(12), 1517–1526. https://doi.org/10.1139/f03-123

De Robertis, A., Ryer, C. H., Veloza, A., & Brodeur, R. D. (2003b). Differential effects of turbidity on prey consumption of piscivorous and planktivorous fish. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, *60*(12), 1517–1526. https://doi.org/10.1139/f03-123

Didderen, K., & Bouma, S. (2012). *Reacties van zeehonden op baggerschepen. Suppletiewerkzaamheden bij Renesse.*

Dodson, J. J., & Leggett, W. C. (1974). Role of Olfaction and Vision in the Behavior of American Shad (Alosa sapidissima) Homing to the Connecticut R.iver from Long Island Sound. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, *31*(10), 1607–1619.

Duin, van C. F., Jaspers, C. J., Arends, S., Bilt van de, S., & Sain de, M. (2015). *Milieueffectrapport kavelbesluit II windenergiegebied Borssele, Addendum bij het MER, Passende Beoordeling. Projectnummer: 337839, Referentienummer: GM-0156561*.

Duke Engineering & Services. (2001). *BIJLAGE A EFFECTEN VAN ELEKTROMAGNETISCHE VELDEN*.

Dunn, R. E., Wanless, S., Green, J. A., Harris, M. P., & Daunt, F. (2019). Effects of body size, sex, parental care and moult strategies on auk diving behaviour outside the breeding season. *Journal of Avian Biology*, *50*(7), 1–14. https://doi.org/10.1111/jav.02012

Ecomare.nl. (2017). *Dolfijnen*. https://www.ecomare.nl/verdiep/leesvoer/dieren/dolfijnen/

EMODnet. (n.d.). *EMODnet DTM for European sea regions*.

Engelmoer, M., & Altenburg, W. (1999). *Vogels binnendijks: De waarden van de cultuurgronden in het Nederlandse waddengebied voor vogels*.

Essink, K. (1993). *Ecologische effecten van baggeren en storten van baggerspecie in het Eems—Dollard estuarium en de Waddenzee: Eindrapport van het project Baghwad*3.*

Fijn, R. C., Arts, F. A., de Jong, J. W., Beuker, E. L., Bravo Rebolledo, Engels, B. W. R., Hoekstein, M., & Jonkvorst, R.-J. (2019). *Verspreiding en abundantie van zeevogels en zeezoogdieren op het Nederlands Continentaal Plat in 2018-2019*. 135.

Fijn, R. C., van Bemmelen, R. S. A., de Jong, J. W., Arts, F. A., Beuker, D., Bravo Rebolledo, E. L., Engels, B. W. R., Hoekstein, M., Jonkvorst, R.-J., Lilipaly, S., Sluijter, M., Van Straalen, K. D., & Wolf, P. A. (2020a). *Verspreiding en abundantie van zeevogels en zeezoogdieren op het Nederlands Continentaal Plat in 2019-2020* (p. 135). http://publicaties.minienm.nl/documenten/verspreiding-en-abundantie-van-zeevogels-en-zeezoogdieren-op-het-nederlands-continentaal-plat-2017-2018

Fijn, R. C., van Bemmelen, R. S. A., de Jong, J. W., Arts, F. A., Beuker, D., Bravo Rebolledo, E. L., Engels, B. W. R., Hoekstein, M., Jonkvorst, R.-J., Lilipaly, S., Sluijter, M., Van Straalen, K. D., & Wolf, P. A. (2020b). *Verspreiding en abundantie van zeevogels en zeezoogdieren op het Nederlands Continentaal Plat in 2019-2020*.

Fijn, RSA van Bemmelen, JW de Jong, FA Arts, D Beuker, EL Bravo Rebolledo, & PA Wolf. (2022). *Verspreiding, abundantie en trends van zeevogels en zeezoogdieren op het Nederlands Continentaal Plat in 2020-2021* (No. 21–281). Bureau Waardenburg.

Foppen, R. P. B., & Roodbergen, M. (2020). *Vogels en verstoringsbronnen in de Rotterdamse Haven Handreiking voor een beoordelingskader*. Sovon.

Found, C., Webb, S. M., & Boyce, M. S. (2008). Selection of lake habitats by waterbirds in the boreal transition zone of northeastern Alberta. *Canadian Journal of Zoology-Revue Canadienne De Zoologie*, *86*(4), 277–285.

Garcia, S., Álvarex, J., Perry, A. L., Blanco, J., Maaholm, D. J., & Aguilar, R. (2019). *Protectign the North Sea: Brown Bank* (p. 64). OCEANA.

Garniel, A. D., W.D., Mierwald, U., & Ojowski, U. (2007). *Vögel und Verkehrslärm*.

Geelhoed, Janinhoff, N., Lagerveld, S., & Verdaat, J. P. (2020). Marine mammal surveys in Dutch North Sea waters in 2019. *Wageningen University & Research Report C016/20*, *February*, 23.

Geelhoed, S. C. V., & Swaan, A. H. (2002). *Ruiende Bergeenden in de Westerschelde*. 43.

Geelhoed, & Scheidat, M. (2018). *Abundance of harbour porpoises (Phocoena phocoena) on the Dutch Continental Shelf, aerial surveys 2012-2017*. *61*, 127–136.

Gill, A. B. (2015). *Effects of electromagnetic fields (EMF) on marine animals*.

Gill, A. B., Gloyne-Philips, I., Kimber, J., & Sigray, P. (2014). Marine Renewable Energy, Electromagnetic (EM) Fields and EM-Sensitive Animals. In M. A. Shields & A. I. L. Payne (Eds.), *Marine Renewable Energy Technology and Environmental Interactions* (pp. 61–79). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-017-8002-5_6

Gilles, A., Ramirez-Martinez, N., Nachtsheim, D., & Siebert, U. (2020). *Update of distribution maps of harbour porpoises in the North Sea*.

Goverse, E. (2018). *Monitoring trekvissen in het Noordzeekanaal en ommelanden met kruisnet door vrijwilligers in 2018. Stichting RAVON i.o.v. Samenwerkingsverband Ecologische Verbindingszone Noordzeekanaal en Ommelanden.*

Harrison, R., Bianconi, F., Harvey, R., & Wang, W. (2011, September 1). *A Texture Analysis Approach to Identifying Sabellaria Spinulosa Colonies in Sidescan Sonar Imagery*. Proceedings - 2011 Irish Machine Vision and Image Processing Conference, IMVIP 2011. https://doi.org/10.1109/IMVIP.2011.19

Harvey, M., Gauthier, D., & Munro, J. (1998). Temporal changes in the composition and abundance of the macro-benthic invertebrate communities at dredged material disposal sites in the anse à Beaufils, baie des Chaleurs, eastern Canada. *Marine Pollution Bulletin*, *36*(1), 41–55.

Haskoning. (2007). *Habitattoets, passende beoordeling en uitwerking adc-criteria. 9S0134.A0/Nbwet/R0019/PVV/Rott1*.

Hawkins, A. D., Pembroke, A. E., & Popper, A. N. (2015). Information gaps in understanding the effects of noise on fishes and invertebrates. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, *25*, 39–64.

Hawkins, A. D., & Popper, A. N. (2014). Asessing the impact of underwater sounds on fishes and other forms of marine life. *Acoustics Today*.

Hawkins, A. D., & Popper, A. N. (2017). A sound approach to assessing the impact of underwater noise on marine fishes and invertebrates. *ICES Journal of Marine Science*, *74*(3), 635–651.

Heinis, F., De Jong, C. A. F., & von Benda-Beckmann, A. M. (2022). *Framework for assessing Ecological and cumulative effects 2021 (KEC 4.0)—Marine mammals*.

Hoekstein, M. S. J., Arts, F. A., Lilipaly, S. J., Straalen, K. D. van, Sluijter, M., & Wolf, P. A. (2020). Watervogels en zeezoogdieren in de Zoute Delta 2018/ 2019. *Deltamilieu Projecten*, 240.

Hoekstein, M. S. J., Arts, F. A., Lilipaly, S. J., van Straalen, K. D., Sluijter, M., & Wolf, P. A. (2020). Watervogels en zeezoogdieren in de Zoute Delta 2018/ 2019. *Deltamilieu Projecten*, 240.

Hoekstein, M. S. J., Arts, F. A., Lilipaly, S. J., Van Straalen, K. D., Sluijter, M., & Wolf, P. A. (2020). *Watervogels en zeezoogdieren in de Zoute Delta 2018/2019*. Deltamilieu Projecten.

Hoekstein, M. S. J., Janse, W., Sluijter, M., & Van Straalen, K. D. (2023). *Watervogels en zeehonden in de Zoute Delta in 2021/2022*. Deltamilieu Projecten.

Hoekstein, M. S. J., Sluijter, M., & van Straalen, K. D. (2022). *Watervogels en zeezoogdieren in de Zoute Delta 2020/2021*. 135.

Hutchison, Z., Sigray, P., He, H., Gill, A., King, J., & Gibson, C. (2018). *Electromagnetic Field (EMF) Impacts on Elasmobranch (shark, rays, and skates) and American Lobster Movement and Migration from Direct Current Cables*. *OCS Study BOEM 2018-003*, 254.

Keefer, M. L., Caudill, C. C., Peery, C. A., & Moser, M. L. (2013). Context-dependent diel behavior of upstream-migrating anadromous fishes. *Environmental Biology of Fishes*, *96*(6), 691–700.

Kirschvink, J. L. (1990). Geomagnetic sensitivity in cetaceans: An update with live stranding records in the United States. In J. A. Thomas & R. A. Kastelein (Eds.), *Sensory Abilities of Cetaceans: Laboratory and Field Evidence* (pp. 639–649).

Kirschvink, J. L., Dizon, A. E., & Westphal, J. A. (1986). Evidence from Strandings for Geomagnetic Sensitivity in Cetaceans. *Journal of Experimental Biology*, *120*, 1–24.

Kjelland, M. E., Woodley, C. M., Swannack, T. M., & Smith, D. L. (2015). A review of the potential effects of suspended sediment on fishes: Potential dredging-related physiological, behavioral, and transgenerational implications. *Environment Systems and Decisions*, *35*(3), 334–350. https://doi.org/10.1007/s10669-015-9557-2

Kottelat, M., & Freyhof, J. (2007). *Handbook of European freshwater fishes*. Publications Kottelat.

Krijgsveld, K. L., Klaassen, B., & J van der Winden. (2022). *Verstoring van vogels door recreatie. Literatuurstudie van verstoringsgevoeligheid en overzicht van maatregelen. Deel 1 hoofdrapport & deel 2 soortbesprekingen.*

Krijgsveld, K. L., Smits, R. R., & Winden, J. Van Der. (2008). *Verstoringsgevoeligheid van vogels. Update literatuurstudie naar de reacties van vogels op recreatie.*

Kruijt, D. B., Duijts, O., Japink, M., & Middelveld, R. P. (2020). *Macrozoöbenthosbemonstering in de Zoute Rijkswateren, Hoofdrapport, MWTL 2019*.

Ladich, F., & Fay, R. R. (2013). Auditory evoked potential audiometry in fish. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, *23*(3), 317–364. https://doi.org/10.1007/s11160-012-9297-z

Lagerveld, S., Gerla, D., Tjalling Van Der Wal, J., De Vries, P., Brabant, R., Stienen, E., Deneudt, K., Manshanden, J., & Scholl, M. (2017). *Spatial and temporal occurrence of bats in the southern North Sea area*. Wageningen Marine Research.

Leopold, M. F. (2017). *Seabirds? What seabirds? An exploratory study into the origin of seabirds visiting the SE North Sea and their survival bottlenecks*. https://doi.org/10.18174/416194

Leopold, M. F., & van Der Wal, T. J. (2015). *Kwalificerende en niet-kwalificerende vogelsoorten in het gebied "Bruine Bank."* www.imares.wur.nl

Lilipaly, S. J., & Sluijter, M. S. J. (2021). *Kustbroedvogels in het Deltagebied in 2020* (p. 104).

Longcore, T., & Rich, C. (2004). Ecological light pollution. *Frontiers in Ecology and the Environment*, *2*(4), 191–198. https://doi.org/10.1890/1540-9295(2004)002[0191:ELP]2.0.CO;2

Maes, J., & Ollevier, F. P. (2005). *Impact van baggeractiviteiten in de Beneden-Zeeschelde op de ecologie van de rivierprik*.

Maes, J., Stevens, M., & Breine, J. (2007). Modelling the migration opportunities of diadromous fish species along a gradient of dissolved oxygen concentration in a European tidal watershed. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, *75*(1), 151–162. https://doi.org/10.1016/j.ecss.2007.03.036

Maes, J., Stevens, M., & Breine, J. (2008). Poor water quality constrains the distribution and movements of twaite shad Alosa fallax fallax (Lacépède, 1803) in the watershed of river Scheldt. *Hydrobiologia*, *602*(1), 129–143.

Maes, J., Taillieu, A., Van Damme, P. A., Cottenie, K., & Ollevier, F. (1998a). Seasonal Patterns in the Fish and Crustacean Community of a Turbid Temperate Estuary (Zeeschelde Estuary, Belgium). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, *47*(2), 143–151.

Maes, J., Taillieu, A., Van Damme, P. A., Cottenie, K., & Ollevier, F. (1998b). Seasonal Patterns in the Fish and Crustacean Community of a Turbid Temperate Estuary (Zeeschelde Estuary, Belgium). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, *47*(2), 143–151.

Maitland, P. S., & Hatton-Ellis, T. W. (2003). Ecology of the Allis and Twaite Shad. Conserving Natura. 2000. *Rivers, Ecology Series*, *3*.

Meißner, K., Schabelon, H., Bellebaum, J., & Sordyl, H. (2006). *Impacts of submarine cables on the marine environment—A literature review -*.

Ministerie van Economische Zaken. (2014a). *Profielschets Bruinvis (Phocoena phocoena) H1351*.

Ministerie van Economische Zaken. (2014b). *Profielschets Gewone zeehond (Phoca vitulina) H1365*.

Ministerie van Economische Zaken. (2014c). *Profielschets Grijze zeehond (Halichoerus grypus) H1364*.

Ministerie van Infrastructuur & Milieu & Rijkswaterstaat. (2016). *Natura 2000 Voordelta, beheerplan* (p. 155).

Ministerie van Infrastructuur en Milieu, & Rijkswaterstaat. (2016). *Natura 2000 Deltawateren*. 1–107.

Ministerie van LNV. (2008a). *Bontbekplevier (Charadrius hiaticula) A137* (pp. 1–8).

Ministerie van LNV. (2008b). *Kleine mantelmeeuw (Larus graellsii) 22 A183* (pp. 1–4).

Ministerie van LNV. (2008c). *Profielen Vogels, Aalscholver (Phalacrocorax carbo) A017*.

Ministerie van LNV. (2008d). *Profielen Vogels, Fuut (Podiceps cristatus) A005*.

Ministerie van LNV. (2008e). *Profielen Vogels, Middelste zaagbek (Mergus serrator) A069*.

Ministerie van LNV. (2008f). *Roodkeelduiker (Gavia stellata) A001*.

Ministerie van LNV. (2008g). *Zwarte zee-eend (Melanitta nigra) A065* (pp. 1–4).

Mitson, R. B. (1995). Underwater noise of research vessels Review and Recommendations. *ICES Cooperative Research Report*, *209*, 61.

Molenaar, J. G. (2003). *Lichtbelasting. Overzicht van de effecten op mens en dier*. Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte. Alterra rapport 778.

Molenaar, J. G., Jonkers, D. A., & Sanders, M. E. (2000). *Lokale invloed van wegverlichting op een gruttopopulatie*.

Müller, C., Usbeck, R., & Miesner, F. (2016). Temperatures in shallow marine sediments: Influence of thermal properties, seasonal forcing, and man-made heat sources. *Applied Thermal Engineering*, *108*, 20–29. https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2016.07.105

Noordzeeloket. (2017). Vleermuizen. In *Wind op Zee Ecologisch Programma*.

Normandeau, E., Tricas, T., & Gill, A. (2011). Effects of EMFs from undersea power cables on elasmobranchs and other marine species. *US Dept. of the Interior, Bureau of Ocean Energy*

Management, Regulation, and Enforcement, Pacific OCS Region, Camarillo, CA. OCS Study BOEMRE, *9*.

Otremba, Z., Jakubowska, M., Urban-Malinga, B., & Andrulewicz, E. (2019). Oceanological and Hydrobiological Studies Potential ee ects of electrical energy transmission-the case study from the Polish Marine Areas (southern Baltic Sea). *International Journal of Oceanbiography*. https://doi.org/10.1515/ohs-2019-0018

Overlegorgaan Fysieke Leefomgeving. (2020). *Het Akkoord voor de Noordzee* (p. 58).

Parsley, M. J., Popoff, N. D., & Romine, J. G. (2011). Short-Term Response of Subadult White Sturgeon to Hopper Dredge Disposal Operations. *North American Journal of Fisheries Management*, *31*(1), 1–11.

Passende beoordeling bestemmingsplannen Sloegebied. (2016). Arcadis.

Pearce, B. (2017). *THE ECOLOGY OF SABELLARIA SPINULOSA REEFS*. University of Plymouth in collaboration with Marine Ecological Surveys Limited and Plymouth Marine Laboratory.

Popper, A. N., & Hastings, M. C. (2009). The effects of anthropogenic sources of sound on fishes. *Journal of Fish Biology*, *75*(3).

Prins, T., Van der Meer, J., & Herman, P. (2020). Eindrapportage monitoring—En onderzoeksprogramma Natuurcompensatie Voordelta (PMR-NCV). *Wageningen University & Research Rapport C053/20 Deltares:1230156-001-ZKS- 0001*.

RAVON. (2021). *Atlantische steur*. https://www.ravon.nl/Soorten/Soortinformatie/europese-steur

RAVON. (2023). *Houting*. https://www.ravon.nl/Soorten/Soortinformatie/noordzeehouting

Reijnen, R., Foppen, R., & Veenbaas, G. (1997). Disturbance by traffic of breeding birds: Evaluation of the effect and considerations in planning and managing road corridors. *Biodiversity & Conservation 1997 6:4*, *6*(4), 567–581. https://doi.org/10.1023/A:1018385312751

Reimerink, J., Van Hooff, A., & Lemmers, L. (2017). *Vliegveld Twente: Vleermuizen en festivals*.

Riegman, R. (2014). *Schatting van de primaire productie in de Waddenzee in de laatste drie decennia*.

Rijkswaterstaat Dienst Zeeland. (2009). *Recreatievaart in het Veerse Meer—Verkenning kansen voor verbetering door werk met werk te maken*.

Rozemeijer, M. J. C., de Kok, J., de Ronde, J. G., Kabuta, S., Marx, S., & van Berkel, G. (2013). *Het Monitoring en Evaluatie Programma Zandwinning RWS LaMER 2007 en 2008-2012: Overzicht, resultaten en evaluatie*.

Rozemeijer, M. J. C., & Smith, S. (2017). *Deskstudie naar de mogelijke effecten van sedimentatie bij overvloei door zandwinning op macrobenthos nabij de-20 m diepte*. Wageningen Marine Research.

RPS. (2018). *Review of Effects of Construction Noise on Birds in SSSI near springs Road Exploratory Wellsite Quality Management.* RPS.

Rugvin. (2020). *Monitoringsresultaten Noordzee*.

Sierdsema, H., & Foppen, R. (2014). *Inschatting verstorende invloed werkparken ADT op vogels*.

Skóra, M., Sapota, M., Skóra, K., & Pawelec, A. (2012). Diet of the twaite shad Alosa fallax (Lacépède, 1803) (Clupeidae) in the Gulf of Gdansk, the Baltic Sea. *Oceanological and Hydrobiological Studies*, *41*(3), 24–32.

Smit, C. J., Brasseur, S. M. J. M., & Ens, B. J. (2007). *Effecten van schietoefeningen vanaf Fort Erfprins op natuurwaarden in het zeegat van Texel. Een inventarisatie van bestaande kennis en een voorstudie voor nader onderzoek*. *november*, 1–49.

Snoek, R., de Swart, R., Didderen, K., Lengkeek, W., & Teunis, M. (2016). *Potential effects of electromagnetic fields in the Dutch North Sea Phase 1: Desk study client Reference*. 95.

Southall, E. B. L., Finneran, J. J., Reichmuth, C., Nachtigall, P. E., Ketten, D. R., Bowles, A. E., Ellison, W. T., Nowacek, D. P., & Tyack, P. L. (2019). Marine mammal noise exposure criteria: Updated scientific recommendations for residual hearing effects. *Aquatic Mammals*, *45*(2), 125–232. https://doi.org/10.1578/AM.45.2.2019.125

Sovon. (2021a). *Bontbekplevier*. https://www.sovon.nl/nl/soort/4700

Sovon. (2021b). *Roodkeelduiker*. https://stats.sovon.nl/stats/soort/20

Sovon. (2021c). *Wulp*. https://stats.sovon.nl/stats/soort/5410

Sovon. (2023). *Grauwe Gans (Anser anser)*.

Stichting de Noordzee. (2018). *Verloren geachte riffen herontdekt—Stichting De Noordzee*. https://www.noordzee.nl/verloren-geachte-riffen-herontdekt/

Sweco. (2017). *Winning suppletiezand Noordzee 2018 t/m 2027: Milieueffectrapportage*.

Taormina, B., Bald, J., Want, A., Thouzeau, G., Lejart, M., Desroy, N., & Carlier, A. (2018). A review of potential impacts of submarine power cables on the marine environment: Knowledge gaps, reccomendations and future directions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *96*, 380–391.

Tauw. (2021). *Borgingsdocument Natuur Strand- en onderwatersuppletie Maasvlakte II*.

Teilmann, J., Carstensen, J., & Skov, H. (2002). Monitoring effects of offshore windfarms on harbour porpoises using PODs (porpoise detectors) Technical report. *Review Literature And Arts Of The Americas*, *February*.

Troost, K., van Asch, M., Brummelhuis, E., van den Ende, D., van Es, Y., Perdon, K. J., van der Pool, J., van Zweeden, C., & van Zwol, J. (2021). *Schelpdierbestanden in de Nederlandse kustzone, Waddenzee en zoute deltawateren in 2020*.

Troost, K., Van Asch, M., Van den Ende, D., van Es, Y., Perdon, K. J., Van Der Pool, J., Suykerbuyk, W., Van Zweeden, C., & Van Zwol, J. (2022). *Schelpdierbestanden in de Nederlandse Kustzone, Waddenzee en zoute deltawateren in 2021*. Centrum voor Visserijonderzoek (CVO).

UNEP/GRID-Arendal. (2011). *Nathusius'Pipistrelle distribution and migration*.

van Bemmelen, R. S. A., Arts, F., & Leopold, M. F. (2013). *Alken en Zeekoeten op het Friese Front*. Imares. www.imares.wur.nl

van Bemmelen, R. S. A., De Jong, J. W., Arts, F. A., Beuker, D., Engels, B. W. R., Hoekstein, M. S. J., van der Horst, Y., Kuiper, K., Leemans, J., Sluijter, M., Van Straalen, K. D., Wolf, P. A., & Fijn, R. C. (2022). *Verspreiding, abundantie en trend van zeevogels en zeezoogdieren op het Nenderlands Continentaal Plat in 2021-2022*. Waardeburg Ecology.

van Bemmelen, R. S. A., Leopold, M. F., & Bos, O. G. (2012). *Vogelwaarden van de Bruine Bank*.

van der Pool, J., Troost, K., van Asch, M., van Zweeden, C., van Zwol, J., & van den Ende, D. (2020). *Schelpdieren in het Veerse Meer en Grevelingenmeer in 2019*.

van der Reijden, K. J., Koop, L., O'Flynn, S., Garcia, S., Bos, O., van Sluis, C., Maaholm, D. J., Herman, P. M. J., Simons, D. G., Olff, H., Ysebaert, T., Snellen, M., Govers, L. L., Rijnsdorp, A. D., & Aguilar, R. (2019). Discovery of Sabellaria spinulosa reefs in an intensively fished area of the Dutch Continental Shelf, North Sea. *Journal of Sea Research*, *144*, 85–94. https://doi.org/10.1016/j.seares.2018.11.008

van Essen, M. (2020). *IJmuiden Ver: Magneetvelden zeekabel. D10021347*.

van Essen, M. (2021a). *IJMUIDEN VER A + B : Magneetvelden AC- en DC-zeekabels*.

van Essen, M. (2021b). *IJmuiden Ver Magneetvelden Zeekabel, 2*2-configuratie*.

van Essen, M. (2021c). *IJmuiden Ver Magneetvelden Zeekabel, 2*2-configuratie*. https://www.tennet.eu/nl/ons-hoogspanningsnet/net-op-zee-projecten-nl/net-op-zee-ijmuiden-ver-alpha/

Vanagt, T., van de Moortel, L., & Faasse, M. (2013). *Development of hard substrate fauna in the Princess Amalia Wind Farm: Monitoring 3.5 years after construction*. http://content.presspage.com/uploads/566/2011036ecoastreporthardsubstratepawpfinal.pdf

Verdaat, H. J. P. (2006). *Gebiedsgebruik, gedrag en verstoring van Roodkeelduikers (Gavia stellata) in de Voordelta*.

Virkkala, R. (2016). Variation in population trends and spatial dynamics of waterbirds in a boreal lake complex. *Ornis Fennica*, *94*(4), 197–211.

Vogelbescherming. (2022). *Fuut, Great Crested Grebe, Podiceps cristatus—Futen (Podicipedidae)*. https://www.vogelbescherming.nl/ontdek-vogels/kennis-over-vogels/vogelgids/vogel/fuut

Voslamber, B. (2010). *Pilotstudie Grauwe Ganzen (Anser anser) De Deelen, 2007-2009. Onderzoek naar het uitrasteren van een broedpopulatie Grauwe Ganzen met als doel de populatie te beperken en landbouwschade te verminderen. SOVON-onderzoeksrapport 2010/02*.

Waarneming.nl. (2023a). *Bultrug—Megaptera novaeangliae*. https://waarneming.nl/soort/view/1389?from=2015-04-12&to=2018-04-12&method=0&rar=0&show_zero=0&species=soort+1389&prov=0&maand=0&os=0&prov_wg=0&rows=20&references=0&waardplant=0&poly=1&hide_hidden=1&global_tag=0&only_approved=0&page=15

Waarneming.nl. (2023b). *Gewone Dolfijn—Delphinus delphis*. https://waarneming.nl/soort/view/1375

Waterproof Marine Consultancy & Services BV. (2020). *EMF measurements NorNed DC cable*.

Website NDFF. (2020a). *Nationale Databank Flora en Fauna*. https://www.ndff.nl/

Website NDFF. (2020b). *Nationale Databank Flora en Fauna*.

Website NDFF. (2020c). *Nationale Databank Flora en Fauna*. https://www.ndff.nl/

Werkgroep Monitoring Noordzeekanaal. (2017). *Monitoring trekvissen in het Noordzeekanaal en ommelanden met kruisnet door vrijwilligers in 2017. Monitoring van diadrome vissen met focus op intrekkende glasaal en driedoornige stekelbaars. Samenwerkingsverband Ecologische Verbindingszone Noordzeekanaal*.

Westerberg, H., & Lagenfelt, I. (2008). Sub-sea power cables and the migration behaviour of the European eel. *Fisheries Management and Ecology*, *15*(5–6), 369–375. https://doi.org/10.1111/j.1365-2400.2008.00630.x

Wilber, D. H., & Clarke, D. G. (2001a). Biological Effects of Suspended Sediments: A Review of Suspended Sediment Impacts on Fish and Shellfish with Relation to Dredging Activities in Estuaries. *North American Journal of Fisheries Management*, *21*(4), 855–875. https://doi.org/10.1577/1548-8675(2001)021<0855:BEOSSA>2.0.CO;2

Wilber, D. H., & Clarke, D. G. (2001b). Biological Effects of Suspended Sediments: A Review of Suspended Sediment Impacts on Fish and Shellfish with Relation to Dredging Activities in Estuaries. *North American Journal of Fisheries Management*, *21*(4), 855–875. https://doi.org/10.1577/1548-8675(2001)021<0855:BEOSSA>2.0.CO;2

Winter, H. V., Mulder, I. M., & Tangelder, M. (2021). *Vismigratie in de Zuidwestelijke Delta*.

Witbaard, R., Duineveld, G., & Bergman, M. J. N. (2013). *The final report on the growth and dynamics of Enis directus in the near coastal zone off Egmond, in relation to environmental conditions in 2011-2012*. 79.

Witbaard, R., & Kamermans, P. (2010). *De bruikbaarheid van de klepstandmonitor op Ensis directus ten behoeve van de monitoring van aan zandwinning gerelateerde effecten*. 1–44.

Zamon, J. E., Phillips, E. M., & Guy, T. J. (2014). Marine bird aggregations associated with the tidally-driven plume and plume fronts of the Columbia River. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, *107*, 85–95. https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2013.03.031

COLOFON

Net op zee Nederwiek 1

Datum
05-07-2023

Status
Definitief

Pondera Consult B.V.
Postbus 919
6800 AX Arnhem
Nederland
+31 (0)88 7663 372

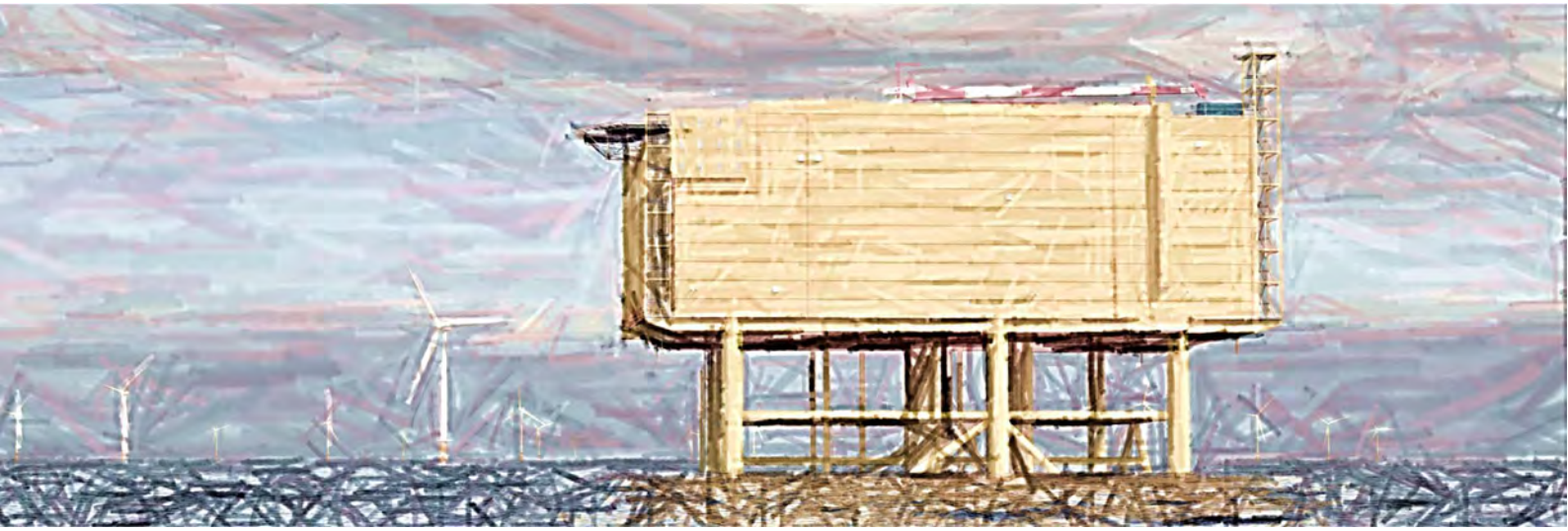
www.ponderaconsult.com

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland
+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com

Net op zee Nederwiek 1

Bijlage VII-C Watertoets



Datum: 4-10-2023
Versienummer: 3.0
Status: Definitief

In opdracht van:

Inhoudsopgave

1 Inleiding Watertoets 1
1.1 Algemene toetsingen 1
1.2 Doelstelling Watertoets 1
1.3 Leeswijzer 1
2 Afbakening 3
2.1 Inleiding 3
2.2 Vertroebeling 3
2.2.1 Op zee 4
2.2.2 Veerse Meer 7
2.3 Sedimentatie 8
2.3.1 Op zee 9
2.3.2 Veerse Meer 10
2.4 Verstoring als gevolg van continu onderwatergeluid 11
2.5 Verstoring als gevolg van impuls onderwatergeluid 12
2.6 Bovenwaterverstoring op zee 17
2.6.1 Geluid en visuele storing 17
2.6.2 Verstoring door licht 20
2.7 Habitataantasting 21
2.7.1 Habitataantasting op zee 21
2.7.2 Habitataantasting in het Veerse Meer 22
2.8 Elektromagnetische velden 22
2.8.1 Elektromagnetische velden op zee en het Veerse Meer 23
2.9 Verontreiniging 25
2.9.1 Bronnen van verontreiniging 25
2.9.2 Verontreiniging tijdens de aanleg 26
2.9.3 Verontreiniging tijdens de gebruiksfase 27
2.10 Warmteontwikkeling 28
2.11 Samenvatting reikwijdte activiteiten en bepaling studiegebied 28
3 Kaderrichtlijn Mariene Strategie 31
3.1 Wet- en regelgeving 31
3.1.1 Inleiding 31
3.1.2 D1. Biologische diversiteit 32
3.1.3 D2. Niet-inheemse soorten (exoten) 33

3.1.4 D3. Commerciële vis, schaal- en schelpdieren 34
3.1.5 D4. Voedselwebben 34
3.1.6 D5. Eutrofiëring 35
3.1.7 D6. Integriteit van de zeebodem 35
3.1.8 D7. Hydrografische eigenschappen 36
3.1.9 D8. Vervuilende stoffen 36
3.1.10 D9. Vervuilende stoffen in visproducten 37
3.1.11 D10. Zwerfvuil 37
3.1.12 D11. Toevoer aan energie, waaronder onderwatergeluid 38
3.2 Effectbepaling 39
3.2.1 Inleiding 39
3.2.2 Vertroebeling 40
3.2.3 Sedimentatie 49
3.2.4 Verstoring door continue onderwatergeluid 51
3.2.5 Verstoring door impuls onderwatergeluid 51
3.2.6 Bovenwaterverstoring door geluid, optiek en licht 54
3.2.7 Habitataantasting en habitatverandering 61
3.2.8 Opwerveling van historische verontreiniging op zee 64
3.2.9 Elektromagnetische velden 68
3.3 Toetsing KRM 72
3.3.1 Inleiding 72
3.3.2 D1. Biologische diversiteit 72
3.3.3 D2. Niet-inheemse soorten 74
3.3.4 D3. Commerciële vis, schaal- en schelpdieren 74
3.3.5 D4. Voedselwebben 75
3.3.6 D5. Eutrofiëring 75
3.3.7 D6. Integriteit van de zeebodem 75
3.3.8 D7. Hydrografische eigenschappen 75
3.3.9 D8. Vervuilende stoffen 75
3.3.10 D9. Vervuilende stoffen in visproducten 76
3.3.11 D10. Zwerfvuil 76
3.3.12 D11. Toevoer aan energie, waaronder onderwatergeluid 76
3.4 Conclusie 76
4 Kaderrichtlijn Water 77
4.1 Wet- en regelgeving 77
4.1.1 Inleiding 77

4.1.2 Chemische kwaliteit 78
4.1.3 Ecologische kwaliteit 79
4.2 KRW-waterlichamen 80
4.2.1 Betrokken KRW-waterlichamen 80
4.2.2 Huidige toestand KRW-waterlichamen 81
4.2.3 Samenvatting 87
4.3 Effectbepaling 88
4.3.1 Inleiding 88
4.3.2 Vertroebeling 88
4.3.3 Sedimentatie 98
4.3.4 Verstoring als gevolg van continu onderwatergeluid 99
4.3.5 Habitataantasting 100
4.3.6 Elektromagnetische velden 103
4.3.7 Verontreiniging 105
4.3.8 Combinatie van gevolgen 108
4.4 Cumulatie 110
4.4.1 Toelichting 110
4.4.2 Projecten meegenomen in cumulatie-toets 111
4.4.3 Vertroebeling 114
4.4.4 Sedimentatie 121
4.4.5 Continu-onderwatergeluid 122
4.4.6 Habitataantasting 122
4.4.7 Elektromagnetische velden 123
4.4.8 Verontreiniging 124
4.5 Toetsing KRW 126
4.5.1 Inleiding 126
4.5.2 Toetsingskader deel 1 128
4.5.3 Toetsingskader deel 3 128
4.5.4 KRW-waterlichaam Zeeuwse kust (kustwater) 128
4.5.5 KRW-waterlichaam Veerse Meer 129
4.6 Conclusie 131
5 Referenties 132
6 Aanvullende figuren: Concentratieverloop per gemodelleerde stof 146
Colofon 150

1 Inleiding Watertoets

Net op zee Nederwiek 1 is de ondergrondse hoogspanningsverbinding vanuit het zuidelijke deel van windenergiegebied Nederwiek naar het vasteland. In het kader van de realisatie en het gebruik van Net op zee Nederwiek 1 worden tal van onderzoeken uitgevoerd, onder meer ten aanzien van (beschermde) natuur. Dit wordt verder toegelicht in onderstaande paragraaf.

1.1 Algemene toetsingen

De voorgenomen activiteit wordt aan de volgende wettelijke kaders getoetst.

- Wet natuurbescherming, onderdeel gebiedsbescherming (Passende Beoordeling);
- Wet natuurbescherming, onderdeel soortenbescherming(Soortenbeschermingstoets);
- Waterwet, Kaderrichtlijn Mariene Strategie en Kaderrichtlijn Water (Watertoets), dit rapport;
- Natuurnetwerk Nederland (toetsing NNN).

De voorgenoemde rapporten/toetsen bestaan uit een:

- Deel A: met daarin de algemene beschrijving van het project. Dit deel is voor de verschillende toetsen identiek;
- Deel B: toets aan het betreffende wettelijke kader.

De onderliggende toets betreft het deel B van de toets aan de Waterwet, Kaderrichtlijn Mariene Strategie en de Kaderrichtlijn Water, gezamenlijk de Watertoets genoemd.

1.2 Doelstelling Watertoets

Aangezien onderdelen van het project in grotere wateren worden aangelegd en op land invloed kan ontstaan op het grondwater is op voorhand niet vast te stellen of de aanleg en het gebruik van Net op zee Nederwiek 1 geen negatieve effecten heeft op de ecologie en milieudoelstellingen van de wateren waarin dit project wordt aangelegd. Het voorliggende rapport betreft daarmee een toetsing van de voorgenomen activiteiten (beschreven in Hoofdstuk 2 van deel A) aan de beleidskaders van de Kaderrichtlijn Water (KRW) en de Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM) (de Watertoets).

1.3 Leeswijzer

De Watertoets is opgebouwd uit een deel A en een deel B. Deel A is een apart document met daarin de aanleiding (Hoofdstuk 1) en activiteitenbeschrijving (Hoofdstuk 2) van het Net op zee Nederwiek 1. Deel B van de Watertoets is voorliggend document.

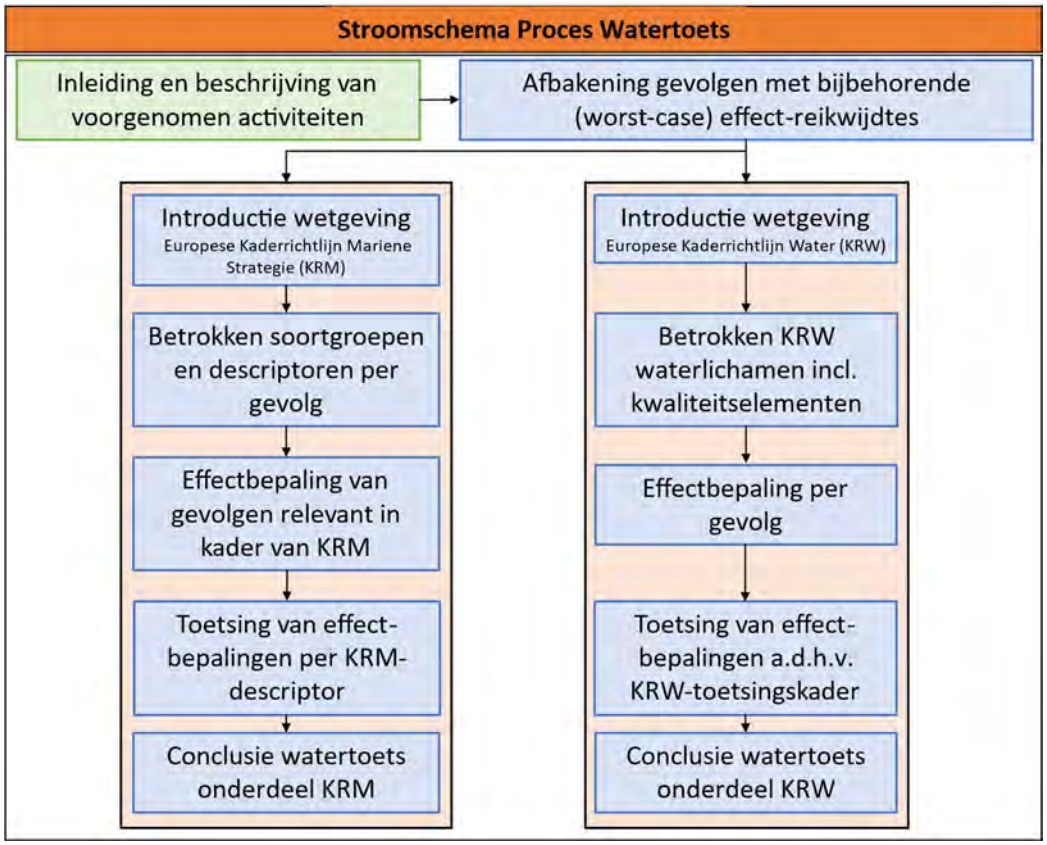
In deel B van de Watertoets vindt in Hoofdstuk 2 de afbakening plaats van de gevolgen met bijbehorende worst-case effect-reikwijdtes, waarbij aan de hand van effectketens bepaald wordt welke effecten relevant zijn en nader onderzocht moeten worden. Hierna wordt ieder beleidskader (KRM en KRW) per hoofdstuk behandeld. Zo wordt in:

- Hoofdstuk 3 getoetst aan de Kaderrichtlijn Mariene Strategie. In paragraaf 3.1 wordt een toelichting gegeven op het wettelijk kader van de KRM, waarna in paragraaf 3.2 de effectbepaling voor de in het kader van de KRM relevante kwaliteitskenmerken wordt

gedaan. In paragraaf 3.3 zijn de effecten getoetst aan het wettelijk kader en in paragraaf 3.4 is de conclusie opgesteld.
- Hoofdstuk 4 getoetst aan de Kaderrichtlijn Water. In paragraaf 4.1 wordt een toelichting gegeven op het wettelijk kader van de KRW, waarna in paragraaf 4.2 een opsomming van de betrokken KRW-waterlichamen wordt gegeven. In paragraaf 4.3 wordt de effectbepaling voor de KRW gedaan en in paragraaf 4.5 zijn de effecten getoetst aan het wettelijk kader. Paragraaf 4.6 bevat de conclusie.

In deze Watertoets wordt de volgende terminologie gebruikt:
- Activiteit: de activiteit die wordt uitgevoerd, te weten het aanleggen van kabels, het realiseren van een offshore platform en de bouw van een converterstation op land.
- Gevolg: het gevolg van deze activiteit, bijvoorbeeld vertroebeling door het omwoelen van de waterbodem.
- Effect: het effect op een kwaliteitskenmerk, bijvoorbeeld het effect op de soortsamenstelling van macrofauna als gevolg van aantasting van de bodem.

De stappen die worden doorlopen in deze Watertoets zijn weergegeven in het stroomschema in Figuur 1-1.



Figuur 1-1 Stroomschema van het proces dat wordt doorlopen voor de Watertoetsen. Het groene blok is beschreven in deel A. De blauwe blokken zijn hier beschreven.

2 Afbakening

2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk vindt de afbakening plaats van de gevolgen van de aanleg en het gebruik van Net op zee Nederwiek 1. De voorgenomen activiteiten, zoals beschreven in Inleiding en Activiteitenbeschrijving (deel A) (zie paragraaf 1.1), brengen een aantal gevolgen met zich mee die in potentie een effect kunnen hebben op kwaliteitskenmerken.

Deze gevolgen zijn:

- Vertroebeling, als gevolg van sediment dat in suspensie komt door de aanlegwerkzaamheden.
- Sedimentatie, als gevolg van het neerslaan van geresuspendeerd sediment.
- Verstoring onderwater:
    - Door continu onderwatergeluid door scheepsmotoren en andere werktuigen aan boord;
    - Door impuls onderwatergeluid door het heien voor de aanleg van het platform.
- Bovenwaterverstoring als gevolg van geluid, licht en visuele verstoring door de werkzaamheden op zee en land en de operationele fase van het platform.
- Habitataantasting door mechanische aantasting op zee en het Veerse meer.
- Elektromagnetische velden op zee en het Veerse meer als gevolg van het gebruik van de kabels.
- Verontreiniging, als gevolg van het opwoelen van chemische stoffen in het sediment tijdens werkzaamheden op zee en het Veerse meer en gebruik van het platform op zee.
- Warmteontwikkeling, als gevolg van het gebruik van de kabels in de gebruiksfase.

De gevolgen worden in de volgende paragrafen toegelicht. Per gevolg is de reikwijdte toegelicht. Dit gebeurt aan de hand van modellering, uit de literatuur bekende verstoringscontouren en/of expert judgement. Dit leidt tot een worst-case reikwijdte per gevolg.

Verstoringen die alleen tijdens de aanlegfase plaatsvinden kunnen in theorie ook tijdens de gebruiksfase plaatsvinden, op het moment waarop er een kabelbreuk opgegraven en gerepareerd moet worden. Dit is in principe niet aan de orde en de impact per verstoring is zeer klein en lokaal en altijd minder groot dan bij de aanleg.

2.2 Vertroebeling

Bij de aanleg van de gelijkstroomkabels op zee wordt afhankelijk van de lokale situatie gebaggerd, ge-pre-sweept (i.e. het baggeren van een passage voor kabelinstallatie door de zandgolven) en getrencht, waardoor sediment in de waterkolom verspreid kan worden. Het betreft met name de resuspensie van de fijnere deeltjes (slib) in de waterkolom, afhankelijk van het lokale slibgehalte. Hierdoor ontstaat tijdelijk vertroebeling. Het neerslaan en ophopen van het, door de werkzaamheden geresuspendeerde, sediment heet sedimentatie. Zowel vertroebeling als sedimentatie kunnen effecten hebben op KRW-doelen en/of KRM-descriptoren binnen het studiegebied. Vertroebeling wordt verder behandeld in deze paragraaf. Sedimentatie wordt verder behandeld in paragraaf 2.3.

Vertroebeling kan ertoe leiden dat:

- Filterfeeders (organismes die leven van plankton en ander in het water zwevend voedsel) in hun voedselopname worden geremd.
- Trekvissen een barrière ondervinden wanneer de slibwolk de doorgang tussen zoet en zout water belemmert.

Vertroebeling leidt tot minder doorzicht aan het wateroppervlak waardoor potentieel:

- Primaire productie (i.e. de basis van de voedselketen) kan worden geremd.
- Het vangstsucces van zichtjagende vogels wordt beïnvloed.

Vertroebeling op zee en in het Veerse Meer wordt los van elkaar afgebakend, respectievelijk in paragraaf 2.2.1 en 2.2.2.

2.2.1 Op zee

De mate waarin vertroebeling door de werkzaamheden optreedt is in een modelstudie onderzocht (zie Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie). In deze studie zijn alle bodemroerende werkzaamheden op zee meegenomen, vanaf het platform tot aan de aanlanding bij de Veerse Gatdam. Vertroebeling wordt uitgedrukt in het aantal milligram zwevende stofdeeltjes per liter water (mg/L). Het model berekent de toename in de slibconcentratie ten gevolge van de (bagger)werkzaamheden; de waardes zijn exclusief de achtergrondconcentratie van zwevende stof die in de wateren aanwezig is.

In de slibmodelleerstudie (Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie) is de vertroebeling aan de bodem, in de waterkolom en aan de wateroppervlakte gemodelleerd. In de slibmodelleerstudie zijn diverse aannames gedaan voor de fasering van de aanleg van het kabeltracé en daarmee de baggerwerkzaamheden. Zo is in het model aangenomen dat er gebaggerd wordt vanaf de aanlanding bij de Veerse Gatdam naar het platform op zee en dat er tegelijk gewerkt wordt binnen en buiten de kustzone van de Noordzee. Ten behoeve van een worst-case beoordeling voor vertroebeling (en sedimentatie) is de snelst mogelijke aanleg gemodelleerd. Dit veroorzaakt namelijk maximale vertroebelingsconcentraties (en sedimentatiesnelheden). De aanleg van de kabels zou in werkelijkheid langer kunnen duren, dit zal altijd leiden tot lagere vertroebelingswaarden (en sedimentatiesnelheden) met minder grote effecten. Bij de baggerperiode is ervan uitgegaan dat eerst 80% van het totale te baggeren volume wordt gebaggerd en aansluitend daarop vervolgens de overige 20% in de vorm van onderhoudsbaggerwerkzaamheden. Deze uitgangspunten voor de snelst mogelijke werkwijze zijn niet van toepassing op de beoordeling van bijvoorbeeld verstoring.

Figuur 2-1 laat het maximale areaal zien waar gedurende de gehele simulatieperiode op enig moment een verhoging van de daggemiddelde slibconcentratie bij de bodem en aan het wateroppervlak is berekend. In de bovenste afbeelding is het gebied weergegeven waarin een vermindering van doorzicht aan het wateroppervlak kan optreden. In de onderste afbeelding is de maximale reikwijdte van de slibwolk in het gebied weergegeven. Er is gewerkt met een ondergrens van 2 mg/L, dit is de grens van de nauwkeurigheid van de modelstudie (Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie) en de ondergrens van een meetbaar verschil ten opzichte van de achtergrondconcentratie.

Te zien is dat vertroebeling die tijdens de aanleg optreedt voornamelijk op open zee direct langs het kabeltracé plaatsvindt. De vertroebelingswolk spreidt zich uit over een gebied van tientallen vierkante kilometers. Binnen 10 km van de kustzone treedt er geen vertroebeling op, omdat er

gebruik wordt gemaakt van een ander type installatieschepen waarvoor geen pre-sweeping nodig is. Langs het gehele kabeltracé komt de vertroebeling niet boven de 5 mg/L. Tijdens de gebruiksfase treedt er geen vertroebeling op.

Figuur 2-1 Gebied tot waar de slibwolk (> 2 mg/L) aan het wateroppervlak (figuur boven), dieptegemiddelde (figuur midden) en op de bodem (figuur onder) maximaal reikt ten gevolge van de werkzaamheden van de aanleg van een (2x2)-kabelconfiguratie.

2.2.2 Veerse Meer

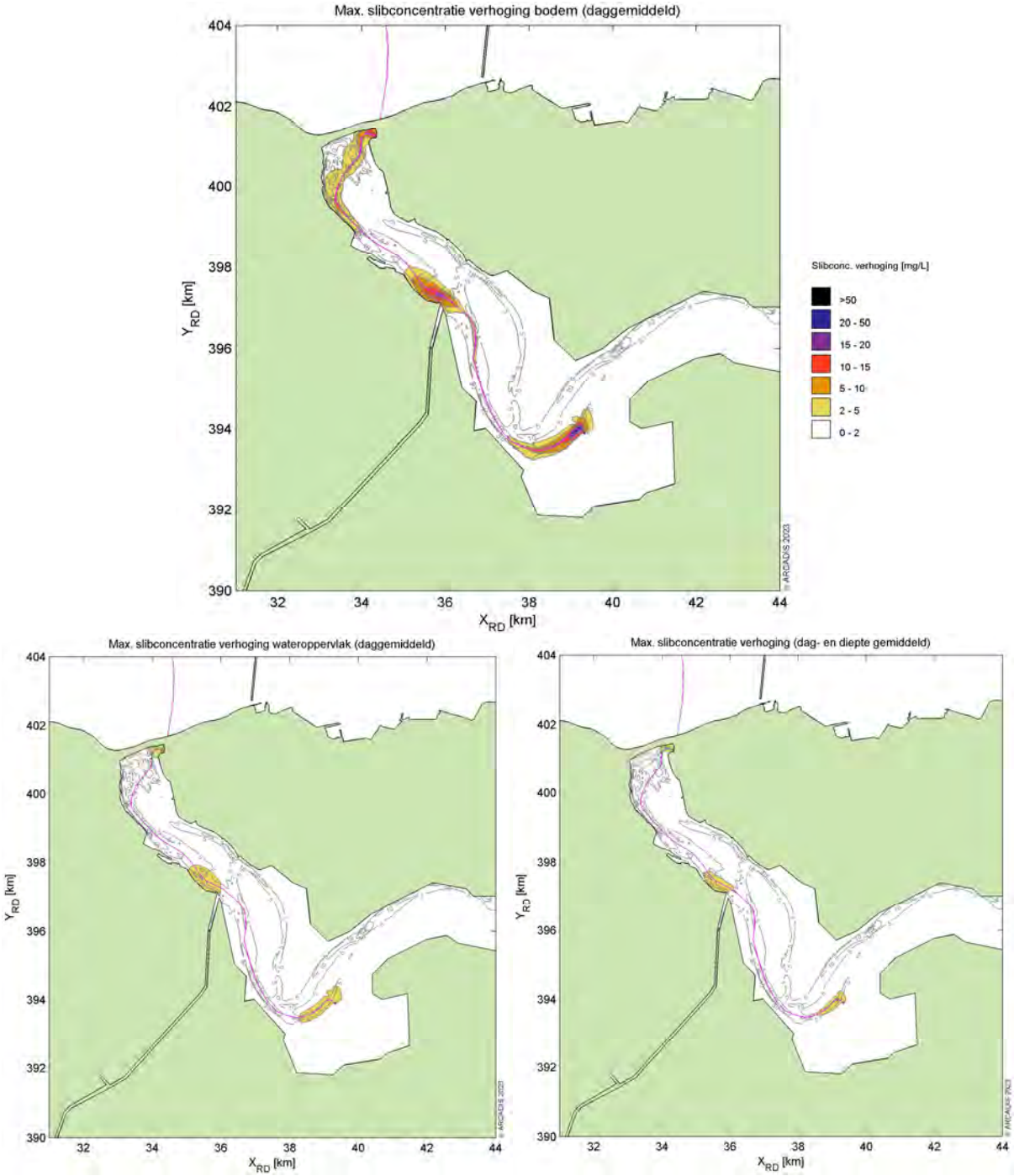
Bij de aanleg van de kabel in het Veerse Meer kan vertroebeling optreden, net als op zee treedt er in principe geen vertroebeling op in de gebruiksfase. Bij onderhoud treedt mogelijk lokaal vertroebeling op als de kabel opnieuw op- en ingegraven moet worden. Het effect hiervan zal vele malen kleiner zijn dan dat van de aanleg, daarnaast is onderhoud alleen incidenteel nodig. De aanlegfase wordt daarom als maatgevende activiteit beoordeeld.

Net op zee Nederwiek 1 ligt over het gehele Veerse Meer parallel aan de kabel van Net op zee IJmuiden Ver Alpha (hierna 'Alpha'). Het tracé van Alpha in het Veerse Meer wordt eerst aangelegd, hierbij worden baggerwerkzaamheden uitgevoerd. De stukken waterbodem die voor Alpha gebaggerd worden, worden vervolgens ook benut voor het kabeltracé van Net op zee Nederwiek 1. Voor Net op zee Nederwiek 1 hoeft daarom niet gebaggerd te worden in het Veerse Meer. De kabelaanleg wordt uitsluitend uitgevoerd middels jet trenchen (vertical injector) of een vergelijkbare methode. Bij jet trenchen wordt de waterbodem onder hoge waterdruk gefluïdiseerd, waarna de kabel onder zijn eigen gewicht in de bodem kan zakken of naar de beoogde diepte wordt geleid. Hierbij ontstaat vele malen minder vertroebeling dan bij baggeren en het vervolgens verspreiden van gebaggerd sediment.

In de slibmodelleerstudie van het Veerse Meer (Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie) is de vertroebeling gemodelleerd die ontstaat als gevolg van het jet trenchen. De mate van vertroebeling is gemodelleerd aan de bodem, in het midden van de waterkolom en aan de wateroppervlakte. Figuur 2-2 toont de resultaten. Hierin is de maximale daggemiddelde slibconcentratie zichtbaar, evenals het areaal waar in totaal sprake is van een verhoging van de daggemiddelde slibconcentratie. De weergegeven verhogingen in slibconcentraties geven een totaalbeeld gedurende de gehele simulatieperiode. In het model is gewerkt met een ondergrens van 2 mg/L, dit is vormt de ondergrens van een relevante afwijking t.o.v. de achtergrondconcentratie. De arealen met een verhoogde slibconcentraties vinden dus niet overal tegelijkertijd plaats, maar bewegen mee met de werkzaamheden.

Te zien is dat vertroebeling die tijdens de aanleg optreedt voornamelijk op drie locaties langs het tracé plaatsvindt: Nabij beide aanlandingslocaties en rondom het midden van het tracé nabij Veere. Dit is het gevolg van relatief dikke slib/klei laag die op die plaatsen in de bodem zit (Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie). Op de plekken waar geen vertroebeling optreedt bestaat de bodem vrijwel uitsluitend uit zand.

Aan de bodem reikt de verhoogde slibconcentratie het verst (Figuur 2-2). Gezamenlijk betreft het een vertroebeld areaal van circa 241 hectare. Aan het wateroppervlak is dit circa 87 hectare. De maximale daggemiddelde verhoging in slibconcentratie is eveneens het hoogst aan de bodem, zeer lokaal loopt de concentratie op tot circa 35 mg/l. Aan het wateroppervlak is dit doorgaans maximaal circa 5 mg/l, alleen direct nabij de aanlandingen loopt de concentratie zeer lokaal iets hoger op.



Figuur 2-2 Gebied tot waar vertroebeling zich uitspreidt aan de bodem (boven) het wateroppervlak (links) en dieptegemiddeld (rechts) als gevolg van het jet trenchen in het Veerse Meer.

2.3 Sedimentatie

Het sediment dat in de waterkolom vrijkomt bij de aanleg van de kabels bezinkt over een bepaald areaal en kan daarmee een laag sediment op de bodem vormen (sedimentatie). Sedimentatie kan leiden tot effecten op bodemdieren. Het effect van de bedekking is afhankelijk van verschillende factoren, zoals de tolerantie en locatie van de soort, de hoeveelheid geloosde specie, de duur van de bedekking, de sedimenteigenschappen van het bedekkende materiaal en de temperatuur. Tijdens de gebruiksfase treedt er geen sedimentatie op. In een natuurlijke situatie of bij lage sedimentatie

kunnen de dieren in of op de bodem zich omhoog bewegen. Bij een te grote en/of te snelle bedekking leidt sedimentatie tot verstikking. Dit kan effect hebben op de bodemdierensamenstelling, op de voedselvoorraad voor vissen en op droogvallende platen foeragerende vogels.

In de wetenschappelijke literatuur zijn de specifieke effecten van deze factoren niet allemaal apart onderzocht. Door Bijkerk (1988) is de tolerantie voor permanente sedimentatie bepaald van zeven algemeen voorkomende macrobenthos-soorten (strandgaper *Mya arenaria*, slangpier *Capitella capitata*, wapenworm *Scoloplos armiger*, kokkel *Cerastoderme edule*, nonnetje *Macoma balthica*, wadpier *Arenicola marina*, zandzager *Nereis* sp.). Deze tolerantie lag voor permanente sedimentatie met fijn zand tussen de 1,67 mm/dag (*Mya, Capitella*) en 5,67 mm/dag (*Macoma, Arenicola, Nereis*). De organismen waren gevoeliger voor sedimentatie met slib. Deze tolerantie varieerde tussen de 0,33 mm/dag (*Mya*) en 11,67 mm/dag (*Nereis* sp.). Rozemeijer & Smith (2017) bevestigen de resultaten van Bijkerk (1988) over de sedimentatie tolerantie van de macrobenthos-soorten. Ook worden in deze literatuurstudie meerdere soorten macrobenthos uitgelicht, waaronder tweekleppige maar bijvoorbeeld ook verschillende zeestersoorten, die soortgelijke (hoge) toleranties voor sedimentatie hebben.

Sedimentatie op zee en in het Veerse Meer wordt apart afgebakend, respectievelijk in paragraaf 2.3.1 en 2.3.2.

2.3.1 Op zee

De maximale sedimentatiesnelheid en sliblaagdikte door sedimentatie is voor de activiteit modelmatig berekend (Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie). Er worden verder dezelfde uitgangspunten en deelgebieden langs het kabeltracé gehanteerd als bij vertroebeling, zie paragraaf 2.2.

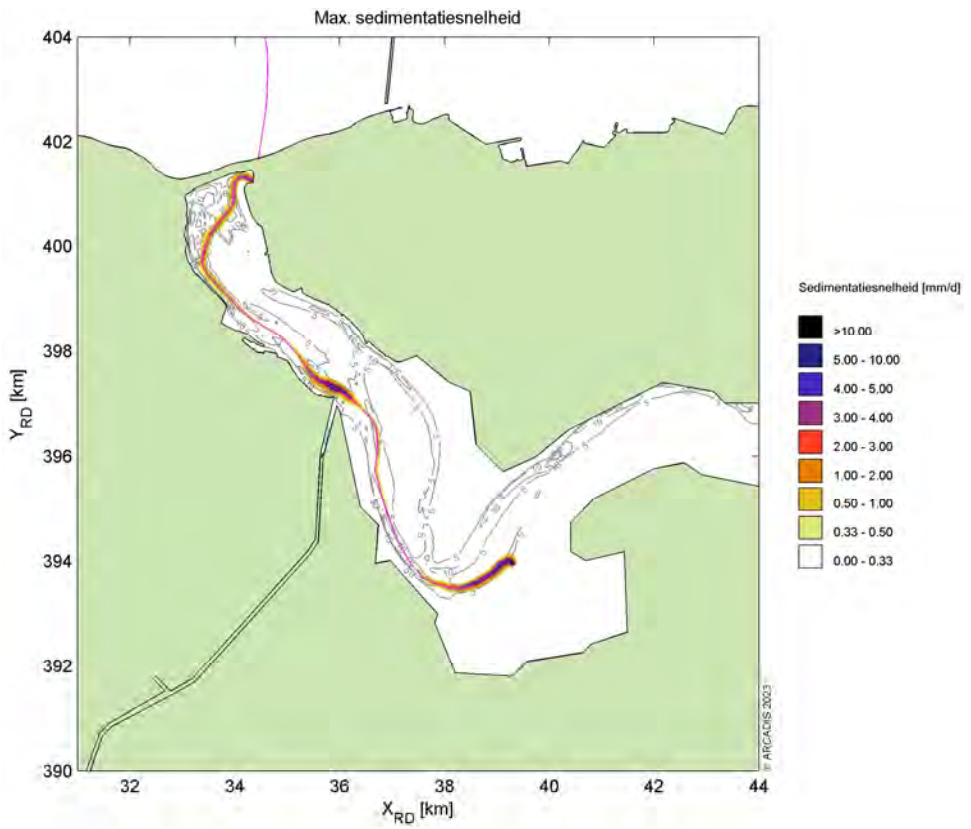
Figuur 2-3 geeft het gebied weer waar sedimentatie van meer dan 0,33 mm/dag optreedt tijdens de werkzaamheden. Dit is de maximale sedimentatiesnelheid die de gevoeligste soort (*Mya arenaria)* nog tolereert (Bijkerk, 1988) en dus plaats kan vinden voordat effecten optreden op individuen. In Figuur 2-3 is te zien dat de sedimentatiesnelheden boven de 0,33 mm/dag met name in het gedeelte vanaf 20 km uit de kust worden bereikt en maximaal circa 1,5 km van het tracé af. Dichter bij de kust ligt de sedimentatiesnelheid rond het kabeltracé tussen de 0 en 0,2 mm/dag (niet weergegeven in Figuur 2-3). Langs het gehele kabeltracé komt de sedimentatiesnelheid niet boven de 1,0 mm/dag. Tijdens de gebruiksfase treedt er tijdens regulier gebruik geen sedimentatie op.

Figuur 2-3 Het areaal waar sedimentatie van boven de 0,33 mg/dag optreedt door de voorgenomen werkzaamheden van de aanleg van een (2x2)-kabelconfiguratie.

2.3.2 Veerse Meer

In paragraaf 2.2.1 is toegelicht dat kabelaanleg in het Veerse Meer uitsluitend wordt uitgevoerd middels jet trenchen. De maximale sedimentatiesnelheid is voor deze activiteit modelmatig berekend (Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie). Hierbij worden dezelfde uitgangspunten gehanteerd als bij het model voor vertroebeling in het Veerse Meer (zie paragraaf 2.2.2.)

De resultaten van het model zijn weergegeven in Figuur 2-4. Het laat zien dat sedimentatie van >0,33 mm/dag reikt tot maximaal 150 meter aan weerszijde van het tracé. Deze maximale reikwijdte treedt op rond de (3) locaties waar hogere slibfracties in de bodem zitten. Op de overige delen van het tracé reikt sedimentatie tot hooguit enkele tientallen meters van het tracé. In totaal gaat het om circa 130 hectare waarbinnen sedimentatie optreedt. De maximale sedimentatiesnelheid betreft circa 10 mm/dag lokaal op de meest slibrijke delen van het tracé. Hierbuiten is de maximale sedimentatiesnelheid circa 3 mm/dag.



Figuur 2-4 Het gebied waar sedimentatie van >0,33 mg/dag optreedt door het jet trenchen in het Veerse Meer.

2.4 Verstoring als gevolg van continu onderwatergeluid

Bij het varen tijdens de aanlegfase treedt er verstoring in de vorm van continu onderwatergeluid op door cavitatie van de schroefbladen van de schepen. Cavitatie is de vorming van bellen gevuld met waterdamp aan de voorkant bij de schroefbladen, die vervolgens imploderen. Daarnaast genereren scheepsmotoren en andere werktuigen aan boord ook trillingen die door de romp van het schip aan het water worden doorgegeven. Ten slotte kan het gebruik van de jet trencher ook voor onderwatergeluid zorgen. Dit type geluid wordt continu onderwatergeluid genoemd. Deze vorm van verstoring is tijdelijk van aard en treedt alleen op tijdens de uitvoering van de werkzaamheden ter plaatse van de schepen.

Voor de bepaling van de reikwijdte van continue onderwaterverstoring is uitgegaan van de maximale effectafstanden voor zeehonden en bruinvissen. Hierbij is uitgegaan van de analyse van Verboom die als bijlage VIII is opgenomen in de 'Ronde 2' Passende Beoordeling voor Wind op zee uit 2009 (Arends et al., 2009). Op basis van meetgegevens van een zestal koopvaardijschepen van 100 meter, die met een snelheid van 13 – 16 mijl per uur op diep water varen, zijn maximale verstoringsafstanden van 4.800 meter voor zeehonden en 2.800 meter voor bruinvissen gevonden. Onderwatergeluid reikt verder naarmate het water dieper is. De in deze toetsing gehanteerde verstoringsafstand van 5 kilometer is worst-case.

In Figuur 2-5 is de maximale reikwijdte van het effect van onderwatergeluid weergegeven als gevolg van de realisatie van de zeekabels en het platform, op basis van de verstoringscontour van 5 kilometer. In de aanleg en in de gebruiksfase varen (kleinere) schepen ook vanaf de dichtstbijzijnde

vaarroutes naar het platform. Dit zijn relatief kleine routes ten opzichte van de route in de aanlegfase, de daarbij optredende verstoringen zijn daarom niet hoger dan de verstoring rondom de aanleg. De verstoring tijdens de aanleg wordt daarom als worst-case gehanteerd.

Figuur 2-5 Gebied met onderwaterverstoring ten opzichte van het projectgebied.

2.5 Verstoring als gevolg van impuls onderwatergeluid

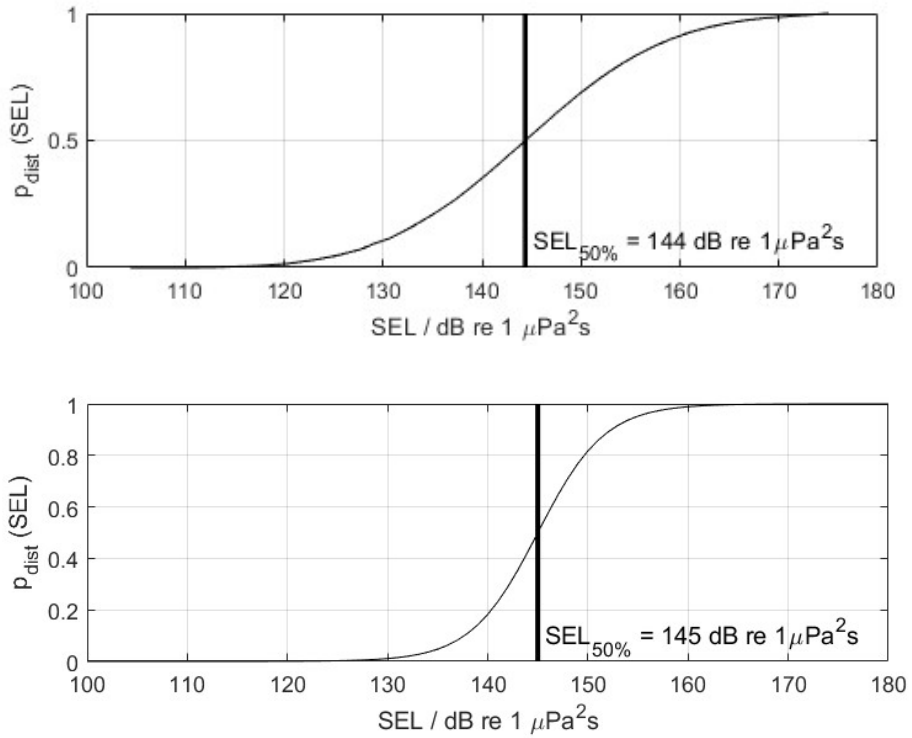
Door heiactiviteiten voor de aanleg van het platform treedt er impuls onderwatergeluid op. Tijdens de gebruiksfase treedt er geen impuls onderwatergeluid op. Onderwatergeluid in de vorm van impuls onderwatergeluid kan een effect hebben op in het water levende vissen en zeezoogdieren in de vorm van stress, vluchtgedrag en/of tijdelijke (ook wel: TTS - Temporary Threshold Shift) of permanente (ook wel: PTS - Permanent Threshold Shift) gehoordrempelverschuiving, afhankelijk van de geluidssterkte.

In het Kader Ecologie en Cumulatie (KEC) 4.0 (Heinis et al., 2022) wordt de impact van impuls onderwatergeluid veroorzaakt door het heien en de geofysische surveys bij de uitrol van alle windparken op zee op bruinvissen en zeehonden berekend en beoordeeld. Uitgangspunt bij de aanleg van windparken op zee is dat de bruinvis- en zeehondpopulaties in de Noordzee niet meer dan 5% (met 95% zekerheid) mogen afnemen. Het gebruik van het KEC is aan het einde van onderhavige paragraaf (2.5) toegelicht in een tekstkader. Hierin wordt o.a. uitgelegd dat het KEC op zichzelf geen toetsingskader is, maar de methodiek in het KEC wel de huidige best practice is.

Voor de verstoringsberekeningen gebruikt het KEC het Aquarius-model en het Interim PCoD model. Aan beide modellen worden per actualisatie van het KEC aanpassingen gedaan gebaseerd op de

laatste inzichten uitgaande van realistische worst-case aannamen. Voor deze berekeningen is het verstoorde areaal van groot belang. Het verstoorde areaal is afhankelijk van de reikwijdte van het impulsgeluid en de gevoeligheid van bruinvissen en zeehonden. Daarnaast is de frequentie van het impuls onderwatergeluid van belang.

Volgens de methodiek gebruikt voor het KEC 4.0 wordt aangenomen dat bruinvissen en zeehonden verstoring varieert per individu wanneer ze blootgesteld worden aan heigeluid. Dit is afhankelijk van de context waarin de dieren aan het geluid worden blootgesteld. Hiervoor is gekozen om in het KEC 4.0 dosis-respons relaties te gebruiken in plaats van absolute drempelwaarden. Deze dosis-respons relaties zijn beschreven in Figuur 2-6.



Figuur 2-6 Relaties tussen geluiddosis (ongewogen breedband single strike sound exposure level) en kans op het optreden van een gedragsrespons bij bruinvissen (boven) en zeehonden (onder). In het KEC wordt ervan uitgegaan dat de respons van gewone en grijze zeehonden vergelijkbaar is. De verticale lijn en de in de figuren weergegeven $SEL_{50\%}$-waarde geven aan bij welke SEL er 50% kans is op het verstoren van dieren. Uit Heinis et al. 2022.

Er is 50% kans op verstoring van de dieren bij de volgende waardes:

- Zeehond Mpw-gewogen breedband SELss van 145 dB re 1 µPa2s;
- Bruinvis ongewogen breedband SELss van 144 dB re 1 µPa2s.

Gebaseerd op deze gegevens zijn er minimum- waardes berekend (uitgedrukt in Sound Exposure Level/SEL in Pascal) waarop individuen al verstoring kunnen ondervinden:

- Zeehond Mpw-gewogen breedband SELss van 130 dB re 1 µPa2s;
- Bruinvis ongewogen breedband SELss van 120 dB re 1 µPa2s.

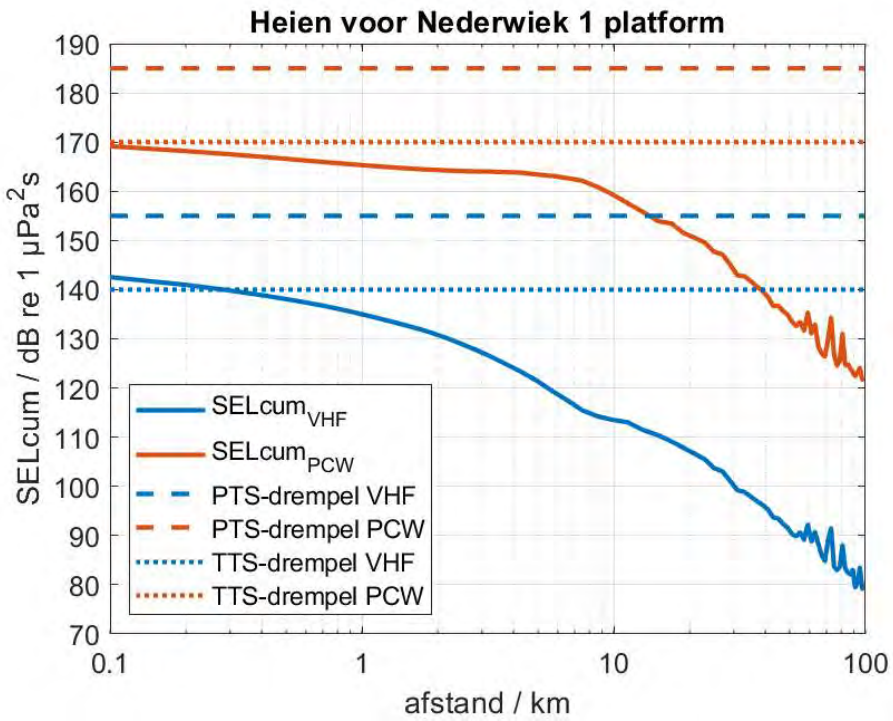
Het KEC gaat uit van een worst-case aanname. In het KEC wordt ervan uitgegaan dat mogelijk stress, vluchtgedrag, TTS en PTS kunnen optreden door impuls onderwatergeluid. De drempelwaardes van TTS en PTS worden aan de hand van de gehoorgevoeligheid van zeedieren (frequentie) in combinatie

met geluidsterkte (dB) en frequentie van het heigeluid berekend. Aan de hand van de resultaten van (Heinis et al., 2022; Southall et al., 2019), kan er van worst-case drempelwaardes worden uitgegaan.

De volgende drempelwaarden kunnen worden aangenomen (uitgedrukt in Sound Exposure Level/SEL in Pascal):

- TTS voor bruinvissen geschat op 140 dB re 1 µPa2s en PTS op 155 dB re 1 µPa2s.
- TTS voor zeehonden geschat op 170 dB re 1 µPa2s en PTS op 185 dB re 1 µPa2s.

Voor zeehonden liggen de bovengenoemde drempelwaardes voor TTS en PTS boven de genoemde waardes voor verstoring in het KEC. Zodoende dekt het KEC 4.0 TTS en PTS in zeehonden volledig. Voor bruinvissen liggen de drempelwaardes voor TTS en PTS lager dan bij zeehonden. Volgens de TNO berekening is er een kleine kans op het optreden van TTS bij dieren die zich bij aanvang van het heien op minder dan 300 meter van de heipaal bevinden. De kans op PTS is echter verwaarloosbaar klein wanneer er wordt uit gegaan dat bruinvissen weg zwemmen van het heigeluid (Figuur 2-7). Grenswaarde uit het KEC 4.0 zullen de maatstaf zijn voor de toetsing in deze toets.

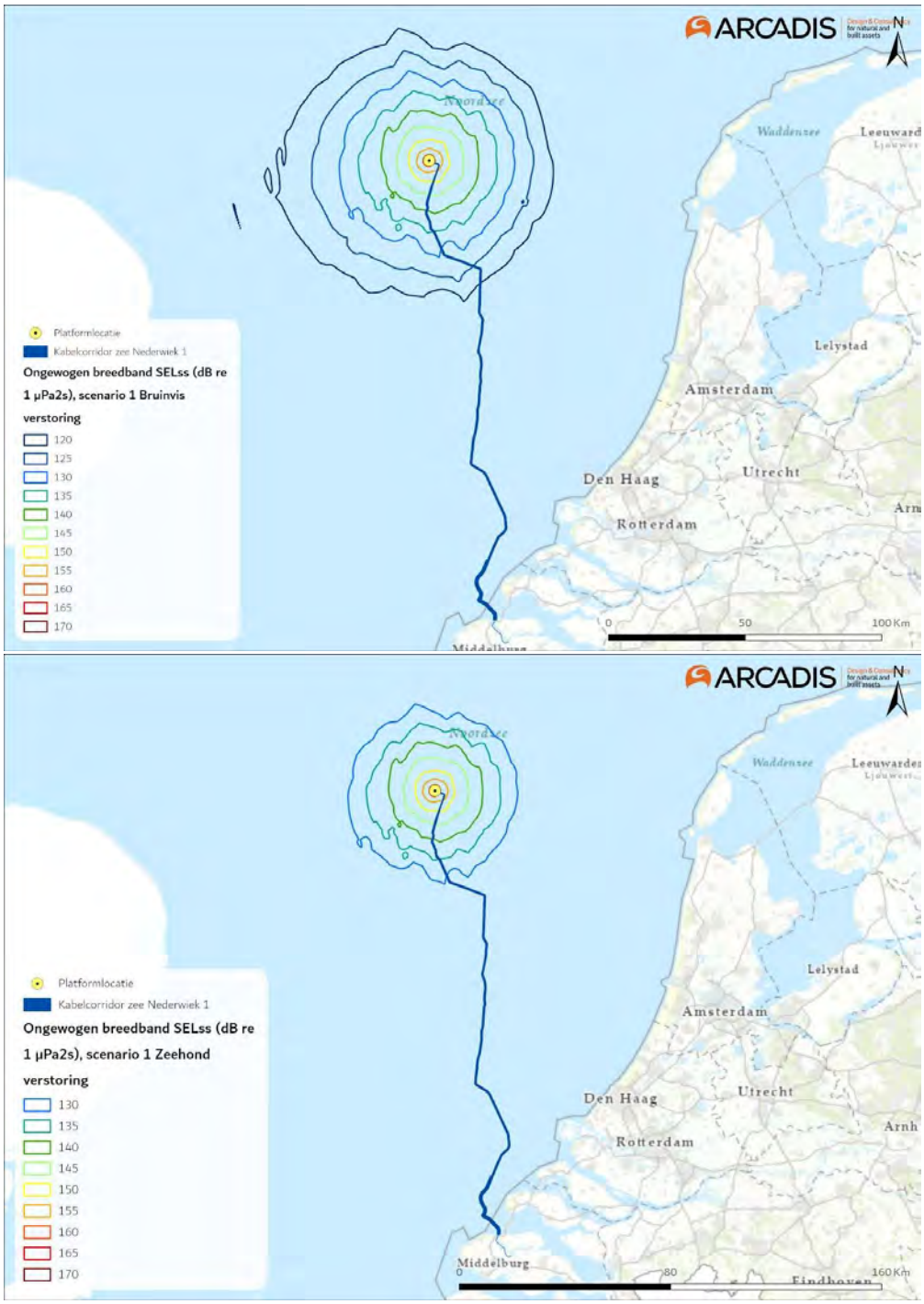


Figuur 2-7 Berekende verdeling van de maximale gewogen SEL_{CUM} over de waterdiepte, als functie van de afstand tot de paal waarop het dier (VHF = bruinvis en PCW = zeehond) zich bij aanvang van het heien bevindt. De horizontale lijnen geven aan boven welke drempelwaarde van de SEL_{CUM} blootstelling de dieren risico lopen op PTS (streeplijn) of TTS (stippellijn), volgens (Southall et al, 2019), (TNO, 2022).

Heien platform

Uit modelberekeningen voor het platform van Net op zee Nederwiek 1 (TNO, 2022) blijkt dat de maximale sterkte van het heigeluid 167 dB re 1 µPa2s is op 750 meter zonder mitigatie. De berekeningen laten ook de totale oppervlakte zien waar verstoring als gevolg van heien kan optreden en waarvoor verondersteld wordt dat bruinvissen en zeehonden voor het heigeluid zullen vluchten. Dit is aan de hand van het worst-case scenario, berekend op basis van de samenstelling

van de sterkte en grootte van de heihamer. Het verstoringsoppervlak voor zeehonden is 665 km^2 en voor bruinvissen 1.313 km^2 (Figuur 2-8).



Figuur 2-8 Reikwijdte van onderwaterverstoring als gevolg van impuls onderwatergeluid voor het heien van de fundering van het platform Net op zee Nederwiek 1, voor bruinvissen (boven) en zeehonden (onder).

Gebruik van het KEC 4.0 voor Net op zee Nederwiek 1

Om het effect van impuls onderwatergeluid van alle wind op zee parken en de platforms van de netten op zee, waaronder Net op zee Nederwiek 1, op zeezoogdieren zoals bruinvissen en zeehonden te onderzoeken is er een Kader Ecologie en Cumulatie (KEC) opgesteld. Dit kader is geen wetgeving én geen toetsingskader. Het KEC is echter de best onderbouwde methode beschikbaar die inzicht biedt in de cumulatieve impact van impuls onderwatergeluid op zeezoogdieren. Deze data geven daarom een goede blik op de reikwijdte en mogelijke effecten op mariene soorten (zie paragraaf 2.5).
Aan de hand van een model wordt in het KEC berekend wat het effect is van werkzaamheden zoals het heien van de palen van een platform en funderingen voor windturbines, waarbij impuls onderwatergeluid vrijkomt. Voor deze berekeningen worden in het KEC 4.0 een aantal generieke uitgangspunten genomen, namelijk:

- Maximale hei-energie van 2.000 kJ
- Geluidsnorm van 160 dB re 1 µPa2s op 750 m
- 6 palen met een diameter van 3 meter worden er per platform geheid, waarbij 2 palen per dag geheid kunnen worden
- Bruinvisdichtheid van 1.0 individuen per km^2

Doordat het KEC gemaakt is voor de cumulatie van parken zijn de berekeningen in het KEC 4.0 op individueel niveau, per windpark, minder gedetailleerd. Als de uitgangspunten voor een individueel park, voor Net op zee Nederwiek 1 zijn deze beschreven in paragraaf 3.2.5, afwijken van de gebruikte uitgangspunten in het KEC 4.0 zal dit voor de gecumuleerde berekeningen in het KEC geen zichtbaar effect hebben. Bruinvis- en zeehondpopulaties zullen hierdoor niet meer onder druk komen te staan. Desondanks kan het verschil in uitgangspunten op individueel niveau voor een bruinvis of zeehond wel een effect hebben. De uitgangspunten voor het platform van Net op zee Nederwiek 1 verschillen dusdanig van de uitgangspunten in het KEC 4.0, zie paragraaf 3.2.5, dat er een nieuwe berekening is uitgevoerd door TNO.

In paragraaf 3.2.5 wordt de impact en het effect van de nieuwe berekening beschreven. Verder worden de effecten en impact vergeleken met de berekende impact en bruinvisverstoringsdagen in het KEC 4.0, ondanks dat het KEC minder nuttig is voor individuele parken. Dit wordt gedaan omdat:

- Het KEC 4.0 is opgesteld om het effect van impuls onderwatergeluid op zeezoogdieren en andere soorten te onderzoeken, specifiek voor de uitrol van de Wind op zee projecten waar dit project onderdeel van is;
- Het KEC 4.0 heeft als enige bron berekeningen per windpark op de Nederlandse Noordzee;
- Het KEC 4.0 een goed overzicht biedt van de meest recent beschikbare data en inzichten op het gebied van impulsgeluid en effect op mariene soorten;
- Met de methodiek uit het KEC nagegaan kan worden of er een overschrijding van het aantal bruinvisverstoringsdagen plaatsvindt voor het project Net op zee Nederwiek 1, ten opzichte van de verstoring die is berekend in het KEC 4.0. Wanneer er een overschrijding is van het aantal bruinvisverstoringsdagen kan dit worden door vertaald in nieuwe berekeningen waarbij middels de methodiek uit het KEC kan worden berekend of er meer of minder dan 5% (met 95% zekerheid) populatiereductie optreedt.

Kortom, door de methodiek van het KEC te gebruiken kunnen wij relatief eenvoudig én volgens de meest recente inzichten bepalen of dit project wel of niet binnen de door de Nederlandse overheid gestelde beleidsgrenzen (maximaal 5 % populatiereductie) blijft.

2.6 Bovenwaterverstoring op zee

2.6.1 Geluid en visuele storing

De inzet van diverse schepen en een helikopter tijdens de aanlegfase van de kabel en het platform kan leiden tot verstoring als gevolg van bovenwatergeluid en tot visuele verstoring. Deze verstoring kan leiden tot stress en/of vluchtgedrag van dieren. Dit kan vervolgens leiden tot verhoogde alertheid, het mijden van gebieden, en in potentie tot afname van de reproductie, verminderde voedselopname en uiteindelijk verzwakking van de populatie. Voor deze toets wordt vooral gekeken naar de aanlegfase, aangezien dit het worst-case scenario is.

Bovenwaterverstoring kan een potentieel effect hebben op langs de kust broedende vogels, op hoogwatervluchtplaatsen rustende vogels, op open water foeragerende, rustende en ruiende vogels en op droogvallende platen foeragerende vogels. Zeehonden kunnen verstoord worden wanneer zij gebruik maken van de droogvallende platen voor rusten, werpen, zogen of verharen.

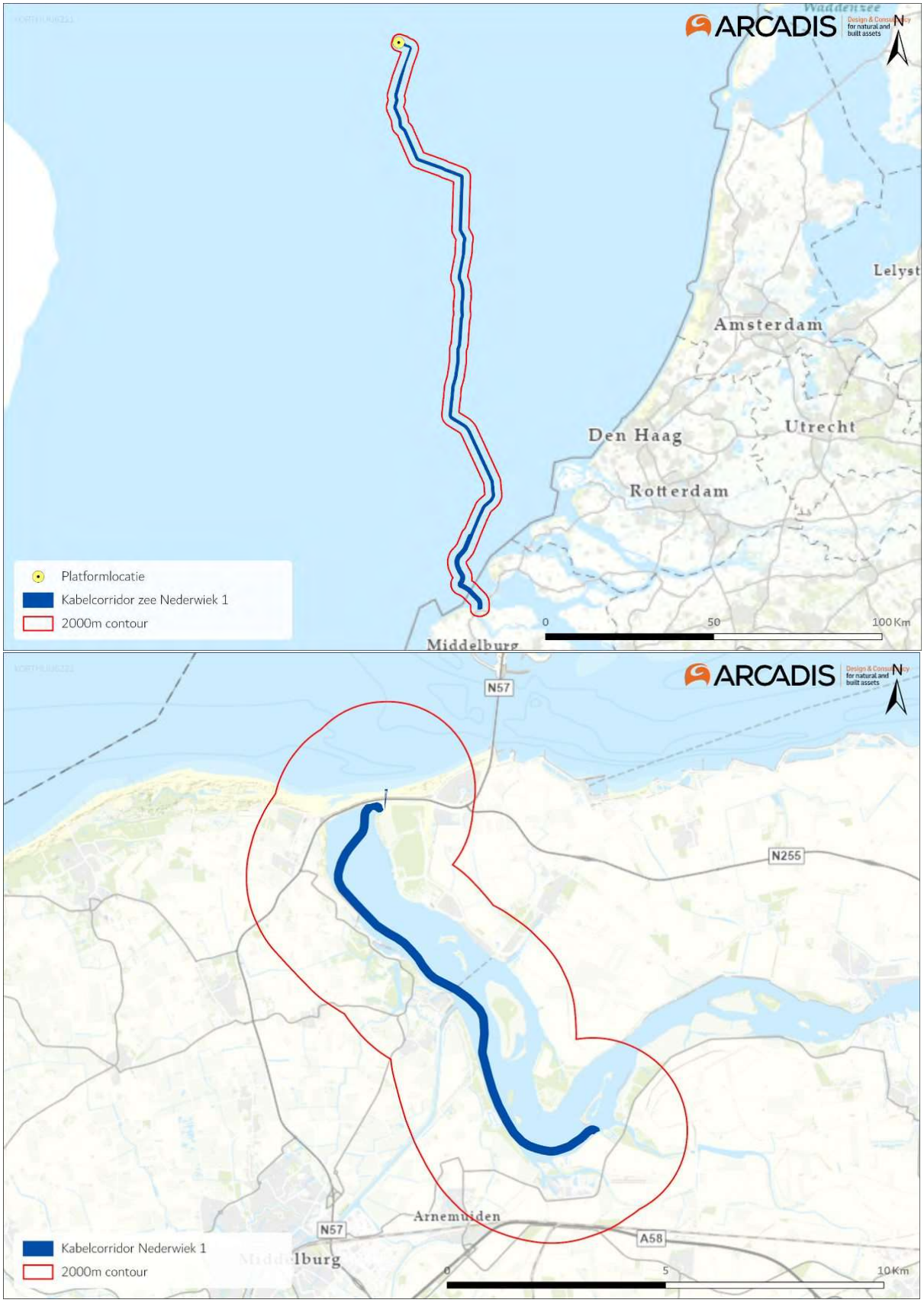
In open gebieden is het soms moeilijk te onderscheiden of de verstoring wordt veroorzaakt door visuele verstoring, geluid en/of licht omdat de verstorende factoren over het algemeen tegelijkertijd aanwezig zijn. Hier is sprake van tijdens de aanlegfase, omdat deze factoren tegelijk aanwezig zijn is de meest verstorende factor leidend. Tijdens de gebruiksfase is licht een verstoringsbron op zichzelf en daarom wordt licht apart behandeld, dit wordt verder uitgelegd in paragraaf 2.6.2. Voor het bepalen van effecten op de verstoringsgevoelige soorten is in deze rapportage gebruik gemaakt van in de literatuur vastgestelde verstoringsafstanden. Deze worden in onderstaande alinea's verder beschreven. Hierbij wordt er uitgegaan van een worst-case scenario. Naast gebruik van verstoringsafstanden zijn ook andere aspecten zoals de verstoringsduur, de verstoringsfrequentie, de periode en de locatie van belang in de bepaling van effecten (Krijgsveld et al., 2022). Per soort(groep) is de verstoring die de grootste ruimtelijke reikwijdte heeft maatgevend voor de optredende verstoring.

In Krijgsveld et al. (2022) is de verstoringsgevoeligheid van tal van vogelsoorten voor recreatie besproken. Omdat recreatievormen (pleziervaart, watersport etc.) doorgaans een sneller, lawaaiiger en onvoorspelbaarder karakter hebben dan activiteiten ten behoeve van aanlegwerkzaamheden, hebben deze een grotere impact (Krijgsveld et al., 2022). De hierna genoemde verstoringsafstanden vormen zodoende een worst-case scenario. Voor kustbroedvogels en veel (algemene) soorten die in de kustzone foerageren worden verstoringsafstanden beschreven van 100 tot 500 meter. Dit zijn soorten zoals bontbekplevier, aalscholver, drieteenstrandloper en grote stern. Vogels die foerageren en rusten op groot open water en rustende vogels op hoogwatervluchtplaatsen zijn meestal verstoringsgevoeliger, voor veel van deze soorten zijn verstoringsafstanden gerapporteerd van 1.000 tot 2.000 meter. De soorten die aan de hoge zijde van deze range zitten, à 2.000 meter, zijn roodkeelduiker, parelduiker, zwarte zee-eend, wulp en rosse grutto. Deze soorten vertonen vaak ook een trage terugkeertijd na verstoring. Het 1.000 meter verstoringscontour geldt ook voor meerdere vogelsoorten die ruien op groot open water, zoals eidereend, zeekoet en de met zeekoet zeer vergelijkbare alk (Krijgsveld et al., 2022). Dit komt met name omdat vogels in de rui minder goed of geheel niet weg kunnen vliegen. In het ernstigste geval kunnen de vogels hun rui niet afmaken en wordt hun vliegcapaciteit verstoord. Bij verstoring van foeragerende vogels kunnen bovendien voedseltekorten ontstaan, met name in of net voor gevoelige periodes (zoals rui- of broed- of winterseizoen). Dit kan leiden tot een verlaagd voortplantingssucces en in ernstige gevallen tot de dood.

Helikopters kunnen vogels tot op circa 1.400 meter afstand verstoren, bij een vlieghoogte (van de helikopter) tussen de 35 en 140 meter (Blankendaal et al., 2012). Aangezien de helikopters alleen op deze hoogte vliegen bij landen en opstijgen valt dit binnen de reeds gehanteerde worst-case verstoring rondom het platform. Aangezien de helikopters nooit dichter naar het wateroppervlak gaan dan platformhoogte, zijn aanvaringen tussen watervogels en de helikopterwieken zeer onwaarschijnlijk en kunnen negatieve effecten op populatieniveau op voorhand worden uitgesloten. Dit wordt niet verder meegenomen in de effectbeoordeling.

De maximale verstoringsafstand van rustende zeehonden die bekend is uit de literatuur bedraagt 1.200 meter (Bouma et al., 2010). Hierbij wordt geen onderscheid gemaakt tussen grijze en gewone zeehonden, de reactie is vergelijkbaar. Het betreft hier een afstand waarop rustende zeehonden verstoord kunnen worden door recreatieve motorboten. De verstoringsafstand van een baggerschip is minder groot ten opzichte van motorboten, omdat deze verstoringsbron voorspelbaar is en zich traag verplaatst (Krijgsveld et al., 2008). Ook uit recentere onderzoeken van (Bouma et al., 2012; Didderen & Bouma, 2012) blijkt de verstoringsafstand van baggerschepen doorgaans minder dan 1.200 meter. Gewenning aan een verstoringsbron speelt hierbij een belangrijke rol. Er wordt in deze rapportage een worst-case reikwijdte van 1.200 meter gehanteerd voor bovenwaterverstoring van op droogvallende platen aanwezige zeehonden.

De maximale reikwijdte van bovenwaterverstoring langs het tracé (2.000 meter) is weergegeven in Figuur 2-9. Voor werkzaamheden in het Veerse Meer is de verstoring van 2 km worst-case voor de delen op het water. Op land zal de verstoring kleiner zijn doordat delen afgeschermd worden door dijken en begroeiingen op land. In de aanleg- en gebruiksfase varen (kleinere) schepen ook vanaf de dichtstbijzijnde vaarroutes naar het platform. Tijdens de surveyfase volgen (kleinere) schepen de kabelroute. Dit zijn relatief kleine verstoringsmomenten ten opzichte van de totale verstoring in de gehele aanlegfase. De verstoring tijdens de aanlegfase wordt daarom als maatgevende worst-case periode gehanteerd.



Figuur 2-9 Bovenwaterverstoring ten opzichte van het tracé op zee (boven) en het Veerse Meer (onder).

2.6.2 Verstoring door licht

Op zee kan licht zorgen voor verstoring. Zowel tijdens de aanleg als tijdens de gebruiksfase is er sprake van lichtverstoring op zee van het platform en de scheepvaart. Lichtverstoring heeft in potentie effect op de tijd en locatie waarneming van vleermuizen en (trek-)vogels en kan zo mogelijk het bioritme van vleermuizen en vogels op zee verstoren. Veranderingen in de verhoudingen tussen licht en donker kunnen trek-, broed- en foerageergedrag beïnvloeden. Daarnaast kan afstoting, of juist aantrekking plaatsvinden (Longcore & Rich, 2004). Extra verlichting 's nachts kan bij dag-actieve vogels voor een verkorting van de levensduur zorgen als gevolg van een slechtere conditie, verminderd functioneren, grotere predatiekans en een lager voortplantingssucces (Engelmoer & Altenburg, 1999). Of dit ook een effect heeft op de populatie hangt af van de specifieke situatie (de duur, wat wordt verlicht, met welke intensiteit en wanneer et cetera).

Wat betreft de effecten van licht wordt onderscheid gemaakt tussen effecten als gevolg van de verlichtingssterkte (de mate waarin een gebied minder donker wordt) en als gevolg van de zichtbaarheid van het licht (lichtsterkte). De afstand waarop een lichtbron gezien wordt, is vele malen groter dan de afstand waarop een lichtbron nog bijdraagt aan de mate van verlichting van een gebied. Vooral de verlichtingssterkte is relevant, omdat deze kan leiden tot fysiologische en gedragsveranderingen bij beschermde dieren. Voor de verlichtingssterkte geldt dat negatieve effecten op vogels niet uitgesloten kunnen worden boven een drempelwaarde van 0,1 lux (Molenaar, 2003; Molenaar et al., 2000). Voor de watervleermuis wordt een drempelwaarde van 1,1 lux gesteld (BIJ12, 2017a, p. 12), waar de Zoogdiervereniging 0,5 lux als drempelwaarde voor de Myotis-groep hanteert en 3 lux voor de gewone dwergvleermuizen (Reimerink et al., 2017). Met de bovengenoemde drempelwaardes wordt in het verlichtingsplan[1] uitgegaan van een maximale verlichtingssterkte van 0,1 lux vanaf 150 meter van de verlichtingsbron, waarmee negatieve effecten buiten 150 meter kunnen worden uitgesloten.

Over het algemeen is de reikwijdte van de lichtbelasting minder groot dan die van verstoringen die optreden door geluid of visuele verstoringen. Er is voor de lichtbelasting van de schepen en het platform daarom geen berekening uitgevoerd. Op basis van expert judgement (uit gegevens van vergelijkbare werkzaamheden) wordt de aanname gedaan dat de 0,1 lux-grens van bouwverlichting tijdens werkzaamheden niet verder zal reiken dan 150 meter vanaf de grens van de werkzaamheden. Met deze reikwijdte vallen de effecten van licht tijdens de aanleg binnen de grenswaarden van geluid of visuele verstoring (500-2.000 meter). Verstoring als gevolg van licht is daarmee niet relevant als autonome verstoringsbron, met name omdat geluid, licht en visuele verstoring vaak gelijktijdig optreden in de aanleg. De effecten van navigatieverlichting van de schepen en het platform vallen daarom binnen de verstoringscontouren van geluid en visuele verstoring en worden in die paragraaf meegenomen in de toetsing.

In de gebruiksfase zal licht wel een op zichzelf staande bron van verstoring zijn. Als er geen bemanning op het platform is, wordt er op het platform alleen navigatieverlichting gevoerd. Dit is gedurende de gebruiksfase het grootste deel van de tijd. De verlichting van het platform kan 's nachts verstorend werken voor vleermuizen. Vleermuizen zijn nachtdieren en hebben vooral last van wit licht en wit licht met een groene tint. Licht kan migratieroutes van vleermuizen verstoren. Kunstmatige lichtbronnen kunnen ook de kompasoriëntatie van (trek-) vogels verstoren. Vooral het langgolvige (rode) deel van het spectrum heeft invloed op de oriëntatie zodat vogels (met de wijzers

[1] Het verlichtingsplan is een opzichzelfstaand product, dat voldoet aan de ecologische eisen, dat voorgelegd zal worden aan het Bevoegd Gezag

van de klok mee) blijven cirkelen om een lichtbron. De kans dat een vogel tijdens de trek met een platform 'in aanraking' komt is sterk afhankelijk van de reikwijdte van de verlichting.

Voor het platform en het benodigde scheepvaartverkeer wordt een verlichtingsplan op maat gemaakt welke zowel de gebruiks- als aanlegfase omvat.

In het verlichtingsplan wordt opgenomen dat de verlichtingssterkte vanaf 150 meter van de verlichtingsbron onder 0,1 lux blijft en werk- en platformverlichting zodanig wordt opgesteld en ingericht dat uitstraling van licht naar de omgeving (boven en buiten het platform) zoveel mogelijk wordt voorkomen. Verdere randvoorwaarden van het verlichtingsplan zijn nader toegelicht in Deel A paragraaf 2.2.9. Uit eerdere verlichtingsplannen (bijvoorbeeld Net op zee Borssele) blijkt dat de buitenverlichting bij werkzaamheden op een platform 200 lux is, naar beneden afgeschermd. 200 lux is na 45 meter al uitgedoofd naar 0,1 lux. Aangezien alle verlichting volgens het verlichtingsplan wordt opgesteld zijn effecten op fauna gevoelig voor verlichtingsverstoring, zoals trekvogels en vleermuizen, buiten 150 meter uitgesloten. De reikwijdte van lichtverstoring valt tijdens de aanlegfase binnen de reikwijdte van geluid , tijdens de gebruiksfase is dit niet altijd het geval aangezien dan niet altijd geluid wordt geproduceerd. Alleen het gebruik van licht in de gebruiksfase wordt daarom behandeld.

2.7 Habitataantasting

2.7.1 Habitataantasting op zee

Bij de aanleg van de kabels wordt de zeebodem ter plaatse beroerd. Bij de platformaanleg wordt de bodem ter plaatse van de platformfundatie en steenbestorting verstoord. Hierdoor kunnen potentieel aanwezige habitattypen worden verstoord en/of aangetast.

Doordat het bodemprofiel varieert (met of zonder zandgolven) langs het kabeltracé zijn op verschillende locaties, verschillende aanlegtechnieken nodig. Voor de aannames betreffende de toepassing van de verschillende aanlegtechnieken over het kabeltracé worden voor habitataantasting dezelfde worst-case uitgangspunten aangehouden als in de modelleerstudie voor vertroebeling en sedimentatie (zie Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie en paragraaf 2.2 en 2.3). Buiten (>10km) de kustzone wordt uitgegaan van pre-sweepen gevolgd door jet trenchen. Binnen de kustzone volstaat jet trenchen.

De breedte van de beroerde zeebodem verschilt per aanlegstrategie (jet trenchen, pre-sweepen en baggeren). Per aanlegstrategie worden worst-case uitgangspunten aangehouden. Er worden twee bundels van 2 kabels gelegd die circa 5 meter van elkaar afliggen. Voor pre-sweepen en baggeren wordt een reikwijdte gehanteerd van 10 meter aan weerszijde van de kabels, met een totale breedte van 25 meter. Jet trenchen beslaat een veel kleiner oppervlak, voor het jet trenchen van een 1x4 kabelbundel is de breedte van de ingreep circa 60 cm. Voor een 2x2 kabel zal dit dus gaan over ongeveer 1.2 meter. Voor deze studie wordt daarom de reikwijdte van pre-sweepen en baggeren aangehouden.

De kabel wordt geplaatst in een onderhoudscorridor. Dit is een ruimtelijke zone waar ingrepen in de bodem niet zonder meer zijn toegestaan om schade aan de kabel te voorkomen. Langs het grootste deel van het tracé is de onderhoudscorridor 1.000 meter breed. Op plaatsen waar netten op zee Nederwiek 1 en 2 parallel liggen is de onderhoudscorridor 1.200 meter breed. De onderhoudszone is

maximaal 1.800 meter breed wanneer Netten op zee Nederwiek 1 en 2 parallel liggen met de Netten op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma. De onderhoudscorridor is slechts een zone, het betreft dus geen fysieke ingreep waarbij sprake kan zijn van relevante negatieve effecten.

De effecten van habitataantasting op zee, die alleen optreden tijdens de aanlegfase en niet in de gebruiksfase, worden verder behandeld in paragraaf 3.2.7.

2.7.2 Habitataantasting in het Veerse Meer

In Paragraaf 2.2.1 is toegelicht dat kabelaanleg in het Veerse Meer uitsluitend wordt uitgevoerd middels jet trenchen. Bij jet trenchen wordt de kabel binnen een effectieve breedte van 0,6 meter de grond ingebracht tot minstens -9,5 meter NAP. Over de totale lengte van het tracé in het Veerse Meer (ca. 11,8 km) leidt de activiteit tot een totaaloppervlak van circa 1,42 hectare (11.800 * 0,6 * 2) waarbinnen de bodem wordt aangetast in de aanlegfase. In de gebruiksfase vinden geen effecten van habitataantasting plaats, behalve mogelijk incidenteel en zeer lokaal bij kabelonderhoud. De effecten van de aanlegfase worden nader beoordeeld in hoofdstuk 3.2 en 4.3.

In de verdere beoordeling wordt vis niet beoordeeld. Dit heeft twee redenen: Vis is relatief mobiel, waardoor fysieke aantasting door habitataantasting een verwaarloosbare factor vormt. Daarnaast wordt een dermate beperkte hoeveelheid bodemoppervlak (leefgebied) aangetast t.o.v. wat beschikbaar is, dat meetbare ruimtelijke veranderingen in soortsamenstelling of abundantie zijn uitgesloten. Achteruitgang van het kwaliteitselement is zodoende op voorhand uitgesloten.

2.8 Elektromagnetische velden

In de gebruiksfase wordt de gelijkstroomkabel (ook wel Direct Current of DC-kabel genoemd) onder spanning gezet. Door de aanwezigheid van elektrische lading ontstaat er een elektrisch veld. Een elektrisch veld ontstaat wanneer er een verschil is in spanning tussen een voorwerp en de omgeving. Elektromagnetische velden (EMV) bestaan uit twee componenten, elektrische en magnetische velden. Het elektrische veld wordt afgeschermd door de mantelbuis, waarbinnen de kabels zijn gelegen, en komt daardoor niet vrij in de directe omgeving van de kabel en zal daardoor geen effect hebben op organismen. Het magnetisch veld wordt echter niet afgeschermd door de mantelbuis en is daardoor waarneembaar in de directe omgeving van de kabel. De effecten van EMV treden niet op tijdens de aanlegfase, aangezien ze ontstaan rondom de gelijkstroomkabels als deze in werking treden.

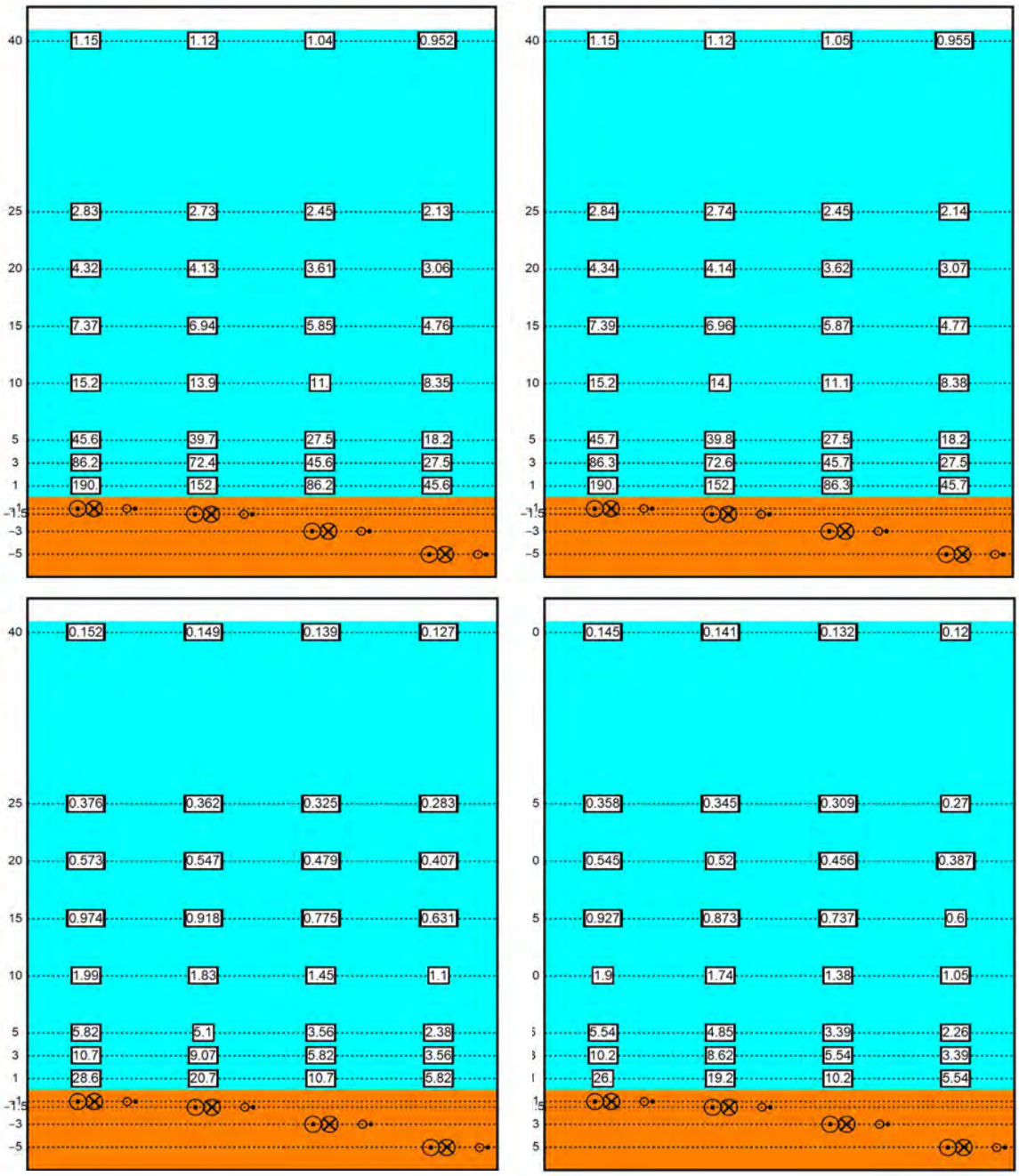
Door het bewegen van een organisme door het magneetveld wordt een elektrisch veld opgewekt, het zogenaamde iE-veld (een geïnduceerd elektrisch veld of opgewekt elektrisch veld. Voor samenhang met Engelstalige literatuur wordt de Engelse afkorting iE-veld ook gebruikt om in het Nederlands opgewekt elektrisch veld te beschrijven. Meer informatie zie (Gill, 2015; Snoek et al., 2016). De stroomkabel produceert dus een magnetisch veld, dat onder bepaalde omstandigheden ook een elektrisch veld opwekt. Verdere informatie hierover is te vinden in Bijlage VII-D Effecten van EMV op zee. Uit Bijlage VII-D blijkt dat bepaalde diersoorten effecten kunnen ondervinden van elektromagnetische velden. Dit effect wordt daarom onderzocht. In de volgende paragraaf wordt de reikwijdte van het (elektro)magnetische veld bepaald voor de kabels van Net op zee Nederwiek 1.

2.8.1 Elektromagnetische velden op zee en het Veerse Meer

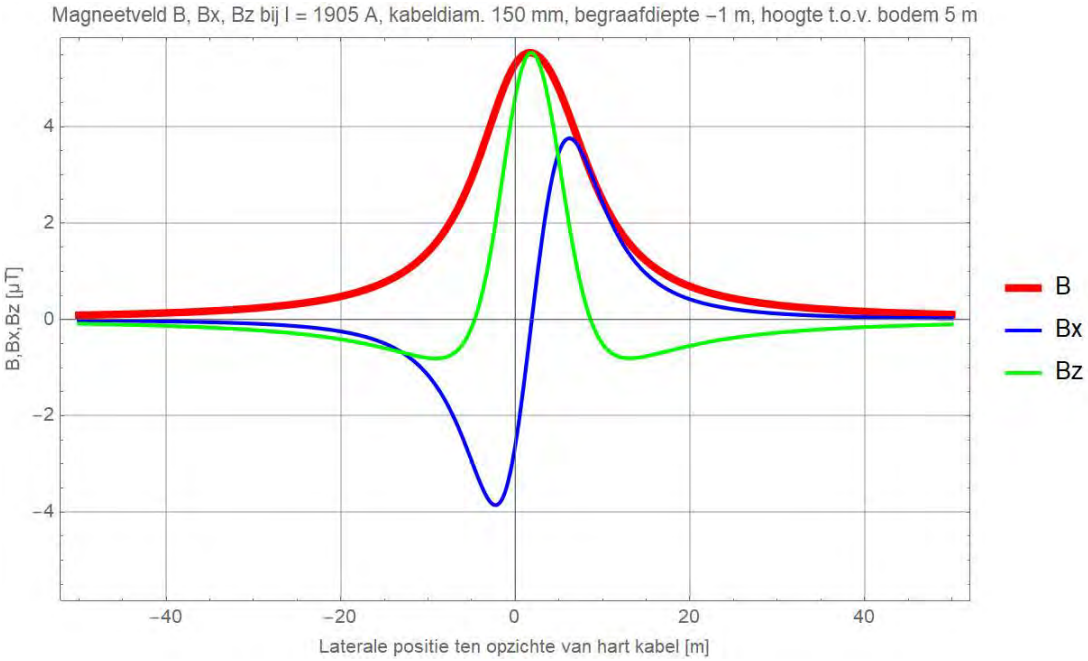
Het EMV op zee is alleen aanwezig tijdens de gebruiksfase en niet tijdens de aanlegfase. In Figuur 2-10 is de worst-case magneetveldzone in microtesla (µT) rondom de kabels in de waterkolom weergegeven. Het magnetische veld reikt door de gehele waterkolom boven de kabels en neemt naar boven toe af in sterkte. Horizontaal neemt de sterkte van het elektromagnetische veld van de kabel op dezelfde manier af, zie Figuur 2-10. Het magneetveld reikt bij een begraafdiepte van 1 meter horizontaal tot circa 40 meter en verticaal tot het wateroppervlak in de waterkolom. Doorgaans is de sterkte van het elektromagnetisch veld in de gebruiksfase 0,145 µT (in het geval van een kabeldikte van 150 mm) en 0,152 µT (in het geval van een kabeldikte van 185 mm) aan het wateroppervlak (uitgaande van gemiddeld waterdiepte Nederlands Continentaal Plat (NCP)) In de kustzone en in het Veerse Meer wordt de kabel minimaal 3 meter diep begraven. Als worst-case wordt een kabel van 185 mm aangehouden.

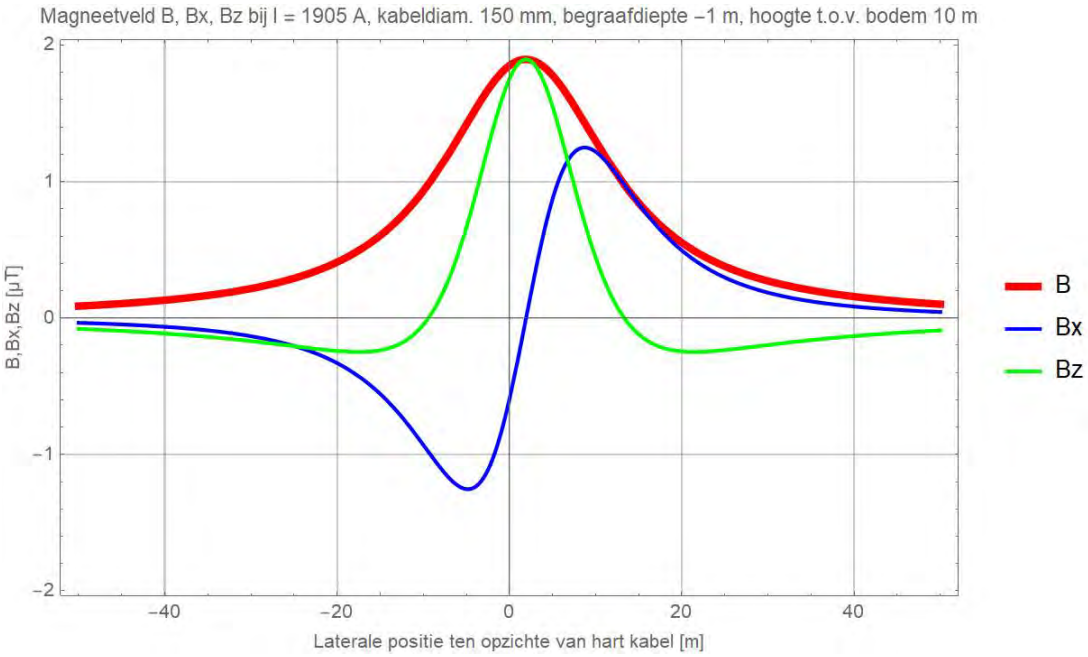
In Figuur 2-10 is ook de elektromagnetische veldzone in µT rondom de kabels in de waterkolom weergegeven tijdens storing/onderhoud. In de onderhoudsperiodes tijdens de gebruiksfase wordt de functie van de +/--polen overgenomen door de Metallic Return. Hierdoor kan (worst-case) voor een duur van maximaal twee maanden de gemiddelde output van de kabels 6 (bodem) tot 8 keer (40 meter boven kabel) hoger liggen dan normaal (van Essen, 2021a). Het elektromagnetisch veld zal in die gevallen rond de 40 meter boven de kabel een sterkte hebben van 1,15 µT in het geval van beide kabeldiktes. Deze hogere waardes betreffen piekwaardes die bij storing en onderhoud kunnen optreden. Storing komt naar waarschijnlijkheid niet vaak voor. Naar verwachting maximaal in totaal zes maanden (drie keer over twee maanden) verspreid over een periode van 40 jaar. Normale waardes 40 meter boven de kabel en bij een kabeldikte van 150 mm zijn rond de 0,034 µT en waardes bij een kabeldikte van 185 mm zijn rond de 0,0419 µT.

In 2020 is onderzoek uitgevoerd door WaterProof bij de Norned kabel. De Norned kabel (ook een gelijkstroomkabel) is een kabel in de zeebodem voor energietransport tussen Noorwegen en Nederland. Bij deze kabel is de sterkte van het daadwerkelijke elektromagnetische veld boven de zeebodem gemeten en vergeleken met gemodelleerde waardes van de veldsterkte. Hieruit bleek dat de waardes die daadwerkelijk boven de zeebodem gemeten werden op alle transecten lager waren dan de gemodelleerde waardes (0,015 µT in plaats van 0,02-0,03 µT) (Waterproof Marine Consultancy & Services BV., 2020). De gemodelleerde waardes die gebruikt worden in deze toets zijn dus worst-case en zullen waarschijnlijk lager uitvallen.



Figuur 2-10 Magneetveldzone in µT van de 525kV-gelijkstroomkabels op zee bij een kabeldiameter van 150 (links) en 185 (rechts) mm tijdens gebruiksfase (onder) en storing/onderhoud (boven) voor de (2x2)-kabelconfiguratie. De getallen langs de verticale as zijn de begraafdiepten/meethoogten ten opzichte van het zeebodemoppervlak in meter. Berekend door (van Essen, 2021a).





Figuur 2-11 Elektromagnetische veldzone van de Metallic Return van de 2x2 in µT van de 525kV-zeekabels bij een kabeldiameter van 150 mm (boven) en 185 mm (onder) bij storing/onderhoud bij de (2x2)-kabelconfiguratie. Het elektromagnetisch veld B is opgebouwd uit een horizontale en verticale component (Bx en Bz). Alleen het gehele elektromagnetisch veld (B) zal van toepassing zijn (van Essen, 2021a).

2.9 Verontreiniging

2.9.1 Bronnen van verontreiniging

In de waterbodem kunnen verontreinigende stoffen voorkomen, stoffen die hier van nature voorkomen of stoffen die geïntroduceerd zijn door menselijk handelen. Hierdoor kan de kabelaanleg en de daarbij benodigde bodemberoering leiden tot de resuspensie van deze stoffen, waarmee de

verontreinigingen (terug) in het systeem komen. Dit kan de verschillende instandhoudingsdoelen negatief beïnvloeden. Er zijn twee typen bronnen:

- Aanvoer van antropogene verontreinigingen gebonden aan slib via water-/ sedimenttransport: Dergelijke verontreinigingen kunnen opgehoopt zijn op plaatsen waar zich slib heeft geaccumuleerd.
- Natuurlijke aanrijking van stoffen in de waterbodem door historische vormingscondities: Dit kan aanwezig zijn in oudere, diepe geologische lagen met ijzeroer, veen en organisch rijke klei.

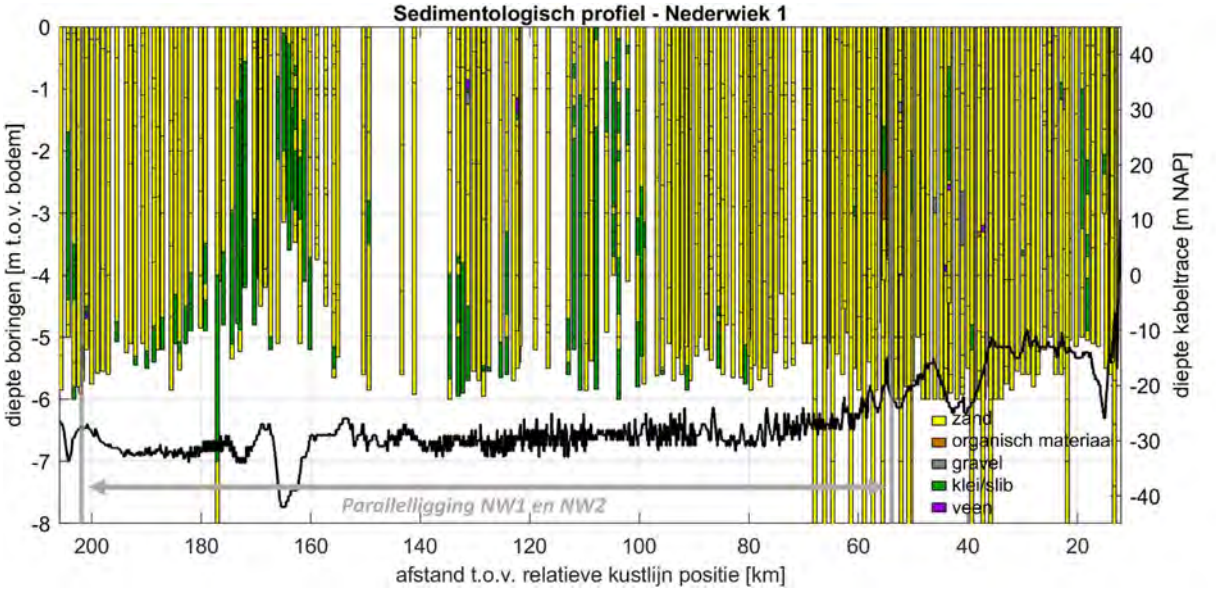
Daarnaast treden mogelijk lokale verontreiniging op specifieke, afgebakende locaties door menselijke activiteiten. Het gaat hier om locaties zoals wrakken, ammunitie-dumps, boorplatforms, plekken waar blusschuim is toegepast, etc.

2.9.2 Verontreiniging tijdens de aanleg

In de Noordzee ten gevolge van antropogene verontreiniging
Voor de Noordzeebodem kan aanwezigheid van verontreiniging als gevolg van geaccumuleerde verontreiniging op voorhand worden uitgesloten.

In de Noordzee ten gevolge van historie
Onder de actieve bodemlaag van de Noordzee liggen oudere geologische lagen, met verschillende ouderdommen en verschillende samenstellingen. In de bodem van Nederland worden verhoogde concentraties arseen aangetroffen bij ijzeroer, veen en organisch rijke klei. Ook in de oudere bodemlagen van de Noordzeebodem kan arseen aanwezig zijn (van Bruggen et al., 2014). Het vrijkomen van deze natuurlijke verontreinigingen kan plaatsvinden bij het doorsnijden van de oudere bodemlagen met dergelijke verontreinigingen. Dit treedt alleen op indien de begraafdiepte groter is dan de dikte van de actieve laag op de Noordzeebodem én natuurlijke verontreiniging in de onderliggende lagen aanwezig zijn. Het betreft beperkte delen van het tracé waar sprake is van deze combinatie.

In Figuur 2-12 is zichtbaar dat klei op verschillende plekken aanwezig is langs het kabeltracé. Tussen km 160 en km 180 en tussen km 100 en km 115 bevindt zich relatief veel klei. Daarnaast is op verschillende, wat meer solitaire locaties klei aanwezig. Het grootste cluster aan kleilagen ligt in de trog van een tidal ridge, zichtbaar bij km 165. Veen is op zeven boorlocaties zichtbaar (paars), op km 37, 43, 44, 121, 122, 131 en 201 (NextGeo, 2022). Het gaat dus uitsluitend om locaties op relatief grote afstand van de kustzone.



Figuur 2-12 Dwarsdoorsnede van het kabeltracé op zee (linker y-as) met daarin geplot de Net op zee Nederwiek 1 surveyboringen (NextGeo, 2022b) (NextGeo, 2022c) en de DINOloket-boringen binnen een straal van 300m met een minimale lengte van vier meter (diepte boringen rechter y-as).

Gevolgen van de verontreinigen treden op doordat veen- en slibdeeltjes met verontreinigen tijdens het jet trenchen in de waterkolom terecht komen. Deze verontreinigingen treden uitsluitend op rond het kabeltracé, en zijn gekoppeld aan de slibwolk. Dit is alleen van toepassing op locaties met oude geologische lagen van klei/veen, deze liggen uitsluitend op grote afstand van de kustzone.

In het Veerse meer

Voor de waterbodem Veerse Meer is bekend dat diverse verontreinigde stoffen aanwezig zijn in het slib, het betreft geen individuele lokale verontreinigingen maar verspreid aanwezige verontreinigingen. Dit resulteerde uit het waterbodemonderzoek voor de kabel van Net op zee IJmuiden ver Alpha[2], welke in het Veerse Meer parallel zal liggen aan de kabel van Net op zee Nederwiek 1. Het gaat o.a. om verhoogde concentraties koper. Het is daarom niet op voorhand uit te sluiten dat bij de werkzaamheden in het Veerse Meer verontreinigingen worden geresuspendeerd.

2.9.3 Verontreiniging tijdens de gebruiksfase

In de gebruiksfase is het platform relevant, evenals eventueel benodigd onderhoud aan de kabel. Kabelonderhoud zal altijd minder bodemberoering vereisen dan de aanlegfase van de kabel. De gebruiksfase (onderhoud) van de kabel is daarmee niet maatgevend en wordt niet verder beoordeeld. In de gebruiksfase van het platform wordt al het hemelwater dat mogelijk gecontamineerd is gecontroleerd op olie en/of glycol. In het geval van contaminatie wordt het hemelwater opgeslagen in een vuilwatertank, niet gecontamineerd water wordt overboord geloosd. Afvalwater van toiletten wordt niet direct op zee geloosd. Tijdens gepland onderhoud wordt gebruik gemaakt van normale toiletten aangesloten op een zuiveringsinstallatie. Na verwerking wordt het grotendeels geloosd in zee, en een kleine hoeveelheid zal worden opgeslagen en afgevoerd. Tijdens

[2] Voor Bijlage VII-J Indicatief waterbodemonderzoek Veerse Meer, zie: https://commissiemer.nl/projectdocumenten/00009519.pdf

ongepland onderhoud wordt gebruik gemaakt van verbrandingstoiletten. Verontreiniging in de gebruiksfase is daarom uitgesloten en wordt niet verder behandeld.

2.10 Warmteontwikkeling

De temperatuur van de kabel ligt in de gebruiksfase hoger dan de omgevingstemperatuur. De ingegraven kabels zullen in de gebruiksfase daardoor een beperkte plaatselijke temperatuursverhoging veroorzaken in de waterbodem. Over de lange termijn effecten op het mariene ecosysteem en bijhorende organismen door lokale opwarming is beperkt onderzoek beschikbaar aangezien hier weinig studies naar zijn uitgevoerd. Bij twee kabels van 33 en 132 kV, gelegen op 1 meter diepte, is de maximale verhoging in temperatuur circa 2,5 graden Celsius op 50 cm afstand, direct onder deze kabels (Meißner et al., 2006; Taormina et al., 2018). Doordat de DC-kabels dieper worden ingegraven dan in bovengenoemd onderzoek (1-3 meter op zee, in de kustzone en het Veerse Meer nog dieper), is de temperatuursverhoging van het waterbodemoppervlak gering. De temperatuursverhoging van de waterbodem is daarmee verwaarloosbaar ten opzichte van de natuurlijke temperatuurvariatie.(Müller et al., 2016). Er is ook geen sprake van cumulatie van effecten met eventuele nabijgelegen actieve kabels omdat de opwarming zich beslist niet zal uitstrekken tot de volgende kabel(ordegrootte tientallen tot honderden meters, afhankelijk van de corridorbreedte zal dit tussen de 50 en 200 meter zijn). Effecten van warmteontwikkeling zijn daarom op voorhand uit te sluiten. Dit aspect is daarom niet verder meegenomen in de effectbeoordeling.

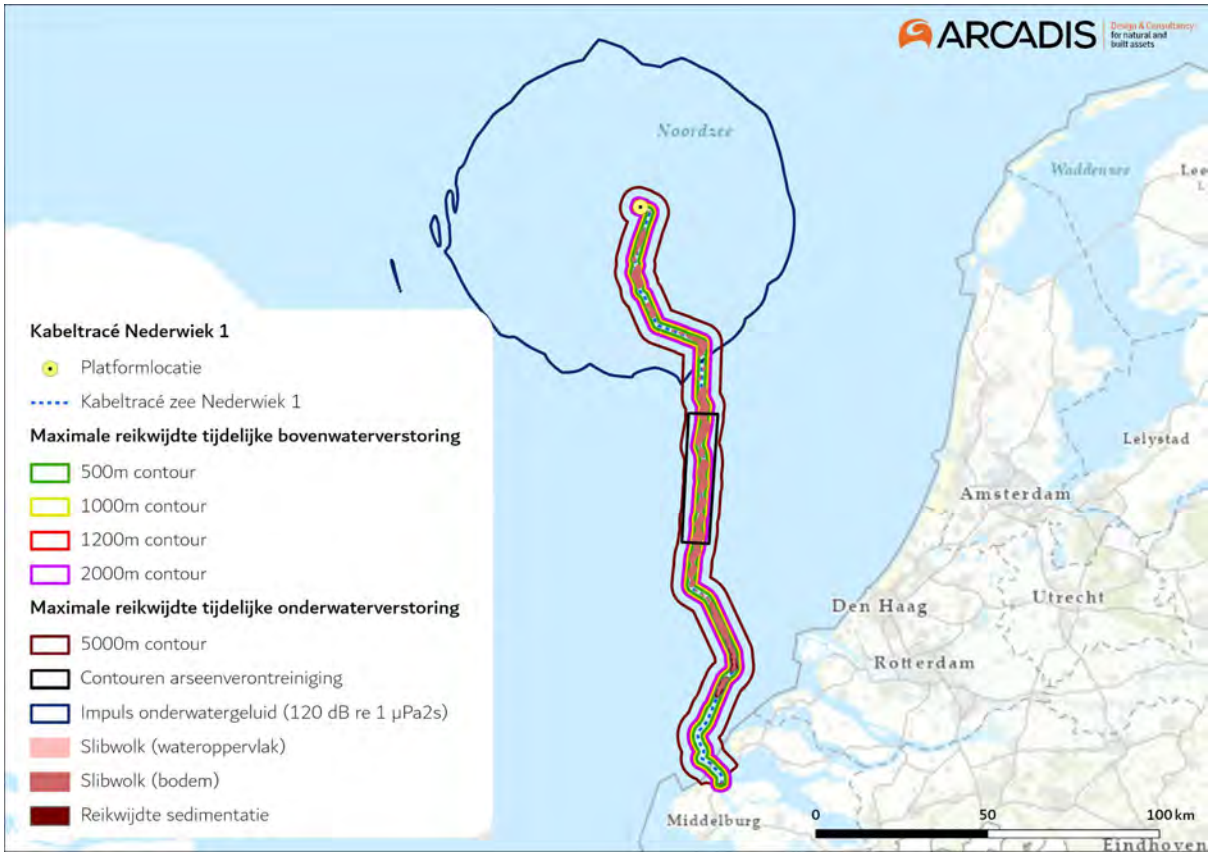
2.11 Samenvatting reikwijdte activiteiten en bepaling studiegebied

In Tabel 2-1 is de maximale reikwijdte per gevolg weergegeven. Ook is benoemd of een gevolg op zee, op land of in het Veerse Meer optreedt, en of het gevolg relevant is in de aanleg- of gebruiksfase. In Figuur 2-13 wordt het studiegebied op zee getoond en de reikwijdtes van de verstoringen. In Figuur 2-14 is dit gedaan voor de gevolgen in het Veerse Meer.

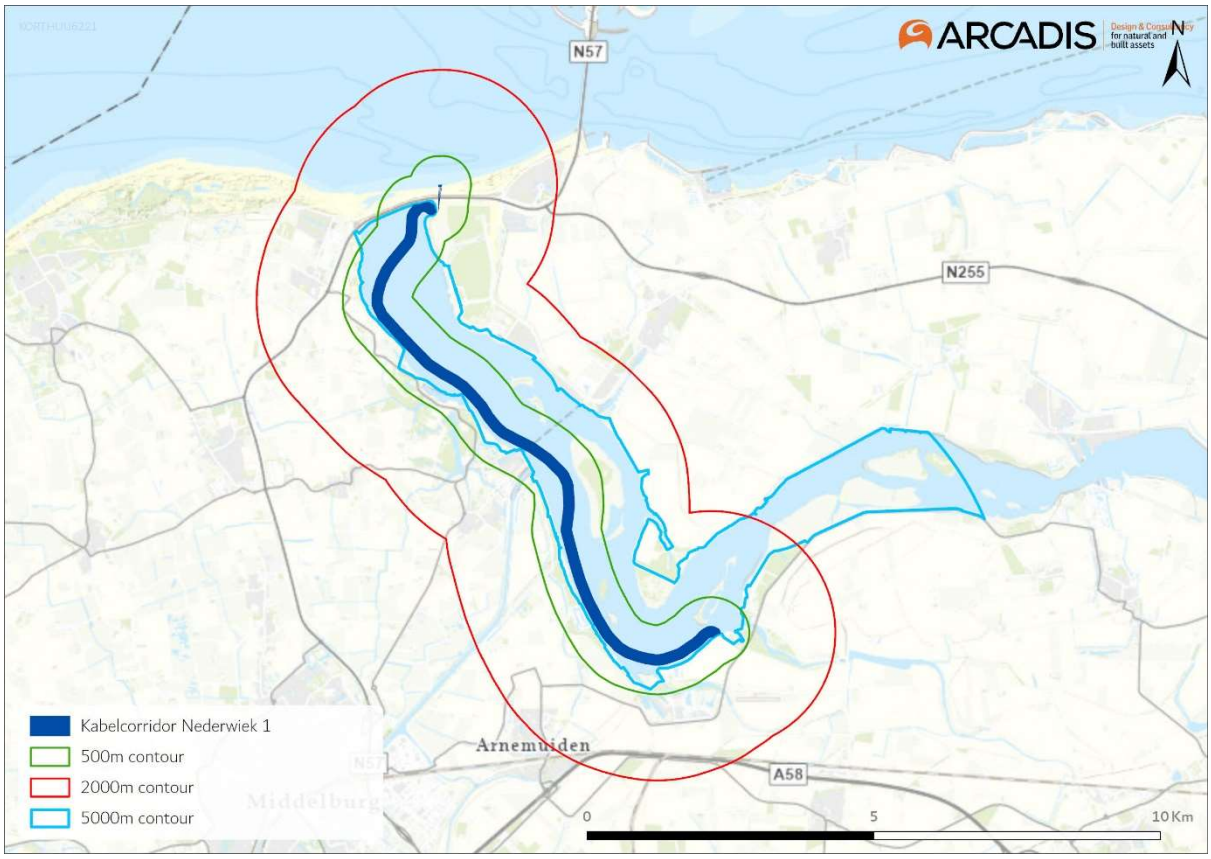
*Tabel 2-1 Samenvatting maximale reikwijdte van de gevolgen van de activiteit. *'Zee' is inclusief het Veerse Meer, behalve wanneer anders vermeld*

Gevolg	Op zee/Veerse Meer	Tijdens aanleg-/gebruiksfase	Maximale reikwijdte
Vertroebeling	Zee	Aanleg	De slibwolk bevindt zich voornamelijk op open zee rondom het kabeltracé en reikt niet tot de kustzone.
	Veerse Meer		De slibwolk bevindt zich uitsluitend rondom het kabeltracé. Op de meest slibrijke delen reikt de slibwolk aan de bodem tot circa 200 meter aan weerszijde van het tracé. Op overige stukken tot hooguit tientallen meters .
Sedimentatie	Zee	Aanleg	Effecten van sedimentatie reiken niet tot de kustzone, maar bevinden zich voornamelijk rondom het tracé circa 15 km uit de kust (in een zone van maximaal 4 km breed).
	Veerse Meer		Sedimentatie treedt uitsluitend op rondom het tracé. Op de meest slibrijke delen reikt sedimentatie tot circa 150

Gevolg		Op zee/Veerse Meer	Tijdens aanleg-/gebruiksfase	Maximale reikwijdte
				meter aan weerszijde van het tracé. Op overige stukken tot hooguit tientallen meters.
Verstoring onderwater	**Continu onderwatergeluid**	Zee	Beide, aanleg is worst-case	Rondom kabels en platform Zeezoogdieren en trekvissen: 5 kilometer.
	Impuls onderwatergeluid	Zee	Aanleg	Heien: rondom platform. Zeezoogdieren (bruinvissen 1.313km^2 en zeehonden 665 km^2) en trekvissen.
Bovenwaterverstoring	**Geluid en visueel**	Zee	Beide, aanleg is worst-case	500 meter voor vogels 1.000 meter voor gevoelige vogels. 1.200 meter voor zeehonden. 2.000 meter voor extra gevoelige vogels.
	Licht	Zee	Beide, gebruiksfase is worst-case	150 meter voor de schepen van de kabelaanleg en van de aanleg van het platform.
Habitataantasting		Zee	Aanleg	25 meter voor pre-sweepen, baggeren en jet trenchen. Ter plaatse van de platformfundatie en steenbestorting.
		Veerse Meer		1,2 meter voor jet trenchen.
Elektromagnetische velden		Zee & Veerse Meer	Gebruik	Horizontaal tot circa 40 meter en verticaal tot het wateroppervlak in de waterkolom.
Verontreiniging		Zee	Aanleg	Aanwezigheid van arseen niet uitgesloten in diepe historisch gevormde bodemlagen. Kan geresuspendeerd worden in nabijheid van het tracé.
		Veerse Meer	Aanleg	Aanwezigheid van diverse verontreinigde stoffen (o.a. koper) niet uitgesloten in slib. Kan geresuspendeerd worden in nabijheid van het tracé.
Warmteontwikkeling		Zee & Veerse Meer	Gebruik	Geen effect, geen beoordeling.



Figuur 2-13 Studiegebied werkzaamheden op zee met verstoringcontouren.



Figuur 2-14 Studiegebied werkzaamheden op het Veerse Meer met verstoringscontouren.

3 Kaderrichtlijn Mariene Strategie

3.1 Wet- en regelgeving

3.1.1 Inleiding

De Europese Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM) verplicht de lidstaten tot het treffen van de nodige maatregelen om in hun mariene wateren een goede milieutoestand (GMT) te bereiken en/of te behouden (Good Environmental Status, GES). In 2008 heeft het Europese Parlement de Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM, Richtlijn 2008/56/EG) aangenomen. Hiermee is een kader vastgesteld waarbinnen de lidstaten de nodige maatregelen nemen om uiterlijk in 2027 in de door hen beheerde zeeën de goede milieutoestand te bereiken, te behouden of te herstellen. De KRM is in de Nederlandse wetgeving verankerd door middel van een aanpassing in het Waterbesluit onder de Waterwet. De KRM is voor het Nederlandse deel van de Noordzee uitgewerkt in de Mariene Strategie. Het beschrijft de maatregelen die nodig zijn om de goede milieutoestand en de milieudoelen te kunnen bereiken en te behouden. Dit programma van maatregelen is een integrale herziening van de eerste versie die in 2015 is vastgesteld en vormt het sluitstuk van de tweede implementatiecyclus van de KRM. Het programma is opgenomen in het Programma Noordzee 2022-2027, dat als bijlage deel uitmaakt van het Nationaal Waterprogramma 2022-2027, en beschrijft de maatregelen die in de planperiode 2022-2027 van het Programma Noordzee worden geïmplementeerd. De minister van Infrastructuur en Waterstaat stelt het programma van maatregelen mariene strategie vast. Hij of zij doet dit in overeenstemming met andere voor dit onderwerp verantwoordelijke ministers. Deel 3 van de KRM geldt voor de periode 2022-2027 en geeft invulling aan artikel 13 van de KRM, dat lidstaten verplicht een programma van maatregelen op te stellen waarmee de GMT kan worden bereikt en behouden. Deze actualisatie heeft het doel van de KRM niet veranderd. In 2023 zal de KRM worden herzien, wat gedurende de planperiode kan leiden tot bijstellen of aanvullen van (de implementatie van) het beleid van het Programma Noordzee 2022-2027 en de implementatie van de KRM als onderdeel daarvan (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat & Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, 2022).

De goede toestand van de zee wordt beschreven door elf ‘descriptoren’:

In 2018 heeft een actualisatie plaatsgevonden van de goede milieutoestand voor de periode 2018 tot 2024. De goede milieutoestand van de zee wordt beschreven door elf descriptoren:

1. Biodiversiteit (vogels, vissen, zeezoogdieren).
2. Niet-inheemse soorten (exoten).
3. Commerciële vis, schaal- en schelpdieren.
4. Voedselwebben.
5. Eutrofiëring (overmatige verrijking).
6. Integriteit van de zeebodem (habitats).
7. Hydrografische eigenschappen.
8. Vervuilende stoffen.
9. Vervuilende stoffen in vis en visproducten.
10. Zwerfvuil.
11. Toevoer van energie, waaronder onderwatergeluid.

In de volgende paragrafen worden per descriptor de goede milieutoestand en bijhorende criteria beschreven. De informatie uit deze paragrafen is afkomstig van Ministerie van Infrastructuur en

Waterstaat, (2018). Deze informatie wordt vervolgens gebruikt als uitgangspunt voor de beoordeling.

3.1.2 D1. Biologische diversiteit

Descriptor
De biologische diversiteit wordt behouden. De kwaliteit en het voorkomen van habitats en de verspreiding en dichtheid van soorten zijn in overeenstemming met de heersende fysiografische, geografische en klimatologische omstandigheden.

De goede milieutoestand
Soorten, vogels
De populatiedichtheden en demografie van vogelpopulaties duiden op gezonde populaties.

Soorten, zeezoogdieren
De populatiedichtheden en demografie van zeezoogdierpopulaties duiden op gezonde populaties.

Soorten, visgemeenschap
De populatiedichtheden en demografie van populaties van vissen duiden op gezonde populaties.

Pelagische habitats
Wanneer de ruimtelijke en temporele variatie in de plankton gemeenschap binnen de langjarige bandbreedte blijft die duidt op een goede milieutoestand. De te gebruiken bandbreedtes moeten in de tweede cyclus nog regionaal worden vastgesteld.

Benthische habitats
Verbetering van de omvang, conditie en globale verspreiding van populaties van de gemeenschap van benthossoorten.

Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand
Soorten, vogels
- Voor elke functionele groep is de populatieomvang van ten minste 75 procent van de soorten boven de drempelwaarde van 1992 (OSPAR- beoordelingswaarde) (D1C2).
- Populaties van zeevogels moeten voldoen aan de landelijke doelen vanuit de Vogelrichtlijn (D1C2).
- Voor iedere soort mag een gebrek aan broedsucces in niet meer dan drie van de zes jaar optreden (OSPAR-beoordelingswaarde) (D1C3).

Soorten, zeezoogdieren
- Bijvangst van bruinvissen is lager dan 1 procent van de best beschikbare populatieschatting (ASCOBANS) (D1C1).
- De populatie van de grijze zeehond (H1364), gewone zeehond (H1365) en de bruinvis (H1351) moet voldoen aan gunstige referentiewaarde voor de populatieomvang (FRP) vanuit de Habitatrichtlijn (D1C2).
- Geen afname in het geboortecijfer van de grijze zeehond van meer dan 1 procent sinds de laatste assessment en niet meer dan 25 procent afname sinds 1992 (OSPAR-beoordelingswaarde) (D1C3).

- Voor impulsgeluid: ruimtelijke spreiding, tijdsduur en geluidsniveaus van luide impulsieve bronnen zijn zodanig dat directe en indirecte effecten van luid impulsgeluid niet de gunstige staat van instandhouding van soorten in gevaar kan brengen (zie verdere uitwerking bij D11) (D11C1).
- Verspreiding van de bruinvis en de gewone zeehond voldoet aan de gunstige referentiewaarde voor de verspreiding (FRR) uit de Habitatrichtlijn (D1C4).
- Relevant is ook de mate waarin het areaal en de kwaliteit van leefgebieden van zeezoogdieren zich ontwikkelen: behoud van de omvang en de kwaliteit van het leefgebied van de grijze zeehond (H1364), de gewone zeehond (H1365) en de bruinvis (H1351) (Habitatrichtlijn) (D1C5).

Soorten, visgemeenschap

- Commerciële vispopulaties: zie D3C1en D3C2 – Commerciële vissen (D1C2).
- Toename van het aandeel kwetsbare soorten vissen in de visgemeenschap (OSPAR-beoordelingswaarde) (D1C2).
- Populatie van trekvissen moet voldoen aan gunstige referentiewaarde voor de populatieomvang (FRP) uit de Habitatrichtlijn (D1C2).
- Verbeteren van de populatieomvang van haaien en roggen in de Noordzee en vooral in de kustzone (D1C2).
- Toename van het aandeel grote vissen in de visgemeenschap (OSPAR-beoordelingswaarde) (D1C3).
- Verspreiding van trekvissen in het rivierengebied voldoet aan gunstige referentiewaarde voor de verspreiding (FRR) uit de Habitatrichtlijn (D1C4).
- Vermindering barrières in de trekroutes, zodat deze uiterlijk in 2027 geen belemmering zijn voor duurzame populaties in het stroomgebied (KRW) (D1C5).

Pelagische habitats

- Voor pelagische habitats is de goede milieutoestand bereikt wanneer de ruimtelijke en temporele variatie in de planktongemeenschap binnen een bandbreedte blijft die duidt op een goede milieutoestand. De te gebruiken bandbreedtes moeten in de tweede cyclus nog regionaal worden vastgesteld (D1C6).

Benthische habitats

- Zie onder descriptor: Integriteit van de zeebodem (paragraaf 3.1.7).

3.1.3 D2. Niet-inheemse soorten (exoten)

Descriptor

Door menselijke activiteiten geïntroduceerde niet-inheemse soorten komen voor op een niveau waarbij het ecosysteem niet verandert.

De goede milieutoestand

Het aantal via menselijke activiteiten nieuw in het wild geïntroduceerde niet-inheemse soorten per beoordelingsperiode (zes jaar), gemeten vanaf het referentiejaar wordt tot een minimum beperkt en waar mogelijk tot nul teruggebracht.

Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand

- Dalende trend in het aantal introducties van niet-inheemse soorten per beleidsperiode (zes jaar; OSPAR) (D2C1).

3.1.4 D3. Commerciële vis, schaal- en schelpdieren

Descriptor

Populaties van alle commercieel geëxploiteerde soorten vis en schaal- en schelpdieren blijven binnen veilige biologische grenzen en vertonen een opbouw qua leeftijd en omvang die kenmerkend is voor een gezond bestand.

De goede milieutoestand

Geleidelijk herstel en behoud van populaties van commerciële visbestanden boven een biomassaniveau dat de maximale duurzame opbrengst kan opleveren.

Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand

- Voor ieder commercieel bevist visbestand geldt dat de sterfte door visserij (F) op de waarde of kleiner dan de waarde blijft die behoort bij een maximale duurzame oogst (Maximum Sustainable Yield, MSY)[3] (D3C1).
- De biomassa van paaibestanden (Spawning Stock Biomass, SSB) van commercieel beviste vis, schaal- of schelpdieren ligt boven het voorzorgniveau 'MSY Btrigger'[1] (in lijn met vangstadviezen van International Council for the Exploration of the Sea, ICES) (D3C2).

3.1.5 D4. Voedselwebben

Descriptor

Alle elementen van de mariene voedselketens, voor zover deze bekend zijn, komen voor in normale dichtheden en diversiteit en op niveaus die de dichtheid van de soorten op lange termijn en het behoud van hun volledige voortplantingsvermogen garanderen.

De goede milieutoestand

Het effect van menselijke interventies op interacties tussen verschillende trofische niveaus in het voedselweb wordt verminderd.

Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand

- De diversiteit (soortsamenstelling en de abundantie) van ten minste drie geselecteerde trofische gilden (soortengroepen) is op een niveau of binnen een bandbreedte die duidt op een goede milieutoestand. De te gebruiken trofische gilden en de niveaus en bandbreedtes moeten in de tweede cyclus nog regionaal worden vastgesteld (D4C1).
- De verhouding in abundantie tussen ten minste drie geselecteerde trofische gilden is op een niveau of binnen een bandbreedte die duidt op een goede milieutoestand. De te gebruiken trofische gilden en de niveaus en bandbreedtes moeten in de tweede cyclus nog regionaal worden vastgesteld (D4C2).

[3] De MSY is in dit geval de maximale hoeveelheid vis die ieder jaar 'verwijderd' kan worden van de aanwezige populatie. De MSY wordt ieder jaar bepaald a.d.h.v. data van de visserijbestanden. Hierbij speelt onder meer de SSB een belangrijke rol. Wanneer visserijdruk hoger is dan de MSY, neemt de populatie mogelijk af tot onder het voorzorgniveau, op termijn kan dit leiden tot uitroeiing van de populatie.

- De groottestructuur (lengte) van de visgemeenschap blijft boven de historische minimumwaarde (D4C3).

3.1.6 D5. Eutrofiëring

Descriptor
Door de mens teweeggebrachte eutrofiëring is tot een minimum beperkt, in het bijzonder de schadelijke effecten ervan zoals verlies van de biodiversiteit, aantasting van het ecosysteem, schadelijke algenbloei en zuurstofgebrek in de bodemwateren.

De goede milieutoestand
- De concentraties van winter DIN (Dissolved Inorganic Nitrogen; opgelost anorganisch stikstof) en DIP (Dissolved Inorganic Phosphor; opgelost anorganisch fosfor) liggen onder het niveau dat wijst op schadelijke eutrofiëringseffecten.
- Algenbiomassa (vastgesteld op basis van chlorofyl-a metingen) ligt niet op een niveau dat wijst op schadelijke effecten van verrijking met nutriënten, conform de beoordeling volgens de KRW en OSPAR.
- Geen zuurstofgebrek ten gevolge van eutrofiering in onderste waterlaag (gestratificeerde wateren) of in de oppervlaktelaag van gemengde wateren.

Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand
Concentraties winter DIN en DIP
- Wateren binnen de KRW-kustzone: de nutriëntenconcentraties in de winter voldoen in de kustwateren aan de normen van de KRW (D5C1).
- Wateren buiten de KRW-kustzone: de nutriëntenconcentraties in de winter voldoen aan de beoordelingswaarden van de OSPAR (D5C1).

Algenbiomassa
- Algenbiomassa (vastgesteld op basis van chlorofyl-a metingen) in de wateren binnen de KRW-kustzoneis niet hoger dan de goede toestand conform de KRW voor de desbetreffende kustwatertypen (D5C2).
- Algenbiomassa (vastgesteld op basis van chlorofyl-a metingen) in de wateren buiten de KRW-kustzonewateren voldoet aan de beoordelingswaarden van OSPAR (D5C2).

Geen zuurstofgebrek
- Wateren binnen de KRW-kustzone: de onderste waterlaag (gestratificeerde wateren) of de oppervlaktelaag van gemengde wateren in de kustwateren is ten minste met 60 procent zuurstof verzadigd (D5C5).
- Wateren buiten de KRW-kustzone: in deze wateren wordt in de onderste waterlaag (gestratificeerde wateren) of in de oppervlaktelaag van gemengde wateren ten minste 6 mg/L zuurstof gevonden (D5C5).

3.1.7 D6. Integriteit van de zeebodem

Descriptor
Integriteit van de zeebodem is zodanig dat de structuur en de functies van de ecosystemen zijn gewaarborgd en dat vooral benthische ecosystemen niet onevenredig worden aangetast.

De goede milieutoestand

Fysieke verstoring

- Fysieke verstoring van de zeebodem door menselijke activiteiten wordt beperkt om te waarborgen dat de omvang, conditie en globale verspreiding van populaties van de gemeenschap van kenmerkende benthossoorten toeneemt en doelen voor specifieke habitats worden gehaald.

Fysiek verlies

- Fysiek verlies van de zeebodem door menselijke activiteiten wordt beperkt om te waarborgen dat de omvang, conditie en globale verspreiding van populaties van de gemeenschap van kenmerkende benthossoorten toeneemt en doelen voor specifieke habitats worden gehaald.

Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand

Fysieke verstoring

- Geen significante toename in de fysieke verstoring in de tijd op de totale zeebodem van de gehele Noordzee en het Nederlands Continentaal Plat (NCP) (D6C2).
- Geen toename in de fysieke verstoring in de tijd over de habitats die in het kader van de KRM zijn beschreven (D6C3).
- Voor de habitats die in het kader van de Habitatrichtlijn zijn beschreven, gelden de instandhoudingsdoelen voor deze habitats (D6C3).

Fysiek verlies

- Geen significant verlies van de natuurlijke zeebodem ten opzichte van de situatie in 2012 als gevolg van menselijke activiteiten (D6C1).
- Geen significant verlies als gevolg van menselijke activiteiten van de habitats die in het kader van de KRM zijn beschreven (D6C4).

3.1.8 D7. Hydrografische eigenschappen

De goede milieutoestand

Het mariene ecosysteem ondervindt geen negatieve effecten als gevolg van permanente wijzigingen in de hydrografische eigenschappen als gevolg van menselijke activiteiten.

Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand

Aangezien de GMT voor deze descriptor bereikt is in 2012 en behouden is, zijn er geen GMT en doelen op criterium niveau geformuleerd.

3.1.9 D8. Vervuilende stoffen

Descriptor

Concentraties van vervuilende stoffen zijn zodanig dat geen verontreinigingseffecten optreden.

De goede milieutoestand

- De concentraties van voor het mariene milieu relevante vervuilende stoffen, gemeten in het meest geëigende compartiment (water, sediment of organismen), zijn lager dan de concentraties waarbij negatieve effecten kunnen optreden of laten een dalende trend zien.
- De gezondheid van de soorten wordt niet geschaad door verontreinigende stoffen.

Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand

Concentraties vervuilende stoffen

- Wateren binnen de KRW-kustzone: de concentraties van voor het mariene milieu relevante vervuilende stoffen, gemeten in het meest geëigende compartiment (water of organismen) voldoen aan de milieukwaliteitseisen die bij de KRW worden gebruikt in de 12-mijls zone (voor prioritaire stoffen), respectievelijk in de 1-mijlszone (voor de specifiek verontreinigende stoffen) (D8C1).
- Wateren buiten de KRW-kustzone: de concentraties van voor het mariene milieu relevante vervuilende stoffen, gemeten in het meest geëigende compartiment (sediment of organismen) voldoen aan de milieu-evaluatiecriteria (Environmental Assessment Criteria, EAC) en/of achtergrondevaluatiecriteria (Background Assessment Criteria, BAC) van OSPAR, of ze laten, waar deze streefwaarden nog niet zijn geformuleerd, een dalende trend zien (conform OSPAR) (D8C1).

Gezondheid van de soorten

- Dalende trend ten opzichte van 2012 van Imposex (D8C2).

De ruimtelijke omvang en de duur van de significante, ernstige verontreinigingen worden tot een minimum beperkt (D8C3).

3.1.10 D9. Vervuilende stoffen in visproducten

Descriptor

Vervuilende stoffen in vis en andere visserijproducten voor menselijke consumptie overschrijden niet de grenzen die door wetgeving van de EU of andere relevante normen zijn vastgesteld.

De goede milieutoestand

De niveaus van vervuilende stoffen (waaronder PAK's, dioxinen en zware metalen) in vis en visproducten uit de Noordzee overschrijden de in de EU verordening EG 1881/2006 vastgestelde maximumgehalten niet.

Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand

Aangezien de GMT voor deze descriptor bereikt is in 2012 en behouden is, zijn er geen GMT en doelen op criterium niveau geformuleerd.

3.1.11 D10. Zwerfvuil

Descriptor

De eigenschappen van, en de hoeveelheden zwerfvuil op zee veroorzaken geen schade aan het kust- en mariene milieu.

De goede milieutoestand

- De hoeveelheid zwerfvuil op zee neemt in de loop van de tijd af.
- De hoeveelheid microafval op zee neemt op lange termijn af.
- De hoeveelheid door zeedieren opgenomen afval en microafval ligt op een niveau dat niet schadelijk is voor de gezondheid voor de desbetreffende soorten.

Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand

Zwerfvuil op zee

- Strand: significante dalende trends in het totaal van de meest voorkomende categorieën afval (die bijdragen aan 80 procent van de totale hoeveelheid afval) die op het strand worden aangetroffen (D10C1).
- Drijvend, korte termijn: een significant dalende trend van het aantal noordse stormvogels met meer dan 0,1 gram plastic deeltjes in de maag gedurende de afgelopen tien jaar (D10C1).
- Zeebodem afval: significante afname van de hoeveelheid afval op de zeebodem (D10C1).

Microafval op zee

- Nog geen kwantitatieve omschrijving vanwege het ontbreken van een indicator voor microplastics en bijbehorende baseline.

Hoeveelheid door zoogdieren opgenomen afval en microafval

- De hoeveelheid door zeedieren opgenomen afval en microafval ligt op een niveau dat niet schadelijk is voor de gezondheid van de desbetreffende soorten. Zie onder D10C1.

3.1.12 D11. Toevoer aan energie, waaronder onderwatergeluid

Descriptor

De toevoer van energie, waaronder onderwatergeluid, ligt op een niveau dat het mariene milieu geen schade berokkent.

De goede milieutoestand

- Impulsgeluid: ruimtelijke spreiding, tijdsduur en geluidsniveaus van luide impulsieve bronnen zijn zodanig dat directe en indirecte effecten van luid impuls geluid niet de gunstige staat van instandhouding van soorten in gevaar kan brengen.
- Continu geluid: ruimtelijke spreiding, tijdsduur en niveaus van achtergrondgeluid zijn zodanig dat ze niet de gunstige staat van instandhouding van soorten in gevaar kunnen brengen.

Criteria voor de beoordeling van de goede milieutoestand

Impulsgeluid

- Voor bruinvissen wordt reductie van populatiegrootte voorkomen door het stellen van een limiet aan het aantal bruinvisverstoringsdagen (D11C1).

Achtergrondgeluid

Voor dit criterium is het nog niet mogelijk om kwantitatieve omschrijvingen van de goede milieutoestand op te stellen (D11C2).

3.2 Effectbepaling

3.2.1 Inleiding

In Hoofdstuk 2 is per gevolg van de voorgenomen activiteit onderzocht welke reikwijdte deze heeft. Het kader van de KRM is toegelicht in paragraaf 3.1. Gebaseerd op dit kader is gekeken welke van de gevolgen van de voorgenomen activiteit voor de KRM nader onderzocht moeten worden in dit hoofdstuk, zie Tabel 3-1. In paragraaf 3.2 worden de effecten beschreven. De effecten worden vervolgens getoetst aan de KRM in paragraaf 3.3.

Tabel 3-1 Overzicht van gevolgen van de voorgenomen activiteit die nader onderzocht worden voor de KRM, de betrokken soortgroepen en descriptoren

Gevolg	Potentieel effect	Betrokken soortgroepen	Betrokken descriptor(en)
Vertroebeling	Vermindering doorzicht leidende tot afname primaire productie, verminderd vangstsucces zichtjagende vogels, afname filtercapaciteit filterfeeders, barrièrewerking voor trekvissen	• Algen (primaire productie) • Trekvissen • Filterfeeders • Zichtjagende vogels	• Biologische diversiteit (D1) • Commerciële vis, schaal- en schelpdieren (D3) • Voedselwebben (D4) • Integriteit van de zeebodem (D6)
Sedimentatie	Verstikking bodemdieren	• Bodemdieren	• Biologische diversiteit (D1) • Commerciële vis, schaal- en schelpdieren (D3) • Voedselwebben (D4) • Integriteit van de zeebodem (D6)
Verstoring door continu onderwatergeluid	Verstoring van vissen en zeezoogdieren	• Zeezoogdieren • Vissen	• Biologische diversiteit (D1) • Commerciële vis, schaal- en schelpdieren (D3) • Voedselwebben (D4) • Toevoer van energie (D11)
Verstoring door impuls onderwatergeluid	Gedragsverandering, gehoordrempelverschuiving, fysieke schade, sterfte	• Zeezoogdieren • Vissen	• Biologische diversiteit (D1) • Commerciële vis, schaal- en schelpdieren (D3) • Voedselwebben (D4) • Toevoer van energie (D11)
Bovenwaterverstoring door geluid, optiek en licht	Verstoring tijdens rusten, ruien of foerageren leidende tot gedragsverandering, verminderde voedselopname, verminderde conditie, sterfte	• Vogels • Zeehonden	• Biologische diversiteit (D1) • Voedselwebben (D4)
Habitataantasting en verandering	Habitatverlies of kwaliteitsvermindering, verandering bodemdynamiek	• Bodem • Bodemdieren	• Biologische diversiteit (D1) • Niet-inheemse soorten (D2) • Commerciële vis, schaal- en schelpdieren (D3) • Voedselwebben (D4) • Integriteit van de zeebodem (D6) • Hydrografische eigenschappen (D7)
Elektromagnetische velden	Barrièrewerking, desoriëntatie, gedragsverandering, morfologische verandering	• Zeezoogdieren • Gevoelige vissen • Bodemdieren • Invertebrata	• Biologische diversiteit (D1) • Commerciële vis, schaal- en schelpdieren (D3) • Voedselwebben (D4) • Toevoer van energie (D11)

Biologisch relevante gebieden
In de onderstaande effectbepaling wordt af en toe verwezen naar Natura 2000-gebieden Bruine bank en Voordelta. In Natura 2000-gebieden geldt een apart wettelijk kader die vanuit de KRM niet aan de orde is. Vanwege de ecologische gevoeligheid en de beschikbaarheid van ecologische data is er toch voor gekozen naar deze gebieden te refereren. De Bruine bank en Voordelta worden hier dan gebruikt als voorbeeld voor gebieden met een ecologische gevoeligheid, of in geografische context. In de Passende beoordeling Nederwiek 1 (Bijlage VII-A van MER Nederwiek 1) wordt dieper ingegaan op de wettelijke kaders die gelden in relevante Natura 2000-gebieden.

3.2.2 Vertroebeling

In deze paragraaf wordt het effect van vertroebeling op de descriptoren biologische diversiteit (D1), commerciële vis, schaal en schelpdieren (D3), voedselwebben (D4) en integriteit van de zeebodem (D6) beschouwd. Hiervoor is het effect vertroebeling op vogels (van belang voor D1, D4), macrofauna (D1, D3, D4 en D6), (trek)vissen (D1 en D4) en primaire productie/voedselwebben (D4) beschouwd. Om dit te kunnen doen wordt eerst de gebruikte studie en de reikwijdte ervan nader toegelicht.

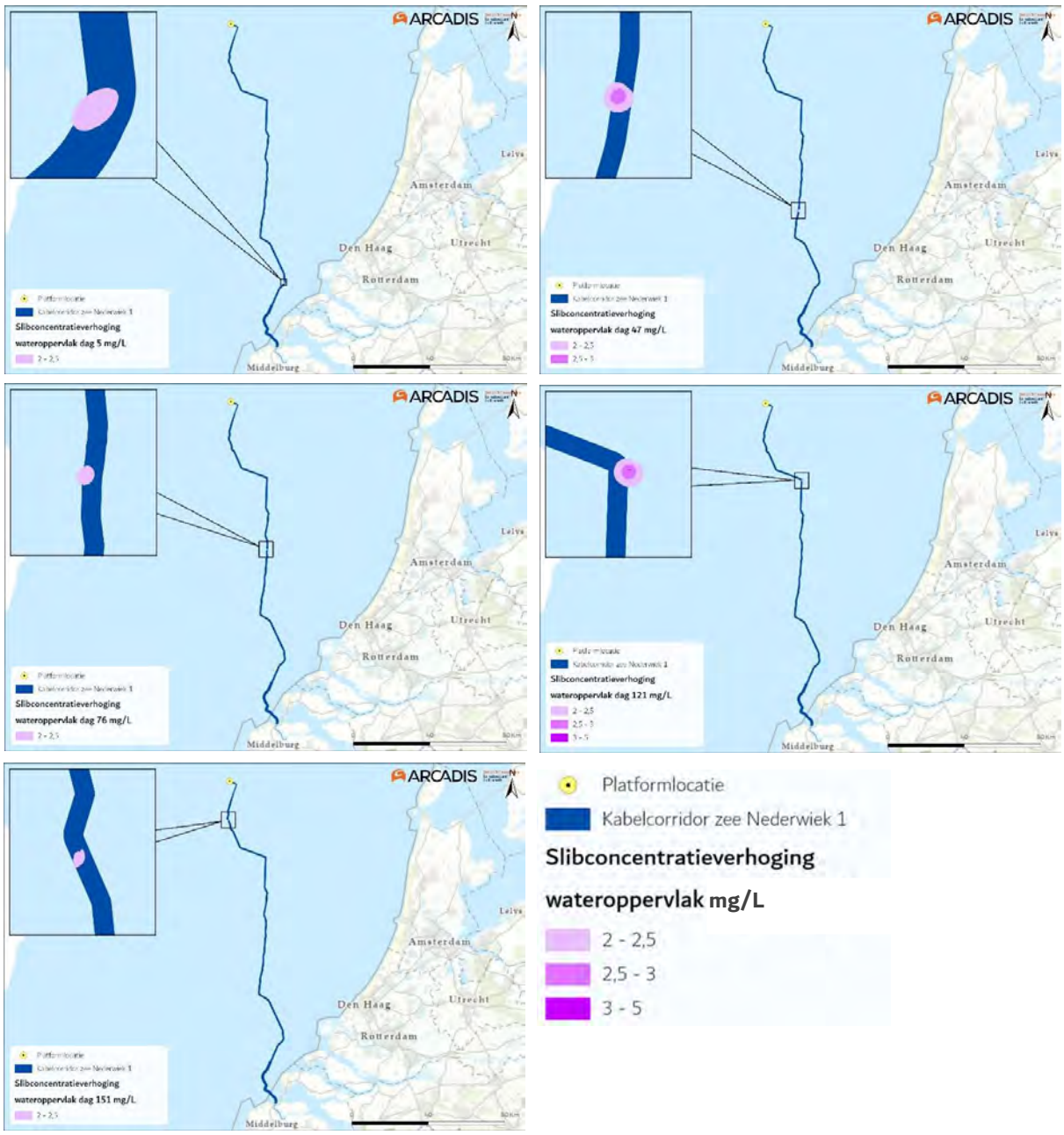
Slibconcentraties aan het wateroppervlak zijn van belang voor zichtjagende vogels (duikvluchtjagers zoals meeuwen en sterns) en primaire productie. Dieptegemiddelde concentraties zijn van belang voor de migratie van trekvissen en voor (dieper) duikende vogels. Aan de hand van concentraties aan de bodem kunnen interpretaties gedaan worden voor de effecten op bodemdieren.

In Figuur 2-2 is eerder het ruimtelijk beeld van de maximale concentratieverhoging voor de drie categorieën (wateroppervlak, dieptegemiddelde en bodem) weergegeven. In onderstaande paragraaf wordt een nadere toelichting gegeven van de reikwijdte van vertroebeling over de tijd. Ter illustratie wordt alleen vertroebeling in het bovenste gedeelte nader toegelicht. De slibwolken voor het dieptegemiddelde en de bodem volgen eenzelfde patroon.

Vertroebeling in het bovenste deel van de waterkolom (ruimtelijk)
De slibwolken zoals weergegeven in Figuur 2-2 geven een beeld van het totale gebied waar op enig moment gedurende de werkzaamheden slibconcentratieverhogingen plaatsvindt. In werkelijkheid is de slibwolk op een willekeurig moment tijdens de werkzaamheden kleiner omdat de slibwolk met de (bagger)werkzaamheden meebeweegt en ook weer uitdooft. Ter illustratie wordt in Figuur 3-1 het verloop van de vertroebeling in het bovenste gedeelte van de waterkolom op verschillende momenten in tijd weergegeven, om zo ruimtelijk beeld te krijgen van de verplaatsingen van de slibwolk. De slibwolken voor het dieptegemiddelde en de bodem volgen eenzelfde patroon. Hoewel de periode van uitvoer nog niet vastligt, is voor de modelsimulaties aangenomen dat deze circa 220 dagen duurt, wat gezien de productiesnelheid van de baggerschepen als worst-case scenario voor vertroebeling wordt beschouwd. De dagen die in Figuur 3-1 worden weergegeven, bijvoorbeeld dag 121, moeten worden beschouwd ten opzichte van het totaal aantal dagen (220) van de werkzaamheden. Een langere uitvoerperiode zal tot een lagere productiesnelheid leiden en daarmee lagere concentratie vertroebeling en kleiner areaal. Op dag 121 bevindt de slibwolk zich in dat geval op een andere locatie (afhankelijk van hoeveel langer de uitvoerperiode is) en is de slibwolk bovendien door de lagere productie van de schepen ook kleiner.

Uit Figuur 3-1 valt het volgende af te leiden:

- De slibwolk blijft voornamelijk ter plaatse van het kabeltracé op de plek van de werkzaamheden en neemt snelt af.
- De slibwolk wordt nooit groter dan enkele hectares. De wolk zal binnen enkele dagen tot een week onder de 2,0 mg/L komen.



Figuur 3-1 Verspreiding van vertroebeling door de tijd aan het wateroppervlak van links naar rechts dag 5, 47, 76, 121 en 151.

Vertroebeling in het bovenste deel van de waterkolom (tijdsperspectief)

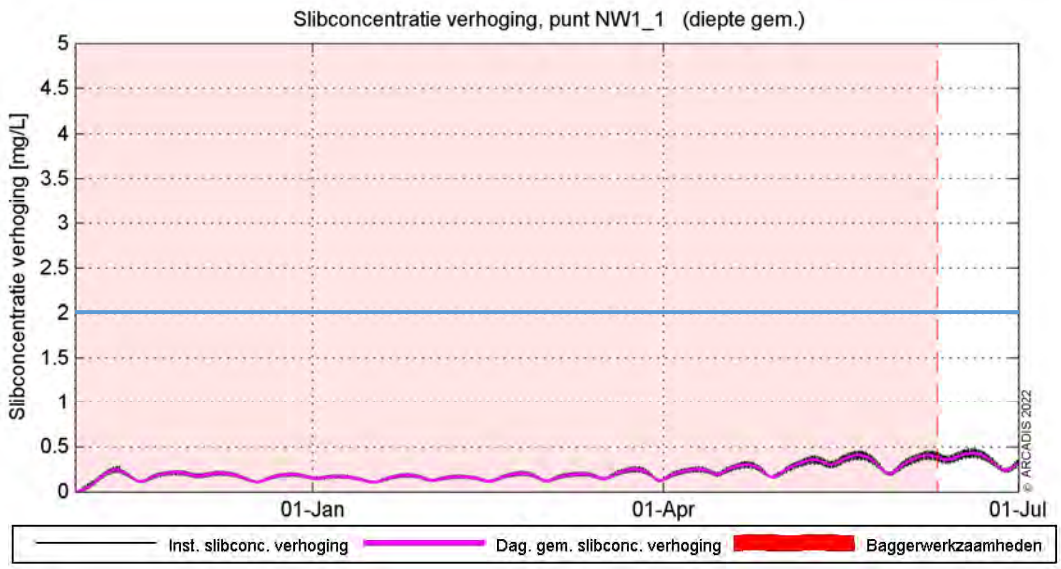
In de slibmodelleerstudie (Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie) zijn verschillende simulatiepunten ingevoegd waarvoor de concentratieverhoging op die locaties door de tijd heen is uitgewerkt. Figuur 3-2 geeft de ligging van een selectie van deze punten weer. Er is voor deze punten gekozen om inzichtelijk te maken hoe verschil in bodemtype en aanlegtechniek (jet trenchen, pre-sweepen,

baggeren) effect heeft op de mate en duur van vertroebeling. In de slibmodelleerstudie zijn daarnaast ook simulatiepunten buiten het kabeltracé uitgewerkt (bijvoorbeeld langs de kust of in Natura 2000-gebied Bruine Bank). Omdat op die punten slechts een fractie van de concentratieverhogingen wordt waargenomen, zijn alleen de onderstaande punten langs het kabeltracé beschouwd.

Figuur 3-2 Simulatiepunten waarvoor een tijdreeks is gepresenteerd.

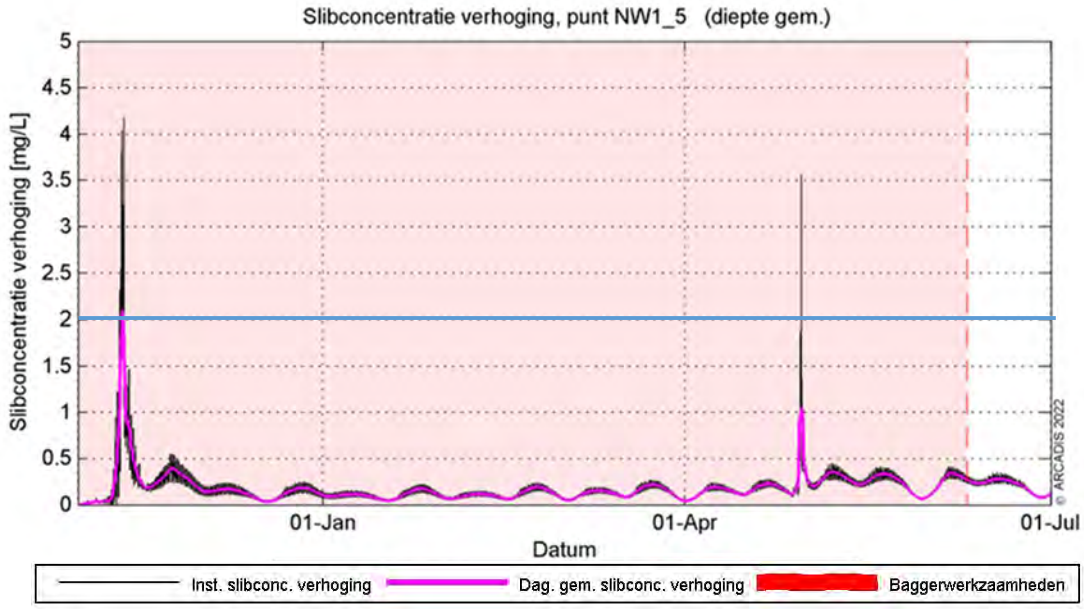
In Figuur 3-3 tot en met Figuur 3-7 zijn de slibconcentraties (dieptegemiddelde) over de tijd weergegeven voor vier simulatiepunten langs het tracé (Figuur 3-2). De slibconcentraties van het dieptegemiddelde staan in Bijlage VII – F Slibmodelleerstudie, en zullen hieronder niet worden herhaald. De zwarte verticale lijnen in de figuren staan voor de acute concentratieverhoging (10 minuten waarde), de paarse lijn beschrijft de daggemiddelde waarde (24 uurs waarde). Het rood gearceerde vlak is de periode waarin de baggerwerkzaamheden worden uitgevoerd (circa 220 dagen), het einde van de baggerperiode wordt met een rode stippellijn aangegeven. Bij deze baggerperiode is ervan uitgegaan dat eerst 80% van het totale te baggeren volume wordt gebaggerd en vervolgens de overige 20% in de vorm van onderhoudsbaggerwerkzaamheden. Dit onderhoud vindt in deze studie direct (dus in de eerste run) na de eerste baggerwerkzaamheden plaats. Het gedeelte dat niet rood gearceerd is, is de periode die in het model is gesimuleerd om eventuele na-ijl effecten van vertroebeling weer te geven.

Simulatiepunt 1 (de kustzone) ligt in een gebied bij de kustzone. De concentratieverhoging is gedurende de gehele periode lager dan 0,5 mg/L.



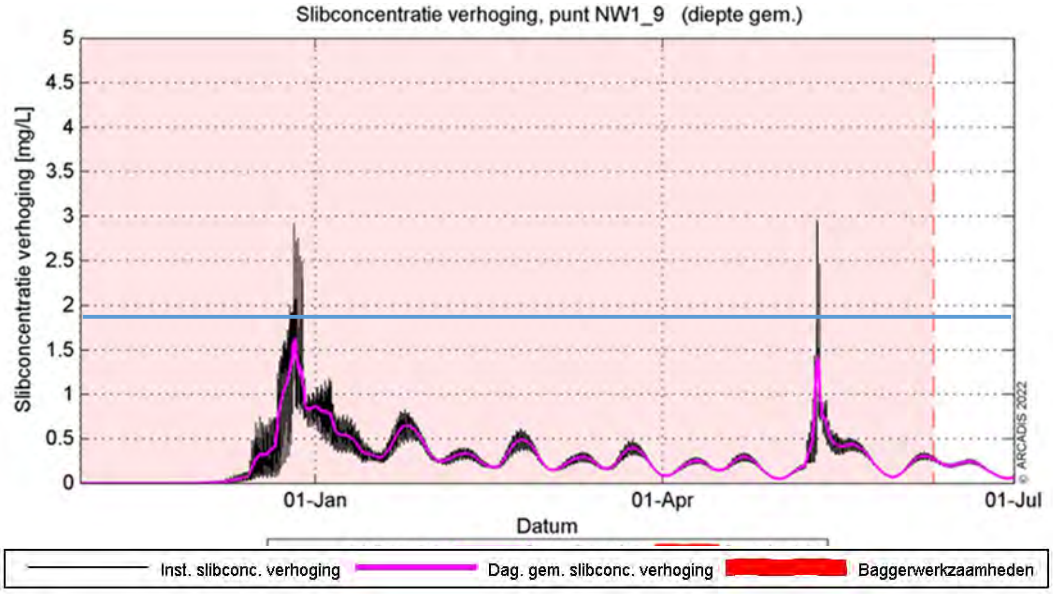
Figuur 3-3 Slibconcentratie dieptegemiddeld in de tijd op punt 1. De blauwe lijn geeft de 2 mg/L grens aan.

Rond simulatiepunt 6 (circa 20 km uit de kust) ligt de toename van de concentratie hoger door de baggerwerkzaamheden. Er wordt ter hoogte van deze locatie met een hogere productiesnelheid gewerkt (m^3 per uur) dan in de kustzone en slibconcentraties in de bodem zijn hoger, waardoor de piek hoger ligt dan in de kustzone. Dit proces genereert een maximale gemiddelde vertroebeling van 2 mg/L daggemiddeld. Zodra de werkzaamheden beëindigd zijn, dempt de (minimale) verhoging langzaam uit. In Figuur 3-4 is te zien dat gedurende de baggerperiode, de concentraties twee keer boven de grens van 2 mg/L uitkomen bij simulatiepunt NW1_5. Na de baggerwerkzaamheden variëren de waardes tussen de 0 en 1 mg/L.

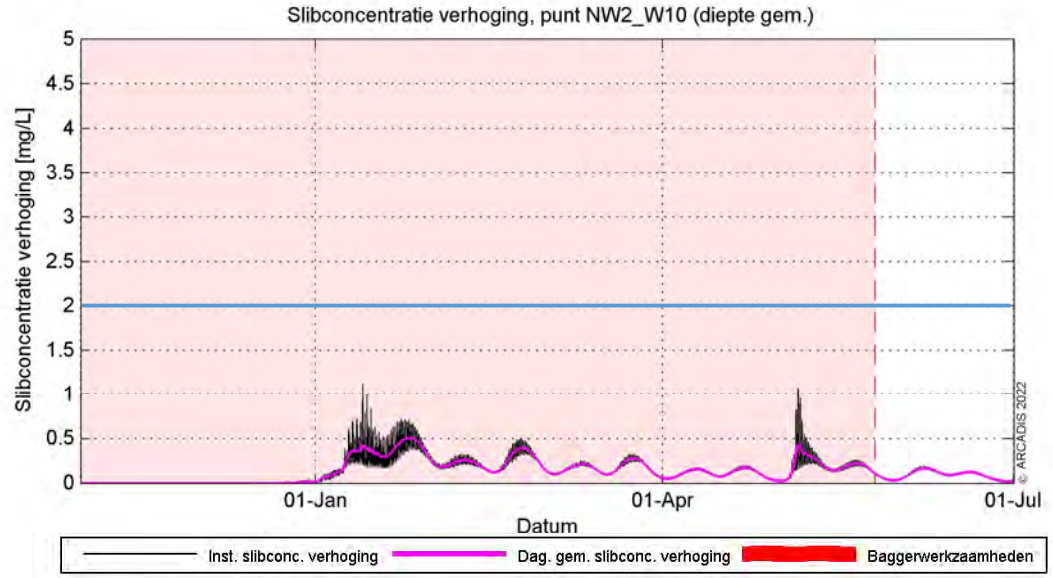


Figuur 3-4 Slibconcentratie dieptegemiddeld in de tijd op punt 6. De blauwe lijn geeft de 2 mg/L grens aan.

Simulatiepunt 9 bevindt zich ten hoogte (zuidelijk) van de Bruine Bank en de concentratieverhoging bij het bovenste deel van de waterkolom in de tijd is weergegeven in Figuur 3-5. De werkzaamheden langs het kabeltracé zijn hier in zekere mate waarneembaar, voornamelijk nadat op deze locatie ook is gebaggerd. Door het wegbaggeren van zandgolf-kruinen (pre-sweepen) neemt de slib concentratie toe tot 1.5 mg/L (daggemiddelde) en reikt twee keer tot boven de grens van 2 mg/L bij simulatiepunt NW1_9. In Figuur 3-6 is het simulatiepunt W10 weergegeven. Dit simulatiepunt ligt in de Bruine Bank op ongeveer 5km vanaf het tracé. Te zien is dat op deze afstand van het tracé de grenswaarde van 2,0 mg/L niet wordt overschreden.

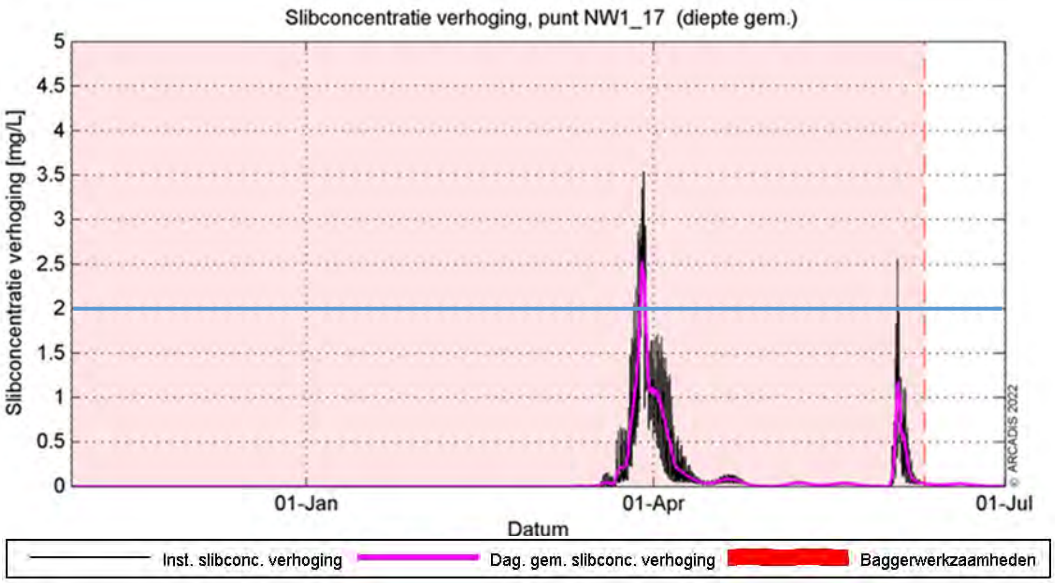


Figuur 3-5 Slibconcentratie dieptegemiddeld in de tijd op punt 9. De blauwe lijn geeft de 2 mg/L grens aan.



Figuur 3-6 Slibconcentratie dieptegemiddeld in de tijd op punt W10, die in de Bruine Bank ligt. De blauwe lijn geeft de 2 mg/L grens aan.

Langs het kabeltracé bij simulatiepunt NW1_17 (nabij het platform) komt de slibconcentratie tweemaal kortdurend (één tot enkele dagen) boven de 2 mg/L. .



Figuur 3-7 Slibconcentratie dieptegemiddeld *in de tijd op punt 17. De blauwe lijn geeft de 2 mg/L grens aan.*

Achtergrondconcentraties

Voor de beschouwing van de impact van de (tijdelijke) verhoging van de slibconcentratie ten gevolge van de baggerwerkzaamheden, is het van belang een indruk te krijgen van de lokale achtergrondconcentratie. Deze bedraagt in de Nederlandse kuststrook jaargemiddeld circa 20 mg/L. Bij kalm weer kan de concentratie afnemen tot onder de 10 mg/L en de concentratie kan oplopen tot 100 mg/L ten gevolge van stormcondities (Haskoning, 2007). De achtergrondconcentratie in de Noordzee is overgenomen uit de Passende Beoordeling voor de Tweede Maasvlakte (Haskoning, 2007), en wordt weergegeven in Tabel 3-2.

Tabel 3-2 Referentiewaardes voor achtergrondconcentratie in de kuststrook (Haskoning, 2007).

Omstandigheid	Achtergrondconcentraties zwevende stof (mg/L), kuststrook
Jaarlijks gemiddeld	20-30
Winter gemiddeld	30-100
Zomer gemiddeld	10-20
Gedurende kalm weer	5-10
Na stormperiode	30-100

In de wintermaanden zijn de achtergrondconcentraties vrij consistent met 30 mg/L in de geulen tot 80-100 mg/L op de platen. Afgaande op de maand april, neemt dit richting de zomer af tot 15 mg/L in de geulen en 30-50 mg/L op de platen.

Een verhoging van 2 mg/L door de baggerwerkzaamheden is een verhoging van circa 2 - 20% van de jaargemiddelde slibconcentratie langs de Nederlandse kust, waar afhankelijk van de tijd van het jaar een natuurlijke variatie van 10 – 100 mg/L kan optreden.

Effecten op zichtjagende vogels

Vogels buiten de kustzone

Zichtjagende vogels die zich rond het gedeelte buiten (>10km) de kustzone van het tracé bevinden, kunnen een effect van een verhoging van het slib in het bovenste deel van de waterkolom ondervinden. Door vertroebeling kan het vangstsucces worden beïnvloed. Bijvoorbeeld voor soorten als dwergmeeuw, jan-van-gent, grote jager, grote mantelmeeuw, zeekoet en alk is het gebied buiten de kustzone een belangrijk foerageergebied. Deze vogels foerageren voornamelijk op vis, kreeftachtigen en andere ongewervelden, waarbij de ene soort actiever duikt dan de ander. Er kan hier onderscheid gemaakt worden tussen oppervlaktejagers (meeuwen, sterns, jan-van-gent, grote jager) die via een duikvlucht voedsel uit het bovenste deel van de waterkolom halen en duikers die hun voedsel bemachtigen via een onderwater achtervolging (bijvoorbeeld zeekoet, alk). Voor de eerste groep is met name de vertroebeling in het bovenste deel van de waterkolom van belang, terwijl voor de tweede groep (die dieper duiken) de vertroebeling over de gehele waterkolom ook van belang is, de zogenoemde dieptegemiddelde vertroebeling. Er is een literatuurstudie uitgevoerd naar de relatie tussen vangstsucces van deze vogels en het doorzicht (Found et al., 2008; Virkkala, 2016; Zamon et al., 2014). Deze studie geeft geen duidelijk uitsluitsel over de relatie tussen doorzicht en vangstsucces voor deze zichtjagende zeevogels. Effecteninschattingen worden daarom op basis van expert judgement gemaakt.

De effecten van vertroebeling op de vogelsoorten treden niet langs het gehele kabeltracé tegelijkertijd op. De slibwolk beweegt zich namelijk met werkzaamheden mee en dunt snel uit, zoals te zien in Bijlage VII-F Slibmodelleerstudie. Binnen een periode van enkele dagen daalt de slibconcentratie tot onder de 2 mg/L. De grootte van de slibwolk varieert gedurende de werkzaamheden en voor oppervlakte jagende vogels geldt dat de maximale grootte van de slibwolk aan het wateroppervlak op dag 121, 170 hectare is. Dit is <0,01% van de totaaloppervlakte (57.800 km^2) van het NCP. De maximale waarde, direct langs het tracé, is niet hoger dan 5 mg/L (daggemiddelde).

Voor duikende vogelsoorten zoals de alk en zeekoet is de dieptegemiddelde slibconcentratieverhoging te verwaarlozen. Zo is de maximale oppervlakte van de vertroebelingswolk voor het dieptegemiddeld enkele hectare en komt de concentratie niet boven de 2,5 mg/L (daggemiddeld). Binnen een periode van enkele dagen daalt de slibconcentratie tot onder de 2 mg/L. De betrokken descriptoren (Tabel 3-1) worden niet beïnvloed.

Vogels binnen de kustzone

In het studiegebied foerageren diverse zichtjagende sternsoorten. Het gaat om kolonies van de dwergstern, Noordse stern, grote stern en visdief. Om het mogelijke effect te bepalen is het ingeschat hoelang en in welke intensiteit er vertroebeling optreedt op verschillende locaties in het studiegebied. De actieradius waarin gefoerageerd wordt verschilt per sternsoort. De actieradius vanaf de broedlocatie voor foerageren van de diverse sternsoorten staat weergegeven in Tabel 3-3.

Slibwolken aan het wateroppervlak (waar oppervlaktejagers zoals sterns gebruik van maken) vormen voornamelijk vanaf 20 km uit de kust. Broedende sternsoorten met kleine actieradius (<20 km), zoals de visdief en dwergstern zullen geen effect ondervinden van deze grotere slibwolken uit de kust. Alleen de grote stern heeft een actieradius die overlapt met deze slibwolken. Binnen 10 kilometer van de kustzone treedt er alleen direct bij de aanlanding vertroebeling op (max 28 ha). Dit valt binnen de actieradius van de visdief en dwergstern. Er zijn echter voor alle sternsoorten voldoende

uitwijkmogelijkheden en alternatief foerageergebied beschikbaar om geen verstoring te kunnen ondervinden van de tijdelijke slibwolken die door de werkzaamheden gevormd worden.

Tabel 3-3 Actieradius van aanwezige sternsoorten

Soort	Actieradius	Referentie
Dwergstern	3 km	(Del Hoyo et al., 1996)
Visdief	10 km	(Becker & Ludwigs, 2004; Brenninkmeijer & Stienen, 1992)
Grote stern	40 km	(Brenninkmeijer & Stienen, 1992; Ministerie van Infrastructuur en Milieu & Rijkswaterstaat, 2015)
Noordse stern	25 km	(Boele et al., 2015)

Samengevat zal de slibwolk tijdelijk zijn, waarbij deze niet langer dan enkele dagen op een specifieke locatie boven de 2 mg/L is. Bovendien beweegt de slibpluim mee met de werkzaamheden langs het kabeltracé, hierdoor zal het gebied waar de hoogste slibconcentratieverhogingen optreden (direct langs het tracé) al minder interessant zijn als foerageergebied voor zichtjagers door andere verstorende effecten (zoals bovenwaterverstoring). Verder van het tracé af dooft de slibwolk al snel uit. Effecten door vertroebeling zijn tijdelijk van aard en er is ruim voldoende alternatief foerageergebied voor (zichtjagende) vogels binnen en buiten de kustzone. Er is dan ook geen sprake van een effect op populatieniveau. De betrokken descriptoren (Tabel 3-1) worden niet beïnvloed.

Effecten op trekvissen

Trekvissen (zoals rivierprik, zeeprik, elft en fint) kunnen door vertroebeling mogelijk een barrière effect ervaren. Voor de instandhouding van de populatie en bij sommigen soorten zelfs de voltooiing van de levenscyclus is deze paaitrek van essentieel belang. Nabij de kust treedt er alleen rond de aanlanding bij de Veerse Gatdam enkele hectares vertroebeling op van het wateroppervlak, dieptegemiddeld of bodem. De werkzaamheden zullen daarmee niet zorgen voor een ‘blokkade’ van de Nieuwe waterweg, het Haringvliet of richting de Westerschelde en zodoende zullen geen effecten op trekvissen optreden.

Effecten op vissen algemeen

Wilber & Clarke (2001) hebben aan de hand van alle beschikbare data en onderzoeken een algemene respons van estuariene vissen op gesuspendeerd sediment uitgezet. De meeste onderzoeken gebruiken sedimentconcentraties van meer dan 1.000 mg/L met blootstellingen tot en met een week. Hierbij is geen duidelijke correlatie te vinden tussen concentratie sediment en (sterfte)respons.

In zijn algemeenheid kunnen op vis jagende vissoorten wel hinder ondervinden door een verhoogde troebelheid in de vorm van het verminderde zicht wat hiermee gepaard gaat (De Robertis et al., 2003). Vissen die veelal op zicht jagen, zoals makreel en tarbot, vermijden een turbiditeitspluim terwijl vissen die normaal gesproken in troebel wateren leven en meer op reuk jagen dit niet zullen doen (de Groot, 1979). Maes et al. (1998) beschrijft dat juveniele vis (Clupeïden zoals fint, elft, haring en sprot) juist graag schuilt in vertroebelde gebieden om roofdieren te vermijden. Bij tijdelijke troebelheid kan er dus sprake zijn van een tijdelijke vermindering van de dichtheid van bepaalde zichtjagende vissoorten. Voor deze soorten zal ruim voldoende onverstoord areaal beschikbaar zijn, andere (prooi)vissoorten zullen de turbiditeitspluim juist opzoeken en hiervan profiteren. Vertroebeling als gevolg van de werkzaamheden heeft een verwaarloosbaar effect op overige vissoorten.

Effecten op filterfeeders

Filterfeeders (zoals mosselen, kokkels, zwaardschedes, oesters en halfgeknotte strandschelpen) voeden zich met de verteerbare fractie (fytoplankton, bacteriën, verteerbaar detritus) in het zwevend materiaal. Negatieve effecten van vertroebeling op deze soorten kunnen via de voedselketen doorwerken naar hogere trofische niveaus. De filterfeeders worden blootgesteld aan een hogere variabiliteit van zwevende stofconcentraties doordat ze op de bodem leven. Bij een experiment op de zwaardschede bij de kust van Egmond werden op 30 cm hoogte boven de bodem meerdere keren in het jaar piekconcentraties van hoger dan 2.500 mg/L gemeten tijdens stormen (Witbaard et al., 2013). Minimum concentraties op de bodem varieerden van 20 mg/L tot 200 mg/L bij rustig tot ruiger weer. Circa 20% van het jaar zijn concentraties gemeten die boven in de 200 mg/L uitkwamen. Dit zorgt ervoor dat ze, door de veelal sessiele levensstijl van deze soorten, in staat moeten zijn om de nodige fysiologische en morfologische adaptaties te maken om in troebele omstandigheden van variabele aard te leven (Cattrijsse, 1997).

Zowel mosselen als kokkels kunnen hun eliminatiesnelheid van niet verteerbare delen als hun opnamesnelheid aanpassen aan de omstandigheden (Kiorboe et al., 1981). Onderzoek heeft uitgewezen dat een tijdelijke verhoging met 20% de groei van kokkels niet nadelig beïnvloedt. Verhogingen naar 200 tot 300 mg/L hebben wel een sterke nadelige invloed op de groei (Essink, 1993). Ook de mesheft (*Ensis directus)* liet een verminderd filtervermogen zien bij slibconcentraties hoger dan 200 mg/L (Witbaard & Kamermans, 2010).

Bij zeer ongunstige verhoudingen tussen verteerbare en onverteerbare fracties (bijvoorbeeld grote hoeveelheid slibdeeltjes door vertroebeling) kunnen schelpdieren tijdelijk stoppen met foerageren en hun schelp sluiten, totdat een gunstigere situatie zich voordoet. Een overzicht van oorzaken van massasterfte onder kokkels wijst niet op een verhoogde slibconcentratie als belangrijke oorzaak (Burdon et al., 2014). Concentratieverhogingen door de aanleg van het Net op zee Nederwiek 1 vallen binnen de natuurlijke variatie. Tevens zal de slibwolk binnen enkele dagen weer tot onder de 2 mg/L dalen. Uitgaande van dit is de verwachting dat de kokkelpopulatie geen effecten ondervindt door vertroebeling.

Het nonnetje en de platte slijkgaper ondervinden minder stress van de vertroebeling dan kokkels, omdat deze soorten ook voedsel tot zich kunnen nemen via deposit feeding, waarbij zij materiaal van de bodem opnemen. Zij kunnen bij verhoogde slibconcentraties makkelijker overschakelen naar deze vorm van voedselopname. Over het algemeen worden generalisten minder beïnvloed door de tijdelijke toename in vertroebeling dan specialisten (Hoogeboom & Rotmensen, 1998). Schelpdieren worden in de Nederlandse kustwateren jaarlijks gemonitord. Er zijn langs de gehele kust 893 locaties bemonsterd in het voorjaar van 2019, 1 april tot en met 17 juni (Perdon et al., 2019).

De zandkokerworm (*S. spinulosa*) heeft waarschijnlijk een grote tolerantie voor een toename van de hoeveelheid sediment in de waterkolom aangezien zij niet van zicht afhankelijk zijn om te foerageren (Pearce, 2017). Slechts bij heel hoge concentraties sediment (55,5 mg/L) stoppen de wormen tijdelijk met groeien (dat wil zeggen, met kokerbouw). Een afgenomen hoeveelheid sediment in de waterkolom daarentegen kan afbraak van de riffen veroorzaken omdat de kokers niet worden onderhouden/aangevuld. Op basis van bovenstaande informatie kan worden geconstateerd dat wormriffen niet gevoelig zijn voor een toename in vertroebeling tot 50 mg/L. De vertroebeling van het project (<5 mg/L) leidt dus niet tot effecten op wormenriffen.

Uit de slibmodelleerstudie blijkt dat er op zee direct bij de bodem geen daggemiddelde slibconcentratieverhoging plaatsvinden van boven de 5 mg/L en na een periode van enkele dagen weer afneemt tot het achtergrondniveau. Dit is een kleine fractie (5%) van de waardes van 200 mg/L waarbij soorten als de kokkel of zwaardschede verminderd filtratie vermogen lieten zien.

In de kustzone treedt er alleen rond de aanlanding vertroebeling aan de bodem op. Hier komen geen schelpdierbanken voor. De effecten van vertroebeling op aanwezige macrofauna zijn gelimiteerd tot de directe omgeving van het kabeltracé. Concluderend kan gezegd worden dat filterfeeders in verschillende mate het vermogen hebben zich aan te passen aan de tijdelijke en lokale verhoging van de slibconcentraties. De soorten die dit niet kunnen zullen echter ook geen last hebben van de verstoring, aangezien het slechts van korte duur is (doorgaans hooguit enkele dagen). Filterfeeders ondervinden geen effect van de werkzaamheden. Effecten op filterfeeders en de daarop jagende organismen zijn dan ook uit te sluiten.

Effecten op primaire productie
Een toename van de vertroebeling in het bovenste deel van de waterkolom heeft mogelijk een effect op de primaire productie in het studiegebied. Primaire productie is afhankelijk van de beschikbaarheid van zonlicht (direct gevolg van de troebelheid van het water) en daarnaast van nutriënten (voornamelijk stikstof (N) en fosfor (P)). De primaire productie op het noordelijk halfrond fluctueert sterk (met circa een factor 10) over de seizoenen, met een zeer lage activiteit in de wintermaanden gevolgd door hoge activiteit in de zomermaanden (Matsumoto et al., 2014). Verder bestaan er in de Noordzee duidelijke ruimtelijke en temporele verschillen in de beschikbare hoeveelheden nutriënten en licht onder water en daarom in de limitatie van fytoplankton. Dit resulteert in een nutriënten limitatie gedurende de zomermaanden in de gehele Noordzee (door fosfor in een brede strook langs de kust en door stikstof op open zee) (Burson et al., 2016; Harezlak et al., 2013). In de wintermaanden is er echter sprake van een limitatie door zonlicht, m.u.v. kleine delen rond de Waddenzee en in de Zeeuwse Delta (Harezlak et al., 2013). Verminderde lichtinval als gevolg van tijdelijke vertroebeling door werkzaamheden zal daarom geen remmende werking hebben op primaire productie in de zomer, maar wel in de winter. Echter, gezien de activiteit van primaire productie in de winter überhaupt op een zeer laag niveau zit (Matsumoto et al., 2014), is het bijkomende effect dat tijdelijke vertroebeling langs het tracé in de winter maanden op primaire productie heeft verwaarloosbaar.

3.2.3 Sedimentatie

In deze paragraaf wordt het effect van sedimentatie op de descriptoren biologische diversiteit (D1), commerciële vis, schaal en schelpdieren (D3), voedselwebben (D4) en integriteit van de zeebodem (D6) beschouwd. Hiervoor is het effect van sedimentatie op macrofauna van belang.

Als gevolg van het ingraven van de kabel vindt er vooral sedimentatie van meer dan 0,33 mm/dag plaats rondom de aan te leggen zeekabels zelf. Figuur 3-8 geeft weer waar sedimentatie van meer dan 0,33 mm/dag optreedt tijdens de werkzaamheden. Dit is de maximale sedimentatie snelheid die de gevoeligste soort (*Mya arenaria)* tolereert (Bijkerk, 1988).

Figuur 3-8 Het areaal waar sedimentatie van boven 0,33 mm/dag optreedt door de voorgenomen werkzaamheden.

Op het NCP treedt sedimentatie op met een snelheid van boven de 0,33 mm/dag in een gebied van circa 57,8 km^2. Veel schelpdieren hebben een hogere tolerantie voor sedimentatie. Op dit oppervlak zullen dus mogelijk enkele, maar zeker niet alle schelpdiersoorten negatieve effecten ondervinden.

Zandkokerwormen zijn belangrijke bodemorganismen die het ecosysteem naar hun hand zetten door het bouwen van riffen. Zandkokerwormen zijn gevoelig voor een toename in sedimentatie. Het is daarbij waarschijnlijk dat grote hoeveelheden snel neerdalend sediment (>1 mm/dag) meer impact hebben op de wormen dan kleine, constant neervallende hoeveelheden (≤1 mm/dag) (Arcadis, 2020). Hierbij zijn de wormen niet meer instaat om volledige begraving te voorkomen via het bouwen van een 'noodkoker' met dood als gevolg. De bodem rondom het gedeelte van het tracé op zee en het platform bestaat hoofdzakelijk uit zand dat snel bezinkt (≤1 mm/dag). Hierdoor zullen effecten van sedimentatie voornamelijk gelimiteerd zijn tot de directe omgeving van de werkzaamheden.

Het habitat zal herstellen na de eventuele gevolgen van sedimentatie (en habitataantasting). Uit onderzoek is gebleken dat de tijd die nodig is om in een aangetast gebied de oude biomassa en dichtheid weer te bereiken doorgaans slechts één jaar bedraagt, dit neemt toe tot 2-5 jaar voor organismen met langere levenscycli (zoals verschillende tweekleppige en zee-egels) (Baptist et al., 2009; Boudewijn, 2016; Coates et al., 2015; Rozemeijer et al., 2013). Na een worst-case periode van vijf jaar na aantasting zal de zeebodem dus opnieuw gekoloniseerd zijn door zeebodemfauna. Negatieve effecten zullen daarom niet merkbaar zijn op systeemniveau.

3.2.4 Verstoring door continue onderwatergeluid

In deze paragraaf wordt het effect van continu onderwatergeluid op de descriptoren biologische diversiteit (D1), commerciële vis, schaal en schelpdieren (D3), voedselwebben (D4) en toevoer van energie (D11) beschouwd. Hiervoor is het effect van continu onderwatergeluid op vissen en zoogdieren van belang.

De reikwijdte van continu onderwatergeluid is 5 km, zoals toegelicht in paragraaf 2.4. In totaal wordt er een areaal van circa 2.156 km^2 beïnvloedt door geluid. Het geluid verplaatst met de schepen mee, is tijdelijk van aard en zal dus niet in het hele areaal gelijktijdig optreden. Bovendien is de aanwezige scheepvaart in grote delen van het projectgebied op het NCP relatief hoog (uitgebreid beschreven in Passende Beoordeling Net op zee Nederwiek 1, Bijlage VII-A van MER Nederwiek 1). Hieruit blijkt dat er in dit gebied op veel plekken een scheepvaartintensiteit van >100 vaarbewegingen/schepen per vierkante kilometer per maand plaatsvindt, maar door de aanwezigheid van vaste scheepvaartroutes, zijn er ook plekken waar de scheepvaartintensiteit veel minder is. De werkzaamheden zullen slechts enkele schepen aan deze scheepvaartintensiteit toevoegen. Daarbij komt dat er in de buurt van bestaande vaarwegen wordt gebleven, waar de scheepvaartintensiteit het hoogst is. Zodoende wordt het oppervlakte verstoord gebied en de intensiteit van de verstoring hierbinnen, slechts marginaal vergroot. Individuen die gevoelig zijn voor onderwater verstoring zullen waarschijnlijk al deze gebieden met hoge scheepvaartintensiteit mijden. Voor individuen die toch worden verstoord is ruim voldoende areaal aanwezig waar de verstoring veel minder is om naar uit te wijken.

Het onderwatergeluid dat tijdens de werkzaamheden wordt geproduceerd, zal hooguit op individuele zeezoogdieren en vissen een effect hebben in de zeer nabije omgeving van de werkzaamheden, waarbij zij mogelijk wegzwemmen en elders gaan foerageren. De kans dat een zeehond of bruinvis tijdelijke gehoorschade (TTS - Temporary Threshold Shift) oploopt, is verwaarloosbaar klein. Daarvoor zou een dier binnen korte tijd meerdere malen zeer dicht langs een op diep water werkend schip moeten zwemmen. De kans op blijvende gehoorschade (PTS – Permanent Threshold Shift) is nog kleiner en dus ook verwaarloosbaar.

3.2.5 Verstoring door impuls onderwatergeluid

In deze paragraaf wordt het effect van impuls-onderwatergeluid op de descriptoren biologische diversiteit (D1), commerciële vis, schaal en schelpdieren (D3), voedselwebben (D4) en toevoer van energie (D11) beschouwd. Hiervoor is het effect van impuls-onderwatergeluid op vissen en zeezoogdieren van belang. De bruinvis wordt als worst-case aangenomen en hiervoor worden effecten bepaald. Dit wordt gebruikt als maatlat voor de andere soorten.

Leeswijzer
Zoals toegelicht in paragraaf 2.5 wordt voor het platform de funderingsoptie van een stalen jacket met heipalen beoordeeld. In deze paragraaf wordt het effect van impuls-onderwatergeluid op bruinvissen. De berekende verstoringsafstanden voor bruinvissen worden besproken in paragraaf 2.5. Ook geldt er in het kader van de effectbeoordeling voor zeezoogdieren een algehele norm voor onderwatergeluid. Dit wordt in de onderstaande paragrafen besproken.

Voor heigeluid kiest het KEC 4.0 voor de bruinvis als aandachtsoort, omdat ervan uitgegaan wordt dat de bescherming van de bruinvis ook voor andere walvisachtigen, zeehonden en vissen

voldoende bescherming oplevert. Er loopt onderzoek om deze aanname te valideren. De bruinvis is gevoelig voor luide geluiden onder water, zoals het lawaai van heien dat nodig is voor de aanleg van windparken.

Modelstudie, drempelwaarde en uitgangspunten
Voor het onderzoek naar het verstoorde areaal als gevolg van impuls onderwatergeluid is door TNO een berekening met het model Aquarius 4.0 uitgevoerd. De betreffende studie is bijgevoegd als Bijlage VII-E. De berekeningen van de TNO-studie voor Net op zee Nederwiek 1 verschillen ten opzichte van de berekeningen in het KEC 4.0. Zo wordt in het KEC 4.0 uitgegaan van 6 in plaats van worst case 20 palen voor een platform en worden er 2 á 3 palen per dag geheid in plaats van worst case één paal per dag.

Geluidsnormen
Uit het KEC 4.0 blijkt dat het totale effect, van de uitrol van Wind op zee, geen bedreiging vormt voor de bruinvispopulatie wanneer er een geluidsnorm van SELss = 160 dB re 1 µPa2s (op 750 meter) wordt gebruikt.

De TNO studie laat zien dat er bij het heien van het platform van Net op zee Nederwiek 1 impulsgeluid vrijkomt van SELss = 167 dB re 1 µPa2s op 750 m, wat boven de grenswaarde ligt (de Jong & Binnerts, 2022). Voldaan kan worden aan een SELss = 160 dB re 1 µPa2s op 750 meter met een enkelvoudige mitigerende maatregel. Dit zou bijvoorbeeld een enkelvoudig bellenscherm of het heien met een lagere energie kunnen zijn (C. de Jong & Binnerts, 2020).

Zo blijkt dat enkelvoudige bellenschermen kunnen zorgen voor een reductie van 10 dB, maar kan dit oplopen tot een reductie van 20 dB, afhankelijk van de diepte en het volume lucht dat gebruikt wordt voor het bellenscherm. Dubbele bellenschermen zorgen voor extra reductie van het geluid van gemiddeld 3 dB t.o.v. een enkelvoudig bellenscherm (Bellman et al., 2020; Dähne et al., 2017).

Effecten van impuls-onderwatergeluid op bruinvissen
Impuls-onderwatergeluid door heiactiviteiten
Er vindt bij het heien van het platform Net op zee Nederwiek 1 een overschrijding (SELss = 167 dB re 1 µPa2s op 750 meter) van de grenswaarde (SELss = 160 dB re 1 µPa2s op 750 meter) plaats. Dit lijdt tot een verstoord areaal van 1.313 km^2 dat tijdelijk minder geschikt is als leef- en foerageergebied voor bruinvissen. Worst-case is het gebied voor deze soort tot 20 dagen niet of verminderd beschikbaar. Als mitigerende maatregel kan een enkelvoudig of dubbel bellenscherm gebruikt worden. Bellenschermen reduceren afhankelijk van de diepte en het gebruikte volume het impulsgeluid met 10 -20 dB. Een tweede bellenscherm zorgt voor een extra reductie van 3 dB (Bellman et al., 2020; Dähne et al., 2017). Door het toepassen van mitigerende maatregelen, zoals een bellenscherm, hierboven beschreven, kan het verstoorde areaal kleiner worden. Verder kan het toepassen van een ADD en 'soft and slow start' de kans op PTS bij zeezoogdieren verminderen door ze uit het projectgebied te verjagen (zie ook de toelichting in de paragraaf hierboven).

Verschil berekeningen TNO en KEC
De gebruikte uitgangspunten van de TNO berekeningen (Bijlage VII-E) komen niet volledig overeen met de uitgangspunten waarmee in het KEC 4.0 is gerekend. Zo wordt er in het KEC 4.0 uit gegaan van 6 palen van 3 meter in diameter voor het platform van Net op zee Nederwiek 1 en worden er in de berekeningen 2 à 3 palen per dag geheid. Worst-case betekent dit dat het gebied tot 3 dagen niet

of verminderd beschikbaar is (Heinis et al., 2022). Zoals beschreven in paragraaf 2.5 wordt in de TNO studie gerekend met actuelere uitgangspunten voor de bouw van het platform. Zo worden er worst-case 20 palen geheid i.p.v. 6. Het heien van de palen voor het platform van Net op zee Nederwiek 1 is maar een fractie van het totaal aantal palen dat geheid moet worden voor Nederlandse Wind op zee projecten. Het heien van 14 extra palen is 0,79% van het totaal te heien palen (1.762 palen). In verhouding met het totaal te heien palen voor Wind op zee parken in de gehele Noordzee (6.384 palen) is de fractie veel kleiner (0,22%). Tevens zijn de palen voor platforms een stuk kleiner qua diameter dan de monopiles van de windturbines (2,85m voor platforms en 5,5m en 7,5m voor monopiles).

Tabel 3-4 Aantal te heien palen per land voor windenergie op zee projecten

2016-2030	Geplande capaciteit (MW)	Naar verhouding (%)	Aantal heipalen (voor turbines)	Naar verhouding (%)
Totaal	**77.484**		**6.384**	
België	3.650	5%	379	6%
Frankrijk	598	1%	46	1%
Denemarken	1.751	2%	165	3%
Duitsland	15.319	20%	1.244	19%
Nederland	26.543	34%	1.762	28%
Verenigd Koninkrijk	29.623	38%	2.797	43%

Indicatieve berekening

Met een indicatieve berekening gebaseerd op het KEC 4 en de TNO studie kunnen het aantal extra verstoorde bruinvissen door werkzaamheden voor het platform worden berekend. Het verschil van 14 palen zal tot meer verstoorde bruinvissen leiden dan berekend in het KEC 4. Uitgaande van 14 extra palen betekent dit worst-case 14 extra heidagen (1 heidag per paal). In de TNO-studie is berekend dat voor een heidag van een platform paal bij een geluidsnorm van SELss = 160 dB re 1 µPa2s op 750 meter een oppervlakte van 649 km^2 verstoord wordt wat leidt tot 499 verstoorde bruinvissen en dus 499 bruinvisverstoringsdagen. De bruinvisdichtheid is in dit geval 0,77 (499/649). 14 extra heidagen zorgen in dat geval voor 6.986 extra bruinvisverstoringsdagen.

In het KEC 4 is met verschillende rekenvarianten gewerkt waarbij voor Net op zee Nederwiek 1 in iedere rekenvariant met een drempelwaarde van SELss = 160 dB re 1 µPa2s op 750 meter is gerekend. In deze rekenvarianten treedt er in totaal een bruinvispopulatiereductie op van tussen de 2,3% en 2,9% als gevolg van de uitrol van windenergie op zee. De grens van 5% achteruitgang (met 95% zekerheid) wordt dus niet overschreden. Uitgaande van een worst-case scenario is dit 2,9%, wat neerkomt op circa 1.400.000 bruinvisverstoringdagen. De worst-case 6.986 extra bruinvisverstoringsdagen als gevolg van 14 extra heipalen zijn een fractie van het totaal aantal bruinvisverstoringsdagen. Om het effect te berekenen van de extra bruinvisverstoringsdagen kan de populatiereductie uit het KEC en de huidige studie berekend worden aan de hand van onderstaande formule en parameters uit het KEC 3.0.

$$\text{Populatiereductie} = 1{,}06 \times 10^{-4} \times \text{bruinvisverstoringsdagen}^{1{,}17}$$

De populatie reductie is hierbij uitgedrukt in het aantal individuen. Op zichzelf staand leiden de 6.986 bruinvisverstoringsdagen tot een populatiereductie van 3,33 bruinvissen. Wanneer deze extra bruinvisverstoringsdagen worden beoordeeld met andere in het KEC behandelde projecten leiden deze worst-case 6.986 verstoringsdagen tot een populatiereductie van 9,61 bruinvissen. De populatiereductie grens van 5% (met 95% zekerheid) wordt niet overschreden door deze minimale

toevoeging. Het effect valt weg bij de grootschaligheid van alle Wind op zee projecten op de Noordzee in de periode 2016-2030.

De bovenstaande berekening is een indicatieve berekening. Ter borging dienen project specifieke berekeningen voor de extra palen gemaakt te worden. Er is nu gerekend met uitgangspunten van een geluidsnorm van SELss = 160 dB re 1 µPa2s op 750 meter en worst-case aannames wat betreft het aantal palen en heidagen. Indien uit de berekeningen blijkt dat de in deze Watertoets opgenomen effecten een onderschatting zijn, bijvoorbeeld doordat de uitgangspunten zijn veranderd wanneer het platform geplaatst wordt, dienen aanvullende maatregelen zoals het gebruik van een dubbel bellenscherm te worden getroffen. Door het gebruik van mitigerende maatregelen zoals de ADD en 'slow and soft start' zullen bruinvissen het gebied verlaten en neemt de kans op PTS bij bruinvissen af.

Conclusie
In de voorgaande paragrafen zijn de effecten van impuls-onderwatergeluid, dat alleen optreedt tijdens de aanleg, op verschillende manieren beoordeeld: aan de geluidsnorm in het KEC en de effecten op bruinvissen via het aantal toegewezen bruinvisverstoringsdagen. Op basis van de huidige berekeningen van TNO treedt er overschrijding van de geluidnorm van (SELss = 160 dB re 1 µPa2s op 750 m) op. Dit zou betekenen dat het aantal bruinvisverstoringsdagen voor het platform van Net op zee Nederwiek 1 hoger uitvalt dan berekend in het KEC. Met het gebruik van een mitigerende maatregel zoals een bellenscherm wordt het impulsgeluid gereduceerd zodat de geluidsnorm niet wordt overschreden. Voor de realisatie van het platform zullen meer heipalen gebruikt worden dan is aangenomen in het KEC. In het perspectief van de uitrol van Wind op zee betreft dit echter maar een fractie van het totaal aantal bruinvisverstoringsdagen. De populatiereductie grens van 5% (met 95% zekerheid) wordt niet overschreden.

Uit voorzorg dient het effect van de getroffen mitigerende maatregel doorgerekend te worden voordat de werkzaamheden worden aangevangen. Door het reduceren van het geproduceerde geluid, wordt ook het verstoorde areaal en het aantal bruinvisverstoringsdagen minder.

Met het nemen van de correcte mitigerende maatregelen voor heiwerkzaamheden, en het uitwerken en narekenen van de heiwerkzaamheden wordt voldaan aan de gestelde eisen vanuit het KEC. Wezenlijke effecten op de gehele bruinvispopulatie op het NCP worden daarmee uitgesloten. Aangezien bruinvissen de gevoeligste soort is, zijn effecten op vissen en overige zeezoogdieren ook uitgesloten.

3.2.6 Bovenwaterverstoring door geluid, optiek en licht

In deze paragraaf wordt het effect van bovenwaterverstoring op de descriptoren biologische diversiteit (D1) en voedselwebben (D4) beschouwd. Hiervoor is het effect van bovenwaterverstoring op vogels en zeehonden van belang. Verstoring door geluid en licht, en visuele verstoring treedt meestal gelijktijdig op en zodoende kunnen deze doorgaans als één verstoringsbron worden beschouwd. Over het algemeen is de reikwijdte van de lichtbelasting echter minder groot dan die van verstoringen door geluid of visuele verstoringen. Voor aspecten rond verlichting wordt tevens ten alle tijden het verlichtingsplan als leidraad gebruikt (zie paragraaf 2.6.2), deze wordt opgesteld conform de hiervoor geldende wettelijke richtlijnen. Zodoende zijn effecten op fauna gevoelig voor verlichtingsverstoring uitgesloten en wordt er in onderstaande paragrafen voornamelijk ingegaan op verstoring door geluid en visuele verstoring op vogels en zeehonden.

Vogels
Rondom het tracé komen zeevogels voor, zoals zeekoet, alk, jan-van-gent, kleine mantelmeeuw, grote mantelmeeuw, drieteenmeeuw, roodkeelduiker, zwarte zee-eend en bergeend (Fijn et al., 2019; Leopold & van Der Wal, 2015). De reikwijdte van bovenwaterverstoring is 500 meter voor vogels in het algemeen. Voor de ruiende en verstoringsgevoelige vogels (de brilduiker, eidereend, zeekoet en alk) is de reikwijdte van bovenwaterverstoring 1.000 meter. Voor de roodkeelduiker, parelduiker en zwarte zee-eend wordt specifiek een verstoringscontour van 2.000 meter gebruikt. De onderstaande uiteenzetting komt uit de Passende Beoordeling Net op zee Nederwiek 1 (Bijlage VII-A van MER Nederwiek 1).

Figuur 2-9 toont de reikwijdte van het effect van bovenwaterverstoring als gevolg van de werkzaamheden. Het geluid verplaatst met de schepen mee en is tijdelijk van aard en zal dus niet over de hele verstoringscontour gelijktijdig optreden. Bij de verstoringscontour van 500 meter voor minder gevoelige vogels blijft voldoende onverstoord areaal beschikbaar om bij verstoring naar uit te wijken.

In de omgeving van het tracé komen seizoensgebonden een laag aantal roodkeelduikers en zwarte zee-eenden voor. Deze twee soorten zijn gevoeliger voor verstoring, met een verstoringafstand van 2.000 meter. Aanleg zou voor deze soorten resulteren in een verstoring van 13.827 hectare leefgebied in de Voordelta. In dit gebied waar verstoring zal plaatsvinden vindt echter al verstoring plaats door reeds aanwezige hoge scheepvaartintensiteit. In delen van dit gebied bevinden zich vaste scheepvaartroutes met doorgaans een scheepvaartintensiteit van >100 routes (i.e. vaarbewegingen/boten) per vierkante kilometer per maand. Individuen die zich in de buurt van deze routes bevinden zijn hierdoor al in enige mate gewend aan verstoring door scheepvaart. Extra vaarbeweging als gevolg van de werkzaamheden zullen hierdoor niet significant bijdragen aan de mate van verstoring in de buurt van vaarroutes. Voor de verstoring die optreedt buiten de vaste vaarroutes geldt dat aanwezige vogels tijdelijk uit zullen wijken naar alternatief leefgebied. Er zijn gedurende de periode van aanleg voldoende uitwijkmogelijkheden voor de verstoorde vogels naar gebieden waar de verstoring minder is. De verstoring treedt bovendien niet over het gehele tracé tegelijk op. Er is alleen sprake van verstoring ter plaatse van de werkzaamheden, die langzaam en voorspelbaar langs het tracé bewegen.

Ruiende vogels, zoals alken, zeekoeten, grote jagers en bergeenden hebben dezelfde verstoringscontour als de roodkeelduiker. Ruiende vogels kunnen, afhankelijk van de periode, echter moeilijk uitwijken voor verstoringsfactoren wegens hun beperkte vliegvermogen. Alken, zeekoeten en grote jagers maken tijdens de rui gebruik van het NCP.

Grote jagers ruien tijdens de trek. Ze ruien niet alle handpennen tegelijk, wat vliegen onmogelijk zou maken, maar stapsgewijs. Deze rui gebeurt op volle zee en start na het verlaten van de broedgebieden omstreeks eind juli/begin augustus. Pas in de winter, in januari-februari, wordt de rui voltooid, nadat ze de Nederlandse Noordzee verlaten hebben (van Bemmelen et al., 2012). Eventueel verstoorde ruiende grote jagers kunnen zodoende bij verstoring uitwijken naar onverstoord areaal. De optredende verstoring als gevolg van de werkzaamheden is tijdelijk en lokaal en zodoende is er ruim onverstoord areaal beschikbaar.

Zeekoeten ruien in juli, augustus en de eerste helft van september. Gedurende deze periode kunnen de vogels niet vliegen, waardoor ze bij verstoring moeilijker kunnen vluchten dan buiten de

ruiperiode. Van december tot februari ruien ze weer van hun winter naar hun zomerkleed. Gedurende deze periode kunnen zeekoeten wel vliegen (Dunn et al., 2019; St. John Glew et al., 2018). Eventueel verstoorde ruiende zeekoeten kunnen zodoende bij verstoring uitwijken naar onverstoord areaal. Alken ruien van zomerkleed naar winterkleed en van winterkleed naar zomerkleed. De rui naar winterkleed vindt in juli en augustus plaats, echter gebeurt dit niet in Nederlandse wateren (van Bemmelen et al., 2013). De rui naar zomerkleed begint voor het vertrek naar de broedgebieden, voor de alk in januari tot en met maart. Tijdens de rui hebben de dieren een beperkt vliegvermogen. Er wordt daarom uitgegaan van een worst-case verstoringsafstand van 2000 meter. In de Bruine bank leidt dit tot een verstoord oppervlak van 35 km^2 langs het 70 km lange traject.

In de ruiperiodes in de winter komen hoge aantallen ruiende zeekoeten en alken voor in het noorden van het tracé. Voor zeekoet varieerde de maximale dichtheid op telgebied de Bruine Bank op de telmomenten in dit ruiseizoen in 2021-2022 van circa 5,057 (januari) tot 4,906 (februari) individuen per km^2 en voor de alk 0 (augustus) tot 0,489 (november) individuen per km^2 (R. S. A. van Bemmelen et al., 2022). Het maximaal geschatte aantal zeekoeten op de Bruine Bank was 102.042, dit was in februari 2019 (Fijn et al., 2019). Dit aantal is exceptioneel hoog, in 2020 en 2021 lagen de seizoen maxima van de zeekoet op de Bruine Bank een factor 15 tot 10 lager, namelijk tussen de 6.500 en 18.000 individuen (Fijn et al., 2022, 2020; R. S. A. van Bemmelen et al., 2022). Ook vlak buiten de Bruine Bank worden in dit seizoen hoge aantallen aangetroffen, soms ook op of in de nabijheid van de verstoringscontouren van het tracé. De verspreiding van de ruiende vogels varieert per jaar en aanwezigheid van grote aantallen ruiende zeekoeten en alken op of in de nabijheid van het tracé is tijdens de ruiperiodes in de winter (december tot en met maart) niet uit te sluiten. In de ruiperiode van juli tot en met de eerste helft van september, wanneer zeekoeten ruien in de omgeving van de Bruine Bank, zijn de aantallen ruiende vogels lager. De maximale dichtheid lag in augustus 2020 rond de 0,001 individuen per km^2, in augustus 2019 en augustus 2021 waren ze zelfs geheel afwezig (Fijn et al., 2019, 2020; R. S. A. van Bemmelen et al., 2022). Alken ruien in deze periode niet in Nederlandse wateren (Fijn et al., 2022). De populaties zeekoeten op de Noordzee bestaan uit verschillende deelpopulaties die op verschillende locaties broeden en overwinteren. Omdat het daarom moeilijk is aan te geven wat als één (geografische) populatie wordt gezien, wordt uitgegaan van één Noordzee-deelpopulatie. De Noordzee-deelpopulatie is geschat op 1.562.000 zeekoeten (Ministerie van LNV, 2014). De populatie alken die de bron vormen voor het aantal vogels dat de Nederlandse Noordzee bezoekt wordt geschat op 324.000 vogels (R. van Bemmelen et al., 2013).

De werkzaamheden leiden met een verstoringscontour van 2.000 meter langs de Bruine Bank over een lengte van 70 kilometer tot een verstoord oppervlak van circa 47 km^2. Met de berekende dichtheden op basis van aantallen uit van Bemmelen et al. (2022) en het oppervlak van de Bruine Bank, is het aantal verstoorde zeekoeten en alken ten gevolge van de werkzaamheden berekend voor augustus en januari. Om een indicatie te krijgen van mogelijke aantallen verstoorde individuen wordt gerekend met maximaal geschatte aantallen uit 2021/2022 (R. S. A. van Bemmelen et al., 2022). Voor de ruiperiode in de winter worden de aantallen van januari genomen, aangezien in deze maand van de gevoelige periode (januari en februari) de hoogste dichtheden alken en zeekoeten werden aangetroffen. Voor de ruiperiode in de zomer wordt gekeken naar de dichtheden in augustus.

In augustus 2021-2022 is de geschatte populatiegrootte op de Bruine Bank 476 zeekoeten en 0 alken. Gebaseerd op de populatiegrootte van de alk in augustus op de Bruine Bank zullen er geen

alken verstoord worden tijdens werkzaamheden in augustus. Het aantal zeekoeten is hoger in augustus. De dichtheid zeekoeten op de Bruine Bank is in de maand augustus 0,348 individuen/km^2 (476/ 1.366 (oppervlakte de Bruine Bank)). De werkzaamheden in de ruiperiode in augustus leiden op basis van de overlap van de verstoringscontour met de bruine bank tot 12 (0,348* 35) verstoorde zeekoeten.

Op een geschatte de Bruine Bank populatie van 476 zeekoeten is dit verstoring van circa 2,5 % van de populatie van de bruine bank en van 0,0007% van de Noordzee-deelpopulatie.
Alken zijn in deze periode niet waargenomen in het gebied rondom de werkzaamheden. Grotere aantallen zeekoeten zitten in de ruiperiode van augustus noordelijker. De dichtheid op de Bruine Bank in januari voor de zeekoet is 5,057 individuen/km^2 (6.908 /1.366) en voor de alk is 3,076 individuen/km^2 (4.202/1.366). De werkzaamheden in de ruiperiode in januari leiden tot 177 (5,057* 35) verstoorde zeekoeten en 108 (3,076 * 35) verstoorde alken
Op een geschatte Noordzeedeelpopulatie van 1.562.000 zeekoeten en 324.000 alken is dit verstoring van respectievelijk circa 0,011 % en circa 0,033 % van de populatie.

Wanneer de aanleg zodoende in de periode van de winter naar zomerrui plaatsvinden worden mogelijk relatief grote aantallen vogels verstoord. Aangezien de vogels in deze periode het vliegvermogen niet verliezen, ze de schepen al van grote afstand aan zien komen en het gebied reeds door beroepsvaart wordt verstoord, zijn effecten op de populatie in deze periode niet aan de orde. Wanneer verstoring plaatsvindt tussen juli en de eerste helft van september heeft deze relatief een grotere impact op zeekoeten aangezien ze in deze periode niet kunnen vliegen. Echter gezien het zeer lage aantal zeekoeten dat in deze periode aanwezig is (en alken geheel afwezig zijn), zijn effecten op de populatie uit te sluiten. Daarnaast vaart het schip dat de kabels aanlegt erg langzaam, tussen 250 en 500 m/u, en kan het zonder bevoorrading tussen de 40 en 60 km kabel aanleggen (Pondera Consult & Arcadis Nederland, 2022). Dit geeft verstoorde alken en zeekoeten voldoende mogelijkheid om uit te wijken, ook zonder vliegvermogen. De vaarbeweging en snelheid van bevoorradingsschepen is in de activiteitenbeschrijving niet beschreven.

Naast het gegeven dat het verstoorde oppervlak relatief klein is ten opzichte van het totaal beschikbare areaal, is de regulier aanwezige hoeveelheid scheepvaart op veel plekken in het projectgebied relatief hoog. Dit is uitgebreid beschreven in Passende Beoordeling Net op zee Nederwiek 1 (Bijlage VII-A van MER Nederwiek 1). Doorgaans is de scheepvaartintensiteit langs het tracé hoog, met >100 vaarbewegingen/schepen per vierkante kilometer per maand. De werkzaamheden zullen slechts enkele schepen aan deze hoge scheepvaartintensiteit toevoegen. Zodoende is ook de intensiteit van de verstoring binnen het verstoorde oppervlak relatief laag t.o.v. de regulier aanwezige scheepvaartintensiteit.

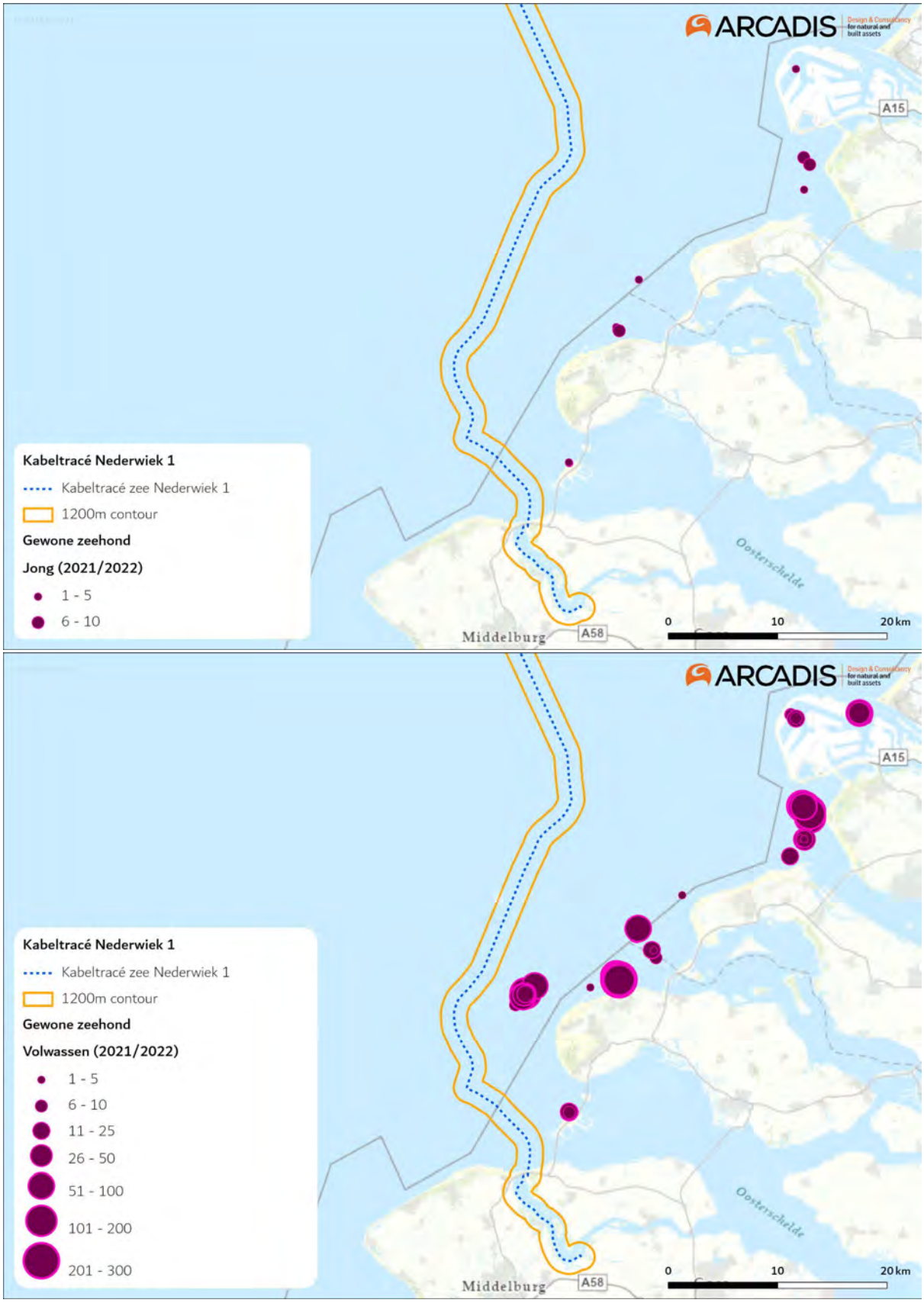
Zeehonden
Zowel gewone als grijze zeehonden maken gebruik van droogvallende zandbanken voor de kust. Dit is weergegeven in Figuur 3-9 en Figuur 3-10.

Zoals in de vorige paragraaf beschreven geldt ook dat nabij de kustlijn de scheepvaartintensiteit, en daarmee de bestaande verstoring, relatief hoog is. Voor verdere details met betrekking tot de scheepvaartintensiteit in het gebied wordt verwezen naar de Passende Beoordeling Net op zee Nederwiek 1 (Bijlage VII-A van MER Nederwiek 1). Op dit traject is een hoge scheepvaartintensiteit aanwezig, met >100 vaarbewegingen/schepen per vierkante kilometer per maand. De werkzaamheden zullen slechts enkele schepen aan deze hoge scheepvaartintensiteit toevoegen.

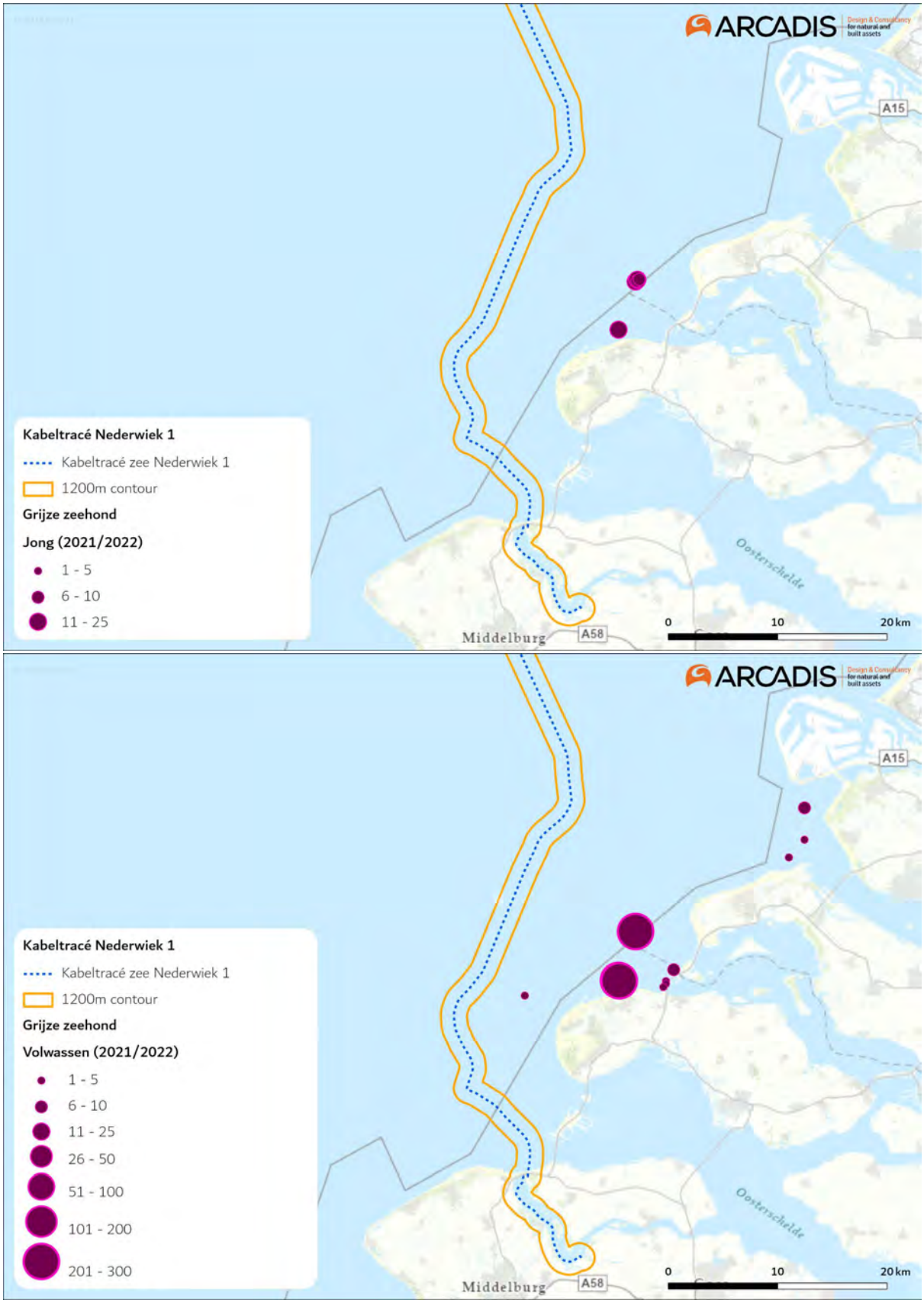
Zodoende is ook de intensiteit van de verstoring binnen het verstoorde oppervlak relatief laag ten opzichte van de regulier aanwezige scheepvaartintensiteit.

Volwassen zeehonden kunnen uitwijken van verstoringsbronnen en hiervoor blijft ruim voldoende onverstoord areaal beschikbaar. De mate van verstoring is bij de bron het meest intens en neemt vervolgens af met de afstand. De verstoringscontouren zijn bovendien worst-case aannames van verstoring door baggerschepen. Deze schepen zijn niet geschikt voor werkzaamheden dicht bij het aanlandingspunt, waar de werkzaamheden zullen worden uitgevoerd door kleinere, en zodoende minder luide, schepen, met een kleinere verstoringsafstand (Andersen et al., 2012).

Er zijn geen ligplaatsen bekend van de gewone en grijze zeehond in de nabijheid van het tracé. De verstoringscontour van 1.200 meter verstoort de zeehonden niet. Effecten van bovenwaterverstoring op zeehonden kan zodoende worden uitgesloten.



Figuur 3-9 Ligplaatsen van jonge gewone zeehonden (boven) en van volwassen gewone zeehonden (onder), gebaseerd op alle tellingen in 2021/2022. Data naar (Hoekstein et al., 2023).



Figuur 3-10 Ligplaatsen van jonge grijze zeehonden (boven) en van volwassen grijze zeehonden (onder), gebaseerd op alle tellingen in 2021/2022. Data naar (Hoekstein et al., 2023).

3.2.7 Habitataantasting en habitatverandering

In deze paragraaf wordt het effect van habitataantasting en habitatverandering op de descriptoren biologische diversiteit (D1), niet-inheemse soorten (D2), commerciële vis, schaal- en schelpdieren (D3), voedselwebben (D4), integriteit van de zeebodem (D6) en hydrografische eigenschappen (D7) beschouwd.

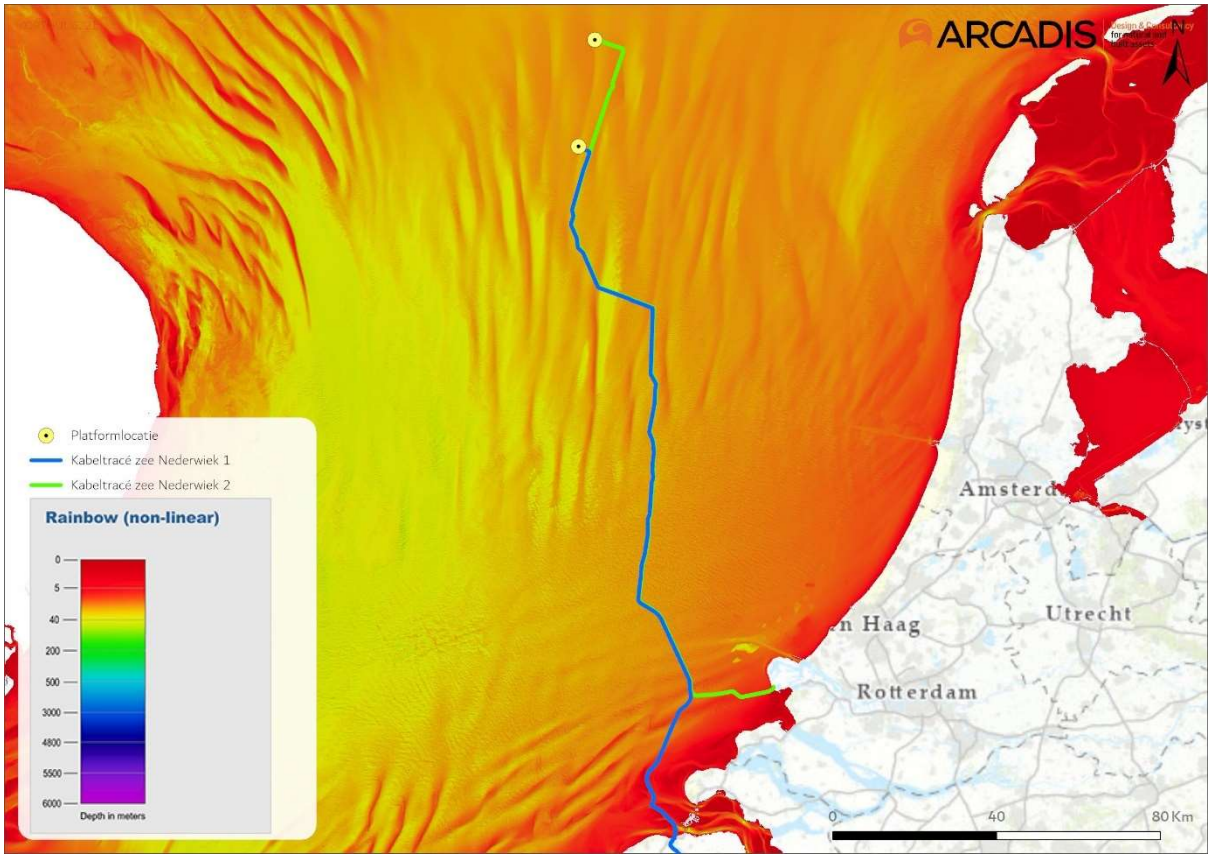
De gehanteerde reikwijdte van habitataantasting is toegelicht in paragraaf 2.7. Door het leggen van de kabels en het bouwen van de platforms wordt de habitat en de lokale biodiversiteit beïnvloed. Er zal op het NCP door de aanleg van het tracé habitataantasting plaatsvinden van circa 26.5 km^2.

Ook rondom het platform zal het bodemleven zich op termijn herstellen. Deze zal echter anders zijn dan de oorspronkelijke habitat door de aanwezigheid van meer aanhechtingsoppervlak en hard substraat. Dit zal zeer lokaal zorgen voor meer biodiversiteit doordat er meer schuil- en aanhechtingsplaatsen zijn voor (bodem)fauna. Dit biedt kansen voor soorten als zeeanemonen, koralen, sponzen en zakpijpen en voor jonge kabeljauw, steenbolk en Noordzeekrab (Ministerie van Infrastructuur en Milieu & Ministerie van Economische Zaken, 2012; van der Stap et al., 2016).

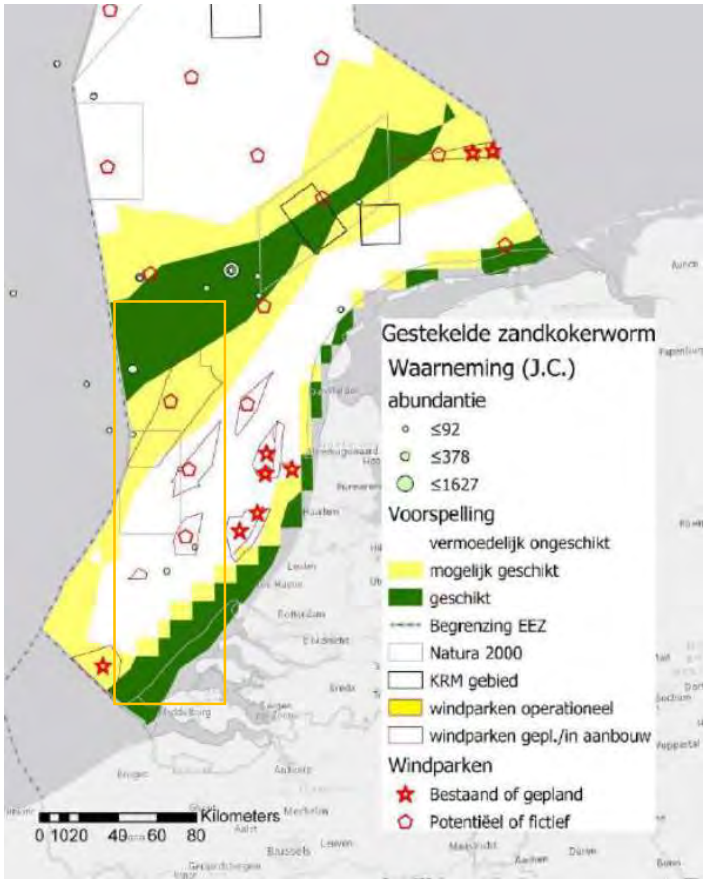
Bodemdieren

De zandkokerworm ondervindt effect van habitataantasting. Door habitataantasting kunnen (delen van) riffen verdwijnen of afsterven. Afhankelijk van de frequentie en mate van aantasting in verhouding tot het formaat van het rif, kan het hierbij om kleine delen van het rif of volledig weggevaagde riffen gaan. Zo wordt algemeen aangenomen dat het beperkte (en voorheen onwaarschijnlijk geachte) voorkomen van riffen op de Bruine Bank komt door de intensieve bodemvisserij. Door deze vorm van visserij wordt meerdere keren per jaar de gehele bodem omgeploegd (Garcia et al., 2019). Riffen van de gestekelde zandkokerworm worden namelijk niet gevonden bovenop zandruggen, maar juist wel op de bodem van zogenaamde valleien, tussen twee hogere zandruggen in, op een diepte van 35 tot 45 meter. Mogelijk komt dit omdat de riffen hier afgeschermd liggen van de intensieve bodemvisserij in het gebied (Garcia et al., 2019; van der Reijden et al., 2019). De trawlnetten 'springen' hier als het ware over de zandruggen heen en ontzien de tussenliggende riffen. Doordat bodemvisserij binnen het Windpark Nederwiek 1 niet meer is toegestaan wanneer het gebied in gebruik wordt genomen bestaat hierdoor juist de mogelijkheid voor de zandkokerriffen om zich te vestigen.

Het valt echter niet uit te sluiten dat er tijdens de aanleg van het tracé ook riffen op de bodem van niet in kaart gebrachte valleien nabij het platform en tracé voorkomen. Uit Figuur 3-11 blijkt dat deze diepere geulen in noord-zuid richting lopen en met name in het noordelijke deel van het tracé (nabij het platform) en bij de kust voorkomen. De kans op het aantreffen van de zandkokerwormriffen in het overige gebied is zeer gering. Dit wordt bevestigd door een model van habitatgeschiktheid voor de zandkokerworm, zie Figuur 3-12 (Bos et al., 2019). Hierbij dient vermeld te worden dat de betrouwbaarheid van de voorspelling door de onderzoekers zelf, voornamelijk in kustgebieden, wordt ingeschat als laag tot matig. In kustgebieden zijn vooral scheepswrakken en ander substraat bemonsterd, waar veel wormen in een hoge dichtheid op zaten. Er zijn alleen niet veel plekken met hard substraat binnen (<10km) de kustzone waardoor de kans dat individuele wormen of riffen op het gewone zeebed aangetroffen worden vrij klein is. Verder constateerden de onderzoekers: *´De voorspelling laat zien dat de zandkokerworm vooral op ruime afstand van de Noord-Hollandse kust voorkomt, en niet in slibrijke gebieden, zoals de diepere delen in het midden van de Nederlandse Noordzee (bv Oestergronden)'.*



Figuur 3-11 Bathymetrie meting Noordzee ten opzichte van Netten op zee Nederwiek 1 en Nederwiek 2 bathymetriegegevens (EMODnet, Nd..).



Figuur 3-12 Kaart met de gemodelleerde habitatgeschiktheid voor S. spinulosa uit Bos et al. (2019). Het oranje kader geeft het projectgebied aan.

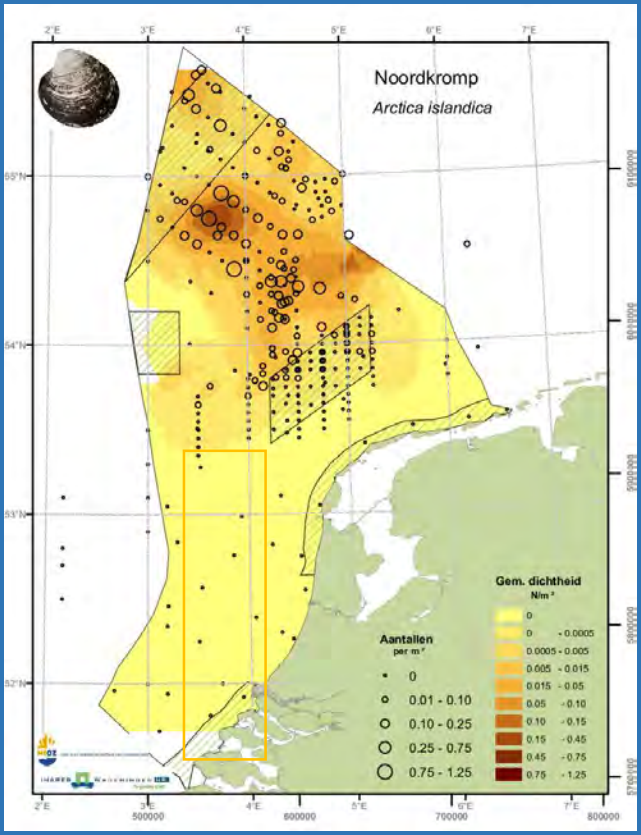
De kans op het aantreffen van zandkokerworm riffen zal zich daardoor hoofdzakelijk limiteren tot het noordelijke deel van het tracé. Omdat er niet kan worden uitgesloten dat het tracé zich (deels) bevindt in geschikt gebied voor de zandkokerwormriffen, is er sprake van aantasting van leefgebied en leiden de werkzaamheden tot tijdelijke beperkingen zoals oppervlakteverkleining van de riffen. De reikwijdte van de aantasting zal hoogstwaarschijnlijk beperkt blijven tot de reikwijdte het bagger/frezen en sedimentatie in de directe omgeving. Eventuele aangetaste riffen hebben de mogelijkheid zich te herstellen. Uit literatuuranalyse blijkt dat de zandkokerworm riffen zich relatief snel herstellen (Arcadis, 2020). Gedeeltelijk aangetaste zandkokerwormriffen kunnen binnen dagen tot weken hersteld zijn. Na aantasting kunnen (grotendeels) lege velden na 6 maanden weer als rif herkenbaar zijn. De doorontwikkeling tot een zo optimaal mogelijk functioneel rif inclusief biodiversiteit duurt langer (orde grootte enkele jaren).

Habitataantasting van de zeebodem is een tijdelijk effect. Uit onderzoek is gebleken dat de morfologie van een aangetaste zeebodem zich vaak al binnen een jaar weer kan herstellen door de natuurlijke dynamiek(Baptist et al., 2009). De tijd dat bodemfauna nodig heeft om in een aangetast gebied de oude biomassa en dichtheid weer te bereiken bedraagt doorgaans ook één jaar, dit neemt toe tot 2-5 jaar voor organismen met langere levenscycli (zoals verschillende tweekleppige en zee-egels) (Baptist et al., 2009; Boudewijn, 2016; Coates et al., 2015; Rozemeijer et al., 2013). Na een worst-case periode van vijf jaar zal de bodem opnieuw gekoloniseerd zijn door bodemfauna en een natuurlijke morfologie vertonen. Negatieve effecten zullen daarom niet merkbaar zijn op systeemniveau.

Overige bodemdieren

In de Noordzee en kustzone kunnen ook andere minder algemeen voorkomende benthossoorten voorkomen langs het tracé die niet zijn behandeld in de huidige studie, zoals de Noordkromp (*Arctica islandica*). De noordkromp komt vooral in het Noorden van het NCP voor. De soort is kwetsbaar voor bodemverstoring (onder andere als gevolg van aanleg van kabels) door zijn leefwijze, namelijk ondiep onder het oppervlak van de zeebodem (de Bruyne et al., 2013). In het projectgebied komt de noordkromp in verwaarloosbaar lage dichtheden voor (<0,0005 stuks per m^2, oftewel 1 individu per >2000 m^2, zie onderstaand figuur). Uitgaande van de worst-case aannames, zoals beschreven in Hoofdstuk 2, kunnen effecten op soortniveau van minder algemeen voorkomende benthische soorten, zoals de noordkromp, worden uitgesloten.

De noordkromp heeft in gebieden waar bodemroerende visserij is toegestaan erg te lijden. Mogelijk dat de noordkromp profiteert van de aanwezige Wind op zee parken aangezien er in deze parken niet gevist mag worden (Lindeboom et al., 2008).



Verspreiding Noordkromp op het Nederlandse Continentaal Plat (Lindeboom et al., 2008). Het oranje kader geeft het projectgebied aan.

3.2.8 Opwerveling van historische verontreiniging op zee

In deze paragraaf wordt het effect van verontreiniging op de descriptoren D8 vervuilende stoffen en D9 vervuilende stoffen in visproducten behandeld.

Slibconcentraties en verspreiding

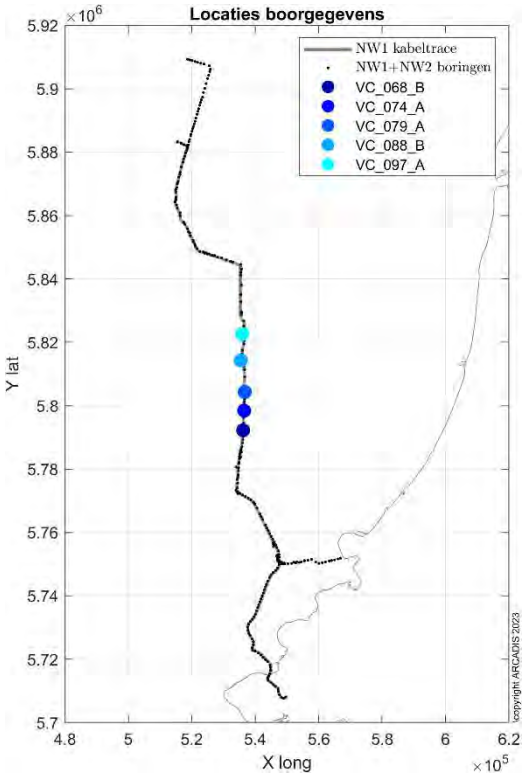
Gevolgen van de verontreinigen treden op doordat veen- en slibdeeltjes met verontreinigen tijdens het jet trenchen in de waterkolom terecht komen. De vertroebelingsstudies die zijn uitgevoerd voor de verschillende kabeltracés op de Noordzee geven inzicht in de concentraties van de deeltjes in de waterkolom. In de Noordzee vindt door het optreden van getijdestroming verspreiding plaats van de slibdeeltjes in de waterkolom nabij de bagger- en verspreidingslocatie. Het betekent dat de concentraties die lokaal en tijdelijk hoog zijn snel veel lager zijn, door de verdunning die optreedt door de stroming. In modelsimulaties voor de slibverspreiding is deze verdunning door de stroming berekend. In de slibsimulaties wordt gebruik gemaakt van conservatieve aannames over de hoeveelheden slib in de bodem en over baggervolumes voor de verschillende delen van het kabeltracé. De slibpercentages zijn gebaseerd op korrelgroottebepalingen van het bodemsediment. De berekeningsresultaten zijn daarmee bruikbaar om inzicht te geven in de gemiddelde slibconcentratie in de waterkolom. De hoogste concentraties slib treden op bij de bodem, omdat daar het meeste slib in het water terechtkomt door de werkzaamheden en doordat de getijdestroming het verspreide sediment van de bodem erodeert. De daggemiddelde concentraties bij de bodem komen niet boven de 5 mg/l uit. Ook bij de wateroppervlakte is sprake van iets verhoogde concentraties slib in de waterkolom, omdat bij het baggeren water met slib uit het baggerschip stroomt. De concentraties slib zijn wel lager dan bij de waterbodem. Over de hele waterkolom komt gemiddeld per dag de slibconcentratie niet boven de 2 mg/l uit.

Arseenconcentraties in de bodem

De arseenconcentraties in deze veenlagen is gemeten op verschillende dieptes, in het totaal zeven monsters. Tabel 3-5 geeft de code van de locatie, die terug is te vinden in Figuur 3-13, de diepte van de laag waaruit het monster is genomen, de percentages organisch stof, fracties kleiner dan 2 en 63 µm en de arseenconcentratie weer.

Tabel 3-5 Arseenconcentraties in de diverse monsters

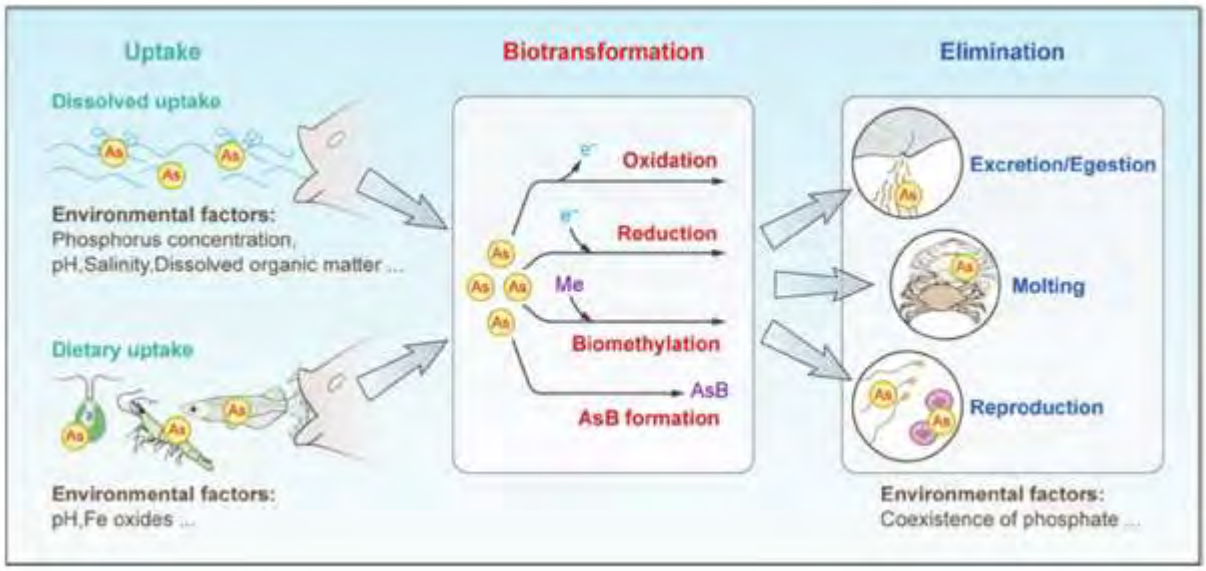
Code	Diepte (m)	OS (%)	<2 µm (%)	<63 µm (%)	As (mg/kg d.s.)
VC_068_B	1,37-3,00	1.7	22	63	15
	3,00-3,80	1.3	18	50	10
VC_074_A	0,57-1,69	1.2	19	49	11
VC_079_A	0,60-0,82	2.3	14	51	19
	1,27-1,52	2.9	11	47	31
VC_088_B	1,75-2,08	49,7	<2	<2	54
VC_097_A	4,13-4,43	28,3	2,3	8,9	46



Figuur 3-13 Locaties van de monsters waarin arseen is bepaald

Gedrag van arseen

Het arseen in de Noordzeebodem is anorganisch arseen (waarschijnlijk voornamelijk in de vorm van arsenaat As^{V}) en kan als het vrijkomt uit de bodem door organismen worden opgenomen. De opname wordt door veel omgevingsfactoren bepaald. Na opname ondergaat het arseen vaak biotransformatie en kan het worden omgezet naar organisch arseen en worden uitgescheiden. Er zijn meer dan 300 vormen van organisch arseen (Zhang et al., 2022), de meest voorkomende zijn monomethyarsonic acid (MMA), dimethylarsonic acid (DMA), arsenobetaine (AsB), arsenocholine (AsC) en arsenosugars (AsS). Figuur 3-14 uit (Zhang et al., 2022) geeft het proces rondom arseen schematisch weer.



Figuur 3-14 Proces van opname, biotransformatie en verwijdering van stoffen uit Zhang et al., (2022).

De organische verbindingen worden dus weer uitgescheiden en het zijn vooral deze verbindingen die tot biomagnificatie leiden (Ghosh et al., 2022). Ook diverse andere recente papers benoemen deze eigenschap van de organische arseenverbindingen. Bij de bepaling van effecten van het vrijkomende arseen wordt aangenomen dat in een getijdesysteem als de Noordzee er voldoende zuurstof aanwezig is en dat er geen zuurstofloze omstandigheden zijn net boven de bodem. Onder zuurstofloze omstandigheden wordt het arseen namelijk niet biobeschikbaar (Wang et al., 2022).

Normen en achtergrondconcentratie

De huidige normen voor arseen in zout water zijn te vinden via de site van het RIVM.[4] In Tabel 3-6 zijn de normen en achtergrondconcentraties vermeld. De MAC-MKN (maximaal aanvaardbare concentratie – milieukwaliteitsnorm) wordt door het RIVM gedefinieerd als: *de maximaal aanvaardbare concentratienorm beschermt het ecosysteem tegen kortdurende concentratiepieken*.[5] Wanneer deze norm niet wordt overschreden is het ecosysteem beschermd tegen een arseenpiek in het water na jet trenchen.

Er is voor arseen geen MKN-biota afgeleid. Dat dat niet nodig is en de in Tabel 3-6 genoemde normen voldoende bescherming bieden, wordt beargumenteerd op het stofgegevensblad (ICBR, 2009) waar de RIVM website naar refereert. Hier wordt echter niet gesproken over biomagnificatie van de organische vormen van arseen, welke dus vooral in recente papers wordt benoemd.

Tabel 3-6 Normen en achtergrondconcentraties voor arseen

Categorie	Compartiment/Normtype	Norm	Arseen (7440-38-2)
Milieu	Oppervlakte zout	Andere oppervlaktewateren achtergrondconcentratie (opgelost)	0,62 µg/l
Milieu	Oppervlakte zout	Andere oppervlaktewateren wettelijk JG-MKN (opgelost)	0,6 µg/l
Milieu	Oppervlakte zout	Andere oppervlaktewateren wettelijk MAC-MKN (opgelost)	1,1 µg/l

[4] Zoeksysteem | Risico's van stoffen (rivm.nl), bezocht op 15 mei 2023.
[5] Oppervlaktewater | Risico's van stoffen (rivm.nl), bezocht op 15 mei 2023.

Inschatting arseenconcentratie in het water
In Arcadis (2021) is vanuit een stofconcentratie in de bodem een inschatting gemaakt van de concentratie in het water. Deze inschatting is gemaakt met behulp van relatief eenvoudige rekenregels waarbij er wordt uitgegaan van één bodemconcentratie wat resulteert in één waterconcentratie.

Eerder in deze paragraaf is bepaald dat de hoogste daggemiddelde slib- en veenconcentratie in het water net boven de bodem maximaal 5 mg/l is. Uitgaande van de hoogste bodemconcentratie (54 mg/kg ds) leidt dat tot een schatting van 0,3 µg/l arseen in het water. Samen met de al aanwezige achtergrondconcentratie levert dit een concentratie van 0,93 µg/l arseen op, wat lager is dan de MAC-MKN van 1,1 µg/l. Er zal dus geen effect op het ecosysteem optreden door het jet trenchen van de historische lagen met arseen. Vogels zullen geen effect ondervinden van de opwoeling van arseen en mogelijke bioaccumulatie, en er worden geen verbodsbepalingen overtreden.

3.2.9 Elektromagnetische velden

In deze paragraaf wordt het effect van elektromagnetische velden (EMV) op de descriptoren biologische diversiteit (D1), commerciële vis, schaal- en schelpdieren (D3), voedselwebben (D4), en toevoer van energie (D11) beschouwd.

EMV kunnen worden waargenomen door verschillende soorten vissen (bijvoorbeeld haaien en roggen), ongewervelden (bijvoorbeeld krabben) en bepaalde zeezoogdieren (bijvoorbeeld bepaalde dolfijnsoorten) (zie de Bijlage VII-D). Deze soorten kunnen mogelijk negatieve effecten ondervinden bij hoge EMV-waarden (Gill & Desender, 2020; Hutchison et al., 2018; Normandeau et al., 2011). In de volgende paragrafen is voor de soortgroepen uiteengezet wat de meest recente inzichten zijn met betrekking tot EMV.

Bodemdieren (schaal- en schelpdieren)
Een studie met gewone mosselen (*Mytilus edulis*) en garnalen (*Crangon crangon*) liet zien dat blootstelling aan magnetische velden van 3.700 µT gedurende zeven weken geen lethale effecten tot gevolg had (Bochert & Zettler, 2004). Onderzoek van (Otremba et al., 2019), heeft echter uitgewezen dat effecten van een magnetisch veld invloed hebben op veranderingen in hydratatie en aminestikstofwaarde van de gewone mossel bij 5.000 µT (Otremba et al., 2019). Garnalen worden aangetrokken door magnetische velden rondom windparken (Gill et al., 2014).

Jonge Europese kreeften (*Homarus gammarus*) vertonen geen verandering in het zoeken naar schuilplaatsen tijdens blootstelling aan 200 µT (Taormina et al., 2020). Bij de Amerikaanse kreeft (*Homarus americanus*) en de kleine rog (*Leucoraja erinacea*) werd het ruimtelijke gedrag gemeten na blootstelling aan een EMV (maximaal 14 µT hoger dan het magnetisch veld van de aarde (51,3 µT) van een gelijkstroomstroomkabel (330 MW, 1175 Amps) (Hutchison et al., 2018). De kreeften lieten statistisch significante maar wel subtiele ruimtelijke gedragsveranderingen zien. Ten opzichte van de controlegroep bleven zij lager bij de bodem en maakten zij vaker bochten van 180 graden. Uit het onderzoek bleek echter wel dat de kabels geen barrière vormden voor de kreeften om te passeren.

Bij krabben is aangetoond dat soorten minder agressief worden door blootstelling aan magnetische velden rondom windparkkabels (Gill et al., 2014). Voor de Noordzeekrab is aangetoond dat deze soort kiest voor schuilplaatsen met hoge magneetveldwaardes (lab-studie) (Gill & Desender, 2020).

Van rivierkreeften is bekend dat ze een aantrekkingsreactie vertonen op elektrische gelijkstroomvelden met stroomdichtheden van 0,4 µA/cm2 (Snoek et al., 2016).

Benthische en demersale vissen
Vissen zijn gevoelig voor sterke magnetische velden. Zo vertoonde de heilbot (*Hippoglossus hippoglossus*) verminderde groei en ontwikkeling na blootstelling aan 3.000 µT in het laboratorium (Gill, 2015). De heilbot is een zeldzame soort in de Nederlandse kustwateren, maar andere platvissen, waaronder dicht aan deze soort gerelateerde vissen zoals de schol, komen wel in grote getallen voor in de Nederlandse wateren. Mogelijk ondervinden deze soorten vergelijkbare effecten. Botten (een platvis) gingen niet dood van een blootstelling van zeven weken aan een magnetisch veld van 3.700 µT (lab-studie) (Normandeau et al., 2011).

Over het belang van magnetisme voor oriëntatie en navigatie bij vissen is weinig bekend. Vooral vissen die magnetisch materiaal in hun lichaam hebben kunnen door magnetische velden worden beïnvloed. Zo heeft de Europese paling (*Anguilla anguilla*) magnetisch materiaal in de schedel, ruggengraat en bekkengordel (Otremba et al., 2019). De paling kan hierdoor magnetische velden waarnemen. Aangetoond is dat palingen langzamer zwemmen als zij een magnetisch veld van een wisselstroomkabel (115 kV, geen magneetveldsterkte genoemd) passeren, maar dat het magnetische veld palingen niet tegenhoudt. De onderzoekers concludeerden dat de kabel geen permanente barrière was voor de vis (Westerberg & Lagenfelt, 2008).

Pelagische vissen
Zoutwatertrekvissen kunnen mogelijk effecten ondervinden van magnetische velden. Beschermde of gevoelige soorten die belangrijk zijn voor de Noordzee zijn fint (*Alosa fallax*), elft (*Alosa alosa*), zeeprik (*Petromyzon marinus*), rivierprik (*Lampetra fluviatilis*), houting (*Coregonus oxyrunchus*) en Atlantische steur (*Acipenser sturio*). De Atlantische steur heeft ampullen van Lorenzini in zijn lichaam. Dit zijn elektroreceptoren die ervoor zorgen dat de steur (geïnduceerde) elektrische velden in het water kan detecteren (Jørgensen, 1980). Deze receptoren zijn ook aanwezig in zeeprikken (Snoek et al., 2016). Informatie over de effecten van elektromagnetische velden op de Atlantische steur of zeeprik zijn echter tot op heden nog niet gevonden. Ook over de fint, elft, houting en rivierprik is geen informatie over gevoeligheid van deze soorten voor elektromagnetische velden. Van soortgelijke vissen, zoals de regenboogforel (*Oncorhynchus mykiss*), is bekend dat deze soorten een verandering van meer dan 50 µT kan waarnemen (Gill, 2015).

Dat deze soorten elektromagnetische velden kunnen waarnemen, betekent niet dat effecten schadelijk of blijvend zijn of dat soorten een verandering van gedrag vertonen. In een experiment met de Atlantische zalm (*Salmo salar*) passeerden vissen een magnetisch veld om van de ene kant naar de andere kant van een gebied te zwemmen. Er werd geen veranderingen in gedrag waargenomen en in het aantal passerende vissen nadat er een magnetisch veld werd gegenereerd tot 95 µT (Armstrong et al., 2015).

Vislarven kunnen mogelijk ook effecten ondervinden van elektromagnetische velden. Dit is afhankelijk van de soort vis. Zo blijkt uit onderzoek dat de larven van de Atlantische schelvis (*Melanogrammus aeglofinus*) trager gaan zwemmen bij een magneetveld tussen de 50 - 150 µT. Hierdoor zijn de larven mogelijk makkelijker te vangen door predatoren (Cresci, Durif, et al., 2022). Voor de larven van de zandspiering (*Ammodytes marinus)* is er echter geen effect ondervonden in een soortgelijk experiment (Cresci, Perrichon, et al., 2022). Er is dus een mogelijkheid dat larven van vissoorten trager gaan zwemmen, maar dit is soortspecifiek.

Elasmobranchen
Voor de elasmobranchen, zoals de gevlekte toonhaai, gewone pijlstaartrog, stekelrog, grote blauwe haai en doornhaai, is bekend dat deze elektrische velden kunnen waarnemen (Öhman et al., 2007). Alle elasmobranchen bezitten ampullen van Lorenzini, waarmee de dieren elektrische velden kunnen detecteren (Snoek et al., 2016). Er zijn meerdere onderzoeken gedaan die aantonen dat haaien en roggen eenzelfde gevoeligheid hebben. De stekelrog (*Raja clavata*) liet reacties aan hart en kieuwen zien wanneer deze door een veld van 5 Hz bij een spanningsgradiënt van 0.01 µV/cm (volt per centimeter) zwom (Fisher & Slater, 2010). Een experiment van Gill et al. (2009) heeft aangetoond dat sommige stekelroggen meer rondzwommen wanneer er stroom door een kabel getransporteerd werd (130 kV AC). Deze reacties waren echter individu specifiek, er kan niets gezegd worden over de effecten van elektrische velden op soortniveau. Het is echter waarschijnlijk dat haaien, en andere vis- en zoogdiersoorten gevoelig zijn voor elektrische velden en dat de door de kabelsystemen opgewekte elektrische velden waarschijnlijk waarneembaar zijn voor deze soorten.

Ook voor magnetische velden zijn er aanwijzingen dat elasmobranchen deze kunnen waarnemen. Zo bleek uit het eerder beschreven experiment van (Hutchison et al., 2018) dat individuen van de kleine rog (*Leucoraja erinacea*) die werden losgelaten in een omheining op een ingegraven gelijkstroomkabel sterke gedragsverandering vertoonden ten opzichte van een controle gebied zonder stroomkabel. De roggen brachten meer tijd door op zones binnen de omheining waar het magnetisch veld hoger was dan 52,6 µT, zwommen langzamer en lager bij de bodem. Dit duidde volgens de onderzoekers op verkennend/foeragerend gedrag. Belangrijk was dat ook voor de roggen de kabels geen barrière vormden om te kunnen passeren. Verder is bekend dat de hondshaai onderscheid kan maken tussen kunstmatige en natuurlijke directe elektrische stromingen en is kabelbijten (het stukbijten van kabels op de zeebodem) van haaien en roggen waargenomen (Newton et al., 2019).

Zeezoogdieren
Zeehonden zijn lichamelijk niet in staat EMV waar te nemen omdat er geen aanwezigheid is van ampullen van Lorenzini, of andere elektroreceptoren waardoor zeehonden magnetische velden kunnen waarnemen. Hierdoor worden zeehonden niet verder meegenomen in deze analyse (Bray et al., 2016; Normandeau et al., 2011).

Er is een aantal zeezoogdieren waarbij het mineraal magnetiet ontdekt is in hun brein of botten. De bultrug (*Megaptera novaeangliae*), gewone dolfijn (*Delphinus delphis*) en de tuimelaar (*Tursiops truncatus*) hebben allemaal een vorm van magnetiet in hun lichaam (Kirschvink et al., 1986; Zoeger et al., 1981). Dit mineraal werd door Zoeger et al. (1981) gevonden in het brein van een gewone dolfijn, waar het verbonden was met zenuwweefsel. Hij beargumenteerde dat magnetiet gebruikt wordt als een magnetisch veld receptor. Hoewel dit zou betekenen dat deze zoogdieren gevoelig zijn voor magnetische velden, is er nog niet genoeg onderzoek gedaan om de rol van magnetiet in zeezoogdieren te bevestigen.

De bruinvis (*Phocoena phocoena*) is een veel onderzocht zoogdier als het gaat om de effecten van windparken.

Onderzoek van Teilmann et al. (2002) laat zien dat bruinvissen nog steeds door gebieden zwemmen waar windparken gebouwd zijn en waar dus ook stroomkabels liggen. Dit laat zien dat er geen

sprake is van volledige barrièrewerking door elektromagnetische velden. Het enige onderzoek naar de effecten van magnetische velden op bruinvissen dat kwantificeerbare data noemt is het onderzoek van Kirschvink (1986). Kirschvink heeft twee onderzoeken gepubliceerd naar de effecten van het aardmagnetisch veld op strandingen van zeezoogdieren voor de oostkust van de Verenigde Staten (Kirschvink, 1990; Kirschvink et al., 1986). In deze onderzoeken zijn strandingsdata gekoppeld aan gemeten afwijkingen in het aardmagnetisch veld. Het onderzoek besloeg een groot studiegebied en daarom is de data over magnetische velden verzameld per vliegtuig. In het onderzoek werd het aardmagnetisch veld gemeten op 300 tot 400 meter hoogte. De gevonden waardes werden vervolgens gekoppeld aan geregistreerde strandingen aan de oostkust van de Verenigde Staten. Uit het onderzoek bleek dat bij afwijkingen van 0,05 µT aan het gemeten aardmagnetische veld er een grotere correlatie was met stranding van zeezoogdieren (Kirschvink, 1990; Kirschvink et al., 1986)

Deze waarde van 0,05 µT wordt daarom vaak gehanteerd als kwantitatieve grenswaarde om de kans op een mogelijk effect van magnetische velden op bruinvissen (en andere walvisachtigen en dolfijnen) te bepalen. Hierbij is het wel belangrijk om de goede context te hanteren. Aangezien het aardmagnetisch veld, net als elk ander veld, afneemt met afstand tot de bron (in dit geval de aarde, zie o.a. van Essen2021c)), zullen fluctuaties van het aardmagnetisch veld ook lastiger te meten zijn. Dit resulteert erin dat de fluctuaties gemeten door (Kirschvink, 1990) zeer klein zijn. Dit komt met name door de (vlieg)hoogte waarop deze waardes gemeten zijn en waarop dus de grenswaarde geldt (300 á 400 meter). In deze effectbepaling wordt dan ook 0,05 µT op 300 meter boven het wateroppervlak als bovenste grenswaarde gebruikt. Bij Kirschvink moet worden meegerekend dat er geen andere factoren zijn meegenomen. Strandingen zijn naar waarschijnlijkheid niet (enkel) afhankelijk van fluctuatie in het magnetisch veld, maar gedragsveranderingen in zeezoogdieren door de aanwezigheid van elektromagnetische velden zijn niet uit te sluiten. Daarom wordt deze gevonden waarde van Kirschvink alsnog als worst-case gebruikt.
Met de huidige kennis wordt dit als grenswaarde gesteld voor “hoge” magneetvelden.

Voor de gewone vinvis (*Balaenoptera physalus*), bultrugwalvis (*Megaptera novaeangliae*), gestreepte dolfijn (*Stenella coeruleoalba*), gewone dolfijn (*Delphinus delphis*), grijze dolfijn (*Grampus griseus*), witflankdolfijn (*Lagenorhynchus acutus*), witsnuitdolfijn (*Lagenorhynchus albirostris*), griend (*Globicephala melas*), tuimelaar (*Tursiops truncatus*) en potvis (*Physeter macrocephalus*) geldt hetzelfde als voor de bruinvis, met dezelfde kanttekeningen. Alleen voor de gewone dolfijn en tuimelaar zijn aanwijzingen gevonden dat ze fysiologische kenmerken hebben om op magneetvelden te kunnen reageren, voor de rest van de soorten is dus nog een kennisleemte (Zoeger et al., 1981).

Ook hier zijn geen verdere onderzoeken geweest naar mogelijke effecten van magnetische velden.

Conclusie
Er zijn aanwijzingen dat er van alle belangrijke diergroepen in de Noordzee diersoorten zijn die elektromagnetische velden kunnen waarnemen en hier effecten van kunnen ondervinden. Voor verschillende soorten vissen en invertebrata die gevoelig zijn voor elektriciteit en magnetisme, kunnen elektromagnetische velden mogelijke gedragsveranderingen teweegbrengen. Andere soorten kunnen mogelijke nadelige effecten ondervinden bij lange blootstelling aan hoge magnetische veldwaardes. Veel onderzoeken spreken over waardes van boven de 1.000 µT, allen laboratoriumstudies (zie bovenliggende paragrafen). Deze waarden zijn significant hoger dan de waarden van het EMV van IJmuiden ver Gamma, zoals berekend door van Essen, (2020, 2021). De berekeningen gedaan door van Essen, (2020, 2021) op de magneetvelden van IJmuiden Ver Gamma zijn toepasbaar op Net op zee Nederwiek 1 doordat er identieke kabelconfiguratie wordt gebruikt. Er

is op basis van de huidige kennis geen aanleiding om aan te nemen dat deze relatief minimale veldsterktes leiden tot concrete nadelige effecten. Op basis van de op dit moment beschikbare kennis zijn negatieve effecten op de goede milieutoestand van de KRM-descriptoren daarom niet aan de orde.

Over de effecten op de bruinvis en andere walvisachtigen kan nog weinig gezegd worden, er zijn nog veel kennisleemtes over de interactie tussen elektromagnetische velden en zeezoogdieren. Bij slechts een enkele soort (tuimelaar en gewone dolfijn) zijn aanwijzingen voor gevoeligheid voor magnetisme. Wel kan ervan uitgegaan worden dat zolang een elektriciteitskabel geen magnetisch veld genereert wat op 350 tot 400 meter hoogte nog meetbaar is als meer dan 0.05 µT boven het aardmagnetisch veld, er geen bekende effecten zullen zijn. Aangezien het elektromagnetisch veld sterk afneemt naarmate de afstand tot de kabel toeneemt (Figuur 2-11), wordt deze waarde van 0.05 µT niet bereikt op 350-400 meter hoogte met de elektrische kabelsystemen die er nu liggen of in de toekomst worden gelegd. De waardes op deze hoogte met het huidige kabelsysteem zijn daarmee verwaarloosbaar. Op basis van de op dit moment beschikbare kennis zijn negatieve effecten op de goede milieutoestand van de KRM-descriptoren daarom niet aan de orde.

3.3 Toetsing KRM

3.3.1 Inleiding

In deze paragraaf wordt de activiteit aan elk van de descriptoren van de KRM, beschreven in paragraaf 3.1 getoetst. Dit wordt gedaan aan de hand van de beschreven effecten in paragraaf 3.2. Tabel 3-1 toont welke effecten voor welke descriptoren relevant zijn.

3.3.2 D1. Biologische diversiteit

Uit Tabel 3-7 blijkt dat de meeste effecten geen gevolgen hebben en er verder enkel sprake is van tijdelijke negatieve effecten op de biodiversiteit. Wanneer er gebruik gemaakt wordt van mitigerende maatregelen zal de geluidsnorm niet worden overschreden. Onderwatergeluid heeft een tijdelijke impact op het foerageergedrag en -gebied van zeezoogdieren, maar geen impact op hun aantallen en verspreiding. Verstoring boven water heeft een tijdelijke impact op vogels, maar er is voldoende door de werkzaamheden onverstoord leefgebied beschikbaar om naar uit te wijken. Wanneer verstoring plaatsvindt tussen juli en de eerste helft van september heeft deze relatief een grotere impact op zeekoeten aangezien ze in deze periode niet kunnen vliegen. Echter gezien het zeer lage aantal zeekoeten dat in deze periode aanwezig is, zijn effecten op de populatie uit te sluiten.

*Tabel 3-7 Effecten op de biologische diversiteit. *> = positieve verandering, 0 = geen impact, <0 = tijdelijke negatieve verandering, < = permanente negatieve verandering.*

Gevolg	Soortgroep	Effect	Categorie*
Vertroebeling	Fytoplankton/ Primaire productie	Geen significante effecten	0
Vertroebeling	Trekvissen	Geen significante effecten	0
Vertroebeling	Zichtjagende vogels	Geen significante effecten	0
Vertroebeling	Filterfeeders	Geen significante effecten	0
Sedimentatie	Bodemdieren	Geen significante effecten	0
Onderwatergeluid (continu)	Zeezoogdieren, vissen	Lokale en tijdelijke verstoring van individuen, die een vermijdingsreactie kan veroorzaken. Er blijft ruim voldoende onverstoord areaal beschikbaar. Effecten op populatieniveau zijn uitgesloten.	0
Onderwatergeluid (impuls)	Zeezoogdieren, (trek)vissen	Met toepassing van mitigerende maatregelen wordt binnen de geluidsnorm en het toegestane aantal bruinvisdagen gebleven. Effecten van impulsgeluid op zeezoogdieren leiden hoofdzakelijk tot een tijdelijke verplaatsing van dieren naar andere route of foerageergebied. Dit zal op populatieniveau geen effect hebben. Gehoorgevoelige vissen zullen vermijdingsreacties vertonen. Zoutwatervis wordt slechts zeer lokaal verstoord, er ontstaat geen migratie barrière. Effecten op populatieniveau zijn uitgesloten.	0
Bovenwater verstoring	Vogels, Zeehonden	De werkzaamheden resulteren in een tijdelijke verstoring, maar er zijn voldoende uitwijkmogelijkheden. Bij verstoring tussen juli en de eerste helft van september een relatief grotere impact op zeekoeten aangezien ze niet kunnen vliegen. Vanwege het zeer lage aantal zeekoeten dat in deze periode aanwezig is, zijn populatie-effecten uit te sluiten.	0
Habitataantasting en verandering	Bodemdieren	Tijdelijk habitatverlies door kabelaanleg, zal na 2-5 jaar herstellen. Op de platformlocaties zal de habitat van een zanderige platte bodem in hard substraat veranderen. Dit biedt aanhechtingsmogelijkheden en schuilplaatsen voor bodemdieren en vissen.	<0
Elektromagnetische straling	Zeezoogdieren, gevoelige vissen, bodemdieren	Op basis van de nu beschikbare informatie liggen de veldsterktes van dit project ver onder de waarden waarbij mogelijk verstoring optreedt in het navigatievermogen van soorten.	0

De vertroebeling die optreedt bevindt zich in nutriënt-gelimiteerd gebied tijdens de zomer. Daarnaast is in de winter de primaire productieactiviteit zo laag dat het bijkomend effect van tijdelijke lokale vertroebeling verwaarloosbaar is. Verminderde lichtinval als gevolg van vertroebeling door de activiteit zal daarom geen remmende werking hebben op primaire productie in het Noordzeegebied. Ook treedt geen barrièrewerking voor trekvissen op. Filterfeeders hebben het vermogen zich aan te passen aan tijdelijke en lokale verhoging van de slibconcentraties. Bodemdieren krijgen zeer lokaal met habitatverlies te maken. Van nature leven deze dieren al in een zeer dynamisch milieu en na 2 tot 5 jaar zullen zij zich hersteld hebben. Ook worden er extra kansen gecreëerd voor bodemdieren op de platformlocaties. Het systeem waarin deze platforms gebouwd worden is momenteel zeer dynamisch, met een lage biodiversiteit. Die kan door de aanwezigheid van hard substraat en schuilplaatsen worden vergroot. De gebieden waar daadwerkelijk eventuele sterfte en habitataantasting verwacht wordt zijn verwaarloosbaar klein ten op zichtte van het gehele Noordzeegebied.

Op basis van de op dit moment beschikbare kennis over elektromagnetische velden is het niet te verwachten dat zeehonden of trekvissen een nadelig effect ondervinden van elektromagnetische velden. Walvissen en dolfijnen zijn mogelijk wel gevoelig voor elektromagnetische velden , maar op basis van de nu beschikbare informatie liggen de veldsterktes van dit project ver onder de waarden waarbij mogelijk verstoring optreedt in het navigatievermogen. Negatieve effect zijn daardoor niet te verwachten.

Op de lange termijn kan worden geconstateerd dat de voorgenomen activiteiten geen negatieve invloed zullen hebben op de goede milieutoestand voor deze descriptor. Door het toevoegen van hard substraat zou zelfs lokaal een positief effect kunnen ontstaan.

3.3.3 D2. Niet-inheemse soorten

Aanlegfase
Tijdens de aanlegfase worden geen exoten geïntroduceerd in het systeem omdat voor de aanleg schepen worden gebruikt met anti-exootsystemen die voldoen aan de richtlijnen van de IMO (International Maritime Organisation, 2018).

Impact activiteiten
De geplande activiteiten veroorzaken een tijdelijke habitatverstoring op de zeebodem. Hierdoor ontstaan er kansen voor soorten om zich te vestigen. Met de aanleg van het platform wordt een geheel nieuw habitat gecreëerd waar zowel inheemse soorten als exoten zich zouden kunnen vestigen. Een voorbeeldgroep waar kansen voor gecreëerd worden zijn koralen. Een aantal koralen vestigt zich niet op een zanderige bodem, maar wel op hard substraat, bijvoorbeeld *Caryophyllia smithii* (Coolen et al., 2015).

De goede milieutoestand voor deze descriptor wordt omschreven als: *Door menselijke activiteiten geïntroduceerde niet-inheemse soorten (exoten) komen voor op een niveau waarbij het ecosysteem niet verandert.* Tijdens de voorgenomen activiteiten worden geen exoten geïntroduceerd, maar er ontstaan wel vestigingskansen voor al in het systeem aanwezige exoten. Dit zal vermoedelijk niet leiden tot een verandering van het ecosysteem ten opzichte van de huidige situatie op de plekken waar alleen sprake is van tijdelijke habitataantasting. De uiteindelijke verhouding (ongewenste) exoten op de platformlocaties is moeilijk te voorspellen. Op bestaande platforms in de Noordzee lijkt de biodiversiteit in evenwicht en worden er zelfs nieuwe gewenste inheemse soorten aangetroffen zoals *Caryophyllia smithii* en mossel (*Mytilus edulis)* (Coolen et al., 2015; van der Stap et al., 2016). De mossel is een belangrijke voedselbron voor soorten en creëert ook habitat voor andere soorten (Mouritsen et al., 2022; Norling & Kautsky, 2007). Zodoende wordt er geen negatieve impact op de goede milieutoestand verwacht.

3.3.4 D3. Commerciële vis, schaal- en schelpdieren

De geplande activiteiten hebben geen directe impact op de vis, schaal- en schelpdierpopulaties. Na het toepassen van mitigerende maatregelen ondervinden de vissen in het gebied ook geen effecten van impulsgeluid door hei-werkzaamheden. Effecten op populaties van vertroebeling en sedimentatie zijn niet aan de orde. Op basis van de huidige kennis liggen nadelige effecten op populaties van elektromagnetische velden van Nederwiek 1 ook niet in de lijn der verwachting. . Derhalve wordt er geen impact op deze descriptor en de goede milieutoestand verwacht.

3.3.5 D4. Voedselwebben

Er vindt geen remming van de primaire productie plaats. Door het toevoegen van hard substraat aan het systeem bij het plaatsen van de platforms zal de plaatselijke habitat veranderen. Doordat op hard substraat andere organismes leven zal ook de samenstelling van de voedselketens hier veranderen. Beide effecten vinden slechts op een klein deel van het totale NCP plaats. Overige effecten hebben geen invloed op de mariene voedselketens. Op de lange termijn zullen de geplande activiteiten daarom geen effect hebben op de goede milieutoestand.

3.3.6 D5. Eutrofiëring

De geplande activiteiten zijn niet biochemisch van aard en als de kabels en het platform zijn geïnstalleerd voegen deze geen nutriënten toe aan het ecosysteem en niet tot eutrofiëring leiden. Tijdens de installatie veroorzaakt een deel van de uitstoot van de baggerschepen en andere apparatuur stikstofdepositie. Dit zou vervolgens een vermestende en dus eutrofiërende werking op het ecosysteem kunnen hebben. Met de duur en schaal van de activiteiten ten opzichte van het oppervlak van het NCP is de verwachting dat dit een verwaarloosbaar effect is.

3.3.7 D6. Integriteit van de zeebodem

Doordat de werkzaamheden zich beperken tot een relatief klein oppervlakte en tijdelijk van aard zijn is er slechts sprake van een tijdelijke aantasting van de integriteit van de zeebodem. Op de lange termijn tasten de activiteiten het benthische ecosysteem niet aan. De toevoeging van hard substraat bij het platform zou, zoals eerder genoemd, zelfs voor een meer divers benthisch ecosysteem kunnen zorgen door een vergroting van aanhechtingsoppervlak en schuilplaatsen.

3.3.8 D7. Hydrografische eigenschappen

Doordat gegraven geulen weer dichtslibben, worden er bij het leggen van de kabels geen permanente wijzigingen van hydrografische eigenschappen verwacht. Het aanleggen van de platforms is een permanente wijziging. Binnen dit oppervlakte zal de habitatfunctie mogelijk veranderen doordat zacht substraat vervangen wordt door hard substraat. Hierdoor ontstaan meer aanhechtings- en schuilplaatsen waardoor de habitat geschikter wordt als rustplaats voor vissen. Tevens worden er rondom de jacket een combinatie van vishotels en grove steenbestorting aangelegd om de biodiversiteit te bevorderen. De verandering van de hydrografische eigenschappen gaat om een verwaarloosbaar oppervlak in vergelijking met het gehele NCP, namelijk minder dan 0,05% (26.5 km^2) van ruim 57.000 km^2). Hierdoor hebben de voorgenomen activiteiten geen negatieve invloed op de goede milieutoestand.

3.3.9 D8. Vervuilende stoffen

Er worden bij de aanleg en gebruik van het platform geen vervuilende stoffen in het milieu geïntroduceerd. Bij baggeren en jet trenchen voor het tracé wordt arseen uit historische veenlagen in het mariene milieu geïntroduceerd. Deze concentraties zijn echter zo laag dat de MAC-MKN niet wordt overschreden en geen sprake is van concentraties die effect hebben op het ecosysteem. Voor deze descriptor is dus geen sprake van verontreinigingseffecten en aantasting van de goede milieutoestand.

3.3.10 D9. Vervuilende stoffen in visproducten

Zoals hierboven vermeld, geld ook voor deze descriptor dat er tijdens aanleg en gebruik geen verontreinigingen worden geïntroduceerd die tot overschrijding van de MAC-MKN leiden. Dus wordt er ook geen impact op de concentratie vervuilende stoffen in visproducten voor menselijke consumptie verwacht.

3.3.11 D10. Zwerfvuil

Zowel de kabels als het platform veroorzaken in de gebruiksfase geen zwerfvuil en hebben dus geen impact op deze descriptor. Het is volgens MARPOL-verdrag 73/78 verboden om afval over boord te gooien in de Noordzee, van de uitvoerder wordt geëist dat deze binnen de geldende wetskaders werkt en dus wordt er ook tijdens de aanlegfase geen zwerfvuil in zee veroorzaakt.

3.3.12 D11. Toevoer aan energie, waaronder onderwatergeluid

Door de voorgenomen activiteiten waarbij energie door de kabels wordt getransporteerd ontstaan elektromagnetische velden. Uit de effectbeoordeling blijkt dat er op basis van de op dit moment beschikbare kennis geen aanleiding is om aan te nemen dat soorten een nadelig effect ondervinden van de relatief beperkte elektromagnetische veldsterkte van Nederwiek 1.

Bij de voorgenomen activiteiten wordt zowel continu als impuls onderwatergeluid veroorzaakt. Het continue geluid tijdens de aanlegfase, zal mogelijk leiden tot een tijdelijke verstoring van zeezoogdieren. Als er continu geluid wordt geproduceerd (bijv. door schepen) gaan zij mogelijk elders foerageren. Doordat er mitigerende maatregelen worden genomen, zie paragraaf 3.2.5, zal ook het impulsgeluid slechts leiden tot tijdelijke verstoringen. Hierdoor is de toevoer van onderwatergeluid op een niveau waarop er geen schade aan het mariene milieu wordt berokkend, en is er dus geen invloed op de goede milieutoestand.

3.4 Conclusie

In Tabel 3-8 is per descriptor de impact van de geplande activiteiten op de goede milieutoestand weergegeven. Uit Tabel 3-8 kan worden geconstateerd dat de voorgenomen activiteiten op de lange termijn geen effect hebben op de goede milieutoestanden die worden nagestreefd in de Kaderrichtlijn Mariene Strategie.

Tabel 3-8 Overzicht van de invloed van de voorgenomen activiteiten op de goede milieutoestand

Descriptor	Invloed op de goede milieutoestand
D1. Biologische diversiteit	Mogelijke plaatselijke verhoging van de biodiversiteit op de lange termijn.
D2. Niet-inheemse soorten (exoten)	Hoogstwaarschijnlijk neutraal, zowel positieve als negatieve effecten kunnen niet worden uitgesloten
D3. Commerciële vis, schaal- en schelpdieren	Geen
D4. Voedselwebben	Geen
D5. Eutrofiëring	Geen
D6. Integriteit van de zeebodem	Geen
D7. Hydrografische eigenschappen	Geen
D8. Vervuilende stoffen	Geen
D9. Vervuilende stoffen in vis en visproducten	Geen
D10. Zwerfvuil	Geen
D11. Toevoer van energie, waaronder onderwatergeluid	Geen

4 Kaderrichtlijn Water

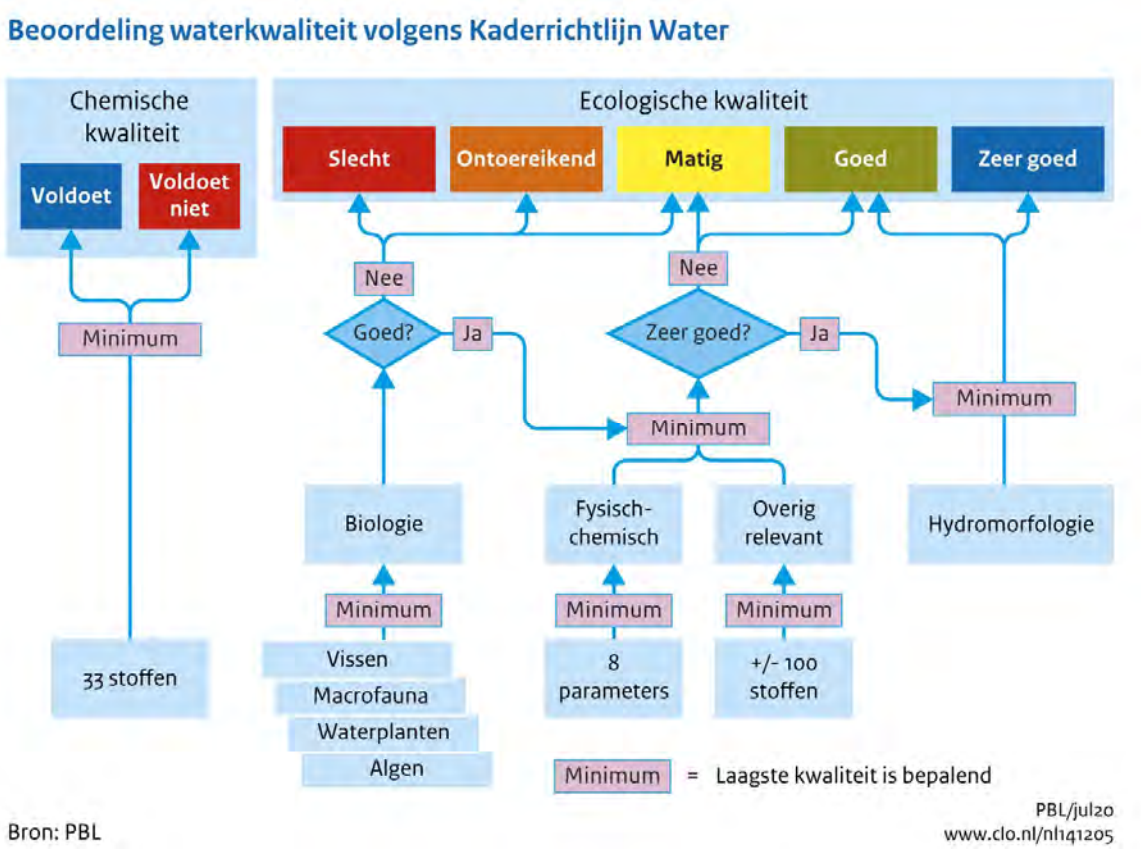
4.1 Wet- en regelgeving

4.1.1 Inleiding

De Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) richt zich op de bescherming van rivieren, meren, kustwateren en grondwateren in Europa. De KRW beoogt een bescherming en verbetering van aquatische ecosystemen en stimuleert het duurzame gebruik van water. De KRW biedt hiervoor een kader door het vaststellen van doelen, het monitoren van de kwaliteit en het nemen van maatregelen (STOWA, 2012). De KRW is in Nederland verankerd in de Waterwet en de Wet milieubeheer.

De beoordeling van de KRW is opgebouwd uit de beoordelingen van de chemische kwaliteit en de ecologische kwaliteit (Figuur 4-1). De ecologische kwaliteit bestaat uit vier verschillende categorieën: Biologische kwaliteit (welke tevens uit vier biologische maatlatten bestaat), fysisch-chemische kwaliteit, specifieke verontreinigende stoffen en de hydromorfologie.

Binnen de maatlatten en tussen de maatlatten wordt het 'one out, all out' principe toegepast: van een groep van indicatoren is de laagste beoordeling bepalend (één niet goed, geheel niet goed). Daarmee geeft de KRW een streng oordeel over de Nederlandse waterkwaliteit. De beoordeling start hierbij bij de chemische toestand, pas wanneer dit volstaat weegt de ecologische kwaliteit mee in de score van het waterlichaam, beginnend bij de biologische kwaliteit.



Figuur 4-1 Beoordelingstabel waterkwaliteit volgens Kaderrichtlijn Water (CLO, 2020).

In de Kaderrichtlijn Water (KRW) is vastgelegd dat projecten die een achteruitgang van de toestand van een oppervlaktewaterlichaam teweegbrengen niet zondermeer mogen worden uitgevoerd. De duur van de achteruitgang is daarbij niet relevant (EUR-Lex, 2022). Dit houdt in dat een tijdelijke achteruitgang van bijvoorbeeld een chemische parameter ook niet is toegestaan.

Doelen voor de waterkwaliteit worden per waterlichaam vastgesteld. De toetsingskaders voor de KRW zijn daarmee voor elk type waterlichaam anders. Elk waterlichaam is toegedeeld aan een van onderstaande categorieën:

- Natuurlijk water
- Sterk-veranderd water
- Kunstmatig water

Voor natuurlijke wateren is het doel een goede ecologische toestand (GET) vergelijkbaar met een natuurlijke referentie (de zeer goede ecologische toestand, ZGET). De referentie is de onverstoorde natuurlijke toestand waarbij er geen of slechts zeer geringe verstoring door de mens plaatsvindt. Natuurlijke wateren komen in Nederland vrijwel niet meer voor: Naast een klein aantal binnenwateren (beken, kleine rivieren), valt vooral de kustlijn hieronder (Compendium voor de Leefomgeving, 2014; STOWA, 2012). De KRW geldt van de kustlijn tot één zeemijl (1.852 meter) uit de kust voor de ecologische doelen en tot twaalf zeemijl (22,2 km) uit de kust voor de chemische doelen (RWS, 2016).

Voor (hydrologisch) sterk veranderde wateren is een natuurlijke referentie niet haalbaar, daarom is het doel daar een goed ecologisch potentieel (GEP). Voor kunstmatige wateren is er geen natuurlijke referentie. Als referentie is er daarom een theoretisch maximaal ecologisch potentieel (MEP). Ook hier wordt naar een GEP gestreefd (Compendium voor de Leefomgeving, 2014; STOWA, 2012). Naast de zeer goede ecologische toestand (ZGET of MEP) bestaan er nog vier andere klassen: slecht, ontoereikend, matig en goed. De beschrijvingen van de maatlatten zijn gebaseerd op de referenties voor maatlatten (2015-2021) van STOWA.

4.1.2 Chemische kwaliteit

De 'chemische kwaliteit' is gebaseerd op de 33 prioritaire verontreinigende stoffen (Europese Commissie, 2006). Dit zijn de stoffen die in de wateren van veel lidstaten van de Europese Unie voor problemen zorgen en daarom met voorrang moeten worden aangepakt. Binnen de categorie chemische kwaliteit wordt onderscheidt gemaakt tussen ubiquitaire en niet-ubiquitaire stoffen. Ubiquitaire stoffen zijn stoffen die momenteel zijn verbannen maar door historische oorzaken (bijvoorbeeld vroegere industriële toepassing) nog decennialang in veel wateren zullen worden aangetroffen. Niet-ubiquitaire stoffen zijn verontreinigde stoffen die in de huidige tijd nog in het milieu terecht kunnen komen. De maatlat chemische kwaliteit van de KRW geldt tot twaalf zeemijl (22,2 km) uit de Nederlandse kust.

De Europese commissie heeft bepaald dat er twee verschillende maatregelen getroffen moeten worden ten aanzien van prioritaire verontreinigende stoffen (RIVM, 2017);

- Emissies van prioritair gevaarlijke stoffen moet stoppen.
- Emissies van overige prioritaire stoffen moet verminderen.

4.1.3 Ecologische kwaliteit

De ecologische kwaliteit is opgebouwd uit de beoordelingen van de 'biologische kwaliteit', de 'algemene fysisch-chemische kwaliteit', de 'overig relevante verontreinigende stoffen' en de 'hydromorfologie'. Deze worden in de volgende paragrafen besproken. De biologische kwaliteit is meestal bepalend voor de ecologische kwaliteit. Alleen als die goed is, dan worden de beoordelingen van de fysisch-chemische kwaliteit en de kwaliteit van de overig relevante stoffen beschouwd voor het onderscheid tussen een (zeer) goede en een matige ecologische kwaliteit. Voor het onderscheid tussen een zeer goede en een goede kwaliteit moet ook de hydromorfologie goed zijn (Compendium voor de Leefomgeving, 2014).

Biologische kwaliteit

Alle KRW-waterlichamen hebben een KRW-watertype toegedeeld gekregen. Per KRW-watertype wordt een vergelijkbare methodiek gevolgd. Voor het bepalen van de biologische kwaliteit zijn vier biologische kwaliteitselementen gedefinieerd:

- Fytoplankton
- Overige waterflora (met fytobenthos, macrofyten en angiospermen)
- Macrofauna (benthische invertebrata)
- Vis

Per KRW-watertype is vastgesteld welke biologische kwaliteitselementen van toepassing zijn. Het ecologisch doelbereik wordt afgemeten met de KRW-maatlatten (Van der Molen et al., 2018). Deze zijn specifiek voor elk KRW-watertype en biologisch kwaliteitselement opgesteld. Het resultaat van de maatlatten is een EKR-score (Ecologisch Kwaliteits Ratio), met waarden tussen 0 (zeer slecht) en 1 (referentiesituatie).

Bij het beoordelen van de maatlatten voor de biologische kwaliteit wordt gebruik gemaakt van bemonsteringsdata uit het veld (verkregen via de benodigde protocollen). Hiertoe worden o.a. berekeningen gemaakt omtrent de aanwezige biomassa’s en de relatieve verdelingen tussen soortgroepen en lengte-/leeftijdsklassen. Een individuele plant of dier is hierin dus minder relevant, het gaat om een overkoepelend beeld van de toestand waarin de gemeenschap verkeerd in het specifieke waterlichaam.

Fysisch-chemisch

De fysisch-chemische kwaliteitselementen zijn voor verschillende categorieën waterlichamen uitgewerkt in maatlatten (Heinis & Evers, 2007). Ze zijn ondersteunend aan de biologische kwaliteitselementen. Dit wil zeggen dat de beoordeling van de fysisch-chemische kwaliteitselementen een indicatie is of de goede ecologische toestand (GET) duurzaam gehandhaafd kan blijven. Het eindresultaat van de maatlat is afhankelijk van het laagst-scorende kwaliteitselement.

Specifieke verontreinigde stoffen

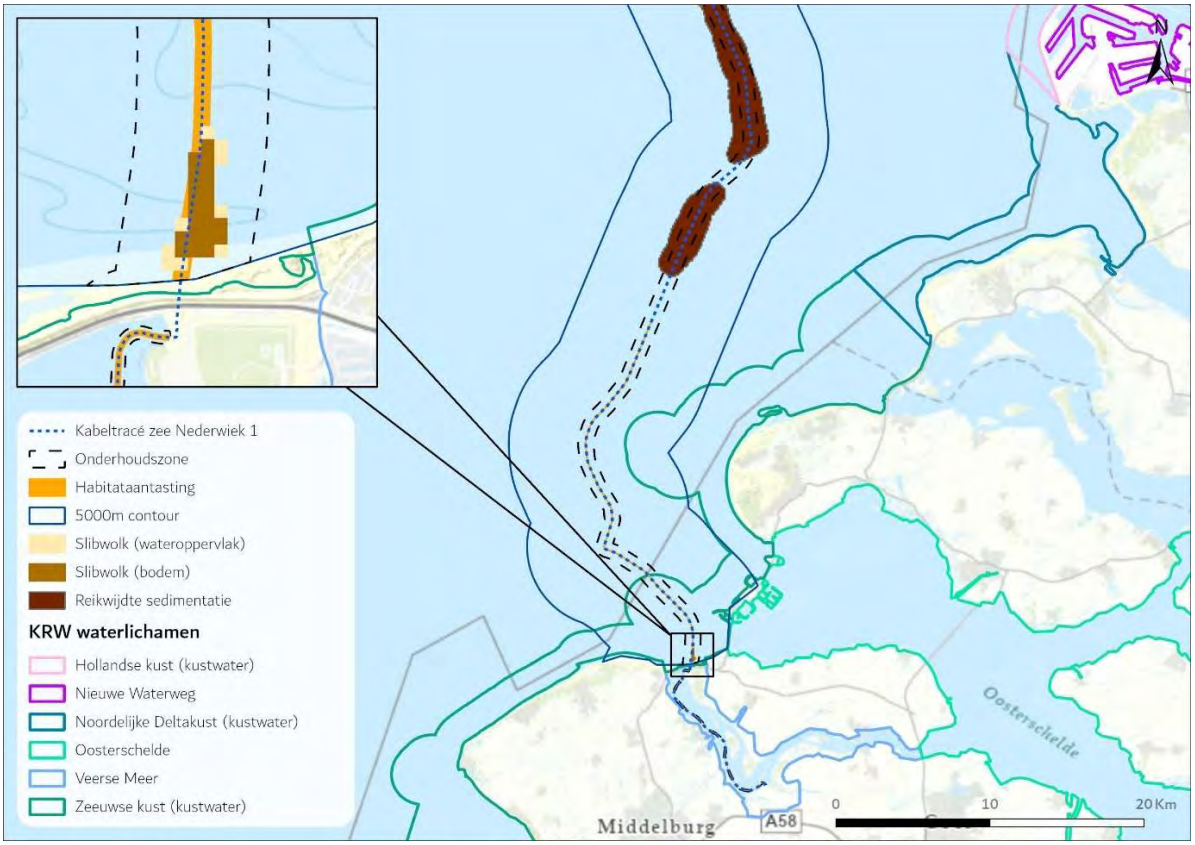
Naast de chemische stoffen die beoordeeld moeten worden in de chemische beoordeling zijn er stoffen die alleen in Nederland voor problemen zorgen. Dit zijn de overig relevante verontreinigende stoffen (ca. 100). Deze stoffen worden op de schaal van stroomgebieden vastgesteld (Compendium voor de Leefomgeving, 2014; RIVM, 2017). Ze zijn onderdeel van de beoordelingsmethode van de ecologische kwaliteit.

Hydromorfologie
Hydromorfologie houdt zich bezig met het landschap en de bodem dat gevormd wordt door water. Binnen de categorie ecologische kwaliteit wordt de beoordeling voor de hydromorfologie alleen gebruikt om een onderscheid te maken tussen een goede en een zeer goede toestand. De hydromorfologie wordt daarom alleen beschreven voor de natuurlijke wateren. Voor sterk veranderde en kustmatige waterlichamen heeft de hydromorfologische toestand geen invloed op de uitkomst van de beoordeling (STOWA, 2012; van der molen et al., 2018).

4.2 KRW-waterlichamen

4.2.1 Betrokken KRW-waterlichamen

In Hoofdstuk 2 is per gevolg onderzocht welke reikwijdte deze heeft. In Figuur 4-2 zijn de reikwijdtes getoond in relatie tot de ligging van KRW-waterlichamen. Het Figuur 4-2 laat zien dat er overlap is tussen de gevolgen en KRW-waterlichamen Zeeuwse kust (kustwater) en het Veerse Meer. Door de aanleg en het gebruik van Net op zee Nederwiek 1 kan de ecologische en chemische kwaliteit van deze KRW-waterlichamen mogelijk worden beïnvloed. Tabel 4-1 geeft de optredende gevolgen per KRW-waterlichaam weer. Verontreiniging van Arseen in historische bodemlagen op zee is uitgesloten in KRW-kustwaterlichaam Zeeuwse kust. In paragraaf 2.9.2 is namelijk toegelicht dat de potentiële plekken waar Arseen opgehoopt kan zijn uitsluitend ver buiten de kustzone liggen.



Figuur 4-2 Samenvatting reikwijdte gevolgen op zee ten opzichte van KRW-waterlichamen. Vertroebeling en sedimentatie in het Veerse Meer is niet weergegeven in dit figuur maar wordt wel meegenomen.

Tabel 4-1 Optredende gevolgen per KRW-waterlichaam. X = ruimtelijke overlap van gevolg met een KRW-waterlichaam.

KRW-waterlichaam	Vertroebeling	Sedimentatie	continu onderwater geluid	Habitat-aantasting	Elektromagnetische velden	Verontreiniging
Zeeuwse kust (kustwater)	X		X	X	X	
Veerse Meer	X	X	X	X	X	X

4.2.2 Huidige toestand KRW-waterlichamen

Voor alle KRW-waterlichamen zijn doelstellingen vastgelegd voor de bijpassende ecologische en chemische kwaliteit. In de volgende paragrafen wordt voor ieder betrokken KRW-waterlichaam de huidige toestand van de chemische en ecologische kwaliteit beschreven.

Zeeuwse kust (kustwater)

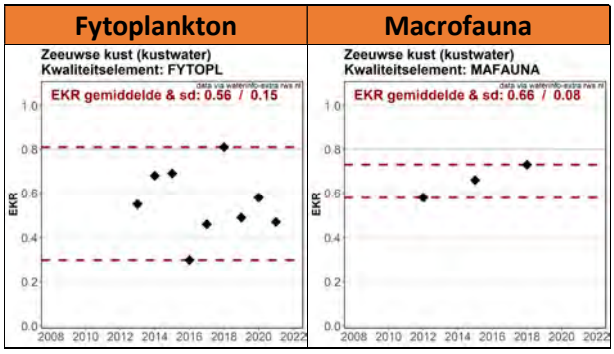
Het KRW-waterlichaam Zeeuwse kust (kustwater) heeft de status 'natuurlijk' en behoort tot watertype 'Kustwater, open en euhalien' (K3). In dit watertype zijn twee van de vier biologische kwaliteitselementen van toepassing: fytoplankton en macrofauna. Ook wordt voor de bepaling van de toestand van het waterlichaam een aantal fysisch-chemische parameters in beschouwing genomen. Het is bekend dat meerdere verontreinigde stoffen voorkomen in KRW-waterlichaam

Zeeuwse kust (kustwater), zowel binnen de categorie prioritaire stoffen als specifieke verontreinigde stoffen.

In deze paragraaf is een beschrijving gegeven van de toestand van de twee relevante biologische kwaliteitselementen in KRW-waterlichaam Zeeuwse kust (kustwater). Dit is gedaan middels de openbaar beschikbare 'KRW-oordelen Rijkswaterstaat' (via waterinfo-extra.rws.nl). Na de biologische kwaliteitselementen is nog beknopt ingegaan op de relevante chemische en fysisch-chemische doelen aan de hand van de Factsheet KRW - Stroomgebiedbeheerplan 2022-2027 (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2022).

Biologische kwaliteitselementen

In Figuur 4-3 zijn de EKR-scores van de twee relevante biologische kwaliteitselementen over de jaren weergegeven. Na Figuur 4-3 is voor beide kwaliteitselementen een toelichting gegeven aan de hand van deze data. Daaruit volgt een conclusie wat het algemene risico op achteruitgang voor dat kwaliteitselement is. Deze risico inschatting wordt toegepast bij de effectbeoordeling en toetsing van de voorgenomen activiteit.



Figuur 4-3 EKR-scores per biologisch kwaliteitselement voor KRW-waterlichaam Zeeuwse kust (kustwater) over de afgelopen jaren. EKR-score (zwarte punt), minimum en maximum EKR-score (rode stippellijnen). De gemiddelde EKR-score over de tijd en de bijbehorende standaard deviatie (sd) is in het figuur genoteerd. Figuren samengesteld o.b.v. 'KRW-oordelen Rijkswaterstaat' data via waterinfo-extra.rws.nl.

Fytoplankton

Om de toestand van kwaliteitselement fytoplankton in watertype K3 te duiden wordt alleen een deelmaatlat voor kwantiteit (o.b.v. abundantie) in beschouwing genomen (STOWA, 2018). De score voor de deelmaatlat wordt vertaald in één EKR-score voor het gehele KRW-waterlichaam.

In KRW-waterlichaam Zeeuwse kust (kustwater) schommelt de EKR voor fytoplankton de laatste jaren tussen de 0,30 en 0,81. De gemiddelde EKR is 0,56 met een standaarddeviatie van 0,15. Om te voldoen aan een Goed Ecologisch Potentieel (GEP) moet de EKR minstens 0,60 bedragen. In dat geval wordt de klasse 'goed' behaalt. Dit is de laatste 10 jaar niet altijd het geval, het laatste meetjaar ligt de EKR bijvoorbeeld op 0,47. De EKR-score voor fytoplankton oogt dus niet erg robuust.

Worst-case uitgangspunt is dat de EKR van kwaliteitselement fytoplankton zich dicht bij een klassegrens begeeft en dat er een risico aanwezig is op achteruitgang. Dit gegeven wordt meegenomen in de effectbeoordeling.

Macrofauna

Om de toestand van kwaliteitselement macrofauna in watertype K3 te duiden wordt de aanpak gevolgd van de overgangs- en kustwateren. Hierbij is de beoordeling samengesteld uit drie indexen die allen apart worden berekend voor ieder onderscheidend ecotoop in het KRW-waterlichaam. In de basis is deze aanpak samen te vatten in een deelmaatlat voor kwaliteit (o.b.v. diversiteit middels Shannon index én AZTI Marine Biotic Index) en een deelmaatlat voor kwantiteit (o.b.v. soortenrijkdom). De scores van de drie indexen worden per ecotoop gecombineerd. Middels oppervlakte-gebaseerde gewichtsfactoren wordt uit alle ecotopen één EKR-score berekend voor de toestand van de macrofaunagemeenschap in het gehele waterlichaam.

Op basis van de toegepaste data van Rijkswaterstaat bedraagt de meest recente EKR voor macrofauna in de Zeeuwse kust (kustwater) 0,73 en laat het een stijgende trend zien. Om te voldoen aan GEP moet de EKR minstens 0,60 bedragen. Dit is met een EKR van 0,73 dus het geval. Op basis van de EKR-score is het risico op achteruitgang van het kwaliteitselement beperkt, zeker gezien de stijgende trend. Achteruitgang zou kunnen plaatsvinden wanneer de diversiteit en/of soortenrijkdom van macrofauna in de Zeeuwse kust aanzienlijk wordt beïnvloed. De EKR moet dan afnemen vanaf het huidige niveau van 0,73 tot <0,60. Dit gegeven wordt meegenomen in de effectbeoordeling.

Chemisch en chemisch-fysisch

Voor het KRW-waterlichaam Zeeuwse kust (kustwater) is de chemische kwaliteit niet op orde. Diverse verontreinigde stoffen komen voor boven de norm binnen zowel de categorie prioritaire stoffen als specifieke verontreinigde stoffen (Tabel 4-2). Voor deelmaatlat fysisch-chemisch wordt voor de toestand van watertype K3 getoetst op DIN (opgeloste anorganische stikstof), temperatuur en zuurstofverzadiging. In Zeeuwse kust (kustwater) is DIN niet op orde (zie Tabel 4-3).

Tabel 4-2 Norm overschrijdende prioritaire stoffen (chemische kwaliteit) en specifieke verontreinigde stoffen (ecologische kwaliteit) voor het KRW-waterlichaam Zeeuwse kust (kustwater).

Norm overschrijdende prioritaire stoffen	**Toestand 2015**	**Toestand 2021**	**Doelbereik 2027**
Benzo(ghi)peryleen	Voldoet niet	Voldoet niet	Redelijk zeker
Kwik	Voldoet	Voldoet niet	Onzeker
Som PBDE28, 47, 99, 100, 153, 154	Voldoet	Voldoet niet	Onzeker
Norm overschrijdende specifieke verontreinigde stoffen	Toestand 2015	Toestand 2021	Doelbereik 2027
Arseen	Voldoet niet	Voldoet niet	Onzeker

Tabel 4-3 Toestand van de relevante chemisch-fysische parameters van het KRW-waterlichaam Zeeuwse kust (kustwater) voor 2019 en 2021 (toestand), en 2027 (doelbereik)

Ecologische kwaliteit Zeeuwse kust (kustwater)			
Fysisch-chemisch	Toestand 2015	Toestand 2021	Doelbereik 2027
DIN (mg N/l) (winterperiode)	Matig	Matig	Redelijk zeker
Temperatuur (°C) (max. waarde)	Goed	Goed	Vrijwel zeker
Zuurstofverzadiging (%) (zomergemiddelde)	Goed	Goed	Vrijwel zeker

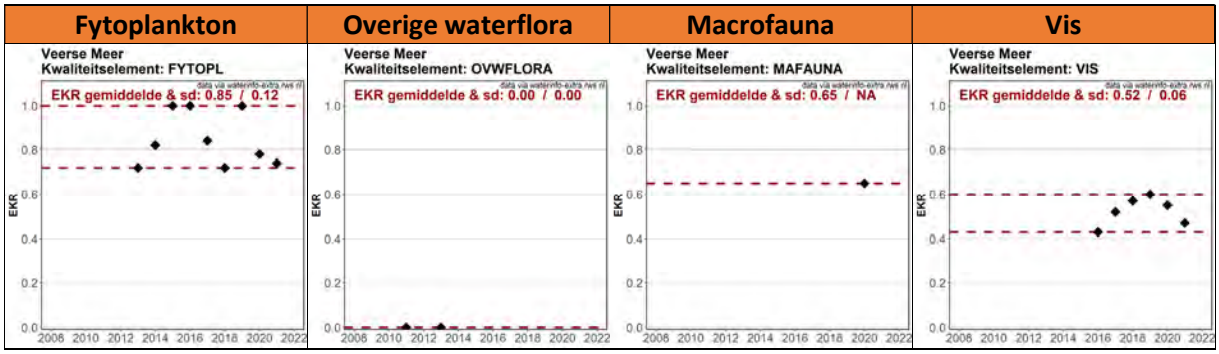
Veerse Meer

Het KRW-waterlichaam Veerse Meer heeft de status ‘sterk veranderd’ en behoort tot watertype ‘Grote brakke tot zoute meren’ (M32). In dit watertype zijn alle vier van de biologische kwaliteitselementen van toepassing. Ook worden voor de bepaling van de toestand van het waterlichaam meerdere fysisch-chemische parameters in beschouwing genomen. Het is bekend dat diverse verontreinigde stoffen voorkomen in het Veerse Meer, zowel binnen de categorie prioritaire stoffen als specifieke verontreinigde stoffen.

In deze paragraaf is een beschrijving gegeven van de toestand van ieder biologisch kwaliteitselement van het Veerse Meer. Dit is gedaan middels de openbaar beschikbare ‘KRW-oordelen Rijkswaterstaat’ (via waterinfo-extra.rws.nl). Na de biologische kwaliteitselementen is nog beknopt ingegaan op de relevante chemische en fysisch-chemische doelen aan de hand van de Factsheet KRW - Stroomgebiedbeheerplan 2022-2027.

Biologische kwaliteitselementen

In Figuur 4-4 zijn de EKR-scores van de biologische kwaliteitselementen over de jaren weergegeven. Onder Figuur 4-4 is voor ieder kwaliteitselement een toelichting gegeven aan de hand van deze data. Daaruit volgt een conclusie wat het algemene risico op achteruitgang voor dat kwaliteitselement is. Deze risico inschatting wordt toegepast bij de effectbeoordeling en toetsing van de voorgenomen activiteit.



Figuur 4-4 EKR-scores per biologisch kwaliteitselement voor KRW-waterlichaam Veerse Meer over de afgelopen jaren. EKR-score (zwarte punt), minimum en maximum EKR-score (rode stippellijnen). De gemiddelde EKR-score over de tijd en de bijbehorende standaard deviatie (sd) is in het figuur genoteerd. Figuren samengesteld o.b.v. ‘KRW-oordelen Rijkswaterstaat’ data via waterinfo-extra.rws.nl.

Fytoplankton

Om de toestand van kwaliteitselement fytoplankton in watertype M32 te duiden wordt alleen een deelmaatlat voor kwantiteit (o.b.v. abundantie) in beschouwing genomen (STOWA, 2018). De score voor de deelmaatlat wordt vertaald in één EKR-score voor het gehele KRW-waterlichaam.

In het Veerse Meer schommelt de EKR voor fytoplankton de laatste jaren tussen de 0,72 en 1,00 zonder duidelijke trend. De gemiddelde EKR is 0,85 met een standaarddeviatie van 0,12. Om te voldoen aan een Goed Ecologisch Potentieel (GEP) moet de EKR minstens 0,60 bedragen. In dat geval wordt de klasse ‘goed’ behaalt. Dit is de laatste 10 jaar ruimschoots het geval. De EKR van Fytoplankton in het Veerse Meer ligt al geruime tijd ruim boven het GEP.

Het risico op achteruitgang van kwaliteitselement fytoplankton is daarmee ten tijde van schrijven laag. Dit gegeven wordt meegenomen in de effectbeoordeling.

Overige waterflora

Om de toestand van kwaliteitselement overige waterflora in watertype M32 te duiden worden twee deelmaatlatten toegepast: één voor kwaliteit (o.b.v. bedekking groot/klein zeegras) en één voor kwantiteit (o.b.v. bedekt areaal) (STOWA, 2018). De score voor de deelmaatlatten wordt omvat in één EKR-score voor het gehele KRW-waterlichaam.

In het Veerse Meer is de EKR voor overige waterflora de laatste jaren 0,00. Dit is gebaseerd op basis van twee datapunten uit 2011 en 2013. Om te voldoen aan het GEP moet de EKR voor overige waterflora in het Veerse Meer minstens 0,01 bedragen. In dat geval wordt de klasse 'goed' behaalt.

De reden voor deze lage score is dat zeegras al sinds 2003 geheel verdwenen uit het Veerse Meer (Ministerie van Infrastructuur en Milieu & Rijkswaterstaat, 2016). Ten tijde van schrijven wordt het zeegrasherstelproject opgezet om de score van dit kwaliteitselement in (onder andere) het Veerse Meer te verbeteren naar 'goed'. Het zeegrasherstelproject beoogt om in 2027 vijf hectare aan zeegrasvelden gerealiseerd te hebben in het Veerse Meer (Rijkswaterstaat, 2022).

Medio oktober 2022 heeft contact plaatsgevonden met Rijkswaterstaat wat betreft het zeegrasherstelproject en de planlocatie in het Veerse Meer die beoogd is om de vijf hectare zeegras te realiseren. Hieruit werd duidelijk dat de plek in het Veerse Meer waar vroeger ook zeegras groeide de meest logische en waarschijnlijke keuze is voor de herintroductie. Dit betreft een regio in het oosten van het Veerse Meer, tussen de Zandkreekdam en Kortgene. Hier was in 1994 nog sprake van een bedekking van een substantieel areaal zeegras van 30-49% (Wolfstein, 2004).

Aangezien momenteel geen zeegras aanwezig is in het Veerse Meer is (verdere) achteruitgang onder een EKR van 0,00 niet mogelijk. Het zeegrasherstelproject vindt aan de andere kant van het Veerse Meer plaats dan waar de voorgenomen activiteiten van Net op zee Nederwiek 1 plaatsvinden. Achteruitgang van kwaliteitselement overige waterflora is daarmee niet aan de orde omdat de slibwolk deze locatie niet bereikt. Voor 'overige waterflora' is de beoordeling hiermee afgerond.

Macrofauna

Om de toestand van kwaliteitselement macrofauna in watertype M32 te duiden wordt de aanpak gevolgd van de overgangswateren. Hierbij is de beoordeling samengesteld uit drie indexen die allen apart worden berekend voor ieder onderscheidend ecotoop in het KRW-waterlichaam. In de basis is deze aanpak samen te vatten in een deelmaatlat voor kwaliteit (o.b.v. diversiteit middels Shannon index én AZTI Marine Biotic Index) en een deelmaatlat voor kwantiteit (o.b.v. soortenrijkdom). De scores van de drie indexen worden per ecotoop gecombineerd. Middels oppervlakte-gebaseerde gewichtsfactoren wordt uit alle ecotopen één EKR-score berekend voor de toestand van de macrofaunagemeenschap in het gehele waterlichaam.

Op basis van de toegepaste data van Rijkswaterstaat bedraagt de meest recente EKR voor macrofauna in het Veerse Meer 0,65. Dit is gebaseerd op basis van één datapunt uit 2020. Om te voldoen aan GEP moet de EKR minstens 0,60 bedragen. Dit is met een EKR van 0,65 dus het geval. Hier bestaat wel enige onduidelijkheid over afhankelijk van de toegepaste bron. Bureau Waardenburg & Antea Group (2021) geven namelijk aan dat de EKR van macrofauna in het Veerse Meer in 2019 een waarde had van 0,738. Er wordt daarin ook gesproken over een neergaande trend

in kwantiteit van macrofauna. De Factsheet KRW - Stroomgebiedbeheerplan 2022-2027 geeft daarnaast aan dat toestand van macrofauna in het Veerse Meer matig is in 2021. Hier ligt de EKR dus beneden 0,60 (exacte waarde niet gespecificeerd). Er van uitgaande dat alle datapunten correct zijn lijk er inderdaad een neergaande trend zichtbaar over 2019, 2020 en 2021. De trend loopt van 0,738 tot <0,60.

Bovenstaande omschrijft een onzekerheid in de werkelijke toestand van macrofauna in het Veerse Meer. De toestand van het kwaliteitselement oogt in de autonome situatie niet robuust. Als meest representatieve uitgangspunt wordt het meest recente en tevens laagste datapunt van <0,60 aangehouden. Dit strookt ook met de geïdentificeerde neerwaartse trend. Dit is beneden GEP. De volgende klassegrens (matig naar ontoereikend) ligt op een EKR van 0,40. Er is geen indicatie dat de EKR dermate is gedaald dat het deze ondergrens nadert. Als uitgangspunt wordt daarom aangenomen dat de huidige EKR tussen 0,50 en 0,60 ligt. De worst-case hierbij is 0,50 (meest dicht bij de ondergrens), dit vormt dus het uitgangspunt.

Op basis van de EKR is een beperkt risico aanwezig op achteruitgang van kwaliteitselement macrofauna. Belangrijk is wel dat de macrofaunagemeenschap niet robuust lijkt. Achteruitgang zou kunnen plaatsvinden wanneer de diversiteit en/of soortenrijkdom van macrofauna in het Veerse Meer meetbaar wordt beïnvloed. Dit gegeven wordt meegenomen in de effectbeoordeling.

Vis
Om de toestand van kwaliteitselement vis in watertype M32 te duiden worden twee deelmaatlatten toegepast: één voor kwaliteit (o.b.v. soortsamenstelling in aantal soorten per 'visgilde') en één voor kwantiteit (o.b.v. abundantie in biomassa per 'visgilde') (STOWA, 2018). De score voor de deelmaatlatten wordt omvat in één EKR-score voor het gehele KRW-waterlichaam.

In het Veerse Meer schommelt de EKR voor vis de laatste jaren tussen de 0,43 en 0,60. De gemiddelde EKR is 0,52 met een standaarddeviatie van 0,06. Om te voldoen aan GEP moet de EKR minstens 0,45 bedragen. In dat geval wordt de klasse 'goed' behaalt. Dit is de meeste jaren het geval, het laatste meetpunt van 2021 (0,47) ligt boven deze grens. De jaargemiddelde EKR over de tijd zit respectievelijk 0,07 boven GEP, maar het minimum ligt hier 0,03 onder. Er is ogenschijnlijk sprake van een negatieve trend over de laatste 3 meetjaren.

Bovenstaande laat zien dat kwaliteitselement vis in het Veerse Meer net boven de grens van het GEP schommelt. Als uitgangspunt wordt de meest recente EKR van 0,47 aangehouden. Er bestaat daarmee een risico op achteruitgang van het kwaliteitselement. Achteruitgang kan plaatsvinden wanneer de soortsamenstelling en/of abundantie van vis in het Veerse Meer dusdanig wordt beïnvloed dat de EKR zakt tot 0,45. Dit gegeven wordt meegenomen in de effectbeoordeling.

Chemisch en chemisch-fysisch
Voor het KRW-waterlichaam Veerse Meer is de chemische kwaliteit niet op orde. Diverse verontreinigde stoffen komen in het water voor boven de norm, zowel binnen de categorie prioritaire stoffen als specifieke verontreinigde stoffen (Tabel 4-4). Aanvullend op deze norm overschrijdende stoffen is voor de waterbodem van het Veerse Meer bekend dat er ook nog andere verontreinigde stoffen aanwezig zijn in het slib. Dit volgt uit waterbodemonderzoek voor de kabel van Net op zee IJmuiden ver Alpha. De stoffen die hieruit naar voren komen zijn ook relevant in het kader van de KRW maar zijn momenteel niet norm overschrijdend aanwezig is het water. Omdat op voorhand niet uitgesloten kan worden dat deze stoffen in de bodem als gevolg van de activiteit wel

norm overschrijdend in het water belanden, worden de stoffen verder behandeld in de effectbeoordeling.

Voor deelmaatlat fysisch-chemisch wordt voor de toestand van watertype M32 getoetst op DIN (opgeloste anorganische stikstof), zoutgehalte, temperatuur, zuurgraad, zuurstofverzadiging en doorzicht. In het Veerse Meer voldoet DIN niet aan de norm.

Tabel 4-4 Norm overschrijdende prioritaire stoffen (chemische kwaliteit) en specifieke verontreinigde stoffen (ecologische kwaliteit) voor het KRW-waterlichaam Veerse Meer.

Norm overschrijdende prioritaire stoffen	**Toestand 2015**	**Toestand 2021**	**Doelbereik 2027**
Kwik	Voldoet	Voldoet niet	Onzeker
Som PBDE-28, 47, 99, 100, 153, 154	Voldoet	Voldoet niet	Onzeker
Norm overschrijdende specifieke verontreinigde stoffen	**Toestand 2015**	**Toestand 2021**	**Doelbereik 2027**
Arseen	Voldoet niet	Voldoet niet	Onzeker
Koper	Voldoet niet	Voldoet niet	Onzeker

Tabel 4-5 Toestand van de relevante chemisch-fysische parameters van het KRW-waterlichaam Veerse Meer voor 2015 en 2021 (toestand), en 2027 (doelbereik).

Fysisch-chemisch	**Toestand 2015**	**Toestand 2021**	**Doelbereik 2027**
DIN (mg N/l) (winterperiode)	Matig	Matig	Redelijk zeker
Zoutgehalte (mg Cl/l) (zomergemiddelde)	Goed	Goed	Vrijwel zeker
Temperatuur (°C) (max. waarde)	Goed	Goed	Vrijwel zeker
Zuurgraad (-) (zomergemiddelde)	Goed	Goed	Vrijwel zeker
Zuurstofverzadiging (%) (zomergemiddelde)	Goed	Goed	Vrijwel zeker
Doorzicht (m) (zomergemiddelde)	Goed	Goed	Vrijwel zeker

4.2.3 Samenvatting

In Tabel 4-6 is per gevolg weergegeven welk kwaliteitselement verder wordt behandeld voor ieder KRW-waterlichaam. In Tabel 4-6 is ook samenvattend weergegeven wat de mogelijke effecten zijn van de mogelijke gevolgen, dit volgt reeds uit Hoofdstuk 2. De effecten van deze gevolgen met een ‘X’ worden nader onderzocht in de hiernavolgende effectbepaling.

Tabel 4-6 Overzicht van de gevolgen en de mogelijk bijbehorende effecten op biologische kwaliteitselement. Per KRW-waterlichaam is aangegeven (met 'X') of het gevolg een relevant kwaliteitselement kan beïnvloeden. Bij een leeg vakje is dus geen sprake van beïnvloeding. Grijs gemarkeerde kwaliteitselementen zijn niet van toepassing in het watertype van dat KRW-waterlichaam.

Gevolg	Mogelijk effect	Mogelijk beïnvloedde kwaliteitselement	Zeeuwse kust	Veerse Meer
Vertroebeling	Vermindering doorzicht, afname primaire productie door afname fotosynthese capaciteit, afname filtercapaciteit filterfeeders, barrièrewerking. Eventuele afname foerageersucces roofvis en toename overlevingskansen prooivis.	Fytoplankton	X	X
		Overige waterflora		
		Macrofauna	X	X
		Vis		X
		Doorzicht		X
Sedimentatie	Verstikking van bodemdieren en watervegetatie	Overige waterflora		
		Macrofauna		X
Continu onderwatergeluid	Verstoring leidend tot gedragsverandering, verminderde voedselopname, verminderde conditie, met eventueel sterfte tot gevolg	Macrofauna	X	X
		Vis		X
Habitataantasting	Mechanische aantasting van bodemleven en watervegetatie met eventueel sterfte tot gevolg	Overige waterflora		
		Macrofauna	X	X
Elektromagnetische velden	Barrière werking, desoriëntatie, gedragsverandering	Macrofauna	X	X
		Vis		X
Verontreiniging	Concentratieverhoging(en) boven de norm (MAC) door bodemberoering. Ophoping van verontreiniging in organismen, met eventueel verminderde fitness of sterfte tot gevolg	Prioritaire stoffen		X
		Specifieke verontreinigde stoffen		X
		Fytoplankton		X
		Macrofauna		X
		Vis		X

4.3 Effectbepaling

4.3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk zijn per gevolg de effecten bepaald. Dit is gedaan voor ieder relevante kwaliteitselement en KRW-waterlichaam.

4.3.2 Vertroebeling

De reikwijdte van vertroebeling op zee en het Veerse Meer is toegelicht in paragraaf 4.2.2. Uitgebreide samenvattingen van de modelstudies voor vertroebeling op zee en het Veerse Meer zijn te vinden in Bijlage VII-F. Paragraaf 2.2 ligt de maximale reikwijdte toe van de vertroebeling op zee ten opzichte van de ligging van KRW-waterlichamen. Zoals te zien raakt de vertroebeling het KRW-waterlichaam Zeeuwse kust (kustwater). Vertroebeling treedt ook op in het Veerse Meer. De effecten in beide KRW-waterlichamen zijn toegelicht in de paragrafen hieronder.

Zeeuwse kust
In KRW-waterlichaam Zeeuwse kust (kustwater) treedt vertroebeling op aan het wateroppervlak (ca. 28 ha) en aan de bodem (circa 19 hectare) (zie Figuur 4-2).

Fytoplankton
In paragraaf 4.2.2 is de huidige staat van fytoplankton in het waterlichaam Zeeuwse kust (kustwater) toegelicht. Hieruit bleek dat de toestand van fytoplankton in het waterlichaam Zeeuwse kust (kustwater) niet robuust is. De toestand van fytoplankton wordt bepaald aan de hand van de deelmaatlat abundantie. Worst-case uitgangspunt is dat de EKR van kwaliteitselement fytoplankton zich dicht bij een klassegrens begeeft en dat er een risico op achteruitgang aanwezig is. Om achteruitgang teweeg te brengen zou vertroebeling de abundantie van fytoplankton in het gehele waterlichaam meetbaar moeten beïnvloeden.

Het areaal van vertroebeling aan het wateroppervlak is beperkt (<0,08% van het KRW-waterlichaam) en van tijdelijke aard. De daggemiddelde concentratieverhoging blijft onder de 5 mg/L. Deze tijdelijke verhoging valt binnen de natuurlijke variatie in de dynamische kuststrook. Bovendien is primaire productie hier doorgaans niet gelimiteerd door licht maar door fosfor (P). Een afname in doorzicht werkt zodoende niet altijd direct door op fytoplankton. Alles bij elkaar genomen zijn effecten op fytoplankton verwaarloosbaar. Er is geen doorwerkend meetbaar effect op de abundantie. Achteruitgang van kwaliteitselement fytoplankton is uitgesloten.

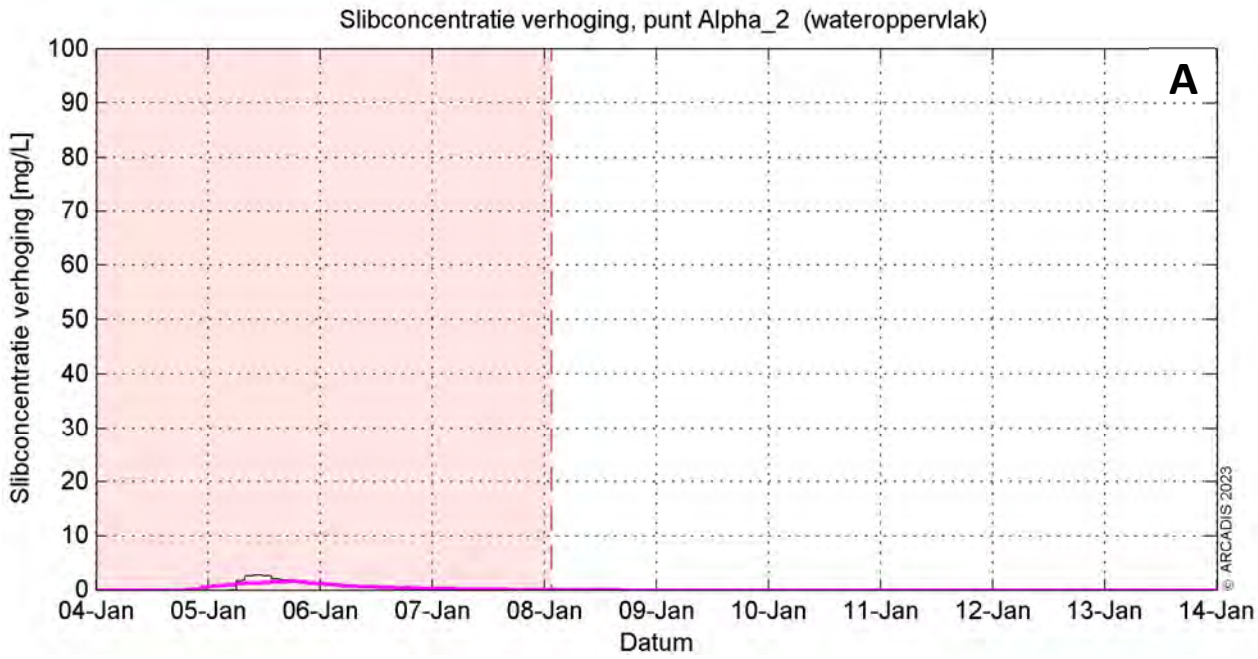
Macrofauna
In paragraaf 4.2.2 is de huidige staat van macrofauna in het waterlichaam Zeeuwse kust (kustwater) toegelicht. Hieruit bleek dat het risico op achteruitgang laag is. De toestand van macrofauna in het waterlichaam Zeeuwse kust (kustwater) wordt bepaald aan de hand van deelmaatlatten voor de diversiteit en soortenrijkdom per ecotoop. Om achteruitgang teweeg te brengen zou vertroebeling dus de diversiteit en/of soortenrijkdom van macrofauna in waterlichaam Zeeuwse kust (kustwater) aanzienlijk moeten beïnvloeden (EKR van 0,73 naar <0,60, paragraaf 4.2.2).

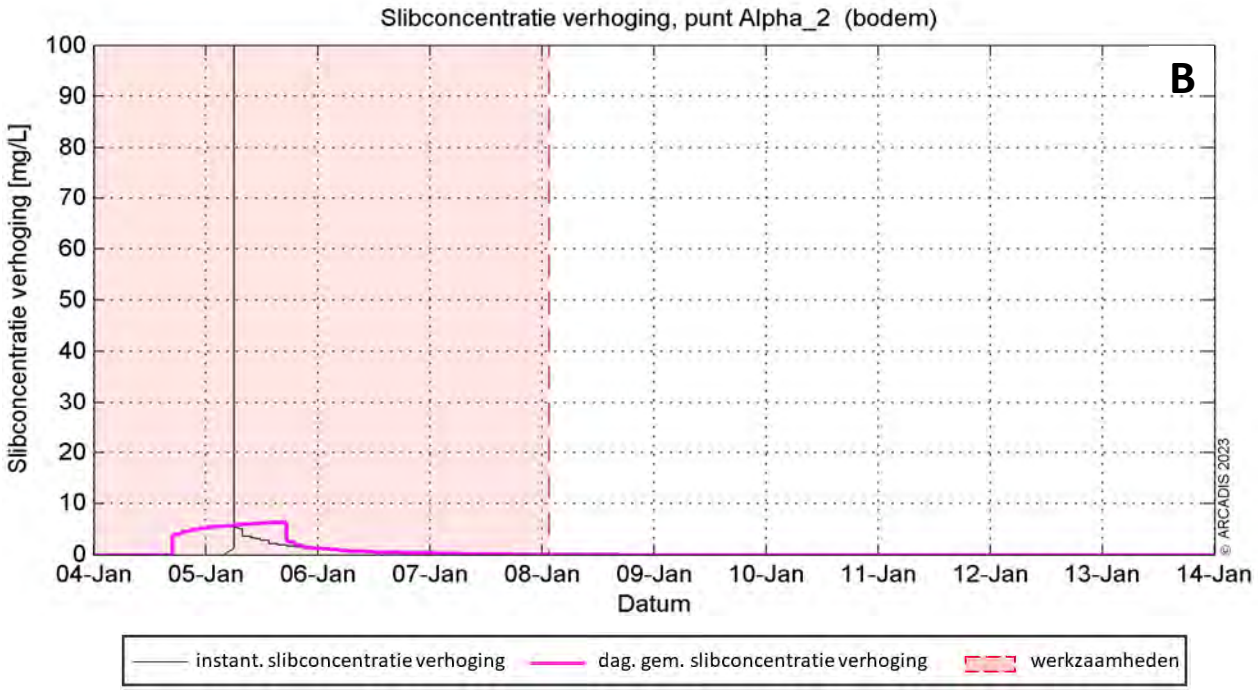
Het areaal van vertroebeling aan de bodem is beperkt (<0,06% van het KRW-waterlichaam) en van tijdelijke aard. De daggemiddelde concentratieverhoging blijft onder de 5 mg/L. Deze tijdelijke verhoging valt binnen de natuurlijke variatie in de dynamische kuststrook. Filterfeeders hebben een tolerantie voor dergelijke concentratieverhoging in vertroebeling. Effecten op macrofauna zijn daarom niet aan de orde. De diversiteit en/of soortenrijkdom van macrofauna in het waterlichaam Zeeuwse kust wordt daarom niet beïnvloed. Achteruitgang van kwaliteitselement macrofauna is uitgesloten.

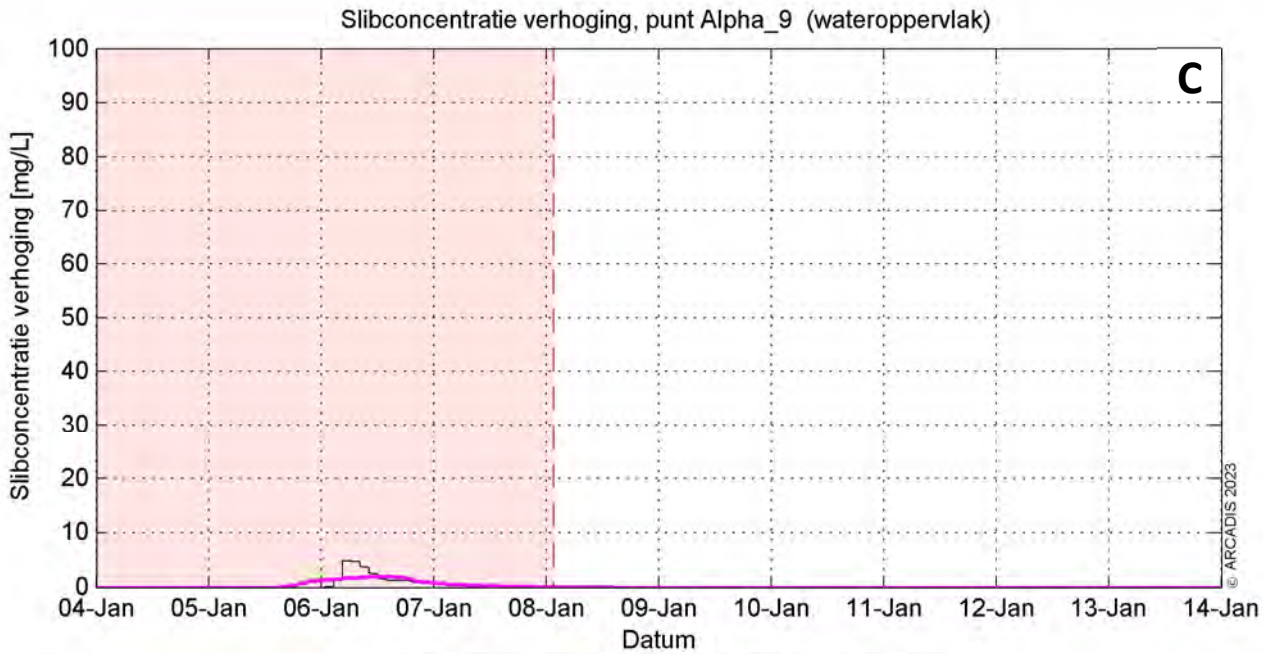
Veerse Meer
Vertroebeling in ruimte en tijd
In Paragraaf 2.2.2 is toegelicht dat de kortdurende verhoging van de slibconcentratie als gevolg van het jet trenchen voor Net op zee Nederwiek 1 aan de bodem de grootste reikwijdte heeft. In totaal betreft het een areaal van circa 241 hectare. Aan het wateroppervlak is dit circa 87 hectare. Dit staat gelijk aan respectievelijk 11,9% en 4,3% van het totale nat oppervlak van het Veerse Meer (ca. 2.030 hectare). De maximale daggemiddelde verhoging in slibconcentratie is eveneens het hoogst aan de bodem, zeer lokaal loopt de daggemiddelde concentratie op tot circa 35 mg/L. Aan het wateroppervlak is dit doorgaans maximaal circa 5 mg/L, alleen direct nabij de aanlandingen loopt de concentratie hoger op.

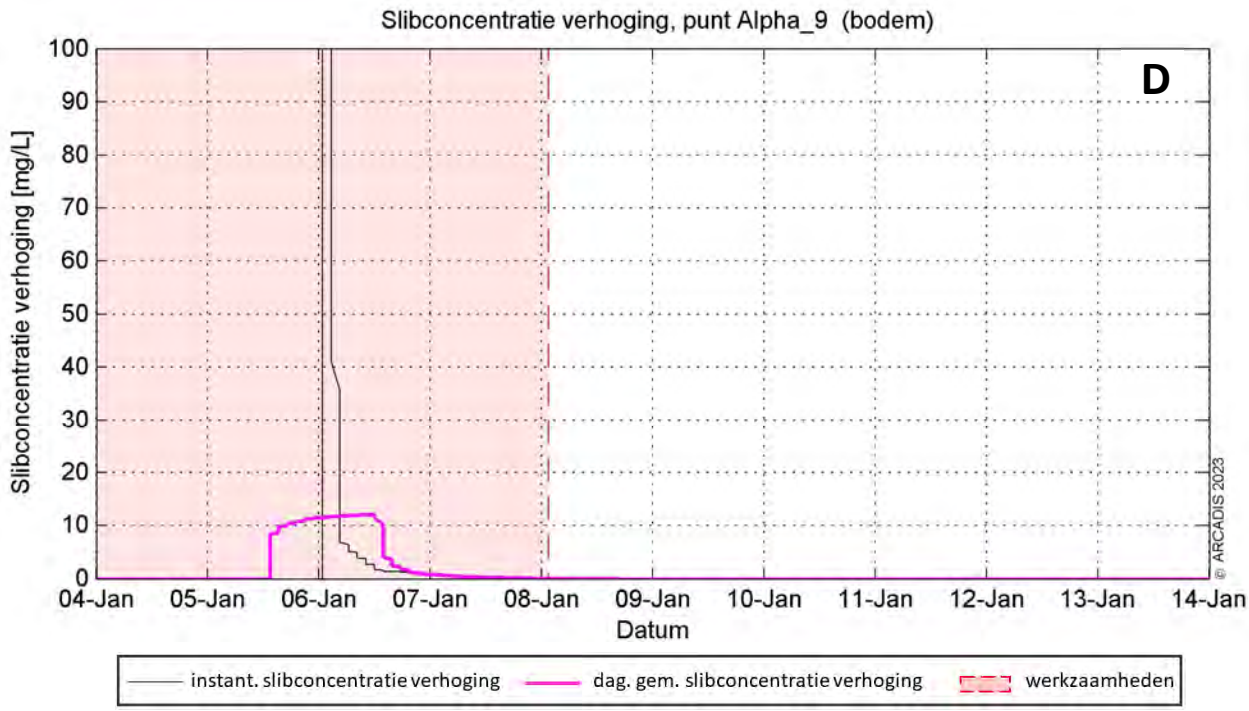
Het bovengenoemde totale vertroebelde areaal is niet allemaal tegelijk vertroebeld. Na bodemberoering verdwijnt de vertroebelingspluim weer binnen circa één dag. Dit is goed terug te zien in de tijdsreeksen van het model (Figuur 4-5 A t/m F, **let op**, de deelfiguren A t/m F strekken zich uit over 2,5 pagina). Figuur 4-5 laat zien dat vanaf het moment dat de jet trencher langs het simulatiepunt (in het model) komt de slibconcentratie toeneemt en na ongeveer een dag weer volledig is afgenomen. Dit blijkt uit de roze lijn in Figuur 4-5 A t/m D. Neem bijvoorbeeld figuur D, hier neemt de roze lijn toe vanaf het middaguur op 5-jan, van 0 mg/l tot maximaal circa 13 mg/l. Rond het middaguur op 6-jan is de roze lijn alweer afgenomen tot circa 3 mg/l, vanaf dat moment is na circa een halve dag de slibconcentratie weer terug op 0 mg/l.

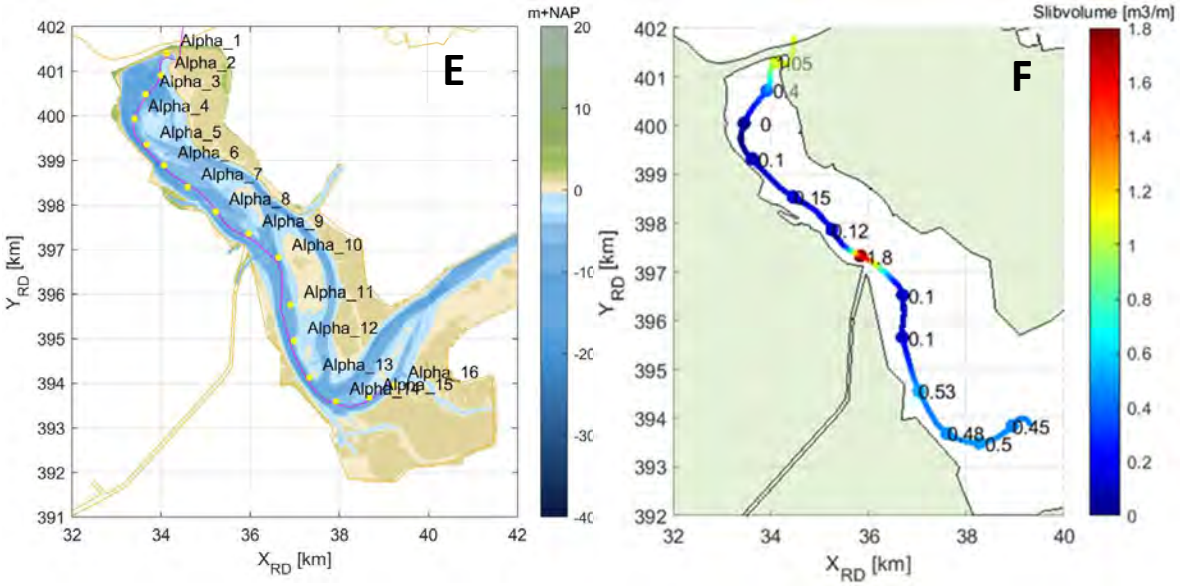
Het areaal dat tegelijkertijd vertroebeld is, en het oppervlak waar de hoogste slibconcentratie aanwezig is, beweegt dus geleidelijk mee met de aanlegwerkzaamheden. De veroorzaakte vertroebeling neemt binnen circa 1 dag weer volledig af tot het achtergrondniveau en treedt zodoende niet overal gelijktijdig op.


Slibconcentratie verhoging, punt Alpha_2 (wateroppervlak)
A
Slibconcentratie verhoging [mg/L]
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
04-Jan
05-Jan
06-Jan
07-Jan
08-Jan
09-Jan
10-Jan
11-Jan
12-Jan
13-Jan
14-Jan
Datum
© ARCADIS 2023


Slibconcentratie verhoging, punt Alpha_2 (bodem)
B
Slibconcentratie verhoging [mg/L]
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
04-Jan
05-Jan
06-Jan
07-Jan
08-Jan
09-Jan
10-Jan
11-Jan
12-Jan
13-Jan
14-Jan
Datum
© ARCADIS 2023
instant. slibconcentratie verhoging
dag. gem. slibconcentratie verhoging
werkzaamheden


Slibconcentratie verhoging, punt Alpha_9 (wateroppervlak)
C
Slibconcentratie verhoging [mg/L]
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
04-Jan
05-Jan
06-Jan
07-Jan
08-Jan
09-Jan
10-Jan
11-Jan
12-Jan
13-Jan
14-Jan
Datum
© ARCADIS 2023

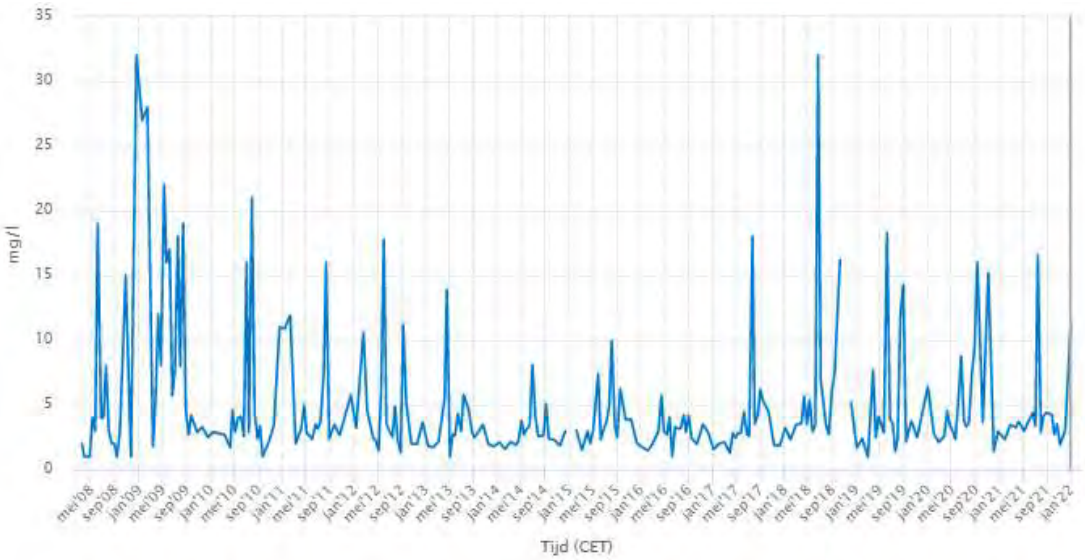

Slibconcentratie verhoging, punt Alpha_9 (bodem)
D
Slibconcentratie verhoging [mg/L]
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
04-Jan
05-Jan
06-Jan
07-Jan
08-Jan
09-Jan
10-Jan
11-Jan
12-Jan
13-Jan
14-Jan
Datum
© ARCADIS 2023
instant. slibconcentratie verhoging
dag. gem. slibconcentratie verhoging
werkzaamheden



Figuur 4-5 Concentratie gesuspendeerd slib over de tijd aan het wateroppervlak (A) en de bodem (B) op simulatiepunt 'Alpha 2' (zie afbeelding E). Op dit simulatiepunt op het tracé is de bodem relatief slibarm (zie afbeelding F). In afbeelding C en D is de concentratie gesuspendeerd slib over de tijd weergegeven aan het wateroppervlak en de bodem op simulatiepunt 'Alpha 9' (zie afbeelding E), dit is een slibrijke zone (zie afbeelding F). In afbeelding A t/m D geeft de roze lijn de daggemiddelde concentratie gesuspendeerd slib aan. De zwarte lijn geeft de 10 minuten gemiddelde (vrijwel instantane) concentratie gesuspendeerd slib aan. In de beoordeling wordt de daggemiddelde waarde gebruikt.

Achtergrondconcentratie

De activiteit leidt tot een kortdurende verhoging van de slibconcentratie, deze verhoging komt boven op een zekere achtergrond slibconcentratie die van nature aanwezig is in het water. Data van waterinfo.rws.nl van onopgeloste stoffen in het water over de laatste 15 jaar wijst uit dat de achtergrondconcentratie in het Veerse Meer minimaal circa 2,0 mg/l bedraagt. De achtergrondvertroebeling is echter niet constant: vrijwel ieder jaar zijn er kortdurende piekwaarden te zien die reiken tot circa 15 mg/l, enkele keren zelfs tot 30 mg/l, zie Figuur 4-6. Dit schetst de achtergrondsituatie qua vertroebeling waar rekening mee wordt gehouden in onderstaande effectbeoordeling. Als uitgangspunt wordt aangehouden dat jaarlijks kortdurende natuurlijke piekwaarden van 15 mg/l voorkomen.



Figuur 4-6 Achtergrondconcentratie onopgeloste stoffen (vertroebeling) in het Veerse Meer over mei 2008 t/m januari 2022 via waterinfo.rws.nl

Fytoplankton

In paragraaf 4.2.2 is de huidige staat van fytoplankton in het Veerse Meer toegelicht. Hieruit bleek dat kwaliteitselement fytoplankton al geruime tijd in goede toestand aanwezig is en vrij robuust in de klasse 'goed' zit (EKR ruim boven GEP). Het risico op achteruitgang van kwaliteitselement fytoplankton is daarom laag. De toestand van fytoplankton in het Veerse Meer wordt bepaald aan de hand van de deelmaatlat abundantie. Om achteruitgang teweeg te brengen zou de abundantie van fytoplankton in het Veerse Meer dus aanzienlijk moeten worden beïnvloed (EKR van 0,85 naar <0,60, zie paragraaf 4.2.2).

Voor effecten op fytoplankton is de vertroebeling aan het wateroppervlak van belang, er dient immers zonlicht beschikbaar te zijn waardoor fotosynthese kan plaatsvinden. Als worst-case wordt als uitgangspunt aangehouden dat primaire productie in het Veerse Meer licht gelimiteerd is, hier is geen eenduidige informatie over beschikbaar.

In deel A is eerder toegelicht dat de aanleg van het tracé in het Veerse Meer plaatsvindt tussen 1 september en 1 mei. Hiermee wordt op voorhand de meest kritieke periode voor fytoplankton al ontzien. De fotosynthetische activiteit is gedurende de zomermaanden namelijk het hoogst (Riegman, 2014), onder andere als gevolg van de lange daglicht periode en hogere watertemperaturen.

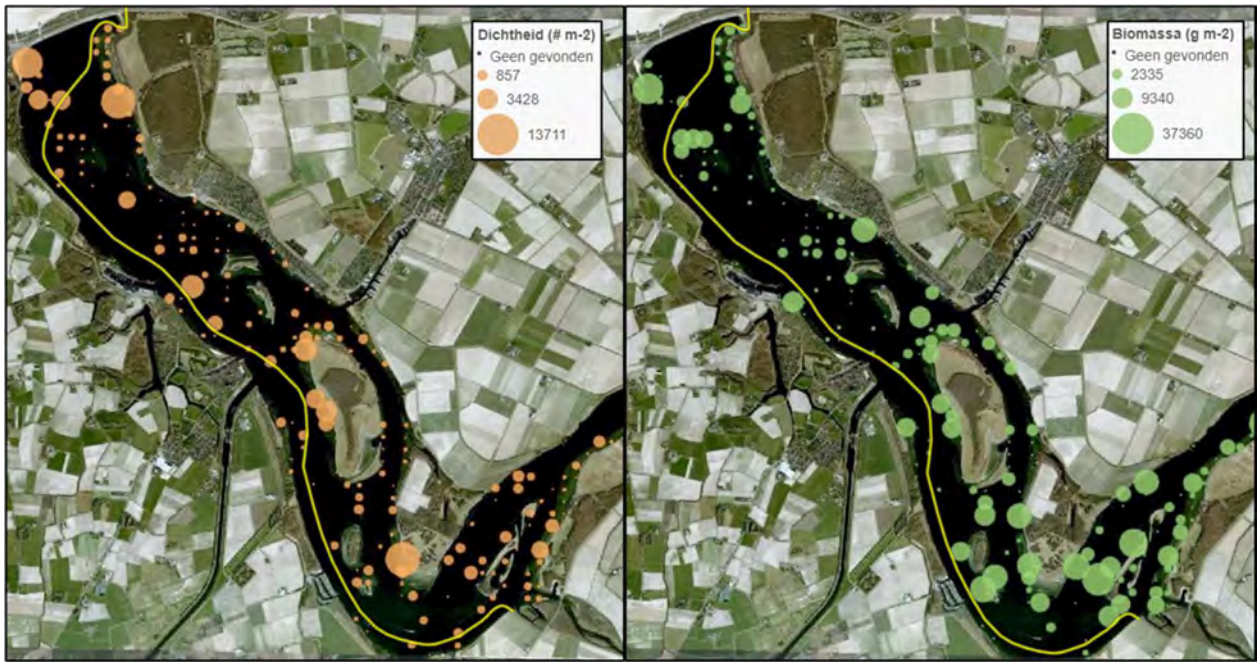
In paragraaf 2.2.2 is eerder beschreven dat vertroebeling als gevolg van het jet trenchen voor Net op zee Nederwiek 1 aan het wateroppervlak maximaal circa 5 mg/l bereikt. De vertroebeling is tijdelijk (tot 1 dag na het moment van resuspensie) en beweegt langzaam mee met de aanlegwerkzaamheden. Eerder is ook de achtergrond concentratie van vertroebeling in het Veerse Meer toegelicht. Hieruit bleek dat jaarlijks sprake is van kortdurende natuurlijke piekconcentraties in vertroebeling van circa 15 mg/l (Figuur 4-6). Een lokale kortdurende verhoging van circa 5 mg/l aan het oppervlak als gevolg van de activiteit is soortgelijk aan zo'n natuurlijke piek. Dit in combinatie met het gegeven dat de vertroebeling slechts één dag aanhoudt vanaf het moment van ontstaan maakt dat de abundantie van fytoplankton niet meetbaar wordt beïnvloed. Achteruitgang van kwaliteitselement fytoplankton is daarom uitgesloten.

Macrofauna
In paragraaf 4.2.2 is de huidige staat van macrofauna in het Veerse Meer toegelicht. Hieruit bleek dat de toestand van kwaliteitselement macrofauna niet erg robuust is. Als uitgangspunt is aangenomen dat de EKR voor macrofauna momenteel onder de GEP zit tussen de 0,50 en 0,59. Op basis van de EKR is een beperkt risico aanwezig op achteruitgang. Belangrijk is wel dat de macrofaunagemeenschap niet robuust lijkt en dus relatief snel lijkt te reageren op veranderingen. Op basis van de EKR is een beperkt risico aanwezig op achteruitgang. De toestand van macrofauna in het Veerse Meer wordt bepaald aan de hand van de diversiteit en soortenrijkdom per ecotoop. Om achteruitgang teweeg te brengen zou vertroebeling dus de diversiteit en/of soortenrijkdom van macrofauna in het Veerse Meer aanzienlijk moeten beïnvloeden (van minstens 0,50 naar <0,40, zie paragraaf 4.2.2).

Het tracé ligt voor het overgrote deel in de diepe delen van het Veerse Meer, hier worden ook de hoogste slibconcentraties veroorzaakt. Dit relatief diepe water vormt suboptimaal leefgebied voor bodemleven omdat hier met enige regelmaat zuurstofloosheid optreedt (van der Pool et al., 2020). Uit MWTL-monitoring blijkt dat de grootste hoeveelheid benthos in het Veerse Meer in ondiep water (<8 meter) te vinden is (Kruijt et al., 2020; Troost et al., 2021). De dichtheid van de macrofaunagemeenschap was in de diepe zones circa 5 keer lager dan de ondiepe zones (Kruijt et al., 2020). Ook de soortenrijkdom en diversiteit was in de diepe zone lager, de gemeenschap bestaat hier vooral uit *Polychaeta* en *Bivalvia*, *Crustacea* worden hier nog slechts in zeer lage dichtheden aangetroffen (Kruijt et al., 2020). De dichtheid, soortenrijkdom en diversiteit van macrofauna is dus laag binnen het over grote deel waar tijdelijk vertroebeling plaatsvindt (ca. 241 ha, oftewel 11,9% van het nat oppervlak van het Veerse Meer).

De achterliggende data uit Troost et al. (2021) is ook beschikbaar op de ‘schelpdiermonitor’ van WMR. Het kabeltracé van Net op zee Nederwiek 1 is geprojecteerd op de schelpdiermonitorkaarten die de dichtheid en biomassa van macrofauna in het Veerse Meer tot en met 2022 weergeven (Figuur 4-7). Hieruit blijkt ook dat het tracé inderdaad niet in aanraking komt met duidelijke hotspots van macrofauna, oftewel (clusters van) meetpunten waar hoge dichtheden/biomassa’s zijn gevonden. De hoge dichtheden/biomassa’s worden vrijwel uitsluitend gemeten nabij oevers, dit zijn de ondiepere zones. Ook rond de twee aanlandingslocaties, waar het ondieper is, zijn geen hotspots voor macrofauna in aanwezig.

Daarbij moet gezegd worden dat er bij het onderzoek naar macrofauna in het Veerse Meer meer onderzoeksinspanning uitgaat naar de ondiep gelegen waterbodems dan de dieper gelegen waterbodems (zie bijvoorbeeld Troost et al. (2021)). . Dit heeft als reden dat het voor de onderzoekers evident is dat er in die diepe zones -waar de kabel met name wordt aangelegd- een veel lagere soortenrijkdom en dichtheid aanwezig is. Deze zones zijn dus simpelweg minder relevant om te onderzoeken.



Figuur 4-7 De dichtheid (links) en biomassa (rechts) van de totale macrofauna gemeenschap op meetpunten in het westen van het Veerse Meer (via de WMR schelpdiermonitor). Het kabeltracé van Net op zee Nederwiek 1 (gele lijn) overlapt zodoende niet met duidelijke macrofauna hotspots in het Veerse Meer.

Bij de vertroebeling die komt kijken bij de aanlegwerkzaamheden gaat het om kortdurende (<1 dag) pieken in slibconcentratie van maximaal 20 mg/l, tot zeer lokaal circa 35 mg/l direct langs het tracé in diep water. Verder van het tracé en richting het oppervlak zijn de maximale concentraties lager, tot circa 10 mg/l. Eerder is de achtergrond concentratie van vertroebeling in het Veerse Meer toegelicht. Hieruit bleek dat jaarlijks sprake is van natuurlijke piekconcentraties in vertroebeling van circa 15 mg/l (Figuur 4-6). De veroorzaakte vertroebeling is dus overwegend vergelijkbaar met natuurlijke jaarlijkse voorkomende pieken in slibconcentratie die .

Veel soorten bodemdieren hebben zich aangepast om tijdelijk dergelijke piekconcentraties in vertroebeling te doorstaan middels morfologische en fysiologische aanpassingen (Cattrijsse, 1997; Witbaard et al., 2013). Het gaat bijvoorbeeld om het tijdelijk sluiten van de schelp waarbij ze stoppen met het filteren van water ('eten').

Bovenstaande beschrijft dat de macrofaunagemeenschap in het Veerse Meer niet meetbaar wordt beïnvloed. Het gaat namelijk slechts op zeer beperkte lokale schaal direct langs het tracé om kortdurende (<1 dag) vertroebeling van relatief hoge concentratie (tot 35 mg/L). Langs het tracé is macrofauna in lage dichtheden aanwezig, ook is de diversiteit laag. Tot slot is veel macrofauna bestand tegen dergelijke kortdurende piekconcentraties. Het beïnvloeden van de soortenrijkdom en/of diversiteit van macrofauna in het Veerse Meer door vertroebeling van Nederwiek 1 is daarom niet aan de orde. Kwaliteitselement macrofauna wordt niet meetbaar beïnvloed door vertroebeling. Er is geen sprake van achteruitgang.

Vis

In paragraaf 4.2.2 is de huidige staat van vis in het Veerse Meer toegelicht. De toestand van vis in het Veerse Meer wordt bepaald aan de hand van twee deelmaatlatten: soortsamenstelling (aantal aanwezige soorten) en abundantie (in biomassa per 'visgilde'). De huidige toestand van vis zit

relatief dicht bij de ondergrens van de klasse goed (respectievelijk EKR 0,47 vs. 0,45). Om achteruitgang teweeg te brengen zou de soortsamenstelling en/of abundantie van vis in het Veerse Meer dus meetbaar moeten worden beïnvloed.

Wilber & Clarke (2001) hebben aan de hand van alle beschikbare data en onderzoeken een algemene respons van estuariene vissen op gesuspendeerd sediment uiteengezet. De meeste onderzoeken gebruiken sedimentconcentraties van meer dan 1.000 mg/L met blootstellingen tot en met een week. Hierbij is geen duidelijke correlatie te vinden tussen concentratie sediment en (sterfte)respons.

Roofvissen kunnen hinder ondervinden van een verhoogde troebelheid vanwege het verminderde zicht wat hiermee gepaard gaat (De Robertis et al., 2003). Vissen die veelal op zicht jagen, zoals makreel en tarbot, vermijden een turbiditeitspluim terwijl vissen die normaal gesproken in troebel wateren leven en meer op reuk jagen dit niet doen (de Groot, 1979). Maes et al., (1998) beschrijft bijvoorbeeld dat juveniele vis (haringachtigen zoals fint, elft, haring en sprot) graag schuilt in vertroebelde gebieden om roofdieren te vermijden. Een vertroebelingswolk kan dus leiden tot een tijdelijke verplaatsing van diverse vissoort(groep)en.

De vertroebeling als gevolg van het jet trenchen voor Net op zee Nederwiek 1 is relatief lokaal en van korte duur (<1 dag) (paragraaf 2.2.2). Ook is het vergelijkbaar met piekwaarden in vertroebeling die van nature voorkomen (eerder toegelicht). Bovenstaande omschrijft dat er hooguit sprake zal zijn van een kortdurende verplaatsing van diverse vissoort(groep)en op lokale schaal. Dit werkt niet door op de soortsamenstelling en/of abundantie van vis op het niveau van het Veerse Meer. Er is daarom geen sprake van achteruitgang van het kwaliteitselement Vis.

Doorzicht (fysisch-chemisch)
Doorzicht wordt, net als verontreiniging en andere chemisch-fysische parameters, gemeten op een specifiek KRW-meetpunt. In het Veerse Meer gaat het om meetpunt 'NL89_SOELKKPDOT', welke gelegen is op de coördinaten 51.5420, 3.7308 (Figuur 4-8). Het betreft een locatie aan de noordoever in het middelste deel van het Veerse Meer, ten noorden van de Middelplaten. Het meetpunt is daarmee circa 3 km verwijdert van het meest dichtbij gelegen punt van het tracé (zuidelijke aanlandingslocatie). Doorzicht wordt ten behoeve van de reguliere KRW-beoordeling in het veld gemeten aan het wateroppervlak met een 'Secchi disk' (STOWA, 2010). Om achteruitgang teweeg te brengen moet vertroebeling leiden tot een afname in doorzicht tot <0,90 meter.

Figuur 4-8 laat de gesimuleerde vertroebeling aan het wateroppervlak zien ten opzichte van de locatie van het meetpunt. Hieruit blijkt dat vertroebeling niet reikt tot het KRW-meetpunt. Er is daarom geen sprake van beïnvloeding van het doorzicht op het KRW-meetpunt. Achteruitgang van chemisch-fysisch kwaliteitselement doorzicht is uitgesloten.

Figuur 4-8 Vertroebeling aan het wateroppervlak (geel) veroorzaakt door de aanleg van het kabeltracé van Nederwiek 1 (roze) ten opzichte van de locatie van het KRW-meetpunt 'NL89_SOELKKPDOT' (rood).

4.3.3 Sedimentatie

Veerse Meer

De activiteit jet trenchen in het Veerse Meer leidt tot sedimentatie. In paragraaf 2.3.2 is toegelicht dat sedimentatie tot maximaal 150 meter aan weerszijde van het tracé reikt op de meest slibrijke locaties. Op de overige delen van het tracé reikt sedimentatie tot hooguit enkele tientallen meters van het tracé. In totaal gaat het om circa 130 hectare waarbinnen sedimentatie optreedt. Dit staat gelijk aan circa 6,4% van het totale nat oppervlak van het Veerse Meer (ca. 2.030 hectare).

Macrofauna

In paragraaf 4.3.2 is het effect van vertroebeling op macrofauna behandelt. Dit is enigszins vergelijkbaar met de effecten van sedimentatie. Het beïnvloedde oppervlak van sedimentatie is echter kleiner dan vertroebeling. In paragraaf 4.3.2 kwam al naar voren dat op basis van de EKR een beperkt risico aanwezig is op achteruitgang. Ook is toegelicht dat de toestand van macrofauna in het Veerse Meer wordt bepaald aan de hand van de diversiteit en soortenrijkdom per ecotoop. Om achteruitgang teweeg te brengen zou sedimentatie dus de diversiteit en/of soortenrijkdom van macrofauna in het Veerse Meer aanzienlijk moeten beïnvloeden (van minstens 0,50 naar <0,40, zie paragraaf 4.2.2).

Zoals in paragraaf 4.3.2 al is omschreven is de dichtheid, soortenrijkdom en diversiteit van macrofauna rond het tracé relatief zeer laag. Hier bleek ook dat het tracé geen overlap vertoont met hotspots voor macrofauna (Figuur 4-7), ook niet rond de ondiepe aanlandingslocaties. Aanwezige macrofauna kan binnen de door sedimentatie beïnvloedde zone gedeeltelijk in aantal verminderen, dit is afhankelijk van de soortspecifieke tolerantie (eerder toegelicht in paragraaf 2.3). Het gaat hierbij om effecten op lokale schaal direct langs het tracé, waar macrofauna dus aanwezig is met een lage dichtheid en diversiteit. Hierbij is meetbare doorwerking op de soortenrijkdom en/of diversiteit van macrofauna in het Veerse Meer uitgesloten. Kwaliteitselement macrofauna wordt niet meetbaar beïnvloed door sedimentatie. Er is geen sprake van achteruitgang.

4.3.4 Verstoring als gevolg van continu onderwatergeluid

De reikwijdte van continu onderwatergeluid en de studie die hiernaar gedaan is, zijn toegelicht in paragraaf 2.4. Paragraaf 2.6 licht de maximale reikwijdte toe van continu onderwaterverstoring ten opzichte van de ligging van KRW-waterlichamen. Continu-onderwatergeluid reikt tot KRW-waterlichamen Zeeuwse kust en Veerse Meer. Macrofauna en vis kunnen effecten ondervinden van onderwatergeluid (continu en impuls) (Solan et al., 2016).

Zeeuwse kust

Macrofauna

In paragraaf 4.2.2 is de huidige staat van macrofauna in het waterlichaam Zeeuwse kust (kustwater) toegelicht. Hieruit bleek dat het risico op achteruitgang laag is. Om achteruitgang teweeg te brengen zou verstoring met continu onderwatergeluid de diversiteit en/of soortenrijkdom van macrofauna in het gehele waterlichaam aanzienlijk moeten beïnvloeden (EKR van 0.73 naar <0,60, zie paragraaf 4.2.2).

In KRW-waterlichaam Zeeuwse kust treedt continu onderwatergeluid op in een gebied van 6789 hectare (9,7% van het gebied), zie Figuur 4-2. Door de werkzaamheden zal macrofauna tijdelijk met een toename in continu onderwaterverstoring te maken krijgen. Macrofauna is vooral gevoelig voor geluid met hoge dB-waardes die vooral bij impuls-onderwatergeluid vrijkomt (André et al., 2011; de Soto, 2016). Impuls-onderwatergeluid wordt niet geproduceerd bij de werkzaamheden in en rond KRW-waterlichaam Zeeuwse kust.

In de Delta varen voortdurend grote hoeveelheden schepen. Hierdoor treedt in het KRW-waterlichaam vrijwel constant continu onderwaterverstoring op. Het continu onderwatergeluid veroorzaakt door de werkzaamheden verschilt niet van de verstoring waar macrofauna in het KRW-waterlichaam al vrijwel permanent aan wordt blootgesteld. Dit leidt daarom niet tot effecten op de soortenrijkdom en/of diversiteit van macrofauna in het gehele KRW-waterlichaam. Achteruitgang van kwaliteitselement macrofauna is uitgesloten.

Veerse Meer

Vis

Voor kwaliteitselement vis is een risico op achteruitgang aanwezig (paragraaf 4.2.2). De huidige toestand van vis zit relatief dicht bij de ondergrens van de klasse goed (respectievelijk EKR 0,47 vs. 0,45, zie paragraaf 4.2.2). Om achteruitgang teweeg te brengen zou de soortsamenstelling en/of abundantie van vis in het Veerse Meer meetbaar moeten worden beïnvloed door de verstoring met continu onderwatergeluid (paragraaf 4.2.2). In onderstaande tekst is uiteengezet of dit het geval is.

Als gevolg van de aanlegwerkzaamheden in het Veerse Meer is sprake van verstoring door continu onderwatergeluid. De onderwaterverstoring die plaatsvindt verplaatst zich mee met de werkzaamheden langs het tracé, het vindt dus niet overal tegelijk plaats. Autonome scheepvaart zorgt reeds voor autonome verstoring door continu onderwatergeluid in het Veerse Meer. Ter indicatie: er passeerden in 2006 (meest recente data) zo'n 2.500 beroepsvaartschepen en 27.000 recreatievaartuigen sluizencomplex Veere (Rijkswaterstaat Dienst Zeeland, 2009). Een groot deel hiervan zal in ieder geval gedeeltelijk het tracé hebben gevolgd, gezien het tracé vrijwel parallel ligt met de vaargeul. De enkele aanlegschepen leiden dus tot een zeer beperkte hoeveelheid additionele onderwaterverstoring. Effecten die doorwerken op de soortsamenstelling en/of abundantie van de

visgemeenschap in het Veerse Meer zijn daarom uitgesloten. Er is geen sprake van achteruitgang van kwaliteitselement vis door verstoring met continu onderwatergeluid.

Macrofauna
Voor kwaliteitselement macrofauna is een beperkt risico op achteruitgang aanwezig (paragraaf 4.2.2). Om achteruitgang teweeg te brengen zou de diversiteit en/of soortenrijkdom van macrofauna in het Veerse Meer aanzienlijk moeten worden beïnvloed door de verstoring met continu onderwatergeluid (van minstens 0,50 naar <0,40, zie paragraaf 4.2.2). In onderstaande tekst is uiteengezet of dit het geval is.

In KRW-waterlichaam Veerse Meer treedt tijdens de aanlegwerkzaamheden continu-onderwatergeluid op in ruim de helft van het natoppervlak van het waterlichaam. Autonome scheepvaart zorgt echter reeds voor autonome verstoring door continu onderwatergeluid in het hele Veerse Meer. Zoals ook toegelicht in bovenstaande paragraaf voor het kwaliteitselement vis leiden de vaarbewegingen ten behoeve van de voorgenomen activiteit hierdoor slecht tot een geringe hoeveelheid additionele onderwaterverstoring. Door de werkzaamheden zullen macrofauna dus tijdelijk met een geringe toename in continu onderwaterverstoring te maken krijgen. Hierbij zijn effecten die doorwerken op de soortenrijkdom en/of -diversiteit van macrofaunagemeenschap in het Veerse Meer uitgesloten. Er is geen sprake van achteruitgang van kwaliteitselement macrofauna door verstoring met continu onderwatergeluid.

4.3.5 Habitataantasting

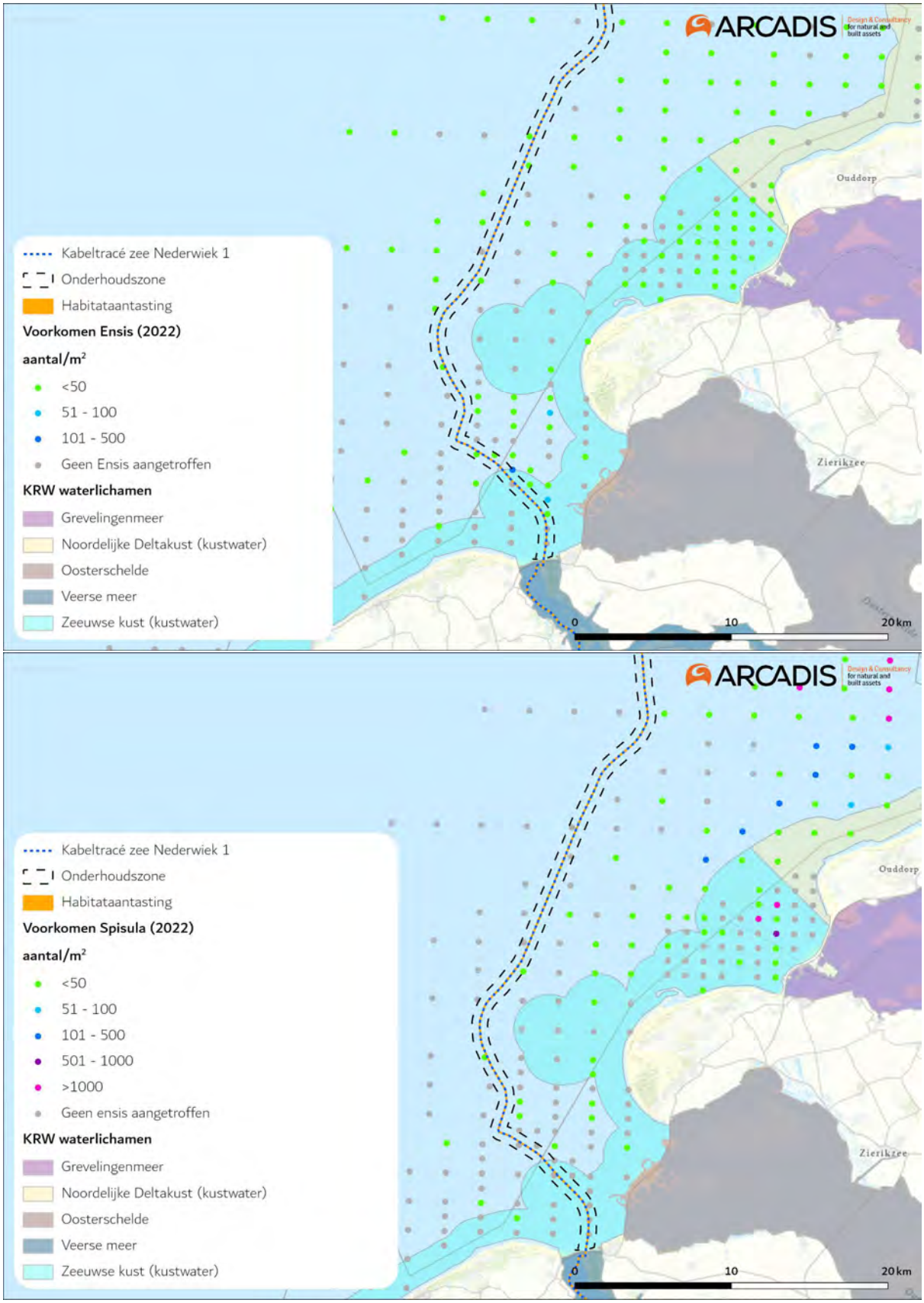
Zeeuwse kust
Macrofauna
In paragraaf 4.2.2 is de huidige staat van macrofauna in het waterlichaam Zeeuwse kust (kustwater) toegelicht. Hieruit bleek dat het risico op achteruitgang laag is. Om achteruitgang teweeg te brengen zou habitataantasting de diversiteit en/of soortenrijkdom van macrofauna in het gehele waterlichaam aanzienlijk moeten beïnvloeden (EKR van 0.73 naar <0,60, zie paragraaf 4.2.2).

De reikwijdte van habitataantasting is toegelicht in paragraaf 2.7. Er kan in KRW-waterlichaam Zeeuwse kust (kustwater) aantasting plaatsvinden van circa 17,2 hectare. Dit is een beperkt deel van het totale areaal van dit KRW-waterlichaam (8376 ha; < 0,05 %). Dit zijn absolute worst-case aannames waarbij voor het hele gebied uit wordt gegaan van een reikwijdte van 25 meter van bodemaantasting bij kabelaanleg. In de praktijk zal in de Zeeuwse kust grotendeels getrencht worden en wordt er slechts de laatste kilometer voor aanlanding gebaggerd voorafgaand aan het jet trenchen. Jet trenchen heeft een kleinere reikwijdte dan de gehanteerde worst-case. In de praktijk zal het verstoorde oppervlak daardoor minder zijn.

Binnen het KRW-waterlichaam zijn verschillende soorten schelpdieren aangetroffen rond het kabeltracé, met name halfgeknotte strandschelpen (*Spisula subtruncata*) en in minder mate mesheften (*Ensis*) (Figuur 4-9; Troost et al., 2022). Het kabeltracé loopt niet door bekende hotspots van schelpdiersoorten en de soorten zijn verspreid in de omgeving waargenomen (Figuur 4-9). Het tracé loopt wel langs twee meetpunten waar redelijke hoge dichtheden mesheften (Ensis) zijn aangetroffen. De soort komt echter verspreid door het gebied voor. Aantasting van een beperkt oppervlak met hogere dichtheden leidt zodoende niet direct tot beïnvloeding van de overkoepelende soortenrijkdom en diversiteit van macrofauna in het KRW-waterlichaam.

Alles overwegend zijn effecten op de overkoepelende soortenrijkdom en diversiteit van macrofauna in het KRW-waterlichaam niet aan de orde. Met name door het marginale aantastingsoppervlak is dit uitgesloten. Met de aantasting is dus geen sprake van achteruitgang van kwaliteitselement macrofauna in KRW-waterlichaam Zeeuwse kust (kustwater).

Achteruitgang is dus uit te sluiten. Daarnaast is het nog wel noemenswaardig dat habitataantasting van de zeebodem slechts een tijdelijk effect is. Uit onderzoek is gebleken dat de morfologie van een aangetaste zeebodem zich vaak al binnen een jaar herstelt door de natuurlijke dynamiek (Baptist et al., 2009). De tijd dat bodemfauna nodig heeft om in een aangetast gebied de oude biomassa en dichtheid weer te bereiken bedraagt doorgaans ook slechts één jaar, dit neemt toe tot 2-5 jaar voor organismen met langere levenscycli (zoals verschillende tweekleppige en zee-egels) (Baptist et al., 2009; Boudewijn, 2016; Coates et al., 2015; Rozemeijer et al., 2013). Na een worst-case periode van vijf jaar zal de lokaal omgewoelde bodem dus opnieuw gekoloniseerd zijn door bodemfauna en een natuurlijke morfologie vertonen.



Figuur 4-9 Ensis banken (boven) en Spisula banken (onder) in het kust gebied. Alle gegevens zijn op basis van puntmetingen Figuur aangepast uit (Troost et al., 2022).

Veerse Meer

Macrofauna

Voor kwaliteitselement macrofauna is een beperkt risico op achteruitgang aanwezig (paragraaf 4.2.2). Om achteruitgang teweeg te brengen zou de diversiteit en/of soortenrijkdom van macrofauna in het Veerse Meer aanzienlijk moeten worden beïnvloed door de habitataantasting (van minstens 0,50 naar <0,40, zie paragraaf 4.2.2). In onderstaande tekst is uiteengezet of dit het geval is.

Voor het kabeltracé van Net op zee Nederwiek 1 door het Veerse Meer hoeft niet gebaggerd te worden, er wordt alleen getrencht. De activiteit jet trenchen in het Veerse Meer leidt tot habitataantasting, dit heeft een gezamenlijke reikwijdte van 1,2 meter. Het beslaat daarmee in totaal een areaal van 1,42 hectare rond het tracé. Dit staat gelijk aan circa 0,07% van het totale natte oppervlak van het Veerse Meer (ca. 2.030 hectare).

Aanwezige macrofauna zal binnen de door habitataantasting beïnvloedde zone in aantal verminderen. Het gaat hierbij om effecten op zeer lokale schaal direct langs het tracé. Op deze locaties is een minimale hoeveelheid macrofauna aanwezig, ook is de diversiteit laag, dit is eerder in paragraaf 4.3.2 al uitgebreid is omschreven. Daar bleek ook dat het tracé geen overlap vertoont met hotspots voor macrofauna (Figuur 4-7), ook niet bij de ondiepe aanlandingslocaties.
In het Veerse Meer wordt dus minimaal oppervlak aangetast direct rond het tracé waar relatief lage dichthedenmacrofauna te verwachten zijn. Effecten die doorwerken op de soortenrijkdom en/of diversiteit van de macrofaunagemeenschap in het Veerse Meer zijn hierbij uitgesloten. Er is geen sprake van achteruitgang van kwaliteitselement macrofauna door habitataantasting.

Tevens wordt na enige tijd het aangetaste deel van de bodem weer geherkoloniseerd door macrofauna. Waardoor na enkele jaren de ‘oude’ situatie van voor de aantasting weer terugkeert. Dit positieve aspect is eerder toegelicht bij waterlichaam Zeeuwse kust. Het heeft geen invloed op de argumentatie dat geen sprake is van achteruitgang.

4.3.6 Elektromagnetische velden

Zeeuwse kust

Macrofauna

In paragraaf 4.2.2 is de huidige staat van macrofauna in het waterlichaam Zeeuwse kust (kustwater) toegelicht. Hieruit bleek dat het risico op achteruitgang laag is. Om achteruitgang teweeg te brengen zou het elektromagnetisch veld (EMV) de diversiteit en/of soortenrijkdom van macrofauna in waterlichaam Zeeuwse kust (kustwater) aanzienlijk moeten beïnvloeden (EKR van 0.73 naar <0,60, zie paragraaf 4.2.2) .

In paragraaf 3.2.8 is per soortgroep uiteengezet wat de meest recente inzichten zijn met betrekking tot EMV. Een uitgebreide literatuurstudie hierover is ook te vinden in Bijlage VII – D Effecten van elektromagnetische velden op zee. Er zijn aanwijzingen dat er van alle belangrijke soortgroepen soorten zijn die elektromagnetische velden kunnen waarnemen en hier effecten van kunnen ondervinden. Veel onderzoeken spreken over waardes van boven de 1.000 µT, allen laboratoriumstudies, waarbij de effecten tevens vaak uit (lichte) veranderingen in gedrag gaat (zie paragraaf 2.8.1). De EMV-waarden van het huidige project zijn significant lager dan de EMV-waarden gebruikt in de onderzoeken (zie ook Figuur 2-12). Aangezien niet alle soortgroepen gedekt zijn in

deze onderzoeken en er geenonderzoeken naar langdurige effecten in vivo zijn gedaan, is er sprake van een kennisleemte op het gebied van elektromagnetische velden. .

Samengevat wijst de meest actuele beschikbare kennis uit dat er kennisleemtes aanwezig zijn, maar dat meetbare effecten pas optreden bij zeer sterke elektromagnetische velden. De momenteel beschikbare kennis over EMV's suggereert dat er bij hoge EMV-waarden geen sprake is van concrete nadelige effecten die zouden kunnen doorwerken op de soortsamenstelling en/of abundantie van de macrofaunagemeenschap. Op basis daarvan is er geen aanleiding om aan te nemen dat er bij de relatief lage EMV-waarden van Nederwiek 1 een nadelige beïnvloeding plaatsvindt van de soortsamenstelling en/of abundantie van de macrofaunagemeenschap in KRW-waterlichaam. Het optreden van achteruitgang van kwaliteitselement macrofauna door elektromagnetische velden is daarom met voldoende zekerheid uitgesloten.

Veerse Meer

Macrofauna

Eerder is toegelicht dat macrofauna in het Veerse Meer een relatief beperkt risico heeft op achteruitgang. Om achteruitgang teweeg te brengen zou het elektromagnetische veld de diversiteit en/of soortenrijkdom van macrofauna in het gehele waterlichaam aanzienlijk moeten beïnvloeden (van minstens 0,50 naar <0,40, zie paragraaf 4.2.2). In onderstaande tekst is uiteengezet of dit het geval is.

De beoordeling voor kwaliteitselement macrofauna in KRW-waterlichaam Veerse Meer berust zich op eenzelfde redenatie als hierboven toegelicht voor macrofauna in KRW-waterlichaam Zeeuwse kust (kustwater). Bijkomend argument is dat het over grote deel van het tracé in het Veerse Meer, met het daarbij behorende elektromagnetische veld, in de diepe zone gelegen is. Hier is bodemleven in relatief lage dichtheden aanwezig en is de soortenrijkdom en diversiteit laag (eerder toegelicht). Eerder is aangetoond dat er geen sprake is van overlap met hotspots voor macrofauna in het Veerse Meer (Figuur 4-7).

Alles overwegend liggen concrete nadelige effecten op macrofauna van elektromagnetische velden die doorwerken op de soortenrijkdom en/of -diversiteit van de macrofaunagemeenschap op basis van de beschikbare kennis niet in de lijn der verwachting. Er is daarom geen aanleiding om aan te nemen dat de relatief lage EMV-waarden van Nederwiek 1 de soortsamenstelling en/of abundantie van de macrofaunagemeenschap nadelig zouden beïnvloeden in het Veerse Meer. Het optreden van achteruitgang van kwaliteitselement macrofauna door elektromagnetische velden is daarom met voldoende zekerheid uitgesloten en zodoende niet aan de orde.

Vis

Voor kwaliteitselement vis is een risico op achteruitgang aanwezig (paragraaf 4.2.2). De huidige toestand van vis zit relatief dicht bij de ondergrens van de klasse goed (respectievelijk EKR 0,47 vs. 0,45, zie paragraaf 4.2.2). Om achteruitgang teweeg te brengen zou de soortsamenstelling en/of abundantie van vis in het Veerse Meer meetbaar moeten worden beïnvloed door de elektromagnetische velden. In onderstaande tekst is uiteengezet of dit het geval is.

Zoals eerder omschreven is er sprake van een elektromagnetisch veld wanneer de kabel van Net op zee Nederwiek 1 in gebruik wordt genomen. Voor diverse vissoorten is bekend dat zij elektromagnetische velden kunnen waarnemen (Jørgensen, 1980; Otremba et al., 2019; Snoek et al., 2016). Wetenschappelijke literatuur levert verschillende bewijzen voor het feit dat vissen (lichtelijke)

veranderingen laten zien door elektromagnetische velden (Gill, 2015; Hutchison et al., 2018; Otremba et al., 2019). Palingen zwemmen bijvoorbeeld langzamer wanneer zij een magnetisch veld passeren (Otremba et al., 2019). Anderzijds zijn er ook bronnen die aangeven dat bepaalde vissoorten geen veranderingen in gedrag laten zien (Armstrong et al., 2015). Overkoepelend zijn er geen concrete aanwijzingen die suggereren dat een elektromagnetisch veld werkt als een (migratie) barrière voor vissen of dat het duidelijke negatieve gevolgen heeft voor de overlevingskansen e.d.

Bovenstaande studies zijn doorgaans uitgevoerd bij extreme laboratoriumomstandigheden boven de 1.000 µT. Het elektromagnetisch veld rond de kabel van Net op zee Nederwiek 1 bedraagt slechts een fractie van dergelijke waarden (2.8.1).

De huidige literatuur suggereert dat er bij hoge EMV-waarden geen sprake is van concrete nadelige effecten of barrièrewerking. Op basis van de beschikbare kennis is er daarom geen aanleiding om aan te nemen dat de relatief lage EMV-waarden van Nederwiek 1 de soortsamenstelling en/of abundantie van de visgemeenschap nadelig zouden beïnvloeden. Het optreden van achteruitgang van kwaliteitselement Vis door elektromagnetische velden is daarom op basis van de huidige kennis met voldoende zekerheid uit te sluiten en zodoende niet aan de orde.

4.3.7 Verontreiniging

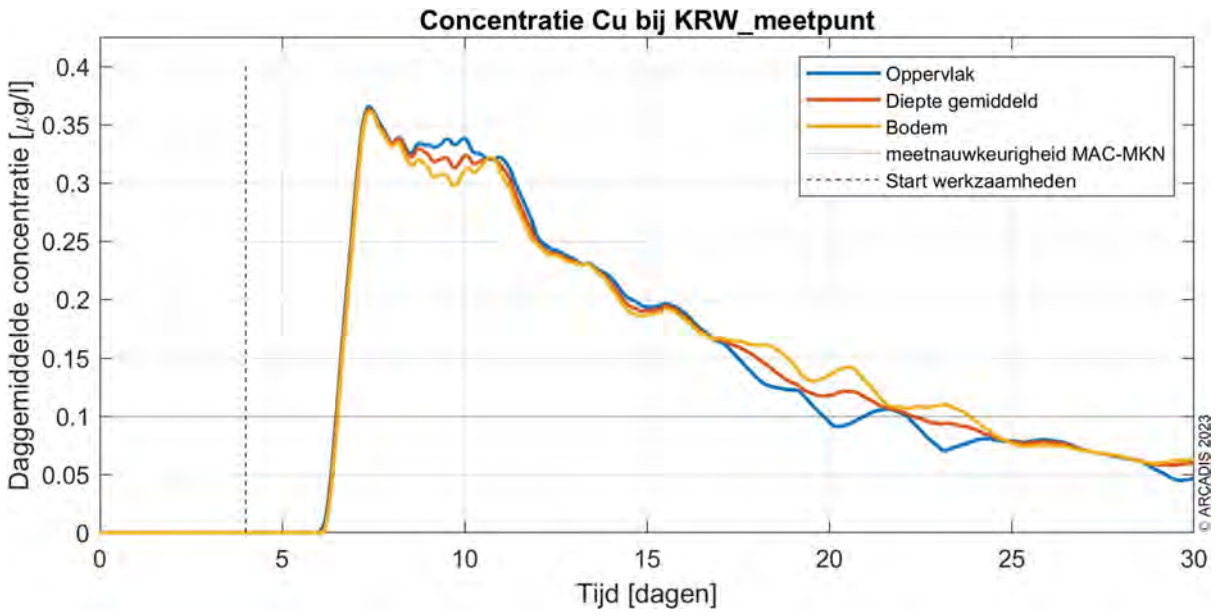
Veerse Meer

Prioritaire stoffen en specifieke verontreinigende stoffen

Voor prioritaire stoffen is een risico op achteruitgang aanwezig (paragraaf 4.2.2). Om achteruitgang teweeg te brengen moet een prioritaire stof de grenswaarde overschrijden als gevolg van de bodemroerende werkzaamheden. Wanneer een prioritaire stof de grenswaarde al overschrijdt is iedere concentratieverhoging achteruitgang. Hiervoor is gebruik gemaakt van het Indicatief waterbodemonderzoek Veerse Meer (zie ook paragraaf 2.9.2) en modelberekeningen, voor een deel met waterkwaliteitsmodel DELWAQ . In onderstaande tekst is aan de hand van deze bronnen uiteengezet of achteruitgang aan de orde is.

Met behulp van het waterkwaliteitsmodel DELWAQ is voor een aantal stoffen de verspreiding op basis van de hydrodynamische processen in het Veerse Meer berekend. Voor iedere stof is een tijdreeks gemaakt over het verloop van de (toegevoegde) concentratie op het KRW-meetpunt (meetpunt eerder getoond in Figuur 4-8[6]). Figuur 4-10 geeft een voorbeeld voor koper. Hierin is te zien dat de daggemiddelde concentratie oploopt na bijna twee dagen na de start van de werkzaamheden. Na 3,5 weken is de concentratie op het KRW-meetpunt weer onder de meetnauwkeurigheid voor koper. Voor iedere stof het maximale daggemiddelde als uitgangspunt genomen om aan te toetsen. Dit om te voorkomen dat het beeld wordt bepaald door een worst-case modelsignaal van slechts 10 minuten. De hoogte cq concentratie verlopen voor de overige gemodelleerde stoffen is opgenomen in hoofdstuk 6.

[6] NB: Ondanks dat uit de vertroebelingsstudie in het Veerse Meer blijkt dat vertroebeling niet reikt tot het KRW-meetpunt (Figuur 4-8) reiken sommige verontreinigde stoffen wel tot dit meetpunt. Dit komt omdat in de vertroebelingsfiguren gewerkt wordt met een ondergrens van 2 mg/l, de meetbare grens voor slib. Aan slib gebonden stoffen kunnen wel verder door het systeem verspreiden, ook als de slibconcentraties heel laag zijn. Daarnaast zijn er ook opgeloste, niet aan slib gebonden, stoffen die zich door de waterkolom verspreiden.



Figuur 4-10 Verloop van de daggemiddelde koperconcentratie op het KRW-meetpunt.

Toetsing aan de piek middels de MAC-MKN

Ten behoeve van de beoordeling is voor een groot aantal stoffen een modelberekening uitgevoerd met DELWAQ (zie ook bijlage 1 bij de Watertoets). DELWAQ bevat echter niet alle stoffen die in het Veerse meer als prioritaire of specifiek verontreinigende stof zijn aangewezen (zie paragraaf 2.9.2) zijn aangetroffen, voor deze stoffen is een beroep gedaan op de relatief eenvoudige partitieberekeningen uit bijlage 1 en 2 bij deze Watertoets. Hiervoor zijn maximale concentratie-toenames berekend via de evenwichts-coëfficiënten voor die stoffen. In Tabel 4-7 zijn de prioritaire stoffen weergegeven, waarbij een onderscheid is gemaakt tussen de stoffen die wel voldoen en niet voldoen aan de goede toestand in 2021 (zie Tabel 4-7). In Tabel 4-8 is dat voor de specifiek verontreinigende stoffen gedaan. De toetsing is uitgevoerd door te onderzoeken of de maximale toename van de concentratie kan leiden tot een overschrijding van de MAC-MKN[7] ter plaatse van de werkzaamheden. Het betreft hier immers een piekwaarde op één dag, en niet een langdurige toename van concentraties. De achtergrondconcentraties zijn bepaald op basis van publiek toegankelijke (https://waterinfo-extra.rws.nl/overige-links-0/internationale-rapportages/krw-oordelen-rijkswaterstaat/) meetresultaten op het KRW punt in het Veerse meer in de periode 2019-2021 (laatste drie jaar). Voor een aantal van de stoffen is geen MAC-MKN waarde afgeleid, deze stoffen zijn niet beoordeeld. Het gaat hier om indeno(1,2,3, c,d)pyreen (verhoging van 0,0011 µg/l op basis van de methode uit het rapport Arcadis 2021) en chroom (verhoging van 0,83 µg/l op basis van methode DELWAQ).

In het waterbodemonderzoek zijn geen PDBE's gemeten. Door Akerman et al., (2004) zijn in 2003 PBDE's gemeten in de Nederlandse Kustzone. De concentraties ten noorden van het Veerse Meer zijn gebruikt als indicatieve waarde voor het Veerse meer. Aangezien PDBE's in het water gevolg zijn van atmosferische depositie kunnen deze gegevens worden gebruik. In dit onderzoek zijn 5 van de 6 verbindingen gemeten, op het punt Haringvliet 1 is de somconcentratie 4,77 µg/kg droge stof.

[7] De MAC-MKN is de maximaal aanvaardbare concentratie milieukwaliteitsnorm. Deze grenswaarde is toepasbaar bij kortstondige blootstelling aan verontreinigde stoffen. Tegenhanger is de jaargemiddelde milieukwaliteitsnorm (JG-MKN), welke toepasbaar is bij langdurige blootstelling.

Uitgaande van deze bodemconcentratie wordt de verhoging door de aanleg van de kabel van de waterconcentratie op 0,00001 µg/l geschat, deze is opgenomen in Tabel 4-7.

Tabel 4-7 Effecten prioritaire stoffen

Toestand 2021	Stof	Toename* (µg/l)	Methode (zie bijlage 1 en 2)	Achtergrond-concentratie (µg/l)	MAC-MKN (µg/l)	MAC overschreden
Voldoet niet	Kwik	0,00063	DELWAQ	0,00012	0,07	Nee
	Som PBDE	0,00001	Partitie-model	n.a.	0,014	Nee
Voldoet wel	Cadmium	0,0040	DELWAQ	0,0090	1,5	Nee
	Lood	0,085	DELWAQ	0,021	14	Nee
	Nikkel	0,21	DELWAQ	0,72	34	Nee
	Antraceen	0	Partitie-model	0,004	0,1	Nee
	Benzo(a)pyreen	0,0019	DELWAQ	0,002	0,027	Nee
	Benzo(k)fluorantheen	0,001	Partitie-model	0,000077	0,017	Nee
	Benzo(g,h,i)perylene	0,0005	Partitie-model	0,00023	0,00082	Nee
	Fluorantheen	0,0018	DELWAQ	0,0023	0,12	Nee
	Naftaleen	0,001	Partitie-model	0,040	130	Nee
	Tributyltin	0,00002	Partitie-model	0,000075	0,0015	Nee

*Toename voor stoffen beoordeeld met DELWAQ ligt op het KRW meetpunt en voor stoffen met partitiemodel zonder verspreiding direct boven de ingreep.

Tabel 4-8 Effecten specifieke verontreinigde stoffen

Toestand 2021	Stof	Toename* (µg/l)	Methode	Achtergrondconcentratie (µg/l)	MAC-MKN (µg/l)	Meetnauw-keurigheid ((µg/l)	>MAC activiteit/ >onnauw-keurigheid
Voldoet niet	Arseen	0,03	Partitie-model	2,3	1,1	0,1	nee
	Koper	0,43	DELWAQ	1,9	4,5	0,1	Nee
Voldoet wel	Zink	0,62	DELWAQ	2,2	15,6	0,1	Nee
	Benzo(a)antra-ceen	0,0011	Partitie-model	0,0010	0,01	0,01	Nee
	Chryseen	0,001	Partitie-model	0,0040	0,008	0,001	Nee
	Fenantreen	0,001	Partitie-model	0,0052	6,7	0,1	Nee
	PFOA	0,001	Partitie-model	0,0015	560	1	Nee
	PFOS	0,006	Partitie-model	0,0015	7,2	0,1	Nee

*Toename voor stoffen beoordeeld met DELWAQ ligt op het KRW meetpunt en voor stoffen met partitiemodel zonder verspreiding direct boven de ingreep.

Voor alle stoffen geldt dat de MAC-MKN niet wordt overschreden en is op grond daarvan een overschrijding niet aan de orde. Voor arseen geldt dat in de huidige situatie er een structurele overschrijding is. De toename is echter kleiner dan de meetnauwkeurigheid (dat geldt overigens voor alle stoffen), waardoor er geen sprake is van een toename.

Conclusies is dat de activiteit niet leidt tot achteruitgang van de chemische waterkwaliteit op het KRW-meetpunt. Uitgaande van de resultaten op het KRW-meetpunt is geen achteruitgang te

verwachten bij de biologische kwaliteitselementen fytoplankton, macrofauna en vis. De maximaal aanvaardbare concentratie milieunorm wordt namelijk niet overschreden.

Toetsing aan de jaargemiddelde concentratie (JG-MKN)
Toetsing aan de JG-MKN doen we alleen voor de stoffen welke nu niet voldoen aan de JG-MKN (Factsheet Oppervlaktewater (overheidsbestanden.nl)). Daar mag immers niets bij komen omdat de norm al wordt overschreden. Het gaat hierbij om de prioritaire stoffen kwik en PBDE en de specifiek verontreinigende stoffen koper en arseen. Op basis van het handboek immissietoets (Rijkswaterstaat, 2019), wordt er gesteld dat een lozing geen relevante invloed kan hebben, wanneer deze ter hoogte van het monitoringspunt niet leidt tot een verhoging van de concentratie van een stof die wordt gemonitord (in het handboek wordt dit geduid als de meetnauwkeurigheid). Dit is een waarde gebaseerd op de JG-MKN. Als de verhoging minder dan 1 van het laatste decimaal van de JG-MKN is, is de verhoging dus niet overschrijdend (voorbeeld: de JG-MKN van koper is 3,5 ug/l. De meetnauwkeurigheid is dan 0,1). Daarvoor is onderzocht of de toename jaargemiddeld in concentratie groter is dan de nauwkeurigheid van de monitoring van de stof. Dit is opgenomen in Tabel 4-9.

Tabel 4-9 Toetsing aan meetnauwkeurigheid van stoffen die niet voldoen

Voldoet niet voor	Stof	Jaargemiddelde toename*(µg/l)	Methode	Meetnauw-keurigheid (µg/l)	Toename groter dan meetnauwkeurigheid
Specifiek verontreinigende stoffen	Arseen	0,03	Partitiemodel	0,1	Nee
	Koper	0,013	DELWAQ	0,1	Nee
Prioritaire stoffen	Kwik	0,000009	DELWAQ	0,00001	nee
	PBDE	0,00000071	partitiemodel	0,00001	nee

*Toename voor stoffen beoordeeld met DELWAQ ligt op het KRW meetpunt en voor stoffen met partitiemodel zonder verspreiding direct boven de ingreep.

Geconcludeerd wordt dat de jaargemiddelde toename van de stoffen die in de huidige situatie niet voldoen aan de JG-MKN kleiner zijn dan de meetnauwkeurigheid van die stoffen, daarmee is er geen sprake van een meetbare toename van de jaargemiddelde concentratie.

4.3.8 Combinatie van gevolgen

Door een combinatie van gevolgen kunnen organismen die onderdeel zijn van de ecologische maatlatten mogelijk langdurigere en/of zwaardere effecten ondervinden. In onderstaande paragrafen is toegelicht of de gecombineerde gevolgen van dit project tot achteruitgang van kwaliteitselementen kan leiden in de KRW-waterlichamen Zeeuwse kust en Veerse Meer.

Zeeuwse kust
Voor KRW-waterlichaam Zeeuwse kust kan uitsluitend biologisch kwaliteitselement macrofauna een combinatie van gevolgen ondervinden. Tijdens de aanlegfase gaat het hier om een combinatie van vertroebeling, habitataantasting en onderwatergeluid. Tijdens de gebruiksfase gaat het enkel om elektromagnetische velden. Het gevolg elektromagnetische velden is al behandeld in paragraaf 4.3.6 en wordt niet versterkt door een andere effectketen uit de aanlegfase. Het wordt hier daarom niet verder beschouwd.

Voor de aanlegfase gelden de volgende punten:

- Deze gevolgen kunnen in een klein gebied tegelijkertijd optreden. Habitataantasting vindt plaats in een zeer klein areaal, daarbuiten vindt dus geen combinatie van effecten plaats.
- Wat betreft onderwatergeluid, zoals beschreven in paragraaf 4.3.4, is macrofauna vooral gevoelig voor geluid met hoge dB-waardes die vooral bij impuls-onderwatergeluid vrijkomt. Er is ook geen reden om aan te nemen dat effecten van habitataantasting en vertroebeling versterkt worden door onderwatergeluid.
- Buiten de reikwijdte van habitataantasting en onderwatergeluid is enkel vertroebeling nog aan de orde, hetgeen behandeld is in paragraaf 4.3.2.

Voor de combinatie van habitataantasting en vertroebeling geldt dat er een zeer klein stuk van het gehele oppervlakte van KRW-waterlichaam Zeeuwse kust effecten ondervindt van deze gevolgen. Het gaat om 0,05% van het totaaloppervlak van waterlichaam Zeeuwse kust. Het effect van vertroebeling op macrofauna is tevens minimaal, het valt weg in de vertroebeling van het van nature dynamische kustwater (zie ook 4.3.2). Er is geen reden om aan te nemen dat in dit geval effecten van habitataantasting versterkt worden door vertroebeling. Hierdoor ondervindt Macrofauna in KRW-gebied Zeeuwse kust over het algemeen alleen effecten van habitataantasting tijdens de aanleg, welke beschreven staan in paragraaf 4.3.5. Het gecombineerde effect van de verschillende gevolgen van de activiteit is verwaarloosbaar. Achteruitgang door gecombineerde effecten is uitgesloten.

Veerse Meer

In KRW-waterlichaam Veerse Meer kunnen de biologische kwaliteitselementen vis en macrofauna een gecombineerd effect ondervinden. Het gaat in de aanlegfase bij vis om vertroebeling en onderwaterverstoring door continu onderwatergeluid. Voor macrofauna gaat het in de aanlegfase om vertroebeling, sedimentatie, habitataantasting en onderwaterverstoring door continu onderwatergeluid. Tijdens de gebruiksfase is het enige gevolg voor beide kwaliteitselementen elektromagnetische velden. Het gevolg elektromagnetische velden wordt dus niet versterkt door een andere effectketen. Elektromagnetische velden is afzonderlijk behandeld in paragraaf 4.3.6 en wordt hier daarom niet verder beschouwd.

Eerder is bepaald dat zowel de effecten van continu onderwatergeluid als die van vertroebeling wegvallen bij andere autonome verstoringsbronnen door bijvoorbeeld scheepvaart, visserij en stormen in het gebied. Hierdoor werd bij de losstaande gevolgen beoordeeld dat vis niet wordt beïnvloed en er geen sprake is van effecten. Er is geen reden om aan te nemen dat de gevolgen elkaar versterken. Het effect op kwaliteitselement vis is daarom niet groter dan eerder beoordeeld. Van achteruitgang door gecombineerde effecten op soortsamenstelling en/of abundantie is dus geen sprake.

Ook voor de macrofauna gemeenschap in het Veerse Meer leiden gecombineerde gevolgen van habitataantasting, sedimentatie, vertroebeling en onderwatergeluid niet tot merkbare effecten op de soortenrijkdom en/of -diversiteit. Van achteruitgang van kwaliteitselement macrofauna is geen sprake. Deze conclusie wordt getrokken omdat alle effecten grotendeels optreden in de diepe zone van het Veerse Meer. De dichtheid, soortenrijkdom en diversiteit van macrofauna is in deze diepe zone aanzienlijk (ca. 5 keer) lager dan in de ondiepe zones (uitgebreid toegelicht in paragraaf 4.3.2 - Veerse Meer - Macrofauna). Daarnaast is binnen het door habitataantasting beïnvloedde oppervlak geen combinatie van effecten mogelijk. Worst-case uitgangspunt is namelijk dat alle macrofauna binnen dit beperkte oppervlak door de aantasting wordt vernietigd. Van de combinatie van sedimentatie, vertroebeling en onderwatergeluid in het gebied daar omheen is het gevolg sedimentatie het meest relevant. Vertroebeling en onderwatergeluid is namelijk soortgelijk aan de

autonome situatie, hierbij zijn meetbare effecten eerder uitgesloten(eerder toegelicht in de bijbehorende effectbeoordelingen, paragraaf 4.3.2 en 4.3.4). Het gecombineerde effect van sedimentatie zorgt lokaal mogelijk voor een (tijdelijke) vermindering in dichtheid. De overkoepelende soortenrijkdom en/of -diversiteit van macrofauna in het Veerse Meer wordt daarmee echter niet negatief beïnvloed. Achteruitgang van het kwaliteitselement is daarom uitgesloten.

4.4 Cumulatie

4.4.1 Toelichting

Bij de effectbepaling van de gevolgen is voor ieder gevolg uitgegaan van een worst-case seizoen van realisatie, voor zover van toepassing. Er zijn geen effecten vastgesteld op zee of het Veerse meer. Wel zijn er enkele gevolgen die geen effect hebben op zichzelf, maar mogelijk wel in combinatie met andere projecten:

- **Vertroebeling.** Geconcludeerd wordt dat vertroebeling geen achteruitgang veroorzaakt van de kwaliteitselementen fytoplankton, macrofauna en vis. Doorzicht (fysisch-chemisch) ondervindt ook geen achteruitgang. Wanneer bij andere projecten ook vertroebeling optreedt, kan in cumulatie mogelijk wel sprake zijn van achteruitgang van kwaliteitselementen of andere relevante parameters. Daarom wordt vertroebeling meegenomen in de cumulatietoets.
- **Sedimentatie.** Geconcludeerd wordt dat sedimentatie niet leidt tot achteruitgang van kwaliteitselement macrofauna. Door de gelijktijdige aanleg van Net op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma en Nederwiek 1, kan in cumulatie mogelijk wel sprake zijn van achteruitgang. Daarom wordt habitataantasting meegenomen in de cumulatietoets.
- **Continu-onderwatergeluid**. Continu-onderwatergeluid wat optreedt tijdens de aanlegfase leidt niet tot achteruitgang van macrofauna en/of vis. Door de gelijktijdige aanleg van Net op zee IJmuiden Ver Alpha en Nederwiek 1, kan dit in cumulatie mogelijk wel leiden tot achteruitgang van kwaliteitselementen. Daarom wordt continu-onderwatergeluid meegenomen in de cumulatietoets.
- **Habitataantasting.** Geconcludeerd wordt dat habitataantasting niet leidt tot achteruitgang van kwaliteitselement macrofauna. Door de gelijktijdige aanleg van Net op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma en Nederwiek 1, kan in cumulatie mogelijk sprake zijn van achteruitgang. Daarom wordt habitataantasting meegenomen in de cumulatietoets.
- **Elektromagnetische velden**. Voor EMV-velden is op basis van de beschikbare kennis geconcludeerd dat nadelige effecten niet te verwachten zijn, achteruitgang van kwaliteitselementen door meetbare doorwerking op soortenrijkdom en abundantie is zodoende niet aan de orde. EMV-velden kunnen echter worden beïnvloed door andere kabels in de nabijheid, waaronder Netten op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta, Gamma en Nederwiek 2. Daarom wordt dit onderwerp in deze cumulatietoets meegenomen.
- **Verontreiniging**. Geconcludeerd wordt dat verontreiniging geen achteruitgang veroorzaakt van de kwaliteitselementen fytoplankton, macrofauna en vis. Chemische kwaliteit ondervindt ook geen achteruitgang. Wanneer bij andere projecten ook verontreiniging optreedt, kan in cumulatie mogelijk wel sprake zijn van achteruitgang van kwaliteitselementen of andere relevante parameters. Daarom wordt verontreiniging meegenomen in de cumulatietoets.

4.4.2 Projecten meegenomen in cumulatie-toets

Projecten worden meegenomen in de cumulatietoets wanneer er sprake is van overlap in tijd of ruimte. Er is gekeken naar projecten in de vergunningenbank en aanvullend ook naar Wind op zee projecten die op het moment van schrijven (juni 2023) nog niet vergund zijn, maar in Routekaart windenergie op zee 2023 en Routekaart windenergie op zee 2030 staan, zie Tabel 4-10 (zie ook paragraaf 1.2 Deel A).

In de vergunningenbank zijn op dit moment (juni 2023) drie mogelijk relevante projecten gevonden voor vertroebeling. Er zijn geen projecten gevonden waarbij EMV of impuls onderwatergeluid wordt geproduceerd. In de cumulatietoets wordt daarom voor impuls onderwatergeluid en EMV alleen gekeken naar cumulatie met Wind op zee projecten die op het moment van schrijven (juni 2023) nog niet vergund zijn.

Voor vertroebeling zijn de volgende projecten gevonden: Vanaf 2018 wordt de Nieuwe Waterweg verdiept en vindt baggeronderhoud plaats van de Nieuwe Waterweg, het Scheur en de hoofdvaargeul van de Botlek (referentie DGAN-NB/16097406). Deze vergunning loopt tot en met januari 2026. Daarnaast is er een vergunning voor baggeronderhoud van de havens bij de Oosterscheldekering en verspreiding van vrijgekomen baggerspecie (referentie DGNVLG/21150069). Deze vergunning loopt van juni 2021 tot en met maart 2025. Het onderhoud van de Tweede Maasvlakte wordt meegenomen aangezien dit in 2026 plaatsvindt. Tevens is ook nog Net op zee Hollandse Kust (west Beta) meegenomen aangezien deze onder Routekaart 2030 valt en de werkzaamheden overlappen met Net op zee Nederwiek 1. In Tabel 4-11 worden de potentiële cumulerende effecten tussen Net op zee Nederwiek 1 en autonome ontwikkelingen opgesomd. In de paragrafen na de tabel wordt per autonoom project beschreven of er potentiële cumulerend effecten optreden of niet.

Tabel 4-10 Projecten die overlap in tijd of locatie hebben met Net op zee Nederwiek 1.

Projectnaam	Locatie	Jaar van uitvoering
Verdieping Nieuwe Waterweg, Botlek en 2e Petroleumhaven	Nieuwe Waterweg, Botlek en 2e Petroleumhaven	2018-2025
Baggeronderhoud havens bij de Oosterscheldekering	Oosterschelde	Winter 2021/2022 t/m winter 2023/2024
Aanleg en onderhoud Tweede Maasvlakte	Tweede Maasvlakte	2024 en 2026
Net op zee Hollandse kust (west Beta)	Noordzee	2024-2025
Net op zee IJmuiden Ver Alpha	Noordzee en Veerse Meer	2024-2029
Net op zee IJmuiden Ver Beta	Noordzee	2024-2028
Net op zee IJmuiden Ver Gamma	Noordzee	2024-2029
Net op zee Nederwiek 2	Noordzee	2025-2029

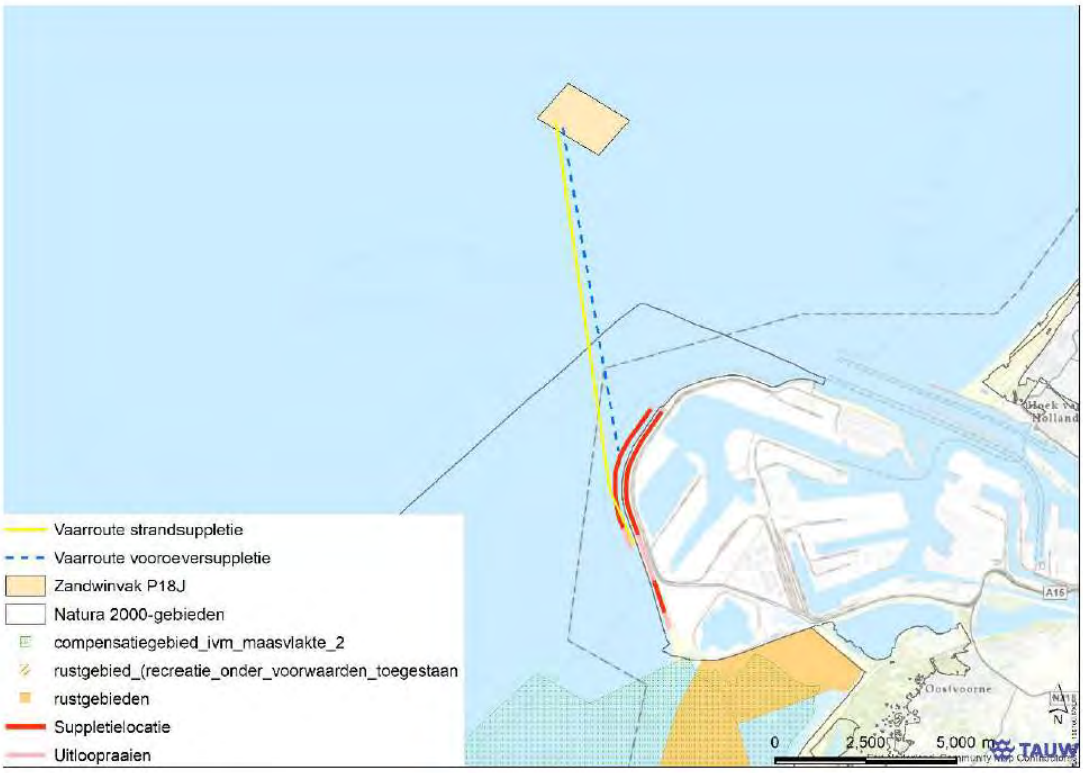
Tabel 4-11 Potentiële cumulerende effecten tussen Net op zee Nederwiek 1 en autonome ontwikkelingen (een X betekent dat er mogelijk cumulerende effecten zijn).

Projectnaam	Vertroebeling	Sedimentatie	Continu-onderwater-verstoring	Habitat-aantasting	Elektromagnetische velden	verontreiniging
Verdieping Nieuwe Waterweg, Botlek en 2e Petroleumhaven	X					
Baggeronderhoud havens bij de Oosterscheldekering	X					
Aanleg en onderhoud Tweede Maasvlakte	X					
Net op zee Hollandse kust (west Beta)	X		X			
Net op zee IJmuiden Ver Alpha	X	X	X	X	X	x
Net op zee IJmuiden Ver Beta	X	X	X	X	X	
Net op zee IJmuiden Ver Gamma	X	X	X	X	X	
Net op zee Nederwiek 2	X	X	X	X	X	

Autonome projecten (vergund en toekomstig)

Aanleg en onderhoud Tweede Maasvlakte

Elke twee jaar wordt de (zachte) zeewering van de Tweede Maasvlakte onderhouden door middel van zandsuppleties. In een MER voor zandwinning in de Noordzee staan autonome zandwinactiviteiten voor de aanleg en onderhoud van de Tweede Maasvlakte van 10 miljoen m^3 gepland in 2024 en 2026 (Sweco, 2017). Dit zullen ook de jaren zijn waarin zandsuppletie zal plaatsvinden ten behoeve van kusthandhaving. Hoogstwaarschijnlijk zijn dit worst-case aantallen, of zijn dit cumulatieve berekeningen voor verschillende activiteiten. Voor de suppleties van 2022 zijn er meer gedetailleerde bronnen beschikbaar. Voor de aanleg en onderhoud wordt ongeveer 1,4 miljoen m^3 zand gewonnen. Dit zal plaatsvinden in september 2022 (Tauw, 2021). De aanleg en onderhoud activiteiten zijn vergund onder referentie DGNVLG / 20182743. De locatie van deze zandwinning bevindt zich in de Noordzee circa 10 km ten westen/noordwesten van Tweede Maasvlakte (Figuur 4-11). Werkzaamheden voor de aanleg en onderhoud van de Tweede Maasvlakte kunnen in cumulatie optreden met vertroebeling.



Figuur 4-11 Zandwinninglocaties en suppletielocaties voor onderhoud de Tweede Maasvlakte. Overgenomen uit (Tauw, 2021).

Verdieping Nieuwe Waterweg, Botlek en 2e Petroleumhaven
De activiteit betreft de verdieping, met behulp van baggerschepen, van de Nieuwe Waterweg, de Botlek en 2e Petroleumhaven, inclusief verdiepingen bij ligplaatsen voor schepen langs kades en steigers, inclusief extra onderhoud dat in de toekomst noodzakelijk is als gevolg van de verdieping. De activiteit is vergund onder referentie DGAN-NB/16097406.

De verdiepingswerkzaamheden vinden gefaseerd plaats. In de periode 2016-2017 is de eerste fase, waarin de voornaamste baggerwerkzaamheden plaatsvinden en circa 4,7 m^3 miljoen bodemmateriaal afgegraven wordt. In de periode 2018-2025 is de tweede fase, en zijn verdere verdiepingswerkzaamheden gepland voor een betere bereikbaarheid van aangrenzende havenbekkens en ligplaatsen. De hoeveelheid af te graven bodemmateriaal is deze fase 2 miljoen m^3. Werkzaamheden voor de verdieping van de Nieuwe Waterweg, Botlek en 2e Petroleumhaven kunnen in cumulatie optreden met vertroebeling.

Baggeronderhoud havens bij de Oosterscheldekering
Omdat de havens niet voldoen aan de benodigde nautische diepte, worden zes (werk)havens aan de Oosterscheldekering gebaggerd. De activiteit is vergund onder referentie DGNVLG / 21150069.

Vier van de havens liggen aan de binnenzijde (Oosterschelde) en twee havens liggen aan de zeezijde (Noordzee) van de Oosterscheldekering. De vrijkomende baggerspecie van de vier binnenhavens wordt in het gebied (de Oosterschelde) nuttig toegepast. De baggerspecie uit de havens aan de buitenzijde wordt geborgen in de Noordzee en op vijf locaties verspreid rondom de monding van de Oosterschelde. Werkzaamheden voor baggeronderhoud havens bij de Oosterscheldekering kunnen in cumulatie optreden met vertroebeling.

Net op zee Hollandse Kust (west Beta)
Voor de Routekaart windenergie op zee 2030 heeft de Nederlandse overheid vastgelegd dat in 2030 verschillende windparken op zee zijn gebouwd en op land zijn aangesloten. Het windpark Hollandse Kust (west) maakt hier deel van uit. Werkzaamheden van Net op zee Hollandse Kust (west Beta) overlappen in tijd met Net op zee Nederwiek 1. In 2024-2025 worden de kabels aangelegd, waarbij ook gebaggerd wordt. Werkzaamheden van Net op zee Hollandse Kust (west Beta) kunnen in cumulatie optreden met vertroebeling.

Net op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta, Gamma, Nederwiek 1 en Nederwiek 2
Naast Net op zee Nederwiek 1 zijn worden ook Netten op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta, Gamma en Nederwiek 2 aangelegd. De aanleg van Net op zee Nederwiek 1 rondt af in 2029. De aanleg van Net op zee IJmuiden Ver Beta rondt naar verwachting in 2028 af. De aanleg van Net op zee IJmuiden Ver Alpha en Gamma rond naar verwachting in 2029 af. Vanwege de parallelle ligging van Net op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma, Nederwiek 1 en Nederwiek 2 worden vertroebeling, impuls-onderwatergeluid, bovenwaterverstoring, elektromagnetische velden, verstoring op land en habitataantasting op land in cumulatie beoordeeld[8]. Van de vijf tracés worden er maximaal 4 tracés tegelijk aangelegd (door TenneT aangegeven uitgangspunt).

Voor het beoordelen van cumulerende effecten op zee is uitgegaan van de onderstaande twee scenario's:
1. Het aanleggen van vier van de vijf Netten van de Netten op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta, Gamma, Nederwiek 1 en Nederwiek 2 vindt plaats met **één jaar ertussen.** Er zal geen overlap optreden in werkzaamheden aan de vier projecten.
2. Het aanleggen van de kabels van vier van de vijf Netten van de Netten op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta, Gamma, Nederwiek 1 en Nederwiek 2 vindt plaats in **hetzelfde seizoen**.

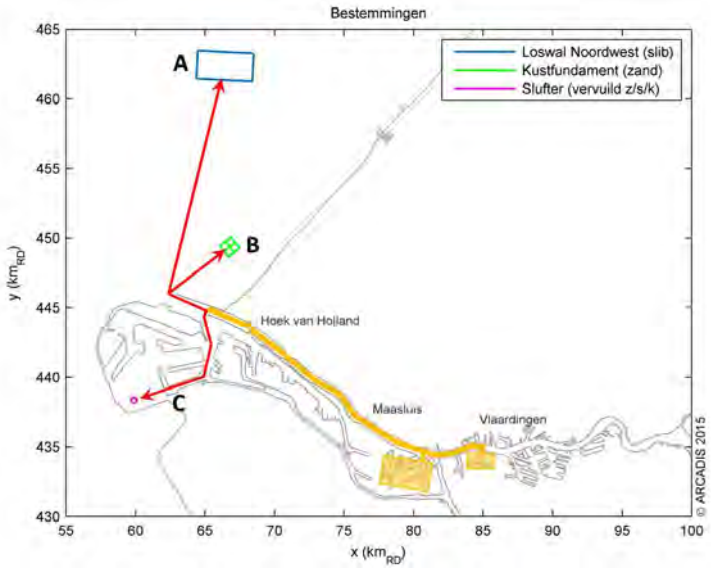
4.4.3 Vertroebeling

Aanleg en onderhoud Tweede Maasvlakte
Gezien de aanleg van Net op zee Nederwiek 1 die op zijn vroegst in maart 2025 start, zal er voor de suppletie van 2022 en 2024 geen overlap in tijd plaatsvinden. Indien soortgelijke zandwinningen en suppleties gepland zijn voor 2026 kan er een overlap in tijd zijn. De zandwinningswerkzaamheden voor aanleg en onderhoud (suppletie) zullen wel voor vertroebeling zorgen. Deze werkzaamheden zijn echter niet op de plek van de aanlanding van Net op zee Nederwiek 2, maar noordelijker. Deze gebieden overlappen dus niet en vanwege de verwachte korte duur van de suppletie treedt er geen cumulatie van effecten op tussen deze projecten.

Verdieping Nieuwe Waterweg, Botlek en 2e Petroleumhaven
Aangezien de aanleg van Net op zee Nederwiek 1 op zijn vroegst in maart 2025 start, is alleen de tweede fase relevant voor mogelijke cumulatie van vertroebeling. In de tweede fase zal het sediment worden verspreid op Loswal Noordwest (zie Figuur 4-12). Voor de worst-case wordt aangenomen dat de tweede fase (2018-2025) in 1 jaar wordt uitgevoerd. In dat geval bedraagt de toename van de tweede fase ten opzichte van de huidige situatie in de orde van 0,5 mg/L verhoging in de kustnabije zone. Het is de vraag of deze verhoging meetbaar is en niet wegvalt in de ruis van het systeem. Verderop langs de kust zal de verhoging als gevolg van de tweede fase nog een stuk

[8] Er is geen effectief verschil tussen de resultaten van de modellen of beoordeling van welke 4 van de vijf met elkaar cumuleren. Omdat de overige 3 kabels eerder aangelegd worden, en NW1 en NW2 na elkaar, en daarmee technisch nog niet vergund zijn, is er gekozen om hier te kijken naar cumulatie van NW1 met Alpha, Beta en Gamma.

lager liggen. Daarnaast is het waarschijnlijk dat de tweede fase verspreid over de jaren 2019 – 2025 wordt uitgevoerd. Indien dit het geval is zal er zo'n kleine hoeveelheid per jaar verspreid worden dat dit als niet relevant kan worden beschouwd (Arcadis, 2015). De worst-case verhoging is dusdanig beperkt dat significant negatieve effecten als gevolg van cumulatie worden uitgesloten.



Figuur 4-12 De ligging van verspreidingslocaties gebruikt bij project verdieping Nieuwe Waterweg. Relevant voor cumulatie met Net op zee Nederwiek 1 is verspreidingsvak Loswal Noordwest, welke gebruikt wordt in fase 2 (Arcadis, 2015).

Baggeronderhoud havens bij de Oosterscheldekering

De bagger- en stortwerkzaamheden worden in drie winterperiodes (tussen 1 oktober en 31 maart) uitgevoerd, te beginnen met winter 2021/2022. De derde en laatste serie van werkzaamheden vindt plaats in de winter 2023/2024. Aanleg van Net op zee Nederwiek 1 begint op zijn vroegst op 1 maart 2025, hierdoor vindt er geen overlap in tijd plaats tussen de projecten. Er treedt geen cumulatie op van vertroebeling.

Net op zee Hollandse Kust (west Beta)

De slibwolk die vrijkomt bij de werkzaamheden van Net op zee Hollandse Kust (west Beta) verspreid zich niet verder dan de kust van Noord-Holland (zie Figuur 4-13) en zal zodoende niet in geografische locatie overlappen met Net op zee Nederwiek 2. Tevens zijn er genoeg uitwijkmogelijkheden voor duikende en op zichtjagende vogels wanneer beide vertroebelingswolken gelijktijdig optreden. Effecten van cumulatie van vertroebeling tussen deze projecten is uitgesloten.

Figuur 4-13 Gebied tot waar de dieptegemiddelde slibwolk (> 2 mg/L) ten gevolge van de werkzaamheden van Hollandse Kust (west Beta) reikt (Arcadis, 2018). N.B. dit is een ouder figuur gebaseerd op oudere data vanuit Hollandse Kust (west Beta).

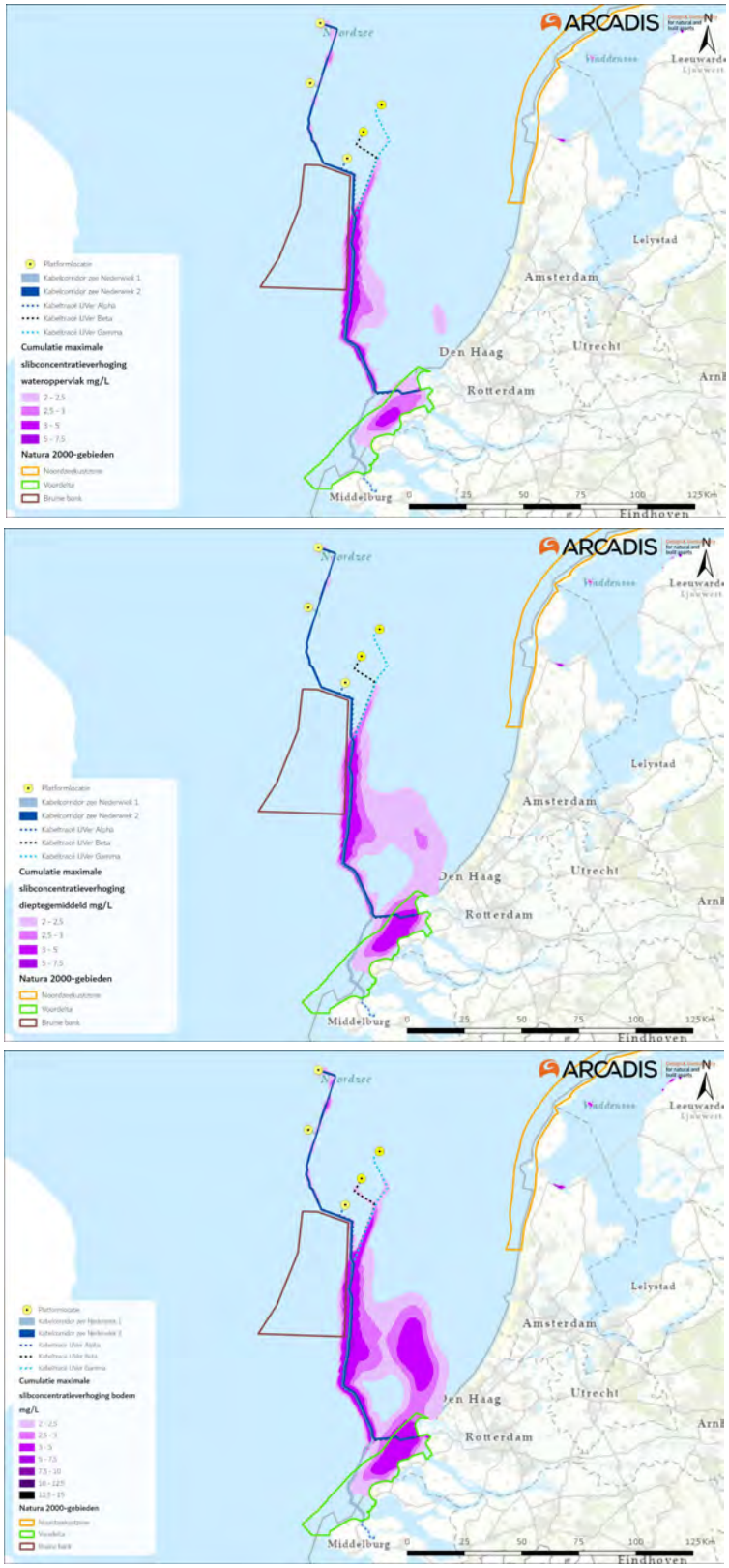
Net op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta, Gamma, Nederwiek 1 en Nederwiek 2

Figuur 4-14 geeft een beeld van de cumulatie van de maximale concentratieverhoging van het totale gebied, waar op enig moment gedurende de werkzaamheden van Net op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta, Gamma en Nederwiek 1 slibconcentratieverhogingen plaatsvinden. In Figuur 4-13 is een worst-case modellering gebruikt waarin alle 4 de Netten op zee tegelijk aangelegd worden en allemaal starten vanaf land. Ook wordt in de studie gewerkt met een scenario waarbij de aanleg in een korte periode van enkele maanden wordt gedaan. Het ingraven van de kabels kan over een langere periode plaatsvinden, maar dit leidt ten alle tijden tot lagere vertroebeling dan gemodelleerd. Ook is het onwaarschijnlijk dat er daadwerkelijk 4 kabels tegelijk aangelegd worden, in de praktijk zal de vertroebeling dus minder ver reiken.

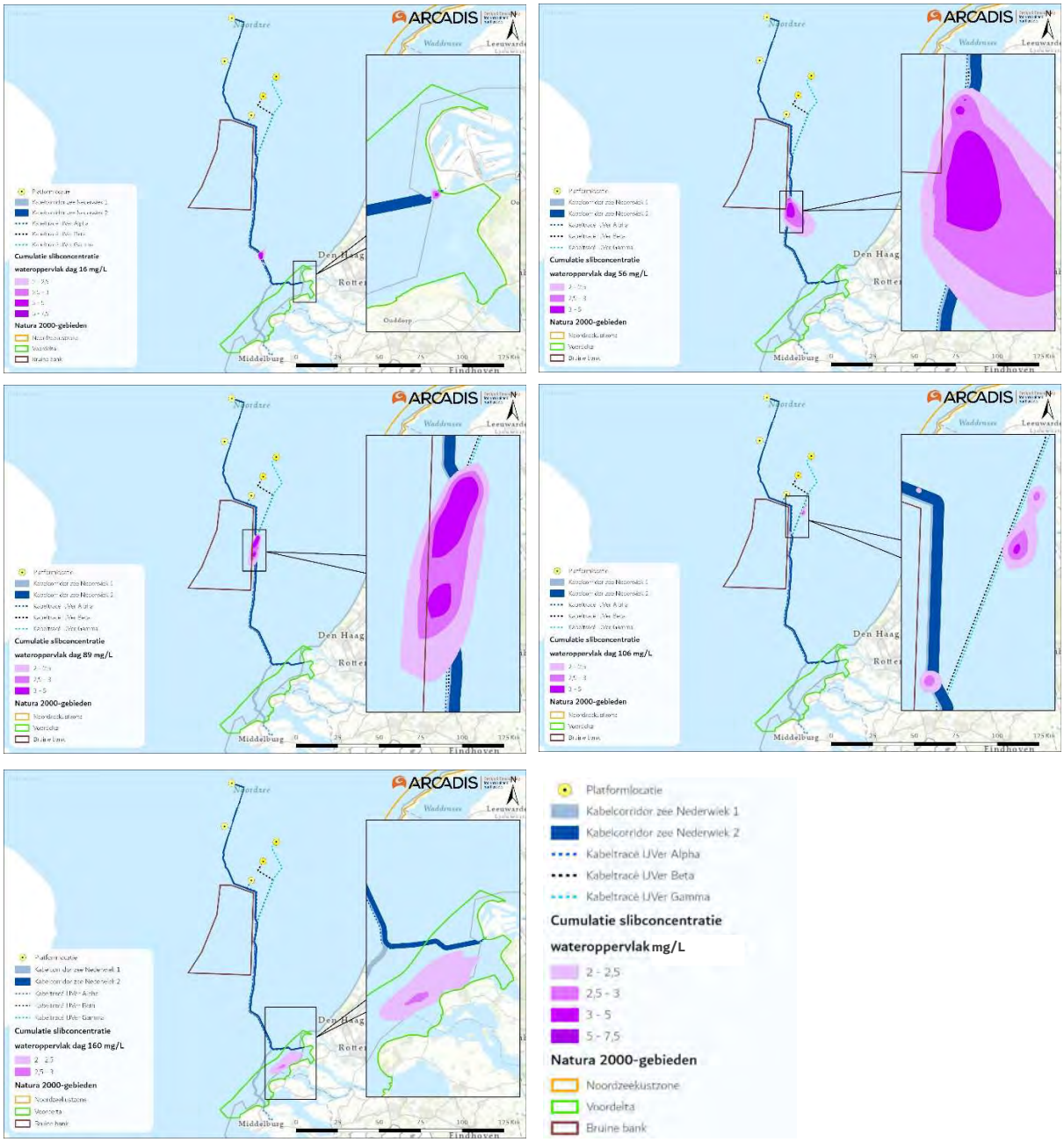
Figuur 4-15 toont voor elke locatie op de kaart de maximale absolute mogelijke worst-case combinatie van vertroebeling van Netten op zee IJmuiden Ver Beta, Gamma, Nederwiek 1 en Nederwiek 2 (scenario 1b). Ook is de slibwolk in werkelijkheid op ieder willekeurig moment tijdens de werkzaamheden kleiner dan weergegeven in de Figuur 4-15. De slibwolken bewegen namelijk mee met de (bagger)werkzaamheden van Net op zee IJmuiden Ver Beta, Gamma, Nederwiek 1 en Nederwiek 2 en doven weer uit. Ter illustratie wordt in de Figuur 4-15 het verloop van de vertroebeling in het bovenste gedeelte van de waterkolom op verschillende momenten in tijd weergegeven voor een combinatie van dagen van Netten op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma en Nederwiek 1 om zo een ruimtelijk beeld te krijgen van de verplaatsingen van de slibpluim. De baggerwerkzaamheden vinden in het scenario plaats van west naar oost. In de praktijk

is het mogelijk dat aannemers tegengesteld werken of op andere locaties tegelijk aan het werk zijn. In Figuur 4-15 zijn verschillende combinaties gemaakt tussen dagen van Netten op zee IJmuiden Ver, Beta en Gamma, Nederwiek 1 en Nederwiek 2 die voor vertroebeling zorgen in hetzelfde gebied. Voor dagen van Net op zee Nederwiek 1 is hiervoor onder andere gekozen voor dagen die zorgen voor de grootste vertroebeling rond de Bruine Bank (dag 76) en de Voordelta (dag 5).

Uit de figuren valt af te leiden dat de maximale gecumuleerde daggemiddelde slibconcentratie-verhoging op zee aan het wateroppervlak, dieptegemiddeld en bij de bodem niet hoger is dan 7,5 mg/L. In de Voordelta is de maximale concentratieverhoging aan het wateroppervlak 12,5 mg/L en voor dieptegemiddeld en bij de bodem is het 15 mg/L. Dit valt binnen de natuurlijke variatie, zoals te zien in Figuur 4-6.



Figuur 4-14 Cumulatie van de maximale omvang baggerpluimen van de Netten op zee IJmuiden Ver Beta, IJmuiden Ver Gamma, Nederwiek 1 en Nederwiek 2 gedurende de gehele simulatieperiode voor wateroppervlak (boven), dieptegemiddeld (midden) en bodem (onder). Betreffende worst-case combinatie van maximale vertroebeling. De concentratieverhogingen door de werkzaamheden zijn, aan de hand van een kleurenschaal, weergegeven als daggemiddelde (mg/L).



Figuur 4-15 Verspreiding van gecumuleerde daggemiddelde vertroebeling door de tijd aan het wateroppervlak van verschillende combinaties van geografisch nabijgelegen gemodelleerde dagen van de Netten op zee IJmuiden Ver Beta, IJmuiden Ver Gamma, Nederwiek 1 en Nederwiek 2. De aanleg vindt plaats van west naar oost.

Zeeuwse kust (kustwater)

De effecten van de reikwijdte van vertroebeling zijn toegelicht in paragraaf 4.3.2. Vertroebeling raakt het KRW-waterlichaam Zeeuwse kust, wat kan resulteren in effecten op de kwaliteitselementen fytoplankton en macrofauna.

Fytoplankton & Macrofauna

Het kwaliteitselement fytoplankton kan beïnvloed worden door vertroebeling door de vermindering van de primaire productie. Ook macrofauna kan worden beïnvloed door vertroebeling. De

vertroebelingswolk die optreedt in de aanlegfase van Net op zee Nederwiek 1 beslaat <0,08% van het KRW-waterlichaam.

Door de gelijktijdige aanleg van Net op zee Nederwiek 1 en Netten op Zee IJmuiden ver Alpha, Beta en Gamma kan het effect van vertroebeling cumuleren. Het gaat hier om relatief kortdurende vertroebeling over beperkte arealen ten opzichte van het KRW-waterlichaam. De vertroebeling vindt plaats in een dynamisch kustsysteem waar van nature al hoge slibconcentraties kunnen voorkomen. Hierdoor zijn ook in cumulatie effecten op de abundantie van fytoplankton en de diversiteit en soortenrijkdom van macrofauna niet aan de orde.

Conclusie*:* Er is geen sprake van achteruitgang van fytoplankton en/of macrofauna door cumulatie van vertroebeling in het KRW-waterlichaam Zeeuwse kust.

Veerse Meer

Fytoplankton

Wanneer de aanleg van Net op zee Nederwiek 1 en Net op zee IJmuiden ver Alpha in het Veerse Meer gezamenlijk wordt beschouwd is gedurende een langere tijd sprake van (lokale) vertroebeling. Slibconcentraties bereiken geen hogere waarde aangezien aanleg na elkaar gebeurt. Beide projecten vinden plaats tussen 1 september en 1 mei. Hiermee wordt op voorhand de kritieke periode voor primaire productie ontzien. In cumulatie is daarom ook geen sprake van effecten op de abundantie van fytoplankton.

Conclusie*:* Er is geen sprake van achteruitgang van fytoplankton door cumulatie van vertroebeling in het KRW-waterlichaam Veerse Meer.

Macrofauna

Eerder is geconcludeerd dat de macrofauna gemeenschap in het Veerse Meer niet wezenlijk wordt beïnvloed door de vertroebeling tijdens de aanlegfase van Net op zee Nederwiek 1. Het gaat door de kortdurende vertroebeling van relatief hoge concentratie direct langs het tracé hooguit om lichte effecten op zeer beperkte lokale schaal. Op deze locaties is macrofauna in lage dichtheden aanwezig, ook is de diversiteit laag en zijn er geen noemenswaardige hotspots aanwezig. De kabel van Net op Zee IJmuiden ver Alpha ligt parallel aan die van Net op zee Nederwiek 1. Hiervoor geldt dus hetzelfde wat betreft de lage dichtheid e.d. In Net op Zee IJmuiden ver Alpha is ook sprake van baggeren en verspreiden, hiervan is in de toenmalige toetsing geconcludeerd dat het niet leidt tot negatieve effecten op macrofauna. Het verdwijnen van soorten uit de aanwezige macrofauna gemeenschappen (binnen afzonderlijke ecotopen) in het Veerse Meer als gevolg van de cumulerende vertroebeling ligt daarom niet in de lijn der verwachting. Doorwerking op de maatlat voor soortenrijkdom en/of diversiteit van macrofauna in het Veerse Meer als geheel is daarom ook niet aan de orde.

Conclusie: Er is geen sprake van achteruitgang van macrofauna door cumulatie van vertroebeling in het KRW-waterlichaam Veerse Meer.

Vis

Eerder is geconcludeerd dat de visgemeenschap in het Veerse Meer niet wezenlijk wordt beïnvloed door de vertroebeling tijdens de aanlegfase van Net op zee Nederwiek 1. Er is hooguit sprake van een kortdurende verplaatsing van diverse vissoort(groep)en op lokale schaal. Dit werkt niet door op de soortsamenstelling en/of abundantie van vis op het niveau van het gehele Veerse Meer. Wanneer

de aanleg van Net op zee Nederwiek 1 en Net op zee IJmuiden ver Alpha in het Veerse Meer gezamenlijk wordt beschouwd is gedurende een langere tijd sprake van (lokale) vertroebeling. Slibconcentraties bereiken geen hogere waarde aangezien aanleg na elkaar gebeurt. Het blijft hierbij hooguit bij een tijdelijke verplaatsing van diverse vissoort(groep)en op lokale schaal. Dit leidt niet tot veranderingen in soortsamenstelling en/of abundantie van vis op het niveau van het gehele Veerse Meer.

Conclusie: Er is geen sprake van achteruitgang van vis door cumulatie van vertroebeling in het KRW-waterlichaam Veerse Meer.

Doorzicht (fysisch-chemisch)
Het effect van vertroebeling in het KRW-waterlichaam Veerse Meer op doorzicht (fysisch-chemisch) is toegelicht in 4.3.2. Hier komt naar voren dat vertroebeling niet reikt tot het KRW-meetpunt waar doorzicht wordt gemeten t.b.v. het KRW-oordeel. Er is daarom geen sprake van beïnvloeding van het doorzicht op het KRW-meetpunt. Achteruitgang van chemisch-fysisch kwaliteitselement doorzicht is uitgesloten. In cumulatie met de Net op Zee IJmuiden Ver Alpha in het Veerse Meer resulteert dit niet tot andere effecten in het kader van doorzicht. Dit omdat de aanleg van beide projecten na elkaar plaatsvindt. De vertroebeling die ontstaat door Net op zee Nederwiek 1 wordt niet versterkt. De vertroebeling van beide projecten staat daarom los van elkaar in het kader van doorzicht. De langere vertroebelingsduur waar met beide projecten gezamenlijk sprake van is heeft geen invloed op parameter doorzicht. Hierbij gaat het uitsluitend om het meetbare doorzicht (in cm) op één willekeurig (of maximaal) moment.

Conclusie: Er is geen sprake van achteruitgang van doorzicht (fysisch-chemisch) door cumulatie van vertroebeling in het KRW-waterlichaam Veerse Meer.

4.4.4 Sedimentatie

Veerse Meer
Macrofauna
De gecumuleerde effecten van sedimentatiezijn enigszins vergelijkbaar met de effecten van vertroebeling (zoals eerder beschreven in bovenstaande paragraaf). Sedimentatie vindt echter plaats in een nauwere zone rond de tracés. De kabel van Net op Zee IJmuiden ver Alpha ligt parallel aan die van Net op zee Nederwiek 1. De kabels liggen voor het overgrote deel in de diepe zone van het Veerse Meer. Hiervoor geldt dus weer hetzelfde dat er vooral overlap is met waterbodems waar een lage dichtheid en soortrijkdom van macrofauna aanwezig is. Eerder is ook weergegeven dat er geen noemenswaardige hotspots van macrofauna bekend zijn langs het kabeltracé van Net op zee Nederwiek 1, dit geldt dus ook voor de parallel gelegen Alpha kabel. Voor Net op zee IJmuiden ver Alpha wordt op enkele locaties buiten het tracé om baggerspecie verspreid. Hier is ook sprake van sedimentatie.

Eerder is toegelicht dat als uitgangspunt is aangenomen dat de EKR voor macrofauna momenteel onder de GEP zit tussen de 0,50 en 0,59 (paragraaf 4.2.2). Op basis hiervan is een beperkt risico aanwezig op achteruitgang. Sedimentatie moet een aanzienlijk effect op de diversiteit en/of soortenrijkdom hebben in meerdere ecotopen van het Veerse Meer om achteruitgang teweeg te brengen (van minstens 0,50 naar <0,40, zie paragraaf 4.2.2). Hiervan is geen sprake bij cumulatie van sedimentatie. De overkoepelende soortenrijkdom en/of -diversiteit van macrofauna in het Veerse Meer wordt niet negatief beïnvloed en er is dus geen sprake van achteruitgang. Naast de

beoordeling dat er geen sprake is van achteruitgang wordt de gedeeltelijk beïnvloedde zone van de bodem ook weer geherkoloniseerd, het effect op macrofauna (waarbij geen sprake is van achteruitgang!) is dus hooguit tijdelijk.

Conclusie: Er is geen sprake van achteruitgang van macrofauna door cumulatie van sedimentatie in het KRW-waterlichaam Veerse Meer.

4.4.5 Continu-onderwatergeluid

Zeeuwse kust & Veerse Meer

Macrofauna & Vis

Eerder is al beoordeeld dat het onderwatergeluid van de werkzaamheden niet wezenlijk onderscheidend is van de autonome situatie. Een effect op macrofauna en vis door onderwatergeluid van Net op zee Nederwiek 1 was daarom uitgesloten, van achteruitgang van de kwaliteitselementen was geen sprake. De werkzaamheden van de verschillende Netten op zee veroorzaken ook een relatief beperkte toename aan continu onderwatergeluid ten opzichte van de autonome situatie en Net op zee Nederwiek 1. De macrofauna en vis in de KRW-waterlichamen is hier al aan gewend. Continu-onderwatergeluid leidt daarom in cumulatie met andere projecten ook niet tot merkbare effecten op de macrofauna- en visgemeenschap.

Conclusie: Er is geen sprake van achteruitgang van macrofauna door cumulatie van continu-onderwatergeluid in het KRW-waterlichaam Zeeuwse kust en Veerse Meer. Dit geldt ook voor kwaliteitselement vis in het KRW-waterlichaam Veerse Meer.

4.4.6 Habitataantasting

Zeeuwse kust (kustwater)

Macrofauna

In paragraaf 4.3.5 zijn de effecten bepaald van habitataantasting voor Net op zee Nederwiek 1. Tijdens de aanlegfase vindt zeer lokaal habitataantasting plaats in het KRW waterlichaam Zeeuwse kust. Dit is een worst-case aanname waarbij een reikwijdte wordt gehanteerd van 25 meter bodemaantasting bij kabelaanleg. Het gebied wat aangetast wordt is <0,05% van het totale KRW-waterlichaam.

Habitataantasting kan effect hebben op het kwaliteitselement macrofauna. Vanwege de parallelle ligging van de kabeltracés van Net op zee Nederwiek 1 met Net op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma, kunnen de effecten van habitataantasting cumuleren. Aangezien de tracés binnen het KRW-waterlichaam dezelfde route volgen, neemt het areaal van habitataantasting binnen grofweg dezelfde zone toe. Rond de tracés zijn geen noemenswaardige hotspots bekend van schelpdieren. Omdat het in cumulatie nog steeds om fracties van een procent van het KRW-waterlichaam gaat waar aantasting plaatsvindt zijn effecten op de overkoepelende soortenrijkdom en diversiteit van macrofauna in het KRW-waterlichaam niet aan de orde.

Achteruitgang is dus uit te sluiten. Daarnaast is het nog wel noemenswaardig dat habitataantasting van de zeebodem slechts een tijdelijk effect is. Op termijn (worst-case <5 jaar) is aangetast areaal weer volledig geherkoloniseerd (eerder toegelicht in paragraaf 4.3.5).

Conclusie: Er is geen sprake van achteruitgang van macrofauna door cumulatie van habitataantasting in het KRW-waterlichamen Zeeuwse kust.

Veerse Meer
Macrofauna
In paragraaf 4.3.5 zijn de effecten bepaald van habitataantasting voor Net op zee Nederwiek 1. Tijdens de aanlegfase vindt er zeer lokaal habitataantasting plaats in het KRW waterlichaam Veerse Meer kust. Dit is een worst-case aanname waarbij een gezamenlijke reikwijdte wordt gehanteerd van 1,2 meter bodemaantasting bij kabelaanleg. Het gebied dat aangetast wordt is <0,07% van het totale KRW-waterlichaam.

De habitataantasting vindt voor het overgrote deel plaats in de diepe zone van het Veerse Meer, namelijk in de vaargeul. Uit monitoring is gebleken dat benthos juist in grote hoeveelheden voorkomt in de ondiepe delen van het Veerse Meer. Rond het tracé zijn zodoende geen noemenswaardige hotspots bekend van schelpdieren. In combinatie met het eerder toegelichte uitgangspunt dat een beperkt risico aanwezig is op achteruitgang van kwaliteitselement macrofauna is geconcludeerd dat achteruitgang niet aan de orde is.

Vanwege de parallelle ligging van de kabeltracés van Net op zee Nederwiek 1 met Net op zee IJmuiden Ver Alpha is voor beide tracés sprake van een gunstige ligging wat betreft macrofauna. Rond de tracés is de soortenrijkdom en de dichtheid laag, ook zijn geen noemenswaardige hotspots aanwezig. Daarnaast gaat het in cumulatie met Net op zee IJmuiden Ver Alpha nog steeds om fracties van een procent van het KRW-waterlichaam waar aantasting plaatsvindt. Hierdoor zijn effecten op de overkoepelende soortenrijkdom en diversiteit van macrofauna in het KRW-waterlichaam Veerse Meer niet aan de orde.

Conclusie: Er is geen sprake van achteruitgang van macrofauna door cumulatie van habitataantasting in het KRW-waterlichamen Veerse Meer.

4.4.7 Elektromagnetische velden

Zeeuwse kust (kustwater)
Macrofauna
In paragraaf 4.3.6 en Bijlage VII-D zijn de effecten van elektromagnetische velden beschreven op de kwaliteitselementen macrofauna in het KRW-waterlichaam Zeeuwse kust.
Op basis van de beschikbare informatie is geconcludeerd dat de veldsterktes van de projecten ruim onder de waarden liggen waarbij mogelijk effecten optreden op soorten macrofauna.

Voor cumulatie van het elektromagnetisch veld moeten de respectievelijke elektromagnetische velden overlappen. In de kustzone liggen de kabels op een onderlinge afstand van 200 meter. In paragraaf 2.8.1 is toegelicht dat het elektromagnetisch veld van de kabel van Net op zee Nederwiek 1 horizontaal niet verder rijkt dan circa 40 meter. Hetzelfde geldt voor de vergelijkbare kabel van Net op zee IJmuiden Ver Alpha. Er is dus geen sprake van overlap en in cumulatie nemen de waarden van de EMV's dus niet toe. Macrofauna wordt in cumulatie dus alleen blootgesteld aan een groter areaal waarin EMV's van dezelfde sterkte plaatsvinden. Hiervan is eerder geconcludeerd dat negatieve effecten bij dergelijke waarden op basis van de huidige kennis niet te verwachten zijn.

Conclusie: Er is geen sprake van achteruitgang van macrofauna door cumulatie van elektromagnetische velden in het KRW-waterlichamen Zeeuwse kust op basis van de huidige kennis.

Veerse Meer
Macrofauna & Vis
In paragraaf 4.3.6 en Bijlage VII-D zijn de effecten van elektromagnetische velden beschreven op de kwaliteitselementen macrofauna en vis in het KRW-waterlichaam Veerse Meer.
Op basis van de beschikbare informatie is geconcludeerd dat de veldsterktes van de projecten ruim onder de waarden liggen waarbij mogelijk effecten optreden op soorten macrofauna en vis die kunnen doorwerken op de soortsamenstelling, diversiteit en/of abundantie van de soortgemeenschappen.

Voor cumulatie van het elektromagnetisch veld moeten de respectievelijke elektromagnetische velden overlappen. In het Veerse Meer liggen de kabels op een onderlinge afstand van 50 meter. In paragraaf 2.8.1 is toegelicht dat het elektromagnetisch veld van de kabel van Net op zee Nederwiek 1 horizontaal niet verder rijkt dan circa 40 meter. Hetzelfde geldt voor de vergelijkbare kabel van Net op zee IJmuiden Ver Alpha. Er is dus sprake van overlap. In van Essen (2021) is cumulatie van EMV's door naastgelegen kabels behandeld. Hieruit volgt dat er een licht cumulatief effect is, vooral op grote afstand van de kabelsystemen. Op die grote afstand zijn de veldsterkten echter ook zeer laag. De EMV waarden worden in cumulatie dus hooguit licht versterkt maar blijven van soortgelijke aard. In cumulatie wordt de vis en macrofauna in het Veerse Meer wel blootgesteld aan een groter areaal waarin EMV's aanwezig zijn. Bij dergelijke waarden is eerder op basis van de huidige kennis geconcludeerd dat effecten op de soortsamenstelling, diversiteit en/of abundantie van de soortgemeenschappen vis en macrofauna niet in de lijn der verwachting liggen en met voldoende zekerheid kunnen worden uitgesloten. Het exacte areaal speelt daarin geen rol.

Conclusie: Er is geen sprake van achteruitgang van macrofauna en vis door cumulatie van elektromagnetische velden in het KRW-waterlichamen Veerse Meer.

4.4.8 Verontreiniging

Veerse Meer
Chemische kwaliteit en biologische kwaliteitselementen
Wanneer de aanleg van Net op zee Nederwiek 1 en Net op zee IJmuiden ver Alpha in het Veerse Meer gezamenlijk wordt beschouwd, is gedurende twee momenten sprake van opwerveling van aanwezige verontreinigingen in de waterbodem. Voor het Net op zee IJmuiden Ver Alpha is een watervergunning verleend. Voor dit project zijn naast het jet trenchen, ook baggerwerkzaamheden voorzien. Bij het Net op zee Nederwiek 1 gaat het alleen om jet trenchen, dit project maakt gebruik van de voor IJmuiden Ver Alpha uitgevoerde baggerwerkzaamheden.

Het baggeren zal een dusdanig ruime periode (minimaal enkele weken) voorafgaand aan het jet trenchen van beide kabels worden uitgevoerd, dat de verontreiniging weer is gesedimenteerd voordat het jet trenchen begint en er geen cumulatie optreedt met de baggerwerkzaamheden. Worst-case wordt het jet trenchen voor beide kabels (min of meer) gelijktijdig uitgevoerd. Aangezien er geen modelmatige aanpak is gehanteerd bij IJmuiden Ver Alpha wordt het resultaat van de berekening voor Net op zee Nederwiek 1 als uitgangspunt genomen.

Toetsing effecten cumulatie aan MAC-MKN

De piekwaardes in cumulatie zijn op dezelfde wijze aan de MAC getoetst als de piekwaardes van Net op zee Nederwiek 1. De cumulatieve toenames op het KRW-meetpunt zijn tweemaal de toenames van Net op zee Nederwiek 1. Tabel 4-12 geeft de toetsing weer voor de prioritaire stoffen, en Tabel 4-13 voor de specifiek verontreinigende stoffen. De tabellen laten zien dat met uitzondering van benzo(g,h,i)peryleen voor geen van de stoffen de MAC waarde in cumulatie met IJmuiden Ver Alpha wordt overschreden.

Tabel 4-12 Effecten prioritaire stoffen

Toestand 2021	Stof	Cumulatieve toename op KRW punt (µg/l)	Achtergrondconcentratie (µg/l)	MAC-MKN (µg/l)	MAC overschreden
Voldoet niet	Kwik	0,00126	0,00012	0,07	Nee
	Som PBDE	0,00002	n.a.	0,014	Nee
Voldoet wel	Cadmium	0,008	0,0090	0,15	Nee
	Lood	0,17	0,021	14	Nee
	Nikkel	0,42	0,72	34	Nee
	Anthraceen	0	0.004	0,1	Nee
	Benzo(a)pyreen	0,0038	0.002	0,027	Nee
	Benzo(k)fluorantheen	0,002	0.000077	0,017	Nee
	Benzo(g,h,i)peryleen	0,001	0.00023	0,00082	Ja
	Fluorantheen	0,0036	0.0023	0,12	Nee
	Naftaleen	0,002	0.040	130	Nee
	Tributyltin	0,00004	0.000075	0,0015	Nee

Tabel 4-13 Effecten specifieke verontreinigde stoffen

Toestand 2021	Stof	Cumulatieve toename op KRW punt (µg/l)	Achtergrondconcentratie (µg/l)	MAC-MKN (µg/l)	MAC overschreden
Voldoet niet	Arseen	0	2.3	1,1	Nee
	Koper	0,86	1.9	4.5	Nee
Voldoet wel	Zink	1,24	2.2	15,6	Nee
	Benzo(a)antraceen	0,0022	0,0010	0,01	Nee
	Chryseen	0,002	0.0040	0,007	Nee
	Fenantheen	0,002	0.0052	6,7	Nee
	PFOA	0,002	0.0015	560	Nee

Voor benzo(g,h,i)peryleen wordt bij cumulatie, in combinatie met de hoogte van de achtergrond, de waarde van de MAC-MKN overschreden. Dat is op basis van de waarde ter plaatse van de werkzaamheden. De modellering van het concentratieverloop van vrijkomende stoffen, zie bijvoorbeeld figuur 4-10, dit is ook geldig voor andere stoffen, laat zien dat sprake is van een piek bij uitvoering van werkzaamheden die verdwijnt na enkele dagen. Een effectieve mitigerende maatregel is de werkzaamheden niet gelijktijdig maar achtereenvolgens uit te voeren. Met voldoende tijd tussen de werkzaamheden kan de opgetelde maximale toename op enig moment worden beperkt. Op het moment dat de toename door verdunning gehalveerd is, is er al geen sprake meer van een overschrijding in cumulatie. Omdat benzo(g,h,i)peryleen niet gemodelleerd is in DELWAQ is het modelresultaat uit DELWAQ van een stof met een vergelijkbaar gedrag qua verspreiding, benzo(a)pyreen, gehanteerd. De modelberekening laat zien dat concentratie door de aanleg na ongeveer 11 dagen dermate laag dat in combinatie de MAC-MKN niet wordt overschreden. In de praktijk is er ook sprake van tijd tussen de aanleg aangezien voor de aanleg

nieuwe kabelhaspelsmoeten worden gehaald. Door de tussenliggende tijd voldoende ruim te houden wordt overschrijding van de norm voorkomen.

Als mitigerende maatregel wordt als uitgangspunt voorgesteld een periode van twee weken (14 dagen) tussen het einde van de aanleg van de eerste kabel en begin van de aanleg van de tweede kabel.

Toetsing effecten cumulatie aan JG-MKN
Bij de toetsing aan de JG-MKN zijn de stoffen bekeken die in de huidige situatie niet voldoen aan de norm. Het gaat hierbij om de prioritaire stoffen kwik en PBDE en de specifiek verontreinigende stoffen koper en arseen. In Tabel 4-9 (paragraaf 4.3.7) is te zien dat voor Net op zee Nederwiek 1 geldt dat de toename van deze stoffen onder de meetnauwkeurigheid liggen, oftewel de toename is verwaarloosbaar. Voor Net op zee IJmuiden Ver Alpha geldt dan ook dat de toenames verwaarloosbaar zijn. Er is ten aanzien van het jet trenchen van de kabels van beide projecten geen sprake van cumulatie. De aanname voor cumulatie is dat de projecten, die allebei verwaarloosbare toenames veroorzaken, gezamenlijk ook verwaarloosbare toenames veroorzaken.

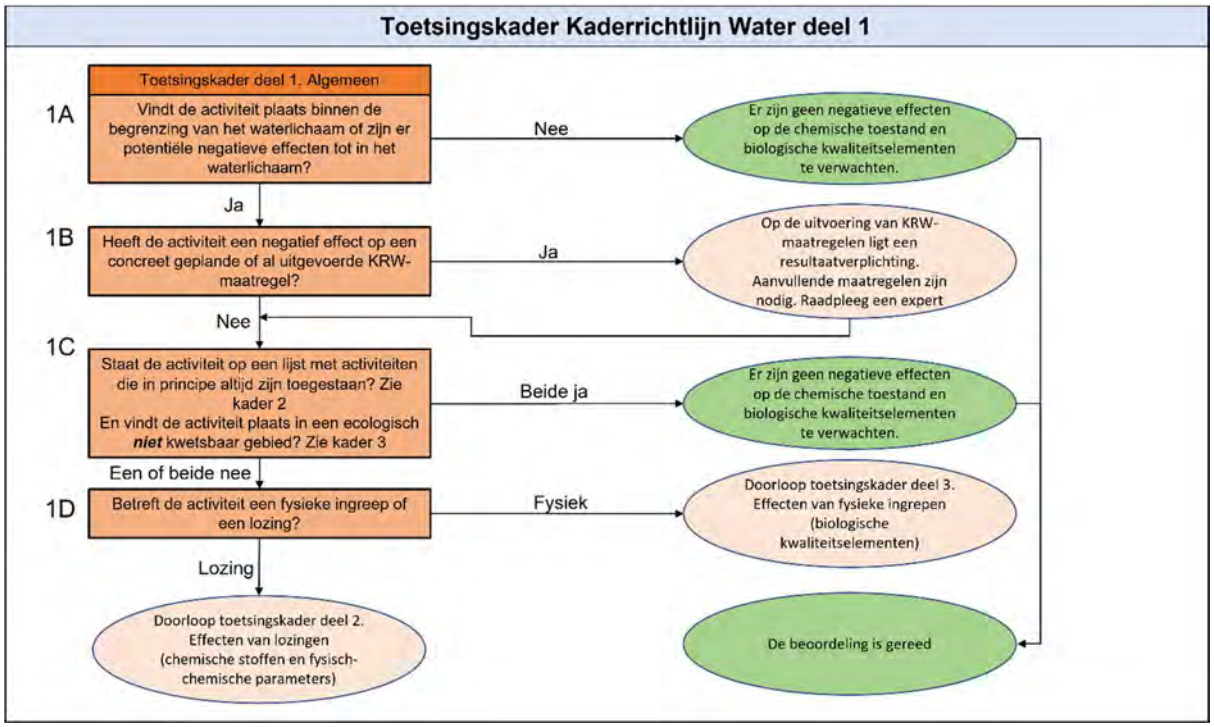
In cumulatie is daarom geen sprake van andere conclusies voor de invloed van de aanleg van Net op zee Nederwiek 1 op de chemische kwaliteit op het KRW-meetpunt, noch de biologische kwaliteitselementen, als gevolg van Net op zee Nederwiek 1.

Conclusie*:* Er is geen sprake van achteruitgang chemische kwaliteit of biologische kwaliteitselementen door cumulatie van verontreiniging in het KRW-waterlichaam Veerse Meer. Daarbij moet als mitigerende maatregel worden uitgegaan van een periode van twee weken (14 dagen) tussen de aanleg van de eerste en de tweede kabel.

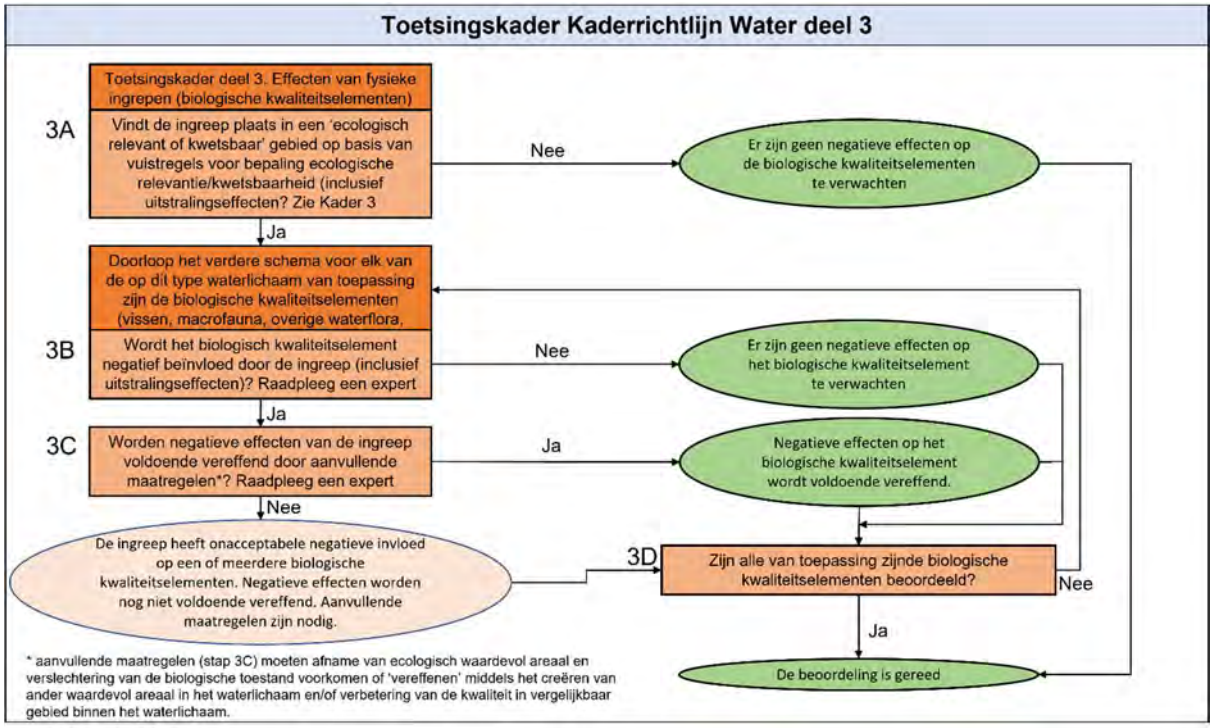
4.5 Toetsing KRW

4.5.1 Inleiding

Voor het bepalen van de effecten van de werkzaamheden aan de Kaderrichtlijn Water wordt volgens het 'Toetsingskader waterkwaliteit' een stapsgewijze beoordeling uitgevoerd. De eerste stap van deze toetsing is het algemene deel van het toetsingskader, welke bestaat uit het onderstaande stroomschema, zie Figuur 4-16. Aangezien er geen sprake is van een lozing hoeft 'Toetsingskader deel 2' niet doorlopen te worden. Het "Toetsingskader deel 3: Effecten van fysieke ingrepen (biologische kwaliteitselementen)" is te zien in Figuur 4-17.



Figuur 4-16 Toetsingskader deel 1. Algemeen" uit het Toetsingskader Waterkwaliteit.



Figuur 4-17 Toetsingskader deel 3. Effecten van fysieke ingrepen (biologische kwaliteitselementen).

De locatie van de ingreep is beschreven in Hoofdstuk 2. De ingreep vindt plaats binnen de begrenzing van KRW-waterlichaam Zeeuwse kust en Veerse Meer. De toetsingskaders zullen doorlopen worden per KRW-waterlichaam.

4.5.2 Toetsingskader deel 1

Wanneer het algemene deel van het toetsingskader (Figuur 4-16) wordt doorlopen voor Net op zee Nederwiek 1 blijkt:

Zeeuwse kust (kustwater)

- 1A. De activiteit vindt plaats in KRW-waterlichaam Zeeuwse kust.
- 1B. Voor KRW-waterlichaam Zeeuwse kust zijn in de periodes 2010 t/m 2015 en 2016 t/m 2021 geen maatregelen uitgevoerd die een negatief effect ondervinden van de voorgenomen activiteit. Uitgevoerde maatregelen waren hoofdzakelijk gericht op voorlichting en onderzoek. Daarnaast was er een maatregel gericht op het voor vis passeerbaar maken van kunstwerken. Voor de periode 2022 t/m 2027 zijn geen maatregelen gepland (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2020).
- 1C. Het plaatsen van kabels en leidingen staat op de lijst van kader 2. De geplande werkzaamheden vallen in ecologisch kwetsbaar gebied, aangezien de ingreep plaatsvindt in kustwateren en invloed heeft op het gebied buiten de vaargeulen. Het tracé loopt deels door dit gebied.
- 1D: De activiteit betreft een fysieke ingreep. Als vervolgstap dient “Toetsingskader deel 3A: Effecten van fysieke ingrepen (biologische kwaliteitselementen)” doorlopen te worden.

Veerse Meer

- 1A. De activiteit vindt plaats in KRW-waterlichaam Veerse Meer.
- 1B. Voor KRW-waterlichaam Veerse Meer zijn in de periodes 2010 t/m 2015 en 2016 t/m 2021 geen maatregelen uitgevoerd die een negatief effect ondervinden van de voorgenomen activiteit. De uitgevoerde maatregelen waren gericht om onderzoek, vispassages een zeegras pilot. Voor de periode 2022 t/m 2027 zijn maatregelen gepland voor klimaatonderzoek, vispassages en een vervolg op de zeegras pilot (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2020).
- 1C. Het plaatsen van kabels en leidingen staat op de lijst van kader 2. De geplande werkzaamheden vallen in ecologisch kwetsbaar gebied, aangezien de ingreep plaatsvindt in kustwateren en invloed heeft op het gebied buiten de vaargeulen. Het tracé loopt deels door dit gebied.
- 1D: De activiteit betreft een fysieke ingreep. Als vervolgstap dient “Toetsingskader deel 3A: Effecten van fysieke ingrepen (biologische kwaliteitselementen)” doorlopen te worden.

4.5.3 Toetsingskader deel 3

Het toetsingskader staat in Figuur 4-17.

- 3A: De ingreep of uitstralingseffecten vinden in de twee KRW-waterlichamen plaats in ecologisch relevant of kwetsbaar gebied (zie beschrijving van stap 1C in paragraaf 4.5.2).

De volgende stappen (3B, 3C en 3D) dienen doorlopen te worden voor elk van de van toepassing zijnde biologische kwaliteitselementen voor elk van de twee waterlichamen. Deze stappen worden voor elk van de KRW-waterlichamen doorlopen in de volgende paragrafen.

4.5.4 KRW-waterlichaam Zeeuwse kust (kustwater)

Op basis van het eerste stroomschema blijkt dat er een effect zou kunnen zijn van de werkzaamheden op de ecologische toestand van het KRW-waterlichaam Zeeuwse kust (kustwater).

Daarom is afzonderlijk gekeken naar het effect op de van toepassing zijnde kwaliteitselementen in dit waterlichaam, namelijk 'Fytoplankton' en 'Macrofauna'. De daarbij behorende effectbeoordelingen zijn voor ieder relevant gevolg aan bod gekomen in paragraaf 4.3. Ook de eventuele extra effecten van gecombineerde gevolgen zijn daar besproken. In paragraaf 4.4 is daarnaast ook het effect behandeld in cumulatie met andere projecten die plaatsvinden in dezelfde regio. Hieronder is in Tabel 4-14 samengevat wat het oordeel is en wat hieruit wordt geconcludeerd.

*Tabel 4-14 Oordeel en conclusie voor de relevante effect-kwaliteitselement combinaties in KRW-waterlichaam Zeeuwse kust (kustwater). *> = positieve verandering, 0 = geen achteruitgang, < = achteruitgang (ongeacht kortdurend of permanent)*

Kwaliteitselement	Effect	Oordeel en conclusie	Categorie*
Fytoplankton	Vertroebeling	Meetbare effecten op de abundantie van fytoplankton in het KRW-waterlichaam als gevolg van vertroebeling zijn uitgesloten. Dit geldt ook in combinatie met andere interne gevolgen en in cumulatie met externe vertroebeling. Geen achteruitgang.	0
Macrofauna	Vertroebeling	Meetbare effecten op de soortenrijkdom en diversiteit van macrofauna in het KRW-waterlichaam als gevolg van vertroebeling zijn uitgesloten. Dit geldt ook in combinatie met andere interne gevolgen en in cumulatie met externe vertroebeling. Geen achteruitgang.	0
	Habitat-aantasting	Meetbare effecten op de soortenrijkdom en diversiteit van macrofauna in het KRW-waterlichaam als gevolg van habitataantasting zijn uitgesloten. Dit geldt ook in combinatie met andere interne gevolgen en in cumulatie met externe habitataantasting. Geen achteruitgang.	0
	Continu onderwater-geluid	Meetbare effecten op de soortenrijkdom en diversiteit van macrofauna in het KRW-waterlichaam als gevolg van continu onderwatergeluid zijn uitgesloten. Dit geldt ook in combinatie met andere interne gevolgen en in cumulatie met extern continu onderwatergeluid. Geen achteruitgang.	0
	Elektromagne tische velden	Meetbare effecten op de soortenrijkdom en diversiteit van macrofauna in het KRW-waterlichaam als gevolg van elektromagnetische velden liggen niet in de lijn der verwachting op basis van de momenteel beschikbare informatie. Dit geldt ook in combinatie met andere interne gevolgen en in cumulatie met externe elektromagnetische velden. Geen achteruitgang.	0

4.5.5 KRW-waterlichaam Veerse Meer

Op basis van het eerste stroomschema blijkt dat er mogelijk een effect zou kunnen zijn van de werkzaamheden op de ecologische toestand van het KRW-waterlichaam Veerse Meer. Daarom wordt er afzonderlijk gekeken naar het effect op de van toepassing zijnde kwaliteitselementen in dit waterlichaam, namelijk 'Fytoplankton', 'Overige waterflora', 'Macrofauna' en 'Vis'. Ook doorzicht en prioritaire & specifieke verontreinigde stoffen komen aan bod. In 4.2.2 is eerder toegelicht dat effecten op Overige waterflora op voorhand zijn uitgesloten.

De relevante kwaliteitselementen en parameters zijn eerder aanbod gekomen voor ieder relevant gevolg in de effectbeoordeling in paragraaf 4.3. Ook de eventuele extra effecten van gecombineerde gevolgen zijn daar besproken. In paragraaf 4.4 is daarnaast ook het effect behandeld in cumulatie met andere projecten die plaatsvinden in dezelfde regio. Hieronder is in Tabel 4-15 samengevat wat het oordeel is en wat hieruit wordt geconcludeerd.

*Tabel 4-15 Oordeel en conclusie voor de relevante effect-kwaliteitselement combinaties in KRW-waterlichaam Veerse Meer. *> = positieve verandering, 0 = geen achteruitgang, < = achteruitgang (ongeacht kortdurend of permanent)*

	Effect	Oordeel en conclusie	Categorie*
Fytoplankton	Vertroebeling	Meetbare effecten op de abundantie van fytoplankton in het KRW-waterlichaam als gevolg van vertroebeling zijn uitgesloten. Dit geldt ook in combinatie met andere interne gevolgen en in cumulatie met externe vertroebeling. Geen achteruitgang.	0
	Verontreiniging	Geen achteruitgang van de chemische kwaliteit op het KRW-meetpunt en daarmee ook geen achteruitgang van fytoplankton.	0
Macrofauna	Vertroebeling	Meetbare effecten op de soortenrijkdom en diversiteit van macrofauna in het KRW-waterlichaam als gevolg van vertroebeling zijn uitgesloten. Dit geldt ook in combinatie met andere interne gevolgen en in cumulatie met externe vertroebeling. Geen achteruitgang.	0
	Sedimentatie	Meetbare effecten op de soortenrijkdom en diversiteit van macrofauna in het KRW-waterlichaam als gevolg van sedimentatie zijn uitgesloten. Dit geldt ook in combinatie met andere interne gevolgen en in cumulatie met externe sedimentatie. Geen achteruitgang.	0
	Continu onderwater-geluid	Meetbare effecten op de soortenrijkdom en diversiteit van macrofauna in het KRW-waterlichaam als gevolg van continu onderwatergeluid zijn uitgesloten. Dit geldt ook in combinatie met andere interne gevolgen en in cumulatie met extern continu onderwatergeluid. Geen achteruitgang.	0
	Habitat-aantasting	Meetbare effecten op de soortenrijkdom en diversiteit van macrofauna in het KRW-waterlichaam als gevolg van habitataantasting zijn uitgesloten. Dit geldt ook in combinatie met andere interne gevolgen en in cumulatie met externe habitataantasting. Geen achteruitgang.	0
	Elektromagnetische velden	Meetbare effecten op de soortenrijkdom en diversiteit van macrofauna in het KRW-waterlichaam als gevolg van elektromagnetische velden liggen niet in de lijn der verwachting op basis van de momenteel beschikbare informatie. Dit geldt ook in combinatie met andere interne gevolgen en in cumulatie met externe elektromagnetische velden. Geen achteruitgang.	0
	Verontreiniging	Geen achteruitgang van de chemische kwaliteit op het KRW-meetpunt en daarmee ook geen achteruitgang van macrofauna.	0
Vis	Vertroebeling	Meetbare effecten op de soortsamenstelling en abundantie van vis in het KRW-waterlichaam als gevolg van vertroebeling zijn uitgesloten. Dit geldt ook in combinatie met andere interne gevolgen en in cumulatie met externe vertroebeling. Geen achteruitgang.	0
	Continu onderwater-geluid	Meetbare effecten op de soortsamenstelling en abundantie van vis in het KRW-waterlichaam als gevolg van continu onderwatergeluid zijn uitgesloten. Dit geldt ook in combinatie met andere interne gevolgen en in cumulatie met extern continu onderwatergeluid. Geen achteruitgang.	0
	Elektromagnetische velden	Meetbare effecten op de soortsamenstelling en abundantie van vis in het KRW-waterlichaam als gevolg van elektromagnetische velden liggen niet in de lijn der verwachting op basis van de momenteel beschikbare informatie. Dit geldt ook in combinatie met andere interne gevolgen en in cumulatie met externe elektromagnetische velden. Geen achteruitgang.	0
	Verontreiniging	Geen achteruitgang van de chemische kwaliteit op het KRW-meetpunt en daarmee ook geen achteruitgang van vis.	0
Doorzicht	Vertroebeling	Vertroebeling leidt op het KRW-meetpunt niet tot een afname in doorzicht. Geen achteruitgang.	0
Prioritaire & specifieke verontreinigde stoffen	Verontreiniging	Geen achteruitgang van de chemische kwaliteit op het KRW-meetpunt.	0

4.6 Conclusie

Samengevat wordt geconcludeerd dat er geen sprake is van achteruitgang van de ecologische en/of chemische waterkwaliteit van KRW-waterlichamen door de aanleg en het gebruik van Net op zee Nederwiek 1.

Met betrekking tot de effecten van het ingraven en gebruik van de kabels van Net op zee Nederwiek 1 in en rond KRW-waterlichaam Zeeuwse kust (kustwater) zijn geen effecten gevonden die leiden tot de achteruitgang van de ecologische en chemische waterkwaliteit. De gevolgen van Net op zee Nederwiek 1 hebben geen meetbare invloed op de abundantie van fytoplankton en de soortenrijkdom en diversiteit van macrofauna. Dit geldt ook in combinatie met andere interne gevolgen en in cumulatie met gevolgen van externe projecten. Een effect op overige relevante parameters in KRW-waterlichaam Zeeuwse kust (kustwater), leidend tot achteruitgang, was op voorhand uit te sluiten.

Met betrekking tot de effecten van het ingraven en gebruik van kabels van Net op zee Nederwiek 1 in KRW-waterlichaam Veerse Meer zijn er geen effecten gevonden die leiden tot de achteruitgang van de ecologische waterkwaliteit. De gevolgen van Net op zee Nederwiek 1 hebben geen meetbare invloed op de abundantie van fytoplankton, de soortenrijkdom en diversiteit van macrofauna en de soortsamenstelling en/of abundantie van vis in het Veerse Meer. Verder reikt vertroebeling niet tot het KRW-meetpunt waar doorzicht wordt bepaald, er is geen sprake van achteruitgang van doorzicht. Ook in combinatie met andere interne gevolgen en in cumulatie met gevolgen van externe projecten is geen sprake van achteruitgang. De chemische kwaliteit op het KRW-meetpunt zal niet achteruitgaan. Een effect op overige kwaliteitselementen en parameters in KRW-waterlichaam Veerse Meer, leidend tot achteruitgang, was op voorhand uit te sluiten.

5 Referenties

Akerman, J., Klamer, H., Schipper, C., Bakker, J., Bellert, B., & Pijnenburg, J. (2004). *Stoffen in de Noordzee en de Nederlandse Kustzone in 2003*.

Andersen, S. M., Teilmann, J., Dietz, R., Schmidt, N. M., & Miller, L. A. (2012). Behavioural responses of harbour seals to human-induced disturbances. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, *22*(1), 113–121. https://doi.org/10.1002/aqc.1244

André, M., Solé, M., Lenoir, M., Durfort, M., Quero, C., Mas, A., Lombarte, A., van der Schaar, M., López-Bejar, M., Morell, M., Zaugg, S., & Houégnigan, L. (2011). Low-frequency sounds induce acoustic trauma in cephalopods. *Frontiers in Ecology and the Environment*, *9*(9), 489–493. https://doi.org/10.1890/100124

Arcadis. (2015). *Verdieping Nieuwe Waterweg en Botlek achtergrondstudie vertroebeling door baggeren en slibverspreiding.* (Issue december).

Arcadis. (2018). *Passende Beoordeling Net op Zee Hollandse Kust (Noord) en Hollandse Kust (West Alpha). 079806108 A.4*.

Arcadis. (2020). *Ecoprofiel Sabellaria spinulosa Zandkokerwormriffen op de Bruine Bank*.

Arcadis. (2021). *Mogelijke ecotoxicologische effecten van vervuild Veerse Meer slib.* (D10042366).

Arends, E., Groen, R., Jager, T., Boon, A., & (eds.). (2009). *Passende Beoordeling Wind op Zee*.

Armstrong, J. D., Hunter, D.-C., Fryer, R. J., Rycroft, P., & Orpwood, J. E. (2015). Behavioural Responses of Atlantic Salmon to Mains Frequency Magnetic Fields. *Scottish Marine and Freshwater Science*, *6*(9). https://doi.org/10.7489/1621-1

Baptist, M. J., Tamis, J. E., Borsje, B. W., & Werf, J. J. Van Der. (2009). Review of the geomorphological, benthic ecological and biogeomorphological effects of nourishments on the shoreface and surf zone of the Dutch coast. *IMARES C113/08, Deltares Z4582.50*, *January*, 69.

Becker, P. H., & Ludwigs, J.-D. (2004). Sterna hirundo Common Tern. *BWP Update*, *6*, 91–137.

Bellman, M. A., May, A., Wendt, T., Gerlach, S., Remmers, B., & Brinkmann, J. (2020). *Underwater noise during percussive pile driving: Influencing factors on pile-driving noise and technical possibilities to comply with noise mitigation values ERa Report*.

Bijkerk, R. (1988). *Ontsnappen of begraven blijven*.

Blankendaal, V. G., Tamis, J. E., Van Der Wal, J. T., van der Brugh, H., & van Dalfsen, J. A. (2012). *Cumuleo v 2.0: Integratie van andere gebruiksfuncties*.

Bochert, R., & Zettler, M. L. (2004). Long-term exposure of several marine benthic animals to static magnetic fields. *Bioelectromagnetics*, *25*(7), 498–502. https://doi.org/10.1002/bem.20019

Boele, A., van Bruggen, J., Hustings, F., Koffijberg, K., Vergeer, J.-W., van der Meij, T., de Boer, V., Deuzeman, S., van Diek, H., de Jong, A., Kampichler, C., van Kleunen, A., Marx, L., Schekkerman, H., Schoppers, J., van Turnhout, C., Zoetebier, D., & van der Jeugd, H. (2015). *Broedvogels in Nederland in 2013*.

Bos, O. G., Coolen, J. W. P., & Van Der Wal, J. T. (2019). *Biogene riffen in de Noordzee—Actuele en potentiële verspreiding van rifvormende schelpdieren en wormen* (p. 47). Wageningen Marine Research. https://doi.org/10.18174/494566

Boudewijn, T. J. (2016). Passende Beoordeling zandsuppletie Roggenplaat. Toetsing in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998 en Natuurnetwerk Nederland. *Bureau Waardenburg, Rapport 16-161*.

Bouma, S., Lengkeek, W., & van den Boogaard, B. (2012). *Aanwezigheid en gedrag van zeehonden op de Verklikkerplaat, de Middelplaat en de Hooge Platen*.

Bouma, S., Lengkeek, W., van den Boogaard, B., & Waardenburg, H. W. (2010). *Reageren zeehonden op de Razende Bol op langsvarende baggerschepen? Inclusief reacties op andere menselijke activiteiten.*

Bray, L., Reizopoulou, S., Voukouvalas, E., Soukissian, T., Alomar, C., Vázquez-Luis, M., Deudero, S., Attrill, M., & Hall-Spencer, J. (2016). Expected Effects of Offshore Wind Farms on

Mediterranean Marine Life. *Journal of Marine Science and Engineering*, *4*(1), 18. https://doi.org/10.3390/jmse4010018

Brenninkmeijer, A., & Stienen, E. W. M. (1992). *Ecologisch profiel van de Grote Stern (Sterna sandvicensis). RIN-rapport 92/17.*

Burdon, D., Callaway, R., Elliott, M., Smith, T., & Wither, A. (2014). Mass mortalities in bivalve populations: A review of the edible cockle Cerastoderma edule (L.). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, *150*(PB), 271–280.

Bureau Waardenburg & Antea Group. (2021). *KRW opgave ecologie RWS Zee en Delta—Toestand en ontwikkelingen van waterkwaliteit en ecologie in de deltawateren en kustzone*.

Burson, A., Stomp, M., Akil, L., Brussaard, C. P. D., & Huisman, J. (2016). *Unbalanced reduction of nutrient loads has created an offshore gradient from phosphorus to nitrogen limitation in the North Sea*.

Cattrijsse, A. (1997). *Vissen in troebel water.*

Coates, D. A., Van Hoey, G., Colson, L., Vincx, M., & Vanaverbeke, J. (2015). Rapid macrobenthic recovery after dredging activities in an offshore wind farm in the Belgian part of the North Sea. *Hydrobiologia*, *756*(1), 3–18.

Compendium voor de Leefomgeving. (2014). *Europese Kaderrichtlijn Water | Compendium voor de Leefomgeving*.

Coolen, J. W. P., Lengkeek, W., Lewis, G., Bos, O. G., Van Walraven, L., & Van Dongen, U. (2015). First record of Caryophyllia smithii in the central southern North Sea: Artificial reefs affect range extensions of sessile benthic species. *Marine Biodiversity Records*, *8*, e140. https://doi.org/DOI: 10.1017/S1755267215001165

Cresci, A., Durif, C. M. F., Larsen, T., Bjelland, R., Skiftesvik, A. B., & Browman, H. I. (2022). Magnetic fields produced by subsea high-voltage direct current cables reduce swimming activity of haddock larvae (Melanogrammus aeglefinus). *PNAS Nexus*, *1*(4), pgac175. https://doi.org/10.1093/pnasnexus/pgac175

Cresci, A., Perrichon, P., Durif, C. M. F., Sørhus, E., Johnsen, E., Bjelland, R., Larsen, T., Skiftesvik, A. B., & Browman, H. I. (2022). Magnetic fields generated by the DC cables of offshore wind farms have no effect on spatial distribution or swimming behavior of lesser sandeel larvae (Ammodytes marinus). *Marine Environmental Research*, *176*, 105609. https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2022.105609

Dähne, M., Tougaard, J., Carstensen, J., Rose, & Nabe-Nielsen, J. (2017). *Bubble curtains attenuate noise from offshore wind farm construction and reduce temporary habitat loss for harbour porpoises. 580*, 221–237.

de Groot, S. J. (1979). An assessment of the potential environmental impact of large-scale sand-dredging for the building of artificial islands in the North Sea. *Ocean Management*, *5*(3), 211–232.

de Jong, C. A. F., & Binnerts, B. (2022). *Onderwatergeluid heien Gamma-platform voor windparken IJmuiden Ver* (p. 13). TNO.

de Jong, C., & Binnerts, B. (2020). *Bijlage C Onderwatergeluid heien Beta-platform voor windpark Hollandse Kust West, bij Passende Beoordeling Hollandse Kust west Beta*.

De Robertis, A., Ryer, C. H., Veloza, A., & Brodeur, R. D. (2003). Differential effects of turbidity on prey consumption of piscivorous and planktivorous fish. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, *60*(12), 1517–1526. https://doi.org/10.1139/f03-123

de Soto, N. A. (2016). Peer-Reviewed Studies on the Effects of Anthropogenic Noise on Marine Invertebrates: From Scallop Larvae to Giant Squid. In A. N. Popper & A. Hawkins (Eds.), *The Effects of Noise on Aquatic Life II* (Vol. 875, pp. 17–26). Springer New York. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-2981-8_3

Del Hoyo, J., Elliot, A., & Sargatal, J. (1996). *Handbook of the birds of the world, Vol. 3, Hoatzin to Auks.* Lynx Edicions.

Didderen, K., & Bouma, S. (2012). *Reacties van zeehonden op baggerschepen. Suppletiewerkzaamheden bij Renesse.*

Dunn, R. E., Wanless, S., Green, J. A., Harris, M. P., & Daunt, F. (2019). Effects of body size, sex, parental care and moult strategies on auk diving behaviour outside the breeding season. *Journal of Avian Biology*, *50*(7), 1–14. https://doi.org/10.1111/jav.02012

EMODnet. (n.d.). *EMODnet DTM for European sea regions*.

Essink, K. (1993). *Ecologische effecten van baggeren en storten van baggerspecie in het Eems—Dollard estuarium en de Waddenzee: Eindrapport van het project Baghwad*3.*

EUR-Lex. (2022). *Arrest van het Hof (Tweede kamer) van 5 mei 2022. Zaak C-525/20. - Document 62020CJ0525—ECLI:EU:C:2022:350*. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/?uri=CELEX%3A62020CJ0525&qid=1651768262986

Europese Commissie. (2006). *DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on environmental quality standards in the field of water policy and amending Directive 2000/60/EC*.

Fijn, R. C., Arts, F. A., de Jong, J. W., Beuker, E. L., Bravo Rebolledo, Engels, B. W. R., Hoekstein, M., & Jonkvorst, R.-J. (2019). *Verspreiding en abundantie van zeevogels en zeezoogdieren op het Nederlands Continentaal Plat in 2018-2019*. 135.

Fijn, R. C., van Bemmelen, R. S. A., de Jong, J. W., Arts, F. A., Beuker, D., Bravo Rebolledo, E. L., Engels, B. W. R., Hoekstein, M., Jonkvorst, R.-J., Lilipaly, S., Sluijter, M., Van Straalen, K. D., & Wolf, P. A. (2020). *Verspreiding en abundantie van zeevogels en zeezoogdieren op het Nederlands Continentaal Plat in 2019-2020*.

Fijn, RSA van Bemmelen, JW de Jong, FA Arts, D Beuker, EL Bravo Rebolledo, & PA Wolf. (2022). *Verspreiding, abundantie en trends van zeevogels en zeezoogdieren op het Nederlands Continentaal Plat in 2020-2021* (21–281). Bureau Waardenburg.

Fisher, C., & Slater, M. (2010). *Electromagnetic Field Study: Efects of electromagnetic fields on marine species, a literature review.*

Found, C., Webb, S. M., & Boyce, M. S. (2008). Selection of lake habitats by waterbirds in the boreal transition zone of northeastern Alberta. *Canadian Journal of Zoology-Revue Canadienne De Zoologie*, *86*(4), 277–285.

Garcia, S., Álvarex, J., Perry, A. L., Blanco, J., Maaholm, D. J., & Aguilar, R. (2019). *Protectign the North Sea: Brown Bank* (p. 64). OCEANA.

Ghosh, D., Ghosh, A., & Bhadury, P. (2022). Arsenic through aquatic trophic levels: Effects, transformations and biomagnification—a concise review. *Geoscience Letters*, *9*(1), 20. https://doi.org/10.1186/s40562-022-00225-y

Gill, A. B. (2015). *Effects of electromagnetic fields (EMF) on marine animals*.

Gill, A. B., & Desender, M. (2020). Risk to Animals from Electromagnetic Fields Emitted by Electric Cables and Marine Renewable Energy Devices. In *A.E. Copping and L.G. Hemery (Eds.), OES-Environmental 2020 State of the Science Report: Environmental Effects of Marine Renewable Energy Development Around the World. Report for Ocean Energy Systems (OES).* (pp. 86–103).

Gill, A. B., Gloyne-Philips, I., Kimber, J., & Sigray, P. (2014). Marine Renewable Energy, Electromagnetic (EM) Fields and EM-Sensitive Animals. In M. A. Shields & A. I. L. Payne (Eds.), *Marine Renewable Energy Technology and Environmental Interactions* (pp. 61–79). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-017-8002-5_6

Gill, A. B., Huang, Y., Gloyne-Philips, I., Metcalfe, J., Quayle, V., Spencer, J., & Wearmouth, V. (2009). COWRIE 2.0 EMF-sensitive fish response to EM emissions from sub- sea electricity cables of the type used by the offshore renewable energy industry. In *Commissioned by COWRIE Ltd* (Issue 68).

Harezlak, V., van Rooijen, A., Friocourt, Y., van Kessel, T., & Los, H. (2013). Winning suppletiezand Noordzee. *Scenariostudies Mbt Slibtransport, Nutriënttransport En Primaire Productie Voor de Periode*, *2017*, 2171–2185.

Haskoning. (2007). *Habitattoets, passende beoordeling en uitwerking adc-criteria. 9S0134.A0/Nbwet/R0019/PVV/Rott1*.

Heinis, F., De Jong, C. A. F., & von Benda-Beckmann, A. M. (2022). *Framework for assessing Ecological and cumulative effects 2021 (KEC 4.0)—Marine mammals*.

Heinis, F., & Evers, C. H. M. (2007). *Afleiding getalswaarden voor nutriënten voor de goede ecologische toestand voor natuurlijke wateren. STOWA, rapport 2007-02.*

Hoekstein, M. S. J., Janse, W., Sluijter, M., & Van Straalen, K. D. (2023). *Watervogels en zeehonden in de Zoute Delta in 2021/2022*. Deltamilieu Projecten.

Hoogeboom, B. P., & Rotmensen, G. J. (1998). *De effecten van het storten van Boorspecie in de Westerschelde. Doelstudie in het kader van de MER Boorspecies Westerscheldetunnel. RApport IRKZ-98.013.*

Hutchison, Z., Sigray, P., He, H., Gill, A., King, J., & Gibson, C. (2018). *Electromagnetic Field (EMF) Impacts on Elasmobranch (shark, rays, and skates) and American Lobster Movement and Migration from Direct Current Cables*. *OCS Study BOEM 2018-003*, 254.

ICBR. (2009). *Afleiding milieukwaliteitsnormen voor Rijnrelevante stoffen*.

International Maritime Organisation. (2018). *Anti-fouling systems*. http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/Anti-foulingSystems/Pages/Default.aspx

Jørgensen, J. M. (1980). The morphology of the Lorenzinian Ampluuae of the sturgeon Acipenser ruthenus (Pisces: Chondrostei). *Acta Zoologica*, *61*, 87–92.

Kiorboe, T., Mohlenberg, F., & Nohr, O. (1981). Effect of suspended bottom material on growth and energetics in Mytilus edulis. *Marine Biology and Ecology*, *61*, 283–286.

Kirschvink, J. L. (1990). Geomagnetic sensitivity in cetaceans: An update with live stranding records in the United States. In J. A. Thomas & R. A. Kastelein (Eds.), *Sensory Abilities of Cetaceans: Laboratory and Field Evidence* (pp. 639–649).

Kirschvink, J. L., Dizon, A. E., & Westphal, J. A. (1986). Evidence from Strandings for Geomagnetic Sensitivity in Cetaceans. *Journal of Experimental Biology*, *120*, 1–24.

Krijgsveld, K. L., Klaassen, B., & J van der Winden. (2022). *Verstoring van vogels door recreatie. Literatuurstudie van verstoringsgevoeligheid en overzicht van maatregelen. Deel 1 hoofdrapport & deel 2 soortbesprekingen.*

Krijgsveld, K. L., Smits, R. R., & Winden, J. Van Der. (2008). *Verstoringsgevoeligheid van vogels. Update literatuurstudie naar de reacties van vogels op recreatie.*

Kruijt, D. B., Duijts, O., Japink, M., & Middelveld, R. P. (2020). *Macrozoöbenthosbemonstering in de Zoute Rijkswateren, Hoofdrapport, MWTL 2019*.

Leopold, M. F., & van Der Wal, T. J. (2015). *Kwalificerende en niet-kwalificerende vogelsoorten in het gebied "Bruine Bank."*

Maes, J., Taillieu, A., Van Damme, P. A., Cottenie, K., & Ollevier, F. (1998a). Seasonal Patterns in the Fish and Crustacean Community of a Turbid Temperate Estuary (Zeeschelde Estuary, Belgium). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, *47*(2), 143–151.

Maes, J., Taillieu, A., Van Damme, P. A., Cottenie, K., & Ollevier, F. (1998b). Seasonal Patterns in the Fish and Crustacean Community of a Turbid Temperate Estuary (Zeeschelde Estuary, Belgium). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, *47*(2), 143–151.

Matsumoto, K., Honda, M. C., Sasaoka, K., Wakita, M., Kawakami, H., & Watanabe, S. (2014). Seasonal variability of primary production and phytoplankton biomass in the western P acific subarctic gyre: Control by light availability within the mixed layer. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, *119*(9), 6523–6534.

Meißner, K., Schabelon, H., Bellebaum, J., & Sordyl, H. (2006). *Impacts of submarine cables on the marine environment—A literature review* -. Institute of Applied Ecology Ltd.

Ministerie van Infrastructuur en Milieu. (2020). *Factsheet KRW - behorende bij Stroomgebiedbeheerplan SGBP2 2015-2021 Waterlichaam: Hollandse Kust (kustwater)*.

Ministerie van Infrastructuur en Milieu & Rijkswaterstaat, R. (2015). *Natura 2000 Deltawateren. Westerschelde & Saeftinghe, Ontwerpbeheerplan 2015-2021*.

Ministerie van Infrastructuur en Milieu, & Ministerie van Economische Zaken. (2012). *Mariene Strategie voor het Nederlandse deel van de Noordzee 2012-2020 deel 1*.

Ministerie van Infrastructuur en Milieu & Rijkswaterstaat. (2016). *Natura 2000 Deltawateren—Veerse Meer*.

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. (2018). *Actualisatie Mariene Strategie deel 1*.

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. (2022). *Factsheet KRW-Stroomgebiedbeheerplan 2022-2027*.

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, & Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit. (2022). *Mariene Strategie voor het Nederlandse deel van de Noordzee 2022-2027 (deel 3)*.

Ministerie van LNV. (2014). *Profiel Zeekoet (Uria aalge) (A199)*.

Mouritsen, K. M., Dalsgaard, N. P., Flensburg, S. B., Madsen, J. C., & Selbach, C. (2022). *Fear of parasitism affects the functional role of ecosystem engineers*.

Newton, K. C., Gill, A. B., & Kajiura, S. M. (2019). Electroreception in marine fishes: Chondrichthyans. *Journal of Fish Biology*, *95*(1), 135–154. https://doi.org/10.1111/jfb.14068

NextGeo. (2022). *Survey Data Nederwiek 1 and 2—Geotechnical Part 1 and Part 2.*

Norling, P., & Kautsky, N. (2007). *Structural and functional effects of Mytilus edulis on diversity of associated species and ecosystem functioning*.

Normandeau, E., Tricas, T., & Gill, A. (2011). *Effects of EMFs from undersea power calbes on elasmobranchs and other marine species.*

Öhman, M. C., Sigray, P., & Westerberg, H. (2007). Offshore windmills and the effects of electromagnetic fields on fish. *Ambio*, *36*(8), 630–633. https://doi.org/10.1579/0044-7447(2007)36[630:OWATEO]2.0.CO;2

Otremba, Z., Jakubowska, M., Urban-Malinga, B., & Andrulewicz, E. (2019). Oceanological and Hydrobiological Studies Potential ee ects of electrical energy transmission-the case study

from the Polish Marine Areas (southern Baltic Sea). *International Journal of Oceanbiography*. https://doi.org/10.1515/ohs-2019-0018

Pearce, B. (2017). *THE ECOLOGY OF SABELLARIA SPINULOSA REEFS*.

Perdon, K. J., Troost, K., Van Zwol, J., Van Asch, M., & Van Der Pool, J. (2019). *Stichting Wageningen Research Centrum voor Visserijonderzoek (CVO) Schelpdierbestanden in de Nederlandse kustzone in 2019* (Issue december).

Pondera Consult, & Arcadis Nederland. (2022). *Net op zee Nederwiek 1 Deel A Inleiding en Activiteitenbeschrijving*.

Riegman, R. (2014). *Schatting van de primaire productie in de Waddenzee in de laatste drie decennia*.

Rijkswaterstaat. (2022). *Rijkswaterstaat start grootschalig zeegrasherstelproject*. https://www.rijkswaterstaat.nl/nieuws/archief/2022/07/rijkswaterstaat-start-grootschalig-zeegrasherstelproject

Rijkswaterstaat Dienst Zeeland. (2009). *Recreatievaart in het Veerse Meer—Verkenning kansen voor verbetering door werk met werk te maken*.

RIVM. (2017). *Risico's van stoffen| KRW*.

Rozemeijer, M. J. C., de Kok, J., de Ronde, J. G., Kabuta, S., Marx, S., & van Berkel, G. (2013). *Het Monitoring en Evaluatie Programma Zandwinning RWS LaMER 2007 en 2008-2012: Overzicht, resultaten en evaluatie* (Issue December).

RWS. (2016). *Beheer- en ontwikkelplan voor de rijkswateren 2016—2021*.

Snoek, R., de Swart, R., Didderen, K., Lengkeek, W., & Teunis, M. (2016). *Potential effects of electromagnetic fields in the Dutch North Sea Phase 1: Desk study client Reference*. 95.

Solan, M., Hauton, C., Godbold, J. A., Wood, C. L., Leighton, T. G., & White, P. (2016). *Anthropogenic sources of underwater sound can modify how sediment-dwelling invertebrates mediate ecosystem properties*.

Southall, E. B. L., Finneran, J. J., Reichmuth, C., Nachtigall, P. E., Ketten, D. R., Bowles, A. E., Ellison, W. T., Nowacek, D. P., & Tyack, P. L. (2019). Marine mammal noise exposure criteria:

Updated scientific recommendations for residual hearing effects. *Aquatic Mammals*, *45*(2), 125–232. https://doi.org/10.1578/AM.45.2.2019.125

St. John Glew, K., Wanless, S., Harris, M. P., Daunt, F., Erikstad, K. E., Strøm, H., & Trueman, C. N. (2018). Moult location and diet of auks in the north sea inferred from coupled light-based and isotope-based geolocation. *Marine Ecology Progress Series*, *599*, 239–251. https://doi.org/10.3354/meps12624

STOWA. (2010). *Handboek Hydrobiologie deel 1*.

STOWA. (2012). *Referenties en maatlatten voor de natuurlijke watertypen voor de kaderrichtlijn waterer 2015-2021*.

STOWA. (2018). *Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de Kaderrichtlijn Water 2021-2027*. https://www.stowa.nl/publicaties/referenties-en-maatlatten-voor-natuurlijke-watertypen-voor-de-kaderrichtlijn-water-2021

Sweco. (2017). *Winning suppletiezand Noordzee 2018 t/m 2027: Milieueffectrapportage*.

Taormina, B., Bald, J., Want, A., Thouzeau, G., Lejart, M., Desroy, N., & Carlier, A. (2018). A review of potential impacts of submarine power cables on the marine environment: Knowledge gaps, reccomendations and future directions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *96*, 380–391.

Taormina, B., Di Poi, C., Agnalt, A., Carlier, A.-L., Desroye, N., Escobar-Lux, R. H., D'eu, J.-F., Freytet, F., & Durif, C. M. F. (2020). Impact of magnetic fields generated by AC/DC submarine power cables on the behavior of juvenile European lobster (Homarus gammarus). *Aquatic Toxicology*, *220*(105401), 8.

Tauw. (2021). *Borgingsdocument Natuur Strand- en onderwatersuppletie Maasvlakte II*.

Teilmann, J., Carstensen, J., & Skov, H. (2002). Monitoring effects of offshore windfarms on harbour porpoises using PODs (porpoise detectors) Technical report. *Review Literature And Arts Of The Americas*, *February*.

Troost, K., van Asch, M., Brummelhuis, E., van den Ende, D., van Es, Y., Perdon, K. J., van der Pool, J., van Zweeden, C., & van Zwol, J. (2021). *Schelpdierbestanden in de Nederlandse kustzone, Waddenzee en zoute deltawateren in 2020*.

Troost, K., Van Asch, M., Van den Ende, D., van Es, Y., Perdon, K. J., Van Der Pool, J., Suykerbuyk, W., Van Zweeden, C., & Van Zwol, J. (2022). *Schelpdierbestanden in de Nederlandse Kustzone, Waddenzee en zoute deltawateren in 2021*. Centrum voor Visserijonderzoek (CVO).

van Bemmelen, R., Arts, F., & Leopold, M. (2013). *Alken en Zeekoeten op het Friese Front*.

van Bemmelen, R. S. A., De Jong, J. W., Arts, F. A., Beuker, D., Engels, B. W. R., Hoekstein, M. S. J., van der Horst, Y., Kuiper, K., Leemans, J., Sluijter, M., Van Straalen, K. D., Wolf, P. A., & Fijn, R. C. (2022). *Verspreiding, abundantie en trend van zeevogels en zeezoogdieren op het Nenderlands Continentaal Plat in 2021-2022*. Waardeburg Ecology.

van Bemmelen, R. S. A., Leopold, M. F., & Bos, O. G. (2012). *Vogelwaarden van de Bruine Bank*.

van Bruggen, M., Swartjes, F. A., Pit, P., Griffioen, J., & Spijker, J. (2014). *Beoordeling gezondheidsrisico's van arseen op de Zandmotor.* (Briefrapport 2014-0063.). RIVM.

van der molen, D. T., Pot, R., Evers, C. H. M., van Herpen, F. C. J., & van Nieuwerburgh, L. L. J. (2018). *Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de Kaderrichtlijn Water 2021-2027.*

van der Pool, J., Troost, K., van Asch, M., van Zweeden, C., van Zwol, J., & van den Ende, D. (2020). *Schelpdieren in het Veerse Meer en Grevelingenmeer in 2019*.

van der Reijden, K. J., Koop, L., O'Flynn, S., Garcia, S., Bos, O., van Sluis, C., Maaholm, D. J., Herman, P. M. J., Simons, D. G., Olff, H., Ysebaert, T., Snellen, M., Govers, L. L., Rijnsdorp, A. D., & Aguilar, R. (2019). Discovery of Sabellaria spinulosa reefs in an intensively fished area of the Dutch Continental Shelf, North Sea. *Journal of Sea Research*, *144*, 85–94. https://doi.org/10.1016/j.seares.2018.11.008

van der Stap, T., Coolen, J. W. P., & Lindeboom, H. J. (2016). Marine Fouling Assemblages on Offshore Gas Platforms in the Southern North Sea: Effects of Depth and Distance from Shore on Biodiversity. *PLoS ONE*, *11*(1).

van Essen, M. (2020). *IJmuiden Ver: Magneetvelden zeekabel. D10021347*.

van Essen, M. (2021a). *IJmuiden Ver Magneetvelden Zeekabel, 2*2-configuratie*. https://www.tennet.eu/nl/ons-hoogspanningsnet/net-op-zee-projecten-nl/net-op-zee-ijmuiden-ver-alpha/

van Essen, M. (2021b). *IJmuiden Ver Magneetvelden Zeekabel, 2*2-configuratie*.

Virkkala, R. (2016). Variation in population trends and spatial dynamics of waterbirds in a boreal lake complex. *Ornis Fennica*, *94*(4), 197–211.

Wang, N., Ye, Z., Huang, L., Zhang, C., Guo, Y., & Zhang, W. (2022). Arsenic Occurrence and Cycling in the Aquatic Environment: A Comparison between Freshwater and Seawater. *Water*, *15*(1), 147. https://doi.org/10.3390/w15010147

Waterproof Marine Consultancy & Services BV. (2020). *EMF measurements NorNed DC cable*.

Westerberg, H., & Lagenfelt, I. (2008). Sub-sea power cables and the migration behaviour of the European eel. *Fisheries Management and Ecology*, *15*(5–6), 369–375. https://doi.org/10.1111/j.1365-2400.2008.00630.x

Wilber, D. H., & Clarke, D. G. (2001). Biological Effects of Suspended Sediments: A Review of Suspended Sediment Impacts on Fish and Shellfish with Relation to Dredging Activities in Estuaries. *North American Journal of Fisheries Management*, *21*(4), 855–875. https://doi.org/10.1577/1548-8675(2001)021<0855:BEOSSA>2.0.CO;2

Witbaard, R., Duineveld, G., & Bergman, M. J. N. (2013). *The final report on the growth and dynamics of Enis directus in the near coastal zone off Egmond, in relation to environmental conditions in 2011-2012*. 79.

Witbaard, R., & Kamermans, P. (2010). *De bruikbaarheid van de klepstandmonitor op Ensis directus ten behoeve van de monitoring van aan zandwinning gerelateerde effecten*. 1–44.

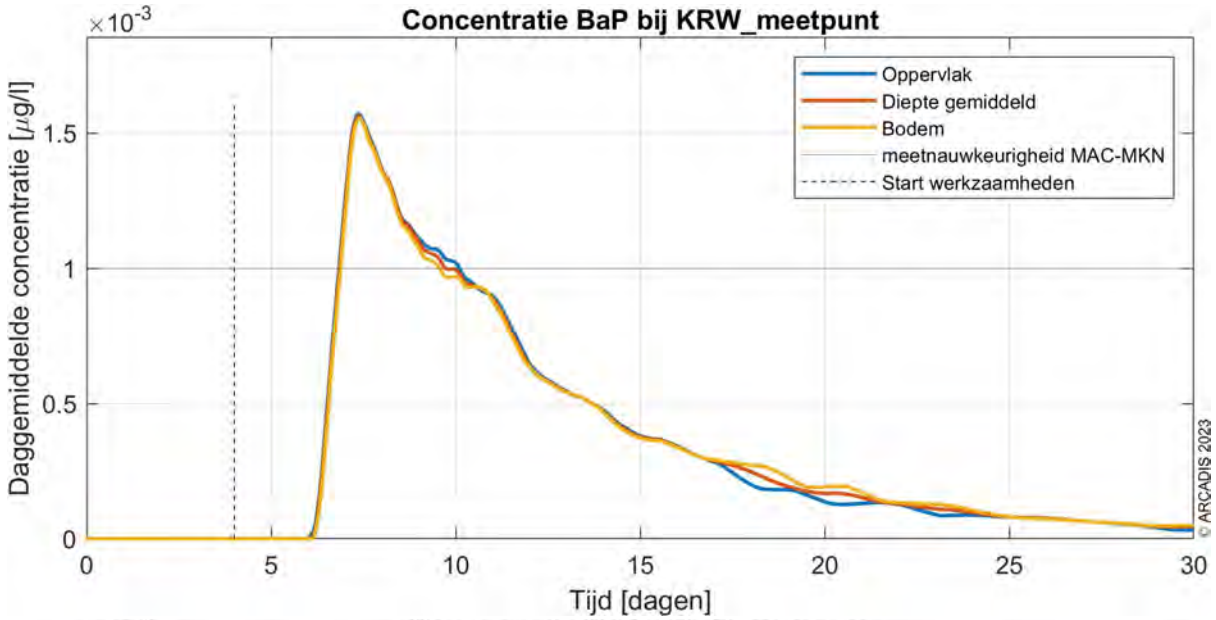
Wolfstein, K. (2004). De ontwikkeling van Zeesla en Zeegras in het Veerse Meer. *RIKZ*.

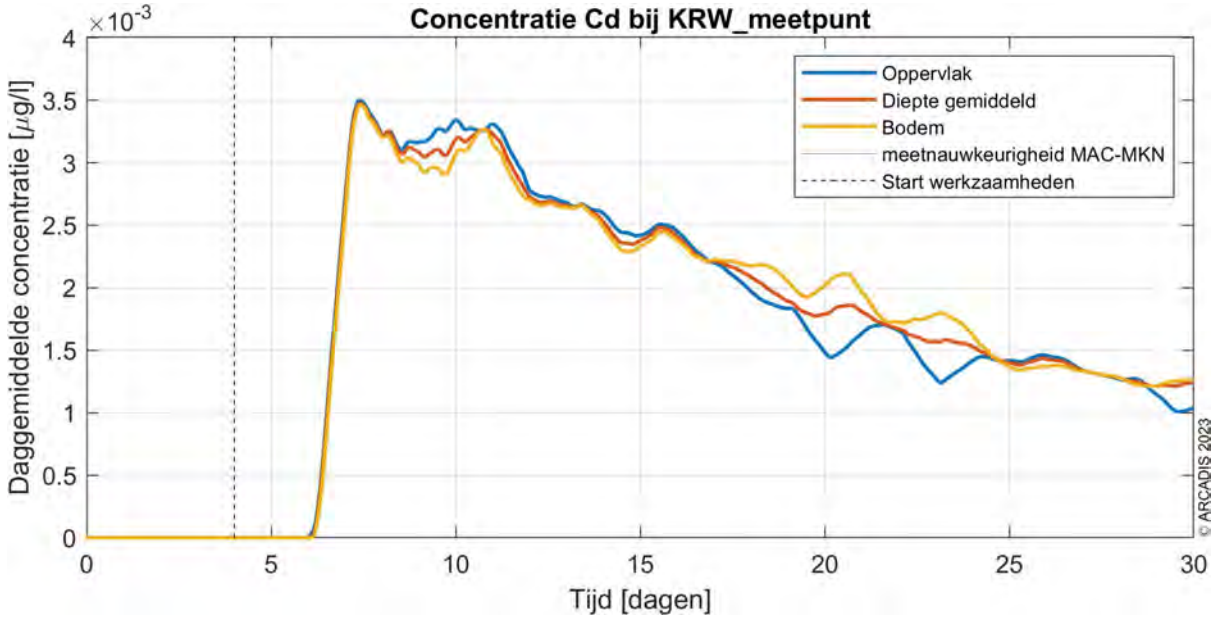
Zamon, J. E., Phillips, E. M., & Guy, T. J. (2014). Marine bird aggregations associated with the tidally-driven plume and plume fronts of the Columbia River. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, *107*, 85–95. https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2013.03.031

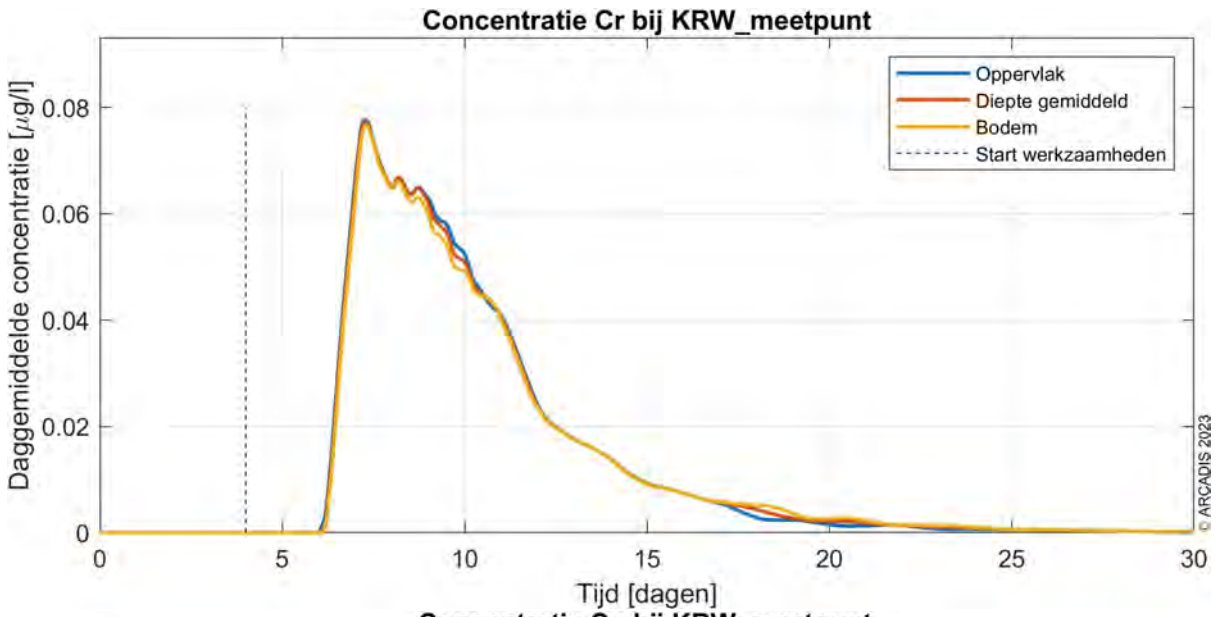
Zhang, W., Miao, A.-J., Wang, N.-X., Li, C., Sha, J., Jia, J., Alessi, D. S., Yan, B., & Ok, Y. S. (2022). Arsenic bioaccumulation and biotransformation in aquatic organisms. *Environment International*, *163*, 107221. https://doi.org/10.1016/j.envint.2022.107221

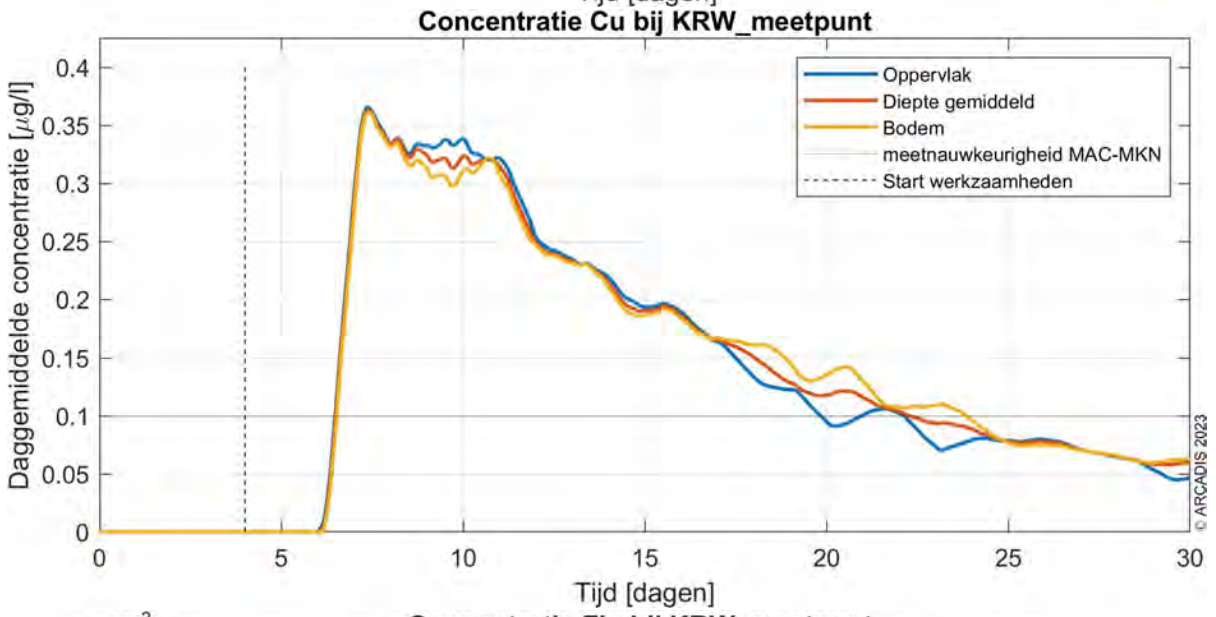
Zoeger, T., Dunn, J. R., & Fuller, M. (1981). Magnetic Material in the Head of the Common Pacific Dolphin. *Science*, *213*(4510), 892–894.

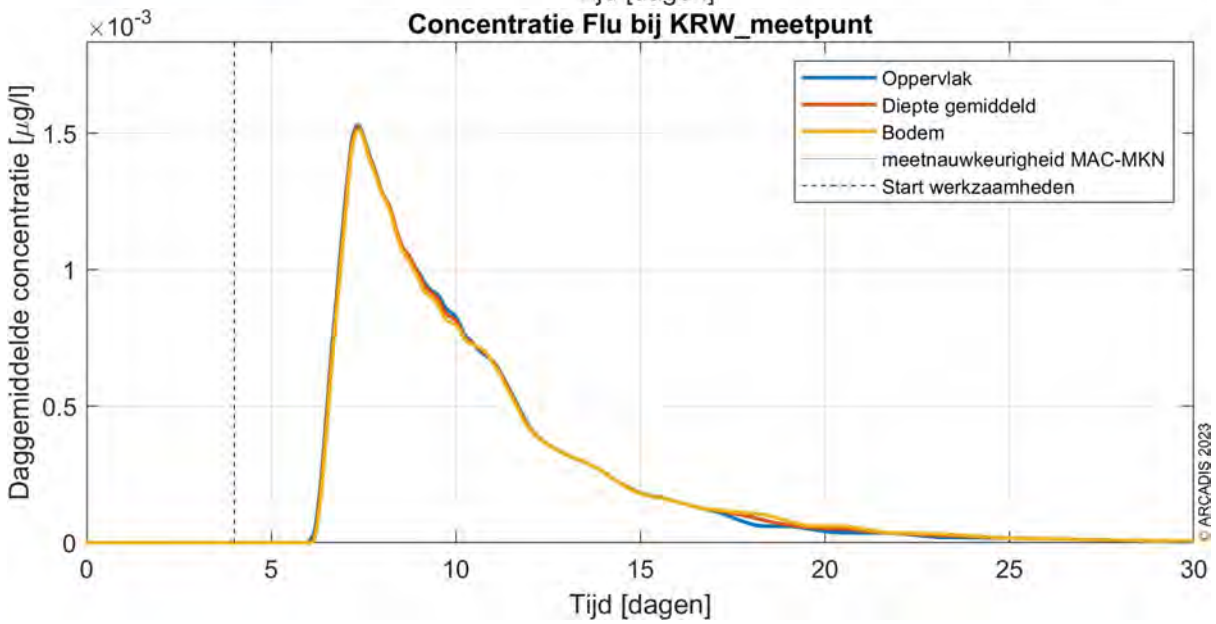
6 Aanvullende figuren: Concentratieverloop per gemodelleerde stof

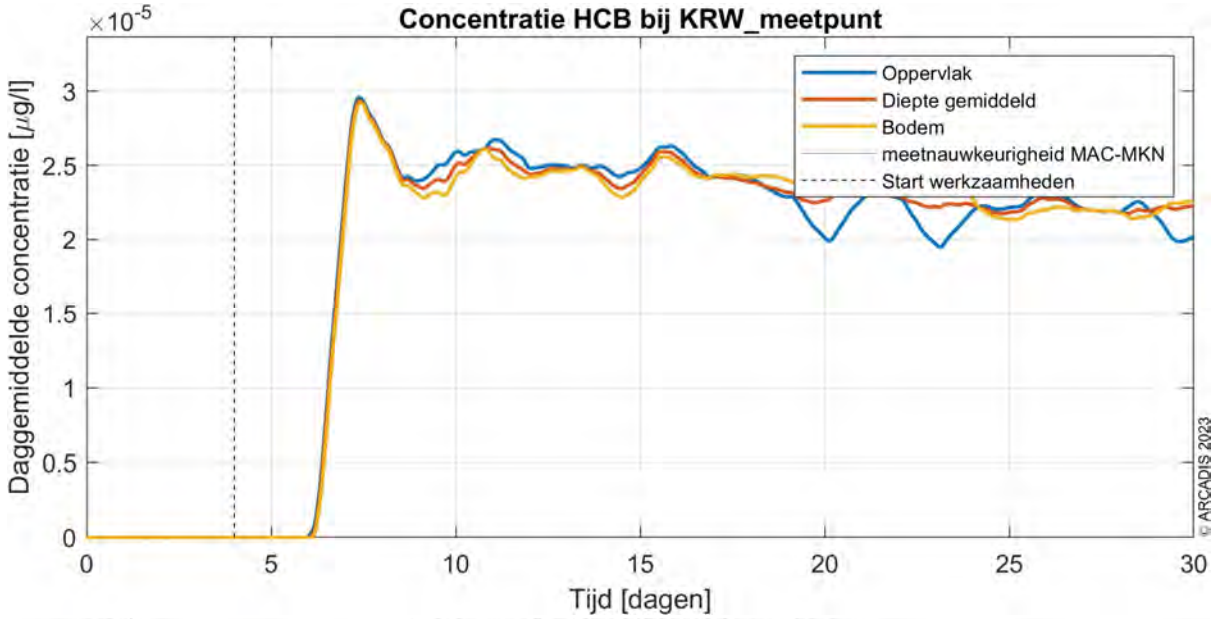


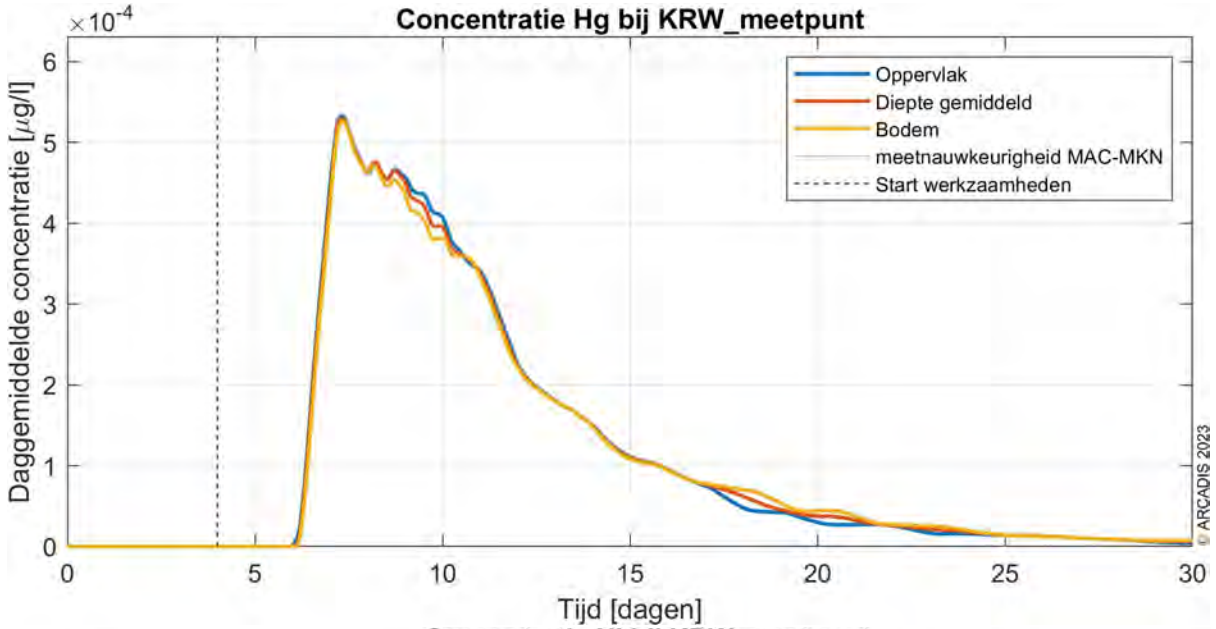


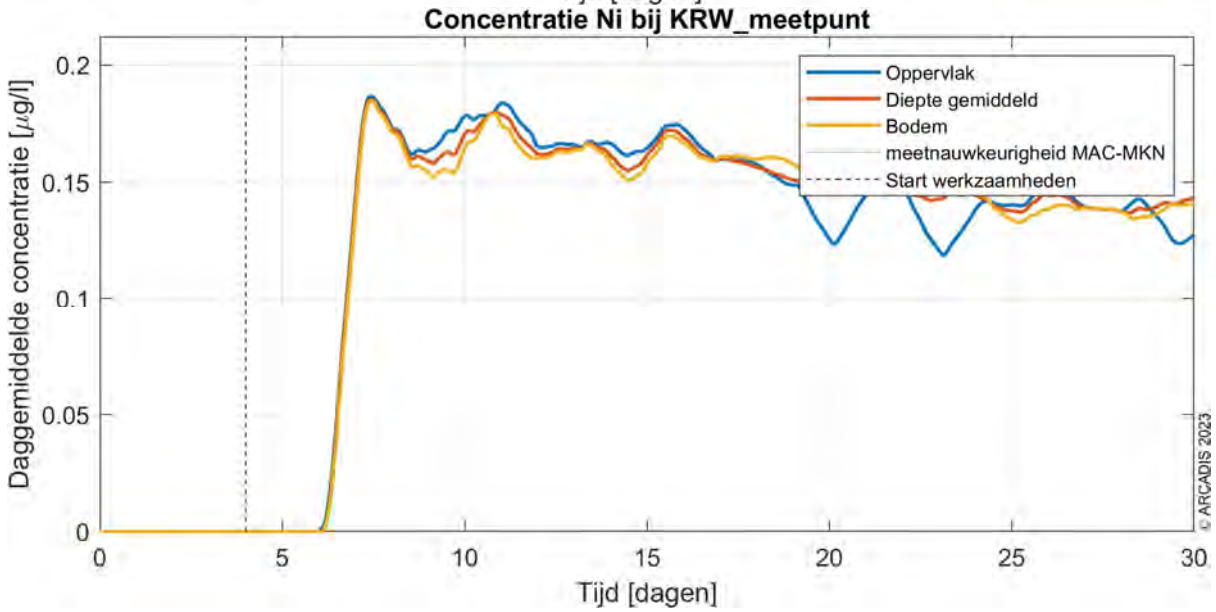

Concentratie Cr bij KRW_meetpunt
Daggemiddelde concentratie [µg/l]
Tijd [dagen]
Oppervlak
Diepte gemiddeld
Bodem
Start werkzaamheden
© ARCADIS 2023

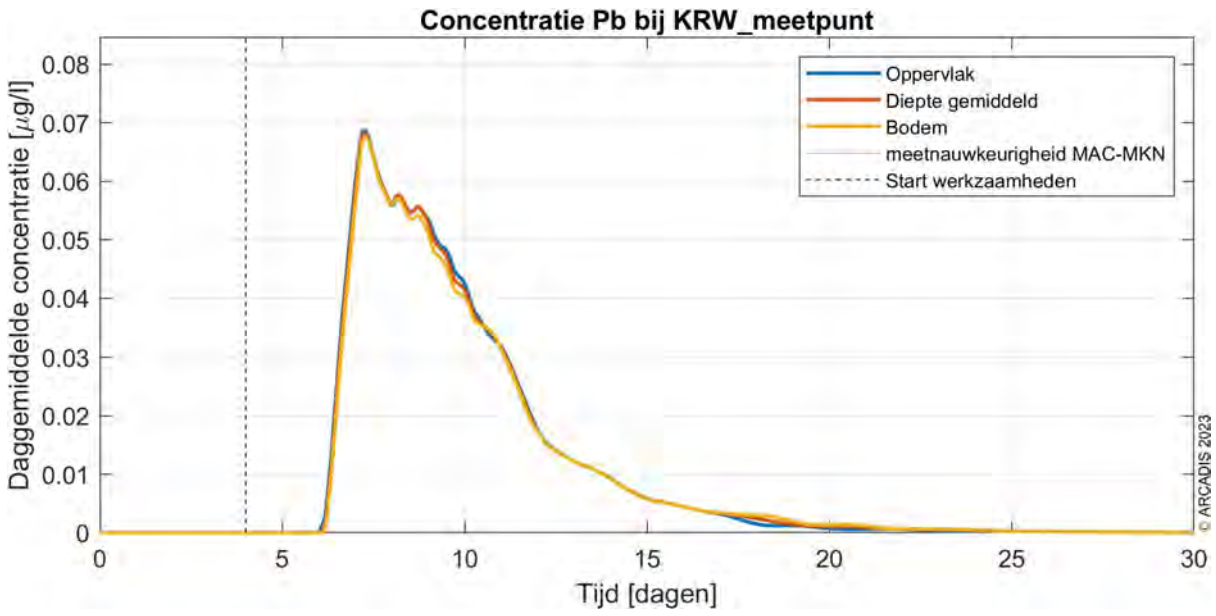

Concentratie Cu bij KRW_meetpunt
Daggemiddelde concentratie [µg/l]
Tijd [dagen]
Oppervlak
Diepte gemiddeld
Bodem
meetnauwkeurigheid MAC-MKN
Start werkzaamheden
© ARCADIS 2023

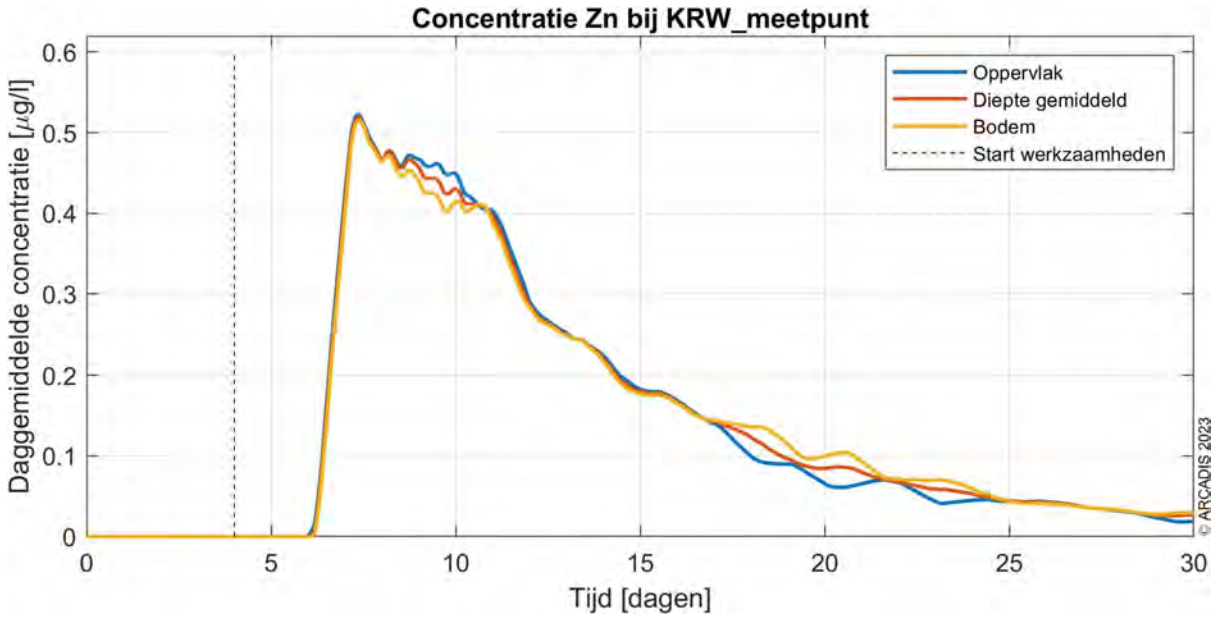

Concentratie Flu bij KRW_meetpunt
×10-3
Daggemiddelde concentratie [µg/l]
Tijd [dagen]
Oppervlak
Diepte gemiddeld
Bodem
meetnauwkeurigheid MAC-MKN
Start werkzaamheden
© ARCADIS 2023


Concentratie HCB bij KRW_meetpunt
×10^-5
Daggemiddelde concentratie [µg/l]
Tijd [dagen]
Oppervlak
Diepte gemiddeld
Bodem
meetnauwkeurigheid MAC-MKN
Start werkzaamheden
© ARCADIS 2023


Concentratie Hg bij KRW_meetpunt
×10^-4
Daggemiddelde concentratie [µg/l]
Tijd [dagen]
Oppervlak
Diepte gemiddeld
Bodem
meetnauwkeurigheid MAC-MKN
Start werkzaamheden
© ARCADIS 2023


Concentratie Ni bij KRW_meetpunt
Daggemiddelde concentratie [µg/l]
Tijd [dagen]
Oppervlak
Diepte gemiddeld
Bodem
meetnauwkeurigheid MAC-MKN
Start werkzaamheden
© ARCADIS 2023


Concentratie Pb bij KRW_meetpunt
Daggemiddelde concentratie [µg/l]
Tijd [dagen]
Oppervlak
Diepte gemiddeld
Bodem
meetnauwkeurigheid MAC-MKN
Start werkzaamheden
© ARCADIS 2023


Concentratie Zn bij KRW_meetpunt
Daggemiddelde concentratie [µg/l]
Tijd [dagen]
Oppervlak
Diepte gemiddeld
Bodem
Start werkzaamheden
© ARCADIS 2023

Colofon

Watertoets Net op zee Nederwiek 1

Datum
04-10-2023

Status
Definitief

Pondera Consult B.V.
Postbus 919
6800 AX Arnhem
Nederland
+31 (0)88 7663 372

www.ponderaconsult.com

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland
+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com

Bijlage 1

Verontreinigingsstudie Veerse Meer – Net op zee Nederwiek 1

Net op zee Nederwiek 1

Verontreinigingsstudie Veerse Meer
TenneT TSO B.V.

4 oktober 2023

Inhoudsopgave

1 Inleiding 3

1.1 Doelstelling 3

1.2 Aanpak 3

2 Methodiek DELWAQ 4

2.1 Gebruikte modelschematisatie 4

2.2 De waterkwaliteitsmodule 6

2.3 Vertaling jet trenchen naar modelinput 9

2.3.1 De aanlegtechniek jet trenchen 9

2.3.2 Slibverspreiding in het model 9

2.3.3 Sedimenteigenschappen in het model 10

2.3.4 Verontreiniging 11

2.3.5 Wind 13

2.4 Analyses modeluitvoer 14

3 Methodiek overige stoffen 17

4 Conclusies 18

5 Bibliografie 19

1 Inleiding

TenneT legt bekabeling van het Net op zee Nederwiek 1 aan in het Veerse meer. Dit gebeurt door middel van jet trenchen. De waterbodem verweekt door het inspuiten van water waardoor de kabel door zijn eigen gewicht op de gewenste diepte in de waterbodem komt te liggen.

Ten behoeve van het project wordt een milieueffectrapportage (MER) opgesteld en diverse vergunningen aangevraagd. Onderdeel van het MER is een beoordeling van de invloed op de waterkwaliteit in het Veerse meer. Het is bekend dat er verontreinigingen in de waterbodem van het Veerse meer aanwezig zijn. Deze kunnen beïnvloed worden door de werkzaamheden en terecht komen in de waterkolom. Waterkwaliteitsmodellering is uitgevoerd om te bepalen welke stoffen vrij kunnen komen en hoe deze zich verspreiden in het Veerse meer.

Deze rapportage beschrijft de toegepaste methode en uitgangspunten voor de tijdelijke verhoging van de concentratie van bepaalde zwarte metalen en de concentratie van organische microverontreinigingen en dient ter achtergrond bij de resultaten die zijn gerapporteerd in het MER.

Het rapport is opgebouwd volgens de structuur van doelstelling, methodiek en conclusie.

1.1 Doelstelling

Ten behoeve van het MER Net op zee Nederwiek 1 is een achtergrondstudie uitgevoerd waarin de verontreiniging van anorganische en organische microverontreiniging is gekwantificeerd als gevolg van de aanleg van het kabeltracé door middel van jet trenchen in het Veerse Meer.

Met deze gegevens kan worden ingeschat of de verontreinigingen ten gevolge van het jet trenchen effect hebben op beschermde organismen. In deze achtergrondstudie is de toegepaste methode toegelicht en zijn de gehanteerde bronnen en uitgangspunten verantwoord. De modelresultaten en doorvertaling naar de effecten op de waterkwaliteit en natuurwaarden van het Veerse meer zijn in het MER gepresenteerd.

1.2 Aanpak

Het effect van het jet trenchen op de waterkwaliteit is bestudeerd met een numerieke modelstudie. De gehanteerde methodieken bij de modelstudie zijn verder toegelicht in hoofdstuk 2 en 3. Hoofdstuk 2 betreft het DELWAQ-model. In de gebruikte modelschematisatie zijn zowel de lokale hydrodynamica als de relevante chemische processen meegenomen. Bij het uitwerken van de modelschematisatie zijn realistische worst-case keuzes gemaakt om tot generiek toepasbare resultaten te komen. Voor stoffen waarvoor DELWAQ niet is gehanteerd is de toelichting van de methode opgenomen in hoofdstuk 3.

2 Methodiek DELWAQ

De selectie zware metalen en organische microverontreinigingen die meegenomen zijn in het DELWAQ-model zijn in Tabel 2-1 zichtbaar. Deze zijn zorgvuldig gekozen op basis van de gemeten verontreinigingen in de bodem van het Veerse Meer en de mogelijkheden die de modelsoftware biedt.

Tabel 2-1 Overzicht meegenomen verontreinigingen in de modestudie met de gebruikte afkorting.

Verontreiniging	Afkorting	soort
Cadmium	Cd	Anorganische microverontreiniging
Chroom	Cr	Anorganische microverontreiniging
Koper	Cu	Anorganische microverontreiniging
Kwik	Hg	Anorganische microverontreiniging
Nikkel	Ni	Anorganische microverontreiniging
Lood	Pb	Anorganische microverontreiniging
Zink	Zn	Anorganische microverontreiniging
Benzo-a-pyreen	B(a)P	Organische Microverontreiniging
Fluorantheen	Flu	Organische Microverontreiniging
Hexachloorbenzeen	HCB	Organische Microverontreiniging

2.1 Gebruikte modelschematisatie

Het modelleren van de waterkwaliteit via DELWAQ is uitgevoerd met twee verschillende softwaremodules binnen de numerieke modelleersoftware D-Hydro: een module voor de hydrodynamica (D-FLOW) en een module voor de waterkwaliteit (D-WAQ). In deze studie waren deze modules online gekoppeld zodat de veranderingen in de hydrodynamica (stroming, waterstandsveranderingen etc.) direct werden meegenomen in de waterkwaliteitsmodule.

De hydrodynamica

Voor de hydrodynamica is het officiële zesde generatie 3D D-Hydro model van het Veerse Meer gebruikt (Deltares, 2022). Figuur 2-1 laat het modeldomein zien met de bathymetrie. Het model bestaat uit Z-lagen met een laagdikte van 1,25 meter. Op de diepste delen heeft het model 42 verticale lagen.

De waterkwaliteit

De module die de waterkwaliteit berekent, is voor deze studie voorzien van een vernieuwde procesbibliotheek. Deze procesbibliotheek beschrijft de processen en stoffen die worden meegenomen in de modellering en hoe deze stoffen en processen met elkaar interacteren. Hiervoor zijn procesmatige keuzes gemaakt, zoals: Welke processen moeten worden meegenomen? In welke mate interacteren de stoffen met elkaar? Hoe komt men tot een realistische worst case benadering? Deze keuzes zijn toegelicht in paragraaf 2.2.

Figuur 2-1 Modeldomein met bathymetrie en de locaties van modelrandvoorwaarden voor de hydrodynamica (gemalen, sluizen en het wateruitwisselingspunt Katse Heule).

Het rekenrooster en de hydrodynamische randvoorwaarden

Het rekenrooster van het officiële zesde generatie 3D D-Hydro model van het Veerse Meer bestaat voornamelijk uit driehoeken. De driehoeken zijn gelijkzijdig met een zijdelengte van 50 meter. Rond havens is het rekenrooster verfijnd en hebben de driehoeken een zijdelengte van 20 meter (Deltares, 2022). Een detail is weergegeven in Figuur 2-2.

In Figuur 2-1 staan de locaties van de randvoorwaarden van de hydrodynamica: gemalen, sluizen en het wateruitwisselingspunt Katse Heule (de opening in de Zandkreekdam). Katse Heule is het enige punt waar vrije wateruitwisseling plaatsvindt. Deze uitwisseling is met de zoute Oosterschelde, waardoor het gehele Veerse Meer relatief zout is. Gemiddeld is hier een netto uitstroom van 3,5 m^3/s (Deltares, 2022). Zoet water komt het Veerse Meer binnen via de gemalen en regenval. Brak water wordt uitgewisseld bij Sluis Veere in het westen.

Figuur 2-2 Een detail van het rekenrooster van het officiële zesde generatie 3D D-Hydro model van het Veerse Meer.

2.2 De waterkwaliteitsmodule

Voor het modelleren van de verontreinigingen in de waterkolom zijn conservatieve keuzes gemaakt. Daarnaast zijn de belangrijkste processen in het model meegenomen. Hierna zijn de keuzes en processen toegelicht.

Oplossen en adsorberen
Zware metalen en organische microverontreinigingen kunnen, als ze in de waterkolom komen, oplossen en adsorberen ('plakken') aan andere stoffen. Zware metalen adsorberen voornamelijk aan slibdeeltjes (anorganisch materiaal) en organische microverontreinigingen adsorberen voornamelijk aan deeltjes organisch koolstof (detritus, dood organisch materiaal) en fytoplankton. Een geadsorbeerd deeltje kan naar de bodem vallen en sedimenteren (afzetten). Wanneer de verontreiniging in oplossing of geadsorbeerd is en nog niet gesedimenteerd is, stroomt deze mee en blijft deze dus in de waterkolom. In het model is dit volledige proces van oplossen, adsorberen en sedimenteren meegenomen.

De verhouding tussen het geadsorbeerde materiaal en opgeloste materiaal wordt aangeduid met de partitiecoëfficiënt en wordt ook wel de K_d-waarde genoemd. Hoe kleiner de K_d-waarde, hoe meer materiaal in oplossing is. De K_d-waarde is voor elke stof anders en is ook in elk milieu anders. Zo heeft bijvoorbeeld de saliniteit, de pH en de aanwezigheid van andere metaalionen invloed op de K_d-waarde (Rijksinstituut voor volksgezondheid en milieu, 1998). Voor deze studie is voor elke organische en organische microverontreiniging een zo conservatief mogelijke K_d-waarde gekozen op basis van een literatuuronderzoek. De K_d-waarde voor organische microverontreinigingen is in feite een K_{oc}-waarde omdat deze stoffen binden aan het organische koolstof (OC). Bij de keuze van de waarde is rekening gehouden met het zoute milieu van het Veerse Meer. Nota bene: conservatief is voor deze studie een zo laag mogelijke K_d-waarde, waardoor een bepaalde stof langer in oplossing blijft en een realistische worst-case benaderd wordt. In Tabel 2-2 en Tabel 2-3 staat een overzicht van de gekozen K_d-waarden en K_{oc}-waarden.

Tabel 2-2 Overzicht van de gekozen partitiecoëfficiënten (K_d-waarde) per anorganische microverontreiniging.

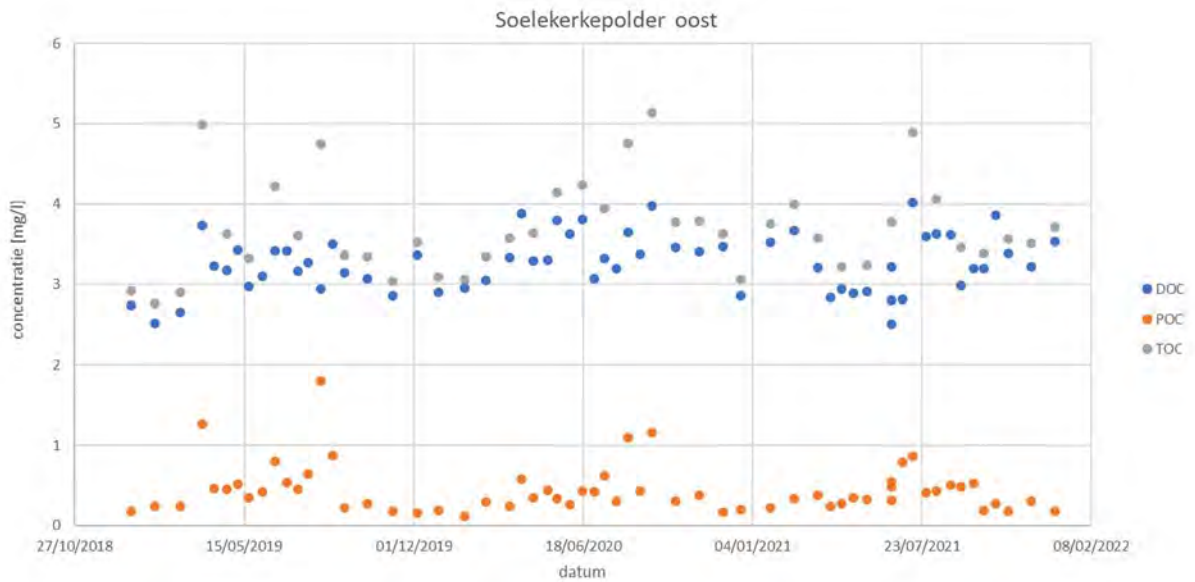
Verontreinigingen (afkorting)	Partitiecoëfficiënt (K_d-waarde)	Adsorbeert aan:	Eenheid
Cd	30	Slib	m^3/kgDM
Cr	300	Slib	m^3/kgDM
Cu	55	Slib	m^3/kgDM
Hg	178	Slib	m^3/kgDM
Ni	8	Slib	m^3/kgDM
Pb	420	Slib	m^3/kgDM
Zn	100	Slib	m^3/kgDM

Tabel 2-3 Overzicht van de gekozen partitiecoëfficiënten (K_{oc}-waarde) per organische microverontreiniging

Verontreinigingen (afkorting)	Partitiecoëfficiënt (K_d-waarde)	Adsorbeert aan:	Eenheid
BaP	6	Organisch koolstof	l/kgC (logKoc)
Flu	6,7	Organisch koolstof	l/kgC (logKoc)
HCB	4,56	Organisch koolstof	l/kgC (logKoc)

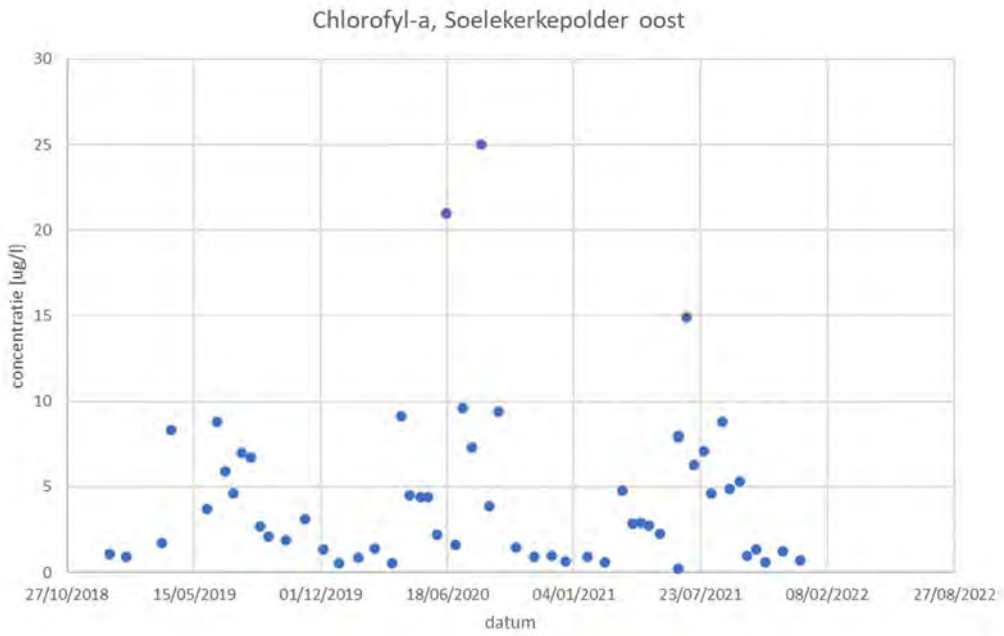
Stoffen waaraan adsorptie plaatsvindt
Zware metalen adsorberen aan slibdeeltjes en organische microverontreinigingen adsorberen aan koolstof (organisch koolstof en fytoplankton). Hieronder is beschreven hoe deze stoffen zijn meegenomen (zie Tabel 2-4 voor een overzicht).

Koolstof
Organische microverontreinigingen kunnen adsorberen aan opgelost organisch koolstof (DOC), deeltjes organisch koolstof (POC) en koolstof uit fytoplankton. De hoeveelheid opgeloste organisch koolstof (DOC) is bepaald aan de hand van metingen bij het meetpunt Soelekerkepolder Oost in het Veerse Meer (Figuur 2-3). De gemiddelde waarde is genomen van de metingen: **3,26 gC/m³**.



Figuur 2-3 DOC = Dissolved Organic Carbon (opgelost organisch koolstof); POC = Particulate Organic Carbon (deeltjes organisch koolstof) en TOC = Total Organic Carbon (totaal organisch koolstof), bij Soelekerkepolder Oost in het Veerse Meer.

Organische koolstof deeltjes (POC) en fytoplankton zijn samen in het model als één constante waarde meegenomen (gC/m^3). Deze waarde is bepaald op basis van het gemiddelde van de metingen bij het meetpunt Soelekerkepolder Oost in het Veerse Meer van POC en chlorofyl-A (fytoplankton) (Figuur 2-3 en Figuur 2-4). De gemiddelde chlorofyl-a concentratie is omgezet naar hoeveelheden koolstof doormiddel van standaard coëfficiënten die in de D-WAQ software van het model reeds aanwezig zijn. De constante waarde voor de koolstofdeeltjes die in het model is opgelegd is **0,7 gC/m^3** (POC plus chlorofyl-a) met een valsnelheid van **2,9 m/s.** Deze valsnelheid is gekozen op basis van de valsnelheden uit het zesde generatie 3D D-Hydro model van het Veerse Meer (Deltares, 2022).



Figuur 2-4 Metingen van chlorofyl-a (fytoplankton) op meetpunt Soelekerkepolder Oost in het Veerse Meer.

Slibdeeltjes
Slibdeeltjes zijn van nature aanwezig in de waterkolom van het Veerse Meer, dit is de zogenaamde achtergrondconcentratie. Deze achtergrondconcentratie aan slib is meegenomen in het model als een constante waarde met een valsnelheid. Deze constante waarde is **4 g/m^3** welke gelijk is aan de waarde van het zesde generatie 3D D-Hydro model van het Veerse Meer. De valsnelheid van deze achtergrondconcentratie is **2,9 m/d** wat gelijk is aan de valsnelheid die gekozen is voor de koolstofdeeltjes, welke conservatief laag is (een lage valsnelheid zorgt voor een lage depositie snelheid van geadsorbeerde verontreiniging). Daarnaast komt er ook slib vrij bij het jet trenchen. Dit slib is met een variabele waarde meegenomen en is verder toegelicht in paragraaf 2.3.2.

Resuspensie
Resuspensie van slibdeeltjes die al op de bodem zijn beland, komt alleen voor als de stroming groot genoeg is op de bodem. De stroming is zeer klein in het Veerse Meer aangezien weinig wateruitwisseling plaatsvindt (3,5 m^3/s bij Katse Heule). In de zomer is dan ook een temperatuurstratificatie zichtbaar (Deltares, 2022). Wind resulteert in de meeste stroming. Bij harde wind met een grote strijklengte is de resulterende stromingssnelheid het grootst. Aangezien de werkzaamheden realistisch gezien niet worden uitgevoerd bij heftige windcondities, is de aanname dat de stroming in het Veerse Meer niet groot genoeg is om substantiële resuspensie te veroorzaken. Resuspensie is daarom niet meegenomen in het model. Een representatieve wind ten behoeve van milde stroming en menging is wel meegenomen in de modelschematisatie. Dit is verder toegelicht in paragraaf 2.3.5.

Zuurstof
Zuurstof is niet meegenomen in het model wat voor de meeste zware metalen een conservatieve benadering is. Zuurstof kan binden met chroom, lood en koper in oplossing en kan vervolgens neerslaan. Hierdoor neemt de opgeloste concentratie van deze zware metalen dus af. Nikkel en cadmium kunnen ook neerslaan in reactie met zuurstof maar alleen in een basisch milieu, wat het Veerse Meer is. Het niet meenemen van zuurstof resulteert daarmee in conservatieve uitkomsten.

In Deltares (2022) is zichtbaar dat zuurstofarme condities voorkomen in de zomer met stratificatie en dat zuurstofrijke condities voorkomen gedurende de winter. Het seizoen met veel zuurstof resulteert voor het chroom, lood en koper in neerslag en dus een snellere afname van het metaal in oplossing. Het is echter nog niet bekend wanneer de werkzaamheden precies plaatsvinden. Daarom is gekozen voor een modelsimulatie met een lage zuurstofconcentratie (nota bene: niet zuurstofloos). De invloed van zuurstof (positief of negatief) wordt dus niet meegenomen.

Tabel 2-4 Overzicht constante waarden in het model.

Stof	Hoeveelheid	Eenheid	Valsnelheid	Eenheid
Slib, achtergrondconcentratie	4	g/m^3	2,9	m/d
DOC	3,26	gC/m^3	-	-
POC + fytoplankton	0,7	gC/m^3	2,9	m/d

2.3 Vertaling jet trenchen naar modelinput

2.3.1 De aanlegtechniek jet trenchen

Jet trenchen is een techniek waarbij doormiddel van waterjets een smalle strook van de bodem wordt verweekt (gefluïdiseerd) zodanig dat de kabel op de beoogde installatiediepte in het zeebed/waterbodem kan worden ingebracht. Dit gebeurt door middel van jet zwaarden die met waterstralen de bodem verweken en zo een relatief smalle sleuf met vloeibare grond creëren. Jet trenchers kunnen de bodem tot op een diepte van 10-12 meter onder het zeebed/waterbodem verweken, waarbij de diepte van verweken afgestemd wordt op de beoogde begraafdiepte van de kabel. Door het verweken van de (zee)bodem zullen lokaal gronddeeltjes worden opgewoeld. De vertroebeling die hierdoor ontstaat zit met name in de onderste laag van de waterkolom. Svašek Hydraulics (2015) schatte de hoeveelheid sediment die uit de bodem vrijkomt en in suspensie raakt bij jet trenchen tussen de 1% en 10%, met 5% als meest representatieve waarde. Wang et al. (2020) gebruikt een hogere waarde, namelijk 20%, die gevalideerd is met metingen. Om een conservatieve waarde aan te houden, is voor deze slibstudie aangenomen dat 20% van het sediment in suspensie komt tijdens het jet trenchen. Dit leidt tot een worst case resultaat.

2.3.2 Slibverspreiding in het model

Voor het jet trenchen in het Veerse Meer is in het model een sedimentbron aangebracht die gedurende de uitvoeringstermijn (ongeveer 2 dagen), langs het tracé slib verspreidt. Deze slibverspreiding is van belang omdat, naast het vrijkomen van verontreinigingen (zie paragraaf 2.3.4), de vrijgekomen zware metalen hieraan kunnen adsorberen. Deze bron beweegt met een snelheid van 250 m/uur langs het tracé van 12 km. Daarbij gebruiken we een variabele slibfractie in het sediment, gebaseerd op de gemeten dikte van de sliblaag (Figuur 2-5). Hierbij is uitgegaan van een sleufbreedte van 0,3 m en een sleufdiepte van 3 m, waardoor de volledige sliblaag wordt beroerd en het lokale slibvolume (m^3/m) gelijk is aan de lokale dikte van de sliblaag (Figuur 2-5). In totaal komt er zo 1.015 m^3 slib in suspensie langs het tracé. Dit is 20% van het totale slibvolume dat langs het tracé in de bodem zit, wat gezien kan worden als een conservatieve benadering (paragraaf 2.3.1).

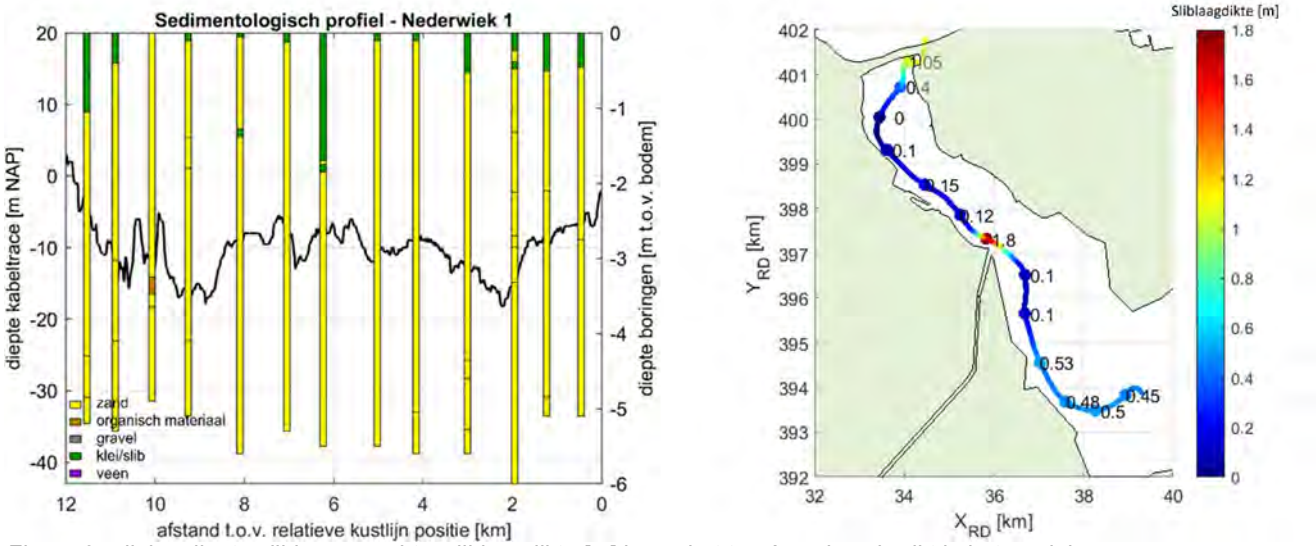
In de studie is verondersteld dat het jet trenchen vanaf de Veerse Gatdam (noordwest) richting de Oranjeplaat (zuidoost) plaatsvindt, zonder dat het werk wordt stilgelegd. De puntbron die het jet trenchen beschrijft, ligt in de onderste model-laag (bij de bodem). Daarnaast wordt 0,4 m^3/s water geïnjecteerd in het model gedurende het jet trenchen. De onderbouwing van dit debiet staat in onderstaand kader. De hoeveelheid slib die in het model vrijkomt, is in het model in kg/m^3. Om de hoeveelheid m^3 slib om te zetten naar kg is een droge dichtheid van 500 kg/m^3 gebruikt. Dit is een standaardwaarde. De sedimenteigenschappen in het model zijn verder toegelicht in paragraaf 2.3.3.

De hoeveelheid totale hoeveelheid slib dat in het model vrijkomt is gevisualiseerd in Figuur 2-6. Tenslotte zijn in het model twee slibfracties gebruikt voor het slib dat in suspensie komt door het jet trenchen. Het verschil tussen de slibfractie is de valsnelheid, welke ook verder is toegelicht in paragraaf 2.3.3.

Onderbouwing vrijkomende debiet gedurende het jet trenchen

Bij de aanbestedingen voor de productie en de installatie van de kabels voor Net op zee moeten de aannemers als onderdeel van hun aanbieding specificeren welke apparaten ze in denken te gaan zetten voor de installatie. De aannemers die de installatie van de kabels in het Veerse Meer aanbieden, hebben als onderdeel van de aanbieding de pompkrommes aangeleverd aan TenneT van de jet pompen waarmee gewerkt zal gaan worden op het Veerse Meer. Gebleken is dat er weinig variëteit zit tussen de technische specificaties van de jet trench pompen die door de verschillende aannemers worden opgenomen in hun aanbiedingen. Bij de uitvoering van de werken voor TenneT zien we ook telkens dezelfde jet pompen van dezelfde verhuurder aan dek staan. Op grond daarvan, dus met kennis van de pompkrommes van de jet pompen die aangeboden worden en die in de praktijk worden ingezet, kunnen we met grote zekerheid stellen dat het debiet waarmee gejet zal worden voor de installatie van de kabels in de orde van **0,4 m^3/s** zal zijn.

Het detail van het numerieke rekenrooster (circa 50 meter, zie paragraaf 2.1) is te grof om een zeer kleinschalig proces zoals jet trenchen volledig accuraat weer te geven. Zeer lokale effecten (*near-field*) kunnen niet worden weergegeven en worden als het ware gemiddeld over de rekencel waarbinnen ze plaatsvinden. Een proces dat bekend staat als numerieke diffusie. Hoe stoffen vervolgens op grotere schaal verspreiden, adsorberen en sedimenteren, wordt door het rekenmodel wel nauwkeurig gesimuleerd. Het zijn dan ook de resultaten op dit schaalniveau (*mid- to far-field*) die weergegeven worden in hoofdstuk 3 en geschikt zijn voor een effectbeoordeling.



Figuur 2-5 links: diepte sliblagen, rechts: sliblaagdikte [m] langs het tracé zoals gebruikt in het model.

2.3.3 Sedimenteigenschappen in het model

De sedimenteigenschappen van het slib dat vrijkomt bij het jet trenchen zijn weergegeven in Tabel 2-5. Er is gewerkt met twee (cohesieve) sedimentfracties die beide 50% van de totale slibfractie vormen. Deze slibfracties zijn representatief voor de fractie met een korreldiameter kleiner dan 32 µm (fijne slibfractie) en 32-63 µm (grove slibfractie). Wat betreft de gekozen representatieve modelparameters voor deze fracties zijn de gangbare waarden aangehouden. Voor deze studie levert dat een licht conservatieve representatie van de werkelijkheid wat betreft de gesimuleerde slibconcentratieverhoging.

Op basis van de 'Navier Stokes' formule voor cohesief materiaal, vereenvoudigd door Van Rijn (WL | Delft Hydraulics, 2006), is een valsnelheid van 0,5 mm/s representatief voor een fractie van circa 25 µm. Bij de fijne fractie wordt zelfs een zeer conservatieve valsnelheid van 0,1 mm/s (8,64 m/d) gebruikt, zodat de fijne fractie relatief lang in suspensie blijft in de modellering. Voor de grove fractie is 1 mm/s (86,40 m/d) gebruikt, zodat deze fractie juist relatief snel neerslaat.

Omdat enkel de slibfractie die vrijkomt tijdens het jet trenchen wordt gesimuleerd, is het soortelijk gewicht van droge stof voor slib gebruikt. Een droge dichtheid van 500 kg/m^3 is hierbij een gangbare waarde (Van Rijn, 1990).

Tabel 2-5 Modelparameters voor de sedimenteigenschappen van het slib.

Parameter	Waarde fijne fractie	Waarde grove fractie	Eenheid
Droge dichtheid	500	500	[kg/m^3]
Valsnelheid	8,64	86,40	[m/d]
Kritische bodemschuifspanning voor sedimentatie	1000	1000	[N/m^2]

2.3.4 Verontreiniging

In het Veerse Meer zijn op 16 locaties bodemmonsters genomen om de verontreiniging vast te stellen (meerdere monsters per locatie). Het slib uit de bodem van het Veerse Meer bevat verschillende hoeveelheden per verontreinigende stof. In samenspraak met een expert bij Deltares is overeengekomen dat het aannemelijk is dat de verontreiniging met name aan het slib zit. Vervolgens is een representatief verontreinigingsprofiel opgesteld voor het slib zodat uitschieters in de metingen de analyse niet buitenproportioneel beïnvloeden. Hoe dit representatieve verontreinigingsprofiel is opgesteld is onderstaand in het stappenplan beschreven bij stap 4. De realistische worst case is vervolgens gewaarborgd door het vrij hoge suspensie gehalte (20%) en de aanname dat in beginsel alle verontreiniging loskomt van het slib (van de 20% die in suspensie komt).

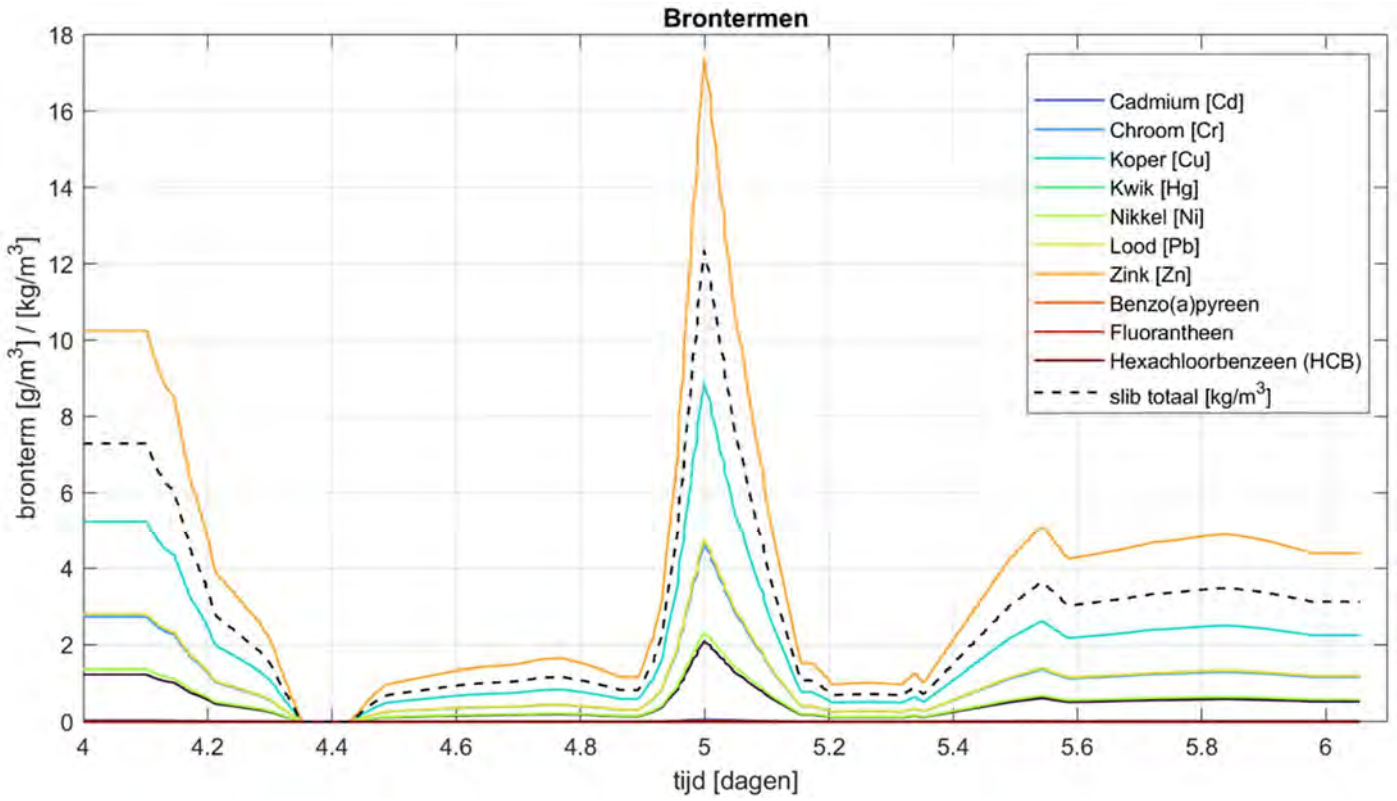
Uiteindelijk bepaalt dus de hoeveelheid slib langs het tracé de hoeveelheid verontreiniging die langs het tracé vrijkomt. Daarnaast is aangenomen dat 100% van de verontreiniging in het slib zit, een conservatieve benadering. Dus, wanneer een monster 10 volumeprocent slib bevat en 10 mg/kg van een verontreinigde stof, dan zit 100 mg/kg van deze verontreiniging in het slib.

De volgende stappen zijn ondernomen om de hoeveelheid vrijkomende verontreiniging te bepalen:

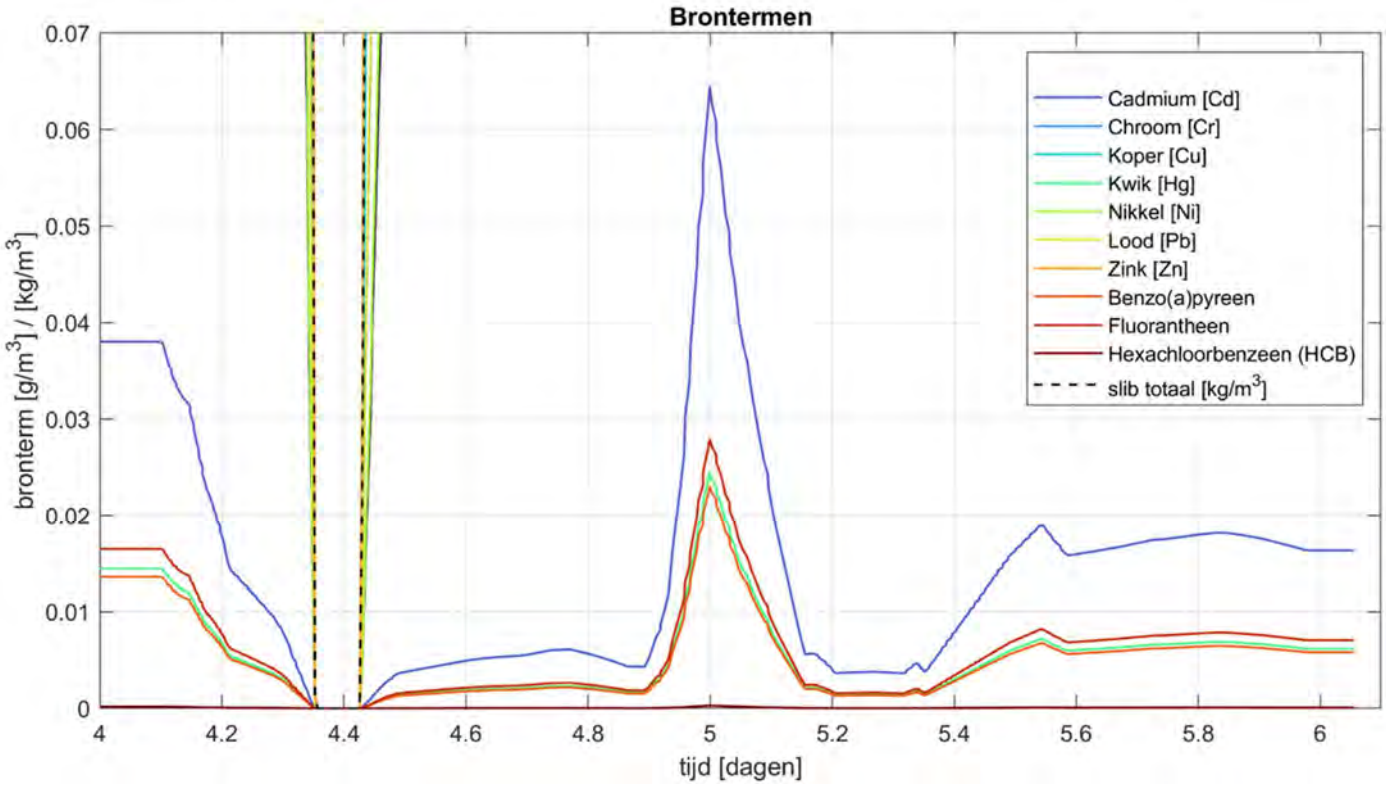
- **Stap 1:** bepaling hoeveelheid % slib gemeten per locatie, gemiddeld over de bovenste meter
- **Stap 2:** bepaling hoeveelheid g/kg verontreiniging gemeten per locatie, gemiddeld over de bovenste meter
- **Stap 3:** bepaling hoeveelheid g verontreiniging per kg slib aanwezig per locatie. Uitgedrukt als: (100% / percentage slib) * mg/kg verontreiniging.
- **Stap 4**: het gemiddelde over alle meetlocaties wordt genomen. Daarmee middelen we ruimtelijk uitschieters uit de bodemmonsters en nemen impliciet een gelijke verdeling van de gemeten verontreiniging in het slib aan. De totale hoeveelheid verontreiniging in het vrijkomend bodemmateriaal verandert hierdoor niet.
- **Stap 5:** verwerking variatie slib. Aangezien per locatie langs het kabeltracé een variabele hoeveelheid slib vrijkomt, varieert ook de hoeveelheid verontreiniging langs het kabeltracé. Dus om per locatie langs het kabeltracé te weten hoeveel verontreiniging vrijkomt is de volgende berekening gedaan: het aantal gram verontreiniging per kg slib * de hoeveelheid slib die vrijkomt op een bepaalde locatie.

De verontreinigingen die in het model als bronterm zijn opgelegd zijn gevisualiseerd in de tijd in Figuur 2-6 (en Figuur 2-7, ingezoomde versie). De x-as is nu de tijd in dagen dat gejet wordt, maar kan ook gezien worden als de afstand langs het tracé van noordwest naar zuidoost, door te rekenen met de snelheid van de trencher à 250 m/uur. In het midden van het tracé in het Veerse Meer is veel slib aanwezig en dus is hier veel verontreiniging die vrijkomt (zie de gemeten slibhoeveelheden in Figuur 2-5).

De werkzaamheden starten op een fictieve dag 4 en eindigen iets na dag 6. De bronterm verplaatst zich gedurende deze tijd langs het kabeltracé, van noordwest naar zuidoost.



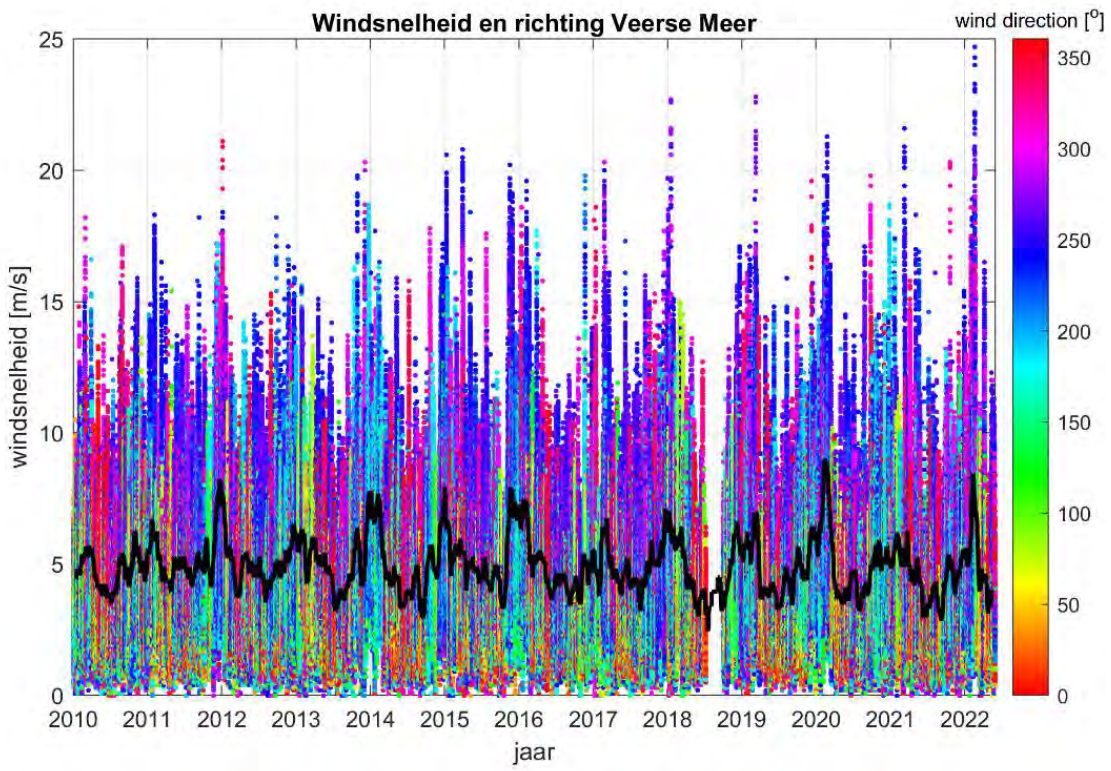
Figuur 2-6 Brontermen per verontreiniging in de tijd.



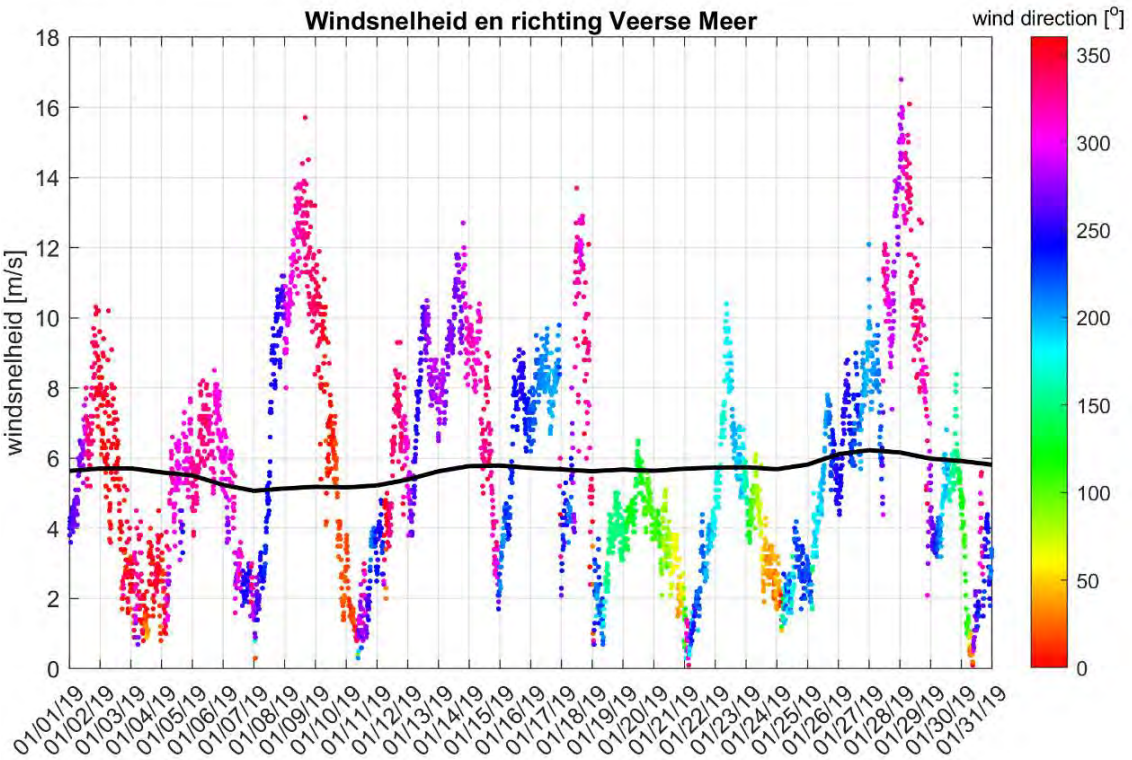
Figuur 2-7 Brontermen per verontreiniging in de tijd, ingezoomd.

2.3.5 Wind

Wind heeft een grote invloed op de stroming in het Veerse Meer. Bij een harde wind is de windgedreven stroming groter dan bij een milde wind. Op grond van een windanalyse is een maand met een representatieve gemiddelde wind bepaald. In Figuur 2-8 is de windsnelheid en richting samen met de maandgemiddelde windsnelheid zichtbaar (2010-2022). Januari 2019 heeft een gemiddelde windsnelheid van 5,9 m/s (Figuur 2-9). Dit is 1 m/s hoger dan het gemiddelde van 2010 t/m 2022. Deze maand is gekozen als representatieve maand voor de modelschematisatie en is licht conservatief doordat de windsnelheden iets hoger dan gemiddeld liggen.



Figuur 2-8 Windsnelheid en richting van 2010 t/m 2022 bij het Veerse Meer.



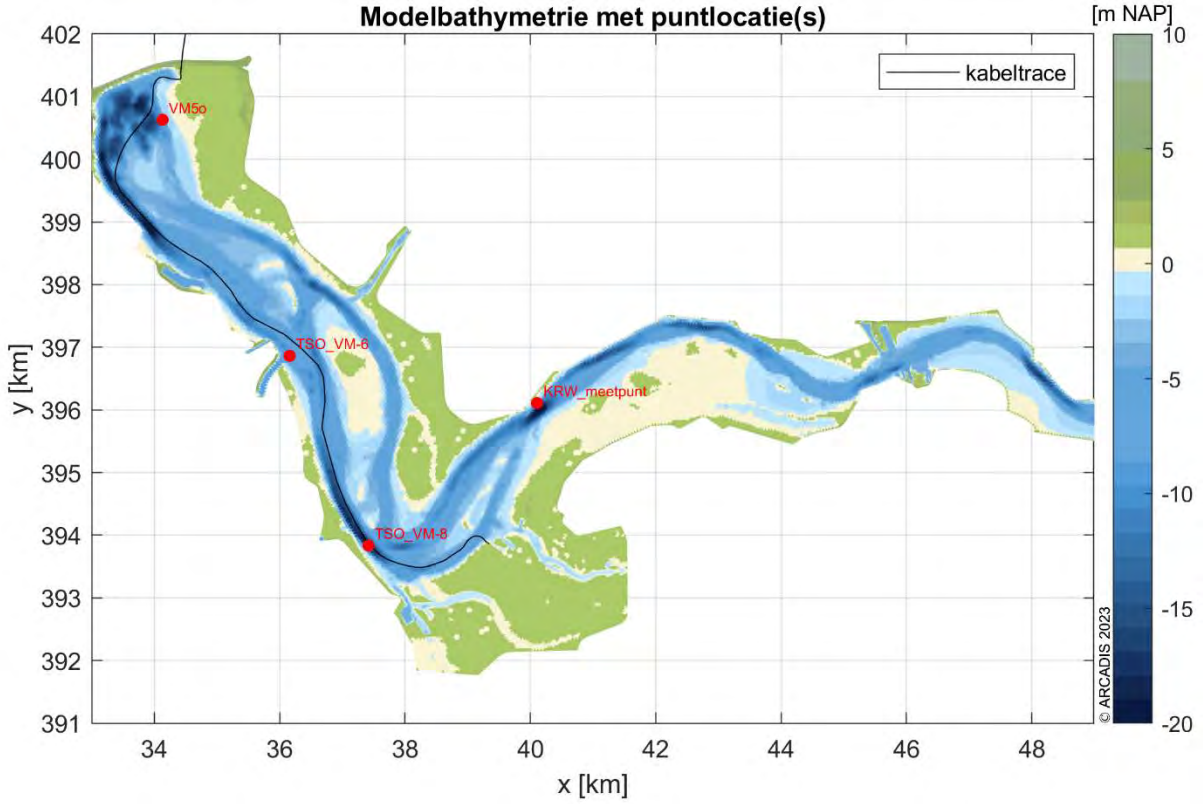
Figuur 2-9 Windsnelheid en richting januari 2019 bij het Veerse Meer.

2.4 Analyses modeluitvoer

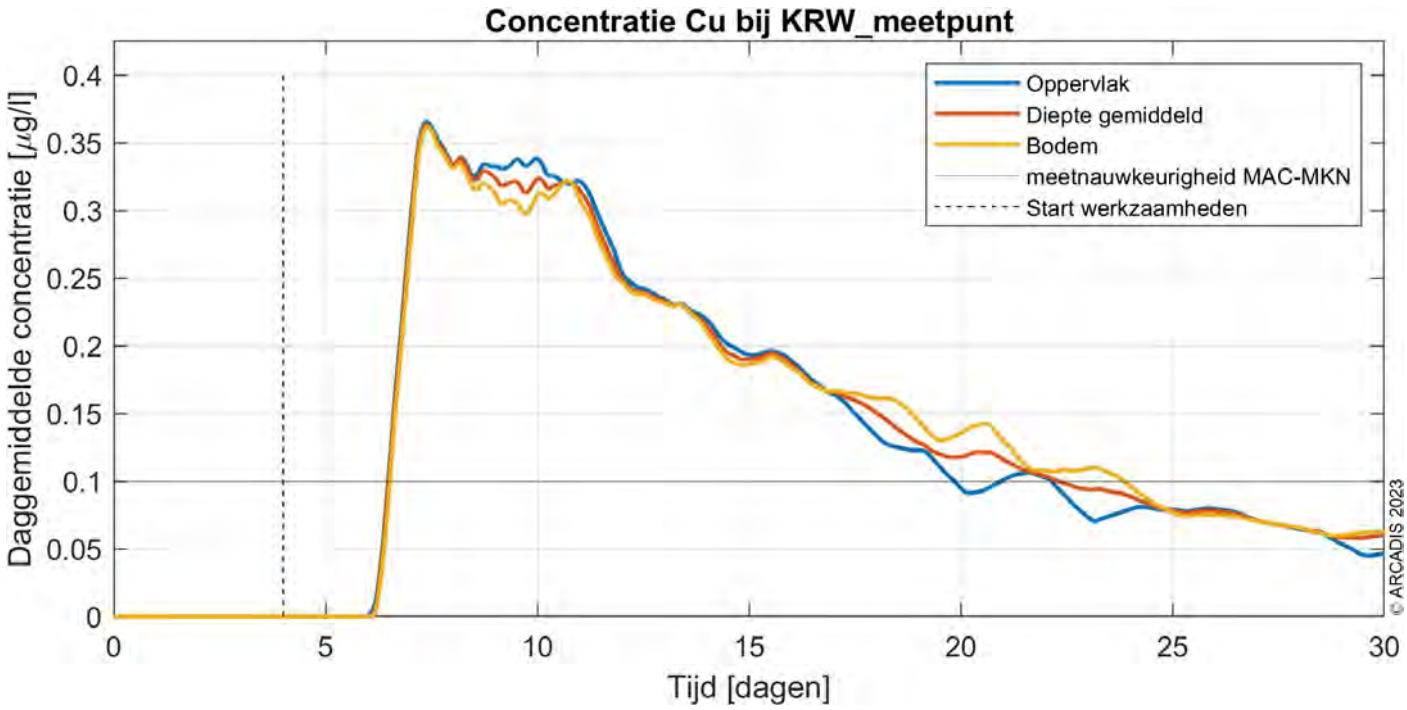
De verontreiniging is beschreven aan de hand van de concentraties op het KRW-meetpunt in de vorm van tijdseries (locatie weergegeven in Figuur 2-10). Voor de watertoets zijn twee resultaattypen gebruikt voor de toetsing:

- De maximale daggemiddelde concentratie op het KRW-meetpunt (maximaal betekend hier de maximale waarde in de gehele waterkolom).
- De jaargemiddelde concentratie op het KRW-meetpunt.

Als voorbeeld is de daggemiddelde concentratie koper op het KRW-meetpunt gevisualiseerd in Figuur 2-11. De maximale daggemiddelde concentratie in de waterkolom vindt rond dag 7 plaats.

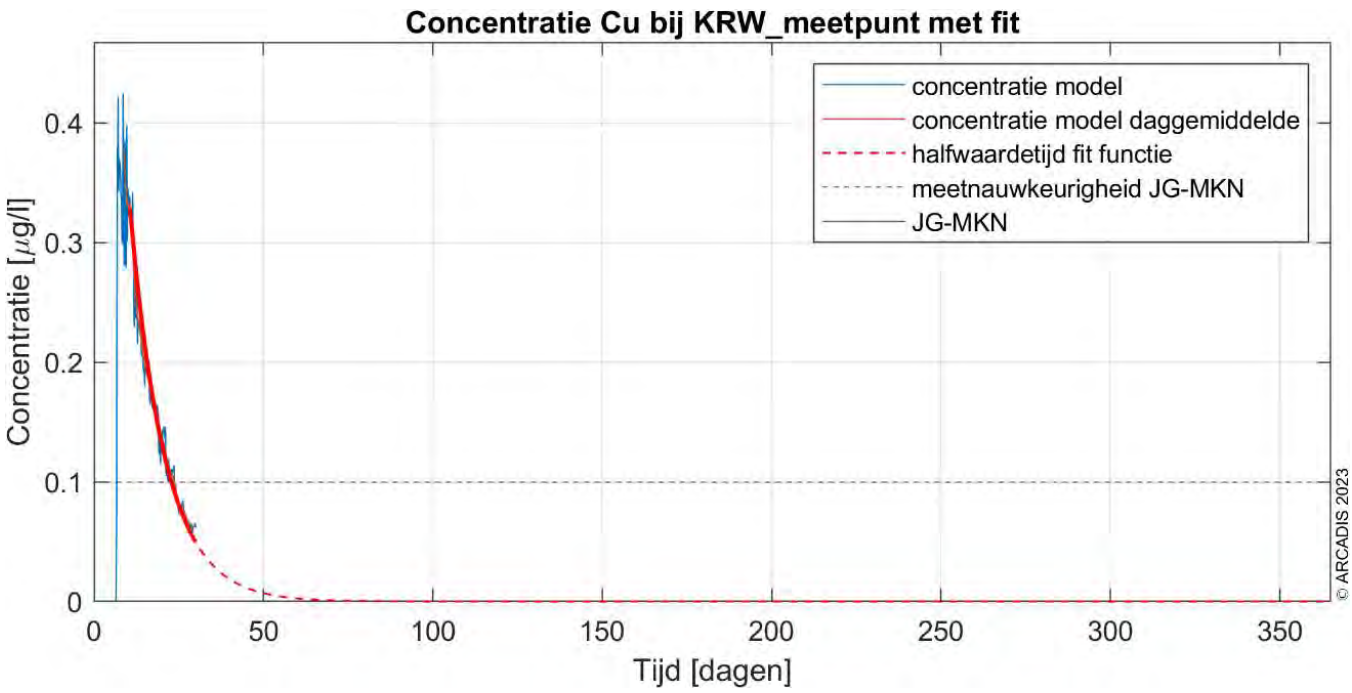


Figuur 2-10 De bathymetrie van het model met de loop van het kabeltracé van Nederwiek 1 en het KRW-meetpunt.



Figuur 2-11 De daggemiddelde koperconcentratie op het KRW-meetpunt: aan het oppervlak de bodem en dieptegemiddeld. De werkzaamheden starten in het model op dag 4.

Voor de jaargemiddelde concentratie op het KRW-meetpunt is een extra analyse gedaan omdat de modelsimulatie maar 30 dagen betreft en er een trend in de concentratieafname zichtbaar is. Het jaargemiddelde is bepaald op basis van de modelresultaten in combinatie met een trendlijn van de halfwaardetijd fit functie $C(t) = C_{max} \cdot (1-\alpha)^t$. Deze functie representeert het proces adsorptie het meest natuurgetrouw. In Figuur 2-12 is een voorbeeld gegeven van deze gefitte trendlijn voor arseen. De trendlijn is gefit op de daggemiddelde verontreiniging en vanaf 2 dagen na het lokale maximum, om zo de 'staart' welke de evenwichtsuitdemping beschrijft, zo goed mogelijk te fitten (oranje lijn). In de eerste dagen na de piek is namelijk ook nog sprake van adsorptie aan het slib dat vrijkwam tijdens het trenchen. Pas na 2 dagen na het lokale maximum vindt nog enkel adsorptie plaats aan de achtergrondconcentratie van het slib/koolstof. De uitdemping van de verontreiniging ten gevolge van de adsorptie aan de achtergrondconcentraties is beter geschikt voor extrapolatie voor de lange termijn en daarmee de berekening van het jaargemiddelde.



Figuur 2-12 De concentratie koper op het KRW-meetpunt met een halfwaardetijd fit functie trendlijn die gebruikt is om het jaargemiddelde te bepalen.

3 Methodiek overige stoffen

Voor stoffen die niet zijn opgenomen in DELWAQ, of waarvoor DELWAQ geen betrouwbare berekening geeft, is een alternatieve benadering toegepast. Voor deze stoffen zijn ook geen gedetailleerde speciatieberekeningen te maken aangezien het organische verbindingen betreft.

De toegepaste benadering is gebaseerd op de concentratie in het sediment en de te verwachten vertroebeling in combinatie met de oplosbaarheid van de stoffen. De maximale concentratie-toename voor deze stoffen is met de relevante evenwichts-coëfficiënten bepaald. Dit betreft de waarde ter plaatse van de werkzaamheden. Dit betreft daarmee een partitiemodelmatige aanpak. In de memo ‘Arseen in modelleerstudie Veerse Meer’ van 4 oktober 2023, welke ook als bijlage bij de Watertoets Net op zee Nederwiek 1 is gevoegd, is een voorbeeldberekening aan de hand van deze benadering uitgewerkt. De resultaten (concentratietoename) voor van onderstaande stoffen zijn te vinden in bijlage VII-M van het MER van Net op zee IJmuiden Ver Alpha. Deze waarden zijn gebruikt in de watertoets.

Tabel 3-1 Stoffen toepassing partitiemodel

Stof
Arseen (zie separate memo)
Anthraceen
Benzo(a)anthraceen
Benzo(g,h,i)peryleen
Benzo(k)fluorantheen
Chryseen
Fenanthreen
Indeno(1,2,3-c,d)pyreen
Naftaleen
Tributyltin als Sn
Som Perfluoroctaanzuur (PFOA)
Som Perfluoroctaansulfonzuur (PFOS)

4 Conclusies

Met het numerieke rekenmodel DELWAQ is de verontreiniging door jet trenchen voor de aanleg van Net op zee Nederwiek 1 in het Veerse Meer gesimuleerd voor een groot aantal stoffen. Voor stoffen die niet in DELWAQ betrouwbaar kunnen worden gemodelleerd is dit met een inschatting (partitiemodel) bepaald. De aanleg van de kabel gebeurt in circa 2 dagen door middel van jet trenchen. De aanleg van de kabels is vanaf de Veerse Gatdam in het noordwesten, richting Oranjeplaat in het zuidoosten.

De resultaten van de uitgevoerde waterkwaliteitsmodellering zijn in het MER voor Net op zee Nederwiek 1 opgenomen. Daar zijn de resultaten vervolgens beoordeeld in de relevante kaders, te weten de Kaderrichtlijn Water, Natura 2000 instandhoudingsdoelstellingen Veerse meer en de soortenbescherming.

5 Bibliografie

Deltares. (2015). *Bekkenrapport Veerse Meer 2000-2014 ten behoeve van de Evaluatie Peilbesluit.* Deltares.

Deltares. (2022). *Development of sixth generation model schematisation 3D D-HYDRO Veerse Meer. NIdek set-up, calibration and validation D-FILOW and D-Water Quality. 11208079-000-ZKS-0005 .*

Rijksinstituut voor volksgezondheid en milieu. (1998). *Evaluatie van deoor het RIVM gehanteerde partitiecoefficienten voor metalen. Rapport nr. 711401005.*

Svašek Hydraulics. (2015). *Environmental impact cable maintenance methods, Environmental impact analysis for COBRA cable.*

Wang, L., Shao, J., & Yao, W. (2020). Transport modelling of sediment re-suspended during submarine cable laying operation. *Earth and Environmental Science (Vol. 510, No. 4, p. 042016)*.

WL | Delft Hydraulics. (2006). *Zwevend Stof Rijn-Maasmonding.* Delft: WL | Delft Hydaulics.

Colofon

NET OP ZEE NEDERWIEK 1
VERONTREINIGINGSSTUDIE VEERSE MEER

KLANT
TenneT TSO B.V.

PROJECTNUMMER
30136670

ONZE REFERENTIE

DATUM
10 oktober 2023

STATUS
Definitief

Bijlage 2

Memo arseen in modelstudies

Memo

ONDERWERP
Arseen in modelleerstudie Veerse Meer

PROJECTNUMMER
30136670

DATUM
4 oktober 2023

AAN
Rijkswaterstaat

Inleiding

In de Verontreinigingsstudie Veerse Meer (Arcadis, 2023) is specifieke aandacht uitgegaan naar het voorkomen van bijvoorbeeld koper in de waterbodem en het risico op toename van concentraties in de waterkolom. Aanvullend is op een vereenvoudigde manier gekeken naar een aantal andere stoffen, waaronder arseen, die in de waterbodem zijn aangetroffen. Voor arseen is in de verontreinigingsstudie geconcludeerd dat de toename van de concentratie arseen in het oppervlaktewater nihil is.

In dit memo wordt nader ingegaan op het risico van verhoogde arseengehalten in het oppervlaktewater en verder onderbouwd waarom de te verwachten toename van de concentratie arseen in het oppervlaktewater nihil is. Eerst wordt beschreven hoe arseen zich gedraagt en kan voorkomen in de waterbodem en slib en in de opgeloste fase in het oppervlaktewater. Daarna wordt ingegaan op de specifieke situatie voor het Veerse Meer en de berekening van de toename van de arseenconcentratie als gevolg van slibverliezen.

Voorkomen van arseen in de waterbodem en water

Arseen aan vaste stof

Door de aanleg van de kabels (jet trenchen, baggeren, storten) zal het slibgehalte in het oppervlaktewater tijdelijk toenemen. Het slib is afkomstig van de waterbodem van het Veerse Meer. In de 36 waterbodemmonsters zijn arseenconcentraties aangetroffen tot 27 mg/kg d.s. (Arcadis, 2021). Voor sediment is dit een concentratie die ruim onder de MTR van 55 mg/kg d.s. voor arseen (Zoeksysteem | Risico's van stoffen (rivm.nl) ligt.

Arseen komt van nature in verhoogde gehalten voor in de kustprovincies (Gunnink, Nieuwenhuis, Postma, & Stax, 2003). Met name in Zeeland komen sterk verhoogde gehalten voor in grond en grondwater (Nieuwenhuis & Gunnink, 2005). Vergelijking van de arseengehalten in het grondwater met de resultaten van het onderzoek 'Achtergrondconcentraties van 17 sporenelementen in het grondwater van Nederland' (Fraters, Bouwmans, & Prins, 2001), blijkt dat de concentraties in Zeeland aanzienlijk hoger liggen dan het landelijk gemiddelde (Zeeuws Platform Bodembeheer, 2010).

In Zeeland komt arseen voornamelijk voor in ijzerhydroxides (het zogenaamde “roest-type”). Tevens komt arseen voor in het mineraal glauconiet in Zeeuws Vlaanderen (“groenzand-type”) (Nieuwenhuis & Gunnink, 2005). In Zeeland is het voorkomen van arseen in pyriet (ijzersulfide) (“pyriet-type”) van minder belang. Arseen in glauconiet wordt slechts zeer moeilijk gemobiliseerd en ook dit type arseenvoorkomen speelt een geringe rol.

IJzerhydroxides worden gevormd door het neerslaan van opgelost ijzer met zuurstof. De meest voorkomende situatie waarin dit gebeurd is als gereduceerd water met opgelost ijzer in contact komt met zuurstof of zuurstofhoudend water. Het eveneens aanwezige arseen wordt geadsorbeerd aan de ijzerhydroxides, of in de structuur van ijzerhydroxides ingebouwd.

Arseen dat gebonden is aan ijzerhydroxides komt vrij als de milieuomstandigheden reducerend worden. Bij het vrijkomen van ijzerhydroxiden onder reducerende omstandigheden zullen de opgenomen sporenelementen, waaronder arseen, vrijkomen in het water (Gunnink, Nieuwenhuis, Postma, & Stax, 2003). Verhoogde fosfaat- en bicarbonaatgehaltes kunnen tevens tot gevolg hebben dat arseen wordt gemobiliseerd uit ijzerhydroxides (Nieuwenhuis & Gunnink, 2005). Arseen dat is geadsorbeerd aan ijzerhydroxides blijft immobiel onder de normaal voorkomende pH-omstandigheden. Zowel onder hoge (> 8.5) als lage (< 3) pH's gaat ijzer, en eventueel daarmee

geassocieerde arseen, weer in oplossing, waarbij arseen kan vrijkomen (Henkel & Polette, 1999). De pH van het Veerse Meer is 8,2 en daarom is van een pH-effect in het Veerse Meer geen sprake.

Mobilisatie van arseen onder reducerende omstandigheden is precies het tegenovergestelde van wat gebeurt bij arseen van het “pyriet-type”. Pyriet wordt juist geoxideerd onder zuurstofhoudende omstandigheden, waarbij het arseen vrijkomt (Barringer & Reilly, 2013).

Een overzicht van arseenvoorkomens in Nederland en processen die tot mobilisatie van arseen leiden kan gevonden worden in Stuyfzand & Bonte (2023).

Zuurstofgehalte Veerse Meer

Het water van het Veerse Meer vertoonde voor de openstelling van de Katse Heule in 2004 een sterke stratificatie. De diepe delen (>10m) van het water raakten in de zomer zuurstofloos. Na openstelling van de Katse Heule in 2004 laten de zuurstofprofielen op de diverse punten in het Veerse Meer (Prins & Vergouwen, 2015) veel minder stratificatie zien, waarbij ook in de diepste delen het zuurstofgehalte nog nauwelijks onder 4 mg/L daalt.

In het meest westelijke deel van het Veerse Meer, waar de minste menging met water uit de Katse Heule plaatsvindt, laat TSO meetpunt Vrouwenpolder zien dat in de periode 2011-2014 in juni de zuurstofconcentratie op meer dan 20 m diepte tot tussen 1 en 2 mg/L daalde. Bij dergelijke zuurstofconcentraties worden ijzer(hydr)oxides nog niet gereduceerd. In de periode 2005-2008 was de zuurstofconcentratie op dit punt en deze diepte tussen ca. 5 en 8 mg/L. Vanaf juli stijgen de zuurstofconcentraties weer. Aangenomen moet worden dat het water van het Veerse Meer, ook op grote diepte, tegenwoordig aeroob is en dat ijzeroxides niet in oplossing gaan.

TenneT geeft aan dat aanleg tussen september en mei worden uitgevoerd. Juist in deze periode zijn de zuurstofgehaltes van het Veerse Meer het hoogst.

Opgelost arseen

In water komt arseen voor in opgeloste vorm als As3+ (arseniet) en As5+ (arsenaat). Onder zuurstofhoudende omstandigheden, zoals in het Veerse Meer, is arsenaat het meest voorkomende type. Beide kationen adsorberen aan vaste stoffen zoals ijzeroxiden en kleideeltjes. Onder zuurstofhoudende omstandigheden zijn vooral de ijzeroxiden van belang voor de adsorptie en (im)mobilisatie van arsenaat.

Opgelost arseen zal in evenwicht zijn met aan lutum en ijzeroxiden adsorbeerd arseen. De verdelingscoefficient voor opgelost en geadsorbeerd arseen is gegeven in Beleidsregels voor lozing op oppervlaktewater door storting van baggerspecie in Wm-vergunningplichtige winputten (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2010)[1]. Bij een pH van 8,2, die representatief is voor het Veerse Meer (Arcadis, 2023), is de Kd 5,9 L/kg. Dit is een die is bepaald voor zandige afzettingen (Schmidt, et al., 2002), dus adsorptie aan organische stof is hierbij verwaarloosd.

In het water van het Veerse Meer komen ter plaatse van het meetpunt Soelekerkepolder Oost verhoogde concentraties opgelost arseen voor. Tussen 2009 en 2021 was de gemiddelde arseenconcentratie 2,3 µg/L (Soelekerkepolder oost - Rijkswaterstaat Waterinfo (rws.nl)). Voor zout oppervlaktewater is dit ruimschoots hoger dan de JG-MKN en de MAC-MKN. Er komt dus veel opgelost arseen voor in het water van het Veerse Meer, wat aansluit bij de verwachting dat in Zeeland van nature veel arseen in de bodem voorkomt en arseenverbindingen goed oplosbaar zijn in het oppervlaktewater van het Veerse Meer. De jaargemiddelde gehaltes van arseen in polderwater bij gemalen rond het Veerse Meer waren in 1999 ruim een orde van grootte hoger dan de concentraties in het Veerse Meer (Holland, 2004). Aanvoer van arseen met het polderwater is daarom een aannemelijk bron voor de hoge arseenconcentraties in het water van het Veerse Meer.

Voor arseen zijn in het genoemde onderzoek geen speciatieberekeningen uitgevoerd. Arseen kan onder natuurlijke omstandigheden in een zeer groot aantal (tientallen) verbindingen voorkomen en speciatieberekeningen voor arseen zijn daarom niet erg betrouwbaar. Ten behoeve van dit memo is een berekening gedaan met PHREEQC V3 (Parkhurst & Appelo, 2013) en de Wateq4f-database met aangepaste data voor arseen (Nordstrom & Archer, 2002).

[1] In deze beleidsregel is een min-teken weggevallen in de formule voor de berekening van de Kd-waarde voor arseen. Zonder dit min-teken wordt een extreem hoge Kd-waarde berekend. Dat is niet correct.

Deze berekening leidt tot de conclusie dat in het Veerse Meer de arseenvoorkomens As_2O_3 (arsenoliet, de kubische kristalvorm van arseen(III)oxide), As_2O_3 (claudetiet, de monocline kristalvorm van arseen(III)oxide), As_2O_5 (arseen(V)oxide), zuiver arseen (As), $Ca_3(AsO_4)$ (calciumarsenaat), $Mn_3(AsO_4)_2$ (mangaanarsenaat) en $FeAsO_4$ (scorodiet, ijzerarsenaat) allen goed oplosbaar zijn. Een neerslag vanuit de opgeloste fase van vaste arseenverbindingen kan daarom niet worden verwacht. Dezelfde berekening laat zien dat ijzer(hydr)oxiden in het Veerse Meer juist wel zullen neerslaan (of niet in oplossing gaan). Opgelost arseen, dat met polderwater wordt aangevoerd, zal gebonden aan of ingebouwd in de ijzer(hydr)oxiden neerslaan.

Tussenconclusies

- Er komen arseenconcentraties tot 27 mg/kg d.s. voor in de waterbodem van het Veerse Meer.
- Gezien de omstandigheden in Zeeland en de fysisch-chemische eigenschappen van het water in het Veerse Meer, zal dit arseen in de vaste fractie voornamelijk zijn ingesloten in en geadsorbeerd aan ijzer(hydr)oxiden en lutum.
- In het oppervlaktewater van het Veerse Meer komen relatief hoge concentraties opgelost arseen voor. Deze concentraties zijn waarschijnlijk veroorzaakt door de aanvoer van polderwater met nog hogere arseenconcentraties.
- Een speciatieberekening laat zien dat de meest voorkomende arseenverbindingen in het water van het Veerse Meer in opgeloste vorm zullen voorkomen. IJzer(hydr)oxiden slaan echter neer, waaraan en waarin arseen wordt geadorbeerd. Er is daarom geen reden aan te nemen dat de ijzeroxiden in het slib in oplossing zullen gaan, waarbij het ingesloten en geadsorbeerde arseen zou vrijkomen.
- Het aan ijzeroxiden en lutum geadsorbeerd arseen in de slibverliezen zal uitgewisseld worden met opgelost arseen in het water volgens de uitwisselingscoëfficiënt Kd.

Berekening toename arseenconcentratie

Het voorgaande laat zien dat het arseen in de waterbodem, dat via de slibverliezen bij het baggeren / jet trenchen in het oppervlaktewater komt, niet snel vrijkomt of gedesorbeerd raakt van de ijzeroxiden en lutum in het slib. Niettemin kan in een worst-case benadering worden geschat hoeveel arseen desorbeert van ijzeroxiden en lutum en in oplossing gaat:

- De grootste toename van de slibconcentratie is bepaald op 50 mg/L (Arcadis, 2023)[2].
- De hoogst aangetroffen concentratie arseen in de waterbodemmonsters is 27 mg/kg d.s. (Arcadis, 2021)
- De Kd-waarde (de verdelingscoëfficiënt) voor het water in het Veerse Meer is 5,9 L/kg (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2010).
- De maximaal beschikbare hoeveelheid arseen is 50 mg/L x $27e^{-3}$ µg/mg = 1,35 µg/L.
- Met de Kd wordt dan berekend dat circa 86% van het arseen geadsorbeerd is/blijft. De extra concentratie in het water wordt dan 0,2 µg/L. Bij lagere slibverliezen is de extra concentratie ook proportioneel lager.

Hierbij kan verder worden opgemerkt:

- Er zijn 36 waterbodemmonsters geanalyseerd op arseen (Arcadis, 2021). In deze 36 monsters, kwam arseen in slechts 19 monsters boven de rapportagegrens (4 mg/kg d.s.) voor. Wanneer voor de monsters onder de rapportagegrens een concentratie van 3,2 mg/kg d.s. wordt aangehouden, dan is de mediaan concentratie in de waterbodem 4,2 mg/kg d.s. Dit is een factor 6,4 lager dan waarmee is gerekend in het bovenstaande voorbeeld.
- Er is, via het doorlaatmiddel Katse Heule, doorstroming in het Veerse Meer. De slibverliezen en de stoffen die daaruit eventueel vrijkomen worden daarom verdund in een veel groter volume water, dan waarin het slibverlies optreedt. Eventueel ontstane concentraties worden daardoor sterk verdund.

[2] Let op, dit betreft toename bij baggerwerkzaamheden voor Net op zee IJmuiden Ver Alpha. Voor Net op zee Nederwiek 1 is alleen sprake van jet trenchen en is een toename van 2 mg/l realistisch. De beschrijving is derhalve zeer worst case.

Eindconclusie

De wijze waarop arseen in het slib is gebonden of geadsorbeerd voorkomt dat arseen in meetbare concentraties uit het slib vrijkomt. De ijzeroxiden waarin en waaraan arseen gebonden is zullen niet oplossen. Arseen kan alleen desorberen van het oppervlak van de ijzeroxide deeltjes en lutum. Dit resulteert, onder 'worst-case' aannames, in een maximale extra arseen concentratie in het water van 0,2 µg/L. Een meer realistische aanname door uit te gaan van de mediaan van de aangetroffen arseen concentraties resulteert in een concentratietoename van 0,03 µg/L ter plaatse van de ingreep.

Referenties

Arcadis. (2021). *Indicatief waterbodemonderzoek Veerse Meer. Net op zee - IJmuiden Ver Alpha.* Arnhem: Arcadis.

Arcadis. (2023). *Net op zee Nederwiek 1. Verontreinigingsstudie Veerse Meer.* Arnhem: Arcadis.

Barringer, J., & Reilly, P. (2013). Arsenic in Groundwater: A Summary of Sources and the Biogeochemical and Hydrogeologic Factors Affecting Arsenic Occurrence and Mobility. In P. Bradley (ed.), *Current Perspectives in Contaminant Hydrology and Water Resources Sustainability.* (pp. 83-116). ebook.

Fraters, B., Bouwmans, L., & Prins, H. (2001). *Achtergrondconcentraties van 17 sporenmetalen in het grondwater van Nederland, RIVM rapport 711701017/2001.* Bilthoven: RIVM.

Gunnink, J., Nieuwenhuis, R., Postma, S., & Stax, L. (2003). *Raamplan voor bodembeheer bij van nature verhoogde arseengehalten. Bouwstenen voor gebiedsgericht beleid.* Gouda: Stichting Kennisontwikkeling Kennisoverdracht Bodem (SKB).

Henkel, S., & Polette, D. (1999). *Arsenic in Ground Water of the Willamette Basin, Oregon. U.S. Geological Survey Water-Resources Investigations Report 98-4205.* USGS Oregon Water Science Centre.

Holland, A. (2004). *Veerse Meer aan de Oosterschelde. Toestand ecosysteem Veerse Meer vóór ingebruikname doorlaatmiddel. Rapport RIKZ/2004.007.* Middelburg: Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat. (2010). Beleidsregels voor lozing op oppervlaktewater door storting van baggerspecie in Wm-vergunningplichtige winputten.

Nieuwenhuis, R., & Gunnink, J. (2005). *Regionaal voorkomen van nature verhoogde gehalten aan arseen (en overige zware metalen) in de provincie Zeeland. NITG 05-138-B.* Utrecht: TNO.

Nordstrom, D., & Archer, D. (2002). Arsenic thermodynamic data and environmental geochemistry. In A. Welch (ed), & K. Stollenwerk (ed), *Arsenic in Ground WaterChapter: 1* (pp. 1-25). Boston: Kluwer Academic Publishers.

Parkhurst, D., & Appelo, C. (2013). *Description of input and examples for PHREEQC version 3: a computer program for speciation, batch-reaction, one-dimensional transport, and inverse geochemical calculations.* Reston, VA: USGS Publications Warehouse.

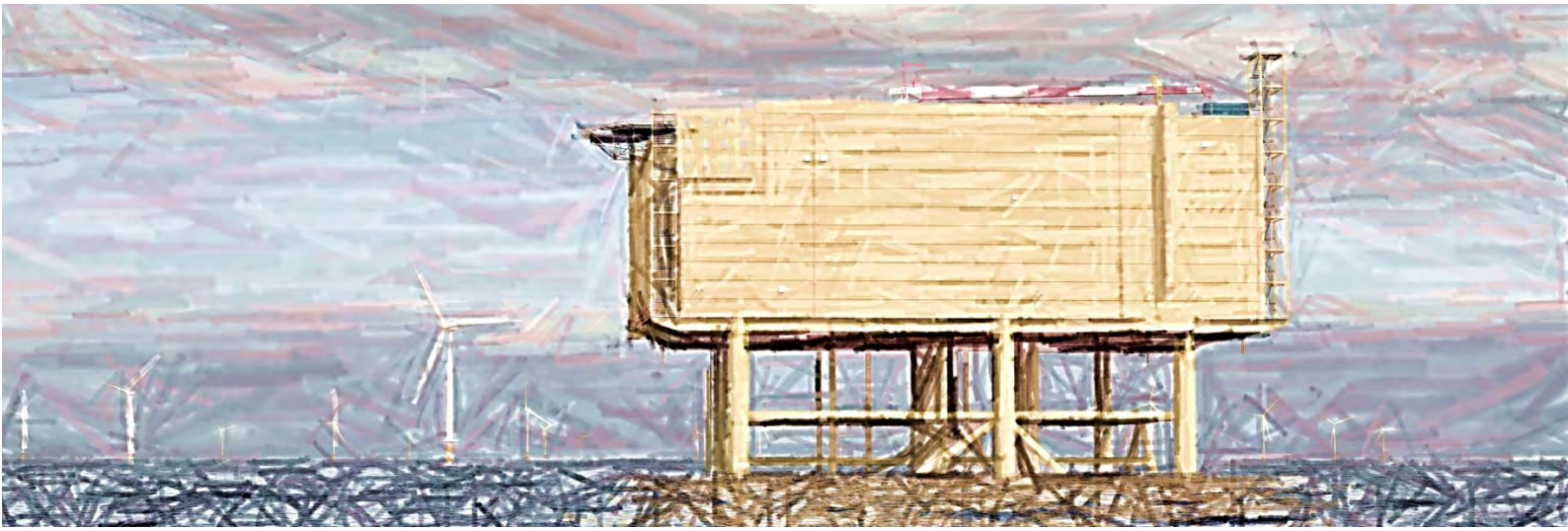
Prins, T., & Vergouwen, S. (2015). *Bekkenrapport Veerse Meer 2000-2014 ten behoeve van de Evaluatie Peilbesluit.* Utrecht: Deltares.

Schmidt, C., Cornelissen, G., Cuypers, C., de Lange, W., van Vliet, K., & Vink , J. (2002). *Bepaling actueel risico van verspreiding via grondwater.Achtergronddocument in het kader van Richtlijn Nader Onderzoek Verontreinigde Waterbodems. AKWA rapport nr. 02.005. RIZA rapport nr. 2002.025.* Lelystad: Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling/RIZA.

Stuyfzand, P., & Bonte, M. (2023). A critical review of arsenic occurrence, fate and transport in natural and modified groundwater systems in The Netherlands. *Applied Geochemistry, 150*.

Zeeuws Platform Bodembeheer. (2010). *Omgaan met hoge arseenconcentraties in grondwater. Achtergronddocument.*

Bijlage VII-D Effecten van elektromagnetische velden op zee
Net op zee Nederwiek 1 en 2



Datum: 05-07-2023
Versienummer: 1.0
Status: Definitief

In opdracht van:

Effecten van elektromagnetische velden

Elektrische, magnetische en elektromagnetische velden

Een elektrisch veld ontstaat bij een verschil tussen de spanning in de kabel en zijn omgeving. Het is het effect van aantrekking of afstoting van een bepaalde elektrische lading door een andere elektrische lading. Een magnetisch veld ontstaat wanneer er stroom loopt door de kabels (TenneT, 2008). Wanneer een elektrisch en een magnetisch veld aan elkaar zijn gekoppeld wordt er gesproken over een elektromagnetisch veld (RIVM, 2020).

Magnetisch veld

In de literatuur is er geen studie gedaan met een 525kV-kabelsysteem op gelijkstroom. De meest vergelijkbare studie is gedaan met een 500kV-kabelsysteem dat gelijkstroom transporteert (Neptune Regional Transmission System). Fluctuaties met het aardmagnetisch veld zijn gemeten op de zeebodem. Het magnetisch veld van deze kabel op 1 meter begraafdiepte is 20.7 µT (microtesla, de eenheid voor magnetische fluxdichtheid). Op een begraafdiepte van 2 meter is het magnetisch veld afgenomen tot 6.9 µT (Hutchison et al., 2018). Het magnetische veld van een kabel dat gelijkstroom transporteert is geschat op basis van Normandeau et al.(2011).

Een kabelsysteem dat gelijkstroom transporteert, gelegen op 1 meter diepte, heeft recht boven de kabel (0 meter) op de zeebodem een magnetisch veld van gemiddeld 80 µT (gemiddelde van 8 verschillende gelijkstroomkabelsystemen, waarbij de hoogst gemeten waarde op 160 µT ligt en de laagste gemeten waarde op de 20 µT). Op een afstand van 2 meter (horizontaal langs de zeebodem) is dit afgenomen tot gemiddeld 20 µT. Hierbij is het niet zo dat de kabel waar de meeste stroom doorheen loopt ook daadwerkelijk het grootste veld in de waterkolom veroorzaakt. Dit is ook sterk afhankelijk van andere factoren zoals bijvoorbeeld de oriëntatie van de kabel ten opzichte van andere kabels (parallelligging).

Bij het huidige 525kV-kabelsysteem van Net op zee Nederwiek 1 en 2 komen de waardes bij een begraafdiepte van 1 meter gemeten direct boven de kabel niet hoger dan 17,6 µT (Tennet, 2020). Hiermee ligt dit kabelsysteem onder het gemiddelde van de bovengenoemde gelijkstroomkabelsystemen die al in de zeebodem liggen.

Elektrisch veld

Elektrische velden van kabelsystemen op de zeebodem zijn in het mariene milieu niet waarneembaar omdat deze tegengehouden worden door de isolatie om de kabel (Rijkswaterstaat, 2016). Wel kan door beweging binnen het elektromagnetische veld van een kabel (door waterstroming of zwemmende organismen) een opgewekt elektrisch veld (induced electric field, iEF) ontstaan (Rijkswaterstaat, 2016). Een iEF ontstaat als een organisme door een magnetisch veld beweegt, maar niet als deze parallel aan het magnetische veld beweegt. Hierbij zorgt een loodrechte beweging voor het generen van een maximum iEF (Snoek et al., 2016). Voor de Neptune-kabel (die beschreven is in de vorige paragraaf) is dit veld gemeten op gemiddeld 0,4 mV/m (4 µV/cm) recht boven de kabel (Hutchison et al., 2018). Verder weg van de kabel wordt het veld zwakker.

Effecten op organismen

Elektrische, *induced electric fields* en elektromagnetische velden komen allen rondom de werkende kabels voor. Verschillende organismen ervaren andere effecten hiervan. In de volgende paragrafen informatie weergegeven per organismen, waarbij de verschillende velden worden door elkaar zijn gebruikt.

Er zijn vier belangrijke effecten van elektromagnetische velden op vissen geïdentificeerd, dit zijn effecten op (Snoek et al., 2016):

1. Gedragsmatige reacties en bewegingen (aantrekking en vermijding);
2. Navigatie- en migratiegedrag;
3. Interacties tussen prooi en predator en verspreiding van prooi; en
4. Fysiologische, embryonale en cellulaire ontwikkelingen.

Ook voor andere organismen geld dat de meeste effecten van elektromagnetische velden onder te verdelen zijn in één van deze categorieën. Er zijn verscheidene studies gedaan over verschillende soortgroepen met betrekking tot elektromagnetische velden, hieronder is een kort overzicht gegeven van de recente bevindingen per soortgroep.

Schaal en schelpdieren

Een studie met gewone mosselen (*Mytilus edulis*) en garnalen (*Crangon crangon*) liet zien dat blootstelling aan magnetische velden van 3.700 µT gedurende zeven weken geen lethale effecten tot gevolg had (Bochert & Zettler, 2004). Onderzoek van Otremba et al. (2019), heeft echter uitgewezen dat effecten van een magnetisch veld invloed heeft op veranderingen in hydratatie en aminestikstofwaarde van de gewone mossel bij 5.000 µT (Otremba et al., 2019). Garnalen worden aangetrokken door magnetische velden rondom windparken (Gill et al., 2014).

Jonge Europese kreeften (*Homarus gammarus*) vertonen geen verandering in het zoeken naar schuilplaatsen tijdens blootstelling aan 200 µT (Taormina et al., 2020). Bij de Amerikaanse kreeft (*Homarus americanus*) en de kleine rog (*Leucoraja erinacea)* werd het ruimtelijke gedrag gemeten na blootstelling aan een EMF (maximaal 14 µT hoger dan het magnetisch veld van de aarde (51.3 µT) van een DC stroomkabel (330 MV, 1175 Amps) (Hutchison et al., 2018). De kreeften die in een omheining werden geplaatst op de ingegraven stroomkabels lieten statistisch significante maar wel subtiele ruimtelijke gedragsveranderingen zien. Ten opzichte van de controlegroep bleven zij lager bij de bodem en maakten zij vaker bochten van 180 graden. Uit het onderzoek bleek echter wel dat de kabels geen barrière vormden voor de kreeften om te passeren.

Voor krabben is gevonden dat deze minder agressief werden door blootstelling aan magnetische velden rondom windparkkabels (Gill et al., 2014). Voor de Noordzeekrab is aangetoond dat deze soort kiest voor schuilplaatsen met hoge magneetveldwaardes (lab-studie) (Gill & Desender, 2020). Voor rivierkreeften is bekend dat ze een aantrekkingsreactie vertonen op elektrische DC-velden met stroomdichtheden van 0,4 µA/cm^2 (Snoek et al., 2016).

Bentische en demersale vissen

Vissen zijn gevoelig voor sterke magnetische velden. Zo vertoonde de heilbot (*Hippoglossus hippoglossus*) verminderde groei en ontwikkeling na blootstelling aan 3.000 µT in het laboratorium

(Gill, 2015). De heilbot is een zeldzame soort in de Nederlandse kustwateren, maar andere platvissen waaronder dicht aan deze soort gerelateerde vissen zoals de schol komen wel in grote getallen voor in de Nederlandse wateren. Mogelijk ondervinden deze soorten vergelijkbare effecten. Botten (een platvis) gingen niet dood van een blootstelling van zeven weken aan een magnetisch veld van 3.700 µT (lab-studie) (Normandeau et al., 2011).

Over het belang van magnetisme voor oriëntatie en navigatie bij vissen is weinig bekend. Vooral vissen die magnetisch materiaal in hun lichaam hebben kunnen door magnetische velden worden beïnvloed. Zo heeft de Europese paling (*Anguilla anguilla*) magnetisch materiaal in de schedel, ruggengraat en bekkengordel (Otremba et al., 2019). De paling kan hierdoor magnetische velden waarnemen. Aangetoond is dat palingen langzamer zwemmen als zij een gelijkstroom-kabel passeren, maar dat het magnetische veld palingen niet tegenhoudt. De onderzoekers concludeerden dat de kabel geen permanente barrière was voor de vis (Westerberg & Lagenfelt, 2008). Uit recent onderzoek is gebleken dat magnetische velden geen effect hebben op Europese paling (Otremba et al., 2019).

Pelagische vissen

De beschermde zoutwatervissen in het studiegebied zijn de fint (*Alosa fallax*), elft (Alosa alosa), zeeprik (*Petromyzon marinus*), rivierprik (*Lampetra fluviatilis*) en via de soortenbescherming de houting (*Coregonus oxyrunchus*) en Atlantische steur (*Acipenser sturio)*. De Atlantische steur heeft ampullen van Lorenzini in zijn lichaam, elektroreceptoren die ervoor zorgen dat de steur (geïnduceerde) elektrische velden in het water kan detecteren (Jørgensen, 1980). Deze receptoren zijn ook aanwezig in zeeprikken (Snoek et al., 2016). Informatie over de effecten van elektromagnetische velden op de Atlantische steur of zeeprik zijn echter tot op heden nog niet gevonden. Ook over de fint, elft, houting en rivierprik is op het moment van schrijven geen openbare informatie beschikbaar over gevoeligheid van deze soorten voor elektromagnetische velden. Voor soortgelijke vissen, zoals de regenboogforel (*Oncorhynchus mykiss*), is bekend dat deze soorten een verandering van meer dan 50 µT kunnen waarnemen (Gill, 2015). De kans dat deze soorten ook effecten ondervinden is daardoor aanwezig.

Dat deze soorten dit kunnen waarnemen betekent niet dat ze er last van hebben of een verandering van gedrag vertonen. Zo liet een experiment geen veranderingen in gedrag zien van de Atlantische zalm (*Salmo salar*). In het experiment passeerden vissen een magnetisch veld om van de ene kant naar de andere kant van een gebied te zwemmen. Er werd geen veranderingen in gedrag waargenomen en in het aantal passerende vissen nadat er een magnetisch veld werd gegenereerd tot 95 µT (Armstrong et al., 2015).

Vislarven kunnen mogelijk ook effecten ondervinden van elektromagnetische velden. Dit is wel afhankelijk van de soort vis. Zo blijkt uit onderzoek dat de larven van de Atlantische schelvis (*Melanogrammus aeglofinus*) trager gaan zwemmen bij een magneetveld tussen de 50 - 150 µT. Hierdoor zijn de larven mogelijk makkelijker te vangen door predatoren (Cresci, Durif, et al., 2022). Voor de larven van de zandspiering (*Ammodytes marinus)* is er echter geen effect ondervonden in een soortgelijk experiment (Cresci, Perrichon, et al., 2022). Er is dus een mogelijkheid dat larven van vissoorten trager gaan zwemmen, maar dit is zeer soortspecifiek.

Elasmobranchen (elektrische velden)
Voor de elasmobranchen, zoals de gevlekte toonhaai, gewone pijlstaartrog, stekelrog, grote blauwe haai en doornhaai is bekend dat deze magnetische velden kunnen waarnemen (Öhman et al., 2007). Alle elasmobranchen bezitten ampullen van Lorenzini, waarmee de dieren elektrische velden kunnen detecteren (Snoek et al., 2016). Er zijn meerdere onderzoeken gedaan die aantonen dat haaien en roggen eenzelfde gevoeligheid hebben. De stekelrog (*Raja clavata*) liet reacties aan hart en kieuwen zien wanneer deze een veld tegenkwam van 5 Hz bij een spanning gradiënt van 0.01 µV/cm (volt per centimeter, de sterkte van een elektrische veld per meter) (Fisher & Slater, 2010). Daarnaast heeft een experiment van (Gill et al., 2009) aangetoond dat sommige stekelroggen meer rondzwommen wanneer er stroom door een kabel getransporteerd werd (130 kV AC). Deze reacties waren echter individu specifiek, hierdoor kan er niets gezegd worden over de definitieve effecten van elektrische velden op deze soorten. Het is echter waarschijnlijk dat haaien, en andere vis- en zoogdiersoorten gevoelig zijn voor elektrische velden, en dat de door de kabelsystemen opgewekte iEF's zijn waarschijnlijk waarneembaar voor deze soorten.

Ook voor elektromagnetische velden zijn er aanwijzingen dat elasmobranchen deze kunnen waarnemen. Zo bleek uit het eerder beschreven experiment van Hutchison et al. (2018) dat de kleine rog (*Leucoraja erinacea)* die werden losgelaten in een omheining op een ingegraven DC-stroomkabel sterke gedragsverandering vertoonden ten opzichte van een controle gebied zonder stroomkabel. De roggen brachten meer tijd door op zones binnen de omheining waar het EMF hoger was dan 52.6 µT, zwommen langzamer en lager bij de bodem. Dit duidde volgens de onderzoekers op verkennend/foeragerend gedrag. Belangrijk was dat ook voor de roggen de kabels geen barrière vormden om te kunnen passeren.

Verder is bekend dat de hondshaai onderscheid kan maken tussen kunstmatige en natuurlijke directe elektrische stromingen (Newton et al., 2019) en is kabelbijten van haaien en roggen waargenomen (Newton et al., 2019). Indien de kabel diep genoeg begraven is zal dit echter niet gebeuren op de Noordzee.

Zeezoogdieren
Er is weinig informatie beschikbaar over de effecten van magnetische velden op de gewone (*Phoca vitulina*) en grijze zeehond (*Halichoerus grypus*) (Bray et al., 2016; Normandeau et al., 2011). Er is geen bewijs voor de aanwezigheid van ampullen van Lorenzini, of andere elektroreceptoren waardoor zeehonden magnetische velden kunnen waarnemen.

Er is een aantal zeezoogdieren waarbij het mineraal magnetiet ontdekt is in hun brein of botten. De bultrug (*Megaptera novaeangliae)*, gewone dolfijn (*Delphinus delphis*) en de tuimelaar (*Tursiops truncatus*) hebben allemaal een vorm van magnetiet in hun lichaam (Kirschvink et al., 1986; Zoeger et al., 1981). Dit mineraal werd door (Zoeger et al., 1981) gevonden in het brein van een gewone dolfijn, waar het verbonden was met zenuwweefsel. Hij beargumenteerde dat magnetiet gebruikt wordt als een magnetisch veld receptor. Hoewel dit zou betekenen dat deze zoogdieren gevoelig zijn voor magnetische velden, is er nog niet genoeg onderzoek gedaan om de rol van magnetiet in zeezoogdieren te bevestigen.

De bruinvis (*Phocoena phocoena*) is een veel onderzocht zoogdier als het gaat om de effecten van windparken. Een onderzoek van (Teilmann et al., 2002) laat zien dat bruinvissen nog steeds door gebieden zwemmen waar windparken gebouwd zijn en waar dus ook stroomkabels liggen. Dit

betekent echter niet dat de magnetische velden van kabels van windparken geen effect hebben op de bruinvis, maar laat wel zien dat er geen sprake is van volledige barrière werking.
Een bekende opvatting is dat de bruinvis gevoelig is voor magnetische velden vanaf 0.05 µT, zoals beschreven in (Normandeau et al., 2011; Snoek et al., 2016). De aanname is dat er bij deze soort een vermindering in oriëntatievermogen plaatsvindt en migratie verstoord wordt. In (Kirschvink, 1990), waar deze data vandaan komen, zijn de data gemeten op 350 tot 400 meter hoogte met een aeromagnetische survey. Het ging in deze studie over het mogelijke verband tussen fluctuaties in het aardmagnetisch veld en strandingen van zeezoogdieren. Daarbij vermeldt (Snoek et al., 2016) dat navigatie van bruinvissen niet gebaseerd is op elektromagnetische velden, maar dat dit afhankelijk is van andere waardes, zoals bathymetrie en temperatuur. Tot op heden zijn er geen verdere onderzoeken geweest naar het effect van elektromagnetische velden op bruinvissen.

Voor de gewone vinvis (*Balaenoptera physalus*), bultrug walvis (*Megaptera novaeangliae*), gestreepte dolfijn (*Stenella coeruleoalba*), gewone dolfijn (*Delphinus delphis*), grijze dolfijn (*Grampus griseus*), witflankdolfijn (*Lagenorhynchus acutus*), witsnuitdolfijn (*Lagenorhynchus albirostris*), witflankdolfijn (*Lagenorhynchus acutus*), griend (*Globicephala melas*), tuimelaar (*Tursiops truncatus*) en potvis (*Physeter macrocephalus*) geldt hetzelfde als voor de bruinvis. Hier is gemeten op 350-400 meter hoogte dat veranderingen van 0.05 µT in het aardmagnetische veld kunnen leiden tot oriëntatieproblemen, waardoor migratie verstoord wordt (Kirschvink, 1990). Dit betekent niet dat als deze verstoring boven de 0.05 µT uitkomt op de zeebodem, deze dieren al verstoord raken. Ook hier zijn geen verdere onderzoeken geweest naar mogelijke effecten van elektromagnetische velden.

Conclusie
Uit bovenstaande informatie blijkt dat er aanwijzingen zijn dat er van alle belangrijke diergroepen in de Noordzee en de grote wateren wel dieren zijn die elektromagnetische velden kunnen waarnemen en hier effecten van kunnen ondervinden. Voor verschillende soorten vissen en evertebraten die gevoelig zijn voor elektriciteit en magnetisme, kunnen elektromagnetische velden gedragsveranderingen teweegbrengen. Andere soorten kunnen mogelijke nadelige effecten ondervinden bij lange blootstelling aan hoge magnetische veld-waardes. Veel onderzoeken in deze bijlage spreken over waardes van boven de 1.000 µT (wat ver boven het aardmagnetisch veld zit, wat zich rond de 48 µT bevindt). Dit zijn in alle gevallen laboratoriumstudies. Er wordt echter vanuit gegaan dat deze waardes overeenkomen met de waardes van het magnetisch veld direct op de kabel (dus niet 1 meter onder de grond).

Voor de bruinvis en andere walvisachtigen kan nog weinig gezegd worden, aangezien er nog veel kennisleemtes zijn over de interactie tussen elektromagnetische velden en zeezoogdieren. Wel kan ervan uitgegaan worden dat zolang een elektriciteitskabel geen magnetisch veld genereert wat op 350 tot 400 meter hoogte nog meetbaar is als meer dan 0.05 µT boven het aardmagnetisch veld, er geen bekende schadelijke effecten zullen zijn. Aangezien het elektromagnetisch sterk afneemt hoe verder weg gemeten van de kabel, zal deze waarde van 0.05 µT niet bereikt worden met de elektrische kabelsystemen die er nu liggen of in de toekomst worden gelegd. Verder onderzoek is echter nodig om de effecten op zeezoogdieren door elektromagnetische velden vast te stellen en in te kaderen zodat er reikwijdtes kunnen worden vastgesteld.

Referenties

Armstrong, J. D., Hunter, D.-C., Fryer, R. J., Rycroft, P., & Orpwood, J. E. (2015). Behavioural Responses of Atlantic Salmon to Mains Frequency Magnetic Fields. *Scottish Marine and Freshwater Science*, *6*(9). https://doi.org/10.7489/1621-1

Bochert, R., & Zettler, M. L. (2004). Long-term exposure of several marine benthic animals to static magnetic fields. *Bioelectromagnetics*, *25*(7), 498–502. https://doi.org/10.1002/bem.20019

Bray, L., Reizopoulou, S., Voukouvalas, E., Soukissian, T., Alomar, C., Vázquez-Luis, M., Deudero, S., Attrill, M., & Hall-Spencer, J. (2016). Expected Effects of Offshore Wind Farms on Mediterranean Marine Life. *Journal of Marine Science and Engineering*, *4*(1), 18. https://doi.org/10.3390/jmse4010018

Cresci, A., Durif, C. M. F., Larsen, T., Bjelland, R., Skiftesvik, A. B., & Browman, H. I. (2022). Magnetic fields produced by subsea high-voltage direct current cables reduce swimming activity of haddock larvae (Melanogrammus aeglefinus). *PNAS Nexus*, *1*(4), pgac175. https://doi.org/10.1093/pnasnexus/pgac175

Cresci, A., Perrichon, P., Durif, C. M. F., Sørhus, E., Johnsen, E., Bjelland, R., Larsen, T., Skiftesvik, A. B., & Browman, H. I. (2022). Magnetic fields generated by the DC cables of offshore wind farms have no effect on spatial distribution or swimming behavior of lesser sandeel larvae (Ammodytes marinus). *Marine Environmental Research*, *176*, 105609. https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2022.105609

Fisher, C., & Slater, M. (2010). *Electromagnetic Field Study: Efects of electromagnetic fields on marine species, a literature review*.

Gill, A. B. (2015). *Effects of electromagnetic fields (EMF) on marine animals*.

Gill, A. B., & Desender, M. (2020). Risk to Animals from Electromagnetic Fields Emitted by Electric Cables and Marine Renewable Energy Devices. In *A.E. Copping and L.G. Hemery (Eds.), OES-Environmental 2020 State of the Science Report: Environmental Effects of Marine Renewable Energy Development Around the World. Report for Ocean Energy Systems (OES).* (pp. 86–103).

Gill, A. B., Gloyne-Philips, I., Kimber, J., & Sigray, P. (2014). Marine Renewable Energy, Electromagnetic (EM) Fields and EM-Sensitive Animals. In M. A. Shields & A. I. L. Payne (Eds.), *Marine Renewable Energy Technology and Environmental Interactions* (pp. 61–79). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-017-8002-5_6

Gill, A. B., Huang, Y., Gloyne-Philips, I., Metcalfe, J., Quayle, V., Spencer, J., & Wearmouth, V. (2009). COWRIE 2.0 EMF-sensitive fish response to EM emissions from sub- sea electricity cables of the type used by the offshore renewable energy industry. In *Commissioned by COWRIE Ltd* (Issue 68).

Hutchison, Z., Sigray, P., He, H., Gill, A., King, J., & Gibson, C. (2018). *Electromagnetic Field (EMF) Impacts on Elasmobranch (shark, rays, and skates) and American Lobster Movement and Migration from Direct Current Cables*. *OCS Study BOEM 2018-003*, 254.

Jørgensen, J. M. (1980). The morphology of the Lorenzinian Ampluuae of the sturgeon Acipenser ruthenus (Pisces: Chondrostei). *Acta Zoologica*, *61*, 87–92.

Kirschvink, J. L. (1990). Geomatic sensititivy in cetaceans: An update with live stranding records in the United States. In J. A. Thomas & R. A. Kastelein (Eds.), *Senory Abilities of Cetaceans: Laboratory and Field Evidence* (pp. 639–649).

Kirschvink, J. L., Dizon, A. E., & Westphal, J. A. (1986). Evidence from Strandings for Geomagnetic Sensitivity in Cetaceans. *Journal of Experimental Biology*, *120*, 1–24.

Meißner, K., Schabelon, H., Bellebaum, J., & Sordyl, H. (2006). *Impacts of submarine cables on the marine environment—A literature review* -.

Müller, C., Usbeck, R., & Miesner, F. (2016). Temperatures in shallow marine sediments: Influence of thermal properties, seasonal forcing, and man-made heat sources. *Applied Thermal Engineering*, *108*, 20–29. https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2016.07.105

Newton, K. C., Gill, A. B., & Kajiura, S. M. (2019). Electroreception in marine fishes: Chondrichthyans. *Journal of Fish Biology*, *95*(1), 135–154. https://doi.org/10.1111/jfb.14068

Normandeau, E., Tricas, T., & Gill, A. (2011). *Effects of EMFs from undersea power calbes on elasmobranchs and other marine species.*

Öhman, M. C., Sigray, P., & Westerberg, H. (2007). Offshore windmills and the effects of electromagnetic fields on fish. *Ambio*, *36*(8), 630–633. https://doi.org/10.1579/0044-7447(2007)36[630:OWATEO]2.0.CO;2

Otremba, Z., Jakubowska, M., Urban-Malinga, B., & Andrulewicz, E. (2019). *Oceanological and Hydrobiological Studies Potential ee ects of electrical energy transmission-the case study from the Polish Marine Areas (southern Baltic Sea)*. https://doi.org/10.1515/ohs-2019-0018

Rijkswaterstaat. (2016). *Potential effects of electromagnetic fields in the Dutch North Sea Phase 1 – Desk Study*.

RIVM. (2020). *Elektromagnetische Velden | RIVM*.

Snoek, R., de Swart, R., Didderen, K., Lengkeek, W., & Teunis, M. (2016). *Potential effects of electromagnetic fields in the Dutch North Sea Phase 1: Desk study client Reference*. 95.

Taormina, B., Bald, J., Want, A., Thouzeau, G., Lejart, M., Desroy, N., & Carlier, A. (2018). A review of potential impacts of submarine power cables on the marine environment: Knowledge gaps, reccomendations and future directions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *96*, 380–391.

Taormina, B., Di Poi, C., Agnalt, A., Carlier, A.-L., Desroye, N., Escobar-Lux, R. H., D'eu, J.-F., Freytet, F., & Durif, C. M. F. (2020). Impact of magnetic fields generated by AC/DC submarine power cables on the behavior of juvenile European lobster (Homarus gammarus). *Aquatic Toxicology*, *220*(105401), 8.

Teilmann, J., Carstensen, J., & Skov, H. (2002). Monitoring effects of offshore windfarms on harbour porpoises using PODs (porpoise detectors) Technical report. *Review Literature And Arts Of The Americas*, *February*.

TenneT. (2008). *Elektrische en magnetische velden*.

Tennet. (2020). *IJmuiden Ver: Magneetvelden zeekabel* (Issue December).

Westerberg, H., & Lagenfelt, I. (2008). Sub-sea power cables and the migration behaviour of the European eel. *Fisheries Management and Ecology*, *15*(5–6), 369–375. https://doi.org/10.1111/j.1365-2400.2008.00630.x

Zoeger, T., Dunn, J. R., & Fuller, M. (1981). Magnetic Material in the Head of the Common Pacific Dolphin. *Science*, *213*(4510), 892–894.

COLOFON

Net op zee Nederwiek 1 & 2

Datum
05-07-2023

Status
Definitief

Pondera Consult B.V.
Postbus 919
6800 AX Arnhem
Nederland
+31 (0)88 7663 372

www.ponderaconsult.com

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland
+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com

Notitie

Defence, Safety & Security
Oude Waalsdorperweg 63
2597 AK Den Haag
Postbus 96864
2509 JG Den Haag

www.tno.nl

T +31 88 866 10 00

Aan
Arcadis Nederland B.V.
[redacted]

Van
[redacted]

Onderwerp
Onderwatergeluid bij het heien voor het Nederwiek 1 platform

Datum
6 december 2022

Onze referentie
2022 M12469

Contactpersoon
[redacted]

E-mail
[redacted]
+31888668034

Projectnummer
060.35787/01.34.01

1 Inleiding

Arcadis Nederland B.V. heeft TNO gevraagd berekeningen uit te voeren van het onderwatergeluid ten gevolge van het heien van de funderingspalen voor het platform voor het Nederwiek 1 windpark. Dit betreft berekeningen volgens de aanpak zoals beschreven in het Kader Ecologie en Cumulatie[1] (KEC 4.0; Heinis et al, 2022).

2 Aanpak

In deze studie is met behulp van het Aquarius 4 voorspellingsmodel (de Jong et al, 2018) uitgerekend wat het te verwachten onderwatergeluidniveau (single strike sound exposure level; SELss) is op 750 m van de heilocatie, en wat de kans is op verstoring van bruinvissen en zeehonden door het heigeluid in het oppervlak rond de heilocatie.
Daarnaast zijn ook de afstanden berekend waarbij bruinvissen en zeehonden mogelijk een permanente gehoordrempelverhoging (PTS) kunnen ondervinden ten gevolge van de cumulatieve geluidblootstelling gedurende een complete heicyclus, rekening houdend met vermijdingsgedrag en een in overleg met TenneT TSO B.V. opgesteld realistisch heiscenario.

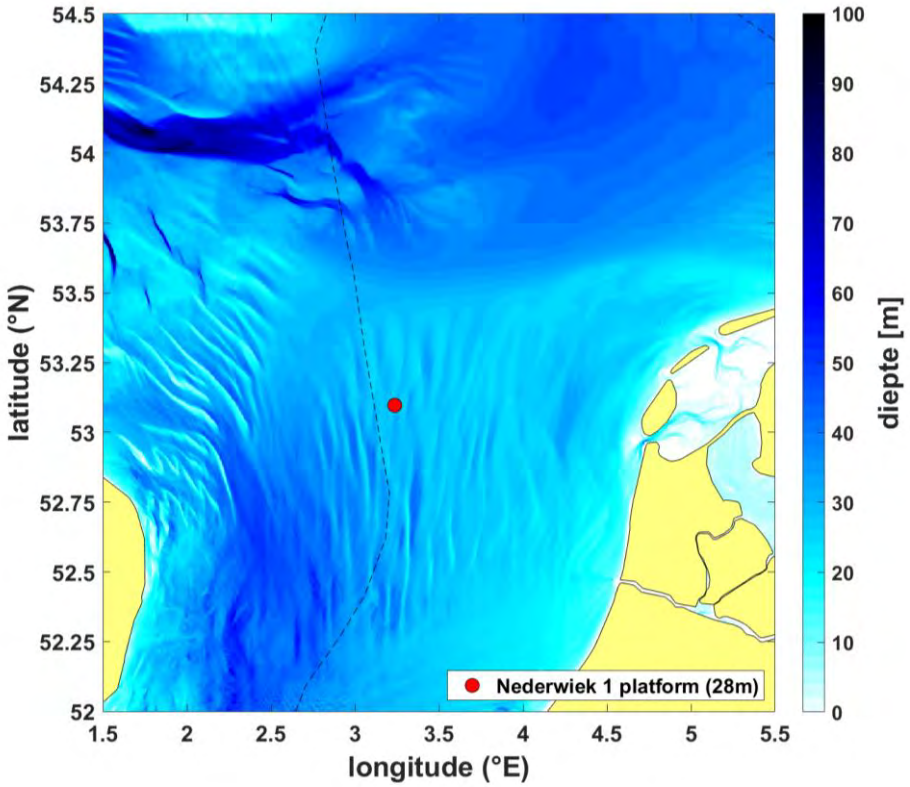
3 Heilocatie

De geplande locatie van het Nederwiek 1 platform is gegeven in Tabel 1 en Figuur 1. Omdat de onderlinge afstand tussen de platformpalen verwaarloosbaar klein is in de berekening van het onderwatergeluidniveau op de referentieafstand (750 m) en de op berekende verstoringsafstanden is de centrale locatie van het platform als representatieve bronlocatie gekozen.

Tabel 1: Coördinaten locatie Nederwiek 1 platform, weergegeven in ETRS UTM 31N x-y coördinaten en WGS84 Northing en Easting.

x	y	Easting	Northing
515860,7276	5883116,93	E3° 14' 12,735"	N53° 5' 50,159"

[1] https://www.noordzeeloket.nl/functies-gebruik/windenergie/ecologie/cumulatie/kader-ecologie/



Figuur 1 De voor de modellering gebruikte bathymetrie (laagste astronomische getij, bron: EMODnet, zie Tabel 3) en de platformlocatie (Nederwiek 1). De legenda geeft de waterdiepte ter plaatse van het platform. De zwarte streeplijn geeft de grens van het NCP aan.

4 Invoergegevens

De toegepaste invoergegevens voor de heigeluidberekeningen zijn samengevat in Tabel 2.

Tabel 2: de in de modellering gebruikte parameters voor heipalen en heihamer.

	Platformpalen
Aantal palen	20
Paaldiameter	2,5 m
Wanddikte	80 mm
Massa ram (IHC-S-2500)	126 ton
Massa aambeeld	126 ton
Contactstijfheid	20 GPa
Hei-energie (voor beide hamers)	2100 kJ

Het TNO-rekenmodel Aquarius 4 (de Jong et al, 2018) berekent de onderwater-geluiduitstraling van de heipaal op basis van de eigenschappen van hamer, aambeeld en paal, gebruik makend van het hamermodel van Deeks & Randolph (1993).

5 Aquarius 4 propagatieberekening

Het TNO-rekenmodel Aquarius 4 (de Jong et al, 2018) berekent de ruimtelijke verspreiding van het onderwatergeluid onder invloed van gegevens van de omgeving (bathymetrie en geologie).

Tabel 3 geeft een overzicht van de in de berekeningen toegepaste waarden van de omgevingsparameters. De bathymetrie (ten opzichte van het laagste astronomische getij) is verkregen uit het EModNet dataportaal. De overige gegevens zijn gebaseerd op standaardwaarden uit Ainslie (2010, tabel 4.18), aangepast naar aanleiding van een eerdere validatie van de berekenings-resultaten van het Aquarius 4 model met meetgegevens van het heien voor een turbinefundatie voor het Gemini offshore windpark (de Jong et al, 2018). Op basis van die validatiestudie kunnen de gegevens als voldoende representatief worden beschouwd voor deze omgeving.

Wind boven zee en golven verstoort het wateroppervlak, waardoor geluid verstrooid en geabsorbeerd wordt, vooral bij hogere frequenties. Eerdere versies van Aquarius bevatten daarom een model voor een toenemend propagatieverlies bij toenemende windsnelheid. In de validatiestudie (Binnerts et al, 2016) en de daarop gebaseerde modelupdate (de Jong et al, 2018) werd geconstateerd dat het propagatieverlies door dat model overschat werd. In de huidige aanpak berekenen we daarom het worst-case scenario waarbij het effect van wind en golven verwaarloosd wordt.

Tabel 3: Omgevingsparameters voor de geluidpropagatieberekeningen

Waterdiepte	EMODnet bathymetrie, 1/8 minuut resolutie, http://www.emodnet-bathymetry.eu/), zie Figuur 1.
Bodemtype	'medium sand' (Ainslie, 2010; Tabel 4.18; $\phi = 1.5$)
Bodem geluidsnelheid	1797 m/s
Bodem dichtheid	2136 kg/m^3
Bodem absorptie (de Jong et al, 2018)	0,88 dB/golflengte voor $f \geq 250$ Hz $\left(\frac{f}{250\ \mathrm{Hz}}\right)^{1.8} \times$ 0,88 dB/golflengte voor f < 250 Hz
Zeewater geluidsnelheid	1500 m/s
Zeewater dichtheid	1000 kg/m^3
Windsnelheid (10 m hoogte)	0 m/s

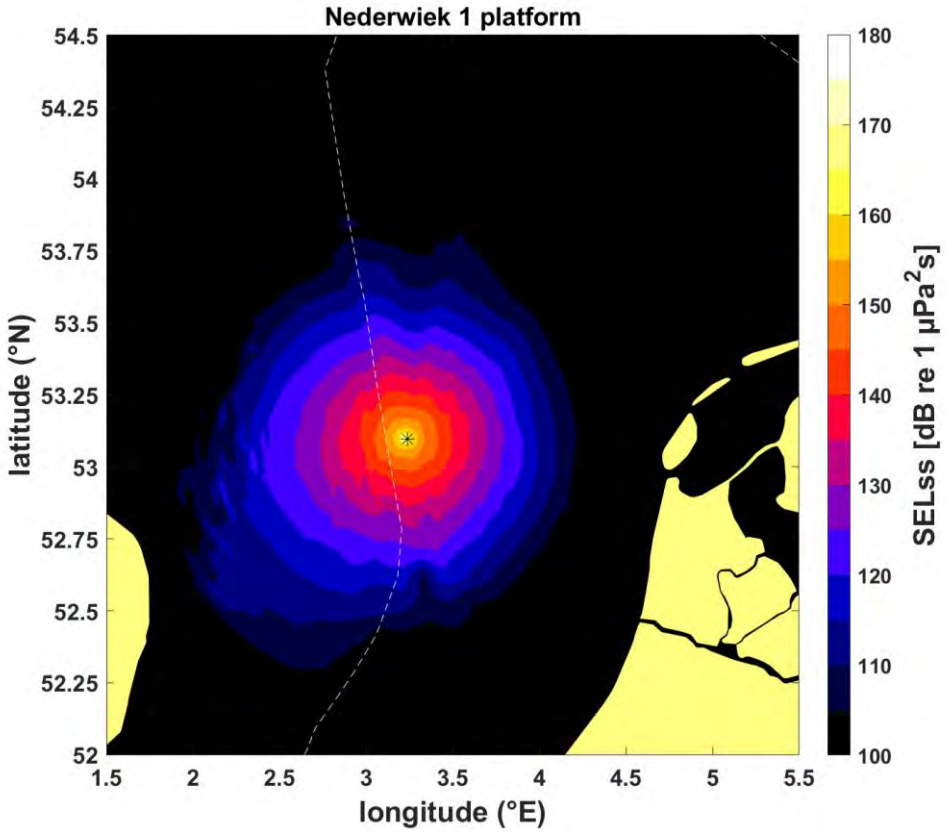
6 Resultaten berekeningen onderwatergeluid

Uit de Aquarius 4 berekeningen volgt op een cirkel met een straal van 750 m rond de heilocatie (Tabel 1) een maximumwaarde van de ongewogen breedband SELss van 167 dB re 1 µPa^{2}s, bij heien zonder mitigatiemaatregelen. Daarbij dient opgemerkt te worden dat de modelberekeningen een geschatte onzekerheid van tenminste 3 dB kunnen hebben, zie ook sectie 13 van deze notitie.

In de berekeningen voor KEC 4.0 is in eerste instantie uitgegaan van een verwachte geluidsnorm voor SELss(750m) van 168 dB re 1 µPa^{2}s. Uit de KEC 4.0 berekeningen bleek echter dat de ecologische norm voor het beschermen van de bruinvispopulatie op het NCP in de berekeningen mogelijk wordt overschreden bij het toepassen van deze geluidsnorm bij de versnelde aanleg van windparken in de periode tot 2030. Door toepassing van een geluidnorm van SEL_{SS} (750 m) = 160 dB re 1 µPa^{2}s voor de windenergiegebieden IJmuiden Ver en de windenergie-gebieden van die versnelling (waaronder Nederwiek) zou de overschrijding van de ecologische norm vermeden kunnen worden. De kavelbesluiten voor het Nederwiek 1 gebied zullen te zijner tijd specificeren onder welke normwaarde de SELss(750m) dient te blijven tijdens de aanleg. Wanneer in de kavelbesluiten een geluidsnorm van 160 dB re 1 µPa^{2}s wordt opgenomen, dan dienen maatregelen getroffen te worden om het risico op overschrijding te mitigeren door de SELss van het onderwatergeluid met tenminste 7 dB te reduceren, bijvoorbeeld door middel van het plaatsen van een bellenscherm.

De wanddikte van de funderingspaal (60 of 80 mm) heeft nauwelijks invloed op het gerekende onderwatergeluid. Toepassen van een zwaardere hamer en aambeeld bij dezelfde heiklapenergie leidt tot een reductie van het onderwatergeluid. Verhogen van de ram- en aambeeld-massa van 126 naar 175 ton leidt volgens eerdere berekeningen tot een reductie van het onderwatergeluid met 3 dB. Een 3 dB reductie kan in theorie ook worden bereikt door het halveren van de maximale heiklapenergie.

Uit de Aquarius 4 berekeningen volgt ook de geluidverspreiding rond de bron, zoals weergegeven in Figuur 2. Deze figuren tonen de SELss contouren rond de heilocatie in stappen van 5 dB.

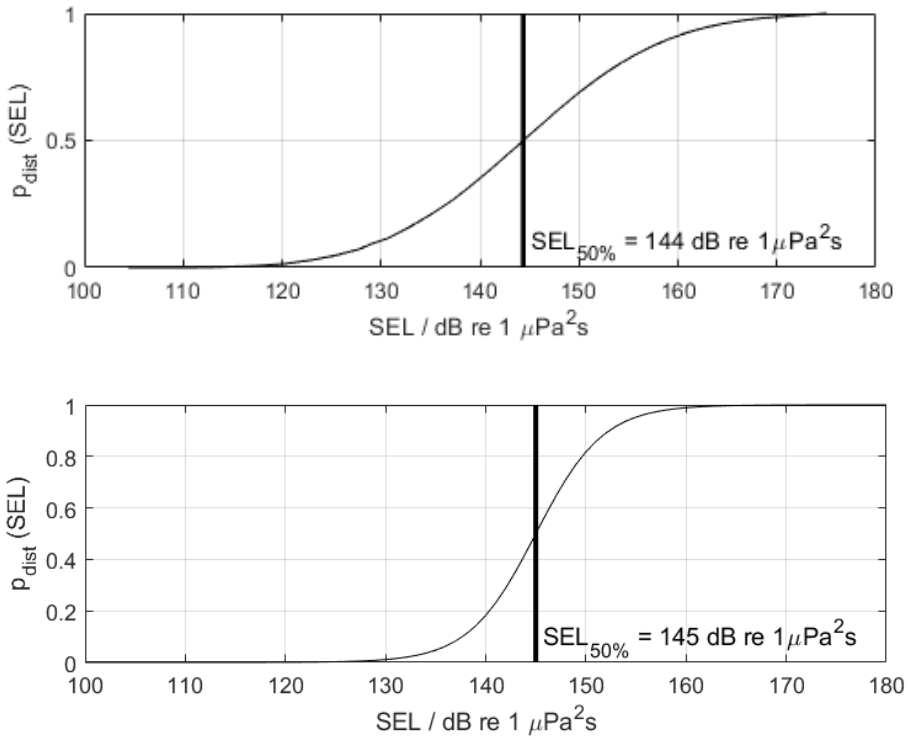


Figuur 2 Met Aquarius 4 berekende geluidskaarten (SELss) voor het heien van de fundering voor het Nederwiek 1 platform.

7 Dosis-effect relatie

De verstoring van dieren door geluid varieert per individu en is afhankelijk van de context waarin de dieren aan het geluid worden blootgesteld. Tyack & Thomas (2019) benadrukken het belang van het toepassen van dosis-respons relaties bij het schatten van het aantal dieren dat mogelijk beïnvloed wordt, en geven aan dat het toepassen van een discrete drempelwaarde tot een foute inschatting kan leiden. Daarom is in het KEC 4.0 (Heinis et al, 2022) besloten om gebruik te maken van dosis-respons relaties in plaats van de in KEC1.0-3.0 (Heinis et al, 2019) toegepaste discrete drempelwaarden voor verstoring.

Voor bruinvissen is deze relatie geschat op basis van waarnemingen rond heiwerkzaamheden in Nederland, Duitsland en Schotland (o.a. Geelhoed et al. 2019, Brandt et al. 2018, Graham et al. 2019) en voor zeehonden op basis van Kastelein et al. (2011), Russel et al. (2016), Whyte et al. (2020) en Aarts et al. (2018). De gebruikte relaties zijn in Figuur 3 weergegeven.



Figuur 3 Relaties tussen geluiddosis (ongewogen breedband single strike sound exposure level) en kans op het optreden van een gedragsrespons bij bruinvissen (boven) en zeehonden (onder). Er is van uitgegaan dat de respons van gewone en grijze zeehonden vergelijkbaar is. De verticale lijn en de in de figuren weergegeven SEL$_{50\%}$-waarde geven aan bij welke SEL er 50% kans op verstoring van de dieren is. Uit Heinis et al (2022).

Voor verdere details over de toegepaste dosis-effect relaties voor bruinvissen en zeehonden verwijzen we naar het in 2022 verschenen KEC 4.0 rapport (Heinis et al, 2022).

8 Oppervlak waarover dieren verstoord worden door geluid

Uit de geluidverspreiding (Figuur 2) is de kans op verstoring van bruinvissen en zeehonden berekend door het toepassen van de dosis-effectrelaties (Figuur 3). Het effectieve verstoringsoppervlak is vervolgens berekend door per punt op de kaart de berekende kans te vermenigvuldigen met het oppervlak van de grid-cel rond het punt en dit vervolgens te sommeren over alle punten van de geluidkaart. De resulterende oppervlakken zijn opgenomen in Tabel 4, zowel voor ongemitigeerd heien als voor heien waarbij met behulp van mitigatie juist aan een geluidnorm SEL$_{SS}$ (750 m) = 160 dB re 1 µPa^{2}s wordt voldaan.

Tabel 4: Berekende verstoringsoppervlak

	verstoringsoppervlak	
SELss(750 m)	bruinvissen	zeehonden
dB re 1 µPa^{2}s	km^2	km^2
167	1313	665
160	649	238

9 Aantal verstoorde dieren per dag waarop geheid wordt

In het KEC 4.0 is gebruik gemaakt van de meest recente verspreidingskaarten van bruinvissen en gewone en grijze zeehonden. Het aantal verstoorde dieren per heidag is voor de drie soorten berekend door voor elk punt in de geluidkaart de kans op verstoring te vermenigvuldigen met het oppervlak van de grid-cel rond het punt én met de lokale schatting van de dichtheid van de dieren op dit punt (uit de dierverspreidingskaarten, geïnterpoleerd naar hetzelfde grid als de geluidkaarten) en dit vervolgens te sommeren over alle punten van de kaart.

Voor **bruinvissen** is de lokale dichtheid afgeleid van de kaart die door Gilles et al. (2020) in opdracht van Rijkswaterstaat is samengesteld. Het betreft een update van de kaart voor de zomerdichtheid van bruinvissen van Gilles et al. (2016), aangevuld met gegevens van de 2016 SCAN-III survey en jaarlijkse zomertellingen uit België, Nederland (door WMR), Duitsland en Denemarken over de periode 2014 – 2019. Vanwege het ontbreken van actuele kaarten voor de overige seizoenen, is er voor deze studie, net zoals in Heinis et al. (2022) van uitgegaan dat de gemiddelde verspreidingskaart uit Gilles et al. (2020) voor het hele jaar geldt.

Voor **zeehonden** op het NCP is uitgegaan van de ten behoeve van het KEC 4.0 samengestelde kaarten van Aarts et al. (2021). Hierin is op basis van alle beschikbare zendergegevens voor elke maand de dichtheid van de gewone en grijze zeehonden gemodelleerd.

De berekeningsresultaten zijn opgenomen in Tabel 5.

Tabel 5: Berekend aantal verstoorde dieren per heidag. Voor de zeehonden is het aantal per kalendermaand berekend, waarvan de getallen in de tabel het minimum, gemiddelde en maximumaantal verstoorde dieren gegeven.

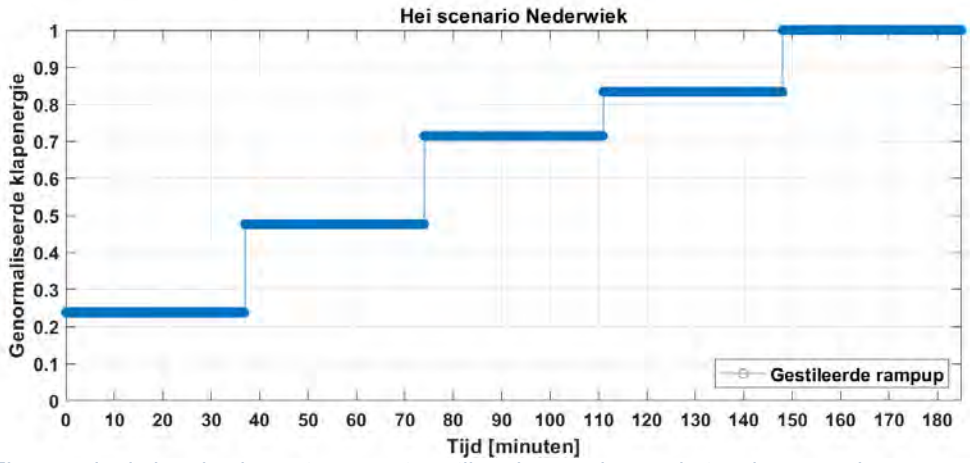
	Aantal verstoorde dieren per heidag			
SELss(750 m)	bruinvissen	gewone zeehonden	grijze zeehonden	
dB re 1 μPa^{2}s				
167	1030	6 – 32 – 117	15 – 19 – 25	
160	499	2 – 11 - 42	5 – 6 - 8	

10 Heiscenario

Om de cumulatieve blootstelling van de dieren rondom het platform aan het onderwatergeluid te bereken wordt er uitgegaan van een gestileerd ‘slow-start’ scenario, voor dit project in overleg opgesteld.

- De blow rate is constant gedurende het hele proces: 32 blow/min
- De blow count is constant gedurende het hele proces: 18.5 blows/0.25 m. Om tot 80 m penetratie te heien zijn er dan 18.5/0.25*80=5920 blows; duur 185 minuten.
- De blow energy wordt in 5 stappen opgevoerd: 500 kJ – 1000 kJ – 1500 kJ – 1750 kJ – 2100 kJ.

- We nemen aan dat elke stap even lang duurt, dus de blow energy wordt steeds verhoogd na 5920/5 = 1184 klappen (37 minuten).



Figuur 4: In de berekeningen toegepast gestileerd scenario voor het verloop van de heiklapenergie over de tijd: klapenergie in kJ gedeeld door de maximale hamerenergie (2100 kJ).

11 Zwemscenario

Voor het berekenen van het risico van het optreden van gehoordrempelverhoging ten gevolge van de cumulatieve blootstelling van dieren aan het heigeluid is een in de RWS-werkgroep Zeezoogdieren en Onderwatergeluid vastgesteld scenario, dat een realistische 'worst case' simuleert [Heinis et al 2015]. De cumulatieve blootstelling (SEL_{CUM}) hangt af van de positie waar het dier zich bevindt bij de aanvang van het heien en van het zwemgedrag van het dier in reactie op het waargenomen geluid.

- Wanneer het blootstellingsniveau (de maximumwaarde over de waterdiepte) de drempelwaarde voor mijdingsgedrag overschrijdt, zwemt het dier tijdens het heien in een rechte lijn weg van de heilocatie.
- Voor de bruinvis is uitgegaan van een zwemsnelheid van 2 m/s.
- Voor zeehonden is uitgegaan van een zwemsnelheid van 2 m/s.
- Dieren stoppen met zwemmen zodra de afstand t.o.v. de heilocatie is bereikt waarop de SELss als gevolg van 1 heiklap lager of gelijk is aan de drempelwaarde waarop mijding optreedt.

12 PTS/TTS-afstanden

De cumulatieve blootstelling van dieren aan heigeluid is berekend op basis van de ruimtelijke verspreiding van het heigeluid (§6), het heiscenario (§10) en het zwemscenario (§11). De berekeningen zijn uitgevoerd voor 48 radiële zwemtrajecten vanaf de heipaal, uniform verdeeld over 360 graden. Als 'worst-case' is de maximale cumulatieve blootstelling (SEL_{CUM}) weergegeven voor het zwemmen van dieren langs de 48 trajecten, als functie van de afstand van de paal waar de dieren zich bevinden bij aanvang van het heien. Omdat de SEL_{SS}-contouren vrijwel cirkelvormig zijn binnen de verstoringsafstand (zie Figuur 2) is de variatie van de SEL_{CUM} over de trajecten gering.

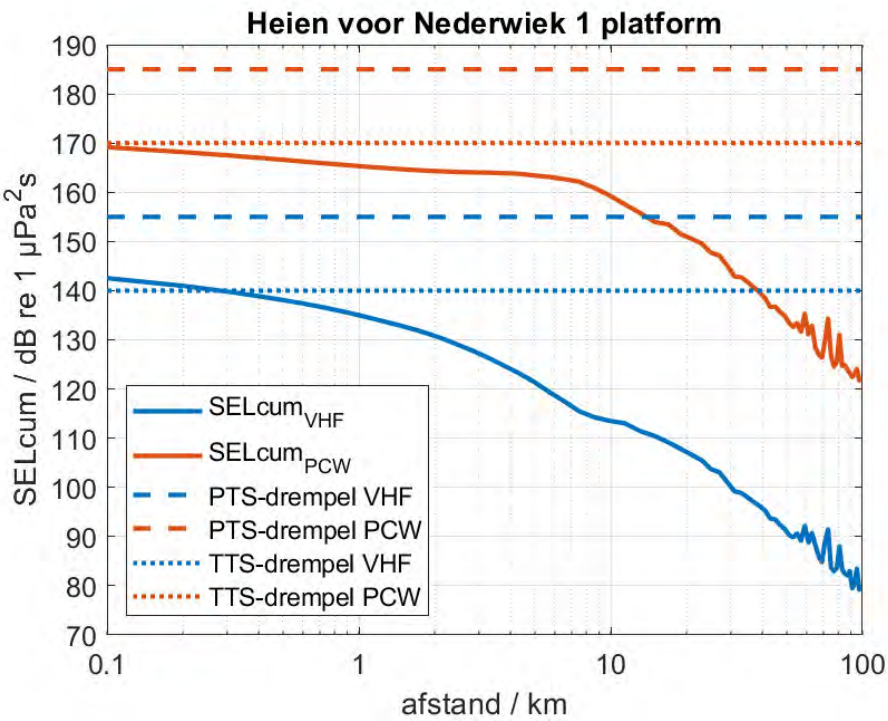
De berekende SEL_{CUM} voor het hei- en zwemscenario zijn weergegeven in Figuur 5 voor bruinvissen en zeehonden.

De frequentiegewogen cumulatieve blootstelling SEL_{CUM} is vergeleken met door Southall et al (2019) voorgesteld drempelwaarden voor het risico op het optreden van een tijdelijke (TTS) of permanente (PTS) verhoging van de gehoordrempel ten gevolge van de blootstelling aan impulsgeluid, zie Tabel 6.

Tabel 6: Drempelwaarden voor het risico op het optreden van TTS en PTS, uit Southall et al (2019)

dier	Southall et al (2019) *hearing group*	TTS-drempelwaarde	PTS-drempelwaarde
bruinvis	*Very high frequency ceteceans (VHF)*	SEL_{CUM}(VHF) = 140 dB re 1 µPa²s	SEL_{CUM}(VHF) = 155 dB re 1 µPa²s
zeehond	*phocid carnivores in water (PCW)*	SEL_{CUM}(PCW) = 170 dB re 1 µPa²s	SEL_{CUM}(PCW) = 185 dB re 1 µPa²s

De berekeningsresultaten in Figuur 5 laten zien dat het risico van het optreden van PTS verwaarloosbaar is. Er is een kleine kans op het optreden van TTS bij dieren die zich bij aanvang van het heien op minder dan 300 m van de heipaal bevinden.



Figuur 5: berekende verdeling van de maximale gewogen SEL_{CUM} over de waterdiepte, als functie van de afstand tot de paal waarop het dier (VHF = bruinvis en PCW = zeehond) zich bij aanvang van het heien bevindt. De horizontale lijnen geven aan boven welke drempelwaarde van de SEL_{CUM} blootstelling de dieren risico lopen op PTS (streeplijn) of TTS (stippellijn), volgens (Southall et al, 2019), zie Tabel 6.

13 Discussie modelonzekerheden

TNO heeft in de afgelopen jaren een suite van Aquarius rekenmodellen ontwikkeld waarmee de onderwatergeluidverspreiding rond een heipaal berekend kan worden. De keuze van een modelversie uit die suite hangt af van de beschikbare informatie en de complexiteit van de berekening. De onzekerheid in de berekende geluidverspreiding zou in theorie af moeten nemen wanneer meer gedetailleerde informatie beschikbaar is. De beperkte modelvalidatie aan de hand van meetgegevens voor het heien van funderingspalen voor offshore windturbines op het Nederlands Continentaal Plat (PAWP, Luchterduinen, Gemini; zie Binnerts et al. 2016) laat zien dat we nog niet goed in staat zijn om die onzekerheid te kwantificeren, omdat we de bijdragen van de diverse parameters aan de onzekerheid niet goed kunnen scheiden. In een eerdere studie bleek de ongewogen breedband SELss uit de (worst-case) Aquarius berekening ongeveer 3 dB af te wijken van de maximaal gemeten waarde.

Voor het bepalen van het verstoringsoppervlak is in deze studie uitgegaan van de dosis-effect relaties zoals in het KEC 4.0 gehanteerd. Metingen van verstoring van bruinvissen bij het Gemini park (Geelhoed et al. 2018) suggereren dat deze berekening mogelijk leidt tot overschatting van aantal verstoorde bruinvissen ten opzichte van de daadwerkelijk gemeten verstoring bij het Gemini park (Geelhoed et al. 2018). Mogelijke verklaringen voor deze discrepanties kunnen zitten in de

hypothese dat ook de frequentie-inhoud een rol kan spelen in de verstorende werking van het geluid (Tougaard et al. 2015).

Ook de berekening van het mogelijke aantal verstoorde dieren per heidag is onzeker, vanwege diverse leemten in kennis over de aanwezigheid en het gedrag van bruinvissen en zeehonden, zie Heinis et al (2022).

14 Conclusie

Aquarius 4 berekeningen van het onderwatergeluid bij het ongemitigeerd heien van de funderingspalen voor het Nederwiek 1 platform leiden, bij een maximale hamerklapenergie van 2100 kJ, tot een ongewogen breedband single strike sound exposure level op 750 m afstand van de heilocatie van 167 dB re 1 μPa^{2}s, met een onzekerheid van minimaal 3 dB.

De berekeningen geven aan dat ongemitigeerd heigeluid bruinvissen kan verstoren binnen een oppervlak van maximaal 1313 km^2 rond het platform en zeehonden binnen een oppervlak van 665 km^2. Op basis van de meest recente schattingen van dichtheden van dieren in het gebied wordt het maximale aantal verstoorde bruinvissen per dag geschat op 1030. Het maximale aantal verstoorde gewone zeehonden per heidag wordt geschat op 117 en het maximale aantal verstoorde grijze zeehonden op 25.

Wanneer aan een geluidnorm SEL_{SS} (750 m) = 160 dB re 1 μPa^{2}s is het berekende verstoringsoppervlak voor bruinvissen 649 km^2 rond het platform en zeehonden 238 km^2. Daarbij worden naar schatting maximaal 499 bruinvissen, 42 gewone zeehonden en 8 grijze zeehonden per heidag verstoord.

Het risico van optreden van een permanente gehoordrempelverhoging (PTS) bij bruinvissen of zeehonden door blootstelling aan ongemitigeerd heigeluid is verwaarloosbaar klein.

15 Referenties

Aarts et al, 2018. Behavioural response of grey seals to pile-driving. Wageningen University & Research report C006/18

Aarts, G., 2021, memo “Estimated distribution of grey and harbour seals” for KEC 4.0, Wageningen Marine Research.

Ainslie, 2010. Principles of Sonar Performance Modeling, Springer-Praxis

Binnerts et al, 2016. Validation of the Aquarius models for prediction of marine pile driving sound, report TNO 2016 R11338

Brandt et al, 2018. Disturbance of harbour porpoises during construction of the first seven offshore wind farms in Germany. Mar. Ecol. Prog. Ser. 596: 213 – 232

Deeks & Randolph, 1993. Analtical modelling of hammer impact for pile driving, International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics, Vol.17: 279-302

de Jong et al, 2018. Wozep – WP2: update of the Aquarius models for marine pile driving sound predictions, report TNO 2018 R11671. (https://www.noordzeeloket.nl/publish/pages/160801/update_aquarius_models_pile_driving_sound_predeictions_tno_2019.pdf)

Geelhoed et al, 2019. Gemini Tc: aerial surveys and passive acoustic monitoring of harbour porpoises 2015, Wageningen University & Research report C020/17

Gilles et al, 2016. Seasonal habitat-based density models for a marine top predator, the harbor porpoise, in a dynamic environment. Ecosphere 7: e01367. 10.1002/ecs2.1367.

Gilles et al, 2020 Update of distribution maps of harbor porpoises in the North Sea. University of Veterinary Medicine Hannover, Foundation. Institute for Terrestrial and Aquatic Wildlife Research (ITAW) report to RWS.

Graham et al, 2019. Harbour porpoise responses to pile-driving diminish over time. R. Soc. Open Sci. 6: 190335.

Kastelein et al, 2011. Temporary hearing threshold shifts and recovery in a harbor porpoise and two harbor seals after exposure to continuous noise and playbacks of pile driving sounds, SEAMARCO Ref: 2011/01

Heinis et al, 2019. Kader Ecologie en Cumulatie – 2018 Cumulatieve effecten van aanleg van windparken op zee op bruinvissen. (https://www.noordzeeloket.nl/publish/pages/157579/kec_update_2018_effecten_impulsief_geluid_op_bruinvissen_20190124def.pdf)

Heinis et al, 2022. Kader Ecologie en Cumulatie 2021 (KEC 4.0) – zeezoogdieren. Cumulatieve effecten op populaties van zeezoogdieren door de versnelde aanleg van windparken in de periode 2016 – 2030. Concept-rapport, verwachte publicatie via het Noordzeeloket in het eerste kwartaal van 2022

Russell et al, 2016. Avoidance of wind farms by harbour seals is limited to pile driving activities. Journal of Applied Ecology

Southall et al, 2019. Marine Mammal Noise Exposure Criteria: Updated Scientific Recommendations for Residual Hearing Effects. Aquatic Mammals 2019, 45(2): 125-232

Tougaard et al, 2015. Cetacean noise criteria revisited in the light of proposed exposure limits for harbour porpoises, Marine Pollution Bulletin 90, 196–208

Tyack & Thomas, 2019. Using dose–response functions to improve calculations of the impact of anthropogenic noise. Aquatic Conserv: Mar Freshw Ecosyst. 29(S1):242–253

Whyte et al, 2020. Estimating the effects of pile driving sounds on seals: Pitfalls and possibilities. J. Acoust. Soc. Am. 147 (6): 3948–3958

Bijlage VII-F Net op zee Nederwiek 1

Slibmodelleerstudie (vertroebeling)
TenneT TSO B.V.

05-07-2023

Inhoudsopgave

1 Inleiding 5

1.1 Doelstelling 5

1.2 Locatiebeschrijving 5

1.3 Aanpak 7

1.4 Leeswijzer 8

2 Realisatie kabeltracé 9

2.1 Aanlegmethodiek 9

2.1.1 Algemene methodiek 9

2.1.2 Pre-sweeping 9

2.1.3 Baggeren 9

2.1.4 Trenchen 11

2.1.5 Ingezet materieel 11

2.1.6 Fasering baggerwerkzaamheden 12

2.2 Baggervolumes op zee 12

2.3 Jet trenchen Veerse Meer 14

3 Delft3D model opzet (zee) 15

3.1 Rekenroosters en modelbathymetrie 15

3.2 Randvoorwaarden 15

3.3 Simuleren van de baggerwerkzaamheden 16

3.4 Sedimenteigenschappen in het model 17

4 Delft3D model opzet (Veerse Meer) 18

4.1 Rekenroosters en modelbathymetrie 18

4.2 Randvoorwaarden 18

4.3 Simuleren van de jet trench werkzaamheden 20

5 Modelresultaten (zee) 21

5.1 Vertroebeling 21

5.1.1 Achtergrondconcentratie 21

5.1.2 Baggerpluim 21

5.1.3 Tijdseries 23

5.2 Sedimentatie 27

5.2.1 Sedimentatiesnelheid 27
5.2.2 Sedimentatie laagdikte 28

6 Modelresultaten (Veerse Meer) 29
6.1 Vertroebeling 29
6.1.1 Achtergrondconcentratie 29
6.1.2 Vertroebelingspluim 29
6.1.3 Tijdseries 31
6.2 Sedimentatie 35
6.2.1 Sedimentatiesnelheid 35
6.2.2 Sedimentatie laagdikte 36

7 Conclusies 37
7.1 Zee 37
7.2 Veerse Meer 37

8 Referenties 39

Colofon 40

1 Inleiding

Voorliggend rapport beschrijft de slibmodelleerstudie uitgevoerd ter ondersteuning van de vertroebelingstudie welke onderdeel uitmaakt van de milieueffectrapportage van Net op zee Nederwiek 1. In deze studie is met name de werkzaamheden omtrent de aanleg van het kabeltracé op zee en het Veerse Meer die de netaansluiting zal vormen van het (zuidelijke deel van) windenergiegebied Nederwiek op het landelijke hoogspanningsnetwerk beschouwd.

Deze studie beschrijft de effecten van het baggeren op zee en het jet trenchen in het Veerse Meer ten behoeve van de aanleg van het kabeltracé op het milieuaspect hydromorfologie. Dit is de lokale hydrodynamiek (waterbeweging, waterstanden, etc.) en de morfologische situatie (de bodemligging, de dynamiek van de bodem, bodemsamenstelling, (achtergrond) sediment concentraties, etc.). De lokale hydromorfologische situatie is sterk bepalend voor het ecologisch potentieel van het gebied. Daarom dienen de ingrepen die effect hebben op de lokale hydromorfologische situatie gekwantificeerd te worden. Er is specifiek gekeken naar de effecten van het baggeren van de kabelgeulen en het jet trenchen op de tijdelijke verhoging van de slibconcentratie en vervolgens naar de sedimentatie van het in suspensie gebrachte fijne materiaal.

Vanuit een hydromorfologisch oogpunt hoeft een toename in vertroebeling of lokale sedimentatie niet negatief beoordeeld te worden, maar vanuit het oogpunt “natuur” kan dit anders zijn. Deze beschouwing op basis van ecologische waarden is niet opgenomen in deze bijlage, maar is terug te vinden in de Passende Beoordeling.

1.1 Doelstelling

Ten behoeve van het MER van Net op zee Nederwiek 1 is een achtergrondstudie uitgevoerd waarin de vertroebeling en sedimentatie wordt gekwantificeerd als gevolg van de aanleg van het kabeltracé. Met deze gegevens kan worden ingeschat of vertroebeling en sedimentatie ten gevolge van de baggerwerkzaamheden en jet trenchen effect zullen hebben op beschermde organismen. In deze achtergrondstudie zijn enkel de effecten van de kabelaanleg beschouwd. De doorvertaling naar de effecten op de natuur zijn in het MER-hoofdstuk (4) Natuur op zee gepresenteerd.

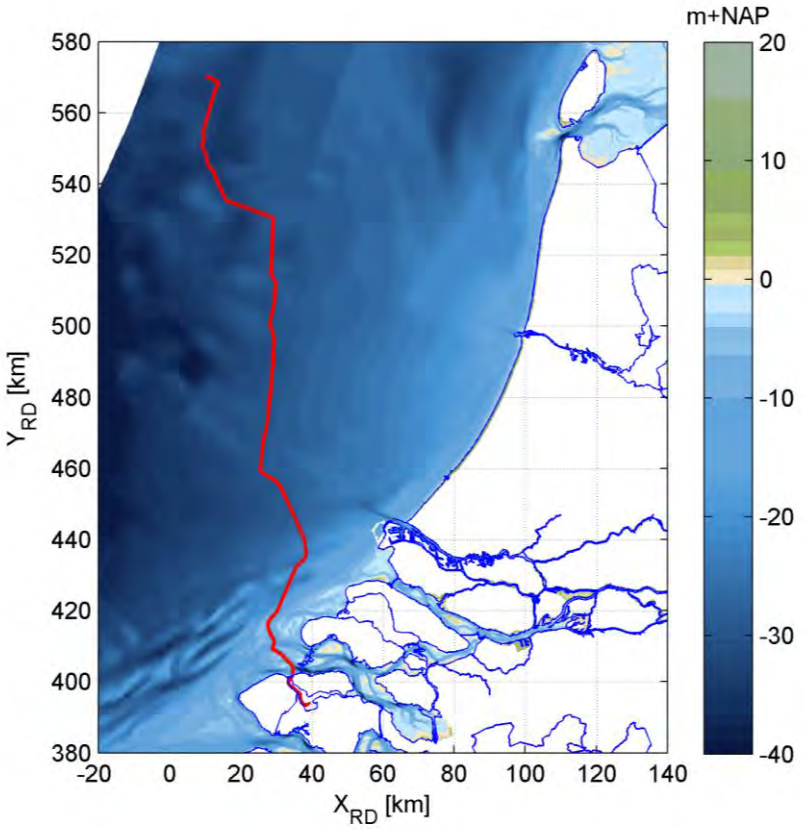
1.2 Locatiebeschrijving

Het kabeltracé van Net op zee Nederwiek 1 verlaat het platform op zee en vervolgens het windenergiegebied Nederwiek. Het loopt circa 190 km op zee, kruist de Veerse Gatdam en loopt vervolgens via het Veerse Meer om uiteindelijk aan te landen nabij haven De Piet in gemeente Middelburg. Het kabeltracé loopt vervolgens over land naar de aansluiting op het converterstation in Borsele. De vertroebelingstudie zal gaan tot aan de aanlanding nabij haven De Piet zoals te zien is in Figuur 1.

In het bodemprofiel langs het kabeltracé (Nederwiek 1) zijn vijf verschillende gebieden te onderscheiden:

1. Grote wateren: Veerse Meer
2. Kust: Aanlanding Veerse Gatdam
3. Kust: Actieve zone; Voordelta zonder zandgolven
4. Kust: Actieve zone; Voordelta inclusief zandgolven
5. Noordzee vanaf 3 km loodrecht uit de kust, kabeltracé richting NW: met zandgolven
6. Noordzee vanaf 3 km loodrecht uit de kust, kabeltracé richting N: met zandgolven
7. Noordzee vanaf 3 km loodrecht uit de kust, kabeltracé richting NO: met zandgolven
8. Noordzee vanaf 3 km loodrecht uit de kust, kabeltracé verder dan IJmuiden Ver
9. Noordzee vanaf 3 km loodrecht uit de kust, kabeltracé laatste stuk naar platform: met zandgolven

Het grootste gedeelte van het kabeltracé ligt buiten de kustzone en daarmee in de gebieden 5 t/m 9, waarbij een groot deel bestaat uit zandgolven. Deze zandgolven kunnen parallel liggen of loodrecht op het kabeltracé, waardoor baggervolumes per gebied variëren. Gebied 1, Veerse Meer, is los van het tracé op zee beschouwd in een apart model omdat hier niet gebaggerd wordt maar enkel met jet trenchen het kabeltracé wordt aangelegd.

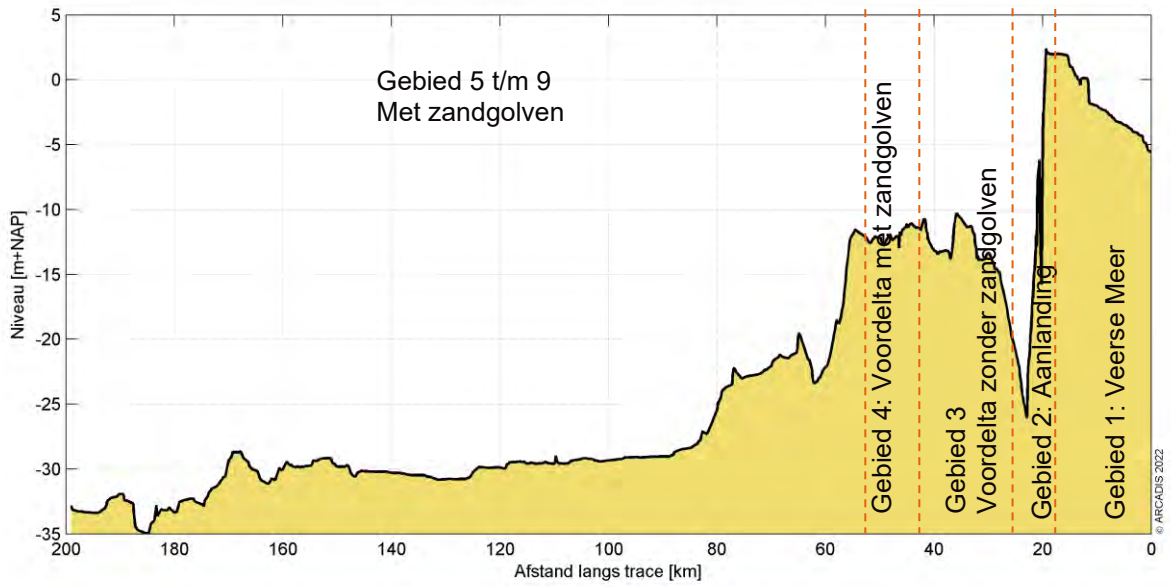


Figuur 1 Locatiebeschrijving windmolenparken en kabeltracé Nederwiek 1.

De kustzone is gedefinieerd als de eerste drie kilometer loodrecht uit de kustlijn. Onder invloed van golven en getijstroming is dit een morfologisch dynamisch gebied. Hierdoor spelen er bij het ingraven van de kabel andere afwegingen mee dan in het offshore profiel. Door de monding van de Haringvliet heeft zich in het verleden op de zeebodem een delta (de Voordelta) gevormd, waarbij een geulen-banken patroon is ontstaan. Deze morfologie zorgt tevens voor een andere dynamiek dan verder offshore op de zeebodem, waar zich zandgolven en tidal-ridges bevinden. De geulen in de Voordelta verplaatsen zich deels na sluiten van de Haringvliet, waardoor erosie en ook sedimentatie plaatsvindt. Ter hoogte van het kabeltracé Nederwiek 1 heeft er sinds de afsluiting voornamelijk erosie plaatsgevonden.

Het is nog niet bekend hoe de baggerwerkzaamheden bij de aanlanding van de kabel (gebied 2) zal worden uitgevoerd. Daarom is ervan uit gegaan dat ook bij de werkzaamheden in dit gebied sediment zal vrijkomen, wat vertroebeling en sedimentatie kan veroorzaken.

Het volledige langsprofiel is weergegeven in Figuur 2. In de offshore gebieden worden zandgolven teruggevonden die migreren in de loop der jaren, deze zandgolven liggen over het gehele kabeltracé vanaf kustprofiel (KP) km 45 tot aan het platform. Omdat de migratiesnelheid relatief laag is in vergelijking met de tijd die het kost om de kabels in te graven, zijn in de modelleerstudie aannames gedaan voor de locatie van de zandgolven. In het bepalen van de ingraafdiepte en impliciet daaraan de overdiepte en overbreedte, is de migratie van de zandgolven wel meegenomen.



Figuur 2 De gebiedsindeling van het gebied in de Noordzee waarin een onderscheiding gemaakt wordt tussen gebieden met zandgolven, afhankelijk van richting van de zandgolven ten opzichte van het kabeltracé.

1.3 Aanpak

Zoals reeds beschreven heeft deze studie als doel om de effecten van het baggeren en jet trenchen op de omgeving in kaart te brengen om een ecologische beschouwing van de impact op natuurwaarden te faciliteren. Het effect dat de baggerwerkzaamheden op de omgeving hebben zal bestudeerd worden met een modelstudie die bestaat uit de volgende stappen:

- Beschrijving van de aanlegmethodiek en baggervolumes;
- Beschrijving van de schematisatie;
- Beschrijving van de randvoorwaarden die gebruikt zijn in het model (model opzet);
- Beschrijving van de modelresultaten; het effect van het baggeren en jet trenchen op de hydromorfologie.

In een eerdere fase (MER Deel A) is het af te graven kabeltracé en de benodigde ingraafdieptes reeds bepaald. De algemene aanlegmethodiek en de fasering van de baggerwerkzaamheden zijn nu verder uitgewerkt. Deze uitwerking betreft ook de beschrijving van de uitgangspunten en aannames. Hierbij is getracht om tot een realistische worst-case situatie te komen bij het modelleren van de slibverspreiding.

De modelinterpretatie bestaat uit de analyse van de hoeveelheid fijn sediment dat in suspensie wordt gebracht, ofwel sediment concentratie, en vervolgens de neerslag van deze fracties uitgedrukt in sedimentatiesnelheid en sliblaagdikte. Deze aspecten worden bestudeerd om te evalueren wat de ordegrootte is van de effecten en hoe ver deze reiken.

1.4 Leeswijzer

In Hoofdstuk 2 wordt ingegaan op de realisatie van het kabeltracé. Dit omvat de aanlegmethodiek en de effecten van de verschillende baggertechnieken op vertroebeling in de waterkolom. Ook is in Hoofdstuk 2 ingegaan op de volumes slib die in de worst-case situatie gebaggerd zullen worden en een beschrijving van het jet trenchen in het Veerse Meer.

Hoofdstuk 3 beschrijft de opzet van het model en de modelschematisatie van de baggerwerkzaamheden. Hoofdstuk 4 beschrijft de opzet van het model voor het Veerse Meer. Een overzicht van de resultaten komt naar voren in Hoofdstuk 5 en 6 voor respectievelijk op zee en in het Veerse Meer. Tot slot is een korte beschrijving van de conclusies van de belangrijkste technische analyses opgenomen in Hoofdstuk 7.

2 Realisatie kabeltracé

In dit hoofdstuk worden de aanlegmethodiek (paragraaf 2.1), de baggervolumes op zee (paragraaf 2.2) en het jet trenchen in het Veerse Meer (paragraaf 2.3) beschouwd. Omdat nog niet exact bekend is hoe het werk precies uitgevoerd zal worden, is een realistische worst-case benadering toegepast. Hierbij is gebruik gemaakt van de informatie die gegeven is vanuit TenneT in de 'Typical Installation Methods' (TIM).

Randvoorwaarden voor de dimensies van de baggergeul zijn de morfodynamiek en de parameters overdiepte, overbreedte en minimale 'wet slope', de aanname voor de helling waarbij de bodem stabiel is onder water. Omdat deze randvoorwaarden een variërend baggervolume langs het kabeltracé geven, zijn de randvoorwaarden in dit hoofdstuk inzichtelijk gemaakt. Hiertoe worden de mogelijke aanlegmethodes van een ongebundelde 2x2 kabel en een karakteristieke dwarsdoorsnede gepresenteerd. Het volume dat in een worst-case situatie gebaggerd dient te worden, is tot slot gepresenteerd en is vervolgens gebruikt in de modelschematisatie.

2.1 Aanlegmethodiek

De bodemvormen in de Noordzee zorgen ervoor dat het ingraven van de kabelsystemen verschilt per zone. De methode van aanleg is van belang in de bepaling van het af te graven volume. Daaropvolgend beïnvloedt het de hydromorfologie en het ecologisch perspectief in de Noordzee. Voor het kabeltracé in de verschillende gebieden geldt wel de aanname dat het gebaggerde materiaal op enkele honderden meter naast de geul gestort wordt. Op deze manier kan de baggerspecie in de loop van de tijd op een natuurlijke wijze terug naar de geul verplaatst worden. Ook wordt zo tegengegaan dat gebiedsvreemd materiaal in andere zones wordt geïntroduceerd.

2.1.1 Algemene methodiek

De bijdrage aan de vertroebeling als gevolg van het baggerproces is afhankelijk van de samenstelling van het bodemmateriaal, de methode van baggeren (knijpen/snijden, met of zonder jets/beschermkap) en de lokale omstandigheden (diepte, stroomsnelheid, golven, seizoen, etc.). Tijdens het baggeren mengt het schip water met het bodemsediment en brengt dit middels pompen naar het waterdichte ruim (de beun). In de beun nemen de stroomsnelheden af en kan het grootste deel van het zand-water mengsel bezinken. Water en het overgebleven (fijne) materiaal dat nog in suspensie is kan via een overstort het beun verlaten. Het materiaal dat het beun verlaat zal voor het grootste gedeelte bestaan uit zeer fijn sediment (< 63 µm). Wanneer het beun vol is vaart het schip naar de stortlocatie waar ze de beun leegt middels de bodemdeuren (kleppen).

De algemene methodiek in de worst-case benadering is om overal trenchen toe te passen en op sommige stukken eerst de geul te baggeren om vervolgens te trenchen. In de aanwezigheid van zandgolven worden deze eerst afgevlakt door middel van pre-sweeping (van de kruinen van zandgolven), waarna via trenchen de kabel in het zeebed wordt begraven.

2.1.2 Pre-sweeping

Pre-sweeping is het proces dat gezien kan worden als het egaliseren van het zeebed. Om de kabels op de beoogde diepte te kunnen installeren onder de mobiele zandgolven, zullen de kruinen van de zandgolven op de route moeten worden afgevlakt, voorafgaande aan het installeren van de kabels. Dit wordt gedaan om geen onderhoud te hoeven plegen gedurende de levensduur van de kabels. Het pre-sweepen van de zandgolven zal gebeuren over een groot deel van het kabeltracé. Een conservatieve aanname hierbij is dat op 125 km van het kabeltracé zandgolven bevinden (gebieden 4 t/m 7), waarbij de noodzaak tot pre-sweepen afhankelijk is van de ligging van de kabel ten opzichte van de zandgolven. De vertroebeling die hierdoor ontstaat, zit met name in de onderste laag van de waterkolom. Eventueel zijn na het pre-sweepen nog aanvullende baggerwerkzaamheden nodig.

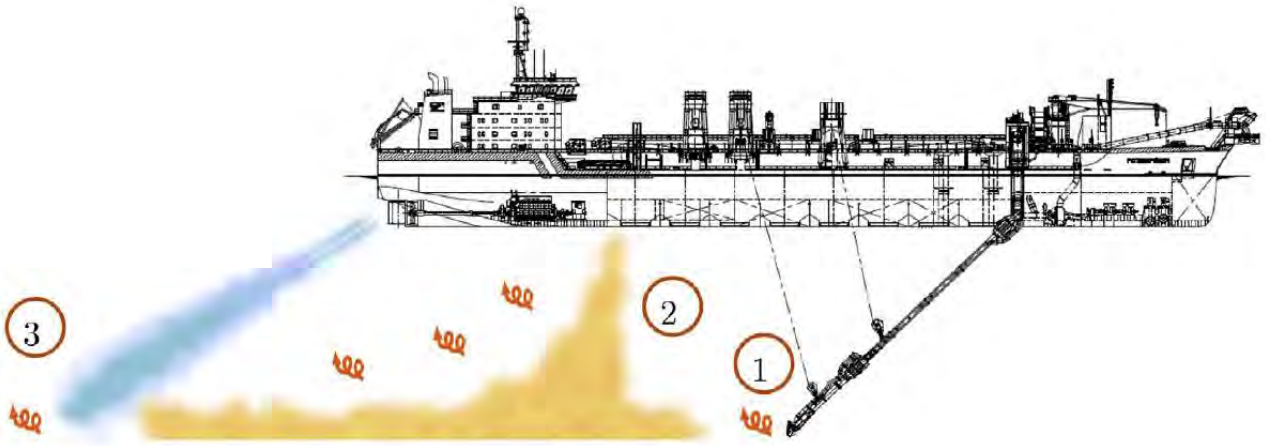
2.1.3 Baggeren

Daar waar het water te ondiep is voor het installeren van kabels, zal een toegang moeten worden gebaggerd voor de installatie schepen. Daarvoor zullen op zee en in binnenwateren sleephopperzuigers (Trailing Suction Hopper Dredger, TSHD) ingezet worden. Sleephopperzuigers verweken de grond met waterjets en zuigen het grond-watermengsel op via hun sleepkoppen. De grond komt in de bopper (de beun, laadruim) van het schip terecht terwijl het opgezogen water overboord stroomt. Bij de aanlanding van de kabel op het land, bij de aanlandingen in het Veerse Meer en op plekken die voor een sleephopperzuiger lastig of niet bereikbaar zijn, kunnen snijkopzuigers

(cutter-suction-dredger, CSD) of graafmachines op pontons (backhoe-dredgers) in worden gezet. Daarbij wordt de opgebaggerde grond ofwel in beunschepen gelost, die het dan naar een stortlocatie transporteren, of de grond wordt door leidingen weggepompt naar een stortlocatie. Het totale baggervolume wordt beschouwd in paragraaf 2.2.

De hoeveelheid slib en de wijze waarop het slib in de waterkolom in suspensie wordt gebracht tijdens het baggeren is te relateren aan de werkwijze van een sleephopperzuiger. Figuur 3 toont drie oorzaken van het in suspensie komen van slib tijdens baggerwerkzaamheden met een sleephopperzuiger.

1. Opwoelen materiaal door de sleepkop;
2. Terugbrengen van de fijne fractie door de overvloei-installatie;
3. Opwoelen van (al dan niet) gedeponeerd materiaal door de scheepsschroef en de hydrodynamica.



Figuur 3 Schematische weergave van de oorzaken van het in suspensie komen van slib tijdens baggerwerkzaamheden met een sleephopperzuiger (uit (Becker, et al., 2015)).

4. Opwoelen materiaal door de sleepkop

Het effect van het opwoelen van sediment door de sleepkop is ten opzichte van het effect van de overstort zeer gering. Baggeraars willen de efficiency van het baggerproces zo groot mogelijk maken. Door het toepassen van schermen langs de zuigkop wordt voorkomen dat sediment-arm water wordt aangezogen en de productie afneemt. Door deze schermen ontstaat een onderdruk in de zuigkop waardoor water tussen de schermen en de bodem de zuigkop instroomt. Daardoor zal relatief weinig omgewoeld sediment naar buiten treden.

5. Terugbrengen van de fijne fractie door de overvloei-installatie

Tijdens het vullen van de beun zal voornamelijk de fijne fractie (met een lage bezinksnelheid) de beun via de afvoerinstallatie verlaten. Het grootste deel van dit sediment zal direct via de pluim op de bodem terechtkomen. Uit het re-suspensie model TASS volgt dat maximaal 5 tot 15 % van het fijne materiaal in suspensie komt (Aarninkhof, Spearman, & van Koningsveld, 2010; Becker, et al., 2015).

6. Opwoelen van (al dan niet) gedeponeerd materiaal door de scheepsschroef en de hydrodynamica

Uit (Aarninkhof, Spearman, & van Koningsveld, 2010) volgt dat voornamelijk bij ondiep water het opwervelen van materiaal van belang kan zijn. De waarnemingen op zeer ondiep water lieten zwevend slib concentraties zien die een factor 10 hoger zijn dan bij iets grotere waterdieptes. Bij ondiep water bevinden de grote stroomsnelheden achter de schroef zich veel dichter bij de bodem waardoor (vers) afgezet materiaal in suspensie wordt gebracht.

In de bestaande literatuur zijn momenteel weinig studies beschikbaar waarin nauwkeurige metingen, van de relatieve orde van grootte van de oppervlakte en de dynamische pluim, worden beschreven. Daardoor is het lastig om met grote zekerheid de effecten van het baggeren te kwantificeren. Desondanks geven de studies (Spearman, de Heer, Aarninkhof, & van Koningsveld) en (Aarninkhof, Spearman, & van Koningsveld, 2010) inschattingen van de percentages sediment in de passieve pluim aan de hand van metingen en het re-suspensiemodel TASS. Daaruit volgt dat in het algemeen lage tot zeer lage percentages sediment in de passieve pluim terecht komen. Modelleren van de pluim toont aan dat maximaal 5 tot 15 % van het fijne materiaal in de passieve pluim terecht komt. Indien een “green-

valve” wordt toegepast, een systeem om luchtbellen uit de overstort te weren die een negatief effect hebben op de valsnelheid, kunnen die percentages dalen tot 1%. Bij experimenten uitgevoerd in Rotterdam en Den Helder in 2007 zijn percentages gemeten van 2 tot 4%.

Bij het verspreiden van baggerspecie valt het sediment als een jetstroom naar beneden doordat kleppen aan de onderzijde van het baggerschip opengezet worden. Bij het bereiken van de bodem zal de valenergie worden omgezet in turbulentie en zal het sediment zich zijdelings verspreiden langs de bodem. Dit zal vervolgens als een dichtheidsstroom langs de bodem bewegen en een laagdikte hebben van enkele decimeters (van Kessel, 2010). Afhankelijk van de hoeveelheid zand zal deze dichtheidsstroom geleidelijk dunner worden. Door de dichtheidsstroom zal het materiaal in korte tijd over een aanzienlijke afstand (enkele honderden meters) over de bodem verspreid worden. Een relatief klein percentage komt door de turbulentie bij het verspreiden in suspensie boven de dichtheidsstroom. Het simuleren van het in suspensie brengen van het slib langs het kabeltracé op basis van de baggermethodiek zal verder toegelicht worden in paragraaf 3.3.

Voor deze studie zijn waarden aangenomen voor de beschreven verliestermen uitgedrukt in percentages van het in de baggerspecie aanwezige fractie fijn materiaal. Deze zijn weergegeven in Tabel 1. Nota Bene: er is gewerkt met conservatieve aannames.

Tabel 1: Overzicht van verliestermen.

Verliesterm	Percentage van fijne fractie [%]	Opmerking(en)
Opwoeling door sleepkop	5 %	Ingebracht onderin waterkolom
Overstort/overvloei-installatie	20 %	Ingebracht bovenin waterkolom
Opwoeling door scheepsschroef e.d.	0-5 %	Ingebracht onderin waterkolom Verwaarloosbaar in diep water
Verspreiding d.m.v. kleppen	25 %	Driekwart hiervan ingebracht onderin waterkolom (dichtheidsstroom) Een kwart hiervan dieptegemiddeld ingebracht (turbulentie en stortverspreiding)

2.1.4 Trenchen

Jet trenchen is een techniek waarbij doormiddel van waterjets een smalle strook van de bodem wordt verweekt (gefluïdiseerd) zodanig dat de kabel op de beoogde installatiediepte in het zeebed/waterbodem kan worden ingebracht. Dit gebeurt door middel van jet zwaarden die met waterstralen de bodem verweken en zo een relatief smalle sleuf met vloeibare grond creëren. Jet trenchers kunnen de bodem tot op een diepte van 10-12 meter onder het zeebed/waterbodem verweken, waarbij de diepte van verweken afgestemd wordt op de beoogde begraafdiepte. Door het verweken van de (zee)bodem zullen in nabijheid gronddeeltjes worden opgewoeld. De vertroebeling die hierdoor ontstaat zit met name in de onderste laag van de waterkolom. Hoeveel sediment er uit de bodem vrijkomt en in suspensie raakt bij jet trenchen is nog beperkt onderzocht. Svašek Hydraulics (2015) schatte deze waarde tussen de 1% en 10%, met 5% als meest representatieve waarde. Wang et al. (2020) gebruikt een hogere waarde, namelijk 20%, die gevalideerd is met metingen. Om een conservatieve waarde aan te houden, is voor deze slibstudie ook aangenomen dat 20% van het sediment in suspensie komt tijdens het jet trenchen.

2.1.5 Ingezet materieel

Het in te zetten materieel voor het baggeren van het tracé op zee, op basis van de eerder beschreven aanpak, bestaat uit een trencher, één CSD en meerdere sleephopperzuigers voor precisie baggeren en pre-sweepen van de zandgolven.

In het Veerse Meer (gebied 1) is in deze slibstudie uitgegaan van alleen trenchen. De trencher beweegt met een snelheid van 250 m/uur langs het kabeltracé. Daarmee wordt een sleuf van 1 m breed en 3 m diep getrencht. Daarmee duren de werkzaamheden circa 2 dagen voor het hele Veerse Meer.

In het relatief ondiepe deel van de kustzone (gebied 2) is aangenomen dat er gebruik wordt gemaakt van twee snijkopzuigers met een conservatieve productie van 25.000 m^3 per snijkopzuiger per week. Deze schepen hebben een

kleinere diepgang, waardoor minder beunvolume opgeslagen kan worden. Hierdoor moeten ze vaker tussen bagger- en stortlocatie pendelen, waardoor de productie relatief beperkt is. Voor de baggerwerkzaamheden langs de diepere gelegen delen is aangenomen dat drie sleephopperzuigers met een productiviteit van 12.000 m^3 per dag, ofwel 84.0000 m^3/week ingezet worden om de geul te baggeren. Waar nodig, zullen de zandgolven met een ploeg afgevlakt worden (pre-sweeping).

Zowel in de kustzone als offshore is ook uitgegaan van het gebruik van een trencher. De trencher kan namelijk in korte tijd en met een minimale verplaatsing van sediment een sleuf van 2-3 m diep aanbrengen. Direct in de huidige bodem of centraal in de gebaggerde geul.

Verder is voor de slibmodellering aangenomen dat het gebaggerde sediment binnen enkele honderden meters naast de gebaggerde geul gestort zal worden. Dit geeft aan de ene kant voldoende tijd om de kabels aan te brengen en aan de andere kant tijd, zodat het gedeponeerde materiaal (deels) op een natuurlijke manier terug in de sleuf getransporteerd worden.

De aannames voor de productiviteit van de baggerschepen is enigszins conservatief, door aan te nemen dat alle schepen tegelijk bezig zijn in een bepaald deel. Dit betekent dat relatief veel materiaal in suspensie gebracht wordt wat resulteert in een relatief grote verhoging van de slibconcentratie en een relatief hoge sedimentatiesnelheid. Een lagere baggerproductiviteit zal wel leiden tot een langere periode van uitvoer en een langere duur van de effecten, maar een lagere verhoging van de slibconcentratie en een kleinere sedimentatiesnelheid.

2.1.6 Fasering baggerwerkzaamheden

In de slibmodellering zijn enkele aannames gedaan voor de fasering van de aanleg van het kabeltracé op zee en daarmee de baggerwerkzaamheden. Zo is aangenomen dat het baggeren plaatsvindt van oost naar west (van aanlanding bij de kust naar het windpark), en dat er tegelijk gewerkt wordt in de kustzone en offshore op de Noordzee. Hoe dit verder in het model als aanname meegenomen is, staat beschreven in paragraaf 3.3. Door de aannames bij het ingezette materieel blijft de duur van de werkzaamheden per jaar beperkt tot 8 à 9 maanden, inclusief uitdemptijd. Omdat de exacte uitvoeringsmethodiek nog niet bekend is, kan deze volledige periode zowel in de (ecologische) winterperiode als wel in de (ecologische) zomerperiode vallen. Ecologisch gezien verdient de winterperiode de voorkeur, omdat dit de ecologisch minst actieve periode van het jaar is. Qua uitvoer verdient juist de zomerperiode de voorkeur, aangezien in de winterperiode de hydrodynamische condities doorgaans minder voordelig zijn. In dat geval moet er rekening gehouden worden met een vergrootte onzekerheid in de downtime van de baggerschepen. In deze studie wordt geen keuze gemaakt wat betreft de periode van uitvoer. Verder kan het zijn dat de uitvoering van de aanleg over een langere periode loopt dan de hierboven aangegeven 8 á 9 maanden. In dat geval is de concentratie die vrijkomt over een langere periode verdeeld en valt dan niet te zien als worst-case. Verder is aangenomen dat eerst 80% van het totale te baggeren volume wordt gebaggerd en vervolgens de overige 20% in de vorm van onderhoudsbaggerwerkzaamheden. Dit onderhoud vindt in deze studie direct na de eerste baggerwerkzaamheden plaats. Dit is conservatief, aangezien er op die manier tussentijds minimale uitdemping kan plaatsvinden. Voor het kabeltracé in het Veerse Meer is aangenomen dat jet trenchen van west naar oost (Veerse Gatdam naar Oranjeplaat) wordt uitgevoerd in circa 2 dagen, waarbij continu getrencht wordt.

2.2 Baggervolumes op zee

Welke baggertechnieken toegepast zullen worden in een realistische worst-case situatie verschilt per deelgebied. De uitgangspunten voor de slibverspreidingsstudie voor de vijf deelgebieden zijn getoond in Tabel 2 (zie ook Figuur 1 en Figuur 2 voor de ruimtelijke weergave). In deze tabel zijn ook de lengtes van de tracédelen opgenomen. Verder zijn de baggervolumes per deelgebied gegeven. Voor het offshore gebied zijn deze gebaseerd op gegevens die aangeleverd zijn door TenneT. Aan de berekende baggervolumes van TenneT is vervolgens 15% toegevoegd om rekening te houden met het scenario van een ongebundelde 2x2 kabel. Voor het nearshore gebied zijn de lengtes van de tracédelen en het te baggeren volume gebaseerd op het IJver Alpha tracé (exclusief Veerse Meer).

De totale lengte van het tracé komt uit op 206 km, met een totaal baggervolume van 8,030,400 m^3 exclusief trenchen. Voor windmolenpark Nederwiek 1 wordt één kabeltracé gerealiseerd. De effecten van IJmuiden Ver en Nederwiek 2 als ook de cumulatie zijn los beschouwd.

Tabel 2 De uitgangspunten voor de slibverspreidingsstudie op zee: de baggermethodes en -volumes per gebied.

Gebied	0 & 1: Geen slib	2	3	4	5	6	7	8	9
Grens	Strand (duin tot muien) En Veerse Meer	Aanlanding Veerse Gatdam	Voordelta zonder zandgolven	Voordelta met zandgolven	Noordzee met zandgolven				
Begraafdiepte	n.v.t.	Verplicht: 3 m Actieve zone: 5 m Uitvoering: 8 m diep	n.v.t.	Verplicht: 1,5 m onder non-mobile reference layer	Verplicht: 1,5 m onder non-mobile reference layer				
Techniek(en)*	n.v.t.	Baggeren 6 m diep + trenchen 2,5 m: totaal 8 m diep	Trenchen 2,5 m		Pre-sweepen + Trenchen 2,5 m				
Lengte [m]	400	1.000	28.900	6.500	30.500	50.800	30.700	31.000	5.000
Te baggeren volume [m^3]*	0	100.000	0	184.000	1.113.200	3.299.350	1.263.850	1.782.500	287.500

*Trenchen is niet meegenomen in het te baggeren volume voor de berekeningen, omdat hiermee de hoeveelheid slib die vrijkomt nihil is.

Er is een aantal metingen beschikbaar waaruit blijkt dat het massapercentage slib tussen de 0,7% en 1,3% ligt, wat een volumepercentage geeft tussen de 1,4% en 2,6%. Bij vorige slibverspreidingsstudies (IJver Alpha en Beta) waren deze gegevens nog niet bekend en was aangenomen dat het volumepercentage slib in de gebaggerde beun 5% of 10% is van het totaalvolume. Dit is voor deze slibverspreidingsstudie niet aangepast, om een veilige marge te houden. Wel is er nu een onderbouwd onderscheid gemaakt tussen de fijne en de grove slibfractie om een minder conservatief en meer realistisch resultaat te krijgen. De sedimenteigenschappen worden verder besproken in paragraaf 3.4.

Bij de slibverspreidingsstudie ToZ Borssele, HKN, HKWA en HKWB is een volumepercentage van 10% aangenomen gemiddeld langs het tracé (Arcadis, 2015; Arcadis, Net op Zee Hollandse Kust (Noord) en (West Alpha) - slibmodelleerstudie, 2018; Arcadis, Net op Zee Hollandse Kust (West Beta) - slibmodelleerstudie, 2020). De slibverspreidingsstudie voor Hollandse Kust Zuid maakt gebruik van een zeer conservatief percentage van 20% (Witteveen + Bos, 2017), hoewel niet direct duidelijk is of dit een gewichtspercentage of volumepercentage betreft. Bij de milieueffectrapportages voor de Zeezandwinning is gewerkt met een gewichtspercentage van 2,5 tot 3,5% (Rijkswaterstaat, 2016) wat overeenkomt met een volumepercentage van circa 5 tot 7%. Het voor deze studie toegepaste volumepercentage van 5% is gekozen voor de Voordelta en sluit aan bij de bevindingen uit de grondanalyse voor BritNed. De 10% is gekozen voor het deel op de Noordzee en sluit aan bij de recente grondanalyse voor HKN en HKWA, waar naar voren kwam dat in de eerste 1-2 m vooral zand aanwezig was met minder dan 5% aan slib, maar op iets diepere delen werd zelfs hogere percentages aangetroffen. Aangezien het grootste deel dat gebaggerd wordt uit de bovenste laag bestaat is 10% een redelijke inschatting. Uit de nieuwe metingen blijkt dat deze aanname wel enigszins conservatief is.

Zoals in Tabel 3 gepresenteerd is, resulteert dit in een totaal volume gebaggerd slib van 788.840 m^3.

Tabel 3 Uitgangspunten voor de slibverspreidingsstudie: het volumepercentage slib in m^3

Gebied	0 & 1	2	3	4	5	6	7	8	9	Totaal
Volumepercentage slib	N.v.t.	5%	5%	5%	10%	10%	10%	10%	10%	
Nederwiek 1 [m^3]	0	5.000	0	9.200	111.320	329.935	126.385	178.250	28.750	788.840

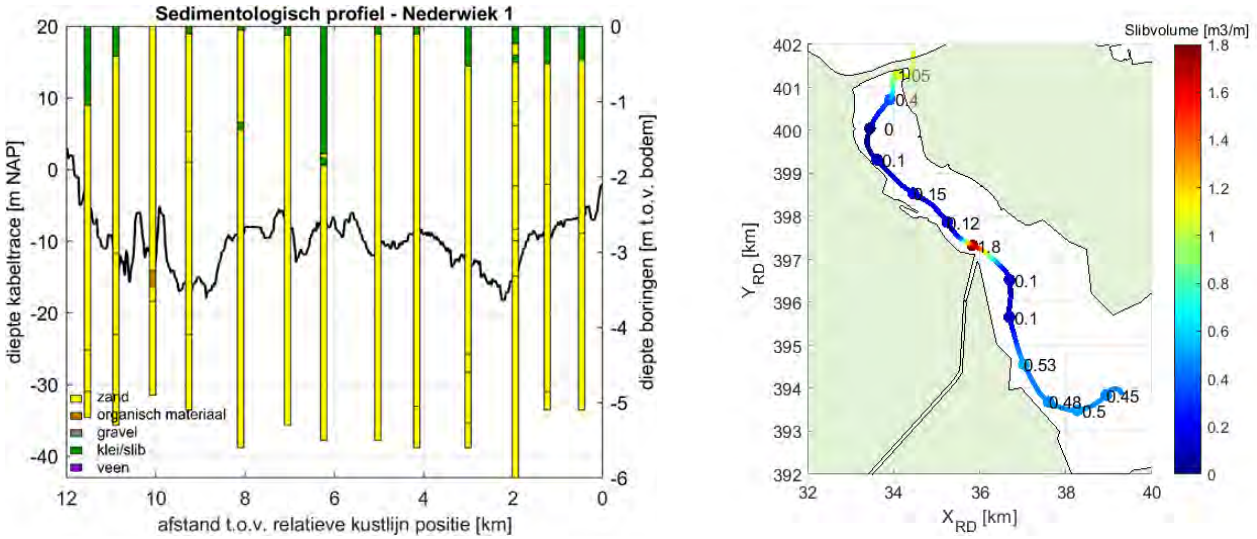
Aan de hand van de baggervolumes in Tabel 2 kan een inschatting gemaakt worden van de tijd die de baggerwerkzaamheden in beslag zullen gaan nemen. Hierbij is de productiviteit van de sleephopperzuigers als leidend genomen. Voor bijvoorbeeld het baggeren binnen gebied 1 van Nederwiek 1 met een enkele kleine sleephopperzuiger zal circa 4 weken nodig zijn (100.000 m^3/ 25.000 m^3/week). Bij de inzet van 2 schepen is dit 2 weken. Het volledige overzicht is gepresenteerd in Tabel 4. Hierbij is gebruik gemaakt van het totale volume per tracédeel ten gevolge van baggeren en pre-sweepen. Gebied 3 is niet meegenomen in de doorlooptijd voor de baggerwerkzaamheden aangezien hier alleen trenchen is vereist. Verder is er rekening gehouden dat voor gebied 4 tot en met 9 niet gewacht hoeft te worden op de baggerwerkzaamheden in gebied 2.

Tabel 4 De duur van de baggerwerkzaamheden in weken, afgerond op halve weken.

Gebied	0 & 1	2	3	4	5	6	7	8	9	Totaal
Baggerschip	n.v.t.	CSD/ backhoe	n.v.t.	Grote sleephopperzuiger (CSD)						
Productiviteit baggerschip [m3/week]	n.v.t.	25.000	n.v.t.	84.000	84.000	84.000	84.000	84.000	84.000	
Aantal schepen	n.v.t.	2	n.v.t.	3	3	3	3	3	3	
Nederwiek 1 [weken]	0	2	0	0,5	4,5	13	5	7	1	31

2.3 Jet trenchen Veerse Meer

Voor de het jet trenchen in het Veerse Meer is in het model een sedimentbron aangebracht die gedurende de uitvoeringstermijn (circa 2 dagen), langs het tracé slib verspreidt. Deze bron beweegt met een snelheid van 250 m/uur langs het tracé. Daarbij gebruiken we een variabele slibfractie in het sediment, gebaseerd op de gemeten diepte van de sliblaag (Figuur 4). Hierbij gaan we uit van een sleufbreedte van 1 m, waardoor het slibvolume (m^3/m) gelijk is aan de diepte van de sliblaag. In totaal komt er 1015 m^3 slib in suspensie langs het tracé. Dit is 20% van het totale slibvolume dat langs het tracé in de bodem zit (zie ook paragraaf 2.1.4).



Figuur 4 links: diepte sliblagen, rechts: slibvolume [m^3/m] zoals gebruikt in het model.

3 Delft3D model opzet (zee)

Voor het modelleren van de hydrodynamica en de slibverspreiding in het studiegebied is gebruik gemaakt van het modelleerprogramma Delft3D. Hiermee is het mogelijk deze processen in 3D te simuleren. Bij deze studie is het modelleren in 3D van belang om de effecten van de snelheidsverdeling in de verticaal en de gelaagdheid van de saliniteit mee te kunnen nemen. Ook is het bij een dergelijk aanpak mogelijk onderscheid te maken in de vertroebeling in de verticaal.

Voor de modelopzet is gebruik gemaakt van het Kuststrookmodel. Het Kuststrook model omvat de hele Nederlandse kuststrook en Waddenzeegebied en heeft een vrij fijne resolutie richting de Nederlandse kust. Omdat het windmolenpark Nederwiek op de rand van het Kuststrook model ligt, is deze rand met 40 kilometer zeewaarts uitgebreid. Het model dat hiermee ontstaan is, wordt voorts omschreven als het Detailmodel. Vervolgens zijn de randvoorwaarden voor het Detailmodel gegenereerd met behulp van het Zuidelijke Noordzeemodel (ZUNO v6).

In dit hoofdstuk is in meer detail beschreven hoe beide modellen zijn opgezet en hoe vervolgens de baggerwerkzaamheden zijn geschematiseerd in het Detailmodel. Tot slot is een overzicht opgenomen van de sedimenteigenschappen zoals gebruikt in het Detailmodel.

3.1 Rekenroosters en modelbathymetrie

Het ZUNO-model bestaat uit 169 x 485 cellen met een celgrootte van circa 1500 x 1800 m aan de Nederlandse kust ter hoogte van IJmuiden oplopend tot en 1500 x 7500 m richting het offshore gebied.

Het rooster van het Detailmodel bestaat uit 746 x 425 cellen in het horizontale vlak en 6 equidistante sigma lagen in de verticaal. De cellen hebben een resolutie van 250 x 150 m aan de kust, oplopend tot 500 x 1600 m richting offshore. De laagdiktes in de verticaal zijn bepaald aan de hand van de waterdiepte en bedragen 16,7% van de instantane waterdiepte.

Een 3D model is verkozen boven een 2D model met een fijnere resolutie in het horizontale vlak. Zo is het mogelijk de effecten van het verticale snelheidsprofiel en de gelaagdheid van het zout mee te nemen in de modellering, maar ook kan de baggerschematisatie uitgevoerd worden in 3D. Tot slot kan bij de ecologische beschouwing eenvoudig onderscheid gemaakt worden tussen verschillen in vertroebeling over de verticaal (wateroppervlak, aan de bodem en diepte gemiddeld). Het grovere detail in het horizontale vlak doet geen afbreuk aan de mate van detail van de ecologische beschouwing. Er wordt voornamelijk gewerkt met daggemiddelde waarden van verhogingen in de slibconcentratie. Een tijdsinterval waarbij een roosterresolutie van enkele honderden meters toereikend is voor de weergave van de concentratie- en sedimentatie-arealen van het verspreidde materiaal. Figuur 1 toont de modelbathymetrie van het studiegebied.

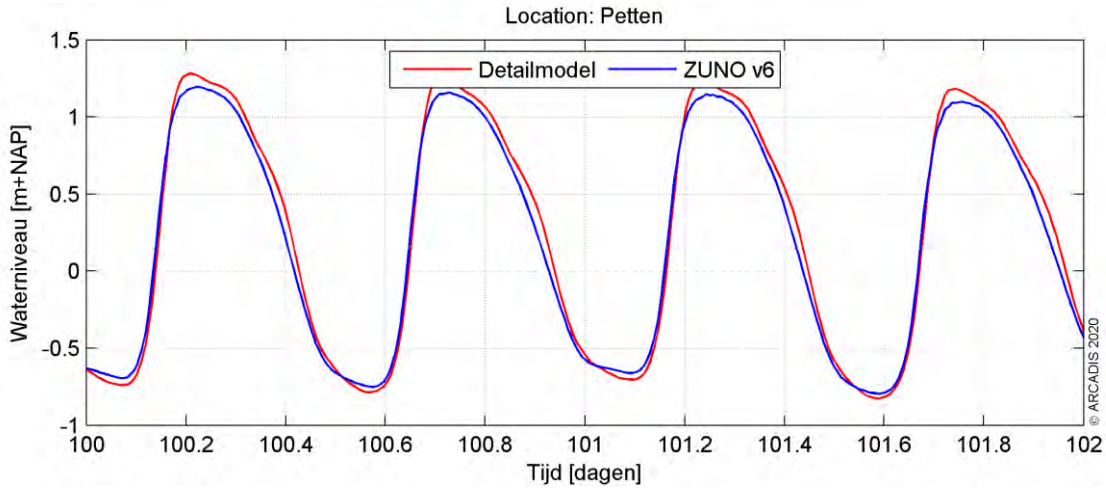
3.2 Randvoorwaarden

Het Detailmodel wordt aangedreven met Riemann-randen in het noorden en zuiden, welke bestaan uit een gecombineerde stromings- en waterstandscomponent. De westelijke rand parallel aan de kust bestaat uit een waterstandsrand. Bij de landwaartse zijde van het modeldomein zijn de relevante rivierafvoeren opgelegd. Ook de debieten bij het spuigemaal te IJmuiden en de spuimiddelen langs de Afsluitdijk zijn als debieten opgelegd.

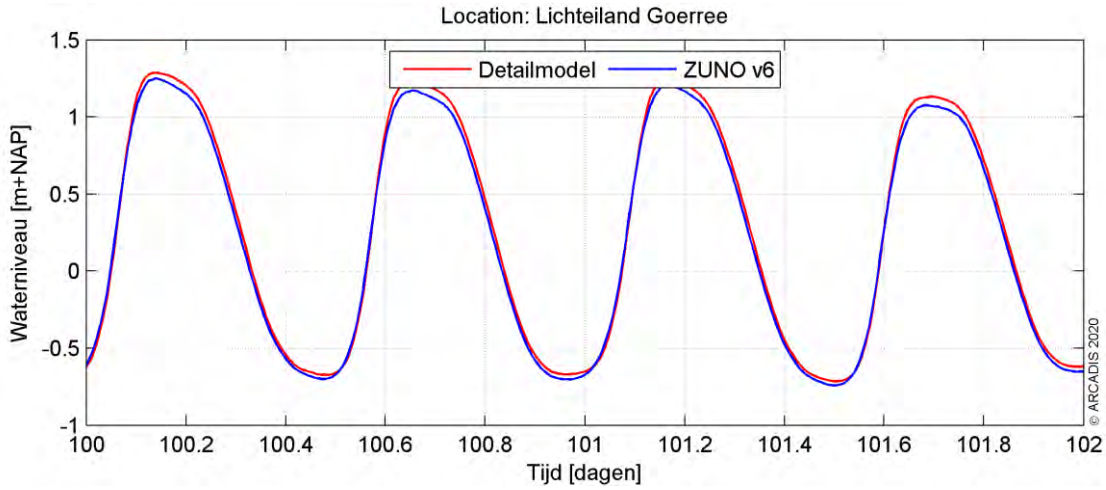
De randvoorwaarden voor de Riemann-randen en waterstandsrand zijn bepaald door het Detailmodel te nesten in het ZUNO-model. Dit model omvat de zuidelijke Noordzee en Het Kanaal, begrensd door de lijnen Aberdeen (Groot-Brittannië) – Hanstholm (Denemarken) in het noorden en Bournemouth (Groot-Brittannië) – Cherbourg (Frankrijk) in het zuidwesten. Het model heeft een relatief grove resolutie en wordt doorgerekend in 2D. Het omvat het Detailmodel welke uitstrekt langs de hele Nederlandse kust en Waddenzeegebied in een fijnere resolutie en meerdere lagen in de verticaal heeft.

Het ZUNO-model wordt op de open randen aangedreven op basis van astronomische getijcomponenten. De getijpropagatie wordt binnen het modeldomein doorgerekend tot de rand van het Detailmodel waar een waterstands- en snelheidssignaal wordt uitgelezen. Op basis hiervan zijn Riemann- en waterstandsrandvoorwaarden gegenereerd voor het Detailmodel.

In Figuur 5 en Figuur 6 zijn de waterstandssignalen getoond zoals gesimuleerd bij Petten, een locatie centraal in het Detailmodel en Lichteiland Goerree, midden in het studiegebied. De blauwe grafiek is het waterstandssignaal zoals gemodelleerd door het ZUNO-model, rood het Detailmodel. De fase van het getij en de ebwaterstanden komen zeer goed overeen. De vloedwaterstanden vallen in het Detailmodel wat hoger uit. Dit komt doordat in het Detailmodel de bodemhoogte afwijkt ten opzichte van het ZUNO-model, doordat er sprake is van een hogere mate van detail van het rekenrooster en daarmee de modelbathymetrie aldaar.



Figuur 5 Waterstandssignaal bij meetpunt Petten.



Figuur 6 Waterstandssignaal bij meetpunt Lichteiland Goerree.

3.3 Simuleren van de baggerwerkzaamheden

Voor de baggerwerkzaamheden is in het Delft3D model een sedimentbron aangebracht die gedurende de uitvoeringstermijn langs het kabeltracé opschuift. De verplaatsingssnelheid van de bron hangt af van de te baggeren hoeveelheden sediment langs het kabeltracé en de in-situ baggerproducties van de schepen. Hoe meer er op een specifieke locatie gebaggerd dient te worden, hoe langer het schip daarover doet en hoe langzamer de sedimentbron opschuift. In de studie is verondersteld dat er gebaggerd wordt vanaf de kust (oost) naar het offshore platform (noordwest), waarbij in de winter zich vaker condities voordoen waarbij het werk moet worden stilgelegd. Het is in deze studie aangenomen dat de aanleg in een periode van enkele maanden zal worden uitgevoerd, gezien vanuit de maximale productiesnelheid die de baggerschepen hebben. Vanaf de kust wordt de kustzone uitgebaggerd voor de kabel en tegelijkertijd zal vanaf offshore (buiten de Voordelta, KP 45 km) begonnen worden met de offshore kabel naar

het platform. In deze studie wordt gekeken wat de consequentie is van alleen de baggerwerkzaamheden voor Nederwiek 1.

Vanwege het feit dat het verspreiden van de baggerspecie op enkele honderden meters van de baggerlocatie plaatsvindt en dit overeenkomt met de horizontale resolutie van het Detailmodel, bevindt de puntbron die het baggeren beschrijft en de puntbron die het verspreiden beschrijft zich doorgaans in dezelfde roostercel. Wel is er altijd onderscheid te maken in welke verticale laag elke puntbron wordt opgelegd. Zie hiervoor ook de specificatie van de verticale positie van elke sedimentbron in paragraaf 2.1.1.

3.4 Sedimenteigenschappen in het model

Het gedrag van het slib (cohesief materiaal) wordt berekend met de Partheniades-Krone formule, (Partheniades, 1965) in (Deltares, 2016). Deze formule bepaalt, middels gestelde kritische bodemschuifspanningen, het erosie/sedimentatie gedrag van het slib. Dit houdt in dat als de bodemschuifspanning boven een, voor sedimentatie gestelde, kritische waarde uitkomt, er geen sedimentatie zal plaatsvinden. Onder die gestelde waarde vindt er sedimentatie plaats volgens de Partheniades-Krone formule. Volgens eenzelfde wijze geldt ook; als de bodemschuifspanning kleiner is dan een, voor erosie gestelde, kritische waarde, vindt er geen erosie plaats. Is de lokale bodemschuifspanning groter dan de kritische waarde, dan wordt de hoeveelheid erosie berekend met de Partheniades-Krone formule.

De sedimenteigenschappen van het slib voor in het Detailmodel zijn weergegeven in Tabel 8. Er is gewerkt met twee (cohesieve) sediment fracties die beide 50% van de totale slibfractie vormen. Deze slib fracties zijn representatief voor de fractie met een korreldiameter kleiner dan 32 µm (fijne slib fractie) en 32-63 µm (grove slib fractie). Wat betreft de gekozen representatieve modelparameters voor deze fracties zijn hoofdzakelijk de gangbare waarden aangehouden. Voor deze studie levert dat een licht conservatieve representatie van de werkelijkheid wat betreft de gesimuleerde slibconcentratieverhoging:

- Op basis van de Navier Stokes formule voor cohesief materiaal (vereenvoudigd door van Rijn (WL | Delft Hydraulics, 2006), is een valsnelheid van 0,5 mm/s representatief voor een fractie van circa 25 µm. Bij de fijne fractie wordt zelfs een zeer conservatieve valsnelheid van 0,1 mm/s gebruikt, zodat de fijne fractie relatief lang in suspensie blijft. Voor de grove fractie is 1 mm/s gebruikt, zodat deze fractie juist relatief snel neerslaat.
- Een kritische bodemschuifspanning voor erosie van 0,1 N/m^2 (fijne fractie) is relatief vrij laag. Dit resulteert in een relatief hoge mate van resuspensie van slib met relatief hogere slibconcentraties in de waterkolom en een langzamere uitdemping van concentratieverhogingen tot gevolg. Voor de grove fractie is dit iets hoger, namelijk 0,5 N/m^2.

De slibfractie van 10 % is gebruikt voor de bepaling van het soortelijk gewicht van de droge stof langs het traject, de zogenaamde droge dichtheid (kg/m^3). Dit is berekend met de volgende formule (Van Rijn, 1990):

$$Droge\ dichtheid = 350 + 1250 * (zandfractie)^2$$

Waarbij de zandfractie ongeveer gelijk is aan 1 minus de slibfractie. Uit de formule volgt een droge dichtheid van de baggerspecie van circa 1350 kg/m^3. Voor de droge dichtheid van de slibfractie is de standaardwaarde van 500 kg/m^3 aangehouden.

Tabel 5 Modelparameters voor de sedimenteigenschappen van het slib.

Parameter	Waarde fijne fractie	Waarde grove fractie	Eenheid
Specifieke dichtheid	2650	2650	[kg/m^3]
Droge dichtheid	500	500	[kg/m^3]
Valsnelheid	0,1	1	[mm/s]
Kritische bodemschuifspanning voor sedimentatie	1000	1000	[N/m^2]
Kritische bodemschuifspanning voor erosie	0,1	0,5	[N/m^2]
Erosie parameter	0,0001	0,0001	[kg/m^2/s]

4 Delft3D model opzet (Veerse Meer)

Voor het modelleren van de hydrodynamica en de slibverspreiding in het studiegebied is gebruik gemaakt van het modelleerprogramma Delft3D. Hiermee is het mogelijk deze processen in 3D te simuleren. Bij deze studie is het modelleren in 3D van belang om de effecten van de snelheidsverdeling in de verticaal. Ook is het bij een dergelijk aanpak mogelijk onderscheid te maken in de vertroebeling over de verticaal. Het model lijkt in veel aspecten op het de model-opzet voor het model op zee. De sedimenteigenschappen zijn volledig hetzelfde en worden daarom hier niet nog een keer beschreven.

4.1 Rekenroosters en modelbathymetrie

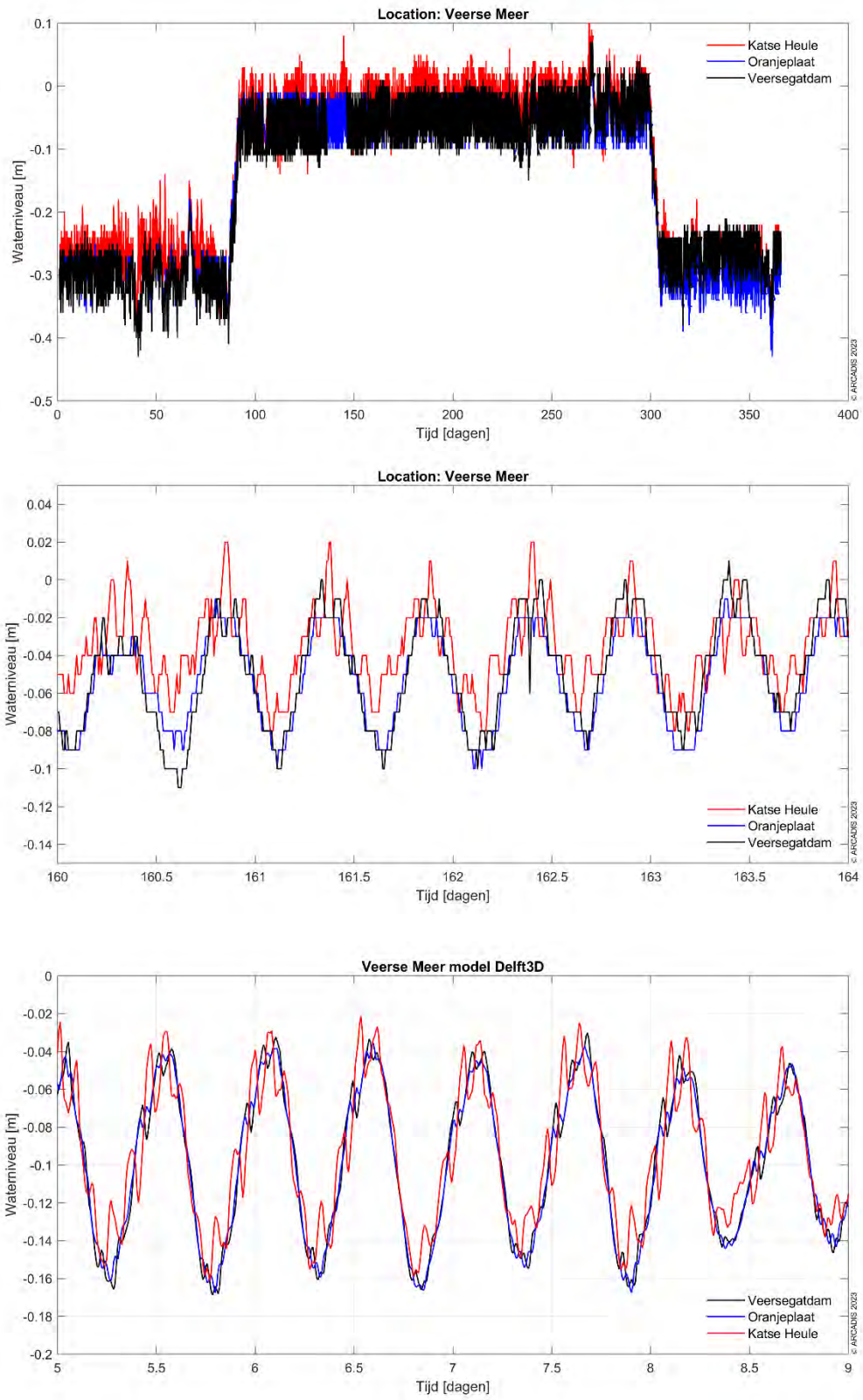
Voor deze slibstudie is hetzelfde Delft3D model gebruikt als voor de Veerse Meer slibstudie van IJmuiden Ver Alpha (Arcadis, 2021). Het rooster van het Veerse Meer model bestaat uit 704 x 194 cellen in het horizontale vlak en 6 equidistante sigma lagen in de verticaal. De cellen hebben een resolutie van rond de 30 x 30 m, en naar de randen toe neemt de resolutie toe naar circa 50 x 60 m. De laagdiktes in de verticaal zijn bepaald aan de hand van de waterdiepte en bedragen 16,7% van de waterdiepte.

4.2 Randvoorwaarden

De randen bestaan uit invoerpunten vanuit het achterland en de spuilocatie Katse Heule. Verder is er een restterm meegenomen om de waterbalans binnen het Veerse Meer sluitend te houden, rekening houdend met de schematisatie van de bronterm in het model.

Wind is meegenomen in het model als tijdserie van een jaarmeting. Hierbij is de gemiddelde windsnelheid tijdens de werkzaamheden 3,6 m/s, wat rond de gemiddelde jaarlijkse windsnelheid zit (Jachtclub Veere, weerstation). Ook de windrichting (gemiddeld 260 graden, dus tussen west en zuidwest in) is representatief voor de jaargemiddelde richting. Aangezien de werkzaamheden op het Veerse Meer bij trenchen maar enkele dagen duren, is het aannemelijk dat deze bij normale weersomstandigheden zullen worden uitgevoerd en niet tijdens een storm. Verder zal een iets andere windsnelheid en -richting beperkt effect hebben op de resultaten, aangezien de meeste vertroebeling langs het tracé voorkomt. Bij meer wind, kan het slib wel makkelijker verspreiden, waardoor de pluim verder komt, maar de concentraties lager worden.

In Figuur 7 zijn de waterstandsignalen getoond, zoals gemeten op drie locaties in het Veerse Meer (Veerse Gatdam, Oranjeplaat en Katse Heule binnen). In de onderste grafiek zijn de waterstandssignalen getoond zoals gesimuleerd bij die drie locaties, ofwel westelijk, midden en oostelijk in het studiegebied. Belangrijk om hierin te zien is dat de amplitude van de getijwerking in het model sterker is dan waargenomen, maar dat deze wel nog steeds tweemaal daags is in het model. Het resultaat van een sterkere getijwerking zal resulteren in een sterkere verspreiding van het slib, waardoor de resultaten een worst-case inschatting geven van de werkelijkheid: een grotere reikwijdte van vertroebeling en sedimentatie. Verder valt op dat in de zomerperiode een ander peil wordt gehanteerd dat rond de -0,05 m NAP ligt, en dat in de winter rond de -0,32 m NAP ligt. Hiermee is geen rekening gehouden in de modelschematisatie. Het belangrijkste proces voor verspreiding is het waterverhang binnen het Veerse Meer dat zorgt voor stroming. Dit proces zit correct in het model.



Figuur 7 Waterstanden bij Katse Heule (oost), Oranjeplaat (midden) en Veerse Gatdam (west). Boven: gemeten data heel 2020. Midden: gemeten data zomer 2020. Onder: gesimuleerde waterstand.

4.3 Simuleren van de jet trench werkzaamheden

Voor de jet trench werkzaamheden is in het Delft3D model een sedimentbron aangebracht die gedurende de uitvoeringstermijn langs het kabeltracé opschuift. De verplaatsingssnelheid van de bron is hier constant (250 m/uur), maar de hoeveelheid slib die daarbij vrijkomt varieert, zoals beschreven in paragraaf 2.3. In de studie is verondersteld dat er jet trenchen wordt toegepast vanaf de Veerse Gatdam (west) richting de Oranjeplaat (oost), zonder dat het werk wordt stilgelegd. De puntbron die het jet trenchen beschrijft, ligt in de onderste model-laag (bij de bodem).

5 Modelresultaten (zee)

In dit hoofdstuk is de additionele vertroebeling inzichtelijk gemaakt aan de hand van de maximale omvang van de baggerpluim tijdens de baggerwerkzaamheden, inclusief de periode van uitdemping. Specifieke locaties langs het kabeltracé en lokale pieken in additionele vertroebeling zijn in meer detail beschouwd aan de hand van tijdseries op de desbetreffende locaties. De maximale sedimentatiesnelheid en maximale sedimentatie laagdikte zijn weergegeven in paragraaf 5.2.

5.1 Vertroebeling

5.1.1 Achtergrondconcentratie

Voor de beschouwing van de impact van de (tijdelijke) verhoging van de slibconcentratie ten gevolge van de baggerwerkzaamheden, is het van belang een indruk te krijgen van de lokale achtergrondconcentratie. Deze bedraagt in de Nederlandse kuststrook jaargemiddeld circa 20 mg/l. Bij kalm weer kan de concentratie afnemen tot onder de 10 mg/l en de concentratie kan oplopen tot 100 mg/l ten gevolge van stormcondities (Haskoning, 2007).

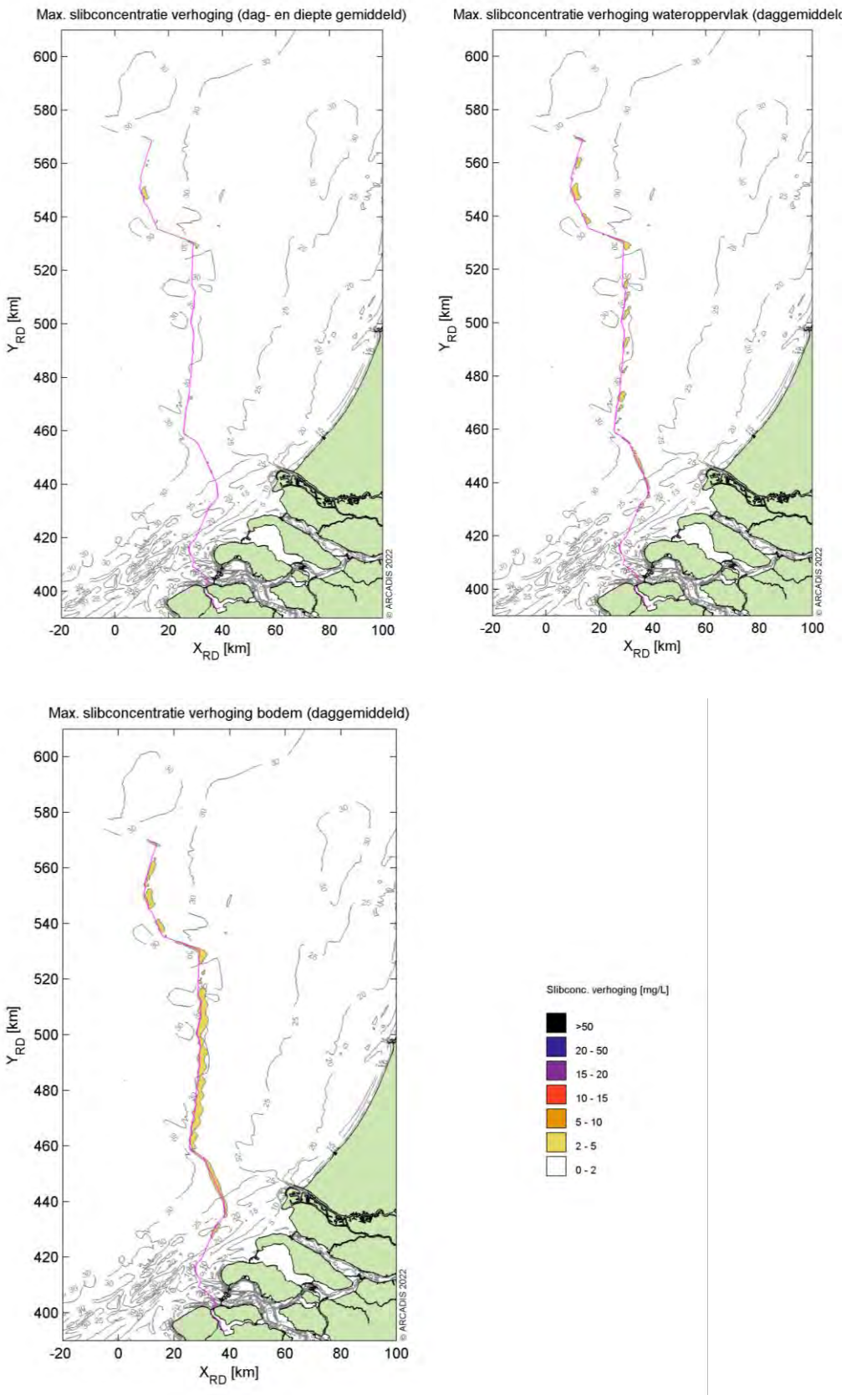
Als voorbeeld: bij gebruik van de jaargemiddelde achtergrondconcentratie van 20 mg/l is een absolute toename van de concentratie van 2 mg/l gelijk aan een relatieve toename van 10%.

5.1.2 Baggerpluim

Figuur 8 toont het ruimtelijke beeld van de maximale verhoging van de slibconcentratie. Van boven naar onder en links naar rechts is de concentratieverhoging in mg/l getoond diepte gemiddeld, aan het wateroppervlak en aan de bodem. De kleurenschaal loopt op van 2 mg/l (geel) tot 50 mg/l (zwart). Het kabeltracé is weergegeven met de magenta lijn.

Over het algemeen wordt de hoogste piekconcentraties bij de bodem waargenomen. Deze treden op langs het kabeltracé, en met name langs het deel waar de zandgolven worden afgevlakt/gebaggerd. De concentratieverhoging komt nergens boven de 5 mg/l.

Qua afmeting van het 2 mg/l areaal is te zien dat de slibconcentratie over een klein gebied 2 mg/l toeneemt, ofwel een 10% verhoging ten opzichte van de achtergrondconcentratie. Hierbij is duidelijk te zien dat dit voornamelijk aan de bodem langs het kabeltracé gebeurt en al snel afneemt, zodat bij de kust geen verhogingen boven de 2 mg/l worden voorspeld.

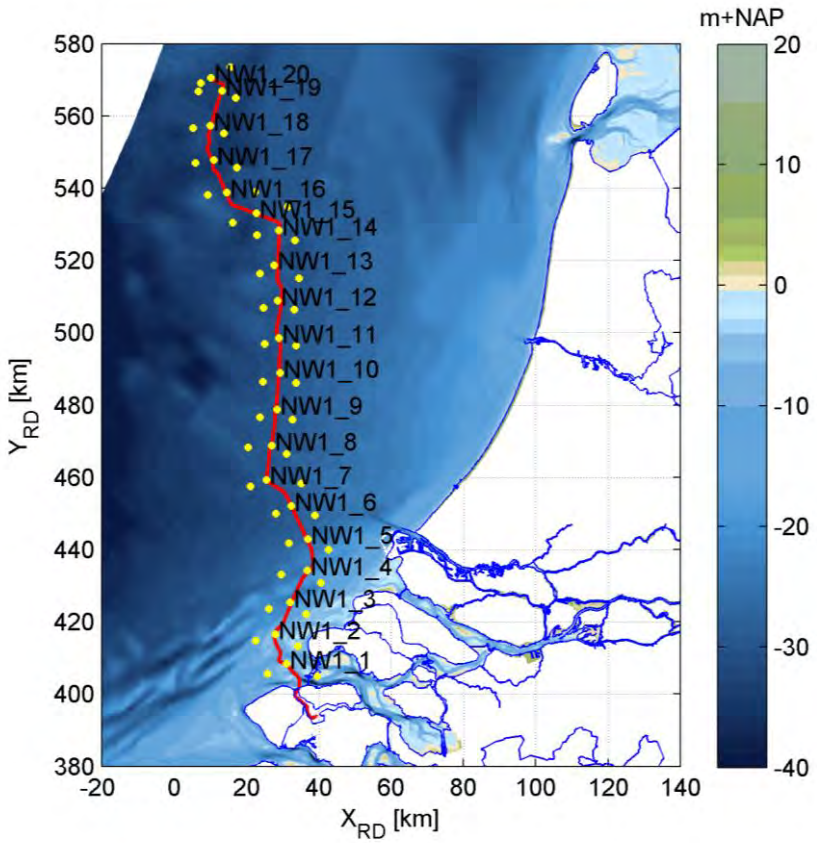


Figuur 8 Maximale omvang baggerpluim.

5.1.3 Tijdseries

Langs het kabeltracé zijn verschillende observatiepunten ingevoegd waarvoor de concentratieverhoging in tijdseries uitgewerkt is (Figuur 9). Observatiepunten 1 tot en met 20 bevinden zich in de verschillende baggergebieden langs het kabeltracé. Voor het observatiepunt in de verschillende gebieden zijn ook punten ten westen en ten oosten toegevoegd om de ontwikkelingen van de effecten in kaart te kunnen brengen. Dit is gedaan ter hoogte van alle observatiepunten. Verder zijn de volgende ecologisch interessante locaties meegenomen, kustlangs op 1, 3, 5 en 10 km van de kustlijn, rondom Texel, in de natura 2000 gebieden de Voordelta en de Bruine Bank. De concentraties gemiddeld over de gehele waterkolom, aan het wateroppervlak en nabij de bodem zijn bestudeerd.

Nota Bene: hoewel de periode van uitvoer, zoals reeds eerder beschreven, nog niet vastligt, is deze voor de simulaties aangenomen in de periode van 1 november tot 10 juni. Dit is slechts indicatief en betreft geen advies voor de werkelijke periode van uitvoer.

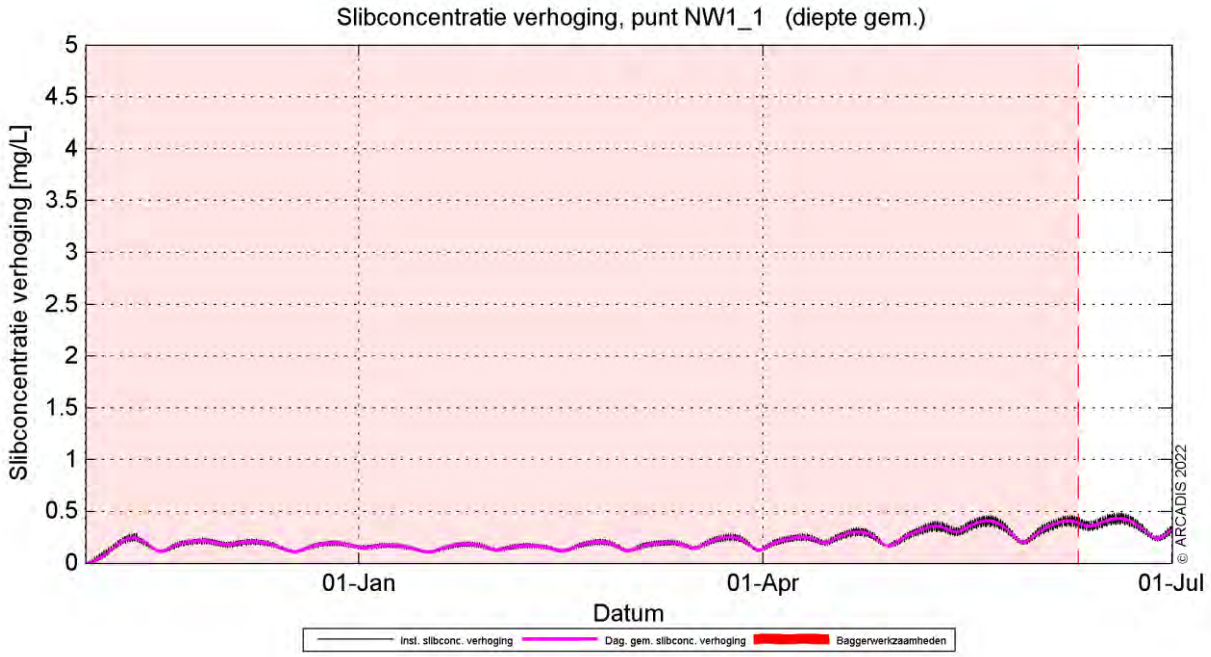


Figuur 9. Locaties van de observatiepunten langs het tracé in de modelstudie. Andere observatiepunten zijn hier niet weergegeven.

Omdat buiten het kabeltracé enkel fracties van de concentratieverhoging waargenomen worden, zijn hier alleen de resultaten voor de observatiepunten langs het kabeltracé beschouwd. In paragraaf 5.1.2 is reeds beschreven dat de slibconcentratie onevenredig verdeeld is over de waterkolom. Nabij de bodem zijn de concentraties namelijk hoger dan aan het wateroppervlak in de waterkolom. De tijdseries van deze parameter geven hetzelfde beeld. Om deze paragraaf kort en bondig te houden, worden daarom enkel de dieptegemiddelde resultaten beschreven.

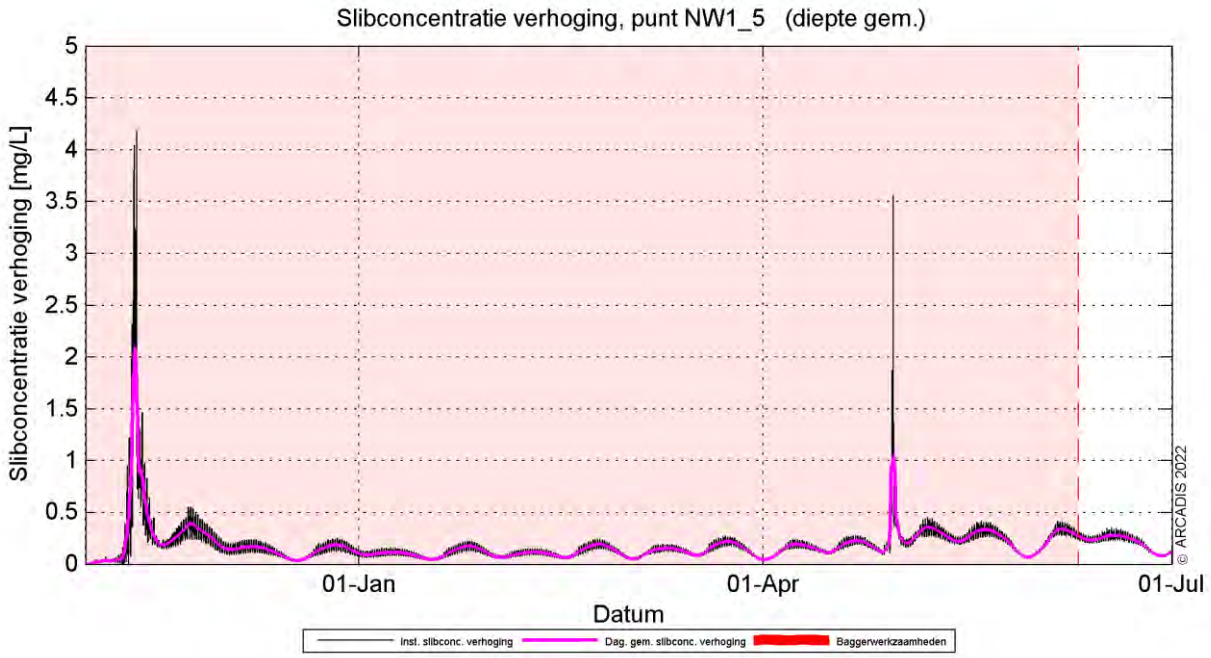
De dieptegemiddelde slibconcentratieverhoging in de tijd ter hoogte van observatiepunt 1 (de kustzone) is gepresenteerd in Figuur 10. Hierin is de zwarte grafiek de instantane concentratieverhoging (10 minuten waarde) en magenta beschrijft de daggemiddelde waarde (24 uurs waarde). Het rood gearceerde vlak is de periode waarin de werkzaamheden worden uitgevoerd. De concentratieverhoging is gedurende de gehele periode lager dan de gestelde grens van 2 mg/l. De grootste toename in concentratie valt niet volledig tegelijk met de baggerwerkzaamheden in dit gebied zelf (ongeveer de eerste maand), maar neemt licht toe door recirculatie van het fijne materiaal in deze

omgeving. Na de werkzaamheden dempt de concentratieverhoging niet uit, het vrijgekomen slib zal zich niet ver verspreiden en de modelinstellingen voorkomen consolidatie van het slib op het moment dat het neerslaat.



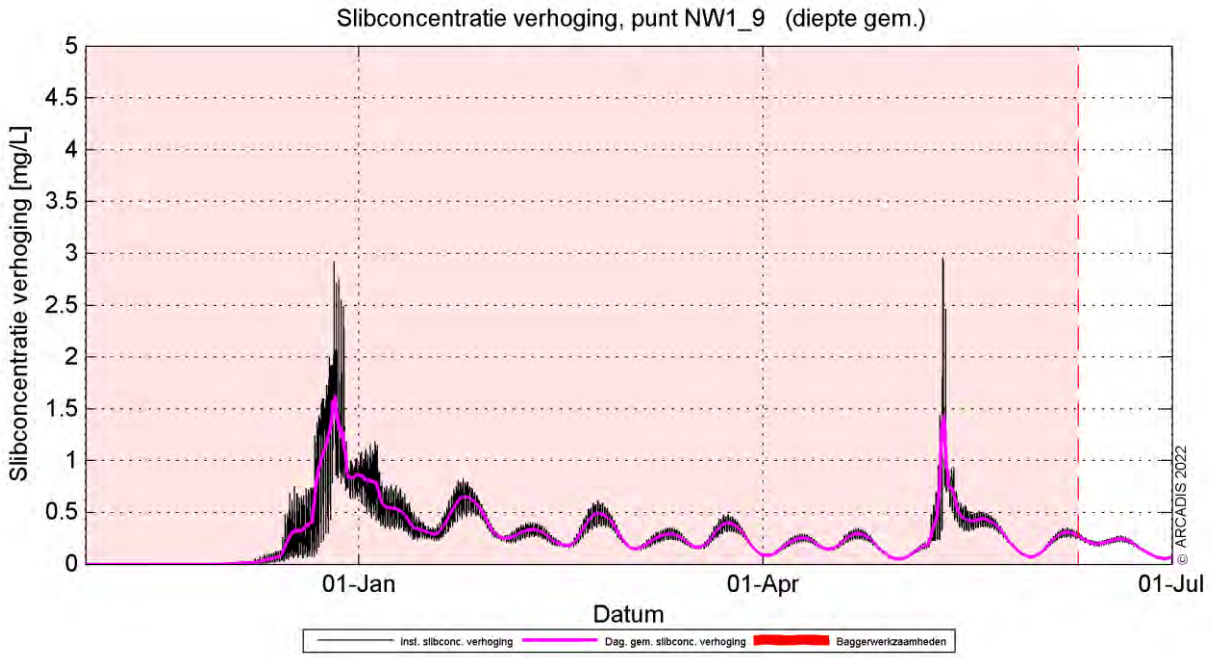
Figuur 10 Dieptegemiddelde verhoging van de slibconcentratie in de tijd bij observatiepunt 1.

Trenchen volstaat tot aan 45 km KP (kustprofiel), waardoor concentraties slib lager zijn. Rond observatiepunt 5 ligt de toename van de concentratie hoger door de baggerwerkzaamheden. Er wordt ter hoogte van deze locatie sneller gebaggerd dan in de kustzone, waardoor de piek hoger ligt dan in de kustzone. Dit proces genereert een daggemiddelde vertroebeling van rond de 2 mg/l. De 10 minutenwaarde komt daar wel een aantal keer verder bovenuit. Ook bij de onderhoudsbaggerwerkzaamheden is een kleine piek te zien, maar deze is nog lager en komt dus niet boven de grenswaarde van 2 mg/l uit. Zodra de werkzaamheden beëindigd zijn, dempt de verhoging langzaam uit (Figuur 11).

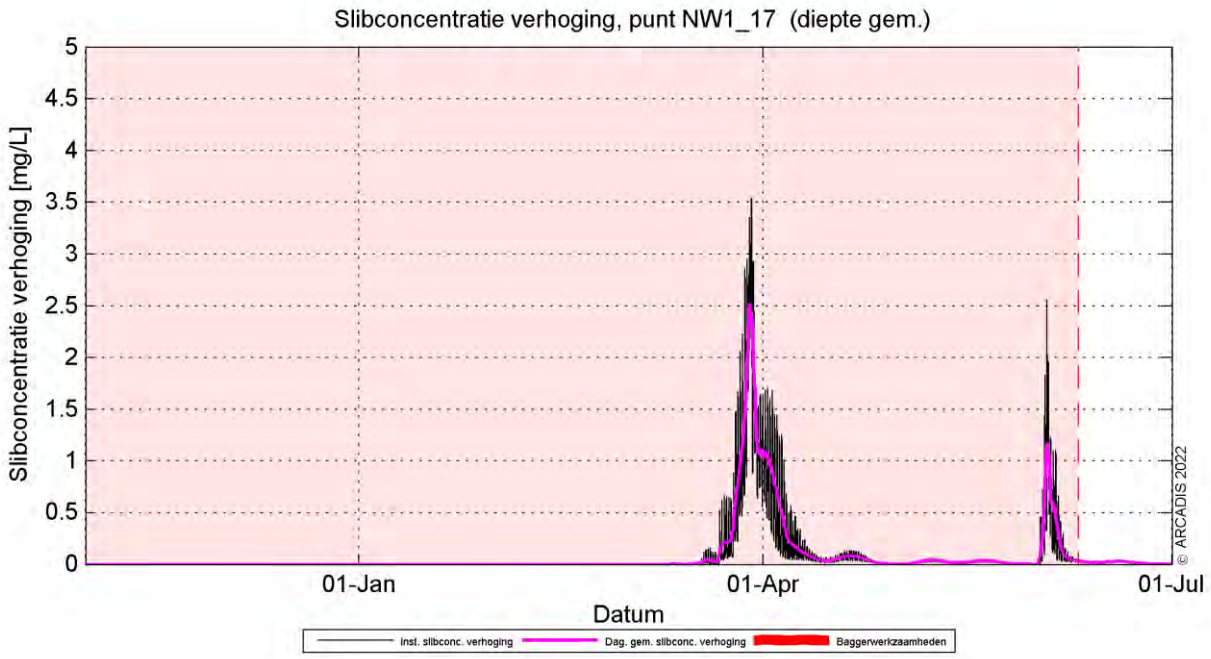


Figuur 11 Dieptegemiddelde verhoging van de slibconcentratie in de tijd bij observatiepunt 5.

Observatiepunt 9 bevindt zich ter hoogte van de Bruine Bank en de dieptegemiddelde concentratieverhoging in de tijd is weergegeven in Figuur 12. Op het moment van baggeren neemt de daggemiddelde concentratie toe tot circa 1,5 mg/l. De daggemiddelde concentratie op deze locatie blijft dus onder de grens van 2 mg/l en de piek op het moment van baggeren dempt daarna snel uit. Verder op zee is hetzelfde patroon te zien, maar komt op sommige plekken de concentratie wel boven de 2 mg/l grens uit. De grootste verhoging is te zien bij observatiepunt 17 met een piekwaarde van 2,5 mg/l (zie Figuur 13). Na een paar dagen is de daggemiddelde waarde alweer onder de 2 mg/l gezakt. Ook hier is bij beide locaties een piek te zien bij de onderhoudsbaggerwerkzaamheden die niet boven de grenswaarde uitkomt.



Figuur 12 Dieptegemiddelde verhoging van de slibconcentratie in de tijd bij observatiepunt 9.



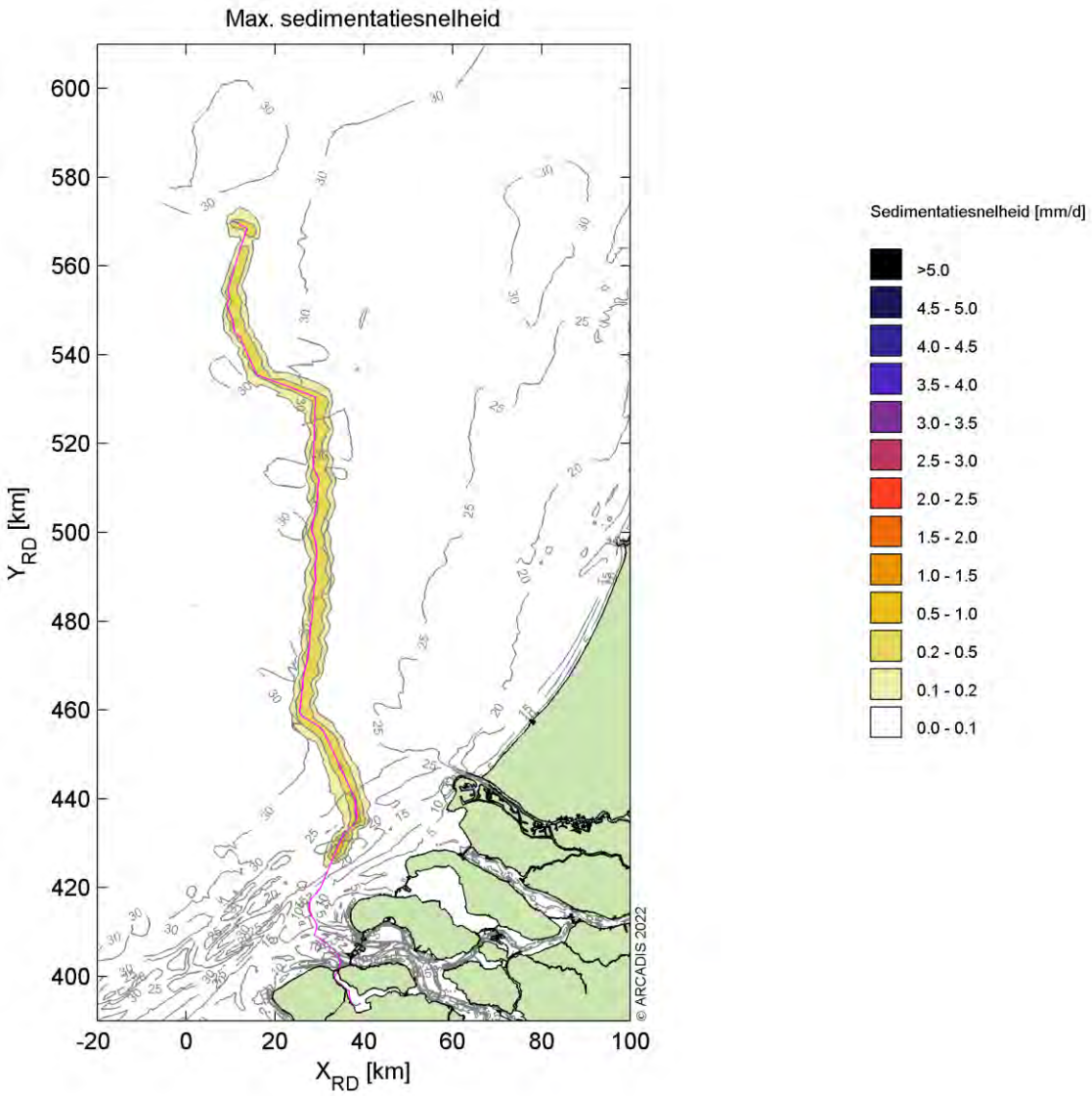
Figuur 13 Dieptegemiddelde verhoging van de slibconcentratie in de tijd bij observatiepunt 17.

De dieptegemiddelde concentratieverhoging neemt langs het kabeltracé toe op het moment dat er gebaggerd wordt. De daggemiddelde piek komt op een aantal plekken tijdelijk boven de grens van 2 mg/l. Bij observatiepunten 2 en 3 wordt er alleen getrencht en laten een vergelijkbaar beeld zien met observatiepunt 1.

5.2 Sedimentatie

5.2.1 Sedimentatiesnelheid

In Figuur 14 is de maximale sedimentatiesnelheid getoond. De maximale sedimentatiesnelheid is zeer lokaal en de hoogste sedimentatiesnelheid vindt plaats langs het kabeltracé, waar concentraties ook hoger liggen. In de kustzone ligt de sedimentatiesnelheid onder de 0,1 mm/dag. Langs het kabeltracé ligt de sedimentatiesnelheid op de meeste plaatsen op maximaal 0,5 mm/dag en plaatselijk tot maximaal 1 mm/dag. Het patroon is vergelijkbaar met de sediment concentratie (baggerpluim) als beschreven in paragraaf 5.1.2. De grootste sedimentatiesnelheden vallen samen met de overgang van Voordelta naar offshore. De sedimentatiesnelheid is minder voor de kustzone, terwijl de baggersnelheid daar het hoogst is. Een reden hiervoor kan zijn dat de stromingscondities langs de kust sterker zijn en daardoor het slib makkelijker verspreid. De sedimentatiesnelheid is nergens meer dan 1 mm/d.

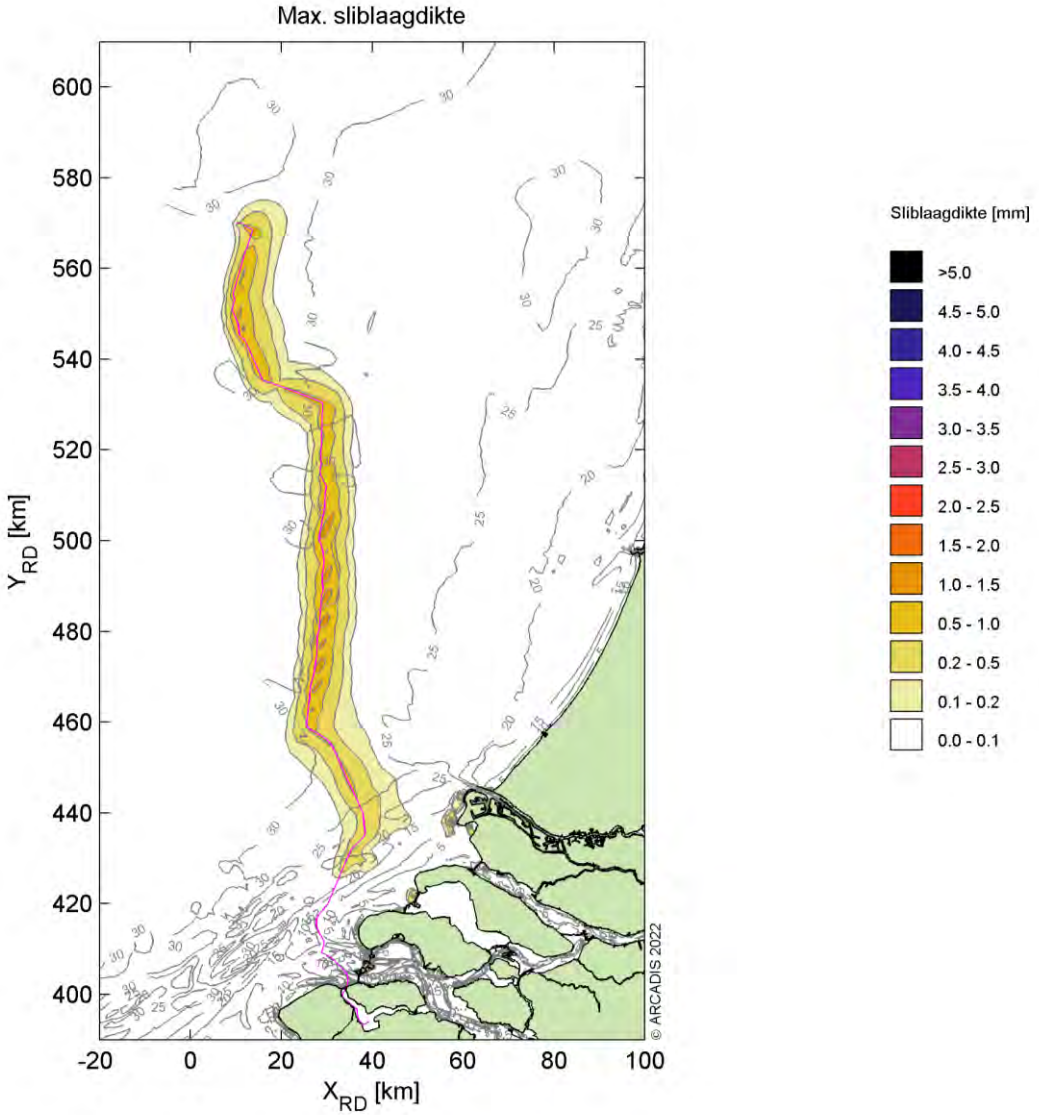


Figuur 14 Maximale sedimentatiesnelheid.

5.2.2 Sedimentatie laagdikte

Figuur *15* toont de maximale sliblaagdikte die voorgekomen is gedurende de periode van modelleren die benodigd zijn voor de aanleg. De maximale sliblaagdikte in dit figuur betreft de maximale waarde die gedurende enig punt in die specifieke periode per locatie bereikt is. Dit betekent dat een piekwaarde op de ene locatie niet gelijktijdig op hoeft te treden met de piekwaarde op een andere locatie. Ook kunnen deze laagdiktes daarna weer zijn afgenomen in de tijd (erosie), wat niet in dit figuur naar voren komt.

De sliblaagdikte langs het kabeltracé na de Voordelta tot aan platform Nederwiek 1 is groter dan de grenswaarde van 0,1 mm. Deze grenswaarde volgt uit de grenswaarde die doorgaans gebruikt wordt bij de ecologische beschouwing. De stromingen kustwaarts en langs de kust zorgen voor verdere verspreiding van het slib. Zo kan het materiaal ook op grotere afstand van het kabeltracé neerslaan. Hierdoor is ook een dikkere sliblaag te zien bij de Brouwersdam en op een paar punten lokale verhogingen bij de Oosterscheldekering. Zuidelijker langs de kust wordt de grenswaarde van 0,1 mm niet overschreden. Verder is zichtbaar dat een laagdikte groter dan 1 mm waargenomen wordt rond de Maasvlakte en plaatselijk op sommige punten langs het kabeltracé met de hoogste concentraties rond de Maasvlakte. De Maasvlakte belemmerd de kustlangse stroming en daarmee het transport van het slib noordwaarts, door een afname in stroomsnelheid slaat het slib hier neer Buiten de hogere sliblaagdikte bij de Maasvlakte is de sliblaagdikte en sedimentatiesnelheid langs het te kabeltracé te relateren aan de intensiviteitsverdeling van de baggerwerkzaamheden.



Figuur 15 *Maximale laagdikte.*

6 Modelresultaten (Veerse Meer)

In dit hoofdstuk is de additionele vertroebeling inzichtelijk gemaakt aan de hand van de maximale omvang van de vertroebelingspluim tijdens de jet trench werkzaamheden, inclusief de periode van uitdemping. Specifieke locaties langs het kabeltracé en lokale pieken in additionele vertroebeling zijn in meer detail beschouwd aan de hand van tijdseries op de desbetreffende locaties. De maximale sedimentatiesnelheid en maximale sedimentatie laagdikte zijn weergegeven in paragraaf 0.

6.1 Vertroebeling

6.1.1 Achtergrondconcentratie

Voor de beschouwing van de impact van de (tijdelijke) verhoging van de slibconcentratie ten gevolge van de werkzaamheden, is het van belang een indruk te krijgen van de lokale achtergrondconcentratie. Deze bedraagt voor het Veerse Meer zo'n 6,4 mg/l tussen 2002 en 2005 (Baptist, et al., Habitattoets: effecten bagger-en stortactiviteiten t.b.v. havenonderhoud in Zeeuwse wateren , 2006). Deze concentratie kan nog variëren afhankelijk van de stromingscondities, en over de jaren heen is deze eerst afgenomen en sinds 2002 toegenomen door een toename van het organisch-stofgehalte in het Veerse Meer. De concentraties zijn laag voor het Veerse Meer en komen niet boven de 20 mg/l uit.

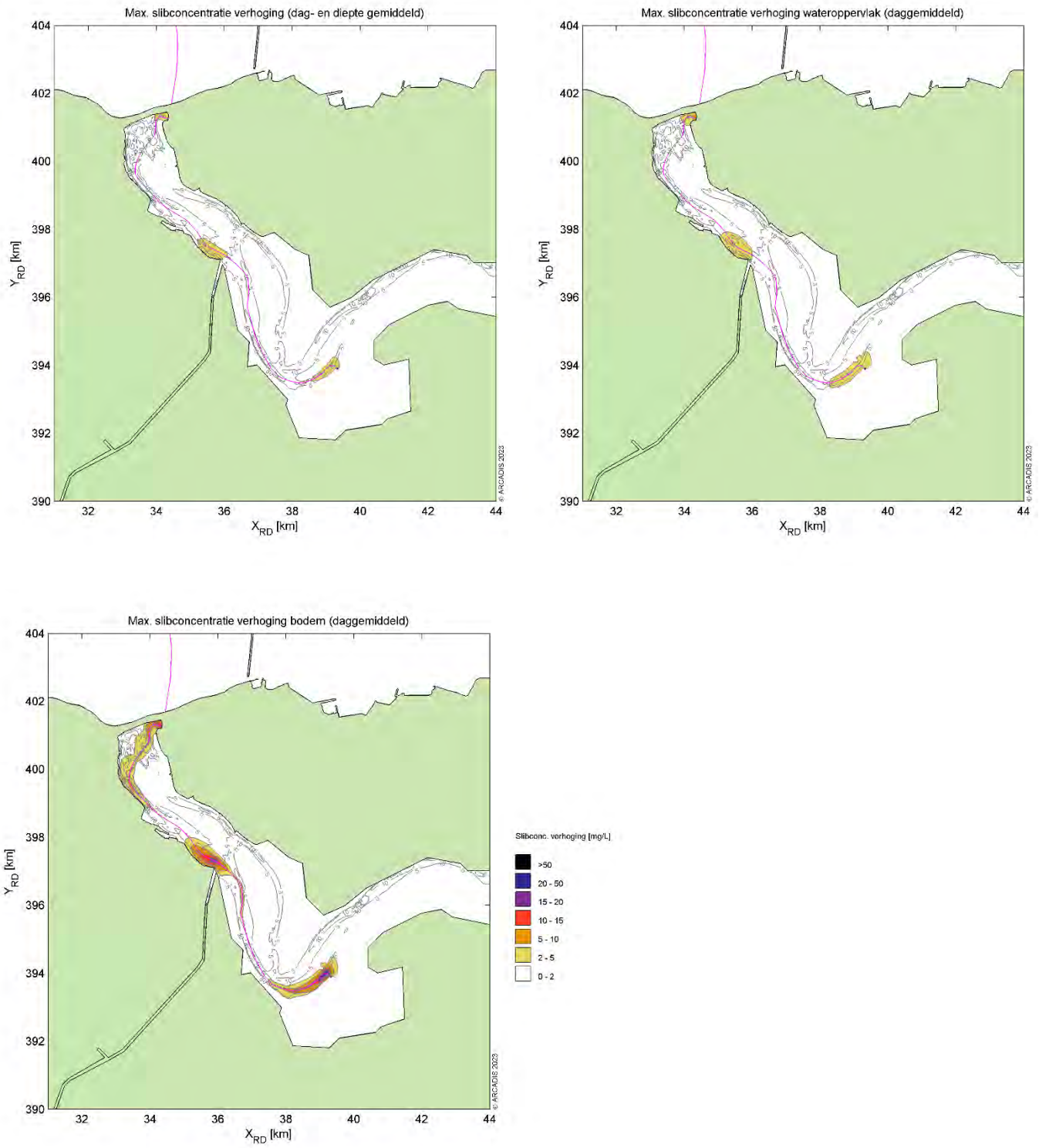
Als voorbeeld: bij gebruik van de jaargemiddelde achtergrondconcentratie van 10 mg/l is een absolute toename van de concentratie van 2 mg/l gelijk aan een relatieve toename van 20%.

6.1.2 Vertroebelingspluim

Figuur 16 toont het ruimtelijke beeld van de maximale verhoging van de slibconcentratie. Van boven naar onder en links naar rechts is de concentratieverhoging in mg/l getoond diepte gemiddeld, aan het wateroppervlak en aan de bodem. De kleurenschaal loopt op van 2 mg/l (geel) tot 50 mg/l (zwart). Het kabeltracé is weergegeven met de magenta lijn.

De hoogste piekconcentraties worden bij de bodem waargenomen, waar ook de sedimentbron in het model zit. Deze treden op langs het kabeltracé. De concentratieverhoging komt alleen bij de bodem boven de 10 mg/l voor. Dieptegemiddeld en aan het wateroppervlak blijft de daggemiddelde vertroebeling grotendeels onder de 5 mg/L, met plaatselijk waardes tussen de 5 en 10 mg/L. De hoogste concentraties zijn te zien rond de Veerse Gatdam (start van het tracé), Oranjeplaat (eind van het tracé) en rond het midden van het tracé, op de plek waar het slibvolume in de bodem het hoogst is (zie paragraaf 2.3).

Qua afmeting van het 2 mg/l areaal is te zien dat de slibconcentratie over een klein gebied 2 mg/l toeneemt, ofwel een verhoging van circa 30% ten opzichte van de achtergrondconcentratie. Hierbij is duidelijk te zien dat dit voornamelijk aan de bodem langs het kabeltracé gebeurt en al snel afneemt verder van het tracé af.

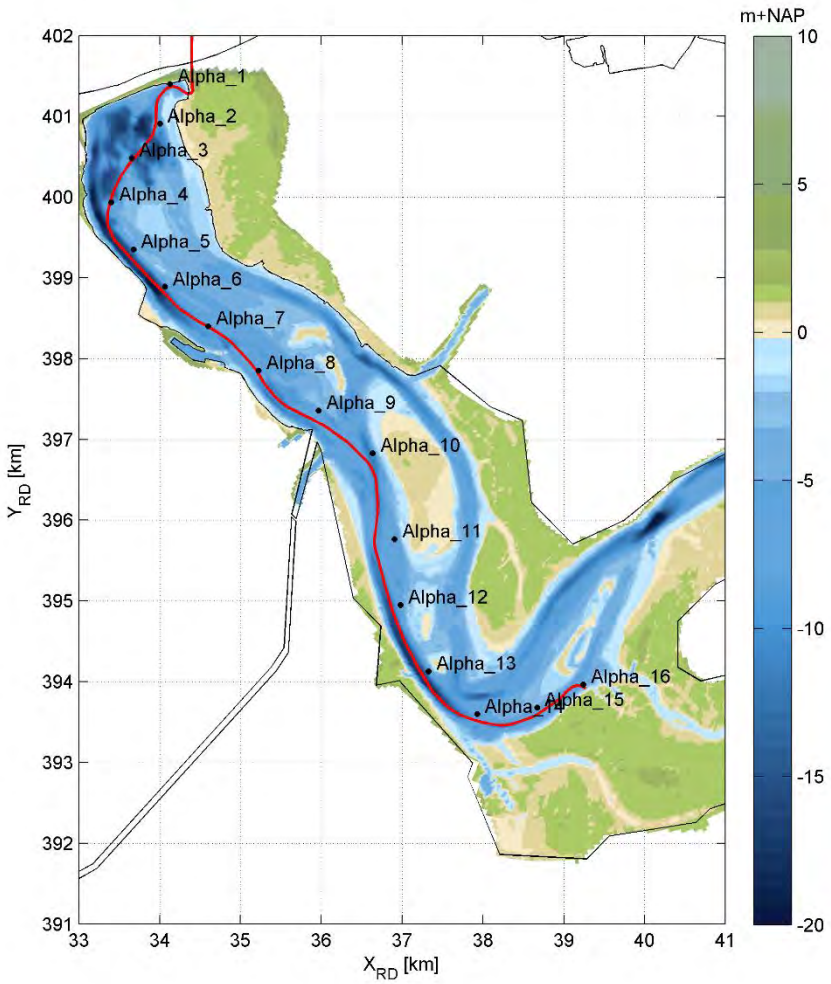


Figuur 16 Maximale omvang vertroebelingspluim.

6.1.3 Tijdseries

Langs het kabeltracé zijn verschillende observatiepunten genomen waarvoor de concentratieverhoging in een tijdserie is uitgewerkt (Figuur 17, Figuur 9). Omdat het model van IJmuiden Ver Alpha gebruikt is, hebben de observatiepunten ook nog Alpha als naam. De concentraties zijn bestudeerd aan het wateroppervlak, het gemiddelde over de gehele waterkolom, en nabij de bodem.

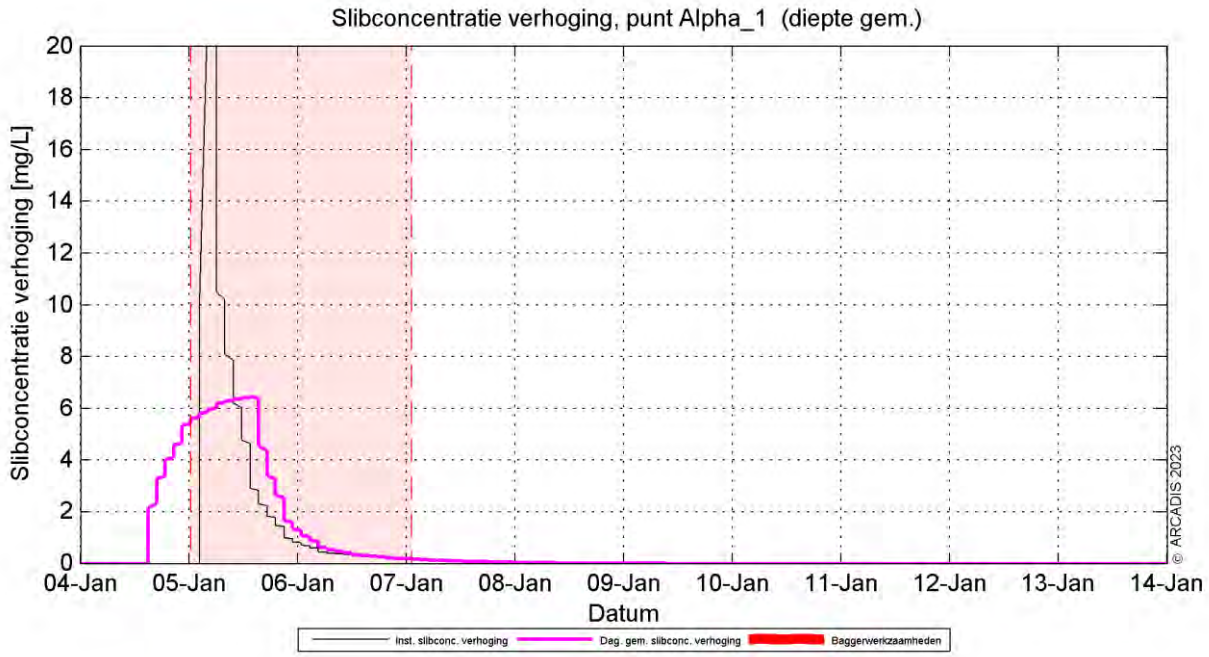
Nota Bene: hoewel de periode van uitvoer, zoals reeds eerder beschreven, nog niet vastligt, is de periode van 5 tot 7 januari aangehouden voor de simulaties. Dit is slechts indicatief en betreft geen advies voor de werkelijke periode van uitvoer.



Figuur 17. Locaties van de observatiepunten langs het tracé in de modelstudie. Andere observatiepunten zijn hier niet weergegeven.

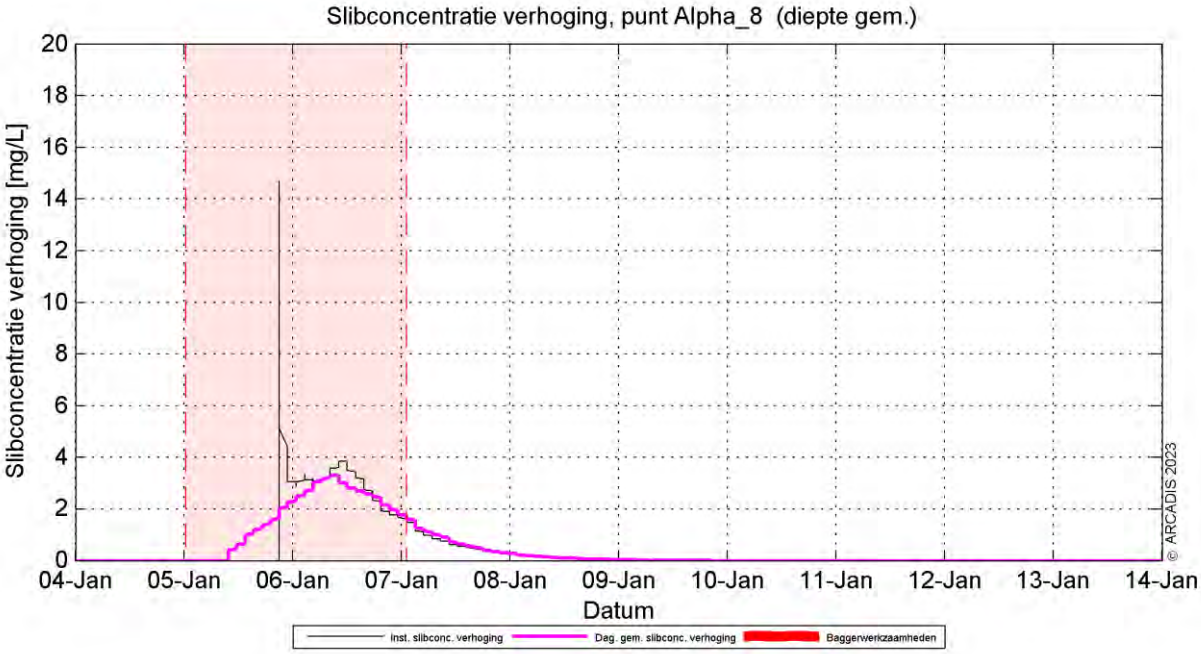
Omdat buiten het kabeltracé enkel fracties van de concentratieverhoging waargenomen worden, zijn hier alleen de resultaten voor de observatiepunten langs het kabeltracé beschouwd. In paragraaf 6.1.2 is reeds beschreven dat de slibconcentratie onevenredig verdeeld is over de waterkolom. Nabij de bodem zijn de concentraties namelijk hoger dan aan het wateroppervlak. De tijdseries van deze parameter geven hetzelfde beeld. Om deze paragraaf kort en bondig te houden, worden daarom enkel de dieptegemiddelde resultaten beschreven.

De dieptegemiddelde slibconcentratieverhoging in de tijd ter hoogte van observatiepunt 1 (bij de Veerse Gatdam) is weergegeven in Figuur 18. Hierin is de zwarte grafiek de instantane concentratieverhoging (10 minuten waarde) en magenta beschrijft de daggemiddelde waarde (24 uurs waarde). Het rood gearceerde vlak is de periode waarin de werkzaamheden worden uitgevoerd. De slibconcentratie schiet op het moment dat de jet trencher langs het observatiepunt komt omhoog. Daggemiddeld is de concentratieverhoging maximaal 6,5 mg/L. Na een dag is de concentratieverhoging wel alweer onder de 1 mg/L gezakt.

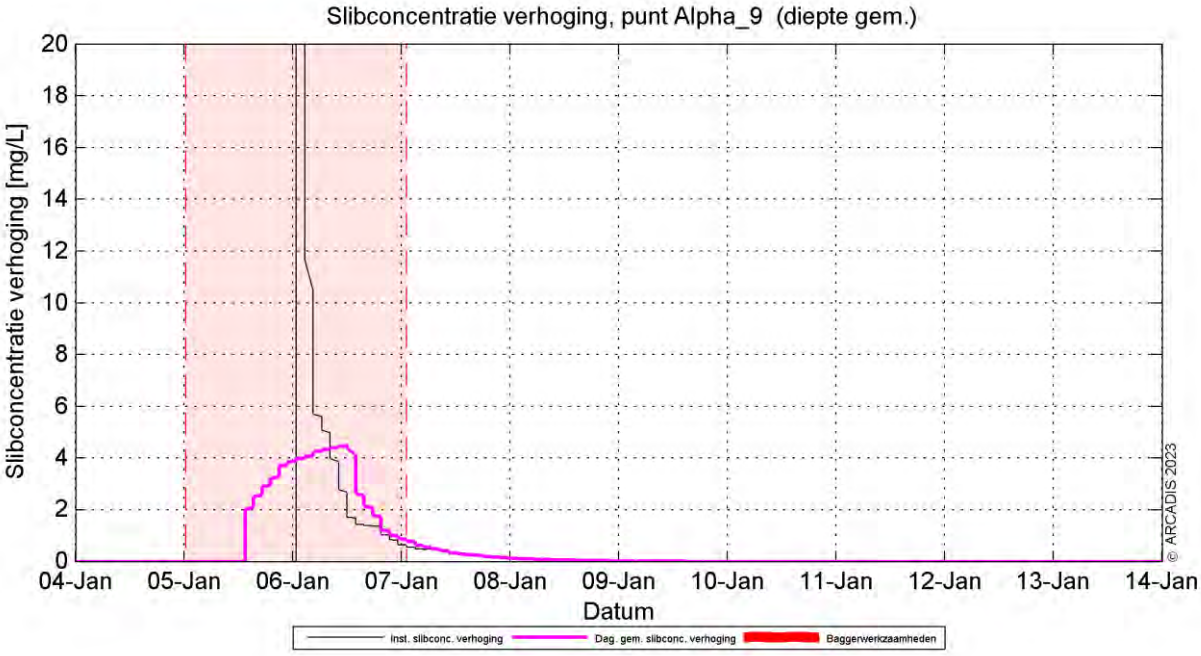


Figuur 18 Dieptegemiddelde verhoging van de slibconcentratie in de tijd bij observatiepunt 1.

Rond observatiepunt 8 en 9 is de toename van de concentratie hoger, dat komt door de hogere slibconcentratie in de bodem. De tijdseries van deze observatiepunten zijn weergegeven in Figuur 19 en Figuur 20. De dag- en dieptegemiddelde concentratieverhoging loopt bij observatiepunt 9 op tot 4,5 mg/L. Bij observatiepunt 8 is aan de 10-minutenwaarde (zwarte lijn) te zien dat na de eerste grote piek nog een tweede piek ontstaat. Deze tweede piek is te verklaren door de hogere slibconcentratie in de bodem in de buurt van punt 9, die na het vrijkomen richting punt 8 verspreidt. Ook hier dempt de vertroebeling weer snel uit en ligt de concentratieverhoging binnen 2 dagen weer onder de 1 mg/L.

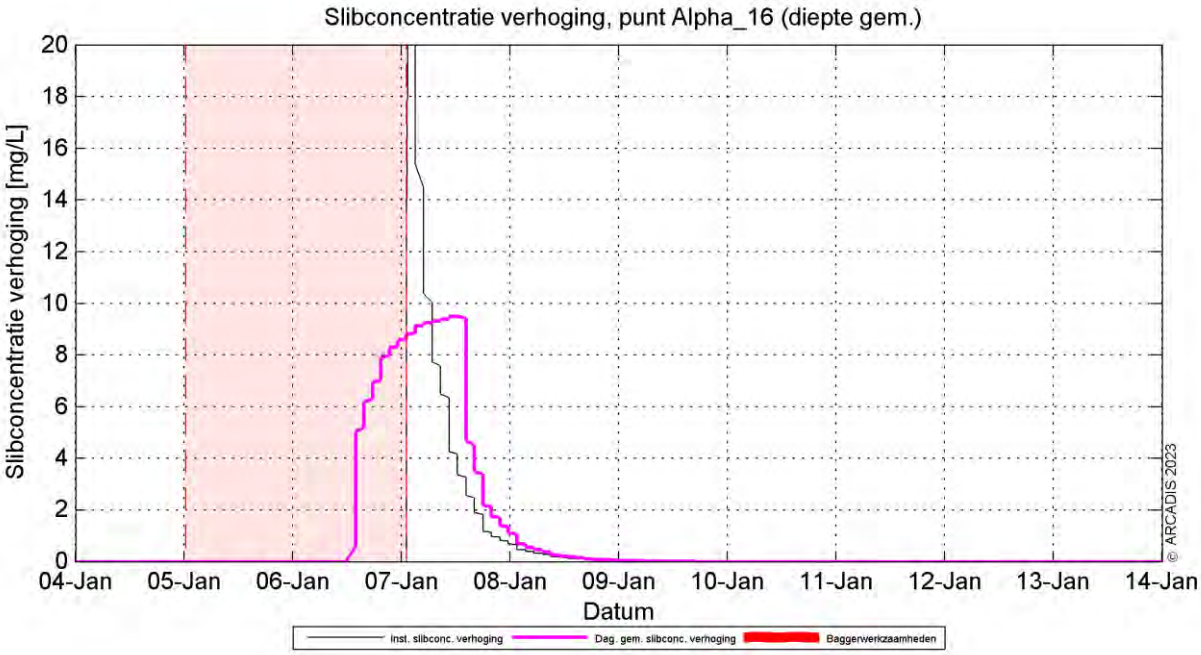


Figuur 19 Dieptegemiddelde verhoging van de slibconcentratie in de tijd bij observatiepunt 8.



Figuur 20 Dieptegemiddelde verhoging van de slibconcentratie in de tijd bij observatiepunt 9.

Observatiepunt 16 bevindt zich ter hoogte van de Oranjeplaat (nabij de aanlanding) en de dieptegemiddelde concentratieverhoging in de tijd is weergegeven in Figuur 21. Op het moment van trenchen neemt de daggemiddelde concentratie toe tot circa 9,5 mg/l. Dit is een toename van 150% ten opzichte van de achtergrondconcentratie, maar ook hier zakt de concentratieverhoging na circa 1 dag weer onder de 1 mg/L. De hoge concentraties kan verklaard worden door een combinatie van de bocht in het tracé, waardoor meer cumulatie kan optreden, en de geringere waterdiepte bij de aanlanding.

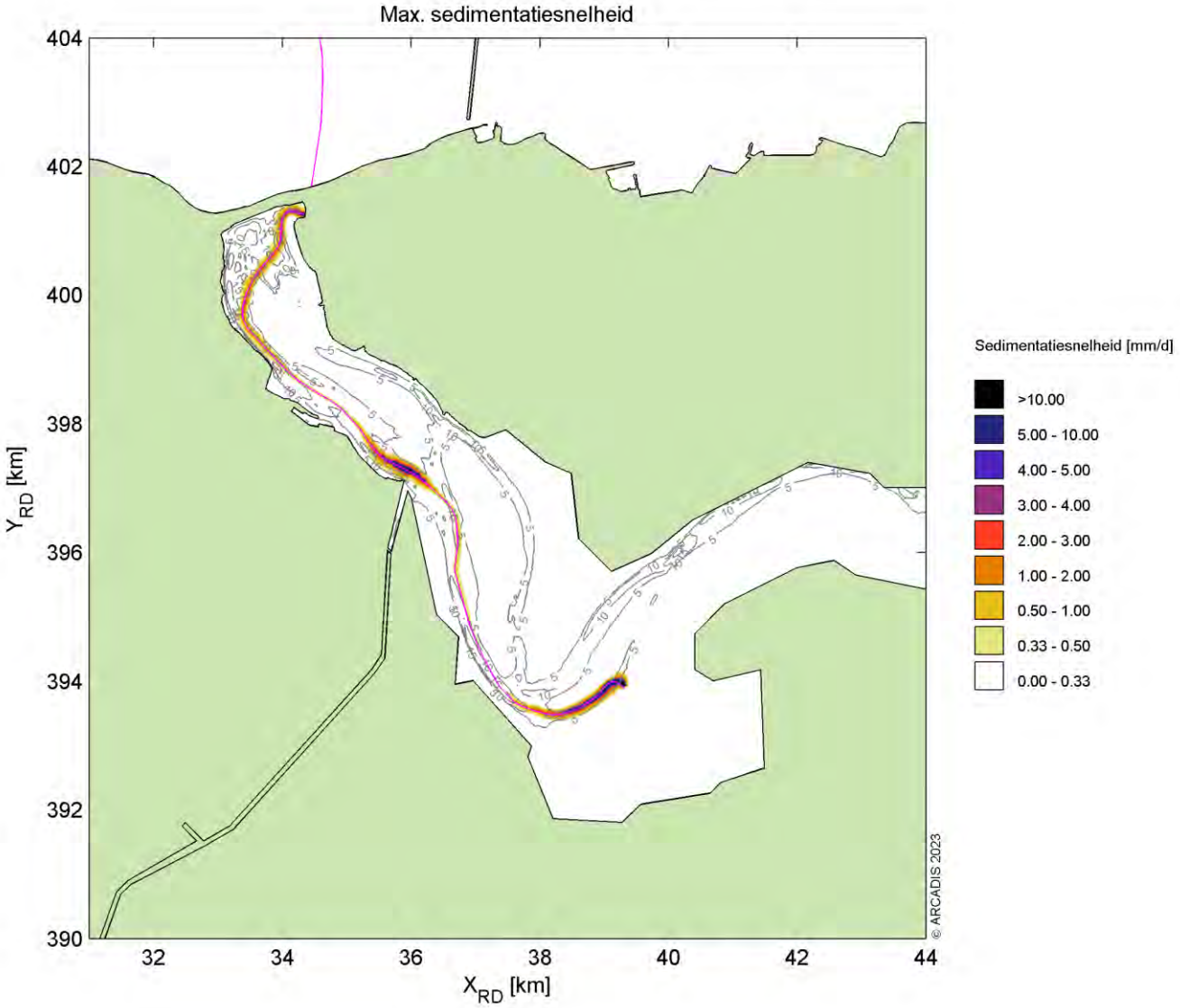


Figuur 21 Dieptegemiddelde verhoging van de slibconcentratie in de tijd bij observatiepunt 16.

6.2 Sedimentatie

6.2.1 Sedimentatiesnelheid

In Figuur 22 is de maximale sedimentatiesnelheid getoond. Deze vindt zeer lokaal plaats langs het kabeltracé, waar gesuspendeerde slibconcentraties kortdurende hoger liggen als gevolg van de activiteit. Langs het grootste deel van het tracé komt de sedimentatiesnelheid niet boven de 1 mm/d uit. Op de locaties waar veel vertroebeling is, is ook de sedimentatiesnelheid hoger. Zeer lokaal kan de maximale sedimentatiesnelheid oplopen tot meer dan 10 mm/d.

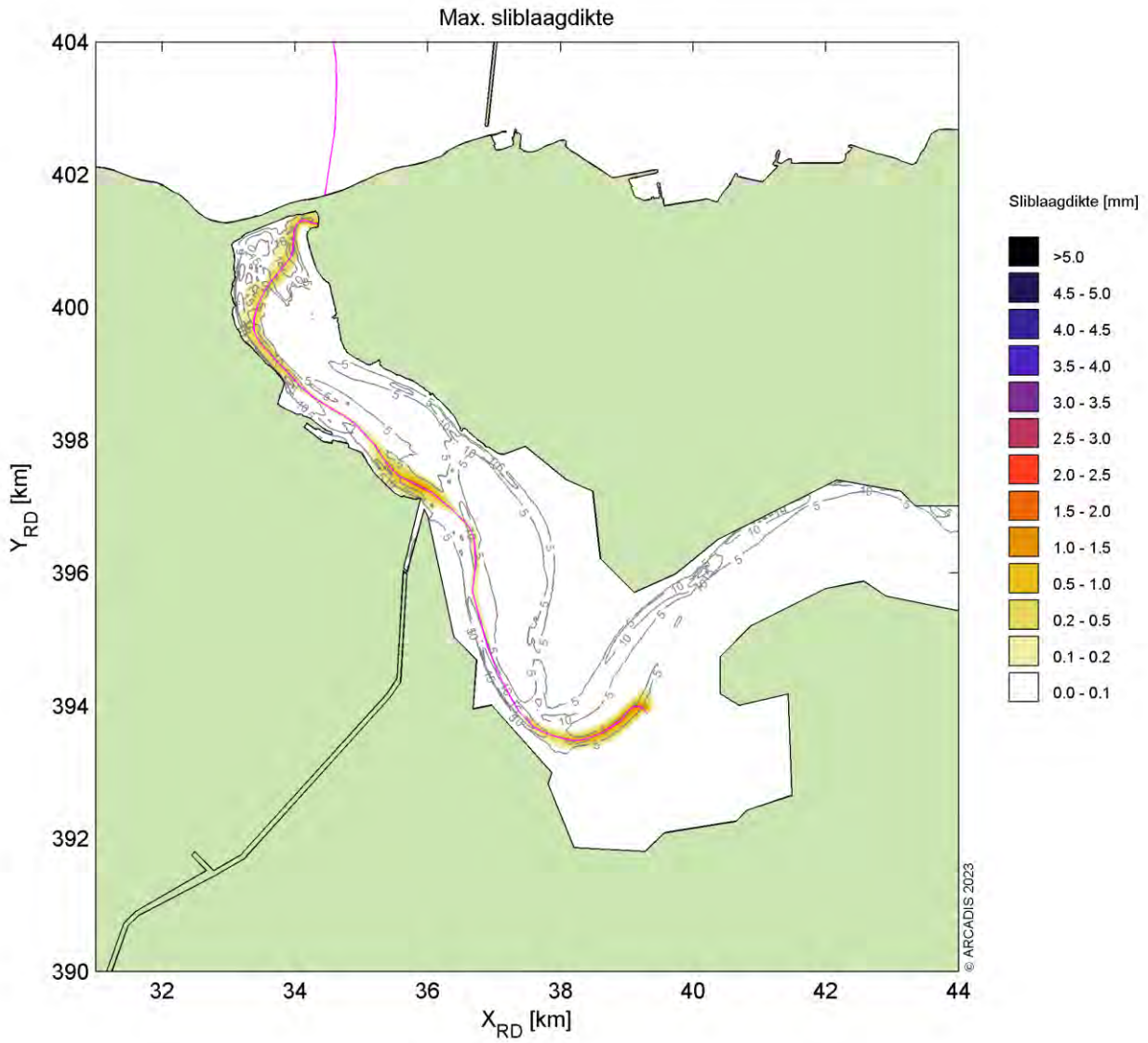


Figuur 22 Maximale sedimentatiesnelheid.

6.2.2 Sedimentatie laagdikte

Figuur 23 toont de maximale sliblaagdikte die voorkomen gedurende de periode van aanleg. De maximale sliblaagdikte betreft de maximale waarde die per locatie bereikt wordt op een specifiek punt en tijdens een specifieke periode. Dit betekent dat een piekwaarde op de ene locatie niet gelijktijdig op hoeft te treden met de piekwaarde op een andere locatie. Ook kunnen deze laagdiktes daarna weer zijn afgenomen in de tijd (erosie), wat niet in dit figuur naar voren komt.

De sliblaagdikte langs het kabeltracé in het Veerse Meer komt nergens boven de 2 mm uit. Het 0,1-0,2 mm areaal loopt langs het hele tracé. De grotere laagdiktes komen voor rond dezelfde punten waar de meeste vertroebeling en de grootste sedimentatiesnelheid voorkomen.



Figuur 23 Maximale laagdikte.

7 Conclusies

7.1 Zee

Middels het numerieke rekenmodel Delft3D is de slibverspreiding bij de baggerwerkzaamheden voor de aanleg van de kabel voor Nederwiek 1 gesimuleerd. De aanleg van de kabel kan worden uitgevoerd binnen een jaar over een periode van 8 à 9 maanden wanneer er meerdere schepen worden ingezet. De kabels worden als volgt aangelegd, vanaf de kust wordt de kustzone uitgebaggerd voor de kabel en tegelijkertijd zal vanaf offshore (buiten de Voordelta, KP 45 km) begonnen worden met de offshore kabel naar het platform.

Er is gewerkt met twee slibfracties, waarbij de grove siltfractie snel neerslaat en dus voornamelijk voor sedimentatie zorgt. De fijne siltfractie heeft een lagere valsnelheid en veroorzaakt voornamelijk de verhoging van de slibconcentratie ten gevolge van de baggerwerkzaamheden. Zo ontstaat voor beide processen een realistische worst-case. De resultaten zijn vervolgens gebruikt om de mate van vertroebeling en sedimentatie te beschouwen ten gevolge van de baggerwerkzaamheden.

Vertroebeling

De vertroebeling is uitgedrukt in milligram per liter. Het gaat hierbij om de toename in de slibconcentratie ten gevolge van de baggerwerkzaamheden en het storten; de waarden zijn exclusief de achtergrondconcentratie. Er is gewerkt met een minimale ondergrens van 2 mg/l. Dat wil zeggen dat een verhoging van de slibconcentratie van minder dan 2 mg/l niet beschouwd is.

De concentratieverhoging loopt op tot 2-5 mg/l rond het tracé, voornamelijk bij de bodem. Dieptegemiddeld komt de concentratieverhoging vrijwel niet boven de 2 mg/l uit. De hogere pieken komen voornamelijk voor langs het kabeltracé, doordat hier met een hogere productie wordt gebaggerd ten opzichte van de kustzone. Na het vrijkomen van het slib in de waterkolom zal deze makkelijk verspreiden in de omgeving (diepte en stroming), waardoor de slib concentratie afneemt.

In het algemeen geldt dat de concentratieverhoging hoger is hoe lager in de waterkolom.

Sedimentatie

De sedimentatiesnelheid is uitgedrukt in mm/dag. Het gaat hierbij om de sedimentatie van de fijne fractie in de baggerspecie. Er is gewerkt met een minimale ondergrens van 0,1 mm/d. Dat wil zeggen dat een sedimentatiesnelheid onder deze grens niet beschouwd is. Er wordt alleen een sedimentatiesnelheid van 0,1 mm/d of meer waargenomen rond het kabeltracé. De grootste sedimentatiesnelheden vallen samen met de het kabeltracé waar het lokale baggervolume het grootst is. Echter is de sedimentatiesnelheid nergens meer dan 1,0 mm/d.

De maximaal waargenomen sedimentatie laagdikte gedurende de gesimuleerde periode is uitgedrukt in mm. De gebruikte ondergrens is hier 0,1 mm. Het 0,1 mm areaal van de maximale sedimentatie laagdikte ten gevolge van de baggerwerkzaamheden beslaat het kabeltracé en plaatselijk bij de Brouwersdam, Oosterscheldekering en de Maasvlakte. De laagdikte wordt het grootst bij de Maasvlakte en is het gevolg van vertraging in de stroming langs de kust.

7.2 Veerse Meer

Middels het numerieke rekenmodel Delft3D is de slibverspreiding bij de jet trench werkzaamheden voor de aanleg van de kabel voor Nederwiek 1 in het Veerse Meer gesimuleerd. De aanleg van de kabel gebeurt in 2 dagen door middel van jet trenchen. De kabels worden aangelegd vanaf de Veerse Gatdam in het westen, richting de Oranjeplaat in het oosten.

Er is gewerkt met twee slibfracties, waarbij de grove siltfractie snel neerslaat en dus voornamelijk voor sedimentatie zorgt. De fijne siltfractie heeft een lagere valsnelheid en veroorzaakt voornamelijk de verhoging van de gesuspendeerde slibconcentratie ten gevolge van de werkzaamheden. Zo ontstaat voor beide processen een realistische worst-case. De resultaten zijn vervolgens gebruikt om de mate van vertroebeling en sedimentatie te beschouwen ten gevolge van de baggerwerkzaamheden.

Vertroebeling

De vertroebeling is uitgedrukt in milligram per liter (mg/L). Het gaat hierbij om de toename in de slibconcentratie ten gevolge van het jet trenchen (de waarden zijn exclusief de achtergrondconcentratie). Er is gewerkt met een minimale ondergrens van 2 mg/l. Dat wil zeggen dat een verhoging van de slibconcentratie van minder dan 2 mg/l niet is beschouwd.

Bij de (water)bodem loopt de concentratieverhoging op tot 20-50 mg/l rond het tracé. Dieptegemiddeld komt de concentratieverhoging vrijwel niet boven de 5 mg/l uit. De hogere pieken komen voornamelijk voor bij de Veerse Gatdam, Oranjeplaat en het gebied met hoge slibconcentraties in de bodem. Na het vrijkomen van het slib in de waterkolom zal deze makkelijk verspreiden in de omgeving (diepte en stroming), waardoor de slibconcentratie afneemt. Na enkele dagen is de slibconcentratie verhoging overal weer uitgedempt.

In het algemeen geldt dat (des te) lager in de waterkolom de concentratieverhoging hoger is.

Sedimentatie

De sedimentatiesnelheid is uitgedrukt in millimeter per dag (mm/d). Het gaat hierbij om de sedimentatie van de fijne fractie in het sediment. Er is gewerkt met een minimale ondergrens van 0,1 mm/d. Dat wil zeggen dat een sedimentatiesnelheid onder deze grens niet is beschouwd. Er wordt alleen een sedimentatiesnelheid van 0,1 mm/d of meer waargenomen rond het kabeltracé. De grootste sedimentatiesnelheden vallen samen waar het lokale slibgehalte in de bodem relatief hoog is. De maximale sedimentatiesnelheid komt uit op ruim 10 mm/d.

De maximaal waargenomen sedimentatie laagdikte gedurende de gesimuleerde periode is uitgedrukt in millimeter (mm). De gebruikte ondergrens is hier 0,1 mm. Er is langs het gehele kabeltracé sprake van een 0,1 mm areaal van maximale sedimentatie laagdikte ten gevolge van de jet trench werkzaamheden. De laagdikte wordt het grootst bij de dezelfde locaties waar de meeste vertroebeling is gevonden. De laagdikte loopt op tot maximaal 2 mm.

8 Referenties

Aarninkhof, S., Spearman, J. d., & van Koningsveld, M. (2010). Dredging-induced turbidity in a natural context status and future perspective of the TASS program. *Proceedings WODCON XX.* Beijing, China.

Arcadis. (2015). *MER Transmissiesysteem op zee Borssele.* Arcadis.

Arcadis. (2018). *Net op Zee Hollandse Kust (Noord) en (West Alpha) - slibmodelleerstudie.* Zwolle: Arcadis.

Arcadis. (2020). *Net op Zee Hollandse Kust (West Beta) - slibmodelleerstudie.* Amersfoort: Arcadis.

Arcadis. (2021). *Net op zee IJmuiden Ver (alpha) - Slibmodelleerstudie Veerse Meer.*

Baptist, H., Tatman, S., van Kessel, T., van Moorsel, G., Wang, Z.-B., & Erftmeijer, P. (sd).

Baptist, H., Tatman, S., van Kessel, T., van Moorsel, G., Wang, Z.-B., & Erftmeijer, P. (2006). *Habitattoets: effecten bagger-en stortactiviteiten t.b.v. havenonderhoud in Zeeuwse wateren .* Delft: WL Delft Hydraulics.

Becker, J., van Eekelen, E., van Wiechen, J., de Lange, W., Damsma, T., Smolders, T., & van Koningsveld, M. (2015). Estimating source terms for far field dredge plume modelling. *Journal of Environmental Management*, 282-293.

Deltares. (2016). *Delft3D-FLOW, Simulation of multi-dimensional hydrodynamic flows and transport phenomena, including sediments.* Delft: Deltares.

Haskoning. (2007). *Habitattoets, passende beoordeling en uitwerking adc-criteria.* Haskoning.

Jachtclub Veere. (sd). *Weerstation*. Opgehaald van https://jachtclubveere.nl/weerstation/

Partheniades, K. (1965). Erosion and Deposition of Cohesive Soils. *Journal of the Hydaulics Division, ASCE 91*, 105-139.

Rijkswaterstaat. (2016). *Notitie Reikwijdte en Detailniveau Winning suppletiezand Noordzee 2018-2027.* Rijkswaterstaat.

Spearman, J., de Heer, A., Aarninkhof, S., & van Koningsveld, M. (sd). Validation of the TASS system for predicting the environmental effects of trailer suction hopper dredgers. *Terra et Aqua, No. 125*.

Svašek Hydraulics. (2015). *Environmental impact cable maintenance methods, Environmental impact analysis for COBRA cable.*

van Kessel, T. (2010). *Bedrijfsspecifiek gedeelte Monitoringsplan Groningen Seaports.* Delft: Deltares.

Van Rijn, L. (1990). *Principles of Sedimentationand Erosion Engineering in Rivers, Estuaries and Coastal Seas.* Utrecht: Universiteit Utrecht.

Wang, L., Shao, J., & Yao, W. (2020). Transport modelling of sediment re-suspended during submarine cable laying operation. *Earth and Environmental Science (Vol. 510, No. 4, p. 042016)*.

Witteveen + Bos. (2017). *Net op zee Hollandse Kust (zuid), Aanvulling MER - Aanlanding Maasvlakte Noord.* Witteveen en Bos.

WL | Delft Hydraulics. (2006). *Zwevend Stof Rijn-Maasmonding.* Delft: WL | Delft Hydaulics.

Colofon

NET OP ZEE NEDERWIEK 1
SLIBMODELLEERSTUDIE (VERTROEBELING)

KLANT
TenneT TSO B.V.

PROJECTNUMMER
30077194

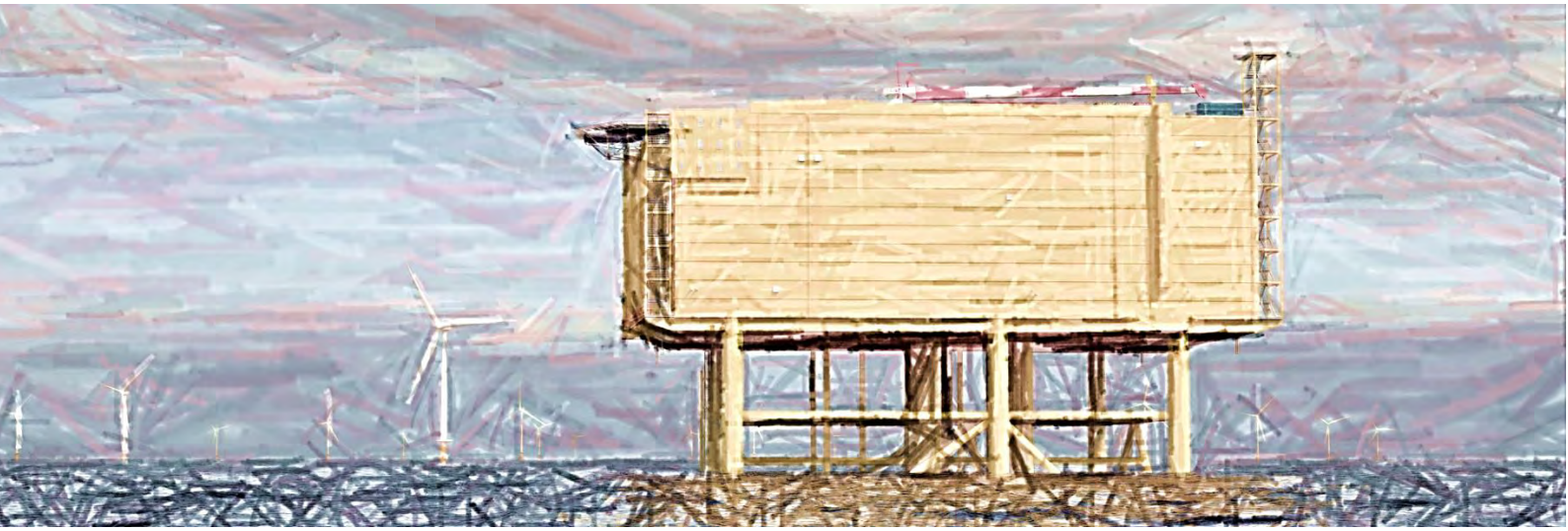
ONZE REFERENTIE
D10056053:53

DATUM
05-07-2023

STATUS
Definitief

Net op zee Nederwiek 1

Natuurnetwerk Nederland (NNN) toets



Datum: 05-07-2023
Versienummer: 1.0
Status: Definitief

In opdracht van:

INHOUDSOPGAVE

1 Inleiding en planbeschrijving 3
1.1 Inleiding 3
1.2 Onderdelen van het project 4
1.3 Juridisch kader 4
2 Afbakening 6
2.1 Reikwijdte effecten 6
2.2 Uitgangspunten voor effectbeoordeling en parallelligging 7
2.3 Ligging ten opzichte van het NNZ 9
2.4 Wezenlijke waarden NNZ 9
3 Effectbeschrijving en -beoordeling NNZ 11
3.1 Deeltracé Veerse Gatdam 11
3.1.1 Beschrijving deeltracé in relatie tot NNZ 11
3.1.2 Effectbeoordeling 12
3.2 Deeltracé Veerse Meer 16
3.2.1 Beschrijving deeltracé in relatie tot NNZ 16
3.2.2 Effectbeoordeling 17
3.3 Deeltracé land 1 en 2 19
3.3.1 Beschrijving deeltracé in relatie tot NNZ 19
3.3.2 Effectbeoordeling 21
3.4 Deeltracé land 3, 4 en 5 23
3.4.1 Beschrijving deeltracé in relatie tot NNZ 23
3.4.2 Effectbeoordeling 24
3.5 Deeltracé land 6 tot en met 8 25
3.5.1 Beschrijving deeltracé in relatie tot NNZ 25
3.5.2 Effectbeoordeling 27
3.6 Deeltracé land 9 en 10 28
3.6.1 Beschrijving deeltracé in relatie tot NNZ 28
3.6.2 Effectbeoordeling 29
3.7 Conclusie en samenvatting effectbeoordeling 30
3.8 Cumulatie met Net op zee IJmuiden Ver Alpha 31
4 Toetsing effecten 33
4.1 Voorwaarden voor toestaan aantasting NNZ 33
4.2 Compensatie 34

5 Vervolgstappen 36
6 Referenties 37
Bijlage A Wezenlijke waarden NNZ (Bron: Bij12) 38
Colofon 44

1 Inleiding en planbeschrijving

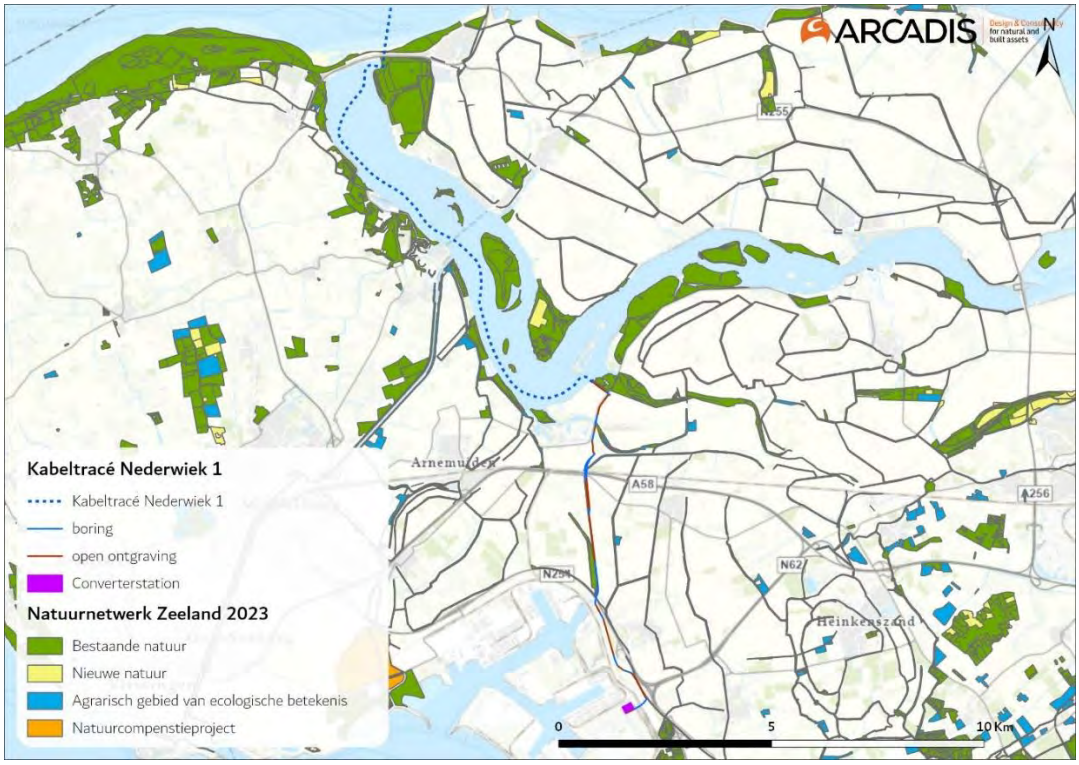
1.1 Inleiding

Dit rapport betreft de toetsing aan het beleid ten aanzien van het Natuurnetwerk Nederland (NNN) voor het project Net op zee Nederwiek 1. In de Aanvullende Routekaart windenergie op zee 2030[1] heeft de Nederlandse overheid vastgelegd dat in 2030 verschillende windparken op zee zijn gebouwd en op land zijn aangesloten. Hierbij worden netaansluitingen gerealiseerd die zorgen voor de stroomverbinding van de windturbines uit onder meer het windenergiegebied Nederwiek op de Noordzee met het landelijke hoogspanningsnet. Een van die verbindingen is Net op zee Nederwiek 1. Een volledige beschrijving van de aanleiding en nut en noodzaak van Net op zee Nederwiek 1 is te vinden in het aparte document 'Inleiding en Activiteitenbeschrijving'.

In de voorliggende rapportage worden de effecten van Net op zee Nederwiek 1 op het NNN in beeld gebracht en vindt er een toetsing plaats aan het beschermingsregime dat van toepassing is. Het NNN in provincie Zeeland wordt Natuurnetwerk Zeeland (NNZ) genoemd. In Figuur 1-1 is de ligging van de NNZ-gebieden weergegeven ten opzichte van Net op zee Nederwiek 1.

Behalve toetsing aan NNN vindt er binnen dit project ook toetsing plaats aan:

- Wet natuurbescherming, onderdeel soortbescherming;
- Wet natuurbescherming, onderdeel gebiedsbescherming;
- Waterwet, Kaderrichtlijn Water en Kaderrichtlijn Mariene Strategie (watertoets).



Figuur 1-1 Overzicht van de ligging het kabeltracé en de locatie van het converterstation ten opzichte van NNZ-gebieden.

[1] Voor de kamerbrief over de aanvullende routekaart windenergie op zee 2030, zie https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2022/06/10/aanvullende-routekaart-windenergie-op-zee-2030

1.2 Onderdelen van het project

Net op zee Nederwiek 1 is een hoogspanningsverbinding dat vanuit windenergiegebied Nederwiek naar het vasteland loopt. De verbinding zal 2 GW windenergie aansluiten op het landelijke hoogspanningsnet en bestaat uit de volgende onderdelen:

1. Een platform op zee voor de aansluiting van de windturbines en het omzetten van wisselstroom (afkomstig van de windturbines) naar 525kV-gelijkstroom;
2. Een kabeltracé voor transport van 525kV-gelijkstroom op zee en het Veerse Meer;
3. Een ondergronds kabeltracé voor transport van 525kV-gelijkstroom op land naar een converterstation;
4. Een converterstation op land voor het omzetten van 525kV-gelijkstroom naar 380kV-wisselstroom.

De ligging van de projectonderdelen ten opzichte van NNZ is verder toegelicht in paragraaf 2.3. Een volledige beschrijving van de projectonderdelen en de aanleg en gebruik per onderdeel is te vinden in het aparte document 'Inleiding en Activiteitenbeschrijving'.

1.3 Juridisch kader

Volgens artikel 1.12 van de Wnb geldt dat elke provincie verantwoordelijk is voor de totstandkoming en instandhouding van NNN binnen haar grenzen. Op basis van Besluit algemene regels ruimtelijke ordening (Barro) wordt bij de vaststelling van de provinciale verordening de gebieden aangewezen die het NNN vormen. Het Barro beschrijft tevens het beschermingsregime namelijk dat bij provinciale verordening regels worden gesteld die de wezenlijke kenmerken en waarden, oppervlakte of samenhang van de NNN-gebieden beschermen.

Binnen provincie Zeeland is de planologische bescherming van het NNN geregeld via de Omgevingsverordening Zeeland 2018. Zoals eerder benoemd wordt het NNN in provincie Zeeland Natuurnetwerk Zeeland (NNZ) genoemd. De NNZ omvat de categorieën: 1. Bestaande natuur (inclusief binnendijken), 2. Agrarisch gebied van ecologische betekenis, 3. Nieuwe natuur en 4. Natuurprojecten. Nieuwe onomkeerbare ontwikkelingen/ingrepen, anders dan ten behoeve van natuurdoeleinden, zijn niet toegestaan, tenzij er geen reële alternatieven zijn én sprake is van groot openbaar belang (het 'nee, tenzij'-regime). Dit staat toegelicht in artikel 2.23, 2.24 en 2.26 van de Omgevingsverordening Zeeland 2018.

In de Omgevingsverordening is daarnaast aangegeven dat rond het NNZ een zone van 100 meter geldt waar nieuwe ontwikkelingen ook beoordeeld moeten worden of deze gevolgen hebben voor het NNZ, de zogenaamde externe werking. Dit geldt niet voor activiteiten langs binnendijken.

Om te komen tot zowel een ontwikkelingsgerichte omgang met het NNZ, als tot een betere ruimtelijke bescherming, heeft de provincie een aantal instrumenten benoemd. Onder voorwaarden worden ruimtelijke ontwikkelingen mogelijk gemaakt, waarbij het functioneren van het NNZ niet wordt aangetast of zelfs wordt verbeterd:

- Gedeputeerde staten kunnen de begrenzing van de aangegeven gebieden en de aanduiding van wezenlijke kenmerken en waarden van de gebieden wijzigen ten behoeve van een <u>verbetering van de samenhang of een betere planologische inpassing</u> van het Natuurnetwerk Zeeland voor zover:

1. de wezenlijke kenmerken en waarden en samenhang tussen gronden van het Natuurnetwerk Zeeland worden behouden en;
2. de oppervlakte van het Natuurnetwerk Zeeland ten minste gelijk blijft.

- Gedeputeerde staten kunnen de begrenzing van de aangegeven gebieden en de aanduiding van wezenlijke kenmerken en waarden van de gebieden wijzigen ten behoeve van een kleinschalige ontwikkeling voor zover:
  1. de aantasting van de wezenlijke kenmerken en waarden beperkt is en;
  2. de ontwikkeling per saldo gepaard gaat met een versterking van de wezenlijke kenmerken en waarden van het Natuurnetwerk Zeeland of een vergroting van de oppervlakte van het Natuurnetwerk Zeeland en;
  3. de oppervlakte van het Natuurnetwerk Zeeland ten minste gelijk blijft en;
  4. de voorgenomen wijziging zorgvuldig is onderbouwd waarbij, blijkend uit de bij het bestemmingsplan behorende toelichting, in ieder geval alternatieven zijn afgewogen.

- Het compensatiebeginsel geldt voor ingrepen die per saldo significante schade toebrengen aan de waarden van het desbetreffende gebied of landschapselement. In principe mogen deze ingrepen niet plaatsvinden. Compensatie is noodzakelijk als na toepassing van de wettelijke en planologische beschermingsregimes geconcludeerd wordt dat de ruimtelijke ingreep wordt toegestaan, waarbij er sprake moet zijn van een groot openbaar belang en er geen alternatieven voorhanden zijn. Uitgangspunt is, dat door het treffen van mitigerende en, indien deze onvoldoende zijn, compenserende maatregelen geen nettoverlies aan waarden resteert.

Alle grote wateren (grote rivieren, Deltawateren, IJsselmeergebied en Waddenzee) en de gehele Noordzee behoren tot het NNN. Het Rijk is systeemverantwoordelijk voor de natuur in de grote wateren. De wezenlijke kenmerken en waarden zijn vastgelegd in de instandhoudingsdoelstellingen voor Natura 2000-gebieden of zijn via de soortenbescherming zijn geborgd. Dit is in de Passende Beoordeling en de Soortenbeschermingstoets beoordeeld en valt buiten de NNN-toets. Als gevolg hiervan wordt het NNN op zee en grote wateren niet verder beschouwd in onderhavig rapport.

2 Afbakening

2.1 Reikwijdte effecten

Met betrekking tot de werkzaamheden zijn de volgende effecten op NNZ relevant (Arcadis, 2017) (Alterra, 2020):

- Achteruitgang kwantiteit van beheertype en leefgebied als gevolg van ruimtebeslag.
- Achteruitgang kwaliteit beheertype en leefgebied als gevolg van verdroging en verzilting.
- Achteruitgang kwaliteit leefgebied als gevolg van verstoring door geluid, licht, trillingen en optische prikkels.
- Achteruitgang kwaliteit leefgebied voor planten als gevolg van mechanische effecten (bijvoorbeeld verdichting bodem als gevolg van heen en weer rijden).

Verzoeting, verontreiniging, vernatting, verandering stroomsnelheid, verandering overstroomfrequentie, verandering dynamiek substraat, barrièrewerking en versnippering zijn geen effecten die op kunnen treden als gevolg van de werkzaamheden. Tabel 2-1 geeft de mogelijke effecten en de reikwijdte van deze effecten weer.

Achteruitgang van kwaliteit beheertype als gevolg van vermesting door stikstofdepositie wordt in deze rapportage niet getoetst, voor het NNN is hier geen toetsings- of beoordelingskader voor beschikbaar of relevant. Voor toetsing van effecten als gevolg van stikstofdepositie wordt verwezen naar de ecologische toets stikstof (Bijlage A in de Passende Beoordeling (Bijlage VII-A)).

Het kabeltracé loopt via een gestuurde boring of open ontgraving door het NNZ. Op locaties waar een gestuurde boring plaatsvindt is uitsluitend sprake van een tijdelijk handeling waarbij het kabeltracé onder het NNZ doorgaat. Bij deeltracés met open ontgravingen is in de meeste gevallen uitsluitend sprake van een tijdelijk effect omdat de gegraven aarde zo snel mogelijk na afronding wordt teruggeplaatst en de doelen van de beheertypen niet in gevaar komen. Op enkele plekken gaat het om een permanent effect in verband met het kappen van bosschages.

Tabel 2-1 Effecten, reikwijdte van de effecten en gevolgen op waarden van NNZ.

Achteruitgang kwantiteit of kwaliteit als gevolg van	Reikwijdte	Mogelijk gevolg op
Ruimtebeslag	Ter plaatse van werkzaamheden in NNZ	Oppervlak NNZ
Verdroging en verzilting	Ter plaatse van de werkzaamheden in NNZ en via externe werking	Abiotische kenmerkende waarden in de bodem en het grondwater en leefgebied van fauna
Verstoring door geluid, licht en optische verstoring	Rondom open ontgravingen, boringen en werkterreinen in of binnen 100 meter van NNZ	Verstoringsgevoelige (vogel)soorten van NNZ-gebieden
Mechanische effecten	Ter plaatse van werkzaamheden in NNZ	Vegetaties en bodems van natuurbeheertypen waarin open ontgraving plaatsvindt of werkterrein e.d. moet worden aangelegd

2.2 Uitgangspunten voor effectbeoordeling en parallelligging

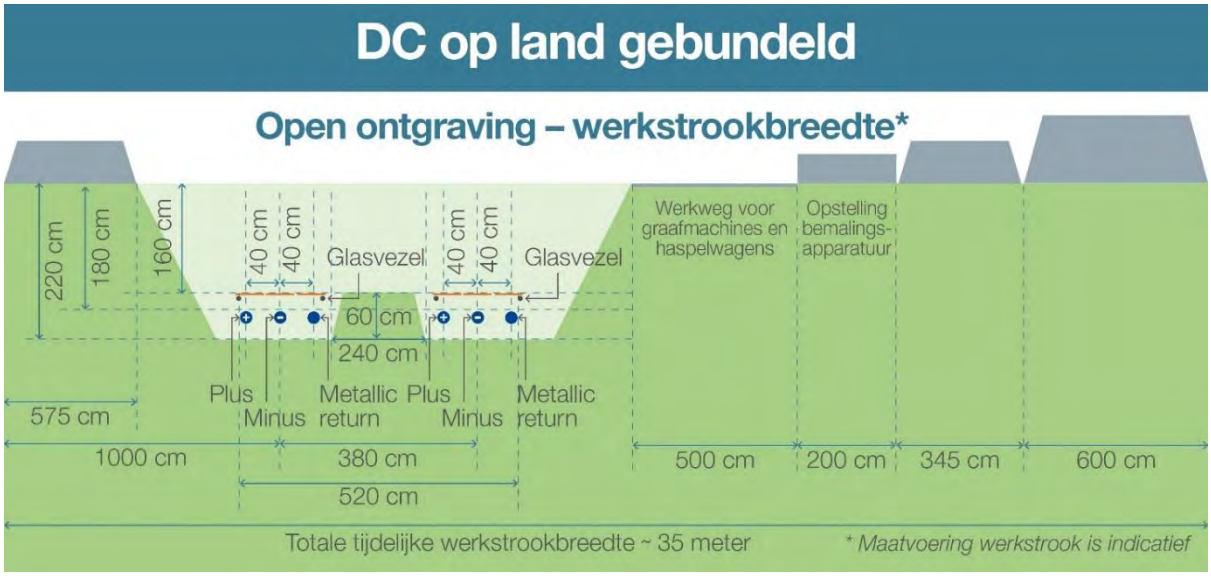
Het landtracé van Net op zee Nederwiek 1 ligt grotendeels parallel aan het landtracé van Net op zee IJmuiden Ver Alpha. Uitgangspunt voor de aanleg van het landtracé van Net op zee Nederwiek 1 is dat het gelijktijdig wordt aangelegd met het tracé van Net op zee IJmuiden Ver Alpha. De parallelligging betekent dat de werkstroken van de twee verbindingen gecombineerd kunnen worden. Een werkstrook bestaat uit de sleuf waarin de kabel komt te liggen, werkterreinen voor het leggen van de kabel en eventueel voor bemaling en werk- en toegangswegen. De gecombineerde werkstrook is enkele meters breder dan de werkstrook voor één verbinding, waardoor er in totaal minder ruimtebeslag is bij parallelligging. De fysieke ingreep in de bodem en daarmee eventuele aantasting van vegetatie is iets groter, maar vele malen kleiner dan in een situatie dat beide kabeltracés los van elkaar worden aangelegd. De aanleg zal enkele weken langer duren. Echter, de locatie wordt hierdoor slechts één keer verstoord.

Voor de effectbeoordeling van het tracé op land van Net op zee Nederwiek 1 zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

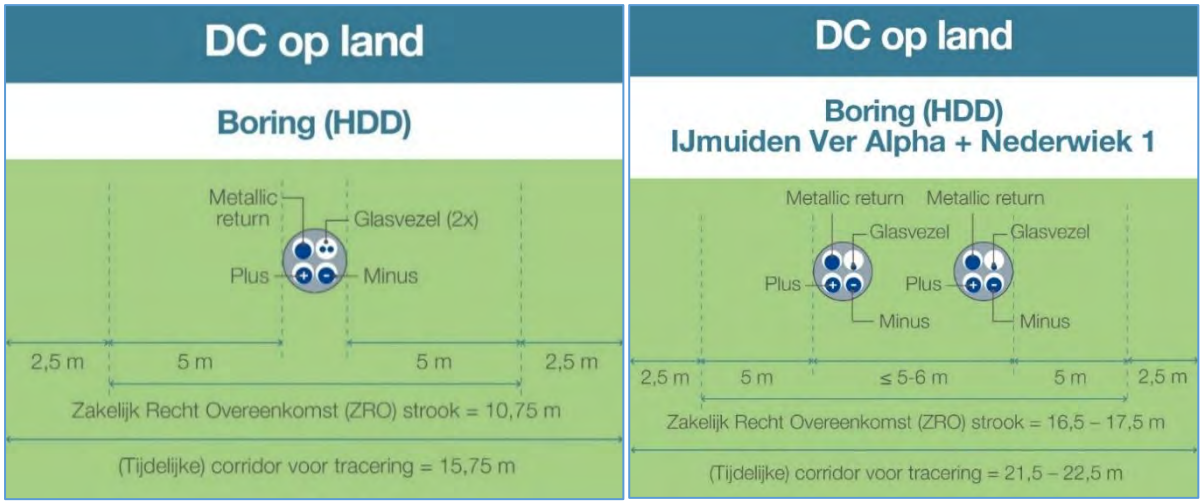
1. Het individuele ruimtebeslag van Net op zee Nederwiek 1 is ca. 30 meter voor een open ontgraving (Figuur 2-1) en ca. 16 meter voor een boring (Figuur 2-3). Dit is het standaard ruimtebeslag, op enkele plekken wordt hiervan afgeweken en is het ruimtebeslag groter of kleiner. De effecten worden beoordeeld in Hoofdstuk 3 Effectbeschrijving en -beoordeling NNZ.
2. De cumulatieve effecten van de aanleg van de gecombineerde werkstrook van Net op zee Nederwiek 1 en Net op zee IJmuiden Ver Alpha samen: voor de open ontgravingen ca. 35 meter (Figuur 2-2) en voor boringen is dit ca. 23 meter (Figuur 2-3). De cumulatieve effecten worden beoordeeld in paragraaf 3.8.
3. Voor boringen zijn vaak extra werkterreinen nodig, zoals bijvoorbeeld bij de Veerse Gatdam. Voor Net op zee Nederwiek 1 wordt ook gebruik gemaakt van werkterreinen van Net op zee IJmuiden Ver Alpha. Deze terreinen zijn reeds beoordeeld voor Net op zee IJmuiden Ver Alpha. Deze zijn wel meegenomen in de boordeling in Hoofdstuk 3. In Hoofstuk 4 worden de cumulatieve effecten hiervan beoordeeld.

Een volledige beschrijving van de uitgangspunten voor de effectbeoordeling is te vinden in het aparte document ‘Inleiding en Activiteitenbeschrijving’.

Figuur 2-1 Werkstrookbreedte Net op zee Nederwiek 1



Figuur 2-2 Werkstrookbreedte parallelligging Net op zee Nederwiek 1 en IJmuiden Ver Alpha.



Figuur 2-3 Kabelconfiguratie boring voor Net op zee Nederwiek 1 (links) en voor Netten op zee Nederwiek 1 en IJmuiden Ver Alpha parallel (rechts).

2.3 Ligging ten opzichte van het NNZ

De werkzaamheden voor het aanleggen van het kabeltracé vinden deels plaats binnen het NNZ. Bij het bepalen van de mogelijke effecten zijn de relevante delen van het kabeltracé opgedeeld binnen de invloedssfeer van de Veerse Gatdam, het Veerse Meer en op land. Het landtracé is onderverdeeld in 10 deeltracés, sommige deeltracés zijn in de effectbeschrijving samengevoegd. Overige delen van het tracé liggen op minimaal 100 meter afstand van NNZ-gebied en vallen hiermee buiten de toetsing (zie Tabel 2-2).

Tabel 2-2 Overzicht van voor NNZ relevante deeltracés.

Deeltracé	NNZ-gebied	Boring/ontgraving	In NNZ of afstand tot NNZ
Veerse Gatdam	Oranjezon, Banjaard en Schotsman	Ontgraving, boring, terrein werkklaar maken	In N08.02 en N14.03 Binnen 100 meter van: N10.02, N11.01 en N15.01
Veerse Meer	Arneplaat, Duintjes Vrouwenpolder, Ooster Nieuwlandpolder, Oeverland Veere, Zilveren Schor en Arneplaat	Jettrenching	Binnen 100 meter van L01.01, N10.02, N12.01, N12.02, N12.06 (ambitie N01.03), N14.03 en N16.04
1	De Piet	Ontgraving & boring	In N14.03
2	Vliegveldkreek	Boring	Boring op enkele meters afstand van N05.04
3&4	Dijken Zuid-Beveland	Boring	Onder A02.01
5	Dijken Binnendijk Nieuw	Ontgraving & boring	Ontgraving in A02.01
6	Dijken Binnendijk Nieuw & Sloekreek	Ontgraving	Ontgraving in N12.02 Binnen 100 meter van N04.03 en N05.04
7	Dijken Binnendijk Nieuw & Sloekreek	Ontgraving & boring	Ontgraving in N12.02 Binnen 100 meter van N04.03 en N05.04
8	Sloekreek	Boring	Onder N12.02 Binnen 100 meter van A02.01
9	Sloekreek	Ontgraving	Ontgraving in N12.02
10	Sloekreek	Werkterrein	In N12.02 Binnen 100 meter van N12.06 en N14.03

2.4 Wezenlijke waarden NNZ

In het Natuurbeheerplan Zeeland 2023 zijn begrenzing van natuurgebieden en de wezenlijke kenmerken en waarden van deze gebieden aangegeven. Daartoe wordt verwezen naar het overzicht van natuurbeheertypen. Wat agrarische gebieden van ecologische betekenis betreft wordt verwezen naar de in het Natuurbeheerplan aangeduide agrarische beheergebieden met daarbij behorende beheerpakketten waarin de beoogde natuurkwaliteit is beschreven.

De actuele natuurkwaliteit van de natuurgebieden binnen het NNZ is door de provincie op kaart vastgelegd in de vorm van natuurbeheertypen (zie Figuur 2-4) in het Natuurbeheerplan (BIJ12, 2020). Algemene beschrijvingen van de natuurbeheertypen zijn opgenomen in Bijlage A bij voorliggende NNN-toets. De volgende natuurbeheertypen zijn beschreven:

- A02.01 – Botanisch weiland
- L01.01 – Poel en klein historisch water

- N04.03 – Brak water
- N05.04 – Dynamisch moeras
- N08.02 – Open duin
- N10.02 – Vochtig hooiland
- N11.01 – Droog schraalgrasland
- N12.01 – Bloemdijk
- N12.02 – Kruiden- en faunarijk grasland
- N12.06 – Ruigteveld
- N14.03 – Haagbeuken- en essenbos
- N15.01 – Duinbos
- N16.04 – Vochtig bos met productie

Figuur 2-4 Natuurbeheertypenkaart Natuurnetwerk Zeeland 2023.

3 Effectbeschrijving en -beoordeling NNZ

In dit hoofdstuk wordt per deeltracé een beschrijving gegeven van de mogelijk effecten van Net op zee Nederwiek 1 op NNZ. Het kabeltracé is opgedeeld in deeltracés vanaf het Veerse Gatdam tot aan het converterstation, zie Tabel 2-2. Hierna volgt een effectbeoordeling per deeltracé.

3.1 Deeltracé Veerse Gatdam

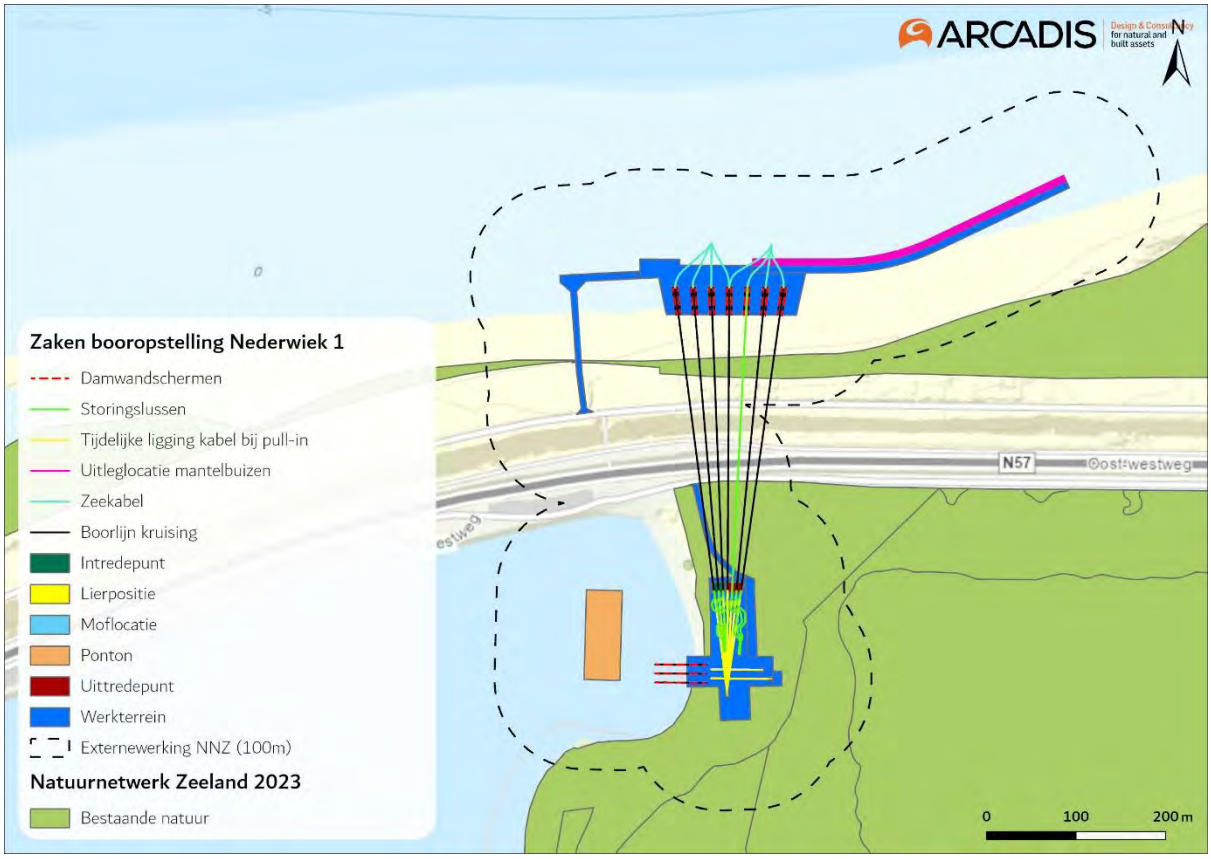
3.1.1 Beschrijving deeltracé in relatie tot NNZ

Via gestuurde boringen onder de Veerse Gatdam loopt het kabeltracé vanuit zee naar het Veerse Meer. Hiervoor wordt aan weerskanten van de Veerse Gatdam een werkterrein ingericht voor de in- en uittredepunten van de boring en wordt een toegangsweg aangelegd (zie Figuur 3-1). Ten noorden van de N57 doorsnijdt de toegangsweg enkele meters NNZ-gebied Banjaard met beheertype N08.02 en ligt de toegangsweg binnen 100 meter van beheertype N15.01 binnen NNZ-gebied Oranjezon.

Ten zuiden van de N57 worden het toegangspad en het werkterrein volledig aangelegd in NNZ-gebied Schotsman met beheertype N14.03. Daarnaast ligt een deel van deze werkzaamheden binnen 100 meter van beheertypen N10.02 en N11.01. Zie voor details van de NNZ-doorsnijdingen en de delen met externe werking Tabel 3-1.

Tabel 3-1 Overzichtstabel deeltracé Veerse Gatdam in relatie tot relevant NNZ.

Deeltracé	Aantal boringen	Lengte tracé binnen NNZ	Oppervlak aantasting binnen NNZ	Lengte tracé liggend binnen 100 meter van NNZ	Oppervlak NNZ waarop externe werking plaatsvindt
Veerse Gatdam – NW 1	3	6,02 m (N08.02) 266,28 m (N14.03)	0,0001 (N08.02) 1,05 ha (N14.03)	545,31 m (N08.02) 266,28 m (N14.03) 34 m (N10.02) 9 m (N15.01) 153 m (N11.01)	0,91 ha (N08.02) 4,93 ha (N14.03) 0,39 ha (N10.02) 0,05 ha (N15.01) 1,36 ha (N11.01)



Figuur 3-1 Het kabeltracé bij de Veerse Gatdam. Hierbij is ook het werkterrein en de toegangsweg weergegeven.

3.1.2 Effectbeoordeling

Ruimtebeslag

N8.02 (Open duin)

Aan de noordkant van de Veerse Gatdam doorsnijdt de toegangsweg voor enkele meters het beheertype N08.02 (Open duin). Op dit moment is dit stuk NNZ al in gebruik als zandweggetje naar het strand toe en liggen er ook deels betonplaten. Gebruik van deze zandweg als toegangsweg tot het werkterrein ten noorden van de Veerse Gatdam zal dan ook geen effect hebben op het oppervlak. Aantasting en oppervlakteverlies van wezenlijke kenmerken en waarden is hier niet aan de orde.

N14.03 (Haagbeuken- en essenbos)

Ten zuiden van de Veerse Gatdam wordt voor het inhalen van de zeekabel een werkterrein ingericht en wordt een lier geplaatst. Dit werkterrein zal verder gebruikt worden om de boringen uit te voeren en om de kabels vanuit het Veerse Meer in te kunnen trekken. Hiervoor wordt ongeveer 10.050 m^2 van het als natuurbeheertype N14.03 (Haagbeuken- en essenbos) begrensde gebied gekapt. Uit de veldinventarisatie is gebleken dat dit natuurbeheertype hier (nog) niet voorkomt in een vorm die gedomineerd wordt door boomsoorten zoals haagbeuk, gewone es, esdoorn en gladde iep: het bestaat vooral uit duindoorn en boswilg. In de beschrijving van het beheertype staat dat bosranden door doornstruwelen bezet kunnen zijn en dat deze tot het beheertype gerekend worden (website BIJ12). In voorliggende geval gaat het echter niet alleen om de randen, maar om het hele bosgebiedje. Omdat het genoemde natuurbeheertype N14.03 de ambitie is, waarbij het beheertype

volgens de algemene beschrijving wordt gedomineerd door diverse boomsoorten (website BIJ12), is er in deze NNN-toets beoordeeld of deze ambitie behaald kan worden.

Het geraakte oppervlak is zodanig omvangrijk en aaneengesloten dat sprake is van aantasting van potentieel hoge kwalificerende waarden waarbij kwaliteitsverlies optreedt. De werkzaamheden zijn tijdelijk, echter is wel sprake van een langduriger effect omdat boven de bekabeling geen diepwortelende planten terug mogen komen. Hoewel dus geen sprake is van herbegrenzing van het beheertype vanwege de tijdelijke werkzaamheden, voorkomt de nieuwe inrichting wel dat diepwortelende planten hier mogen groeien. Hiermee is het behalen van hoge kwalificerende waarden (gemengd Europees bos met een gelaagde boomfase en dikke dode en levende bomen) niet mogelijk. Herstel van de huidige soortensamenstelling is wel mogelijk (duindoorn is niet diep wortelend).

Verdroging

N8.02 (Open duin)

Open duin is niet gevoelig voor verdroging (BIJ12, 2020) (Provincie Zeeland, 2018). Effecten op kwalificerende waarden als gevolg van verdroging zijn dan ook uitgesloten.

N10.02 (Vochtig hooiland)

Vochtig hooiland is gevoelig voor verdroging (BIJ12, 2020). Bij de passage van de Veerse Gatdam wordt uitgegaan van een grondwaterstand van 0,5 meter onder maaiveld en een drooglegingsniveau van 3,5 meter onder maaiveld bij de in- en uittredepunten van de boringen (Bijlage VI-A Indicatieve bemalingsberekeningen Veerse Gatdam). De verwachting is dat de aan te leggen bouwputten tot aan het grondwater komen. Hierdoor is bemaling noodzakelijk of moet er 'nat' gewerkt worden. In geval van bemaling vindt er een grondwaterdaling plaats tussen 5 cm en 3,5 meter binnen een invloedsgebied van 262 m rond de boring. De bouwputten voor de boring liggen direct naast open water en er zal dus een snelle aanvulling van het grondwater plaatsvinden vanuit dit open water.

Bij de optie 'nat' werken is geen sprake van lokale verdroging omdat het water in het lokale systeem blijft. Effecten als gevolg van verdroging zijn dan ook niet aan de orde als er in het 'nat' gewerkt wordt. Effecten op kwalificerende waarden als gevolg van verdroging kunnen bij bemaling niet worden uitgesloten. De diepte van het grondwater moet vooraf en tijdens de werkzaamheden gemonitord worden om exacte effecten vast te stellen en waar nodig bij te sturen.

N11.01 (Droog schraalgrasland)

Droog schraalgrasland is niet gevoelig voor verdroging (BIJ12, 2020) (Provincie Zeeland, 2018). Effecten op kwalificerende waarden als gevolg van verdroging zijn dan ook uitgesloten.

N14.03 (Haagbeuken- en essenbos)

Haagbeuken- en essenbos is in sommige gevallen gevoelig voor verdroging (BIJ12, 2020). De duindoorn en boswilg die op dit moment aanwezig zijn zijn niet gevoelig voor verdroging. Bij de passage van de Veerse Gatdam wordt uitgegaan van een grondwaterstand van 0,5 meter onder maaiveld en een drooglegingsniveau van 3,5 meter onder maaiveld bij de in- en uittredepunten van de boringen (Bijlage VI-A Indicatieve bemalingsberekeningen Veerse Gatdam). De verwachting is dat de aan te leggen putten tot aan het grondwater komen. Hierdoor is bemaling noodzakelijk of moet er 'nat' gewerkt worden. In geval van bemaling vindt er in het slechtste geval een grondwaterdaling plaats van 5 cm tot 3,5 meter binnen een invloedsgebied van 262 m rond de boring. De bouwputten

voor de boring liggen direct naast open water en er zal dus een snelle aanvulling van het grondwater plaatsvinden vanuit dit open water.

Bij de optie 'nat' werken is geen sprake van lokale verdroging omdat het water in het lokale systeem blijft. Effecten als gevolg van verdroging zijn dan ook niet aan de orde als er in het 'nat' gewerkt wordt. Effecten op kwalificerende waarden als gevolg van verdroging kunnen bij bemaling niet worden uitgesloten. Bij oplevering van het bemalingsplan dienen de mogelijke effecten en mitigerende maatregelen opnieuw bekeken te worden wanneer de bemaling wel leidt tot een meetbare daling van de grondwaterstad buiten de bouwput (afwijkingen van meer dan 5 cm). De diepte van het grondwater moet vooraf en tijdens de werkzaamheden gemonitord worden om exacte effecten vast te stellen en waar nodig bij te sturen.

N15.01 (Duinbos)
Duinbos is niet gevoelig voor verdroging (BIJ12, 2020) & (Provincie Zeeland, 2018). Effecten op kwalificerende waarden als gevolg van verdroging zijn dan ook uitgesloten.

Verzilting
N14.03 (Haagbeuken- en essenbos)
Er is een zoetwatervoorkomen aanwezig in het Schotsman (NNZ). Met damwanden van de boorput kunnen het waterbezwaar en de omgevingseffecten beperkt worden. Hierdoor is een kleinere kans op het aan- en onttrekken van zoet water uit het zoetwatervoorkomen. Zonder het gebruik van damwanden kan het effect op het zoetwatervoorkomen groter zijn. Ook is retourbemaling van zoet water een mitigerende maatregel, maar hierdoor kan het waterbezwaar groter zijn ondanks dat de zoetwatervoorraad in stand wordt gehouden. Bij de uitvoering is het wenselijk om het onttrokken water op chloridegehalte te controleren alvorens weer terug de grond in te brengen.

Verstoring door geluid, licht en optische verstoring
N08.02 (Open duin)
Voor het Open duin gaat het om zowel zeldzame, zeer verstoringsgevoelige soorten (o.a. blauwe kiekendief, eider, velduil, grauwe klauwier) als om schaarse, minder verstoringsgevoelige soorten (o.a. kneu, nachtegaal, graspieper). De aanleg en het gebruik van de tijdelijke toegangsweg kunnen een verstorend effect hebben op de kwalificerende waarden van het aangrenzende Open duin. Ter plaatste is dit aan weerszijden van deze toegangsweg een strook van maximaal 4 meter breed. Ongeveer 80 meter oostelijk van de toegangsweg wordt Open duin strook van maximaal 12 meter breed. De mate van extra verstoring tijdens de aanleg van de toegangsweg is naar verwachting beperkt omdat het een bestaande toegangsweg is van het paviljoen naar het strand. Hierdoor is al sprake van een hoge mate van verstoring van het aangrenzende duin en is aanwezigheid van zeldzame broedvogels zo goed als uitgesloten (NDFF, 2020). De extra rijbewegingen gedurende de aanleg met zware voertuigen leiden daardoor niet tot een extra verstoring van de kwalificerende waarden.

N10.02 (Vochtig hooiland)
Voor het Vochtig hooiland ten zuiden van de Veerse Gatdam gaat het om zowel verstoringsgevoelige soorten (o.a. grutto en tureluur) als om minder verstoringsgevoelige soorten (o.a. gele kwikstaart en kwartelkoning). Dit beheertype ligt op ongeveer 55 meter van het zuidelijkste puntje van het werkterrein bij de Veerse Gatdam.

De werkzaamheden die plaatsvinden op het werkterrein bij de locatie Veerse Gatdam kunnen een mogelijk verstorend effect hebben op vogelsoorten die verstoringsgevoelig zijn. Soorten als grutto en tureluur, die gevoelig zijn voor nestverstoring, zijn echter niet in dit beheertype nabij de Veerse Gatdam waargenomen of komen niet in de buurt voor (www.sovon.nl; www.verspreidingsatlas.nl). Waarnemingen betreft uitsluitend enkele foeragerende dieren langs de oever van het Veerse Meer. Deze dieren broeden bij voorkeur in open weiland en niet langs bosranden (zoals bij locatie Veerse Gatdam) in verband met predatierisico. Het Vochtig hooiland nabij de werkzaamheden is dan ook niet geschikt als broedplek voor deze vogels en zal vermeden worden. De tijdelijke verstoring als gevolg van de werkzaamheden tast daarom niet de kwalificerende kenmerken en waarden van Vochtig hooiland aan.

N11.01 (Droog schraalgrasland)
Voor het Droog schraalgrasland zijn geen verstoringsgevoelige soorten aangewezen. Een tijdelijke vorm van verstoring op minstens 75 meter afstand is dan ook op voorhand uit te sluiten. Het ambitietype voor dit NNZ-gebied bij deeltracé Veerse Gatdam is N01.03 (Rivier- en moeraslandschap). Dit ambitietype heeft als kernwaarde dat waterdynamiek, successie en integrale begrazing het landschap bepalen. Eventuele tijdelijke verstoring op 75 meter afstand van het NNZ-gebied als gevolg van de werkzaamheden nabij de Veerse Gatdam staan dit ambitietype niet in de weg.

N14.03 (Haagbeuken- en essenbos)
Voor het Haagbeuken- en essenbos betreft het enkele typische bossoorten die matig verstoringsgevoelig zijn (zoals groene specht, kleine bonte specht, middelste bonte specht en wielewaal). Het gebied bestaat nu voornamelijk uit duindoorn en boswilg, hier kunnen voornamelijk dezelfde soorten voorkomen. De aanleg van een tijdelijke toegangsweg ten zuiden van de Veerse Gatdam, het aanleggen van een tijdelijk werkterrein, de werkzaamheden op het werkterrein en het kappen van struweel ter plekke kunnen een mogelijk verstorend effect hebben op vogelsoorten die matig verstoringsgevoelig zijn. Door de werkzaamheden buiten het broedseizoen uit te voeren en doordat deze tijdelijk zijn, vindt geen effect als gevolg van verstoring plaats.

N15.01 (Duinbos)
Voor het Duinbos gaat het om enkele typische bossoorten, die matig verstoringsgevoelig zijn (o.a. groene specht, kleine bonte specht, blauwborst). Ter plaatste loopt het habitattype ten noorden van de Veerse Gatdam aan de westzijde van de aan te leggen toegangsweg binnen enkele tientallen meters een strook van maximaal 4 meter breed. Ongeveer 80 meter westelijk van de toegangsweg wordt Duinbos een strook van maximaal 12 meter breed. Doordat hier al sprake is van een verstoringseffect treedt geen extra verstoring op en tasten de werkzaamheden ter plaatse daarom niet de kwalificerende kenmerken en waarden van Duinbos aan. Zie voor verdere uitleg '*N08.02 (Open Duin)*'.

Het ambitietype voor dit deel van het NNZ is N01.02 (Duin- en kwelderlandschap). Dit ambitietype omvat meerdere beheertypen waaronder Duinbos. De hogere kwaliteit van dit ambitietype zit vooral in het vrij spel geven aan wind- en waterdynamiek en het gebruik van grote grazers. Deze ambitie wordt niet negatief beïnvloedt door de werkzaamheden.

Mechanische effecten
N08.02 (Open duin)
Bij de Veerse Gatdam doorkruist de open ontgraving voor enkele meters dit beheertype. Het gaat

hier echter om de strandtoegang, die geen functioneel onderdeel is van het beheertype. Aantasting is daarmee niet aan de orde.

N14.03 (Haagbeuken- en essenbos)
Als gevolg van de graafwerkzaamheden voor de aanleg van een tijdelijke toegangsweg ten zuiden van de Veerse Gatdam, het aanleggen van een tijdelijk werkterrein, het binnenhalen van de zeekabel en het kappen van struweel ter plekke heeft een mogelijk mechanisch effect op N14.03. Haagbeuken- en essenbossen is gevoelig voor verstoring van bodemopbouw. De grond wordt ter plaatste echter per grondlaag ontgraven en in dezelfde verhouding weer teruggeplaatst. Verstoring van de bodemopbouw is daarom niet aan de orde.

3.2 Deeltracé Veerse Meer

3.2.1 Beschrijving deeltracé in relatie tot NNZ

Het tracé met kabelcorridor door het Veerse Meer komt op meerdere locaties binnen 100 meter van NNZ, namelijk bij NNZ-gebieden Duintjes Vrouwenpolder (N12.06 met ambitie N01.03), Ooster Nieuwlandpolder (N12.02, N12.01, N10.02 en L01.01), Oeverland Veere (N12.06 met ambitie N01.03), Zilveren Schor (N16.04, N12.02 met ambitie N10.02 of N01.03 en N14.03 met ambitie N01.03) en Arneplaat (N12.02) (zie Figuur 3-2). Zie voor details van de NNZ-doorsnijdingen en de delen met externe werking de onderstaande tabel.

Tabel 3-2 Overzichtstabel deeltracé Veerse Meer in relatie tot relevant NNZ

Deeltracé	Aantal boringen	Lengte tracé binnen NNZ	Oppervlak aantasting binnen NNZ	Lengte tracé liggend binnen 100 meter van NNZ	Oppervlak NNZ waarop externe werking plaatsvindt
Veerse Meer – NW 1	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	14 m (L01.01) 780 m (N10.02) 7 m (N12.01) 1.712 m (N12.02) 1.046 m (N12.06, N01.03 ambitie) 218 m (N14.03) 840 m (N16.04) 129 m (N12.02, N01.03 ambitie)	0,02 ha (L01.01) 3,4 ha (N10.02) 0,00 (N12.01) 5,53 ha (N12.02) 1,51 ha (N12.06, N01.03 ambitie) 1,2 ha (N14.03) 3,36 ha (N16.04) 0,15 ha (N12.02, N01.03 ambitie)

Figuur 3-2 Het tracé door het Veerse meer.

3.2.2 Effectbeoordeling

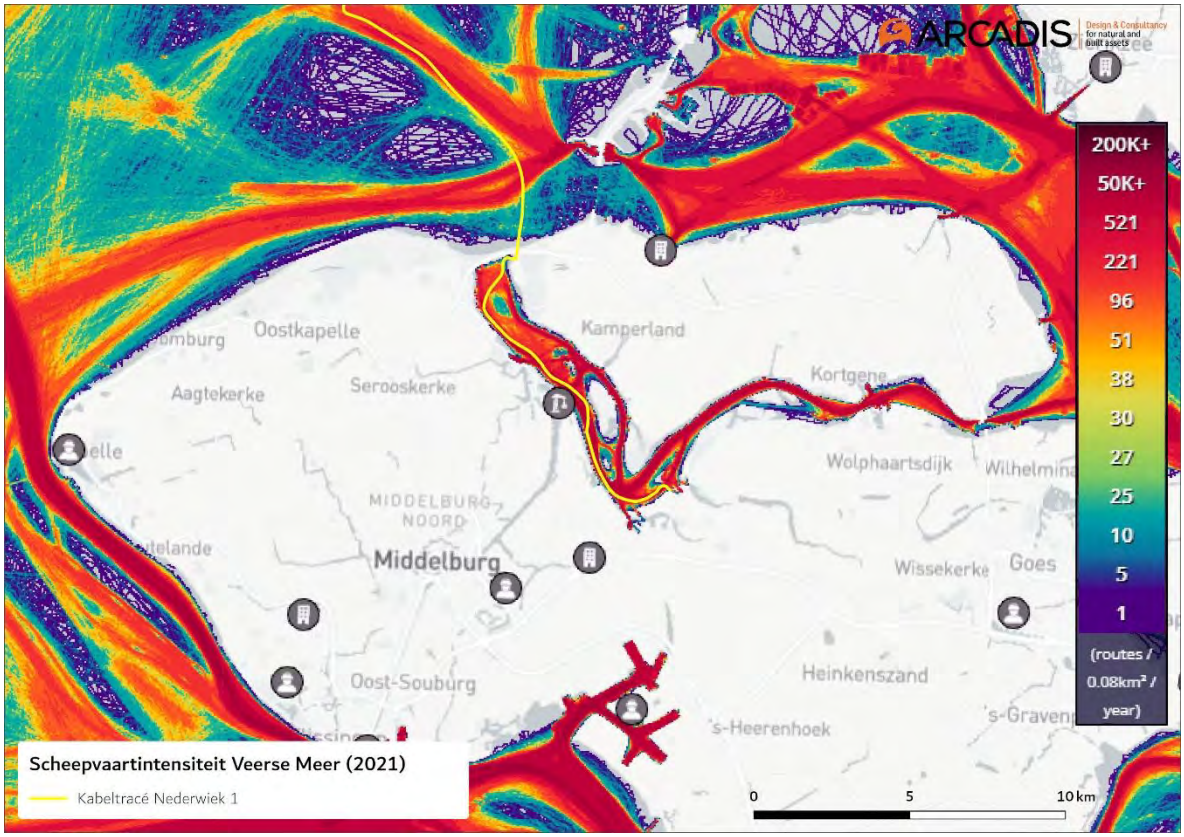
Verstoring door geluid, licht en optische verstoring

L01.01 (Poel en klein historisch water)

Voor Poel en klein historisch water zijn geen verstoringsgevoelige soorten aangewezen. Een tijdelijke vorm van verstoring van wezenlijk kenmerken en waarden als gevolg van de werkzaamheden is dan ook op voorhand uit te sluiten.

N10.02 (Vochtig hooiland)

Voor het Vochtig hooiland gaat het met betrekking tot verstoring om zowel verstoringsgevoelige soorten (o.a. grutto en tureluur) als om minder verstoringsgevoelige soorten (o.a. gele kwikstaart en kwartelkoning). De werkzaamheden omtrent het jettrenchen kunnen een mogelijk verstorend effect hebben op vogelsoorten die verstoringsgevoelig zijn. Het geluid zal hierbij afkomstig zijn van scheepsmotoren. De vaarbewegingen jaarlijks op dit deel van het Veerse Meer komt neer op ruim 512 bewegingen per 0,08 km^2 per jaar, met name afkomstig van recreatievaart binnen het broedseizoen (zie Figuur 3-3). Enkele bewegingen per jaar extra als gevolg van het jettrenchen leiden niet tot een wezenlijke toename van geluid, licht en optische verstoring. Een tijdelijke vorm van verstoring als gevolg van de werkzaamheden is dan ook op voorhand uit te sluiten.



Figuur 3-3 Scheepvaartintensiteit op het Veerse meer (MarineTraffic, 2021)

N12.01 (Bloemdijk)
Voor Bloemdijk zijn geen verstoringsgevoelige soorten aangewezen. Een tijdelijke vorm van verstoring van wezenlijk kenmerken en waarden als gevolg van de werkzaamheden is dan ook op voorhand uit te sluiten.

N12.02 (Kruiden- en faunarijk grasland)
Voor het Kruiden- en faunarijk grasland zijn geen verstoringsgevoelige soorten aangewezen. Een tijdelijke vorm van verstoring van wezenlijk kenmerken en waarden als gevolg van de werkzaamheden is dan ook op voorhand uit te sluiten. Het ambitietype voor dit NNZ-gebied bij deeltracé Arneplaat is N01.03 (Rivier- en moeraslandschap). Dit ambitietype heeft als kernwaarde dat waterdynamiek, successie en integrale begrazing het landschap bepalen. Eventuele tijdelijke verstoring op 85 meter afstand van het NNZ-gebied bij het aanleggen van het kabeltracé door het Veerse Meer staan dit ambitietype niet in de weg.

N12.06 (Ruigteveld)
Voor het Ruigteveld betreft het enkele ruigtesoorten die licht verstoringsgevoelig zijn (zoals sprinkhaanzanger en nachtegaal). Gevoeligere soorten zoals grauwe klauwier en spotvogel broeden hier niet (Vogelbescherming). De 100 meter grens van de buitenste rand van de kabelcorridor snijdt uitsluitend de oever van het beheertype over een lengte van 1050 meter. Deze oever bestaat voor het overgrote deel rotsblokken ter verharding en oeverbescherming met daaraan vast een wandel en/of fietspad. Door de stenen bekleding en de recreatiedruk is deze strook niet tot nauwelijks geschikt voor de doel-broedvogels om te broeden. De tijdelijke toename aan verstoring op het beheertype als gevolg van de werkzaamheden is dan ook verwaarloosbaar en leidt niet tot aanvullende verstoring van aangewezen broedvogels. Het ambitietype voor dit NNZ-gebied is N01.03

(Rivier- en moeraslandschap). Dit ambitietype heeft als kernwaarde dat waterdynamiek, successie en integrale begrazing het landschap bepalen. Eventuele tijdelijke verstoring van het NNZ-gebied bij het aanleggen van het kabeltracé door het Veerse Meer staan dit ambitietype niet in de weg. Een tijdelijke vorm van verstoring als gevolg van de werkzaamheden is dan ook op voorhand uit te sluiten.

N14.03 (Haagbeuken- en essenbos)
Voor het Haagbeuken- en essenbos betreft het enkele typische bossoorten die matig verstoringsgevoelig zijn (zoals groene specht, kleine bonte specht, middelste bonte specht en wielewaal). Het jettrenchen in het Veerse Meer kan een mogelijk verstorend effect hebben op vogelsoorten die matig verstoringsgevoelig zijn. De vegetatie ter plaatse voldoet echter niet aan geschikt habitat voor broedende vogels omdat hier een strook kaal is gemaaid, mogelijk ter onderhoud van de naastgelegen watergang. Het ambitietype voor dit NNZ-gebied is N01.03 (Rivier- en moeraslandschap). Dit ambitietype heeft als kernwaarde dat waterdynamiek, successie en integrale begrazing het landschap bepalen. Eventuele tijdelijke verstoring van het NNZ-gebied bij het aanleggen van het kabeltracé door het Veerse Meer staan dit ambitietype niet in de weg. Een tijdelijke vorm van verstoring als gevolg van de werkzaamheden is dan ook op voorhand uit te sluiten.

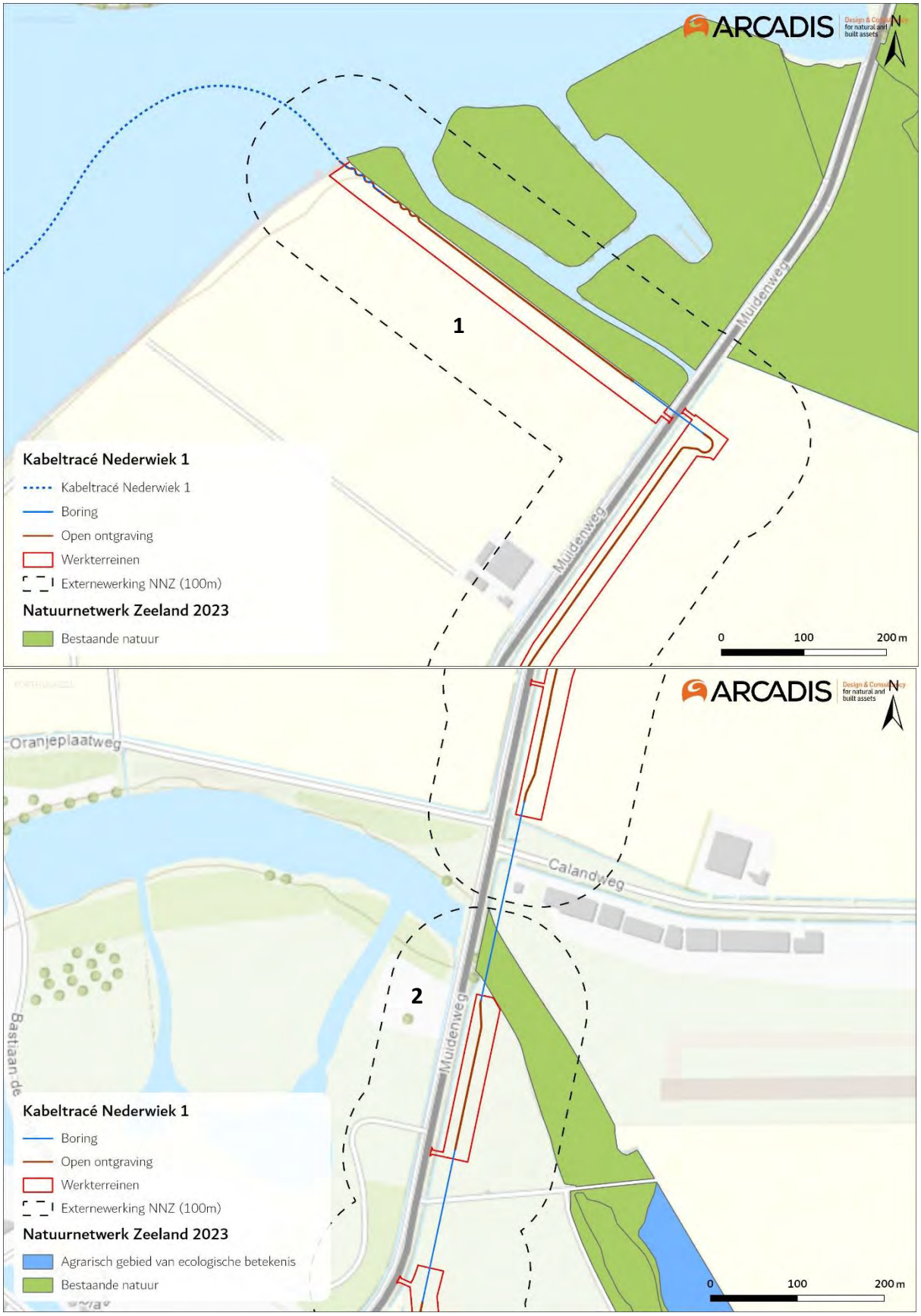
N16.04 (Vochtig bos met productie)
Voor het Vochtig bos met productie betreft het enkele typische bossoorten die matig verstoringsgevoelig zijn (zoals groene specht, kleine bonte specht, middelste bonte specht en wielewaal). Het jettrenchen in het Veerse Meer kan een mogelijk verstorend effect hebben op vogelsoorten die matig verstoringsgevoelig zijn. Het geluid zal hierbij afkomstig zijn van scheepsmotoren. De vaarbewegingen jaarlijks op dit deel van het Veerse Meer komt neer op ruim 512 bewegingen per 0,08 km^2 per jaar, met name afkomstig van recreatievaart binnen het broedseizoen (zie Figuur 3-3). Enkele bewegingen per jaar extra als gevolg van het jettrenchen leiden niet tot een wezenlijke geluidverstoringstoename. Een tijdelijke vorm van verstoring als gevolg van de werkzaamheden is dan ook op voorhand uit te sluiten.

3.3 Deeltracé land 1 en 2

3.3.1 Beschrijving deeltracé in relatie tot NNZ

Na aanlanding vanuit het Veerse Meer volgt het tracé over een lengte van 484 meter de grens van NNZ-gebied De Piet met beheertype N14.03, waarbij overlap plaatsvindt: het werkterrein voor de open ontgraving komt net binnen de NNZ-begrenzing. Het tracé ligt hier binnen de 100 meter waarbinnen externe werking beoordeeld moet worden (nummer 1 in Figuur 3-4). De bomen bij de aanlanding van de Piet worden niet gekapt. Bij een aantal individuele bomen is niet uit te sluiten dat de kluit binnen het talud van de standaard werkstrookbreedte (7 meter) valt. Op deze locaties wordt maatwerk toegepast zodat de tijdelijke ontgraving geen schade aan de bomen veroorzaakt.

De Muidenweg wordt gekruist middels een boring. Verderop doorkruist het kabeltracé via een gestuurde boring het NNZ-gebied Viegveldkreek met uittredepunt van de gestuurde boring op 20 meter afstand van het NNZ-gebied met beheertype N05.04 (nummer 2 in Tabel 3-3). Over enkele tientallen meters continueert het tracé via een open ontgraving binnen 100 meter afstand van ditzelfde NNZ-gebied. Zie voor details van de NNZ-doorsnijdingen en de delen met externe werking de volgende tabel.



Figuur 3-4 Het kabeltracé met de deeltracés 1 (boven) en 2 (onder) langs NNZ-gebied De Piet en door NNZ-gebied Viegveldkreek.

Tabel 3-3 Overzichtstabel deeltracé 1 en 2 in relatie tot relevant NNZ.

Deeltracé	Aantal boringen	Lengte tracé binnen NNZ	Oppervlak aantasting binnen NNZ	Lengte tracé liggend binnen 100 meter van NNZ	Oppervlak NNZ waarop externe werking plaatsvindt
1 – NW1	1	484 meter (N14.03)	0,01 ha (N14.03)	560 m (N14.03)	3,66 ha (N14.03)
2 – NW1	1	n.v.t.	n.v.t.	199 m (N05.04)	1,1 ha (N05.04)

3.3.2 Effectbeoordeling

Ruimtebeslag en mechanische effecten

N14.03 (Haagbeuken- en essenbos)

Ter plaatse van de aanlanding vanuit het Veerse Meer loopt de contour van de werkstrook langs en net door het NNZ. In realiteit zal het werkgebied het NNZ niet aantasten. Er wordt gegraven nabij de wortelzone van de aanwezige bomen, maar bomen hoeven niet gekapt te worden. De soortensamenstelling bestaat op deze locatie hoofdzakelijk uit veldesdoorn (95%) met een paar essen (3%) en gewone esdoorns (2%) (Anteagroup, 2021). De gemiddelde diameterklasse van deze bomen is 10-30 cm. In een worst-case scenario is de diameter van deze wortelkluiten 300 cm. De helft daarvan is de afstand die moet worden aangehouden om geen schade toe te brengen aan de boom (150 cm). Bij een aantal individuele bomen is niet uit te sluiten dat de kluit binnen het talud van de standaard werkstrookbreedte (7 meter) valt. Op deze locaties wordt maatwerk toegepast zodat de tijdelijke ontgraving geen schade aan de bomen veroorzaakt.

Het graven van de sleuf ter plekke heeft naar verwachting geen mechanisch effect op N14.03 als gevolg van graafwerkzaamheden. Haagbeuken- en essenbossen zijn gevoelig voor verstoring van bodemopbouw. De grond wordt ter plaatste echter per grondlaag ontgraven en in dezelfde verhouding weer teruggeplaatst, zodat verstoring van de bodemopbouw niet aan de orde is.

Verdroging

Een boring kan leiden tot het doorboren van de slecht doorlatende lagen in de ondergrond, wat leidt tot een lokale afname van de weerstand van deze laag. In het ontwerp van de boring wordt met kwel en infiltratie rekening gehouden en de boring wordt afgedicht met mud/boorspoeling, zodat geen verandering in grondwaterstroming optreedt. Een boring heeft dan ook geen effect op de diepere ondergrond, het grondwaterpeil en de grondwaterstromingen. Dit wordt niet verder beoordeeld.

N05.04 (Dynamisch moeras)

Dynamisch moeras is gevoelig voor verdroging vanwege de vereiste hoge grondwaterstand (BIJ12, 2020). Bemaling ten behoeve van het watervrij maken van de open ontgravingen binnen 100 meter van het beheertype kan leiden tot een verlaagde grondwaterstand van meer dan 1 meter voor een duur van 3 tot 4 weken (Bijlage VI-B Grondwatermodellering en verziltingsstudie Nederwiek 1). Op deze locatie is echter een ondoorlatende laag aanwezig, waardoor in het moeras sprake is van een schijngrondwaterstand. Hierdoor heeft een grondwaterstanddaling vanuit de omgeving geen tot zeer beperkt invloed op de waterstanden in het NNZ. Effecten op kwalificerende waarden als gevolg van verdroging zijn hier dan ook niet aan de orde.

N14.03 (Haagbeuken- en essenbos)

Haagbeuken- en essenbos is in sommige gevallen gevoelig voor verdroging (BIJ12, 2020). Bij de aanlanding vanuit het Veerse Meer wordt uitgegaan van een grondwaterstand van 0,8 tot 1,8 meter

onder maaiveld en een grondwaterstandverlaging van meer dan 1 meter bij de in- en uittredepunten van de boringen en open ontgravingen (Bijlage VI-B Grondwatermodellering en verziltingsstudie Nederwiek 1). De verwachting is dat de aan te leggen bouwputten tot aan het grondwater komen. Hierdoor is bemaling noodzakelijk of wordt 'nat' gewerkt. Bij bemaling kan er tijdelijk verdroging optreden. Permanente effecten als gevolg van verdroging zijn met deze uitgangspunten dan ook niet aan de orde. Bij oplevering van het bemalingsplan dienen de mogelijke effecten en mitigerende maatregelen opnieuw bekeken te worden wanneer de bemaling wel leidt tot een meetbare daling van de grondwaterstad buiten de bouwput (afwijkingen van meer dan 5 cm). De diepte van het grondwater moet vooraf en tijdens de werkzaamheden gemonitord worden om exacte effecten vast te stellen en waar nodig bij te sturen.

Verzilting

N05.04 (Dynamisch moeras)

N05.04 (Dynamisch moeras) is lichtgevoelig voor verzilting (BIJ12, 2020). Ter hoogte van het tracé bij het dynamisch moeras wordt het grensvlak van zoet-brak verhoogd in de lokale omgeving. In dit geval gaat het om een verplaatsing van deze grensvlakken in de diepere ondergrond (20-50 meter diep) (Bijlage VI-B Grondwatermodellering en verziltingsstudie Nederwiek 1). De effecten op de zoutconcentraties nabij het maaiveld zijn hier beperkt en hebben geen invloed op de kwalificerende waarden van het beheertype.

N14.03 (Haagbeuken- en essenbos)

N14.03 (Haagbeuken- en essenbos) is mogelijk gevoelig voor verzilting (BIJ12, 2020). Ter hoogte van het tracé bij het beheertype wordt het grensvlak van zoet-brak verhoogd in de lokale omgeving. De ondiepe ondergrond bevat hier reeds hoge zoutconcentraties waardoor de effecten beperkt zijn (Bijlage VI-B Grondwatermodellering en verziltingsstudie Nederwiek 1). Dit heeft geen invloed op de kwalificerende waarden van het beheertype.

Verstoring door geluid, licht en optische verstoring

N05.04 (Dynamisch moeras)

Voor het Dynamisch moeras gaat het om zowel zeer verstoringsgevoelige soorten (o.a. blauwe kiekendief, grote karekiet, kwak en roerdomp) als om minder verstoringsgevoelige soorten (o.a. blauwborst, rietzanger, graspieper). De werkzaamheden met betrekking tot open ontgraving en realisatie van in- en uittredepunten van gestuurde boringen bij deeltracé 2 kunnen een mogelijk tijdelijk verstorend effect hebben op verstoringsgevoelige soorten met als gevolg een tijdelijke aantasting van de kwalificerende waarden over een oppervlak van 1,1 ha. Gestuurde boringen zijn binnen een periode van circa twee weken afgerond en open ontgravingen binnen een periode van circa zes tot tien weken. Verstoringsgevoelige soorten zijn de afgelopen jaren niet broedend waargenomen binnen de verstoringsafstanden van het tracé (www.sovon.nl; www.verspreidingsatlas.nl). Mogelijk maakt het tracé wel onderdeel uit van territorium van bijvoorbeeld blauwe- of bruine kiekendief, echter hebben deze soorten een groot foerageergebied. Vanwege de ligging van het tracé vrijwel direct aan de Muidenweg is al sprake van een zekere mate van verstoring waardoor verstoringsgevoelige soorten hier niet zullen broeden. Van aantasting van kwalificerende waarden als gevolg van verstoring is op dit deeltracé dan ook geen sprake.

N14.03 (Haagbeuken- en essenbos)

Voor het Haagbeuken- en essenbos betreft het enkele typische bossoorten die matig verstoringsgevoelig zijn (zoals groene specht, kleine bonte specht, middelste bonte specht en wielewaal). Gezien de ligging van het beheertype in een relatief rustig stuk groen is het aannemelijk

dat deze soorten voorkomen en broeden nabij het tracé. De open ontgraving en de gestuurde boring van deeltracé 1 heeft een verstorend effect op deze vogelsoorten die matig verstoringsgevoelig zijn over een oppervlak van 3,66 hectare. Doordat de werkzaamheden tijdelijk zijn (maximaal 6-10 weken), is uitsluitend sprake van tijdelijke verstoring. Echter zal in deze periode de toename aan verstoring een negatief effect hebben op de verstoringsgevoelige soorten. Door te werken buiten het broedseizoen kan dit effect worden voorkomen.

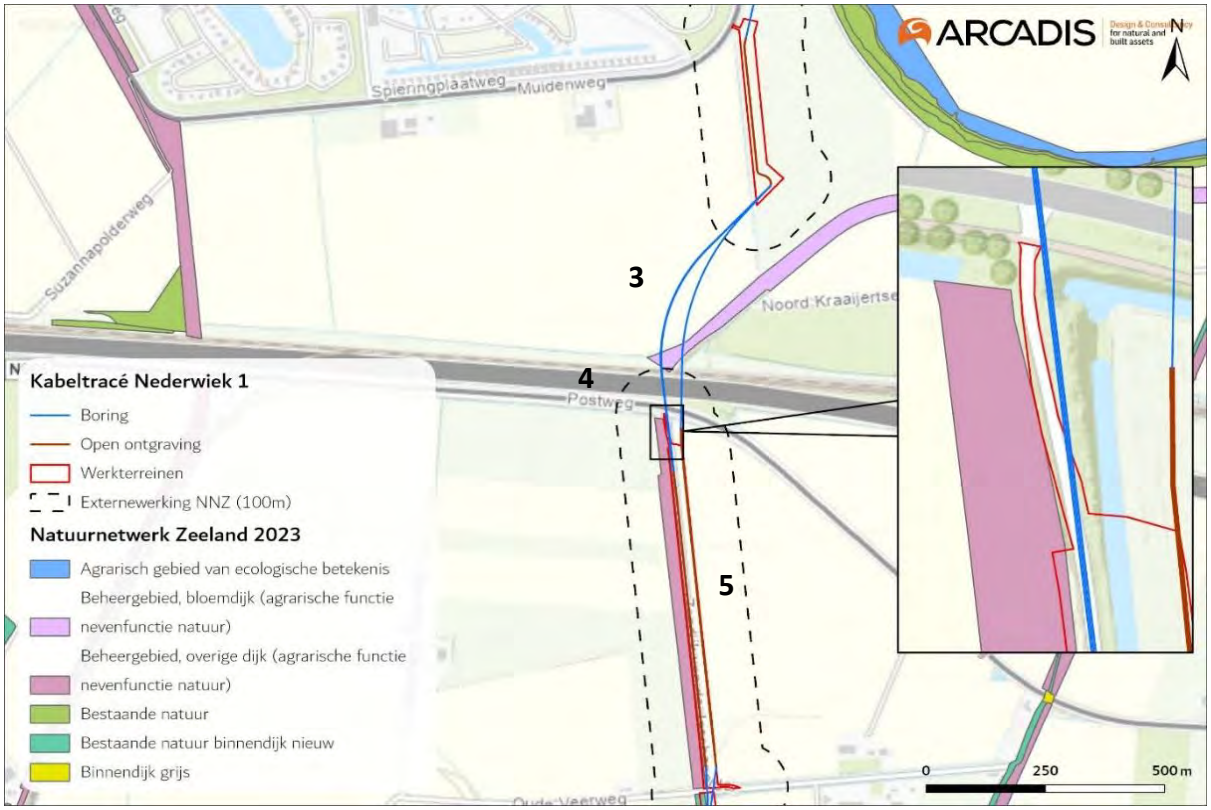
3.4 Deeltracé land 3, 4 en 5

3.4.1 Beschrijving deeltracé in relatie tot NNZ

Het tracé ligt vervolgens buiten NNZ-gebied, waarna een gestuurde boring (met twee opties) plaatsvindt in het NNZ-gebied Dijk Zuid Beveland. Hierbij wordt ervan uitgegaan dat de werkstrook zich geheel buiten het NNZ-gebied bevindt. Het hele NNZ is hier begrensd als beheertype A02.01 (Botanisch waardevol grasland) waarbij ook de A58 wordt gepasseerd (zie rode cijfer 3 en 4 in Figuur 3-5). Vervolgens loopt het tracé, met nog twee varianten, daarna door hetzelfde NNZ-gebied Dijken Zuid Beveland met beheertype A02.01 middels een open ontgraving over een lengte van 834 meter (zie rode cijfer 5 Figuur 3-5). Het werkterrein van beide varianten ligt deels in het NNZ-gebied.

Tabel 3-4 Overzichtstabel deeltracé 3, 4 en 5 in relatie tot relevant NNZ

Deeltracé	Aantal boringen	Lengte tracé binnen NNZ	Oppervlak aantasting binnen NNZ	Lengte tracé liggend binnen 100 meter van NNZ	Oppervlak NNZ waarop externe werking plaatsvindt
3 & 4 (optie links)	1	N.v.t.	N.v.t.	0 m (A02.01)	0 ha (A02.01)
3 & 4 (optie rechts)	1	N.v.t.	N.v.t.	0 m (A02.01)	0 ha (A02.01)
5 (optie links)	1	757 m (A02.01 zuid)	0,23 ha A02.01 (zuid)	7 m (A02.01 noord) 834 m (A02.01 zuid)	0,01 ha (A02.01 noord) 2,191 ha (A02.01 zuid)
5 (optie rechts)		757 m (A02.01 zuid)	0,23 ha A02.01 (zuid)	7 m (A02.01 noord) 834 m (A02.01 zuid)	0,01 ha (A02.01 noord) 2,191 ha (A02.01 zuid)



Figuur 3-5 Het tracé met de deeltracés 3, 4 en 5 (rode cijfers) langs en door NNZ-gebieden Dijken Zuid Beveland en Dijken Binnendijk Nieuw.

3.4.2 Effectbeoordeling

Ruimtebeslag

A2.01 (Botanisch waardevol grasland)

Ter plaatse van de werkzaamheden treedt geen ruimtebeslag op NNZ-gebied op omdat het om een tijdelijke maatregel gaat. De werkzaamheden zorgen voor een tijdelijk oppervlakteverlies van NNZ. Na het uitvoeren van de werkzaamheden kan het gebied weer zijn functie als NNZ vervullen. Kwalificerende waarden nemen niet in oppervlak af.

Verdroging

A2.01 (Botanisch waardevol grasland)

Vanwege het pluriforme karakter van de betrokken percelen bij dit beheertype zijn abiotische omstandigheden minder van belang en is het dus nauwelijks gevoelig voor verdroging (BIJ12, 2020). De grondwaterstand ligt hier tussen 0,8 – 1,8 meter diepte (Bijlage VI-B Grondwatermodellering en verziltingsstudie Nederwiek 1). Er zal bij optie 1 ‘onder het weggetje’ geen bemaling plaatsvinden, er zijn daardoor geen effecten. Bij optie 2 ‘in het veld’ zal wel voor een klein deel van het tracé bemaling plaatsvinden. Door bemaling zou de grondwaterstand tijdelijk lokaal dalen met maximaal 0,5 meter. Effecten op kwalificerende waarden als gevolg van de tijdelijk verlaagde grondwaterstand aan het maaiveld zijn hier minimaal.

Verstoring door geluid, licht en optische verstoring

A2.01 (Botanisch waardevol grasland)

Voor Botanisch weiland zijn geen soorten aangewezen die gevoelig zijn voor de genoemde vormen

van verstoring. Effecten op kwalificerende waarden als gevolg van verstoring zijn dan ook uitgesloten.

Mechanische effecten
A02.01 (Botanisch waardevol grasland)
De werkzaamheden met betrekking tot open ontgraving en realisatie van in- en uittredepunten van gestuurde boringen kunnen een mogelijk mechanisch effect hebben binnen A02.01.01. Botanisch weiland is gevoelig voor verstoring van vegetatie en bodemopbouw over een oppervlak van 0,23 ha (van in totaal 2,2 ha). De kwaliteit van het beheertype wordt bepaald door de absentie van productieve grassoorten en de aanwezigheid van bepaalde plantensoorten (zoals brede orchis, grote ratelaar en zwarte zegge). Ter plaatse van deeltracé 4 is sprake van een begraasde binnendijk met weinig structuurvariatie en dominantie van productieve grassoorten en hier en daar een bunker, geflankeerd door intensief bewerkte akkers. De huidige beweiding vormt al een zekere mate van verstoring van de vegetatie. Doordat de uitgenomen grond zo snel mogelijk en in de juiste verhouding weer terug wordt geplaatst, blijf de bodemopbouw intact. Het aantasten van de productieve grasmat biedt kansen voor kruiden en andere planten om zich te vestigen waardoor de kwalificerende waarde structuur verhoogd kan worden. Aantasting van kwalificerende waarden als gevolg van de werkzaamheden vindt daarom niet plaats.

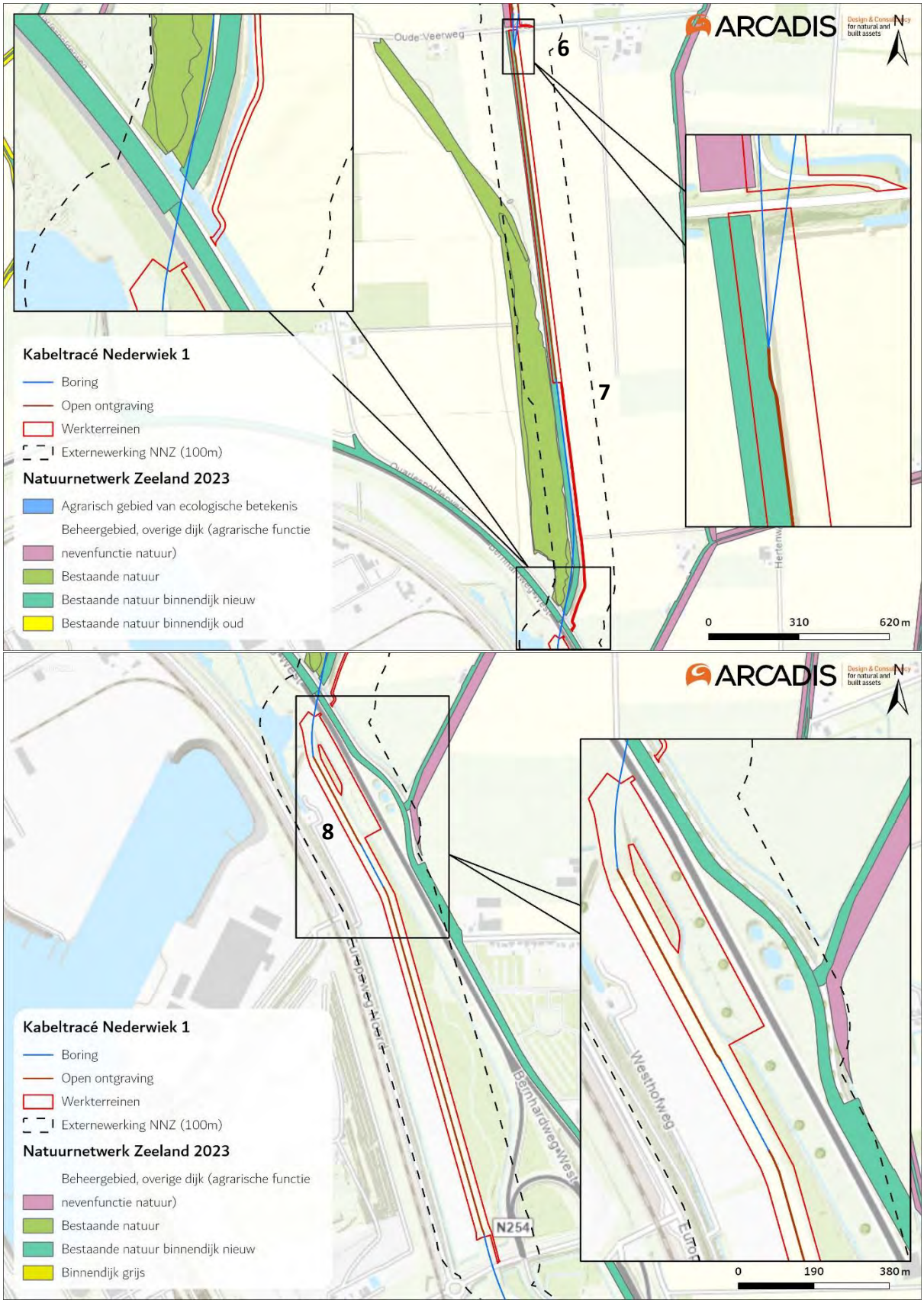
Conclusie varianten voor het MER
Uit de effectbeoordeling blijkt dat voor geen van de varianten negatieve effecten verwacht worden op de kenmerkende waarden van het NNZ. Wel geldt dat hoe minder in het NNZ gewerkt wordt of hoe verder van het NNZ gewerkt wordt, hoe beter het is voor het functioneren. Voor beide varianten geldt dat het werkterrein binnen NNZ bevindt, waardoor tijdelijk sprake is van aantasting, maar deze leidt niet tot effecten op langere termijn (na de werkzaamheden is de kwaliteit snel herstelt). Samengevat is er geen voorkeur voor één van de varianten, indien bij (één van) de varianten het werkterrein wel buiten het NNZ kan liggen, heeft dat de voorkeur.

3.5 Deeltracé land 6 tot en met 8

3.5.1 Beschrijving deeltracé in relatie tot NNZ

Het kabeltracé loopt vervolgens via een gestuurde boring onder de Oude Veerweg door uitkomend in NNZ-gebied Dijken Binnendijk Nieuw met beheertype N12.02 en vervolgt het kabeltracé zich via open ontgraving over een lengte van 1217 meter, waarna het daarna via gestuurde boring verder gaat tot ten zuiden van de N254 (zie rode cijfer van deeltracé 6 en 7 in Figuur 3-6).

Het kabeltracé loopt dan parallel op enkele meters afstand van NNZ-gebied Dijken Binnendijk Nieuw met beheertype N12.02 en A02.01 over een afstand van 499 meter en 105 meter waarna het kabeltracé weer afbuigt (zie rode cijfer van deeltracé 8 in Figuur 3-5). Zie voor details van de NNZ-doorsnijdingen en de delen met externe werking de volgende tabel.



Figuur 3-6 Het tracé met de deeltracés 6, 7 en 8 (rode cijfers) in en langs NNZ-gebieden Dijken Binnendijk Nieuw en Sloekreek.

Tabel 3-5 Overzichtstabel deeltracé 5 t/m 6 in relatie tot relevant NNZ

Deeltracé	Aantal boringen	Lengte tracé binnen NNZ	Oppervlak aantasting binnen NNZ	Lengte tracé liggend binnen 100 meter van NNZ	Oppervlak NNZ waarop externe werking plaatsvindt
6&7	3	1217 m (N12.02) 0 m (N04.03) 0 m (N05.04)	1,58 ha (N12.02) 0 ha (N04.03) 0 ha (N05.04)	2085 m (N12.02) 1492 m (N04.03 891 m (N05.04)	4,07 ha (N12.02) 8,52 ha (N04.03) 1,04 ha (N05.04)
8	3	N.v.t.	N.v.t.	499 m (N12.02) 105 m (A02.01)	1,20 ha (N12.02) 0,14 ha (A02.01)

3.5.2 Effectbeoordeling

Ruimtebeslag

N12.02 (Kruiden- en faunarijk grasland)

Ter plaatse van de werkzaamheden treedt geen ruimtebeslag op NNZ-gebied op omdat het om een tijdelijke maatregel gaat. De werkzaamheden zorgen voor een tijdelijk oppervlakteverlies van NNZ. Na het uitvoeren van de werkzaamheden kan het gebied weer zijn functie als NNZ vervullen. Kwalificerende waarden nemen niet in oppervlak af.

Verstoring door geluid, licht en optische verstoring

A2.01 (Botanisch waardevol grasland)

Voor Botanisch weiland zijn geen soorten aangewezen die gevoelig zijn voor de genoemde vormen van verstoring. Effecten op kwalificerende waarden als gevolg van verstoring zijn dan ook uitgesloten. Daarnaast geldt voor de Provincie Zeeland dat binnendijken niet getoetst hoeven te worden op externe werking, zoals hier het geval is.

N05.04 (Dynamisch moeras)

Voor het Dynamisch moeras gaat het om zowel zeer verstoringsgevoelige soorten (o.a. blauwe kiekendief, grote karekiet, kwak en roerdomp) als om minder verstoringsgevoelige soorten (o.a. blauwborst, rietzanger, graspieper). De werkzaamheden met betrekking tot open ontgraving en realisatie van in- en uittredepunten van gestuurde boringen bij deeltracé 6 en 7 kunnen een mogelijk tijdelijk verstorend effect hebben op verstoringsgevoelige soorten met als gevolg een tijdelijke aantasting van de kwalificerende waarden over een oppervlak van 1,04 ha. Gestuurde boringen zijn binnen een periode van circa twee weken afgerond en open ontgravingen binnen een periode van circa zes tot tien weken. Verstoringsgevoelige soorten zijn de afgelopen jaren niet broedend waargenomen binnen de verstoringsafstanden van het kabeltracé (www.sovon.nl; www.verspreidingsatlas.nl). Mogelijk maakt het kabeltracé wel onderdeel uit van territorium van bijvoorbeeld blauwe- of bruine kiekendief. Verstoringsgevoelige soorten zijn sterk afhankelijk van goed ontwikkelde brede onverstoorde rietkragen. Ter plaatse van deeltracés 6 en 7 is uitsluitend sprake van een rietkraag van 20 meter breed aan de westkant en voor een deel aan de oostkant van de Sloekreek die direct aansluiten op intensief gebruikte akkers. Hierbij ontbreekt aan de benodigde dekking en rust voor verstoringsgevoelige vogelsoorten om te broeden. Daarnaast ligt tussen het kabeltracé aan de oostkant van de Sloekreek en de Sloekreek zelf voor een groot deel van het kabeltracé een Binnendijk die het oostelijke deel van het kabeltracé aan het zicht onttrekt en geluid zal dempen. Van aantasting van kwalificerende waarden als gevolg van verstoring is op deze deeltracés dan ook geen sprake.

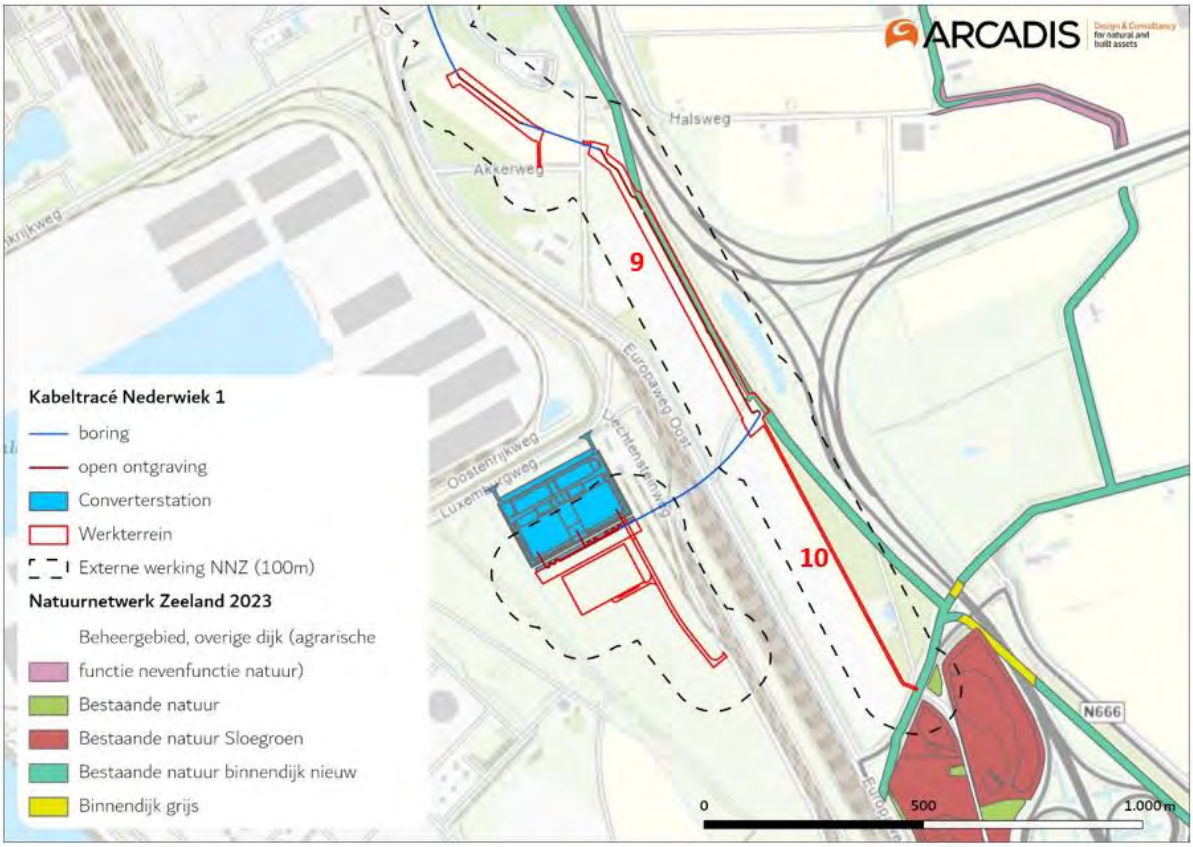
N12.02 (Kruiden- en faunarijk grasland)
Voor het Kruiden- en faunarijk grasland zijn geen verstoringsgevoelige soorten aangewezen. Een tijdelijke vorm van verstoring als gevolg van de werkzaamheden is dan ook op voorhand uit te sluiten.

Mechanische effecten
N12.02 (Kruiden- en faunarijk grasland)
Kruiden- en faunarijk grasland is niet gevoelig voor mechanische effecten. Aantasting van kwalificerende waarden via mechanische effecten als gevolg van de werkzaamheden vindt daarom niet plaats.

3.6 Deeltracé land 9 en 10

3.6.1 Beschrijving deeltracé in relatie tot NNZ

Via een open ontgraving vervolgt het kabeltracé zich door NNZ-gebied Weelhoek met beheertype N12.02 over een afstand van 603 meter (zie rode cijfer deeltracé 9 in Figuur 3-7). Het kabeltracé buigt daarna via een gestuurde boring af naar het converterstation. Het werkterrein (deeltracé 10) bevindt zich in NNZ-gebied met beheertype N12.02 over een afstand van 6,3 meter. Het werkterrein ligt binnen 100 meter van N12.06 en N14.03.



Figuur 3-7 Het tracé met deeltracé 9 en 10 langs en door NNZ-gebied Weelhoek

Tabel 3-6 Overzichtstabel deeltracé 9 en 10 in relatie tot relevant NNZ

Deeltracé	Aantal boringen	Lengte tracé binnen NNZ	Oppervlak aantasting binnen NNZ	Lengte tracé liggend binnen 100 meter van NNZ	Oppervlak NNZ waarop externe werking plaatsvindt
9	3	603 m (N12.02)	0,70 ha (N12.02)	159 m (N12.02)	1,3 ha (N12.02)
10	2	6,33 m (N12.02)	0,003 ha (N12.02)	547 m (N12.02) 20 m (N12.06) 60 m (N14.03)	1,83 ha (N12.02) 0,011 ha (N12.06) 0,25 ha (N14.03)

3.6.2 Effectbeoordeling

Ruimtebeslag

N12.02 (Kruiden- en faunarijk grasland)

Ter plaatse van de werkzaamheden treedt geen ruimtebeslag op NNZ-gebied op omdat het om een tijdelijke maatregel gaat. De werkzaamheden zorgen voor een tijdelijk oppervlakteverlies van NNZ. Na het uitvoeren van de werkzaamheden kan het gebied weer zijn functie als NNZ vervullen. Kwalificerende waarden nemen niet in oppervlak af.

Verdroging

Een boring kan leiden tot het doorboren van de slecht doorlatende lagen in de ondergrond, wat leidt tot een lokale afname van de weerstand van deze laag. In het ontwerp van de boring wordt met kwel en infiltratie rekening gehouden en de boring wordt afgedicht met mud/boorspoeling, zodat geen verandering in grondwaterstroming optreedt. De boring heeft dan ook geen effect op de diepere ondergrond, het grondwaterpeil en de grondwaterstromingen. Dit wordt niet verder beoordeeld.

N12.02 (Kruiden- en faunarijk grasland)

Kruiden- en faunarijk grasland is niet gevoelig voor verdroging (BIJ12, 2020). Effecten op kwalificerende waarden als gevolg van verdroging zijn dan ook uitgesloten.

N12.06 (Ruigteveld)

Ruigteveld is niet gevoelig voor verdroging (BIJ12, 2020). Daarnaast reikt de verlaging van de grondwaterstand niet tot aan het beheertype ((Bijlage VI-B Grondwatermodellering en verziltingsstudie Nederwiek 1). Effecten op kwalificerende waarden als gevolg van verdroging zijn dan ook uitgesloten.

N14.03 (Haagbeuken- en essenbos)

Haagbeuken- en essenbos kan gevoelig zijn voor verdroging (BIJ12, 2020) De verlaging van de grondwaterstand reikt echter niet tot aan het beheertype ((Bijlage VI-B Grondwatermodellering en verziltingsstudie Nederwiek 1). Effecten op kwalificerende waarden als gevolg van verdroging zijn dan ook uitgesloten.

Verzilting

N12.02 (Kruiden- en faunarijk grasland)

Kruiden- en faunarijk grasland is niet gevoelig voor verzilting (BIJ12, 2020). Daarnaast liggen het grensvlak zoet-brak diep aan het maaiveld of erg diep (20-50 meter) ter hoogte van dit beheertype en schuift dit grensvlak op met 0,1 tot 0,5 meter als gevolg van bemaling in de diepere delen (Bijlage

VI-B Grondwatermodellering en verziltingsstudie Nederwiek 1). Effecten op kwalificerende waarden als gevolg van verzilting zijn dan ook uitgesloten.

N12.06 (Ruigteveld)
De verandering in het grensvlak van zoet-brak en brak-zout reikt niet tot aan het beheertype ((Bijlage VI-B Grondwatermodellering en verziltingsstudie Nederwiek 1). Effecten op kwalificerende waarden als gevolg van verdroging zijn dan ook uitgesloten.

N14.03 (Haagbeuken- en essenbos)
De verandering in het grensvlak van zoet-brak en brak-zout reikt niet tot aan het beheertype ((Bijlage VI-B Grondwatermodellering en verziltingsstudie Nederwiek 1). Effecten op kwalificerende waarden als gevolg van verdroging zijn dan ook uitgesloten.

Verstoring door geluid, licht en optische verstoring
N12.02 (Kruiden- en faunarijk grasland)
Voor het Kruiden- en faunarijk grasland zijn geen verstoringsgevoelige soorten aangewezen. Een tijdelijke vorm van verstoring als gevolg van de werkzaamheden is dan ook op voorhand uit te sluiten.

N12.06 (Ruigteveld)
Voor het Ruigteveld betreft het enkele kenmerkende vogelsoorten die licht verstoringsgevoelig zijn (zoals sprinkhaanzanger en nachtegaal). Gevoeligere soorten zoals grauwe klauwier en spotvogel broeden hier niet (Vogelbescherming, 2021). Gezien de ligging van het beheertype direct naast de N62, de op- en afrit van de N66 en tegen het spoor aan langs de Europaweg Oost, is al sprake van een behoorlijke mate van verstoring. De toename aan verstoring op het beheertype als gevolg van de werkzaamheden is dan ook verwaarloosbaar en leidt niet tot aanvullende verstoring van aangewezen broedvogels.

N14.03 (Haagbeuken- en essenbos)
Voor het Haagbeuken- en essenbos betreft het enkele typische bossoorten die matig verstoringsgevoelig zijn (zoals groene specht, kleine bonte specht, middelste bonte specht en wielewaal). Gezien de ligging van het beheertype in een relatief rustig stuk groen is het aannemelijk dat deze soorten voorkomen en broeden nabij het werkterrein. Doordat de werkzaamheden tijdelijk zijn (maximaal 6-10 weken), is uitsluitend sprake van tijdelijke verstoring. Echter zal in deze periode de toename aan verstoring een negatief effect hebben op de verstoringsgevoelige soorten. Door te werken buiten het broedseizoen kan dit effect worden voorkomen.

Mechanische effecten
N12.02 (Kruiden- en faunarijk grasland)
Kruiden- en faunarijk grasland is niet gevoelig voor mechanische effecten. Aantasting van kwalificerende waarden via mechanische effecten als gevolg van de werkzaamheden vindt daarom niet plaats.

3.7 Conclusie en samenvatting effectbeoordeling

Uit voorgaande paragrafen blijkt dat sprake is van negatieve effecten op het NNZ door ruimtebeslag (kwalitatief), verstoring en door mechanische effecten (Tabel 3-7). Dit betekent dat voor het

uitvoeren van de werkzaamheden rekening gehouden moet worden met de voorwaarden die zijn gesteld in artikel 2.23, 2.24 en 2.26 van de Omgevingsverordening Zeeland 2018. Zie voor deze voorwaarden Hoofdstuk 4.

Tabel 3-7 Samenvatting effectbeoordeling verbinding Net op zee Nederwiek 1 op het NNZ.
+ = verbetering, 0 = geen effect, N.v.t. = geen beoordeling van toepassing.

Deeltracés	NW1	Ruimtebeslag	Verdroging	Verzilting	Verstoring	Mechanische effecten
Veerse Gatdam	NW1	1,0 hectare N14.03 (Haagbeuken- en essenbos)	-	0	0	0
Veerse Meer	NW1	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	0	N.v.t.
1 en 2	NW1	0	0/-	0	0	0
3, 4 en 5	NW1	N.v.t.	0	0	0	N.v.t.
6, 7 en 8	NW1	N.v.t.	0	0	0	N.v.t.
9 en 10	NW1	N.v.t.	0	0	0	N.v.t.

3.8 Cumulatie met Net op zee IJmuiden Ver Alpha

In praktijk ligt het landtracé van Net op zee Nederwiek 1 grotendeels parallel aan het landtracé van Net op zee IJmuiden Ver Alpha. Uitgangspunt voor de aanleg van het landtracé van Net op zee Nederwiek 1 is dat het gelijktijdig wordt aangelegd met het tracé van Net op zee IJmuiden Ver Alpha. De parallelligging betekent dat de werkstroken van de twee verbindingen gecombineerd kunnen worden. Een werkstrook bestaat uit de sleuf waarin de kabel komt te liggen, werkterreinen voor het leggen van de kabel en eventueel voor bemaling en werk- en toegangswegen. De gecombineerde werkstrook is enkele meters breder dan de werkstrook voor één verbinding, waardoor er in totaal minder ruimtebeslag is bij parallelligging. In onderstaande tabel zijn de waardes van de kabels in cumulatie weergegeven. Hieruit blijkt dat er in cumulatie nagenoeg even veel oppervlak aantasting plaatsvindt binnen NNZ gebied of door externe werking. De enkele locaties waar meer overlap (zie waardes dikgedrukt in Tabel 3-8) is met NNZ is op de locaties waar IJmuiden-ver Alpha niet parallel loopt aan Nederwiek 1.

Tabel 3-8 Overzichtstabel deeltracés combinatie Nederwiek 1 en IJmuiden-ver Alpha in relatie tot relevant NNZ (verschillen tussen Nederwiek 1 en in cumulatie staan dikgedrukt).

Deeltracé	Aantal boringen	Lengte tracé binnen NNZ	Oppervlak aantasting binnen NNZ	Lengte tracé liggend binnen 100 meter van NNZ	Oppervlak NNZ waarop externe werking plaatsvindt
Veerse Gatdam – NW1 en IJVer Alpha		6,02 m (N08.02) 266,28 m (N14.03)	0,0001 (N08.02) 1,005 ha (N14.03)	545,31 m (N08.02) 266,28 m (N14.03) 34 m (N10.02) 9 m (N15.01) 153 m (N11.01)	0,91 ha (N08.02) 4,93 ha (N14.03) 0,39 ha (N10.02) 0,05 ha (N15.01) 1,36 ha (N11.01)
Veerse Meer – NW1 en IJVer Alpha		N.v.t.	N.v.t.	14 m (L01.01) 780 m (N10.02) 7 m (N12.01) 1.712 m (N12.02) 1.046 m (N12.06, N01.03 ambitie) 218 m (N14.03) 840 m (N16.04) 129 m (N12.02, N01.03 ambitie)	0,02 ha (L01.01) 3,4 ha (N10.02) 0,00 (N12.01) 5,53 ha (N12.02) 1,51 ha (N12.06, N01.03 ambitie) 1,2 ha (N14.03) 3,36 ha (N16.04) 0,15 ha (N12.02, N01.03 ambitie)

1 – NW 1 & IJVer Alpha		484 meter (N14.03)	0,01 ha (N14.03)	560 m (N14.03)	3,66 ha (N14.03)
2 – NW 1 & IJVer Alpha		n.v.t.	n.v.t.	199 m (N05.04)	1,1 ha (N05.04)
3 & 4 – NW 1 & IJver Alpha		N.v.t.	N.v.t.	0 m (A02.01)	0 ha (A02.01)
5 – NW 1 & IJver Alpha		757 m (A02.01 zuid)	**1,02 ha A02.01 (zuid)**	**11 m (A02.01 noord)** 834 m (A02.01 zuid)	**0,02 ha (A02.01 noord)** 2,191 ha (A02.01 zuid)
6 & 7 – NW 1 & IJVer Alpha		**2.020 m (N12.02)** 0 m (N04.03) 0 m (N05.04)	**2,19 ha (N12.02)** 0 ha (N04.03) 0 ha (N05.04)	2.085 m (N12.02) 1492 m (N04.03) **907 m (N05.04)**	4,07 ha (N12.02) **9,62 ha (N04.03)** **1,05 ha (N05.04)**
8 NW 1 & IJVer Alpha		N.v.t.	N.v.t.	499 m (N12.02) 105 m (A02.01)	1,20 ha (N12.02) 0,14 ha (A02.01)
9 NW 1 & IJVer Alpha		603 m (N12.02)	0,70 ha (N12.02)	159 m (N12.02)	1,3 ha (N12.02)
10 NW 1 & IJVer Alpha		6,33 m (N12.02)	0,003 ha (N12.02)	547 m (N12.02) 20 m (N12.06) 60 m (N14.03)	**1,85 ha (N12.02)** 0,011 ha (N12.06) 0,25 ha (N14.03)

Tabel 3-9 Samenvatting effectbeoordeling cumulatie verbinding Net op zee Nederwiek 1 en Net op zee IJmuiden Ver Alpha op het NNZ.

Deeltracés	NW1 of NW1+ IJV Alpha	Ruimtebeslag	Verdroging	Verzilting	Verstoring	Mechanische effecten
Veerse Gatdam	NW1 + IJV Alpha	1,005 hectare N14.03 (Haagbeuken- en essenbos)	0	0	0	0
Veerse Meer	NW1 + IJV Alpha	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	0	N.v.t.
1 en 2	NW1 + IJV Alpha	0	0	0	0	0
3, 4 en 5	NW1 + IJV Alpha	N.v.t.	0	0	0	N.v.t.
6, 7 en 8	NW1 + IJV Alpha	N.v.t.	0	0	0	N.v.t.
9 en 10	NW1 + IJV Alpha	N.v.t.	0	0	0	N.v.t.

4 Toetsing effecten

4.1 Voorwaarden voor toestaan aantasting NNZ

In het vorige hoofdstuk is vastgesteld dat er sprake is van negatieve effecten op het NNZ. In dit hoofdstuk vindt de toetsing plaats aan de voorwaarden die zijn gesteld in artikel 2.23, 2.24 en 2.26 van de Omgevingsverordening Zeeland 2018. In artikel 2.23 en 2.24, lid 6, is opgenomen dat effecten op het NNZ mogelijk zijn onder bepaalde voorwaarden. Deze voorwaarden zijn hieronder uitgewerkt.

Groot openbaar belang
Tot een groot openbaar belang wordt in ieder geval gerekend de veiligheid, de drinkwatervoorziening, inrichtingen voor de opwekking van elektriciteit met behulp van windenergie en de plaatsing van installaties voor de opsporing, winning, opslag of het transport van olie en gas (artikel 2.23 en 2.24 , lid 6 onder a). Net op zee Nederwiek 1 koppelt een groot Nederlands windpark op zee aan het hoogspanningsnet. De aanleg van het kabeltracé valt dus in het kader van groot openbaar belang.

Geen reële andere mogelijkheden
Veerse Gatdam
De kruising van de Veerse Gatdam vindt plaats aan de oostzijde van de Veerse Gatdam. Er zijn voor het passeren van de Veerse Gatdam door middel van een boring twee mogelijkheden onderzocht: een midden- of oostelijke kruising. Een westelijke kruising is al in een eerder stadium afgevallen door recreatieve functies aan de westzijde. Een kruising door het midden is technisch complexer (een boring van water naar water in plaats van strand naar strand); duurder en heeft mogelijk invloed op de stabiliteit van de dam. Een oostelijke kruising levert meer hinder op voor natuur en recreatie, maar de verwachting is dat dit kan worden beperkt door goed overleg met de betrokken partijen en een planning van de werkzaamheden die rekening houdt met diverse seizoenen (storm-, recreatie- en broedseizoen). Alles overwegende is gekozen voor de oostelijke kruising van de Veerse Gatdam.

Na diverse overleggen met RWS als beheerder van de dam is een boorlijn overeengekomen waarbij de dam op de juiste diepte, met inachtneming van alle regels en voorzorgsmaatregelen gekruist kan worden. Deze boorlijn bevindt zich met het in- en uittredepunt op de randen van de buitenbeschermingszone van de Veerse Gatdam. Deze randen van de buitenbeschermingszone zijn enerzijds opgezocht om de zoneringen van de waterkering te vermijden en anderzijds om het natuurgebied Schotsman aan de zuidzijde van de dam, met in het bijzonder het botanische grasland aan de zuidzijde van het bosschage, te vermijden. Beiden lukt door de ligging van het in- en uittredepunt van de boring. De afstand van het contragewicht (meest zuidelijk gelegen installatieonderdeel om de boring uit te kunnen voeren) tot het botanische grasland is circa 55 meter.

Beperken nadelige gevolgen op wezenlijke kenmerken en waarden, oppervlakte en samenhang
Bij het ontwerpen en het inrichten van het werkproces is getracht om effecten op het NNZ te beperken. Zo is het ruimtebeslag van het ontwerp en het werkgebied in gebieden die vallen onder het NNZ beperkt tot een minimum.

In Tabel 3-7 zijn negatieve effecten opgesomd. Hieronder is per effect aangegeven hoe deze is geminimaliseerd:

- Veerse Gatdam en deeltracé 1: Ruimtebeslag en mechanische verstoring is hier niet te voorkomen omdat gekozen is voor de oostelijke kruising van de Veerse Gatdam. Effecten worden geminimaliseerd door een zo klein en efficiënt mogelijk werkterrein te kiezen. Ook wordt alleen grond geroerd waar ook daadwerkelijk gegraven wordt. Op de overige terreindelen worden geschikte rijplaten toegepast om aantasting van de bodem te voorkomen. Buiten de delen die niet betreden of bereden hoeven te worden, wordt dit ook nagelaten. Op plekken met hooilandvegetatie wordt de vegetatie voor het bloeiseizoen geplagd en in depot geplaatst. Na afronden van de werkzaamheden wordt het plagsel teruggebracht op de locatie waar dit wenselijk is (in overleg met terreinbeheerder). Bij deeltracé 1 leiden mechanische effecten niet tot negatieve effecten, doordat langs de bomenrij én op voldoende afstand van de wortelzone wordt gegraven, zodat geen schade aan de bomen ontstaat.
- Verdroging (Veerse Gatdam en deeltracé 1): er worden verscheidene mitigerende maatregelen toegepast, bijvoorbeeld retourbemaling, waardoor effecten worden geminimaliseerd. Er wordt in een later stadium bekeken welke maatregelen precies worden toegepast.
- Verstoring (deeltracé 1): er wordt zo veel mogelijk buiten het broedseizoen gewerkt, waardoor effecten door verstoring worden geminimaliseerd.

Het is niet mogelijk om het NNZ altijd te sparen, omdat er ook andere afwegingen gemaakt zijn, zoals bij de Veerse Gatdam (zie onder het kopje “Geen reële andere mogelijkheden” hierboven). Hiermee zijn de negatieve effecten op het NNZ zoveel als mogelijk binnen de randvoorwaarden van het project beperkt en wordt voldaan aan deze voorwaarde.

4.2 Compensatie

Compensatie is toegelicht in Bijlage F behorende bij artikel 2.23, 2.24 en 2.26 Omgevingsverordening Zeeland 2018, zie paragraaf 1.3. Het compensatiebeginsel geldt voor ingrepen die per saldo significante schade toebrengen aan de waarden van het desbetreffende gebied of landschapselement. In principe mogen deze ingrepen niet plaatsvinden. Compensatie is noodzakelijk als na toepassing van de wettelijke en planologische beschermingsregimes geconcludeerd wordt dat de ruimtelijke ingreep wordt toegestaan, waarbij er sprake moet zijn van een groot openbaar belang en er geen alternatieven voorhanden zijn.

Uitgangspunt is, dat door het treffen van mitigerende en, indien deze onvoldoende zijn, compenserende maatregelen geen nettoverlies aan waarden resteert.

Toepassing van het compensatiebeginsel geschiedt door achtereenvolgens de volgende stappen te doorlopen:

- De initiatiefnemer is verplicht invulling te geven aan het voorkomen of verminderen van de nadelige effecten. Dit kan door landschappelijke inpassing en overige mitigerende, verzachtende maatregelen.
- Fysieke compensatie. Dit betreft compensatie van het areaal waarop, na het treffen van mitigerende maatregelen, nog nadelige effecten resteren. De fysieke compensatie dient waar mogelijk in de directe omgeving van het aangetaste gebied of landschapselement gerealiseerd te worden. In het geval van compensatie van aangetast gebied dat onderdeel is van het Natuurnetwerk Zeeland is een basisinrichting vereist, waarmee de oorspronkelijke kwaliteit op

termijn hersteld wordt. Hierbij wordt, in tegenstelling tot het eerdere beleid, geen extra toeslag voor tijdelijk kwaliteitsverlies geëist.

- Financiële compensatie. Dit is slechts aan de orde voor zover directe fysieke compensatie door de initiatiefnemer redelijkerwijs niet of slechts ten dele mogelijk is. De financiële compensatie omvat het voor verwerving, inrichting en aanloopbeheer (beheermaatregelen die worden uitgevoerd om na inrichting van een nieuw natuurgebied, binnen een bepaalde periode, het gewenste natuurtype te bereiken), benodigde bedrag. Dit bedrag zal als provinciaal budget gelabeld ondergebracht worden in het Groenfonds.

De kosten voor mitigerende en compenserende maatregelen maken deel uit van de totale projectkosten. De plannen voor daadwerkelijke uitvoering van de compensatie dienen gelijktijdig met de plannen voor de ingreep in procedure te worden gebracht. De provincie zal slechts instemmen met de ingreep indien de hiervoor beschreven compenserende maatregelen zijn gewaarborgd en de economische uitvoerbaarheid ervan is aangetoond.

In het geval van compensatie van aangetast gebied dat onderdeel is van het Natuurnetwerk Zeeland dient de compensatielocatie gevonden te worden buiten de waardevolle gebieden, waarvoor het compensatiebeginsel geldt. Door compensatie mag geen aantasting van andere waardevolle gebieden plaats vinden in verband met het voorkomen van een domino-effect.

Compensatie binnen begrensde maar nog niet ingerichte natuurontwikkelingsgebieden van het Natuurnetwerk Zeeland is mogelijk, voor zover het netto areaal van het Natuurnetwerk Zeeland, te weten bestaande en nieuwe natuur, uiteindelijk in stand blijft.

5 Vervolgstappen

Een compensatieplan (landschapsplan) dient opgesteld te worden met daarin een compensatievoorstel voor de beheertypen die een effect ondervinden. Dit wordt parallel aan deze toets opgesteld. Dit compensatieplan moet worden afgestemd met TenneT en het bevoegd gezag (provincie Zeeland). Na afstemming is het waarschijnlijk nodig om aanvullend onderzoek uit te voeren om de haalbaarheid van de realisatie van het compensatieplan te bepalen.

Ter plaatse van kwaliteitsverlies en daarmee oppervlakteverlies van beheertype N14.03 (Haagbeuken- en essenbos) bij de Veerse Gatdam wordt al deels gecompenseerd voor de aanleg van het werkterrein voor IJmuiden Ver Alpha. Nederwiek 1 maakt gebruik van een al bestaand werkterrein, deze wordt echter nog uitgebreid voor Nederwiek 1. Daarvoor dient wel extra compensatie van 0,11 ha plaats te vinden.

6 Referenties

Alterra. (2020, December). Opgehaald van https://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/handreikingen/rapport%201375

Anteagroup. (2021). *Bomeninventarisatie tracé Alpha te Borssele.*

Arcadis. (2017). *Toetsingskader Natuurnetwerk Nederland.*

BIJ12. (2020, December). Opgehaald van BIJ12: https://www.bij12.nl/onderwerpen/natuur-en-landschap/index-natuur-en-landschap/natuurtypen/

Gedeputeerde Staten van Zuid-Holland. (2013). *Beleidsregel Compensatie Natuur, Recreatie en Landschap Zuid-Holland 2013.*

MarineTraffic. (2021, Maart 3). Opgehaald van MarineTraffic: Global Ship Tracking Intelligence: https://www.marinetraffic.com/en/ais/home/centerx:2.6/centery:52.0/zoom:7

Ministerie van Infrastructuur en Milieu. (2012). *Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte.*

Pondera & Arcadis. (2020). *H3 Bijlage XX Gronwatermodellering en verziltingsstudie IJmuiden Ver Alpha.*

Pondera & Arcadis. (2021). *Bijlage VI-A Indicatieve bemalingsberekening Veerse Gatdam.*

Provincie Zeeland. (2018). *Besluit van provinciale staten van Zeeland houdende vaststelling Omgevingsverordening Zeeland.*

Provincie Zeeland. (2018). *Verdrogingsgevoelige natuurgebieden, Omgevingsverordening Zeeland 2018*. Opgehaald van Ruimtelijke plannen: https://www.ruimtelijkeplannen.nl/documents/NL.IMRO.9929.OVOmgVer2018-VA01/b_NL.IMRO.9929.OVOmgVer2018-VA01_423.pdf

Provincie Zuid-Holland. (2021, december 15). *Zuid-Hollandse Omgevingsverordening* . Opgehaald van Decentrale regelgeving overheid: https://www.zuid-holland.nl/onderwerpen/omgevingsbeleid/zuid-hollandse-omgevingsverordening/

BIJLAGE A WEZENLIJKE WAARDEN NNZ (BRON: BIJ12)

A02.01.01 – Botanisch weiland

Botanisch weiland dient om botanische waarden in stand te houden op percelen waar een bepaalde vorm van standweiden plaatsvindt. Botanisch weiland ziet eruit als een “ouderwets” grasland, met een wat pollige structuur, en verspreid voorkomende kruiden. In het voorjaar zullen paardenbloem, scherpe boterbloem en pinksterbloem duidelijk aanwezig zijn, in de zomer kunnen hier op droger percelen soorten als margriet, knoopkruid en leeuwentand bijkomen. Op de wat vochtiger percelen kunnen kamgrasweiden ontstaan.

Over het algemeen zullen de percelen al een hogere natuurwaarde hebben, aangezien standweiden meer geschikt is voor het behouden van reeds aanwezige waarden, dan voor de ontwikkeling van nieuwe waarden. In het groeiseizoen is de veedichtheid beperkt tot 2 GVE per hectare om te voorkomen dat ook alle kruiden worden weggevreten. Buiten het groeiseizoen kan er onbeperkt beweid worden, wat tot een meer open grasmat kan leiden. Graslandverbetering en bemesting zijn niet toegestaan omdat dit een afname van de natuurkwaliteit zal inhouden. Wel is er beperkte mogelijkheid om probleemonkruiden chemisch te bestrijden.

L01.01 – Poel en klein historisch water

Poelen zijn natuurlijke of gegraven laagtes, gemaakt om over water voor vee te kunnen beschikken. Andere al dan niet gegraven kleine wateren met een historische betekenis zijn bijvoorbeeld voorraadbassins voor bluswater, visvijvers, schapenwasplaatsen, pingoruïnes en veenputten. Vaak vervulden poelen meerdere functies. De mens heeft altijd water nodig gehad en daarvoor zijn zowel bestaande natuurlijke wateren als zelf gegraven laagtes gebruikt. Ook uit de middeleeuwen zijn putten en kuilen bekend. Tot op de dag van vandaag worden poelen gegraven en gebruikt. Poelen en kleine wateren in het landschap kunnen dus al eeuwen oud zijn, alhoewel sommige van zeer recente datum zijn, denk aan nieuw gegraven amfibieënpoelen. Het beheertype Poel en klein historisch water is te vinden in heel Nederland. Er zijn diverse vormen bekend.

L01.08 – Knotboom

Knotbomen zijn bomen met een opgaande stam, waarbij periodiek de boven op die stam groeiende takken (of pruik) worden geoogst. Door die oogst ontstaat er op deze hoogte een vergroeiing van de stam: de knot. De knotboom levert gemakkelijk oogstbaar hout op dat op een plaats groeit waar het vee er niet bij kan. Knoteiken worden traditioneel een keer in de zeven tot acht jaar geknot. Bij knotessen gebeurde dat eens in de vijf tot zes jaar en knotwilgen en knotpopulieren worden meestal eens in de vier jaar geknot. Al van voor het begin van onze jaartelling zijn er vermeldingen bekend van knotbomen. Het gaat dan om de soorten wilg, populier, es, els, eik en haagbeuk. Knotessen, knothaagbeuken en knoteiken kunnen bijzonder oud worden. Ook wilgen en bijvoorbeeld populieren worden als knotboom veel ouder dan wanneer ze vrijuit groeien.

N04.03 – Brak water

Brak water komt voor in het kustgebied en de laagveengebieden die ooit onder invloed van de zee gestaan hebben. Het gaat vaak om ondiepe en kleine watertjes; kolkgaten, poelen en dobben van kwelders of inlagen en kwelsloten achter de dijk, maar ook om oude (geïsoleerd liggende) kreken. De bodem kan zowel zandig, venig als kleiig zijn. Het water kan brak zijn door zout spatwater van de

zee, door incidentele overstromingen of door zout water dat onder de dijk door stroomt en in lage binnendijks gelegen gebieden opwelt. In de laagveengebieden gaat het vaak om fossiel grondwater of om zeewater dat bij sluizen toch weet binnen te dringen en zich vervolgens via sloten en kanalen kan verspreiden.

Het zoutgehalte van Brak water kan heel erg wisselen, in de zomer kan het water door verdamping zeer zout zijn en in de winter vrijwel zoet door het vele regenwater. Deze grote wisselingen worden alleen door een aantal gespecialiseerde planten en dieren verdragen. Brak water is vaak helder ondanks het van nature hoge fosfaatgehalte. Vermoedelijk is stikstof een beperkende factor. De bodem kan zwart, zuurstofloos zijn en daardoor sulfiden bevatten die stinken als rotte eieren.
Brak water is van belang voor enkele waterplanten en voor biezen; ruppiasoorten, groot nimfkruid, zilte waterranonkel, brede zannichellia, zeegras, ruwe bies en heen. Ook algen zijn van belang: verschillende soorten darmwier, zeesla, roodwieren, groene draadalgen en kiezelwieren.
Brak water kan ondiep zijn, warmt dan snel op en is daarom een goede paaiplaats voor brakwatergrondel, driedoornige stekelbaars, grote koornaarvis, zwarte grondel, dikkopje en andere vissen. Een verbinding met de zee is voor vissen van groot belang. In brak water leven vele kleine organismen als mosdiertjes, brakwaterpoliep, roeipootkreeftjes, brakwatervlokreeften, muggenlarven, zeeduizendpoot, kokerjuffers, aasgarnaal, brakwatergarnaal, vorksprietgarnaal, oprolpissebed, brakwaterpissebed, bootsmannetjes, waterkevers, schelpen en vele slakjes. Het rijke onderwaterleven is voedsel voor o.a. lepelaar, tureluur, kluut, en trekvogels. Noordse woelmuis komt vaak voor in de oeverzone en in de begeleidende ruigten.

N05.01 – Dynamisch moeras

Dynamische moerassen zijn moerassen met een hoge waterstand en een dynamisch waterpeil. Ze worden periodiek overstroomd met oppervlaktewater. Hierdoor is er minder sprake van verzuring en verbossing, waardoor de beheerintensiteit in deze gebieden lager is dan in veenmoerassen. Dynamisch moeras ontstaat in voedselrijk water achter de duinen, in overstromingsvlakten van rivieren en beken. De bodems zijn zeer nat, voedselrijk en matig zuur tot neutraal.

Typische moerasplanten zijn hoge grassen als riet en rietgras, grote zeggen en biezen. Dynamisch Moeras is van groot belang voor vogels, vissen, amfibieën en enkele zoogdieren als bever, otter, noordse woelmuis en waterspitsmuis. Moeras omvat open begroeiingen van riet, lisdodde en biezen in water; rietlanden en rietruigten. Hierin weerspiegelt zich de overgang van water naar land. Het rietland kan vrij open zijn met poeltjes waarin waterplanten groeien of al ouder met hoog opgaand riet die geleidelijk overgaan in ruigten met moerasspirea of poelruit. Een deel van de rietlanden wordt gemaaid, maar niet jaarlijks (overjarig riet).

N08.02 – Open duin

Open duin bevat structuurrijke begroeiingen en deels onbegroeide delen van zeeduinen. Processen zoals verstuiving en begrazing zorgen voor variatie. Zout spatwater waait de duinen in en kan het blad van bomen verbranden, maar zorgt ook voor extra bufferstoffen in de bodem. Open duin bestaat uit een afwisseling van lage mos-en korstmosrijke vegetaties, grazige vegetaties met onder andere helm, kruidenrijke duingraslanden, zoomvegetaties, ruigte en laag struweel zoals duindoornstruweel en braamstruweel. Open duin ontstaat bij aanwaskusten op natuurlijke wijze uit strand en embryonaal duin. Hoewel Open duin in Nederland vrij veel voorkomt, is het internationaal gezien zeldzaam. Nederland kent daarom een bijzondere verantwoordelijkheid. Open duin is van belang voor veel planten (duindoorn, zeewolfsmelk, blauwe zeedistel, helm duinroosje, kleverige

reigersbek, ruw vergeet-mijnietje, duinviooltje, mossen, korstmossen en paddenstoelen en ook voor diverse diersoorten zoals roodborsttapuit, velduil, tapuit, duinparelmoervlinder, blauwvleugsprinkhaan, en zandhagedis). Open duin vormt vaak een overgang naar bijvoorbeeld Strand en embryonaal duin en Duinbos.

N10.02 – Vochtig hooiland

Vochtig hooiland is ontstaan door de ontginning van moerassen of natte bossen en door langdurig gebruik als hooiland. Vochtig hooiland komt voor op natte veen- en kleibodems met een redelijke draagkracht. Het gaat om bloemrijke graslanden, vaak geel van soorten als ratelaar, gewone roklaver, moerasrolklaver, geel walstro, scherpe boterbloem, kruipende boterbloem of dotterbloem. Vochtighooiland is minder zeggenrijk dan nat schraaland. Ze zijn nu niet meer interessant voor boeren door hun lage productie en eiwit-arm gewas, maar ze behoorden ooit tot de betere graslanden.

Net als bij natte schraallanden zijn microgradiënten in het vochtgehalte belangrijk. De hooilanden langs de rivieren bijvoorbeeld zijn zeer gradiëntrijk met overgangen naar oeverwallen, rivierduintjes of kommen. In zeekleigebieden wordt het reliëf gevormd door de oorspronkelijke platen en kreken. In vochtig hooiland komen overgangen naar grote zeggenvegetaties en ruigten met moerasspirea voor Lokaal kan opslag plaatsvinden van wilgenstruwelen. Deze elementen zijn van belang voor vlinders of struweelvogels. Open landschappen kunnen van belang zijn voor weidevogels. Belangrijke gebieden met vochtig hooiland zijn te vinden in beekdalen, op hoge in cultuur gebrachte kwelders, langs (kleine) rivieren en in het veenweidegebied.

N11.01 – Droog schraalgrasland

Droog schraalland omvat open, droge, laagproductieve, kruidenrijke, grazige vegetaties op droge lemige zandgronden, rivierduinen en op löss en kalk in het heuvelland. Het gaat zowel om stroomdalgraslanden (incl. zinkweiden) als heischrale graslanden en kalkgraslanden. Kalkgraslanden en zinkweiden zijn tot Zuid-Limburg beperkt.

Naast soortenrijke korte vegetaties zijn ook overgangen met zoomvegetaties en struwelen (met o.a. sleedoorn, rozen of jeneverbes) van belang voor de hier vaak aanwezige hoge soortenrijkdom. Ze zijn van belang voor verschillende soortgroepen: vaatplanten, paddenstoelen, mossen, vlinders, sprinkhanen en andere insecten.

Droog schraalland is afhankelijk van voldoende basenrijkdom. Meestal levert de bodem deze basen, maar of via water (bv. korte overstroming) of door sedimentatie van vers zand, kunnen ook bufferstoffen van elders aangevoerd worden. Ook mieren of mollen kunnen een rol spelen door niet uitgeloogd zand naar de oppervlakte te brengen. Droog schraalland is op zeer arme zandgronden vaak aanwezig langs paden of vormt een overgang vaak tussen heide en vochtig hooiland. Op lemige zandbodems en op rivierduinen kan droog schraalland op grotere oppervlakten voorkomen.

N12.01 – Bloemdijk

Bloemdijken komen vooral in Zeeland voor, soms in Groningen en Friesland en in het rivierengebied. Het gaat meestal om oude dijken (slaperdijken) die bestaan uit kalkhoudende, zandige klei. Ze hebben hun waterkerende functie vaak verloren (niet altijd) en worden extensief begraasd of gehooid. Bloemdijken kunnen belangrijke cultuurhistorische monumenten zijn en zijn van belang

voor graslanden en struwelen. De variatie en afwisseling kan groot zijn door verschillen in microklimaat, afgetrapte randen langs schapenpaadjes en vochtige stukken aan de voet van de dijk. Europees gezien zijn de Nederlandse bloemdijken uniek te noemen en van belang door het hierop voorkomende glanshaverhooiland. Bloemdijken zijn van belang voor planten, zoals klaversoorten, wilde uien en soorten van kalkrijke zomen en ruigten, dagvlinders en zoogdieren. De vegetaties behoren tot glanshaverhooiland, droge graslanden, en ruigten van het marjoleinverbond. Er vindt extensieve beweiding plaats, of er wordt 1 of 2 keer per jaar gehooid. Het aantal bloemdijken van goede kwaliteit is, onder meer door dijkverzwaringen en intensiever beheer, sterk afgenomen en nu vrij klein. Door verschraling en begrazing met een kudde kan de rijkdom vergroot worden, de kudde zorgt ook voor transport van zaden en daarmee voor genetische uitwisseling. De graslanden worden doorgaans niet bemest.

N12.02 – Kruiden- en faunarijk grasland

Kruiden- en faunarijk grasland omvat graslanden die kruidenrijk zijn, maar niet tot de schraallanden, vochtig hooiland, zilt grasland en overstromingsgrasland of glanshaverhooiland behoren. De vegetatie kan behoren tot allerlei verbonden van graslandvegetaties; ondermeer kamgrasvegetaties of de meer algemene witbolgraslanden. Diverse soorten ruigte en struweel kunnen in dit grasland voorkomen. Het grasland wordt meestal extensief beweid of gehooid en niet of slechts licht bemest. Het beheertype Kruiden- en faunarijk grasland kan voorkomen op diverse bodems van vochtig tot droog en heeft doorgaans een (matig) voedselrijk karakter. Kruiden- en faunarijk grasland komt in vrijwel alle landschapstypen voor. Toch is het areaal de laatste veertig jaar enorm afgenomen door de gangbare landbouwpraktijk: sterke bemesting gecombineerd met periodiek doodspuiten van de grasmat en opnieuw inzaaien met hoogproductieve grasvariëteiten. De meeste overgebleven kruidenrijke graslanden liggen in overhoekjes van het agrarische gebied of komen voor in natuurgebieden. Daar kan kruidenrijk grasland een tijdelijk fase zijn als de benodigde abiotische omstandigheden voor schraallanden niet of nog niet gerealiseerd kunnen worden.
Kruiden- en faunarijk grasland wordt bij een goede kwaliteit gekenmerkt door variatie in structuur (ruigte en plaatselijk struweel, hogere en lage vegetatie) en een kruidenrijke graslandbegroeiing die rijk is aan kleine fauna. Gradiënten binnen (grond)waterpeil en voedselrijkdom zorgen voor diverse vegetatietypen.

Kenmerkende of bijzondere soorten van schralere beheertypen ontbreken grotendeels binnen Kruiden- en faunarijk grasland, maar graslanden zijn vaak wel rijk aan minder zeldzame soorten. Het type is o.a. van belang voor vlinders en andere insecten, vogels en kleine zoogdieren De graslanden worden doorgaans niet bemest. Om verzuring tegen te gaan kan, bij uitzondering, ruige stalmest of bekalking toegepast worden.

N12.06 – Ruigteveld

Tot dit beheertype behoren over grote oppervlakte voorkomende ruigtevelden met dominantie of in mozaïek voorkomende ruigtevegetaties, die meestal ontstaan zijn na grootschalige ingrepen, zoals na drooglegging of plotselinge sterke extensivering na een intensief grasland- of akkerbeheer. De successie naar bos kan in deze ruigten lang achterwege blijven. Vaak is er plaatselijk vlier of wilg aanwezig als verspreide struiken of struweel. Deze kunnen echter weer afsterven en weer in ruigte overgaan. Deels kunnen ook meer grazige plekken voorkomen, zeker bij begrazing. In de droge ruigte kan ook riet domineren.

Ruigtevelden kunnen rijk zijn aan insecten en bij een begrazingsbeheer soms ook ruimte bieden aan veel kruiden. Het beheertype ruigteveld is met name van belang voor een aantal vogelsoorten zoals blauwborst, sprinkhaanzanger en soms velduil.

N14.03 – Haagbeuken- en essenbos

Haagbeuken- en essenbos wordt gedomineerd door diverse boomsoorten zoals haagbeuk, gewone es, esdoorn en gladde iep. Het betreft rijke bossen op klei- of leemgrond en/of op bodems waar aanrijking plaatsvindt met basen door periodiek hoge grondwaterstanden buiten de invloed van beek of rivier. Vegetatiekundig behoren de bossen tot het Haagbeukenverbond, Iepenrijke Eiken-Essenverbond en Verbond van Els en Es. De bijbehorende struwelen maken ook onderdeel uit van dit type. Het bostype is vaak rijk in structuur en kent een opvallende voorjaarsflora. Haagbeuken- en essenbos komt op verschillende bodemtypen voor met een basisch en vochtig tot vrij nat karakter. Een rijke voorjaarsflora is kenmerkend in de eiken-haagbeukenbossen en hellingbossen met soorten als daslook, speenkruid en grote muur. Open plekken worden vaak gedomineerd door ruigtekruiden. In struwelen zijn vlier en doornstruiken aanwezig, bij begrazing ontwikkelen zich ook grazige vegetaties.

Het beheertype is bij veel variatie in structuur rijk aan fauna en flora. De jonge polderbossen kennen vaak al wel een hoge rijkdom aan makkelijk koloniserende sporenplanten en vogels, maar zijn relatief arm aan vaatplanten en fauna die karakteristiek zijn voor oudere bosgroeiplaatsen en wel in de Beekdalen en het Heuvellandschap voorkomen.

N15.01 – Duinbos

Duinbos omvat de bossen en struwelen in het Duin- en Kustgebied. Vegetatiekundig behoren de bossen tot het Zomereikverbond, Elzenverbond, Iepenrijke Eiken-Essenverbond en Verbond der naaldbomen. De struwelen kunnen over grote oppervlakten aaneengesloten voorkomen en lopen vaak geleidelijk over in hoger opgaand bos; deze variatie is aantrekkelijk voor veel vogelsoorten. Duinbos is het leefgebied van veel soorten paddenstoelen. Aan de binnenduinrand kan duinbos rijk aan voorjaarsplanten zijn.

Duinbos wordt gedomineerd door of kent een gemengd voorkomen van ruwe berk, grove den, zomereik en beuk. Op plekken waar struwelen domineren komen soorten als meidoorn, duindoorn, wegedoorn, egelantier, hondsroos en gewone vlier voor. Op open plekken komen dauwbraam en kruidenrijke zoomvegetaties voor. Bij begrazing zijn ook grazige vegetaties aanwezig. Een hoge diversiteit van Duinbos treedt op bij een afwisseling van struweel, opgaand bos en open plekken. Door de invloed van zeewind ontstaat er een geleidelijke natuurlijke overgang van struweel in het buitenduin naar hoger opgaand bos in verder van de zee gelegen binnenduin.
De bossen en struwelen zijn rijk aan broedvogels. De bossen hebben daarnaast belangrijke betekenis voor diverse soorten paddenstoelen en vaatplanten. Loofbos is qua flora en fauna vaak meer divers dan dennenbos, hetzelfde geldt voor kalkrijke duinbossen ten opzichte van kalkarme.

N16.04 – Vochtig bos met productie

Vochtig bos met productie bestaat uit loofbossen die gedomineerd worden door diverse boomsoorten zoals populier, es, esdoorn, beuk, haagbeuk, eik, iep en els. Het is een grotendeels gesloten bos met een weelderige ondergroei. Dit bostype is de productievariant van delen van het haagbeuken- en essenbos en beek- en rivierbegeleidend bos.

Het komt voor op matig nat tot matig droge, vrij voedselrijke kleiige tot zandige bodems, waaronder overstromingsdelen van beken. Het bostype kan gevonden worden in het rivierengebied op oeverwallen en hoge uiterwaarden, lokaal op lemige zandgronden in het oosten, op kleibodems zoals in de Flevopolders maar ook in de kustgebieden, en lemige/kleiige kalkhellingen in Zuid-Limburg.

Dit bostype levert een belangrijke bijdrage aan de houtvoorziening door de goede groei van diverse gewilde (hardhout) loofboomsoorten. In potentie kan dit bostype de meeste houtige soorten bevatten. De diversiteit is laag tot matig hoog. Vooral soorten van oudere, meer ontwikkelde bosgroeiplaatsen ontbreken vaak nog, terwijl makkelijk koloniserende sporenplanten en vogels al aanwezig zijn. Door snelle groei en sterfte kan binnen afzienbare tijd een gevarieerde bosstructuur ontstaan, met veel dood hout en een weelderige struiklaag en bodemvegetatie.
Populier kan een belangrijke bijdrage leveren aan snelle bosontwikkeling en de productie van aanzienlijke hoeveelheid zaaghout en (dik) dood hout. De ondergroei bij populier wordt echter vaak (nog) gedomineerd door ruigtekruiden zoals grote brandnetel. Ook in door andere boomsoorten gedomineerde bossen treedt regelmatig verruiging op in grotere open plekken. Dit kan de verjonging van gewenste boom- en struiksoorten belemmeren. Kleinschalige kap en aanplant wanneer zaadbronnen van gewenste soorten nog ontbreken kan de (kwalitatieve en kwantitatieve) productie en samenstelling bevorderen. Door deze aanvullende bosverjongingsactiviteiten met primair lokaal gewenste inheemse boom- en struiksoorten wordt versneld een nieuwe gewenste bosgeneratie van voldoende ecologische kwaliteit gerealiseerd.

COLOFON

NNN-toets Net op zee Nederwiek 1

Datum
05-07-2023

Status
Definitief

Pondera Consult B.V.
Postbus 919
6800 AX Arnhem
Nederland
+31 (0)88 7663 372

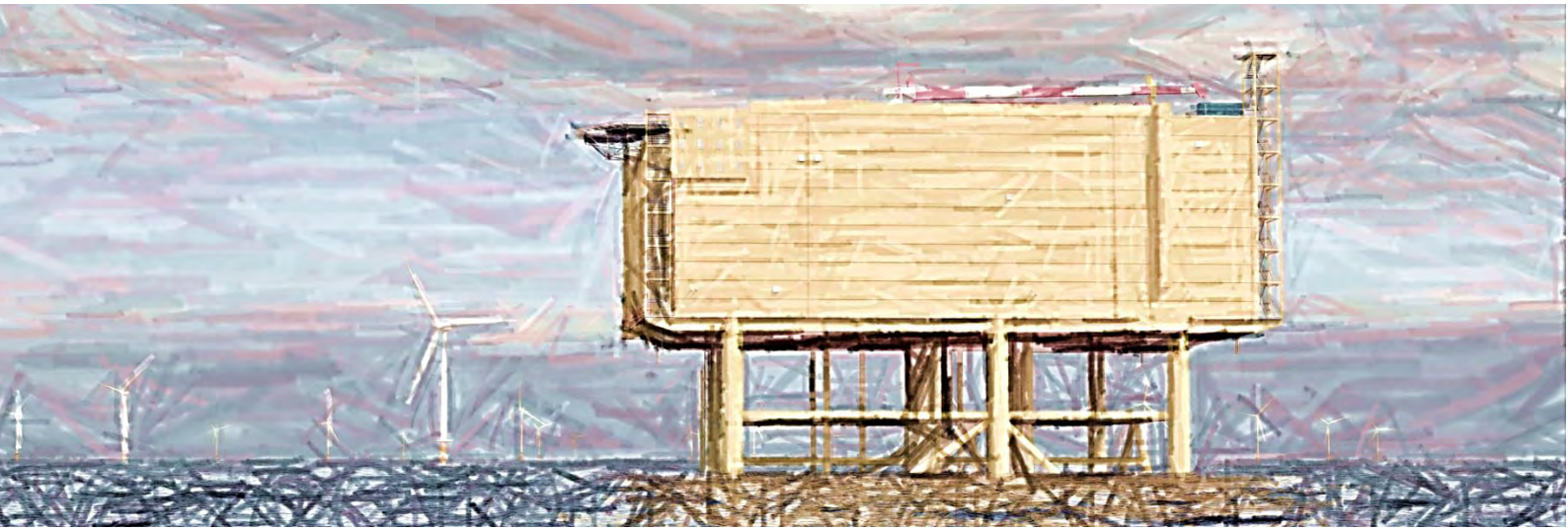
www.ponderaconsult.com

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland
+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com

Bijlage VIII-B Effecten van elektromagnetische velden op land

Net op zee Nederwiek 1 en 2



Datum: 05-07-2023
Versienummer: 1.0
Status: Definitief

In opdracht van:

Effecten van elektromagnetische velden

Een elektrisch veld ontstaat bij een verschil tussen de spanning in de kabel en zijn omgeving. Het is het effect van aantrekking of afstoting van een bepaalde elektrische lading door een andere elektrische lading. Een magnetisch veld ontstaat wanneer er stroom loopt door de kabels (TenneT, 2008). Wanneer een elektrisch en een magnetisch veld aan elkaar zijn gekoppeld wordt er gesproken over een elektromagnetisch veld (RIVM, 2020).

Hoogspanningskabels die in gebruik zijn, creëren een elektromagnetisch veld (EMV) rondom de kabel. Op maaiveld is de sterkte van het EMV ongeveer gelijk aan het aardmagnetisch veld.

Effecten op ecologie

EMV's kunnen worden waargenomen door veel terrestrische diersoorten. Deze eigenschap heet magnetoreceptie en wordt voornamelijk gebruikt voor de oriëntatie en navigatie aan de hand van het aardmagnetische veld. Interferentie van antropogeen veroorzaakte elektromagnetische velden met het aardmagnetisch veld kunnen negatieve effecten creëren bij soorten die magnetoreceptie gebruiken (Levitt et al., 2021). Soorten kunnen worden blootgesteld aan verschillende EMV-sterktes. Dit hangt af van de positie van het habitat van de soort ten opzichte van een kabel. Hoe dichter bij de kabel, hoe hoger de EMV-sterkte.

Vogels

Verwacht wordt dat vogels (op populatieniveau) weinig tot geen effect zullen ondervinden van EMV's (Hanowski et al., 1996). Wel laten verschillende studies een effect van EMV's op individueel niveau zien bij vogels (Engels et al., 2014; Laszlo et al., 2018). Alleen speelt dit in realiteit niet, omdat de tijd die vogels in de buurt van een kabel doorbrengen niet lang genoeg wordt geacht om een effect van EMV's te ondervinden.

Reptielen

Voor reptielen is er weinig kennis over de effecten van elektromagnetische velden. Een studie naar agamen laat zien dat bij een lage EMV-sterkte (2,6 µT) defensief gedrag wordt geobserveerd (Nishimura et al., 2010). Er wordt verwacht dat reptielen niet lang genoeg worden blootgesteld aan de EMV's van kabels om een blijvend effect te ondervinden.

Amfibieën

Amfibieën gebruiken het aardmagnetisch veld om te navigeren. EMV-sterktes van kabels op het maaiveld zijn ongeveer van dezelfde sterkte als het aardmagnetisch veld. Dit kan een mogelijk effect hebben op de navigatie van amfibieën (Freake et al., 2002; Landler & Gollmann, 2011; Phillips, 1986). Amfibieën gebruiken ook andere zintuigen bij het navigeren (reuk en zicht). Hierdoor wordt het effect van antropogene EMV's op amfibieën als laag geacht. Wel is het belangrijk om gebieden met vaste voortplantingspoelen te vermijden aangezien daar vaste routes worden gebruikt waarbij de andere zintuigen ondergeschikt kunnen zijn aan de navigatie gebaseerd op het aardmagnetisch veld.

Insecten

Insecten laten ook een effect zien bij blootstelling aan EMV's (Shepherd et al., 2019, 2021; Wyszkowska et al., 2016). Normaliter gebruiken insecten het aardmagnetisch veld voor navigatie. Onderzoek laat zien dat bijen effect ondervinden van antropogene EMV's. Bijen hebben meer moeite met navigeren en worden agressiever (Shepherd et al., 2018). In de werkelijkheid worden bijen niet voor lange tijd blootgesteld aan een EMV-sterkte van 20 µT bij ondergrondse kabels (ondergrens in onderzoeken). Hierdoor wordt verwacht dat deze effecten niet zullen optreden. Insecten die op de grond leven of eitjes leggen onder de grond worden langer blootgesteld aan een hogere EMV-sterkte. Onderzoek laat wel zien dat het aardmagnetische veld vooral als navigatie back-up wordt gebruikt, naast andere navigatie signalen (zoals de maan) (Fleischmann et al., 2020).

Zoogdieren

Bij verschillende zoogdieren kan een effect van antropogene EMV's gevonden worden. Het is veelal onduidelijk of deze effecten negatief zijn voor soorten. Herkauwers en zwijnen lijnen zich over het algemeen op aan de hand van het aardmagnetisch veld (noord-zuidoriëntatie). Onderzoeken laten zien dat interferentie door antropogene EMV's dit gedrag verstoord (Begall et al., 2008; Burda et al., 2009; Červený et al., 2017). Het is onbekend wat de invloed van dit verstoorde gedrag is, en of EMV's een negatief effect op deze soort heeft. Elektromagnetische blootstelling bij knaagdieren (muizen) zorgt volgens sommige onderzoeken voor een verminderde vruchtbaarheid (Cecconi et al., 2000; Lee et al., 2016). Dit is bij een blootstelling van 25 µT voor een langere tijd. Dit zou vooral een effect kunnen hebben op holenbewonende knaagdieren met een hol in de buurt van een kabel. Er zijn overigens ook onderzoeken die het effect op vruchtbaarheid niet laten zien (Elbetieha et al., 2002).

Planten

Verschillende plantensoorten worden beïnvloed door EMV's. Dit gaat volgens het (geo)magnetropisme principe. Studies laten zien dat planten (zoals zonnebloemen, tarwe en zandraket) een hogere groei en kieming laten zien (Fischer et al., 2004; Xu et al., 2013). Planten die boven een ondergrondse kabel groeien worden blootgesteld aan EMV-sterktes die gelijk of kleiner zijn dan het aardmagnetische veld. Wortels worden wel blootgesteld aan hogere EMV-sterktes. Het is mogelijk dat dit ook een effect heeft op groei en kieming.

Conclusie

In bovenstaande paragrafen worden voor verschillende soortgroepen besproken wat mogelijke effecten kunnen zijn. Over het algemeen zullen soorten niet aan een hoog genoeg EMV worden blootgesteld, of niet lang genoeg worden blootgesteld om negatieve effecten te ondervinden.

Referenties

Begall, S., Červený, J., Neef, J., Vojtěch, O., & Burda, H. (2008). Magnetic alignment in grazing and resting cattle and deer. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 105(36), 13451–13455. https://doi.org/10.1073/PNAS.0803650105

Burda, H., Begall, S., Červený, J., Neef, J., & Němec, P. (2009). Extremely low-frequency electromagnetic fields disrupt magnetic alignment of ruminants. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 106(14), 5708–5713. https://doi.org/10.1073/PNAS.0811194106

Cecconi, S., Gualtieri, G., Bartolomeo, A. di, Troiani, G., Cifone, M. G., & Canipari, R. (2000). Evaluation of the effects of extremely low frequency electromagnetic fields on mammalian follicle development. Human Reproduction, 15(11), 2319–2325. https://doi.org/10.1093/HUMREP/15.11.2319

Červený, J., Burda, H., Ježek, M., Kušta, T., Husinec, V., Nováková, P., Hart, V., Hartová, V., Begall, S., & Malkemper, E. P. (2017). Magnetic alignment in warthogs Phacochoerus africanus and wild boars Sus scrofa. Mammal Review, 47(1), 1–5. https://doi.org/10.1111/MAM.12077

Elbetieha, A., Al-Akhras, M. A., & Darmanl, H. (2002). Long-term exposure of male and female mice to 50 Hz magnetic field: effects on fertility. Bioelectromagnetics, 23(2), 168–172. https://doi.org/10.1002/BEM.109

Engels, S., Schneider, N. L., Lefeldt, N., Hein, C. M., Zapka, M., Michalik, A., Elbers, D., Kittel, A., Hore, P. J., & Mouritsen, H. (2014). Anthropogenic electromagnetic noise disrupts magnetic compass orientation in a migratory bird. Nature 2014 509:7500, 509(7500), 353–356. https://doi.org/10.1038/nature13290

Fischer, G., Tausz, M., Köck, M., & Grill, D. (2004). Effects of weak 16 2/3 Hz magnetic fields on growth parameters of young sunflower and wheat seedlings. Bioelectromagnetics, 25(8), 638–641. https://doi.org/10.1002/BEM.20058

Fleischmann, P. N., Grob, R., & Rössler, W. (2020). Magnetoreception in Hymenoptera: importance for navigation. Animal Cognition, 23(6), 1051–1061. https://doi.org/10.1007/S10071-020-01431-X/FIGURES/4

Freake, M. J., Borland, S. C., & Phillips, J. B. (2002). Use of a Magnetic Compass for Y-Axis Orientation in Larval Bullfrogs, Rana catesbeiana. Copeia, 2020(2), 466–471.

Hanowski, J. M., Niemi, G. G., & Blake, J. G. (1996). Response of breeding and migrating birds to extremely low frequency electromagnetic fields. Ecological Applications, 6(3), 910–919. https://doi.org/10.2307/2269494

Landler, L., & Gollmann, G. (2011). Magnetic orientation of the Common Toad: establishing an arena approach for adult anurans. Frontiers in Zoology, 8(6), 6. https://doi.org/10.1186/1742-9994-8-6

Laszlo, A. M., Ladanyi, M., Boda, K., Csicsman, J., Bari, F., Serester, A., Molnar, Z., Sepp, K., Galfi, M., & Radacs, M. (2018). Effects of extremely low frequency electromagnetic fields on turkeys. Poultry Science, 97(2), 634–642. https://doi.org/10.3382/PS/PEX304

Lee, S.-K., Park, S., Kim, Y.-W., Lee, S.-K., Park, S., & Kim, Y.-W. (2016). The Effects of Extremely Low-Frequency Magnetic Fields on Reproductive Function in Rodents. Insights from Animal Reproduction. https://doi.org/10.5772/62429

Levitt, B. B., Lai, H. C., & Manville II, A. M. (2021). Effects of non-ionizing electromagnetic fields on flora and fauna, part 1. Rising ambient EMF levels in the environment. Reviews on Environmental Health, 37, 81–122.

Nishimura, T., Okano, H., Tada, H., Nishimura, E., Sugimoto, K., Mohri, K., & Fukushima, M. (2010). Lizards respond to an extremely low-frequency electromagnetic field. Journal of Experimental Biology, 213(12), 1985–1990. https://doi.org/10.1242/JEB.031609

Phillips, J. B. (1986). Magnetic compass orientation in the Eastern red-spotted newt (Notophthalmus viridescens). Journal of Comparative Physiology. A, Sensory, Neural, and Behavioral Physiology, 158(1), 103–109. https://doi.org/10.1007/BF00614524

Shepherd, S., Hollands, G., Godley, V. C., Sharkh, S. M., Jackson, C. W., & Newland, P. L. (2019). Increased aggression and reduced aversive learning in honey bees exposed to extremely low frequency electromagnetic fields. PLOS ONE, 14(10), e0223614. https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0223614

Shepherd, S., Jackson, C. W., Sharkh, S. M., Aonuma, H., Oliveira, E. E., & Newland, P. L. (2021). Extremely Low-Frequency Electromagnetic Fields Entrain Locust Wingbeats. Bioelectromagnetics, 42(4), 296–308. https://doi.org/10.1002/BEM.22336

Shepherd, S., Lima, M. A. P., Oliveira, E. E., Sharkh, S. M., Jackson, C. W., & Newland, P. L. (2018). Extremely Low Frequency Electromagnetic Fields impair the Cognitive and Motor Abilities of Honey Bees. Scientific Reports 2018 8:1, 8(1), 1–9. https://doi.org/10.1038/s41598-018-26185-y

Wyszkowska, J., Shepherd, S., Sharkh, S., Jackson, C. W., & Newland, P. L. (2016). Exposure to extremely low frequency electromagnetic fields alters the behaviour, physiology and stress protein levels of desert locusts. Scientific Reports, 6. https://doi.org/10.1038/SREP36413

Xu, C., Wei, S., Lu, Y., Zhang, Y., Chen, C., & Song, T. (2013). Removal of the local geomagnetic field affects reproductive growth in Arabidopsis. Bioelectromagnetics, 34(6), 437–442. https://doi.org/10.1002/BEM.21788

COLOFON

Net op zee Nederwiek 1 & 2

Datum
05-07-2023

Status
Defintief

Pondera Consult B.V.
Postbus 919
6800 AX Arnhem
Nederland
+31 (0)88 7663 372

www.ponderaconsult.com

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland
+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com

Net op zee Nederwiek 1

Archeologisch bureauonderzoek

Periplus Archeomare rapport 22A027-01

Auteurs:

[redacted]

In opdracht van:

Document Controle	
Revisie	3.0 (Definitief)
Datum	21-05-2023
Periplus Archeomare referentie	22A027-01
Klant (project) referentie	Nederwiek 1

Colofon

Periplus Archeomare Rapport 22A027-01

Bureauonderzoek Net op zee Nederwiek 1

Auteurs: [redacted]

In opdracht van: Arcadis Nederland B.V.
Contactpersoon: [redacted]

© Periplus Archeomare - mei 2023.
Afbeeldingen en tekeningen: Periplus Archeomare, tenzij anders vermeld

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie of op welke wijze dan ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgevers. Periplus Archeomare aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit de toepassing van de adviezen of het gebruik van de resultaten van dit onderzoek.

ISSN 2352-9547

Revisie details

Rev	Omschrijving	Auteurs	Controle	Autorisatie	Datum
3.0	Definitief (commentaar RCE verwerkt)	[redacted]	[redacted]	[redacted]	21-05-2023
2.0	Definitief (commentaren BG en OG verwerkt)	[redacted]	[redacted]	[redacted]	15-03-2023
1.0	Concept	[redacted]	[redacted]	[redacted]	23-12-2022

[redacted]

Periplus Archeomare BV
Kraanspoor 14
1033 SE – Amsterdam
Tel: 020-6367891
Email: info@periplus.nl
Website: www.periplus.nl

Inhoudsopgave

Samenvatting **5**

1. Inleiding **6**

1.1. Algemeen 6

1.2. Voorgenomen activiteiten 7

1.3. Mogelijkheden voor het ontwijken van potentiele archeologische waarden 10

1.4. Aanleiding 11

1.5. Doelstelling 11

1.6. Onderzoeksvragen 11

1.7. Onderzoekskader 12

1.8. Kwaliteitsborging 13

1.9. Bronnen 13

2. Resultaten archeologisch bureauonderzoek **14**

2.1. Afbakening plangebied en vaststellen van de consequenties van het mogelijk toekomstige gebruik (LS01) 14

2.2. Beschrijving van de huidige situatie (LS02) 17

2.3. Historische situatie en mogelijke verstoringen (LS03) 24

2.4. Geologische gegevens (LS04) 29

2.5. Archeologische waarden (LS04) 43

2.6. Gespecificeerde verwachting (LS05) 58

3. Beantwoording onderzoeksvragen **61**

4. Conclusies en advies **64**

Lijst met afbeeldingen **66**

Lijst met tabellen **67**

Verklarende woordenlijst en toelichting afkortingen **68**

Referenties **70**

Bijlage 1. Archeologische en geologische tijdschaal **73**

Bijlage 2. Protocol KNA 4.1 Waterbodems **74**

Bijlage 3. Overzicht van bekende scheepswrakken in het onderzoeksgebied **75**

Periode	Tijd in jaren				
Nieuwe tijd Laat	1850	na Chr.	-	heden	
Nieuwe tijd Midden	1650	na Chr.	-	1850	na Chr.
Nieuwe tijd Vroeg	1500	na Chr.	-	1650	na Chr.
Late-Middeleeuwen	1050	na Chr.	-	1500	na Chr.
Vroege-Middeleeuwen	450	na Chr.	-	1050	na Chr.
Romeinse tijd	12	voor Chr.	-	450	na Chr.
IJzertijd	800	voor Chr.	-	12	voor Chr.
Bronstijd	2000	voor Chr.	-	800	voor Chr.
Neolithicum (Nieuwe Steentijd)	5300	voor Chr.	-	2000	voor Chr.
Mesolithicum (Midden Steentijd)	8800	voor Chr.	-	4900	voor Chr.
Paleolithicum (Oude Steentijd)	300.000	voor Chr.	-	8800	voor Chr.

Tabel 1. Archeologische perioden

Provincies:	Zeeland			
Gemeenten:	Noord-Beveland, Veere en Middelburg			
Plaats:	Noordzee en Veerse Meer			
Toponiem:	Nederwiek 1			
Kadastrale gegevens:	n.v.t.			
Kaartbladen:	1801-1, 42W en 48W			
Coördinaten onderzoeksgebied (ETRS89 UTM31N)	Centrum:	E 534467 N 5795195		
	West	E 512662	Noord	N 5885109
	Oost	E 551997	Zuid	N 5705693
Route versie	RPL7 rev. 1			
Oppervlakte onderzoeksgebied	Onderzoeksgebied: 829 km^2			
Lengte tracé	205 km			
Huidig watergebruik	Beroepsvaart, visserij, zandwinning, recreatie			
Waterstaatkundige gegevens	Noordzee: open zee, zout water, getijdenstroming Veerse Meer: brakwatercondities			
Beheerder gebied:	Rijkswaterstaat Zee en Delta			
Bevoegd gezag:	Rijkswaterstaat Zee en Delta; gemeente Noord-Beveland, Veere en Middelburg			
Contactpersoon namens bevoegd gezag:	[redacted]			
Adviesorgaan namens bevoegd gezag:	Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed;			
Deskundige namens het bevoegd gezag:	[redacted]			
ARCHIS zaaknummer:	5283511100			
Periplus-projectcode:	22A027-01			
Periode van uitvoering:	December 2022			
Beheer en plaats documentatie:	Periplus Archeomare BV, Amsterdam			

Tabel 2. Administratieve gegevens van het onderzoeksgebied

Samenvatting

Periplus Archeomare B.V. heeft in opdracht van Arcadis Nederland B.V. voor haar opdrachtgever TenneT TSO B.V. een archeologisch bureauonderzoek uitgevoerd voor het Net op zee Nederwiek 1.

Het bureauonderzoek wijst uit dat binnen het onderzoeksgebied van het Nederwiek 1 tracé scheeps- en vliegtuigwrakken en, indien het *pleistocene* landschap intact is, *in situ* prehistorische resten verwacht kunnen worden.

Binnen het onderzochte gebied zijn resten van 43 scheepswrakken bekend. Op vier locaties bevinden zich resten van schepen en een betonnen caisson, die na 1950 zijn vergaan. Deze recente wrakken zijn niet van archeologische waarde, al vertegenwoordigt het caisson wel een zekere herinneringswaarde, omdat het caisson met andere caissons bestemd was voor het dichten van gaten die door de watersnoodramp van 1953 in de dijken waren geslagen.

De archeologische waarde van de overige wrakken is nog niet vastgesteld, maar het kan om waardevolle wrakken gaan. Naast scheepswrakken zijn dicht voor de kust vindplaatsen bekend waar resten uit de Prehistorie, Romeinse tijd en Nieuwe Tijd zijn aangetroffen. De omvang van deze vindplaatsen, alsmede de context en waarde van deze resten is ook nog niet vastgesteld.

Op basis van de uitkomst van het onderzoek wordt geadviseerd om een inventariserend veldonderzoek (opwaterfase) uit te voeren om de archeologische verwachting voor de corridor van het tracé te toetsen[1].

Voorafgaand aan het leggen van kabels op zee wordt standaard een geofysische en geotechnische *pre-lay route survey* uitgevoerd, gevolg door een gedetailleerde survey voor de definitieve kabelroute. De data van deze *surveys* kunnen worden gebruikt voor de toets.

Wanneer de onderzoeksmethoden, als in de tabel beschreven, worden toegepast tijdens de *surveys* en de ingewonnen data van voldoende kwaliteit is, dan kan de benodigde archeologische beoordeling van de kabelroute(s) worden uitgevoerd.

Geadviseerd wordt de *technische Scope of Work* af te stemmen met het archeologisch team alvorens met de survey werkzaamheden te beginnen. De eisen die voor het archeologische onderzoek aan de geofysische opnamen worden gesteld dienen te worden vastgelegd in een Programma van Eisen (PvE), en dit dient, samen met de onderzoeksvragen voorafgaand aan het onderzoek te zijn ondertekend door bevoegd gezag[2].

Een deel van het onderzoeksgebied is al door middel van de geofysische survey voor de Alpha, Beta en Gamma routes naar windpark IJmuiden Ver in kaart gebracht. De resultaten van deze survey kunnen gebruikt worden om de archeologische verwachting voor het Nederwiek 1 tracé te toetsen.

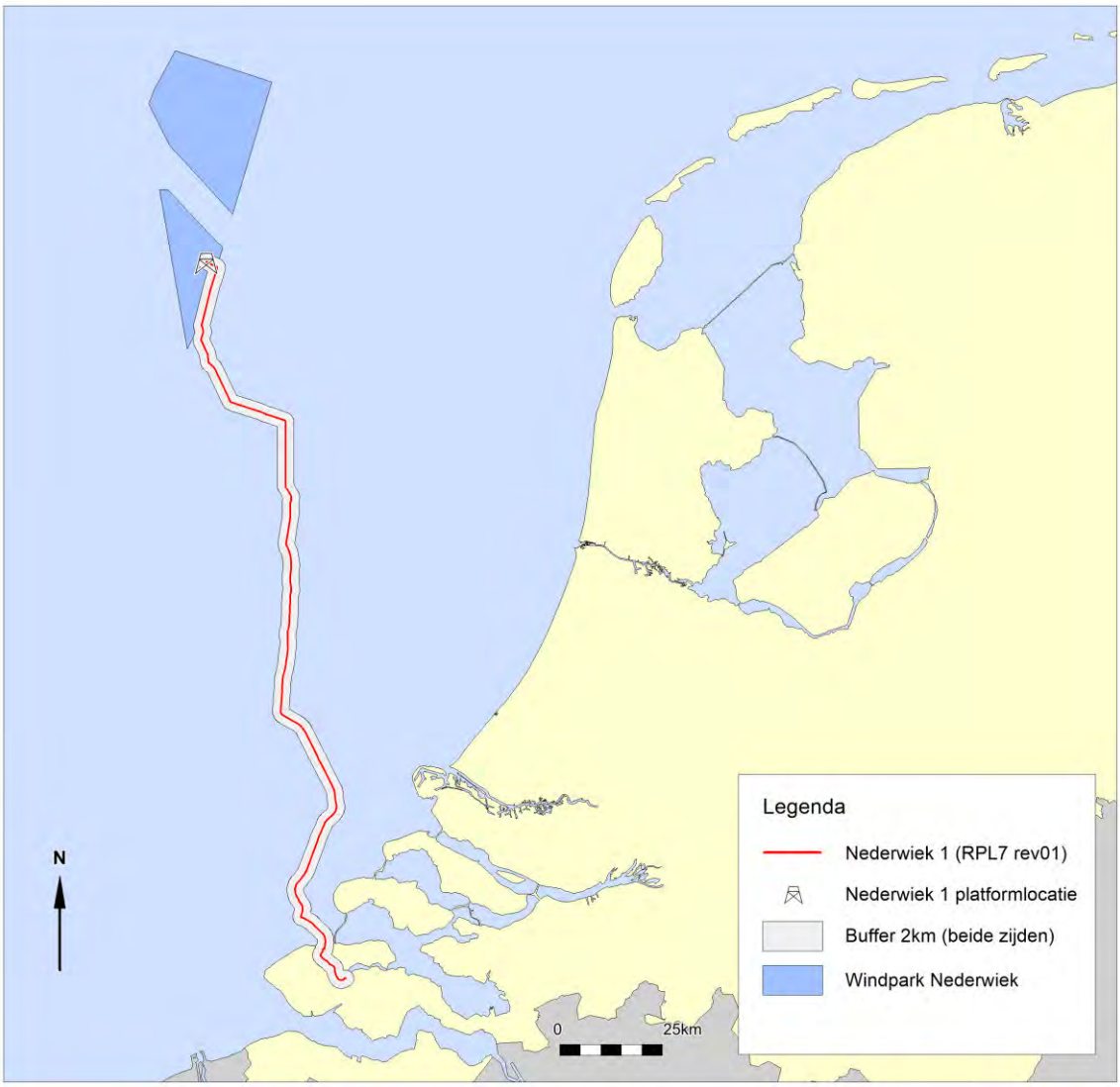
[1] conform KNA waterbodems protocol 4103.
[2] conform KNA waterbodems protocol 4001.

1. Inleiding

1.1. Algemeen

Periplus Archeomare B.V. heeft in opdracht van Arcadis Nederland B.V. voor haar opdrachtgever TenneT TSO B.V. een archeologisch bureauonderzoek uitgevoerd voor het Net op zee Nederwiek 1. Het doel van de netaansluiting is het tijdig realiseren van een gelijkstroomaansluiting uit het windenergiegebied Nederwiek op het landelijke 380kV-hoogspanningsnet.

In het onderhavige bureauonderzoek wordt het archeologisch potentieel van het tracé, en de mogelijke effecten van de aanleg van de kabel op dit archeologisch potentieel, nader onderzocht. Dit onderzoek richt zich enkel op de waterbodem naar de aanlandingspunten. De bodem van de aangrenzende gebieden op land maakt geen deel uit van dit onderzoek.



Afbeelding 1. Ligging van het onderzoeksgebied

1.2. Voorgenomen activiteiten[3]

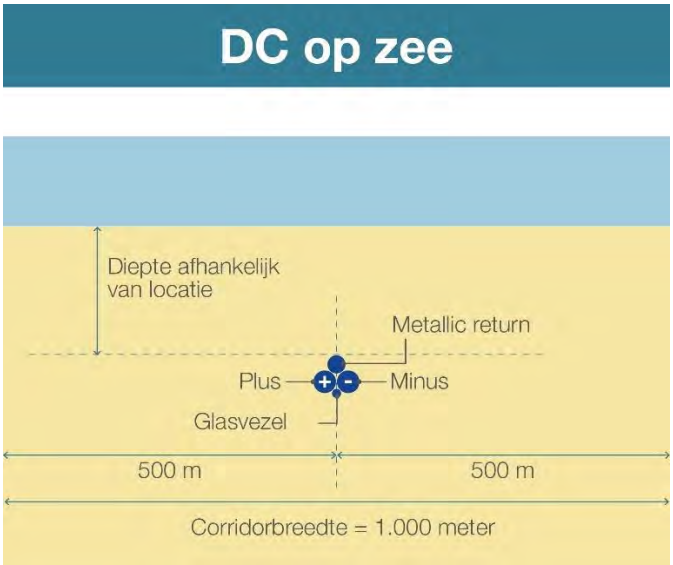
TenneT is initiatiefnemer voor het aanleggen en beheren van het Net op zee Nederwiek 1. Er wordt gebruik gemaakt van en platform op zee waarop 2 GW windenergiecapaciteit kan worden aangesloten.

Het Net op zee Nederwiek 1 bestaat uit de volgende hoofdonderdelen:

- Een platform op zee voor de aansluiting van de windturbines en het omzetten van de wisselstroom (afkomstig van de windturbines) naar 525kV-gelijkstroom;
- Een ondergronds kabelsysteem op zee voor transport van 525kV-gelijkstroom.
- Een ondergronds kabelsysteem op het Veerse Meer voor transport van 525kV-gelijkstroom.

De windturbines zelf en de parkbekabeling van de windturbines naar het platform op zee van TenneT maken geen onderdeel uit van het Net op zee Nederwiek 1. De kabels en het converterstation op land maken geen deel uit van dit bureauonderzoek.

Vanaf het platform Nederwiek 1 loopt het kabeltracé in de zeebodem naar de kust[4]. Als het tracé niet parallel ligt aan andere kabels, dan zal aan weerszijden van de hartlijn een onderhoudszone van 500 meter worden aangehouden. De corridorbreedte bedraagt 1000 meter (zie afbeelding 2).



Afbeelding 2. Breedte kabeltracé op zee gebundelde ligging – buiten Voordelta (bron: TenneT)

Onderstaande tabel geeft de parallelle afstanden aan tussen de verschillende Net op zee projecten.

	IJmuiden Ver			Nederwiek	
Projecten	**Alpha**	**Beta**	**Gamma**	**Nederwiek 1**	**Nederwiek 2**
Nederwiek 1	167km	81km	81km	nvt	148km

Tabel 3. Parallelle afstanden tussen de verschillende Net op zee projecten.

[3] Deels overgenomen uit: Uitgangspunten Net op Zee Nederwiek 1 – Ten behoeve van m.e.r. en vergunningaanvragen. TenneT TSO B.V.

[4] Gedurende de m.e.r. voor IJmuiden Ver Alpa, Beta en Gamma is duidelijk geworden dat een gebundelde aanleg van de kabels zeer realistisch en haalbaar blijkt te zijn. Een ongebundelde kabelconfiguratie zorgt voor een groter ruimtebeslag doordat twee aparte kabelbundels naast elkaar liggen. Dit is de reden dat in het m.e.r. Nederwiek als technisch uitgangspunt een gebundelde aanleg gehanteerd gaat worden.

Het tracé van Nederwiek 1 en Net op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma en Nederwiek 2 lopen gedeeltelijk parallel. Binnen de parallelle sectie van de tracés komen de twee kabel maximaal op 200 meter van elkaar te liggen. De corridorbreedte varieert afhankelijk van de parallelligging met andere verbindingen. Waar de vijf net op zeeverbindingen parallel liggen is de standaard corridorbreedte 1.800 meter (afbeelding 3).

De benodigde breedte voor de parallelle tracés van de kabels is opgebouwd uit:

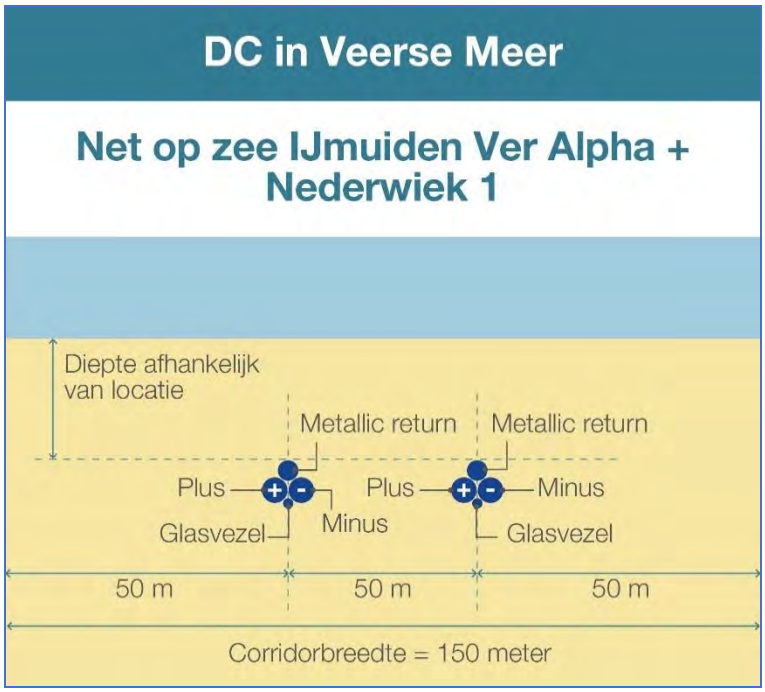
- Een onderlinge afstand tussen de kabels van 200 meter;
- Een onderhoudszone aan weerszijden van de kabelsystemen van 500 meter.

Afbeelding 3. Breedte kabeltracé op zee gebundelde ligging – buiten Voordelta (bron: TenneT)

In de Voordelta is een bredere onderhoudszone van 750 meter aan weerszijden van de hartlijn gedefinieerd. Bij de entree van de Voordelta verbreedt de corridor van 1000 meter naar 1500 meter. Een bredere corridor voor de nearshore passage is noodzakelijk om tijdens de aanlegfase zeker te weten dat de kabel op het diepste punt van de stroomgeulen aangelegd kan worden[5]. Dit vanwege de morfologie en ligging van de stroomgeulen. Van deze situatie is geen afbeelding beschikbaar.

Het Veerse Meer kent een andere dynamiek dan de Noordzee en het meer wordt aan weerszijden begrensd door land. De brede kabelcorridors die in een gebundelde variant op zee worden gehanteerd zijn niet toepasbaar in het Veerse Meer. In het Veerse Meer wordt daarom een smallere onderhoudszone aangehouden dan op zee. Vanuit onderhouds- en veiligheidsperspectief wordt daarom vanuit TenneT een kabelcorridor van 100m op het Veerse Meer voorgesteld (2x50m aan weerszijden van de kabel). Waarbij IJmuiden Ver Alpha en Nederwiek 1 op 50m van elkaar liggen.

[5] Bron: TenneT.



Afbeelding 4. Breedte kabeltracé Veerse Meer (bron: TenneT)

1.3. Mogelijkheden voor het ontwijken van potentiele archeologische waarden[6]

De kabel van Nederwiek 1 zal worden geïnstalleerd binnen de grenzen van de eerder gesurveyde corridors. Deze corridors worden in het inpassingsplan (tot 1 km buiten de kust) en in de vergunningen opgenomen. De ervaring, opgedaan in de voorgaande Net op zee projecten Borssele en Hollandse Kust (zuid), is dat het vermijden van obstakels binnen de corridor in de meeste gevallen leidt tot kleinere effecten en lagere kosten over de levensduur van een kabel dan het onderzoeken en opruimen van die obstakels.

In veel gevallen, zoals bij het aantreffen van potentiële niet gesprongen explosieven en bij het aantreffen van groot schroot als ankers, platen, balken, buizen etc. kan worden volstaan met lokale verlegging van de route van enkele meters naar links of naar rechts. Voor wrakken en voor (andere) objecten met potentieel archeologische waarde volstaat het niet om de route maar enkele meters te verleggen. De redenen hiervoor zijn:

1. In de nabijheid van bekende objecten met archeologische waarde kunnen andere objecten liggen die nog niet in beeld zijn ten tijde van het bureauonderzoek. Rond een wrak van archeologische waarde kunnen onderdelen van het wrak liggen, die nog niet in beeld zijn voordat er een gedetailleerd routeonderzoek is uitgevoerd. Om die objecten ook te vermijden, wordt voor wrakken en andere objecten van potentieel archeologische waarde een afstand aangehouden van 100 meter tot de omtrek van het bekende object. De praktijk heeft uitgewezen dat daarmee ook omliggende objecten, die nog niet in beeld zijn, effectief vermeden kunnen worden.
2. Een tweede reden waarom wrakken en (andere) objecten met potentieel archeologische waarde worden vermeden is een praktische. Dergelijke objecten kunnen boven het zeebed uitsteken, denk bijvoorbeeld aan omhoogstekende delen van masten, een boeg van een schip, een deel van een muur etc. Een *umbilical* van een onderwaterrobot (de streng van kabels en leidingen die de robot met het moederschip verbindt en waardoor de robot energie krijgt en bediend wordt) kan achter dergelijke obstakels blijven hangen. Dat kan tot ernstige hinder voor de installatie van de kabels leiden. Ook daarom worden wrakken en andere grotere obstakels met 100 meter afstand tot de omtrek van het object vermeden.

De mogelijkheden om binnen de gegeven corridor een route voor een kabel te vinden die vrij is van grote obstakels, hangt samen met de dichtheid van de hoeveelheid grote obstakels en met de nabijheid van andere kenmerken van het gebied zoals onderwaterinfrastructuur (zoals kabels en leidingen) en gesloten gebieden waar de kabels niet door heen gelegd kunnen worden (zoals ankergebieden).

De ervaring heeft geleerd dat wrakken regelmatig op een net iets andere plek aangetroffen worden dan op de opgegeven locaties uit bestaande databronnen en dat er in gebieden waar al veel obstakels bekend zijn, in de regel ook onbekende obstakels aangetroffen worden. Waar al veel wrakken liggen, worden regelmatig nog onbekende wrakken aangetroffen. Pas na het uitvoeren van een gedetailleerde route survey zal duidelijk worden wat de mogelijkheden zijn om een route binnen de corridor te vinden die vrij is van grote obstakels. Als een dergelijke vrije route niet te vinden is, dan resteren twee mogelijkheden binnen de gegeven corridor:

1. De eerste mogelijkheid is om grote obstakels en wrakken te verplaatsen of op te ruimen. Op de Westerschelde zijn in het verleden meerdere obstakels en wrakken opgeruimd.

[6] Tekst aangeleverd door Arcadis / TenneT.

2. De tweede mogelijkheid is om de kabels veel dichter bij elkaar te installeren dan vanuit het oogpunt van beheer en onderhoud praktisch is. Deze mogelijkheid biedt soms een uitweg, maar heeft wel gevolgen voor het beheer en onderhoud. Wanneer in een dergelijk deel van de route bijvoorbeeld schade aan een van de kabelbundels ontstaat, dan zullen daar mogelijk beide kabelbundels moeten worden vervangen. Het gevolg is dat gedurende de periode van de reparatie (tussen de 30 en 60 dagen) beide kabelbundels buiten gebruik zijn.

1.4. Aanleiding

In de Erfgoedwet (2016), voortgekomen uit het verdrag van Malta (1992), is de bescherming van het archeologische erfgoed geregeld. Door geplande werkzaamheden (het plaatsen van platforms en de aanleg van de kabels in de zeebodem) kunnen eventuele archeologische waarden worden aangetast. Als het bodemarchief door geplande bodemingrepen wordt bedreigd, geldt de wettelijke verplichting om archeologisch onderzoek te verrichten. Dit gegeven vormde de directe aanleiding voor het verrichten van het onderhavige onderzoek.

1.5. Doelstelling

Het doel van het bureauonderzoek is het specificeren van de archeologische verwachting voor het plangebied van het tracé op zee en het Veerse Meer.

Het onderzoek is uitgevoerd conform de Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie Waterbodems (*KNA* 4.1). Een stroomdiagram met de opeenvolgende fasen binnen het archeologische proces is als bijlage 2 bij dit rapport opgenomen.

1.6. Onderzoeksvragen

Voor het archeologisch bureauonderzoek waterbodems zijn de volgende onderzoeksvragen opgesteld:

- *Zijn er archeologische waarden in het plangebied bekend? Zo ja: Wat is de aard, omvang, (diepte)ligging en datering van deze vindplaatsen?*
- *Kunnen in het plangebied, naast eventuele bekende waarden, archeologische resten verwacht worden? Zo ja: Wat is de aard, omvang, (diepte)ligging en datering van de verwachte archeologische resten?*
- *Vormt de aanleg van kabels een bedreiging voor bekende of verwachte archeologische waarden? Zo ja: Kan een aantasting van archeologische waarden door planaanpassing worden voorkomen of beperkt?*

Indien de archeologische waarden niet kunnen worden behouden:

- *Welke vorm van nader onderzoek is nodig om de aanwezigheid van archeologische waarden en hun omvang, ligging, aard en datering voldoende te kunnen bepalen om te komen tot een selectiebesluit?*

Het bureauonderzoek is uitgevoerd door R. van Lil (Senior Prospector Specialisme Waterbodems), S. van den Brenk (Senior KNA archeoloog Specialisme Waterbodems) en R.W. Cassée (KNA archeoloog MA Specialisme Waterbodems)

1.7. Onderzoekskader

De stand van kennis van de ontwikkeling van het landschap in het Noordzeegebied gedurende het Pleistoceen en het Vroeg Holoceen is beperkt. Dit geldt ook voor onze kennis van de vegetatieontwikkeling en het gebruik van het landschap door mens en dier. Deze kloof in geo-archeologische kennis is herkend en erkend door de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed. Om deze kennisleemte op te vullen is het '*North Sea Prehistory Research and Management Framework (NSPRMF)*' gepubliceerd, waarin de basis is gelegd voor toekomstig onderzoek en beheer van het prehistorische erfgoed. De thema's en onderwerpen van de NSPRMF staan vermeld in tabel 4.

Theme	Topics
A. Stratigraphic and chronological frameworks	A.1: Lithostratigraphic classification and chronological anchoring A.2: Sea level change and glacio-isostacy A.3: Survival of deposits of archaeological significance A.4: Biostratigraphies and absolute dating
B. Palaeogeography and environment	B.1: Middle/Late Pleistocene reshaping of topography and river drainage B.2: Development of the Weichselian/Devensian landscape B.3: Palaeogeographic evolution after the Last Glacial Maximum (LGM) B.4: Quaternary palaeoecology
C. Global perspectives on intercontinental hominin dispersals	C.1: North Sea coastal dynamics and human uses of the coastal zone C.2: Pleistocene North Sea level oscillations and population of islands
D. Pleistocene hominin colonisations of northern Europe	D.1: Early human exploitation strategies in changing environments D.2: Natural barriers for hominin expansion
E. Reoccupation of northern Europe after the Last Glacial Maximum (LGM)	E.1: Post-LGM occupation flux E.2: Occupation strategies
F. Post-glacial land use dynamics in the context of a changing landscape	F.1: Changing landscape structure F.2: Behavioural diversity among hunter-gatherers F.3: Maritime archaeologies of the North Sea
G. Representation of prehistoric hunter-gatherer communities and lifeways	G.1: Spatial perspectives on North Sea palaeolandscapes G.2: The distributional nature of early hominin communities G.3: Enculturated hunter-gatherer landscapes

* Despite the fact that theme G primarily focusses on post-LGM hunter-gatherers, topic G.2 was broadly defined, and of equal relevance to theme D.

Tabel 4. NSPRMF – onderzoeksthema's en onderwerpen (Peeters 2009)

In 2019 is de NSPRMF-agenda bijgesteld op basis van de ontwikkelingen in het vorige decennium. Dit rapport bevat de basis voor het beleid in de komende jaren. De archeologische studies die momenteel worden uitgevoerd in het kader van de ontwikkeling van windparken, pijpleiding- en kabelinstallatie, zandwinning en exploratie voor olie en gas in het Noordzeegebied, worden uitgevoerd in overeenstemming met de AMZ-cyclus. Deze studies zullen bijdragen tot de doelstellingen die zijn vastgelegd in de NSPRMF.

Zoals hierboven beschreven is er weinig bekend over de vroeg-*holocene* bewoners van het Noordzeegebied, hun nederzettingen en de manier waarop zij zich in het snel veranderende landscap staande hielden. De informatiewaarde van de verwachte nederzettingen is daarom groot. Dit staat ook in de Nationale Onderzoeksagenda voor Vroege Prehistorie: '*Locaties en alle omringende fenomenen die zich in paleo-landschapscontexten bevinden die niet of nauwelijks zijn onderzocht, hebben per definitie een grote informatiewaarde.'* Voor toekomstig onderzoek zal daarom naast het NSPRMF worden verwezen naar het kader en de onderzoeksvragen in de *Nationaal Onderzoeksagenda Archeologie* (*NOaA*).

1.8. Kwaliteitsborging

Het bureauonderzoek is uitgevoerd conform de Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie (*KNA* waterbodems 4.1; Protocol 4002). Het betreft in het bijzonder de specificaties LS01, LS02, LS03, LS04 en LS05. Dit gedeelte van het onderzoek wordt gerapporteerd conform LS06.

Voor het bureauonderzoek zijn de volgende werkzaamheden verricht:

- Afbakening plangebied en vaststellen van de consequenties van het mogelijk toekomstige gebruik;
- Beschrijving van de huidige situatie;
- Beschrijving van de historische situatie en mogelijke verstoringen binnen het onderzoeksgebied;
- Beschrijving van bekende archeologische waarden en aardwetenschappelijke gegevens;
- Beschrijven mogelijke aanwezigheid bouwhistorische waarden (onder water).

Op grond van deze onderdelen wordt een gespecificeerde verwachting van het gebied opgesteld (specificatie LS05). Hierin wordt verwoord of, en zo ja, welke archeologische waarden verwacht kunnen worden. De eigenschappen van deze waarden zullen zo gedetailleerd mogelijk worden aangegeven.

Op basis van de gespecificeerde verwachting worden de onderzoeksvragen beantwoord in hoofdstuk 3. De effectbeoordeling wordt gepresenteerd in hoofdstuk 4. Het onderzoek wordt afgesloten met een advies in hoofdstuk 5.

1.9. Bronnen

De volgende bronnen zijn geraadpleegd voor het onderzoek:

- Nationaal Contact Nummer (NCN)
- Dienst der Hydrografie
- TNO grid model geologie Noordzee
- GeoTOP grid model geologie land
- Rijkswaterstaat Zee en Delta
- *TNO-NITG* ; geologische boringen en kaarten
- Archis III, beheerd door de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed
- Databases Periplus Archeomare
- Nederlandse Federatie voor Luchtvaart Archeologie (NFLA)
- Stichting Aircraft Recovery Group 40-45
- Diverse bronnen op Internet

Voor een volledig overzicht van de geraadpleegde bronnen en literatuur zie referenties op pagina 70.

Schuingedrukte woorden worden toegelicht in de verklarende woordenlijst op pagina 68.

2. Resultaten archeologisch bureauonderzoek

2.1. Afbakening plangebied en vaststellen van de consequenties van het mogelijk toekomstige gebruik (LS01)

De ministeries van EZK en Binnenlandse zaken hebben in onderlinge afstemming het kabeltracé als VKA (voorkeursalternatief) aangewezen om de platforms op zee van Nederwiek 1 aan te sluiten op het landelijk hoogspanningsnet.

De benodigde diepte waarop de kabel wordt aangelegd is afhankelijk van het gebied, de situatie ter plekke en de eisen die aan de kabeldiepte worden gesteld. TenneT verkent de optimale begraafdiepte voor de kabel op zee om de kans op schade aan de kabel, beperkingen voor de omgeving en onderhoud aan de begraafdiepte van de kabel over de levensduur te minimaliseren. Tegelijkertijd zal TenneT de kabel ook niet dieper dan noodzakelijke begraven. Daarmee wordt de thermische belasting van de kabel zo laag mogelijk gehouden en worden de maatschappelijke kosten voor de installatie tot een minimum beperkt.

De beschikbare aanlegmethodes voor een kabel op zee en in het Veerse Meer zijn allereerst onder te verdelen in baggeren en begraven. Begraven is te verdelen in "*simultaneous lay and burial*" begraven en "*post lay burial*" begraven[7].

Bij baggeren wordt voorafgaande aan het leggen en/of begraven van de kabel een geul gebaggerd in het zeebed. De kabel wordt dan in die geul gelegd of in de bodem van die geul begraven. De geul wordt na het leggen en/of begraven van de kabel opgevuld met bodemmateriaal, wanneer dat nodig is om aan de vereiste begraafdiepte na installatie te kunnen voldoen. Wanneer de kabel na het baggeren in het zeebed worden begraven tot de vereiste diepte bij installatie, dan hoeft de gebaggerde geul niet opgevuld te worden met bodemmateriaal na de installatie om aan de begraafdiepte vereisten na installatie te kunnen voldoen. Baggeren voorafgaande aan het installeren van de kabel wordt ook toegepast om de invloed van zeebodemmobiliteit op de begraafdiepte van de kabel te verminderen, bijvoorbeeld door het baggeren van mobiele zandgolven. In dat geval wordt het baggeren voorafgaande aan het installeren van de kabel "*pre sweeping*" genoemd.

Begraven van de kabel kan tegelijkertijd met het leggen van de kabel gebeuren. In dat geval is er sprake van "*simultaneous lay and burial*". Een kabel kan ook eerst op het zeebed gelegd worden en daarna in een separate werkgang in de bodem begraven worden. Dat wordt "*post lay burial*" genoemd.

Voor het begraven van een kabel in het zeebed bestaan verschillende technieken. Met name de vereiste begraafdiepte, de samenstelling van de grond en de sterkte van de grond bepalen welke techniek toegepast kan worden. In zand en minder sterke grond kan een kabel met spuitlansen in de grond begraven worden. Met waterjets wordt de grond dan losgemaakt en kan de kabel op diepte worden gebracht. Voor het begraven van kabels in cohesieve grond, zoals zwaardere klei en veen, moet de grond op mechanische wijze los worden gemaakt voordat de kabel in de grond begraven kan worden. Daarvoor kan een kettingfrees gebruikt worden of een door de grond getrokken kabelploeg.

Een kabel wordt in het zeebed begraven om ze te beschermen tegen externe bedreigingen, zoals gesleepte visnetten, gesleepte ankers, verloren lading, zinkende schepen etc. Bij het begraven van een

[7] Schriftelijke mededeling W. Snip namens TenneT.

kabel op zee en in het Veerse Meer streeft TenneT ernaar om het onderhoud van die begraafdiepte over de levensduur van de kabel tot een minimum te beperken.

Voor de aanlegdiepte wordt allereerst uitgegaan van de begraafdiepte eisen die volgen uit de vergunning. Die begraafdieptes worden als minimale installatiediepte aangehouden. Tot drie kilometer uit de kust geldt een minimum begraafdiepte van 3 meter en verder op zee een minimum begraafdiepte van 1 meter buiten een verkeersscheidingsstelsel (VSS) en 1,5 meter binnen een VSS. Op het Veerse Meer wordt een begraafdiepte van 3 meter onder het *non mobile reference level* gehanteerd.

Het zeebed is op veel plekken in beweging. Mobiele zandgolven verplaatsen zich over het zeebed onder invloed van de getijdestromen. Tijdens stormperioden verdwijnt zand van het strand en van de zandbanken en de zone vlak voor het strand naar dieper water. Bij het installeren van een kabel houdt TenneT ook rekening met de mobiliteit van het zeebed over de levensduur van de kabels.

De lokale externe bedreigingen langs het tracé wordt door TenneT voorafgaande aan de installatie van de kabel gekwantificeerd. Die bedreigingen worden vergeleken met een acceptabel geachte kans op het bezwijken van kabels op zee ten gevolge van externe bedreigingen. De begraafdieptes die nodig zijn om de kabels te beschermen tegen de lokale bedreigingen hangen samen met de bescherming die de lokale grondsoorten kunnen bieden. Op basis van een gekwantificeerde beschouwing van de lokale externe bedreigingen en van de bescherming die de lokale grondsoort kan bieden, wordt per sectie van de kabelroute een zogeheten "*Risk Based Burial Depth*" vastgesteld.

Voor het installeren van de kabels schrijft TenneT installatiedieptes voor aan de aannemers waarbij rekening gehouden wordt met de eisen uit de vergunning, de zeebed mobiliteit en de *Risk Based Burial Depth*. Als gevolg hiervan verschilt de begraafdiepte bij installatie per sectie van het kabeltracé.

Tot 3 kilometer uit de kust wordt de kabelbundel minimaal 3 meter onder het niet mobiele referentievlak aangelegd. Dit betekent dat de *trenchdiepte* in dit deel van het tracé 5 meter is. In een 'worst case' situatie kan de installatie tot 8 meter onder het bodemniveau zijn.

Verder op zee zullen de kabels onder de mobiele zandgolven begraven worden. Daar is de aanlegdiepte buiten een VSS minimaal 1 meter onder het niet mobiele referentievlak onder de zandgolven. Wanneer de zandgolven zich weer hersteld hebben na de installatie, zal de begraafdiepte daar lokaal één meter plus de hoogte van de zandgolf zijn. Binnen een VSS is de aanlegdiepte minimaal 1,5 meter ten opzichte van de huidige zeebodem.

Door de ingreep kunnen minimaal tot de verstoringsdiepte archeologische resten worden aangetast. Het gaat hierbij om een directe verstoring. Indirecte verstoringen zoals slijpgeulvorming worden beperkt geacht, omdat de kabels relatief dun zijn en begraven liggen onder de zeebodem. Dit is anders op de locatie van het platform en bij de Veerse Gatdam.

Het platform bestaat uit twee onderdelen:

- Een stalen draagconstructie gefundeerd door middel van een jacket met palen, waarbij de constructie in beide gevallen circa 23 meter boven het water uitsteekt;
- Een bovenbouw (topside); afmetingen: 110 m x 80 m x 45 m.

Een jacket heeft of 8 of 12 palen met een diameter van 2,5m per stuk. De heipalen worden 60m diep (bij 8 palen) of 50m diep (bij 12 palen) de bodem ingebracht.

De plaatsing van een platform leidt tot een directe verstoring van de bodem doordat de palen in de bodem worden geheid. Daarnaast kunnen rond de fundering slijpgeulen vormen onder invloed van getijdenstromingen. Deze indirecte verstoringen kunnen beperkt blijven, doordat stenen worden gestort onder en rond het platform. Een impressie van de te plaatsen platforms is weergegeven in onderstaande afbeelding.

Afbeelding 5. Impressie van het toekomstige 2GW platform op zee.

De locatie van het platform op zee is na het recentelijk uitvoeren van surveys vastgesteld. Bij de vaststelling van de locaties van het platform is de verwachte mobiliteit van de zeebodem bepalend geweest. Hierbij is de locatie gekozen waar de minste bodemdaling en bodemstijging over de levensduur van het platform is. Op basis van de *UXO-DAS* survey zijn de uiteindelijke locaties gekozen.

De centrumcoördinaten van het platform staan vast; de hoekpunten van het platform kunnen nog wijzigen op basis van detaildesign.

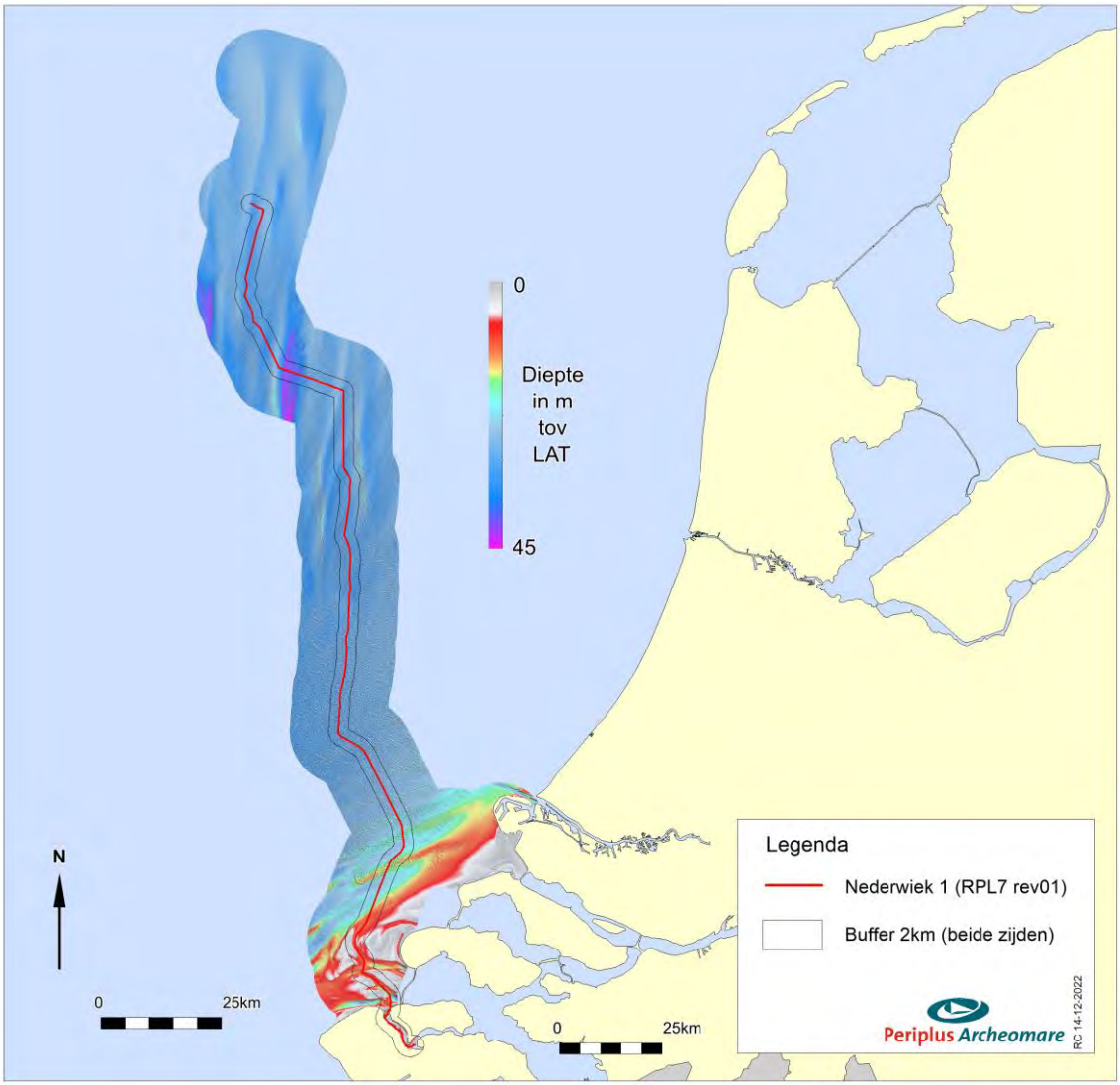
De volgende kabels komen (mogelijk) in de kabelcorridor tussen de windkavels te liggen:

- 525 kV DC kabel Net op zee Nederwiek 1;
- 525 kV DC kabel mogelijke interconnector tussen VK en Nederland;
- Een AC kabel als mogelijke verbinding naar olie/gas platform;

Tot slot zullen bij de Veerste Gatdam bodemverstorende werkzaamheden plaatsvinden. Aan de zeezijde van de Veerse Gatdam wordt een werkterrein ingericht om droog te kunnen werken. Daarvoor wordt een constructie gebouwd bestaande uit een zandophoging en een damwandconstructie. De damwandconstructie zal enkele tientallen meters de bodem in worden gebracht. Het werkterrein krijgt een oppervlakte van ongeveer 5.500 m^2. Deze bestaat uit twee gebieden, één lange strook (ca. 3.000 m^2) en een rechthoekig werkterrein (ca. 2.850 m^2). Vanaf de zuidzijde van de dam worden de kabel onder de dam door getrokken.

2.2. Beschrijving van de huidige situatie (LS02)

Afbeelding 6 toont het onderzoeksgebied op een samengestelde generieke dieptekaart. De dieptegegevens zijn afkomstig van de Dienst der Hydrografie (25x25m grid, 2009) aangevuld met hoge resolutie *multibeam*opnamen van Rijkswaterstaat en de resultaten van de geofysische survey voor IJmuiden Ver Alpha/Beta/Gamma (2021). De diepte van de waterbodem in het onderzoeksgebied varieert van 0 tot 45 m ten opzichte van LAT[8]. De gemiddeld diepte is -24.8 m LAT.



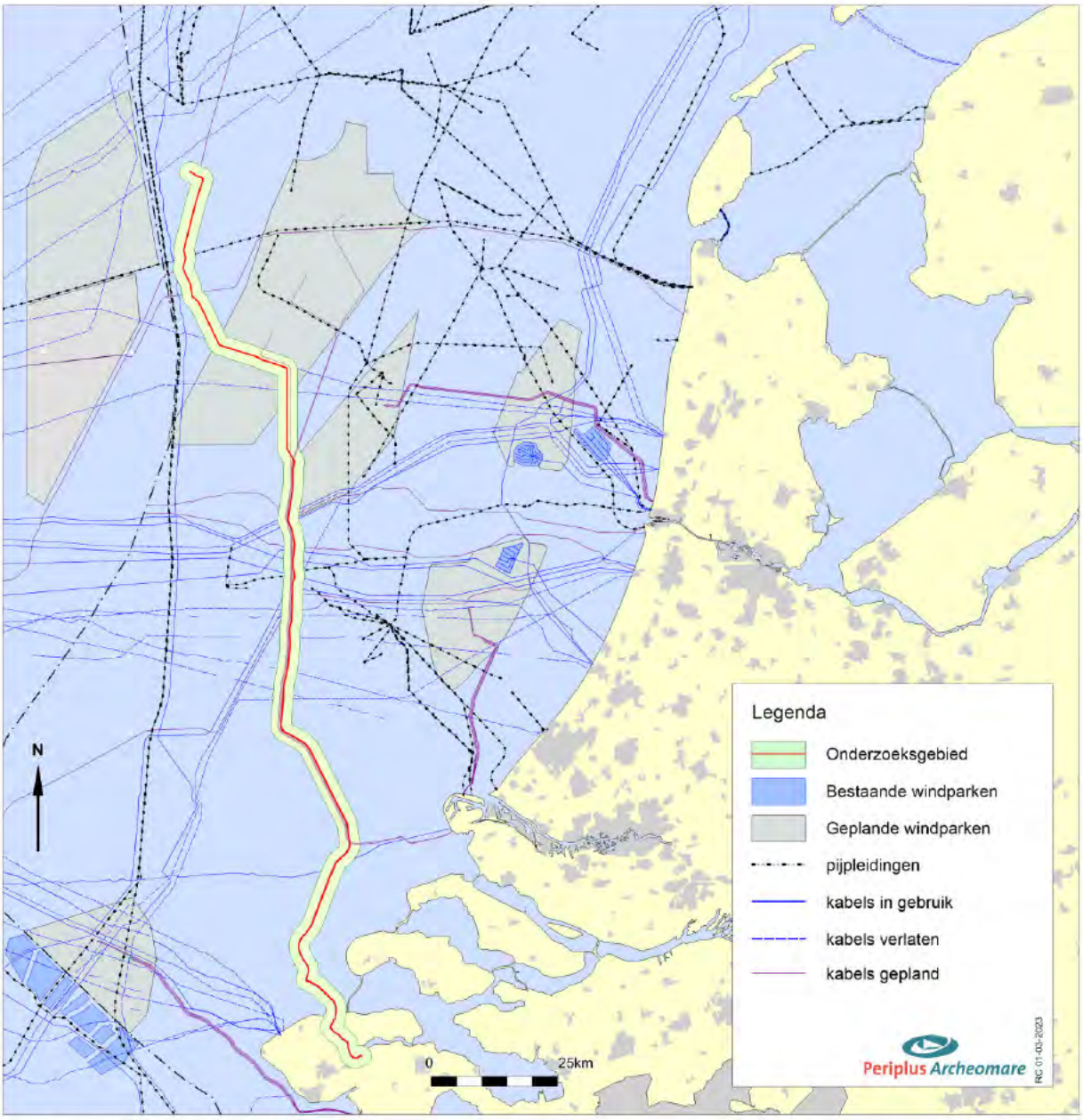
Afbeelding 6. Diepte van de waterbodem langs het tracé

Het tracé kruist verschillende bestaande kabels en pijpleidingen. Een overzicht van de doorkruiste kabels en leidingen is weergegeven in afbeelding 7. De ligging van de kabels en leidingen zijn gebaseerd op de gegevens van Rijkswaterstaat (november 2021). *As Built* data van de operators van betreffende kabels en leidingen zijn niet opgevraagd. Het komt vaak voor dat op zee buiten gebruik gestelde kabels (niet pijpleidingen) worden aangetroffen die niet (meer) in de Rijkswaterstaat database voorkomen[9]. Deze kabels kunnen tijdens de route survey met magnetometers opgespoord en in kaart worden gebracht. Een

[8] LAT = Lowest Astronomical Tide: het referentievlak ten opzichte waarvan dieptes worden gemeten in het Noordzeegebied. Het LAT referentievlak ligt lager dan het NAP referentievlak dat op land wordt gebruikt; de verschilwaarden var ëren van 0,5 m op de Noordzee tot 2,4m bij Borsele.

[9] Bron: TenneT.

overzicht van de aantallen doorkruiste kabels en pijpleidingen is weergegeven in respectievelijk tabel 5 en tabel 6.



Afbeelding 7. Kruisende kabels en leidingen

Kruisende kabel	Aantal
Actief	8
Verlaten	10
Gepland	3
Totaal	21

Tabel 5. Kruisende kabels

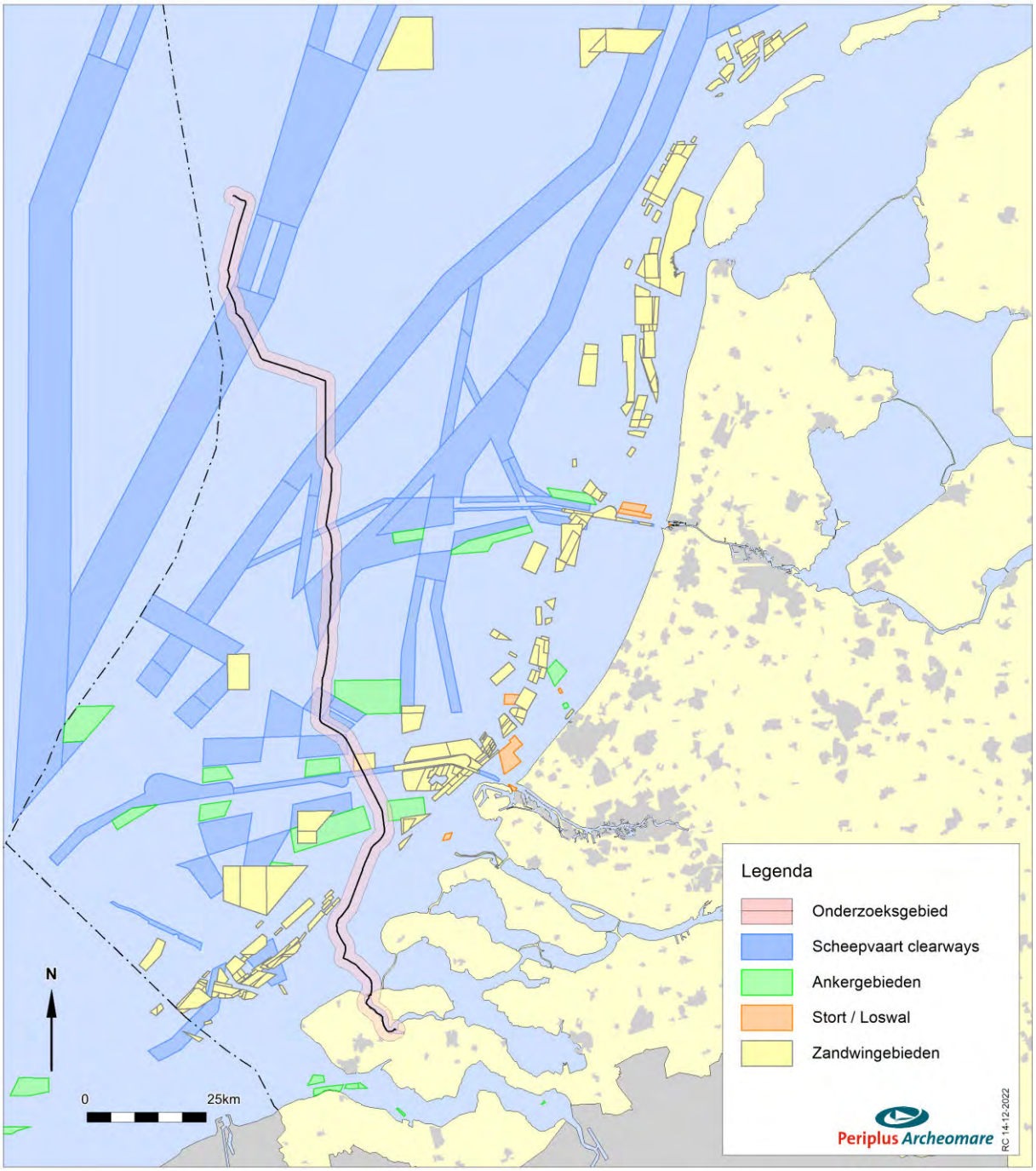
Kruisende pijpleiding	Aantal
Actief	2
Verlaten	0
Totaal	2

Tabel 6. Kruisende pijpleidingen

In het onderzoeksgebied zijn geen boorgaten van exploratieboringen bekend.

Overige infrastructuur

Naast de kabels en leidingen wordt het onderzoeksgebied gekruist door andere infrastructuur. Het gaat om scheepvaartroutes, ankergebieden en stort- en loswallen (bron: RWS Zee en Delta juli 2022). Een overzicht is weergegeven in afbeelding 8.



Afbeelding 8. Overige infrastructuur in en rondom het onderzoeksgebied van Nederwiek 1

Eerder uitgevoerde archeologische onderzoeken in het gebied

Een overzicht van de eerder uitgevoerde archeologische onderzoeken in- en rondom het onderzoeksgebied is weergegeven in afbeelding 9. Een lijst van deze onderzoeken is opgenomen in tabel 7[10].

Afbeelding 9. Eerder uitgevoerde archeologische onderzoeken

Archis nr | Zaaknr	Omschrijving	Type Onderzoek	Jaar	Uitvoerder
29776	Windpark Tromp Binnen	BO	2008	Periplus Archeomare
4637001100	Windpark IJmuiden Ver	BO	2019	Periplus Archeomare
4697697100	Hollandse Kust (west)	IVO	2019	Periplus Archeomare

[10] Bron: Archis en Periplus Archeomare projecten.

Archis nr | Zaaknr	Omschrijving	Type Onderzoek	Jaar	Uitvoerder
4744821100	MER fase 1 alternatieven Alpha & Beta	BO	2020	Periplus Archeomare
5130745100	MER fase 2 Gamma	BO	2021	Periplus Archeomare
66501	Fibre Optic cable	BO	2015	Periplus Archeomare
62029	Zandwinkavels Schouwen 1 Goeree 1	IVO	2014	Periplus Archeomare
35834	Zoekgebieden MZI Voordelta	BO	2009	Periplus Archeomare
60117	Zeeuws Vlaanderen 4 Diep	IVO	2014	Periplus Archeomare

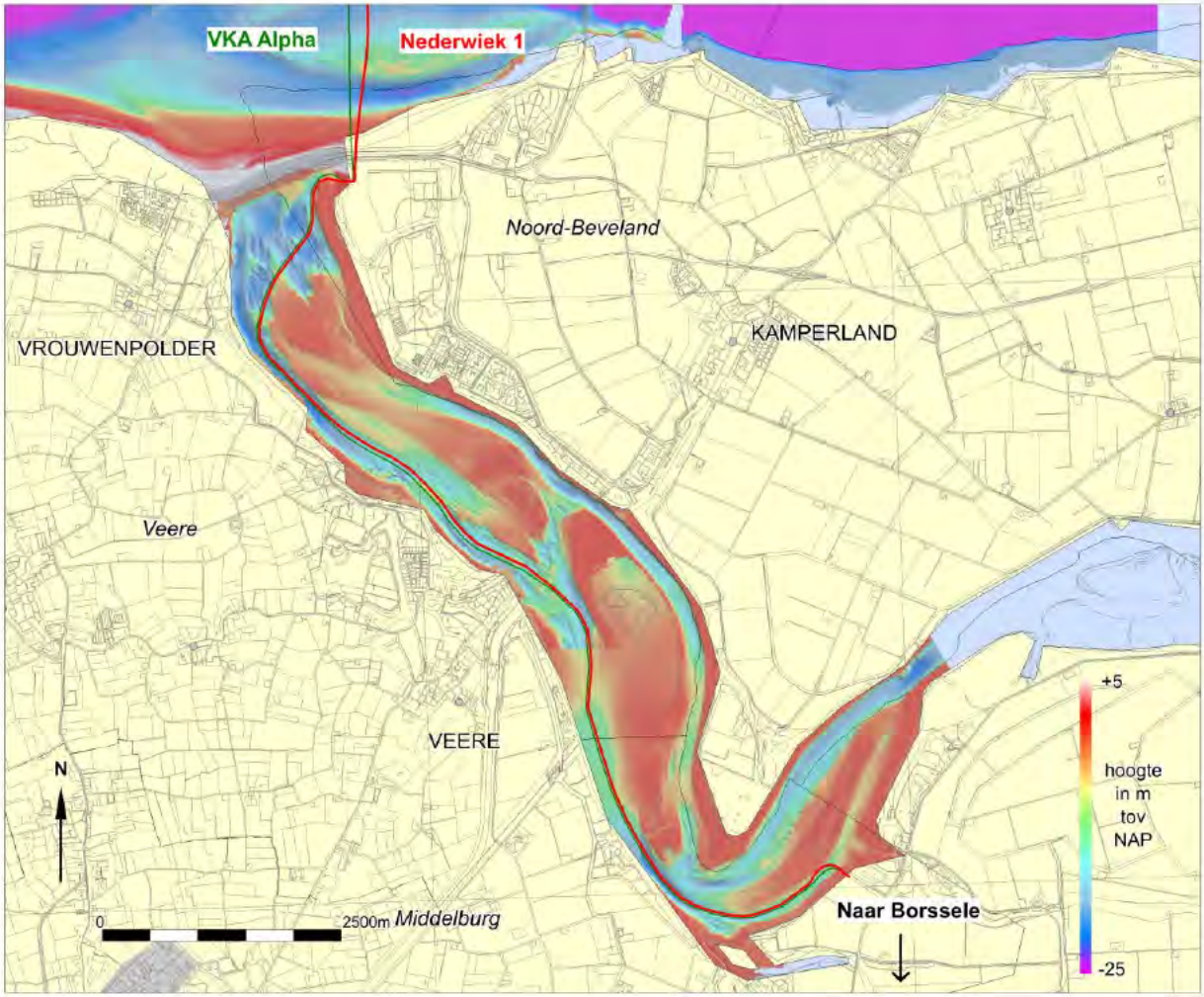
Tabel 7. Eerder uitgevoerde archeologische onderzoeken

Voor de tracés Net op Zee IJMuiden Ver Alpha/Beta/Gamma is ook een geofysisch en geotechnisch onderzoek uitgevoerd. De resultaten van de archeologische analyse zijn nog niet gepubliceerd.

De relevante resultaten van de verschillende onderzoeken worden besproken in paragraaf 2.3. Een verwijzing naar de rapporten van de onderzoeken is opgenomen in de referentielijst op pagina 70.

Het Veerse Meer

In overleg met Rijkswaterstaat zijn de meest optimale routes door het Veerse Meer vastgesteld voor Nederwiek 1 en de Alpha kabel van IJmuiden Ver. Onderstaande afbeelding toont de geoptimaliseerde route in het Veerse Meer op samengestelde hoogtekaarten, aangeleverd door Rijkswaterstaat.



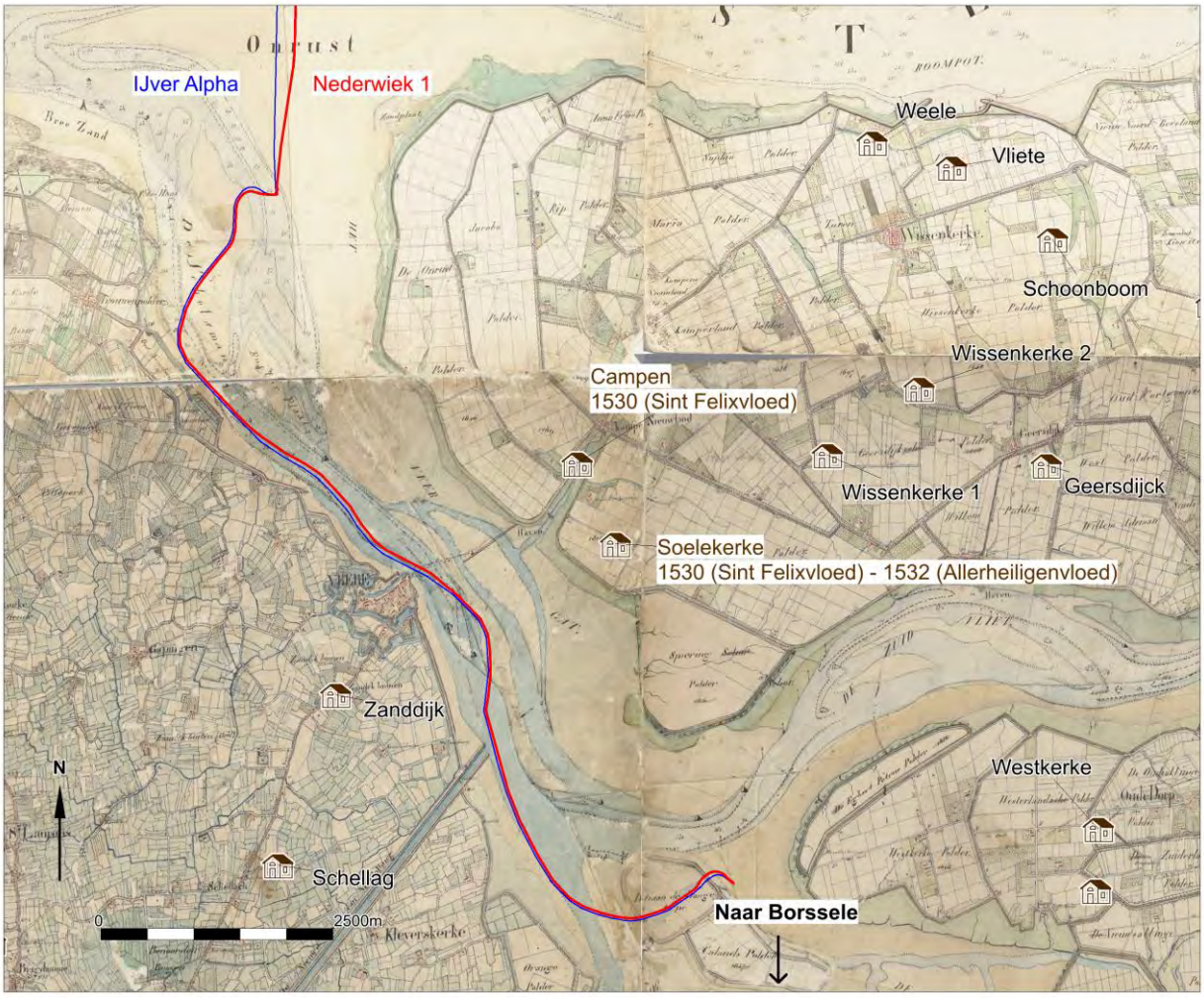
Afbeelding 10. Nederwiek 1 route door de diepste delen van het Veerse Meer.

De kabel wordt in het Veerse Meer (rekening houdend met de nautisch gegarandeerde diepte van de vaargeul en extra baggertolerantie) plaatselijk op -9,5 NAP aangelegd[11]. Hiervoor wordt een *trenchjetter* ingezet. Het voordeel van een route door het diepste deel is dat minder gebaggerd hoeft te worden. De geoptimaliseerde route loopt door het Veerse Gatdam tot het aanlandingspunt bij Oranjeplaat, waarna de route over land verder loopt naar Borssele.

Het Veerse Meer is een voormalige zeearm. Tegenwoordig is het een kunstmatig brakwatermeer, dat is ontstaan door afdamming van het Veerse Gat in het kader van de Deltawerken. Het ligt ten zuiden van het eiland Noord-Beveland, en ten noorden van Walcheren en Zuid-Beveland. In het westen is het van de Noordzee afgesloten door de Veerse Gatdam die in 1961 werd gesloten. In het oosten is het van de Oosterschelde afgesloten door de Zandkreekdam die op 3 mei 1960 werd gesloten. Het meer is een aantrekkelijke watersportplaats voor zeilers, sportvissers, en sportduikers[12].

De onderstaande kadastrale *veldminuut* uit 1857 laat de situatie zien toen het meer nog in verbinding stond met de Noordzee. Op de kaart zijn ook de nederzettingen geplot die door verschillende stormvloeden in het verleden zijn verdwenen[13]. Eén van de locaties die door een stormvloed is verdwenen is het in 1847 ingepolderde eiland 'Oranjeplaat'. De ontstaande polder is vernoemd naar de Veerse admiraal Sebastiaan de Lange. De admiraal bond de strijd aan met vier Spaanse schepen. Tijdens de gevechten liep het schip aan de grond waarna de Spanjaarden het op 22 mei 1572 enterde. Omdat bij dit soort gevechten geen pardon werd gegeven, besloot de admiraal om het aanwezige buskruit tot ontploffing te brengen en met zijn vijanden te exploderen. Dit gebeurde in de omgeving van naar de admiraal vernoemde polder[14]. Op de onderstaande afbeelding wordt de polder doorsneden door het zuidelijke gedeelte van het tracé.

[11] gegarandeerde baggerprofiel van de vaargeul + extra baggertolerantie + extra marge
[12] Wikipedia.
[13] Verdwenen dorpen in Nederland, B. Stulp.
[14] Mailwisseling met Dhr. F. Groen en Dhr. B. Meijlink.



Afbeelding 11. Nederwiek 1 route door het Veerse Meer op de kadastrale veldminuut uit 1857.

In die tijd lag Arnemuiden, aan de oostkant van het eiland Walcheren, ook aan open zee. Daar kwam een einde aan toen Walcheren aan Zuid-Beveland werd vastgeklonken door de aanleg van de Sloedam in 1871. Hierdoor werd Arnemuiden afgesloten van de zee. De Arnemuidense vissers konden hun boten kwijt in de haven van Veere, dat toen nog een echte vissersplaats was, levend van mosselen en garnalen. In 1914 bestond de vloot van Veere uit dertig schepen, waarvan zestien het registratieteken ARM (Arnemuiden) voerden[15].

[15] Digitaal archief Zeeland.

2.3. Historische situatie en mogelijke verstoringen (LS03)

Prehistorische bewoning in het Noordzeebekken

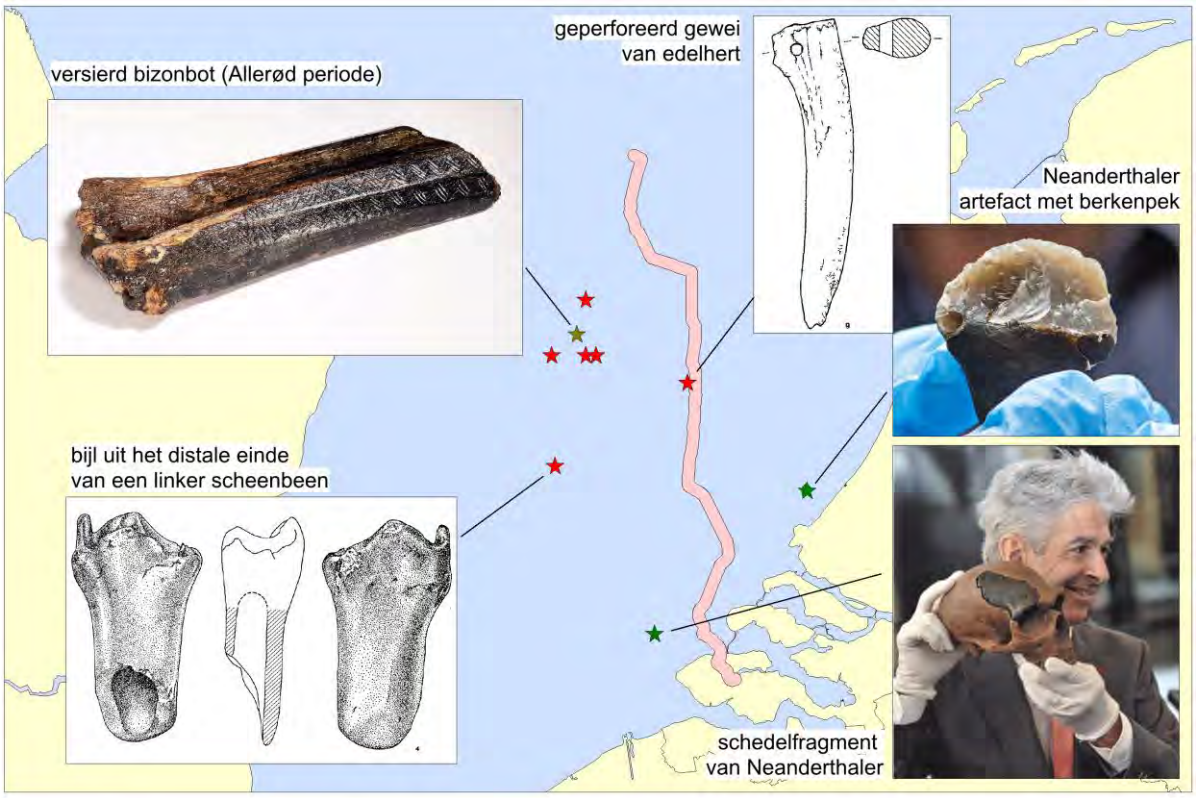
Het Noordzeebekken vormde ca 12.000 jaar geleden een uitgestrekt dekzandlandschap met een toendraklimaat. Aan het eind van de laatste IJstijd (ca 11.500 jaar geleden) steeg de temperatuur en als gevolg daarvan smolten de noordelijke gletsjers. Door het vrijkomende water steeg de zeespiegel en raakte het Noordzeebekken geleidelijk opgevuld. De bewoners van het gebied moesten naar hoger gelegen gebieden vertrekken[16].

Een voorbeeld van een hoger gelegen gebied is de Doggersbank in het noorden van het Nederlands Continentaal Plat. Restanten van het toendra-landschap en zijn bewoners worden regelmatig aangetroffen in de netten van vissers. Het bekendst zijn de vele fossielen die bij de Doggersbank zijn opgevist. Op 8 november 2019 maakt visser/verzamelaar Kommer Tanis melding van de vondst van een menselijke schedel die is opgevist in 'Northsea/Doggerland' (zie afbeelding 13). De precieze vindplaats is niet bekend. Ook op de Bruine Bank (Eng: Brown Bank) ten westen van de routevarianten zijn artefacten van been en gewei opgevist[17]. Binnen de begrenzing van het plangebied is de vondst van een geperforeerd stuk gewei van een Edelhert bekend (zie afbeelding 14). Ook hier is de vindplaats enigszins onzeker. In het Noordzeegebied kunnen resten van oerbossen (Berk, Den, Eik, Iep en Hazelaar) voorkomen. Vondsten hiervan zijn wel bekend langs de kust van Engeland, maar (nog) niet bij Nederland.

Afbeelding 12. Reconstructie van de historische kustlijnen in het Noordzeebekken (kaart vervaardigd door: McNulty, W.E. and J.N. Cookson in National Geographic Magazine)

[16] Gaffney e.a. 2005.
[17] Louwe Kooijmans 1970.

Afbeelding 13. Menselijke schedel in november 2019 opgevist in 'North Sea/Doggerland' (bron: K. Tanis)



Afbeelding 14. Voorbeelden van prehistorische werktuigen opgevist uit de Noordzee (naar: Kooijmans 1970 en Armkreutz 2018).

De zeespiegelstijging viel samen met het verdrinken van oude landschappen. Een aantal van deze landschappen zijn door middel van geofysische en geotechnische technieken in beeld gebracht. Recent is bijvoorbeeld op basis van seismische gegevens uit de olie-industrie een prehistorisch landschap in beeld gebracht nabij de Engelse oostkust[18]. Seismisch onderzoek met (een) *subbottom profiler(s)* zal deel uitmaken van de geofysische onderzoeken die in het kader van de ontwikkeling van het Net op zee zullen worden uitgevoerd. De uitkomsten van dit seismische onderzoek kunnen worden gebruikt om een beter inzicht te krijgen in het prehistorisch landschap.

Een goed voorbeeld van de mogelijkheden die er zijn voor geo-archeologisch onderzoek naar de ontwikkeling van het landschap en vegetatie in het Laat Pleistoceen en Vroeg Holoceen, en de wijze waarop mens en dier omgingen met de veranderende omstandigheden, is het onderzoek dat uitgevoerd is in het kader van de verdieping van de Yangtze Haven in de Maasvlakte II. Hier is uitgebreid multidisciplinair onderzoek gedaan naar de bewoningsresten die zijn aangetroffen op een klein rivierduin op meer dan 20 meter onder het huidige zeeniveau[19].

De archeologische resten uit de Noordzee die in Nederland bekend zijn, betreffen naast de vondsten die door vissers zijn gedaan voornamelijk losse vondsten uit zandwingebieden. Zo zijn bij de aanleg van de Maasvlakte I en II en de Zandmotor verscheidene benen artefacten uit het Jong *Paleolithicum en Mesolithicum* aangetroffen, die wat betreft stijlkenmerken zijn onder te verdelen in clusters[20].

Bewoningssporen in het kustgebied uit de protohistorie

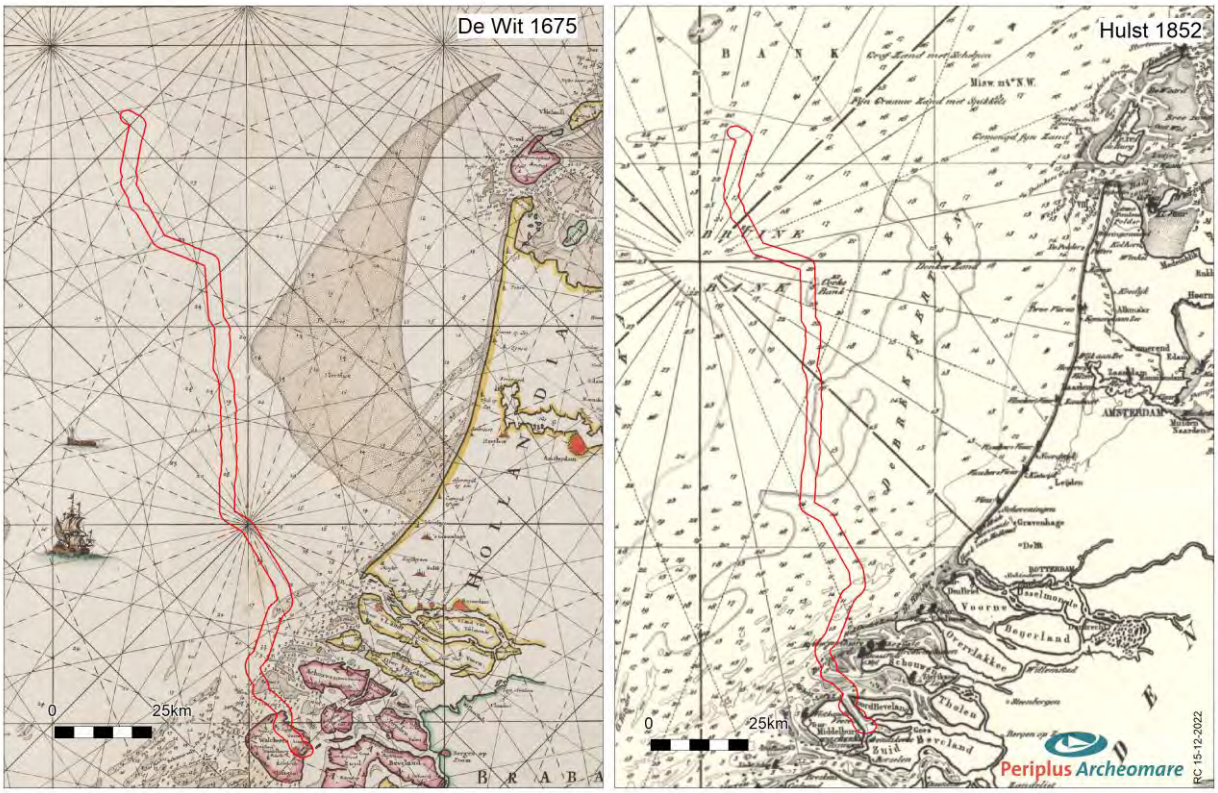
De zandige strandwallen en duinen die de natuurlijke bescherming vormen van het kustgebied hebben zich gedurende het laatste millennium v. Chr. gestabiliseerd. Vanaf de late IJzertijd tot en met de Middeleeuwen zijn bewoningssporen bekend uit de kuststrook van Holland. Er bestaan aanwijzingen dat zich gedurende de Romeinse Tijd versterkingen bevonden langs de kust van Zeeland en Zuid-Holland[21]. Het meest aansprekende voorbeeld vormt de tot nu toe niet gelokaliseerde Brittenburg voor de kust bij Katwijk aan Zee[22]. Voor de Scheveningse kust is vastgesteld dat zich hier een *vicus* heeft bevonden bij de Scheveningse weg[23]. Een dergelijke civiele nederzetting kan over het algemeen direct in verband worden gebracht met een Romeins legerkamp. Deze is eveneens tot op heden nog niet gelokaliseerd. Het is niet ondenkbaar dat (verspoelde) resten van Romeinse forten zich bevinden in de huidige strand- en duinzone. Naast nederzettingen en militaire infrastructuur kunnen Romeinse cultusplaatsen voorkomen. In Zeeland zijn twee tempelcomplexen gewijd aan de godin Nehallennia bekend. De eerste tempel is een complex dat al in de 17^{e} eeuw is aangetroffen op het strand van Domburg. De verwachting is dat de vindplaats nu grotendeels in zee ligt. Het tweede tempelcomplex is in de jaren 70 van de vorige eeuw aangetroffen ten noordwesten bij het huidige Colijnsplaat. De resten liggen in een geul op een oude kleilaag in de Oosterschelde op meer dan 30 m diepte. De overblijfselen bestaan onder meer uit grote natuurstenen altaarstukken en keramische bouwmaterialen, zoals daktegels.

[18] Zie het project 'North sea paleolandscapes' van de Universiteit van Birmingham.
[19] Moree 2015.
[20] Verhart 2005 159.
[21] Hessing 1995, 98.
[22] Dijkstra en Ketelaar 1965.
[23] Waasdorp 1999.

Scheepvaart

De eerste aanwijzingen voor scheepvaart op de Noordzee dateren uit het Neolithicum. Bewijs hiervan kan bijvoorbeeld worden gevonden in prehistorische begravingen in het Rijnland. In deze regio was de toegang tot tin beperkt en werd daarom beschouwd als een luxe goed. Het moest worden geïmporteerd uit andere regio's. Een van die regio's lag in het zuidwesten van Engeland[24]. Aan de andere kant van de Noordzee zijn op de Britse eilanden sporadisch Alpiene jade bijlkoppen gevonden.

Na de eerste contacten in het Neolithicum is sprake van een intensivering van de scheepvaart op de Noordzee met enkele historisch goed gedocumenteerde pieken. Gedurende de Romeinse tijd geldt de Noordzee en in het bijzonder het Kanaal als verbindingsbrug voor het imperium. Vanaf de vroege Middeleeuwen ontstaan machtscentra langs de kust van de Noordzee[25]. Deze waren georiënteerd op de Noordzee en scheepvaart, handel en overzeese contacten speelden daarbij een centrale rol. Verder moeten in dit verband ook de raids (plundertochten) van de Vikingen genoemd worden. Vanaf de Late Middeleeuwen en de Nieuwe tijd waren de internationale handel en de scheepsbouw dermate ontwikkeld dat de Noordzee een opstap vormde voor wereldwijde vaarroutes. In 1282 wordt het gehucht Kampveere of Ter Veere genoemd in een oorkonde. Uit het document blijkt dat Wolfert van Borsele, ambachtsheer van Zandijk, en zijn vrouw Sybille een aantal van hun bezittingen, waaronder een haven met recht op havengeld, overdragen aan de vrouw van graaf Floris V, gravin Beatrix[26]. De scheepvaartgeschiedenis is in hoofdlijnen met vele bekende en tot op heden onbekende schipbreuken samengegaan. Scheepswrakken vormen de sporen van het maritieme verleden en deze kunnen onder gunstige conserveringsomstandigheden in de waterbodem bewaard zijn gebleven.



Afbeelding 15. Ligging van het onderzoeksgebied op oude kaarten (De Wit 1675 en Hulst 1852).

[24] Van de Noort 2011.
[25] Kramer 2003; Cunliffe 2001, 484-488.
[26] https://www.zalig-zeeland.com/zeeuwse-almanac/veere-bakermat-van-de-koninklijke-marine.

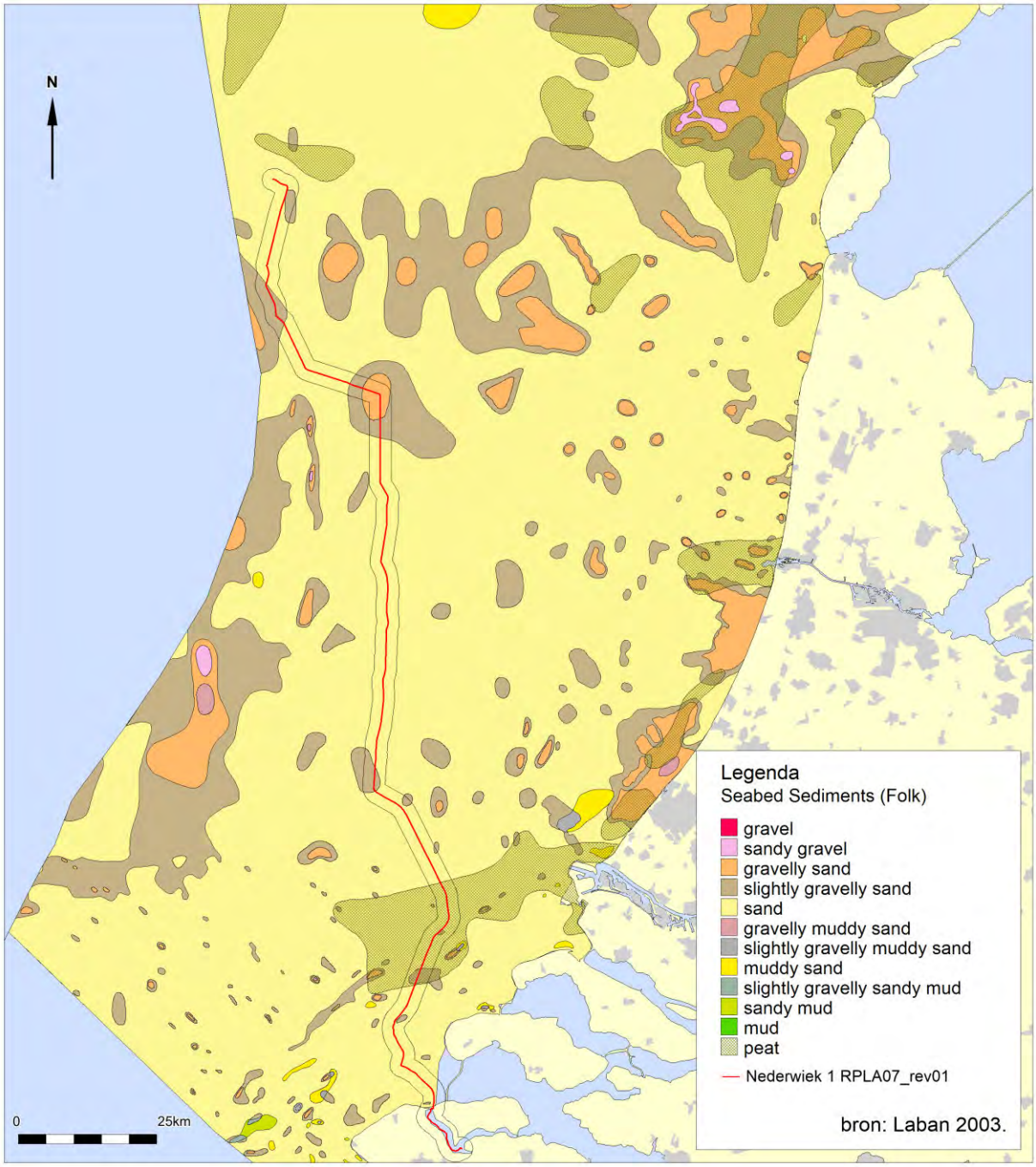
Bekende verstoringen in het plangebied

Het onderzoeksgebied wordt doorkruist door verschillende kabels en pijpleidingen (zie paragraaf 2.3). De kabels en pijpleidingen zijn geploegd aangelegd waarbij de bodem verstoord is. Visserij met sleepnetten kan hebben geleid tot verstoring van de toplaag van de bodem. Dit is vooral van belang voor eventuele archeologische resten, zoals uit de bodem stekende wrakdelen, die aan deze netten kunnen blijven haken.

2.4. Geologische gegevens (LS04)

De archeologische verwachting voor prehistorische resten is sterk gerelateerd aan de *geogenese* van het plangebied. De geogenese kan worden herleid uit de aanwezige *lithostratigrafische* eenheden, de aard van laaggrenzen (erosief versus non-erosief) en indicaties voor bodemvorming in de sedimenten. Daarom vormen geofysische en geologische data een belangrijke bron om vragen met betrekking tot de aard, diepteligging, voorkomen, gaafheid en conservering van te verwachten archeologische landschappen en daaraan gerelateerde resten in het onderzoeksgebied te beantwoorden.

De zeebodem bestaat binnen het onderzoeksgebied uit zand met plaatselijk een bijmenging van grind, silt of klei (zie afbeelding 16).



Afbeelding 16. Oppervlaktesedimenten

De zandige sedimenten maken deel uit van het *Bligh Bank Laagpakket*, een mobiele zandlaag waarin door getijstromen en golfwerking ruggen, duinen, stroomribbels en - in de ondiepere delen - golfribbels zijn gevormd. Het tracé doorkruist gebieden met vroeg-*holocene* afzettingen van veen en klei, die ontsloten aan de zeebodem of dicht onder de zeebodem voorkomen.

De opeenvolging van *holocene* afzettingen bestaat van onder naar boven uit de *Formatie van Nieuwkoop (Basisveen Laag)*, de *Formatie van Echteld,* de *Formatie van Naaldwijk* en het *Bligh Bank Laagpakket.* De dikte van de *holocene* laag varieert binnen de corridors van het tracé van 0 tot 33.6 meter.

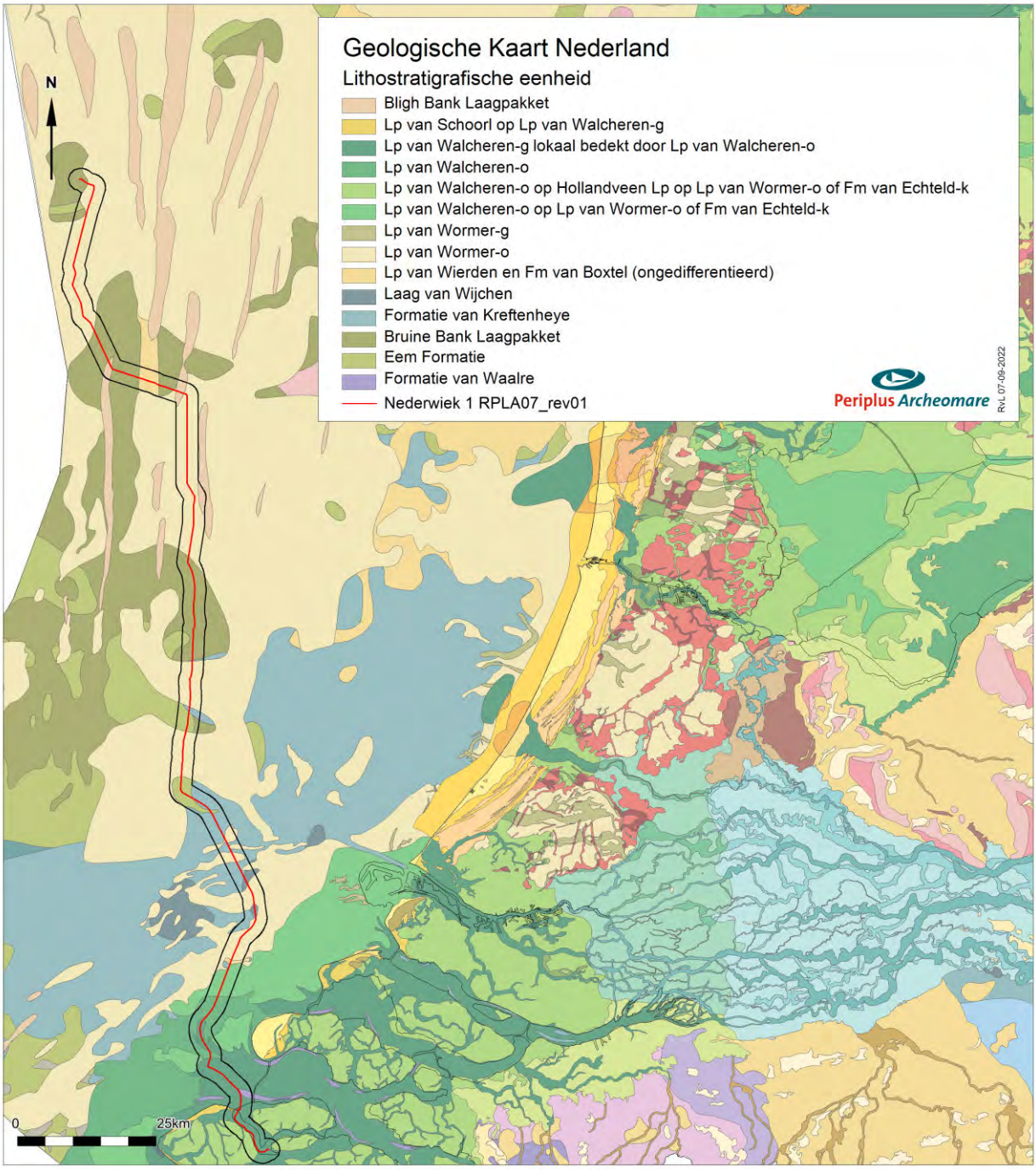
Offshore is op veel plaatsen in het onderzoeksgebied enkel het *Bligh Bank Laagpakket* aanwezig. Dit lijkt in tegenspraak met de Geologische Kaart van Nederland (GKN), waarop het *Bligh Bank Laagpakket* alleen in langgerekte noord-zuid georiënteerde zones in het noordelijke deel van het onderzoeksgebied is gekarteerd (zie afbeelding 17).
Omwille van het kaartbeeld zijn voorkomens van het Bligh Bank Laagpakket uitsluitend op de Geologische Kaart Nederland gekarteerd als de dikte van deze eenheid meer dan 7 meter is. De langgerekte zones waar het Bligh Bank Laagpakket wel is gekarteerd zijn hoge zandruggen. De keuze om het Bligh Bank Laagpakket enkel te karteren als deze meer dan 7 meter dik is, heeft als groot voordeel dat de kaart een venster biedt naar de pleistocene en vroeg- tot midden *holocene* afzettingen die onder het Bligh Bank Laagpakket schuil gaan. Dekzand (Fm van Boxtel | Lp van Wierden) en löss (Fm van Boxtel | Lp van Schimmert) worden alleen weergegeven als de dikte meer dan 2 m bedraagt. Dit betekent dat de *Formatie van Boxtel* ook kan voorkomen op plaatsen waar deze niet gekarteerd is.

Offshore, buiten de Voordelta, komen op veel plaatsen onder het Bligh Bank Laagpakket vroeg- en midden-*holocene* getijdenafzettingen van het Laagpakket van Wormer voor. Op plaatsen waar het Laagpakket van Wormer ontbreekt komen direct onder de mobiele zandlaag van het Bligh Bank Laagpakket *pleistocene* eenheden voor.

De *pleistocene* tot vroeg-*holocene* afzettingen die in het offshore deel van het tracé onder het *holocene* Laagpakket van Wormer en/of Bligh Bank Laagpakket voorkomen zijn samengevat in tabel 8.

Formatie	Laagpakket | Laag	Afzettingsmilieu	Ouderdom	x 1000 jaar geleden
Boxtel	Delwijnen	rivierduinen	Laat Glaciaal en Holoceen	12 - 9
	Singraven	kleinschalig fluviatiel		15 - 9
	Wierden	eolisch		
		periglaciaal	Weichselien	115 - 12
Kreftenheye	Wijchen	overstromingskleien meanderende rivier	Laat Glaciaal en Vroeg Holoceen	12 - 9
		vlechtend en meanderend fluvioglaciaal en fluviatiel (Rijn)	Pleniglaciaal en Laat Glaciaal	70 - 12
Eem	Bruine Bank	brak-marien lagunair en fluviatiel gevoed lacustrien	Vroeg Glaciaal	115 - 70
		marien	Eemien	130 - 115

Tabel 8. Pleistocene en vroeg-holocene afzettingen die in het offshore deel van het tracé gekarteerd zijn. Deze afzettingen zijn afgedekt door holocene afzettingen van het Laagpakket van Wormer en/of het Bligh Bank Laagpakket. De kleuren in deze tabel komen overeen met die van de Geologische Kaart Nederland in afbeelding 17.



Afbeelding 17. Geologische Kaart Nederland (2021)

In de Voordelta wordt het Laagpakket van Wormer afgedekt door getijdenafzettingen van het Laagpakket van Walcheren. In dit deel van het tracé komt plaatselijk onder de *Formatie van Naaldwijk* zoetwatergetijdenafzettingen van de *Formatie van Echteld* en/of veen van de *Basisveen Laag* voor. Richting de kust hebben de jongere getijdenafzettingen van het *Laagpakket van Walcheren* het *Laagpakket van Wormer*, dat oorspronkelijk hier ook aanwezig was, volledig geërodeerd. Bij de zeegaten tussen de Zeeuwse eilanden en in het Veerse Meer bestaat het *Laagpakket van Walcheren* vooral uit zandige geulopvullingen. De diepe geulen snijden vroeg-*pleistocene* meanderend fluviatiele en estuariene afzettingen van de Rijn en Maas aan. Deze kleien en zanden worden tot de *Formatie van Waalre* gerekend. Aan de kust gaat het *Bligh Bank Laagpakket* plaatselijk over in strandafzettingen van het *Laagpakket van Zandvoort* en duinafzettingen van het *Laagpakket van Schoorl*.

Voor de bepaling van de dikte van de *holocene* laag zijn de grid data TNO top pleistoceen model (2007) en het DTM-model van de hoogteligging van de Noordzeebodem van de Dienst Hydrografie gebruikt[27]. Op basis van de dikte van de *holocene* laag en de *trench*-dieptes is het aannemelijk dat de kabel plaatselijk zullen worden aangebracht in de top van de formaties die zich onder de *holocene* afzettingen bevinden (zie afbeelding 18). De variaties van dikte van de *holocene* laag langs de verschillende secties van het tracé zijn samengevat in tabel 9.

Afbeelding 18. Dikte Holocene Laag (bron grid data: TNO, GeoTOP en DHY)

[27] Ebbing 1992.

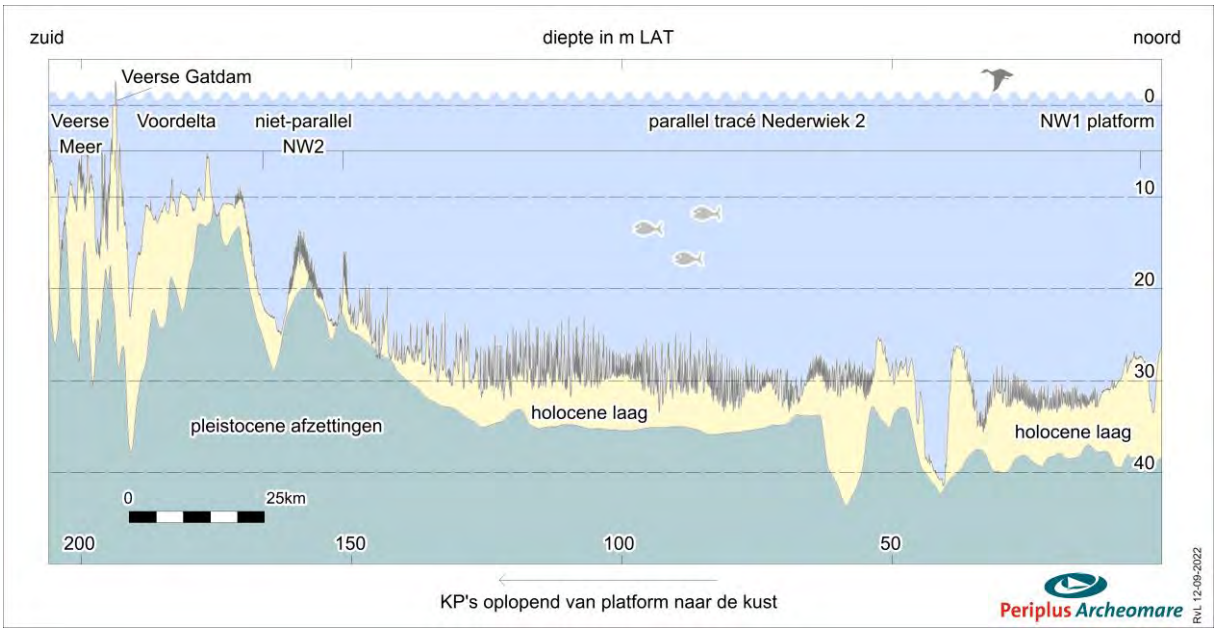
De verschillen in dikte van de *holocene* laag zijn voor een deel gerelateerd aan de morfologie van de zeebodem. Ter plaatse van de kruinen van zandduinen ligt de top van de *pleistocene* afzettingen meters dieper dan ter plaatse van de dalen tussen de duinen.

Toch is ook de top van de *pleistocene* opeenvolging een verre van vlak niveau, doordat het landschap aan het eind van het *Pleistoceen* werd gevormd door gestuwde afzettingen, duinen, dekzandzandruggen, meren en rivierdalen. De oorspronkelijke morfologie van het pleistocene landschap is ook door erosie tijdens het *Holoceen* veranderd.

In de secties vanaf de platformlocatie tot aan het punt waar Nederwiek 1 parallel gaat lopen aan Nederwiek 2 is de minimum dikte van de *holocene* laag 6 m[28]. In de parallelle offshore sectie van het tracé bedraagt de minimum dikte van de *holocene* laag 0 m. Dit betekent dat *pleistocene* afzettingen plaatselijk dagzomen aan de zeebodem. Dit geldt ook voor het tracé in de Voordelta en het Veerse Meer. In afbeelding 19 zijn de plekken waar de *pleistocene* afzettingen ontsloten zijn duidelijk te zien. In de Voordelta en het Veerse Meer zijn de verschillen in dikte van de *holocene* laag groot. Nabij de Veerse Gatdam is de dikte van de *holocene* laag 28 m. De variaties in het Veerse Meer houden verband met het voorkomen van diepe geulen en hoog opgeslibde zandplaten.

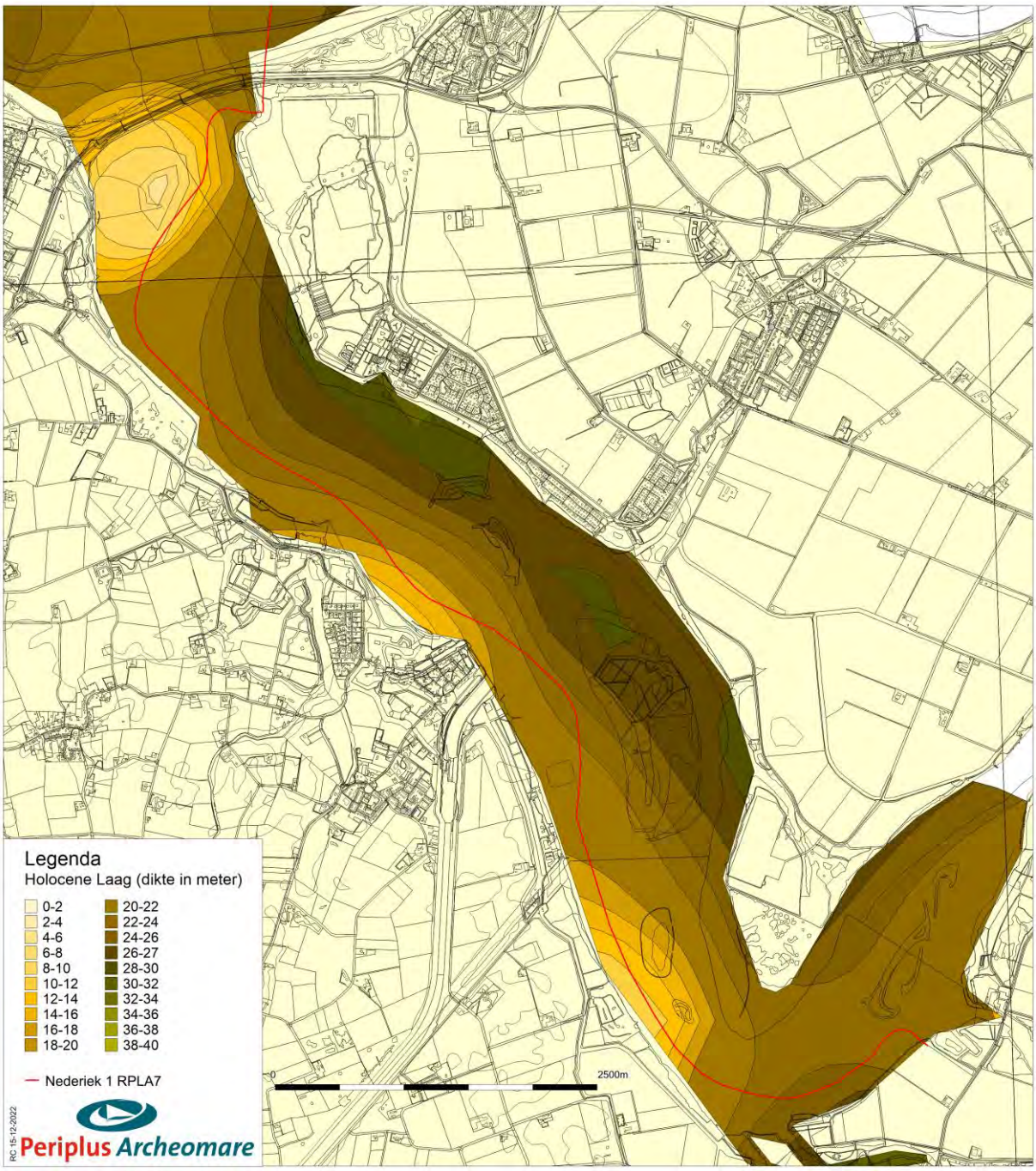
Nederwiek 1 **Sectie van noord naar zuid**		**Lengte kabeltracé**	**Dikte holocene laag (m)**	
			Minimum	**Maximum**
Platform	tot parallel Nederwiek 2	4118 m	6	12
Offshore	parallel Nederwiek 2	147458 m	0	15
Offshore	niet parallel Nederwiek 2	14835 m	0	6
Voordelta		27371 m	0	28
Veerse Meer		12218 m	0	25

Tabel 9. Variaties in dikte van de holocene laag langs het tracé Nederwiek 1



Afbeelding 19. Profiel holocene laag | top pleistocene afzettingen tracé

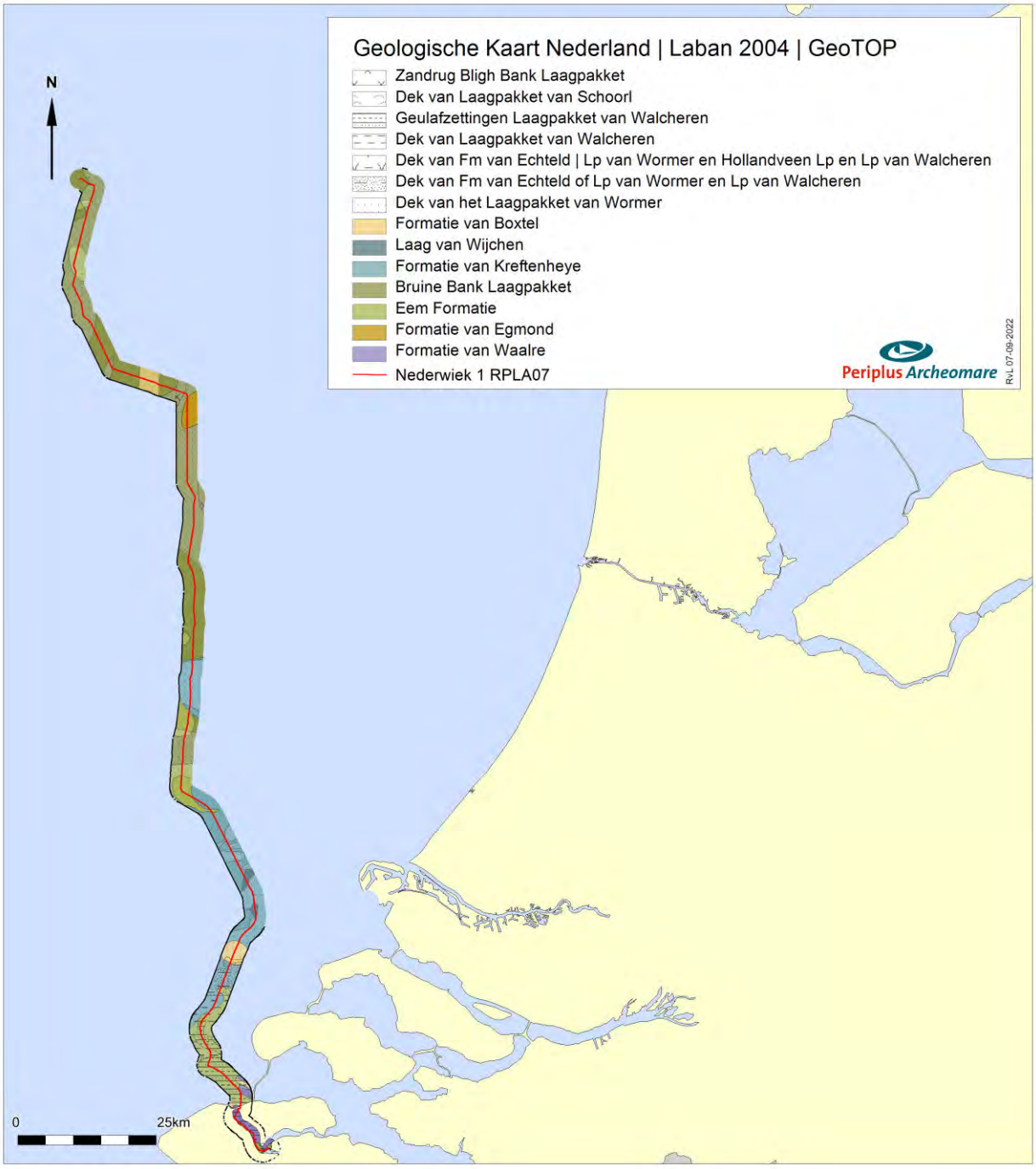
[28] De *KP-waarde* van het punt waar het tracé van Nederwiek 1 parallel gaat lopen aan Nederwiek 2 is door Periplus Archeomare bij benadering vastgesteld. Het gaat dus niet om een KP die door de opdrachtegever als officiële waarde is aangeleverd.



Afbeelding 20. Dikte holocene laag in het Veerse Meer

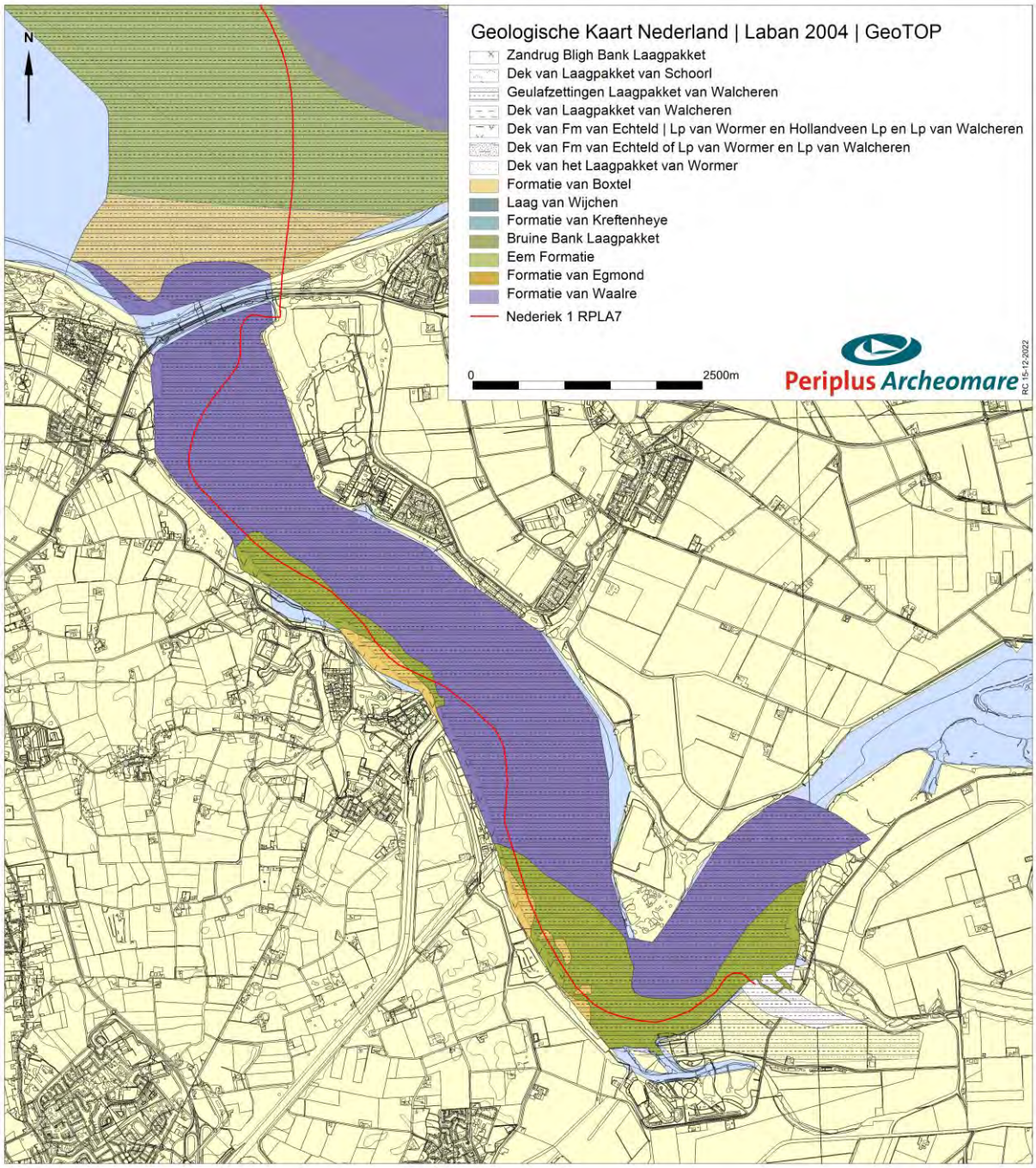
In afbeelding 21 zijn de *pleistocene* formaties weergegeven die onder een dek van *holocene* afzettingen voorkomen. De *holocene* afzettingen van de laagpakketen van Wormer, Walcheren, Schoorl en Bligh Bank (> 7 m) die in afbeelding 17 zijn weergegeven, zijn in deze afbeelding met een rastersymbool (puntjes, streepjes, kruisjes) tegen transparante achtergrond weergegeven. Zodoende wordt direct duidelijk welke pleistocene afzettingen onder het *holocene* dek voorkomen, zonder dat de informatie omtrent het type *holocene* afzetting | de lithostratigrafische eenheid die de pleistocene formaties afdekt verloren gaat. Deze zogenaamde subcropkaart is samengesteld met behulp van gegevens uit de Geologische Kaart Nederland, de Top Pleistocene Map van Laban (2004) en in het Veerse Meer grid data uit de GeoTOP database.

De belangrijkste *pleistocene* eenheden die op uitgebreide schaal offshore voorkomen zijn mariene afzettingen van de *Egmond Ground Formatie*, de mariene afzettingen van de *Eem Formatie* met aan de top brakwaterkleien van *Brown Bank Laagpakket*, en fluviatiele afzettingen van de *Formatie van Kreftenheye* met plaatselijk aan de top overstromingskleien van het Laagpakket van Wijchen.

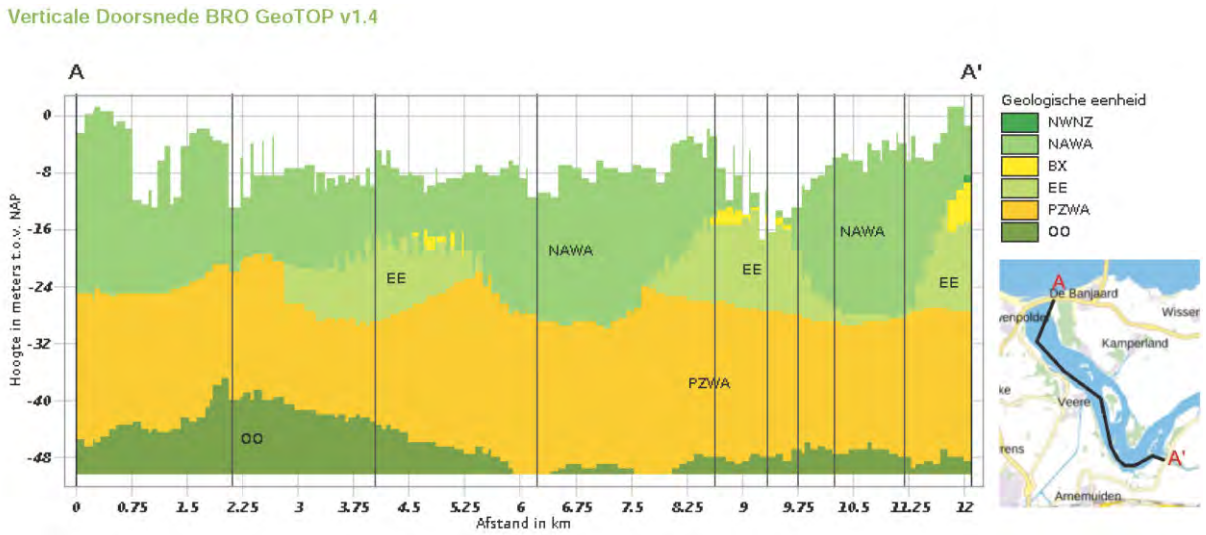


Afbeelding 21. Subcropkaart Top Pleistoceen (Combinatie Geologische Kaart Nederland; Top Pleistocene Map, Laban 2004 & GeoTOP)

In het Veerse Meer bestaan de *pleistocene* eenheden uit de oude rivierafzettingen van de *Formatie Waalre|Peize*, mariene afzettingen van de *Eem Formatie* en terrestrische afzettingen van de *Formatie van Boxtel* (zie afbeelding 22).



Afbeelding 22. Detail Veerse Meer subcropkaart Top Pleistoceen (Combinatie Geologische Kaart Nederland; Top Pleistocene Map, Laban 2004 & GeoTOP)



Afbeelding 23. Profiel Veerse Meer (bron: DINO Loket)

Afbeelding 23 toont een geologisch profiel van het Veerse Meer. In het profiel is te zien dat plaatselijk mariene afzettingen van de *Eem Formatie* en terrestrische afzettingen van de *Formatie van Boxtel* bewaard zijn gebleven. Daaronder komen oudere rivierafzettingen van de *Formatie van Waalre* voor. Zowel de *pleistocene* als de *holocene* lithostratigrafische eenheden die in het onderzoeksgebied voorkomen worden hieronder uitgebreider besproken.

Formatie van Waalre|Peize

De *Formatie van Waalre* bestaat uit gestapelde fining-upward sequenties[29] van grijs tot grijswit uiterst fijn tot uiterst grof (63-2000 µm), glimmerhoudend zand. Het zand is deels bont met rode korrels in grove fractie en plaatselijk sterk grindig (o.a. lags). Binnen de opeenvolging kunnen blauwgrijze tot bruingrijze kleilagen en -laagjes, siltig tot zandig, met veeninschakelingen en sideriet voorkomen. De gelaagde klastische sedimenten zijn afgezet door meanderende rivieren, met geul-, kronkelwaard-, oever- en komafzettingen. De formatie omvat ook estuariene en lagunaire klei met lagen zand en humeus materiaal. De afzettingen dateren uit het laat Plioceen (Reuverien) tot vroeg Pleistoceen (Menapien).

Egmond Ground Formatie

De *Egmond Ground Formatie* bestaat uit fijnkorrelige mariene zanden met sporen van schelpen of schelpfragmenten. De formatie kan plaatselijk tussengeschakelde kleilagen bevatten. De mariene zanden zijn tijdens het Holsteinien interglaciaal, 424.000 tot 374.000 jaar geleden, afgezet. De *Egmond Ground Formatie* wordt afgedekt door mariene zanden van de *Eem Formatie*, brakwaterkleien van het *Brown Bank Laagpakket* of het *Bligh Bank Laagpakket*.

Eem Formatie

De *Eem Formatie* bestaat hoofdzakelijk uit (groen)grijze mariene zanden met schelpen en plaatselijk kleilagen. De sedimenten zijn tijdens het *Eemien* interglaciaal in de Eem zee afgezet[30]. Op de overgang van het *Eemien* naar het *Weichselien* koelde het klimaat af. De zeespiegel daalde doordat water werd vastgelegd in het ijs van de zich uitbreidende poolkappen. Dit had tot gevolg dat de Eem Zee zich terugtrok. Tijdens de regressie van de Eem Zee werden brak- en zoetwaterkleien afgezet in de lagunes en

[29] Fining upward: de laagjes zand, silt en klei worden naar boven toe dunner.
[30] Eemien: interglaciaal (warme periode), circa 130.000 tot 115.000 jaar geleden.

meren die achter bleven in de glaciale bekkens. Deze meer- en lagunaire afzettingen worden apart geclassificeerd als het *Brown Bank Laagpakket* binnen de *Eem Formatie*.

Formatie van Kreftenheye

De *Formatie van Kreftenheye* is opgebouwd uit afzettingen van de Rijn[31]. Tijdens het *Weichselien* (*Pleniglaciaal*, 77 kjaar tot 24 kjaar geleden) traden in de zomermaanden pieken op in de afvoer van smeltwater vanuit het achterland. De rivier voerde in deze perioden grote hoeveelheden zand en grind naar het Noordzeegebied. De Rijn stroomde door een droog periglaciaal landschap en had een vlechtend karakter. De afzettingen zijn daardoor slecht gesorteerd. De zandige sedimenten van de *Formatie van Kreftenheye* zijn soms moeilijk te onderscheiden van de afzettingen van de *Eem Formatie*. Dit is zeker het geval als in de *Formatie van Kreftenheye* geremanieerde schelpen van de *Eem Formatie* voorkomen. Het onderscheid met de *Formatie van Boxtel* die plaatselijk boven de *Formatie van Kreftenheye* voorkomt kan ook lastig zijn, vooral als het om fluviatiele afzettingen binnen de *Formatie van Boxtel* gaat.

Formatie van Boxtel

De *Formatie van Boxtel* is opgebouwd uit eolische afzettingen van het *Laagpakket van Wierden* (dekzand) en beekafzettingen van het *Laagpakket van Singraven* (klei, leem, veen en fijn zand). De afzettingen dateren uit het *Weichselien* en het Vroeg *Holoceen*[32]. Aan het eind van het *Weichselien (Laat Glaciaal*, 15 kjaar tot 12 kjaar geleden) stond de zeespiegel meer dan 100 meter lager dan nu. Het zuidelijke Noordzeegebied lag droog. Tijdens periodiek extreem droge en koude omstandigheden was er maar weinig vegetatie. De polaire winden hadden vrij spel en over grote delen van het Noordzeegebied en Nederland werd fijn zand (dekzand) afgezet. De top van de *Formatie van Boxtel* kan tijdens afzetting van onder meer het *Bligh Bank Laagpakket* en de *Formatie van Naaldwijk* door erosie zijn aangetast. De *Basisveen Laag* of vroeg-*holocene* klei van de *Laag van Velsen* (lagunaire klei) daarentegen, kunnen de top van de *Formatie van Boxtel* juist hebben beschermd tegen erosie.

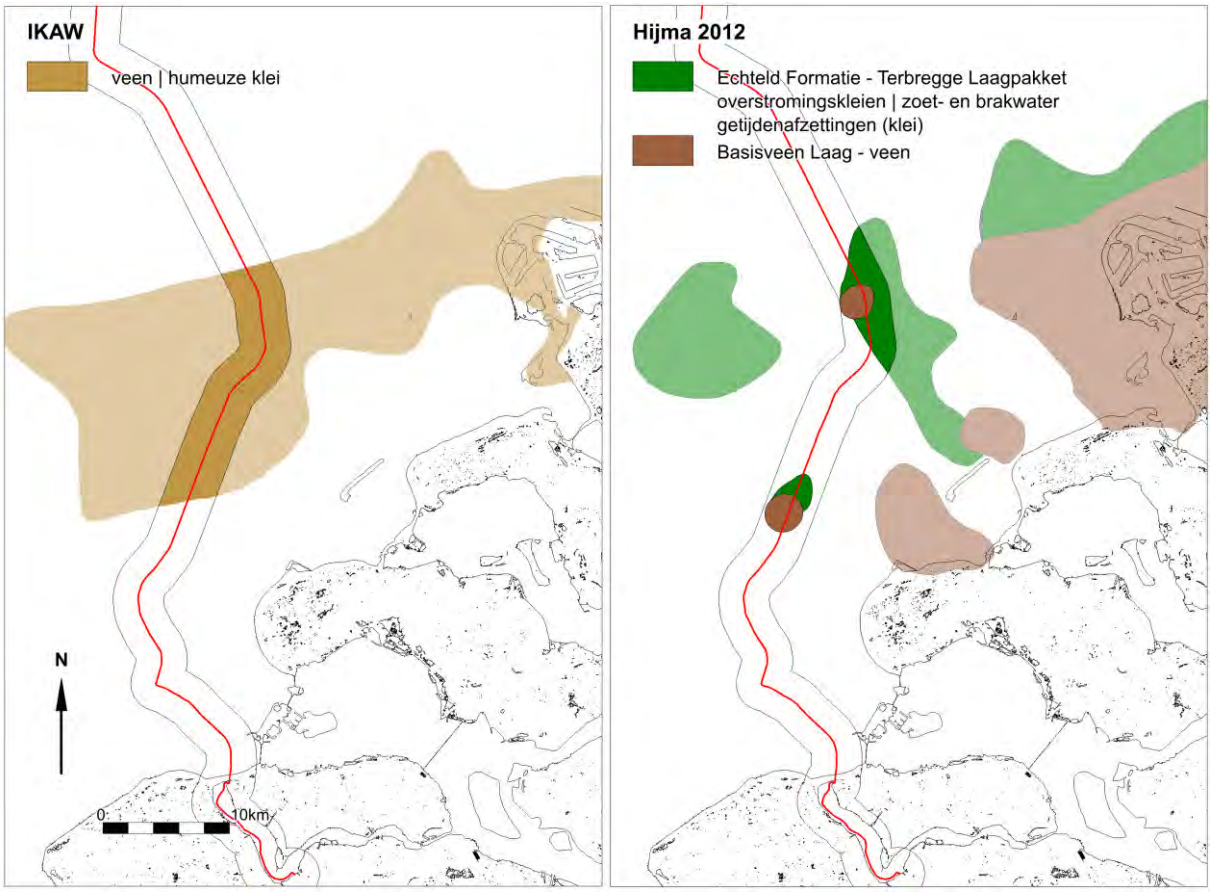
Formatie van Nieuwkoop

In het Maasmondgebied is een groot veengebied gekarteerd, dat zich naar het westzuidwesten uitstrekt in de Noordzee (zie afbeelding 24). Het gaat hier om vroeg-*holocene* kustveenafzettingen. Dit veen wordt geclassificeerd als de *Basisveen Laag*.

De *Basisveen Laag* werd afgezet op de overgang van het *Weichselien* naar het *Holoceen*, toen het klimaat opwarmde, de hoeveelheid neerslag toenam, de zeespiegel steeg en dientengevolge de vegetatie explosief toenam.

In afbeelding 24 zijn de bekende voorkomens van veen en klei weergegeven. Het linker deel van de afbeelding toont de voorkomens van veen en humeuze klei volgens de IKAW. De rechter afbeelding is gebaseerd op een publicatie van Hijma[33]. Hijma heeft de voorkomens van veen (*Formatie van Nieuwkoop|Basisveen Laag*) en zoet- en brakwatergetijdenafzettingen (*Echteld Formatie|Terbregge Laagpakket*) gekarteerd. De voorkomens van veen en klei op de IKAW komen niet geheel overeen met die van de publicatie van Hijma. Wel is duidelijk dat deze vroeg-*holocene* venen en kleien binnen het kabeltracé verwacht kunnen worden. Ook elders in het gebied kunnen al dan niet afgedekte veenlagen van de *Basisveen Laag* en gelaagde kleien van het *Terbregge Laagpakket* voorkomen.

[31] Weichselien: ijstijd van circa 115.000 tot 12.000 jaar geleden.
[32] Holoceen: interglaciaal (warme periode), 12.000 jaar geleden tot heden.
[33] Hijma 2012.



Afbeelding 24. Voorkomens van veen (Basisveen Laag) en klei (Terbregge Laagpakket)

Naaldwijk Formatie

Langs de Nederlandse kust zijn de *pleistocene* eenheden plaatselijk bedekt door *holocene* getijdenafzettingen in de vorm van zand en klei. Deze getijdenafzettingen maken deel uit van het *Laagpakket van Wormer* (*Formatie van Naaldwijk*).

De vroegste klastische afzettingen zijn die van de eerdere *Laag van Velsen*. De *Laag van Velsen* bestaat uit stevige humeuze klei, soms met aanzienlijke hoeveelheden *Hydrobia* schelpen en juveniele brakwaterkokkels (*Cerastoderma glaucum*). Evenals de *Basisveen Laag* kunnen de stratigrafische eenheden onder de *Laag van Velsen* goed bewaard zijn gebleven. De zoet- en brakwatergetijdenafzettingen die tegenwoordig als *Terbregge Laagpakket | Formatie van Echteld* worden geclassificeerd, zijn in het verleden ten onrechte als *Laag van Velsen* aangemerkt. In de kustzone komen strandzanden voor die worden geclassificeerd als de *Laag van Zandvoort* (*Formatie van Naaldwijk*, *Laagpakket van Walcheren*).

Bligh Bank Laagpakket

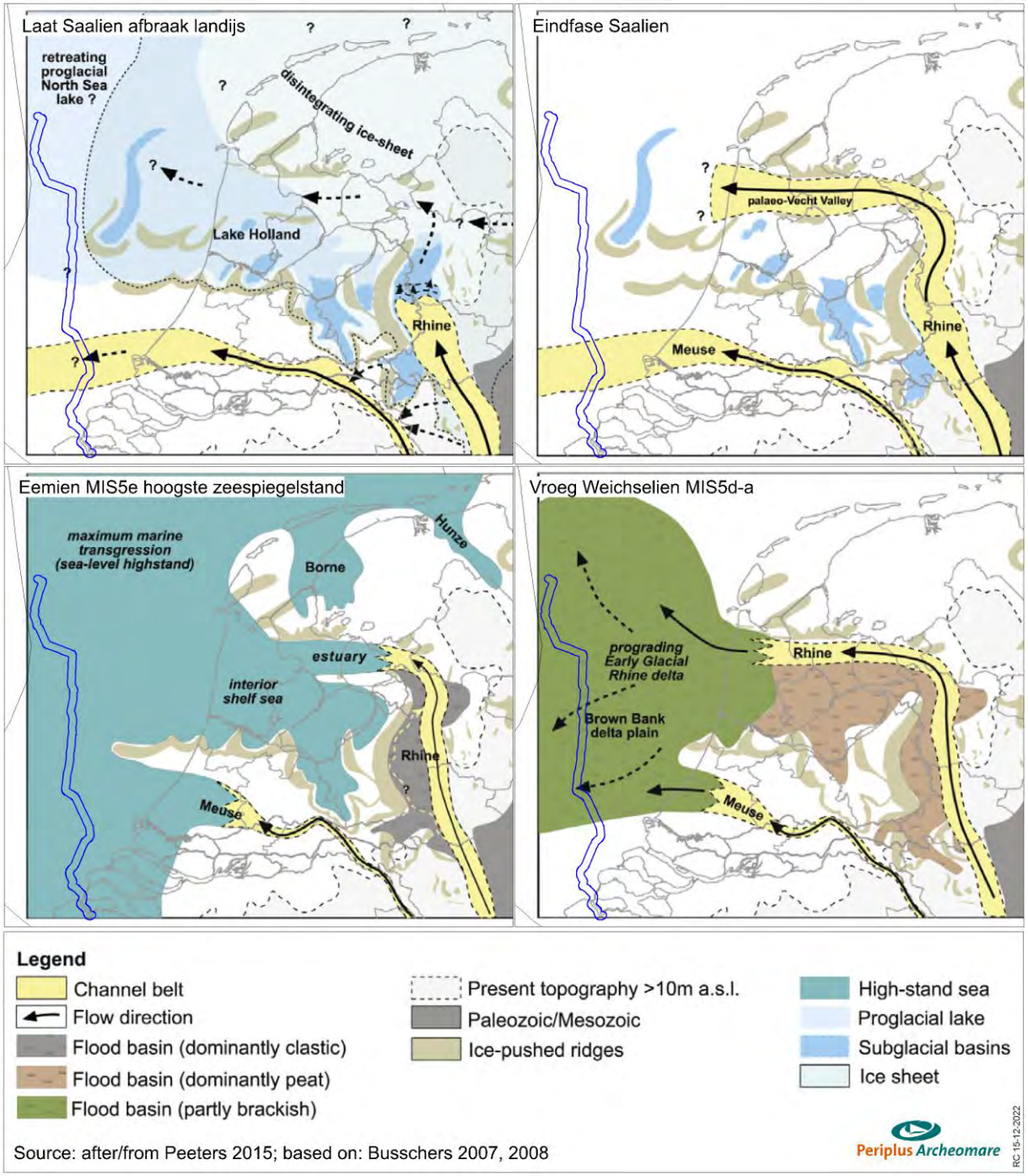
Het *Bligh Bank Laagpakket* bestaat uit mariene, matig fijn tot matig grof kalkrijk geelbruin zand met plaatselijk kleilenzen. Aan de basis kan het *Bligh Bank Laagpakket* grindig zijn.

Paleogeografische kaarten geven een goed beeld van de landschappelijke ontwikkeling tijdens de ijstijden en het warme Eem interglaciaal. De kaarten van het Saalien laten zien dat het landijs ruggen heeft opgestuwd die ten oosten van het kabeltracé BSL-2 in de ondergrond voorkomen (zie afbeelding 25; linksboven). Het voorkomen en genese van de *Eem Formatie* en het *Brown Bank Laagpakket* komt duidelijk naar voren in de onderste twee plaatjes van afbeelding 25.

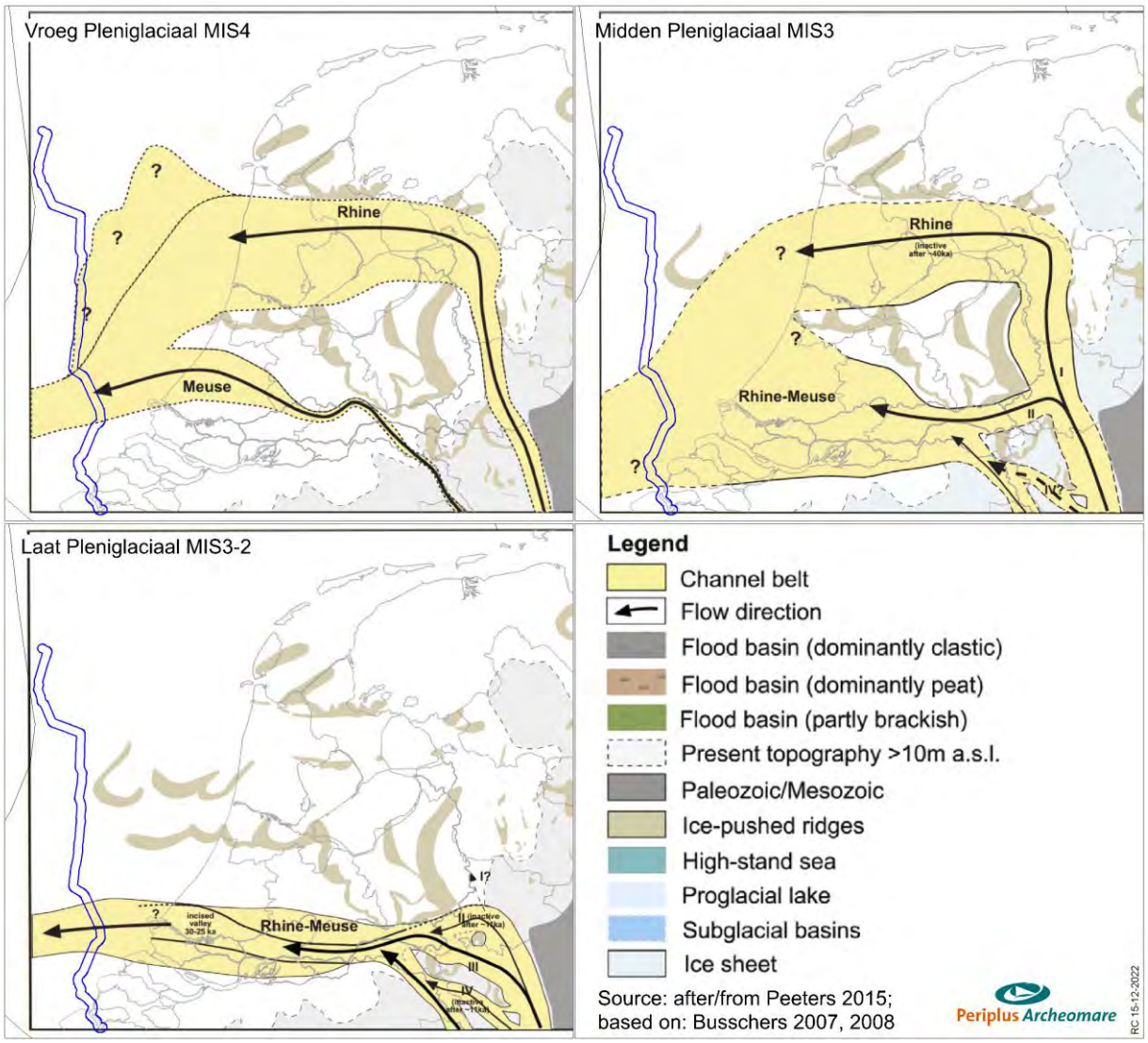
Afbeelding 26 laat duidelijk de sterke invloed van het Maas/Rijn-systeem zien tijdens het *Pleniglaciaal* (77 kjaar tot 24 kjaar geleden) en verklaart het voorkomen van deze rivierafzettingen aan de top van de *pleistocene* opeenvolging in een groot deel van het onderzoeksgebied. Voor zover de afzetting van deze rivierzanden en -grinden niet tot sterke erosie heeft geleid kunnen onder de *Formatie van Kreftenheye*, afzettingen van de *Eem Formatie* en het *Brown Bank Laagpakket* verwacht worden.

Formatie	Laagpakket Laag	Lithologie	Ouderdom	Genese	Opmerking
Southern Bight	Bligh Bank	zand	Holoceen	open marien	mobiele laag
Naaldwijk	Schoorl	zand	Holoceen	marien	strand
	Walcheren	klei en zand	Holoceen	marien	getijdenafzettingen
	Wormer	klei en zand	Holoceen	marien	getijdenafzettingen
	Velsen	humeuze klei	Holoceen	lagunair	kustzone
Echteld	Terbregge	klei	Holoceen	fluviatiel	zoet- en brakwater getijdenafzettingen
Nieuwkoop	Basisveen	veen	Vroeg Holoceen	organoleptisch	kustveen
Boxtel	Delwijnen	fijn zand	Weichselien tot Vroeg Holoceen	eolisch	rivierduinen
	Wierden	fijn zand		eolisch	dekzand; poolwoestijn
	Singraven	zand, leem, klei en veen		fluviatiel	beekafzettingen
Kreftenheye	Wijchen	stugge siltige klei; soms met paleosol	Laat Glaciaal (Allerød) tot Vroeg Holoceen	fluviatiel	meanderende rivieren; overstromingskleien
	-	grof zand	Weichselien	fluviatiel	vlechtende rivieren; beddingafzettingen
Eem	Brown Bank	klei met zandlaagjes	Eem - Vroeg Weichselien	lagunair - lacustrien	lagunes en brak- tot zoetwatermeren
	-	zand en klei	Eemien	open marien	schelpenhoudend
Egmond Ground	-	fijn zand	Holsteinien	open marien	schelpenhoudend
Waalre-Peize	-	klei en zand	Laat-Plioceen en Vroeg-Pleistoceen	fluviatiele en estuariene afzettingen	geulopvullingen, kom-, oever- en crevasseafzettingen; estuariene en lagunaire afzettingen

Tabel 10. Lithostratigrafie binnen het onderzoeksgebied



Afbeelding 25. Landschappelijke ontwikkeling tijdens het Laat Saalien, Eemien en Vroeg Weichselien



Afbeelding 26. Landschappelijke ontwikkeling tijdens het Pleniglaciaal (77 kjaar tot 14 kjaar geleden). Permafrostlandschap met afzetting van zand tijdens piekafvoeren door vlechtende riviersystemen van Rijn en Maas

2.5. Archeologische waarden (LS04)

Archeologie Continentaal Plat algemeen

Door de voormalige Rijksdienst voor Oudheidkundig Bodemonderzoek (ROB, nu Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed) is in samenwerking met Rijkswaterstaat dienst Zee en Delta en *TNO-NITG* op basis van geologische en archeologische waarnemingen een globale archeologische kaart voor het Continentaal Plat opgesteld (zie afbeelding 27)[34].

De Globale Archeologische Kaart van het Continentale Plat geeft de trefkans van goed geconserveerde scheepswrakken (en daarmee veelal een scheepsvondst van hoge archeologische waarde) voor het Nederlandse deel van het Continentale Plat weer. De kaart is echter zeer beperkt bruikbaar, mede door de kleinschaligheid van 1: 500.000. Daarnaast is de kaart verouderd, omdat het de staat van kennis van 25 jaar geleden weerspiegelt.

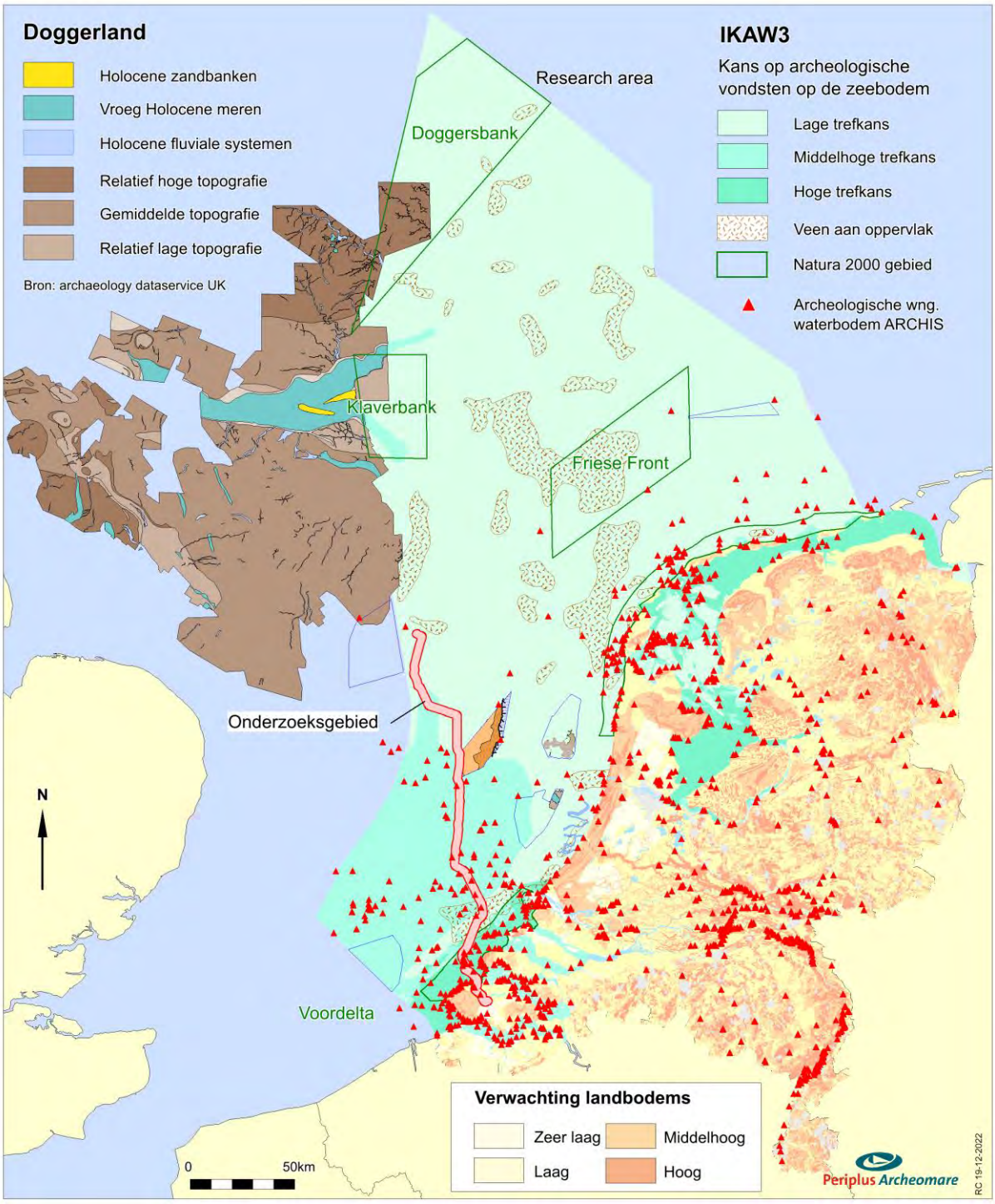
De mate van conservering van wrakresten hangt sterk samen met geologie en morfologie. De achterliggende redenering hierbij is dat in geulafzettingen of gebieden met een “slap” sediment, een wrak snel wegzakt in de bodem en daardoor in goede staat bewaard blijft. In andere gebieden is de trefkans op scheepsresten niet per definitie lager, maar wel de trefkans op een goed geconserveerd schip waarbij de lading en de uitrusting van het schip nog aanwezig is.

Op de kaart zijn ook gebieden aangegeven waar venen en kleien bewaard zijn gebleven. Deze afdekking met klei/veen zegt uitsluitend iets over de mogelijke ligging van *pleistocene* afzettingen aan/nabij de zeebodem. Daar waar *holocene* kleien/venen zijn geërodeerd, kunnen *pleistocene* niveaus met artefacten/faunaresten aanwezig zijn. Waar het om vroeg *holocene* afzettingen gaat, kunnen bewoningsresten uit de Prehistorie voorkomen gerelateerd aan afgedekte *pleistocene* en vroeg-*holocene* landschappen.

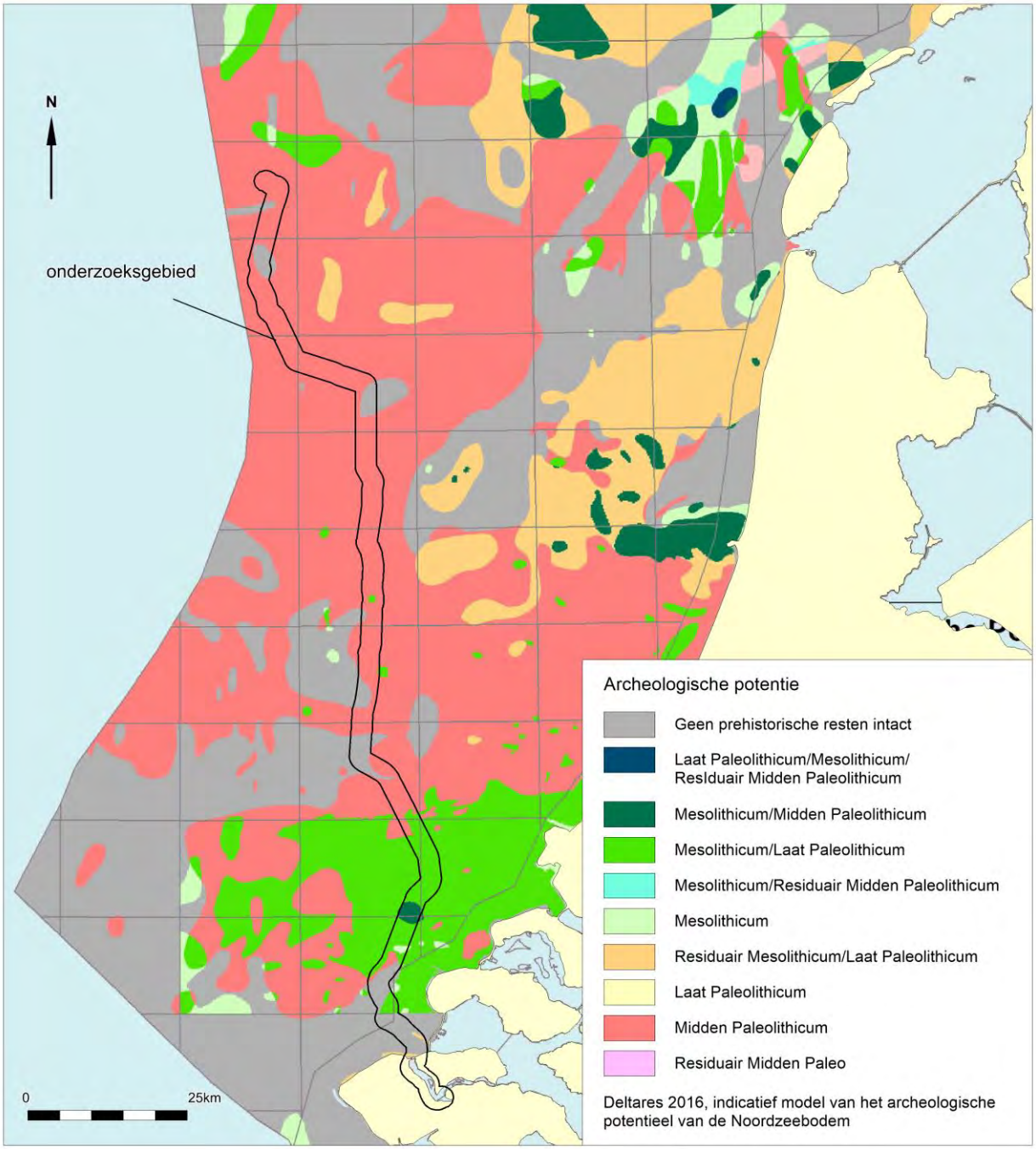
Uit onderzoek is gebleken dat de kans op het aantreffen van prehistorische bewoningsresten in de Noordzee veel groter is dan aanvankelijk werd gedacht[35]. De archeologische verwachtingskaart voor het Nederlands Continentaal Plat zal daarom moeten worden herzien. In 2016 heeft Deltares een eerste kaart opgezet van het prehistorische potentieel van de Noordzee (zie afbeelding 28)[36]. Deze archeologische potentiekaart is grotendeels gebaseerd op de Top Pleistocene map[37], waarbij aan de door *holocene* afzettingen afgedekte *pleistocene* eenheden een archeologische potentie is toegekend. Op plaatsen waar deze eenheden zijn afgedekt door vroeg-*holocene* klei en/of veen is de kans aanwezig, dat deze lagen klei en/of veen onderliggende *pleistocene* eenheden en eventueel daarin besloten archeologische niveaus hebben beschermd tegen erosie[38]. Zo is in gebieden waar door Laban de *Formatie van Boxtel* is gekarteerd, de archeologische potentie ‘Residuair Laat *Paleolithicum* / *Mesolithicum*’ gekarteerd. Met andere woorden: resten uit het Laat *Paleolithicum* en *Mesolithicum* kunnen in deze gebieden voorkomen, maar deze resten kunnen door erosie zijn aangetast (vandaar: ‘Residuair’). Op plaatsen waar de *Formatie van Boxtel* (naar verwachting) is afgedekt door veen en/of klei, is aan deze eenheid de archeologische potentie ‘Laat *Paleolithicum* / *Mesolithicum*’, zonder de toevoeging ‘Residuair’, toegekend. Het is belangrijk om te bedenken, dat het voorkomen en de grenzen van de in kaart gebrachte

[34] IKAW 3e generatie, RCE 2008.
[35] Zie het project ‘North Sea paleolandcapes’ van de Universiteit van Birmingham en North Sea Research and management Framework 2009 (Peeters 2009).
[36] Vonhögen . 2016.
[37] Laban 2004.
[38] Bronbestand veen en klei: IKAW.

lithostratigrafische eenheden gebaseerd zijn op een beperkte hoeveelheid geologische gegevens. Het voorkomen en de grenzen van lithostratigrafische eenheden moeten daarom niet als definitief worden beschouwd, maar een indicatie van wat te verwachten is in het gebied, daarmee een kader vormend voor verder onderzoek. Ook morfologische fenomenen zoals door landijs gevormde stuwwallen zijn bij het vaststellen van de archeologische potentie in deze kaart niet meegewogen.



Afbeelding 27. Overzichtskaart archeologiewaarden van het Nederlands Continentaal Plat



Afbeelding 28. Archeologische potentie voor prehistorische resten

Volgens dit model zijn in het noordelijke deel van het tracé voornamelijk resten uit het Midden *Paleolithicum* te verwachten. In het centrale zuidelijk deel zijn ook *in situ* resten uit het Laat *Paleolithicum* en *Mesolithicum* te verwachten.

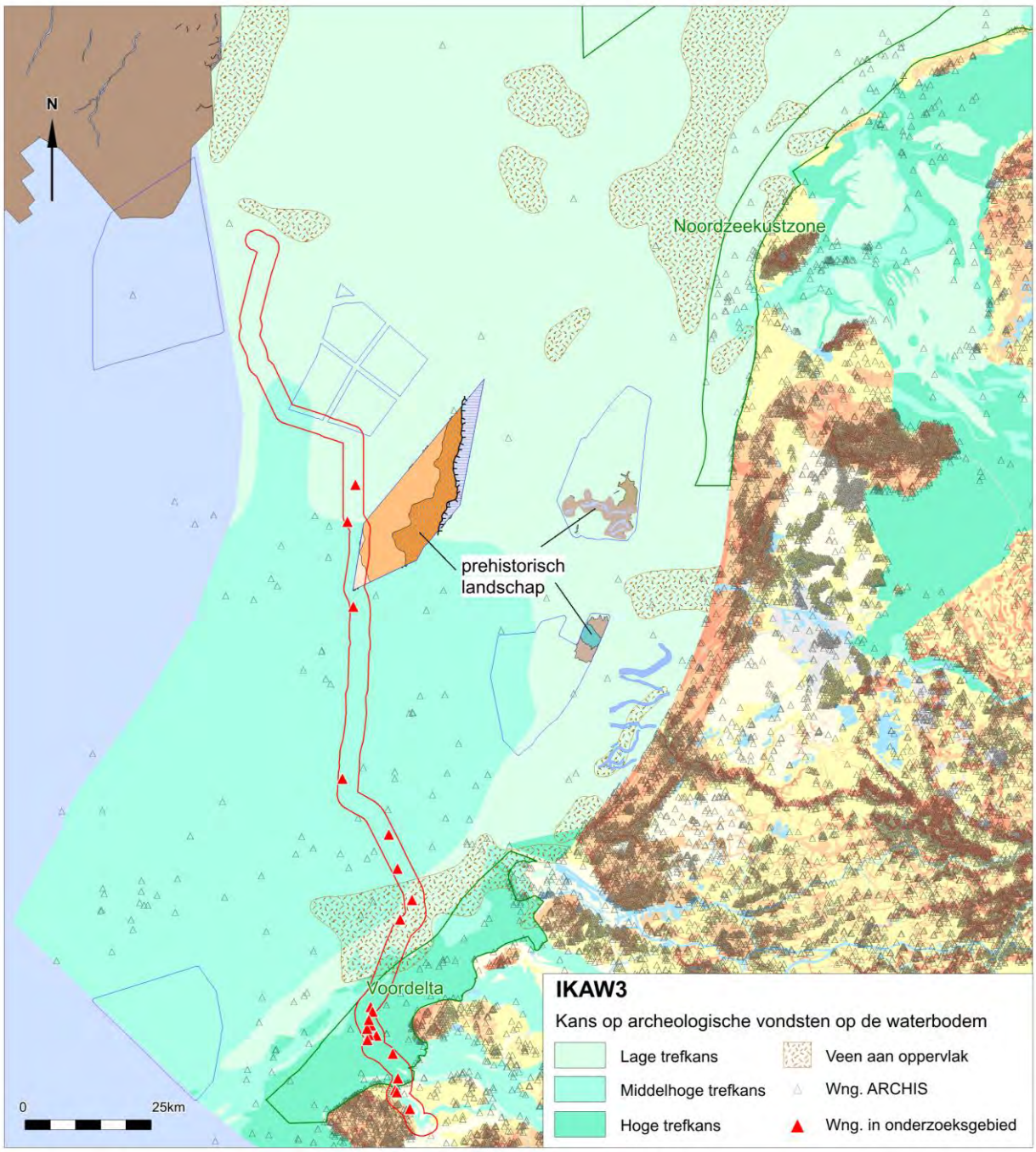
In de Voordelta worden geen intacte prehistorische resten verwacht. Het gekarteerde gebied waar geen intacte prehistorische resten worden verwacht valt samen met gebieden waar aan de top van de pleistocene opeenvolging mariene afzettingen van de *Eem Formatie* of oudere Tertiaire formaties worden verwacht. Het is echter belangrijk om hierbij aan te tekenen dat, volgens de paleogeografische kaarten van Peeters (zie afbeelding 25 en afbeelding 26), na de afzetting van mariene sedimenten tijdens het *Eemien*, de Rijn door het gebied stroomde tijdens het *Weichselien*. Het gevonden Neanderthaler

schedelfragment is vermoedelijk afkomstig uit de context van deze rivierafzettingen, wat erop wijst dat ook gebieden die volgens de kaart een lage archeologische potentie hebben, prehistorische resten kunnen bevatten.

Omgeving onderzoeksgebied

ARCHIS II is de officiële database van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed waarin alle archeologische vondsten en waarnemingen binnen Nederland en de territoriale wateren zijn opgeslagen. De database bevat meer dan 69.000 locaties (voornamelijk op land) waar archeologische waarnemingen gedaan zijn.

Onderstaande afbeelding geeft een overzicht van bekende waarnemingen uit ARCHIS geprojecteerd op de IKAW3.



Afbeelding 29. Overzicht van de ARCHIS waarnemingen binnen het onderzoeksgebied

Tijdens onderzoeken in de geplande windparken Hollandse Kust (zuid), (noord) en (west) zijn geconserveerde prehistorische landschappen in kaart gebracht. Uit deze onderzoeken is naar voren gekomen, dat in het Noordzeegebied intacte prehistorische landschappen voorkomen die tijdens bodemingrepen, zoals het leggen van kabels, kunnen worden verstoord. Tijdens de aanleg van kabels naar het Hollandse Kust (zuid) windpark zijn op de *kabeltrencher* meer dan 45 duizend jaar oude mammoetbotten gevonden, die afkomstig zijn uit primaire context. In met fijn zand opgevulde geulen zijn de botten zeer goed bewaard gebleven[39]. Dit heeft geleid tot het inzicht dat het laat-pleistocene rivierenlandschap, waarvan de afzettingen tot de *Formatie van Kreftenheye* worden gerekend, in ieder geval plaatselijk goed geconserveerd is.

Binnen het onderzoeksgebied zijn 21 archeologische vindplaatsen bekend. Het merendeel betreft scheepswrakken, onderdelen van wrakken of scheepvaart gerelateerde objecten. De scheepvaart gerelateerde vondsten worden verderop in dit hoofdstuk besproken. De overige vondsten betreffen fragmenten aardewerk en botresten uit de Late IJzertijd en de Romeinse tijd. De vondsten zijn beschreven in tabel 11; de locaties van de vondsten zijn weergegeven in afbeelding 29.

ARCHIS3	Locatie				
zaakid.	**RDx**	**Rdy**	**toponiem**	**Type**	**Periode**
3174911100	29817	411786	Geul Van De Banjaard 1 Ncp Blok S5	vaatwerk	Romeinse Tijd
3153535100	24697	462868	Noordzee Eurogeul 10 Ncp Blok P17	schip	Middeleeuwen
3153495100	33552	451508	Noordzee Eurogeul 3 Ncp Blok P17	schip	Nieuwe Tijd Laat
2966920100	37763	438417	Noordzee Ncp Blok S3	schip	Nieuwe Tijd Laat
2967877100	28864	417467	Hondengat 1 Ncp Blok S5	schip	Nieuwe Tijd Midden
3153949100	29184	416548	Banjaard Ncp Blok S5	schip	Middeleeuwen
3171403100	33100	400900	Veerse Meer 1	schip	Nieuwe Tijd Vroeg
2910065100	28771	413792	Schouwen Banjaard 1	schip	Nieuwe Tijd Midden
3035583100	28296	411980	Schouwen Banjaard 2	schip	Nieuwe Tijd Midden
3035875100	35084	444686	Ncp Blok S2 1	schip	Nieuwe Tijd
3175138100	28015	413225	Noordzee Monding Oosterschelde Ncp Blok S5	schip	Nieuwe Tijd Laat
3038320100	32968	408101	Noordzee Monding Oosterschelde Ncp Blok S8	schip	Nieuwe Tijd Laat
3218635100	33442	400463	Veerse Meer 2	schip	Nieuwe Tijd Laat
3045019100	28435	414910	Geul Van De Banjaard 3 Ncp Blok S5	schip	Nieuwe Tijd
3259865100	35950	397050	Rede Veere 01	pijp	Nieuwe Tijd Vroeg
3278146100	28024	496886	Noordzee IJgeul NCP Blok P11 3	schip	Nieuwe Tijd Midden
3289981100	35270	434618	Ankergebied 4West wrak 2	schip	Nieuwe Tijd
3182428100	28000	411000	Geul Van De Banjaard 2 Ncp Blok S5	kanon	Nieuwe Tijd Vroeg
4022398100	33800	403125	Hompels	schip	Romeinse Tijd
4028335100	29245	520972	Anna Graebe	schip	Nieuwe Tijd
4031307100	27422	513697	Poppetjes wrak 2246	kanon	Nieuwe Tijd

Tabel 11. Bekende waarnemingen uit ARCHIS binnen het onderzoeksgebied

[39] Cassée et al., 2021.

Het merendeel van de archeologische vondsten dat niet gerelateerd is aan scheepswrakken, betreft vondsten uit de prehistorie en (proto)historie. Buiten het onderzoeksgebied zijn ook resten uit andere perioden bekend, zoals benen en vuurstenen artefacten uit de Steentijd en resten uit de Bronstijd.

Overige objecten en waarnemingen

Voor een overzicht van bekende waarnemingen binnen het onderzoeksgebied is gebruik gemaakt van de database van het Nationaal Contact Nummer (NCN).

Het Nationaal Contact Nummer (NCN)

De NCN database combineert de gegevens van drie verschillende overheidsbronnen:

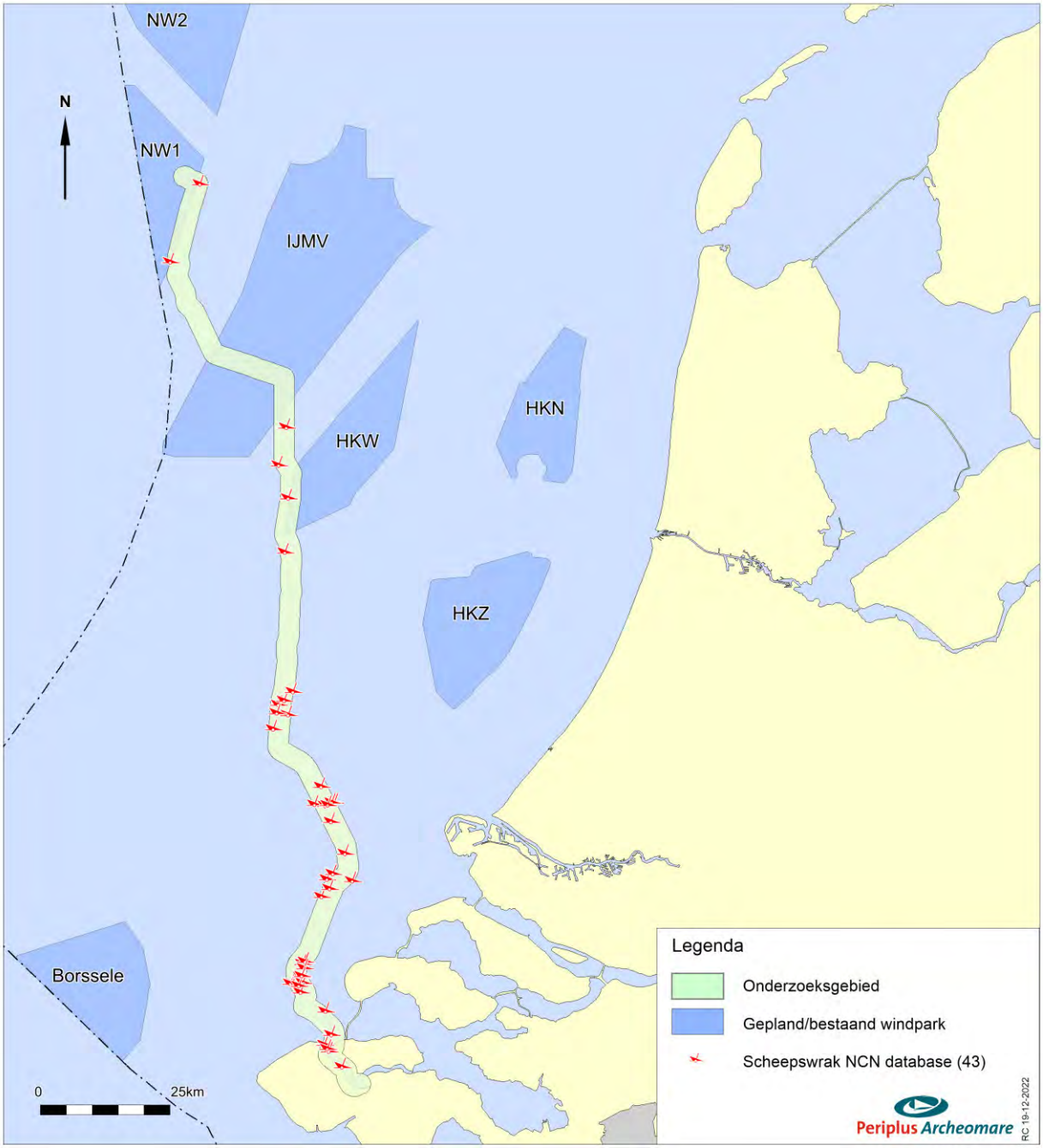
- Het Wrakkenregister van de Dienst der Hydrografie;
- De SonarReg92 objecten database van Rijkswaterstaat;
- De ARCHISII database van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed

De NCN database is eigendom van en wordt beheerd door Rijkswaterstaat Zee en Delta. Toestemming voor het gebruik van de gegevens is verleend door de contactpersoon bij Rijkswaterstaat Zee en Delta[40].

Binnen de NCN database heeft ieder object op de Nederlandse waterbodem een uniek nummer (NCN). Dit is gebaseerd op één of meerdere onderliggende databases.

In totaal zijn 43 scheepswrakken en 293 andere NCN waarnemingen bekend binnen het onderzoeksgebied. Een overzicht wordt gegeven in afbeelding 30. Een lijst van de bekende scheepswrakken binnen het onderzoeksgebied is opgenomen in bijlage 3.

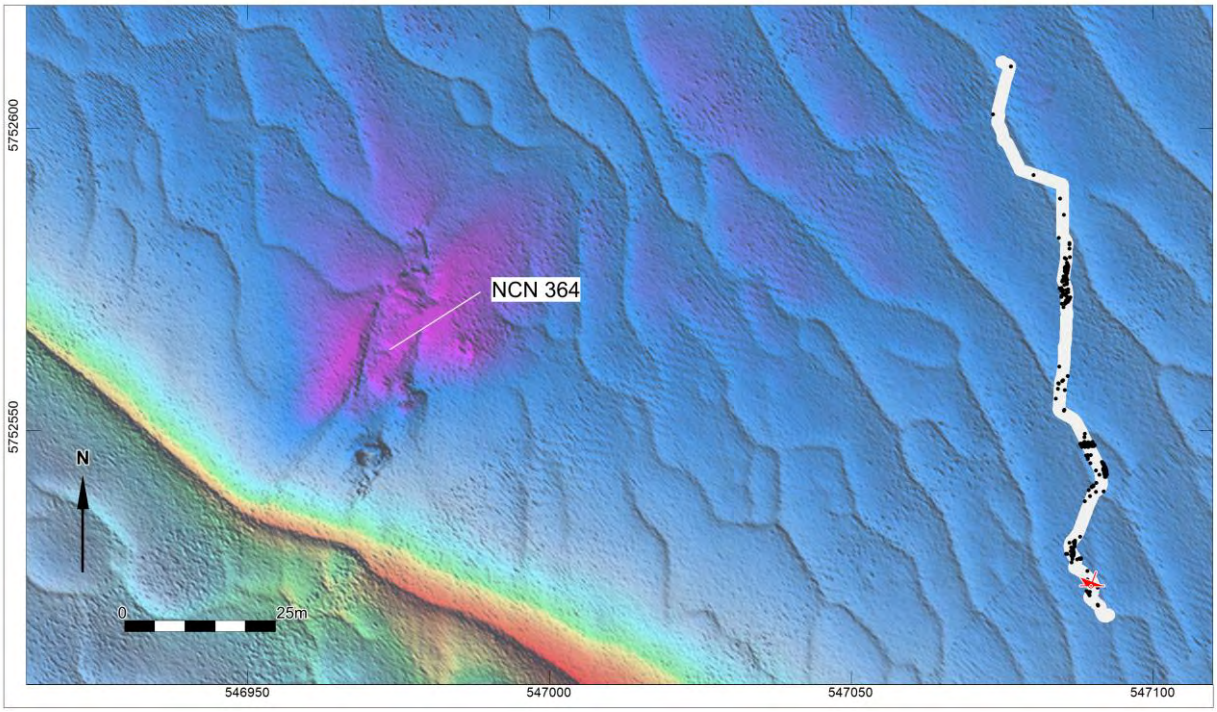
[40] Gegevensbeheerder RWS (ZD) per e-mail.



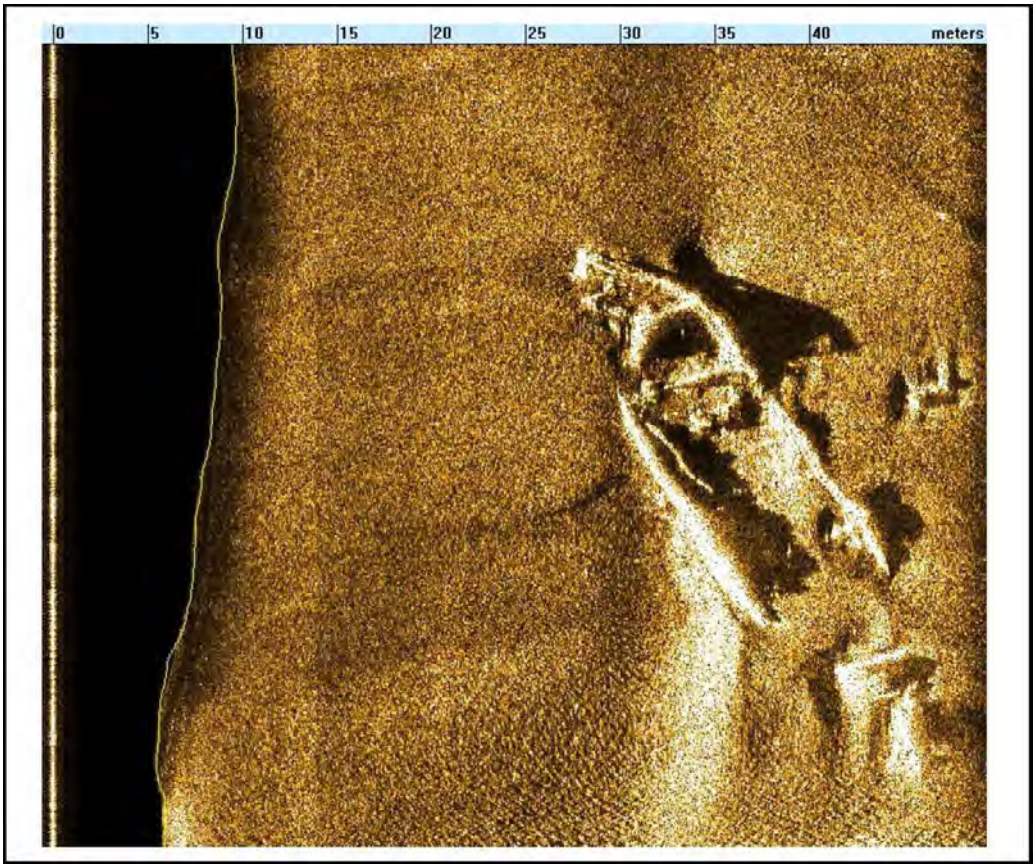
Afbeelding 30. Bekende wrakken (NCN) binnen het onderzoeksgebied

Van een (beperkt) aantal wraklocaties zijn geofysische opnamen beschikbaar. Hieronder worden enkele voorbeelden gegeven.

Het wrak NCN 364 betreft het wrak van een vermoedelijk negentiende-eeuws stoomschip dat nog niet is geïdentificeerd. Het heeft zichtbare afmetingen van 45 x 9 meter en ligt grotendeels begraven in de zeebodem.

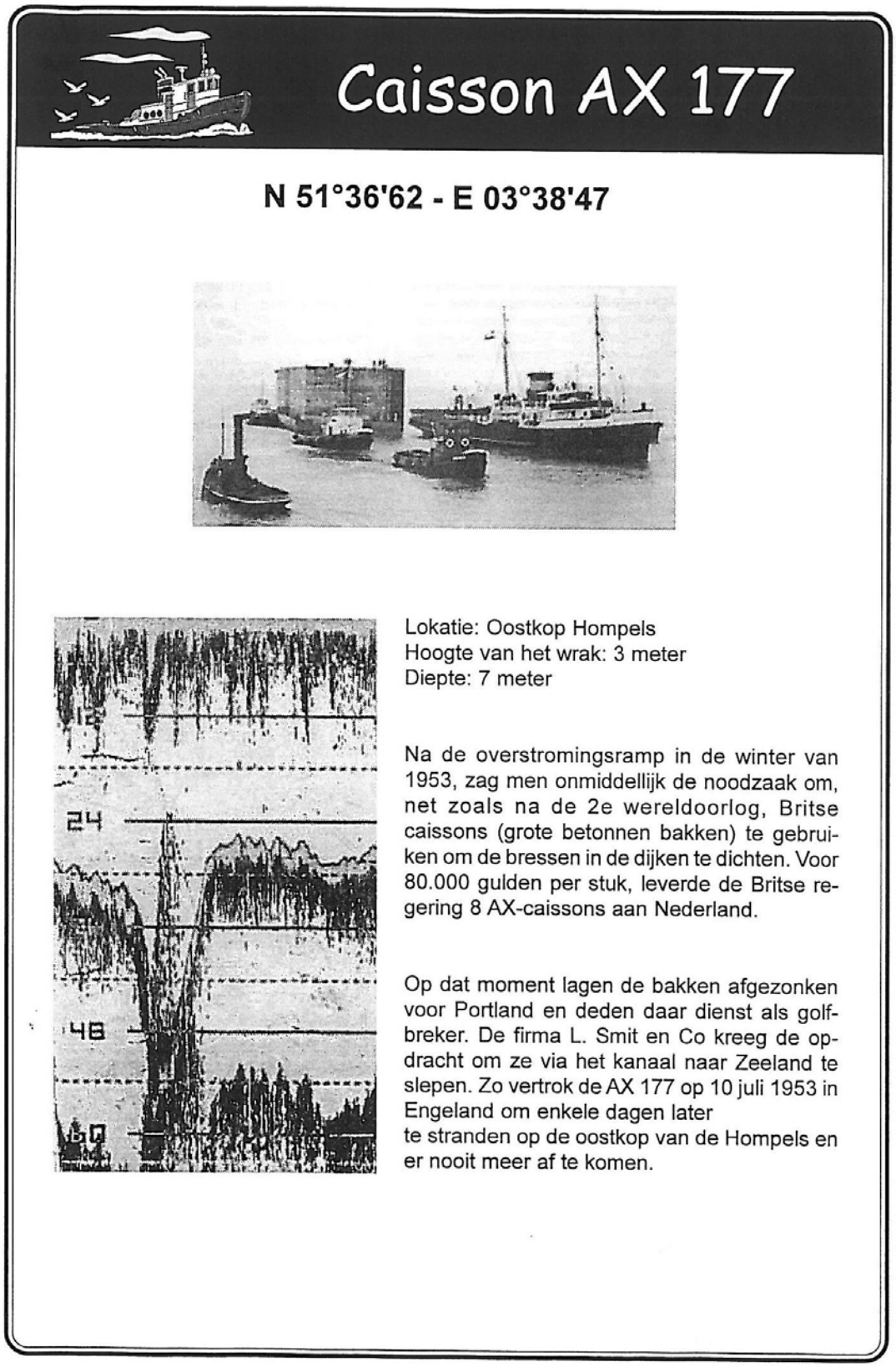


Afbeelding 31. Multibeamopnamen van wrak NCN 364



Afbeelding 32. Sidescan sonar opname van wrak NCN 364

NCN 1670 betreft het betonnen caisson AX 177, dat in 1953 verloren is gegaan.



Caisson AX 177

N 51°36'62 - E 03°38'47

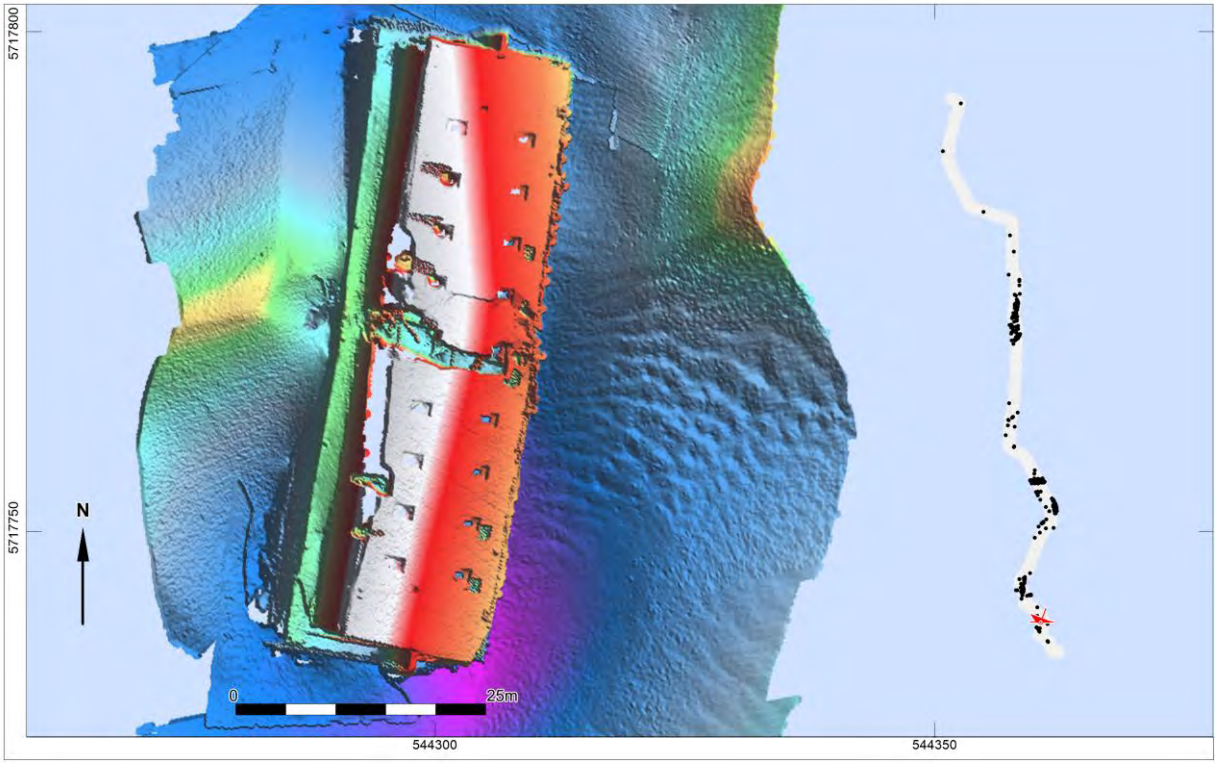
Lokatie: Oostkop Hompels
Hoogte van het wrak: 3 meter
Diepte: 7 meter

Na de overstromingsramp in de winter van 1953, zag men onmiddellijk de noodzaak om, net zoals na de 2e wereldoorlog, Britse caissons (grote betonnen bakken) te gebruiken om de bressen in de dijken te dichten. Voor 80.000 gulden per stuk, leverde de Britse regering 8 AX-caissons aan Nederland.

Op dat moment lagen de bakken afgezonken voor Portland en deden daar dienst als golfbreker. De firma L. Smit en Co kreeg de opdracht om ze via het kanaal naar Zeeland te slepen. Zo vertrok de AX 177 op 10 juli 1953 in Engeland om enkele dagen later te stranden op de oostkop van de Hompels en er nooit meer af te komen.

Afbeelding 33. Achtergrondinformatie van het gezonken caisson AX 177 (NCN 1670)

Het wrak van het caisson is tijdens de survey voor het tracé Net op Zee IJmuiden Ver Alpha opgenomen met multibeam echolood[41]. De resultaten van deze survey zijn nog niet gepubliceerd.



Afbeelding 34. Multibeamopname betonnen caisson AX 177 gezonken op 10 juli 1953 (NCN 1670)

Van de in totaal 43 wrakken die binnen het onderzoeksgebied bekend zijn, zijn 15 opgenomen in de ARCHIS database van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed. Van vier wrakken is bekend dat ze na 1950 zijn vergaan. Een van deze recente wrakken is het wrak van een zeilbootje in het Veerse Meer, dat op 13 juni 2006 gezonken is (NCN 15302). De recente wrakken hebben geen archeologische waarde. Hierbij moet worden aangetekend dat het caisson (NCN 1670) zeker een herinneringswaarde heeft, omdat de caissons gebruikt zouden worden voor het dichten van de gaten die tijdens de watersnoodramp van 1953 in de dijken waren geslagen. Van de overige wrakken is de archeologische waarde nog niet bepaald. Afgezien van de mogelijk archeologische waarde kunnen alle bekende wrakken obstakels vormen voor de voorgenomen werkzaamheden.

[41] Van den Brenk en van Lil, in voorbereiding.

Overige objecten

Naast de 43 wrakken zijn in de SonarReg database van Rijkswaterstaat 336 andere contacten bekend binnen het onderzoeksgebied. Een overzicht wordt gegeven in tabel 12 en afbeelding 35.

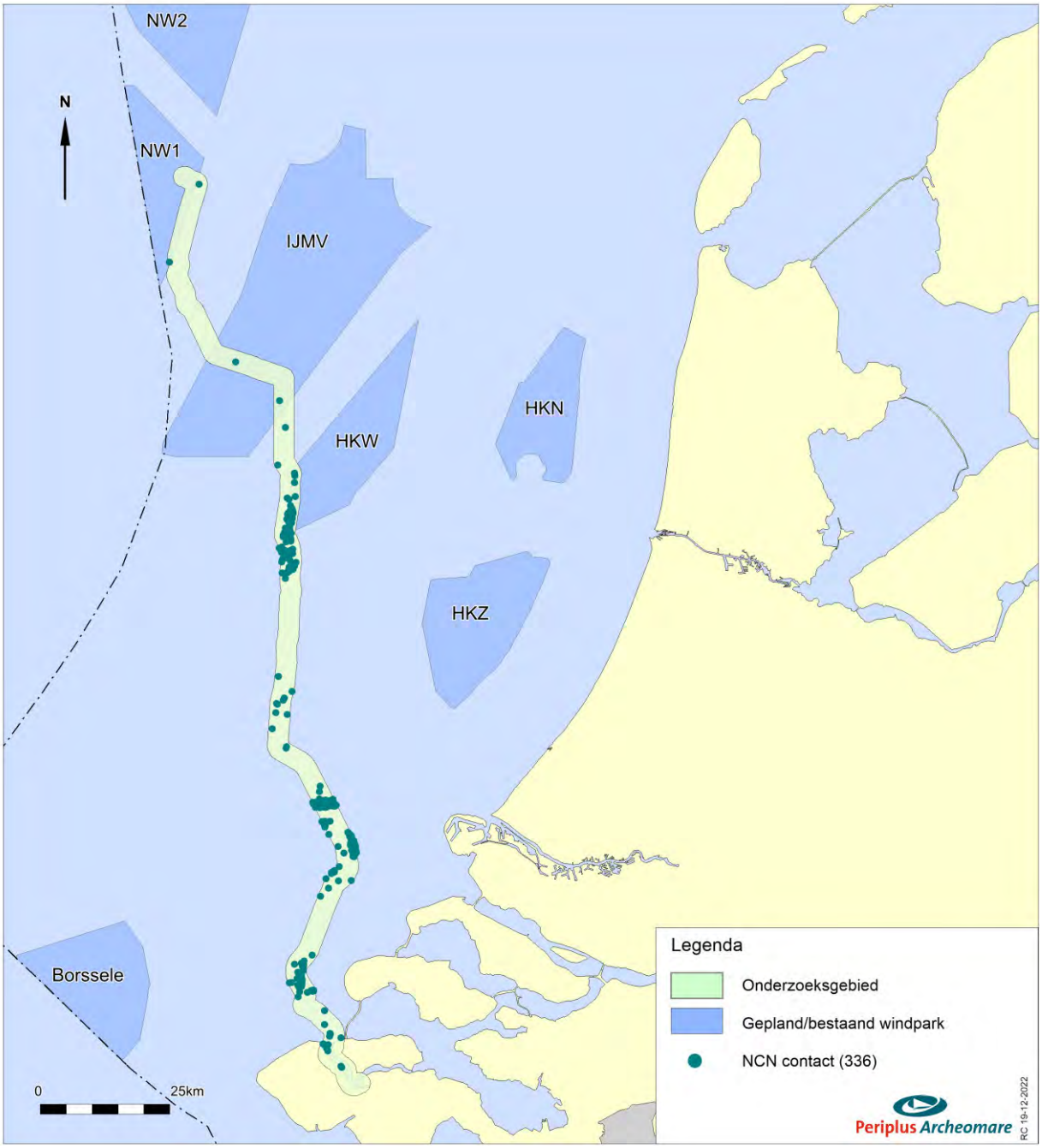
Type contact	Aantal
Anker met ketting	16
Archeologische vondst	9
Bodemverstoring	12
Kabel / ketting	41
Onbekend object	142
Schelpenbank	2
Steen met ketting	3
Stenen	59
Wrak	43
Wrakresten	9
Totaal	**336**

Tabel 12. Overige NCN-objecten afkomstig uit de SonarReg-database

Onder de archeologische vondsten bevinden zich de vindplaatsen Hompels (zaakidentificatie 4022398100; 3 vondsten) en Geul Van De Banjaard 1 Ncp Blok S5 (zaakidentificatie 3174911100; 1 vondst). Op beide vindplaatsen zijn artefacten uit de Romeinse tijd aangetroffen (zie tabel 11). Het gaat hier om handgevormd Romeins aardewerk, botmateriaal en een scheepsonderdeel (datering Romeinse tijd - Nieuwe tijd). De vindplaats Hompels lag volgens paleogeografische kaarten in de Late IJzertijd op een strandwal[42]. Deze strandwal ging in de Romeinse tijd door de stijgende zeespiegel ten onder. Het is daarom niet uit te sluiten dat het bij deze vindplaats om (verspoelde?) bewoningsresten gaat. Bij de vindplaats Geul Van De Banjaard gaat het om de vondst van Romeins vaatwerk. Deze vondst is ver uit de kust; de herkomst is niet duidelijk.

De vondsten met zaaknr. 3259865100 betreffen diverse fragmenten 18de eeuws aardewerk op de locatie die bekend staat als de Rede van Veere, waar zeegaande schepen zich in de 17de en 18de eeuw verzamelden.

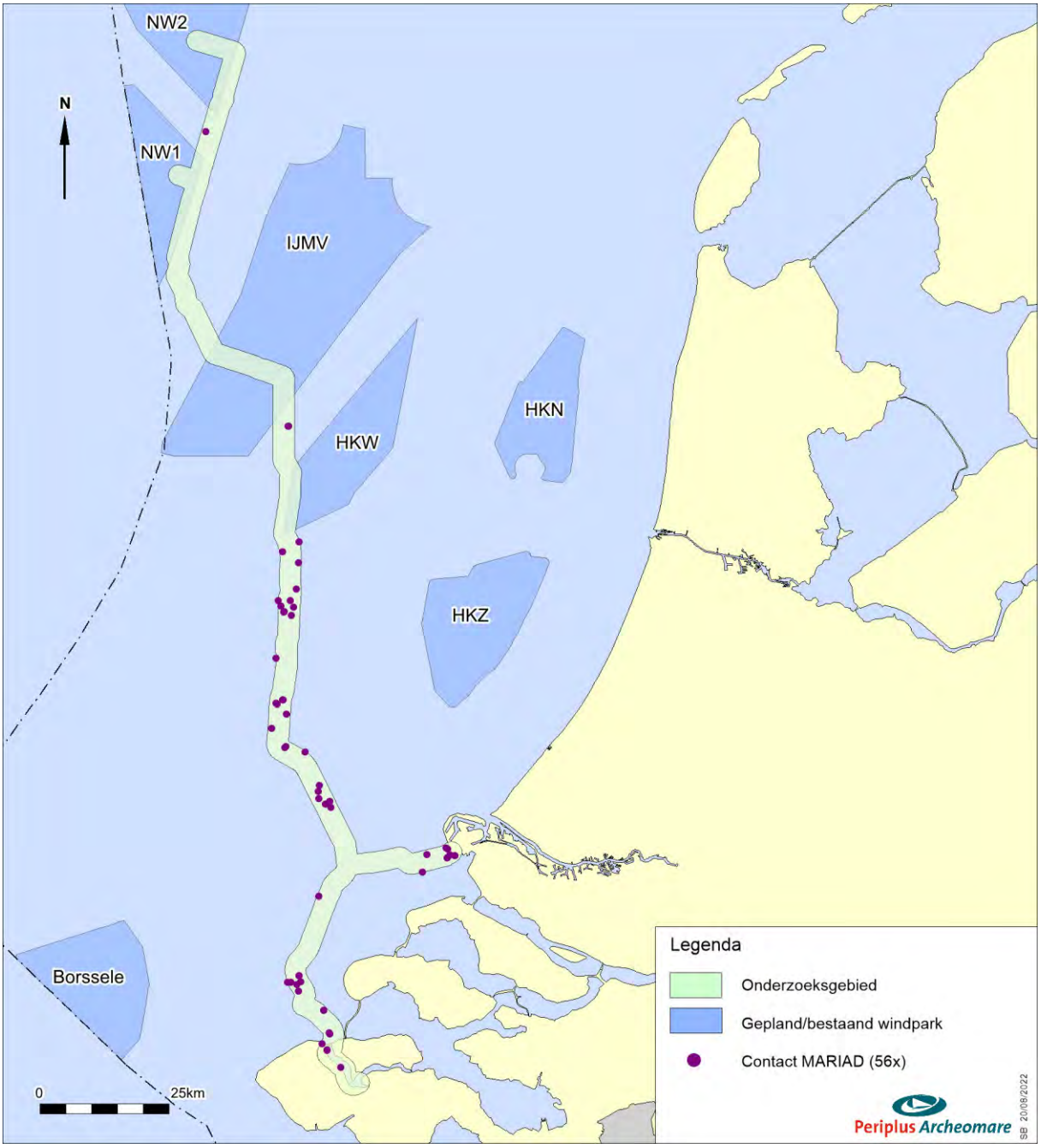
[42] Vos 2018; paleogeografische kaart van Nederland 250 v. Chr.



Afbeelding 35. Overzicht van de overige NCN contacten

MARIAD

De volgende afbeelding toont de locaties binnen het onderzoeksgebied uit de Maritiem Archeologische Database (MARIAD). Dit is een verzameling van wrakgegevens uit diverse bronnen (archieven, sportduikers) die nog niet geverifieerd zijn en daarom (nog) niet zijn opgenomen in de formele SonarReg database van Rijkswaterstaat of de ARCHIS3 database van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed.



Afbeelding 36. Overzicht van de locaties uit de Maritiem Archeologische Database (MARIAD)

Onderstaand een voorbeeld van één van de meldingen uit MARIAD. Deze locatie bevindt zich buiten het onderzoeksgebied op 10 km ten oosten van de parallelle sectie.

Klass. nr. 262 351 Nr. A 189

Wrakkenregister

Wrak Nr.		A 189
Naam	:	
Nationaliteit		
Tonnage	:	
Lading	:	
Soort schip	:	Vissersvaartuig
Gestrand dd.	:	
Gezonken dd.	:	
Plaatsbepaling in °	:	51° 58' 32" 03° 49' 08"
t.o.v. kmr		
in decca coördinaten (Delta Chain)		
Afmetingen in m.	:	L. Br. Holte Diepgang
Eigenaar	:	
Nr. Wrakkenregister	:	
Hydrografie	:	159349

Verdere gegevens

Betreffende zinken	Betreffende opruiming
162/1266-96 Verbeterde positie zeilboom zichtbaar.	

Afbeelding 37. Voorbeeld van een melding in de Maritiem Archeologische Database (MARIAD)

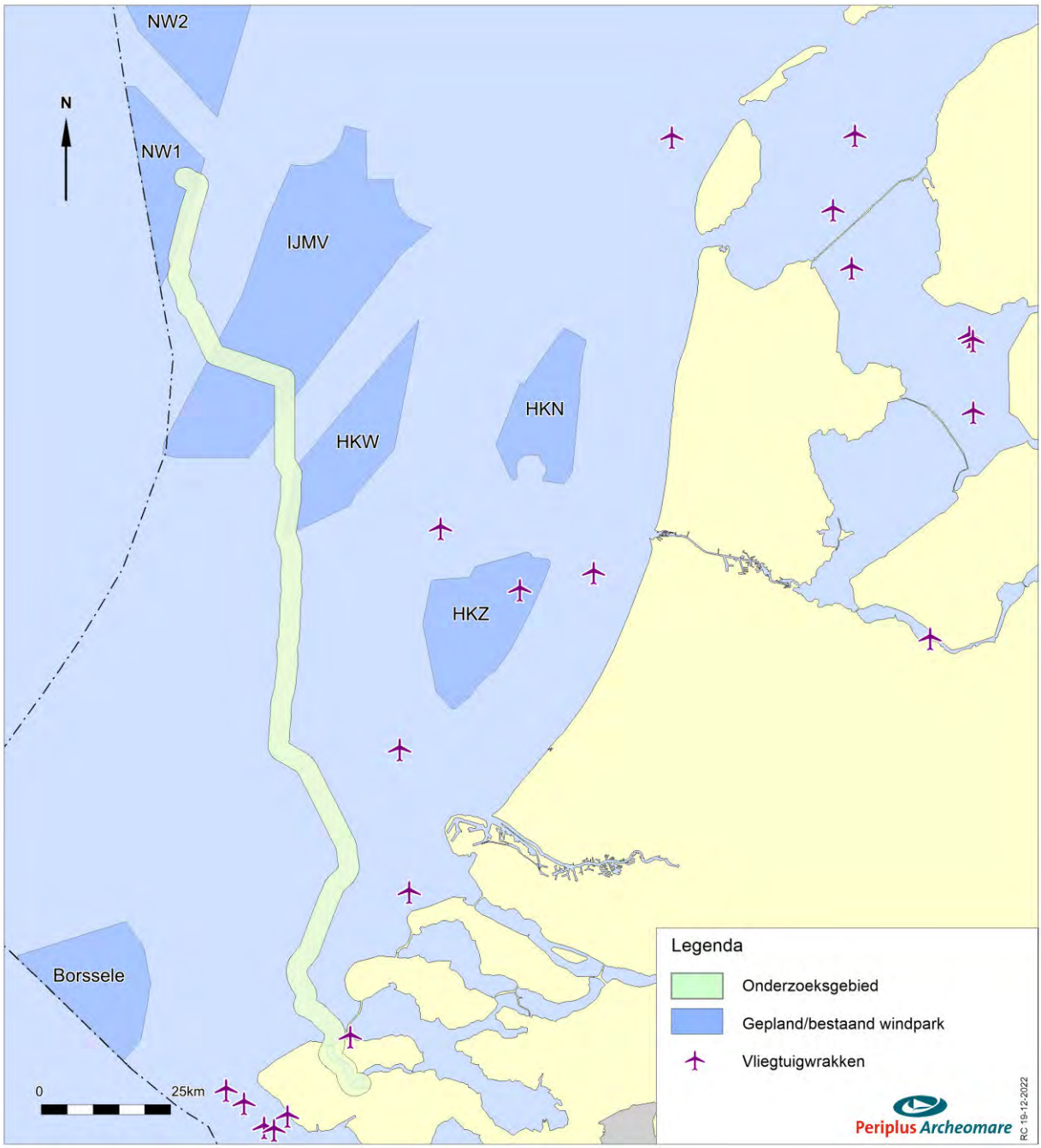
Vliegtuigwrakken

In totaal stortten tijdens de oorlogsjaren meer dan 5000 vliegtuigen neer in Nederland[43]. Verschillende bronnen zijn niet eenduidig over het aantal vliegtuigen uit de Eerste en Tweede Wereldoorlog dat nog in het Noordzeegebied vermist wordt. Het gaat in ieder geval om honderden[44].

Gezien de oorlogshandelingen die boven het Kanaal hebben plaatsgevonden kunnen ook in het plangebied vliegtuigwrakken voorkomen. Tijdens de impact kunnen zware onderdelen van het vliegtuig (zoals de motor) diep in de bodem doordringen. Op land en in het Waddengebied zijn dergelijke onderdelen meters onder het maaiveld teruggevonden. Door de grote waterdiepte (meer dan 10 meter) in het grootste deel van het onderzoeksgebied mag worden aangenomen dat een gevechtsvliegtuig tijdens zijn crash sterk door het water wordt afgeremd, waardoor het op, en niet in de waterbodem beland. Migrerende zandgolven kunnen een wrak later afdekken. Door de geringe dikte van de zandige toplaag in het plangebied wordt verwacht dat eventuele grotere onderdelen op de bodem liggen of uit de bodem steken.

[43] Bron: NOS Journaal, 01-05-2016.
[44] Nederlandse Federatie voor Luchtvaart Archeologie, NFLA.

Voor het IJsselmeergebied bezit Rijkswaterstaat een overzichtskaart waarop vondsten en vermissingen zijn weergegeven. Een vergelijkbare kaart van de Noordzee bestaat (nog) niet[45]. Afbeelding 38 toont een overzicht van bekende vliegtuigwrakken in de omgeving van het onderzoeksgebied uit de SonarReg database van Rijkswaterstaat. Geen van de bekende vliegtuigwrakken ligt binnen het onderzoeksgebied.



Afbeelding 38. Bekende waarnemingen van vliegtuigwrakken in de omgeving van het onderzoeksgebied

[45] Persoonlijk commentaar voormalig bergingsofficier Koninklijke Luchtmacht.

2.6. Gespecificeerde verwachting (LS05)

Bewoningsresten

In de ondergrond van het tracé kunnen bewoningsresten uit alle perioden voorkomen.

De top van het *pleistocene* landschap, dat tijdens verschillende perioden in het verleden is gevormd, vormt het archeologische niveau voor kampplaatsen, begravingsresten en verloren of gedumpte jachtattributen uit de Vroege Prehistorie. Resten uit deze perioden kunnen ook aan de basis van de vroeg-*holocene* afzettingen voorkomen. De correlatie tussen archeologische niveaus en lithostratigrafische eenheden is in onderstaande tabel samengevat.

Formatie	Laagpakket | Laag	Lithologie	Ouderdom	Archeologische Verwachting*	Periode
Southern Bight	Bligh bank	zand	Holoceen	I, IV	ME – NT
Naaldwijk	Zandvoort	zand	Holoceen	I, IV	ME – NT
	Walcheren	zand en klei	Holoceen	I, IV	ME – NT
	Wormer	klei en zand	Holoceen	I, IV	VMESO – NT
	Velsen	humeuze klei	Holoceen	II, mogelijk III	VMESO
Echteld	Terbregge	klei	Holoceen	II en IV, mogelijk III	LPALEO – NT
Nieuwkoop	Basisveen	veen	Vroeg Holoceen	II, mogelijk III	VMESO
Boxtel	Delwijnen	fijn zand	Weichselien tot Vroeg Holoceen	III	LPALEO – VMESO
	Wierden	fijn zand		III	LPALEO – VMESO
	Singraven	zand, leem, klei en veen		II en III	LPALEO – VMESO
Kreftenheye	Wijchen	stugge siltige klei; soms met paleosol	Laat Glaciaal (Allerød) tot Vroeg Holoceen	II en III	LPALEO – VMESO
	-	grof zand	Weichselien	II en IV	LPALEO
Eem	Brown Bank	klei	Eemien tot Vroeg Weichselien	II en III	MPALEO
	-	zand en klei	*Eemien*	IV	MPALEO
Egmond Ground	-	zand en klei	Holsteinien	IV	PALEO

* Archeologische verwachting	
I	Scheepswrakken en scheepvaart gerelateerde objecten; vliegtuigwrakken
II	Verloren of gedumpte objecten, waaronder vuurstenen en benen jachtattributen, visweren, visfuiken en boomstamboten
III	Nederzettingen en begravingsresten
IV	Verspoelde artefacten

Tabel 13. Archeologische verwachting gerelateerd aan de lithostratigrafie

In tabel 13 is te zien dat sporen van prehistorische nederzettingen (III) in dekzand van het *Laagpakket van Wierden* en beekafzettingen van het *Laagpakket van Singraven* worden verwacht. De locaties waar intacte dekzandruggen en -kopjes of randen van beekdalen binnen het tracé voorkomen is niet bekend. In het Maasmond-gebied kunnen in de context van zoet- en brakwatergetijdenafzettingen van de *Formatie van Echteld* verloren en gedumpte objecten en/of verspoelde artefacten voorkomen.

De formaties die zijn opgebouwd uit afzettingen die voor het *Eemien* zijn afgezet, zijn niet opgenomen in het overzicht. De kans op *in situ* resten wordt binnen deze eenheden klein geacht.

Onder de *Formatie van Naaldwijk* kan het *pleistocene* landschap intact bewaard zijn gebleven. De kans hierop is vooral groot in zones waar geen erosie door getijdengeulen is opgetreden en waar de basis van de *holocene* opeenvolging wordt gemarkeerd door de Basisveen Laag en/of de Laag van Velsen.

De aanwezigheid van kampplaatsen (III) wordt gemarkeerd door vuurstenen en benen artefacten, botresten, houtskool en/ of verbrande zaden en noten (hazelnootdoppen). De grootte van de kampplaatsen kan variëren van klein (eenmalig kortstondig gebruikte jachtkampen) tot groot (herhaald intensief gebruik en seizoensbewoning).

Het is onbekend in hoeverre het *vroeg-holocene* landschap, en daarmee de gaafheid van de verwachte prehistorische nederzettingen, ter plaatse van het kabeltracé door erosie is aangetast. Gezien de zeer snelle 'verdrinking' van het *pleistocene* landschap in het Vroeg Holoceen en de afdekking van archeologische niveaus door veen en klei kunnen prehistorische resten (zeer) goed geconserveerd zijn. Deze verwachting geldt zowel voor organische als anorganische resten. Indien de archeologische niveaus niet door menselijk handelen (denk bijvoorbeeld aan zandwinning) of natuurlijke processen (erosie) zijn aangetast, kunnen daarom prehistorische resten met een zeer hoge fysieke kwaliteit worden verwacht. Dit in tegenstelling tot de vroeg-*mesolithische* vindplaatsen die in de hooggelegen zandgebieden van Nederland zijn aangetroffen. Bij deze vindplaatsen is de vondstlaag vaak opgenomen in de bouwvoor en bevinden de grondsporen zich direct onder de bouwvoor en boven de grondwaterspiegel. De fysieke kwaliteit van deze vindplaatsen is altijd in meer of mindere mate aangetast.

Een ander punt waarop de verwachte nederzettingen langs het kabeltracé zich onderscheiden van de bekende vindplaatsen op het vasteland is hun lage ligging in het Noordzeegebied. Van de vroeg-*holocene* bewoners van het Noordzeegebied, van hun nederzettingen en van de wijze waarop zij zich handhaafden in het snel veranderende landschap is weinig bekend. De informatiewaarde van de verwachte nederzettingen in het gebied is daarom groot. Dit wordt ook gesteld in de Nationale onderzoeksagenda voor de Vroege Prehistorie: *Vindplaatsen en eventuele omringende fenomenen die zich bevinden in paleolandschappelijke contexten die nog niet of nauwelijks zijn onderzocht, hebben per definitie een grote informatiewaarde*[46].

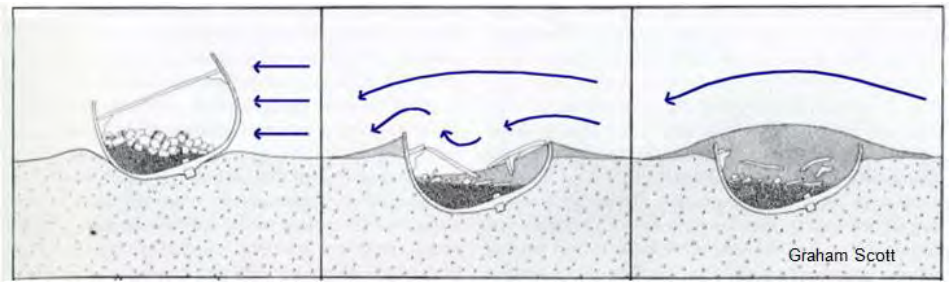
Indien (delen) van het pleistocene en/of vroeg-*holocene* landschap geconserveerd in de bodem aanwezig zijn dan kunnen daar (o.a. in geulen of in andere afgedekte contexten) resten van dit landschap, de vegetatie, de dierenwereld en van bewoning en gebruik door de mens en zijn voorgangers voorkomen. Deze resten van dit totale geheel dienen integraal te worden bekeken en te worden onderzocht in hoeverre dit voorkomt en in hoeverre dat dit 'verstoord' kan gaan worden als gevolg van geplande ontwikkelingen.

[46] Nationale onderzoeksagenda, hoofdstuk 11: De Vroege Prehistorie.

Historische scheepswrakken

Binnen het onderzoeksgebied zijn 43 scheepswrakken bekend in de NCN-database. Van de meeste van deze wrakken zijn weinig details bekend; de herkomst en ouderdom zijn nog niet vastgesteld. Deze wrakken kunnen dus van archeologische waarde zijn. Binnen het onderzoeksgebied kunnen ook onontdekte wrakken voorkomen, die zijn afgedekt door migrerende zandgolven.

Indien een schip zinkt en uiteindelijk op de zeebodem terecht komt, zal door de getijdenstroming het casco zich snel in een losse, zachte bodem inslijpen tot op het niveau van een harde bodem. Hoe dikker de laag met los materiaal, hoe meer van het schip hierin wordt verpakt en bewaard blijft. Vooral in gebieden waar de losse laag bestaat uit materiaal met een hoger kleigehalte zal die afdichting een sterke conserverende werking hebben. In meer zandige gebieden zal dit effect door de grotere zandfractie veel minder groot zijn.



Afbeelding 39.Voorbeeld van een wrakvormingsproces (Graham Scott).

Op het moment dat wrakken door erosie of andere oorzaken aan het oppervlak van de zeebodem komen te liggen, kunnen zij worden aangetast door voortgaande erosie en zeeorganismen zoals de paalworm. Het hout van scheepswrakken wordt door de paalworm opgevreten wat leidt tot een sterke aantasting van de gaafheid en conservering van het wrak.

Vliegtuigwrakken

Verschillende bronnen zijn niet eenduidig over het aantal vliegtuigen dat nog in het Noordzeegebied vermist wordt. Het gaat in ieder geval om honderden. In de omgeving van het onderzoeksgebied zijn meerdere meldingen van vliegtuigwrakken bekend. Het is denkbaar dat zich nog onontdekte resten bevinden langs het beoogde tracé.

3. Beantwoording onderzoeksvragen

Op basis van de resultaten van het bureauonderzoek worden de onderzoeksvragen beantwoord.

Zijn er archeologische waarden in het plangebied bekend? Zo ja: Wat is de aard, omvang, (diepte)ligging en datering van deze vindplaatsen?
Binnen het onderzoeksgebied zijn 43 scheepswrakken bekend in de NCN database. Deze database omvat objecten, waaronder wrakken, uit de databases van de Dienst Hydrografie (NLhono), Rijkswaterstaat (SonarReg) en de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed (ARCHIS).

Vier wrakken vormen de overblijfselen van schepen en een caisson, die na 1950 gezonken zijn. Deze recente scheepswrakken en het caisson hebben geen archeologische waarde, al moet hierbij worden aangetekend dat het caisson zeker een herinneringswaarde heeft, omdat de caissons gebruikt werden voor het dichten van de gaten die tijdens de watersnoodramp van 1953 in de dijken waren geslagen.

Van de overige wrakken is de archeologische waarde nog niet bepaald. Behalve scheepswrakken zijn in ARCHIS 3 meerdere vindplaatsen bekend. Het gaat om vondsten van handgevormd aardewerk, vaatwerk en botresten uit de Romeinse tijd. Daarnaast zijn diverse vondsten uit andere perioden bekend, zoals vuursteen- en benen artefacten uit de Prehistorie.

Kunnen in het plangebied, naast eventuele bekende waarden, archeologische resten verwacht worden? Zo ja: Wat is de aard, omvang, (diepte)ligging en datering van de verwachte archeologische resten?
Ja, in het onderzoeksgebied kunnen naast de bekende scheepswrakken nog onontdekte scheeps- en vliegtuigwrakken en overblijfselen van prehistorische nederzettingen verwacht worden.

a) scheeps- en vliegtuigwrakken
De verwachting betreft vooral scheepswrakken uit de Middeleeuwen tot en met de Nieuwe tijd, hoewel ook het voorkomen van vaartuigen uit de Prehistorie en Romeinse tijd, zoals boomstamboten, niet kan worden uitgesloten. Het gaat om geïsoleerde vindplaatsen met in de omgeving mogelijk objecten die aan het wrak gerelateerd zijn, zoals verloren lading of door erosie verspoelde delen van het wrak of de lading. Scheepswrakken kunnen overal in het gebied voorkomen; locaties zijn moeilijk te voorspellen. Resten worden vooral binnen het *Bligh Bank Laagpakket* en de *Formatie van Naaldwijk* verwacht. De dikte van deze laag varieert langs het tracé van 0 tot 28 meter. De gaafheid en conservering van wrakken is sterk afhankelijk van het materiaal (hout of staal) en de context van de resten. Schepen die kort na het vergaan zijn afgedekt door sediment en ingebed in sediment bewaard zijn gebleven kunnen gaaf en goed geconserveerd zijn. Wrakken die aan het oppervlak liggen staan bloot aan erosie, sleepnetten van vissers en aantasting door mariene organismen zoals de paalworm.

De verwachting voor vliegtuigwrakken betreft overblijfselen van gevechtsvliegtuigen uit WOII. Door de grote impact tijdens een crash kunnen resten over een groot gebied verspreid voorkomen. Dit betekent dat de fysieke kwaliteit (gaafheid en conservering) laag is. De informatiewaarde en herinneringswaarde van deze vindplaatsen is daarentegen hoog.

b) prehistorische nederzettingen
De verwachting betreft kampplaatsen uit het Midden *Paleolithicum*, het Laat *Paleolithicum* en het Vroeg *Mesolithicum*. De grootte van de kampplaatsen kan variëren van klein (eenmalig kortstondig gebruikte jachtkampen) tot groot (herhaald intensief gebruik en seizoensbewoning).

In situ resten worden verwacht in gebieden waar het *pleistocene* landschap intact is. Dit is mogelijk het geval waar het *pleistocene* landschap is afgedekt door de *Laag van Wijchen*, de *Basisveen Laag* en/of de *Laag van Velsen*. De *lithostratigrafische* context wordt gevormd door de *Formatie van Boxtel*. Het gaat om dekzandafzettingen van het *Laagpakket van Wierden*, rivierduinen van het *Laagpakket van Delwijnen* en beekafzettingen van het *Laagpakket van Singraven*. Deze eenheden liggen *offshore* en *nearshore* op een diepte van meer dan 20 m LAT[47]. In het Veerse Meer kunnen dekzandkopjes en -ruggen op geringere diepte voorkomen.

Naast kampplaatsen kunnen in de laat-*glaciale* (*Allerød interstadiaal*) en vroeg-*holocene* afzettingen van de *Laag van Wijchen,* en de vroeg-*holocene* afzettingen van de *Basisveen Laag* en de *Laag van Velsen*, verloren of gedumpte objecten, waaronder vuurstenen en benen jachtattributen, visweren, visfuiken en boomstamboten verwacht worden. De mariene zanden en getijdenafzettingen van de *Eem Formatie*, de *Formatie van Naaldwijk* en het *Bligh Bank Laagpakket* kunnen verspoelde artefacten bevatten.

Verspoelde artefacten worden ook verwacht in de *Formatie van Kreftenheye*. Recente vondsten wijzen er op dat in de *Formatie van Kreftenheye* ook *in situ* resten kunnen voorkomen. Daarbij moet vooral gedacht worden aan verloren of gedumpte objecten die in de context van opgevulde geultjes bewaard zijn gebleven.

De oevers van lagunes en meren zijn op de overgang van het *Eemien* naar het *Weichselien* (circa 115.000 jaar geleden) gebruikt voor de inrichting van kampplaatsen van Neanderthalers. De kleiige afzettingen van het *Brown Bank Laagpakket* vormen de context voor *in situ* resten uit het Midden *Paleolithicum*. Indien het *pleistocene* landschap intact aanwezig is worden nederzettingen van hoge fysieke kwaliteit verwacht. De informatiewaarde van overblijfselen is groot.

Vormt de aanleg van de kabel een bedreiging voor bekende of verwachte archeologische waarden? Zo ja: Kan een aantasting van archeologische waarden door planaanpassing worden voorkomen of beperkt?
Egalisatie (pre-lay sweep), baggeren en in het in de zeebodem begraven van de kabel kan een bedreiging vormen voor de verwachte archeologische resten. Vervolgonderzoek in de vorm van *side scan sonar, magnetometer en subbottom profiler* (inventariserend veldonderzoek opwaterfase) kan een indicatie geven over de aanwezigheid van deze resten. In hoeverre aanleg van de kabel een bedreiging vormt voor *in situ* prehistorische resten is op dit moment lastig in te schatten, omdat de aard, diepteligging en intactheid van het *pleistocene* landschap op detailniveau niet bekend zijn.

Indien de archeologische waarden niet kunnen worden behouden:
Welke vorm van nader onderzoek is nodig om de aanwezigheid van archeologische waarden en hun omvang, ligging, aard en datering voldoende te kunnen bepalen om te komen tot een selectiebesluit?
Om de aanwezigheid van archeologische waarden en hun omvang, ligging, aard en datering te kunnen bepalen wordt een vervolg onderzoek in de vorm van een geofysisch onderzoek (opwaterfase) geadviseerd.

Met geofysische technieken (*sidescan sonar, multibeam en magnetometer*) kan meer informatie verkregen worden over de aanwezigheid van bekende en onbekende archeologische resten in het

[47] LAT = Lowest Astronomical Tide: het referentievlak ten opzichte waarvan dieptes worden gemeten in het Noordzeegebied. Het LAT referentievlak ligt lager dan het NAP referentievlak dat op land wordt gebruikt; de verschilwaarden variëren van 0,5 m op de Noordzee tot 2,4m bij Borsele.

plangebied. Zodoende wordt de verwachting voor scheeps- en vliegtuigwrakken getoetst en aangescherpt.

Door combinatie van seismisch onderzoek (*subbottom profiler*) en boringen (*vibrocore*; boreholes) kan inzicht worden verkregen over de aard, ontwikkeling en intactheid van de gestapelde prehistorische landschappen in de ondergrond van het onderzoeksgebied.

Indien boringen worden gezet in het kader van geotechnisch onderzoek is het van belang om de archeologische partij in de gelegenheid te stellen om:

a) (op basis van de resultaten van het subbottom profiler onderzoek) een nader te bepalen aantal *vibrocore* locaties aan te wijzen voor geo-archeologisch onderzoek;
b) de sedimenten die op deze *vibrocore*-locaties worden bemonsterd te beschrijven en interpreteren conform de Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie;
c) sedimenten uit de *vibrocore*-liners te bemonsteren voor specialistisch onderzoek (zoals pollen, diatomeeën, ostracoden, foraminiferen, AMS-^{14}C en OSL-dateringen, et cetera)
d) de punten a) tot en met c) uit voeren <u>voordat</u> de *vibrocore* monsters eventueel worden gebruikt voor destructief onderzoek zoals korrelgrootte-analyses en sterkteproeven.

Aan de hand van de resultaten van het bovengenoemd onderzoek kan het tracé worden aangepast binnen de grenzen van de onderzochte corridor of kunnen zones worden aangegeven waar vervolgonderzoek noodzakelijk kan zijn. Ook de resultaten van het onderzoek naar niet gesprongen explosieven kunnen aanleiding geven tot het verleggen van de kabelroutes binnen de corridor. Wanneer binnen de corridor voldoende ruimte kan worden gevonden voor het verleggen van het tracé, dan kunnen de archeologische waarden op die manier behouden blijven.

4. Conclusies en advies

Het bureauonderzoek wijst uit dat binnen het onderzoeksgebied van het Nederwiek 1 tracé scheeps- en vliegtuigwrakken en, indien het *pleistocene* landschap intact is, *in situ* prehistorische resten verwacht kunnen worden.

Binnen het onderzochte gebied zijn resten van 43 scheepswrakken bekend. Op vier locaties bevinden zich resten van schepen en een betonnen caisson, die na 1950 zijn vergaan. Deze recente wrakken zijn niet van archeologische waarde, al vertegenwoordigt het caisson wel een zekere herinneringswaarde, omdat het caisson met andere caissons bestemd was voor het dichten van gaten die door de watersnoodramp van 1953 in de dijken waren geslagen.

De archeologische waarde van de overige wrakken is nog niet vastgesteld, maar het kan om waardevolle wrakken gaan. Naast scheepswrakken zijn dicht voor de kust vindplaatsen bekend waar resten uit de Prehistorie, Romeinse tijd en Nieuwe Tijd zijn aangetroffen. De omvang van deze vindplaatsen, alsmede de context en waarde van deze resten is nog niet vastgesteld.

Op basis van de uitkomst van het onderzoek wordt geadviseerd om een inventariserend veldonderzoek (opwaterfase) uit te voeren om de archeologische verwachting voor de corridor van de het tracé te toetsen[48]. Voorafgaand aan het leggen van kabels op zee wordt standaard een geofysische en geotechnische *pre-lay route survey* uitgevoerd, gevolg door een gedetailleerde survey voor de definitieve kabelroute. De data van deze *surveys* kunnen worden gebruikt voor de toets (zie onderstaande tabel).

Archeologische Verwachting	**Methode**	**Doel**	**Opmerking**
Scheeps- en vliegtuigwrakken	Side Scan Sonar	opsporen, karteren en begrenzen van wrakken	wrakken die op de bodem liggen of uit de bodem steken
	Multibeam	morfologische karakterisering van wraklocaties; opsporen van (deels) begraven wrakken waarvan de aanwezigheid wordt gemarkeerd door een slijpgeul	in aanvulling op side scan sonar
	Magnetometer	opsporen begraven objecten waaronder mogelijke scheeps- en vliegtuigwrakken	aard van het begraven object kan niet direct worden vastgesteld
Prehistorische landschappen en nederzettingen (kampplaatsen)	Subbottom Profiler	karteren pleistocene landschap; specificeren van verwachting	ondersteund door, en gevalideerd met sondeer- en boorgegevens
	Geologische Boringen	vaststellen lithostratigrafie, aard laaggrenzen (erosief of geleidelijk) en kenmerken van bodemvorming en rijping; toetsen van verwachting	selectie van boorlocaties voor archeologisch onderzoek <u>voordat</u> kernen worden gebruikt voor geotechnisch onderzoek
	Sonderingen	vaststellen lithostratigrafie	correleren met boorgegevens

Tabel 14. Toetsing van archeologische verwachting met geofysische methoden

[48] conform KNA waterbodems protocol 4103.

Wanneer de onderzoeksmethoden, als in de tabel beschreven, worden toegepast tijdens de *surveys* en de ingewonnen data van voldoende kwaliteit is, dan kan de benodigde archeologische beoordeling van de kabelroute(s) worden uitgevoerd.

Geadviseerd wordt de *technische Scope of Work* af te stemmen met het archeologisch team alvorens met de survey werkzaamheden te beginnen. De eisen die voor het archeologische onderzoek aan de geofysische opnamen worden gesteld dienen te worden vastgelegd in een Programma van Eisen (PvE), en dit dient, samen met de onderzoeksvragen voorafgaand aan het onderzoek te zijn ondertekend door bevoegd gezag[49].

Een deel van het onderzoeksgebied is al door middel van de geofysische survey voor de Alpha, Beta en Gamma routes naar windpark IJmuiden Ver in kaart gebracht. De resultaten van deze survey kunnen gebruikt worden om de archeologische verwachting voor het Nederwiek 1 tracé te toetsen.

[49] conform KNA waterbodems protocol 4001.

Lijst met afbeeldingen

Afbeelding 1. Ligging van het onderzoeksgebied 6
Afbeelding 2. Breedte kabeltracé op zee gebundelde ligging – buiten Voordelta (bron: TenneT) 7
Afbeelding 3. Breedte kabeltracé op zee gebundelde ligging – buiten Voordelta (bron: TenneT) 8
Afbeelding 4. Breedte kabeltracé Veerse Meer (bron: TenneT) 9
Afbeelding 5. Impressie van het toekomstige 2GW platform op zee. 16
Afbeelding 6. Diepte van de waterbodem langs het tracé 17
Afbeelding 7. Kruisende kabels en leidingen 18
Afbeelding 8. Overige infrastructuur in en rondom het onderzoeksgebied van Nederwiek 1 19
Afbeelding 9. Eerder uitgevoerde archeologische onderzoeken 20
Afbeelding 10. Nederwiek 1 route door de diepste delen van het Veerse Meer. 21
Afbeelding 11. Nederwiek 1 route door het Veerse Meer op de kadastrale veldminuut uit 1857. 23
Afbeelding 12. Reconstructie van de historische kustlijnen in het Noordzeebekken (kaart vervaardigd door: McNulty, W.E. and J.N. Cookson in National Geographic Magazine) 24
Afbeelding 13. Menselijke schedel in november 2019 opgevist in 'North Sea/Doggerland' (bron: K. Tanis) 25
Afbeelding 14. Voorbeelden van prehistorische werktuigen opgevist uit de Noordzee (naar: Kooijmans 1970 en Armkreutz 2018). 25
Afbeelding 15. Ligging van het onderzoeksgebied op oude kaarten (De Wit 1675 en Hulst 1852) 27
Afbeelding 16. Oppervlaktesedimenten 29
Afbeelding 17. Geologische Kaart Nederland (2021) 31
Afbeelding 18. Dikte Holocene Laag (bron grid data: TNO, GeoTOP en DHY) 32
Afbeelding 19. Profiel holocene laag | top pleistocene afzettingen tracé 33
Afbeelding 20. Dikte holocene laag in het Veerse Meer 34
Afbeelding 21. Subcropkaart Top Pleistoceen (Combinatie Geologische Kaart Nederland; Top Pleistocene Map, Laban 2004 & GeoTOP) 35
Afbeelding 22. Detail Veerse Meer subcropkaart Top Pleistoceen (Combinatie Geologische Kaart Nederland; Top Pleistocene Map, Laban 2004 & GeoTOP) 36
Afbeelding 23. Profiel Veerse Meer (bron: DINO Loket) 37
Afbeelding 24. Voorkomens van veen (Basisveen Laag) en klei (Terbregge Laagpakket) 39
Afbeelding 25. Landschappelijke ontwikkeling tijdens het Laat Saalien, Eemien en Vroeg Weichselien 41
Afbeelding 26. Landschappelijke ontwikkeling tijdens het Pleniglaciaal (77 kjaar tot 14 kjaar geleden). Permafrostlandschap met afzetting van zand tijdens piekafvoeren door vlechtende riviersystemen van Rijn en Maas 42
Afbeelding 27. Overzichtskaart archeologiewaarden van het Nederlands Continentaal Plat 44
Afbeelding 28. Archeologische potentie voor prehistorische resten 45
Afbeelding 29. Overzicht van de ARCHIS waarnemingen binnen het onderzoeksgebied 46
Afbeelding 30. Bekende wrakken (NCN) binnen het onderzoeksgebied 49
Afbeelding 31. Multibeamopnamen van wrak NCN 364 50
Afbeelding 32. Sidescan sonar opname van wrak NCN 364 51
Afbeelding 33. Achtergrondinformatie van het gezonken caisson AX 177 (NCN 1670) 51
Afbeelding 34. Multibeamopname betonnen caisson AX 177 gezonken op 10 juli 1953 (NCN 1670) 52
Afbeelding 35. Overzicht van de overige NCN contacten 54
Afbeelding 36. Overzicht van de locaties uit de Maritiem Archeologische Database (MARIAD) 55
Afbeelding 37. Voorbeeld van een melding in de Maritiem Archeologische Database (MARIAD) 56

Afbeelding 38. Bekende waarnemingen van vliegtuigwrakken in de omgeving van het onderzoeksgebied 57
Afbeelding 39.Voorbeeld van een wrakvormingsproces (Graham Scott). 60

Lijst met tabellen

Tabel 1. Archeologische perioden 4
Tabel 2. Administratieve gegevens van het onderzoeksgebied 4
Tabel 3. Parallelle afstanden tussen de verschillende Net op zee projecten. 7
Tabel 4. NSPRMF – onderzoeksthema's en onderwerpen (Peeters 2009) 12
Tabel 5. Kruisende kabels 18
Tabel 6. Kruisende pijpleidingen 18
Tabel 7. Eerder uitgevoerde archeologische onderzoeken 21
Tabel 8. Pleistocene en vroeg-holocene afzettingen die in het offshore deel van het tracé gekarteerd zijn. Deze afzettingen zijn afgedekt door holocene afzettingen van het Laagpakket van Wormer en/of het Bligh Bank Laagpakket. De kleuren in deze tabel komen overeen met die van de Geologische Kaart Nederland in afbeelding 17. 30
Tabel 9. Variaties in dikte van de holocene laag langs het tracé Nederwiek 1 33
Tabel 10. Lithostratigrafie binnen het onderzoeksgebied 40
Tabel 11. Bekende waarnemingen uit ARCHIS binnen het onderzoeksgebied 47
Tabel 12. Overige NCN-objecten afkomstig uit de SonarReg-database 53
Tabel 13. Archeologische verwachting gerelateerd aan de lithostratigrafie 58
Tabel 14. Toetsing van archeologische verwachting met geofysische methoden 64

Verklarende woordenlijst en toelichting afkortingen

Term	**Omschrijving**
Antropogeen	Door menselijk handelen
Allerød interstadiaal	Het Allerød-interstadiaal is een warme en nattere periode tijdens het laatste glaciaal (IJstijd) dat duurde van 13.900 tot 12.850 jaar geleden.
ARCHIS	ARCHeologisch Informatie Systeem. Het door de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed beheerde archeologische informatiesysteem
Crevasse afzetting	Een crevasse afzetting bestaat uit een doorbraak van een rivier die niet heeft doorgezet. Door de doorbraak is een afzetting ontstaan met sediment uit de oeverwal. Crevasse-afzettingen zijn bewaard gebleven doordat ze hoger liggen in het landschap.
Discordant	Hiaat tussen twee sedimentaire lagen, komt vaak tot uiting in een hoekverschil
Eemien	Geologische tijdperk, warme periode (*interglaciaal*) 130.000 tot 115.000 jaar geleden, vergelijkbaar met de huidige warme periode, het *Holoceen*.
Geogenese	Ontstaansgeschiedenis
Geofysisch onderzoek	Non-destructief onderzoek van natuurlijke en antropogene fenomenen, op, aan of onder de waterbodem door de inzet van een surveyschip dat is toegerust met specialistische meetapparatuur (side scan sonar, single/multibeam echo sounder, magnetometer, subbottom profiler, etc.)
Geotechnisch onderzoek	Bodempenetrerend onderzoek door middel van grondboringen of sonderingen om de samenstelling en fysieke eigenschappen van de ondergrond vast te stellen.
Glaciaal	IJstijd
Holoceen	Jongste geologisch tijdperk (vanaf de laatste IJstijd, circa 11.700 jaar geleden tot heden)
In situ	Ter plaatse, in de oorspronkelijke toestand
Interglaciaal	Warme periode tussen twee ijstijden (*glacialen*)
Klastische rivierafzettingen	Klastisch wil zeggen dat een gesteente of sediment is opgebouwd of bestaat uit fragmenten van afgebroken gesteente (zogenaamde klasten)
KNA	Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie
KP-waarde	Kilometer Punt -waarde. Een waarde die per afstandseenheid aan een leiding of kabel wordt gegeven.
Laat Glacial	Geologische tijdperk, laatste deel van het *Weichselien* waarin warmere perioden (*interstadialen*) en kouder perioden elkaar afwisselen, 15.000 tot 11.700 jaar geleden
LAT	Lowest Astronomical Tide
Lithostratigrafie	Studie van de gesteentelagen binnen de stratigrafie en geologie
Magnetometer	Techniek om afwijkingen veroorzaakt door de aanwezigheid van ferro-magnetisch materiaal (ijzer) in het natuurlijke magnetische veld te detecteren
Mesolithicum	De periode (8800-4900 voor Chr.) die begint na het aflopen van de laatste ijstijd en eindigt wanneer een samenleving overschakelt op landbouw en veeteelt en tal van nieuwe technologieën ontwikkelt of overneemt (Neolithicum)
Multibeam echosounder	Vlakdekkend akoestisch meetinstrument dat met verschillende bundels of beams de waterdiepte onder een meetvaartuig meet, waarna een gedetailleerd topografisch model van de waterbodem kan worden gemaakt

Term	**Omschrijving**
Nearshore	Het kustnabije deel van de zee vanaf de 0m dieptecontourlijn tot 3km uit de kust, of het punt waarop de waterdiepte sterk toeneemt
Offshore	Diepere deel van de zee, dat verder van de kust verwijderd ligt dan het *nearshore* gedeelte
Paleolithicum	De oudste periode in de voorgeschiedenis van de mens en zijn materiële cultuur (300.000-8800 v. Chr.)
Pleistoceen	Geologisch tijdperk dat ongeveer 2 miljoen jaar geleden begon. De tijd van de IJstijden maar ook van gematigd warme perioden. Het Pleistoceen eindigt met het begin van het *Holoceen*, ca 11700 jaar geleden
Pleniglaciaal	Geologische tijdperk, koudste periode binnen het *Weichselien*, 115.000 tot 11.700 jaar geleden
Seismiek	Een methode om een beeld te krijgen van de ondergrond met behulp van kunstmatig opgewekte akoestische golven.
Side scan sonar	Akoestisch meetinstrument dat vlakdekkend de sterkte van reflecterende geluidssignalen van de waterbodem onder een meetvaartuig registreert. Vergelijkbaar met het maken van een zwart/wit foto van de waterbodem; wordt gebruikt om objecten op te sporen en bodemmorfologie en type te classificeren
Stratigrafie	De volgorde van opeenvolgende gesteentelagen. Hiermee kunnen aardlagen worden beschreven en gedateerd.
Stroomribbels	Asymmetrisch golfpatroon van het bodemoppervlak veroorzaakt door langsstromend water. De steile zijden van de ribbels liggen altijd aan de stroomafwaartse kant.
Survey	Onderzoek, standaardterm uit de offshore industrie
TNO-NITG	De Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek
UXO-DAS survey	UnExploded Ordance Detection and avoidance survey
Veldminuut	Een ruwe afbeelding van het terrein gemaakt door militaire verkenners in de periode 1830-1850
Weichselien	Geologische tijdperk, laatste ijstijd 115.000 tot 12.000 jaar geleden

Referenties

Literatuur

- Amkreutz, L., A. Verpoorte, A. Waters-Rist, M. Niekus, V. van Heekeren, A. van der Merwe, H. van der Plicht, J. Glimmerveen, D. Stapert & L. Johansen, 2018: What lies beneath … Late Glacial human occupation of the submerged North Sea landscape. antiquity 92 361 (2018): 22–37.
- Busschers, F.S., C.W. Dubelaar, J. Stafleu en D. Maljers, 2010: Lithological and sand grain-size variability in the three-dimensional GeoTOP model of Zuid-Holland, Delft.
- Cassée, R.W., van Lil R. en Mol, D., 2021. Aanleg Alpha-1 kabel naar windpark Hollandse Kust (zuid): vondst van dierlijk pleistoceen botmateriaal. Amsterdam (NL) : Periplus Archeomare Rapport 20A031-01.
- De Mulder, E. e.a., 2003: De ondergrond van Nederland, Groningen.
- Deeben, J., D.P. Hallewas & Th.J. Maarleveld, 2002: Predictive modelling in Archaeological Heritage Management of the Netherlands: the Indicative Map of Archaeological Values (2nd Generation), Berichten van de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek 45, 9-56.
- Gaffney, V.L., K. Thomson en S. Fitch, 2005: The Archaeology and geomorphology of the North Sea, Kirkwall.
- Hessing, W.A.M., 2005: Het Nederlandse kustgebied, in: Bechert, T en W.J.H. Willems (red.), De Romeinse rijksgrens tussen Moezel en Noordzeekust, 89-102.
- Hijma, M., 2009: From river valley to estuary, The early-mid Holocene transgression of the Rhine-Meuse valley, The Netherlands, Netherlands Geographical Studies 389, Utrecht.
- Huizer, J. en H.J.T. Weerts, 2003: Formatie van Maassluis, In: Lithostratigrafische Nomenclator van de Ondiepe Ondergrond, Geologische Dienst Nederland (DINOloket).
- IMAGO projectgroep, 2003: Eindrapportage IMAGO: Samenvatting en conclusies, RDIJ rapport 2003-13a.
- Kramer, E. e.a., 2003 (red.): Koningen van de Noordzee, 250-850, Leeuwarden / Nijmegen.
- Kruif, S. de (drs.); RAAP Archeologisch Adviesbureau; (2008): Aardgastransportleidingtracé Wijngaarden - Zelzate (A-667), gemeenten Hulst en Terneuzen; archeologisch vooronderzoek: een inventariserend veldonderzoek
- Louwe Kooijmans, L.P., 1970-1971. Mesolithic Bone and Antler Implements from the North Sea and from the Netherlands.- Berichten van de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek, 20-21: 69-70.
- Maarleveld, Th. J. en E.J. van Ginkel, 1990: Archeologie onder water, het verleden van een varend volk, Amsterdam.
- Maarleveld, TH.J. 1998: Archaeological heritage management in Dutch waters: exploratory studies, Almere.
- J.M. Moree & M.M. Sier (eds), 2015: *Interdisciplinary Archaeological Research Programme Maasvlakte 2, Rotterdam. Part 1 Twenty metres deep! The Mesolithic period at the Yangtze Harbour site – Rotterdam Maasvlakte, the Netherlands.* Early Holocene landscape development and habitation, Rotterdam (BOORrapporten 566), 201-221.
- Rieu, R., van Heteren, S., van der Spek, J.F., and de Boer, P.L., 2005: Development and preservation of a Mid-holocene Tidal-Channel Network Offshore the Western Netherlands. Journal of Sedimentary Research, 75-3, p 409-419.
- Rijsdijk, K.F, S. Passchier, H.J.T. Weerts, C. Laban, R.J.W. van Leeuwen & J.H.J. Ebbing, 2005: Revised Upper Cenozoic stratigraphy of the Dutch sector of the North Sea Basin: towards an integrated

lithostratigraphic, seismostratigraphic and allostratigraphic approach. Netherlands Journal of Geoscience 84-2, p 129-146

- Stulp, B., 2008. Verdwenen dorpen in Nederland. Falstaf Media
- Van den Brenk, S. , van Lil, R. en van den Oever, E.A., Amsterdam, 2016. Archaeological assessment geophysical survey Transmission stations and cable routes Windfarm Borssele. Periplus Archeomare rapport 15A028-01
- Van den Brenk, S. , van Lil, R. en van den Oever, E.A., Amsterdam, 2015. Desk Study archaeological assessment Hollandse Kust (Zuid). Periplus Archeomare rapport 15A024-01
- Van den Brenk, S. en van Lil, R., 2017. Archaeological desk study Hollandse Kust (noord). Periplus Archeomare rapport 17A007-01
- Van den Brenk, S. en Waldus, W.B., Amsterdam, 2008. Inventariserend veldonderzoek (opwaterfase) Waterbodems Dordtse Biesbosch. Periplus Archeomare rapport 08A020
- Van den Brenk, S., B.E.J.M. van Mierlo en W.B. Waldus, 2008. Archeologisch bureauonderzoek Aanleg Windturbinepark Tromp-Binnen en kabelroutes naar de Nederlandse kust. Periplus Archeomare rapport 08A014
- Van den Brenk, S., en Waldus, W.B., Amersfoort, 2006. Een vroeg 19e eeuws scheepswrak in het Hollandsch Diep, gemeente Moerdijk, MIVO3. ADC rapport 778
- Van den Brenk, S., R. van Lil en R.W. Cassée, in voorbereiding. Archaeological desk study Windfarm zone IJmuiden (ver). Periplus Archeomare report 19A029-01
- Van den Brenk, S., van Lil, R. en van den Oever, E.A., 2015. Desk study archaeological assessment Hollandse Kust (zuid). Periplus Archeomare rapport 15A024
- Van den Brenk, S., van Mierlo, B.E.J. en Waldus, W.B., Amsterdam, 2008. Bureauonderzoek Aanleg Windturbinepark Tromp-Binnen en kabelroutes naar de Nederlandse kust. Periplus Archeomare rapport 08A014
- Van Lil, R. en Muis, L.A., Amsterdam, 2015. Bureauonderzoek Fibre Optic Subsea Cable Noordzee. Periplus Archeomare rapport 15A014-01
- Van Lil, R. en S. van den Brenk, 2014. Archeologisch bureauonderzoek windturbinepark Q4 en kabelroute naar de Nederlandse kust. Periplus Archeomare rapport 14A021-01.
- Van Lil, R. en S. van den Brenk, 2017. Pipe lines from platform Q10-A to platform P15-D, an archaeological assessment of geophysical survey results. Periplus Archeomare rapport 17A035-02.
- Van Lil, R. en S. van den Brenk, 2018. Net op zee Hollandse Kust (noord) en (west alpha). Offshore export kabeltracé. Periplus Archeomare rapport 18A013-01.
- Van Lil, R. en van den Brenk, S., Amsterdam, 2014. Bureauonderzoek en Inventariserend veldonderzoek Noordzee - Zandwingebieden Goeree 1 en Schouwen 1. Periplus Archeomare rapport 14A014-03
- Van Lil, R. en van den Brenk, S., Amsterdam, 2014. Bureauonderzoek en Inventariserend veldonderzoek Noordzee - Zandwingebied Walcheren NW. Periplus Archeomare rapport 14A014-04
- Van Lil, R., S. van den Brenk and R.W. Cassée, 2019. Windfarm Hollandse kust (west). An Archaeological assessment of geophysical survey results. Periplus Archeomare report 19A015-01
- Van Lil, R., van den Oever, E.A. en van den Brenk, S., Amsterdam, 2015. Bureauonderzoek Net op zee Hollandse Kust Zuid, offshore tracés. Periplus Archeomare rapport 15A036-01
- Van Mierlo, B.E.J.M., van den Brenk, S. en Waldus, W.B., Amsterdam, 2009. Bureauonderzoek ontwikkeling Amstel & Zaan Field. Periplus Archeomare rapport 09A005
- Vanderhoeven, T. (Arcadis); Jongh, I.M.H. de (Arcadis); Nales, T. (Arcadis) (2014): Archeologische begeleiding op het kabeltracé Geervliet-Middelharnis150 kV.

- Verhart, L., 2005: Een verdronken land. Mesolithische vondsten uit de Noordzee, in: Louwe Kooijmans, L.P. e.a. (red.), de Prehistorie van Nederland, 157-160.
- Vonhögen-Peeters, L.M., S. van Heteren and J.H.M. Peeters, 2016. Indicatief model van het archeologische potentieel van de Noordzeebodem. Deltares rapport 209133-000
- Waasdorp, J.A., 1999: Van Romeinse soldaten en Cananefaten, Den Haag.
- Waldus, W.B., van den Brenk, S., van Mierlo, B.E.J.M., Amersfoort, 2009. Inventariserend veldonderzoek (opwaterfase) zandwingebied Maasvlakte 2. ADC rapport 1929

Atlassen en Kaarten

- Geologische kaarten *TNO-NITG*; GeoTOP-model Laag van Wijchen en Hollandveen Laagpakket
- Globale Archeologische Kaart van het Continentale Plat
- Indicatieve Kaart van Archeologische Waarden (IKAW, versie 3)
- Noordzeeatlas

Internetbronnen

- Dienst der Hydrografie (www.hydro.nl)
- Dinoloket (www.dinoloket.tno.nl)
- Noordzeeloket (www.noordzeeloket.nl)
- Olie en Gasportaal (www.nlog.nl)
- North Sea Paleolandscapes, University of Birmingham (http://www.iaa.bham.ac.uk)
- Stichting Aircraft recovery Group 40-45 (http://www.arg1940-1945.nl)

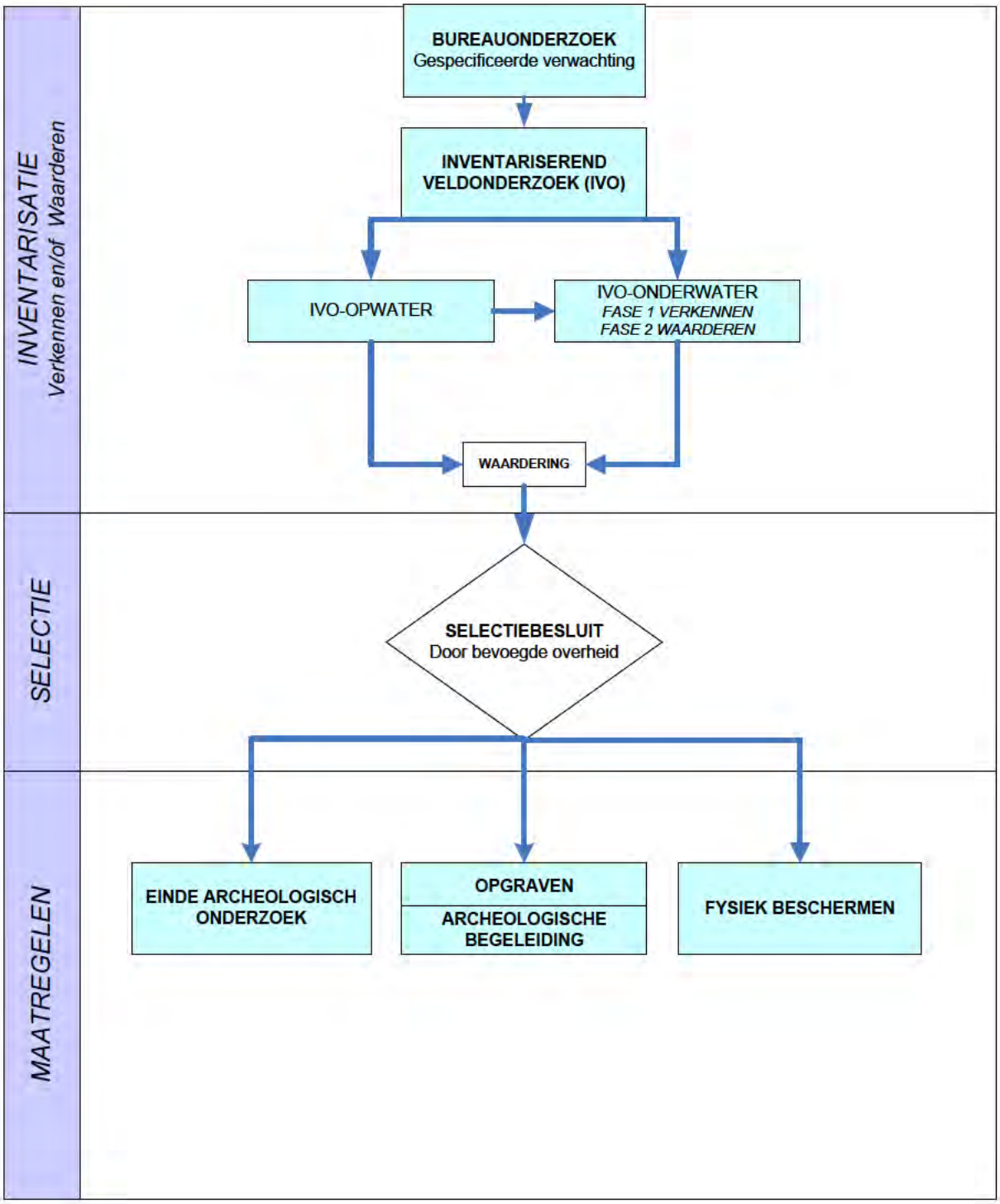
Overige bronnen

- ARCHIS III, archeologische database Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed
- Correspondentie en gesprekken met Majoor P. Petersen en Majoor A. Kappert, bergingsofficieren Koninklijke Luchtmacht
- Databases Periplus Archeomare
- KNA Waterbodems 4.1
- Nationale Onderzoeksagenda Archeologie 2.0
- SonarReg contacten database Rijkswaterstaat Zee en Delta

Bijlage 1. Archeologische en geologische tijdschaal

Chronostratigrafie				Archeologische periode				
Serie	Etage - Chronozone		Tijd	Tijdperk				Datering
Holoceen	**Laat Subatlanticum**		**1150 n. Chr**	Nieuwe tijd			C	1850
							B	1650
							A	1500
				Middeleeuwen	Laat		B	1250
							A	1050
	Vroeg Subatlanticum				Vroeg		D	900
							C	725
							B	525
							A	450
				Romeinse tijd			Laat	270
							Midden	70 n. Chr.
			0				Vroeg	15 v. Chr.
			450 v. Chr	Prehistorie	Metaaltijden	IJzertijd	Laat	250
							Midden	500
							Vroeg	800
	Subboreaal					Bronstijd	Laat	1100
							Midden	1800
							Vroeg	2000
			3700		Steentijd	Neolithicum	Laat	2850
							Midden	4200
	Atlanticum						Vroeg	4900/5300
			7300			Mesolithicum	Laat	6450
	Boreaal		8700				Midden	8640
	Preboreaal		9700				Vroeg	9700
Pleistoceen	Weichselien	Laat Glaciaal	Jonge Dryas			Paleolithicum	Laat	
			11.000					B
			Allerød					12.500
			12.000					
			Oude Dryas					
			12.100					
			Bølling					
			13.000					
		Pleniglaciaal L					Jong	
			17.000					
			Late Glacial Max					
			20.000					16.000
			31.500					A
			Denekamp					
			34.000					35.000
		Pleniglaciaal M					Midden	
			40.000					
			Hengelo					
			41.500					
			45.000					
		Pleniglaciaal V	Moershoofd					
			50.000					
			71.000					
		Vroeg Glaciaal	Odderade					
			74.000					
			Brørup					
			Amersfoort					
								250.000
			114.000					
	Eemien		126.000					
	Saalien		236.000					
	Oostermeer		241.000					
	onbenoemd		322.000					
	Belvédère		336.000					
	onbenoemd		384.000				Oud	
	Holsteinien		416.000					
	Elsterien		463.000					

Bijlage 2. Protocol KNA 4.1 Waterbodems



Bijlage 3. Overzicht van bekende scheepswrakken in het onderzoeksgebied

NCN	DHY	RCE	Easting	Northing	R95	Omschrijving
24	2461	46661	542312	5765500	100	Houten delen van een wrak
82	607	-	543107	5761781	20	Onbekende wrakresten in Eurogeul
186	1709	49387	543190	5722144	20	SS "BAIDAR", spot bij punt 16. Brits vrachtschip van 1010 grt gebouwd in 1871 bij Humphrys Pearson te Hull, vergaan 29-11-1897
190	1728	49376	536429	5727479	500	Duitse Kof Anna Maria gestrand met lading lijnzaad 22-12-1849
192	1732	52726	538417	5728764	1	Werknaam GEUL VAN DE BANJAARD 3 (ijzeren of houten schip?).
193	1734	46848	538753.9	5731345	-	HONDENGAT 1
250	2045	46612	533077.4	5776564	1	Vrachtschip Kof Durward, gezonken 1915
312	2715	-	543508.4	5747638	20	Wrak Friblo TH-25, gezonken 12-12-1954
364	2939	46668	546967	5752539	10	Wrak van groot oud stoomschip. 20-07-1986. Wrak van oud groot stoomschip.
382	3136	48566	544219.4	5758727	1	Mededeling over een houten schip. 2e MELDER: D.van Weenen, houten driemaster
475	-	50789	543817	5714410	-	Landingsvaartuig Veerse Meer. MFP F920 type DM
1211	908	-	518976.6	5881630	-	Onbekend wrak 908
1665	-	-	542973.3	5715715	-	Wreck silted up with sand.
1670	1698	-	544227	5717796	20	Wrak HY1698, betonnen caisson. Gestrand 15-09-1953
1687	1733	-	539211.1	5731750	-	Onbekend wrak 908
1722	1780	-	542398.2	5744207	-	Wrak lengte 70m
1733	1792	-	543979.4	5745817	-	Onbekend wrak
1734	1794	-	548327	5747278	-	Onbekend wrak
1828	1941	-	544862.8	5762448	-	Onbekend wrak
1829	1942	-	544367.1	5762443	-	Onbekend wrak
1905	2055	-	536007.9	5779308	-	Onbekend wrak
1910	2062	-	534094	5781303	-	Onbekend wrak
1911	2063	-	535228.1	5782083	-	Onbekend wrak
1915	2067	-	536893.1	5783726	-	Onbekend wrak
1977	2144	-	535328	5810665	20	Houten wrak
2055	2246	-	534136	5827438	2	Werknaam Poppetjeswrak; Wrak Poppetjeswrak HY2246 Geïdentificeerd door Noordeeduikers als SS Anglia
2081	2274	-	535655.8	5834712	5	Wrak Anna Graebe, vergaan 12-01-1978
2810	-	-	535978	5821107	1	Uiteengevallen wrak.
2869	3574	-	533773	5779675	12	Wrak onverkend melding Dennis de Rooij
8681	-	-	543811	5714416	1000	Wrak HY3559, Binnenvaartuig. Ontdekt in 1991. Dit was voorheen RWS_nr 545
9213	-	46847	539106.2	5730438	-	Werknaam Banjaard

NCN	DHY	RCE	Easting	Northing	R95	Omschrijving
9272	-	47903	543530.9	5714933	-	Werknaam Veerse Meer 1; vondst scheepshout
9316	-	48498	538790	5727671	1	Werknaam Schouwen Banjaard 1; Groot wrak met grote kaapstander met 2 verhaalkammen ca. 2 m.B. Geladen met broodjes ijzer van 60-70 cm.
9317	-	48499	538368.7	5725845	-	Zeilschip, afm. ca. 30 m. L x 6 m. B x 1,5 m. uit de bodem. Datering: 18e/19e eeuw.
9339	-	49358	538047.2	5727080	-	NOORDZEE MONDING OOSTERSCHELDE
9511	1921	-	543587	5761978	20	ss. Port G. Warra, verwijderd uit de DHY lijst
14084	-	-	536846	5727562	500	Wrak maria
15302	-	-	546356	5711440	20	Wrak zeilbootje. Dit was voorheen RWS_nr 3004
9213	-	46847	539106.2	5730438	-	Gezonken 6 juni 2001 Onderzocht door duikers op 13-6-2001
15329	-	-	544344	5717643	100	Wrak Christel, geheel uit elkaar geslagen. Dit was voorheen RWS_nr 539
18200	-	-	544594	5748691	1	Wrak
18756	-	-	513273	5866589	20	Wrakresten
28280	-	-	541107	5761988	10	Onbekend wrak
31074	-	-	538614	5728959	5	SS Lotte (+1905) was a German iron hulled cargo steamer on route from Danzig for Antwerp carrying a general cargo when she ran aground and was wrecked on the Banjaard Bank on the 16th April 1905.

Bureauonderzoek Archeologie op land Net op zee Nederwiek 1

Gemeenten Borsele, Goes, Middelburg & Noord-Beveland
TenneT TSO B.V.

05-07-2023

Inhoudsopgave

1 Inleiding 4

1.1 Aanleiding van het onderzoek 4
1.2 Plangebied en onderzoeksgebied 4
1.3 Administratieve gegevens 7
1.4 Huidige en toekomstige situatie plangebied 8
1.5 Doel van het bureauonderzoek 16
1.6 Normen en werkwijze 16
1.6.1 Werkwijze archeologie 17
1.7 Juridisch- en beleidskader 18
1.7.1 Europees: Verdrag van Malta (1992) 18
1.7.2 Nationaal: Erfgoedwet (2016) en Monumentenwet (1988) 18
1.7.3 Gemeentelijk: beleidskaart en bestemmingsplan 19

2 Landschap 28

2.1 Inleiding 28
2.2 Landschap 28
2.2.1 Paleogeografische ontwikkeling 28
2.2.2 Geologische opbouw en diepteligging 32
2.2.3 Geomorfologie en bodem 34
2.3 Hoogtebestand AHN 37
2.4 Verstoringen 40

3 Historie 43

3.1 Inleiding 43
3.2 Historische informatie 43

4 Archeologische informatie 53

4.1 Inleiding 53
4.2 Gemeentelijke archeologische verwachtingskaart 53
4.3 Vindplaatsen 57
4.3.1 AMK-terreinen 59
4.3.2 Vondstlocaties en waarnemingen 59
4.4 Eerder uitgevoerd onderzoek 59
4.4.1 Eerder uitgevoerd veldwerk 60

5 Conclusies en aanbevelingen 62

5.1 Conclusie 62
5.2 Gespecificeerd verwachtingsmodel 63
5.3 Advies 67

Bronnen 69

Colofon 70

1 Inleiding

1.1 Aanleiding van het onderzoek

In opdracht van TenneT TSO B.V. (hierna: TenneT) heeft Arcadis Nederland B.V. een archeologisch bureauonderzoek uitgevoerd voor het kabeltracé op land van Net op zee Nederwiek 1. Parallel aan dit onderzoek is door Periplus een archeologisch bureauonderzoek voor het kabeltracé op zee en de waterbodem van het Veerse Meer uitgevoerd. Beide onderzoeken worden uitgevoerd in het kader van de milieueffectrapportage (hierna: MER). De bureauonderzoeken worden uitgevoerd conform de vigerende KNA-regeling, versie 4.1, en conform aanvullende archeologische richtlijnen van de provincies en gemeenten waarbinnen het plangebied zich bevindt. Het project Net op zee Nederwiek 1 bestaat uit de volgende hoofdonderdelen:

- Een platform op zee voor de aansluiting van de windturbines en het omzetten van wisselstroom (afkomstig van de windturbines) naar 525kV-gelijkstroom;
- Een kabeltracé voor transport van 525kV-gelijkstroom op zee en in het Veerse Meer;
- Een ondergronds kabeltracé op land voor transport van 525kV-gelijkstroom naar een converterstation;
- Een converterstation op land voor het omzetten van 525kV-gelijkstroom naar 380kV-wisselstroom.

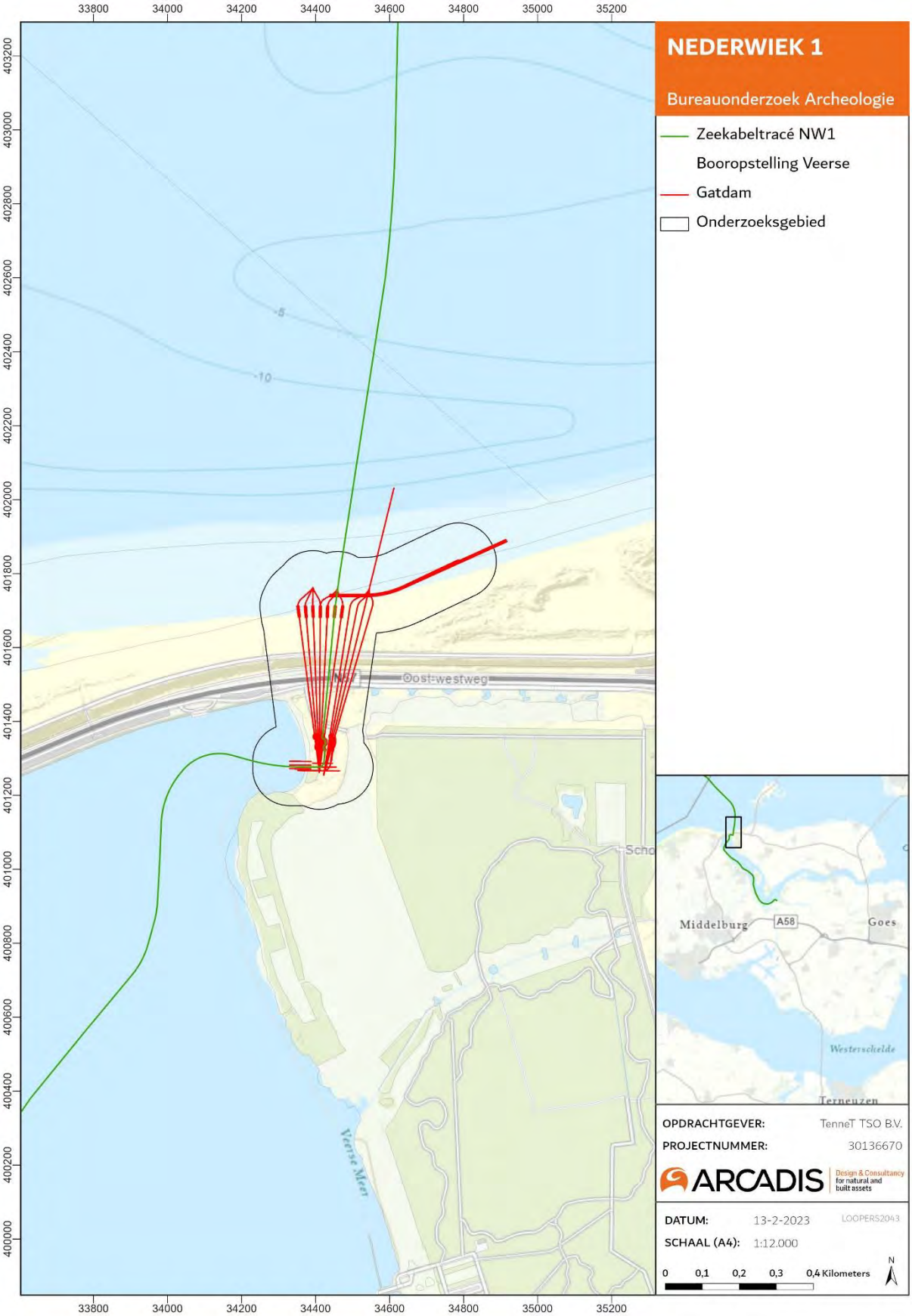
Dit rapport gaat over de effecten van de laatste twee onderdelen op land. Het kabeltracé op zee en het Veerse Meer wordt in een apart bureauonderzoek behandelt (Periplus 2023). Bij de uitvoering van de voorgenomen ontwikkelingen kunnen mogelijk archeologische waarden worden verstoord. Het bureauonderzoek heeft als doel inzicht te verschaffen in de archeologische waarden die zich in het plangebied (kunnen) bevinden.

1.2 Plangebied en onderzoeksgebied

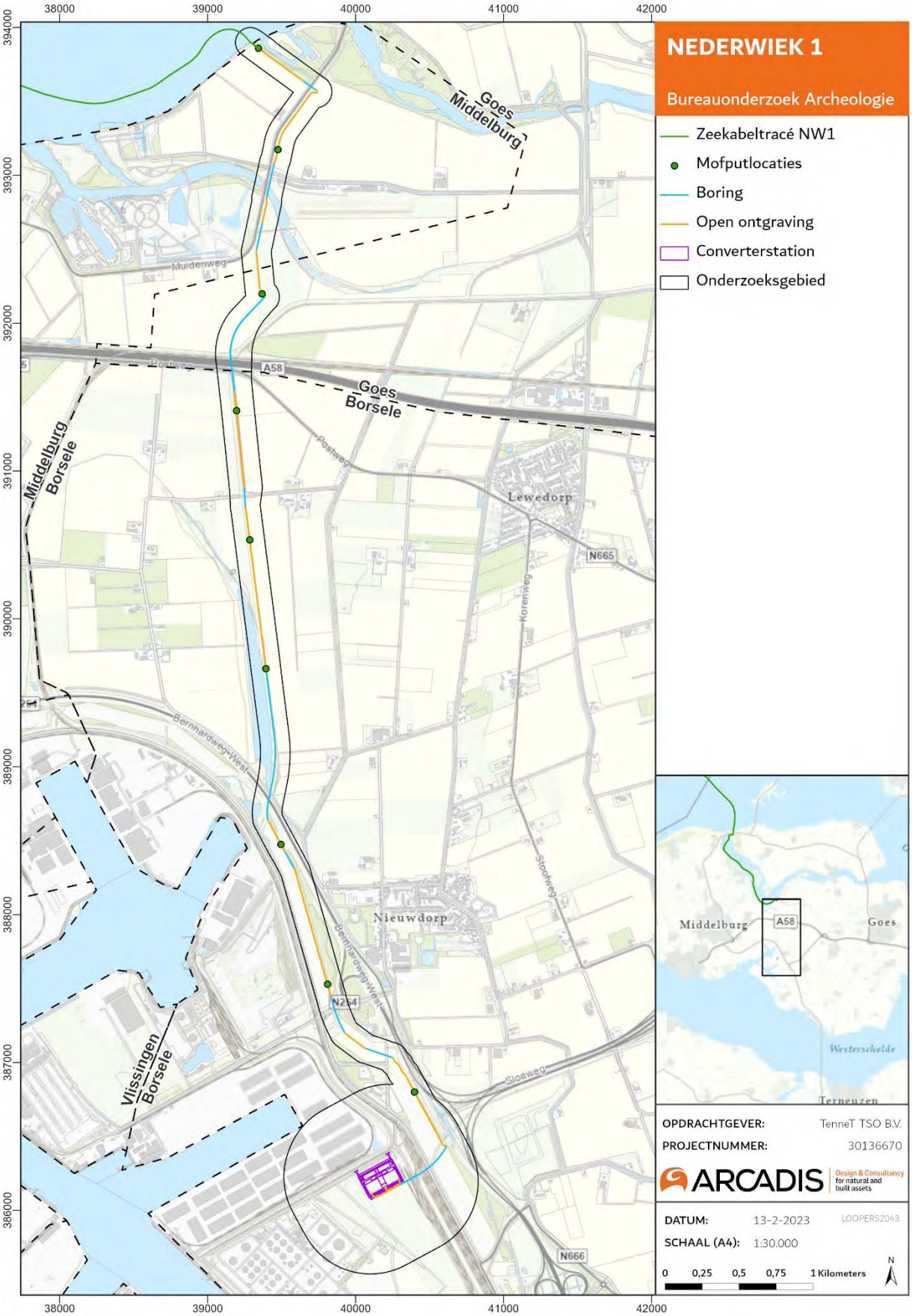
Voor het bureauonderzoek is uitgegaan van een onderzoeksgebied dat bestaat uit het plangebied en een buffer van 100m rondom het kabeltracé en 500m om de converterstationslocatie (Figuur 2). Hierdoor wordt een completer beeld verkregen van de aanwezige archeologische waarden in en rondom het plangebied en kunnen resultaten uit de omgeving worden geëxtrapoleerd.

Voor het plangebied op land kan grofweg onderscheid gemaakt worden tussen twee deelgebieden, namelijk de booropstelling bij de Veerse Gatdam én het tracé ten zuiden van het Veerse Meer inclusief de locatie van het converterstation (zie (Figuur 1 en Figuur 2). Het plangebied bij de Veerse Gatdam bevindt zich in de gemeente Noord-Beveland. Het plangebied Net op zee Nederwiek 1 voor het kabeltracé op land ten zuiden van het Veerse Meer bevindt zich binnen de gemeenten Borsele, Middelburg en Goes. Het kabeltracé dat zich tussen deze twee plangebieden in het Veerse Meer bevindt wordt in een apart bureauonderzoek voor de waterbodem behandelt (Periplus 2023). Voorliggend bureauonderzoek zal zich dan ook met name richten op de het tracé ten zuiden van het Veerse Meer, en indien relevant ook de passage bij de Veerse Gatdam behandelen.

Voor het grootste gedeelte van het kabeltracé Net op Zee Nederwiek 1 ligt hieraan parallel het kabeltracé Net op zee IJmuiden Ver Alpha. Voor dit kabeltracé is reeds een archeologisch bureauonderzoek uitgevoerd (Arcadis, 2021). Gezien de parallelligging tussen de twee kabeltracés is voorliggend bureauonderzoek grotendeels gebaseerd op dit voorgaande onderzoek. Met name voor de algemene archeologische, landschappelijke en historische informatie is gebruikt gemaakt van het eerdere onderzoek. Waar nodig is in dit bureauonderzoek op verschillende onderwerpen gespecificeerd met betrekking tot de ligging van het kabeltracé Net op zee Nederwiek 1. Naar aanleiding van het eerdere bureauonderzoek is ook verkennend veldonderzoek uitgevoerd op een tracégedeelte dat parallel ligt aan het kabeltracé van Net op zee Nederwiek 1 (Antea 2021). In Hoofdstuk 4.4.1 wordt nader ingegaan op dit onderzoek. De resultaten van dit onderzoek worden meegenomen in het gespecificeerde verwachtingsmodel en het advies.



Figuur 1: Plangebied booropstelling parallelligging Net op zee Nederwiek 1 met Net op zee IJmuiden Ver Alpha t.p.v. Veerse Gatdam.



Figuur 2: Plan- en onderzoeksgebied kabeltracé en converterstation ten zuiden van het Veerse Meer, met voorgenomen wijze van aanleg.

1.3 Administratieve gegevens

Tabel 1: Objectgegevens onderzoek

Objectgegevens onderzoek	
Arcadis Projectnummer	30136670
ISSN-nummer	2666-8718
Projectnaam	Net op zee Nederwiek 1
Plaats	Omgeving Borssele, Nieuwdorp, Lewedorp, Oranjeplaat
Gemeente	Gemeente Borsele Gemeente Goes Gemeente Middelburg Gemeente Noord-Beveland
Provincie	Zeeland
Coördinaten (X,Y)	40491.25, 386725.55
Lengte tracé /Oppervlakte plangebied	Circa 7 km
Onderzoeksmelding Archis3	5280952100
Uitvoerder	Arcadis Nederland BV
Opdrachtgever	TenneT TSO B.V.
Bevoegd Gezag	Provincie Zeeland Gemeente Borsele Gemeente Goes Gemeente Middelburg Gemeente Noord-Beveland
Uitvoeringsperiode onderzoek	Juli 2022 – April 2023
Beheerder en plaats documentatie	Arcadis Nederland BV, locatie Arnhem

1.4 Huidige en toekomstige situatie plangebied

Het plangebied bevindt zich binnen de provincie Zeeland. Het bureauonderzoek voor het plangebied wordt uitgevoerd conform de vigerende KNA-regeling, versie 4.1, en conform de aanvullende archeologische richtlijnen van de Provincie Zeeland. Het plangebied Borsele ligt in de gemeenten Borsele, Goes, Middelburg en Noord-Beveland.

In het noorden van het plangebied kruist het kabeltracé de oostzijde van de Veerse Gatdam (zie Figuur 1 en Figuur 5). Bij de kruising van de Veerse Gatdam wordt de 525kV-gelijkstroomkabel (DC) door middel van drie aparte boringen aangelegd. De kabels lopen vervolgens door het Veerse Meer en komen weer aan land in de gemeente Middelburg ten zuiden van de haven De Piet. Deze 525kV-gelijkstroomkabel loopt over land door de gemeente Goes en wordt in de gemeente Borsele aangesloten op het converterstation bij de Liechtensteinweg (Figuur 4). Hier wordt in de toekomst de 525kV-gelijkstroom omgezet naar 380kV-wisselstroom (AC).

De aanleg van de kabels gebeurt grotendeels door middel van open ontgravingen en tevens enkele (gestuurde) boringen (Figuur 2). De 525kV-gelijkstroomkabel wordt op land grotendeels tijdens open ontgravingen aangelegd. Hieronder worden de geplande ingrepen kort toegelicht. De focus ligt daarbij op de ingrepen waarbij mogelijk archeologische waarden worden verstoord.

Figuur 3: Plangeied Veerse Gatdam op de luchtfoto.

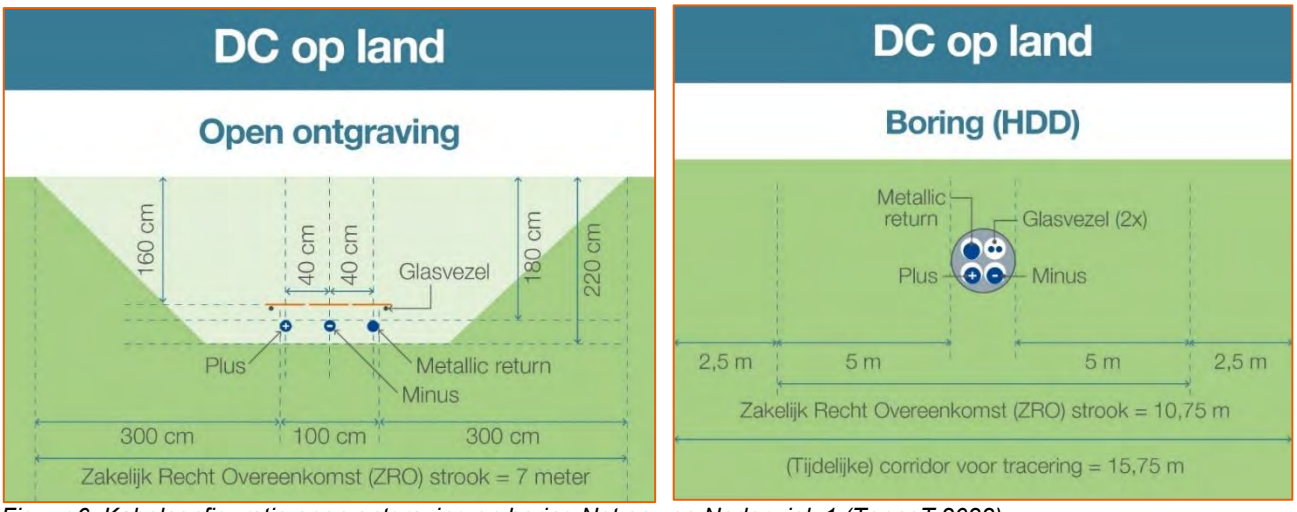
Figuur 4: Plangebied ten zuiden van het Veerse Meer op de luchtfoto.

Kruising Veerse Gatdam
De Veerse Gatdam wordt gekruist door middel van drie boringen onder de oostzijde van de Veerse Gatdam door. Tijdens de realisatie van de boringen wordt een boorput en een ontvangstput gegraven. Het kabeltracé van Net op zee Nederwiek 1 loopt na de kruising van de Veerse Gatdam door het Veerse Meer.

De impact van ingrepen op zee en het Veerse Meer worden behandeld in het archeologisch bureauonderzoek op zee en het Veerse Meer Net op zee Nederwiek 1. Hieronder vallen ook het werkterrein en de ontvangstput ten noorden van de Veerse Gatdam.

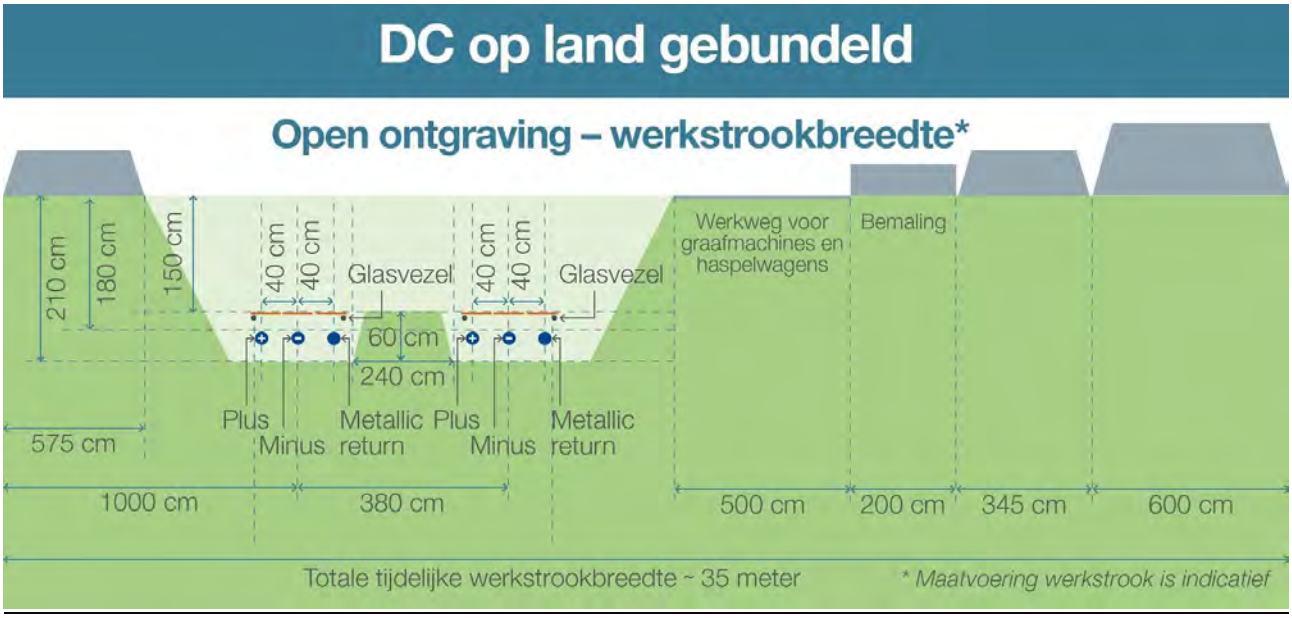
Figuur 5: Oppervlaktes werkterreinen kruising Veerse Gatdam (TenneT 2022).

Kabeltracé op land (525kV-gelijkstroomkabels)
Het kabeltracé op land ten zuiden van het Veerse Meer loopt van de aanlanding in de gemeente Middelburg, door de gemeenten Goes en Borsele, richting het converterstation aan de Liechtensteinweg. De kabels worden aangelegd in een open ontgraving, waarbij de kabelligging zich op 180 cm -mv bevindt, en de ontgravingssleuf een maximale diepte van 220 cm -mv heeft. Gedeeltelijk, grofweg vanaf het zuiden van de Sloekreek tot ter hoogte van de Luxemburgweg, wordt de kabel op maximaal 120 cm -mv gelegd. De kabelconfiguraties voor het gelijkstroomkabeltracé (DC) op land, voor open ontgraving en een gestuurde boring, wordt weergeven in onderstaande figuur.



Figuur 6: Kabelconfiguratie open ontgraving en boring Net op zee Nederwiek 1 (TenneT 2022).

Op grote delen van het kabeltracé liggen de Netten op zee Nederwiek 1 en IJmuiden Ver Alpha parallel aan elkaar. Bij parallelligging worden de kabels gelijktijdig aangelegd door middel van een open ontgraving. De kabelconfiguratie van de Netten op Zee IJmuiden Ver Alpha en Nederwiek 1 bij parallelligging is weergeven in onderstaande figuur:



Figuur 7: Schematische weergave kabelconfiguratie open ontgraving inclusief werkterreinen op land bij paralleligging Netten op zee Nederwiek 1 en IJmuiden Ver Alpha ((TenneT 2022).

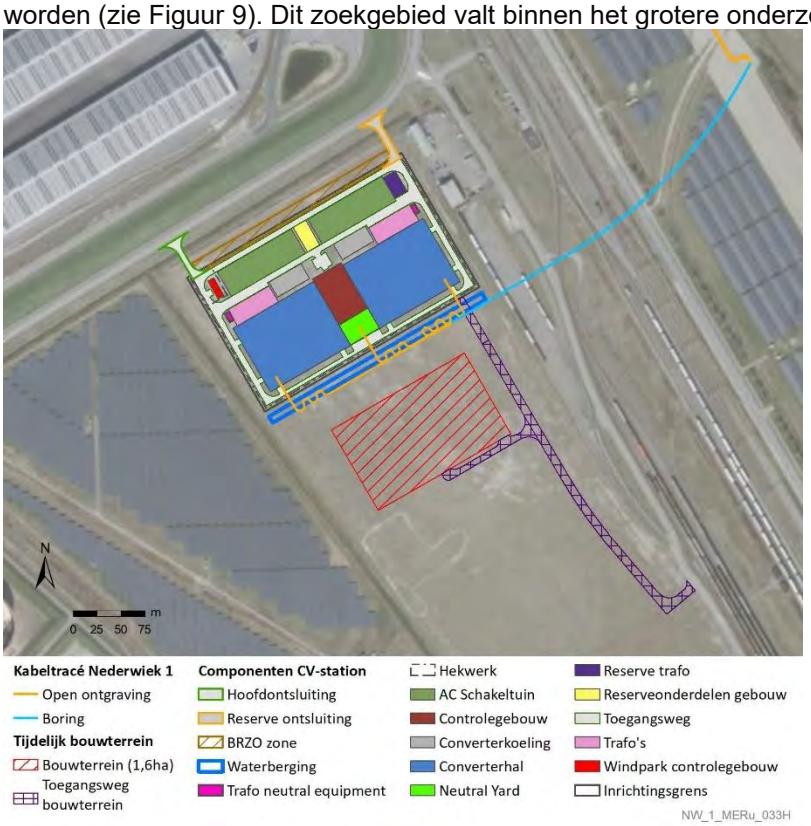
Mofputten en aardputten
Op land is er om de circa 800 tot 1.200 m een verbindingsmof nodig om landkabels te verbinden. De breedte van een ondergrondse mofput is circa 5 m. Om de 3 tot 5 km wordt er een aardput aangelegd. Dit zijn ondergronds gelegen afgedichte putten met putdeksel op het maaiveld. Een aardput heeft een oppervlakte van circa 1 m^2 (1 m x 1 m). De aardputten en mofputten hebben een diepte van circa 220 cm -Mv.

Converterstation (Liechtensteinweg) en werkterrein
De locatie voor het converterstation is gelegen aan de Liechtensteinweg en Luxemburgweg (zie Figuur 8). Op basis van het voorlopige ontwerp zijn de verwachte afmetingen van het converterstation minimaal circa 157m x 250 m (circa 3,9 hectare) en met een maximale hoogte van 25 m (gemeten vanaf het opgehoogde maaiveld). De central service building in het midden van het plot is circa 56 x 35 x 16,5 m (lengte x breedte x hoogte). Onder de control building wordt een kelder aangelegd. Deze gaat de grond in tot maximaal 3,5 m (gemeten vanaf het opgehoogde niveau) en heeft een oppervlakte van circa 2.000 m² (56 m x 35 m). Daarnaast komt er mogelijk ook een kelder onder het third party building tot maximaal 3,5 m diep (gemeten vanaf het opgehoogde niveau) met een oppervlakte van 20 m x 7 m. Het terrein wordt voor aanvang van de werkzaamheden geëgaliseerd. Hiertoe wordt de bovenste 50cm van het terrein vanaf het huidige maaiveld afgegraven en wordt er vervolgens 80cm zandgrond terug op aan gebracht.

Voor de bouw van het converterstation worden er heipalen[1] 30m diep de bodem in gebracht. De heipalen hebben in de worst case situatie[2] een oppervlakte per heipaal van circa 0,25m² per stuk. In totaal dienen er circa 2600 palen geplaatst te worden voor de fundering.

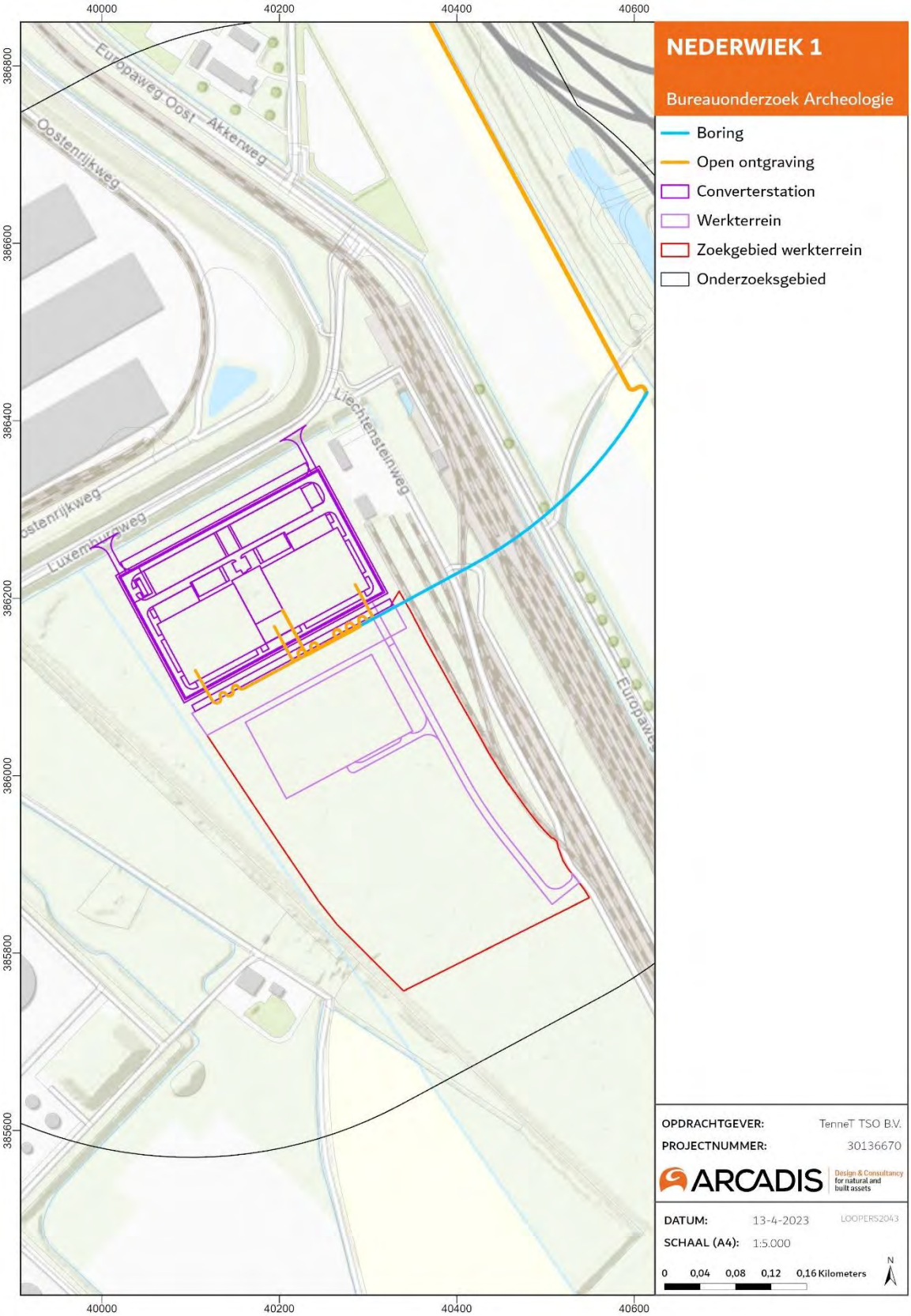
Voor de bouw van het converterstation wordt tevens een tijdelijk werkterrein met toegansweg ingericht aan de zuidkant van de stationslocatie (rood/paars gearceerd terrein, zie Figuur 8). Dit werkterrein inclusief toegansweg wordt gebruikt voor de aanleg van het converterstation. Ontgravingen voor het werkterrein bestaan uit het ontgraven van de bouwvoor (30 cm -mv) ten behoeve van de opbouw van de bouwweg en bouwplaats en daarnaast het plaatselijk aanleggen van drainagesleuven met een maximale diepte van 0,5 m -mv, waardoor de maximale bodemverstoring tot 0,8 m -mv (0,3 + 0,5) reikt.

In onderstaande figuur is een voorlopige indicatie voor de ligging van het werkterrein weergeven, de exacte ligging is echter nog niet vastgesteld en mogelijk kan het gehele perceel gebruikt worden voor de inrichting van het werkterrein. Aangezien de exacte indeling van het werkterrein nog niet definitief is vastgesteld, wordt in dit bureauonderzoek een zoekgebied gehanteerd dat bestaat uit een gedeelte van het perceel waarbinnen het werkterrein aangelegd zal worden (zie Figuur 9). Dit zoekgebied valt binnen het grotere onderzoeksgebied zoals beschreven in paragraaf 1.2.



Figuur 8: Overzichtstekening converterstation Nederwiek 1 inclusief voorlopig ontwerp werkterrein (TenneT 2023).

[1] Grondverdringende palen
[2] 50x50mm palen



Figuur 9: Converterstation en voorlopig ontwerp werkterrein binnen het zoekgebied van het werkterrein.

1.5 Doel van het bureauonderzoek

Het doel van het bureauonderzoek is drieledig:

1. Inzicht verschaffen in de archeologische en historische resten die zich in het plangebied bevinden of verwacht worden.
2. Opstellen van een gespecificeerd archeologisch verwachtingsmodel conform KNA 4.1.
3. Advies opstellen over of en waar er archeologisch vervolgonderzoek nodig is, en indien nodig, uit welke onderzoeksmethode het vervolgonderzoek moet bestaan.

1.6 Normen en werkwijze

Arcadis streeft naar een integrale aanpak van erfgoed. Erfgoed bevat zes pijlers (Figuur 10): archeologie, historische gebouwen, historisch landschap, natuurlijk erfgoed, collecties & objecten en immaterieel erfgoed. Deze aspecten vertonen een grote verbondenheid en onderlinge samenhang. Een integrale benadering van deze aspecten heeft een meerwaarde voor het project waarbinnen het wordt uitgevoerd. Het zorgt ervoor dat er een gedegen inventarisatie beschikbaar is en dat er een integrale erfgoedwaardering kan worden uitgevoerd.

In dit bureauonderzoek ligt de hoofdfocus op archeologie. Van collecties & objecten en immaterieel erfgoed is geen sprake in het plangebied. Deze worden buiten beschouwing gelaten. De overige pijlers laten zich omschrijven als:

- **Archeologie**: Deze pijler omvat alle bekende en onbekende, in en op het bodemarchief aanwezige resten van menselijke activiteiten, die wel of niet verstoord zullen gaan worden. Archeologie zal worden uitgevoerd volgens de KNA 4.1, protocol bureauonderzoek 4002. Het rapport bevat waar mogelijk gegevens over de te verwachten aan- of afwezigheid, aard, omvang, ouderdom, gaafheid, conservering en (relatieve) kwaliteit van archeologische waarden.
- **Historisch landschap**: In deze pijler worden de elementen die behoren tot de historische geografie beschreven. Dit zijn cultuurhistorische punten, lijnen en vlakken, zoals cultuurhistorische landschappen, historisch groen, historische paden, sloten, dijken, beplantingen etc. als ook historische zichtlijnen en historische wegen-, verkavelings- en beplantingspatronen etc.
- **Gebouwd Erfgoed**: Deze pijler bestaat uit elementen die behoren tot de historische (steden)bouwkunde. Hieronder vallen beschermde stads- en dorpsgezichten, Rijksmonumenten, en waardevolle bouwkundige objecten (molens, boerderijen, sluizen, etc.) en ensembles (erven, dorpen, linten, landgoederen, etc.).
- **Natuurlijk Erfgoed**: Onderdeel van deze pijler zijn bijzondere elementen van het landschap die door natuurlijke processen zijn gevormd, zoals bijvoorbeeld een steilrand of een stuwwal. Ook aardkundige waarden vallen onder deze pijler.

Figuur 10: Zes pijlers van het cultureel erfgoed.

1.6.1 Werkwijze archeologie

De landschappelijke en archeologische situatie wordt beschreven op basis van een aantal bronnen. De landschappelijke opbouw en ontwikkeling van het onderzoeksgebied zegt veel over de mogelijke aanwezigheid van archeologische waarden in het plangebied. In combinatie met gegevens over bekende archeologische vondsten en historische gegevens wordt een verwachting opgesteld voor de kans op het aantreffen van archeologische resten. Het rapport bevat waar mogelijk gegevens over de verwachte aan- of afwezigheid, aard, omvang, ouderdom, gaafheid, conservering en (relatieve) kwaliteit van archeologische waarden.

De doelstellingen vermeld bij 1.5 worden bereikt door het beantwoorden van de volgende vragen in de conclusie:

1. Hoe ziet de geo(morfo)logische en bodemkundige opbouw van het plangebied eruit?
2. Welke archeologische gegevens in en rond het plangebied zijn bekend?
3. Welke historische gegevens (complexen en landgebruik) in en rond het plangebied zijn bekend?
4. Wat is, op basis van bovenstaande gegevens, de gespecificeerde archeologische verwachting van het plangebied? Wat zijn de prospectiekenmerken van de te verwachte vindplaatsen?
5. In welke mate worden de bekende en/of verwachte archeologische vindplaatsen bedreigd door de geplande ontwikkeling?
6. Is archeologisch vervolgonderzoek nodig en zo ja, welke onderzoeksmethode wordt geadviseerd?

Voor het bureauonderzoek archeologie worden de volgende bronnen geraadpleegd:

- Archeologische Monumenten Kaart (AMK);
- Cultuurhistorische Hoofdstructuur Zeeland;
- Gemeentelijke archeologische verwachtings- en beleidsadvieskaart;
- Relevante publicaties van reeds uitgevoerd archeologisch onderzoek;
- Bodemkaarten, geomorfologische kaarten, het AHN;
- Informatie uit Archis 3;
- Historische topografische kaarten;
- Informatie over de Tweede Wereldoorlog.

1.7 Juridisch- en beleidskader

1.7.1 Europees: Verdrag van Malta (1992)

Op 16 januari 1992 is door de Raad van Europa het Europese verdrag van Malta - ook wel bekend als de Conventie van Malta of het Verdrag van Valletta - gesloten. Het verdrag beoogt het cultureel erfgoed dat zich in de bodem bevindt beter te beschermen. In het verdrag zijn drie uitgangspunten ten aanzien van de omgang met archeologie geïntroduceerd:

- Het streven naar het behouden van archeologie in de bodem, het zogenaamde "behoud in situ" (artikel 4, tweede lid). De gedachte daarachter is dat er bodemarchief voor toekomstige generaties bewaard moet blijven.
- “Behoud in situ” wordt bereikt door in de planvorming tijdig rekening houden met de (mogelijke) aanwezigheid van archeologische vindplaatsen, zodat er nog ruimte is voor archeologievriendelijke alternatieven (artikel 5). Dit gebeurt door vooraf onderzoek uit te voeren naar archeologische resten. Door er vooraf rekening mee te houden, wordt vertraging in bouwprocessen voorkomen.
- Wanneer ‘behoud in situ’ niet mogelijk is, dienen de behoudenswaardige archeologische resten te worden veiliggesteld door middel van archeologisch onderzoek. Elke lidstaat die het Verdrag van Malta ondertekent, is verplicht maatregelen te treffen om ervoor te zorgen dat bij alle ontwikkelingsprojecten de kosten van het archeologisch onderzoek worden gedekt (artikel 6). In de Nederlandse wetgeving is dit vertaald in het ‘de verstoorder betaalt’-principe (Wet op de Archeologische Monumentenzorg 2008). De initiatiefnemer is verantwoordelijk voor de kosten van het archeologisch onderzoek en de uitwerking van de resultaten.

1.7.2 Nationaal: Erfgoedwet (2016) en Monumentenwet (1988)

Sinds 1 juli 2016 geldt de nieuwe Erfgoedwet. Deze wet harmoniseert de bestaande wet- en regelgeving omtrent roerend en onroerend erfgoed en vormt één integrale Erfgoedwet voor het beheer en behoud van cultureel erfgoed. Een belangrijke wijziging voor archeologie is dat in de Erfgoedwet de regels voor de archeologische monumentenzorg aan de orde komen. De omgang met archeologie in de fysieke leefomgeving wordt onderdeel van de Omgevingswet. Tot dat de Omgevingswet ingaat blijven de artikelen uit de Monumentenwet 1988 die niet terugkomen in de Erfgoedwet van kracht, waaronder regelingen omtrent omgevingsvergunningen en bestemmingsplannen.

- Op grond van artikel 38a van de Monumentenwet 1988 en op grond van de Wet ruimtelijke ordening (artikel 3.1.6 Besluit ruimtelijke ordening), zijn gemeenten verplicht de belangen van de archeologische monumentenzorg in hun bestemmingsplannen te verankeren. De verankering vindt plaats door het toekennen van de bestemming of dubbelbestemming ‘Waarde – Archeologie’. In een gemeentelijke verordening en in het bestemmingsplan worden regels opgenomen met betrekking tot het gebruik van de grond. Aan deze regels kan een omgevingsvergunningstelsel voor onder meer het gebruik van de grond en bodemwerkzaamheden worden gekoppeld.
- Op grond van artikel 2.22, derde lid onder d, van de Wet Algemene Bepalingen Omgevingsrecht kunnen in het belang van de archeologische monumentenzorg, voorschriften aan de omgevingsvergunning worden verbonden. Deze voorschriften kunnen inhouden dat de aanvrager van een omgevingsvergunning een rapport overlegd, waarin de archeologische waarde wordt vastgesteld van het terrein dat volgens de aanvraag wordt verstoord.

1.7.3 Gemeentelijk: beleidskaart en bestemmingsplan

Zoals hierboven beschreven zijn gemeenten verplicht de belangen van de archeologische monumentenzorg in hun bestemmingsplannen te verankeren. Input hiervoor is veelal een gemeentelijke archeologische beleidskaart. Deze is gebaseerd op een archeologische verwachtingskaart, welke een actueel overzicht van de archeologische verwachtingen en bekende archeologische waarden binnen de gemeentegrenzen biedt. Het plangebied is voor het grootste gedeelte gelegen in de gemeente Borsele. De noordelijke delen van het plangebied zijn gelegen in de gemeenten Goes, Middelburg en Noord-Beveland. In dit hoofdstuk worden de beleidsregels van deze gemeenten op het gebied van archeologie nader beschreven.

De gemeenten Borsele, Goes, Kapelle, Noord-Beveland, Reimerswaal en Tholen hebben gezamenlijk opdracht gegeven tot het opstellen van een gemeentelijk archeologiebeleid. Deze gemeenten zijn aangesloten bij het Oosterschelderegio Archeologisch Samenwerkingsverband (OAS), die het beleid in 2016 hebben laten evalueren (Kerckhaert, 2016). Het beleid van de OAS is gebaseerd op de Maatregelenkaart-in-lagen. In deze maatregelenkaart zijn vier verschillende lagen opgenomen gebaseerd op de geologische laagpakketten en bijbehorende tijdsperioden die in Zeeland voorkomen. Per laag is de archeologische verwachting opgesteld, de lagen zijn weergeven in Tabel 2. De beleidsregels van deze gemeenten zijn daardoor gebaseerd op dezelfde archeologische verwachtingsmethodologie. De beleidsregels met betrekking tot archeologie voor deze gemeenten zijn weergeven in Tabel 3.

Tabel 2: Geologische lagen en bijbehorende tijdsperioden van de Maatregelenkaart-in-lagen.

Laag	Laagpakket	Periode
1	Laagpakket van Walcheren (Formatie van Naaldwijk)	Late Middeleeuwen tot en met de Nieuwe tijd
2	Hollandveen Laagpakket (Formatie van Nieuwkoop)	Laat-Mesolithicum tot en met de Vroege Middeleeuwen
3	Laagpakket van Wormer (Formatie van Naaldwijk)	Vroeg Neolithicum
4	Laagpakket van Wierden (Formatie van Boxtel)	Paleolithicum tot mesolithicum

Tabel 3: Archeologiebeleid van de gemeente Borsele, Goes en Noord-Beveland (naar Alkemade et al. 2011a, b en c).

Categorie	Archeologische verwachting/ waarde	Beleid & vrijstellingsgrenzen
1	Wettelijke beschermd monument	Altijd onderzoeksplichtig
2	Terrein van archeologische waarde	50 m2, 40 cm diepte
3	Gewaardeerde stads-/dorpskern	50 m2, 40 cm diepte
4	Hoge verwachting	250 m2, 40 cm diepte
5	Gematigde verwachting	500 m2, 40 cm diepte
6	Lage verwachting	Geen onderzoeksverplichting
7	Waterbodem	Altijd overleg met RCE
8	Geen verwachting	Geen onderzoeksverplichting

Veerse Gatdam

Gemeente Noord-Beveland

De boorlijn die de Veerse Gatdam doorkruist bevindt zich in de gemeente Noord-Beveland. Het archeologiebeleid van de gemeente Noord-Beveland is vastgelegd in de beleidsnota archeologie (Alkemade *et al.* 2011b). De Veerse Gatdam wordt gekruist doormiddel van drie boringen onder de oostzijde van de Veerse Gatdam door.

Tijdens de realisatie van de boringen worden boorputten en ontvangstputten gegraven. De boorlijnen, de boorputten en de moflocatie raken geen zones met een archeologische verwachting (op land) voor de laagpakketten van Wierden, Wormer of Hollandveen (Lagen 2, 3 en 4). Voor deze laagpakketen geldt enkel een verwachting voor archeologie op de waterbodem. De impact van ingrepen op de waterbodem worden behandeld in het bureauonderzoek Net op zee Nederwiek 1 op zee (Periplus 2023). Hieronder vallen ook het werkterrein en de ontvangstputten ten noorden van de Veerse Gatdam die zich in de zone waterbodem bevinden.

Alleen voor het laagpakket van Walcheren (Laag 1) raakt een deel van het tracé en het werkterrein een lage archeologische verwachting (Figuur 11). De boorputten in het zuiden van het plangebied raakt geen archeologische verwachting.

Zuiden van het Veerse Meer

Gemeente Goes

Het archeologiebeleid van de gemeente Goes is vastgelegd in de beleidsnota (Alkemade *et al.* 2011c). De gemeente Goes maakt onderscheid tussen verschillende beleidscategorieën die gebaseerd zijn op een archeologische verwachting (Tabel 3).

Op de maatregelenkaart in lagen is te zien dat het plangebied in de gemeente Goes geen archeologische verwachting raakt voor de Laagpakketten van Wierden, Wormer en Hollandveen (Lagen 2, 3 en 4, zie Figuur 13 t/m Figuur 15). In het laagpakket van Walcheren (Laag 1, vanaf de late middeleeuwen) raakt het plangebied een zone met een lage archeologische verwachting archeologie (Figuur 12).

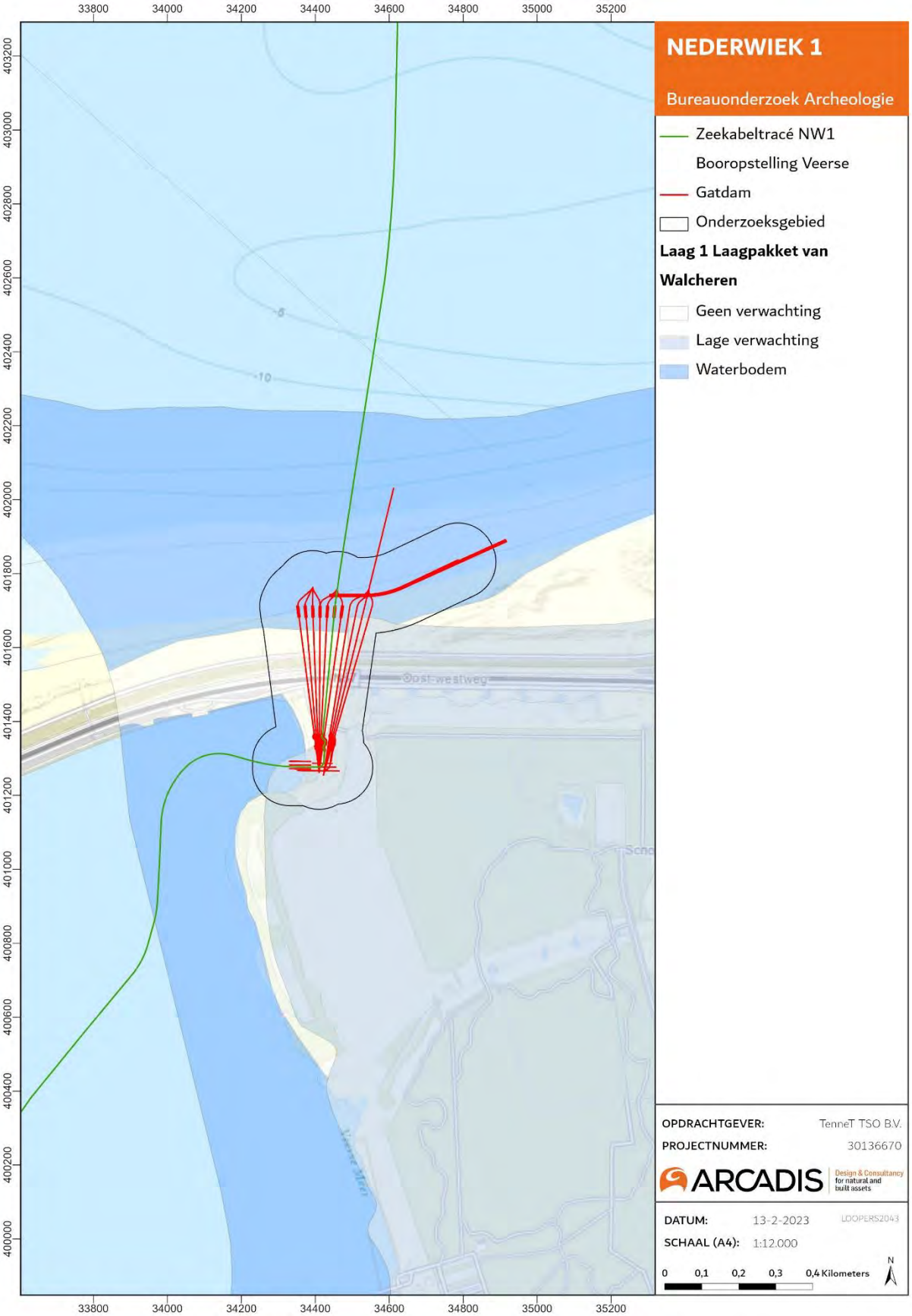
Gemeente Borsele

Het archeologiebeleid van de gemeente Borsele is vastgelegd in een archeologienota (Alkemade *et al.* 2011b). De gemeente Borsele maakt net zoals de gemeente Goes onderscheid tussen de categorieën weergegeven in Tabel 3, waarbij de archeologische verwachting leidend is voor het bijbehorende beleid.

Het kabeltracé in het noordelijke deel van het plangebied binnen de gemeente Borsele raakt een lage archeologische verwachting voor het laagpakket van Walcheren (Laag 1, Figuur 12). Binnen de overige laagpakketten raakt dit deel van het plangebied geen archeologische verwachtingszones.

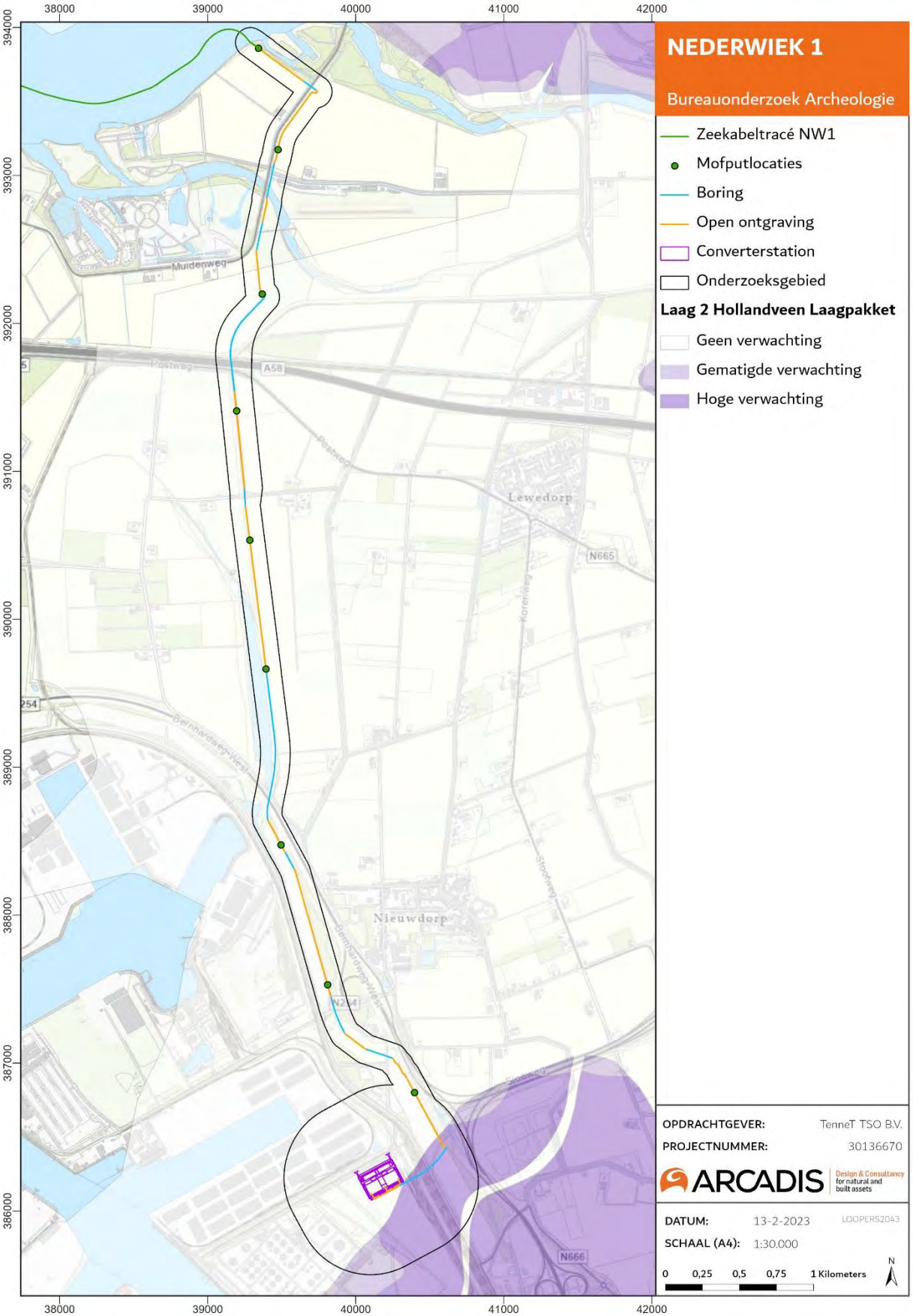
Op de maatregelenkaarten in lagen is te zien dat het de locatie van het converterstation zich bevindt in een zone met een lage archeologische verwachting in laag 1, en geen archeologische verwachting in de overige lagen (Figuur 12 t/m Figuur 15). Net ten zuiden van de converterstationslocatie ligt een zone met middelhoge tot hoge archeologische verwachtingen voor alle lagen/ tijdsperioden.

Voor het Sloegebied heeft de gemeente Borsele een ophogingskaart laten opstellen (zie H 2.4 en Figuur 24). Het doel van deze kaart is dat er geen aanvullend archeologisch onderzoek geëist wordt als uit een concreet initiatief blijkt dat de bodemverstoring van de voorgenomen werkzaamheden minder diepgaat dan de ophoging. Het zuidelijk deel van het plangebied doorkruist het opgehoogde Sloegebied. Omdat binnen sommige zones de ingrepen niet dieper reiken dan de ophoging kan voor deze zones afgeweken worden van de (eventuele) verplichting tot vervolgonderzoek. Een nadere toelichting volgt in Hoofdstuk 2.4.

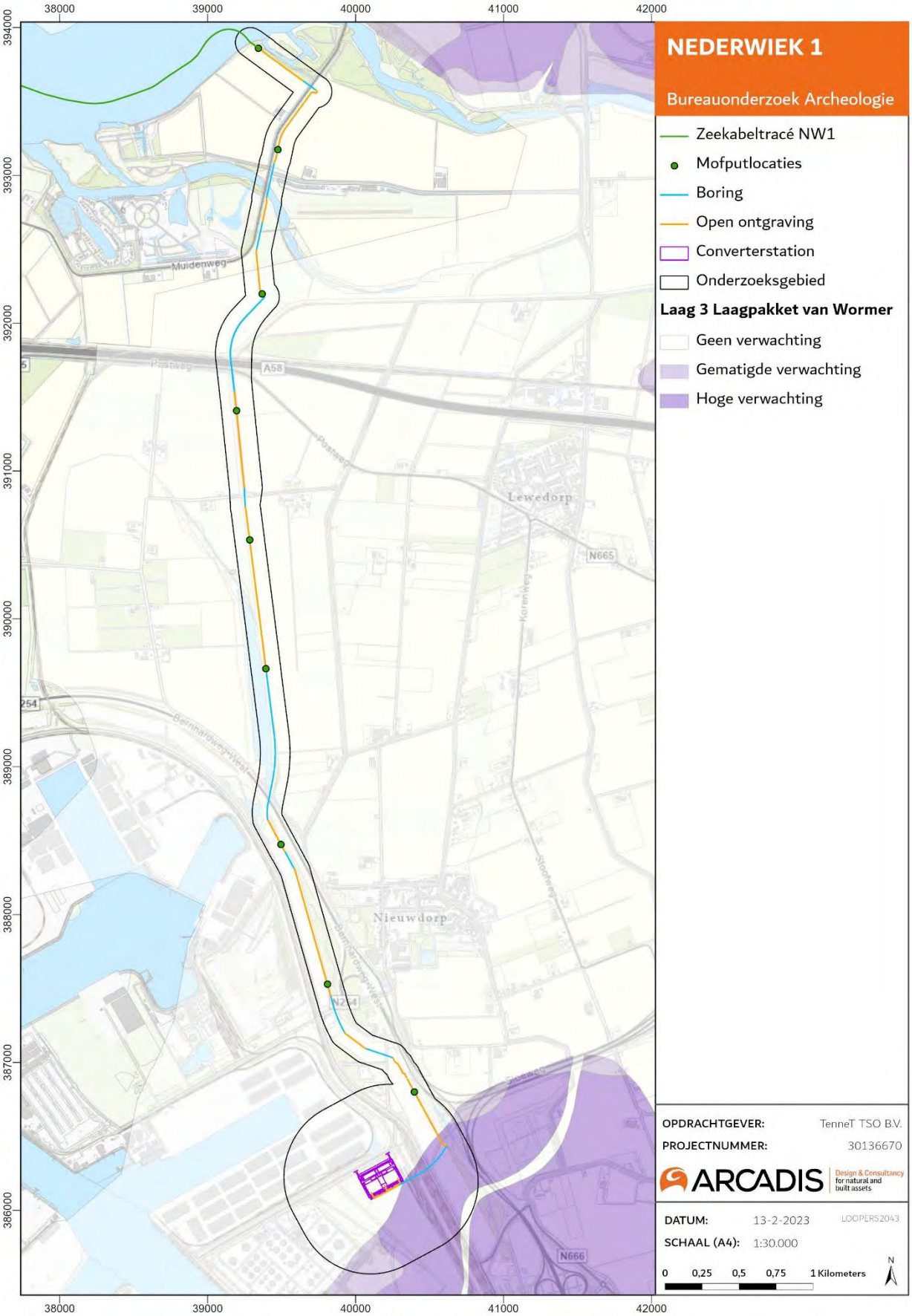


Figuur 11: Archeologische verwachting Laag 1 Veerse Gatdam.

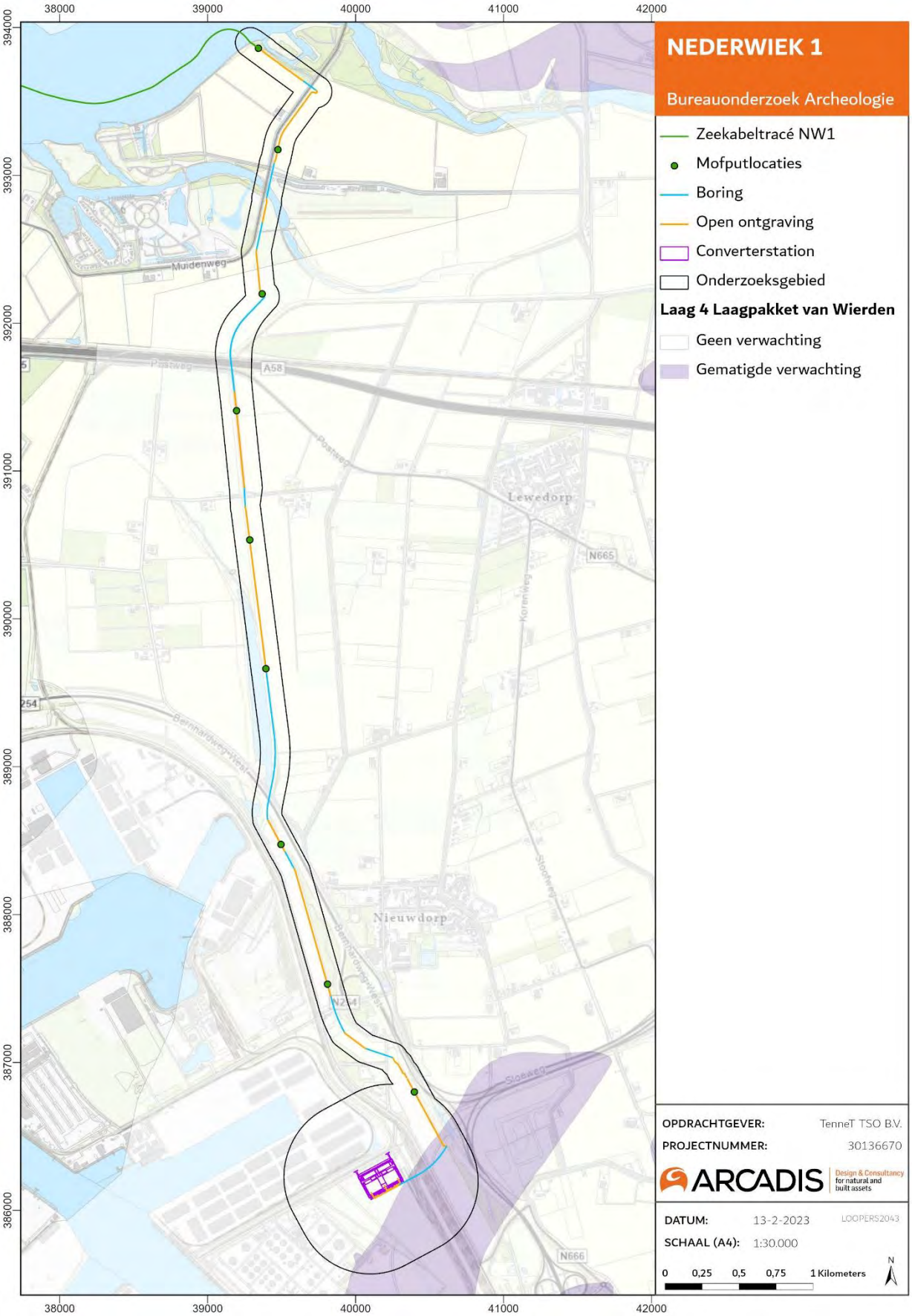
Figuur 12: Plangebied op de maatregelenkaart, Laag 1 – Laagpakket van Walcheren (Late Middeleeuwen tot en met de Nieuwe tijd).



Figuur 13: Plangebied op de maatregelenkaart, Laag 2 – Hollandveen Laagpakket (Laat-Mesolithicum tot en met de Vroege Middeleeuwen).



Figuur 14: Plangebied op de maatregelenkaart, Laag 3 – Laagpakket van Wormer (vroeg Neolithicum).

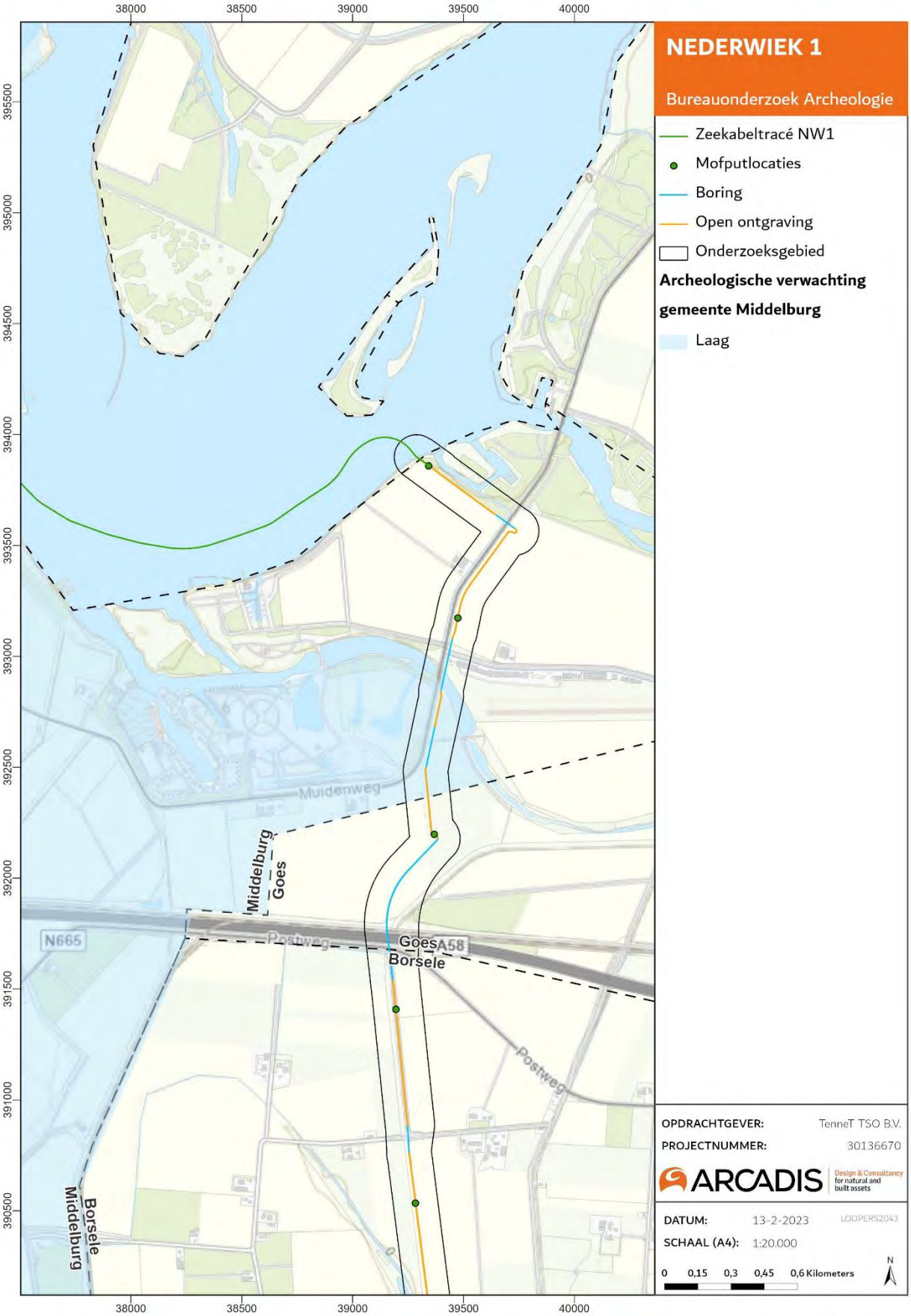


Figuur 15: Plangebied op de maatregelenkaart, Laag 4 – Laagpakket van Wierden (Paleolithicum tot mesolithicum).

Gemeente Middelburg

In 2006 hebben de gemeenteraden van de Walcherse gemeenten Middelburg, Veere en Vlissingen een Walchers archeologiebeleid in de Nota archeologische monumentenzorg Walcheren vastgesteld en besloten tot de oprichting van de Walcherse Archeologische Dienst (WAD). In 2008 en 2016 werd het beleid geëvalueerd. De daaruit volgende nota's vormen niet alleen een actualisering van de nota uit 2006, maar tevens een evaluatie van het Walcherse archeologiebeleid (Nota AMW 2008). De onderzoeksthema's zijn vastgelegd in de Walcherse onderzoeksagenda. Het volledige beleid is vastgelegd in de Nota archeologische monumentenzorg Walcheren, evaluatie 2016. In het schema Planontwikkeling met bodemingrepen zijn de kernlijnen van het beleid overzichtelijk weergegeven. De verschillende verwachtingszones zijn ingetekend op de archeologische verwachtings- en beleidsadvieskaart van Walcheren.

In de gemeente Middelburg ligt het plangebied grotendeels in een zone zonder archeologische verwachting. Het zuidelijke deel van het tracé dat binnen de gemeente Middelburg valt, heeft een lage archeologische verwachting (Figuur 16).



Figuur 16: Archeologische verwachting gemeente Middelburg.

2 Landschap

In voorliggend hoofdstuk wordt de landschappelijke ontwikkeling van het plan en onderzoeksgebied toegelicht. Hierbij zal er met name naar het plangebied ten zuiden van het Veerse Meer worden gekeken. Het plangebied ter plaatse van de Veerse Gatdam bevindt zich zoals eerder beschreven grotendeels in de waterbodem en dit aspect wordt in het bureauonderzoek op Zee nader behandelt.

2.1 Inleiding

De keuze voor een vestigingslocatie werd in het verleden in grote mate bepaald door de landschappelijke omgeving en de mogelijkheden die hierin geboden werden. De locatie was afhankelijk van de landschappelijke omstandigheden en voorwaarden veranderden gedurende de perioden.

Een relatief hoge plaats ten opzichte van de omgeving en beschikbaarheid van (stromend) water gold voor nagenoeg alle perioden als voorwaarde voor een vestigingslocatie. Gedurende de jager/verzamelaar periode (tot en met het Neolithicum) was echter met name de beschikbaarheid van natuurlijke voedselbronnen van belang, terwijl de landbouwers (vanaf de Bronstijd tot en met de Late Middeleeuwen) de voorkeur hadden voor de aanwezigheid van vruchtbare gronden voor akkerbouw. De geologische, geomorfologische en bodemkundige situaties zijn daarom van belang voor het opstellen van een gespecificeerde archeologische verwachting.

2.2 Landschap

2.2.1 Paleogeografische ontwikkeling

Van belang voor de beschrijving van het landschap zijn de geologische processen die zich in Nederland hebben afgespeeld. Het huidige Nederlandse landschap is gevormd gedurende het Pleistoceen en het Holoceen. Ter hoogte van het plangebied zijn het met name de landschappelijke ontwikkelingen uit het Holoceen die het huidige landschap gevormd hebben.

Het plangebied ligt in het Zeeuws zeekleigebied. Dit is een geologisch deelgebied dat niet alleen Zeeland maar ook Noordwest Brabant en de Zuid-Hollandse eilanden, de Biesbosch en het Westland omvat (Berendsen 2005). De geologische ontwikkeling van dit gebied is in hoge mate bepaald door de invloed van de getijden, in combinatie met de relatieve zeespiegelstijging (Figuur 17). De getijdewerking van de zeearmen in het zuidwestelijk zeekleigebied is groot, als gevolg van stuwing van de vloedstroom. Daarnaast hebben de mondingen van de Schelde, Rijn, Maas en Waal grote invloed gehad op de vorming van het landschap.

Pleistocene ontwikkelingen

Het landschap van Zeeland is ontstaan als gevolg van geologische ontwikkelingen die op hun beurt weer zijn gestuurd door klimatologische processen. Aan het einde van de laatste ijstijd (het Pleistoceen) bestond het huidige westen van Nederland uit een glooiend dekzandlandschap, dat werd doorsneden door rivieren en beken (Figuur 17).

Tijdens de laatste ijstijd van het Pleistoceen, het Weichselien (circa 115.000 tot 10.000 jaar geleden), breidde het landijs zich vanuit Scandinavië sterk uit, echter werd Nederland in deze periode niet door landijs bedekt (Stouthamer, Cohen & Hoek, 2015). De zeespiegel daalde in deze periode sterk tot circa 110 m beneden de huidige zeespiegelstand en de Noordzee kwam voor grote delen droog te liggen. In Nederland ontstond een koud en droog klimaat, met een open vegetatie met struiken en kruiden, de zogenaamde toendravegetatie. In de koudste fase van het Weichselien was er zelfs sprake van een poolwoestijn, met vrijwel geen vegetatie. Er ontstonden op grote schaal zandverstuivingen als gevolg van de wind die vrij spel kreeg door de kale en droge omstandigheden. Als gevolg van deze zandverstuivingen ontstonden afzettingen van dekzanden, die behoren tot de Formatie van Boxtel, Laagpakket van Wierden. Ook Zeeland bestond in deze periode uit dekzanden, doorsneden door enkele smeltwaterrivieren.

Holocene ontwikkelingen

Rond 12000 jaar geleden eindigde het Pleistoceen en begon het huidige tijdvak: het Holoceen. Het Holoceen wordt gekenmerkt door een opwarming van het klimaat. Als gevolg van de opwarming van het klimaat smolten de in de Weichselien gevormde ijskappen en vond er een relatief snelle zeespiegelstijging plaats. Ook de vegetatie veranderde in deze periode sterk, door de warmere en nattere omstandigheden kon de vegetatie zich verdichten. Door de zeespiegelstijging steeg ook het grondwater en werd de zandige ondergrond vochtig. Dit alles veroorzaakte een

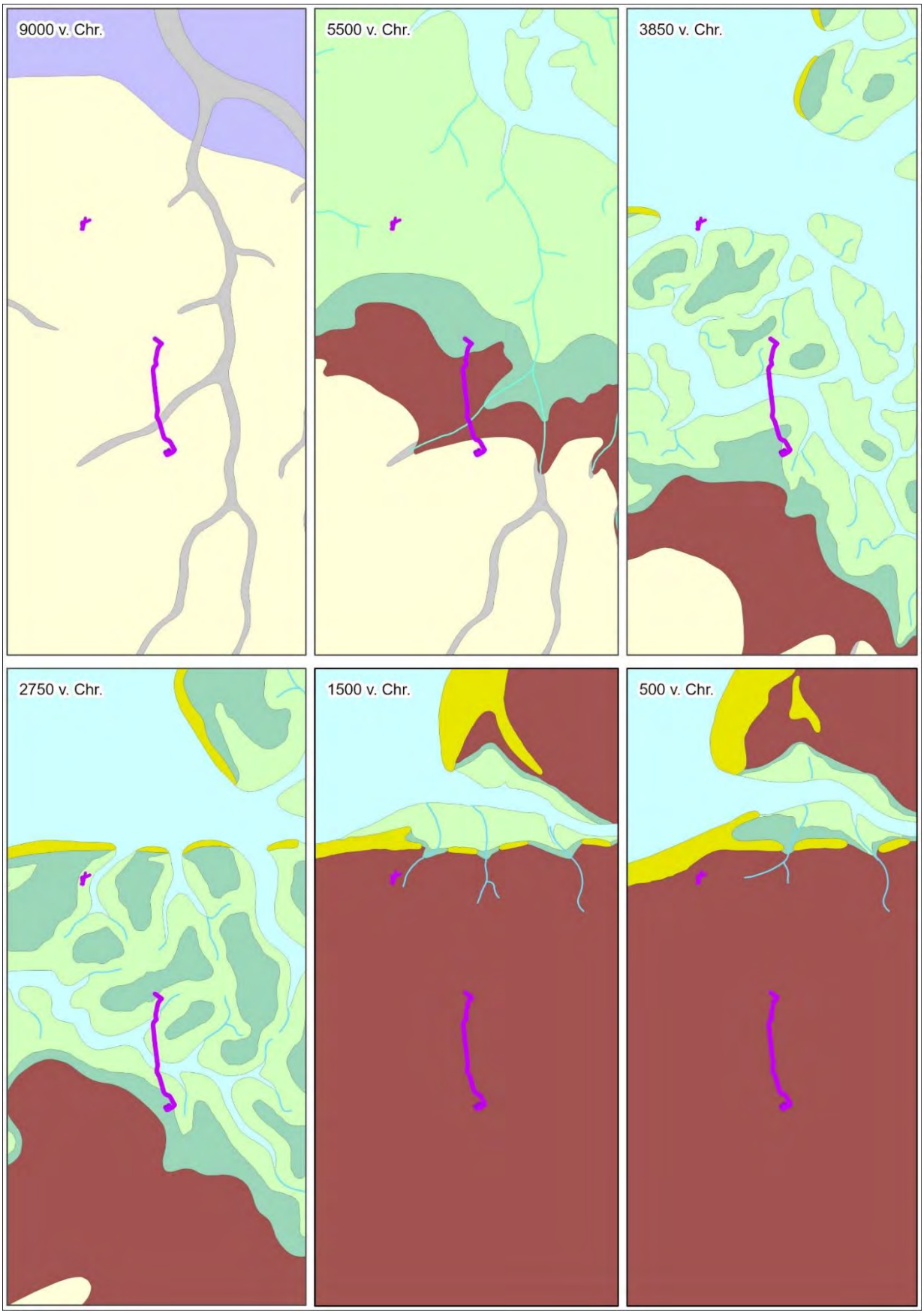
steeds tragere afwatering van de rivieren naar de zee, waardoor tussen de zee en het hogere achterland een zone met een zeer vochtig milieu ontstond.

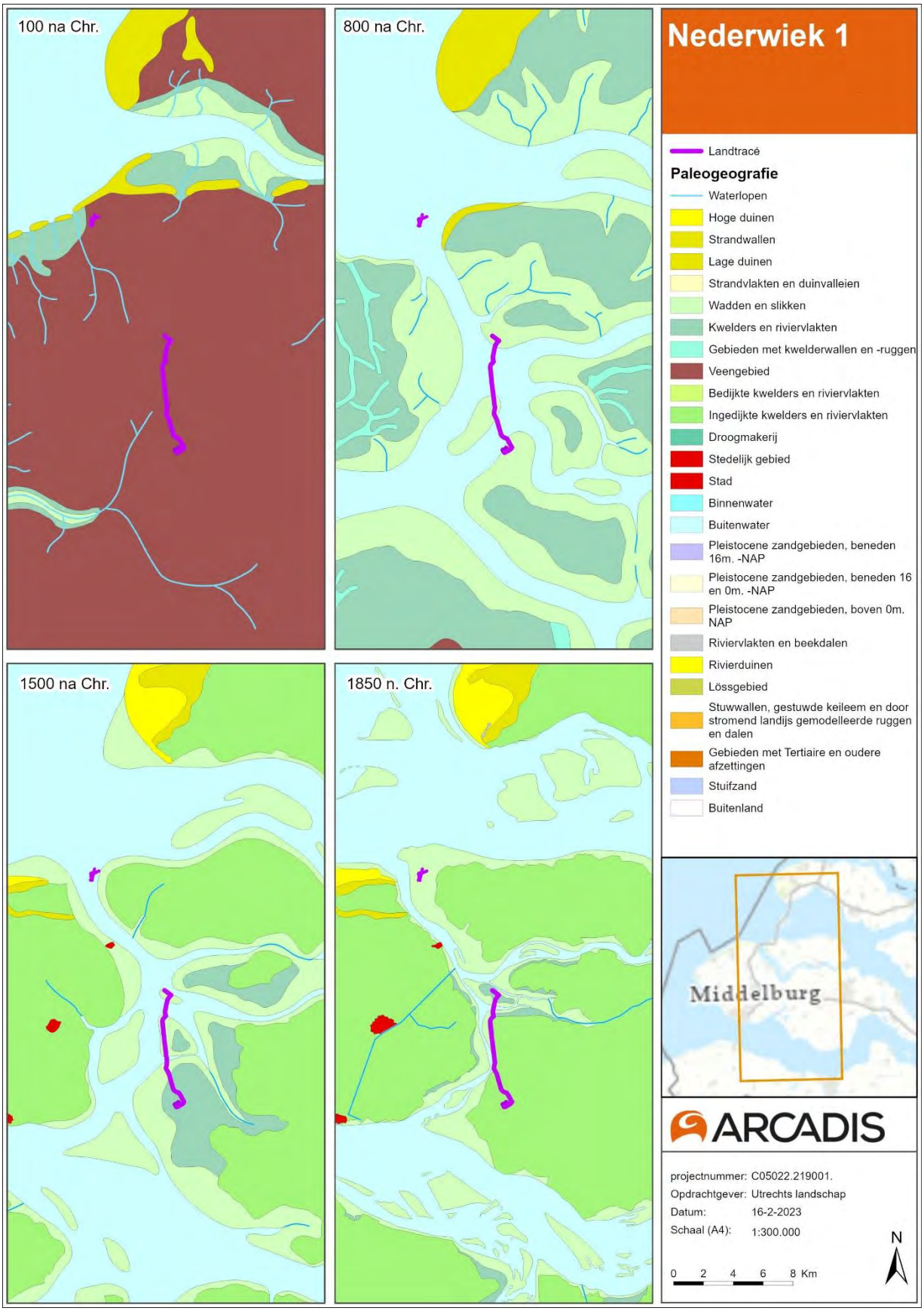
Vanaf circa 5500 v. Chr maakt het plangebied onderdeel uit van een uitgestrekt wadden- en kweldergebied dat wordt doorsneden door vele geulen en kreken, met een veenmoeras nabij de toenmalige kustlijn (zie Figuur 17). Dit marine landschap vormt uiteindelijk het Wormer Laagpakket.

Door in de loop van het Holoceen dalende relatieve zeespiegelstijging en verdergaande sedimentatie kon de kust zich uitbouwen en ontstonden deels gesloten strandwallen. Achter de strandwallen van de huidige kustlijn lag een kwelderlandschap. Door verdergaande verdichting van de kust kwam het achterliggende landschap steeds minder onder directe invloed van de zee te staan. Het rivierwater uit de delta van de Schelde verzoette het gebied waardoor er vanuit het binnenland vegetatie tot ontwikkeling kwam en er zich een dik veenpakket kon ontwikkelen (Figuur 17). Dit pakket veen, bekend als het Hollandveen Laagpakket, werd gekenmerkt door rietveen en rietzeggeveen (De Mulder et al. 2003). Rond 3200 v.Chr. nam de stagnatie van de afwatering nog verder toe omdat zich een permanente strandwal had gevormd aan de nieuwe Noordzeekust (de Oude Duin- en Strandzanden). De omstandigheden in het onderzoeksgebied vernatten en er vormde zich een uitgestrekt veengebied op het Wormer Laagpakket: het Hollandveen. In deze periode zag het gebied eruit als een groot veenmoeras met kreken en slikken. Door de invloeden van de zee, werd zand en slib aangevoerd. Het zeewater kwam en ging via diepe geulen het gebied binnen.

Vanaf circa 1500 v.Chr. nam de invloed van de zee op het onderzoeksgebied weer toe. Als gevolg van de daarbij behorende overstromingen ontstonden de Afzettingen van Duinkerke 0-III (Walcheren Laag-pakket). Door toenemende menselijke invloeden zoals cultivering, moernering, veenwinning en ontwatering in de veengebieden oxideerde de grond en klonk het in. Ook klei klinkt in door het wegsijpelen van water tussen de kleideeltjes. De klei- en veengebieden komen daardoor lager te liggen dan de hogere zandige kreekruggen. De geulsedimenten van Duinkerke werden hierdoor zichtbaar als hooggelegen ruggen en opnieuw aantrekkelijk voor bewoning. Daarvoor woonde men ook wel op de grens tussen de klei en het veen en op huisterpen in de lagergelegen gebieden (Bult 1983; Van den Broeke en Van Londen 1995). Het veenpakket heeft tot diep in de Middeleeuwen bestaan, maar werd onder invloed van zeespiegelstijging en stormvloeden op veel plaatsen weggeslagen.

In de Middeleeuwen zijn vele kreken verland en zijn mensen deze gebieden gaan bedijken. Bewoning kwam voor op de strandwallen en langs de oevers van geulen en kreken. Tot circa 1500 zijn gebieden op kleine schaal ingepolderd door de mens. De kleinere polders zijn nog steeds in het landschap te onderscheiden van latere polders van de 17de tot 20ste eeuw (MER Sloepolder, 2007).


9000 v. Chr.
5500 v. Chr.
3850 v. Chr.
2750 v. Chr.
1500 v. Chr.
500 v. Chr.



Figuur 17: Plangebied op de paleogeografische kaarten van Vos et al. (2018). Boven: 9.000 – 500 v. Chr. Onder: 100 – 1850 na Chr.

2.2.2 Geologische opbouw en diepteligging

Op de geologische overzichtskaart bestaat het plangebied grotendeels uit de zone Laagpakket van Walcheren, bestaande uit zeeklei en -zand (Na6, Figuur 18). Nabij Borssele raakt het plangebied de zones Laagpakket van Walcheren/Formatie van Nieuwkoop; zeeklei en -zand met inschakelingen van veen (Na7). Een klein deel van het zuidelijke onderzoeksgebied bestaat uit het Laagpakket van Walcheren op de Formatie van Nieuwkoop, dat bestaat uit zeeklei op veen.

Tabel 4: Geologische eenheden

Geologische eenheid	Omschrijving
NA2	Formatie van Naaldwijk; zeeklei op veen
NA6	Laagpakket van Walcheren; zeeklei en -zand
NA7	Laagpakket van Walcheren/Formatie van Nieuwkoop; zeeklei en -zand met inschakelingen van veen
NA8	Laagpakket van Walcheren op Formatie van Nieuwkoop; zeeklei op veen

In het DINOloket staan diverse geologische boringen geregistreerd die een beter beeld van de ondergrond schetsen. In onderstaande tabel (Tabel 5) worden enkele boorpunten beschreven om een indicatie te geven van de diepteligging van de verschillende geologische lagen. De diepteligging van de geo(morfo)logische pakketten kan sterk verschillen binnen het plangebied echter geven onderstaande boringen wel een globaal beeld van de geologische opbouw.

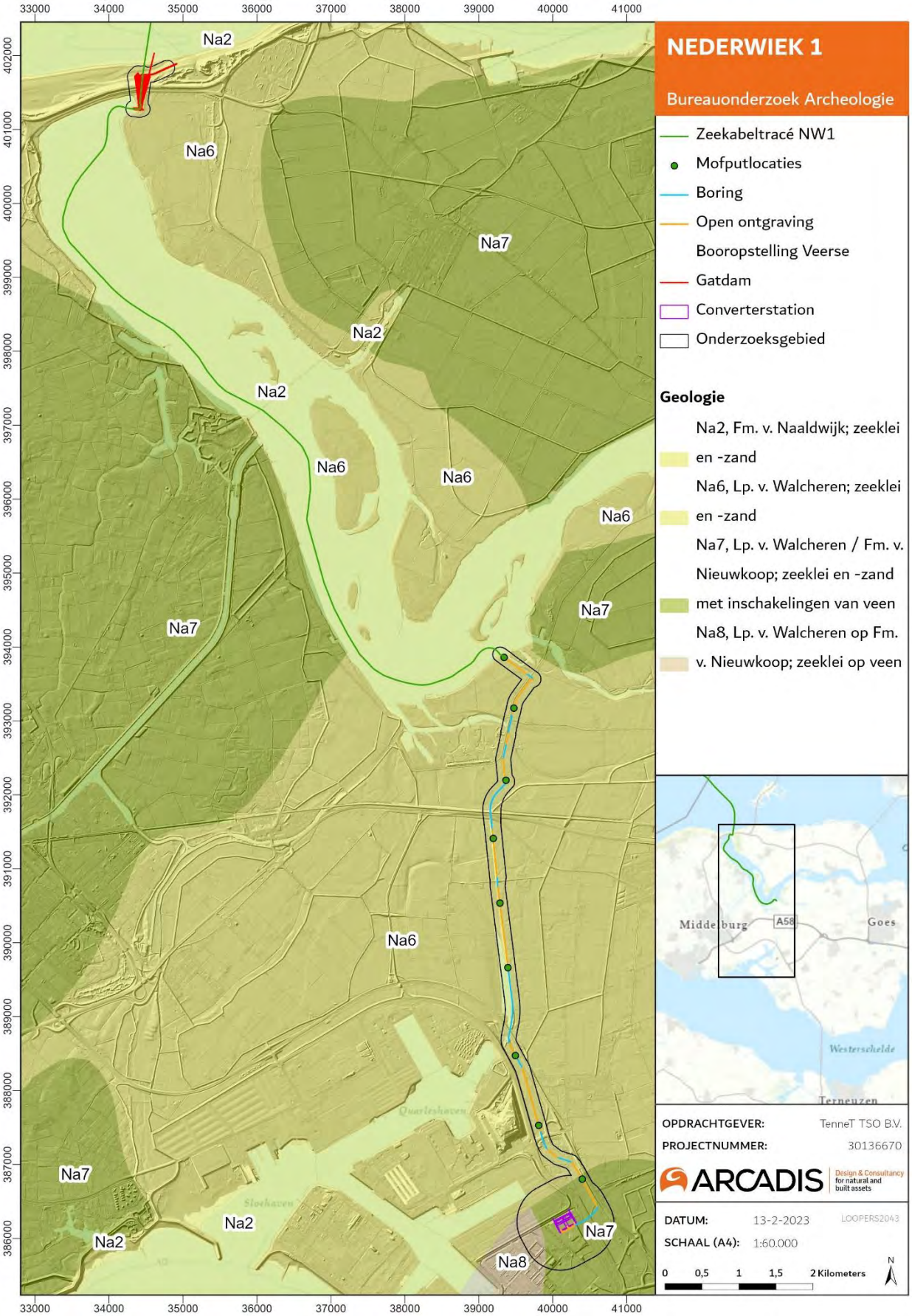
Onderstaande boringen zijn gezet ter hoogte van het perceel van het converterstation, waar op basis van de gemeentelijke beleidskaarten (middel-)hoge archeologische verwachtingen zijn.

Tabel 5: Geologische boringen met diepteligging geologische pakketten

Boornummer (maaiveldhoogte)	Formatie van Naaldwijk, Laagpakket van Walcheren	Formatie van Nieuwkoop, Hollandveen Laagpakket	Formatie van Naaldwijk, Laagpakket van Wormer	Formatie van Boxtel
B48G0878 (+1,2 m NAP)	0 – 3,7 m -mv	3,7 – 4,8 m -mv	4,8 – 6,5 m -mv	-
B48G0864 (+1,1 m NAP)	0 – 4,0 m -mv	-	4,0 – 7,7 m -mv	> 7,7 m -mv
B48G0873 (+ 1,3 m NAP)	0 – 4,2 m -mv	4,2 – 5,1 m -mv	5,1 – 6,2 m -mv	-
B48G0879 (+1,2 m NAP)	0 – 3,7 m -mv	3,7 – 4,6 m -mv	4,6 – 5,9 m -mv	> 5,9 m -mv
B48G0877 (+1,2 m NAP)	0 – 4,1 m -mv	4,1 – 4,4 m -mv	4,4 – 6,7 m -mv	> 6,7 m -mv

De kenmerken van deze lagen zijn:

- Formatie van Naaldwijk, Laagpakket van Walcheren
  - Sedimenten afgezet in een estuarien of getijbekken, ontstaan als gevolg van doorbraken in een oorspronkelijk gesloten barrièrekust. Bevindt zich stratigrafisch boven het Hollandveen.
- Formatie van Nieuwkoop, Hollandveen Laagpakket
  - Veenafzettingen gevormd toen de zeespiegelstijging verminderde en er verzoeting optrad in de lagune achter de inmiddels ontstane strandwallen.
- Formatie van Naaldwijk, Laagpakket van Wormer
  - Sedimenten afgezet in een estuarien of getijbekken langs een open kust, gesegmenteerd door zeegaten met getijdelta's. Bevindt zich stratigrafisch onder het Hollandveen.
- Formatie van Boxtel
  - Dekzanden afgezet in de laatste ijstijd.



Figuur 18: Geologische kaart.

2.2.3 Geomorfologie en bodem

De geologische ontwikkelingen en menselijke invloeden hebben in het Holoceen in geomorfologisch opzicht geleid tot de vorming van een kwelder- en veenlandschap. De zee heeft altijd grote invloed op het gebied. Na de Middeleeuwen zijn grote delen van het gebied ingepolderd. Aangezien het plangebied ter hoogte van de Veerse Gatdam gedurende lange tijd in zee heeft gelegen en de Veerse Gatdam een kunstmatig bouwwerk is, zal dit hoofdstuk zich met name richten op de landschappelijke ontwikkeling ten zuiden van het Veerse Meer.

Op de geomorfologische kaart ligt het plangebied ten zuiden van het Veerse Meer grotendeels in een gebied met een vlakte van getijafzettingen, het plangebied bij de Veerse Gatdam bestaat uit een strandvlakte en zeezandglooiing (Figuur 19). Rond de Sloekreek raakt het plangebied de langgerekte ondiepe dalvormige laagte van een getij-kreekbedding, zee-erosiegeul. Deze typeringen zijn in lijn met de hierboven beschreven landschapsgenese van het plangebied. Aan de noordzijde bevinden zich twee kleine gebieden in een welving van getij-aanwassen. Het zuidelijke deel van het plangebied ligt op een plateau-achtige storthoop of opgespoten terrein, mede door de 20e -eeuwse aanleg van het havengebied.

Het plangebied ligt op een vlakte van getijafzettingen (Formatie van Naaldwijk; Laagpakket van Walcheren). Bodemkundig bestaan deze getijafzettingen uit kalkhoudende vlakvaaggronden (code Zn40A; bestaande uit zeer fijn zand) en kalkrijke poldervaaggronden (code Mn45A-IV).

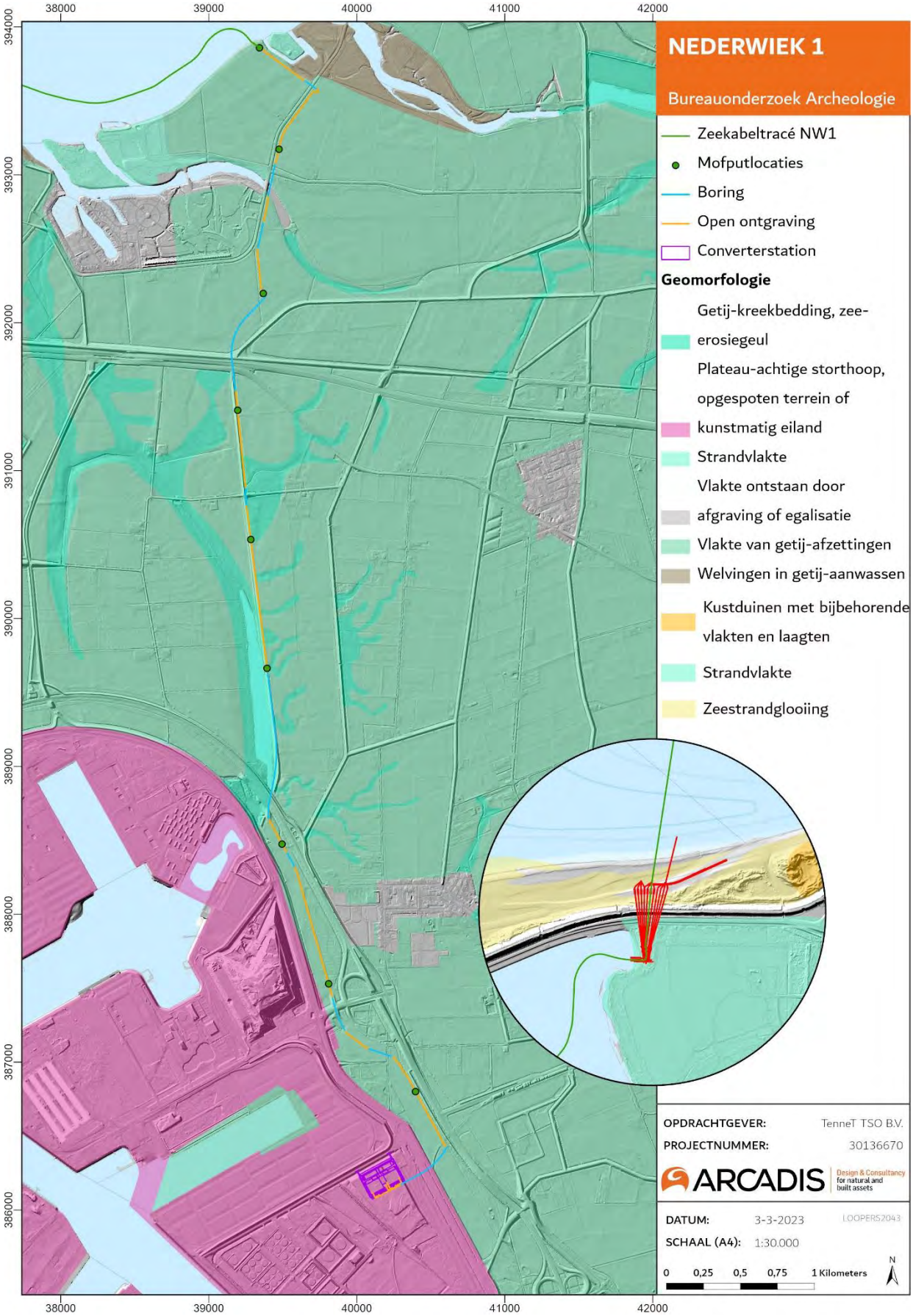
Op de bodemkaart van Borsele bevinden zich verschillende typen bodems onder de bodemfamilie kalkrijke poldervaaggronden (Mn45A, Mn35A, Mn15A, Mn22A, Mn82A of U4849) (Figuur 20). In de ene kalkrijke poldervaaggrond is het hoofdbestand lichte klei met grondwatertrap V, terwijl een andere poldervaaggrond type meer bestaat uit zavel of zware klei met een grondwatertrap IV.

Vaaggronden zijn gronden waar nog geen of weinig bodemvorming heeft plaatsgevonden en niet voldoen aan de criteria van de overige mineralen gronden. Vaaggronden bestaan vaak uit een dunne of lichtgekleurde Ah horizont op de oorspronkelijke C-horizont. Er kan humusaanrijking optreden, maar te weinig om het te classificeren als een eerdgrond. In vaagggronden kan ook humusinspoeling en uitspoeling optreden, maar niet genoeg om de bodem te classificeren als een podzolbodem (Zijverden en de Moor, 2014).

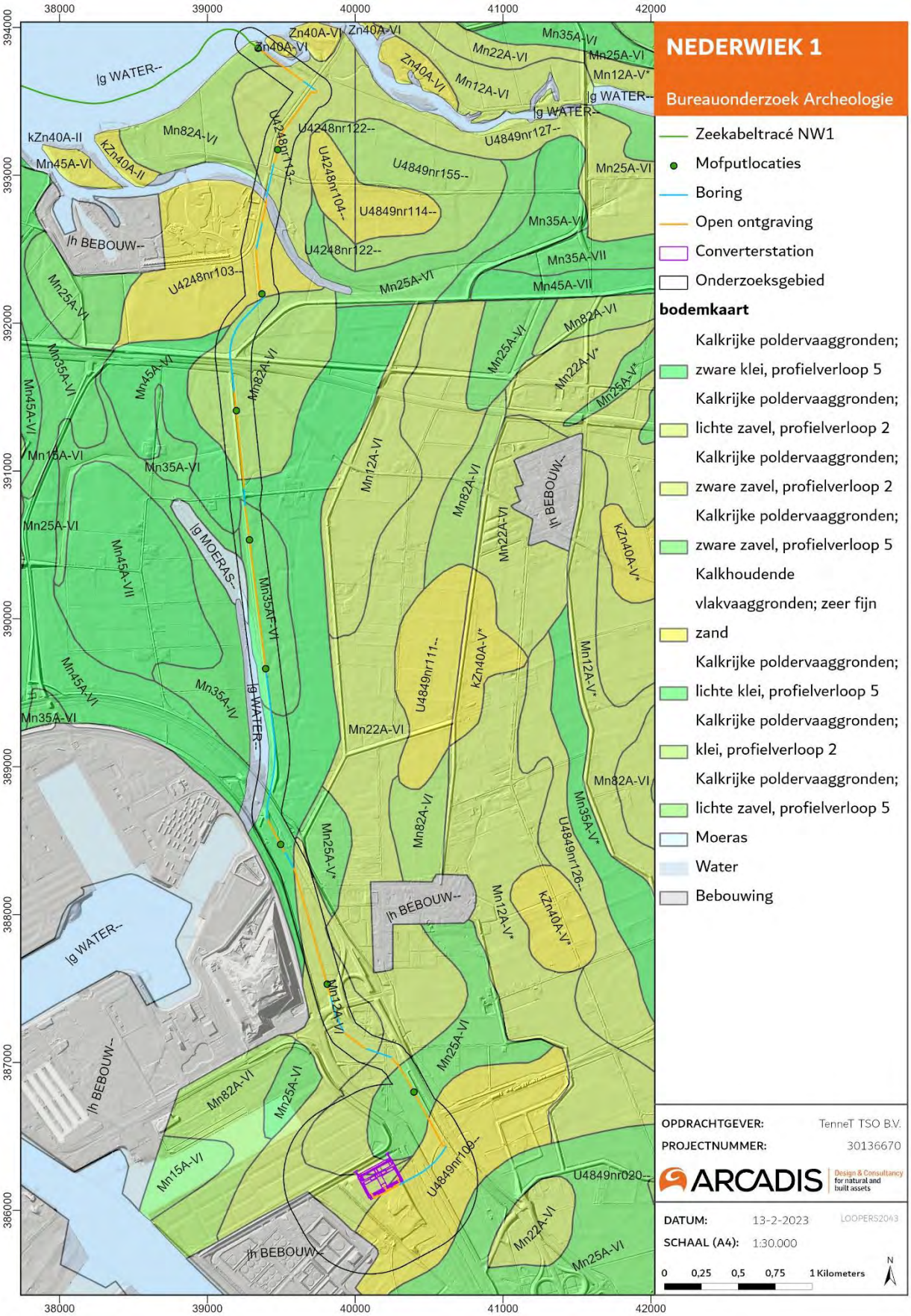
Het grondwaterpeil bepaalt voor een groot deel de mate van conservering van archeologische waarden in de bodem. Archeologische resten die zich onder de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) bevinden worden door het water tegen degradatie beschermd. Vooral organische resten blijven in een natte omgeving veelal goed geconserveerd. Resten die boven de GLG liggen raken in de loop van de tijd steeds ernstiger aangetast door verdroging en oxidatie. Wanneer de grondwaterstand door verstoringen verandert kan dat ernstige gevolgen hebben voor het in de bodem aanwezige bodemarchief. Diepte en dynamiek van de grondwaterstand ten opzichte van het maaiveld wordt aangeduid met de term grondwatertrappen (Gt). Grondwatertrappen worden op de bodemkaart van nat naar droog aangeduid met de Romeinse cijfers I-VII en zijn gebaseerd op de gemiddeld hoogste en de gemiddeld laagste grondwaterstand (afgekort met GHG en GLG). Binnen het plangebied Borsele varieert de grondwaterstand tussen grondwatertrap IV en VII.[3] De gemiddelde hoogste grondwaterstand VII (GHG) is >80 cm -Mv en de GLG is >160 cm onder het maaiveld. Voor grondwaterstand IV is de gemiddelde hoogste grondwaterstand >40 cm -Mv en de GLG is 80 -120 cm -Mv. Natte condities zorgen ervoor dat organische resten beter geconserveerd blijven.

[3] Diepte en dynamiek van de grondwaterstand ten opzichte van het maaiveld wordt aangeduid met de term grondwatertrappen. Grondwatertrappen worden aangeduid met de Romeinse cijfers I-VII en zijn gebaseerd op de gemiddeld hoogste en de gemiddeld laagste grondwaterstand (GHG en GLG).

Grondwatertrap	I	II	III	IV	V	VI	VII
GHG in cm beneden maaiveld	(<20)	(<40)	<40	>40	<40	40-80	>80
GLG in cm beneden maaiveld	<50	50-80	80-120	80-120	>120	>120	(>160)



Figuur 19: Geomorfologische kaart



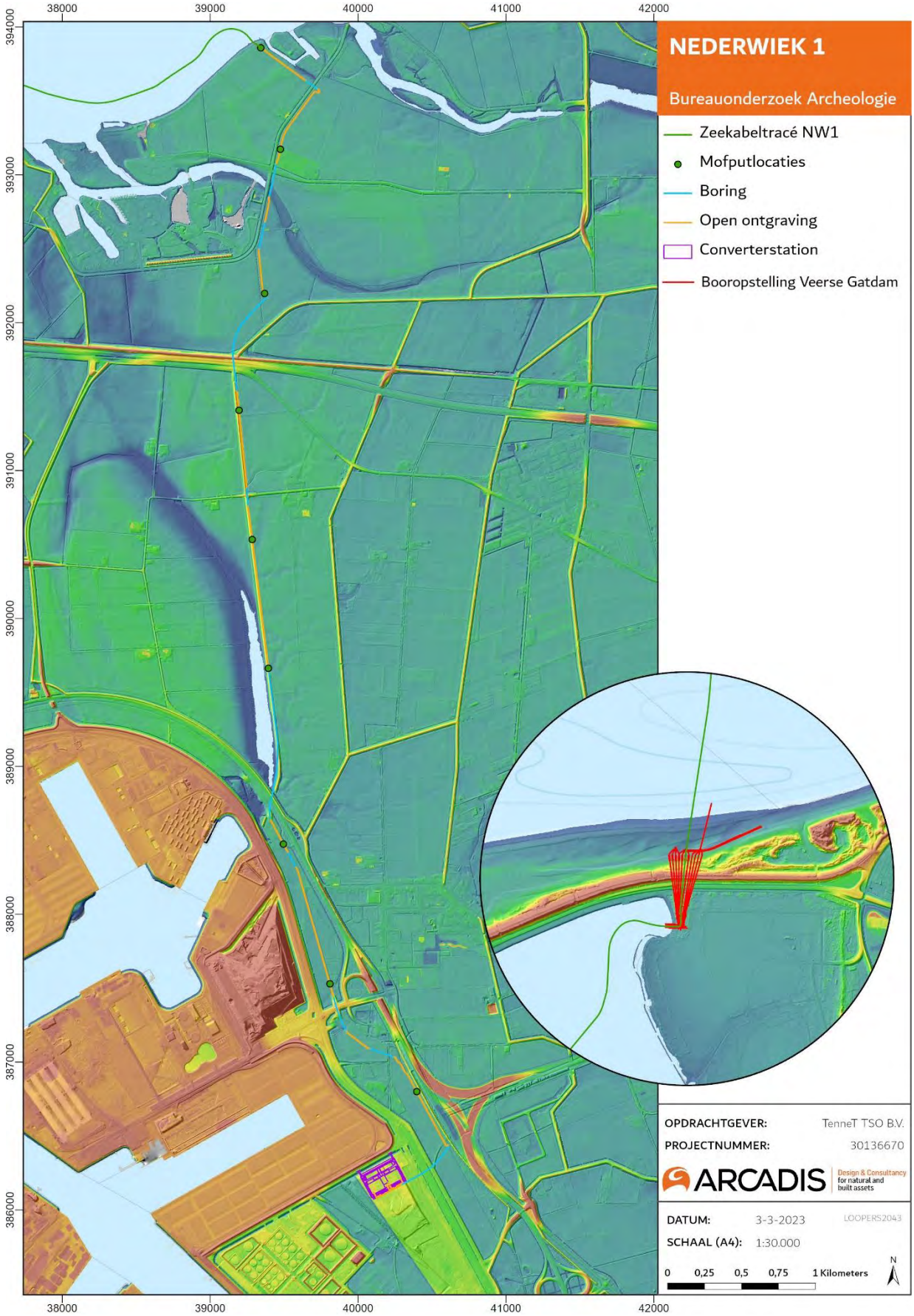
Figuur 20: Bodemkaart.

2.3 Hoogtebestand AHN

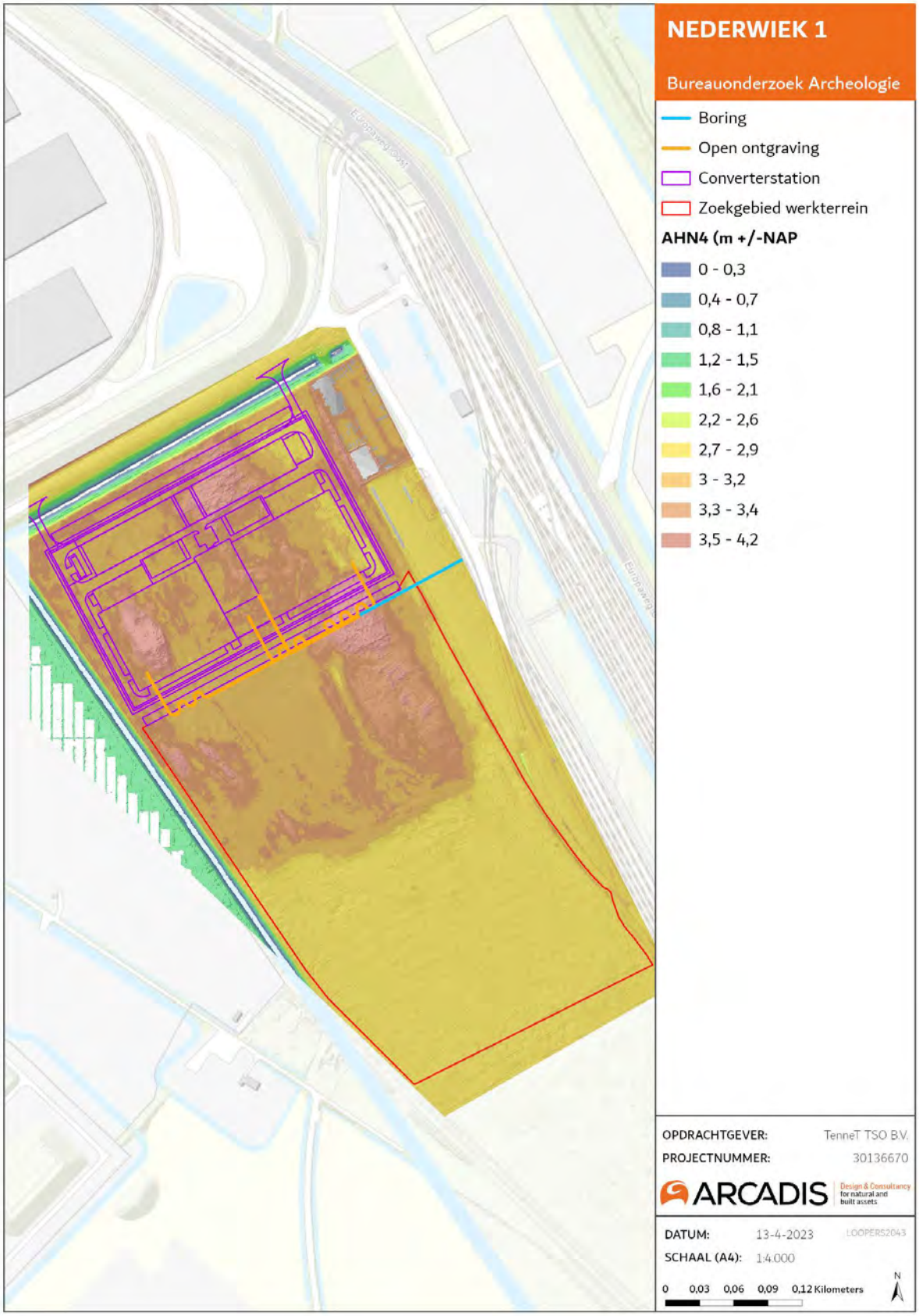
Het Actueel Hoogtebestand van Nederland (AHN) geeft de precieze en gedetailleerde maaiveldhoogtes van Nederland in meters ten opzichte van het Normaal Amsterdams Peil (NAP). De maaiveldhoogtes worden in een kleurenschaal weergegeven. In voorliggend bureauonderzoek is gebruik gemaakt van de vernieuwde AHN4 (2022).

In Figuur 21 is de hoogtekaart van het gehele onderzoeksgebied weergegeven. Het noorden van het onderzoeksgebied bevindt zich op een hoogte van ca 1,50 m +NAP. Rond de Sloekreek neemt de hoogte af tot circa 1 m –NAP. Hierbij valt op dat de oostelijke oever van de Sloekreek is geëgaliseerd/vergraven met de landbouwgronden die zich daar bevinden.

Op het AHN is te zien dat het gebied rondom het havengebied bij Borsele is opgehoogd zoals ook de ophogingskaart van de gemeente Borsele laat zien (Figuur 23 en Figuur 24). Rondom het industrieterrein bij de haven is een dijk aangelegd met een hoogte tot ca. 6 m +NAP. De locatie van het converterstation bevindt zich op een perceel met een minimale hoogte van 2,7 m +NAP en een gemiddelde hoogte van circa 3 à 3,5 m +NAP (Figuur 22). Ook direct ten zuiden van het converterstation ter plaatse van het werkterrein bedraagt de hoogte ruim 3 m +NAP. Verder naar het zuidoosten neemt de hoogteligging van het perceel iets af naar circa 2,7 à 2,8 m +NAP.



Figuur 21: Plan- en onderzoeksgebied op de hoogtekaart (AHN4).



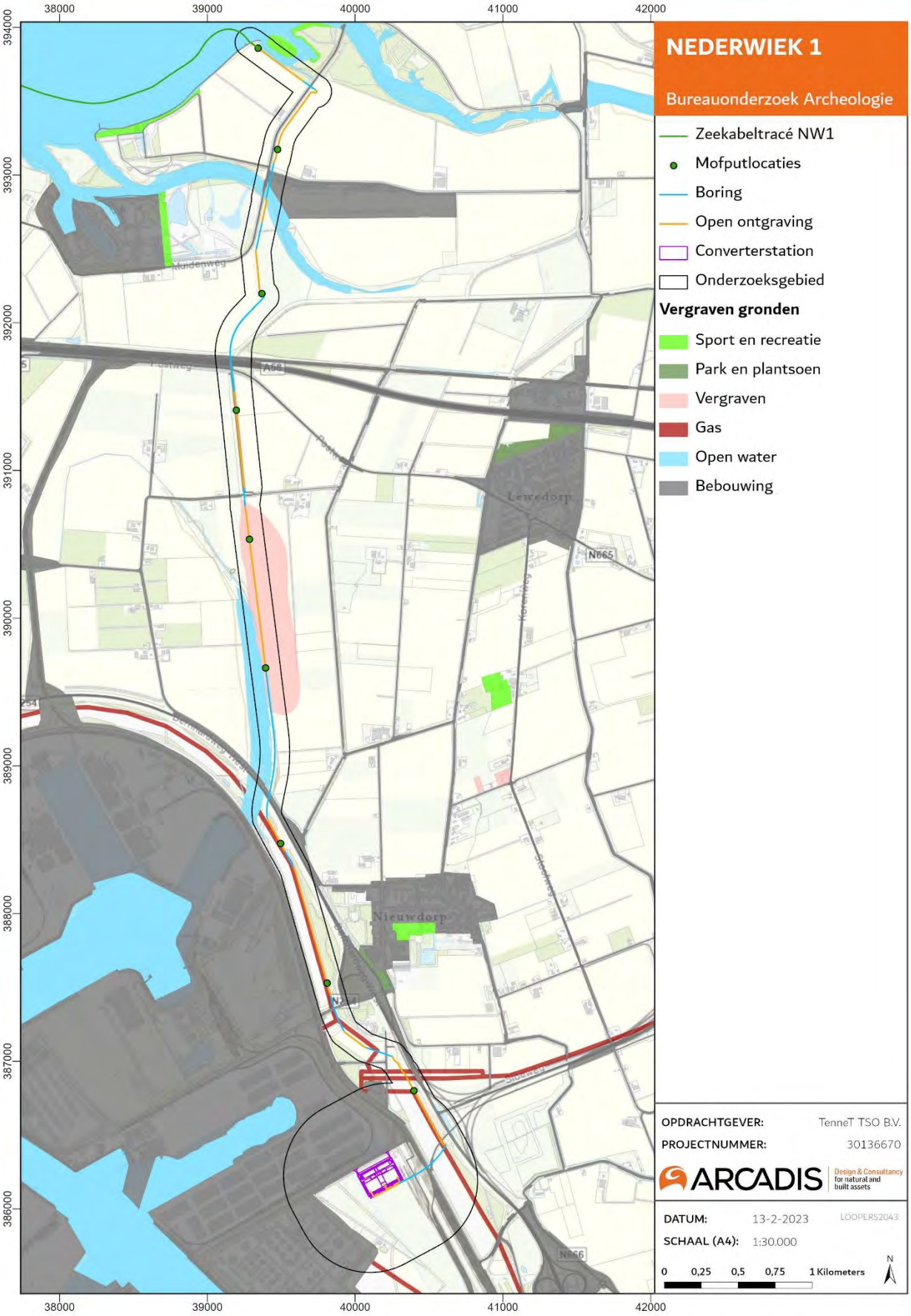
Figuur 22: Detail hoogteligging converterstation en omgeving (AHN4)

2.4 Verstoringen

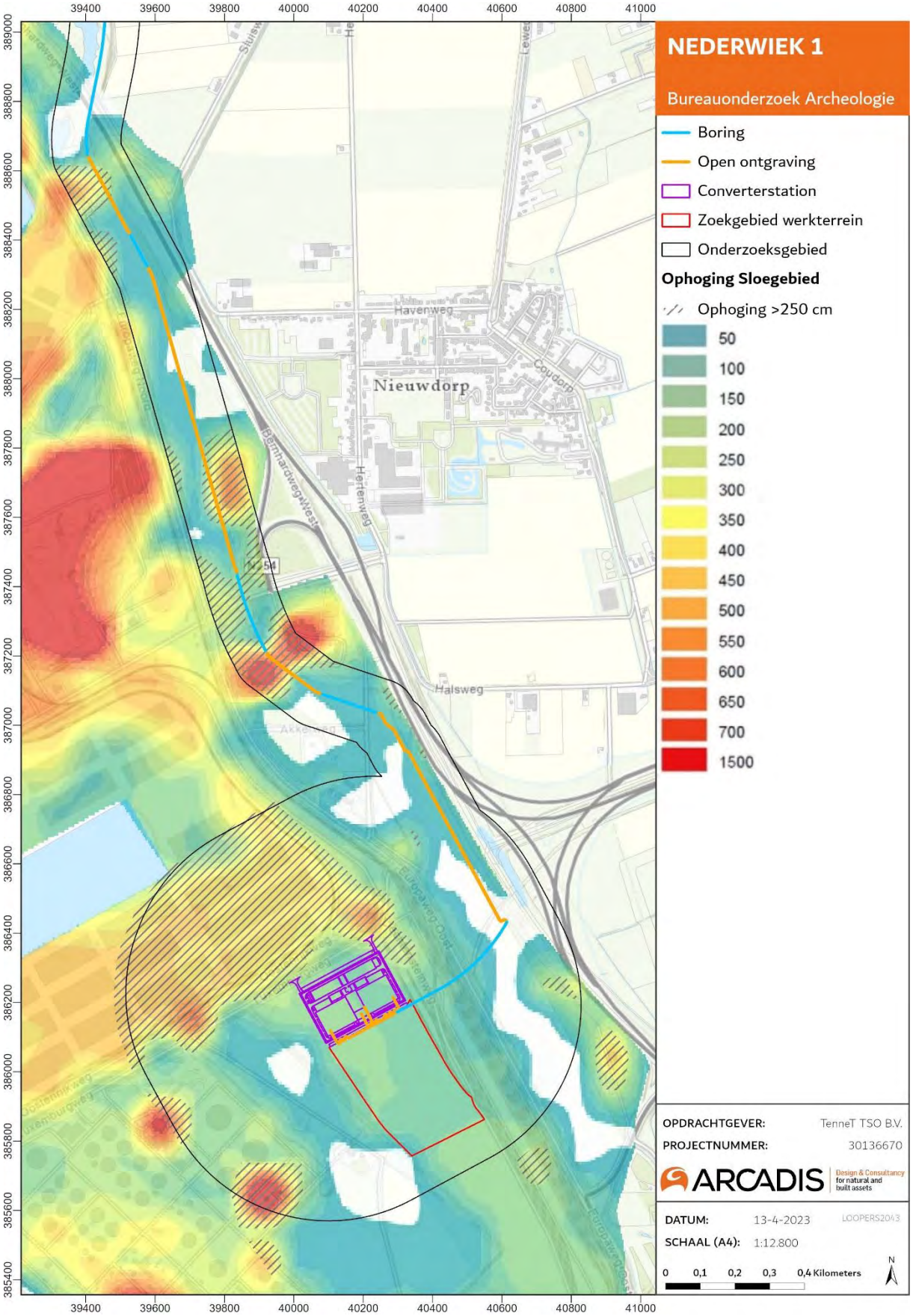
Binnen het plangebied zijn meerdere bekende verstoringen aanwezig. Op de geomorfologische kaart staat aangegeven dat het zuidelijke deel van het plangebied ter plaatse van het converterstation op een plateau-achtige storthoop of opgespoten terrein ligt, mede door de aanleg van de haven.

Op de topografische kaart en op de verstoringskaart is te zien dat het plangebied wordt doorkruist door verschillende, in de 20ste en 21ste eeuw aangelegde wegen (Figuur 1 en Figuur 4). Op de verstoringskaart is ook te zien dat er zich in het zuiden van het plangebied gastransportleidingen bevinden. Deze lopen deels parallel aan het plangebied. Voor een gedeelte komen de kabeltracés van de gasleidingen overeen met het plangebied. Aan de oostzijde van de Sloekreek wordt een zone vergraven grond weergegeven.

Voor het Sloegebied heeft de gemeente Borsele een ophogingskaart laten opstellen (Figuur 24). Op deze kaart zijn de diktes van (recente) kunstmatige ophogingen weergegeven. Indien werkzaamheden plaatsvinden binnen het ophogingspakket zullen eventuele onderliggende archeologische waarden niet worden verstoord. Aanvullend archeologisch onderzoek is in dat geval derhalve niet nodig. Een deel van het kabeltracé in de gemeente Borsele doorkruist opgehoogd gebied (Figuur 24).



Figuur 23: Kaart vergraven gronden (WUR).



Figuur 24: Ophogingskaart Sloegebied, gearceerde zones zijn met minstens 250cm opgehoogd.

3 Historie

3.1 Inleiding

De historie van een plangebied speelt een grote rol bij het bepalen van de archeologische verwachting. Historische bronnen verschaffen informatie over de ontginning en gebruik van en bewoning in het plangebied. Voor de negentiende en twintigste eeuw is deze informatie beschikbaar middels historisch kaartmateriaal te onderzoeken. Kaarten werden met een relatief grote regelmaat geproduceerd, en laten de ontwikkeling van een landschap nauwkeurig zien.

3.2 Historische informatie

Om een indicatie te verkrijgen van de historische ontwikkeling van het onderzoeksgebied en mogelijke historische bewoningsplaatsen zijn historische kaarten een zeer waardevolle bron.

Op de basis van de historische kaarten worden er geen historische erven doorkruist. Op de kaart Cultuurhistorische Hoofdstructuur (CHS) van de provincie Zeeland blijkt wel dat net ten zuidoosten van het tracé het verdronken dorp Tewijk gelegen is (Figuur 12). Dit verdronken dorp bevindt zich in de gemeente Borsele. Ten zuiden van het plangebied, buiten de scope van dit onderzoek, bevinden zich ook nog de verdronken dorpen Sint-Katherijnekerke en Monster. Deze dorpen verdronken tijdens de *Sint Felix quade saterdach* (de St. Felixvloed) 5 november 1530 en 2 november 1532 (Kuipers, 2004).

Op de kaart van Visscher en Roman uit circa 1650 is te zien dat het plangebied zich grotendeels bevindt in water, ter plaatse van de latere Sloegeul. De locatie van het verdronken dorp Tewijk wordt op deze kaart weergegeven als een door stromingen doorwaadbaar gebied (Figuur 26). Het meest zuidelijke deel van het plangebied bevindt zich op land.

Op de historische kaart van 1850 is zowel het plangebied bij de Veerse Gatdam als het plangebied ten zuiden van het Veerse Meer weergeven (Figuur 27). Op deze kaart is te zien dat de Veerse Gatdam uit een zandplaat in de zee bestaat (Schotsman en Ruiterplaat). Deze situatie houdt tot de jaren ’60 van de 20^{e} eeuw stand, pas dan wordt hier de Veerse dam aangelegd en ontstaat het Veerse Meer.

Op de historische kaart van 1850 is te zien dat er land is gewonnen in het zuidelijke plangebied, waardoor dit plangebied grotendeels ‘op het droge’ komt te liggen. Het plangebied ten zuiden van het Veerse Meer doorkruist daardoor verschillende polders. Van het zuiden naar het noorden zijn dit de Borssele polder, de Nieuwe West Craeyertpolder en de Jacobspolder. Het kabeltracé op land is gelegen langs de dijk van de Jacobspolder. De dijk van de Jacobpolder is aangelegd omstreeks 1856, bij de bedijking van de schorren langs de oostzijde van het Sloe (Chamuleau 2018). Het noorden van het plangebied raakt de Calandspolder en de Bastiaan de Lange Polder. Deze twee polders bevinden zich op de historische kaart van 1850 tussen de stromingen van geulen de Schengen, de Piet en de Sloe. Deze polders hebben allen een omdijking. De omdijking heeft verschillende vormen. Bijvoorbeeld bij de Jacobs Polder zijn de dijken kaarsrecht, terwijl de dijken van de Nieuw westelijke Craeyertpolder kronkeliger zijn. Binnendijks zijn rechthoekige, en soms lange strookvormige percelen aanwezig met sloten en rechte wegen.

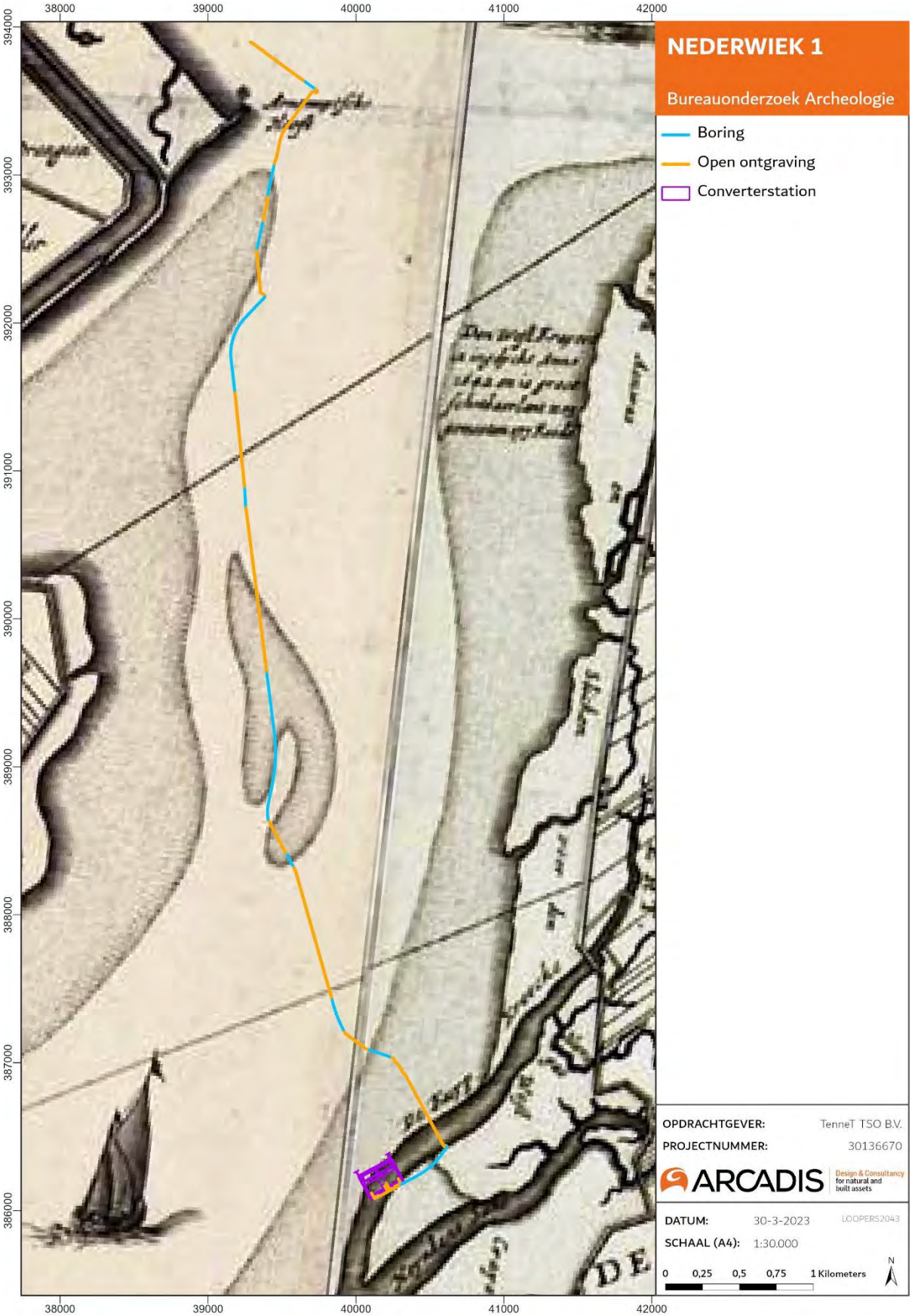
Op historische kaarten uit de 19de tot circa de helft van de 20ste eeuw is te zien dat de geul de Sloe zich ten westen van het plangebied bevindt. Aan beide zijden van de Sloe liggen oevers van de Sloe die bij hoogwater onderlopen. Er is ook een veer over de Sloe aanwezig. Op de historische kaart van 1900 is dit veer ten noorden vervangen door een brug (Figuur 28). Op deze kaart is te zien dat ten zuidwesten van het plangebied de Van Citterspolder wordt aangelegd. Aan de vorm van de andere polders of bebouwing verandert niet veel in de eerste helft van de 20ste eeuw. Wel verandert her in der binnen de percelering van de polders de grootte van de percelen, zoals in de Nieuw West Craeyertpolder. Op de historische kaarten van 1930 en 1950, nu genaamd de Nieuw Westelijke Kraaierpolder, zijn deze veranderingen zichtbaar (zie Figuur 29 en Figuur 30).

Tijdens de Tweede Wereldoorlog vinden er in het Sloegebied gevechten plaats (Figuur 33). Ten westen van het plangebied bevond zich de Atlantikwall. Eind 1944 slaagde de Canadezen erin de Sloedam te veroveren om daarmee Walcheren in te kunnen nemen (The Battle of Walcheren Causeway). Sporen van deze slag zijn er in de vorm van enkele kazematten en munitie-artikelen. Er kunnen ook resten van stellingen, versperringen en loopgraven worden aangetroffen. Inslagen van granaten en mortieren kunnen ook worden verwacht. Het gebied rondom de Sloedam omvat tevens bunkers langs de Zeedijk van de Jacobapolder. De verdedigingswerken maakten deel uit van de Atlantikwall en het Stützpunkt Scharnhorst ter verdediging van de dam (Figuur 25).

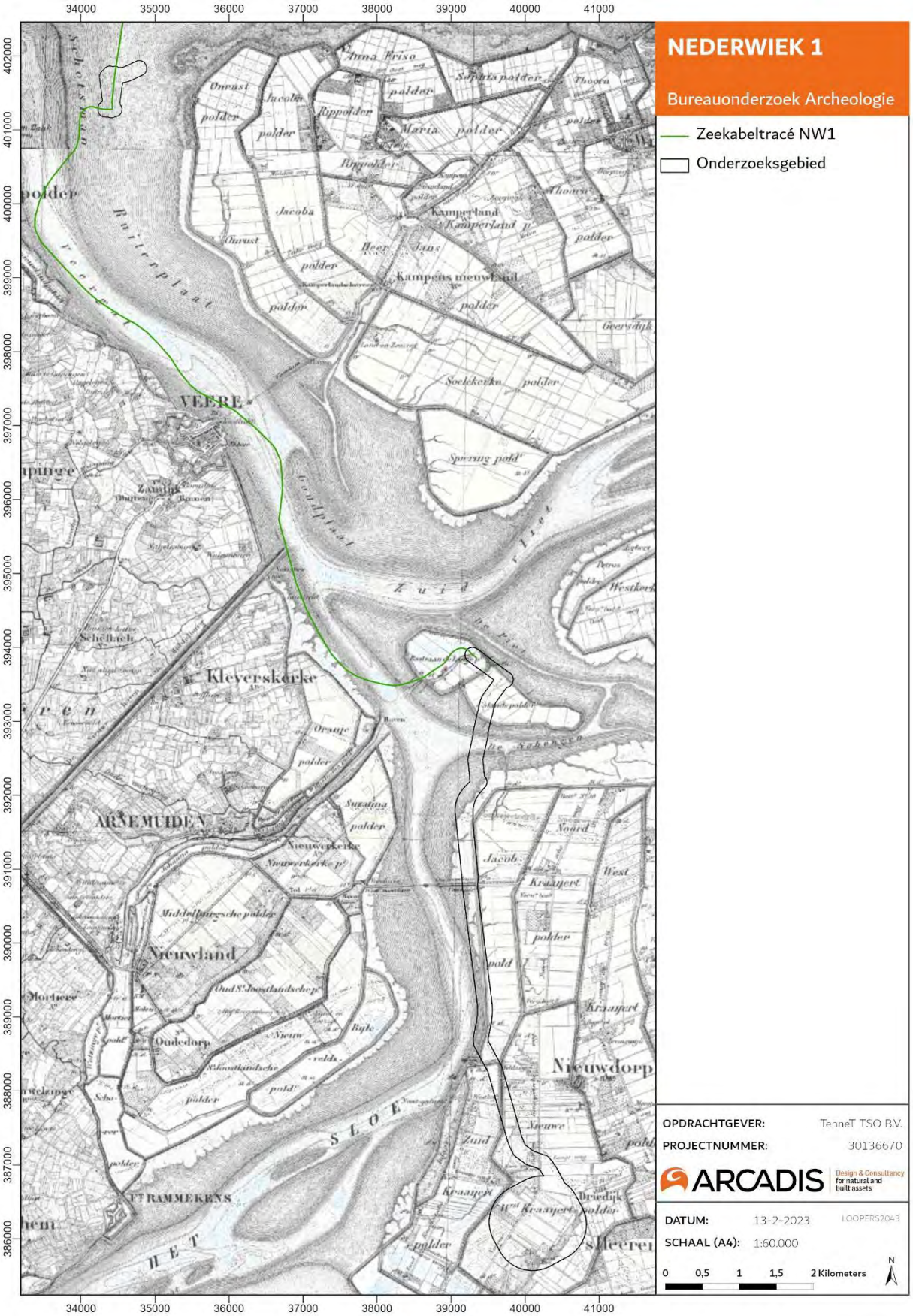
Figuur 25: Zeedijk van de Jacobapolder met bunkers uit de Tweede Wereldoorlog

Op de historische kaart van 1970 verandert het landschap rondom het plangebied ingrijpend (Figuur 31). De geul de Sloe verdwijnt en er is een nieuwe polder aangelegd, de Quarlespolder. Binnendijks is een weg genaamd ‘de oude veerweg’ verwijzend naar waar het veer een eeuw daarvoor heeft gevaren. Tussen de Quarlespolder en de Jacobpolder is een water aangelegd. Een stroom loopt door de Quarlespolder richting het noorden.

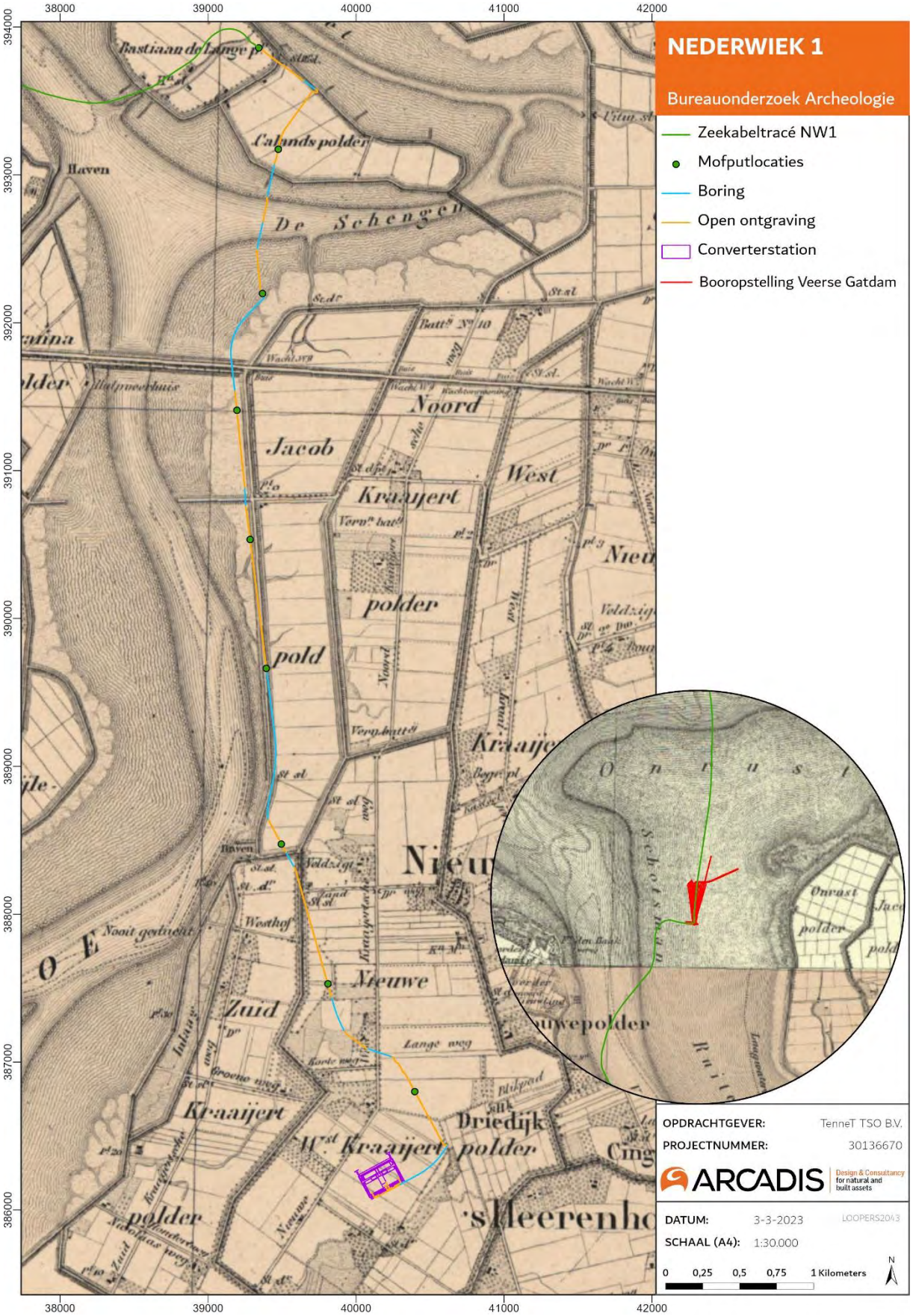
In de twee decennia daaropvolgend verandert het landschap opnieuw ingrijpend door een nieuw aangelegde rondweg rondom het nieuwe dorp en havengebied Borssele (Figuur 32Figuur 32). Hierdoor zijn de polders zoals de Koningspolder, de Nieuw West Kraaiertpolder en Van Citterspolder verdwenen of niet meer herkenbaar als poldervorm. Op deze terreinen is er zand gespoten voor de ontwikkeling van het huidige industrieterrein en de Sloehavens.



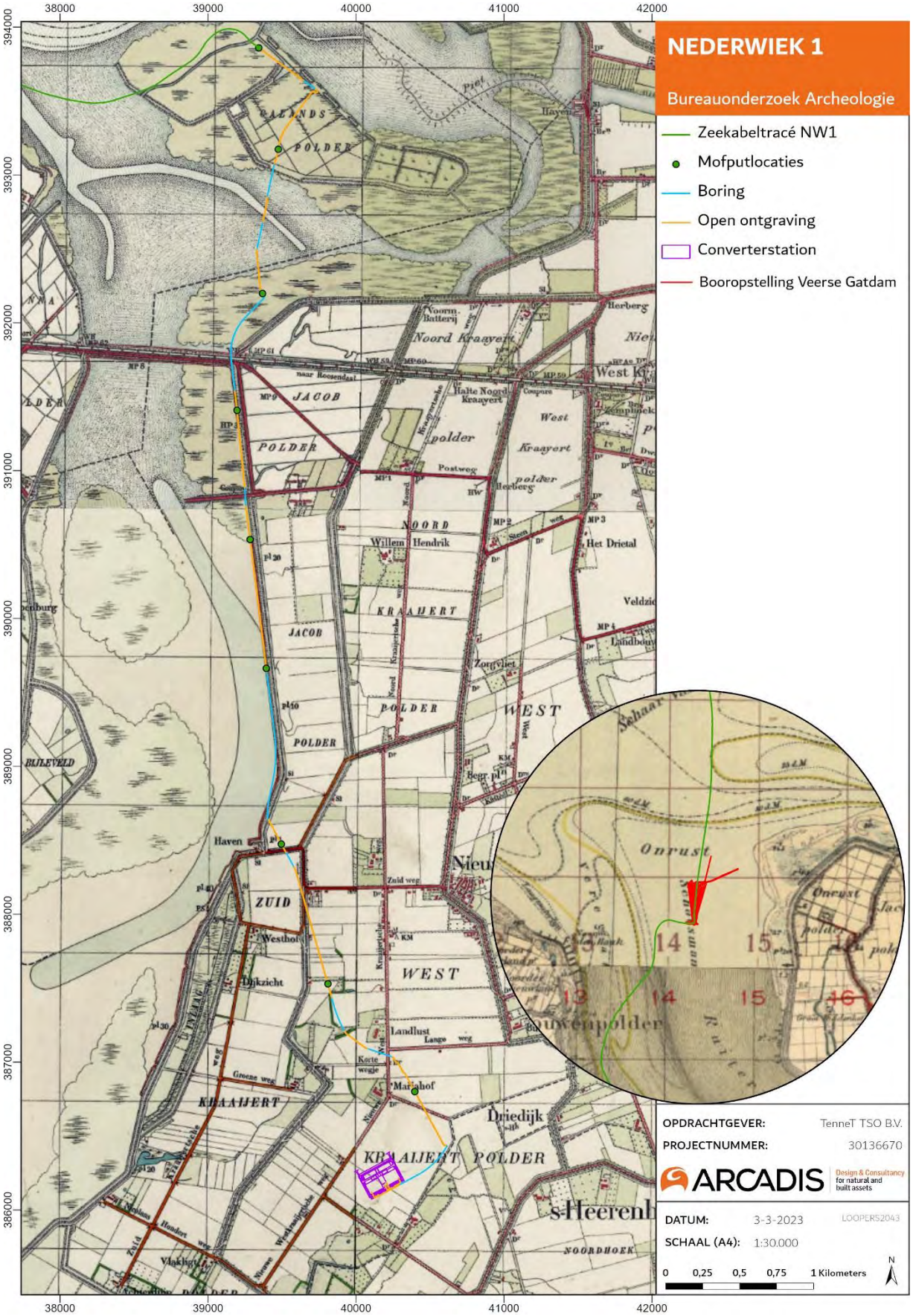
Figuur 26: Indicatieve ligging van het onderzoeksgebied ten zuiden van het Veerse Meer op een uitsnede van de kaart van Visscher en Roman uit circa 1650.



Figuur 27: Plangebied Veerse Gatdam en plangebied ten zuiden van het Veerse Meer op de historische kaart uit circa 1850 (de TMK).

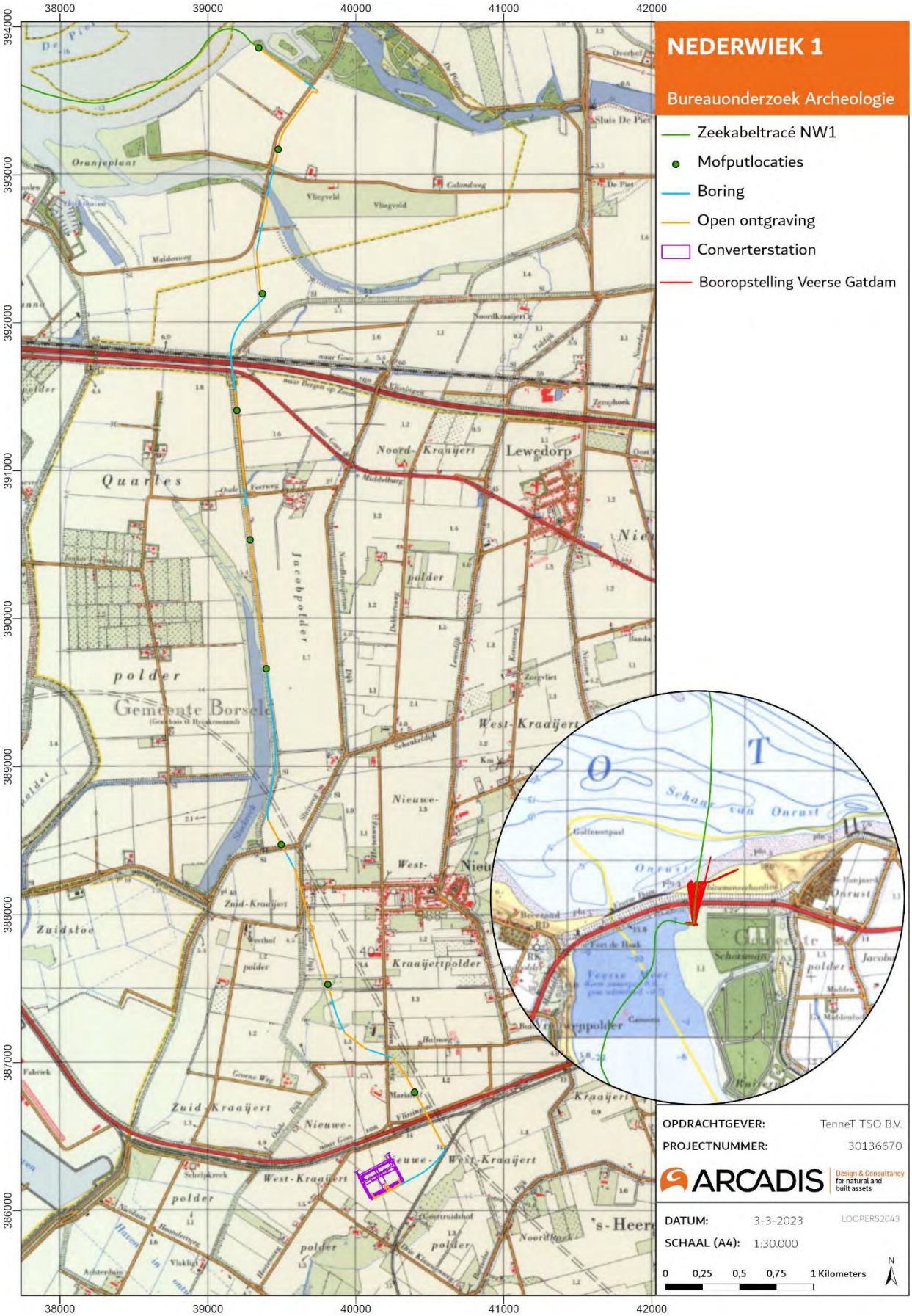


Figuur 28: Plangebied op de topografische kaart uit circa 1900.



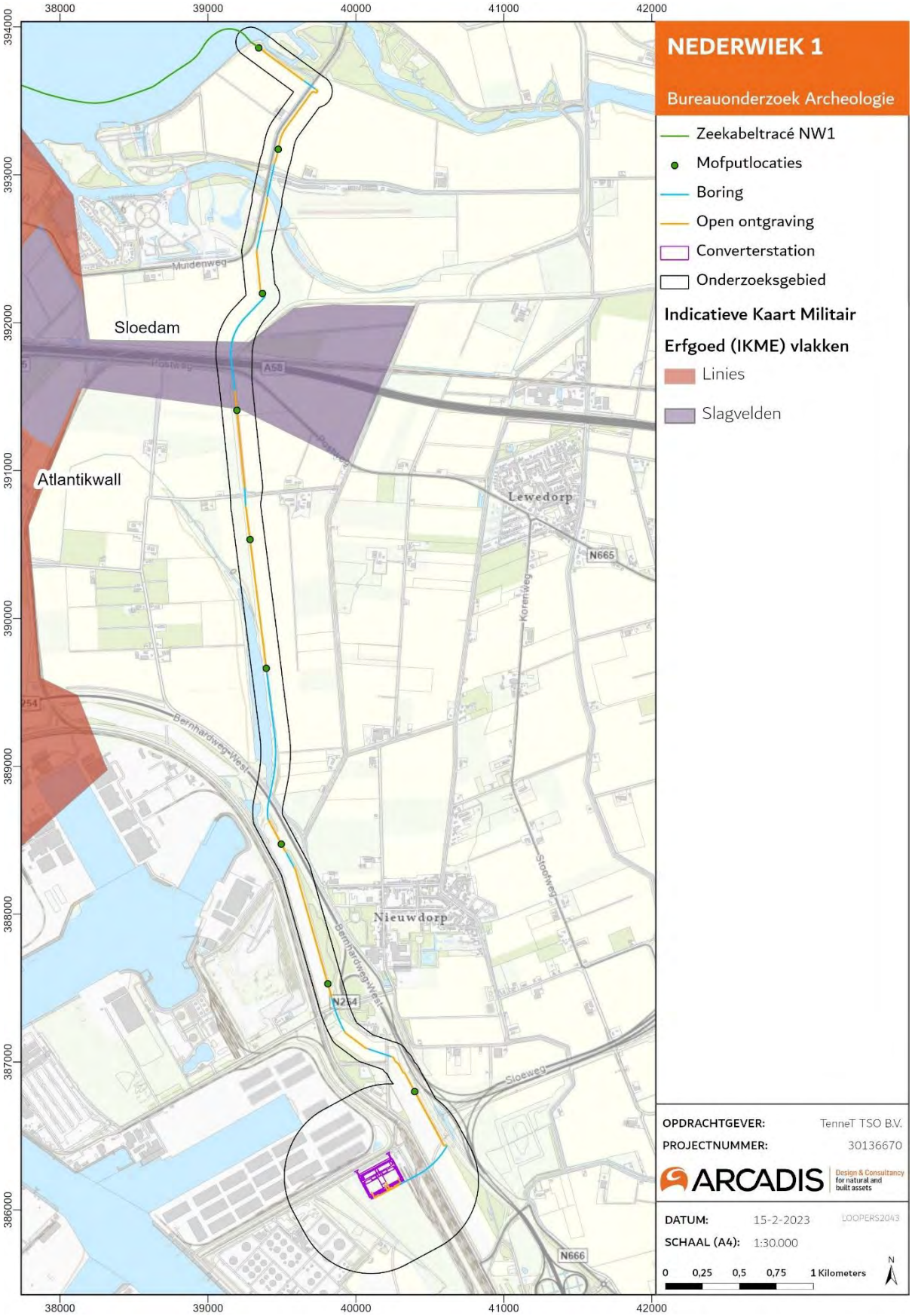
Figuur 29: Plangebied op de topografische kaart uit circa 1930

Figuur 30: Plangebied op de topografische kaart uit circa 1950.



Figuur 31: Plangebied op de topografische kaart uit circa1970.

Figuur 32: Plangebied op de topografische kaart uit circa 1990.



Figuur 33: Plangebied op de Indicatieve Kaart Militair Erfgoed (ikme.nl).

4 Archeologische informatie

4.1 Inleiding

Om de gespecificeerde archeologische verwachting voor een gebied op te kunnen stellen, is kennis nodig van de reeds bekende archeologische gegevens van het gebied. In dit hoofdstuk worden de bekende archeologische vindplaatsen, uitgevoerde onderzoeken en verwachtingen aan de hand van verschillende bronnen beschreven.

Tabel 6 Archeologische perioden (Bron: ABR)

Periode	Begin	Einde
Nieuwe Tijd	1500	Heden
Late Middeleeuwen	1050	1500
Vroege Middeleeuwen	450	1050
Romeinse Tijd	12 v. Chr.	450
IJzertijd	800 v. Chr.	12 v. Chr.
Bronstijd	2.000 v. Chr.	800 v. Chr.
Neolithicum	5.300 v. Chr.	2.000 v. Chr.
Mesolithicum	8.800 v. Chr.	4.900 v. Chr.
Laat Paleolithicum	35.000 v. Chr.	8.800 v. Chr.
Midden Paleolithicum	300.000 v. Chr.	35.000 v. Chr.

4.2 Gemeentelijke archeologische verwachtingskaart

De archeologische verwachtingswaarde van een gebied geeft de kans op de aanwezigheid van een archeologische vindplaats weer. De meeste Nederlandse gemeenten hebben een archeologische verwachtingskaart.

Het kabeltracé op land bevindt zich in de gemeenten Middelburg, Goes en Borsele. De gemeenten hebben hun archeologische verwachtingskaarten gesynchroniseerd onder de Walcherse Archeologische Dienst (WAD). De gemeenten Borsele, Goes en Noord-Beveland hebben een gezamenlijk archeologiebeleid door de VZG (vereniging van Zeeuwse Gemeenten) opgesteld. Deze samenwerkingsverbanden hebben geresulteerd in gemeentelijke verwachtingskaarten. Het beleid van de OAS is gebaseerd op de Maatregelenkaart-in-lagen. Deze niveaus zijn gebaseerd op de geologische lagen die in Zeeland voorkomen.

Voor een overzicht van deze zones en de bijbehorende gemeentelijke verwachtingskaarten wordt verwezen naar Hoofdstuk 1.7.3.

Gemeente Noord-Beveland

De boorlijn die de Veerse Gatdam doorkruist bevindt zich in de gemeente Noord-Beveland. Het archeologiebeleid van de gemeente Noord-Beveland is vastgelegd in de beleidsnota (Alkemade et al. 2011b). De Veerse Gatdam wordt gekruist door middel van een boring onder de oostzijde van de Veerse Gatdam door. Tijdens de realisatie van de boring worden een boorput en een ontvangstput van twee keer circa 3x3 m gegraven. In Figuur 5 worden van locaties voor deze boorputten weergegeven. Er bevindt zich een moflocatie ten zuiden van de boorputten.

De boorlijn, de boorputten en de moflocatie raken geen zones met een archeologische verwachting voor de laagpakketten van Wierden, Wormer of Hollandveen. In het laagpakket van Walcheren raakt het zuiden van de boorlijn en de zuidelijk gelegen moflocatie een zone met een lage archeologische verwachting (Figuur 11). De boorputten in het zuiden van het plangebied raken geen archeologische verwachting. De te graven boorput in het noorden van het de kruising van de Veerse Gatdam bevindt zich in de zone waterbodem.

De archeologische verwachting op zee en het Veerse Meer worden behandeld in het bureauonderzoek Net op zee IJmuiden Ver Alpha. Hieronder vallen ook het werkterrein en de ontvangstput ten noorden van de Veerse Gatdam.

Gemeente Middelburg

Op de maatregelenkaart in lagen is te zien dat het plangebied in de gemeente Middelburg grotendeels in een zone zonder archeologische verwachting ligt. Het zuidelijke deel van het tracé dat binnen de gemeente Middelburg valt, heeft een lage archeologische verwachting (Figuur 16).

Gemeente Goes

Op de maatregelenkaart in lagen is te zien dat het plangebied in de gemeente Goes geen archeologische verwachting raakt voor de Laagpakketten van Wierden, Wormer en Hollandveen (Figuur 13 t/m Figuur 15). In het laagpakket van Walcheren raakt het plangebied een zone met een lage archeologische verwachting archeologie (Figuur 12). Ten oosten op meer dan 500 meter afstand van het kabeltracé bevindt zich een terrein van archeologische waarde (inventarisatie SCEZ).

Gemeente Borsele

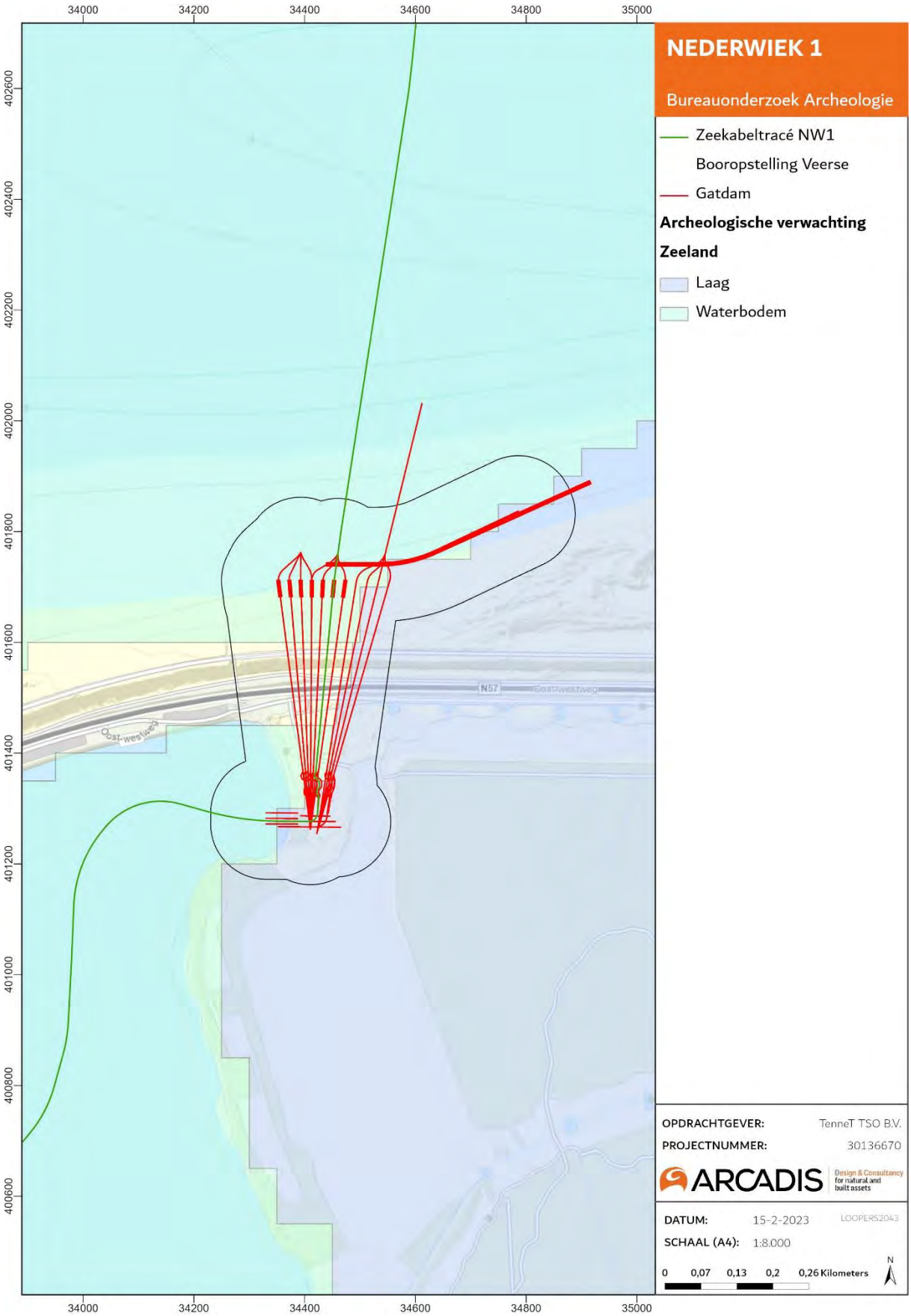
Het noordelijke deel van het plangebied binnen de gemeente Borsele, grofweg vanaf de A58 tot de Borsselsedijk, bevindt zich in zone met een lage verwachting voor het Laagpakket van Walcheren (Middeleeuwen t/m Nieuwe Tijd) en géén archeologische verwachting voor de overige lagen (Figuur 12 t/m Figuur 15). Enkel het meet zuidelijke deel van het kabeltracé én het gebied ten zuiden van de converterstationslocatie bevindt zich in een zone met gematigde tot hoge archeologische verwachtingen voor alle lagen.

Synchronisatie van verwachtingskaarten, provincie Zeeland

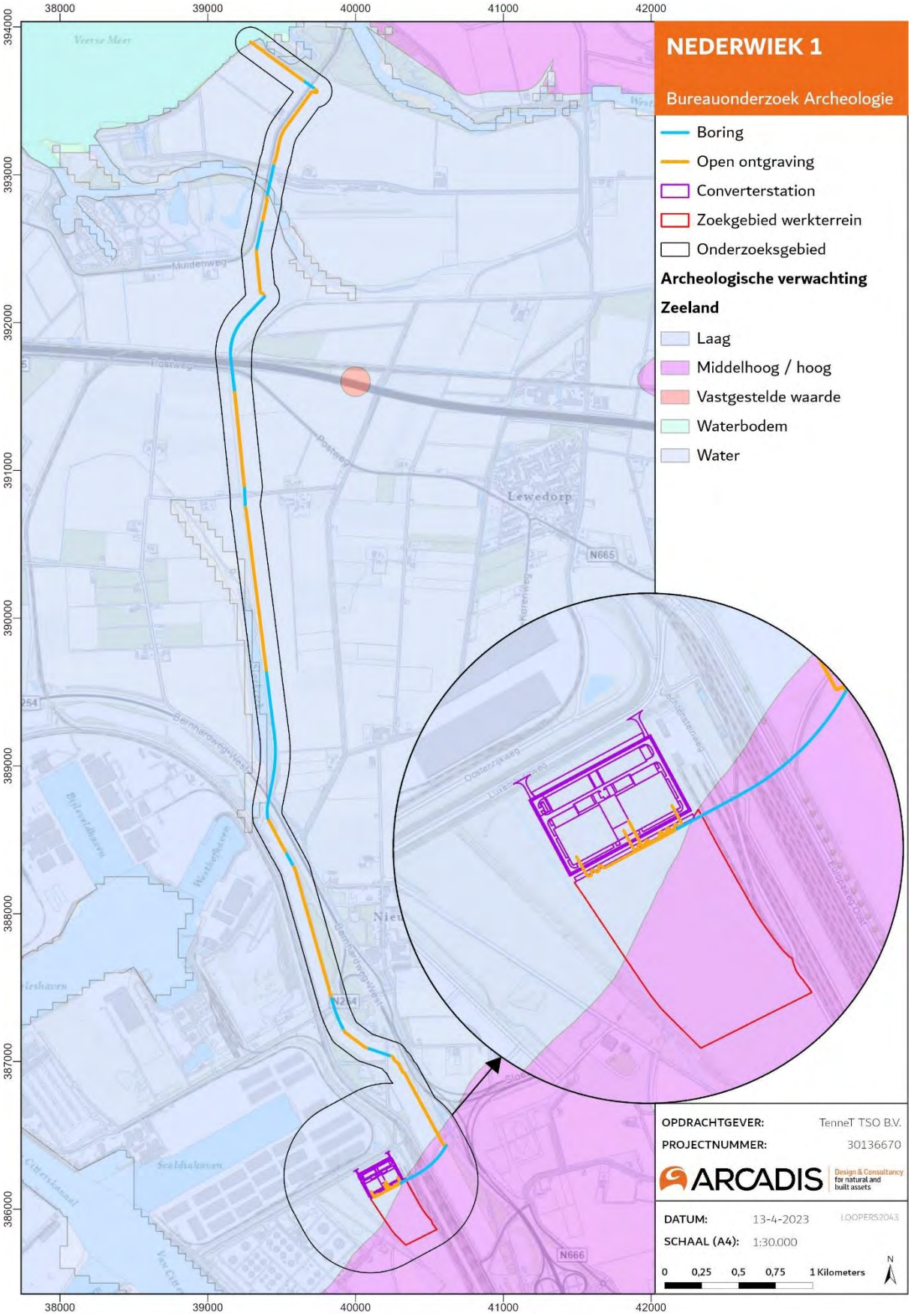
De provincie Zeeland heeft de hierboven beschreven regionale verwachtingskaarten gesynchroniseerd om tot een provincie dekkende verwachtingskaart te komen die de verschillende archeologische verwachtingskaarten samenvoegt. Op deze kaart is onderscheid gemaakt tussen bekende waarden en verwachte waarden.

Het grootste gedeelte van het kabeltracé, zowel ter hoogte van de Veerse Gatdam als ten zuiden van het Veerse Meeer, ligt in een zone met een lage archeologische verwachting (Figuur 34 en Figuur 35). In het meest zuidelijke deel van het kabeltracé wordt een zone met een gematigde/hoge archeologische verwachting doorkruist. Het converterstation bevindt zich binnen de zone met een lage archeologische verwachting, echter ligt het op de rand van de zone met een gematigde/hoge archeologische verwachting.

De hogere archeologische verwachtingen in het zuiden van het onderzoeksgebied zijn te relateren aan de hoger gelegen Pleistocene afzettingen die zich hier bevinden (laag 4, laagpakket van Wierden), met daarop de recentere lagen met archeologische verwachting uit het Laagpakket van Wormer, het Hollandveen Laagpakket en het Laagpakket van Walcheren.



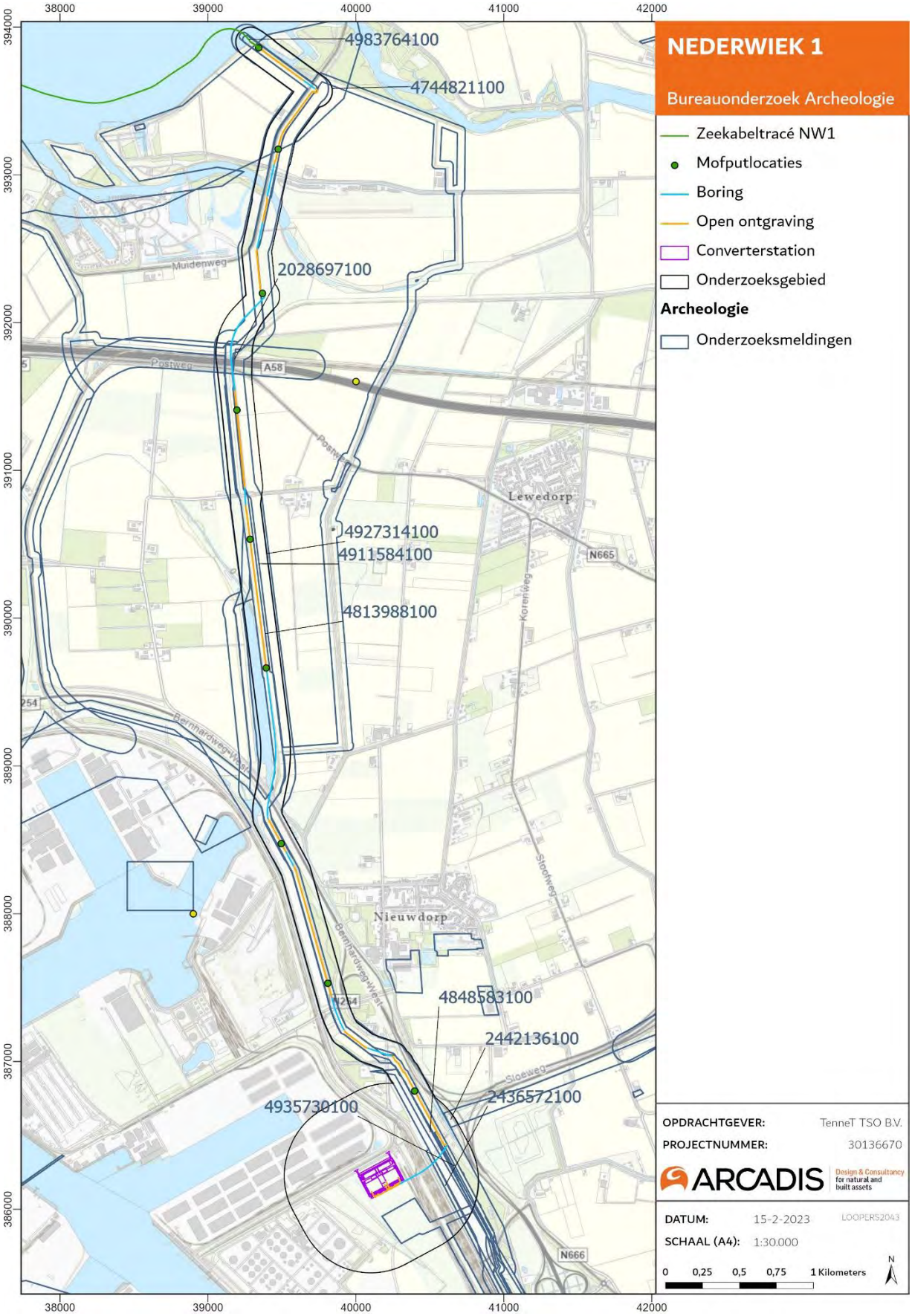
Figuur 34: Gecombineerde archeologische verwachtingskaart provincie Zeeland Veerse Gatdam.



Figuur 35: Gecombineerde archeologische verwachtingskaart provincie Zeeland ten zuiden van het Veerse Meer, met detail van het converterstation en zoekgebied werkterrein.

4.3 Vindplaatsen

Om de archeologische verwachting van het gebied verder te onderzoeken wordt er gebruikt gemaakt van het Archis 3 informatiesysteem en de Archeologische Monumenten Kaart (AMK). Hierin staan alle relevante vondstmeldingen, onderzoeksmeldingen en archeologische monumenten beschreven.



Figuur 36: Onderzoeksmeldingen (Archis3).

4.3.1 AMK-terreinen

Op de Archeologische Monumenten Kaart (AMK) zijn bekende, gewaardeerde, archeologische vindplaatsen weergegeven. Er wordt onderscheid gemaakt tussen terreinen van waarde, hoge waarde, zeer hoge waarde, en zeer hoge waarde – beschermd. In het laatste geval is het terrein een beschermd Rijksmonument. Het uitgangspunt bij AMK-terreinen is in principe behoud van archeologische resten in situ.

Binnen het plan- en onderzoeksgebied komen geen AMK-terreinen voor.

4.3.2 Vondstlocaties en waarnemingen

Vondstlocaties zijn archeologische vindplaatsen die geregistreerd zijn in Archis. De vondstlocaties zijn weergegeven op de kaart in Figuur 36.

Op het strand bij de Veerse Gatdam zijn twee vondsten gedaan (4024893100 en 3160477100). Deze vondsten bevinden zich op circa 750 m afstand van de boorlijn kruising Veerse Gatdam. De vondsten betreffen beide doorboorde hertshoornenbijlen uit het Neolithicum. De bijlen zijn gemaakt van afgeworpen geweistangen van edelherten. Vermoedelijk zijn dit secundaire deposities.

Binnen het onderzoeksgebied ten zuiden van het Veerse Meer bevinden zich geen vondstlocaties.

4.4 Eerder uitgevoerd onderzoek

In verschillende zones binnen het onderzoeksgebied is eerder archeologisch bureau- en veldonderzoek uitgevoerd. Deze zones zijn aangegeven op de kaart in Figuur 36 en de resultaten van het onderzoek zijn beschreven in onderstaande tabel.

Tabel 7: Onderzoeksmeldingen Archis

Zaak IDnummer	Datum/ uitvoerder/ Type onderzoek	Resultaten
2028697100	1999/ RAAP Archeologisch Adviesbureau/ Booronderzoek	Zie Schutte, 1999. Niet ontsloten in Archis of DANS.
4744821100	2019/Periplus Archeomare	Dit betreft het archeologische onderzoek uitgevoerd voor MER-fase 1, Net op zee IJmuiden Ver Alpha op zee. Het onderzoek wordt meegenomen als bron in dit bureauonderzoek archeologie.
4813988100	2020 / Arcadis / Archeologisch bureauonderzoek	Dit betreft het bureauonderzoek IJmuiden Ver Alpha op Land MER fase 1.
4911584100	2020 / Antea Group Archeologie / bureauonderzoek	TenneT EU-204 - Net op Zee IJmuiden Ver Alpha (Borsele) Het betreft het bureauonderzoek Archeologie IJmuiden Ver Alpha op land inclusief het benodigde inventariserend veldonderzoek.
4848583100	2020 / Antea Group Archeologie / Archeologisch bureauonderzoek	Dit onderzoek is niet beschikbaar voor inzage.
2436572100	2014/ Artefact/ Archeologisch booronderzoek	Op basis van de resultaten van het booronderzoek kon het verwachtingsmodel worden bijgesteld. Bij de voorziene bodemingrepen wordt uitgesloten dat tot op het pleistocene dekzand (Laagpakket van Wierden) zal worden vergraven, aangezien deze afzettingen hier lager dan 5 m -NAP zullen liggen. Voor het niveau Laagpakket van Wormer (Laat-Neolithicum) geldt eveneens dat deze afzettingen niet verstoord zullen raken, gelet op de diepteligging vanaf 3,38 m -NAP (vanaf 3,7 m beneden maaiveld), evenals het niveau Hollandveen (Brons- en IJzertijd, Romeinse Tijd)

		gezien de diepteligging variërend vanaf 2,24 tot 3,14 m - NAP (2,9 tot 3,8 m beneden maaiveld) ter hoogte van de boringen 12 t/m 38. Daarbij geldt dat de top van het veen, waarop vindplaatsen uit de IJzertijd/Romeinse Tijd aanwezig kunnen zijn, binnen het onderzoeksgebied nergens meer intact zijn. Voor de Middeleeuwen en Nieuwe Tijd geldt dat bij de bodemingrepen eventueel aanwezige vindplaatsen kunnen worden bedreigd. Er wordt geen vervolgonderzoek geadviseerd. Zie Besuijen, 2014.
4935730100	2021 / Antea Group Archeologie / Archeologische boring	Het betreft het inventariserend booronderzoek dat onderdeel is van het bureauonderzoek Archeologie IJmuiden Ver Alpha op land (zie 4.4.1., voor nadere toelichting)

4.4.1 Eerder uitgevoerd veldwerk

In het kader van het project Net op zee IJmuiden Ver Alpha is een bureauonderzoek opgesteld voor het kabeltracé Net op zee IJmuiden Ver Alpha (Arcadis 2021). Het landtracé van Net op zee IJmuiden Ver Alpha loopt grotendeels parallel aan het in dit bureauonderzoek behandelde tracé Net op zee Nederwiek 1.

Op basis van het bureauonderzoek IJmuiden Ver Alpha is voor de zones waar de kabel doormiddel van een open ontgraving binnen gebieden met een middelhoge en hoge archeologische verwachting wordt aangelegd, en waar het maaiveld niet al met meer dan 250 cm is opgehoogd, een verkennend booronderzoek geadviseerd. Het doel van dit booronderzoek is om de archeologische verwachting te toetsen en inzicht te verkrijgen in de aard en diepteligging van de archeologisch relevante niveaus en geomorfologische eenheden. Volgend op het bureauonderzoek is daarom een verkennend booronderzoek uitgevoerd (Antea 2021). Gezien de parallelligging van het reeds onderzochte kabeltracé van Net op zee IJmuiden Ver Alpha en het kabeltracé van Net op zee Nederwiek 1 zijn de onderzoeksresultaten uit dit voorgaande onderzoek relevant voor voorliggend bureauonderzoek.

Tijdens het booronderzoek is een deels parallel met Net op zee Nederwiek 1 lopend deel van het kabeltracé, ten noorden van de Borsseledijk langs de Europaweg Oost, onderzocht door middel van boringen (Figuur 37). Boringen 1 t/m 4 zijn nabij het kabeltracé van Net op ze Nederwiek 1 gezet.

Tijdens het booronderzoek in het deels parallelgelegen deel ten noorden van de Borsselsedijk zijn geen archeologisch interessante niveaus of andere archeologische indicatoren aangetroffen. Voor dit deel van het tracé wordt door Antea derhalve geadviseerd om het vrij te geven voor de voorgenomen werkzaamheden.

Vervolgens is er verder in zuidelijke richting onderzoek uitgevoerd, ten zuiden van de Borsselsedijk en Assenburgweg. In dit deelgebied wordt op basis van het booronderzoek plaatselijk vervolgonderzoek geadviseerd. Het kabeltracé van Net op zee Nederwiek 1 buigt echter ruim vóór de Borsselsedijk af richting het perceel van het converterstation door middel van een gestuurde boring. Hierbij worden de zones waar vervolgonderzoek wordt geadviseerd ten zuiden van de Borsselsedijk niet doorkruist.

Gezien de parallelligging met het vrijgegeven gedeelte van het kabeltracé en het niet doorkruisen van de nader te onderzoeken zones door het tracé van Net op zee Nederwiek 1, kan geconcludeerd worden dat aanvullend onderzoek voor het kabeltracé van Net op zee Nederwiek 1 niet noodzakelijk is.

Figuur 37: Parallel gelegen onderzocht en vrijgegeven gebied ten noorden van de Borsselsedijk (Antea 2021).

5 Conclusies en aanbevelingen

In dit hoofdstuk worden de belangrijkste conclusies besproken en op basis daarvan een gespecificeerde archeologische verwachting geformuleerd. Als laatste wordt een advies gegeven voor archeologisch vervolgonderzoek.

5.1 Conclusie

1. Hoe ziet de geo(morfo)logische en bodemkundige opbouw van het plangebied eruit?

Het plangebied is gelegen in het Zeeuwse zeekleigebied, dat zijn ontstaansgeschiedenis grotendeels aan de invloed de zee en haar getijden de danken heeft. Aan het einde van de laatste ijstijd (het Pleistoceen) bestond het huidige westen van Nederland uit een glooiend dekzandlandschap. In het Holoceen, na het einde van de laatste ijstijd kwam het gebied door zeespiegelstijging steeds meer onder invloed van de zee te staan. Vanaf circa 5500 v. Chr. is het gebied te karakteriseren als een kwelder- en moerasgebied. Door daling van de relatieve zeespiegelstijging en verdere sedimentatie ontstond een steeds meer gesloten kust met strandwallen. Achter de strandwallen verzoette het gebied door rivierwater uit de delta van de Schelde waardoor zich een dik veenpakket kon vormen.

Omstreeks 1500 v. Chr. nam de invloed van de zee weer toe. De gesloten kust werd deels doorbroken en veenpakketten werden weggeslagen of verdwenen onder het nieuwe Laagpakket van Walcheren. Door toenemende cultivering en ontwatering van de veengebieden klonken gebieden in waardoor klei- en veengebied lager kwam te liggen dan de zandige kreekruggen. De afzettingen van het Walcheren Laagpakket kwamen daardoor relatief hoger te liggen en werden aantrekkelijk voor bewoning.

Voorafgaand aan deze ontwikkeling waren de grenzen tussen de klei en het veen aantrekkelijk en woonden mensen op huisterpen in de lagergelegen gebieden. In de Middeleeuwen zijn vele kreken verland en zijn mensen gebieden gaan bedijken. Tot circa 1500 zijn gebieden op kleine schaal ingepolderd door de mens. Ter plekke van het plangebied heeft zich in de Middeleeuwen de geul het Sloe gevormd. De inpoldering van het Sloe begon kleinschalig in de Middeleeuwen. Van de 17de tot de 20ste eeuw vond grootschalige inpoldering plaats.

Geomorfologisch gezien bevindt het plangebied zich in een vlakte van getijafzettingen en rond de Sloekreek doorkruist het getij- en kreekbeddingen. Het gebied bestaat uit kalkhoudende vaaggronden en kalkrijke poldervaaggronden met grondwatertrappen variërend tussen de IV en VII.

Een deel van het plangebied, bestaande uit het zoekgebied van het converterstation, is gelegen in een grotendeels recent antropogeen opgehoogd gebied.

2. Welke archeologische vindplaatsen in en rond het plangebied zijn bekend?

Het onderzoeksgebied raakt geen AMK-terreinen of overige bekende vindplaatsen. Op de CHS kaart van de provincie Zeeland wordt het verdronken dorp Tewijk gelokaliseerd. Het verdronken dorp bevindt zich echter op circa 1000 meter van het plangebied en is derhalve niet relevant voor de gespecificeerde archeologische verwachting.

3. Welke historische gegevens (complexen en landgebruik) in en rond het plangebied zijn bekend?

Door verschillende stormvloeden verdwenen gebieden in zee. Op de kaart van Visscher en Roman uit circa 1650 is te zien dat het plangebied zich rond die tijd grotendeels bevindt in zee. In de 19de en 20ste eeuw werd het Sloe ingepolderd. De polders werden omdijkt, binnendijks werden rechthoekige, en soms lange percelen aangelegd met sloten en rechte wegen.

Tijdens de Tweede Wereldoorlog vinden er in het Sloegebied gevechten plaats. Eind 1944 veroverden de Canadezen hier de Sloedam waardoor Walcheren bevrijd kon worden. Gedurende de tweede helft van de 20ste eeuw werd het Sloe verder ingepolderd en zijn er havens ontwikkeld door zand op te spuiten.

5.2 Gespecificeerd verwachtingsmodel

4. Wat is, op basis van bovenstaande gegevens, de gespecificeerde archeologische verwachting van het plangebied? Wat zijn de prospectiekenmerken van de te verwachte vindplaatsen?

Het in onderstaande tabel weergeven verwachtingsmodel heeft betrekking op het plangebied ter plaatse van de Veerse Gatdam en het kabeltracé en het converterstation ten zuiden van het Veerse meer. Daarnaast wordt aandacht besteed aan het gebied ten zuiden van het converterstation, waar het (tijdelijke) werkterrein is gelegen.

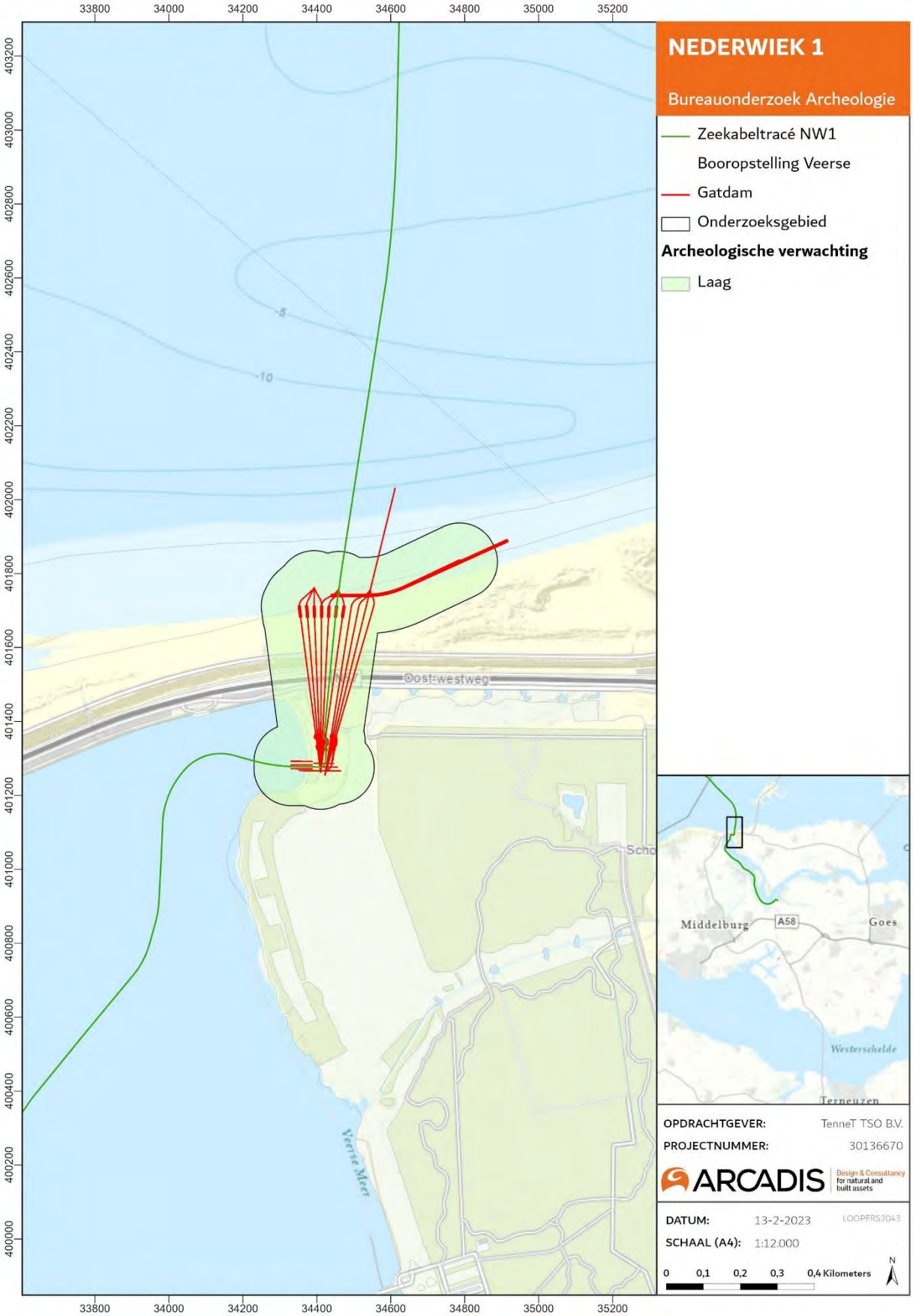
Voor het kabeltracé op land ter plaatse van de Veerse Gatdam en het kabeltracé ten zuiden van het Veerse Meer geldt grotendeels een lage archeologische verwachting (Figuur 39). De resultaten uit het voorgaande booronderzoek in het kader van het kabeltracé van Net op zee IJmuiden Ver Alpha, welke parallel ligt aan Net op zee Nederwiek 1, worden ook meegenomen in de archeologische verwachting voor het kabeltracé. Op basis van de uitkomsten van dit onderzoek, waarbij geen archeologisch relevante niveaus zijn aangetroffen binnen het parallelgelegen deel, kan voor het zuidelijke deel van het kabeltracé de hoge archeologische verwachting worden bijgesteld naar een lage verwachting

Het converterstation is ook gelegen in een zone met lage archeologische verwachting. Enkel het zoekgebied van het werkterrein is gedeeltelijk gelegen in een zone met hoge archeologische verwachting. Deze hoge archeologische verwachting heeft betrekking op het oorspronkelijke maaiveld (zie nadere toelichting Hoofdstuk 5.3).

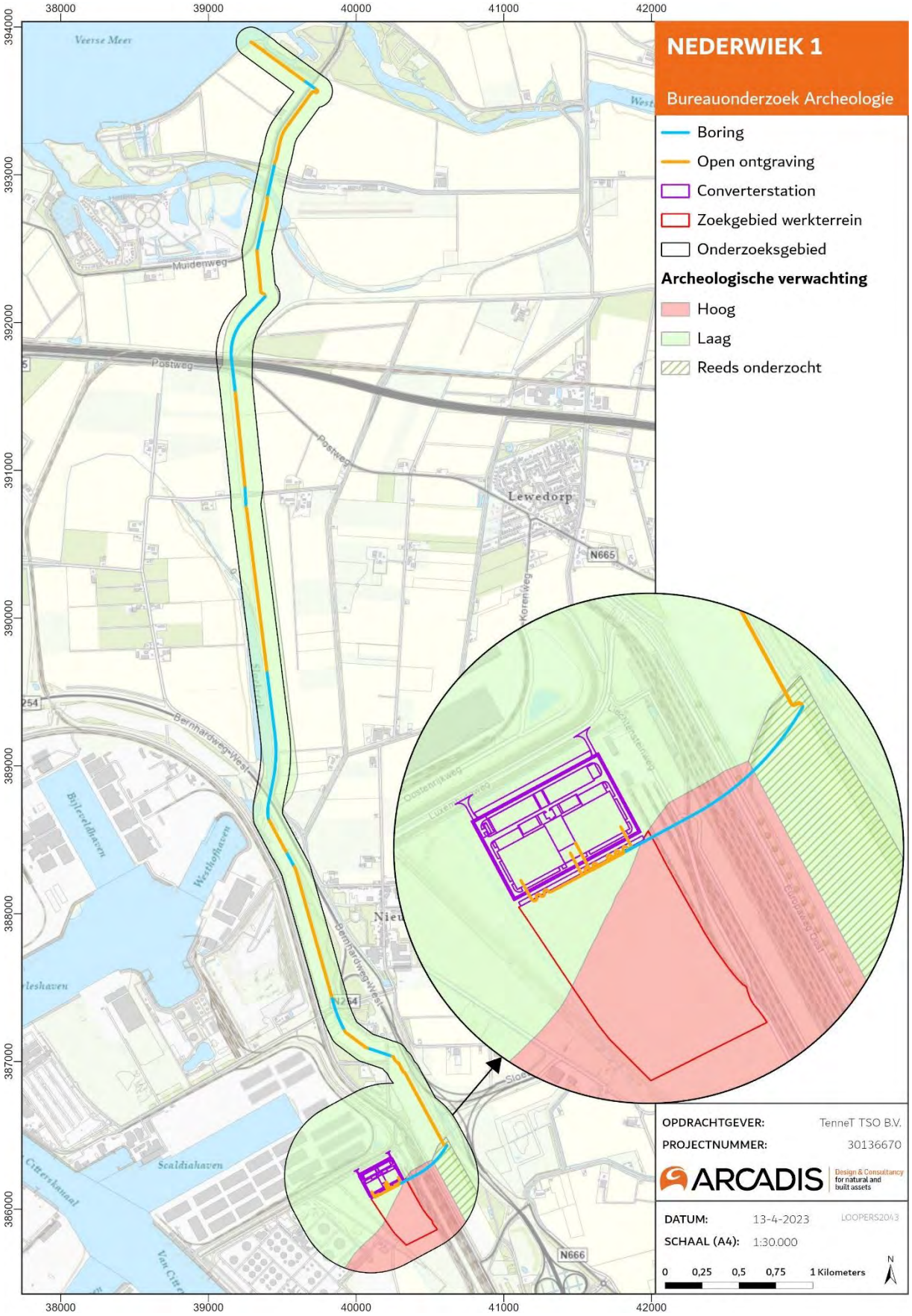
Tabel 8 Gespecificeerd archeologisch verwachtingsmodel voor het plangebied.

Archeologische periode	Verwachting	Diepteligging T.o.v. originele maaiveld onder eventuele recente ophogingen	Complextype	Kenmerken	Omvang	Gaafheid
Veerse Gatdam						
Paleolithicum – Nieuwe tijd	Laag	-	Losse vondsten, verspoeld	Losse vondsten, verspoeld	-	Slecht - Redelijk met kans op verspoeling
Tracé ten zuiden van het Veerse Meer en Converterstation						
Paleolithicum - Mesolithicum	Laag	In de (top) van het dekzand (> 6 m -mv)	Losse vondsten, nederzettingssporen	Spreiding van aardewerk/vuursteen; haardkuilen; resten van nederzettingen (paalsporen, waterputten, afvalkuilen/dumps)	50-200 m^2	Slecht - Redelijk met kans op verspoeling
Neolithicum	Laag	Op de top van het Laagpakket van Wormer (> 4 m -mv)	Losse vondsten, nederzettingssporen	Losse vondsten, paalsporen, aardewerk	50-200 m^2	Slecht - Redelijk met kans op verspoeling
Bronstijd - Romeinse Tijd	Laag	In de top van het veenpakket (> 4 m -mv)	Losse vondsten, nederzettingssporen	Losse vondsten, bewoningssporen, greppels, aardewerk	200-1000 m^2	Slecht - Redelijk met kans op verspoeling
Vroege Middeleeuwen - Nieuwe tijd	Laag	Direct onder de bouwvoor in Laagpakket van Walcheren (0 - 4 m-mv) (Met inachtneming van opgehoogde zones)	Losse vondsten, nederzettings- en ontginningssporen	Losse vondsten, aardewerk, funderingsresten, greppels, inpolderingssporen	200-1000 m^2	Redelijk tot goed met kans op verspoeling tot in de 17de eeuw

Tweede Wereldoorlog	Laag	Direct onder de bouwvoor (0 - 4 m-mv) (Met inachtneming van opgehoogde zones)	Losse vondsten	Munitie-artikelen, sporen en resten van stellingen, versperringen, loopgraven, inslagen	200-1000 m^2	Goed
Zuiden van het Converterstation						
Paleolithicum - Mesolithicum	Middelhoog	In de (top) van het dekzand (> 6 m -mv)	Losse vondsten, nederzettingssporen	Spreiding van aardewerk/vuursteen; haardkuilen; resten van nederzettingen (paalsporen, waterputten, afvalkuilen/dumps)	50-200 m2	Slecht - Redelijk met kans op verspoeling
Neolithicum	Middelhoog tot hoog	Op de top van het Laagpakket van Wormer (> 4 m -mv)	Losse vondsten, nederzettingssporen	Losse vondsten, paalsporen, aardewerk	50-200 m2	Slecht - Redelijk met kans op verspoeling
Bronstijd - Romeinse Tijd	Middelhoog tot hoog	In de top van het veenpakket (> 4 m -mv)	Losse vondsten, nederzettingssporen	Losse vondsten, bewoningssporen, greppels, aardewerk	200-1000 m2	Slecht - Redelijk met kans op verspoeling
Vroege Middeleeuwen - Nieuwe tijd	Middelhoog tot hoog	Direct onder de oorspronkelijke bouwvoor in Laagpakket van Walcheren (0 - 4 m-mv)	Losse vondsten, nederzettings- en ontginningssporen	Losse vondsten, aardewerk, funderingsresten, greppels, inpolderingssporen	200-1000 m2	Redelijk tot goed met kans op verspoeling tot in de 17de eeuw
Tweede Wereldoorlog	Middelhoog	Direct onder de oorspronkelijke bouwvoor (0 - 4 m-mv)	Losse vondsten	Munitie-artikelen, sporen en resten van stellingen, versperringen, loopgraven, inslagen	200-1000 m2	Goed



Figuur 38: Archeologische verwachtingskaart Veerse Gatdam



Figuur 39: Archeologische verwachtingskaart (originele maaiveld) ten zuiden van het Veerse Meer, met detail van het converterstation en werkterrein.

5.3 Advies

5. In welke mate worden de bekende en/of verwachte archeologische vindplaatsen bedreigd door de geplande ontwikkeling?

De geplande maatregelen die archeologische resten kunnen bedreigen bestaan uit ontgravingen ten behoeve van de aanleg van het kabeltracé én de bouw van het converterstation. De ontgravingsdiepte van de open ontgravingen bedraagt maximaal 2,2 m -mv. Onder het converterstation worden een kelder aangelegd welke tot een diepte van 3,5 m -mv ligt. Daarnaast worden er heipalen de grond in gebracht met een maximale diepte van 30m. De werkzaamheden voor het werkterrein bestaan uit het ontgraven van de bouwvoor (30 cm -mv) ten behoeve van de opbouw van de bouwweg en bouwplaats en daarnaast het plaatselijk aanleggen van drainagesleuven met een maximale diepte van 0,5 m -mv, waardoor de maximale bodemverstoring tot 0,8 m -mv (0,3 + 0,5) reikt.

Aangezien deze werkzaamheden echter plaatsvinden binnen zones met lage archeologische verwachtingen of binnen bestaande recente ophogingen wordt er geen bedreiging van archeologische resten verwacht.

6. Is archeologisch vervolgonderzoek nodig en zo ja, welke onderzoeksmethode wordt geadviseerd?

Kabeltracé Veerse Gatdam

Het plangebied binnen de Veerse Gatdam licht in een zone met geen tot een lage archeologische verwachting op land. Op basis van het bureauonderzoek is er geen aanleiding om de verwachting voor de zones met een lage archeologische verwachting bij te stellen. Voor deze zones wordt dan ook geen vervolgonderzoek geadviseerd.

Kabeltracé ten zuiden van het Veerse Meer

Het grootste gedeelte van het kabeltracé ligt in een zone met geen archeologische verwachting tot een lage archeologische verwachting (Figuur 39). Op basis van het bureauonderzoek is er geen aanleiding om de verwachting voor de zones met een lage archeologische verwachting bij te stellen. Voor deze zones wordt dan ook geen vervolgonderzoek geadviseerd.

Binnen de provincie Zeeland geldt een onderzoeksverplichting waarbij een bureauonderzoek altijd vergezeld dient te worden van een booronderzoek. Gelet op de onderzoeksresultaten en de voorgenomen ingrepen wordt voor de zones met een lage archeologische verwachting echter geadviseerd om af te zien van het verplicht uit te voeren verkennend booronderzoek. Tevens is er reeds verkennend booronderzoek uitgevoerd op een deel van het kabeltracé in het kader van Net op zee IJmuiden Ver Alpha (Antea 2021). Tijdens dit voorgaande booronderzoek zijn geen archeologische niveaus aangetroffen ter plaatse van het gedeelte van Net op zee IJmuiden Ver Alpha dat parallel loopt met Net op zee Nederwiek 1. Gelet op deze onderzoeksresultaten kan deze zone met een (middel)hoge archeologische verwachting worden bijgesteld naar een lage archeologische verwachting (Figuur 39).

Op basis van de onderzoeksresultaten van dit voorgaande onderzoek en de lage archeologische verwachting voor de rest van het kabeltracé wordt geen vervolgonderzoek geadviseerd ter plaatse van het kabeltracé.

Converterstation

Het converterstation is voorzien in een zone met een lage archeologische verwachting (Figuur 39). Het perceel van het converterstation is daarnaast reeds circa 1 à 2m antropogeen opgehoogd. Tevens is het voornemen om voorafgaand aan de bouw van het converterstation het perceel nog circa 0,5 m extra op te hogen. De voorgenomen ontgravingen, bijv. ten behoeve van de kelder onder het station, bedragen tot circa 3,5 m -mv. Het originele maaiveld dat zich onder de ophoging bevindt kan dus nog geraakt worden door de voorgenomen werkzaamheden.

Aangezien er echter binnen het converterstation een lage archeologische verwachting geldt wordt er geadviseerd om géén vervolgonderzoek uit te voeren en het terrein vrij te geven voor de voorgenomen werkzaamheden.

Werkterrein converterstation

Het geplande werkterrein voor het converterstation bevindt zich grotendeels in een zone met een middelhoge tot hoge archeologische verwachting voor de vier verschillende verwachtingslagen (Figuur 39). Dit komt overeen met een middelhoge verwachting voor het Paleolithicum en een hoge verwachting voor het Mesolithicum tot en met de Nieuwe Tijd. Gezien de verwachte diepteligging van de verschillende geologische lagen ten opzichte van de voorgenomen werkzaamheden geldt de archeologische verwachting met name voor het Laagpakket van Walcheren (aanwezig van originele maaiveld tot circa 4 m -mv). In dit laagpakket kunnen resten worden aangetroffen uit de Middeleeuwen tot en met de Nieuwe tijd.

De huidige maximale geplande verstoringsdiepte van het werkterrein bedraagt 0,8 m -mv (0,3 m -mv ten behoeve van gereedmaking werkterrein + 0,5 m -mv voor plaatselijke drainagesleuven). De hoogteligging van het perceel van het werkterrein bedraagt minimaal 2,7m +NAP tot circa 3,5 m +NAP, de antropogene ophoging bedraagt hier ten minste +1 meter (zie Figuur 21, Figuur 22, en Figuur 24).

Op basis van huidig gemeentelijk beleid geldt er een vrijstelling voor de eerste 40 cm -mv ter plaatse van zones met een hoge archeologische verwachting (zie ook toelichting in H 1.7.3). Aangezien er daarnaast nog een antropogene ophoging van minstens 1m dikte aanwezig is, kan verondersteld worden dat bodemverstoring tot 1,4 m -mv mogelijk is zonder dat archeologische waarden bedreigd worden. In afstemming met de archeologisch adviseur voor de gemeente Borssele (Oosterschelderegio Archeologisch Samenwerkingsverband, d.d. 22-3-2023) is besloten een extra buffer van 10 cm op te nemen, om zo tot een maximale toegestane verstoringsdiepte van 1,3 m -mv binnen het zoekgebied van het werkterrein te komen.

Aangezien de geplande verstoringen dus binnen de bestaande ophooglaag worden uitgevoerd, wordt geen aantasting van het originele maaiveld met archeologische verwachting verwacht. Er wordt daarom geadviseerd om het zoekgebied van het werkterrein vrij te geven voor de voorgenomen werkzaamheden, waarbij de maximale verstoringsdiepte van 1,3 m -mv wordt aangehouden.

Algemeen

Gelet op de onderzoeksresultaten wordt voor het gehele plangebied van Net op zee Nederwiek 1 op land geen archeologisch vervolgonderzoek aanbevolen. Dit advies sluit niet uit dat er bij graafwerkzaamheden (niet voorspelbare) archeologische toevalsvondsten vondsten kunnen worden aangetroffen, zoals bedoeld in artikel 5.10 van de Erfgoedwet 2016. In dat geval moet hiervan melding worden gedaan bij het Bevoegd Gezag.

Dit advies kan door de initiatiefnemer worden voorgelegd aan het Bevoegd Gezag, in dit geval de (archeologisch adviseur van) de Gemeenten Borsele, Goes, Middelburg en Noord-Beveland. Het Bevoegd Gezag kan van het door Arcadis gegeven advies afwijken.

Bronnen

Alkemade, M., R.M. van Heeringen en W.A.M. Hessing (2011a). *Archeologiebeleid gemeente Borsele. Deel A: Beleidsnota archeologie*. Vestigia rapport V702-A.

Alkemade, M., R.M. van Heeringen en W.A.M. Hessing (2011b). *Archeologiebeleid gemeente Noord- Beveland. Deel A: Beleidsnota archeologie*. Vestigia rapport V706-A.

Alkemade, M., R.M. van Heeringen en W.A.M. Hessing (2011c). *Archeologiebeleid gemeente Goes. Deel A: Beleidsnota archeologie*. Vestigia rapport V703-A.

Chamuleau, S.J.J. 2016-2020; Database Zeeuwse dijken, 2018-2020: Digitale dijkenkaart van Provinciale Zeeland en RCE 2019. Middelburg/Amersfoort.

Gemeente Middelburg, Veere en Vlissingen. (2008). Nota Archeologische Monumentenzorg Walcheren evaluatie 2008.

Mulder, E.F.J. de/ M.C. Geluk/ I.L. Ritsema/ W.E. Westerhoff/ T.E. Wong, 2003: *De ondergrond van Nederland*, Groningen/Houten.

Vos, P., M. van der Meulen, H. Weerts en J. Bazelmans, 2018. *Atlas van Nederland in het Holoceen. Landschap en bewoning vanaf de laatste ijstijd tot nu*. Amsterdam (Prometheus).

Kaartmateriaal

- Actueel Hoogtebestand van Nederland (AHN).
- Archeologische Monumenten Kaart (AMK).
- Archeologisch Informatiesysteem Archis2; Rijksdienst voor het Culturele Erfgoed (RCE).
- Bodemkaart Nederland (1:50:000); Alterra.
- Geomorfologische Kaart (1:50:000); Alterra
- Kaart cultuurhistorie Zeeland (https://kaarten.zeeland.nl/map/cultuurhistorie)

Colofon

BUREAUONDERZOEK ARCHEOLOGIE OP LAND NET OP ZEE NEDERWIEK 1
GEMEENTEN BORSELE, GOES, MIDDELBURG & NOORD-BEVELAND

KLANT
TenneT TSO B.V.

ONZE REFERENTIE
<DocId>:0.3

DATUM
5 juli 2023

STATUS
Definitief

Net op zee Nederwiek 1

An archaeological assessment
Of geophysical and geotechnical survey results

Authors

[redacted]

At the request of

Arcadis Nederland BV

On behalf of

TenneT TSO BV

Document Control	
Document 22A027-02 Nederwiek 1 – an archaeological assessment of geophysical & geotechnical survey data	
Revision	3.0 (Final)
Date	11-09-2023
Periplus Archeomare Reference	22A027-02
TenneT reference	Net op zee Nederwiek 1

Reviewers	
Organization	**Name**
TenneT	[redacted]
Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed	[redacted]
Ministerie van Economische Zaken en Klimaat	[redacted]
Rijkswaterstaat	[redacted]

Colophon

Periplus Archeomare Report 22A027-02
Net op Zee Nederwiek 1 – An archaeological assessment of geophysical & geotechnical survey results
Authors: S. van den Brenk, R. van Lil and R.W. Cassée

At the request of Arcadis Nederland BV on behalf of TenneT TSO BV
Contact: T. Gaaff

© Periplus Archeomare, September 2023
Photographs and drawings are owned by Periplus Archeomare unless specified differently

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced in any form or by any means without the prior permission of the Publisher. Periplus Archeomare BV does not accept any liability for damage resulting from the advice or the use of the results from this investigation.

ISSN 2352-9547

Revision details

Rev.	Description	Authors	Checked	Authorization	Date
3.0	Final version	[redacted]	[redacted]	[redacted]	11-09-2023
2.0	For Authority Comments	[redacted]	[redacted]	[redacted]	07-08-2023
1.0	For Client Comments	[redacted]	[redacted]	[redacted]	01-05-2023

Authorization:

[redacted]

Periplus Archeomare BV
Kraanspoor 14
1033 SE – Amsterdam
Tel: 020-6367891
Email: info@periplus.nl
Website: www.periplus.nl

Table of contents

Samenvatting (Abstract in Dutch) **4**

Summary **6**

1 Introduction **10**

1.1 Background 10

1.2 Intended cable laying operations 11

1.3 Results desk study 13

1.4 Objective 13

1.5 Research questions 13

2 Methodology **15**

2.1 Introduction 15

2.2 Geophysical and geotechnical surveys 16

2.3 Known objects 16

2.4 Archaeological assessment of survey data 17

2.5 Data Analysis 20

3 Results **23**

3.1 Seabed bathymetry and morphology 23

3.2 Known objects: As Found positions versus database positions 24

3.3 Side scan sonar 25

3.4 Multibeam 30

3.5 Magnetometer 31

3.6 Subbottom data 34

4 Synthesis **44**

5 Summary and recommendations **50**

List of Figures **54**

List of tables **54**

Glossary and abbreviations **55**

References **56**

Appendix 1. Potential Archaeological sites **58**

Appendix 2. Geological cross-sections along the Nederwiek 1 route trajectory **59**

Appendix 3. Geological and archaeological timetable **63**

Appendix 4. Schematic overview KNA Waterbodems version 4.1 ..... **64**

Appendix 5. Geophysical and geotechnical survey report **65**

Table 1. Dutch archaeological periods

Period	Time in Years				
Post-medieval / Modern Times	1500	A.D.	-	Present	
Late medieval period	1050	A.D.	-	1500	A.D.
Early medieval period	450	A.D.	-	1050	A.D.
Roman Times	12	B.C.	-	450	A.D.
Iron Age	800	B.C.	-	12	B.C.
Bronze Age	2000	B.C.	-	800	B.C.
Neolithic (New Stone Age)	5300	B.C.	-	2000	B.C.
Mesolithic (Stone Age)	8800	B.C.	-	4900	B.C.
Palaeolithic (Early Stone Age)	300.000	B.C.	-	8800	B.C.

Table 2. Administrative details

Location:	North Sea, Noord-Beveland, Veere en Middelburg	
Toponym Dutch:	Net op Zee Nederwiek 1	
Chart:	1801-01, 42W & 48W	
Coordinates Geodetic datum: ETRS89 Projection: UTM31N	Centre	E 436 144 - N 5 813 599
	NW	E 514 162 – N 5 909 712
	NE	E 567 805 – N 5 909 712
	SW	E 514 162 – N 5 707 570
	SE	E 567 805 – N 5 707 570
Depth (LAT):	0 to 42.8 meters, average of 26.1 meters	
Area surveyed	488.8 km^2	
Environment:	Tidal currents, saltwater	
Area use:	Shipping, fishing; oil and gas industry	
Area administrator:	Rijkswaterstaat Zee en Delta	
Competent authority	Rijkswaterstaat Zee en Delta	
Advising body	Dutch Cultural Heritage Agency	
ARCHIS-research report (CIS-code):	5387646100	
Periplus-project reference:	22A027-02	
Period	March – April 2023	

Samenvatting (Abstract in Dutch)

Arcadis Nederland BV heeft namens Tennet TSO BV Periplus Archeomare BV opdracht verleend om de resultaten van de geofysische en geotechnische surveys van de exportkabel Net op Zee Nederwiek 1 archeologisch te beoordelen.

De eerste stap in het proces van archeologisch onderzoek (= AMZ-cyclus) is het bureauonderzoek. Het bureauonderzoek heeft uitgewezen dat in het onderzoeksgebied overblijfselen van scheepswrakken, resten van gevechtsvliegtuigen uit WOII en prehistorische landschappen en daaraan gerelateerde archeologische resten verwacht kunnen worden.

De tweede stap in de AMZ-cyclus is de analyse en beoordeling van geofysische survey data. Het doel van deze beoordeling is de archeologische verwachting van het bureauonderzoek te toetsen. Voor deze toets zijn in het 489 km^2 omvattende onderzoeksgebied side scan sonar, magnetometer, multibeam echo sounder en subbottom profiler data geanalyseerd.

Binnen het onderzochte gebied is aan 53 sonarcontacten een archeologische verwachting toegekend.

Langs de Nederwiek 1-route vallen 6 van de sonarcontacten binnen 100 meter van de route (zie tabel '*Exposed contacts (side scan sonar) of potential archaeological value within 100 meters from* Nederwiek 1 *route*' in de Engelstalige samenvatting). Aan deze sonarcontacten is een archeologische verwachting toegekend totdat het tegendeel bewezen is na aanvullend onderzoek door een gecertificeerde archeoloog.

Magnetische anomalieën
Op 87 locaties zijn magnetische anomalieën met een piek-tot-piekwaarde van meer dan 500 nT in kaart gebracht. Deze anomalieën kunnen correleren niet met bekende objecten zoals pijpleidingen of kabels. De anomalieën kunnen verband houden met ijzerhoudende objecten die van mogelijk archeologisch belang zijn. De objecten die deze anomalieën veroorzaken zijn niet zichtbaar op side scan sonar- of multibeambeelden en worden daarom als afgedekt in de zeebodem beschouwd. De aard van deze objecten is niet bekend. Naast archeologische objecten kunnen de anomalieën daarom ook door niet-archeologische objecten zoals niet-ontplofte explosieven, ankers en verloren of gedumpt materiaal veroorzaakt zijn. Zolang de aard van deze objecten niet is bepaald, worden de objecten als potentieel archeologisch waardevol beschouwd.

Langs de Nederwiek 1-route vallen 15 van de magnetometercontacten binnen 100 meter van de route (zie tabel 'Buried contacts (magnetometer) of potential archaeological value within 100 meters from Nederiek 1-route' in de Engelstalige samenvatting).

Volgens de richtlijnen van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed (RCE) mogen geen verstoringen van de zeebodem plaatsvinden binnen 100 meter van elk van de gemarkeerde locaties. De bufferzone van 100 meter is een standaard die van toepassing is en dient ter bescherming van het cultureel erfgoed. Rijkswaterstaat is de handhavende autoriteit namens het ministerie van Economische Zaken en Klimaat.

De 100 m bufferzone kan worden verkleind als kan worden onderbouwd dat de toegepaste verstoring geen invloed heeft op het archeologische object; bijvoorbeeld wanneer tijdens kabellegoperaties geen ankers worden gebruikt. Verkleining van de afstand moet worden goedgekeurd door Rijkswaterstaat (RWS). De Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed (RCE) treedt hierbij op als adviseur van Rijkswaterstaat. Als er activiteiten plaatsvinden binnen 100 meter van een potentiële archeologische locatie, zal in overleg met de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed (RCE) per geval bekeken moeten worden of deze 100 meter afstand gehandhaafd moet worden.

Alle locaties van potentieel archeologisch belang worden weergegeven de afbeelding '*Locations of potential archaeological interest including Areas to be avoided.*' in de Engelstalige samenvatting. Alle locaties van potentieel archeologisch belang, inclusief een bufferzone van 100 m, worden in deze afbeelding weergegeven.

Als het niet haalbaar is om de gemelde magnetometer anomalieën te vermijden, is aanvullend onderzoek nodig om de archeologische waarde van de objecten die de anomalieën veroorzaken te bepalen.

Als vervolg op het huidige geofysische onderzoek wordt aanvullend gedetailleerd onderzoek naar UXO's uitgevoerd. De resultaten ter plaatse van de potentieel archeologische locaties te dienen archeologisch te worden beoordeeld. Indien uit de beoordeling blijkt dat een object/objecten niet van archeologische waarde is/zijn, kan de betreffende locatie worden vrijgegeven. De resultaten van dit onderzoek moeten als bijlage aan het onderhavig rapport worden toegevoegd.

Prehistorische landschappen en gerelateerde archeologische resten

Het onderzoek van seismische gegevens, vibrocore-beschrijvingen en CPT-logs heeft aangetoond dat een intacte, goed bewaarde sequentie van laat-Pleistocene en vroeg-Holocene landschappen lokaal langs de kabelroute bewaard kan zijn gebleven. Het is niet mogelijk om specifieke plekken aan te wijzen waar het Pleistocene landschap intact is. Daarom kan niet worden uitgesloten dat in een deel van het traject intacte, goed bewaarde prehistorische landschappen en daaraan gerelateerde archeologische resten worden aangetast door de installatie van de kabels. Vanwege de kleine omvang van laat-paleolithische en mesolithische kampplaatsen is het erg moeilijk om deze locaties op te sporen en in kaart te brengen. Maatregelen om verstoring van deze kampplaatsen te voorkomen vormen daarom geen optie.

De analyse van vibrocore-monsters biedt de mogelijkheid om belangrijke informatie te verkrijgen over de ontwikkeling van late-Pleistocene en vroeg-Holocene terrestrische en aquatische landschappen die worden doorkruist door de kabels. Geadviseerd wordt om specialistisch onderzoek uit te voeren. Dit onderzoek bestaat uit AMS 14C en/of OSL-dateringen, en de analyse van palynomorfen en microfossielen. De selectie van vibrocores en monsterintervallen moet, in overeenstemming met de Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie, worden opgenomen in een Plan van Aanpak. Voorgesteld wordt om vooral te richten op bemonstering met een groot interval op een beperkt aantal representatieve vibrocores.

Summary

Arcadis Nederland BV on behalf of TenneT TSO BV has contracted Periplus Archeomare B.V. to conduct an archaeological assessment of geophysical and geotechnical survey results of the export cable route Net op Zee Nederwiek 1.

A large quantity of survey data (*side scan sonar, magnetometer, multibeam echo sounder* and *subbottom profiling*) recorded within the survey corridor covering a total area of 489 km^2 have been analysed in order to conduct an archaeological assessment.

The current analysis of geophysical survey results is the second step in the AMZ-cycle, following the desk study. The purpose of this assessment is to test the desk study-based expectancy for archaeological remains in the area. The expectancy covers remains of shipping related objects (wrecks), airplanes from World War II and prehistoric settlements.

Within the surveyed area, an archaeological expectation was assigned to a total of 53 contacts. In accordance with the directive from the Cultural Heritage Agency of the Netherlands (RCE), no seabed disturbances should be carried out within 100 meters of each of the marked locations. If any activities will take place within 100 meters of a potential archaeological location, it will be examined on a case-by-case basis whether the 100 meters should be maintained in consultation with the Cultural Heritage Agency of the Netherlands (RCE). The listed side scan sonar contacts are considered to be of archaeological value until it is proven not to be through an additional assessment done by a certified archaeologist.

Along the Nederwiek 1 route, 6 of the sonar contacts fall within 100 meters of the route.

ID	E	N	Distance to the cable route (m)	Location
SSS_LOC_IJVM_40372	544298	5713143	12	Veerse meer
SSS_LOC_IJVM_40370	548023	5708143	16	Veerse meer
SSS_WIN_IJVM_60125	547506	5709051	19	Veerse meer
SSS_LOC_IJVM_40817	544969	5712546	57	Veerse meer
SSS_LOC_IJVM_40553	548641	5707654	72	Veerse Meer
SSS_LOC_IJVM_40812	545032	5712482	82	Veerse meer

Table 3. Potential archaeological contacts within 100 meters from route Nederwiek 1

Magnetic anomalies

At 87 locations magnetic anomalies with a peak-to-peak value over 500 nT have been mapped which cannot be related to known objects like pipelines or cables and may be of potential archaeological interest. The objects that cause these anomalies are not visible on side scan sonar or multibeam images and are therefore considered to be buried in the seabed. These objects could, apart from archaeological objects, include debris, UXO, lost anchors, et cetera. As long as the character of these objects has not been determined, the objects are considered to be of potential archaeological interest.

Along the Nederwiek 1 route, 15 of the magnetometer contacts fall within 100 meters of the route.

Anom_ID	Amplitude	Easting	Northing	Distance to the cable route(m)	Location
MAG_LOC_VM_406	1119,8	545790	5711942	2	Veerse meer
MAG_WIN_60151	708,3	544468	5715314	18	Veerse meer
MAG_LOC_VM_400	2437,9	548766	5707682	23	Veerse meer
MAG_LOC_VM_408	713,3	544378	5713045	25	Veerse meer
MAG_LOC_VM_400	559,4	549210	5707810	26	Veerse meer
MAG_LOC_VM_406	807,7	545936	5711811	38	Veerse meer
MAG_LOC_VM_400	1170,9	549197	5707819	39	Veerse meer
MAG_GVA_01029	3518,62	547291	5753400	39	North Sea
MAG_POS_50043	932,42	549962	5708186	46	Veerse meer
MAG_LOC_VM_408	570,5	544526	5712869	47	Veerse meer
MAG_LOC_VM_401	816	547976	5708277	50	Veerse meer
MAG_LOC_VM_400	753,9	548526	5707705	50	Veerse meer
MAG_LOC_VM_403	566,1	547217	5710468	75	Veerse meer
MAG_COB_02080	599,53	516229	5883008	94	North Sea
MAG_WIN_60192	839,8	544499	5715470	99	Veerse meer

Table 4. Potential archaeological magnetometer contacts within 100 meters from route Nederwiek 1

In accordance with the directive from the Cultural Heritage Agency of the Netherlands (RCE), no seabed disturbances should be carried out within 100 meters of each of the marked locations. If any activities will take place within 100 meters of a potential archaeological location, it will be examined on a case-by-case basis whether the 100 meters should be maintained in consultation with the RCE. The listed magnetometer contacts are considered to be of archaeological value until proven otherwise through an additional assessment by a certified archaeologist. All locations of potential archaeological interest are shown in figure 1.

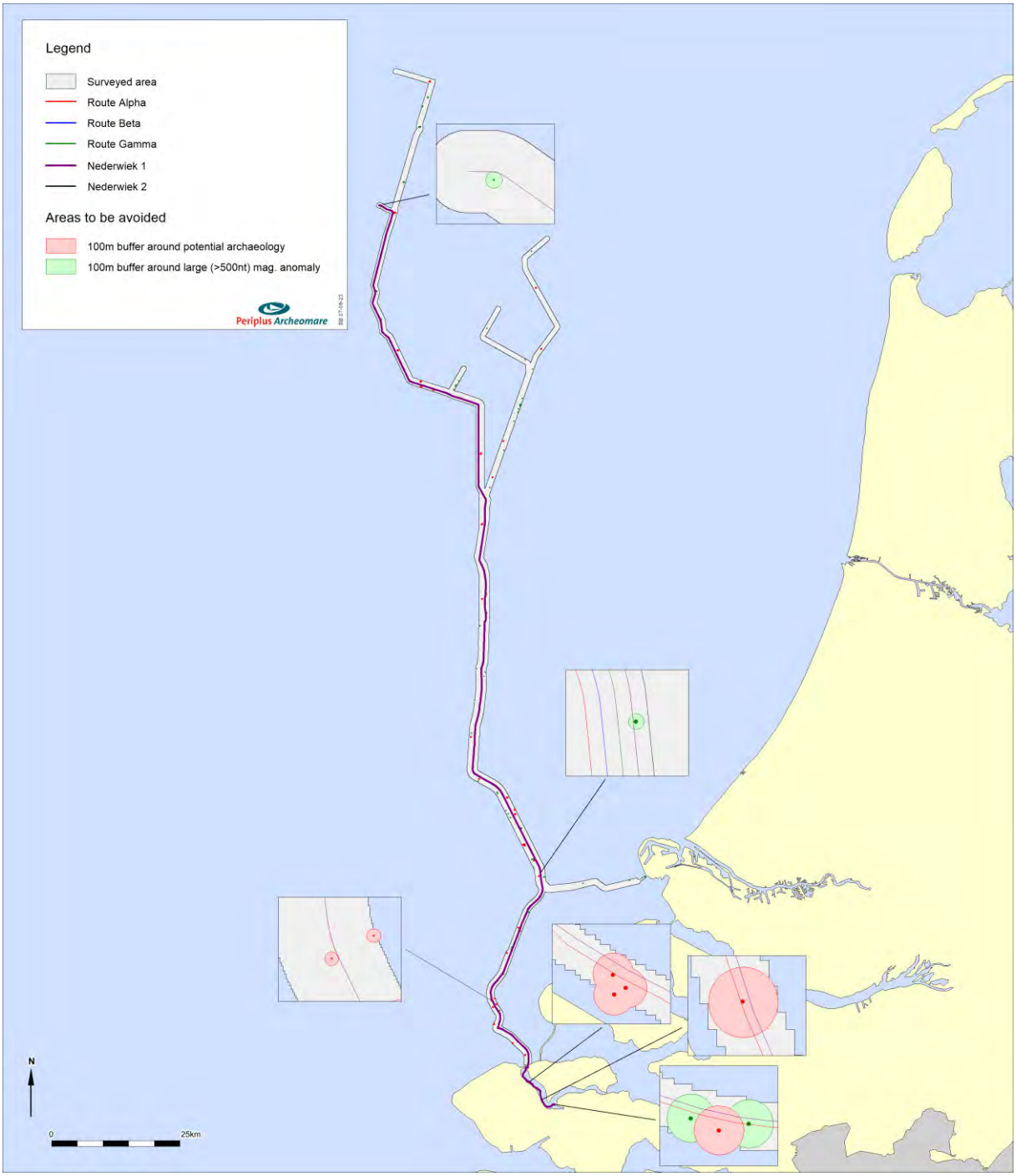


Figure 1. Advice - Sites to be avoided along the Nederwiek 1 route including a 100-meter buffer zone.

The buffer zone of 100 meters is a standard that applies to the protection of cultural heritage. However, this distance may be reduced if it can be substantiated that the applied disturbance has no effect on the archaeological object. For example, when no anchoring is used during cable lay operations the buffer zone can be decreased. The reduction of the distance has to be approved by Rijkswaterstaat (RWS). Rijkswaterstaat is the enforcing authority, acting on behalf of the Ministry of Economic Affairs and Climate Policy. The Cultural Heritage Agency of the Netherlands (RCE) acts as an advisor to Rijkswaterstaat.

If it is not feasible to avoid the reported *magnetometer* locations, additional research is required in order to determine the actual archaeological value of the reported locations. It is advised that the UXO research

within 100 meters of the *magnetometer* anomalies are carried out under archaeological supervision. Depending on the outcome of the UXO research it can be decided if additional archaeological investigation (for instance through ROV or dive investigations) is needed. If the UXO research indicates that the object has no archaeological value, the location can be omitted. The results of the UXO research will be published in an addendum.

Prehistoric landscapes and related archaeological remains

The assessment of seismic data, vibrocore descriptions and CPT-logs has shown that an intact well-preserved sequence of Late Pleistocene and Early Holocene landscapes could locally have been preserved along the cable route. It is not possible to specifically target the areas where the Pleistocene landscape is intact. Therefore, it cannot be excluded that in part of the trajectory intact well-preserved prehistoric landscapes and possible archaeological remains contained herein are affected by the installation of the cables. However, due to the small size of Late Paleolithic and Mesolithic campsites it is exceedingly difficult to trace and map these sites. Generally, these campsites do not exceed a few m^2. Therefore, it is not possible to take mitigating measures to prevent disturbance of sites.

The analysis of vibrocore samples offers an opportunity to gain valuable information on the development of Late Pleistocene and Early Holocene terrestrial and aquatic landscapes which are crossed by the cables. It is advised to conduct specialist research, including AMS ^{14}C age dating, pollen, diatom, foraminifera, and ostracod analysis. The designation of vibrocores and sample intervals shall, in accordance with the Dutch Quality Standard (Dutch: Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie) be documented in a Plan of Action. It is suggested to focus on a limited number of representative vibrocores, from which a large number of intervals are sampled, instead of selecting a large number of vibrocores from which a small number of samples are taken.

During the installation of the cables, archaeological objects may be discovered which were completely buried or not recognized as an archaeological object during the geophysical survey. We recommend archaeological supervision based on an approved Program of Requirements. Following this recommendation would prevent delays during the work when unexpectedly archaeological remains are found. In accordance with the Erfgoedwet, it is required to report those findings to the enforcing authority (Rijkswaterstaat). This notification must also be included in the scope of work.

1 Introduction

Arcadis Nederland BV on behalf of TenneT TSO BV has contracted Periplus Archeomare BV to conduct an archaeological assessment of geophysical and geotechnical survey results of the export cable route Net op Zee Nederwiek 1.

The surveyed area, covering 167 km^2, is located in the North Sea, north of Zeeland. The results of the assessment are supplemented with the geophysical and geotechnical survey results of the export cables route to the IJmuiden Ver Wind Farm Zone, so that the total research area amounts to 489 km^2.

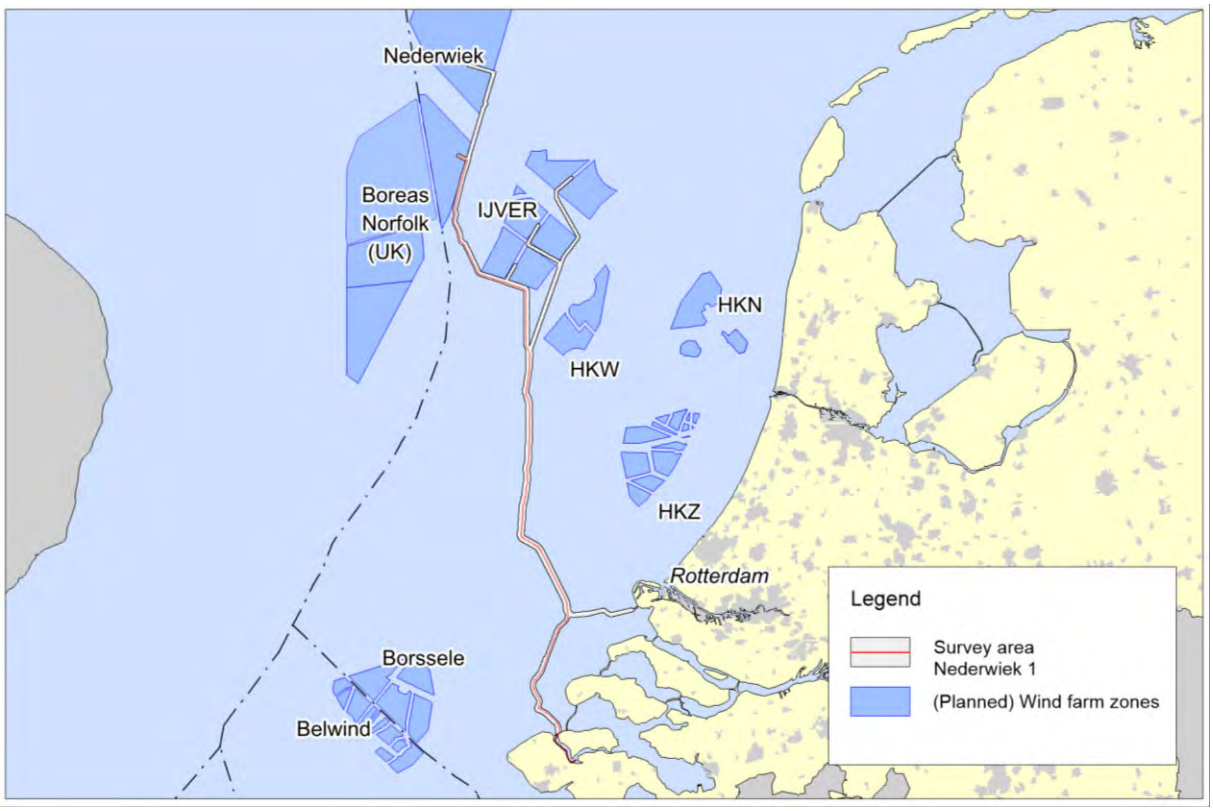


Figure 2. Location map of area of investigation

1.1 Background

The Netherlands has formulated ambitious objectives for reducing CO2 emissions, and related to that, producing sustainable energy. Offshore wind energy plays a prominent role in this policy, as laid out in the 2019 Climate Agreement. The North Sea is a favourable place for offshore wind energy because of the relatively shallow water depth and the favourable wind climate. Furthermore, there are good ports and (industrial) energy consumers nearby.

In 2019 offshore wind farms with a total capacity of approximately 1 gigawatt (GW) were operational in the Dutch part of the North Sea. In line with the Energy Agreement for Sustainable Growth (2013) in the years 2020-2023 approximately every year an offshore wind farm of 0.7 GW will be built in the Wind Farm Zones Borssele, Hollandse Kust (zuid) and Hollandse Kust (noord).

From 2024 to 2030, further out to sea offshore wind farms will follow to the west and north in (parts of) the Wind Farm Zones Hollandse Kust (west), Ten Noorden van de Waddeneilanden, IJmuiden Ver, and Nederwiek. In 2030 a total capacity of approximately 11 GW of offshore wind farms will be realized with a target production of 49 TWh as defined in the Climate Agreement. The wind farms then supply 8.5% of all energy in the Netherlands and 40% of our current electricity consumption.

In the Erfgoedwet[1] the protection of the archaeological heritage is embedded. Planned activities, such as the installation of a wind farm in the North Sea, may affect the archaeological values if present. If the remains are in jeopardy, there is a statutory obligation to conduct archaeological research. In line with this obligation an archaeological desk study has been carried out.

An archaeological desk study is the first step in the so-called *AMZ* cycle (Archeologische Monumenten Zorg). The *AMZ* cycle includes a description of procedures for subsequent phases of archaeological research to be performed in order to ensure the protection of archaeological heritage in the Netherlands.

The second phase of the *AMZ* cycle is an inventory archaeological field study. As a rule, this field study comprises a geophysical survey of the seabed. From July to December 2022 Next Geosolutions, Shore Monitoring and Research, and DEEP BV conducted a geophysical route survey combined with a geotechnical campaign.

The survey conducted was not primarily set to provide data to be used in the course of archaeological research. However, a scan of the raw survey data proves these data to be fit for an archaeological assessment as stated in the Program of Requirements[2].

The separate phases of the AMZ-cycle are embedded in the Dutch Quality Standard for Archaeology (KNA Waterbodems 4.1). This standard dictates a mandatory workflow for archaeologists. A detailed description of the different phases of archaeological research is included in appendix 4.

1.2 Intended cable laying operations

TenneT aims to keep the life cycle costs as low as possible when installing the cables. These costs include the financial costs for construction, management, and maintenance and for disposal, the costs for the environment and the costs of nuisance for other users of the sea. Cables are primarily protected from external threats such as towed gear and anchors by the ground cover on those cables. The seabed of the North Sea is constantly in motion. At the landfall of the cables, shedding occurs during storms, the profile of the coast and the sandbanks are constantly in motion and further out to sea, the cable routes traverse extensive areas with sand waves. Sand waves are a type of underwater dunes that can be several meters high, have a wavelength of several hundred meters and move several meters per year. If all this mobility of the seabed and of the landfall were not taken into account during the laying of the cables, a situation quickly arises during the use of the cables in which the ground cover no longer meets the requirements in places along the cable routes. Maintenance of the burial depth is then necessary. Until such maintenance is performed, the cable is exposed to an increased risk of damage from external threats. In order to keep

[1] De Erfgoedwet became effective on the 1st of July 2016.
[2] Van den Brenk and van Lil, 2021.

the life cycle costs as low as possible, TenneT has opted for a “bury and would like to forget” policy, whereby the mobility of the seabed is taken into account when determining the initial burial depth of the cables, without the cables being buried deeper than is strictly necessary.

In practice, this means that the cables on the landfall are buried between 5 and 8 meters deep, in order to be able to continue to meet the current requirements of the permits over their lifetime. The permits prescribe a permanent ground cover of 3 meters for that zone. Further out to sea, where the permits and TenneT's own policy prescribe a ground cover of 1.0 to 1.5 metres, the cables are buried in such a way that even after the migration of the sand waves in 40 years (lifespan of the cables) the ground cover still likely meets all requirements. For the areas where the cables are located in shipping routes or in the vicinity of shipping routes, there is a requirement of at least 1.5 meters of ground cover and in areas further away from the shipping routes a requirement of at least 1.0 meters of ground cover.

In order to be able to have this realized by the contractors who install the cables, TenneT defines, on the basis of seabed mobility studies, a so-called “Non-Mobile Reference Level” (NMRL) prior to the tender, which is a predicted location of the lowest seabed level for the life of the cables. In practical terms, this means that the cables in the valleys between the sand waves will be buried just over 1.0 – 1.5 meters, depending on the locally applicable requirement, and below the sand waves about as much deeper as the sand waves are high.

The available laying methods for cables at sea can be divided into dredging and burial. Burial can be divided into "simultaneous lay and burial" burial and "post lay burial" burial.

During dredging, a trench is dredged in the seabed prior to laying and/or burying the cables. The cable is then laid in that trench or buried in the bottom of that trench. The trench is filled with sediments after the cables have been laid and/or buried if this is necessary to meet the required burial depth after installation. When the cables are buried in the seabed after dredging to the required depth at installation, the dredged trench does not need to be backfilled with after installation to meet the burial depth requirements after installation. Dredging prior to cable installation is also used to reduce the influence of seabed mobility on the cable burial depth, for example by dredging mobile sand waves. In that case, the dredging prior to cable installation is called “pre sweeping”.

Burying the cable can be done at the same time as laying the cable. In that case there is talk of "simultaneous lay and burial". A cable can also first be laid on the seabed and then buried in the seabed in a separate working passage. This is called “post lay burial”.

There are various techniques for burying a cable in the seabed. In particular, the required burial depth, the composition and the strength of the sediments determine which technique can be used. In sand and less strong sediments, a cable with spray lances can be buried in the seabed. The seabed sediments are then loosened with water jets and the cable can be brought to depth. Burying cables in cohesive soils, such as heavier clay and peat, requires mechanical loosening of the sediment before the cable can be buried. A chain cutter or a cable plough pulled through the ground can be used for this.

1.3 Results desk study

In 2022 an archaeological desk study has resulted in specific information on the archaeological remains which are to be expected within the proposed cable corridor. The study has shown that (remains of) shipwrecks, WWII plane wrecks and prehistoric remains are to be expected in the area[3].

1.4 Objective

The purpose of the archaeological assessment is to test the desk study-based expectancy for archaeological remains in the area. The expectancy covers remains of shipping related objects (wrecks), airplanes from World War II and prehistoric settlements.

The goals set for this assessment are:

- To determine the historical or archaeological value of contacts found in the geophysical survey;
- The validate the locations of known wrecks;
- Assess the prehistoric landscape based on the seismic data and geotechnical results.

The requirements for the archaeological assessment are defined in a Program of Requirements (Dutch: PvE)[4].

1.5 Research questions

For the archaeological field study, the following research questions have been defined in the Program of Requirements:[5]

<u>Primary question:</u>

- *Are any archaeological remains present within the Area of Interest and to what extent are these remains traceable?*

<u>With respect to side scan sonar, magnetometer and multibeam survey:</u>

- *Are there any phenomena visible on the seabed? If so: What is the description of these phenomena? Do these phenomena have a man-made or natural origin?*
- *If these phenomena can be designated to be man-made: What classification can be attached?*
- *If these phenomena can be classified as archaeological: Is it possible to interpret the nature of the archaeological objects?*
- *If these phenomena can be identified as natural: What is the nature of these natural phenomena? Based on the acoustic image is it possible to designate zones of high, middle, or low activity on the seabed? If so: How can these zones be interpreted?*

[3] Van den Brenk, van Lil and Cassée 2022.
[4] Van den Brenk and van Lil, 2022
[5] Van Lil, van den Brenk and Cassée, 2021.

General:

- *What is the relation between the observed objects and the topography of the seabed? Based on this relationship can risk-prone areas be marked selectively? Risk-prone areas are areas where the probability of archaeological remains is considered to be high.*
- *If no acoustic phenomena can be observed: Are there any clues that this is a consequence of either natural erosion, sedimentation, or human interference?*

With respect to subbottom profiler- and sampling:

- *Based on seismic profiles and geotechnical data is it possible to map the Pleistocene landscape? If so: Can the expected buried Pleistocene units / landscapes be identified in the seismic data?*
- *What is the depth of the Pleistocene landscapes with respect to the present seabed and LAT? From Pleistocene to Holocene deposits is the transition gradual or instantaneous (erosive)?*
- *Can buried infilled channels be observed? If so: What are the characteristics of the channel structures in terms of spatial distribution (width, depth, shape, size), the composition of the channel filling, stratigraphic position, and age.*
- *Has peat / or clay been observed? If so: What is the spatial distribution (depth, extent), stratigraphic position and age of these deposits?*
- *Can zones be identified where prehistoric settlement remains can be expected? If so: Could these expected settlement remains be affected by the installation of the cables based on their vertical position related to the seabed?*
- *Are there any indications observed on the seismic profiles for the presence of buried (man-made) objects? If so: Based on the presence of buried objects and its correlation with side scan sonar, magnetometer and multibeam data can something be said about the nature of these buried objects?*

2 Methodology

2.1 Introduction

As part of the preparations for the cable-lay operation a geophysical and geotechnical survey has been carried out by Next Geosolutions, Shore Monitoring and Research, and DEEP BV in the period July to December 2022. The objectives and the general outcome of the survey activities including the minimum technical, functional, and procedural requirements are described in the survey report[6].

The following methods have been deployed:

- side scan sonar (SSS);
- magnetometer (MAG);
- multibeam echo sounder (MBES);
- backscatter (BS);
- high resolution sub-bottom profiler (SBP);
- Vibrocores and grab sampling.

The results of the survey activities have been recorded in reports, listings, drawings, and images. The input for the archaeological assessment consists of the deliverables listed in table 5.

SSS	- event listings containing all contacts observed - georeferenced images of all contacts observed - mosaic files of all contacts listed
MAG	- event listings containing all anomalies observed
MBES	- validated *multibeam* XYZ point cloud dataset
SBP/UHR	- representative subbottom profiles - seismic unit XYZ grid data
Report	- survey reports

Table 5. Data used for the archaeological assessment

[6] Next Geosolutions 2023, document TTB_07578, see appendix 5.

2.2 Geophysical and geotechnical surveys

Geophysical surveys took place between July and December 2022 using the MPSV Levoli Cobalt, SHORE Possibility, SHORE Presence, and DEEP's SV Breaker. An overview of the survey campaign and the employed survey methods is presented in the table below.

Region	Survey Type	Vessel	Survey		Survey Methods
			Start	End	
Offshore	Geotechnical	MPSV levoli Cobalt	08-07-2022	25-08-2022	Vibrocore, Cone; Penetration Test (CPT); Grab Sampler
Offshore	Geophysical	MPSV levoli Cobalt; DEEP's SV Breaker	26-08-2022	28-12-2022	Multibeam (MBES); Sub Bottom Profiler (SBP); Side Scan Sonar (SSS); Magnetometer
Nearshore	Geophysical	SHORE Presence; DEEP's SV Breaker	10-08-2022	14-09-2022	Multibeam (MBES); Sub Bottom Profiler (SBP); Side Scan Sonar (SSS); Magnetometer
Tidal zone	Geophysical	SHORE Possibility	01-08-2022	07-08-2022	Multibeam (MBES); Sub Bottom Profiler (SBP); Side Scan Sonar (SSS); Magnetometer
Beach	Geophysical	Not applicable	12-09-2022	12-09-2022	Magnetometer

Table 6: Overview of the survey campaigns and the employed survey methods.

195 geotechnical locations were investigated during the geophysical surveys. All locations comprised a Vibro Core (VC) and Cone Penetration Tests (CPT).

Details about the geophysical and geotechnical surveys can be found in the Integrated Geophysical & Geotechnical Report in Appendix 5.

2.3 Known objects

Next Geosolutions has summarized the *side scan sonar* contacts and *magnetometer* anomalies encountered within the survey area in detailed event listings. From different databases the occurrence of objects within the area is known, as described in the desk study[7]. The contacts included in the survey event listings are compared with the database objects in the area. For this comparison four different datasets are used:

- The Hydrographic Service database (hereafter referred to as Nlhono database);
- The Rijkswaterstaat SonarReg database (hereafter referred to SR database);
- The Dutch Cultural Heritage Agency database ARCHIS;
- The Dutch Nationaal Contact Nummer database (hereafter referred to as NCN);

[7] Van den Brenk, van Lil and Cassée 2022.

The National Contact Number (NCN)

The NCN database combines the data from three governmental databases:

- The wrecks register from the Hydrographic Service of the Royal Netherlands Navy;
- The SonarReg object database of Rijkswaterstaat;
- The ARCHIS database (the official archaeological database of the Ministry of Cultural Heritage)

The permission for the use of the NCN database for the analysis was granted by the owner (Rijkswaterstaat Sea and Delta).

- The NCN database contains all basic information (E, N, and description) of the Nlhono, SR and Archis databases. More detailed information is gathered through the other datasets.

In addition to shipwrecks information on contacts referred to as 'foul' or 'obstruction' is included. From these objects the origin is not always known, but information on the location, dimensions and other valuable information is listed. Besides the databases other sources containing information on wrecks and historic finds are consulted for comparison with the survey results.

All known data is combined and plotted in a GIS. In this way an overview is made of the areas in which archaeological remains are present or to be expected. The known contacts are a reference framework for the assessment of data recorded during the route survey.

2.4 Archaeological assessment of survey data

The geophysical and hydrographic survey techniques employed include *side scan sonar* (SSS), *magnetometer* (MAG), *multibeam* (MBES), and high resolution subbottom profiling (SBP). The natures of those methods differ, with coherent strengths and weaknesses.

Table 7 provides a summary of the objective(s) the methods employed and the nature of those methods in terms of seabed penetration and coverage. Data are cross correlated because the methods are complementary. E.g., *multibeam* data can aid in the interpretation of a *side scan sonar* contact by providing information on its height with respect to the surrounding seabed, the occurrence of scouring next to the contact, and the accuracy and precision of the object. CPT's and borehole data can aid in the determination of geological units from seismic strata.

Method	Objective	Seabed		Accuracy and Precision	Cross Correlation
		Penetration	Coverage		
SSS	Identification of outcropping objects; seabed classification	No	Full	High	MBES / MAG
MBES	Charting of seabed morphology; identification of scours	No	Full	Very high	SSS
MAG	Identification of magnetic anomalies induced by ferromagnetic objects	Yes*1	Full*2	Accuracy = high Precision = poor*3	SSS
SBP	Identification of seismic strata and buried objects such as pipelines, cables, and boulders	Yes	No Profile data beneath sailed line	High	BH/VC/CPT*4 MAG
BH/VC/CPT*5	Determination physical properties of sediments and lithostratigraphy	Yes, max. pen.: BH 10 m VC 6 m CPT 11 m	No Point location	High	SBP

Table 7. Characteristics of geophysical and geotechnical methods employed

*1 detection dependent on size of the ferromagnetic object, depth of burial, height of *magnetometer* above the seabed and distance cross course

*2 distant objects or deeply buried objects can be missed.

*3 precision: perpendicular to ship heading = ½ * spacing of sailed lines
parallel to ship heading = appr. 1m.

*4 interpretation of geology through correlation of seismic data with VC and CPT-data, and data from the DINO database.

*5 borehole sampling was only carried out onshore.

Side scan sonar (SSS), multibeam (MBES) and magnetometer (MAG)

With *side scan sonar* all objects and structures on the seabed can be made visible. Seabed sediment of different composition can be distinguished by their characteristic reflection. *Multibeam* images reveal the morphology of the seabed. Large objects and scouring can be mapped. Smaller objects, like thin cables, or flat objects lying on the seabed often are impossible to identify in *multibeam* images.

The strength of *side scan sonar* resides in the ability to visualize (relative) differences in reflectivity of seabed sediments and exposed objects. Variations in seabed composition cannot be observed in *multibeam* data unless those variations are accompanied by morphological changes. This also applies for objects which are barely elevated above the seabed. Another strength of *side scan sonar* is full coverage accomplished with a limited amount of survey lines. A limitation of *side scan sonar* is that buried objects cannot be found with this technique.

The strength of *multibeam* lies in the high accuracy and high precision images of the seabed morphology the technique provides. Sand waves and current ripples can clearly be observed in *side scan sonar* data, but the height of those sedimentary structures can far better be established by means of *multibeam*.

However buried objects generally cannot not be traced with *multibeam*, scours caused by shallowly buried objects can lead to the identification of buried objects.

In this study *side scan sonar* and *multibeam* data were combined in the identification of objects which are of potential archaeological interest. The listing of potential archaeological objects is considered to be complete as far as it concerns exposed objects, although the presence of buried non-ferro-magnetic archaeological objects or objects which erroneously have been labelled as non-archaeological, can never be fully excluded.

Magnetometer contacts are identified by the presence of ferro-metallic objects which induce an anomaly in the earth magnetic field. These objects can be buried or lying on the seabed. Unlike *side scan sonar* and *multibeam* the contacts are tagged at the sailed survey line. The actual object can be located at both sides of the survey line. The precision parallel to the run line is in the order of one meter.

The strength of a *magnetometer* lies in its ability to trace buried objects if those objects are ferro-magnetic. The technique provides a strong tool in mapping continuous linear structures like buried cables and pipelines. Also, an indication of the presence and distribution of isolated ferro-magnetic objects in an area of investigation is obtained.
An important limitation of the *magnetometer* is the poor accuracy of the positions of the objects found. An object has to be boxed in by sailing additional lines with a *magnetometer* to pinpoint the location of the object. Further, the measured amplitude of a magnetic anomaly is dependent on the interaction of different parameters, such as the size of the object, the depth of burial, the height of the *magnetometer* above the seabed and the distance cross course. Because of this it is very hard to establish the size of the object which caused the anomaly. Thirdly buried objects cannot be seen. Therefore, it is not possible to identify the nature of the buried object.

The listing of *magnetometer* anomalies is expected to be complete as far as it concerns large ferro-magnetic objects. Due to the line spacing it cannot be excluded that especially small distant or shallow buried objects have been missed.

Next Geosolutions processed their survey data and produced detailed event listings of the *side scan sonar* and *magnetometer* contacts encountered within the survey areas.

In the course of this archaeological assessment a selection is made based on the dimensions of the reported contacts. All contacts have been assessed, and the fraction of contacts larger than or equal to four (4) meter is looked into in more detail, because these objects are considered to be more likely to be related to wreck sites than the smaller contacts. This choice is based on best professional judgment and not prescribed by legislation or the KNA. Purpose of this analysis is to identify contacts that could reflect potential archaeological sites.

This is done by analyses of:

- *side scan sonar* images included in the survey report and digital deliverables;
- *multibeam*-data (xyz-files);
- values of magnetic anomalies reported in the survey reports;
- comparison of *side scan sonar* and *magnetometer* contacts;

The *side scan sonar* images are scanned in order to define potential archaeological sites. A selection of contacts was made of contacts to be studied in detail. The geological constellation and seabed morphology of the area are taken into account as outcrops of geological strata and sedimentary structures can lead to (apparent) anomalies in the *side scan sonar* record. The interpretation and selection of *side scan sonar* contacts is based on best professional judgment. If desired or needed the exact nature of the contacts observed can be established with certainty through the execution of additional research by means of a ROV or divers in a following phase.

Subbottom profiler (SBP), vibrocores (VC) and cone penetration tests (CPT)

Next Geosolutions has acquired and processed shallow seismic data using a sub-bottom profiler (SBP). The processing involved an analysis of subbottom profiles and the identification and tagging of the observed seismic strata and buried objects indicated by refraction hyperbola. For this archaeological assessment the seismic strata have been interpreted and translated into lithostratigraphic units by Periplus Archeomare.

The seismic data have been used by Next Geosolutions to target specific locations for the geotechnical survey. The vibrocore and CPT locations are primarily chosen to obtain insight in the geological phenomena that could affect the cable lay operations. Periplus Archeomare was not involved in the selection of vibrocore and CPT locations. Therefore locations which could be of geo-archaeological interest have not specifically targeted. Fortunately, geological phenomena which are of interest for the cable lay operations, such as the occurrences of peat, clay, boulders, and channel infills, also are the locations one would select for geo-archaeological research.

The vibro-coring activities have been carried out at both the nearshore and offshore sector of the project.

Data from the DINO-database, TNO grid data of lithostratigraphic units, VC-logs and CPT-logs have been used as a reference framework of the geological constellation along the cable routes.

2.5 Data Analysis

Side scan sonar (SSS), multibeam (MBES) and magnetometer (MAG)

The first step in the data analysis is to cross-reference known objects within the surveyed area with the survey data. For the comparison the results of the desk study and the survey datasets were used. All the known objects were projected in a GIS together with the survey data.

For the cross-reference we have assumed that all present possible contacts and anomalies have been reported and described by the survey contractor. The raw data was only used, when available, to verify the description of found objects and anomalies as reported.

The positions of the interpreted contacts from the different surveys were compared with the positions of the known objects collected from the databases. Besides that, all the positions of both the survey contacts and the known objects were plotted on the high resolution *multibeam* grid to visualize the morphological influence of the presence of these objects. This assisted in the determination of possible archaeological value of the present remains. If an object had a potential archaeological value, the description of the object was finalized.

Besides the objects detected from the *side scan sonar* survey also the *magnetometer* contacts were plotted on the high resolution *multibeam* grid. For the *magnetometer* contacts that corresponded with the *side scan sonar* contacts within 50 meters of each other, these contacts were considered to be related. When at the position of the *magnetometer* anomaly no visible object was recognized the size of the anomaly was leading. If the magnetic anomaly of a contact is more than 500 nT (nano-Tesla) then it is stated that the contact could possibly be of archaeological value. All the *magnetometer* contacts above 500 nT but within 25 meters of the existing cable and pipeline routes are exempt for further investigation. It has to be stressed that within this assessment no distinction can be made between anomalies related to possible archaeological objects or anomalies related to (for example) unexploded ordnance (UXO's).

An archaeological assessment has been undertaken for all visible contacts. This interpretation is based on best 'professional judgment'.

Subbottom profiler (SBP)

The interpreted seismic data have been assessed in order to test the archaeological expectation with respect to intact prehistoric landscapes and possible related archaeological remains in the area. The archaeological desk study has resulted in the identification of lithostratigraphic units which could contain archaeological levels. The seismic images included in the Next Geosolutions Survey report have been used to get an insight into both the lateral and vertical distribution of the lithostratigraphic units and the expected archaeological levels herein. The seismic data have been correlated with information of the subsurface, including available geological data and newly obtained information from vibrocore analysis in order to test the desk study based archaeological expectation. An important factor included in the assessment is the integrity of layer boundaries because erosion by natural processes poses a significant threat to archaeological levels. Based on the assessment sections of the cable routes which are expected to contain intact prehistoric landscapes are identified. The results are reviewed in the context of the activities planned in order to predict possible influence on the potential archaeological remains.

In summary, it can be stated that the collected geophysical data meets the requirements set out in the program of requirements and are suitable for an initial archaeological analysis.

Execution

The analysis was executed from March to April 2023 by R. van Lil and S. van den Brenk (both KNA senior prospector) and R.W. Cassée (KNA Archaeologist Ma specialism Waterbodems). The analysis is carried out according to specifications set up within the Dutch Quality Standard for Archaeology (*KNA Waterbodems 4.1; protocol 4103*).

2.6 Used Sources

The following sources were used for the analysis:

- Survey data Next Geosolutions, original survey data and reported interpretations;
- Archaeological desk study Periplus (22A027-01);
- ARCHIS database Cultural Heritage Agency;
- Archeomare Database;
- Nlhono database Hydrographic Service of the Royal Netherlands Navy;
- Wrecksite.eu;
- Database, Nationaal Contact Nummer (NCN).

For a complete list of used sources and literature see the reference list at page 56.

Italic written words are explained in the glossary at page 55.

3 Results

3.1 Seabed bathymetry and morphology

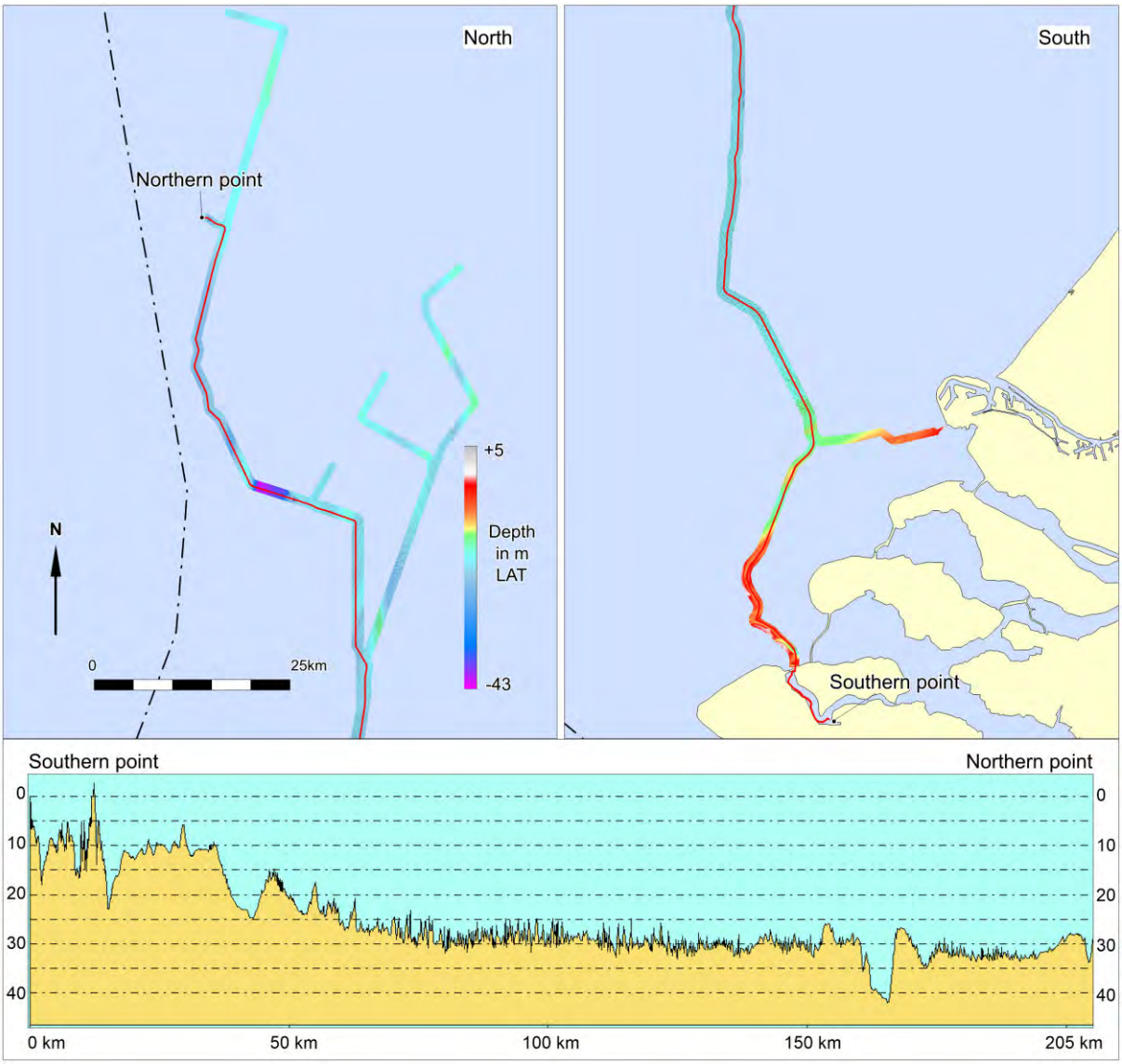


Figure 3. Bathymetry Nederwiek 1 route based on the multibeam recordings (source data: Next Geosolutions)

Based on the 2022 survey data the water depth within the research area varies from 0 to 42.8 m LAT, with an average of 26.1 m LAT.

Seabed morphology

The southern part of the offshore route is dominated by tidal ridges with a relative height of 20 meter. Along the northern part of the route, sand waves occur with a height up to 4 meters and a wave length between 150 and 350 meters. These waves have a WNW – ESE orientation and are known to migrate northwards with a speed of several meters per year[8]. Superimposed on these dunes mega current ripple bed have formed with a height up to 1 meter.

[8] Van Heeteren, 2010

3.2 Known objects: As Found positions versus database positions

Note: the results presented in the next paragraphs apply to the total surveyed area. The final impacts on the Nederwiek 1 route are summarized in chapter 5.

Based on the desk study 143 objects are known within the survey area. These objects include a (maximum) total of 21 (remains of) shipwrecks. It is possible that some of these object entries are duplicates. This is due to differences and overlaps of the different databases.

The SSS contacts and MAG anomalies encountered during this survey have been stored in event listings. The positions of the contacts and anomalies in these listings are compared with the theoretical positions of objects in the NCN database. In order to conduct this comparison all SSS contacts and MAG anomalies found within a range of 50 meters around the database locations are selected.
The outcome of this comparison can be:

- The As Found position of a shipwreck agrees with the database position of a known wreck;
- The As Found position of a contact agrees with the position of a contact listed in the database, but the interpretations do not match;
- The As Found position of a shipwreck is not in agreement with the database position of a known wreck;
- A wreck listed in the database has not been found;
- A new wreck has been found.

A summary of the As Found- versus Not Found known objects is presented in the table below.

Known Objects	Archaeological Expectation			Total
	Yes	No	Unknown	
Found	7	32	17	**56**
Not Found	5	19	30	**54**
Total	**12**	**51**	**47**	**110**

Table 8. Summary of known objects

Note: several known objects have not been found while they fall outside the surveyed area. This is because the initial investigated area for the desk study was much larger.

3.3 Side scan sonar

Next Geosolutions has identified 14321 *side scan sonar* contacts within the survey area. The classification is listed in the table below.

Classification	Survey area		Total
	Alpha, Beta Gamma	NW1&2	
Buoy Anchor	27	-	27
Buoy	3	1	4
Benthic Mud and Detritus	632	-	632
Exposed cable	6	-	6
Debris Anchor	-	5	5
Debris Cable	181	2	183
Debris Fish Net	5	1	6
Debris Linear	694	90	784
Debris Metallic	54	1	55
Debris Other	4045	503	4548
Debris Wire	27	17	44
Natural Feature	5701	2162	7863
Other	3	15	18
Pipeline	13	4	17
Seabed disturbance	16	-	16
Wreck	19	4	23
Total	**10758**	**4**	**14231**

Table 9. Classification of side scan sonar contacts by Next Geosolutions

58 contacts match known NCN objects. The remaining *side scan sonar* contacts and images have been scanned and checked for the presence of potential archaeological contacts. This is done by analyses of:

- *Side scan sonar* images included in the survey report and digital provided data;
- *Multibeam*-data (0.3m grids and xyz-files);
- Comparison of *side scan sonar* and *magnetometer* contacts.

Apart from the survey data studied the geological constellation and seabed morphology of the area are taken into account as outcrops of geological strata and sedimentary structures can lead to (apparent) anomalies in the *side scan sonar* record.

All contacts larger than four meters are examined in detail, because these objects are considered to be more likely to be related to wreck sites than the smaller contacts. This choice is based on best professional judgment and not prescribed by legislation or the KNA. Purpose of this analysis is to identify contacts that could reflect potential archaeological sites. This selection of large contacts comprises a total of 523 contacts. After examinations, 53 contacts were classified as objects with an archaeological expectation. A summary of the outcome of the detailed inspection of selected contacts is presented in the table below.

	Arch. Expectation			
Interpretation PPA	**No**	**Medium**	**High**	**Total**
Buoy	1	-	-	1
Debris	47	-	-	47
Geology	3	-	-	3
Natural feature	165	-	-	165
Piece of cable	60	-	-	60
Pipeline	3			3
Seabed disturbance	126	-	-	126
Shell bed	22	-	-	22
Unknown object	40	-	-	40
Wreck	-	8	15	23
Wreck remains	3	17	13	33
Total	**470**	**25**	**28**	**523**

Table 10. Results of the assessment of selected side scan sonar contacts

A total of 53 contacts are classified as objects with a medium (25) to high (28) archaeological expectation. Contacts with a high expectation are clear larger ship wrecks or wreck remains. Contacts with a medium expectation are smaller possible wreck remains or small wrecks which are probably recent. A complete listing of the contacts is presented below.

ID	Classification Next	Easting	Northing	Depth	NCN	Classification PPA
933	Debris linear	535914	5806494	-31.2	-	Possible wreck remains
1403	Debris other	536762	5807461	-30.0	13903	Possible wreck remains
1488	Wreck	533775	5779687	-29.2	2869	Wreck
1724	Debris other	535351	5771480	-28.1	-	Wreck remains
1903	Debris other	543918	5758747	-26.6	-	Wreck remains
1906	Debris other	543999	5758712	-25.3	-	Wreck remains
1933	Debris linear	544136	5758591	-27.4	-	Wreck remains
1948	Debris other	544209	5758751	-24.5	382	Wreck
1954	Wreck	544260	5758544	-25.7	-	Wreck
2060	Debris metal	546040	5755589	-23.7	-	Possible wreck remains
2298	Wreck	546976	5752572	-24.6	364	Wreck
3110	Debris other	537985	5830159	-25.8	-	Possible wreck remains
3149	Debris linear	540080	5837238	-32.0	-	Possible wreck remains
10053	Wreck	535976	5821101	-29.8	2810	Wreck
10059	Wreck	535882	5821036	-30.5	-	Possible wreck remains
10078	Debris other	535768	5834877	-27.9	-	Possible wreck remains
10083	Wreck	535656	5834718	-24.8	2081	Wreck
27085	Debris linear	540790	5737641	-22.2	-	Possible wreck remains
28022	Debris linear	543281	5741924	-24.4	-	Wreck remains
28068	Debris linear	543025	5742529	-22.1	-	Possible wreck remains
28228	Wreck	543296	5741910	-24.3	-	Wreck
40370	Wreck	548023	5708143	-15.1	-	Wreck, recent
40372	Wreck	544298	5713143	-16.3	-	Wreck, recent
40465	Wreck	544976	5712448	-9.5	-	Wreck, recent
40530	Debris linear	546499	5711248	-10.6	-	Possible wreck remains
40531	Debris linear	546471	5711261	-11.4	-	Wreck remains
40553	Debris other	548641	5707654	-8.7	-	Possible wreck remains

ID	Classification Next	Easting	Northing	Depth	NCN	Classification PPA
40812	Debris linear	545032	5712482	-8.8	-	Possible wreck remains
40817	-	544969	5712546	-9.4	-	Wreck remains
42231	Wreck	544305	5717781	-4.9	1670	Wreck
43101	Wreck	538996	5722986	-11.9	-	Wreck
43103	Wreck	541871	5720092	-13.9	-	Wreck
60125	Debris linear	547506	5709051	-13.8	-	Possible wreck remains
65017	Wreck	538034	5727082	-0.4	9339	Wreck
440161	Debris linear	538263	5723739	-10.4	-	Possible wreck remains
450041	Wreck	538796	5727655	-9.1	-	Wreck
450063	Wreck	537778	5728407	-9.0	-	Wreck
450128	Wreck	538786	5727670	-7.7	9316	Wreck
450153	Wreck	538420	5728758	-7.4	192	Wreck
2140014	Debris other	547442	5855149	-30.5	-	Possible wreck remains
2150001	Wreck	546418	5867040	-25.8	-	Possible wreck remains
2150002	Wreck	546385	5867084	-25.9	-	Possible wreck remains
SSS_BRK_11012	Debris Linear	540808	5767868	-27,7	-	Possible wreck remains
SSS_BRK_11020	Debris Other	542369	5764697	-28,5	-	Possible wreck remains
SSS_COB_00438	Debris Other	526488	5847207	-35,1	-	Possible wreck remains
SSS_COB_00461	Debris Linear	524100	5847759	-40,7	-	Possible wreck remains
SSS_COB_00463	Debris Other	524040	5848843	-40,5	-	Possible wreck remains
SSS_COB_00536	Debris Other	519571	5854937	-34,0	-	Possible wreck remains
SSS_COB_02273	Debris Fish Net	525796	5907245	-27,8	-	Possible wreck remains
SSS_BRK_11019	Wreck	542324	5765516	-25,1	24	Wreck
SSS_COB_00642	Wreck	518981	5881679	-27,7	1211	Wreck
SSS_COB_00655	Wreck	518956	5881687	-27,2	1211	Wreck
SSS_COB_00654	Wreck	518972	5881684	-27,2	1211	Wreck

Table 11. Listing of sites with an archaeological expectation

Detailed description and images of the contacts are presented in Appendix 1. A number of representative examples are presented on the next pages.

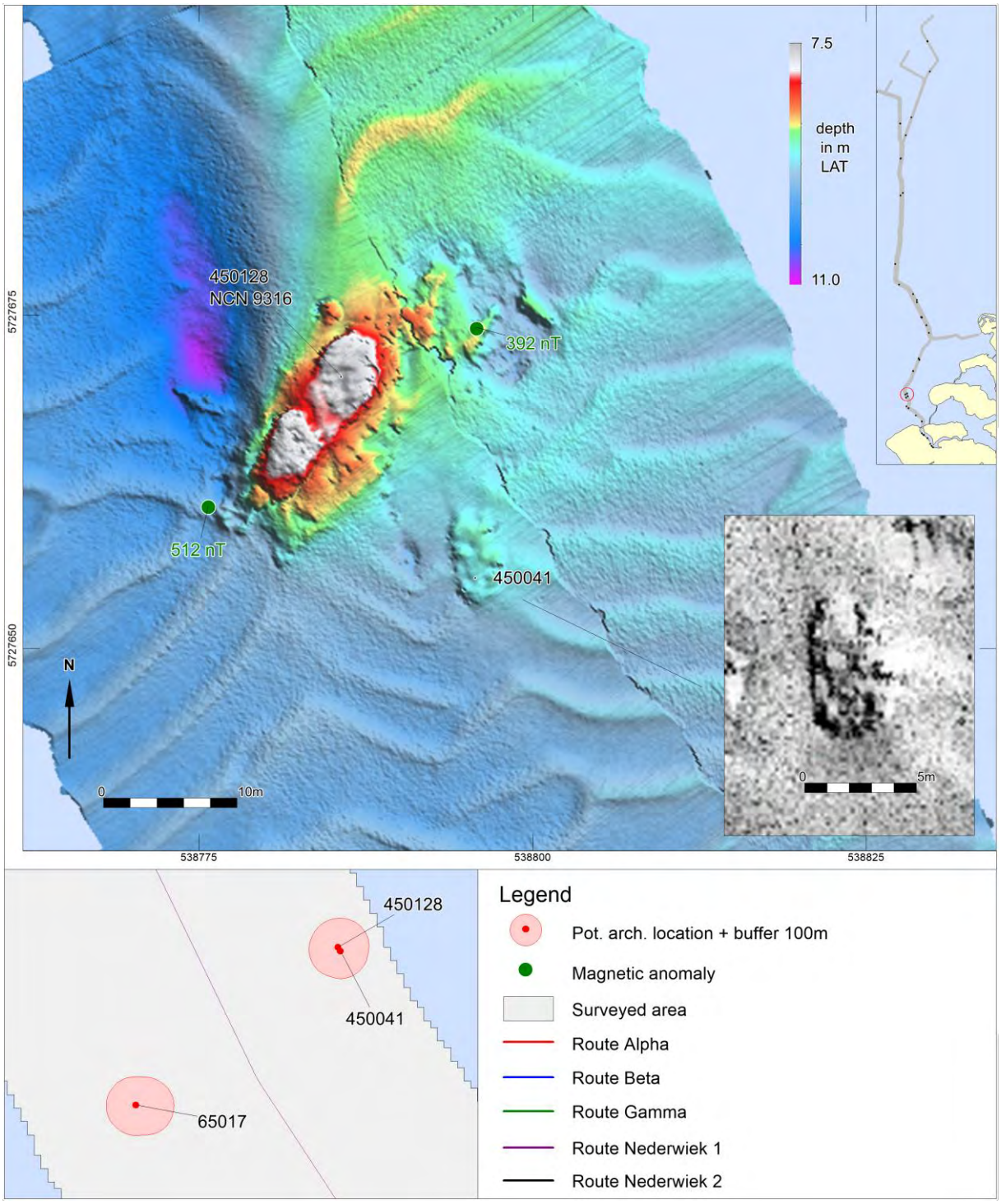


Figure 4. Example of contacts 450041 and 450128

Contact 450128 represents the site of NCN 9316, a historic wreck with toponym *Schouwen Banjaard 1* The site is known at RWS under "spot at point 11, three-master". According to sports divers the cargo consists of rolls of iron of 60-70 cm length. Ten meters south of the wreck a smaller oval object is clearly visible (contact 450041) which might be the remains of a small wreck, possibly a dinghy or skiff. The site has been recorded before in 2020 with side scan sonar and multibeam[9].

[9] Van den Brenk and van Lil, 2021

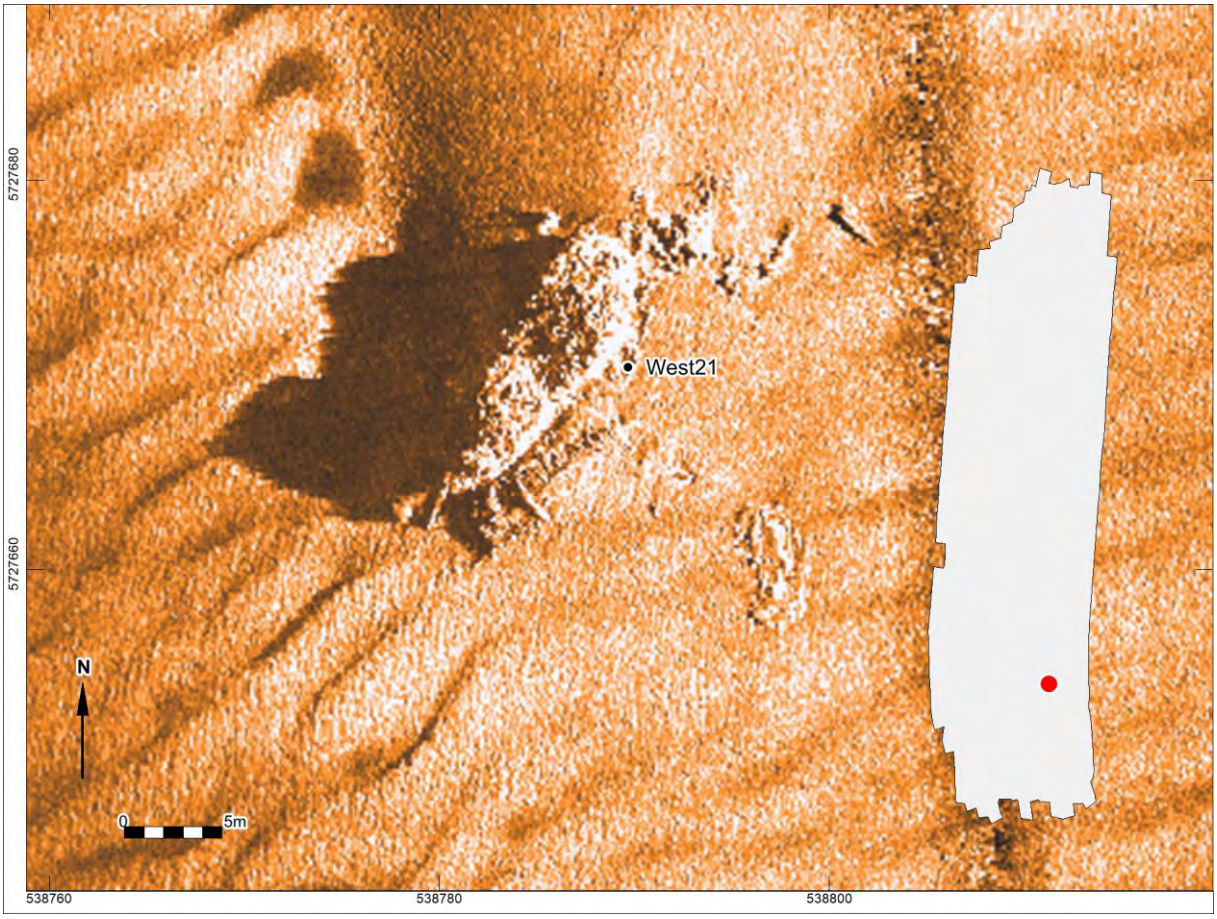


Figure 5. Sonar image of NCN 9316 during the 2020 survey

Magnetic anomaly 65017 represents the site of the *SS Rival*. This was a German steam freighter, on its way from Kiel (Germany) to Gent (Belgium) with a cargo of flax and hemp. It stranded on the *Banjaard* on 7-12-1886. Divers reported in 1887 that the wreck, laying at a depth of seven meters was buried in sediment[10]. During a 2020 survey, the water depth at the location was to 2.6m LAT, and in the 2021 survey the water depth was reduced to only 0.3 meter. Side scan sonar images do not show any signs of the wreck at the seabed surface, but large magnetic anomalies pints out the location of the wreck (see figure below).

[10] Marhisdata

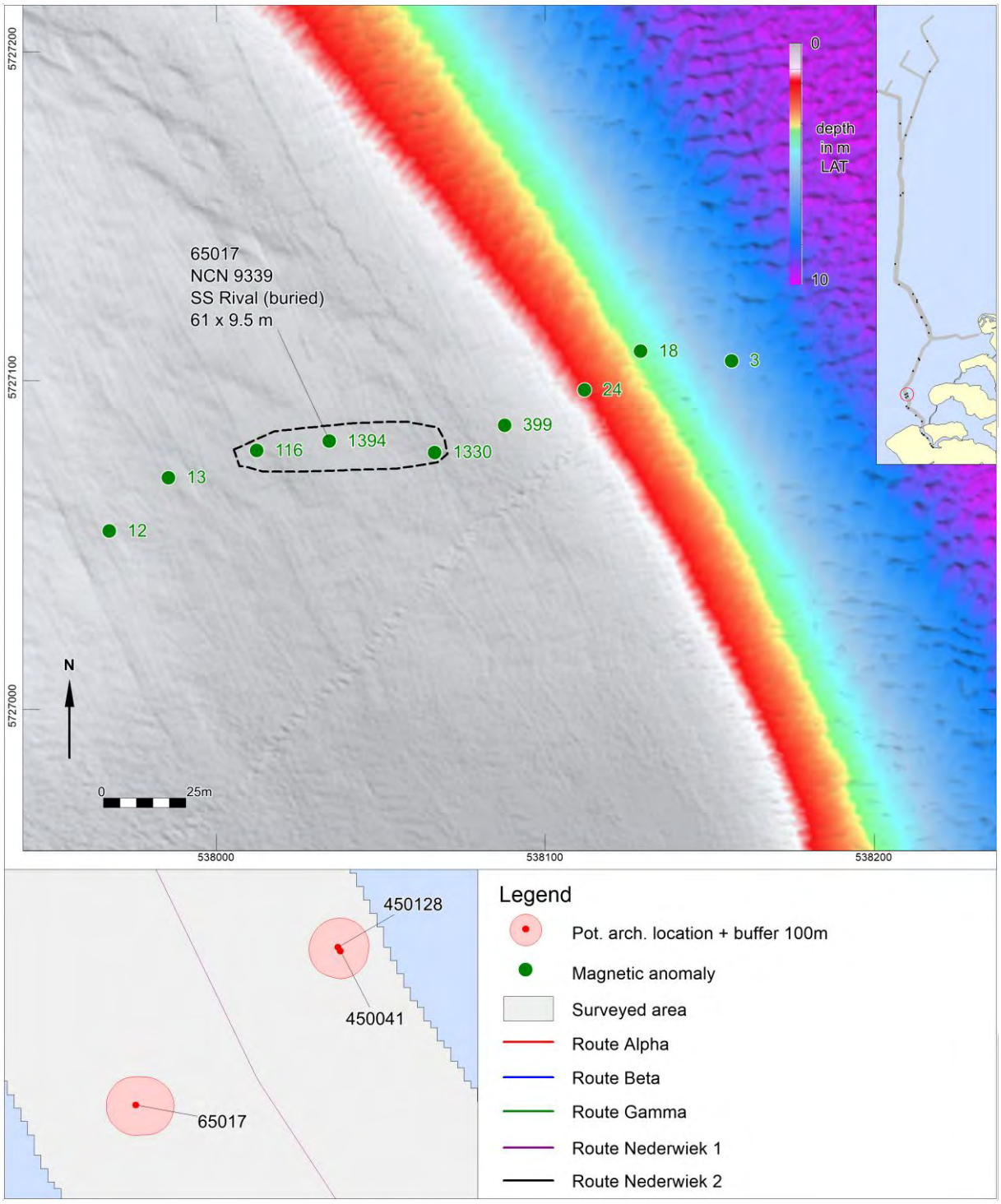


Figure 6. Example of contact magnetic anomaly 65017, buried remains of Rival.

3.4 Multibeam

Apart from the *multibeam* images discussed in the previous sections no *multibeam*-features have been observed which are interpreted to reflect the presence of archaeological objects or structures.

3.5 Magnetometer

Besides the objects that are visible on the sea bed and are selected as of possibly archaeological value there also are large *magnetometer* anomalies which are not observed on the *side scan sonar* or *multibeam* data. A number of these anomalies can be related to infrastructure (cables and pipelines), but the majority have an unknown origin. Although the nature of these objects is not known it is possible that the anomalies represent archaeological remains buried in the seabed, and therefore have to be taken into account within this assessment. The average line spacing for the magnetometer was 25 meters. a minimum value of 500 nT has been used to classify the objects as potentially archaeological targets.

Note on magnetic anomalies and value of 500 nT.
A magnetic anomaly is a local deviation from the natural magnetic field, expressed in nanoTesla. The measured value depends on the mass of the iron contained by an object, but also largely on the distance between magnetometer and the object. With a relatively large line spacing (>= 100m) chances are, that objects are missed or have an apparent lower reading on the magnetometer.

For example: a mass of 1000 kg iron results in a value of 50 nT at 12 meters, and 500 nt at 5 meters. The term 'large anomaly' is therefore subjective and depends mainly on the line spacing of the magnetometer survey.

For archaeological assessments, as a rule of thumb, the following minimum values for unidentified deviations are therefore considered to be of archeological interest:
Line spacing ~100 meters: 50 nT
Line spacing ~50 meters: 500 nT

A total of 12663 magnetic anomalies have been observed within the area of investigation. A classification is listed in the table below.

	Survey area		
Classification	**Alpha, Beta Gamma**	**NW 1 & 2**	**Total**
Cable	584	759	1343
Pipeline	131	113	244
Wellhead		2	2
Unknown	7663	3396	11059
Wreck	11	4	15
Total	**7674**	**4274**	**12663**

Table 12. Classification of the magnetic anomalies

At total of 1580 magnetic anomalies can be associated with known infrastructure (cables, pipelines, and wellheads). 15 anomalies are related to wrecks.

A total of 11059 magnetic anomalies cannot be related to known pipelines and cables, probable cables marked by aligning anomalies or visible objects at the seabed surface. These anomalies are related to unknown ferrous objects buried in the seabed, covered by sediments. 87 of the magnetic anomalies related to unknown (buried) objects have peak-to-peak values of 500 nT or more. Those 87 anomalies are considered to be of potential archaeological interest.

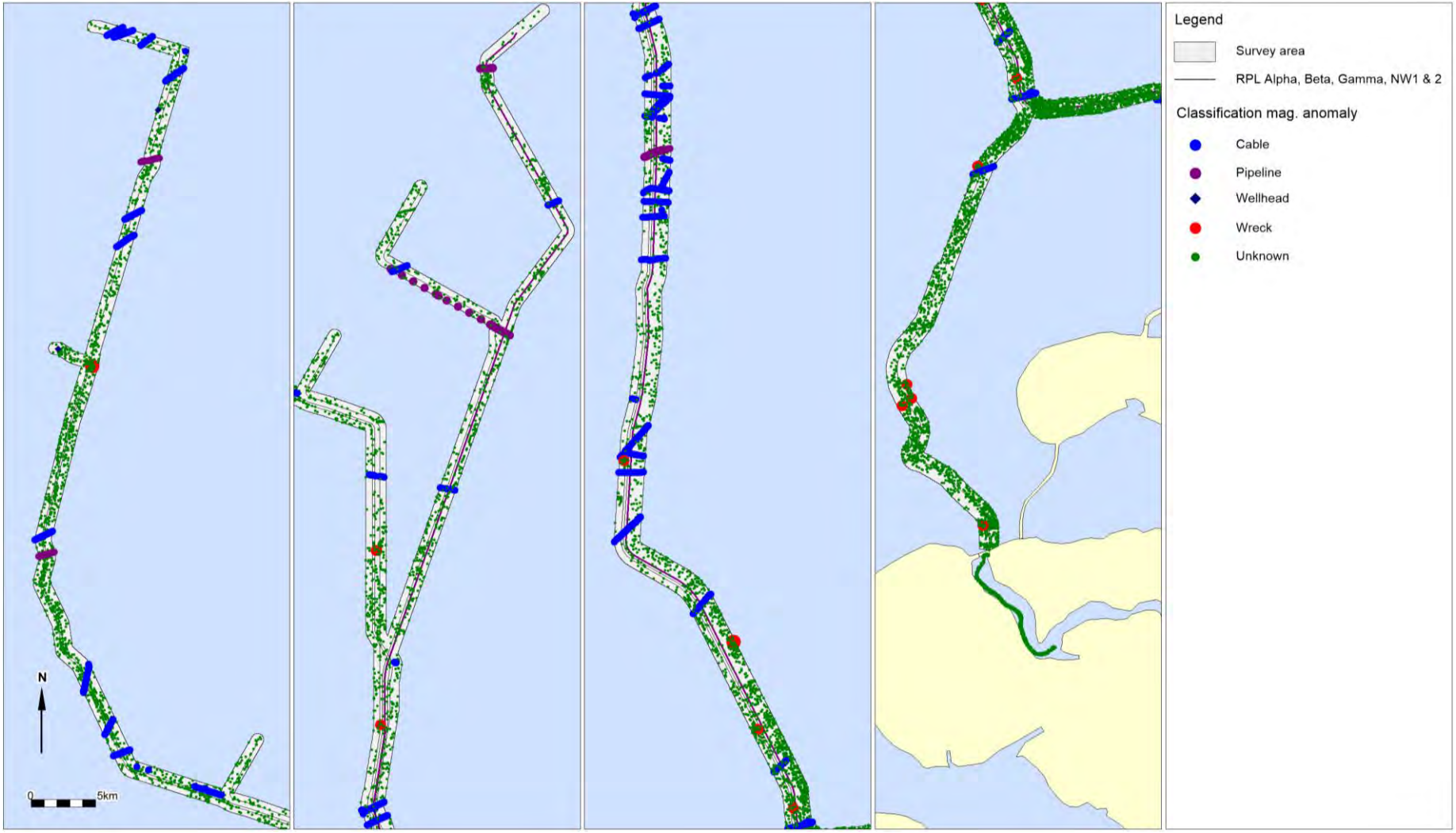


Figure 7. Classification of the magnetic anomalies

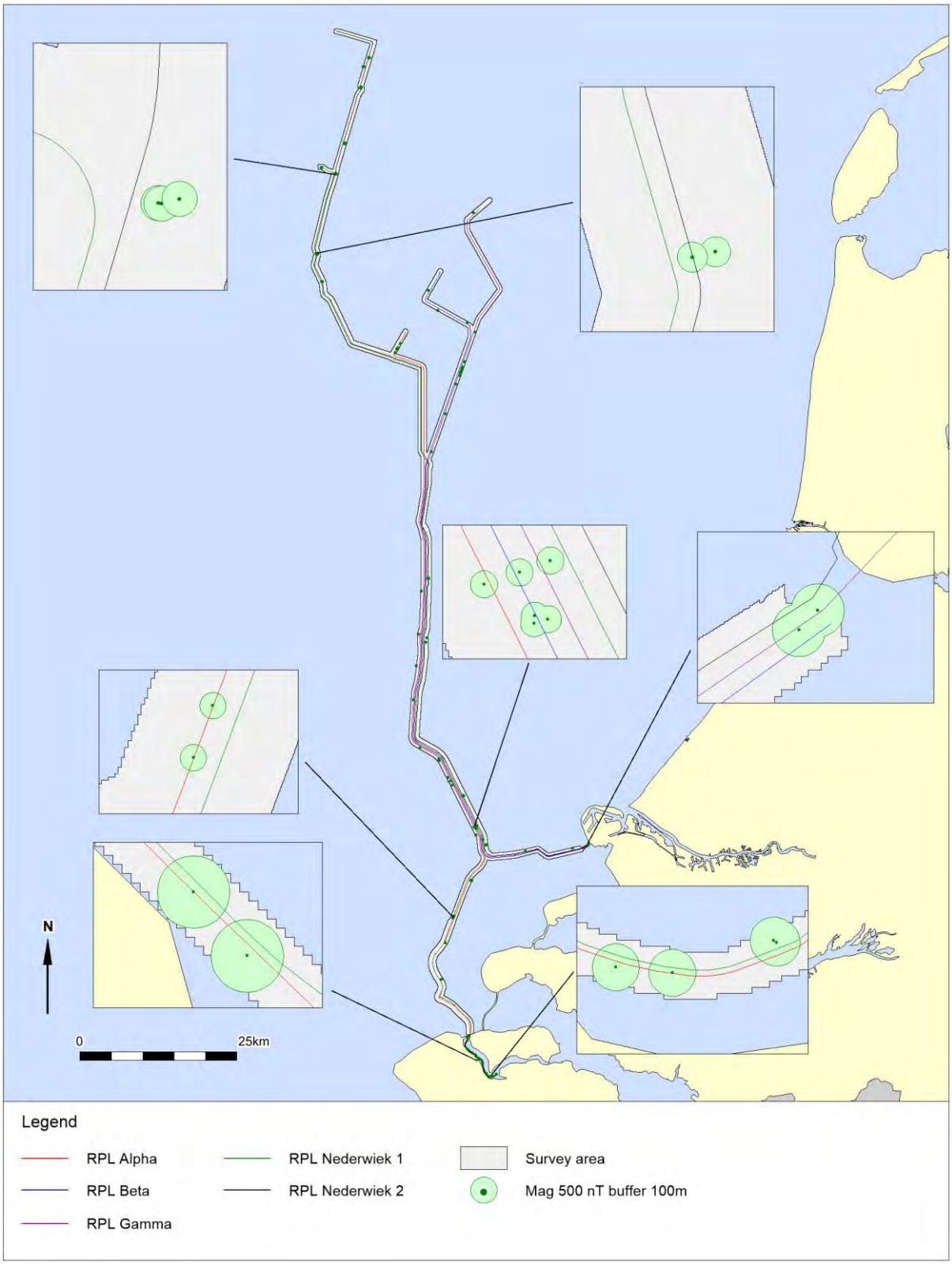


Figure 8. Overview of the magnetic anomalies peak-to-peak values of 500 nT or more

3.6 Subbottom data

The Next Geosolutions survey report[11] contains seventeen seismic images to illustrate the geological constellation along the proposed cable route.

Seismic reflectors represent horizons that mark a sudden change in the physical properties at the interface between two layers of different composition[12]. Along the cable route seismic reflectors have been digitized that either define the boundaries between sedimentary units with different seismic and lithological characteristics or represent phenomena that due to their physical properties could affect the installation of the cable.

The seismic reflectors have been interpolated into grids. These grids have been delivered to Periplus Archeomare as raster geotiffs and xyz text files with elevations in m relative to LAT and depths in m relative to the seabed.

The digitized horizons are:

- Base of Mobilised Sediments;
- Base of Layered Sediments;
- Top of Layered Sediments;
- Peat and Clay;
- Paleochannel.

To understand which lithostratigraphic units the observed seismic phenomena represent, the Next Geosolutions data are combined with data from additional seismic and geological sources. These additional data include:

- TNO grid data of geological units in the North Sea area (2003);
- TNO grid data of the top of the Pleistocene (2007);
- UHRS data collected by GEOxyz within the IJVWFZ (2021);
- DINOloket subsurface data (2022);
- Top Pleistocene Map (Laban, 2004);
- Geological Maps 1:250 000 series Indefatigable (1987), Flemish Bight (1984) and Ostend (1991) (British Geological Survey and Geological Survey of The Netherlands);
- Geotechnical data (VC and CPT) collected by Next Geosolutions along the route;
- Brenk, S. van den, and R. van Lil, 2023. Net op Zee IJmuiden Ver (Alpha) – An archaeological assessment of geophysical & geotechnical survey results. Periplus Archeomare Report 21A001-02.
- Hijma, M.P., K.M. Cohen, W. Roebroeks, W.E. Westerhoff and F.S. Busschers, 2012. Pleistocene Rhine-Thames landscapes: geological background for hominin occupation of the southern North Sea region;

[11] Next Geosolutions 2023, document TTB-07689-Final Report.

[12] A seismic reflector marks a sudden change in the so-called 'acoustic impedance' of the sediment beds. The acoustic impedance of a layer = sound velocity with which an acoustic wave travels through this sediment (V) * the density of the sediment (ρ).

- Zagwijn, W. H. 1983 Sea-level changes in The Netherlands during the Eemian. In: M. W. van den Berg & R. Felix (eds.): Special issue in the honour of J. D. de Jong - Geol. Mijnbouw 62: 437-450.

Major part of the Net op Zee Nederwiek 1 cable route runs parallel to the Net op Zee IJmuiden Ver (Alpha) cable route trajectory[13]. Along the IJmuiden Ver (Alpha) cable route geological cross-sections have been produced that are also representative of the geological constellation along the Nederwiek 1 cable route. These geological cross-sections cover parts of the cable route which are discussed below. In this remainder of the report IJmuiden Ver (Alpha) will be abbreviated to IJV (Alpha).

IJV (Alpha) section KP11.8 – KP55 | Nederwiek 1 section KP11.8 – KP54.94 (estimated)
From the landing point of the IJV (Alpha) cable at the Veerse Gatdam, the geological profile is dominated by Holocene tidal deposits of the Naaldwijk Formation. The unit includes shoreface, nearshore, coastal, estuarine, and tidal basin deposits. Nearshore, the unit unconformably covers Early Pleistocene fluvial and estuarine deposits of the Rhine that are classified as the Waalre Formation. The Naaldwijk Formation is in this section of the route trajectory more than 10 meter thick. The unit gradually wedges out towards the north.

Next Geosolutions has mapped multiple tidal channel features which are part of the Naaldwijk Formation. Roughly between KP20 and KP40 the Naaldwijk Formation overlies marine Eemian sand and clay of the Eem Formation. The first geological profile (KP11 – KP55) in Appendix 2 shows that the top of the Pleistocene sequence according to the 2007 TNO Top Pleistocene grid data is located at a shallower depth than is indicated by the individual grid data of the Eem Formation. To distinguish the Naaldwijk Formation from the Eem Formation by means of the vibrocore photographs and geotechnical descriptions is difficult. The sandy sediments in the vibrocores can include both the Naaldwijk Formation and the underlying Eem Formation. The layer boundary between these predominantly sandy units probably is erosional.

From KP32.5 northward, Pleistocene River deposits of the Kreftenheye Formation are mapped. A paleogeographic map of the Late Pleniglacial indicates that Rhine-Meuse incised the subsurface between 30 ka and 25 ka ago[14]. The river basin is crossed by the Nederwiek 1 cable route between KP44 and KP70.

A Late glacial to Early Holocene change in river morphology is characterized by incision and shift in channel type from multithread (braided), through anabranching, towards single thread (meandering)[15]. Thereafter a thick wedge of fluvial and estuarine sediments developed that buried the Late Pleistocene and early Holocene surfaces.

The Weichselian and Early Holocene glacial landscapes are known containers of prehistoric remains. These landscapes include cover sand ridges, river dunes and small-scale fluvial deposits of the Boxtel Formation, and river deposits of the Kreftenheye Formation. The top of the Pleistocene sequence will not be affected by the installation of the cable within the KP0 – KP30 section of the cable route.

[13] Nederwiek 1 from KP0 (shore) to KP158.
[14] Peeters 2015.
[15] Busschers 2007, p. 3245.

Around KP46 a prominent sand ridge occurs. This ridge is part of the Zeeland ridges. In the low-lying areas north and south of this ridge, the Kreftenheye Formation locally occurs within the sample interval of the vibrocorer. It appears that the calcareous fine to medium pale brownish sands with rare pieces of detritus and clay found e.g., in the lower part of the IJV (Alpha) vibrocore VC_186_A, indeed are river deposits of the Kreftenheye Formation.

Valuable information on the Early Holocene development of both aquatic and terrestrial landscapes can be obtained from IJV (Alpha) vibrocore VC_193_A, in which a sequence of the Basal Peat Bed (Early Holocene peat), the Echteld Formation (Early Holocene fresh or brackish water clay and silt) and the Naaldwijk Formation (Early Holocene laminated fine sand) occurs (refer to figure 9).

From KP35 – KP55 sand dunes have formed in the mobile sand layer which forms the seabed. These sands are classified as the Bligh Bank Member | Southern Bight Formation. The erosional base of the Bligh Bank Member truncates underlying units.

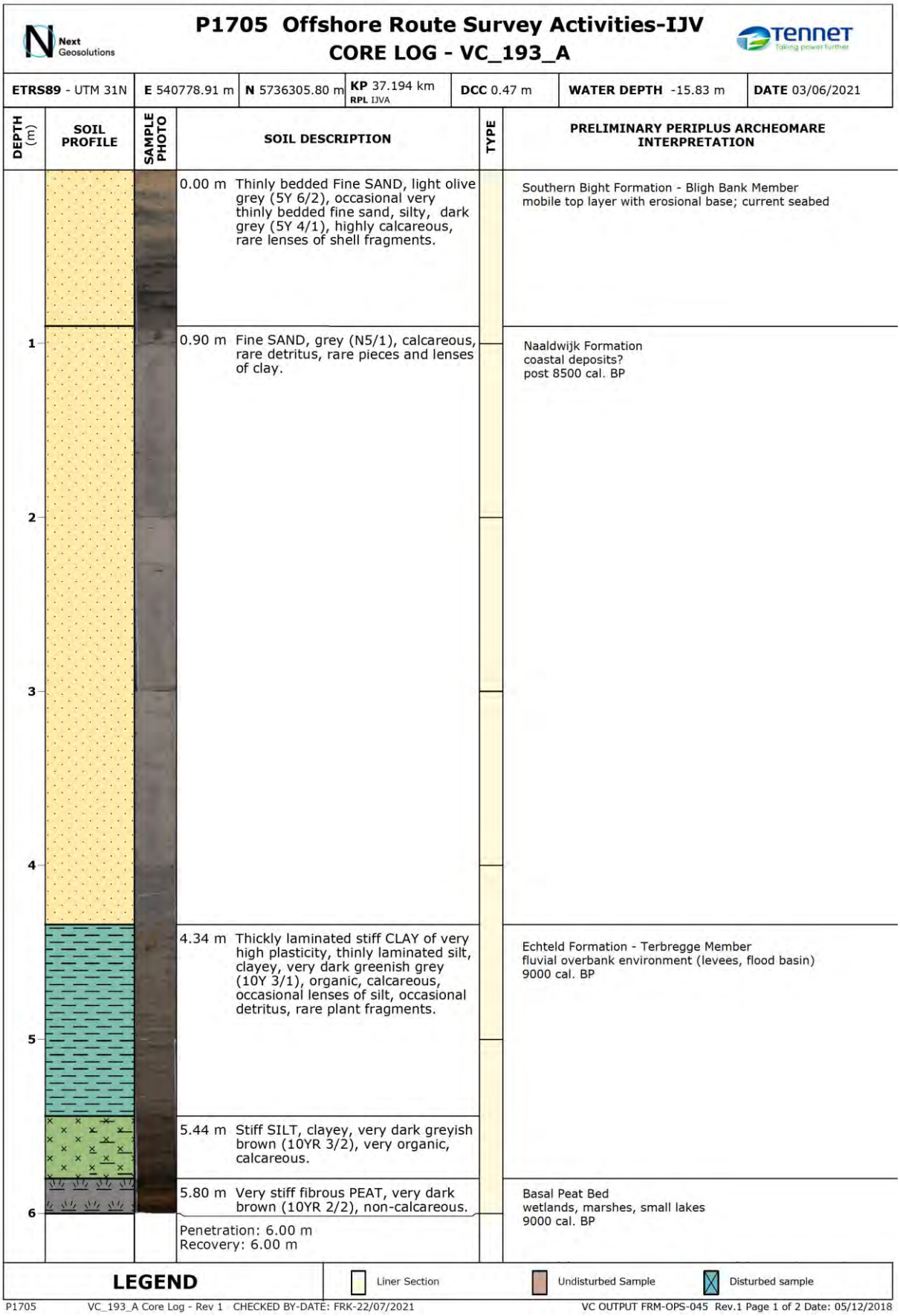


Figure 9. Vibrocore log VC_193_A with Periplus Archeomare interpretation

IJV (Alpha) section KP50 – KP80 | Nederwiek 1 section KP54.94 – KP80.15 (estimated)

The geological profile of the KP50 – KP80 section of the cable route shows a rather homogenous pattern. The seabed is characterized by well-developed sand waves. Some sand waves are more than 5 m high. Towards the north the mobile sandy top layer of the Bligh Bank Member becomes thicker. In most places, the Bligh Bank Member unconformably overlies sandy river deposits of the Kreftenheye Formation. The seismic character of the Kreftenheye Formation is described as 'opaque'.

The top of the Kreftenheye lies within the sample trajectory of most vibrocores. A ridge-like occurrence of the Naaldwijk Formation is found from KP54 – KP55. The sediments of this ridge are sampled in IJV (Alpha) vibrocore VC_176_A. The ridge is also part of the Zeeland ridges, which comprise sand bars that formed in prehistoric times. In IJV (Alpha) vibrocore VC_176_A the ridge consists of yellowish medium sand which covers soft clay. The top of the clay is found at 4.61 m below the seabed. Analysis of the clay layers and the actual sands from which the ridge is built could provide information on the (timing of the) development of the Zeeland ridges. A horizon of firm slightly calcareous clay with a blotchy appearance could represent a bioturbated slightly ripened clay palaeosol. The origin of the covering medium grained rather homogeneous calcareous light brownish grey and greenish grey sand is not known. The ridge that occurs at this location possibly comprises a beach barrier with aeolian dunes that formed some 8.5 cal. ka BP along the coastline at the southern side of the Rhine-Meuse estuary.

The Kreftenheye Formation wedges out towards KP80, the end of this geological profile. Here, Early Pleistocene fluvial and estuarine deposits of the Yarmouth Roads Formation are found at shallow depths. The Yarmouth Roads Formation is mostly covered by a thin layer of the Eem Formation. Based on the TNO grid 2003 data, the Bligh Bank Member is expected to be more than 5 m thick, because of which the top of the Pleistocene sequence lies just below the penetration depth of the vibrocorer. On the 1984 Flemish Bight Map, the Elbow Formation is mapped. The Elbow Formation is an old name for Early Holocene laminated deposits (fine sand, silt, and clay) with locally peat at the base. These deposits are currently classified as the Wormer Member | Naaldwijk Formation and the Basal Peat Bed | Nieuwkoop Formation.

IJV (Alpha) section KP80 – KP110 | Nederwiek 1 section KP80.15 – KP109.90 (estimated)

From KP80 – KP91 this profile shows a continuation of the stratigraphy in section KP50 – KP80. Beneath the base of the sand waves the Bligh Bank Member is some 5 m thick. It is considered likely, that the basal part of this layer, which for now is mapped as Bligh Bank Member, locally consists of Early Holocene deposits of the Wormer Member. The number of channel features that are mapped by Next Geosolutions is limited.

The top of the Pleistocene sequence below this Holocene cover consists of marine deposits of the Eem Formation. These marine deposits include (greenish) grey fine to medium calcareous sand with local intercalations of clay. The Eem Formation has been deposited during the Eemian interglacial, approximately 130 ky – 115 ky ago. At the top of the Eem Formation the Brown Bank Member occurs. The Brown Bank Member consists of brackish lagoonal to stream-fed lacustrine clays, which mark the Early Weichselian regression in the North Sea area. The Brown Bank Member consists of consolidated (firm to stiff) greyish brown to greyish green silty clay, with fine sand in laminae and desiccation cracks. The silty

clay can be extensively bioturbated and locally cryoturbated, desiccated and rooted at the top, with soil horizons[16].

From KP93 northward the Eem Formation thickens. From KP94.3 – KP105.0 the Kreftenheye Formation reappears in the profile. This occurrence is based on the 2003 TNO grid data. However, the stratigraphic position of the Kreftenheye Formation, in between the Eem Formation and the Brown Bank Member, is remarkable. The presumed Kreftenheye Formation is not reached by the vibrocorer, so no further information can be obtained from this unit.

From KP99.5-KP110 Next Geosolutions mapped a sequence of layered sediments in between the Bligh Bank Member and the Brown Bank Member at the top of the Pleistocene. The thickness of this sequence increases northward. CPT logs indicate the top of this unit is located just below the base of the sand waves. The shallow occurrence of this unit is reflected in a change of the sand wave morphology: the sand waves become significantly smaller.

The lithostratigraphic unit to which sequence of layered sediments shall be attributed to is uncertain. The sequence is likely to include tidal deposits of the Early Holocene Wormer Member | Naaldwijk Formation. However, it can certainly not be excluded that the layered sequence (also) includes Late Glacial – Early Holocene stream deposits of the Singraven Member | Boxtel Formation, local occurrences of cover sand deposits of the Wierden Member | Boxtel Formation and laminated stiff silty clay of the Brown Bank Member | Eem Formation. Analysis of sediment intervals from the vibrocores (e.g. IJV (Alpha) VC_125_A, VC_126_A, VC_127_B, VC_128_C and VC_129_B) could provide information on the actual character and genesis of the deposits. The laminated sediments found in these cores display variations in grain size ranging from silts and silty fine sands with intercalations of fine gravel beds to intervals of medium to coarse sand.

IJV (Alpha) section KP110 – KP140 | Nederwiek 1 section KP109.90 – KP140.40 (estimated)

The abovementioned 'unknown unit' occurs over the full extent of the KP110 – KP140 section. The top of the Pleistocene sequence, which is based on 2007 TNO Top Pleistocene grid data, lies much closer to the seabed than the top of the Pleistocene sequence that is represented by the Brown Bank Member. The Brown bank Member in the geological profile is based on 2003 TNO grid data. The difference ranges from 2 m to 5 m. Actually, the top of the Pleistocene units indicated by the 2007 TNO Top Pleistocene grid data coincides with the top of the unknown unit, adding to the question if this unknown unit indeed consists of deposits of the Naaldwijk Formation, or for instance comprises older Late Glacial to Early Holocene stream deposits of the Singraven Member. As mentioned before, the lower parts of what is classified as the Bligh Bank Member can also include early Holocene deposits such as tidal deposits of the Wormer Member. In that respect VC_115_A displays an interesting stratigraphy. In this vibrocore a peat bed is found at 0.30 m to 0.73 m below the seabed. Given a water depth of -30.34 m LAT, the peat bed lies at -30.64 m to -31.07 m LAT. Based on available sea level curves this peat bed must have been deposited some 10 cal. ky BP[17]. The underlying sequence of medium grey sand, which contains roots of the plants, is no part of the Bligh

[16] TNO-GDN (2022). Brown Bank Member. In: Stratigraphic Nomenclature of the Netherlands, TNO – Geological Survey of the Netherlands.
[17] Vink 2007.

Bank Member. What the age and origin of this sandy sequence is can be determined through further analysis.

It can be seen in the profile that the occurrence of the unknown unit is not limited to the laminated sediments that have been mapped by Next Geosolutions. The top of the unknown unit is also interpreted based on CPT data.

From KP128.5 northward Next Geosolutions mapped several channel features in the deposits overlying the layered sediments. In this part of the profile the top the unknown unit is sampled in the lowermost parts of the vibrocores.

IJV (Alpha) section KP134 – KP164 | Nederwiek 1 section KP140.40 – deviation from IJV (Alpha) route around KP158.0 (estimated)

The final section of the IJV (Alpha) cable route shows a large number of sand waves and a flat-top ridge from KP152.7 - KP157.0. The ridge is 5.4 m high and 4.3 km wide.

In 2021 GEOxyz performed a seismic survey with Ultra High Resolution Seismics (UHRS) in the IJmuiden Ver Wind Farm Zone. GEOxyz presented the results of this seismic survey in alignment charts, which are disclosed via the website of The Netherlands Enterprise Agency (RVO)[18]. The seismic data show a high resolution and clear reflectors within the boundaries of the IJVWFZ.

Based on our interpretation the seismic data the following units are likely to be present (from bottom to top):

- Glacially deformed sediments of the Yarmouth Roads Formation;
- Layered marine sediments (predominantly sand) of the Eem Formation;
- Layered and laminated brackish lagoonal to stream-fed lacustrine silt and clay of the Brown Bank Member | Eem Formation;
- Late Glacial and Early Holocene small-scale fluvial silt and fine sand of the Singraven Member | Boxtel Formation;
- Early Holocene tidal deposits of the Wormer Member | Naaldwijk Formation;
- Current mobile sandy sediments of the Bligh Bank Member | Southern Bight Formation.

The Eem Formation including the Brown Bank Member are in most places truncated by overlying younger deposits of the Singraven Member and/or Wormer Member (erosional contact). It is uncertain if the vibrocores have reached the Brown Bank Member. The vibrocore content predominantly shows alternations of sand laminae with a variable admixture of silt, organic material, clay, and occasional shell fragments. Analysis of specific sample intervals of (part) of the vibrocores discussed above, would provide valuable information on the development of aquatic and terrestrial landscapes in this part of the IJV Alpha cable route trajectory during the Eemian, Weichselian and Early Holocene, and would clarify the actual lithostratigraphic units which are present.

[18] https://offshorewind.rvo.nl/cms/view/2dd28a50-5344-47a6-b3ff-7d0e36911159/soil-ijmuiden-ver.

Nederwiek 1 section KP158.00 – deviation from IJV (Alpha) route around KP205.27

In the first part of the final section of the Nederwiek 1 cable route, between KP158.0 and KP163.5, the Boxtel Formation is mapped on the Geological map 2021[19]. According to this map Weichselian periglacial aeolian deposits of the Wierden Member subcrop in this section of the cable route trajectory. The four Nederwiek 1 vibrocores that have been retrieved from this section are VC_114_C, VC_115_B, VC_116_B and VC_117_A. Non-calcareous sand that could be coherent with the Boxtel Formation have indeed been found. The vibrocore descriptions do mention admixtures of shell fragments, whole shells, organic matter and occasional mica, and the occurrences of layers, thin beds, and laminae of silty clay. These sediments could have been deposited by streams during the Late Glacial. An aeolian origin does not seem obvious, albeit that thin intercalations of wind-blown sands might be present. Late Glacial stream deposits are classified as the Singraven Member | Boxtel Formation.

From KP162.2 to KP166.0 the cable crosses a low-lying part of the seabed. The seabed elevation ranges from -38.8 mLAT to -41.6 mLAT. In this section deposits of the Early Weichselian Brown Bank Member are found at shallow depths below the seabed. These deposits consist of laminated silty clays and clayey silts with varying carbonate content and consistency. The laminae consist of very fine sand and silt and organic matter.

The GEOxyz seismic grids of Zone Site I to IV of the IJmuiden Ver Wind Farm Zone are in accordance with the seismic data that have been acquired by Next Geosolutions. The 'Base of Layered Sediments' and 'Top of Layered Sediments' grid data appear to reflect the base and the top of the Brown Bank Member, albeit that significant layers stiff silty slightly calcareous clay have been sampled above the 'Top of Layered Sediments' reflector. An example of this clay is shown in figure 10. The in this vibrocore (VC_131_C) has a rather massive character, which could account for the absence of clear parallel reflectors in the seismic profile. These clays could be part of the Early Holocene tidal clays of the Wormer Member | Naaldwijk Formation. It is also possible that these clays formed at an earlier point in time stage. For instance because of a marine inundation during Early Weichselian interstadial, such as the Odderade (85 ka – 74 ka ago). An alternative origin of the clays could be the development of a meandering river system, for instance at the end of (again) the Odderade interstadial. In the floodplain or at the riverbank clay could have been deposited.

A geo-archaeological assessment of the seismic data and vibrocore samples that have been acquired in the IJmuiden Ver Wind Farm Zone has revealed that during the Pleniglacial the channel belt of the river Rhine expanded in north-western direction over major part of Site I to IV of the wind farm zone. Possibly this channel belt crossed the Nederwiek 1 route trajectory. An indication that this could be the case is provided by the absence of layered sediments according to the Next Geosolution seismic data in a section of the cable route that lies in the extension of the channel belt. The extent of the channel belt is interpreted to be located between KP192.0 and KP_201.0, but these figures shall be used as a rough estimate.

[19] DINOloket.

Figure 10. Clay sequence above 'Top of layered sediments' reflector

In VC_156_A and VC_157_A beds of peat have been found around -32.50 m and -33.05 mLAT. These peat beds are covered with organic clay with shell remains and juvenile shell. The peat bed is interpreted as the Early Holocene Basal Peat | Nieuwkoop formation and the organic clay as the Velsen Bed | Wormer Member | Naaldwijk Formation. The Basal Peat Bed is the transition from the underlying Pleistocene landscape the overlying Holocene sequence.

4 Synthesis

For this investigation different research questions are defined in the Program of Requirements[20].
Based on the results of de data analysis the research questions are answered.

Are any archaeological remains present within the Area of Interest and to what extent are these remains traceable?

Yes. There are 14 official reports of archaeological finds within the surveyed area:

NCN	RCE	Description	Found
24	46661	On this location we are dealing with certainty with a wreck which is not of archaeological interest.	Yes
192	52726	Unidentified shipwreck. Geul van de Banjaard 3	Yes
192	4918720100	Possible dingy or skiff. Geul van de Banjaard 3	Yes
193	46848	Unidentified shipwreck, Hondengat 1, sunk in 1893	No
364	46668	Unidentified wreck of a steam vessel	Yes
382	48566	Unidentified wreck of a three-masted sailing vessel	Yes
1211	4030724100	NCN 1211, no further description given	Yes
2081	4028335100	Wreck of the Anne Graebe, no further description given	Yes
2869	4905760100	Wreck, possible wooden remains, shape somewhat recognizable	Yes
9160	46488	Ceramics, Roman pottery	No
9316	48498	Unidentified wooden steam vessel with cargo iron ingots	Yes
9317	48499	Unidentified wreck of a sailing vessel, 18th or 19th century	No
9339	49358	Steam vessel SS Rival	Yes
20097	4022398100	Various finds from Roman period in sand nourishment, originating from the Hompels	No

Table 13. Official archaeological findings within the surveyed area

<u>With respect to side scan sonar, magnetometer and multibeam survey:</u>

Are there any phenomena visible on the seabed?

Yes. A total of 14231 contacts have been mapped at the seabed surface with *side scan sonar* and *multibeam*. In addition, 12663 magnetic anomalies have been mapped.

Do these phenomena have a man-made or natural origin?

Next Geosolutions has identified 14231 *side scan sonar* contacts within the survey area. The classification is listed in the table below.

Classification	Survey area		Total
	Alpha, Beta Gamma	NW1&2	
Buoy Anchor	27	-	27
Buoy	3	1	4
Benthic Mud and Detritus	632	-	632
Exposed cable	6	-	6
Debris Anchor	-	5	5

[20] Van den Brenk and van Lil, 2022.

Classification	Survey area		Total
	Alpha, Beta Gamma	NW1&2	
Debris Cable	181	2	183
Debris Fish Net	5	1	6
Debris Linear	694	90	784
Debris Metallic	54	1	55
Debris Other	4045	503	4548
Debris Wire	27	17	44
Natural Feature	5701	2162	7863
Other	3	15	18
Pipeline	13	4	17
Seabed disturbance	16	-	16
Wreck	19	4	23
Total	**10758**	**4**	**14231**

Table 14. Classification of the side scan sonar contacts

A total of 12663 magnetic anomalies have been observed within the area of investigation. 11059 anomalies cannot be related to known pipelines and cables, probable cables marked by aligning anomalies or visible objects at the seabed surface. These anomalies are related to unknown ferrous objects buried in the seabed, covered by sediments.

If these phenomena can be designated to be man-made: What classification can be attached?
The man-made phenomena include shipwrecks, lost, or dumped debris, cables, and pipelines.

If these phenomena can be classified as archaeological: *Is it possible to interpret the nature of the archaeological objects?*

A total of 53 contacts are classified as objects with a medium (25) to high (28) archaeological expectation. Contacts with a high expectation are clear larger ship wrecks or wreck remains. Contacts with a medium expectation are smaller possible wreck remains or small wrecks which are probably recent.

Besides visible object at the seabed surface, magnetic anomalies have been observed caused by buried objects which cannot be related to known objects like pipelines or cables. 87 of the magnetic anomalies related to unknown (buried) objects have peak-to-peak values of 500 nT or more. Those 87 anomalies are considered to be of potential archaeological interest.

If these phenomena can be identified as natural: What is the nature of these natural phenomena?

The phenomena interpreted as natural features are probably lumps of peat or clay.

Based on the acoustic image is it possible to designate zones of high, middle or low activity on the seabed?

Along the routes sand waves have been mapped which are known to migrate a few meters per year northwards. Sand ripples originated by tidal currents are present along the entire route, except for the lake bed of the Veerse Meer.

What is the relation between the observed objects and the topography of the seabed? Based on this relationship can risk-prone areas be marked selectively?

Larger objects like the shipwrecks show scouring but are largely embedded in the seabed sediments. This appears to be the case throughout the area. Therefore, it is not possible to mark risk-prone areas selectively.

If no acoustic phenomena can be observed: Are there any clues that this is a consequence of either natural erosion, sedimentation, or human interference?

This question is given the results of the investigation not applicable.

<u>With respect to subbottom profiler- and sampling:</u>

Based on seismic profiles and geotechnical data is it possible to map the Pleistocene landscape?

The acquired and processed seismic data and collected vibrocore samples are of high quality. The assessment of the seismic data has been carried out through the correlation of these data (grids and figures contained in the survey report) with available geological and seismic sources.

It is not possible to map the top of the Pleistocene landscape along the full extent of the cable route. The main reasons are the following:

- The transition between the top of the Pleistocene landscape to the overlying Holocene deposits is very gradual. A seismic reflector occurs when a sudden change acoustic impedance occurs.[21] This is not the case when the layer boundary is very gradual, because of which this layer boundary is not observed as a clear reflector in the seismic profile.
- The sediments at the top of the Pleistocene and base of the Holocene sequence are the same. Also, in this case there is no difference in acoustic impedance and therefore no reflector.
- The top of the Pleistocene landscape is located below the depth of penetration of the subbottom profiler. Because the cables are installed a few meters below the seabed, a seismic profile of the top layers suffices. The subbottom profiler system is chosen to meet this demand.
- The top of the Pleistocene landscape is visible as a reflector in the seismic profile, but due to a lack of geological information, this reflector cannot simply be interpreted as being the top of the Pleistocene landscape.

Examples of locations where it proved possible to pinpoint the top of the Pleistocene landscape are:

- the locations where the silty clays of the Early Weichselian Brown Bank Member | Eem Formation were found directly underneath the mobile sands of the Bligh Bank Member | Southern Bight Formation, such as in the deeper parts (= around -40 mLAT) of the Brown Bank area, and
- the locations where the Basal Peat Bed was encountered, such as VC_156_A and VC_157_A.

What is the depth of the Pleistocene landscapes with respect to the present seabed?

The top of the Pleistocene sequence is found at depths varying from 0.0 m to more than 10 m below the seabed. The exact depth of the deepest occurrences is not known.

From Pleistocene to Holocene deposits is the transition gradual or instantaneous (erosive)?

[21] Acoustic impedance = density of the sediment * velocity with which a sound wave propagates through the sediment.

The transition from Pleistocene to Holocene deposits is not clearly mapped. This is due to various reasons. The first is related to the chosen geophysical method and used equipment. Second, it is often not possible to translate the seismic units into lithostratigraphic units, without the description and analysis of sediment samples.

River sand deposits of the Kreftenheye Formation are often directly covered and truncated by the mobile sands of the Bligh Bank Member | Southern Bight Formation. In the northern part/end section of the cable route the Early Pleniglacial Rhine sands grade upward into Late Glacial small scale fluvial deposits of the Singraven Member | Boxtel Formation and/or Early Holocene tidal deposits of the Wormer Member | Naaldwijk Formation. The Singraven and Wormer channels also eroded the Kreftenheye sands. In the floodplain of the Singraven streams and salt marshes related to the tidal landscape clays and peat could have been deposited imparting little erosion.

The Brown Bank Member has been identified in the seismic data as from the point where the Nederwiek 1 cable route deviates from the IJmuiden Ver (Alpha) cable route towards the Nederwiek 1 platform location. At least part of the Brown Bank Member coincides with the seismic unit of 'Layered Sediments' that have been identified by Next GeoSolutions. The Brown Bank Member has been identified in the vibrocore sample intervals that coincide with the layered sediments in the last 50 km of the cable route trajectory. The Brown Bank Member generally consists of a laminated deposits of slightly calcareous stiff silty clay and clayey silt. The laminated lagoonal and lacustrine deposits probably do not form the top the Pleistocene sequence.

In a significant section of the cable route an unknown unit is mapped, which could consist multiple lithostratigraphic units, including tidal deposits of the Naaldwijk Formation, terrestrial deposits of the Boxtel Formation, and – possibly – laminated silty clay of the Brown Bank Member. Further, the basal part of the unit which, based on available grid data, is mapped as the Bligh Bank Member, is likely to include Early Holocene tidal deposits of the Naaldwijk Formation, peat of the Basal Peat Bed | Nieuwkoop Formation and/or stream deposits of the Singraven Member | Boxtel Formation and river sand of the Kreftenheye Formation. As long as the actual lithostratigraphy of the unknown unit and the Bligh Bank Member is not resolved, it is not possible to answer this question.

Are buried channel structures observed? If so, what are the characteristics of the channel structures in terms of spatial distribution (width, depth, shape, size), the composition of the infill, stratigraphic position and age?

Yes, paleo-channels have been identified along the cable routes. The paleo-channels have incised Late Pleistocene units and are truncated by the Bligh Bank Member. The infilled channels display clear parallel layers of (what is assumed) clay, silt, and fine sand. These channels are interpreted as Early Holocene tidal channel deposits of the Wormer Member | Naaldwijk Formation and Late Glacial and Early Holocene stream deposits (clay, loam, fines sand, peat) of the Singraven Member | Boxtel Formation. Further, channel-like features are observed within the Krefteheye Formation.

Are peat/or clay deposits observed? If so: What is the spatial distribution (depth, size), stratigraphic position and age of these deposits.

Yes, layers of clay and peat have been observed at different locations along the Nederwiek 1 cable route. The vibrocores in which has been found are listed in the table below. Laminae, thin beds, and pockets that

are part of predominantly silty of sandy units are not included in this list. The used abbreviations are explained below the table.

Vibrocore nr	Peat	Elevation Top m LAT	Elevation Base m LAT	Thickness m	Stratigraphy*	Age
VC_018_B	X	-28.58	-28.82	0.24	NIBA	EH
VC_087_A	X	-31.96	-32.29	0.33	NIBA	EH
VC_088_B	X	-31.94	-32.27	0.33	NIBA	EH
VC_089_A	X	-32.40	-32.65	0.25	NIBA	EH
VC_097_A	X	-35.09	-35.39	0.30	NIBA	EH
VC_098_A	X	-31.64	-31.79	0.15	NIBA	EH
VC_156_A	X	-32.45	-32.55	0.10	NIBA	EH
VC_157_A	X	-33.01	-33.06	0.05	NIBA	EH

Table 15. List of vibrocores with peat layers

*Preliminary interpretation

Abbreviations explained:
NIBA = Nieuwkoop Formation | Basal Peat Bed; peat
EH = Early Holocene

Can zones be identified where prehistoric settlement remains can be expected?

Remains of Palaeolithic and Mesolithic camp sites are to be expected at:
- the beaches of lagunes and at the shores of lakes (Brown Bank Member; Middle Palaeolithic)
- braided river valley (Kreftenheye Formation; Middle and Late Palaeolithic)
- river dunes (Boxtel Formation; Late Palaeolithic and Mesolithic)
- cover sand dunes and ridges (Wierden Member | Boxtel Formation; Late Palaeolithic and Mesolithic)
- the valleys of small streams (Singraven Member | Boxtel Formation; Late Palaeolithic and Mesolithic)

It is not possible to designate areas where the Pleistocene landscape and Early Holocene landscapes and related archaeological remains have been preserved intact and identify zones where prehistoric settlements are to be expected. In general can be said, that areas that did not suffer from erosion due to later sedimentation could contain intact remains. Often these areas are parts of the landscape that have been covered with peat or clay, which protected landscape and remains in the context of this landscape against erosion. From this research it has become apparent that there are some major question marks regarding the lithostratigraphy along the Nederwiek 1 cable route. These question marks primarily concern the base of the Bligh Bank Member and the actual age and genesis of an unknown unit that most likely has been deposited in the Late Glacial and Early Holocene and lies in between the top of the Pleistocene units and the overlying Bligh Bank Member.

If so:

Could these expected settlement remains be affected by the installation of the cables based on their vertical position related to the seabed?

Yes, settlements could be affected by the installation of cables if:

- the favourable elements of the paleo-landscapes (dunes, stream valleys, beaches of lagoons, shores of lakes, et cetera) occur along the cable route, and
- these paleo-landscapes have not been affected by erosion, and
- the paleo-landscapes and related in situ prehistoric remains are located proximate to the seabed surface, within the depth range of the cable trencher.

Are there any indications observed on the seismic profiles for the presence of buried (man-made) objects?

No, these indications have not been observed. It should be noted, that with seismics only objects can be found, which are located straight beneath the subbottom profiler; buried objects located in between survey lines cannot be traced.

If so:
Based on the presence of buried objects and its correlation with side scan sonar, magnetometer and multibeam data can something be said about the nature of these buried objects?

This question is not applicable.

5 Summary and recommendations

A large quantity of survey data (*side scan sonar, magnetometer, multibeam echo sounder* and *subbottom profiling*) recorded within the survey corridor covering a total area of 489 km^2 have been analysed in order to conduct an archaeological assessment.

The current analysis of geophysical survey results is the second and step in the AMZ-cycle, following the desk study. The purpose of this assessment is to test the desk study-based expectancy for archaeological remains in the area. The expectancy covers remains of shipping related objects (wrecks), airplanes from World War II and prehistoric settlements.

Within the surveyed area, an archaeological expectation was assigned to a total of 53 contacts. In accordance with the directive from the RCE, no seabed disturbances should be carried out within 100 meters of each of the marked locations. If any activities will take place within 100 meters of a potential archaeological location, it will be examined on a case-by-case basis whether the 100 meters should be maintained in consultation with the Cultural Heritage Agency of the Netherlands (RCE). The listed side scan sonar contacts are considered to be of archaeological value until proven otherwise through an additional assessment by a certified archaeologist.

Along the Nederwiek 1 route 6 of the sonar contacts fall within 100 meters of the route.

ID	E	N	Distance to the cable(m)	Location
SSS_LOC_IJVM_40372	544298	5713143	12	Veerse meer
SSS_LOC_IJVM_40370	548023	5708143	16	Veerse meer
SSS_WIN_IJVM_60125	547506	5709051	19	Veerse meer
SSS_LOC_IJVM_40817	544969	5712546	57	Veerse meer
SSS_LOC_IJVM_40553	548641	5707654	72	Veerse Meer
SSS_LOC_IJVM_40812	545032	5712482	82	Veerse meer

Table 16. Potential archaeological contacts within 100 meters from route Nederwiek 1

Magnetic anomalies

At 87 locations magnetic anomalies with a peak-to peak value over 500 nT have been mapped which cannot be related to known objects like pipelines or cables and may be of potential archaeological interest. The objects that cause these anomalies are not visible on side scan sonar or multibeam images and are therefore considered to be buried in the seabed. These objects could, apart from archaeological objects, include debris, UXO, lost anchors, et cetera. As long as the character of these objects has not been determined, the objects are considered to be of potential archaeological interest.

Along the Nederwiek 1 route 15 of the magnetometer contacts fall within 100 meters of the route.

Anom_ID	Amplitude	Easting	Northing	Distance to the cable(m)	Location
MAG_LOC_VM_406	1119,8	545790	5711942	2	Veerse meer
MAG_WIN_60151	708,3	544468	5715314	18	Veerse meer
MAG_LOC_VM_400	2437,9	548766	5707682	23	Veerse meer
MAG_LOC_VM_408	713,3	544378	5713045	25	Veerse meer
MAG_LOC_VM_400	559,4	549210	5707810	26	Veerse meer
MAG_LOC_VM_406	807,7	545936	5711811	38	Veerse meer
MAG_LOC_VM_400	1170,9	549197	5707819	39	Veerse meer
MAG_GVA_01029	3518,62	547291	5753400	39	North Sea
MAG_POS_50043	932,42	549962	5708186	46	Veerse meer
MAG_LOC_VM_408	570,5	544526	5712869	47	Veerse meer
MAG_LOC_VM_401	816	547976	5708277	50	Veerse meer
MAG_LOC_VM_400	753,9	548526	5707705	50	Veerse meer
MAG_LOC_VM_403	566,1	547217	5710468	75	Veerse meer
MAG_COB_02080	599,53	516229	5883008	94	North Sea
MAG_WIN_60192	839,8	544499	5715470	99	Veerse meer

Table 17. Potential archaeological magnetometer contacts within 100 meters from route Nederwiek 1

In accordance with directive from the RCE, no seabed disturbances should be carried out within 100 meters of each of the marked locations. If any activities will take place within 100 meters of a potential archaeological location, it will be examined on a case-by-case basis whether the 100 meters should be maintained in consultation with the Cultural Heritage Agency of the Netherlands (RCE). The listed magnetometer contacts are considered to be of archaeological value until proven otherwise through an additional assessment by a certified archaeologist. All locations of potential archaeological interest are shown in figure 11.

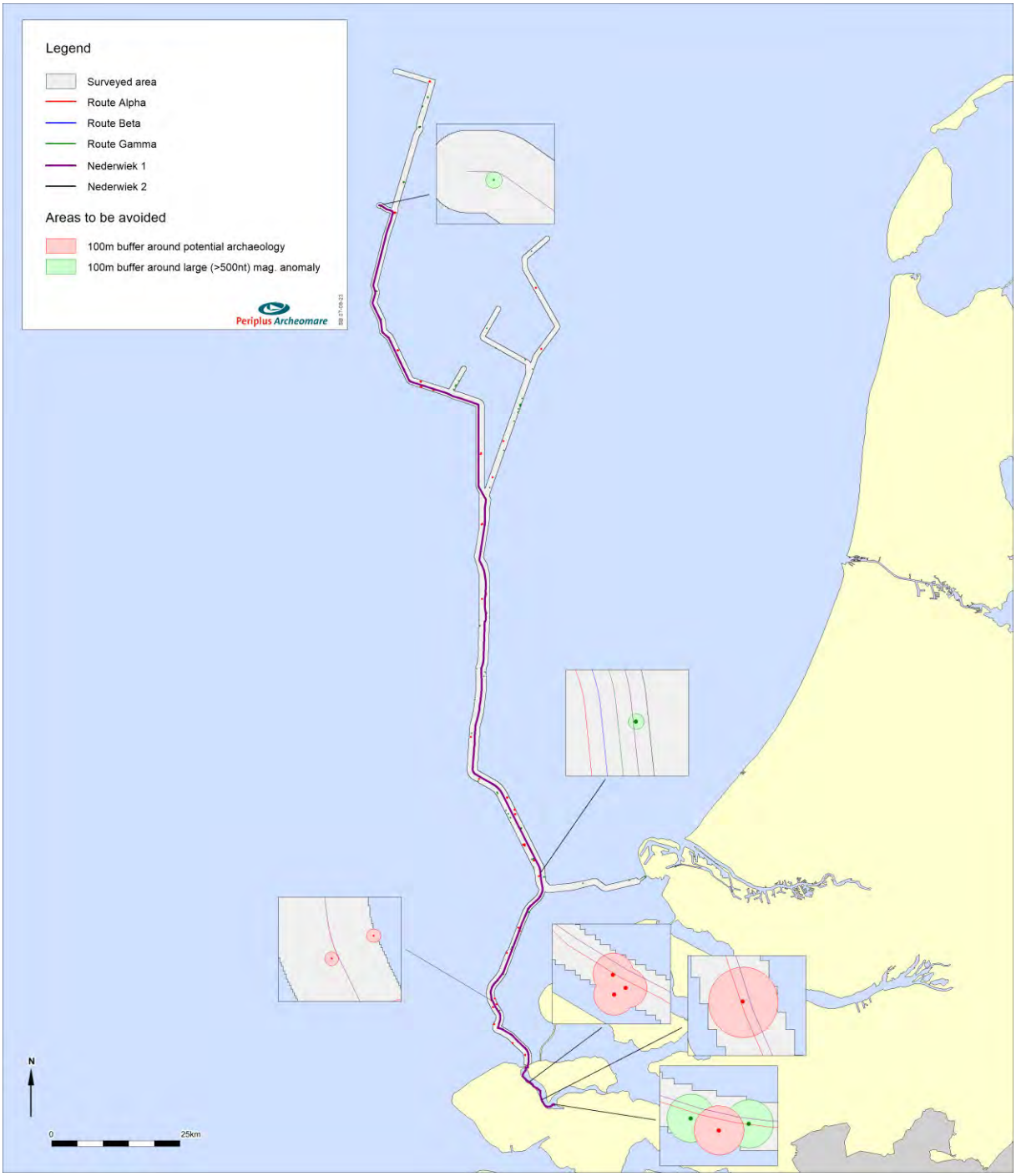


Figure 11. Advice - Sites to be avoided along the Nederwiek 1 route including a 100-meter buffer zone.

The buffer zone of 100 meters is a standard that applies to the protection of cultural heritage.. However, this distance may be reduced if it can be substantiated that the applied disturbance has no effect on the archaeological object. For example, when no anchoring is used during cable lay operations the buffer zone can be decreased. Reduction of the distance has to be approved by Rijkswaterstaat (RWS). Rijkswaterstaat is the enforcing authority, acting on behalf of the Ministry of Economic Affairs and Climate Policy. The Cultural Heritage Agency of the Netherlands (RCE) acts as an advisor to Rijkswaterstaat.

If it is not feasible to avoid the reported *magnetometer* locations, additional research is required in order to determine the actual archaeological value of the reported locations. It is advised that the UXO research within 100 meters of the *magnetometer* anomalies are carried out under archaeological supervision. Depending on the outcome of the UXO research it can be decided if additional research (for instance by means of ROV or dive investigations) is needed or whether the 100m distance can be reduced after consultation with the authorities. If the UXO research indicates that the object has no archaeological value, the location can be omitted.

Prehistoric landscapes and related archaeological remains

The assessment of seismic data, vibrocore descriptions and CPT-logs has shown that an intact well-preserved sequence of Late Pleistocene and Early Holocene landscapes could locally have been preserved along the cable route. It is not possible to specifically target the areas where the Pleistocene landscape is intact. Therefore, it cannot be excluded that in part of the trajectory intact well-preserved prehistoric landscapes and possible archaeological remains contained herein are affected by the installation of the cables. However, due to small size of Late Paleolithic and Mesolithic campsites it is very difficult to trace and map these sites. Generally, these campsites do not exceed a few m^2. Therefore, it is not possible to take mitigating measures to prevent disturbance of sites.

The analysis of vibrocore samples offers an opportunity to gain valuable information on the development of Late Pleistocene and Early Holocene terrestrial and aquatic landscapes which are crossed by the cables. It is advised to conduct specialist research including AMS ^{14}C age dating, pollen, diatom, it is advised to conduct specialist research including AMS ^{14}C age dating, pollen, diatom, foraminifera, and ostracod analysis. The designation of vibrocores and sample intervals shall, in accordance with the Dutch Quality Standard (Dutch: Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie) be documented in a Plan of Action. It is suggested to focus on a limited number of representative vibrocores, from which a large number of intervals are sampled, instead of selecting a large number of vibrocores from which a small number of samples are taken.

During the installation of the cables, archaeological objects may be discovered which were completely buried or not recognized as an archaeological object during the geophysical survey. We recommend archaeological supervision based on an approved Program of Requirements. Following this recommendation would prevent delays during the work when unexpectedly archaeological remains are found. In accordance with the Erfgoedwet, it is required to report those findings to the enforcing authority (Rijkswaterstaat). This notification must also be included in the scope of work.

List of Figures

Figure 1. Advice - Sites to be avoided along the Nederwiek 1 route including a 100-meter buffer zone. 8
Figure 2. Location map of area of investigation 10
Figure 3. Bathymetry Nederwiek 1 route based on the multibeam recordings (source data: Next Geosolutions) 23
Figure 4. Example of contacts 450041 and 450128 28
Figure 5. Sonar image of NCN 9316 during the 2020 survey 29
Figure 6. Example of contact magnetic anomaly 65017, buried remains of Rival. 30
Figure 7. Classification of the magnetic anomalies 32
Figure 8. Overview of the magnetic anomalies peak-to-peak values of 500 nT or more 33
Figure 9. Vibrocore log VC_193_A with Periplus Archeomare interpretation 37
Figure 10. Clay sequence above 'Top of layered sediments' reflector 42
Figure 11. Advice - Sites to be avoided along the Nederwiek 1 route including a 100-meter buffer zone. . 52

List of tables

Table 1. Dutch archaeological periods 3
Table 2. Administrative details 3
Table 3. Potential archaeological contacts within 100 meters from route Nederwiek 1 6
Table 4. Potential archaeological magnetometer contacts within 100 meters from route Nederwiek 1 7
Table 5. Data used for the archaeological assessment 15
Table 6: Overview of the survey campaigns and the employed survey methods. 16
Table 7. Characteristics of geophysical and geotechnical methods employed 18
Table 8. Summary of known objects 24
Table 9. Classification of side scan sonar contacts by Next Geosolutions 25
Table 10. Results of the assessment of selected side scan sonar contacts 26
Table 11. Listing of sites with an archaeological expectation 27
Table 12. Classification of the magnetic anomalies 31
Table 13. Official archaeological findings within the surveyed area 44
Table 14. Classification of the side scan sonar contacts 45
Table 15. List of vibrocores with peat layers 48
Table 16. Potential archaeological contacts within 100 meters from route Nederwiek 1 50
Table 17. Potential archaeological magnetometer contacts within 100 meters from route Nederwiek 1 .. 51

Glossary and abbreviations

Terminology	Description
AMZ	Archeologische Monumenten Zorg, a description of procedures to ensure the protection of National archaeological Cultural Heritage
CPT	Cone penetration test
Eemian	Warm period (interglacial) between Saalian and Weichselian from 130.000 to 115.000 years ago
Erratic	An (glacial) erratic is a piece of rock that differs from the size and type of rock native to the area in which it rests. These rocks are carried by glacial ice, often over distances of hundreds of kilometres. Erratics can range in size from pebbles to large boulders.
Ferrous	Material, which is magnetic or can be magnetized, and well-known types are iron and nickel
Glacial	Ice-age
Holocene	Youngest geological epoch (from the last Ice Age, around 10,000 BC. to the present)
In situ	At the original location in the original condition
Interglacial	Warm period in between two ice-ages
KNA	Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie = Dutch Quality Standard for Archaeological Research
Magnetometer	Methodology to measure deviations from the earth's magnetic field (caused by the presence of ferro-magnetic = ferrous objects)
Multibeam	Acoustic instrument that uses different bundles or beams to measure the depth in order to create a detailed topographic model
Pleistocene	Geological era that began about 2 million years ago. The era of the ice ages but also moderately warm periods. The *Pleistocene* ends with the beginning of the *Holocene*
PvE	Program of Requirements (Dutch: Programma van Eisen)
RCE	Ministry of Cultural Heritage (Dutch: Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed)
ROV	Remotely Operated Vehicle
Saalian	Second last Ice age (glacial) from 240.000 to 130.000 years ago
Sidescan sonar	Acoustic instrument that registers the amplitude of reflections of the seabed. The resulting images are similar to a black / white photograph. The technique is used to detect objects and to classify the morphology and type of soil
Current ripples	Asymmetrical wave pattern at the seabed caused by currents. The steep sides of the ripples are always on the downstream side
Subbottom profiler	Acoustic system used to create seismic profiles of the subsurface
Trenching	Construction of a trench for the purpose of burying a cable or pipeline
Vibrocore	Vibrocore bore is a special drilling technique where a core tube is driven by means of vibration energy in the seabed. In addition, the core tube is provided with a piston so that the bottom material in the core tube remains in place
Weichselian	Last Ice Age (glacial) from 115.000 to 12.000 years ago

References

Literature

- Busschers, F.S., C. Kasse, R.T. Van Balen, J. Vandenberghe, K.M. Cohen, H.J.T. Weerts, J. Wallinga, C. Johns, P. Cleveringa and F.P.M. Bunnik, 2007: Late Pleistocene evolution of the Rhine-Meuse system in the southern North Sea basin: imprints of climate change, sea-level oscillation and glacio-isostacy. Quaternary Science Reviews 26 (25-28), 3216-3248.
- NextGEO, 2022. OFFSHORE GRID NL - Offshore Route Survey Activities (non-UXO) IJmuiden Ver Alpha/Beta/Gamma. Final Report - Integrated Geophysical & Geotechnical Report.
- NextGEO, 2023. OFFSHORE GRID NL - Offshore Route Survey Activities (non-UXO) Nederwiek 1,2 and 3. Final Report - Integrated Geophysical & Geotechnical Report.
- Van den Brenk, S. en R. van Lil, 2021. *Inventariserend Veldonderzoek (opwaterfase), de Banjaard, Noordzee*. Periplus Archeomare rapport 20A015-03.
- Van den Brenk, S. en R. van Lil, 2021. *Programma van Eisen IJmuiden Ver Alpha*. Periplus Archeomare project 21A001-01.
- Van den Brenk, S. en R. van Lil, 2021. *Programma van Eisen IJmuiden Ver Beta*. Periplus Archeomare project 21A002-01.
- Van den Brenk, S., 2022. *Programma van Eisen IJmuiden Ver Gamma*. Periplus Archeomare project 21A002-05.
- Van Heeteren, S., 2010. Analysis of seabed and soil quality required for wind farms. We@Sea project 2005-005.
- Van Lil, R. en R.W. Cassée, 2021. *Archeologisch bureauonderzoek Net op zee IJmuiden Ver Gamma*. Periplus Archeomare rapport 21A002-04.
- Van Lil, R., S. van den Brenk en R.W. Cassée, 2021. *Archeologisch bureauonderzoek Net op zee IJmuiden Ver Alpha*. Periplus Archeomare rapport 20A024-01A.
- Van Lil, R., S. van den Brenk en R.W. Cassée, 2021. *Archeologisch bureauonderzoek Net op zee IJmuiden Ver Beta*. Periplus Archeomare rapport 20A024-01B.
- Van den Brenk, S., van Lil, R. en R.W. Cassée, 2023. *Archeologisch bureauonderzoek Net op zee Nederwiek 1*. Periplus Archeomare rapport 22A027-01.
- Van den Brenk, S., van Lil, R. en R.W. Cassée, 2023. *Archeologisch bureauonderzoek Net op zee Nederwiek 2*. Periplus Archeomare rapport 22A028-01.
- Vink, A., Steffen, H., Reinhardt, L. en Kaufmann, G., 2007. Holocene relative sea-level change, isostatic subsidence and the radial viscosity structure of the mantle of northwest Europe (Beglium, The Netherlands, Germany, southern North Sea). *Quaternary Science* Reviews, 26, pp. 3249-3275.

Sources from the Internet

- Dienst der Hydrografie (www.hydro.nl)
- Geologische Dienst Nederland – Data Informatie Nederlandse Ondergrond (www.dinoloket.nl)
- Noordzeeloket (www.noordzeeloket.nl)
- North Sea paleo-landscapes, University of Birmingham (http://www.iaa.bham.ac.uk)
- Olie en Gasportaal (www.nlog.nl)
- Stichting Infrastructuur Kwaliteitsborging Bodembeheer (SIKB.nl)

Various sources

- Archis III, archeologische database Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed
- KNA Waterbodems 4.1
- Nationaal Contactnummer Nederland (NCN)
- SonarReg, objectendatabase Rijkswaterstaat Noordzee en Delta

Appendix 1. Potential Archaeological sites

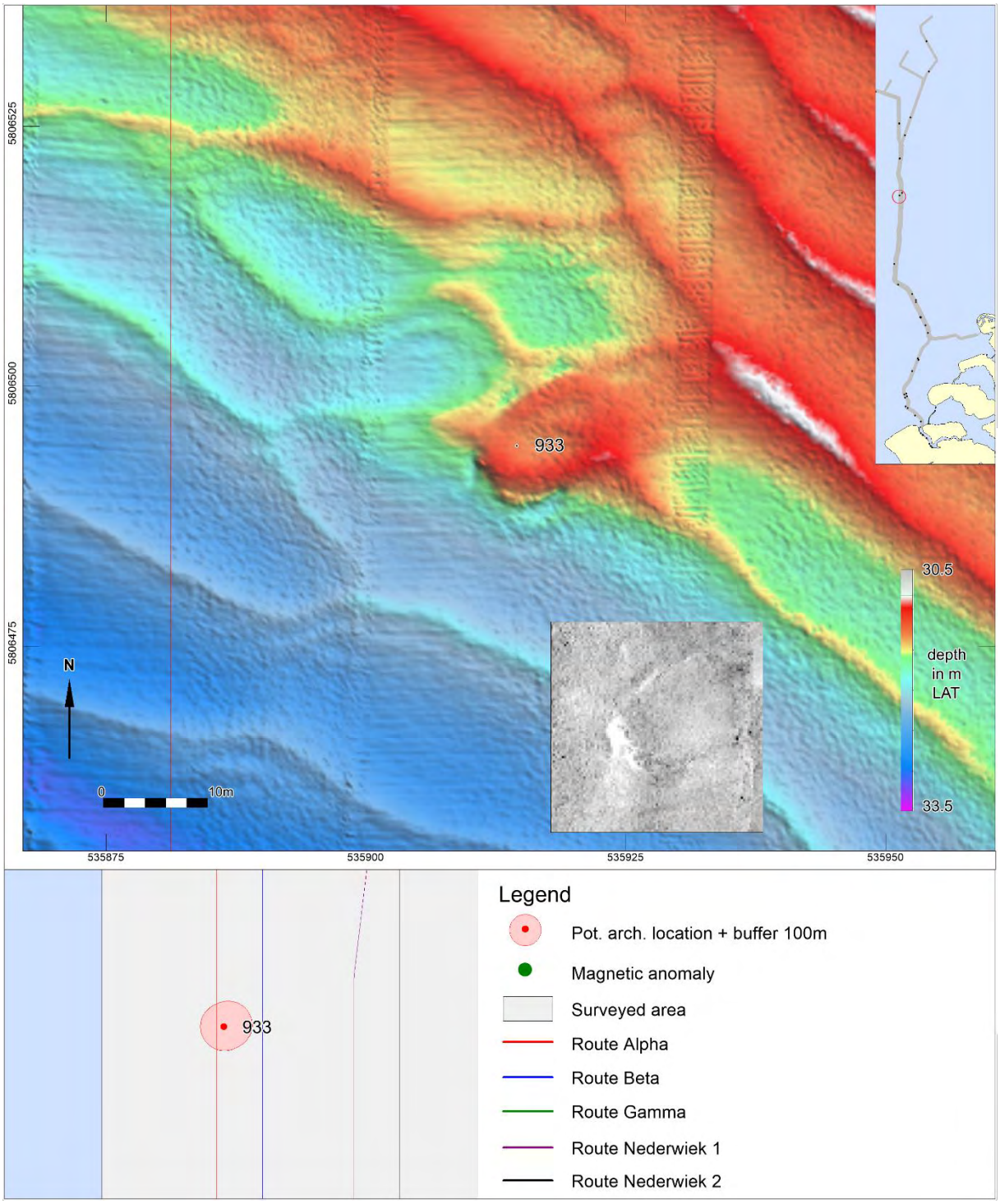
Based on side scan sonar and multibeam echo sounder recordings.

Appendix 1 – Potential archaeological sites

From surveys Net op Zee IJmuiden Ver Alpha, Beta, Gamma, Nederwiek 1, 2

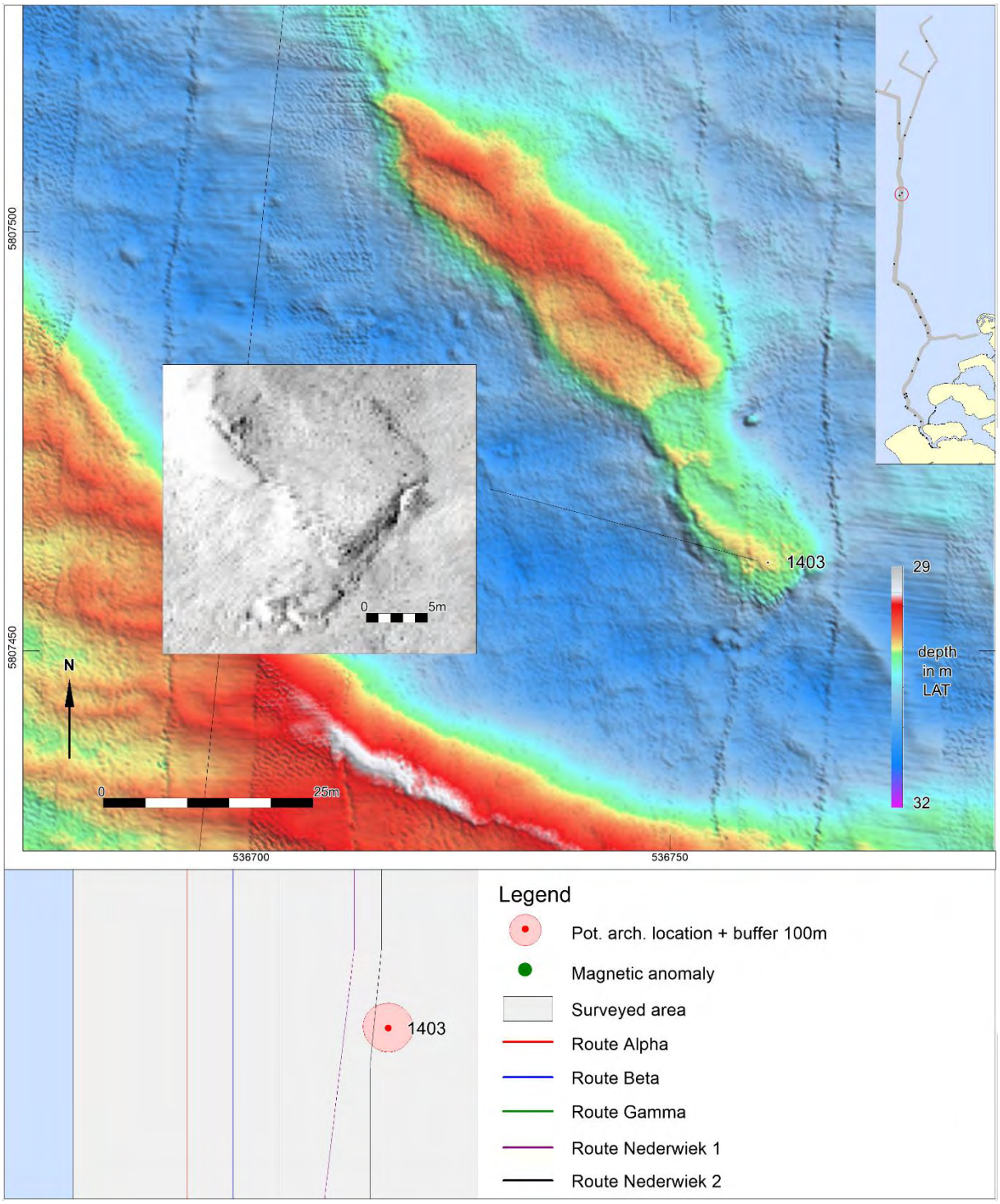
ID	Feature Next	Easting	Northing	Depth	NCN	Classification PPA
933	Debris linear	535914	5806494	-31.2	-	Possible wreck remains
1403	Debris other	536762	5807461	-30.0	13903	Possible wreck remains
1488	Wreck	533775	5779687	-29.2	2869	Wreck
1724	Debris other	535351	5771480	-28.1	-	Wreck remains
1903	Debris other	543918	5758747	-26.6	-	Wreck remains
1906	Debris other	543999	5758712	-25.3	-	Wreck remains
1933	Debris linear	544136	5758591	-27.4	-	Wreck remains
1948	Debris other	544209	5758751	-24.5	382	Wreck
1954	Wreck	544260	5758544	-25.7	-	Wreck
2060	Debris metal	546040	5755589	-23.7	-	Possible wreck remains
2298	Wreck	546976	5752572	-24.6	364	Wreck
3110	Debris other	537985	5830159	-25.8	-	Possible wreck remains
3149	Debris linear	540080	5837238	-32.0	-	Possible wreck remains
10053	Wreck	535976	5821101	-29.8	2810	Wreck
10059	Wreck	535882	5821036	-30.5	-	Possible wreck remains
10078	Debris other	535768	5834877	-27.9	-	Possible wreck remains
10083	Wreck	535656	5834718	-24.8	2081	Wreck
27085	Debris linear	540790	5737641	-22.2	-	Possible wreck remains
28022	Debris linear	543281	5741924	-24.4	-	Wreck remains
28068	Debris linear	543025	5742529	-22.1	-	Possible wreck remains
28228	Wreck	543296	5741910	-24.3	-	Wreck
40370	Wreck	548023	5708143	-15.1	-	Wreck, recent
40372	Wreck	544298	5713143	-16.3	-	Wreck, recent
40465	Wreck	544976	5712448	-9.5	-	Wreck, recent
40530	Debris linear	546499	5711248	-10.6	-	Possible wreck remains
40531	Debris linear	546471	5711261	-11.4	-	Wreck remains
40553	Debris other	548641	5707654	-8.7	-	Possible wreck remains
40812	Debris linear	545032	5712482	-8.8	-	Possible wreck remains
40817	-	544969	5712546	-9.4	-	Wreck remains
42231	Wreck	544305	5717781	-4.9	1670	Wreck
43101	Wreck	538996	5722986	-11.9	-	Wreck
43103	Wreck	541871	5720092	-13.9	-	Wreck
60125	Debris linear	547506	5709051	-13.8	-	Possible wreck remains
65017	Wreck	538034	5727082	-0.4	9339	Wreck
440161	Debris linear	538263	5723739	-10.4	-	Possible wreck remains
450041	Wreck	538796	5727655	-9.1	-	Wreck
450063	Wreck	537778	5728407	-9.0	-	Wreck
450128	Wreck	538786	5727670	-7.7	9316	Wreck
450153	Wreck	538420	5728758	-7.4	192	Wreck
2140014	Debris other	547442	5855149	-30.5	-	Possible wreck remains
2150001	Wreck	546418	5867040	-25.8	-	Possible wreck remains
2150002	Wreck	546385	5867084	-25.9	-	Possible wreck remains
BRK_11012	Debris Linear	540808	5767868	-27.7	-	Possible wreck remains
BRK_11020	Debris Other	542369	5764697	-28.5	-	Possible wreck remains
COB_00438	Debris Other	526488	5847207	-35.1	-	Possible wreck remains
COB_00461	Debris Linear	524100	5847759	-40.7	-	Possible wreck remains

ID	Feature Next	Easting	Northing	Depth	NCN	Classification PPA
COB_00463	Debris Other	524040	5848843	-40.5	-	Possible wreck remains
COB_00536	Debris Other	519571	5854937	-34.0	-	Possible wreck remains
COB_02273	Debris Fish Net	525796	5907245	-27.8	-	Possible wreck remains
BRK_11019	Wreck	542324	5765516	-25.1	24	Wreck
COB_00642	Wreck	518981	5881679	-27.7	1211	Wreck
COB_00655	Wreck	518956	5881687	-27.2	1211	Wreck
COB_00654	Wreck	518972	5881684	-27.2	1211	Wreck



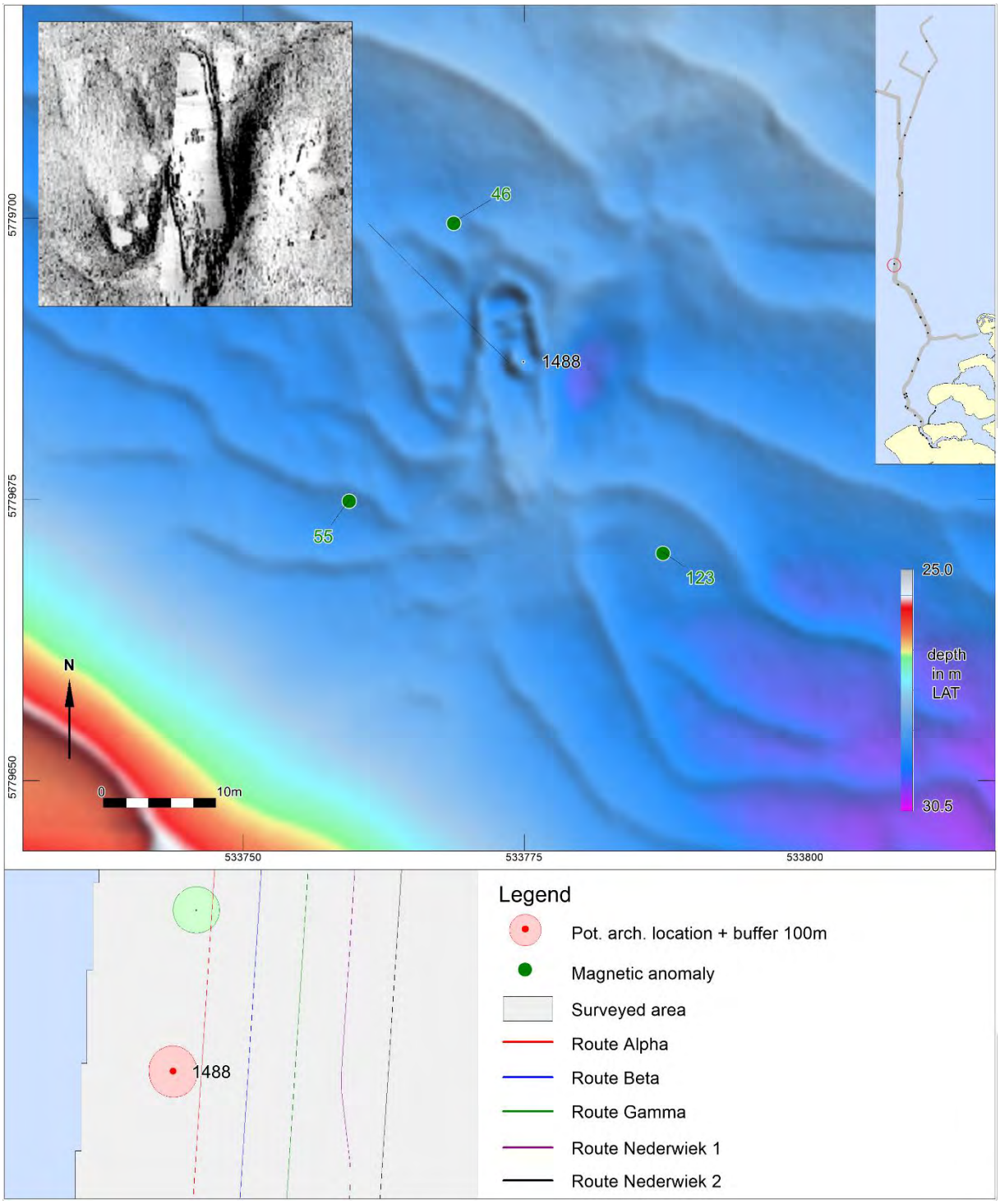
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth	KP Alpha
933	Debris linear	23.6	9.8	0.2	535914	5806494	-31.2	114.206

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Oval structure 25x10m, no mag. possible wreck	Possible wreck remains	1



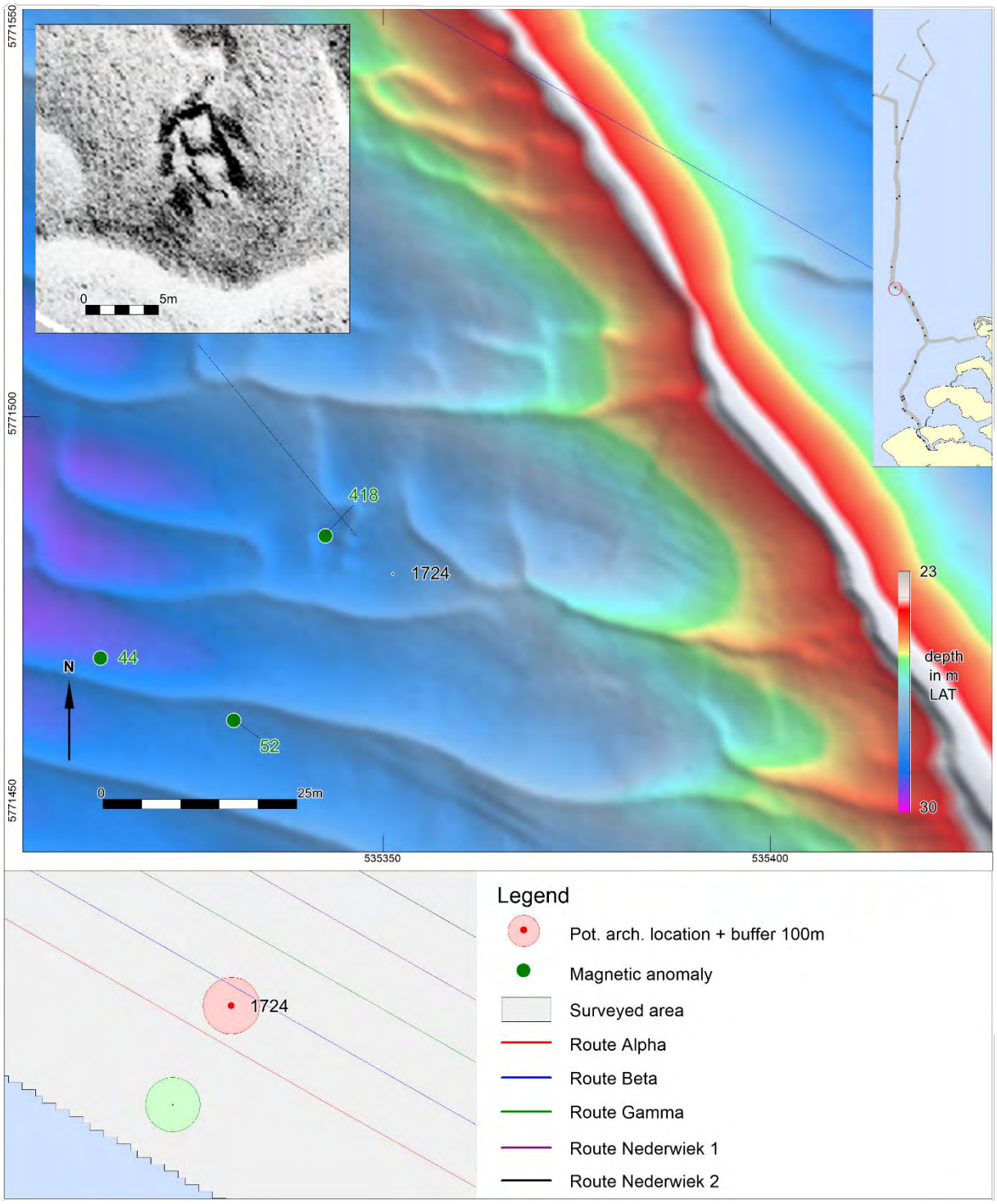
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth
1403	Debris other	25.6	2.3	0.7	536762	5807461	-30.0

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
13903	Cluster of small objects in rectangular structure	Possible wreck remains	1



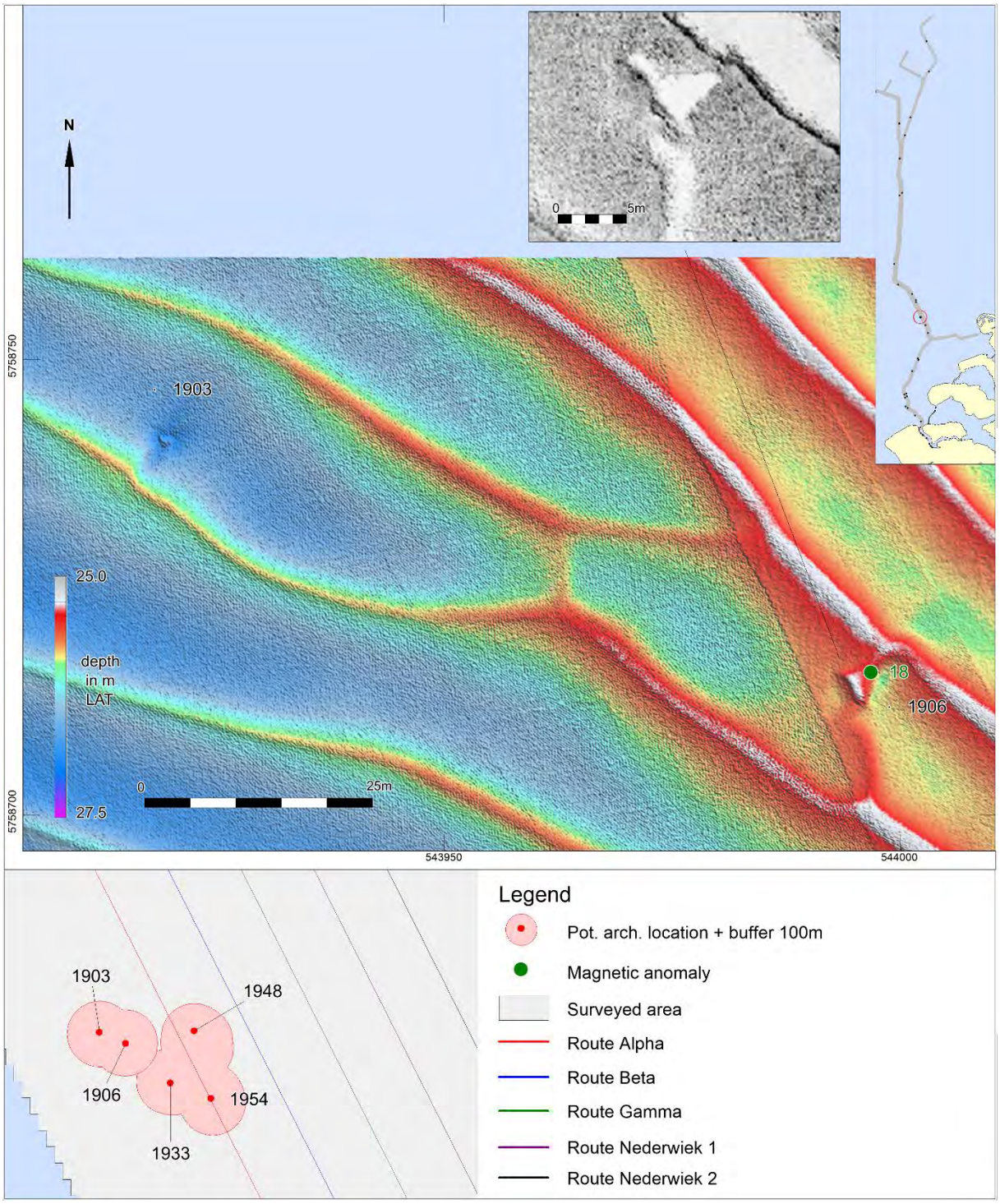
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth
1488	Wreck	24.3	5.9	0.4	533775	5779687	-29.2

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
2869	Unidentified wreck, wood. NCN 2869	Wreck	2



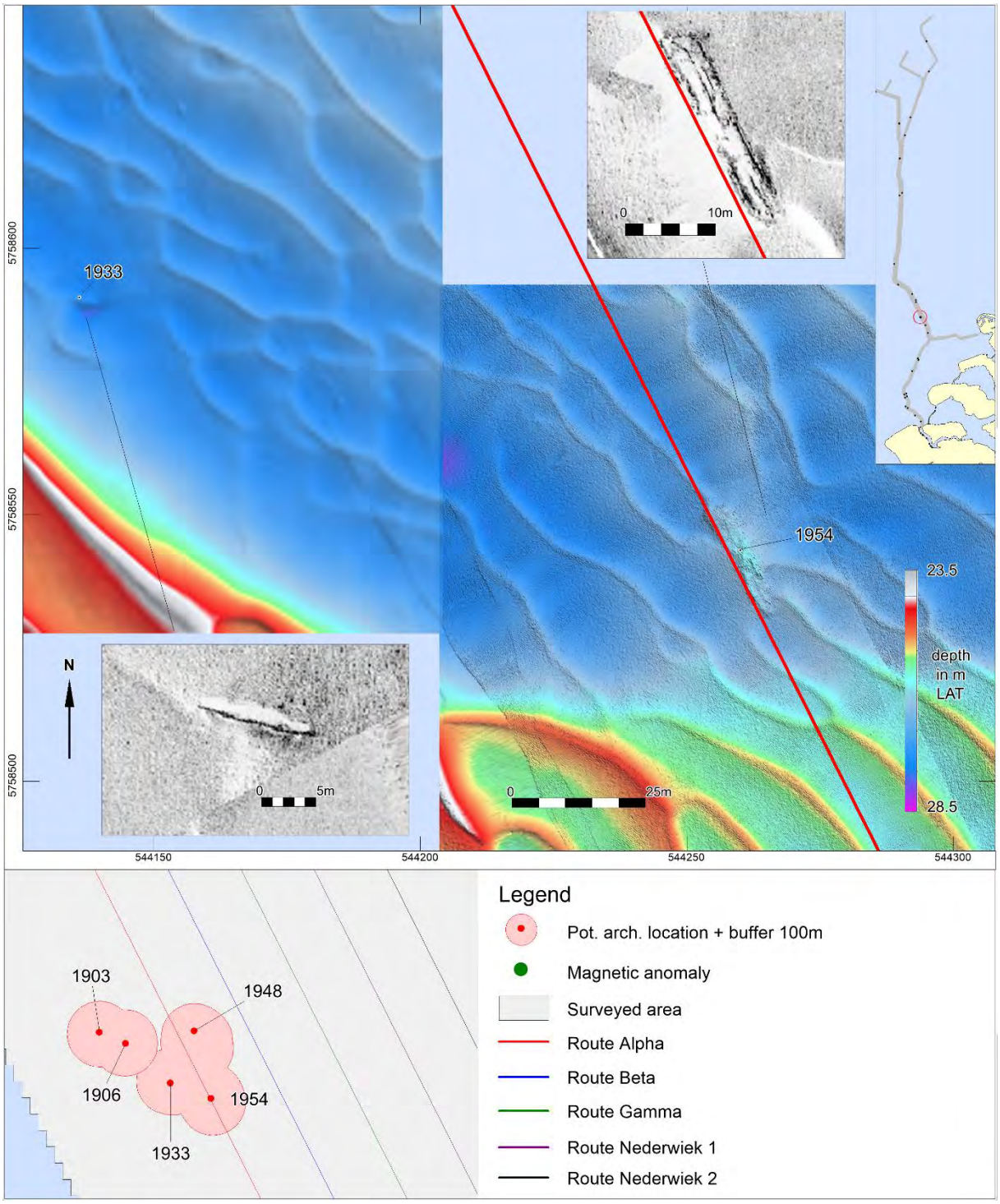
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth	KP Beta
1724	Debris other	4.8	3.3	0.4	535351	5771480	-28.1	46.319

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Cluster of square objects with strong reflection	Wreck remains	1



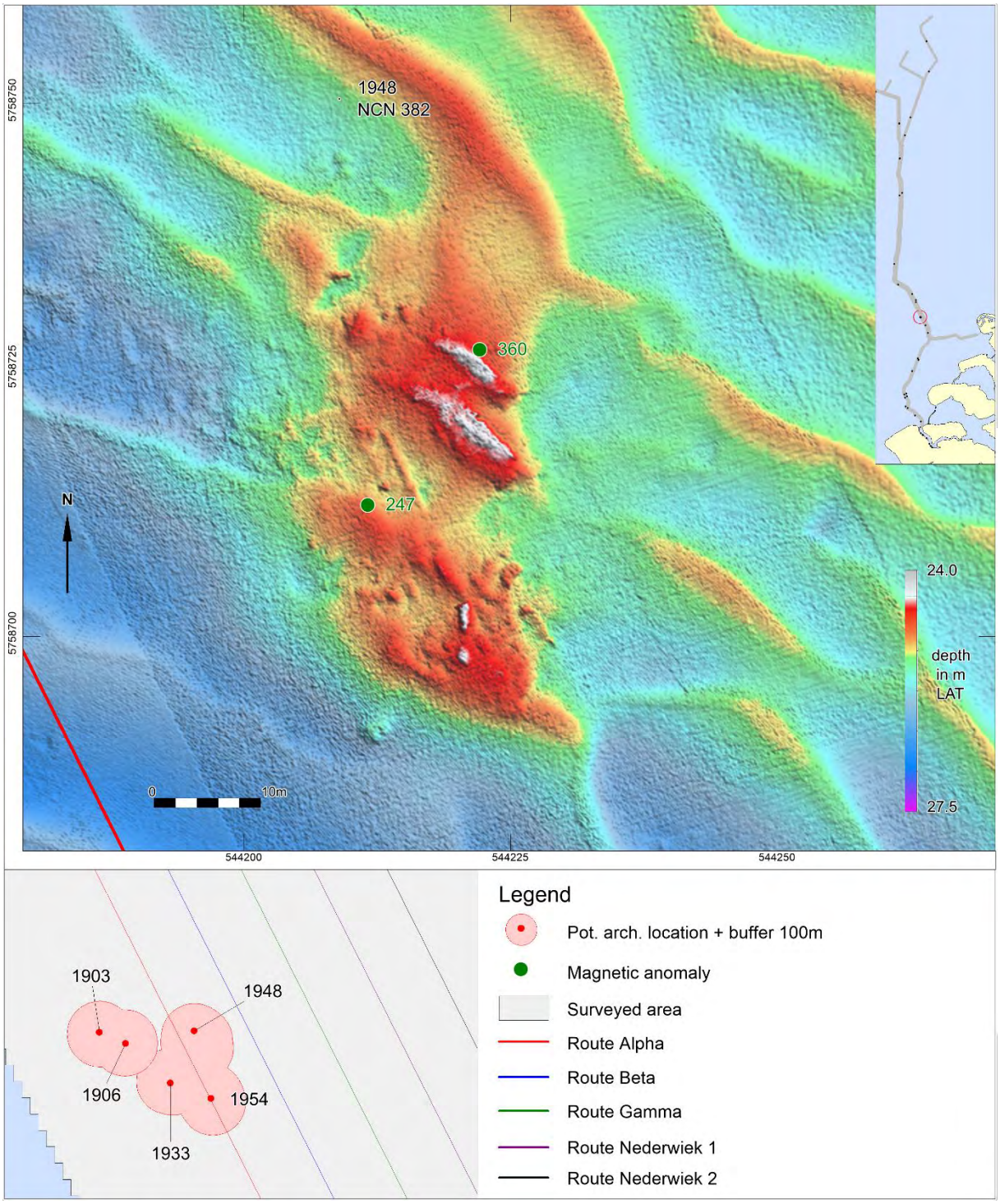
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth
1903	Debris other	3.1	1.3	0.4	543918	5758747	-26.6
1906	Debris other	7.1	1.1	0.8	543999	5758712	-25.3

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Partly buried structure 2 x 2 m 250m w of wreck NCN 382	Wreck remains	2
-	Rectangular isolated object 3.8 x 1.3 m, 200m w of wreck NCN 382	Wreck remains	2



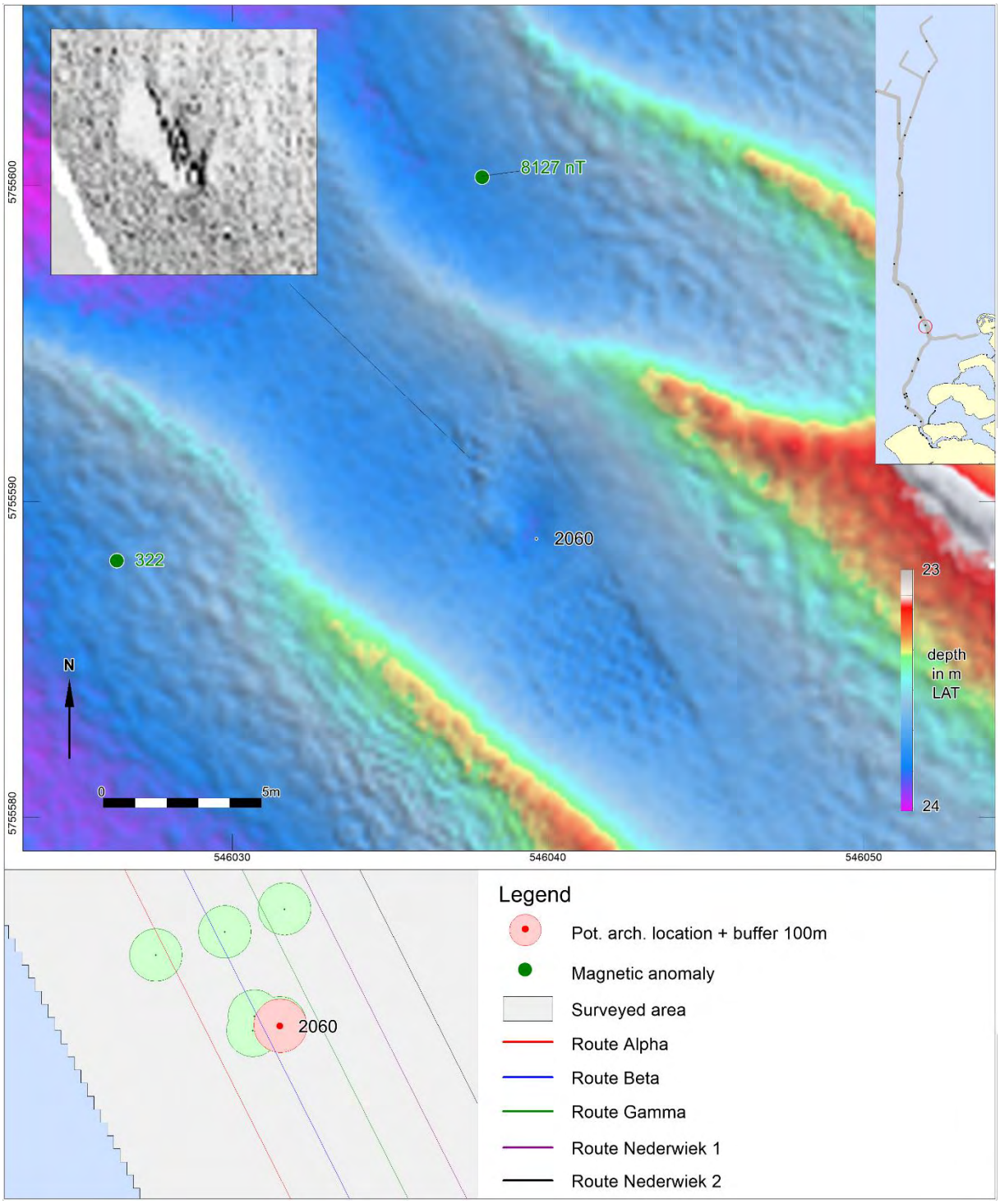
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth	KP Alpha
1933	Debris linear	10.9	0.4	0.2	544136	5758591	-27.4	62.038
1954	Wreck	23.8	5.1	0.8	544260	5758544	-25.7	61.940

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Partly buried structure w of wreck remains NCN 382	Wreck remains	2
-	Large structure 23 x 4m, probably wreck	Wreck	2



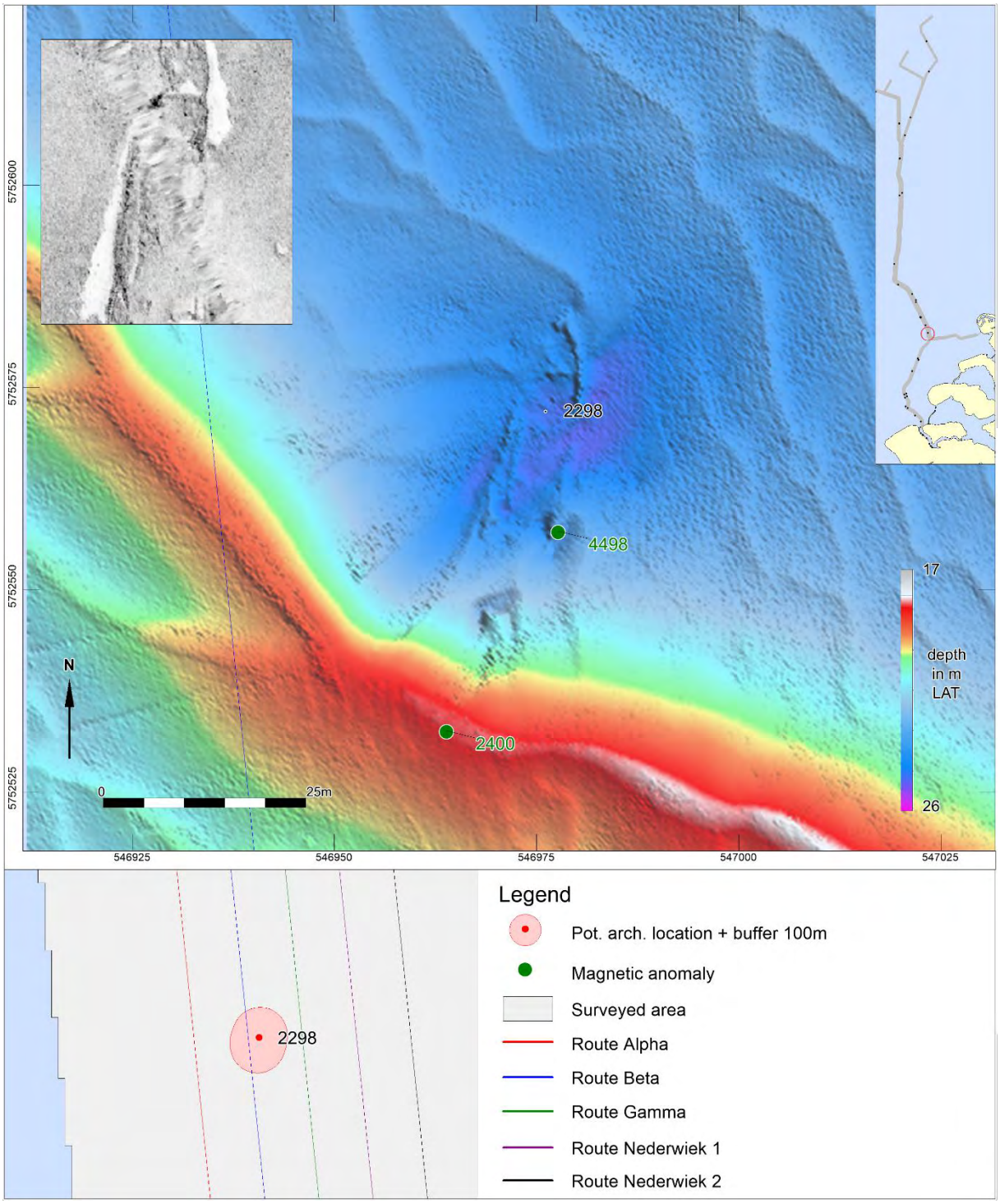
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth	KP Alpha
1948	Debris other	4.3	1.4	0.2	544209	5758751	-24.5	62.148

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
382	Wreck remains NCN 382, wooden sailing vessel, three-masted reported by divers. RCE 3035875100	Wreck	2



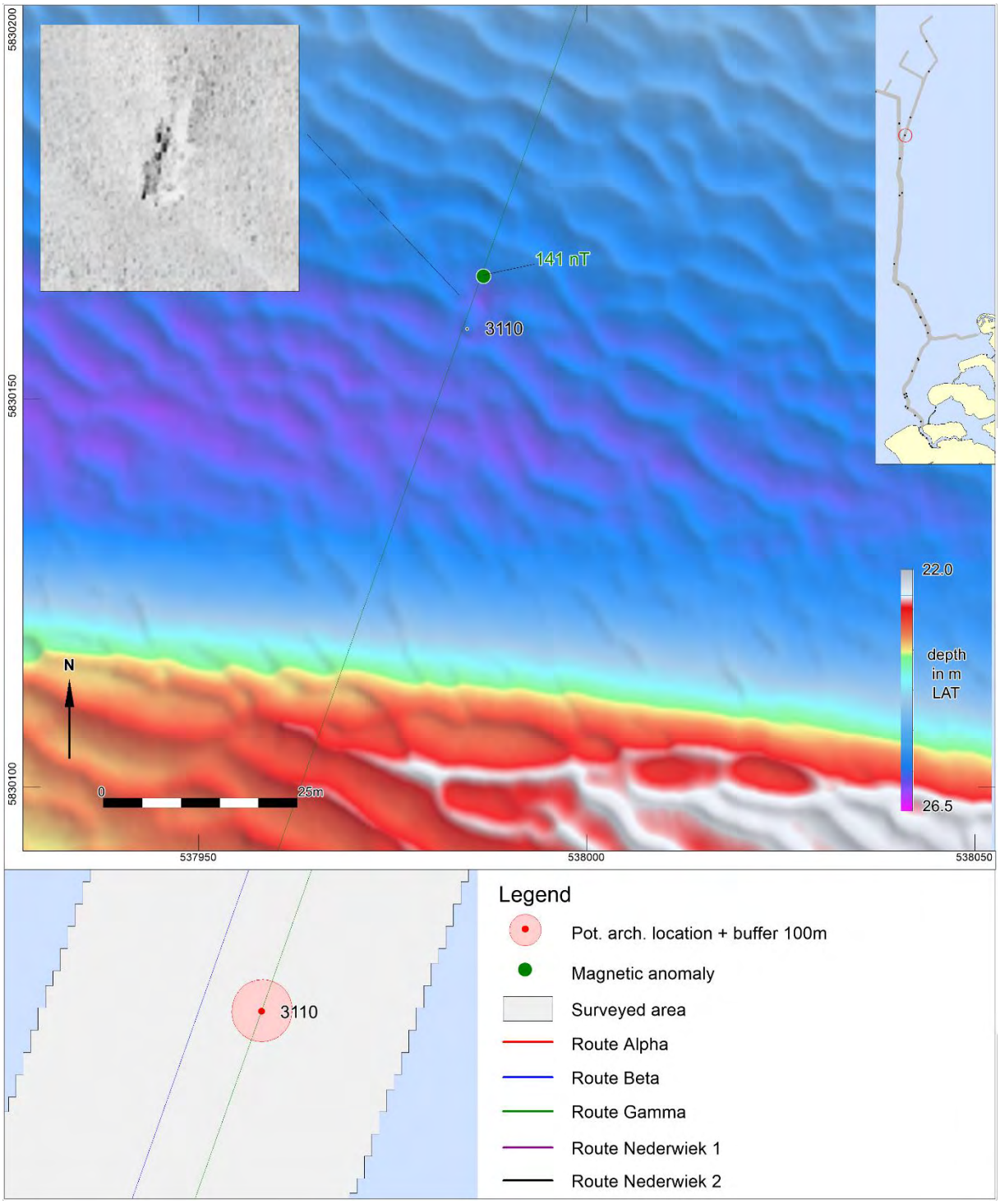
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth	KP Beta
2060	Debris metal	4.2	1.6	0.2	546040	5755589	-23.7	26.670

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Cluster of small objects, large Mag. 8127 nT	Possible wreck remains	1



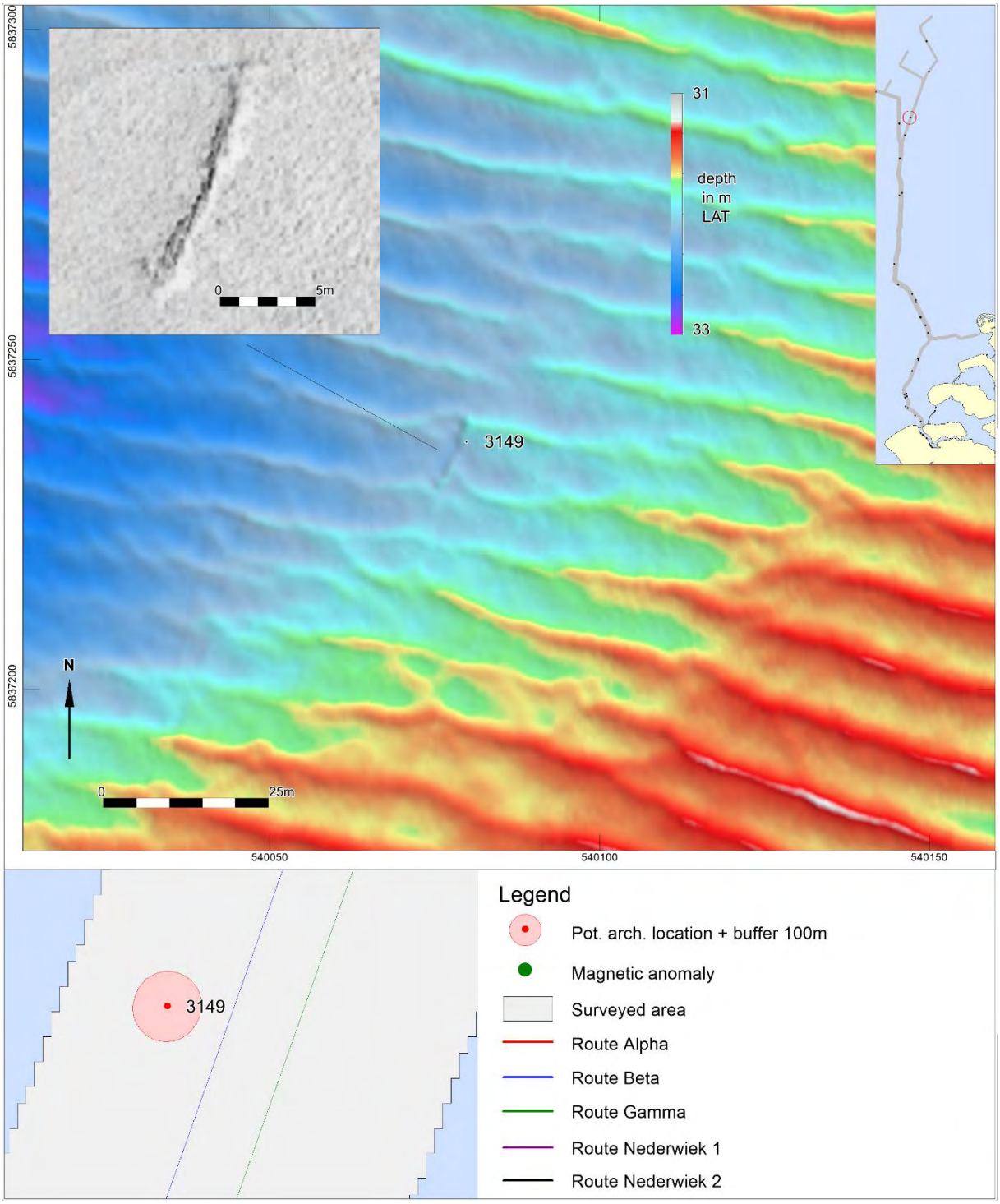
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth	KP Beta
2298	Wreck	46	8.4	4.3	546976	5752572	-24.6	23.485

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
364	Wreck NCN 364, large MAG anomalies. Wreck of a large steam vessel, iron rudder. RCE 2966920100	Wreck	2



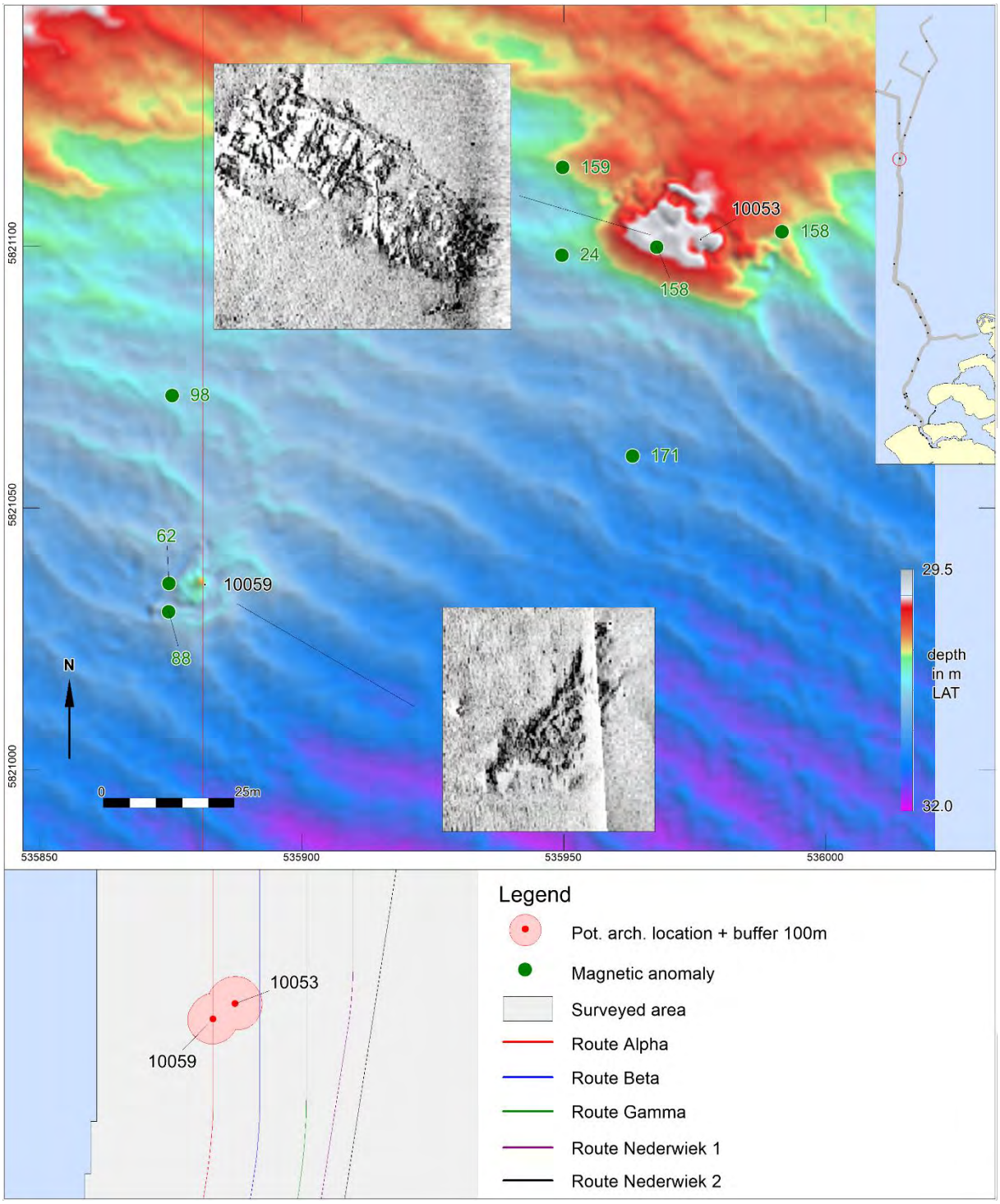
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth	KP Gamma
3110	Debris other	6.9	1.2	0.2	537985	5830159	-25.8	106.046

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Rectangular structure. Mag anomaly 141 nT	Possible wreck remains	1



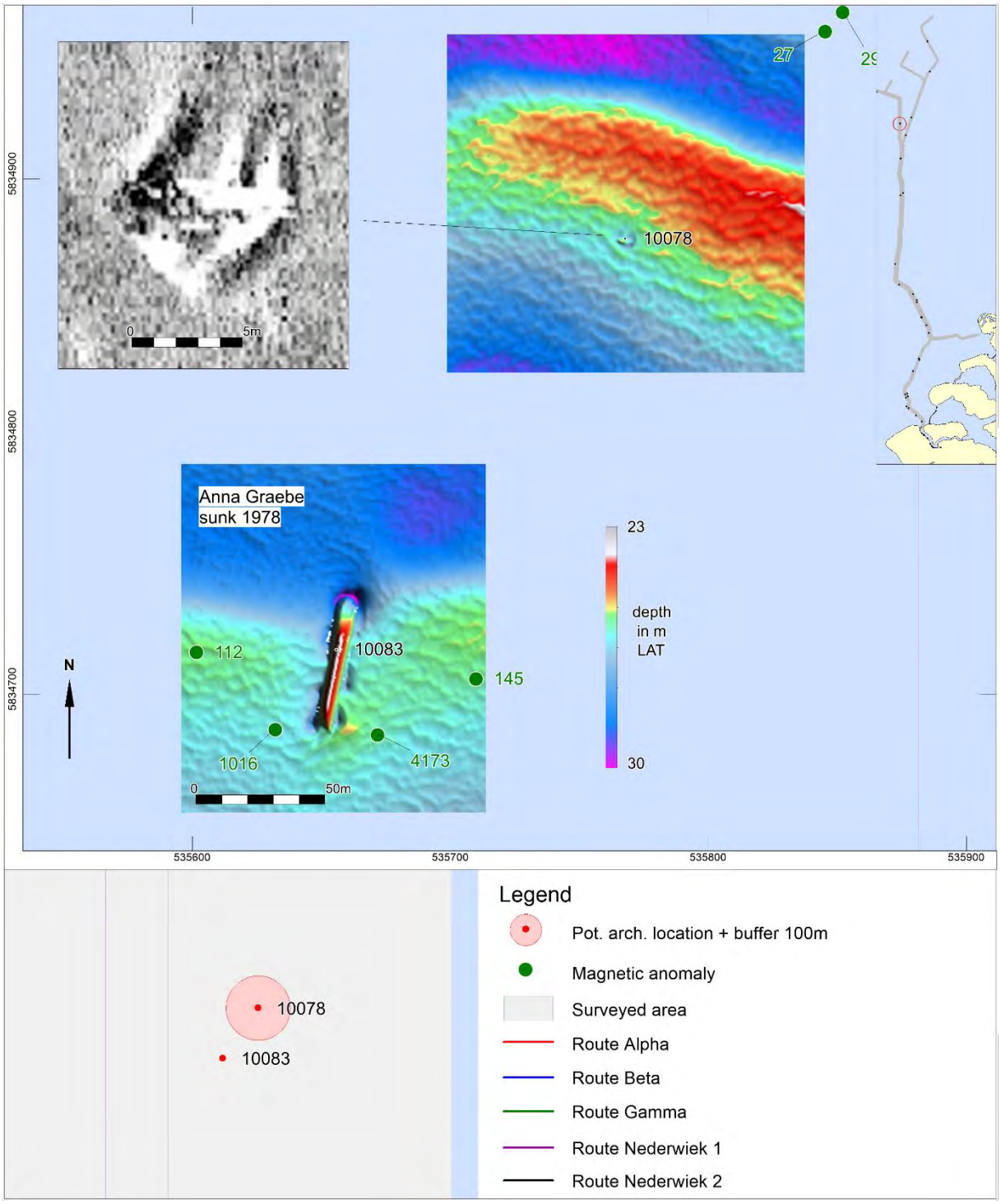
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth
3149	Debris linear	11	1	0.2	540080	5837238	-32.0

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Elongated patch of strong reflections, isolated	Possible wreck remains	1



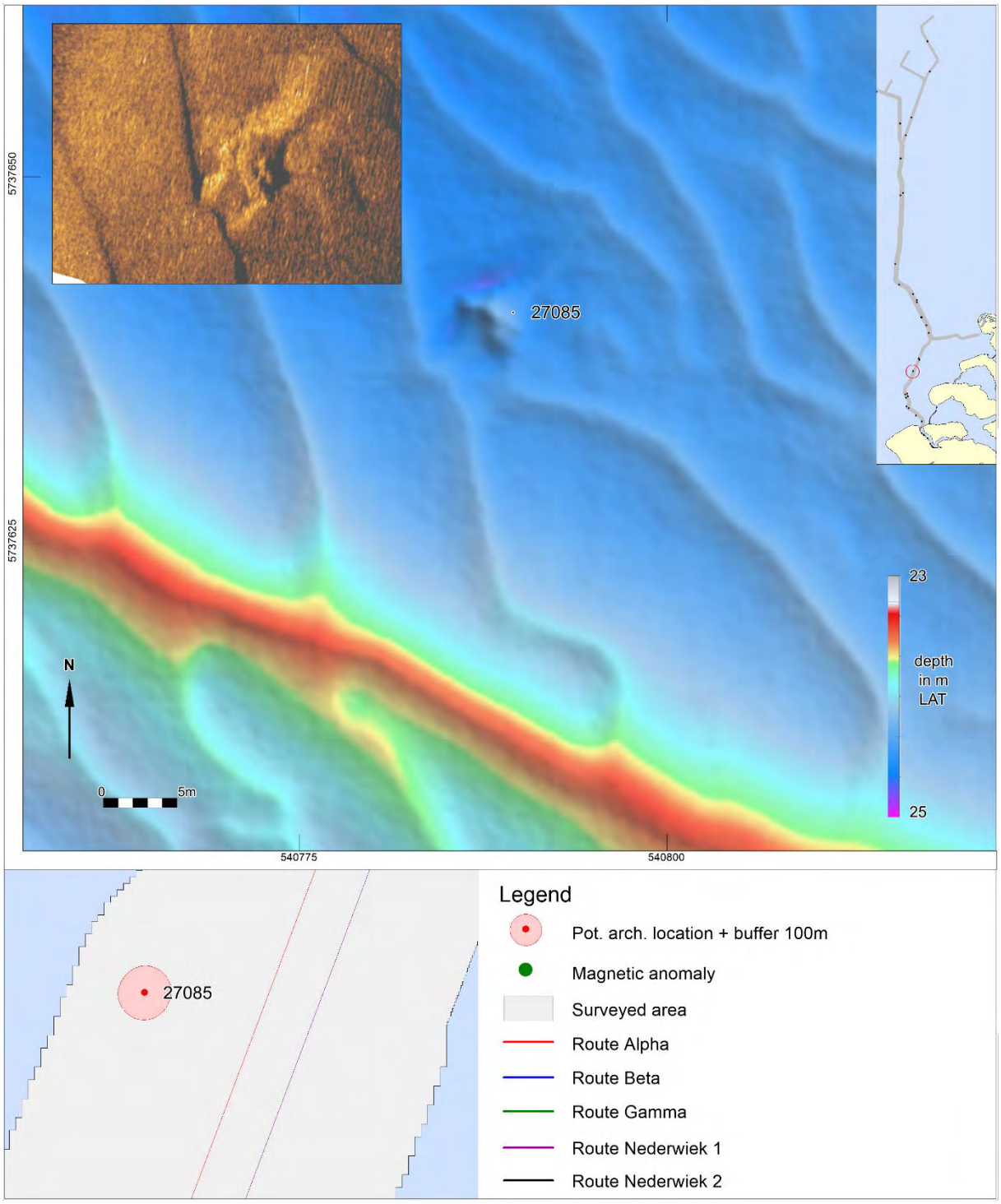
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	KP Alpha
10053	Wreck	29.6	10.6	1.2	535976	5821101	129.037
10059	Wreck	21	8.2	0.2	535882	5821036	128.972

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
2810	Unidentified shipwreck, NCN 2810	Wreck	2
-	Rectangular cluster of small objects, several mag anomalies	Possible wreck remains	1



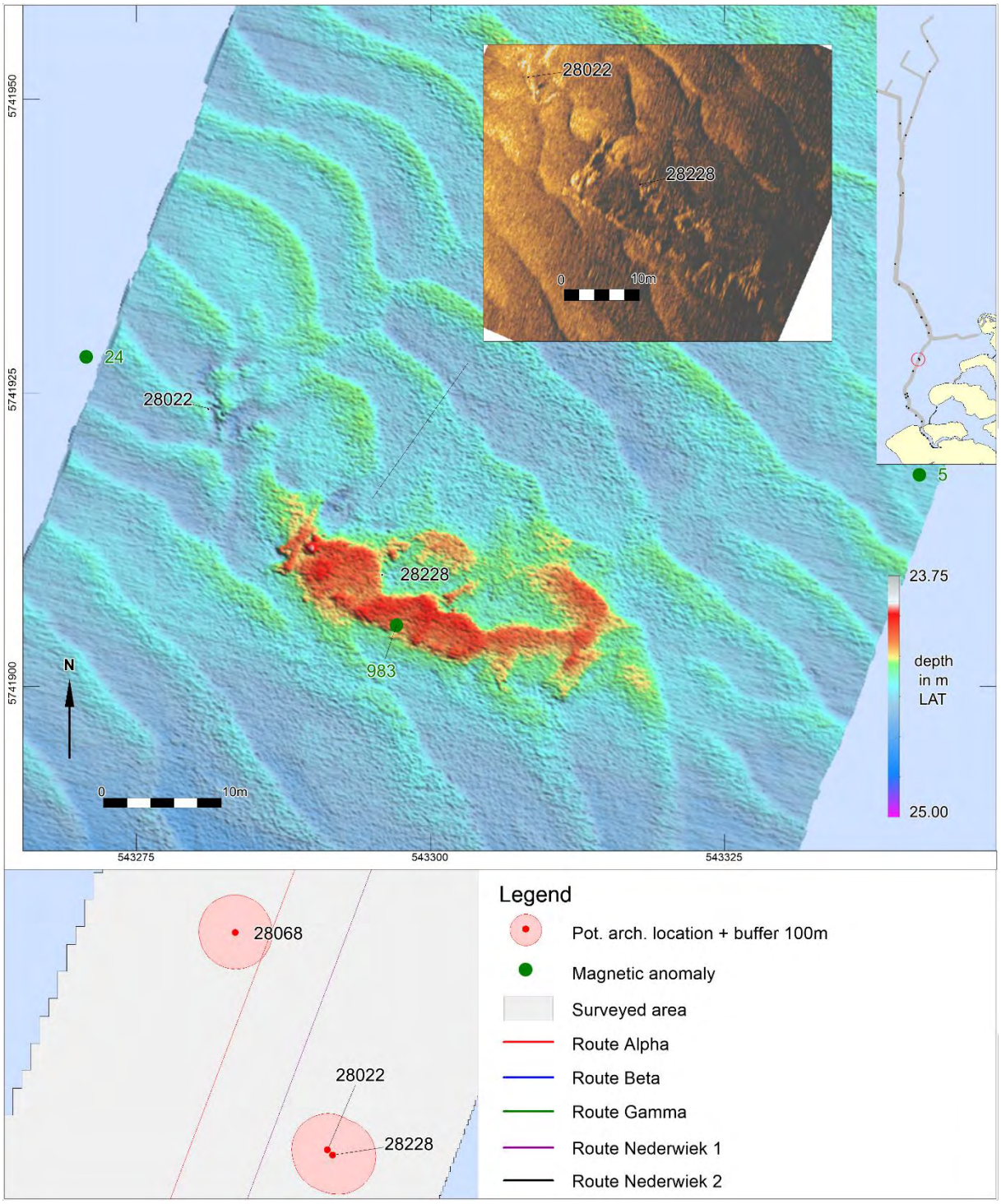
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth
10078	Debris other	9.9	6.3	0.8	535768	5834877	-27.9
10083	Wreck	56.3	6.7	2	535656	5834718	-24.8

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Square structure with internal reflectors	Possible wreck remains	1
2081	Wreck *Anna Graebe*, iron freighter sunk 1978 / RCE 4028335100	Wreck	1



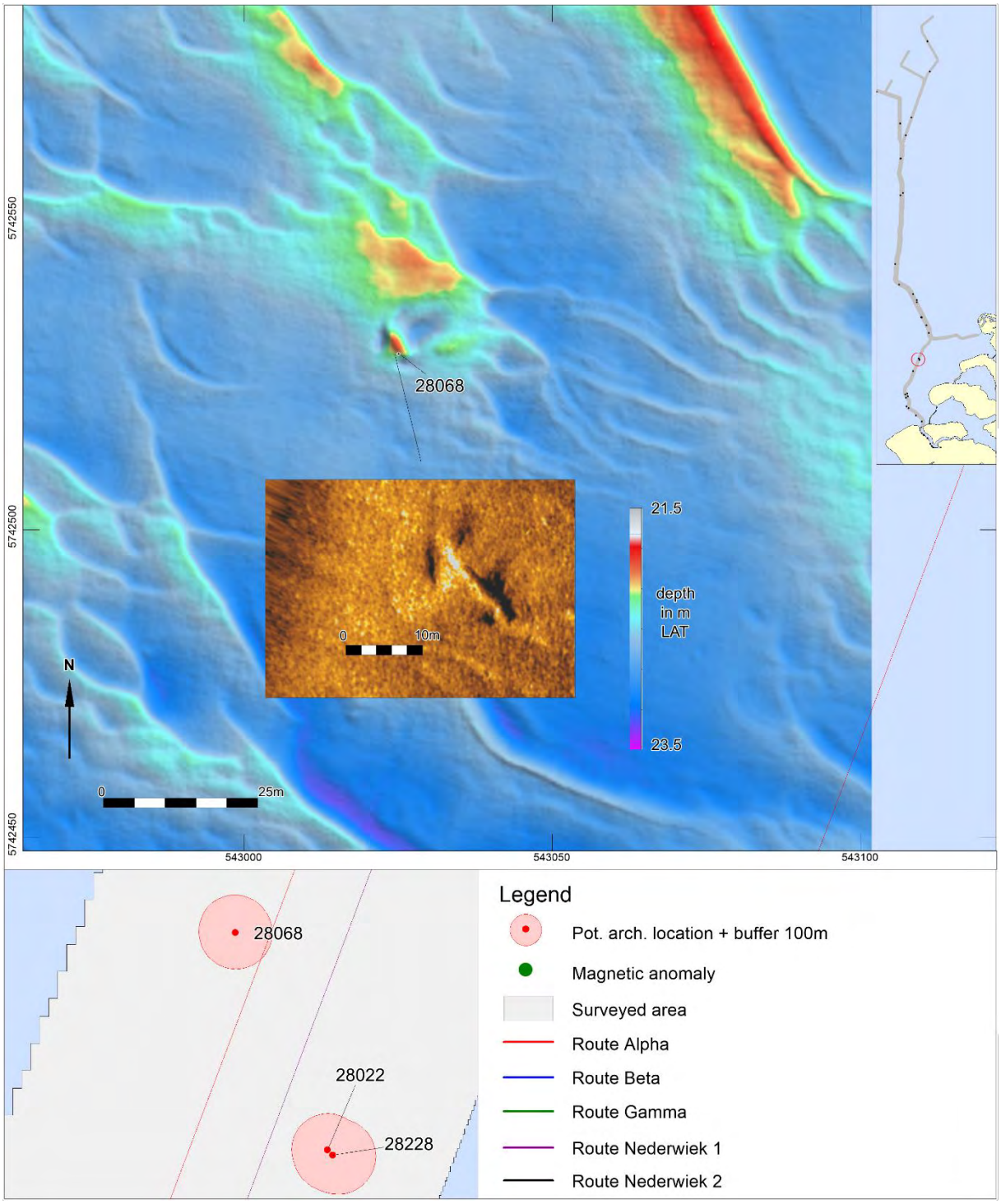
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth
27085	Debris linear	15	5	1	540790	5737641	-22.2

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Rectangular structure, relatively high	Possible wreck remains	1



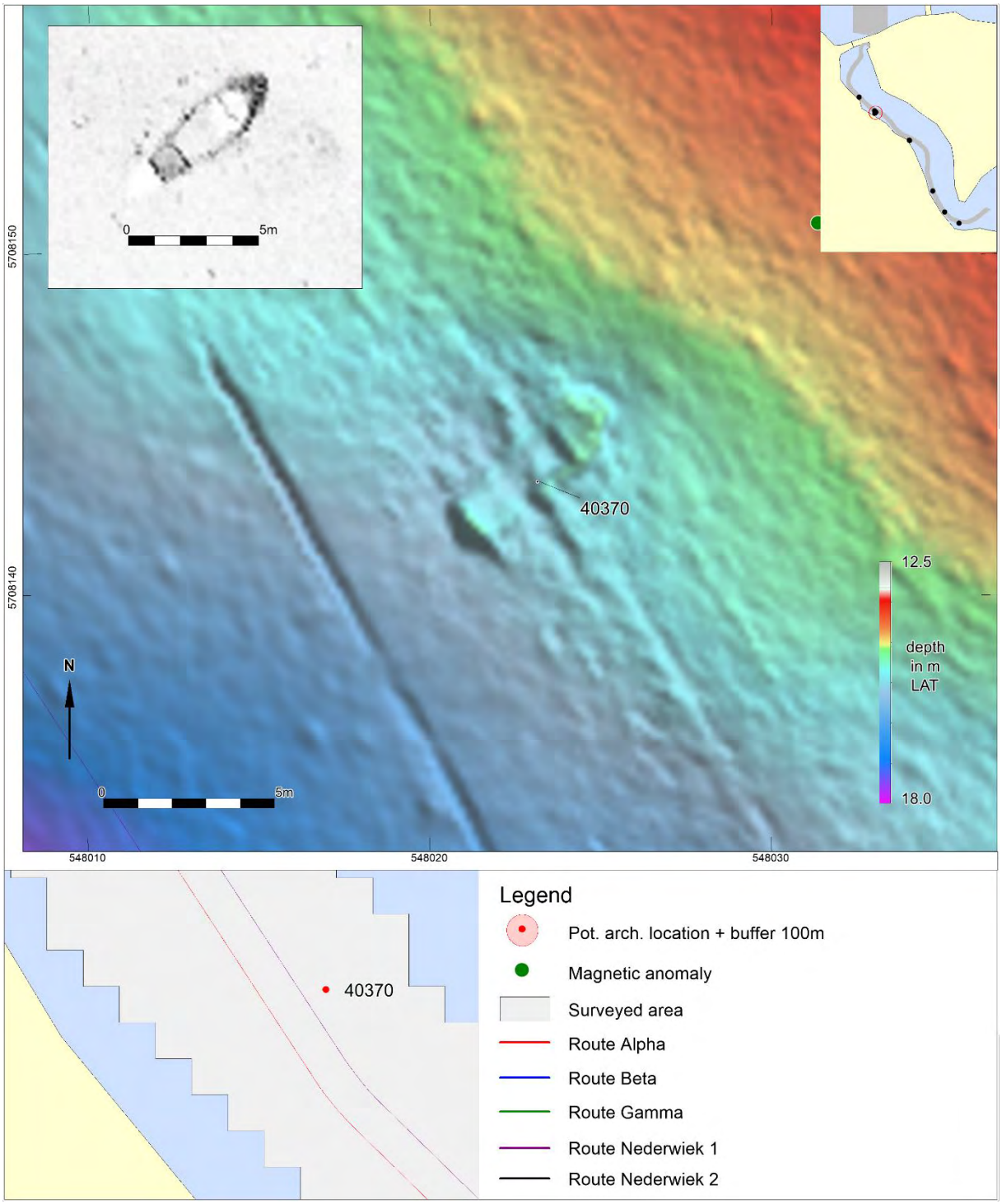
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth
28022	Debris linear	4.4	0.5	0.4	543281	5741924	-24.4
28228	Wreck	44.4	9.4	0.3	543296	5741910	-24.3

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Object 2 x 2 m 10m NW of wreck	Wreck remains	1
-	Large structure 28 x 10m, probably wreck. Mag anomaly 983 nT	Wreck	2



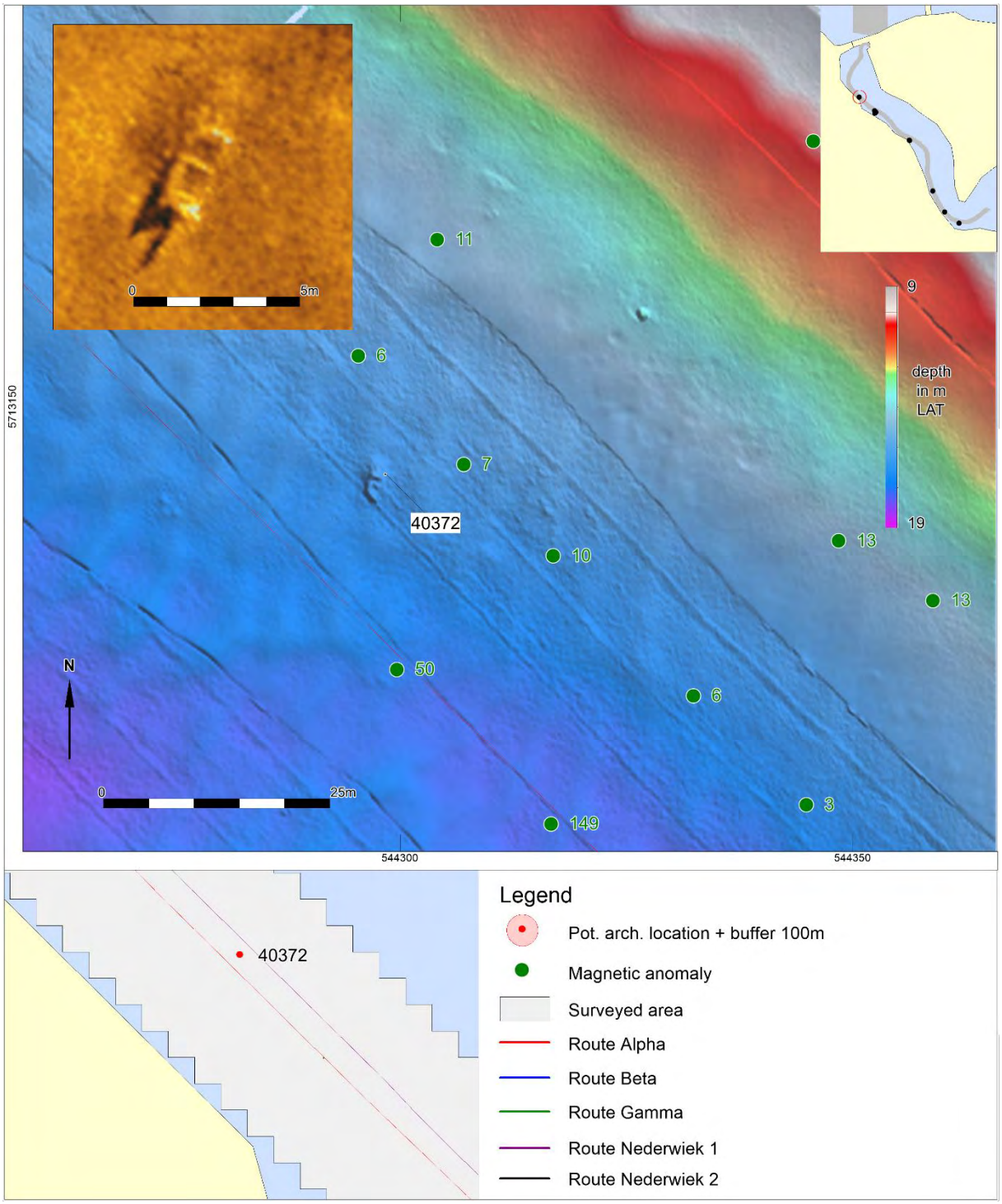
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth	KP Alpha
28068	Debris linear	13.4	1.6	0.9	543025	5742529	-22.1	43.811

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Elongated structure with scouring	Possible wreck remains	1



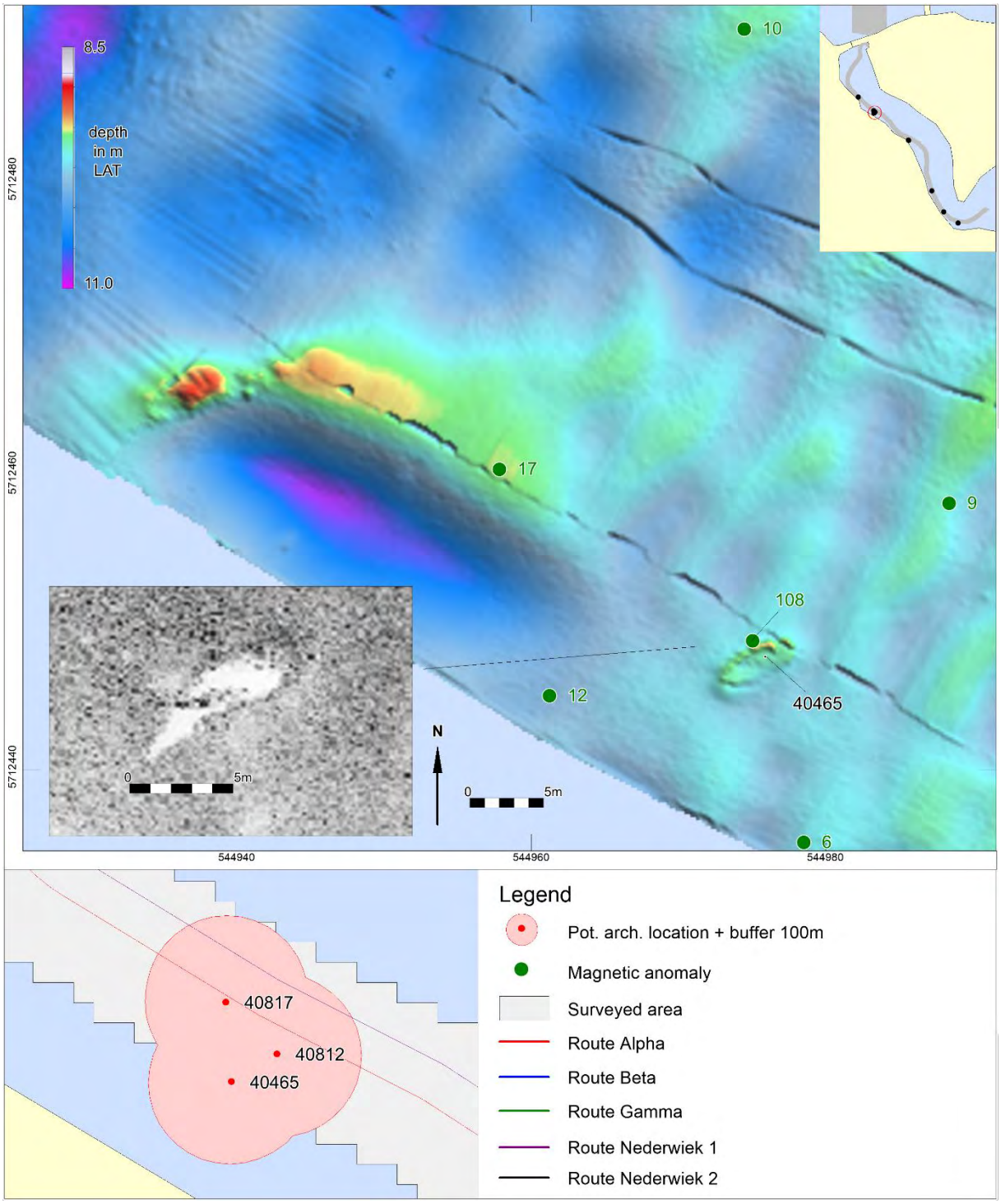
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth
40370	Wreck	5.5	2.1	0.5	548023	5708143	-15.1

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Small wreck, probably recent sloop	Wreck, recent	1



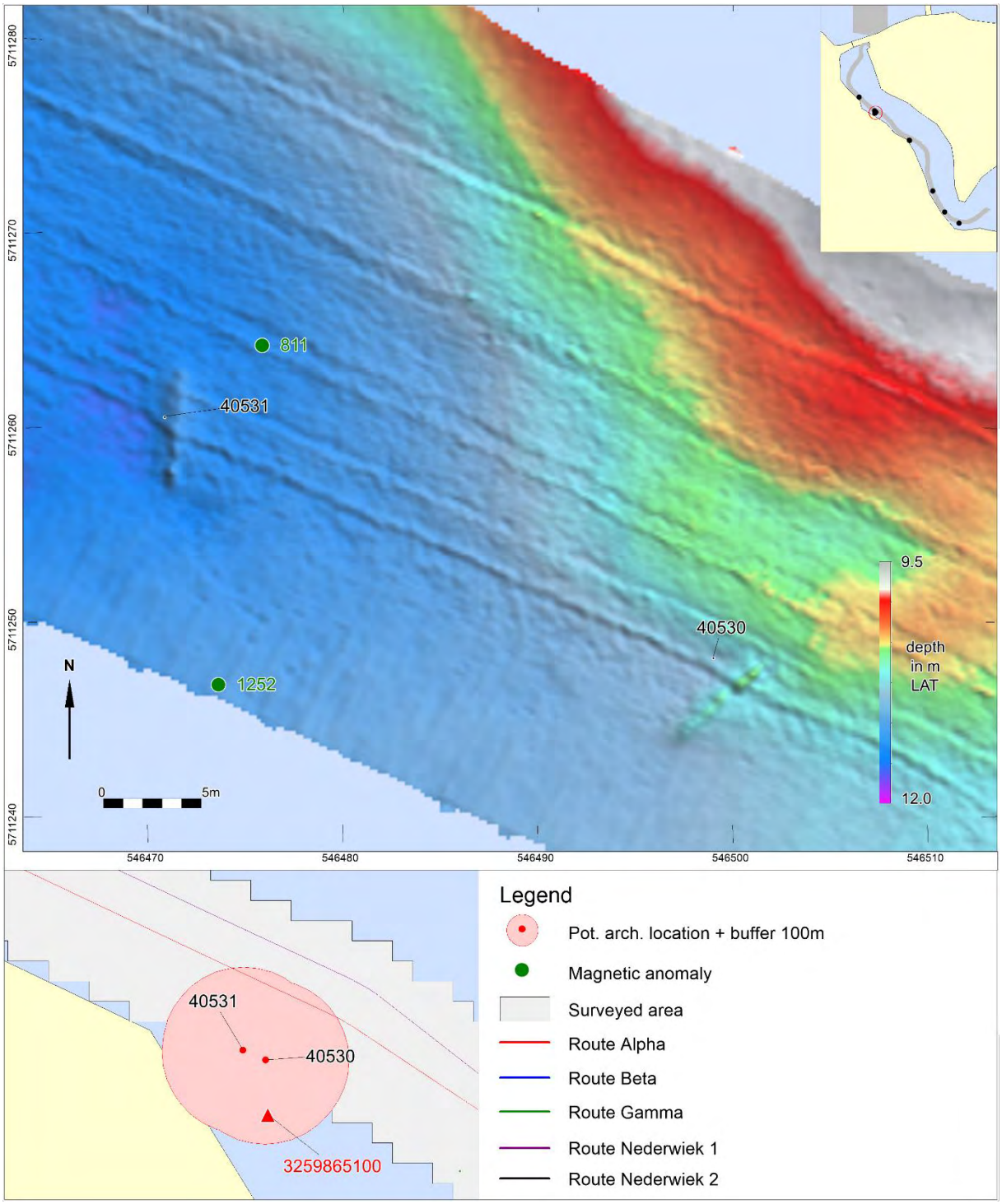
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth	KP Alpha
40372	Wreck	4	1.9	0.4	544298	5713143	-16.3	8.925

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Small wreck, probably recent sloop	Wreck, recent	1



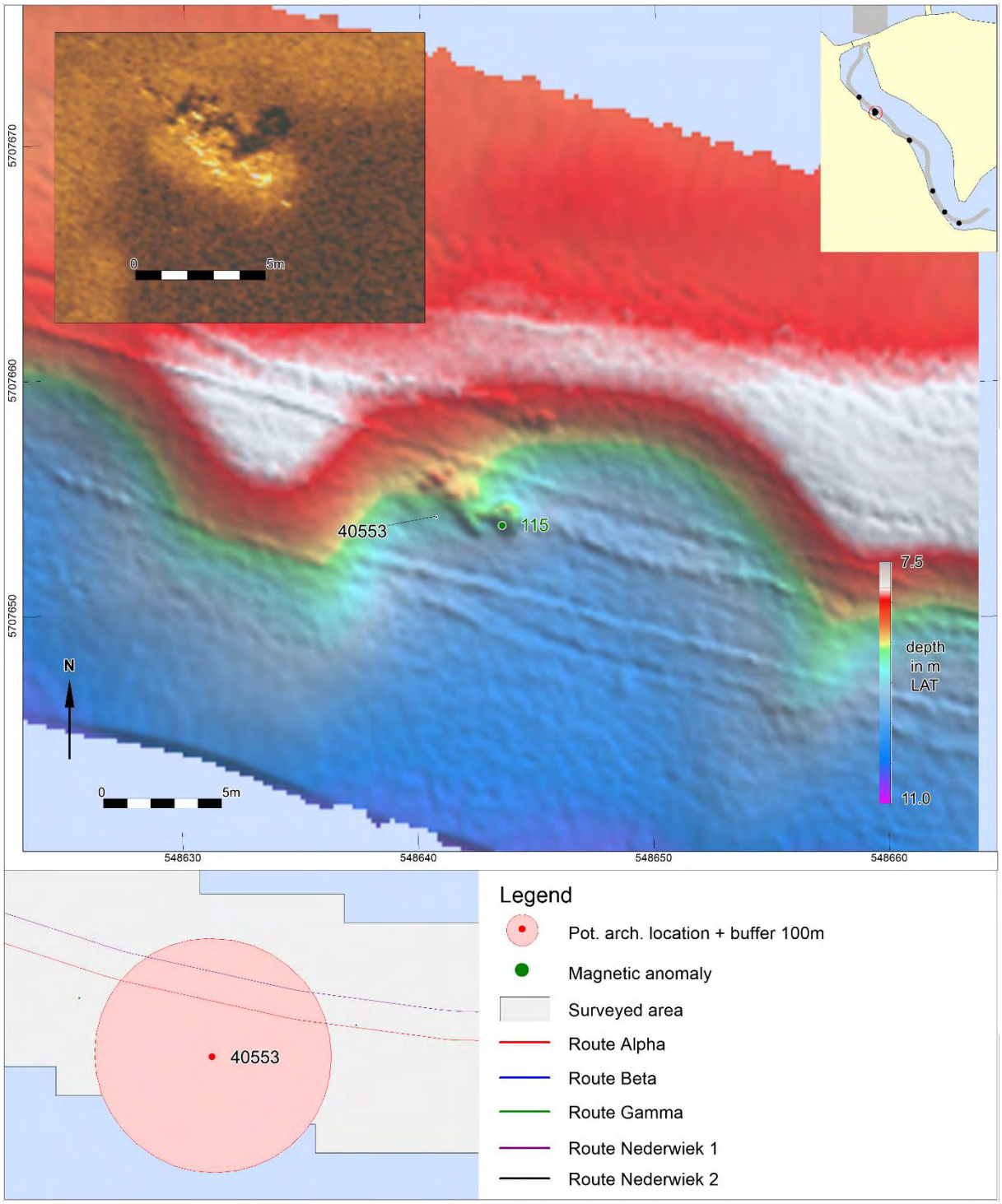
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth	KP Alpha
40465	Wreck	5.5	3.1	0.9	544976	5712448	-9.5	7.972

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Small wreck, probably recent sloop	Wreck, recent	1



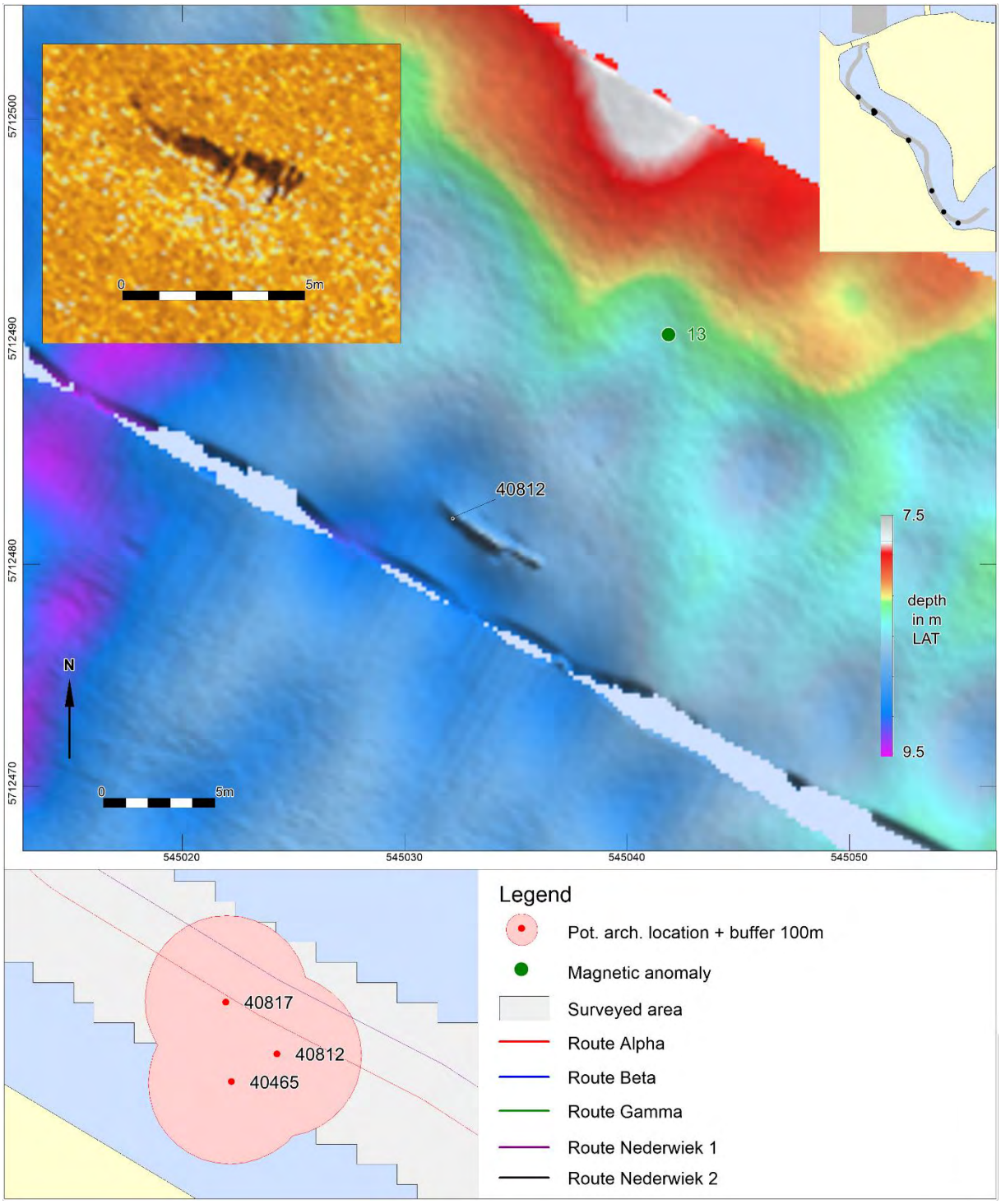
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth	KP Alpha
40530	Debris linear	5	0.8	0.3	546499	5711248	-10.6	6.001
40531	Debris linear	8.5	0.7	0.2	546471	5711261	-11.4	6.031

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Elongated structure, irregular - possibly related to RCE 3259865100	Wreck remains	2
-	Elongate structure or lineation of objects, l 5.5 m, mag anomalies, possibly related to RCE 3259865100	Wreck remains	2



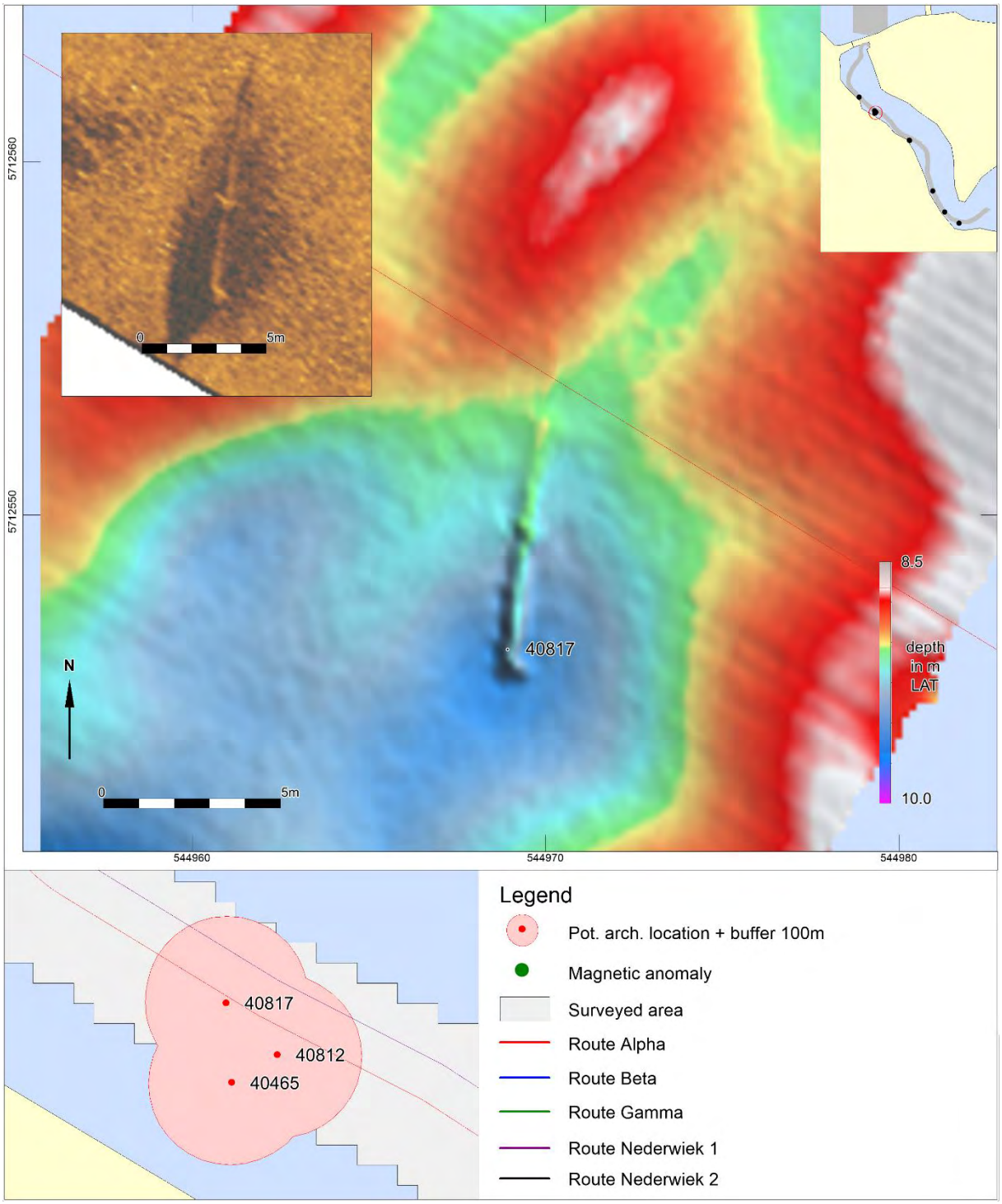
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth	KP 1.493
40553	Debris other	6.3	3.5	0.7	548641	5707654	-8.7	

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class	Buffer
-	Irregular object 7 x 2.5, possible wreck remains	Wreck remains	1	Yes



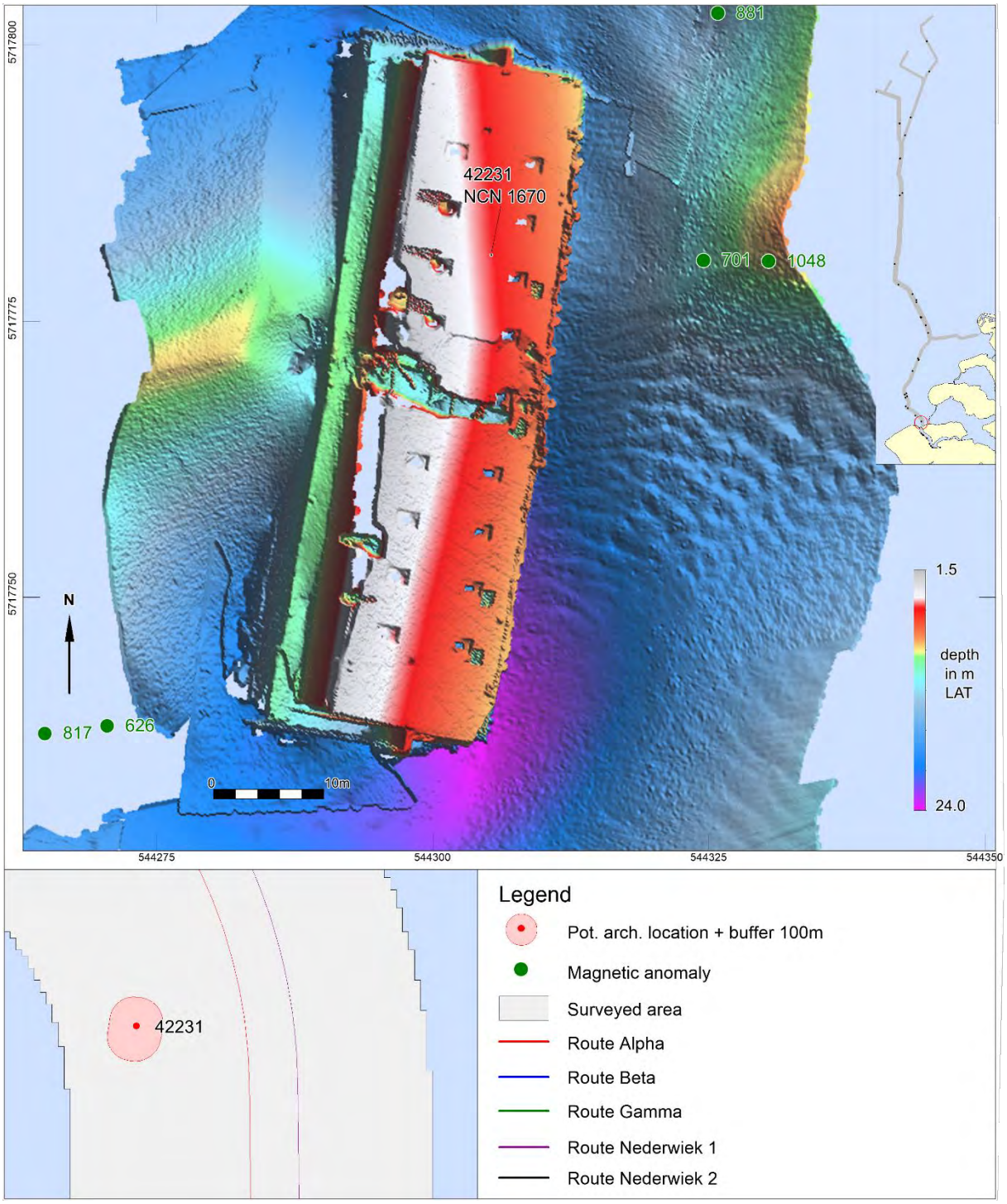
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth	KP Alpha
40812	Debris linear	5.2	0.2	0.7	545032	5712482	-8.8	7.938

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Irregular elongated object, slightly bended	Wreck remains	1



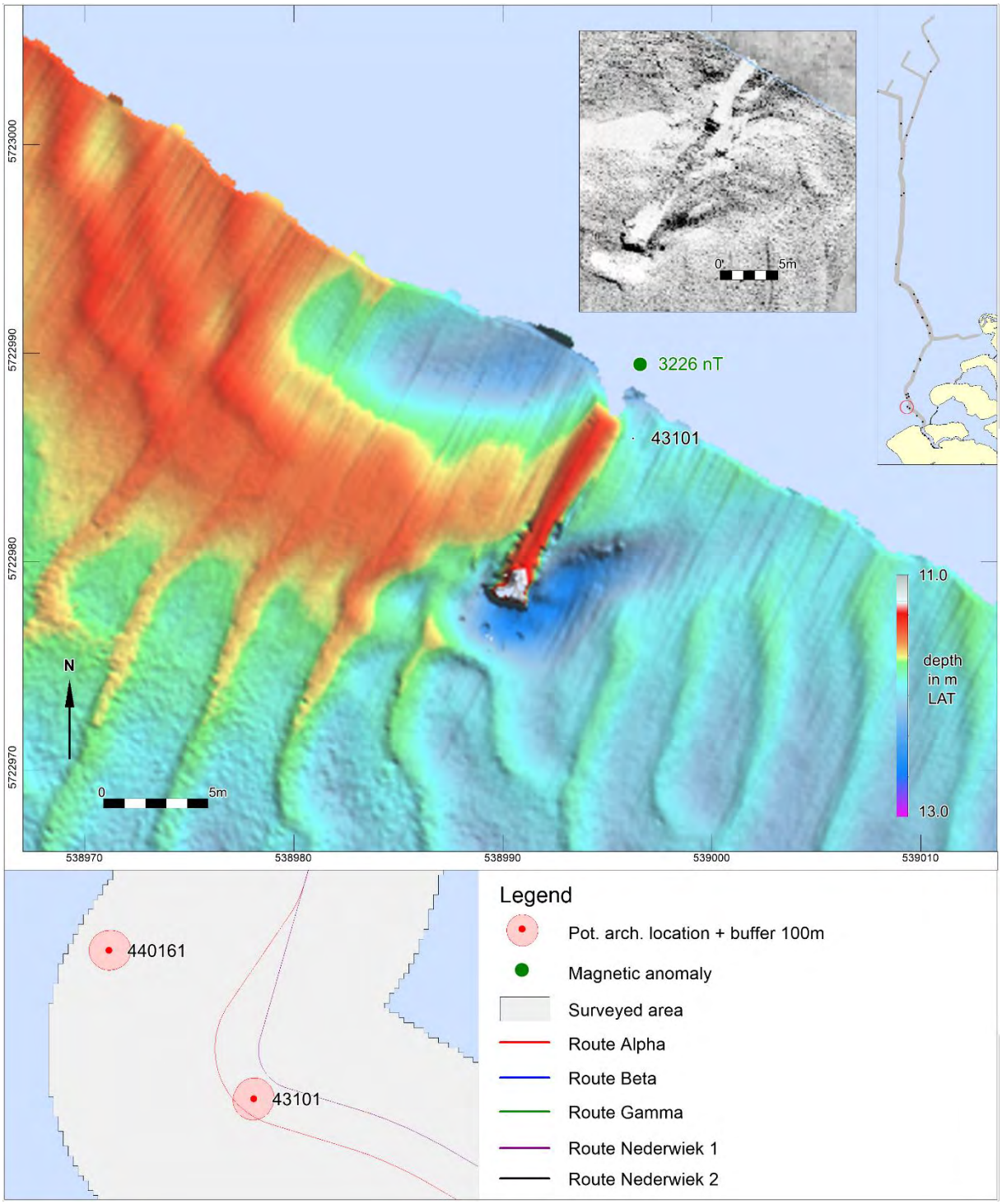
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth	KP Alpha
40817	-	1.2	1.7	0.9	544969	5712546	-9.4	8.023

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Elongated object 9.8 x 1.4 m, bended at southern end, no mag., possible part of wreck	Wreck remains	1



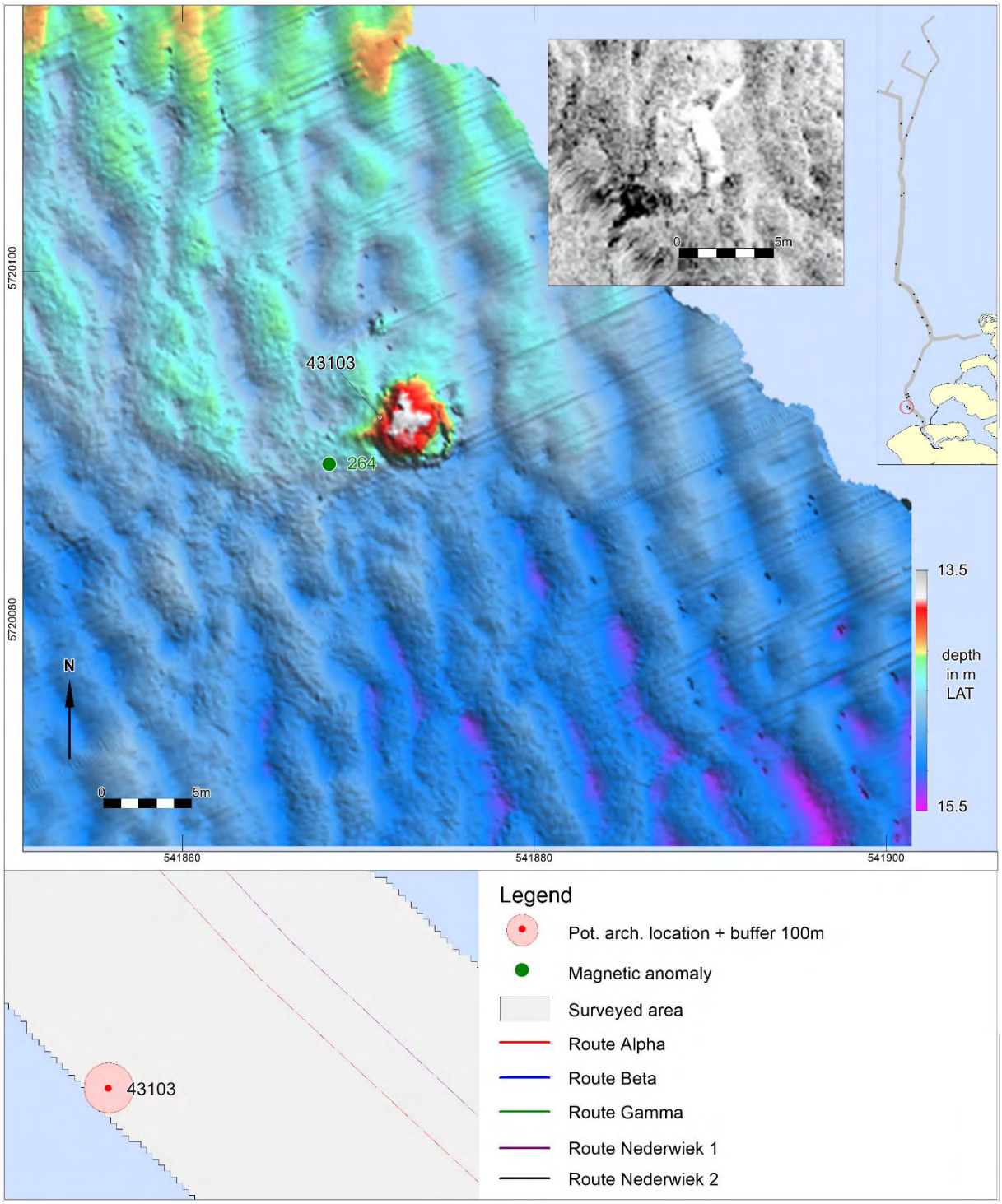
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth
42231	Wreck	63.9	23.5	1.8	544305	5717781	-4.9

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
1670	Caisson, concrete, sunk 15-09-1953. wreck NCN 1670	Wreck	2



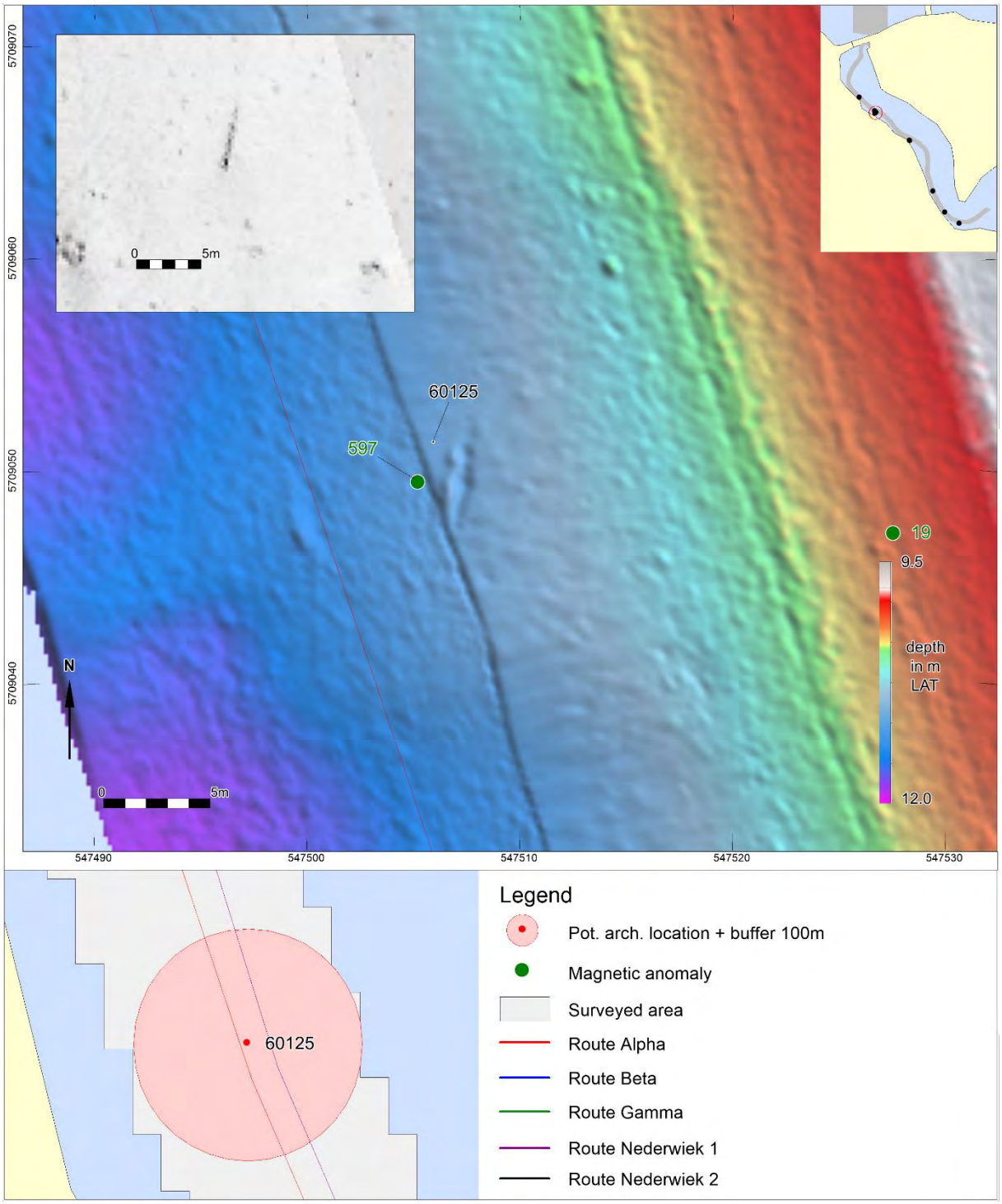
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth	KP Alpha
43101	Wreck	19.4	2.5	0	538996	5722986	-11.9	22.311

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Large object 15 x 2.5 m, probably wreck, large anomaly 3225 nT	Wreck	2



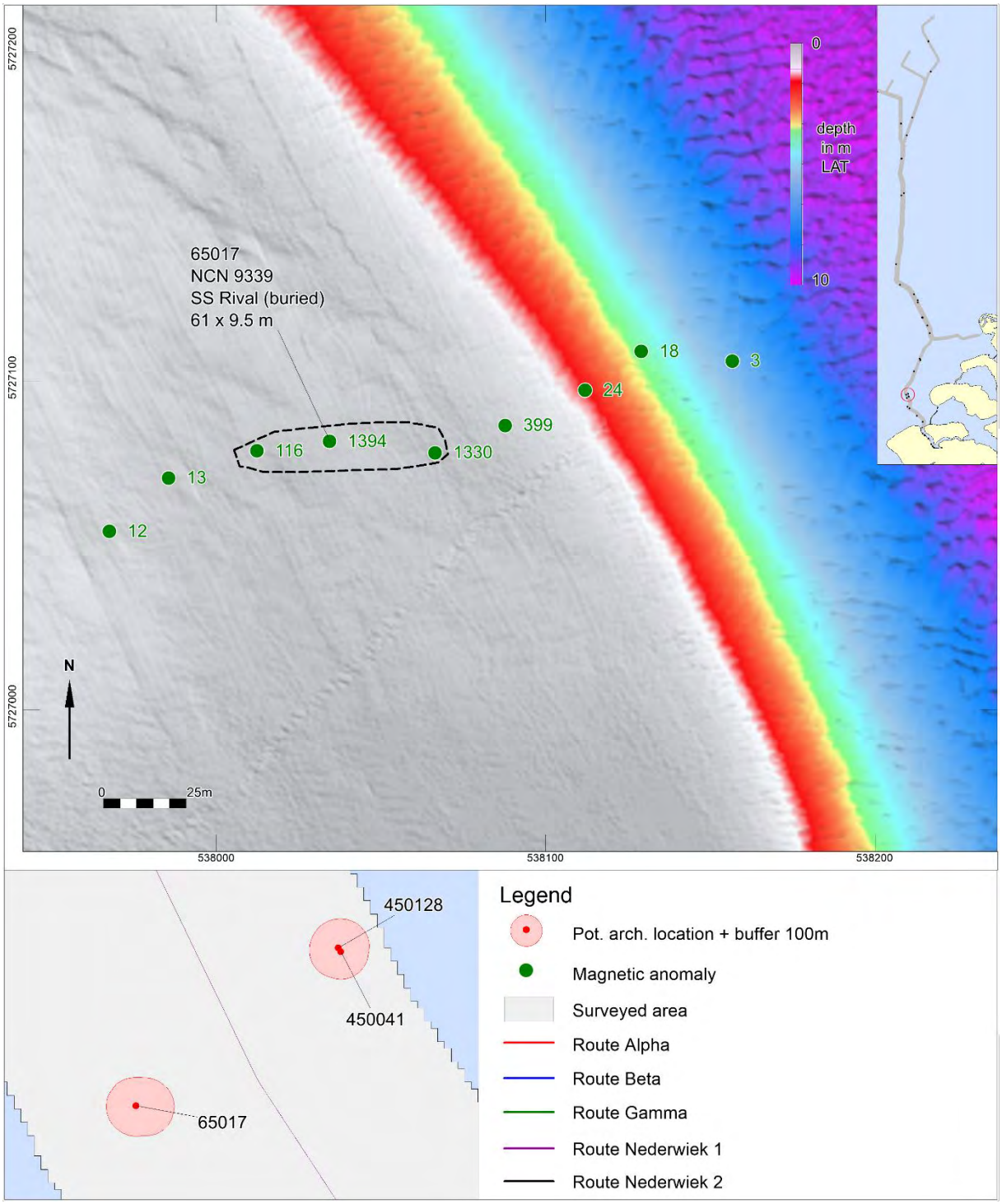
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth
43103	Wreck	5.1	3.1	2.4	541871	5720092	-13.9

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Partly buried structure 9 x 5 m, probably wreck	Wreck	2



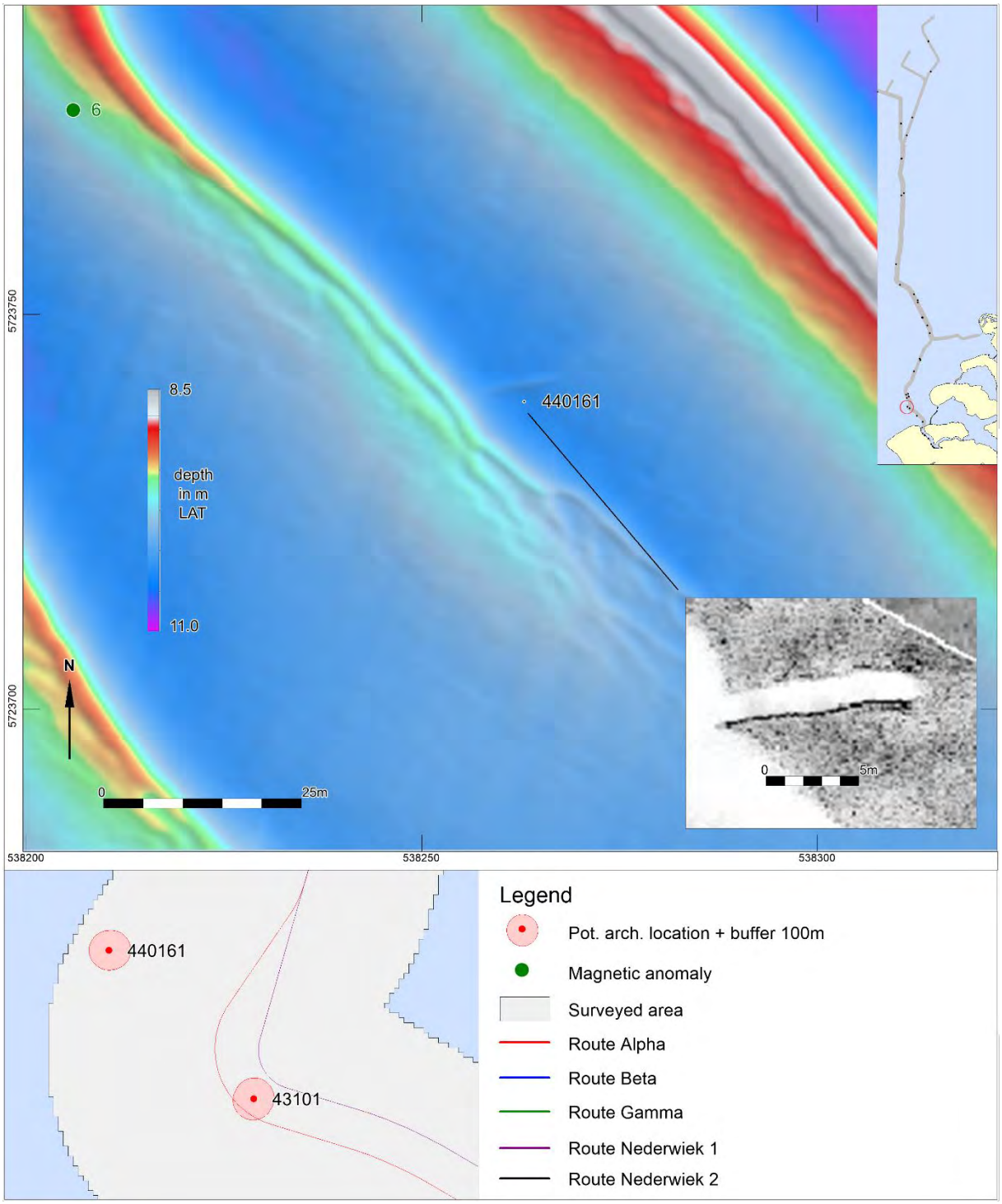
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth	KP Alpha
60125	Debris linear	6.7	0.4	0	547506	5709051	-13.8	3.353

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Elongate object, large MAG 597 nT	Possible wreck remains	1



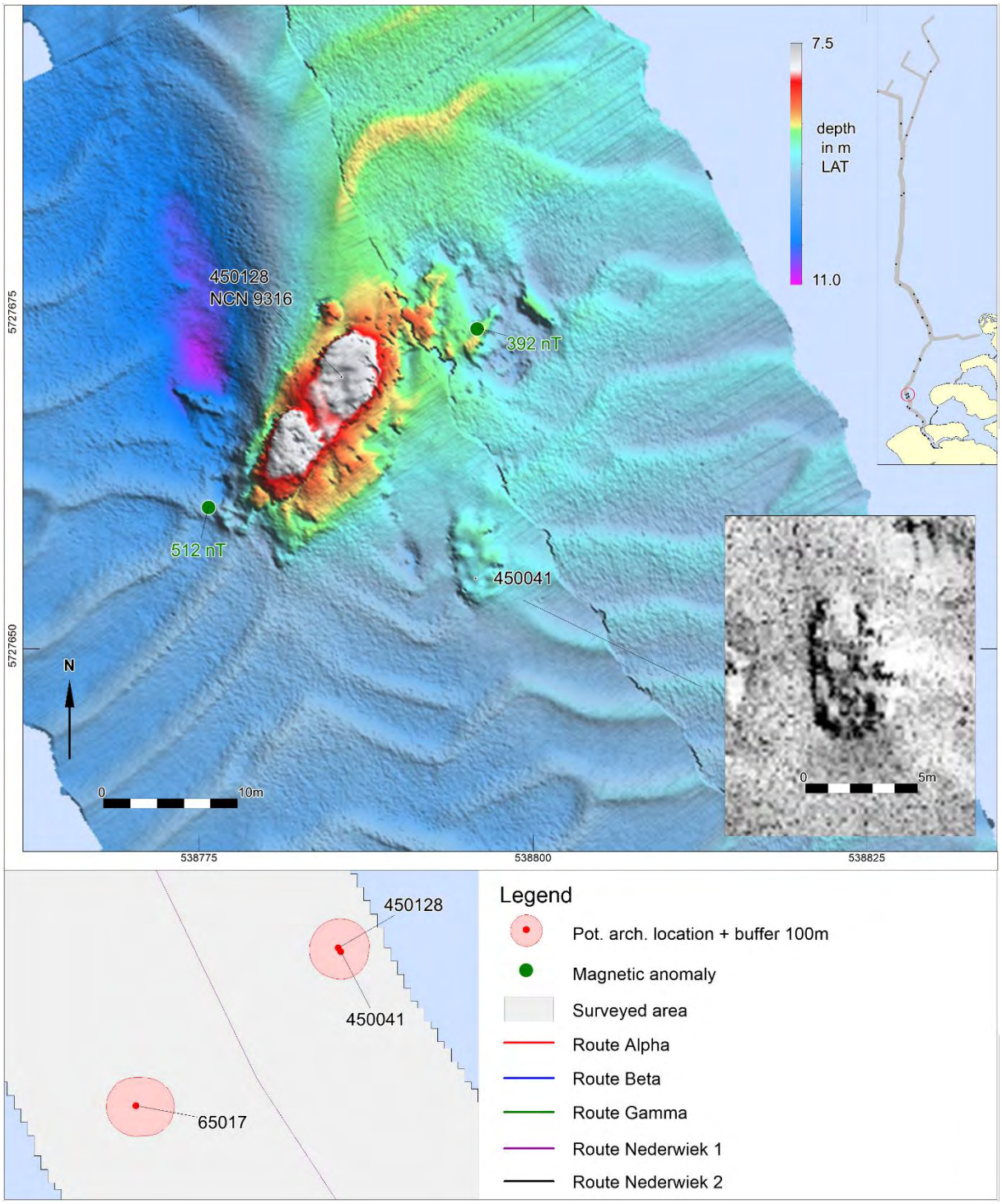
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth
65017	Wreck				538034	5727082	-0.4

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
9339	Location NCN 9339, buried remains SS Rival, sunk 31-12-1944, covered with >2m sediment. RCE 3175138100	Wreck	2



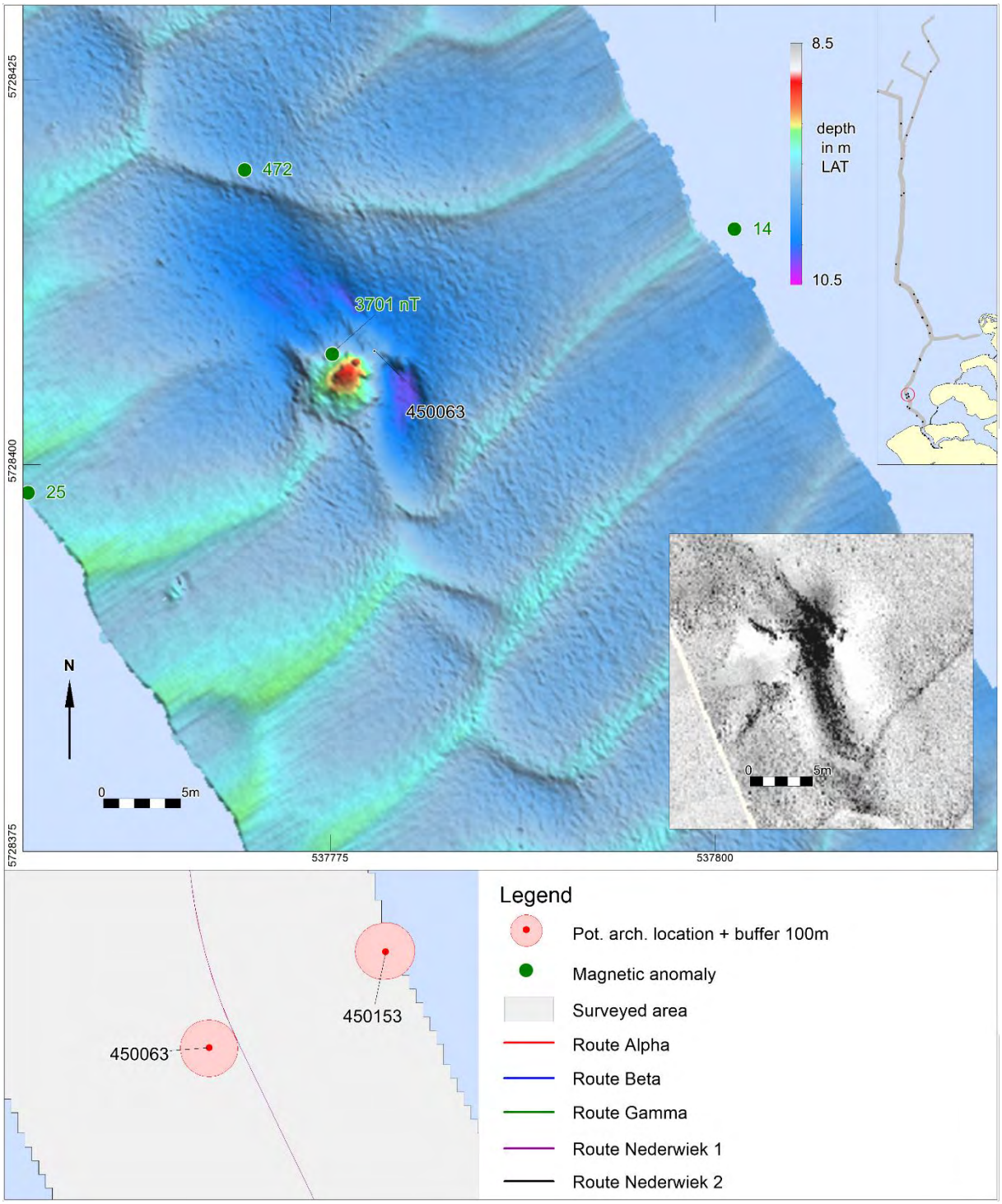
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth
440161	Debris linear	10.4	0.2	0.3	538263	5723739	-10.4

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Elongated structure perpendicular to sand ripples	Possible wreck remains	1



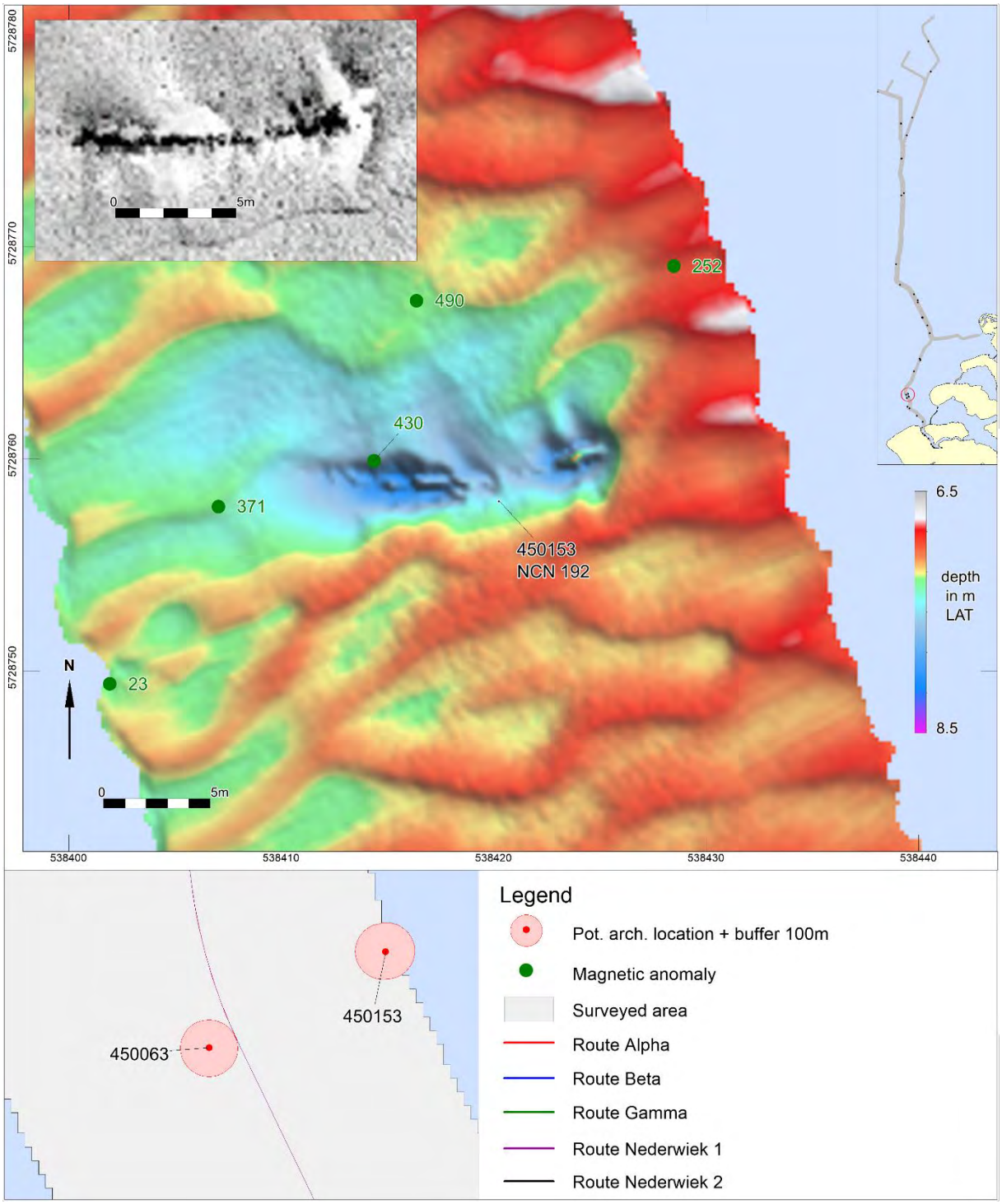
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth
450041	Wreck	6.9	3.7	0.8	538796	5727655	-9.1
450128	Wreck	13.5	12.5	2.3	538786	5727670	-7.7

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Structure 7 x 3 30m SE of NCN 9316, small wreck? Or remains of NCN 9316	Wreck	2
9316	Unidentified wreck, NCN 9316 / RCE 2910065100, cargo iron ingots	Wreck	2



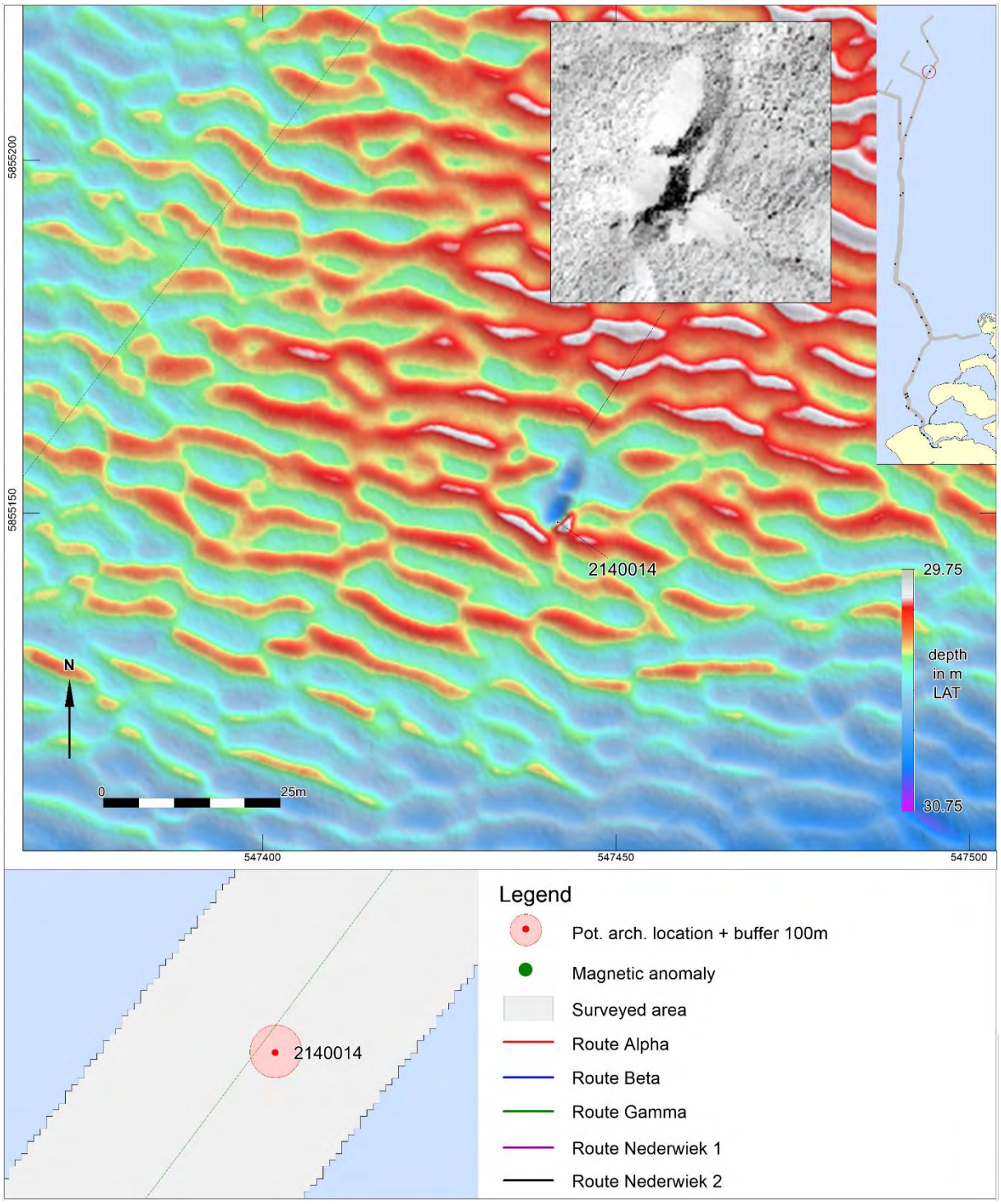
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth
450063	Wreck	5.5	4.9	1.1	537778	5728407	-9.0

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Partly buried structure 9 x 5 m, probably wreck, large MAG anomaly 3702 nT	Wreck	2



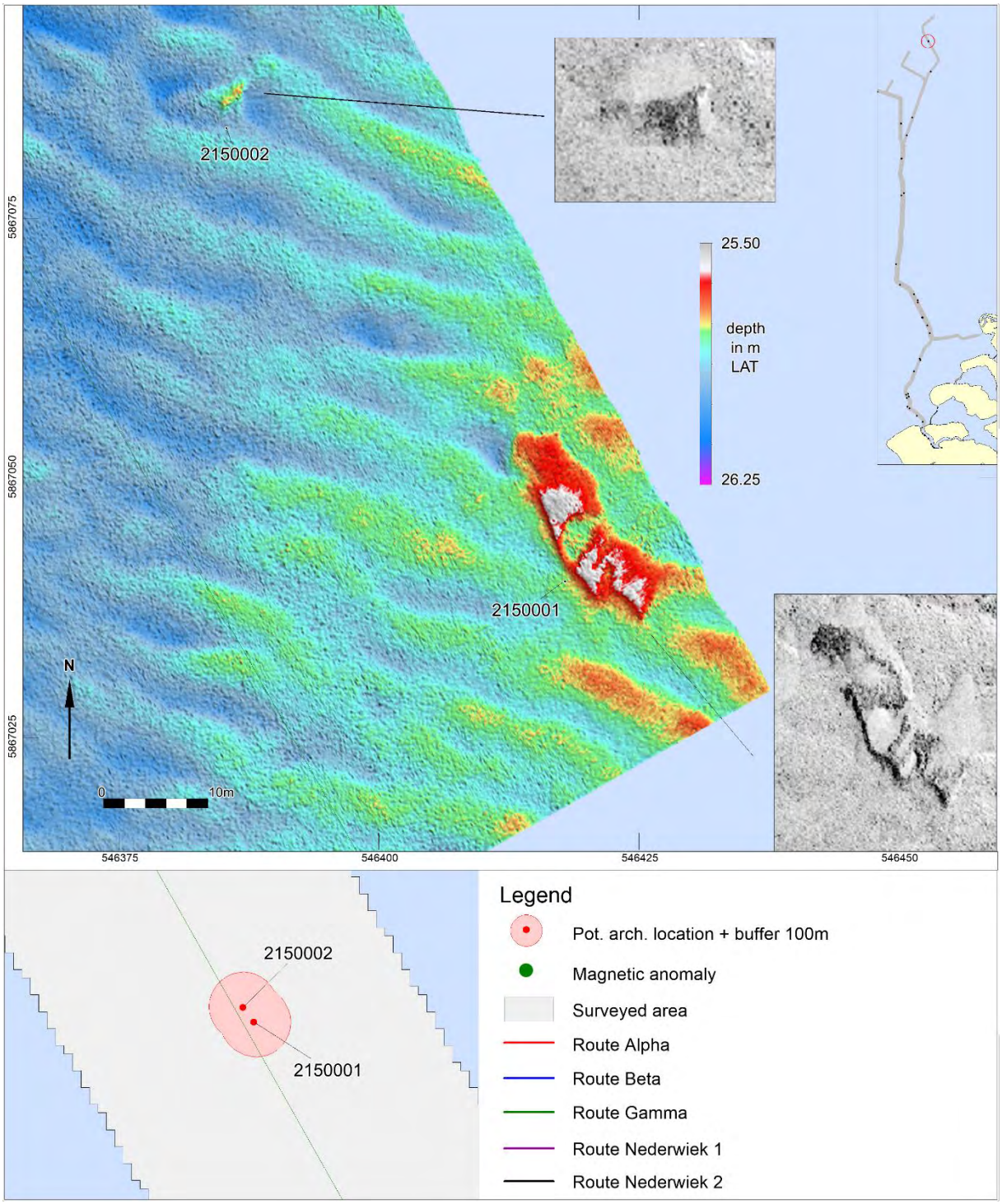
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth
450153	Wreck	12.1	0.8	0.5	538420	5728758	-7.4

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
192	Unidentified wreck remains, NCN 192 / RCE 3045019100	Wreck	2



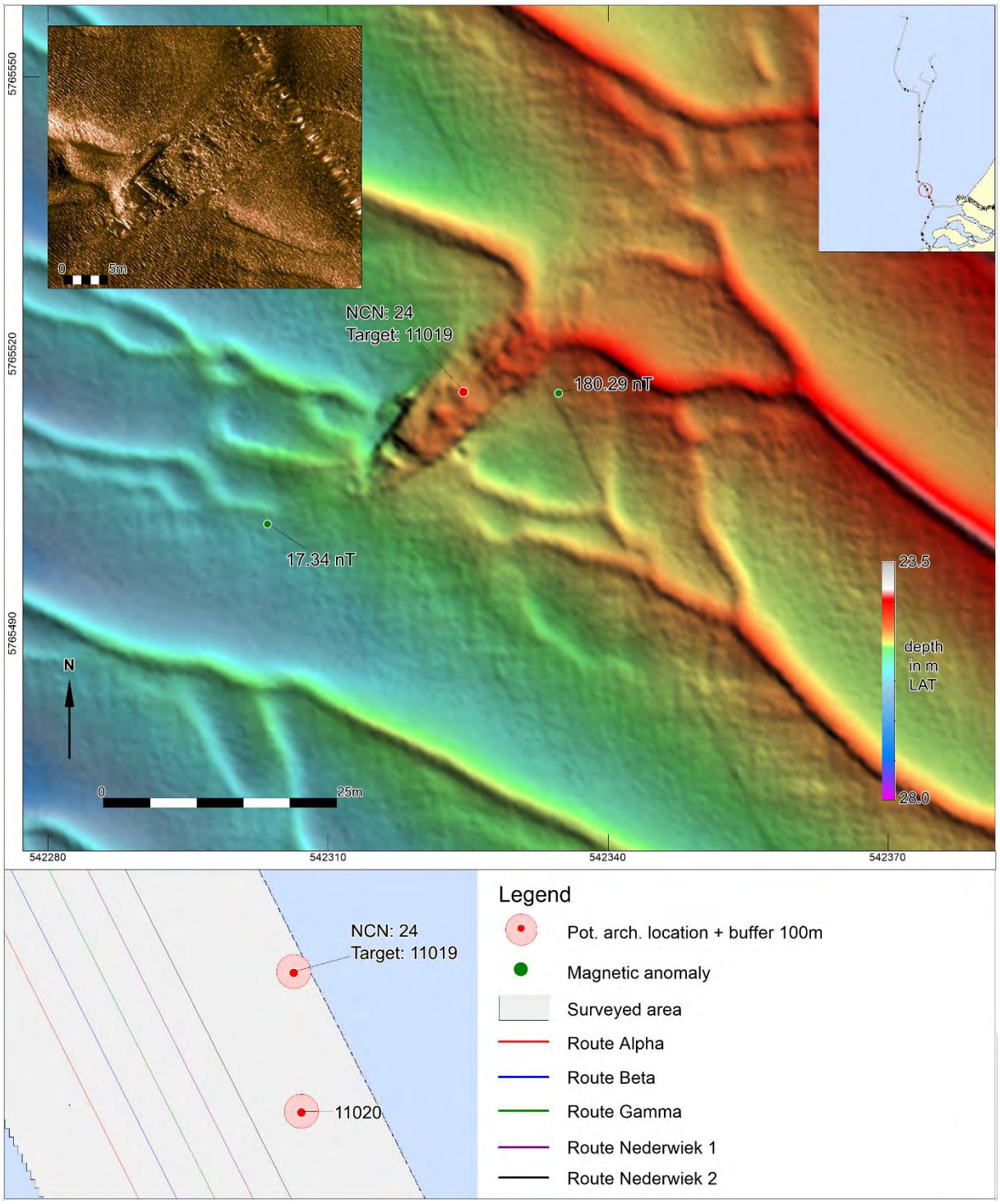
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth	KP Gamma
2140014	Debris other	7.5	1.3	0.7	547442	5855149	-30.5	132.850

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Cluster of irregular objects, relative high	Possible wreck remains	1



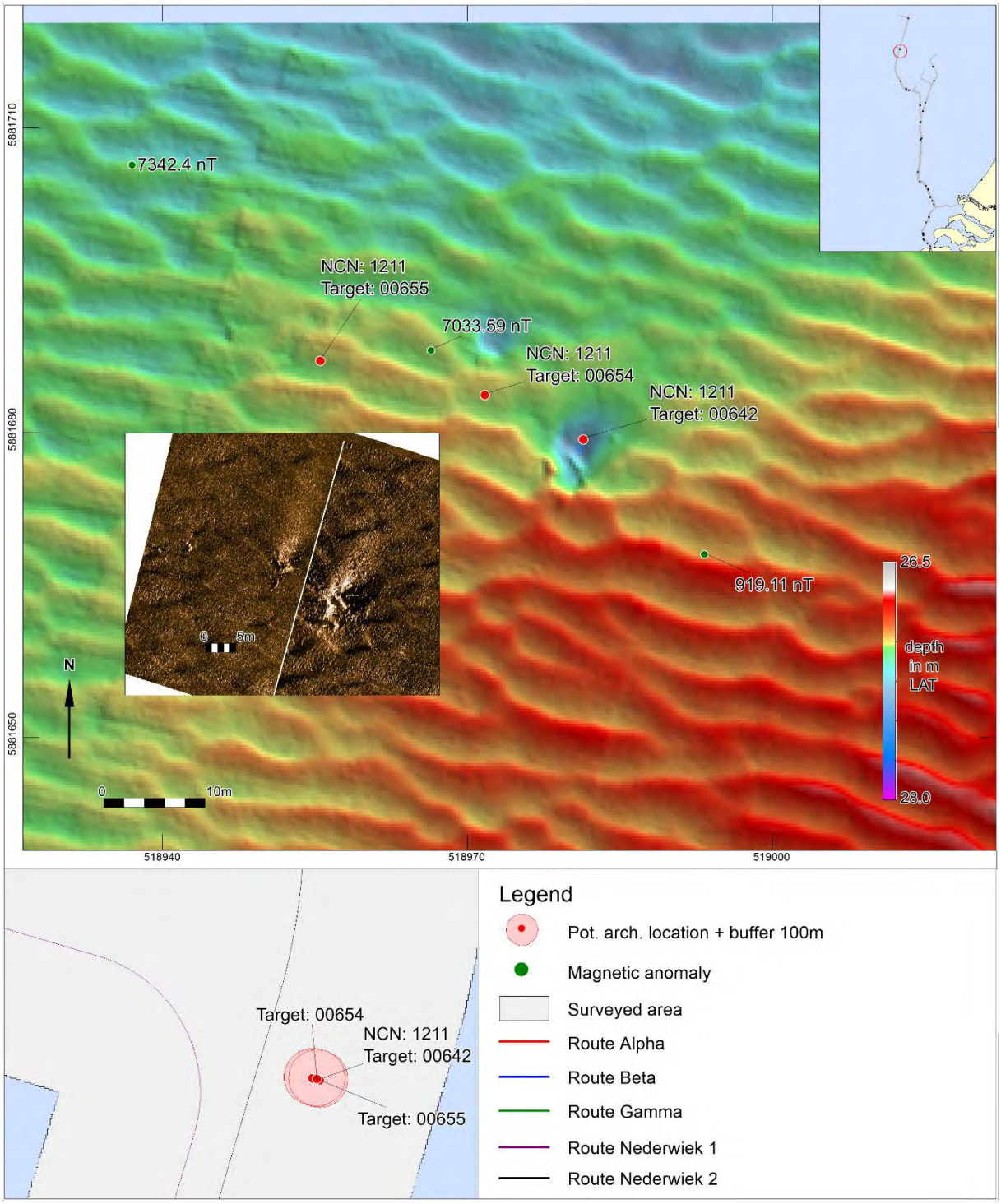
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth	KP Gamma
2150001	Wreck	20.9	1.1	0.7	546418	5867040	-25.8	146.801
2150002	Wreck	4.9	4.2	0.3	546385	5867084	-25.9	146.855

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Large structure 20 x 6m, possible wreck, may be geology	Possible wreck remains	1
-	Elongated object 3.2 x 2m 40m N of possible wreck remains	Possible wreck remains	1



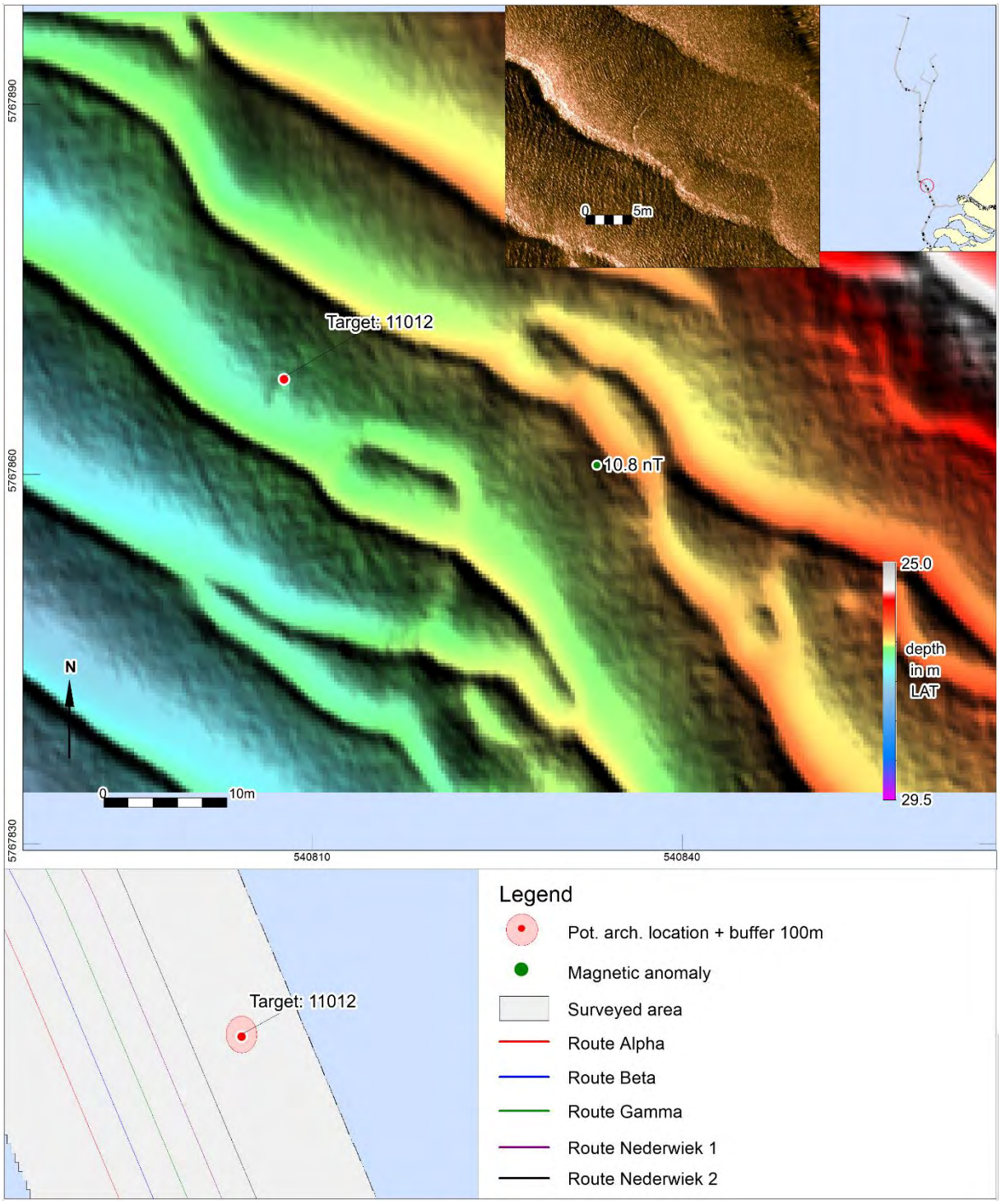
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth	KP Gamma
11019	Wreck	27.1	7.5	0.7	542324	5765516	-25.1	37.179

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
24	Unidentified wreck, wood. NCN 24	Wreck	2



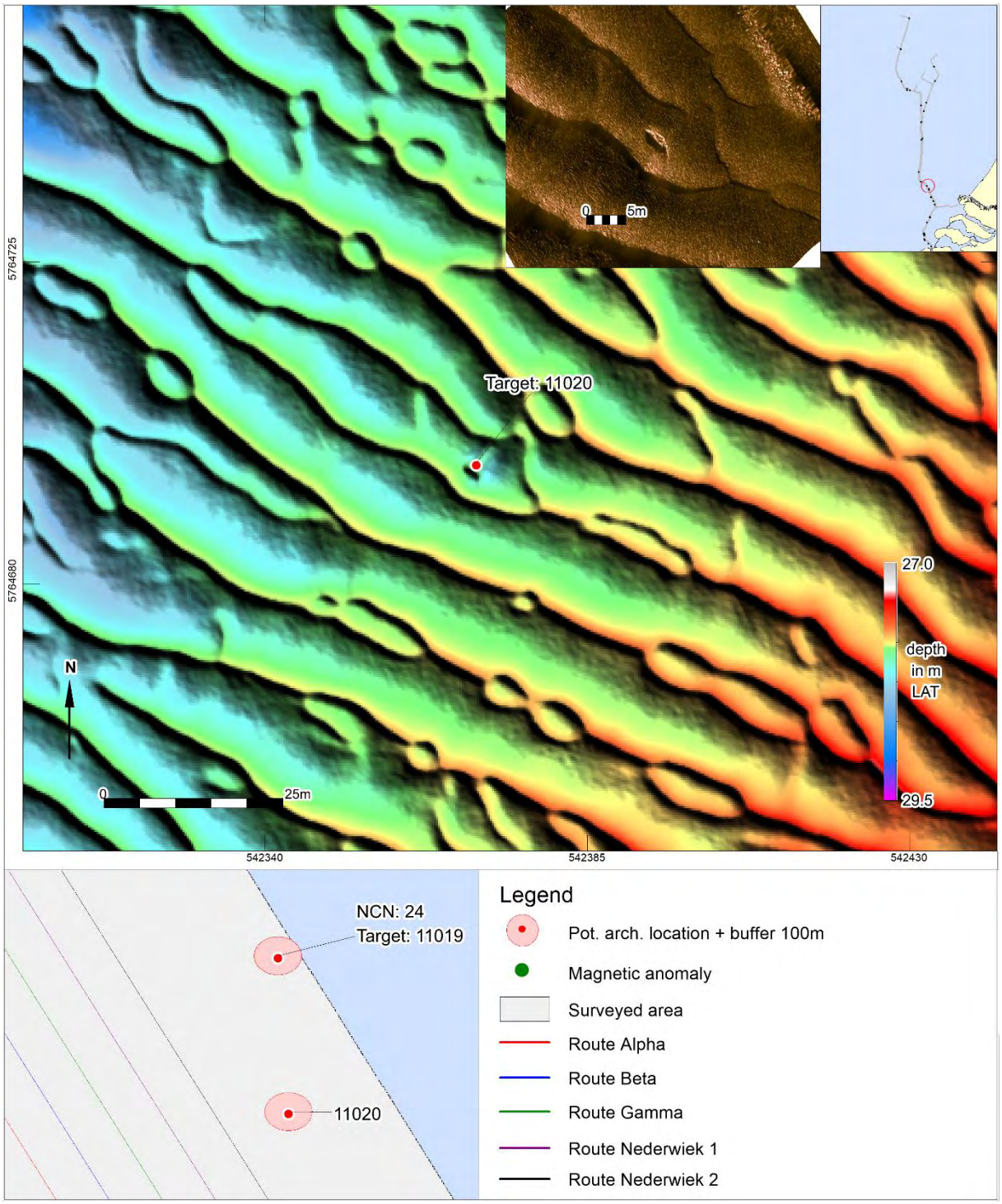
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth	KP NW 2
00642	Wreck	10.7	4.5	0.4	518981	5881679	-27.7	170.013
00655	Wreck	2.9	0.8	0.1	518956	5881687	-27.2	170.013
00654	Wreck	4.7	2.0	0.3	518972	5881684	-27.2	170.014

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
1211	Unidentified wreck, NCN 1211; partially buried by a sand wave	Wreck	2



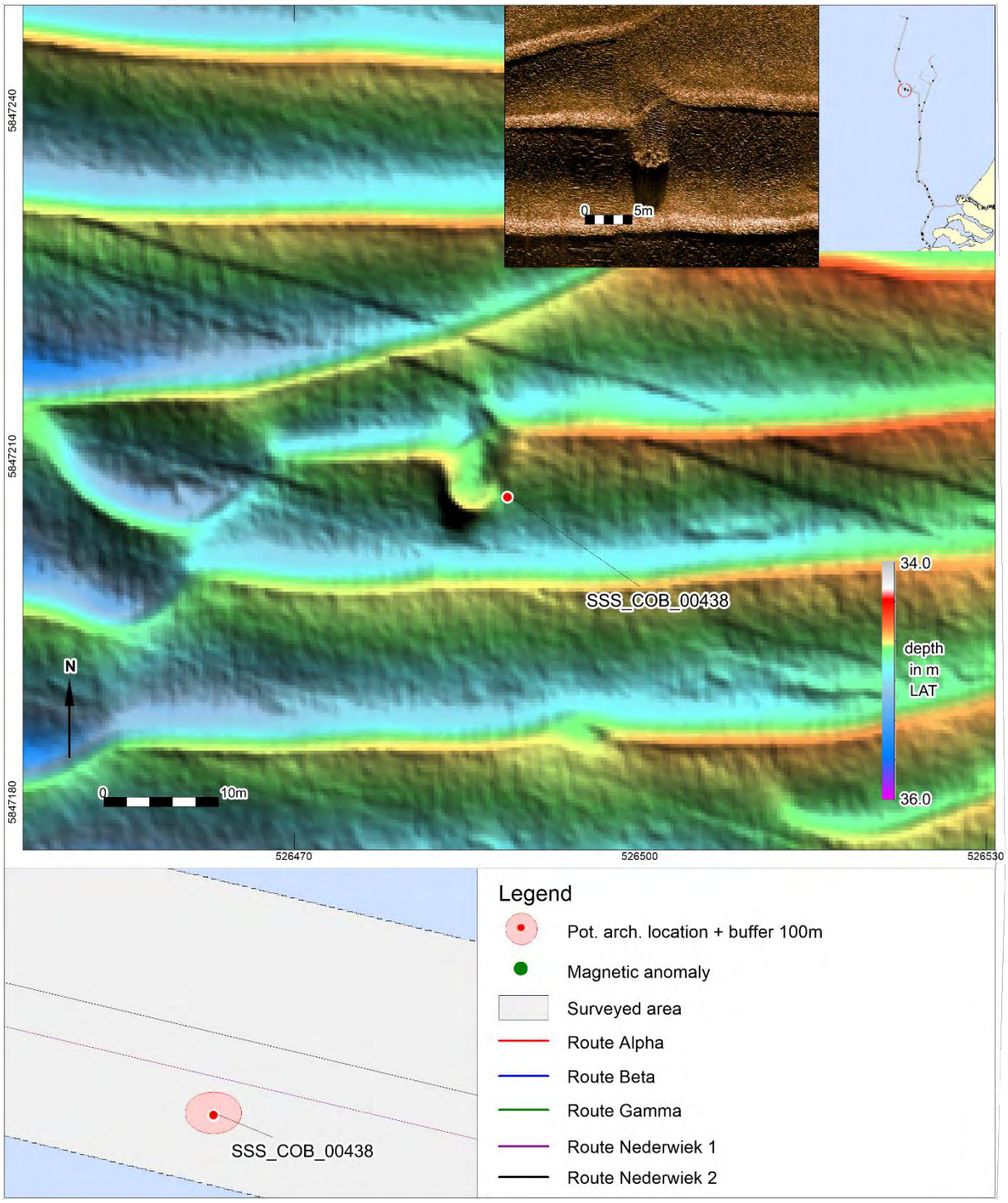
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth	KP NW 2
11012	Debris Linear	5.0	0.2	0.0	540808	5767868	-27.7	39.962

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Partially buried structure, 17.3 x 5.4 m, possible wreck	Possible wreck remains	1



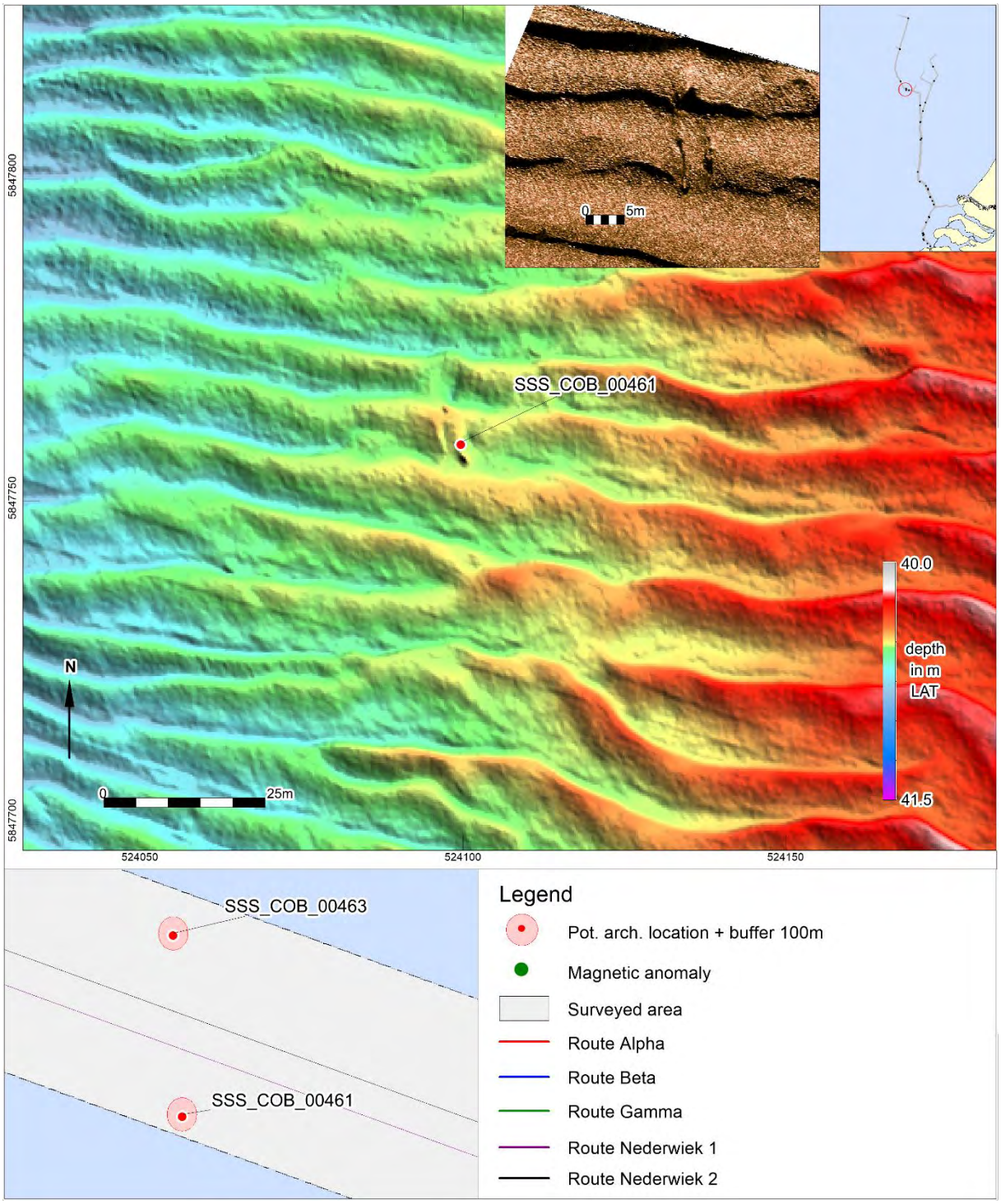
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth	KP NW 2
11020	Debris Other	4.7	0.9	0.3	542369	5764697	-28.5	36.427

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Oval contact, 4.7 x 0.9 x 0.3. possible wreck remains	Possible wreck remains	1



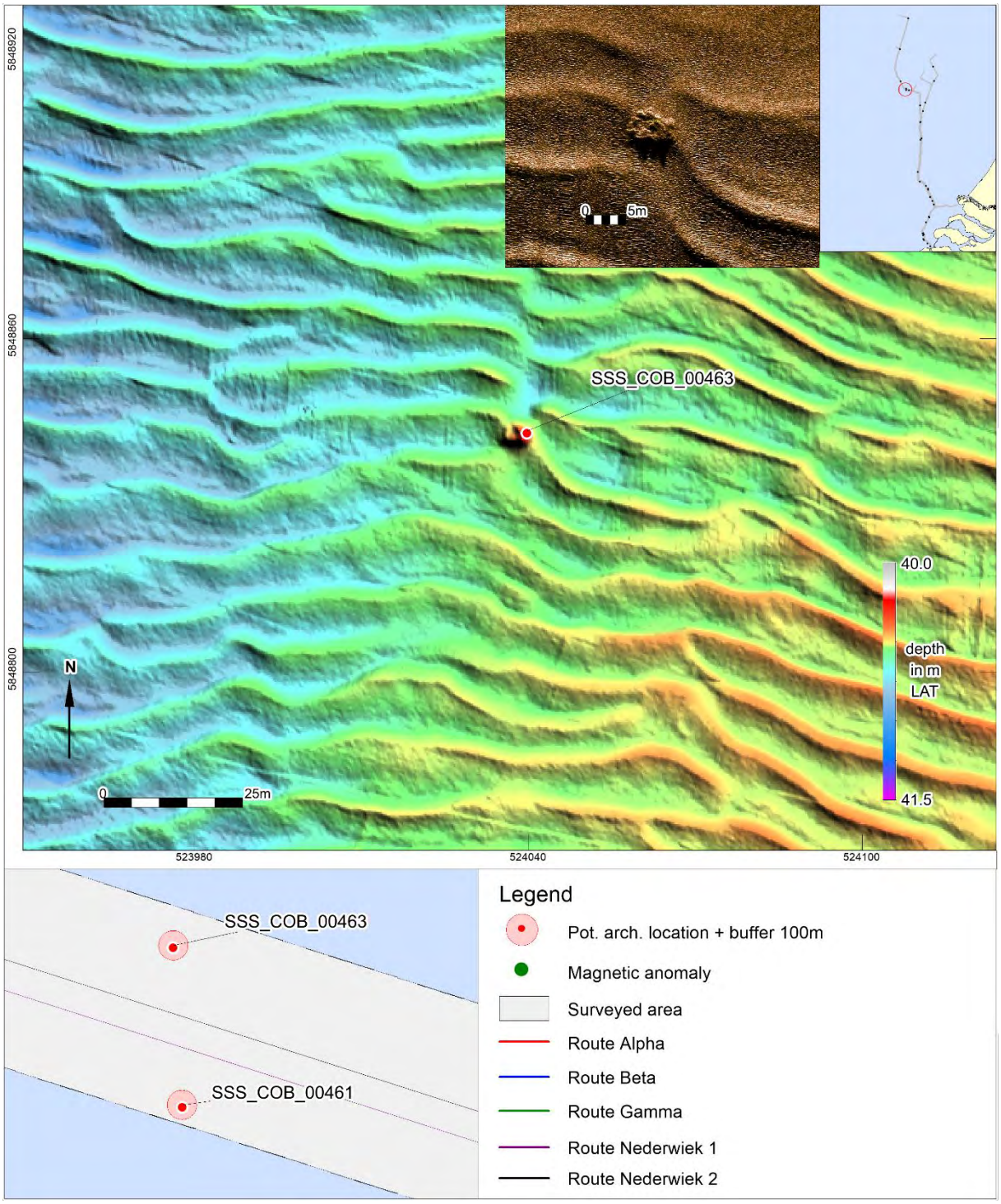
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth	KP NW 2
438	Debris Other	4.1	2.6	0.7	526488	5847207	-35.1	130.014

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Oval contact, 4.1 x 2.6 x 0.7, which 'breaks' a sand wave.	Possible wreck remains	1



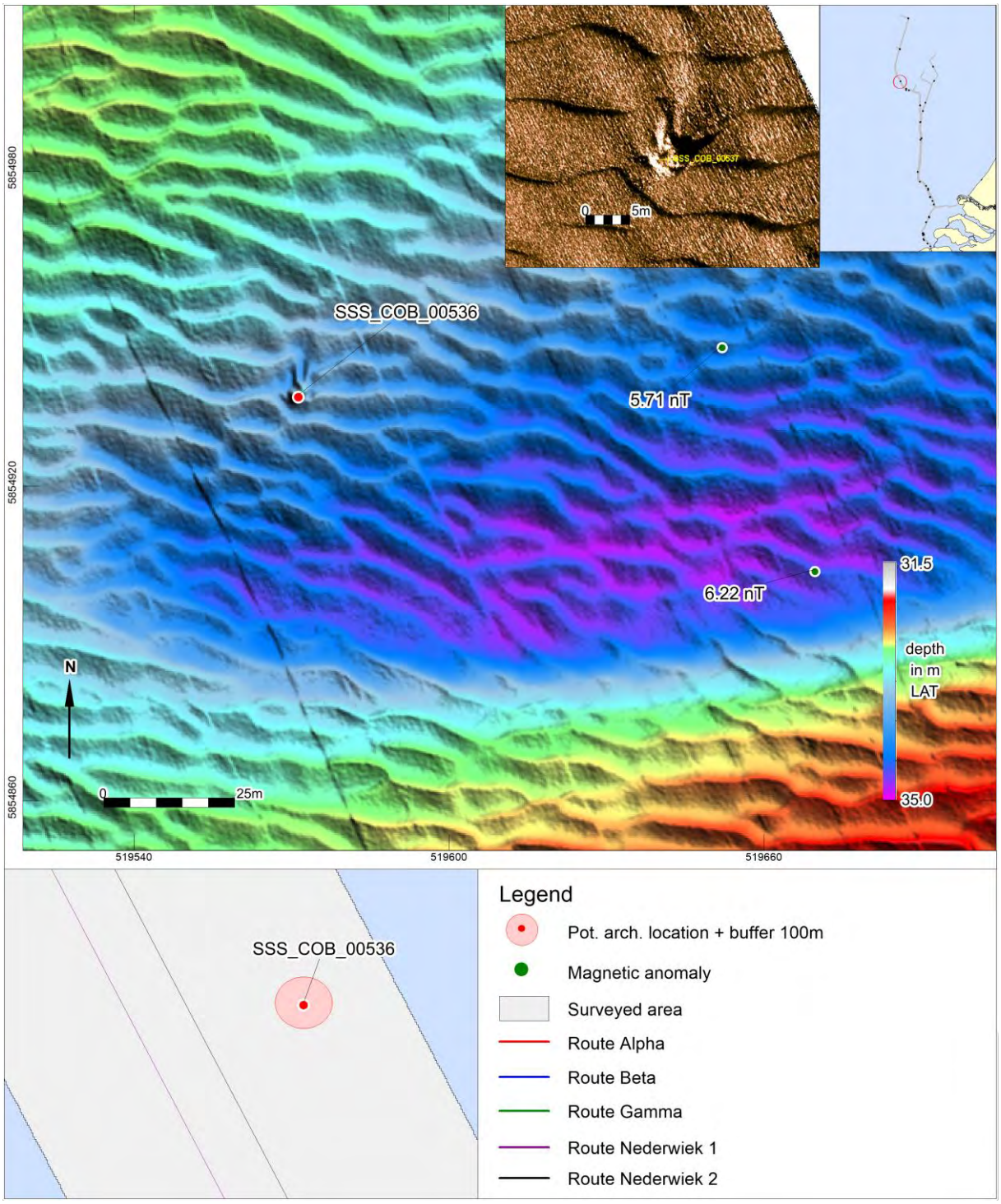
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth	KP NW 2
00461	Debris Linear	11.9	0.0	0.0	524100	5847759	-40.7	132.458

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Oval contact, 12.5 x 3.8m possibly partially buried wreck	Possible wreck remains	1



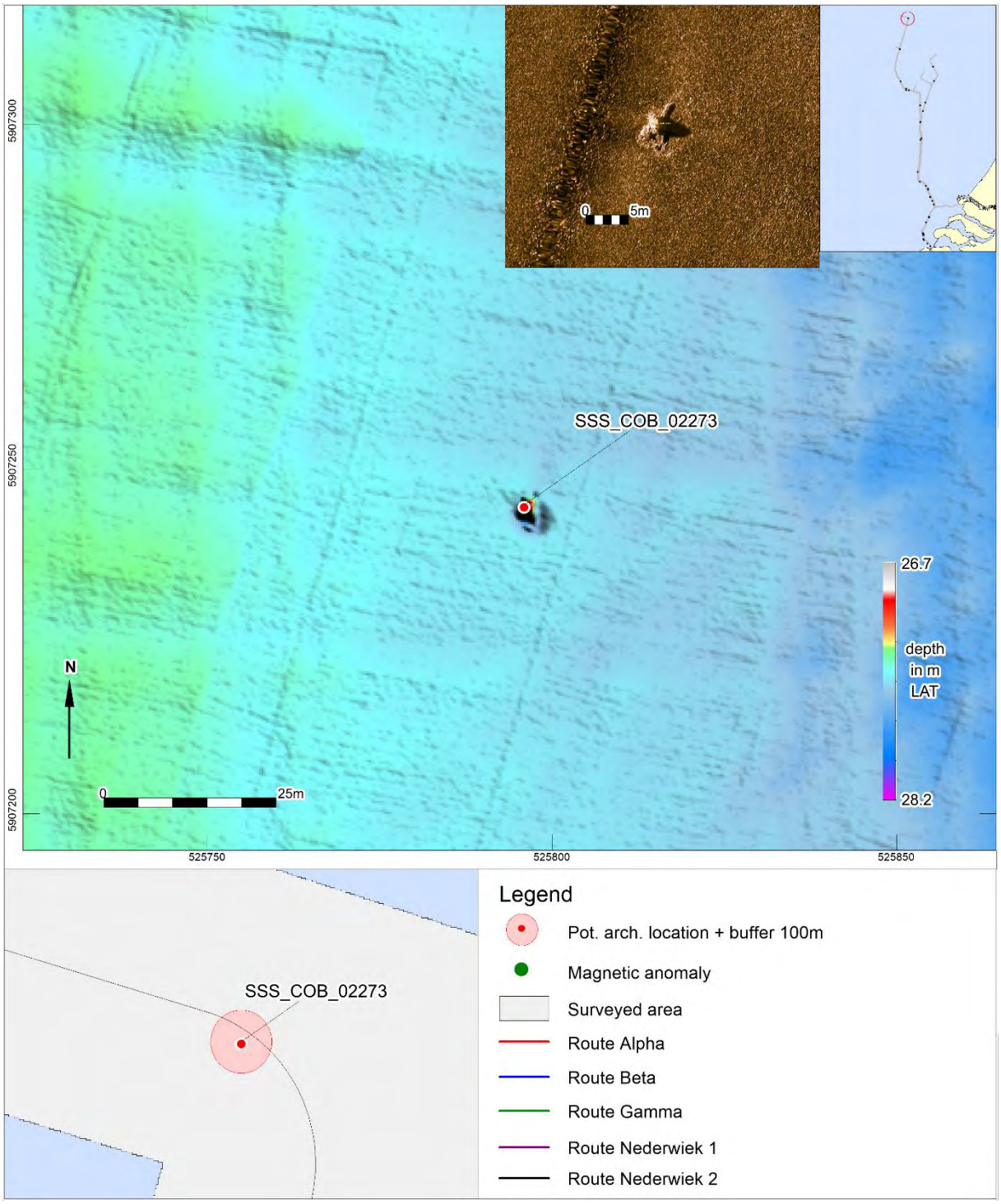
ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth	KP NW 2
00463	Debris Other	6.1	3.5	0.8	524040	5848843	-40.5	132.846

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Irregular shaped object, possible wreck remains	Possible wreck remains	1



ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth	KP NW 2
00536	Debris Other	6.2	3.6	0.8	519571	5854937	-34.0	141.204

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Irregular shaped contact with a sharp shadow, possible wreck remains.	Possible wreck remains	1

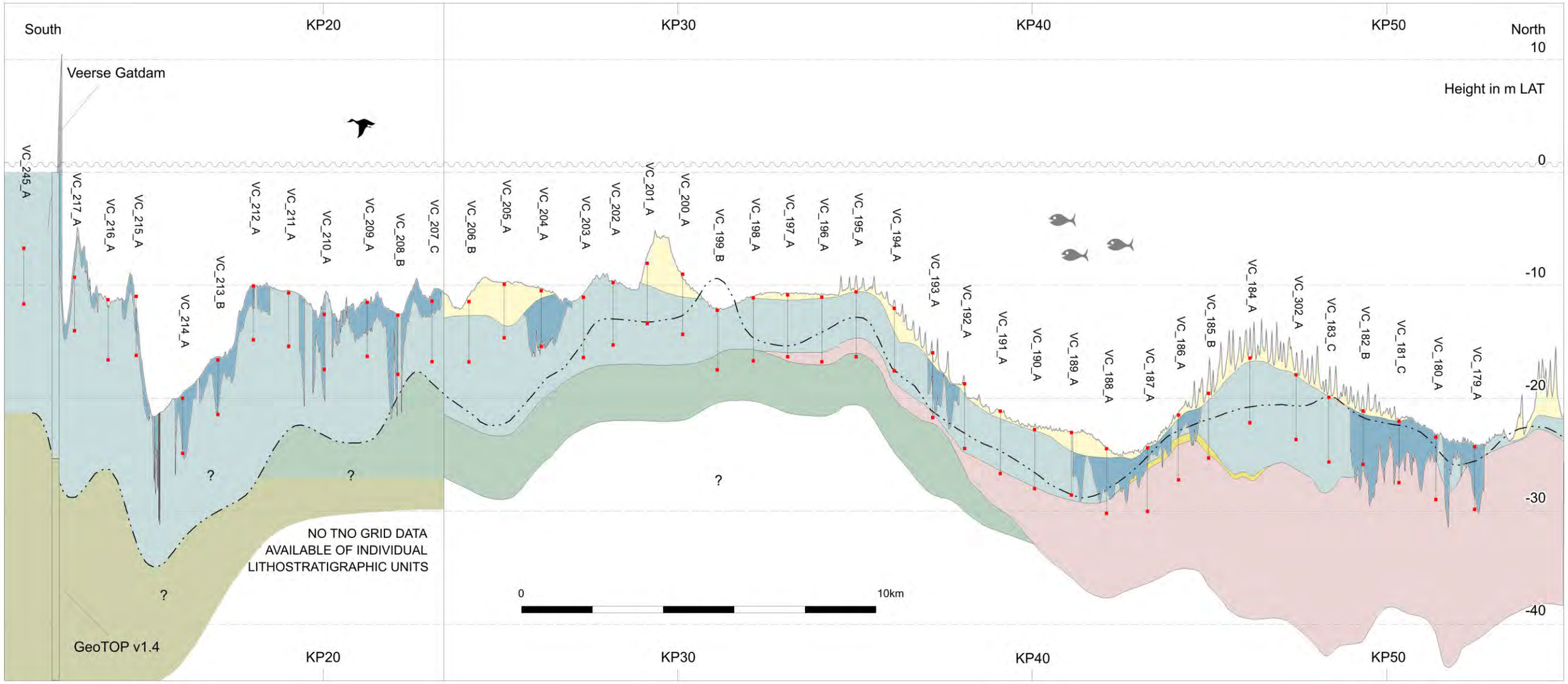


ID	Feature Next	Length	Width	Height	Easting	Northing	Depth	KP NW 2
02273	Debris Fish Net	1.4	1.8	5.5	525796	5907245	-27.8	196.79

NCN	Description PPA	Classification PPA	Class
-	Irregular shaped contact, possible wreck remains.	Possible wreck remains	1

Appendix 2. Geological cross-sections along the Nederwiek 1 route trajectory

Note:
Apart from the last cross-section from KP 158.00 – KP 205.27 the included cross-sections have been obtained from Periplus Archeomare Report 21A001-02 (v2.0), Appendix 2: 'Net op Zee IJmuiden Ver (Alpha) – An archaeological assessment of geophysical & geotechnical survey results.'

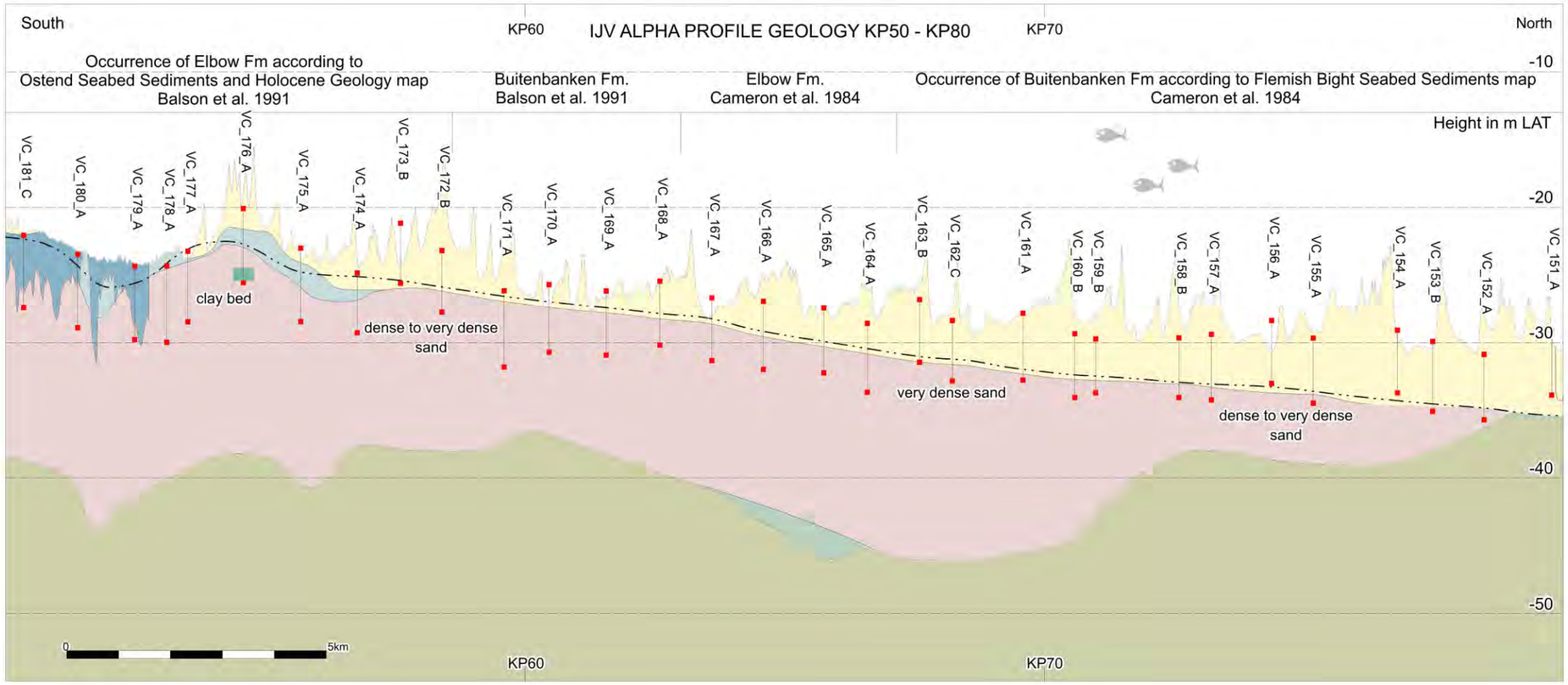


Legend

- Southern Bight Formation
  Open marine
  Holocene
- Boxtel Formation
  Periglacial aeolian (coversand), lacustrine and small-scale fluvial
  Weichselian
- Naaldwijk Formation
  Shoreface, nearshore, coastal, estuarine and tidal basin
  Holocene
- Kreftenheye Formation
  Braided and meandering fluvioglacial and fluvial
  Weichselian and early Holocene
- GEOxyz Channel feature
- Eem Formation
  Freshwater to brackish coastal to fully marine glacial basin infill
  Eemian
- Top Pleistocene
  source:
  TNO Geological Survey 200 m grid, 2007.
- Waalre Formation
  Fluvial and estuarine
  early Pleistocene (Menapien)
- Vibrocore sample interval

Periplus Archeomare

Rvl. 10-03-2022



Legend

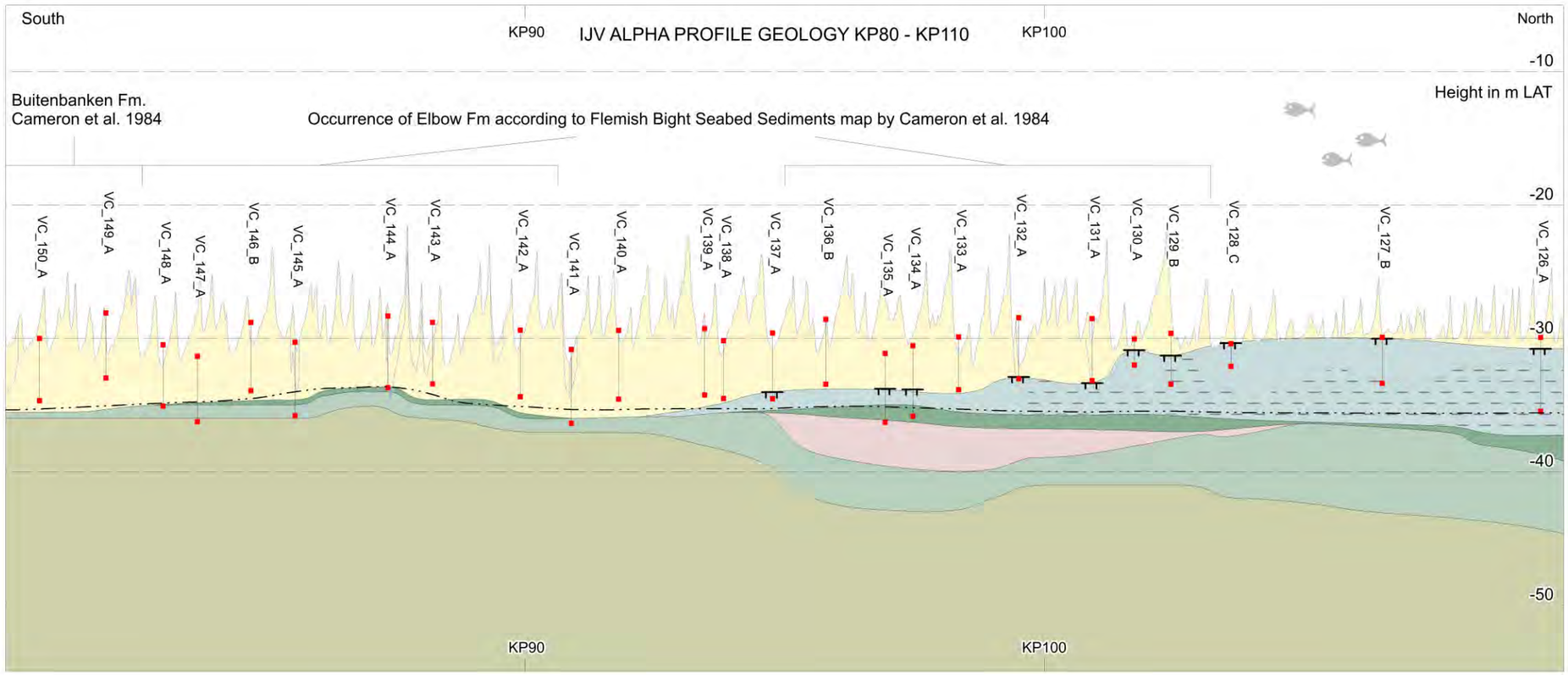
- Southern Bight Formation
  Open marine
  Holocene
- NEXTGEO Channel feature
- NEXTGEO Layered Sediments
- Uncertain: Naaldwijk Fm | Boxtel Fm | Brown Bank Mb
  * Naaldwijk Formation
  Shoreface, nearshore, coastal, estuarine and tidal basin
  Holocene
  * Boxtel Formation
  Periglacial aeolian (coversand), lacustrine and small-scale fluvial
  Weichselian - Early Holocene
- Top Pleistocene
  source:
  TNO Geological Survey 200 m grid, 2007.
- Kreftenheye Formation
  Braided and meandering fluvioglacial and fluvial
  Weichselian and Early Holocene
- Eem Formation - Brown Bank Member
  Regressive brackish lagoonal to stream-fed lacustrine
  Early Weichselian
- Eem Formation
  Freshwater to brackish water coastal to fully marine glacial basin infill
  Eemian
- Vibrocore sample interval
- Cone Penetration Test horizon
- Yarmouth Roads Formation
  Fluvial and estuarine
  Early Pleistocene (Menapian)

NOTES:
1)
The Pleistocene units in this profile are based on grid data of TNO (2004). The Kreftenheye Formation appears to separate the Eem Formation from the Brown Bank Member (Eem Formation). It is questioned if this is correct, because the Kreftenheye Formation is stratigraphically positioned above the Eem Formation and generally post-dates the Brown Bank Member.

2)
The Buitenbanken Formation and the Elbow Formation are Holocene units mapped on the 'Flemish Bight' geological maps produced by Cameron et al. (1984) and the 'Ostend' geological maps produced by Balson et al. (1991). The names are outdated and no longer used. The Elbow Formation is defined as a mostly 2 - 6 m thick unit, which consists of fine- or very fine-grained blueish-grey muddy sands with interbedded clay. A basal early Boreal peat bed with intercallations of wind-blown or fluvial sand is up to 1 m thick and locally present in the Dutch sector. The Buitenbanken Formation is mostly less than 2 m thick and commonly consists of medium-grained sands with reworked Eemian or Early Pleistocene sands. The Elbow Formation shall in accordancence with the current nomenclature be classified as the Wormer Member within the Naaldwijk Formation with locally at its base the Basal Peat bed and/or Velsen Bed. The Buitenbanken Member is now part of the Naaldwijk Formation.

3)
The TNO 2004 grid do not include the Elbow Formation. Grid data of the Buitenbanken Member are available but do not coincided with occurrences on the 1984 Flemish Bight map.

Rvl. 12-05-2022



Legend

- Southern Bight Formation
  Open marine
  Holocene
- NEXTGEO Channel feature
- NEXTGEO Layered Sediments
- Uncertain: Naaldwijk Fm | Boxtel Fm | Brown Bank Mb
  * Naaldwijk Formation
  Shoreface, nearshore, coastal, estuarine and tidal basin
  Holocene
  * Boxtel Formation
  Periglacial aeolian (coversand), lacustrine and small-scale fluvial
  Weichselian - Early Holocene
- Top Pleistocene
  source:
  TNO Geological Survey 200 m grid, 2007.
- Kreftenheye Formation
  Braided and meandering fluvioglacial and fluvial
  Weichselian and Early Holocene
- Eem Formation - Brown Bank Member
  Regressive brackish lagoonal to stream-fed lacustrine
  Early Weichselian
- Eem Formation
  Freshwater to brackish water coastal to fully marine glacial basin infill
  Eemian
- Vibrocore sample interval
- Cone Penetration Test horizon
- Yarmouth Roads Formation
  Fluvial and estuarine
  Early Pleistocene (Menapian)

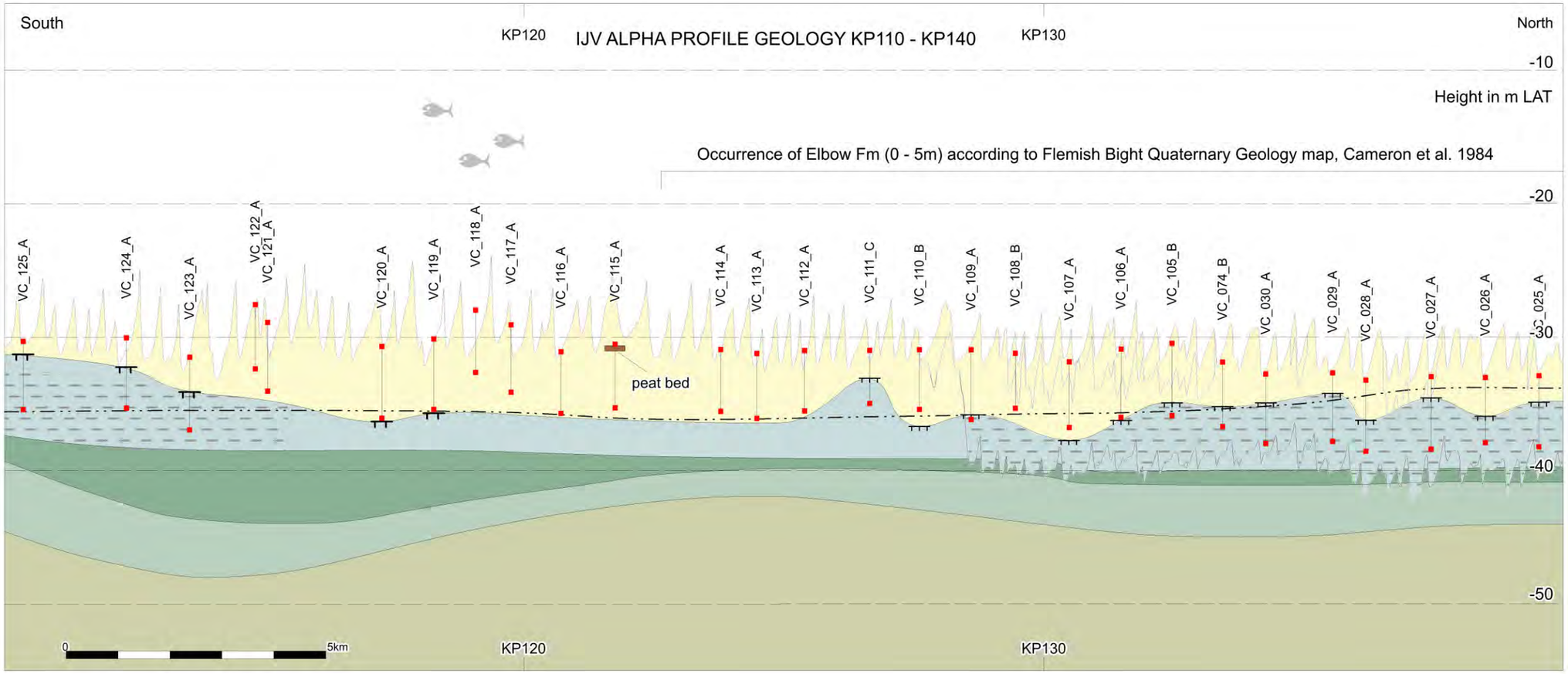
NOTES:
1)
The Pleistocene units in this profile are based on grid data of TNO (2004). The Kreftenheye Formation appears to separate the Eem Formation from the Brown Bank Member (Eem Formation). It is questioned if this is correct, because the Kreftenheye Formation is stratigraphically positioned above the Eem Formation and generally post-dates the Brown Bank Member.

2)
The Buitenbanken Formation and the Elbow Formation are Holocene units mapped on the 1984 'Flemish Bight' geological maps produced by Cameron, Laban and Schuttenhelm. The names are outdated and no longer used. The Elbow Formation is defined as a mostly 2 - 6 m thick unit, which consists of fine- or very fine-grained blueish-grey muddy sands with interbedded clay. A basal early Boreal peat bed with intercallations of wind-blown or fluvial sand is up to 1 m thick and locatlly present in the Dutch sector. The Buitenbanken Formation is mostly less than 2 m thick and commonly consists of medium-grained sands with reworked Eemian or Early Pleistocene sands. The Elbow Formation shall in accordancence with the current nomenclature be classified as the Wormer Member within the Naaldwijk Formation with locally at its base the Basal Peat bed and/or Velsen Bed. The Buitenbanken Member is now classified as the Naaldwijk Formation.

3)
The TNO 2004 grid do not include the Elbow Formation. Grid data of the Buitenbanken Member are available but do not coincided with occurrences on the 1984 Flemish Bight map.

Periplus Archeomare

RvL 23-08-2022



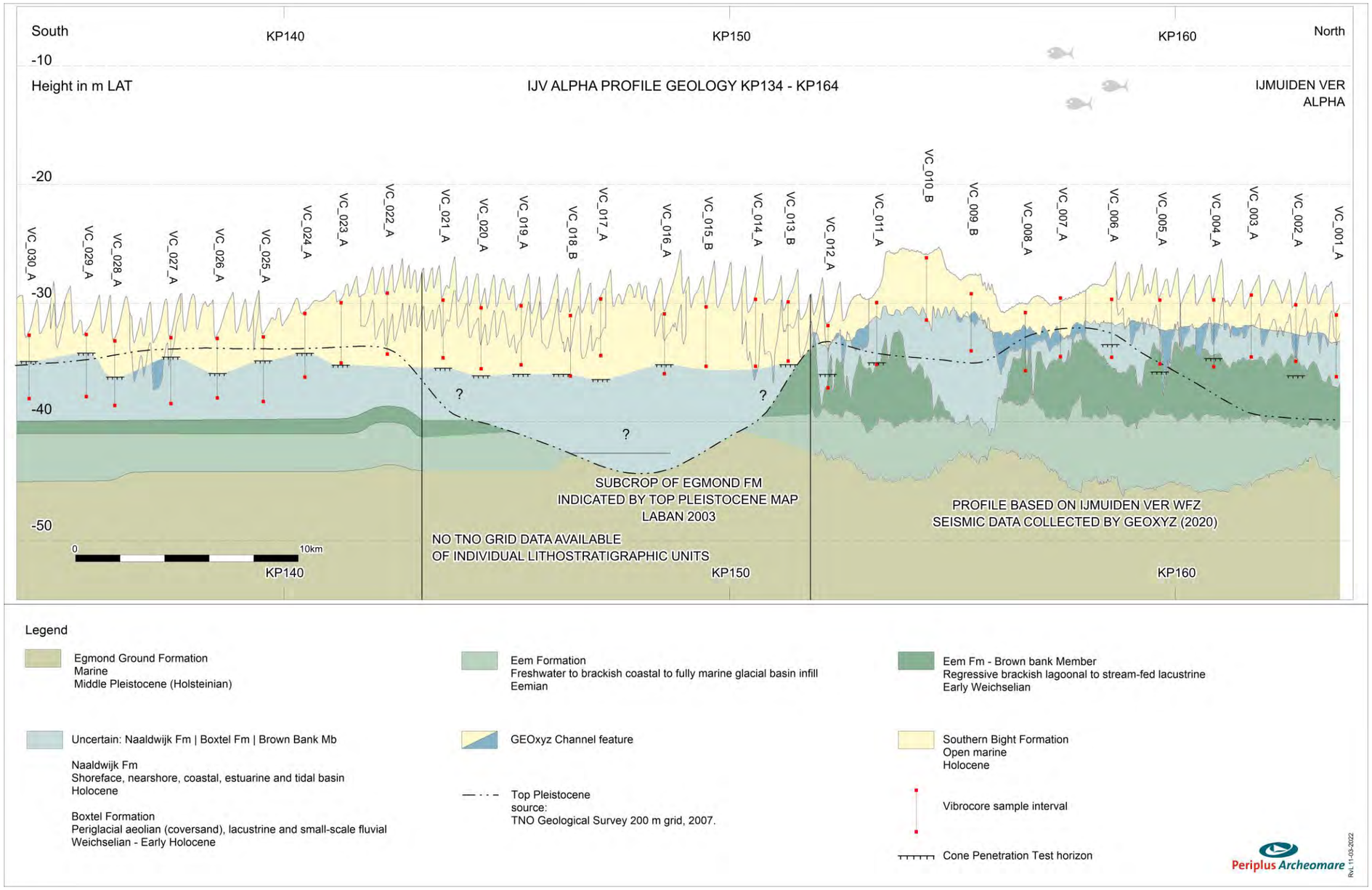
Legend

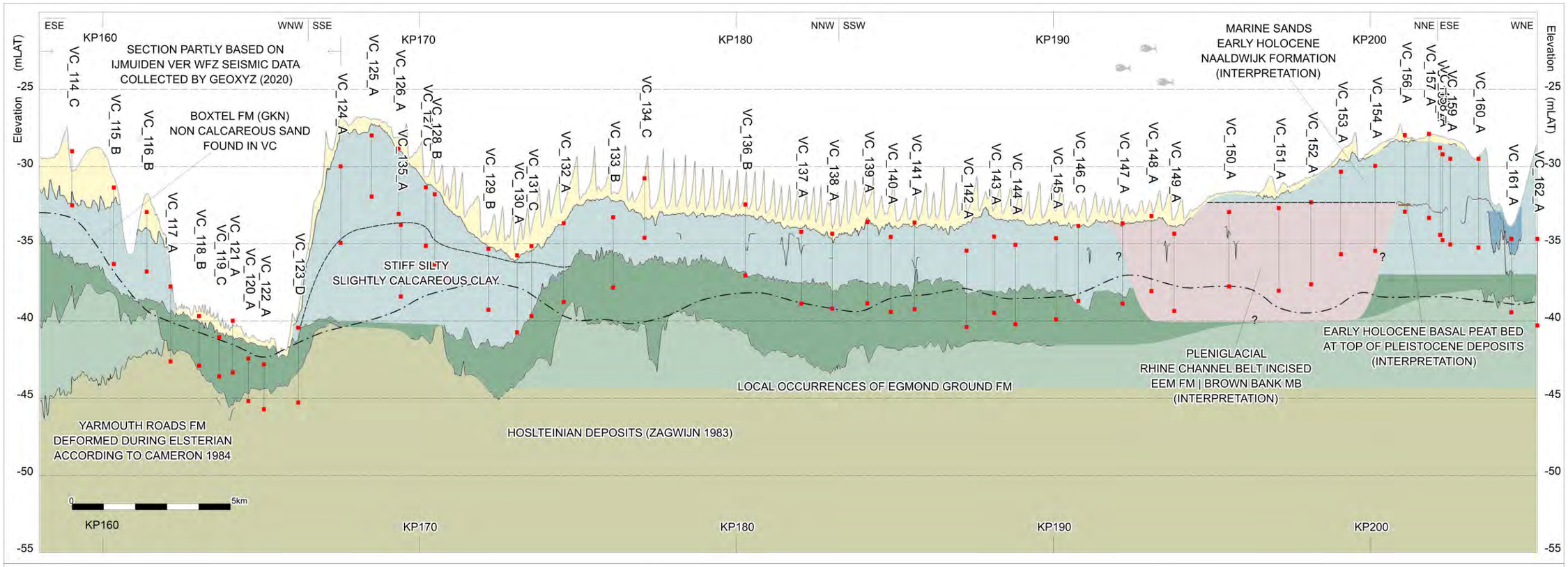
- Southern Bight Formation
  Open marine
  Holocene
- NEXTGEO Channel feature
- NEXTGEO Layered Sediments
- Uncertain: Naaldwijk Fm | Boxtel Fm | Brown Bank Mb
  * Naaldwijk Formation
  Shoreface, nearshore, coastal, estuarine and tidal basin
  Holocene
  * Boxtel Formation
  Periglacial aeolian (coversand), lacustrine and small-scale fluvial
  Weichselian - Early Holocene
- Top Pleistocene
  source:
  TNO Geological Survey 200 m grid, 2007.
- Eem Formation - Brown Bank Member
  Regressive brackish lagoonal to stream-fed lacustrine
  Early Weichselian
- Eem Formation
  Freshwater to brackish water coastal to fully marine glacial basin infill
  Eemian
- Yarmouth Roads Formation (offshore equivalent Waalre Formation)
  Fluvial and estuarine
  Early Pleistocene (Menapian)
- Vibrocore sample interval
- Cone Penetration Test horizon

NOTES:
1)
The Buitenbanken Formation and the Elbow Formation are Holocene units mapped on the 1984 'Flemish Bight' geological maps produced by Cameron, Laban and Schuttenhelm. The names are outdated and no longer used. The Elbow Formation is defined as a mostly 2 - 6 m thick unit, which consists of fine- or very fine-grained blueish-grey muddy sands with interbedded clay. A basal early Boreal peat bed with intercallations of wind-blown or fluvial sand is up to 1 m thick and locatlly present in the Dutch sector. The Buitenbanken Formation is mostly less than 2 m thick and commonly consists of medium-grained sands with reworked Eemian or Early Pleistocene sands. The Elbow Formation shall in accordancence with the current nomenclature be classified as the Wormer Member within the Naaldwijk Formation with locally at its base the Basal Peat bed and/or Velsen Bed. The Buitenbanken Member is now classified as the Naaldwijk Formation.

2)
The TNO 2004 grid do not include the Elbow Formation. Grid data of the Buitenbanken Member are available but do not coincided with occurrences on the 1984 Flemish Bight map.

Periplus Archeomare
RvL 29-03-2022


South
KP140
KP150
KP160
North
-10
Height in m LAT
IJV ALPHA PROFILE GEOLOGY KP134 - KP164
IJMUIDEN VER ALPHA
-20
-30
-40
-50
VC_030_A
VC_029_A
VC_028_A
VC_027_A
VC_026_A
VC_025_A
VC_024_A
VC_023_A
VC_022_A
VC_021_A
VC_020_A
VC_019_A
VC_018_B
VC_017_A
VC_016_A
VC_015_B
VC_014_A
VC_013_B
VC_012_A
VC_011_A
VC_010_B
VC_009_B
VC_008_A
VC_007_A
VC_006_A
VC_005_A
VC_004_A
VC_003_A
VC_002_A
VC_001_A
?
SUBCROP OF EGMOND FM
INDICATED BY TOP PLEISTOCENE MAP
LABAN 2003
NO TNO GRID DATA AVAILABLE
OF INDIVIDUAL LITHOSTRATIGRAPHIC UNITS
PROFILE BASED ON IJMUIDEN VER WFZ
SEISMIC DATA COLLECTED BY GEOXYZ (2020)
0
10km
KP140
KP150
KP160
Legend
Egmond Ground Formation
Marine
Middle Pleistocene (Holsteinian)
Eem Formation
Freshwater to brackish coastal to fully marine glacial basin infill
Eemian
Eem Fm - Brown bank Member
Regressive brackish lagoonal to stream-fed lacustrine
Early Weichselian
Uncertain: Naaldwijk Fm | Boxtel Fm | Brown Bank Mb
Naaldwijk Fm
Shoreface, nearshore, coastal, estuarine and tidal basin
Holocene
Boxtel Formation
Periglacial aeolian (coversand), lacustrine and small-scale fluvial
Weichselian - Early Holocene
GEOxyz Channel feature
Top Pleistocene
source:
TNO Geological Survey 200 m grid, 2007.
Southern Bight Formation
Open marine
Holocene
Vibrocore sample interval
Cone Penetration Test horizon
Periplus Archeomare
Rvl. 11-03-2022



Legend

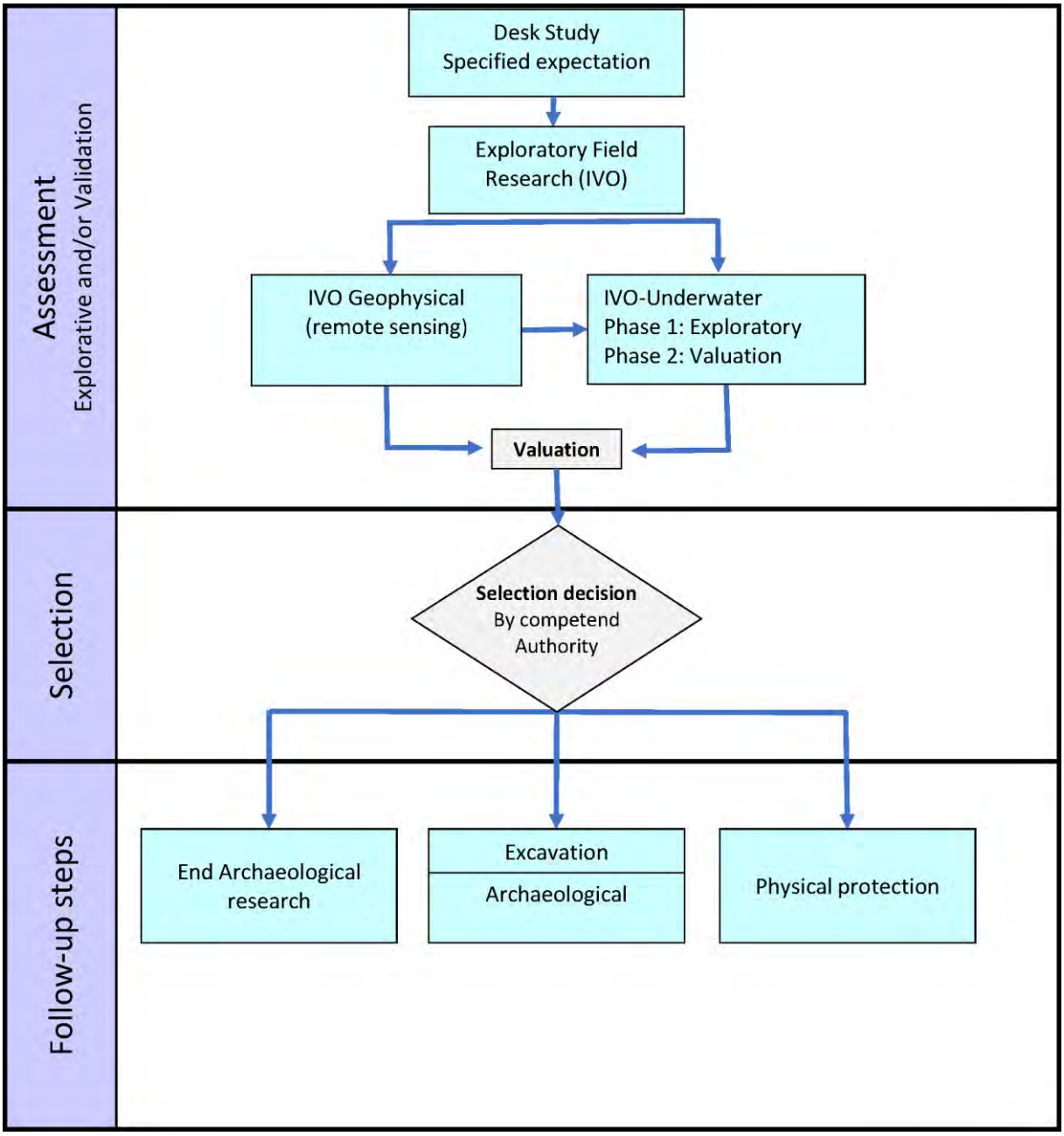
- Southern Bight Formation
  Open marine (Holocene)
- Channel feature (Late Glacial - Early Holocene)
- Uncertain: Naaldwijk Fm | Boxtel Fm | Brown Bank Mb
- Naaldwijk Formation
  Shoreface, nearshore, coastal, estuarine and tidal basin (Early Holocene)
- Boxtel Formation
  Terrestrial; aeolian (coversand), lacustrine and small-scale fluvial (Late Glacial - Early Holocene)
- Brown Bank Member
  Lagoonal, shallow marine (Early Weichselian interstadial incl. Odderade interstadial 85 ka - 75 ka ago)
- Kreftenheye Formation | Boxtel Formation - Singraven Member
  Braided river deposits (Early Pleniglacial) at top possible stream deposists (Late Glacial)
- Eem Fm - Brown bank Member
  Regressive brackish lagoonal to stream-fed lacustrine (Early Weichselian)
- Eem Formation
  Freshwater to brackish coastal to fully marine glacial basin infill (Eemian)
- Egmond Ground Formation
  Marine (Middle Pleistocene - Holsteinian)
- Top Pleistocene
  source:
  TNO Geological Survey 200 m grid, 2007.
- Vibrocore sample interval
- Basal Peat Bed
  marshland (Early Holocene)

Rev. 25-04-2023

Appendix 3. Geological and archaeological timetable

Chronostratigrafie				Archeologische periode				
Serie	Etage - Chronozone		Tijd	Tijdperk				Datering
Holoceen	**Laat Subatlanticum**			Nieuwe tijd		C		1850
						B		1650
						A		1500
			1150 n. Chr	Middeleeuwen	Laat	B		1250
	Vroeg Subatlanticum					A		1050
					Vroeg	D		900
						C		725
						B		525
						A		450
				Romeinse tijd		Laat		270
						Midden		70 n. Chr.
			0			Vroeg		15 v. Chr.
				Prehistorie, Metaaltijden	IJzertijd	Laat		250
			450 v. Chr			Midden		500
						Vroeg		800
	Subboreaal				Bronstijd	Laat		1100
						Midden		1800
						Vroeg		2000
			3700	Prehistorie, Steentijd	Neolithicum	Laat		2850
	Atlanticum					Midden		4200
						Vroeg		4900/5300
			7300		Mesolithicum	Laat		6450
	Boreaal		8700			Midden		8640
	Preboreaal		9700			Vroeg		9700
Pleistoceen	Weichselien, Laat Glaciaal	Jonge Dryas	11.000		Paleolithicum	Laat	B	12.500
		Allerød	12.000					
		Oude Dryas	12.100					
		Bølling	13.000					
	Weichselien, Pleniglaciaal L		17.000			Jong		16.000
		Late Glacial Max	20.000					
			31.500				A	
		Denekamp	34.000					35.000
	Weichselien, Pleniglaciaal M		40.000			Midden		
		Hengelo	41.500					
			45.000					
	Weichselien, Pleniglaciaal V	Moershoofd	50.000					
			71.000					
	Weichselien, Vroeg Glaciaal	Odderade	74.000					
		Brørup						
		Amersfoort						
			114.000					250.000
	Eemien		126.000					
	Saalien		236.000					
	Oostermeer		241.000					
	onbenoemd		322.000			Oud		
	Belvédère		336.000					
	onbenoemd		384.000					
	Holsteinien		416.000					
	Elsterien		463.000					

Appendix 4. Schematic overview KNA Waterbodems version 4.1



Appendix 5. Geophysical and geotechnical survey report

- NextGEO, 2023. OFFSHORE GRID NL - Offshore Route Survey Activities (non-UXO) Nederwiek 1,2 and 3. Final Report - Integrated Geophysical & Geotechnical Report.

Bijlage XI-A Quickscan Ontplofbare Oorlogsresten (OO)

Net op Zee Nederwiek 1
TenneT TSO B.V.

5 juli 2023

Inhoudsopgave

1 Inleiding 3

1.1 Aanleiding 3

1.2 Wettelijk kader 6

1.2.1 OO bureauonderzoek op land 6

1.2.2 OO bureauonderzoek op zee 7

1.3 Doelstelling 7

1.4 Werkwijze 7

2 Effectbeoordeling OO 8

2.1 Platform op zee 8

2.1.1 Indicaties Wereldoorlogen 8

2.1.2 Verwachtingskaart verdachte gebieden OO 11

2.2 Kabeltracé op zee 13

2.2.1 Indicaties Tweede Wereldoorlog 13

2.2.2 Verwachtingskaart verdachte gebieden OO 19

2.3 Kabeltracé in het Veerse Meer 21

2.3.1 Indicaties Tweede Wereldoorlog 22

2.3.2 Verwachtingskaart verdachte gebieden OO 28

2.4 Kabeltracé op land en converterstation 29

2.4.1 Indicaties Tweede Wereldoorlog 31

2.4.2 Verwachtingskaart verdachte gebieden OO 42

3 Samenvatting en conclusie 43

4 Bronnen 44

Colofon 46

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

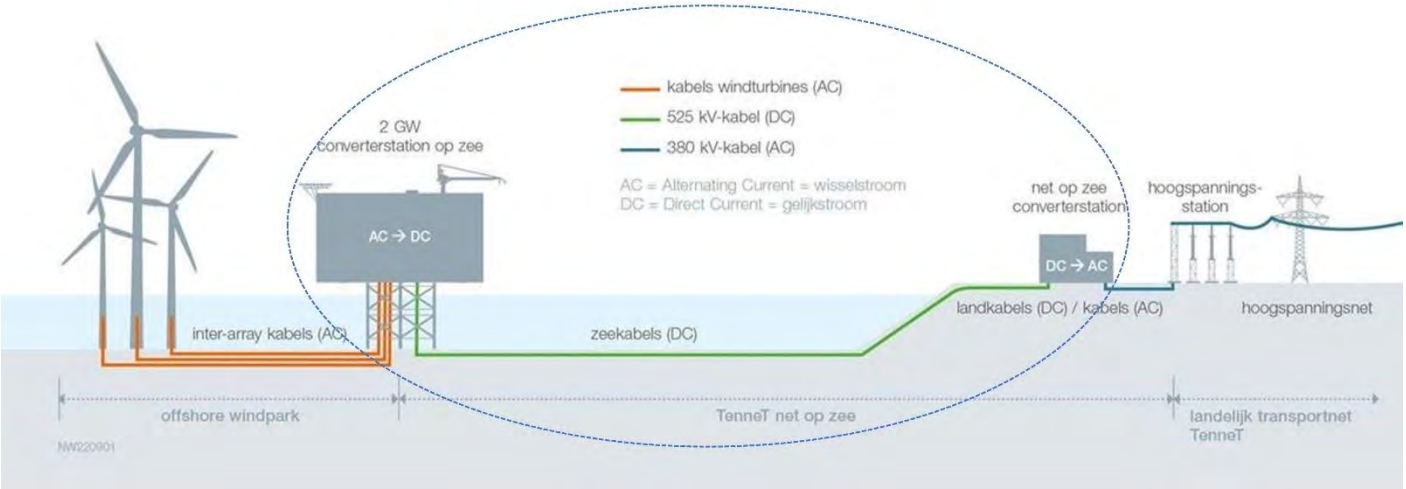
In opdracht van TenneT TSO B.V. (hierna: TenneT) heeft Arcadis Nederland B.V. een quickscan Ontplofbare Oorlogsresten (OO) uitgevoerd voor het platform op zee, het kabeltracé op zee en land, en het converterstation voor het Net op zee Nederwiek 1. Net op zee Nederwiek 1 heeft als doel om het windmolenpark Nederwiek 1 aan te sluiten op het hoogspanningsnet op land. Het voornemen is weergegeven in Figuur 1-1. Doel van deze quickscan is om door middel van een verwachtingskaart aan te geven waar bepaalde OO verwacht kunnen worden. De resultaten vormen input voor het Milieueffectrapport (MER) voor het Net op zee Nederwiek 1.

Figuur 1-1 Net op zee Nederwiek 1

Het Net op zee Nederwiek 1 bestaat uit de volgende hoofdonderdelen:

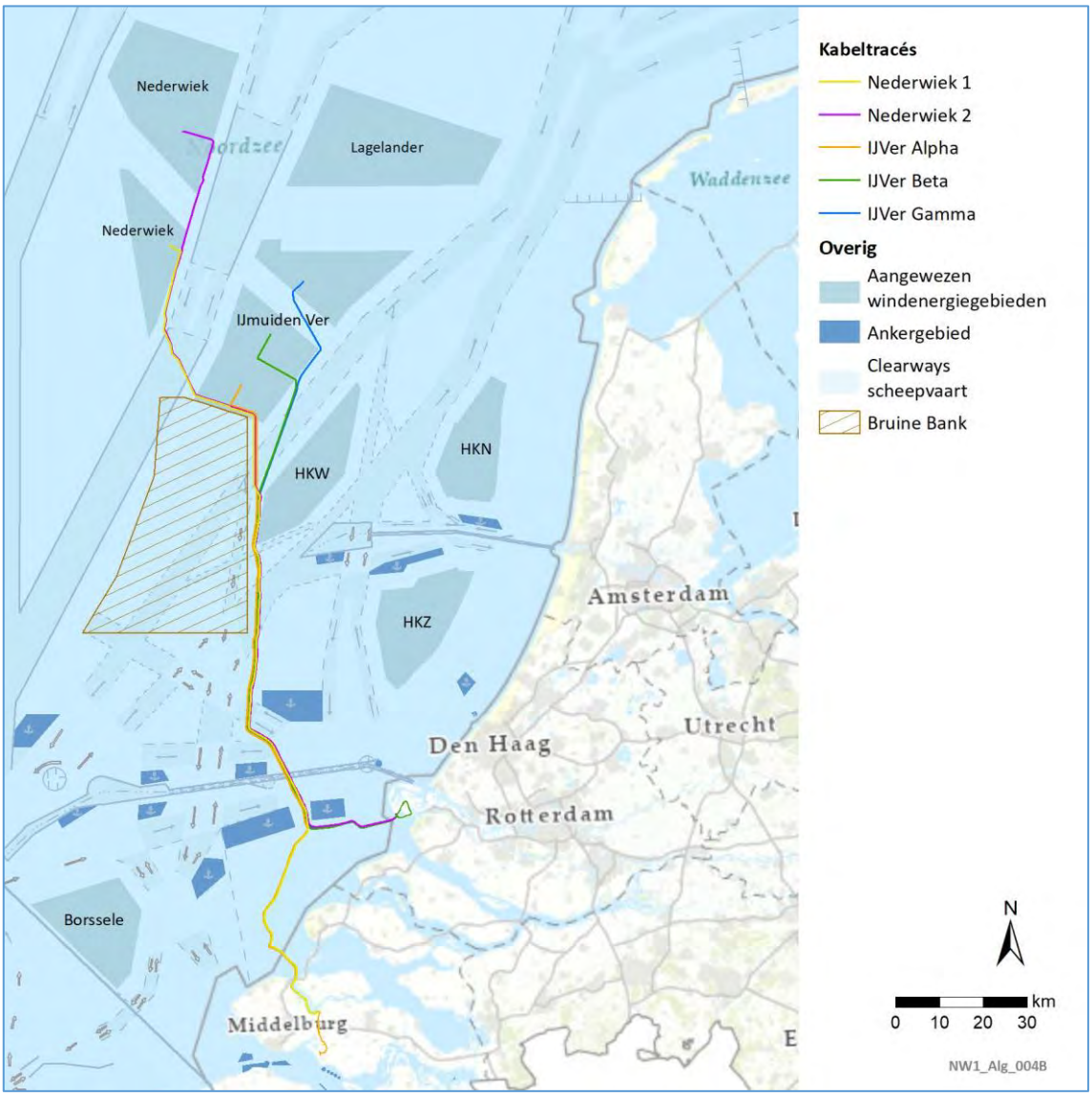
- Een platform op zee voor de aansluiting van de windturbines en het omzetten van wisselstroom (afkomstig van de windturbines) naar 525kV-gelijkstroom;
- Een kabeltracé op zee en in het Veerse Meer voor transport van 525kV-gelijkstroom;
- Een kabeltracé op land voor transport van 525kV-gelijkstroom naar een converterstation;
- Een converterstation op land voor het omzetten van 525kV-gelijkstroom naar 380kV-wisselstroom.

In Figuur 1-2 zijn de onderdelen van het Net op zee Nederwiek 1 schematisch weergegeven. De windparkbekabeling en het 380kV-wisselstroomtracé vanaf het converterstation naar het hoogspanningsstation zijn geen onderdeel van Net op zee Nederwiek 1.



Figuur 1-2 Onderdelen project Net op zee Nederwiek 1

Net op zee Nederwiek 1 kent een sterke samenhang met een aantal andere projecten, waaronder Net op zee Nederwiek 2 en de Netten op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma. De vijf kabeltracés lopen namelijk gedeeltelijk parallel aan elkaar. Net op zee Nederwiek 1 ligt voor het grootste deel (op zee en op land) parallel aan Net op zee IJmuiden Ver Alpha. Beide verbindingen worden aangesloten op het hoogspanningsnet in Borsele. Net op zee Nederwiek 2 en IJmuiden Ver Beta en Gamma lopen naar de Maasvlakte. De parallelligging is weergegeven in Figuur 1-3.



Figuur 1-3 De kabeltracés van de Netten op zee Nederwiek 1 en 2 en IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma

1.2 Wettelijk kader

De omgang met ontplofbare oorlogsresten (OO) die in de (water)bodem zijn achtergebleven na de Eerste en Tweede Wereldoorlog is geregeld in het Arbeidsomstandighedenbesluit en de Arbeidsomstandighedenregeling (Arboregeling). Hieronder wordt de wet- en regelgeving verder uitgelegd.

1.2.1 OO bureauonderzoek op land

In artikel 4.10 Ontplofbare Oorlogsresten van het Arbeidsomstandighedenbesluit (Arbobesluit; Artikel 4.10) staat het volgende beschreven in lid 2:

'In alle gevallen waarin gevaar voor de veiligheid of gezondheid van werknemers kan bestaan door de mogelijke aanwezigheid van ontplofbare oorlogsresten, wordt, alvorens werkzaamheden worden aangevangen, hiernaar een oriënterend onderzoek ingesteld.

In lid 3 wordt dit verder geconcretiseerd:

'Indien het oriënterend onderzoek de mogelijke aanwezigheid van ontplofbare oorlogsresten die gevaar kunnen opleveren voor de veiligheid of gezondheid van werknemers niet uitsluit wordt een nader onderzoek ingesteld.'

Dit nader onderzoek is in de praktijk vaak een historisch vooronderzoek waarbij beoordeeld wordt of er indicaties zijn dat er binnen het projectgebied ontplofbare oorlogsresten aanwezig zijn. Het vooronderzoek bestaat uit zowel het inventariseren als beoordelen (analyseren) van bronnenmateriaal. Eindresultaat is een rapportage en een bijbehorende OO-bodembelastingkaart waarop, indien hiervoor indicaties zijn aangetroffen, een verdacht gebied OO wordt afgebakend. De eisen en uitgangspunten voor het vooronderzoek OO zijn in opdracht van de private Stichting Veilig Omgaan met Explosieve Stoffen (VOMES) opgenomen in een vrijwillig Certificatieschema Vooronderzoek en Risicoanalyse OO (CS-VROO) dat in februari 2021 is gepubliceerd door het Centraal College van Deskundigen OO (CCvD-OO).

In het geval dat de aanwezigheid van OO wordt vermoed, treedt onderstaand lid 4 van artikel 4.10 van het Arbobesluit in werking:

'Indien uit het nader onderzoek blijkt dat gevaar bestaat voor de veiligheid of gezondheid van werknemers door de aanwezigheid van ontplofbare oorlogsresten, worden die ontplofbare oorlogsresten opgespoord of andere passende maatregelen getroffen om dit gevaar te voorkomen.'

De invulling van het opsporingsonderzoek wordt in detail geregeld in de Arbeidsomstandighedenregeling (Arboregeling) en specifiek in bijlage 12 van artikel 4.17f van het Certificatieschema Opsporen Ontplofbare Oorlogsresten (CS-OOO). Het CS-OOO heeft betrekking op het opsporen van ontplofbare oorlogsresten die in de (water)bodem zijn achtergebleven tijdens de Tweede Wereldoorlog. Hierbij heeft het certificatieschema een drieledige doelstelling:

- Bewerkstelligen dat risicovolle werkzaamheden voldoende veilig voor het eigen personeel en derden aanwezig op het projectgebied worden uitgevoerd;
- Bewerkstelligen dat risicovolle werkzaamheden zodanig en met die deskundigheid worden uitgevoerd dat omwonenden veilig zijn en dat de openbare orde en publieke veiligheid wordt gewaarborgd;
- Bewerkstelligen dat de opsporing volgens de gegunde opdracht wordt uitgevoerd en opgeleverd.

Het opsporingsonderzoek OO staat in hoofdstuk 4 van het CS-OOO beschreven. De opsporingsfase omvat achtereenvolgens:

- Werkvoorbereiding (omschrijving opsporingswerkzaamheden in projectplan, opstellen RI&E (risico-inventarisatie en -evaluatie), etc.)
- Detecteren van het verdachte gebied OO met detectieapparatuur (realtime, non-realtime)
- Interpreteren meetdata
- Lokaliseren vermoede explosieven
- Laagsgewijs ontgraven en identificeren van de vermoede explosieven
- Tijdelijk veiligstellen van de situatie tot aan overdracht aan de Explosieven Opruimingsdienst (EOD)
- Rapportage Proces-verbaal van oplevering wordt ter beschikking gesteld aan de opdrachtgever en Bevoegd Gezag (vermelding van aangetroffen explosieven, weergave vrijgegeven gebieden, etc.).

1.2.2 OO bureauonderzoek op zee

Het huidige CS-OOO en de vrijwillige certificering CS-VROO zijn met name geschreven voor onderzoek op het land. Afgelopen jaren is duidelijk geworden dat deze regelgeving niet goed bruikbaar is voor onderzoek op zee. Enerzijds zijn de verplichte bronnen niet toegespitst op oorlogshandelingen op zee waardoor de meeste oorlogshandelingen gemist worden (en gebieden mogelijk onterecht onverdacht worden verklaard) anderzijds moeten gebeurtenissen door twee verschillende bronnen bekrachtigd worden. Indien dat niet lukt kan niet aangetoond worden dat een gebied op een bepaalde oorlogshandeling verdacht is waarna de conclusie getrokken moet worden dat een gebied onverdacht is. Verder is gebleken dat de lijst met leemtes in kennis buiten proportioneel lang is waardoor de conclusie van het vooronderzoek sterk in twijfel getrokken moet worden. Tenslotte is de huidige Nederlandse regelgeving voornamelijk toegespitst op de Tweede Wereldoorlog, terwijl op zee ook OO van de Eerste Wereldoorlog worden verwacht.

Vanwege de beperkingen op zee die de huidige regelgeving heeft t.a.v. een historisch vooronderzoek OO is ervoor gekozen om eerst een quickscan OO uit te voeren. Hiermee wordt voldaan aan de eis in artikel 4.10 van het Arbeidsomstandighedenbesluit dat voor aanvang van toekomstige werkzaamheden er een oriënterend onderzoek naar OO moet worden ingesteld. Deze quickscan kan worden beschouwd als dit oriënterend onderzoek.

Ondanks dat de quickscan OO en verwachtingskaart in strikte zin niet voldoen aan de eisen zoals gesteld in het CS-VROO, geeft dit rapport wel degelijk inzicht waar zich verdachte gebieden OO bevinden waarbij wordt aangegeven welke verschillende hoofdsoorten OO aangetroffen kunnen worden in het projectgebied.

1.3 Doelstelling

De quickscan OO heeft als doel inzicht te verschaffen in de ontplofbare oorlogsresten die zich mogelijk in het projectgebied bevinden of verwacht worden.

Aan de hand van de quickscan wordt uitspraak gedaan over de noodzaak van nader vervolgonderzoek en indien nodig, uit welke onderzoeksmethode het nader vervolgonderzoek zou moeten bestaan.

1.4 Werkwijze

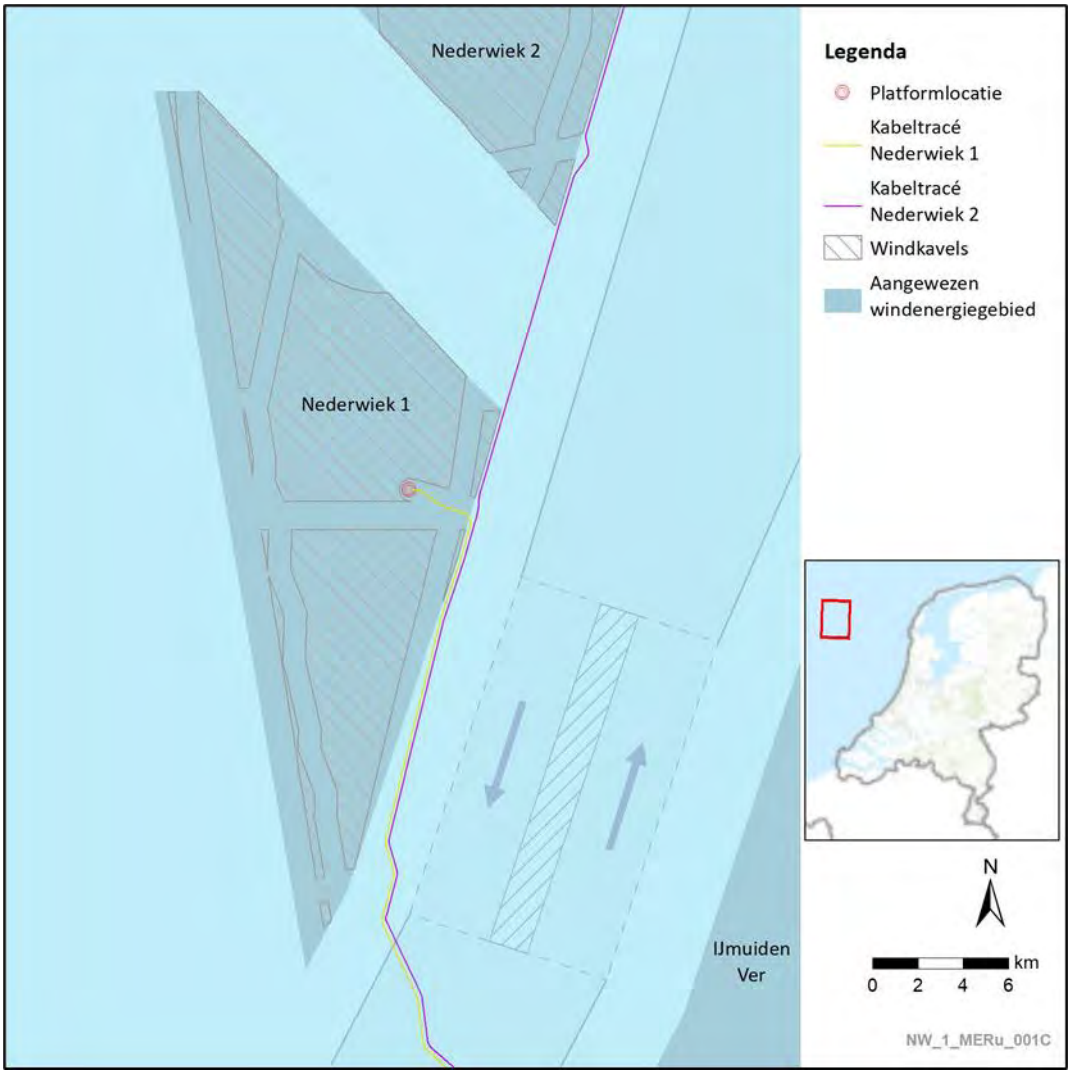
De quickscan OO met bijbehorende verwachtingskaart wordt gemaakt op basis van *expert judgement*. Hierbij wordt gebruikgemaakt van kennis die is opgedaan bij reeds uitgevoerde vooronderzoeken op zee. Dit zijn de eerder uitgevoerde quickscans op zee t.b.v. Net op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma; het vooronderzoek Net op zee Hollandse Kust (zuid) en door de opdrachtgever aangeleverde vooronderzoeken. Tenslotte is gebruik gemaakt van de kustwachtdatabase over OO-vondsten en ruimingen op zee over de periode 2005-2020.

2 Effectbeoordeling OO

In de effectbeoordeling wordt per onderdeel van Net op zee Nederwiek 1 gekeken of deze in een potentieel OO-verdacht gebied liggen en/of deze doorkruisen. Deze quickscan geeft echter geen definitieve afbakening van het OO verdachte gebied, maar geeft een indicatie van het te verwachten verdachte gebied als een volledig vooronderzoek OO wordt uitgevoerd. De effecten beoordeling is opgesplitst in het platform op zee, het kabeltracé op zee en het Veerse Meer, en het converterstation.

2.1 Platform op zee

De locatie van het platform op zee van Net op zee Nederwiek 1 is weergegeven in Figuur 2-1.



Figuur 2-1 Platformlocatie Net op zee Nederwiek 1.

2.1.1 Indicaties Wereldoorlogen

De verschillende indicaties voor achtergebleven OO worden hier chronologisch en per thema kort uiteengezet.

Eerste Wereldoorlog

Tijdens de Eerste Wereldoorlog was Nederland neutraal. Desondanks vormde de Noordzee wel een belangrijk strijdtoneel. De Britse vloot opereerde er vrij autonoom na de gewonnen zeeslag voor Texel (oktober 1914) en legde grote mijnenvelden aan om Duitse koopvaardijschepen te hinderen. De Duitse marine focuste zich daardoor vooral op zijn onderzeebotenvloot en verklaarde een onbeperkte duikbotenoorlog tegen alle geallieerde schepen. Nederland wist

als neutraal land wel te bewerkstelligen dat er tussen het Noordzeekanaal en Den Helder geen mijnenvelden werden gelegd, zodat Nederlandse koopvaardijschepen via Orkney en de Shetlandeilanden nog de Atlantische Oceaan konden bereiken.

Na het einde van de Eerste Wereldoorlog zijn de mijnenvelden geruimd, maar tot op de dag van vandaag worden in het gehele Noordzeegebied regelmatig nog zeemijnen opgevist. Ook torpedo's uit de Eerste Wereldoorlog worden nog aangetroffen. Daarom bestaat er een kans op het aantreffen van OO in de vorm van Britse en Duitse torpedo's en zeemijnen.

Tweede Wereldoorlog: zeeslagen

De zeeoorlog voor de Nederlandse kust concentreerde zich vooral op de Duitse konvooiroute naar Scandinavië en Duitse onderzeebootaanvallen op geallieerde schepen. Tijdens de oorlog vonden daarom verschillende kleine zeeslagen plaats voor de Nederlandse kust. Hierbij werd vooral gebruikgemaakt van kleine wendbare schepen als *Schnellboote* en *Motor Gun/Torpedo Boats*. Uit bronnen blijkt dat deze zeeslagen vooral plaatsvonden in een strook van 20 kilometer uit de kust.

Het platform ligt op bijna 100 kilometer van de Nederlandse kust. Daarom wordt er geen verdacht gebied verwacht gerelateerd aan deze zeeslagen.

Tweede Wereldoorlog: luchtoorlog

De luchtoorlog boven de Noordzee concentreerde zich eveneens vooral op de Duitse konvooiroute naar Scandinavië. Britse toestellen van *Coastal Command* vielen hierbij de Duitse konvooien en *Vorpostenboten* aan met vliegtuigbommen, dieptebommen, torpedo's en 3 inch raketten met een gevechtskop van 25 lb.

Naast de aanvallen op de konvooien vlogen ook geallieerde bommenwerpers af-en-aan over de Noordzee in de richting van de Duitse steden. Aangeschoten bommenwerpers of toestellen die hun lading niet in zijn geheel hadden weten af te werpen boven een landdoel, wierpen hun bommenlading af boven zee (zogenaamde '*jettisons*'). Tenslotte crashten verschillende toestellen ook in het water, na aangeschoten te zijn door luchtafweer of Duitse jachtvliegtuigen.

Door de grote hoeveelheid aan luchtoperaties boven de Noordzee bestaat er in het hele Noordzeegebied een kans op het aantreffen van OO in de vorm van afwerpmunitie, dieptebommen, torpedo's en raketten. Vanwege de Duitse konvooien naar Scandinavië mag verwacht worden dat een grote concentratie van deze munitieartikelen ter hoogte van deze konvooiroutes ligt. Maar door externe factoren als de sleepnetvisserij kunnen deze OO tegenwoordig over de gehele Noordzeebodem worden aangetroffen.

UXOIntelligence heeft in opdracht van TenneT een risicokaart opgesteld voor de kans op het aantreffen van afwerpmunitie. Hierbij baseren zij zich op luchtaanvallen en geregistreerde noodafworpen in de *North Sea Bomb Database*. Volgens de uitkomsten van dit onderzoek bevindt de platformlocatie zich in een risicogebied met een gemiddelde kans op het aantreffen van afwerpmunitie.

Mijnenvelden op zee

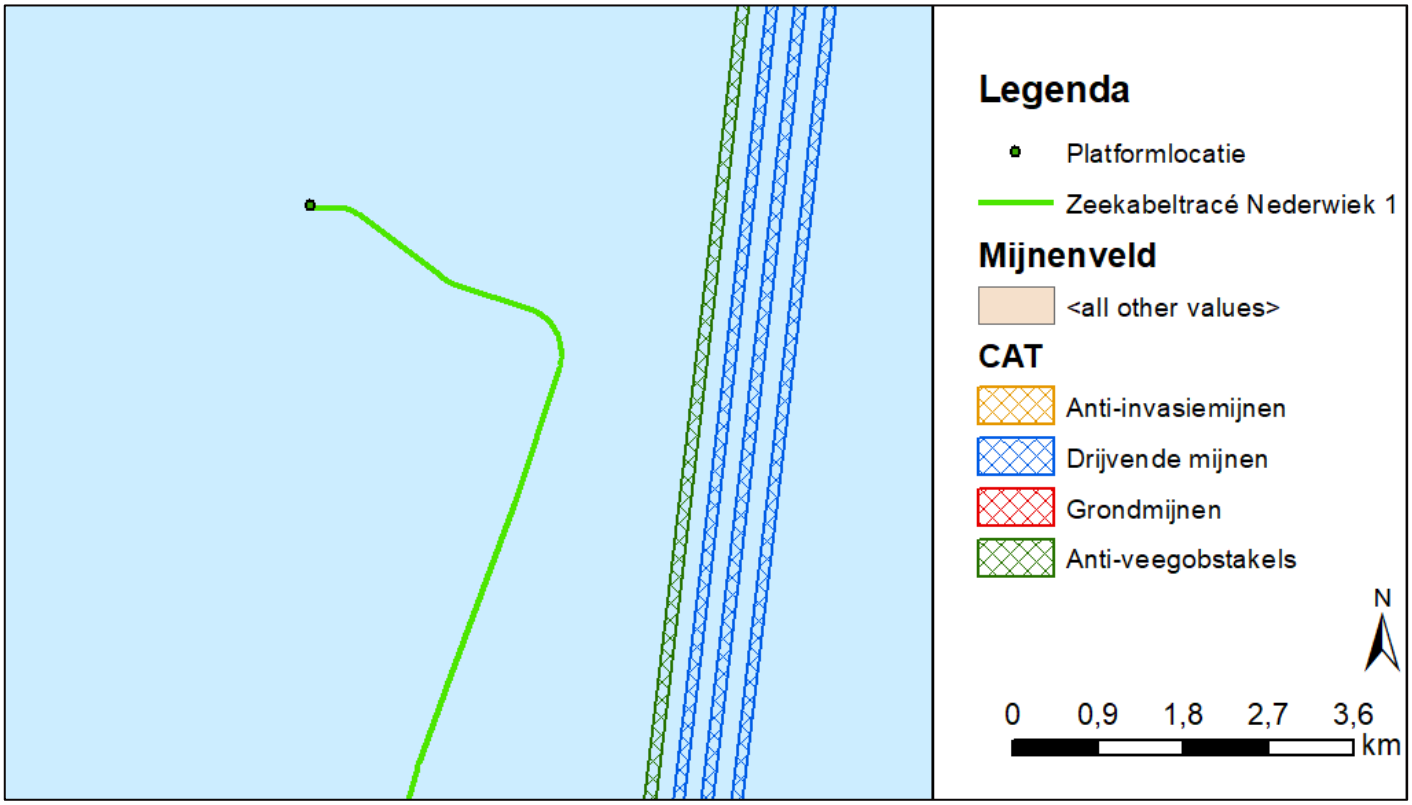
Tijdens de Eerste Wereldoorlog lag een groot Duits zeemijnenveld, bestaand uit 664 verankerde zeemijnen, voor de kust van Zuid-Holland. Daarnaast waren er veel drijvende mijnenvelden, waardoor er tot aan het einde van de Eerste Wereldoorlog in totaal 6.000 zeemijnen aanspoelden op de Nederlandse kust. Hiervan waren er bijna 5.000 van Britse origine. In totaal zouden tijdens de Eerste Wereldoorlog ruim 240.000 mijnen zijn gelegd in de Noordzee.

Gedurende de Tweede Wereldoorlog werden er wederom veel zeemijnenvelden aangelegd op de Noordzee. Deze bestonden uit:

- Duitse mijnenvelden ter verdediging van de Nederlandse kust en de konvooiroute naar Scandinavië;
- Britse offensieve mijnenvelden, enerzijds gelegd door mijnenleggers en anderzijds afgeworpen door bommenwerpers. Deze werden vooral gelegd bij havenmondingen en in de Duitse konvooiroutes.

Na het einde van de oorlog zijn diverse van deze mijnenvelden geruimd, maar tot op de dag van vandaag worden in het gehele Noordzeegebied regelmatig nog mijnen opgevist. Daarom bestaat er een kans op het aantreffen van OO in de vorm van Britse en Duitse zeemijnen.

UXOIntelligence heeft in opdracht van TenneT een kaart opgesteld voor de kans op het aantreffen van zeemijnen. Hierbij baseren zij zich op 14.000 mijnenvelden uit de *North Sea Minefield Database*. Volgens de uitkomsten van dit onderzoek ligt het platform niet in een gebied waar een risico bestaat op het aantreffen van Britse en/of Duitse zeemijnen (zie Figuur 2-2).



Figuur 2-2 Historische locaties van mijnenvelden ten opzichte van de platformlocatie van Net op zee Nederwiek 1.

Kustgeschut

De Nederlandse kustlijn maakte tijdens de Tweede Wereldoorlog onderdeel uit van de *Atlantikwall*. Deze Duitse kustverdedigingslinie liep van Noorwegen tot aan de Frans-Spaanse grens. De verdedigingslinie bestond uit een combinatie van bunkers, kanonnen, mijnenvelden en andere versperringen. Vooral de kustbatterijen, die overigens niet alleen bestonden uit artillerie tegen invasieschepen maar ook luchtafweer en antitankgeschut bevatten, hebben hun OO-sporen op de Noordzee achtergelaten. Afhankelijk van het type geschut konden schepen tot 20-25 kilometer uit de kustlijn geraakt worden.

Het platform ligt op bijna 100 kilometer van de Nederlandse kust. Daarom wordt er geen verdacht gebied geschutmunitie verwacht.

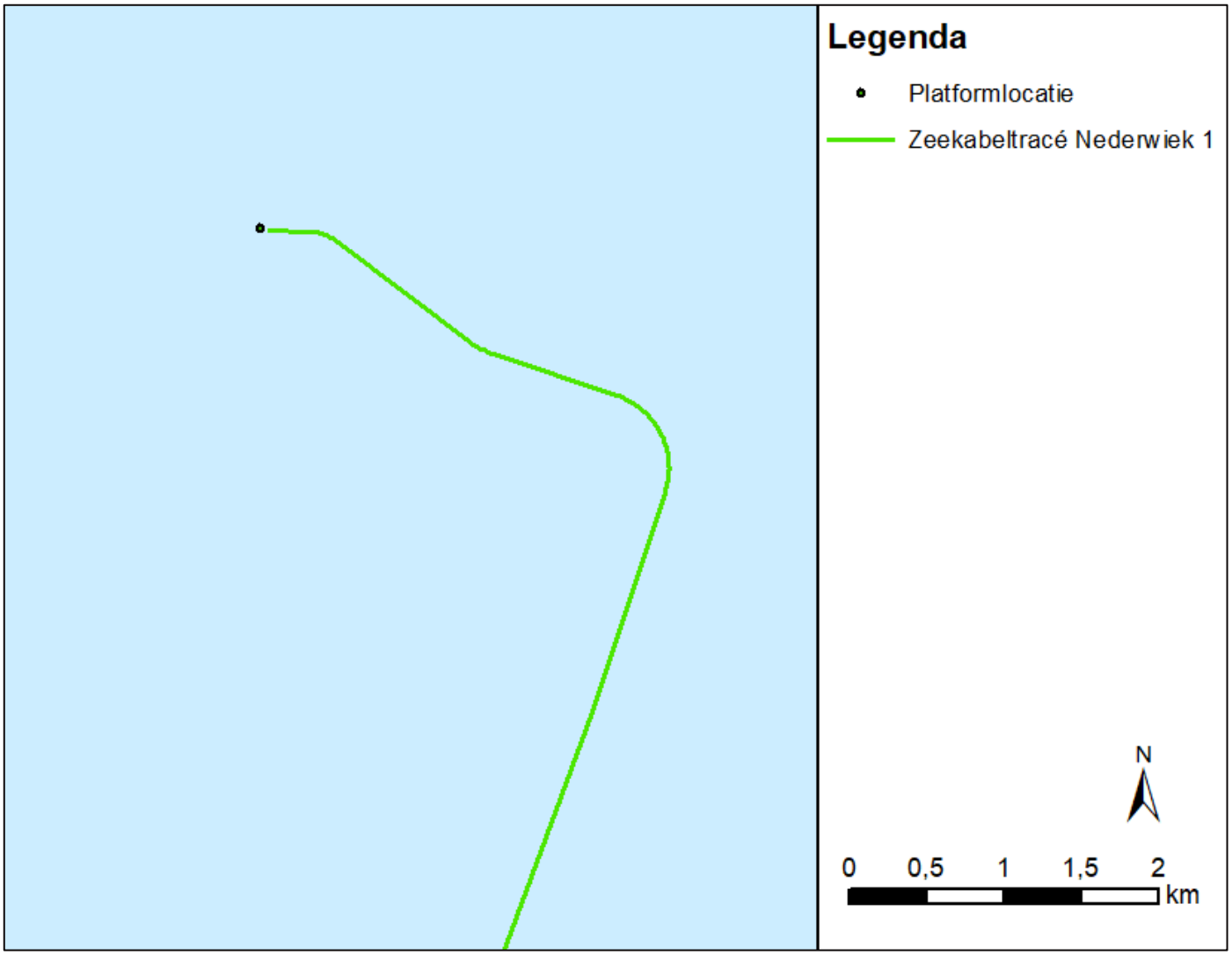
Munitiedumplocaties

Na de Eerste en Tweede Wereldoorlog zijn grote voorraden achtergelaten en overgebleven munitie gestort op dumplocaties in de Noordzee. Geen van de bekende munitiedumplocaties ligt echter in de omgeving van het platform.

Naoorlogse munitievondsten

Sinds het einde van de Tweede Wereldoorlog zet de Nederlandse marine zich in om het Nederlandse deel van de Noordzee explosievenvrij te maken. Tegenwoordig houdt de Kustwacht nauwkeurig bij waar OO wordt aangetroffen door vissersschepen, windmolenparkbouwers, zandzuigers etc. Hierdoor is een database ontstaan voor de periode 2005-2020.

Uit deze database valt op te maken dat er geen munitievondsten zijn gedaan in de omgeving van het platform (zie Figuur 2-3).

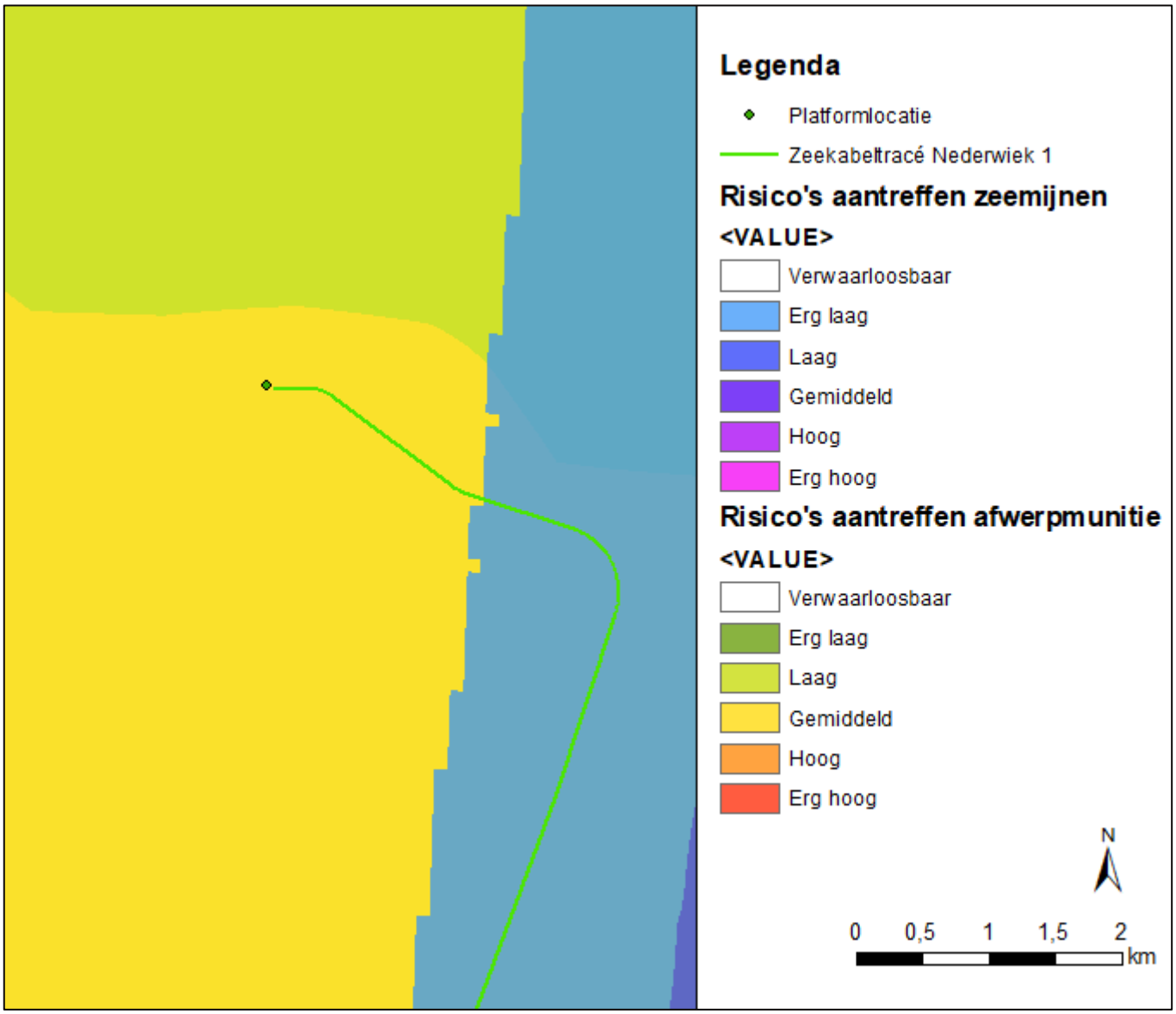


Figuur 2-3 Overzicht van munitievondsten in de omgeving van het platform Nederwiek 1.

2.1.2 Verwachtingskaart verdachte gebieden OO

Uit bovenstaande indicaties komt de verwachting dat het platform op zee in een verdacht gebied OO ligt (zie *Figuur 2-4*). Hoofdsoorten OO die hier kunnen worden aangetroffen zijn:

- Afwerpmunitie (alle kalibers)



Figuur 2-4 Verwachtingskaart OO van het Platform Nederwiek 1. Hierbij valt het platform alleen in verwachtingsgebied afwerpmunitie (gemiddeld risico).

2.2 Kabeltracé op zee

Na het verlaten van windenergiegebied Nederwiek loopt het kabeltracé van Net op zee Nederwiek 1 richting het zuiden in de bufferzone ten noordwesten van de scheepvaartroute. Het kabeltracé ligt vanaf hier parallel aan het kabeltracé van Net op zee Nederwiek 2 voor een lengte van 148 km. Ten zuiden van windenergiegebied Nederwiek maken de kabeltracés een zuidelijke oversteek richting windenergiegebied IJmuiden Ver, waarna dit windenergiegebied doorkruist. Hier komen de kabeltracés van Net op zee Nederwiek 1 en 2 en Net op zee IJmuiden Ver Alpha samen waarna Net op zee Nederwiek 1 en Net op zee IJmuiden Ver Alpha 167 km parallel aan elkaar lopen. Hierna buigen de kabeltracés zuidwaarts af om parallel aan de oostgrens van de Bruine Bank naar het zuiden te lopen. Ten noordwesten van windenergiegebied Hollandse Kust (west) komen de kabeltracés van Net op zee Nederwiek 1 en 2 en Net op zee IJmuiden Ver Alpha, Beta en Gamma samen om vanaf dit punt tot aan het lichtplatform Goeree over een lengte van circa 80 km parallel te liggen. Ten zuiden van Lichtplatform Goeree splitsen de kabeltracés van Net op Zee Nederwiek 1 en Net op zee IJmuiden Ver Alpha van de kabeltracés van Net op zee IJmuiden Ver Beta, Gamma en Nederwiek 2. Het kabeltracé van Net op zee Nederwiek 1 gaat parallel aan Net op zee IJmuiden Ver Alpha in zuidelijke richting naar het Sloegebied. In Figuur 1-1 is de route van het kabeltracé van Net op zee Nederwiek 1 weergegeven.

2.2.1 Indicaties Tweede Wereldoorlog

De verschillende indicaties voor achtergebleven OO worden hier chronologisch en per thema kort uiteengezet.

Eerste Wereldoorlog

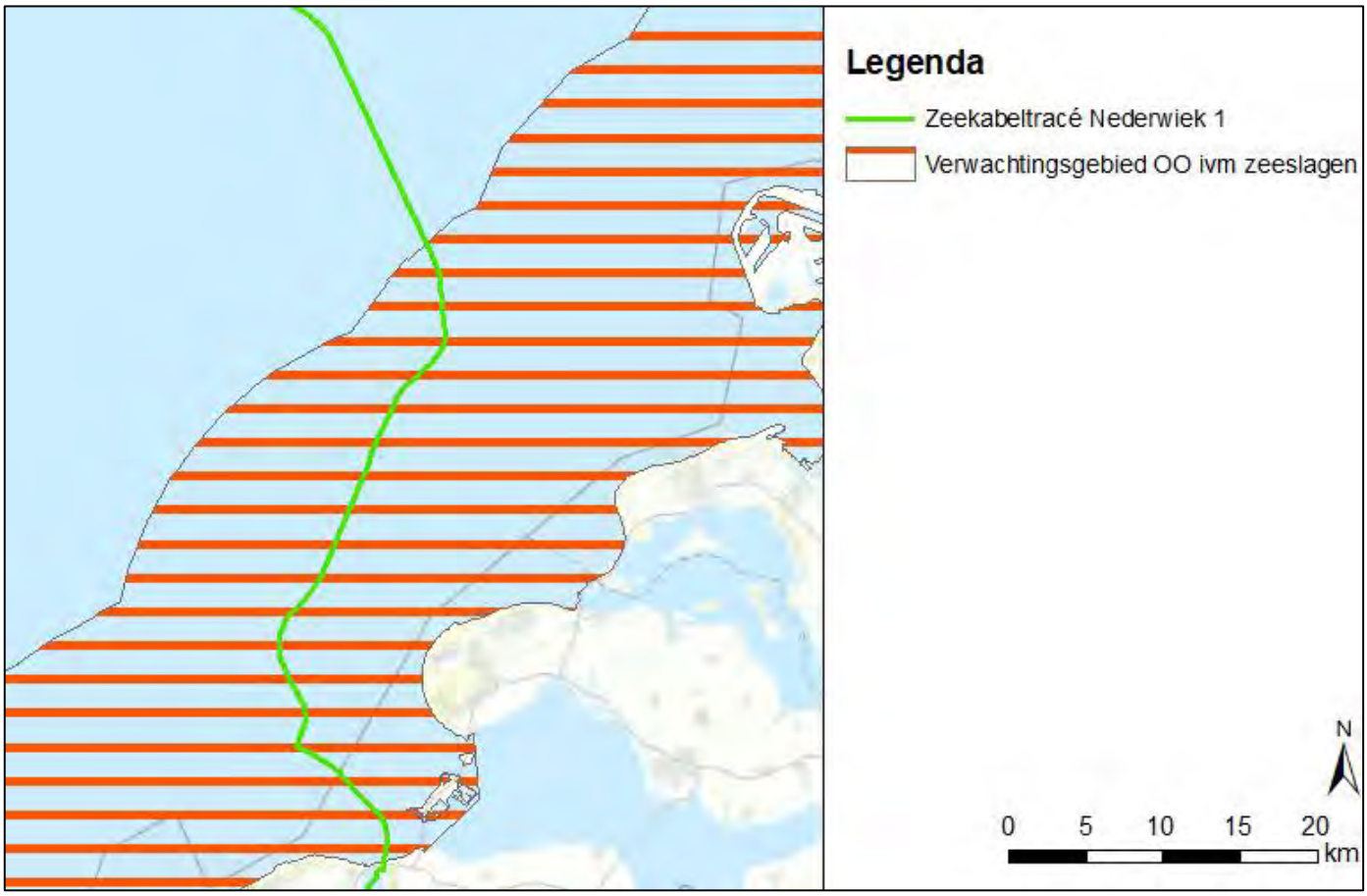
Tijdens de Eerste Wereldoorlog was Nederland neutraal. Desondanks vormde de Noordzee wel een belangrijk strijdtoneel. De Britse vloot opereerde er vrij autonoom na de gewonnen zeeslag voor Texel (oktober 1914) en legde grote mijnenvelden aan om Duitse koopvaardijschepen te hinderen. De Duitse marine focuste zich daardoor vooral op zijn onderzeebotenvloot en verklaarde een onbeperkte duikbotenoorlog tegen alle geallieerde schepen. Nederland wist als neutraal land wel te bewerkstelligen dat er tussen het Noordzeekanaal en Den Helder geen mijnenvelden werden gelegd, zodat Nederlandse koopvaardijschepen via Orkney en de Shetlandeilanden nog de Atlantische Oceaan konden bereiken.

Na het einde van de Eerste Wereldoorlog zijn de mijnenvelden geruimd, maar tot op de dag van vandaag worden in het gehele Noordzeegebied regelmatig nog zeemijnen opgevist. Ook torpedo's uit de Eerste Wereldoorlog worden nog aangetroffen. Daarom bestaat er een kans op het aantreffen van OO in de vorm van Britse en Duitse torpedo's en zeemijnen.

Tweede Wereldoorlog: zeeslagen

De zeeoorlog voor de Nederlandse kust concentreerde zich vooral op de Duitse konvooiroute naar Scandinavië en Duitse onderzeebootaanvallen op geallieerde schepen. Bij de zeeslagen werd vooral gebruikgemaakt van kleine wendbare schepen als Schnellboote en Motor Gun/Torpedo Boats. Uit bronnen blijkt dat deze zeeslagen vooral plaatsvonden in een strook van 20 kilometer uit de kust.

Het kabeltracé ligt gedeeltelijk binnen de 20 kilometer kustzone waar er OO wordt verwacht gerelateerd aan deze zeeslagen (zie Figuur 2-5).



Figuur 2-5 Gedeelte van de 20 kilometer zeegevechtszone (in rode arcering) die overlap vertoont met het kabeltracé Nederwiek 1.

Tweede Wereldoorlog: luchtoorlog

De luchtoorlog boven de Noordzee concentreerde zich eveneens vooral op de Duitse konvooiroute naar Scandinavië. Britse toestellen van Coastal Command vielen hierbij de Duitse konvooien en Vorpostenboten aan met vliegtuigbommen, dieptebommen, torpedo's en 3 inch raketten met een gevechtskop van 25 lb.

Naast de aanvallen op de konvooien vlogen ook geallieerde bommenwerpers af-en-aan over de Noordzee in de richting van de Duitse steden. Aangeschoten bommenwerpers of toestellen die hun lading niet in zijn geheel hadden weten af te werpen boven een landdoel, wierpen hun bommenlading af boven zee (een zogeheten 'noodafworp'). Tenslotte crashten verschillende toestellen ook in het water, na aangeschoten te zijn door luchtafweer of Duitse jachtvliegtuigen boven Noord-Holland.

Door de grote hoeveelheid aan luchtoperaties boven de Noordzee bestaat er in het hele Noordzeegebied een kans op het aantreffen van OO in de vorm van afwerpmunitie, dieptebommen, torpedo's en raketten. Vanwege de Duitse konvooien naar Scandinavië mag verwacht worden dat een grote concentratie van deze munitieartikelen ter hoogte van deze konvooiroutes ligt. Maar door externe factoren als de sleepnetvisserij kunnen deze OO tegenwoordig over de gehele Noordzeebodem worden aangetroffen.

UXOIntelligence heeft in opdracht van TenneT een risicokaart opgesteld voor de kans op het aantreffen van afwerpmunitie. Hierbij baseren zij zich op luchtaanvallen en geregistreerde noodafworpen in de North Sea Bomb Database. Volgens de uitkomsten van dit onderzoek bevindt het kabeltracé zich in zowel erg hoge (rood), hoog (oranje) als gemiddelde (geel) risicogebieden afwerpmunitie (zie Figuur 2-6).

Figuur 2-6 Risico op het aantreffen van afwerpmunitie en het kabeltracé op zee (groene lijn).

Mijnenvelden op zee

Tijdens de Eerste Wereldoorlog lag een groot Duits zeemijnenveld, bestaand uit 664 verankerde zeemijnen, voor de kust van Zuid-Holland. Daarnaast waren er veel drijvende mijnenvelden, waardoor er tot aan het einde van de Eerste Wereldoorlog in totaal 6.000 zeemijnen aanspoelden op de Nederlandse kust. In totaal zouden tijdens de Eerste Wereldoorlog ruim 240.000 mijnen zijn gelegd in de Noordzee.

Gedurende de Tweede Wereldoorlog werden er wederom veel zeemijnenvelden aangelegd op de Noordzee. Deze bestonden uit:

- Duitse mijnenvelden ter verdediging van de Nederlandse kust en de konvooiroute naar Scandinavië;
- Britse offensieve mijnenvelden, enerzijds gelegd door mijnenleggers en anderzijds afgeworpen door bommenwerpers. Deze werden vooral gelegd bij havenmondingen en in de Duitse konvooiroutes.

Na het einde van de oorlog zijn diverse van deze mijnenvelden geruimd, maar tot op de dag van vandaag worden in het gehele Noordzeegebied regelmatig nog mijnen opgevist.

UXOIntelligence heeft in opdracht van TenneT een kaart opgesteld voor de kans op het aantreffen van zeemijnen. Hierbij baseren zij zich op 14.000 mijnenvelden uit de *North Sea Minefield Database*. Volgens de uitkomsten van dit

onderzoek doorkruist het kabeltracé verschillende mijnenvelden met verschillende risiconiveaus (erg hoog, hoog gemiddeld, laag of zeer laag). Speciale aandacht is er verder nog voor zeemijnen zonder ferometalen (*non-ferrous*) die lastig te detecteren zijn. Deze mijnenvelden liggen op de Noordzee en voor de monding van de Oosterschelde (zie Figuur 2-7).

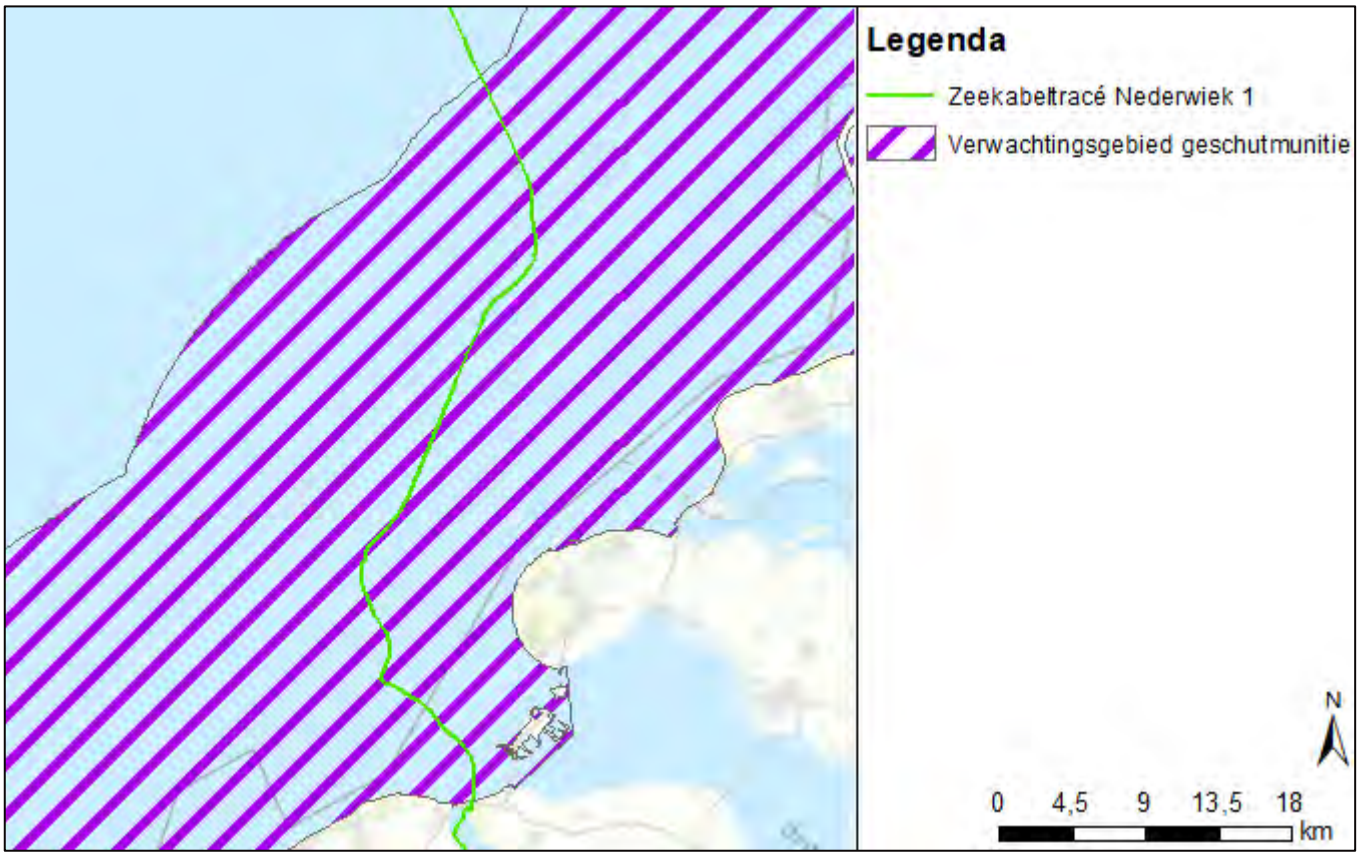
Figuur 2-7 Mine Threat Map en het kabeltracé op zee (groene lijn). Aangegeven is waar het kabeltracé in een risicogebied zeemijnen ligt en of de verwachte zeemijnen in het gebied non-ferrous zijn, wat het lastiger maakt om ze op te sporen.

Kustgeschut

De Nederlandse kustlijn maakte tijdens de Tweede Wereldoorlog onderdeel uit van de *Atlantikwall*. Deze Duitse kustverdedigingslinie liep van Noorwegen tot aan de Frans-Spaanse grens. De verdedigingslinie bestond uit een combinatie van bunkers, kanonnen, mijnenvelden en andere versperringen. Vooral de kustbatterijen, die overigens niet alleen bestonden uit artillerie tegen invasieschepen maar ook luchtafweer en antitankgeschut bevatten, hebben hun OO-sporen op de Noordzee achtergelaten. Afhankelijk van het type geschut konden schepen tot 22 kilometer uit de kustlijn geraakt worden[1].

Het kabeltracé op zee ligt gedeeltelijk binnen de 22 kilometer kustzone van het kustgeschut. Daarom wordt er een verdacht gebied geschutmunitie verwacht (zie Figuur 2-8).

[1] NB. Op eiland De Beer/Rozenburg stond zwaarder kustgeschut (afkomstig van het slagschip Gneisenau) met een mogelijk bereik van 40-43 km. Onduidelijk is of dit geschut ooit in actie is geweest.



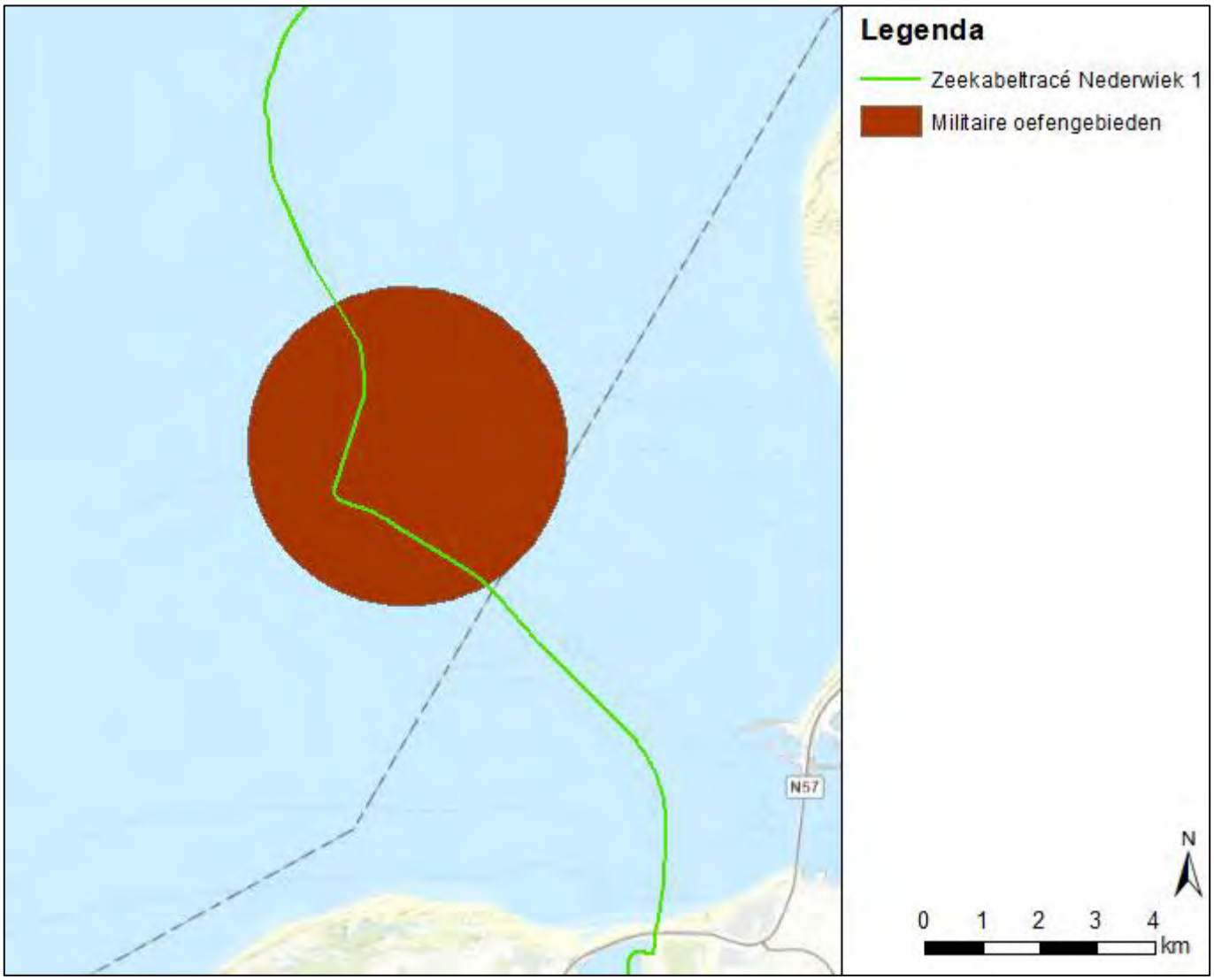
Figuur 2-8 Gedeelte van de 22 kilometer kustgeschutzone (in paars) die overlap vertoont met het kabeltracé op zee (groen).

Munitiedumplocaties

Na de Eerste en Tweede Wereldoorlog zijn grote voorraden achtergelaten en overgebleven munitie gestort op dumplocaties in de Noordzee. Geen van de bekende munitiedumplocaties ligt echter in de omgeving van het kabeltracé op zee.

Militaire oefengebieden

De Koninklijke Marine heeft op de Noordzee verschillende militaire oefengebieden voor het leggen en vegen van zeemijnen. Het kabeltracé op zee ligt in één van deze oefengebieden (NB 6 Westgat) (zie Figuur 2-9).

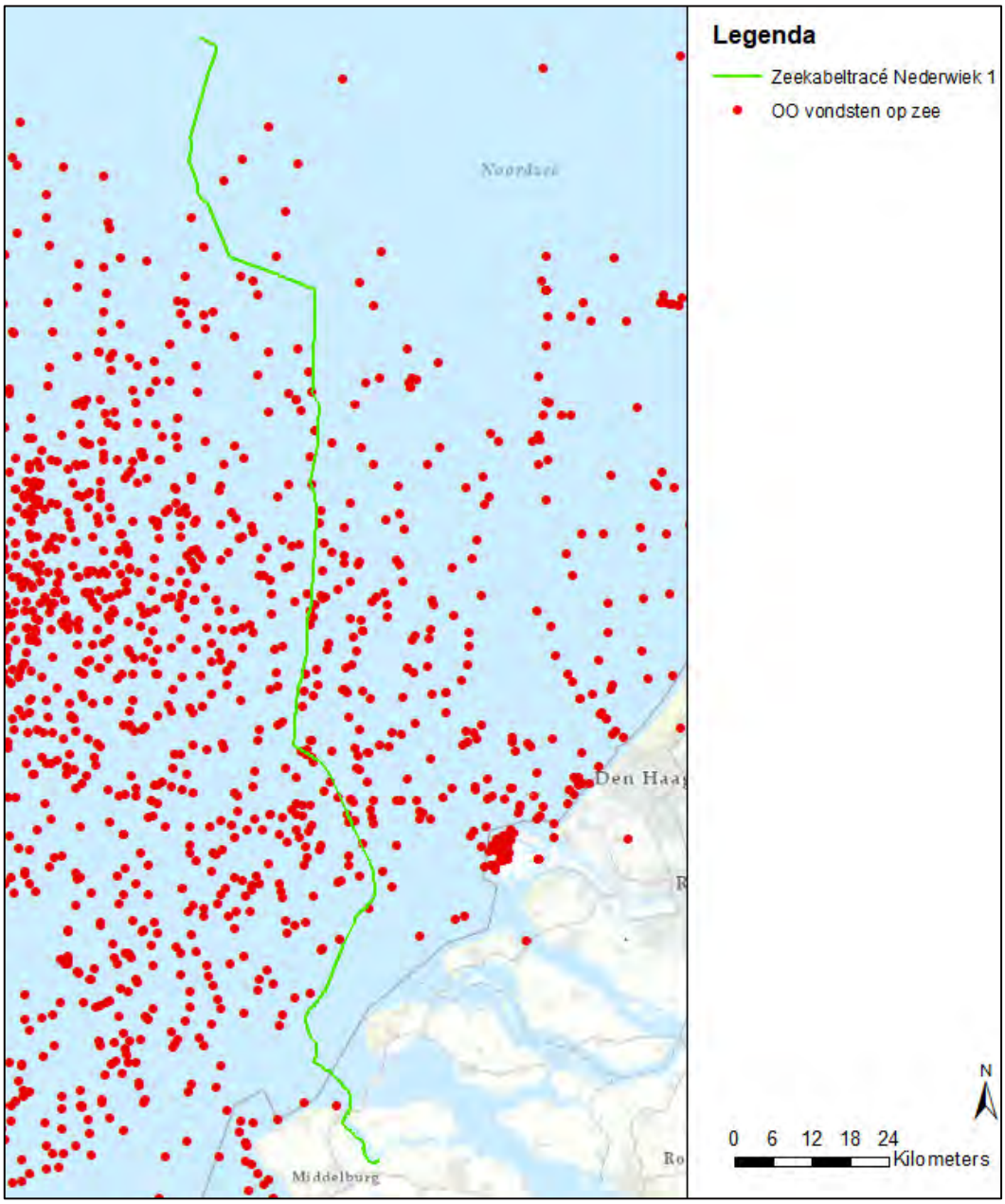


Figuur 2-9 Locatie van het militaire oefengebied NB 6 Westgat.

Naoorlogse munitievondsten

Sinds het einde van de Tweede Wereldoorlog zet de Nederlandse marine zich in om het Nederlandse deel van de Noordzee explosievenvrij te maken. Tegenwoordig houdt de Kustwacht nauwkeurig bij waar OO wordt aangetroffen door vissersschepen, windmolenparkbouwers, zandzuigers etc. Hierdoor is een database ontstaan voor de periode 2005-2020.

Uit deze database valt op te maken dat er 28 munitievondsten zijn gedaan binnen 1 kilometer van het kabeltracé (zie Figuur 2-10). Het ging hierbij o.a. om een mijnvernietigingslading, drie zeemijnen en 24 verschillende vliegtuigbommen (waaronder meerdere 500 en 1000 lb. bommen).

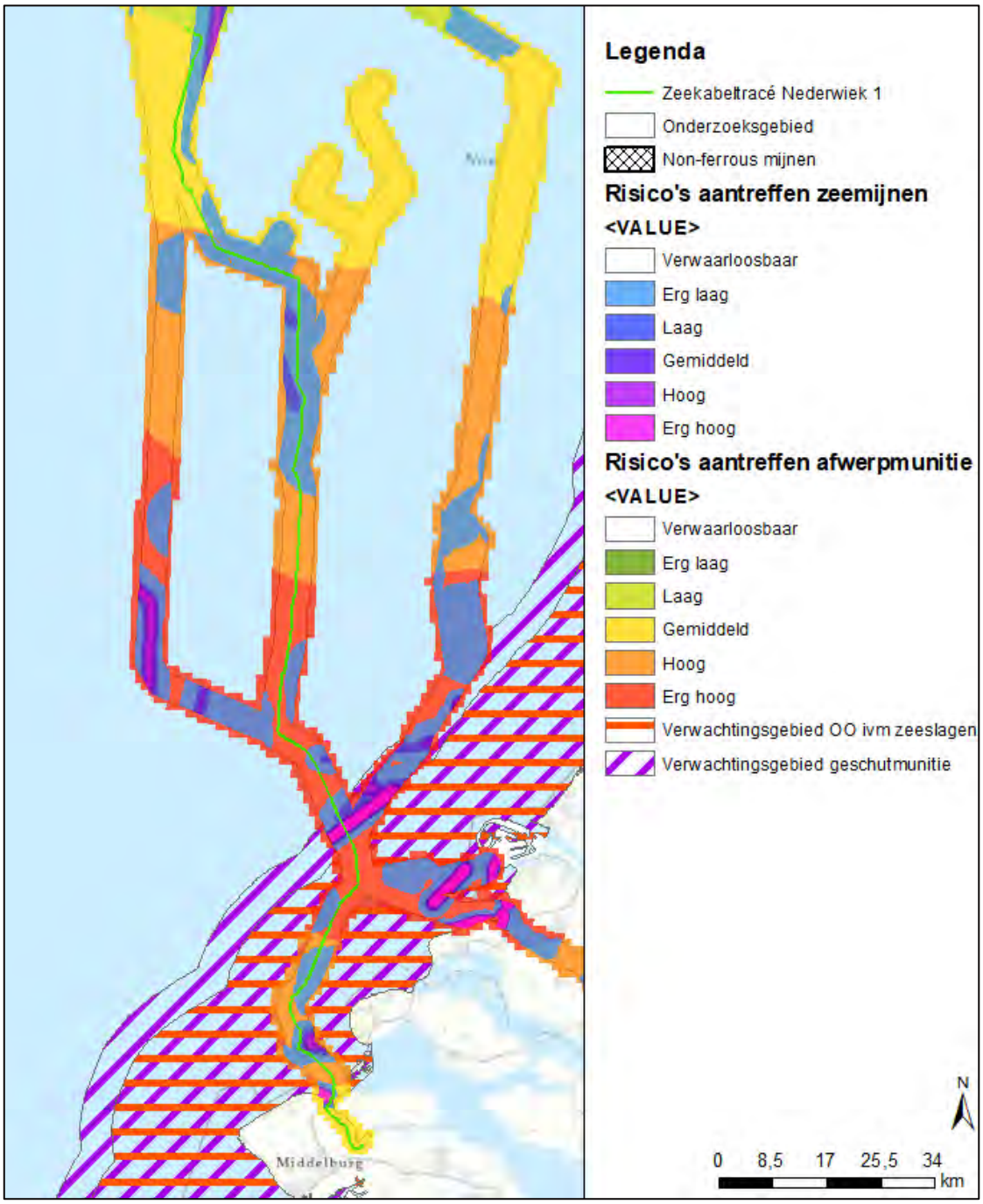


Figuur 2-10 Overzicht van munitievondsten in de omgeving van het kabeltracé op zee voor Nederwiek 1.

2.2.2 Verwachtingskaart verdachte gebieden OO

Uit bovenstaande indicaties komt de verwachting dat het kabeltracé op zee in een verdacht gebied OO ligt (zie Figuur 2-11). Hoofdsoorten OO die hier kunnen worden aangetroffen zijn:

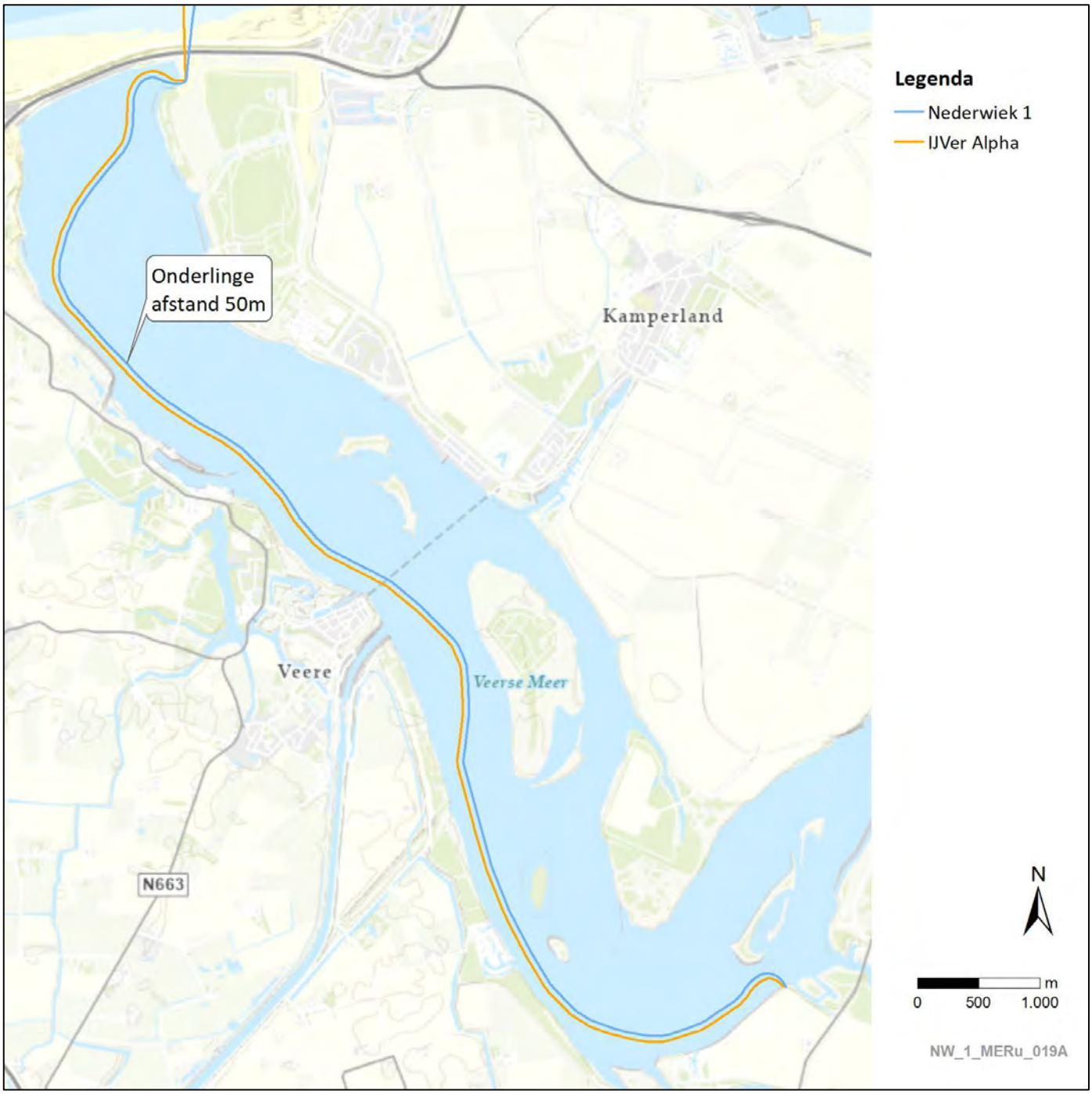
- Afwerpmunitie (alle kalibers)
- Onderwatermunitie (torpedo's, zeemijnen)
- Raketten (25 en 60 lb.)
- Geschutmunitie (2 t/m 24 cm)



Figuur 2-11 Verwachtingskaart OO van het kabeltracé op zee voor Nederwiek 1. Hierbij bestaat de verwachting dat langs het gehele kabeltracé afwerpmunitie kan worden aangetroffen. De andere soorten OO worden in de hierboven afgebakende gebieden verwacht.

2.3 Kabeltracé in het Veerse Meer

Nadat het kabeltracé op zee de Veerse Gatdam heeft gekruist, vervolgt het kabeltracé in het Veerse Meer. Het kabeltracé loopt door het Veerse Meer parallel aan de oostzijde van Net op zee IJmuiden Ver Alpha (zie Figuur 2-12). Vervolgens komt het kabeltracé aan land bij de oever van het Veerse Meer ten zuiden van haven De Piet. De totale lengte van het kabeltracé in het Veerse Meer is circa 12 kilometer.



Figuur 2-12 Ligging kabeltracé in het Veerse Meer

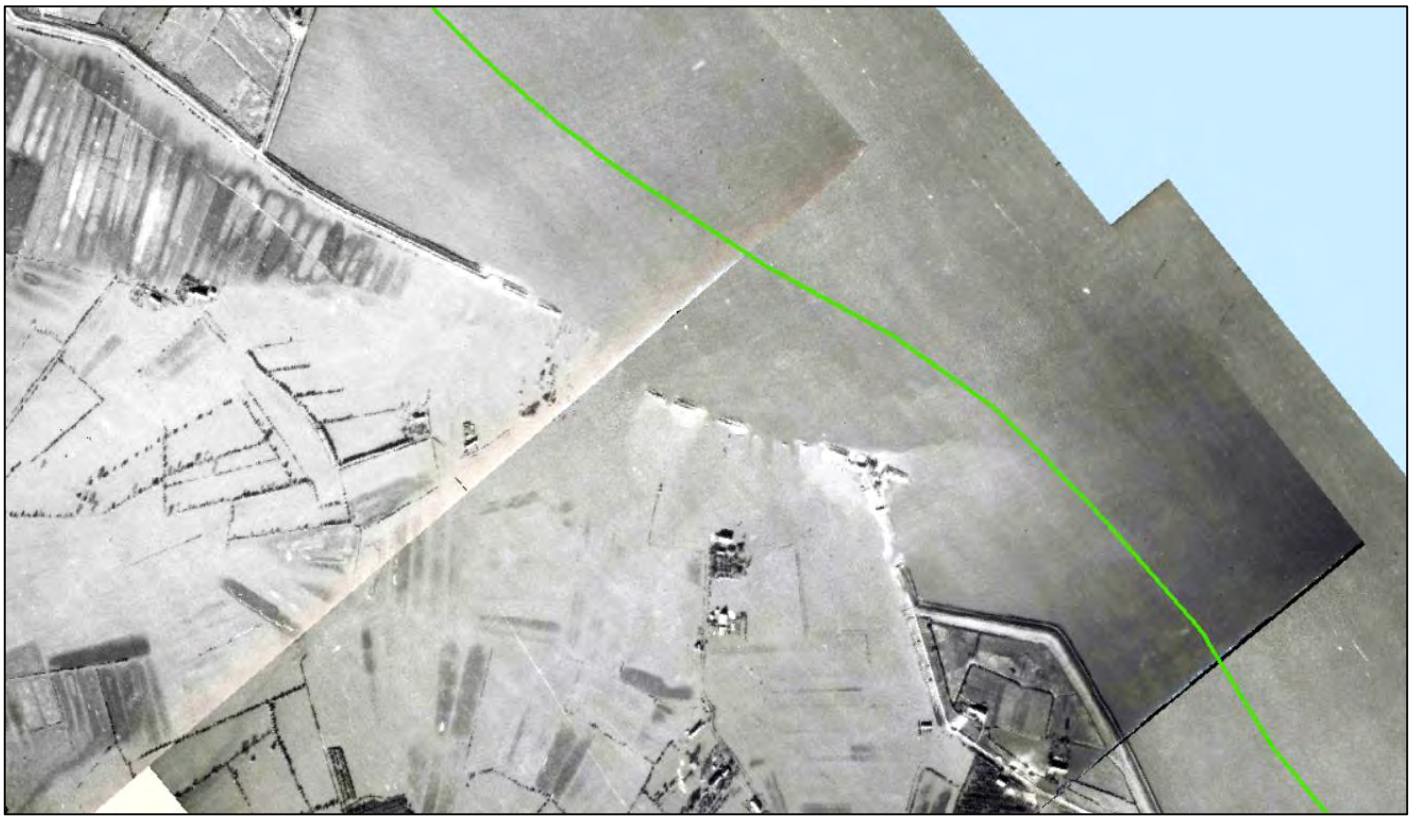
2.3.1 Indicaties Tweede Wereldoorlog

Tweede Wereldoorlog: luchtoorlog

De luchtoorlog boven de Noordzee concentreerde zich in de periode 1940-1943 vooral op de Duitse konvooiroute naar Scandinavië voor de Nederlandse kust. Na de geallieerde landingen in Normandië en de bevrijding van verschillende Franse en Belgische havensteden, waren de Duitsers in september 1944 gedwongen om hun konvooischepen, onderzeeërs en *Vorpostenboten* te evacueren. Het merendeel van deze Duitse vloot zocht een heenkomen in de Hollandse en Zeeuwse rivierdelta. Als reactie hierop vlogen Britse toestellen van *Coastal Command* bijna dagelijks verkennings- en aanvalsvluchten boven deze gebieden, waaronder het Veerse Gat. Duitse konvooischepen en *Vorpostenboten* werden daarbij aangevallen met vliegtuigbommen, dieptebommen, torpedo's en 3 inch raketten met een gevechtskop van 25 lb.

Naast deze aanvallen vlogen ook geallieerde bommenwerpers af-en-aan over de Noordzee in de richting van de Duitse steden. Aangeschoten bommenwerpers of toestellen die hun lading niet in zijn geheel hadden weten af te werpen boven een landdoel, wierpen hun bommenlading af boven land of zee (een zogeheten 'noodafworp'). Tenslotte crashten verschillende toestellen ook in het water, na aangeschoten te zijn door luchtafweer of Duitse jachtvliegtuigen boven Zeeland.

In de omgeving van het Veerse Meer vonden er vooral in 1944 een aantal luchtaanvallen plaats op Duitse schepen en stellingen van de Atlantikwall. Deze luchtaanvallen verhevigden in november 1944 toen de geallieerde operatie *Infatuate* losbarstte. Doel van deze operatie was de verovering van Walcheren, zodat de haven van Antwerpen veilig gebruikt kon worden door geallieerde schepen. Als voorbereiding op deze operatie werden in oktober 1944 verschillende zeedijken van het eiland Walcheren gebombardeerd, met als doel het eiland onder water te laten lopen. De zeedijk net ten westen van Veere was op 11 oktober 1944 aan de beurt. Zestig geallieerde bommenwerpers wierpen in totaal 837 vliegtuigbommen met een kaliber van 1.000 lb. *Medium Capacity* (M.C.) af op en in de omgeving van de zeedijk, waarna de dijk op verschillende punten doorbrak.



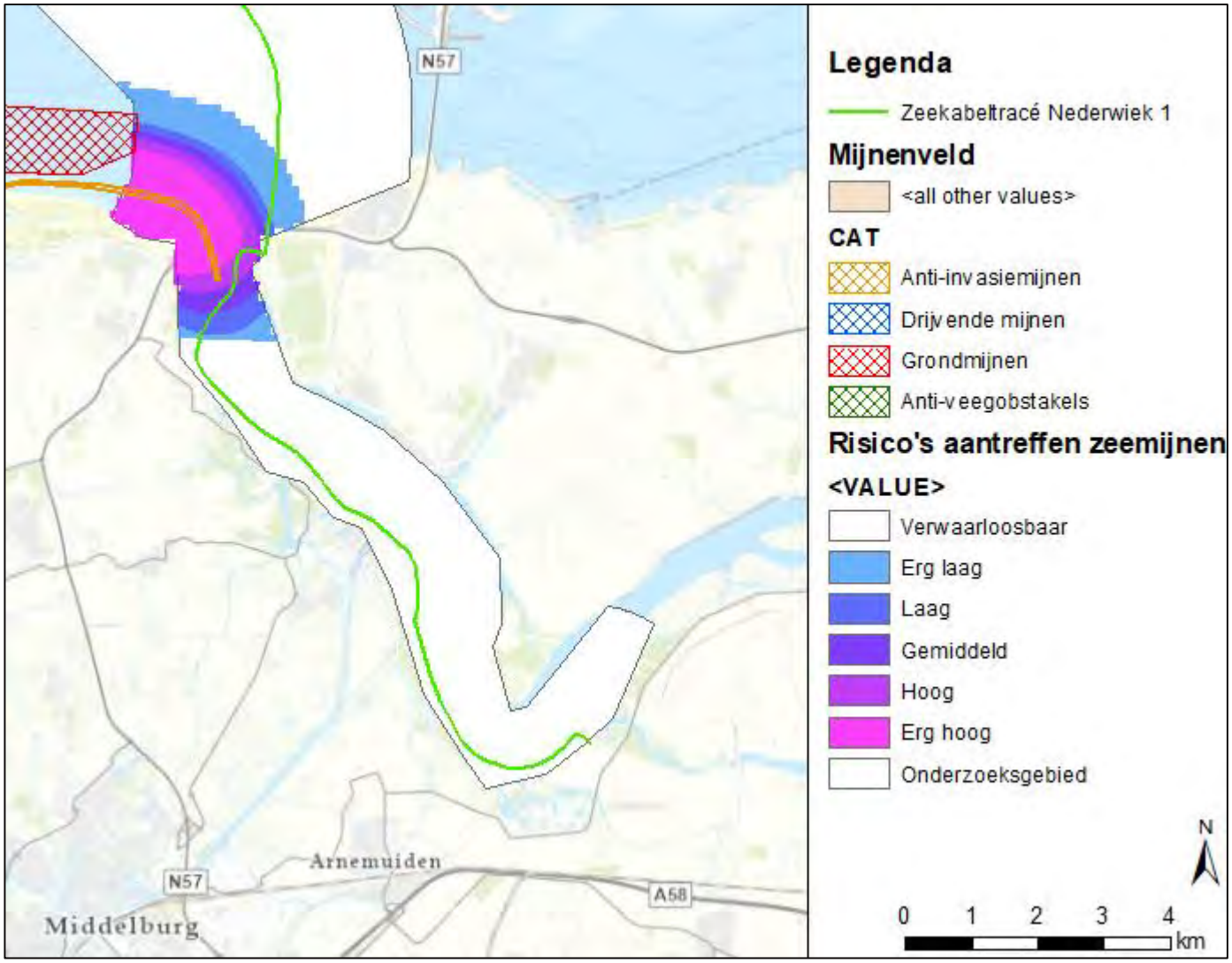
Figuur 2-13 Luchtfoto's van 14 oktober 1944. Duidelijk zichtbaar is de schade aan de zeedijken ten westen van Veere, waardoor de achterliggende gronden onderwater zijn komen te staan. Het kabeltracé door het Veerse Meer (groene lijn) ligt circa 200 meter ten noorden van deze (oude) zeedijken.

Gedurende operatie *Infatuate* zagen steeds meer Duitse eenheden zich genoodzaakt om zich terug te trekken naar de andere Zeeuwse eilanden. Veere was één van de havens vanwaar deze eenheden zich met kleine schepen en veerboten terugtrokken naar Noord-Beveland. Geheel veilig was deze terugtocht echter niet, aangezien geallieerde jachtvliegtuigen deze scheepjes onder vuur namen of er duikbombardementen op uitoefenden.

Vanwege deze verschillende luchtaanvallen op en in de directe omgeving van het Veerse Meer is de kans groot dat er zich nog OO in de vorm van afwerpmunitie in het gebied bevinden. Ook UXOIntelligence en RPS schatten het risico op aantreffen van afwerpmunitie in het Veerse Meer als hoog in. Dit geldt voor het gehele kabeltracé in het Veerse Meer.

Mijnenvelden

UXOIntelligence heeft in opdracht van TenneT een kaart opgesteld voor de kans op het aantreffen van zeemijnen (zie *Figuur 2-14*). Hierbij baseren zij zich op 14.000 mijnenvelden uit de *North Sea Minefield Database*. Volgens de uitkomsten van dit onderzoek doorkruist het kabeltracé verschillende mijnenvelden met een laag tot hoog risiconiveau. Specifiek gaat het hier om *'non-ferrous'* Duitse anti-invasiemijnen, ook wel bekend onder de termen *Küstenmine A (KMA)* of Kathy-mijnen. Deze mijnen bestonden een vierkante betonnen bak met daarin 75 kilo springstof en werden langs de gehele Nederlandse kust gelegd. Op de betonnen bak stond een metalen driepoot met een ontsteker die afging als er een landingsboot tegenaan voer. Naast deze anti-invasiemijnen bestaat er een laag risico op meegedreven of door vistrawlers verplaatste geallieerde zeemijnen die zijn gelegd voor de Zeeuwse kust.



Figuur 2-14 Mine Threat Map en het kabeltracé in het Veerse Meer. De oranje lijnen voor de kust van Walcheren geeft het 'non-ferrous' KMA-mijnenvelden weer.

Atlantikwall

De Nederlandse kustlijn maakte tijdens de Tweede Wereldoorlog onderdeel uit van de *Atlantikwall*. Deze Duitse kustverdedigingslinie liep van Noorwegen tot aan de Frans-Spaanse grens. De verdedigingslinie bestond uit een combinatie van bunkers, kanonnen, mijnenvelden en andere versperringen.

Langs het Veerse Gat hadden de Duitsers vooral aan de kant van Vrouwenpolder een aantal bunkers en zware geschutopstellingen aangelegd, een zogeheten steunpunt. Ook waren hier langs de kust anti-invasieversperringen opgericht, bestaande uit drakentanden, betonnen staken en KMA-mijnen. Ook aan weerszijden van Veere waren er twee steunpunten en verschillende weerstandsnesten (mitrailleur- en/of luchtafweerstellingen in het veld). Op Noord-Beveland aan de overzijde van het Veerse Gat was de kustverdediging minder sterk en bestond die uit slechts enkele weerstandsnesten. Wel waren er anti-invasieversperringen langs de zandplaat Onrust, die waarschijnlijk bestonden uit drakentanden, betonnen staken en mogelijk KMA-mijnen.

Figuur 2-15 Geallieerde stafkaart met daarop ingetekend de Duitse verdedigingswerken (met zwart en rood) bij het Veerse Gat. De groene lijn geeft het kabeltracé weer.

Slag om de Schelde

Na de bevrijding van Antwerpen op 4 september 1944 kreeg de verovering van de Westerschelde, die nog in handen was van de Duitsers, topprioriteit van het geallieerde opperbevel. De belangrijke havenstad was namelijk essentieel voor de bevoorrading van de geallieerde eenheden in Noordwest-Europa. Gedurende september en oktober vonden daarom zware gevechten plaats om de Duitse eenheden te verdrijven van de zuidelijke (Zeeuws-Vlaanderen) en noordelijke (Zuid-Beveland en Walcheren) Scheldeoevers. Eind oktober 1944 was dit grotendeels gelukt, alleen het eiland Walcheren was toen nog in Duitse handen.

Op 1 november vinden er Britse amfibische landingen plaats bij Vlissingen en Westkapelle. Tegelijkertijd proberen Canadese eenheden de Sloedam, de enige landverbinding tussen Zuid-Beveland en Walcheren, te veroveren op de Duitse verdedigers. Na een aantal dagen van zware gevechten zijn op 4 november de Sloedam, Domburg en Vlissingen in geallieerde handen. De Duitse garnizoenen van Middelburg en Veere raken omsingeld en geven zich op 6 en 7 november over. De laatste felle gevechten vinden plaats in de noordelijke duingebieden tussen Domburg en Vrouwenpolder. Op 8 november wordt uiteindelijk een staakt het vuren getekend.

Gedurende de slag om de Schelde zagen steeds meer Duitse eenheden zich genoodzaakt om zich terug te trekken naar de andere Zeeuwse eilanden. Veere was één van de havens vanwaar deze eenheden zich met kleine schepen en veerboten terugtrokken naar Noord-Beveland. Geheel veilig was deze terugtocht echter niet, aangezien geallieerde jachtvliegtuigen deze scheepjes onder vuur namen of er duikbombardementen op uitoefenden. Ook geallieerde artillerie nam deze oversteekplaatsen onder vuur. Tenslotte is het aannemelijk dat de vluchtende Duitsers overbodige ballast in de vorm van munitie en wapens, vanuit de kleine schepen in het Veerse Meer hebben gedumpt.

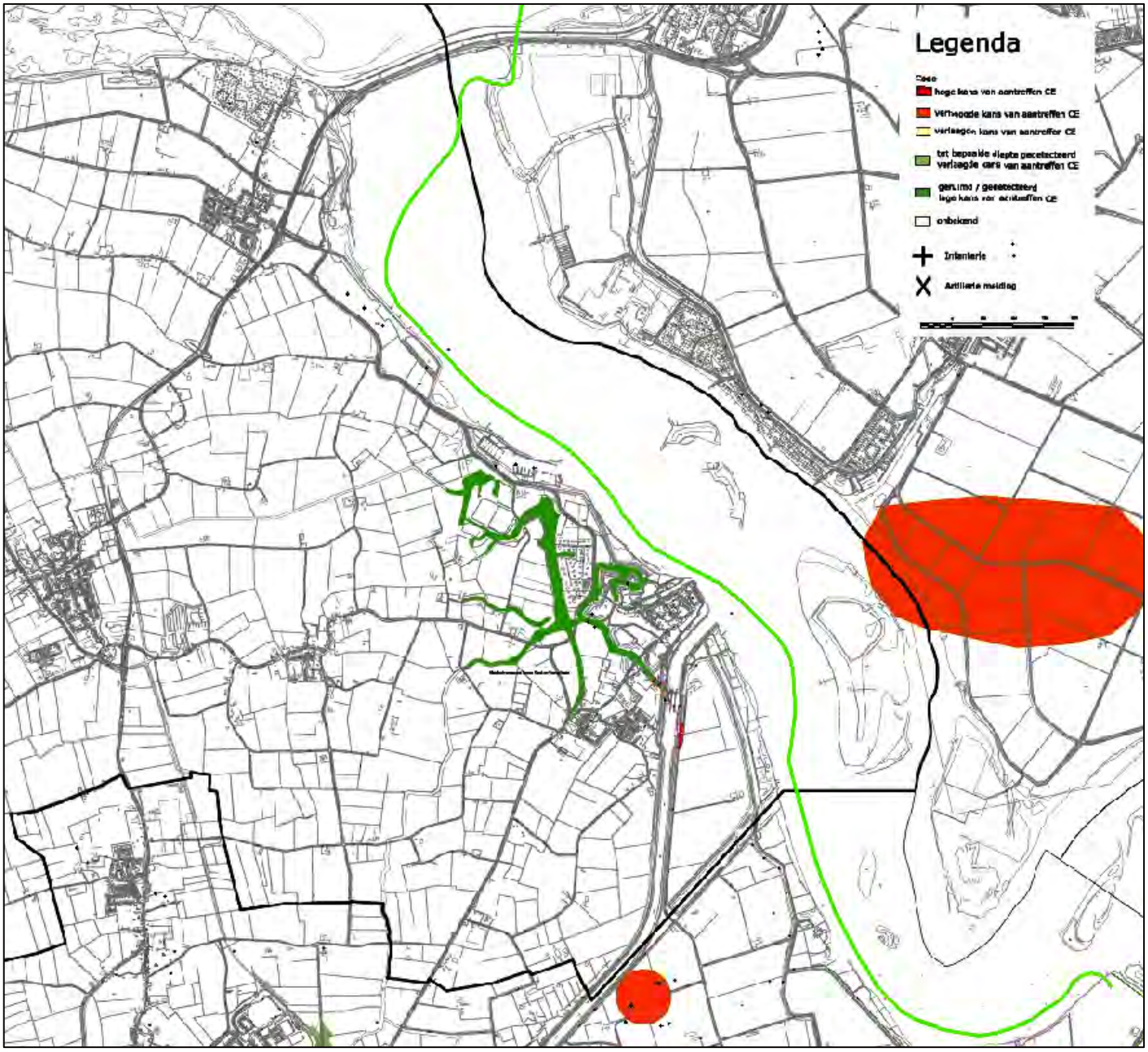
Figuur 2-16 Geallieerde amfibische gevechtsvoertuigen voor de Grote Kerk van Veere. Bron: Beeldbank WO2.

Vanwege de intensieve gevechten op Walcheren en in de directe omgeving van het Veerse Meer is de kans groot dat er zich nog OO in de vorm van geschutmunitie in de omgeving van het kabeltracé bevinden. Het onderzoeksbureau

RPS schat het risico op aantreffen van '*Land Service Ammunition'* (LSA; geschutmunitie) en '*Small Arms Ammunition*' (SAA; klein-kalibermunitie) in het Veerse Meer als gemiddeld in. Dit geldt voor het gehele kabeltracé in het Veerse Meer.

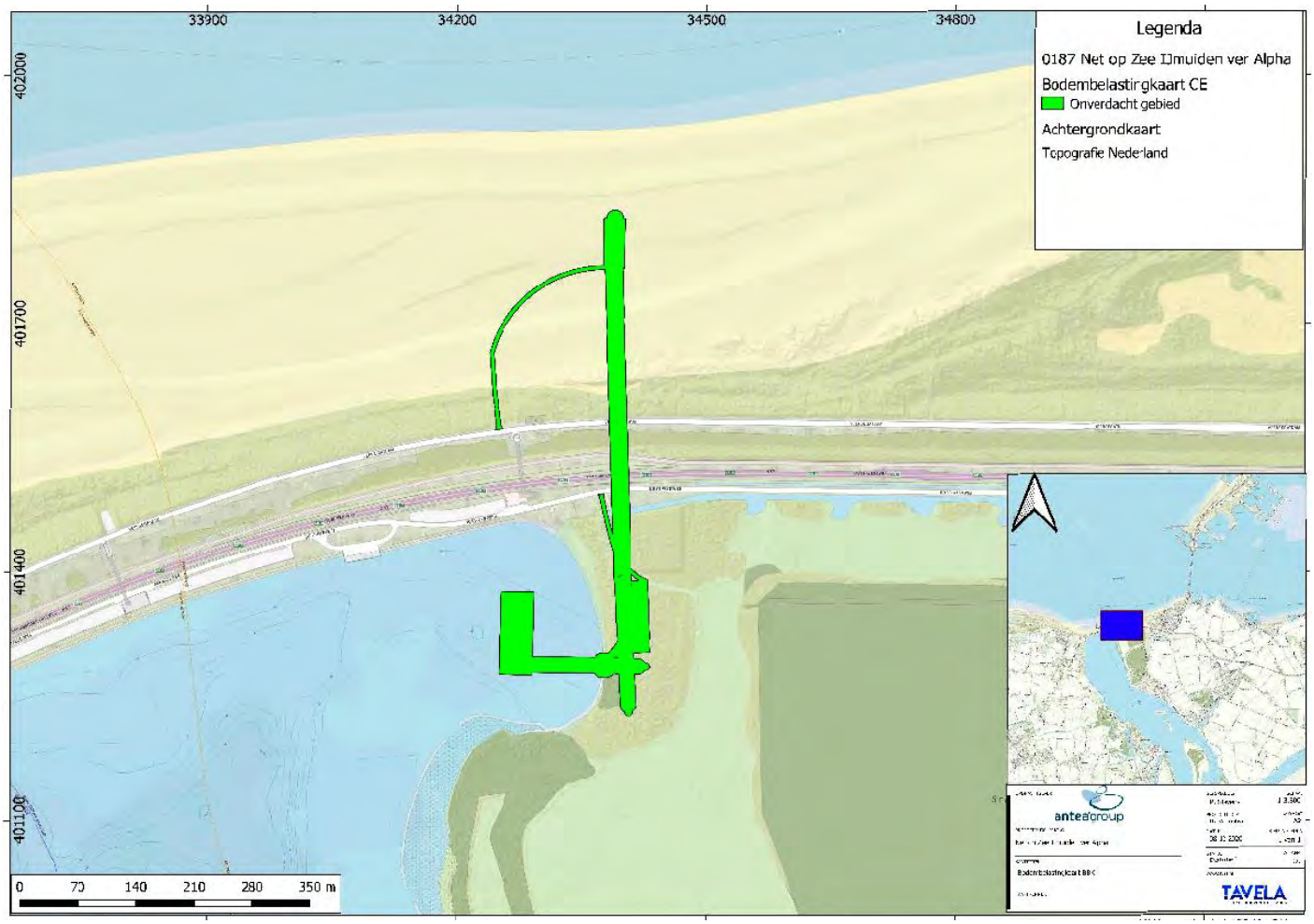
Eerder uitgevoerde onderzoeken

Uit de explosievenkaart van de gemeente Veere (versie 2.0; d.d. 16 mei 2012) komt naar voren dat voor het grootste deel van het Veerse Meer het onbekend is of het gebied verdacht is op OO (zie Figuur 2-17).



Figuur 2-17 Overzichtskaart van de OO-verdachte gebieden in het Veerse Meer met het kabeltracé door het Veerse Meer.

Voor het kabeltracé wat de Veerse Gatdam kruist, heeft verder het onderzoeksbureau Tavela een historisch vooronderzoek OO opgesteld. In dit onderzoek wordt geconcludeerd dat de kruising met de dam een onverdacht gebied OO is (zie Figuur 2-18).



Figuur 2-18 Overzichtskaart van de NGE-verdachte gebieden in het Veerse Meer met het kabeltracé van Net op zee IJmuiden ver Alpha door het Veerse Meer.

Naoorlogse munitievondsten

Kort na het einde van de oorlog beginnen de eerste opruimacties van mijnenvelden en munitievoorraden. Zo stelt de Nederlandse marine een aparte eenheid in voor het ruimen van de Kathy-mijnen langs de kustlijn: de *Kathy Mine Party*. Deze eenheid is van 1947 tot 1953 bezig met het ruimen van deze Duitse anti-invasiemijnen. Ook komen er al snel meldingen van gedumpt oorlogstuig bij de haven en sluis van Veere.

Na de afsluiting van het Veerse Gat in 1961 daalt de waterstand in het nieuw ontstane Veerse Meer. Hierdoor komen een aantal zandbanken (tijdelijk) droog te liggen in 1961 en 1962, waaronder de Haringvreter. Op deze zandbank wordt een grote hoeveelheid explosieven aangetroffen die door het Korps Hulpverleningsdienst geruimd moeten worden. De munitie bestaat onder meer uit Britse fosforbommen, vliegtuigraketbommen en een Franse vliegtuigbom. Na 1963 nemen deze meldingen af.

In 2013 wordt het wrak van een Duitse mijnenlegger geborgen in het Veerse Meer. Het vaartuig was op 29 mei 1944 op een eigen geplaatste Kathy-mijn gelopen, waarna zeventien mijnen overboord sloegen. De kapitein wist het schip op het strand van Vrouwenpolder te zetten om zo zinken te voorkomen. Na een provisorische reparatie werd op 12 juni besloten om het schip naar een scheepswerf te slepen. Onderweg kapseisde het schip in het Veerse Gat en lag het enkele decennia op 15 meter diepte ondersteboven op de zandbodem. Nadat de Marine in 2008 had geconcludeerd dat er geen explosieven meer aan boord waren van het wrak, werd het schip in 2013 geborgen wegens zijn ligging in de vaargeul.

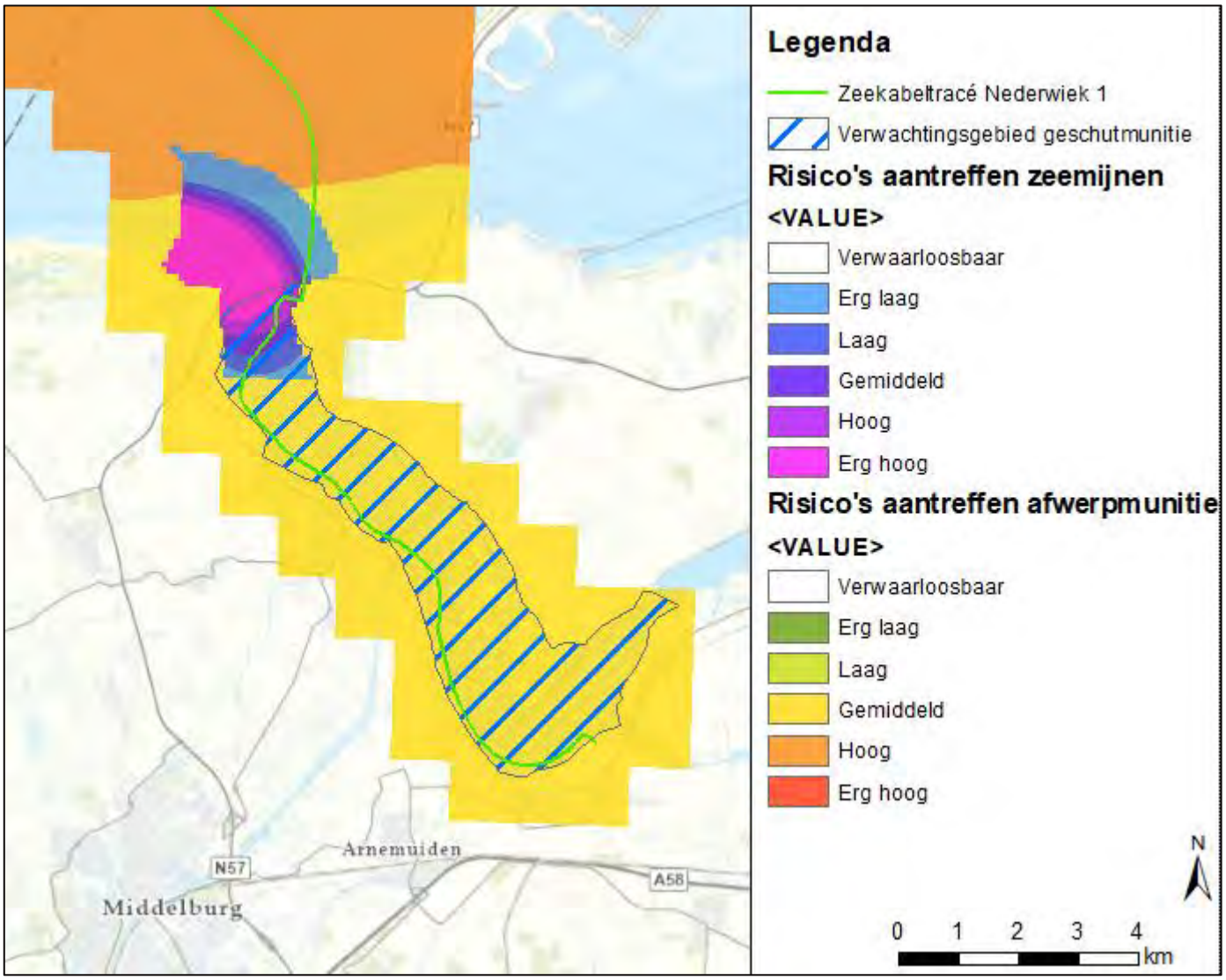
Eind 2020 vinden een aantal amateurduikers een drietal Kathy-mijnen op de bodem van het Veerse Meer ter hoogte van Vrouwenpolder. Na melding bij de EOD worden de Duitse anti-invasiemijnen op 18 maart 2021 door de marine EOD geruimd.

Figuur 2-19 Foto van gevonden Kathy-mijn in het Veerse Meer. Bron: Omroep Zeeland.

2.3.2 Verwachtingskaart verdachte gebieden OO

Uit bovenstaande indicaties komt de verwachting dat het kabeltracé in het Veerse Meer in een verdacht gebied OO ligt (zie Figuur 2-20). Hoofdsoorten OO die hier kunnen worden aangetroffen zijn:

- Afwerpmunitie (alle kalibers)
- Onderwatermunitie (zeemijnen)
- Raketten (25 en 60 lb.)
- Geschutmunitie (2 t/m 24 cm)
- Handgranaten
- Geweergranaten
- Munitie voor granaatwerpers
- Klein-kalibermunitie



Figuur 2-20 Verwachtingskaart OO van het kabeltracé in het Veerse Meer voor Nederwiek 1. In het verwachtingsgebied geschutmunitie kunnen ook handgranaten, geweergranaten, munitie voor granaatwerpers en klein-kalibermunitie worden aangetroffen.

2.4 Kabeltracé op land en converterstation

Bij de aanlanding van het kabeltracé van Net op zee Nederwiek 1 aan de zuidzijde van het Veerse Meer is gekozen voor een uittredepunt uit het meer ten oosten van het Waterpark Veerse Meer en ten zuiden van haven De Piet. Net op zee Nederwiek 1 ligt hier parallel ten noorden van Net op zee IJmuiden ver Alpha. Vanaf dit punt gaat het kabeltracé via de kortste route naar de Muidenweg. De Muidenweg wordt gekruist door middel van een boring. Daarna buigt het kabeltracé af richting het zuiden en komt het langs Vliegveld Midden Zeeland (westzijde).

Het kabeltracé van Net op zee Nederwiek 1 blijft haar weg in zuidelijke richting vervolgen parallel aan een watergang, richting de A58. Het kabeltracé loopt hierbij parallel aan de oostkant van Net op zee IJmuiden Ver Alpha. Het kabeltracé kruist de A58 middels een boring en loopt daarna verder via de Quarlespolder, parallel aan de Zeedijk van de Jacobapolder. Voor het kabeltracé parallel aan de Zeedijk van de Jacobapolder worden twee varianten onderzocht:

- Eén tracévariant ten oosten van de Zeedijk van de Jacobapolder onder de onverharde weg door.
- Eén tracévariant ten oosten van de Zeedijk van de Jacobapolder in het weiland parallel aan de perceelgrenzen van agrarische gronden.

Na de Zeedijk van de Jacobapolder kruist het kabeltracé de Oude Veerweg middels een boring. Tussen de Oude Veerweg en de N254 bevindt zich de Sloekreek. Het kabeltracé loopt hier parallel ten oosten van de Sloekreek in de dijk. Het kabeltracé van Net op zee IJmuiden Ver Alpha ligt ten westen van de Sloekreek. Het kabeltracé wordt vervolgens onder de N254 doorgeboord. Na de boring onder de N254 door, komt het kabeltracé van Net op zee Nederwiek 1 weer parallel aan het kabeltracé van Net op zee IJmuiden Ver Alpha te liggen in de aangewezen kabel – en leidingenstrook. Ter hoogte van de Liechtensteinweg verlaat het kabeltracé de kabel- en leidingenstrook en wordt door middel van een boring de spoorweg gekruist. De boorlijn komt uit bij richting de converterstationslocatie aan de Liechtensteinweg (zie Figuur 2-21).

Figuur 2-21 Kabeltracé op land van Net op zee Nederwiek 1.

2.4.1 Indicaties Tweede Wereldoorlog

De verschillende indicaties voor achtergebleven OO worden hier chronologisch en per thema kort uiteengezet.

Meidagen 1940

Na het bombardement op Rotterdam van 14 mei 1940 capituleren de Nederlandse strijdkrachten. Uitzondering hierop vormen de Nederlandse legereenheden in de provincie Zeeland die vanaf 12 mei 1940 onder rechtstreeks bevel staan van de Franse krijgsmacht. Hierdoor vinden er tussen 15 en 27 mei 1940 nog verschillende gevechten plaats op Zeeuws grondgebied. De belangrijkste gevechten in relatie tot het zoekgebied zijn de gevechten om de Sloedam (17 mei 1940). Deze 800 meter lange dam was de enige verbinding tussen het eiland Walcheren en Zuid-Beveland en lag in een makkelijk te verdedigen terrein. Om deze dam te veroveren vonden er intensieve Duitse artilleriebeschietingen plaats op het westelijke landhoofd en oever van de Sloedam. Ook bombardeerden Duitse jachtvliegtuigen Nederlandse en Franse troepen in dit gebied. Als tegenreactie bombardeerden Franse marinevliegtuigen de Duitse stellingen bij Lewedorp en vonden vanaf op de Westerschelde gelegen geallieerde marineschepen beschietingen plaats op de Duitse troepen.

Luchtoorlog 1940-1944

In de beginjaren van de oorlog worden er regelmatig luchtaanvallen uitgevoerd boven Zeeland. Volgens het provinciaal rapport over OO in de Zeeuwse bodem vinden er in alle polders ten westen van 's Heer Arendskerke (bijv. Oude Kraaiertpolder, Nieuwe Kraaiertpolder, Zuid-Kraaiert, Jacobspolder, etc.) regelmatig bominslagen plaats die niet exact gelokaliseerd zijn. Het zou hier gaan om minstens 20-25 meldingen, met name uit de beginjaren van de oorlog.

Zeeuwse lijn

De spoorlijn Roosendaal-Vlissingen, ook wel bekend als de Zeeuwse lijn, is gedurende de oorlog meerdere malen door geallieerde jachtbommenwerpers beschoten en gebombardeerd. Dit om Duitse troepenverplaatsingen te verstoren.

Mijnenvelden

Langs de oostoever van het Sloe bevonden zich verschillende mijnenvelden ter hoogte van de huidige Bernhardweg-West (N254), Westhofweg en Quarlespolderweg. Ook de Sloedam zelf werd door de Duitsers ondermijnd, evenals de omliggende polders.

Uit het mijnenveldregister van de EOD blijkt dat het kabeltracé op land twee Duitse mijnenvelden kruist. Hierbij gaat het om de mijnenvelden 14NW/17, 14NW/25 en 14SW/E/9 (zie Figuur 2-22). Volgens eerder uitgevoerde vooronderzoeken van ECG en Tavela zijn deze mijnenvelden vlak na het einde van de oorlog geruimd of bij latere naoorlogse bodemroering verwijderd.

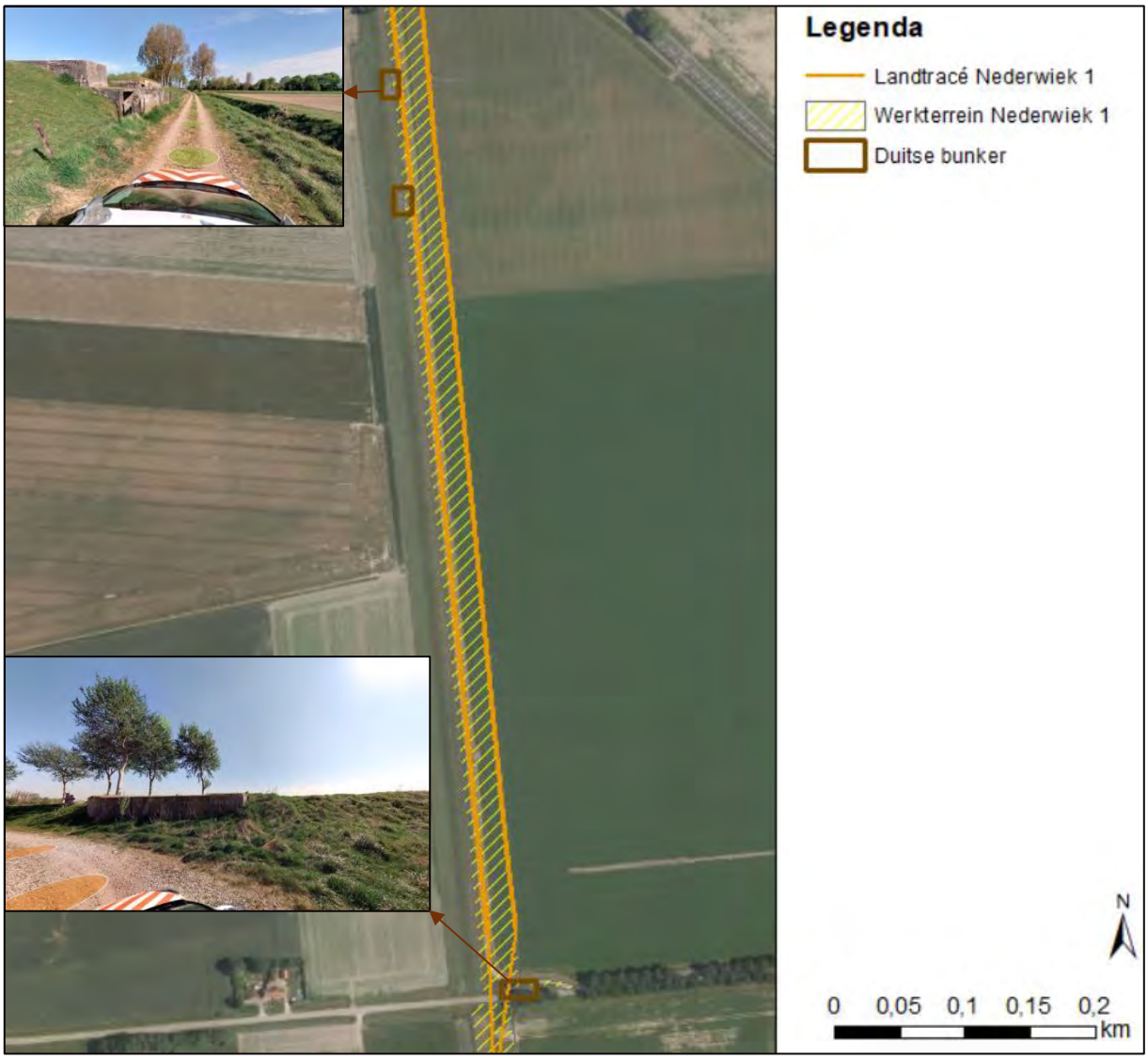
Figuur 2-22 Locaties van de voormalige Duitse mijnenvelden 14NW/17, 14NW/25 (links) en 14SWE/9 (rechts) t.o.v. het landtracé (oranje lijn).

Verdedigingswerken

In 1943 gaf het Duitse opperbevel de opdracht om een '*Zweite Stellung*' aan te leggen achter de *Atlantikwall*. Deze verdedigingslinie was nodig indien de geallieerden een succesvolle landing zouden bewerkstelligen en door de *Atlantikwall* heen zouden breken.

Voor Walcheren werd besloten om de *Zweite Stellung* parallel te laten lopen aan het Kanaal door Walcheren en de Sloedam. Deze linie was er dus vooral op gericht om aanvallen vanuit Walcheren op de Sloedam te beschermen. Dat betekende dat er vooral aan de Zuid-Bevelandse (oostelijke) zijde van de Sloedam tientallen bunkers en stellingen werden aangelegd. Het merendeel van de bunkers bestond uit manschappenonderkomens of schuilbunkers tegen luchtaanvallen. In de omgeving van de Sloedam stond verder (licht) luchtafweergeschut opgesteld en verschillende mitrailleurstellingen. Het geheel van deze bunkers en stellingen werd steunpunt *Scharnhorst* genoemd. Tijdens de Slag om de Schelde werd dit steunpunt op 31 oktober 1944 door de geallieerde strijdkrachten veroverd.

Een aantal van deze bunkers zijn nog steeds zichtbaar in het landschap langs de Zeedijk van de Jacobapolder (zie Figuur 2-23). Het kabeltracé loopt parallel aan deze dijk. Vanwege de intensieve grondgevechten om het steunpunt Scharnhorst en in de directe omgeving van de Sloedam is de kans groot dat er zich nog OO in de vorm van klein-kalibermunitie, hand- en geweergranaten, munitie voor granaatwerpers en geschutmunitie in de omgeving van dit deel van het kabeltracé bevinden.

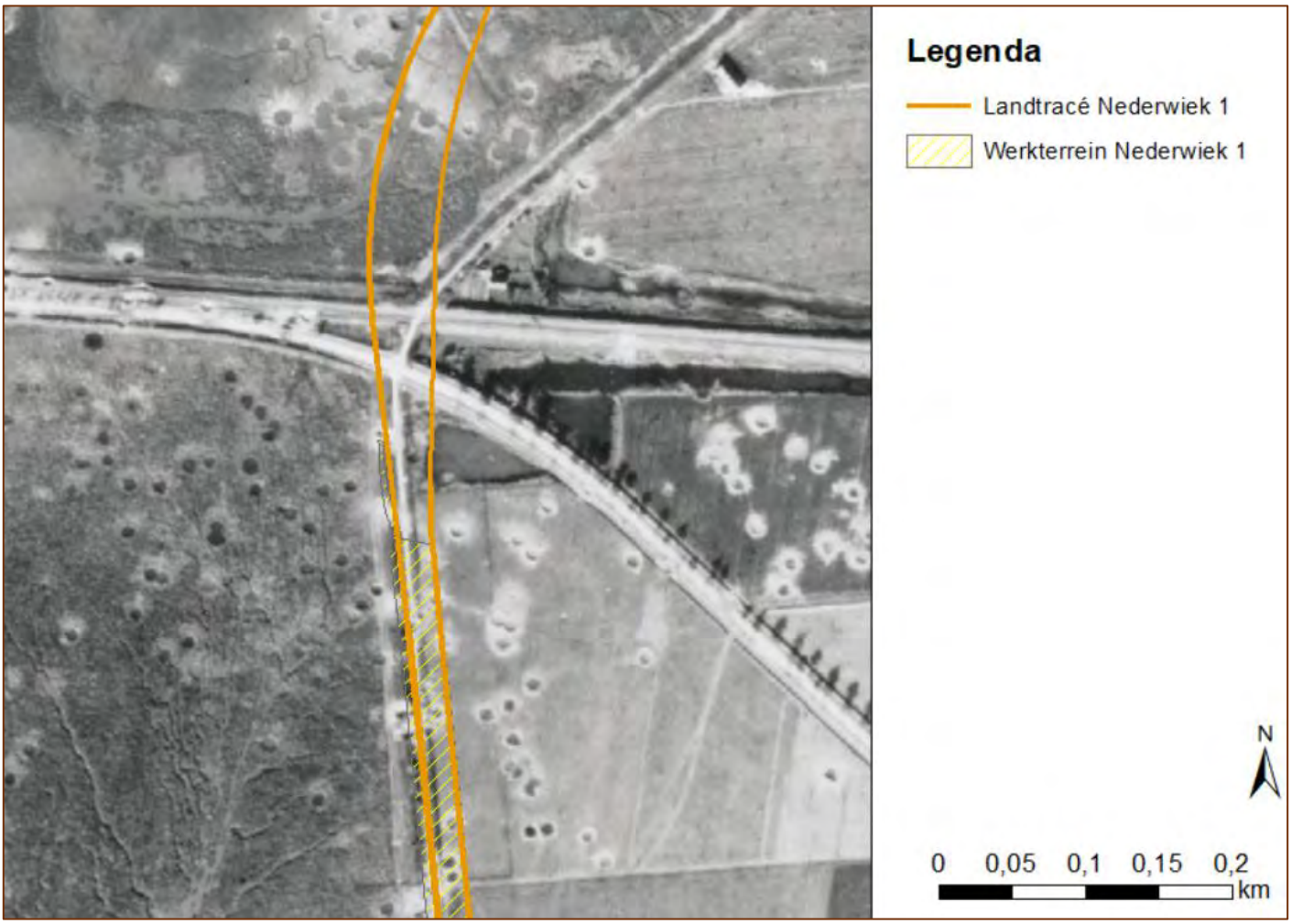


Figuur 2-23 Locatie van een aantal Duitse bunkers langs de Zeedijk van de Jacobapolder (bruine kaders). Op de ingezette foto's op straatniveau is goed te zien dat de bunkers nog zichtbaar zijn in het landschap. De locaties van het landtracé zijn aangegeven met oranje lijnen en het werkterrein is geel gearceerd. Bron: Cyclomedia Street Smart.

Slag om de Schelde

Tijdens de slag om de Schelde (september-november 1944) werd het gebied bevrijd door de geallieerde legers. Hierbij moesten echter zware gevechten geleverd worden in Zuid-Beveland en op Walcheren. Wederom vormde de Sloedam hierbij een 'bottleneck' waardoor het front tijdelijk stillag (van 31 oktober tot 2 november) binnen het landtracé Nederwiek 1. Bij de gevechten in dit gebied werd evenals in 1940 gebruikgemaakt van zware artilleriebeschietingen over-en-weer, duikbombardementen door geallieerde jachtbommenwerpers en scheepsbeschietingen op Duitse posities, man-tot-mangevechten, etc. Uiteindelijk zouden in de drie dagen van gevechten honderd tot tweehonderd soldaten sneuvelen.

In Figuur 2-24 is op luchtfotomateriaal duidelijk de intensiteit van de bombardementen rond de Sloedam zichtbaar. Figuur 2-25 geeft weer hoe de Duitse troepen zich in dit gebied hadden ingegraven in schuttersputten, stellingen, etc.



Figuur 2-24 Resultaat van verschillende geallieerde bombardementen op de Sloedam, ter hoogte van het landtracé. Datum luchtfoto: 14 oktober 1944.

Figuur 2-25 Duitse troepen ingegraven in een dijk. Bron: Oorlog in Zeeland.

Eerder uitgevoerde onderzoeken

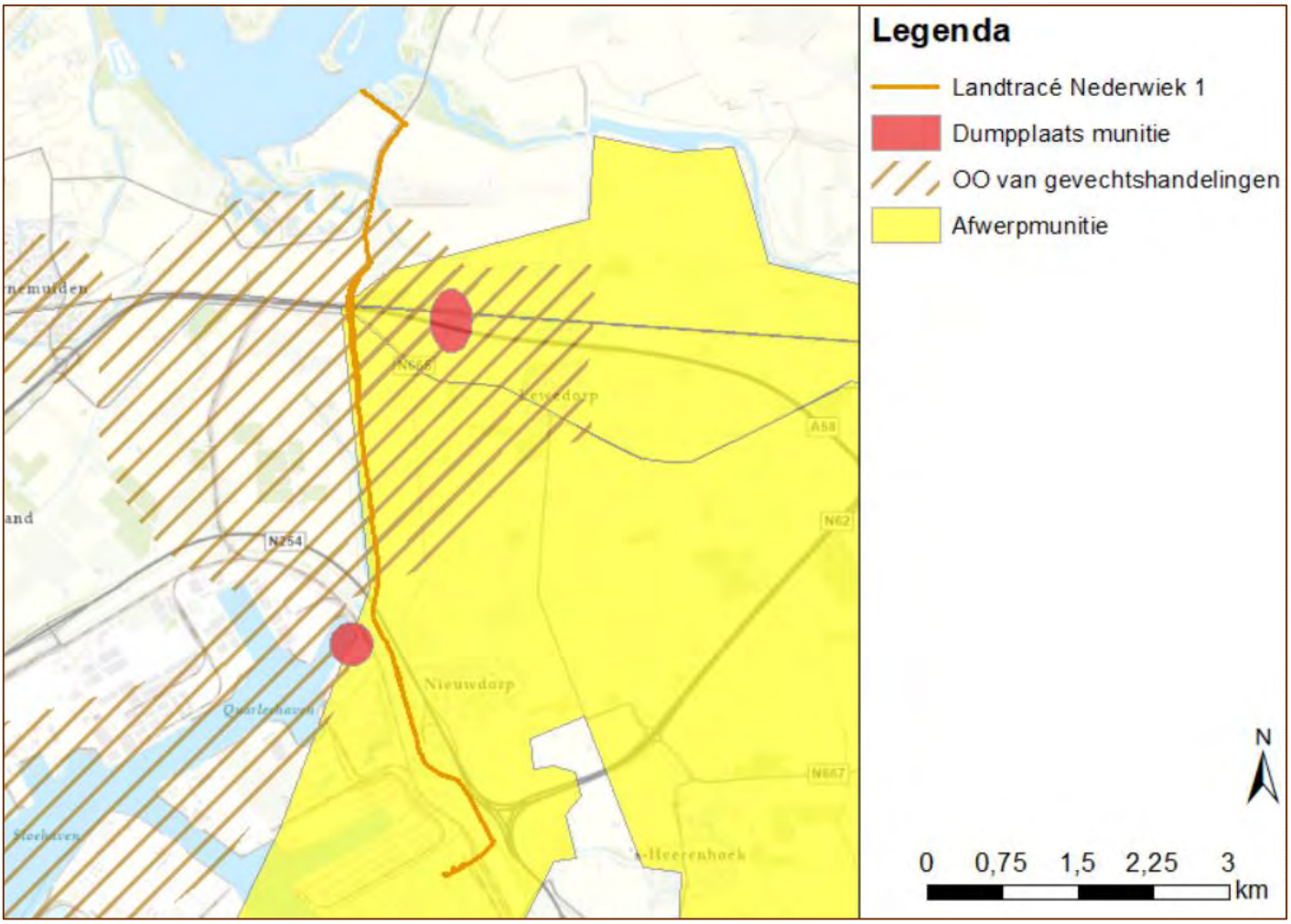
In het verleden zijn er al verschillende historische vooronderzoeken OO uitgevoerd voor delen van Zuid-Beveland. De resultaten van deze vooronderzoeken worden hieronder kort besproken.

Zeeuws Bodemvenster (2010)

In opdracht van de provincie Zeeland heeft PLAN terra BV voor de hele provincie in kaart gebracht waar zich nog OO in de bodem zou kunnen bevinden. Aan de hand van historische bronnen en met hulp van lokale experts heeft het onderzoek geresulteerd in OO-aandachtsgebiedenkaart voor de hele provincie Zeeland. Deze kaart maak onderdeel uit van het Zeeuws Bodemvenster en wordt gebruikt voor een korte eerste inventarisatie waar zich mogelijk OO bevinden. Het is dan aan de opdrachtgever om te bepalen of er nader onderzoek dient te worden uitgevoerd, zoals bijv. een volledig historisch vooronderzoek volgens de geldende richtlijnen.

Na analyse van de OO-aandachtsgebiedenkaart blijkt dat het kabeltracé nagenoeg geheel in verschillende OO-aandachtsgebieden ligt (zie Figuur 2-26). Het gaat hier om de volgende aandachtsgebieden:

- Afwerpmunitie
- Geschutmunitie
- Handgranaten
- Geweergranaten
- Klein-kalibermunitie



Figuur 2-26 Onze referentie: D10057358:Onze referentie: D10057358: - Datum: 9 december 2022 - Datum: 9 december 2022 2-27 Verwachtingskaart landtracé Borssele. Binnen de dumpplaats munitie kan er achtergelaten geschutmunitie, landmijnen en kleinere munitiesoorten (hand- en geweergranaten, klein-kalibermunitie) worden aangetroffen. Bron: Zeeuws Bodemvenster.

ProRail (2017)

In opdracht van ProRail heeft ECG Explosive Clearance Group verschillende vooronderzoeken OO uitgevoerd voor het spoornet tussen Vlissingen en Goes en het havenspoor van het Sloegebied. Bij de uitvoering van deze vooronderzoeken is gebruikgemaakt van de richtlijnen zoals die waren opgenomen in het WSCS-OCE.

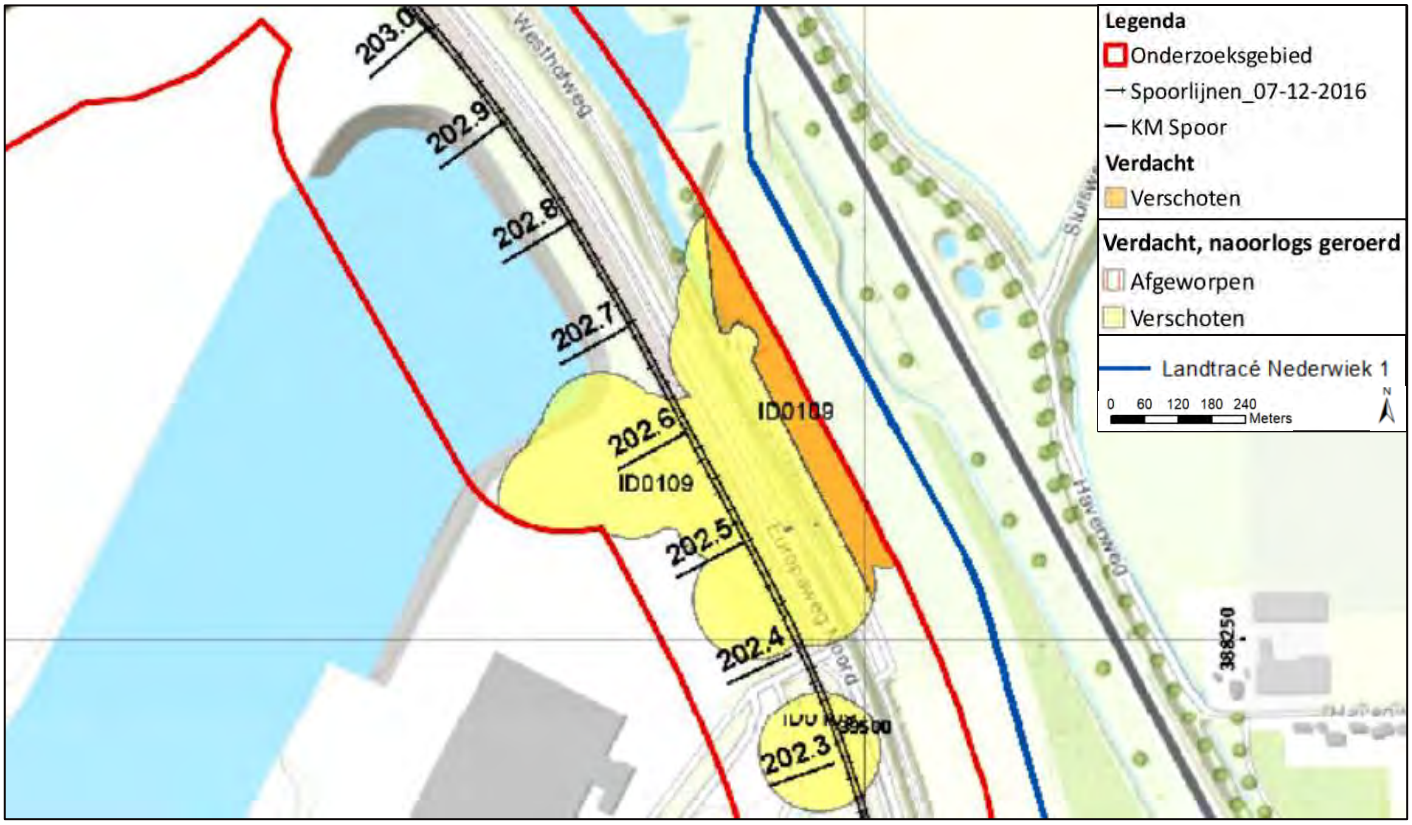
Aan de hand van historische bronnenonderzoek, luchtfoto's uit de Tweede Wereldoorlog en gegevens m.b.t. naoorlogse munitieruimingen heeft ECG verschillende verdachte gebieden OO afgebakend. In de omgeving van de voormalige Sloedam is het hele spoortracé verdacht op de volgende soorten OO:

- Afwerpmunitie (verschillende kalibers, i.i.g. 500 en 1000 lb.)
- Raketten (60 lb.)
- Geschutmunitie (vanaf 20 mm t/m 7.2 inch)

Figuur 2-27 Uitsnede van de bodembelastingkaart van het vooronderzoek Delphi (ECG). In oranje het verdachte gebied (verschoten) geschutmunitie weergegeven en het rood gearceerde gebied geeft het verdacht gebied afwerpmunitie weer. De blauwe lijn geeft het landtracé Nederwiek 1 aan.

In de omgeving van de Sloehaven zijn er slechts enkele delen van het spoortracé verdacht op OO. Deze verdachte gebieden liggen bij de Zwitserlandweg, Weelhoekweg en de haven Kraaijertse polder Hierbij gaat het om de volgende soorten OO:

- Afwerpmunitie (500 lb.; verdacht gebied Zwitserlandweg-Weelhoekweg)
- Geschutmunitie (verdacht gebied bij haven Kraaijertse polder)



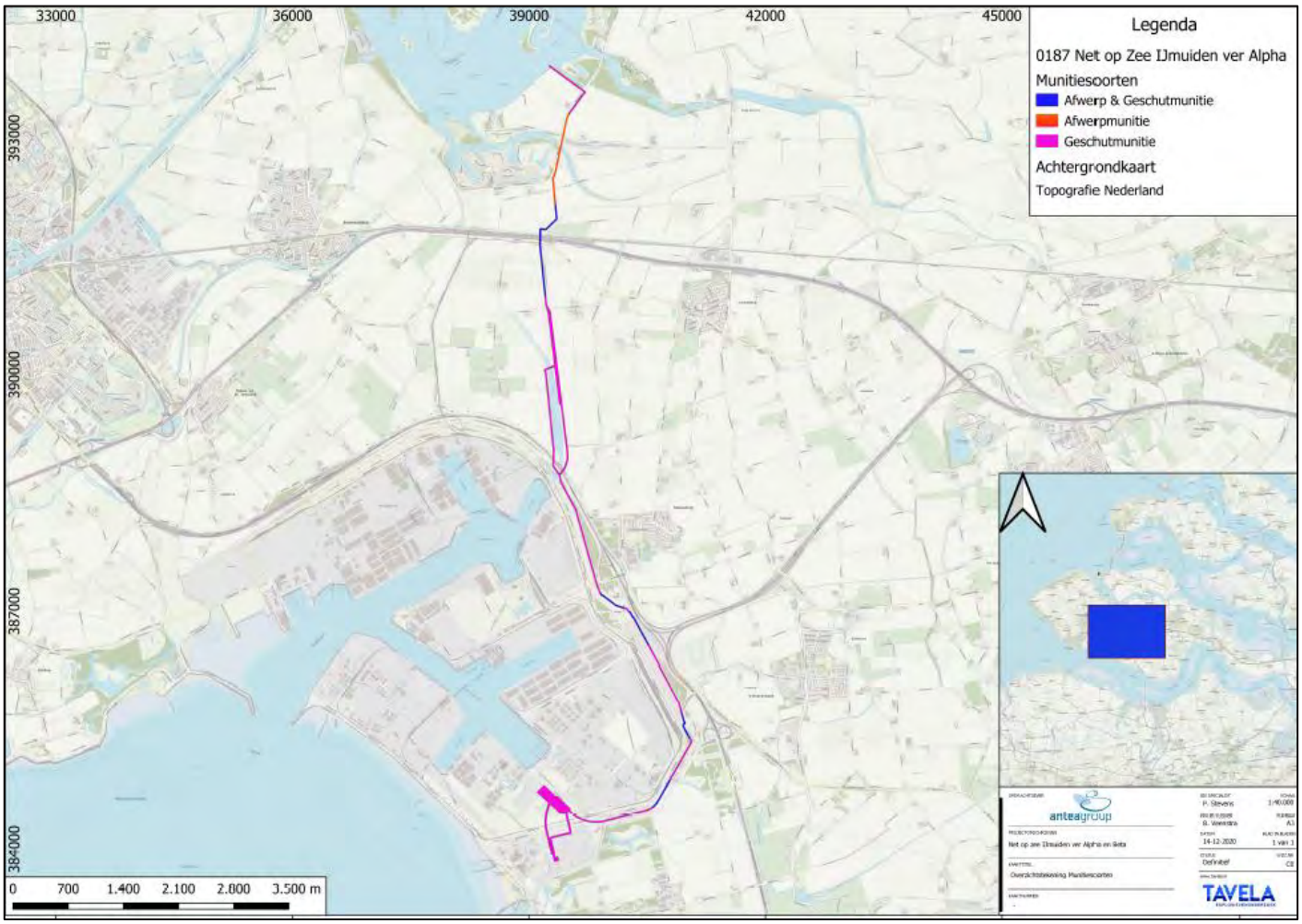
Figuur 2-28 Uitsnede van de bodembelastingkaart van het vooronderzoek PGO Zeeland (ECG) met daarop de verdachte gebieden OO in de omgeving van het landtracé Nederwiek 1 (blauwe lijn). In oranje en geel is het verdachte gebied (verschoten) geschutmunitie weergegeven.

Antea Group (2020)

In opdracht van Antea Group heeft Tavela een vooronderzoek OO uitgevoerd voor het project Net op zee IJmuiden Ver Alpha. Bij de uitvoering van deze vooronderzoeken is gebruikgemaakt van de richtlijnen zoals die waren opgenomen in het WSCS-OCE.

Aan de hand van historische bronnenonderzoek, luchtfoto's uit de Tweede Wereldoorlog en gegevens m.b.t. naoorlogse munitieruimingen heeft Tavela het hele landtracégebied van IJmuiden Ver Alpha verdacht verklaard op verschillende soorten OO. Hierbij gaat het om de volgende soorten OO:

- Afwerpmunitie (4 t/m 1000 lb.)
- Raketten (60 lb.)
- Geschutmunitie (2 t/m 15 cm)
- Handgranaten
- Geweergranaten
- Munitie voor granaat- en raketwerpers
- Klein-kalibermunitie



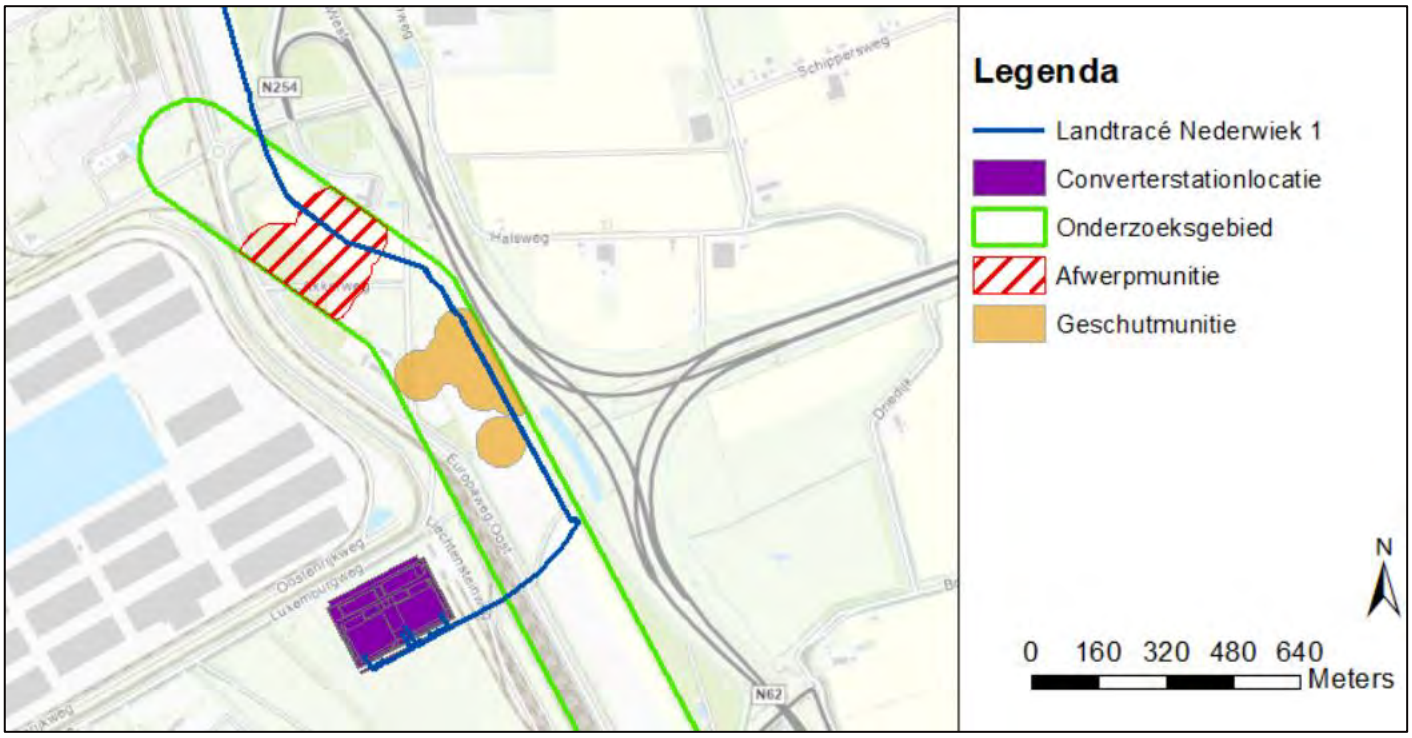
Figuur 2-29 Bodembelastingkaart van het vooronderzoek OO Net op zee IJmuiden Ver Alpha (Tavela). Het blauwe gebied is verdacht op afwerp- en geschutmunitie, het rode gebied alleen op afwerpmunitie en het paarse gebied alleen op geschutmunitie. Het verdachte gebied voor de kleinere munitiesoorten zijn op deze kaart niet apart afgebakend.

TenneT (2022)

In opdracht van TenneT heeft ECG Explosive Clearance Group een vooronderzoek OO uitgevoerd voor het tracé tussen Borssele en Rilland. Bij de uitvoering van deze vooronderzoeken is gebruikgemaakt van de richtlijnen zoals die zijn opgenomen in het CS-VROO.

Aan de hand van historische bronnenonderzoek, luchtfoto's uit de Tweede Wereldoorlog en gegevens m.b.t. naoorlogse munitieruimingen heeft ECG verschillende verdachte gebieden OO afgebakend. In de omgeving van het Sloehavengebied zijn twee gebieden verdacht op OO. Hierbij gaat het om de volgende soorten OO:

- Afwerpmunitie (4, 250 en 500 lb.
- Geschutmunitie (3,7 cm t/m 155 mm)



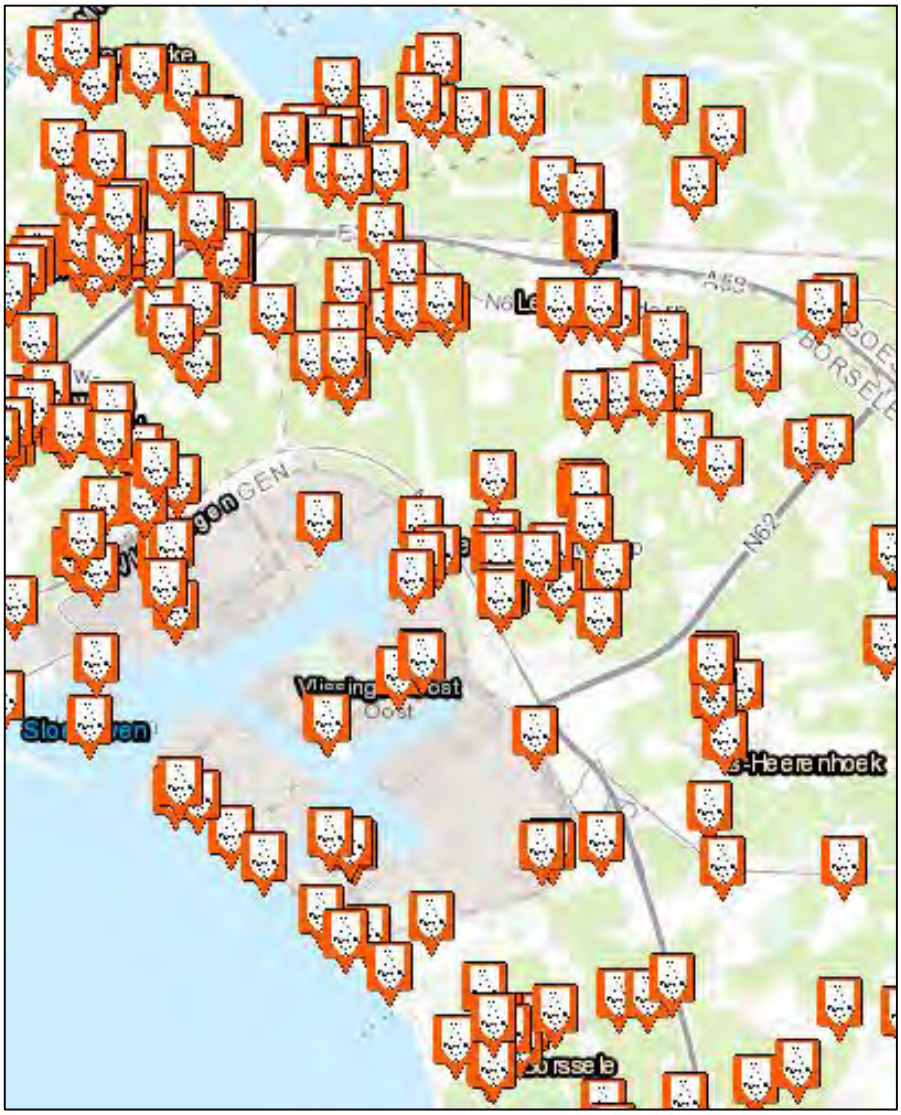
Figuur 2-30 Uitsnede van de bodembelastingkaart van het vooronderzoek tracé Rilland-Borssele (ECG) met daarop de verdachte gebieden OO in de omgeving van het landtracé Nederwiek 1 (blauwe lijn) en het converterstation Liechtensteinweg (paarse vlak). In oranje is het verdachte gebied (verschoten) geschutmunitie weergegeven en het rood gearceerde gebied geeft het verdacht gebied afwerpmunitie weer. De groene omlijning geeft tenslotte het projectgebied weer van tracé Rilland-Borssele.

Naoorlogse munitievondsten

Sinds 1971 houdt de Explosievenopruimingsdienst (EOD) nauwkeurig bij hoeveel meldingen zij per gemeente binnenkrijgen voor het opsporen en ruimen van OO. Voor de gemeenten waarbinnen het kabeltracé ligt, kreeg de EOD de volgende hoeveelheid meldingen over de periode 1971-2010:

- Borssele: 222 meldingen
- Goes: 370 meldingen
- Middelburg: 415 meldingen

Deze meldingen zijn door het bedrijf BeoBOM indicatief in beeld gebracht.



Figuur 2-31 Meldingen van OO-vondsten en -ruimingen in de omgeving van het landtracé Nederwiek 1.

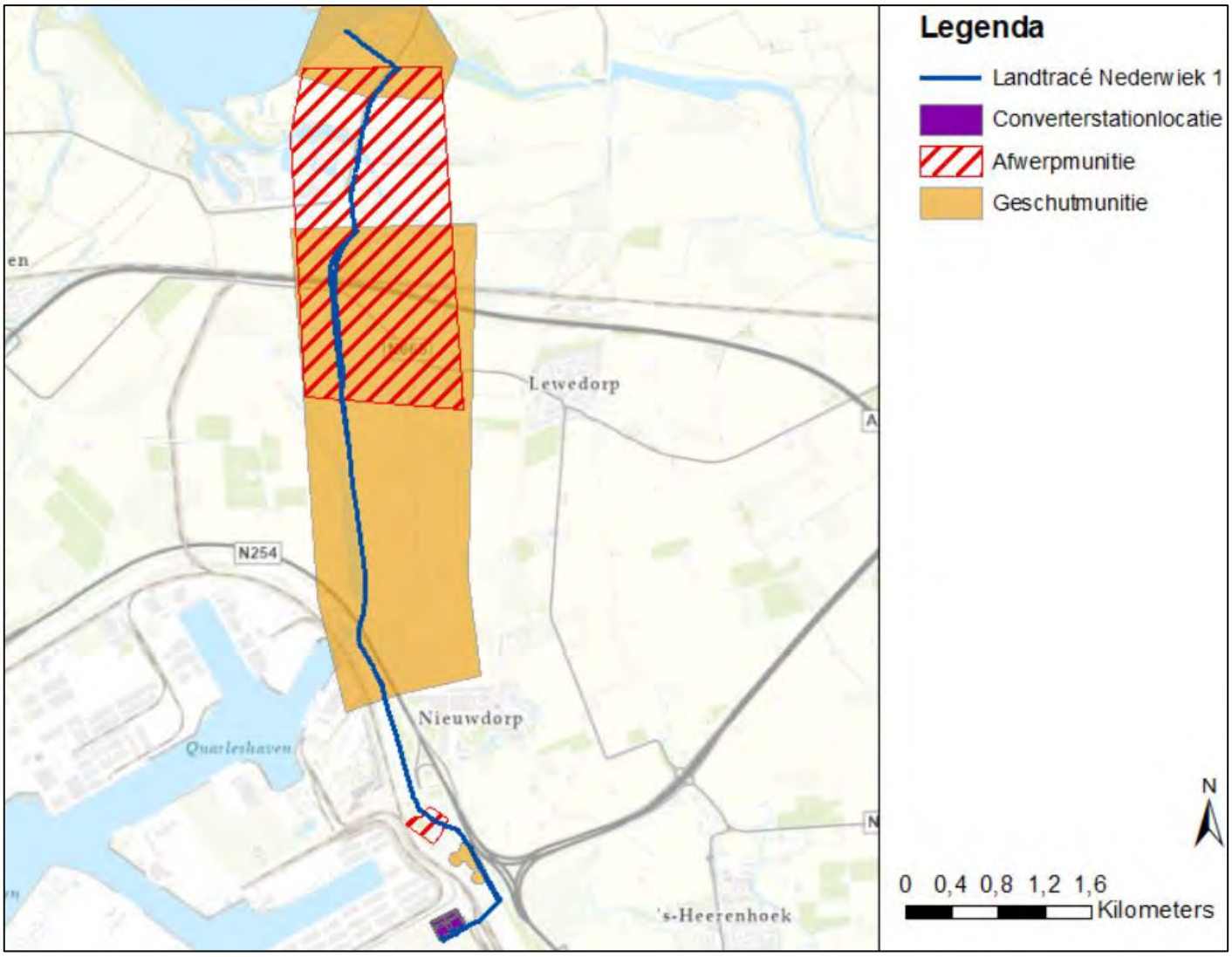
Volgens het provinciaal rapport 'NGE in de Zeeuwse bodem' kwam er bij de aanleg van de rijksweg A58 veel munitie vrij bij de grondwerkzaamheden. Deze werden verzameld en in het toekomstig talud gedumpt. Hierbij zou het gaan om het zuidelijk talud bij de kruising A58 met Noord-Kraaijertsedijk. Verder blijkt uit de vooronderzoeken van ECG dat het overgrote merendeel van de explosievenmeldingen uit het Sloehavengebied afkomstig zijn van grond verwerkende industrie en aardappel- of visverwerkende bedrijven. Dat betekent dat de herkomst van de daar aangetroffen explosieven niet rechtstreeks herleid kan worden tot het Sloehavengebied.

2.4.2 Verwachtingskaart verdachte gebieden OO

Uit bovenstaande indicaties komt de verwachting dat het landtracé grotendeels in een verdacht gebied OO ligt (zie Figuur 2-32). Hoofdsoorten OO die hier kunnen worden aangetroffen zijn:

- Afwerpmunitie (250 t/m 1000 lb.)
- Raketten (60 lb.)
- Geschutmunitie (2 t/m 155 mm)
- Klein-kalibermunitie
- Handgranaten
- Geweergranaten
- (Munitie voor) granaatwerpers

Uit de vooronderzoeken van ECG is gebleken dat het merendeel van de indicaties voor het aantreffen van OO in het Sloehavengebied gebaseerd zijn op explosievenmeldingen bij grond verwerkende industrie en aardappel- of visverwerkende bedrijven. De aangetroffen OO bij deze bedrijven zijn dus van elders aangevoerd in bijv. de aardappeloogst of visvangst. Daarmee zijn er weinig indicaties voor een verdacht gebied geschutmunitie in deze omgeving en vervalt de verwachting op geschutmunitie in dit gebied voor een groot gedeelte. Dit betekent tevens dat het zoekgebied voor het converterstation Liechtensteinweg in een onverdacht gebied OO ligt.



Figuur 2-32 Verwachtingskaart OO voor het landtracé Nederwiek 1 (blauwe lijn). De oranje gebieden zijn indicatief verdacht op geschutmunitie en kleinere munitiesoorten (hand- en geweergranaten, klein-kalibermunitie). Het rood gearceerde is indicatief verdacht op afwerpmunitie.

3 Samenvatting en conclusie

In deze quickscan OO is per onderdeel van Net op zee Nederwiek 1 gekeken naar de verwachtingen met betrekking tot OO. Hierbij kan het volgende geconcludeerd worden:

Platform op zee

De verwachting is dat er OO kan worden aangetroffen in de nabijheid van het platform. Het gaat hier om OO in de vorm van afwerpmunitie. Voor de locatiebepaling van het platform is reeds een UXO-DAS survey uitgevoerd met als doel het identificeren van magnetische objecten die vermeden moeten worden omdat het kan gaan om een UXO. Op basis van de UXO-DAS survey is de locatie van het platform gekozen op minimaal 50 meter afstand van magnetische objecten. Zodoende is er bij de aanlegwerkzaamheden van het platform het risico op aantreffen van OO zo laag mogelijk.

Kabeltracé op zee

De verwachting is dat er OO kan worden aangetroffen binnen het kabeltracé op zee. Het gaat hier om OO in de vorm van afwerpmunitie, onderwatermunitie, raketten en geschutmunitie. Geadviseerd wordt om voor deze locatie een waterbodemonderzoek naar OO te laten uitvoeren. Bij detectieonderzoek onder water (*UXO Offshore Survey*) kan gebruik worden gemaakt van verschillende onderzoeksmethoden, zoals magnetometrie (metaaldetectie) of subbottom profiling, side-scan-sonar en multibeam (akoestisch onderzoek). Geadviseerd wordt om een combinatie van deze onderzoeksmethoden in te zetten om het aantal daadwerkelijk te benaderen OO (*UXO targets*) te reduceren bij een *Offshore Survey*.

Kabeltracé in het Veerse Meer

De verwachting is dat er OO kan worden aangetroffen binnen het kabeltracé in het Veerse Meer. Het gaat hier om OO in de vorm van afwerpmunitie, onderwatermunitie, raketten, geschutmunitie, handgranaten, geweergranaten, munitie voor granaatwerpers en klein-kalibermunitie. Geadviseerd wordt om voor deze locatie een waterbodemonderzoek naar OO te laten uitvoeren. Bij detectieonderzoek onder water (*UXO Offshore Survey*) kan gebruik worden gemaakt van verschillende onderzoeksmethoden, zoals magnetometrie (metaaldetectie) of subbottom profiling, side-scan-sonar en multibeam (akoestisch onderzoek). Geadviseerd wordt om een combinatie van deze onderzoeksmethoden in te zetten om het aantal daadwerkelijk te benaderen OO (*UXO targets*) te reduceren bij een *Offshore Survey*.

Kabeltracé op land

De verwachting is dat er binnen het grootste deel van het landtracé OO kan worden aangetroffen. Het gaat hier om OO in de vorm van afwerpmunitie, raketten, geschutmunitie, handgranaten, geweergranaten en klein-kalibermunitie. Geadviseerd wordt om voor het kabeltracé wat binnen de verdachte gebieden OO valt een detectieonderzoek te laten uitvoeren. Hierbij valt te denken aan een non-realtime oppervlaktedetectie waarbij het gebied tot 4 meter-maaiveld wordt ingemeten om potentiële OO in beeld te brengen.

Converterstation

De verwachting is dat er binnen het converterstation Liechtensteinweg geen verdacht gebied OO zal zijn. Daarom wordt er geen nader onderzoek m.b.t. OO geadviseerd. Grondroerende werkzaamheden voor het landtracé kunnen zonder verdere OO-maatregelen worden uitgevoerd.

4 Bronnen

Rapporten

ECG, Vooronderzoek naar het risico op het aantreffen van Conventionele Explosieven in het onderzoeksgebied 'Delphi (I-TCB063): Rapportage 1: Geocode 127: RZW-184 en RZW-185 (367-016-AVO-02-Delphi (I-TCB063); d.d. 3 mei 2017).

ECG, Vooronderzoek naar het risico op het aantreffen van Conventionele Explosieven in het onderzoeksgebied 'PGO Zeeland': RAPPORTAGE 1: Geocode 817 - RZW 188 (371-016-AVO-01-PGO Zeeland; 4 mei 2017).

ECG, Vooronderzoek naar het risico op het aantreffen van Ontplofbare Oorlogsresten in het onderzoeksgebied 'Tracé Borsele-Rilland' (320-021-VO-10; d.d. 1 maart 2022).

NextGeo, UXO-DAS In-field Report, OFFSHORE GRID NL – IJVG Platform UXO Detection and Avoidance Survey (P1705-010-UXO-GP-IJVG, revision C2; d.d. 1 november 2021).

PLAN terra, Conventionele Explosieven in Zeeland (2010607; december 2010).

REASeuro, Desk Top Study Unexploded Ordnance (UXO), Hollandse Kust (West Gamma) Export Cable Routes (RO-190149; d.d. 7 augustus 2019).

RPS, Desk Study for Potential UXO Contamination – IJmuiden Ver Cable Route (EES1054 R-03-02; d.d. 28 januari 2022).

Saricon, Vooronderzoek Conventionele Explosieven Hollandse Delta Voorne-Putten en Goeree-Overflakkee (13S106-VO-01; d.d. 26 november 2013).

Saricon, Vooronderzoek Conventionele Explosieven gemeente Rotterdam (kenmerk: 12S043-11-VO-A-01; d.d. 21 maart 2017).

T&A Survey, Vooronderzoek Conventionele Explosieven Net op zee Hollandse Kust Zuid (kenmerk: GPR5632.2; d.d. 25 februari 2016).

Tavela, Historisch vooronderzoek naar de aanwezigheid van conventionele explosieven ter plaatse van het project Net op Zee IJmuiden Ver Alpha en Beta, locatie Beta (Maasvlakte), (HVO 0187A; d.d. 15 december 2020).

UXOIntelligence, Information and Assessments of UXO in IJmuiden Ver ECR & Area 01 (d.d. 4 december 2021).

UXOIntelligence, Information and Assessments of UXO in Nederwiek ECR (d.d. 27 juni 2022).

Overige bronnen

Database Mine clearance operation 'Beneficial Cooperation'.

Koninklijke Marine – Dienst der Hydrografie, Berichten aan Zeevarenden: editie 2022.

Noordzeeloket: militair gebruik (noordzeeloket.nl/functies-gebruik/militair-gebruik/; bezocht 25 februari 2022).

Ruimingskaart BeoBOM (beobom.nl/achtergrond/ruimingskaart; bezocht 25 februari 2022).

Oorlog Zeeland (oorlogzeeland.nl).

Zeeuwse Ankers (zeeuwseankers.nl).

Archief Zeeuwse kranten (krantenbankzeeland.nl).

Beeldbank WO2 (beeldbankwo2.nl).

Colofon

QUICKSCAN ONTPLOFBARE OORLOGSRESTEN
NET OP ZEE NEDERWIEK 1

KLANT
TenneT TSO B.V.

PROJECTNUMMER
30136670

ONZE REFERENTIE
D10057358:53

DATUM
5 juli 2023

STATUS
Definitief

BETTER SHIPS, BLUE OCEANS

Veiligheidsstudie aspect nautische veiligheid – Net op zee Nederwiek 1

Bepalen van de aanvaar- en aandrijffrequenties platform en kwalitatieve analyse scheepsvaartveiligheid bij aanleg kabeltracé

Rapport nr.	:	34430-1-MO-rev.2.0
Datum	:	9 januari 2023
Versie	:	rev. 2.0 Definitief rapport

Veiligheidsstudie aspect nautische veiligheid – Net op zee Nederwiek 1

Bepalen van de aanvaar- en aandrijffrequenties platform en kwalitatieve analyse scheepsvaartveiligheid bij aanleg kabeltracé

Opdrachtgever : Pondera Consult / Arcadis Nederland B.V.

Gerapporteerd door : A. Nap

Paraaf management :

Versie	Datum	Status	Gecontroleerd door
0.1	11 oktober 2022	Concept	Y. Koldenhof
1.0	20 december 2022	Definitief	
2.0	9 januari 2023	2e definitieve versie	

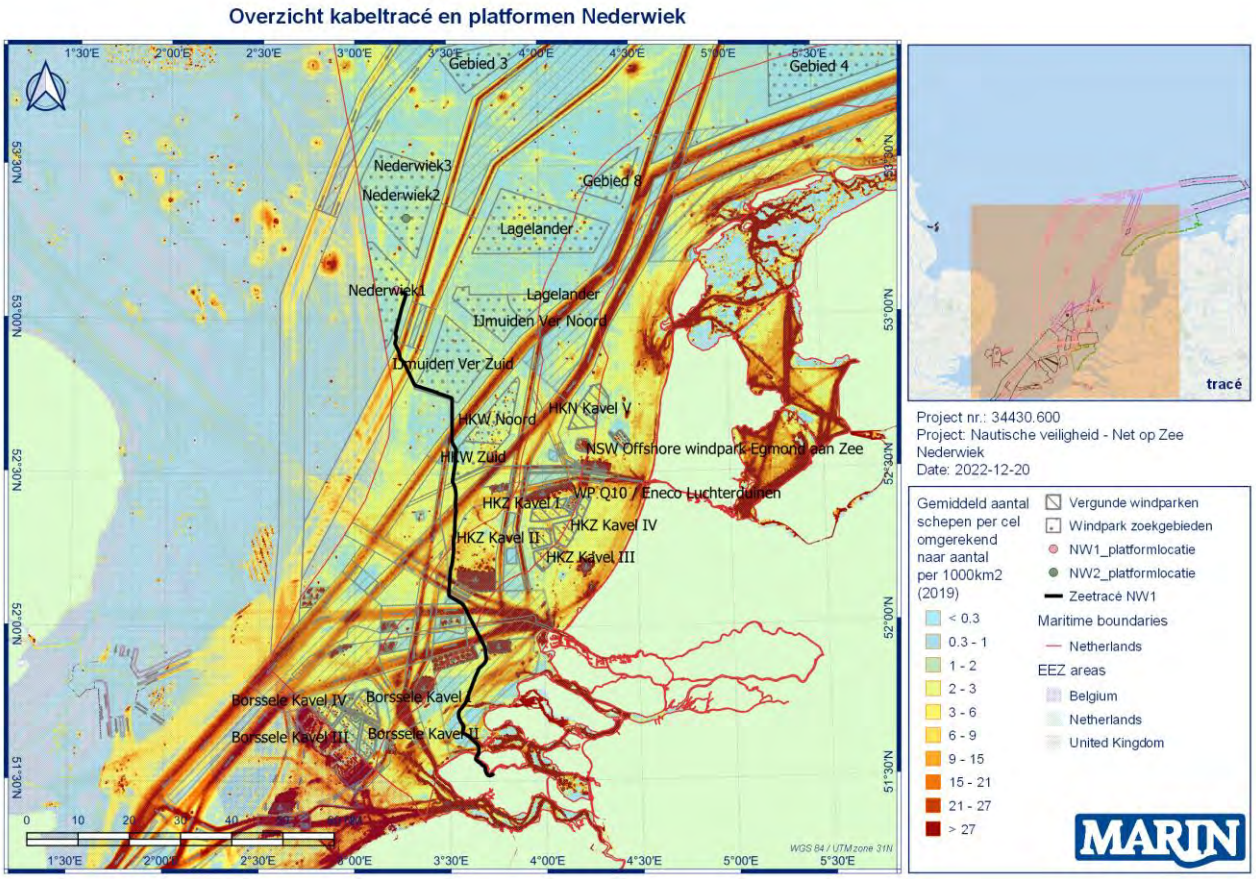
INHOUD **PAGINA**

1 INLEIDING 1
1.1 Achtergrond 1
1.2 Doel 2
1.3 Opbouw rapportage 2
2 AANVAAR- EN AANDRIJFFREQUENTIES PLATFORM 3
2.1 Introductie 3
2.2 Werkwijze en uitgangspunten 3
2.2.1 SAMSON 3
2.2.2 Verkeersgegevens 4
2.2.3 Platform karakteristieken 9
2.2.4 Risico reducerende maatregelen: ERTV 9
2.3 Resultaten voor platform 9
3 ANALYSE SCHEEPSVAARTVEILIGHEID BIJ AANLEG KABELTRACÉ 13
3.1 Inleiding 13
3.2 Werkwijze 14
3.3 Beoordeling: Kabeltracé Nederwiek 1 15
4 CONCLUSIES 17
4.1 Aanvaar- en aandrijfrisico's platform 17
4.2 Scheepvaartveiligheid bij aanleg kabeltracé 17
APPENDICES: 19
APPENDIX 1 DICHTHEDEN SCHEEPVAARTVERKEER VISSERIJ 1

1 INLEIDING

1.1 Achtergrond

Voor de milieueffectrapportage (MER) “Net op zee Nederwiek 1” worden de effecten van de kabel en het offshore transformatorplatform (hierna platform) onderzocht. Een van deze effecten is de invloed van de kabel en het platform op de scheepvaartveiligheid. In Figuur 1-1 is het kabeltracé van Nederwiek 1 en 2 weergegeven. De m.e.r. procedures voor Nederwiek 1 en 2 zijn vergelijkbaar en worden parallel uitgevoerd.
Pondera Consult heeft MARIN gevraagd om een tweetal onderzoeken te doen. Een onderzoek naar de effecten op de scheepvaartveiligheid tijdens de aanleg van de kabel en een aanvaaronderzoek voor het platform.



Figuur 1-1 Kabeltracé Nederwiek 1

1.2 Doel

Doel van deze studie is om door middel van kwantitatief bureauonderzoek de nautische veiligheid in beeld te brengen voor zowel:

- Het risico op aanvaring met het platform. Hierbij zullen twee situaties onderscheiden worden: de situatie zonder de aanwezigheid van het windpark en de situatie inclusief de aanwezigheid van het gehele windpark (Nederwiek 1, 2 en 3). Hiermee wordt een bandbreedte van het risico in beeld gebracht dat valide is bij een gefaseerde ontwikkeling van windpark Nederwiek.

- Het risico op scheepvaarthinder tijdens de aanlegfase van het kabeltracé.

1.3 Opbouw rapportage

In hoofdstuk 2 wordt de analyse naar aanvaar- en aandrijffrequenties voor het platform beschreven. De analyse naar de scheepvaartveiligheid bij aanleg van het kabeltracé staat in hoofdstuk 3. In hoofdstuk 4 wordt afgesloten met de conclusies.

2 AANVAAR- EN AANDRIJFFREQUENTIES PLATFORM

2.1 Introductie

Eén van de onderdelen van de m.e.r. procedure is het bepalen van de effecten op de scheepvaartveiligheid als gevolg van het aanwezige platform.

Dit platform zal binnen de contouren van het windpark geplaatst worden, dus zal het effect op de scheepvaart verkeersstromen rond de locatie verwaarloosbaar klein zijn, aangezien deze verkeersstromen niet zullen veranderen ten opzichte van de huidige verkeersafwikkeling. In een studie naar de cumulatieve effecten van de uitrol wind op zee [Ref 3.] is al gekeken naar de effecten van eventueel veranderende verkeersstromen door de bouw van windparken op zee.

Het enige relevante effect voor de scheepvaart is de kans dat schepen tegen het platform in Nederwiek 1 aanvaren. Dit effect wordt beschreven door het bepalen van de aanvaar- en aandrijffrequenties met behulp van het SAMSON[1]-model. Dit hoofdstuk beschrijft kort de werkwijze en de uitgangspunten voor de berekeningen en de resultaten voor het platform.

Omdat het platform er waarschijnlijk eerder staat dan het windpark, zijn voor zowel de situatie zonder windpark als de situatie met windpark, de aanvaar- en aandrijfkansen bepaald.

2.2 Werkwijze en uitgangspunten

De aanvaar- en aandrijffrequenties voor het platform zijn bepaald met het SAMSON-model. Een korte beschrijving van het SAMSON-model en de bijbehorende modelinvoer/uitgangspunten voor het verkeer worden hieronder gegeven.

2.2.1 SAMSON

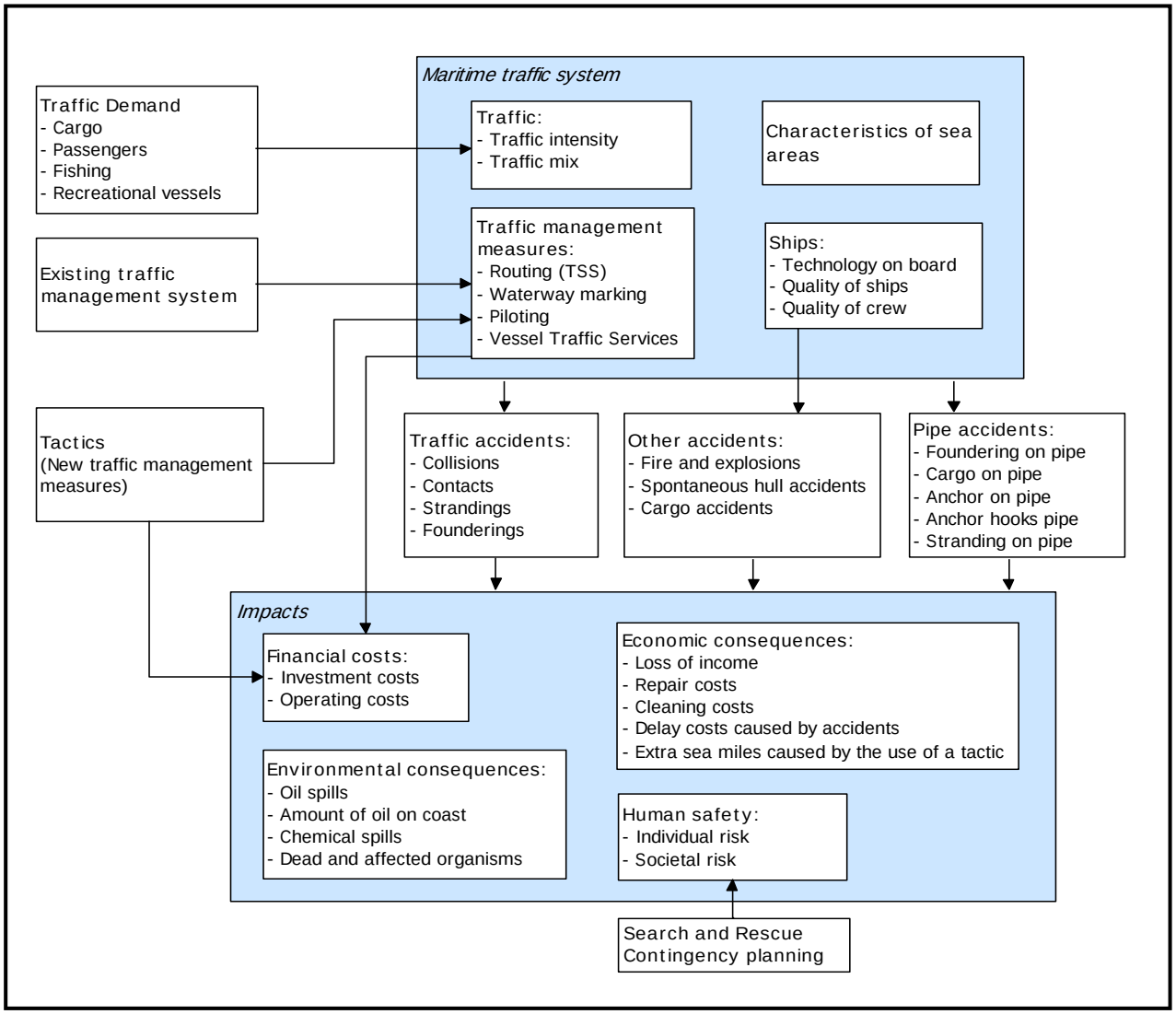
Het SAMSON-model (Safety Assessment Model for Shipping and Offshore on the North Sea) is ontwikkeld voor het kwantificeren van aanvaar- en/of aandrijfrisico's als gevolg van ruimtelijke ontwikkelingen in de Noordzee, ontwikkelingen in de scheepvaart zelf en/of maatregelen ten aanzien van de scheepvaart. De effecten die met het model bepaald kunnen worden bestaan uit:

- Aantal scheepvaartongevallen per jaar, onderverdeeld naar aard van de ongevallen en betrokken schepen en objecten.
- Omgevaren afstand en gerelateerde kosten.
- Emissie van milieugevaarlijke stoffen.
- Consequenties van ongevallen, zoals het uitstromen van lading- of bunkerolie of persoonlijk letsel.

Het model is ontwikkeld voor Directoraat-Generaal Goederenvervoer (nu Directoraat-Generaal Bereikbaarheid) en wordt gebruikt om de kansen en consequenties van alle type ongevallen op zee te schatten. Een globale beschrijving van SAMSON wordt ook weergegeven op: https://www.iala-aism.org/wiki/iwrap/index.php/SAMSON.

In Figuur 2-1 wordt het systeemdiagram weergegeven van het SAMSON-model, vrijwel alle blokken in dit diagram zijn beschikbaar binnen het model. Het grote blok "Maritime traffic system" (rechtsboven) bevat vier sub-blokken. Deze vier sub-blokken beschrijven het verkeersbeeld; het aantal scheepsbewegingen, de scheepskenmerken (lengte etc.) en de lay-out van het zeegebied. De ongevalskansmodellen voor een aanvaring, stranding, brand/explosie etc. worden gebruikt om de ongevalsfrequentie te voorspellen gebaseerd op het verkeersbeeld. Het grote blok "Impacts" bevat de sub-blokken waarmee de consequenties bepaald worden van de ongevallen.

[1] Safety Assessment Model for Shipping and Offshore on the North Sea



Figuur 2-1 Systeemdiagram SAMSON

2.2.2 Verkeersgegevens

Belangrijke invoer voor het SAMSON-model is de beschrijving van het scheepvaartverkeer. Voor de berekeningen wordt gebruik gemaakt van een zogenoemde verkeersdatabase.
Het verkeer op zee wordt onderverdeeld in twee groepen, namelijk het “routegebonden” en het “niet-routegebonden” verkeer. Het routegebonden verkeer bevat de scheepsbewegingen van de koopvaardijschepen, die op weg zijn van haven A naar haven B. Het niet-routegebonden verkeer bevat de scheepsbewegingen van de schepen die een missie ergens op zee hebben, zoals visserij, supplyvaart, werkvaart en recreatievaart. In SAMSON zijn deze scheepsgroepen op een verschillende manier gemodelleerd.

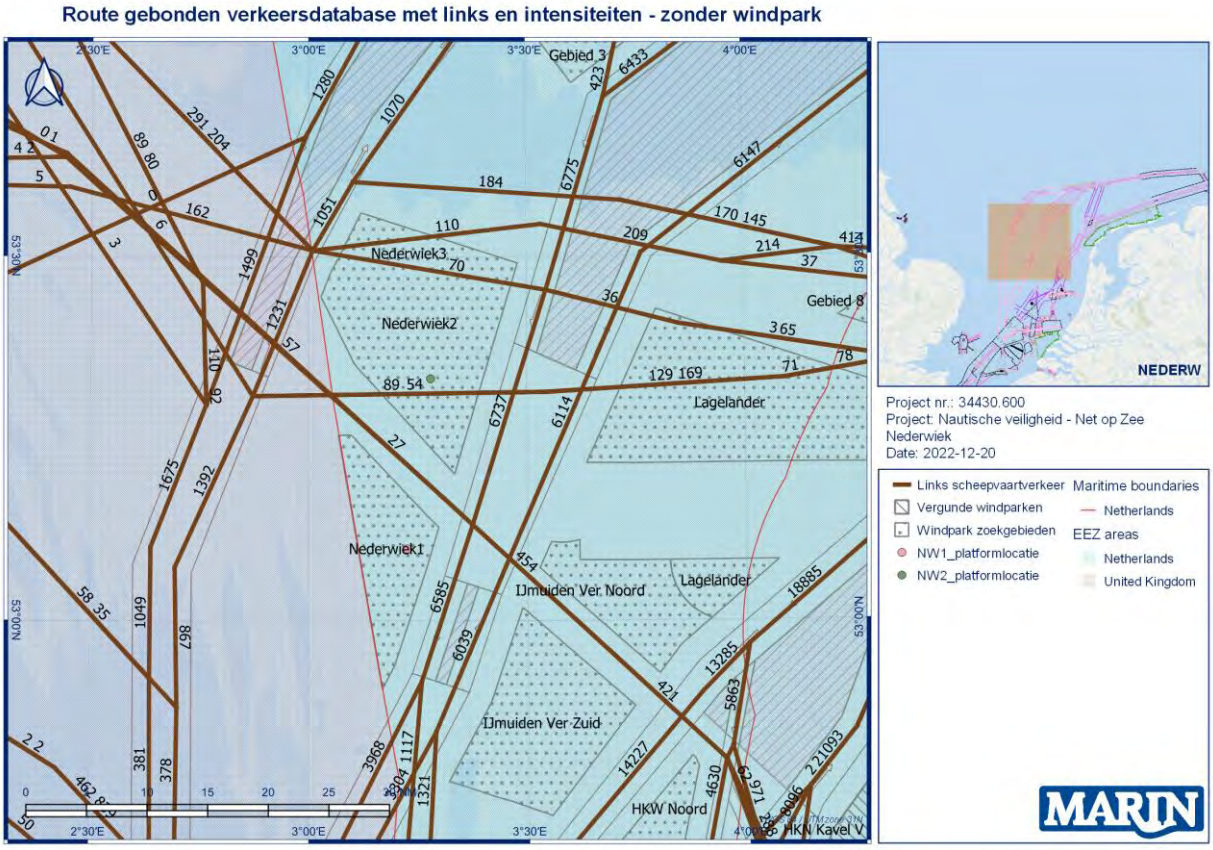
Routegebonden verkeer
Een verkeersdatabase voor het routegebonden verkeer is opgebouwd uit links, linkintensiteiten en linkkarakteristieken. Een link is de rechte verbinding tussen twee punten. De linkintensiteit beschrijft het aantal schepen dat per jaar over die link vaart, onderverdeeld naar scheepstype en scheepsgrootte. De linkkarakteristiek beschrijft hoe breed de link is en de laterale verdeling hoe het verkeer over die link verdeeld is.
Voor het routegebonden verkeer is de verkeersdatabase gebruikt zoals die ook binnen het cumulatieve effecten onderzoek gebruikt is [Ref 3.]. In dit onderzoek zijn drie scenario's onderscheiden:

- Scenario 1: Routekaart 2030: naast de operationele windparken PAWP[2], Luchterduinen, OWEZ[3] en Borssele worden de volgende toekomstige windparken beschouwd: HKN (Hollandse Kust Noord), HKZ (Hollandse Kust Zuid), HKW noordelijk en zuidelijk deel (Hollandse Kust West), TNW (Ten Noorden van de Waddeneilanden) en IJmuiden Ver (zuidelijk deel).
- Scenario 2: Versnellingsopgave routekaart 2030+: aanvullend aan de gebieden gedefinieerd in scenario 1 wordt ook gekeken naar de aanvullend aangewezen windenergiegebieden in het Programma Noordzee 2022-2027 (PN 2022-2027): IJmuiden Ver (noordelijke deel), Gebied 1: Nederwiek (noord en zuidelijk deel), Gebied 2: Lagelander (noord en zuidelijke deel) en Gebied 5 Oost: Doordewind.
- Scenario 3: Toekomstige routekaart 2040: naast de windenergiegebieden uit scenario 1 en 2 wordt ook gekeken naar alle mogelijke zoekgebieden zoals deze indicatief zijn geduid in het PN 2022-2027 (RK2040): Gebied 3, Gebied 4, Gebied 5 middenberm, Gebied 6 (inclusief het extra gebied aan de westzijde van Gebied 6, Gebied 7 en Gebied 8.

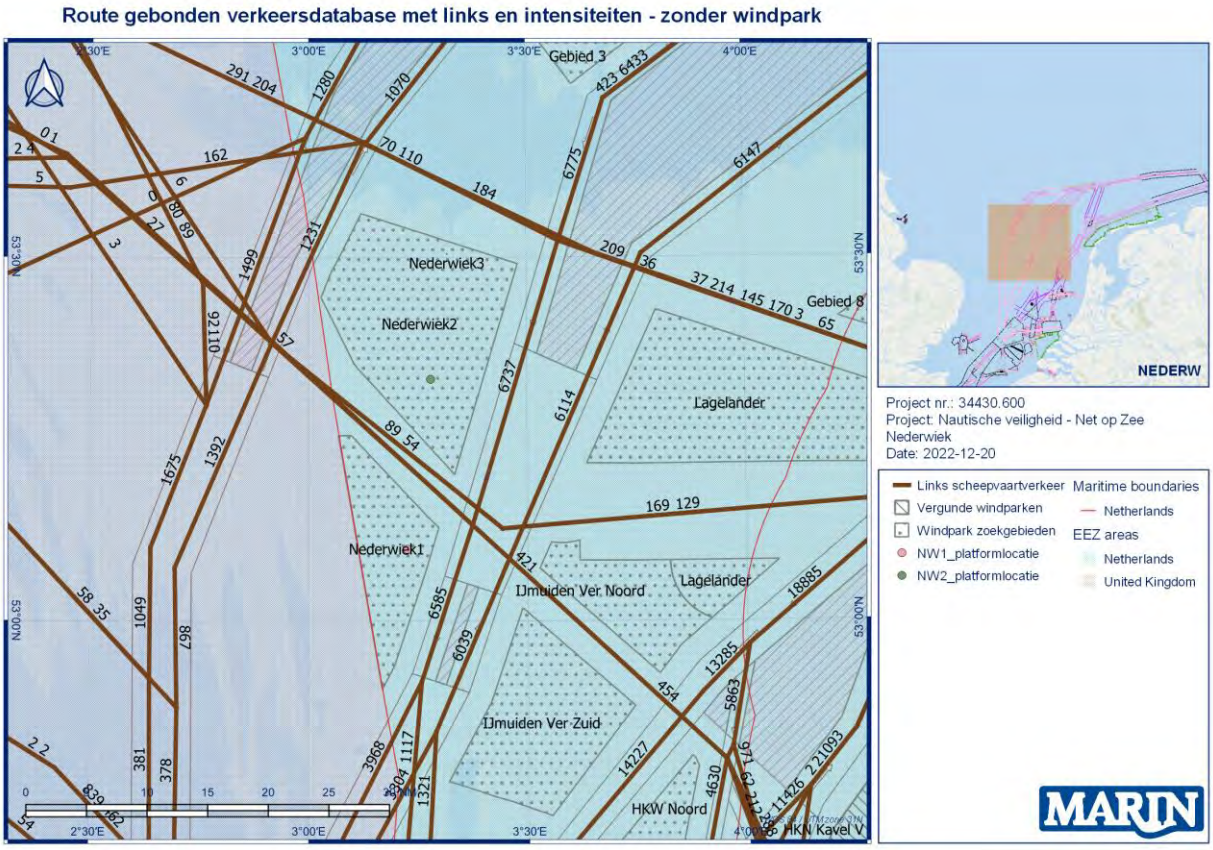
De verkeersdatabase uit scenario 1 is gebruikt voor de situatie waarbij het platform is gebouwd in Nederwiek 1 maar nog niet de windturbines. De verkeersdatabase uit scenario 2 is gebruikt voor de situatie dat ook het windpark is gebouwd. Voor beide routegebonden verkeersdatabases geldt dat ze zijn gebaseerd op AIS-data uit 2019. Dat betekent dat geen rekening is gehouden met toekomstige ontwikkelingen qua scheepvaartverkeer. Na het vastleggen van de verkeerstromen op basis van AIS, zijn per scenario de routes aangepast om ze "om" de windparken heen te routeren. Voor Nederwiek 1 betekent dit een hogere verkeersintensiteit van het routegebonden verkeer ten noorden van het windpark als gevolg van het verplaatsen van de oost-west gaande verkeersstroom door Nederwiek 2.

In Figuur 2-2 en Figuur 2-3 zijn de verkeersdatabases (bruine lijnen) respectievelijk weergegeven voor de situatie zonder en met gerealiseerd windpark.

[2] PAWP: Prinses Amalia WindPark
[3] OWEZ: Offshore Windpark Egmond aan Zee



Figuur 2-2 Overzicht van de gebruikte verkeersdatabase zonder gerealiseerd windpark (bruine lijnen).



Figuur 2-3 Overzicht van de gebruikte verkeersdatabase met gerealiseerd windpark (bruine lijnen).

Niet-routegebonden verkeer
De basis voor het niet-routegebonden verkeer is de AIS-data over 2019, verdeeld over gridcellen met een grootte van 4x4km, dit conform de uitgangspunten van het onderzoek naar de cumulatieve effecten van de doorkijk naar 2040 [Ref 3.].

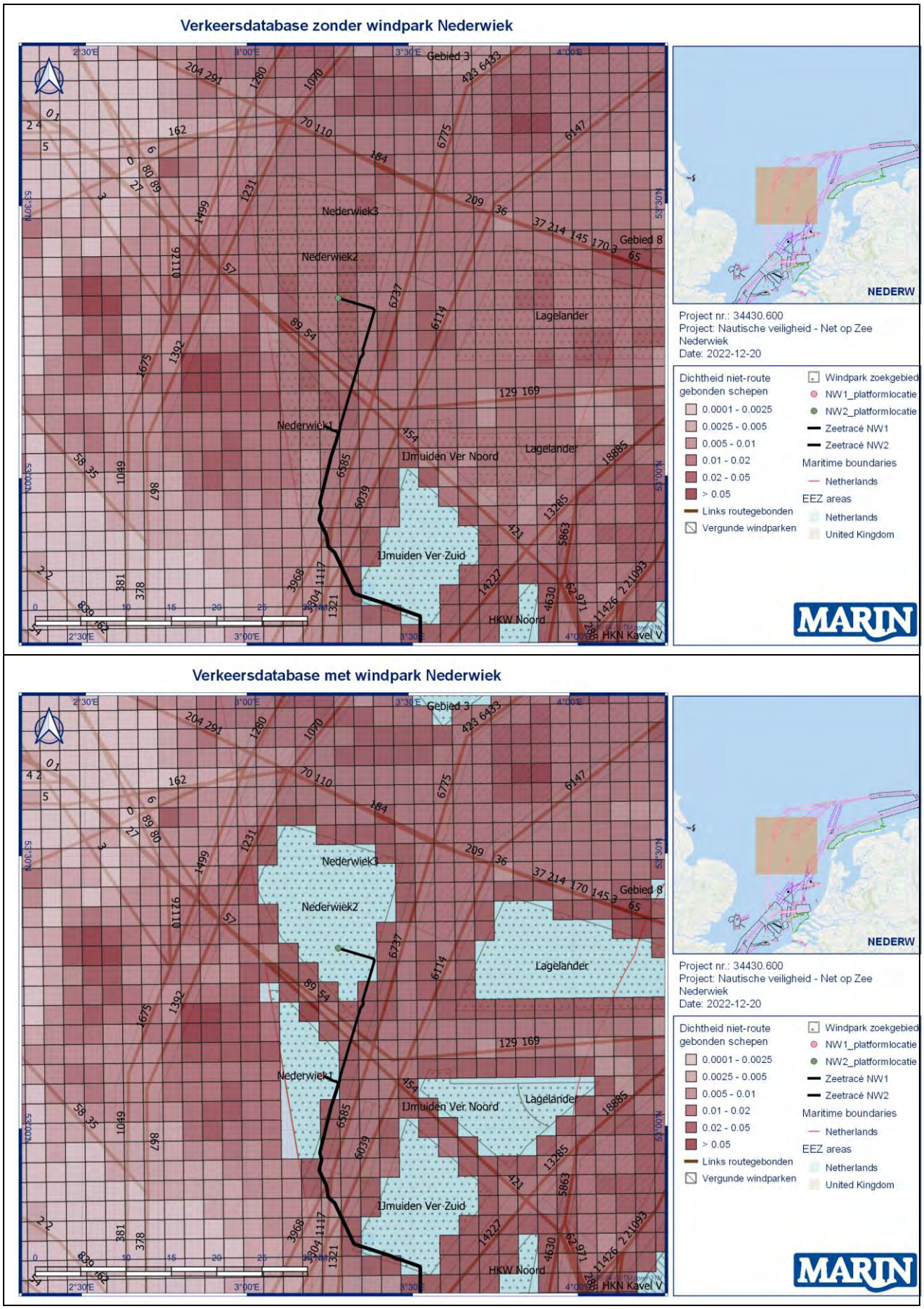
De aanvaar-en aandrijffrequenties door het niet-routegebonden verkeer is voor twee situaties uitgerekend: een situatie waarbij de windturbines nog niet gebouwd zijn en alle schepen dus op 500m van het platform mogen varen. En een situatie waarbij de schepen op grotere afstand zullen passeren door de aanwezigheid van de windturbines.

Voor de situatie zonder windpark is gebruik gemaakt van de niet-routegebonden verkeersdatabase voor scenario 1 van het onderzoek naar de cumulatieve effecten van de doorkijk naar 2040 [Ref 3.].

Voor de situatie met windpark is gebruik gemaakt van de niet-routegebonden verkeersdatabase voor scenario 3 van het onderzoek naar de cumulatieve effecten van de doorkijk naar 2040 [Ref 3.]. Dit scenario voorziet ontwikkeling van het gehele windpark Nederwiek, dus betreft Nederwiek 1, 2 en 3. Het in het Programma Noordzee 2022-2027 vastgestelde beleid rond doorvaart is dat er geen integrale doorvaart mag plaatsvinden. Het verkeer dat zich eerst binnen de grenzen van het windenergiegebied bevond is verplaatst naar de randen rond het gebied.

Het modeleren van de windturbines als obstakels die de aandrijf-/vaarkans met het platform verlagen is geen onderdeel van de SAMSON-modelering.

De totale verkeersdatabase (route en niet-routegebonden verkeer) voor de situatie zonder windpark is weergegeven aan de bovenkant van Figuur 2-4. Aan de onderkant is de situatie weergegeven waarbij het park gebouwd is.



Figuur 2-4 Totale verkeersdatabases gebruikt binnen de berekeningen (boven: situatie zonder windpark Nederwiek, onder: situatie met windpark Nederwiek)

2.2.3 Platform karakteristieken

In onderstaande Tabel 2-1 staan de gebruikte platform karakteristieken. Omdat de oriëntatie van het platform nog onbekend is, is in overleg met de opdrachtgever gekozen voor een worst-case benadering waarbij een contour wordt gebruikt dat voldoende groot is om een platform van 110 bij 80 meter in iedere mogelijke oriëntatie te plaatsen. Na doorrekening van de aanvaar- en aandrijffrequenties met SAMSON is de locatie van het platform gewijzigd. De effecten hiervan zijn kwalitatief beoordeeld in paragraaf 2.3.

Tabel 2-1 Karakteristieken platform Nederwiek 1

	Positie (WGS84)		Lengte (m)	Breedte (m)	Oriëntatie
	Latitude	Longitude			
Platform (SAMSON)	53º 05’ 57.192’’ N	03º 13’ 33.78’’ E	136	136	-
Platform (gewijzigd)	53º 05’ 50.159’’ N	03º 14’ 12.735’’ E			

2.2.4 Risico reducerende maatregelen: ERTV

De aanvaar- en aandrijffrequenties in deze studie zijn bepaald zonder de aanvullende risico reducerende maatregel van een ERTV (emergency response towing vessel). De Nederlandse Kustwacht beschikt over drie ERTV’s welke stand-by staan en die in geval van een incident ingezet kunnen worden. Het betreft de Guardian met als thuishaven Den Helder, Multraship Protector met als thuishaven Terneuzen en Multraship Commander met als thuishaven Rotterdam. De Guardian kiest bij windsterktes vanaf 5 bft een strategische positie op de Noordzee om snel driftende of in nood verkerende schepen op sleeptouw te nemen en drenkelingen aan boord te nemen. De Multraship Protector wordt ingezet voor windpark Hollandse Kust Zuid (HKZ) en de Multraship Commander voor windpark Borssele.
Een ERTV kan alleen een aandrijving van een platform voorkomen door het driftende schip op sleep te nemen voordat ze tegen het platform drijft. Een aanvaring (rammen) kan niet voorkomen worden door een ERTV. Wel kunnen de consequenties voor mensen in het water verkleind worden door een snelle reactie.

Het gebruik van een ERTV is in deze studie niet als uitgangspunt genomen. Dit resulteert in een worst-case benadering. Nederwiek 1 ligt met circa 53nm vanaf Den Helder of windpark HKZ behoorlijk ver op zee wat de tijdige inzetbaarheid van de ERTV beperkt.

2.3 Resultaten voor platform

Het resultaat van de risicoberekeningen zijn de aanvaar- en aandrijffrequenties van het platform per jaar. Om meer inzicht te geven in de mogelijke consequenties van de aanvaringen/aandrijvingen worden de resultaten gepresenteerd per beschikbare kinetische energie bij impact. Deze beschikbare kinetische energie is bepaald op basis van de massa van de schepen en de verwachte snelheid tijdens de impact. De massa is bepaald op basis van de gemiddelde afmetingen per scheepstype en scheepsgrootte klasse. Voor de snelheid bij een aanvaring (rammen) wordt 90% van de service speed van de schepen genomen. De driftsnelheid is afhankelijk van de stroom, wind en scheepstype (windoppervlak).

De totale verwachte aanvaarkansen worden gegeven in Tabel 2-2, Tabel 2-3 en Figuur 2-5. De totale aanvaar- en aandrijffrequentie voor het Nederwiek 1 platform is 3.18E-3 per jaar in de situatie zonder windpark, dit is eens in de 314 jaar. De relatief grotere kans op aanvaren wordt veroorzaakt door hogere scheepsintensiteiten ter plaatse van het te realiseren platform. Deze verhoogde verkeersintensiteit wordt met name veroorzaakt door vissersactiviteiten. In de scheepsintensiteiten voor de vissers, vergeleken tussen 2017, 2019 en 2021, is een trend zichtbaar waarbij de visactiviteiten zijn toegenomen

ter plaatse van windpark Nederwiek, zie APPENDIX 1. Onbekend is of de AIS-dekking in dit gebied is verbeterd. Wel duidelijk is dat het platform wordt gebouwd in een gebied dat door de jaren heen gebruikt wordt als visgebied, er is geen sprake van tijdelijke visactiviteiten.

In de situatie met het windpark (Nederwiek 1, 2 en 3) daalt deze frequentie naar 4.43E-3 (eens in de 2260 jaar). Deze afname wordt voornamelijk veroorzaakt door het verplaatsen van de niet-route gebonden schepen naar buiten het windpark, waarmee de afstand tot het platform toeneemt. Het effect van de situatie met het windpark heeft zeer beperkt invloed op de aanvaar- en aandrijffrequentie van het routegebonden verkeer omdat alleen de scheepsintensiteiten aan de noordzijde van het windpark iets gewijzigd zijn.

De locatie van het platform is na het uitvoeren van de kwantitatieve analyse met SAMSON gewijzigd en circa 750 meter naar het zuidwesten geschoven. De verwachting is dat het effect hiervan valt binnen de bandbreedte van de aanvaar- en aandrijffrequenties met en zonder windpark. Het platform ligt door de verschuiving dichter bij het verkeersscheidingsstelsel (VSS) en daarmee bij het route gebonden verkeer waardoor de kans met route gebonden verkeer ligt zal toenemen. De kans op aanvaren en aandrijven wordt echter gedomineerd door de aanvaarkans van niet route-gebonden verkeer in het geval dat het windpark nog niet gebouwd is. De gewijzigde positie van het platform ligt daarmee in een vergelijkbare visserij-dichtheid en zal naar verwachting niet substantieel wijzigen.

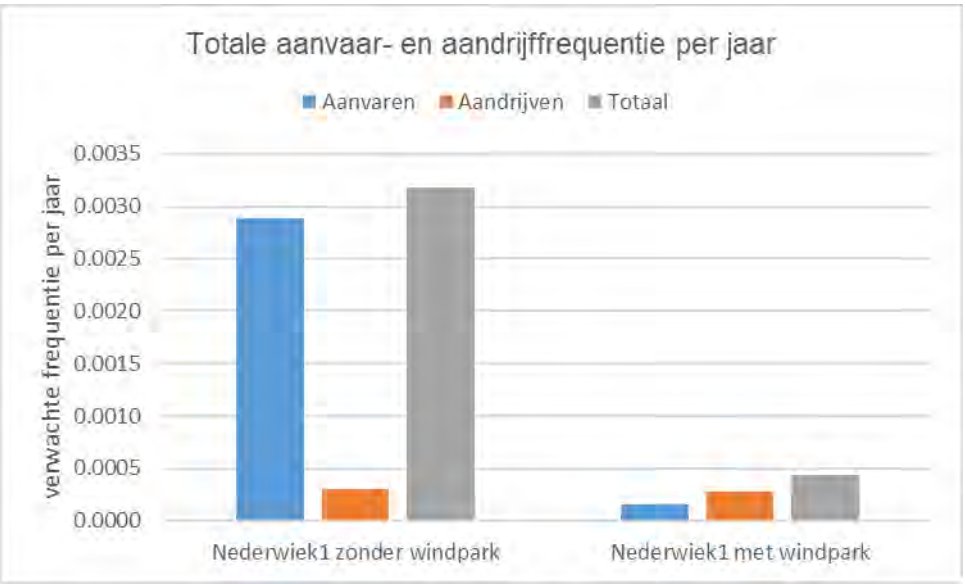
De resultaten van de kwantitatieve analyse zijn uitgerekend met behulp van verkeersdatabases uit een studie naar de cumulatieve effecten van Wind op Zee 2030/2040 [Ref 3.]. Hierin is een oost-west passage in Nederwiek 1 voor recreatievaart nog niet voorzien. Niet bekend is of extra recreatievaart wordt voorzien. In de hier gepresenteerde resultaten wordt onderscheid gemaakt tussen de situatie zonder windpark en een situatie met windpark. Ofwel een situatie waarbij de huidige recreatievaart dicht langs het platform kan varen, versus de situatie dat de huidige recreatievaart naar de randen van het windpark is verplaatst. Het creëren van een oost-west passage, waarbij een gedeelte van het niet-route gebonden verkeer in het park wordt toegestaan, valt daarmee binnen de gehanteerde bandbreedte.

Tabel 2-2 Verwachte aanvaar- en aandrijffrequenties per jaar voor het platform Nederwiek 1

Verkeers-situatie	Platform	Verwachte frequentie per jaar						Totaal
		Aanvaren (rammen)			Aandrijven (driften)			
		Route gebonden	Niet- route gebonden	Totaal	Route gebonden	Niet- route gebonden	Totaal	
Situatie zonder windpark	Nederwiek1	2.47E-05	2.86E-03	2.88E-03	2.45E-04	5.60E-05	3.01E-04	3.18E-03
Situatie met windpark	Nederwiek1	2.35E-05	1.38E-04	1.62E-04	2.46E-04	3.50E-05	2.81E-04	4.43E-04

Tabel 2-3 Verwachte aanvaar- en aandrijffrequenties (eens in de … jaar) voor Nederwiek 1

Verkeers-situatie	Platform	Eens in de … jaar						Totaal
		Aanvaren (rammen)			Aandrijven (driften)			
		Route gebonden	Niet- route gebonden	Totaal	Route gebonden	Niet- route gebonden	Totaal	
Situatie zonder windpark	Nederwiek1	40520	350	347	4089	17850	3327	314
Situatie met windpark	Nederwiek1	42470	7245	6189	4065	28585	3559	2260

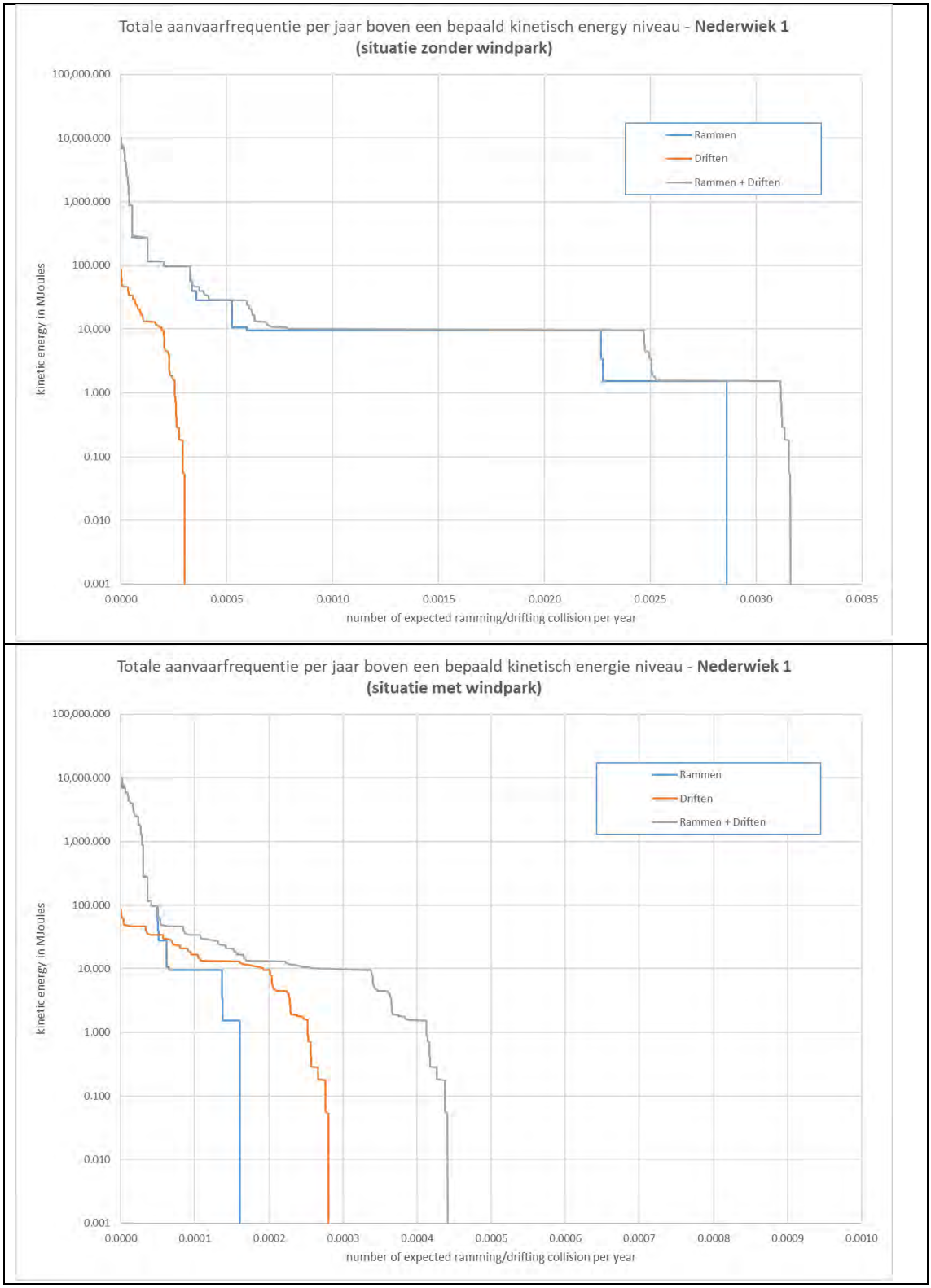


Figuur 2-5 Totale aanvaar- en aandrijffrequentie per jaar voor het platform Nederwiek 1

Tabel 2-4 Totale aanvaar- en aandrijffrequentie per energie klasse

Energie Klasse [MJoules]	Situatie zonder windpark	Situatie met windpark
<1	0.000066	0.000030
1-3	0.000608	0.000047
3-5	0.000033	0.000023
5-10	0.001686	0.000085
10-15	0.000158	0.000092
15-50	0.000290	0.000112
50-100	0.000137	0.000012
100-200	0.000078	0.000005
>200	0.000126	0.000036
Totaal	0.003182	0.000443

Tenslotte is op basis van de massa en de verwachte snelheid van de schepen die het platform aanvaren of aandrijven de kinetische energie bepaald tijdens de aanvaring of aandrijving. Deze energie geeft een indicatie van de mogelijke gevolgschade aan het platform. In Tabel 2-4 is de totale frequentie per energieklasse weergegeven. In Figuur 2-6 zijn de verdelingen grafisch weergegeven.



Figuur 2-6 Totale aanvaarfrequentie boven een bepaald kinetisch energie niveau (boven in de situatie zonder windpark, onder in de situatie met windpark)

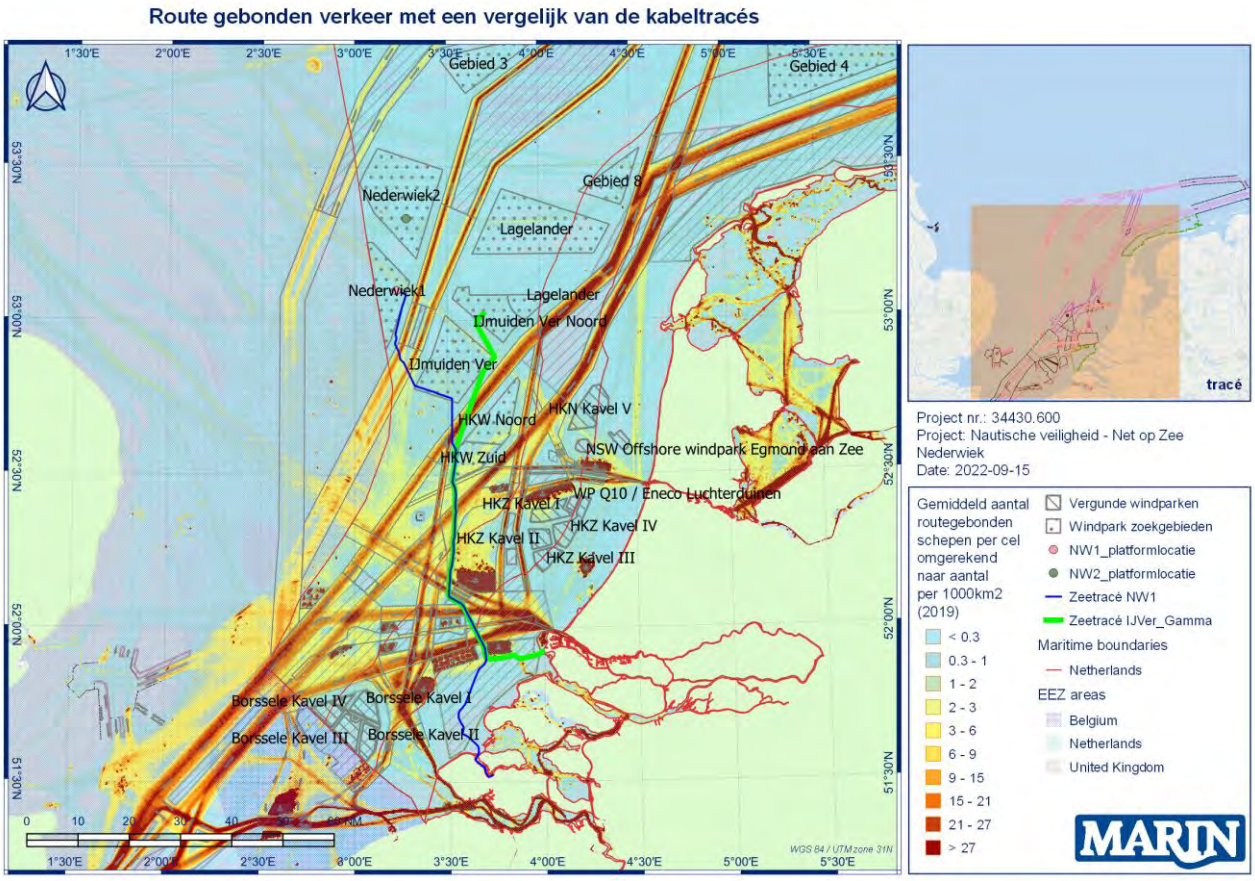
3 ANALYSE SCHEEPSVAARTVEILIGHEID BIJ AANLEG KABELTRACÉ

3.1 Inleiding

Onderdeel van de m.e.r. procedure voor de export kabel van windenergiegebied Nederwiek 1, is het onderzoeken van het effect van de aanleg en onderhoud van het offshore deel van kabel op de scheepvaartveiligheid.
Voor het huidige onderzoek is de studie naar IJmuiden Ver Gamma [Ref 4.] als uitgangspunt genomen omdat de tracés voor een groot gedeelte vergelijkbaar zijn, zie ook Figuur 3-1. Hierbij is gebruikt gemaakt van AIS-data van 1 januari 2019 tot en met 31 december 2020. De tracés zijn niet geheel vergelijkbaar, de verschillen zijn:

- De kabels gaan niet bij de Maasvlakte aan land maar via het Veerse Meer;
- Het verkeersscheidingstelsel (VSS) ten zuiden van IJmuiden Ver wordt onder een andere hoek overgestoken;
- Voor Nederwiek 1 is sprake van een extra kruising van de VSS (de oostelijke diepwaterroute) tussen IJmuiden Ver en Nederwiek 1.

Daar waar de studie naar de kabels voor IJmuiden Ver Gamma niet toereikend is, is gebruikt gemaakt van de intensiteiten per link/scheepvaartroute uit de cumulatieve studie met een doorkijk naar 2040 [Ref 3.]. Daarnaast zijn de intensiteiten geverifieerd met binnen MARIN beschikbare passages op basis van AIS-data van 1 januari 2020 tot en met 31 december 2021. Bij relevante afwijkingen tussen deze bronnen is gekozen voor het hoogste aantal passages als zijnde het worst-case scenario.



Figuur 3-1 Weergave routegebonden verkeer met tracés Nederwiek 1 en IJmuiden Ver Gamma

3.2 Werkwijze

Voor het bepalen van de effecten op de scheepvaart tijdens de aanleg wordt gekeken naar de locaties waar de kabel drukke bestaande (en eventueel toekomstige) verkeersroutes kruist.

Per kruising is de verkeersintensiteit over de relevante verkeersbaan weergegeven. Daarnaast zijn per kruising enkele relevante parameters bepaald:

- het totaal aantal passerende schepen (routegebonden) per jaar
- het verwachte aantal passerende schepen (routegebonden) per dag en per uur
- lengte van de aanlegroute in de vaarbaan
- tijd in uren in de vaarbaan van de schepen die de kabel aanleggen, gebaseerd op een vaarsnelheid van 0,1 knopen
- het aantal verwachte ontmoetingen met passerende scheepvaart tijdens de aanleg in de verkeersbaan.

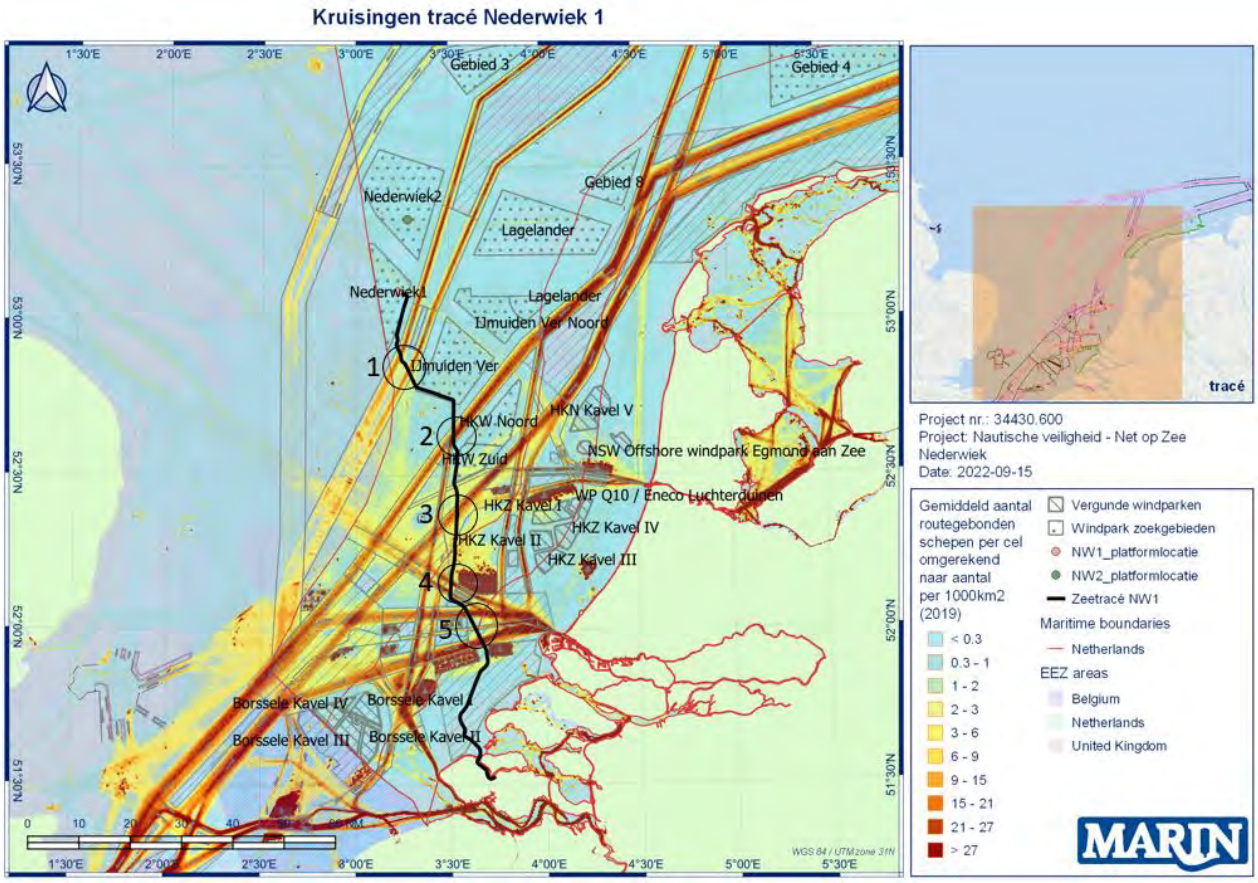
Naast de cijfers is ook gekeken naar de mogelijke andere factoren die een rol kunnen spelen in de beoordeling, zoals de passage van een voorzorggebied of haveningang.

De getallen en factoren zijn samengevat in een tabel. In de tabel is per kruising weergegeven hoeveel routegebonden schepen er passeren per jaar, gemiddeld per dag en per uur. Hierbij is aangenomen dat de verdeling over de tijd van de schepen uniform is, dit betekent dat de schepen evenredig verdeeld over de tijd passeren.

Vervolgens is een schatting gedaan van de lengte van de kruising, dit is dus niet de breedte van de vaarweg, maar de lengte van het kabeltracé in de vaarbaan. Aangenomen is dat de verwachte gemiddelde vaarsnelheid van het aanlegkonvooi van het kabeltracé rond de 0,1 knopen is. Hiermee is bepaald hoe lang het konvooi waarschijnlijk in de vaarbaan zal zijn. Dit is vervolgens gebruikt om te bepalen hoeveel schepen het konvooi waarschijnlijk tegen zal komen. Het gaat hierbij dus om een grove inschatting. Er is bijvoorbeeld aangenomen dat het verkeer dat passeert ’s nachts en overdag gelijk is. Ook is er geen rekening gehouden met eventuele seizoen effecten.
Ten slotte is er per kruising nog aangegeven of de vaarweg eenrichtings- of tweerichtingsverkeer bevat of dat er andere bijzonderheden zijn ten aanzien van de kruising.

3.3 Beoordeling: Kabeltracé Nederwiek 1

In Figuur 3-2 is het volledige offshore deel van de kabel naar Nederwiek 1 weergegeven, daarnaast is ook de verkeersdichtheid van het route gebonden verkeer zichtbaar. Op basis van deze dichtheid en de analyses uitgevoerd in 2021 [Ref 5.] en 2022 [Ref 4.] zijn 5 gebieden aangewezen waar de kabel een drukke vaarbaan kruist, deze zijn aangegeven in de figuur. Voor deze 5 gebieden zijn in Tabel 3-1 de verschillende kengetallen weergegeven waarop de beoordeling gebaseerd is.



Figuur 3-2 Kabeltracé Nederwiek 1, verkeersdichtheid route gebonden verkeer inclusief de 5 gebieden waar het kabeltracé de drukke verkeersbanen kruist.

Tabel 3-1 Overzicht factoren voor de effect beoordeling op de scheepvaartveiligheid in de aanlegfase kruispunten

Nederwiek 1	Passages route gebonden schepen totaal per jaar	Gem aantal passages per dag	Gem aantal passages per uur	Lengte kruising [nm]	uur in de vaar baan[4]	Aantal mogelijke ontmoetingen	Opmerkingen
Gebied 1: Oostelijke diepwater route	12624	35	1.44	8.0	80	115	Twee gescheiden VSS vaarbanen in twee richtingen
Gebied 2: Zuid gaande VSS	14426	40	1.6	4.1	41	68	Eenrichting-verkeersvaarbaan
Gebied 3: Noordgaande VSS en passage voorzorgsgebied	17032	47	1.9	11.6	116	154	Totale kruising van een eenrichting verkeersbaan en twee tweerichting-verkeersvaarbanen
Gebied 4: VSS Maas Noord	14316	39	1.6	4.0	40	33	Twee gescheiden eenrichting VSS, smalle vaarbanen met weinig tot geen uitwijkmogelijkheden door ankergebied
Gebied 5: Kruising approach Rotterdam	29803	82	3	9	94	115	Totale kruising van twee eenrichting verkeersbaan in voorzorgsgebied Maas Center. Inclusief extra kruising diepwaterroute
Totaal	**88201**	**242**	**10.1**	**37.1**	**371**	**485**	**-**

Observaties en beoordeling:

- Totaal aantal gepasseerde individuele vaarbanen: 10 (binnen 5 gebieden, 2 kruisingen binnen aanloop richting Rotterdam).
- Totale geschatte uren in de verschillende vaarbanen: 371 uur.
- Totaal aantal geschatte “ontmoetingen” met schepen in de vaarbaan tijdens de aanleg: 485.
- De kruising ver op zee (gebied 2) is overzichtelijk en er is voldoende uitwijkmogelijkheid. Dit geldt in mindere mate voor gebied 1 waarbij sprake is van tweerichtingsverkeer en splitsing van vaarwegen bij de separatiezone ‘Nabij Bruine Bank’.
- Het kabeltracé passeert de grens van het voorzorgsgebied Rijnveld (gebied 3). Binnen dit gebied komen verschillende vaarroutes samen vanuit verschillende richtingen. Tijdens een expert sessie begin 2020 is door de experts aangegeven dat dit een complex vaargebied is waarbij verschillende vaarroutes kruisen [Ref 2.]. Echter staat het gebied wel als voorzorgsgebied op de kaart aangeven wat maakt dat men meer alert is.
- De kruising van het verkeersscheidingsstelsel (VSS) Maas Noord West (gebied 4) wordt door experts als zeer complex omschreven [Ref 2.]. VSS Maas Noord West bestaat uit twee relatief smalle gescheiden vaarwegen (beide 1.3 nm) met aan de noordkant een druk bezet ankergebied (Ankergebied 5). Er is dus weinig tot geen mogelijkheid tot uitwijken. Het oordeel van de expert tijdens de sessie was gebaseerd op een variant waarbij de VSS haaks werd overgestoken. Het kabeltracé beschouwd binnen deze aanvulling kruist de VSS onder een schuinere hoek met als effect dat het konvooi langer in het gebied zal zijn.
- De kruisingen binnen het voorzorgsgebied Maas center (gebied 5), vinden plaats in de drukke aanloop van en naar Rotterdam, maar dit gebied wordt goed gemonitord vanuit de VTS (vessel traffic service).

[4] Bij aangenomen vaarsnelheid van aanlegkonvooi van 0,1 kn

4 CONCLUSIES

4.1 Aanvaar- en aandrijfrisico's platform

Voor het platform binnen Nederwiek is gekeken naar het effect van de aanwezigheid van het platform op de scheepvaartveiligheid. Hierbij zijn de resultaten weergegeven voor twee verschillende verkeersscenario's:

- De situatie zonder dat het windpark erom heen gebouwd is (huidige situatie). Hierbij is het uitgangspunt dat er geen beperkingen zijn voor de scheepvaart om te varen in het gebied, anders dan de 500m veiligheidszone rond het platform.
- De situatie waarbij het windpark gebouwd is (situatie met windpark). Hierbij is uitgegaan van het huidige beleid aangaande de doorvaart door windparken. Het uitgangspunt is dat schepen alleen door het windpark mogen varen in vooraf vastgestelde passages (schepen tot 46m). Overig verkeer, uitgezonderd bestemmingswerkverkeer, mag niet in de parken varen.

De totale aanvaar- en aandrijffrequentie voor het Nederwiek 1 platform is 3.18E-3 per jaar in de situatie zonder windpark, dit is eens in de 314 jaar, en wordt met name veroorzaakt door een hoge intensiteit van aanwezige vissers. In de situatie met het windpark daalt deze frequentie naar 4.43E-3 (eens in de 2260 jaar). Deze afname wordt voornamelijk veroorzaakt door de afname van de aanvaarfrequentie voor niet-routegebonden schepen. Deze schepen varen in de situatie met het windpark verder van het platform af. Het creëren van een oost-west passage, waarbij een gedeelte van het niet-route gebonden recreatie verkeer in het park wordt toegestaan, valt daarmee binnen de gepresenteerde bandbreedte.

Het effect van het offshore platform binnen windpark Nederwiek op de scheepvaartveiligheid is gering in de fase waarbij het platform volledig "omringd" is door het windpark maar negatief in de fase waarbij nog geen restricties bestaan voor het huidige scheepvaartverkeer. Met name de intensiteit van vissers ter plaatse van het platform is een aandachtspunt.

4.2 Scheepvaartveiligheid bij aanleg kabeltracé

In totaal zijn 10 kruisingen met individuele vaarbanen beoordeeld. De kruisingen binnen het voorzorgsgebied Maas center, vinden plaats in de drukke aanloop van en naar Rotterdam, maar dit gebied wordt goed gemonitord vanuit de VTS. De kruising langs het voorzorgsgebied Rijnveld is complexer. Echter de kruising van het VSS Maas Noord West op de locatie vlak bij het ankergebied werd door experts als zeer complex aangewezen, mede door de beperkte uitwijkmogelijkheden. De kruisingen ver op zee zijn meer overzichtelijk en er zijn meer uitwijkmogelijkheden. De kruising (gebied 1) met de oostelijke diepwater route, nabij separatiezone 'Nabij Bruine Bank' is minder overzichtelijk dan de kruising bij de zuidgaande VSS (gebied 2) in verband met twee richtingsverkeer en splitsende dan wel samenvoegende vaarbanen.
Het totaal aantal mogelijke ontmoetingen met schepen in de vaarbanen wordt geschat op 485. Daarmee wordt het effect op de scheepvaartveiligheid als negatief ingeschat.

REFERENTIE

[Ref 1.] J.T.M. van Doorn, A.M. Duursma, Y. Koldenhof, J. Valstar

WIND OP ZEE 2030: Gevolgen voor scheepvaartveiligheid en mogelijke mitigerende maatregelen.

MARIN, 31132-3-MSCN-rev.1.0, 13 mei 2019

[Ref 2.] Y. Koldenhof

Input effectbeoordeling scheepvaartveiligheid IJmuiden Ver (Versie 1.1)

MARIN, 32563_MEMO_EffectenScheepvaartveiligheid_IJmuidenVer_v1.1, 16 april 2020

[Ref 3.] Y. Koldenhof

SAMSON-analyse Wind op Zee; versnellingsopgave 2030 met doorkijk naar 2040

MARIN, 31797-1-MO-rev.1.0, augustus 2022

[Ref 4.] A. Nap

Veiligheidsstudie aspect nautische veiligheid – Net op zee IJmuiden Ver Gamma

MARIN, 33904-1-MO-rev.1.1, 24 mei 2022

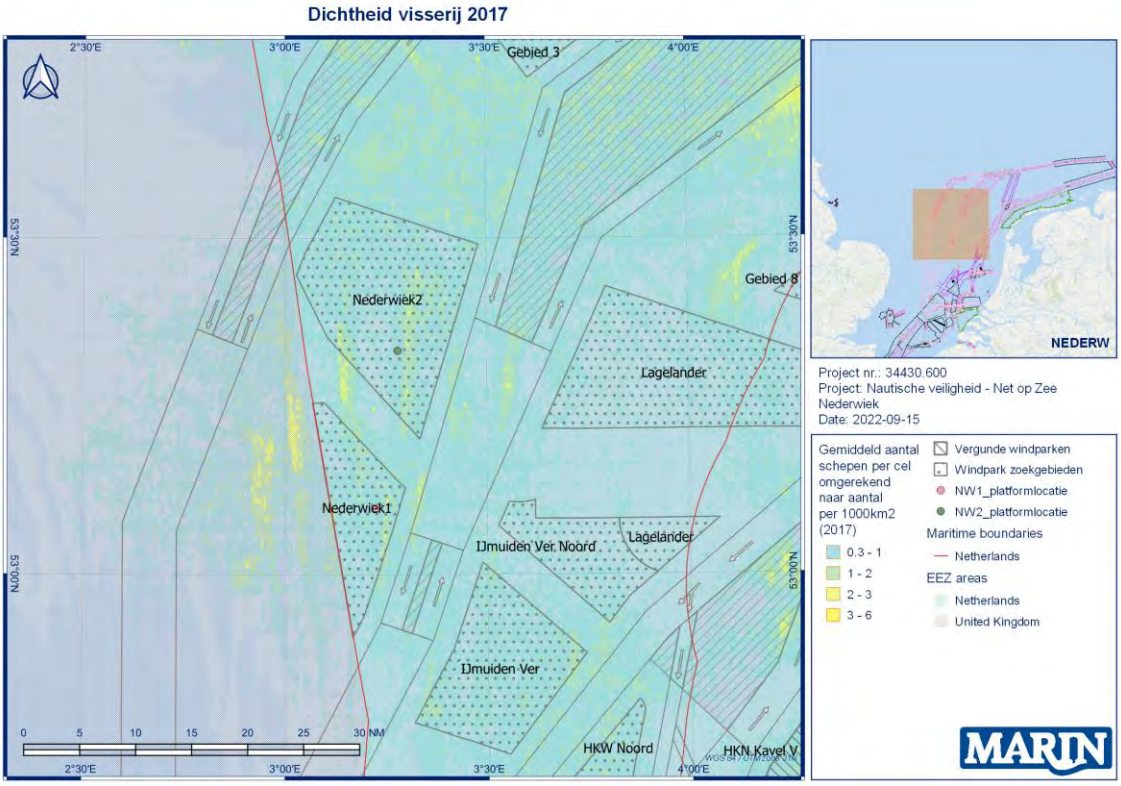
[Ref 5.] Y. Koldenhof

Nautical Risk Assessment of the Offshore Cable: IJmuiden Ver (Alpha, Beta, Gamma and Deltas)

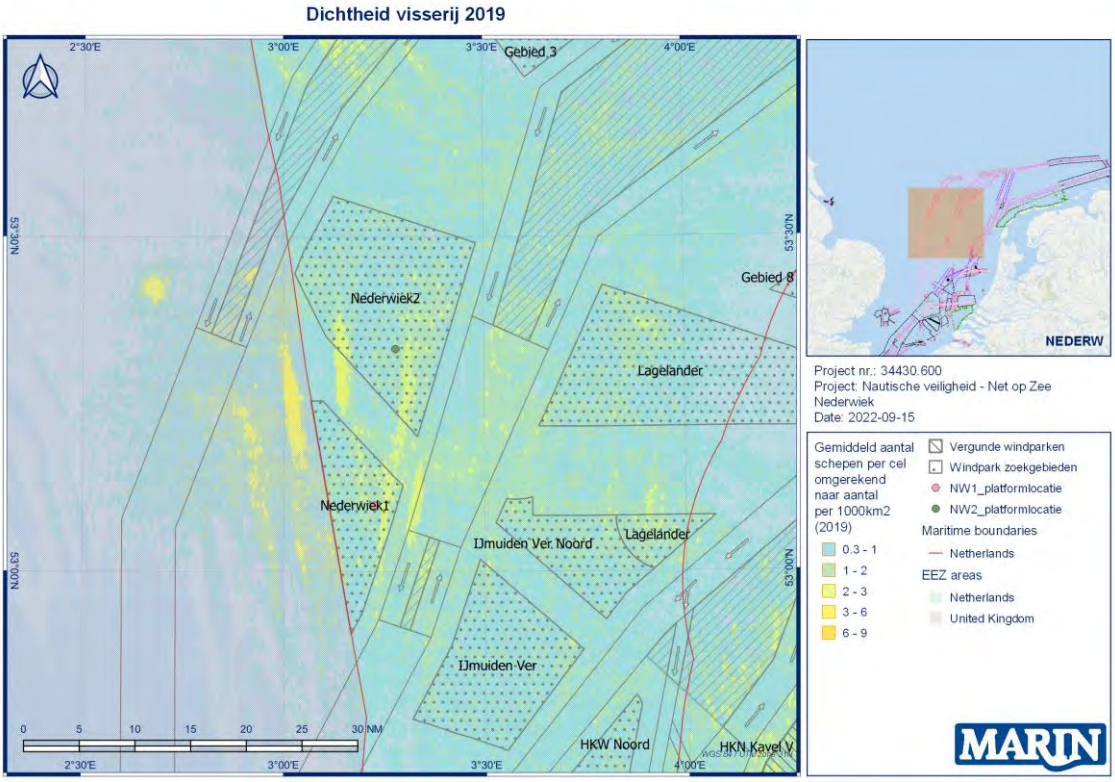
MARIN, 33889-1-MO-rev.0.2, 28 March 2022

APPENDICES

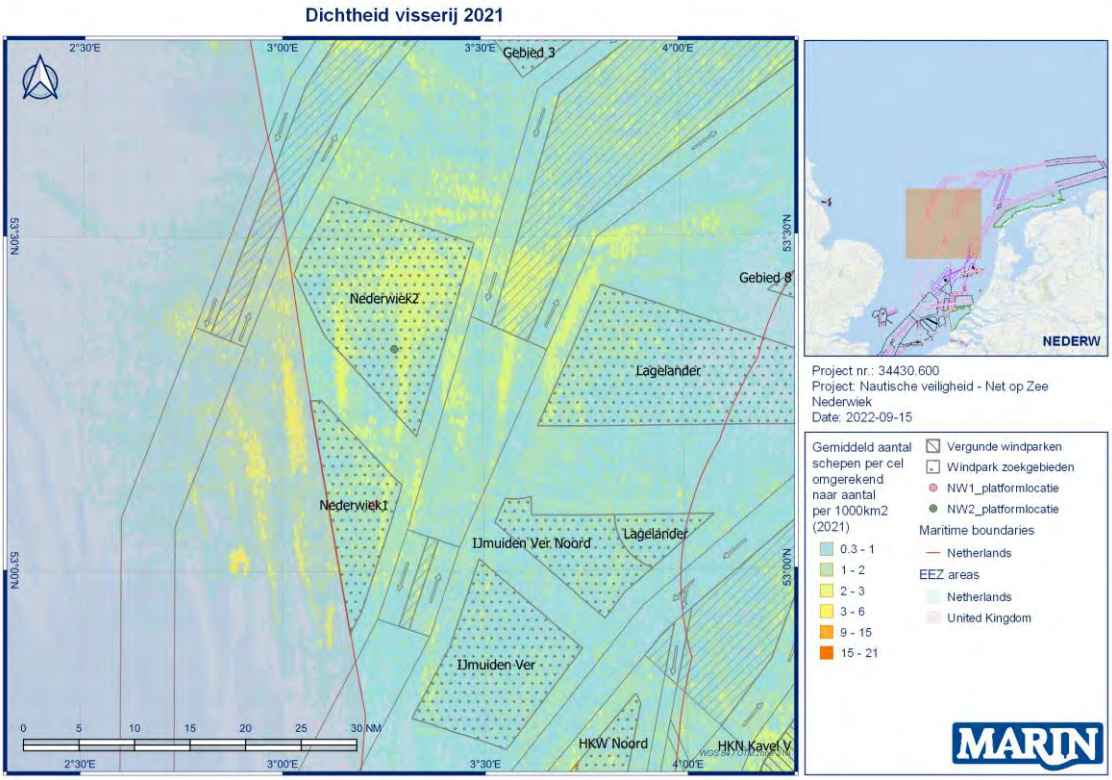
APPENDIX 1 DICHTHEDEN SCHEEPVAARTVERKEER VISSERIJ



Figuur A1-1 Dichtheid visserij in 2017



Figuur A1-2 Dichtheid visserij in 2019



Figuur A1-3 Dichtheid visserij in 2021

MARIN
P.O. Box 28

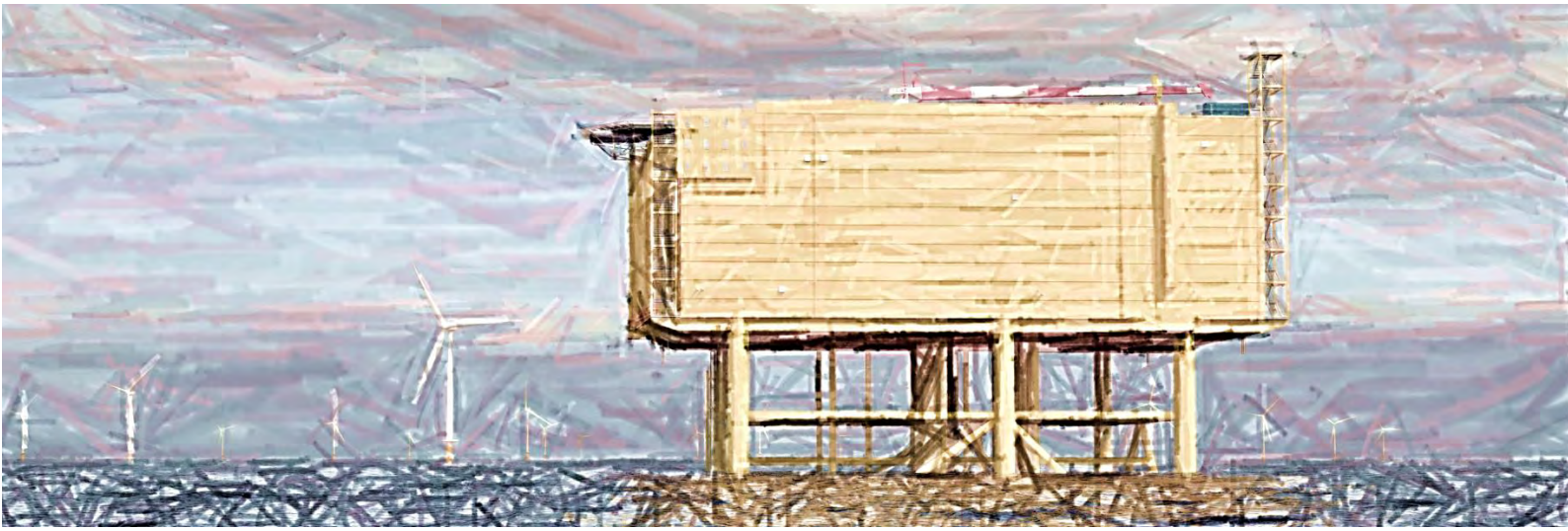
6700 AA Wageningen
The Netherlands

T +31 317 49 39 11
E info@marin.nl

I www.marin.nl

Net op zee Nederwiek 1

Bijlage XII-A Stabiliteit waterkeringen



Datum: 05-07-2023
Versienummer: 1.0
Status: Definitief

In opdracht van:

INHOUDSOPGAVE

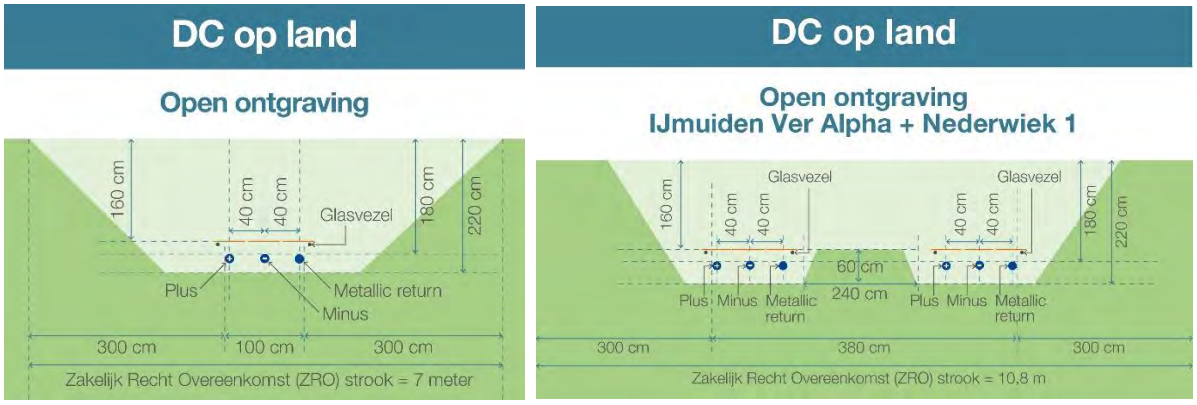
1 Inleiding 2
2 Achtergrond en gegevens 3
2.1 Deeltracé A1 – Veerse Gatdam 5
2.2 Deeltracé A2 – Spoorlijn en A58 7
2.3 Deeltracé A3 – Westelijk N254 8
2.4 Deeltracé A4 – Westelijk N62 10
2.5 Deeltracé A5 – Aansluiting met converterstation 12
2.6 Converterstation 12
3 Beoordeling per deelgebied 14
3.1 Beoordeling deeltracé A1 – Veerse Gatdam 14
3.2 Beoordeling deeltracé A2 – Spoorlijn en A58 15
3.3 Beoordeling deeltracé A3 – Westelijk N254 15
3.4 Beoordeling deeltracé A4 – Westelijk N62 17
3.5 Beoordeling deeltracé A5 – Aansluiting met converterstation 17
3.6 Beoordeling converterstation 18
4 Conclusie 20
Colofon 21

1 Inleiding

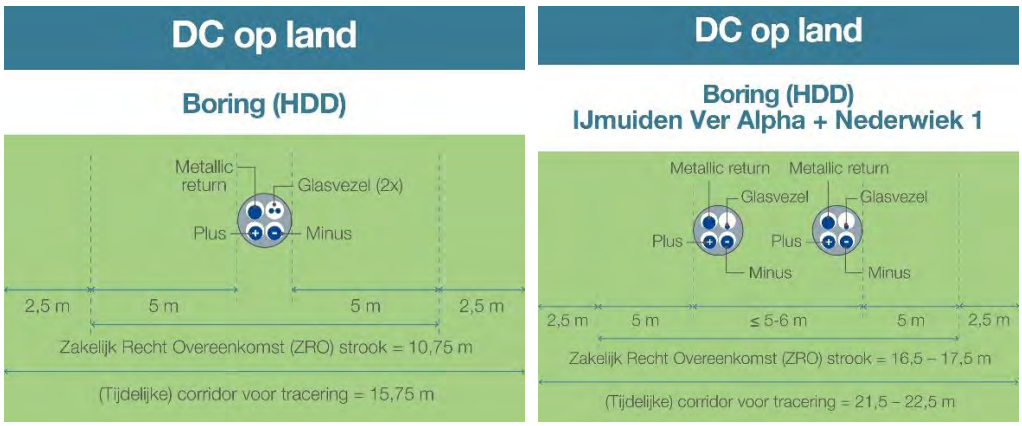
Deze rapportage betreft een quickscan van de onderdelen van het Net op zee Nederwiek 1 in of nabij waterkeringen. Het betreft het kabeltracé waar deze waterkeringen kruist of parallel daaraan loopt en in de beschermingszones van deze keringen valt. Daarnaast is ook de locatie van het converterstation onderzocht. Hiervoor is het wenselijk om vooraf en op hoofdlijnen (zonder vergaande inhoudelijke berekeningen) helder te hebben of en waar significante effecten zijn te verwachten met waterveiligheid.

Op basis van expert judgement is in deze memo beoordeeld of er aanleiding is om effecten te verwachten met betrekking tot het aspect waterveiligheid. Een aantasting van de stabiliteit van een waterkering kan een negatief effect hebben op waterveiligheid en daarmee op het overstromingsrisico van gebieden beschermd door waterkeringen. In de waterveiligheidsbeoordeling is onderscheid gemaakt tussen twee situaties, namelijk de aanlegfase en de gebruiksfase. Daarnaast is er met betrekking tot het kabeltracé op land gekeken naar twee manieren van aanleg, namelijk door middel van:

- Open ontgravingen (zie Figuur 1 voor dwarsprofiel) en;
- Boringen (zie Figuur 2, langsdoorsnede zijn locatie specifiek).



Figuur 1 Dwarsprofiel met afmetingen open ontgraving en open ontgraving i.c.m. Net op zee IJmuiden Ver Alpha



Figuur 2 Dwarsprofiel en onderlinge afstand bij boringen en boringen i.c.m. Net op zee IJmuiden Ver Alpha

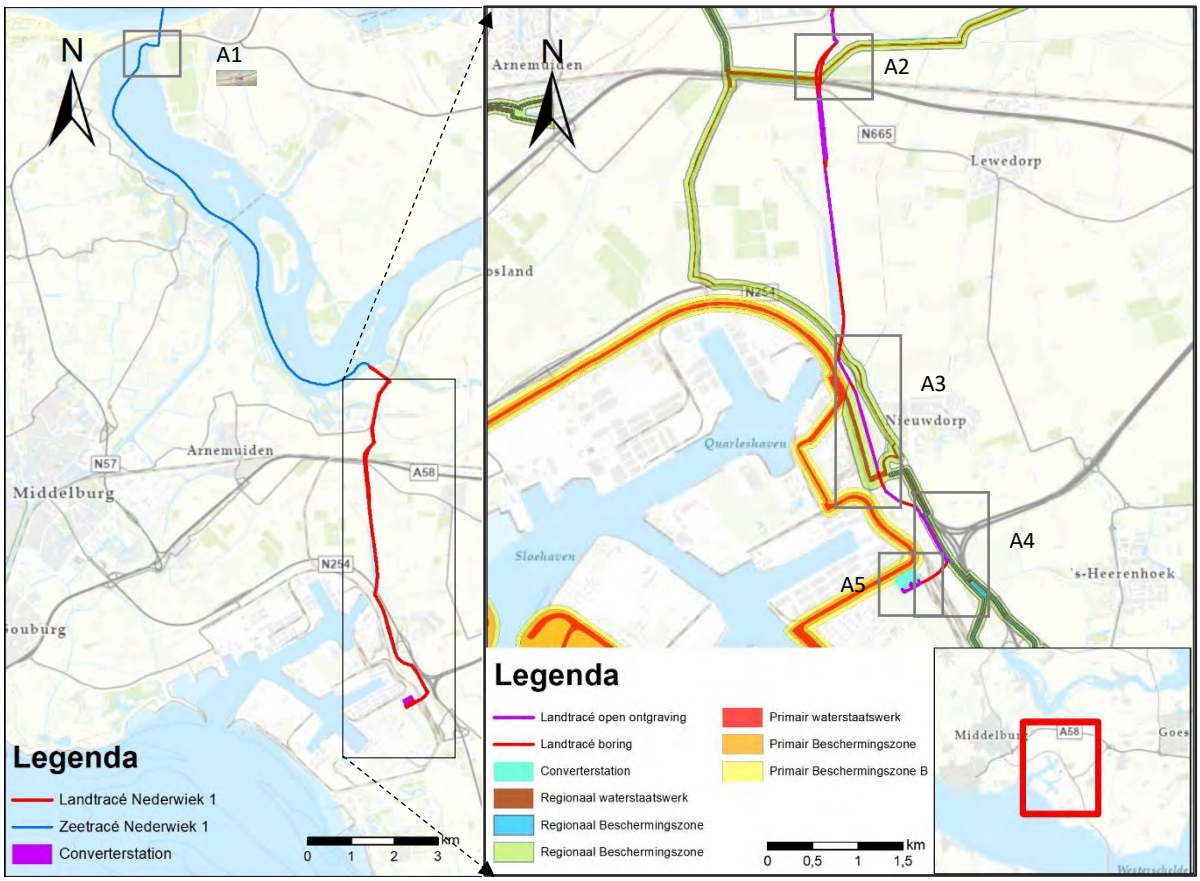
Met name de boringen die onder de waterkering doorlopen, hebben in potentie de grootste bijdrage in het vergroten van het overstromingsrisico. De boringen onder waterkeringen door, maar ook degene die parallel lopen aan een waterkering, zijn echter al deels in detail uitgewerkt (en beoordeeld) of worden volgens de geldende NEN-normen (NEN3650/3651) uitgewerkt. Hieruit kan geconcludeerd worden dat de boringen voor het Net op zee Nederwiek 1 met hun in- en uittredepunt nagenoeg altijd buiten de beschermingszone (of beschermingszone A) vallen en de kans op een significante bijdrage aan de overstromingskans verwaarloosbaar is. Bij de uitwerking van de boringen die een waterkring kruisen is ook expliciet aandacht besteed aan het voorkomen van het vergroten van de kans op kwel dan wel *piping*. Daarbij is er verschil tussen de situaties waar de kering direct buitenwater (tijdens stormcondities) moet keren en de situaties waarbij de kering aan beide zijden droog is (in geval van enkele regionale keringen). Hier is in de volgende paragrafen nader op in gegaan.

Tevens zijn, waar mogelijk relevant geacht, de cumulatie van effecten meegenomen die kunnen ontstaan door de aanleg van Net op zee IJmuiden Ver Alpha die een vergelijkbaar kabeltracé volgt, zie Figuur 3.

2 Achtergrond en gegevens

Het kabeltracé van het Net op zee Nederwiek 1 komt ter plaatse van de Veerse Gatdam aan op land. Daar kruist het kabeltracé de Veerse Gatdam middels horizontaal gestuurde boringen. Daarna doorkruist het kabeltracé het Veerse Meer in de lengte waarna het kabeltracé op land verder gaat en diverse regionale waterkeringen kruist voordat het kabeltracé nabij de Liechtensteinweg aansluit op het converterstation dat nabij een primaire waterkering is gepland. Voor de beoordeling waterveiligheid waterkeringen is het kabeltracé in deelgebieden opgedeeld, zie genummerde kaders in Figuur 4. Deze deelgebieden zijn in de volgende paragrafen verder beschreven.

Figuur 3 Overzicht kabeltracé Net op zee Nederwiek 1 en parallelle ligging van Net op zee IJmuiden Ver Alpha



Figuur 4 Overzicht boringen en open ontgravingen kabeltracé Net op zee Nederwiek 1 op land met de vijf deelgebieden voor de waterveiligheidsbeschouwing.

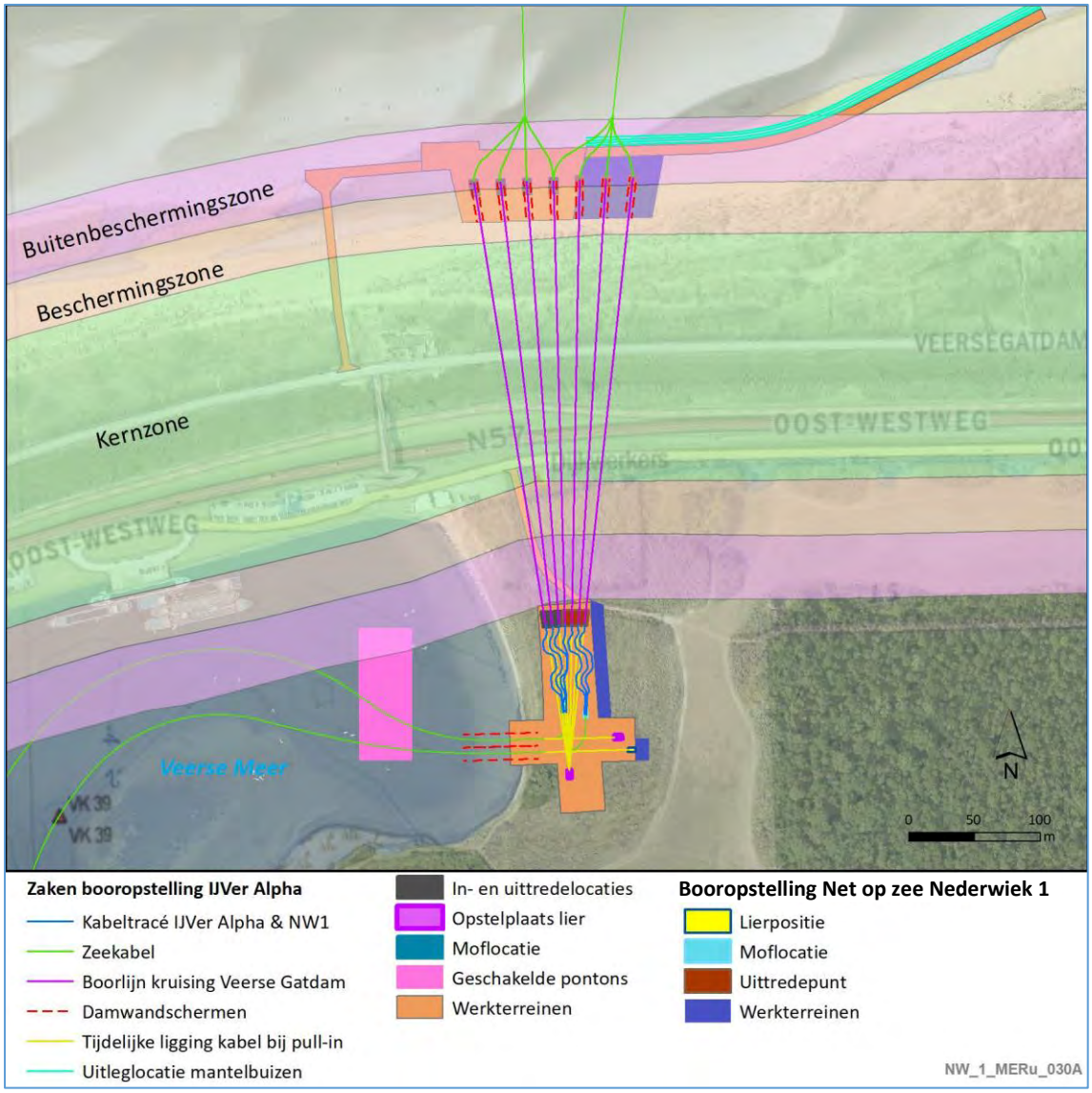
2.1 Deeltracé A1 – Veerse Gatdam

De Veerse Gatdam is een primaire waterkering (traject 29-1) in beheer bij Rijkswaterstaat. Dijktraject 29-1 is in de Waterwet opgenomen en heeft een signaleringswaarde 1:3.000 per jaar[1] en een ondergrenswaarde (maximaal toelaatbare overstromingskans) van 1:1.000 per jaar. De Veerse Gatdam keert het Noordzeewater en voorkomt hoge waterstanden in het achterliggende gebied, onder andere het Veerse Meer.

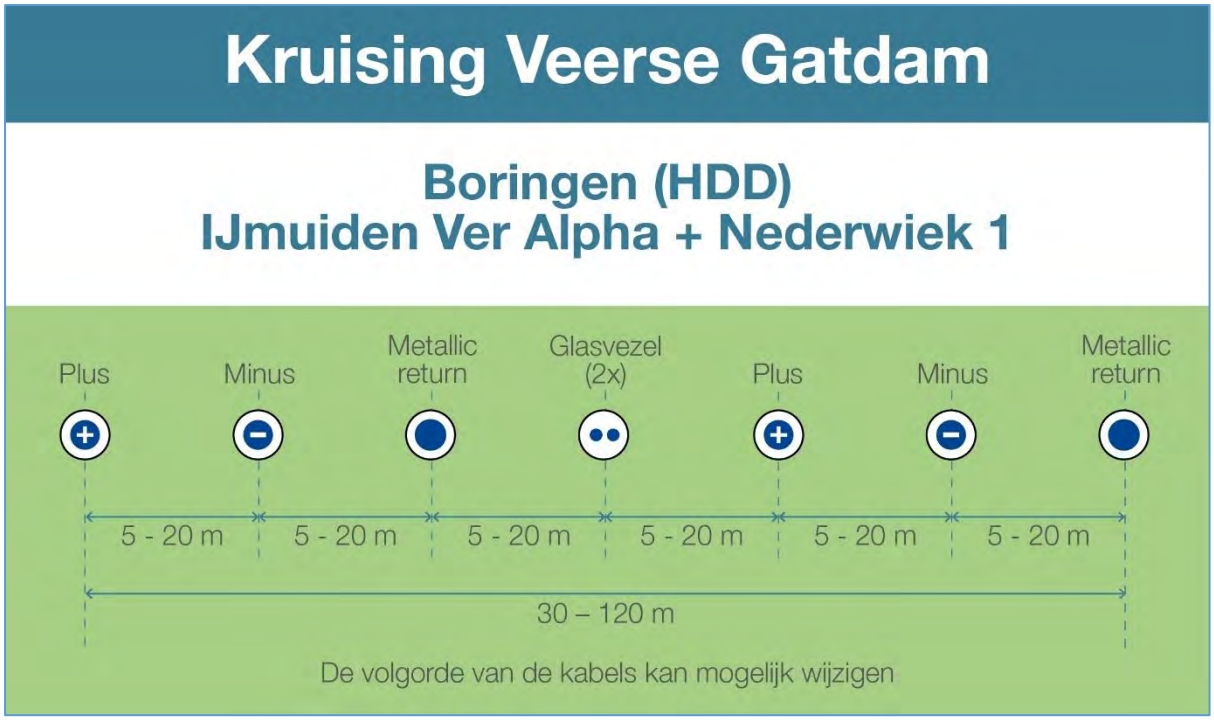
Bij de kruising van de Veerse Gatdam komen drie kabels van het Net op zee Nederwiek 1 ieder in een aparte boring te liggen (vergelijkbaar met de vier kabels van Net op zee IJmuiden Ver Alpha). De vierde kabel, de glasvezelkabel, van Net op zee Nederwiek 1, wordt gecombineerd met een andere kabel in één van de mantelbuizen. De kruising onder de waterkering door wordt uitgevoerd met mantelbuizen waarin de kabels zullen worden aangelegd. Dit is uitvoerig beschreven in het rapport "Aanlanding kabels bij Veerse Gatdam, Nederwiek 1", rapport 11208418-002-GEO-0001, versie 2.0 van 20-12-2022. De kabels zullen worden geïnstalleerd in drie mantelbuizen met een diameter van circa 450 mm. De mantelbuizen worden door middel van parallelle horizontaal gestuurde boringen aangelegd, ze hebben een lengte van circa 340 m. Het bovenaanzicht van de aanlandingslocatie is in Figuur 5 weergegeven. De dwarsdoorsnede is weergegeven in Figuur 6. Voor de glasvezelverbinding van Net op zee Nederwiek 1 wordt gebruik gemaakt van één van de andere mantelbuizen, waardoor de glasvezelkabel gecombineerd met een andere kabel komt te liggen. De intredepunten van de

[1] https://wetten.overheid.nl/BWBR0025458/2021-01-01

boringen ten zuiden van de Veerse Gatdam bevinden zich in het achterland van de waterkering buiten de beschermingszone van de kering. De uittredepunten bevinden zich in het voorland van de waterkering buiten de 'beschermingszone' (en valt in de 'buitenbeschermingszone').



Figuur 5 Bovenaanzicht horizontaal gestuurde boringen met de kruising Veerse Gatdam met de boring voor Net op zee IJmuiden Ver Alpha en Net op zee Nederwiek 1

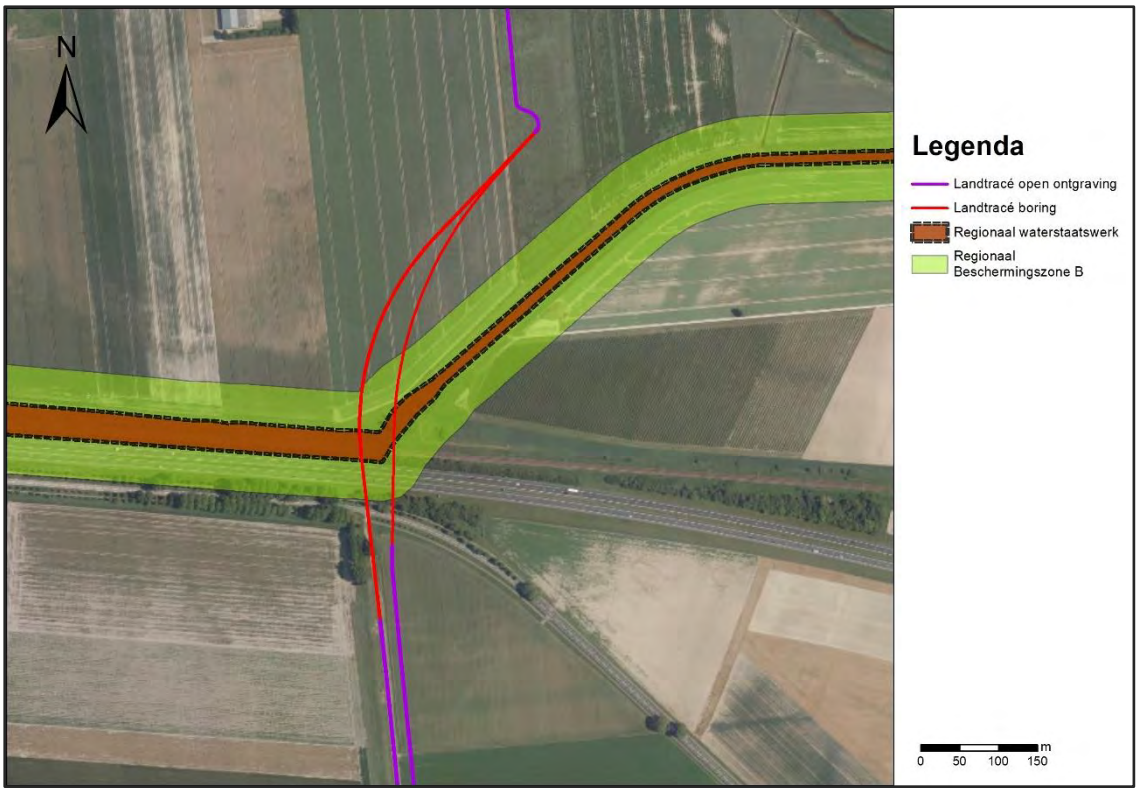


Figuur 6 Indicatieve dwarsdoorsnede horizontaal gestuurde boringen Veerse Gatdam Net op zee IJmuiden Ver Alpha (linker 3) en Net op zee Nederwiek 1 (rechter drie). Ter indicatie is de middelste boring t.b.v. glasvezel voor Net op zee IJmuiden Ver Alpha en Net op zee Nederwiek 1 gecombineerd. Ook andere combinatiemogelijkheden zijn hier mogelijk.

2.2 Deeltracé A2 – Spoorlijn en A58

Het kabeltracé verlaat het Veerse Meer aan de zuidzijde nabij De Piet en gaat in zuidelijke richting naar de spoorlijn en de A58, waar het tevens de regionale kering kruist. Het kabeltracé valt daar samen met de regionale waterkering (voorheen een primaire waterkering die recentelijk is afgewaardeerd naar regionale waterkering). Het kabeltracé wordt met een boring aangelegd waarbij zowel het in- als uittredepunt van de boring ruim buiten beschermingszone B ligt. De waterkering is in beheer bij waterschap Scheldestromen en keert niet direct water. Het is een voormalige primaire kering die is afgewaardeerd naar regionale kering en eventuele hoge waterstanden vanaf het Veerse Meer kan keren of door compartimentering grootschaligere overstromingen kan voorkomen.

Aan de zuidzijde van de regionale kering bevindt zich de Zeedijk van de Jacobapolder. Dit (voormalige) dijktracé heeft geen status van primaire waterkering of regionale waterkering en is dan ook niet in deze memo als zodanig opgenomen.



Figuur 7 Ligging van het tracé met begin en eind van de boring buiten beschermingszones B

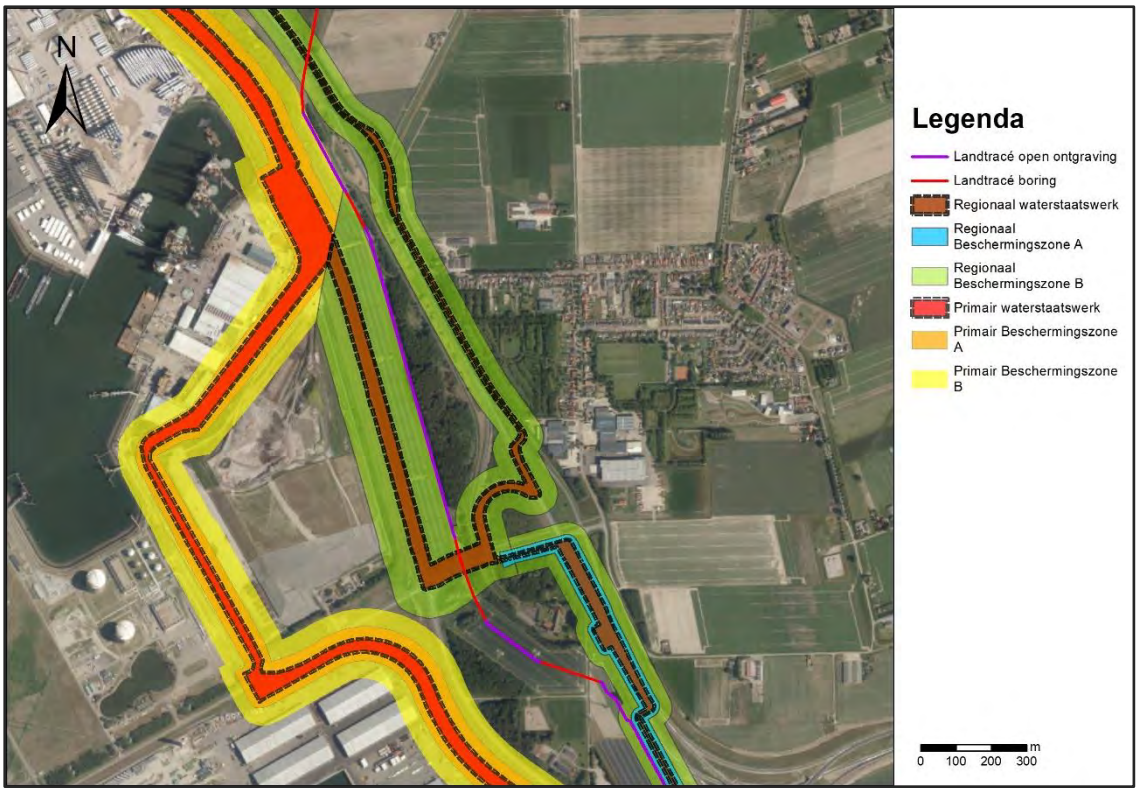
2.3 Deeltracé A3 – Westelijk N254

Het deeltracé A3 gaat met een boring onder de regionale kering door, zie Figuur 8. De boring (A3.1, zie Figuur 8) start in beschermingszone B van de regionale kering en passeert vervolgens de kering en beide beschermingszones van de regionale waterkering. De boring eindigt echter in de beschermingszone B (7 m naast de buitenrand ervan) van de primaire waterkering. Het betreft de beschermingszone van traject 29-4 uit de Waterwet met een signaleringswaarde én ondergrens van 1:1.000 per jaar[2]. De primaire kering keert direct het buitenwater van de haven van Vlissingen-Oost.

Het kabeltracé vervolgt richting het zuiden waar het deels samenvalt met de beschermingszone van de primaire waterkering (maximaal 7 m vanaf de buitenkant van de 50m brede zone). Een deel zal ook met een boring worden uitgevoerd, maar hier valt het kabeltracé buiten de Beschermingszone B van de primaire waterkering.

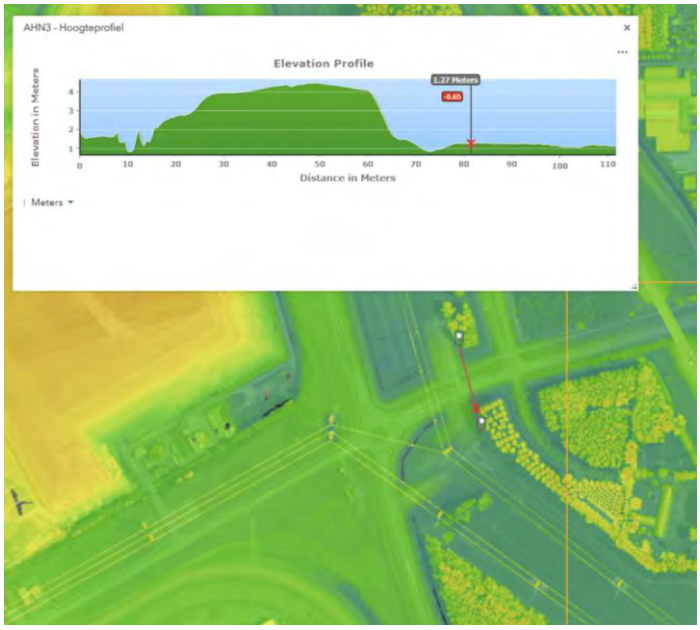
Het kabeltracé volgend naar het zuiden, blijft deze (maximaal 1 á 2 m) in of op de rand van de 50 m beschermingszone B lopen, maar hier verandert de kering van primaire kering naar een regionale kering. De waterkeringen (primaire en regionaal) zijn in beheer bij waterschap Scheldestromen. De regionale kering betreft een afgewaardeerde primaire waterkering (voormalige scheidingsdijk tussen dijkring 29 en dijkring 30) en keert geen direct buitenwater.

[2] https://wetten.overheid.nl/BWBR0025458/2021-07-01



Figuur 8 Locatie aanduiding met twee boringen onder regionale keringen en parallel tracé net in of buiten beschermingszone B (van primaire en regionale kering)

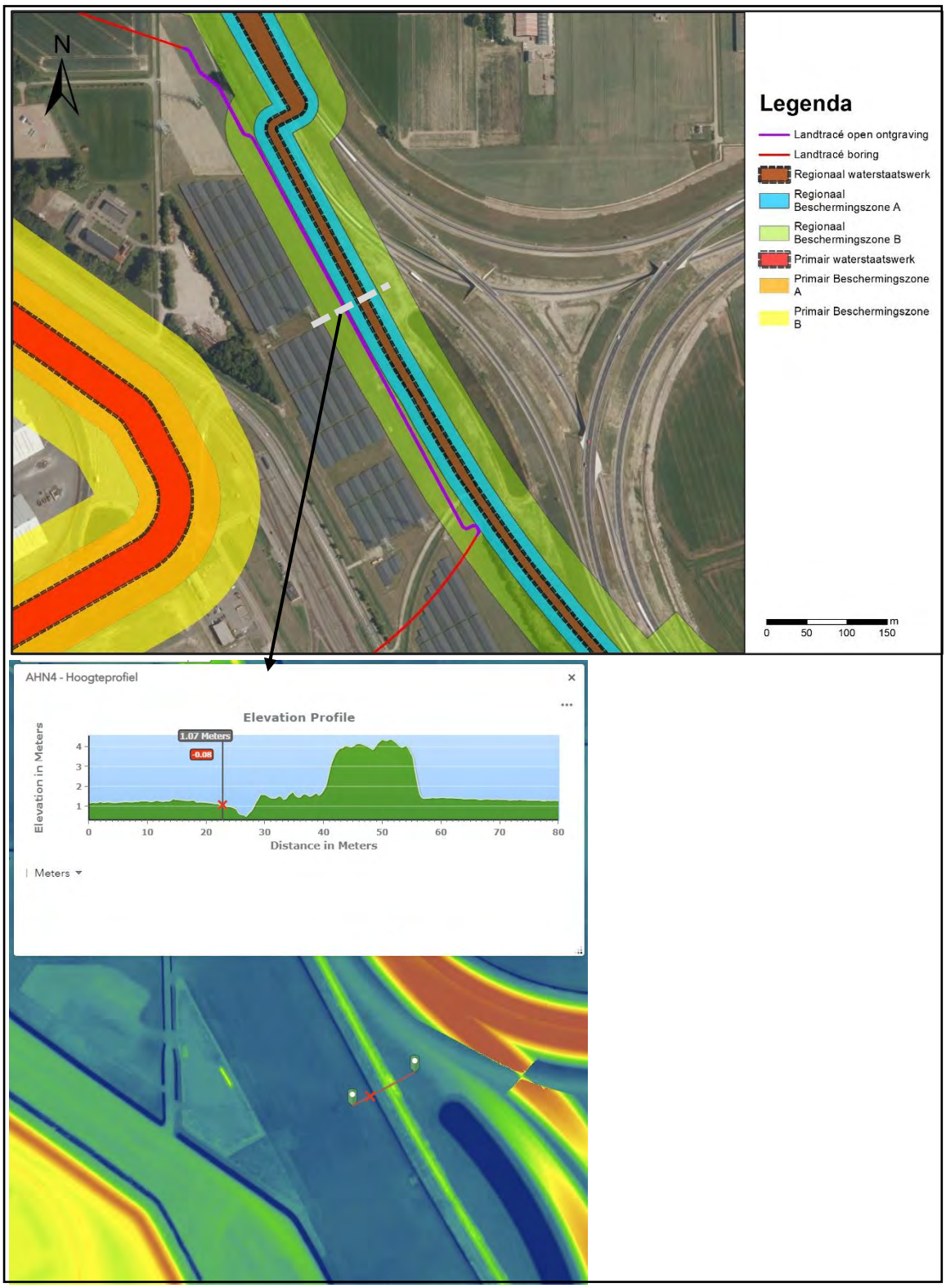
De zuidelijke boring in dit deeltracé gaat onder de regionale kering (voormalige primaire kering) door. De kering heeft in normale omstandigheden geen water te keren. De boring staat gepland net iets westelijker dan waar het indicatieve dwarsprofiel in Figuur 9 is genomen, namelijk precies onder de locatie waar extra grond is aangebracht (zichtbaar aan de kleuren in Figuur 9). Het dwarsprofiel in Figuur 9 laat zelfs al een brede en solide waterkering zien. Het intredepunt van de boring aan de noordzijde bevindt zich in de beschermingszone B en het uittredepunt bevindt zich aan de zuidzijde van de kering, ver voorbij de uiterste rand van beschermingszone B. De boring van Net op zee Nederwiek 1 is enkele meters oostelijk van die van Net op zee IJmuiden Ver Alpha gepland.



Figuur 9 Indicatief dwarsprofiel (net iets oostelijker dan waar de boring plaatsvindt) over regionale waterkering waar boring onder door gaat (zuidelijke boring in Figuur 8).

2.4 Deeltracé A4 – Westelijk N62

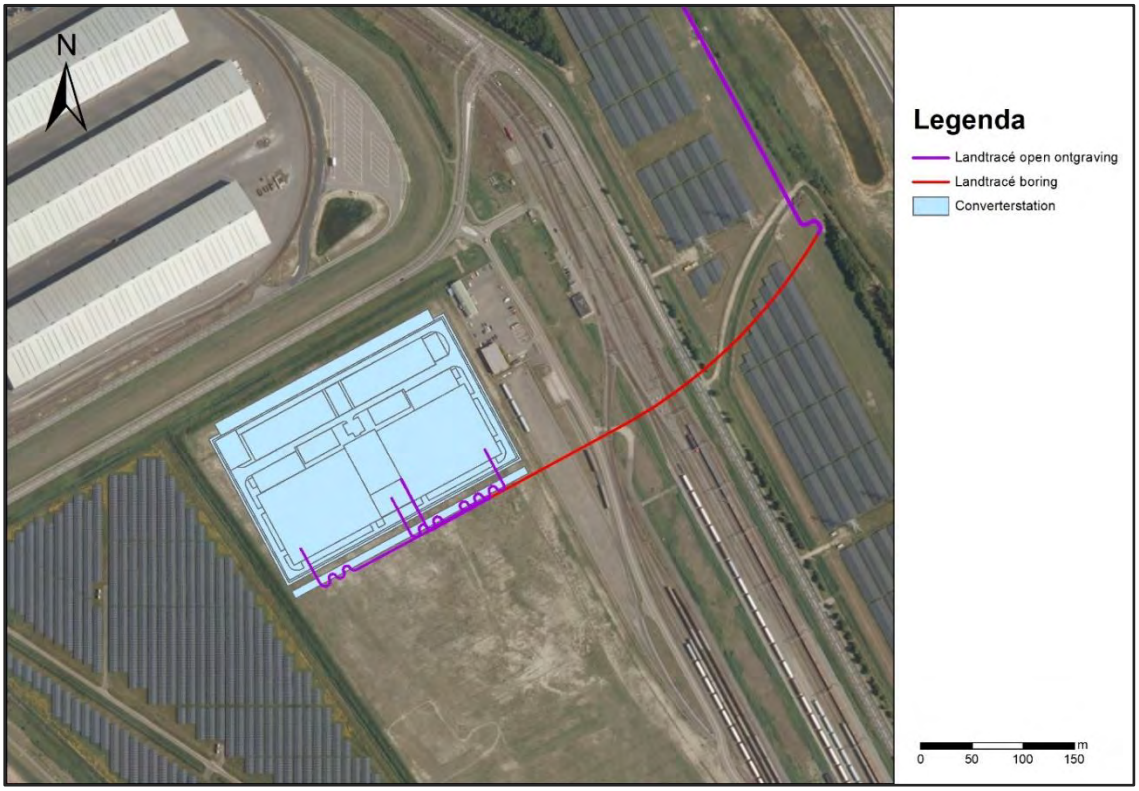
Deeltracé 4 valt over een lengte van circa 600 m samen met beschermingszone B. Over een lengte van circa 350 m is de afstand ten opzichte van beschermingszone A circa 5 meter, maar nog wel aan de overzijde van de sloot, gezien vanaf de waterkering. De overige 250 m neemt de afstand geleidelijk toe tot circa 15 m. De locatie waar het kabeltracé de beschermingszone B verlaat is opgenomen in deeltracé A5 (zie paragraaf 2.5). De waterkering wordt niet direct door water belast, maar kan grootschaligere overstromingen voorkomen door de compartimenterende werking. De regionale waterkering is in beheer bij waterschap Scheldestromen.



Figuur 10 Ligging van het kabeltracé binnen Beschermingszone B met indicatief AHN4-profiel van de waterkering

2.5 Deeltracé A5 – Aansluiting met converterstation

Deeltracé A5 bevat geen kruisingen met waterkeringen. Deeltracé 5 gaat vanuit beschermingszone B van de regionale waterkering met een ruim 400 m lange boring richting het geplande converterstation, zie Figuur 11 en Figuur 12.



Figuur 11 indicatief overzicht van het tracé en de locatie van het converterstation

Het converterstation ten zuidwesten van de Liechtensteinweg is deels gelegen in de Beschermingszone B van de primaire waterkering (traject 29-4 met een signaleringswaarde én ondergrens van 1:1.000 per jaar conform de Waterwet[3].

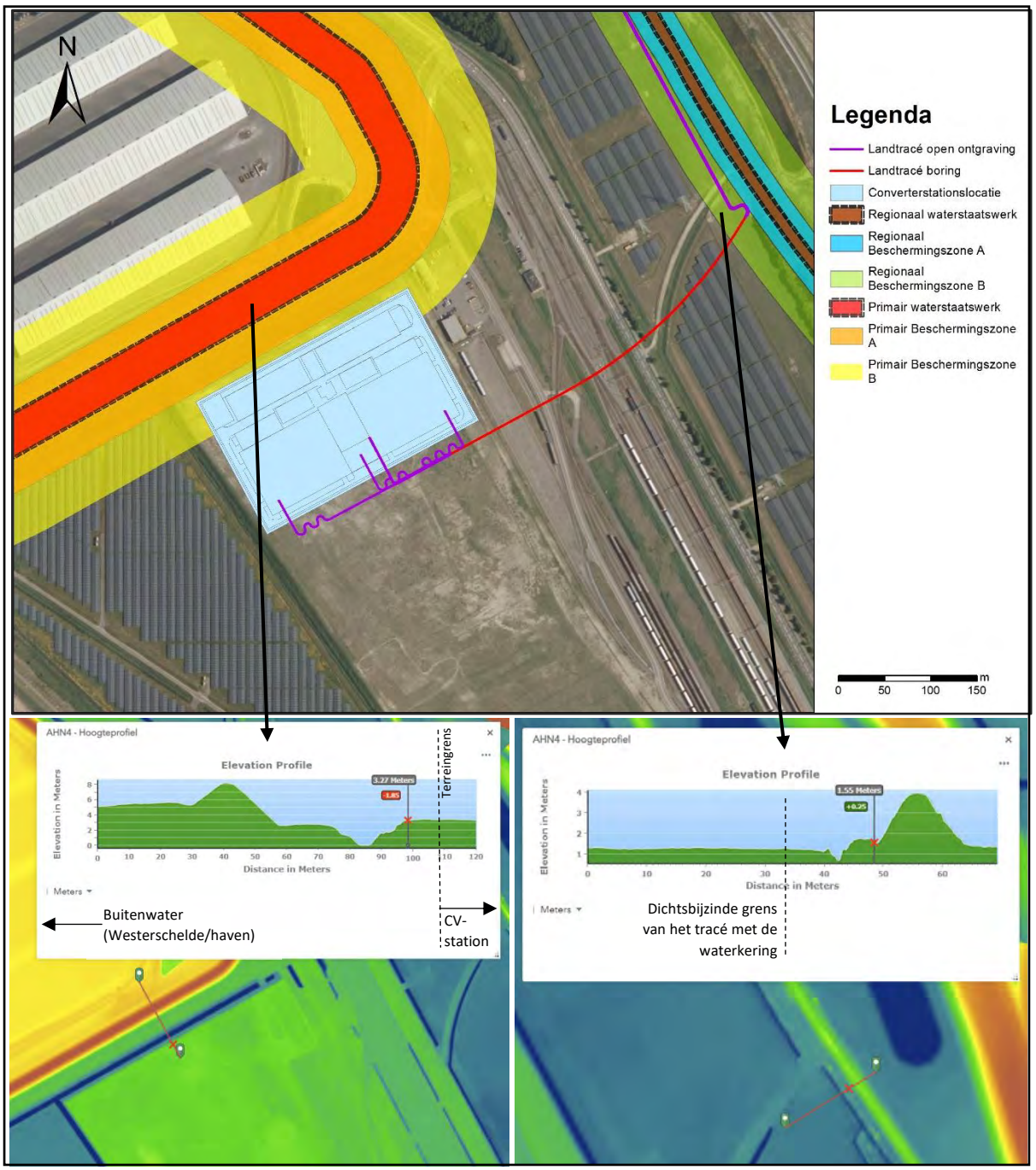
Deeltracé A5 start met 'slinger' in het tracé, zie Figuur 12. Het tracé blijft daarbij geheel binnen beschermingszone B en aan de overzijde (ten opzichte van de regionale kering) van de sloot/greppel. De waterkering wordt niet direct door water belast, maar kan grootschaligere overstromingen voorkomen door de compartimenterende werking. De regionale waterkering is in beheer bij waterschap Scheldestromen.

2.6 Converterstation

In Figuur 12 is linksonder ter indicatie de ligging van het converterstation ten opzichte van de waterkering opgenomen. Het converterstation is vanaf de waterkering gezien ruim voorbij de sloot gepland, maar valt nog wel deels in de beschermingszone B. De primaire waterkering keert (in theorie) direct buitenwater, namelijk het water vanuit de Westerschelde/haven. Echter gezien het relatief hoge voorland (NAP +5 m) zal dat alleen plaatsvinden tijdens zware stormomstandigheden

[3] https://wetten.overheid.nl/BWBR0025458/2021-07-01

(met een theoretische kans van voorkomen van eens in de 100 tot een paar honderd jaar). Het converterstation wordt op heipalen gefundeerd. Het betreft een groot aantal grondverdringende heipalen (ordegrootte 3.000) met een afmeting van circa maximaal 50x50 cm.



Figuur 12 Deeltracé 5 met beschermingszones van primaire waterkering en regionale waterkering en indicatief AHN4-profiel van de waterkeringen met aanduiding tot waar het converterstation en tracé zijn gepland.

3 Beoordeling per deelgebied

3.1 Beoordeling deeltracé A1 – Veerse Gatdam

De mogelijke effecten op de stabiliteit van Veerse Gatdam door de aanlanding en het kruisen van de dam zijn door Deltares uitvoerig beoordeeld en beschreven in het rapport "Aanlanding kabels bij Veerse Gatdam, Nederwiek 1", rapport 11208418-002-GEO-0001, versie 2.0 van 20-12-2022. In deze memo zijn de resultaten overgenomen, daarbij is ervan uitgegaan dat de aanleg buiten het stormseizoen plaatsvindt.

De belangrijkste conclusies ten aanzien van de beïnvloeding van de waterkering die worden gegeven zijn:

- De beschouwing van de verschillende potentiële dijkfaalmechanismen wijst uit dat de uitvoering van de gestuurde boringen (HDD's[4]) geen negatief effect heeft op de stabiliteit van de waterkering.
- De werkzaamheden ter plaatse van de vooroever zijn geen bedreiging voor de waterkering. De geometrische toets voor zettingsvloeiing is voldoende. Ook binnendijks zal de waterkering niet worden beïnvloed door zettingsvloeiing.
- De graafwerkzaamheden op het strand en installatie van damwanden hebben geen negatieve invloed op de waterkering.

Daarnaast worden er nog een aantal aandachtpunten gegeven, namelijk:

- In verband met het risico op kwel en *piping* is het noodzakelijk om de annulus van de boorgang te vullen met een uithardende boorvloeistof (zoals *drill-grout*). Het is noodzakelijk om de gehele boorgang te vullen tijdens het intrekken. Aan de zeezijde is na injectie te overwegen om de kans op onvolledige vulling van de annulus te verminderen.
- Bij toepassing van de uithardende boorvloeistof dient te worden toegezien op de werkwijze en de samenstelling van de boorvloeistof.
- De mantelbuizen dienen te worden afgesloten om waterstroming tussen de zeezijde en landzijde te voorkomen.

Naast de voorgaande conclusies uit "Aanlanding kabels bij Veerse Gatdam, Nederwiek 1", rapport 11208418-002-GEO-0001, versie 2.0 van 20-12-2022 zijn de resultaten tevens verwerkt in Tabel 1. Hierin is geen cumulerend en significant effect te verwachten van Net op zee IJmuiden Ver Alpha en Net op zee Nederwiek 1. Doordat de boringen voldoende ver uit elkaar liggen en de cumulerende zakkingen marginaal zijn (circa 5 mm), voor de mechanisme *piping* en macrostabiliteit is er geen versterkend effect te verwachten doordat er meerdere boring naast elkaar liggen.

Tabel 1 Beoordeling boring in deeltracé A1 (buiten de beschermingszone)

Faalmechanisme	Aanlegfase	Gebruiksfase
Hoogte en erosie (GEKB)	Geen effect. Bij normale uitvoering is de zakking marginaal (5mm).	Geen effect, marginale zetting.
Piping (STPH)	Geen effect te verwachten, uitgaande van den juiste uitvoering van de boring, afdichting en vulling van het boorgat.	Geen effect te verwachten, uitgaande van den juiste uitvoering van de boring, afdichting en vulling van het boorgat

[4] Horizontal Directional Drillings

Macrostabiliteit buitenwaarts & binnenwaarts (STBU & STBI)	Geen effect, uitgaande van de aanleg buiten het stormseizoen tussen september en november. Binnenzijde ligt op ruime afstand (>200m) zodat invloed hiervan op de waterkering onwaarschijnlijk is.	Geen effect. Situatie in gebruiksfase is gunstiger dan tijdens de aanlegfase.

Tevens zijn nog aanvullende beoordelingen uitgevoerd (zie rapport 11208418-002-GEO-0001, versie 2.0 van 20-12-2022) op het mogelijk optreden van afschuiving en zettingsvloeiing aan de binnen- en/of aan de buitenzijde. Hieruit volgt dat ook de kans op optreden van die mechanisme niet significant worden beïnvloed door de boringen.

3.2 Beoordeling deeltracé A2 – Spoorlijn en A58

Het deeltracé A2 bevat een boring waarvan de in- en uittredepunten ruim buiten de beschermingszones B vallen. Voor de boring geldt dat alles ruim buiten de veiligheidszone volgens de NEN3650/3651 wordt uitgevoerd én buiten de beschermingszone B, zowel het in- als uittredepunt. Hier zijn geen waterveiligheidsaspecten te verwachten. De waterkering heeft in normale omstandigheden geen water te keren. Voor de volledigheid is de beoordeling in Tabel 2 opgenomen. Hierin is geen cumulerend en significant effect te verwachten van Net op zee IJmuiden Ver Alpha en Net op zee Nederwiek 1.

Tabel 2 Beoordeling boring onder regionale waterkering in deeltracé A2

Faalmechanisme	Aanlegfase	Gebruiksfase
Hoogte en erosie (GEKB)	Geen effect, omdat kerende hoogte niet wordt aangetast en zakking marginaal wordt.	Geen effect, omdat kerende hoogte niet wordt aangetast en zakking marginaal wordt.
Piping (STPH)	Geen effect, boring begint en eindigt ruim buiten beschermingszone B.	Geen effect, boring begint en eindigt ruim buiten beschermingszone B.
Macrostabiliteit buitenwaarts & binnenwaarts (STBU & STBI)	Geen effect, boring begint en eindigt ruim buiten beschermingszone B.	Geen effect, boring begint en eindigt ruim buiten beschermingszone B.

3.3 Beoordeling deeltracé A3 – Westelijk N254

Dit deeltracé bestaat uit boringen in het noorden (zie Tabel 3), open ontgravingen in het middendeel (zie Tabel 4) en een boring in het zuiden (zie Tabel 5).

Van de boring in het noorden van dit deeltracé is geen effect te verwachten voor waterveiligheid, aangezien de boring voor een klein deel (bij de start) in de beschermingszone B valt, maar nog ruim 25 m uit de slootrand en conform de NEN3650/3651 wordt aangelegd. Tevens is voor het uittredepunt ook geen effect op de waterveiligheid te verwachten, omdat het uittredepunt 35 m buiten de beschermingszone van de regionale kering valt. Het uittredepunt komt wel in de beschermingszone B van de primaire kering. Hier is echter geen effect op de waterveiligheid te verwachten aangezien dit nog 43 m uit de rand van beschermingszone A valt en zelfs 75 m uit de rand van de sloot die grenst aan de dijk.

Het kabeltracé vervolgt richting het zuiden waar het dus deels samenvalt met de beschermingszone B van de primaire waterkering (maximaal 7 m aan de buitenkant van de 50 m brede zone). Net zoals hiervoor beschreven is er ook hier geen effect op de waterveiligheid te verwachten en neemt de afstand tot de sloot zelfs toe tot meer dan 90 m. Daar waar de primaire kering afbuigt naar het zuidwesten gaat de kering richting het zuiden als regionale kering verder en dus ook de beschermingszone B waar het tracé op de rand ervan is gesitueerd. Hier is geen effect op de waterveiligheid te verwachten, aangezien dit bijna 90 m van de sloot is. Het betreft tevens een kering die geen direct buitenwater keert.

Tabel 3 Beoordeling boringen onder regionale waterkering in deeltracé A3

Faalmechanisme	Aanlegfase	Gebruiksfase
Hoogte en erosie (GEKB)	Geen effect, omdat kerende hoogte niet wordt aangetast	Geen effect, omdat kerende hoogte niet wordt aangetast
Piping (STPH)	Geen effect, indien goede afdichting van de boring wordt verzorgd en boringen worden uitgevoerd in een periode dat geen grote (verschillen) in waterstanden worden verwacht	Geen effect, indien goede afdichting van de boring wordt verzorgd.
Macrostabiliteit buitenwaarts & binnenwaarts (STBU & STBI)	Geen effect, omdat intrede- en uittredepunt op ruime afstand (30m) van beschermingszone A liggen	Geen effect, omdat intrede- en uittredepunt op ruime afstand (30m) van beschermingszone A liggen

Tabel 4 Beoordeling open ontgravingen in beschermingszone B (primaire kering én regionale kering) in deeltracé A3

Faalmechanisme	Aanlegfase	Gebruiksfase
Hoogte en erosie (GEKB)	Geen effect, omdat kerende hoogte niet wordt aangetast	Geen effect, omdat kerende hoogte niet wordt aangetast
Piping (STPH)	Geen effect, ontgraving vindt aan de buitenrand van de beschermingszone plaats meer dan 75 m uit de sloot	Geen effect, tracé bevindt zich aan de buitenrand van de beschermingszone meer dan 75m uit de sloot
Macrostabiliteit buitenwaarts (STBU)	Geen effect, ontgraving vindt aan binnenzijde plaats, dus geen effect op buitenzijde	Geen effect, tracé bevindt zich aan binnenzijde van de kering, dus geen effect op buitenzijde
Macrostabiliteit binnenwaarts (STBI)	Geen effect, ontgraving vindt aan de buitenrand van de beschermingszone B plaats, meer dan 75m uit de sloot	Geen effect, tracé bevindt zich aan de buitenrand van de beschermingszone B, meer dan 75m uit de sloot

Tabel 5 Beoordeling boring onder regionale waterkering in deeltracé A3

Faalmechanisme	Aanlegfase	Gebruiksfase
Hoogte en erosie (GEKB)	Geen effect, omdat kerende hoogte niet wordt aangetast	Geen effect, omdat kerende hoogte niet wordt aangetast
Piping (STPH)	Geen effect, ontgraving vindt in beschermingszone B plaats van een normaal niet waterkerende waterkering	Geen effect, boring bevindt zich buiten beschermingszone A van brede kering en uittrede punt boring bevindt zich ver (80m) uit de uiterste rand van beschermingszone B
Macrostabiliteit buitenwaarts & binnenwaarts (STBU & STBI)	Geen effect, flauw talud en zeer brede kering	Geen effect, flauw talud en zeer brede kering

3.4 Beoordeling deeltracé A4 – Westelijk N62

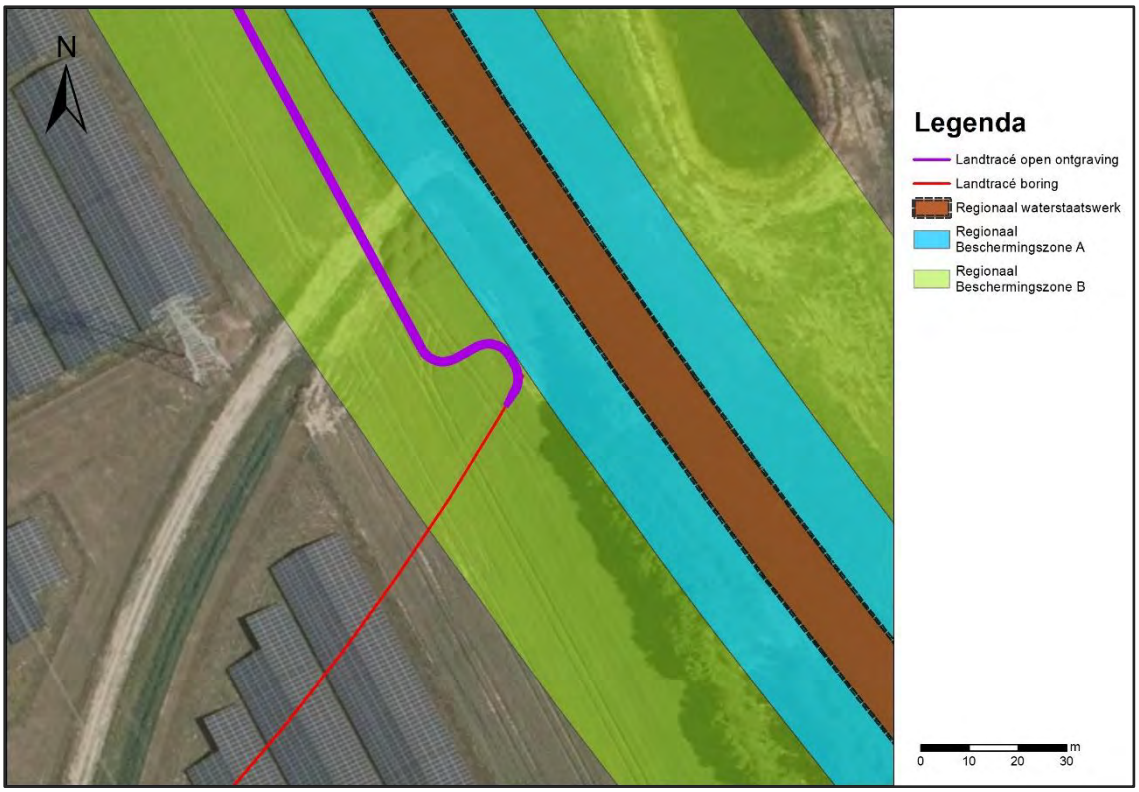
Deeltracé A4 ligt geheel in beschermingszone B, voor een deel relatief dicht tegen beschermingszone A. Daarmee ligt het kabeltracé in de zone waarbij er geen directe impact is te verwachten op de waterveiligheid. Tevens bevindt zich de open ontgraving in de aanlegfase aan de overzijde (circa 15 m afstand) van de sloot, gezien vanaf de waterkering. Ook dat is voor de waterveiligheid een gunstige locatie, aangezien het aannemelijker is dat een eventuele glijcirkel door de sloot zal gaan dan een verderop gelegen ontgraving (wat tevens alleen in de aanlegfase het geval is). Daarbij wordt opgemerkt dat de waterkering geen water keert in dagelijkse omstandigheden.

Tabel 6 Beoordeling open ontgraving in deeltracé A4

Faalmechanisme	Aanlegfase	Gebruiksfase
Hoogte en erosie (GEKB)	Geen effect, omdat kerende hoogte niet wordt aangetast	Geen effect, omdat kerende hoogte niet wordt aangetast
Piping (STPH)	Geen effect, ontgraving vindt in beschermingszone B buiten de sloot	Geen effect, tracé bevindt zich in beschermingszone B, parallel aan de waterkering en aan de buitenzijde van de sloot
Macrostabiliteit buitenwaarts & binnenwaarts (STBU & STBI)	Geen effect, ontgraving bevindt zich in beschermingszone B buiten de sloot	Geen effect, tracé bevindt zich in beschermingszone B, parallel aan de waterkering en aan de buitenzijde van de sloot

3.5 Beoordeling deeltracé A5 – Aansluiting met converterstation

Deeltracé A5 ligt geheel in beschermingszone B, voor een deel relatief dicht tegen beschermingszone A, zie Figuur 13. Daarmee ligt het kabeltracé in de zone waarbij er geen directe impact is te verwachten op de waterveiligheid. Tevens bevindt zich de open ontgraving in de aanlegfase aan de overzijde (circa 10 m afstand) van de sloot/greppel, gezien vanaf de waterkering. Ook dat is voor de waterveiligheid een gunstige locatie, aangezien het aannemelijker is dat een eventuele glijcirkel door de sloot zal gaan dan een verderop gelegen ontgraving (wat tevens alleen in de aanlegfase het geval is). Daarbij wordt opgemerkt dat de waterkering geen water keert in dagelijkse omstandigheden.



Figuur 13 Detail van huidig ingetekend verloop open ontgraving en boring nabij regionale waterkering.

Tabel 7 Beoordeling open ontgraving in deeltracé A5

Faalmechanisme	Aanlegfase	Gebruiksfase
Hoogte en erosie (GEKB)	Geen effect, omdat kerende hoogte niet wordt aangetast	Geen effect, omdat kerende hoogte niet wordt aangetast
Piping (STPH)	Geen effect, ontgraving vindt in beschermingszone B buiten de sloot	Geen effect, tracé bevindt zich in beschermingszone B, parallel aan de waterkering en aan de buitenzijde van de sloot
Macrostabiliteit buitenwaarts & binnenwaarts (STBU & STBI)	Geen effect, ontgraving bevindt zich in beschermingszone B buiten de sloot	Geen effect, tracé bevindt zich in beschermingszone B, parallel aan de waterkering en aan de buitenzijde van de sloot

3.6 Beoordeling converterstation

Het converterstation (zie Figuur 12) bevindt zich deels binnen beschermingszone B, maar tevens voorbij de sloot, gezien vanaf de waterkering. Hier is geen effect te verwachten voor waterveiligheid, aangezien het converterstation voor een klein deel in de beschermingszone B valt, maar daarbij nog ruim 50 m van de teen van de dijk en ruim 20 m van de slootrand af ligt.

Voor de aanleg van het station vinden graafwerkzaamheden en heiwerkzaamheden plaats met trillingen tot gevolg. Er is geen effect te verwachten op de waterveiligheid, aangezien het terrein/hekwerk van het converterstation zich op ruim 50 m van de teen van de dijk bevindt met daartussen nog de Luxemburgweg, de grens van het waterstaatswerk gevolgd door een sloot. Tevens bevinden de grotere constructieve onderdelen op het converterstation-terrein zich nog

verder weg van de waterkering, maar nog wel deels in Beschermingszone B. Relevante invloed op de kering tijdens de aanleg en gebruiksfase is niet te verwachten, maar eventuele effecten doordat de heipalen een afsluitende laag doorboren en daarmee de kans op een mogelijke verkorting van de kwelweg dan wel opbarsten van een afsluitende laag mogelijk maakt is niet op voorhand uit te sluiten. De verwachting is echter wel dat de kans op een verlaging van de waterveiligheid hierdoor verwaarloosbaar is gelet op het hoge buitendijkse voorland (>NAP +5 m) en het relatief hoge binnendijkse terrein (circa NAP +3 m).

Tabel 8 Beoordeling converterstation in beschermingszone A en B

Faalmechanisme	Aanlegfase	Gebruiksfase
Hoogte en erosie (GEKB)	Geen effect, omdat kerende hoogte niet wordt aangetast en afstand tot de waterkering relatief groot is.	Geen effect, omdat kerende hoogte niet wordt aangetast
Piping (STPH)	Geen effect verwacht, maar niet zonder meer uit te sluiten (indien een waterafsluitende laag door de heipalen wordt doorboord én daarmee tevens de kwelweglengte verkort én er hoogwater op de Westerschelde optreedt tijdens de aanlegfase)	Geen effect verwacht, maar niet zonder meer uit te sluiten (indien een waterafsluitende laag door de heipalen wordt doorboord én daarmee tevens de kwelweglengte verkort)
Macrostabiliteit buitenwaarts & binnenwaarts (STBU & STBI)	Geen effect, werkzaamheden bevinden zich (deels) in beschermingszone B en buiten de sloot.	Geen effect, converterstation bevindt zich (deels) in beschermingszone B en buiten de sloot.

4 Conclusie

In voorliggende quickscan is op basis van expert judgement een beoordeling opgesteld gericht op de waterveiligheid, van de onderdelen van het Net op zee Nederwiek 1.

Tabel 9 Samenvattende tabel met (mogelijk) effect op waterveiligheid

Deeltracé	Aanlegfase	Gebruiksfase
A1 – Veerse Gatdam	Geen effect	Geen effect
A2 – Spoorlijn en A58	Geen effect	Geen effect
A3 – Westelijk N254	Geen effect	Geen effect
A4 – Westelijk N62	Geen effect	Geen effect
A5 – Aansluiting met converterstation	Geen effect	Geen effect
Converterstation	Geen effect verwacht, maar niet zonder meer te sluiten	Geen effect verwacht, maar niet zonder meer te sluiten

De beschouwde effecten hebben betrekking op de technische (constructieve) waterveiligheid. Om die waterveiligheid te kunnen borgen is tevens goed beheer en onderhoud nodig waaronder inspecties. Het beschouwde kabeltracé heeft geen impact op de beheer en onderhoud van de waterkering, aangezien deze zich overal buiten de waterkering bevindt of er ruimschoots onderdoor gaat. Tijdens de aanlegfase kan wel hinder tijdens beheer en onderhoud mogelijk zijn door bouwwerkzaamheden.

De aanleg van het converterstation heeft naar verwachting geen effect op de waterveiligheid. Echter, door het gebruik van heipalen is het op voorhand niet uit te sluiten, dat daarmee de heipalen een afsluitende laag doorboren en daarmee de kans op een mogelijke verkorting van de kwelweg dan wel opbarsten van een afsluitende laag mogelijk maakt. De verwachting is dat de kans op een verlaging van de waterveiligheid hierdoor verwaarloosbaar is.

COLOFON

MER Net op zee Nederwiek 1

Datum
05-07-2023

Status
Definitief

Pondera Consult B.V.
Postbus 919
6800 AX Arnhem
Nederland
+31 (0)88 7663 372

www.ponderaconsult.com

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland
+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com

Bijlage VII-B Externe veiligheidsstudie

Net op zee Nederwiek 1
TenneT TSO

5 juli 2023

Inhoudsopgave

1 Inleiding 4

2 Wettelijk kader 6

3 Werkwijze 7

4 Resultaten 8

4.1 Beoordeling van het kabeltracé 8

4.2 Beoordeling van het converterstation 11

4.3 Beoordeling cumulatieve effecten met Net op zee 14

5 Conclusies 15

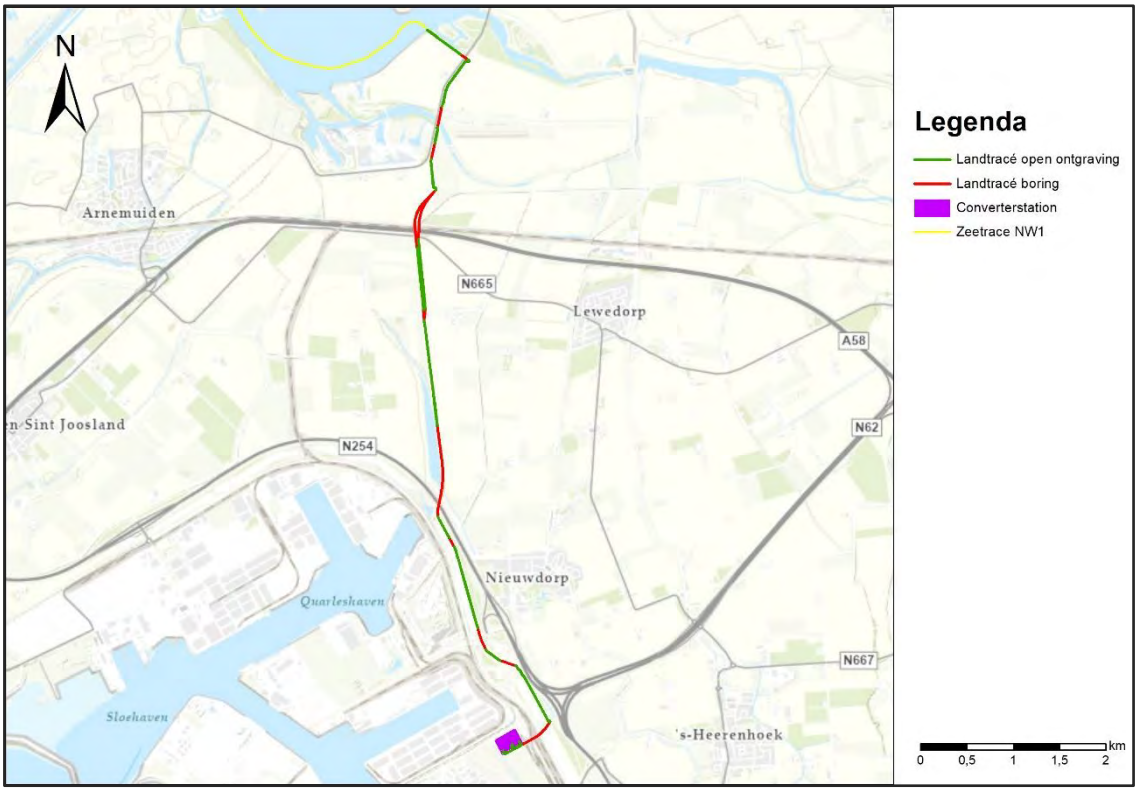
Colofon 16

1 Inleiding

In de Aanvullende routekaart windenergie op zee 2030 (Routekaart 2030+) heeft de Nederlandse overheid vastgelegd dat rond 2030 ca. 21 gigawatt (GW) aan windenergie op zee moet zijn gerealiseerd om de klimaatdoelstellingen uit het coalitieakkoord te halen. Windenergiegebied Net op zee Nederwiek 1 maakt onderdeel uit van de Routekaart 2030+.

Net op zee Nederwiek 1 is een ondergrondse hoogspanningsverbinding vanuit windenergiegebied Nederwiek naar het vasteland. Met deze verbinding wordt 2GW aan duurzame energie naar land getransporteerd. De net op zee-verbinding zal via het Veerse meer aanlanden haar weg vervolgen naar het Sloegebied nabij Borssele en wordt aangesloten op een nieuw te realiseren 380kV-hoogspanningsstation in het Sloegebied. Net op zee Nederwiek 1 is de tweede 2GW net op zee-verbinding die wordt aangesloten in het Sloegebied. De andere verbinding is Net op zee IJmuiden Ver Alpha. Beide verbindingen liggen grotendeels parallel aan elkaar, maar Net op zee IJmuiden Ver Alpha wordt aangesloten op een bestaand 380kV-hoogspanningsstation.

In Figuur 1 is het tracé op land en de locatie van het converterstation weergegeven.



Figuur 1 Landtracé Net op zee Nederwiek 1

Deze notitie gaat in op eventuele gevolgen voor externe veiligheid en beïnvloeding tijdens de operationele fase van Net op zee Nederwiek 1. Dit wordt gedaan in het kader van het inpassingsplan, waar de volgende veiligheidsaspecten worden opgenomen:

1. Ontplofbare Oorlogsresten (OO);
2. Leveringszekerheid TenneT (wat is de invloed van omliggende risicobronnen op deze leveringszekerheid);
3. Beperkingen/hinder voor omliggende bestemmingen;
4. Het converterstation (een converterstation is geen inrichting die valt onder het Besluit externe veiligheid Inrichtingen, een zogeheten BEVI-inrichting, maar kent mogelijk wel veiligheidsrisico's). De VNG brochure 'Bedrijven en milieuzonering' hanteert als indicatieve hinderafstand 50 m rondom een transformatorstation (op basis van SBI omschrijving wordt een converterstation voor de risico afstand gelijk geschaald met een transformatorstation met een capaciteit groter dan 1000 MVA);
5. Als buisleidingen nabij liggen: een toets aan het Besluit externe veiligheid buisleidingen.

Deze notitie betreft alleen de voor veiligheid relevante elementen genoemd onder 3, 4 en 5 tijdens de operationele fase van Net op zee Nederwiek 1, en gaat in op risicobronnen in de nabijheid van het kabeltracé en het converterstation. Ontplofbare oorlogsresten worden apart behandeld in Bijlage XI-A.

Deze notitie bekijkt of het kabeltracé en het converterstation inpasbaar zijn in de omgeving, daarbij is gekeken naar:
1. Risico's vanuit de omgeving op het kabeltracé en/of converterstation;
2. Risico's/gevolgen op de omgeving door het kabeltracé en het converterstation.

Ad 1, voor de integriteit van het kabeltracé en converterstation zijn alleen brand- en explosie-effecten van belang; toxische effecten zijn niet relevant en zijn daarom buiten beschouwing gelaten.

Ad 2, de ligging van het kabeltracé en de locatie van het converterstation kunnen mogelijk van invloed zijn op de bedrijfsactiviteiten van de omliggende bedrijven. De invloed van het kabeltracé en het converterstation op de bedrijfsactiviteiten van derden kan zijn: elektromagnetische invloed, zwerfstromen als secundaire ontstekingsbron en/of beïnvloeding van beveiligingssystemen bij de bedrijven in de directe omgeving. Eventuele elektromagnetische velden (EMV) en elektromagnetische compatibiliteit (EMC) worden in separate studies beschouwd.

2 Wettelijk kader

Huidige wettelijke kader

De regelgeving voor externe veiligheid is vastgelegd in het Besluit externe veiligheid inrichtingen (Bevi), het besluit externe veiligheid buisleidingen (Bevb) en het Besluit externe veiligheid transportroutes (Bevt). Risicobronnen zijn bijvoorbeeld inrichtingen waar wordt gewerkt met gevaarlijke stoffen. Ook transport van gevaarlijke stoffen over weg, spoor, water en door buisleidingen kan een risico vormen. De impact voor de omgeving wordt door middel van risicocontouren vastgelegd. Deze risicocontouren zijn onder andere terug te vinden op de publiek toegankelijke risicokaart. Deze risicokaart is een openbaar instrument te bereiken op de website www.riscokaart.nl. Op straatniveau geeft de kaart inzicht in relevante risico's in de omgeving.

De ondergrondse hoogspanningsverbinding en het converterstation zijn geen risicovolle inrichtingen in het kader van het Bevi zoals volgt uit art. 2, het zijn geen genoemde type inrichtingen. Ook Bevb is om die reden niet van toepassingen op de bedrijfsonderdelen van TenneT. Het Bevt is niet van toepassing omdat hier geen sprake is van transport van gevaarlijke stoffen over de weg.

Het converterstation en het kabeltracé liggen niet binnen de 10^{-6} contouren van buisleidingen. Ook is van een verhoging van groepsrisico als gevolg van toevoeging van personen bij het converterstation geen sprake omdat er sprake is van een onbemand station waardoor er nauwelijks personen aanwezig zijn (<5 personen).

De ondergrondse hoogspanningsverbinding brengt geen externe veiligheidsrisico's met zich mee voor kwetsbare (zoals woningen) of beperkt kwetsbare objecten die zich in de nabijheid van de ondergrondse hoogspanningsverbinding bevinden. Er wordt getoetst of de aanwezigheid van de ondergrondse hoogspanningsverbinding en het converterstation invloed hebben op de bestaande 10^{-6} contouren die aanwezig zijn van de bestaande activiteiten in de omgeving (die wel onder Bevi of Bevb vallen). Voor de volledigheid is in Figuur 3 t/m 5 wel weergegeven welke kwetsbare objecten zich in de nabijheid van het tracé en converterstation bevinden en of er invloed te verwachten is.

Rond het industrieterrein Zeehaven- en industrieterren Sloe is een veiligheidscontour op grond van artikel 14 van het Bevi opgenomen in het bestemmingsplan, onder de naam “veiligheidszone-bevi”. De veiligheidscontour dient te worden gewaarborgd op een toetswaarde van10^{-6}/jaar. De vestiging van de ondergrondse hoogspanningsverbinding en het converterstation mag niet leidden tot een overschrijding van deze toets norm

3 Werkwijze

Veiligheidsrisico's vanuit de omgeving op het kabeltracé en/of converterstation
De analyse van risico's vanuit de omgeving op de gebruiksfase van het kabeltracé en/of het converterstation is als volgt uitgevoerd:

1. Inventarisatie van alle bedrijven en kwetsbare objecten binnen het invloedsgebied , inclusief toelichting op het type bedrijf en de relevante risico-scenario's. Dit is gedaan op basis van de risicokaart. Het invloedsgebied komt voort uit het beleid van TenneT. Voor de invloed vanuit de omgeving op het kabeltracé en het converterstation is een afstand van 800m aangehouden. Dit is de risico-afstand van professionele vuurwerkopslag en dit is de grootste afstand die wordt aangehouden. Ondanks dat de invloed van het kabeltracé en het converterstation naar de omgeving veel kleiner is (ordegrootte 50 m) is in de inventarisatie naar de omgeving ook de afstand van 800m aangehouden. Hier is de impact echter nihil.
2. Beoordeling van welke bedrijfsactiviteiten van derden die van invloed kunnen zijn op het functioneren van het kabeltracé en/of converterstation is gebaseerd op grenswaarden uit het Bkl die overeenkomen met het huidige kader onder het Bevi. Hiervoor zijn alleen scenario's waarvan de oorzaak een brand- en/of een explosie effect tot gevolg heeft van belang. De beoordeling is gedaan op grond van de volgende criteria:
   a. Brandcontouren van derden:
      i. 10 kW/m^2, bij deze hittestraling is sprake van 1% letaliteit en is de inzet van hulpdiensten beperkt mogelijk, diverse brandhaarden, vervorming van hout en kunststof. Breuk dubbelglas tot 40 meter;
      ii. 35 kW/m^2, bij deze hittestraling is sprake van 100% letaliteit en is inzet van hulpdiensten niet mogelijk, onherstelbare schade, alle brandbare materialen gaan branden.
   b. Explosie contouren van derden:
      i. 0,1 bar overdruk, herstelbare schade, schade aan deurposten, bewoonbaar na kleine reparaties.
      ii. 0,3 bar overdruk, zware schade, onherstelbare schade 50-70% van de buitenmuren zijn zwaar beschadigd. De overige muren zijn onbetrouwbaar geworden.
3. Voor de voorgenoemde brand- en/of explosie contouren die:
   a. Niet overlappen met het kabeltracé(s) of de converterstationslocatie is er geen effect van deze bedrijfsactiviteit op het initiatief te verwachten. Er is geen verdere analyse nodig;
   b. Wel overlappen met het kabeltracé(s) of de converterstationslocatie, is beschreven wat de gevolgen van deze impact zijn, in beide richtingen zowel op Net op zee Nederwiek 1 als op de assets van derden.

De resultaten van bovenstaande stappen staan in worden in het volgende hoofdstuk toegelicht.

Veiligheidsrisico's vanuit het kabeltracé en/of converterstation op de omgeving
De ligging van het kabeltracé en converterstation kan mogelijk van invloed zijn op de bedrijfsactiviteiten van de omliggende bedrijven. De invloed van het kabeltracé en het converterstation op de bedrijfsactiviteiten van derden kan zijn: elektromagnetische invloed, zwerfstromen als secundaire ontstekingsbron als gevolg van een brand of elektrische ontlading en/of beïnvloeding van beveiligingssystemen bij de bedrijven in de directe omgeving. Dergelijke invloeden kunnen gedetailleerd bepaald worden met een EMC-studie, die geen onderdeel is van deze risicoanalyse. In deze risicoanalyse wordt bepaald of er potentieel aanleiding is voor een nadere beoordeling.

4 Resultaten

In de volgende tabellen zijn de resultaten opgenomen van de beoordeling voor het Net op zee Nederwiek 1. Hierin zijn de herkomst van een eventueel aanwezige risico-contour aangegeven en of die van invloed kan zijn op het tracé (Tabel 1) of converterstation (Tabel 2). Tevens is de mogelijke beïnvloeding van het tracé en converterstation naar de omgeving aangegeven. In de tabellen zijn de objecten genummerd en deze nummers corresponderen met de nummers op de figuren. De ligging van de risicocontouren van de bedrijven rondom het tracé en converterstation en de ligging van kwetsbare objecten is weergegeven in Figuur 2 t/m 5.

4.1 Beoordeling van het kabeltracé

*Tabel 1 Beoordeling van het **kabeltracé***

Nr.	Kwetsbaar object of bedrijf/inrichting	Achtergrond 10^{-6} contour			Invloed van object of bedrijf op plan	Invloed plan op object
		Brand	Explosie	Toxisch		
1	Duinhotel Breezand	Nvt	Nvt	Nvt	Nvt	Geen invloed
2	Pelgrimskerk	Nvt	Nvt	Nvt	Nvt	Geen invloed
3	Hotel/Café/Restaurant de Boekanier	Nvt	Nvt	Nvt	Nvt	Geen invloed
4	Gereformeerde kerk Vrijgemaakt	Nvt	Nvt	Nvt	Nvt	Geen invloed
5	Woning: Noorddijk 2A	Nvt	Nvt	Nvt	Nvt	Geen invloed, object wel dicht bij tracé [1]
6	Peutergroep 'Ons Polderhuisje'	Nvt	Nvt	Nvt	Nvt	Geen invloed
7	Rondje Pondje	Nvt	Nvt	Nvt	Nvt	Geen invloed, object wel dicht bij tracé [1]
8	Stadhuis van Veere	Nvt	Nvt	Nvt	Nvt	Geen invloed
9	Jachtclub Veere	Nvt	Nvt	Nvt	Nvt	Geen invloed
10	Hotel 'T Waepen van Veere	Nvt	Nvt	Nvt	Nvt	Geen invloed
11	Huisartsenpraktijk Veere	Nvt	Nvt	Nvt	Nvt	Geen invloed
12	Grote/Kleine kerk Veere	Nvt	Nvt	Nvt	Nvt	Geen invloed
13	Basisschool de Magnalon	Nvt	Nvt	Nvt	Nvt	Geen invloed
14	Harbour Village Zilveren Schor	Nvt	Nvt	Nvt	Dicht bij tracé gelegen. Geen invloed [1]	Geen invloed, object wel dicht bij tracé [1]
15	Fletcher Hotel het Veerse Meer	Nvt	Nvt	Nvt	Dicht bij tracé gelegen. Geen invloed [1]	Geen invloed, object wel dicht bij tracé [1]
16	Verblijf de Witte Raaf	Ja	Nvt	Nvt	Bedrijf heeft 8000L propaan met een contour van 25m. (bovengrondse tank). Tracé ligt buiten de risicocontour, geen invloed.	Geen invloed
17	Mijnen depot Veere/Explosive Shockwave Solutions BV	Nvt	Ja	Nvt	Risicocontour met kans op explosie tot op 100m op het Veerse Meer. Tracé ligt buiten de risicocontour, dus geen invloed.	Geen invloed [3]

18	Camping Orison	Nvt	Nvt	Nvt	Nvt	Geen invloed
19	Vakantiehuis Veerse meer	Nvt	Nvt	Nvt	Nvt	Geen invloed
20	Jachthaven Oranjeplaat	Nvt	Nvt	Nvt	Nvt	Geen invloed
21	Camperpark Zeeland, parkeerplaats	Nvt	Nvt	Nvt	Nvt	Geen invloed
22	Ruiterplaat, vakantiepark de Schotsman	Ja	Nvt	Nvt	Terreingrens, 5000L propaan met 10m contour. Tracé ligt buiten de risico-contour, geen invloed	Geen invloed, object wel dicht bij tracé [1]
23	Restaurant Kamperland	Nvt	Nvt	Nvt	Nvt	Geen invloed
24	Frituur Noordzee	Nvt	Nvt	Nvt	Nvt	Geen invloed
25	Hotel Amadore	Nvt	Nvt	Nvt	Nvt	Geen invloed
26	Woning: Quarlespolderweg Maatschap J.A. en F.P.J. Koeman	Ja	Nvt	Nvt	Nvt	Geen invloed
27	Buisleidingen (Gevaarlijke stoffen)	Ja	Nvt	Nvt	Leiding van met aardgas max 40 bar. Tracé ligt buiten de risicocontour, dus geen invloed. Wel aandachtspunt tijdens realisatie.[1]	Geen invloed, wel aandacht bij realisatie. [4]
29	Verbrugge Scaldia Terminals	Nvt	Nvt	Ja	Terreingrens, opslag non-ferro stoffen. Geen risico voor tracé vanwege toxisch karakter.	Geen invloed [3]
30	Scaldia Logistics B.V.	Nvt	Nvt	Nvt	Contour op de terreingrens van Verbrugge Scaldia Terminals. Tracé ligt buiten de risicocontour, dus geen invloed.	Geen invloed [3]
34	Zeeland Refinery	Ja	Nvt	Nvt	Diverse opslagtanks en pijpleidingen, met brandbare stoffen. Tracé ligt buiten de risicocontour, dus geen invloed. Wel aandacht tijdens realisatie.[1]	Geen invloed [3]
37	Weg Europaweg Oost	Nvt	Nvt	Nvt	Geen invloed. Wel aandacht tijdens realisatie [1].	Geen invloed [3]
39	Indaver Afvalberging	Nvt	Nvt	Nvt	Een propaantank aanwezig met 4840L met contour van 10m. Tracé ligt buiten de risicocontour, dus geen invloed.	Geen invloed [3]
40	Alpaca Zeeland	Nvt	Nvt	Nvt	Geen invloed	Geen invloed [2]
41	MSP Unions	Ja	Nvt	Nvt	Terreingrens 55m contour vanwege 33.000L propaan aanwezig. Tracé ligt buiten de risicocontour, dus geen invloed, wel aandacht tijdens realisatie.[1]	Geen invloed [3]
42	Monie Nieuwdorp B.V.	Ja	Nvt	Nvt	Terreingrens 55m contour vanwege 40.000l propaan aanwezig. Tracé ligt buiten de risicocontour, dus geen invloed, wel aandacht tijdens realisatie.[1]	Geen invloed [3]
43	Holland Shipyards	Nvt	Nvt	Nvt	Geen invloed	Geen invloed [2]
44	Dixstone Shipyards	Nvt	Nvt	Nvt	Scheepswerf heeft geen relevante risicocontouren dus geen invloed op tracé.	Geen invloed [3]

45	Sagro Decom B.V.	Nvt	Nvt	Nvt	Opslag kleine hoeveelheid brandbare stoffen. Tracé ligt buiten de risicocontour, dus geen invloed	Geen invloed [3]
46	BOW Terminal	Nvt	Nvt	Nvt	Geen invloed	Geen invloed [2]
47	It's burger truckstop	Nvt	Nvt	Nvt	Geen invloed	Geen invloed [2]
48	Kloosterboer Vlissingen	Ja	Nvt	Nvt	Twee 18.000L propaantanks, één 8.000L propaantank, twee installaties. Tracé ligt buiten de risicocontour, dus geen invloed.	Geen invloed [3]
51	Luxemburgweg, Spoorweg, Sloe I en II	Ja	Nvt	Nvt	Kleine contouren omtrent brand vanwege LPG-wagons en gasketelwagons. Wel aandacht tijdens realisatie [1].	Het betreft activiteiten in een risicozone van een ander bedrijf. Geen risico wel aandacht bij realisatie.[4]

[1] Aandachtspunt is het grondwerk en grotere kans op schade assets van derden die niet voorkomen in KLIC.
[2] Het object heeft geen risico-contour dus is er geen enkele onderlinge beïnvloeding.
[3] Het object heeft een kleine risico-contour die door het plan niet beïnvloed wordt.
[4] Het tracé ligt ondergronds dus de beïnvloeding kan alleen van EMC-aard zijn en is daarom niet te verwachten.

Toelichting effecten op en door kabeltracé

Bij sommige kwetsbare objecten is mogelijk een risico te verwachten vanuit het oogpunt van constructieve veiligheid, het gaat dan met name op kans op graafschade. In het gebied zijn leidingen en kabels aanwezig. Grondwerkzaamheden worden altijd meteen KLIC-melding vooraf beoordeeld en vrijgegeven. Het is bekend dat soms leidingen niet zijn opgenomen in de KLIC-bestanden vandaar dat daar waar de onderlinge afstand gering is aanbevolen wordt om tijdens de realisatie hier extra alert op te zijn.

Bij twee bedrijven, nummers 27 (Buisleidingstraat) en 51 (Prorail emplacement), kan het plan van het tracé enige invloed op de bedrijfsvoering van deze bedrijven. Deze invloed bestaat uit het feit dat het plan door de risicocontour van deze bedrijven loopt of deze raakt. Vanwege de ondergrondse ligging van het tracé is een zogeheten domino-effect niet te verwachten.

Bij de overige bedrijven is de afstand van het plan tot het bedrijf of de bijbehorende risicocontour van deze bedrijven dermate groot dat er geen invloed van het plan op die bedrijven aanwezig is. De ondergrondse hoogspanningsverbinding heeft derhalve ook geen invloed op de veiligheidscontour rond het industrieterrein ingevolge art 14 van het Bevi.

4.2 Beoordeling van het converterstation

*Tabel 2 Beoordeling van het **converterstation***

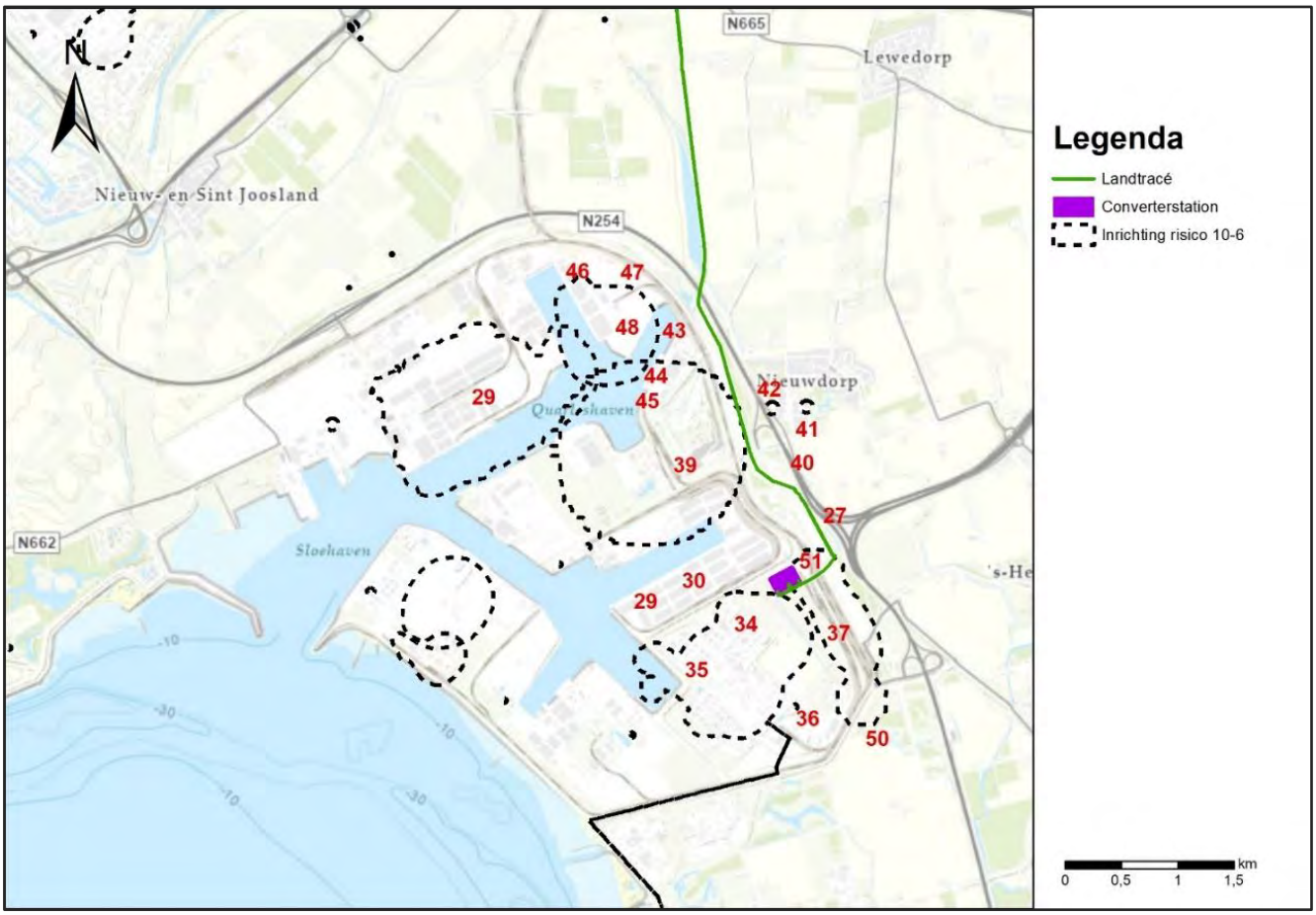
Nr.	Kwetsbaar object of bedrijf/inrichting	Achtergrond 10^{-6} contour			Invloed van object op plan	Invloed plan op object
		Brand	Explosie	Toxisch		
30	Scaldia Logistics B.V.	Nvt	Nvt	Nvt	Contour op de terreingrens van Verbrugge Scaldia Terminals. Het converterstation Net op zee Nederwiek 1 ligt buiten de risicocontour, dus geen invloed.	Geen invloed [3]
34	Zeeland Refinery	Ja	Nvt	Nvt	Diverse opslagtanks en pijpleidingen, met brandbare stoffen. Het converterstation Net op zee Nederwiek 1 ligt in de risicocontour, dus rekening houden met verhoogd brandrisico in ontwerp.	Het betreft activiteiten in een risicozone van een ander bedrijf. Mogelijk risico als extra ontstekingsbron in Safeti berekening.[4]
35	SUEZ Recycling & Recovery Netherlands	Ja	Nvt	Nvt	Bedrijf heeft propaan in 10.000L met 25m contour. Geen invloed.	Geen invloed [3]
36	Indaver Compost B.V.	Nvt	Nvt	Nvt	Geen invloed	Geen invloed [2]
37	Weg Europaweg Oost	Nvt	Nvt	Nvt	Geen invloed. Wel aandacht tijdens realisatie [1].	Geen invloed [3]
50	ZRD Milieustraat Borsele	Nvt	Nvt	Nvt	Geen invloed	Geen invloed [2]
51	Luxemburgweg, Spoorweg Sloe I en II	Ja	Ja	Nvt	Contouren als gevolg van LPG-wagons en gasketelwagons. Het converterstation Net op zee Nederwiek 1 ligt in de risicocontour, dus rekening houden met verhoogd brand- en explosierisico in ontwerp	Het betreft activiteiten in een risicozone van een ander bedrijf. Mogelijk risico als extra ontstekingsbron in Safeti berekening.[4]
53	Leiding Gasunie	Ja	Nvt	Nvt	Hogedruk gaspijpleiding. Het converterstation Net op zee Nederwiek 1 ligt in de risicocontour, dus invloed rekening houden met verhoogd brandrisico in ontwerp.	Het betreft activiteiten in een risicozone van een ander bedrijf. Mogelijk risico als extra ontstekingsbron in Safeti berekening.[4]

[1] Aandachtspunt is het grondwerk en grotere kans op schade assets van derden die niet voorkomen in KLIC.
[2] Het object heeft geen risico-contour dus is er geen enkele onderlinge beïnvloeding.
[3] Het object heeft een kleine risico-contour die door het plan niet beïnvloed.
[4] Doordat het plan de risico contour van het onderliggende object raakt, is relevant of de nieuwe activiteit als extra ontstekingsbron geldt. Hierover heeft afstemming plaatsgevonden met bedrijven 34 (Zeeland Refinery), 51 (ProRail) en 53 (Gasunie), zie hoofdstuk 5.

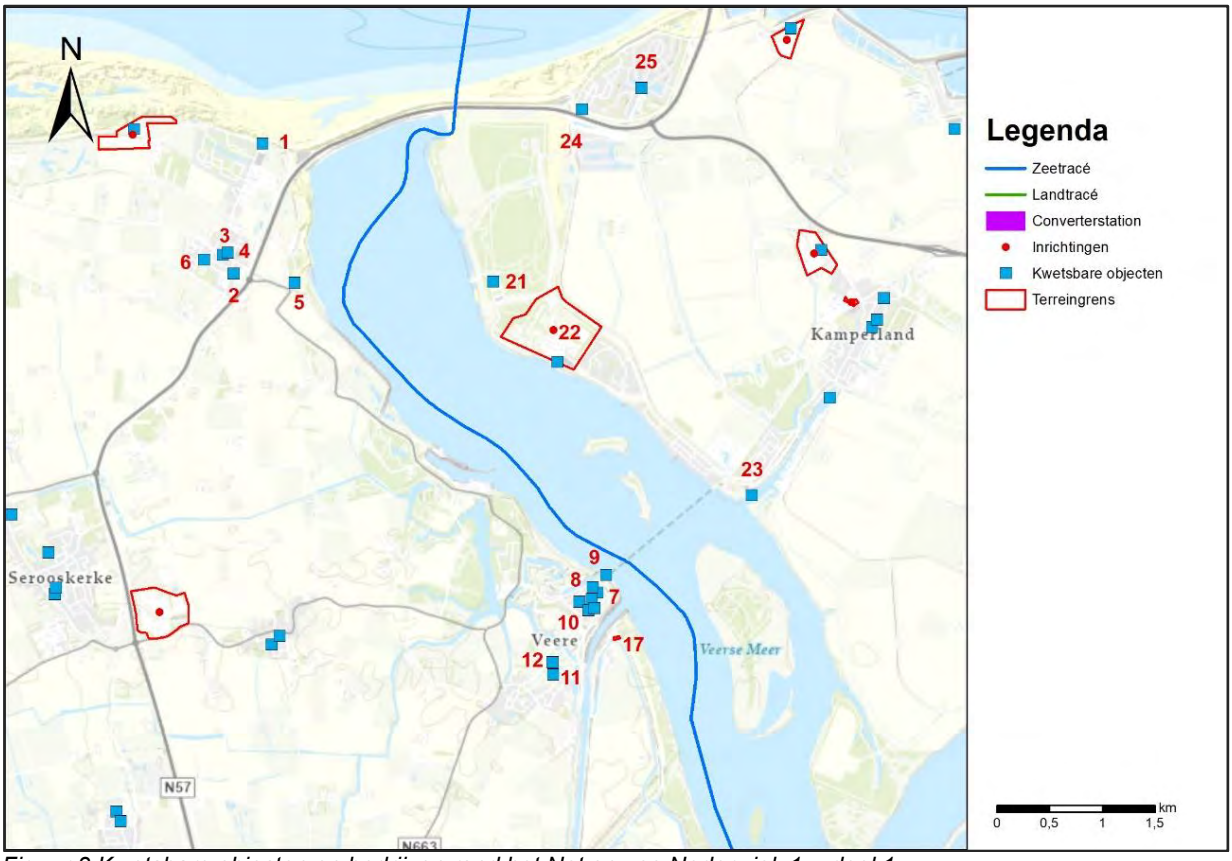
Toelichting effecten op en door converterstation

Het converterstation zelf introduceert geen externe risico's in de zin van veiligheidscontouren waarmee planologisch rekening gehouden moet worden. De ligging van het converterstation Net op zee Nederwiek 1 op het Bedrijventerrein-Zeehaven zijn planologisch inpasbaar.

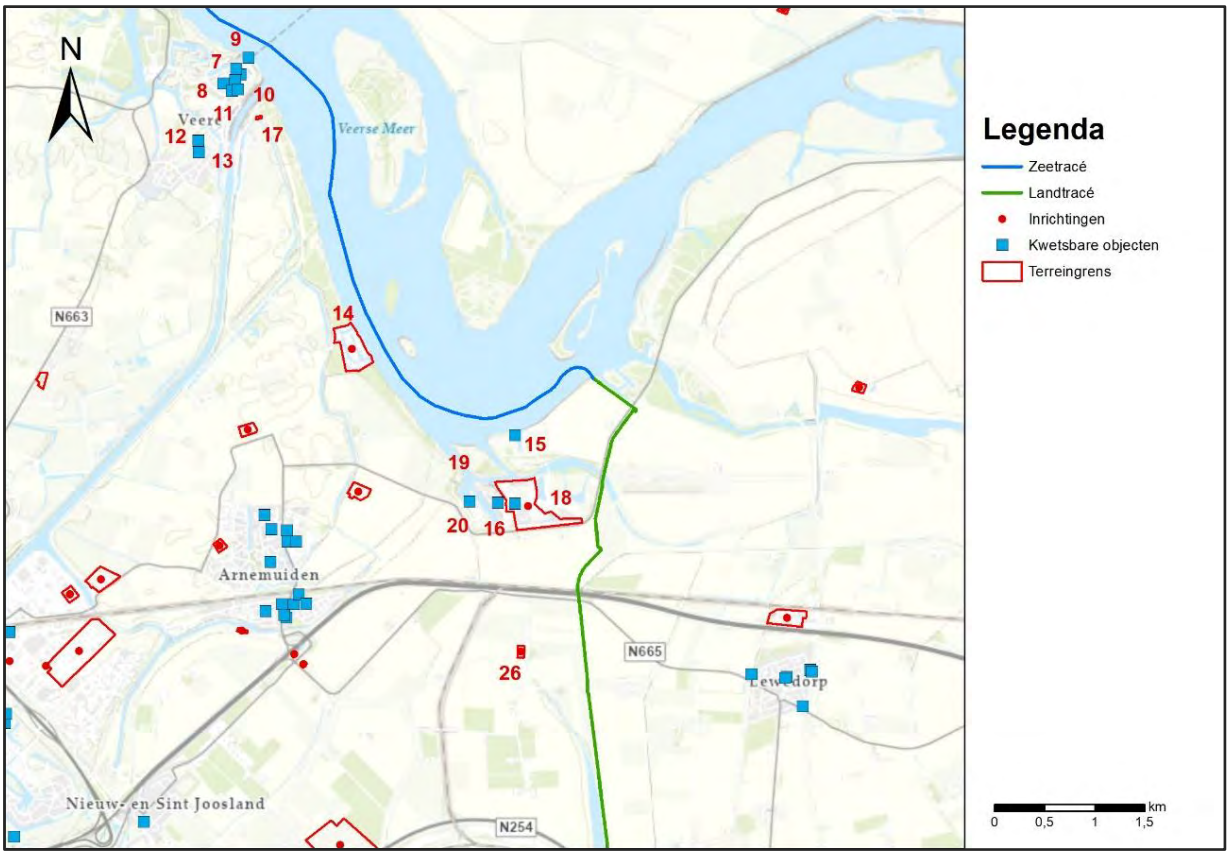
Drie bedrijven in de nabijheid van de converterstationslocatie, nummer 34 (Zeeland Refinary), 51 (ProRail) en 53 (Gasunie), vormen met hun bedrijfsvoering een punt van aandacht voor de integriteit van het converterstation Net op zee Nederwiek 1. Het betreft hier mogelijk verhoogde brand- en explosierisico's omdat de converterstationslocatie van Net op zee Nederwiek 1 binnen of tegen de 10^{-6} risicocontouren, of binnen de aandachtsgebieden ligt van deze bedrijven. Dit is besproken met de bedrijven. Ten aanzien van de invloed van het converterstation op hun eigen bedrijfsactiviteiten met 10^{-6} risicocontouren geven zij aan dat daar geen sprake van beïnvloeding is. De impact van de aandachtsgebieden van hun activiteiten op het converterstation zullen in aandachtspunten voor het converterstation opleveren. Op basis van de beschikbare gegevens heeft het converterstation geen invloed op de veiligheidscontour rond het industrieterrein ingevolge art 14 van het Bevi.



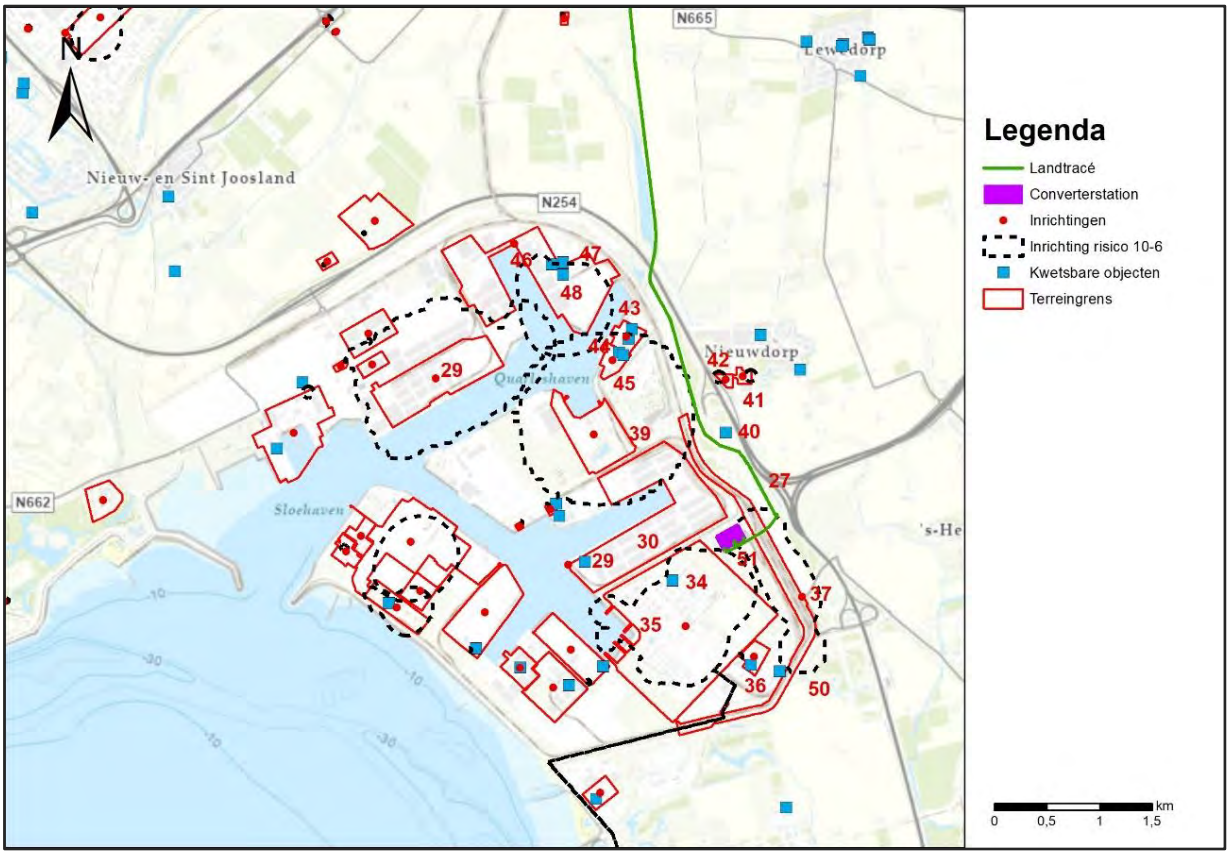
Figuur 2 Risicocontouren bedrijven nabij het converterstation van Net op zee Nederwiek 1



Figuur 3 Kwetsbare objecten en bedrijven rond het Net op zee Nederwiek 1 – deel 1



Figuur 4 Kwetsbare objecten en bedrijven rond het Net op zee Nederwiek 1 – deel 2



Figuur 5 Kwetsbare objecten en bedrijven rond het Net op zee Nederwiek 1 – deel 3

4.3 Beoordeling cumulatieve effecten met Net op zee

Cumulerende effecten met Net op Zee IJmuiden Ver Alpha en het voorliggende plan zijn niet te verwachten. Het realiseren van twee kabeltracés geeft geen hoger verstorend risico in de omgeving vanuit oogpunt van externe veiligheid. Ook de beide converterstations hebben geen cumulerend effect in de omgeving.

5 Conclusies

Ten aanzien van het kabeltracé

Bij sommige kwetsbare objecten is mogelijk een risico te verwachten vanuit het oogpunt van constructieve veiligheid. Grondwerkzaamheden worden altijd met een KLIC-melding vooraf beoordeeld en vrijgegeven. Het is bekend dat soms leidingen niet zijn opgenomen in de KLIC-bestanden. Indien de onderlinge afstand gering is, wordt aanbevolen om tijdens de realisatie hier extra alert op te zijn.

Bij twee bedrijven, nummers 27 (Gasunie) en 51 (ProRail), kan het kabeltracé van Net op zee Nederwiek 1 enige invloed hebben op de bedrijfsvoering van deze bedrijven. Deze invloed bestaat uit het feit dat het kabeltracé door de risicocontour van deze bedrijven loopt of deze raakt. Zoals bij voetnoot 4 is aangegeven, zal TenneT in het vergunningentraject een melding hiervan moeten maken. Vanwege de ondergrondse ligging van het kabeltracé is een zogeheten domino-effect niet te verwachten.

Ten aanzien van de converterstation locatie

Het converterstation zelf introduceert geen externe risico’s in de zin van veiligheidscontouren waarmee planologisch rekening gehouden moet worden. De ligging van het converterstation van Net op zee Nederwiek 1 op het Bedrijventerrein-Zeehaven is planologisch inpasbaar.

Drie bedrijven in de nabijheid van de converterstationslocatie, nummer 34 (Zeeland Refinery), 51 (ProRail) en 53 (Gasunie), vormen met hun bedrijfsvoering een punt van aandacht voor de integriteit van het converterstation van Net op zee Nederwiek 1 van TenneT. Het betreft hier mogelijk verhoogde brand- en explosierisico's omdat de locatie voor het converterstation van Net op zee Nederwiek 1 binnen de 10^{-6} risicocontouren of binnen de aandachtsgebieden ligt van deze bedrijven. De aanwezige risico's vormen geen belemmering voor de plaatsing van het converterstation.

Voor drie bedrijven in de nabijheid van de converterstationslocatie, nummer 34 (Zeeland Refinery), 51 (ProRail) en 53 (Gasunie), heeft het converterstation van Net op zee Nederwiek 1 mogelijk invloed. Het converterstation kan namelijk eventueel een extra ontstekingsbron vormen voor deze bedrijven. Uit nadere afstemming en analyse en overleg met de bedrijven is gebleken dat bij deze bedrijven in hun berekeningen met ontstekingsbronnen rekening hebben gehouden op hun terreingrens. Hierdoor vormt de aanwezigheid van het convertorstation geen verhoogd risico voor de omgeving voor deze bedrijven.

Het converterstation heeft op basis van de beschikbare gegevens geen invloed op de veiligheidscontour rond het industrieterrein ingevolge art 14 van het Bevi.

Colofon

RISICOANALYSE VEILIGHEID NET OP ZEE NEDERWIEK 1

CLIENT
TenneT TSO

DATUM
5-07-2023

Bijlage XII-C Elektromagnetische velden studie

Net op zee Nederwiek 1
TenneT TSO

5 juli 2023

Inhoudsopgave

1 Inleiding 3
2 Achtergrond berekeningen 4
2.1 Algemene uitgangspunten voor berekening magneetvelden 4
2.2 Theorie en implementatie 4
3 Magneetveldberekeningen Nederwiek 1 5
3.1 Ontvangen informatie 5
3.2 Uitgangspunten en randvoorwaarden 5
3.3 Model 5
3.3.1 AC-Schakeltuin 7
3.3.2 Magneetveldzone in converterstation Nederwiek 1 8
4 Conclusie 9

1 Inleiding

TenneT heeft het voornemen om het project Net op zee Nederwiek 1 te realiseren. Het Net op zee Nederwiek 1 verbindt de windpark(en) met een gezamenlijk vermogen van 2 GW in het windenergiegebied Nederwiek op zee met het landelijke hoogspanningsnet via een platform op zee, gelijkstroomkabels op zee en land, en een converterstation op land. Om de 525kV-gelijkstroomverbinding (HVDC-verbinding) om te zetten naar het landelijke hoogspanningsnet dat een 380kV-wisselstroomverbinding (HVAC-verbinding) is, wordt een DC/AC converterstation gebouwd in Borssele. Bij het converterstation is er sprake van een AC-magneetveld.

In deze bijlage van het milieueffectrapport (MER) worden de magneetveldzoneberekeningen die gemaakt zijn toegelicht voor de AC-schakeltuin bij het converterstation van Net op zee Nederwiek 1.

Voor bovengrondse hoogspanningsverbindingen is in Nederland het voorzorgbeleidsadvies (VROM, 2005) van toepassing[1]. Dit beleidsadvies adviseert aan gemeenten, provincies en netbeheerders om zo veel als redelijkerwijs mogelijk te voorkomen dat 'gevoelige bestemmingen' vallen binnen de zone waar de jaargemiddelde veldsterkte hoger is dan 0,4 µT (microtesla). Voor ondergrondse hoogspanningsverbindingen en transformator-/(converter)stations is er op dit moment geen beleidsadvies, maar wel een Europese aanbeveling[2] die een blootstellingslimiet voorschrijft van 100 µT. Aangezien bekend is dat mensen in de nabijheid van hoogspanningsinfrastructuur zich soms zorgen maken over magneetvelden, is er voor Net op zee Nederwiek 1 gekozen om met dit memo inzicht te bieden in de magneetveldcontouren en -zones van het converterstation van Net op zee Nederwiek 1. De toetsing aan het voorzorgbeleid maakt geen onderdeel uit van dit memo maar vindt plaats in het MER Net op zee Nederwiek 1 (Hoofdstuk 9).

In een kamerbrief van 16 november 2022 is door de minister van Klimaat en Energie de Tweede Kamer geïnformeerd over een herijking van dit voorzorgbeleid. Hierin beschrijft de minister dat het voorzorgbeleid zal worden aangevuld met bronmaatregelen voor bovengrondse hoogspanningslijnen, opstijgpunten, ondergrondse kabels, hoogspanningsstations en transformator- converterstations. Het huidige voorzorgbeleid wordt in stand gehouden, dus dat er zo veel als redelijkerwijs voorkomen wordt dat gevoelige bestemmingen zoals woningen binnen een jaargemiddelde veldsterkte van hoger dan 0,4 µT liggen. Het feit dat in deze rapportage 0,4 µT zones en -contouren zijn berekend, betekent niet dat er binnen deze zones een verhoogd gezondheidsrisico te verwachten is. De 0,4 µT zones geven aan binnen welke afstand van de hoogspanningsverbinding wordt aangeraden om te vermijden dat er nieuwe gevoelige bestemmingen worden gerealiseerd, mits de hoogspanningsverbinding uit een bovengrondse lijn zou bestaan.

Deze bijlage is als volgt opgebouwd. In het hoofdstuk 2 wordt de software waarmee de berekeningen zijn uitgevoerd nader toegelicht. Hoofdstuk 3 beschrijft de uitgangspunten en resultaten van de berekeningen. Tenslotte wordt er in hoofdstuk 4 een conclusie beschreven.

[1] Advies met betrekking tot hoogspanningslijnen, Ministerie van VROM, kenmerk SAS/2005183118
[2] Aanbeveling van de Raad van de Europese Unie van 12 juli 1999 (1999/519/EG). Publicatieblad van de Europese Gemeenschappen, L 199/59-70, 1999.

2 Achtergrond berekeningen

Deze paragraaf geeft enige achtergrond bij berekeningen van magneetvelden en magneetveldzones rond complexere geometrieën, zoals het converterstation van Net op zee Nederwiek 1.

Voor het berekenen van de magneetveldcontour zijn de volgende documenten als leidraad gebruikt:

- "Handreiking voor het berekenen van de breedte van de specifieke magneetveldzone bij bovengrondse hoogspanningslijnen", G. Kelfkens, M.J.M. Pruppers, RIVM, versie 4.1, 26 oktober 2015.
- Het document "Afspraken over de rekenmethodiek voor de "magneetveldzone" bij ondergrondse kabels en hoogspanningsstations behorende tot de Randstad 380 kV verbinding", 3 november 2011.

2.1 Algemene uitgangspunten voor berekening magneetvelden

De volgende uitgangspunten liggen ten grondslag aan de berekeningen van magneetvelden en magneetveldzones rond hoogspanningsstations:

1) De geometrie bestaat uit eindige, rechte lijnelementen (die willekeurig georiënteerd kunnen zijn).
2) De invloed van de bodem is verwaarloosbaar (deze heeft in het algemeen een dempend effect *naast* het station), conform de RIVM-handreikingen tot het berekenen van magneetvelden[3].
3) Specifiek voor magneetveldzoneberekeningen in de geest van de 0,4µT-contourbepaling wordt ervan uitgegaan dat alleen fasegeleiders stroom voeren; geaarde geleiders voeren geen stroom, ook dit conform de RIVM-handreikingen.
4) De bron van het magneetveld is stroom die door de lijnelementen vloeit.
5) Elk lijnelement krijgt een stroom toegekend, inclusief richting en klokgetal.
6) Specifiek voor het converterstation van Net op zee Nederwiek 1: De stromen zijn berekend op basis van het nominale transportvermogen van de DC-kabels.
7) Het magneetveld opgewekt door het tijdswisselend elektrisch veld **E** wordt verwaarloosd. Dat wil zeggen dat in de wet van Ampère:

$$\nabla \times \mathbf{B} = \mu 0\, \mathbf{J} + \mu 0 \varepsilon 0\ \partial \mathbf{E} / \partial t$$

de vierde der Maxwellvergelijkingen, domineert de term met de stroomdichtheid **J** de term met **E**. Hierin zijn μ_0 de magnetische permeabiliteit van het vacuüm, ε_0 de permitiviteit van het vacuüm en **B** het magnetisch veld.

2.2 Theorie en implementatie

Bovengenoemde wet van Ampère kan als volgt worden omgeschreven voor het geval van stromen door 'dunne' geleiders:

$$\boldsymbol{B}(P) = \frac{\mu_0}{4\pi} I \int \frac{d\boldsymbol{l} \times \hat{r}}{r^2}$$

Deze staat bekend als de wet van Biot-Savart. Hierin is *I* de stroom door een infinitesimaal lijnelement ***dl*** en *r* de afstand tussen het observatiepunt *P* en het lijnelement. Tenslotte is $\hat{r}$ de eenheidsvector, dat wil zeggen dat ***r*** genormaliseerd wordt tot lengte 1. De integraal wordt genomen over alle stroom voerende lijnelementen. In de praktische implementatie in de berekeningen is de integraal vervangen door een sommatie over eindige-lengte-lijnelementen. Rekening houdend met stroomrichtingen en klokgetallen kan voor ieder punt in de ruimte een tijdsafhankelijke magneetveldvector en een *rms* (*root mean square*) -waarde voor het magnetische veld worden uitgerekend. De berekeningen worden uitgevoerd voor een dicht raster. In de postprocessing worden contouren aangegeven, in het bijzonder de 0,4 µT-contour.

[3] In zoverre dat de invloed van de bodem niet genoemd wordt, ook niet in de vorm van toepassing van spiegelgeleiders (hetgeen accuraat zou zijn voor een oneindig goed geleidende bodem).

3 Magneetveldberekeningen Nederwiek 1

3.1 Ontvangen informatie

TenneT heeft Arcadis verschillende documenten en tekeningen verstrekt:
1. Indeling van converterstation Nederwiek 1 (Converterstationlocatie_NW1_221116.shp)
2. Algemene eisen van primaire installaties van TenneT (PVE.01.000 Primair)

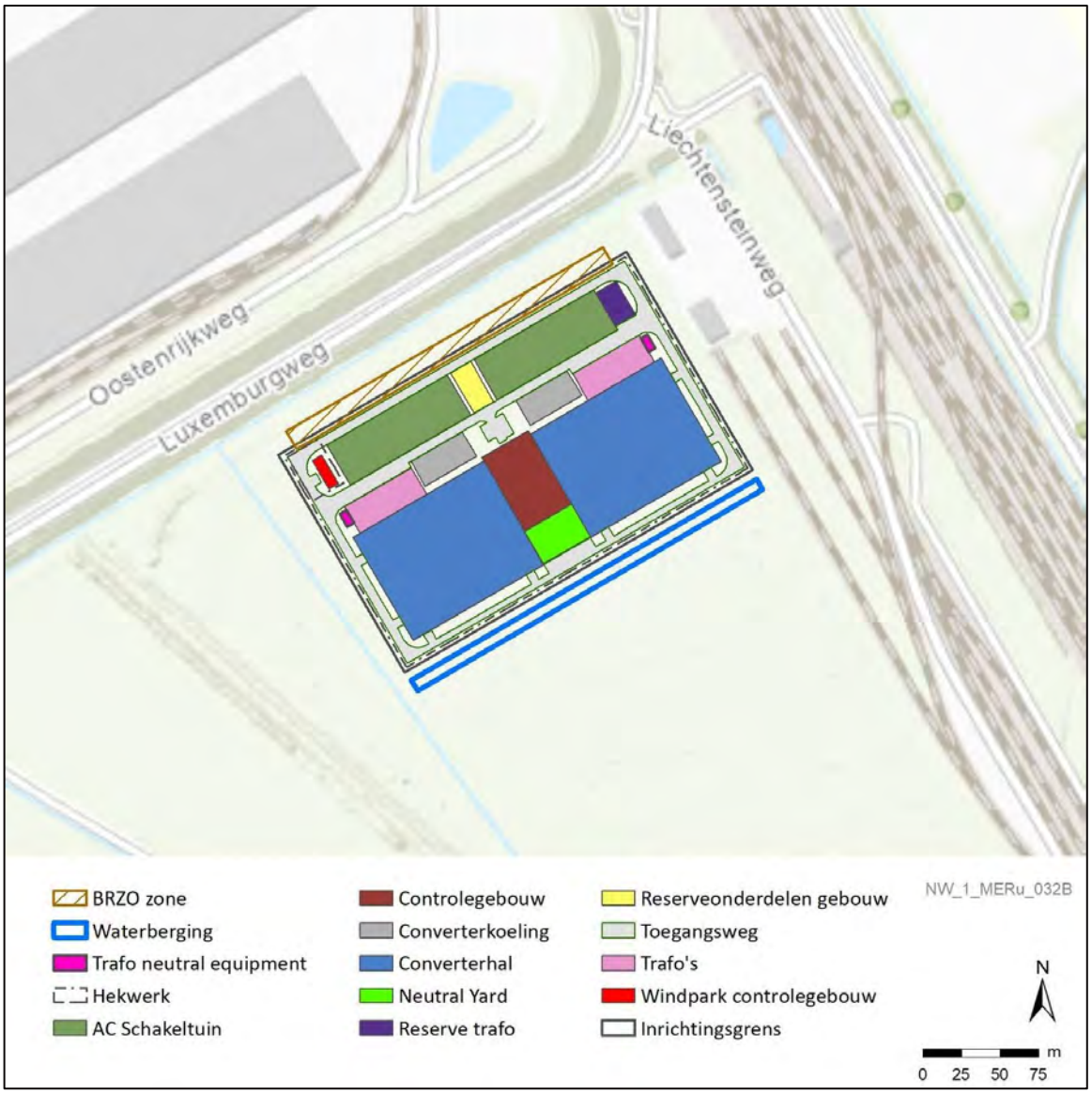
3.2 Uitgangspunten en randvoorwaarden

De magneetveldzoneberekening is zo veel als mogelijk uitgevoerd in de geest van de RIVM-handreiking en de afspraken over de rekenmethodiek voor kabels en hoogspanningsstations.

In onze berekening zijn enkele vereenvoudigingen toegepast:
- De eerste vereenvoudiging is dat voor elk circuit dat wordt berekend, de berekening wordt uitgevoerd voor één stroom die maatgevend is voor de maximale jaarlijkse gemiddelde stroom.
- De tweede vereenvoudiging is dat de stroom door het aardscherm van de AC-kabels of de bliksemdraden in de AC-schakeltuin niet in deze simulatie wordt meegenomen.

3.3 Model

In Figuur 1 is de indeling van het converterstation van Net op zee Nederwiek 1 weergegeven.
Als de DC-verbinding aankomt op het terrein van het converterstation dan loopt deze naar de DC-hal waar de gelijkstroom (525kV) wordt omgezet in wisselstroom (380kV). Nadat de gelijkstroom is omgezet naar wisselstroom verlaat de AC-kabelverbinding het converterstationterrein via de AC schakeltuinen. De AC-verbinding valt buiten de scope van het project Net op zee Nederwiek 1.



Figuur 1 Indeling van converterstation Net op zee Nederwiek 1

3.3.1 AC-Schakeltuin

Figuur 2 Gedetailleerde indeling van converterstation Nederwiek 1 AC-schakeltuin met 380 kV AC-kabel eindsluitingen

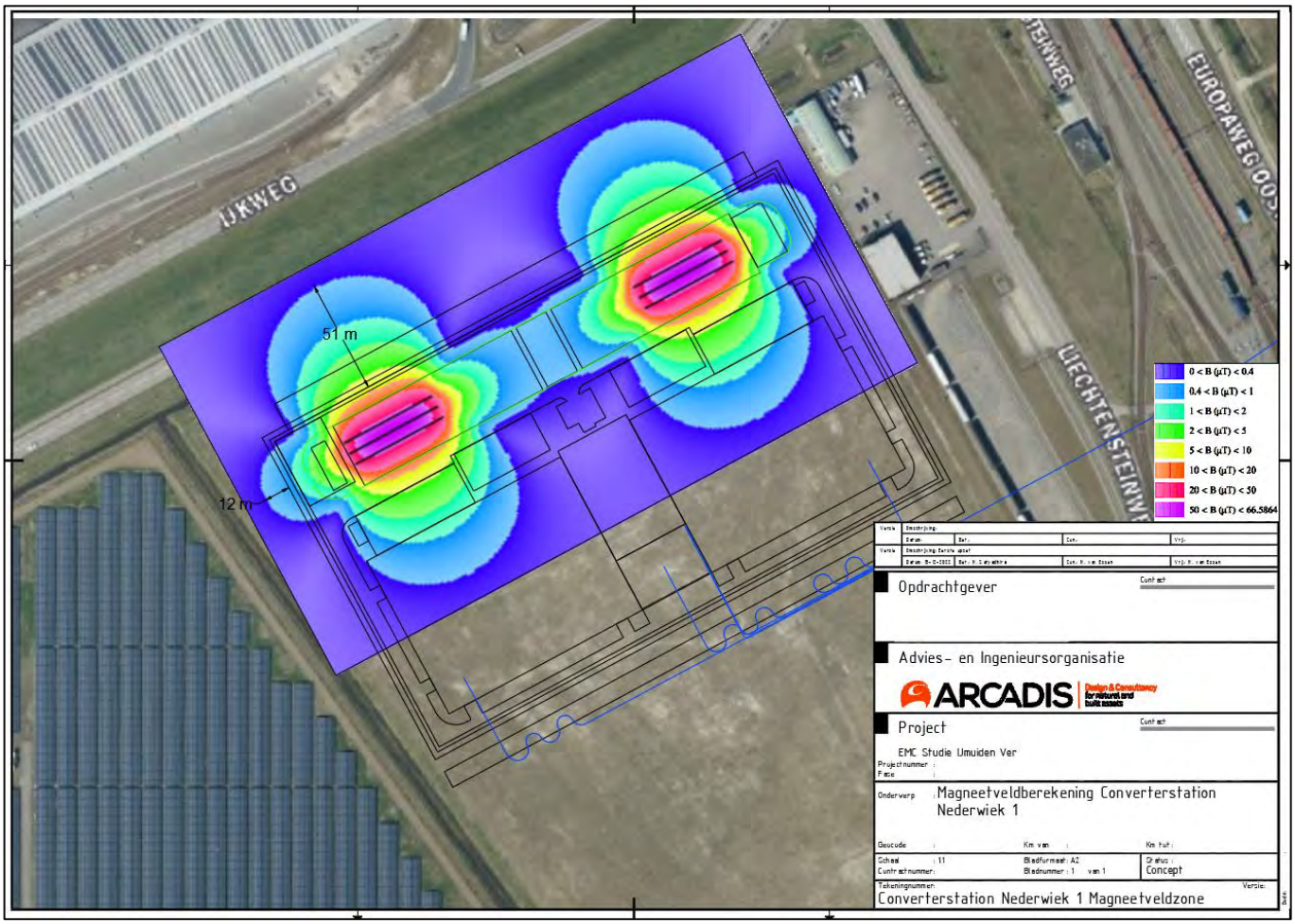
Er worden twee AC-schakeltuinen geïnstalleerd in het converterstation Nederwiek. Dit is gevisualiseerd in figuur 2 als oranje gebieden. De AC-schakeltuin aan de linkerkant wordt verder genoemd als de westelijke AC-schakeltuin en de AC-schakeltuin aan de rechterkant wordt verder genoemd als de oostelijke AC-schakeltuin.

In de berekening worden alleen de railbuizen van de AC-schakeltuin naar de AC-kabeleindsluiting meegenomen. Verder zijn in het model een aantal uitgangspunten toegepast op basis van ontvangen informatie. De uitgangspunten zijn zoals hieronder:

1. De hoogte van het geleiders in AC-schakeltuin is 7 m
2. De hartafstand tussen fasen is 5,5 m;
3. De afstand tussen fase-veldgrens is 4,5 m;
4. De lengte van het AC-schakeltuin geleiders is 45 m;
5. De veldstroom is 3039 A. Deze waarde is afgeleid van de ontwerpstroom van de HVDC-kabel (kabelstroom bedraagt: 2000 MW/ (380 kV * √3) = 3039 A.
6. De westelijke AC-schakeltuin is gemodelleerd 45 meter aan de linkerkant van de reserveonderdelen gebouw (zie figuur 1) en de oostelijke AC-schakeltuin is gemodelleerd 45 meter aan de rechterkant van de reserveonderdelen gebouw. Deze aannames is gebaseerd op de posities van de AC-kabel eindsluitingen.

3.3.2 Magneetveldzone in converterstation Nederwiek 1

De magneetveldzone van de AC-schakeltuin van converterstation Nederwiek 1 is te zien in Figuur 3. De maximale waarde van het berekende magneetveld is 66,6 µT. Het maximale gebied van de 0,4 µT-magneetveldcontour van de AC-schakeltuin reikt tot ongeveer 51 m buiten het noordelijke hekwerk en 12 m buiten het westelijke hekwerk van converterstation van Net op zee Nederwiek 1.



Figuur 3 Magneetveldzone in converterstation Nederwiek 1

4 Conclusie

Arcadis heeft de magneetveldzoneberekeningen berekend voor de AC-schakeltuinen bij het converterstation van Net op zee Nederwiek 1.

Vanuit de simulatie blijkt dat het 0,4 µT magneetveld van de AC-schakeltuin bij het converterstation Net op zee Nederwiek 1 reikt tot 51 m buiten het noordelijke hekwerk en 12 m buiten het westelijke hekwerk.

Trefkansanalyse Net op zee Nederwiek 1

Kabeltracé op land en converterstation

TenneT TSO BV

722071 | v2.0

5-7-2023

Pondera

Hoofdvestiging Nederland
Amsterdamseweg 13
6814 CM Arnhem
088 – pondera (088-7663372)
info@ponderaconsult.com

Postadres
Postbus 919
6800 AX Arnhem

Vestiging South East Asia
Jl. Mampang Prapatan XV no 18
Mampang
Jakarta Selatan 12790
Indonesia

Vestiging North East Asia
Suite 1718, Officia Building 92
Saemunan-ro, Jongno-gu
Seoul Province
Republic of Korea

Colofon

Soort document
Trefkansanalyse

Projectnaam
Kabeltracé op land en converterstation

Versienummer
v2.0

Datum
5-7-2023

Project nummer
722071

Opdrachtgever
TenneT TSO BV

Disclaimer
In het onderzoek is gebruik gemaakt van algemeen geaccepteerde uitgangspunten, modellen en informatie die ten tijde van het opstellen van dit rapport ter beschikking stonden. Aanpassingen in de uitgangspunten, modellen of gebruikte gegevens kunnen leiden tot andere uitkomsten. De aard en de nauwkeurigheid van de gebruikte gegevens voor het onderzoek bepalen in belangrijke mate de nauwkeurigheid en de onzekerheden van de berekende uitkomsten. Pondera is niet aansprakelijk voor gederfde inkomsten of schade die wordt geleden door opdrachtgever(s) en/of derden uit conclusies die gebaseerd zijn op gegevens die niet van Pondera afkomstig zijn. Deze rapportage is opgesteld met de intentie dat deze alleen gebruikt wordt door de opdrachtgever en slechts voor het doel waarvoor de rapportage is opgesteld. Er mag geen beroep worden gedaan op de informatie uit deze rapportage voor andere doeleinden zonder schriftelijke toestemming van Pondera. Pondera is niet verantwoordelijk voor de consequenties die kunnen voortvloeien uit het oneigenlijk gebruik van de rapportage. De verantwoordelijkheid voor het gebruik van (de analyse, resultaten en bevindingen in) de rapportage blijft bij de opdrachtgever. De Rechtsverhouding opdrachtgevers – architect, ingenieur en adviseur conform DNR 2011 is te allen tijde van toepassing.

ISO 9001 : 2015 gecertificeerd

Inhoudsopgave

1 Inleiding 2
2 Uitgangspunten 4
2.1 Rekenmethodiek 4
2.2 Eigenschappen objecten 6

3 Resultaten 7
3.1 Kabeltracé op land 7
3.2 Converterstation 8

4 Beoordeling effecten 10
4.1 Aandachtspunten afweging 10

1 Inleiding

Deze analyse onderzoekt de mogelijke effecten van de windturbines rondom de Quarleshaven op het (geplande) nabijgelegen (ondergrondse) kabeltracé op land en converterstation van Net op zee Nederwiek 1 en de cumulatieve trefkans van de kabeltracés Net op zee Nederwiek 1 en Net op zee IJmuiden Ver Alpha. Het geplande kabeltracé van Net op zee Nederwiek 1 ligt in de provincie Zeeland, ten oosten van Middelburg en ten westen van Goes. De windturbines, het kabeltracé en het converterstation zijn visueel weergegeven in Figuur 1.1. Daarnaast is in Figuur 1.2 weergeven wat de afstanden tussen de relevante windturbines en het kabeltracé zijn. Voor de trefkansanalyse geldt dat er één windturbine is met een trefkans op het kabeltracé (WTG01 in Figuur 1.1), zie ook paragraaf 3.1. De overige windturbines liggen op een dusdanig grote afstand (Figuur 1.2), oftewel buiten de maximale effectafstand, dat deze geen risico toevoegen op het kabeltracé. Er zijn hierdoor geen berekeningen voor de overige windturbines nodig.

De coördinaten van de windturbine (WTG01) zijn weergegeven in Tabel 1.1. Er is uitgegaan van een voor dit plan relatief maximaal gedimensioneerd windturbinetype Enercon E-70 op een ashoogte van 64 m. De tiphoogte bedraagt hiermee 99,5 m. Voor de gehele analyse zijn dezelfde berekeningen uitgevoerd als voor de trefkansanalyse van Net op zee IJmuiden Ver Beta[1].

Omdat de hoogspanningskabels geen gevaar voor de omgeving kunnen veroorzaken gaat het hier niet om een extern veiligheidsrisico maar wel om een afweging voor de kans op schade aan de hoogspanningsverbindingen.

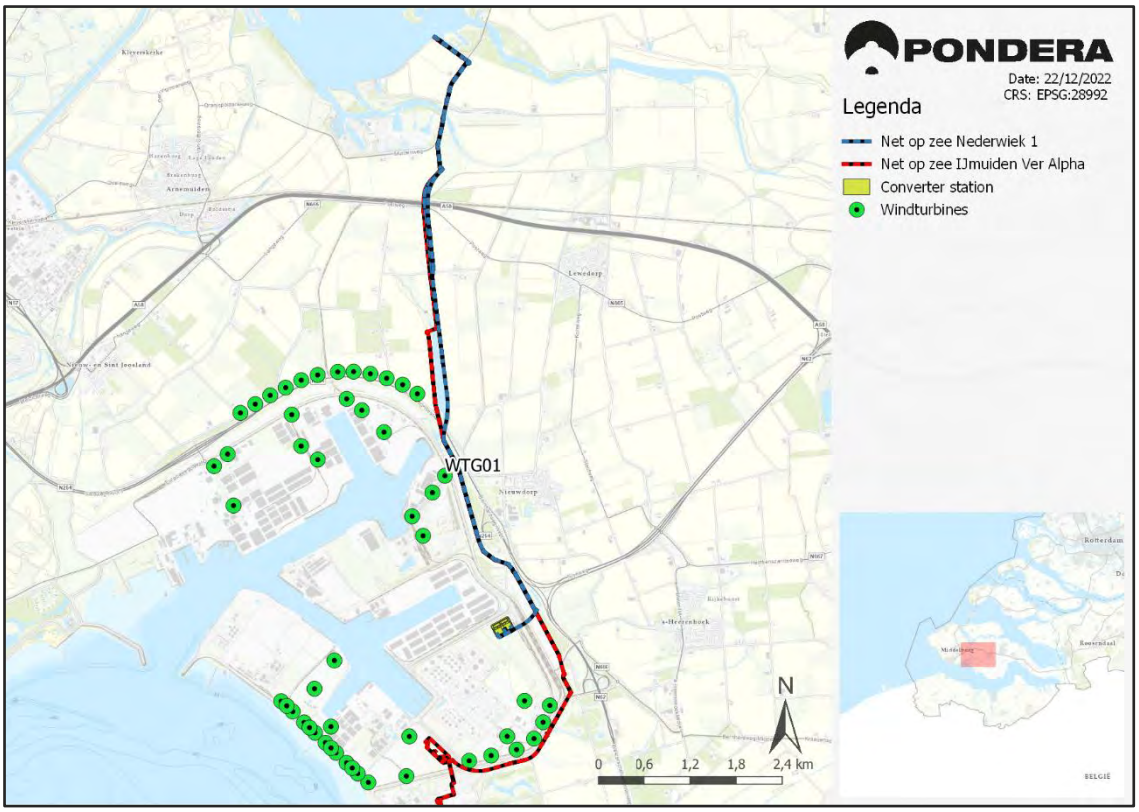
Hoofdstuk 2 beschrijft de rekenmethodiek en eigenschappen van de te onderzoeken objecten. Hoofdstuk 3 geeft de resultaten van de trefkansanalyse. In hoofdstuk 4 worden de effecten beoordeeld.

Tabel 1.1 Windturbine X- en Y-coördinaten in coördinatenstelsel EPSG:28992 (Rijksdriehoeksstelsel).

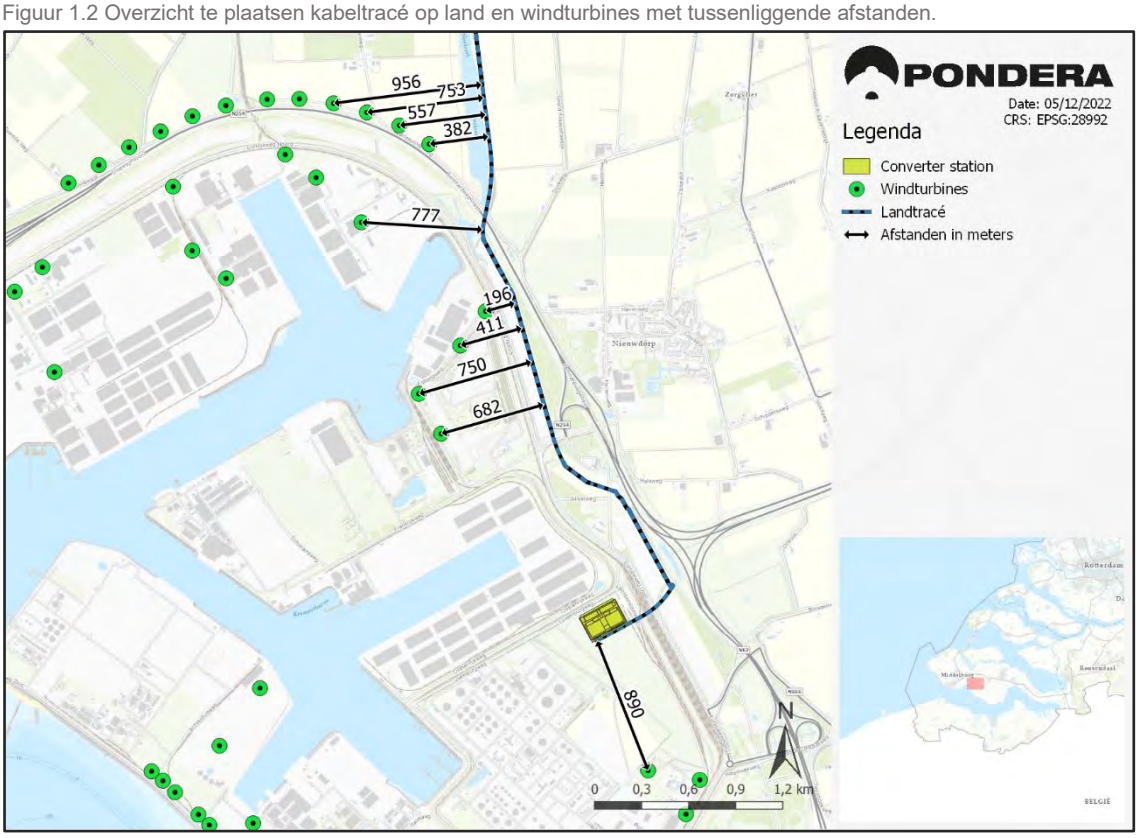
Windturbine	X-coördinaten	Y-coördinaten
WTG01	39419	388185

[1] Trefkansanalyse Net op zee IJmuiden Ver Beta, tracévarianten Maasvlakte, versie 2.0, 11 november 2020, Project nummer 718159

Figuur 1.1 Overzicht te plaatsen kabeltracé op land Net op zee Nederwiek 1 en de nabijgelegen windturbines.



Figuur 1.2 Overzicht te plaatsen kabeltracé op land en windturbines met tussenliggende afstanden.



2 Uitgangspunten

2.1 Rekenmethodiek

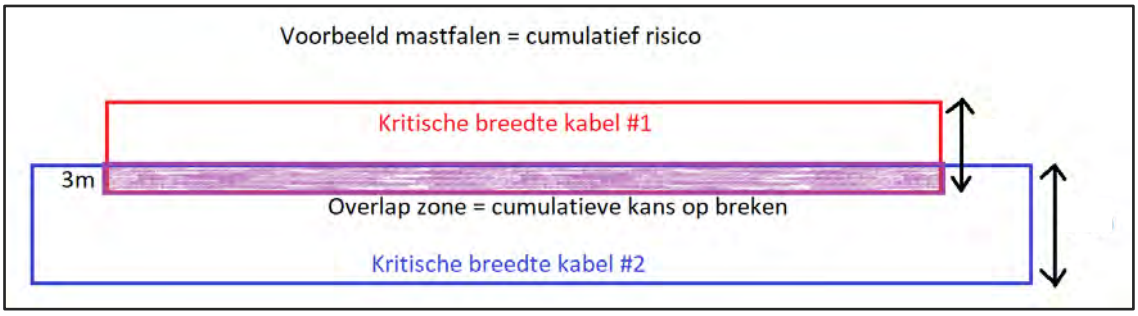
De methodiek om de trefkansen te berekenen is gebaseerd op de berekeningsmethodieken in de Handreiking Risicozonering Windturbines v1.1[2] en de Handleiding Risicoberekeningen Windturbines (versie oktober 2020)[3]. Deze laatste is de huidige opvolging van het Handboek risicozonering windturbines 2014 (v3.1). Voor het leesgemak wordt naar beide rapportages verwezen als “HRW”. Per faalscenario wordt omschreven hoe de berekening is uitgevoerd.

Er is geen vaste rekenmethodiek beschikbaar voor het berekenen van de kans op schade aan ondergrondse hoogspanningskabels. De rekenmethodiek leidt tot een conservatieve inschatting van de maximale kans op schade gebaseerd op treffen = 100% kans op schade.

2.1.1 Overlapzones

Om het cumulatieve risico te berekenen is het van belang om een overlapzone te bepalen, oftewel de zone waarbij zowel Net op zee Nederwiek 1 als Net op zee IJmuiden Ver Alpha kans heeft om geraakt te worden. Voor de bepaling van deze overlapzones wordt gekeken per hieronder beschreven faalscenario wat de overlap is. De gebruikte methode voor de bepaling is visueel weergeven in Figuur 2.1. Voor de kritische breedtes worden de kritische stroken voor ondergrondse elektriciteitskabels bepaald in **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** gebruikt. In zijn totaliteit zal dit dus drie overlapzones opleveren; gondelfalen, mastfalen en bladworp.

Figuur 2.1 Schematische weergave van de overlapzone voor mastfalen



2.1.2 Faalscenario’s

Conform het HRW zijn er drie mogelijke faalscenario’s van windturbines: gondelfalen, mastfalen en bladworp. De faalscenario’s zijn weergegeven in Figuur 2.2. In geval van gondelfalen breekt de gondel los van de mast en valt langs de mast naar beneden, vervolgens breekt ook een blad los. Bij mastfalen breekt de mast onderaan af en valt de gehele windturbine naar beneden. Bij bladworp breekt een blad los en wordt dit rotorblad in zijn geheel geworpen als gevolge van de rotatie van de rotor. Bij bladworp wordt vervolgens nog onderscheid gemaakt tussen bladworp bij nominaal toerental en bladworp bij overtoeren.

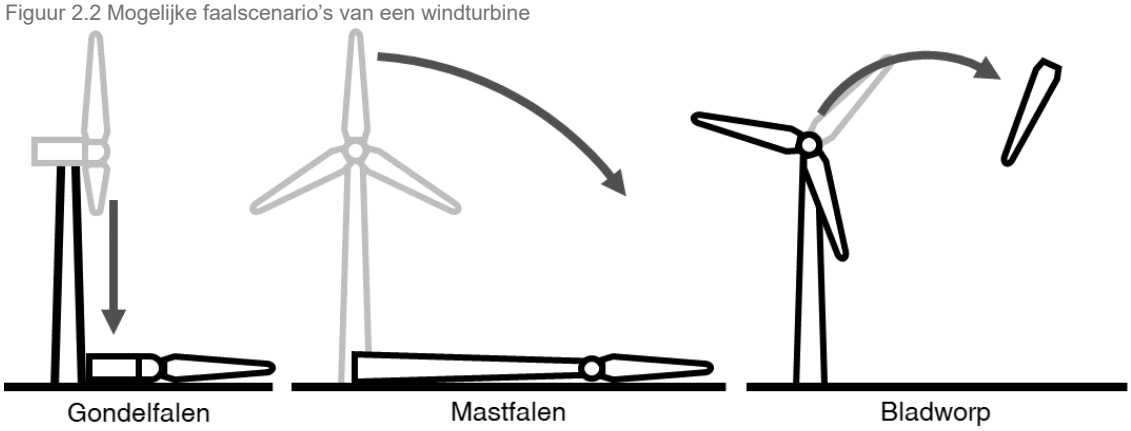
[2] Handreiking Risicozonering Windturbines (HRW2020), versie 1.1, Rijkswaterstaat Water, Verkeer & Leefomgeving, 20 mei 2020.
[3] Rekenvoorschrift Omgevingsveiligheid Module IV – Windturbines, versie oktober 2020, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.

Bij bladworp bij overtoeren wordt er gerekend met een toerental gelijk aan twee keer het nominale toerental. De faalfrequenties van de verschillende faalscenario's conform het HRW zijn in Tabel 2.1 weergegeven.

Tabel 2.1 Faalfrequenties van de verschillende faalscenario's, conform het HRW.

Faalscenario	Faalfrequentie per jaar
Gondelfalen	4,0E-05
Mastfalen	1,3E-04
Bladworp bij nominale toeren	8,4E-04
Bladworp bij overtoeren	5,0E-06

Figuur 2.2 Mogelijke faalscenario's van een windturbine



2.1.3 Rekenmethodiek bij buisleidingen

In de Handleiding risicoberekeningen windturbines (module IV omgevingsveiligheid versie juli 2020) zijn geen rekenregels opgenomen waarmee de kans op schade is te berekenen aan ondergrondse elektriciteitskabels. Door het ontbreken van deze formules zijn er geen rekenregels beschikbaar om de kans op schade te kunnen bepalen conform een door belanghebbende afgestemde rekenmethodiek. Om toch enig inzicht te kunnen verlenen in de mogelijke hoogte van de trefkansen die zouden kunnen optreden, wordt een methodiek gebruikt die gebaseerd is op de rekenformules van ondergrondse buisleidingen (aardgas).

Schade aan buisleidingen als gevolg van falende windturbineonderdelen kan plaatsvinden indien het zwaartepunt van het onderdeel landt binnen een kritische afstand rondom de buisleiding. Daarom worden de zwaartepunten van de windturbineonderdelen beschouwd. De kritische afstand is afhankelijk van de eigenschappen van de buisleiding.

Gondelfalen

De maximale effectafstand is gelijk aan de maximale straal van de mast + de lengte van de gondel inclusief de hub + de zwaartepuntsafstand van het blad. De trefkans wordt bepaald aan de hand van de hoek van overlap tussen het bereik van de effectafstand en het betreffende object.

Mastfalen

De maximale effectafstand is gelijk aan de ashoogte + de zwaartepuntsafstand van het blad. De trefkans wordt bepaald aan de hand van de hoek van overlap tussen het bereik van de effectafstand en het betreffende object.

Bladworp

Voor bladworp wordt uitgegaan van de werpafstanden van het zwaartepunt van een rotorblad welke berekend worden met het kogelbaanmodel zonder luchtkrachten zoals opgenomen in paragraaf 2.3.1 van het HRW. Deze berekening wordt vervolgens geconverteerd in een data-image (geotiff), waarin elke pixel de kans weergeeft dat het zwaartepunt van het blad op de betreffende pixel land. Vervolgens wordt een trefzone bepaald rondom het betreffende object. Deze trefzone bestaat uit een buffer gelijk aan de kritische afstand van het object, ook wel de kritische strook genoemd. Indien het zwaartepunt van het blad in deze trefzone landt, wordt er aangenomen dat het object getroffen wordt. De uiteindelijke trefkans is de som van alle pixels van de data-image (geotiff) binnen de trefzone van het object.

2.2 Eigenschappen objecten

De relevante eigenschappen van de windturbines en de kritische stroken van de ondergrondse elektriciteitskabels zijn weergegeven in onderstaande tabellen.

Tabel 2.2 Eigenschappen windturbines.

Eigenschap	Enercon E-70 / 2300
Rotordiameter [m]	71
Ashoogte [m]	64
Tiphoogte [m]	99,5
Nominaal toerental [rpm]	20,9
Afstand tot zwaartepunt van een blad, gemeten vanaf de hub-as [m]	11,83
Mastdiameter [m]	4,6
Lengte gondel inclusief hub [m]	16

Tabel 2.3 Kritische stroken ondergrondse elektriciteitskabels.

Object	Kritische strook [m][4]		
	Mast	Gondel	Blad
Kabeltracé Net op zee Nederwiek 1	6	10	4
Kabeltracé Net op zee Alpha	6	10	4

[4] Trefkansanalyse Net op zee IJmuiden Ver Beta, tracévarianten Maasvlakte, versie 2.0, 11 november 2020, Project nummer 718159

3 Resultaten

3.1 Kabeltracé op land

De totale trefkans per object is weergegeven in **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**. Het kabeltracé Nederwiek 1 ondervindt een totale trefkans in de ordegrootte van 4E-08. Tabel 3.2 geeft de trefkansen per faalscenario en windturbine weer. Het kabeltracé ondervindt trefkansen van enkel het faalscenario bladworp bij overtoeren maar niet van gondelfalen, mastfalen en bladworp bij nominaal toerental. De effectcirkels van de Enercon E-70 zijn visueel weergeven in Figuur 3.1.

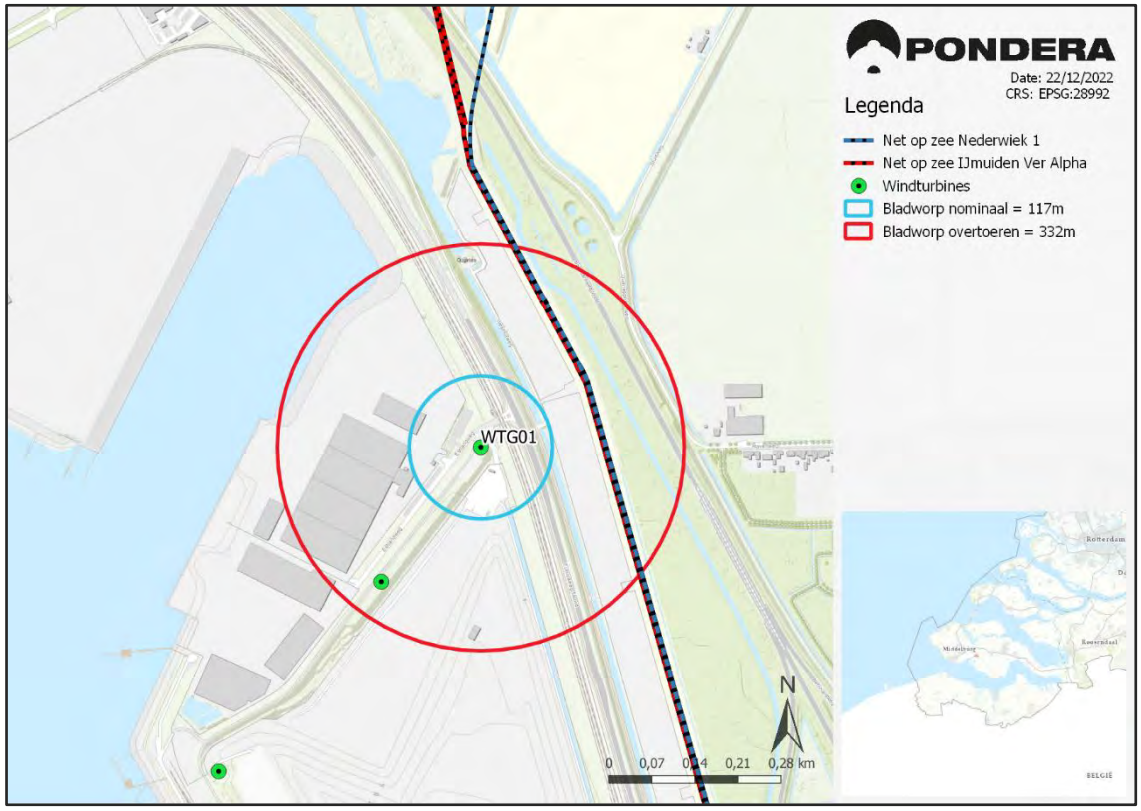
Tabel 3.1 Totale trefkans per object.

Kabeltracé Net op zee Nederwiek 1	Trefkans	Kans van optreden
Kabeltracé Nederwiek 1	4,49E-08	1 / 22.292.517 jaar

Tabel 3.2 Trefkansen per faalscenario en windturbine op de elektriciteitskabels. WT staat voor windturbine.

WT	Gondelfalen	Mastfalen	Bladworp nominaal	Bladworp overtoeren	Totaal
1	0	0	0	4,49E-08	4,49E-08

Figuur 3.1 Overzicht effectcirkels van relevante windturbine voor kabeltracé Net op zee Nederwiek 1.



3.2 Converterstation

De tussenafstand tussen dichtstbijzijnde windturbine en het converterstation is 890m, zie ook Figuur 1.2. Deze tussenafstand is groter dan de maximale effectafstand van de windturbine en daardoor ondervindt het converterstation van Net op zee Nederwiek 1 geen trefkans van deze windturbine. Overige windturbines liggen op een grotere afstand tot het converterstation en is de tussenafstand dus groter dan de maximale effectafstand van de windturbines. Het converterstation ondervindt geen trefkans van windturbines in de omgeving.

3.3 Cumulatie kabeltracés op land

De totale trefkans van de cumulatiezone is weergegeven in Tabel 3.3. De cumulatiezone ondervindt een totale trefkans in de orde grootte van 2E-08. Tabel 3.4 geeft de trefkansen per faalscenario en windturbine weer. De cumulatiezone ondervindt trefkansen van enkel het faalscenario bladworp bij overtoeren maar niet van gondelfalen, mastfalen en bladworp bij nominaal toerental. De effectcirkels van de Enercon E-70 zijn visueel weergeven in Figuur 3.2.

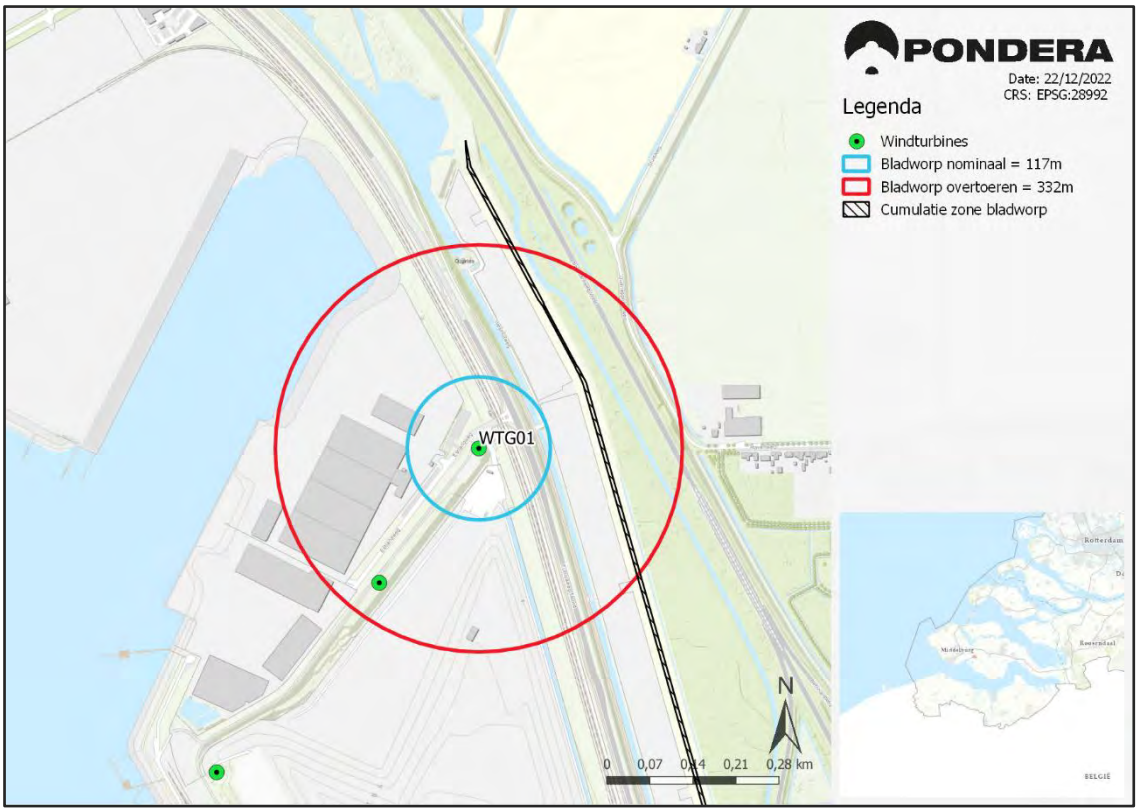
Tabel 3.3 Totale trefkans per object.

Object	Trefkans	Kans van optreden
Cumulatiezone	2,75E-08	1 / 36.347.654 jaar

Tabel 3.4 Trefkansen per faalscenario en windturbine op de elektriciteitskabels. WT staat voor windturbine.

WT	Gondelfalen	Mastfalen	Bladworp nominaal	Bladworp overtoeren	Totaal
1	0	0	0	2,75E-08	2,75E-08

Figuur 3.2 Overzicht effectcirkels van cumulatie zone van Net op zee Nederwiek 1 en Net op zee IJmuiden Ver Alpha.



4 Beoordeling effecten

De aangegeven trefkansen die inzicht geven in de maximale kans op schade welke zou kunnen optreden als gevolg van de aanwezigheid van de windturbines nabij het kabeltracé dienen te worden gezien als een maximale weergave. De risico's (1 / 22.292.517 jaar voor het kabeltracé Nederwiek 1 en 1 / 36.347.654 jaar, voor de kabeltracés Nederwiek 1 en IJmuiden Ver Alpha tegelijk = cumulatiezone), zijn dusdanig klein dat er ruim aan de gebruikelijke veiligheidsnormen voor een dergelijke verbinding wordt voldaan.

Om een beeld te schetsen van de impact van de trefkans is ook de periode van uitval berekend. Een trefkans met een kans op voorkomen van 1 / 22.292.517 jaar, wat overeenkomt met de totale trefkans van het kabeltracé op land van Net op zee Nederwiek 1, kan ook worden gezien als een periode van uitval. Als de herstelwerkzaamheden van schade bijvoorbeeld 14-28 dagen in beslag nemen dan is de gemiddelde te verwachten periode van stroomonderbreking per jaar circa tussen 0,05 seconden en 0,1 seconden als gevolg van dit risico. De gevolgen van de onderbreking van de stroomlevering en de kans op schade kan gebruikt worden in de afweging van TenneT TSO BV over de te gebruiken kabeltracé.

4.1 Aandachtspunten afweging

Een aantal aandachtspunten hebben sterk invloed op de getoonde resultaten in deze notitie:

- Gebruikt uitgangspunt van treffen = 100% schade, dit kan lager uitvallen door de 1,80m diepteligging van de kabel;
- Potentiële verwaarloosbaarheid impact van een rotorblad;
- Aanleg kabeltracé op land deels dieper leggen of wijzigen ten opzichte van uitgangspunten.

Bovenstaande opsomming kan worden meegenomen worden in de trefkansanalyse indien gewenst, echter zijn de risico's dusdanig klein dat er al ruim aan de gebruikelijke veiligheidsnormen voor dergelijke verbindingen wordt voldaan met een worst-case doorrekening van de effecten.