

VERMILION
E N E R G Y



Vermilion Energy Netherlands B.V.

Actualisatie Winningsplan Eesveen

Versie 3.1

19 juli 2024

Samenvatting

Dit document betreft een actualisatie van het winningsplan 'Eesveen'. Het meest recente winningsplan uit 2017 omvat productie uit de putten ESV-01 en ESV-02. Beide putten produceren gas uit de Rotliegend formatie. In de putten ESV-01 en ESV-02 is echter ook gas in de Zechstein formatie gevonden. Het gas in de Zechstein formatie was niet meegenomen in het winningsplan uit 2017.

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

1. Verlenging van productieduur uit Eesveen Rotliegend (put ESV-01) en toevoeging van de Zechstein formatie. Een boring van een extra put of een aftakking van een bestaande put kan nodig zijn om de Zechstein productie te optimaliseren.
2. Verlenging van productieduur uit Eesveen 2 Rotliegend (put ESV-02) en toevoeging van de Zechstein formatie.
3. Toevoegen van één of twee toekomstige boring(en) naar deelvoorkomen Eesveen North met mogelijk gashoudende formaties; Vlieland, Zechstein en Rotliegend.
4. Toevoegen van een toekomstige boring naar deelvoorkomen Eesveen Popup met mogelijk gashoudende formaties; Vlieland, Zechstein, Rotliegend en Carboon.

Het totaal aan nieuw te boren putten zoals hierboven benoemd is maximaal vier. Vermilion heeft tot januari 2024 in totaal 542 miljoen nm³ aardgas geproduceerd uit de deelvoorkomens Eesveen (ESV-01) en Eesveen 2 (ESV-02) en hoopt over de periode 2024 tot en met 2041 nog eens 1346 miljoen nm³ aardgas te winnen uit alle Eesveen voorkomens vermeldt in dit winningsplan.

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 voorkomens in dit winningsplan, de uiterlijke productiedatum, de maximaal verwachte bodemdaling en het seismisch risico.

Eesveen		
Productie tot en met:	31-december-2041	
Hoeveelheid productie Eesveen	1888	miljoen nm ³
waarvan na 1-1-2024:	1346	miljoen nm ³
Seismisch Risico Categorie:	Categorie I	
Samengestelde bodemdaling verwacht maximaal	<7	cm
waarvan na 1-1-2024 verwacht maximaal	<4	cm

De maximaal te verwachten samengestelde bodemdaling op het diepste punt van de bodemdalingsschijf door winning uit de Eesveen en omliggende deelvoorkomens staat aangegeven in de tabel hierboven, ervan uitgaande 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.

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 heeft 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.

Deelvoorkomen	Gemeente	Waterschap	Provincie
Eesveen	Steenwijkerland Westerveld	Drents Overijsselse Delta	Drenthe & Overijssel
Eesveen 2	Steenwijkerland Westerveld	Drents Overijsselse Delta	Drenthe & Overijssel
Eesveen North	Steenwijkerland Westerveld	Drents Overijsselse Delta	Drenthe & Overijssel
Eesveen Popup	Steenwijkerland Westerveld	Drents Overijsselse Delta	Drenthe & Overijssel

Inhoud

Samenvatting	2
Inhoud	4
Formulier aanvraag instemming winningsplan.....	7
1 Inleiding	10
1.1 Doel van dit het Winningsplan.....	10
1.2 Leeswijzer	10
2 Plaats van winning	12
2.1 Voorkomens in dit winningsplan.....	12
2.2 Overzicht ligging voorkomens en putten	12
2.3 Schematische weergave gas-behandeling en afvoer	14
3 Boringen	16
3.1 Inleiding: Algemene beschrijving van een put.....	17
3.2 Overzicht boringen in voorkomens.....	19
3.3 Schematische voorstelling putverbuizing(en)	19
3.4 Plaats en wijze waarop koolwaterstoffen in verbuizing treden	19
3.5 Putbehandelingen	20
4 Ondergrond	21
4.1 Inleiding: hoe worden de ondergrond-eigenschappen gemeten.....	21
4.2 Geologie en gesteente-eigenschappen van de voorkomens.....	21
4.2.1 Reservoir-formaties en afsluitende lagen	21
4.2.2 Structuur.....	24
4.2.3 Bron koolwaterstoffen	24
4.2.4 Geologische doorsnede van het reservoir	24
4.3 Gesteente-eigenschappen van de bovenliggende lagen.....	28
4.4 Andere gebruiksmogelijkheden van de ondergrond	28
5 Ontwikkelingsvooruitzichten.....	29
5.1 Inleiding	29
5.2 Historische productie en productie-gedrag	29
5.3 Onzekerheden	30
5.4 Winningsstrategie en reservoir management	30
5.5 Vooruitzichten voor productievolume per voorkomen per jaar	30
5.5.1 Eesveen Rotliegend	31
5.5.2 Eesveen 2 Rotliegend	31
5.5.3 Eesveen Zechstein, Eesveen 2 Zechstein en Eesveen North Zechstein	32
5.5.4 Eesveen North Rotliegend en Eesveen North Vlieland	33
5.5.5 Eesveen Popup	34
5.6 Duur van de winning	35
5.7 Jaarlijks eigengebruik bij winning.....	35
5.8 Jaarlijks bij winning afgeblazen/afgefakkelde koolwaterstoffen	35
5.9 Gassamenstelling en stoffen die jaarlijks worden meegeproduceerd.....	35
5.10 Jaarlijks bij winning in de ondergrond terug te brengen delfstoffen en andere stoffen	36

6	Bodemdaling	37
6.1	Inleiding: hoe bodemdaling tot stand komt	38
6.1.1	Gaswinning.....	38
6.1.2	De oorzaken van bodemdaling	38
6.1.3	Autonome bodemdaling	38
6.1.4	Metten en voorspellen van bodemdaling	39
6.2	Bodemdalingsmodel.....	40
6.3	Historische bodemdaling	40
6.4	Bodemdalingsvooruitzichten en -onzekerheid	42
6.5	Monitoring van bodemdaling	43
6.6	Mogelijke gevolgen van de verwachte bodemdaling	43
6.6.1	Gevolgen voor gebouwen en infrastructuur	43
6.6.2	Gevolgen voor natuur en milieu en landbouw.....	44
6.7	Maatregelen om (gevolgen van) bodemdaling te voorkomen of te beperken	44
7	Bodemtrilling.....	45
7.1	Inleiding: hoe komen bevingen ten gevolge van gaswinning tot stand?.....	45
7.2	Historische bevingen in de deelvoorkomens van dit winningsplan.....	45
7.3	Opzet van de Seismische Risico Analyse.....	45
7.4	Resultaat Seismische Risico Analyse	46
7.5	Monitoring van bodemtrillingen	47
7.6	Mogelijke gevolgen van bevingen ten gevolge van gaswinning	47
7.6.1	Schade openbare infrastructuur door bodemtrillingen ten gevolge van gaswinning	47
7.6.2	Schade aan gebouwen en bouwwerken door bodemtrillingen ten gevolge van gaswinning	47
7.6.3	Gevolgen voor natuur en milieu door bodemtrillingen ten gevolge van gaswinning.....	47
7.7	Maatregelen om (gevolgen van) bodemtrillingen te voorkomen of te beperken.....	48
8	Overige Omgevingsaspecten.....	49
8.1	Inleiding	49
8.2	Schade-afhandeling	49
8.3	Gedragscode.....	49
8.4	Maatschappelijke verantwoordelijkheid	49
9	Verklarende woordenlijst.....	51
10	Referenties	52
11	Bijlage: Plotplannen van de aardgaswinningslocaties	53
12	Bijlage: Proces-schema van de winningslocaties	55
13	Bijlage: Putverbuizingen en perforaties	57
14	Bijlage: Geologische kaart	60
15	Bijlage: Analyse en Berekening Bodemdaling	64
15.1	Bodemdalingsmodel.....	64
15.2	Andere gasvoorkomens in de omgeving.....	64
15.3	Analyse bodemdalingsmetingen & regionale historische bodemdaling.....	66
15.4	Bodemdalingsverwachtingen en onzekerheden	68

16	Bijlage: Seismische Risico Analyse: Details en Achtergronden	75
16.1	Algemeen kader voor Seismische Risico Analyse	75
16.2	Seismische Risico Analyse voor de deelvoorkomens in dit winningsplan	75
16.2.1	Niveau 1: Screening Potentieel	75
16.2.2	Niveau 2: Risico Matrix	78
16.2.3	Niveau 2: Risico Matrix	94
16.2.4	Kaarten t.b.v. oppervlakte factoren in Niveau 2: Risico Matrix	97
17	Bijlage Gedetailleerde effectanalyse bodemdaling op natuur	100

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 Eesveen	☐ 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	
	A1.4) E-mail	permittingnl@vermilionenergy.com
	A1.5) Telefoon	+31
Mbw 34 lid 2 en Mbw 22	A1.6) Indiener	☒ is houder van de vergunning ☐ is uitvoerder cf. artikel 22 Mbw
	A2) Winningsvergunningengebied(en)	Steenwijk, Drenthe VI, Drenthe IIa
Mbw 34 lid 1 Mbb 24 lid 1a	A2.1) Voorkomen(s) koolwaterstoffen	Eesveen
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 1 ^e ,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 1 ^e , Mbb 24 lid 1 ^l ,	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.	15.4
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.	15.4
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 aspecten	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
Mbw 36 lid 1c	Gevolgen voor het milieu	6.62, 7.6.3
Mbw 36 lid 1d	Gevolgen voor de natuur	6.62, 7.6.3 en Bijlage 17
Mbw 36 lid 1e	Efficiëntie en verantwoordelijkheidszin, daaronder mede verstaan maatschappelijke verantwoordelijkheidszin	8.4

Ondertekening  Naam: _____ Functie: Permitting Advisor	Datum: 19 juli 2024 Plaats: Harlingen
---	--

1 Inleiding

1.1 Doel van dit het Winningsplan

Vermilion Energy Netherlands B.V. (Vermilion, VEN) is houder van de winningsvergunningen Steenwijk, Drenthe Ila en Drenthe VI. 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 meest recente winningsplan uit 2017 omvat de deelvoorkomens Eesveen en Eesveen 2 die met respectievelijk de putten ESV-01 en ESV-02 zijn aangeboord. Beide putten produceren gas uit het Rotliegend reservoir. De reden voor de indiening van dit winningsplan is om instemming te vragen voor het volgende:

:

1. Verlenging van productieduur uit Eesveen Rotliegend (put ESV-01) en toevoeging van de Zechstein formatie. Een boring van een extra put of een aftakking van een bestaande put kan nodig zijn om de Zechstein productie te optimaliseren.
2. Verlenging van productieduur uit Eesveen 2 Rotliegend (put ESV-02) en toevoeging van de Zechstein formatie.
3. Toevoegen van één of twee toekomstige boring(en) naar deelvoorkomen Eesveen North met mogelijk gas houdende formaties; Vlieland, Zechstein en Rotliegend.
4. Toevoegen van een toekomstige boring naar deelvoorkomen Eesveen Popup met mogelijk gas houdende formaties; Vlieland, Zechstein, Rotliegend en Carboon.

Tabel 1-1: Geschiedenis Winningsplan Eesveen

Versie	Datum	Beschrijving
1.0	Apr-2014	Eerste versie. In productie nemen van put ESV-01
2.0	Feb-2017	Actualisatie. Boring van en productie uit put ESV-02
3.0	Feb-2024	Verlenging productieduur uit de Rotliegend formatie Actualisatie, toevoegen van Eesveen 2 Zechstein en Eesveen Zechstein productie en toekomstige boringen naar nieuwe deelvoorkomens Eesveen North en Eesveen Popup.
3.1	19 juli 2024	Actualisatie omvat ook toekomstige extra boringen om de gas productie uit de Zechstein formatie te verbeteren.

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 voorkomens 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 en Hoofdstuk 8 de overige omgevingsaspecten.

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

De berekeningen en inschattingen worden gecontroleerd door TNO-AGE en Staatstoezicht op de Mijnen (SodM). Betrokken overheden (provincies, gemeenten, waterschap) brengen advies uit aan de

Minister van Klimaat en Groene Groei. Als laatste brengt de Mijnraad advies uit, gebaseerd op alle eerdere adviezen.

Eventuele toekomstige activiteiten op de winningslocatie (bijvoorbeeld toevoegen van compressie) zullen de gangbare vergunningprocedures volgen.

Een klein onderdeel van het winningsplan wordt apart toegezonden aan het Ministerie van Klimaat en Groene Groei. 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 gasvolumeberekeningen.

2 Plaats van winning

2.1 Voorkomens in dit winningsplan

Dit winningsplan beschrijft de productie uit het Eesveen voorkomen.

Het deelvoorkomen Eesveen is aangetoond met put ESV-01 in 1986. Productie is gestart in 2015.

Het deelvoorkomen Eesveen 2 is aangetoond met put ESV-02 in 2017. Productie is gestart in 2017.

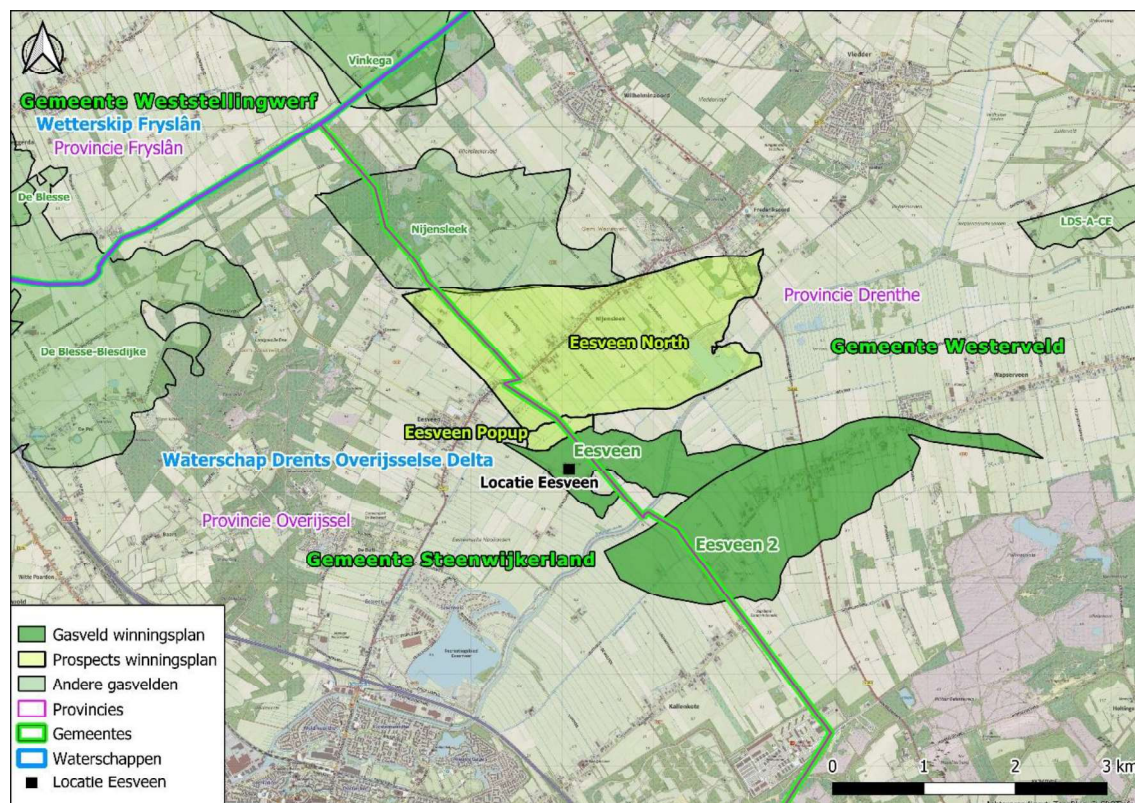
ESV-01 en ESV-02 produceren beiden uit de Rotliegend formatie. ESV-02 heeft met een test ook gas aangetoond in de Zechstein formatie en ook ESV-01 heeft wat gas gemeten in de Zechstein formatie. Het plan is om gas uit de Zechstein formatie te produceren wanneer gasproductie uit de Rotliegend formatie stopt.

Verder ziet Vermilion mogelijkheden om nieuwe deelvoorkomens aan te boren vanaf de Eesveen 1 locatie, namelijk de deelvoorkomens Eesveen North en Eesveen Popup.

Indien de gasvolumes uit de Zechstein formatie niet effectief kunnen worden gewonnen is er een plan om een extra put of aftakkingen te boren om de Zechstein productie van het deelvoorkomen te 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 Drenthe en Overijssel.



Figuur 2-1: Topografische kaart met locatie Eesveen (zwart vierkant), en de deelvoorkomens Eesveen en Eesveen 2 (donker groen). In de omgeving zijn meerdere bestaande voorkomens gelegen (licht groen). De deelvoorkomens Eesveen North en Eesveen Popup (geel) bevinden zich ten noorden van de locatie Eesveen.

Tabel 2-1 geeft aan binnen welke gemeentegrenzen de deelvoorkomens liggen. Het deelvoorkomen Eesveen 2 ligt in de provincie Drenthe, het deelvoorkomen Eesveen en de deelvoorkomens Eesveen North en Eesveen Popup bevinden zich op de grens van Drenthe en Overijssel, zie Figuur 2-1.

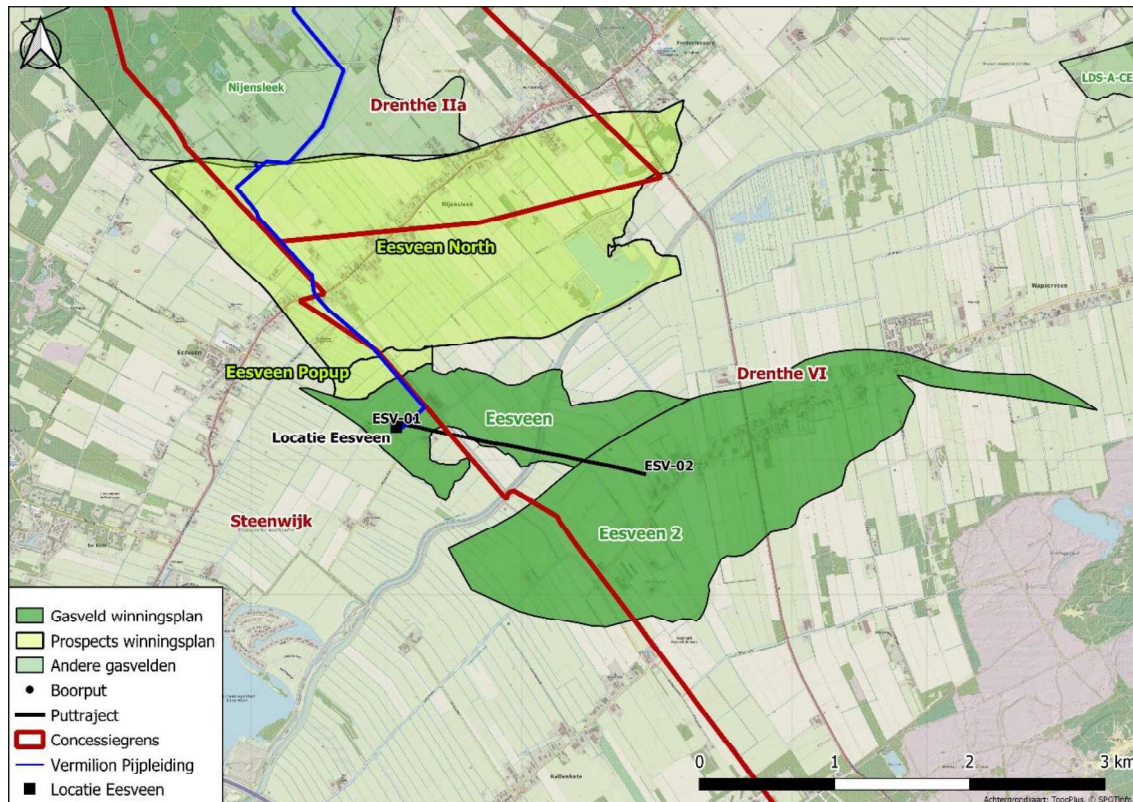
Deelvoorkomen	Gemeente	Waterschap	Provincie
Eesveen - Rotliegend - Zechstein	Westerveld Steenwijkerland	Waterschap Drents Overijsselse Delta	Drenthe & Overijssel
Eesveen 2 - Rotliegend - Zechstein	Westerveld Steenwijkerland	Waterschap Drents Overijsselse Delta	Drenthe & Overijssel
Eesveen Pop-Up - Vlieland - Zechstein - Rotliegend - Carboon	Westerveld Steenwijkerland	Waterschap Drents Overijsselse Delta	Drenthe & Overijssel
Eesveen North - Vlieland - Zechstein - Rotliegend	Westerveld Steenwijkerland	Waterschap Drents Overijsselse Delta	Drenthe & Overijssel

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

De kadastrale informatie van de aardgasproductie locatie is gegeven in de onderstaande tabel. In de bijlage, hoofdstuk 11, is een plattegrond van de 'Eesveen 1' locatie opgenomen.

Mijnbouwlocatie	Eesveen 1
Gemeente	Steenwijk
Sectie	G
Nummer	1206 & 1204
Adres	De Wulpen, Eesveen

Tabel 2-2: Kadastrale informatie winningslocatie.



Figuur 2-2: Topografische kaart Eesveen voorkomen met de bestaande verticale ESV-01 put, en de gedeveerde ESV-02 put en winningsvergunninggrenzen (in legenda: 'Concessiegrens' genaamd).

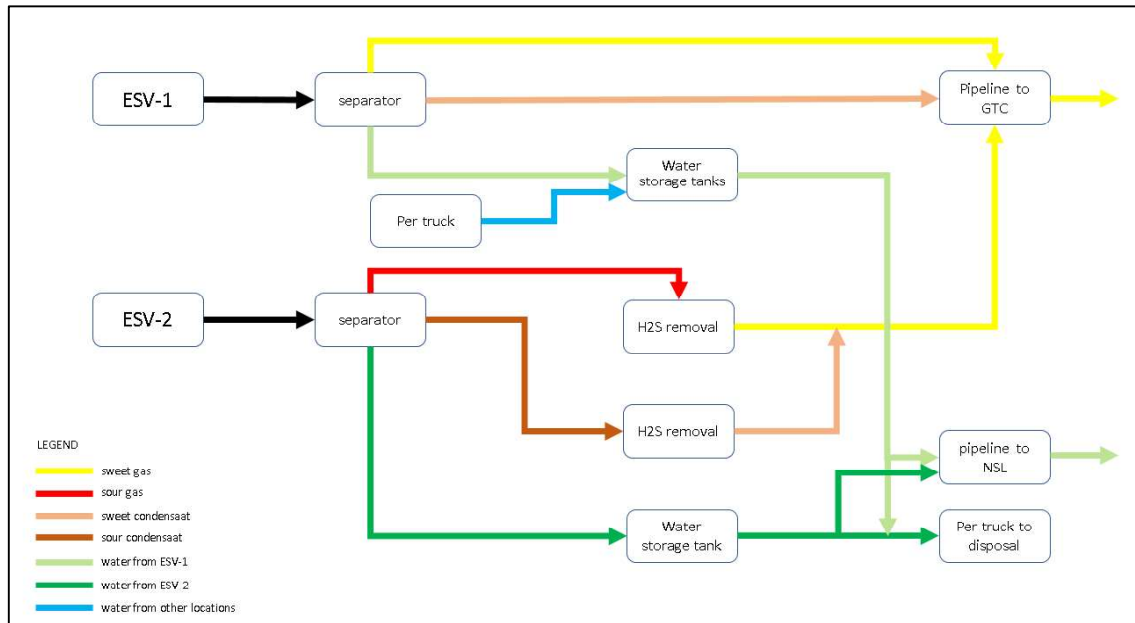
2.3 Schematische weergave gas-behandeling en afvoer

Op de locatie wordt het gas van de mee-geproduceerde vloeistoffen gescheiden. Water wordt vanuit een bovengrondse opslagtank via een ondergrondse pijpleiding getransporteerd naar een externe locatie en daar teruggevoerd in de diepe ondergrond. Eventueel kan het geproduceerde water ook per vrachtwagen worden afgevoerd en extern worden verwerkt. Het aardgascondensaat wordt via de gasleiding naar het aardgasbehandelingsstation Garijp (GTC) getransporteerd. Hier wordt het gas na behandeling en meting via een ondergrondse transportleiding aan de afnemer 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 van de winningslocatie Eesveen te zien.

Het ESV-02 Zechstein gas bevat H_2S . Figuur 2-3 toont schematisch de toekomstige procesgang voor de zwavelbehandeling die nodig is voor het gas uit de Zechstein formatie. De noodzakelijke vergunningprocedures zullen worden doorlopen, het proces-schema kan dus veranderen in de tijd.

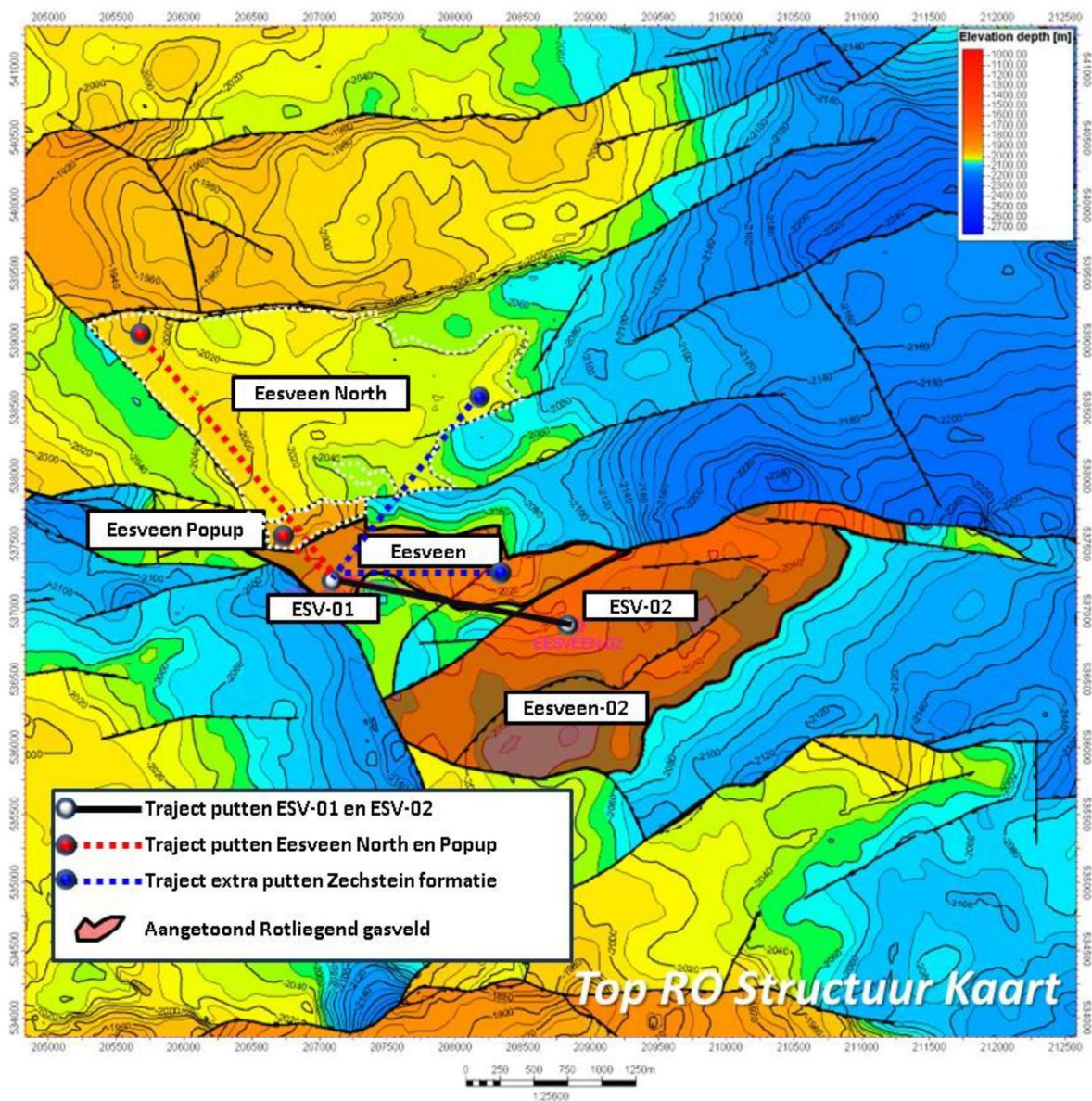
Mijnbouwlocatie Eesveen wordt op afstand gecontroleerd en gemonitord vanuit een permanent bemande controlekamer te GTC bij Garijp. Operators bezoeken regelmatig de locatie voor controles en onderhoud.



Figuur 2-3: Schetsmatig overzicht van de toekomstige procesgang voor de zwavelbehandeling op de locatie van dit winningsplan (eventuele H₂S verwijdering van bijvoorbeeld put ESV-1 is ook onderdeel van dit winningsplan, maar is niet aangegeven in dit figuur om het schema overzichtelijk te houden).

3 Boringen

Dit winningsplan bevat twee bestaande putten (ESV-01 en ESV-02) en vier nieuwe gedeveierde boringen (Figuur 3-1). De nieuwe putten worden vanuit de bestaande Eesveen 1 locatie geboord d.m.v. nieuw te realiseren putkelders of als aftakking vanuit een bestaande put op locatie. De eerste twee nieuwe putten zullen de deelvoorkomens Eesveen North en Eesveen Popup aanboren. Als blijkt dat er voldoende gas potentieel is aangetoond in het Zechstein gesteente van Eesveen North dan is de verwachting dat de productie prestatie van het Zechstein verbeterd moet worden door een extra gedeveierde put in het Eesveen North deelvoorkomen. De Zechstein formatie bij de locatie van de bestaande put ESV-01 is slecht doorlaatbaar. Om de productie prestatie van het Eesveen Zechstein te verbeteren is er in dit winningsplan ook voor het deelvoorkomen Eesveen een extra gedeveierde put meegenomen.



Figuur 3-1: Top Rotliegend structuurkaart. De bestaande putten ESV-01 en ESV-02 zijn geboord vanaf Eesveen 1 locatie. ESV-01 is verticaal geboord en put ESV-02 is gedeveierd geboord. De rode stippellijn tonen de toekomstige gedeveierde boortrajecten vanaf de Eesveen 1 locatie naar de prospects Eesveen North en Eesveen Popup en de blauwe boortrajecten zijn de toekomstige trajecten voor de gedeveierde putten voor Eesveen North Zechstein en Eesveen Zechstein.

3.1 Inleiding: Algemene beschrijving van een put

Figuur 3-2 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, wordt een schuifdeur (*sliding side door*) 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.

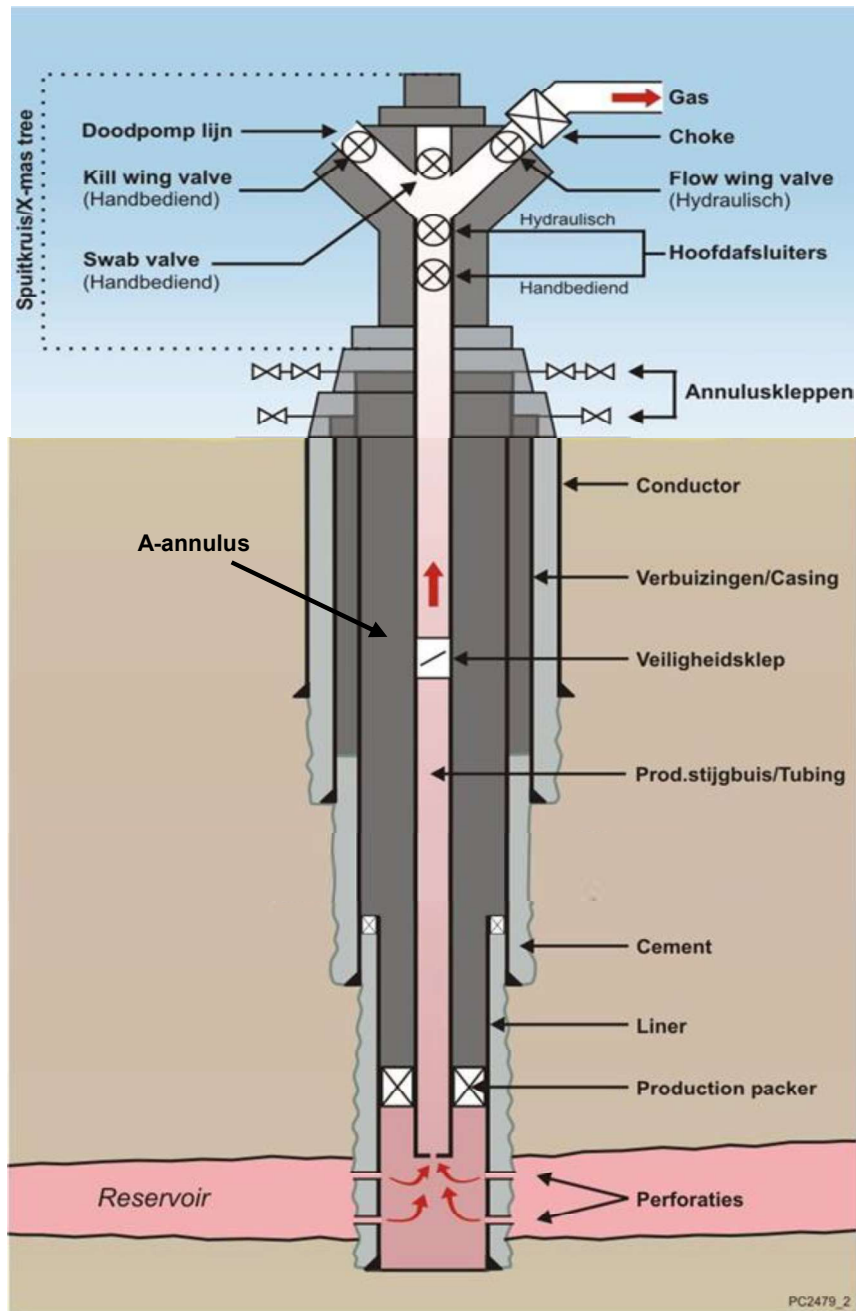
De put is voorzien van beveiligingskleppen. Die kunnen met behulp van hydraulische druk worden geopend, opengehouden en dicht gezet. Zonder hydraulische druk sluiten de kleppen. In de put zijn de volgende beveiligingskleppen aanwezig:

- 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 3-2: 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

Er zijn twee actieve putten in de deelvoorkomens in dit winningsplan. 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.

Figuur 3-1 toont de structuur kaart van de top Rotliegend formatie met daarop geprojecteerd de Eesveen 1 locatie, de bestaande putten ESV-01 en ESV-02 plus de trajecten van de gedevieerde nieuwe boringen naar de deelvoorkomens Eesveen North en Eesveen Popup. De blauwe stippellijnen tonen de trajecten van de extra boringen naar het Zechstein in Eesveen North en Eesveen.

Dit winningsplan heeft vier toekomstige boringen, in eerste instantie worden er putten geboord naar 'Eesveen North' en 'Eesveen Popup'. Daarna wordt in een tweede boorcampagne twee extra putten geboord om de gas ontwikkeling en de prestatie te verbeteren van de Zechstein formaties uit de Eesveen en Eesveen North deelvoorkomens. Deze deelvoorkomens kunnen vanaf de Eesveen 1 locatie aangeboord worden met een nieuwe put of met een aftakking uit een bestaande put. De naamgeving van de putten is daarvan afhankelijk. Een geheel nieuwe put heet dan b.v. ESV-03, een aftakking b.v. ESV-01-S1. De extra putten naar het Zechstein zullen gedevieerde putten zijn of aftakkingen, en volgen in principe de genummerde naamgeving in chronologische volgorde, bijvoorbeeld ESV-05 of ESV-03-S1.

Tabel 3-1: Bestaande putten in de deelvoorkomens van dit winningsplan. 'Gedevieerd' betekent dat het boortraject niet recht naar beneden is maar gebogen.

Locatie	Put	Jaar boring	Put vorm	Formatie(s)	Cumulatieve gas-productie per 31/Dec/2023 [$\times 10^6 \text{ nm}^3$]	Status (31-Dec-2023)
Eesveen 1	ESV-01	1986	Verticaal	Zechstein, Rotliegend	50	Tijdelijk ingesloten
Eesveen 1	ESV-02	2017	Gedevieerd	Zechstein, Rotliegend	492	Producterend

3.3 Schematische voorstelling putverbuizing(en)

In de bijlage Hoofdstuk 13, Bijlage: Putverbuizingen en perforaties, zijn de verbuizingen van de putten in dit winningsplan geschetst.

De verwachting is dat de verbuizing van de toekomstige putten ongeveer hetzelfde zal zijn als voor put ESV-02.

3.4 Plaats en wijze waarop koolwaterstoffen in verbuizing treden

Bij het completeren worden er perforaties (gaten) 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 3-2.

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 leven 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 worden de ondergrond-eigenschappen 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 Eesveen voorkomen heeft een lengte van ± 6 km en een breedte van ± 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 zijn.

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 zullen 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 14.

4.2.1 Reservoir-formaties en afsluitende lagen

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

1. Limburg groep (Carboon): 350 tot 300 miljoen jaar geleden
2. Boven-Rotliegend groep (Slochteren): 260-270 miljoen jaar geleden
3. Zechstein groep (Zechstein Carbonaat): 250-260 miljoen jaar geleden
4. Rijnland groep (Vlieland): 135-140 miljoen jaar geleden

Figuur 4-1 toont de geologisch lagen en reservoirs die gevonden zijn met de boorputten ESV-01 en ESV-02. In het Eesveen voorkomen zit het gas in zandsteen van de zogenaamde Rotliegend groep (Slochteren formatie) en ook in Zechstein carbonaten. Het voorkomen wordt afgedekt (en afgesloten)

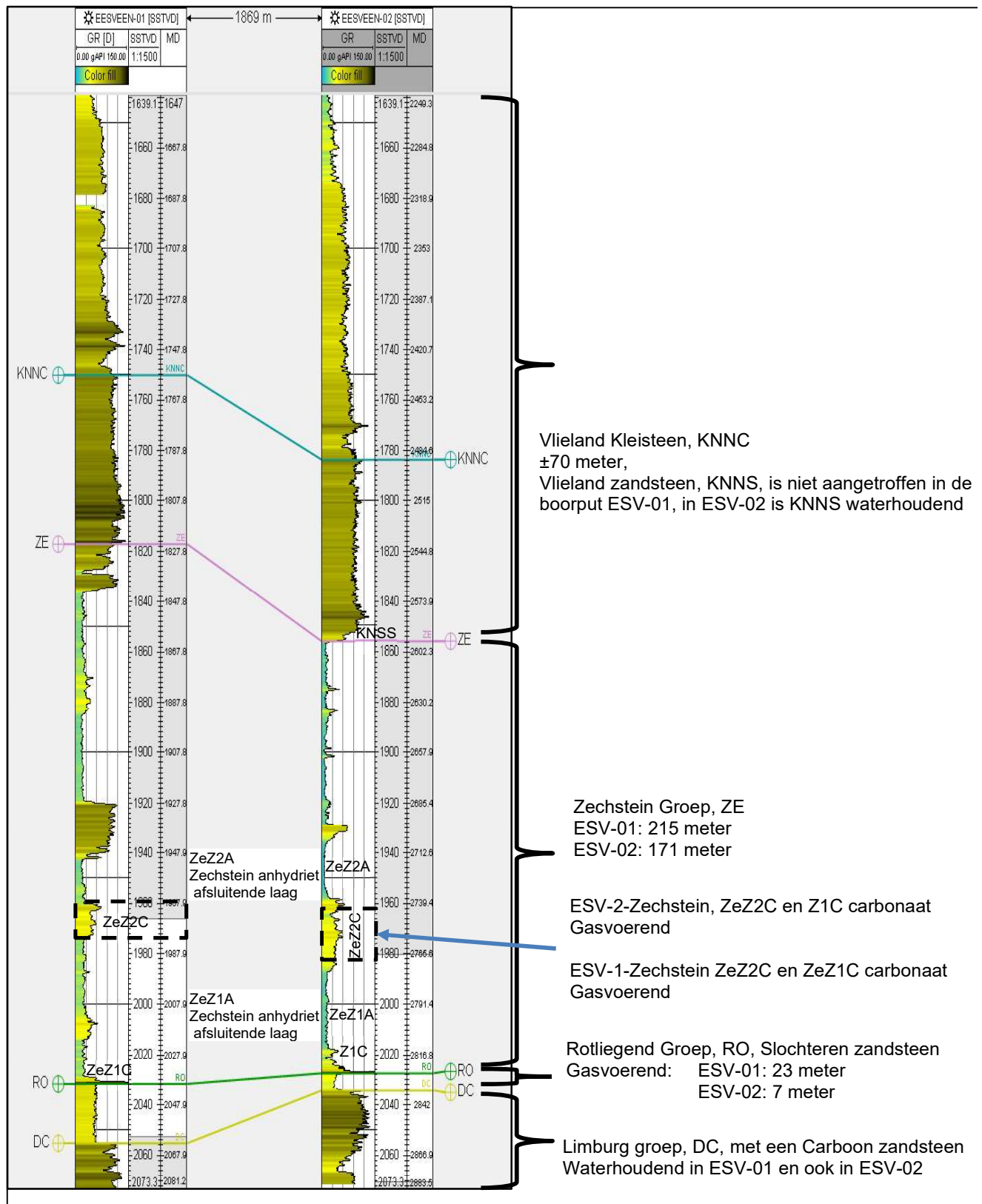
door anhydriet (Zechstein groep). Beide groepen zijn 250-300 miljoen jaar geleden afgezet in de geologische tijd genaamd Perm.

In ESV-01 en ESV-02 is het Carboon in de Limburg groep aangeboord. Het zandsteen reservoir in het Carboon is waterhoudend in ESV-01 en ESV-02. Er wordt daarom niet vanuit gegaan dat het Carboon deel uitmaakt van het Eesveen gasvoorkomen. Echter, de put die bestemd is voor de structuur Eesveen Popup zal een structuur aanboren die ondieper ligt waardoor er een kans bestaat dat in deze Eesveen Popup structuur een zandsteen uit de Limburg groep wordt gevonden die gashoudend is.

De verwachting is dat de nieuwe putten het meest 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 kwartzanden. Ze zijn een meter tot enkele tientallen meters dik met zo nu en dan dunne (millimeter schaal) kleilagen ertussen. De putten ESV-01 en ESV-02 tonen aan dat rondom het Eesveen voorkomen de dikte van het Slochteren reservoir varieert van 7m tot 23m.

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 het Eesveen Rotliegend voorkomen. 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 ESV-2. Figuur 4-1 laat boorput ESV-2 zien met de carbonaat lagen, ZE2C en ZE1C. Deze wordt afgesloten door de bovenliggende afsluitende anhydriet lagen ZE2A en ZE1A.

Figuur 4.1 laat ook de Vlieland kleisteen formatie zien, deze formatie is ongeveer 125-140 miljoen jaar geleden afgezet tijdens de geologische periode genaamd "Onder-Krijt". Het Vlieland zandsteen is niet aangetoond met ESV-1 en ESV-2. Echter Vlieland zandsteen en -Kleisteen formaties komen doorgaans vertand voor, dit houdt in dat de formaties gelijktijdig vingervormig in elkaar grijpen. Er is een vermoeden dat de Vlieland zandsteen gevonden kan worden ten noorden van de Eesveen locatie in de structuur van Eesveen North. De Vlieland zandsteen is een strandwalzandsteen (coastal-barrier sand) die gerelateerd is aan een stijging van de zeespiegel tijdens het Vroeg-Krijt. Het traject van de boorput 'Eesveen North' is ongeveer 1.5 km ten noorden van het bestaande Eesveen veld en maakt kans om Vlieland zandsteen (KNNS) aan te treffen. Mocht de Vlieland zandsteen worden gevonden en gashoudend zijn dan wordt het reservoir afgesloten door de Vlieland Kleisteen (KNNC). De Vlieland kleisteen is impermeabel en bewezen als een afsluitende laag in andere voorkomens.



Figuur 4-1: ESV-01 en ESV-02 type log met Slochteren zandsteen, Zechstein carbonaat en Vlieland kleisteen (Vlieland zandsteen is enkel aangetroffen in ESV-02).

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 schuinliggende 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 Eesveen voorkomen ligt op het Friesland platform ten noorden van het zogenaamde Texel-IJsselmeer hoog.

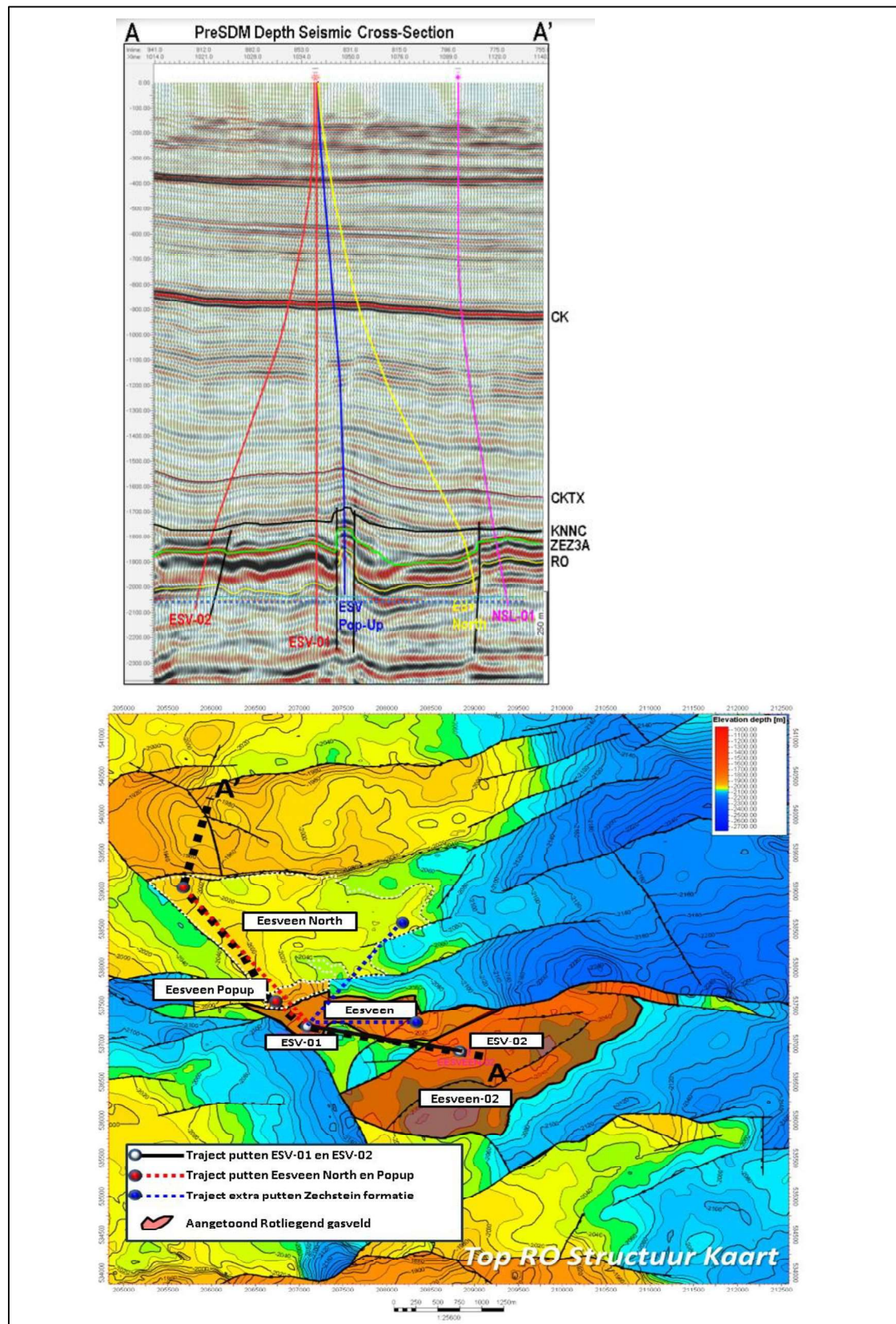
Deze tektonische bewegingen hadden tot gevolg dat het gebied omhoogkwam en daarmee startte een lange periode van erosie. Aanzienlijke hoeveelheden van de Zechstein en Trias afzettingen zijn weg ge-erodeerd. De Jura is niet aangetoond in de omringende putten. Na deze periode van omhoogkomen en erosie, 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

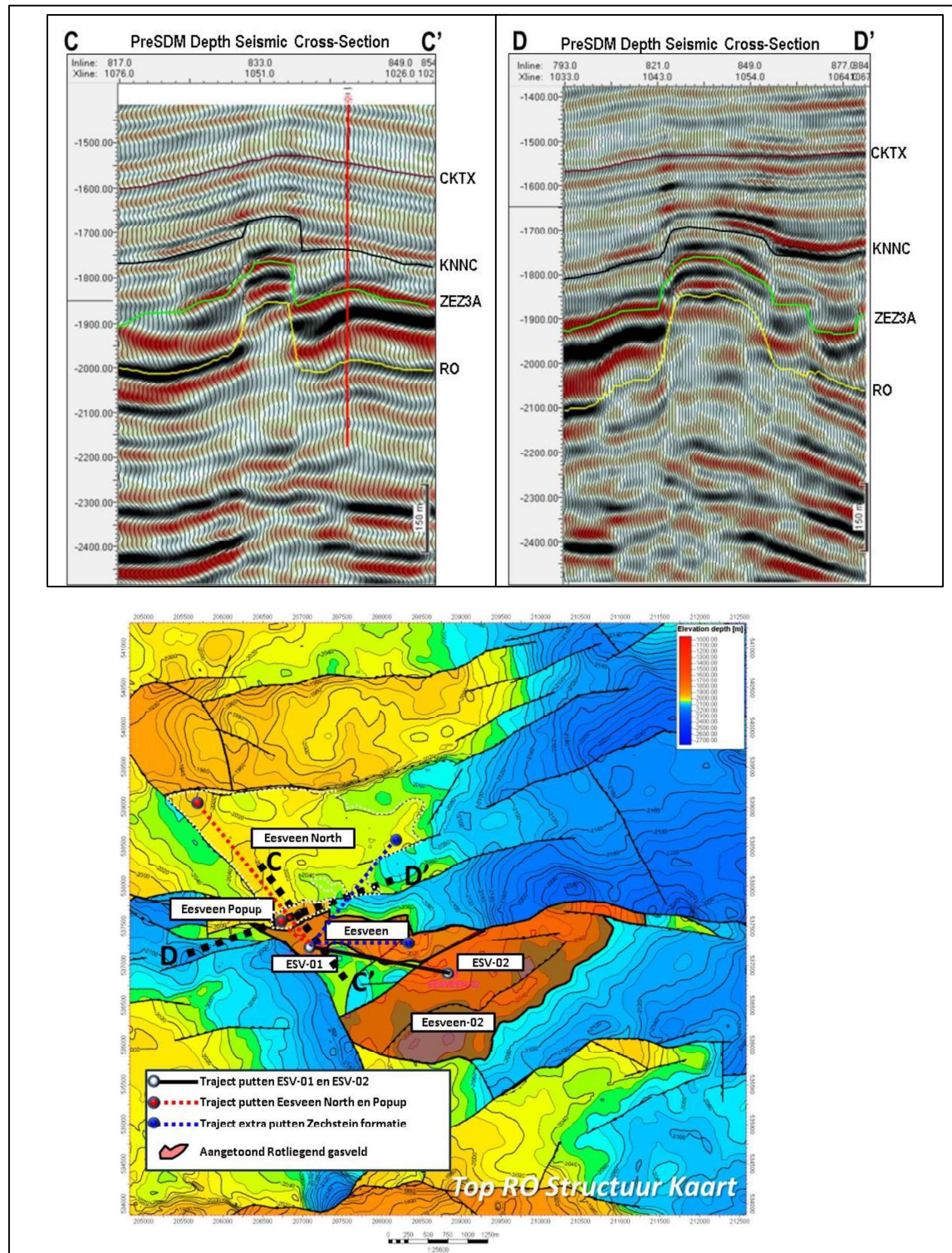
Tijdens de geologische geschiedenis worden lagen die organische bestanddelen bevatten soms diep begraven. Dat kan leiden tot het genereren van gas of olie. Hier gebeurde het genereren van gas in het Carboon pakket. Het gas is daarna naar boven gestroomd en in de Slochteren en Zechstein reservoirs van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

4.2.4 Geologische doorsnede van het reservoir

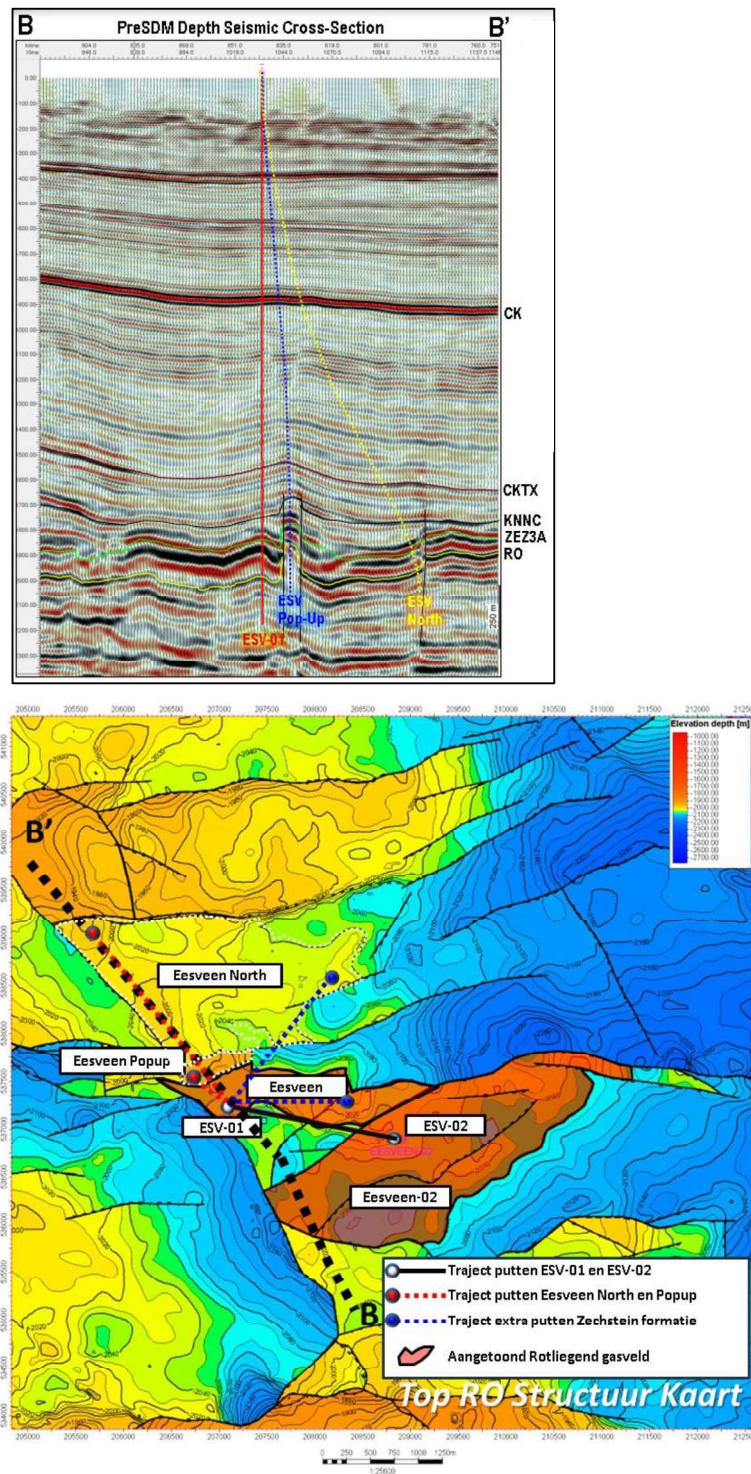
Figuur 4-2 is een Oost-West doorsnede van het Eesveen voorkomen met put projecties, de bijbehorende locatiekaart toont de doorsnede geprojecteerd op de top structuurkaart van de Rotliegend formatie. Ten oosten van de Eesveen -1 locatie bevindt zich de put Eesveen 2 (ESV-02).



Figuur 4-2: Doorsnede van de Eesveen deelvoorkomens; De verticale schaal geeft de diepte in meters aan. De locatie van de doorsnede is geprojecteerd weergegeven op de Top Rotliegend structuurkaart middels een zwarte gestippelde lijn (A-A').



Figuur 4-3: Twee seismische doorsnedes van het deelvoorkomen Eesveen Popup en een kaart met de locatie van de doorsnede C-C' en D-D' (zwarte gestippelde lijnen). De verticale schaal in de doorsnedes geeft de diepte in meters aan. De figuren tonen een omhoog geschoven structuur (vandaar ook de naam 'Popup'). De Popup structuur is niet in direct contact met het ESV-01 reservoir en kan gashoudend zijn.



Figuur 4-4: Eesveen North Seismische doorsnede vanuit het zuiden naar het noorden (B-B'). De verticale schaal in de doorsnede geeft de diepte in meters aan. De locatie van de doorsnede is geprojecteerd weergegeven op de Top Rotliegend structuurkaart middels een gestippelde zwarte lijn (B-B').

4.3 Gesteente-eigenschappen van de bovenliggende lagen

Vlieland Kleisteen is een kleiformatie die impermeabel is. Het is een afdekkende kleisteenlaag voor het Vlieland Zandsteen reservoir en eventueel andere diepere reservoirs. Boven de Vlieland Kleisteen bevindt zich nog ongeveer 1700 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: deze formatie bestaan uit krijtsteen
 - Texel: deze formatie bestaan uit krijtsteen
Holland:
Deze formatie bestaat uit impermeabele kleilagen en mergel.

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

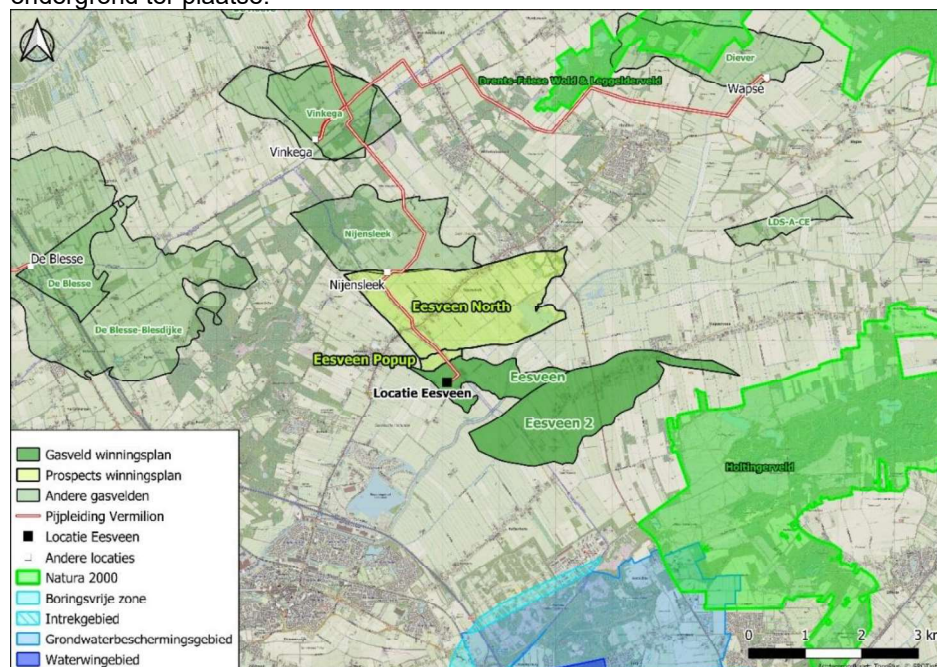
4.4 Andere gebruiksmogelijkheden van de ondergrond

Figuur 4-5 is een overzichtskaart met andere gebruiksmogelijkheden in de omgeving van de deelvoorkomens in dit winningsplan. Er is momenteel geen geothermie project in de directe omgeving van het Eesveen voorkomen.

In de buurt van Eesveen locatie vindt er geen grondwaterwinning plaats. Grondwaterwinning vindt plaats op 4 km afstand van de Eesveen locatie. 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 4-5: Overzicht van ligging van Eesveen ten opzichte van grondwaterbeschermingsgebied (blauw) en Natura-2000 gebieden (lichtgroen).

5 Ontwikkelingsvooruitzichten

5.1 Inleiding

Het Eesveen voorkomen ligt in het oostelijke deel van de Steenwijk winningsvergunning, het westelijk deel van de Drenthe VI winningsvergunning en het zuidelijk deel van de Drenthe IIa winningsvergunning. Het Eesveen deelvoorkomen is in 1986 aangeboord door de NAM met de put ESV-01. De put ESV-01 is destijds getest maar werd niet economisch winbaar bevonden, op grond van een analyse gebaseerd op 2D seismische lijnen.

In 2005 heeft Vermilion een nieuwe test uitgevoerd en sindsdien is er ook nieuwe 3D seismiek beschikbaar. Dit heeft de inschatting van de vorm van het voorkomen veranderd; de winning bleek nu wel economisch te zijn. Sinds 2015 wordt er door Vermilion gas uit het voorkomen gewonnen.

Het deelvoorkomen Eesveen 2 is aangeboord in 2017 met put ESV-02. Dit voorkomen bevat gas in het Rotliegend en Zechstein gesteente. Productie is gestart in 2017 uit het Slochteren reservoir (Rotliegend groep). Er vindt momenteel geen productie plaats uit het Zechstein. Het plan is om de ESV-02 Zechstein productie op te starten na het al dan niet tijdelijk stoppen van de productie uit het Rotliegend-Slochteren reservoir.

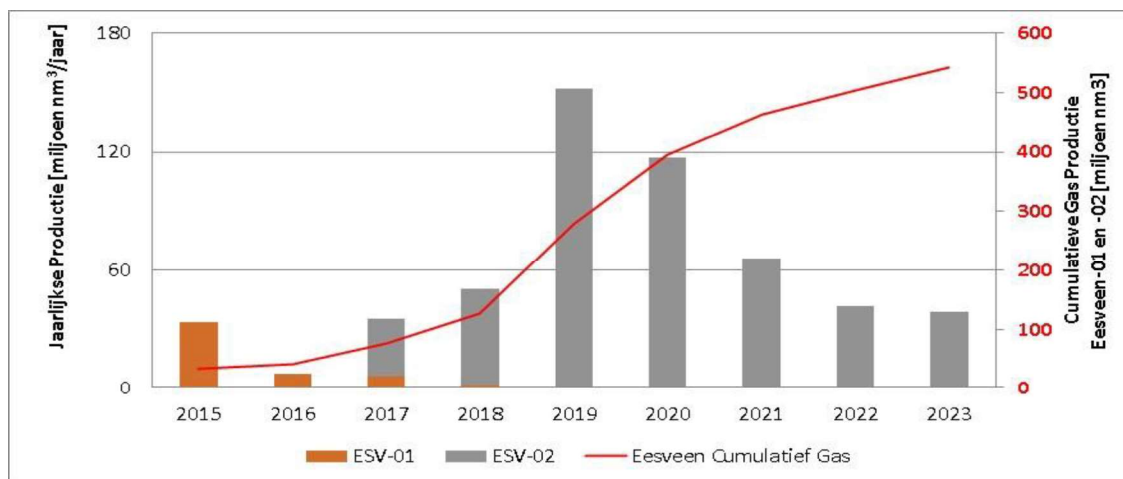
In aanvulling van de twee bestaande putten zijn er ook vier toekomstige boringen in dit winningsplan. Figuur 3-1 toont de structuur kaart van de top Rotliegend formatie met daarop geprojecteerd de Eesveen 1 locatie, de bestaande putten ESV-01 en ESV-02 plus de trajecten van de nieuwe gedeveerde boringen.

De eerste twee toekomstige putten worden geboord naar 'Eesveen North' en 'Eesveen Popup'. Daarna wordt in een tweede boorcampagne twee extra putten geboord om de gas ontwikkeling en de prestatie te verbeteren van de Zechstein formaties uit Eesveen en Eesveen North deelvoorkomens.

De nieuwe putten kunnen vanaf de Eesveen 1 locatie geboord worden met een nieuwe put of met een aftakking uit een bestaande put. De naamgeving van de putten is daarvan afhankelijk. Een geheel nieuwe put heet dan b.v. ESV-03, een aftakking b.v. ESV-01-S1. De extra putten naar het Zechstein zullen gedeveerde putten zijn of aftakkingen, en volgen in principe de genummerde naamgeving in chronologische volgorde, bijvoorbeeld ESV-05 of ESV-03-S1.

5.2 Historische productie en productie-gedrag

De productie uit ESV-01 vindt plaats sinds 2015 (Figuur 5-1). Cumulatieve gasproductie uit ESV-01 tot en met 31 December 2023 is $50 \times 10^6 \text{ nm}^3$. Productie uit ESV-01 is in 2018 tijdelijk gestopt vanwege de tegendruk in de pijpleiding. De productie uit ESV-02 vindt plaats sinds 2017. Cumulatieve gasproductie uit ESV-02 tot en met 31 december 2023 is $492 \times 10^6 \text{ nm}^3$.



Figuur 5-1: Historische productie uit de ESV-01 en ESV-02 en de totale cumulatieve gas productie van ESV-01 en ESV-02 tot en met 31 December 2023.

5.3 Onzekerheden

Ook al zijn de twee deelvoorkomens al enkele jaren in productie, toch zijn er nog onzekerheden. De onzekerheden die de te verwachten productie bepalen zijn:

- Het produceerbare gasvolume dat nog aanwezig is.
- De mate waarin waterproductie de gasproductie zal hinderen of uiteindelijk stoppen.
- Het produceerbare gasvolume en het haalbare productiedebiet uit het Eesveen en Eesveen 2 Zechstein deelvoorkomen.
- Het produceerbare gasvolume en het haalbare productiedebiet uit de nog aan te boren deelvoorkomens (prospects) Eesveen North en Eesveen Popup.

De onzekerheden zullen afnemen door monitoring van het reservoirgedrag naarmate er meer geproduceerd wordt en nieuwe putgegevens beschikbaar komen.

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 het Zechstein reservoir is in het algemeen een stuk lager dan voor de andere reservoirs Rotliegend, Carboon en Vlieland.

De reservoir-prestaties worden gemonitord door:

- drukmeting in het spuitkruis;
- water-, condensaat- en gas-productiemetingen (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).

5.5 Vooruitzichten voor productievolume per voorkomen per jaar

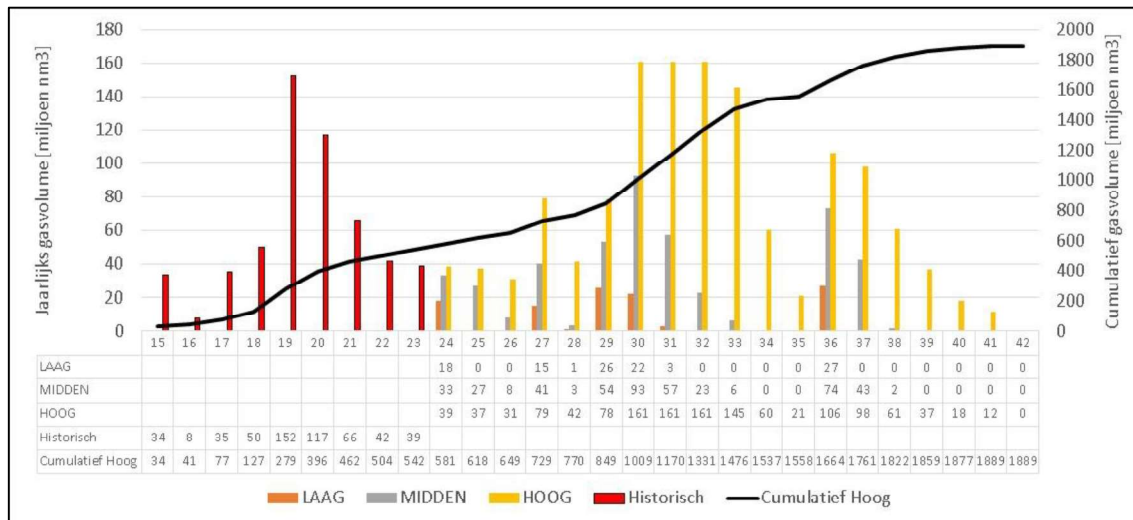
De indicatieve productieprofielen van de deelvoorkomens zijn in deze paragraaf weergegeven. Figuur 5-2 toont het verwachte totale productieprofiel behorende bij dit winningsplan, bestaande uit historische en verwachte gasproductie van Eesveen Rotliegend, Eesveen 2 Rotliegend plus verwachte productieprofielen voor Eesveen Zechstein, Eesveen-2 Zechstein, Eesveen North en Eesveen Popup (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 Eesveen 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.

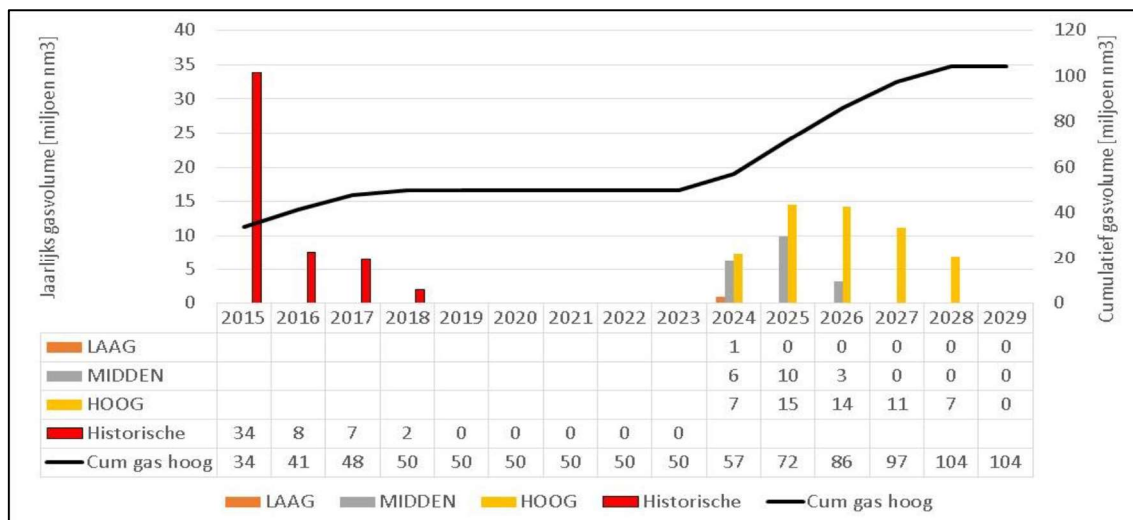


Figuur 5-2: Historische productie (rood) en totale productie verwachting (Laag-Midden-Hoog) van de deelvorkomens: Eesveen Rotliggend en Eesveen 2 Rotliggend plus verwachte productie uit Eesveen-Zechstein, Eesveen 2-Zechstein, Eesveen North en Eesveen Popup (in miljoen nm³). Op de tweede verticale as kan de verwachte totale hoge cumulatieve gas productie worden afgelezen (zwarte lijn)

5.5.1 Eesveen Rotliegend

De put ESV-01 is momenteel tijdelijk ingesloten vanwege de tegendruk in de pijpleiding. Deze put is geboord door het gas-water contact. Het moment van heropenen van ESV-01 is onzeker, dat hangt af van de daling van de druk in de pijpleiding. Er wordt in dit winningsplan aangenomen dat de productie wordt hervat in 2024 (Figuur 5-3).

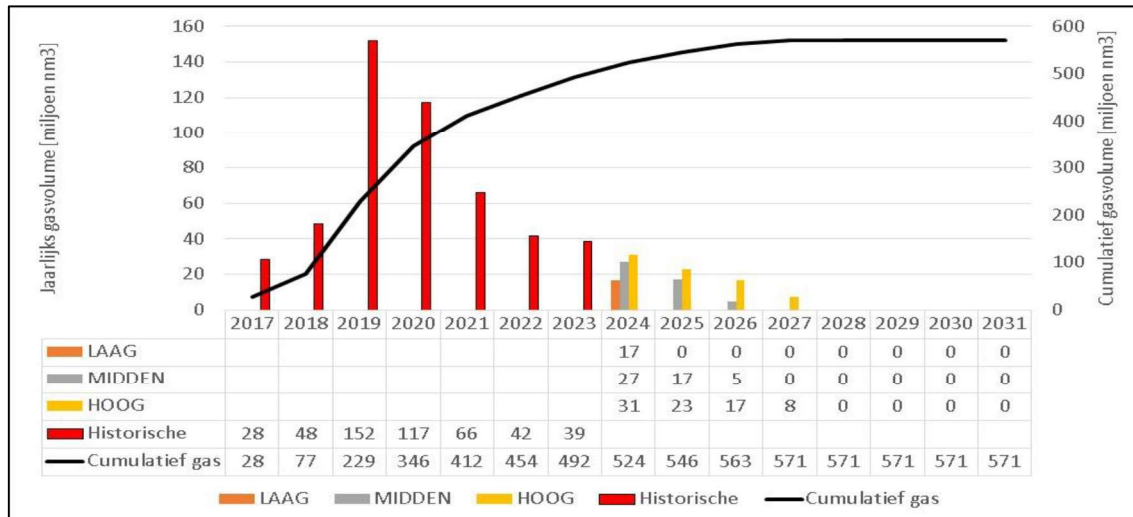
Als de put weer is opgestart bestaat er ook onzekerheid over hoe goed de put weer gaat produceren.



Figuur 5-3: Productie-historie (rood) en -verwachtingen Laag-Midden-Hoog voor Eesveen Rotliegend (put ESV-01) (in miljoen nm³) en op de tweede verticale as het hoge cumulatieve gas volume.

5.5.2 Eesveen 2 Rotliggend

De ESV-02 put produceert momenteel uit de Rotliegend formatie. De productieverwachtingen hiervoor zijn weergegeven in Figuur 5-4.

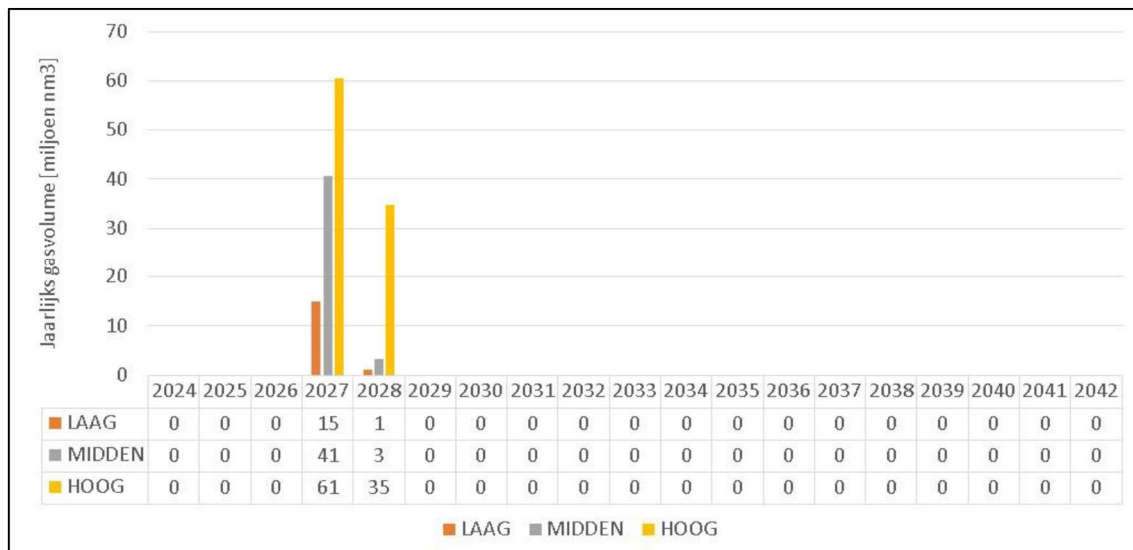


Figuur 5-4: Productie-historie (rood) en -verwachtingen Laag-Midden-Hoog voor Eesveen 2 Rotliegend (put ESV-02) (in miljoen nm³) en op de tweede verticale as het hoge cumulatieve gas volume.

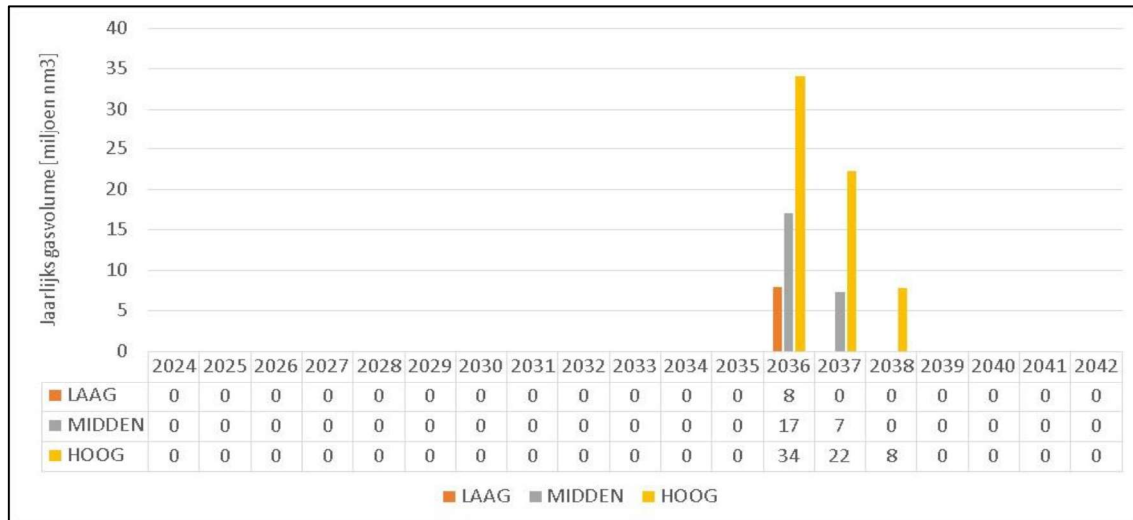
5.5.3 Eesveen Zechstein, Eesveen 2 Zechstein en Eesveen North Zechstein

De verwachte start van ESV-01 en ESV-02 productie uit de Zechstein formatie is nadat het gas uit het Rotliegend is geproduceerd. De geschatte productie start van Eesveen 2 Zechstein is in 2027 (Figuur 5-5). Om de verwachte Zechstein gas volumes uit Eesveen en Eesveen North te halen zijn er waarschijnlijk extra putten nodig. Dit komt doordat dit reservoir heterogeen is en slecht doorlaatbaar kan zijn. Een tweede boorcampagne is gepland in 2036 om deze Zechstein volumes optimaal te ontwikkelen. In Figuur 5-5, Figuur 5-6 en Figuur 5-7 zijn de productie verwachtingen getoond. Deze tweede boorcampagne is gepland in 2036, maar dit kan veranderen in de tijd; zie ook eerdere opmerkingen, de productieprofielen zijn indicatief.

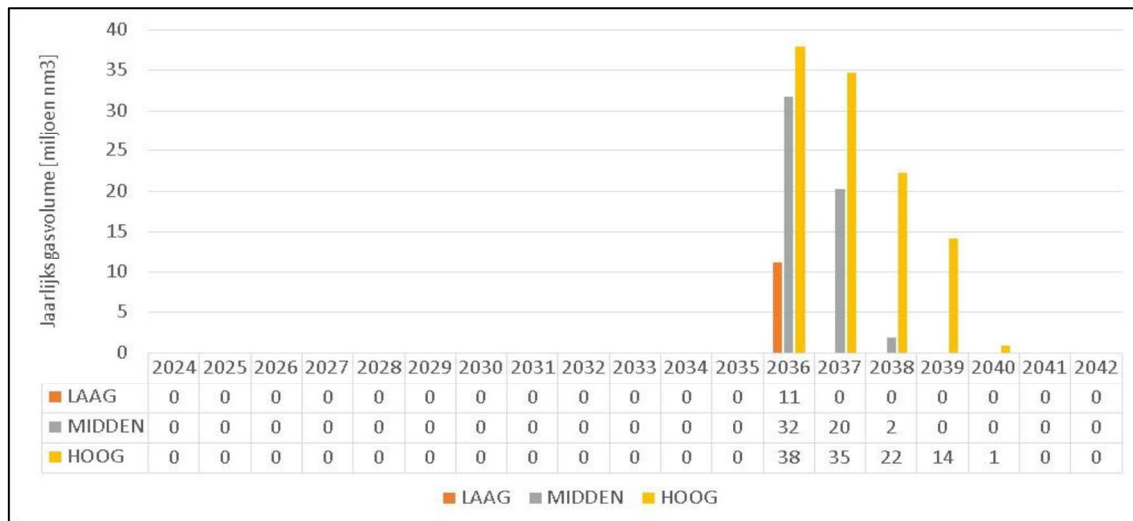
Eventueel kan Vermilion later besluiten om de productie uit de Rotliegend formatie tijdelijk in te sluiten om de Zechstein te produceren of het gas uit beide formaties tegelijkertijd. Dit is een productie optimalisatie die later bepaald zal worden. Deze scenario's zijn hier niet weergegeven.



Figuur 5-5: Productieverwachtingen (Laag-Midden-Hoog) in miljoen nm³ voor Eesveen 2 Zechstein.



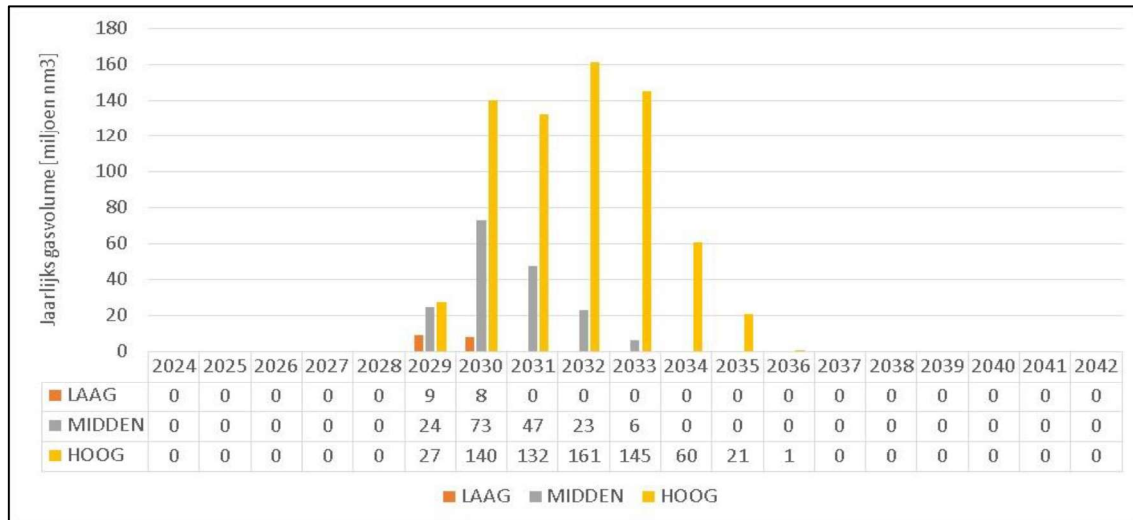
Figuur 5-6: Productieverwachtingen (Laag-Midden-Hoog) in miljoen nm³ voor Eesveen Zechstein, betreft de productie uit de extra put in de tweede boorcampagne voor het Zechstein reservoir



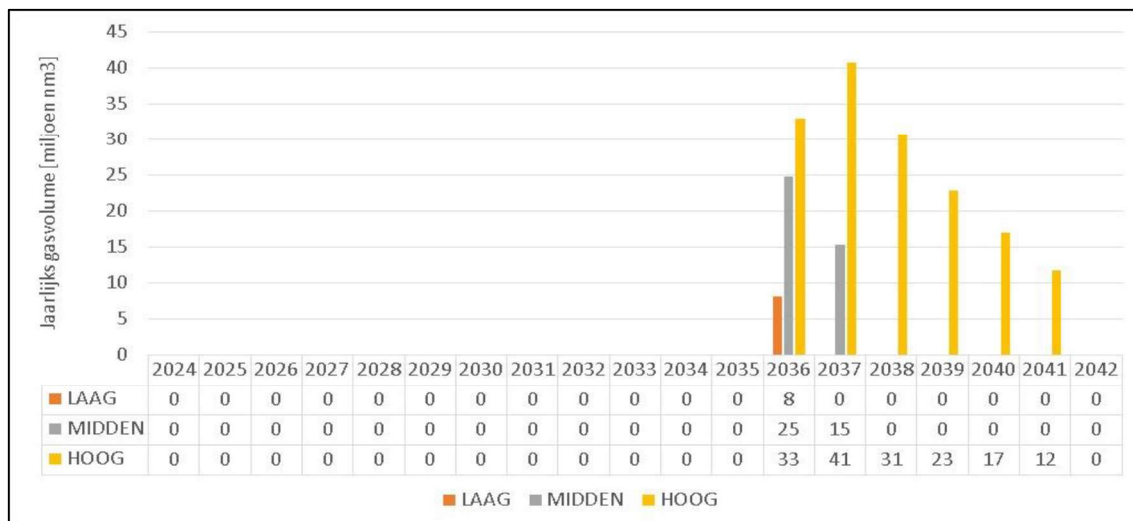
Figuur 5-7: Productieverwachtingen in miljoen nm³ voor Eesveen North Zechstein, betreft de productie uit de extra put uit de tweede boorcampagne voor het Zechstein reservoir.

5.5.4 Eesveen North Rotliegend en Eesveen North Vlieland

De verwachte productiestart van Eesveen North is 2029, nadat de structuur Eesveen North is aangeboord. De productieverwachtingen Hoog-Midden-Laal voor Eesveen North Rotliegend zijn weergegeven in Figuur 5-8. De verwachte start van ESV-North productie uit de Vlieland formatie is nadat het gas uit het Rotliegend is geproduceerd. De geschatte productiestart van Eesveen North Vlieland is indicatief weergegeven in Figuur 5-9, rond 2036.



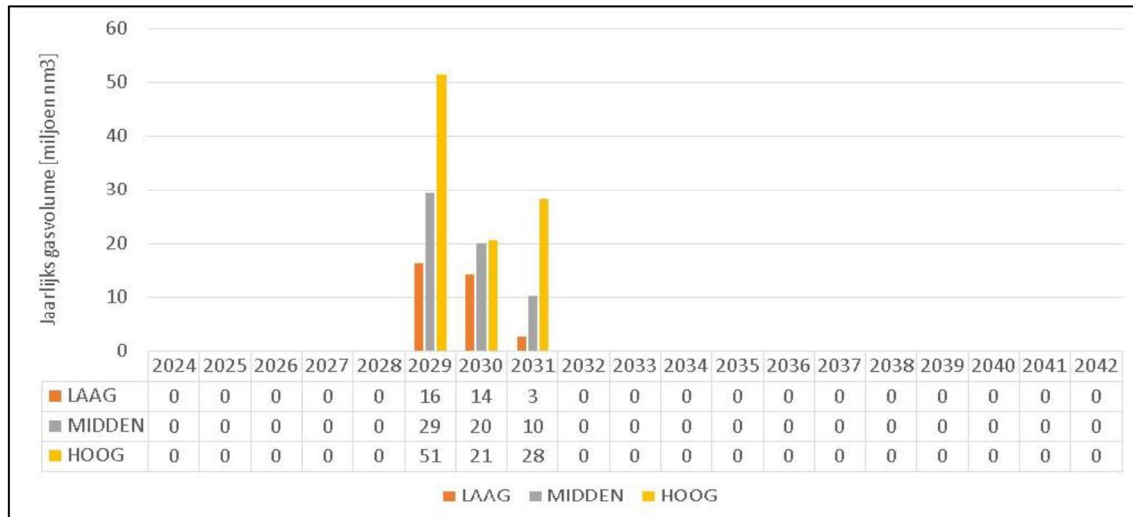
Figuur 5-8: Productieverwachtingen in miljoen nm³ voor Eesveen North productie uit het Rotliegend reservoir



Figuur 5-9: Productieverwachtingen in miljoen nm³ voor Eesveen North, betreft de productie uit het Vlieland reservoir

5.5.5 Eesveen Popup

De verwachte productiestart van Eesveen Popup is 2029, nadat de structuur Eesveen Popup is aangeboord. De productieverwachtingen Hoog-Midden-Laag voor Eesveen Popup zijn weergegeven in Figuur 5-10. Het productie profiel van Eesveen Popup betreft productie uit de Carboniferous, Rotliegend, Zechstein en Vlieland formatie. De verschillende formatie kunnen afzonderlijk of eventueel tegelijk geproduceerd worden. Dit is een productie optimalisatie die later bepaald zal worden naar aanleiding van welke formaties gas-houdend zijn. Deze scenario's zijn hier niet weergegeven.



Figuur 5-10: Productieverwachtingen in miljoen nm³ voor Eesveen Popup betreft de productie uit de Carboniferous, Rotliegend, Zechstein en Vlieland formaties.

5.6 Duur van de winning

De productie zal worden gestopt als de totale productiekosten de productieopbrengsten zullen overstijgen. Op basis van de geschetste profielen in paragraaf 5.5 is dat momenteel uiterlijk eind december 2041.

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 winningslocaties beschreven in dit winningsplan.

5.8 Jaarlijks bij winning afgeblazen/afgefakelde koolwaterstoffen

De hoeveelheid afgefakeld 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 Vlieland, Rotliegend en Carboon formaties in de deelvoorkomens in dit winningsplan dezelfde samenstelling zal hebben als het gas in Eesveen Rotliegend. Tabel 5-1 toont een analyse van het geproduceerde Eesveen gas uit de Rotliegend formatie.

Tabel 5-1: Analyse van de gas compositie uit Eesveen en Eesveen 2 Rotliegend .

Gas Compositie Rotliegend	Eesveen-Rotliegend (volume %)
N2	1.520%
CO2	0.683%
CH4	93.639%
C2H6	2.735%
Andere Componenten	1.423%

Het gashoudende ZeZ2C reservoir in deelvoorkomen Eesveen 2 Zechstein (put ESV-02) verschilt met bovenstaande compositie. De aanwezigheid van H₂S is bevestigd met een korte productietest en gasmonsters uit deze productie zone van boorput ESV-02. Een gasmonster is geanalyseerd op de aanwezigheid van zwavelcomponenten (waterstofsulfide), de gemeten totale concentratie zwavel (S) is 140 tot 165 mg/m³.

Tabel 5-2: Analyse van de gas compositie uit Eesveen 2 Zechstein

Gas Compositie Zechstein	Eesveen-Zechstein (volume %)
H ₂ S	0.01%
N ₂	1.353%
CO ₂	1.152%
CH ₄	93.658%
C ₂ H ₆	2.586%
Andere Componenten	1.236%

Met het aardgas worden water (condenswater en mogelijk formatiewater) en aardgascondensaat mee-geproduceerd. In Tabel 5-3 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. Er is geen nauwkeurige verwachting te maken van deze mogelijke en altijd zeer tijdelijke formatiewaterproductie. Als verwachting is gerekend met circa 15 m³ per dag. Dit is in Tabel 5-3 weergegeven als verwachting van de waterproductie per jaar in de laatste kolom (5500 m³). Indien mogelijk worden deze perforaties afgesloten zodat de formatiewater productie weer afneemt.

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

De condenswater productie is meestal veel geringer dan de hieronder aangegeven grenzen, en varieert geleidelijk over het productielevens van een gasput. Dit is met een marge in Tabel 5-3 weergegeven als verwachting van de condenswaterproductie per jaar in de laatste kolom (300 m³), dus minder dan 1m³ per dag.

Bij de putten ESV-01 en ESV-02 is de reservoirdruk laag, zodat de put niet meer in staat is om grote hoeveelheden water boven te krijgen. Voor deze putten is de verwachte waterproductie dus aan de ondergrens van de in Tabel 5-3 weergegeven spreiding in waterproductie per put. Datzelfde geldt voor de condensaatproductie.

Tabel 5-3: Water en condensaat productie-verwachtingen per locatie.

Locatie	Condensaatproductie [m ³ /jaar/put]	Waterproductie [m ³ /jaar/put]
Eesveen	0 - 900	300 - 5500

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 via een ondergrondse pijpleiding getransporteerd naar een externe locatie en daar teruggevoerd in de diepe ondergrond. Eventueel kan het geproduceerde water ook per vrachtwagen worden afgevoerd en extern worden verwerkt.

6 Bodemdaling

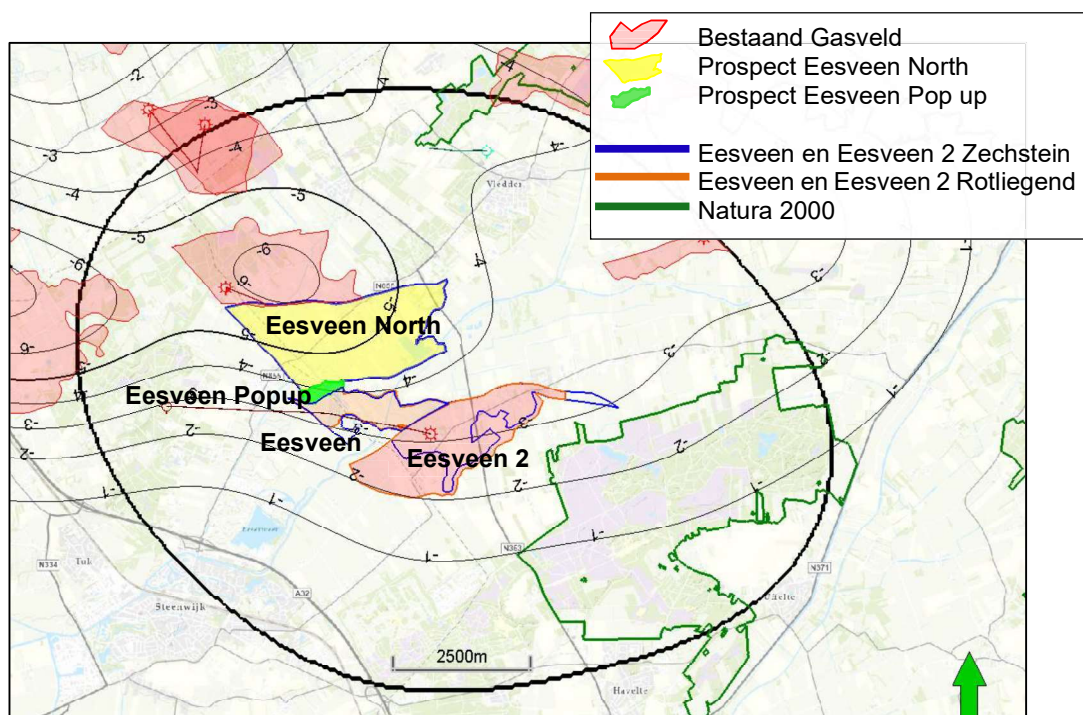
Door de winning van koolwaterstoffen uit olie- en gasvoerende gesteentelagen zal de druk in de poriën van het gesteente verminderen waardoor compactie van de gasvoerende lagen optreedt. Dit manifesteert zich aan de oppervlakte in de vorm van bodemdaling.

In het gebied rondom de locatie Eesveen 1 is bodemdaling gemeten ten gevolge van historische winning uit het voorkomen Eesveen en Eesveen 2 en de voorkomens in de omgeving. De bodemdaling bij Eesveen is deels veroorzaakt door winning uit de naburige (deel)voorkomens zoals Vinkega en Diever. De samenstelling van die dalingen met de dalingskom door de winning in dit winningsplan en naburige voorkomens is berekend vanaf 1998 tot 2065

De samenstelling van die dalingen met de dalingskom door de winning in dit winningsplan is berekend (zie *Figuur 6-1*). De zwarte lijnen zijn de gemodelleerde bodemdalingscontouren in cm voor de situatie eind 2065. *Figuur 6-1* laat middels een dikke zwarte cirkelvormige lijn ook het invloedsgebied zien van dit Eesveen winningsplan. In dit invloedsgebied is de uiteindelijke samengestelde maximale bodemdaling, ten gevolge van productie uit het verleden en toekomstige productie van de Eesveen deelvoorkomens en de omliggende (deel)voorkomens minder dan 7 cm.

De bodemdaling verloopt zeer geleidelijk, met een uiterst geringe hellingshoek, en de opbouw duurt jaren zodat er geen plotselinge veranderingen plaatsvinden. De helling van de dalingskom is niet merkbaar, en heeft geen effecten op bouwwerken.

Er wordt geen impact op natuur of milieu verwacht.



Figuur 6-1: Toekomstige verwachte maximale samengestelde bodemdalingskom door gaswinning uit het voorkomen Eesveen en de omliggende voorkomens in cm voor de situatie eind 2065. De bestaande voorkomens zijn weergegeven met rode ingekleurde vlakken. Totale bodemdaling in cm. Het gemodelleerde diepste punt in het Eesveen invloedsgebied (zwarte dikke cirkel) is minder dan 7 cm en bevindt zich ten noorden van Eesveen North.

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.

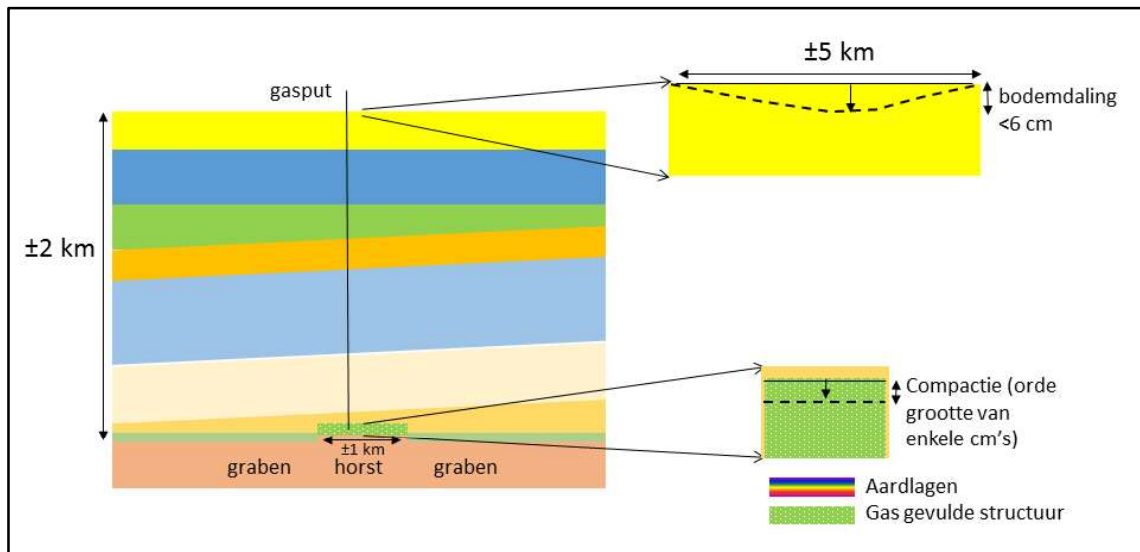
De gesteentelagen zijn in het algemeen over grote afstanden aanwezig. Door bewegingen van en botsingen tussen de aardplaten in de geologische geschiedenis is er reliëf ontstaan in de lagen. Het gas zal, omdat het lichter dan water is, zich verzamelen in de hoogste plaatsen; boringen zullen dan ook op 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 bodemdalingsschotel 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 6-2 geeft dit schematisch weer voor een reservoir op 2 km diepte met een doorsnede van 1 km.



Figuur 6-2: Schetsmatige, generieke, doorsnede van de ondergrond, inclusief een gasreservoir.

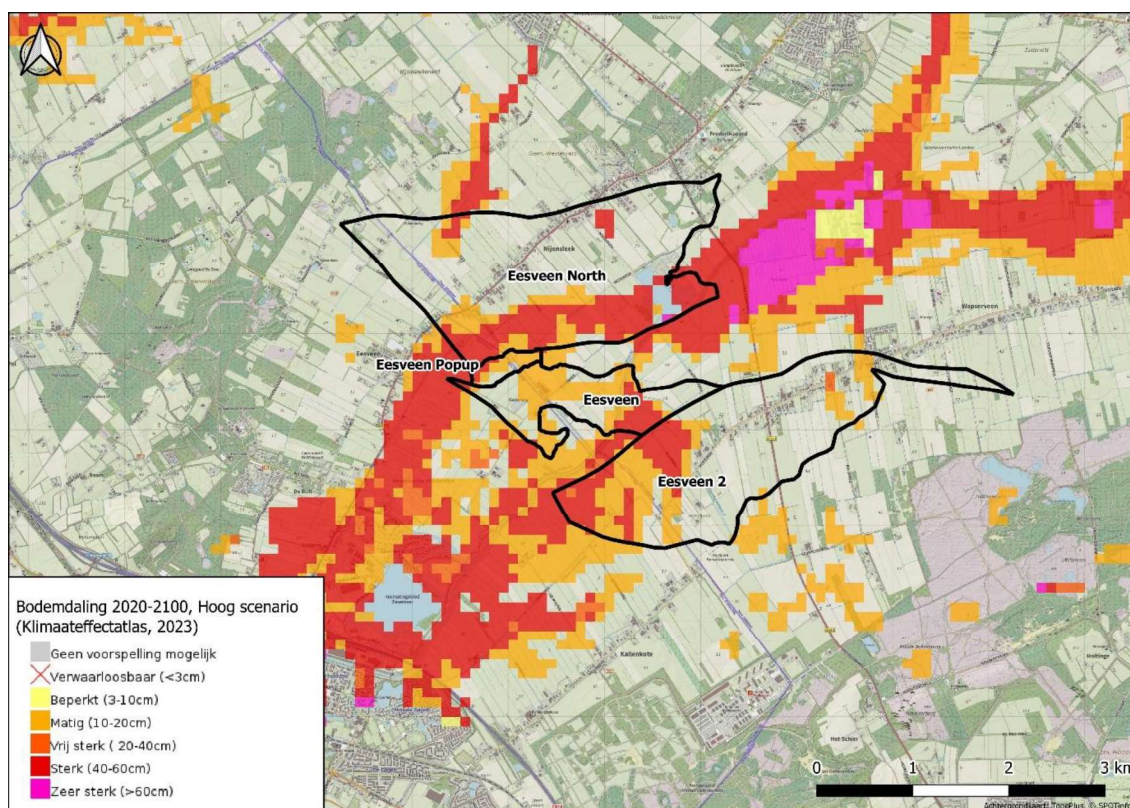
6.1.3 Autonome bodemdaling

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 6-3 is de bodemdaling geprojecteerd voor het hoge scenario voor de periode 2020 – 2100, zoals deze is gepresenteerd in de Klimateffectatlas. Dit laat zien dat de voorspelde bodemdaling 10 – 50 cm kan zijn boven de deelvoorkomens Eesveen 2, Eesveen North en Eesveen Popup in de periode 2020 – 2100. Dit is een gemiddelde daling van 0.125 – 0.625 cm/jaar.

Een andere bron voor informatie over bodemdaling is de Bodemdalingskaart [Ref. 13]. Deze website maakt gebruik van satelliet data en laat de bodemdaling over de periode 2016 – 2020 zien. Hieruit blijkt dat de gemiddelde bodemdaling rond het voorkomen Eesveen ongeveer 0.1 tot 0.5 cm/jaar is.

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



Figuur 6-3: Bodemdalingsvoorspellingskaart 2020 – 2100 voor het hoge scenario [Ref 12] met daarop geprojecteerd de deelvoorkomens Eesveen, Eesveen-02 en de deelvoorkomens Eesveen North en Eesveen Popup.

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. 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 5mm hebben (ref 15). 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. In dit gebied zijn verschillende van dergelijke effecten aanwezig [Ref 15].

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.

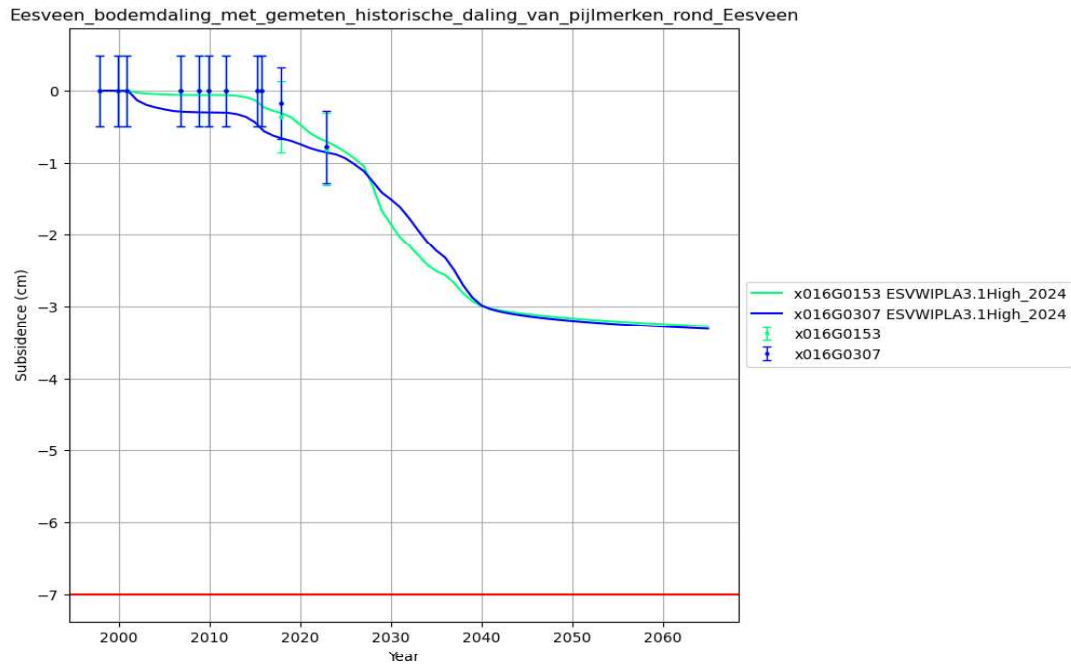
6.2 Bodemdalingsmodel

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 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].

Deze methode is verwerkt 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 6.

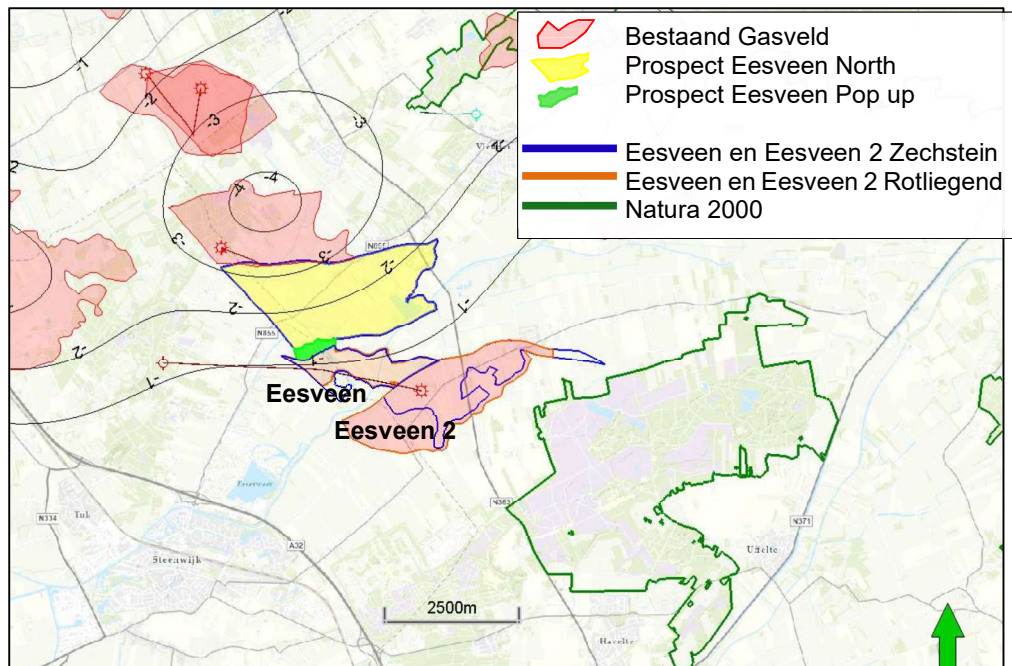
6.3 Historische bodemdaling

In 2022 is er een nauwkeurigheidswaterpassing uitgevoerd voor de bestaande meetnetten, het betreft een herhalingsmeting (ref 15). Het Eesveen bodemdalingsmodel is gekalibreerd met de resultaten van deze meest recente meting. Voor het Eesveen winningsplan is dit gekalibreerde bodemdalingsmodel gebruikt om de bodemdaling te berekenen rondom het invloedgebied van Eesveen (Figuur 6-4). De bodemdaling wordt deels veroorzaakt door winning uit de naburige (deel)voorkomens (zoals Nijensleek en Vinkega).



Figuur 6-4: gemeten historische bodemdaling van peilmerken en een verwachte gemodelleerde bodemdaling.

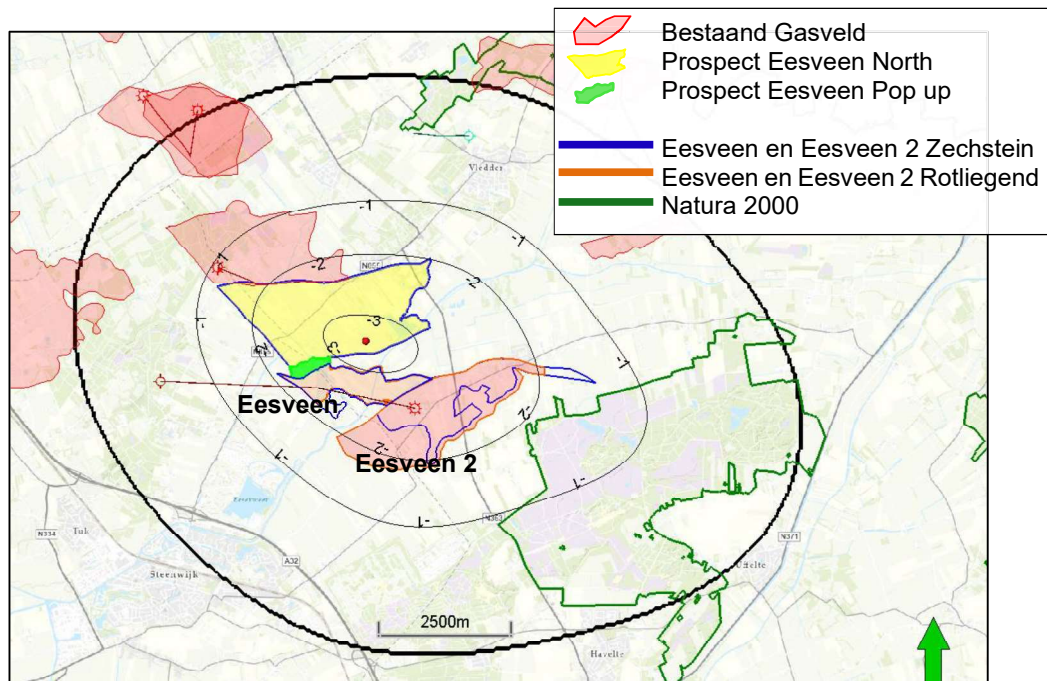
De verwachte gemodelleerde bodemdaling in 2024 is weergegeven in Figuur 6-5. In 2024 is de maximale bodemdaling in het invloed gebied van Eesveen minder dan 5 cm.



Figuur 6-5: Geschatte samengestelde bodemdaling in cm tot en met 2024 (zwarte contourlijnen). Eesveen North is ingetekend met een geel vlak en Eesveen Popup met een groen vlak en de bestaande omliggende (deel)voorkomens zijn getoond middels rode ingekleurde vlakken.

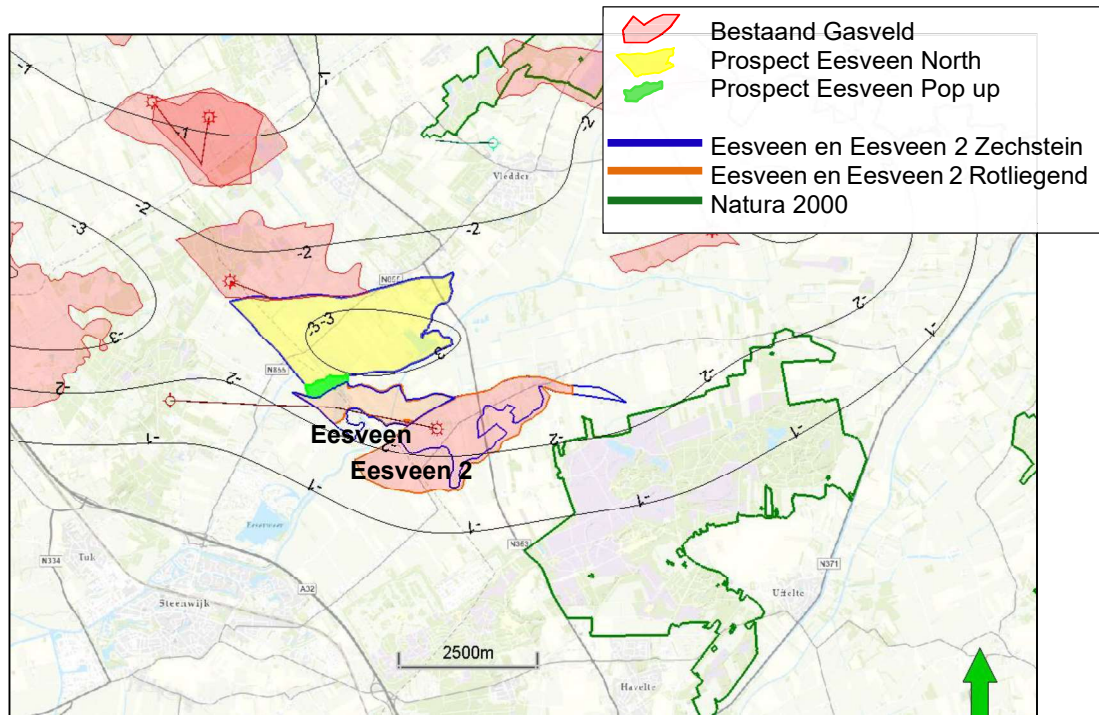
6.4 Bodemdalingsvooruitzichten en -onzekerheid

Op basis van een gekalibreerd bodemdalingsmodel en de bodemdalingsmetingen is de toekomstige bodemdaling berekend voor de specifieke deelvoorkomens van dit winningsplan: Eesveen, Eesveen 2, Eesveen North en Eesveen Popup. De details met invoer parameters van de berekening zijn gegeven in Hoofdstuk 15. De verwachte totale bodemdaling, die veroorzaakt wordt door de productie uit deze gasvoorkomens is weergegeven in Figuur 6-6. De figuur representeert de maximale verwachte bodemdaling in 2065 door enkel gaswinning uit dit Eesveen winningsplan. Deze bodemdalingskom definieert het invloedgebied van dit Eesveen winningsplan. Het diepste punt is minder dan 4cm



Figuur 6-6: Totale bodemdaling in cm van start winning tot eindproductie als gevolg van de voorgestelde Eesveen winningen . Het gemodelleerde diepste punt van deze Eesveen bodemdalingskom is minder dan 4 cm. De rand van de bodemdalingskom geeft het invloed gebied aan van het Eesveen winningsplan (dikke zwarte cirkelvormige lijn). Het rode punt geeft het centrum van de bodemdaling van de Eesveen deelvoorkomens aan.

De nog te verwachten maximale samengestelde bodemdaling (Eesveen winningsplan en omliggende velden) vanaf 2024 tot 2065 is weergegeven in Figuur 6-7. Deze toekomstige verwachte samengestelde bodemdaling is minder dan 4cm.



Figuur 6-7: Toekomstige verwachte samengestelde bodemdaling door gaswinning uit Eesveen en de omliggende voorkomens in cm voor de situatie vanaf 2024 tot eind 2065. Het gemodelleerde diepste punt van deze Eesveen bodemdalingskom is minder dan 4 cm. De bestaande voorkomens zijn weergegeven met rode ingekleurde vlakken.

De samengestelde uiteindelijke verwachte maximale gas-bodemdaling is weergegeven in *Figuur 6-1*. De verwachting is dat het diepste punt van de maximale samengestelde uiteindelijke bodemdalingskom minder dan 7 cm wordt. *Figuur 6-1* laat zien dat de uiteindelijk samengestelde bodemdaling varieert boven de voorkomens. De variatie wordt veroorzaakt door overlap met bodemdalingskommen van omliggende voorkomens. De details van de berekening zijn gegeven in Hoofdstuk 15 Bijlage: Analyse en Berekening Bodemdaling.

6.5 Monitoring van bodemdaling

De deelvoorkomens in het Winningsplan Eesveen vallen onder het meetplan Diever, LDS, Eesveen, Nijensleek, Vinkega, De Hoeve, Noordwolde en Weststellingwerf.

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.

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 bodemdaling 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.17, 18].

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 2024 tot einde productie wordt door alle winningen in de omgeving nog een maximale daling van minder dan 4 cm verwacht binnen de invloedssfeer van de nieuwe winning. De toekomstige effecten van bodemdaling op water en natuur, door de nieuw voorgestelde winning uit de deelvoorkomens Eesveen, is beoordeeld middels een gedetailleerde effecten analyses "*effectbeoordeling bodemdaling op water en natuur*" (bijlage 17). De Natura 2000-gebieden het Holtingerveld en Drents-Friese Wold & Leggelderveld (Figuur 4-5) 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 door Vermilion vergoed.

De afhandeling van eventuele schade 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, dan wordt dus ook met de grondsamenstelling rekening gehouden bij het inschatten van aardbevingsrisico's.

7.2 Historische bevingen in de deelvoorkomens van dit winningsplan

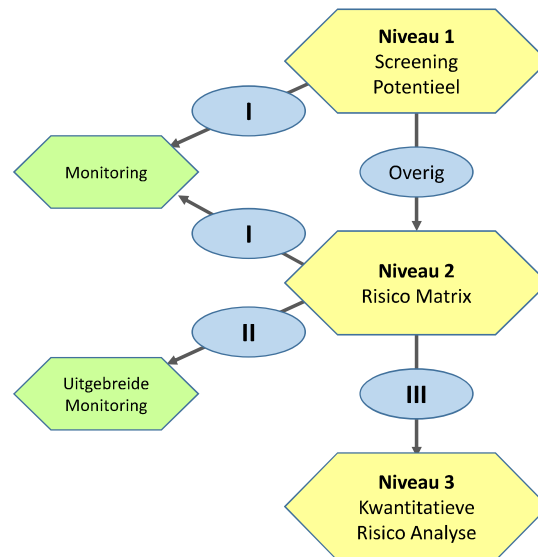
Het KNMI beheert de dataset met aardbevingen in Nederland, zie <https://www.knmi.nl/nederland-nu/seismologie/aardbevingen>.

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 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.



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 resulterende 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 worden uitgevoerd in het geval dat een voorkomen op basis van de risicomatrix als categorie-III wordt gekwalificeerd.

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 is in detail uitgewerkt in Hoofdstuk 16 Bijlage: Seismische Risico Analyse: Details en Achtergronden

7.4 Resultaat Seismische Risico Analyse

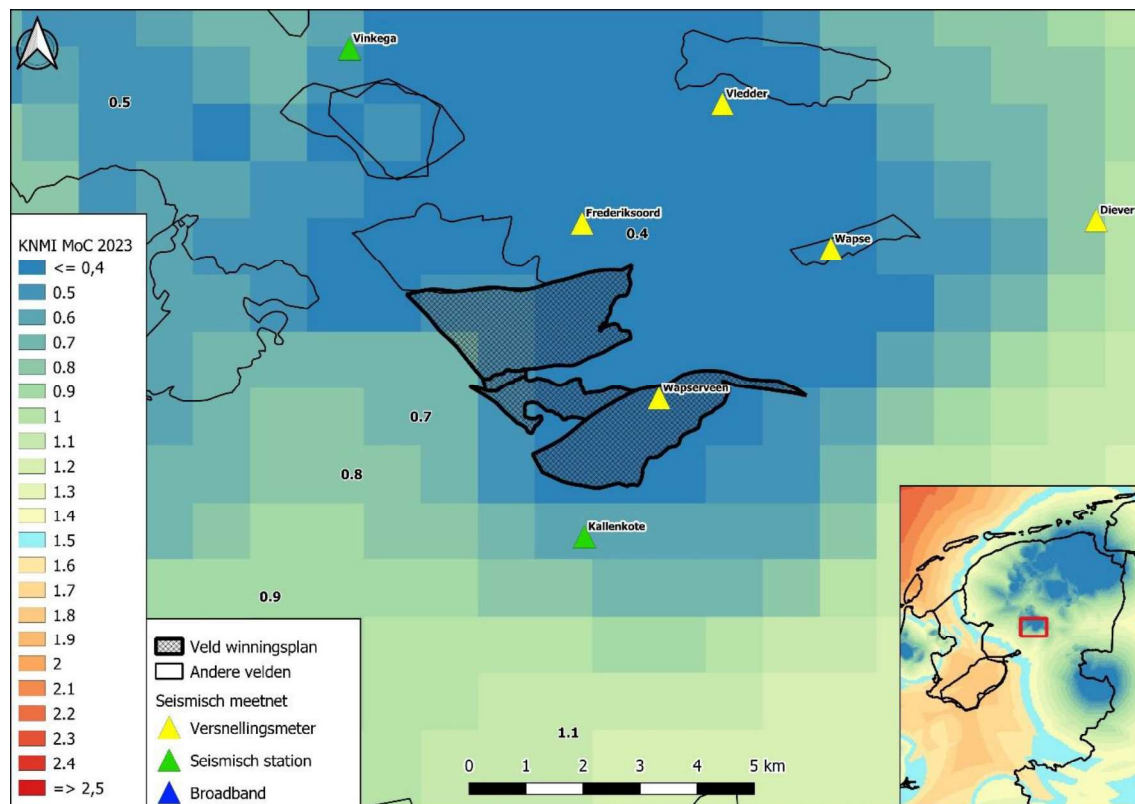
Alle deelvoorkomens in dit Winningsplan vallen in de categorie 1, dit is de laagste risicocategorie (zie Tabel 16-2). Voor de formatie Eesveen North Rotliegend, Eesveen North Zechstein en Eesveen 2 Zechstein is een Niveau 2 analyse noodzakelijk en uitgevoerd. De uitgevoerde Niveau-2 analyses resulteren ook in de classificatie Categorie I (zie Tabel 16-2).

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 in overleg met KNMI grotendeels vrijwillig de dekkingsgraad van het seismometer-netwerk en het versnellingsmeter-netwerk herzien en verbeterd.

Figuur 7-2: laat het seismisch netwerk rond de deelvoorkomens in 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 voorkomens en deelvoorkomens

7.6 Mogelijke gevolgen van bevingen ten gevolge van gaswinning

Alle deelvoorkomen 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.

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

Locatie	Omgevingsvergunning
Eesveen-1	Oprichtingsvergunning DGETM-EM / 14209469 d.d. 29 dec 2014
Eesveen-1	Uitbreiding met productie uit ESV-02 put DGETM-EO / 17009586 d.d. 21 feb 2017

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 hebben wij vastgelegd wat de omgeving van ons mag verwachten (<https://www.onsaardgas.nl/dossier/kleine-velden-gedragscode/>).

8.4 Maatschappelijke verantwoordelijkheid

Vermilion Energy Netherlands (VEN) is een zelfstandig onderdeel van een Canadees bedrijf dat sinds 1994 in meerdere landen actief is, in Nederland sinds 2004. VEN beschikt over een ruime ervaring en gedegen kennis van de olie- en gasindustrie, van zowel de diepe ondergrond, van koolwaterstoffen als ook van de bovengrondse productiefaciliteiten. Als een betrouwbare operator van kleine gasvelden dragen wij met die kennis bij aan een optimale en stabiele binnenlandse gaswinning.

Vermilion is in Nederland alleen actief in de winning van aardgas uit kleine velden op land, dit doen wij in lijn met de wet- en regelgeving en vergunningsvoorwaarden die op onze activiteiten van toepassing zijn. Daarnaast hanteert Vermilion haar eigen basisprincipes op het terrein van HSE (Health, Safety and Environment), tezamen borgt dit een veilige en verantwoorde winning van aardgas. Wij zijn voor de vergunningverlener, de toezichthouder en de omgeving aanspreekbaar op ons doen en laten. Wij hanteren binnen ons bedrijf strenge criteria als het gaat om integriteit en gedrag.

Wij realiseren ons ook dat wij met onze activiteiten gast zijn in een omgeving waarin mensen wonen, werken en verblijven en waar landschap, milieu en natuur zeer belangrijke waarden zijn. Enkele van onze kernwaarden hebben daar rechtstreeks mee te maken: vertrouwen, respect en verantwoordelijkheid. Wij dragen daarom waar het kan bij aan behoud en versterking van die omgeving, wij voorkomen negatieve effecten van onze aanwezigheid en als die wel ontstaan treffen wij passende maatregelen.

Maatschappelijke verantwoordelijkheidszin betekent ook deelnemen aan de samenleving en verantwoordelijkheid nemen. Dat doen wij onder meer met de inzet van vrijwilligerswerk door ons personeel maar vooral ook met ons Omgevingsfonds. Daarmee ondersteunen wij ieder jaar vele lokale projecten op de twee thema's duurzaamheid en biodiversiteit. Zo helpen wij de energietransitie op lokaal niveau te versnellen en zorgen wij dat de natuur versterkt en beschermd wordt. Daarmee geven wij letterlijk terug aan de omgeving om de leefbaarheid en het welzijn een extra steuntje in de rug te geven.

Gaswinning uit kleine velden kan bij de aanleg van nieuwe locaties en bij werkzaamheden op bestaande locaties tot tijdelijke hinder leiden voor de omgeving. Vermilion informeert de belanghebbenden daarom tijdig en voert daarvoor een pro-actief omgevingsmanagement. Schades door onze activiteiten worden door ons vergoed, dit geldt bijvoorbeeld voor gewas- of transportschade maar ook voor de eventuele gevolgen van bodemdaling en bodembewegingen.

Wij hebben een overeenkomst met de Commissie Bodemdaling Aardgaswinning Friesland (CBAF) en hebben ons ook gecommitteerd aan de werkwijze en uitspraken van de Commissie Mijnbouwschade (CM). In de aansprakelijkheden voor eventuele schades na beëindiging van onze activiteiten is voorzien door het Waarborgfonds Mijnbouwschade.

De CBAF behandelt claims van overheden en bedrijven die herstelwerkzaamheden moeten uitvoeren aan civieltechnische werken (veelal aan de waterhuishouding gerelateerd), deze claims worden altijd zonder reclamatie door ons betaald. De CM heeft tot op heden geen uitspraken gedaan die Vermilion betreffen omdat zich geen bodemtrillingen in de door ons geproduceerde velden hebben voorgedaan.

Vermilion biedt direct- en indirect aan honderden mensen in heel Nederland werk, vooral in Noord-Nederland. Zij werken op zowel kantoor als op onze productielocaties volgens strenge normen en met de best beschikbare technieken. Medewerkers, ook die van aannemers, zijn in staat adequaat uitvoering te geven aan ons uitgangspunt dat veiligheid voor mens en milieu in de omgeving waar wij werken voorop staat.

9 Verklarende woordenlijst

Aquifer	Watervoerend deel van het reservoir. Dat kan naast en/of onder het gasvoerende deel gelegen zijn.
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	Drukdaaling door het onttrekken van gas (of olie of water) uit reservoirgesteente
ESV	Eesveen, (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)
H ₂ S	Waterstofsulfide
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
MER	Milieu Effect Rapportage
NAM	Nederlandse Aardolie Maatschappij
nm ³	m ³ bij 0 °C en 1.01325 bara [Ref. 16]
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

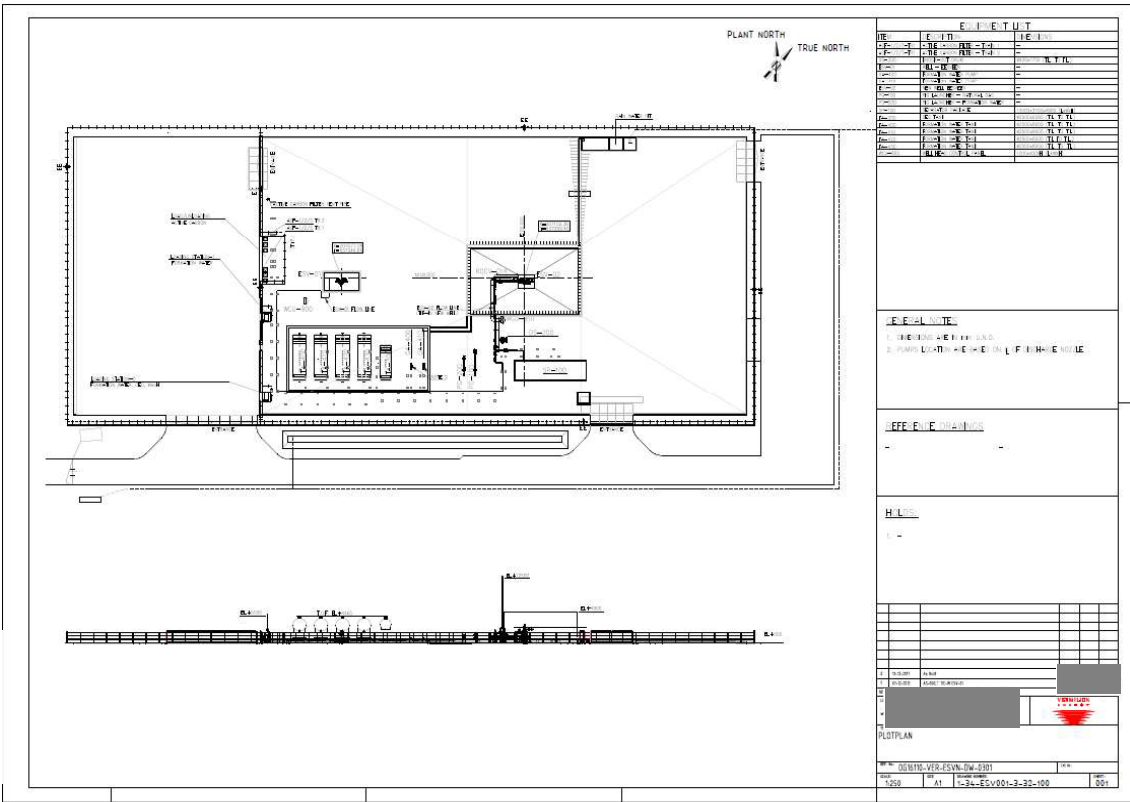
10 Referenties

1. Tcbb, Industriëleidraad 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. Pruiksmā, 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. www.bodemdalingskaart.nl
14. Geology of the Netherlands, Wong et al. (eds), Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences, 2007 / Amsterdam University Press, 2007
15. Meetregister bij de meetplannen LDS, Diever, Eesveen, Nijensleek, Vinkega, De Hoeve, Noordwolde, Weststellingwerf 2022, Versie definitief, 18 januari 2019, Antea, projectnummer 0471364.100
16. Construction of earthquake location uncertainty maps for the Netherlands KNMI, R&D Seismology and Acoustics August 24, 2023
17. www.commissiebodemdaling.nl
18. "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.

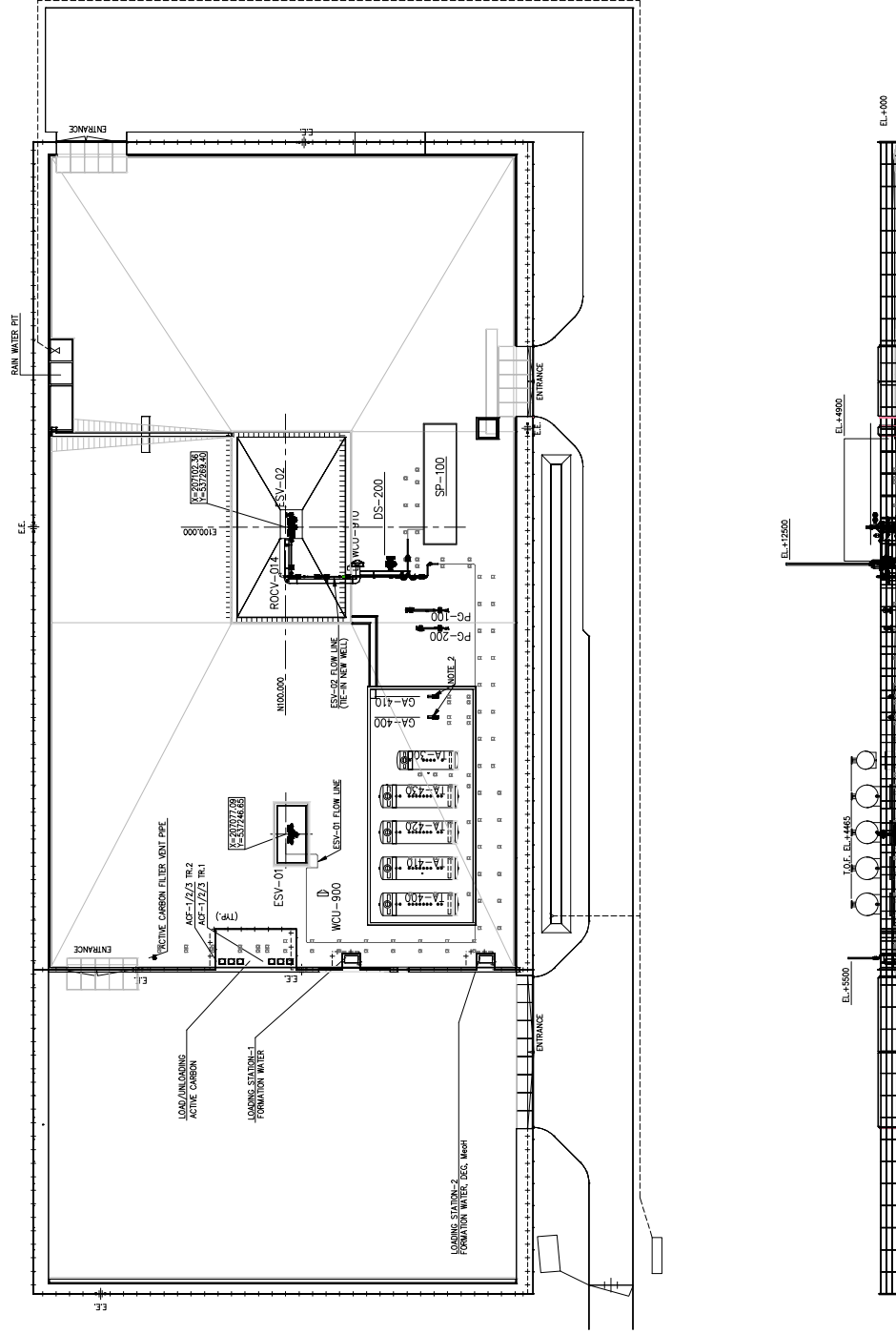
11 Bijlage: Plotplannen van de aardgaswinningslocaties

Deze bijlage bevat een schets van de mijnbouwlocatie Eesveen 1. Er kunnen in de toekomst mogelijk veranderingen plaatsvinden welke, indien nodig, de noodzakelijke vergunningprocedure zullen doorlopen. Deze plotplannen kunnen dus veranderen in de tijd.

Locatie: Eesveen 1
Tekeningnummer: 1-34-ESV001-3-32-100



Figuur 11-1: Mijnbouwlocatie Eesveen 1, tekening 1-34-ESV001-3-32-100



GENERAL NOTES

1. DIMENSIONS ARE IN mm UNO.
2. PUMPS LOCATION ARE BASED ON ϕ OF DISCHARGE NOZZLE.

HOLDS:

1. -

[illegible]

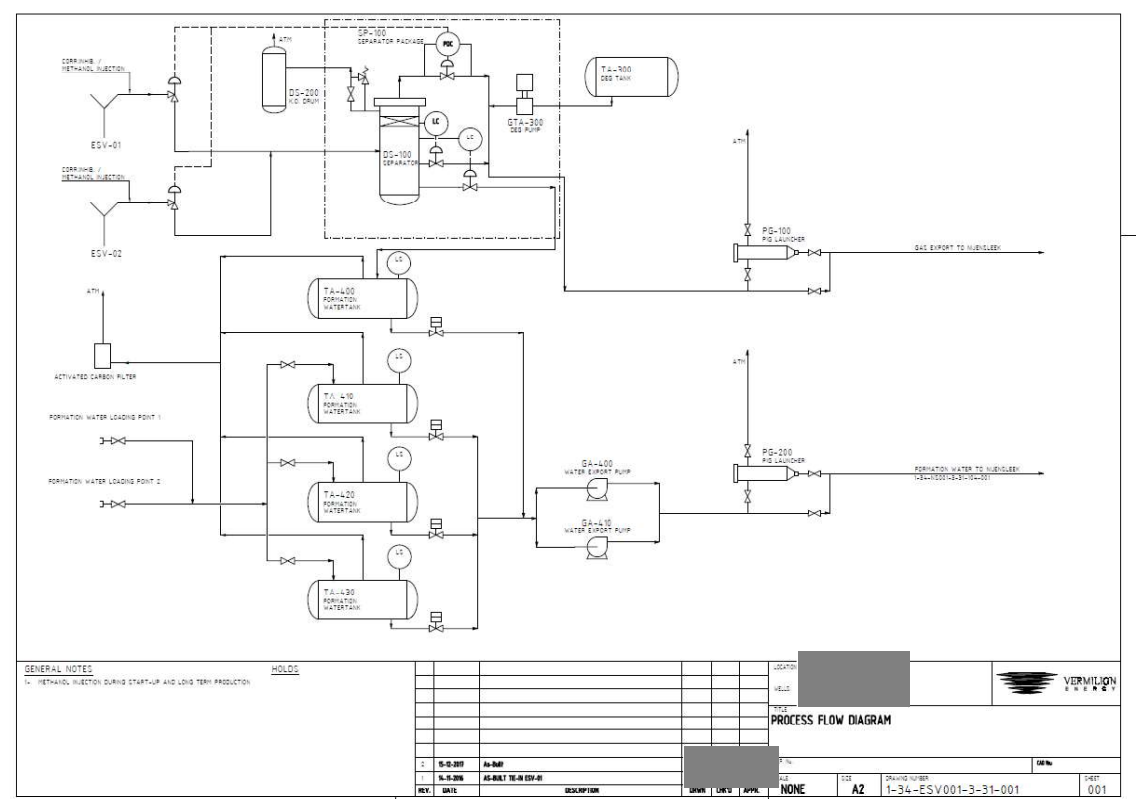
REF. NO.	0616110-VER-ESVN-DW-0301			CAD No.
SCALE	1:250	SIZE	A1	DRAWING NUMBER
				1-34-ESV001-3-32-100
				SHEET
				001

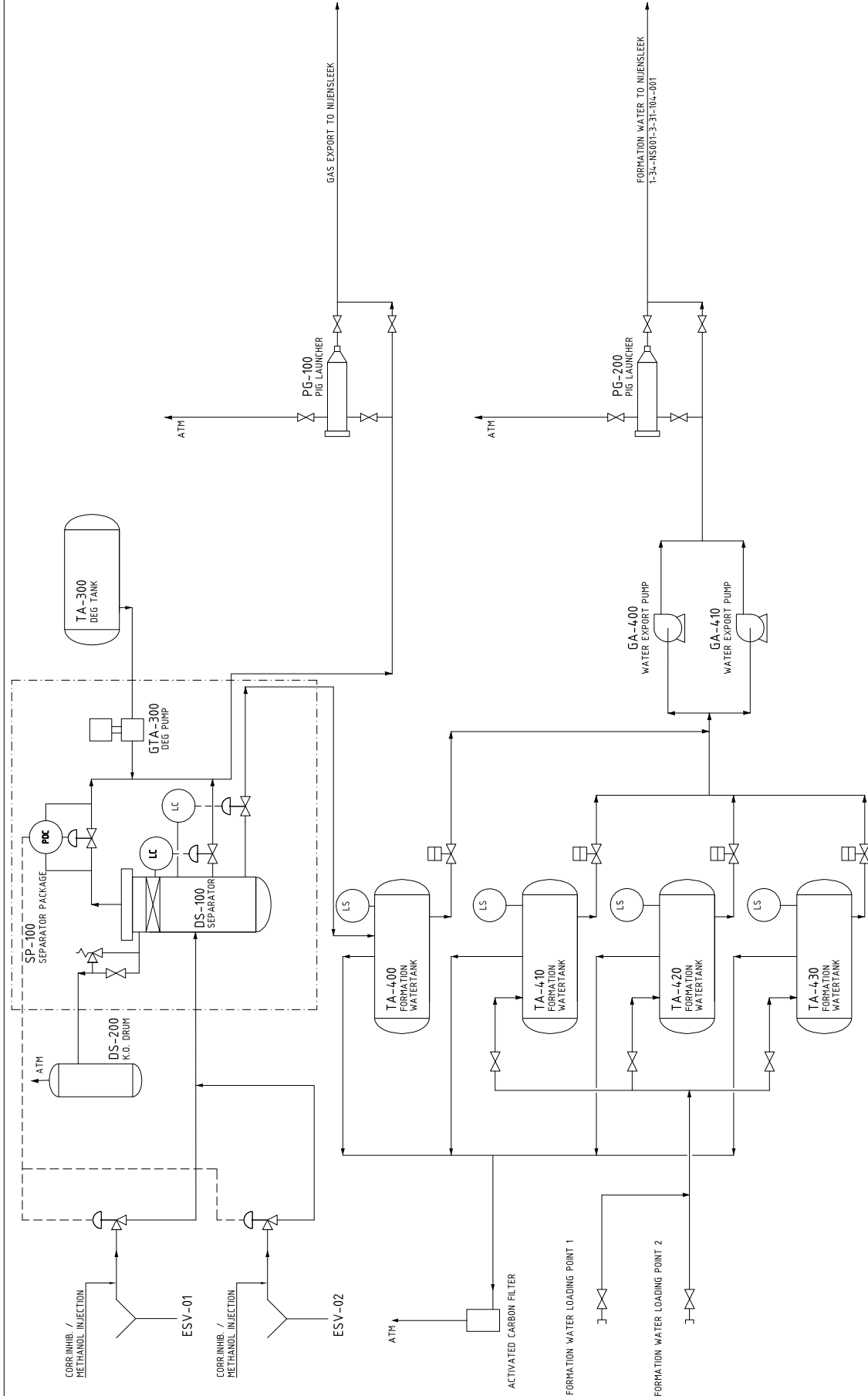
12 Bijlage: Proces-schema van de winningslocaties

Deze bijlage bevat het proces-stroomdiagram van de winningslocatie Eesveen, ten tijde van dit schrijven in 2024.

Er kunnen in de toekomst mogelijk veranderingen plaatsvinden (bijvoorbeeld toevoegen van compressie of een installatie m.b.t. zwavelbehandeling zoals aangegeven in Figuur 2-3) welke, indien nodig, de noodzakelijke vergunningprocedures zullen doorlopen. Het proces-stroomdiagram kan dus veranderen in de tijd.

Locatie: Eesveen 1
Tekeningnummer: 1-34-ESV001-3-31-001





GENERAL NOTES		HOLDS		LOCATION		WELLSITE EESVEEN		VERMILION ENERGY	
1- METHANOL INJECTION DURING START-UP AND LONG TERM PRODUCTION						ESV-01 /ESV-02			
						TITLE		PROCESS FLOW DIAGRAM	
						REF. No:		Dwg No:	
						SCALE:		DRAWING NUMBER	
						NONE		A2	
						SHEET:		001	
						DATE		1-34-ESV001-3-31-001	
						REV.		DESCRIPTION	
						2		15-02-2017	
						1		14-11-2016	
						AS-BUILT		AS-BUILT TE-M ESV-01	
						LA		RUS	
						DRAW		APPK	

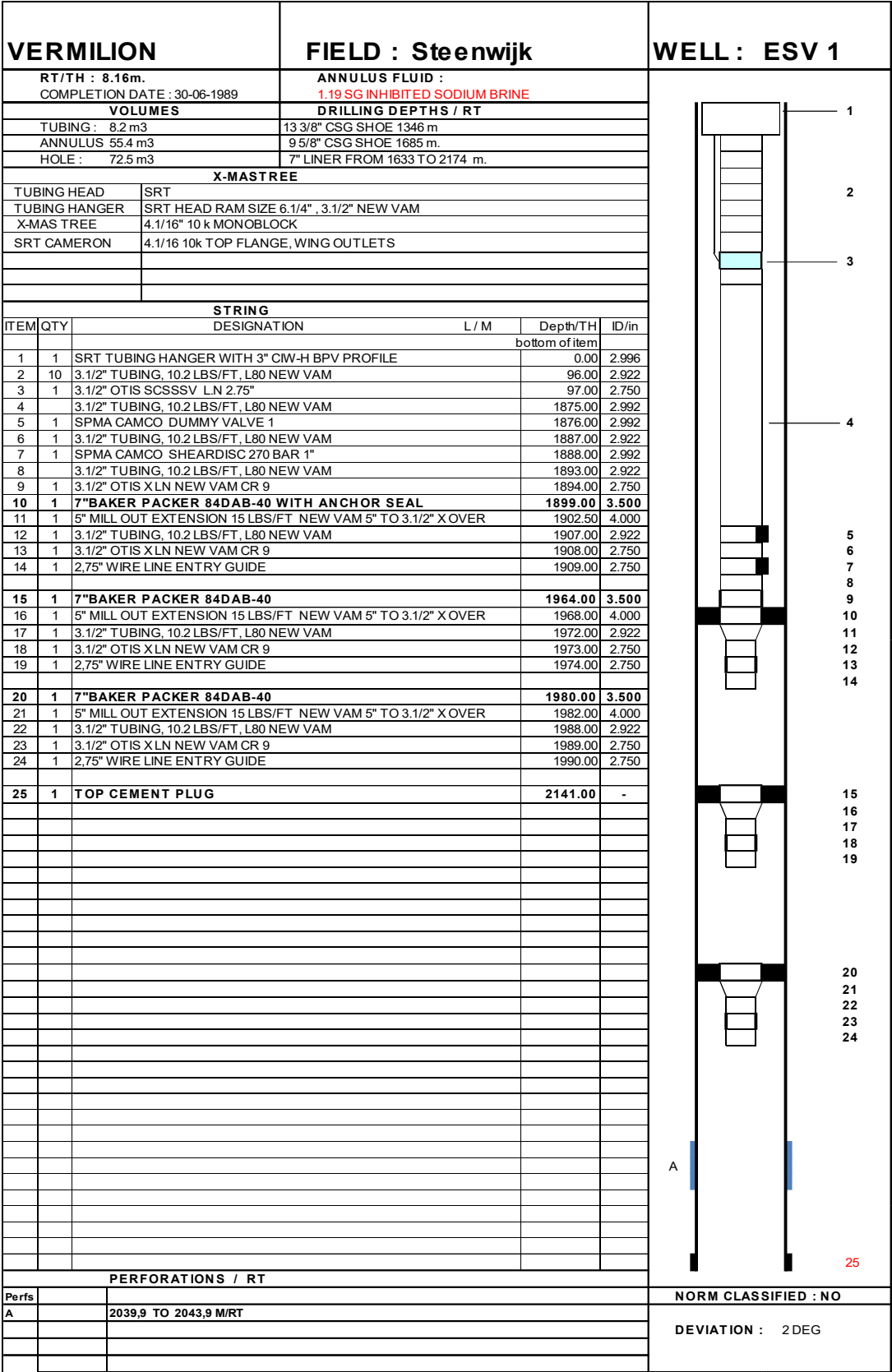
13 Bijlage: Putverbuizingen en perforaties

Deze bijlage schetst de huidige putverbuizing en de perforaties in de putten in dit winningsplan.

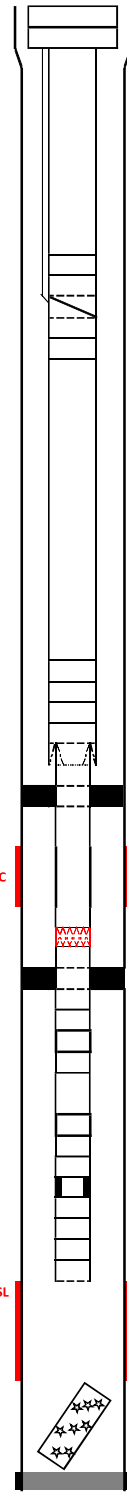
Tijdens de productie-periode kan een put aangepast worden. Dit kan zijn omdat er een onderdeel van de verbuizing vervangen moet worden of omdat er een nieuwe verbuizing wordt geïnstalleerd om de productie te optimaliseren.

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.

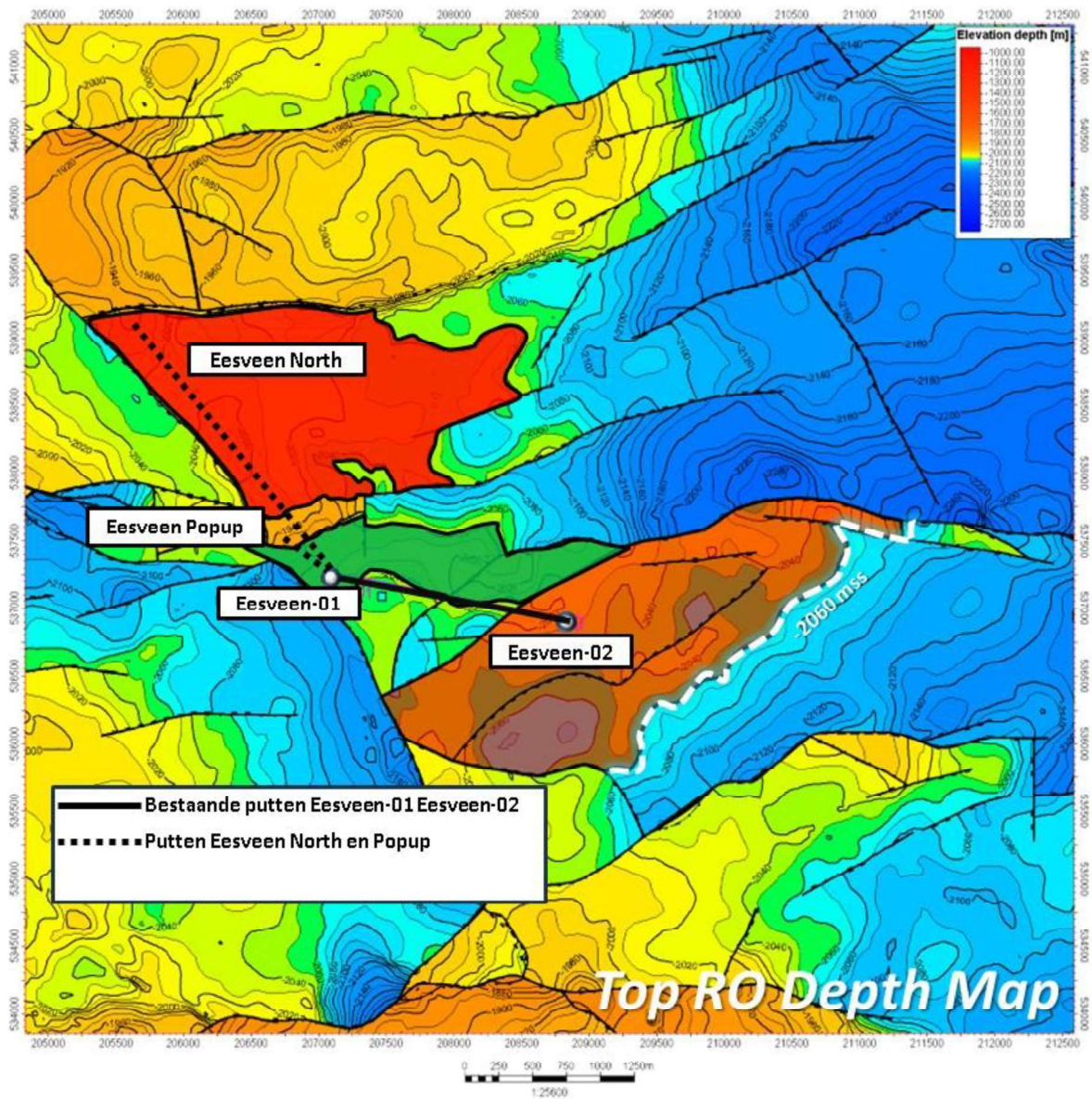


Figuur 13-1: Verbuizingsschema ESV-01.

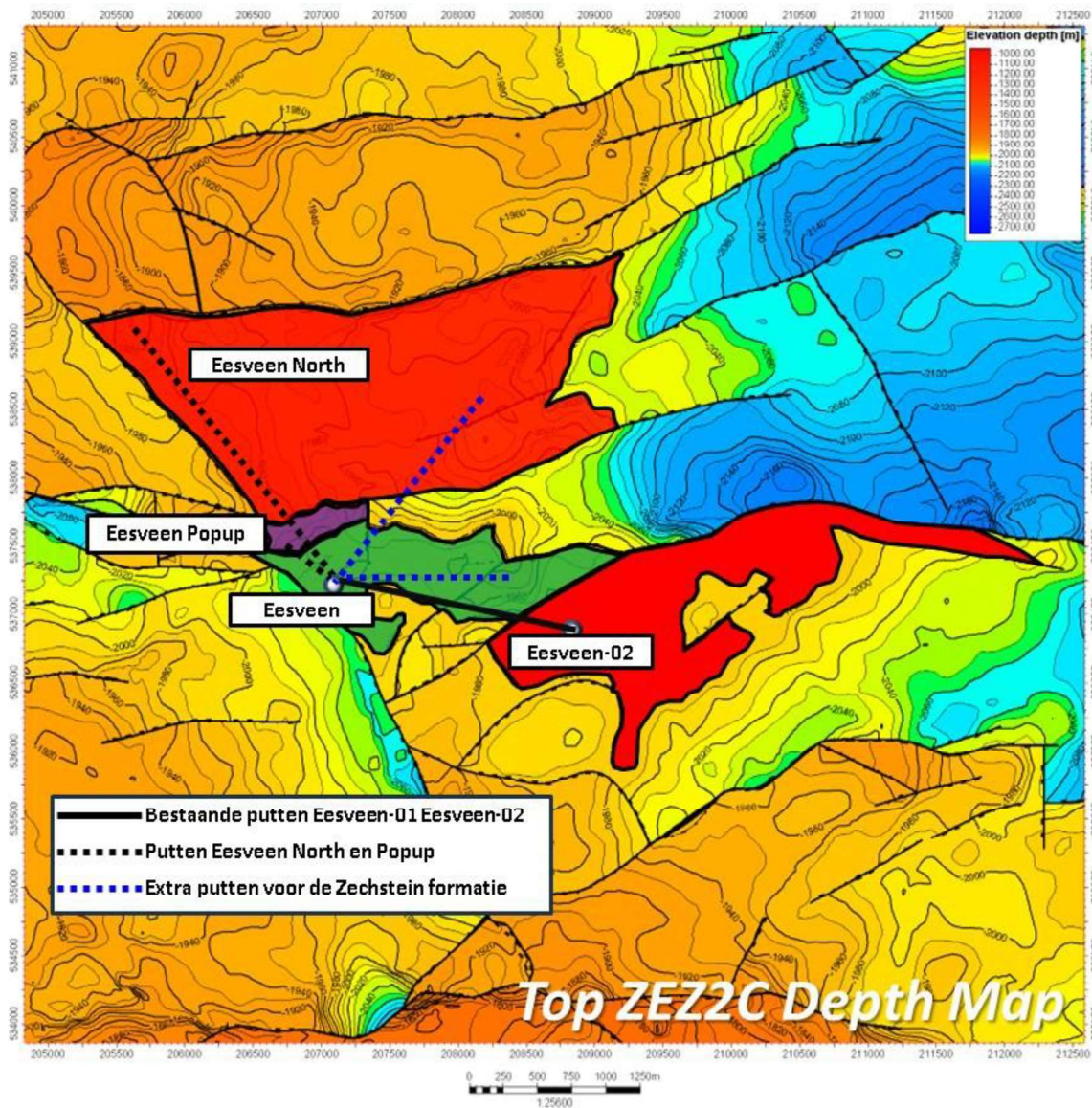
VERMILION			FIELD: DRENTHE VI			EESVEEN-02					
RT/TH (m):		5.75m	ANNULUS FLUID :								
COMPLETION DATE :		16 August 2017	1.22 SG INHIBITED KCL/NaCL BRINE/NaBR								
VOLUMES (m3):		m3 Capacity l/m	PRODUCTION CASING (mRT):								
TUBING :		12.61 3,02 / 4.54	7" 23 # L80 - VAGT 6.4-81.3m								
ANNULUS :		24.79 7.94 / 7.38	5.5" 15.5# L80 - JFE Bear 81.3-2423.8m								
TOTAL :		37.40	5.5" 17 # L80 - JFE Bear 2423.8-2758.7m								
			5.5" 20 # L80 - JFE Bear 2758.7-2844.3m								
			5.5" 17 # L80 - JFE Bear 2844.3-2891.5m								
X-MAS TREE:											
TUBING HEAD		FMC	3 1/8" - 5K API								
TUBING HANGER		FMC	11" x 3 1/2" - 9.2 lb/ft								
L MASTER VALVE		FMC MANUAL GATE VALVE	3 1/8" - 5K API								
U MASTER VALVE		FMC ACTUATED GATE VALVE	3 1/8" - 5K API								
SWAB VALVE		FMC MANUAL GATE VALVE	3 1/8" - 5K API								
WING VALVES		FMC MANUAL GATE VALVE	3 1/8" - 5K API								
TOP CAP		FMC	3 1/8" - 5K API								

Figuur 13-2: Verbuizingsschema put ESV-02.

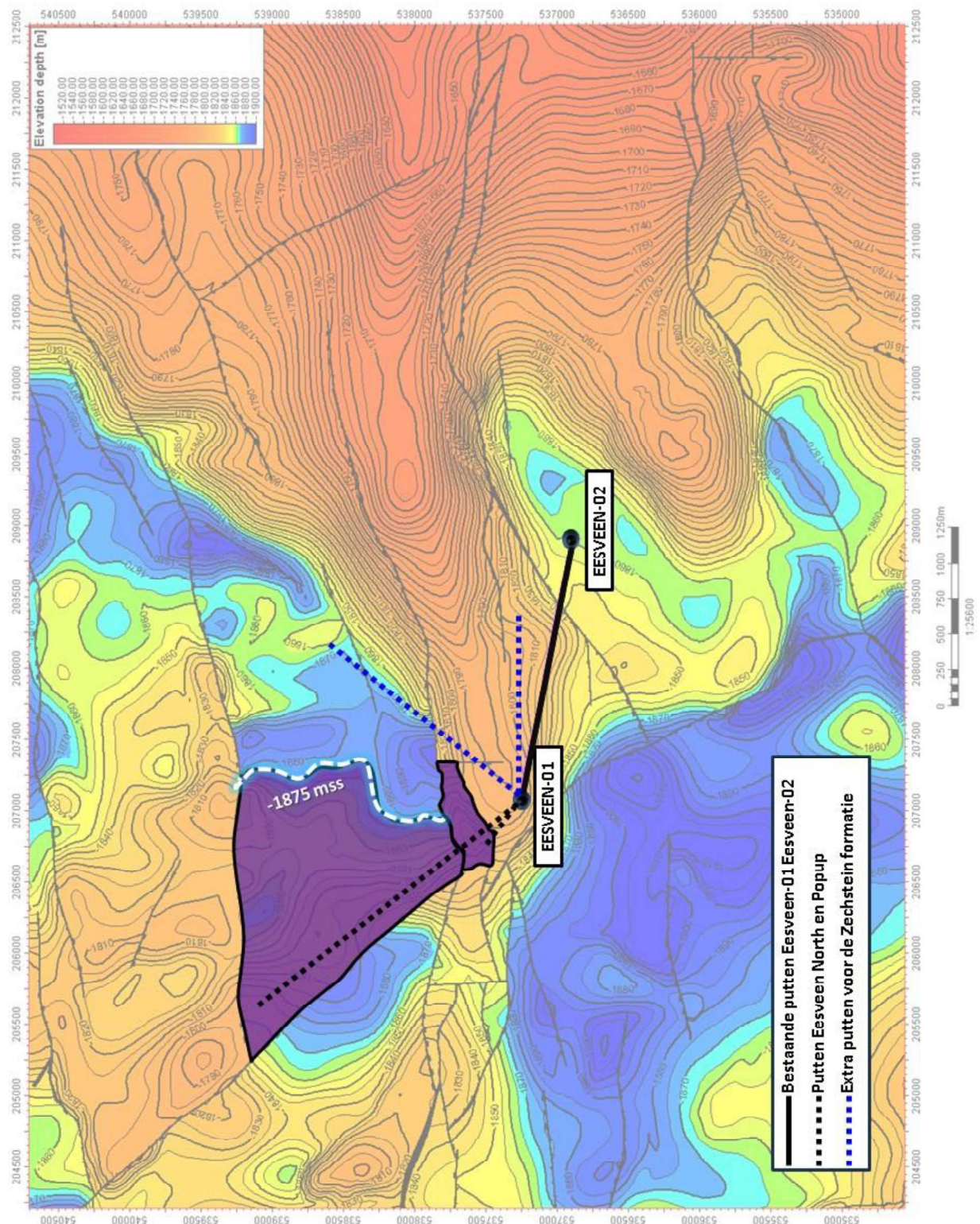
14 Bijlage: Geologische kaart



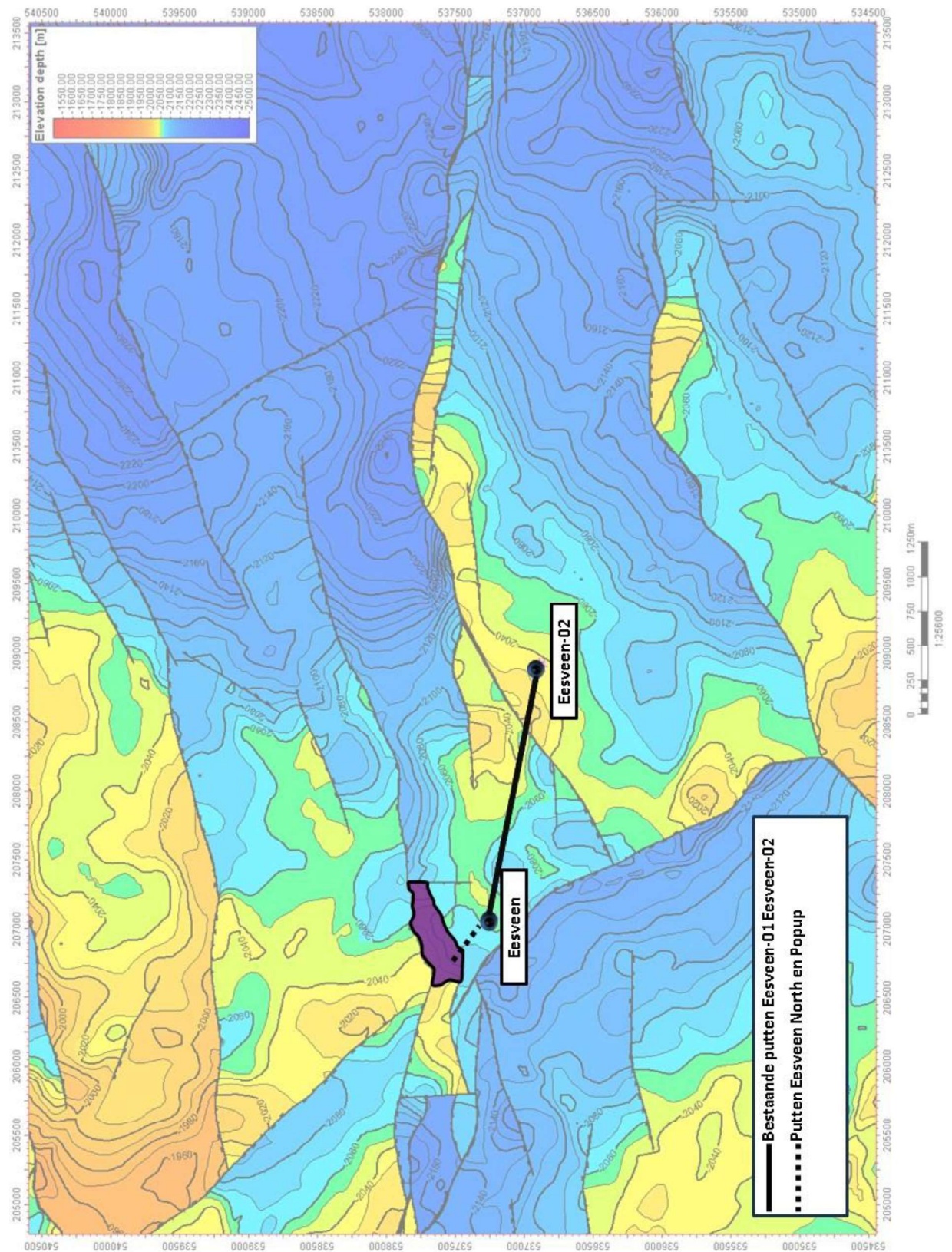
Figuur 14-1: Rotliegend top structuur kaart. Deelvoorkomens Eesveen en Eesveen 2 zijn aangegeven door middel van de bestaande boorputten. De Rotliegend prospects Eesveen Popup en Eesveen North zijn aangegeven, de zwarte stippellijn geeft het mogelijke boortraject aan



Figuur 14-2: Zechstein top structuur kaart. Deelvoorkomens Eesveen en Eesveen 2 zijn aangegeven door middel van de bestaande boorputten. De prospects Eesveen Popup en Eesveen North zijn aangegeven, de zwarte stippellijn geeft het mogelijke boortraject aan. De richting van het boortraject van de extra putten in het Zechstein (boor campagne 2) zijn aangegeven met blauwe lijnen.



Figuur 14-3: Vlieland top structuur kaart. Deelvoorkomens Eesveen en Eesveen 2 zijn aangegeven door middel van de bestaande boorputten. De prospects Eesveen Popup en Eesveen North zijn aangegeven, de zwarte stippellijn geeft het mogelijke boortraject aan. De richting van het boortraject van de extra putten in het Zechstein (boor campagne 2) zijn aangegeven met blauwe lijnen.



Figuur 14-4: Carboon top structuur kaart. Deelvoorkomens Eesveen en Eesveen 2 zijn aangegeven door middel van de bestaande boorputten. Het prospect Eesveen Popup Carboon is aangegeven, de zwarte stippellijn geeft het mogelijke boortraject aan.

15 Bijlage: Analyse en Berekening Bodemdaling

Hieronder wordt allereerst het bodemdalingsmodel beschreven, gevolgd door een analyse van de gemeten bodemdaling en de berekende historische en toekomstige bodemdaling ter plaatse van het voorkomen in dit winningsplan.

De deelvoorkomens Eesveen en Eesveen 2 vallen onder het Meetplan LDS, Diever, Eesveen, Nijensleek, Vinkega, De Hoeve, Noordwolde, Weststellingwerf. In dit meetplan vallen diverse voorkomens met overlappende dalingskommen

Voor de bodemdalingsanalyse in dit winningsplan is gebruik gemaakt van de waterpasmeting uitgevoerd eind 2022 [Ref. 15].

Hieronder wordt allereerst het bodemdalingsmodel beschreven, gevolgd door een analyse van de gemeten bodemdaling en de berekende historische en toekomstige bodemdaling ter plaatse van de deelvoorkomens in dit winningsplan.

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.

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 input parameters 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 eind druk van de Slochteren formatie in de breukblokken en de compactie coëfficiënt van de formatie. Deze onzekerheid is meegenomen in de analyse. 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, Tabel 15-2, Tabel 15-3, Tabel 15-4 en Tabel 15-5.

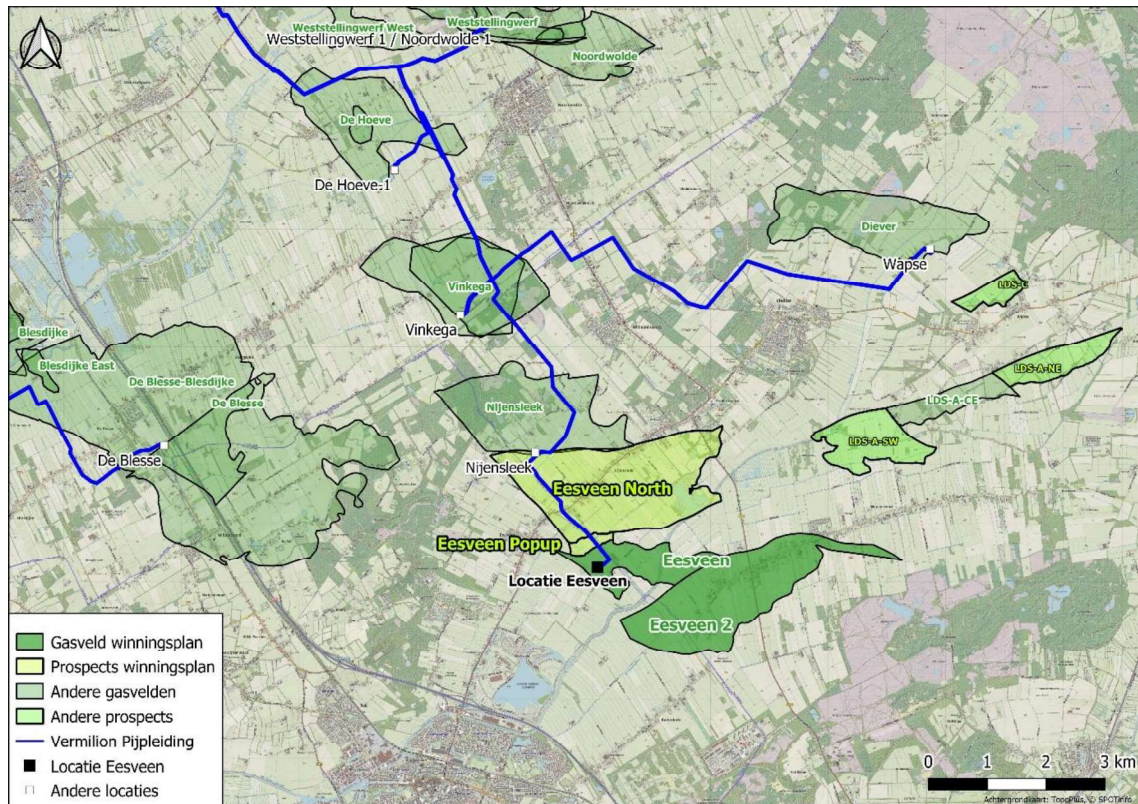
Het uiteindelijke resultaat is de bodemdaling als functie van de tijd, gekalibreerd aan de gemeten bodemdaling. Figuur 15-3 laat het tijdsprofiel zien met historische (gemeten) bodemdaling met peilmerken rond Eesveen North en Figuur 15-4 toont de uiteindelijke verwachte maximale samengestelde gasbodemdaling binnen het invloedgebied van het Eesveen winningsplan.

In dit gebied zijn er vele overlappende kommen, en vond/vindt er op een aantal plaatsen bovendien winning plaats uit boven elkaar gelegen (deel)voorkomens. Als gevolg daarvan zijn er hier specifieke onzekerheden bij het verdelen van de gemeten bodemdaling over de (deel)voorkomens.

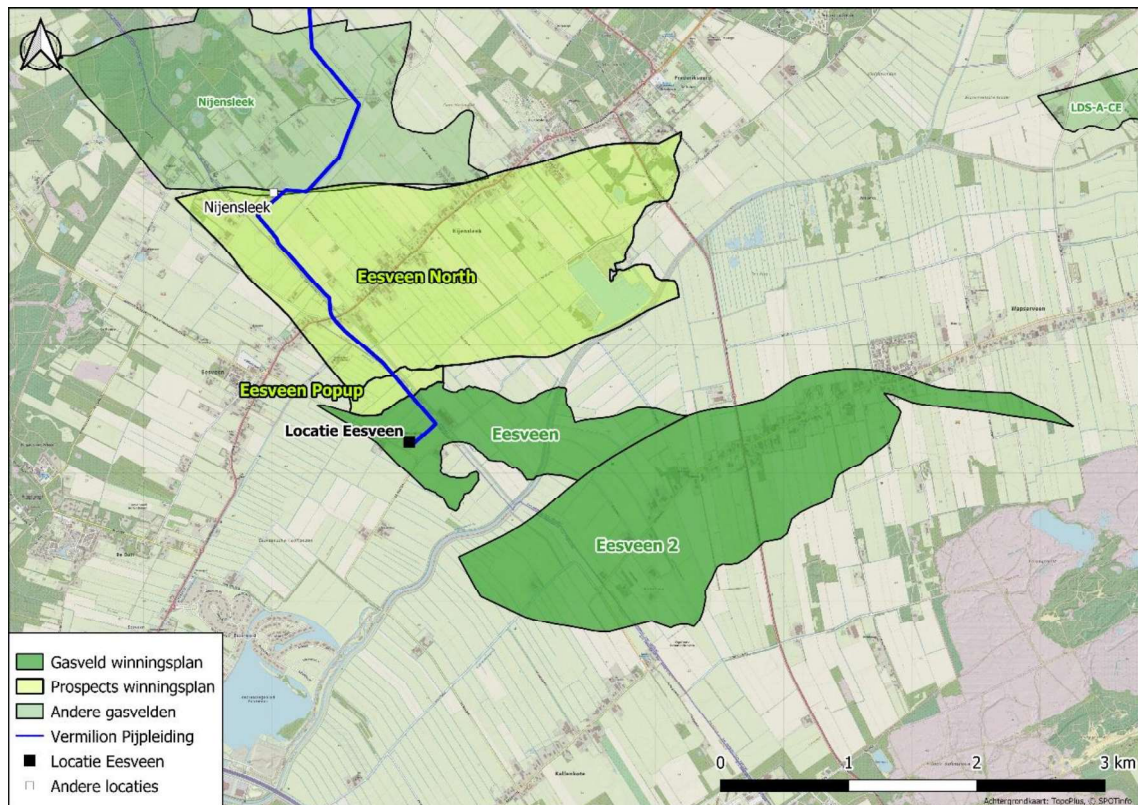
De verwachtingen die in dit winningsplan vermeld worden en de bodemdalingskaarten zijn gebaseerd op een conservatieve (lees: grote) daling.

15.2 Andere gasvoorkomens in de omgeving

In de omgeving van de winningen uit dit plan liggen een aantal andere gasvoorkomens welke zijn meegenomen in de bodemdalingsanalyse; zie Figuur 15-1 voor voorkomens met een overlappende bodemdalingskom. Figuur 15-2 is een ingezoomde versie van Figuur 15-1 met de Eesveen deelvoorkomens uit dit winningsplan. De samenstellingseffecten in de bodemdaling door al deze winningen wordt meegenomen, zowel in de metingen als in de analyses.



Figuur 15-1: Omliggende velden en prospects rond het voorkomen Eesveen in de Vlieland, Zechstein en Rotliegend formatie.



Figuur 15-2: Deelvoorkomens/Prospects Eesveen North en Eesveen Popup zijn gesitueerd ten noorden van de Eesveen 1 locatie. De Eesveen 1 locatie is aangeduid met een zwart vierkant.

15.3 Analyse bodemdalingsmetingen & regionale historische bodemdaling

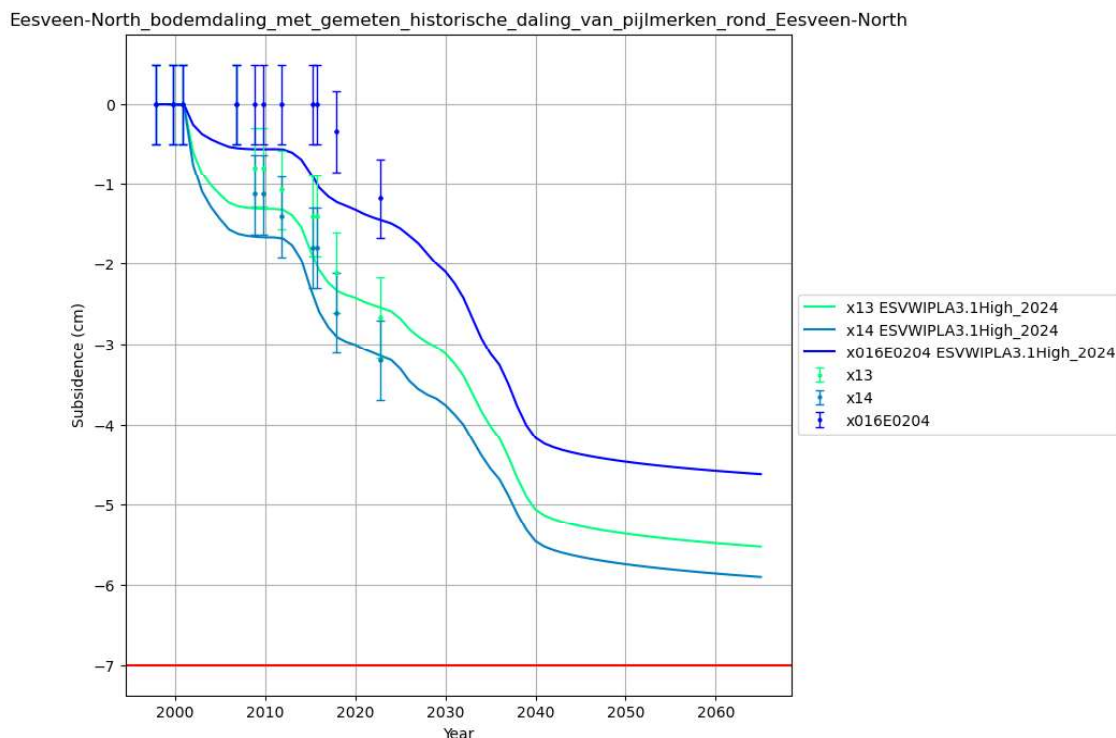
Het meetplan 'Meetnet LDS, Diever, Eesveen, Nijensleek, Vinkega, De Hoeve, Noordwolde, Weststellingwerf' bestrijkt een reeks voorkomens die produceren of geproduceerd hebben en waarvan de bodemdalingskommen overlappen met Eesveen zoals besproken in de vorige paragraaf.

De voorkomens in dit gebied liggen dicht bij elkaar. Daarom wordt de samengestelde bodemdaling gemonitord en gerapporteerd (en hier besproken). De winningen zijn niet tegelijk gestart. Daar wordt gebruik van gemaakt om (binnen bepaalde nauwkeurigheidsgrenzen) bodemdalingen aan voorkomens toe te wijzen.

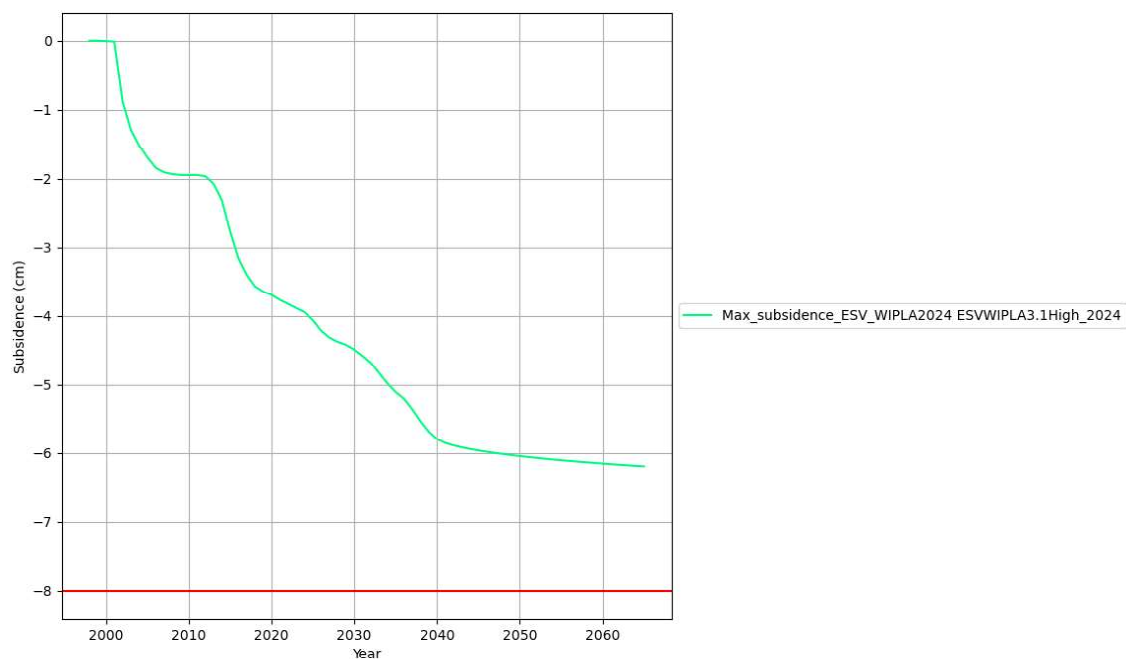
Het meetplan 'Meetnet LDS, Diever, Eesveen, Nijensleek, Vinkega, De Hoeve, Noordwolde, Weststellingwerf' is eind 2022 voor het laatst gewaterpast [Ref.15]. Vermilion heeft metingen in dit gebied geanalyseerd en de meetpunten gebruikt in de analyse. Het tijdsprofiel in Figuur 6-4 en Figuur 15-3 tonen de historische bodemdaling met de metingen van de peilmerken rond Eesveen en Eesveen North. Het tijdsprofiel laat zien dat de reeds opgetreden samengestelde bodemdaling wordt gemeten sinds 1998. Het bodemdalingsmodel is gekalibreerd aan de metingen. Vervolgens is er een verwachte bodemdaling berekend met het model die loopt van 2024 tot 2065.

De gemeten daling bij peilmerken moet i.h.a. gecorrigeerd worden voor autonome daling om de daling ten gevolge van gaswinning te kunnen onderscheiden, zie paragraaf 6.1.3.

Figuur 15-4 is een tijdsprofiel op diepste punt binnen het invloedgebied van Eesveen met de uiteindelijke verwachte samengestelde maximale gasbodemdaling, deze is minder dan 7 cm



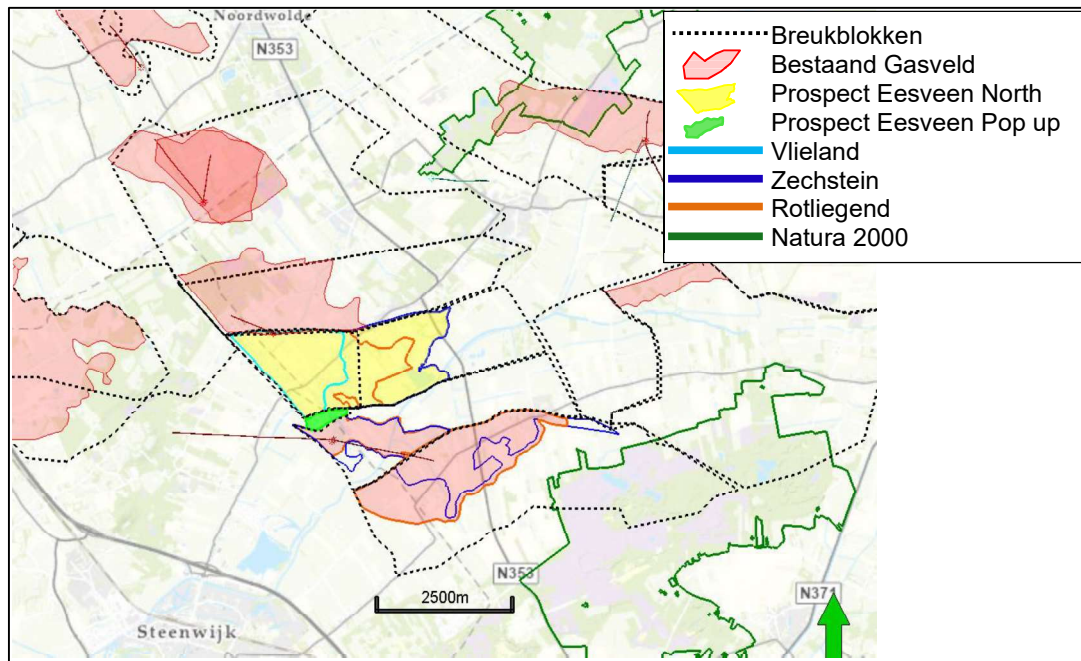
Figuur 15-3: Tijdsprofiel met de uiteindelijke verwachte samengestelde maximale gasbodemdaling van pijlmerken rond Eesveen North. Dit profiel representeert de bodemdaling bij de pijlmerken rond Eesveen North. Het is een samengestelde bodemdaling waarin de overlap van bodemdalingskommen van omliggende velden is inbegrepen. Er is onzekerheid van +/-0.5mm om de bodemdaling te berekenen. De historische data is gebruikt om de onzekerheid te begrenzen



Figuur 15-4: Tijdsprofiel met de uiteindelijke verwachte samengestelde maximale gasbodemdaling binnen het invloedgebied van het Eesveen winningsplan.

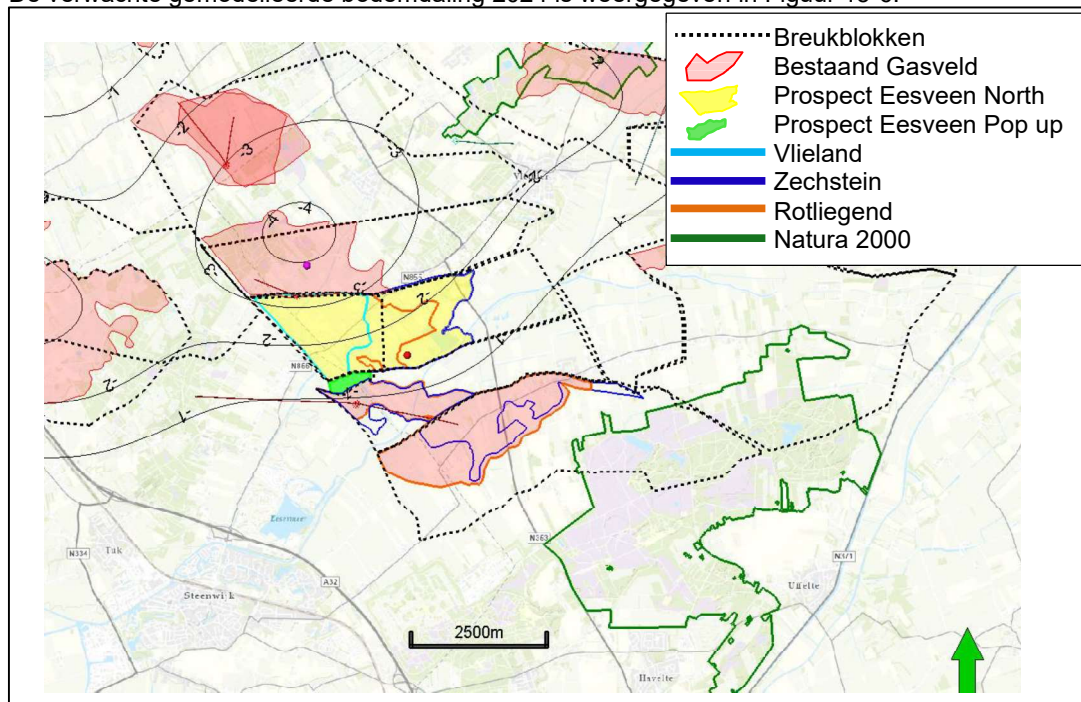
15.4 Bodemdalingsverwachtingen en onzekerheden

De omtrek van de breukblokken die gebruikt zijn voor de bodemdalingsberekeningen zijn weergegeven in Figuur 15-5 met een zwarte stippellijn. Binnen deze omtrek (dit zijn de breukblokken) vindt de drukdaling plaats en daardoor de bodemdaling.



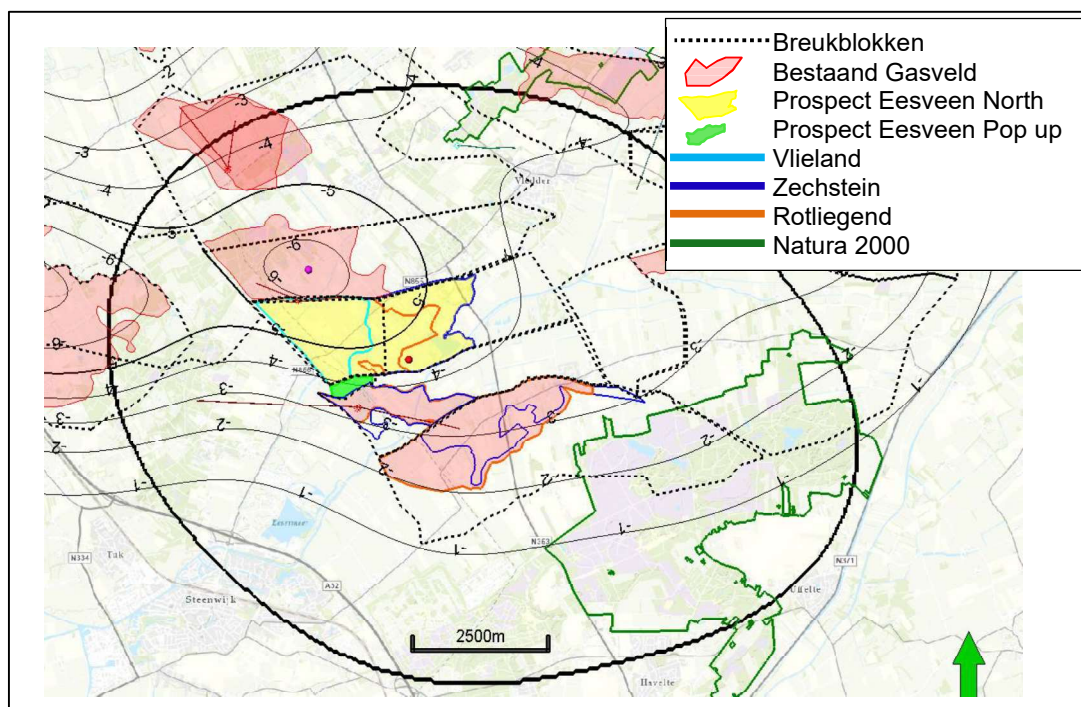
Figuur 15-5: Contouren van de breukblokken (zwarte stippellijn), behorende bij de diverse (deel)voorkomens, om het depletiegebied te definiëren voor de bodemdalingsberekeningen.

De verwachte gemodelleerde bodemdaling 2024 is weergegeven in Figuur 15-6.



Figuur 15-6: Samengestelde bodemdaling in centimeters door gaswinning uit Eesveen en de omliggende voorkomens voor de situatie 2024. De zwarte gestippelde omlijnningen zijn de gedefinieerde breukblok oppervlaktes, behorende bij het deelvoorkomen, waarmee het depletiegebied is bepaald.

De uiteindelijke maximale bodemdaling door gaswinning uit de deelvoorkomens in dit winningsplan in 2065 is weergegeven in Figuur 15-7. Het diepste punt bevindt zich aan de Noordkant van Eesveen North, vanwege naburige gasvoorkomens. In 2065 is de bodemdaling minder dan 7 cm



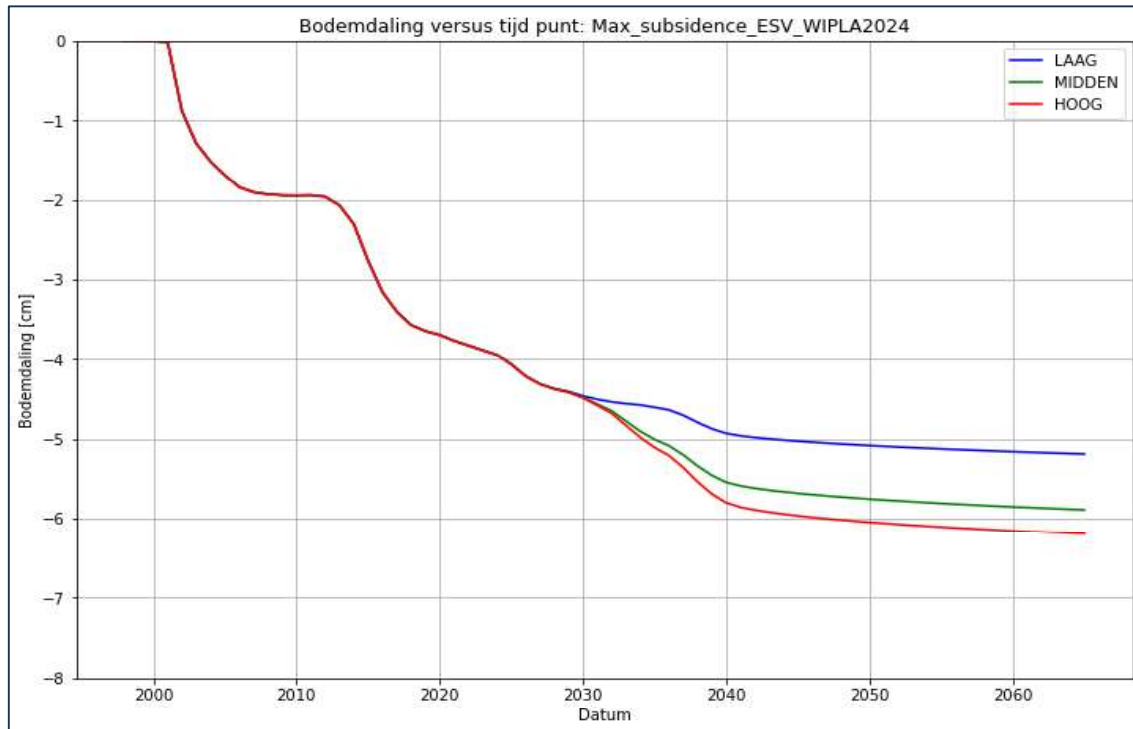
Figuur 15-7: Uiteindelijke verwachte samengestelde maximale bodemdaling door gaswinning uit Eesveen en de omliggende voorkomens in cm voor de situatie eind 2065. De zwarte contour-lijnen laten de maximale toekomstige bodemdaling zien. Het roze punt geeft de locatie aan waar de bodemdaling het diepste is in het invloedgebied van Eesveen (dikke zwarte cirkel). Het rode punt geeft het centrum van de bodemdaling van de Eesveen deelvoorkomens aan.

Zoals besproken is er onzekerheid in de input parameters voor de bodemdalingberekeningen. De onzekerheid in de gemodelleerde bodemdaling wordt getoetst aan de historisch gemeten bodemdaling.

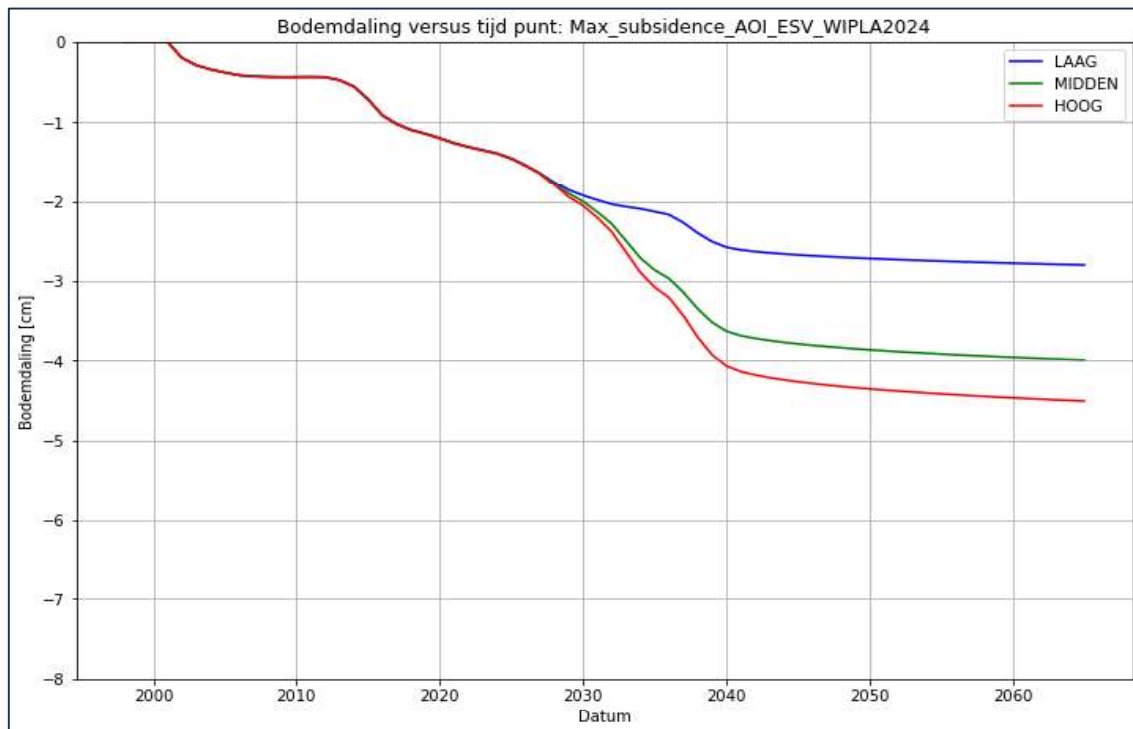
Tabel 15-1 t/m Tabel 15-6 laten de input parameters zien die gebruikt zijn voor de modellen. Voor de maximale bodemdaling is de hoge compactie coëfficiënt gebruikt. De midden en lage compactie coëfficiënt geven de range aan voor deze parameter. Figuur 15-7 toont behalve de bodemdalingsskom ook de breukblokken (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 15-8 toont over de periode van 2000 tot 2065 de berekende range van de samengestelde bodemdaling op het diepste punt (roze punt in Figuur 15-7) van de bodemdalingsskom van het invloedgebied van Eesveen middels een verwacht laag-midden-hoog tijdsprofiel. In 2065 is de verwachte maximale samengestelde bodemdaling op het diepste punt minder dan 7 cm.

Figuur 15-9 toont de berekende range van de samengestelde bodemdaling in het centrum van de bodemdaling door de Eesveen deelvoorkomens (rode punt in Figuur 15-7)



Figuur 15-8: Tijdsprofielen met de uiteindelijke verwachte samengestelde laag-midden-hoog gasbodemdaling op het diepste punt (zie locatie van het roze punt Figuur 15-7) van het invloedgebied van Eesveen. Dit profiel representeert de bodemdaling over de periode van 2000 tot 2065. De laag-midden-hoog profielen zijn gebaseerd op onzekerheid in de parameter set van Tabel 15-1 t/m Tabel 15-6.



Figuur 15-9: Tijdsprofielen met de uiteindelijke verwachte samengestelde laag-midden-hoog gasbodemdaling in het centrum van de bodemdaling door Eesveen deelvoorkomens (zie locatie van het rode punt Figuur 15-7)). Dit profiel representeert de bodemdaling over de periode van 2000 tot 2065. De laag-midden-hoog profielen zijn gebaseerd op onzekerheid in de parameter set van Tabel 15-1 t/m Tabel 15-6.

Tabel 15-1: Eesveen North.Rotliegend en Zechstein Parameter set die gebruikt kan worden 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 bodemdaling gebruikt de hoge compactie coëfficiënt.

Reservoir naam	ESV-NORTH-RO (Eesveen North Rotliegend)			ESV-NORTH-ZE (Eesveen North Zechstein)		
Depletie gebied	FB_Eesveen-North-RO_ZE_QGIS-Export.shp			FB_Eesveen-North-RO_ZE_QGIS-Export.shp		
Initiële druk [bara]	228			217		
Eind druk [bara]	15			30		
Poisson's Ratio	0.25			0.25		
Formatie diepte	1970			1905		
Dikte voorkomen [m]	28.7			17		
C _{m,ref} 1/bar Hoog Mid-Laag	9.0 E-6	7.5 E-6	4.5 E-6	7.0E-6	5.25E-6	3.50E-6
C _{m,d} [1/bar] Hoog Mid Laag	2.37 E-6	1.97 E-6	1.18 E-6	1.84E-6	1.38E-6	9.21E-7
b-factor	0.025			0.025		

Tabel 15-2: Eesveen North. Vlieland Parameter set die gebruikt kan worden 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 bodemdaling gebruikt de hoge compactie coëfficiënt.

Reservoir naam	ESV-NORTH-KNNS (Eesveen North Vlieland)		
Depletie gebied	FB_Eesveen-North-Vlieland_QGIS-Export.shp		
Initiële druk [bara]	202		
Eind druk [bara]	15		
Poisson's Ratio	0.25		
Formatie diepte	1830		
Dikte voorkomen [m]	14		
C _{m,ref} 1/bar Hoog Mid-Laag	2.5 E-5	1.88E-5	1.25E-5
C _{m,d} [1/bar] Hoog Mid Laag	6.58E-6	4.93E-6	3.29E-6
b-factor	0.025		

Tabel 15-3: Eesveen Popup Carboon en -Rotliegend. Parameter set die gebruikt kan worden 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 bodemdaling gebruikt de hoge compactie coëfficiënt.

Reservoir naam	ESV-01-POPUP-CARB (Eesveen Popup Carboon)			ESV-01-POPUP-RO (Eesveen North Rotliegend)		
Depletie gebied	FB_FB_Eesveen-Popup-VLI_ZE_RO_DC_QGIS-Export.shp			FB_Eesveen-North-RO_ZE_QGIS-Export.shp		
Initiële druk [bara]	237			217		
Eind druk [bara]	30			20		
Poisson's Ratio	0.25			0.25		
Formatie diepte	1950			1920		
Dikte voorkomen [m]	15			26		
C _{m,ref} 1/bar]	9.0 E-6	7.5 E-6	4.5 E-6	9.0 E-6	7.5 E-6	4.5 E-6
Hoog Mid-Laa						
C _{m,d} [1/bar]	2.37 E-6	1.97 E-6	1.18 E-6	2.37 E-6	1.97 E-6	1.18 E-6
Hoog Mid Laag						
b-factor	0.025			0.025		

Tabel 15-4: Eesveen Popup Zechstein en -Vlieland. Parameter set die gebruikt kan worden 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 bodemdaling gebruikt de hoge compactie coëfficiënt.

Reservoir naam	ESV-01-POPUP-ZE (Eesveen Popup Zechstein)			ESV-01-POPUP-KNNS (Eesveen Popup Vlieland)		
Depletie gebied	FB_Eesveen-Popup-VLI_ZE_RO_DC_QGIS-Export.shp			FB_Eesveen-Popup-VLI_ZE_RO_DC_QGIS-Export.shp		
Initiële druk [bara]	207			202		
Eind druk [bara]	30			23		
Poisson's Ratio	0.25			0.25		
Formatie diepte	1850			1780		
Dikte voorkomen [m]	17			14		
C _{m,ref} 1/bar]	7.0E-6	5.25E-6	3.50E-6	2.5 E-5	1.88E-5	1.25E-5
Hoog Mid-Laa						
C _{m,d} [1/bar]	1.84E-6	1.38E-6	9.21E-7	6.58E-6	4.93E-6	3.29E-6
Hoog Mid Laag						
b-factor	0.025			0.025		

Tabel 15-5: Eesveen 2 Rotliggend en -Zechstein. Parameter set die gebruikt kan worden 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 bodemdaling gebruikt de hoge compactie coëfficiënt.

Reservoir naam	ESV-02-RO (Eesveen 2 Rotliggend)			ESV-02 (Eesveen North Zechstein)		
Depletie gebied	FB_Eesveen 2-RO_ZE_QGIS-Export.shp			FB_Eesveen 2-RO_ZE_QGIS-Export.shp		
Initiële druk [bara]	230			217		
Eind druk [bara]	15			30		
Poisson's Ratio	0.25			0.25		
Formatie diepte	1995			1915		
Dikte voorkomen [m]	14			21		
C _{m,ref} [1/bar] Hoog Mid-Laag	8.0E-6	8.0E-6	8.0E-6	7.0E-6	5.25E-6	3.50E-6
C _{m,d} [1/bar] Hoog Mid Laag	2.11 E-6	2.11 E-6	2.11E-6	1.84E-6	1.38E-6	9.21E-7
b-factor	0.025			0.025		

Tabel 15-6: Eesveen Rotliegend en -Zechstein. Parameter set die gebruikt kan worden 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 bodemdaling gebruikt de hoge compactie coëfficiënt.

Reservoir naam	ESV-01-RO (Eesveen Rotliegend)			ESV-01-ZE (Eesveen Zechstein)		
Depletie gebied	FB Eesveen-RO_ZE_QGIS-Export.shp			FB Eesveen-RO_ZE_QGIS-Export.shp		
Initiële druk [bara]	228			217		
Eind druk [bara]	15			30		
Poisson's Ratio	0.25			0.25		
Formatie diepte	1995			1935		
Dikte voorkomen [m]	23			12.5		
$C_{m,ref}$ [1/bar] Hoog Mid-Laat	8.0E-6	8.0E-6	8.0E-6	7.0E-6	5.25E-6	3.50E-6
$C_{m,d}$ [1/bar] Hoog Mid Laag	2.11 E-6	2.11 E-6	2.11E-6	1.84E-6	1.38E-6	9.21E-7
b-factor	0.025			0.025		

16 Bijlage: Seismische Risico Analyse: Details en Achtergronden

Winning uit de deelvoorkomens Eesveen, Eesveen 2, Eesveen Popup en Eesveen North vallen in risico categorie I; dit is de laagste risico-categorie. 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 risico-analyse. 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 voorkomen 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 voorkomen 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 voorkomens 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 risico analyse verder worden uitgebreid met de risico matrix (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 voorkomen.

Niveau 3: Kwantitatieve Risico Analyse

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

16.2 Seismische Risico Analyse voor de deelvoorkomens in dit winningsplan

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 voorkomens. Aan de hand van de volgende parameters van een olie- of gasvoorkomen 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 voorkomen in meters;

A = De oppervlakte van het 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 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.

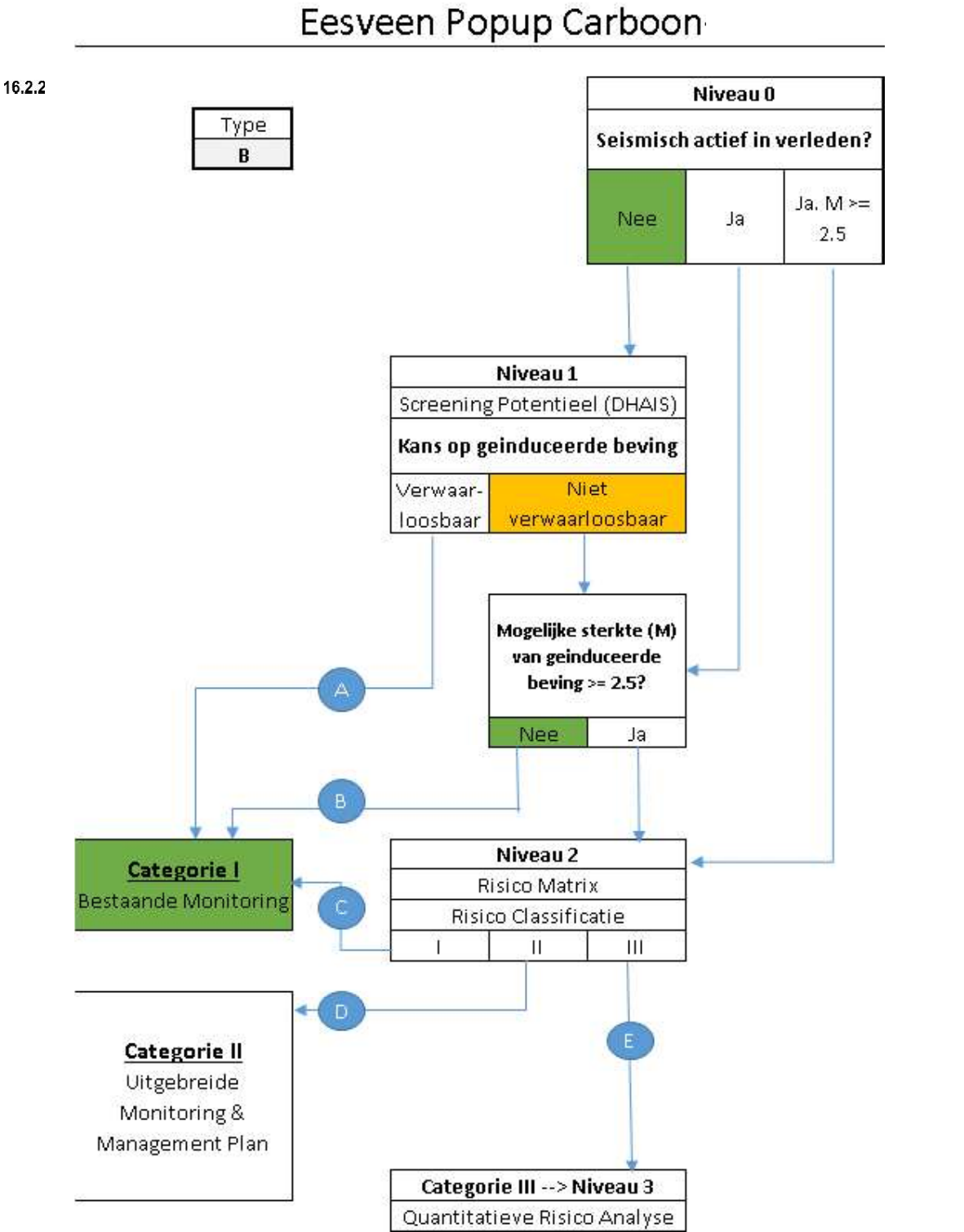
Het resultaat van het doorlopen van de SRA voor de deelvoorkomens en voorkomens is weergegeven in Tabel 16-2. Het Eesveen Popup en het Eesveen North voorkomen hebben meerdere reservoirs. De individuele reservoirs Carboon, Rotliegend, Zechstein en Vlieland voor de deelvoorkomens in dit winningsplan vallen allemaal in Categorie I; de laagste risico categorie. Deze conclusie is schematisch weergegeven in beslissingsbomen van Figuur 16-1 tot Figuur 16-11.

De mogelijke sterkte van geïnduceerde beving (M) voor de deelvoorkomens Eesveen 2-Zechstein, Eesveen, Noord Zechstein en Eesveen Noord (Rotliegend) komt boven de drempelwaarde uit. Een Niveau-2 analyse is nodig omdat de maximale sterkte van een geïnduceerde beving boven de $M=2.5$ uitkomt. De Niveau-2 analyse is beschreven in de volgende paragraaf.

Tabel 16-2: Resulterende categorie en type aanduiding voor de deelvoorkomens in dit winningsplan. Zie Figuur 16-1 tot Figuur 16-11 voor de verklaring van de "Type" letters.

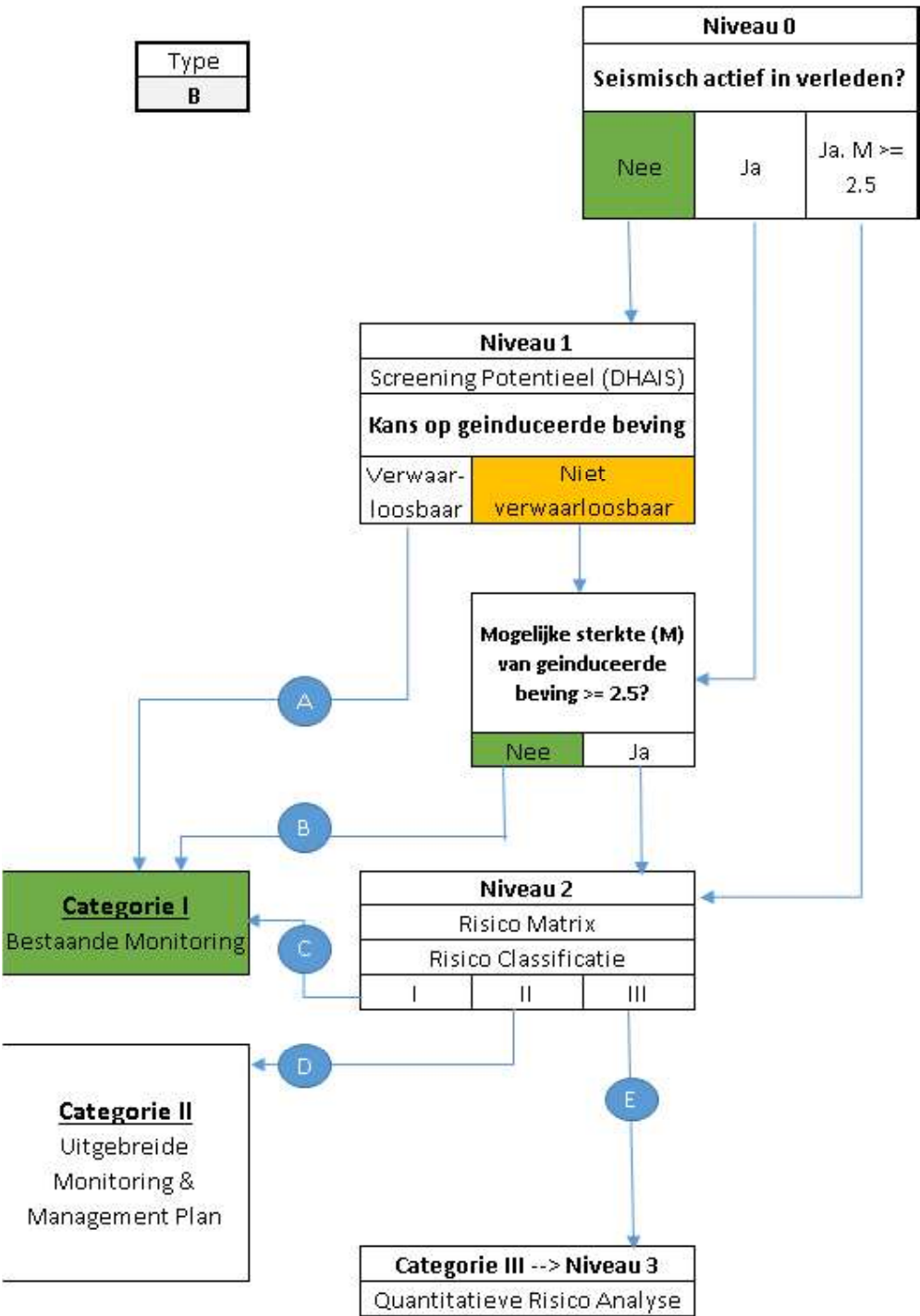
Deelvoorkomen	E factor	B factor	Cat.	Mmax	Type	Opmerking
Eesveen Popup Carboon	1.33	2.24	1	1.96	B	M factor onder drempelwaarde. De SRA analyse resulteert in Categorie I.
Eesveen Popup Rotliegend	2.82	2.95	1	2.28	B	M factor onder drempelwaarde. De SRA analyse resulteert in Categorie I.
Eesveen Popup Zechstein	1.21	2.38	1	2.03	B	M factor onder drempelwaarde. De SRA analyse resulteert in Categorie I.
Eesveen Popup Vlieland	0.11	2.16	1	1.92	A	De SRA analyse resulteert in Categorie I.
Eesveen North Rotliegend	2.82	0.91	1	2.61	C	Niveau-2 analyse. De SRA analyse resulteert in Categorie I.
Eesveen North Zechstein	1.21	1.07	1	2.53	C	Niveau 2 analyse. De SRA analyse resulteert in Categorie I.
Eesveen North Vlieland	0.11	0.57	1	2.19	A	De SRA analyse resulteert in Categorie I.
Eesveen 2 Rotliegend	2.82	1.19	1	2.41	B	M factor onder drempelwaarde. De SRA analyse resulteert in Categorie I.
Eesveen 2 Zechstein	1.21	1.65	1	2.60	C	Niveau-2 analyse. De SRA analyse resulteert in Categorie I.
Eesveen Rotliegend	2.82	1.47	1	2.37	B	M factor onder drempelwaarde. De SRA analyse resulteert in Categorie I.
Eesveen Zechstein	1.21	1.05	1	2.02	B	M factor onder drempelwaarde. De SRA analyse resulteert in Categorie I.

Niveau 2: Risico Matrix



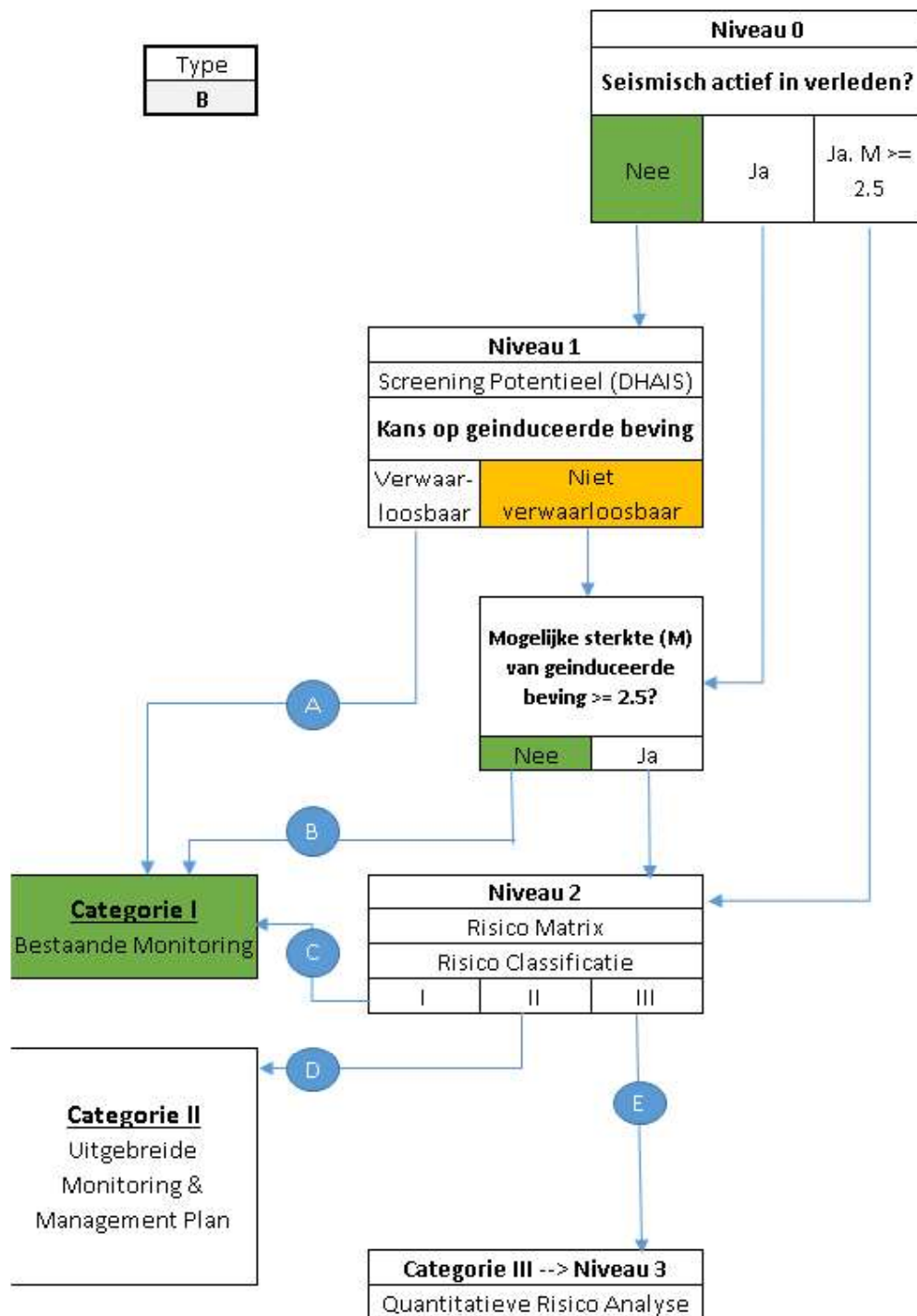
Figuur 16-1: SRA beslisboom toegepast voor deelvoorkomens Eesveen Popup Carboon, de uitkomst is Categorie-I type B

Eesveen Popup Rotliegend



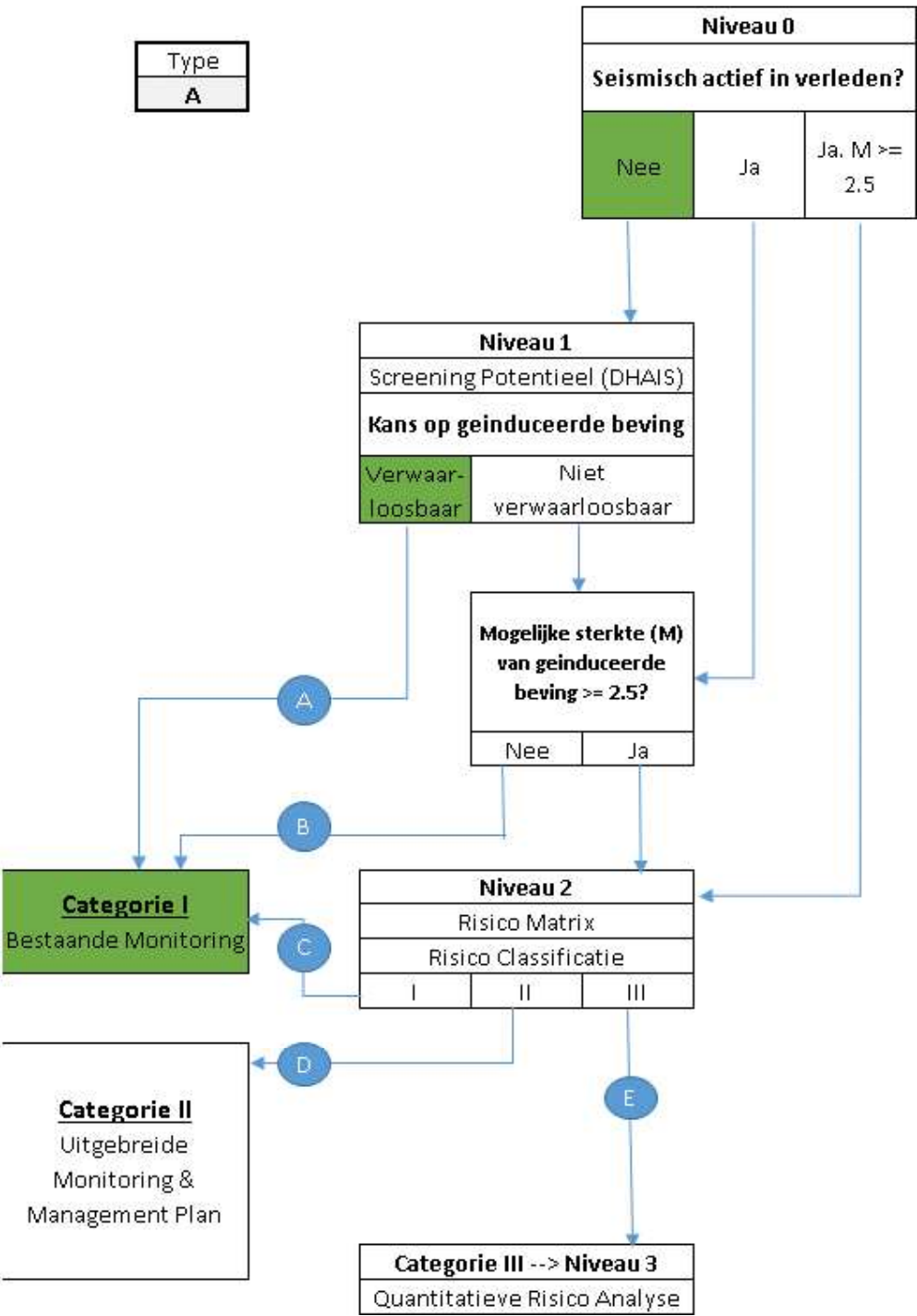
Figuur 16-2: SRA beslisboom toegepast voor deelvoorkomens Eesveen Popup Rotliegend, de uitkomst is Categorie-I type B

Eesveen Popup Zechstein



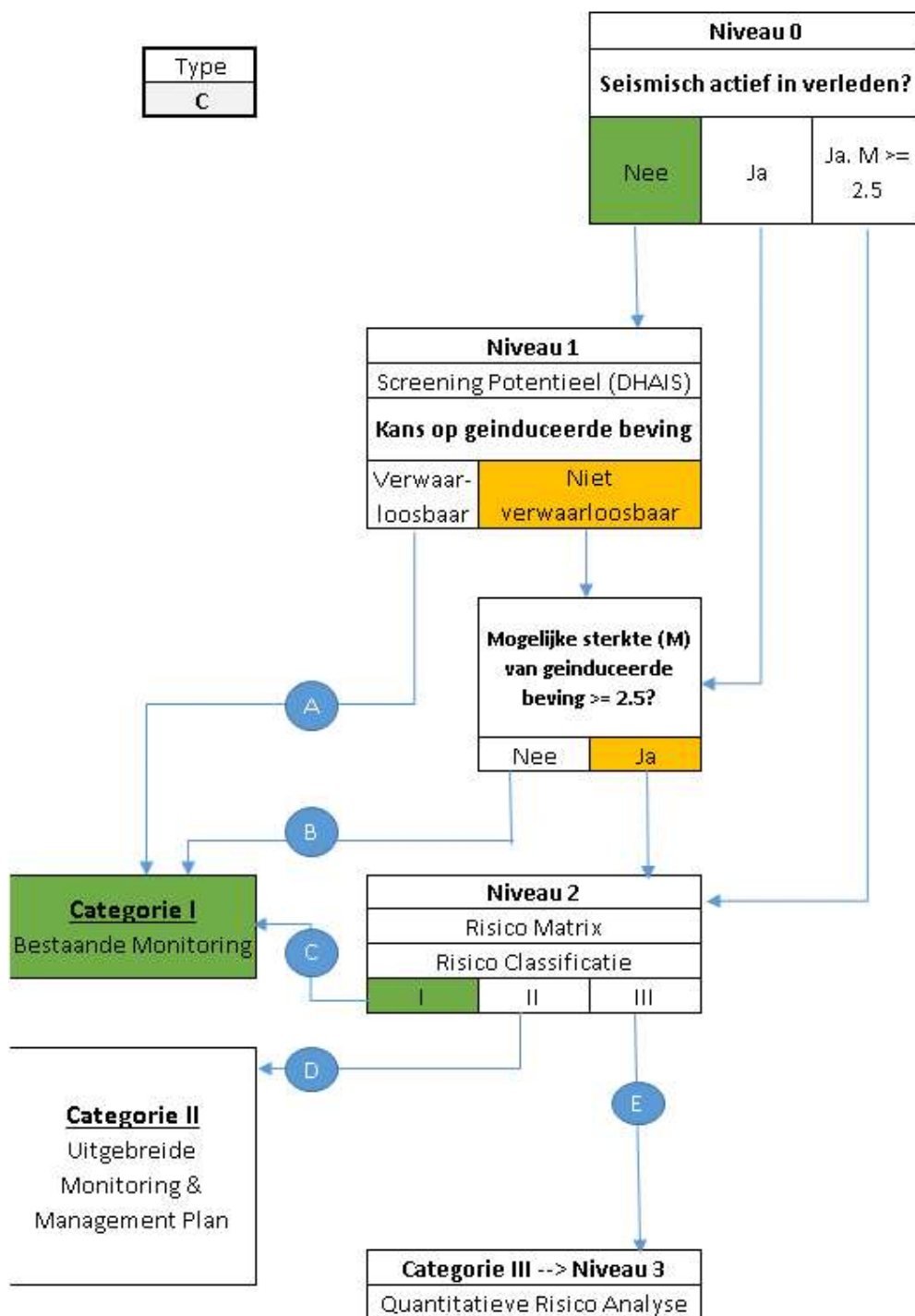
Figuur 16-3: SRA beslisboom toegepast voor deelvoorkomens Eesveen Popup Zechstein, de uitkomst is Categorie-I type B

Eesveen Popup Vlieland



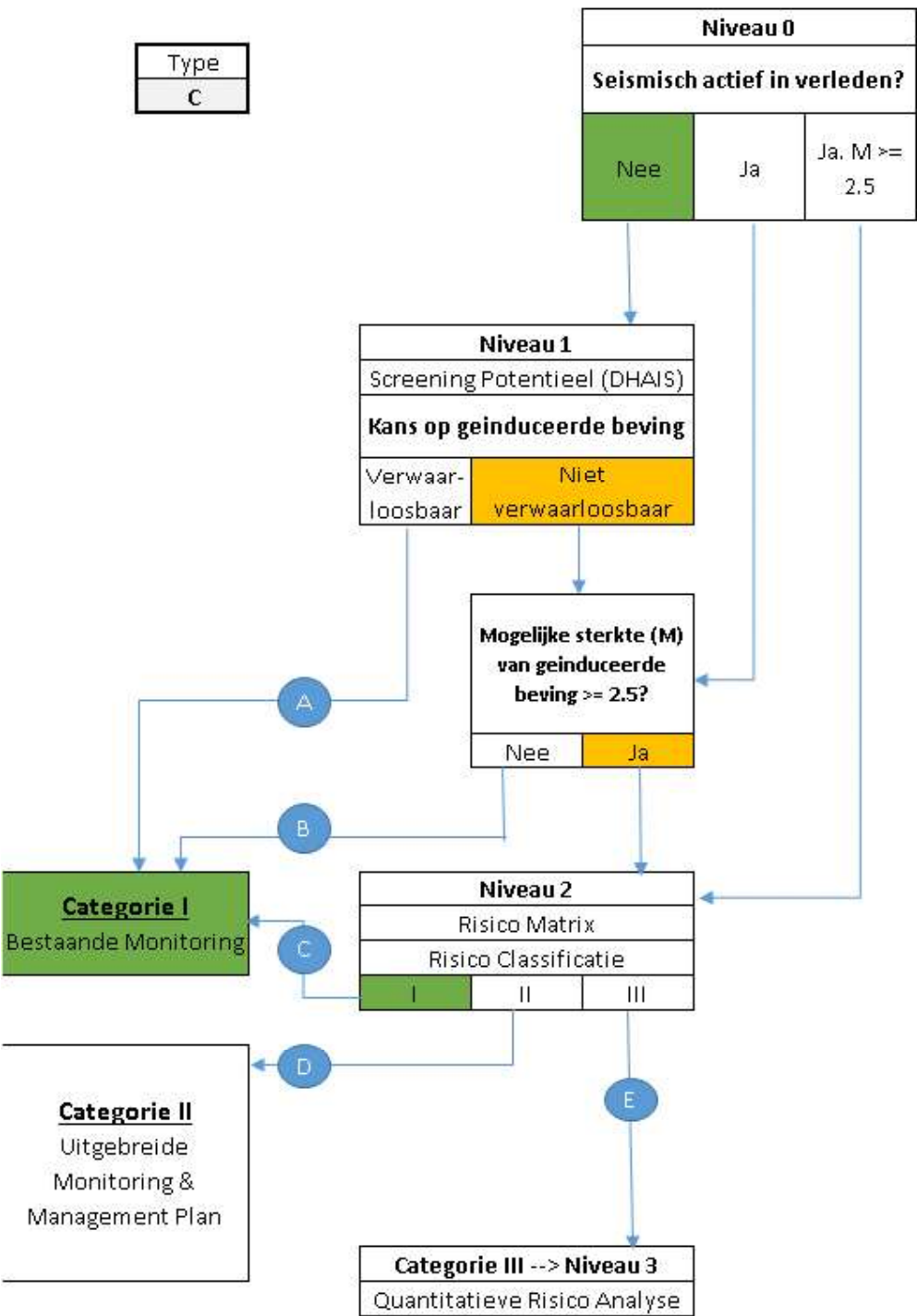
Figuur 16-4: SRA beslisboom toegepast voor deelvoorkomens Eesveen Popup Vlieland, de uitkomst is Categorie-I type A

Eesveen North Rotliegend



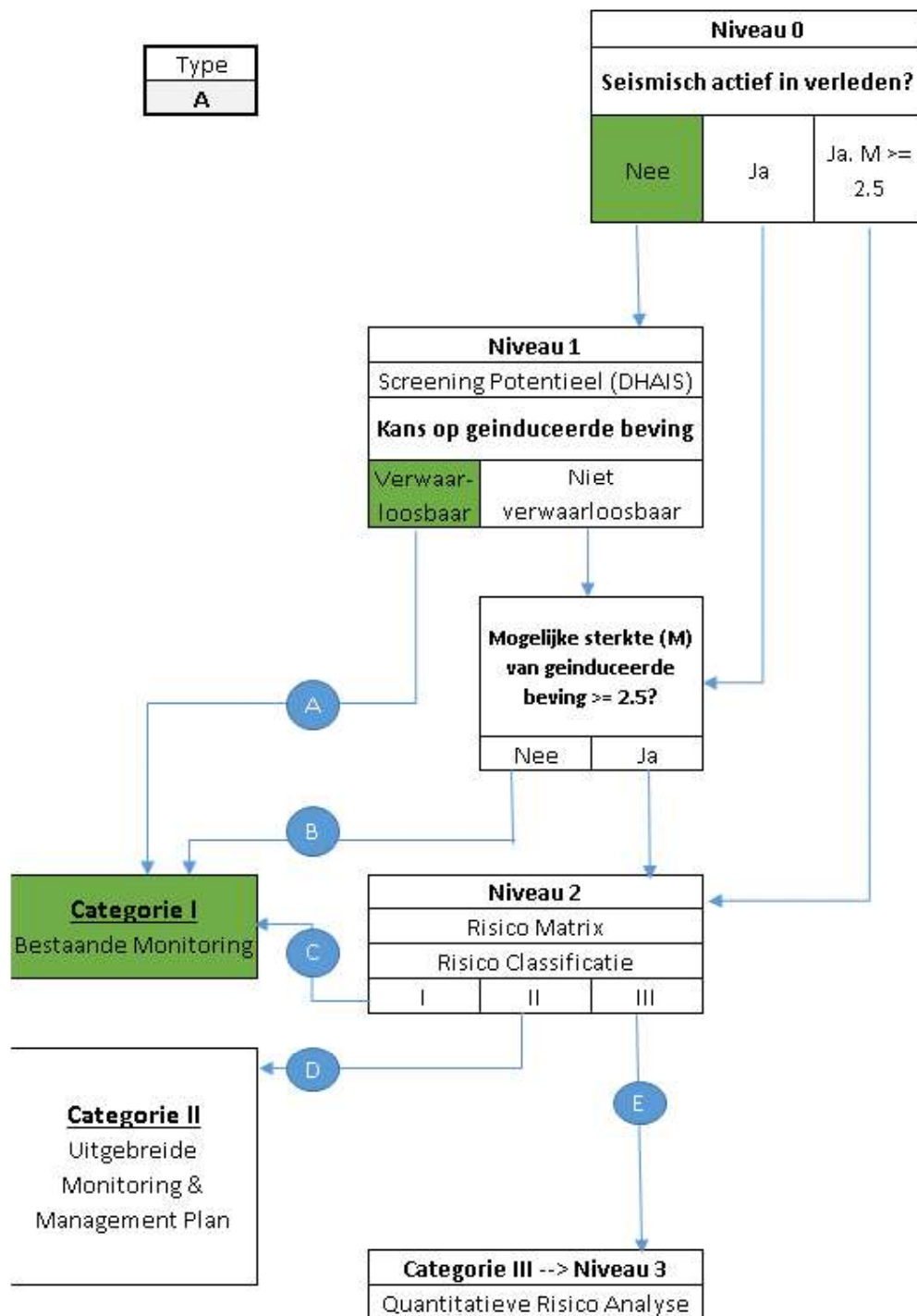
Figuur 16-5 SRA beslisboom toegepast voor deelvoorkomens Eesveen North Rotliegend, de uitkomst is *Categorie-I type C*

Eesveen North Zechstein



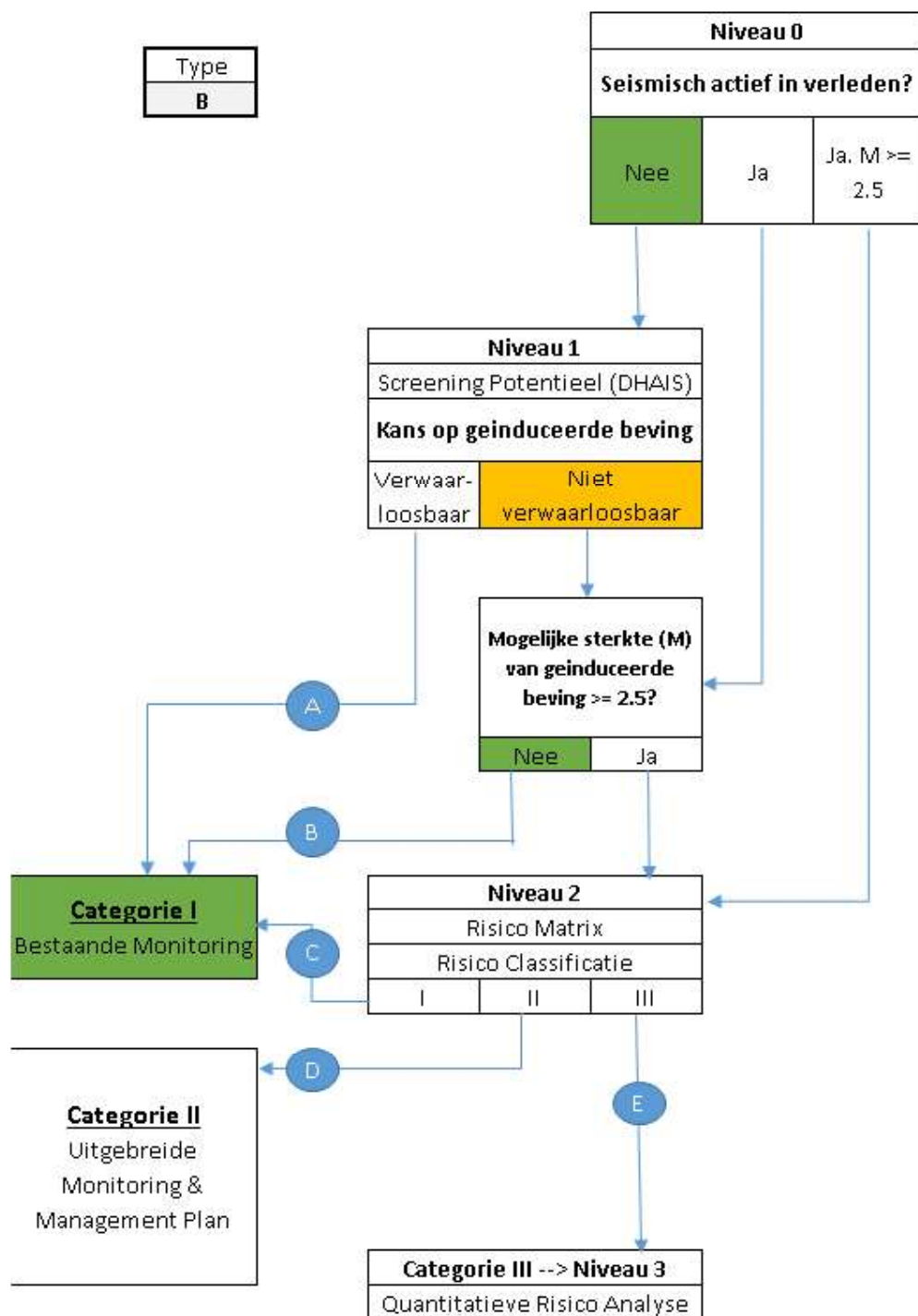
Figuur 16-6 SRA beslisboom toegepast voor deelvoorkomens Eesveen North Zechstein, de uitkomst is Categorie-I type C

Eesveen North Vlieland



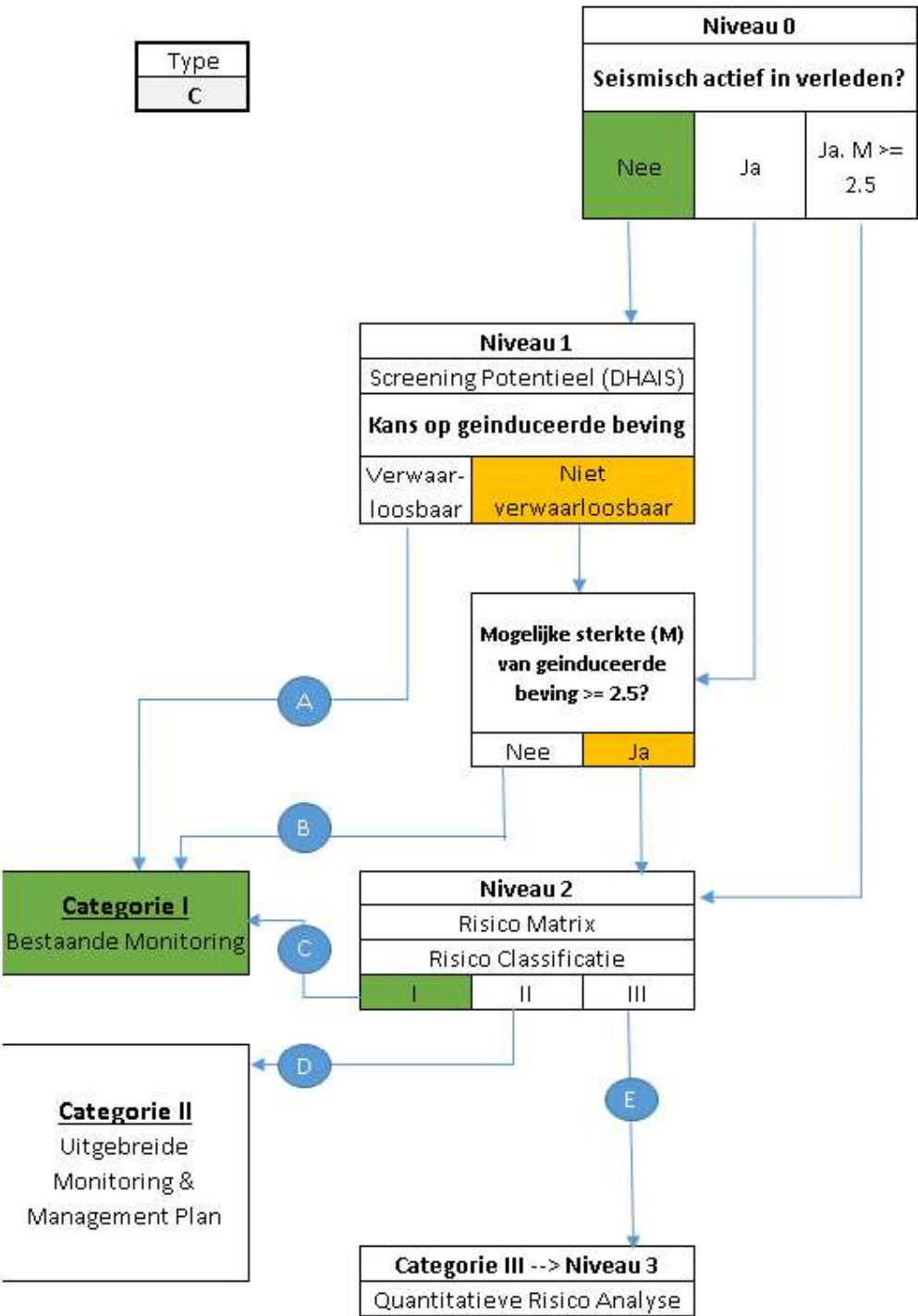
Figuur 16-7 SRA beslisboom toegepast voor deelvoorkomens Eesveen North Vlieland, de uitkomst is Categorie-I type A

Eesveen 2 Rotliegend



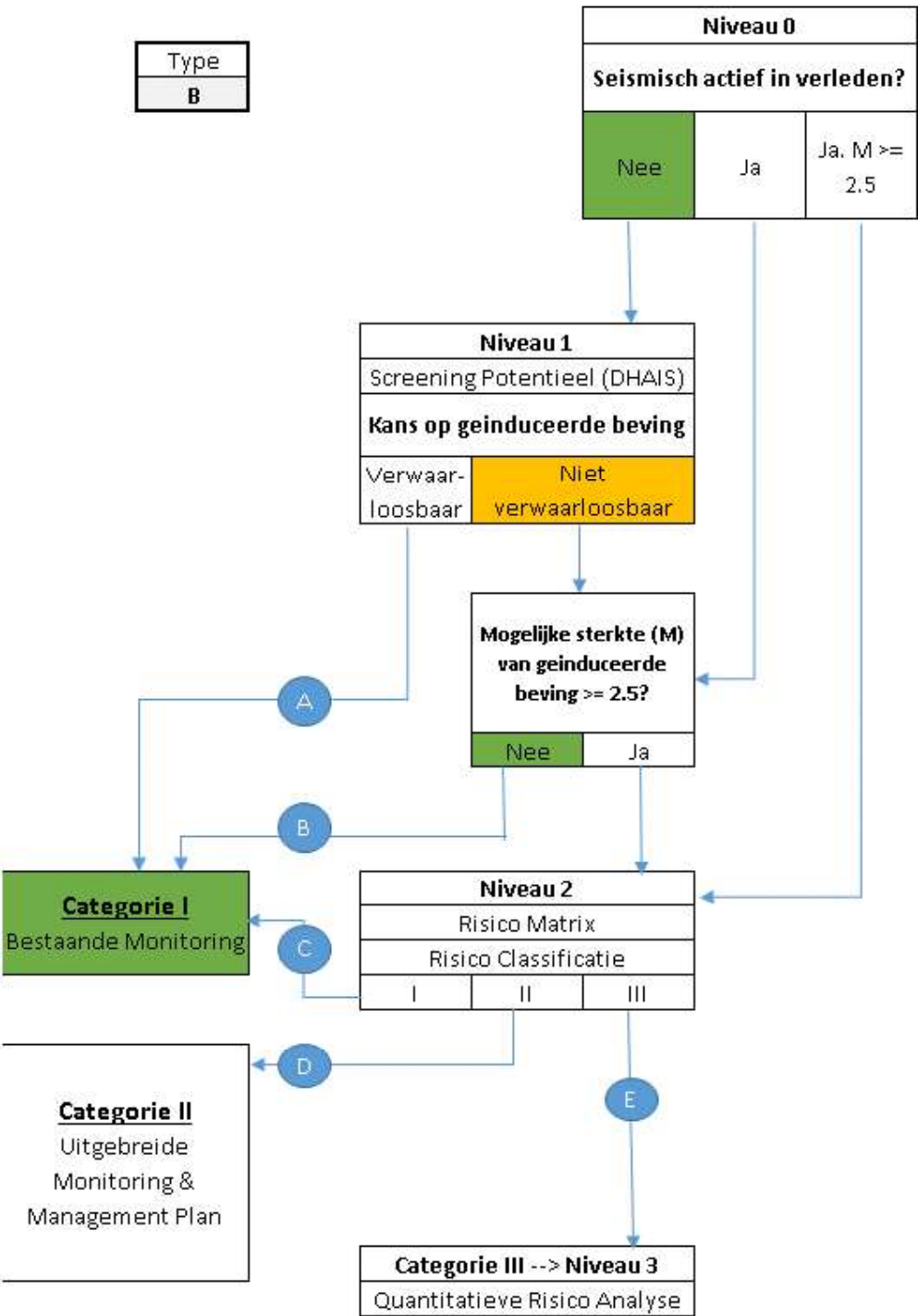
Figuur 16-8 SRA beslisboom toegepast voor deelvoorkomens Eesveen 2, de uitkomst is Categorie-I type A

Eesveen 2 Zechstein



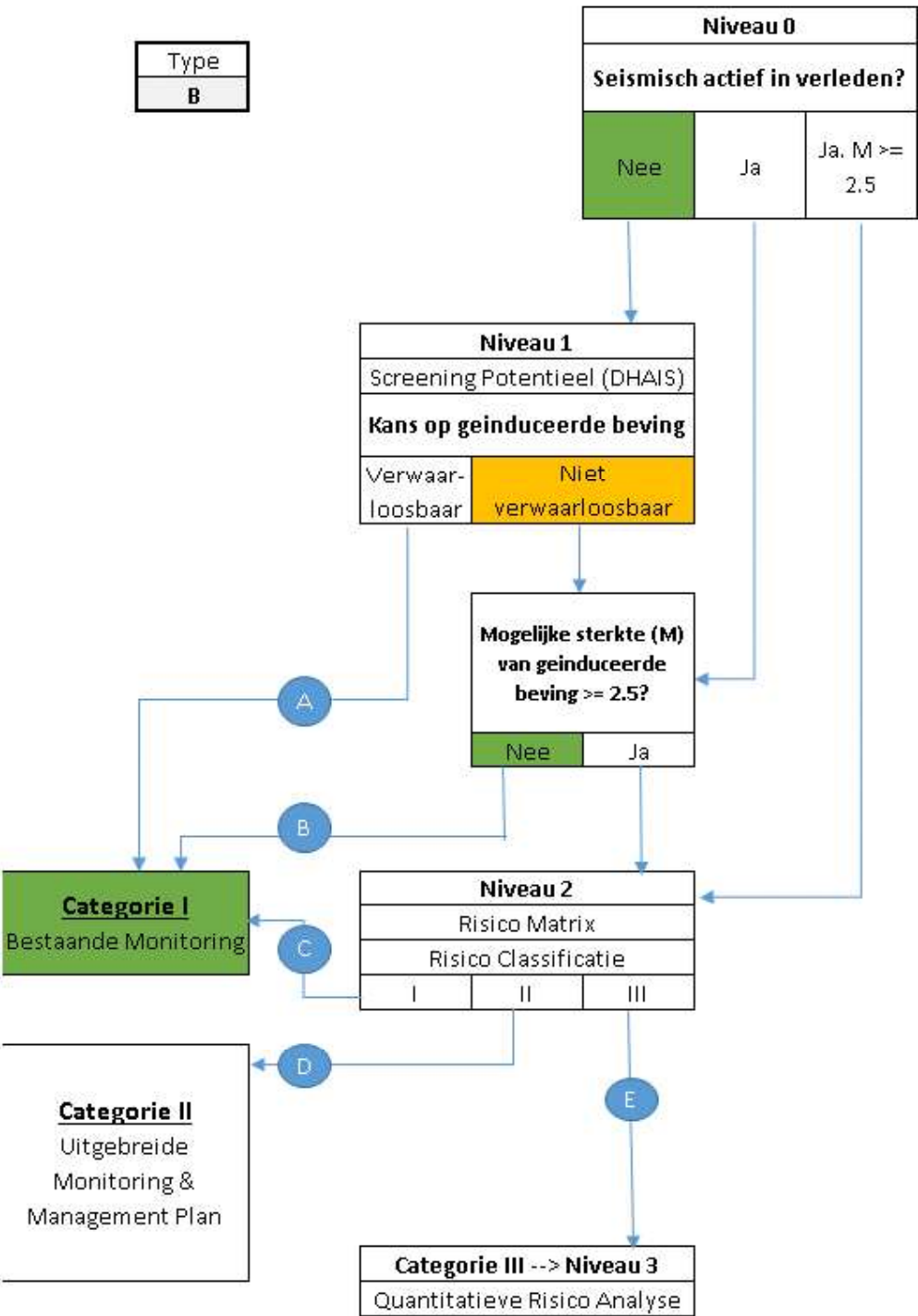
Figuur 16-9: SRA beslisboom toegepast voor deelvoorkomens Eesveen 2 Zechstein,; de uitkomst is Categorie-I type C

Eesveen Rotliegend



Figuur 16-10 SRA beslisboom toegepast voor deelvoorkomens Eesveen Rotliegend, de uitkomst is Categorie-I type B

Eesveen Zechstein



Figuur 16-11: SRA beslisboom toegepast voor deelvoorkomens Eesveen Zechstein, de uitkomst is Categorie-I Type B

Tabel 16-3: Parameters voor SRA Niveau-1 analyse Eesveen

Accumulation		Eesveen-Rotliegend	Eesveen Zechstein
Reservoir Zone		ROSL	ZE_C
Seal/Overburden		ZE_E	ZE_E
Depth (GWC)	[mTVDss]	2045	1980
Initial pressure	[bar]	228	217
Dp/Pini	[-]	93%	86%
Total Fault Length	[m]	4746	4929
Longest Fault	[m]	1474	1496
Area @ GWC	[km2]	1.07	1.17
h gas column	[m]	23.00	12.50
B factor	[-]	1.47	1.05
Reservoir/Seal pair used for TNO lookup	[-]	Slochteren Zandsteen --- Zechstein Evaporieten	Zechstein Carbonaten --- Zechstein Evaporieten
E-factor	[-]	2.820	1.210
Historic Seismicity?		N	N
M_hist		0	0
Num events > 1.5		0	0
DHAIS label		Not Negligible	Not Negligible
DHAIS threshold for Mmax calculation exceeded?		Y	Y
Height longest fault	[m]	23.0	12.5
Poisson ratio reservoir	[-]	0.217	0.235
Height (for compaction)	[m]	23.00	12.5
Mmax	(flt)	2.37	2.02
	(comp)	2.37	2.02
SRA analyse		Categorie I	Categorie I
		Type B	Type B

Tabel 16-4: Parameters voor SRA Niveau-1 analyse Eesveen 2

Accumulation		Eesveen 2 Rotliegend	Eesveen2 Zechstein
Reservoir Zone		ROSL	ZE_C
Seal/Overburden		ZE_E	ZE_E
Depth (GWC)	[mTVDss]	2060	1980
Initial pressure	[bar]	230	217
Dp/Pini	[-]	93%	86%
Total Fault Length	[m]	10932	8360
Longest Fault	[m]	4266	3831
Area @ GWC	[km2]	3.61	2.13
h gas column	[m]	14.00	21.00
B factor	[-]	1.19	1.65
Reservoir/Seal pair used for TNO lookup	[-]	Slochteren Zandsteen --- Zechstein Evaporieten	Zechstein Carbonaten --- Zechstein Evaporieten
E-factor	[-]	2.820	1.210
Historic Seismicity?		N	N
M_hist		0	0
Num events > 1.5		0	0
DHAIS label		0	Not Neglible
DHAIS threshold for Mmax calculation exceeded?		Not Negligible	Y
Height longest fault	[m]	14.0	21.0
Poisson ratio reservoir	[-]	0.217	0.235
Height (for compaction)	[m]	14.00	21.00
Mmax	(flt)	2.39	2.60
	(comp)	2.41	2.60
SRA analyse		Categorie I	Categorie I
		Type B	Type C

Tabel 16-5: Parameters voor SRA Niveau-1 analyse Eesveen Popup-Carboon en -Rotliegend

Accumulation		Eesveen Popup Carboon	Eesveen Popup Rotliegend
Reservoir Zone		DC_S	ROSL
Seal/Overburden		DC_C	ZE_E
Depth (GWC)	[mTVDss]	2030	2030
Initial pressure	[bar]	237	217
Dp/Pini	[-]	87%	91%
Total Fault Length	[m]	2007	2007
Longest Fault	[m]	843	843
Area @ GWC	[km2]	0.16	0.16
h gas column	[m]	15.00	26.00
B factor	[-]	2.24	2.95
Reservoir/Seal pair used for TNO lookup	[-]	Limburg Zandsteen Formatie --- Limburg Kleistein	Slochteren Zandsteen Zechstein Evaporieten
E-factor	[-]	1.330	2.82
Historic Seismicity?		N	N
M_hist		0	0
Num events > 1.5		0	0
DHAIS label		Not negligible	Not negligible
DHAIS threshold for Mmax calculation exceeded?		Y	Y
Height longest fault	[m]	15.0	26.0
Poisson ratio reservoir	[-]	0.273	0.217
Height (for compaction)	[m]	15.00	26.00
Mmax	(ft)	1.96	2.28
	(comp)	1.96	2.28
SRA analyse		Categorie I	Categorie I
		Type B	Type B

Tabel 16-6: Parameters voor SRA Niveau-1 analyse Eesveen Popup Zechstein en -Vlieland

Accumulation		ESV Popup Zechstein	Eesveen Popup Vlieland
Reservoir Zone		ZE_C	KNNS
Seal/Overburden		ZE_E	KNNC
Depth (GWC)	[mTVDss]	2030	2030
Initial pressure	[bar]	207	202
Dp/Pini	[-]	86%	89%
Total Fault Length	[m]	2007	2007
Longest Fault	[m]	843	843
Area @ GWC	[km2]	0.16	0.16
h gas column	[m]	17.00	14.00
B factor	[-]	2.38	2.16
Reservoir/Seal pair used for TNO lookup	[-]	Zechstein Carbonaten --- Zechstein Evaporieten	Vlieland zandsteen Laagpakket --- Vlieland Kleistein Laagpakket
E-factor	[-]	1.21	0.11
Historic Seismicity?		N	N
M_hist		0	0
Num events > 1.5		0	0
DHAIS label		Not negligible	Negligible
DHAIS threshold for Mmax calculation exceeded?		Y	N
Height longest fault	[m]	17.0	14.0
Poisson ratio reservoir	[-]	0.235	0.222
Height (for compaction)	[m]	17.00	14.00
Mmax	(flt)	2.03	1.92
	(comp)	2.03	1.92
SRA analyse		Categorie I	Categorie I
		Type B	Type A

Tabel 16-7: Parameters voor SRA Niveau-1 analyse Eesveen North.

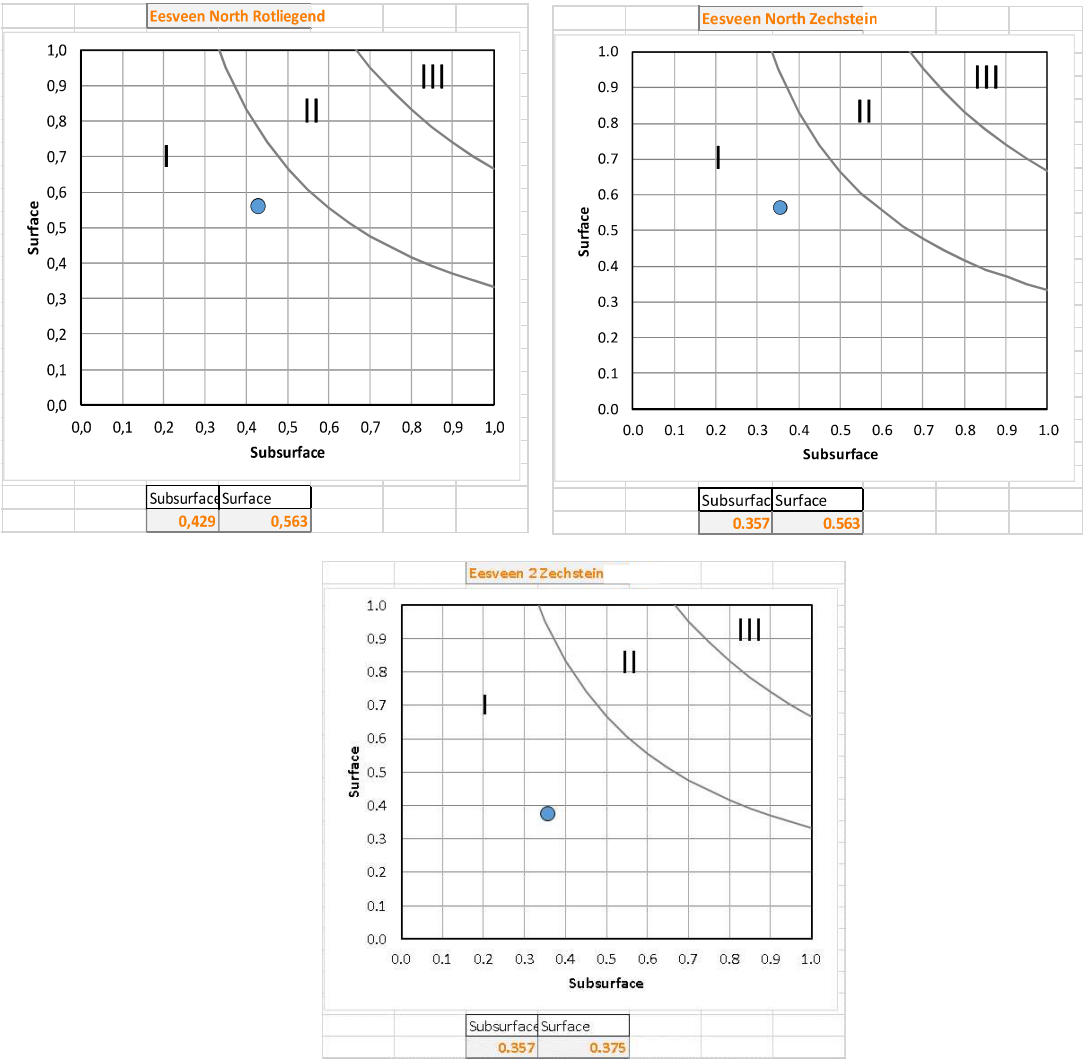
Accumulation		Eesveen North Rotliegend	Eesveen North Zechstein	Eesveen North Vlieland
Reservoir Zone		ROSL	ZE_C	KNNS
Seal/Overburden		ZE_E	ZE_E	KNNC
Depth (GWC)	[mTVDss]	2042	2024	1875
Initial pressure	[bar]	228	217	202
Dp/Pini	[-]	93%	86%	93%
Total Fault Length	[m]	6477	11210	4412
Longest Fault	[m]	2146	4629	2025
Area @ GWC	[km2]	3.09	4.58	1.93
h gas column	[m]	28.70	17.00	14.00
B factor	[-]	0.91	1.07	0.57
Reservoir/Seal pair used for TNO lookup	[-]	Slochteren Zandsteen --- Zechstein Evaporieten	Zechstein carbonaten Zechstein Evaporieten	Vlieland zandsteen Laagpakket --- Vlieland Kleisteen Laagpakket
E-factor	[-]	2.820	1.210	0.110
Historic Seismicity?		N	N	N
M_hist		0	0	0
Num events > 1.5		0	0	0
DHAIS label		Not Negligible	Not Negligible	Negligible
DHAIS threshold for Mmax calculation exceeded?		Y	Y	N
Height longest fault	[m]	28.7	17.0	14.0
Poisson ratio reservoir	[-]	0.217	0.235	0.222
Height (for compaction)	[m]	28.70	17.00	14.00
Mmax	(flt)	2.61	2.53	2.18
	(comp)	2.61	2.53	2.19
SRA analyse		Categorie I	Categorie I	Categorie I
		Type C	Type C	Type A

Niveau 2: Risico Matrix

De Niveau-2 analyse is noodzakelijk voor het deelvoorkomen Eesveen North Rotliegend, Eesveen North Zechstein en Eesveen 2 Zechstein (zie Tabel 16-2).

De factoren die voor de Niveau-2 analyse van Eesveen North Rotliegend, Eesveen North Zechstein en Eesveen 2 Zechstein gebruikt worden zijn opgedeeld in de invloedfactoren ondergrond (zie Tabel 16-8 t/m Tabel 16-10) en de invloedfactoren bovengrond Tabel 16-11 t/m Tabel 16-13). Vervolgens worden de genormaliseerde invloedfactoren bovengrond en ondergrond geplot en gebruikt om het resultaat van de SRA Niveau 2 analyse te bepalen (Figuur 16-12). Het resultaat van de Niveau-2 analyse is dat de deelvoorkomens Eesveen North Rotliegend, Eesveen North Zechstein en Eesveen 2 Zechstein in Risicocategorie I valt; de laagste risicocategorie.

Voor Eesveen North Rotliegend is de score voor de ondergrondfactoren 0.429. De score voor de bovengrondfactoren is 0.563. De Niveau-2 analyse valt in Risicocategorie I.
Voor Eesveen North Zechstein is de score voor de ondergrondfactoren 0.357. De score voor de bovengrondfactoren is 0.563. De Niveau-2 analyse valt in Risicocategorie I.
Voor Eesveen 2 Zechstein is de score voor de ondergrondfactoren 0.357. De score voor de bovengrondfactoren is 0.375. De Niveau-2 analyse valt in Risicocategorie I.



Figuur 16-12: Resultaat van de SRA Niveau-2 analyse. Eesveen North Rotliegend, Eesveen North Zechstein en Eesveen 2 Zechstein

Tabel 16-8: Overzicht van de score van invloedfactoren ondergrond voor deelvoorkomen Eesveen North Rotliegend. De ondergrond-score wordt berekend door de individuele scores op te tellen, en het totaal te delen door 14 (de maximale score is 0.429).

Score	DHAIS	M	Ligging voorkomen	Opslintering
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 $\leq 2,5$	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 16-9: Overzicht van de score van invloedfactoren ondergrond voor deelvoorkomen Eesveen North Zechstein. De ondergrond-score wordt berekend door de individuele scores op te tellen, en het totaal te delen door 14 (de maximale score is 0.357).

Score	DHAIS	M	Ligging voorkomen	Opslintering
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 $\leq 2,5$	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 16-10: Overzicht van de score van invloedfactoren ondergrond voor deelvoorkomen Eesveen 2 Zechstein. De ondergrond-score wordt berekend door de individuele scores op te tellen, en het totaal te delen door 14 (de maximale score is 0.429).

Score	DHAIS	M	Ligging voorkomen	Opslintering
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 $\leq 2,5$	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 16-11: Overzicht van de score van invloedfactoren bovengrond voor deelvoorkomen Eesveen North Rotliegend De bovengrond-score wordt berekend door de individuele scores op te tellen, en het totaal te delen door 16 (de maximale score is 0.563).

Score	Bevolkings-dichtheid	Industriele 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 16-12: Overzicht van de score van invloedfactoren bovengrond voor deelvoorkomen Eesveen North Zechstein De bovengrond-score wordt berekend door de individuele scores op te tellen, en het totaal te delen door 16 (de maximale score is 0.563).

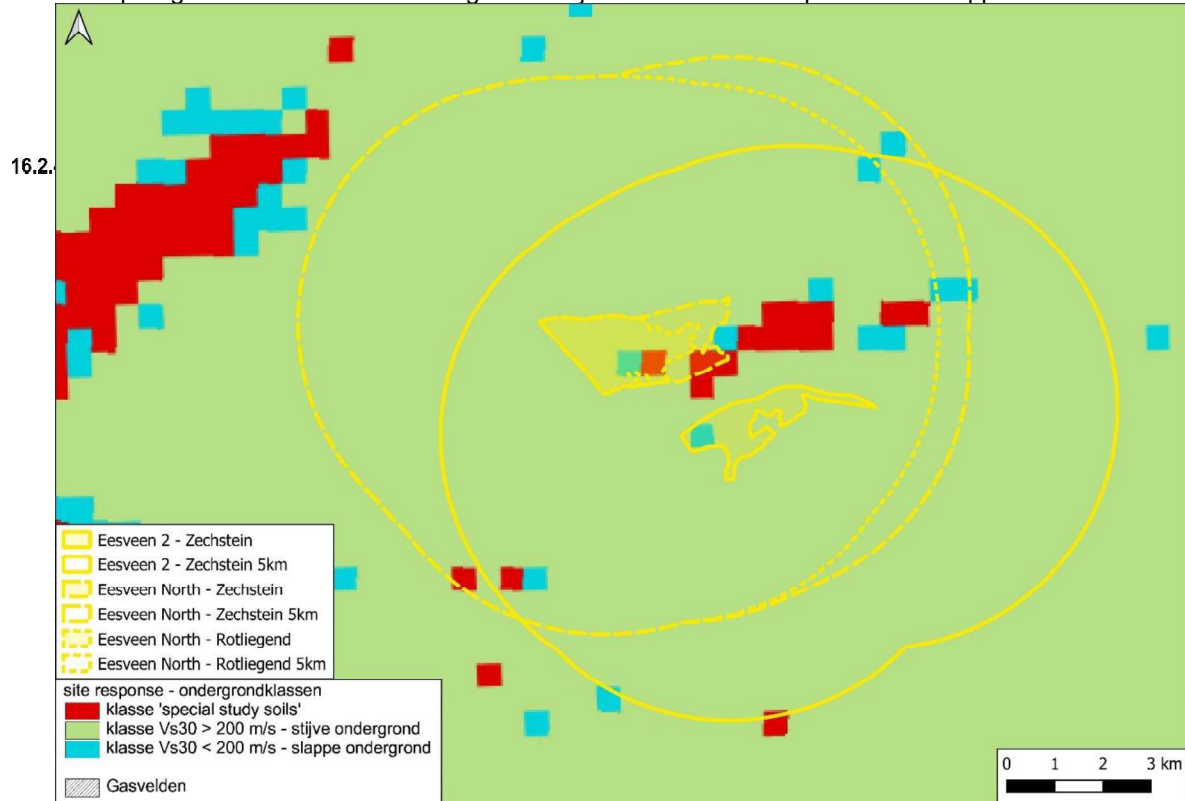
Score	Bevolkings-dichtheid	Industriele inrichtingen	Speciale gebouwen en vitale infrastructuur	Dijken
4	>2500 inwoners/km ²	Meerdere direct boven het veld	Meerder ziekenhuizen en/of energievoorzieningen direct boven het veld	Primaire dijken boven het veld
3	1000-2500 en/of 500-1000 met wijken bestaande 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 16-13: Overzicht van de score van invloedfactoren bovengrond voor deelvoorkomen Eesveen 2 Zechstein. De bovengrond-score wordt berekend door de individuele scores op te tellen, en het totaal te delen door 16 (de maximale score is 0.375).

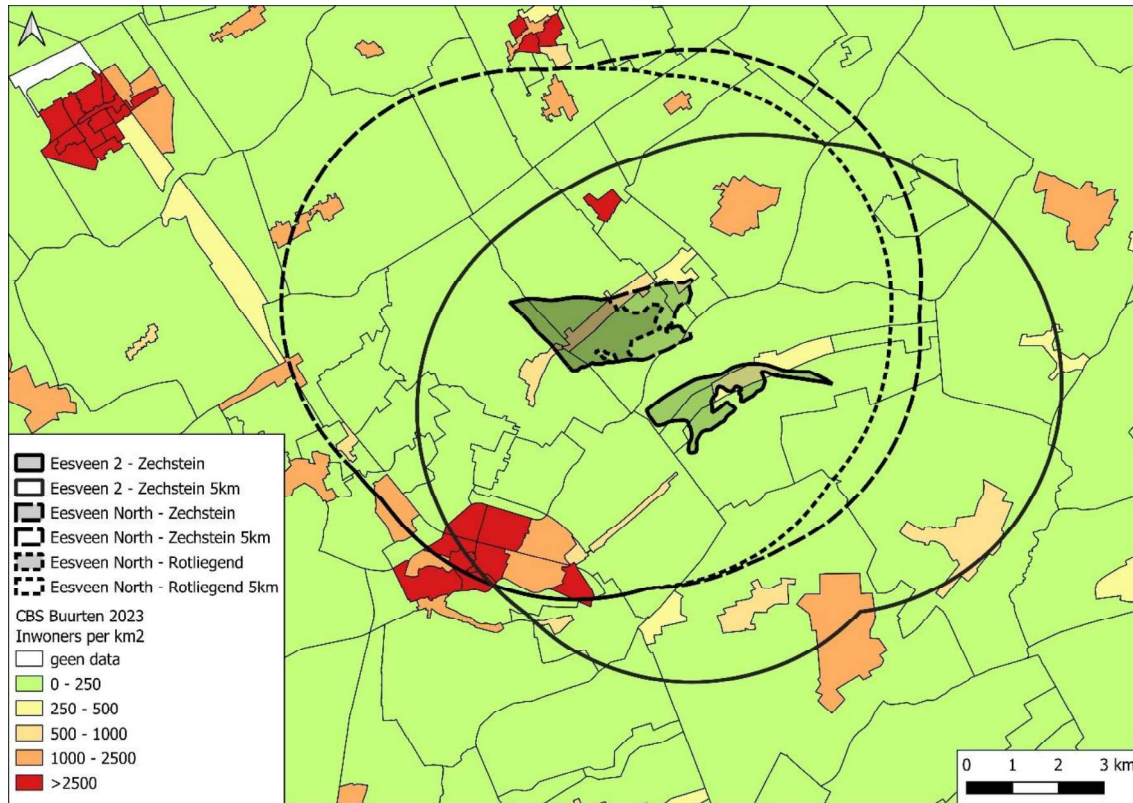
Score	Bevolkings-dichtheid	Industriele inrichtingen	Speciale gebouwen en vitale infrastructuur	Dijken
4	>2500 inwoners/km ²	Meerdere direct boven het veld	Meerder ziekenhuizen en/of energievoorzieningen direct boven het veld	Primaire dijken boven het veld
3	1000-2500 en/of 500-1000 met wijken bestaande 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

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.

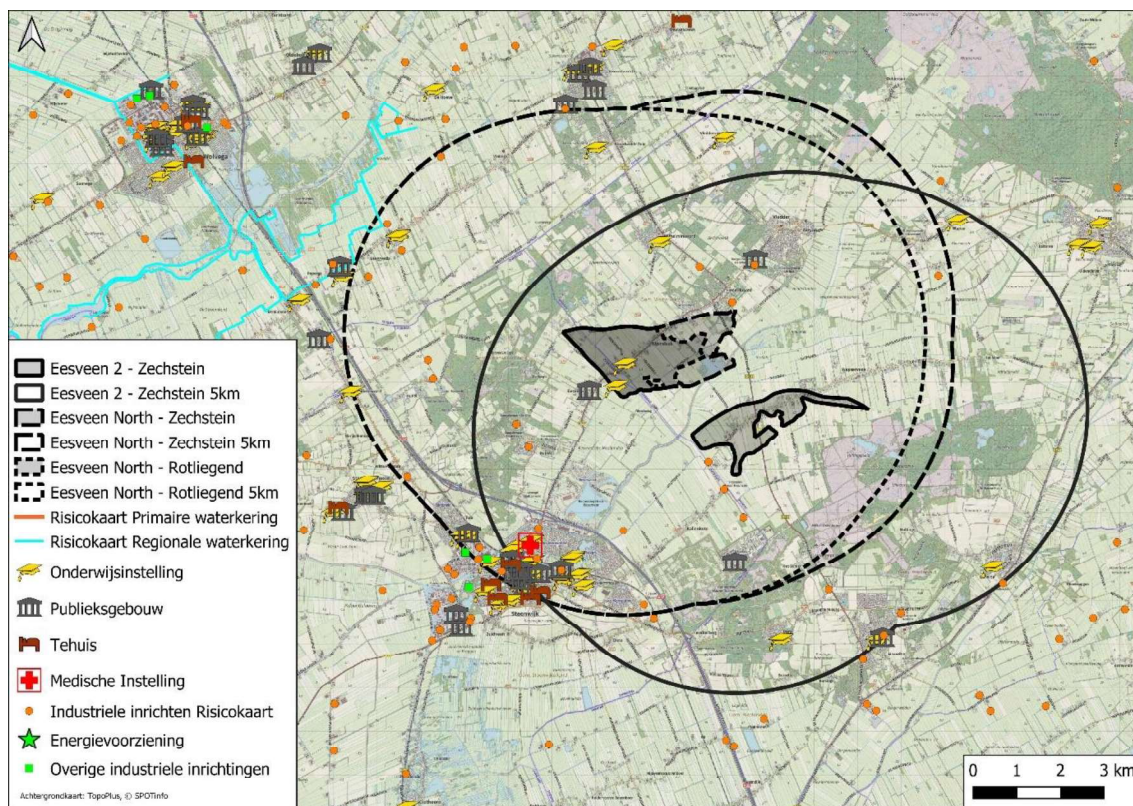


Figuur 16-13: Grondsoorten in de buurt van de Rotliegend deelvoorkomens (bron: TNO NITG 03-186-C). De gele lijn is een 5 km zone rondom het deelvoorkomen Eesveen North Rotliegend, Eesveen North Zechstein en Eesveen 2 Zechstein. De gele contouren zijn de veldbegrenzings die in de brongegevens staan.



Figuur 16-14: Bevolkingsdichtheid op buurtniveau rondom het deelvoorkomen Eesveen North Rotliegend, Eesveen North Zechstein en Eesveen 2 Zechstein. De zwarte lijn geeft de 5 km zone rondom het deelvoorkomen aan.

Het gewogen gemiddelde voor de bevolkingsdichtheid boven het gasvoorkomen is berekend. Deze bedraagt minder dan 250 mensen per km². Dit resulteert in een score 0 voor bevolkingsdichtheid, zie Tabel 16-11 t/m Tabel 16-13.



Figuur 16-15: Overzicht van gevaarlijke stoffen, speciale gebouwen en dijken rondom het deelvoorkomen Eesveen North Rotliegend, Eesveen North Zechstein en Eesveen 2 Zechstein. De zwarte lijn geeft de 5 km zone rondom het deelvoorkomen aan (bron: www.risicokaart.nl).

17 Bijlage Gedetailleerde effectanalyse bodemdaling op natuur

Notitie / Memo

HaskoningDHV Nederland B.V.
Water & Maritime

Aan: Vermilion
Van: RHDHV
Datum: 12 juli 2024
Kopie: -
Ons kenmerk: -RHD-XX-ZZ-ME-Z-0001
Classificatie: Projectgerelateerd
Gecontroleerd door: RHDHV
Onderwerp: Effectbeoordeling bodemdaling op water en natuur als gevolg van verdere gaswinning uit de Eesveen gasvoorkomens

Inleiding

Op de grens van de provincies Drenthe en Overijssel, tussen Steenwijk en Vledder, is Vermilion Energy Netherlands B.V. (hierna Vermilion) voornemens verder gas te gaan winnen uit de gasvoorkomens van Eesveen. Deze gaswinning leidt tot verdere 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 nog op te treden bodemdaling in de omgeving van de gasvoorkomens van Eesveen. Deze berekeningen zijn zowel gedaan voor winningen uit alle gasvoorkomens in de omgeving tezamen als ook voor alleen de voorgestelde winningen uit de gasvoorkomens van Eesveen.

Doordat in de omgeving al gas werd gewonnen is binnen de invloedssfeer van Eesveen, het gebied waar deze gaswinning bodemdaling veroorzaakt, tot eind januari 2024 al een bodemdaling opgetreden van 0 tot 5 cm. De reeds opgetreden bodemdaling door de winning uit de Eesveen gasvoorkomens bedraagt minder dan 1 cm. Voor de periode vanaf nu tot einde productie wordt door alle winningen in de omgeving nog een daling van 0 tot 4 cm verwacht binnen de invloedssfeer van Eesveen. Hiervan wordt 0 tot 3 cm veroorzaakt door de toekomstige winning uit Eesveen. De samengestelde bodemdaling van begin tot einde productie door winningen uit alle gasvoorkomens in de omgeving varieert binnen de invloedssfeer van Eesveen van 0 tot 7 cm. Deze bodemdaling wordt deels veroorzaakt door (toekomstige) gaswinningen uit Eesveen zelf en deels door winningen uit omliggende gasvoorkomens.

Binnen de invloedssfeer van de voorgestelde nieuwe winning uit de gasvoorkomens bij Eesveen liggen twee Natura 2000-gebieden: het Holtingerveld en het Drents-Friese Wold & Leggelderveld. In het Holtingerveld is tot op heden minder dan 1 cm bodemdaling opgetreden als gevolg van winningen uit alle gasvoorkomens in de omgeving. In de toekomst (vanaf Januari 2024 tot einde productie) wordt voor dit Natura 2000-gebied een bodemdaling van 0 tot 3 cm verwacht door winningen uit alle gasvoorkomens in de omgeving tezamen. De verwachte toekomstige bodemdaling in dit Natura 2000-gebied door enkel de nieuw voorgestelde winning uit de gasvoorkomens bij Eesveen bedraagt 0 tot 2 cm. In het Drents-Friese Wold & Leggelderveld is binnen de invloedssfeer van Eesveen tot op heden een bodemdaling van 2 tot 3 cm opgetreden als gevolg van winningen uit alle gasvoorkomens in de omgeving. Voor de toekomst wordt door alle winningen nog een bodemdaling van 1 tot 2 cm verwacht. De verwachte bodemdaling door de nieuw voorgestelde winning bedraagt voor dit Natura 2000-gebied minder dan 1 cm.

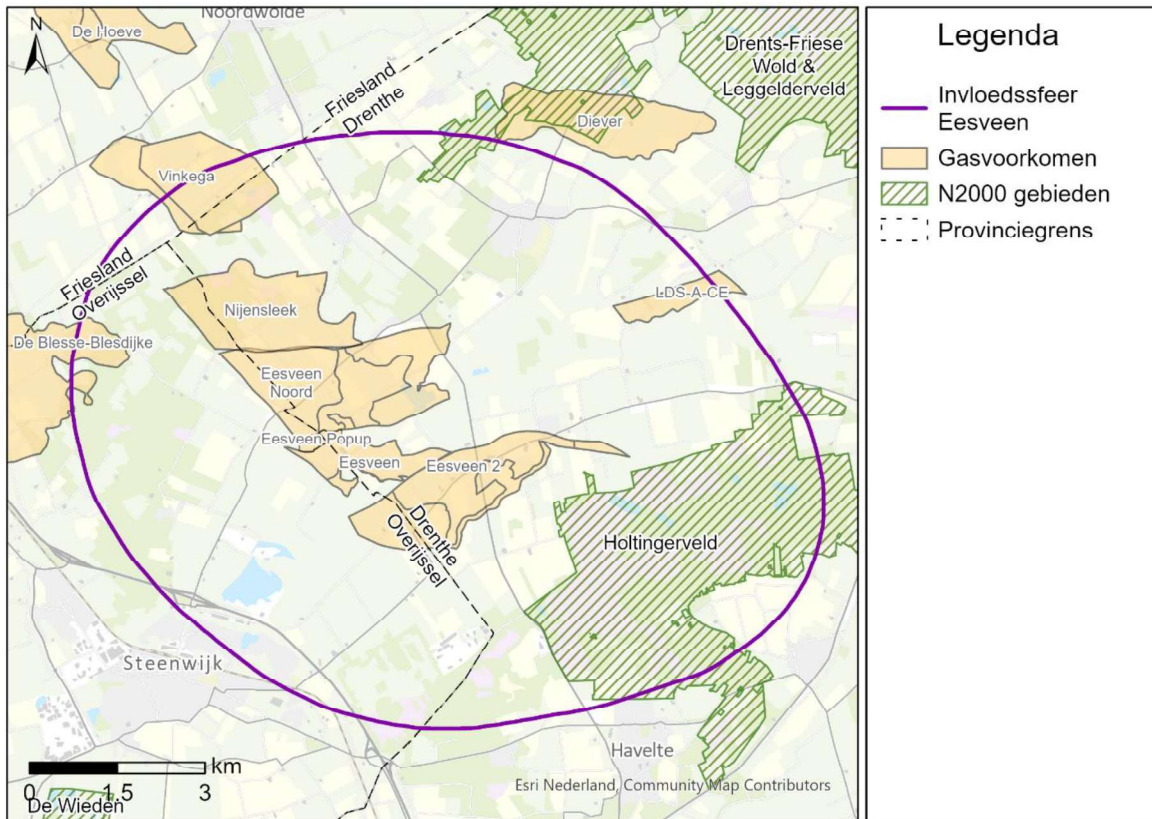
Vermilion heeft Royal HaskoningDHV gevraagd een beoordeling te geven van de toekomstige effecten van bodemdaling op de waterhuishouding en natuur door de voorgestelde toekomstige winningen uit de gasvoorkomens van Eesveen. Hierbij wordt gekeken naar de effecten van de toekomstige bodemdaling door winningen uit alle gasvoorkomens in de omgeving binnen de invloedssfeer van Eesveen. De beoordeling van reeds opgetreden effecten in dit gebied valt buiten de scope van voorliggende memo.

Gebiedsbeschrijving

Figuur 1 toont de locaties van de gasvoorkomens van Eesveen en andere gasvoorkomens in de nabije omgeving. Voor Eesveen gaat het in totaal om acht gasvoorkomens. Uit twee van deze gasvoorkomens wordt reeds gas gewonnen (Eesveen en Eesveen 2). De overige zes gasvoorkomens waren tot op heden nog niet productief. Ten Noorden en Westen van de gasvoorkomens van Eesveen zijn nog andere actieve gasvoorkomens waaronder die van de Blesse-Blesdijke, Vinkega en Diever. Verder is in 2023 het gasvoorkomen LDS-A-CE in werking gesteld. Dit gasvoorkomen ligt ten noordoosten van de gasvoorkomens van Eesveen.

De gasvoorkomens van Eesveen liggen op de grens van de provincie Overijssel en Drenthe en daarmee binnen het beheergebied van Waterschap Drents Overijsselse Delta (WDOD). De bodemdaling en daarmee de invloedssfeer van de nieuwe winningen beperkt zich grotendeels ook tot deze provincies en dit waterschap. Het noordwestelijke deel van de invloedssfeer overlapt echter met de provincie Fryslân en het beheergebied van Wetterskip Fryslân. De bodemdaling die in het beheergebied van Wetterskip Fryslân veroorzaakt wordt door de voorgestelde nieuwe winning is gering (minder dan 1 cm).

Het gebied binnen de invloedssfeer van die nieuwe winning Eesveen is ingericht voor de functies landbouw, bebouwing, en natuur. In de directe omgeving van de gasvoorkomens ligt het dorp Eesveen. Verder liggen er verschillende bouwkernen binnen de invloedssfeer van de nieuwe winning waaronder de dorpen Willeminaoord (noorden), de Bult (oosten), Kallenkote (zuiden), Nijensleek en Frederiksoord (westen). Binnen de invloedssfeer van de nieuw voorgestelde winning ligt in het Zuidoosten Natura 2000-gebied het Holtingerveld (1754 ha). Dit Natura 2000-gebied bestaat uit een landschap van heiden en heischrale graslanden met daartussen afwisselend vennen en stuifzanden. Het Holtingerveld ligt op een stuwwal en is daarmee aanmerkelijk hoger gelegen dan het omliggende landschap. Verder raakt de invloedssfeer van de nieuwe voorgestelde winning met de zuidwestelijke hoek van Natura 2000-gebied het Drents-Friese Wold & Leggelderveld. Dit gebied kenmerkt zich door een afwisselend landschap van naaldbossen, stuifzanden, heidevelden, jeneverbesstruweel, schrale graslanden, zwak gebufferde vennen, loofbossen en beken. Het Drents-Friese Wold & Leggelderveld is een hoger gelegen dekzandwieling met duidelijke uitgesneden beekdalen.



Figuur 1: Locaties van de gasvoorkomens van Eesveen en andere gasvoorkomens in de omgeving. Ook weergegeven zijn de Natura 2000-gebieden. De invloedssfeer van de winningen uit de Eesveen gasvoorkomens is in paars weergegeven.

Bodemdaling

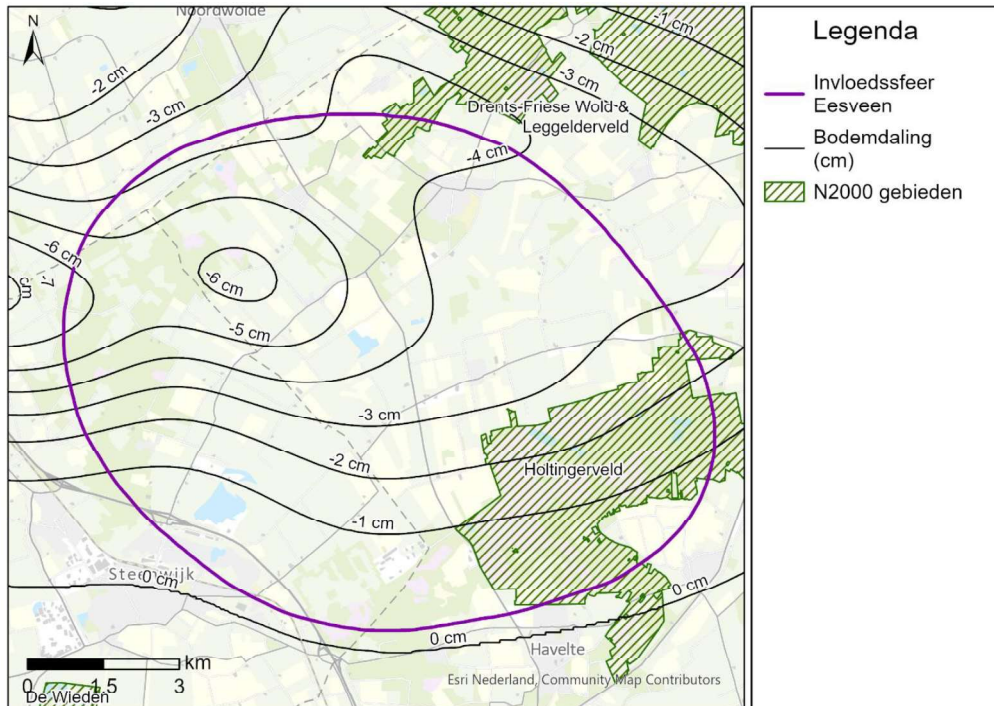
Totale bodemdaling van start winning tot einde productie

De verwachte totale bodemdaling van start winning tot einde productie die veroorzaakt wordt door de huidige en voorgestelde toekomstige winningen uit de gasvoorkomens van Eesveen is weergegeven in Figuur 2. Eenzelfde figuur, alleen dan gebaseerd op de bodemdaling die wordt veroorzaakt door winningen uit alle gasvoorkomens in de omgeving tezamen, is weergegeven in Figuur 3. Ter referentie is in dit laatste figuur de invloedssfeer van Eesveen weergegeven.

- De verwachte bodemdaling van start tot einde productie als gevolg van nieuwe winningen uit de gasvoorkomens van Eesveen varieert van 0 tot 4 cm (Figuur 2).
- De totale bodemdaling als gevolg van alle gaswinningen in de omgeving tezamen binnen de invloedssfeer van Eesveen bedraagt 0 tot 7 cm (Figuur 3). In het noordelijk deel wordt een groot deel van deze bodemdaling veroorzaakt door winningen uit andere gasvoorkomens als Nijensleek en de Blesse-Blesdijk.
- Binnen de invloedssfeer van Eesveen liggen Natura 2000- gebieden het Holtingerveld en Drents-Friese Wold & Leggelderveld. De bodemdaling die in het Holtingerveld wordt veroorzaakt door de reeds gedane en voorgestelde nieuwe winningen uit Eesveen bedraagt 0 tot 2 cm. Het zwaartepunt van de bodemdaling door deze winning bevindt zich in het noordwestelijke deel van het Natura 2000-gebied. De bodemdaling die in dit Natura 2000-gebied wordt veroorzaakt door alle winningen in de omgeving varieert van 0 tot 3 cm. Het zwaartepunt van deze bodemdaling ligt in het noordelijke deel van het Holtingerveld. De bodemdaling die in het zuidwestelijke deel van het Drents-Friese Wold & Leggelderveld wordt veroorzaakt door de winningen uit de Eesveen gasvoorkomens is minder dan 1 cm. De totale bodemdaling in dit Natura 2000-gebied bedraagt binnen de invloedssfeer van de nieuwe voorgestelde winning 4 tot 5 cm.



Figuur 2: Totale bodemdaling in cm van start winning tot eindproductie als gevolg van huidige en nieuw voorgestelde winningen uit de gasvoorkomens bij Eesveen.

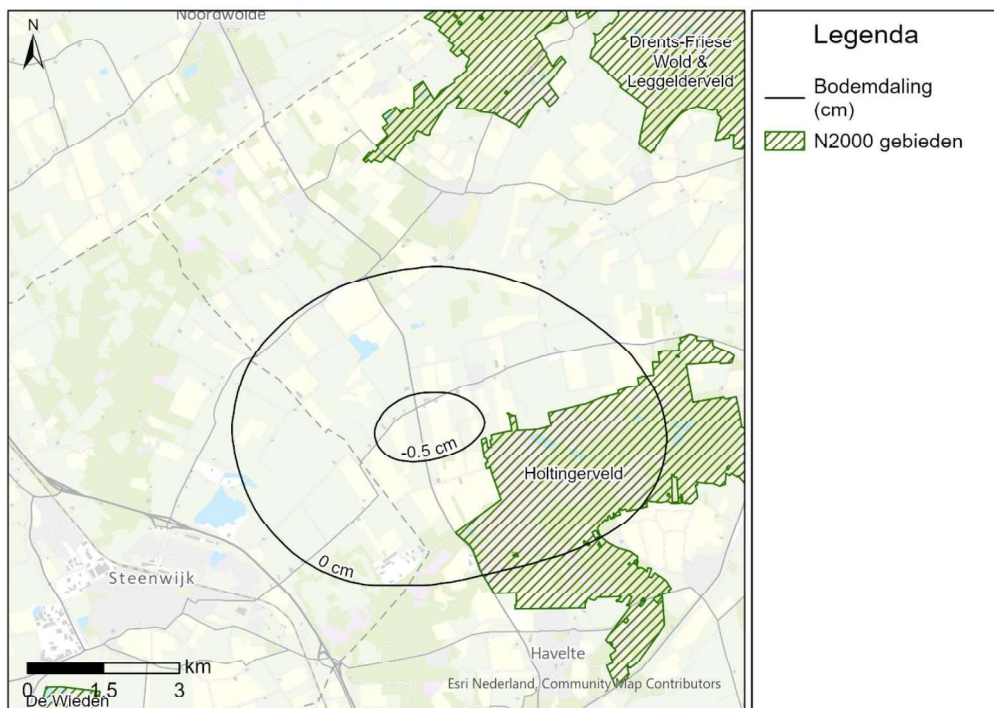


Figuur 3: Totale bodemdaling in cm van start winning tot einde productie als gevolg van huidige en toekomstige winningen uit alle gasvoorkomens in de omgeving. De invloedssfeer van de winningen uit de Eesveen gasvoorkomens is in paars weergegeven.

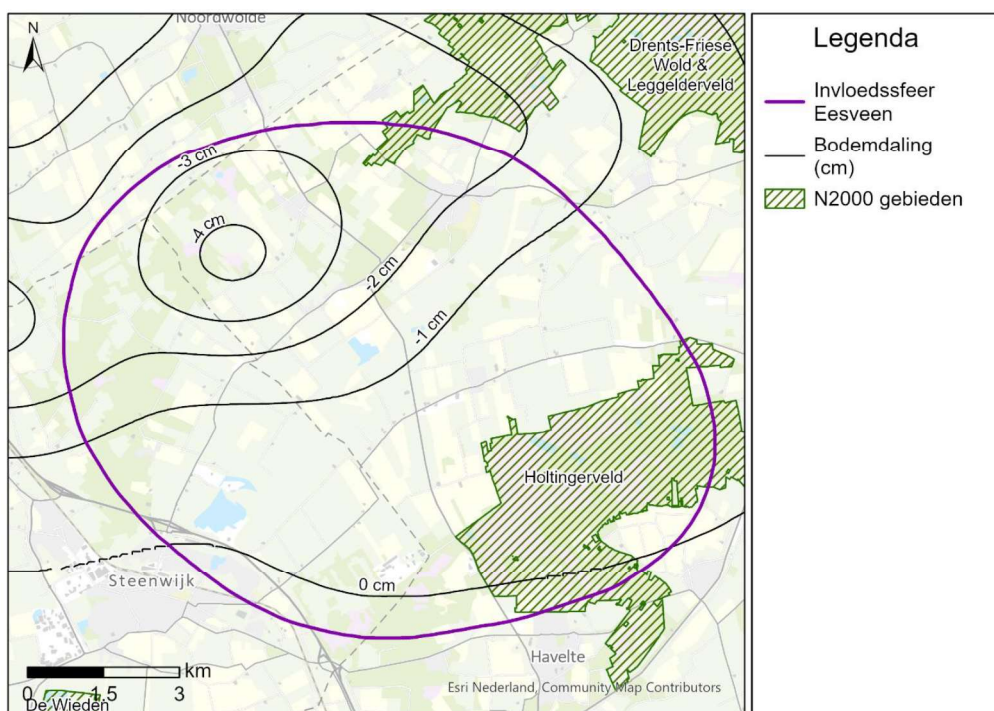
Reeds opgetreden bodemdaling tot januari 2024

Een deel van de totale bodemdaling heeft zich reeds voorgedaan vanaf de start van de winningen uit de verschillende gasvoorkomens in de omgeving tot heden (januari 2024).

- De reeds opgetreden bodemdaling door winningen uit de gasvoorkomens van Eesveen bedraagt minder dan 1 cm (Figuur 4).
- De reeds opgetreden bodemdaling door winningen uit alle gasvoorkomens in de omgeving tezamen varieert binnen de invloedssfeer van Eesveen van 0 tot 5 cm (Figuur 5).
- Voor het Natura 2000-gebied het Holtingerveld is de reeds opgetreden bodemdaling kleiner dan 1 cm voor zowel de winningen uit alleen de Eesveen gasvoorkomens als ook voor de winningen uit alle gasvoorkomens in de omgeving tezamen. Voor het zuidwestelijke deel van Natura 2000-gebied Drents-Friese Wold & Leggelderveld is de reeds opgetreden bodemdaling door winningen uit alleen Eesveen minder dan 1 cm. Door winningen uit alle gasvoorkomens in de omgeving tezamen bedraagt de reeds opgetreden bodemdaling binnen de invloedssfeer van Eesveen 2 tot 3 cm voor dit Natura 2000-gebied.



Figuur 4: Reeds opgetreden bodemdaling in cm van start winning tot heden (januari 2024) als gevolg van huidige winningen uit de gasvoorkomens Eesveen.

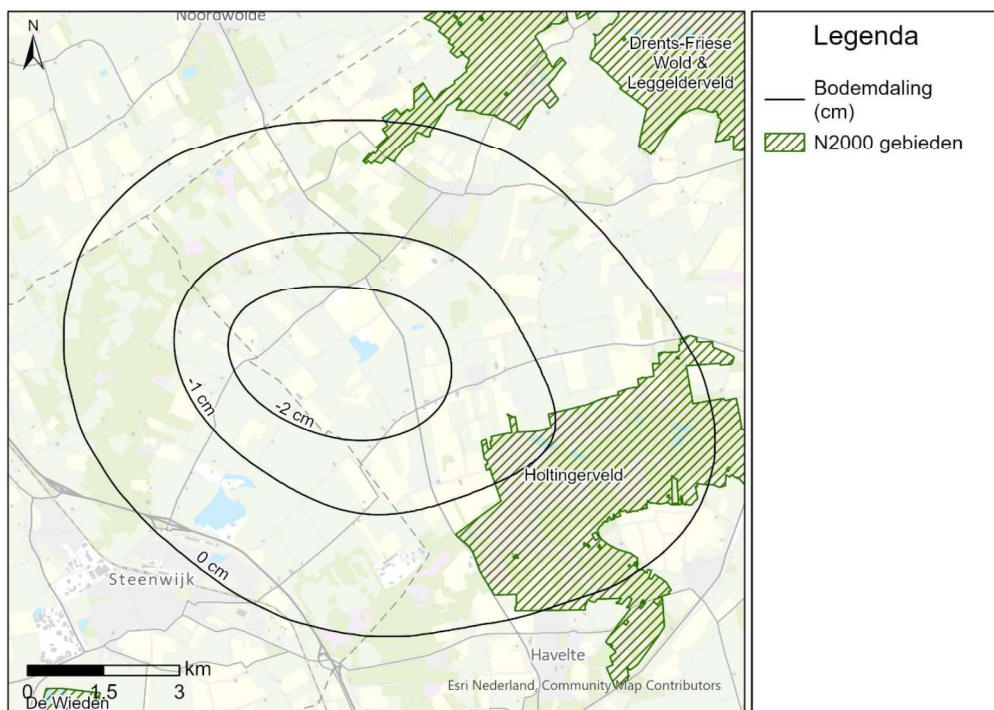


Figuur 5: Reeds opgetreden bodemdaling in cm van start winning tot heden (januari 2024) als gevolg van huidige winningen uit de gasvoorkomens Eesveen. De invloedssfeer van de winningen uit de Eesveen gasvoorkomens is in paars weergegeven.

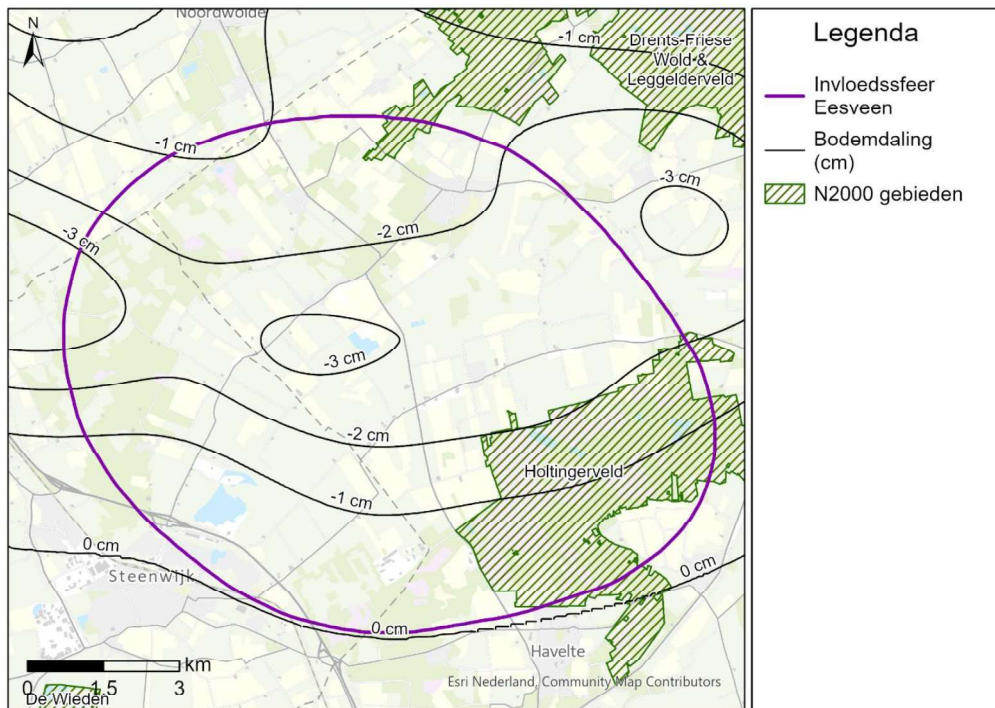
Toekomstige bodemdaling vanaf heden tot einde productie

In de periode van januari 2024 tot einde productie wordt volgens de bodemdalingsprognose nog een bodemdaling verwacht als gevolg van de toekomstige winningen uit de Eesveen gasvoorkomens en als gevolg van winningen uit alle gasvoorkomens in de omgeving.

- De verwachte toekomstige bodemdaling die wordt veroorzaakt door de voorgestelde toekomstige winning uit de Eesveen gasvoorkomens bedraagt 0 tot 3 cm (Figuur 6).
- De totale verwachte toekomstige bodemdaling binnen de invloedssfeer van Eesveen door winningen uit alle gasvoorkomens in de omgeving tezamen bedraagt 0 tot 4 cm (Figuur 7).
- Binnen de invloedssfeer van de toekomstige gaswinning uit Eesveen liggen Natura 2000-gebieden het Holtingerveld en Drents-Friese Wold & Leggelderveld. De verwachte toekomstige bodemdaling voor het Holtingerveld die wordt veroorzaakt door de nieuw voorgestelde winning bedraagt 0 tot 2 cm. Het zwaartepunt van de bodemdaling door deze winning bevindt zich in het Noordwestelijke deel van het Natura 2000-gebied. De toekomstige bodemdaling die in het Holtingerveld wordt veroorzaakt door alle winningen in de omgeving varieert van 0 tot 3 cm. Het zwaartepunt van deze bodemdaling ligt in het noordelijke deel van het Natura 2000-gebied. De toekomstige bodemdaling die in het zuidwestelijke deel van het Drents-Friese Wold & Leggelderveld wordt veroorzaakt door de nieuwe winning uit Eesveen is minder dan 1 cm. De totale toekomstige bodemdaling in dit Natura 2000-gebied bedraagt binnen de invloedssfeer van Eesveen 1 tot 2 cm.



Figuur 6: Toekomstige bodemdalingsprognose in cm vanaf heden januari 2024) tot einde productie als gevolg van alleen de voorgestelde nieuwe winning uit gasvoorkomens Eesveen.



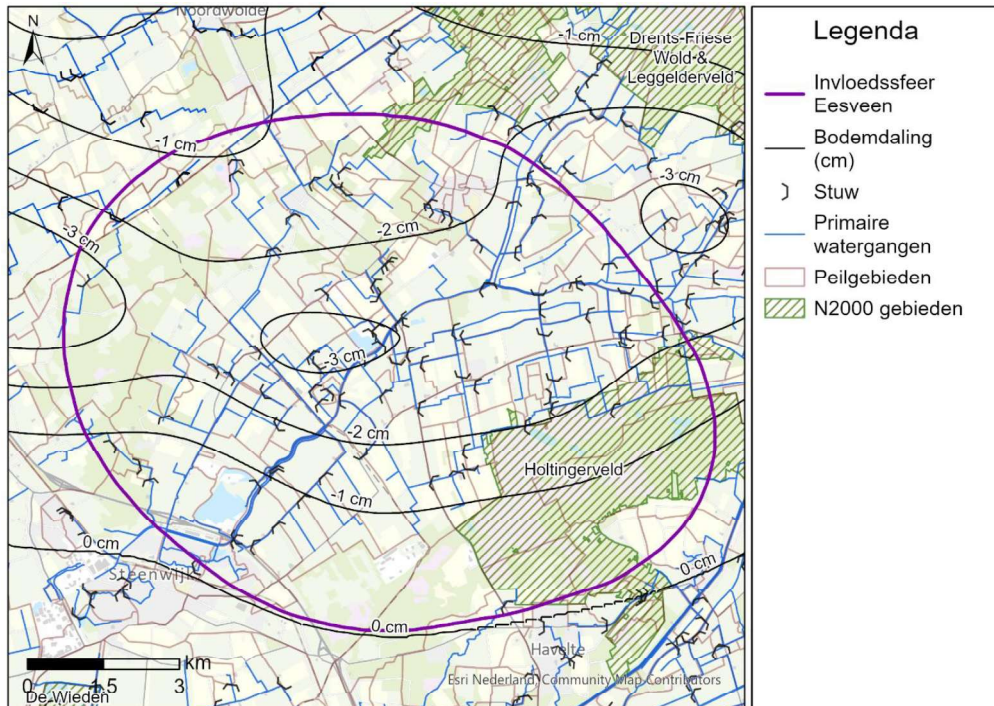
Figuur 7: Toekomstige bodemdalingsprognose in cm vanaf heden (januari 2024) tot einde productie als gevolg van alle bestaande en nieuwe winningen. De invloedssfeer van de winningen uit de Eesveen gasvoorkomens is in paars weergegeven.

Het watersysteem

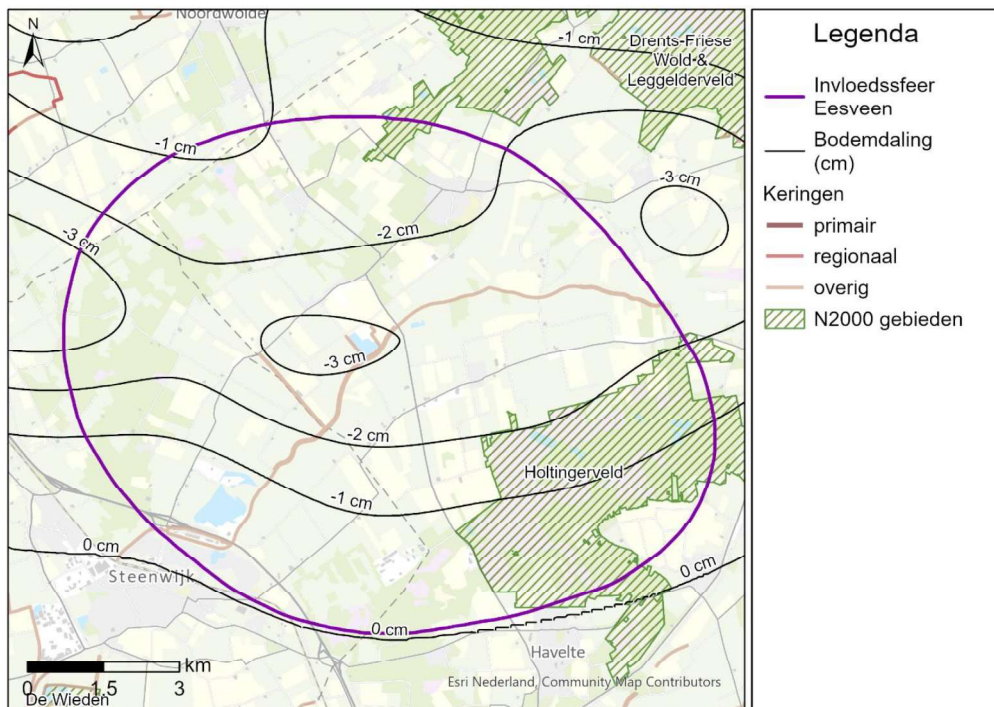
Figuur 8 toont een globaal overzicht van het watersysteem in het interessegebied. Centraal door het gebied stroomt de Steenwijker Aa. Dit is een gekanaliseerde hoofdwaterloop die ten zuiden van Vledder ontstaat als de Wapserveensche Aa en de Vledder Aa samenkomen. Van daaruit stroomt de dan Steenwijker Aa in zuidwestelijke richting naar Steenwijk. Het gebied bestaat uit watergangen en peilvakken die doormiddel van stuwen van elkaar gescheiden worden. Middels deze stuwen wordt het waterniveau in de peilgebieden op een kunstmatig manier gereguleerd. Afhankelijk van o.a. het maaiveldniveau en het soort landgebruik worden verschillende streefpeilen gehanteerd.

Het Holtingerveld is een op een stuwwal gelegen Natura 2000-gebied in het Zuidoosten van de invloedssfeer van Eesveen. Dit gebied kent relatief weinig primaire watergangen. Ook de peilvakken zijn in dit gebied relatief groot. Binnen deze peilvakken stroomt water onder vrij verval radiaal af van de hooggelegen delen naar de lagergelegen flanken. Omdat het om vrij afwaterende grote peilvakken in hellend gebied gaat, met in de ondiepe ondergrond slecht doorlatende lagen (keileem) waarboven schijngrondwaterspiegels kunnen ontstaan, zijn de streefpeilen niet per se indicatief voor de waterstanden. Het oostelijk deel van het Drents Friese Wold & Leggelderveld ligt op het hoger gelegen Drents plateau. Vandaaruit ontspringen diverse beken en beekdalen die de afwatering verzorgen, waaronder ook het beekdal Vledder Aa dat van hoog naar laag in zuidwestelijke richting loopt. Los van de beken en beekdalen kent het Natura 2000-gebied slechts een beperkt aantal afwateringsmiddelen (watergangen en sloten).

Binnen de invloedssfeer van Eesveen bevinden zich ook verschillende keringen (Figuur 9). Het betreft overige keringen die zich langs verschillende grotere watergangen als de Steenwijker Aa, de Nijensleeker Schipsloot, Kanaal Steenwijk- Ossenzijl en de Wapserveensche Aa bevinden. Een deel van de keringen langs bijvoorbeeld de Steenwijker Aa liggen direct boven de gasvoorkomens van Eesveen.



Figuur 8: Hoofdwatervangst, stuwen en peilgebieden in het gebied (bron: legger WDOD). Contourlijnen tonen de toekomstige bodemdalingsprognose in cm vanaf heden (januari 2024) tot einde productie als gevolg van winningen uit alle gasvoorkomens in de omgeving. De paarse ellips toont de invloedsfeer van Eesveen.



Figuur 9: Keringen binnen het gebied (bron: legger WDOD). Contourlijnen tonen toekomstige bodemdalingsprognose in cm vanaf heden (januari 2024) tot einde productie als gevolg van winningen uit alle gasvoorkomens in de omgeving. De paarse ellips toont de invloedsfeer van Eesveen.

Effecten toekomstige bodemdaling

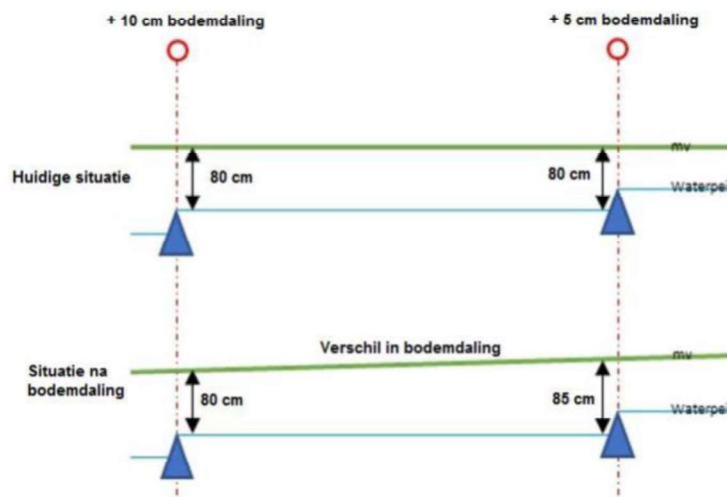
Beoordelingsmethodiek

Gaswinning vindt plaats in de diepe ondergrond. Door gaswinning neemt de druk in de ondergrondse laag waaruit gas wordt gewonnen af. Deze ondergrondse laag kan daardoor ingedrukt worden. Dit veroorzaakt een integrale gelijkmatige daling van de bovenliggende ondergrond en bodem. Autonome bodemdaling door o.a. de oxidatie van veen en het inklinken van zettingsgevoelige materialen in de ondergrond verschilt van bodemdaling door gaswinning. Deze autonome bodemdaling vindt plaats in de ondiepe ondergrond en wordt veroorzaakt doordat veen of zettingsgevoelige bodemlagen (tijdelijk) boven het grondwater komen te liggen.

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 peilgebieden met steile bodemdalingscontouren (zie ook toelichtende kader).

Kader toelichting verdroging/vernatting als gevolg van bodemdaling

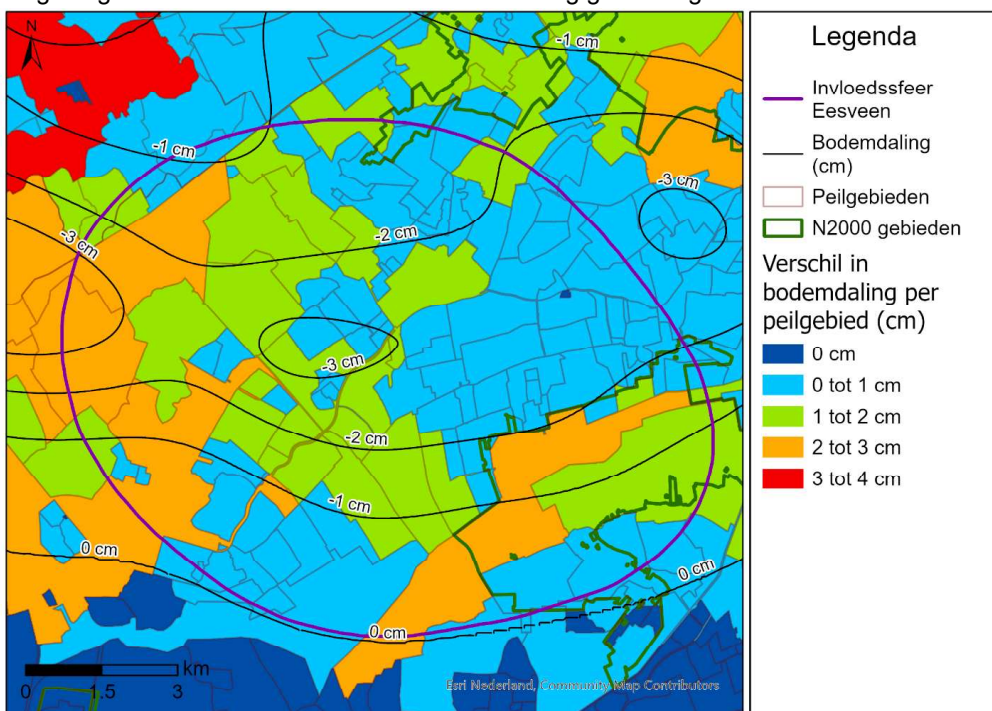
In onderstaand figuur wordt het effect van een verschil in bodemdaling binnen een peilgebied gevisualiseerd. Bovenaan wordt de huidige situatie weergegeven met een drooglegging (de afstand tussen het maaiveld en het waterpeil) van 80 cm (indicatie). Door ongelijkmatige bodemdaling, onderste plaatje, 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 verschildaling). Aangezien het waterpeil in het gehele peilvak gelijk blijft, treedt er aan de rechterkant verdroging op.



Bovenstaand principe geldt niet als het waterschap besluit de huidige peilen t.o.v. NAP te handhaven. In dat geval zal als gevolg van bodemdaling de drooglegging afnemen en leiden tot vernatting. Bovenstaande principe hoeft ook niet te gelden voor vrij-afwaterende grotere peilvakken in hellend gebied met een complexe geologie van scheidende lagen (voor deze effectbeoordeling vooral te vinden in Natura 2000-gebied het Holtingerveld). Voor deze peilvakken kunnen peilaanpassingen op sommige plaatsen weinig tot geen effect hebben op de (grond)waterstanden, bijvoorbeeld bij schijngrondwaterspiegels of geïsoleerde vennen boven slecht-doorlatende (keileem)lagen. Ook kunnen veranderingen in peilen in de nabijgelegen peilvakken een mogelijk uitstralingseffect hebben op de grondwaterstanden en stijghoogten in deze peilvakken zelf. Naast de algemene beoordelingsmethodiek op basis van bodemdalingsverschil per peilvak worden ook de in deze alinea beschreven aspecten globaal beschouwd.

In deze notitie is als uitgangspunt gehanteerd dat er sprake is van negatieve effecten op de waterhuishouding in bebouwd- en landbouwgebied bij een bodemdalingsverschil binnen een peilgebied van 5 cm of een verandering van de drooglegging van meer dan 5 cm. Dit uitgangspunt is overgenomen van de methodiek schadebepaling die de Commissie Bodemdaling Aardgaswinning Fryslân hanteert (zie rapport van Ingenieursbureau voor Cultuurtechniek, 1996). Voor de beoordeling van Natura 2000-gebieden geldt dat er mogelijk sprake kan zijn van negatieve effecten bij iedere verandering van de grondwaterstanden.

Figuur 10 geeft het verschil in toekomstige bodemdaling per peilvak veroorzaakt door winningen uit alle gasvoorkomens in de omgeving weer. Binnen de invloedssfeer van de voorgestelde nieuwe gaswinning uit de Eesveen voorkomens varieert het bodemdalingsverschil van kleiner dan 1 cm (voor bijv. kleine peilvakken en de peilvakken ver verwijderd van gasvoorkomens) tot 3 cm voor bijv. grotere peilvakken en peilvakken in gebieden met steilere bodemdalingscontouren. Het bodemdalingsverschil per peilvak is nergens groter dan de voor landbouw en bebouwing gestelde grenswaarde van 5 cm.



Figuur 10. Bodemdalingsverschil in cm per peilgebied (verschil in minimale en maximale bodemdaling binnen een peilgebied). Contourlijnen tonen de toekomstige bodemdalingsprognose in cm vanaf heden (januari 2024) tot einde productie als gevolg van winningen uit alle gasvoorkomens in de omgeving. De paarse contourlijn toont de invloedssfeer van Eesveen.

Effecten landbouw, bebouwing, waterveiligheid en 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 vernatting 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 daarmee het waterbergend vermogen van de ondergrond afnemen. De onverzadigde zone is het deel van de bodem dat boven de grondwaterspiegel ligt en waarin bij regenval tijdelijk water wordt geborgen. Tot slot kan ook het verschil tussen het waterpeil en de hoogte van de boveninsteek van de watergangen afnemen, waardoor ook hierin minder water kan worden geborgen.

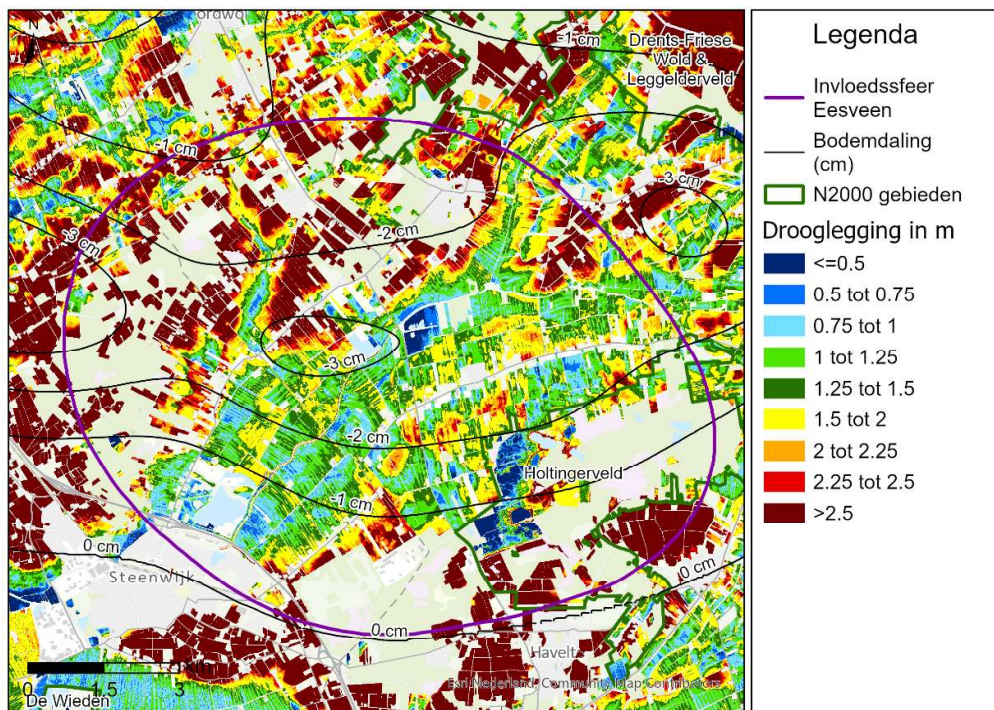
Effect op landbouw

Op de gronden in gebruik voor de landbouw treedt een toekomstige bodemdaling op van 0 tot 4 cm vanaf heden (januari 2024) tot einde gaswinning. Voor gereguleerde peilgebieden daalt in principe het peil van het regulerende kunstwerk mee met de bodem waardoor geen verandering in de drooglegging optreedt. Dit is niet het geval als er verschillen zijn in bodemdaling binnen een peilgebied (zie beoordelingskader).

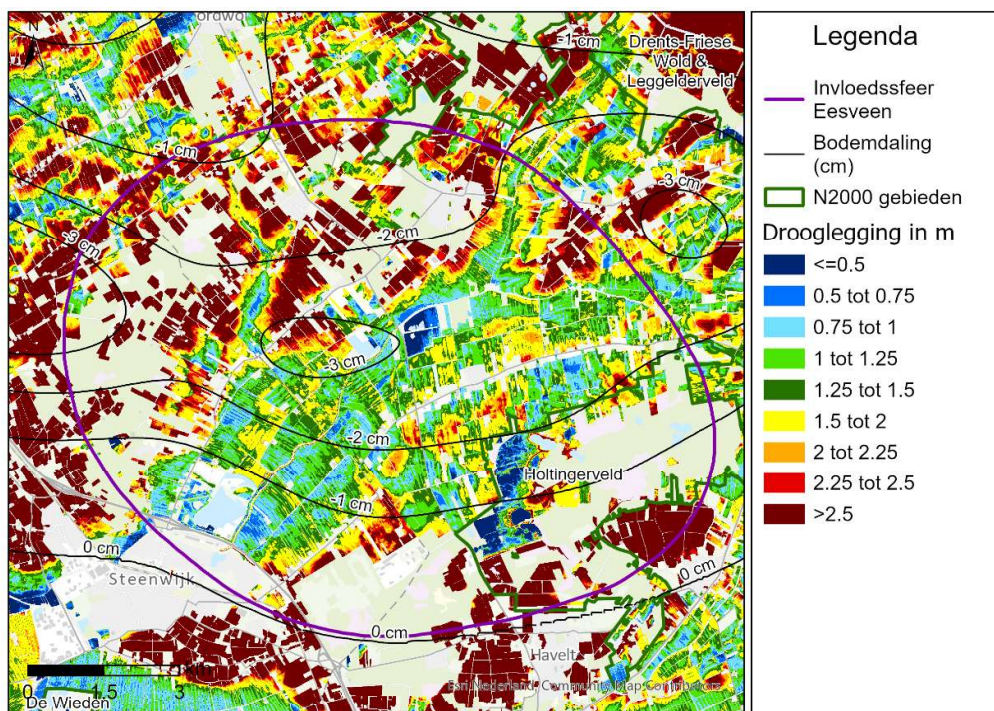
Voor de peilgebieden binnen de invloedssfeer van de nieuw voorgestelde winning bedraagt het verschil in toekomstige bodemdaling binnen een peilgebied 0 tot 3 cm (Figuur 10). Of deze toekomstige bodemdalingsverschillen binnen een peilgebied verdroging of vernatting als gevolg hebben hangt af van of het gereguleerde peil meer of minder daalt dan het maaiveld. Als het gereguleerde peil minder daalt dan het maaiveld zullen de peilen t.o.v. maaiveld dalen en als het gereguleerde peil meer daalt dan het maaiveld zullen deze peilen t.o.v. maaiveld stijgen. Voor geen van de peilgebieden is er sprake van droogleggingsverschillen door toekomstige bodemdaling van groter dan 5 cm, waaruit conform beoordelingsmethodiek opgemaakt kan worden dat de bodemdaling naar verwachting geen negatief effect zal hebben op de landbouwgronden.

Als het waterschap ervoor kiest om het peil niet de bodemdaling te laten volgen maar op het huidige NAP peil te houden zal door bodemdaling een vermindering van de drooglegging optreden. Bij gelijkblijvend peil ten opzichte van NAP kan het peil t.o.v. maaiveld met 0 tot 4 cm stijgen. Dit ligt onder de 5 cm grenswaarde waardoor conform de beoordelingsmethodiek geen negatieve effecten worden verwacht.

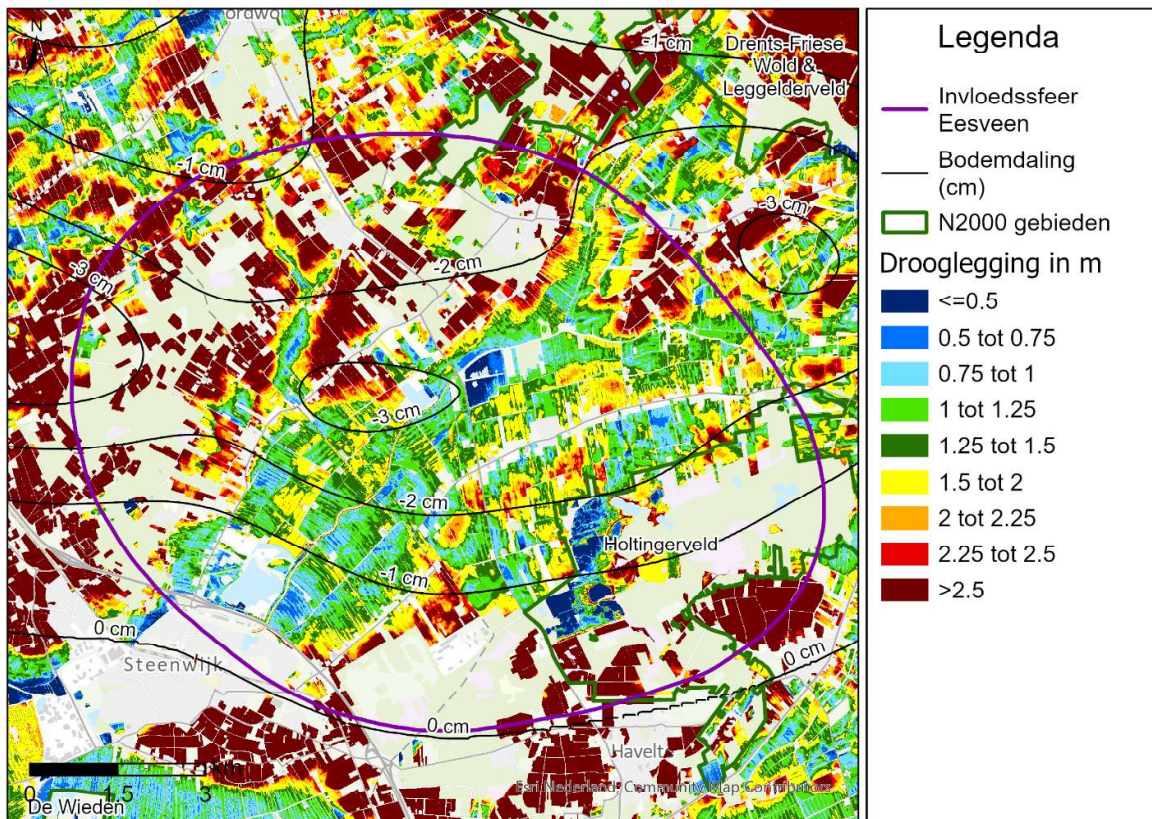
Om een beeld te schetsen van de huidige en toekomstige drooglegging voor de landbouwgronden binnen de invloedssfeer is deze voor 3 situaties bepaald en op kaart weergegeven. Figuur 11 toont de huidige drooglegging voor alle landbouwgronden in het gebied. Figuur 12 en 13 tonen voor deze landbouwgronden de drooglegging na bodemdaling en na een eventuele verandering in peilen. Er is gewerkt met twee varianten in peilverandering om de mogelijke bandbreedte in toekomstige drooglegging voor landbouwpercelen inzichtelijk te maken. De grootste afname in drooglegging (0 tot 4 cm vernatting) treedt op als de huidige peilen t.o.v. NAP gehandhaafd blijven (Figuur 12). De grootste toename in drooglegging (0 tot 3 cm verdroging) treedt op als het peilregulerend kunstwerk op de plek in het peilgebied staat waar de meeste bodemdaling plaatsvindt en het peil met deze daling mee zakt. De situatie waarbij dit laatste voor alle peilgebieden het geval zou zijn is weergegeven in Figuur 13.



Figuur 11. Huidige drooglegging op basis van huidige winterpeil en maaiveld.



Figuur 12. Toekomstige drooglegging op basis van winterpeil voor de variant met de grootste afname aan drooglegging (bodem daalt en peil t.o.v. NAP blijft gehandhaafd).



Figuur 13. Toekomstige drooglegging op basis van winterpeil voor de variant met de grootste toename aan drooglegging (bodem daalt en peil daalt evenveel als de maximale bodemdaling binnen een peilgebied)

Een vergelijking van de drooglegging in de huidige en toekomstige situatie laat voor beide varianten minimale verschuivingen in de droogleggingscategorieën zien. Wel worden gebieden die nu al nat zijn mogelijk nog natter waardoor problemen kunnen ontstaan of verergeren, bijvoorbeeld doordat deze gronden in de winter mogelijk minder goed begaanbaar worden voor zwaar materieel. Dit speelt vooral in gebieden met nu al een geringe drooglegging en als peilen t.o.v. NAP gehandhaafd worden. Geadviseerd wordt om gedurende de bodemdaling te monitoren of in deze gebieden vernattingsproblemen ontstaan. Als dit het geval is dient nader bepaald te worden welke maatregel het meest doeltreffend is.

Effect op bebouwingen

Binnen de invloedssfeer van de voorgenomen nieuwe winning Eesveen liggen verschillende dorpen en bouwkernen waaronder Eesveen, Willeminaard, de Bult, Kallenkote, Nijensleek en Frederiksoord (westen). Voor de bouwkernen wordt een toekomstige bodemdaling van 0 tot 4 cm verwacht.

Bij deze bodemdalingen zakt de diepe bodem integraal naar beneden met de fundering en de kunstwerken die de drooglegging bepalen. Het bodemdalingsverschil binnen een peilvlak is 0 tot 3 cm en daarmee kleiner dan de grenswaarde van 5 cm. Er is daardoor geen sprake van een noemenswaardig droogleggingsverschil en daarom naar verwachting geen risico op zetting van de ondergrond ten opzichte van de fundering of ongelijkmatige zetting op gebouwniveau. Hierdoor ontstaan naar verwachting geen schadelijke effecten op bebouwing.

Als het waterschap ervoor kiest om het peil niet de bodemdaling te laten volgen maar op het huidige NAP peil te houden, zal een vermindering van de drooglegging optreden. Bij gelijkblijvend peil ten opzichte van

NAP kan het peil t.o.v. maaiveld met 0 tot 4 cm stijgen. Omdat er geen verdroging is, veroorzaakt dit geen zetting van de ondergrond.

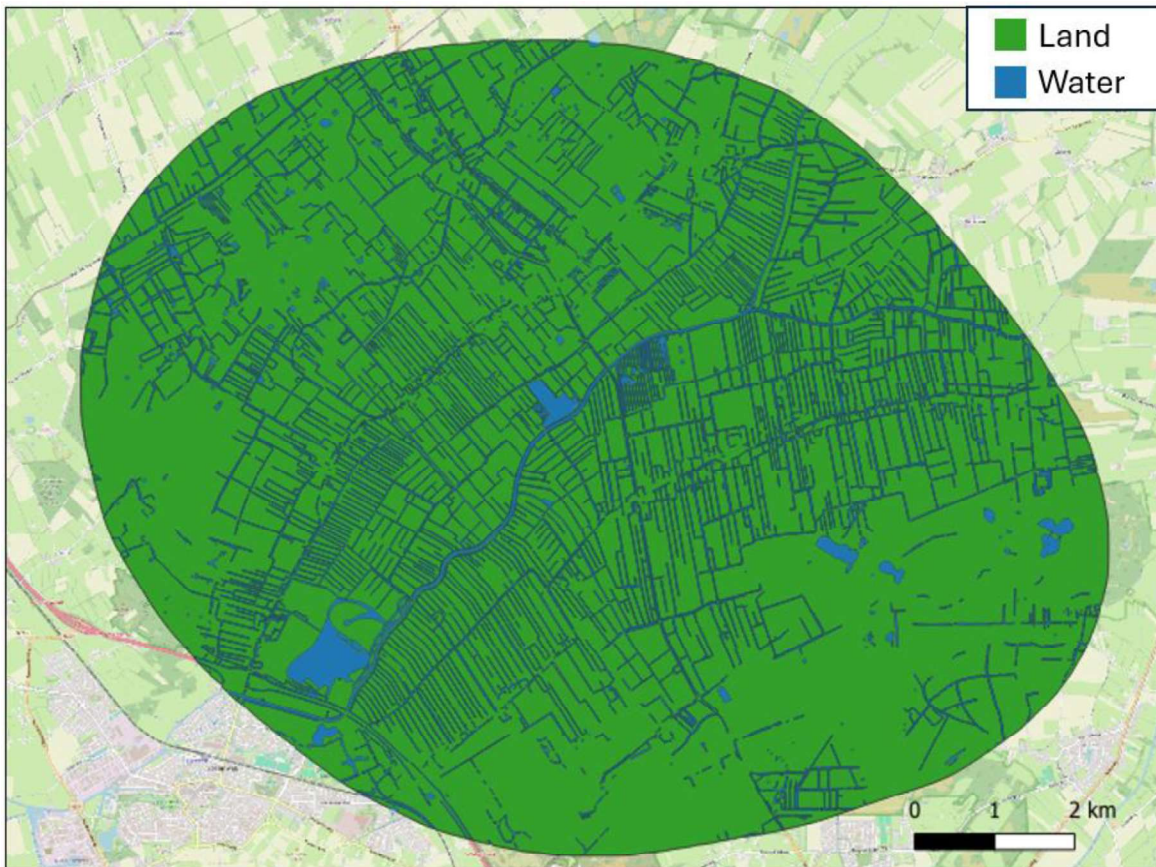
Waterveiligheid – hoogte keringen en opvoerhoogte gemalen

Binnen de invloedssfeer van Eesveen liggen verschillende overige keringen (totale lengte van 25.2 km). Deze keringen zullen dalen door bodemdaling. Als het waterpeil op eenzelfde niveau wordt gehandhaafd kan deze daling een verandering in de kerende hoogte tot gevolg hebben. Binnen de invloedssfeer van de voorgestelde toekomstige winning Eesveen gaat het om een daling in kerende hoogte van 0 tot 4 cm tussen januari 2024 en einde productie. Deze keringen zullen indien nodig opgehoogd moeten worden om voor toekomstige bodemdaling te compenseren. Er wordt geadviseerd om hierover in gesprek te gaan met het waterschap, en daar waar mogelijk ophoogwerkzaamheden ten behoeve van de bodemdaling te combineren met reguliere werkzaamheden aan de keringen. Binnen de invloedssfeer van de voorgestelde nieuwe winning liggen geen gemalen.

Verlies aan waterberging

Bodemdaling kan van invloed zijn 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 (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 welke mate dit gebeurt hangt niet alleen af van de bodemdaling maar ook van eventuele peilveranderingen.

In deze memo is een verkennende analyse gedaan naar het verlies aan berging door bodemdaling. Uitgangspunt bij deze analyse is dat waterpeilen t.o.v. NAP gehandhaafd blijven (conservatieve benadering voor de berekening van bergingsverlies). Een verder uitgangspunt is dat het waterbergende vermogen van de bodem gemiddeld 10% is binnen de invloedssfeer van Eesveen, 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 het waterbergende vermogen van oppervlaktewateren is uitgegaan van een waterbergend vermogen van 100%, waarbij iedere cm aan bodemdaling betekent dat er 1 cm minder water geborgen kan worden. Het verlies aan berging is bepaald op basis van de bodemdaling door de toekomstige winning uit het Eesveen voorkomen (Figuur 6) en het type landoppervlak onderverdeeld in land en water (Figuur 14).



Figuur 14. Oppervlak binnen de invloedsfeer van de toekomstige winning Eesveen opgesplitst in water en land.

Door de toekomstige winning uit gasvoorkomen Eesveen zal bij gelijkblijvend peil het waterbergend vermogen van de ondergrond met circa 81.000 m³ afnemen. Het verlies aan waterbergend vermogen in de watergangen is circa 32.000 m³. Het totale verlies aan waterbergend vermogen bedraagt hiermee 113.000 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.

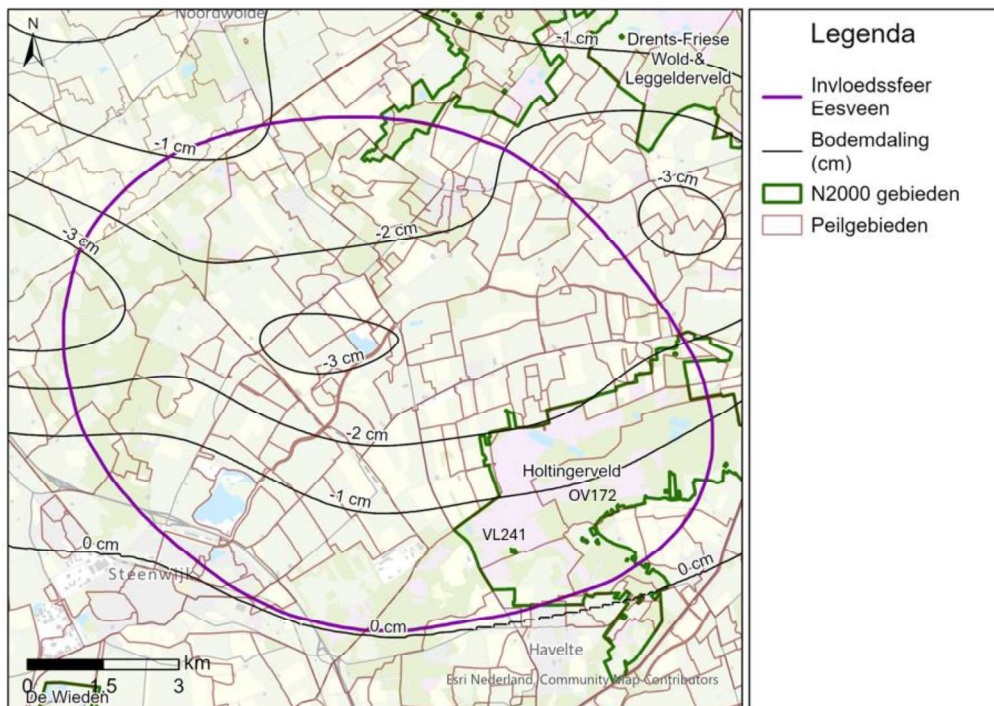
Compensatie van het verlies aan berging kan gedaan worden door het aanwijzen van overloopgebieden of door het creëren van nieuw bergingsoppervlak door bijvoorbeeld de aanleg van natuurvriendelijke oevers. Nieuw bergingsoppervlak creëren is een ingrijpende maatregel, waarbij land moet worden aangekocht en veel grondverzet nodig is. Verder hoeft niet ieder verlies aan berging knelpunten in het watersysteem te veroorzaken. Op sommige plekken, bijvoorbeeld op delen met een ruime drooglegging, hebben bodem en watersysteem mogelijk voldoende waterbergend vermogen voor zowel het huidige klimaat als het klimaat van de toekomst. Op andere plekken, bijvoorbeeld aan de rand van de

bodemdalingskom, is de bodemdaling mogelijk te gering om significante effecten te veroorzaken. De aanbeveling is daarom 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 het geval van vernattingsproblemen 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 ontwikkelingen en beleid, gerelateerd aan bijvoorbeeld Water en Bodem sturend (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 Eesveen ligt Natura 2000-gebied het Holtingerveld (Figuur 15). Ook overlapt de invloedssfeer van de nieuwe voorgestelde winning met de zuidwestelijke hoek van Natura 2000-gebied het Drents-Friese Wold & Leggelderveld.



Figuur 15. Toekomstige bodemdaling door winningen uit alle gasvoorkomens in de omgeving, peilvakken en Natura 2000-gebieden Holtingerveld en Drents-Friese Wold & Leggelderveld. Twee grote peilvakken binnen Natura 2000-gebied Holtingerveld zijn gelabeld (VL241 en OV172). De paarse contourlijn toont de invloedssfeer van de nieuw voorgestelde winning uit de Eesveen gasvoorkomens.

Het Holtingerveld

Het Holtingerveld ligt op een stuwwal en is daarmee flink hoger dan het omliggende landschap. In het noordelijke deel van dit Natura 2000-gebied is de totale toekomstige bodemdaling meer dan 1 cm. De Habitattypen in dit deel met meer dan 1 cm bodemdaling zijn hoofdzakelijk stuifzandheiden met struikhei

(H2310), binnenlandse kraaiheibegroeiingen (H2320), zure vennen (H3160), vochtige heide (H4010A), droge heide (H4030) en Jeneverbesstruwelen (H5130). Verder bestaat het noordelijke deel van het Holtingerveld grotendeels uit twee grotere peilvakken: VL241 en OV172 (gelabeld in Figuur 15). Deze peilvakken hebben beperkt aantal watergangen en water stroomt onder vrij verval af van de hoger-gelegen delen naar de lageregelegen flanken.

Omdat het Holtingerveld bestaat uit grote vrij afwaterende peilvakken in hellend gebied met een complexe geologie, kunnen (grond)waterstanden en stijghoogten beïnvloed worden door een verandering in peil in nabijgelegen peilvakken. Een verandering van een peil in een peilgebied naast het Holtingerveld ten behoeve van bijvoorbeeld de landbouwfunctie kan hierdoor zijn doorwerking hebben op dit Natura 2000-gebied. Dit geldt niet of in veel mindere mate voor de schijngrondwaterspiegels en (geïsoleerde) vennen die voorkomen boven o.a. de slecht-doorlatende keileemlagen. Hier zakken zowel de bodem als de slecht doorlatende lagen en de waterstand, waardoor er voor deze situaties door bodemdaling geen veranderingen zijn in (grond)waterstanden t.o.v. maaiveld.

De effecten van de bodemdaling op de (grond)waterstanden in het Holtingerveld zijn deels afhankelijk van hoe het waterschap omgaat met bodemdaling en eventuele peilaanpassingen in de peilvakken in en om het Holtingerveld. Als in de peilvakken in en om het Holtingerveld peilen mee-dalen met de bodemdaling dan zullen ook de grondwaterstanden ten opzichte van NAP dalen. Het maaiveld zal ook dalen maar het zou kunnen voorkomen dat grondwaterstanden verder zakken dan het maaiveld. Hierdoor zou er verdroging kunnen plaatsvinden. De orde grote van deze verdroging bedraagt enkele centimeters en is naar verwachting maximaal het verschil tussen de bodemaling in het Natura 2000-gebied en de peilverlaging in en om het Natura-2000 gebied. Dit is een conservatieve inschatting waarbij is uitgegaan dat peilaanpassingen in naastgelegen peilgebieden een gelijk effect hebben in het Natura 2000-gebied, terwijl in werkelijkheid het uitstralingseffect van deze peilaanpassingen wordt gedempt.

Als het waterschap ervoor kiest om de huidige streefpeilen t.o.v. NAP in en om het Holtingerveld te handhaven zullen (grond)waterstanden t.o.v. NAP naar verwachting ook niet veranderen. In het kader van winningsplan Diever (zelfde gebied als Eesveen) heeft het waterschap in 2019 aangegeven dat de bodemdaling in het gebied zo gering is dat het voor de functie natuur benodigde waterpeil zonder problemen gehandhaafd kan worden (bron: Advies gewijzigd winningsplan Diever en verslag ophaalavond met inwoners gem. Westerveld (Provincie Drenthe; 2019)). In dit geval zal bodemdaling zorgen voor een vernatting die gelijk is aan de bodemdaling (met uitzondering van de schijngrondwaterspiegels en waterstanden in vennen die t.o.v. maaiveld gelijk zullen blijven). Deze vernatting zal geleidelijk plaatsvinden over de komende decennia, waardoor de natuur zich geleidelijk kan aanpassen. Deze vernatting heeft over het algemeen een neutraal tot positief effect op de natuur, maar dit is mede afhankelijk van het habitattype en de huidige hydrologische situatie. Het is in dit geval aan te bevelen om de effecten van de bodemdaling met een nog nader te bepalen frequentie te laten beoordelen en monitoren door een ecooloog.

Drents-Friese Wold & Leggelderveld

In de zuidwestelijke hoek van het Drents-Friese Wold & Leggelderveld bedraagt de samengestelde toekomstige bodemdaling binnen de invloedssfeer van Eesveen 1 tot 2 cm. In deze hoek komen de habitattypen droge heiden (H4030) en vochtige heiden (H4010A) voor. De peilvakken in de zuidwestelijke hoek van het Drents-Friese Wold & Leggelderveld liggen in hellend gebied, waardoor ook hier, net als bij het Holtingerveld, streefpeilen niet gelijk zijn aan waterstanden. Wel is dit in vergelijking met het Holtingerveld in beperktere mate het geval omdat het voor het Drents-Friese Wold om de lageregelegen zuidwestelijke hoek gaat met peilgebieden die, in vergelijking met het Holtingerveld, kleiner zijn.

Als in de peilvakken die raken met de Zuidwestelijke hoek van het Drents-Friese Wold & Leggelderveld de peilen mee-dalen met de bodemdaling dan zullen ook de grondwaterstanden ten opzichte van NAP dalen. Het maaiveld zal ook dalen maar het zou kunnen voorkomen dat grondwaterstanden verder zakken dan het maaiveld waardoor een verlaging van de grondwaterstanden van naar schatting 1 tot 2 cm kan optreden. In het kader van winningsplan Diever (zelfde gebied als Eesveen) heeft het waterschap in 2019 aangegeven dat de bodemdaling in het gebied zo gering is dat het voor de functie natuur benodigde waterpeil zonder problemen gehandhaafd kan worden (bron: Advies gewijzigd winningsplan Diever en verslag ophaalavond met inwoners gem. Westerveld (Provincie Drenthe; 2019)). Dit zou een vernatting van de zuidwestelijke hoek van dit Natura 2000-gebied betekenen van 0 tot 2 cm. Deze vernatting zal zich geleidelijk instellen over de komende decennia. De vernatting heeft over het algemeen een neutraal tot positief effect op de aanwezige habitattypen. Net als voor het Holtingerveld is het ook voor dit Natura-2000 gebied aan te bevelen om de effecten van de bodemdaling met een nog nader te bepalen frequentie te laten beoordelen en monitoren door een ecooloog.

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.
- Peil- en watersysteemkaarten van Waterschap Drents Overijsselse Delta.
(<https://services6.arcgis.com/BZiPrSbS4NknjGsQ/arcgis/rest/services/>)
- Advies gewijzigd winningsplan Diever en verslag ophaalavond met inwoners gem. Westerveld , Provincie Drenthe, 2019.