

**VERMILION
E N E R G Y**



Vermilion Energy Netherlands

Zuidwal Winningsplan Aanpassing

Versie 3.0

16 november 2018

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave.....	2
Samenvatting	4
Formulier aanvraag instemming winningsplan.....	6
1 Inleiding	9
1.1 Doel van het Winningsplan	9
1.2 Leeswijzer	9
2 Plaats van winning	11
2.1 Voorkomens in dit winningsplan.....	11
2.2 Overzicht ligging voorkomens, gasputten	11
2.3 Schematische weergave gas-behandeling en afvoer	15
3 Boringen.....	16
3.1 Inleiding: Algemene beschrijving van een put.....	16
3.2 Overzicht boringen in voorkomen	18
3.3 Schematische voorstelling putverbuizing(en)	21
3.4 Plaats en wijze waarop koolwaterstoffen in put treden	22
3.5 Putbehandelingen	22
4 Ondergrond	24
4.1 Inleiding: hoe worden de ondergrond-eigenschappen gemeten.....	24
4.2 Geologie en gesteente-eigenschappen van het voorkomen	24
4.2.1 Gesteente-afzetting: reservoir-formaties en afsluitende la(a)g(en)	24
4.2.2 Structuur.....	25
4.2.3 Bron koolwaterstoffen en migratie(patronen)	25
4.2.4 Geologische doorsnede van voorkomen(s)	25
4.3 Gesteente-eigenschappen van de bovenliggende lagen.....	25
4.4 Andere gebruiksmogelijkheden van de ondergrond	26
5 Ontwikkelingsvooruitzichten.....	29
5.1 Inleiding	29
5.2 Historische Productie	29
5.3 Onzekerheden.....	29
5.4 Winningsstrategie & reservoir management.....	29
5.5 Winningsnelheid (hoeveelheden per voorkomen/per jaar)	30
5.6 Duur van de winning	31
5.7 Jaarlijks eigengebruik bij winning.....	31
5.8 Jaarlijks bij winning afgeblazen/afgefakkelde koolwaterstoffen.....	31
5.9 Stoffen die jaarlijks worden mee geproduceerd.....	31
5.10 Jaarlijks bij winning in de ondergrond terug te brengen delfstoffen en andere stoffen	32
6 Bodemdaling	33
6.1 Inleiding: hoe komt bodemdaling tot stand	33
6.1.1 Gaswinning.....	33
6.1.2 De oorzaken van bodemdaling	33

6.1.3	Autonome bodemdaling	34
6.1.4	Metten en voorspellen van bodemdaling	34
6.2	Bodemdalingsmodel en historische bodemdaling.....	35
6.2.1	Gemeten bodemdaling	35
6.2.2	Nog te verwachten bodemdaling.....	36
6.3	Bodemdalingsvooruitzichten en onzekerheid	37
6.4	Monitoring van bodemdaling	40
6.5	Mogelijke gevolgen van de verwachte bodemdaling	40
6.5.1	Gevolgen voor gebouwen en infrastructuur	40
6.5.2	Gevolgen voor natuur en milieu	40
6.6	Maatregelen om (gevolgen van) bodemdaling te voorkomen of te beperken	42
7	Bodemtrilling.....	43
7.1	Inleiding: hoe komen bevingen ten gevolge van gaswinning tot stand.....	43
7.2	Historische bevingen in de voorkomens van dit winningsplan.....	43
7.3	Algemeen kader voor Seismische Risico Analyse	43
7.4	Monitoring van bodemtrillingen	44
7.5	Mogelijke gevolgen van bevingen ten gevolge van gaswinning uit de voorkomens in dit winningsplan	45
7.5.1	Schade aan openbare infrastructuur door bevingen ten gevolge van gaswinning	45
7.5.2	Schade aan bouwwerken door bevingen ten gevolge van gaswinning	45
7.5.3	Schade aan natuur en milieu door bevingen ten gevolge van gaswinning.....	45
7.6	Maatregelen om (de gevolgen van) bodemtrillingen te voorkomen of te beperken.....	45
8	Overige Omgeving Aspecten	46
8.1	Inleiding	46
8.2	Gedragscode.....	46
9	Verklarende woordenlijst.....	47
10	Referenties	48
11	Bijlage: Seismische Risico Analyse: Details en Achtergronden	49
11.1	Algemeen kader voor Seismische Risico Analyse	49
11.2	Seismische Risico Analyse voorkomen Zuidwal.....	50
12	Bijlage: Plattegrondtekening en foto's Mijnbouwlocatie Zuidwal	52
12.1	Foto's Mijnbouwlocatie Zuidwal Platform.....	52
12.2	Plattegrondtekening Mijnbouwlocatie Platform Zuidwal	53
13	Bijlage: Proces-stroomdiagram van Zuidwal Platform	54
14	Bijlage: Schematische voorstelling putverbuizingen	55
15	Bijlage: Ecologische effectbeoordeling bodemdaling en -trilling als gevolg van voortzetting gaswinning Zuidwal	65

Samenvatting

Dit winningsplan is een aanpassing van het winningsplan Zuidwal d.d. 15 december 2015. Het Zuidwal voorkomen bevindt zich in de laatste levensfase.

De reden van de aanpassing is dat de productie van de bestaande putten langer doorgaat dan verwacht. Hierdoor wordt het totale volume, over het gehele leven van het voorkomen, ook iets hoger (maximaal 4%). Dit nieuwe inzicht vereist een aanpassing van de productie voorspellingen. De voortgaande productie wordt niet bewerkstelligd door ingrepen of een andere wijze van winning. De in dit winningsplan beschreven productie gaat slechts om de zogenaamde "tail end" productie.

Vermilion realiseert zich dat het einde van de productie van Zuidwal in zicht komt en dat abandonnering - het definitief beëindigen van de gaswinning door het afsluiten van de putten en het definitief verwijderen van de productiefaciliteiten - aan de orde zal komen. Gezien de ligging van het Zuidwal platform, de productiefaciliteiten, de putten en leidingen in de Waddenzee zal abandonnering moeten plaatsvinden op een veilige manier, die minimale impact heeft op de omgeving. Dit vereist het nodige studiewerk, een goede planning en afstemming met belanghebbenden. Vermilion zal een verwijderingsplan van de faciliteiten rond het Zuidwal voorkomen opstellen. Voor dit verwijderingsplan zal afstemming met diverse overheden en belanghebbenden nodig zijn en goedkeuring door de toezichthouder. De verwachting is dat dit enige jaren zal duren. Gedurende deze periode wil Vermilion de productie van het Zuidwal voorkomen voortzetten zoals beschreven in dit winningsplan. Het abandonneringsplan wordt separaat van het Winningsplan opgesteld en in andere trajecten behandeld.

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

De maximale hoeveelheid productie en de uiterlijke productiedatum staan aangegeven in de tabel hieronder.

Voorkomen:	Zuidwal	
Productie tot uiterlijk:	2040	
Hoeveelheid productie:	14.813.000.000	nm ³
waarvan na 1-1-2018:	580.000.000	nm ³
Seismisch Risico Categorie:	Categorie I	
Verwachte maximale bodemdaling:	14	cm
waarvan na 1-1-2018 verwacht maximaal:	5	cm
Extra bodemdaling als gevolg van het in dit winningsplan beschreven extra volume:	0	cm
Samengestelde bodemdaling verwacht maximaal:	NVT	cm
waarvan na 1-1-2018 verwacht maximaal:	NVT	cm

Vermilion verwacht tussen de 75 en 580 miljoen nm³ aardgas te winnen over de periode 2018-2040 uit het voorkomen Zuidwal. De uiteindelijke hoeveelheid te produceren gas zal afhangen van hoe goed het resterende gas uit het Zuidwal voorkomen naar de productieputten stroomt en geproduceerd kan worden.

De hierboven genoemde bodemdaling is de daling aan het eind van de levensduur van het gasvoorkomen. De maximale bodemdaling in het diepste punt van de bodemdalingsschotel boven het Zuidwal voorkomen blijft binnen de maximale verwachte bodemdaling, zoals vermeld in het vigerende winningsplan Zuidwal d.d. 15 december 2015, van 14 cm. De daadwerkelijk optredende bodemdaling wordt gemonitord via het Zuidwal meetplan dat wordt gecontroleerd door Staatstoezicht op de Mijnen.

Het seismische risico voor het Zuidwal voorkomen is Categorie I, de laagste risico categorie, zoals vermeld in het vigerende winningsplan Zuidwal d.d. 15 december 2015. Het daadwerkelijk optreden van bodemtrillingen wordt gemonitord via het KNMI-meetnet.

Daarmee blijft zowel de verwachte bodemdaling als het seismisch risico binnen de verwachtingen en de aangegeven grenzen zoals vermeld in het vigerende winningsplan Zuidwal d.d. 15 december 2015.

Voor zowel bodemdaling als bodemtrillingen wordt geen schade verwacht, ook niet voor de Waddenzee.

Het winningsplan behoeft de instemming van de Minister van Economische Zaken en Klimaat.

Het gasvoorkomen is gelegen onder het grondgebied van:

Provincie:	Friesland
Waterschap:	Rijkswaterstaat
Gemeenten:	Harlingen, Vlieland

Formulier aanvraag instemming winningsplan**ex artikel 34 lid 1 Mijnbouwwet (Mw) juncto 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****[REDACTED]@minez.nl**

Artikel 1)	Onderwerp	Beschrijving
Mbw 34 lid 1	Verzoek om instemming voor een aanpassing van het winningsplan Zuidwal	☐ een winningsplan voor voorkomens in het continentaal plat vanaf de 3 zeemijlszone ☒ een winningsplan voor voorkomens in Nederlands territorium tot 3 zeemijl Het verzoek tot extensie is vanwege het langer doorgaan van de productie in de eindfase van het voorkomen.
	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	[REDACTED]
	A1.4) E-mail	[REDACTED]@vermilionenergy.com
	A1.5) Fax	+31 (0) [REDACTED]
Mbw 22	A1.6) Indiener	☐ is houder van de vergunning ☒ is uitvoerder cf. artikel 22 Mbw
	A2) Winningsvergunningsgebied(en)	Zuidwal
Mbw 34 lid 1 Mbb 24 lid 1a	A2.1) Voorkomens koolwaterstoffen	Zuidwal
Mbb 24 lid 1a	A2.2) Soort koolwaterstof die wordt gewonnen	☐ olie ☒ hoog calorisch gas ☐ Groningen kwaliteit gas ☐ laag calorisch gas ☐ zwavelhoudend gas ☒ aardgascondensaat
Mbr 1.2.1 lid 3	A3) Bestaande of nieuwe winning	☒ winningsplan voor reeds bestaande winning (inclusief voorziene uitbreiding) ☐ winningsplan voor nieuwe winning
Mbw 38	A4) Samenloop vergunningen Wet milieubeheer	☒ nee, productie neemt plaats op bestaande winning ☐ ja: te weten:

	Bedrijfs- en productiegegevens	Paragraaf
Mbw 35 lid 1	Beknopte beschrijving van het winningsplan	1
Mbw 35 lid 1c Mbb 24 lid 1c,d	Beknopte beschrijving van wijze van winning door middel van (een) mijnbouwwerk(en)	2
Mbb 24 lid 1a	Geologische beschrijving van voorkomen(s)	4.2
Mbb 24 lid 1a Mbb 24 lid 1b	Geologische doorsnede van voorkomen(s)	4.2
Mbw 35 lid 1a Mbb 24 lid 1d,e	Overzicht ligging voorkomens, gasputten	2.2
Mbb 24 lid 1d,e,g	Situering mijnbouwwerken situatietekening /eventueel foto	2.2
Mbb 24 lid 1e,f	Overzicht boringen in voorkomen(s)	3.2
Mbb 24 lid 1g	Schematische voorstelling putverbuizing(en)	3.3
Mbb 24 lid 1h	Plaats en wijze waarop koolwaterstoffen in verbuizing treden	3.4
Mbb 24 lid 2	Productieontwikkeling strategie	5.4
Mbb 24 lid 2	Productie filosofie	5.4
Mbb 24 lid 2	Reservoir management	5.4
Mbw 35 lid 1a,d Mbb 24 lid 1a	Omvang winning (hoeveelheden per voorkomen/per jaar)	5.5
Mbw 35 lid 1b	Duur van de winning (per voorkomen)	5.5
Mbb 24 lid 1i	Stoffen die jaarlijks worden mee geproduceerd	5.9
Mbb 24 lid 1j	Jaarlijks eigengebruik bij winning	5.7
Mbb 24 lid 1j	Jaarlijks bij winning afgeblazen/afgefakkelde koolwaterstoffen	5.8
Mbb 24 lid 1k	Jaarlijks bij winning in de ondergrond terug te brengen delfstoffen en andere stoffen	5.10
Mbw 36 lid 1 sub b	Planmatig gebruik of beheer van delfstoffen, aardwarmte, andere natuurlijke rijkdommen, waaronder grondwater met het oog op de winning van drinkwater, of mogelijkheden tot het opslaan van stoffen	4.4
Mbw 35 lid 1e, Mbb 24 lid 1l	Jaarlijkse kosten onderverdeeld in investeringen, onderhoud, bedrijfsvoering, en de kosten van het verlaten en verwijderen van mijnbouwwerken	Confidentiële bijlage
Mbw 24 lid 1a	Verwachte samenstelling van de aanwezige koolwaterstoffen	5.9

	Gegevens inzake bodemdaling als gevolg van de winning van koolwaterstoffen.	Paragraaf
Mbw 35 lid 1f	Aard van de bodemdaling alsmede de daarmee verband houdende activiteiten	6.1
Mbb 24 lid 1m Mbb 24 lid 1n Mbb 24 lid 1o	Gekalibreerde bodemdaling en bodemdalingprognoses (uiteindelijk verwachte mate van bodemdaling)	6.2, 6.3
Mbb 24 lid 1q	Omvang en aard van de schade	6.5
Mbb 24 lid 1r	Maatregelen om bodemdaling te voorkomen / te beperken	6.6
Mbb 24 lid 1s Mbw 35 lid 1f	Maatregelen die gevolgen van schade door bodemdaling beperken of voorkomen	6.6

	Gegevens inzake bodemtrilling als gevolg van de winning van koolwaterstoffen.	Paragraaf
Mbw 35 lid 1f	Aard van de bodemtrilling alsmede de daarmee verband houdende activiteiten	7.1
Mbb 24 lid 1p	Risicoanalyse bodemtrilling	7.3
Mbb 24 lid 1q	Omvang en aard van de schade	7.5
Mbb 24 lid 1r	Maatregelen om bodemtrillingen te voorkomen / te beperken	7.6
Mbb 24 lid 1s Mbw 35 lid 1f	Maatregelen die gevolgen van schade door bodemtrillingen beperken of voorkomen	7.6

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

Ondertekening	
 Naam:  Functie: Commercial Manager	Datum: 16 november 2018 Plaats: Amsterdam

1 Inleiding

Dit winningsplan is een aanpassing van het Winningsplan Zuidwal d.d. 15 december 2015. Het voorkomen is in de eindfase van de productie. De putten produceren nog steeds door, maar op een lage productiesnelheid. Hierdoor is een extensie van het winningsplan nodig om het resterende gas op deze lage productiesnelheid te kunnen produceren.

De productievoorspellingen zijn geactualiseerd naar aanleiding van dit productiegedrag. Er is verder geen impact op de seismische risico analyse en de bodemdaling voorspellingen. De verwachte bodemdaling en het seismisch risico blijven binnen de verwachtingen en de aangegeven grenzen zoals vermeld in het vigerende winningsplan Zuidwal d.d. 15 december 2015. Deze informatie is gedocumenteerd in dit Winningsplan.

1.1 Doel van het Winningsplan

Vermilion Energy Netherlands B.V. (Vermilion) is houder en uitvoerder van de winningsvergunning Zuidwal. Conform artikel 34 Mijnbouwwet (Mw) dient de winning van koolwaterstoffen te gebeuren overeenkomstig een winningsplan. In het Mijnbouwsbesluit (Mb) is in artikel 24 aangegeven welke informatie het winningsplan moet bevatten.

De winningsvergunning Zuidwal omvat het gasvoorkomen Zuidwal.

De reden voor de aanpassing van het Winningsplan voor het Zuidwal voorkomen is dat de productie van de putten op een laag niveau (tail end productie) langer doorgaat dan voorspeld in het vorige winningsplan.

Tabel 1-1: Geschiedenis winningsplan Zuidwal.

Datum	Versie	Opmerkingen
30 december 2003	1.0	Winningsplan Zuidwal.
18 december 2015	2.0	Actualisatie Winningsplan Zuidwal. Addendum toegevoegd op 29 september 2016.
16 november 2018	3.0	Winningsplan Zuidwal Aanpassing (dit document).

1.2 Leeswijzer

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

Het gasvoorkomen Zuidwal produceert gas vanaf de mijnbouwlocatie Zuidwal Platform. Het gas stroomt via een 20" pijpleiding naar het Harlingen gas behandelstation waar het op export kwaliteit wordt gemaakt. Het gas gaat na behandeling en meting via een ondergrondse transportleiding naar de afnemer. Paragraaf 2.2 geeft aan waar de productielocatie, het voorkomen en de producerende putten zich bevinden.

De verwachte bodemdaling door productie uit het voorkomen Zuidwal wordt beschreven in Hoofdstuk 6. Hierin worden de bodemdalingresultaten beschreven bij de uiteindelijke minimale reservoirdruk van het gasvoorkomen. De modellen laten zien dat de bodemdaling in het diepste punt van de bodemdalingsschotel boven het voorkomen Zuidwal maximaal 14 cm zal zijn. De bodemdaling wordt regelmatig gemonitord volgens een meetplan dat is beoordeeld door Staatstoezicht op de Mijnen (SodM).

Hoofdstuk 7 gaat in op de seismische risico analyse. Het seismische risico voor het Zuidwal voorkomen is Categorie I, de laagste risico categorie. Het daadwerkelijk optreden van bodemtrillingen wordt gemonitord via het KNMI-meetnet.

Winning vindt plaats onder Natura 2000 gebied de Waddenzee. In Bijlage 15, Bijlage: Ecologische effectbeoordeling bodemdaling en -trilling als gevolg van voortzetting gaswinning Zuidwal, wordt aangetoond dat significante negatieve effecten voor de Waddenzee niet te verwachten zijn.

De berekeningen en inschattingen in dit winningsplan 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 Mijnsraad advies uit, gebaseerd op alle eerdere adviezen.

De overige benodigde vergunningen voor de winning uit het Zuidwal voorkomen staan beschreven in Hoofdstuk 8.

Vermilion realiseert zich dat het einde van de productie van Zuidwal in zicht komt en dat abandonnering - het definitief beëindigen van de gaswinning door het afsluiten van de putten en het definitief verlaten van de productiefaciliteiten - aan de orde zal komen. Gezien de ligging van het Zuidwal platform, de productiefaciliteiten, de putten en leidingen in de Waddenzee zal abandonnering moeten plaatsvinden op een veilige manier, die minimale impact heeft op de omgeving. Dit vereist het nodige studiewerk, een goede planning en afstemming met belanghebbenden. Vermilion zal een verwijderingsplan van de faciliteiten rond het Zuidwal voorkomen opstellen. Voor dit verwijderingsplan zal afstemming met diverse overheden en belanghebbenden nodig zijn en goedkeuring door de toezichthouder. De verwachting is dat dit enige jaren zal duren. Gedurende deze periode wil Vermilion de productie van het Zuidwal voorkomen voortzetten zoals beschreven in dit winningsplan. Referentie 20 geeft een vooruitblik op de abandonnering. Het abandonneringsplan wordt separaat van het Winningsplan opgesteld en in andere trajecten behandeld.

Een klein onderdeel van het winningsplan wordt apart toegezonden aan het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat. Dit vertrouwelijke deel bevat bedrijfsgevoelige informatie en kan Vermilion's concurrentiepositie in gevaar brengen. Dit onderdeel is daarom niet openbaar. Het onderdeel bevat informatie over de verwachte investeringskosten, productiekosten, abandonneringskosten alsmede concurrentiegevoelige details over putten en gasvolumeberekeningen.

2 Plaats van winning

2.1 Voorkomens in dit winningsplan

Dit winningsplan beschrijft de productie uit het Zuidwal voorkomen.

Dit voorkomen is in de jaren '80 ontwikkeld door de toenmalige concessie houder Elf Petroland. Sinds 1988 wordt er gas gewonnen uit het Zuidwal voorkomen.

Er zijn in totaal 10 putten geboord om het Zuidwal voorkomen zo efficiënt mogelijk te kunnen produceren.

De producerende formatie van het Zuidwal voorkomen is de Vlieland Zandsteen.

2.2 Overzicht ligging voorkomens, gasputten

Het gasvoorkomen Zuidwal ligt in de winningsvergunning Zuidwal, zie Figuur 2-1.

Figuur 2-2 is een topografische kaart met de locatie van het gasvoorkomen Zuidwal, de mijnbouwlocatie waarvandaan het gasvoorkomen wordt geproduceerd, de putten en de pijpleidingen.

Tabel 2-1 geeft een lijst van de provincies, waterschappen en gemeenten waaronder het gasvoorkomen Zuidwal is gelegen.

Tabel 2-1: Lijst met provincie, gemeente(n) en waterschap(pen) waaronder het gasvoorkomen Zuidwal is gelegen.

Provincie:	Friesland	Zie Figuur 2-3
Waterschap:	Rijkswaterstaat	Zie Figuur 2-4
Gemeenten:	Harlingen, Vlieland	Zie Figuur 2-5

Het Zuidwal Platform staat bekend onder de afkorting "PE-ZW-PA", zie Tabel 2-2 voor detail informatie. Bijlage 12 geeft een plattegrondtekening van de mijnbouwlocatie Zuidwal Platform en foto's van deze locatie.

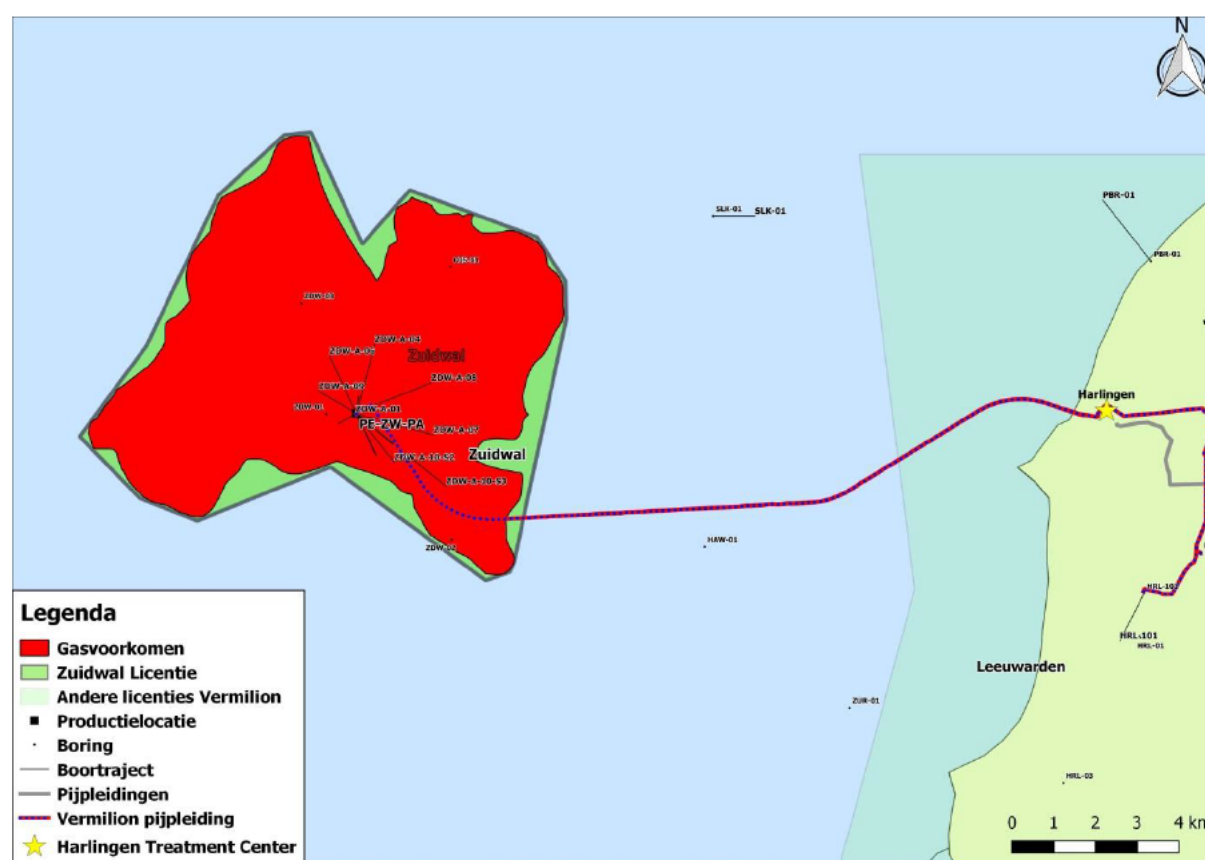
PE-ZW-PA Coördinaten	X	Y
RD	140 190 00	577 780 00
UTM 3 degr	644 792 27	5 895 416 66
Geografisch	5 10' 01 02" E	53 11' 14 05" N
Afstand tot Harlingen Behandelingstation	±17 km	

Tabel 2-2: Detail gegevens Mijnbouwlocatie Zuidwal Platform.

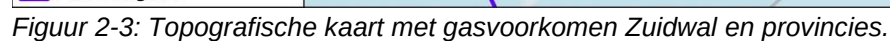
Tabel 2-3 geeft de putten weer die zijn geboord in het Zuidwal voorkomen vanaf de locatie Platform Zuidwal en de huidige status van deze putten.

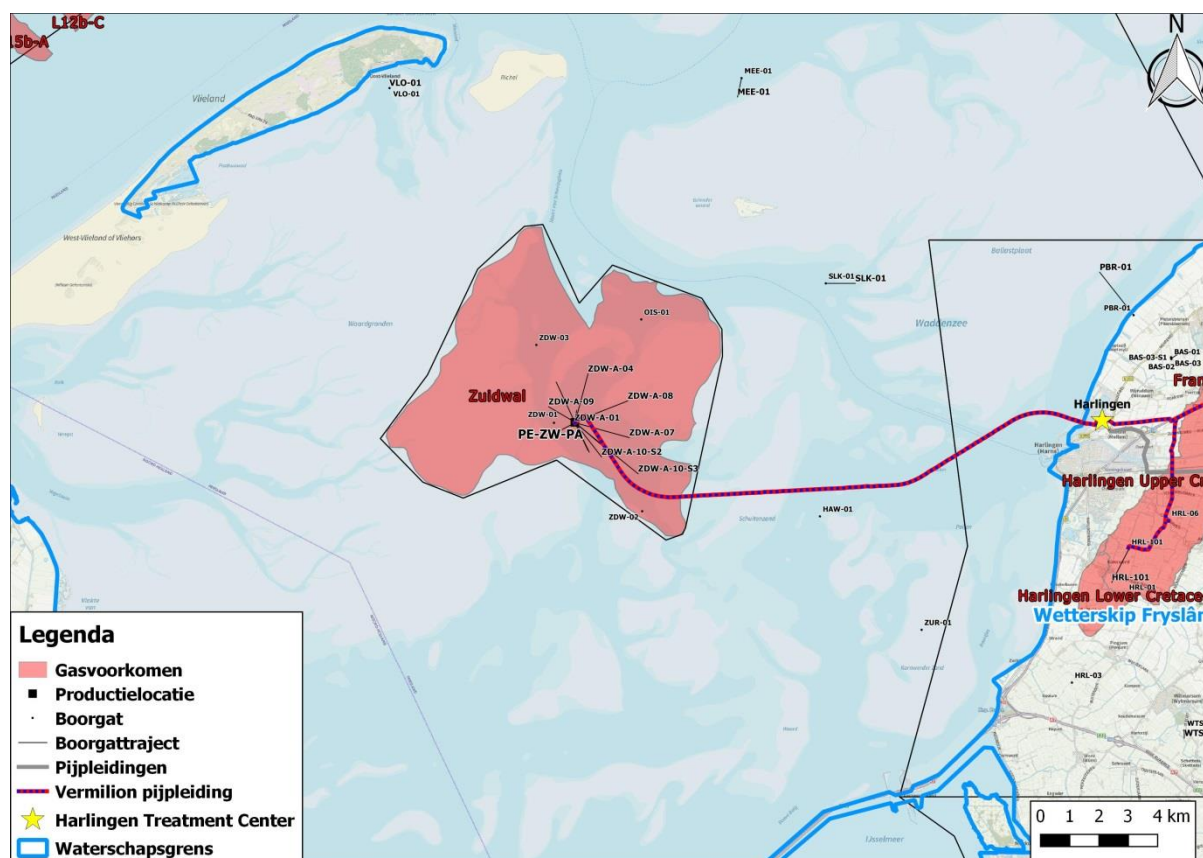
Tabel 2-3: Putten geboord vanaf de mijnbouwlocatie Zuidwal Platform en de status van deze putten.

Put	Jaar geboord	Gas reservoir	Status
ZDW-A-01	1987	Vlieland	Productie
ZDW-A-02	1987	Vlieland	Productie
ZDW-A-03	1988	Vlieland	Ingesloten
ZDW-A-04	1988	Vlieland	Productie
ZDW-A-05	1988	Vlieland	Ingesloten
ZDW-A-06	1988	Vlieland	Productie
ZDW-A-07	1988	Vlieland	Productie
ZDW-A-08	1988	Vlieland	Productie
ZDW-A-09	1988	Vlieland	Productie
ZDW-A-10	2004	Vlieland	Ingesloten

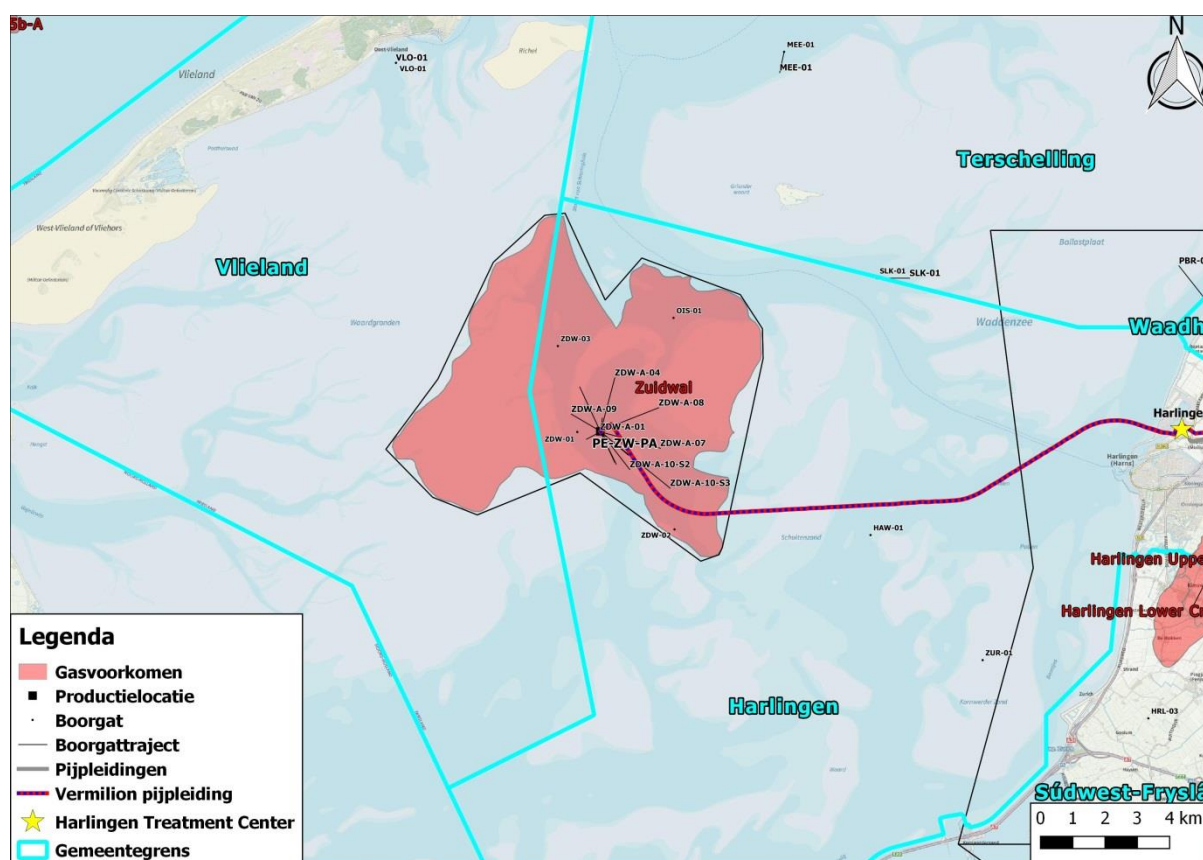


Figuur 2-1: Kaart van winningsvergunning Zuidwal.





Figuur 2-4: Topografische kaart met gasvoorkomen Zuidwal en waterschappen.



Figuur 2-5: Topografische kaart met gasvoorkomen Zuidwal en gemeenten.

2.3 *Schematische weergave gas-behandeling en afvoer*

Op de mijnbouwlocatie “Zuidwal Platform” wordt het gas samen met de mee geproduceerde vloeistoffen (water en aardgas condensaat) van de verschillende putten samen gebracht. Er vindt geen scheiding van het gas en mee geproduceerde vloeistoffen plaats op het platform. De gehele productiestroom wordt via een 20” leiding naar het gas verwerkings-station in Harlingen (HTC, Harlingen Treatment Centre) getransporteerd.

Bijlage 13 toont het proces-stroomdiagram van de mijnbouwlocatie Zuidwal.

Op het HTC wordt het gas op gewenste specificatie gebracht en vervolgens via een ondergrondse pijpleiding aan de afnemer geleverd.

Het afgescheiden water wordt via vrachtwagens afgevoerd van HTC en via een Vermilion locatie teruggevoerd in de diepe ondergrond of verwerkt door een erkende verwerker.

Het condensaat wordt van HTC per vrachtwagen afgevoerd naar de afnemer.

3 Boringen

3.1 Inleiding: Algemene beschrijving van een put

Figuur 3-1 is een schematische weergave van een gasproductieput. 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 verbuizingen wordt voorkomen, dat stroming van vloeistoffen optreedt tussen verschillende aardlagen via de ruimte tussen boorgatwand en verbuizingen. Een liner is een metalen verbuizing die niet helemaal tot aan de oppervlakte gaat maar eindigt in de laatste metalen verbuizing. De liner wordt vast gecementeerd in de laatste metalen verbuizing en de boorgatwand.

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

De diepte waar een nieuwe buizenserie wordt aangebracht, hangt af van de diepte van het gat, de eigenschappen, de dikte en de druk van de vloeistoffen in de aardlagen. Nadat de laatste verbuizing is gecementeerd wordt de put afgewerkt.

Het aardgas wordt door een productie stijgbuis, ook wel tubing genoemd, geproduceerd. De productie stijgbuis zit onderin de put met een productie packer vast aan de metalen verbuizing. De ruimte tussen de productie stijgbuis en de metalen verbuizing wordt A-annulus genoemd.

Er worden perforaties gemaakt in de metalen verbuizing tegenover het gasvoorkomen. Door deze gaten stroomt het gas van het voorkomen de productieput in.

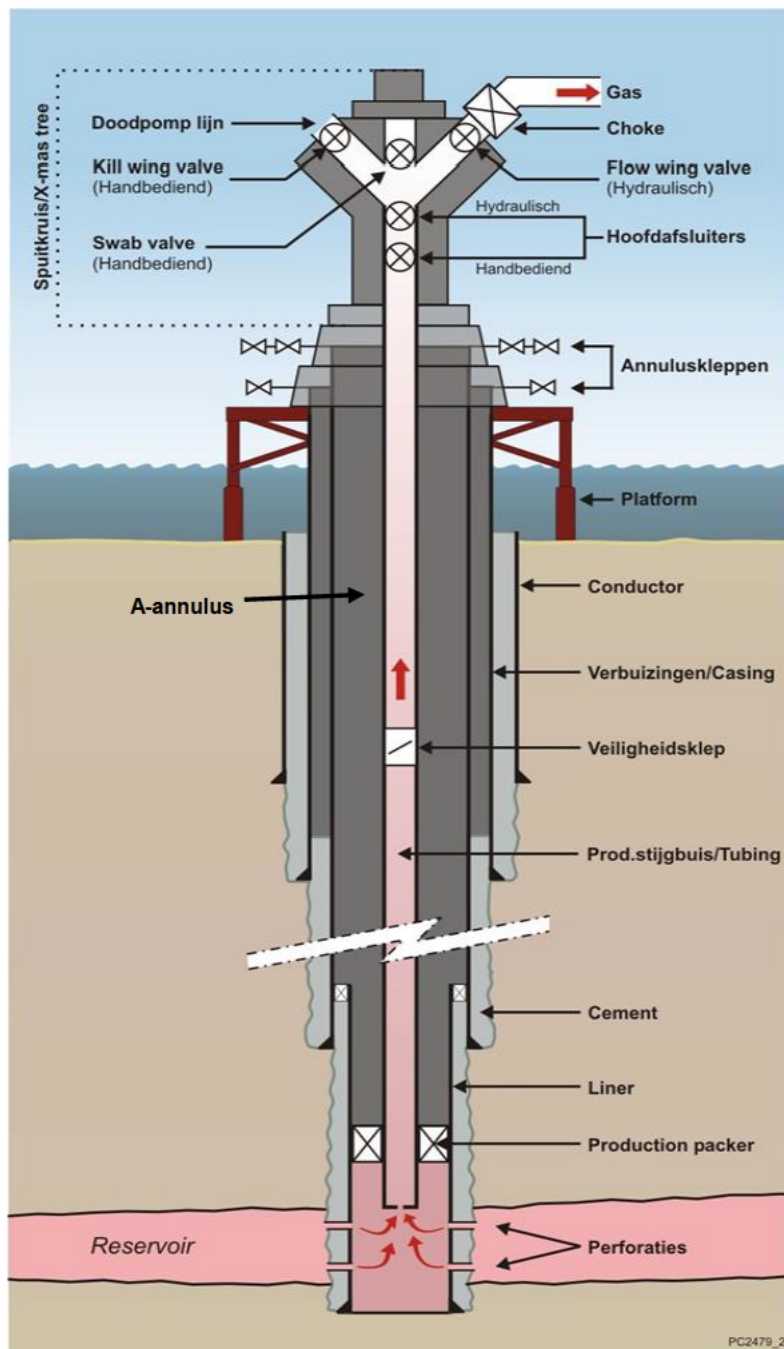
De put is voorzien van beveiligingskleppen, die met behulp van hydraulische druk kunnen worden geopend, respectievelijk kunnen worden opengehouden, en voorts (in noodgevallen) kunnen worden dicht gestuurd.

In de put zijn de volgende beveiligingskleppen aanwezig:

- een ondergrondse veiligheidsklep in de stijgbuis van de put
- er zijn 2 hoofdafsluiters op het spuitkruis van de put; de bovenste hoofdafsluiter wordt hydraulisch aangestuurd, de onderste hoofdafsluiter is handbediend.

Een producerende put is aan de oppervlakte voorzien van kraan- en afsluitwerk, het spuitkruis, om de gasstroom te verwerken. Het spuitkruis wordt ook wel de X-mas tree genoemd.

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



Figuur 3-1: Schematische weergave van een gasproductieput.

3.2 Overzicht boringen in voorkomen

Tabel 3-1 is een overzicht van de geboorde putten in het Zuidwal voorkomen.

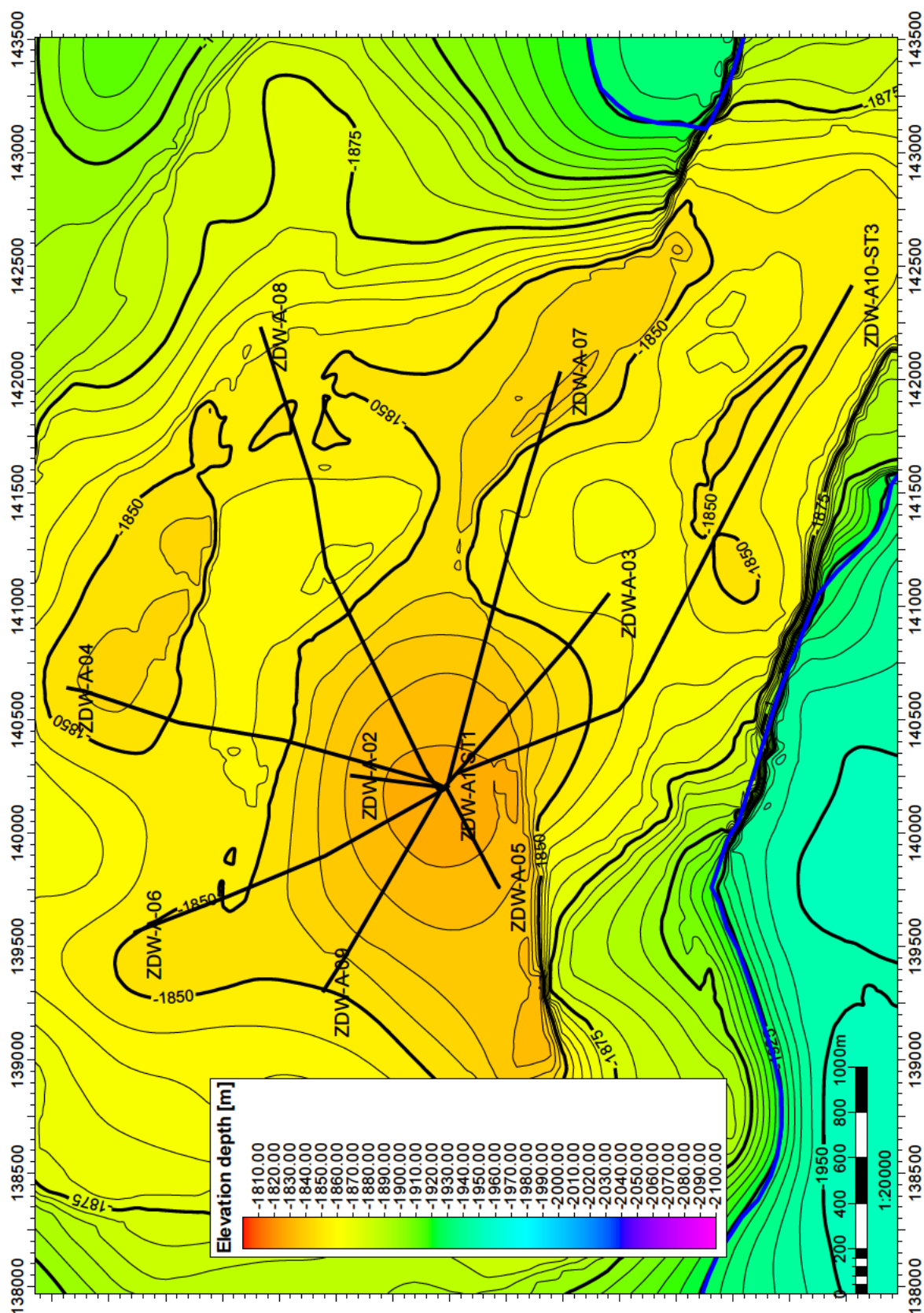
Het is mogelijk om met deze 10 putten het hele gasvoorkomen Zuidwal te produceren. Er zijn geen plannen om nieuwe putten te boren in het Zuidwal voorkomen. Er zijn geen plannen om aftakkingen te boren in het Zuidwal voorkomen.

Figuur 3-2 is de Vlieland top structuur kaart met de putten. Figuur 3-3 is een zoomed in versie van de Vlieland top structuur kaart met de putten.

Put	Jaar geboord	Gasvoorkomen	Cumulatieve gas productie per 1 januari 2018 [x10 ⁶ nm ³]	Status
ZDW-A-01	1987	Vlieland	1.781	Producerend
ZDW-A-02	1987	Vlieland	1.630	Producerend
ZDW-A-03	1988	Vlieland	417	Ingesloten
ZDW-A-04	1988	Vlieland	1.153	Producerend
ZDW-A-05	1988	Vlieland	1.381	Ingesloten
ZDW-A-06	1988	Vlieland	2.389	Producerend
ZDW-A-07	1988	Vlieland	1.809	Producerend
ZDW-A-08	1988	Vlieland	2.036	Producerend
ZDW-A-09	1988	Vlieland	1.638	Producerend
ZDW-A-10	2004	Vlieland	0	Ingesloten
TOTAAL			14.233	

Tabel 3-1: Status putten in het gasvoorkomen Zuidwal.



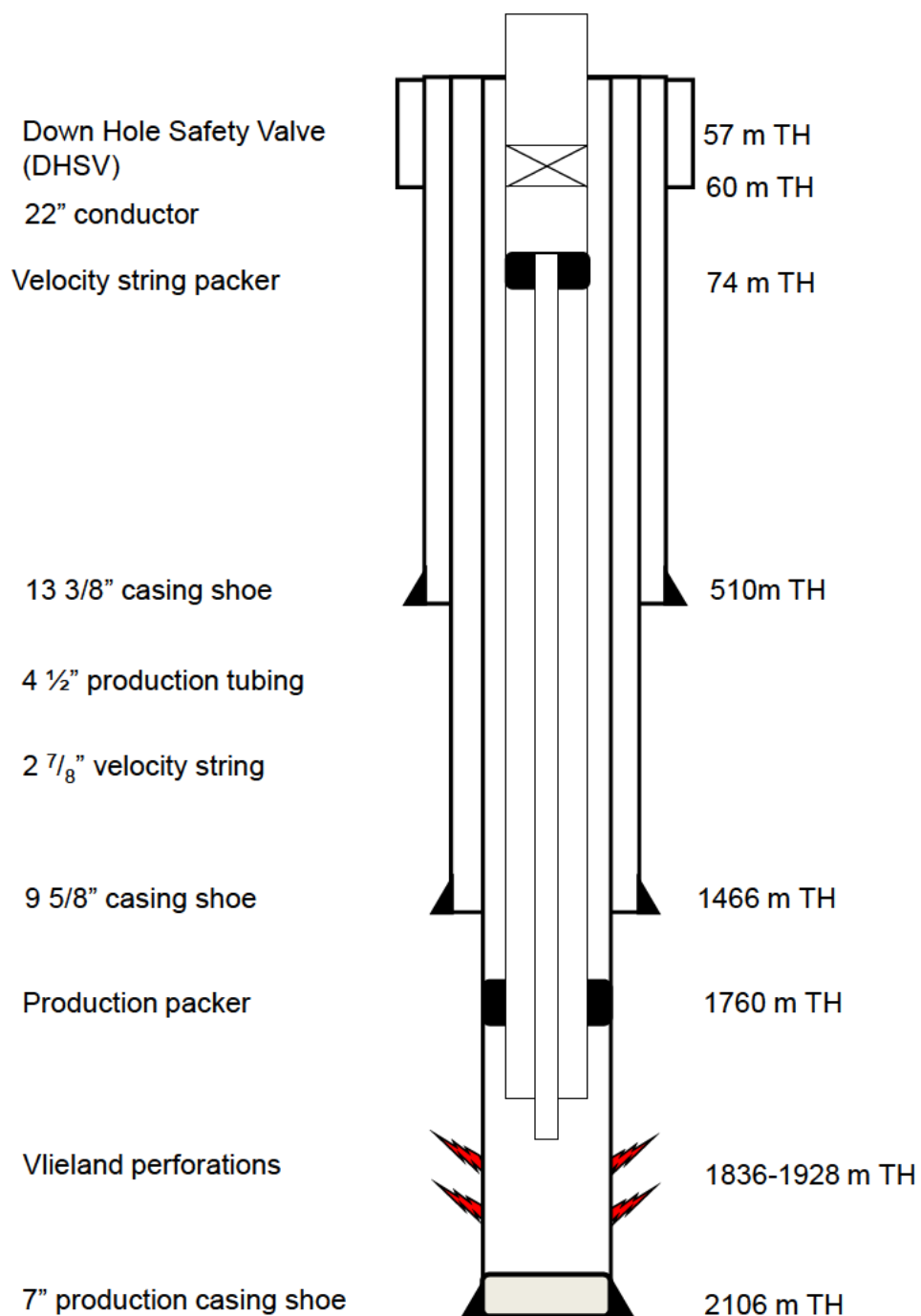


Figuur 3-3: Vlieland top structuur kaart van het Zuidwal voorkomen en de productie putten; zoomed in op locatie van de putten.

3.3 Schematische voorstelling putverbuizing(en)

In de onderstaande figuur is schematisch de verbuizing van een Zuidwal put weergegeven. Bijlage 14 geeft de schematische putverbuizingen voor alle Zuidwal putten.

Wellbore Overview ZDW-A-01



3.4 Plaats en wijze waarop koolwaterstoffen in put treden

De putten op het Zuidwal platform zijn gecompleteerd in de Vlieland formatie.

De geproduceerde koolwaterstoffen uit de Vlieland formatie betreden de productie liner of casing via de perforaties in deze verbuizingen.

Zodra de koolwaterstoffen de productie liner/casing betreden stromen ze door de productie tubing omhoog naar het oppervlak.

Om de koolwaterstoffen op een zo efficiënt mogelijk manier te kunnen produceren zijn in een aantal putten velocity strings geïnstalleerd. Een velocity string verkleint in effect de diameter van de tubing, om de gasstroom bij lage drukken te vergemakkelijken. In het geval dat een velocity string is geïnstalleerd in de put stromen de koolwaterstoffen niet meer door de productie tubing naar het oppervlak maar gebeurt dit via de velocity string.

Tabel 3-2 geeft een overzicht van de type verbuizingen die worden gebruikt in de putten op het Zuidwal platform.

Tabel 3-2: Overzicht van verbuizingen gebruikt in Zuidwal putten.

	Productie Casing OD [Inch]	Productie Liner OD [Inch]	Productie Tubing OD [Inch]	Velocity String OD [Inch]	Total Length [MD, Meter]	Maximale Deviatie [°]
ZDW-A-01	7"	-	4 1/2"	2 7/8"	2,100	Verticaal
ZDW-A-02	7"	-	4 1/2"	2 7/8"	2,202	24°
ZDW-A-03	9 5/8"	7"	2 7/8" & 3 1/2"	-	2,575	30°
ZDW-A-04	7"	5"	4 1/2"	2 7/8"	2,792	53°
ZDW-A-05	7"	-	4 1/2"	-	2,259	28°
ZDW-A-06	9 5/8"	7"	5 1/2"	2 3/8"	2,805	Horizontale 7" slotted liner
ZDW-A-07	7"	5"	4 1/2"	-	2,915	52°
ZDW-A-08	9 5/8"	7"	4 1/2"	2 7/8"	3,233	Horizontale 7" slotted liner
ZDW-A-09	7"	4 1/2"	4 1/2"	2 7/8"	2,626	Horizontale 4 1/2" pre-perforated liner
ZDW-A-10	7"	4 1/2"	4 1/2"	2 3/8"	4,030	Horizontale 4 1/2" liner

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 de communicatie tussen de put en het reservoir te verbeteren. Dit duurt één of twee dagen en wordt uitgevoerd door een kleine onderhoudsploeg (er is geen boortoren nodig).

Verder kan het gebeuren dat een gedeelte van de perforaties geen gas meer produceren maar water. Deze perforaties kunnen dan afgesloten worden met behulp van een plug en / of cement in de put.

Tijdens de laatste fase van het leven van de put kan het nodig zijn de diameter van de productie stijgbuis aan te passen als de hoeveelheid condenswater toeneemt. Deze operatie gebeurt met een kleine installatie (een zgn. workover unit, geen boortoren).

Tenslotte zullen andere onderhoudshandelingen plaatsvinden aan verbuizingen, kleppen, etc.

Vermilion realiseert zich dat het einde van de productie van Zuidwal in zicht komt en dat abandonnering - het definitief beëindigen van de gaswinning door het afsluiten van de putten en het definitief verlaten van de productiefaciliteiten - aan de orde zal komen. Vermilion zal een verwijderingsplan van de faciliteiten rond het Zuidwal voorkomen opstellen. Voor dit verwijderingsplan

zal afstemming met diverse overheden en belanghebbenden nodig zijn en goedkeuring door de toezichthouder. De verwachting is dat dit enige jaren zal duren. Gedurende deze periode wil Vermilion de productie van het Zuidwal voorkomen voortzetten zoals beschreven in dit winningsplan. De verwachting is dat er minimale putbehandelingen nodig zullen zijn om het resterende gas te produceren. Een putbehandeling om de productie te optimaliseren tijdens deze periode kan op voorhand niet worden uitgesloten.

Alle operationele handelingen, waaronder de in het voorgaande 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 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 fysische eigenschappen van gesteente, zoals dichtheid en snelheid (druk- en schuifgolven), zijn belangrijke parameters voor het bepalen van gesteente-eigenschappen als porositeit, saturatie en permeabiliteit (doorlaatbaarheid). Deze fysische eigenschappen worden gemeten door middel van boorgatmetingen die verkregen zijn na het boren van de putten in het voorkomen Zuidwal.

Uit deze boorgatmetingen worden de gesteente-eigenschappen berekend rond de boorgaten. De eigenschappen van het voorkomen worden gecorreleerd tussen de verschillende boorgaten om een model van de ondergrond te maken. Inherent hieraan zijn relatief grote onzekerheden, omdat de eigenschappen van enkele putten over het hele voorkomen geëxtrapoleerd worden.

Het voorkomen Zuidwal heeft een oppervlakte van ongeveer $64 \times 10^6 \text{ m}^2$. Een boorgat heeft een diameter van gemiddeld $8\frac{1}{2}$ inch of 0.22 m. Dit boorgat heeft dus een oppervlakte van 0.0366 m^2 in het reservoir doorboord en bemonsterd. Deze berekening laat zien dat een put maar een klein oppervlakte van het reservoirgesteente bemonstert.

4.2 Geologie en gesteente-eigenschappen van het voorkomen

Het gasvoorkomen Zuidwal ligt in de winningsvergunning Zuidwal. Uit dit voorkomen wordt gas geproduceerd via 10 putten welke gas produceren uit de Vlieland zandsteenlaag. Het gasvoorkomen is gekarteerd op basis van 2-D en 3-D seismiek die is gekoppeld aan de putten.

Het Zuidwal voorkomen is gelegen in het Vlieland bekken net boven een in de Jura tijdperk ontstane vulkaan, waardoor de structuur gevormd is. Het voorkomen bestaat uit schone en compacte Vlieland zandsteen aan de onderkant van het Onder-Krijt met een hoeveelheid kleiige en sideriet-rijke intervallen. De sedimenten hebben een marine transgressieve oorsprong.

Het Vlieland voorkomen is bedekt met series overliggende Vlieland schalies. De overgang aan de bovenkant van het voorkomen, van zandsteen naar kleisteen, vormt een zone met een dikte variërend van 2 tot 8 meter.

Het hoogste punt van de bovenkant van het voorkomen is gelegen op een verticale diepte van ongeveer -1820 m/NAP en een GWC op -1925 m/NAP was te zien op boorgatmetingen.

Van alle putten van het Zuidwal voorkomen zijn logs genomen en van zes putten zijn kernen gemaakt. Twaalf lagen zijn geïdentificeerd in het voorkomen en een goede put correlatie is gevonden, waarbij onder andere de sideriet niveaus gebruikt worden om de boven- of onderkant van de lagen te bepalen.

4.2.1 Gesteente-afzetting: reservoir-formaties en afsluitende la(a)g(en)

De gasproducerende formatie in de winningsvergunning Zuidwal is de Vlieland zandsteen. Deze zandsteen wordt gevormd door strandafzettingen uit het Onderkrijt.

Later is in dit gebied de zeespiegel relatief gestegen, waardoor op de bodem van de zee klei is afgezet. Deze vormt de Vlieland kleisteen, die de afsluitende formatie van het Zuidwal voorkomen vormt.

4.2.2 Structuur

Het Zuidwal voorkomen is gelegen in het Vlieland bekken net boven een in de Jura ontstane vulkaan, waardoor de structuur gevormd is. Het voorkomen heeft door de vulkaan een koepel structuur. Figuur 3-3 laat goed deze koepel structuur zien.

4.2.3 Bron koolwaterstoffen en migratie(patronen)

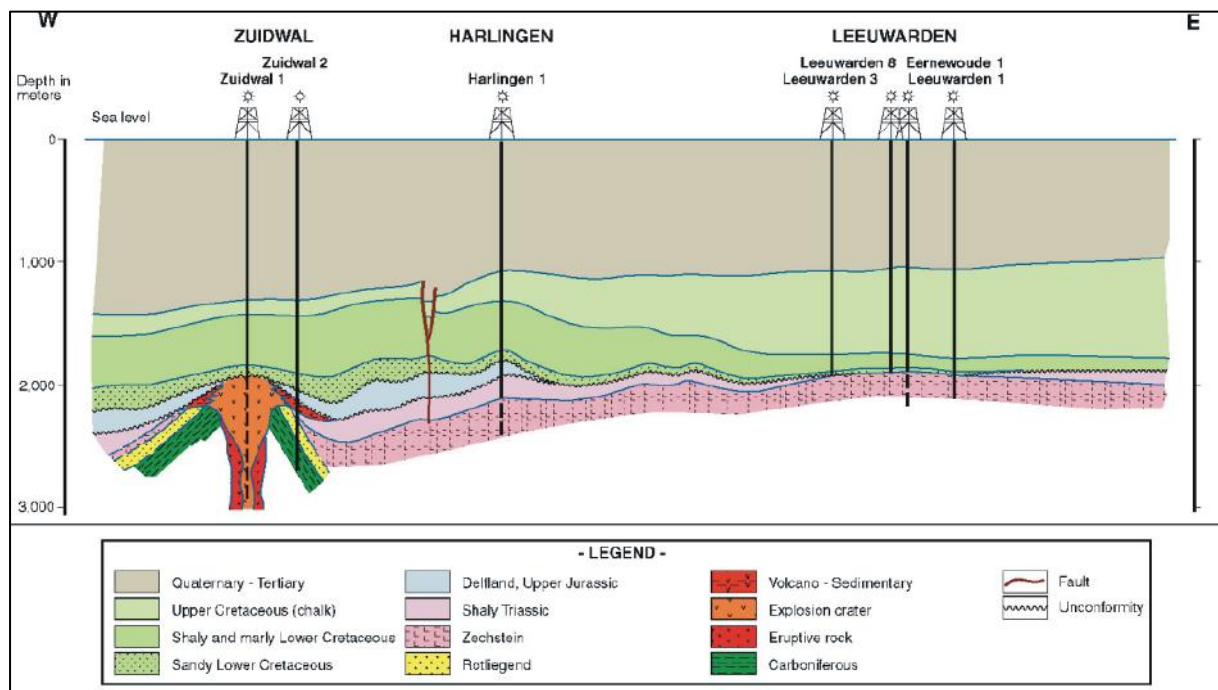
Tijdens de geologische geschiedenis worden lagen die organische bestanddelen bevatten soms diep begraven. Dat kan leiden tot het genereren van gas of olie. Hier gebeurde het genereren van gas in het Carboon pakket dat onder de Zuidwal structuur ligt. Dat gas is daarna naar boven gestroomd en in de Vlieland zandsteen van het voorkomen Zuidwal terechtgekomen.

4.2.4 Geologische doorsnede van voorkomen(s)

Figuur 4-1 is een west-oost doorsnede van het gebied vanaf Zuidwal naar Harlingen en Leeuwarden.

Opgemerkt kan worden dat de Zuidwal structuur in kaart is gebracht met 2-D en 3-D seismiek, en dat het overgrote deel van de putten in het centrum van het veld geconcentreerd zijn. Dit geeft onzekerheid in het oppervlak van de gas-accumulatie.

Figuur 3-2 is een Vlieland top structuurkaart van het voorkomen Zuidwal.



Figuur 4-1: West – Oost doorsnede door het gebied vanaf Zuidwal naar Harlingen en Leeuwarden.

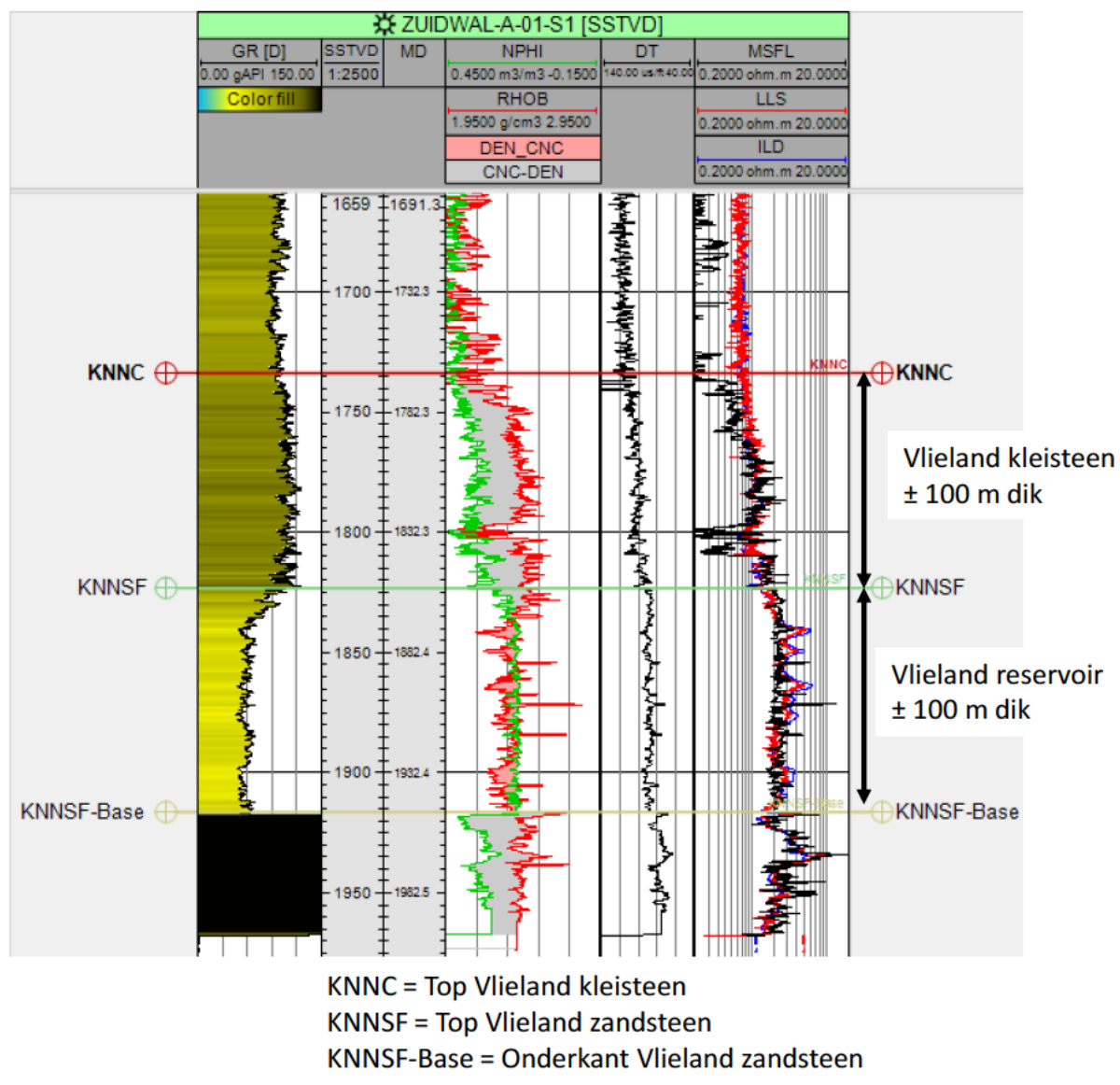
4.3 Gesteente-eigenschappen van de bovenliggende lagen

Boven het gasvoerende voorkomen bevindt zich nog ongeveer 1800 m gesteente.

De afsluitende laag, die bovenop de reservoirgesteentes ligt, wordt gevormd door de Vlieland kleisteen. Deze laag is ongeveer 100 meter dik in de winningsvergunning Zuidwal. Figuur 4-2 is een well sectie door put ZDW-A01 die dit weergeeft.

Bovenop de Krijt lagen bevinden zich de lagen uit de Tertiaire Noordzee groep. Ook deze lagen bestaan grotendeels uit klei.

Het gasvoorkomen Zuidwal is dus op grote diepte gelegen en er bevindt zich een groot aantal impermeabele (niet-doorlatende) lagen tussen het voorkomen en de oppervlakte.



Figuur 4-2: ZDW-A01 well sectie met de dikte van afsluitende laag in winningsvergunning Zuidwal.

4.4 Andere gebruiksmogelijkheden van de ondergrond

Figuur 4-3 is een kaart met grondwaterbeschermingsgebied en natuurgebieden rond het Zuidwal voorkomen in de winningsvergunning Zuidwal.

Er liggen geen grondwaterbeschermingsgebieden rond het voorkomen Zuidwal.

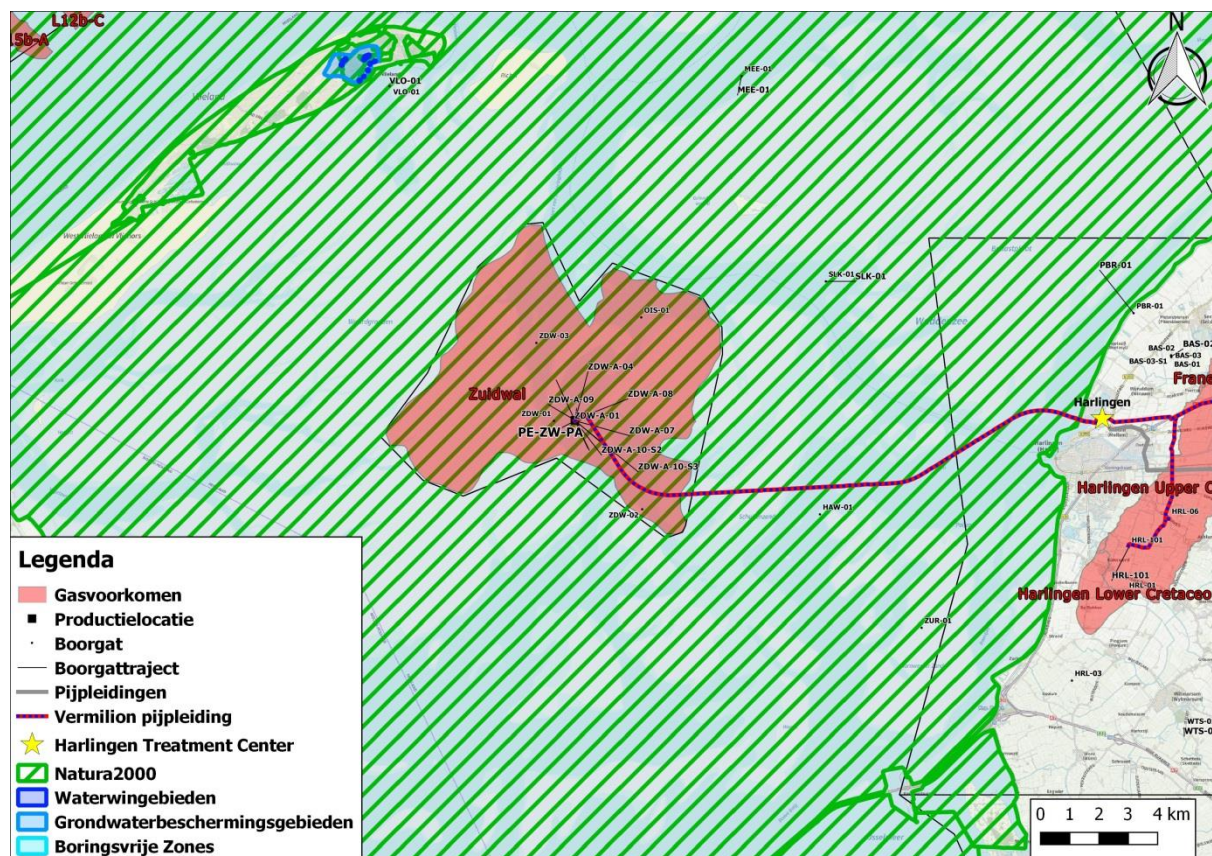
Het voorkomen Zuidwal ligt in een Natuur 2000 gebied en staat sinds 2009 op de UNESCO Werelderfgoedlijst. In het document [Ref. 19] dat werd gebruikt bij de aanvraag om de Waddenzee op de UNESCO Werelderfgoedlijst te plaatsen wordt geconcludeerd dat het effect van gaswinning minimaal is. In Bijlage 15, Bijlage: Ecologische effectbeoordeling bodemdaling en -trilling als gevolg van voortzetting gaswinning Zuidwal, wordt aangetoond dat significante negatieve effecten voor de Waddenzee niet te verwachten zijn.

Frisia heeft een vergunning voor steenzoutwinning in de winningsvergunning Havenmond, buitendijks onder de Waddenzee bij Harlingen, zie Figuur 4-4. Hiermee is rekening gehouden bij de bodemdaling berekeningen, zie ook Paragraaf 6.5.2.

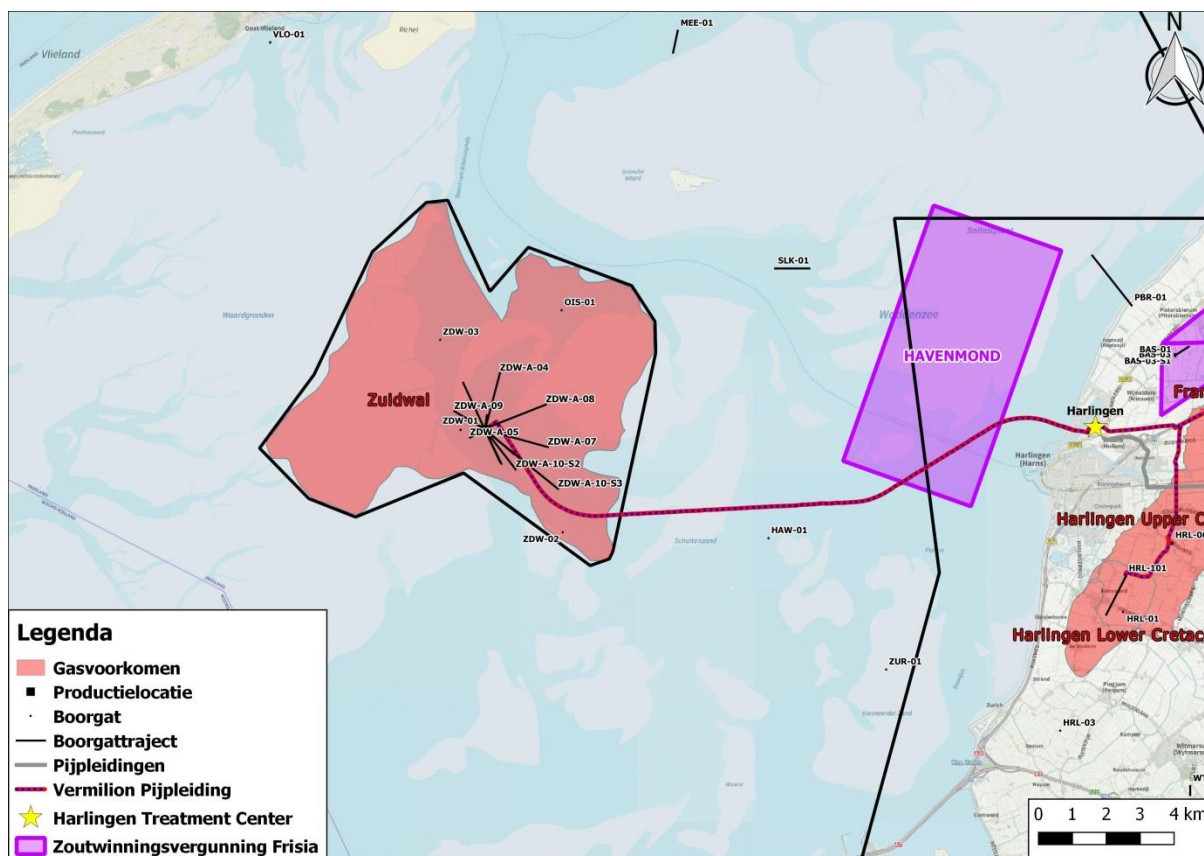
Er is momenteel geen geothermie project in de directe omgeving van het gasvoorkomen Zuidwal.

Gasopslag is niet voorzien rond het voorkomen Zuidwal.

Het einde van de productie van Zuidwal komt in zicht. Abandonnering van het platform, de faciliteiten, de putten en pijpleidingen zal dus binnenkort aan de orde zal komen. Hiervoor wordt momenteel een plan opgesteld, dat afgestemd zal worden met de autoriteiten en belanghebbenden. Het Zuidwal platform, de productie faciliteiten, de putten en leidingen liggen in de Waddenzee. In het kader van het verwijderingsplan zal Vermilion contact opnemen met belanghebbenden in het gebied rond de Zuidwal faciliteiten om te onderzoeken of er andere gebruiksmogelijkheden zijn voor deze faciliteiten, voordat deze worden geabandonneerd. Referentie 20 geeft een vooruitblik op het verwijderingsplan.



Figuur 4-3: Beschermde zones in en rond de winningsvergunning Zuidwal.



Figuur 4-4: Topografische kaart met andere gebruiksmogelijkheden van de ondergrond rond het Zuidwal voorkomen.

5 Ontwikkelingsvooruitzichten

5.1 Inleiding

Het Zuidwal voorkomen is ontdekt in 1970 met put Zuidwal 1. De putten Zuidwal 2 (1971), Zuidwal 3 (1971) en Oude-Inschot 1 (1972) bevestigden de grootte van het voorkomen Zuidwal. De concessie aanvraag is ingediend in 1971. Deze werd toegekend in 1984.

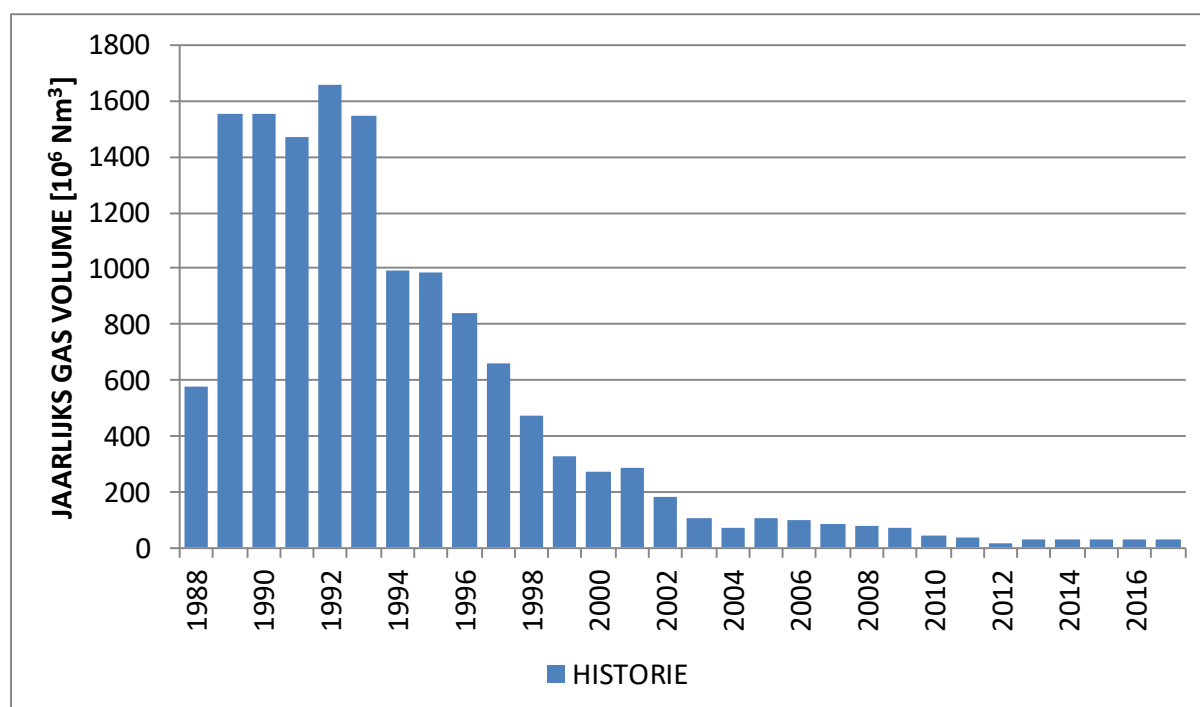
De winningsvergunning Zuidwal ligt in de provincie Friesland. Vanaf de mijnbouwlocatie Platform Zuidwal wordt sinds 1988 gas geproduceerd.

Momenteel bevindt de productie van het Zuidwal voorkomen in de eindfase met relatief lage gas productiesnelheid.

5.2 Historische Productie

Productie werd gestart in 1988. Figuur 5-1 laat de jaarlijkse gas productie zien sinds 1988 tot en met 2017. De cumulatieve gasproductie tot en met 31 december 2017 is $14.233 \times 10^6 \text{ nm}^3$.

Momenteel produceren de putten op een lage gas snelheid de laatste hoeveelheid gas van het Zuidwal voorkomen.



Figuur 5-1: Gas productie historie Zuidwal.

5.3 Onzekerheden

Het gasvoorkomen Zuidwal begon met gasproductie in 1988. Veel gas is al geproduceerd uit het Zuidwal voorkomen. De voornaamste onzekerheid is: hoe lang de putten nog gas blijven produceren op deze lage productiesnelheid. Dit is lastig exact te voorspellen aan het einde van de levensduur van een gas voorkomen.

5.4 Winningsstrategie & reservoir management

Het voorkomen Zuidwal heeft geen actieve aquifer. Dit betekent dat de reservoirdruk afneemt met cumulatieve productie. De winning vindt plaats door middel van natuurlijke stroming door de aanwezige reservoirdruk ('depletion drive'). De druk aan het spuitkruis wordt zo laag mogelijk gehouden door middel van compressie op het gas behandelstation HTC. Zo kan, ondanks de lagere

druk in het voorkomen, het gas nog steeds toestromen. Het geproduceerde gas wordt op het gas behandelstation geconditioneerd en klaar gemaakt voor export. Het gas gaat via een pijpleiding direct naar de gasafnemer.

De reservoirprestaties worden gemonitord door:

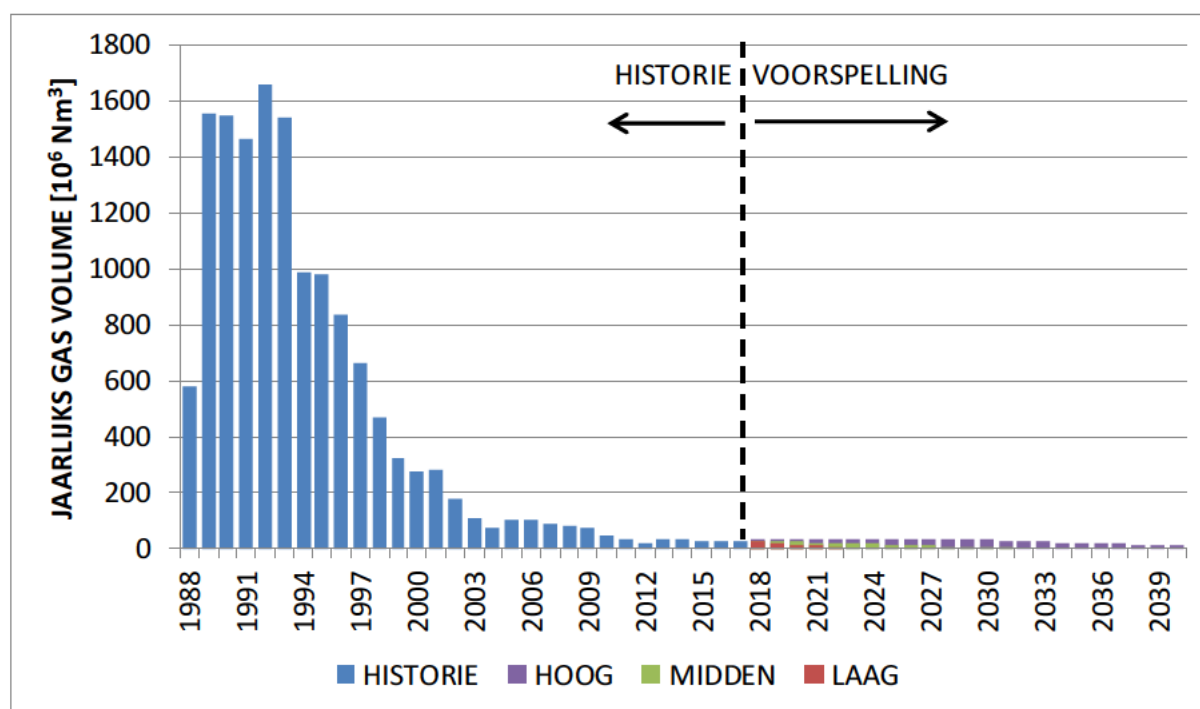
- Regelmatige drukmetingen.
- Water, aardgascondensaat en gasproductie metingen.
- Saturatie logs om het gas water contact in het reservoir te monitoren tegen de tijd.
- Productie logs om te kijken welke reservoir lagen bijdragen aan productie.

5.5 Winningsnelheid (hoeveelheden per voorkomen/per jaar)

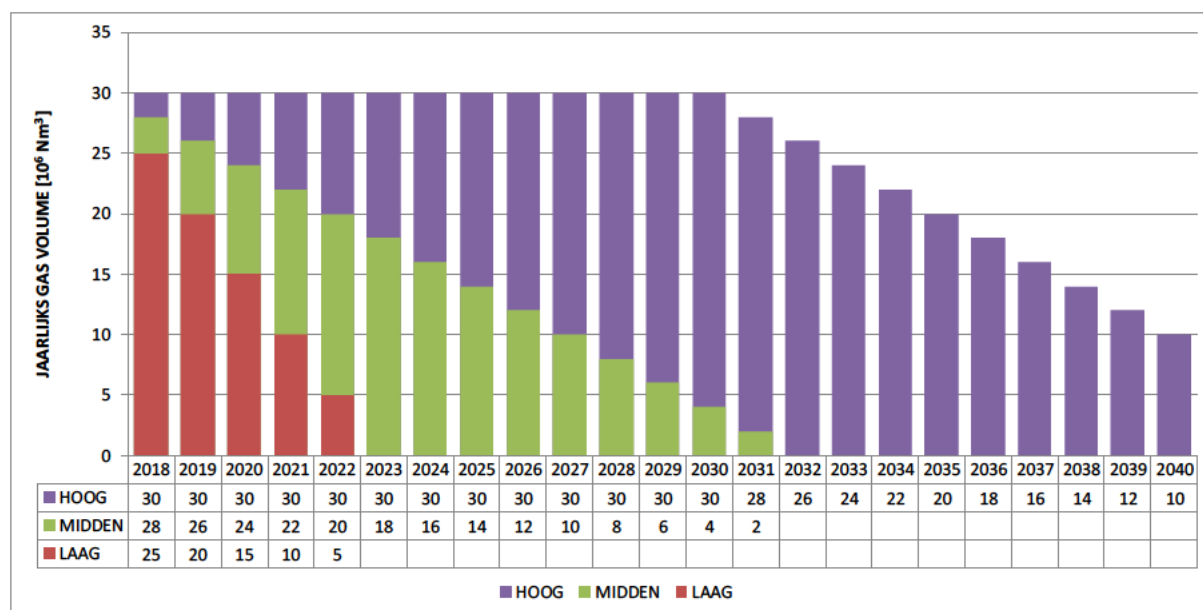
De voorspelde productieprofielen voor Zuidwal zijn gegeven in Figuur 5-2. In deze grafiek staat ook de productie historie. Dit laat duidelijk zien dat het overgrote deel van het gas (meer dan 96%) al geproduceerd is en dat het om het laatste volume gas gaat.

Figuur 5-3 zoomt in op alleen de productie voorspelling. Er zijn drie productieprofielen gegeven (Laag, Midden, Hoog) om de onzekerheid in tijd & volume aan te geven. Het cumulatieve volume voor deze 3 scenario's bedraagt respectievelijk $75 \times 10^6 \text{ nm}^3$, $210 \times 10^6 \text{ nm}^3$ en $580 \times 10^6 \text{ nm}^3$.

Zelfs in het Hoog scenario is er nauwelijks daling, overeenkomend met de ervaringen van de laatste paar jaar. Dit effect wordt veroorzaakt doordat de huidige productie zo'n klein percentage is van het origineel aanwezige gas. De daling die de komende jaren zal optreden is het gevolg van de productie uit het verleden. Met andere woorden, zelfs als de productie nu zou stoppen, zou de voorspelde daling toch optreden.



Figuur 5-2: Zuidwal voorkomen productie historie en voorspellingen.



Figuur 5-3: Zuidwal voorkomen productie voorspelling; zoomt in.

5.6 Duur van de winning

Productie van het Zuidwal voorkomen is gestart in 1988. Er wordt verwacht dat er tot uiterlijk in 2040 gas kan worden gewonnen uit het voorkomen Zuidwal afhankelijk van het reservoir gedrag.

Vermilion realiseert zich dat het einde van de productie van Zuidwal in zicht komt en dat abandonnering - het definitief beëindigen van de gaswinning door het afsluiten van de putten en het definitief verlaten van de productiefaciliteiten - aan de orde zal komen. Gezien de ligging van het Zuidwal platform, de productiefaciliteiten, de putten en leidingen in de Waddenzee zal abandonnering moeten plaatsvinden op een manier die minimale impact heeft op de omgeving. Dit vereist het nodige studiewerk, een goede planning en afstemming met belanghebbenden. Vermilion zal een verwijderingsplan van de faciliteiten rond het Zuidwal voorkomen opstellen. Voor dit verwijderingsplan zal afstemming met diverse overheden en belanghebbenden nodig zijn en goedkeuring door de toezichthouder. De verwachting is dat dit enige jaren zal duren. Gedurende deze periode wil Vermilion de productie van het Zuidwal voorkomen voortzetten zoals beschreven in dit winningsplan. Het abandonneringsplan wordt separaat van het Winningsplan behandeld; Referentie 20 geeft een vooruitblik op het abandonneringsplan.

5.7 Jaarlijks eigeengebruik bij winning

Er is geen eigen gebruik van koolwaterstoffen op het Zuidwal platform.

5.8 Jaarlijks bij winning afgeblazen/afgefakkelde koolwaterstoffen

Er wordt geen gas afgefakkeld op het Zuidwal platform.

De hoeveelheid 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 Stoffen die jaarlijks worden mee geproduceerd

Tabel 5-1 is een gedetailleerde analyse van het Zuidwal gas.

GASSAMENSTELLING EN FYSISCH KENGETALEN

Datum 10.03.2014



Samplenummer	EXT-1403-012	Cilindernummer	3216	
Plaats	VERMILION OIL & GAS NETHERL.	Monsterdatum van	26.02.2014	tot
Monstercode	A-695-NM-0511-AY	Analist	AJB-PROD	
Klantnaam	Vermilion Oil & Gas the Netherlar	Analysedatum	03.03.2014	
Soort Monster	Extern	Apparaat	GC1	

Analyse volgens ISO 6974

Berekeningen volgens ISO 6976 - 1995 (Tabel 3)

Component	mol %			
HELIUM	0.043	CALORISCHE BOVENWAARDE	40.52	MJ/m3
WATERSTOF	0.000	CALORISCHE ONDERWAARDE	36.61	MJ/m3
ZUURSTOF	0.020	HI/HS	0.9034	
STIKSTOF	3.296	WOBBE INDEX	51.00	MJ/m3
KOOLSTOFDIOXIDE	1.847	RELATIEVE DICHTHEID	0.6315	
METHAAN	88.160	DICHTHEID	0.8165	kg/m3
ETHAAN	4.974			
N-PROPAAN	1.081			
2-METHYLPROPAAN	0.170			
N-BUTAAN	0.196			
2,2-DIMETHYLPROPAAN	0.005			
2-METHYLBUTAAN	0.053			
N-PENTAAN	0.044			
CYCLOPENTAAN	0.000			
2,2-DIMETHYLBUTAAN	0.004			
2,3-DIMETHYLBUTAAN + 2-METHYLPENT	0.015			
3-METHYLPENTAAN	0.006			
N-HEXAAN	0.015			
CYCLOHEXAAN	0.015			
BENZEEN	0.014			
HEPTAAN	0.017			
METHYLCYCLOHEXAAN	0.012			
TOLUEEN	0.004			
OCTAAN	0.011			
Totaal van de componenten	100.000			

Opmerking

Field: ZW
Location: A1

Tabel 5-1: Gedetailleerde analyse van het Zuidwal gas.

Met het aardgas worden water en aardgascondensaat mee geproduceerd. In de tabel hieronder is een schatting gemaakt van de mee geproduceerde hoeveelheden als ratio van de gas productie snelheid.

Waterproductie	10 – 40 m ³ /Mnm ³
Aardgascondensaat	10 m ³ /Mnm ³

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

In het gasvoorkomen Zuidwal worden geen delfstoffen of andere stoffen geïnjecteerd, opgeslagen of op andere manier terug in de ondergrond gebracht.

Het geproduceerde gas, water en condensaat gaan via een 20" pijpleiding naar HTC.

Het afgescheiden water wordt via vrachtwagens afgevoerd van HTC en op een Vermilion locatie teruggevoerd in de diepe ondergrond of verwerkt door een erkende verwerker.

Het condensaat wordt van HTC per vrachtwagen afgevoerd naar de afnemer.

6 Bodemdaling

De bodemdalingsresultaten zijn de dalingen bij de uiteindelijke gasvoorkomen einddruk, dat wil zeggen, aan het eind van de levensduur van het gasvoorkomen. De modellen laten zien dat de maximale bodemdaling in het diepste punt van de bodemdalingskom boven het voorkomen Zuidwal tussen de 10 en 14 cm zal zijn.

De maximale bodemdaling in het diepste punt van de bodemdalingskom boven het Zuidwal voorkomen blijft binnen de maximale verwachte bodemdaling, zoals vermeld in het vigerende winningsplan Zuidwal d.d. 15 december 2015, van 14 cm.

Uit de laatste bodemdalingsmetingen in 2017 bleek dat de daling op dat moment boven het voorkomen Zuidwal 8,9 cm was [zie Ref 8].

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 kalksteenlagen. Het gasvoorkomen wordt afgesloten door een niet-doorlatend gesteente, bijvoorbeeld een kleisteen of steenzout.

De lagen zijn in het algemeen over grote afstanden aanwezig. Door tektonische bewegingen in de geologische geschiedenis zijn er golvingen ontstaan in de lagen. Het gas zal, omdat het lichter dan water is, zich verzamelen in de hoogste punten; boringen zullen dan ook op zulke punten gericht zijn.

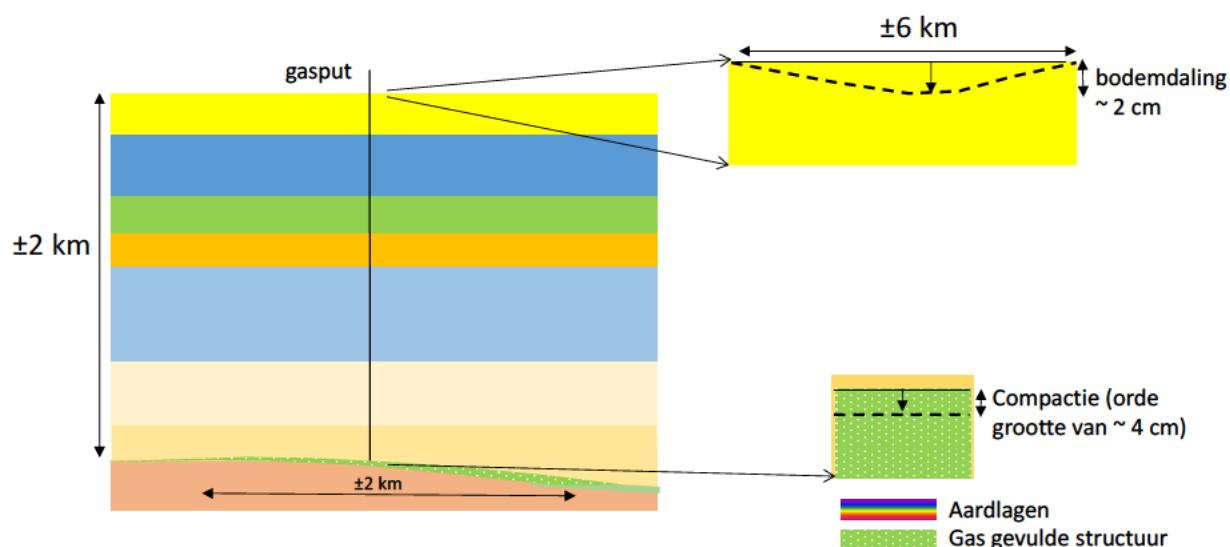
Bij gaswinning laat men het gas ontsnappen door een put die in het hoogste punt van het gasvoorkomen geplaatst wordt. Als gevolg van het ontsnappen van het gas zal de druk in het voorkomen dalen. De winning stopt als de druk zo laag is dat er onvoldoende gas door de put naar boven stroomt, of als de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

6.1.2 De oorzaken van bodemdaling

Het gevolg van de drukdaling in het gasvoorkomen is dat het gasvoorkomen compacteert, d.w.z. dat de poriën een klein beetje in elkaar worden gedrukt als gevolg van het gewicht van de bovenliggende aardlagen doordat de tegendruk van het gas vermindert.

De 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 gasvoorkomen bedraagt bij maximale drukdaling in het gasvoorkomen.

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



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

6.1.3 Autonome bodemdaling

Naast bodemdaling door gas- en zoutwinning, vindt ook zogenaamde *autonome* bodemdaling plaats. Dat gebeurt door verschillende mechanismes, waar veen- en klei-inklinking er één van is.

Autonome daling in het Waddenzee gebied wordt gecompenseerd door de natuurlijke suppletie van zand door de getijde stromingen. Hierdoor is het lastig om de autonome bodemdaling te meten. De autonome bodemdaling voor het Waddenzee gebied wordt geschat op 0,5 mm/jaar.

6.1.4 Meten en voorspellen van bodemdaling

In het kader van de bodemdaling ten gevolge van gaswinning moet een meetplan opgesteld worden. Hierbij wordt de bodemdaling in een ruim gebied gemeten. Dat gebeurt door waterpassing, vaak aangevuld met GPS metingen op specifieke locaties. Voor het opstellen van een meetplan zijn regels vastgesteld in de industrieleidraad [Ref. 1]. De TCBB beheert deze industrieleidraad. De leidraad wordt door de toezichthouder, SodM, gebruikt als toetsingskader. De frequentie van de metingen wordt gekozen in overeenstemming met de industrieleidraad. Het meetplan wordt ter controle aan het SodM toegestuurd. De meetresultaten, de meetregisters, worden op compleetheid en juiste uitvoering gecontroleerd door Rijkswaterstaat en daarna gedeeld met SodM.

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 2-5 mm hebben. Bij de analyse van de metingen moet dan nog bekeken worden in welke mate ze door autonome bodemdaling beïnvloed worden.

In het specifieke geval van Zuidwal, zijn in het verleden waterpassingen uitgevoerd. Na verloop van tijd is er overgegaan op GPS metingen, waarbij een aantal vaste punten op het platform als peilmerk worden gebruikt. Daarnaast zijn deze metingen aangevuld met analyses van satelliet data (InSAR).

Als de bodemdalingsgebieden van verschillende voorkomens overlappen, dan zullen ook de meetplannen overlappen. In sommige gevallen kan er dan voor gekozen worden de meetplannen samen te voegen. Bij Zuidwal doet deze situatie zich niet voor.

Voorafgaand aan de winning wordt een model gemaakt om de bodemdaling te voorspellen. De complexiteit van het model zal afhangen van de complexiteit van de ondergrondssituatie. De parameters in het model zijn gebaseerd op ervaringen in eerdere, soortgelijke, voorkomens. De verwachte maximale bodemdaling wordt vastgelegd in het winningsplan.

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 van de grootte van een gasvoorkomen.

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 in het 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, dan zal Vermilion een aangepast winningsplan indienen. Dit aangepaste winningsplan behoeft de instemming van de Minister.

6.2 Bodemdalingsmodel en historische bodemdaling

6.2.1 Gemeten bodemdaling

Het Zuidwal voorkomen ligt in het Waddenzee gebied. Er is geen uitgebreid meetnet met referentiepunten in de Waddenzee.

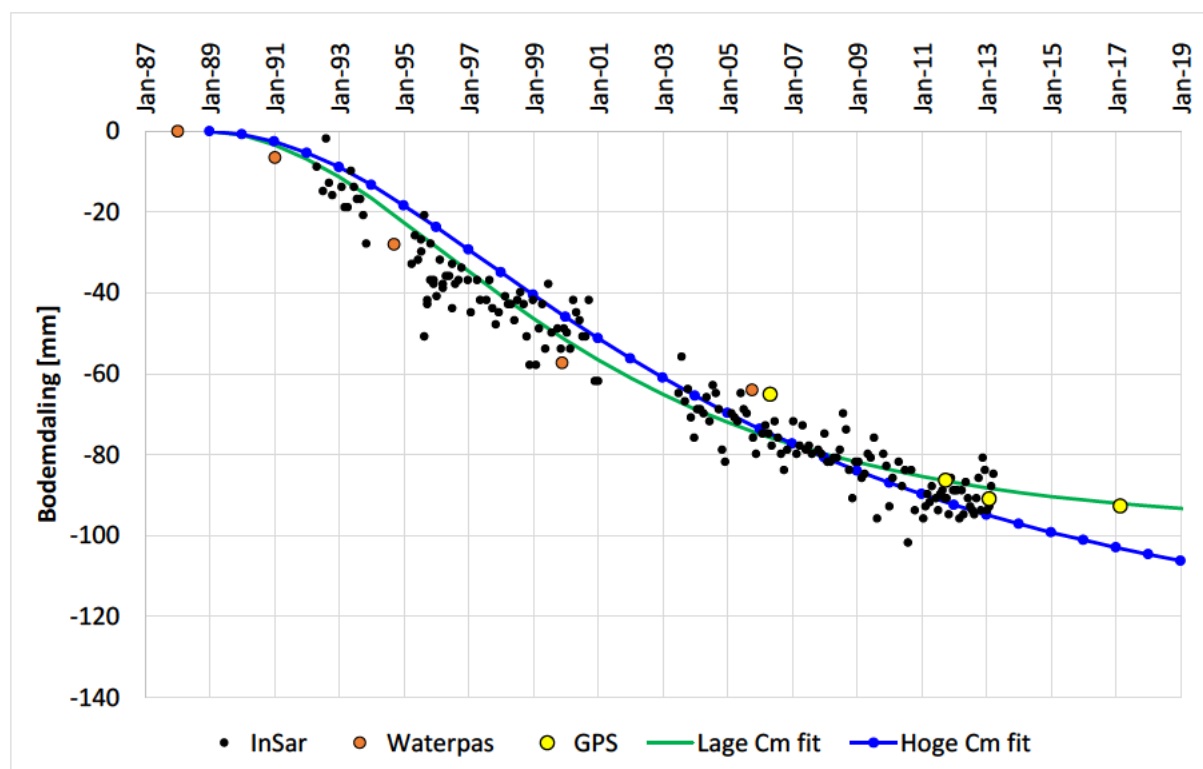
Op het Zuidwal (ZDW) platform is in het verleden aan de hand van verschillende technieken de beweging ten opzichte van het vaste land gemeten. In de eerste fase gebeurde dat met waterpassing, gedeeltelijk met peilmerken ook op het wad. Later werd overgeschakeld op metingen d.m.v. GPS. Specifiek is aandacht besteed aan de aansluiting van de GPS- op de waterpas-metingen [Ref. 15].

De nulmetingen voor het Zuidwal voorkomen is uitgevoerd in 1988. Herhalingsmetingen zijn uitgevoerd in 1991, 1994 en 1999 en 2005 op de op het platform aanwezige peilmerken. Dit waren alle waterpasmetingen.

In 2006 is voor het eerst gebruik gemaakt van een GPS meting ter vervanging van de waterpasmetingen. De GPS herhalingsmetingen zijn uitgevoerd in 2011, 2013 en 2017.

Tenslotte is er voor de periode 1992 tot 2013 is aan de hand van drie series van beschikbare radarbeelden door Hansje Brinker B.V. een InSAR analyse uitgevoerd [Ref. 16].

Zoals in Figuur 6-2 te zien is vallen de metingen nog binnen elkaars meetonzekerheid van ongeveer 5-10 mm. Bij de interpretatie en vergelijking van deze resultaten dient met deze onzekerheid rekening te worden gehouden. Desalniettemin geeft de InSAR een nuttige aanvulling, met name in de tijd-resolutie.



Figuur 6-2: Vergelijking InSAR resultaten (kleine zwarte puntjes) met Waterpas- (oranje) en GPS resultaten (geel). De blauwe en groene lijnen zijn twee model scenario's die de gemeten data reproduceren [uit Ref. 17].

In 2017 is de meest recente GPS meting uitgevoerd [Ref. 8]. De cumulatieve daling is op basis van deze meting 89 mm. Dit komt goed overeen met eerdere modelberekeningen [Ref 17], waarbij de einddaling op 10-14 cm werd geschat. Er is dan ook geen reden deze berekeningen bij te stellen.

6.2.2 Nog te verwachten bodemdaling

Gas productie leidt tot drukdaling (Δp) in het gasvoorkomen. Drukdaling in het gasvoorkomen leidt tot compactie (Δh) die aan de (depleterende) hoogte h gerelateerd is via de compactie-coëfficiënt C_m :

$$\Delta h = C_m \times h \times \Delta p$$

Compactie leidt vervolgens tot bodemdaling. De modellering van dit proces is gedaan conform de methode van G.H.C. van Opstal [Ref. 6]. Deze methode is verwerkt in het computer programma MATLAB, volgens een methode die door TNO opgezet is, en door SodM goedgekeurd.

Voor de diverse parameters die van belang zijn in de bodemdaling zijn onzekerheidsmarges aangenomen.

Bij een analyse van het drukgedrag van het Zuidwal gasveld blijkt dat het zich binnen een nauwe bandbreedte op een simpele "tank"-achtige manier gedraagt. De drukverschillen tussen de putten zijn minimaal. Daaruit kan de conclusie worden getrokken dat er geen delen van het veld zijn die in depletie significant na-ijlen op de depletie bij de putten. Als het drukgedrag nauwkeurig wordt bekeken, zijn er kleine afwijkingen van dit ideale gedrag te zien (in de orde van 4 bar). Deze afwijkingen wijzen op een zeer kleine aquifer, waarvan het rots volume ongeveer gelijk is aan dat van de gas zone. Het totale volume van de Vlieland zandsteen binnen de contour van het Zuidwal gasveld is ruimschoots voldoende om dit water te bergen. Er is dus geen reden om aan te nemen dat de drukdepletie-contouren significant groter zijn dan de veldcontouren.

Om de bodemdaling te modeleren, is een 3-D model voor de drukdaling in de tijd gemaakt. Hierbij is het historische productie volume gebruikt en de toekomstige productie voorspelling. De reservoir

compactie is hieruit geschat, en vervolgens is met de methoden van Geertsma en van Opstal de bodemdaling aan het oppervlak berekend.

Om het model te ijken, is het vergeleken met de metingen op de platformlocatie. Hieruit blijkt dat de bodemdaling een zekere traagheid vertoont, en die is vervolgens als een eerste-orde response in de modelering meegenomen. Het resultaat is weergegeven in Figuur 6-2.

Uiteindelijk is een serie modellen gemaakt die de waargenomen bodemdaling reproduceren. Die geven een maximale bodemdaling van 100-140 mm (de locatie van maximale bodemdaling, namelijk het diepste punt van de kom, ligt niet precies op de locatie van het platform). Het totale volume van de dalingskom bedraagt 2.5-5.0 miljoen m³. In lijn met het feit dat het overgrote deel van de Zuidwal productie in het verleden ligt (in de periode 1987-1994), verder in het verleden dan de waargenomen tijdsvertraging, is de snelheid waarmee de bodemdaling plaatsvindt al substantieel lager geworden, en zal in de toekomst nog verder afnemen.

Na de hierboven beschreven kalibratie van de modelering, zijn de parameters gebruikt zoals weergegeven in Tabel 6-1 voor de bodemdaling berekeningen. Merk op dat sommige parameters in het 3-D model niet constant zijn, maar variabel.

Voor de Rigid Basement Factor is een waarde genomen van 1.05. In de praktijk wordt voor een Rigid Basement 1.05 genomen voor Slochteren en Zechstein reservoirs, en 1.2 voor Vlieland, maar hier is Zuidwal een uitzondering omdat de Vlieland formatie hier op een vulkaan rust. Daarom is ook voor Zuidwal een Rigid Basement Factor van 1,05 genomen, en is deze waarde, gezien de geologische setting, een juiste benadering voor het Rigid Basement.

Tabel 6-1: Bodemdalingsparameters.

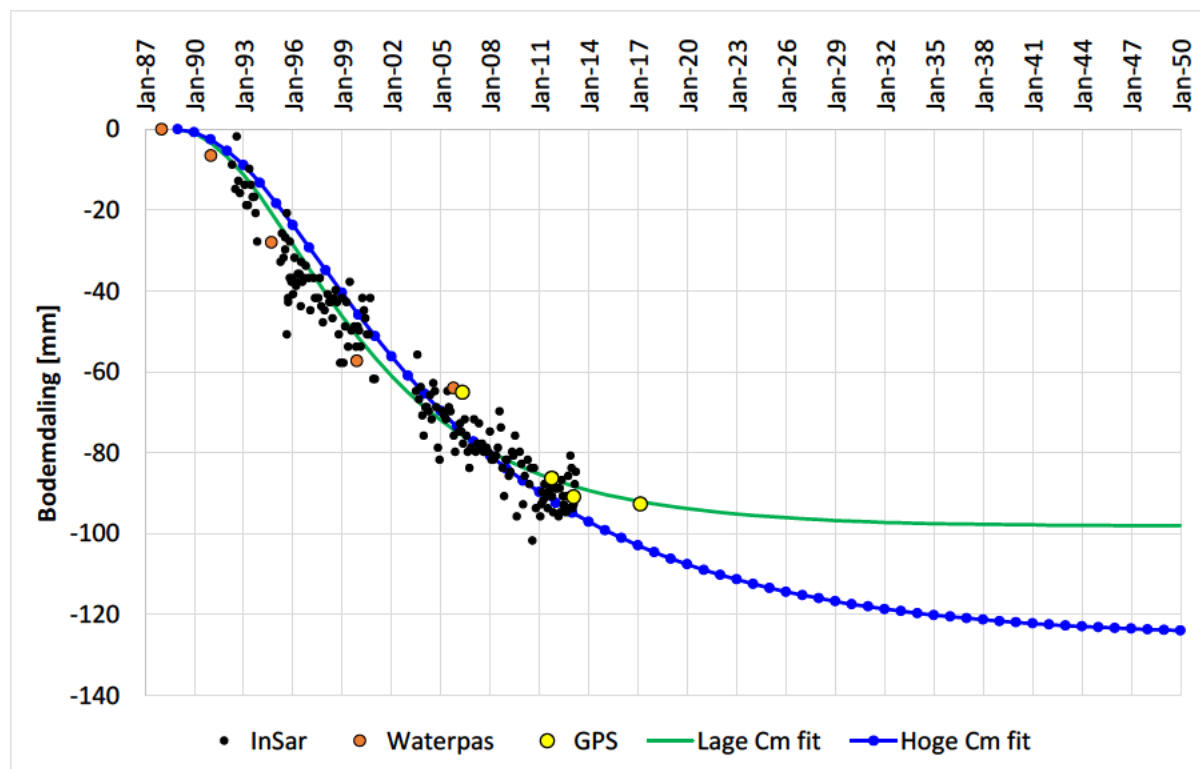
Parameter	Zuidwal
Contour voorkomen	Zuidwal Vlieland
Gemiddelde gasvoorkomen diepte [m]	1800 – 1925
Dikte producerende lagen [m]	0 – 120
Initiële reservoirdruk [bara]	218
Reservoir einddruk [bara]	15
Gesteente compressibiliteit [1/bar]	$5,85 \times 10^{-6} / 8,25 \times 10^{-6}$
Poisson ratio [-]	0,25
Basement stijfheid factor [-]	1,05

6.3 Bodemdalingsvooruitzichten en onzekerheid

Er zijn twee model-scenario's gebruikt met een verschillende stijfheid en traagheid om een range in de bodemdaling voorspelling te laten zien:

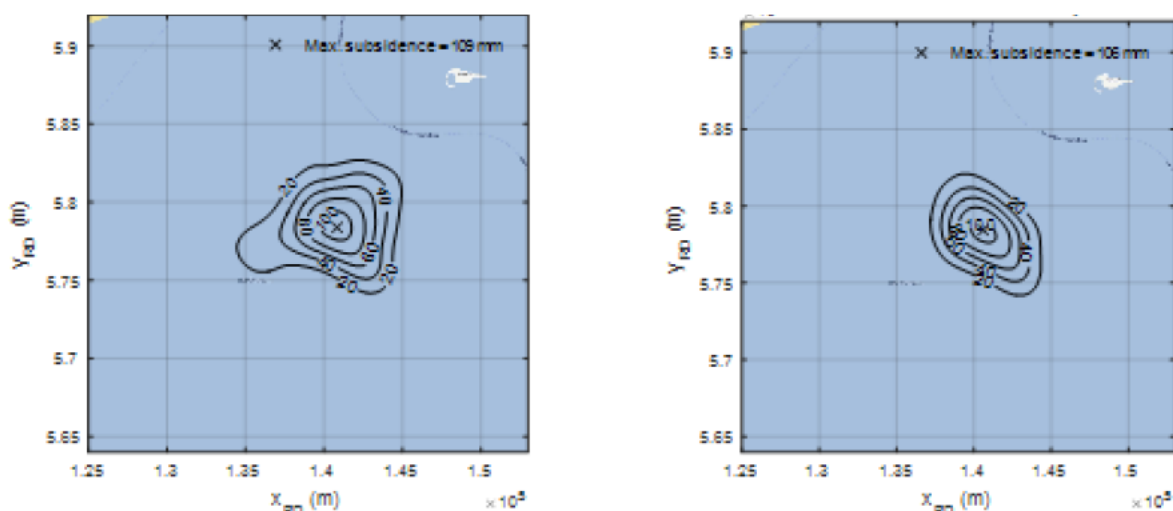
1. Model met Lage Cm fit, $C_m = 6,2 \times 10^{-6} \text{ bar}^{-1}$, traagheid constante, $\tau = 7,02$ jaar
2. Model met Hoge Cm fit, $C_m = 7,87 \times 10^{-6} \text{ bar}^{-1}$, traagheid constante, $\tau = 12,35$ jaar

Figuur 6-3 laat het resultaat van deze twee modellen zien. Er is een goede historie match met de gemeten dataset waarbij kan worden opgemerkt dat het GPS data-punt uit 2017 dicht bij de groene lijn dan de blauwe lijn licht. Het is echter te vroeg om het andere scenario op dit moment uit te sluiten.

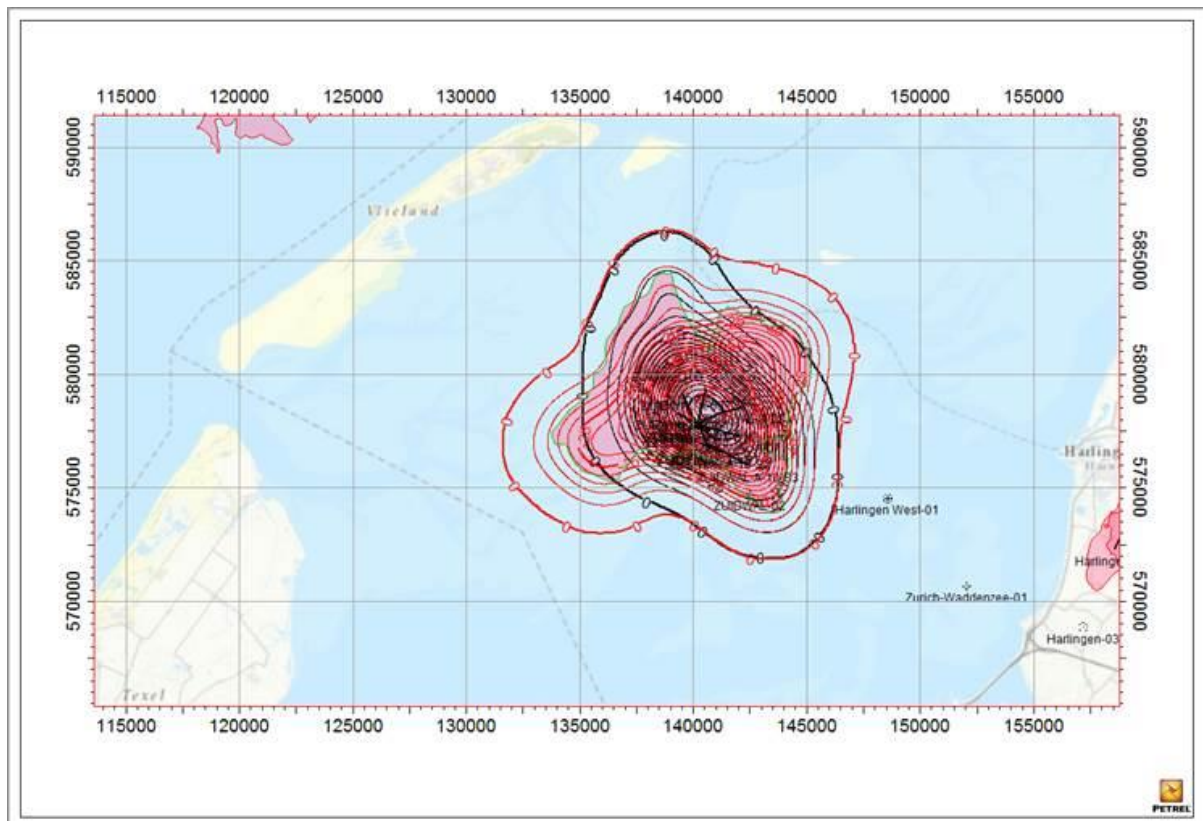


Figuur 6-3: Twee model-scenario's (met een verschillende stijfheid en traagheid) voor de bodemdaling op de platformlocatie vergeleken met de satelliet-data.

Naast onzekerheid in de uiteindelijke maximale daling, wordt de onzekerheid in het komvolume ook door de onzekerheid in het depletie-oppervlak beïnvloed. Die laatste onzekerheid is gekenschetst met de twee contoursets in Figuur 6-4. Deze berekening laat zien dat de uiteindelijke maximale bodemdaling in het diepste punt bijna hetzelfde is (109 mm tegen 106 mm), alleen de contour van de bodemdalingsskom is anders; deze is groter voor het grotere depletie oppervlakte en resulteert in een groter totaal komvolume. Het model met het grotere depletie oppervlakte is verder gebruikt om de bodemdaling te voorspellen. Figuur 6-5 laat deze bodemdalingsskollen zien op een topografische kaart. Deze kaart laat duidelijk zien dat de bodemdaling zich beperkt tot de Waddenzee.

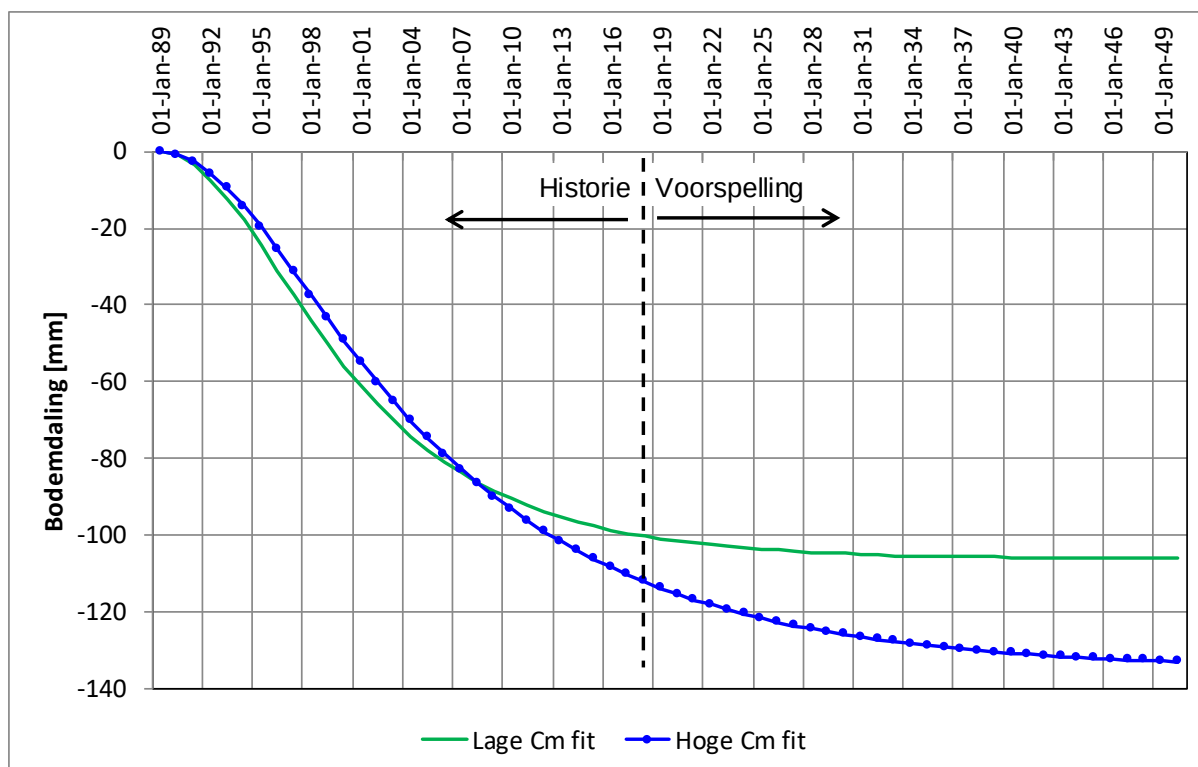


Figuur 6-4: Bodemdalingsscontouren voor twee model-scenario's met een verschillend depletie-oppervlak.



Figuur 6-5: Voorspelde eindsituatie van de bodemdaling, in relatie tot het vasteland van Friesland en Vlieland. De bodemdaling is beperkt tot de Waddenzee. [In rood en zwart de twee komen van Figuur 6-4.]

Het diepste punt van de bodemdaling ligt niet onder het platform. Figuur 6-6 laat de bodemdaling zien in het diepste punt van de bodemdaling. Dit laat zien dat de bodemdaling tussen de 100 en 140 mm zal liggen in het diepste punt.



Figuur 6-6: Maximale bodemdaling voor de twee model-scenario's. Het geschatte bodemdalingbereik van 100-140mm is iets ruimer dan dat volgt uit de twee getoonde scenario's.

6.4 Monitoring van bodemdaling

Het monitoren van bodemdaling gebeurt door GPS meting op het Zuidwal Platform. De meest recente GPS meting is in 2017 uitgevoerd.

De resultaten van de meetplannen en de meetregisters worden gedeeld met SodM en gepubliceerd op www.nlog.nl.

6.5 Mogelijke gevolgen van de verwachte bodemdaling

6.5.1 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.

Gezien de locatie van het Zuidwal voorkomen in de Waddenzee, is het ontstaan van schade aan gebouwen ten gevolge van de productie uit het Zuidwal aardgasvoorkomen niet mogelijk, zie Figuur 6-5.

6.5.2 Gevolgen voor natuur en milieu

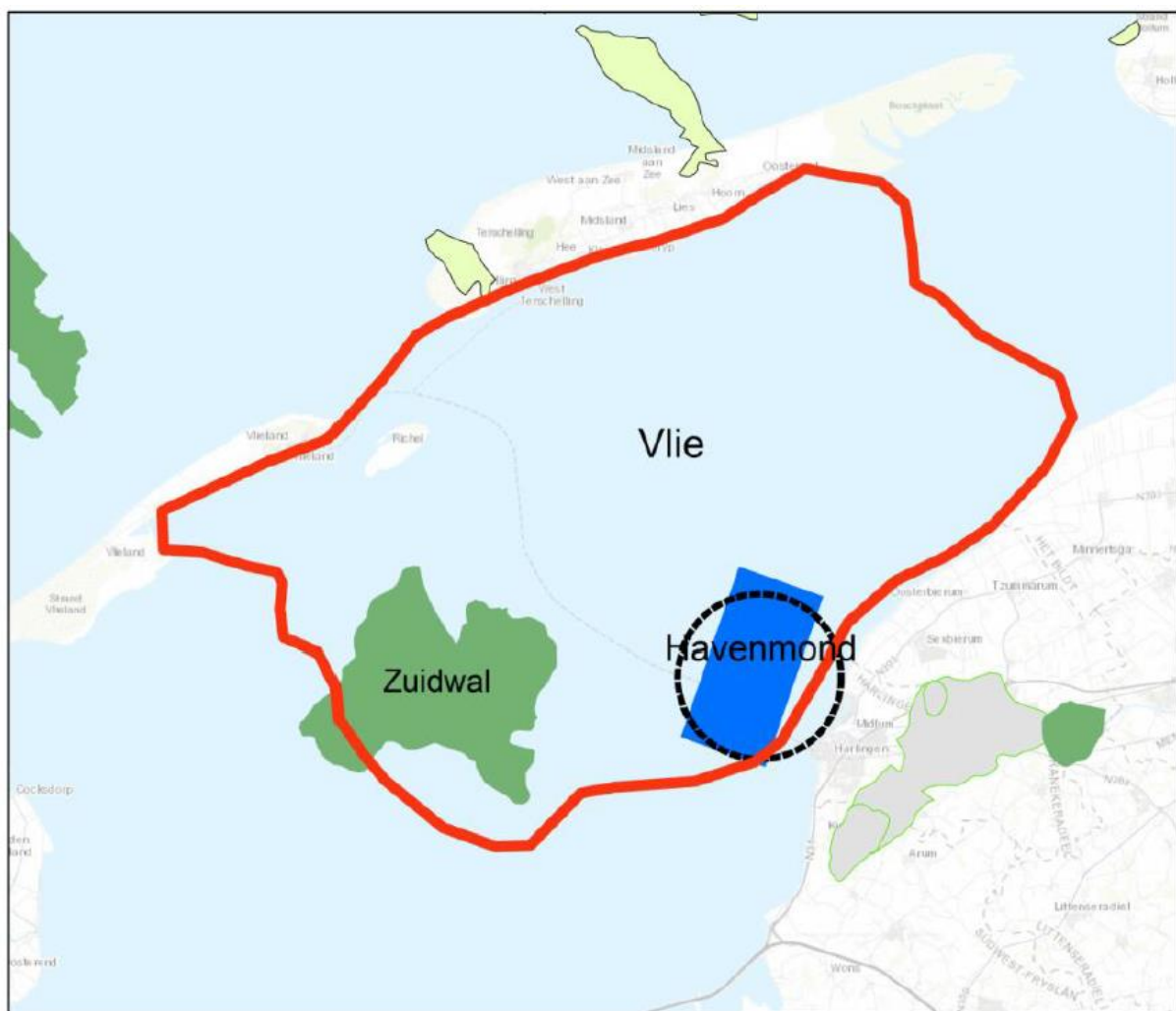
De winning van gas vanaf het Zuidwal platform is opgenomen als bestaand gebruik in het Natura 2000 beheerplan 2016 – 2022. Dit hoofdstuk behandelt de gevolgen van de bodemdaling als gevolg van de resterende gaswinning.

Zoals hierboven besproken, zijn de bodemdalingsmetingen (waterpassing, GPS en satelliet) geanalyseerd en gemodelleerd. Op basis hiervan is een prognose gemaakt van de dalingssnelheid. Om de impact op de Waddenzee in te schatten moeten de veranderingen in komvolume vergeleken worden met de natuurlijke suppletie-capaciteit van het getijdebekken waarin Zuidwal zich bevindt (het 'Vlie' bekken; zie Figuur 6-7). Het resultaat daarvan, een kom-gemiddelde daling, is weergegeven in Figuur 6-8.

De schatting van de impact van deze kom-gemiddelde daling is vervolgens gemaakt aan de hand van een methode zoals opgezet door TNO [Ref. 18]. Hierbij worden de volgende uitgangspunten gebruikt:

- De natuurlijke suppletie capaciteit van het Vlie bekken is 5 mm/jaar.
- De relatieve zeespiegelstijging is 2.2 mm/jaar en neemt toe tot 4 mm/jaar in 2050, dit is inclusief de autonome daling.
- Frisia zoutmijn operatie in het Havenmond gebied heeft een bodemdaling gebruiksruimte van 0.99 mm/jaar.
- De totale bodemdaling gebruiksruimte voor gaswinning is gesteld op 0.42 mm/jaar.

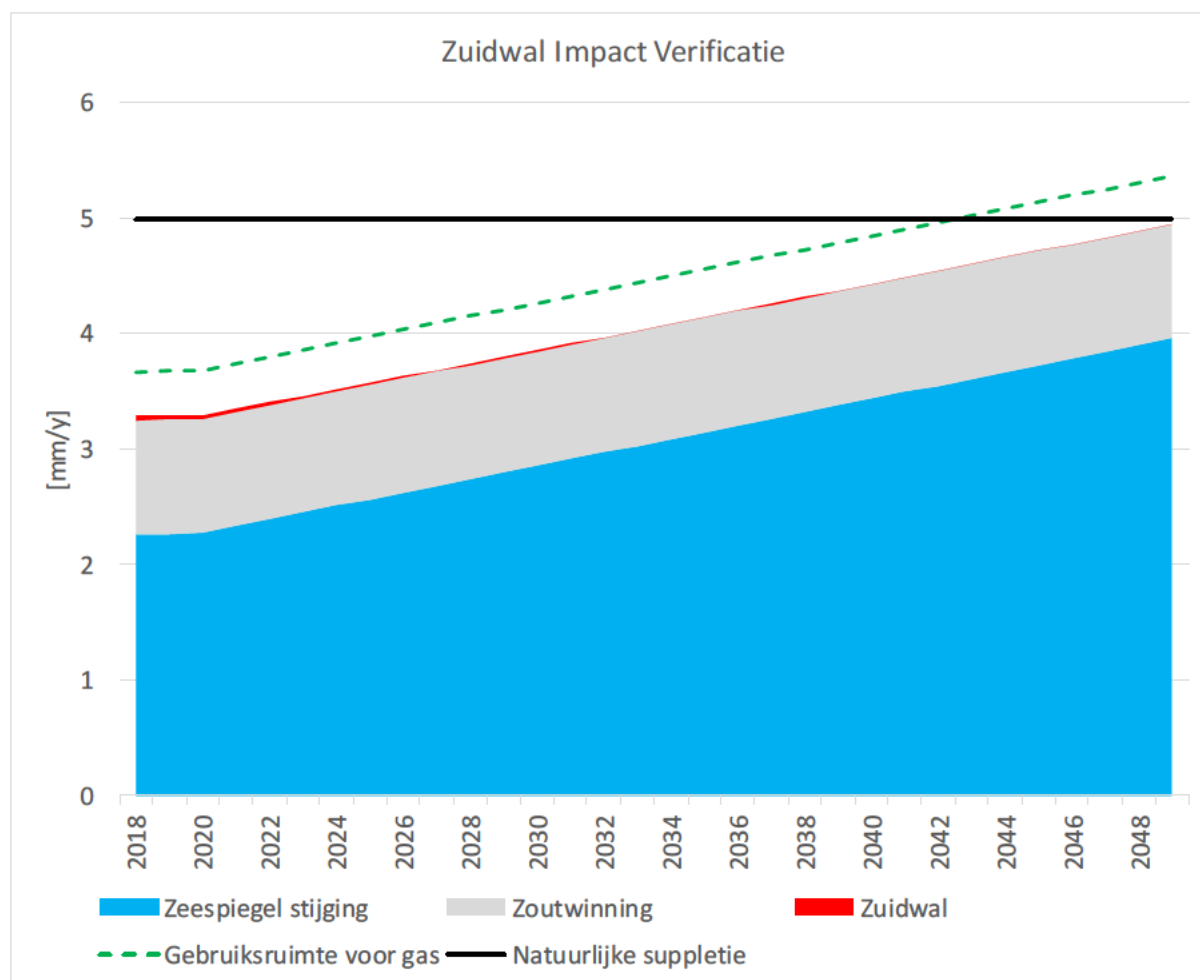
Als gevolg van de resterende winning wordt een kom-gemiddelde dalingssnelheid van 0.035 mm/jaar voorspeld in 2018. De impact van Zuidwal is ruim meer dan twee ordes van grootte (dus meer dan 100 keer) kleiner dan de natuurlijke suppletie-capaciteit van 5 mm/jaar. Gezien het feit dat uit de metingen blijkt dat de dalingssnelheid is afgenomen, en gezien het feit dat de productiehoeveelheden al jaren laag zijn, en nog verder zullen afnemen in de komende jaren, worden significante negatieve effecten op de natuurlijke kenmerken van het Natura 2000-gebied Waddenzee niet verwacht; zie ook Bijlage 15.



Figuur 6-7: Het kombergingsgebied Vlie, het gasveld Zuidwal en de zoutvergunning Havenmond. De gestippelde contour bij Havenmond geeft de 2 cm grens aan van de bodemdaling (Frisia 2012). De lichtgroene gasvelden zijn niet ontwikkeld en de grijze gasvelden zijn uitgeproduceerd (zie ook Ref. 18, figuur A).

Een kombergingsgebied is het stroomgebied behorende bij één zeegat, begrensd door de dijk of kwelder of supragetijde zandplaat aan de vastelandzijde en eilandzijde en door de wantijen van de aangrenzende kombergingsgebieden. Als gevolg van de getijdenwisselingen van de Noordzee

stromen de kombergingsgebieden tijdens vloed vol tot hoogwater, waarna dit getijdewater er weer uitloopt tijdens eb tot laagwater.



Figuur 6-8: Voorspelde belasting voor de komberging Vlie door gaswinning Zuidwal en zoutwinning Havenmond. De belasting is aangegeven door lijnen bovenop de relatieve zeespiegelstijging onder het meegroeivermogen van de komberging Vlie.

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

Gezien de te verwachten geringe effecten door bodembeweging als gevolg van de resterende aardgasproductie voorziet het productieproces niet in dergelijke maatregelen anders dan het periodiek monitoren van de bodemdaling volgens het meetplan en de analyse daarvan.

7 Bodemtrilling

Het seismische risico voor het Zuidwal voorkomen is Categorie I, de laagste risico categorie, zoals vermeld in het vigerende winningsplan Zuidwal d.d. 15 december 2015.

Daarmee blijft het seismisch risico binnen de verwachtingen en grenzen zoals aangegeven in het vigerende winningsplan Zuidwal d.d. 15 december 2015.

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

Als gevolg van de compactie, het zakken van het gasvoorkomen-gesteente door de drukdaling als gevolg van de gaswinning, ontstaan er kleine verplaatsingen in de diepe ondergrond. Als deze verplaatsingen langs een breuk plaatsvinden, gebeurt het soms dat het gesteente aan weerszijden van de breuk ten opzichte van elkaar beweegt. Dit veroorzaakt een aardbeving. Zo'n beving 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 aardgasvoorkomens, zal het bronpunt van de beving, het zogeheten hypocentrum, op enkele kilometers diepte liggen, terwijl natuurlijke bevingen over het algemeen een veel dieper hypocentrum hebben. Op basis van de diepte van de beving kan het KNMI onderscheiden of een beving veroorzaakt is door gaswinning of een natuurlijke oorzaak heeft.

Hoe groter de compactie van het gasvoorkomen, hoe groter de kans dat er significante zettingsverschillen over een breuk plaatsvinden. Voor bevingen is het dus van belang of en wat voor breuken in de gesteentelagen in (de buurt van) het gasvoorkomen aanwezig zijn. 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 analyseprotocol dat door SodM in samenwerking met TNO ontwikkeld is [Ref. 4].

7.2 Historische bevingen in de voorkomens van dit winningsplan

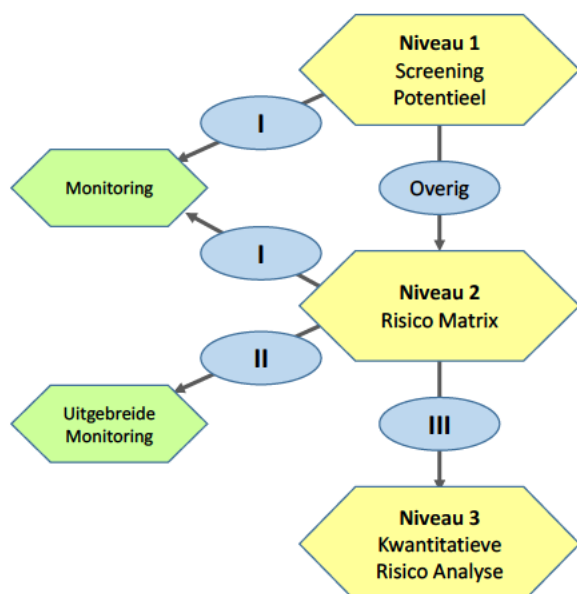
Het KNMI beheert de dataset met aardbevingen in Nederland, zie www.knmi.nl.

Er hebben zich geen historische bevingen ten gevolge van gaswinning voorgedaan in de winningsvergunning Zuidwal.

7.3 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 [Ref. 4].

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



Figuur 7-1: Weergave van de verschillende stappen in de seismisch risico analyse.

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 in de studie “Deterministische Hazard Analyse voor Geïnduceerde Seismiciteit in Nederland” [DHAIS analyse, Ref 2 en 3].

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

Indien de kans op een geïnduceerde beving niet verwaarloosbaar is, zullen 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, zal de risicoanalyse verder worden uitgebreid met de risico matrix (Niveau 2).

Niveau 2: Risico Matrix

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

De inschattingen van het risiconiveau (I, II, III) bepaalt of 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 risicoanalyse worden uitgevoerd in het geval een gasvoorkomen op basis van de risicomatrix als categorie III wordt gekwalificeerd.

Het Zuidwal voorkomen heeft een verwaarloosbare kans op aardbevingen. Het valt dus 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. Hoofdstuk 11, Bijlage: Seismische Risico Analyse: Details en Achtergronden, bevat de details omtrent de seismische risico-analyse. Hierbij is gebruik gemaakt van alle beschikbare reservoir-gegevens en omgevingsfactoren die belangrijk zijn bij het inschatten van het seismisch risico.

7.4 Monitoring van bodemtrillingen

Het monitoren van de seismische activiteit rondom het Zuidwal voorkomen wordt gerealiseerd met behulp van het bestaande KNMI netwerk.

De data van alle stations komt rechtstreeks binnen bij het KNMI. De KNMI analyseert deze data continu voor seismische activiteit om locatie en magnitude aan te duiden.

7.5 *Mogelijke gevolgen van bevingen ten gevolge van gaswinning uit de voorkomens in dit winningsplan*

7.5.1 *Schade aan openbare infrastructuur door bevingen ten gevolge van gaswinning*

Gezien de verwaarloosbare kans op een beving en de daarmee gepaard gaande indeling in categorie I, laagste risico categorie, is de kans op schade verwaarloosbaar.

7.5.2 *Schade aan bouwwerken door bevingen ten gevolge van gaswinning*

Gezien de verwaarloosbare kans op een beving en de daarmee gepaard gaande indeling in categorie I, laagste risico categorie, is de kans op schade verwaarloosbaar.

Onder verwijzing naar datgene wat hierboven is uiteengezet, en gezien de locatie, acht Vermilion het ontstaan van schade aan bouwwerken ten gevolge van de productie uit het Zuidwal aardgas voorkomen verwaarloosbaar.

7.5.3 *Schade aan natuur en milieu door bevingen ten gevolge van gaswinning*

Gezien de verwaarloosbare kans op een beving en de daarmee gepaard gaande indeling in categorie I, laagste risico categorie, is de kans op schade verwaarloosbaar.

Gezien de te verwachten geringe effecten door bodemtrillingen als gevolg van de aardgasproductie en de daarmee gepaard gaande indeling in categorie I, laagste risico categorie, is de kans verwaarloosbaar dat er nadelige effecten in het Waddenzee gebied zullen optreden.

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

Gezien de indeling in categorie I wordt er geen schade verwacht, en voorziet het productieproces niet in maatregelen om trillingen te voorkomen of te beperken.

8 Overige Omgeving Aspecten

8.1 Inleiding

De winning van aardgas kan mogelijke gevolgen, anders dan bodemdaling en trillingen met zich meebrengen. Deze mogelijke gevolgen worden beoordeeld door het bevoegd gezag in andere vergunningen dan het winningsplan.

Het platform is gelegen in het Natura 2000-gebied 'Waddenzee'. Het platform en de activiteiten daarop, alsmede onderhoudsbaggerwerkzaamheden aan de toegangsgeul Zuidwal zijn als bestaand gebruik getoetst en opgenomen in het Beheerplan Waddenzee.

De vigerende omgevingsvergunning voor de mijnbouwlocatie Zuidwal Platform is de vergunning op grond van de Wet Milieubeheer met kenmerk ME/EP/UM/3058367 d.d. 27 januari 2004. Deze vergunning ziet op de productie van gas en het transport, meten en afvoeren van gas. In deze vergunning zijn aspecten als luchtverontreiniging (emissies), emissies naar het water, geluid, veiligheid en afval en energie getoetst.

Het Zuidwal platform en de Zuidwal leiding wordt beheerd en onderhouden op basis van de bestaande Wbr vergunning d.d. 10-12-1985 met kenmerk RFR 9732. In overleg met het bevoegd gezag, Rijkswaterstaat Noord-Nederland is besloten tot het aanvragen van een (revisie)vergunning op grond van de Waterwet t.b.v. het hebben en onderhouden van het Zuidwalplatform (PE-ZW-PA) en de bijbehorende kabels en leidingen in de Waddenzee tussen het platform en de gasbehandelingsinstallatie aan de Zuidwalweg 2 te Harlingen. Deze aanvraag Waterwetvergunning Zuidwal platform en pijpleiding is momenteel in behandeling.

8.2 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 gasvoorkomen. Dat kan naast en/of onder het gasvoerende deel gelegen zijn.
Cm	Uniaxiale compactie-coëfficiënt; mate van samendrukbaarheid van het gesteente.
Compactie	Het samendrukken van het gasvoorkomengesteente 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 gasvoorkomengesteente
Epicentrum	Het epicentrum is het punt op het aardoppervlak loodrecht boven het hypocentrum (ondergronds punt) van een aardbeving.
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
GWC	Gas-water contact diepte (in m onder NAP)
HTC	Harlingen Treatment Centre, Harlingen gas behandelstation
Hypocentrum	Het hypocentrum is het ondergrondse gebied waar een aardbeving ontstaat.
Kern	Gesteentemonster uit de ondergrond verkregen bij het boren van een put
KNMI	Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut
m RT	Diepte gemeten in m langs het boortraject, vanaf de boortafel (RT)
m TH	Diepte gemeten in m langs het boortraject, vanaf de tubing hanger (TH)
Mbb	Mijnbouwbesluit
Mbr	Mijnbouwregeling
MER	Milieu-Effect-Rapportage
Mbw	Mijnbouwwet
nm³	m ³ bij 0 °C en 1.01325 bara [Ref.7]
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
Saturatie	Het gedeelte van het poriënvolume dat met water en gas is gevuld
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.
ZDW	Zuidwal

10 Referenties

1. TCBB, Industriëleidraad ter Geodetische bepaling van bodembeweging als gevolg van mijnbouwactiviteiten, 2014.
2. TNO, Deterministische Hazard Analyse voor Geïnduceerde Seismiciteit in Nederland, 2004 (NITG 04-171-C).
3. TNO, Deterministische Hazard Analyse voor Geïnduceerde Seismiciteit in Nederland, update 2012 (R10198).
4. SodM, Methodiek voor Risico-Analyse omtrent geïnduceerde bevingen door gaswinning (Tijdelijke Leidraad), Februari 2016.
5. TNO, Seismiciteit onshore gasvelden Nederland, 2016 (R10164).
6. 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.
7. Physical Properties of Natural Gases, Nederlandse Gasunie, 1988.
8. GPS-meting Zuidwal 2017, Rapportage van de GPS-meting Zuidwal 2017, Antea project nummer 411176, versie definitief, datum 12 mei 2017.
9. Schade aan buisleiding door aardbeving, fase 1 inventarisatie, Deltares Project report 1001649-000, 2010.
10. Seismisch hazard van geïnduceerde aardbevingen Integratie van deelstudies, Wassing, B.B.T. (TNO) & Dost, B. (KNMI), Report nummer TNO 2012 R11139, 24 december 2012.
11. De relatie tussen schade aan gebouwen en lichte, ondiepe aardbevingen in Nederland: inventarisatie, TNO Rapport 97-CON-R1523-1, door Van Staalduinen & Geurts, 1998.
12. Seismisch Risico in Noord-Nederland, Th. de Crook & H.W. Haak & B. Dost, februari 1998, Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut, Afdeling Seismologie
13. Nederlands Aardolie Maatschappij, Bodemdalingsrapport Noord-Nederland, 2015
14. www.commissiebodemdaling.nl
15. Rapport: Aanvullend geodetisch onderzoek Zuidwal, kenmerk: 0262994.00, Oranjewoud, 2013
16. Platform Zuidwal; InSAR Deformatie metingen 2010 – 2013; Hansje Brinker Infrastructure Monitoring; 2013
17. Winningsplan Zuidwal, Vermilion, datum 15 december 2015. Addendum toegevoegd op 29 september 2016.
18. Gaswinning en zoutwinning in de komberging Vlie, TNO rapport kenmerk: TNO 2016 R11298, datum 14 oktober 2016
19. Nomination of the Dutch-German Wadden Sea as World Heritage Site, Volume 1, January 2008
20. Zuidwal Vooruitblik Abandonnering, Versie 1.0, 16 november 2018, Vermilion Energy Netherlands

11 Bijlage: Seismische Risico Analyse: Details en Achtergronden

De seismische risicoanalyse laat zien dat het seismisch risico voor het gasvoorkomen Zuidwal in Categorie 1 valt; de laagste risico categorie.

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.

11.1 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 [Ref. 4].

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

Voor velden 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.

11.2 Seismische Risico Analyse voorkomen Zuidwal

De studie *Deterministische Hazard Analyse voor Geïnduceerde Seismiciteit in Nederland* (TNO, ref. 2 en 3) (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:

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

Waarbij:

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

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

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

De DHAIS kans-classes worden hieronder weergegeven (met P_h de kans op beven van het voorkomen):

Tabel 11-1 DHAIS kans-classificatie (TNO, ref. 2 en 3). 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 Zuidwal voorkomen heeft deze grenswaarde al overschreden.

De B en E factoren worden berekend aan de hand van gesteente eigenschappen aan de hand van de methodiek zoals beschreven in de SRA guideline [Ref. 4].

De uitkomst van de analyse is dat de kans op beven als gevolg van de productie uit het Zuidwal voorkomen verwaarloosbaar is, omdat de verhouding van de stijfheden van het reservoir en de bovenliggende lagen ("overburden"), de zgn. E factor, onder de 1.01 ligt. Dit wordt veroorzaakt door de lage stijfheid van de Vlieland klei die het reservoir afsluit, zie ook de tabel hieronder:

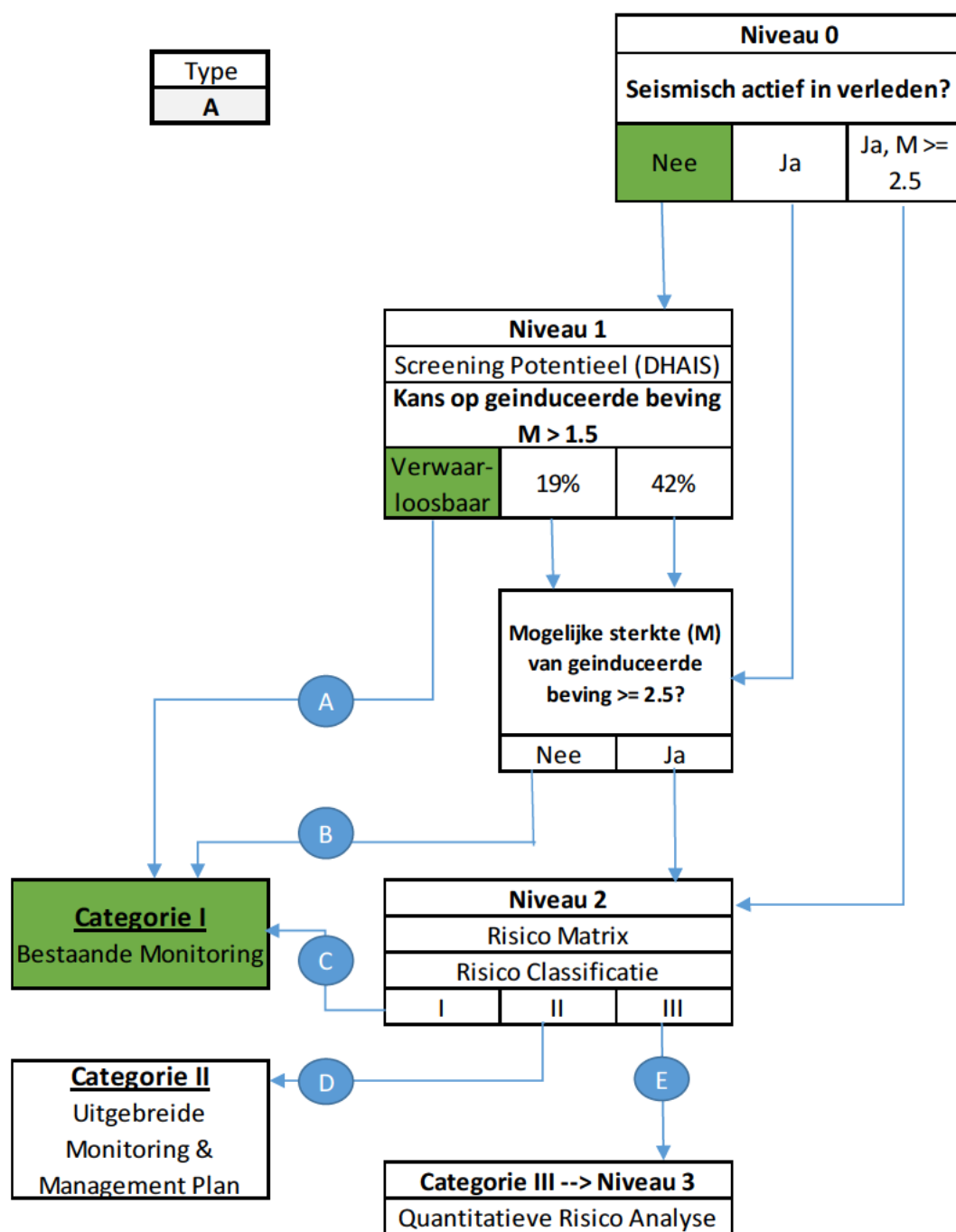
	Vp[m/s]	Vs [m/s]	Dichtheid [kg/m3]	E [GPa]	E verhouding
Seal (KNNC)	2751	1854	2474	11.479	0.49
Reservoir (KNSNF)	4033	2536	2451	23.351	

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

Aangezien de kans op een geïnduceerde beving verwaarloosbaar is, worden de bovengenoemde niveaus 2 en 3 niet doorlopen.

Op de volgende pagina staat samengevat de beslisboom voor seismische risico analyse voor Zuidwal.

Zuidwal



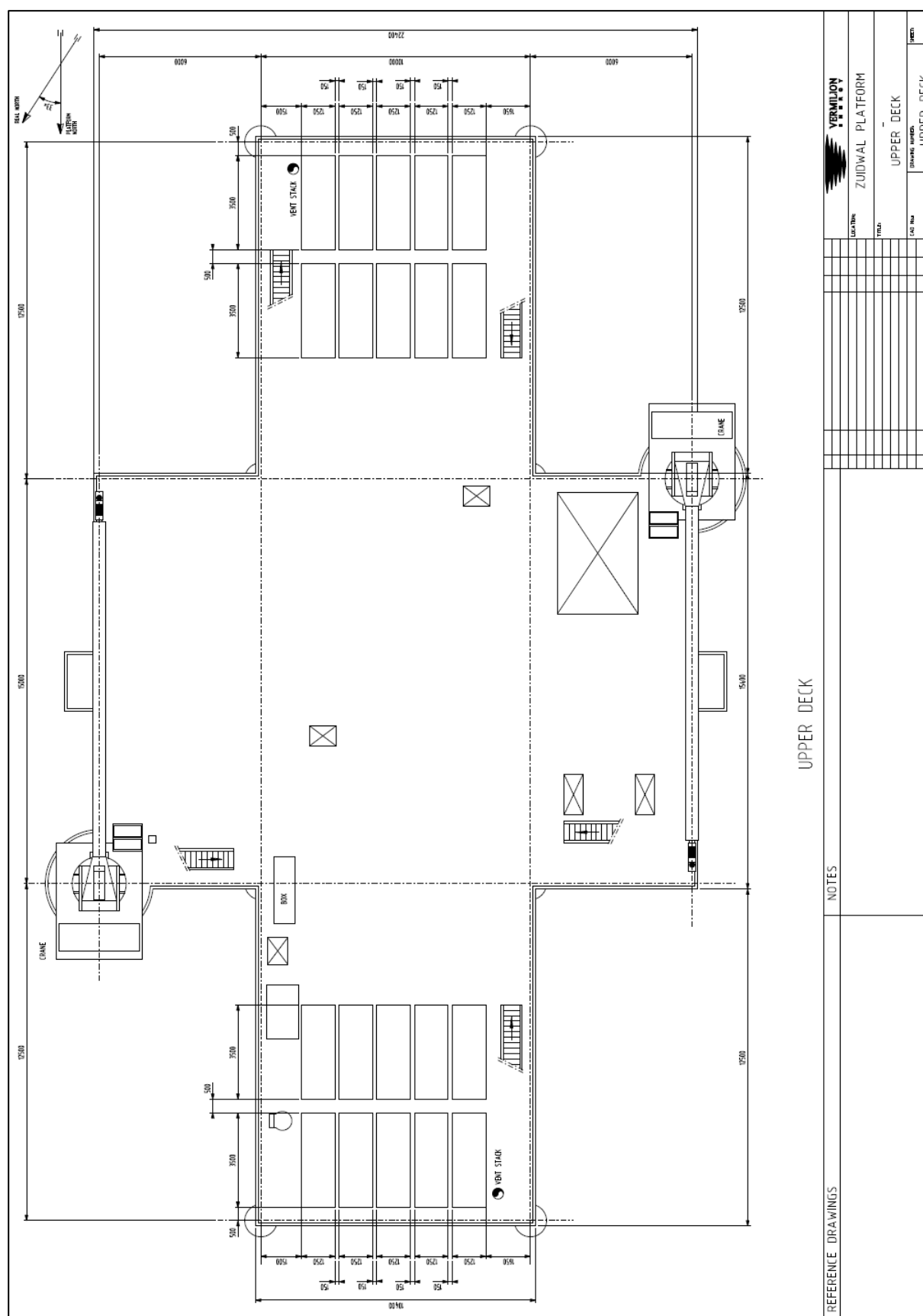
12 Bijlage: Plattegrondtekening en foto's Mijnbouwlocatie Zuidwal

12.1 Foto's Mijnbouwlocatie Zuidwal Platform

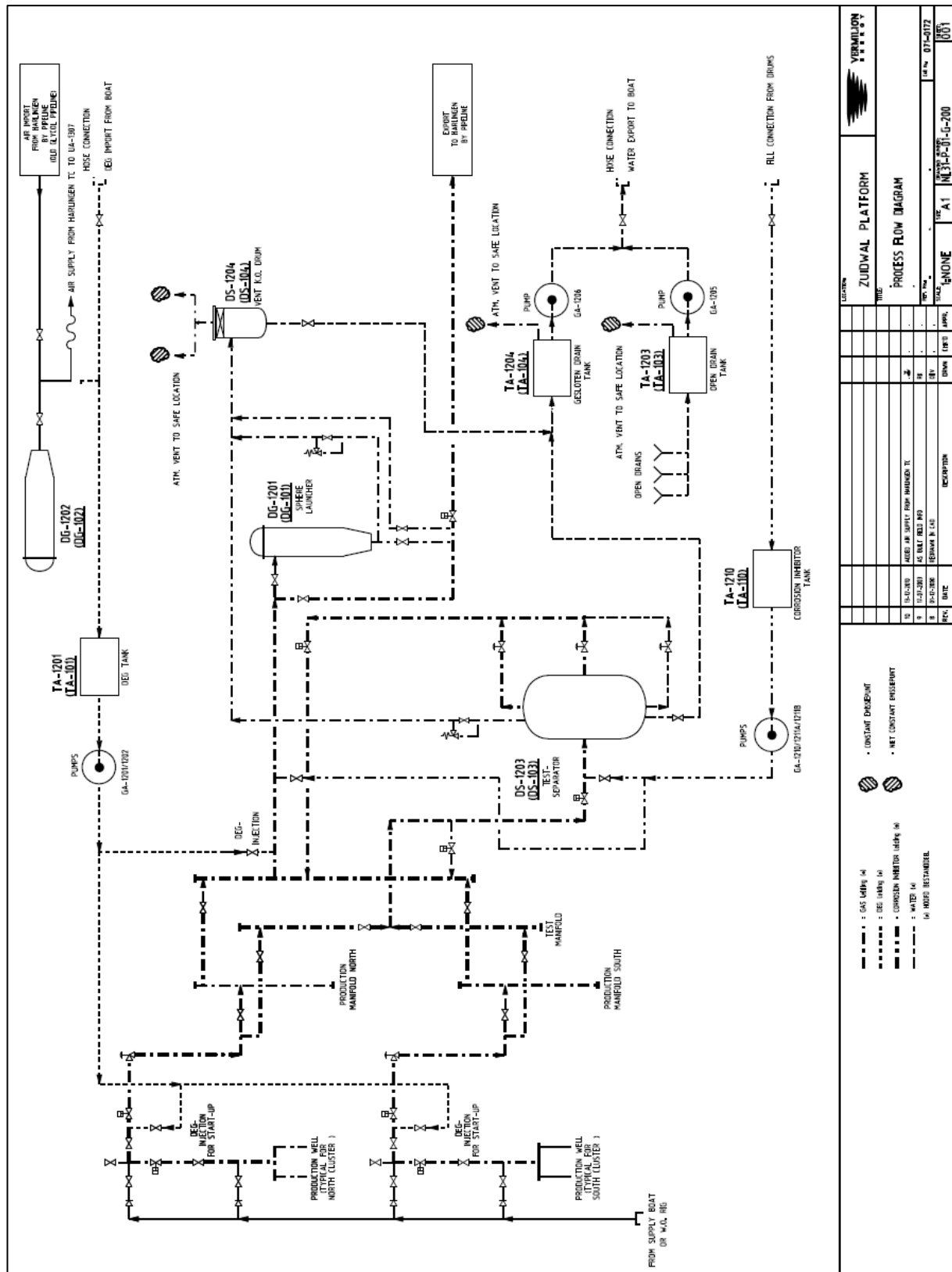


Figuur 12-1: Foto Zuidwal Platform met bevoorradingsboot op de voorgrond.

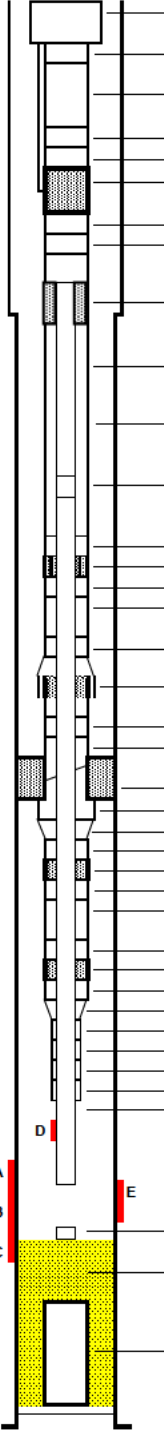
12.2 Plattegrondtekening Mijnbouwlocatie Platform Zuidwal

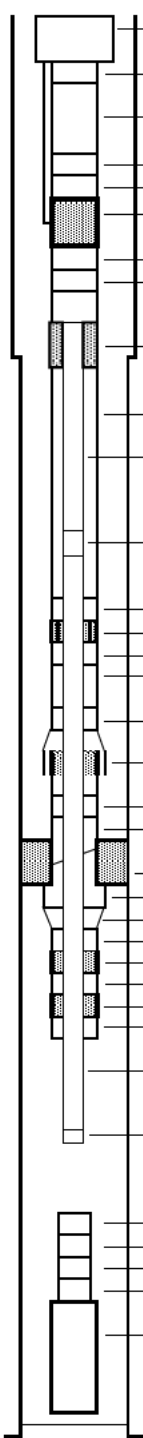


13 Bijlage: Proces-stroomdiagram van Zuidwal Platform

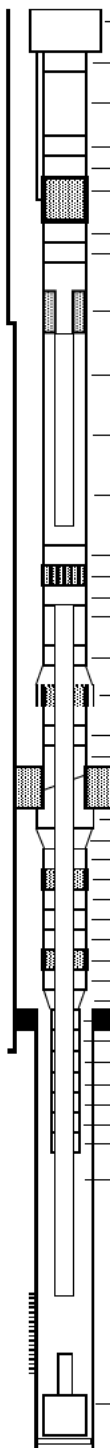


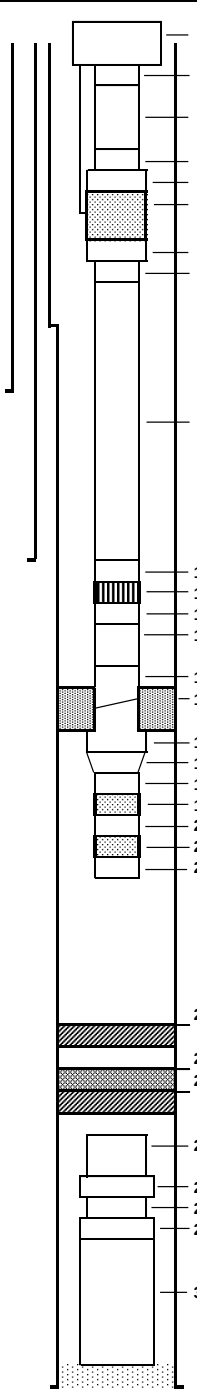
14 Bijlage: Schematische voorstelling putverbuizingen

VERMILION			FIELD : ZUIDWAL			WELL : ZDW A1		
RT/TH 19.75 m			ANNULUS FLUID					
COMPLETION DATE : 6/88			SG 128 NH BITED CACL2 BRINE					
VOLUMES			DRILLING DEPTHS / RKB					
TUB NG : 17.1 m3			TOP CEMENT 2093 m					
ANNULUS : 18 m3			7" FLOAT COLLAR 2099.5 m					
HOLE : 39.8 m3			Xover 7" X 7 5/8" 252 m.					
Xmas TREE								
TUB NG HEAD			FMC TCM EPP 11"-5000 X 7 1/16"-5000					
TUB NG HANGER			FMC TC-1A WITH 4" CAMERON BPV PROFILE					
L MASTER VALVE			FMC MODEL 120 4 1/16"-5000					
U MASTER VALVE			FMC MODEL 120 4 1/16"-5000 (UPPER AVA OOW ACTUATED)					
SWAB VALVE			FMC MODEL 120 4 1/16"-5000					
W NG VALVES			FMC MODEL 120 4 1/16"-5000 (UPPER AVA OOH ACTUATED)					
TOP CAP			FMC 4 1/16"-5000 X SPECIAL ACME HAMMER NUT					
STRING								
ITEM	QTY	DESIGNATION		Depth/Th	D/in			
1	1	TUB NG HANGER 5" ACME M1 BOX X 4 1/2" VAM ACE BOX		0.15	4.000			
2	1	PUP JO NT 4 1/2" VAM ACE 12.6# N80 13Cr		1.38	3.958			
3	5	TUB NG 4 1/2" VAM ACE 12.6# N80 13Cr		48.56	3.958			
4	3	PUP JO NT 4 1/2" VAM ACE 12.6# N80 13Cr		54.47	3.958			
5	1	FLOW COUPL NG 4 1/2" VAM ACE 13Cr P N X P N		55.84	3.958			
6	1	BAKER 3.81" B SCSSSV NIPPLE		56.53	3.813			
7	1	FLOW COUPL NG 4 1/2" VAM ACE 13Cr P N X P N		57.90	3.958			
8	1	PUP JO NT 4 1/2" VAM ACE 12.6# N80 13Cr		59.37	3.958			
9	178	TUB NG 4 1/2" VAM ACE 12.6# N80 13Cr		1733.35	3.958			
10	1	PUP JO NT 4 1/2" VAM ACE 12.6# N80 13Cr		1734.83	3.958			
11	1	BAKER 'L' SSD WITH 3.75" F PROFILE		1736.13	3.750			
12	1	PUP JO NT 4 1/2" VAM ACE 12.6# N80 13Cr		1737.61	3.958			
13	1	TUB NG 4 1/2" VAM ACE 12.6# N80 13Cr		1747.13	3.958			
14	1	PUP JO NT 4 1/2" VAM ACE 12.6# N80 13Cr		1748.61	3.958			
15	1	XL TSR 'EBA 1' 4610 WITH 3.68" F PROFILE		1754.47	3.688			
16	2	PUP JO NT 4 1/2" VAM ACE 12.6# N80 13Cr		1757.41	3.958			
17	1	BAKER K22 ANCHOR 81FA70		1758.37	3.870			
18	1	BAKER PACKER 85 SABL3 47 X 38		1759.79	3.870			
19	1	M LLOUT EXTENSION 5"		1761.41	4.409			
20	1	XOVER 5" VAM BOX X 4 1/2" VAM PIN		1761.82	3.958			
21	2	PUP JO NT 4 1/2" VAM ACE 12.6# N80 13Cr		1764.76	3.958			
22	1	BAKER 3.31" 'F' NIPPLE		1765.46	3.313			
23	1	PUP JO NT 4 1/2" VAM ACE 12.6# N80 13Cr		1766.94	3.958			
24	1	TUB NG 4 1/2" VAM ACE 12.6# N80 13Cr		1776.37	3.958			
25	1	PUP JO NT 4 1/2" VAM ACE 12.6# N80 13Cr		1777.85	3.958			
26	1	BAKER 3.31" 'R' NIPPLE		1778.57	3.240			
27	1	PUP JO NT 4 1/2" VAM ACE 12.6# N80 13Cr		1780.04	3.958			
28	1	XOVER 4 1/2" VAM X 3 1/2" EUE		1781.19	2.992			
29	1	TUB NG 3 1/2" EUE 9.3# N80		1790.80	2.992			
30	1	BAKER COMPENSATING VALVE		1791.14				
31	1	PUP JO NT 3 1/2" EUE 9.3# N80		1799.14				
32	1	5" BAKER MECHANICAL FIR NG HEAD WITH AUTO RELEASE		1799.50				
		TOP TCP GUNS		1944.33				
33		TCP GUNS 5" OD		2073.25				
		2 7/8" VELOCITY STRING (INSTALLED 12/2002)						
		TOP Velocity String w/GS profile (pulling tool 3.5" MARK II)		72.64	1.870			
34	1	PACKER ASSY		1.72	74.36 2.717			
35	171	TUB NG 2 7/8" FOX		1646.48	1720.84 2.441			
36	1	CROSS OVER VAM FJL/FOX		0.26	1721.10 1.995			
37	14	TUB NG 2 3/8" VAM FJL		131.39	1852.49 1.995			
38	1	DOUBLE PUMP OUT SUB CUT ON 30/MAR/2018, TAG TOP		1896.00	1.500			
39		REMA NDER IS SAND FLL; WELL HAS HISTORY OF SAND FILL.						
PERFORATIONS / RKB								
M RKB	M RKB	M TH	M TH	NOTES				
1856.0	TO 1915.0	/	1836.3 TO 1895.3	A: 8 SHTS PER FT				
1917.0	TO 1936.5	/	1897.3 TO 1916.8	B: 8 SHTS PER FT				
1938.5	TO 1948.0	/	1918.8 TO 1928.3	C: 8 SHTS PER FT				
1848.8	TO 1850.0	/	1829.0 TO 1830.2	D: TUBING PUNCH, 3/APR/2017				
1934.8	TO 1937.3	/	1915.0 TO 1917.5	E: RE-PERFORATION 31/MAR/2018				
1904.8	TO 1911.2	/	1885.0 TO 1891.5	E: RE-PERFORATION, 1/APR/2018				
1919.8	TO 1929.8	/	1900.0 TO 1910.0	E: RE-PERFORATION 2-3/APR/2018				
NORM CLASSIFIED YES								
DEVIATION VERTICAL								
05/Apr/2018								

VERMILION		FIELD : ZUIDWAL		WELL : ZDW A2		
RT/TH 19.75 m. COMPLETION DATE : 6/88		ANNULUS FLUID SG 1.27 NH BITED CACL2 BRINE				
VOLUMES		DRILLING DEPTHS / RKB				
TUB NG : 14.9m3		TOP CEMENT 2197 m				
ANNULUS : 20 m3		7" FLOAT COLLAR 2201.6 m				
HOLE : 41 m3		Xover 7" X 7 5/8" 321 m.				
Xmas TREE						
TUBING HEAD	FMC TCM EPP 11"-5000 X 7 1/16"-5000					
TUBING HANGER	FMC TC-1A WITH 4" CAMERON BPV PROF LE					
L MASTER VALVE	FMC MODEL 120 4 1/16"-5000					
U MATER VALVE	FMC MODEL 120 4 1/16"-5000 (UPPER AVA OOW ACTUATED)					
SWAB VALVE	FMC MODEL 120 4 1/16"-5000					
W NG VALVES	FMC MODEL 120 4 1/16"-5000 (UPPER AVA OOH ACTUATED)					
TOP CAP	FMC 4 1/16"-5000 X SPECIAL ACME HAMMER NUT					
STRING						
ITEM	QTY	DESIGNATION	Depth/Th	D/in		
1	1	TUB NG HANGER 5" ACME M1 BOX X 4 1/2" VAM ACE BOX	0.15	4.000		
2	1	PUP JOINT 4 1/2" VAM ACE 12.6# N80 13Cr	1.39	3.958		
3	5	TUB NG 4 1/2" VAM ACE 12.6# N80 13Cr	46.04	3.958		
4	3	PUP JOINT 4 1/2" VAM ACE 12.6# N80 13Cr	47.52	3.958		
5	1	FLOW COUPL NG 4 1/2" VAM ACE 13Cr PIN X P N	48.89	3.958		
6	1	BAKER 3.81" B SCSSSV NIPPLE	49.57	3.813		
7	1	FLOW COUPL NG 4 1/2" VAM ACE 13Cr PIN X P N	50.94	3.958		
8	1	PUP JOINT 4 1/2" VAM ACE 12.6# N80 13Cr	52.41	3.958		
9	178	TUB NG 4 1/2" VAM ACE 12.6# N80 13Cr	1827.68	3.958		
10	1	PUP JOINT 4 1/2" VAM ACE 12.6# N80 13Cr	1829.16	3.958		
11	1	BAKER 'L' SSD WITH 3.75" F PROFILE	1830.49	3.750		
12	1	PUP JOINT 4 1/2" VAM ACE 12.6# N80 13Cr	1831.97	3.958		
13	1	TUB NG 4 1/2" VAM ACE 12.6# N80 13Cr	1841.48	3.958		
14	1	PUP JOINT 4 1/2" VAM ACE 12.6# N80 13Cr	1842.95	3.958		
15	1	XL TSR 'EBA 1' 4610 WITH 3.68" F PROFILE	1848.15	3.688		
16	2	PUP JOINT 4 1/2" VAM ACE 12.6# N80 13Cr	1851.00	3.958		
17	1	BAKER K22 ANCHOR 81FA47	1851.96	3.870		
18	1	BAKER PACKER 85 SABL 3.47 X 38	1853.38	3.870		
19	1	MILLOUT EXTENSION 5"	1855.00	4.409		
20	1	XOVER 5" VAM BOX X 4 1/2" VAM P N	1855.41	3.958		
21	2	PUP JOINT 4 1/2" VAM ACE 12.6# N80 13Cr	1856.78	3.958		
22	1	BAKER 3.31" 'F' NIPPLE	1857.48	3.313		
23	1	PUP JOINT 4 1/2" VAM ACE 12.6# N80 13Cr	1858.96	3.958		
24	1	BAKER 3.31" 'R' NIPPLE	1859.68	3.240		
25	1	BAKER 4 1/2" DISCONNECT NG SUB	1860.58	3.948		
26	1	TUB NG 3 1/2" EUE 9 3# N80 (length 9.49m. top 2046.79m.)	2056.28	2.992		
27	1	BAKER COMPENSATING VALVE				
28	1	PUP JOINT 3 1/2" EUE 9 3# N80		2.992		
29	1	3 3/8" BAKER MECHANICAL FIRING HEAD				
30		5" OD TCP GUNS (length 111.83 m.)	2177.25			
		2 7/8" VELOCITY STRING (INSTALLED 11/2002)				
		Top Velocity String w/GS profile (pulling tool 3.5" Mark II)	72.64	1.870		
31	1	PACKER ASSEMBLY	1.72	74.36	2.717	
32	181	TUB NG 2 7/8" FOX	1741.24	1815.60	2.441	
33	1	CROSS OVER VAM FJL/FOX	0.51	1816.11	2.441	
34	12	TUB NG 2 7/8" VAM FJL	111.74	1927.85	2.441	
35	1	DOUBLE PUMP OUT SUB (SHEARED)	0.52	1928.37	1.500	
PERFORATIONS / RKB						
1934.0 TO 1963.0		8 SHTS PER FT				
1969.0 TO 2003.0		"				
2009.0 TO 2016.0		"				
				NORM CLASSIFIED YES		
				DEVIATION MAX 24 DG		
				Rev. 2 JM.Krepa 11 April 03		

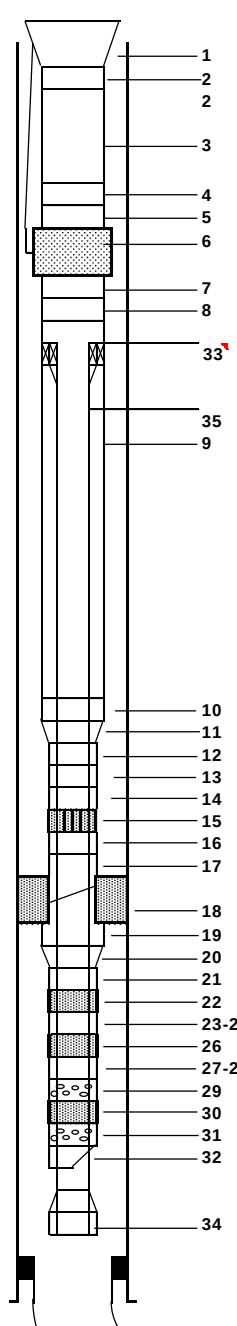
VERMILION		FIELD : ZUIDWAL		WELL:ZDW A3	
RT/TH 19.99 m COMPLETION DATE : 1/89		ANNULUS FLUID SG 1.27 NH BITED CaCl2 BR NE			
VOLUMES		DRILLING DEPTHS / RKB			
TUBING : (LONG 6.7m3)(SHORT 9m3)		7" LAND NG COLLAR @ 2575 m.			
ANNULUS 56.5m3		7" LNER HANGER @ 2030 m.			
HOLE : 87.5 m3		9 5/8" CSG SHOE @ 2094 m.			
FMC DUAL TREE	LONG STRING	SHORT STRING			
TUBING HEAD	TCM 60 11 X 11-5000	TCM 60 11 X 11-5000			
TUBING HANGER	TC60 SPC'L (2.5 CIW BPV)	TC60 SPC'L (3 CIW BPV)			
L MASTER VALVE	MODEL 120 2 9/16-5000	MODEL 120 3 1/8-5000			
U MATER VALVE	MODEL 120 2 9/16-5000(+AVA OOW)	MODEL 120 3 1/8-5000(+AVA OOW)			
SWAB VALVE	MODEL 120 2 9/16-5000	MODEL 120 3 1/8-5000			
WING VALVES	MODEL 120 2 9/16-5000	MODEL 120 3 1/8-5000			
TOP CAP	2 9/16-5000 X 3 89 4NA 2G	3 1/8-5000 X 4.604 4NA 2G			
STRING					
ITEM	QTY	DESIGNATION	Depth/Th	D/in	
LONG STRING					
1	1	TUBING HANGER WITH 2 1/2" CIW BPV PROFILE	0.27	2.500	
2	168	TUBING 2 7/8" VAM N80 6.4#	1503.33	2.441	
3	1	BAKER 2.31" "F" NIPPLE	1503.70	2.313	
4	54	TUBING 2 7/8" VAM N80 6.4#	1984.70	2.441	
5	1	BAKER DUAL T2 DSR SIZE 518 PACKER	1988.25		
6	1	TUBING 2 7/8" VAM N80 6.4#	1990.24	2.441	
7	1	2 7/8" SHEAR OUT SAFETY JOINT	1990.85	2.441	
8	11	TUBING 2 7/8" VAM N80 6.4#	2092.07	2.441	
9	7	2 7/8" BLAST JOINTS	2155.63	2.441	
10	7	TUBING 2 7/8" VAM N80 6.4#	2213.00	2.441	
11	1	G22 LOCATOR 80-32 2 7/8"	2213.20		
12	1	BAKER DB-84-32 PACKER	2215.81		
13	2	TUBING 2 7/8" VAM N80 6.4#	2219.79	2.441	
14	1	BAKER 2.25" "F" NIPPLE	2220.19	2.250	
15	1	TUBING 2 7/8" VAM N80 6.4#	2223.18	2.441	
16	1	WIRELINE ENTRY GUIDE	2223.33	2.441	
SHORT STRING					
1	1	TUBING HANGER WITH 3" CIW BPV PROFILE	0.23	3.000	
2	7	TUBING 3 1/2" VAM N80 9.2#	42.04	2.992	
3	1	FLOW COUPLING	45.29	2.992	
4	1	BAKER "FVLS" 2.81" TRSCSSSV	48.83	2.813	
5	1	FLOW COUPLING	50.10	2.992	
6	210	TUBING 3 1/2" VAM N80 9.2#	1979.62	2.992	
7	1	BAKER 2.75" "L" SSD	1980.61	2.750	
8	2	TUBING 3 1/2" VAM N80 9.2#	1983.59	2.992	
9	1	BAKER E22 ANCHOR 3.25" LATCH IN SHEAR RELEASE	1984.15		
10	1	BAKER DUAL T2 DSR SIZE 518 PACKER	1988.16		
11	1	PUP JOINT 3 1/2" VAM N80 9.2#	1990.15	2.992	
12	1	BAKER 2.31" "F" NIPPLE	1990.59	2.313	
13	1	TUBING 3 1/2" VAM N80 9.2#	1993.59	2.992	
14	1	BAKER 2.25" "R" NIPPLE	1994.04	2.197	
15	1	PUP JOINT 3 1/2" VAM N80 9.2#	1996.03	2.992	
16	1	WIRELINE ENTRY GUIDE	1996.23	2.992	
PERFORATIONS / RKB					
ZECHSTEIN / ROTLIEGEND					
2276-2286 : 2 1/8" ENERJET 4 shts / ft					
2388-2397 : 2 1/8" ENERJET 4 shts / ft					
LOWER CRETACEOUS					
2110-2132 : 5" TCP 6 shts / ft (1996 : PUMPED PLUGGING MATERIAL)					
2137-2150 : 5" TCP 6 shts / ft "					
2155-2167 : 5" TCP 6 shts / ft "					
				DEVIATION 30 deg.	

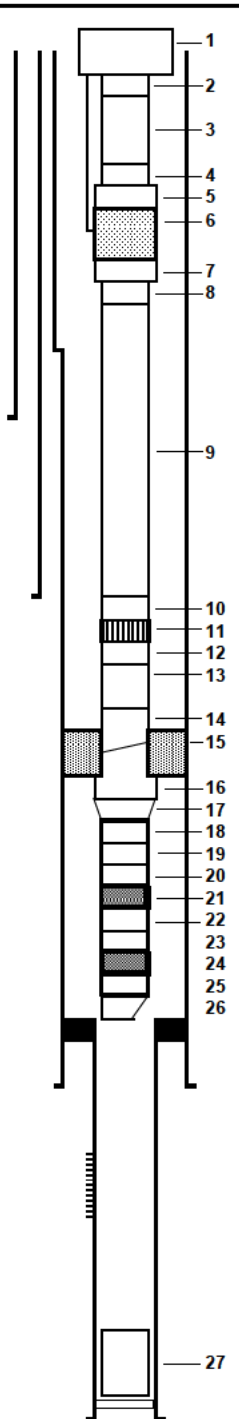
VERMILION			FIELD : ZUIDWAL			WELL : ZDW A4		
RT/TH 19.75 m. COMPLETION DATE : 6/88			ANNULUS FLUID SG 1.27 INH BITED CACL2 BR NE					
VOLUMES			DRILLING DEPTHS / RKB					
TUBING : 19.5 m3			7 5/8" X 7" XOVER @ 119 m.					
ANNULUS : 24.6 m3			5" LNER HANGER @ 2440.88 m.					
HOLE : 47.3 m3			5" LANDING COLLAR @ 2792 m.					
Xmas TREE								
TUB NG HEAD			FMC TCM EPP 11"-5000 X 7 1/16"-5000					
TUB NG HANGER			FMC TC-1A WITH 4" CAMERON BPV PROFILE					
L MASTER VALVE			FMC MODEL 120 4 1/16"-5000					
U MASTER VALVE			FMC MODEL 120 4 1/16"-5000 (UPPER AVO OOH ACTUATED)					
SWAB VALVE			FMC MODEL 120 4 1/16"-5000					
W NG VALVES			FMC MODEL 120 4 1/16"-5000 (UPPER AVO OOH ACTUATED)					
TOP CAP			FMC 4 1/16"-5000 X SPECIAL ACME HAMMER NUT					
STRING								
ITEM	QTY	DESIGNATION	Depth/Th	ID/in				
1	1	TUB NG HANGER 5" ACME M1 BOX X 4 1/2" VAM ACE BOX	0.15	4.000				
2	1	PUP JONT 4 1/2" VAM ACE 12 6# N80 13Cr	1.39	3.958				
3	5	TUB NG 4 1/2" VAM ACE 12 6# N80 13Cr	49.09	3.958				
4	1	PUP JONT 4 1/2" VAM ACE 12 6# N80 13Cr	50.57	3.958				
5	1	FLOW COUPLING 4 1/2" VAM ACE 13Cr P N X P N	51.94	3.958				
6	1	BAKER 3.81" B SCSSSV NIPPLE	52.62	3.813				
7	1	FLOW COUPLING 4 1/2" VAM ACE 13Cr P N X P N	53.99	3.958				
8	1	PUP JONT 4 1/2" VAM ACE 12 6# N80 13Cr	55.46	3.958				
9	246	TUB NG 4 1/2" VAM ACE 12 6# N80 13Cr	2361.02	3.958				
10	1	PUP JONT 4 1/2" VAM ACE 12 6# N80 13Cr	2362.50	3.958				
11	1	BAKER 'L' SSD WITH 3.75" F PROFILE	2363.80	3.750				
12	1	PUP JONT 4 1/2" VAM ACE 12 6# N80 13Cr	2365.27	3.958				
13	1	TUB NG 4 1/2" VAM ACE 12 6# N80 13Cr	2374.78	3.958				
14	1	PUP JONT 4 1/2" VAM ACE 12 6# N80 13Cr	2376.26	3.958				
15	1	XLTSR 'EBA 1' 4610 WITH 3.68" F PROFILE	2381.48	3.688				
16	2	PUP JONT 4 1/2" VAM ACE 12 6# N80 13Cr	2384.42	3.958				
17	1	BAKER K22 ANCHOR 81FA47	2385.36	3.870				
18	1	BAKER PACKER 85 SABL3 47 X 38	2386.78	3.870				
19	1	MILLOUT EXTENSION 5"	2388.40	4.409				
20	1	XOVER 5" VAM BOX X 4 1/2" VAM P N	2388.75	3.958				
21	2	PUP JONT 4 1/2" VAM ACE 12 6# N80 13Cr	2391.70	3.958				
22	1	BAKER 3.31" 'F' NIPPLE	2393.17	3.313				
23	1	PUP JONT 4 1/2" VAM ACE 12 6# N80 13Cr	2394.64	3.958				
24	1	TUB NG 4 1/2" VAM ACE 12 6# N80 13Cr	2404.13	3.958				
25	1	PUP JONT 4 1/2" VAM ACE 12 6# N80 13Cr	2405.61	3.958				
26	1	BAKER 3.31" 'R' NIPPLE	2406.33	3.240				
27	1	PUP JONT 4 1/2" VAM ACE 12 6# N80 13Cr	2407.80	3.958				
28	1	XOVER 4 1/2" VAM ACE X 2 7/8" VAM ACE	2408.24	2.441				
29	5	TUB NG 2 7/8" VAM ACE 6.4# N80	2454.96	2.441				
30	1	XOVER 2 7/8" VAM X 2 7/8" EUE	2456.12	2.441				
31	1	2 7/8" EUE COMPENSAT NG VALVE	2456.49	2.375				
32	1	PUP JONT 2 7/8" EUE 6.4#	2458.40	2.441				
33	1	2 7/8" EUE MECHANICAL GUN RELEASE	2458.98	2.313				
34	2	PUP JONT 2 7/8" EUE 6.4#	2465.02	2.441				
35	1	FR NG HEAD WITH AUTO RELEASE	2465.84	2.440				
36		TCP GUNS 3 3/8" OD (TOP GUNS 2662.23)	2772.25					
		2 7/8" VELOCITY STRING (INSTALLED 12/2002)						
		Top Velocity String w/GS profile (pulling tool 3.5" Mark II)	71.97	1.870				
37	1	PACKER ASSEMBLY	1.72	73.69	2.717			
38	237	TUB NG 2 7/8" FOX	2277.42	2351.11	2.441			
39	1	CROSS OVER CS Hydrill/FOX	0.25	2351.36	1.610			
40	18	TUB NG 1.9" CS Hydrill	151.00	2502.36	1.610			
41		15 M 1.9 CS HYDRILL CUT OF WITH DUAL PUM OUT SUB						
PERFORATIONS / RKB								
FROM 2522 TO 2558 6 SPF								
FROM 2564 TO 2597 6 SPF								
FROM 2599 TO 2605 6 SPF 2 1/8" S LVERJET								
FROM 2605 TO 2611 6 SPF 2 1/8" S LVERJET								
DEVIATION MAX 53 DG								
Rev 3 F HOEFSTRA								

Vermilion			FIELD : ZUIDWAL		WELL : ZDW A5			
RT/TH 19.75 m. COMPLETION DATE : 6/88			ANNULUS FLUID inhibited mgcl2 sg 1 25 brine					
VOLUMES			DRILLING DEPTHS / RKB					
TUBING : 15 m3			9 5/8" csg shoe @ 1616 m.					
ANNULUS : 20.2 m3			7" csg shoe @ 2259 m.					
HOLE : 41.1 m3			7" x 7 5/8" xo @ 308 m.					
Xmas TREE								
TUBING HEAD			FMC TCM ETTP 11"-5000 X 7 1/16"-5000					
TUBING HANGER			FMC TC-1A-EN WITH 4" CIW H BPV PROFILE					
L MASTER VALVE			FMC MODEL 120 4 1/16"-5000					
U MATER VALVE			FMC MODEL 120 4 1/16"-5000 AVA OOW ACTUATED					
SWAB VALVE			FMC MODEL 120 4 1/16"-5000					
W NG VALVES			FMC MODEL 120 4 1/16"-5000 (2nd AVA OOH ACTUATED)					
TOP CAP			FMC 4 1/16"-5000 X SPECIAL FMC HAMMER NUT					
STRING								
ITEM	QTY	DESIGNATION	Depth/Th	D/in				
1	1	TUB NG HANGER 5" ACME M1 B. X 4 1/2" AM ACE B.	0.15	4.000				
2	1	PUP JO NT 4 1/2" VAM ACE 12 6# N80 13% Cr	1.39	3.958				
3	7	TUB NG 4 1/2" VAM ACE 12 6# N80 13% Cr	42.71	3.958				
4	1	PUP JO NT 4 1/2" VAM ACE 12 6# N80 13% Cr	44.18	3.958				
5	1	FLOW COUPLING 4 1/2" VAM ACE	45.54	3.958				
6	1	BAKER 3.81" "B" SCSSV NIPPLE	46.21	3.813				
7	1	FLOW COUPLING 4 1/2" VAM ACE	47.57	3.958				
8	1	PUP JO NT 4 1/2" VAM ACE 12 6# N80 13% Cr	49.03	3.958				
9	194	TUB NG 4 1/2" VAM ACE 12 6# N80 13% Cr	1871.97	3.958				
10	1	PUP JO NT 4 1/2" VAM ACE 12 6# N80 13% Cr	1873.43	3.958				
11	1	BAKER "L" SSD WITH 3.75" "F" PROFILE	1874.72	3.750				
12	1	TUB NG 4 1/2" VAM ACE 12 6# N80 13% Cr	1884.19	3.958				
13	1	PUP JO NT 4 1/2" VAM ACE 12 6# N80 13% Cr	1885.66	3.958				
14	1	BAKER K22 ANCHOR 81 FA 47	1886.38	3.870				
15	1	BAKER 85 SABL 3 PACKER	1887.80	3.870				
16	1	M LLOUT EXTENSION 5" VAM 15# N80 13%Cr	1889.41	4.409				
17	1	XOVER 5" VAM X 4 1/2" VAM ACE	1889.81	3.958				
18	1	PUP JO NT 4 1/2" VAM ACE 12 6# N80 13% Cr	1891.18	3.958				
19	1	BAKER 3.31" "F" NIPPLE	1891.87	3.310				
20	1	PUP JO NT 4 1/2" VAM ACE 12 6# N80 13% Cr	1893.34	3.958				
21	1	BAKER 3.31" "R" NIPPLE	1894.05	3.240				
22	1	BAKER 4 1/2" DISCONNECT NG SUB	1894.96	3.958				
23	1	TAM Inflatable bridge plug (set in 2012)	1962.10					
24		Cement Dumped on plug 11/98 (3m) Top checked 11/98:	1980.00					
25		Schlum MPBT plug set 11/98	1981.25					
26	1	TUB NG 3 1/2" EUE 9 3# N80	2097.20					
27	1	BAKER COMPENSAT NG VALVE						
28	3	PUP JO NT 3 1/2" EUE 9.3# N80						
29	1	FIRINGHEAD WITH AUTORELEASE						
30	1	TCP GUNS 5" OD	2193.25					
PERFORATIONS / RKB					NORM CLASSIFIED YES			
FROM 1968 TO 1998 8 SHTS/FT TCP					DEVIATION			
FROM 2003 TO 2027 8 SHTS/FT TCP					28 dg MAX " S " PROFILE			
FROM 2034 TO 2044 8 SHTS/FT TCP					27 dg @ 570 m/RT			
FROM 1986 TO 1992 6 SHTS/FT SCALLOP GUNS					5 dg @ 1616 m/RT			
FROM 2035 TO 2041 6 SHTS/FT SCALLOP GUNS					5 dg @ 2259 m/RT			
FROM 2041 TO 2047 6 SHTS/FT SCALLOP GUNS								
RE-PERFORATIONS (June 2012)								
1966.2 to 1972.6 m/ORT								
1974.6 to 1981.0 m/ORT								

18-7-20

18-7-2012

VERMILION		FIELD : ZUIDWAL		WELL : ZDW A6	
RT/TH 19.73 m. COMPLETION DATE : 6/88		ANNULUS FLUID SG 1.26 NHIBITED MGCL2 BR NE			
VOLUMES		DRILLING DEPTHS / RKB			
TUBING : 23 m3		7" HANGER @ 2108 m.			
ANNULUS : 42.7 m3		7" SHOE @ 2805 M.			
HOLE : 85 m3		9 5/8" SHOE @ 2154 m.			
Xmas TREE					
TUB NG HEAD		FMC TCM EPP 13 5/8"-5000 X 11"-5000			
TUB NG HANGER		FMC TC-1A-EN WITH 5" CAMERON BPV PROF LE			
L MASTER VALVE		FMC MODEL 120 5 1/8"-5000			
U MATER VALVE		FMC MODEL 120 5 1/8"-5000 (UPPER AVA OOW ACTUATED)			
SWAB VALVE		FMC MODEL 120 5 1/8"-5000			
WING VALVES		FMC MODEL 120 5 1/8"-5000 (UPPER AVA OOH ACTUATED)			
TOP CAP		FMC 5 1/8"-5000 X SPECIAL ACME HAMMER NUT			
STRING					
ITEM	QTY	DESIGNATION	Depth/Th		
1	1	TUBING HANGER 6" ACME M1 BOX X 5 1/2" VAM ACE BOX	34	5.000	
2	1	PUP JOINT 5 1/2" VAM ACE 20# N80 13Cr	1 61	4.653	
3	5	TUBING 5 1/2" VAM ACE 20# N80 13Cr	47 34	4.653	
4	1	PUP JOINT 5 1/2" VAM ACE 20# N80 13Cr	48 82	4.653	
5	1	FLOW COUPL NG 5 1/2" VAM ACE 13Cr PIN X P N	50.10	4.653	
6	1	BAKER 5 1/2" FVL TRSCSSV	53.53	4.558	
7	1	FLOW COUPL NG 5 1/2" VAM ACE 13Cr PIN X P N	54 81	4.653	
8	1	PUP JOINT 5 1/2" VAM ACE 20# N80 13Cr	56 28	4.653	
9	204	TUBING 5 1/2" VAM ACE 20# N80 13Cr	1955 08	4.653	
10	1	PUP JOINT 5 1/2" VAM ACE 20# N80 13Cr	1956 66	4.653	
11	1	XOVER 5 1/2" VAM ACE X 4 1/2" VAM ACE	1956 97	3.958	
12	1	PUP JOINT 4 1/2" VAM ACE 12.6# N80 13Cr	1958.45	3.958	
13	1	TUBING 4 1/2" VAM ACE 12 6# N80 13Cr	1967 63	3.958	
14	1	PUP JOINT 4 1/2" VAM ACE 12.6# N80 13Cr	1969 01	3.958	
15	1	BAKER ' L ' SSD WITH 3.75" F PROFILE	1970.31	3.75	
16	2	PUP JOINT 4 1/2" VAM ACE 12.6# N80 13Cr	1973.16	3.958	
17	1	BAKER KC22S ANCHOR 190-47	1974 05	3 87	
18	1	BAKER PACKER 194 SAB3 47 X 38	1975.46	3 87	
19	1	MILLOUT EXTENSION 5 1/2"	1977 07	4.653	
20	1	XOVER 5 1/2" VAM BOX X 4 1/2" VAM P N	1977 32	3.958	
21	2	PUP JOINT 4 1/2" VAM ACE 12.6# N80 13Cr	1980 26	3.958	
22	1	BAKER 3.31" 'F' NIPPLE	1980.96	3.313	
23	1	PUP JOINT 4 1/2" VAM ACE 12.6# N80 13Cr	1982.44	3.958	
24	1	TUBING 4 1/2" VAM ACE 12 6# N80 13Cr	1991 85	3.958	
25	1	PUP JOINT 4 1/2" VAM ACE 12.6# N80 13Cr	1993 33	3.958	
26	1	BAKER 3.31" 'R' NIPPLE	1994.05	3.240	
27	1	PUP JOINT 4 1/2" VAM ACE 12.6# N80 13Cr	1995 52	3.958	
28	1	XOVER 4 1/2" VAM ACE X 4" VAM	1995.75	3.348	
29	1	4" VAM PERFORATED TUBE	1998 81	3.348	
30	1	BAKER 3.125" 'F' NIPPLE	1999.23	3.125	
31	1	4" VAM PERFORATED TUBE	2002 30	3.348	
32	1	WIRELINE ENTRY GU DE	2002.46	3.348	
33	1	WHEATHERFORD GEO PACKER 51/2" TO 2 3/8" COIL	65	2.113	
34	1	PUMP OUT PLUGS	2075	1 28	
35	1	VELOCITY STR NG 2 3/8" COIL 2010 M		1.967	
Wall Thickness = 0,204 - ID string = 1,967					
PERFORATIONS / RKB					
SLOTS OF PRESLOTTED 7" LINER FROM 2140 TO 2778 m.				NORM CLASSIFIED YES	
PERFORATED COILED TUBING @ 2093mKB				DEVIATION	
				HORIZONTAL DRAIN	
				28.10.02	

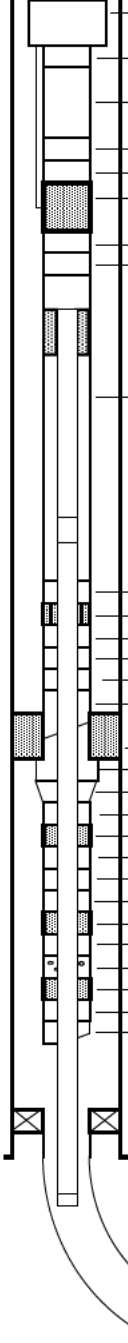
Vermilion		FIELD : ZUIDWAL		WELL : ZDW A7		
RT/TH 19.75 m. COMPLETION DATE : 6/88		ANNULUS FLUID inhibited mgcl2 sq 1.27 brine				
VOLUMES		DRILLING DEPTHS / RKB				
TUB NG : 19.6m3		XOVER 7" X 7 5/8" @ 98 m.				
ANNULUS : 24.8m3		5" L NER HANGER @ 2548.82 m.				
HOLE : 48.3m3		5" LAND NG COLLAR @ 2915 m.				
Xmas TREE						
TUBING HEAD	FMCTCMETPP 11"-5000 X 7 1/16"-5000					
TUBING HANGER	FMCTC-1A-EN WITH 4" CW H BPV PROFILE					
L MASTER VALVE	FMC MODEL 120 4 1/16"-5000					
U MATER VALVE	FMC MODEL 120 4 1/16"-5000 AVA OOW ACTUATED					
SWAB VALVE	FMC MODEL 120 4 1/16"-5000					
WING VALVES	FMC MODEL 120 4 1/16"-5000 (2nd AVA OOH ACTUATED)					
TOP CAP	FMC 4 1/16"-5000 X SPECIAL FMC HAMMER NUT					
STRING						
ITEM	QTY	DESIGNATION	Depth/Th			ID/in
1	1	TUB NG HANGER 5" ACME M1 B. X 4 1/2" AM ACE B.	0.15	4.000		
2	1	PUP JO NT 4 1/2" VAM ACE 12.6# N80 13% Cr	1.39	3.958		
3	5	TUB NG 4 1/2" VAM ACE 12.6# N80 13% Cr	50.37	3.958		
4	1	PUP JO NT 4 1/2" VAM ACE 12.6# N80 13% Cr	51.78	3.958		
5	1	FLOW COUPLING 4 1/2" VAM ACE	53.15	3.958		
6	1	BAKER 3.81" "B" SCSSSV NIPPLE	53.84	3.81		
7	1	FLOW COUPLING 4 1/2" VAM ACE	55.21	3.958		
8	1	PUP JO NT 4 1/2" VAM ACE 12.6# N80 13% Cr	56.69	3.958		
9	257	TUB NG 4 1/2" VAM ACE 12.6# N80 13% Cr	2480.18	3.958		
10	1	PUP JO NT 4 1/2" VAM ACE 12.6# N80 13% Cr	2481.66	3.958		
11	1	BAKER "L" SSD WITH 3.75" "F" PROFILE	2482.96	3.75		
12	1	TUB NG 4 1/2" VAM ACE 12.6# N80 13% Cr	2492.49	3.958		
13	1	PUP JO NT 4 1/2" VAM ACE 12.6# N80 13% Cr	2494.33	3.958		
14	1	BAKER K22 ANCHOR 81 FA 47	2494.96	3.87		
15	1	BAKER 85 SABL 3 PACKER	2496.38	3.87		
16	1	M LLOUT EXTENSION 5" VAM 15# N80 13% Cr	2498.00	4.409		
17	1	XOVER 5" VAM X 4 1/2" VAM ACE	2498.94	3.958		
18	1	PUP JO NT 4 1/2" VAM ACE 12.6# N80 13% Cr	2500.42	3.958		
19	1	TUB NG 4 1/2" VAM ACE 12.6# N80 13% Cr	2510.06	3.958		
20	1	PUP JO NT 4 1/2" VAM ACE 12.6# N80 13% Cr	2511.54	3.958		
21	1	BAKER 3.31" "F" NIPPLE	2512.24	3.31		
22	1	TUB NG 4 1/2" VAM ACE 12.6# N80 13% Cr	2521.59	3.958		
23	1	PUP JO NT 4 1/2" VAM ACE 12.6# N80 13% Cr	2523.07	3.958		
24	1	BAKER 3.31" "R" NIPPLE	2523.79	3.24		
25	1	PUP JO NT 4 1/2" VAM ACE 12.6# N80 13% Cr	2525.27	3.958		
26	1	WREL LNE ENTRY GUIDE	2525.52	3.958		
27		TCP GUNS FROM 2734.25 TO 2817.75				
		FISH IN THE HOLE BPC Perforating Guns, 6m 2 3/4" guns 6 spf				
		2638 M/th, 2658 M/RKB				
		FISH IN THE HOLE BPC Perforating Guns 6m 2 3/4" guns 6 spf				
		2640 M/th, 2660 M/RKB				
PERFORATIONS / RKB				NORM CLASSIFIED YES		
Wireline SDP Guns 6 spf FROM 2610-2622				DEVIATION		
TCP 6 SHTS/FT FROM 2648.5 TO 2655.5				52dg30 MAX "S" PROFILE		
TCP 6 SHTS/FT FROM 2660 TO 2665		ORIGINAL TCP PERFS:		32 dg @ 564 m/RT		
TCP 6 SHTS/FT FROM 2677 TO 2698		2625-2671 mKB		50 dg @ 1820 m/RT		
TCP 6 SHTS/FT FROM 2703 TO 2720		2677-2717 mKB		25 dg @ 2956 m/RT		
TCP 6 SHTS/FT FROM 2723 TO 2730		2627-2630 SDP 6 sh/ft				
		2637-2643 SDP 6 sh/ft				

28.10.02

VERMILION			FIELD : ZUIDWAL	
RT/TH 19.4 m. COMPL : 11/88 W.O.LATE 96.			ANNULUS FLUID SG 1.25 INH BITED CACL2 BR NE	
VOLUMES			DRILLING DEPTHS / RKB	
TUBING : 17.5 m3			9 5/8" CSG SHOE @ 2400 m.	
ANNULUS : 58.5 m3			7" LNER 2352-3010 m. SHOE @ 3010 m.	
HOLE : 100 m3			3 1/2" HOLE 2984-3233 m/TH	
Xmas TREE				
TUB NG HEAD		FMC TCM EPP 11"-5000 X 11"-5000 + CLP ADAPTER 7 1/16"-5000		
TUB NG HANGER		FMC TC-1A WITH 4" CAMERON BPV PROFILE		
L MASTER VALVE		FMC MODEL 120 4 1/16"-5000		
U MASTER VALVE		FMC MODEL 120 4 1/16"-5000 (UPPER AVA OOW ACTUATED)		
SWAB VALVE		FMC MODEL 120 4 1/16"-5000		
W NG VALVES		FMC MODEL 120 4 1/16"-5000 (UPPER AVA OOH ACTUATED)		
TOP CAP		FMC 4 1/16"-5000 X SPECIAL ACME HAMMER NUT		
STRING				
ITEM	QTY	DESIGNATION	Depth/Th	ID/in
1	1	TUB NG HANGER 5" ACME M1 BOX X 4 1/2" VAM ACE BOX	0.25	4.000
2	1	PUP JOINT 4 1/2" VAM ACE 12.6# N80 13Cr	1.49	3.958
3	6	TUB NG 4 1/2" VAM ACE 12.6# N80 13Cr	58.32	3.958
4	3	PUP JOINT 4 1/2" VAM ACE 12.6# N80 13Cr	60.36	3.958
5	1	FLOW COUPLING 4 1/2" VAM ACE 13Cr P N X P N	61.72	3.958
6	1	BAKER 3.81" B SCSSSV NIPPLE **	62.40	3.813
7	1	FLOW COUPLING 4 1/2" VAM ACE 13Cr P N X P N	63.76	3.958
8	1	PUP JOINT 4 1/2" VAM ACE 12.6# N80 13Cr	65.23	3.958
9	223	TUB NG 4 1/2" VAM ACE 12.6# N80 13Cr	2156.23	3.958
10	1	PUP JOINT 4 1/2" VAM ACE 12.6# N80 13Cr	2157.70	3.958
11	1	BAKER 'L' SSD WITH 3.75" F PROFILE	2158.99	3.750
12	1	PUP JOINT 4 1/2" VAM ACE 12.6# N80 13Cr	2160.45	3.958
13	1	TUB NG 4 1/2" VAM ACE 12.6# N80 13Cr	2169.90	3.958
14	1	PUP JOINT 4 1/2" VAM ACE 12.6# N80 13Cr	2171.95	3.958
15	1	XLTSR 'EBA 1' 4610 WITH 3.68" F PROFILE	2177.17	3.688
16	2	PUP JOINT 4 1/2" VAM ACE 12.6# N80 13Cr	2180.03	3.958
17	1	BAKER K22 ANCHOR 81FA47	2180.97	3.870
18	1	BAKER PACKER 194 SAB3 47 X 38	2182.61	3.870
19	2	PUP JOINT 4 1/2" VAM ACE 12.6# N80 13Cr	2185.32	3.958
20	1	BAKER 3.31" 'F' NIPPLE ***	2186.02	3.620
21	1	TUB NG 4 1/2" VAM ACE 12.6# N80 13Cr	2195.36	3.958
22	1	PUP JOINT 4 1/2" VAM ACE 12.6# N80 13Cr	2196.76	3.958
23	1	BAKER 3.31" 'R' NIPPLE ***	2197.48	3.620
24	1	TUB NG 4 1/2" VAM ACE 12.6# N80 13Cr	2206.76	3.958
25	1	PERFORATED PUP JOINT 4 1/2" VAM ACE 12.6# N80 13Cr	2208.07	3.958
26	1	BAKER 3.125" 'F' NIPPLE ***	2208.53	3.620
27	1	TUB NG 4 1/2" VAM ACE 12.6# N80 13Cr	2216.89	3.958
28	1	WRELNE ENTRY GUDE	2217.09	3.958
*** : N PPLES MILLED TO 3.62" ID FOR W.O. PURPOSE				
** : N PPLE WORN BY DR LLING USE WIRELINE VALVE WITH OVERSIZE O RINGS BETWEEN PACKNGS.				
VELOCITY STRING INSTALLATION - MAY 2013				
29		3.75" COMPR. PACKER w. GS FISH NECK 2-3/8 EUE PIN (13-Cr)	77.00	1.920
30		3.562" HD OUTLINE CONNECTOR c/w 2-3/8" EUE BOX (13-Cr)	79.00	1.980
31		2-7/8" COIL TUBING VELOCITY STRING (TAPERED)	79.50	2.318
32		3.562" HD OUTLINE CONNECTOR c/w 2-3/8" EUE BOX (13-Cr)	2420.00	1.990
33		1.875" X-N PPLE c/w 2-3/8" EUE	2420.50	1.875
34		4# PUP JOINT c/w 2-3/8" EUE	2421.50	1.920
35		1.875" X-N PPLE c/w 2-3/8" EUE	2423.50	1.792
36		4# PUP JOINT c/w 2-3/8" EUE	2421.50	1.920
37		DUAL PUMP OUT SUB with WEG	2430.00	2.000
PERFORATIONS / RKB				
FROM 2381 m. TO 3006 m. 7" SLOTTED LNER				

FROM 2381 m. TO 3006 m. 7" SLOTTED LNER

NORM CLASSIFIED YES
DEVIATION HORIZONTAL DRAIN

VERMILION		FIELD : ZUIDWAL		WELL : ZDW A9	
RT/TH 20.20 m. COMPLETION DATE : 10/88		ANNULUS FLUID SG 1.25 NH BITED CACL2 BRINE			
VOLUMES		DRILLING DEPTHS / RKB			
TUB NG : 14.5 m3		9 5/8" CSG SHOE @ 1590 m.			
ANNULUS : 16.6 m3		7" CSG SHOE @ 2090 m.			
HOLE : 43.5 m3		4 1/2" LINER FROM 2054 TO 2626 m			
Xmas TREE					
TUBING HEAD	FMCTCM EPP 11"-5000 X 11"-5000 + CLP ADAPTER 7 1/16"-5000				
TUBING HANGER	FMCTC-1A WITH 4" CAMERON BPV PROF LE				
L MASTER VALVE	FMC MODEL 120 4 1/16"-5000				
U MATER VALVE	FMC MODEL 120 4 1/16"-5000 (UPPER AVA OOW ACTUATED)				
SWAB VALVE	FMC MODEL 120 4 1/16"-5000				
W NG VALVES	FMC MODEL 120 4 1/16"-5000 (UPPER AVA OOH ACTUATED)				
TOP CAP	FMC 4 1/16"-5000 X SPECIAL ACME HAMMER NUT				
STRING					
ITEM	QTY	DESIGNATION	Depth/Th	D/in	
1	1	TUB NG HANGER 5" ACME M1 BOX X 4 1/2" VAM ACE BOX	0.16	4.000	
2	2	PUP JOINT 4 1/2" VAM ACE 12.6# N80 13Cr	2.51	3.958	
3	6	TUB NG 4 1/2" VAM ACE 12.6# N80 13Cr	58.81	3.958	
4	3	PUP JOINT 4 1/2" VAM ACE 12.6# N80 13Cr	60.28	3.958	
5	1	FLOW COUPL NG 4 1/2" VAM ACE 13Cr PIN X P N	61.88	3.958	
6	1	BAKER 3.81" B SCSSSV NIPPLE	62.33	3.813	
7	1	FLOW COUPL NG 4 1/2" VAM ACE 13Cr PIN X P N	63.69	3.958	
8	1	PUP JOINT 4 1/2" VAM ACE 12.6# N80 13Cr	65.18	3.958	
9	186	TUB NG 4 1/2" VAM ACE 12.6# N80 13Cr	1806.72	3.958	
10	1	PUP JOINT 4 1/2" VAM ACE 12.6# N80 13Cr	1809.00	3.958	
11	1	BAKER ' L ' SSD WITH 3.75" F PROFILE	1810.07	3.75	
12	1	PUP JOINT 4 1/2" VAM ACE 12.6# N80 13Cr	1811.54	3.958	
13	1	TUB NG 4 1/2" VAM ACE 12.6# N80 13Cr	1821.02	3.958	
14	1	PUP JOINT 4 1/2" VAM ACE 12.6# N80 13Cr	1823.07	3.958	
15	1	BAKER K22 ANCHOR 81FA47	1824.01	3.870	
16	1	BAKER PACKER 194 SAB347 X 38	1825.14	3.870	
17	1	5" VAM MILL OUT EXTENSION	1826.76	4.409	
18	1	XOVER 5" VAM X 4 1/2" VAM	1827.10	3.958	
19	2	PUP JOINT 4 1/2" VAM ACE 12.6# N80 13Cr	1830.18	3.95	
20	1	BAKER 3.31" ' F ' NIPPLE	1930.64	3.313	
21	1	PUP JOINT 4 1/2" VAM ACE 12.6# N80 13Cr	1832.01	3.958	
22	1	TUB NG 4 1/2" VAM ACE 12.6# N80 13Cr	1841.26	3.958	
23	1	PUP JOINT 4 1/2" VAM ACE 12.6# N80 13Cr	1842.97	3.958	
24	1	BAKER 3.31" ' R ' NIPPLE	1843.46	3.250	
25	1	TUB NG 4 1/2" VAM ACE 12.6# N80 13Cr	1852.96	3.958	
26	1	PERFORATED PUP JOINT 4 1/2" VAM ACE 12.6# N80 13Cr	1854.32	3.958	
27	1	BAKER 3.125" ' F ' NIPPLE	1854.85	3.125	
28	1	TUB NG 4 1/2" VAM ACE 12.6# N80 13Cr	1863.66	3.958	
29	1	WIRELINE ENTRY GUIDE	1863.84	3.958	
2 7/8" VELOCITY STRING (INSTALLED 11/2002)					
TOP VELOCITY STRING w/GS profile (pulling tool: 3.5" MARK II)			72.59	1.870	
30	1	PACKER ASSEMBLY	1.72	74.31	2.717
31	184	TUB NG 2 7/8" FOX	1771.00	1845.31	2.441
32	1	CROSS OVER VAM FJL/FOX	0.48	1845.79	2.441
33	41	TUB NG 2 7/8" VAM FJL	377.70	2223.49	2.441
34	1	DOUBLE PUMP OUT SUB (SHEARED)	0.52	2224.01	1.500
PERFORATIONS / RKB					
FROM 2069 m. TO 2605 m. 4 1/2" PREPERFORATED LINER					
Punched velocity string @ 2166mKB on 25/Mar/2013.					
Punched velocity string 4ft at 1904 mTH on 7/Apr/2017.					
				NORM CLASSIFIED YES	
				DEVIATION HORIZONTAL DRAIN	

07/Apr/2017

VERMILION				ZDW-A10 WELL COMPLETION				Rev. No 3. 08/Dec/2004			
casing depth		schematic		item	depth	Accessories description	SAP	OD	ID	weight	drift
PROV					PROV		NUMBER	INCHES	INCHES	PPF	INCHES
SHOEMD	RIS/MD	RKB/TVD	NCL		RIS/MD	Elevation RKB-NAP = 29.7 m					
					RKB						
						FMC X-mastree 4 1/16" 6650 psi w/ Baker actuators	2101214	n/a	4.063	n/a	3.879
						FMC Tubing hanger 11" x 4 5" VamACE 13% Cr w/	2101249	11.000	~4~	n/a	3.879
					17.8	4" CW. "H" profile 7.5-4NA-2G EXT THD and 1 CL conn.					
						X-over w/ 4.5" VamACE box x 4 5" VamTOP pin 13% CR	2101093	4.937*	3.958	12.6	3.879
22" CP	75	75	0			Tubing 4 5" VamTOP L80 12 6# 13% CR range 2	2101385	4.937*	3.958	12.6	3.879
						X-over w/ 4.5" VamTOP box x 4.5" VamACE pin 13% CR	2101093	4.937*	3.958	12.6	3.879
						Pup joint 4 5" VamACE L80 12 6# 13% CR	2101398	4.960*	3.958	12.6	3.879
						4 5" nipple adapter 3.81" and btm sub VamACE 13% CR	2107340	4.960*	3.810	12.6	n/a
					87.2	Baker TME-6.5 TRSCSSV.	2101550	7.125	3.812		n/a
						Bottom sub.	2107341	7.125		12.6	n/a
						Pup joint 4 5" VamACE L80 12 6# 13% CR	2101398	4.960*	3.958	12.6	3.833
1" shoe	590	557	31			X-over w/ 4.5" VamACE box x 4 5" VamTOP pin 13% CR	2101093	4.937*	3.879	12.6	3.833
						Tubing 4 5" VamTOP L80 12 6# 13% CR range 2	2101385	4.937*	3.958	12.6	3.833
					96	Packer 4 5" to 2 3/8 coil, installed Feb/2005		4.937*	1.500		
XO 9"5/8 x 7"	1511	1339	32			Tubing 4 5" VamTOP L-80 12.6# 13% Cr. cap. 7.94 ltr/m.					
						Annular vol. 9"5/8 53.5# casing and 4 5" 12 6#bg. 26.66 ltr/m					
Top 11 3/4	1677	1479	33			Annular vol. 7" 35# casing and 4 5" 12 6#bg. 8.00 ltr/m.					
5"3/8 shoe	1782	1580	32			Packer fluid KCl 1.02 water inhibited with					
						0.5 L/m3 glutaraldehyde and 0.3 L/m3 oxygen scavenger.					
						X-over w/ 4.5" Vam Top box x 4.5" Vam Ace pin 13% CR	2101093	4.937*	3.879	12.6	3.833
						Pup joint 4 5" Vam Ace L80 12 6# 13% CR	2101398	4.960*	3.958	12.6	3.833
					2043.4	Baker 3.75" "AOF" wireline nipple.	2101494	5.240	3.750	12.6	n/a
						Pup joint 4 5" Vam Ace L80 12 6# 13% CR	2101398	4.960*	3.958	12.6	3.833
						Tubing 4 5" Vam Ace L80 12 6# 13% CR	2101368	4.960*	3.958	12.6	3.833
11 3/4 shoe	1947	1697	40			Pup joint 4 5" Vam Ace L80 12 6# 13% CR	2101398	4.960*	3.958	12.6	3.833
						Baker KC-22S anchor size 81-47 Vam Ace 4 5" Box 13% CR	2101443	5.500	3.875	12.6	3.833
packer depth	2057	1776	53		2057	7" Baker SABL 3 packer size 83-47x38.70 HD/vilon 13% CR	2101438	5.750	3.875	29/35	3.833
						Mill out extension 5" Vam ace 13% CR	2101449	5.000	4.408	15.0	3.833
						X-over w/ 5" Vam Ace box x 4 5" Vam Ace pin 13% CR	2101061	5.563	3.958	15/12.6	3.833
						Pup joint 4 5" Vam Ace L80 12 6# 13% CR	2101398	4.960*	3.958	12.6	3.833
						Tubing 4 5" Vam Ace L80 12 6# 13% CR	2101368	4.960*	3.958	12.6	3.833
						Pup joint 4 5" vam ace L80 12 6# 13% CR	2101398	4.960*	3.958	12.6	3.833
					2072.6	Baker 3 68" "AOF" wireline nipple.	2101495	5.240	3.680	12.6	n/a
						Pup joint 4 5" vam ace L80 12 6# 13% CR	2101398	4.960*	3.958	12.6	3.833
						Tubing 4 5" Vam Ace L80 12 6# 13% CR	2101368	4.960*	3.958	12.6	3.833
						Pup joint 4 5" Vam Ace L80 12 6# 13% CR	2101398	4.960*	3.958	12.6	3.833
					2154.5	L22S locator seal assy. (10ft) 4 50" Vam Ace 13% CR	2101444	5.500	3.875	12.6	3.833
Top of 4" V2	2171	1827	76		2171.5	Top of liner					
					2201.1	Baker 3 625" "AOF" wireline nipple.	2107210	5.145	3.625	12.6	n/a
7" shoe	2455	1884	80		2570	Pump out plug and tubing connector		3.000	1.300		
4" 12 shoe	2607	1903	88		2607	4" 1/2 liner shoe					
						Barefoot					
TD	4030	1914	86		4030	TD					

15 Bijlage: Ecologische effectbeoordeling bodemdaling en -trilling als gevolg van voortzetting gaswinning Zuidwal

Vermilion heeft Royal HaskoningDHV Nederlands B.V. gevraagd om een ecologische effectbeoordeling te doen omtrent bodemdaling en bodemtrilling als gevolg van voortzetting gaswinning Zuidwal. Deze notitie is hier in zijn geheel bijgevoegd als bijlage.

Notitie / Memo

**HaskoningDHV Nederland B.V.
Water**

Aan: Vermilion, Marijke Bremmer en Ferry Nieuwland
Van: Femkje Sierdsma, Raoel Steffens
Datum: 15 november 2018
Kopie:
Ons kenmerk: BA5753WATNT1810020849
Classificatie: Projectgerelateerd

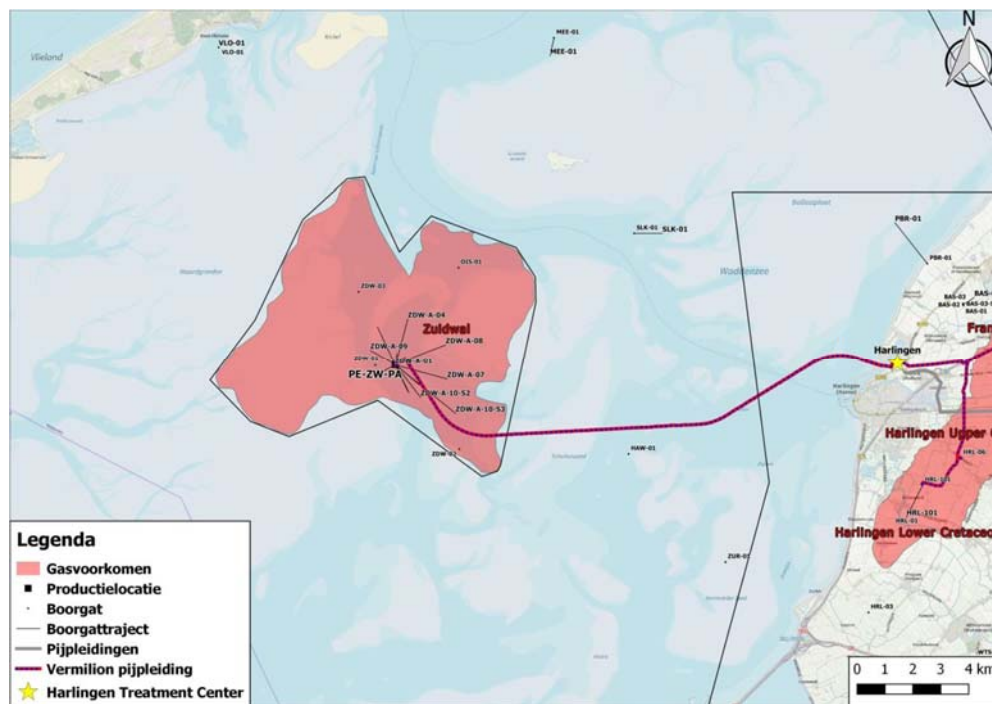
Onderwerp: Ecologische effectbeoordeling bodemdaling en -trilling als gevolg van voortzetting gaswinning Zuidwal

Inleiding

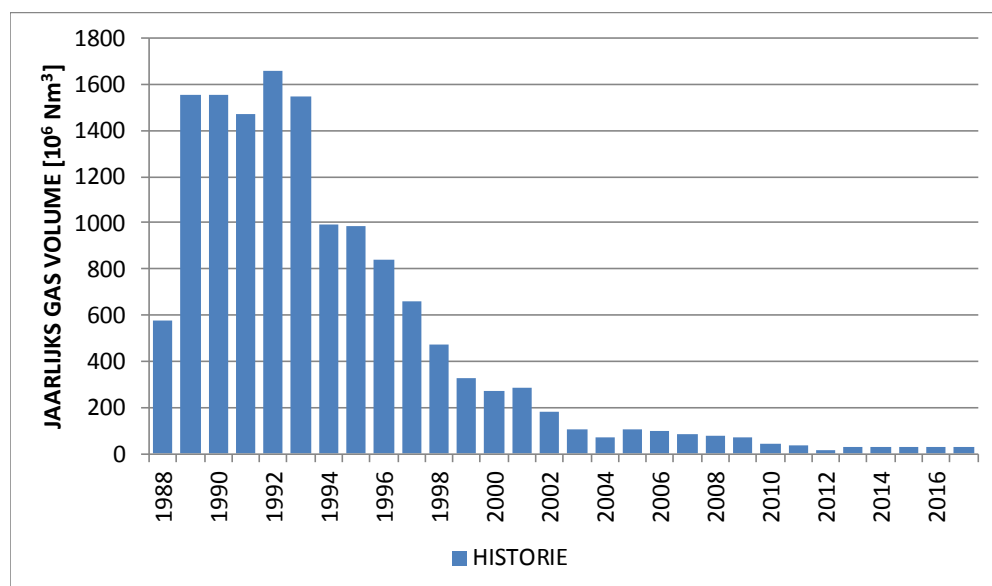
Vermilion Energy Netherlands B.V. (Vermilion) is houder van de winningsvergunning Zuidwal. Sinds 1988 wordt er gas gewonnen uit het Zuidwalvoorkomen. Er zijn in totaal 10 putten geboord om het Zuidwal voorkomen zo efficiënt mogelijk te kunnen produceren (zie figuur 1). Het voorkomen is in de eindfase van productie. De putten produceren echter nog steeds door, omdat de laatste fase, waarin met een lage productiesnelheid geproduceerd wordt ("tail end productie"), langer duurt dan verwacht (zie figuur 2). Hierdoor is een aanpassing van het winningsplan nodig om het resterende gas op deze lage productiesnelheid te kunnen produceren. In 2003 is een vergunning in het kader van de Natuurbeschermingswet afgegeven voor gaswinning op deze locatie¹. Deze vergunning is voor onbepaalde duur geldig, mits aan de voorschriften verbonden aan de vergunning (o.a. monitoring bodemdaling en 'hand aan de kraan'²) wordt voldaan. Vermilion heeft Royal HaskoningDHV gevraagd een beoordeling van de effecten van de aanpassing van het winningsplan op natuur te geven.

¹ Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Directie Noord, 2003. Natuurbeschermingswet; vergunning suigeneris; SN Waddenzee II; locatie Zuidwal. Afgegeven aan TotalFinaElf E&P Nederland B.V. op 20-3-2003. Kenmerk: DNO.2003/549. Deze vergunning is verleend voor baggerwerkzaamheden voor, boring van en winning uit een 10^e productieput vanaf het platform Zuidwal. Bij vergunning van 10 december 1985 – en derhalve reeds voor de aanwijzing als staatsnatuurmonument Waddenzee II – is reeds vergunning verleend (op grond van het destijds geldende baggerreglement en het Rijkszeeweringenreglement) voor o.a. het gebruik van het platform Zuidwal en 20 aardgasputten.

² 'Hand aan de kraan' is in de vergunning voor Zuidwal als volgt geformuleerd: "De voorwaarden verbonden aan dit besluit kunnen worden gewijzigd indien naar het oordeel van het bevoegd gezag uit resultaten op basis van de monitoring van de bodemdaling of anderszins blijkt dat de effecten van de boring en de daarmee verbonden gaswinning in belangrijke mate nadeliger gevolgen voor de wezenlijke kenmerken in het staatsnatuurmonument Waddenzee hebben, dan die welke bij het nemen van dit besluit op basis van de op dat moment beschikbare informatie werd verwacht". Wanneer in dat kader het geven van aanwijzingen of het stellen van aanvullende voorwaarden onvoldoende is, kan de vergunning worden ingetrokken (art. 24 en 25 van de vergunning).



Figuur 1 Topografische kaart met gasvoorkomen Zuidwal (Vermilion, 2018)³.



Figuur 2 Gasproductiehistorie Zuidwal (Vermilion, 2018).

Modelberekeningen die zijn uitgevoerd door Vermilion in het kader van de aanpassing van het winningsplan laten zien dat de bodemdaling in het diepste punt van de bodemdalingssom boven het gasvoorkomen Zuidwal maximaal tussen de 10 en 14 cm zal zijn (aan het einde van de levensduur van het veld), waarvan 0.3 tot 1.2 cm nog optreedt vanaf 2018 (zie figuur 3). Het gasvoorkomen Zuidwal ligt onder het Natura 2000-gebied Waddenzee en de bodemdaling beperkt zich tot een deel van het Natura 2000-gebied. Op dit aspect wordt nader ingegaan in deze notitie.

³ Vermilion Energy Netherlands, 2018. Zuidwal Winningsplan Aanpassing. Versie 3.0 DRAFT, 18 september 2018.

Het Zuidwal voorkomen heeft een verwaarloosbare kans op bodemtrillingen (aardbevingen): de seismische risicoanalyse die door Vermilion is uitgevoerd in het kader van de aanpassing van het winningsplan laat zien dat het seismisch risico voor het gasvoorkomen Zuidwal in Categorie 1 valt; de laagste risico categorie. Gezien de verwaarloosbare kans op een beving, wordt in deze notitie op dit aspect niet nader ingegaan.

Natura 2000-gebied Waddenzee

Op 26 februari 2009 is het definitieve aanwijzingsbesluit voor de Waddenzee (DRZO/2008-001) gepubliceerd. De Waddenzee bestaat uit een complex van diepe geulen en ondiep water met zand- en slibbanken waarvan grote delen bij eb droogvallen. Deze banken worden doorsneden door een fijn vertakt stelsel van geulen. Langs het vasteland en de eilanden liggen verspreid kweldergebieden, die door grote verschillen in vocht- en zoutgehalte bijdragen aan een zeer diverse flora en vegetatie (Ministerie van Infrastructuur en milieu, 2016).

Het Natura 2000-gebied Waddenzee is aangewezen voor een aantal habitattypen, habitatsoorten, broedvogels en niet-broedvogels. De instandhoudingsdoelstellingen voor de habitattypen en soorten van het Natura 2000-gebied Waddenzee zijn opgenomen in Bijlage 1.

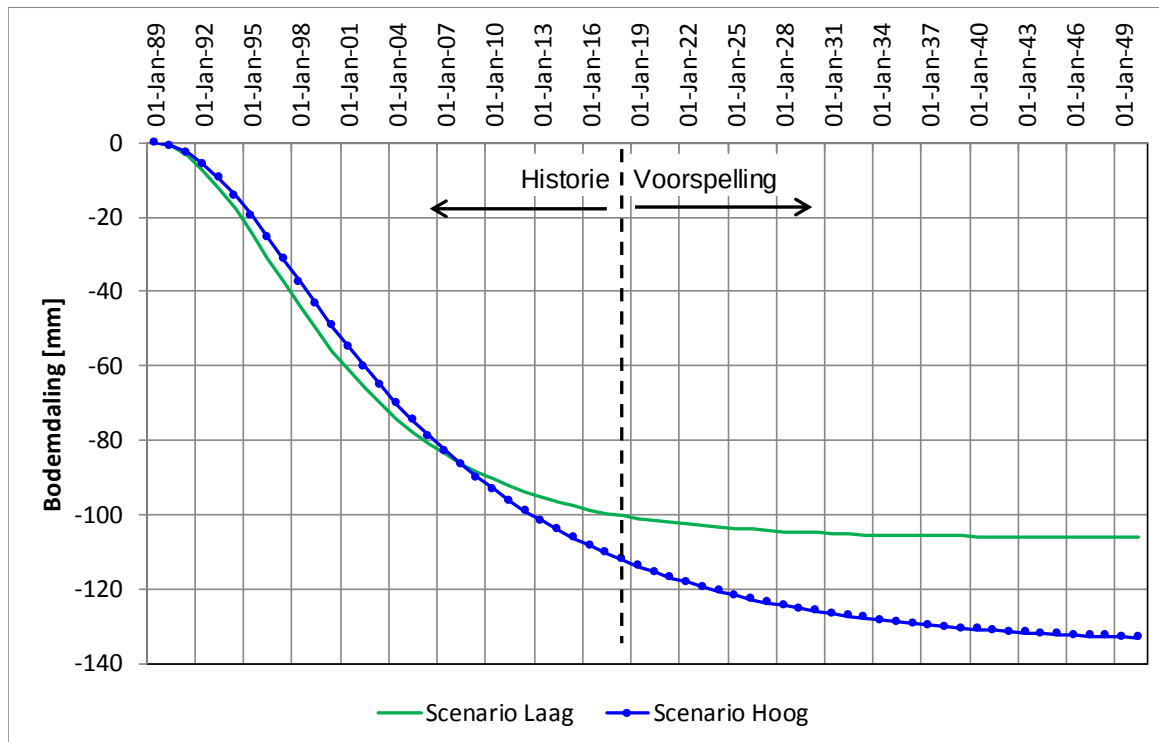
Bodemdaling

Toekomstige en reeds opgetreden bodemdaling

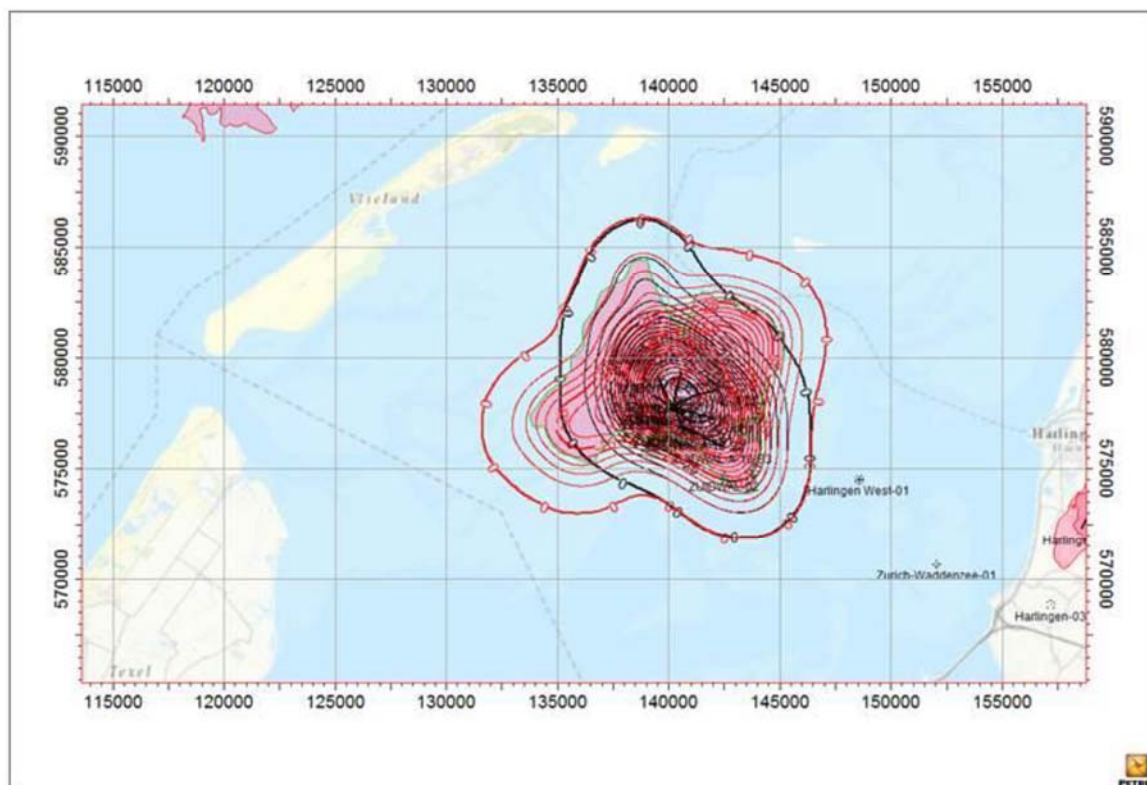
Er zijn twee model-scenario's gebruikt om een range in de bodemdalingsvoorspelling te laten zien (voor een nadere toelichting op deze scenario's, zie de aanpassing van het winningsplan (Vermilion, 2018)³). Figuur 3 laat zien dat de maximale bodemdaling in het diepste punt van de bodemdalingskom boven het voorkomen Zuidwal tussen de 10 (scenario "laag") en 14 cm (scenario "hoog") zal zijn. Het grootste deel van de totaal geprognostiseerde bodemdaling, zoals te zien in figuur 3, is reeds opgetreden. De bodemdaling beperkt zich tot de Waddenzee, zie figuur 4.

De bodemdaling in het gebied wordt gemonitord d.m.v. een meetplan. In 2017 is de meest recente gps-meting uitgevoerd. De totale bodemdaling die toen gemeten werd was 89 mm. Dit komt goed overeen met de modelberekeningen, waarbij de einddaling op 10-14 cm wordt geschat.

In de periode van 2018 tot einde gaswinning wordt volgens de bodemdalingsprognose nog een bodemdaling als gevolg van gaswinning verwacht van 0,3 (bij scenario "laag") tot 1,2 cm (bij scenario "hoog"), zie figuur 3.



Figuur 3 Maximale bodemdaling voor de twee modelscenario's: scenario "laag" (groene lijn) en scenario "hoog" (blauwe lijn) (Vermilion, 2018).



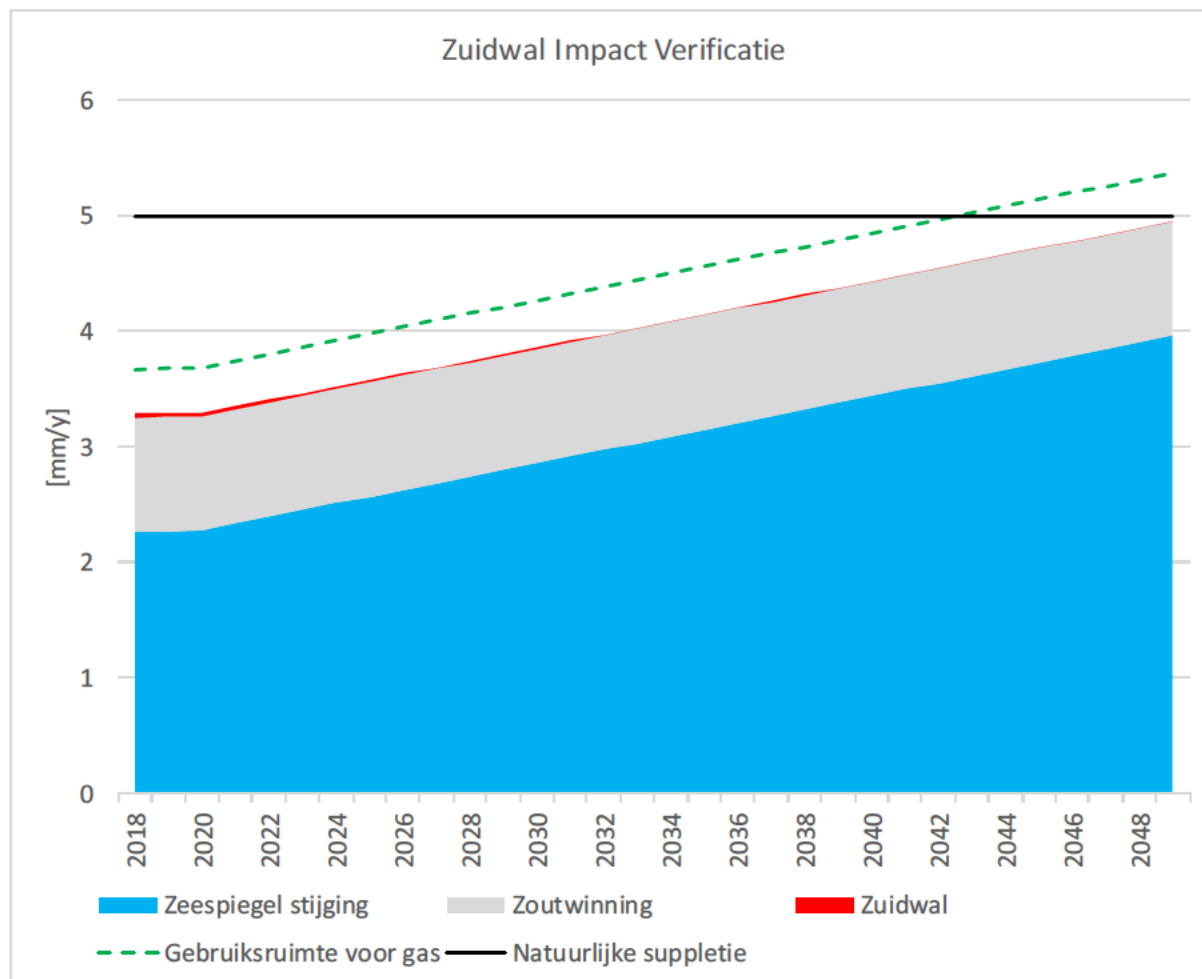
Figuur 4 Voorspelde eindsituatie van de bodemdaling, in relatie tot het vasteland van Fryslân en Vlieland. De bodemdalingskom is beperkt tot de Waddenzee. In rood en zwart worden de bodemdalingscontouren voor twee verschillende model-scenario's weergegeven. Het model met de grootste contour (rood) is verder gebruikt om de bodemdaling te voorspellen (Vermilion, 2018).

Op basis van de bodemdalingsmetingen en -modellen is door Vermilion een prognose gemaakt van de toekomstige bodemdalingssnelheid. Om de impact op de Waddenzee in te schatten heeft Vermilion³ de veranderingen in komvolume vergeleken met de natuurlijke suppletiecapaciteit van het getijdebekken waarin Zuidwal zich bevindt, het 'Vlie' bekken. Het resultaat daarvan, een kom-gemiddelde daling, is weergegeven in figuur 5. De schatting van de impact van deze kom-gemiddelde daling is door Vermilion gemaakt aan de hand van een methode zoals opgezet door TNO⁴. Hierbij zijn de volgende uitgangspunten gebruikt:

- De natuurlijke suppletiecapaciteit van het Vlie bekken is 5 mm/jaar.
- De relatieve zeespiegelstijging is 2,2 mm/jaar en neemt toe tot 4 mm/jaar in 2050, dit is inclusief de autonome daling.
- Frisia zoutmijn operatie in het Havenmond gebied heeft een bodemdaling gebruiksruimte van 0,99 mm/jaar.
- De totale bodemdaling gebruiksruimte voor gaswinning is gesteld op 0,42 mm/jaar.

Als gevolg van de resterende winning heeft Vermilion een kom-gemiddelde dalingssnelheid van 0,035 mm/jaar voorspeld in 2018. De impact van Zuidwal is ruim meer dan twee ordes van grootte (dus meer dan 100 keer) kleiner dan de natuurlijke suppletiecapaciteit van 5 mm/jaar.

⁴ TNO, 2016. Gaswinning en zoutwinning in de komberging Vlie, TNO-rapport kenmerk: TNO 2016 R11298, datum 14 oktober 2016



Figuur 5 Voorspelde belasting voor de komberging Vlie door gaswinning Zuidwal en zoutwinning Havenmond. De belasting is aangegeven door lijnen bovenop de relatieve zeespiegelstijging onder het meegroeivermogen van de komberging Vlie (Vermilion, 2018).

Effectbeschrijving toekomstige bodemdaling

De winning van gas vanaf het Zuidwalplatform is opgenomen als bestaand gebruik in het Natura 2000-beheerplan Waddenzee 2016 – 2022⁵. In 2003 is gaswinning op deze locatie voor onbepaalde duur vergund in het kader van de Natuurbeschermingswet¹. Op verschillende locaties in de Waddenzee wordt er momenteel gas gewonnen. Deze activiteit is voor de locaties Zuidwal, oostelijk Ameland, Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen langdurig vergund en blijft vergunningplichtig. Vergunninghouders moeten zich blijven houden aan de vergunningvoorschriften. De activiteiten zijn getoetst in het kader van de Nb-wetvergunningplicht. Van uitbreiding van bestaande gaswinning is in het geval van Zuidwal geen sprake.

In het Natura 2000-beheerplan is aangegeven dat bodemdaling het belangrijkste effect als gevolg van de gaswinning is. Er is een voortdurende monitoring van de bodemdaling en de effecten. Bij onvoorziene, niet acceptabele effecten van de bodemdaling door gaswinning wordt de winning verminderd of worden de effecten voorkómen of hersteld.

De bodemdaling als gevolg van winning in Zuidwal is beperkt tot de Waddenzee (zie Figuur 3) en valt daarmee niet binnen de kwelder- en duinzones. Binnen de invloedszone (bodemdalingskom) komen de habitattypen 'permanent overstroomde zandbanken' en 'slik- en zandplaten' voor, waarvan met name de

⁵ Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2016. Natura 2000-beheerplan Waddenzee. Periode 2016-2022

laatste gevoelig is voor bodemdaling. Door het gas- en zoutwinnen en de daarmee verband houdende activiteiten is er daarom beperkt een effect mogelijk op het habitatype 'slik- en zandplaten'. De bodemdaling valt binnen de natuurlijke dynamiek van de Waddenzee en wordt opgevangen door natuurlijke sedimentatieprocessen. Daarnaast zullen ook zandsuppleties in de Noordzeekustzone bijdragen aan het opvangen van de bodemdaling (vormt één zanddelend systeem met de Waddenzee). In het beheerplan wordt gesteld dat met de gestelde voorschriften in Nb-wetvergunningen voor de vergunde winlocaties (met 'hand aan de kraan'-principe) verwacht mag worden dat noemenswaardige effecten niet zullen plaatsvinden of in ieder geval op tijd worden onderkend en gestopt. De gaswinning Zuidwal heeft tot dusver niet tot noemenswaardige nadelige effecten geleid.

Conclusie effectbeoordeling toekomstige bodemdaling

Binnen het invloedsgebied van de gaswinning komen 'permanent overstroomde zandbanken' en 'slik- en zandplaten' voor, waarvan met name de laatste gevoelig is voor bodemdaling. De omvang van de toekomstige bodemdaling rondom gaswinningslocatie Zuidwal bedraagt nog 0,3 tot 1,2 cm vanaf 2018 tot einde gaswinning. Modelberekeningen laten zien dat deze bodemdaling meer dan 100 keer langzamer gaat dan de snelheid die door natuurlijke sedimentatie bijgehouden kan worden. Significante negatieve effecten op de natuurlijke kenmerken van het Natura 2000-gebied Waddenzee zijn daarom niet te verwachten. Dit komt overeen met de conclusies in het Natura 2000-beheerplan van de Waddenzee. In het beheerplan wordt gesteld dat met de gestelde voorschriften in Nb-wetvergunningen voor de vergunde winlocaties (met 'hand aan de kraan'-principe) verwacht mag worden dat noemenswaardige effecten niet zullen plaatsvinden of in ieder geval op tijd worden onderkend en gestopt.

Bijlage 1 - Instandhoudingsdoelstellingen Natura 2000 Waddenzee

Code	Habitattypen	Landelijke staat van instandhouding	Doelstelling oppervlakte	Doelstelling kwaliteit
H1110A	Permanent overstroomde zandbanken (getijdengebied)	-	=	>
H1130	Estuaria	--	=	>
H1140A	Slik- en zandplaten (getijdengebied)	-	=	>
H1310A	Zilte pionierbegroeiingen (zeekraal)	-	=	=
H1310B	Zilte pionierbegroeiingen (zeevetmuur)	+	=	=
H1320	Slijkgrasvelden	--	=	=
H1330A	Schorren en zilte graslanden (buitendijks)	-	=	>
H1330B	Schorren en zilte graslanden (binnendijks)	-	=	=
H2110	Embryonale duinen	+	=	=
H2120	Witte duinen	-	=	=
H2130A	*Grijze duinen (kalkrijk)	--	=	=
H2130B	*Grijze duinen (kalkarm)	--	=	>
H2160	Duindoornstruwelen	+	=	=
H2190B	Vochtige duinvalleien (kalkrijk)	-	=	=

Code	Habitatsoorten	Landelijke staat van instandhouding	Doelstelling oppervlakte	Doelstelling kwaliteit	Doelstelling populatie
H1014	Nauwe korfslak	-	=	=	=
H1095	Zeeprk	-	=	=	>
H1099	Rivierprk	-	=	=	>
H1103	Fint	--	=	=	>
H1364	Grijze zeehond	-	=	=	=
H1365	Gewone zeehond	+	=	=	>

Code	Broedvogels	Landelijke staat van instandhouding	Doelstelling oppervlakte	Doelstelling kwaliteit	Draagkracht aantal broedparen
A034	Lepelaar	+	=	=	430
A063	Eider	--	=	>	5000
A081	Bruine Kiekendief	+	=	=	30
A082	Blauwe Kiekendief	--	=	=	3
A132	Kluut	-	=	>	3800
A137	Bontbekplevier	-	=	=	60
A138	Strandplevier	--	>	>	50
A183	Kleine Mantelmeeuw	+	=	=	19000
A191	Grote stern	--	=	=	16000
A193	Visdief	-	=	=	5300

Code	Broedvogels	Landelijke staat van instandhouding	Doelstelling oppervlakte	Doelstelling kwaliteit	Draagkracht aantal broedparen
A194	Noordse Stern	+	=	=	1500
A195	Dwergstern	–	>	>	200
A222	Velduil	–	=	=	5

Code	Niet-Broedvogels	Landelijke staat van instandhouding	Doelstelling oppervlakte	Doelstelling kwaliteit	Draagkracht populatie
A005	Fuut	-	=	=	310
A017	Aalscholver	+	=	=	4200
A034	Lepelaar	+	=	=	520
A037	Kleine Zwaan	-	=	=	1600
A039b	Toendrarietgans	+	=	=	geen
A043	Grauwe Gans	+	=	=	7000
A045	Brandgans	+	=	=	36800
A046	Rotgans	-	=	=	26400
A048	Bergeend	+	=	=	38400
A050	Smient	+	=	=	33100
A051	Krakeend	+	=	=	320
A052	Wintertaling	-	=	=	5000
A053	Wilde eend	+	=	=	25400
A054	Pijlstaart	-	=	=	5900
A056	Slobeend	+	=	=	750
A062	Toppereend	--	=	>	3100
A063	Eider	--	=	>	90000-115000
A067	Brilduiker	+	=	=	100
A069	Middelste Zaagbek	+	=	=	150
A070	Grote Zaagbek	--	=	=	70
A103	Slechtvalk	+	=	=	40
A130	Scholekster	--	=	>	140000-160000
A132	Kluut	-	=	=	6700
A137	Bontbekplevier	+	=	=	1800
A140	Goudplevier	--	=	=	19200
A141	Zilverplevier	+	=	=	22300
A142	Kievit	-	=	=	10800
A143	Kanoet	-	=	>	44400
A144	Drieteenstrandloper	-	=	=	3700
A147	Krombekstrandloper	+	=	=	2000
A149	Bonte strandloper	+	=	=	206000
A156	Grutto	--	=	=	1100
A157	Rosse grutto	+	=	=	54400

Code	Niet-Broedvogels	Landelijke staat van instandhouding	Doelstelling oppervlakte	Doelstelling kwaliteit	Draagkracht populatie
A160	Wulp	+	=	=	96200
A161	Zwarte ruiter	+	=	=	1200
A162	Tureluur	-	=	=	16500
A164	Groenpootruiter	+	=	=	1900
A169	Steenloper	--	=	>	2300-3000
A197	Zwarte Stern	--	=	=	23000

Legenda		
Landelijke staat van instandhouding	--	Zeer ongunstig;
	-	Matig ongunstig
	+	Gunstig
Doelstelling	=	Behoudsdoelstelling
	>	Verbeter- of uitbreidingsdoelstelling
	=(<)	Ontwerp-aanw jzingsbesluit heeft 'ten gunste van' formulering