

**VERMILION
ENERGY**



Vermilion Energy Netherlands B.V.

Actualisatie Winningsplan Oppenhuizen

Versie 2.1

10 oktober 2024

Samenvatting

Dit document betreft een actualisatie van het winningsplan 'Oppenhuizen'. Het winningsplan Oppenhuizen uit 2015 omvat productie uit de put OPH-01. De put OPH-01 produceert sinds 2024 gas uit de Zechstein formatie in het deelvoorkomen Oppenhuizen.

De reden voor de indiening van dit winningsplan is om instemming te vragen voor het volgende:

1. Toevoegen van een toekomstige boring naar deelvoorkomen Oppenhuizen-Zuid met mogelijk gashoudende formaties Rotliegend en Zechstein met boorput OPH-02.
2. Toevoegen van een toekomstige boring naar deelvoorkomen Oppenhuizen-Noord met mogelijk gashoudende formaties Rotliegend en Zechstein met boorput OPH-03.
3. Toevoegen van een toekomstige boring met boorput OPH-04 naar deelvoorkomen Oppenhuizen ter verbetering van productiehoeveelheid uit Oppenhuizen Zechstein.

De putnummers kunnen nog wijzigen, bijvoorbeeld als gekozen wordt voor het boren van een aftakking uit een bestaande put (sidetrack).

In dit document wordt ingegaan op de manier waarop het gas gewonnen wordt, de geologie en de eigenschappen van het ondergrondse gasvoorkomen en de voorspelde productiehoeveelheden, de mate van bodemdaling en het risico op aardbevingen.

In de onderstaande tabel staan de maximale productie van de deelvoorkomens in dit winningsplan, de uiterlijke productiedatum, de maximaal verwachte bodemdaling en het seismisch risico.

Oppenhuizen		
Productie periode tot en met:	31-december-2038	
Hoeveelheid productie Oppenhuizen	676	miljoen nm ³
waarvan na 1-1-2024:	676	miljoen nm ³
Seismisch Risico Categorie:	Categorie I	
Samengestelde bodemdaling verwacht maximaal	<5	cm
waarvan na 1-1-2024 verwacht maximaal	<5	cm

De maximaal te verwachten bodemdaling op het diepste punt van de bodemdalingskom door winning uit alle Oppenhuizen deelvoorkomens staat aangegeven in de tabel hierboven, uitgaande van de aanname dat in alle deelvoorkomens gas wordt aangetroffen en geproduceerd. De daadwerkelijke bodemdaling wordt gemonitord via een meetnet van Vermilion wat beschreven is in een meetplan. Het meetplan wordt beoordeeld door Staatstoezicht op de Mijnen en de resultaten van de meetgegevens worden met hen gedeeld.

Het seismische risico wordt in de laagste categorie ingeschaald (categorie I). Het daadwerkelijk optreden van bodemtrillingen wordt gemonitord via het KNMI-meetnet dat in dit gebied door Vermilion is uitgebreid.

Van zowel bodemdaling als bodemtrillingen wordt geen significante impact verwacht. Mochten omwonenden een effect of schade ondervinden, dan kan dat gemeld worden bij Vermilion, en/of bij de Commissie Mijnbouwschade.

Het winningsplan behoeft de instemming van de minister van Klimaat en Groene Groei. Er wordt advies gevraagd aan de overheden binnen het gebied waar het winningsplan betrekking op heeft. Deze zijn weergegeven in de tabel hieronder.

Deelvoorkomens	Gemeente	Waterschap	Provincie
Oppenhuizen	Súdwest-Fryslân	Wetterskip Fryslân	Fryslân
Oppenhuizen-Zuid	Súdwest-Fryslân	Wetterskip Fryslân	Fryslân
Oppenhuizen-Noord	Súdwest-Fryslân	Wetterskip Fryslân	Fryslân

Inhoud

Samenvatting	2
Inhoud	3
Formulier aanvraag instemming winningsplan.....	6
1 Inleiding	9
1.1 Doel van dit Winningsplan.....	9
1.2 Leeswijzer	9
2 Plaats van winning	11
2.1 Voorkomens in dit winningsplan.....	11
2.2 Overzicht ligging voorkomens en putten	11
2.3 Schematische weergave gas-behandeling en afvoer	12
3 Boringen.....	14
3.1 Inleiding: Algemene beschrijving van een put.....	14
3.2 Overzicht boringen in voorkomens.....	16
3.3 Schematische voorstelling putverbuizing(en)	16
3.4 Plaats en wijze waarop koolwaterstoffen in verbuizing treden	18
3.5 Putbehandelingen	18
4 Ondergrond	19
4.1 Inleiding: hoe de ondergrond-eigenschappen worden gemeten.....	19
4.2 Geologie en gesteente-eigenschappen van de voorkomens.....	19
4.2.1 Reservoir-formaties en afsluitende lagen	19
4.2.2 Structuur	22
4.2.3 Bron koolwaterstoffen	22
4.2.4 Geologische doorsnede van het reservoir	22
4.3 Gesteente-eigenschappen van de bovenliggende lagen.....	24
4.4 Andere gebruiksmogelijkheden van de ondergrond	25
5 Ontwikkelingsvooruitzichten.....	27
5.1 Inleiding	27
5.2 Historische productie en productie-gedrag	27
5.3 Onzekerheden.....	27
5.4 Winningsstrategie en reservoir management	27
5.5 Vooruitzichten voor productievolumes per voorkomen per jaar.....	28
5.5.1 Oppenhuizen (Zechstein)	29
5.5.2 Oppenhuizen-Zuid (Rotliegend)	30
5.5.3 Oppenhuizen-Noord (Rotliegend)	30
5.6 Duur van de winning	31
5.7 Jaarlijks eigengebruik bij winning	31
5.8 Jaarlijks bij winning afgeblazen/afgefakkelde koolwaterstoffen	31
5.9 Gassamenstelling en stoffen die jaarlijks worden meegeproduceerd.....	31
5.10 Jaarlijks bij winning in de ondergrond terug te brengen delfstoffen en andere stoffen	32
6 Bodemdaling	33
6.1 Inleiding: hoe bodemdaling tot stand komt	33

6.1.1	Gaswinning.....	33
6.1.2	De oorzaken van bodemdaling	33
6.1.3	Autonome bodemdaling	34
6.1.4	Metten en voorspellen van bodemdaling	34
6.2	Bodemdalingsmodel.....	35
6.3	Historische bodemdaling	35
6.4	Bodemdalingsvooruitzichten en -onzekerheid	36
6.5	Monitoring van bodemdaling	36
6.6	Mogelijke gevolgen van de verwachte bodemdaling	36
6.6.1	Gevolgen voor gebouwen en infrastructuur	36
6.6.2	Gevolgen voor natuur en milieu en landbouw.....	37
6.7	Maatregelen om (gevolgen van) bodemdaling te voorkomen of te beperken	37
7	Bodemtrilling.....	38
7.1	Inleiding: hoe komen bevingen ten gevolge van gaswinning tot stand?.....	38
7.2	Historische bevingen in de deelvoorkomens van dit winningsplan	38
7.3	Opzet van de Seismische Risico Analyse.....	38
7.4	Resultaat Seismische Risico Analyse	39
7.5	Monitoring van bodemtrillingen	40
7.6	Mogelijke gevolgen van bevingen ten gevolge van gaswinning	41
7.6.1	Schade openbare infrastructuur door bodemtrillingen ten gevolge van gaswinning	41
7.6.2	Schade aan gebouwen en bouwwerken door bodemtrillingen ten gevolge van gaswinning	41
7.6.3	Gevolgen voor natuur en milieu door bodemtrillingen ten gevolge van gaswinning.....	41
7.7	Maatregelen om (gevolgen van) bodemtrillingen te voorkomen of te beperken.....	41
8	Overige Omgevingsaspecten.....	42
8.1	Inleiding	42
8.2	Schade-afhandeling	42
8.3	Gedragscode.....	42
9	Verklarende woordenlijst.....	43
10	Referenties	44
11	Bijlage: Plotplannen van de aardgaswinningslocaties	45
12	Bijlage: Proces-schema van de winningslocaties	47
13	Bijlage: Putverbuizingen en perforaties	49
14	Bijlage: Geologische kaart	54
15	Bijlage: Analyse en Berekening Bodemdaling	56
15.1	Bodemdalingsmodel.....	56
15.2	Andere gasvoorkomens in de omgeving.....	56
15.3	Analyse bodemdalingsmetingen & regionale historische bodemdaling	58
15.4	Bodemdalingsverwachtingen en onzekerheden	59
16	Bijlage: Seismische Risico Analyse: Details en Achtergronden	63
16.1	Algemeen kader voor Seismische Risico Analyse	63
16.2	Seismische Risico Analyse voor de deelvoorkomens in dit winningsplan	63

16.2.1	Niveau 1: Screening Potentieel	63
16.2.2	Niveau 2: Risico Matrix	69
16.2.3	Kaarten t.b.v. oppervlakte factoren in Niveau 2: Risico Matrix	72
17	Bijlage Gedetailleerde effectanalyse bodemdaling op natuur	76

Formulier aanvraag instemming winningsplan

Artikel 34 lid 1 Mijnbouwwet (Mbw) en artikel 24 Mijnbouwbesluit (Mbb)

Elektronisch in te dienen bij:

De Minister van Klimaat en Groene Groei

Directie Transitie Diepe Ondergrond

mijnbouwvergunningen@minezk.nl

Artikel	Onderwerp	Beschrijving
Mbw 34 lid 1	Verzoek om instemming voor een winningsplan Oppenhuizen	☐ een winningsplan voor voorkomens in het continentaal plat vanaf de 12 zeemijlszone ☒ een winningsplan voor voorkomens in Nederlands territorium tot 12 zeemijl uit de kust
	A) Algemene gegevens	
	A1.1) Naam indiener	Vermilion Energy Netherlands B.V.
	A1.2) Adres	Zuidwalweg 2 8861 NV Harlingen Nederland
	A1.3) Contactpersoon	[REDACTED]
	A1.4) E-mail	permittingnl@vermilionenergy.com
	A1.5) Telefoon	[REDACTED]
Mbw 34 lid 2 en Mbw 22	A1.6) Indiener	☒ is houder van de vergunning ☐ is uitvoerder cf. artikel 22 Mbw
	A2) Winningsvergunningsgebied(en)	Zuid -Friesland III
Mbw 34 lid 1 Mbb 24 lid 1a	A2.1) Voorkomen(s) koolwaterstoffen	Oppenhuizen
Mbb 24 lid 1a	A2.2) Soort koolwaterstof die wordt gewonnen	☐ olie ☐ hoog-calorisch gas ☐ Groningen kwaliteit gas ☒ laag-calorisch gas ☐ zwavelhoudend gas ☒ aardgascondensaat
Mbr 1.2.1 lid 3	A3) Bestaande of nieuwe winning	☒ winningsplan voor reeds bestaande winning, (inclusief voorziene uitbreiding) ☐ winningsplan voor nieuwe winning

	Bedrijfs- en productiegegevens	Paragraaf
Mbw 35 lid 1	Beknopte beschrijving van het winningsplan	1
Mbw 35 lid 1c Mbb 24 lid 1c,d	Beknopte beschrijving van wijze van winning alsmede daarmee verband houdende activiteiten	2, 3.4, 3.5
Mbb 24 lid 1a	Geologische beschrijving van voorkomen(s)	4.2
Mbb 24 lid 1a Mbb 24 lid 1b	Geologische doorsnede van voorkomen(s)	4.2
Mbw 35 lid 1a Mbb 24 lid 1d,e	Overzicht ligging voorkomens en putten	2.2
Mbb 24 lid 1d	Situering mijnbouwwerken situatietekening /eventueel foto	2.2
Mbb 24 lid 1e,f	Overzicht boringen in voorkomen(s)	3.2
Mbb 24 lid 1g	Schematische voorstelling putverbuizing(en)	3.3
Mbb 24 lid 1h	Plaats en wijze waarop koolwaterstoffen in verbuizing treden	3.4
Mbb 24 lid 2	Productieontwikkeling strategie	5.4
Mbb 24 lid 2	Productiefilosofie	5.4
Mbb 24 lid 2	Reservoir management	5.4
Mbw 35 lid 1a,d Mbb 24 lid 1a	Omvang winning (hoeveelheden per voorkomen/per jaar)	5.5
Mbw 35 lid 1b	Duur van de winning (per voorkomen)	5.5
Mbb 24 lid 1i	Een opgaaf van de samenstelling en hoeveelheden van de stoffen, die jaarlijks onvermijdelijk bij de winning van koolwaterstoffen meekomen.	5.9
Mbb 24 lid 1j	Een opgaaf van de hoeveelheden gewonnen koolwaterstoffen die jaarlijks bij de winning wordt gebruikt, afgeblazen of afgefakkeld.	5.7, 5.8
Mbb 24 lid 1k	Een opgaaf van de samenstelling en hoeveelheden delfstoffen en andere stoffen die jaarlijks bij de winning in de ondergrond worden teruggebracht.	5.10
Mbw 36 lid 1 sub b	Planmatig gebruik of beheer van delfstoffen, aardwarmte, andere natuurlijke rijkdommen, waaronder grondwater met het oog op de winning van drinkwater, of mogelijkheden tot het opslaan van stoffen	4.4
Mbw 35 lid 1e, Mbb 24 lid 1l,	Jaarlijkse kosten onderverdeeld in investeringen, onderhoud, bedrijfsvoering, en de kosten van het verlaten en verwijderen van mijnbouwwerken.	Vertrouwelijke bijlage
Mbw 24 lid 1a	Verwachte samenstelling van de aanwezige koolwaterstoffen	5.9

	Gegevens inzake bodemdaling als gevolg van de winning van koolwaterstoffen.	Paragraaf
Mbw 35 lid 1f	Aard van de bodemdaling alsmede de daarmee verband houdende activiteiten	6.1
Mbb 24 lid 1m	Een kaart met daarop de contouren van de verwachte uiteindelijke mate van bodemdaling.	6.2
Mbb 24 lid 1n	Een overzicht met het verloop van de verwachte mate van bodemdaling in de tijd.	15
Mbb 24 lid 1o	Een opgaaf van de onzekerheid omtrent de verwachte mate van bodemdaling als bedoeld in de onderdelen Mbb 24 lid 1m en Mbb 24 lid 1n.	15
Mbb 24 lid 1q	Een beschrijving van de mogelijke omvang en verwachte aard van de schade door bodembeweging.	6.6
Mbb 24 lid 1r	Een beschrijving van de maatregelen die worden genomen om bodembeweging te voorkomen of te beperken.	6.7
Mbb 24 lid 1s Mbw 35 lid 1f	Een beschrijving van de maatregelen die worden genomen om schade door bodembeweging te voorkomen of te beperken.	6.7

	Gegevens inzake bodemtrilling als gevolg van de winning van koolwaterstoffen.	Paragraaf
Mbw 35 lid 1f	Aard van de bodemtrilling alsmede de daarmee verband houdende activiteiten	7.1
Mbb 24 lid 1p	Een risico-analyse omtrent bodemtrillingen als gevolg van de winning.	7.3
Mbb 24 lid 1q	Een beschrijving van de mogelijke omvang en verwachte aard van de schade door bodembeweging.	7.6
Mbb 24 lid 1r	Een beschrijving van de maatregelen die worden genomen om bodembeweging te voorkomen of te beperken.	7.7
Mbb 24 lid 1s Mbw 35 lid 1f	Een beschrijving van de maatregelen die worden genomen om schade door bodembeweging te voorkomen of te beperken.	7.7

	Overige veiligheidsaspecten	Paragraaf
Mbw 35 lid 1g	De risico's voor omwonenden, gebouwen of infrastructurele werken of de functionaliteit daarvan met een risicobeoordeling, voor zover het winnen van delfstoffen niet geschiedt in het continentaal plat	8

Ondertekening  Naam:  Functie: Permitting Advisor	Datum: 10 oktober 2024 Plaats: Harlingen
--	---

1 Inleiding

1.1 Doel van dit Winningsplan

Vermilion Energy Netherlands B.V. (Vermilion, VEN) is houder van de winningsvergunning Zuid-Friesland III. Conform artikel 34 Mijnbouwwet (Mbw) dient de winning van koolwaterstoffen te gebeuren overeenkomstig een winningsplan. In het Mijnbouwbesluit (Mbb) is in artikel 24 aangegeven welke informatie het winningsplan moet bevatten.

Het dusver meest recente winningsplan uit 2015 omvat het deelvoorkomen Oppenhuizen dat met put Oppenhuizen-01 (OPH-01) is aangetoond. Put OPH-01 is geboord en gecompleteerd in 1972. De pijpleiding voor aansluiting van de productielocatie op het bestaande pijpleiding netwerk is aangelegd in de periode 2023/2024. Productie uit put OPH-01 is gestart in 2024.

De reden voor de indiening van dit winningsplan is om instemming te vragen voor het volgende:

1. Toevoegen van een toekomstige boring naar deelvoorkomen Oppenhuizen-Zuid met mogelijk gashoudende formaties Rotliegend en Zechstein met boorput OPH-02.
2. Toevoegen van een toekomstige boring naar deelvoorkomen Oppenhuizen-Noord met mogelijk gashoudende formaties Rotliegend en Zechstein met boorput OPH-03.
3. Toevoegen van een toekomstige boring met boorput OPH-04 naar deelvoorkomen Oppenhuizen ter verbetering van productiehoeveelheid uit Oppenhuizen Zechstein.

Deze putnummers kunnen nog wijzigen, bijvoorbeeld als gekozen worden voor een aftakking uit een bestaande put (sidetrack).

Tabel 1-1: Geschiedenis Winningsplan Oppenhuizen

Versie	Datum	Beschrijving
1.0	Sep-2015	Eerste versie. In productie nemen van put OPH-01
2.0	Maart-2024	Dit document Actualisatie. Boring van en productie uit put OPH-02, OPH-03 en OPH-04 uit de Rotliegend en/of Zechstein formatie
2.1	Okt-2024	Kleine correcties en verduidelijkingen, geen inhoudelijke wijzigingen

1.2 Leeswijzer

In dit document wordt ingegaan op de manier waarop het gas gewonnen wordt, de geologie en de eigenschappen van de ondergrondse deelvoorkomens en de voorspelde productiehoeveelheden, mate van bodemdaling en het risico op aardbevingen.

In Hoofdstuk 2 wordt aangegeven waar de winningslocatie, de deelvoorkomens en de producerende putten zich bevinden. Hoofdstuk 3 schetst hoe de putten eruit zien.

De ondergrond, en met name de geologie, ter plaatse van de deelvoorkomens wordt beschreven in Hoofdstuk 4. In Hoofdstuk 5 wordt de toekomstige gasproductie weergegeven.

Hoofdstuk 6 beschrijft de historische en verwachte bodemdaling in het gebied rondom de voorkomens. De gevolgen van de bodemdaling voor het watersysteem en de natuurwaarden worden onderbouwd in bijlage, Hoofdstuk 17.

Hoofdstuk 7 beschrijft de seismische risicoanalyse.

Het winningsplan behoeft de instemming van de minister van Klimaat en Groene Groei (KGG).

De berekeningen en inschattingen worden gecontroleerd door TNO-AGE en Staatstoezicht op de Mijnen (SodM). Betrokken overheden (provincie, gemeente, waterschap) brengen advies uit aan de minister van KGG. Als laatste brengt de Mijraad advies uit, gebaseerd op alle eerdere adviezen.

Eventuele toekomstige activiteiten op de winningslocatie (bijvoorbeeld toevoegen van compressie) zullen de gangbare vergunningprocedures volgen en maken geen deel uit van dit plan.

Een klein onderdeel van het winningsplan wordt apart toegezonden aan het ministerie van KGG. Dit vertrouwelijke deel bevat bedrijfsgevoelige informatie en openbaarmaking kan VEN's concurrentiepositie in gevaar brengen. Dit onderdeel is daarom niet openbaar. Het onderdeel bevat informatie over de verwachte productiekosten en investeringskosten, alsmede concurrentiegevoelige details over gasvolume berekeningen.

2 Plaats van winning

2.1 Voorkomens in dit winningsplan

Dit winningsplan beschrijft de productie uit het Oppenhuizen voorkomen.

Voorkomen	Deelvoorkomen	Formatie
Oppenhuizen	Oppenhuizen	Zechstein
	Oppenhuizen-Zuid	Rotliegend
	Oppenhuizen-Noord	Rotliegend

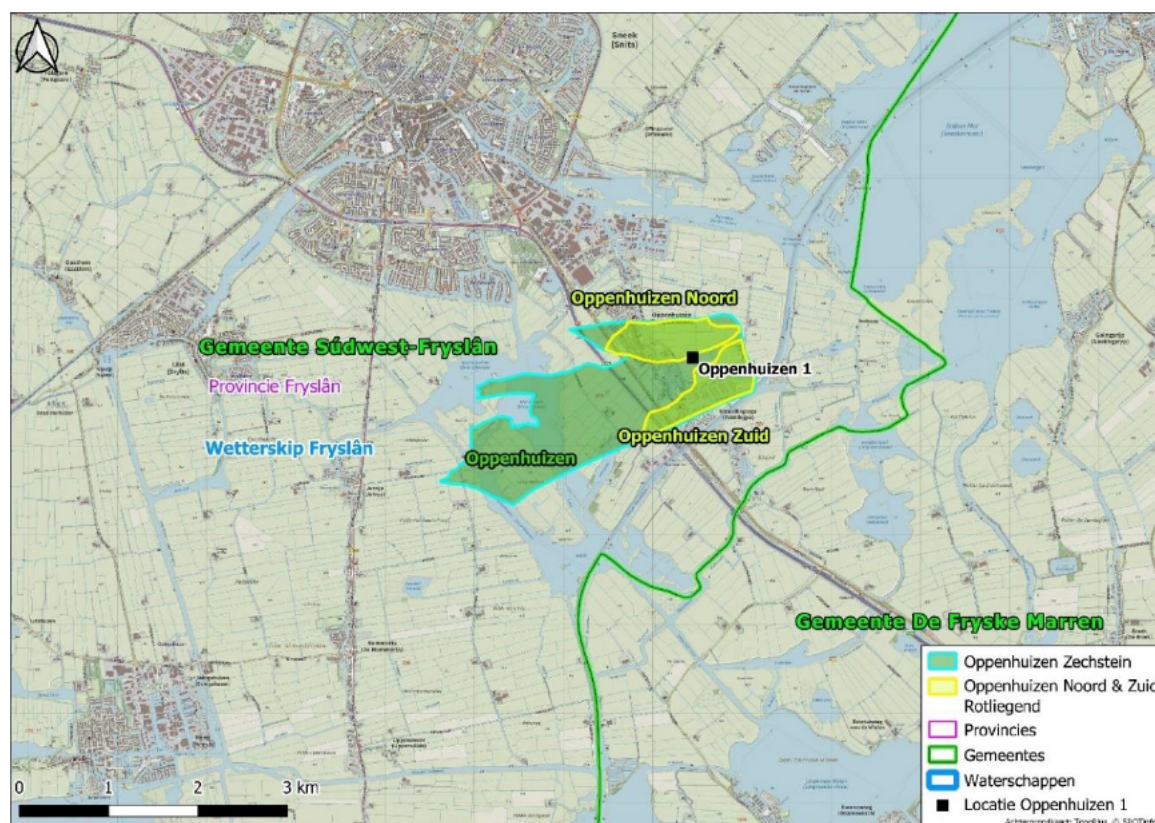
Het deelvoorkomen Oppenhuizen is aangetoond met put OPH-01 in 1972 en een test die gas uit de Zechstein formatie produceerde. Gas productie is gestart in 2024.

Put OPH-01 produceert gas uit het deelvoorkomen Oppenhuizen. Verder ziet Vermilion mogelijkheden om nieuwe deelvoorkomens aan te boren vanaf de Oppenhuizen locatie, namelijk de deelvoorkomens Oppenhuizen-Zuid en Oppenhuizen-Noord. Het doel van deze twee boringen (OPH-02 en OPH-03) is het produceren van gas uit de Rotliegend formatie, maar verwacht wordt dat ook in de Zechstein formatie gas wordt gevonden. Het plan is om gas uit de Zechstein formatie te produceren uit OPH-02 en OPH-03 wanneer gasproductie uit de Rotliegend formatie stopt.

Een derde nieuwe put (OPH-04) heeft als doel een horizontale put te boren door de Zechstein formatie. Deze derde put kan eventueel een aftakking zijn van een bestaande put als die geen gas meer produceert. De horizontale sectie van OPH-04 zal de toestroom uit het Zechstein gesteente verbeteren.

2.2 Overzicht ligging voorkomens en putten

De ligging van de deelvoorkomens in dit winningsplan zijn weergegeven in Figuur 2-1. De voorkomens liggen onder de provincie Fryslân en gemeente Súdwest-Fryslân. Tabel 2-1 geeft aan binnen welke gemeente, waterschap en provincie de deelvoorkomens liggen.



Figuur 2-1: Topografische kaart met locatie Oppenhuizen (zwart vierkant), en de deelvoorkomens Oppenhuizen (groen), Oppenhuizen-Zuid en Oppenhuizen-Noord (geel).

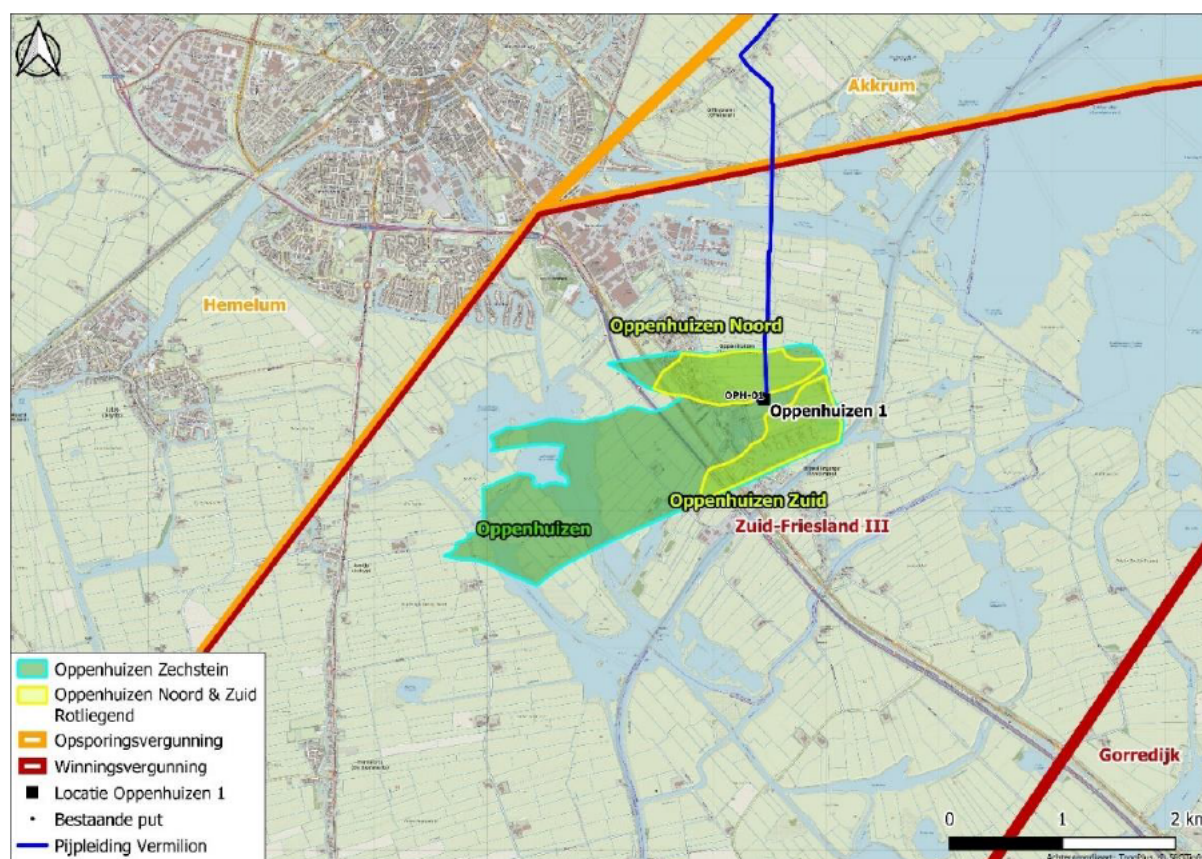
Tabel 2-1: Ligging van de deelvoorkomens ten opzichte van gemeenten, provincies en waterschappen.

Voorkomen	Gemeente	Waterschap	Provincie
Oppenhuizen	Súdwest-Fryslân	Wetterskip Fryslân	Fryslân
Oppenhuizen-Zuid	Súdwest-Fryslân	Wetterskip Fryslân	Fryslân
Oppenhuizen-Noord	Súdwest-Fryslân	Wetterskip Fryslân	Fryslân

De kadastrale informatie van de aardgasproductie locatie is gegeven in de onderstaande tabel. In de bijlage, hoofdstuk 11, is een plattegrond van locatie 'Oppenhuizen' opgenomen.

Tabel 2-2: Kadastrale informatie winningslocatie.

Mijnbouwlocatie	Oppenhuizen
Gemeente	Súdwest-Fryslân
Sectie	G
Nummer	273
Adres	Eastwei te Oppenhuizen



Figuur 2-2: Topografische kaart Oppenhuizen voorkomen met de bestaande OPH-01 put en Winningsvergunning grenzen.

2.3 Schematische weergave gas-behandeling en afvoer

Op de locatie wordt het gas van de mee-geproduceerde vloeistoffen gescheiden. Water wordt vanuit een bovengrondse opslagtank via vrachtwagens getransporteerd naar een externe locatie en daar teruggevoerd in de diepe ondergrond of het wordt aangeboden aan een erkende verwerker. Het aardgascondensaat wordt samen met het aardgas via de gasleiding naar het aardgasbehandelingsstation Garijp (GTC) getransporteerd. Hier wordt het gas na behandeling en meting via een ondergrondse transportleiding aan het leidingnet van de Gasunie geleverd.

In de bijlage, Hoofdstuk 11, is de huidige plattegrond (2024) van de mijnbouwlocatie geschetst. In de bijlage, Hoofdstuk 12, is het huidige proces-stroomdiagram (2024) van de winningslocatie Oppenhuizen te zien.

De mijnbouwlocatie Oppenhuizen wordt op afstand gecontroleerd en gemonitord vanuit een permanent bemande controlekamer in het GTC bij Garijp. Operators bezoeken regelmatig de locatie voor controles en onderhoud.

3 Boringen

Dit winningsplan bevat drie nieuwe boringen die geboord worden naar de deelvoorkomens Oppenhuizen-Zuid, Oppenhuizen-Noord en naar Oppenhuizen. De putten worden vanaf de bestaande locatie, vanuit een nieuw te realiseren putkelder geboord of als aftakking vanuit een eerder geboorde put op locatie.

3.1 Inleiding: Algemene beschrijving van een put

Figuur 3-1 geeft een schematische weergave van een gasproductie-put. De belangrijkste onderdelen worden hier besproken. Het gaat hier om een algemene beschrijving van een gasput; in specifieke gevallen zal het er iets anders uit zien, zonder dat dat het algemene functioneren verandert.

Een boorgat bestaat uit een telescopisch gevormd gat, waarvan de diameter afneemt met de diepte. Het boorgat wordt verstevigd door middel van een metalen buis: een *casing*. De casing wordt in het boorgat vast-gecementeerd. Hierdoor ontstaat een sterk en stabiel boorgat. Door het cement tussen de boorgatwand en de casing wordt voorkomen dat stroming van vloeistoffen optreedt tussen verschillende aardlagen. Tijdens het boorproces wordt de sterkte van het cement steeds geverifieerd alvorens naar het volgende stadium van het boorproces te gaan. Over het algemeen zijn er meerdere *casings* binnen elkaar. Het laatste deel van de put bestaat meestal uit een zgn. *liner*: een metalen verbuizing die niet helemaal tot aan de oppervlakte gaat maar eindigt in de laatste casing. Ook de liner wordt vast-gecementeerd in zowel de laatste metalen verbuizing als de boorgat-wand.

De bovenste verbuizing (*conductor*) is extra zwaar uitgevoerd en dient behalve voor de stabiliteit ook als fundering voor de putafsluiters.

De diepte waarop een nieuwe buizenserie wordt aangebracht, hangt af van de diepte van het gat, de eigenschappen en de dikte van de aardlagen, en van de druk van de vloeistoffen in die aardlagen. Nadat de laatste verbuizing is gecementeerd wordt de put afgewerkt (*gecompleteerd*). Bij het completeren worden er gaten gemaakt in de casing ter hoogte van het gasreservoir. Dit worden *perforaties* genoemd. Door deze perforaties stroomt het gas van het reservoir de productieput in.

Binnenin de put wordt een productie-stijgbuis, ook wel *tubing* genoemd, gemonteerd. Het gas stroomt door de tubing naar boven. In geval van meerdere reservoirs, kan een schuifdeur (*sliding side door*) worden geplaatst; hierdoor kan geregeld worden van welke formatie(s) het gas de tubing binnen kan stromen. Door het openen of sluiten van de schuifdeur is er controle of er één of meerdere reservoir(s) produceren. De productie-stijgbuis zit onderin de put vast met een productie *packer* aan de casing. De ruimte tussen de productie-stijgbuis en de casing wordt *A-annulus* genoemd. De packer sluit de annulus af van de reservoir druk. De druk in deze annulus wordt voortdurend gemonitord om de goede staat, de *integriteit*, van de put te kunnen waarborgen.

Bovenop de put wordt een zogenaamd spuitkruis geplaatst om de put af te sluiten. Het spuitkruis wordt ook wel de *X-mas tree* genoemd. Het bevat de diverse kleppen die nodig zijn om de put te bedienen.

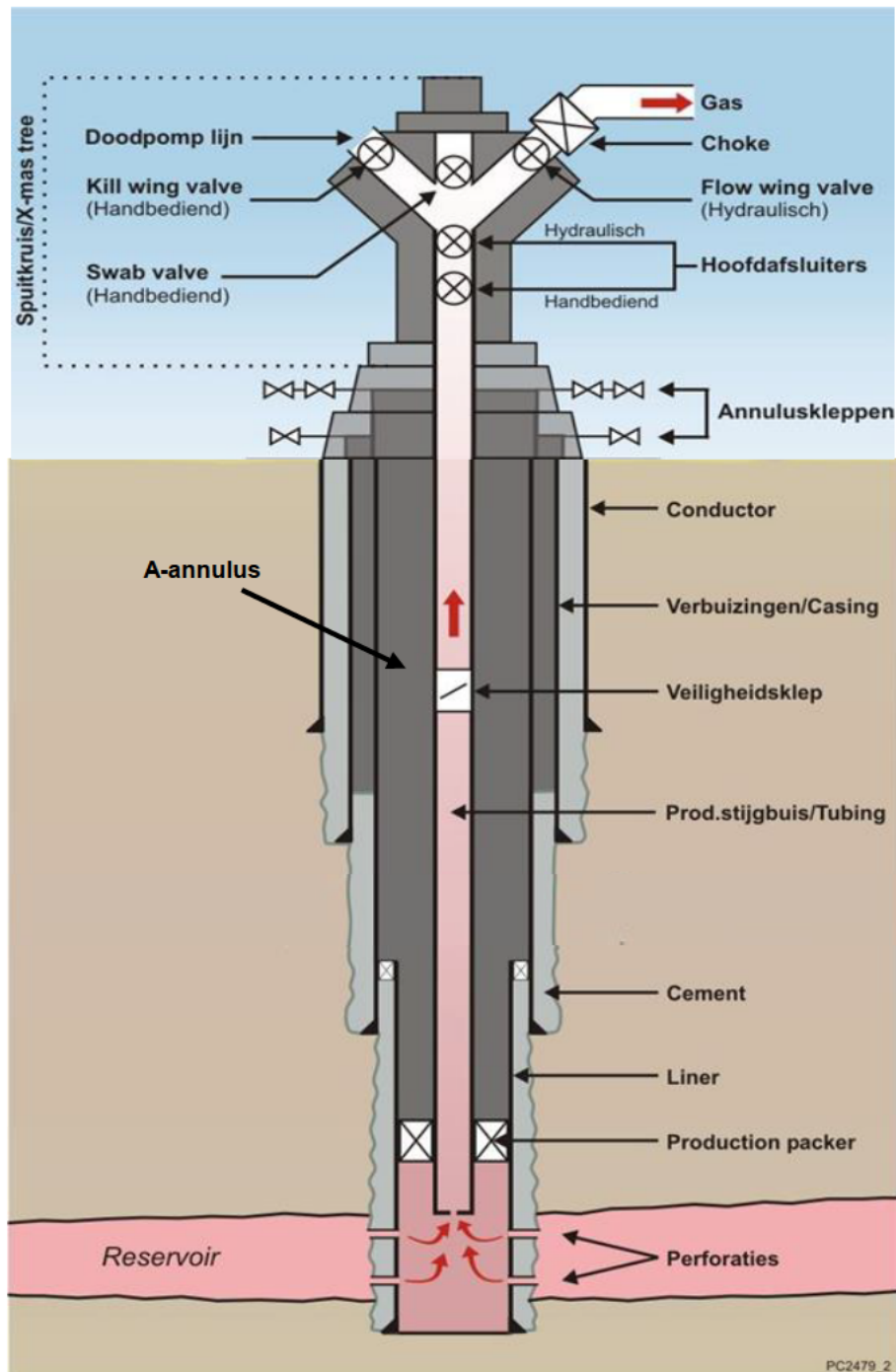
De put is voorzien van beveiligingskleppen. Die kunnen met behulp van hydraulische druk worden geopend, opengehouden en dicht gezet. Zonder hydraulische druk sluiten de kleppen. In de put zijn de volgende beveiligingskleppen aanwezig:

- een ondergrondse veiligheidsklep in de stijgbuis van de put;
- twee hoofdafsluiters op het spuitkruis van de put; de bovenste hoofdafsluiter wordt hydraulisch aangestuurd, de onderste hoofdafsluiter is handbediend.

De put heeft een aansluiting voor het doodpompen van de put, ook wel *Kill Wing Valve* genoemd. Dit doodpompen kan in uitzonderingsgevallen nodig zijn om een reparatie uit te voeren bij een storing aan de put.

Een put heeft een Flow Wing Valve. Met deze afsluiter wordt de productie aan- of uitgezet. Tenslotte is een put voorzien van een choke (of knijpstuk) waarmee de productie verhoogd en verlaagd kan worden.

In het algemeen zullen in het spuitkruis en in de installatie op de mijnbouwlocatie meters aanwezig zijn waarmee druk, temperatuur, en gas-stroomsnelheid gemeten kunnen worden.



Figuur 3-1: Schematische weergave van een generieke gasproductie-put. De tekening is niet op schaal, bovengronds is de X-mas tree sterk uitvergroot en ondergronds is de diepte sterk ingekort.

3.2 Overzicht boringen in voorkomens

Tabel 3-1 geeft een overzicht van de bestaande putten in de deelvoorkomens in dit winningsplan. De geologische formaties worden in paragraaf 4.2 besproken.

Deze actualisatie van het Oppenhuizen winningsplan omvat drie toekomstige boringen, voornamelijk gedefinieerd als 'OPH-02', 'OPH-03' en 'OPH-04'. Deze boorputten hebben als doel om de drie deelvoorkomens Oppenhuizen (Zechstein), Oppenhuizen-Zuid (Rotliegend) en Oppenhuizen-Noord (Rotliegend) aan te boren vanaf de Oppenhuizen locatie met een nieuwe put of met een aftakking uit de bestaande put. De naamgeving van de putten is daarvan afhankelijk. Een geheel nieuwe put heet dan b.v. OPH-02, een aftakking b.v. OPH-02-S1. Het totaal van drie boringen verandert hierdoor niet.

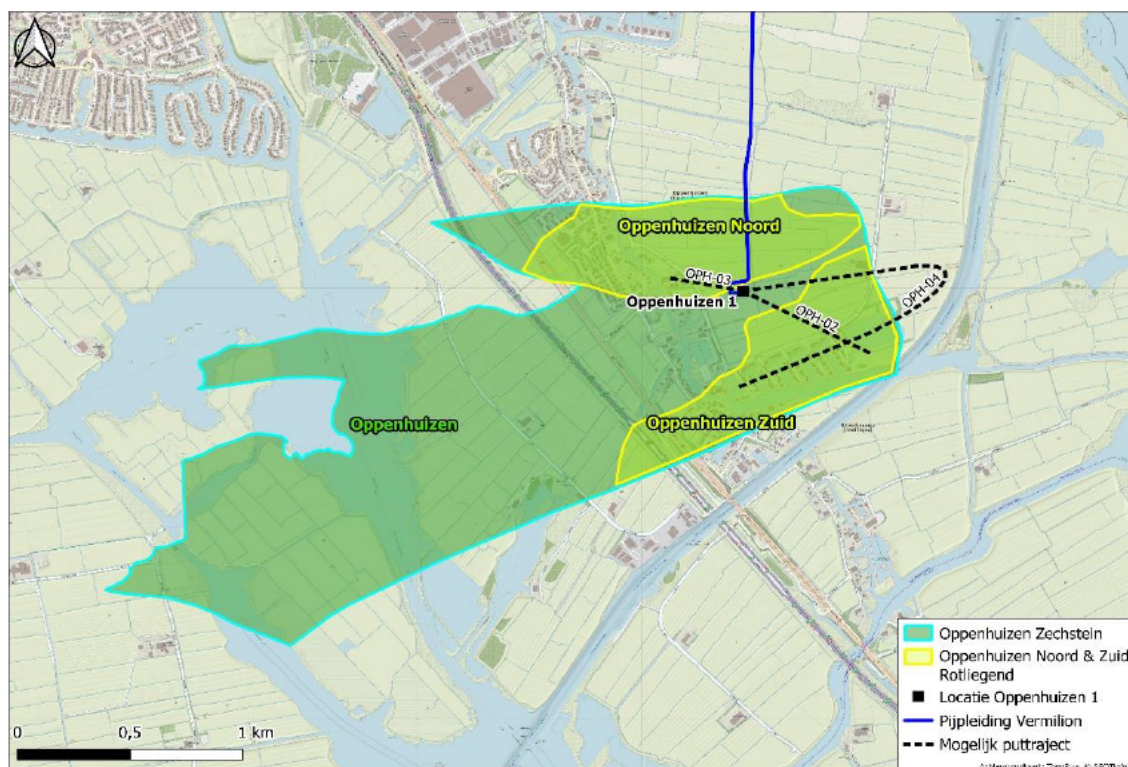
Tabel 3-1: Bestaande putten in de deelvoorkomens van dit winningsplan.

Locatie	Put	Jaar boring	Put vorm	Formatie(s)	Cumulatieve gas-productie per 1/maart/2024 [$\times 10^6 \text{ nm}^3$]	Status (1/maart/2024)
Oppenhuizen 1	OPH-01	1972	Verticaal	Zechstein	0	Tijdelijk ingesloten

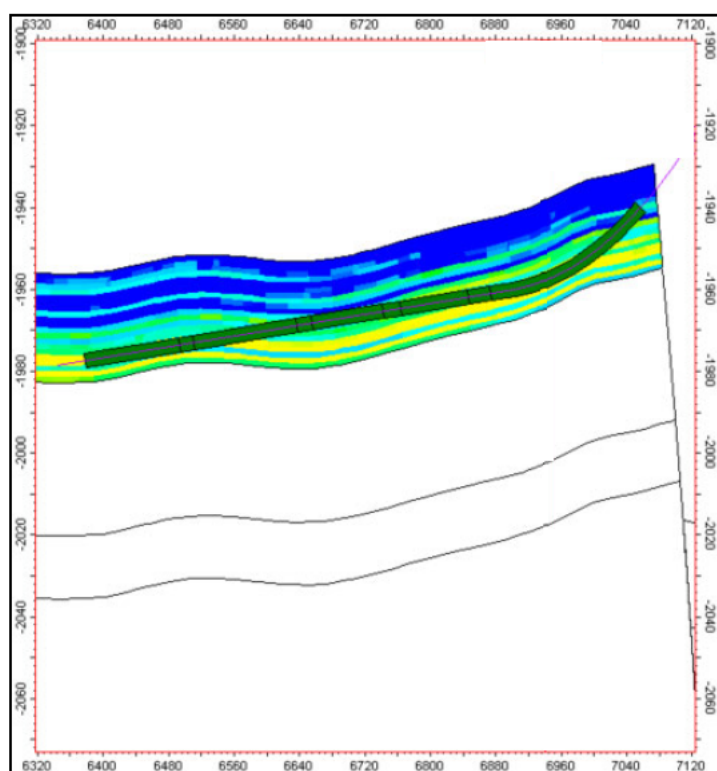
3.3 Schematische voorstelling putverbuizing(en)

In de bijlage Hoofdstuk 13, Bijlage: Putverbuizingen en perforaties, zijn de verbuizingen van OPH-01 geschetst.

Figuur 3-2 toont de trajecten van OPH-01 en de toekomstige putten OPH-02,-03,-04. Het verwachte gas-water contact voor het deelvoorkomen Oppenhuizen (dit is het Zechstein reservoir) is geduid met de blauwe grens. Het gas-water contact voor de deelvoorkomens Oppenhuizen-Zuid en -Noord zijn aangegeven met een gele grens. Het traject van OPH-01 en de voorlopige trajecten van de putten OPH-02, OPH-03 en OPH-04 zijn aangegeven met stippellijnen. De diepte van de formaties en het detailontwerp zijn nog niet afgerond ten tijde van dit schrijven. De voorlopige trajecten, putverbuizingen en perforaties van deze toekomstige putten zijn daarom nog niet definitief. De verwachting is dat de verbuizing anders zal zijn dan OPH-01, omdat er twee gashoudende lagen worden verwacht, waardoor een schuifdeur misschien onderdeel wordt van de productie-stijgbuis. Ook zijn de putten OPH-02 en OPH-03 gedeveerde boorputten. Het doel van put OPH-04 is om alleen uit de Zechstein formatie te produceren. OPH-04 wordt waarschijnlijk een horizontale put in de Zechstein formatie, met als doel om de productie uit dit slecht doorlaatbare gesteente te verbeteren.



Figuur 3-2:deelvoorkomens met het verwachtte gas-water contact (grens blauwe lijn voor Zechstein van deelvoorkomen Oppenhuizen en gele lijnen voor Rotliegend van deelvoorkomen Oppenhuizen-Zuid en Oppenhuizen-Noord. OPH-01 is een verticale put geboord vanaf de locatie Oppenhuizen (zwarte vierkant). De voorlopige trajecten van de gedeveierde putten OPH-02, OPH-03 en “horizontale put” OPH-04 zijn aangegeven met zwarte stippellijnen.



Figuur 3-3: Geplande horizontale sectie van OPH-04 door de Zechstein formatie (groene balk).

3.4 Plaats en wijze waarop koolwaterstoffen in verbuizing treden

Bij het completeren worden er perforaties (gaatjes) gemaakt in de metalen verbuizing (de casing of liner) ter hoogte van het gasreservoir. Deze perforaties verbinden het reservoir met de productie-verbuizing. Door deze perforaties stroomt het gas van het reservoir de productieput in. Via de productie-verbuizing worden de koolwaterstoffen naar het oppervlak geproduceerd; zie ook Figuur 3-1.

In de bijlage Hoofdstuk 13, Bijlage: Putverbuizingen en perforaties, zijn de perforatie-intervallen aangeven op de schematische voorstelling van de putverbuizingen.

Tijdens de productieperiode van een put worden intervallen soms opnieuw geperforeerd, of intervallen die niet eerder zijn geperforeerd alsnog geperforeerd, om de verbinding met het gas te verbeteren en de productie te optimaliseren.

3.5 Putbehandelingen

Gedurende het leven van een put kan het voorkomen dat er aanslag (zgn. *scaling*, bijv. kalk of zout) optreedt aan de binnenkant van de verbuizing en in de perforaties. Om deze scaling te verwijderen kan het gebeuren dat de put met zuur behandeld wordt. Dit is een routinehandeling, waarbij geen overdruk gebruikt wordt. Dit duurt ongeveer een dag en wordt uitgevoerd door een kleine onderhoudsploeg (er is geen boortoren nodig).

Daarnaast kan het voorkomen dat er nieuwe perforaties gemaakt worden om een iets groter deel van de formatie met de put in communicatie brengen. Dit duurt ongeveer een dag of twee, en wordt uitgevoerd door een kleine onderhoudsploeg (er is geen boortoren nodig).

Verder kan het gebeuren dat een gedeelte van de perforaties geen gas meer produceren maar water. Deze perforaties kunnen dan afgesloten worden met behulp van een plug en / of cement in de put. Dit duurt ongeveer een dag of twee en wordt uitgevoerd door een kleine onderhoudsploeg (er is geen boortoren nodig).

Tijdens het leven van de put kan het nodig zijn de diameter van de productie-verbuizing (*tubing*) aan te passen, groter als de productiviteit van de formatie beter is dan verwacht, kleiner tegen het eind van het putleven als de hoeveelheid formatiewater toeneemt. Deze operatie gebeurt met een kleine installatie (een zgn. *workover unit*, geen boortoren).

Gedurende de levensduur van een put vinden diverse andere onderhoudshandelingen plaats aan verbuizingen, kleppen en andere installaties op de mijnbouwlocatie.

Alle operationele handelingen, waaronder de hier genoemde, staan onder toezicht van SodM, en worden uitgevoerd overeenkomstig de daarvoor geldende regelgeving.

4 Ondergrond

4.1 Inleiding: hoe de ondergrond-eigenschappen worden gemeten

Aardgas bevindt zich op ongeveer 2 kilometer diepte onder druk in een poreuze gesteentelaag, zoals zandsteen. Doordat de vorm van het voorkomen alleen uit indirecte metingen kan worden vastgesteld, en doordat gesteente-eigenschappen alleen worden gemeten in en vlakbij de putten, bestaat er een onzekerheid over de grootte en de andere eigenschappen van het voorkomen. Voorspellingen zullen daardoor altijd door een onzekerheidsmarge omgeven zijn. De grootte van de onzekerheidsmarge verschilt van parameter tot parameter. Elke parameter zal dus een andere impact hebben op verschillende voorspellingen. In de volgende hoofdstukken worden deze onzekerheidsmarges nader besproken.

De vorm van het voorkomen wordt bepaald uit de analyse van geluidsgolven (zgn. seismiek). De seismiek heeft altijd een zekere mate van ruis. Bovendien zijn de exacte voortplantingssnelheden in de lagen boven de voorkomens onzeker. De exacte diepte van de voorkomens is alleen bekend waar een put het reservoir binnengaat, op een heel klein aantal plaatsen dus. Het gevolg daarvan is dat er een beperkte mate van zekerheid is over de vorm van de voorkomens.

De fysische eigenschappen van gesteente, zoals dichtheid en geluidssnelheid, zijn belangrijke parameters voor het bepalen van gesteente-eigenschappen als porositeit, saturatie en doorlaatbaarheid (permeabiliteit). Deze fysische eigenschappen worden gemeten door middel van boorgatmetingen (logs) die verkregen zijn door, na het boren van de putten in de voorkomens, meetinstrumenten in de boorgaten te laten zakken.

Uit deze boorgatmetingen worden de eigenschappen berekend van het gesteente rond de boorgaten. De eigenschappen van de gesteenten verder weg van de boorgaten worden verkregen door correlatie tussen de verschillende boorgaten, met behulp van een model van de ondergrond. Inherent hieraan zijn onzekerheden, omdat de eigenschappen van de gesteenten niet overal hetzelfde zijn, en metingen op een klein aantal locaties over een heel voorkomen geëxtrapoleerd moeten worden.

Het Oppenhuizen voorkomen heeft een lengte van ± 3 km en een breedte van ± 1.2 km. Een boorgat heeft een diameter van gemiddeld $8\frac{1}{2}$ inch of 22 cm, van waaruit de instrumenten ongeveer een decimeter ver kunnen meten. Omdat de eigenschappen van maar een heel klein deel van het gesteente echt gemeten zijn, moge duidelijk zijn dat de inschatting van de eigenschappen van de voorkomens als geheel deels op extrapolatie gebaseerd is.

Het gevolg van deze omstandigheden is dat er onzekerheden bestaan over de diverse aspecten van het voorkomen, zoals de hoeveelheid gas, de mogelijke productiesnelheid, het verloop daarvan in de tijd, maar ook over de uiteindelijke bodemdaling. Dat leidt ertoe dat voorspellingen aangaande deze zaken van onzekerheidsmarges voorzien zijn.

4.2 Geologie en gesteente-eigenschappen van de voorkomens

Hieronder staat een beschrijving van de geologische opbouw van het gesteente in het gebied van de deelvoorkomens. Een algemene beschrijving met nadere uitwerking van de gebruikte begrippen kan gevonden worden in Ref. 13.

4.2.1 Reservoir-formaties en afsluitende lagen

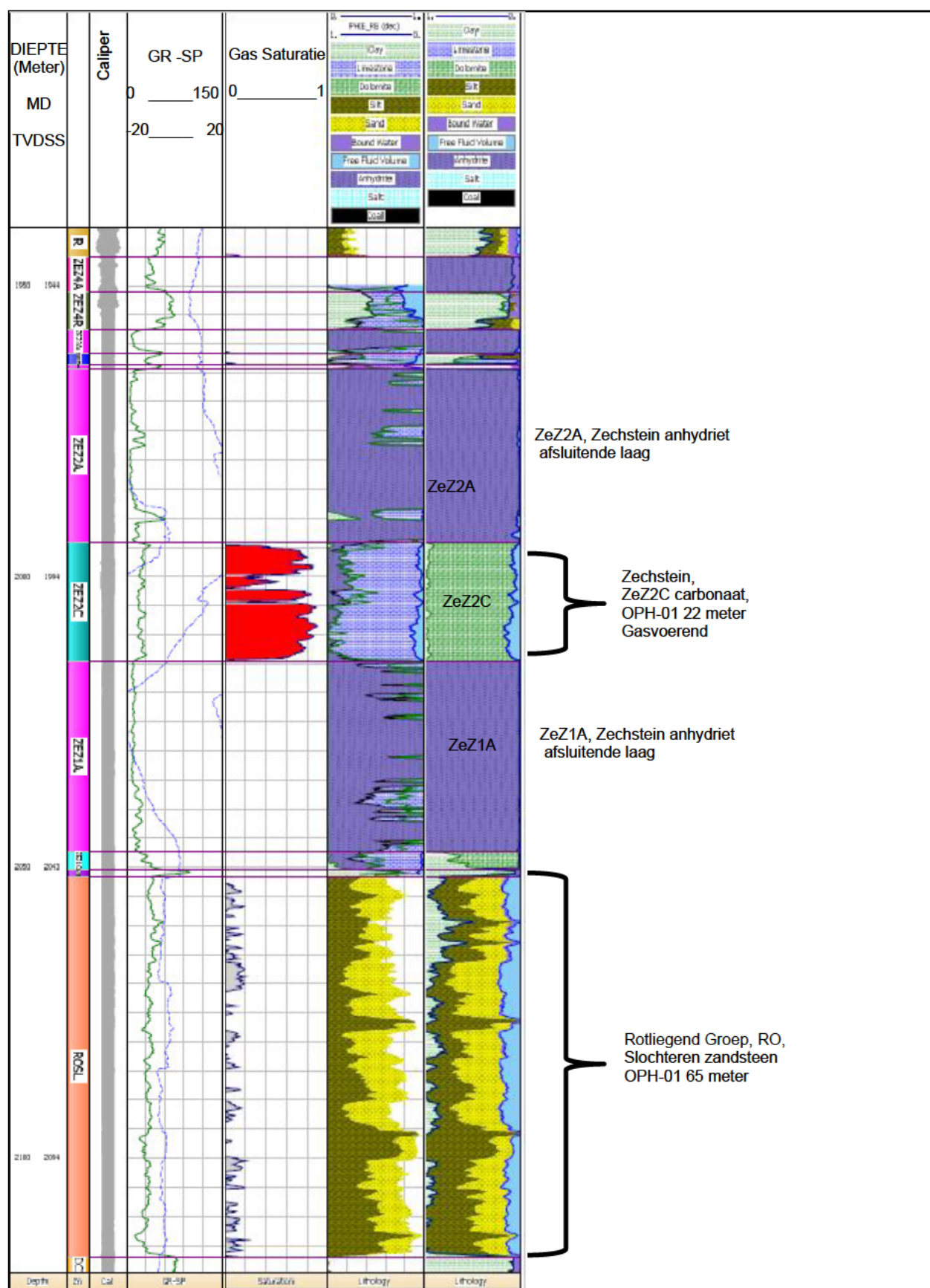
Er zijn twee mogelijk gashoudende reservoirs in dit gebied. Op basis van ouderdom, van oud naar jong zijn deze reservoirs te vinden in deze stratigrafische groepen:

1. Boven-Rotliegend groep (Slochteren): 260-270 miljoen jaar geleden
2. Zechstein groep (Zechstein Carbonaat): 250-260 miljoen jaar geleden

Figuur 4-1 toont de geologisch lagen en reservoirs die gevonden zijn met de boorput OPH-01. In het Oppenhuizen-Zuid en Noord deelvoorkomens wordt gas verwacht in zandsteen van de zogenaamde Rotliegend groep (Slochteren formatie) en ook in Zechstein carbonaten. In OPH-01 bevindt het gas zich in de Zechstein carbonaten. De voorkomens worden afgedekt (en afgesloten) door anhydriet (Zechstein groep). Beide groepen zijn 250-300 miljoen jaar geleden afgezet in de geologische tijd genaamd Perm.

De verwachting is dat de nieuwe putten OPH-02 en OPH-03 het meeste volume potentieel hebben in de Slochteren zandsteen van de Rotliegend groep. Het Slochteren zandsteen reservoir bestaat uit door wind gevormde duinafzettingen uit een woestijnomgeving. Deze woestijn was gelegen in een groot oost-west georiënteerd bekken dat het grootste gedeelte van Europa besloeg. De Slochteren duinafzettingen hebben fijne tot middelgrote korrels en ze bestaan uit schone kwartszanden. Ze zijn een meter tot enkele tientallen meters dik met zo nu en dan dunne (millimeter schaal) kleilagen er tussen.

Na afzetting van de Rotliegend groep werd het gebied overspoeld door een zee (een grote transgressie in het bekken). Dit gebeurde gedurende het boven-Perm (~250 miljoen jaar geleden). Deze zee droogde periodiek op, wat leidde tot afzettingen van evaporieten, die daarna weer overspoeld werden. Deze lagen vormen de Zechstein carbonaat-cycli. De evaporieten, anhydriet om precies te zijn, vormen de afsluitende laag van de Oppenhuizen-Noord en -Zuid (Rotliegend) deelvoorkomens. De anhydrietlagen uit het Zechstein zijn bewezen als afsluitende laag in andere voorkomens. Tevens kunnen de Carbonaat reservoirs uit het Zechstein gashoudend zijn zoals ook is aangetoond in boorput OPH-01. Figuur 4-1 laat boorput OPH-01 zien met de carbonaat lagen afgesloten door de bovenliggende afsluitende anhydriet lagen.



Figuur 4-1: OPH-01 type log met Slochteren zandsteen en Zechstein carbonaat en Zechstein Anhydriet. Helemaal onderaan bevindt zich een Carboon kleilaag, DC

4.2.2 Structuur

De lagen zijn in het algemeen over grote afstanden aanwezig. Door bewegingen van en botsingen tussen de aardplaten in de geologische geschiedenis zijn er golvingen ontstaan in de lagen. Omdat gesteente niet zo buigzaam is leidt dit tot breuken. In dit gebied is het resultaat dat het gesteente uit licht schuin liggende breukblokken bestaat. Het gas zal, omdat het lichter dan water is, zich verzamelen in de hoogste plaatsen; boringen zullen dan ook op zulke plaatsen gericht zijn.

Tijdens het late Trias opende de proto-Atlantische Oceaan tijdens een extensioneel spanningsveld wat het grote afgesloten bekken van het Perm veranderde in kleine afzonderlijke bekkens en hogen begrensd door breuken. Het Oppenhuizen voorkomen ligt op het Friesland platform ten noorden van het zogenaamde Texel-IJsselmeer hoog.

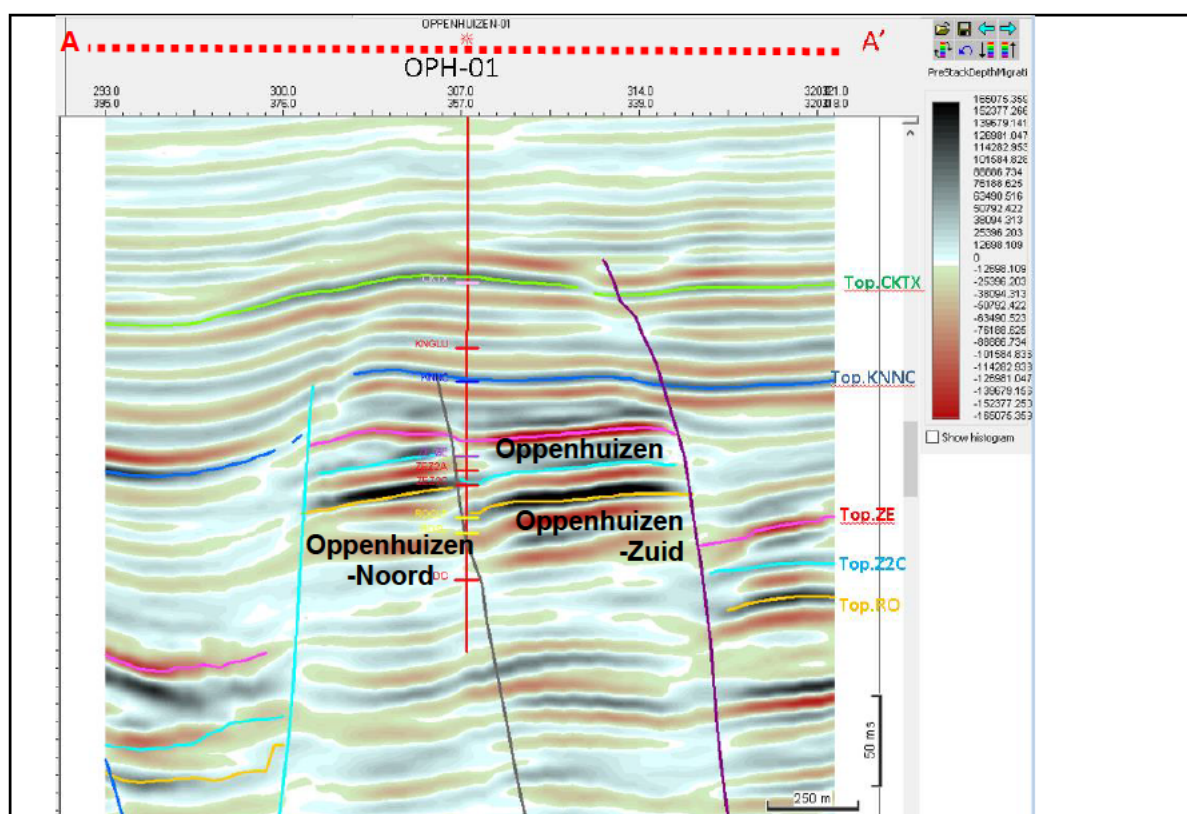
Deze tektonische bewegingen hadden tot gevolg dat het gebied omhoogkwam en daarmee startte een lange periode van erosie. Aanzienlijke hoeveelheden van de Zechstein en Trias afzettingen zijn weg ge-erodeerd. De Jura is niet aangetoond in de omringende putten. Na deze periode van omhoogkomen en erosie, volgde een daling, en een zee-overspoeling (transgressie) in het Krijt. De vorming van de Alpen aan het einde van het Krijt veranderde het spanningsveld naar een compressioneel regime. Dit had invloed op de structuren en het verzet van de breuken in dit gebied.

4.2.3 Bron koolwaterstoffen

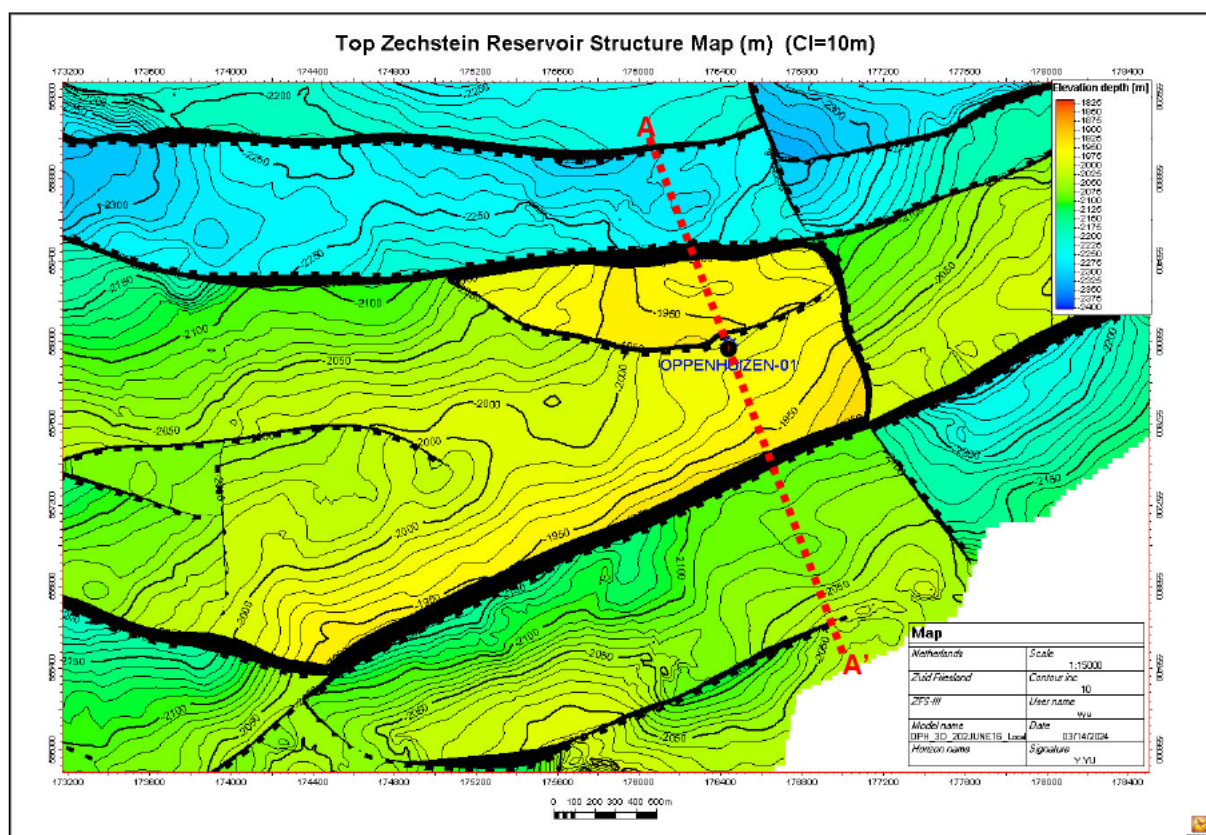
Tijdens de geologische geschiedenis worden lagen die organische bestanddelen bevatten soms diep begraven. Dat kan leiden tot het genereren van gas of olie, beiden koolwaterstoffen. Hier gebeurde het genereren van gas in het Carboon pakket. Het gas is daarna naar boven gestroomd en in de Rotliegend en Zechstein reservoirs van de Oppenhuizen deelvoorkomens terechtgekomen.

4.2.4 Geologische doorsnede van het reservoir

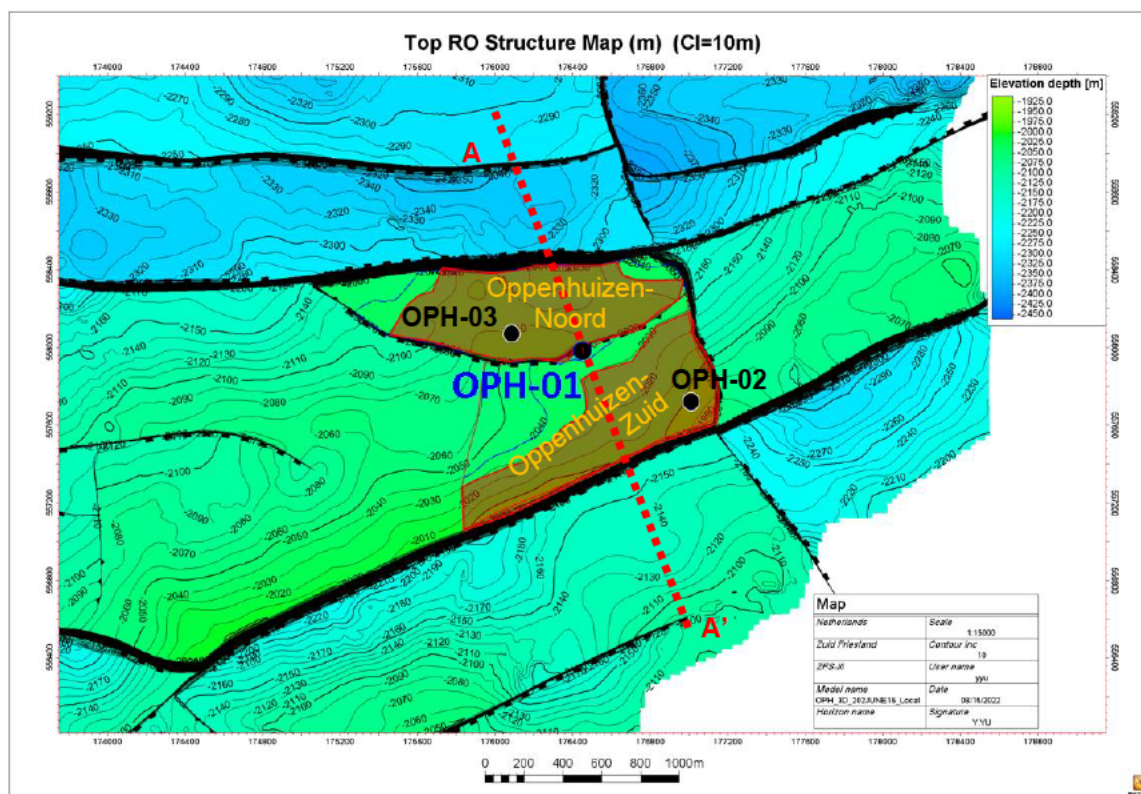
Figuur 4-2 is een Noord -Zuid doorsnede van het Oppenhuizen voorkomen met OPH-01 put projectie. Figuur 4-3 is de top structuurkaart van de Zechstein formatie met de locatie van de doorsnede uit Figuur 4-2. In beide figuren is put OPH-01 weergegeven. Deze put heeft gas gevonden in het Zechstein, echter niet in de Rotliegend formatie. Het doel van de nieuwe put OPH-02 is om de Rotliegend formatie hoger in de structuur aan te boren met de verwachting gas aan te treffen in het deelvoorkomen Oppenhuizen-Zuid. De verwachting is dat direct daarna de put OPH-03 geboord wordt in het deelvoorkomen Oppenhuizen-Noord. De derde put is een zogenaamde "horizontale" put met als doel om het Zechstein gesteente aan te boren in het deelvoorkomen Oppenhuizen.



Figuur 4-2: Doorsnede van de Oppenhuizen deelvoorkomens; zie Figuur 4-3 voor de locatie van de doorsnede. .



Figuur 4-3: Top Zechstein structuurkaart. De doorsnede van Figuur 4-2 is geprojecteerd op de kaart middels een rode gestippelde lijn (A-A'). De bestaande verticale boorput OPH-01 is aangegeven met een ronde zwarte cirkel.



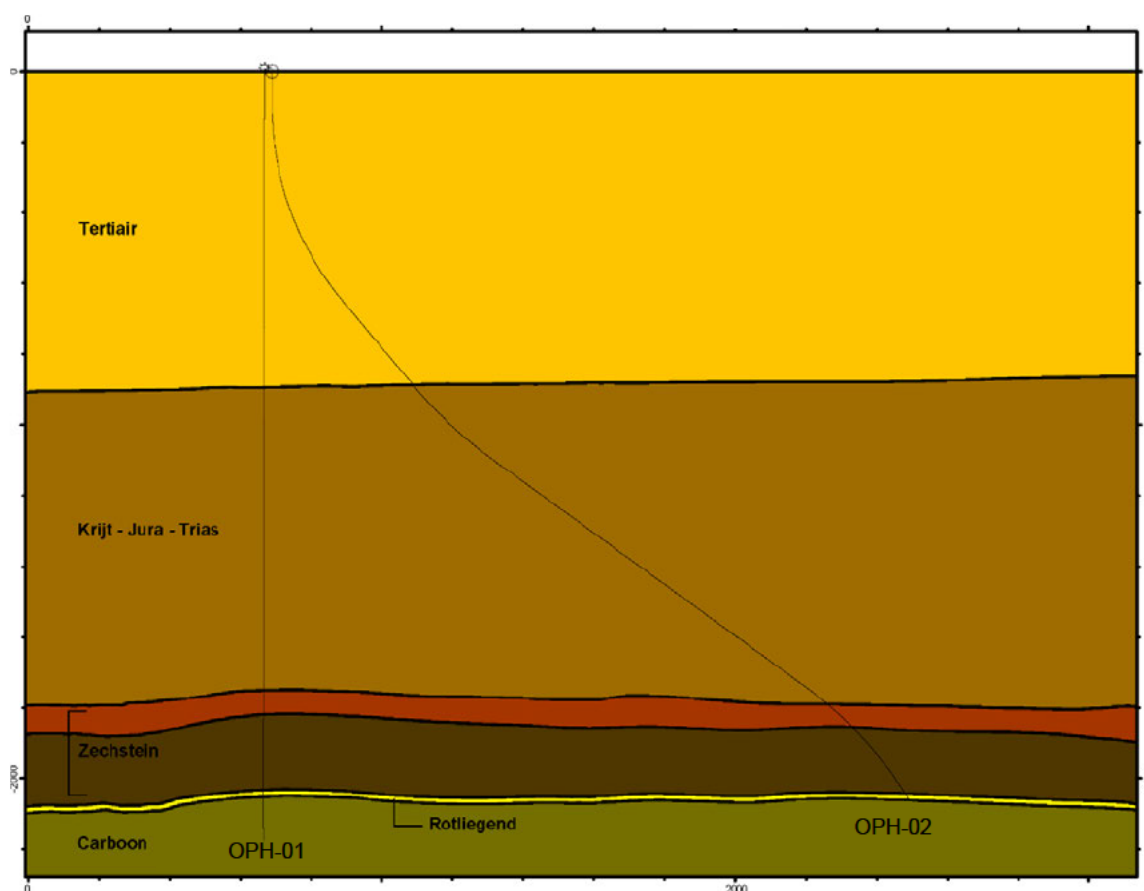
Figuur 4-4: Top Rotliggend structuurkaart. De doorsnede van Figuur 4-2 is geprojecteerd op de kaart middels een rode gestippelde lijn (A-A'). De bestaande verticale boorput OPH-01 is aangegeven met een ronde zwarte cirkel. De toekomstige ondergrondse doelen van de boringen naar Oppenhuizen-Zuid (OPH-02) en Oppenhuizen-Noord (OPH-03) zijn aangegeven met een zwarte cirkel met witte rand.

4.3 Gesteente-eigenschappen van de bovenliggende lagen

Boven de Zechstein bevindt zich het Vlieland kleisteen. Dit is een kleiformatie die impermeabel is. Het is een afdekkende en niet-doordringbare kleisteenlaag voor het Vlieland zandsteen reservoir en andere diepere reservoirs. Boven de Vlieland kleisteen bevindt zich nog ongeveer 1900 m gesteente. Dat bestaat uit de volgende groepen, van boven naar beneden:

- Tertiair
 - Boven-Noordzee
Deze formatie bestaat uit niet-doorlatende (impermeabele) kleilagen afgewisseld met zandlagen en beslaat de bovenste 400 m. Eventueel grondwater bevindt zich hier.
 - Onder-Noordzee
Deze formatie bestaat uit impermeabele kleilagen afgewisseld met zandlagen.
- Krijt – Jura – Trias
 - Ommelanden
 - Texel
Deze formatie bestaan uit krijtsteen
 - Holland
Deze formatie bestaat uit impermeabele kleilagen en mergel.

Het Oppenhuizen voorkomen is dus op grote diepte gelegen, en er bevindt zich een groot aantal impermeabele lagen tussen het voorkomen en het oppervlak.



Figuur 4-5: Schematische weergave van de lagen boven het Oppenhuizen voorkomen (ruwweg Noord Zuid). Het Rotliegend, die hier vertegenwoordigd wordt door de Slochteren zandsteen, waarin het gas zich bevindt, is de dunne gele strook tussen Carboon en Zechstein. Boven het Zechstein bevindt zich nog 1900meter gesteente.

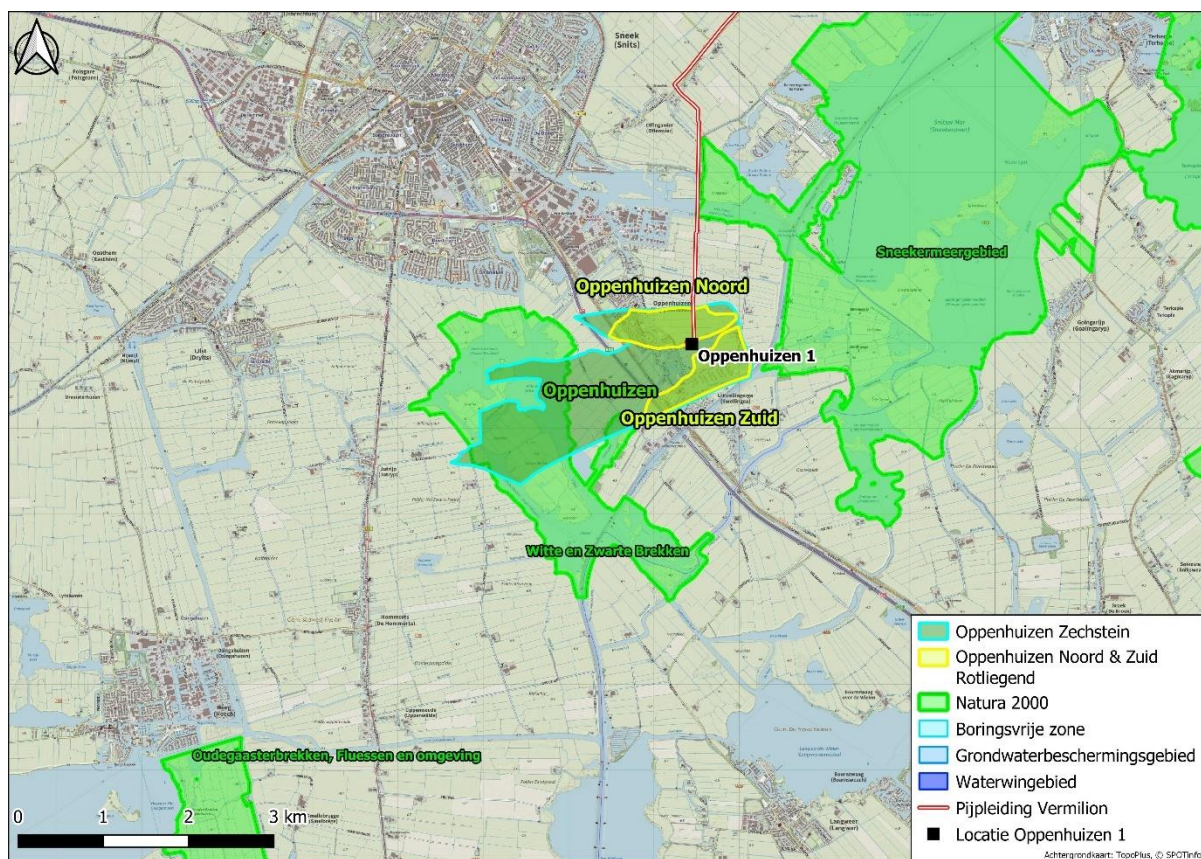
4.4 Andere gebruiksmogelijkheden van de ondergrond

Figuur 4-6 is een overzichtkaart met andere gebruiksmogelijkheden in de omgeving van de deelvoorkomens in dit winningsplan. Er is momenteel geen geothermie project in de directe omgeving van het Oppenhuizen voorkomen.

In de buurt van Oppenhuizen locatie vindt er geen grondwaterwinning plaats. De dichtstbijzijnde grondwaterwinning vindt plaats op een afstand groter dan 4 km. Er is geen interactie met de gaswinning uit dit winningsplan.

Gasopslag en zoutwinning zijn niet voorzien.

Samenvattend geldt dat er geen sprake is van bestaand of voorzien overig gebruik van de diepe ondergrond ter plaatse.



Figuur 4-6: Overzicht van ligging van het Oppenhuizen voorkomen ten opzichte van grondwaterbeschermingsgebied (niet aanwezig op deze schaal) en Natura-2000 gebieden (groen).

5 Ontwikkelingsvooruitzichten

5.1 Inleiding

Het Oppenhuizen voorkomen ligt in het gebied van de Zuid Friesland III winningsvergunning. Het Oppenhuizen voorkomen is in 1972 aangeboord met de put OPH-01. De put OPH-01 is destijds getest maar werd niet economisch winbaar bevonden, op grond van een analyse gebaseerd op 2D seismische lijnen.

Vermilion heeft nieuwe 3D seismiek geïnterpreteerd en dit heeft geresulteerd in de inschatting dat winning economisch is. In 2016 is er instemming verleend aan het winningsplan van Vermilion (gewijzigd in 2017). Gas productie uit het deelvoorkomen Oppenhuizen is gestart in 2024 met de put OPH-01.

Vermilion ziet mogelijkheden om twee nieuwe putten te boren naar de deelvoorkomens Oppenhuizen-Zuid en Oppenhuizen-Noord (zie Figuur 2-2).

Omdat de deelvoorkomens Oppenhuizen-Zuid en Oppenhuizen-Noord onder de Zechstein formatie liggen zullen deze twee nieuwe putten ook door het Zechstein gesteente geboord worden. Het plan is dat de productie van de Zechstein uit deze nieuwe putten later wordt gestart, dit is na het al dan niet tijdelijk stoppen van de productie uit de Rotliegend.

De verwachting is dat het Zechstein gesteente erg ondoorlaatbaar is en lateraal slecht verbonden over het gebied. Daarom is er een plan om een derde nieuwe put te boren met als doel om de gasproductie van de Zechstein formatie te verbeteren middels een "horizontale" put. De horizontale sectie zal de toestroom van gas uit het Zechstein gesteente naar de boorput verbeteren.

5.2 Historische productie en productie-gedrag

Gas productie uit het deelvoorkomen Oppenhuizen is gestart in 2024 met de put OPH-01.

5.3 Onzekerheden

De onzekerheden zijn significant. Productie uit de put OPH-01 is nog maar net gestart en de deelvoorkomens Oppenhuizen-Noord en Oppenhuizen-Zuid nog niet zijn aangetoond en getest.

De onzekerheden die de te verwachten productie bepalen zijn:

1. De gas-productiesnelheid van de te boren putten.
2. De hoeveelheid gas die met de putten verbonden is.
3. De mate waarin de breukblokken gasgevuld zijn.
4. De sterkte van de aquifer en de mate waarin formatiewaterproductie de gasproductie zal hinderen of uiteindelijk stoppen.

Na de boringen zullen de onzekerheden wat kleiner worden, maar nog steeds significant zijn. Deze onzekerheden zullen afnemen door monitoring van reservoirgedrag naarmate er meer geproduceerd wordt, en door gegevens uit de boring(en).

5.4 Winningsstrategie en reservoir management

De winning vindt plaats door middel van natuurlijke stroming door de aanwezige reservoirdruk (zgn. depletion drive). Er wordt geen injectie van water of gas in het reservoir toegepast om de druk op peil te houden.

De verwachte uiteindelijke winningsfactor (geproduceerd gas als percentage van het aanwezige gas, ook 'recovery factor' genaamd) varieert voor de verschillende reservoirs in dit winningsplan. De verwachte recovery factor voor Zechstein reservoir is in het algemeen een stuk lager dan voor Rotliegend reservoirs.

De reservoir-prestaties worden gemonitord door:

- drukmeting in het spuitkruis;
- water-, condensaat- en gasproductiemetingen (volumes);

- indien nodig, drukmetingen beneden in de verbuizing;
- indien nodig, gas-verzadigings-logs (saturatie-logs) om veranderingen in het gas-water contact rond de put te monitoren;
- indien nodig, productie logs om veranderingen in gasproductie uit het reservoir te monitoren (volumes).

In het geval dat een reservoir verder uitgeput raakt, zou eventueel compressie toegepast kunnen worden op de Oppenhuizen 1 locatie. Compressie maakt het mogelijk het gas uit een voorkomen dat zelf niet genoeg druk meer heeft, toch naar het gasbehandelingsstation te laten stromen.

5.5 Vooruitzichten voor productievolumes per voorkomen per jaar

De indicatieve productieprofielen van de deelvoorkomens zijn in deze paragraaf weergegeven. Figuur 5-1 toont het verwachte totale productieprofiel behorende bij dit winningsplan, bestaande uit verwachte gasproductie van Oppenhuizen (Zechstein) plus verwachte productieprofielen voor Oppenhuizen-Zuid en Oppenhuizen-Noord (Laag, Midden, Hoog), dit geeft de onzekerheid in tijd en volume aan.

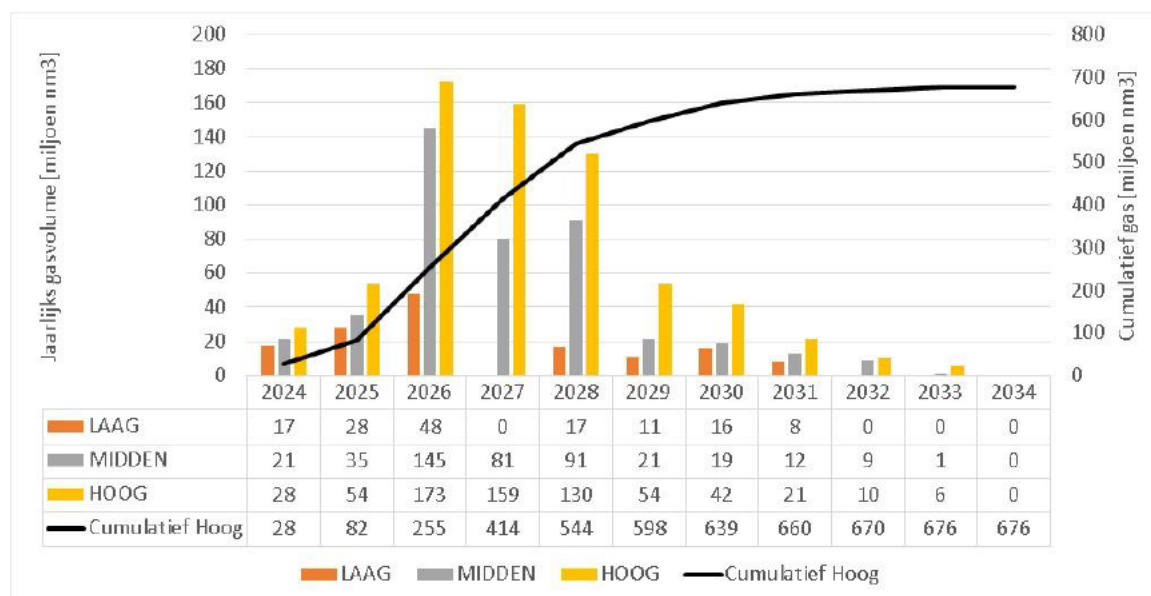
Het is belangrijk op te merken dat de werkelijk gerealiseerde productie niet zal overeenkomen met (één van) de hieronder geschetste profielen. Deze profielen zijn dus indicatief.

De productievoorspelling van een put is omgeven met onzekerheden (zie paragraaf 5.3). Verder kan het gedrag van andere putten die in dezelfde pijpleiding produceren de druk in die pijpleiding beïnvloeden, en dus ook de productiesnelheid van de putten die op de pijpleiding zijn aangesloten.

Ook onderhoudshandelingen aan een put, op de mijnbouwlocatie, het gasbehandelingsstation (GTC), of aan de pijpleiding zullen de productie beïnvloeden. Dit zal invloed hebben op de geschetste profielen. Gasprijzen, beschikbaarheid van materiaal en beschikbaarheid van service-providers (gespecialiseerde aannemers) hebben impact op de start van onderhoudswerk aan bijvoorbeeld een put, gasproductie-installatie of pijpleidingen. Ook dit zal invloed hebben op de geschetste profielen.

De gegeven getallen in de tabellen zijn indicatieve jaartotalen. Op dag-basis zullen er variaties optreden, en kunnen dus andere waarden voorkomen. In de omgevingsvergunning voor de locatie Oppenhuizen is het maximale volume vastgelegd dat per dag vanaf de locatie geproduceerd mag worden. De totale dagproductie op de locatie zal binnen de grenzen blijven die door de omgevingsvergunning gesteld is (Hoofdstuk 8).

Zoals eerder aangegeven zal de werkelijk gerealiseerde productie niet overeenkomen met (één van) de geschetste profielen en dus ook niet met de jaartotalen in deze tabellen. Deze profielen zijn dus indicatief, bedoeld om te schetsen wat de verwachte totale winning kan zijn, en om aan te geven hoe een profiel er uit zou kunnen zien.

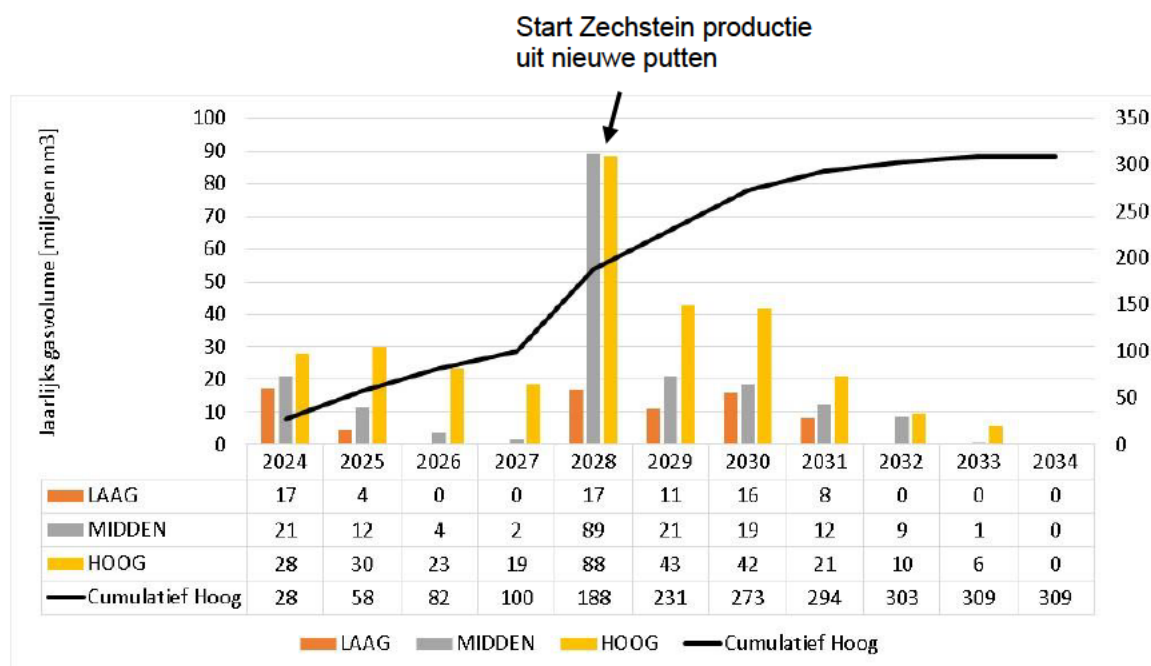


Figuur 5-1: Totale productie verwachting (Laag-Midden-Hoog) van de deelvoorkomens: Oppenhuizen (Zechstein), Oppenhuizen-Noord (Rotliegend) en Oppenhuizen-Zuid (Rotliegend) miljoen nm³. De tweede verticale as geeft de verwachte totale hoge cumulatieve gas productie aan (zwarte lijn).

5.5.1 Oppenhuizen (Zechstein)

De put OPH-01 is momenteel ingesloten. Het moment van openen van OPH-01 is onzeker, er wordt in dit winningsplan aangenomen dat de productie wordt gestart in 2024 (Figuur 5-2).

Als de put is opgestart bestaat er onzekerheid over hoe goed de put gaat produceren. De verwachting is dat de nieuwe, in dit winningsplan genoemde, boorputten vanaf 2028 ook uit het Zechstein gaan produceren. Dit is nadat het gas uit het Rotliegend is geproduceerd, maar dit kan veranderen in de tijd; zie ook eerdere opmerkingen, de productieprofielen zijn indicatief.

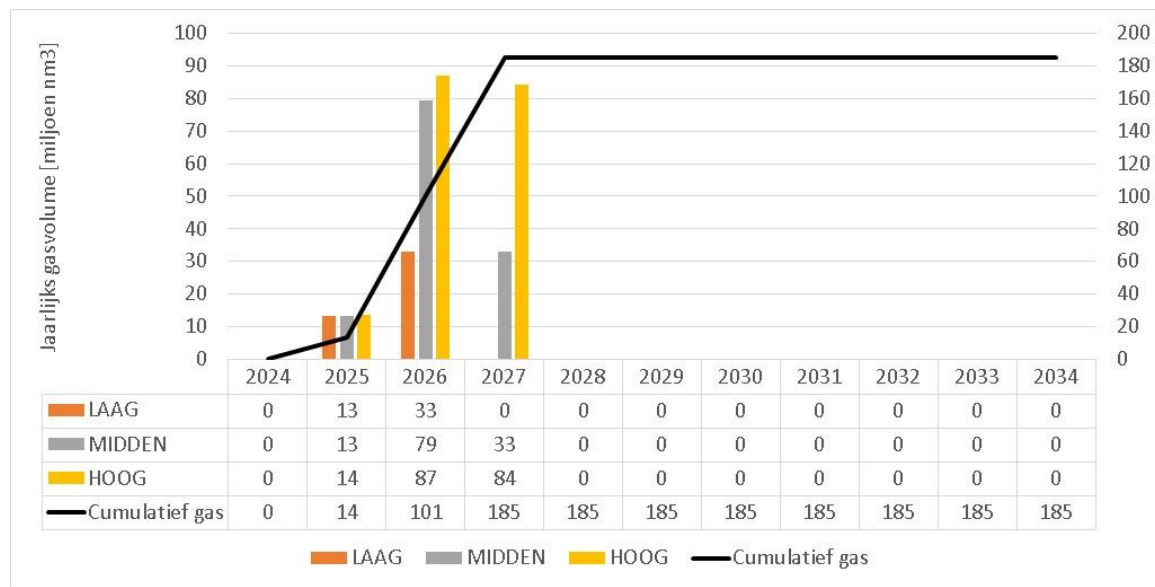


Figuur 5-2: Productie-verwachtingen Laag-Midden-Hoog voor Oppenhuizen Zechstein, middels put OPH-01 vanaf 2024 en de nieuwe putten vanaf 2028 (in miljoen nm³) en op de tweede verticale as het hoge cumulatieve gasvolume.

5.5.2 Oppenhuizen-Zuid (Rotliegend)

De verwachting is dat productie uit Oppenhuizen-Zuid (Rotliegend) begint in 2025. De productieverwachtingen Hoog-Midden-Laag zijn weergegeven in Figuur 5-3. De verwachting is dat Oppenhuizen-Zuid (Rotliegend) in drie jaar is uitgeproduceerd en dat die put gebruikt kan worden voor gasproductie uit het Oppenhuizen (Zechstein) deelvoorkomen.

Eventueel kan Vermilion besluiten om de productie uit de Rotliegend tijdelijk in te sluiten om de Zechstein te produceren of het gas uit beide formaties tegelijkertijd. Dit is een productie optimalisatie die later bepaald zal worden. Deze scenario's zijn hier niet weergegeven.

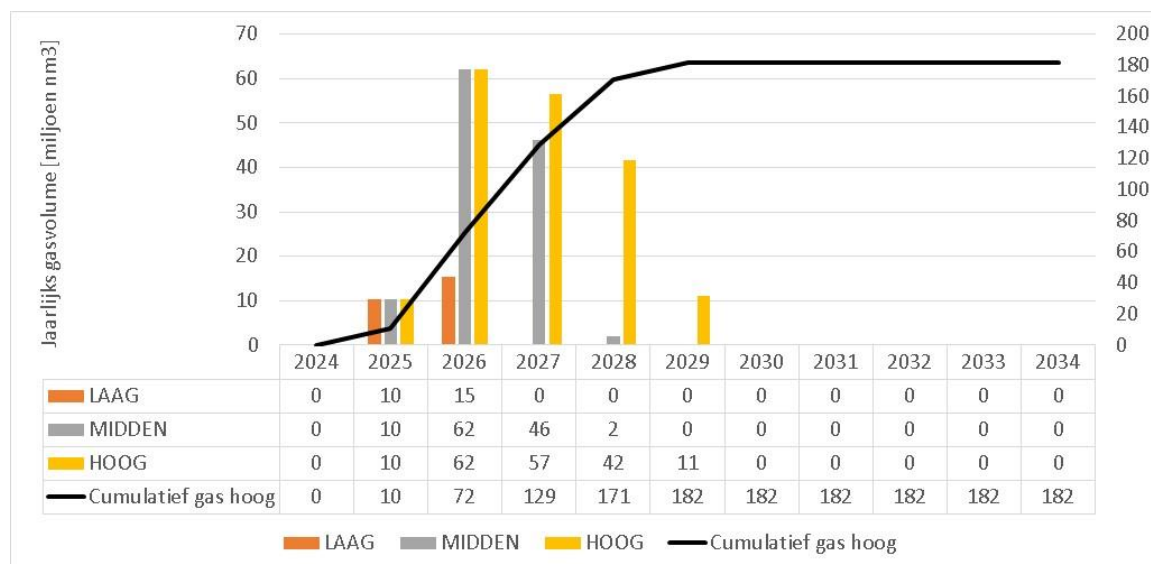


Figuur 5-3: Productie-verwachtingen Laag-Midden-Hoog voor Oppenhuizen-Zuid (Rotliegend) in miljoen nm³ en op de tweede verticale as het hoge cumulatieve gasvolume.

5.5.3 Oppenhuizen-Noord (Rotliegend)

De verwachting is dat productie uit Oppenhuizen-Noord (Rotliegend) begint in 2025. De productieverwachtingen Hoog-Midden-Laag zijn weergegeven in Figuur 5-4. De verwachting is dat Oppenhuizen-Noord in vijf jaar is uitgeproduceerd en dat daarna die put gebruikt kan worden voor gasproductie uit het Oppenhuizen (Zechstein) deelvoorkomen.

Eventueel kan Vermilion besluiten om de productie uit de Rotliegend formatie tijdelijk in te sluiten om de Zechstein te produceren of het gas uit beide formaties tegelijkertijd. Dit is een productie optimalisatie die later bepaald zal worden. Deze scenario's zijn hier niet weergegeven.



Figuur 5-4: Productieverwachtingen (Laag-Midden-Hoog) in miljoen nm³ voor Oppenhuizen-Noord (Rotliegend).

5.6 Duur van de winning

De productie zal worden gestopt als de totale productiekosten de productieopbrengsten overstijgen. Op basis van de geschetste profielen in Figuur 5-2 in paragraaf 5.5 is dat momenteel eind 2033. Dit gaat uit van optimistische productiecondities. In werkelijkheid kunnen vertragingen optreden, waardoor de einddatum van het productieprofiel verschuift. Vermilion vraagt daarom om vast te houden aan het huidige instemmingsbesluit waarin een productieperiode van 14 jaar is vergund na start van de productie (Ref. 17).

Het einde van de productie zou eerder of later kunnen plaatsvinden als gevolg van onverwachte technische of andere oorzaken. De einddatum van productie is dus onzeker, niet alleen vanwege onzekerheden in de analyse van de ondergrond, maar ook doordat toekomstige operationele ontwikkelingen niet allemaal voorspeld kunnen worden. Bovendien kan de termijn voor de afronding van de wettelijke procedures niet geheel voorspeld worden.

5.7 Jaarlijks eigengebruik bij winning

Er wordt geen gas verbruikt op de winningslocatie beschreven in dit winningsplan.

5.8 Jaarlijks bij winning afgeblazen/afgefakkelde koolwaterstoffen

De hoeveelheid afgefakkeld en afgeblazen aardgas is marginaal en beperkt zich tot hoeveelheden die verloren gaan bij het drukvrij maken van het systeem in verband met geplande onderhouds- en inspectiewerkzaamheden.

5.9 Gassamenstelling en stoffen die jaarlijks worden meegeproduceerd

De verwachting is dat het gas uit de Rotliegend en Zechstein formaties in de deelvoorkomens in dit winningsplan dezelfde samenstelling heeft als het aangetoonde gas met de puttest van OPH-01 uit het Oppenhuizen deelvoorkomen. Tabel 5-1 toont een analyse van het geproduceerde Oppenhuizen gas uit de Zechstein formatie.

Tabel 5-1: Analyse van de gas compositie uit Oppenhuizen Zechstein, OPH-01 (puttest) .

Gas Compositie <i>Zechstein</i>	Oppenhuizen-Zechstein (volume %)
N2	17.5%
CO2	0.9%
CH4	78.4%
C2H6	2.9%
Andere Componenten	0.3%

Met het aardgas worden water (condenswater en mogelijk formatiewater) en aardgascondensaat mee-geproduceerd. In Tabel 5-2 is een schatting gemaakt van de mee-geproduceerde hoeveelheden. De formatiewaterproductie kan mogelijk snel toenemen tijdens het productielevens van een put indien het gas-water contact omhoog komt en de perforaties van de put bereikt. Indien mogelijk worden deze perforaties afgesloten zodat de formatiewaterproductie weer afneemt.

De hoge formatiewaterproductie betekent het zgn. uitwateren en zal dus alleen voor korte periodes optreden, en in het algemeen aan het einde van het productielevens van een put.

De condenswaterproductie is meestal veel geringer dan de hieronder aangegeven grenzen, en varieert geleidelijk over het productielevens van een put.

Tabel 5-2: Water en condensaat productie-verwachtingen per locatie.

Locatie	Condensaatproductie [m ³ /jaar/put]	Waterproductie [m ³ /jaar/put]	
Oppenhuizen	1.800 – 11.000	begin van de put	einde van de put
		365	10.000

5.10 Jaarlijks bij winning in de ondergrond terug te brengen delfstoffen en andere stoffen

Op de mijnbouwlocatie van dit winningsplan worden geen stoffen in de ondergrond teruggebracht. Water wordt vanuit een bovengrondse opslagtank naar een vrachtwagen overgepompt en per vrachtwagen afgevoerd en extern verwerkt.

6 Bodemdaling

Op basis van de modellen is de toekomstige bodemdaling berekend. De verwachte totale maximale bodemdaling, die veroorzaakt wordt door de productie uit het voorkomen Oppenhuizen is op het diepste punt minder dan 5cm. Er zijn geen naburige (deel)voorkomens, daarom is de uiteindelijke samengestelde maximale bodemdaling hetzelfde, namelijk minder dan 5cm.

6.1 Inleiding: hoe bodemdaling tot stand komt

6.1.1 Gaswinning

Aardgas zit op ongeveer 2 kilometer diepte onder druk in een poreuze gesteentelaag, zoals zandsteen- of kalksteen. We noemen dit ook wel een reservoir. Het reservoir wordt afgesloten door een niet-doorlatend gesteente, bijvoorbeeld een kleisteen, anhydriet, of steenzout.

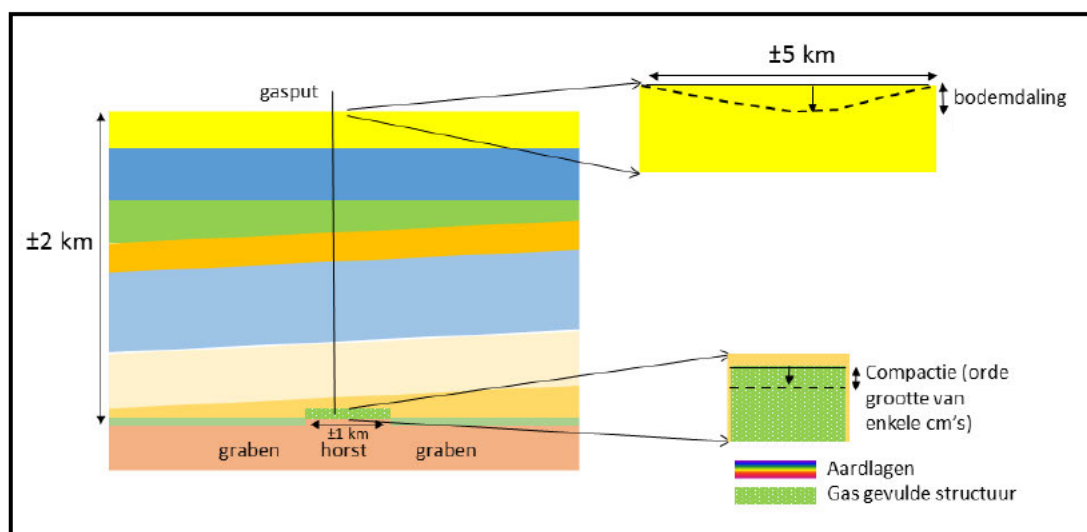
De gesteentelagen zijn in het algemeen over grote afstanden aanwezig. Door bewegingen van en botsingen tussen de aardplaten in de geologische geschiedenis is er reliëf ontstaan in de lagen. Het gas zal, omdat het lichter dan water is, zich verzamelen in de hoogste plaatsen; boringen zullen dan ook op zulke plaatsen gericht zijn.

Bij gaswinning laat men het gas ontsnappen door een put die naar het hoogste punt van het reservoir geboord wordt. Als gevolg van het ontsnappen van het gas zal de druk in het reservoir dalen. De winning stopt als de druk zo laag is dat er economisch onvoldoende gas door de put naar boven stroomt ten opzichte van de operationele kosten, of als de drukdaling ertoe leidt dat het reservoirgesteente rond de put volloopt met water.

6.1.2 De oorzaken van bodemdaling

Het gevolg van de drukdaling in het reservoir is dat het reservoir compacteert, d.w.z. dat de poriën een klein beetje inzakken als gevolg van het gewicht van de bovenliggende aardlagen doordat er minder gas in de poriën over is om tegendruk te leveren.

Als het reservoir compacteert op ± 2 km diepte, zullen ook de lagen erboven een beetje inzakken. Bij dat dalingsproces verdeelt het volume van de compactie zich, zodat aan de oppervlakte een bodemdalingskom ontstaat. De dalingskom heeft de vorm van een heel platte schotel. Aan de randen gaat de daling geleidelijk naar nul, in het midden vindt de grootste daling plaats. Het volume van de kom is ongeveer even groot als de volumeverandering van het reservoir. Het oppervlak van de kom is echter groter dan het oppervlak van het reservoir: aan alle kanten komt er een afstand bij die ongeveer gelijk is aan de diepte van het reservoir. Hierdoor is de bodemdaling op het diepste punt van de kom aan de oppervlakte minder dan de compactie op ± 2 km diepte in het reservoir..

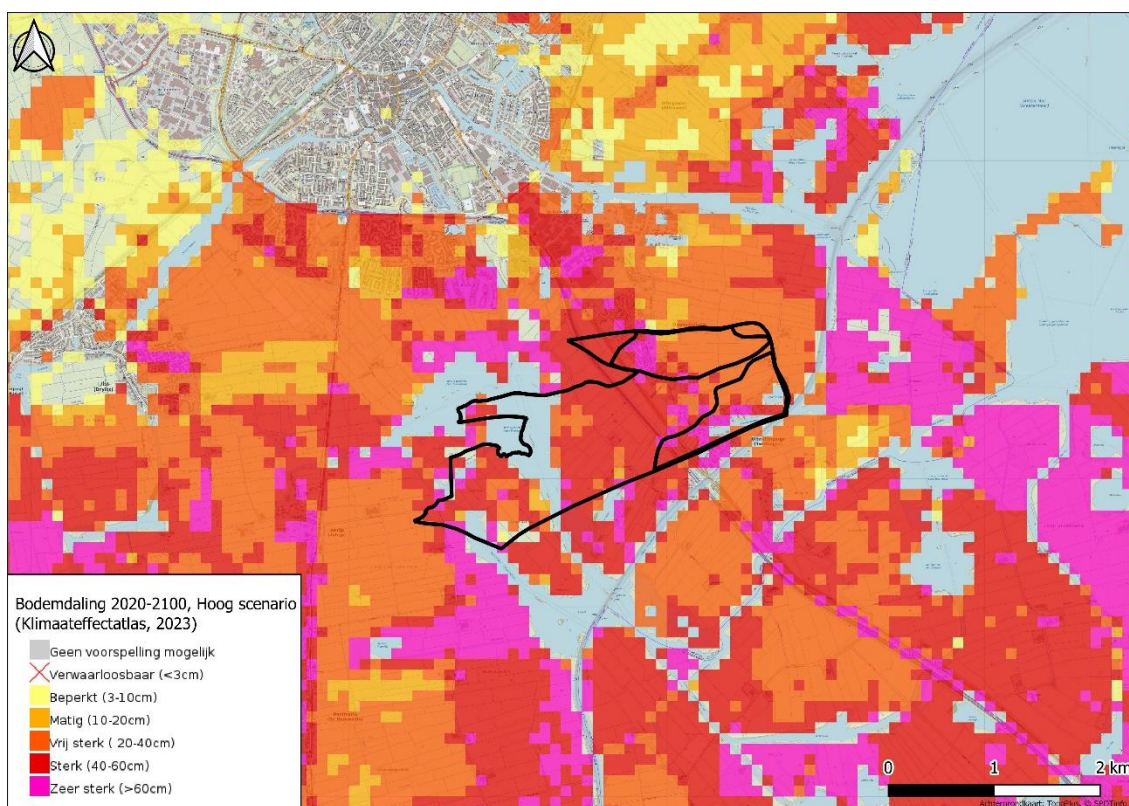


Figuur 6-1: Schetsmatige, generieke, doorsnede van de ondergrond, inclusief een gasreservoir.

6.1.3 Autonome bodemdaling

Naast bodemdaling door mijnbouwactiviteiten, vindt er ook zogenaamde autonome bodemdaling plaats. Die is onafhankelijk van de gaswinning. Dat gebeurt door verschillende mechanismen, waar veen- en klei-inklinking en het handhaven van grondwaterpeil er enkele van zijn. Voor meer achtergrondinformatie zie ook de Klimateffectatlas [Ref. 12]. Op deze website staan bodemdalingsvoorspellingskaarten die zijn uitgewerkt voor verschillende scenario's. De daling is gerelateerd aan o.a. de samenstelling van de ondiepere ondergrond (bijvoorbeeld aan de aanwezigheid van veen en klei), opwarming van de aarde en het peilbeleid (wel of niet handhaven van het grondwaterpeil). In Figuur 6-2 is de bodemdaling geprojecteerd voor het hoge scenario voor de periode 2020 – 20100, zoals deze is gepresenteerd in de Klimateffectatlas. Dit laat zien dat de voorspelde autonome bodemdaling boven de Oppenhuizen deelvoorkomens in de periode 2020 – 20100 vrij sterk tot sterk kan zijn, van 20 – 60 cm. Dit is een gemiddelde daling van 0.125 – 0.75 cm/jaar.

Er wordt naar gestreefd de peilmerken voor bodemdalingsmetingen door mijnbouwactiviteiten zo te plaatsen dat ze niet beïnvloed worden door autonome daling.



Figuur 6-2: Bodemdalingsvoorspellingskaart 2020 – 2100 voor het hoge scenario [Ref 12] met daarop geprojecteerd de deelvoorkomens Oppenhuizen, Oppenhuizen-Zuid en Oppenhuizen-Noord.

6.1.4 Meten en voorspellen van bodemdaling

In het kader van de gaswinning moet er een meetplan opgesteld worden. Hierbij wordt de bodemdaling in een ruim gebied rondom de (deel)voorkomens gemeten. Dat gebeurt door waterpassing op een reeks punten in een meetnet, boven en rondom de (deel)voorkomens, soms aangevuld met GPS-metingen op specifieke locaties (Ref. 18). Voor het opstellen van een meetplan bestaan wettelijke regels en de zogenaamde 'Industrieleidraad – Geodetische basis voor Mijnbouw' [Ref. 1]. De frequentie van de metingen, en de dichtheid en uitgebreidheid van het meetnet, worden gekozen in overleg met Staatstoezicht op de Mijnen (SodM). Het meetplan vereist de goedkeuring van de Minister van Klimaat en Groene Groei.

De nauwkeurigheid van deze metingen hangt af van de specifieke vorm van het meetnet, en van de mogelijkheid goed gefundeerde peilmerken te plaatsen. In het algemeen zullen de metingen een onnauwkeurigheid van 5 mm hebben. Bij de analyse van de metingen moet dan nog bekeken worden in welke mate ze door autonome bodemdaling beïnvloed worden, m.a.w. in welke mate de gemeten dalingen bestaan uit gaswinningsbodemdaling.

Voorafgaand aan de winning wordt een model gemaakt om de bodemdaling te voorspellen. De complexiteit van het model hangt af van de complexiteit van de ondergrond-situatie. De parameters in het model zijn gebaseerd op ervaringen in eerdere, soortgelijke, (deel)voorkomens. De verwachte bodemdaling wordt vastgelegd in het winningsplan (dit document).

Omdat het diepte-verloop van de lagen alleen indirect gemeten kan worden, en de eigenschappen van de gesteentelagen maar op enkele punten bekend zijn (uit eerdere boringen), zijn er onzekerheden in de berekeningen over de grootte van de deelvoorkomens. In veel gevallen zal het voorafgaand aan de boring niet zeker zijn of er wel gas aanwezig is. Daarnaast zal er enige onzekerheid zijn over specifieke parameters (zoals samendrukbaarheid) van het gesteente. Het gevolg is dat de bodemdalingsberekening door onzekerheidsmarges omgeven is.

Mocht de gemeten bodemdaling onverhoopt niet verlopen overeenkomstig de in het winningsplan aangegeven voorspellingen, dan zal Vermilion de bodemdalingsmodellen en de parameters van het model evalueren om te achterhalen waarom de gemeten waarden niet overeenkomen met de voorspellingen. Vermilion zal SodM als toezichthouder hierover informeren.

6.2 Bodemdalingsmodel

Productie uit een voorkomen leidt tot drukdaling, wat vervolgens compactie van het gesteente veroorzaakt. Compactie leidt vervolgens tot bodemdaling. Boven gasvoorkomens wordt waargenomen dat de bodemdaling langzaam begint (bodemdaling treedt niet direct op na start productie, er is een vertraging) en na-ijlt wanneer de productie stopt. Dit tijdseffect is beschreven met RTCiM (Rate Type Compaction isotach Model) [Ref 6]. RTCiM is momenteel het meest geschikte model dat gebruikt kan worden om een passing te vinden tussen de bodemdalingsmetingen en het compactiemodel. TNO heeft dit compactiemodel verwerkt in een applicatie en de naam PySub gegeven. Deze applicatie is beschikbaar via <https://github.com/TNO/PySub> [Ref 5].

Dit model is in dit winningsplan gehanteerd en de resultaten van de bodemdalingsberekening worden door SodM en TNO gecontroleerd. In de bijlage (Hoofdstuk 15) wordt het bodemdalingsmodel in meer detail besproken. Voor gedetailleerde informatie wordt verwezen naar Ref. 5 en Ref. 6.

6.3 Historische bodemdaling

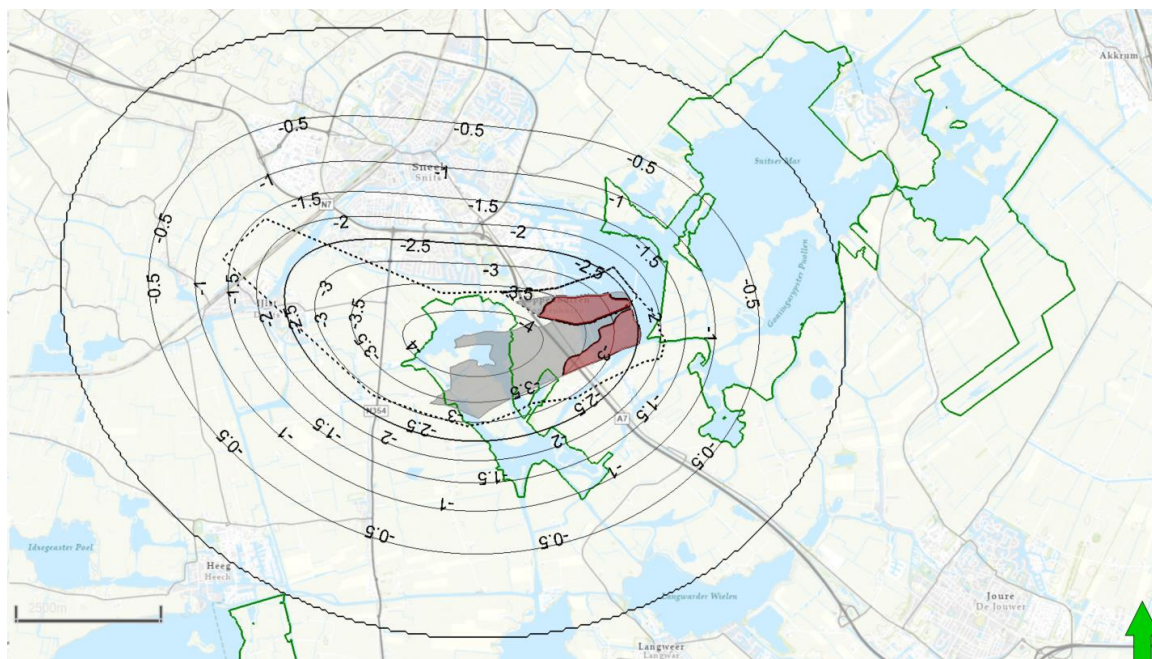
In 2023 is er een nulmeting uitgevoerd met behulp van het meetnet rondom Oppenhuizen. Het meetregister, de meetresultaten van de nulmeting, is nog niet beschikbaar bij het schrijven van dit document. Het Oppenhuizen bodemdalingsmodel wordt gekalibreerd met de resultaten van de meest recente meting. Op het moment van schrijven in 2024 is er nog geen winning geweest en is de bodemdaling gelijk aan de nulmeting. Er valt op dit moment nog niets te kalibreren.

6.4 Bodemdalingsvooruitzichten en -onzekerheid

Op basis van een bodemdalingmodel is de toekomstige bodemdaling berekend. De verwachte totale maximale bodemdaling, die veroorzaakt wordt door de productie uit het voorkomen Oppenhuizen is weergegeven in Figuur 6-3. De figuur representeert de maximale verwachte bodemdaling in 2050. Het diepste punt is minder dan 5 cm. De Oppenhuizen deelvoorkomens zijn aangegeven. Deelvoorkomen Oppenhuizen (Zechstein) is ingetekend met een grijs vlak, het rode vlak hoort bij Oppenhuizen-Zuid en Oppenhuizen-Noord.

Oppenhuizen heeft geen naburige voorkomens, er is daarom geen overlap met bodemdalingskommen van omliggende voorkomens. De bodemdaling zoals weergegeven in Figuur 6-3 representeert daarom ook de samengestelde maximale bodemdalingssom.

De details van de berekening zijn gegeven in Hoofdstuk 15 Bijlage: Analyse en Berekening Bodemdaling.



Figuur 6-3: Toekomstige verwachte maximale samengestelde bodemdalingssom door gaswinning uit het voorkomen Oppenhuizen (Oppenhuizen, Oppenhuizen-Zuid en Oppenhuizen-Noord). Totale bodemdaling in cm. Het gemodelleerde diepste punt van deze Oppenhuizen bodemdalingssom is minder dan 5 cm.

6.5 Monitoring van bodemdaling

De deelvoorkomens in het winningsplan Oppenhuizen vallen onder het meetplan Oppenhuizen.

De resultaten van de meetplannen; de meetregisters, worden gedeeld en besproken met SodM, en dat geldt ook voor de analyses die Vermilion van de resultaten maakt. Ook de omgeving wordt door Vermilion jaarlijks geïnformeerd over de werkelijk opgetreden bodemdaling.

6.6 Mogelijke gevolgen van de verwachte bodemdaling

6.6.1 Gevolgen voor gebouwen en infrastructuur

Of een gebouw, bouwwerk, of infrastructuur, schade oploopt door diepe bodemdaling door gaswinning wordt vooral bepaald door de afstands-schaal waarop die daling plaatsvindt. Bodemdaling heeft nauwelijks invloed als ze gelijk is over het hele funderingsoppervlak. Ook een beperkte scheefstand heeft meestal geen gevolgen. Schade aan gebouwen door bodemdaling ontstaat wanneer er

verschilzakking optreedt, dat wil zeggen als de zakking ongelijkmatig is, en daardoor leidt tot kromming van een gebouw.

De bodemdalingskom door aardgaswinning is regelmatig. De dalingen verlopen immers geleidelijk, over meerdere kilometers. Er treden dus aan het terreinoppervlak slechts uiterst geringe hellingen op, en nog veel geringere ongelijkmatigheden.

De daling komt bovendien zeer langzaam tot stand, over een periode van jaren.

Daarom is het uitgesloten dat een gebouw schade oploopt door bodemdaling als gevolg van gaswinning, of het nu midden in de dalingskom staat of meer naar de rand. In onderzoek is dan ook steeds geconcludeerd dat er geen gebouwschade te verwachten is door bodemdaling als gevolg van gaswinning [Ref.15, 16].

6.6.2 Gevolgen voor natuur en milieu en landbouw

De bodemdaling verloopt zeer geleidelijk, met een uiterst geringe hellingshoek, en de opbouw duurt jaren zodat er geen plotselinge veranderingen plaatsvinden. Voor de periode vanaf nu tot einde productie wordt door de gaswinning zoals beschreven in dit winningsplan in de omgeving een maximale daling van minder dan 5 cm verwacht. De toekomstige effecten van bodemdaling op water en natuur zijn beoordeeld middels een gedetailleerde effecten analyse "*effectbeoordeling bodemdaling op water en natuur als gevolg van de nieuwe gaswinning uit voorkomens Oppenhuizen*" (bijlage 17). De Natura 2000-gebieden het Witte en Zwarte Brekken en Sneekermeergebied (Figuur 4-6) worden hierin besproken.

De bodemdaling heeft geen rechtstreekse effecten op natuur of milieu. Wel wordt het relatieve waterpeil beïnvloed door de bodemdaling, en het is mogelijk dat er op zeker moment additionele aanpassingen nodig zijn om vernatting te voorkomen. Bij de beoordeling van bodemdalingsgevolgen hanteert het waterschap in het algemeen een grens van vijf centimeter. Bij bodemdaling tot 5 centimeter is geen compensatie voor het watersysteem noodzakelijk, tenzij de veiligheid in het geding is.

6.7 Maatregelen om (gevolgen van) bodemdaling te voorkomen of te beperken

Vanwege de beperkte bodemdaling, worden er geen nadelige gevolgen voorzien, en wordt er niet voorzien in (extra) maatregelen om (gevolgen van) bodemdaling te voorkomen of te beperken, anders dan het periodiek monitoren van de bodemdaling volgens het meetplan.

Vermilion houdt het waterschap op de hoogte over de bodemdaling door gaswinning. Het waterschap neemt, indien nodig, maatregelen. De kosten van deze maatregelen worden binnen de afspraken met de Commissie Bodemdaling Aardgaswinning Friesland (CBAF) door Vermilion vergoed. Dit geldt ook voor kosten die gemeenten (die bij de CBAF zijn aangesloten) maken voor eventuele maatregelen.

De afhandeling van eventuele schade voor particulieren wordt besproken in paragraaf 8.2.

7 Bodemtrilling

De seismische risicoanalyse laat zien dat de deelvoorkomens in dit winningsplan in de laagste seismische risicocategorie vallen.

7.1 Inleiding: hoe komen bevingen ten gevolge van gaswinning tot stand?

Als gevolg van de compactie, het inzakken van het reservoirgesteente door drukdaling, ontstaan er kleine verplaatsingen (zettingen) in de diepe ondergrond. Als deze bij een breuk plaatsvinden, kunnen er zettingsverschillen aan weerszijden van de breuk optreden. Door de zettingsverschillen gebeurt het soms dat het gesteente aan weerszijden van de breuk ten opzichte van elkaar beweegt. Dit veroorzaakt een trilling. Zo'n trilling wordt een geïnduceerde beving genoemd om aan te geven dat hij door menselijk handelen is veroorzaakt. Als gevolg van het feit dat deze trillingen ontstaan door bewegingen langs de breukvlakken in of nabij aardgasreservoirs, zal het bronpunt van de beving, het zogeheten hypocentrum, op enkele kilometers diepte liggen. Natuurlijke bevingen hebben over het algemeen een veel dieper hypocentrum. Op basis van de diepte van de beving kan het KNMI onderscheiden of een beving veroorzaakt is door gaswinning of dat de beving een natuurlijke oorzaak heeft.

Voor de kans op bevingen is het dus van belang of en welk soort breuken in de gesteentelagen in (de buurt van) het reservoir aanwezig zijn. Tevens geldt: hoe groter de compactie van het reservoir, hoe groter de kans dat er significante zettingsverschillen over een breuk plaatsvinden. Bij het inschatten van de kans op bevingen wordt dan ook naar de drukdaling en de daaropvolgende compactie gekeken. Daarnaast wordt de breuk-configuratie geanalyseerd, en de stijfheid van het gesteente. Hierbij wordt gebruik gemaakt van een analyse-protocol dat door SodM in samenwerking met TNO is ontwikkeld [Ref. 7].

Naast de ondergrond-situatie, wordt in dat protocol ook de situatie aan het oppervlak bekeken. De aard van de bebouwing en infrastructuur in de omgeving van het voorkomen wordt meegewogen. Bij de effecten die aan de oppervlakte merkbaar zijn, speelt niet alleen de sterkte en de diepte van de beving een rol, maar ook de samenstelling van de ondiepe ondergrond. Als een kans op significante bevingen aanwezig is, wordt daarom ook met de grondsamenstelling rekening gehouden bij het inschatten van aardbevingsrisico's.

7.2 Historische bevingen in de deelvoorkomens van dit winningsplan

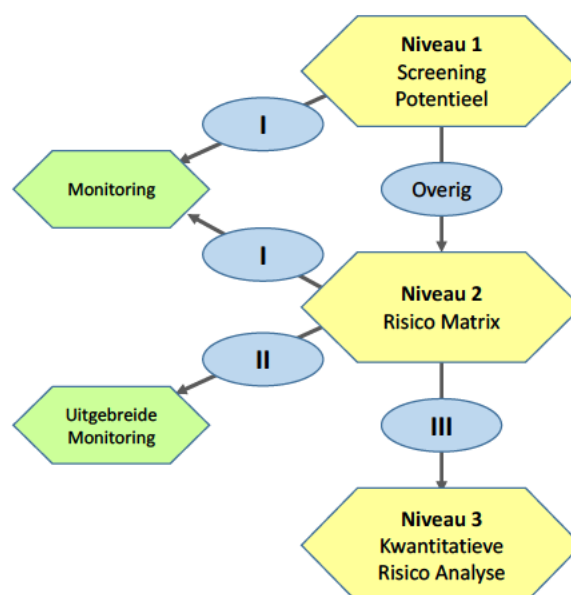
Het KNMI beheert de dataset met aardbevingen in Nederland, zie <https://www.knmi.nl/nederland-nu/seismologie/aardbevingen>.

Er zijn geen bevingen in of boven de deelvoorkomens in dit winningsplan geweest.

7.3 Opzet van de Seismische Risico Analyse

Het kader voor de Seismische Risico Analyse (SRA) en de hier beschreven methodiek wordt beschreven in: Methodiek Voor Risicoanalyse Omtrent Geïnduceerde Bevingen Door Gaswinning; Tijdelijke Leidraad Voor Adressering Mbb. 24.1.P, Versie 1.2, 1 februari 2016, Staatstoezicht op de Mijnen (SodM) [Ref.7].

Om het seismisch risicoprofiel van een voorkomen vast te stellen wordt een risicoanalyse uitgevoerd volgens een getrappt model dat bestaat uit drie stappen. Deze drie stappen worden weergegeven in Figuur 7-1. Op basis van de uitkomsten van de verschillende individuele stappen worden vervolgstappen genomen.



Figuur 7-1: Weergave van de verschillende stappen in de Seismische Risico Analyse (SRA).

In de eerste stap (Niveau 1) wordt gekeken naar de kans op een trilling (met een magnitude groter dan 1.5 op de schaal van Richter). Daarbij wordt gekeken naar de breuk-configuratie in het voorkomen, en naar de stijfheidsverhouding tussen de reservoir-lagen en het afdekkende gesteente. Als er meer breuken zijn, neemt de kans op een trilling toe. Hetzelfde geldt als het afdekkende gesteente stijver is dan het gesteente van het reservoir.

Tenzij de kans op een trilling verwaarloosbaar is, wordt vervolgens de maximale magnitude uitgerekend. Daarbij speelt de lengte van de breuken waarlangs differentiële zettingen kunnen optreden, de breukhoogte, en de hoeveelheid compactie een rol. Als de maximale magnitude onder de 2.5 ligt, is een analyse op Niveau 2 niet nodig, en volgt een indeling in Categorie I. Er hoeven dan geen verdere maatregelen genomen te worden bovenop monitoring van het voorkomen met het bestaande KNMI-seismometer-meetnet.

Bij een Niveau 2 analyse wordt ook gekeken naar de effecten van een eventuele trilling aan het oppervlak, op gebouwen en infrastructuur. Als de kans/gevolg combinatie daartoe aanleiding geeft, zal het deelvoorkomen in Categorie-II worden ingedeeld. In Categorie-II worden extra eisen aan de monitoring gesteld, en moet een (generiek) beheersplan worden opgesteld.

Bij een Niveau 3 analyse wordt een aanvullende kwantitatieve risicoanalyse uitgevoerd in het geval dat een deelvoorkomen op basis van de risicomatrix als categorie-III wordt gekwalificeerd.

7.4 Resultaat Seismische Risico Analyse

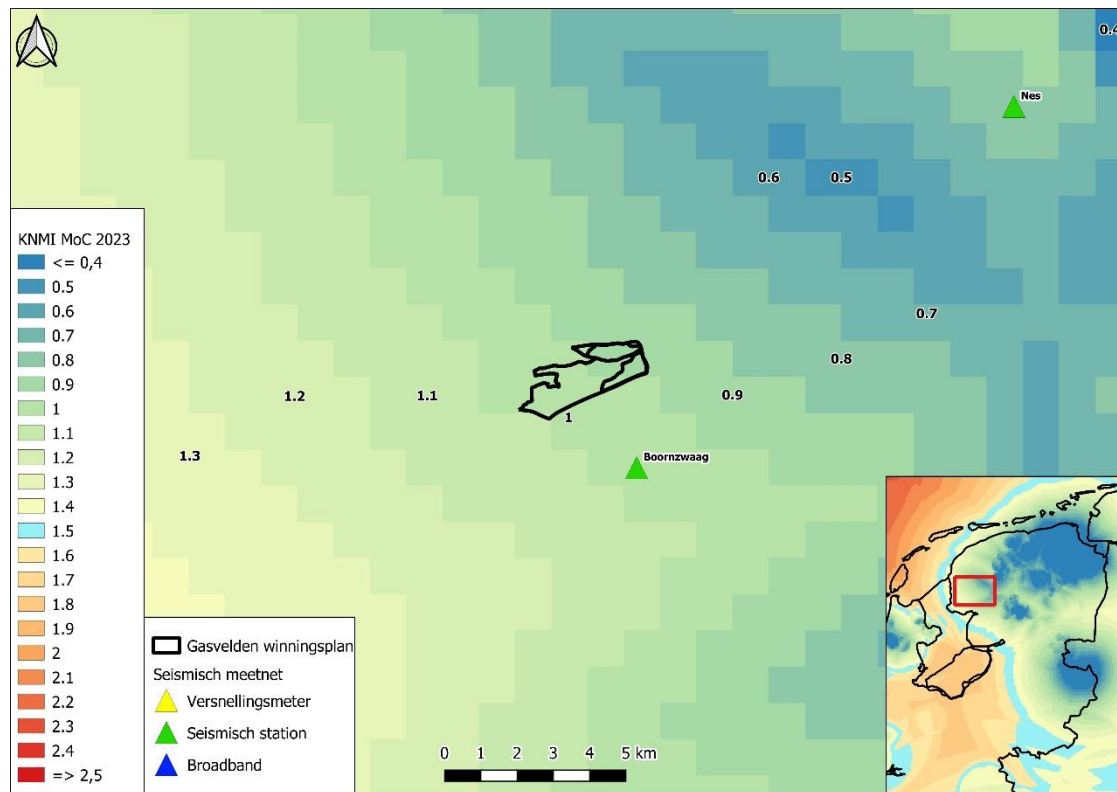
Het resultaat van het doorlopen van de methodiek voor de deelvoorkomens in dit winningsplan, is dat deze vallen in Categorie I, de laagste seismische risicocategorie.

De SRA analyse wordt in meer detail uitgewerkt in Hoofdstuk 16. Bijlage: Seismische Risico Analyse: Details en Achtergronden.

7.5 Monitoring van bodemtrillingen

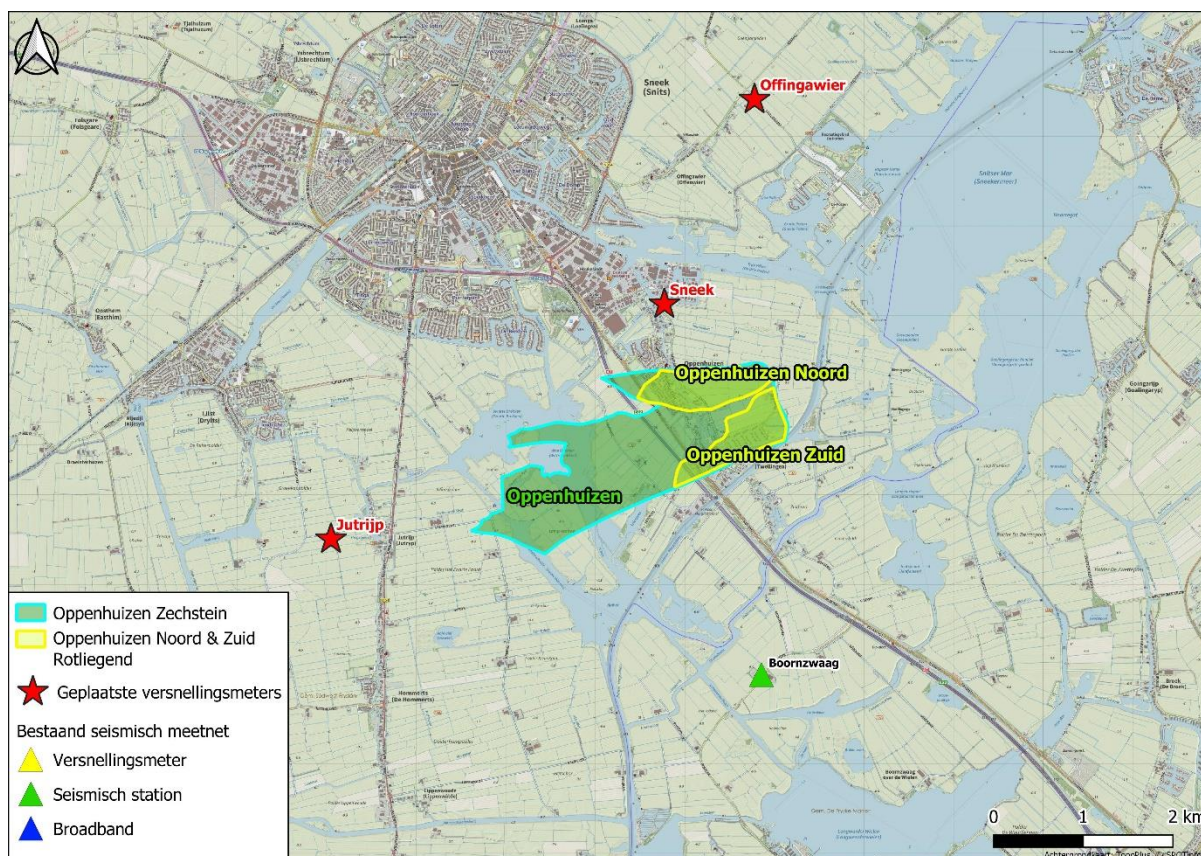
Het monitoren van de seismische activiteit in de omgeving van de deelvoorkomens in dit winningsplan zal worden gerealiseerd met behulp van het huidige KNMI-netwerk ([KNMI - Seismologie - Nederlandse stations](#)). Vermilion heeft vrijwillig de dekkingsgraad van het seismometer-netwerk en het versnellingsmeter-netwerk herzien en verbeterd. De locaties van de stations zijn afgestemd in overleg met KNMI.

Figuur 7-2: laat het seismisch netwerk rond de deelvoorkomens van dit winningsplan zien. In deze kaarten zijn de gerealiseerde verbeteringen van Vermilion meegenomen. Deze kaarten laten zien dat er een goede dekking is rondom de deelvoorkomens in dit winningsplan.



Figuur 7-2: Seismisch meetnet rondom het voorkomen Oppenhuizen. De nieuwe stations (Figuur 7-3) zijn geplaatst in 2024 en zijn nog niet meegenomen in deze MoC kaart uit 2023.

Vermilion heeft besloten om het versnellingsmeter-netwerk rond het voorkomen Oppenhuizen uit te breiden met 3 versnellingsmeters. De locaties van deze extra stations zijn afgestemd met het KNMI (Figuur 7-3). De versnellingsmeters zijn inmiddels geplaatst.



Figuur 7-3: Versnellingsmeters rondom het voorkomen Oppenhuizen.

7.6 Mogelijke gevolgen van bevingen ten gevolge van gaswinning

Alle deelvoorkomens in dit winningsplan vallen in Categorie I, de laagste risicocategorie.

7.6.1 Schade openbare infrastructuur door bodemtrillingen ten gevolge van gaswinning

Gezien de indeling in Categorie I, wordt er geen schade aan infrastructuur verwacht [Ref. 8].

7.6.2 Schade aan gebouwen en bouwwerken door bodemtrillingen ten gevolge van gaswinning

Mede gezien de indeling in Categorie I, wordt er geen schade aan gebouwen en bouwwerken verwacht [Ref. 9, 10,11].

7.6.3 Gevolgen voor natuur en milieu door bodemtrillingen ten gevolge van gaswinning

Er is geen oorzaak-effect relatie bekend waarmee bodemtrillingen van deze grootte kunnen leiden tot schade aan natuur of milieu (anders dan schade aan infrastructuur en bouwwerken, waarop hierboven is ingegaan). Daarom worden schadelijke effecten op natuur en milieu ten gevolge van bodemtrillingen niet verwacht.

7.7 Maatregelen om (gevolgen van) bodemtrillingen te voorkomen of te beperken

Gezien de indeling in Categorie I is er geen vereiste om maatregelen te treffen om (gevolgen van) trillingen te voorkomen of te beperken.

De afhandeling van eventuele schade wordt besproken in paragraaf 8.2.

8 Overige Omgevingsaspecten

8.1 Inleiding

De opsporing en winning van aardgas kunnen, vanwege activiteiten, mogelijk gevolgen aan het oppervlak hebben. Dit zijn gevolgen anders dan bodemdaling en trillingen zoals omschreven in dit winningsplan. Deze mogelijke gevolgen worden beoordeeld door het bevoegd gezag in andere vergunningen dan het winningsplan.

Het betreft hier mogelijke gevolgen voor de leefomgeving, zoals gevolgen voor de luchtkwaliteit, geluid, externe veiligheid, bodemkwaliteit en grond- en oppervlaktewaterkwaliteit. Deze mogelijke gevolgen worden beoordeeld in de omgevingsvergunning milieu van de betreffende mijnbouwlocatie. In Tabel 8-1 is de mijnbouwlocatie voor dit winningsplan met de vigerende omgevingsvergunning hiervoor opgenomen. Op 18 oktober 2023 is door Vermilion een veranderingsvergunning aangevraagd bij KGG.

Tabel 8-1: Mijnbouwlocaties in onderhavig winningsplan en vigerende omgevingsvergunningen.

Locatie	Omgevingsvergunning
Oppenhuizen	Oprichtingsvergunning 22 september 2016, kenmerk DGETM-EO / 16130949

Als activiteiten, zoals onderhoudsactiviteiten, op de mijnbouwlocatie negatieve effecten kunnen hebben op de aanwezige flora en/of fauna dan dient een ecologisch onderzoek uitgevoerd te worden. Indien effecten niet uitgesloten kunnen worden dan dient een ontheffing op grond van de Wet natuurbescherming aangevraagd te worden. Dit wordt beoordeeld ten tijde van de voorbereiding van die betreffende activiteiten.

Indien activiteiten op de mijnbouwlocatie invloed kunnen hebben op de instandhoudingdoelstellingen van een Natura 2000-gebied dan dienen de effecten en gevolgen onderzocht te worden. Indien hieruit blijkt dat er negatieve effecten kunnen optreden, dan dient een passende beoordeling opgesteld te worden en is een vergunning nodig. Een en ander wordt geregeld in de Wet natuurbescherming.

8.2 Schade-afhandeling

Vermilion is aansprakelijk voor schade, als die het gevolg is van de mijnbouwactiviteiten van Vermilion. Vanaf 1 juli 2020 behandelt het centraal schadeloket van de Commissie Mijnbouwschade de mijnbouwschademeldingen van particulieren als gevolg van o.a. gaswinning in kleine voorkomens in Nederland. Vermilion is sinds de zomer van 2020 aangesloten bij de Commissie Mijnbouwschade. Het oordeel van de commissie is altijd bindend. Meer informatie is te vinden op de website: <https://www.commissiemijnbouwschade.nl>.

8.3 Gedragscode

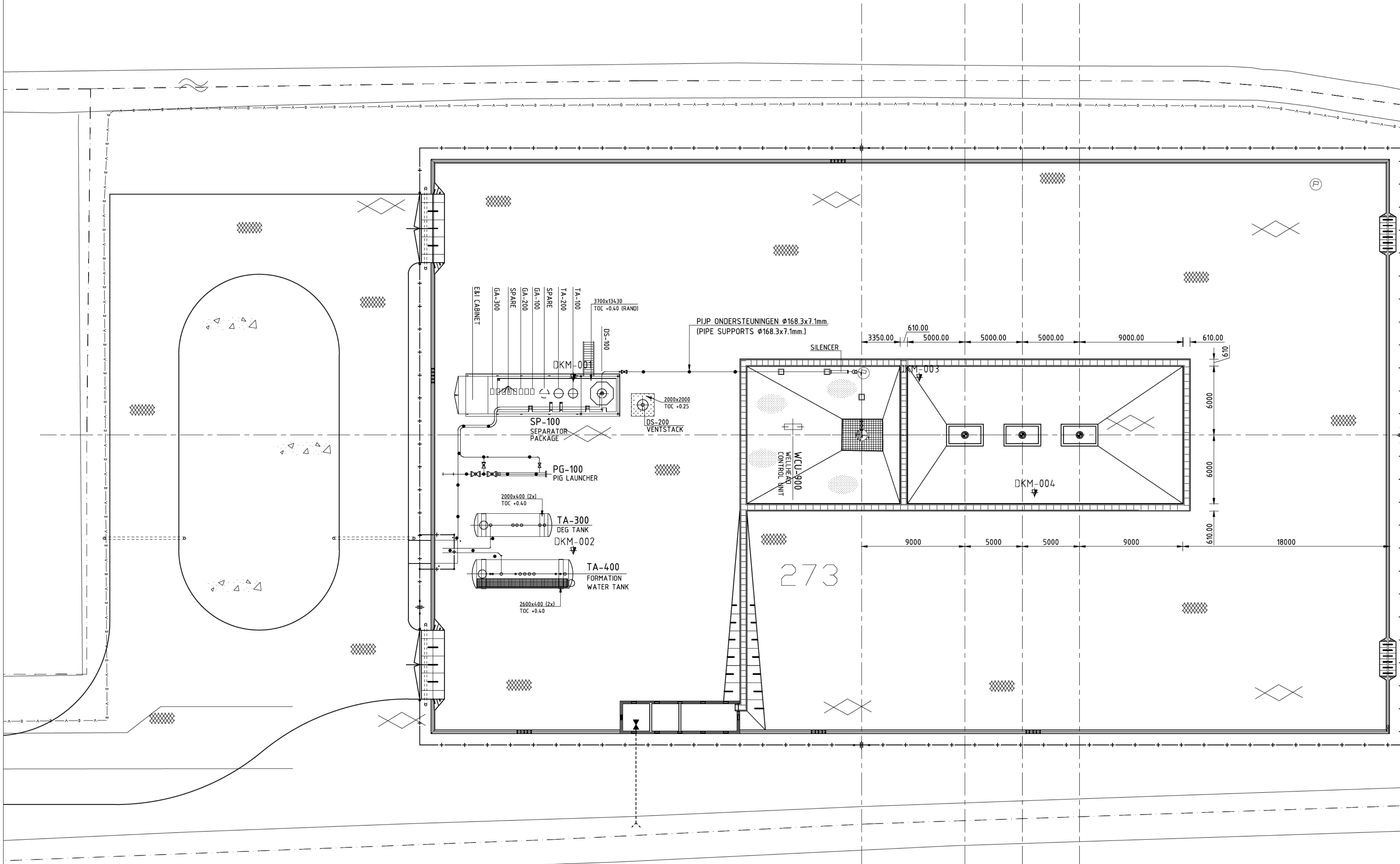
Vermilion is één van de ondertekenaars van de Gedragscode Gaswinning Kleine Velden. De gedragscode geeft algemene richtlijnen aan voor het zorgvuldig betrekken van de omgeving bij olie en gasprojecten uit kleine velden op land in Nederland. Hierin is vastgelegd wat de omgeving van Vermilion mag verwachten (<https://www.onsaardgas.nl/dossier/kleine-velden-gedragscode/>).

9 Verklarende woordenlijst

Aquifer	Watervoerend deel van het reservoir. Dat kan naast en/of onder het gasvoerende deel gelegen zijn.
CBAF	Commissie Bodemdaling Aardgaswinning Friesland
C_m	Uni-axiale compactie-coëfficiënt; mate van samendrukbaarheid van het gesteente (eenheid: 1/bar).
Compactie	Het samendrukken van het reservoirgesteente als door productie de druk van het gas en/of water in de poriën daalt, en daardoor onvoldoende tegenwicht geeft aan het gewicht van bovenliggende gesteenten.
Compressibiliteit	Samendrukbaarheid
Depletie	Drukdaling door het onttrekken van gas (of olie of water) uit reservoirgesteente
OPH	Oppenhuizen, (deel)voorkomen, besproken in dit winningsplan
KGG	Ministerie van Klimaat en Groene Groei
GIIP	Volume gas initieel aanwezig in het voorkomen (in nm^3)
GPS (of GNSS)	Global Positioning System: systeem voor plaats- en hoogtebepaling met behulp van satellieten
GTC	Garijp Treatment Centre
GWC	Gas-water contact diepte (in m onder NAP)
Kern	Gesteentemonster uit de ondergrond verkregen bij het boren van een boorgat
KNMI	Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut
KN, KNNS	Vlieland formatie, Vlieland Zandsteen
Magnitude	Een (logarithmische) maat voor de hoeveelheid energie die bij een beving vrij komt
m RT, m RKB	Diepte gemeten in m langs het boortraject, vanaf de boortafel (RT)
Mbb	Mijnbouwbesluit
Mbr	Mijnbouwregeling
Mbw	Mijnbouwwet
NAM	Nederlandse Aardolie Maatschappij
nm^3	m^3 bij 0 °C en 1.01325 bara
Permeabiliteit	De mate waarin een (poreuze) vaste stof een andere stof (gas of vloeistof) doorlaat. Indien een materiaal een andere stof niet doorlaat heet het materiaal voor die stof impermeabel.
Porositeit	Verhouding tussen het poriënvolume en het totale volume van het gesteente.
RD-coördinaat	Coördinaten in het topografische kaartmateriaal zijn vermeld in het stelsel van de Rijksdriehoeksmeting (RD). De auteursrechten en databankrechten zijn voorbehouden aan de Topografische Dienst Kadaster, Emmen, 2006
RO	Rotliegend
Seal	Afsluitende laag bovenop het gesteente dat het gas bevat
SodM	Staatstoezicht op de Mijnen
SRA	Seismische Risico Analyse
TNO	Nederlandse Organisatie voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek
VEN	Vermilion Energy Netherlands B.V.
Vermilion	Vermilion Energy Netherlands B.V.
ZE	Zechstein

10 Referenties

1. Tcbb, Industrieleidraad ter Geodetische bepaling van bodembeweging als gevolg van mijnbouwactiviteiten, 2014.
2. TNO, Deterministische Hazard Analyse voor Geïnduceerde Seismiciteit in Nederland, 2004 (NITG 04-171-C),
3. TNO, Deterministische Hazard Analyse voor Geïnduceerde Seismiciteit in Nederland, update 2012 (R10198).
4. TNO, Deterministische hazard analyse voor geïnduceerde seismiciteit (DHAIS), actualisatie 2021, TNO-rapport 2021 R10977.
5. The PySub Subsidence Framework: Technical Reference, TNO Report, TNO2022_R11962, datum 14 maart 2023.
6. Pruijsma, J.P., Breunese, J.N., Thienen-Visser, K., & De Waal, H. (2015) Isotach formulation of the rate type compaction model for sandstone. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences. 78. 127-132.
7. SodM, Methodiek voor Risico-Analyse omtrent geïnduceerde bevingen door gaswinning (Tijdelijke Leidraad), Februari 2016.
8. Schade aan buisleiding door aardbeving, fase 1 inventarisatie, Deltares Project report 1001649-000, 2010.
9. Seismisch hazard van geïnduceerde aardbevingen Integratie van deelstudies, Wassing, B.B.T. (TNO) & Dost, B. (KNMI), Report nummer TNO 2012 R11139, 24 december 2012.
10. De relatie tussen schade aan gebouwen en lichte, ondiepe aardbevingen in Nederland: inventarisatie, TNO Rapport 97-CON-R1523-1, door Van Staalduinen & Geurts, 1998.
11. Seismisch Risico in Noord-Nederland, Th. de Crook & H.W. Haak & B. Dost, februari 1998, Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut, Afdeling Seismologie
12. www.klimaat-effectatlas.nl
13. Geology of the Netherlands, Wong et al. (eds), Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences, 2007 / Amsterdam University Press, 2007
14. Meetplan 2024 Oppenhuizen Versie 1, 24 Oktober 2023
15. www.commissiebodemdaling.nl
16. "Bodemdaling door gaswinning veroorzaakt geen schade", TNO, *Bodem*, nummer 3 van juni 2020, http://www.nlog.nl/sites/default/files/2020-07/bodemdaling_door_gaswinning.pdf.
17. Winningsplan Oppenhuizen, September 2015
18. GNSS meting Oppenhuizen, December 2023 (GPS nulmeting Oppenhuizen 2023)



- VERKLARING**
- 709 KADASTRALE PERCEEL NR. (CADASTRAL PLOT NO.)
 - KADASTRALE PERCEEL GRENS (CADASTRAL PLOT BOUNDARY)
 - BESTAANDE ASFALTVERHARDING (EXISTING ASPHALT PAVING)
 - BETONVERHARDING (CONCRETE PAVING)
 - PUIJNVERHARDING (RUBBLE PAVING OF BROKEN BRICKS)
 - BESTAANDE GOOT (EXISTING GUTTER)
 - BESTAANDE GOOT MET ROOSTER (EXISTING GUTTER WITH GRID)
 - WATER (WATER)
 - HOOGTECIJFER IN m. t.o.v. N.A.P. (GRADE ELEVATION IN M. TO N.A.P.)
 - GAASHEKWERK (WIRE FENCE)
 - NOODUITGANG (EMERGENCY EXIT)
 - AARDE AANSLUIPUNT (EARTING CONNECTION)
 - PEILBUIJS (PIEZO-METER)
 - ANKERBLOK (ANCHOR BLOCK)
 - BPWL
 - BETONPUT WATERLEIDING (CONCRETE PIT WATER LINE)
 - K.P.N. KAST (K.P.N. CLOSET)
 - BESTAANDE KABELS EN LEIDINGEN
 - DATAKABEL
 - ELEKTRICITEITSKABEL LAAGSPANNING

0 2000 4000 6000 8000mm

1A	20-10-2022	CONCEPT		D.P.	T.J.
1	07-07-2022	CONCEPT		J.F.	T.J.
REV.	DATE	DESCRIPTION		DRWN/CHK'D	APPR



LOCATION:
OPPENHUIZEN

TITLE:
PLOTPLAN
(PLOTPLAN)

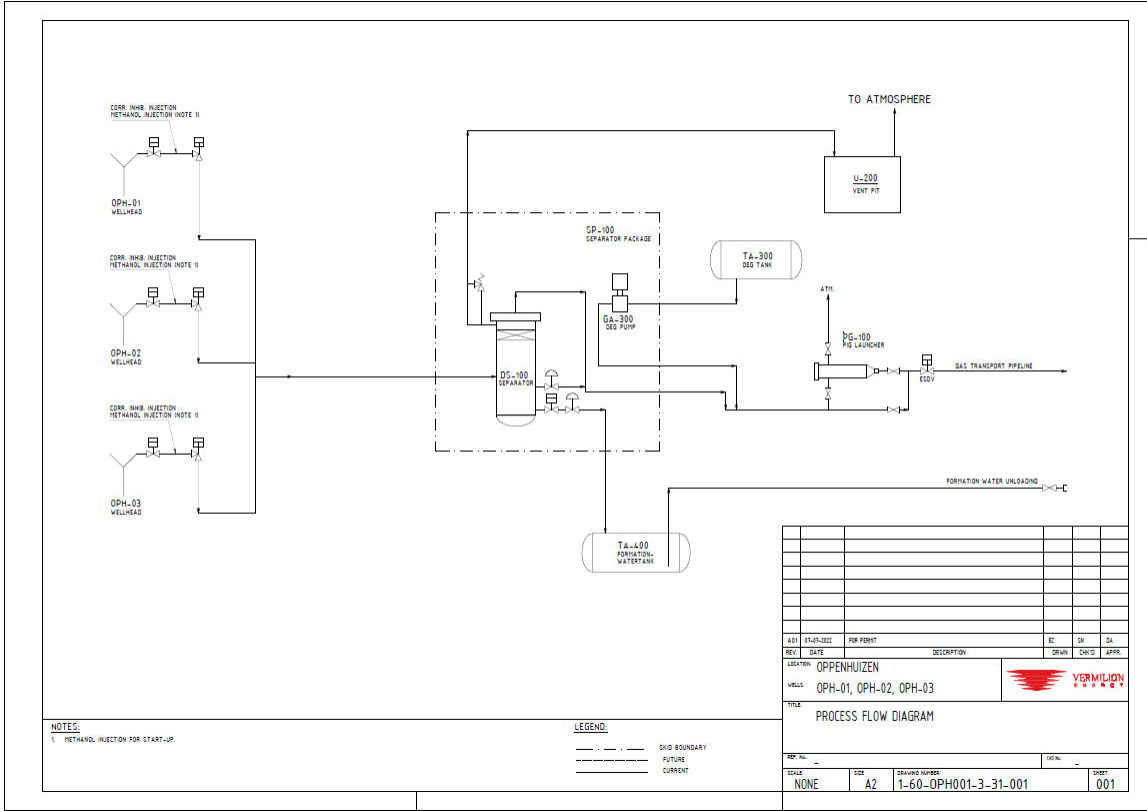
SCALE :	SIZE :	DRAWING NUMBER :	SHEET :	CAD Nr :
1:200	A1	1-60-OPH01-3-32-002	X	X

12 Bijlage: Proces-schema van de winningslocaties

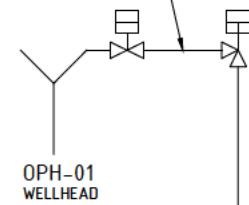
Deze bijlage bevat het proces-stroomdiagram van de winningslocatie Oppenhuizen zoals benodigd voor de winning zoals beschreven in dit winningsplan, ten tijde van dit schrijven in 2024.

Er kunnen in de toekomst mogelijk veranderingen plaatsvinden (bijvoorbeeld toevoegen van compressie of een installatie welke, indien nodig, de noodzakelijke vergunningprocedures zullen doorlopen. Het proces-stroomdiagram kan dus veranderen in de tijd.

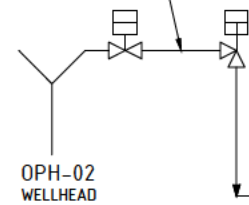
Locatie: Oppenhuizen
Tekeningnummer: 1-60-OPH001-3-31-001



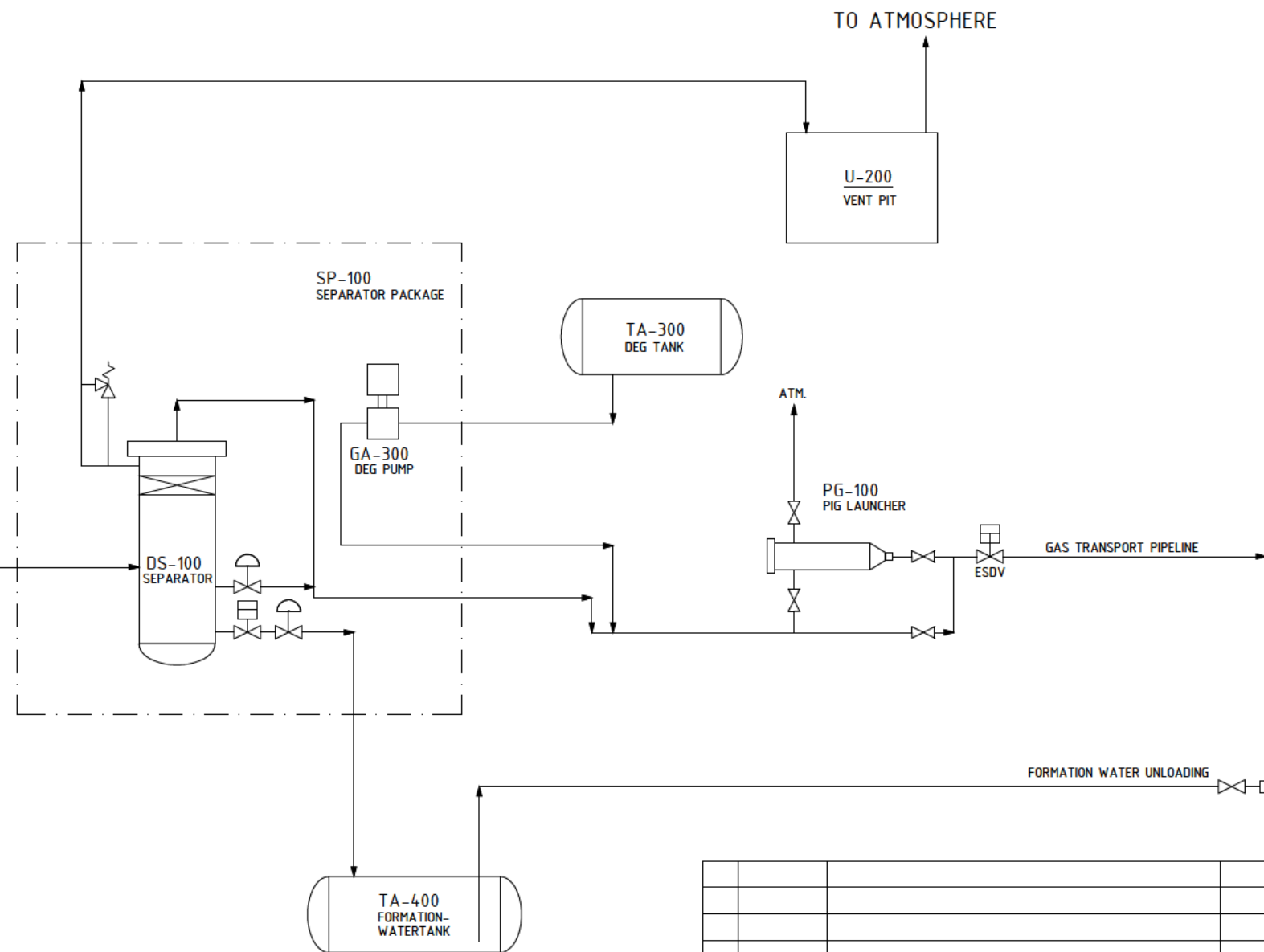
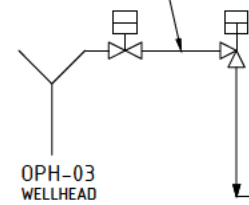
CORR. INHIB. INJECTION
METHANOL INJECTION (NOTE 1)



CORR. INHIB. INJECTION
METHANOL INJECTION (NOTE 1)



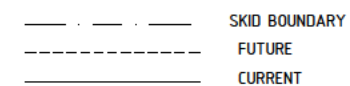
CORR. INHIB. INJECTION
METHANOL INJECTION (NOTE 1)



NOTES:

1. METHANOL INJECTION FOR START-UP.

LEGEND:



A01	07-07-2022	FOR PERMIT		EC	SN	DA
REV.	DATE	DESCRIPTION		DRWN	CHK'D	APPR.
LOCATION: OPPENHUIZEN						
WELLS: OPH-01, OPH-02, OPH-03						
TITLE: PROCESS FLOW DIAGRAM						
REF. No.: -				CAD No.: -		
SCALE: NONE		SIZE: A2		DRAWING NUMBER: 1-60-OPH001-3-31-001		SHEET: 001

13 Bijlage: Putverbuizingen en perforaties

Deze bijlage schetst de huidige putverbuizing en de perforaties in OPH-01 en een voorlopig ontwerp van de toekomstige putten OPH-02 en OPH-03 en OPH-04

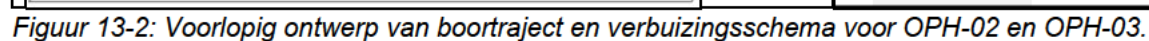
Tijdens de productie-periode kan een put aangepast worden. Dit kan zijn omdat er een onderdeel van de verbuizing vervangen moet worden of omdat er een nieuwe verbuizing wordt geïnstalleerd om de productie te optimaliseren.

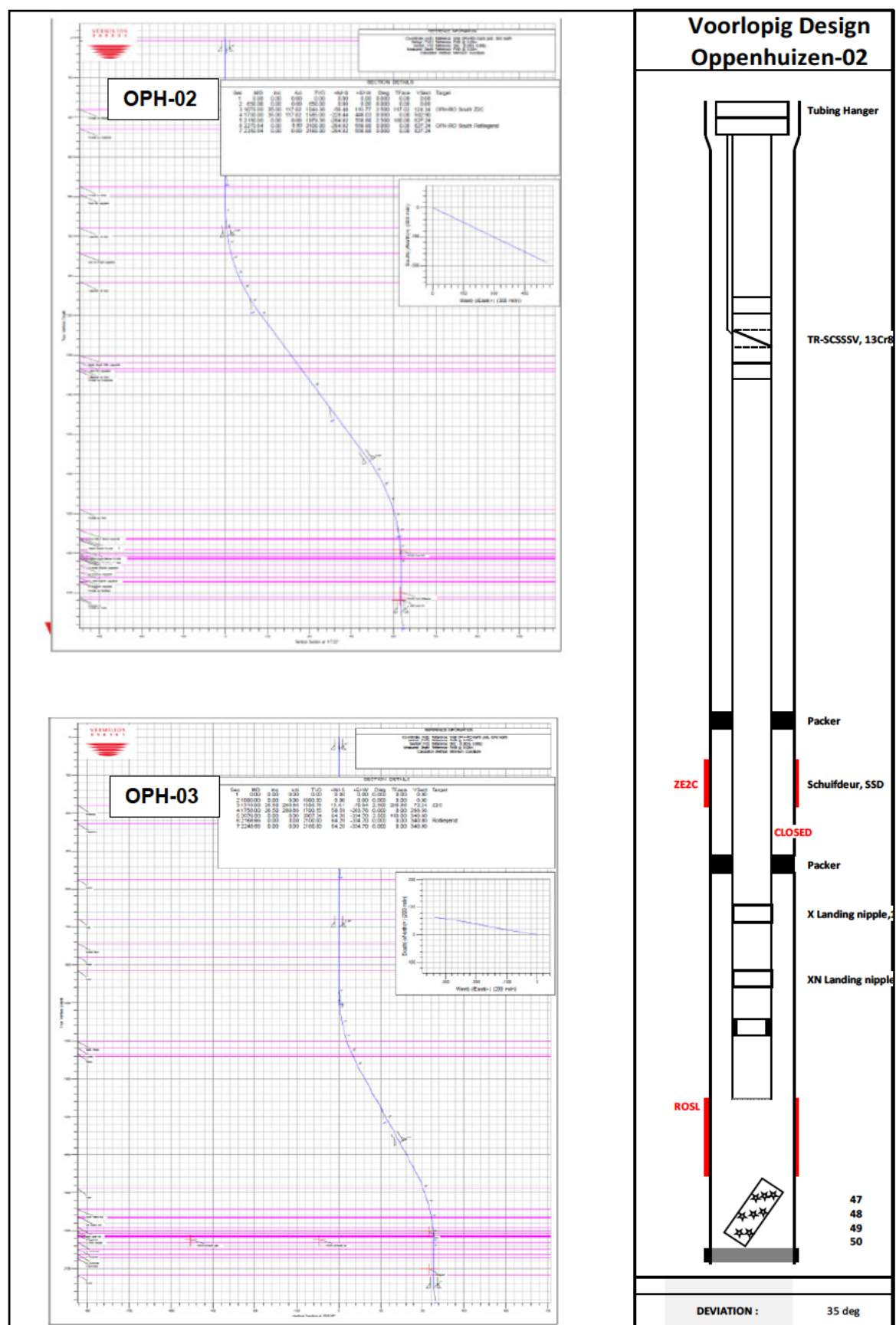
Soms worden bepaalde intervallen opnieuw geperforeerd of extra perforaties gedaan in intervallen die voorheen nog niet waren geperforeerd om de productie te optimaliseren.

De gegevens in deze bijlage kunnen dus veranderen in de tijd.

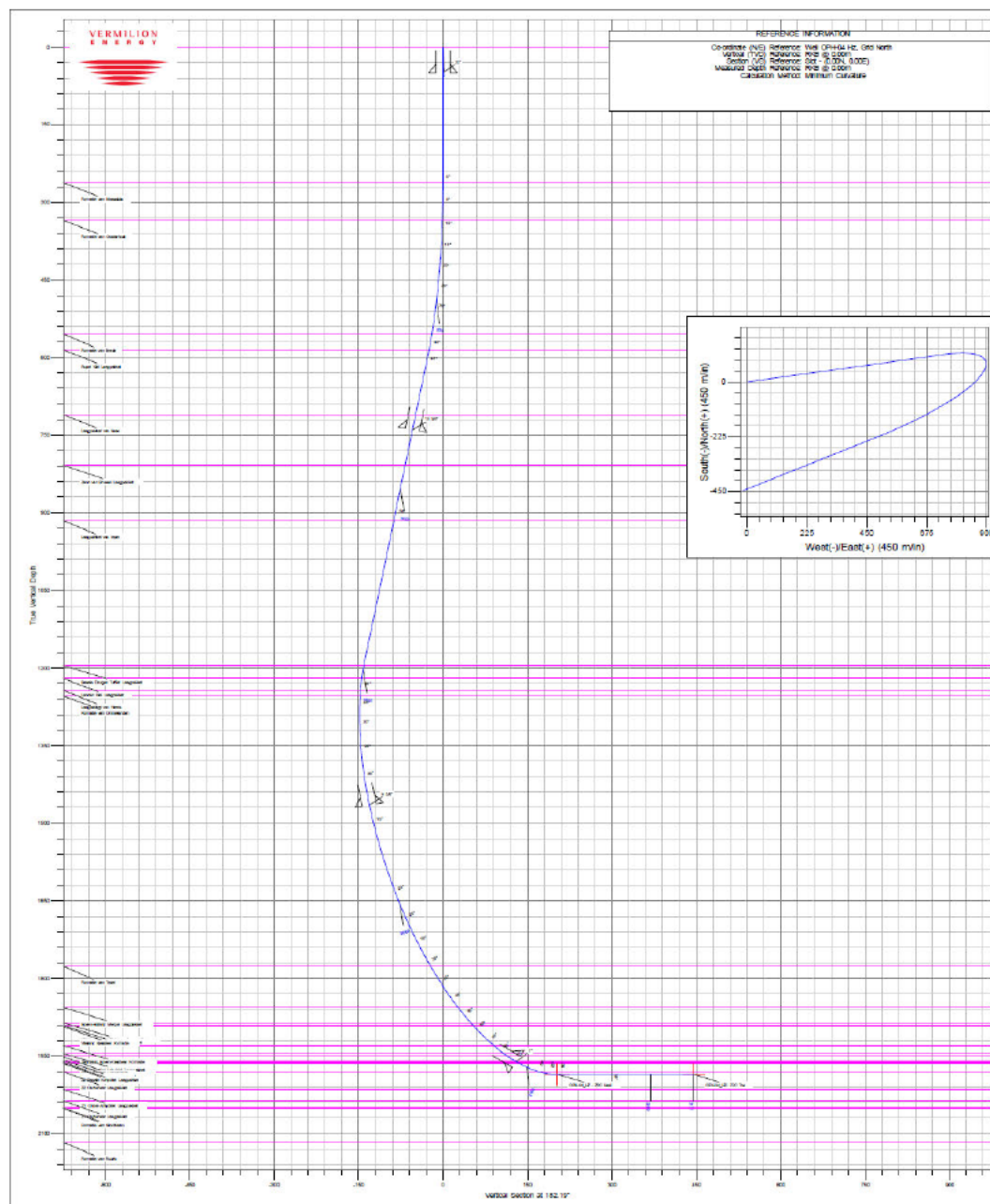
[illegible]

Figuur 13-1: Verbuizingsschema OPH-01.





Figuur 13-3: Voorlopig ontwerp van boortraject en verbuizingsschema met schuifdeur voor putten OPH-02 en OPH-03.



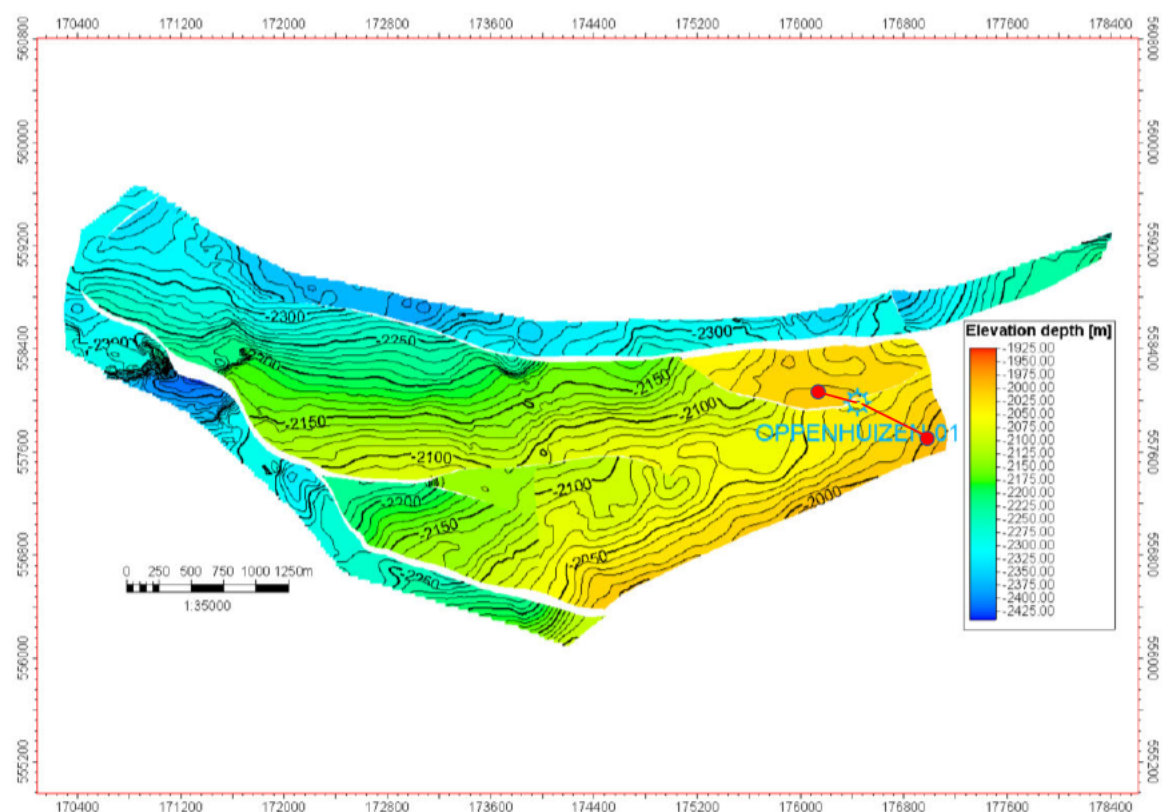
OPH-04 "Horizontale" put met als doel een horizontale sectie in de Zechstein formatie:

Voorlopige Casing schema is identiek aan OPH-01: 7" casing in de Zechstein formatie, die gezet wordt boven het Zechstein carbonaat reservoir.

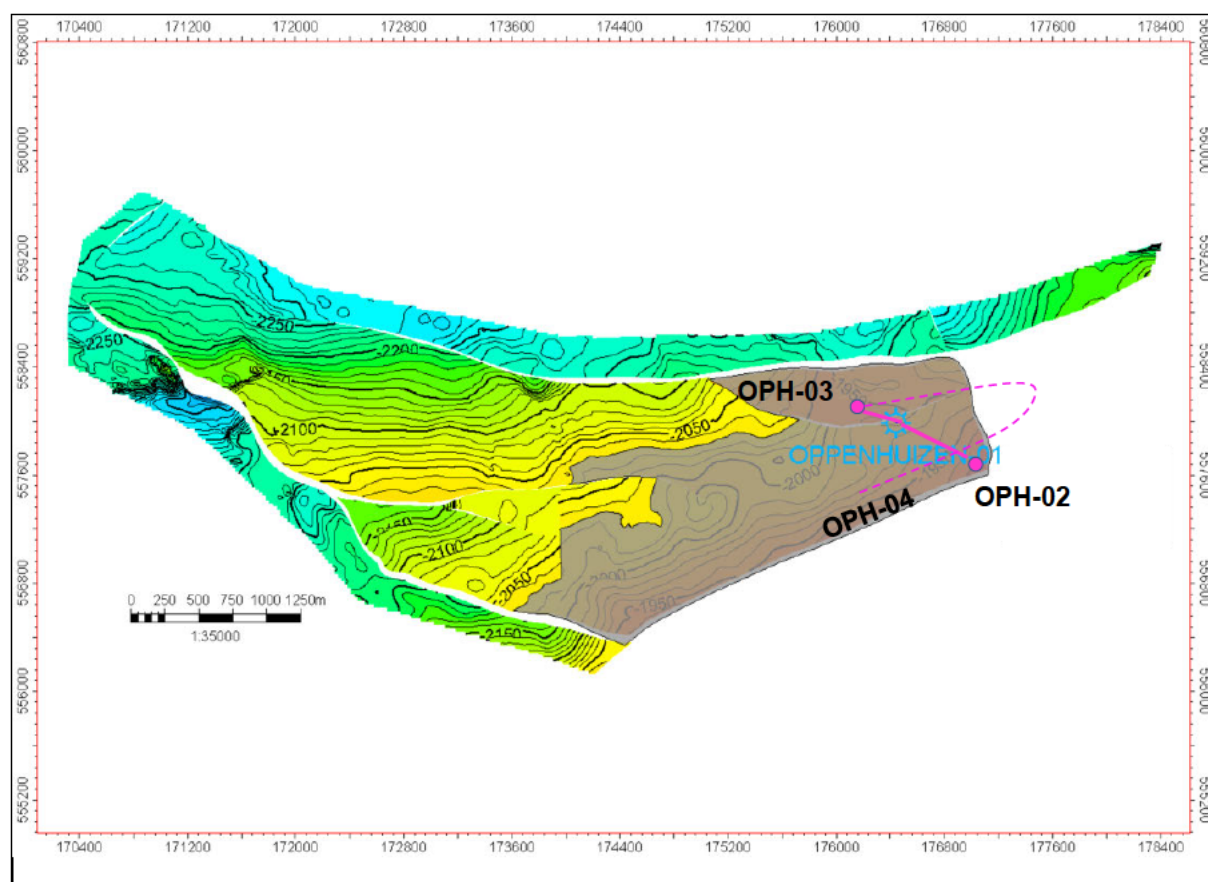
Horizontale sectie is ongeveer 600m lang

Figuur 13-4: Voorlopig ontwerp van boortraject en verbuigingsschema voor put OPH-04.

14 Bijlage: Geologische kaart



Figuur 14-1: Rotliggend top structuur kaart. De toekomstige putten OPH-02 en OPH-03 worden geboord vanaf de Oppenhuizen locatie, de trajecten van de nieuwe boorputten zijn ingetekend met rode lijnen en rode cirkels.



Figuur 14-2: Zechstein top structuur kaart. Deelvoorkomen Oppenhuizen is aangegeven door middel van de boorput OPH-01 en het gas-water contact (grijze vlak). De nieuwe putten OPH-02, OPH-03 en OPH-04 (OPH-“Horizontaal”) zijn indicatief aangegeven met roze lijnen en -cirkels

15 Bijlage: Analyse en Berekening Bodemdaling

Hieronder wordt allereerst het bodemdalingsmodel beschreven, gevolgd door een berekening van de toekomstige bodemdaling door productie uit het voorkomen in dit winningsplan.

De deelvoorkomens van Oppenhuizen vallen onder het Meetplan Oppenhuizen [Ref. 14]. Er is een uitgebreid netwerk aangelegd met peilmerken over en rondom het Oppenhuizen voorkomen om de bodemdaling te monitoren. In 2023 heeft Vermilion een waterpasmeting en GPS meting afgerond. De meetregisters, de resultaten van deze nulmeting, zijn nog niet beschikbaar bij het schrijven van dit document. De gaswinning uit het voorkomen Oppenhuizen is nog niet begonnen en er is nog geen bodemdaling opgetreden door gaswinning.

15.1 Bodemdalingsmodel

Het bodemdalingsmodel wordt gebruikt om de historische (gemeten) bodemdaling te reproduceren met de modelberekening en de toekomstige bodemdaling te voorspellen. Het model wordt gekalibreerd aan de gemeten historische bodemdaling, wat bijdraagt aan de betrouwbaarheid van de voorspelde bodemdaling. In dit specifieke geval is er geen historische bodemdaling door gaswinning aangezien er nog geen gaswinning heeft plaatsgevonden.

Productie uit een voorkomen leidt tot drukdaling, wat vervolgens compactie van het gesteente veroorzaakt. Compactie leidt vervolgens tot bodemdaling. Boven gasvoorkomens wordt waargenomen dat de bodemdaling langzaam begint (bodemdaling treedt niet direct op na start productie, er is een vertraging) en na-ijlt wanneer de productie stopt. Dit tijdseffect is beschreven met RTCiM (Rate Type Compaction isotach Model). RTCiM is momenteel het meest flexibele model dat gebruikt kan worden om een passing te vinden tussen de bodemdalingsmetingen en het compactiemodel. TNO heeft dit compactiemodel verwerkt in een applicatie en de naam PySub gegeven. Deze applicatie is beschikbaar via <https://github.com/TNO/PySub> [Ref 5]. Hier wordt meer uitleg gegeven over de belangrijkste inputparameters van het model. Voor gedetailleerde informatie over het model wordt verwezen naar Ref 5 en Ref.6.

De grootste onzekerheid in de bodemdaling door gaswinning zit in de einddruk van de Slochteren formatie (Rotliegend) in de breukblokken en de compactie-coëfficiënt van de formatie. Deze onzekerheid is meegenomen in de analyse (zie Tabel 15-1 en Tabel 15-2). De verschillende cases hebben verschillende compactie-coëfficiënten. De impact-analyse in dit winningsplan is gedaan op basis van de maximale bodemdalingskom. Deze input parameters zijn weergegeven in Tabel 15-1 t/m 15-2 verderop in deze bijlage.

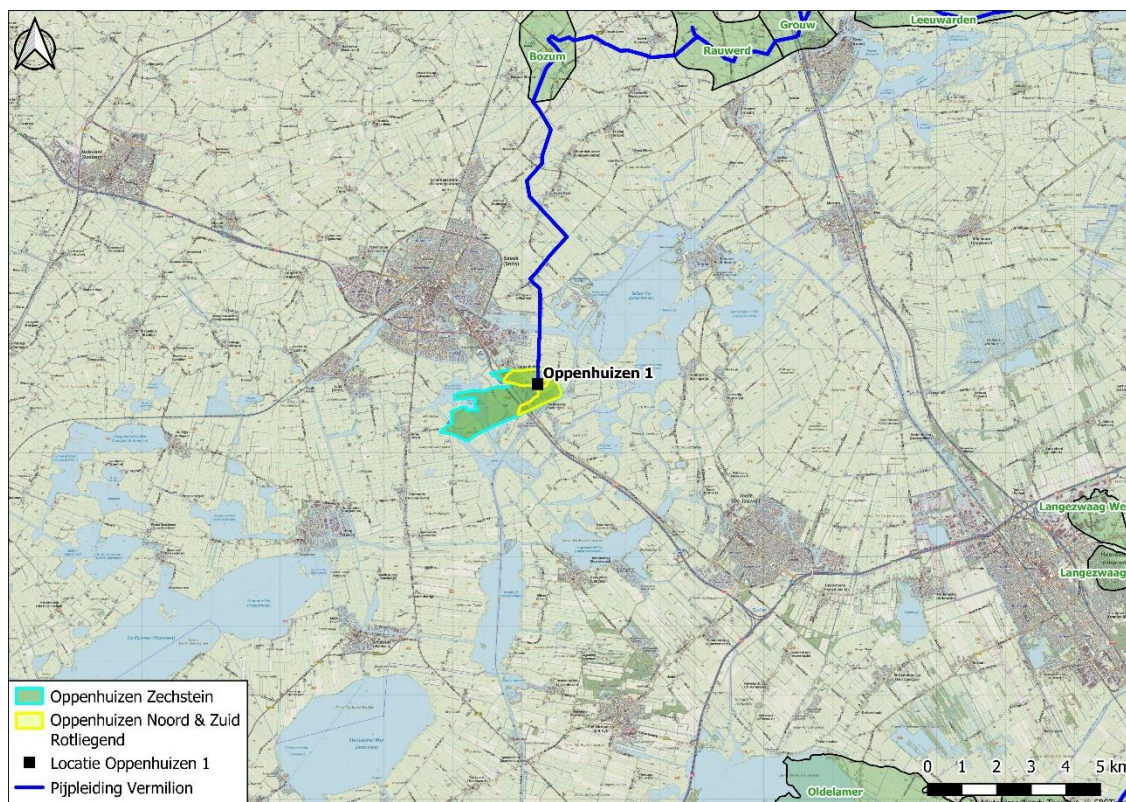
Het uiteindelijke resultaat is de bodemdaling als functie van de tijd, gekalibreerd aan de gemeten bodemdaling. Figuur 15-3 laat het tijdsprofiel zien van de bodemdaling rond het voorkomen Oppenhuizen en ook de uiteindelijke verwachte maximale samengestelde gasbodemdaling.

In dit gebied zijn er geen overlappende kommen van naburige voorkomens.

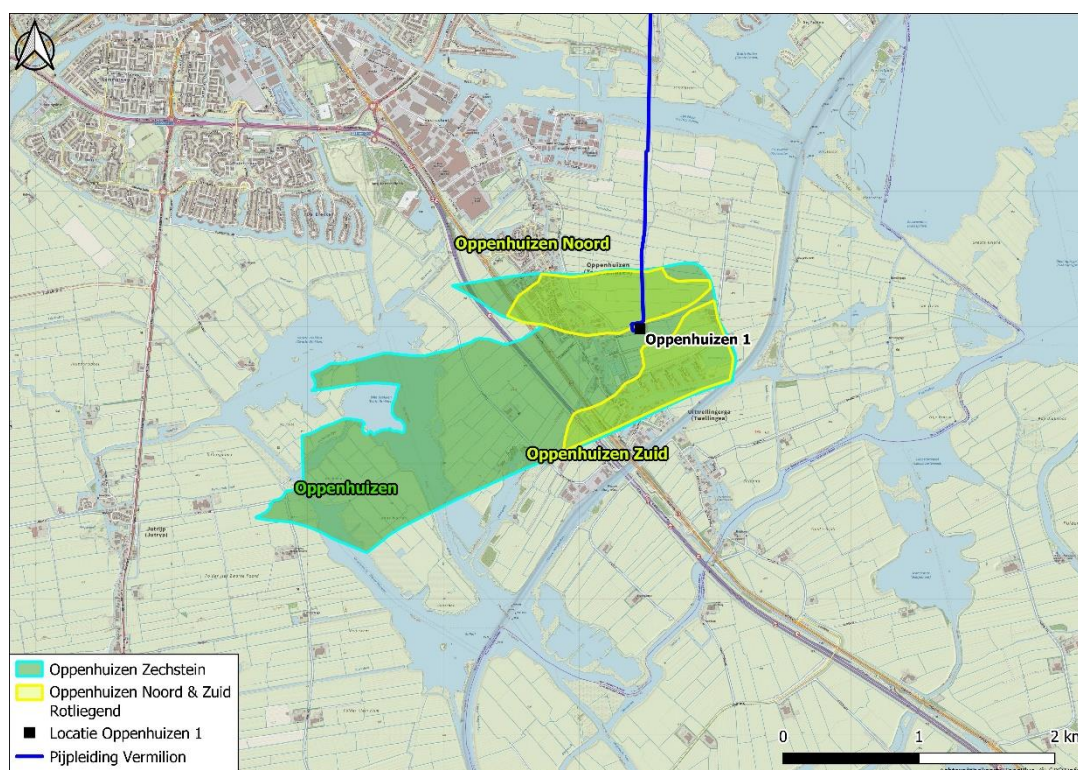
De verwachtingen en de bodemdalingskaarten in dit winningsplan zijn gebaseerd op een conservatieve (lees: grote) daling. Figuur 15-3 en Figuur 15-7 tonen dit conservatieve diepste punt van de bodemdalingskom in het Oppenhuizen winningsplan.

15.2 Andere gasvoorkomens in de omgeving

In de ruimere omgeving van het voorkomen Oppenhuizen liggen een aantal andere gasvoorkomens. Deze voorkomens zoals weergegeven in Figuur 15-1 zijn te ver verwijderd van het voorkomen Oppenhuizen en hebben daarom geen impact op de bodemdalingskom van het voorkomen Oppenhuizen (of vice versa). Figuur 15-2 is een ingezoomde versie van Figuur 15-1 met de Oppenhuizen deelvoorkomens uit dit winningsplan. De onderlinge samenstellingseffecten in de bodemdaling door de deelvoorkomens Oppenhuizen, Oppenhuizen-Zuid en Oppenhuizen-Noord zijn meegenomen in de berekeningen en worden ook meegenomen in de metingen en analyses.



Figuur 15-1: Omliggende velden zijn te ver verwijderd van het voorkomen Oppenhuizen en hebben daarom geen impact op de bodemdalingskom van het voorkomen Oppenhuizen (of vice versa).



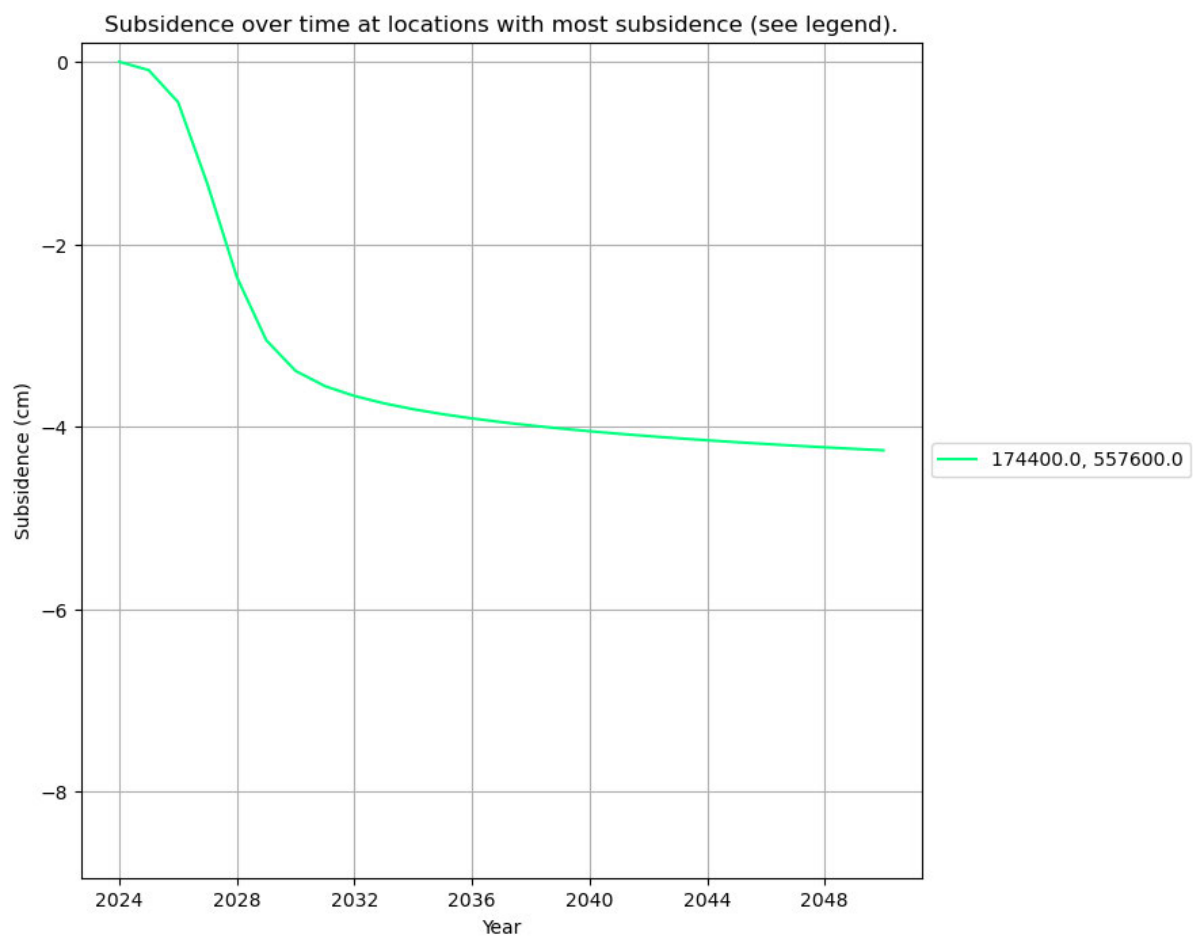
Figuur 15-2: Deelvoorkomen Oppenhuizen, Oppenhuizen-Zuid en Oppenhuizen Noord zijn gesitueerd rondom de Oppenhuizen locatie. De Oppenhuizen locatie is aangeduid met een zwart vierkant.

15.3 Analyse bodemdalingsmetingen & regionale historische bodemdaling

Het oorspronkelijke meetplan 'Oppenhuizen' bestrijkt het deelvoorkomen Oppenhuizen (Zechstein). Echter het huidige netwerk dekt niet de maximale bodemdalingsskom zoals beschreven in dit winningsplan. Dit laat zien dat het meetplan uitgebreid moet worden voor start productie OPH-02, OPH-03 en OPH-04 en ook daarvoor gemeten moet worden.

De samengestelde bodemdaling van de Oppenhuizen deelvoorkomens wordt gemonitord en gerapporteerd (en hier besproken).

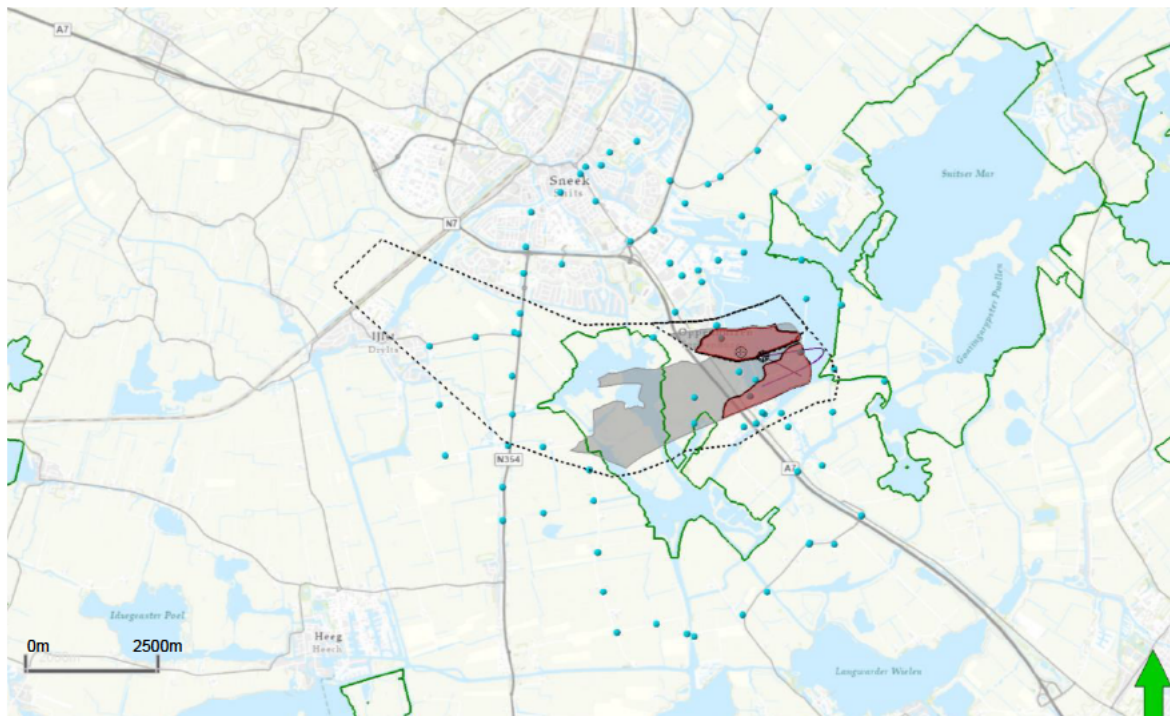
De waterpas en GPS nulmetingen voor het Oppenhuizen meetplan zijn eind 2023 afgerond, de rapportage wordt in 2024 verwacht. Dit zijn de nulmetingen, voor start gas productie. Er is dus nog niets te analyseren over bodemdaling door gasproductie. Figuur 15-3 loopt van 2024 tot aan 2050 en toont de maximale samengestelde bodemdaling bij de "diepste" locatie van de Oppenhuizen bodemdalingsskom. De verwachte maximale bodemdaling is minder dan 5 cm.



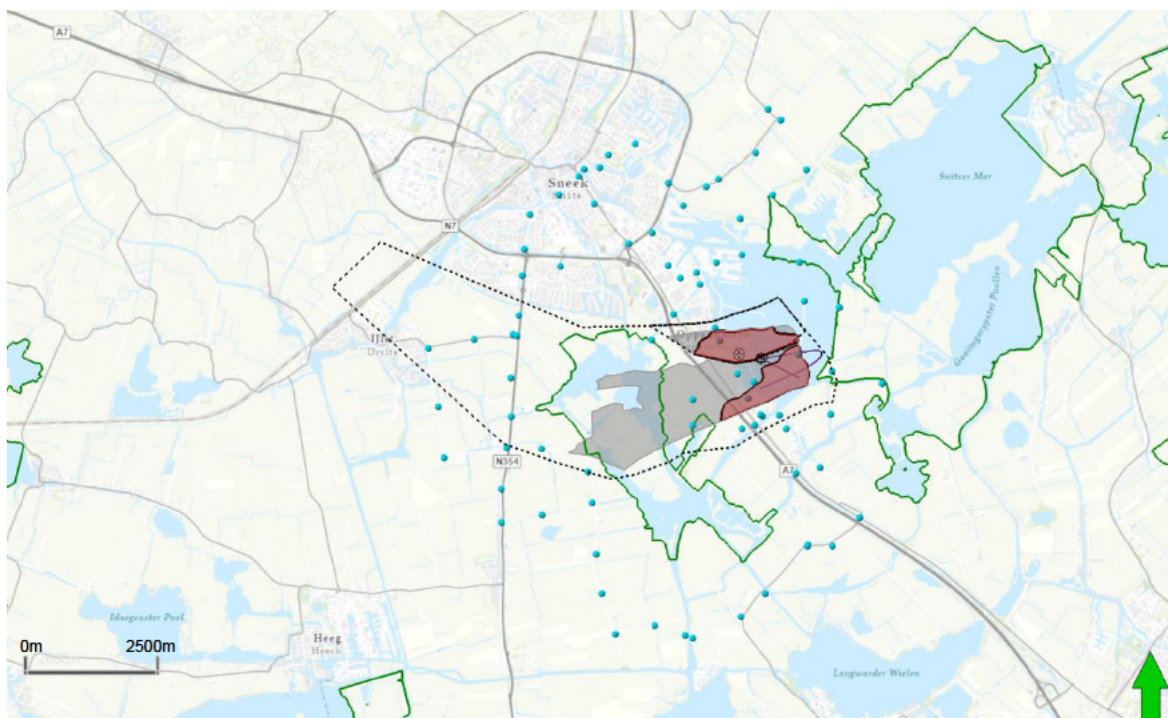
Figuur 15-3: Tijdsprofiel met de uiteindelijke verwachte samengestelde maximale gasbodemdaling rond het voorkomen Oppenhuizen.

15.4 Bodemdalingsverwachtingen en onzekerheden

De omtrek van de breukblokken die gebruikt zijn voor de bodemdalingsberekeningen is weergegeven in Figuur 15-4 en Figuur 15-5 met een zwarte stippellijn. Binnen deze omtrek (dit zijn de breukblokken) vindt de drukdaling plaats en daardoor de bodemdaling. In 2024 is de maximale bodemdaling in deze breukblokken door gaswinning 0 cm.

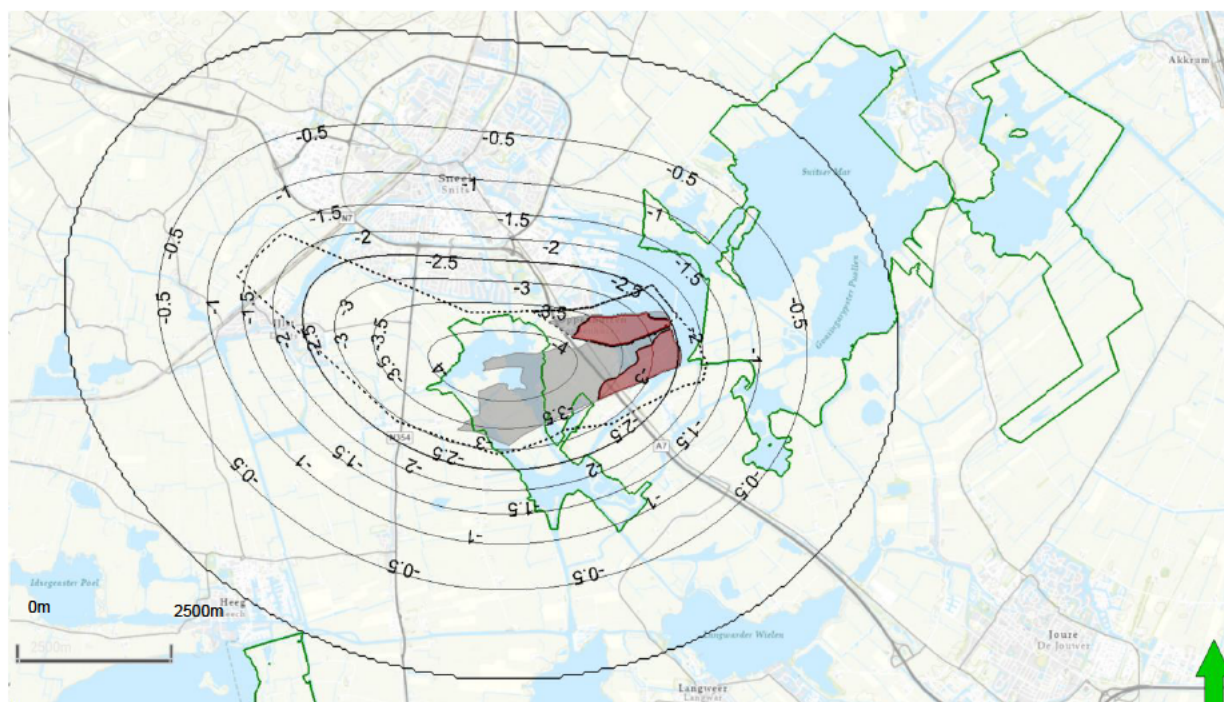


Figuur 15-4: Contouren van de breukblokken (zwarte stippellijn) die gebruikt zijn voor de bodemdalingsberekeningen voor het deelvoorkomen Oppenhuizen (Zechstein). Dit deelvoorkomen bestaat uit twee breukblokken (Zuid en Noord) maar vormt wel één deelvoorkomen wat getoond is met het grijze vlak.



Figuur 15-5: Contouren van de breukblokken (zwarte stippellijn) die gebruikt zijn voor de bodemdalingsberekeningen voor de deelvoorkomens Oppenhuizen-Zuid en Oppenhuizen-Noord (beide Rotliegend formatie). Deze deelvoorkomens bestaan ieder uit een breukblok (breukblok Zuid en breukblok Noord). Deze horen bij de twee deelvoorkomens die getoond zijn als rood vlak.

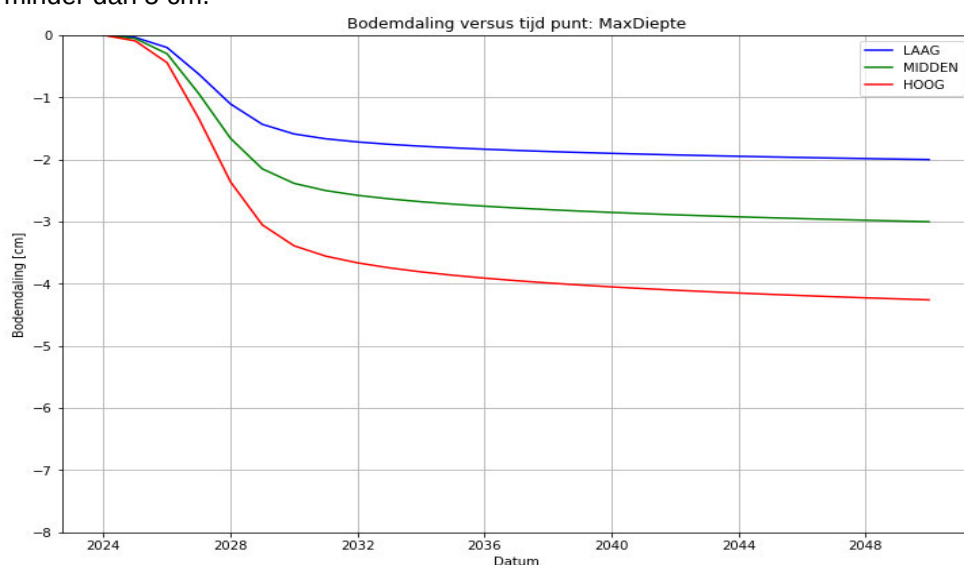
De verwachte gemodelleerde uiteindelijke maximale bodemdaling door gaswinning uit de deelvoorkomens in dit winningsplan in 2050 is weergegeven in Figuur 15-6. In het centrum van de bodemdalingssom is de daling minder dan 5 cm.



Figuur 15-6: Uiteindelijke verwachte samengestelde maximale bodemdaling door gaswinning uit Oppenhuizen in cm voor de situatie eind 2050. De zwarte contourlijnen laten de maximale toekomstige bodemdaling zien.

Zoals besproken is er onzekerheid in de input parameters voor de bodemdalingsberekeningen. De onzekerheid in de gemodelleerde bodemdaling wordt getoetst aan de historisch gemeten bodemdaling. Tabel 15-1 t/m 15-2 laten de input-parameters zien die gebruikt zijn voor de modellen. Voor de maximale bodemdaling is de hoge compactie-coëfficiënt gebruikt. De midden en lage compactie-coëfficiënt geven de range aan voor deze parameter. Figuur 15-6 toont behalve de bodemdalingskom ook de breukblokken (gestippelde lijnen) die het depletiegebied aangeven. Het depletiegebied is aanzienlijk groter dan de (deel)voorkomens zelf. Deze depletiegebieden zijn gebruikt om de samengestelde maximale gasbodemdaling te bepalen. Figuur 15-7 toont over de periode van 2024 tot 2050 de berekende maximale samengestelde bodemdaling op het diepste punt van de bodemdalingskom middels een verwacht laag-midden-hoog tijdsprofiel.

In 2050 is de verwachte maximale samengestelde bodemdaling boven het voorkomen Oppenhuizen minder dan 5 cm.



Figuur 15-7: Tijdsprofielen met de uiteindelijke verwachte samengestelde laag-midden-hoog gasbodemdaling op het diepste punt veroorzaakt door het Oppenhuizen voorkomen. Dit profiel representeert de bodemdaling over de periode van 2024 tot 2050. De laag-midden-hoog profielen zijn gebaseerd op onzekerheid in de parameter set om de bodemdaling te berekenen en de productieverwachtingen.

Tabel 15-1: Parameter set voor deelvoorkomen Oppenhuizen (Zechstein). Deze set bevat het zuidelijke en noordelijke deel zoals gebruikt om de maximale bodemdaling bij einde productie te schatten; dit is geen unieke parameter-set, er zijn ook andere mogelijke parameter-sets die bijna dezelfde bodemdaling opleveren. De maximale samengestelde bodemdaling gebruikt de hoge compactie coëfficiënt van alle deelvoorkomens in dit winningsplan.

Reservoir naam	Oppenhuizen Zechstein Zuidelijke deel (Zechstein)			Oppenhuizen Zechstein Noordelijke deel (Zechstein)		
Depletie gebied	SouthFaultblock_WIPLA2024			NorthFaultblock_WIPLA2024		
Initiële druk [bara]	225			225		
Eind druk [bara]	30			30		
Poisson's Ratio	0.25			0.25		
Formatie diepte	1940			1950		
Dikte voorkomen [m]	22			22		
$C_{m,ref}$ [1/bar] Hoog-Mid-Laaag	9.0E-6	6.75E-6	4.50E-6	9.0E-6	6.75E-6	4.50E-6
$C_{m,d}$ [1/bar] Hoog-Mid-Laaag	2.37E-6	1.78E-6	1.18E-6	2.37E-6	1.78E-6	1.18E-6
b-factor	0.025			0.025		

Tabel 15-2: Parameter set voor deelvoorkomen Oppenhuizen-Noord en Oppenhuizen-Zuid, zoals gebruikt om de maximale bodemdaling bij einde productie te schatten; dit is geen unieke parameter-set, er zijn ook andere mogelijke parameter-sets die bijna dezelfde bodemdaling opleveren. De maximale samengestelde bodemdaling gebruikt de hoge compactie-coëfficiënt van alle deelvoorkomens in dit winningsplan.

Reservoir naam	Oppenhuizen-Zuid (Rotliegend)			Oppenhuizen-Noord (Rotliegend)		
Depletie gebied	SouthFaultblock_WIPLA2024			NorthFaultblock_WIPLA2024		
Initiële druk [bara]	231			231		
Eind druk [bara]	110			36		
Poisson's Ratio	0.25			0.25		
Formatie diepte	2000			2010		
Dikte voorkomen [m]	95			95		
C _{m,ref} [1/bar] Hoog-Mid-Laag	1.0E-5	7.50E-6	5.0E-6	1.0E-5	7.50E-6	5.0E-6
C _{m,d} [1/bar] Hoog-Mid-Laag	2.63E-6	1.97E-6	1.32E-6	2.63E-6	1.97E-6	1.32E-6
b-factor	0.025			0.025		

16 Bijlage: Seismische Risico Analyse: Details en Achtergronden

Winning uit de deelvoorkomens Oppenhuizen, Oppenhuizen-Zuid en Oppenhuizen-Noord vallen in risicocategorie I; dit is de laagste risicocategorie. Dit betekent volgens de gepubliceerde SRA richtlijn (ref. 5) dat alleen monitoring van seismische activiteit via het bestaande seismisch monitoring netwerk van het KNMI noodzakelijk is.

Deze bijlage bevat de details omtrent de seismische risicoanalyse. Hierbij is gebruik gemaakt van alle beschikbare reservoir-gegevens die belangrijk zijn bij het inschatten van het seismisch risico.

16.1 Algemeen kader voor Seismische Risico Analyse

Het kader en de hier beschreven methodiek is beschreven in: *Methodiek Voor Risicoanalyse Omtrent Geïnduceerde Bevingen Door Gaswinning*; Tijdelijke Leidraad Voor Adressering Mbb. 24.1.p, Versie 1.2, 1 februari 2016, Staatstoezicht op de Mijnen (SodM) [Ref. 5].

Om het seismisch risicoprofiel van een deelvoorkomen vast te stellen wordt een risicoanalyse uitgevoerd volgens een getrapt model dat bestaat uit drie stappen. Deze drie stappen worden weergegeven in Figuur 7-1. Op basis van de uitkomsten van de verschillende individuele stappen worden vervolgstappen genomen.

Niveau 1: Screening Potentieel

In deze stap wordt het potentiële vermogen van het deelvoorkomen om aardbevingen te genereren bepaald. Dit potentiële vermogen wordt bepaald aan de hand van de correlatie die is opgesteld door TNO in de studie *Deterministische Hazard Analyse voor Geïnduceerde Seismiciteit in Nederland* [Ref. 2 en 3].

Voor deelvoorkomens die op basis van deze initiële analyse een verwaarloosbare kans hebben om geïnduceerde bevingen te genereren, is het niet noodzakelijk om aansluitend niveaus 2 en 3 te doorlopen.

Indien de kans op een geïnduceerde beving niet verwaarloosbaar is, zullen er aanvullende berekeningen worden uitgevoerd om de sterkte van een potentiële geïnduceerde beving te kunnen bepalen. Als de sterkte (seismisch moment, M) van een potentiële geïnduceerde beving boven de 2.5 ligt, dan zal de risicoanalyse verder worden uitgebreid met de risicomatrix (niveau 2).

Niveau 2: Risico Matrix

In deze stap wordt op basis van een risicomatrix-benadering het risico ten gevolge van geïnduceerde aardbevingen verder gekwalificeerd.

De inschattingen van het risiconiveau (I, II, III) bepaalt of er aanvullende monitoringsverplichtingen of maatregelen moeten worden genomen met betrekking tot de productie uit het deelvoorkomen.

Niveau 3: Kwantitatieve Risico Analyse

Er zal een aanvullende kwantitatieve risicoanalyse worden uitgevoerd in het geval dat een deelvoorkomen op basis van de risicomatrix als categorie III wordt gekwalificeerd.

16.2 Seismische Risico Analyse voor de deelvoorkomens in dit winningsplan

16.2.1 Niveau 1: Screening Potentieel

De studie *Deterministische Hazard Analyse voor Geïnduceerde Seismiciteit in Nederland* [TNO, Ref. 2 , 3 en 5] (DHAIS) gebruikt gegevens over seismiciteit (bron: <https://www.knmi.nl/>), drukdata en eigenschappen van de verschillende (deel)voorkomens. Aan de hand van de volgende parameters van een olie- of gas(deel)voorkomen wordt de kans bepaald dat zich, op enig moment gedurende de productie van een voorkomen, een beving voordoet:

- $\Delta P/P_{ini}$ = de ratio van drukval (ΔP) en initiële druk (P_{ini}) in het reservoir;
- E = de verhouding tussen de Young's moduli (stijfheidsmoduli) van de 'overburden' en het reservoirgesteente;
- Parameter B wordt gedefinieerd door de volgende vergelijking:

$$B = \frac{Fault_surface^{3/2}}{gross_rock_volume} = \frac{l_b^{3/2} \cdot h^{3/2}}{A \cdot h} = \frac{l_b^{3/2} \cdot \sqrt{h}}{A}$$

Waarbij:

l_b = De totale breuklengte van de intra-reservoir breuken en de randbreuken van het voorkomen in meters;

h = De maximale dikte van de gaskolom van het (deel)voorkomen in meters;

A = De oppervlakte van het (deel)voorkomen gemeten binnen de GWC dieptecontour (in vierkante meters);

De DHAIS kans-classes worden hieronder weergegeven in Tabel 16-1. Er zijn 2 kans-classes: “verwaarloosbare kans op beven” en “kans op beven”. Voor voorkomens die in het verleden reeds gebeefd hebben bepalen het aantal geïnduceerde aardbevingen en de maximale sterkte van de geïnduceerde bevingen de DHAIS score.

Tabel 16-1: DHAIS kans-classificatie [TNO, Ref. 4] voor (deel)voorkomens.

Reeds bevende voorkomens	
$\Delta P/P_{ini} \geq 20\%$	$B \geq 0,84$ en $E \geq 1,07$: kans op beven
	$B < 0,84$ en/of $E < 1,07$: verwaarloosbare kans
$\Delta P/P_{ini} < 20\%$	Verwaarloosbare kans

De grenswaarde voor de drukval als gevolg van gaswinning waaronder geen geïnduceerde bodemtrillingen zijn gemeten, is 20% van de initiële reservoirdruk. De verwachte drukval in de deelvoorkomens beschreven in dit winningsplan is groter dan 20%, waardoor voor de deelvoorkomens de B- en E-factoren berekend zijn.

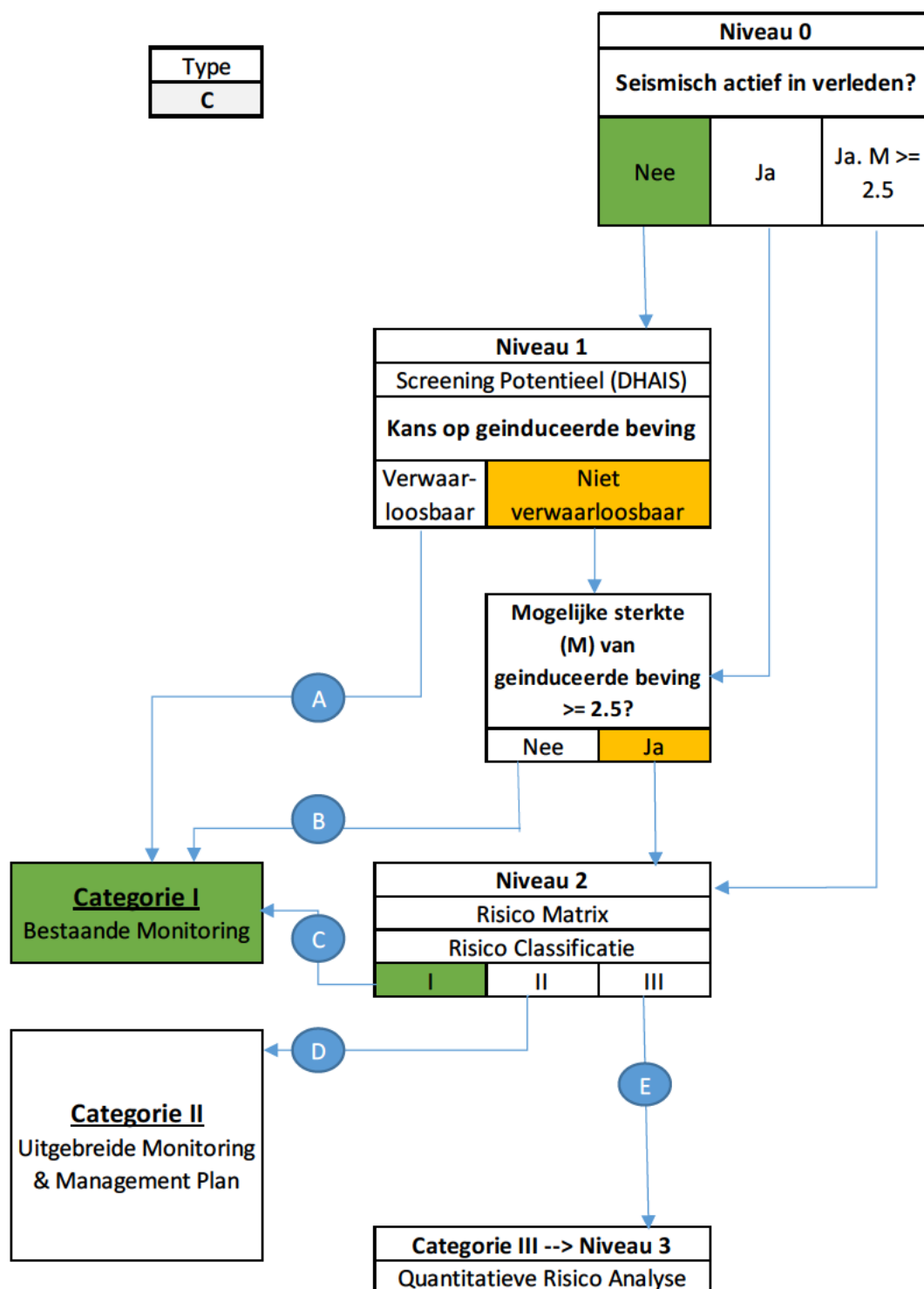
Het resultaat van het doorlopen van de SRA voor de deelvoorkomens in dit winningsplan is weergegeven in Tabel 16-2. Het Oppenhuizen voorkomen heeft meerdere reservoirs. De individuele reservoirs Rotliegend en Zechstein voor de deelvoorkomens in dit winningsplan vallen allemaal in Categorie I; de laagste risicocategorie (zie ook Tabel 16-3). Deze conclusie is schematisch weergegeven in beslissingsbomen van *Figuur 16-1* tot *Figuur 16-3*.

De B-factor voor de deelvoorkomens Oppenhuizen (Zechstein), Oppenhuizen-Zuid (Rotliegend) en Oppenhuizen-Noord (Rotliegend) komt boven de drempelwaarde uit. Ook de E factor ligt boven de drempelwaarde. Dit betekent volgens de SRA dat de kans op een geïnduceerde beving niet verwaarloosbaar is en er aanvullende berekeningen moeten worden uitgevoerd om de sterkte van een potentiële geïnduceerde beving te kunnen bepalen. Als de sterkte (seismisch moment, M) van een potentiële geïnduceerde beving boven de 2.5 ligt, dan zal de risicoanalyse worden uitgebreid met de risicomatrix (Niveau-2 analyse). De berekeningen laten zien dat alleen voor de deelvoorkomens Oppenhuizen (Zechstein) en Oppenhuizen-Zuid (Rotliegend) de M_{max} boven de 2.5 uitkomt. Voor deze twee deelvoorkomens is een Niveau-2 analyse uitgewerkt in de volgende paragraaf.

Tabel 16-2: Resulterende categorie en type aanduiding voor de deelvoorkomens in dit winningsplan. Zie *Figuur 16-1* tot *Figuur 16-3* voor de verklaring van de “Type” letters.

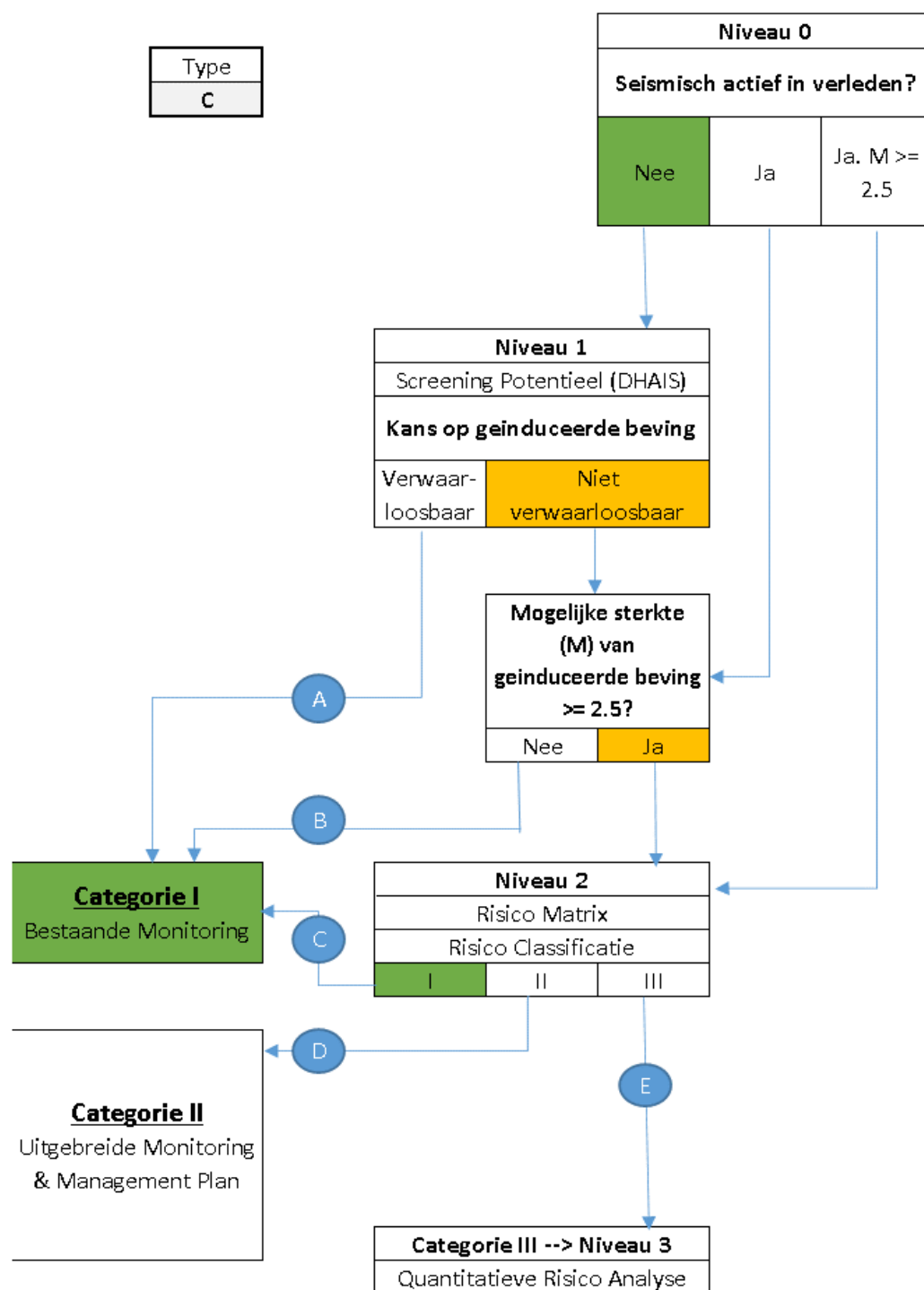
Deelvoorkomen	E factor	B factor	Cat.	M_{max}	Type	Opmerking
Oppenhuizen (Zechstein)	1.21	1.77	1	2.56	C	M factor boven de drempelwaarde, Categorie I Niveau-2 analyse resulteert in Categorie I.
Oppenhuizen Zuid (Rotliegend)	2.82	7.28	1	2.57	C	M factor boven de drempelwaarde, Categorie I Niveau-2 analyse resulteert in Categorie I.
Oppenhuizen-Noord (Rotliegend)	2.82	3.56	1	2.37	B	M factor onder de drempelwaarde, Categorie I.

Oppenhuizen Zechstein



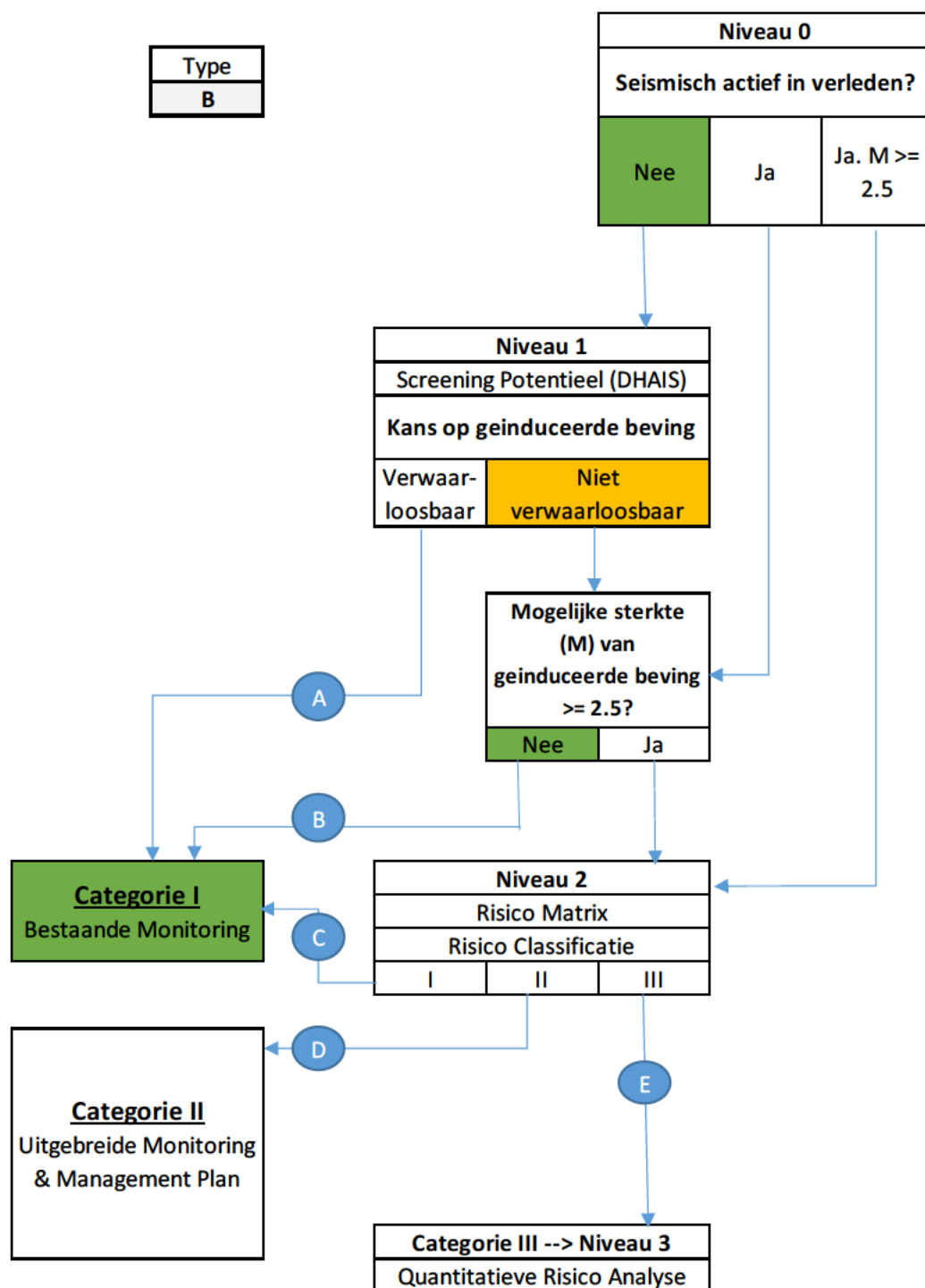
Figuur 16-1: SRA beslisboom toegepast voor deelvoorkomen Oppenhuizen (Zechstein), de uitkomst is Categorie-I, type C

Oppenhuizen Zuid



Figuur 16-2: SRA beslisboom toegepast voor deelvoorkomen Oppenhuizen-Zuid (Rotliegend), de uitkomst is Categorie-I, type C

Oppenhuizen Noord



Figuur 16-3: SRA beslisboom toegepast voor deelvoorkomens Oppenhuizen-Noord (Rotliegend), de uitkomst is Categorie-I, type C

Tabel 16-3: Parameters voor SRA Niveau-1 analyse Oppenhuizen.

Accumulation		Oppenhuizen (Zechstein)	Oppenhuizen- Zuid (Rotliegend)	Oppenhuizen- Noord (Rotliegend)
Reservoir Zone		ZE22C	RO	RO
Seal/Overburden		ZE22A	ZE21A	ZE21A
Depth (GWC)	[mTVDss]	2035	2035	2035
Initial pressure	[bar]	227	231	231
Dp/Pini	[-]	87%	52%	84%
Total Fault Length	[m]	11404	7671	5273
Longest Fault	[m]	1850	1551	1083
Area @ GWC	[km2]	3.66	0.52	0.51
h gas column	[m]	28.30	31.50	22.50
B factor	[-]	1.77	7.28	3.56
Reservoir/Seal pair used for TNO lookup	[-]	Zechstein Carbonaten --- Zechstein Evaporieten	Slochteren Zandsteen --- Zechstein Evaporieten	Slochteren Zandsteen --- Zechstein Evaporieten
E-factor	[-]	1.210	2.820	2.820
Historic Seismicity?		N	N	N
M_hist		0	0	0
Num events > 1.5		0	0	0
DHAIS label		Not Negligible*	Not Negligible*	Not Negligible*
DHAIS threshold for Mmax calculation exceeded?		Y	Y	Y
Height longest fault	[m]	28.3	31.5	22.5
Poisson ratio reservoir	[-]	0.226	0.217	0.217
Cm (for Mmax computation)	[1/bar]	2.10E-06	3.96E-06	3.96E-06
Height (for compaction)	[m]	28.3	95.00	95.00
Mmax	(flt)	2.56	2,570	2.27
	(comp)	2.59	2.24	2.37
SRA analyse		Categorie I	Categorie I	Categorie I
		Type C	Type C	Type B

* Not negligible = Niet verwaarloosbaar

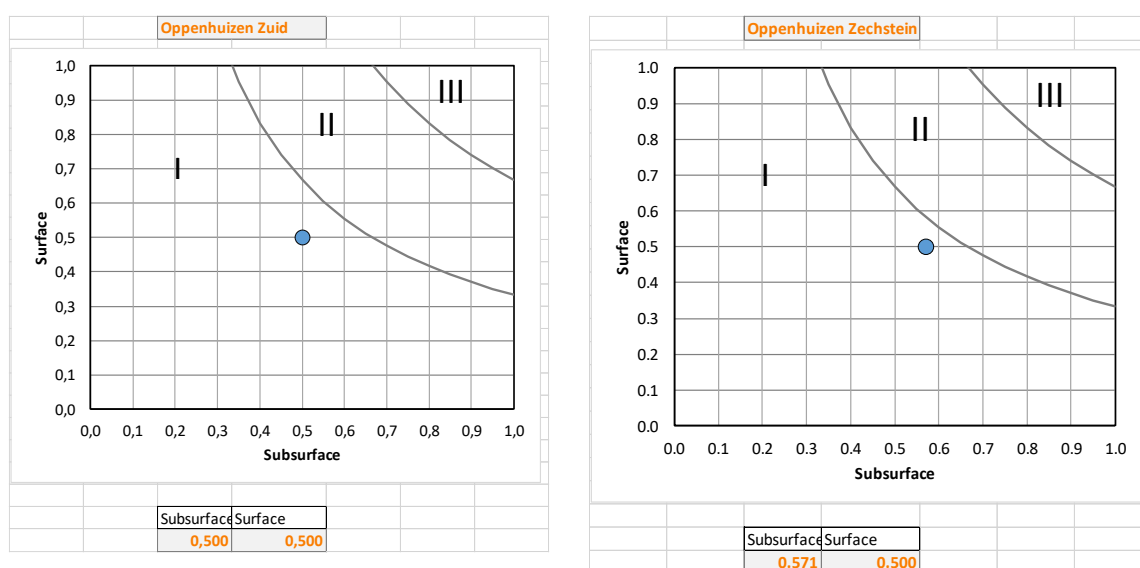
16.2.2 Niveau 2: Risico Matrix

De Niveau-2 analyse is noodzakelijk voor twee deelvoorkomens in dit winningsplan Oppenhuizen (Zechstein) en Oppenhuizen-Zuid (zie Tabel 16-2).

De factoren die voor de deelvoorkomens gebruikt worden zijn opgedeeld in de invloedfactoren ondergrond (Tabel 16-4 t/m Tabel 16-6) en de invloedfactoren bovengrond (Tabel 16-7 t/m Tabel 16-9). Vervolgens worden de genormaliseerde invloedfactoren bovengrond en ondergrond geplot en gebruikt om het resultaat van de SRA Niveau 2 analyse te bepalen (*Figuur 16-4*). Het resultaat van de Niveau-2 analyse is dat de twee deelvoorkomens Oppenhuizen (Zechstein) en Oppenhuizen-Zuid Rotliiegend in Risicocategorie I vallen; dit is de laagste risicocategorie.

Voor deelvoorkomen Oppenhuizen (Zechstein) is de score voor de ondergrondfactoren 0.571. De score voor de bovengrondfactoren is 0.500. De Niveau-2 analyse valt in Risicocategorie I.

Voor deelvoorkomen Oppenhuizen-Zuid (Rotliiegend) is de score voor de ondergrondfactoren 0.571. De score voor de bovengrondfactoren is 0.500. De Niveau-2 analyse valt in Risicocategorie I.



Figuur 16-4: Resultaat van de SRA Niveau-2 analyse voor de deelvoorkomens Oppenhuizen (Zechstein) en Oppenhuizen-Zuid (Rotliiegend).

Tabel 16-4: Overzicht van de score van invloedfactoren ondergrond voor deelvoorkomen Oppenhuizen-Zuid (Rotliegend). De ondergrond-score wordt berekend door de individuele scores op te tellen, en het totaal te delen door 14 (de maximale score).

Oppenhuizen Zuid				
Score	DHAIS	M	Ligging voorkomen	Opslingering
5		Alle methodes > 4.5		
4	Bevend veld; > 5 bevingen per jaar van M > 1.5	1 methode > 4.5 en/of alle methodes 4.1-4.5		
3	Bevend veld; < 5 bevingen per jaar van M > 1.5	1 methode 4.1-4.5 en/of alle methodes 3.6-4.0		>60% slappe grond (Vs,30 =< 200m/s) en/of >30% grondsoort die extra gevoelig zijn voor amplificatie, zoals veenlagen dikker dan 3m en slappe veenlagen met een dikte van 1m-3m gelegen op een stijve ondergrond.
2	Niet verwaarloosbaar, of bevend veld M < 1.5	1 methode 3.6-4.0 en/of alle methodes 3.1-3.5	Boven de lijn Amsterdam-Arnhem	30-60% slappe grond (Vs,30 =< 200m/s) en/of 15-30% grondsoort die extra gevoelig zijn voor amplificatie, zoals veenlagen dikker dan 3m en slappe veenlagen met een dikte van 1m-3m gelegen op een stijve ondergrond.
1		1 methode 3.1-3.5 en/of alle methodes 2.6-3.0		10-30% slappe grond (Vs,30 =< 200m/s) en/of 5-15% grondsoort die extra gevoelig zijn voor amplificatie, zoals veenlagen dikker dan 3m en slappe veenlagen met een dikte van 1m-3m gelegen op een stijve ondergrond.
0	Verwaarloosbaar	1 methode 2.6-3.0 en/of alle methodes <= 2.5	Onder de lijn Amsterdam-Arnhem	<10 % slappe grond (Vs,30 =< 200m/s) en/of < 5% grondsoort die extra gevoelig zijn voor amplificatie, zoals veenlagen dikker dan 3m en slappe veenlagen met een dikte van 1m-3m gelegen op een stijve ondergrond.

Tabel 16-5: Overzicht van de score van invloedfactoren ondergrond voor deelvoorkomen Oppenhuizen-Noord (Rotliegend). De ondergrond-score wordt berekend door de individuele scores op te tellen, en het totaal te delen door 14 (de maximale score).

Oppenhuizen Noord				
Score	DHAIS	M	Ligging voorkomen	Opslingering
5		Alle methodes > 4.5		
4	Bevend veld; > 5 bevingen per jaar van M > 1.5	1 methode > 4.5 en/of alle methodes 4.1-4.5		
3	Bevend veld; < 5 bevingen per jaar van M > 1.5	1 methode 4.1-4.5 en/of alle methodes 3.6-4.0		>60% slappe grond (Vs,30 =< 200m/s) en/of >30% grondsoort die extra gevoelig zijn voor amplificatie, zoals veenlagen dikker dan 3m en slappe veenlagen met een dikte van 1m-3m gelegen op een stijve ondergrond.
2	Niet verwaarloosbaar, of bevend veld M < 1.5	1 methode 3.6-4.0 en/of alle methodes 3.1-3.5	Boven de lijn Amsterdam-Arnhem	30-60% slappe grond (Vs,30 =< 200m/s) en/of 15-30% grondsoort die extra gevoelig zijn voor amplificatie, zoals veenlagen dikker dan 3m en slappe veenlagen met een dikte van 1m-3m gelegen op een stijve ondergrond.
1		1 methode 3.1-3.5 en/of alle methodes 2.6-3.0		10-30% slappe grond (Vs,30 =< 200m/s) en/of 5-15% grondsoort die extra gevoelig zijn voor amplificatie, zoals veenlagen dikker dan 3m en slappe veenlagen met een dikte van 1m-3m gelegen op een stijve ondergrond.
0	Verwaarloosbaar	1 methode 2.6-3.0 en/of alle methodes <= 2.5	Onder de lijn Amsterdam-Arnhem	<10 % slappe grond (Vs,30 =< 200m/s) en/of < 5% grondsoort die extra gevoelig zijn voor amplificatie, zoals veenlagen dikker dan 3m en slappe veenlagen met een dikte van 1m-3m gelegen op een stijve ondergrond.

Tabel 16-6: Overzicht van de score van invloedfactoren ondergrond voor deelvoorkomen Oppenhuizen (Zechstein). De ondergrond-score wordt berekend door de individuele scores op te tellen, en het totaal te delen door 14 (de maximale score).

Oppenhuizen Zechstein				
Score	DHAIS	M	Ligging voorkomen	Opslingering
5		Alle methodes > 4.5		
4	Bevend veld; > 5 bevingen per jaar van M > 1.5	1 methode > 4.5 en/of alle methodes 4.1-4.5		
3	Bevend veld; < 5 bevingen per jaar van M > 1.5	1 methode 4.1-4.5 en/of alle methodes 3.6-4.0		>60% slappe grond ($V_{s,30} \leq 200\text{m/s}$) en/of >30% grondsoort die extra gevoelig zijn voor amplificatie, zoals veenlagen dikker dan 3m en slappe veenlagen met een dikte van 1m-3m gelegen op een stijve ondergrond.
2	Niet verwaarloosbaar, of bevend veld M < 1.5	1 methode 3.6-4.0 en/of alle methodes 3.1-3.5	Boven de lijn Amsterdam-Arnhem	30-60% slappe grond ($V_{s,30} \leq 200\text{m/s}$) en/of 15-30% grondsoort die extra gevoelig zijn voor amplificatie, zoals veenlagen dikker dan 3m en slappe veenlagen met een dikte van 1m-3m gelegen op een stijve ondergrond.
1		1 methode 3.1-3.5 en/of alle methodes 2.6-3.0		10-30% slappe grond ($V_{s,30} \leq 200\text{m/s}$) en/of 5-15% grondsoort die extra gevoelig zijn voor amplificatie, zoals veenlagen dikker dan 3m en slappe veenlagen met een dikte van 1m-3m gelegen op een stijve ondergrond.
0	Verwaarloosbaar	1 methode 2.6-3.0 en/of alle methodes <= 2.5	Onder de lijn Amsterdam-Arnhem	<10 % slappe grond ($V_{s,30} \leq 200\text{m/s}$) en/of < 5% grondsoort die extra gevoelig zijn voor amplificatie, zoals veenlagen dikker dan 3m en slappe veenlagen met een dikte van 1m-3m gelegen op een stijve ondergrond.

Tabel 16-7: Overzicht van de score van invloedfactoren bovengrond voor deelvoorkomen Oppenhuizen-Zuid (Rotliegend). De bovengrond-score wordt berekend door de individuele scores op te tellen, en het totaal te delen door 16 (de maximale score).

Oppenhuizen Zuid				
Score	Bevolkings-dichtheid	Industriële inrichtingen	Speciale gebouwen en vitale infrastructuur	Dijken
4	>2500 inwoners/km ²	Meerdere direct boven het veld	Meerder ziekenhuizen en/of energievoorzieningen direct boven het veld	Primaire dijken boven het veld
3	1000-2500 en/of 500-1000 met wijken bestaande uit flats/appartementencomplexen binnen 5 km rond het veld	1 boven het veld en/of meerdere binnen 5 km rond het veld.	1 ziekenhuis en/of energievoorziening direct boven het veld of meerdere binnen 5 km rond het veld. Meerdere scholen, tehuizen en/of publieksgebouwen direct boven het veld	Primaire dijken binnen 5 km rond het veld en/of secundaire dijken boven het veld
2	500-1000 en/of 250-500 met wijken bestaande uit flats/appartementencomplexen binnen 5 km rond het veld	1 binnen 5 km rond het veld.	1 school, tehuis en/of publieksgebouw boven het veld of meerdere binnen 5 km rond het veld.	Secundaire dijken binnen 5 km rond het veld
1	250-500 en/of <250 met wijken bestaande uit flats/appartementencomplexen binnen 5 km rond het veld		1 school, tehuis en/of publieksgebouw binnen 5 km rond het veld.	
0	<250	Geen binnen 5 km rond het veld	Geen boven en/of binnen 5 km rond het veld	Geen dijken binnen 5 km rond het veld

Tabel 16-8: Overzicht van de score van invloedfactoren bovengrond voor deelvoorkomen Oppenhuizen-Noord (Rotliegend). De bovengrond-score wordt berekend door de individuele scores op te tellen, en het totaal te delen door 16 (de maximale score).

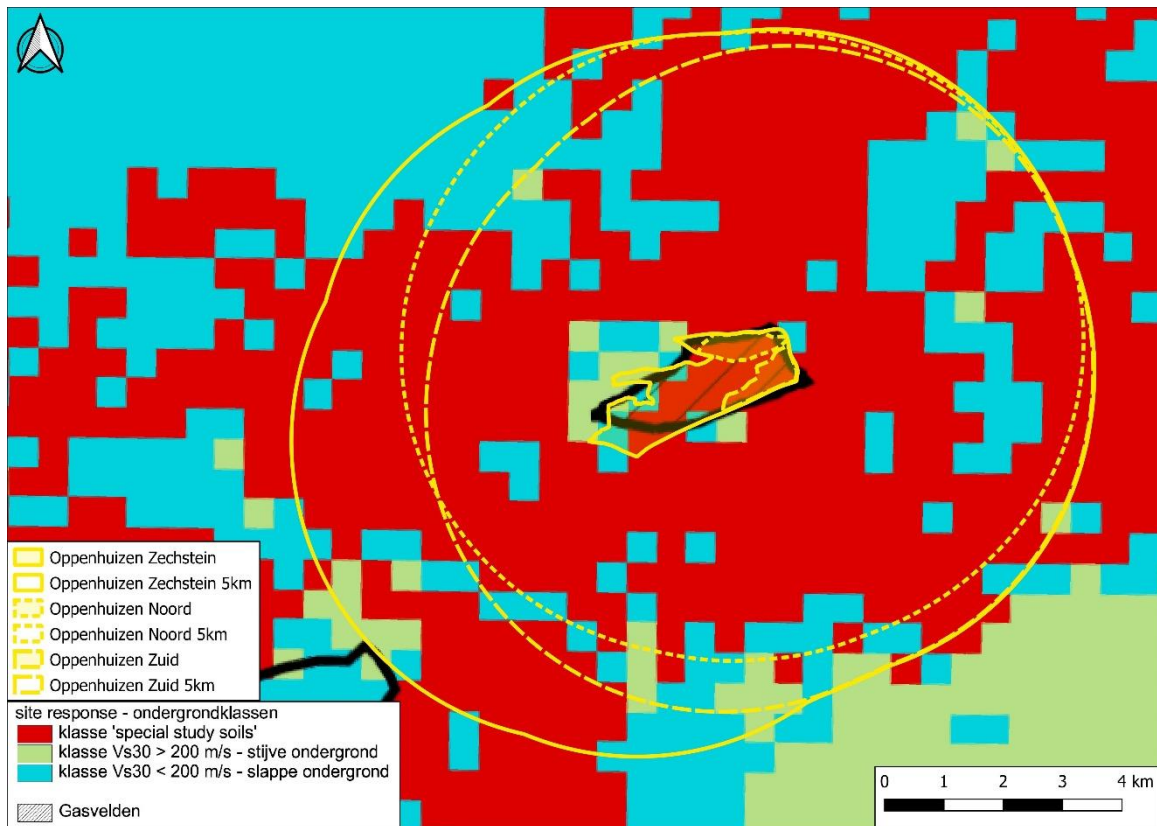
Oppenhuizen Noord				
Score	Bevolkings-dichtheid	Industriële inrichtingen	Speciale gebouwen en vitale infrastructuur	Dijken
4	>2500 inwoners/km ²	Meerdere direct boven het veld	Meerder ziekenhuizen en/of energievoorzieningen direct boven het veld	Primaire dijken boven het veld
3	1000-2500 en/of 500-1000 met wijken bestaande uit flats/appartementencomplexen binnen 5 km rond het veld	1 boven het veld en/of meerdere binnen 5 km rond het veld.	1 ziekenhuis en/of energievoorziening direct boven het veld of meerdere binnen 5 km rond het veld. Meerdere scholen, tehuizen en/of publieksgebouwen direct boven het veld	Primaire dijken binnen 5 km rond het veld en/of secundaire dijken boven het veld
2	500-1000 en/of 250-500 met wijken bestaande uit flats/appartementencomplexen binnen 5 km rond het veld	1 binnen 5 km rond het veld.	1 school, tehuis en/of publieksgebouw boven het veld of meerdere binnen 5 km rond het veld.	Secundaire dijken binnen 5 km rond het veld
1	250-500 en/of <250 met wijken bestaande uit flats/appartementencomplexen binnen 5 km rond het veld		1 school, tehuis en/of publieksgebouw binnen 5 km rond het veld.	
0	<250	Geen binnen 5 km rond het veld	Geen boven en/of binnen 5 km rond het veld	Geen dijken binnen 5 km rond het veld

Tabel 16-9: Overzicht van de score van invloedfactoren bovengrond voor deelvoorkomen Oppenhuizen (Zechstein). De bovengrond-score wordt berekend door de individuele scores op te tellen, en het totaal te delen door 16 (de maximale score).

Oppenhuizen Zuid				
Score	Bevolkings-dichtheid	Industriële inrichtingen	Speciale gebouwen en vitale infrastructuur	Dijken
4	>2500 inwoners/km ²	Meerdere direct boven het veld	Meerder ziekenhuizen en/of energievoorzieningen direct boven het veld	Primaire dijken boven het veld
3	1000-2500 en/of 500-1000 met wijken bestaande uit flats/appartementencomplexen binnen 5 km rond het veld	1 boven het veld en/of meerdere binnen 5 km rond het veld.	1 ziekenhuis en/of energievoorziening direct boven het veld of meerdere binnen 5 km rond het veld. Meerdere scholen, tehuizen en/of publieksgebouwen direct boven het veld	Primaire dijken binnen 5 km rond het veld en/of secundaire dijken boven het veld
2	500-1000 en/of 250-500 met wijken bestaande uit flats/appartementencomplexen binnen 5 km rond het veld	1 binnen 5 km rond het veld.	1 school, tehuis en/of publieksgebouw boven het veld of meerdere binnen 5 km rond het veld.	Secundaire dijken binnen 5 km rond het veld
1	250-500 en/of <250 met wijken bestaande uit flats/appartementencomplexen binnen 5 km rond het veld		1 school, tehuis en/of publieksgebouw binnen 5 km rond het veld.	
0	<250	Geen binnen 5 km rond het veld	Geen boven en/of binnen 5 km rond het veld	Geen dijken binnen 5 km rond het veld

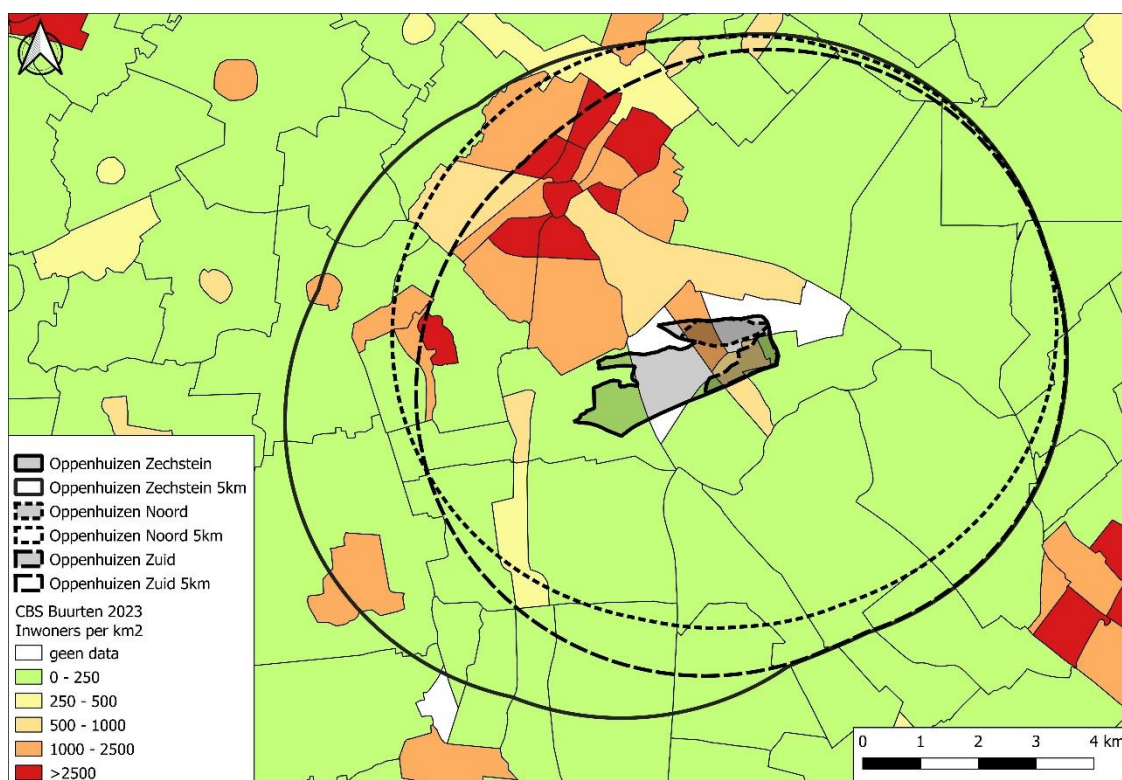
16.2.3 Kaarten t.b.v. oppervlakte factoren in Niveau 2: Risico Matrix

Deze paragraaf bevat de kaarten die gebruikt zijn om de score te bepalen van de oppervlakte factoren.



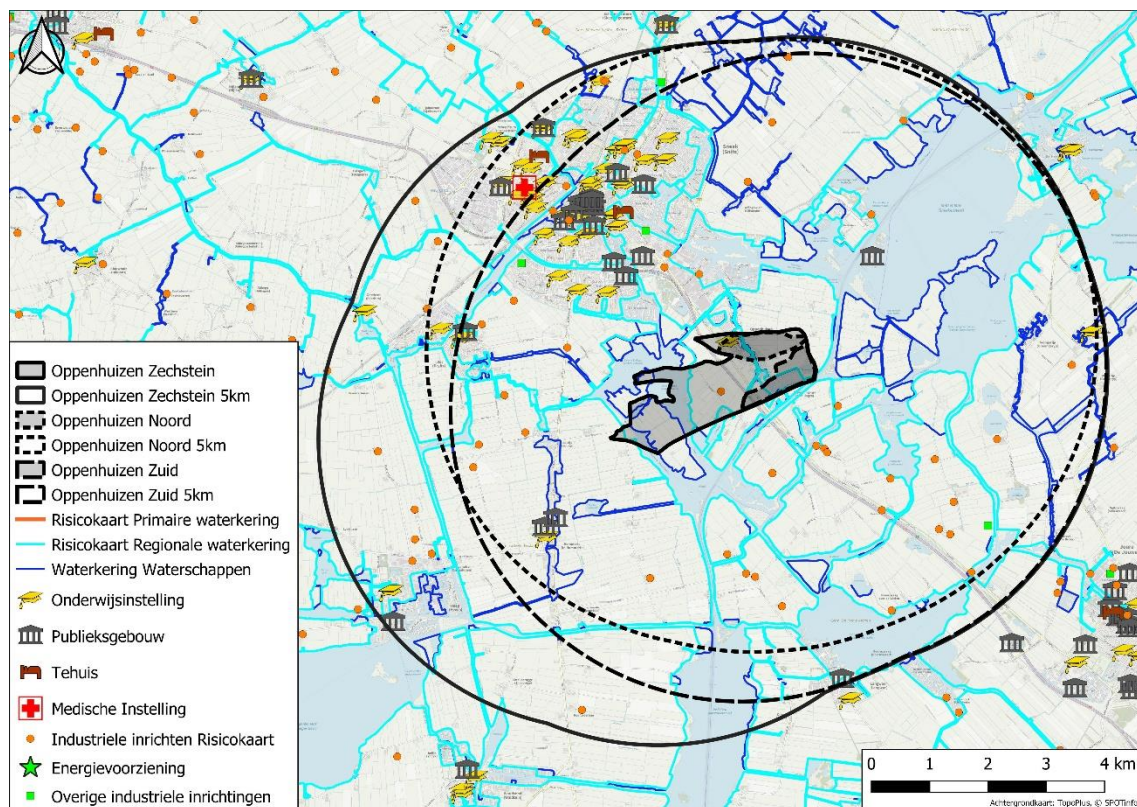
Figuur 16-5: Grondsoorten in de buurt van de drie deelvoorkomens (bron: TNO NITG 03-186-C). De gele lijn is een 5 km zone rondom het deelvoorkomen Oppenhuizen, Oppenhuizen-Zuid en Oppenhuizen-Noord. De zwarte contouren zijn de veldbegrenzingsen die in de brongegevens staan.

De gele contour geeft de 5 km straal die relevant is voor de SRA. De zwarte contouren zijn gas voorkomens zoals in de referentie. Het doel van het kaartje is een inschatting van de fractie aan opslingeringsgevoelige grondopbouw, niet een locatie-specifieke detail-analyse. De fractie blauwe en rode punten is hoog vandaar de score 3 voor opslingering in Tabel 16-4 tot en met Tabel 16-6.



Figuur 16-6: Bevolkingsdichtheid op buurniveau rondom de drie deelvoorkomens Oppenhuizen, Oppenhuizen-Zuid, Oppenhuizen-Noord. De zwarte lijn geeft de 5 km zone rondom elk deelvoorkomen aan.

Het gewogen gemiddelde voor de bevolkingsdichtheid binnen 5 kilometer rond elk deelvoorkomen is berekend. Deze bedraagt ongeveer voor Oppenhuizen (Zechstein) 392 mensen per km² en voor de deelvoorkomens Oppenhuizen-Zuid en – Noord respectievelijk 407 en 473 mensen per km². Er zijn wel appartementencomplexen binnen de 5 km zone. Dit resulteert in een score 1 voor bevolkingsdichtheid, zie Tabel 16-7 t/m Tabel 16-9.



Figuur 16-7: Overzicht van gevaarlijke stoffen, speciale gebouwen en dijken rondom de drie deelvoorkomens Oppenhuizen, Oppenhuizen-Zuid Oppenhuizen-Noord. De zwarte lijn geeft de 5 km zone rondom elk deelvoorkomen aan (bron: www.risicokaart.nl).

Er zijn geen primaire waterkeringen in dit gebied vandaar de score 3 voor de invloedfactor 'Dijken' in Tabel 16-7 t/m Tabel 16-9. De zwarte contour geeft de 5 km straal in die relevant is voor de SRA.

17 Bijlage Gedetailleerde effectanalyse bodemdaling op natuur



Notitie / Memo

HaskoningDHV Nederland B.V.
Water & Maritime

Aan: Vermilion
Van: Click to enter "Sender"
Datum: 15 februari 2024
Kopie: Click to enter "CopyTo"
Ons kenmerk: BH2117-118-100-RHD-XX-XX-ME-X-0001
Classificatie: Projectgerelateerd
Gecontroleerd door: Click or tap here to enter text.
Onderwerp: **Effectbeoordeling bodemdaling op water en natuur als gevolg van de nieuwe gaswinning uit voorkomens Oppenhuizen**

Notitie / Memo

HaskoningDHV Nederland B.V.
Water & Maritime

Aan: Vermilion
Van: [Click to enter "Sender"](#)
Datum: 15 februari 2024
Kopie: [Click to enter "CopyTo"](#)
Ons kenmerk: BH2117-118-100-RHD-XX-XX-ME-X-0001
Classificatie: Projectgerelateerd
Gecontroleerd door [Click or tap here to enter text.](#)
Onderwerp: Effectbeoordeling bodemdaling op water en natuur als gevolg van de nieuwe gaswinning uit voorkomens Oppenhuizen

Inleiding

In de provincie Fryslân is Vermilion Energy Netherlands B.V. (hierna Vermilion) voornemens gas te gaan winnen uit de gasvoorkomens bij Oppenhuizen. Deze gaswinning leidt in de toekomst tot bodemdaling en kan mogelijke gevolgen hebben voor de waterhuishouding (grondwater, oppervlaktewater en waterveiligheid) en natuur.

Vermilion heeft ten behoeve van het winningsplan berekeningen uitgevoerd voor de bepaling van de toekomstige bodemdaling door winningen uit de gasvoorkomens bij Oppenhuizen. Omdat het een nieuwe winning betreft heeft deze in het verleden nog geen bodemdaling veroorzaakt. Ook is er geen ruimtelijke overlap tussen de bodemdaling die veroorzaakt wordt door deze winning en de bodemdaling die veroorzaakt wordt door andere winningen in de omgeving. Voor de periode vanaf begin winning tot einde productie wordt door de nieuwe winning uit de gasvoorkomens bij Oppenhuizen een bodemdaling van 0 tot 5 cm verwacht.

Binnen de invloedssfeer van de nieuwe voorgestelde winning liggen twee Natura 2000-gebied: de Witte en Zwarte Brekken en het Sneekerveergebied. Beide gebieden behoren tot het Friese Merengebied. Kenmerkend voor het Friese Merengebied is het open landschap en de afwisseling tussen grotere en kleinere wateroppervlakken die worden omgeven door kades, rietkragen, moeras, en uitgestrekte graslandpolders. Voor de Witte en Zwarte Brekken wordt een toekomstige bodemdaling van 0 tot 5 cm verwacht. Voor het Sneekerveergebied is de verwachte toekomstige bodemdaling 0 tot 4 cm.

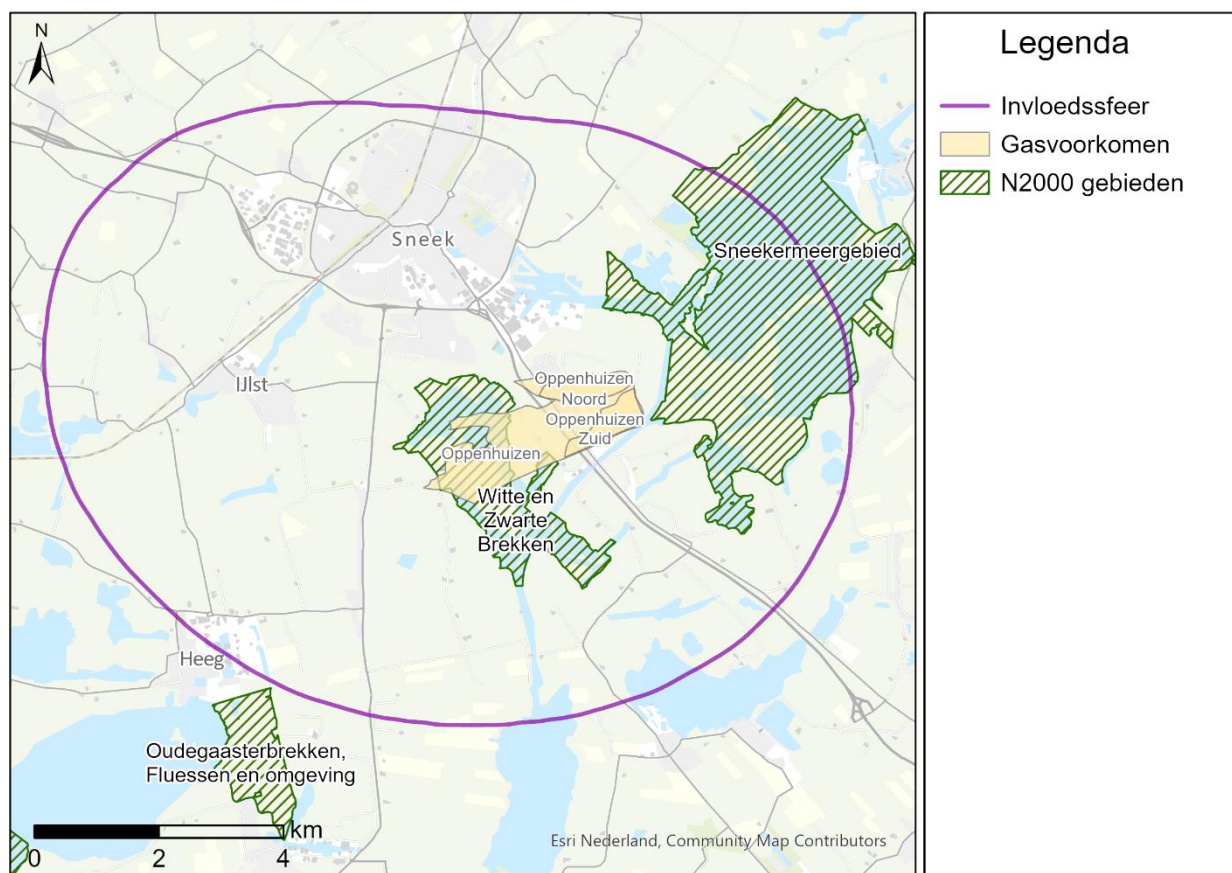
Vermilion heeft Royal HaskoningDHV gevraagd een beoordeling te geven van de toekomstige effecten van bodemdaling op de water en natuur door de nieuwe voorgestelde winning uit de gasvoorkomens Oppenhuizen. Er is geen sprake van reeds opgetreden en cumulatieve effecten van bodemdaling door deze en andere winningen.

Gebiedsbeschrijving

Figuur 1 toont de locaties van de gasvoorkomens van Oppenhuizen. Het gaat in totaal om 3 gasvoorkomens: Oppenhuizen, Oppenhuizen Noord en Oppenhuizen Zuid. Ook getoond in Figuur 1 is de invloedssfeer van de toekomstige winning uit de Oppenhuizen gasvoorkomens. Binnen deze invloedssfeer zal de voorgestelde nieuwe winning bodemdaling gaan veroorzaken.

De gasvoorkomens van Oppenhuizen liggen in de provincie Fryslân en daarmee binnen het beheergebied van Wetterskip Fryslân. Het gebied binnen de invloedssfeer van de nieuwe winning Oppenhuizen is ingericht voor de functies landbouw, natuur en bebouwing. In de directe omgeving van de winning liggen de dorpen Oppenhuizen en Uitwellingerga. Ten Noorden van de winning ligt de stad Sneek. Andere dorpen in de omgeving zijn o.a. de dorpen Hommerts, Jutrijp, IJlst, Oosthem, Offingawier en Ysbrechtum.

Binnen de invloedssfeer van de nieuw voorgestelde winning liggen Natura-2000 gebieden de Witte en Zwarte Brekken en het Sneekerveergebied. Beide gebieden behoren tot het Friese Merengebied. De Witte en Zwarte Brekken is een open natuurgebied dat bestaat uit een stelsel van watergangen en ondiepe meren. Verder bestaat het gebied uit zomerpolders, graslanden en moeraszones. Het Sneekerveergebied kenmerkt zich door grotere en kleinere wateroppervlakken, die zijn omgeven door kades, rietkragen, zoetwatermoerassen en uitgestrekte graslandpolders.



Figuur 1. Locaties van gasvoorkomens en Natura 2000-gebieden. De toekomstige invloedssfeer waarbinnen de voorgestelde nieuwe winning Oppenhuizen bodemdaling veroorzaakt is weergegeven in paars.

Bodemdaling

Reeds opgetreden bodemdaling

In het verleden zijn er binnen de invloedssfeer van de nieuwe winning geen mijnbouwactiviteiten geweest die bodemdaling hebben veroorzaakt. Er is daarom geen reeds opgetreden bodemdaling.

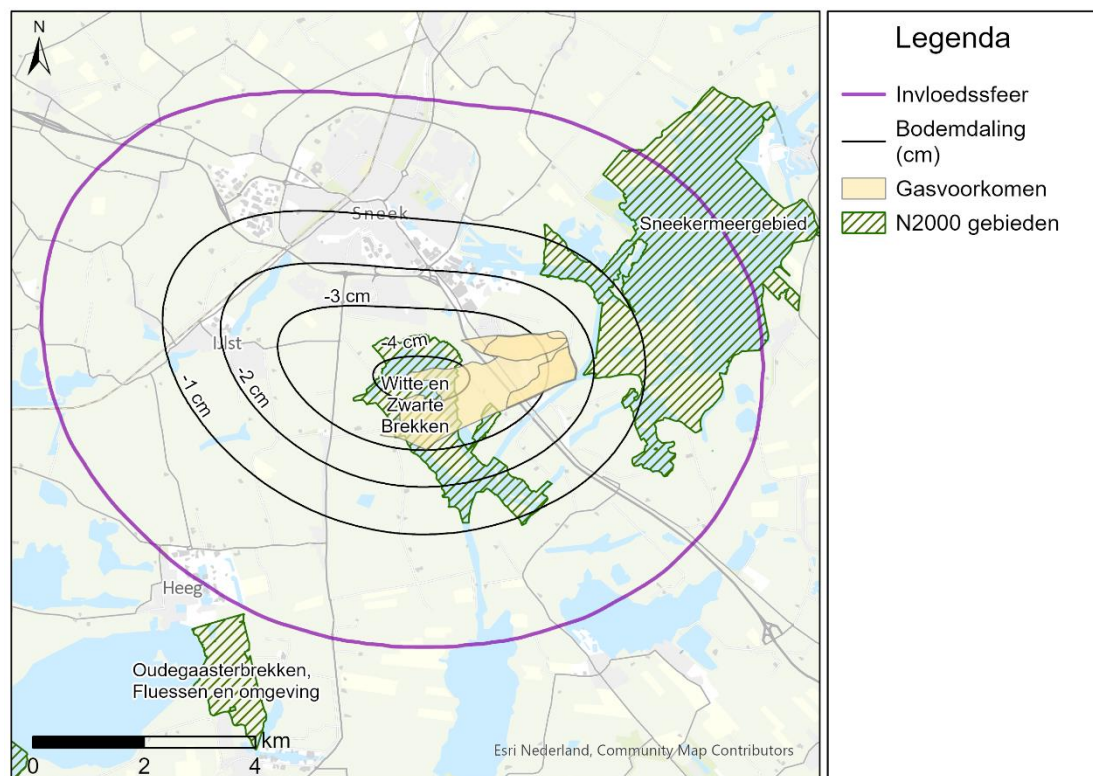
Toekomstige bodemdaling vanaf heden tot einde productie

In de periode van begin winning tot einde van productie wordt volgens de bodemdalingsprognose een daling van 0 tot 5 cm verwacht als gevolg van winningen uit de gasvoorkomens bij Oppenhuizen (Figuur 2). De verwachte toekomstige bodemdaling wordt volledig veroorzaakt door de voorgestelde nieuwe winning. Er zijn geen andere bestaande winning die richting de toekomst een verdere bodemdaling veroorzaken binnen de invloedssfeer van de voorgestelde nieuwe winning.

Binnen de invloedssfeer van de toekomstige gaswinning Oppenhuizen liggen Natura 2000-gebieden de Witte en Zwarte Brekken en het Sneekermeergebied. Natura 2000-gebied de Witte en Zwarte Brekken ligt volledig in het invloedgebied van de nieuwe winning. De toekomstige bodemdaling voor dit gebied varieert tussen de 0 en 5 cm. Het Sneekermeergebied ligt deels binnen de invloedssfeer van de nieuwe winning. De toekomstige bodemdaling voor dit gebied varieert tussen de 0 en 3 cm.

Samengestelde bodemdaling

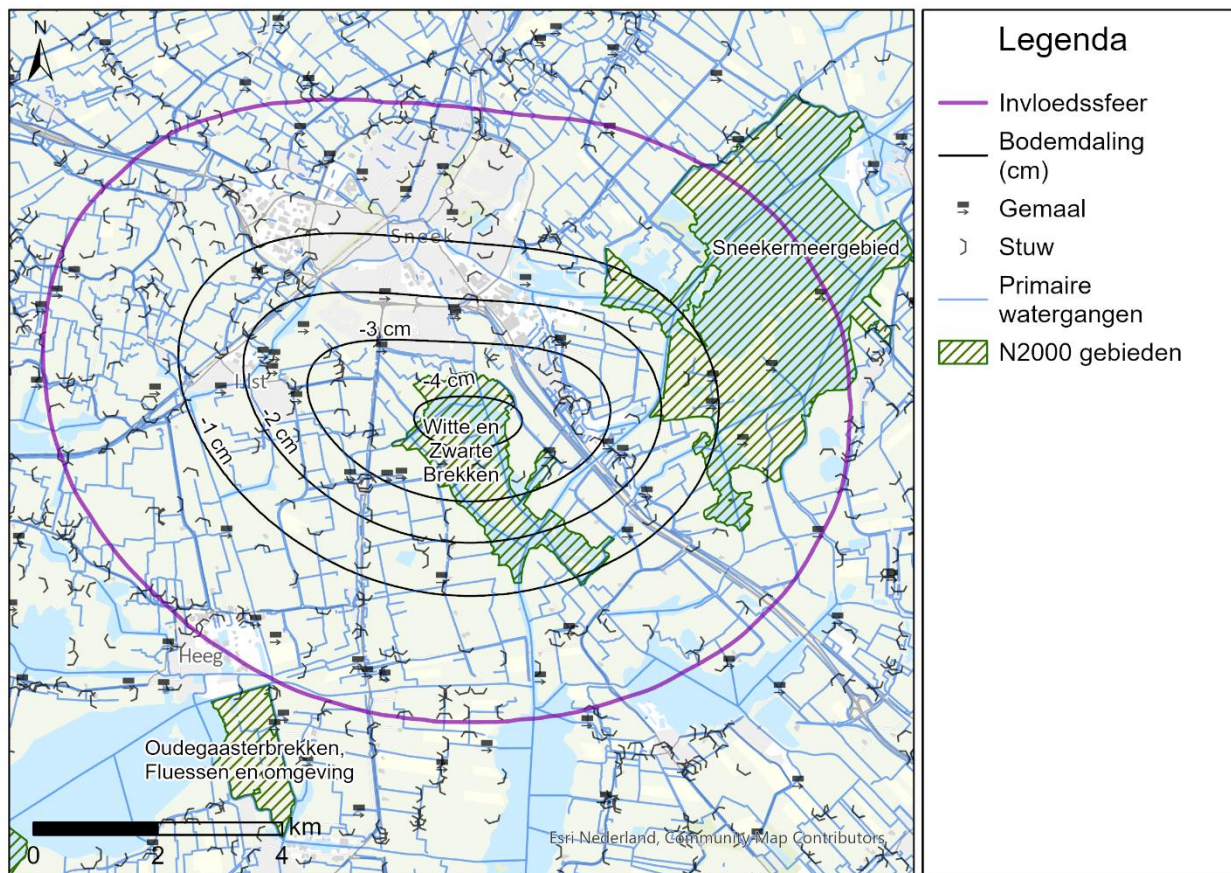
De samengestelde bodemdaling is gelijk aan de toekomstige bodemdaling. Dit komt omdat het een nieuwe winning betreft en er geen andere mijnbouwactiviteiten in de omgeving zijn waarvan de bodemdaling overlapt met die van de nieuwe voorgestelde winning.



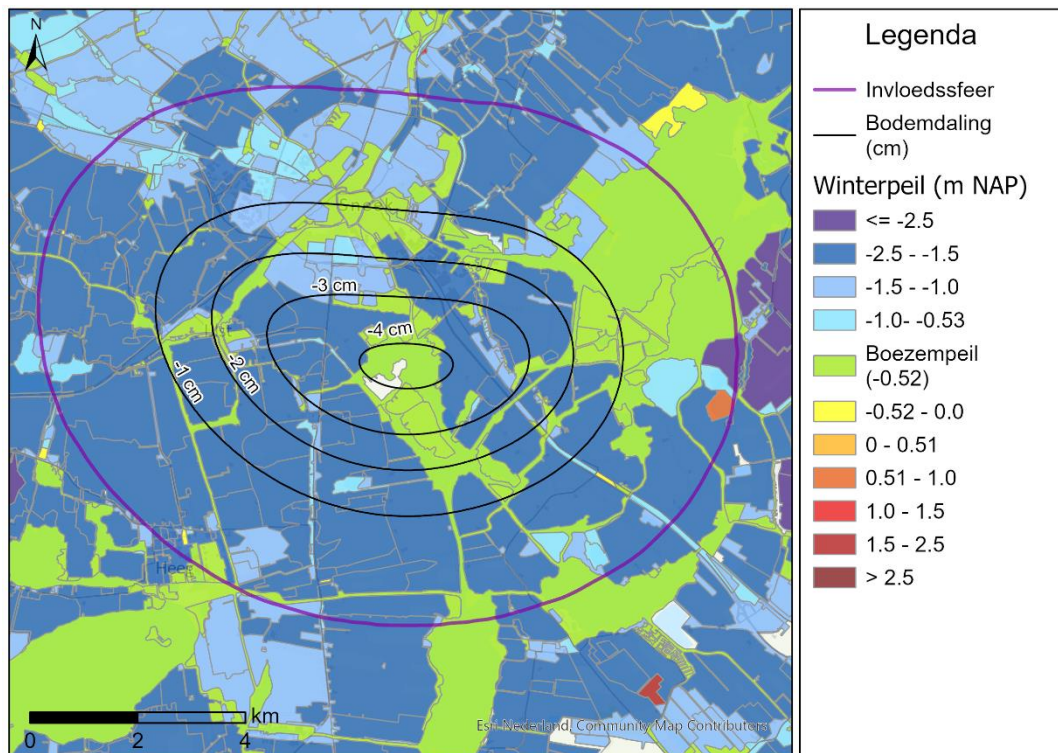
Figuur 2: Toekomstige bodemdalingsprognose in cm vanaf begin winning tot einde productie als gevolg van de voorgestelde winning uit de Oppenhuizen gasvoorkomens.

Het watersysteem

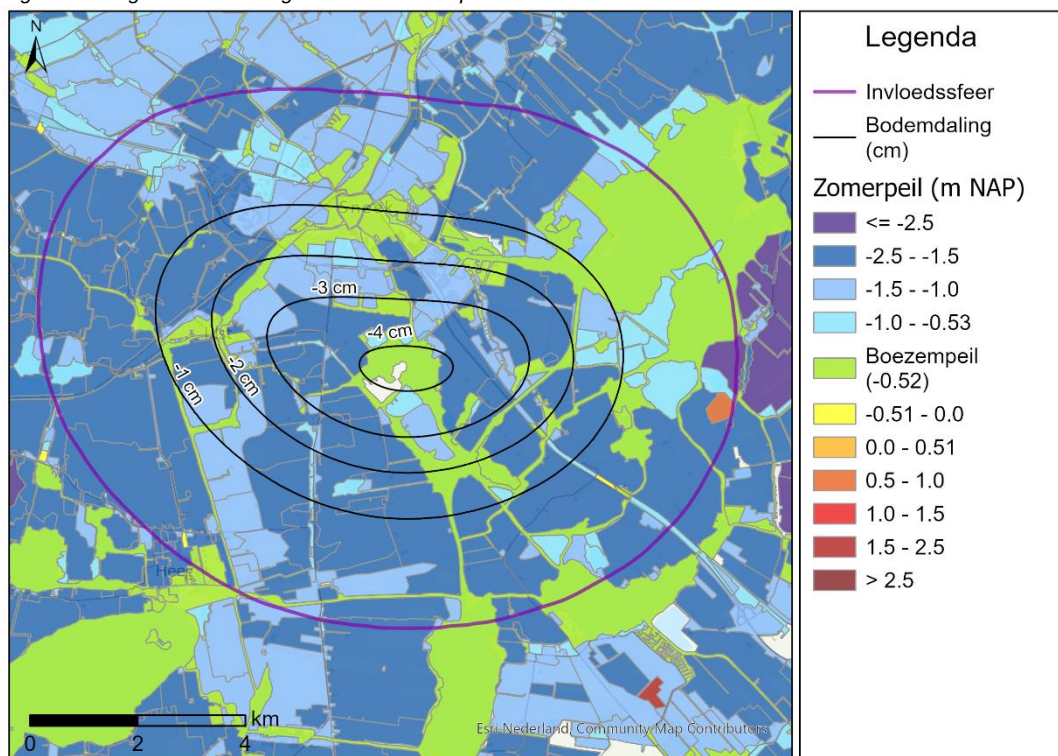
Figuur 3 tot 5 geven een globaal overzicht van het watersysteem in het interessegebied. De Friese boezem maakt een belangrijk onderdeel uit van het watersysteem en doorkruist het invloedsfeer van de gaswinning op diverse plaatsen. De boezem bestaat uit een aaneengesloten systeem van zowel kanalen als meren met een vast streefpeil van -0.52 m t.o.v. NAP. Natura 2000-gebieden de Witte en Zwarte Brekken en het Sneekermeegebied maken deel uit van de Friese boezem. De Friese boezem speelt een belangrijke rol in de water af- en aanvoer en waterberging van het gebied. Het gehanteerde streefpeil van -0.52 m t.o.v. NAP is gebaseerd op een zorgvuldige afweging van de verschillende gebiedsfuncties.



Figuur 3: hoofdwatgangen en kunstwerken (stuwen en gemalen) in het interessegebied. Bron: Legger Wetterskip Fryslân.



Figuur 4. Peilgebieden en de gehanteerde streefpeilen in de wintersituatie.

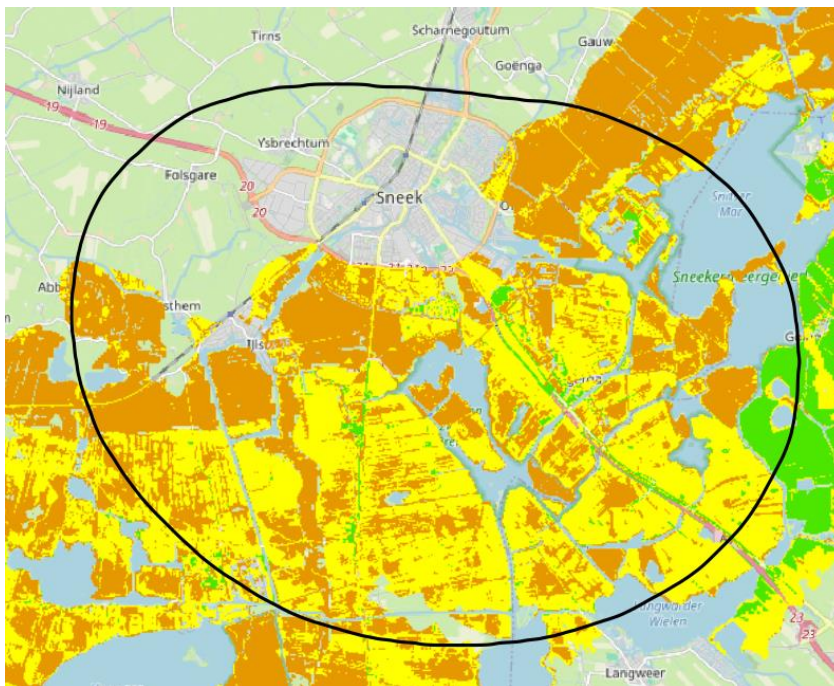


Figuur 5. Peilgebieden en de gehanteerde streefpeilen in de zomersituatie.

Naast de Friese boezem bestaat het gebied uit een groot aantal peilvakken. Afhankelijk van o.a. het maaiveldniveau en de gebiedsfunctie worden verschillende waterpeilen gehanteerd. Het streefpeil van de peilvakken ligt in bijna alle gevallen beneden boezempeil. Om de afwatering te verzorgen staan groepen van peilgebieden daarom via gemalen met de boezem in verbinding. Binnen groepen van peilgebieden vormen stuwen en onderbemalingen de peilscheidingen.

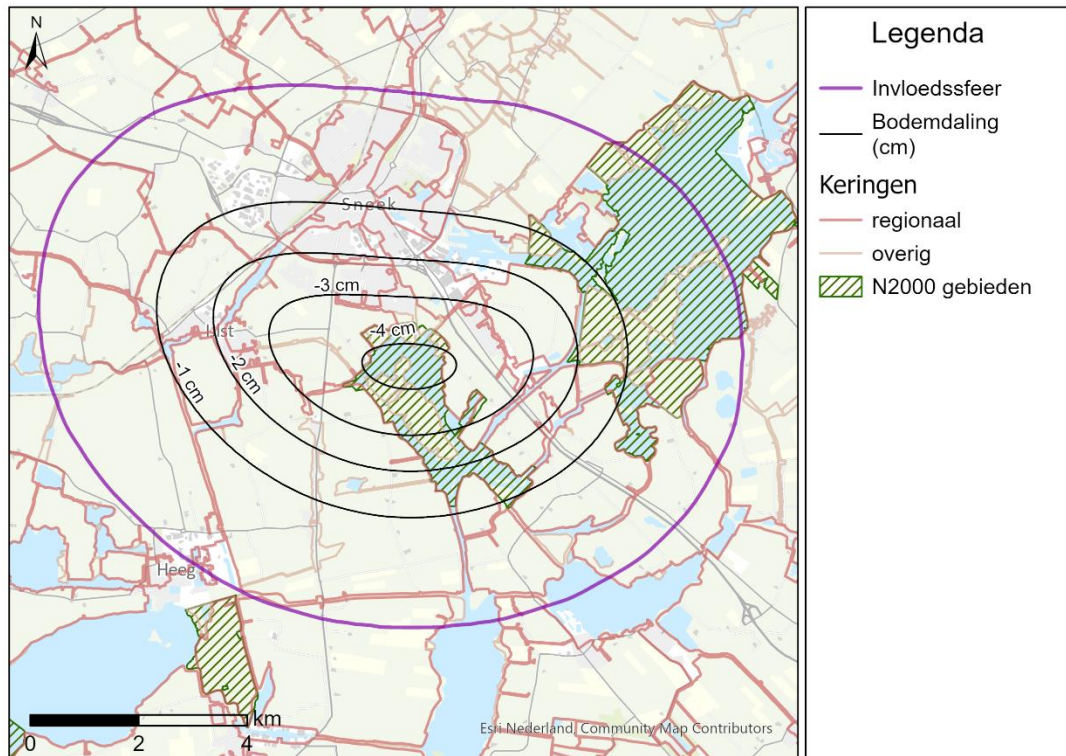
De Natura-2000 gebieden de Witte en Zwarte Brekken en het Sneekermeer bestaan uit boezemwateren, zomerpolders en een enkele winterpolder. Via de Friese boezem staan beide Natura-2000 gebieden met elkaar in verbinding. De zomerpolders vormen eilanden binnen de boezemmeren. Deze zomerpolders worden maar een deel van het jaar (zomerperiode) bemalen tot een peil dat onder boezempeil ligt. In andere delen van het jaar wordt niet bemalen en vullen de zomerpolders zich met boezem- en regenwater tot boezempeil.

Het interessegebied bestaat voor een groot deel uit veenweidegebied (Figuur 6). Dit is een uniek landschapstype met veelal een landbouwfunctie. Door toenemende ontwatering kwamen delen van het veenpakket tijdelijk droog te liggen en konden daardoor oxideren. Deze veenoxidatie heeft geleid tot bodemdaling en de uitstoot van broeikasgassen. Het doel van Provincie en Wetterskip is om veenoxidatie en de bodemdaling ten gevolge daarvan zoveel mogelijk te vertragen en voorkomen. Het verhogen van de peilen is een belangrijke maatregel om dit doel te realiseren.



Figuur 6. Veenweidegebieden (aangeduid door oranje/geel/groene gebieden op de kaart). Bron: kansenkaart veenweidegebied.

Binnen de invloedssfeer van de nieuwe winning bevinden zich regionale en lokale keringen (Figuur 7). Binnen de invloedssfeer van de nieuwe winning gaat het in totaal om 299 km aan keringen, waarvan 209 km regionale keringen en 90 km lokale keringen. Regionale keringen liggen aan weerszijde van het boezemsysteem. Dit geldt voor zowel de kanalen als ook de meren. Ook zijn er in en om Sneek verschillende regionale keringen te vinden. Lokale keringen bevinden zich bijvoorbeeld rondom de (zomer)polders. De lokale keringen rondom de door boezemwater omringde zomerpolders zorgen ervoor dat deze naar een lager peil dan boezemwater gebracht kunnen worden, zonder dat deze gelijk weer vollopen.



Figuur 7. keringen in het interessegebied.

Effecten toekomstige bodemdaling

Scope

Het focusgebied voor het bepalen van de effecten van de toekomstige bodemdaling is de invloedssfeer van de voorgestelde nieuwe winning uit de Oppenhuizen gasvoorkomens (Figuur 6). Binnen dit focusgebied wordt gekeken naar de effecten van de toekomstige bodemdaling door winningen uit deze gasvoorkomens. Er zijn geen toekomstige cumulatieve effecten van bodemdaling door andere mijnbouwactiviteiten in de omgeving. Bij deze beoordeling wordt gekeken naar effecten op landbouw, bebouwing, waterveiligheid, waterberging en natuur.

Beoordelingsmethodiek

In principe leidt bodemdaling als gevolg van gaswinning niet tot een afname van de drooglegging binnen een peilgebied. Het peil regulerende kunstwerk daalt immers gelijkmatig mee met het maaiveld, waardoor het verschil tussen peil en maaiveld ongewijzigd blijft. Dit principe geldt niet als er verschillen zijn in bodemdaling binnen een peilgebied. In dit geval kan er sprake zijn van vernatting of verdroging, afhankelijk of het peil-regulerende kunstwerk meer of minder daalt dan het maaiveld. Vernatting treedt op als het peil binnen het peilvak minder zakt dan een deel van het maaiveld. Voor verdroging geldt het omgekeerde. Deze situaties doen zich veelal voor bij peilgebieden van een aanmerkelijke omvang en/of steile bodemdalingscontouren (zie ook toelichtende kader). De commissie bodemdaling Fryslân hanteert als uitgangspunt dat er sprake is van negatieve effecten op de waterhuishouding in bebouwd- en landbouwgebied bij een bodemdalingsverschil van 5 cm of meer (zie rapport van Ingenieursbureau voor Cultuurtechniek, 1996).

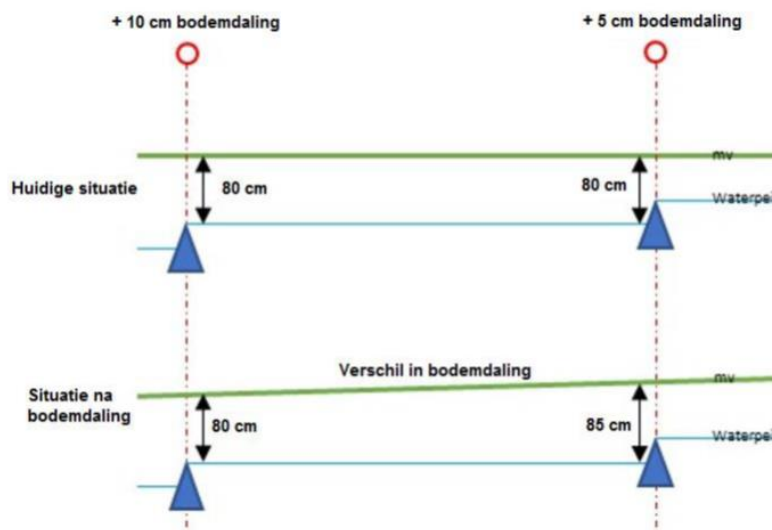
In een reactie op een recente effectbepaling water en natuur heeft het Wetterskip aangegeven dat dit uitgangspunt met de huidige inzichten niet meer van toepassing is. Het is vanuit de visie Fryslân

Klimaatbestendig 2050+ ongewenst om peilen verder te verlagen en de bodemdaling te laten volgen. In plaats daarvan is het beleid om peilen t.o.v. NAP zoveel mogelijk hand te houden. Het instant houden van de peilen t.o.v. NAP leidt tot een afname in berging en drooglegging en daarmee mogelijk tot een verslechtering van de doelrealisatie.

Leidend voor de effectbepaling op de waterhuishouding is het uitgangspunt dat peilen t.o.v. NAP gelijk blijven. Op basis van dit uitgangspunt worden o.a. afname in berging en drooglegging/doelrealisatie beschouwd. Omdat er voor enkele peilgebieden een uitzondering zou kunnen worden gemaakt is ook de situatie met mogelijk dalende peilen beschouwd. Voor de beoordeling van Natura 2000-gebieden geldt dat er mogelijk sprake kan zijn van negatieve effecten bij iedere verandering van de grondwaterstanden.

Kader toelichting verdroging/vernating als gevolg van bodemdaling

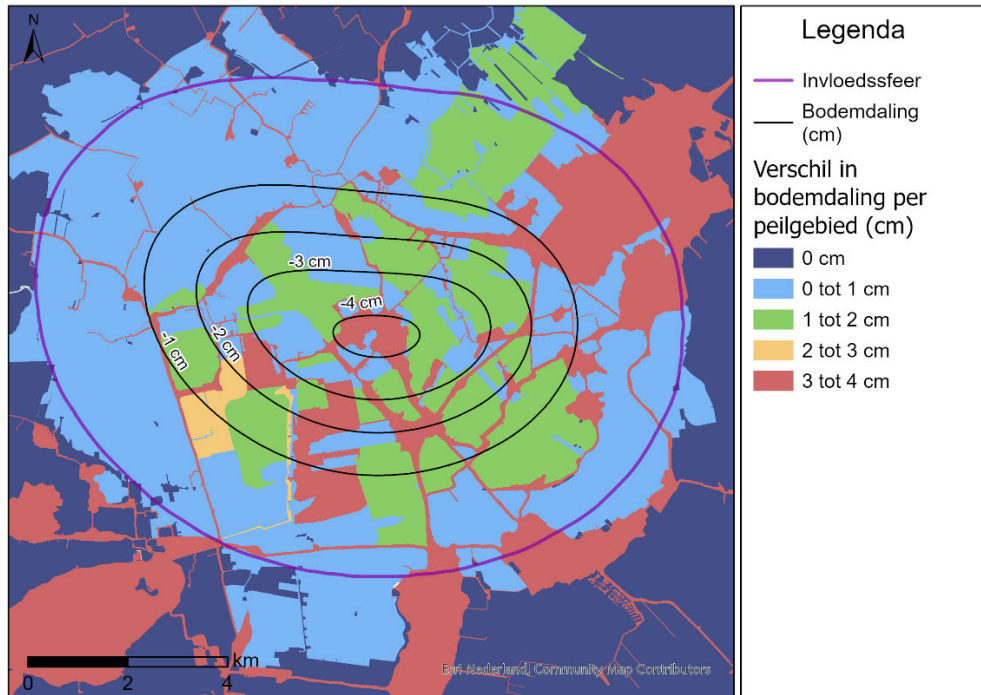
In onderstaand figuur wordt het effect van een verschil in bodemdaling binnen een peilgebied gevisualiseerd. Bovenaan wordt de huidige situatie weergegeven met een drooglegging (de afstand tussen het maaiveld en het waterpeil) van 80 cm (indicatie). Door ongelijkmatige bodemdaling, onderste plaatje, verandert de drooglegging in een deel van het peilvak. De linker stuw en het maaiveld zakken gezamenlijk 10 cm, hierdoor blijft op dit punt de drooglegging hetzelfde. Aan de rechterkant zakken de stuw en het maaiveld slechts 5 cm, daardoor wordt de drooglegging daar 85 cm (5 cm verschil daling). Aangezien het waterpeil in het gehele peilvak gelijk blijft, treedt er aan de rechterkant verdroging op.



Effecten landbouw, bebouwing, waterveiligheid of waterberging - algemeen

In gebieden waar bodemdaling optreedt kan de verandering van drooglegging in (delen van) peilgebieden gevolgen hebben voor de landbouw, bebouwing, waterveiligheid en waterberging. In de landbouwgebieden speelt vernating van percelen door verminderde drooglegging. In bebouwd gebied heeft een verandering van drooglegging mogelijke gevolgen door zetting van de ondergrond ten opzichte van de fundering, ongelijkmatige zetting op gebouwniveau of verandering van verhang van riolering. Tevens kan door bodemdaling de (kerende) hoogte van keringen (dijken), de opvoerhoogte van gemalen en de doorvaarhoogte van vaste bruggen verminderen. Verder kan door bodemdaling de dikte van de onverzadigde zone en het verschil tussen waterpeil insteekhoogte afnemen, waardoor het waterbergend vermogen van een gebied afneemt.

Figuur 8 geeft het bodemdalingsverschil per peilvak veroorzaakt door de toekomstige winning uit het Oppenhuizen gasvoorkomen. Dit bodemdalingsverschil varieert van kleiner dan 1 cm (voor bijv. kleine peilvakken en de peilvakken verder verwijderd van gasvoorkomens) tot 4 cm voor de Friese Boezem. Het bodemdalingsverschil per peilvlak is nergens groter dan de voor landbouw en bebouwing gestelde grenswaarde van 5 cm.



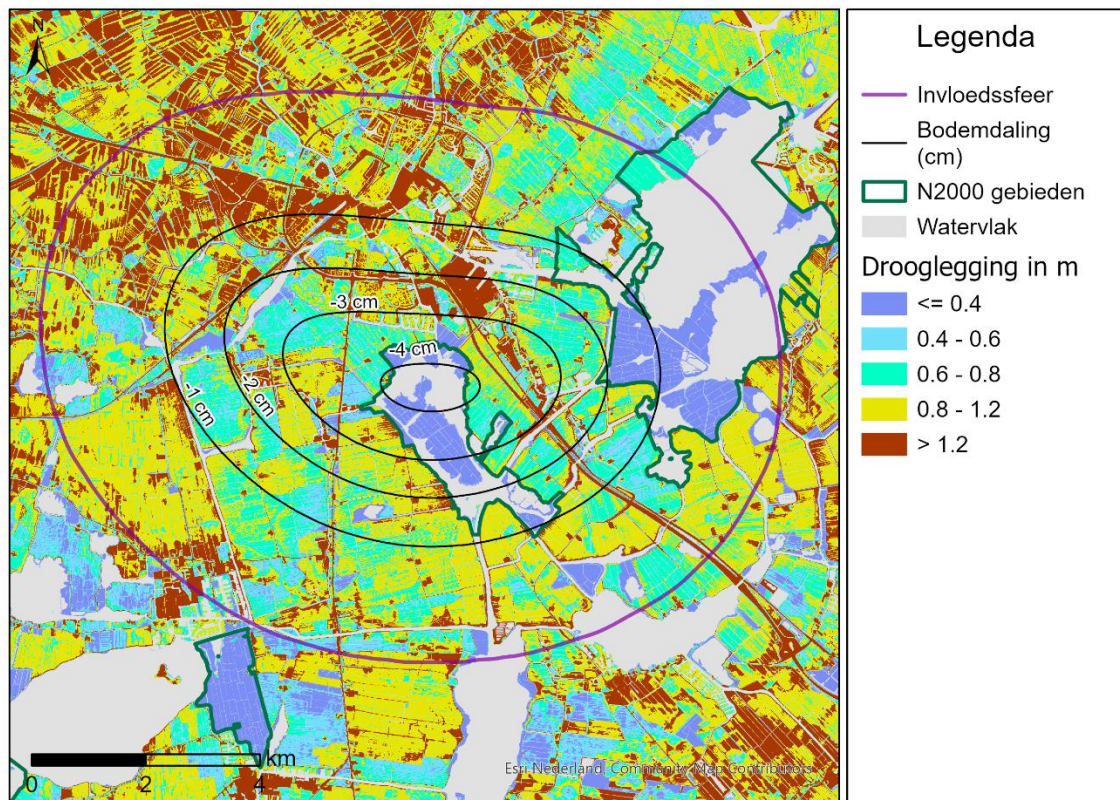
Figuur 8. Bodemdalingsverschil in cm per peilgebied (verschil in minimale en maximale bodemdaling binnen een peilgebied).

Effect op landbouw

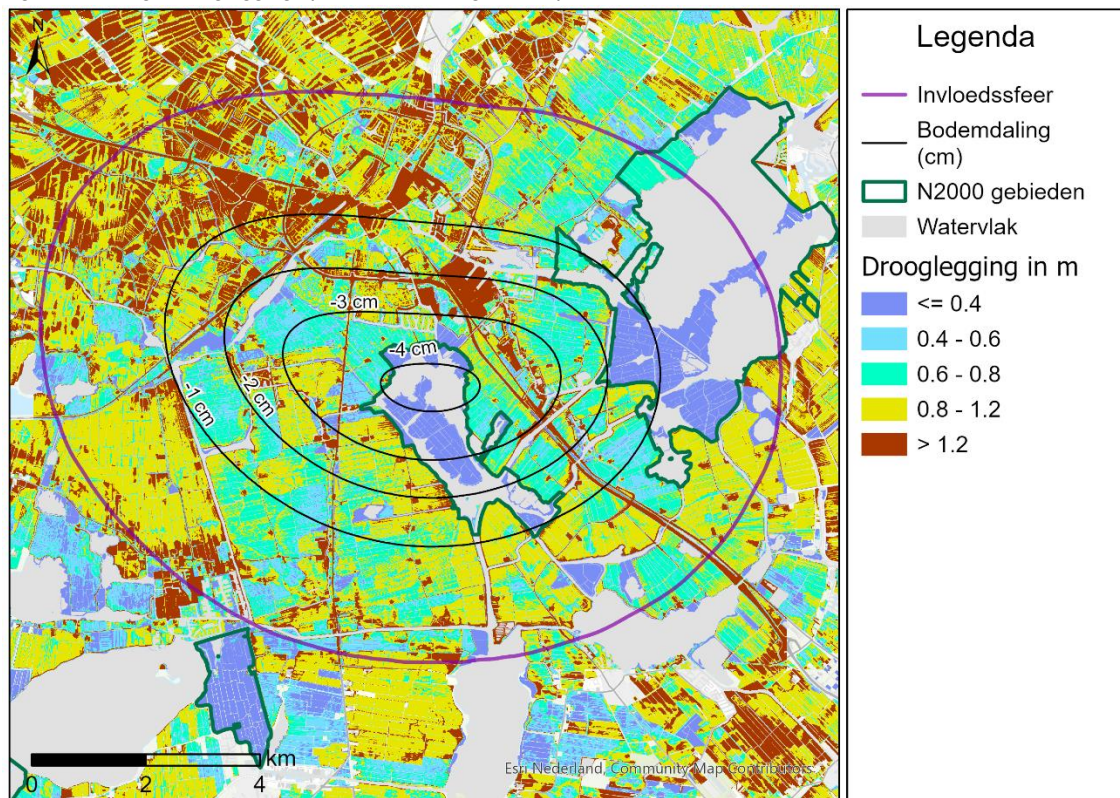
Op de gronden in gebruik voor de landbouw treedt een toekomstige bodemdaling op van 0 tot 5 cm vanaf start winning tot einde productie. Bij gelijkblijvend peil t.o.v. NAP zal deze bodemdaling zorgen voor een afname van de drooglegging van een gelijke grote (0 tot 5 cm; Figuur 9 en 10). Op de plekken die in de huidige situatie al een grote drooglegging hebben zal de afname in de drooglegging waarschijnlijk geen effecten veroorzaken op de doelrealisatie en landbouw. Op plaatsen waar de drooglegging in de huidige situatie al gering is kan een verdere afname in de drooglegging wel effect hebben op de doelrealisatie en de landbouw. Het peil gaat minder goed passen bij de agrarische gebiedsfunctie en er kan overlast ontstaan voor de landbouw, bijvoorbeeld omdat gronden niet goed meer begaanbaar zijn met zwaar materieel. Voor het behoud van het veen in het veenweidegebied is een vermindering van drooglegging positief maar dit heeft ook een keerzijde (zie kader). Voorstel is om gedurende de bodemdaling te monitoren of er door bodemdaling vernattingsproblemen ontstaan. Als dit het geval is dient nader bepaald te worden welke maatregel het meest doeltreffend is. Advies is om bij het nemen van maatregelen waar mogelijk aan te haken bij nieuwe provinciale en landelijke beleidsprogramma's en visies zoals het Fries Programma Landelijk Gebied (FPLG), de Blauwe Omgevingsvisie (BOVI), en Water Bodem Sturend (WABOS)

Bodemdaling en veenweidegebied

Bij een gelijkblijvend peil zorgt de bodemdaling door gaswinning ervoor dat de drooglegging afneemt. Dit kan leiden tot een vermindering van de oxidatie van veen en de daarmee gepaard gaande vermindering in bodemdaling en uitstoot van broeikasgassen. Aan de andere kant verminderd de bodemdaling door gaswinning de ruimte om peilen t.o.v. NAP te verhogen, omdat het relatieve peilverschil t.o.v. maaiveld afneemt. Dit beperkt de ruimte voor peil-verhogende maatregelen, die nodig kunnen zijn om de toestroom van kwelwater uit hoger gelegen (natuur)gebieden en Waddenzee te beperken.



Figuur 9. Huidige drooglegging op basis van huidige winterpeil en maaiveld.



Figuur 10. Toekomstige drooglegging op basis van winterpeil bij handhaven peil t.o.v. NAP.

Mochten er peilgebieden zijn waarvoor het huidige peil t.o.v. NAP niet wordt gehandhaafd maar daalt met de bodemdaling dan kan er zowel een afname als toename van de drooglegging ontstaan. Op plekken waar het gereguleerde peil minder daalt dan het maaiveld zullen peilen t.o.v. maaiveld dalen en op plekken waar het gereguleerde peil meer daalt dan het maaiveld zullen peilen t.o.v. maaiveld stijgen. Voor geen van de peilgebieden is er sprake van bodemdalingsverschillen van groter dan 5 cm, waaruit conform beoordelingsmethodiek van de commissie bodemdaling Fryslân opgemaakt kan worden dat de bodemdaling naar verwachting geen negatief effect zal hebben op de landbouwgronden. Een vermindering van de doelrealisatie zou nog wel kunnen plaatsvinden, maar in mindere mate dan bij een gelijkblijvend peil, omdat zowel peil als maaiveld dalen en daardoor de verandering in drooglegging kleiner is.

Effect op bebouwingen

Binnen de invloedssfeer van de voorgenomen nieuwe winning Oppenhuizen liggen verschillende bebouwde gebieden waaronder Oppenhuizen, Uitwellingerga, Sneek Hommerts, Jutrijp, ijlst, Oosthem, Offingawier en Ysbrechtum. Voor deze bebouwde gebieden wordt een bodemdaling van 0 tot 4 cm verwacht. Bij gelijkblijvend peil zullen de peilen t.o.v. maaiveld en de drooglegging met 0 tot 4 cm afnemen. Dit leidt niet tot zetting van de ondergrond (er is geen toename van de drooglegging). Of dit leidt tot wateroverlast in bebouwde gebieden waar deze bodemdaling optreedt (bijvoorbeeld in kelders), is verder niet beoordeeld.

Mocht er voor bepaalde peilvakken een peilindexatie plaatsvinden die de bodemdaling of de daling van het peilregulerend kunstwerk volgt dan kan de drooglegging binnen een peilgebied ook afnemen. In welke mate dit speelt is afhankelijk van het bodemdalingsverschil binnen een peilvak en in hoeverre het gereguleerde peil mee-daalt met deze bodemdaling (zie kader in de beoordelingsmethodiek). Het bodemdalingsverschil binnen een peilvlak varieert, los van de Friese Boezem waarvoor de aanname is dat het peil t.o.v. NAP ten alle tijden minimaal gehandhaafd wordt, tussen de 0 en 3 cm. De variatie aan bodemdaling binnen een peilgebied is daarmee altijd kleiner dan de grenswaarde van 5 cm. Bodemdaling zal in deze situatie niet zorgen voor een noemenswaardige afname van de drooglegging en daarom naar verwachting geen risico geven op zetting van de ondergrond ten opzichte van de fundering of ongelijkmatige zetting op gebouwniveau. Hierdoor ontstaan naar verwachting geen schadelijke effecten op bebouwing.

Waterveiligheid –keringen en gemalen

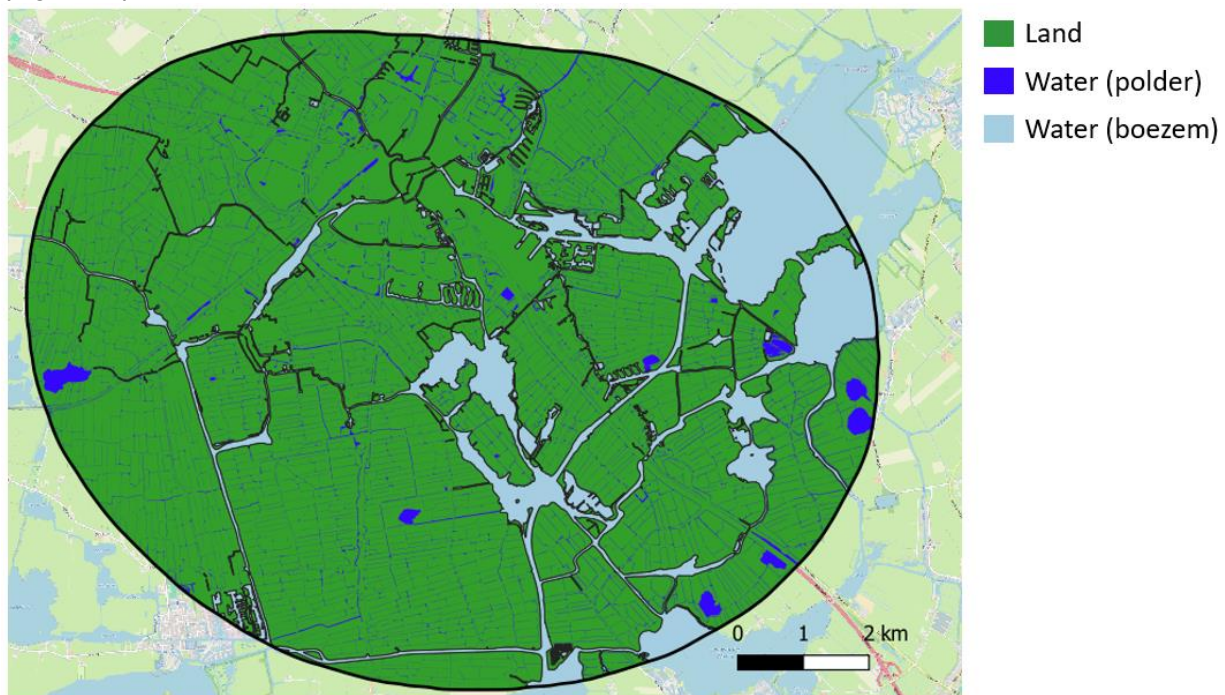
Binnen de invloedssfeer van de nieuwe winning ligt 299 km aantal keringen (209 km aan regionale keringen en 90 km aan lokale keringen), waarvan 176 km een bodemdaling heeft van 1 cm of meer (120 km regionaal en 56 km lokaal). Regionale kering liggen vooral om de meren en kanalen die behoren tot de Friese boezem. Overige keringen liggen bijvoorbeeld om de zomerpolders. Deze keringen zullen door bodemdaling dalen. Bij gelijkblijvend peil zal deze daling een verandering in de kerende hoogte als gevolg hebben. Het gaat om een daling in kerende hoogte van 0 tot 5 cm vanaf de start van de winning tot einde productie. De keringen zullen indien nodig opgehoogd moeten worden om voor toekomstige bodemdaling te compenseren. Buitendijks bevindt zich ook nog bebouwd gebieden. Of en in hoeverre het risico op wateroverlast toeneemt voor deze buitendijkse bebouwde gebieden is in deze memo niet beschouwd. Mocht dit zo zijn dan dienen er maatregelen genomen te worden om dit tegen te gaan, bijvoorbeeld door ophoging van terrein.

Binnen het gebied ligt een groot aantal gemalen (Figuur 3). Bij gelijkblijvend peil t.o.v. NAP zal de opvoerhoogte van deze gemalen niet veranderen: zowel het peil aan de hoog- en laagwaterzijde van het gemaal blijven hetzelfde en daarmee ook het peilverschil. Mochten er bemalen peilgebieden zijn waarvoor een peilindexatie wordt toegepast dan zal de opvoerhoogte van het gemaal toenemen. Voor de gemalen die op de boezem afwateren is in dit geval de toename in opvoerhoogte gelijk aan de peilindexatie in het peilgebied aan de laagwaterzijde van het gemaal.

Verlies aan waterberging

Bij het handhaven van peilen t.o.v. NAP heeft bodemdaling invloed op het waterbergend vermogen van de bodem en watergangen. Als de bodem zakt en de waterpeilen gelijk blijven komt een groter deel van de bodem onderwater te staan (het verzadigde deel) en wordt het onverzadigde deel van de bodem kleiner. Ook wordt de afstand tussen het waterpeil en de insteek van de watergang kleiner.

In deze memo is een verkennende analyse naar het verlies aan berging gedaan. Uitgangspunt bij deze verkennende analyse is dat het waterbergende vermogen van de bodem gemiddeld 10% is, wat betekent dat 1 cm bodemdaling ervoor zorgt dat er 1 mm minder water in de bodem kan worden geborgen. Dit is een relatief grove benadering, passend bij het detailniveau van de memo, waarbij bijvoorbeeld geen rekening gehouden wordt met bodemtype, landgebruik en hydrologische condities. Voor de oppervlaktewateren is uitgegaan van een waterbergend vermogen van 100%, waarbij iedere cm aan bodemdaling betekent dat er een cm minder water geborgen kan worden. Er wordt alleen gekeken naar de oppervlaktewateren in de polders. Boezemwateren worden niet meegenomen in deze analyse omdat het uitgangspunt is dat de keringen of kades om deze boezemwateren indien nodig worden opgehoogd waardoor het waterbergende vermogen behouden blijft. Het verlies aan berging is bepaald op basis van de bodemdaling door de toekomstige winning uit de Oppenhuizen gasvoorkomens (Figuur 2) en het type landoppervlak onderverdeeld in land, oppervlaktewater in polders, en oppervlaktewater in de boezem (Figuur 11).



Figuur 11. Oppervlak binnen de invloedssfeer van de toekomstige winning Land, oppervlaktewater in polders, en oppervlaktewater in Boezem.

Door de toekomstige winning uit gasvoorkomen Oppenhuizen zal bij gelijkblijvend peil het waterbergend vermogen van de ondergrond met circa 92.000 m³ afnemen. Het verlies aan waterbergend vermogen in de watergangen is circa 46.200 m³. Het totale verlies aan waterbergend vermogen bedraagt hiermee 138.200 m³. Een grove inschatting van het relatieve bergingsverlies ten opzichte van de totaal beschikbare berging in het gebied is circa 2%, uitgaande van een gemiddelde grondwaterstand van 0,5 m-mv en een gemiddelde bergingsruimte in het oppervlaktewatersysteem van 0,5 meter.

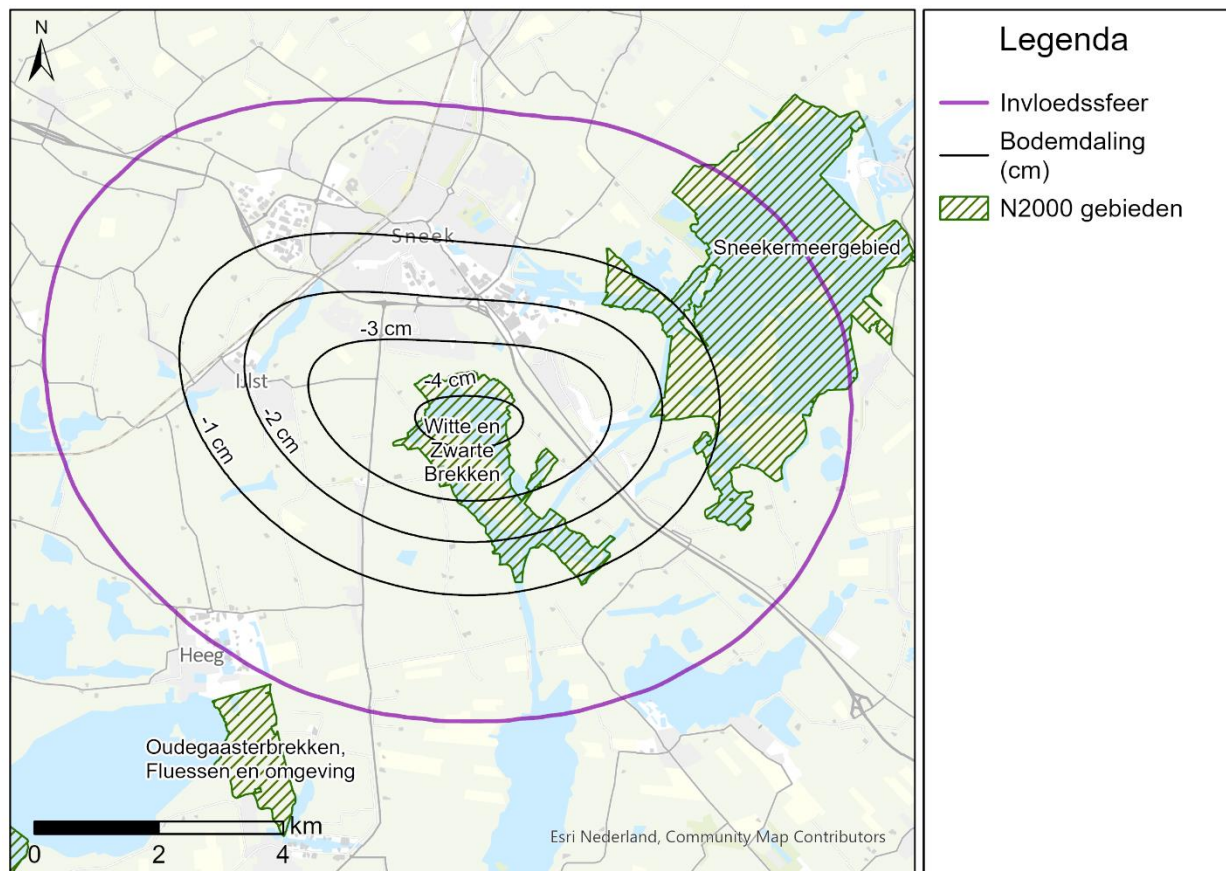
Bovenstaande verlies aan waterbergend vermogen treedt niet op als de peilen mee dalen met de bodemdaling. In dit geval is het de verwachting het totale waterbergend vermogen in het gebied ongeveer gelijk blijft. Wel kunnen binnen een peilgebied verschillen optreden, waarbij er op plekken met de minste bodemdaling een toename in waterbergend vermogen is en bij plekken met de meeste bodemdaling een afname.

Compensatie van het verlies aan berging kan gedaan worden door het aanwijzen van overloopgebieden of door het creëren van nieuw bergingsoppervlak door bijvoorbeeld de aanleg van natuurvriendelijke oevers. Nieuw bergingsoppervlak creëren is een ingrijpende maatregel, waarbij land moet worden aangekocht en veel grondverzet nodig is. Voorstel is om samen met het waterschap gedurende de bodemdaling te monitoren of er door bodemdaling knelpunten ontstaan door verminderde bergingscapaciteit, waaronder vernattingsproblemen of het niet meer voldoen aan de inundatie-normen zoals beschreven in het Nationaal Bestuursakkoord Water (NBW). In dit geval dient nader bepaald te worden of dit lokaal geaccepteerd kan worden of dat extra bergingscapaciteit aangebracht moet worden. Bij het lokaal accepteren van vernatting dient wel rekening te worden gehouden met nadeelcompensatie. Bij het implementeren van maatregelen is het advies om waar mogelijk aan te sluiten bij toekomstige regionale of landelijke beleidsprogramma's en visies (bijvoorbeeld FPLG, BOVI en WABOS)

Effect natuur

De Omgevingswet beschrijft dat beschermde en aangewezen natuurwaarden niet nadelig mogen worden beïnvloed. Indien nadelige effecten niet op voorhand kunnen worden uitgesloten, moeten deze effecten nader worden onderzocht. Voor de beoordeling van Natura 2000-gebieden geldt dat er mogelijk sprake is van negatieve effecten bij een verandering van de grondwaterstanden.

Binnen de invloedssfeer van de voorgenomen winning liggen twee Natura 2000-gebieden (Figuur 11): de Witte en Zwarte Brekken (centrum invloedsfeer) en een deel van het Sneekermeeergebied (oosten invloedsfeer). Beide Natura 2000-gebieden behoren tot het Friese Merengebied, en staan via de Friese boezem met elkaar in verbinding. Kenmerkend voor het Friese Merengebied is de afwisseling tussen grotere en kleinere wateroppervlakken die worden omgeven door kades, rietkragen, moeras, en uitgestrekte graslandpolders. Het gebied is belangrijk leef- en broedgebied voor verschillende soorten water- en moerasvogels en andere dieren die gebonden zijn aan natte omstandigheden. Het creëren aan peildynamiek, het vernatten van graslandpolders en het creëren van meer plas-dras situaties worden als maatregelen genoemd om het leefgebied voor een deel van deze soorten te verbeteren (Natura 2000-beheerplan Merengebied 2023-2029, RHDHV).



Figuur 12. Toekomstige bodemdaling en Natura-2000 gebieden.

Het huidige beleid van het waterschap is om de peilen t.o.v. NAP te handhaven en niet de bodemdaling te laten volgen. In dit geval zal bodemdaling zorgen voor een vernatting die gelijk is aan de bodemdaling: 0 tot 5 cm voor de Witte en Zwarte Brekken en 0 tot 4 cm voor het Sneekermeergebied. De vernatting is vooral voor oevers en landelijke delen (polders) relevant. Voor openwater zal er weinig veranderen. De vernatting van oevers en land zal geleidelijk plaatsvinden over de komende decennia, waardoor de natuur zich geleidelijk aan kan aanpassen. Deze vernatting heeft over het algemeen een neutraal tot positief effect op de natuur, maar dit is mede afhankelijk van het beheertype en de huidige (hydrologische) situatie. Het is het in dit geval aan te bevelen om de effecten van de bodemdaling en vernatting van oevers en landelijke delen met een nog nader te bepalen frequentie te laten beoordelen en monitoren door een ecooloog.

Bovenstaande geldt niet als de peilen mee-dalen met de bodemdaling. Hierdoor zou er zowel vernatting verdroging kunnen plaatsvinden, afhankelijk of het maaiveld meer of minder daalt dan het peil.

Literatuurlijst:

- Oriënterend onderzoek naar de gevolgen van bodemdaling door aardgaswinning op de waterhuishouding in Friesland, Ingenieursbureau voor Cultuurtechniek v.o.f. (IVC), RAP\960709.wp1\b, 18 juli 1996, Deventer.
- Natura 2000-beheerplan Merengebied 2023-2029, RHDHV, 2022.
- Legger Wetterskip Fryslân,
https://gis.wetterskipFryslân.nl/arcgis/rest/services/Legger_vastgesteld_2019/MapServer
- Kansenkaart veenweidegebied,
https://tiles.arcgis.com/tiles/L6oyL38cimu38LLx/arcgis/rest/services/Kansenkaart_veenweidegebi eden/MapServer