

**VERMILION
ENERGY**



Vermilion Energy Netherlands B.V.

Aanvraag Instemming Diever Winningsplan

Versie 3.0

27-Jul-18

Samenvatting

Dit document betreft het winningsplan 'Diever'. Het voorkomen Diever is in Augustus 2014 aangeboord door put Diever-02 (DIV-02), en heeft gas geproduceerd sinds oktober 2015. Na het indienen van het vorige winningsplan voor Diever in 2014 is gebleken dat het totale verwachte produceerbare gasvolume groter is dan was aangenomen. Daarom wordt dit volledig geactualiseerde winningsplan ingediend, waarin de bodemdalingsberekeningen en seismische risico analyse opnieuw zijn uitgevoerd op basis van verkregen inzichten, en de maximale productieduur verlengd is.

De onderstaande tabel geeft de ligging van het voorkomen Diever aan ten opzichte van provincies, waterschappen en gemeentes.

Voorkomen	Provincie	Waterschap	Gemeente(s)
Diever	Drenthe	Drents-Overijsselse Delta	Westerveld

De maximale productie van het gehele voorkomen, de uiterlijke einddatum van de productie, de maximaal verwachte bodemdaling en het seismisch risico staan aangegeven in de tabel hieronder.

Diever voorkomen		
Productie tot uiterlijk:	2034	
Hoeveelheid productie:	3164	miljoen nm ³
(waarvan na 1-1-2018):	2652	miljoen nm ³
Seismisch Risico Categorie:	I	
Verwachte maximale bodemdaling:	4	cm
(waarvan na 1-1-2018 verwacht maximaal:	3	cm
Samengestelde bodemdaling verwacht maximaal:	4	cm
(waarvan na 1-1-2018 verwacht maximaal:	3	cm

Er wordt een toekomstige bodemdaling van maximaal 3 cm verwacht op het diepste punt van de bodemdalingskom door de winning waarop dit winningsplan betrekking heeft. De reeds opgetreden bodemdaling wordt geschat op minder dan 1 cm.

De daadwerkelijke bodemdaling zal worden gemonitord via het meetnet van Vermilion behorende bij het meetplan NWD-WSF-DHV-VKG-NSL-DIV-ESV. Het meetplan wordt beoordeeld door Staatstoezicht op de Mijnen, en de analyse van de meetgegevens wordt 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.

Voor zowel bodemdaling als bodemtrillingen wordt geen significante impact verwacht. Mochten omwonenden toch een effect of schade ondervinden, dan kan dat gemeld worden bij Vermilion (zie sectie 8.8), of bij het Landelijk Loket Mijnbouwschade.

Het voorkomen Diever bevindt zich gedeeltelijk onder Natura2000 gebied (Drents-Friese Wold & Leggelderveld). Uit de natuurtoets blijkt dat er geen significante gevolgen te verwachten zijn.

Inhoud

Samenvatting	2
Inhoud	3
Formulier aanvraag instemming winningsplan.....	6
1 Inleiding	9
1.1 Doel van dit het Winningsplan.....	9
1.2 Leeswijzer	9
2 Plaats van winning	11
2.1 Voorkomens in dit winningsplan.....	11
2.2 Overzicht ligging voorkomens en putten	11
2.3 Schematische weergave gas-behandeling en afvoer	13
3 Boringen	14
3.1 Inleiding: Algemene beschrijving van een put.....	14
3.2 Overzicht boringen in voorkomen	15
3.3 Schematische voorstelling putverbuizing(en)	16
3.4 Plaats en wijze waarop koolwaterstoffen in verbuizing treden	16
3.5 Putbehandelingen	16
4 Ondergrond	18
4.1 Inleiding: hoe worden de ondergrond-eigenschappen gemeten.....	18
4.2 Geologie en gesteente-eigenschappen van het voorkomen	18
4.2.1 Reservoir-formaties en afsluitende lagen	18
4.2.2 Structuur	19
4.2.3 Bron koolwaterstoffen	19
4.2.4 Geologische doorsnede van voorkomen	19
4.3 Gesteente-eigenschappen van de bovenliggende lagen.....	21
4.4 Andere gebruiksmogelijkheden van de ondergrond	22
5 Ontwikkelingsvooruitzichten.....	23
5.1 Inleiding	23
5.2 Historische productie en productie-gedrag	23
5.3 Onzekerheden.....	23
5.4 Winningsstrategie & reservoir management	24
5.5 Vooruitzichten voor winningssnelheid (hoeveelheden per voorkomen/per jaar)	24
5.6 Duur van de winning	26
5.7 Jaarlijks eigengebruik bij winning.....	26
5.8 Jaarlijks bij winning afgeblazen/afgefakkelde koolwaterstoffen.....	26
5.9 Gassamenstelling en stoffen die jaarlijks worden mee geproduceerd.....	26
5.10 Jaarlijks bij winning in de ondergrond terug te brengen delfstoffen en andere stoffen	27
6 Bodemdaling	28
6.1 Inleiding: hoe komt bodemdaling tot stand	28
6.1.1 Gaswinning.....	28
6.1.2 De oorzaken van bodemdaling	28
6.1.3 Autonome bodemdaling	29

6.1.4	Metten en voorspellen van bodemdaling	30
6.2	Bodemdalingsmodel.....	30
6.3	Historische bodemdaling	31
6.4	Bodemdalingsvooruitzichten en -onzekerheid	31
6.5	Monitoring van bodemdaling	33
6.6	Mogelijke gevolgen van de verwachte bodemdaling	33
6.6.1	Gevolgen voor gebouwen en infrastructuur	33
6.6.2	Gevolgen voor natuur en milieu	34
6.7	Maatregelen om (gevolgen van) bodemdaling te voorkomen of te beperken	34
7	Bodemtrilling.....	35
7.1	Inleiding: hoe komen bevingen ten gevolge van gaswinning tot stand.....	35
7.2	Historische bevingen in de voorkomens van dit winningsplan.....	35
7.3	Seismische Risico Analyse	35
7.4	Monitoring van bodemtrillingen	36
7.5	Mogelijke gevolgen van bevingen ten gevolge van gaswinning	36
7.5.1	Schade openbare infrastructuur door bodemtrillingen ten gevolge van gaswinning	36
7.5.2	Schade aan bouwwerken door bodemtrillingen ten gevolge van gaswinning	36
7.5.3	Gevolgen voor natuur en milieu door bodemtrillingen ten gevolge van gaswinning.....	37
7.6	Maatregelen om (gevolgen van) bodemtrillingen te voorkomen of te beperken.....	37
8	Overige Omgevingsaspecten.....	38
8.1	Inleiding	38
8.2	Bodem / Grondwaterverontreiniging	38
8.3	Luchtverontreiniging	38
8.4	Oppervlaktewaterverontreiniging	39
8.5	Externe veiligheid	39
8.6	Natuur.....	39
8.7	Locaties	39
8.8	Schade-afhandeling	39
8.9	Gedragscode.....	40
9	Verklarende woordenlijst.....	41
10	Referenties	42
11	Bijlage: Plattegrond aardgaswinningslocatie	43
12	Bijlage: Proces-stroomdiagram van aardgaswinningslocatie	44
13	Bijlage: Detailschema putverbuizing	45
14	Bijlage: Geologische kaart	46
15	Bijlage: Analyse en Berekening Bodemdaling	48
15.1	Bodemdalingsmodel.....	48
15.2	Analyse bodemdalingsmetingen	48
15.3	Resultaten modelberekening bodemdaling.....	50
16	Bijlage: Meetnet Diever-Eesveen.....	53
17	Bijlage: Seismische Risico Analyse: Details en Achtergronden	54
17.1	Algemeen kader voor Seismische Risico Analyse.....	54

17.2	Seismische Risico Analyse voor de voorkomens in dit winningsplan.....	54
	Niveau 1: Screening Potentieel.....	54
17.2.1	Niveau 2: Risico Matrix	58
18	Bijlage: Gedetailleerde impactanalyse bodemdaling	59
18.1	Inleiding	59
18.2	Gebiedsbeschrijving	59
18.3	Waterhuishouding	60
18.3.1	Watersysteem	60
18.3.2	Waterkeringen	62
18.4	Toekomstige en reeds opgetreden bodemdaling.....	62
18.5	Effecten toekomstige bodemdaling	63
18.5.1	Oppervlaktewater/grondwater: verandering van drooglegging	64
18.5.2	Effect op landbouw.....	65
18.5.3	Effect op bebouwing.....	65
18.5.4	Effect op natuur	65
18.5.5	Effect op waterberging	67
18.6	Waterkwaliteit	67
18.7	Waterveiligheid – Verandering van opvoerhoogte gemalen en hoogte keringen	67
18.8	Natuur (Wet natuurbescherming).....	67
18.8.1	Uitwerking toetsing Wet natuurbescherming	67
18.9	Effectbeoordeling toekomstige bodemdaling	67
19	Bijlage: Vertrouwelijke Gegevens Diever	70
19.1	Volumeschattingen.....	70
19.2	Bedrijfsvoering.....	71

Formulier aanvraag instemming winningsplan

Artikel 34 lid 1 Mijnbouwwet (Mw) en artikel 24 Mijnbouwbesluit (Mb)

Elektronisch in te dienen bij:

De Minister van Economische Zaken en klimaat

Directoraat-Generaal voor Energie, Telecom en Mededinging

Directie Energie en Omgeving

██████████@minez.nl

<u>Artikel 1)</u>	<u>Onderwerp</u>	<u>Beschrijving</u>
Mw 34 lid 1	Verzoek om instemming voor een wijziging van het winningsplan Diever	☐ 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 The Netherlands
	A1.3) Contactpersoon	██████████
	A1.4) E-mail	██
	A1.5) Telefoon	████████████████████
Mw 34 lid 2 en Mw 22	A1.6) Indiener	☐ is houder van de vergunning ☒ is uitvoerder cf artikel 22 Mw
	A2) Winningsvergunninggebied(en)	Drenthe VI
Mw 34 lid 1 Mb 24 lid 1a	A2.1) Voorkomen(s) koolwaterstoffen	Diever
Mb 24 lid 1a	A2.2) Soort koolwaterstof die wordt gewonnen	☐ olie ☒ hoog calorisch gas ☐ Groningen kwaliteit gas ☐ laag calorisch gas ☐ zwavelhoudend gas ☒ aardgascondensaat
Mr 1.2.1 lid 3	A3) Bestaande of nieuwe winning	☒ winningsplan voor reeds bestaande winning, (inclusief voorziene uitbreiding) ☐ winningsplan voor nieuwe winning
Mw 38	A4) Samenloop vergunningen Wabo	☒ nee, productie vindt plaats op bestaande locatie ☐ ja: te weten:

	Bedrijfs- en productiegegevens	Paragraaf
Mw 35 lid 1	Beknopte beschrijving van het winningsplan	1
Mw 35 lid 1c Mb 24 lid 1c,d	Beknopte beschrijving van wijze van winning alsmede daarmee verband houdende activiteiten	2, 3.3, 3.4, 3.5
Mb 24 lid 1a	Geologische beschrijving van voorkomen(s)	4.2
Mb 24 lid 1a Mb 24 lid 1b	Geologische doorsnede van voorkomen(s)	4.2
Mw 35 lid 1a Mb 24 lid 1d,e	Overzicht ligging voorkomens en putten	2.2
Mb 24 lid 1d,e,g	Situering mijnbouwwerken situatietekening /eventueel foto	2.2
Mb 24 lid 1e,f	Overzicht boringen in voorkomen(s)	3.2
Mb 24 lid 1g	Schematische voorstelling putverbuizing(en)	3.3
Mb 24 lid 1h	Plaats en wijze waarop koolwaterstoffen in verbuizing treden	3.4
Mb 24 lid 2	Productieontwikkeling strategie	5.4
Mb 24 lid 2	Productie filosofie	5.4
Mb 24 lid 2	Reservoir management	5.4
Mw 35 lid 1a,d Mb 24 lid 1a	Omvang winning (hoeveelheden per voorkomen/per jaar)	5.5
Mw 35 lid 1b	Duur van de winning (per voorkomen)	5.5
Mb 24 lid 1i	Stoffen die jaarlijks worden mee geproduceerd	5.9
Mb 24 lid 1j	Jaarlijks eigengebruik bij winning	5.7
Mb 24 lid 1j	Jaarlijks bij winning afgeblazen/afgefakkelde koolwaterstoffen	5.8
Mb 24 lid 1k	Jaarlijks bij winning in de ondergrond terug te brengen delfstoffen en andere stoffen	5.10
Mw 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
Mw 35 lid 1e, Mb 24 lid 1l,	Jaarlijkse kosten onderverdeeld in investeringen, onderhoud, bedrijfsvoering	19.2 (confidentieel)
Mw 24 lid 1a	Verwachte samenstelling van de aanwezige koolwaterstoffen	5.9

	Gegevens inzake bodemdaling als gevolg van de winning van koolwaterstoffen.	Paragraaf
Mw 35 lid 1f	Aard van de bodemdaling als gevolg van de winning alsmede de daarmee verband houdende activiteiten	6.1
Mb 24 lid 1m Mb 24 lid 1n Mb 24 lid 1o	Gekalibreerde bodemdaling en bodemdalingsprognoses (uiteindelijk verwachte mate van bodemdaling)	6.2
Mb 24 lid 1q	Omvang en aard van de schade	6.6
Mb 24 lid 1r Mw 35 lid 1d,1f	Maatregelen om bodemdaling te voorkomen / te beperken	6.7
Mb 24 lid 1s Mw 35 lid 1f	Maatregelen die gevolgen van schade door bodemdaling beperken of voorkomen	6.7
	Gegevens inzake bodemtrilling als gevolg van de winning van koolwaterstoffen.	Paragraaf
Mw 35 lid 1f	Aard van de (kans op) bodemtrillingen als gevolg van de winning alsmede de daarmee verband houdende activiteiten	7.1
Mb 24 lid 1p	Risicoanalyse bodemtrilling	7.3, 17.2
Mb 24 lid 1q	Omvang en aard van de schade	7.5.1, 7.5.2, 7.5.3
Mb 24 lid 1r	Maatregelen om bodemtrillingen te voorkomen / te beperken	7.6
Mb 24 lid 1s Mw 35 lid 1f	Maatregelen die gevolgen van schade door bodemtrillingen beperken of voorkomen	7.6
	Overige veiligheidsaspecten	Paragraaf
Mw 35 lid 1g	De risico's voor omwonenden, gebouwen of infrastructurele werken of de functionaliteit daarvan met een risicobeoordeling, voor zover het winnen van delfstoffen niet geschiedt in het continentaal plat	8
Ondertekening Naam: XXXXXXXXXX Functie: Commercial Manager		Datum: 27-Jul-18 Plaats: Amsterdam

1 Inleiding

Dit document betreft een volledige actualisatie van het winningsplan 'Diever'. Het voorkomen Diever is in augustus 2014 aangeboord door put Diever-02 (DIV-02), en produceert gas sinds oktober 2015.

1.1 Doel van dit het Winningsplan

Vermilion Energy Netherlands B.V. (Vermilion, VEN) is uitvoerder van de winningsvergunning Drenthe VI, waarin het voorkomen Diever gelegen is. Conform artikel 34 Mijnbouwwet (Mw) dient de winning van koolwaterstoffen te gebeuren overeenkomstig een winningsplan. In het Mijnbouwbesluit (Mb) is in artikel 24 aangegeven welke informatie het winningsplan moet bevatten.

De reden voor de indiening van dit winningsplan is een bijstelling (naar boven) van het verwachte totale gasproductievolume. Na productie van de put DIV-02 is gebleken dat het verwachte produceerbare gasvolume groter is dan vooraf aangenomen (Diever winningsplan van November 2014). Daarop is een geologische analyse van de ondergrond uitgevoerd om dit in kaart te brengen. Op basis daarvan wordt een geactualiseerd winningsplan ingediend (dit document), waarin ook de bodemdalingsberekeningen en seismische risico analyse worden vernieuwd op basis van de verkregen inzichten.

Tabel 1-1 Geschiedenis Winningsplan Diever

Datum	Versie	Omschrijving
22-mei-2014	1.0	Winningsplan 'pre-drill' DIV-02
10-nov-2014	2.0	Winningsplan 'post-drill' DIV-02, inclusief DHAIS
31-mrt-2016	2.1	Update: SRA
5-apr-2016	2.2	Update: tekstuele verduidelijkingen
27-Jul-18	3.0	Geactualiseerd winningsplan (dit document)

1.2 Leeswijzer

In dit document wordt ingegaan op de manier waarop het gas gewonnen gaat worden, de geologie en de eigenschappen van het ondergrondse gasvoorkomen en de voorspelde productiehoeveelheden, mate van bodemdaling en het risico op geïnduceerde aardbevingen. De cursief gedrukte stukken in de diverse hoofdstukken geven wat meer specialistische informatie.

Het gas uit het Diever voorkomen wordt geproduceerd vanaf de locatie 'Wapse' en vervolgens via een pijpleiding naar het Garijp gasbehandelingsstation (GTC) getransporteerd worden. In hoofdstuk 2 wordt aangegeven waar de productielocatie, het voorkomen en de producerende/geplande putten zich bevinden. Hoofdstuk 3 omschrijft de reeds bestaande en toekomstige boring(en) in het voorkomen.

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

Hoofdstuk 6 beschrijft de historische en verwachte bodemdaling in het gebied rondom het voorkomen. Er wordt een toekomstige bodemdaling van maximaal 3 cm verwacht op het diepste punt van de bodemdalingsschijf door de winning waarop dit winningsplan betrekking heeft. De historische bodemdaling wordt geschat op minder dan 1 cm, dus de maximale verwachte uiteindelijke bodemdaling is 4 cm.

Hoofdstuk 7 gaat verder in op de seismische risico analyse (SRA), welke laat zien dat het Diever voorkomen in de laagste seismische risicocategorie valt (categorie I).

De berekeningen en inschattingen worden gecontroleerd door Staatstoezicht op de Mijnen (SodM) en de Technische Commissie Bodembeweging (TCBB). Betrokken overheden (provincie, gemeente(n), waterschap(pen)) brengen advies uit aan de Minister. Als laatste brengt de Mijnraad advies uit, gebaseerd op alle eerdere adviezen.

Het winningsplan behoeft de instemming van de Minister van Economische Zaken en Klimaat. Op de voorbereiding van dit instemmingsbesluit is de uniforme openbare voorbereidingsprocedure van toepassing. Dat betekent onder andere dat iedereen zienswijzen naar voren kan brengen op het

ontwerpbesluit van de minister. Op het definitieve besluit van de Minister is beroep mogelijk bij de afdeling bestuursrechtspraak van de Raad van State.

Het winningsplan zal aangepast worden als de gemeten bodemdaling de prognose zoals in dit winningsplan beschreven overschrijdt, of als nieuwe inzichten tot een wijziging van de dalingsvoorspelling of seismische risicoanalyse leiden. Een dergelijke actualisatie vereist opnieuw de instemming van de minister van Economische Zaken en Klimaat, waarvoor weer de uniforme openbare voorbereidingsprocedure wordt gevolgd, met advies van de eerdergenoemde adviseurs.

Als voorzien wordt dat de cumulatieve productie uit het voorkomen gaat uitkomen boven de prognose van de uiteindelijke cumulatieve productie zoals in dit winningsplan beschreven, zal dit besproken worden met het ministerie van Economische Zaken en Klimaat en SodM.

Eventuele toekomstige activiteiten op de locatie (bijvoorbeeld compressie) of in het reservoir (bijvoorbeeld extra putten) zullen de gangbare vergunningsprocedures volgen.

Een klein onderdeel van het winningsplan wordt apart toegezonden aan het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat. 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 en gasvolume-berekeningen.

2 Plaats van winning

2.1 Voorkomens in dit winningsplan

Dit winningsplan beschrijft de productie uit het Diever voorkomen. Dit voorkomen is in 2014 aangeboord en in 2015 in productie genomen d.m.v. put Diever-02 op de winningslocatie 'Wapse'.

2.2 Overzicht ligging voorkomens en putten

Het Diever gasvoorkomen ligt onder de provincie Drenthe. De winningslocatie 'Wapse' en het Diever voorkomen zijn beide gelegen in winningsvergunning Drenthe VI (zie Figuur 2-1). Figuur 2-2 is een topografische kaart met de locatie van het voorkomen, de oppervlaktelocaties, de putten en de pijpleidingen. De kadastrale informatie van de gaswinningslocatie is gegeven in de onderstaande tabel. In de bijlage, hoofdstuk 11, zijn een plattegrond en kadastrale kaart van de locatie 'Wapse' opgenomen.

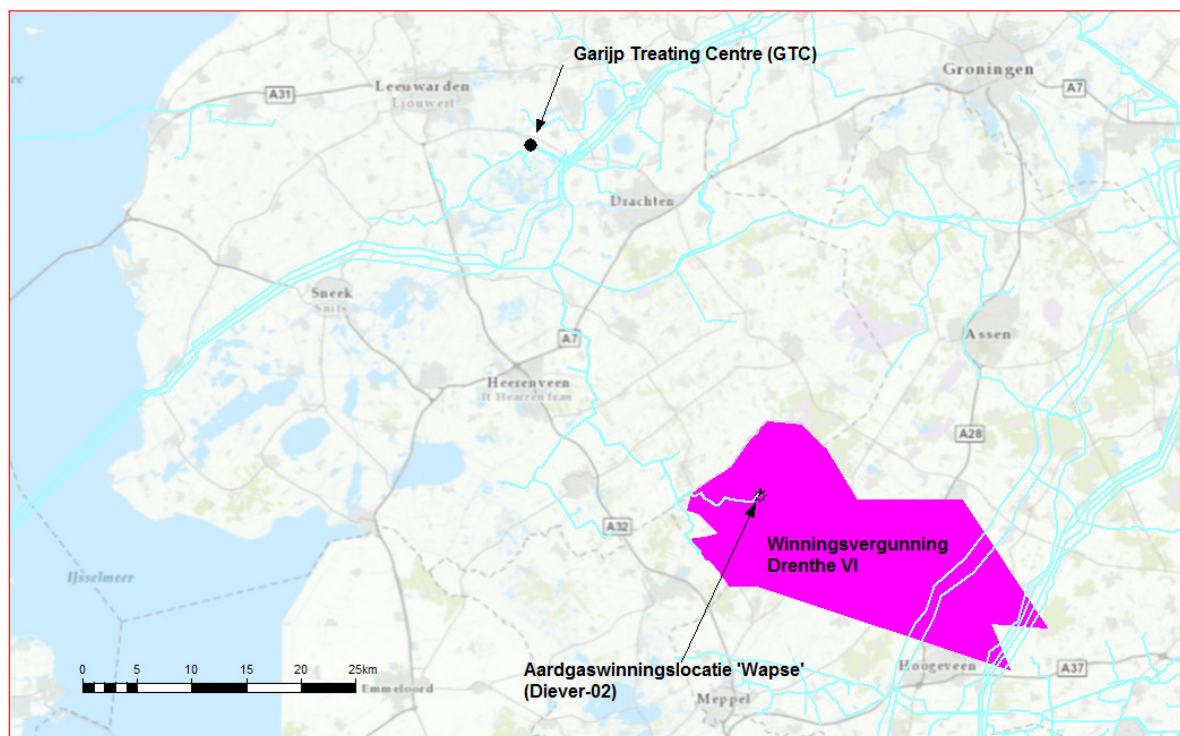
Vanaf de winningslocatie wordt het gas via een ondergrondse pijpleiding getransporteerd naar Garijp Treating Centre (GTC), waarvan een luchtfoto is weergegeven in Figuur 2-4.

Tabel 2-1 Kadastrale informatie winningslocatie

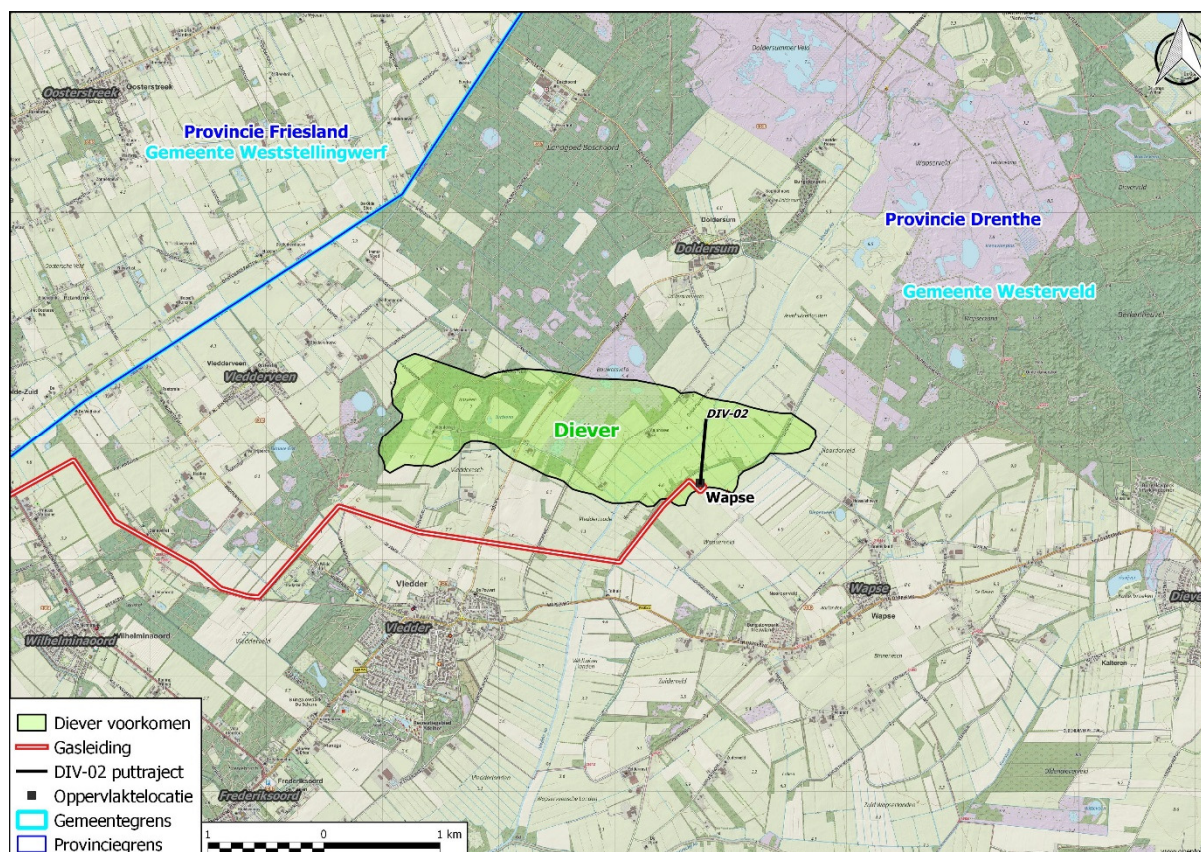
Mijnbouwlocatie	'Wapse'
Gemeente	Westerveld
Sectie	H
Nummer	167
Adres	Noordenveldweg 3a, 7983LH, Wapse

Tabel 2-2 Ligging van het voorkomen ten opzichte van gemeenten, provincies en waterschappen

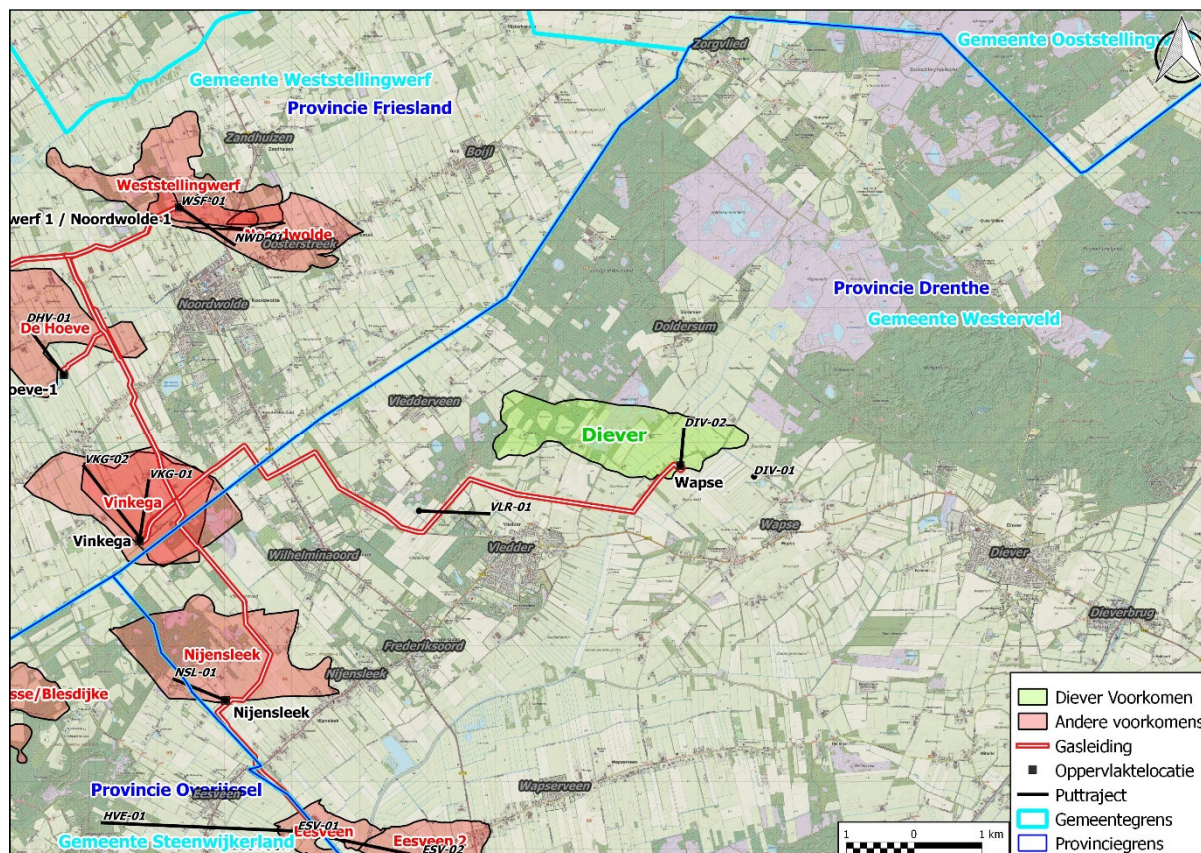
Voorkomen	Provincie	Waterschap	Gemeente(s)
Diever	Drenthe	Drents-Overijsselse Delta	Westerveld



Figuur 2-1: Topografische kaart met locaties 'Wapse' en Garijp gasbehandelingsstation (GTC), winningsvergunning Drenthe VI en pijpleidingen (blauw).



Figuur 2-2: Topografische kaart Diever voorkomen, met putten en pijpleidingen, mijnbouwlocatie 'Wapsee' en gemeentegrenzen.



Figuur 2-3: Topografische kaart Diever voorkomen met omliggende voorkomens, mijnbouwlocaties, putten en pijpleidingen, en gemeentegrenzen.



Figuur 2-4: Luchtfoto van het Garijp Gasbehandeling Station (GTC).

2.3 Schematische weergave gas-behandeling en afvoer

Op de locatie 'Wapse' wordt het gas van de mee-geproduceerde vloeistoffen gescheiden. Water wordt via vrachtwagens afgevoerd en op een externe locatie teruggevoerd in de diepe ondergrond.

In de bijlage, hoofdstuk 12, is het proces-stroomdiagram van winningslocatie weergegeven.

Het voorbehandelde aardgas wordt, samen met het condensaat, via een ondergrondse transportleiding getransporteerd naar aardgasbehandelingsstation Garijp (GTC). Hier wordt het gas na behandeling en meting via een ondergrondse transportleiding aan de afnemer geleverd.

De aardgaswinningslocatie 'Wapse' wordt op afstand gecontroleerd en gemonitord vanuit een permanent bemande controlekamer te GTC. Operators bezoeken regelmatig de locatie voor controles en onderhoud.

3 Boringen

3.1 Inleiding: Algemene beschrijving van een put

Figuur 3-1 is een schematische weergave van een gasproductie-put. De belangrijkste onderdelen worden hier besproken.

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 het boorgat en de metalen verbuizing wordt voorkomen dat stroming van vloeistoffen optreedt tussen verschillende aardlagen via de ruimte tussen boorgatwand en verbuizingen. 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, hun eigenschappen, en van de druk van de vloeistoffen in de aardlagen. Nadat de laatste verbuizing is gecementeerd wordt de put afgewerkt (*gecompleteerd*). Bij het completeren worden er gaten gemaakt in de metalen verbuizing 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 sleeve*, of *sliding side door*) geplaatst waardoor het gas de tubing binnen kan stromen. De productie-stijgbuis zit onderin de put vast met een productie *packer* aan de metalen verbuizing. De ruimte tussen de productie-stijgbuis en de metalen verbuizing 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.

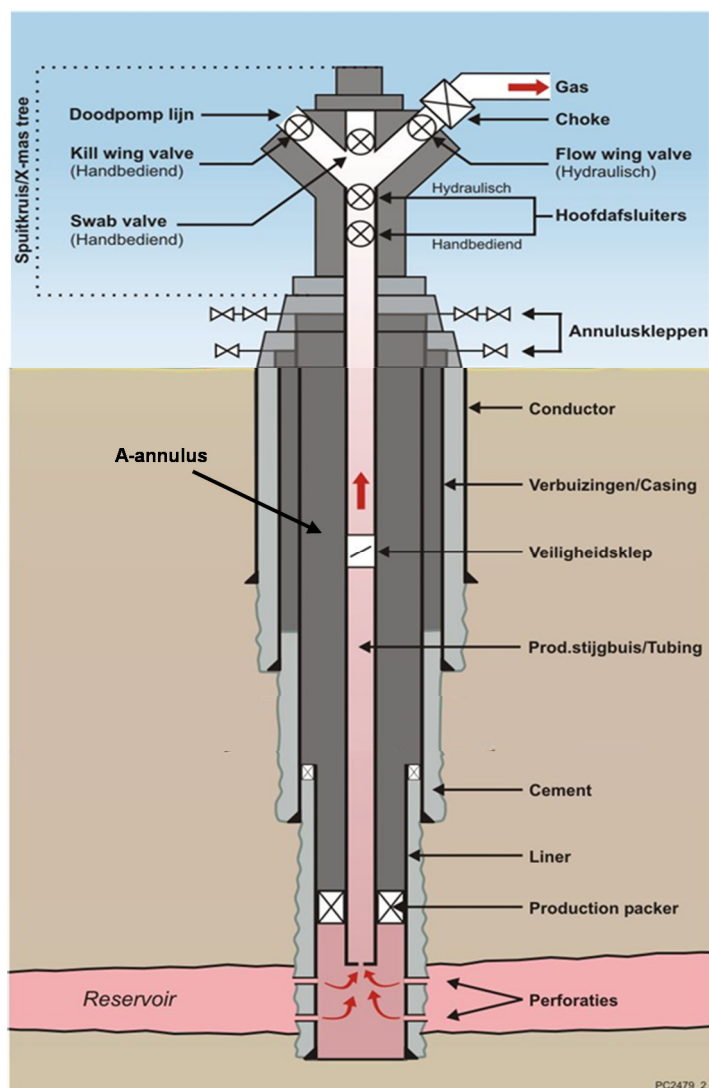
De put is voorzien van beveiligingskleppen. Die kunnen met behulp van hydraulische druk worden geopend, opengehouden en dicht gezet. In de put zijn de volgende beveiligingskleppen aanwezig:

- 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.

Tenslotte is een put voorzien van een *choke* (of knijpstuk) waarmee de productie verhoogd en verlaagd kan worden.

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



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

3.2 Overzicht boringen in voorkomen

Tabel 3-1 geeft een overzicht van de putten in het Diever voorkomen. De geologische formaties worden later in dit document nader besproken (Paragraaf 4.2).

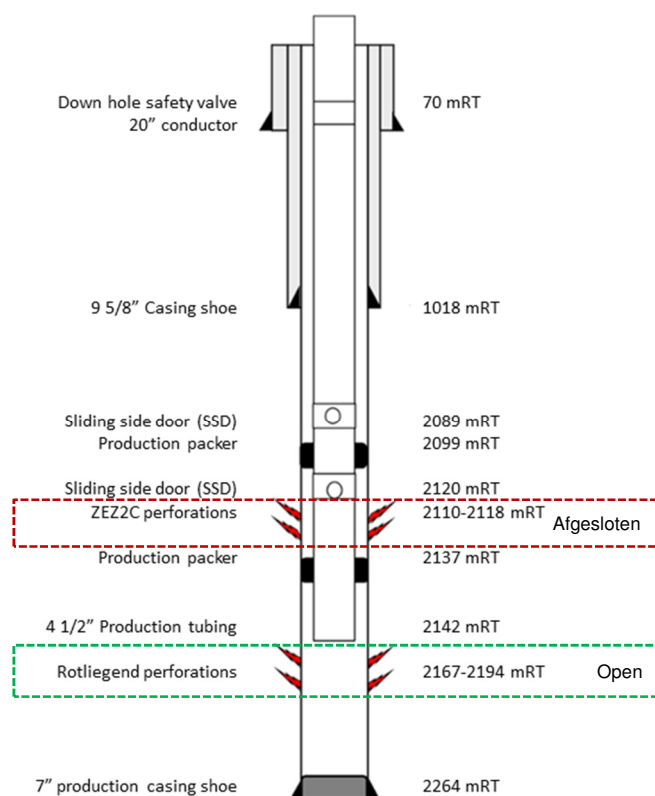
Tabel 3-1: Status van putten in het Diever voorkomen.

Locatie	Put	Jaar boring	Vorm	Formatie	Cumulatieve gasproductie per 1/1/2018 (miljoen nm ³)	Status per 1/1/2018
Wapse	Diever-02	2014	Gedevieerd	Rotliegend	512	Producterend
<i>n.v.t.</i>	<i>Diever-01</i>	<i>1961</i>	<i>Verticaal</i>	<i>n.v.t.</i>	<i>n.v.t.</i>	<i>Abandoned</i>

De put Diever-01 is in 1961 door NAM geboord vanaf een andere locatie, maar deze is net ten zuiden van het Diever voorkomen geboord in een dieper gedeelte van de Rotliegend, waar de doel-reservoirs watervoerend zijn aangetroffen. Deze put is reeds lang geabandonneerd.

3.3 Schematische voorstelling putverbuizing(en)

In Figuur 3-2 is schematisch de verbuizing van Diever-02 weergegeven. De afstanden zijn gemeten door de put ten opzichte van een referentiepunt aan het oppervlak (de boortafel op locatie 'Wapse'). Een gedetailleerd diagram van de put is in de bijlage (hoofdstuk 13) weergegeven.



Figuur 3-2: Schematische weergave van putverbuizing en -completing van Diever-02 met completering in de Rotliegend formatie (Ten Boer + Slochteren). De Zechstein (ZE22C) perforaties zijn afgesloten na een onsuccesvolle productietest. De tekening is niet op schaal (sterk verticaal gekrompen).

3.4 Plaats en wijze waarop koolwaterstoffen in verbuizing treden

De completering van de put bestaat uit perforaties door de 7" casing die de formatie in verbinding stellen met de productie-verbuizing. Via de productie-verbuizing (4 1/2" production tubing) worden de koolwaterstoffen naar het oppervlak geproduceerd.

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 voorkomen 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 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).

Tijdens het leven van de put kan het nodig zijn de diameter van de verbuizing aan te passen: groter als de productiviteit van de formatie beter is dan verwacht, zoals in DIV-02 gebeurd is, kleiner tegen het eind van het leven als de hoeveelheid condenswater toeneemt. Deze operatie gebeurt met een kleine installatie (een zgn. *workover unit*, geen boortoren).

Tenslotte zullen er gedurende de levensduur van een put diverse andere onderhoudshandelingen plaatsvinden aan verbuizingen, kleppen, etc.

Het met behulp van overdruk stimuleren van de put (*fracken*) wordt niet verwacht omdat de doorlatendheid van het gesteente in het voorkomen voldoende is. Mocht dit inzicht veranderen, dan wordt een gewijzigd winningsplan ter goedkeuring voorgelegd.

Alle operationele handelingen, waaronder de 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, en zal dus een verschillende impact op verschillende voorspellingen hebben. 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 voortplantingssnelheden in de lagen boven het voorkomen onzeker. De exacte diepte van het voorkomen 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 het voorkomen. De dikte is vaak wat beter bepaald, omdat de dikte van de geologische lagen over het algemeen relatief weinig varieert.

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 die verkregen zijn door, na het boren van een put, meetinstrumenten in het boorgat 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.

De afmetingen van het Diever voorkomen zijn ongeveer 1 bij 4 kilometer. Een boorgat heeft een diameter van gemiddeld 8½ inch of 22 cm, van waaruit de instrumenten ongeveer een decimeter ver kunnen meten. In totaal is er 1 put geboord in het voorkomen, en in het verleden zijn er enkele in de omgeving geboord. 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 het voorkomen als geheel deels op extrapolerende schattingen 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 het voorkomen

Hieronder staat een beschrijving van de geologische opbouw van het gesteente in het gebied van het voorkomen. Een algemene beschrijving, met nadere uitwerking van de gebruikte begrippen kan bijvoorbeeld gevonden worden in Ref. 14.

4.2.1 Reservoir-formaties en afsluitende lagen

In het Diever voorkomen zit het gas in de *Upper Rotliegend (RO)* gesteente-groep, welke onderverdeeld kan worden in verschillende *formaties* en *members*. De gashoudende gedeeltes van het Diever voorkomen vallen onder de *Ten Boer Member (ROCLT)* en *Upper Slochteren Member (ROSLU)*.

De Rotliegend groep bestaat uit gelaagde pakketten van clastische sedimenten en enkele evaporieten. De *Ten Boer member (ROCLT)* is de bovenste laag van de Rotliegend en bestaat uit afwisselende lagen van zand- en kleistenen. De *Ten Boer* is afgezet in vijf cycli, en de vijfde (bovenste) cyclus wordt ook wel de Akkrum genoemd. De *Slochteren Member (ROSL)* is een dieper gelegen zandsteen in de Rotliegend groep.

De hierboven genoemde gesteenten zijn afgezet tijdens het laat Perm, zo'n 260 miljoen jaar geleden. De afsluitende laag van het Diever voorkomen wordt gevormd door de bovengelegen Zechstein anhydriet (ZEZ1W).

De gasproductiviteit van de bovengelegen Zechstein laag ZE2C is ook getest in Diever-02, maar deze bleek te laag, en hieruit wordt dus niet geproduceerd. Deze laag wordt hier daarom niet verder beschreven.

Het Ten Boer gesteente bestaat uit een afwisseling van door wind gevormde duin-afzettingen uit een woestijn-omgeving, en droogvallende meren/stromen in zo'n zelfde omgeving, nabij een zout meer. Deze woestijn was gelegen in een groot oost-west georiënteerd bekken dat het grootste gedeelte van Europa besloeg. De Ten Boer duinafzettingen hebben fijne tot middelgrote korrels en ze bestaan uit schone kwartszanden. Ze zijn een meter tot enkele meters dik met kleilagen ertussen. Het bovenste gedeelte van de Ten Boer (Akkrum) bestaat uit een pakket fijne zandsteen. In de Slochteren is er sprake van vooral duin-afzettingen, en ontbreken de kleilagen.

De Rotliegend groep, waarvan de Slochteren en Ten Boer deel uitmaken, is afgezet op de Limburg groep van het Carboon. De helling van de lagen in het Carboon wijkt af van die in het Rotliegend (discordant). Er wordt niet vanuit gegaan dat het Carboon deel uitmaakt van het Diever gasvoorkomen.

Na afzetting van de Rotliegend heeft er een grote transgressie in het bekken gedurende het boven Perm plaatsgevonden: het gebied werd overspoeld door een zee. Die zee droogde periodiek op, wat leidde tot vorming van evaporieten, die daarna weer overspoeld werden. Hierdoor ontstonden de afwisselende carbonaat- en evaporietlagen van het Zechstein. De afsluitende laag van het Diever voorkomen is gevormd door de bovengelegen anhydrietlaag (Zechstein 1, ZE1W).

4.2.2 **Structuur**

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

Het Diever voorkomen is aan een lange zijde begrensd door een breukvlak en aan de overige zijden door de helling van het breukblok (zie kaart Hoofdstuk 14). De verticale verplaatsing van de breuken is 10 tot 50 meter waardoor het reservoir-gesteente naast niet-doorlatende gesteentes komt te liggen en het reservoir afgesloten wordt. Ook de breuken zelf sluiten het reservoir af zodat koolwaterstoffen niet weglekken.

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. 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-geërodeerd. 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**

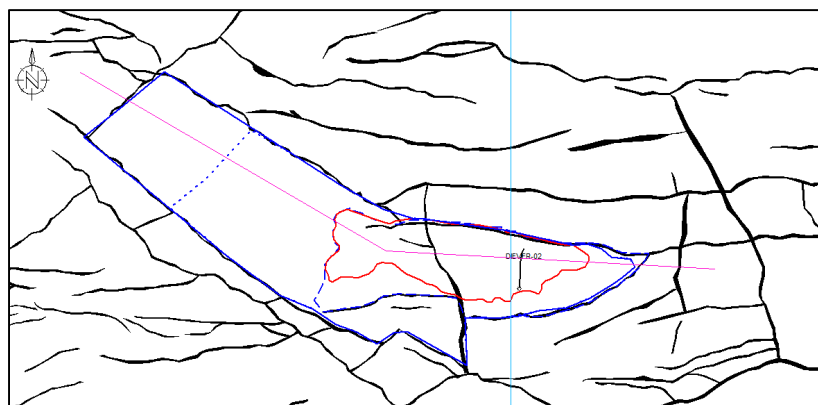
Tijdens de geologische geschiedenis worden lagen die organische bestanddelen bevatten soms diep begraven. Dat kan leiden tot het genereren van gas of olie. Hier gebeurde het genereren van gas in het Carboon pakket dat onder de Rotliegend ligt. Van daaruit is het gas naar boven gestroomd en in de Slochteren en Ten Boer lagen van het Diever voorkomen terechtgekomen.

Zoals hierboven genoemd, is de Rotliegend formatie afgezet op een Carboon platform. De sedimenten zijn snel begraven onder de laat Perm Zechstein transgressie en het gebied is gaan zakken en is blijven zakken tot aan het Krijt en het Tertiair. Door het snelle begraven warmde het pakket enorm op, tot aan wel 170 °C tijdens de Jura. Hierdoor konden vloeistoffen uit het gesteente van het Carboon wegvloeien en diagenetische processen zoals mineralisatie kwamen op gang waarbij initiële porositeit en permeabiliteit verminderde. Tegelijkertijd konden koolwaterstoffen naar de bovenliggende gesteenten migreren, om zo het Diever voorkomen te vullen. Dat proces is waarschijnlijk nog steeds aan de gang.

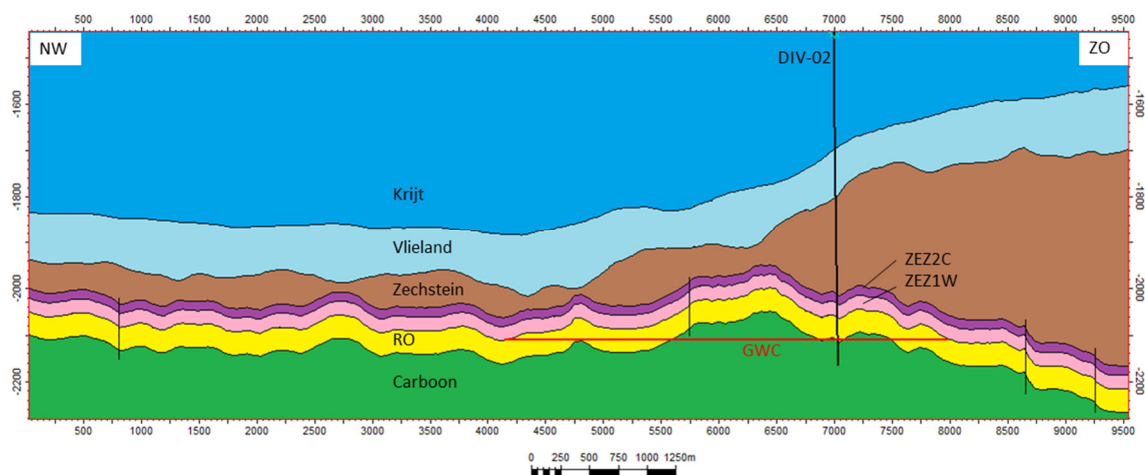
4.2.4 **Geologische doorsnede van voorkomen**

In Figuur 4-2 en Figuur 4-3 zijn schematische doorsnede van de structuur van het Diever voorkomen weergegeven. Figuur 4-1 geeft weer langs welke lijnen de doorsnedes genomen zijn. Het gas bevindt zich voornamelijk in de Ten Boer (ROCLT) en Slochteren (ROSL), welke onder de Rotliegend (RO)

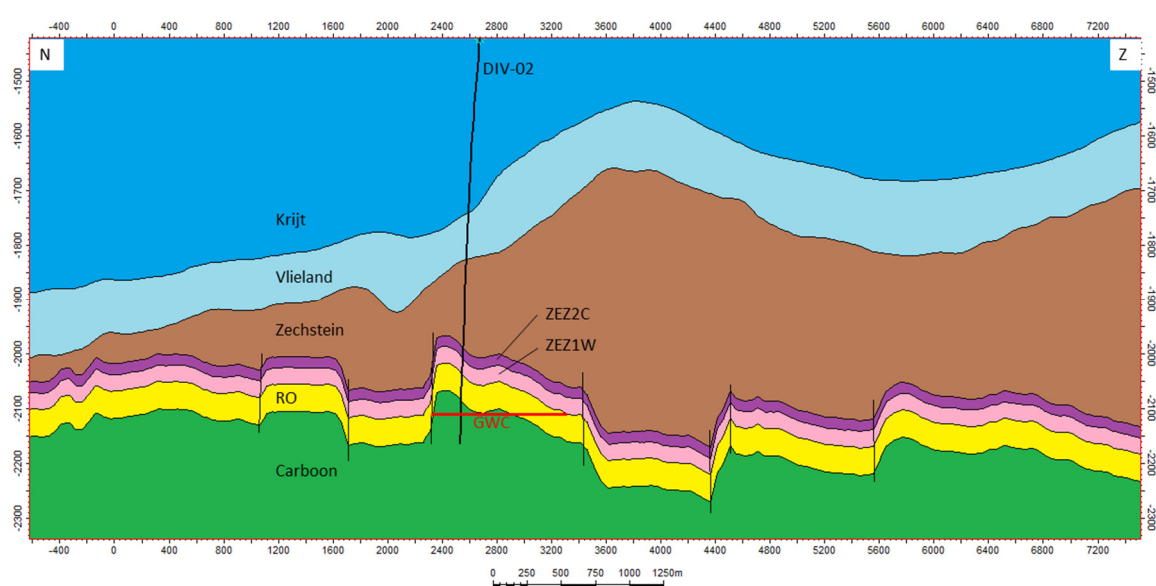
formatie valt. Een geologische kaart van de top van de Rotliegend formatie (in dit geval is dit de top van de Ten Boer) is gegeven in Hoofdstuk 14.



Figuur 4-1: Kaart van het Diever voorkomen met de lijnen waarlangs de doorsneden in onderstaande figuren genomen zijn. Rood is het GWC contour, blauw de mogelijke depletiecontouren en zwart de breuken.



Figuur 4-2: Noordwest-zuidoost doorsnede van Diever structuur (verticale schaal 4:1). De rode lijn geeft het gas-water contact aan.



Figuur 4-3 Noord-zuid doorsnede van Diever structuur (verticale schaal 4:1). De rode lijn geeft het gas-water contact aan.

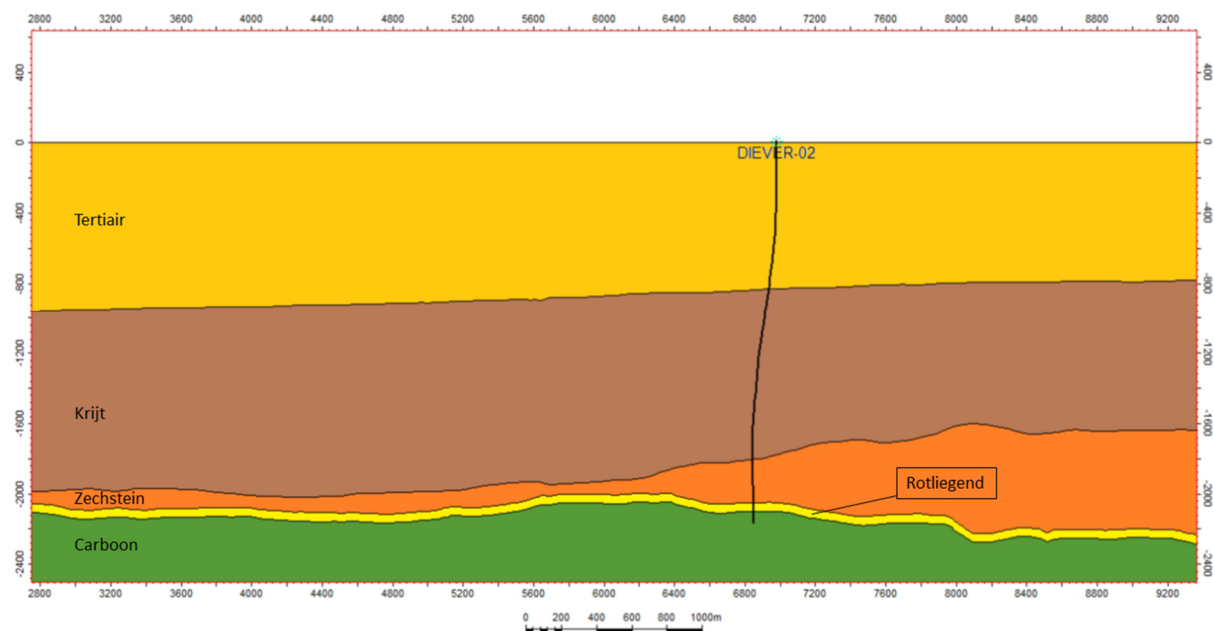
Gebaseerd op drukmetingen (RFT) in de put DIV-02 en regionale water-gradiënten, en de gekarteerde top van de structuur, wordt de diepte van het GWC geschat op 2108 mTVDNAP (P50), met een P10/P90 van 2110/2105 mTVDNAP. Voor de weergegeven GWC contour van het Diever voorkomen wordt de P50 gebruikt. Er is dus onzekerheid omtrent de diepte van het gas-water-contact, waarmee rekening is gehouden in de volume-berekeningen, bodemdalings-berekeningen en de seismische risicoanalyse.

4.3 Gesteente-eigenschappen van de bovenliggende lagen

Boven de Rotliegend bevindt zich nog ongeveer 2000 m gesteente. Dit bestaat uit de volgende formaties, van boven naar beneden:

- Tertiair
 - Boven-Noordzee
Deze formatie bestaat uit niet-doorlatende (*impermeabele*) kleilagen afgewisseld met zandlagen en beslaat de bovenste 375 m. Eventueel grondwater bevindt zich hier.
 - Onder-Noordzee
Deze formatie bestaat uit impermeabele kleilagen afgewisseld met zandlagen.
- Krijt
 - Ommelanden
 - Texel
Deze formaties bestaan uit krijtsteen
 - Holland
Deze formatie bestaat uit impermeabele kleilagen en mergel.
 - Vlieland
Dit is hier grotendeels een klei formatie die impermeabel is en hier ongeveer 100 meter dik. Aan de onderkant bevindt zich de dunne Vlieland zandsteen laag waarin elders gas voorkomt
- Zechstein: De Zechstein groep bestaat uit afwisselende lagen van impermeabele evaporieten (zoutlagen en anhydrieten), carbonaten (kalksteen) en enkele dunne kleistenen. Deze formatie is hier rond de 200m dik.

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



Figuur 4-4 Schematische weergave van de lagen boven het Diever voorkomen, inclusief het DIV-02 puttraject. De figuur is op schaal, i.e. niet verticaal uitvergroot.

4.4 *Andere gebruiksmogelijkheden van de ondergrond*

Er is momenteel geen geothermie project in de directe omgeving van het Diever gasvoorkomen.

Grondwaterwinning vindt plaats op meer dan 6 km afstand van de Diever locatie (Figuur 6-7), op 30-70m diepte. Er is geen interactie.

Gasopslag en zoutwinning zijn niet voorzien.

5 Ontwikkelingsvooruitzichten

5.1 Inleiding

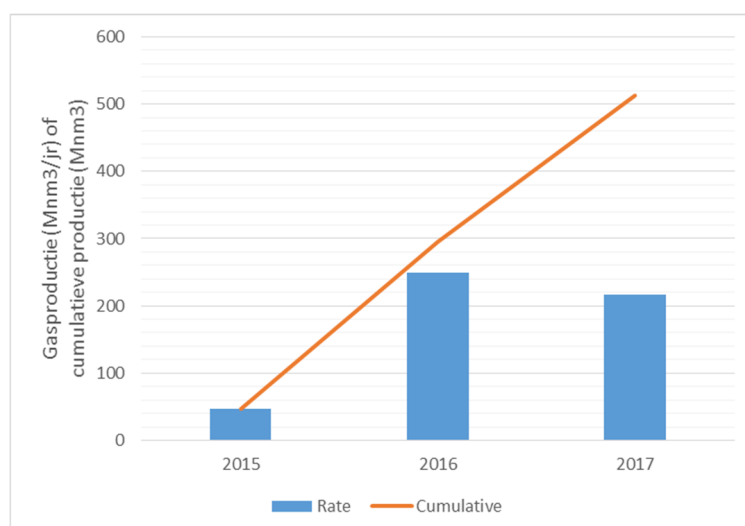
Het Diever voorkomen is in 2014 aangeboord met de put DIV-02, welke sinds eind 2015 gas produceert. Omdat de verwachte hoeveelheid gas die deze put kan produceren groter is dan verwacht, wordt een nieuw winningsplan ingediend (dit document). Doordat de put nu voor langere tijd heeft geproduceerd, is er meer zekerheid omtrent de verwachte toekomstige productie. Dit hoofdstuk beschrijft de historische productie en de verwachte toekomstige productie.

5.2 Historische productie en productie-gedrag

De gasproductie uit het Diever voorkomen vindt plaats door middel van de put DIV-02. De productie tot 1-1-2018 bedroeg 512 miljoen nm³. In Figuur 5-1 is de historische gasproductie van de put DIV-02 weergegeven. In het begin produceerde DIV-02 alleen uit de Slochteren laag, en vanaf Sept-2017 ook uit de Ten Boer (Akkum). Het productiegedrag van de put wijst op een totaal verbonden gasvolume van ongeveer 2900 miljoen nm³.

Tabel 5-1 Belangrijkste gebeurtenissen in de geschiedenis van het Diever voorkomen

Datum	Gebeurtenis
Aug-2014	Diever voorkomen aangeboord door DIV-02
Okt-2015	DIV-02 start productie uit Slochteren laag
Sept-2017	DIV-02 start productie uit Ten Boer (Akkum) laag (additionele perforaties)
Jan-2018	Plaatsing grotere productie-stijgbuis (tubing) in DIV-02



Figuur 5-1 Historische gasproductie (per jaar) en cumulatieve (totale) productie van het Diever voorkomen

5.3 Onzekerheden

Ondanks dat er reeds enige tijd geproduceerd is uit het Diever voorkomen (sinds eind 2015) zijn er nog steeds onzekerheden omtrent de toekomstige productie uit het voorkomen:

- De toekomstige gasproductie-snelheid (en de snelheid waarmee deze afneemt na verloop van tijd).
- De mate waarin waterproductie de gasproductie zal hinderen of uiteindelijk stoppen.
- De mate waarin de productie beïnvloed wordt door drukveranderingen in het pijpleiding-netwerk (ten gevolge van operationele veranderingen van andere putten die op hetzelfde netwerk aangesloten zijn).
- De hoeveelheid gas die uiteindelijk met de put verbonden is.
- De mate waarin de aanpalende breukblokken ook gas-gevuld zijn.
- De grootte van het watervolume dat verbonden is met de put.

Deze onzekerheden zullen afnemen door monitoring van het reservoir-gedrag naarmate er meer geproduceerd wordt.

5.4 Winningsstrategie & reservoir management

De winning vindt plaats door middel van natuurlijke stroming door de aanwezige reservoirdruk (zgn. 'depletion drive'). Er wordt geen injectie toegepast.

Het gas in het Diever voorkomen zal zodanig worden gewonnen dat de faciliteiten optimaal worden benut.

De toekomstige productie (vanaf 1-1-2018) uit Diever wordt geschat op 1455-2086-2652 miljoen nm³ (laag, midden, hoog schatting). Met de historische productie van 512 miljoen nm³ resulteert dit in een totale productie van 1967-2598-3164 miljoen nm³. Voor de middelste schatting correspondeert dit met een winningsfactor (geproduceerd gas als percentage van het aanwezige gas) van 90%, gebaseerd op een geschatte hoeveelheid verbonden gas van 2900 miljoen nm³. Voor de lage schatting is ervan uitgegaan dat de gasproductie eerder gestaakt moet worden vanwege waterproductie, en voor de hoge schatting dat de productieafname naar het einde toe minder steil wordt, doordat sommige delen van het voorkomen minder goed met de put verbonden zijn (waardoor de productie naar het einde toe trager verloopt).

De reservoir-prestaties worden gemonitord door:

- Voortdurende drukmeting in het spuitkruis (kan van afstand uitgelezen worden).
- Water-, condensaat- en gas-productiemetingen (kunnen van afstand uitgelezen worden).
- Regelmatige drukmetingen beneden in de verbuizing.
- Als nodig, gas-verzadigings-logs (*saturatie-logs*) om veranderingen in het gas water contact rond de put te monitoren.

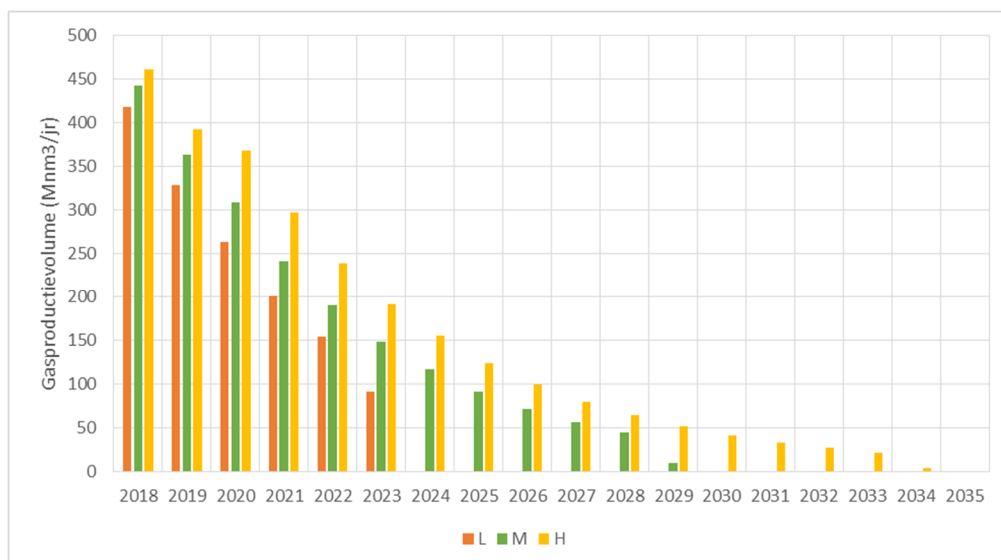
Indien het reservoir verder uitgeput raakt, zou eventueel compressie op de locatie 'Wapse' toegepast kunnen worden. Compressie maakt het mogelijk het gas uit een voorkomen dat zelf niet genoeg druk meer heeft, toch naar GTC te pompen.

5.5 Vooruitzichten voor winningssnelheid (hoeveelheden per voorkomen/per jaar)

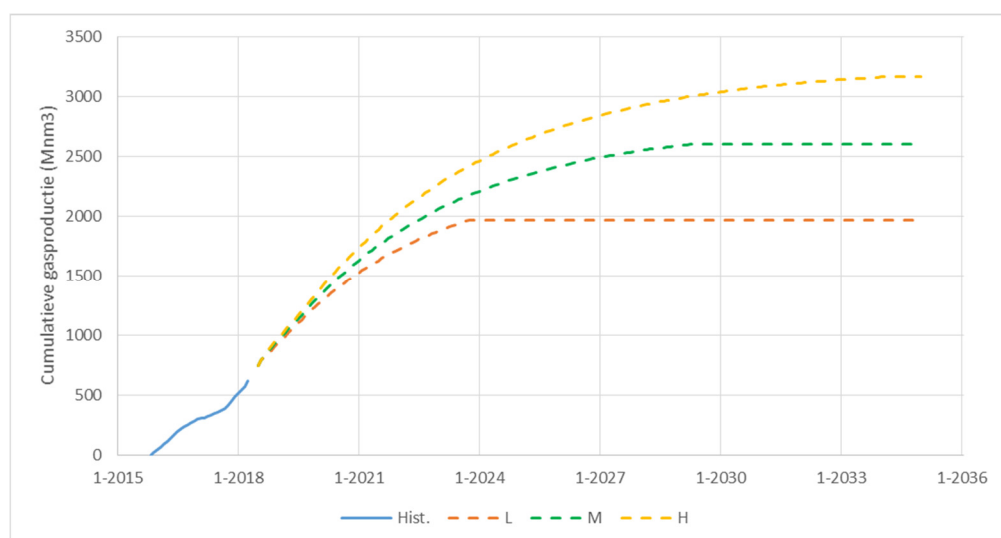
Deze paragraaf geeft de verwachte productieprofielen van het Diever voorkomen weer. Er zijn drie productieprofielen gegeven (Laag, Midden, Hoog) om de onzekerheid in tijd en volume aan te geven. Deze profielen zijn indicatief, en geven aan binnen welke waarden de toekomstige productie verwacht wordt. De werkelijk gerealiseerde productie zal dus niet precies overeenkomen met (één van) de hieronder geschetste profielen (Figuur 5-2, Figuur 5-3, Tabel 5-1).

Figuur 5-2 geeft de verwachte productie per jaar weer vanaf 1-1-2018, en Figuur 5-3 de cumulatieve productie. De corresponderende productiecijfers zijn gegeven in Tabel 5-1. Voor alle profielen is gecombineerde productie uit de Slochteren en Ten Boer lagen aangenomen.

De totale productie op de winningslocatie zal binnen de grenzen blijven die door de relevante vergunning gesteld is aan die locatie. Zo begrenst de Omgevingsvergunning de maximaal toegestane dagproductie (Hoofdstuk 8).



Figuur 5-2: Diever productievoorspellingen, hoeveelheid per jaar



Figuur 5-3: Diever productievoorspellingen, cumulatieve hoeveelheid

Tabel 5-1 Productiegetallen, conform Figuur 5-2, in miljoen nm³.

Voorspelling jaarlijkse productie Diever voorkomen, miljoen nm³			
Jaar	L	M	H
2018	418	443	461
2019	329	363	392
2020	263	309	368
2021	201	242	297
2022	154	190	238
2023	91	149	192
2024	0	117	155
2025	0	92	124
2026	0	72	100
2027	0	56	80
2028	0	44	65
2029	0	9	52
2030	0	0	42
2031	0	0	34
2032	0	0	27
2033	0	0	22
2034	0	0	5
2035	0	0	0
Total	1455	2086	2652

5.6 Duur van de winning

De productie zal worden gestopt als de totale productiekosten de productie opbrengsten zullen overstijgen. Naar verwachting zal de productie uiterlijk tot in 2034 duren.

Het einde van de productie zou eerder of later kunnen plaatsvinden als gevolg van onverwachte technische of andere oorzaken. In het bijzonder kan de (verhoogde) productie uit andere voorkomens in de pijpleiding naar GTC de gasstroom van 'Wapse' naar GTC hinderen, waardoor de jaarlijkse productie lager wordt, en waardoor de uiteindelijke productie-beëindiging vertraagd wordt.

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 zal geen eigen gebruik zijn van koolwaterstoffen op locatie.

5.8 Jaarlijks bij winning afgeblazen/afgefakkeld koolwaterstoffen

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

5.9 Gassamenstelling en stoffen die jaarlijks worden mee geproduceerd

Tabel 5-2 geeft een gedetailleerde analyse van het geproduceerde gas door DIV-02.

Tabel 5-2: Gedetailleerde analyse van het gas geproduceerd door DIV-02.

Component [mol%]	Sample: 3972 Rotliegend 29/Sep/2014 Separator Outlet	Sample: 3941 Rotliegend 29/Sep/2014 Separator Outlet
N2	1.93	1.98
CO2	1.03	1.03
H2S	0.00	0.00
C1	94.65	94.62
C2	1.73	1.73
C3	0.31	0.31
i-C4	0.06	0.06
n-C4	0.07	0.07
i-C5	0.03	0.03
n-C5	0.03	0.03
C6	0.03	0.03
C7+	0.13	0.11
MW [g/mol]	17.1	17.1
Gas Gravity (air=1)	0.591	0.591
Wet Gross Heating Value [BTU/scf]	994	993
Dry Gross Heating Value [BTU/scf]	1011	1010

Met het aardgas worden water (condenswater en formatiewater) en aardgascondensaat mee-geproduceerd. In de tabel hieronder is een schatting gemaakt van de maximaal meegeproduceerde hoeveelheden. De gegeven waterproductie wordt mogelijk verwacht ten tijde van lage gasproductie tegen het einde van het leven van de put.

Tabel 5-3: Maximum water- en condensaat productie-verwachtingen voor het Diever voorkomen.

Maximale hoeveelheid mee-geproduceerde stoffen		
Water-productie	100 m ³ /d	Schatting van waterproductie op het eind van het veldleven. De huidige (begin 2018) waterproductie is veel lager, ~1-2 m ³ /d
Aardgascondensaat	25 m ³ /MNm ³	Op basis van begin 2018 productiewaarden

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

Op de winningslocatie 'Wapse' worden geen stoffen in de ondergrond teruggebracht.

Het geproduceerde water wordt via vrachtwagens naar een externe locatie getransporteerd, en daar in de diepe ondergrond teruggebracht. Het transport zal binnen de grenzen blijven die door de relevante vergunningen gesteld zijn.

Het condensaat wordt, samen met het aardgas, via een ondergrondse transportleiding getransporteerd naar aardgasbehandelingsstation Garijp (GTC).

6 Bodemdaling

De bodemdalingsprognose laat zien dat de toekomstige bodemdaling door winning uit het Diever voorkomen maximaal 3 cm is. Doordat het voorkomen pas sinds eind 2015 produceert is de meethistorie nog maar kort, en is er nauwelijks bodemdaling waarneembaar. De historische bodemdaling wordt geschat op minder dan 1 cm. De totale uiteindelijke bodemdaling komt hiermee op maximaal 4 cm.

6.1 Inleiding: hoe komt bodemdaling tot stand

6.1.1 Gaswinning

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

De lagen 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.

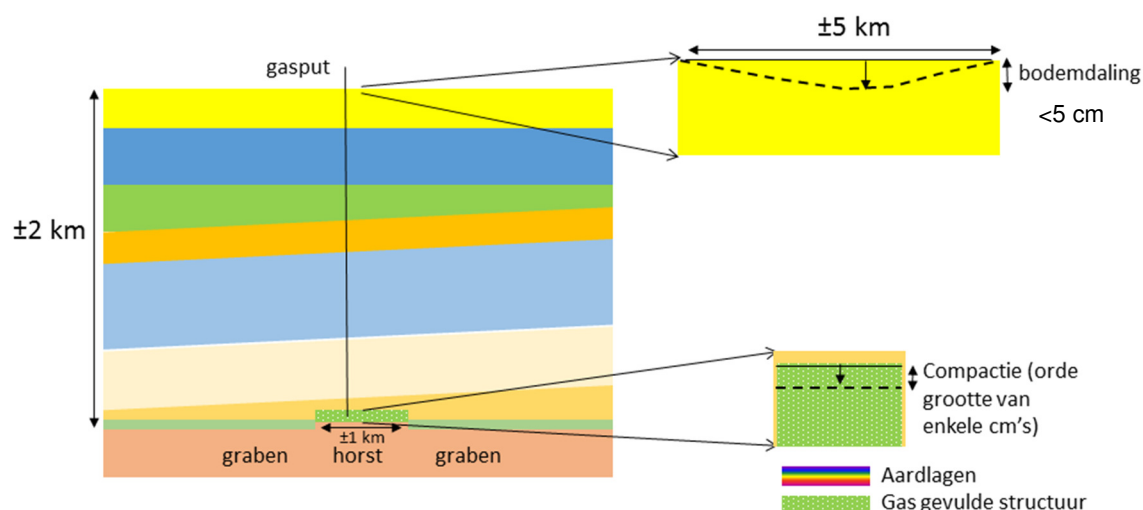
Bij gaswinning laat men het gas ontsnappen door een put die in het hoogste punt van het reservoir geplaatst wordt. Als gevolg van het ontsnappen van het gas zal de druk in het reservoir dalen. De winning stopt als de druk zo laag is dat er onvoldoende gas door de put naar boven stroomt, of als de drukdaling ertoe leidt dat het reservoir gesteente 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 de tegendruk van het gas vermindert.

De mate van compactie hangt af van de gesteente-eigenschappen, en van de hoeveelheid drukdaling. Een vuistregel is dat de compactie 0,1% tot 0,2% van de hoogte van het reservoir bedraagt bij maximale drukdaling in het reservoir, aan het einde van de levensduur van het voorkomen.

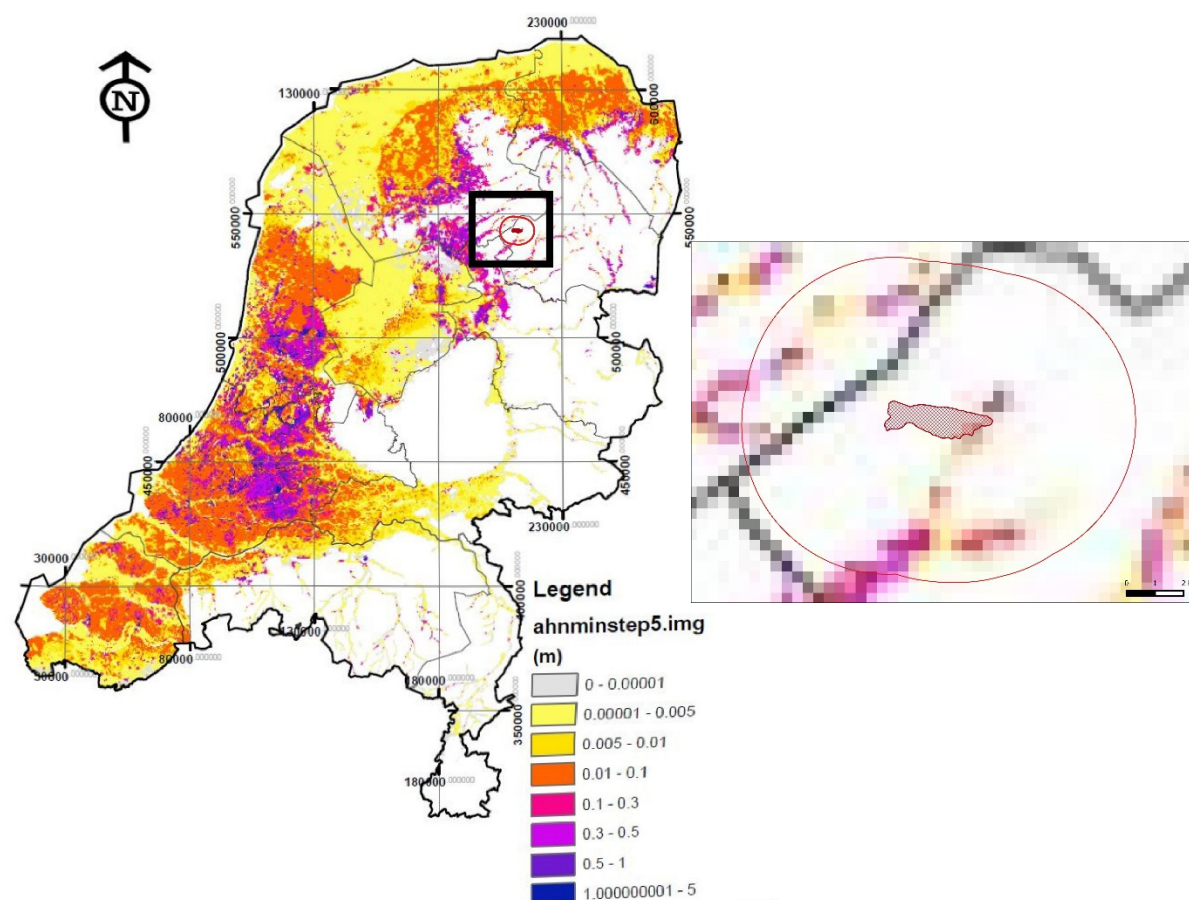
Als het reservoir compacteert op ± 2 km diepte, zullen ook de lagen erboven een beetje inzakken. Bij dat dalingsproces verdeelt het volume van de compactie zich, zodat aan de oppervlakte een bodemdalingskom ontstaat. De dalingskom heeft de vorm van een heel platte schotel. Aan de randen gaat de daling geleidelijk naar nul, in het midden vindt de grootste daling plaats. Het volume van de kom is ongeveer even groot als de volumeverandering van het reservoir. Het oppervlak van de kom is groter dan het oppervlak van het reservoir; aan alle kanten komt er een afstand bij ongeveer gelijk aan de diepte van het reservoir. Hierdoor is de bodemdaling op het diepste punt van de kom aan de oppervlakte minder dan de compactie op ± 2 km diepte in het reservoir. Figuur 6-1 geeft dit schematisch weer voor een reservoir op 2 km diepte met een doorsnede van 1 km.



Figuur 6-1: Schetsmatige, generieke, doorsnede van 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 mechanismes, waar veen- en klei-inklinking er een van is. Door Deltares is de autonome maaivelddaling in heel Nederland in kaart gebracht (ref. 1). Die bodemdaling is gerelateerd aan de samenstelling van de ondiepere ondergrond (bijvoorbeeld aan de aanwezigheid van veen en klei). Rond het Diever voorkomen komen lage waarden van rond de 0-0.5 cm over een periode van 50 jaar voor (Figuur 6-2).



Figuur 6-2: Maaiveld daling 50 jaar na 2011 (Deltares, ref. 1), schaal in m. De locatie van Diever is aangegeven, de inzet geeft een uitvergroting. De cirkel geeft een straal van 5 km rond het voorkomen.

6.1.4 Meten en voorspellen van bodemdaling

In het kader van de gaswinning moet een *meetplan* opgesteld worden. Hierbij wordt de bodemdaling in een ruim gebied rondom het gasvoorkomen gemeten. Dat gebeurt door waterpassing op een reeks punten in een *meetnet*, boven en rondom het voorkomen, vaak (ook in Diever) aangevuld met meer frequente GPS metingen op specifieke locaties. Voor het opstellen van een meetplan bestaan wettelijke regels en de zogenaamde 'Industrieleidraad – Geodetische basis voor Mijnbouw' (Ref. 2). De frequentie van de metingen, en de dichtheid en uitgebreidheid van het meetnet, worden gekozen in overleg met SodM en de Technische Commissie Bodembeweging (TCBB). Het meetplan vereist de goedkeuring van de minister van Economische Zaken en Klimaat.

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 0.2-0.5 cm hebben. Bij de analyse van de metingen moet dan nog bekeken worden in welke mate ze door autonome bodemdaling beïnvloed worden.

Als bodemdalingsgebieden van verschillende voorkomens overlappen, dan zullen ook de meetplannen overlappen. In sommige gevallen zal er dan voor gekozen worden de meetplannen samen te voegen, ook weer in overleg met SodM.

Voorafgaand aan de winning wordt er een model gemaakt om de bodemdaling te voorspellen. De complexiteit van het model zal afhangen van de complexiteit van de ondergrond-situatie. De parameters in het model zijn gebaseerd op ervaringen in eerdere, soortgelijke, voorkomens. De voorspelde bodemdaling wordt vastgelegd in 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 voorspellingen voor de grootte van een gasvoorkomen. 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 dalingsvoorspelling door onzekerheidsmarges omgeven is. Deze onzekerheidsmarges worden ook in dit winningsplan besproken.

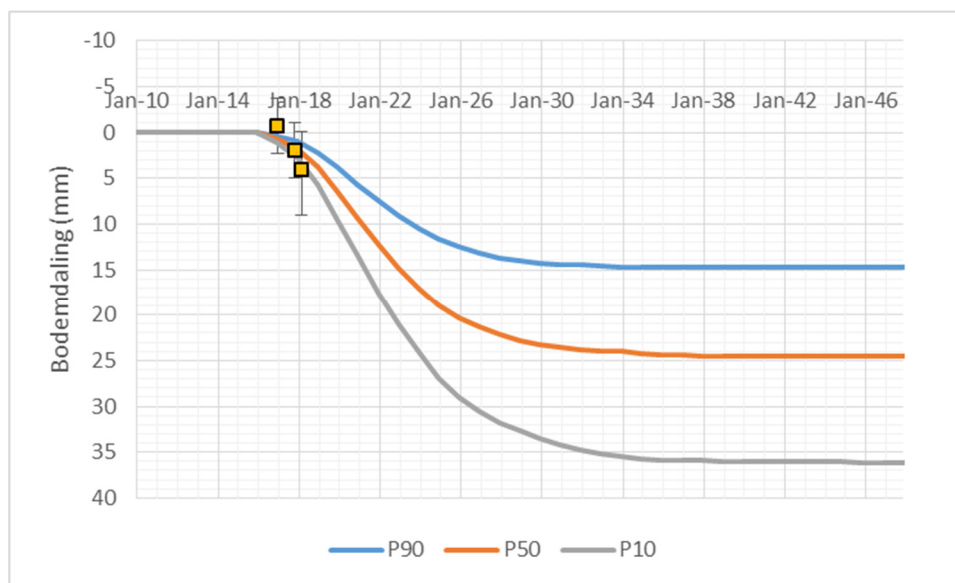
Mocht de gemeten bodemdaling onverhoopt niet verlopen overeenkomstig de in het winningsplan aangegeven voorspellingen, dan zal Vermilion de bodemdalingsmodellen en de parameters van het model evalueren om te achterhalen waarom de gemeten waarden niet overeenkomen met de voorspellingen. Vermilion zal SodM als toezichthouder hierover informeren. Wanneer wordt geconcludeerd dat de maximale verwachte bodemdaling zoals in het winningsplan aangegeven zal worden overschreden, zal Vermilion een aangepast winningsplan indienen. Dit aangepaste winningsplan behoeft de instemming van de Minister.

6.2 Bodemdalingsmodel

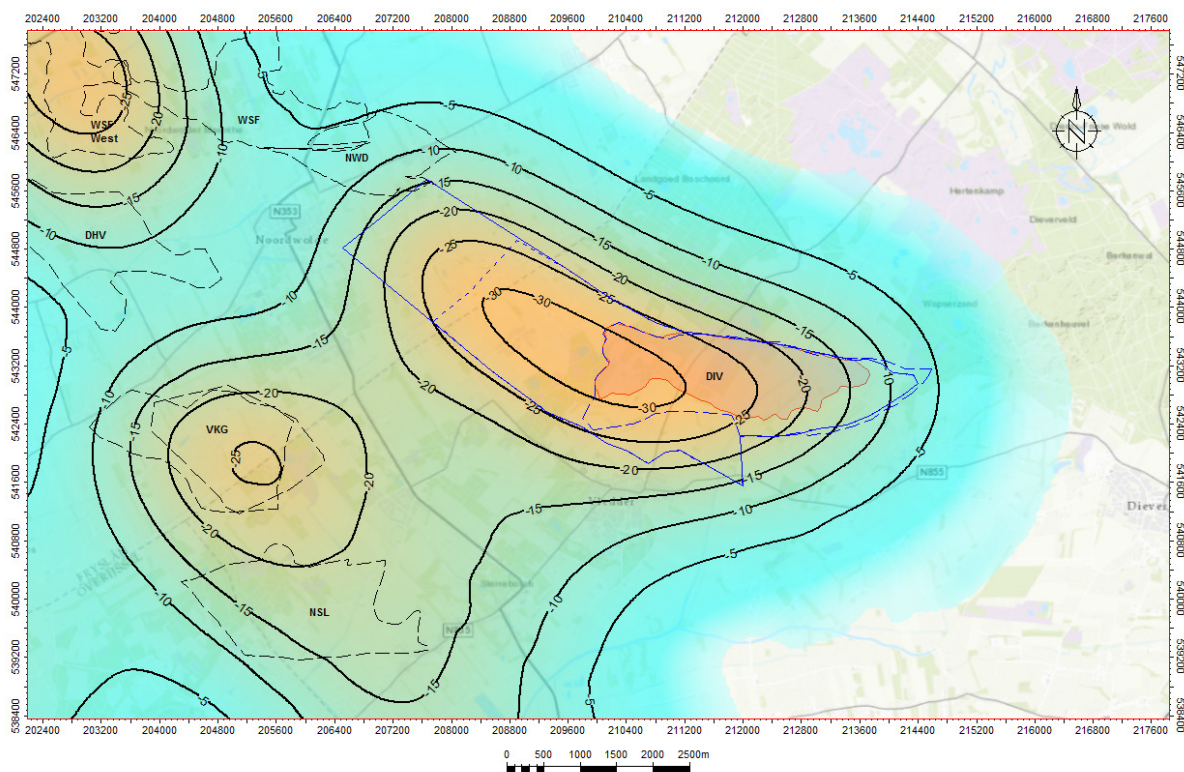
De historische en toekomstige bodemdaling is berekend aan de hand van de methode van G.H.C. van Opstal (ref. 12). Deze methode is verwerkt in het computer programma MATLAB, volgens een methode die door TNO opgezet is, en door SodM goedgekeurd. De resultaten van de bodemdalingsberekening worden door SodM en TNO gecontroleerd. In paragraaf 15.1 wordt het bodemdalingsmodel in meer detail besproken.

De bodemdaling wordt berekend rekening houdend met de onzekerheid van de model-input. Met de onzekerheidsmarge wordt als volgt omgegaan: om een conservatieve (ongunstige) schatting te geven, is het gebruikelijk de zogenaamde *P10* waarde te gebruiken. Dat is de waarde die met een 90% zekerheid niet overschreden wordt. De getallen die in dit winningsplan vermeld worden en de bodemdalingskaarten (Figuur 6-3) zijn gebaseerd op een realisatie die tot zo'n conservatieve P10 daling leidt.

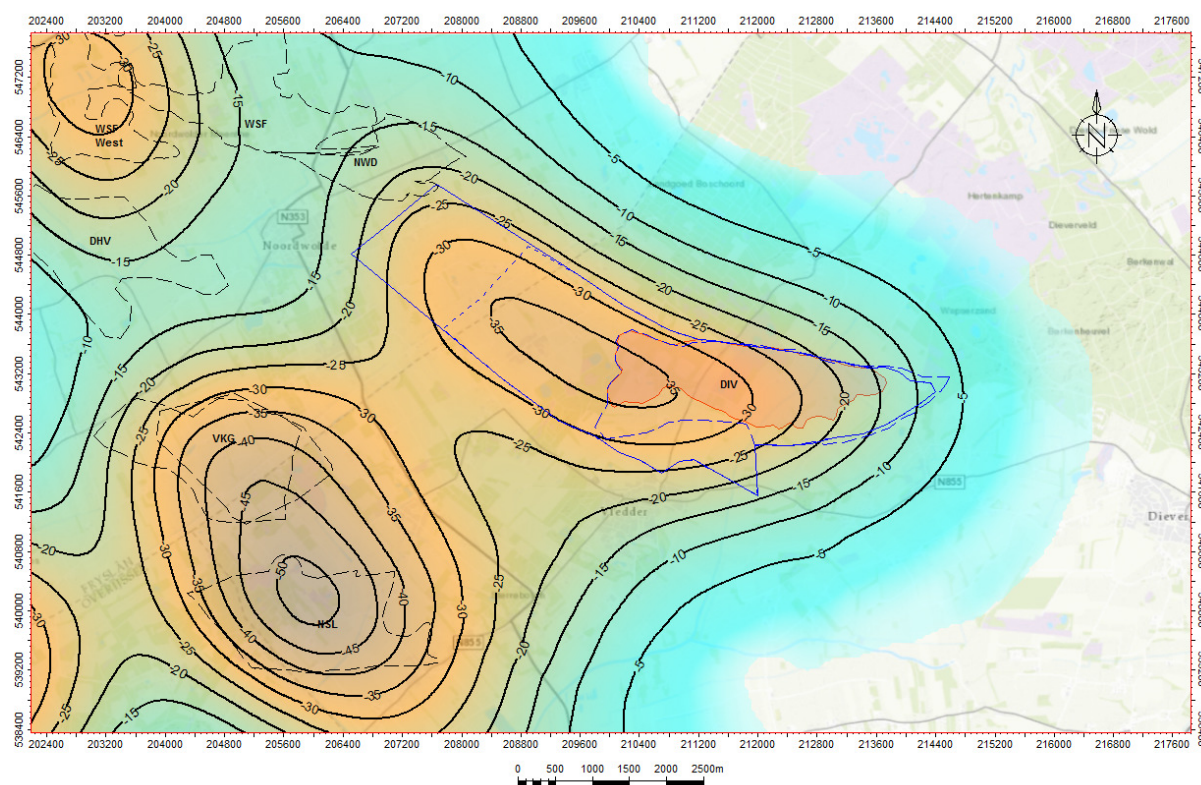
De combinatie van historische (Figuur 6-3) en toekomstige (Figuur 6-5) bodemdaling geeft de uiteindelijke maximale verwachte bodemdaling zoals weergegeven in Figuur 6-6.



Figuur 6-4 Uitkomst modelberekening bodemdaling, gekalibreerd aan de gemeten bodemdaling met onzekerheidsmarge.



Figuur 6-5 Toekomstige verwachte samengestelde bodemdaling (P10) (vanaf 1-1-2018) rondom het Diever voorkomen. Zie Bijlage 14 voor een overzicht van de gebruikte contouren en de geologische kaart waarop deze gebaseerd zijn.



Figuur 6-6 Uiteindelijke verwachte maximale samengestelde bodemdaling (P10, hist.+toekomst.) rondom het Diever voorkomen.

6.5 Monitoring van bodemdaling

Het monitoren van bodemdaling gebeurt door een vlakdekkende waterpasmeting uit te voeren zoals opgenomen in het meetplan Diever-Eesveen (Ref. 15). Daarnaast zijn in dit meetplan periodieke GPS-metingen opgenomen (Ref. 16).

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, 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, i.e. als de zakking ongelijkmatig is, en daardoor leidt tot kromming van een gebouw.

Volgens de huidige kennis is de bodemdalingskom door aardgaswinning regelmatig. De dalingen verlopen geleidelijk, over meerdere kilometers. Er treden dus aan het terreinoppervlak uiterst geringe hellingen op (<2 cm per km), 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, of het nu midden in de dalingskom staat of meer naar de rand. Uit tot op heden uitgevoerd onderzoek is dan ook steeds geconstateerd dat er geen gebouwschade te verwachten is door bodemdaling als gevolg van gaswinning (Ref. 20, Ref. 21).

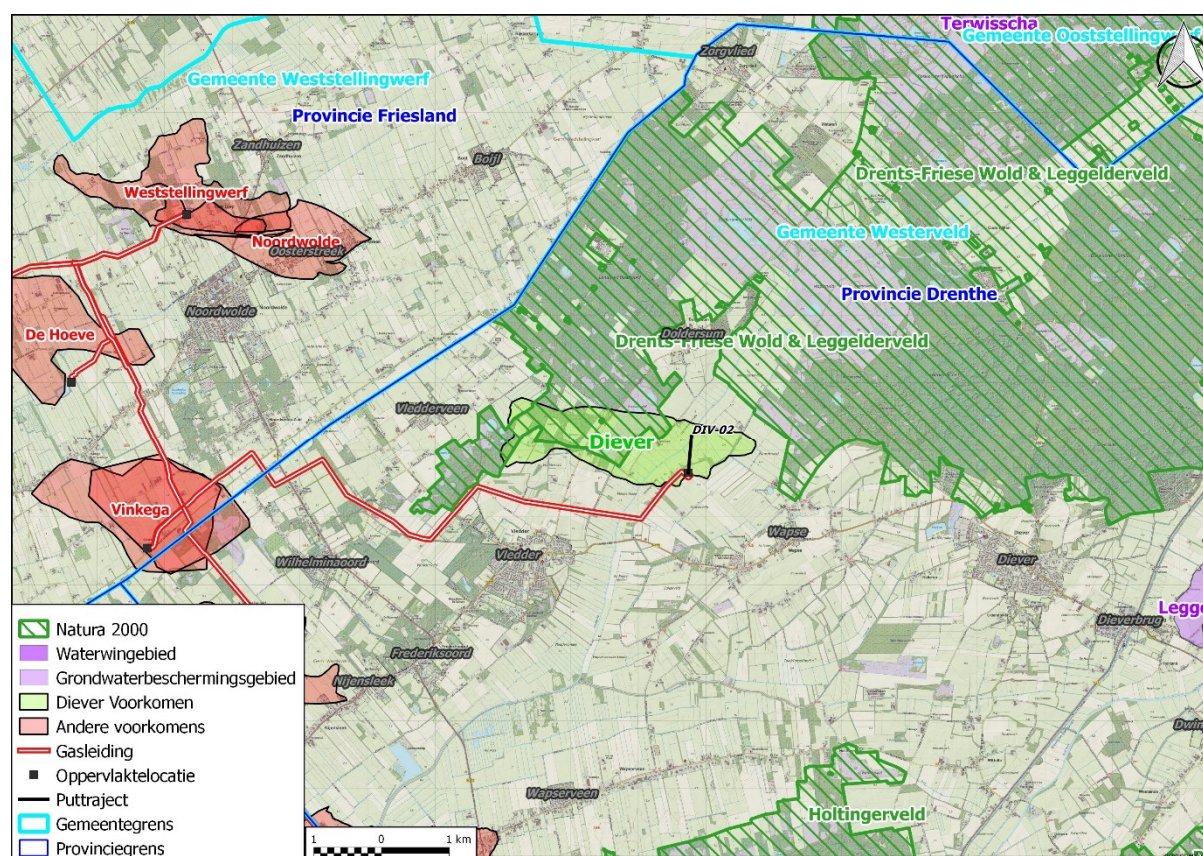
6.6.2 Gevolgen voor natuur en milieu

De bodemdaling verloopt zeer geleidelijk, met een uiterst geringe hellingshoek, en de opbouw duurt jaren zodat er geen plotselinge veranderingen plaatsvinden. Zo'n helling is niet merkbaar, en heeft geen effecten op natuur of milieu.

Het relatieve waterpeil wordt beïnvloed door de bodemdaling, en het is mogelijk dat er op zeker moment aanpassingen nodig zijn om vernatting te voorkomen.

Bij de beoordeling van bodemdalingsgevolgen hanteert waterschap Drents Overijsselse Delta in het algemeen een kritische grens van vijf centimeter. Daaronder is geen compensatie voor het watersysteem noodzakelijk, tenzij de veiligheid in het geding is. De resultaten van de metingen, en de gevolgen van de bodemdaling op het waterpeil zullen besproken worden met het waterschap Drents Overijsselse Delta.

De locatie 'Wapse' is gelegen buiten Natura 2000 gebied (Figuur 6-7). Wel ligt een gedeelte van het Diever voorkomen onder Natura 2000 gebied. Daarom is een uitgebreide natuurtoets aan dit winningsplan toegevoegd, waarin de effecten op natuur en milieu zijn onderzocht (zie Bijlage 18). Hieruit blijkt dat negatieve effecten op beschermde natuurwaarden op voorhand zijn uit te sluiten. Er is geen nader onderzoek in het kader van de Wet natuurbescherming noodzakelijk.



Figuur 6-7 Overzicht van ligging van Diever en andere voorkomens ten opzichte van waterwingebieden en Natura-2000 gebieden.

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

Vanwege de geringe maximale bodemdaling, worden geen nadelige gevolgen voorzien, en wordt 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.

De afhandeling van eventuele schade wordt besproken in paragraaf 8.8.

7 **Bodemtrilling**

De seismische risicoanalyse laat zien dat het Diever voorkomen in de laagste seismische risicocategorie valt, waarbij de kans op een geïnduceerde beving met een magnitude groter dan 1.5 verwaarloosbaar wordt geacht. Dit komt voornamelijk doordat het Diever voorkomen een relatief lage breuk-dichtheid heeft.

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

Als gevolg van de compactie, het inzakken van het reservoir-gesteente door druk-daling, 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 t.o.v. 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.

Voor de kans op bevingen is het dus van belang of en wat voor 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 de afschatting 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 ontwikkeld is (ref. 5).

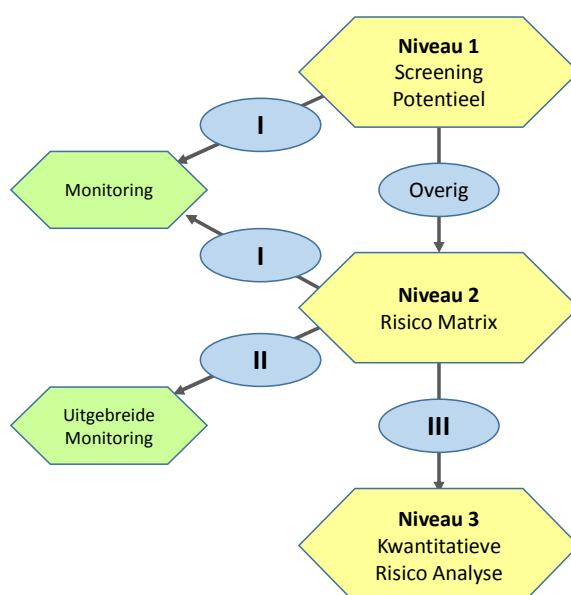
Naast de ondergrond-situatie, wordt in dat protocol ook de situatie aan het oppervlak bekeken. De aard van de bebouwing en infrastructuur in de omgeving van het voorkomen wordt meegewogen. Bij de effecten die aan de oppervlakte merkbaar zijn, speelt niet alleen de sterkte en de diepte van de beving een rol, maar ook de samenstelling van de ondiepe ondergrond. Met name bepaalde zand/veen combinaties kunnen extra gevoeligheid veroorzaken. Als de kans op significante bevingen aanwezig is, dan wordt dus ook met de grondsamenstelling rekening gehouden bij de afschatting van aardbevingsrisico's.

7.2 **Historische bevingen in de voorkomens van dit winningsplan**

Er zijn geen bevingen boven of in het Diever voorkomen geweest. De meest nabije geïnduceerde beving werd veroorzaakt door injectie van water, in 2009 bij De Hoeve (acht kilometer ten westen van het Diever voorkomen) (zie ref. 7). Die beving was niet gerelateerd aan de winning bij De Hoeve, of Diever; beide winningen bestonden toen nog niet.

7.3 **Seismische Risico Analyse**

Het kader en de hier beschreven methodiek is gebaseerd op: *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).



Figuur 7-1: Weergave van de verschillende stappen in de seismische risico analyse (SRA).

In de eerste stap (Niveau 1) wordt eerst 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 toe. Hetzelfde geldt als het afdekkende gesteente stijver is ten opzichte van het reservoir.

Tenzij de resulterende kans 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 voorkomen in Categorie-II worden ingedeeld. In Categorie-II worden extra eisen aan de monitoring gesteld, en moet een (generiek) beheersplan worden opgesteld.

Het resultaat van het doorlopen van deze methodiek voor het Diever voorkomen, is dat de kans op een beving (met een magnitude groter dan 1.5) verwaarloosbaar is. Het ingeschatte risico is hiermee dus lager dan in het vorige winningsplan (2016). Dit wordt in meer detail in de bijlage (hoofdstuk 17) uitgelegd.

Volgens de hierboven beschreven methodiek is een Niveau 2 analyse niet nodig voor Diever.

7.4 Monitoring van bodemtrillingen

Het monitoren van de seismische activiteit rondom het Diever voorkomen zal worden gerealiseerd met behulp van het huidige seismometer-netwerk van KNMI (Figuur 17-2). Vermilion is in overleg met KNMI bezig stations te plaatsen om de dekkinggraad van het seismometer-netwerk waar nodig te verbeteren. Het eerste station is reeds geplaatst in Kallenkote.

7.5 Mogelijke gevolgen van bevingen ten gevolge van gaswinning

7.5.1 Schade openbare infrastructuur door bodemtrillingen ten gevolge van gaswinning

Omdat de kans op bevingen klein is c.q. de magnitude klein zal zijn, wordt geen of zeer beperkte schade aan infrastructuur verwacht (zie ook Ref.8).

7.5.2 Schade aan bouwwerken door bodemtrillingen ten gevolge van gaswinning

Omdat de kans op bevingen klein is c.q. de magnitude klein zal zijn, wordt geen of zeer beperkte schade aan gebouwen verwacht (Ref. 9, 10,11).

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

Er is geen oorzaak-effect relatie bekend waarmee bodemtrillingen 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.

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

Gezien de indeling in categorie I (omdat de maximale sterkte te klein is om significante oppervlakte-impact te hebben) voorziet het productieproces niet in maatregelen om trillingen te voorkomen of te beperken.

De afhandeling van eventuele schade wordt besproken in paragraaf 8.8.

8 Overige Omgevingsaspecten

8.1 Inleiding

De opsporing, winning en opslag van aardgas kan mogelijke gevolgen hebben vanwege activiteiten aan het oppervlak, 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.

Een overzicht van de mogelijke gevolgen en in welke vergunningen deze worden behandeld, staat in de volgende tabel.

Gevolgen m.b.t.	Besluit
Luchtverontreiniging (emissies), geluid en externe veiligheid	MER(beoordeling) omgevingsvergunning milieu
Bodemverontreiniging	MER(beoordeling) omgevingsvergunning milieu
Grondwaterverontreiniging	MER(beoordeling) omgevingsvergunning milieu
Oppervlaktewaterverontreiniging	MER(beoordeling) omgevingsvergunning milieu evt. Watervergunning
Natuur	MER(beoordeling) Wet Natuurbescherming

De Minister van Economische Zaken en Klimaat (EZK) bevordert op grond van artikel 34 lid 7 Mijnbouwwet een doelmatige en samenhangende besluitvorming ten aanzien van het besluit omtrent instemming met het winningsplan en een aantal overige besluiten, waaronder de besluiten zoals genoemd in bovenstaande tabel (coördinatieregeling).

Met betrekking tot bovenstaande tabel zal hieronder worden aangegeven wat door mijnbouwondernemingen wordt gedaan om genoemde gevolgen te voorkomen, dan wel de effecten hiervan te beperken.

8.2 Bodem / Grondwaterverontreiniging

De mijnbouwonderneming dient zich in te spannen om installaties zo te bouwen, onderhouden en beheren dat het risico op bodem/grondwaterverontreiniging verwaarloosbaar klein is. De wijze waarop dit dient te gebeuren is vastgelegd in onder andere de Nederlandse Richtlijn Bodembescherming (NRB) en de Publicatiereeks Gevaarlijke Stoffen (PGS). Hierdoor worden de risico's tot een minimum beperkt en blijven de eventuele gevolgen beheersbaar. De NRB en de PGS worden voorgeschreven in het Activiteitenbesluit en de Omgevingsvergunning. Toezicht vindt plaats door Staatstoezicht op de Mijnen (SodM).

Indien toch door een incident bodem/grondwaterverontreiniging is ontstaan, dan dient de mijnbouwonderneming deze verontreiniging te saneren in het kader van de Wet bodembescherming. De desbetreffende provincie is hiervoor bevoegd gezag.

De mijnbouwonderneming en toezichthouders hanteren een strikt controlebeleid waardoor de kans op bodemverontreiniging zeer gering is. Gevaar voor de volksgezondheid door het optreden van incidenten is niet te verwachten.

8.3 Luchtverontreiniging

De maximale uitstoot van stoffen die vrijkomen bij de activiteiten ten behoeve van gaswinning (zoals NO_x, SO₂, etc.) naar de lucht (emissies), de wijze van meten en rapporteren is vastgelegd in het Activiteitenbesluit en de omgevingsvergunning. SodM controleert of wordt voldaan aan de voorschriften. Mijnbouwondernemers streven altijd naar een zo laag als redelijkerwijs mogelijke emissie. Verder hanteren de mijnbouwonderneming en toezichthouders een strikt controlebeleid op emissies. Gevaar voor de volksgezondheid door het optreden van incidenten is niet te verwachten.

8.4 Oppervlaktewaterverontreiniging

De mijnbouwonderneming dient zich in te spannen om installaties zo te bouwen, onderhouden en beheren dat het risico op oppervlaktewaterverontreiniging verwaarloosbaar klein is. De wijze waarop dit dient te gebeuren is vastgelegd in onder andere de Nederlandse Richtlijn Bodembescherming (NRB) en de Publicatiereeks Gevaarlijke Stoffen (PGS). Hierdoor worden de risico's tot een minimum beperkt en blijven de eventuele gevolgen beheersbaar. De NRB en de PGS worden voorgeschreven in het Activiteitenbesluit en de Omgevingsvergunning. Toezicht vindt plaats door Staatstoezicht op de Mijnen (SodM).

Indien toch door een incident het oppervlaktewater verontreinigd is, dan dient de mijnbouwonderneming deze verontreiniging te saneren in het kader van de Waterwet en eventueel de Wet bodembescherming. De desbetreffende waterbeheerder en provincie zijn hiervoor bevoegd gezag.

De mijnbouwonderneming en toezichthouders hanteren een strikt controlebeleid waardoor de kans op verontreiniging van het oppervlaktewater zeer gering is. Gevaar voor de volksgezondheid door het optreden van incidenten is niet te verwachten.

8.5 Externe veiligheid

De beoordeling van het risico voor personen buiten de mijnbouwlocatie (kwantitatieve risicoanalyse) vindt plaats in het kader van de omgevingsvergunning (Wabo).

Verder moet voor ieder mijnbouwwerk een rapport inzake grote gevaren worden opgesteld. Dit rapport bestaat uit o.a. het reeds bestaande veiligheids- en gezondheidsdocument op grond van het Arbeidsomstandighedenbesluit, het rampenbestrijdingsplan, het bedrijfsbeleid inzake het voorkomen van zware ongevallen, en gegevens omtrent de milieuveiligheid.

Voor nieuwe installaties moet al een rapport inzake grote gevaren worden opgesteld; voor bestaande installaties geldt deze verplichting in ieder geval vanaf 19 juli 2018.

8.6 Natuur

Voor natuur geldt een rechtstreekse zorgplicht van beschermde flora en fauna. Als mijnbouwactiviteiten negatieve effecten zouden kunnen hebben op de aanwezige flora en fauna dan dient er een ecologisch onderzoek uitgevoerd te worden. Indien effecten niet uitgesloten kunnen worden dan dient een ontheffing aangevraagd te worden.

Indien mijnbouwactiviteiten of de gevolgen hiervan invloed kunnen hebben op de instandhoudingdoelstellingen van aangewezen Natura 2000-gebieden dan dienen de effecten en gevolgen onderzocht te worden en eventueel een passende beoordeling opgesteld te worden. Indien hieruit blijkt dat er negatieve effecten kunnen optreden, dan is een vergunning nodig. Een en ander wordt geregeld in de Wet Natuurbescherming.

8.7 Locaties

'Wapse' is een bestaande mijnbouwlocatie. De vigerende omgevingsvergunning is DGETM-EO/17108264 d.d. 21.07.2017. De productie zoals omschreven in dit winningsplan valt onder deze vergunning.

8.8 Schade-afhandeling

Indien als gevolg van bodemtrillingen of bodemdaling door gaswinning toch schade ontstaat, dan zal deze worden vergoed overeenkomstig de regels van het burgerlijk recht. Vermilion heeft een schadeprotocol opgesteld, dat op de website van Vermilion Nederland te vinden is (<https://www.vermilionenergy.nl/onze-verantwoordelijkheid/vermilion-en-schade-door-aardgaswinning/schade-melden.cfm>). Voor bodemdaling in Friesland is er een specifieke regeling waarbij de afhandeling wordt uitgevoerd door de Commissie Bodemdaling Aardgaswinning Fryslân (<http://www.bodemdalingfryslan.nl/>).

8.9 Gedragscode

Vermilion is een 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. Hierin hebben wij vastgelegd wat de omgeving van ons mag verwachten (<https://www.onsaardgas.nl/nogepa/gedragscode/>).

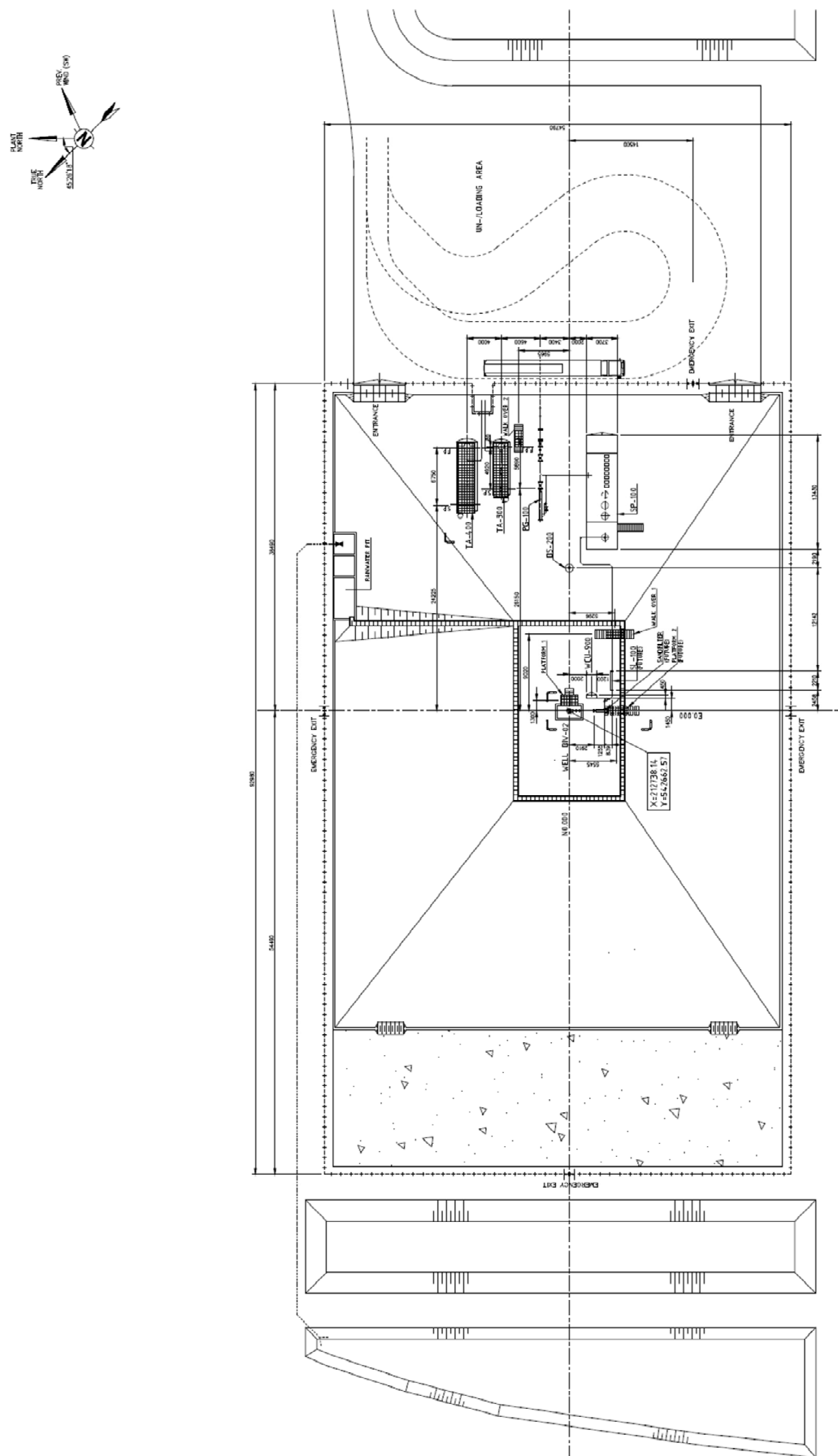
9 Verklarende woordenlijst

Aquifer	Watervoerend deel van het reservoir. Dat kan naast en/of onder het gasvoerende deel gelegen zijn.
C_m	Uniaxiale compactie-coëfficiënt; mate van samendrukbaarheid van het gesteente (eenheid: 1/bar).
Compactie	Het samendrukken van het reservoirgesteente als door productie de druk van de vloeistof in de poriën daalt, en onvoldoende tegenwicht geeft aan het gewicht van bovenliggende gesteenten.
Compressibiliteit	Samendrukbaarheid
Depletie	Drukdaling door het onttrekken van gas (of olie of water) uit reservoirgesteente
DHV	De Hoeve voorkomen
DIV	Diever voorkomen
ESV	Eesveen voorkomen
EZK	Ministerie van Economische Zaken en Klimaat
GIIP	Volume gas initieel aanwezig in het voorkomen (in nm ³)
GPS	Global Positioning System: systeem voor plaats- en hoogtebepaling met behulp van satellieten
GTC	Garijp Treating Centre
GWC	Gas-water contact diepte (in m onder NAP)
Kern	Gesteentemonster uit de ondergrond verkregen bij het boren van een put
KNMI	Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut
mRT	Diepte gemeten in m langs het boortraject, vanaf de boortafel (RT)
mTVDNAP	Verticale diepte (in m) onder NAP
Mb	Mijnbouwbesluit
MER	Milieu-Effect-Rapportage
Mw	Mijnbouwwet
NAM	Nederlandse Aardolie Maatschappij
NSL	Nijensleek voorkomen
NWD	Noordwolde voorkomen
nm³	m ³ bij 0 °C en 1.01325 bara (ref. 19)
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
Seal	Afsluitende laag bovenop het gesteente dat het gas bevat
SodM	Staatstoezicht op de Mijnen
SRA	Seismische Risico Analyse
TCBB	Technische Commissie Bodembeweging
TNO	Nederlandse Organisatie voor Toegepast-Natuurwetenschappelijk Onderzoek
VEN	Vermilion Energy Netherlands B.V.
Vermilion	Vermilion Energy Netherlands B.V.
VKG	Vinkega voorkomen
Weissliegend	Naam die ook wel gebruikt wordt voor het bovenste deel van de Rotliegend formatie, ook wel Akkrum of Ten Boer, Cycle 5, geheten
WSF	Weststellingwerf voorkomen

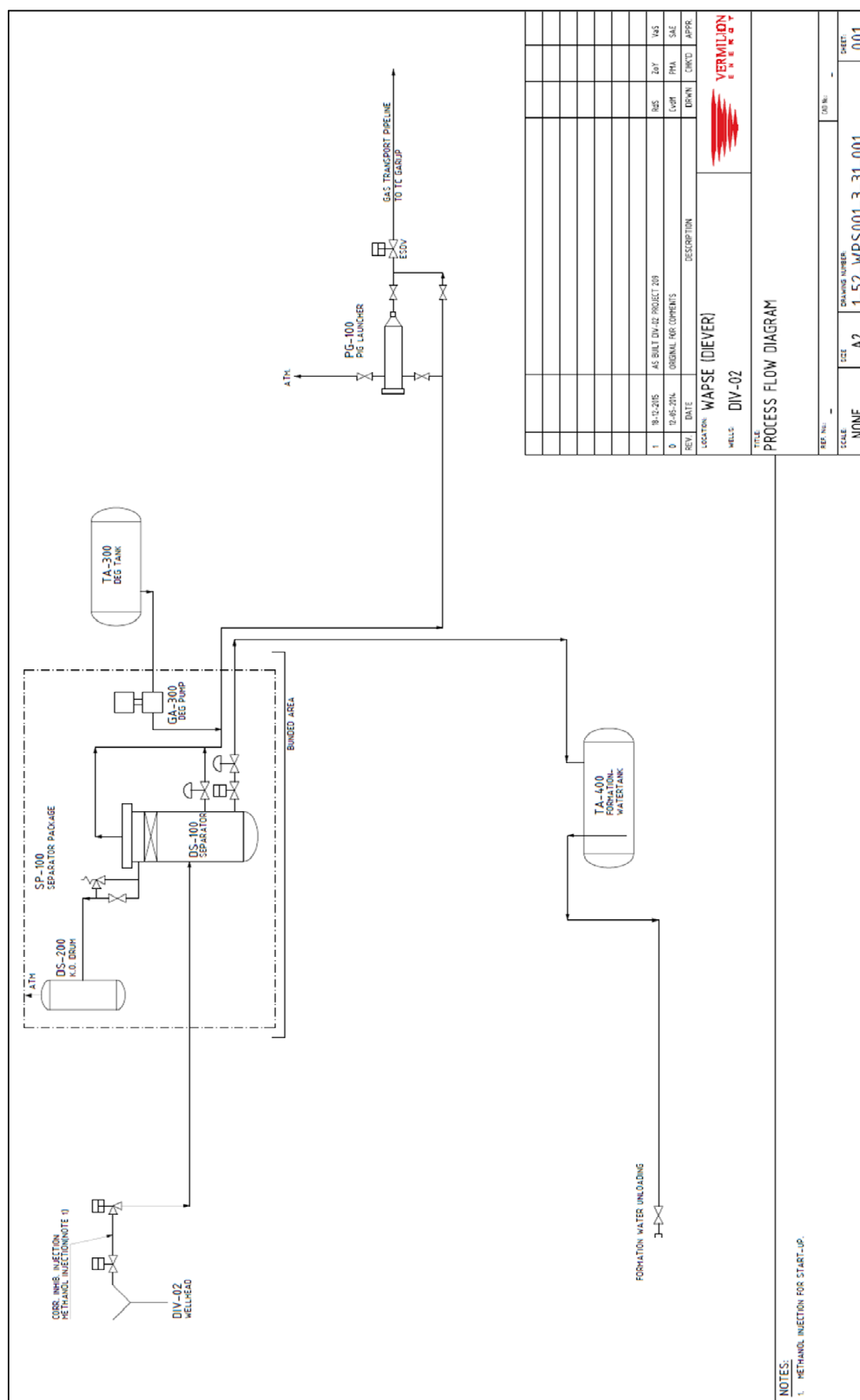
10 Referenties

1. Deltares, *Bodemdalingskaarten*, 2011.
2. TCBB, *Industrieleidraad ter Geodetische bepaling van bodembeweging als gevolg van mijnbouwactiviteiten*, 2014.
3. TNO, *Deterministische Hazard Analyse voor Geïnduceerde Seismiciteit in Nederland*, 2004 (NITG 04-171-C),
4. TNO, *Deterministische Hazard Analyse voor Geïnduceerde Seismiciteit in Nederland*, update 2012 (R10198).
5. SodM, *Methodiek voor Risico-Analyse omtrent geïnduceerde bevingen door gaswinning* (Tijdelijke Leidraad), Februari 2016.
6. M. Leonard, "Earthquake Fault Scaling", *Bull. Seis. Soc. Am.*, **100** (2010), p. 1971
7. TNO, *Seismiciteit onshore gasvelden Nederland*, 2016 (R10164).
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. G.H.C. van Opstal: "The effect of base-rock rigidity on subsidence due to reservoir compaction". *Proc. 3rd Congress. Int. Soc. Rock Mech.*, Denver Colorado, September 1974, vol 2, part B
13. Nederlands Aardolie Maatschappij, *Bodemdalingsrapport Noord-Nederland*, 2015
14. *Geology of the Netherlands*, Wong et al. (eds), Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences, 2007 / Amsterdam University Press, 2007
15. Meetregister bij het meetplan Diever – Eesveen, Rapportage van de nauwkeurigheidswaterpassing 2017, projectnummer 416753, 27 februari 2018
16. GPS meting Diever-Eesveen 2018, Rapportage van de 3^e GPS-meting behorend bij het meetplan Diever-Eesveen, projectnummer 0416753, 18 april 2018
17. Bodemdaling Statusrapport 2018 – Drenthe Overijssel Friesland, Vermilion, 2018
18. *NAP database GeoWeb, Rijkswaterstaat* (<https://geoservices.rijkswaterstaat.nl/geoweb51/index.html?viewer=NAPinfo>)
19. *Physical Properties of Natural Gases*, Nederlandse Gasunie, 1988
20. TCBB, *Jaarverslag*, 2015
21. www.commissiebodemdaling.nl
22. KNMI, *Monitoring induced seismicity in the North of the Netherlands: status report 2010*, Scientific report WR 2012-03, 2012
23. Schadeprotocol Vermilion (<https://www.vermilionenergy.nl/onze-verantwoordelijkheid/vermilion-en-schade-door-aardgaswinning/schade-melden.cfm>)
24. Gedragscode Gaswinning Kleine Velden, NOGEPa, September 2017 (<https://www.onsaardgas.nl/nogepa/gedragscode/>)
25. Website Commissie Bodemdaling Aardgaswinning Fryslân: <http://www.bodemdalingfryslan.nl/>
26. <https://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/gebiedendatabase.aspx?subj=n2k&groep=3&id=n2k27>

11 Bijlage: Plattegrond aardgaswinningslocatie

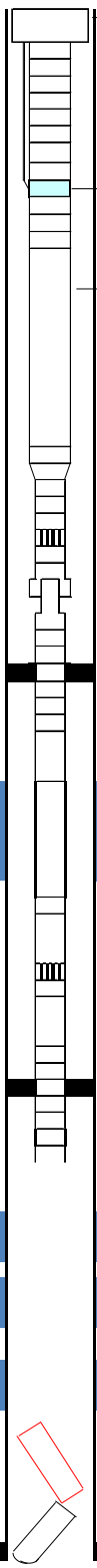


12 Bijlage: Proces-stroomdiagram van aardgaswinningslocatie



13 Bijlage: Detailschema putverbuizing

Figuur 13-1 Detailschema van de verbuizing in de put DIV-02.

VERMILION		FIELD : Drenthe		WELL : DIV-02	
RT/TH : 6.05m. COMPLETION DATE : mid-2017		ANNULUS FLUID : 1.2 SG INHIBITED SODIUM / KCL BRINE			
VOLUMES		DRILLING DEPTHS / RT			
TUBING : 9.522 m3		9 5/8" CSG SHOE 1018 m.			
ANNULUS : 30					
HOLE : 45.3		7" CSG SHOE 2264 m.			
X-MASTREE					
TUBING HEAD		FMC			
TUBING HANGER		FMC			
L MASTER VALVE		FMC MANUAL GATE VALVE 4-1/16"-5K API			
U MASTER VALVE		FMC ACTUATOR VALVE 4-1/16"-5K API			
SWAB VALVE		FMC MANUAL GATE VALVE 4-1/16"-5K API			
WING VALVES		FMC MANUAL GATE VALVE 3-1/8"-5K API			
TOP CAP		FMC 4-1/16"-5K flange x 6.875-4NA-2G TOP, W/ 4 1/2 EU LIFT THD, EE-NL			

14 Bijlage: Geologische kaart

De onderstaande Figuur 14-1 geeft de geologische kaart weer van de top van het Rotliegend. Op de kaart zijn ook de contouren weergegeven die gebruikt zijn voor de bodemdalingsberekeningen, en de gekarteerde breuken.

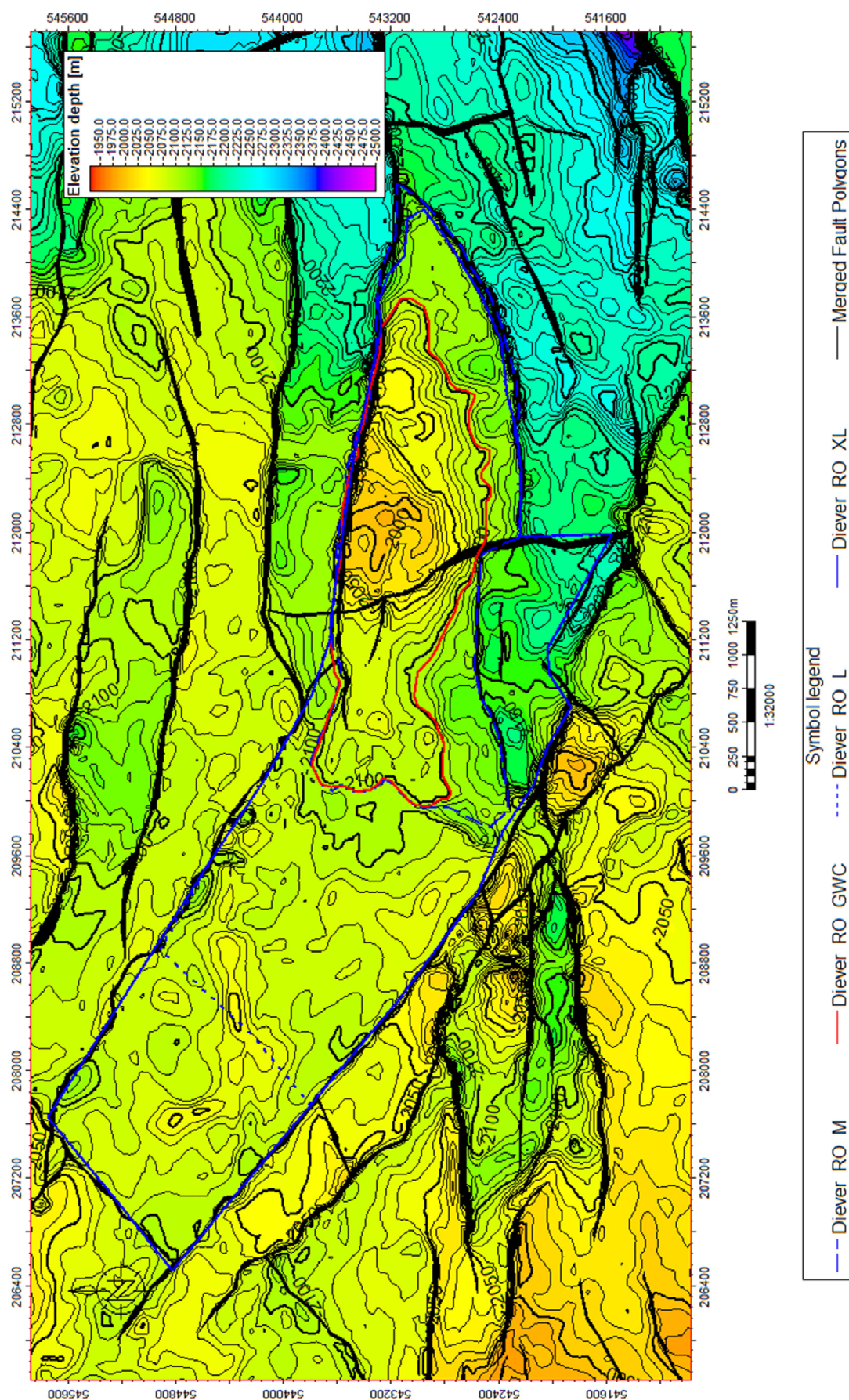
De in Figuur 14-1 aangegeven mogelijke depletiegebieden zijn, in volgorde van grootte:

- Diever RO GWC
- Diever RO M
- Diever RO L
- Diever RO XL

Voor de bodemdalingsberekeningen zijn de laatste drie hierboven genoemde contouren gebruikt, omdat de kans dat enkel het GWC contour depleteert zeer klein wordt geacht.

De begrenzingen van deze gebieden worden gevormd door breuken in de Rotliegend, en door mogelijke invloedsbeperking vanwege beperkte doorlaatbaarheid in het watervoerende deel.

Gezien de resultaten van de bodemdalingsmetingen in omliggende velden (ref. 17) is het mogelijk dat door de gasproductie een gedeelte van het watervoerende gesteente wordt gedepleteerd ten noordwesten van het Diever voorkomen ('Diever RO L' en 'Diever RO XL' in Figuur 14-1). Voor de bodemdalingskaarten (Figuur 6-3, Figuur 6-5, Figuur 6-6) is daarom uitgegaan van het meest conservatieve (ruime) scenario waarin het gesteente binnen de grootste contour ('Diever RO XL' in Figuur 14-1) gedepleteerd raakt.



Figuur 14-1 Kaart van diepte van de top van het Rotliedend met veld- en depletie-contouren (zie tekst).

15 Bijlage: Analyse en Berekening Bodemdaling

Sinds oktober 2015 vindt productie plaats uit het Diever voorkomen. Het grootste gedeelte van de productie, en dus ook van de bodemdaling, ligt echter nog in de toekomst.

Voor de analyse van de bodemdaling wordt er gebruikt gemaakt van bodemdalingsmetingen uit het meetplan Diever-Eesveen (Ref. 15, 16).

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 Diever voorkomen. Een uitgebreidere analyse is eerder gedeeld met SodM (ref. 17).

15.1 Bodemdalingsmodel

Het bodemdalingsmodel wordt zowel gebruikt om de historische (gemeten) bodemdaling te reproduceren met de modelberekening als de toekomstige bodemdaling te voorspellen. Het model wordt gekalibreerd aan de hand van de gemeten historische bodemdaling, wat bijdraagt in de betrouwbaarheid van de voorspelde bodemdaling.

Productie uit een voorkomen leidt tot drukdaling (dp), wat vervolgens compactie (dh) van het gesteente veroorzaakt:

$$dh = C_m \cdot h \cdot dp$$

Hierin is h de (depletierende) hoogte en C_m de compactie-coëfficiënt van het gesteente.

Compactie leidt vervolgens tot bodemdaling. De modellering van dit proces is gedaan conform de methode van Van Opstal (ref. 12). Naast de hierboven genoemde parameters worden meegenomen in de berekening: het depletiegebied (zie paragraaf 6.2), de Poisson's ratio, de diepte van het voorkomen, de 'rigid basement factor', de vertraging van de bodemdaling ten gevolge van gasproductie en de verwachte productiesnelheid.

Het gesteente onder het reservoir wordt ook beïnvloed door de compactie, maar dat zal maar in beperkte mate gebeuren. Dit wordt door het concept '*rigid basement*' gemodelleerd. Hierbij wordt aangenomen dat vanaf een zekere diepte onder het reservoir, het gesteente niet meer zal vervormen als gevolg van de gaswinning.

Voor elke hierboven genoemde invoer-parameter is de onzekerheid gerepresenteerd door 2-3 waarden mee te nemen (zie Tabel 15-1). Bij de bepaling van de mogelijke waarden zijn eerdere ervaringen in analoge Vermilion voorkomens gebruikt, en ook gerapporteerde NAM waarden (2015, ref. 13). De bodemdaling is vervolgens voor alle parametercombinaties uitgerekend, en aan alle combinatie-realisaties is een kans toegekend conform de kansen in Tabel 15-1.

De tijdsafhankelijkheid van de bodemdaling is meegenomen door de verwachte toekomstige productie-profielen (zie paragraaf 5.5) mee te nemen in de modelberekening. De bodemdaling ijlt over het algemeen na bij de drukdaling. Dit wordt gemodelleerd door middel van een zogenaamde 'eerste orde' (of 'time decay') correctie. Een analyse van NAM (ref.13) laat een vertraging (τ) van ongeveer 3 jaar zien. Dat is in overeenstemming met de ervaringen van Vermilion.

Het uiteindelijke resultaat is de bodemdaling als functie van de tijd, gekalibreerd aan de gemeten bodemdaling, zoals weergegeven in Figuur 15-4.

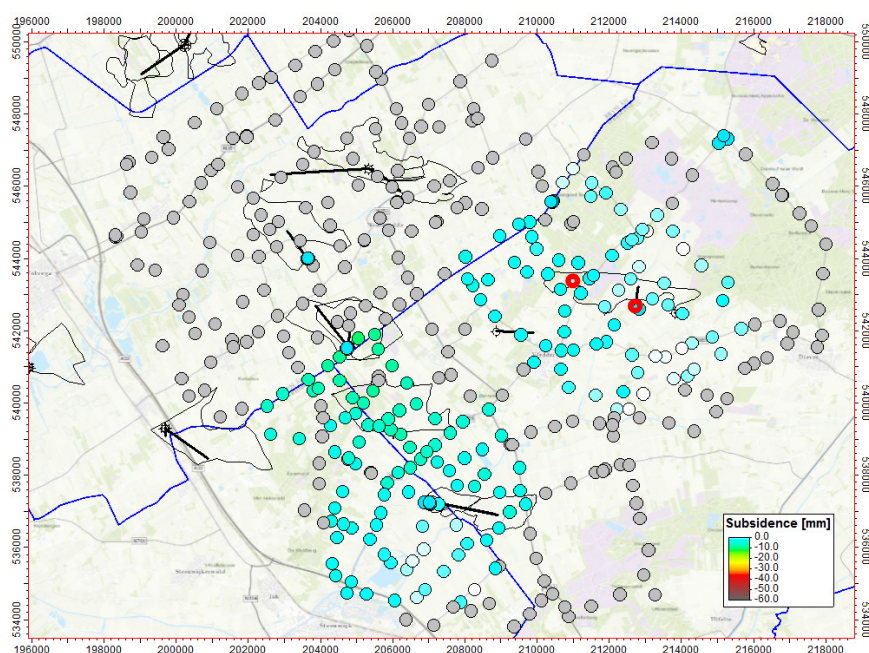
15.2 Analyse bodemdalingsmetingen

De bodemdaling boven het Diever voorkomen wordt gemonitord binnen het meetplan Diever/Eesveen (Ref.15). De nulmeting van dit meetplan vond plaats in 2015, en in 2017 is een herhalingsmeting uitgevoerd. Een kaart van het gehele meetplan met de differentie over de periode 2015-2017 is weergegeven in Hoofdstuk 16.

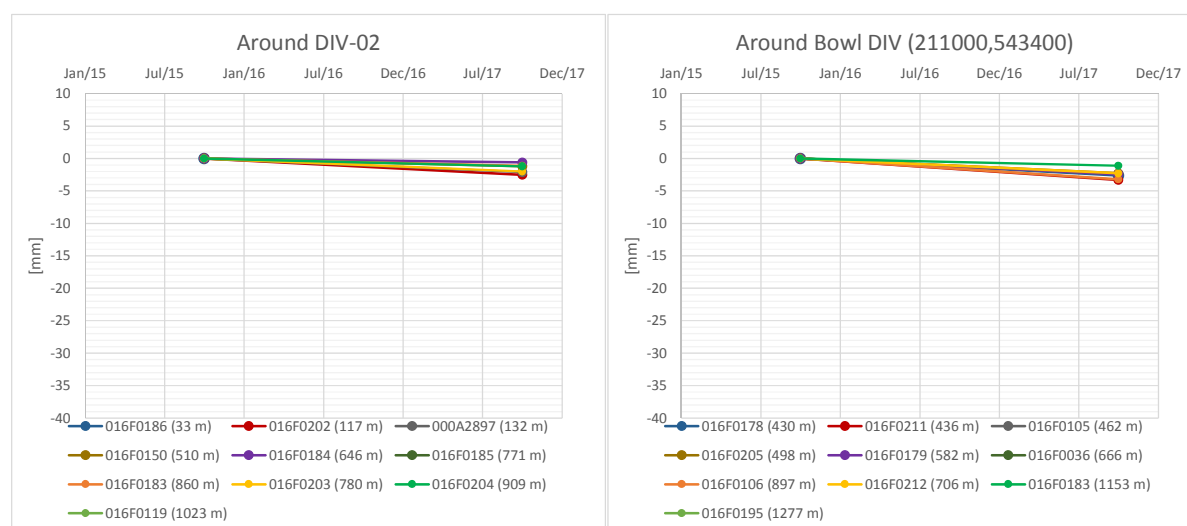
Figuur 15-1 geeft de gemeten bodemdaling door middel van waterpassing over de periode 2015 - 2017 weer in de omgeving van het Diever voorkomen. Boven het Diever voorkomen komen waarden voor van zo'n 0.1-0.3 cm. De data van Figuur 15-1 is voor twee locaties boven het Diever voorkomen ook

weergegeven in Figuur 15-2. Een extrapolatie naar januari 2018 geeft een bodemdaling rondom deze locaties van 0.1-0.4 cm. Naast de nauwkeurigheidswaterpassing zijn er GPS-metingen uitgevoerd bij de productielocatie Wapse (Ref. 16). De resultaten zijn weergegeven in Figuur 15-3 en wijzen mogelijk op een bodemdaling rondom de productielocatie van 0.2 – 0.5 cm over de periode 2015 – 2018. De waarden voor zowel waterpassing als GPS zijn aan de rand van de meetnauwkeurigheid, dus mogelijk niet significant. Gezien het feit dat bodemdaling na-ijlt bij drukdaling is dat in lijn met de verwachting (ref. 17).

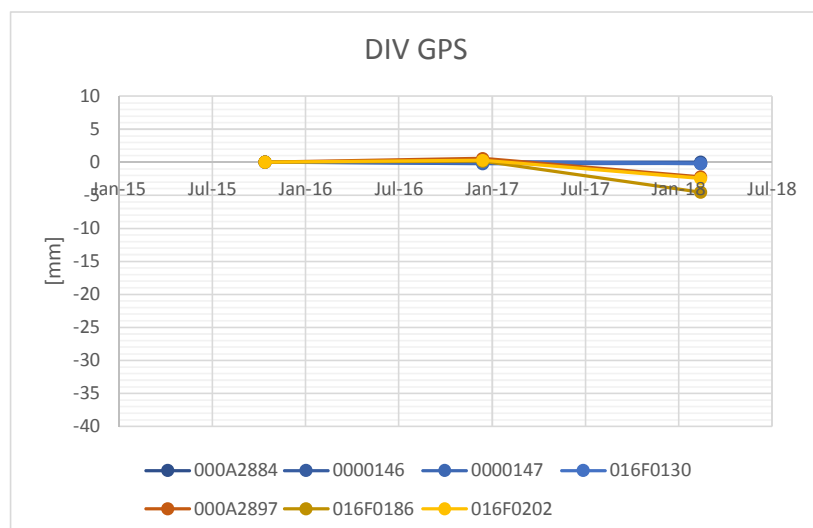
Ten (zuid-)westen van Diever is de invloed van met name Vinkega en Nijensleek merkbaar. De winning in Vinkega is gestart in 2011 en zal de komende jaren nog voortgezet worden. De winning in Nijensleek vond plaats tussen 2000 – 2006. De dalingskommen van deze voorkomens zijn meegenomen in de analyse van de metingen, en in de samengestelde bodemdalingskaarten (ref. 17).



Figuur 15-1 Gemeten bodemdaling door nauwkeurigheidswaterpassing over de periode 2015-2017, voor de locaties waar op beide jaren een meting is gedaan (ref. 17). De rode cirkels geven de locaties aan, rond waar de curves in Figuur 15-2 gemeten zijn.



Figuur 15-2 Gemeten bodemdaling in millimeters rondom de putlocatie DIV-02, en rondom een locatie ten noordwesten daarvan (211000, 543400), dichterbij het centrum van de verwachte dalingskom.



Figuur 15-3 Gemeten bodemdaling in millimeters d.m.v. GPS metingen bij de productielocatie Wapse (onderste 3 punten) en op referentielocatie Boijl ten noorden van het Diever voorkomen (blauwe lijnen)

15.3 Resultaten modelberekening bodemdaling

De gemeten bodemdaling (waterpassing en GPS) is gebruikt voor de kalibratie van het bodemdalingsmodel, zoals weergegeven in Figuur 15-4. Op basis hiervan wordt de historische bodemdaling geschat op maximaal 1 cm, en de uiteindelijke bodemdaling op maximaal 4 cm. Hiermee is de verwachte maximale toekomstige daling rond de 3 cm.

Voor de kalibratie is er rekening mee gehouden dat de GPS meetlocatie van de GPS meetpunten, bij de winningslocatie Wapse, waarschijnlijk niet op het diepste punt van de bodemdalingsskom ligt.

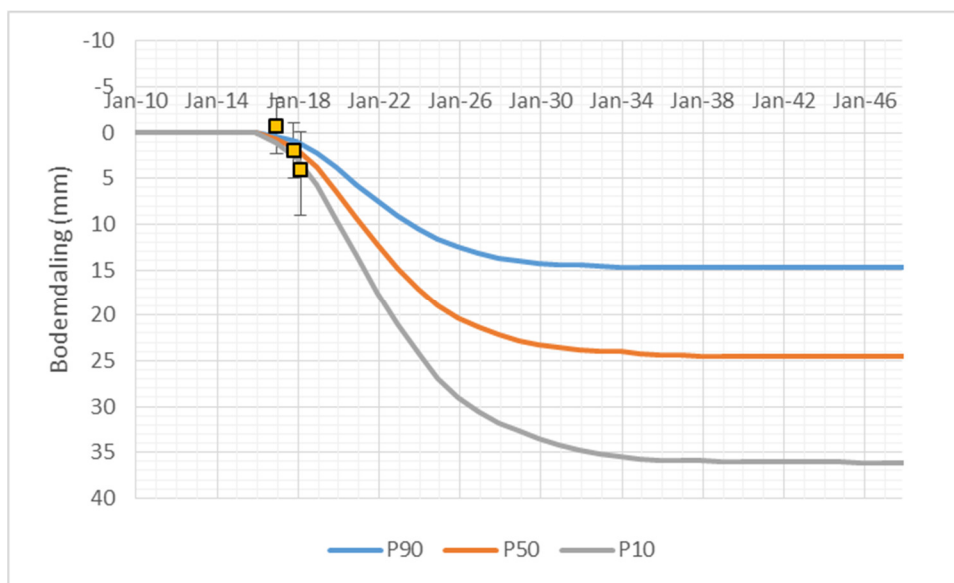
De gebruikte model-input voor de berekening van de toekomstige bodemdaling is weergegeven in Tabel 15-1.

Voor de tijdsafhankelijkheid van de bodemdaling is de voorspelde gasproductie uit het Diever voorkomen meegenomen zoals weergegeven in paragraaf 5.5. Dit resulteert in de bodemdalingsvoorspelling als functie van de tijd zoals weergegeven in Figuur 15-4.

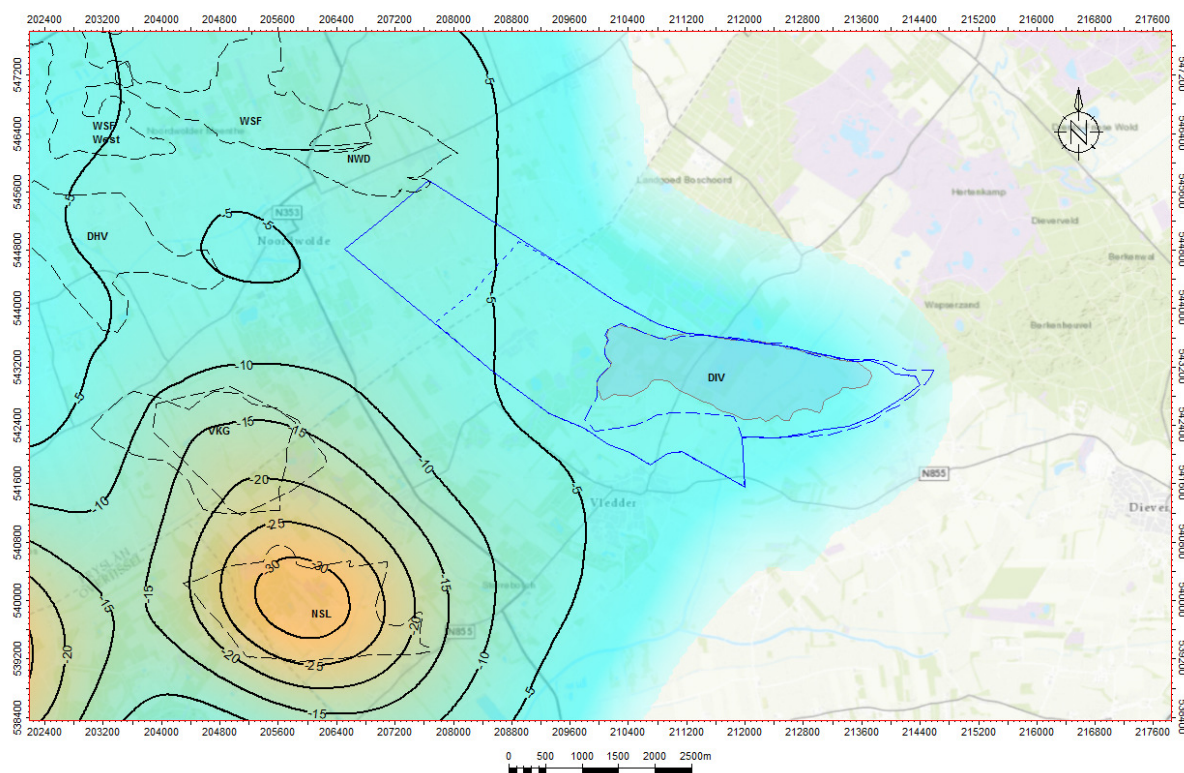
De grootte van het depletiegebied is van grote invloed op de afmetingen, vorm en diepte van de resulterende bodemdalingsskom. Zoals boven besproken (ref. 17), is bij de keuze van de depletiegebieden de ervaring in omliggende velden meegenomen, ook al is in de metingen van Diever zelf nog geen aanwijzing voor een vorm te vinden. De verschillende depletiegebieden die gebruikt zijn voor de modelberekening zijn weergegeven in Figuur 14-1.

Zoals in paragraaf 15.1 beschreven wordt voor elke mogelijke combinatie van parameters een bodemdalingsskom berekend. Om een kaart te genereren van de vorm en het bereik van de verwachte bodemdalingsskom, is een realisatie geselecteerd waarvan de bodemdaling in de buurt van de P10 waarde ligt, op basis van de grootste (meest conservatieve) depletie-contour. De kaart met de resulterende bodemdalingsskom is weergegeven in Figuur 15-5 voor de huidige daling en Figuur 15-6 voor de toekomstige daling.

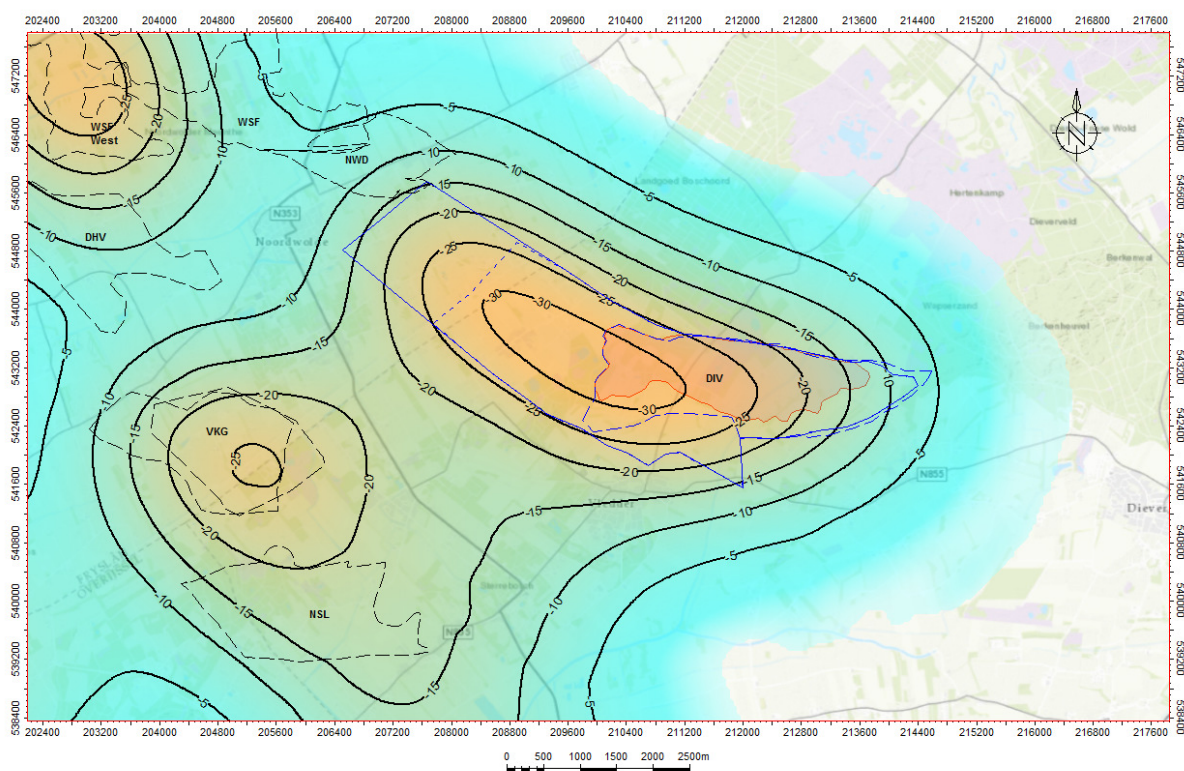
Bij de toekomstige daling is die van het al ingediende winningsplan WSF meegenomen.



Figuur 15-4 Uitkomst modelberekening, gekalibreerd aan de gemeten data met onzekerheidsmarge, inclusief onzekerheid depletiegebied.



Figuur 15-5 Samengestelde historische daling (tot 1-1-2018) rondom het Diever voorkomen in millimeters. De kaart is een modelberekening, gekalibreerd aan de metingen, conform ref. 17. De dalingskom in het westen is ten gevolge van winning uit de Vinkega en Nijensleek voorkomens. Zie Bijlage 14 voor een overzicht van de gebruikte contouren en de geologische kaart waarop deze gebaseerd zijn.

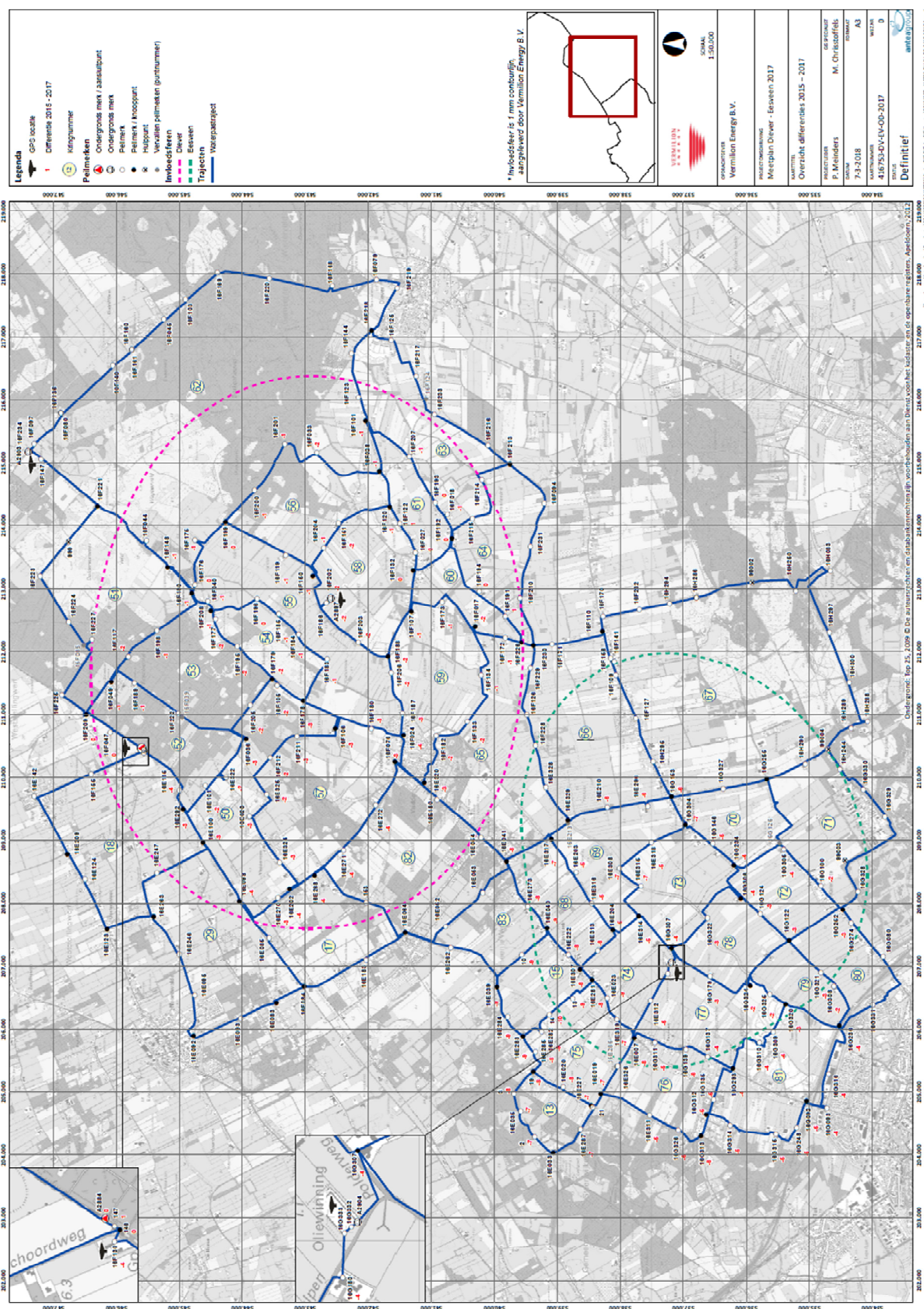


Figuur 15-6 Toekomstige verwachte samengestelde bodemdaling (P10) (vanaf 1-1-2018) rondom het Diever voorkomen, conform ref. 17. Zie Bijlage 14 voor een overzicht van de gebruikte contouren en de geologische kaarten waarop deze gebaseerd zijn.

Tabel 15-1 Bodemdalings-parameters gebruikt voor Diever – Slochteren (ROSL) plus Ten Boer (ROCLT). Zie Figuur 14-1 voor de mogelijke depletie-gebieden.

Name	Symbol	Values			Unit	Realization Probabilities			Comment
		L	M	H		L	M	H	
Depleted area	A	Diever RO M	Diever RO L	Diever RO XL		30%	40%	30%	No water impact observed in pressures or subsidence so far
Virgin Pressure	P_v	238			[bar]	100%			Pressures measured in DIV-02
Abandonment Pressure	P_a	75	15		[bar]	30%	70%		Non-zero risk of premature watering out, but no indication of water yet
Poisson's Ratio	v	0.25			[-]	100%			There is uncertainty, but it has low impact
Depth of the Formation	z	2079			[m]	100%			Uncertainty low compared to depth
Oedometric Compressibility	C_m	4.0E-6	6.0E-6	8.0E-6	[1/bar]	30%	40%	30%	Range e.g. from NAM report (2015)
Depleting Height	h	27.8	34	43	[m]	30%	40%	30%	Based on logs and nearby wells
Rigid Basement Factor	RB	1.05	1.01	1.1	[-]	40%	30%	30%	Some uncertainty (impact is limited, mainly on shape)
Tau	τ	1	3	5	[y]	30%	40%	30%	Range e.g. from NAM report (2015)
Production Profile		L profile	M profile	H profile	[-]	30%	40%	30%	

16 Bijlage: Meetnet Diever-Eesveen



(bron: ref. 15)

17 Bijlage: Seismische Risico Analyse: Details en Achtergronden

De toekomstige winning uit het Diever voorkomen valt in risico categorie I; dit is de laagste risico-categorie. Dit betekent volgens de gepubliceerde richtlijnen 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.

17.1 Algemeen kader voor Seismische Risico Analyse

Het kader en de hier beschreven methodiek is gebaseerd op: *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 vast te stellen van een voorkomen wordt een risico-analyse uitgevoerd voor het voorkomen volgens een getrap 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 gasvoorkomen 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. 3 en 4).

Voor voorkomens die op basis van deze initiële analyse een verwaarloosbare kans hebben om geïnduceerde bevingen te genereren, is het niet noodzakelijk om aansluitende 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

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

17.2 Seismische Risico Analyse voor de voorkomens in dit winningsplan

Niveau 1: Screening Potentieel

De studie *Deterministische Hazard Analyse voor Geïnduceerde Seismiciteit in Nederland* (TNO, ref. 3 en 4) (*DHAIS*) gebruikt gegevens over seismiciteit (bron: 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-klassen worden hieronder weergegeven (met P_h de kans op beven van het voorkomen):

Tabel 17-1 DHAIS kans-classificatie (TNO, ref. 3 en 4). De kans betreft bevingen met een magnitude $M > 1.5$.

	Reeds bevende voorkomens
$\Delta P/P_{ini} \geq 28\%$	$B > 0,86$ en $E \geq 1,34$: $P_h = 0.42 \pm 0.08$
	$B > 0,86$ en $1,01 \leq E \leq 1,33$: $P_h = 0.19 \pm 0.05$
	$B < 0,86$ en/of $E < 1,01$: verwaarloosbare kans
$\Delta P/P_{ini} < 28\%$	Verwaarloosbare kans

De grenswaarde voor de drukval als gevolg van gaswinning waaronder geen geïnduceerde bodemtrillingen zijn gemeten, is 28% van de initiële reservoirdruk. De drukval in het Diever voorkomen zal deze grenswaarde waarschijnlijk overschrijden.

De B-factor is berekend op 0.67. Het veldcontour en de breuken die gebruikt zijn als basis voor de berekeningen is het *Diever_RO_GWC* contour, zoals weergegeven Figuur 14-1, conform het voorgeschreven DHAIS protocol (ref. 4). De breuken die zijn meegenomen zijn die aan de noordelijke rand van het GWC contour, en de 2 intra-field breuken. Zoals te zien is in Figuur 4-2 hebben de intra-field breuken een klein verzet. Het meenemen van deze breuken is daarom een conservatieve (ruime) benadering.

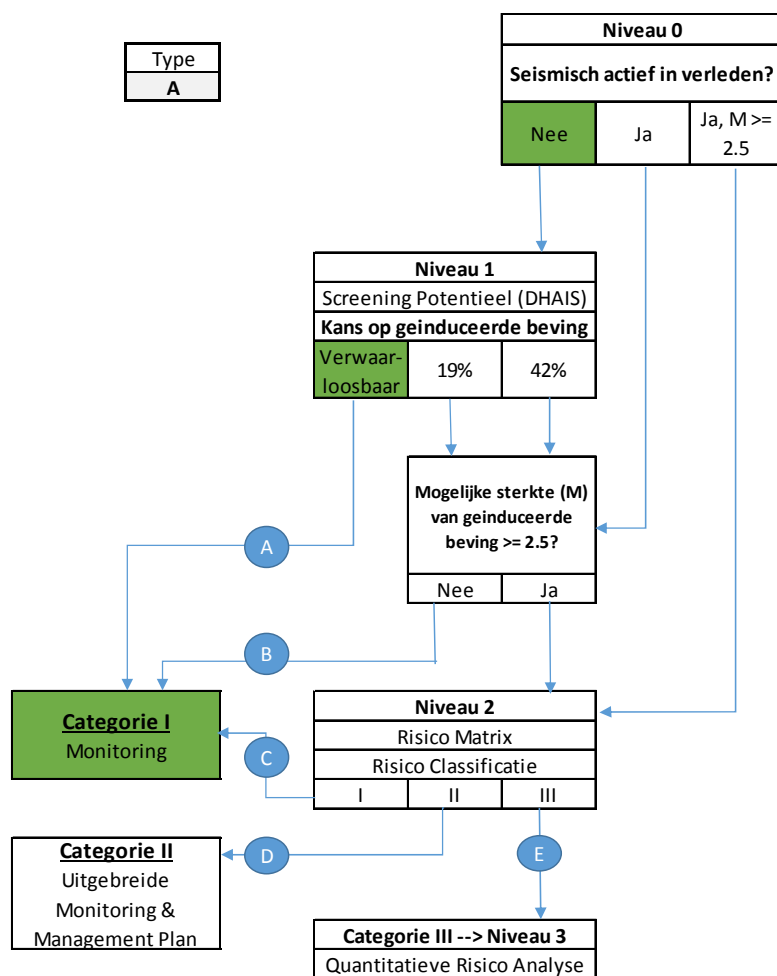
Aangenomen is dat productie plaatsvindt uit de volledige Slochteren en Ten Boer (netto dikte 34.7 meter). De gesteente-stijfheid is verwerkt in de E factor, die is berekend op 1.79 (Tabel 17-2).

De uitkomst van deze Niveau 1 analyse is dat de kans op een trilling met een magnitude van minimaal 1.5 verwaarloosbaar is. Deze conclusie is schematisch weergegeven in Figuur 17-1.

De uitkomst van de SRA in dit winningsplan is anders dan in het vorige winningsplan (2016). Het verschil wordt veroorzaakt door de B-factor, welke in het winningsplan van 2016 berekend werd op 2.11. Hierdoor was het resultaat van de SRA in dat winningsplan ook een Categorie I risico, maar met een 42% kans op een geïnduceerde beving ($M > 1.5$) en een M_{max} van 2.8 (type C, zie Figuur 17-1). De Niveau II analyse resulteerde vervolgens in Categorie I.

De hier gepresenteerde SRA is gebaseerd op een nieuwe geologische interpretatie van de ondergrond ter plaatse van het Diever voorkomen. Hierin is het grensvlak tussen het gashoudend gedeelte en de breuken kleiner als gevolg van het verschuiven van de GWC contour (zie geologische kaart hoofdstuk 14), waardoor de B-factor op 0.67 berekend is.

De SRA van beide winningsplannen resulteert dus in een Categorie I risico; in het vorige winningsplan was dit een type C, terwijl dit winningsplan type A geeft volgend de SRA beslisboom (zie Figuur 17-1)



Figuur 17-1 SRA beslisboom toegepast voor Diever. De uitkomst is Categorie-I.

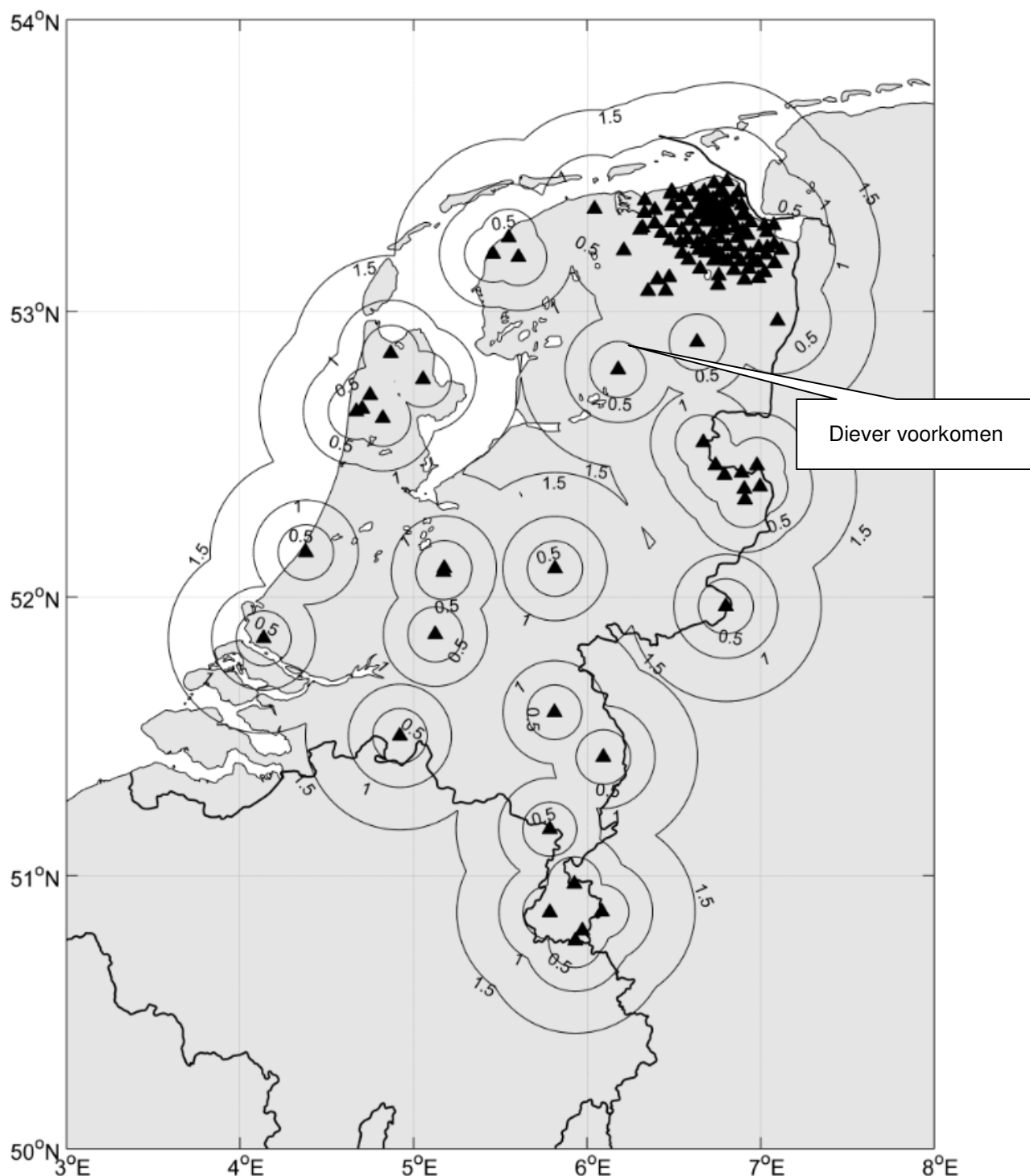
Tabel 17-2 Parameters voor SRA Diever.

Depth (GWC)	[mTVDss]	2108
Initial pressure	[bar]	237
Dp/Pini	[-]	94%
Total Fault Length	[m]	4800
Longest Fault	[m]	3100
Area @ GWC	[km2]	2.92
h of gas column	[m]	34.7
B factor	[-]	0.67
Data sources E		APS-02 RO
		APS-02 ZEZ1
Overburden, Vp	[m/s]	5305
Overburden, Vs	[m/s]	2964
Overburden, rho	[kg/m3]	2796
Reservoir, Vp	[m/s]	4054
Reservoir, Vs	[m/s]	2436
Reservoir, rho	[kg/m3]	2435
Static E Overburden	[GPa]	39.70
Static E Reservoir	[GPa]	22.19
E factor	[-]	1.79

De waarden voor de Young's modulus E zijn gecorrigeerd van dynamisch naar statisch.

17.2.1 Niveau 2: Risico Matrix

Omdat de DHAIS kans verwaarloosbaar is doordat de breukdichtheid laag is, is een Niveau-2 analyse niet nodig. Voor de volledigheid is hieronder wel een kaart van het KNMI seismometer-netwerk gegeven. Zie ook paragraaf 7.4.



Figuur 17-2 Seismische detectie-stations en detectie-drempel-magnitude. Aangepast met stations tot juli 2018, naar Fig. 2a uit KNMI Ref. 11

18 Bijlage: Gedetailleerde impactanalyse bodemdaling

18.1 Inleiding

In zuidwest Drenthe ten noorden van Vledder wordt gas gewonnen uit het gasvoorkomen Diever. Het gas wordt met een winningsinstallatie geproduceerd op de productielocatie Wapse. De gaswinning tot uiterlijk 2034 leidt tot (verdere) bodemdaling en kan mogelijke gevolgen hebben voor de waterhuishouding (grondwater, oppervlaktewater, waterkwaliteit en waterveiligheid) en natuur. Rondom gaswinning Diever bedraagt de totale bodemdaling (vanaf start tot einde productie) maximaal 3,7 cm, waarvan circa 3 cm nog optreedt per 2018. Deze bijlage geeft een beoordeling van de effecten van deze bodemdaling op de waterhuishouding en natuur.

18.2 Gebiedsbeschrijving

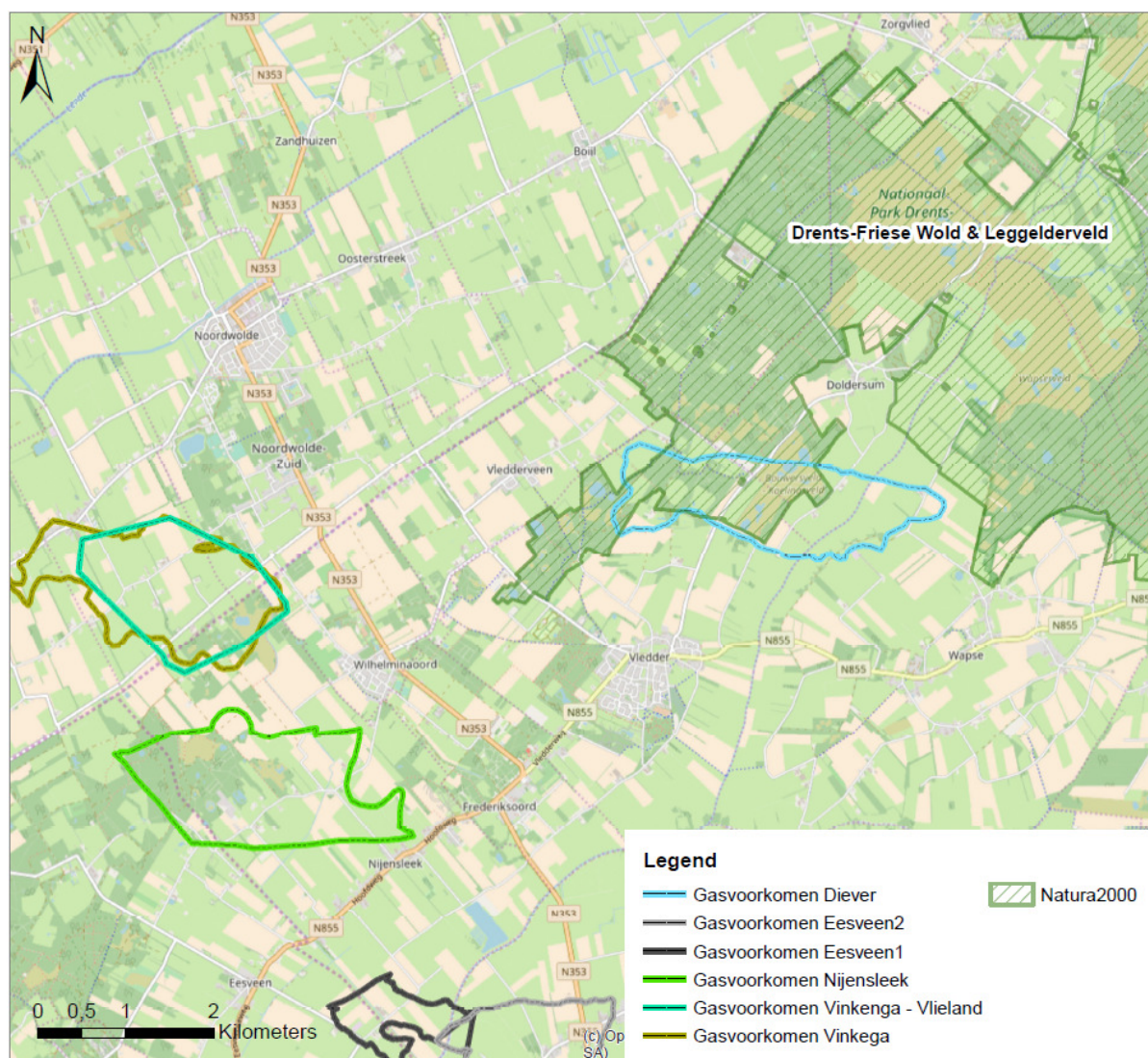
Figuur 18-1 geeft het gebied rondom de gasvoorkomens weer. Het gasvoorkomen Diever ligt in de gemeente Westerveld vlakbij de grens tussen provincie Drenthe en Friesland en omvat een gebied van circa 5 bij 10 kilometer. Het gebied is ingericht voor de functies landbouw, natuur en bebouwing.

Rondom het gasvoorkomen liggen diverse dorpen. Rondom de gasvoorkomens ligt de bebouwing van Doldersum, Wapse Vledder, Vledderveen, Wilhelminaord, Noordwolde en Noordwolde-Zuid.

Het gasvoorkomen Diever ligt onder het Natura2000 gebied het Drents-Friese Wold & Leggelderveld. Het Drents-Friese Wold & Leggelderveld heeft een oppervlakte van circa 7.000 hectare (ref. 26). Het grootste deel van het Natura 2000-gebied Drents- Friese Wold wordt gevormd door het gelijknamige Nationaal Park, dat met een oppervlakte van meer dan 6.000 ha het grootste aaneengesloten bos- en natuurgebied op de zandgronden van Noord-Nederland is. Het Aekingerzand met 1.000 hectare is het grootste stuifzandgebied van Noord-Nederland.

De begrenzing van het natuurgebied ten opzichte van de gasvoorkomens is weergegeven in Figuur 18-1.

Ten zuidwesten van het gasvoorkomen Diever liggen de gasvoorkomens Eesveen, Vinkega en Nijensleek waar door Vermilion gas wordt gewonnen (zie Figuur 18-1).



Figuur 18-1 Het gebied met de gasvoorkomens en de Natura2000 contour

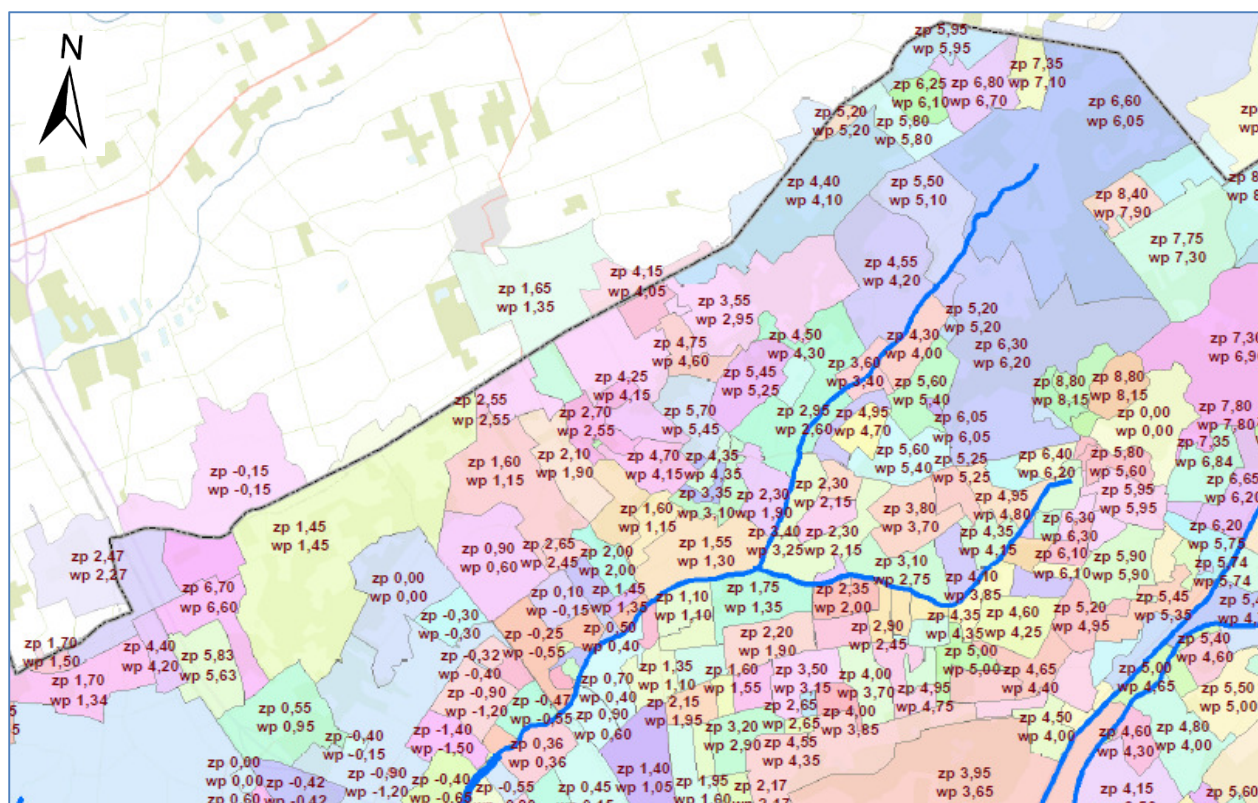
18.3 Waterhuishouding

18.3.1 Watersysteem

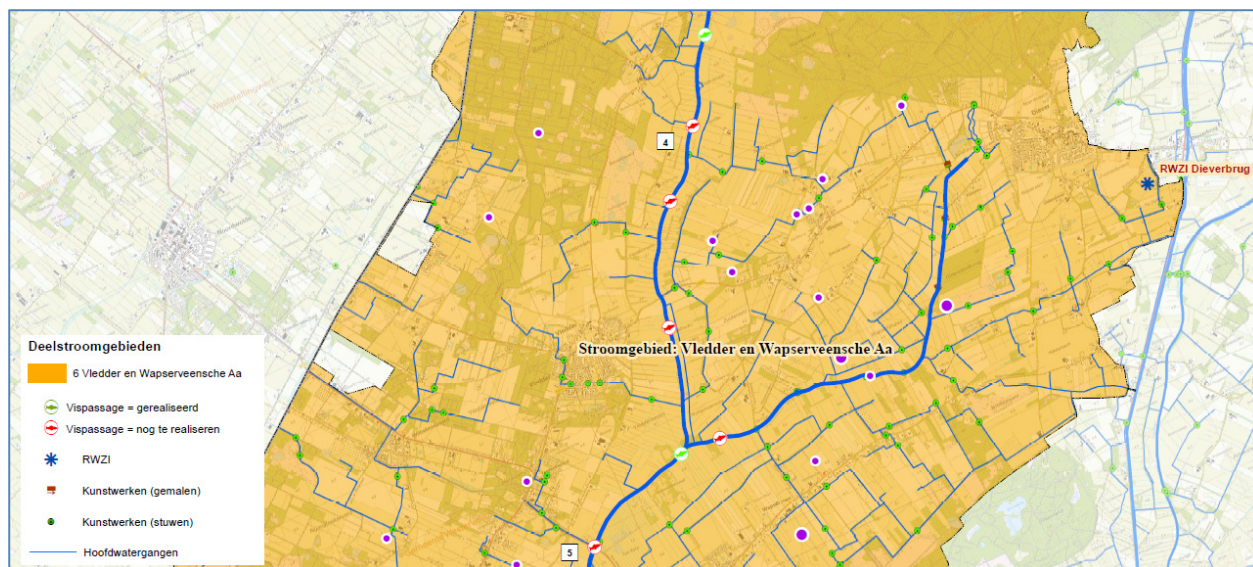
De kaart in Figuur 18-2 en Figuur 18-3 geeft het watersysteem in de omgeving weer. Het is een gereguleerd systeem wat betekent dat de waterpeilen in de diverse hoofd- en schouwwatergangen worden geregeld via diverse kunstwerken (stuwen en gemalen). Er worden verschillende waterpeilen beheerd, afhankelijk van de functie.

Centraal door het landschap stroomt het waterlichaam de Vledder Aa. De Vledder Aa is een kleine beek die afstroomt richting het zuidwesten waar de beek afwatert in de Wapserveense Aa (zie Figuur 18-2). Vanaf de bron tot aan de samenvoeging met de Wapserveense Aa heeft de beek ongeveer 13 km lengte. De Vledder Aa wordt niet bemalen. Wel liggen er een aantal stuwen in het watersysteem.

Het gebied rondom de gaswinning is verdeeld over diverse grotere en kleinere peilvakken. Het hoger gelegen gebied in het noordoosten heeft de hoogste peilen en bestaat uit relatief grote peilvakken met weinig kunstwerken. Het natuurgebied heeft ter plaatse van de stuwen een winter-streefpeil tussen 4,00 en 6,20 m NAP en een zomer-streefpeil tussen 4,30 en 6,30 m NAP. Verder naar het zuiden liggen kleinere peilvakken met lagere peilen variërend van een winterpeil tussen de 1,90 en 3,25 m NAP tot een zomerpeil tussen 2,30 en 3,40 m NAP. De bebouwde gebieden van Wapse, Doldersum en Vledder hebben alle drie een vast peil: Wapse 5,25 m NAP, Vledder 4,35 m NAP en Doldersum 5,20 m NAP.



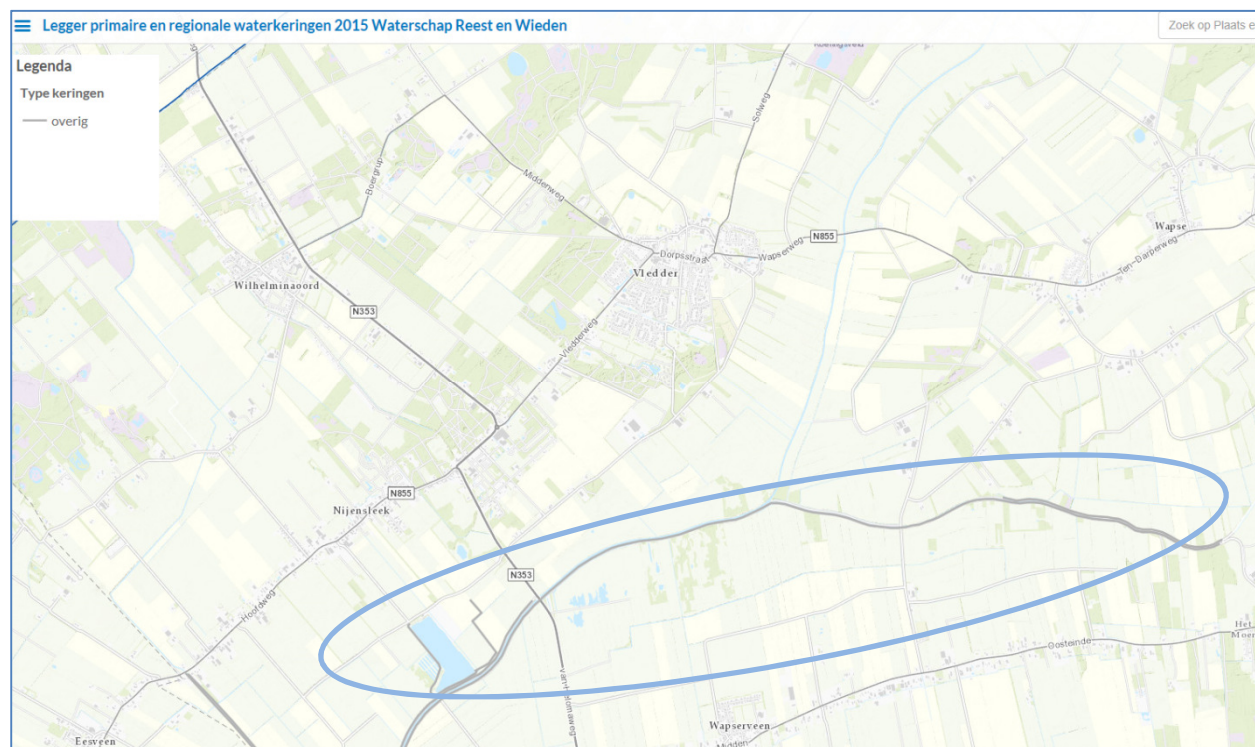
Figuur 18-2 Kaart met hoofdwatersysteem en peilvakken (Bron: Waterschap Drents Overijsselse Delta)



Figuur 18-3 Kunstwerken deelstroomgebied Vledder en Wapserveensche Aa (Bron Waterschap Drents Overijsselse Delta)

18.3.2 Waterkeringen

Langs de Wapseveense Aa ligt een kering die is benoemd als overige kering. Figuur 18-4 geeft de locatie van deze kering weer. Het gaat om circa 5 km overige kering.



Figuur 18-4 Regionale keringen (Bron Waterschap Drents Overijsselse Delta)

18.4 Toekomstige en reeds opgetreden bodemdaling

In de omgeving Diever wordt uit meerdere gasvoorkomens gewonnen. Dit zijn naast gasvoorkomen Diever, gasvoorkomens Eesveen, Vinkega en Nijensleek. De totale (samengestelde) bodemdaling vanaf start tot einde productie uit de verschillende gasvoorkomens is berekend (zie Bijlage, Hoofdstuk 15). De bodemdaling is te zien in Figuur 18-5:

- De uiteindelijke bodemdaling bij einde productie voor de omgeving van het gasvoorkomen Diever bedraagt 1 tot 3,6 cm
- De uiteindelijke samengestelde bodemdaling bij einde productie voor de omgeving van de overige gasvoorkomens in de omgeving Diever bedraagt 1 tot 5,2 cm (door samenstelling van de daling door Nijensleek en Vinkega)

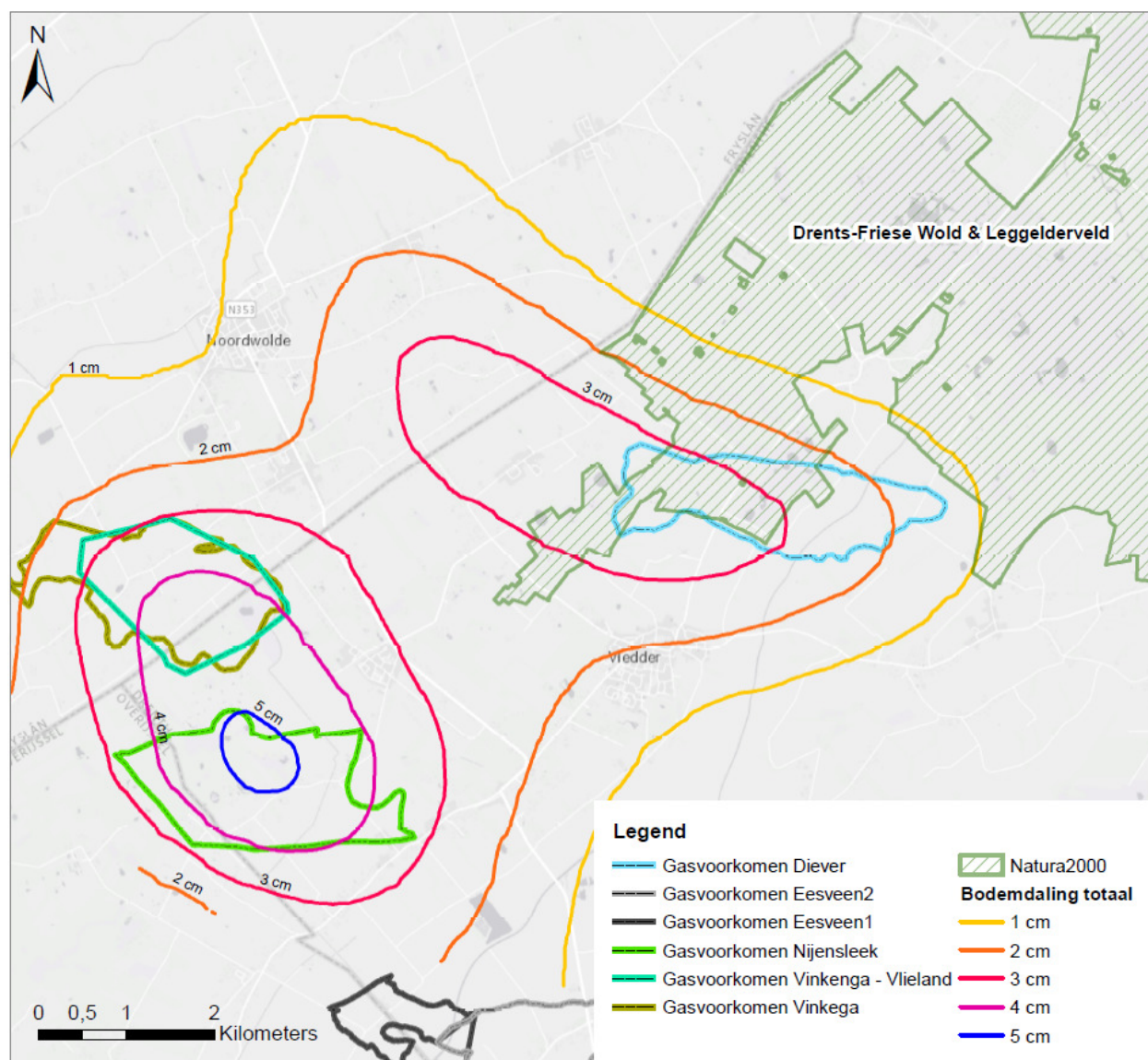
Tussen de bodemdalingscontourlijnen zit gemiddeld per 1 km een verschil van 1 cm.

In de bodem van Diever en omgeving wordt sinds de jaren 90 gas gewonnen. Een deel van de totaal geprognoseerde bodemdaling zoals te zien in Figuur 18-5 is reeds opgetreden. De bodemdaling in het gebied wordt gemonitord d.m.v. een meetplan. Tot 2018 is in omgeving Diever een totale bodemdaling gemeten van maximaal 0,5 cm en in omgeving van de overige gasvelden een bodemdaling van 3,2 cm.

In de periode van 2018 tot einde gaswinning wordt volgens de bodemdalingsprognose nog een cumulatieve bodemdaling als gevolg van gaswinning verwacht, zoals te zien in Figuur 18-6:

- De totale bodemdaling vanaf 2018 tot einde productie voor de omgeving van het gasvoorkomen Diever bedraagt 1 tot 3,2 cm
- De totale bodemdaling vanaf 2018 tot einde productie voor de omgeving van de overige gasvoorkomens in de omgeving Diever bedraagt 1 tot 2 cm

Tussen de bodemdalingscontourlijnen zit gemiddeld per 1 km een verschil van 1 cm.

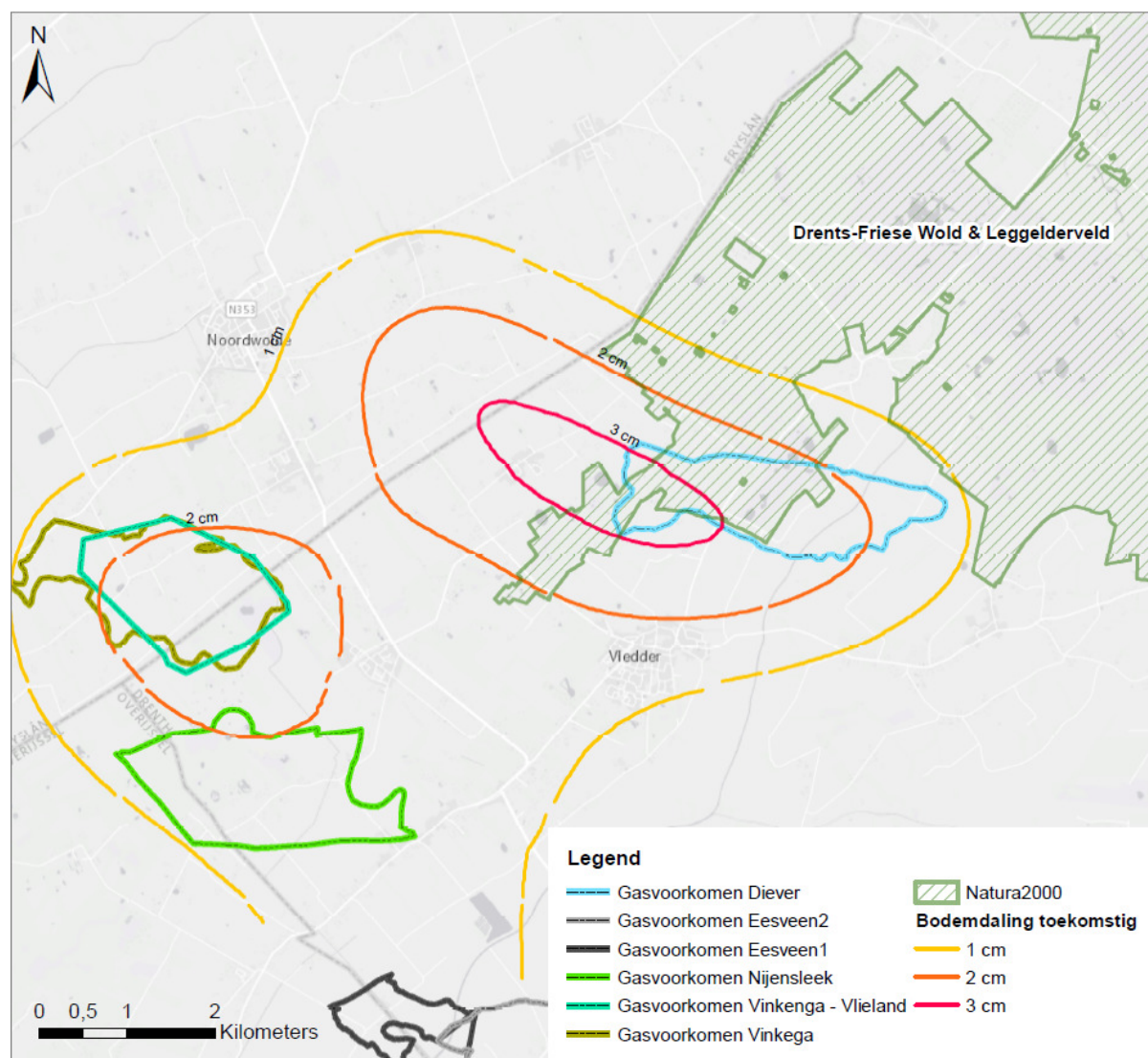


Figuur 18-5 Samengestelde bodemdaling totaal in cm bij einde productie

18.5 Effecten toekomstige bodemdaling

De bodemdalingscontouren van Diever omvatten een gebied van 5 bij 10 km. Binnen de bodemdalingscontour bevinden zich landbouwgronden en het Natura2000 gebied Drents-Friese Wold & Leggelderveld. De bebouwing van Vledder, Vledderveen, Noordwolde en Noordwolde-Zuid vallen (gedeeltelijk) binnen de bodemdalingscontour van Diever.

De volgende paragrafen beschrijven de effecten als gevolg van de toekomstige bodemdaling vanaf 2018 tot einde gaswinning op de huidige waterhuishouding en natuurwaarden in de omgeving van gasvoorkomen Diever. De beoordeling van de bodemdaling ter plaatse van de overige gasvoorkomens valt buiten voorliggende effectbeoordeling.



Figuur 18-6 Toekomstige bodemdaling in cm vanaf 2018 tot einde productie (samengesteld)

18.5.1 Oppervlaktewater/grondwater: verandering van drooglegging

Drooglegging is het verschil tussen het waterpeil en het maaiveld. In principe leidt bodemdaling als gevolg van gaswinning niet direct tot een afname van de drooglegging. Immers het peil regulerende kunstwerk daalt gelijkmatig met het maaiveld, waardoor het verschil tussen peil en maaiveld ongewijzigd blijft. Op het moment dat er sprake is van een bodemdalingsverschil binnen een peilgebied of een deel van het peilgebied kan er zowel sprake zijn van vernatting als verdroging. Vernatting treedt op als het peil regulerend kunstwerk binnen het peilvak minder zakt dan een deel van het maaiveld binnen het peilgebied. Voor verdroging geldt het omgekeerde. Deze situaties doen zich veelal voor bij peilgebieden van een aanmerkelijke omvang en/of steile bodemdalingscontouren.

Uitgaande van de situatie dat het waterschap het huidige peil ten opzichte van NAP handhaaft, heeft dit effect voor de functies akkerbouw, natuur en de bebouwing. Bij een gehandhaafd peil verandert de drooglegging en zal de grondwaterstand conform de bodemdaling stijgen, met vernatting tot gevolg.

In deze notitie is als uitgangspunt gehanteerd dat er sprake is van negatieve effecten op de waterhuishouding in het bebouwd- en landbouwgebied bij een bodemdalingsverschil van 5 cm of meer of een afname van de drooglegging van meer dan 5 cm. Dit uitgangspunt is overgenomen van de methodiek schadebepaling die de Commissie Bodemdaling Aardgaswinning Fryslân hanteert. Voor de beoordeling Natura2000 geldt dat er mogelijk sprake is van negatieve effecten bij een bodemdalingsverschil van 1 cm of meer of een afname van de drooglegging van meer dan 1 cm. Dit is afhankelijk van vegetatietype en natuurdoelstellingen.

18.5.2 Effect op landbouw

Bij een gehandhaafd peil zal de grondwaterstand conform de bodemdaling stijgen. Op de gronden in gebruik als landbouw treedt een bodemdaling van nog 1 tot 3 cm tot aan einde gaswinning op. Deze bodemdaling is minder dan 5 cm, waardoor er geen negatieve effecten voor landbouwgronden optreden.

Als het waterschap er voor kiest om het peil niet de bodemdaling te laten volgen maar op het huidige NAP peil houdt, zal een vermindering van de drooglegging van 1 tot 3 cm optreden. Dit is echter zeer beperkt en leidt niet tot significante vernatting van de landbouwpercelen.

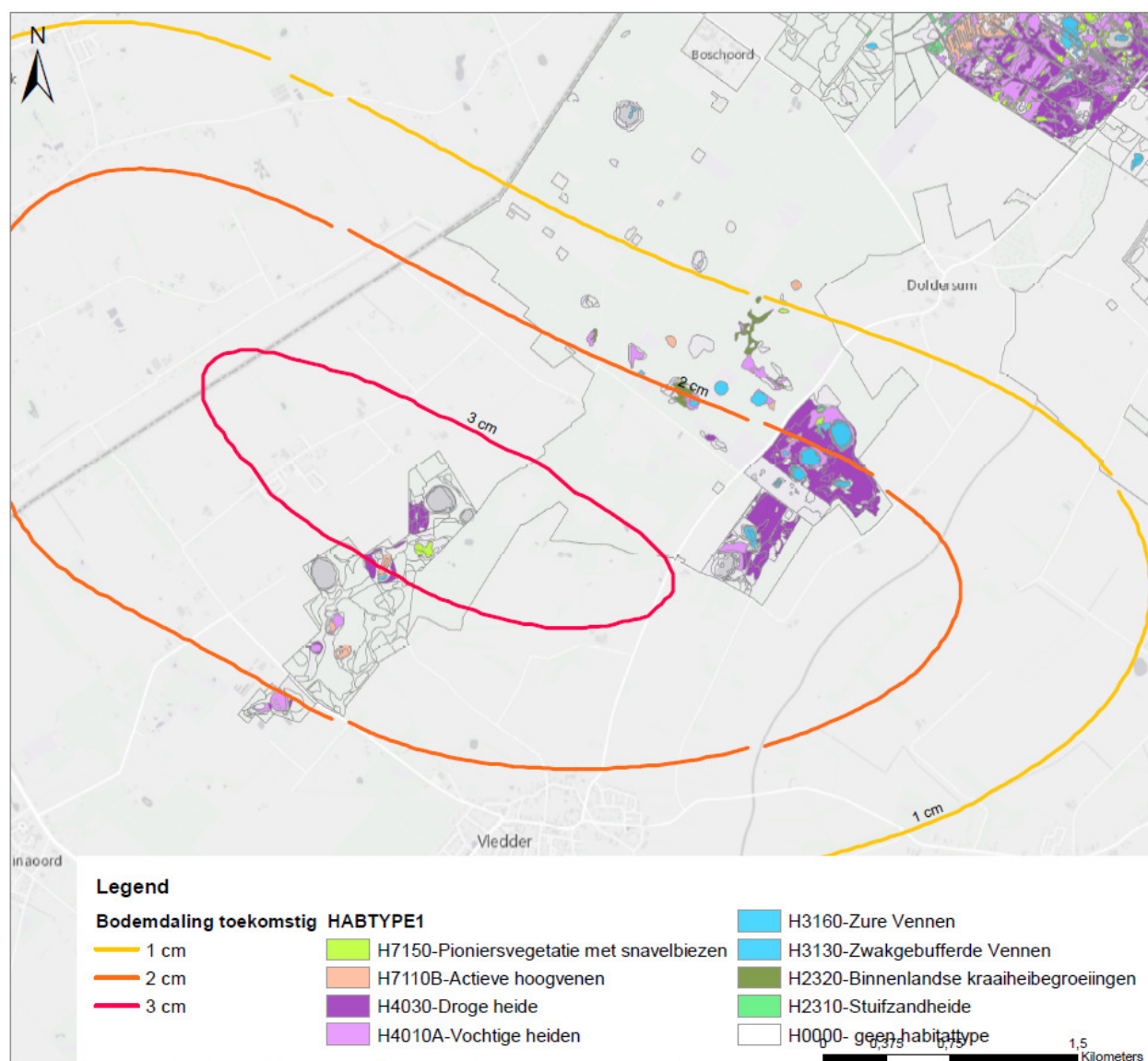
18.5.3 Effect op bebouwing

Voor de bebouwing van Vledderveen geldt een toekomstige bodemdaling van nog 2 tot 3 cm tot einde gaswinning. Voor de bebouwing van Vledder, Noordwolde en Noordwolde-Zuid daalt de bodem nog 1 cm tot einde gaswinning.

De diepe bodem zakt hier integraal naar beneden met de fundering en de kunstwerken die de drooglegging bepalen. De drooglegging verandert hierdoor niet en er is geen sprake van zetting van de ondergrond ten opzichte van de fundering of ongelijkmatige zetting op gebouwniveau. Hierdoor ontstaan geen schadelijke gevolgen door het optreden van zetting. Als het waterschap er voor kiest om het peil niet de bodemdaling te laten volgen maar op het huidige NAP peil houdt, zal een vermindering van de drooglegging van 1 tot maximaal 3 cm optreden. Dit leidt niet tot negatieve effecten.

18.5.4 Effect op natuur

Het Natura 2000 Drents-Friese Wold & Leggelderveld gebied omvat diverse habitattypen zoals te zien in onderstaande figuur. Binnen de bodemdalingscontour gaat het om de habitattypen H4010A Vochtige heiden, H4030 Droge heide, Actieve hoogvenen, H3160 Zure Vennen, H7150 Pioniersvegetatie met snavelbiezen en H2320 Binnenlandse kraaiheibegroeiingen. De bosgebieden hebben geen habitatype. Hiervan gelden H7150 Pioniersvegetatie met snavelbiezen, H7110B Actieve hoogvenen, H4010A Vochtige heiden en H3160 Zure Vennen als habitattypen die afhankelijk zijn van ondiepe grondwaterstanden.



Figuur 18-7 Toekomstige bodemdaling en habitattypen N2000

In het N2000 gebied Drents-Friese Wold & Leggelderveld daalt de bodem nog 1 tot maximaal 3 cm. Voor de waterhuishouding zijn streefpeilen bepaald. In de zuidwestelijke delen van Drents-Friese Wold & Leggelderveld treedt ter plaatse van de stuwen die het waterpeil bepalen een bodemdaling op van 2 cm. Op grotere afstand van de stuw, op de hoger gelegen delen van het peilvak, neemt de invloed van de stuw op het (grond)waterpeil af. Het natuurgebied is grotendeels vrij afwaterend.

Doordat het gebied is ingericht met weinig stuwen (zie Figuur 18-3) en hierdoor grote peilvakken zijn gecreëerd, kunnen er verschillen in drooglegging per peilvak ontstaan. Dit komt doordat binnen één peilvak dan verschil in bodemdaling ontstaat. In het Drents-Friese Wold & Leggelderveld gaat het om een totale bodemdaling van 1 tot 3 cm bodemdaling. Het bodemdalingsverschil binnen de peilvakken ter plaatse van de grondwaterstandafhankelijke vegetatie in het natuurgebied is minder dan 1 cm. Hierdoor zal theoretisch een verdroging kunnen optreden van minder dan 1 cm op grondwaterstandsafhankelijke vegetatie waarmee geen negatieve effecten worden verwacht.

Indien het waterschap besluit om het peil niet de bodemdaling te laten volgen, maar gelijk te houden ten opzichte van NAP, treedt ter plaatse van de stuwen vernatting op doordat de peilen gehandhaafd blijven, de bodem daalt en de drooglegging hierdoor verkleint. De vernatting is ter plaatse van de stuw het grootst en kan voor bepaalde vegetatietypen positief zijn.

Voor natuur wordt geadviseerd om het waterpeil niet aan te passen naar de bodemdaling, maar gelijk te houden op NAP waarmee verdrogingseffecten op grondwaterstandsafhankelijke vegetatie worden voorkomen.

18.5.5 Effect op waterberging

De relatieve stijging van het grondwaterpeil leidt in principe tot een afname in de capaciteit van de grondwaterberging. Gezien de bodemdaling van nog maximaal 3 cm tot einde gaswinning is dit effect verwaarloosbaar.

18.6 Waterkwaliteit

Gezien de geringe bodemdaling van nog maximaal 3 cm tot einde gaswinning ontstaan geen negatieve gevolgen ten aanzien van de waterkwaliteit.

18.7 Waterveiligheid – Verandering van opvoerhoogte gemalen en hoogte keringen

Circa 5 km van de overige keringen langs de Wapseveense Aa krijgt te maken met toekomstige bodemdaling vanuit gasvoorkomens Diever en omgeving. In een situatie waar bodemdaling voorkomt en het waterpeil gelijk wordt gehouden ten opzichte van NAP, kan dit een verandering in de kerende hoogte tot gevolg hebben. Het gaat nog om een bodemdaling van 1 cm tot einde productie. Indien de kering opgehoogd dient te worden om toekomstige bodemdaling te compenseren zal over een lengte van ca. 5 km aan twee zijden van de rivier een extra hoogte van 1 cm moeten worden aangebracht.

Indien de kering tevens opgehoogd dient te worden om voor in het verleden opgetreden bodemdaling te compenseren gaat het om totaal maximaal 1,5 cm bodemdaling. In dit geval zal aan twee zijden van de rivier de overige kering over een lengte van 5 km een extra hoogte van 1,5 cm moeten worden aangebracht.

18.8 Natuur (Wet natuurbescherming)

Voor natuur geldt een zorgplicht vanuit de *Wet natuurbescherming*. Beschermde en aangewezen natuurwaarden mogen niet nadelig worden beïnvloed. Indien nadelige effecten van de activiteiten niet op voorhand uitgesloten kunnen worden, dient hier nader ecologisch onderzoek naar uitgevoerd moeten worden. Op basis van de uitkomsten van dit ecologisch onderzoek wordt bepaald of het noodzakelijk is een ontheffing en/of vergunning aan te vragen in het kader van de Wet natuurbescherming.

Voor bodemdaling als gevolg van gaswinning zal in de voorliggende paragraaf beoordeeld worden in hoeverre nadelige effecten op voorhand kunnen worden uitgesloten. Overige mogelijke effecten op de beschermde natuurwaarden als gevolg van de in dit winningsplan voorgenomen bovengrondse activiteiten, zijn beschouwd in het vergunningentrajec en worden in dit hoofdstuk buiten beschouwing gelaten.

18.8.1 Uitwerking toetsing Wet natuurbescherming

De verwachte bodemdaling in het Drents-Friese Wold & Leggelderveld bedraagt maximaal 3,0 cm. Binnen de peilvakken ter plaatse van de grondwaterstandsafhankelijke vegetatie treedt een bodemdalingsverschil op van minder dan 1 cm waarmee geen negatieve effecten worden verwacht. Er wordt geadviseerd om het waterpeil niet aan te passen naar de bodemdaling maar gelijk te houden op NAP waarmee verdrogingseffecten op grondwaterstandsafhankelijke vegetatie worden voorkomen in het N2000 gebied Drents-Friese Wold & Leggelderveld. Negatieve effecten vanuit de bodemdaling op beschermde natuurwaarden zijn hiermee op voorhand uit te sluiten. Er is geen nader onderzoek in het kader van de Wet natuurbescherming noodzakelijk.

18.9 Effectbeoordeling toekomstige bodemdaling

De omvang van de toekomstige bodemdaling rondom gaswinningslocatie Diever bedraagt nog 1 tot 3 cm. De omvang van de effecten voor grondwater, oppervlaktewater, waterkwaliteit is verwaarloosbaar waardoor geen problemen ontstaan voor landbouw of in bebouwd gebied. In het kader van natuur wordt geadviseerd om het waterpeil niet aan te passen naar de bodemdaling waarmee verdrogingseffecten op grondwaterstandsafhankelijke vegetatie worden voorkomen in het N2000 gebied Drents-Friese

Wold & Leggelderveld. Er is geen nader onderzoek in het kader van de Wet natuurbescherming noodzakelijk.

Circa 5 km van de overige kering langs de Wapseveense Aa krijgt te maken met nog 1,0 cm bodemdaling tot einde productie. Samen met de reeds opgetreden bodemdaling tot 2018 gaat het om maximaal 1,5 cm bodemdaling. Indien de overige kering opgehoogd dient te worden om de toekomstige bodemdaling te compenseren zal over een lengte van ca 5 km aan twee zijden van de rivier een extra hoogte van 1 cm moeten worden aangebracht. Indien ook gecompenseerd moet worden voor reeds opgetreden bodemdaling betreft het een ophoging van maximaal 1,5 cm over beide zijden van ca 5 km overige kering.