



AANGETEKEND
Ministerie van Economische Zaken
Directie Energie en Omgeving
T.a.v. [REDACTED]
Postbus 20401
2500 EK DEN HAAG

Amsterdam, 23 August 2016

Our reference: 137/RG/2016

Subject: Update Winningsplan Vinkega

Dear [REDACTED],

Please find attached the updated Winningsplan for Vinkega.

An electronic version will be send to the following email addresses: [REDACTED]@minez.nl ,

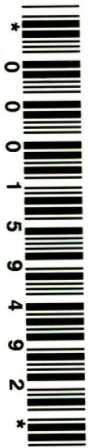
[REDACTED]@minez.nl and [REDACTED]@minez.nl.

Please contact us in case you have any questions.

Kind Regards,
Vermilion Energy Netherlands B.V.

[REDACTED]
[REDACTED]
Teamlead, Land & Joint Ventures

Enclosures: 2



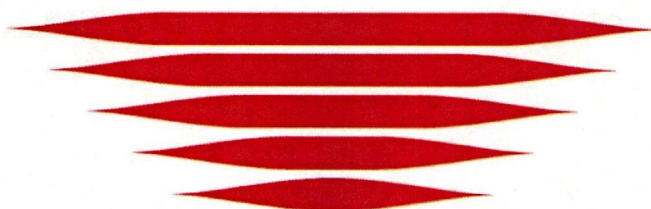
60
60
60
60
60
60
60
60

**Vermilion Energy Netherlands B.V.
Aanvraag Instemming Winningsplan**

Vinkega

23/08/2016

**VERMILION
ENERGY**



Geadresseerde:

*Ministerie van Economische Zaken
Directie Energie & Omgeving
Postbus 20101
2500 EC Den Haag*



INHOUDSOPGAVE

A). ALGEMENE GEGEVENS.....	1
B). BEDRIJFS- EN PRODUCTIEGEGEVENS.....	2
C). GEGEVENS INZAKE BODEMBEWEGING ALS GEVOLG VAN DE WINNING VAN KOOLWATERSTOFFEN.....	15

Formulier aanvraag instemming winningsplan ex artikel 34 lid 1 Mijnbouwwet (Mw) juncto artikel 24 Mijnbouwbesluit (Mb)

Dit formulier dient ervoor om te zorgen dat de aanvraag om instemming voldoet aan de eisen die de Mijnbouwwet en Mijnbouwbesluit aan het opstellen van een winningsplan stelt. Indien de ruimte op het formulier te beperkt is dan kan worden verwezen naar een bijlage.

Artikel 1	Onderwerp	Beschrijving
Mw 34 lid 1	Verzoek om instemming voor winningsplan: Vinkega	<input type="checkbox"/> een winningsplan voor voorkomens in het continentaal plat vanaf de 3 zeemijlszone <input checked="" type="checkbox"/> een winningsplan voor voorkomens in Nederlands territorium tot 3 zeemijl
	A). Algemene gegevens	
	A1.1) Naam indiener	Vermilion Energy Netherlands B.V.
	A1.2) Adres	Zuidwalweg 2 8861 NV Harlingen The Netherlands
	A1.3) Contact persoon	[REDACTED]
	A1.4) E-mail	[REDACTED]@vermilionenergy.com
	A1.5) Fax	+31 (0) 517 [REDACTED]
	A1.6) Indiener	<input checked="" type="checkbox"/> is uitvoerder conform artikel 22 Mw <input type="checkbox"/> is houder van de vergunning
	A2) Winningsvergunninggebied (en)	Gorredijk
Mw 34 lid 1 Mb 24 lid 1a	A2.1) Voorkomens koolwaterstoffen	Vinkega
Mb 24 lid 1a	A2.2) Soort koolwaterstof die wordt gewonnen	<input type="checkbox"/> olie <input checked="" type="checkbox"/> hoog calorisch gas <input type="checkbox"/> Groningen kwaliteit gas <input type="checkbox"/> laag calorisch gas <input type="checkbox"/> zwavelhoudend gas <input checked="" type="checkbox"/> condensaat
Mr1.2.1 lid3	A3) Bestaande of Nieuwe winning	<input checked="" type="checkbox"/> winningsplan voor reeds bestaande winning (inclusief voorziene uitbreiding) <input type="checkbox"/> winningsplan voor nieuwe winning
Mw 38	A4) Samenloop vergunningen Wet milieubeheer	<input checked="" type="checkbox"/> nee, productie neemt plaats op bestaande winning <input type="checkbox"/> ja: te weten: in aanvraag



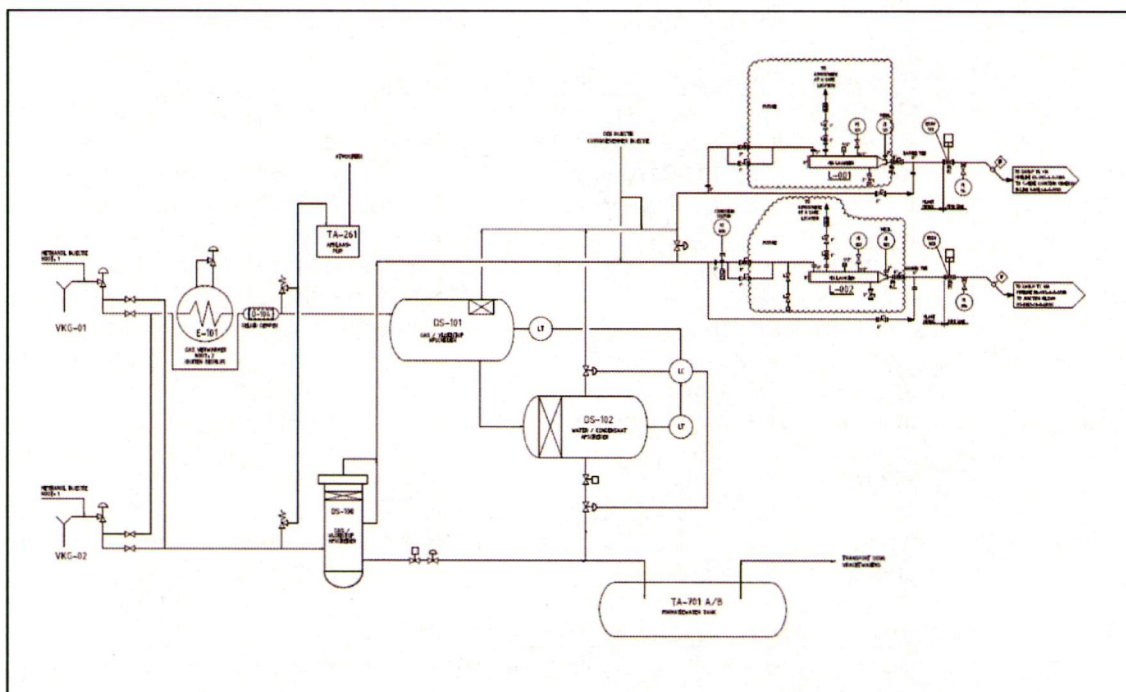
	B). Bedrijfs- en productiegegevens
Mw 35 lid 1	B1) Beknopte beschrijving van het winningsplan <p>Het Vinkega voorkomen is gelegen in de Gorredijk concessie in de provincie Friesland. Het voorkomen bevat twee gashoudende formaties namelijk de Rotliegend en de Vlieland zandsteen formaties.</p> <p>In het voorkomen zijn twee putten geboord die beide in contact staan met de twee gashoudende reservoirs. Dit betreft de putten Vinkega-1 (VKG-01) en Vinkega-2 (VKG-02).</p> <p>De put VKG-01 is in 2011 in productie genomen en heeft de eerste vier maanden na de start van de productie uit het Vlieland reservoir geproduceerd. Na deze vier maanden is de put omgeschakeld naar het Rotliegend reservoir en de put heeft tot juni 2015 geproduceerd uit dit reservoir. Sinds 5 juni 2015 produceert de put uit de beide reservoirs.</p> <p>De put VKG-02 is in 2013 in productie genomen en heeft tot mei 2015 uit het Rotliegend reservoir geproduceerd. Sinds juni 2015 produceert de put uit beide reservoirs.</p> <p>Het Vinkega Rotliegend reservoir is opgedeeld in twee delen die is opgedeeld door een beperkt sluitende breuklijn, de twee delen staan met elkaar in contact.</p>

Mw 35
lid 1c
Mb 24
lid 1c

B1.1) Beknopte beschrijving van wijze van winning door middel van (een) mijnbouwwerk(en)

Op de mijnbouwlocatie Vinkega 1 wordt het gas uit de putten VKG-01 en VKG-02 van de mee geproduceerde vloeistoffen gescheiden. Water wordt periodiek per vrachtwagen getransporteerd naar een erkende be- of verwerker. Het voorbehandelde aardgas en condensaat wordt via een ondergrondse transportleiding getransporteerd naar aardgasbehandelingsstation Garijp (GTC – Garijp Treating Centre). Hier wordt het gas na behandeling en meting via een ondergrondse transportleiding aan de afnemers geleverd.

Onderstaande afbeelding toont het proces-stroomdiagram van de aardgaswinninglocatie.





Mb 24
lid 1a
Mb 24
lid 1c

B2) Geologische beschrijving van voorkomen(s)

Algemeen

Het Vinkega voorkomen bevindt zich in het oostelijke deel van de Gorredijk concessie en werd ontdekt met het boren van de put Vinkega-01 (VKG-01). VKG-01 is in 2009 geboord in het bovenste deel van de structuur en heeft gas aangetroffen in de Vlieland en Rotliegend zandsteen formaties. De Zechstein formatie werd aangetroffen als niet poreuze anhydriet.

Reservoir Gesteente: Vlieland Zandsteen

Deze coastal-barrier zanden zijn gerelateerd aan een stijging van de zeespiegel in het gebied tijdens het Vroeg-Krijt na een lange periode van blootstelling en erosie die de afzettingen van Jura ouderdom geheel, van Trias ouderdom grotendeels en delen van de Zechstein verwijderde.

De Vlieland kleisteen vormt een impermeabele laag boven de Vlieland zandsteen formatie waardoor gas zich verzameld heeft in het Vlieland zandsteen.

Reservoir Gesteente: Rotliegend Zandsteen

De Slochteren zandsteen formatie (onderdeel van het Rotliegend) komt voort uit eolisch gevormde duincomplexen die gevormd werden onder een woestijnachtig klimaat. In het midden tot laat Perm bedekten ze het grootste deel van het huidige Noord-Europa. Het Vinkega voorkomen was gesitueerd op de rand van een breed oost-west georiënteerd bekken dat de huidige Noordzee en Oostzee beslaat. In dit bekken werden sedimenten afgezet die geassocieerd worden met een woestijnachtig klimaat zoals grote duincomplexen, wadi-afzettingen zoals zand en klei en fijnkorrelige sedimenten afgezet in playa meren. De duincomplexen werden afgezet in het Vinkega voorkomen. Fluviaatiele afzettingen werden afgezet in het westen en oosten van het concessiegebied Gorredijk door zuid – noord georiënteerde riviersystemen. De duincomplexen vormen het beste reservoir gesteente, de fluviaatiele- en playa-afzettingen zijn van mindere kwaliteit.

Structuur

De structuur van het Vinkega voorkomen bestaat uit een "four-way dip drape" structuur en bevindt zich boven een horst breuk blok van Perm ouderdom. De structuur is van NW naar ZO georiënteerd langs een diep gelegen ZW-hellende breuklijn.

Bron koolwaterstoffen en migratie (patronen)

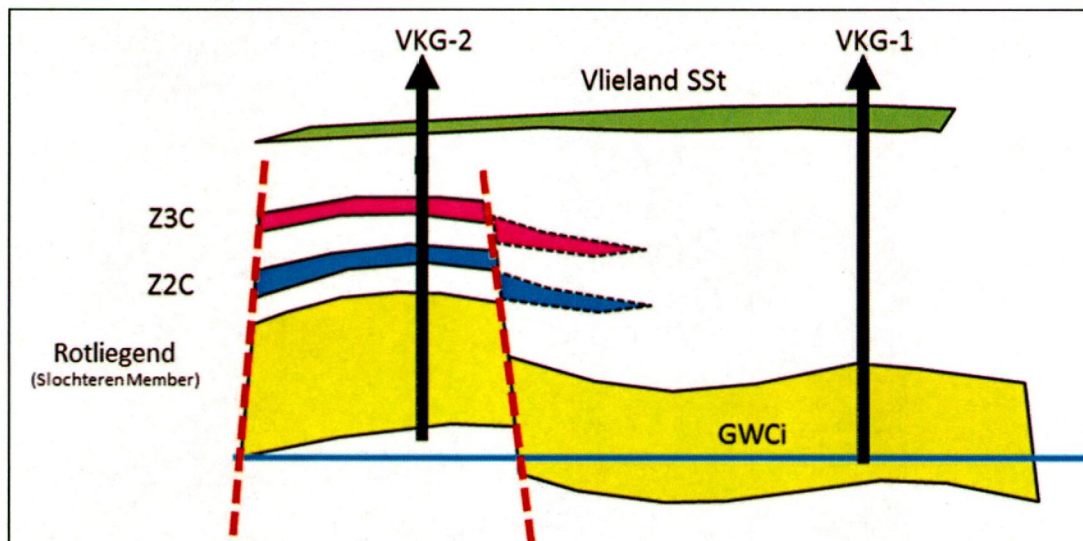
De sedimenten van het Vinkega voorkomen zijn snel begraven onder de sedimenten van het Trias, terwijl het gebied verder bleef zakken tot aan het Tertiair. Door dit zakken en het snelle begraven van de sedimenten, warmde het pakket op tijdens de Jura. Hierdoor konden vloeistoffen uit het gesteente van het Carboon wegvloeien, diagenetische processen zoals dolomitatie kwamen op gang waarbij initiële porositeit en permeabiliteit vergrootte. Tegelijkertijd konden koolwaterstoffen in de carbonaten migreren en dit proces is waarschijnlijk nog steeds aan de gang.



Mb 24
lid 1a
Mb 24
lid 1b

B2.1) Geologische doorsnede van voorkomen(s)

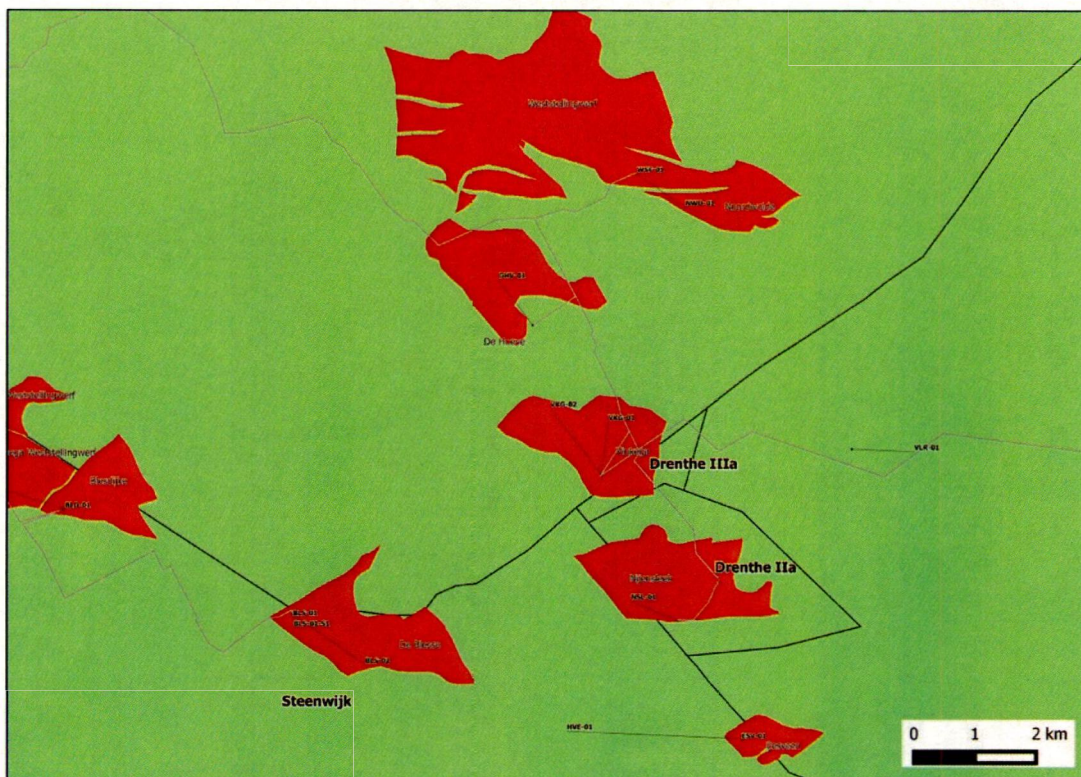
Hieronder is een doorsnede van de gashoudende formaties gegeven met een indicatie van het boorgaten VKG-01 en VKG-02.





Mw 35
lid 1a
Mb 24
lid 1d

B3) Overzicht ligging voorkomens en mijnbouwwerken



De kadastrale informatie van de aardgasproductie locatie zijn gegeven in de onderstaande tabel:

Kadastrale gegevens	
Gemeente	Weststellingwerf
Sectie	M
Nummer	434
Plaatselijk bekend als	Vinkega 1

Put	VKG-01	VKG-02
Start Productie	2011	2013
Gashoudende formaties	Rotliegend/Vlieland	Rotliegend/Vlieland



Garijp Gas Treatment Center (GTC)



Mb 24
lid 1e
Mb 24
lid 1f

B4) Overzicht boringen in voorkomen(s)

In het Vinkega voorkomen zijn twee putten geboord. De put VKG-01 is de exploratieput waarmee het voorkomen ontdekt is. De put VKG-02 is eveneens een exploratieput die geboord is om het Vinkega voorkomen zo efficiënt mogelijk te kunnen produceren.

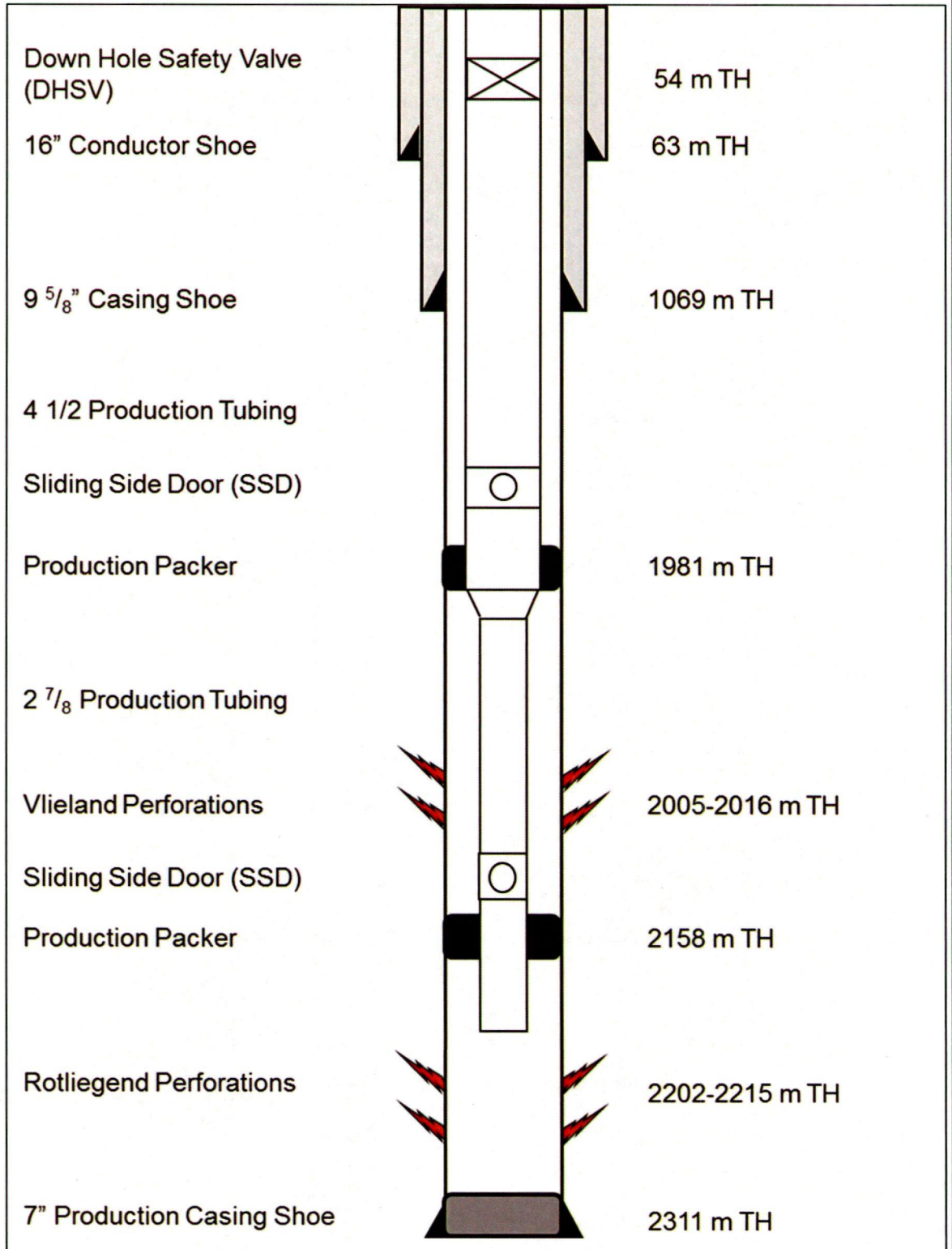
Naam put	VKG-01	VKG-02
Type	Exploratie	Exploratie
Jaar van boring	2009	2012



Mb 24
lid 1g

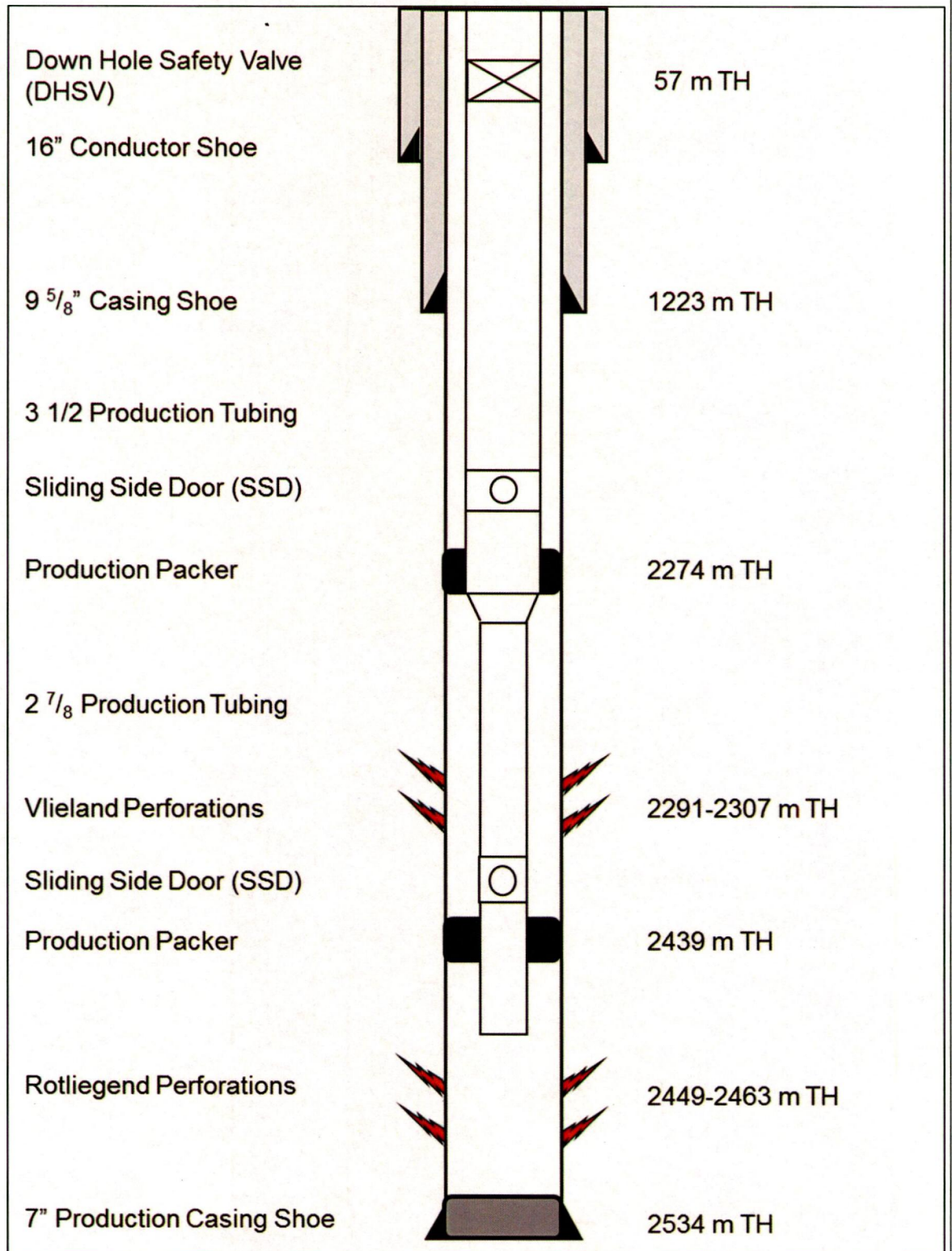
B4.1) Schematische voorstelling putverbuizing(en)

Vinkega-01 – Well schematic





Vinkega-02 – Well schematic





<p>Mb 24 lid 1h</p>	<p>B4.2) Plaats en wijze waarop koolwaterstoffen in verbuizingen treden</p> <p>De putten VKG-01 en VKG-02 zijn beiden gecompliceerd in de Vlieland en Rotliegend formatie. De completering bestaat uit perforaties door de 7" casing. Via een productie verbuizing (tubing) worden de koolwaterstoffen naar het oppervlak geproduceerd.</p> <p>Afhankelijk van de configuratie van de SSD's (Sliding Side Doors) kan er voor gekozen worden om de Vlieland en Rotliegend reservoirs gezamenlijk of individueel van elkaar te laten produceren.</p>
<p>Mb 24 lid 1c</p>	<p>B5) Productie ontwikkelingsstrategie</p> <p>Door de aanwezigheid van de beperkt sluitende breuklijn in het Vinkega voorkomen wordt de toestroom van het gas in het VKG-02 gedeelte naar het VKG-01 gedeelte beperkt. Met behulp van de putten VKG-01 en VKG-02 moet het gehele Vinkega voorkomen geproduceerd kunnen worden.</p>
<p>Mb 24 lid 1c</p>	<p>B5.1) Productie filosofie</p> <p>Het Vinkega voorkomen zal zodanig worden geproduceerd dat de faciliteiten op de mijnbouw locatie optimaal worden benut.</p> <p>Er wordt verwacht dat de winningsfactor van het Vlieland reservoir in het voorkomen rond de 92% ligt. De winningsfactor van het Rotliegend reservoir ligt naar verwachting rond de 95%. Bij de aanvang van de productie was er nog niet zeker wat het effect van de aquifer in het Rotliegend reservoir zou zijn op de winningsfactor. Inmiddels is gebleken dat de aquifer in de Rotliegend formatie vrij zwak is wat ten goede komt van de winningsfactor.</p> <p>In de beginfase van de productie zal geen compressie op de putlocatie worden toegepast. Indien het reservoir verder uitgeput is, zou eventueel compressie op de put locatie geïnstalleerd kunnen worden.</p> <p>De productie faciliteiten op de Vinkega put locatie wordt op afstand gecontroleerd en gemonitord vanuit een permanent bemande controlekamer. Regelmatig zullen operators de locatie bezoeken voor controles en onderhoud.</p>
<p>Mb 24 lid 1c</p>	<p>B5.2) Reservoir management</p> <p>De winning vindt plaats door middel van natuurlijke stroming door de aanwezige putdruk. Er wordt geen injectie toegepast. De reservoir prestaties worden gemonitord door:</p> <ul style="list-style-type: none">• Regelmatige druk metingen• Water en gas productie metingen

Mw 35
 lid 1a
 Mw 35
 lid 1d
 Mb 24
 lid 1a

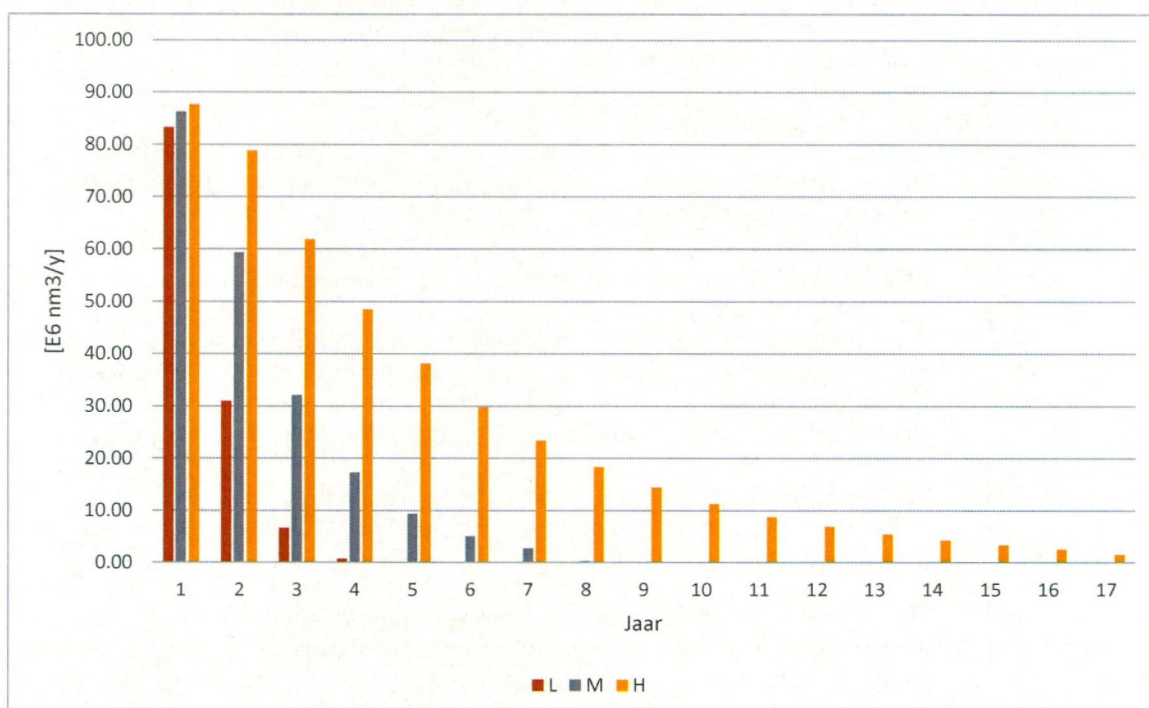
B5.3) Omvang winning (hoeveelheden per voorkomen/per jaar)

Rotliegend Reservoir

Het voorspelde productie profiel van het Vinkega Rotliegend reservoir staat hieronder weergegeven met het 2016 als eerste jaar.

Het onderstaande productie profiel is gebaseerd op een dynamisch model dat is opgezet aan de hand van VKG-01 en VKG-02 productie gegevens en de Rotliegend reservoir druk.

De totaal te verwachten hoeveelheid aardgasproductie uit het Rotliegend reservoir bedraagt 1546 MMNm³ (meest optimistische inschatting).



Jaar	L	M	H
1	83.27	86.27	87.64
2	31.03	59.39	78.82
3	6.69	32.09	61.85
4	0.73	17.34	48.54
5	0.00	9.40	38.20
6	0.00	5.06	29.89
7	0.00	2.74	23.45
8	0.00	0.30	18.40
9	0.00	0.00	14.49
10	0.00	0.00	11.33
11	0.00	0.00	8.89
12	0.00	0.00	6.98
13	0.00	0.00	5.49
14	0.00	0.00	4.30
15	0.00	0.00	3.37
16	0.00	0.00	2.65
17	0.00	0.00	1.61
Totaal	121.72	212.60	445.89

[E6 nm³] ofwel miljoen Nm³

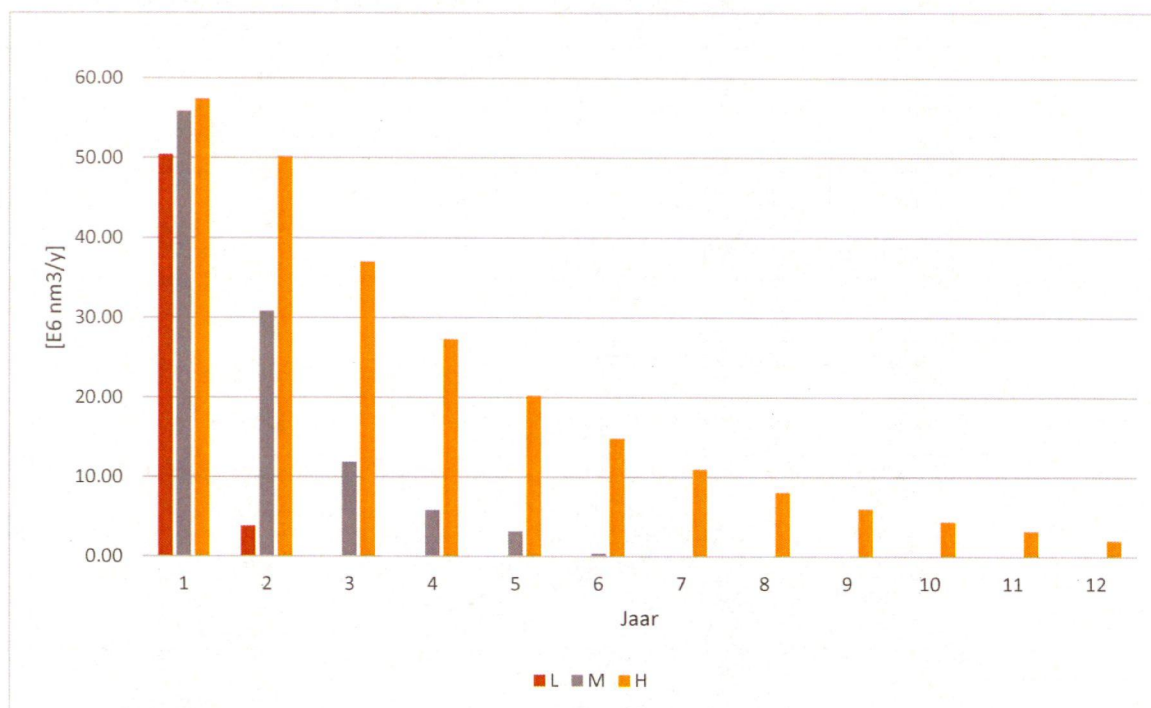


Vlieland Reservoir

Het voorspelde productie profiel van het Vinkega Vlieland reservoir staat hieronder weergegeven met eveneens 2016 als eerste jaar.

Het onderstaande productie profiel is gebaseerd op een dynamisch model dat is opgezet aan de hand van VKG-01 en VKG-02 productie gegevens en de Vlieland reservoir druk.

De totaal te verwachten hoeveelheid aardgasproductie uit het Vlieland reservoir bedraagt 359 MMNm³ (meest optimistische inschatting).



Jaar	L	M	H
1	50.37	55.87	57.42
2	3.86	30.81	50.19
3	0.00	11.90	37.04
4	0.00	5.80	27.34
5	0.00	3.14	20.24
6	0.00	0.35	14.89
7	0.00	0.00	10.99
8	0.00	0.00	8.11
9	0.00	0.00	6.00
10	0.00	0.00	4.42
11	0.00	0.00	3.26
12	0.00	0.00	2.05
Totaal	54.23	107.86	241.95



	<p>B5.4) Duur van de winning (per voorkomen)</p> <p>De productie uit het Vinkega voorkomen is gestart in 2011 en zal naar verwachting tot en met 2032 produceren.</p> <p>De productie zal worden gestopt als de totale productiekosten de productie opbrengsten zullen overstijgen.</p>												
Mb 24 lid 1i	<p>B6) Stoffen die jaarlijks worden mee geproduceerd</p> <p>Met het aardgas worden water en aardgas condensaat mee geproduceerd. In de tabel hieronder is een schatting gemaakt van de mee geproduceerde hoeveelheden.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">Mee geproduceerde stoffen</th> </tr> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">Vlieland Zandsteen</th> <th style="text-align: center;">Rotliegend Zandsteen</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Water productie</td> <td style="text-align: center;">0 - 40 m³ / MMNm³</td> <td style="text-align: center;">0 - 40 m³ / MMNm³</td> </tr> <tr> <td>Aardgascondensaat</td> <td style="text-align: center;">~10 m³ / MMNm³</td> <td style="text-align: center;">~10 m³ / MMNm³</td> </tr> </tbody> </table>	Mee geproduceerde stoffen				Vlieland Zandsteen	Rotliegend Zandsteen	Water productie	0 - 40 m ³ / MMNm ³	0 - 40 m ³ / MMNm ³	Aardgascondensaat	~10 m ³ / MMNm ³	~10 m ³ / MMNm ³
Mee geproduceerde stoffen													
	Vlieland Zandsteen	Rotliegend Zandsteen											
Water productie	0 - 40 m ³ / MMNm ³	0 - 40 m ³ / MMNm ³											
Aardgascondensaat	~10 m ³ / MMNm ³	~10 m ³ / MMNm ³											
Mb 24 lid 1i	<p>B7) eigen gebruik bij winning</p> <p>Er zal geen eigen gebruik zijn van koolwaterstoffen op locatie.</p>												
Mb 24 lid 1j	<p>B8) Jaarlijks bij winning afgeblazen/afgefakkelde koolwaterstoffen</p> <p>De hoeveelheid afgefakkeld en afgeblazen aardgas is marginaal en beperkt zich tot hoeveelheden die verloren gaan bij het druk-vrij maken van het systeem in verband met geplande onderhoud- en inspectiewerkzaamheden.</p>												
Mb 24 lid 1k	<p>B9) Jaarlijks bij winning in de ondergrond terug te brengen delfstoffen en andere stoffen</p> <p>In de betreffende minerale afzetting zullen geen stoffen of mineralen worden geïnjecteerd, opgeslagen of op andere manier terug de ondergrond in worden gebracht.</p>												



	<p>C). Gegevens inzake bodembeweging als gevolg van de winning van koolwaterstoffen.</p> <p>(Alleen in te vullen voor winningsplannen voor voorkomens gelegen aan de landszijde van de 3 zeemijlzone).</p>
Mw 35 lid 1f	<p>C1) Type bodembeweging</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> bodemdaling</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> bodemtrilling</p>

Mb
24
lid
1m**C2 Analyse Bodemdaling****C2.1) Schatting van de (uiteindelijk) verwachte mate van bodemdaling)**

De bodemdaling veroorzaakt door gaswinning uit het Vinkega voorkomen zal volgens berekeningen minder dan 2cm bedragen. Dit is de bodemdaling ten gevolge van productie uit de Vlieland en Rotliegend reservoirs tezamen.

Bodemdaling-berekening parameters (meest representatieve uiterste geval):				
Reservoir:	Vlieland	Rotliegend		
P_v	206	227	[bar]	Virgin Pressure
P_a	15	15	[bar]	Abandonment Pressure
v	0.25	0.25	[-]	Poisson's Ratio
z	1829	1964	[m]	Depth of the Formation
C_m	7.31*10 ⁻⁶	2.4 *10 ⁻⁶	[1/bar]	Oedometric Compressibility
h	9	49.5	[m]	Reservoir Thickness
ΔP	191	212	[bar]	Pressure Depletion
RB	1.2	1.05	[-]	Rigid Basement Factor

Van Opstal Constants*			
Reservoir:	Vlieland	Rotliegend	
a11	1.0	1.0	[-]
a12	-0.778	-0.778	[-]
a21	2.0	2.0	[-]
a22	2.8	2.8	[-]
b11	-0.2	-0.2	[-]
b21	4.0	4.0	[-]

*De berekening is gebaseerd op "Van Opstal, The effect of Base-Rock Rigidity on Subsidence due to Reservoir Compaction".

Het bodemdalingsmodel waarop de berekening is gebaseerd maakt gebruik van een 200x200 meter grid.

Voor de rigid basement factor is een waarde aangenomen van 1.2 voor het Vlieland reservoir en 1.05 voor het Rotliegend reservoir. We vermoeden deze waardes gezien de geologische situatie een juiste benadering is voor de rigid basement factor.

De tabel hieronder laat de contributie zien van de individuele reservoirs aan de totaal te verwachten mate van bodemdaling:

Voorspelde Bodemdaling			
Reservoir:	Vlieland	Rotliegend	Totaal
Bodemdaling:	0.23 cm	0.82 cm	1.1 cm



De bodemdaling boven het Vinkega voorkomen bedraagt minder dan 2 cm. Het is heel moeilijk om een dergelijke mate van bodemdaling voldoende nauwkeurig te meten. Enerzijds vanwege de inherente onzekerheidsmarge in bodemdalingsmetingen, anderzijds omdat zo'n kleine daling over een lange periode moeilijk te onderscheiden is van autonome processen en processen anders dan daling door gaswinning. Om die reden is geen contourkaart weergegeven.

Mb
24
lid
1n
Mb
24
lid
1o

C2.2) Verloop bodemdaling in tijd en onzekerheid

Boven het Vinkega veld zijn bodemdalingsmetingen uitgevoerd in het kader van het meetplan Vinkega en De Hoeve, zowel waterpassing als GPS, die meest recentelijk in 2015. De waargenomen daling ligt ruim onder hierboven uitgerekende daling.

Er zijn onzekerheden in de vorm van het veld, en in de bovenstaande parameters, onder andere in de samendrukbaarheid van het gesteente. Voor berekende waarden schat Vermilion een onzekerheidsmarge van 50% als redelijk. Voor andere informatie geldt een marge naar redelijkheid en eerlijkheid in relatie tot de aard, strekking en geldigheidsduur van de informatie. Ook met deze marge is de bodemdaling is zeer beperkt, en zal minder dan 2 cm zijn.

De verwachte einddatum van productie is 2032, op basis van de nu bekende gegevens. Aangezien de productiesnelheid in het begin het grootst was, en in alle scenario's het grootste deel van de productie in het verleden ligt, wordt verwacht dat de toekomstige daling t.g.v. de productie uit het Vinkega voorkomen kleiner zal zijn dan de daling in het verleden.

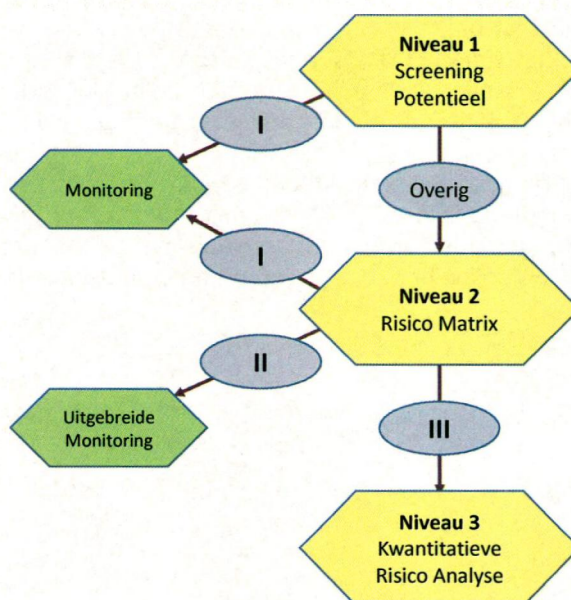
Mb
24
lid
1p

C3) Risicoanalyse bodemtrilling

C.3.1 Algemeen kader

Bodemtrilling kan veroorzaakt worden door verschillende processen gedurende de productie cyclus van een veld. Aangezien in het Vinkega aardgasvoorkomen noch (water) injectie, noch 'fracking' is voorzien, zal de risicoanalyse zich richten op depletie-gerelateerde seismiciteit (seismiciteit als gevolg van drukdaling in het veld).

Om het depletie-gerelateerde seismisch risicoprofiel vast te stellen, is een risico analyse uitgevoerd voor het Vinkega aardgasvoorkomen volgens een getrappt model welke bestaat uit drie stappen, zoals weergegeven in onderstaande figuur. Op basis van de uitkomsten van de verschillende individuele stappen worden vervolgstappen genomen. Dit proces is conform de *Methodiek voor RisicoAnalyse omtrent geïnduceerde bevingen door gaswinning (Tijdelijke Leidraad)*, SodM, Februari 2016.



Niveau 1: Screening Potentieel

In deze stap wordt het potentiële vermogen van het aardgasveld om bodemtrillingen 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*" [TNO-rapport NITG 04-171-C].

Voor velden welke op basis van deze initiële analyse een verwaarloosbare kans hebben om bodemtrillingen te genereren, is het niet noodzakelijk om aansluitende niveaus 2 en 3 te doorlopen. Indien de kans op een geïnduceerde bodemtrilling niet verwaarloosbaar is, zullen er aanvullende berekeningen worden uitgevoerd om de maximaal mogelijke sterkte van een potentiële geïnduceerde bodemtrilling te kunnen bepalen. Als de maximaal mogelijke sterkte (seismisch moment, M) van een potentiële geïnduceerde bodemtrilling 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 matrix benadering het risico ten gevolge van geïnduceerde bodemtrillingen verder gekwalificeerd, waarbij ook de gevolgen van een eventuele trilling meegenomen worden.

De ingeschatte risico-Categorie (I, II, III) bepaalt of er aanvullende monitoringsverplichtingen of maatregelen moeten worden genomen met betrekking tot de productie uit het aardgasvoorkomen. In Categorie I is monitoring met het KNMI netwerk afdoende. In Categorie II moet er nader gemonitord worden, en moet er een beheersplan zijn. In Categorie 3 is een verdere analyse op Niveau 3 nodig.



Niveau 3: Kwantitatieve Risico Analyse

Er zal een aanvullende kwantitatieve risico analyse worden uitgevoerd in het geval dat een aardgasvoorkomen op basis van de risico matrix als Categorie III wordt gekwalificeerd.

C 3.2 Risico Analyse Vinkega aardgasvoorkomen:

Op basis van deze methodiek, zoals hieronder gespecificeerd, concludeert Vermilion dat, voor zowel het Vlieland reservoir als het Rotliegend reservoir, de kans op gasgerelateerde bodemtrillingen verwaarloosbaar is.

Niveau 1: Screening Potentieel

De studie "Deterministische Hazard Analyse voor Geïnduceerde Seismiciteit in Nederland" [TNO-rapport 2012 R10198] gebruikt gegevens over seismiciteit (bron: www.knmi.nl), drukdata en eigenschappen van de verschillende aardgasvoorkomens. Aan de hand van de volgende parameters van een olie- of aardgasvoorkomen wordt aan de hand van de volgende formules de kans bepaald dat zich, op enig moment gedurende de productie van een aardgasvoorkomen, een bodemtrilling voordoet:

DP/P_{ini} = de ratio van drukval (DP) en initiële druk (P_{ini}) in het reservoir;

E = de verhouding tussen de Young's moduli (stijfheidsmoduli) van de 'overburden' -en het reservoirgesteente

$$E = \frac{E_{burden}}{E_{Reservoir}}$$

Parameter B wordt gedefinieerd door de volgende vergelijking:

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

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 keuze van deze parameters volgt uit een analyse waarbij een statistisch significante correlatie is aangetoond tussen deze specifieke parameters en historische trillingen in Nederlandse gasvelden (anders dan Groningen). Die correlatie wordt geïmplementeerd door de velden in een aantal kans-klassen in te delen. Die worden hieronder weergegeven (met P_h de kans op beven van het olie-gasvoorkomen):

Reeds bevende aardgasvoorkomen	
DP/P _{ini} ≥ 28%	B > 0,86 en E ≥ 1,34: P _h = 0.42 ± 0.08
	B > 0,86 en 1,01 ≤ E ≤ 1,33: P _h = 0.19 ± 0.05
	B < 0,86 en/of E < 1,01: verwaarloosbare kans
DP/P _{ini} < 28%	Verwaarloosbare kans

Drukval

De grenswaarde voor de drukval als gevolg van aardgaswinning waaronder geen geïnduceerde bodemtrillingen worden verwacht, is 28% van de initiële reservoir druk.

- De verwachte druk uitputting van het Vlieland reservoir is 191 bar, en dit is 93% van de initiële druk en dus boven de grenswaarde van 28%.
- De verwachte druk uitputting van het Rotliegend reservoir is 191 bar, en dit is 93% van de initiële druk en dus boven de grenswaarde van 28%.

**E-factor**

- De schatting voor de E-factor voor het Vlieland reservoir is gebaseerd op metingen in o.a. de ZDW-A-07 en HPS-01 putten (die door dezelfde formaties gaan en V_s logs hebben), en is uitgewerkt in de onderstaande tabel:

	Vp[m/s]	Vs [m/s]	Dichtheid [kg/m ³]	E [GPa]	E-verhouding
Seal (KNNC)	2805	1676	2515	10.7	0.776
Reservoir (KNNS)	3393	1851	2504	13.8	

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

De lage waarde voor de E-factor is in overeenstemming met de bevindingen van TNO m.b.t. Vlieland zandsteen velden [TNO-rapport 2012 R10198].

- De schatting voor de E-factor voor het Rotliegend reservoir is gebaseerd op metingen in o.a. de GSB-01, WIT-03 en APS-02 putten (die door dezelfde formaties gaan en V_s logs hebben), en is uitgewerkt in de onderstaande tabel:

	Vp[m/s]	Vs [m/s]	Dichtheid [kg/m ³]	E [GPa]	E-verhouding
Seal (KNNC)	5305	2964	2796	39.7	1.78
Reservoir (KNNS)	4054	2436	2436	22.2	

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

B-factor

- Omdat de E-factor voor het Vlieland reservoir (ruim) onder de drempelwaarde van 1.01 ligt, is het niet nodig de B-factor te evalueren.
- Voor het Rotliegend reservoir is de B factor wel geëvalueerd:

Totale breuklengte	[m]	5067
Max. dikte gasvoorkomen	[m]	50
Oppervlakte voorkomen (GWC contour)	[km ²]	3.13
B-factor	[-]	0.81

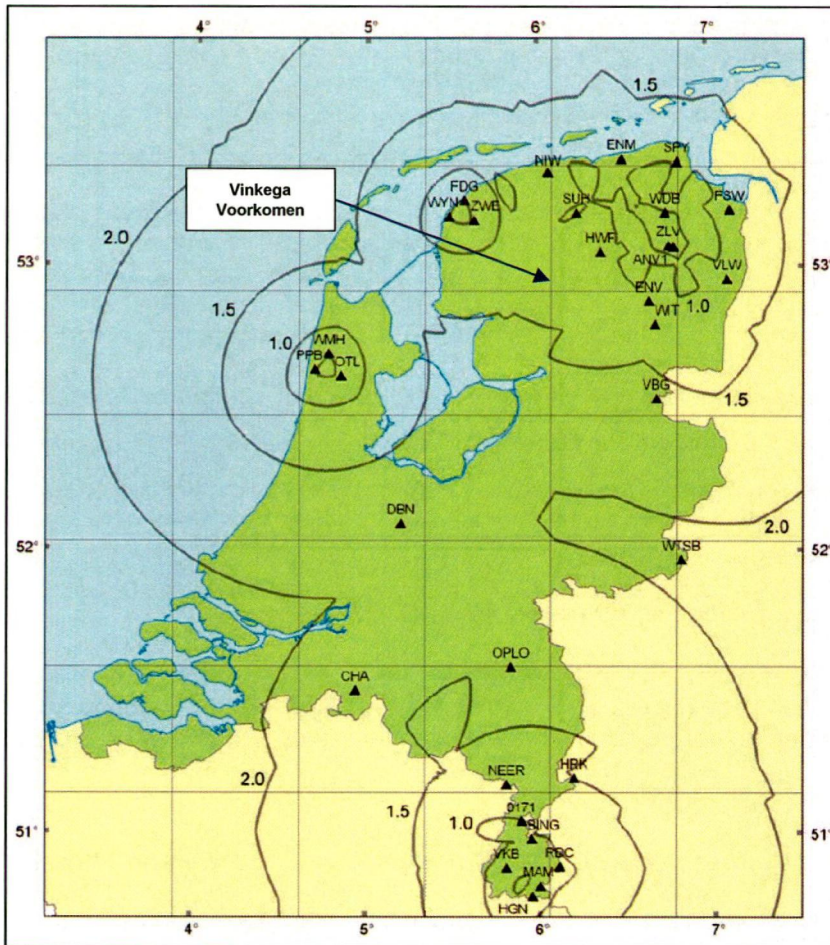
Mmax

- Omdat de E-factor voor het Vlieland reservoir (ruim) onder de drempelwaarde van 1.01 ligt, is het niet nodig de maximum magnitude te evalueren.
- Voor het Rotliegend reservoir is de Mmax niet geëvalueerd omdat de B-factor onder de drempelwaarde ligt.



C 3.3 Monitoring seismische activiteit

Het monitoren van de seismische activiteit rondom het Vinkega voorkomen zal worden gerealiseerd met behulp van het huidige KNMI netwerk. De detectiegrens van trillingen met het huidige instrumentarium is ~1.2 (schaal van Richter). De locatie-drempel ligt wat hoger, doordat de dichtst bijgelegen stations ten oosten van Vinkega gelegen zijn, maar voldoende nauwkeurig om eventuele schadeveroorzakende trillingen te kunnen lokaliseren.



Figuur 1 Locatie-drempel-magnitude. Fig. 2b uit rapport 'Monitoring induced seismicity in the North of the Netherlands' [KNMI Rapport WR 2012-03]



Mb 24 lid 1q	<p>C4) Omvang en aard van de schade</p> <p>C4.1 Schade aan bouwwerken en openbare infrastructuur door bodemdaling</p> <p>Bodemdaling door aardgas- en oliewinning is een geleidelijk proces; met het oog is de daling niet te zien. De maximale helling (maximale bodemdaling in verhouding tot de breedte van de infrastructuur) is zeer beperkt. Bodemdaling veroorzaakt meestal geen schade aan wegen omdat de daling geleidelijk en gelijkmatig plaatsvindt en in dit geval ook nog eens gering is. Onder verwijzing naar datgene wat hierboven is uiteengezet acht Vermilion het ontstaan van schade aan gebouwen ten gevolge van de productie uit het Vinkega aardgasvoorkomen zeer klein. Mocht schade optreden dan rust op Vermilion de verplichting die schade te vergoeden.</p> <p>C4.2 Schade aan bouwwerken en openbare infrastructuur door bodemtrilling</p> <p>Gezien de indeling van het Vinkega aardgasvoorkomen in Categorie 'I' volgens de seismische risicoanalyse wordt onmiddellijke schade aan de openbare infrastructuur en bouwwerken als gevolg van seismiciteit t.g.v. winning uit het Vinkega aardgasvoorkomen niet verwacht. Onder verwijzing naar datgene wat hierboven is uiteengezet acht Vermilion het ontstaan van schade aan gebouwen ten gevolge van de productie uit het Vinkega aardgasvoorkomen zeer klein. Mocht schade optreden dan rust op Vermilion de verplichting die schade te vergoeden.</p> <p>C4.3 Schade aan natuur en milieu door bodembeweging</p> <p>Schadelijke effecten op natuur en milieu door bodemdaling of –trilling worden op grond van bovenstaande eveneens niet verwacht.</p>
Mb 24 lid 1r	<p>C5) Maatregelen om bodembeweging te voorkomen / te beperken</p> <p>Gezien de te verwachten geringe effecten door bodembeweging als gevolg van de aardgasproductie en de daarmee gepaard gaande indeling in categorie I voorziet het productieproces niet in dergelijke maatregelen anders dan het periodiek monitoren van de bodembeweging.</p>
Mb 24 lid 1s	<p>C6) Maatregelen die gevolgen van schade door bodembeweging beperken of voorkomen</p> <p>Gezien de zeer kleine kans op het ontstaan van schade door bodembeweging, veroorzaakt door aardgasproductie uit het Vinkega aardgasvoorkomen, zijn geen aparte maatregelen genomen ter voorkoming en/of beperking van zulke schade.</p> <p>Er wordt geen schade van enigerlei betekenis verwacht. Indien als gevolg van bodemdaling door gaswinning toch schade ontstaat, dan zal deze worden vergoed. Daartoe behoren ook kosten die verband houden met het treffen van maatregelen ter voorkoming of beperking van schade. Ter verkrijging van meerdere zekerheid is hiertoe in de Mijnbouwwet een hoofdstuk "waarborgfonds mijnbouwschade" opgenomen.</p>

Ondertekening	
Naam: Sven Tummers	Datum: 23/08/2016
Functie: Team Lead Land & Joint Ventures	Plaats: Amsterdam