

# **Aanvraag Instemming Winningsplan**

**Blija**

**20 november 2017**

*Blanco pagina*

## 1 Samenvatting



### Achtergrond winningsplannen – algemeen

Het winnen van aardgas uit een gasveld wordt vastgelegd in een winningsplan. Kort gezegd beschrijft het winningsplan de technische aspecten van de winning (met nadruk op de ondergrond, zoals de geologie) en de mogelijke risico's en effecten met betrekking tot bodemdaling en -trilling, inclusief eventuele maatregelen.

De winning kan alleen plaatsvinden indien de Minister van Economische Zaken (EZ) instemt met het winningsplan. Het uitgangspunt hierbij is de Mijnbouwwet, waaraan voldaan moet worden. De procedure van een winningsplan duurt circa 10 maanden en bevat de volgende stappen:

- NAM dient een winningsplan in bij de Minister van EZ en vraagt om instemming.
- De Minister van EZ vraagt advies aan verschillende partijen die bij de winning betrokken zijn, zoals: provincies, gemeenten, waterschappen, Staatstoezicht op de Mijnen (SodM), Technische commissie bodembeweging (Tcbb), TNO en de Mijnraad.
- Deze adviezen worden meegenomen in het ontwerp instemmingsbesluit van de Minister van EZ.
- Het ontwerp besluit ligt vervolgens voor een periode van 6 weken ter inzage. Iedereen kan in deze fase reageren door een zienswijze in te dienen.
- Vervolgens worden deze zienswijzen behandeld en stelt EZ een definitief instemmingsbesluit op. Uiteindelijk zal de Minister al dan niet instemmen met het winningsplan. Er kunnen ook aanvullende voorschriften worden gesteld.
- Het definitieve instemmingsbesluit gaat vervolgens nog 6 weken ter inzage voor beroep. Alleen belanghebbenden kunnen in deze fase beroep aantekenen.
- Indien er beroep is ingediend dan zal de Afdeling Bestuursrechtspraak van de Raad van State hierover oordelen.
- Bij een definitief winningsplan verloopt de gaswinning verder volgens dit winningsplan
- Indien er afwijkingen zijn zal NAM een actualisatie van het winningsplan moeten indienen. Het winningsplan dat nu ingediend wordt voor Blija is zo'n actualisatie.

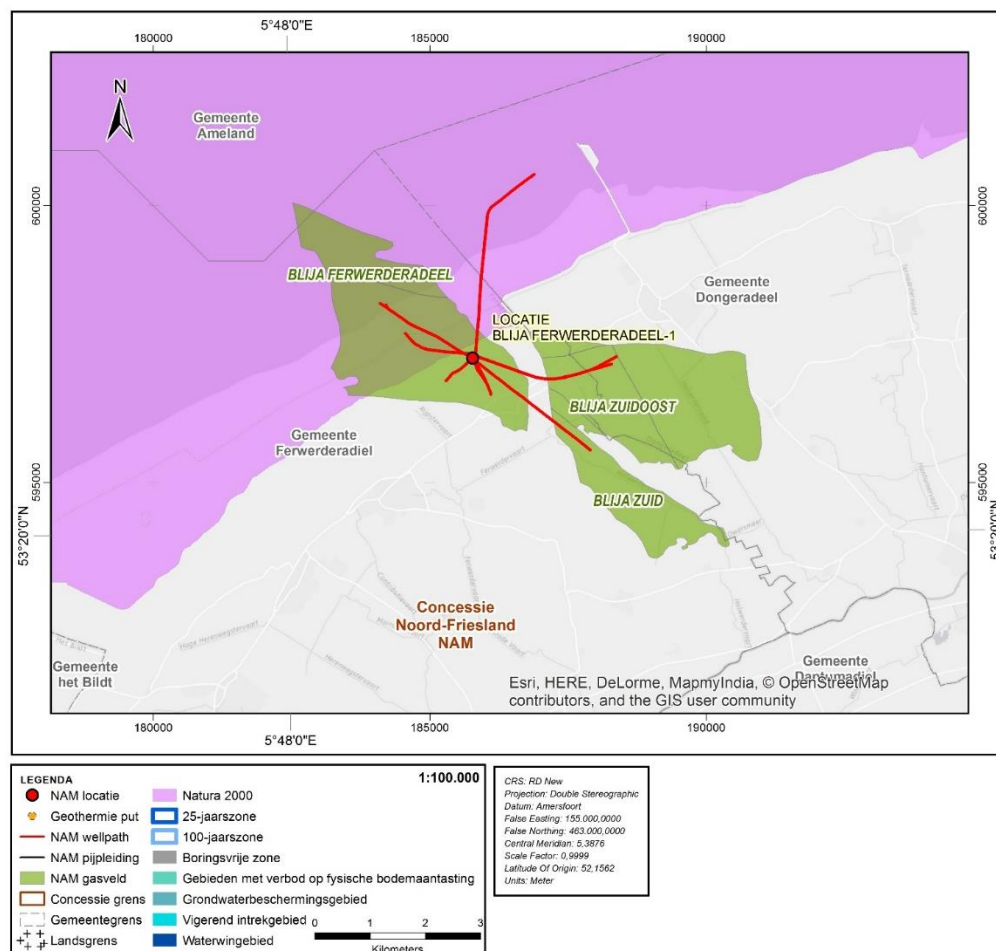
Naast het winningsplan kunnen nog diverse andere vergunningen noodzakelijk zijn, zoals een milieuvergunning en bouwvergunning. Voor meer informatie zie ook [www.hoewerktgaswinnen.nl](http://www.hoewerktgaswinnen.nl)

### Achtergrond winningsplan Blija

Dit winningsplan omvat de combinatie van de drie gasvelden Blija-Ferwerderadeel, Blija-Zuid en Blija-Zuidoost. De "Blija velden" (ook wel "voorkomens" genoemd in winningsplannen) liggen in de provincie Fryslân en liggen in de gemeenten Ferwerderadeel en Dongeradeel. De Blija velden worden vanaf de locatie Blija-Ferwerderadeel-1 geproduceerd. Het gewonnen gas wordt via bestaande infrastructuur naar het landelijke Gasunie netwerk getransporteerd. De velden worden in één winningsplan samengevoegd omdat de infrastructuur gedeeld wordt. Gasproductie uit dit gebied vindt al sinds de jaren 80 plaats.

De reden voor de actualisatie van het winningsplan is het plan voor het boren van (extra) putten in de voorkomens waarbij verwacht wordt dat hydraulische putstimulatie nodig zal zijn. In het recente verleden zijn al verschillende putten in deze velden gestimuleerd, maar volgens de nieuwe mijnbouwwet hoort stimulatie in het

winningsplan beschreven te worden. Het Blija-Zuid veld had eerder een eigen winningsplan en wordt nu met de twee andere velden samengevoegd in dit winningsplan.



Figuur 1-1: Overzicht van de Blija voorkomens, inclusief infrastructuur. Putten zijn aangegeven met rode lijnen.

### Hoeveel gas kan worden gewonnen?

NAM verwacht nog 2800 tot 4700 miljoen Nm<sup>3</sup> aardgas te winnen over de periode 2017-2050 uit de gecombineerde Blija velden, afhankelijk van het productiescenario. De daadwerkelijke productie hangt af van het gedrag van bestaande putten en het succes van nieuwe boringen. Het gaat hier dus om productievolumes van bestaande winning.

### Bodemdaling door gaswinning

Door de winning van gas uit diepe gesteentelagen neemt de druk van het gas in het gesteente langzaam af. Het gewicht van kilometers dikke gesteentelagen boven het gasveld zorgt ervoor dat de gashoudende gesteentelaag iets wordt samengeperst. Dit kan zich aan de oppervlakte manifesteren in een lichte bodemdaling; een zeer geleidelijk proces, dat over decennia plaatsvindt en zich over een groot gebied uitstrekt. Om een beeld te geven; de 'helling' die ontstaat door bodemdaling door gaswinning is typisch een paar centimeter over de lengte van een kilometer. Op het niveau van een woning komt dit neer op een verschil van de dikte van 1 vel A4 papier tussen de voor- en achtergevel. Meer informatie staat op [www.bodemdalingfryslan.nl](http://www.bodemdalingfryslan.nl), [www.commissiebodemdaling.nl](http://www.commissiebodemdaling.nl) en op de TNO website [www.natuurinformatie.nl](http://www.natuurinformatie.nl).

Het winningsplan bevat een overzicht van de gemeten bodemdaling tot nu toe en een prognose van de bodemdaling door gaswinning aan het einde van de winning in 2050. Voor het meten van bodemdaling worden vaste peilmerken gebruikt die al sinds 1987 worden gemeten. Tegenwoordig gebeurt deze meting om de vijf

jaar. De meest recente grootschalige meting is gedaan in 2013. In het gebied vindt plaatselijk autonome bodemdaling plaats. Autonome bodemdaling is de bodemdaling die in het gebied aanwezig is zonder invloed van gaswinning (bijvoorbeeld door inklinking). Dit maakt directe meting van bodemdaling door gaswinning moeilijk. De verwachte bodemdaling door toekomstige gaswinning is verwaarloosbaar: minder dan 4 cm over een periode van meer dan 30 jaar. Dit is een zeer geringe bodemdaling die binnen de onzekerheidsmarge valt van de metingen naar bodemdaling. De totale bodemdaling sinds het begin van de productie in 1985 blijft onder de 6 cm.

Schade door bodemdaling wordt niet verwacht omdat de bodemdaling door gaswinning beperkt, langzaam en over een groot gebied plaatsvindt. Hierdoor kunnen waterpeilen door het waterschap (Wetterskip Fryslân) worden aangepast. NAM is aansprakelijk voor eventuele meerkosten van bijvoorbeeld het peilbeheer als gevolg van bodemdaling door gaswinning. Bij een bodemdaling van minder dan 4 cm is daar overigens geen sprake van, omdat de jaarlijkse schommelingen in de waterstand aanzienlijk groter zijn.

Mocht de periodiek gemeten bodemdaling door gaswinning significant afwijken van de huidige voorspelling, dan zal NAM een actualisatie van het winningsplan moeten opstellen.

### **Toelichting risico van aardbevingen**

In 2014 is een rapport van de Onderzoeksraad voor Veiligheid verschenen met een duidelijke boodschap: er moet meer aandacht komen voor de veiligheid bij gaswinning. Dit heeft geleid tot aanpassing van de Mijnbouwwet. In de tussentijd is door SodM een methodiek ontwikkeld om het risico van aardbevingen beter in beeld te brengen. Bedrijven als NAM moeten deze methodiek gebruiken in de winningsplannen. In het winningsplan Blija is het risico van aardbevingen volgens deze nieuwe methodiek uitgewerkt.

Op basis van verschillende parameters met betrekking tot de ondergrond en gasproductie is bepaald wat de waarschijnlijkheid is dat een gasveld zou kunnen beven. Daarnaast wordt op basis van de specifieke geologische eigenschappen een inschatting gemaakt van de sterkste beving waar theoretisch gezien rekening mee moet worden gehouden. Ook is rekening gehouden met andere elementen, zoals de opbouw van de ondiepe ondergrond en bevolkingsdichtheid.

Velden die zouden kunnen beven worden ingedeeld in 3 categorieën, waarbij categorie 1 de lichtste en categorie 3 de zwaarste is. Afhankelijk van de risicocategorie gelden er voor een veld monitoringsverplichtingen, beheersmaatregelen en onderzoeksverplichtingen. Alleen het Groningen gasveld valt in categorie 3. Alle velden in dit winningsplan vallen in categorie 1, de laagste risicocategorie. Voor deze categorie velden zijn geen extra monitoringsmaatregelen nodig.

Hoewel de kans op een beving laag is, is theoretisch een beving niet onmogelijk. Omdat bodemtrillingen niet worden verwacht, wordt ook geen schade aan gebouwen verwacht. Echter, NAM is altijd wettelijk aansprakelijk voor schade die zij veroorzaakt volgens het Burgerlijk Wetboek. Mochten omwonenden toch schade ondervinden, dan kan dat gemeld worden bij NAM of bij het Landelijk Loket Mijnbouwschade. Het is belangrijk om te benadrukken dat het risico van aardbevingen en schade door gaswinning niet te vergelijken is met de situatie in Groningen vanwege de veel kleinere omvang van de reservoirs.

### **Toepassen hydraulische putstimulatie**

Om het gas goed te winnen is voor sommige velden hydraulische putstimulatie gewenst en daarom opgenomen in het winningsplan. De term *hydraulische putstimulatie* wordt opzettelijk gebruikt om verwarring met grootschalig fracken, zoals bijvoorbeeld bij schaliegaswinning in de Verenigde Staten, te voorkomen.

In Nederland wordt deze stimulatietechniek al sinds de jaren 1950 regelmatig en succesvol toegepast. Verdere uitleg over de techniek staat in dit winningsplan beschreven. De techniek is in het verleden ook al veilig en succesvol bij verschillende putten in de Blija velden toegepast. Bij nieuwe putten zullen soortgelijke stimulaties toegepast worden.

SodM heeft in 2016 een samenvattend overzicht gepubliceerd over stimulatie<sup>1</sup>, met als conclusie:

*“SodM komt tot de slotsom dat, voor zover bekend, er geen nadelige gevolgen zijn geweest voor mens en milieu en dat de toepassing van fracking ten behoeve van conventionele gaswinning op een verantwoorde manier kan plaatsvinden. Het wettelijke regime, het toezicht daarop en de gehanteerde beheersmaatregelen zijn volgens de huidige inzichten solide en voldoende.”*

Deze conclusie is gebaseerd op een evaluatie van alle tot dan toe uitgevoerde hydraulische putstimulaties. Voor deze evaluatie heeft SodM 5 risicogebieden voor mens en milieu onderzocht:

1. Seismische risico's (risico op aardbevingen);
2. Integriteit van de afsluitende lagen;
3. Geochemische interacties;
4. Integriteit van de put;
5. Blootstelling aan gevaarlijke stoffen.

Het risico op aardbevingen door hydraulische putstimulatie in Nederland wordt als verwaarloosbaar ingeschat. In de afgelopen 50 jaar zijn in Nederland meer dan 220 stimulaties uitgevoerd. Hierbij zijn geen voelbare bevingen geconstateerd. Dit beeld wordt bevestigd door de bovengenoemde evaluatie van SodM uit 2016.

---

<sup>1</sup> Bron: <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2016/03/01/kamerbrief-met-inventarisatie-sodm-over-fracking-en-mogelijke-consequenties>

## **Inhoud**

1	Samenvatting .....	3
	Formulier aanvraag instemming winningsplan.....	9
2	Inleiding .....	11
2.1	Doel van het Winningsplan .....	11
2.2	Leeswijzer .....	11
3	Plaats van winning .....	13
3.1	Productielocatie, putten en voorkomens.....	13
3.2	Schematische weergave gasbehandeling en afvoer van het gas.....	14
4	Boringen .....	15
4.1	Inleiding: Algemene beschrijving van een put.....	15
4.2	Overzicht boringen in voorkomens.....	16
4.3	Schematische voorstelling putverbuizingen .....	16
4.4	Putstimulatie.....	17
5	Ondergrond .....	23
5.1	Inleiding: hoe worden de ondergrond-eigenschappen gemeten.....	23
5.2	Geologie en gesteente-eigenschappen van het voorkomen .....	23
5.3	Gesteente-eigenschappen van de bovenliggende lagen.....	26
5.4	Andere gebruiksmogelijkheden van de ondergrond .....	26
6	Ontwikkelingsvooruitzichten .....	28
6.1	Inleiding .....	28
6.2	Historische Productie .....	28
6.3	Onzekerheden.....	30
6.4	Winningsstrategie & reservoir management .....	30
6.5	Winningsnelheid (hoeveelheden per voorkomen/per jaar) .....	30
6.6	Duur van de winning .....	33
6.7	Jaarlijks eigengebruik bij winning.....	33
6.8	Jaarlijks bij winning afgeblazen/afgefakkelde koolwaterstoffen.....	33
6.9	Stoffen die jaarlijks worden mee geproduceerd.....	33
6.10	Jaarlijks bij winning in de ondergrond terug te brengen delfstoffen en andere stoffen .....	33
7	Bodemdaling .....	34
7.1	Inleiding: hoe komt bodemdaling tot stand .....	34
7.2	Bodemdalingsmodel & historische bodemdaling .....	36
7.3	Bodemdalingsvooruitzichten .....	38
7.4	Onzekerheid in verwachte bodemdaling.....	39
7.5	Monitoring van bodemdaling .....	39
7.6	Mogelijke gevolgen van de verwachte bodemdaling .....	40
7.7	Maatregelen om (gevolgen van) bodemdaling te voorkomen of te beperken .....	40

8	Bodemtrilling.....	41
8.1	Inleiding: hoe komen bevingen ten gevolge van gaswinning tot stand.....	41
8.2	Historische bevingen in de voorkomens van dit winningsplan.....	41
8.3	Algemeen kader voor Seismische Risico Analyse.....	41
8.4	Seismische Risico Analyse voor de Blija voorkomens .....	44
8.5	Mogelijke gevolgen van bevingen ten gevolge van gaswinning uit de Blija voorkomens.....	45
8.6	Monitoring van bodemtrillingen .....	46
8.7	Maatregelen om bodemtrillingen te voorkomen of te beperken.....	46
8.8	Maatregelen die gevolgen van bodemtrillingen beperken of voorkomen .....	46
9	Overige omgevingsaspecten.....	47
9.1	Algemeen .....	47
9.2	Effecten op natuur en milieu .....	48
10	Verklarende woordenlijst.....	52
11	Bijlage A: Bodemdaling: Details en Achtergronden .....	53
12	Bijlage B: Seismische Risico Analyse.....	55
13	Bijlage C: Geologische kaarten voor de voorkomens .....	60
14	Bijlage D: Spanningscondities in een reservoir tijdens hydraulische stimulatie .....	62



## Formulier aanvraag instemming winningsplan

ex artikel 34 lid 1 Mijnbouwwet (Mw) juncto artikel 24 Mijnbouwbesluit (Mb)



Elektronisch in te dienen bij:

Ministerie van Economische Zaken

Directie Energie & Omgeving

██████████@minez.nl

<u>Artikel</u>	<u>Onderwerp</u>	<u>Beschrijving</u>
Mw 34 lid 1	<b>Verzoek om instemming voor een wijziging / actualisatie van het winningsplan</b>  Blija	<input type="checkbox"/> een winningsplan voor voorkomens in het continentaal plat vanaf de 12 zeemijlszone  <input checked="" type="checkbox"/> een winningsplan voor voorkomens in Nederlands territoir tot 12 zeemijl uit de kust  De wijziging / actualisatie bestaat uit een actualisatie van de verwachte levensduur van productie, een actualisatie van de seismische risicoanalyse en bodemdalingsvoorspellingen en een beschrijving van hydraulische stimulatie.
	<b>Algemene gegevens</b>	
	<i>Naam indiener</i>	Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V.
	<i>Adres</i>	Postbus 28000 9400 HH Assen
	<i>Contactpersoon</i>	██████████
	<i>E-mail</i>	██████████@shell.com
Mw 34 lid 2	<b>Indiener</b>	<input checked="" type="checkbox"/> is houder van de vergunning <input type="checkbox"/> is uitvoerder cf artikel 22 Mw
	<b>Winningsvergunninggebied(en) Ligging Gemeente en Provincie</b>	<input checked="" type="checkbox"/> winningsvergunning(en) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Noord-Friesland</li> </ul> Gelegen in de Provincie Fryslân, Gemeenten Dongeradeel en Ferwerderadeel.
Mw 34 lid 1 Mb 24 lid 1a	<b>Voorkomens koolwaterstoffen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Blija-Ferwerderadeel</li> <li>• Blija-Zuid</li> <li>• Blija-Zuidoost</li> </ul>
Mb 24 lid 1a	<b>Soort koolwaterstof die wordt gewonnen</b>	<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"/> aardgascondensaat
Mr 1.2.1 lid 3	<b>Bestaande of nieuwe winning</b>	<input checked="" type="checkbox"/> winningsplan voor reeds bestaande winning (inclusief voorziene uitbreiding) <input type="checkbox"/> winningsplan voor nieuwe winning
Mw 34 lid 7	<b>Coördinatie vergunningen</b>	<input type="checkbox"/> ja: te weten met: <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Omgevingsvergunning</li> <li><input type="checkbox"/> Watervergunning</li> <li><input type="checkbox"/> Mijnbouwmilieuvergunning</li> <li><input type="checkbox"/> Anders, namelijk:</li> </ul> <input checked="" type="checkbox"/> nee

	<b>Bedrijfs- en productiegegevens</b>	<b>Sectie</b>
Mw 35 lid 1	Beknopte beschrijving van het winningsplan	1, 2
Mw 35 lid 1c Mb 24 lid 1c,d	Beknopte beschrijving van wijze van winning door middel van (een) mijnbouwwerk(en)	3
Mb 24 lid 1a	Geologische beschrijving van voorkomen(s)	5
Mb 24 lid 1a Mb 24 lid 1b	Geologische doorsnede van voorkomen(s)	Bijlage C
Mw 35 lid 1a Mb 24 lid 1d,e	Overzicht ligging voorkomens, gasputten	3.1
Mb 24 lid 1d,e,g	Situering mijnbouwwerken situatietekening /eventueel foto	3.1
Mb 24 lid 1e,f	Overzicht boringen in voorkomen(s)	4.2
Mb 24 lid 1g	Schematische voorstelling putverbuizing(en)	4.3
Mb 24 lid 1h	Plaats en wijze waarop koolwaterstoffen in verbuizing treden	3.2, 4.3
Mb 24 lid 2	Productieontwikkeling strategie	6.4, 6.5
Mb 24 lid 2	Productie filosofie	6.4
Mb 24 lid 2	Reservoir management	6.4
Mw 35 lid 1a,d Mb 24 lid 1a	Omvang winning (hoeveelheden per voorkomen/per jaar)	6.5
Mw 35 lid 1b	Duur van de winning (per voorkomen)	6.6
Mb 24 lid 1i	Stoffen die jaarlijks worden mee geproduceerd	6.9
Mb 24 lid 1j	Jaarlijks eigengebruik bij winning	6.7
Mb 24 lid 1j	Jaarlijks bij winning afgeblazen/afgefakelde koolwaterstoffen	6.8
Mb 24 lid 1k	Jaarlijks bij winning in de ondergrond terug te brengen delfstoffen en andere stoffen	6.10
Mw 36 lid 1 sub b	Planmatig gebruik of beheer van delfstoffen, aardwarmte, andere natuurlijke rijkdommen, waaronder grondwater met het oog op de winning van drinkwater, of mogelijkheden tot het opslaan van stoffen	5.4
	<b>Gegevens inzake bodemdaling als gevolg van de winning</b>	<b>Sectie</b>
Mw 35 lid 1f	Aard van de bodemdaling ten gevolge van de winning alsmede de daarmee verband houdende activiteiten	7.1
Mb 24 lid 1m Mb 24 lid 1n Mb 24 lid 1o	Gekalibreerde bodemdaling en bodemdalingprognoses (uiteindelijk verwachte mate van bodemdaling)	7.2 – 7.4 Bijlage A
Mb 24 lid 1q	Omvang en aard van de schade	7.6
Mb 24 lid 1r	Maatregelen om bodemdaling te voorkomen / te beperken	7.5
Mb 24 lid 1s Mw 35 lid 1f	Maatregelen die gevolgen van schade door bodemdaling beperken of voorkomen	7.7
	<b>Gegevens inzake bodemtrilling als gevolg van de winning</b>	<b>Sectie</b>
Mw 35 lid 1f	Aard van de bodemtrilling ten gevolge van de winning alsmede de daarmee verband houdende activiteiten	8.1, 8.2
Mb 24 lid 1p	Risicoanalyse bodemtrilling	8.3, 8.4, Bijlage B
Mb 24 lid 1q	Omvang en aard van de schade	8.5
Mb 24 lid 1r	Maatregelen om bodemtrillingen te voorkomen / te beperken	8.6, 8.7
Mb 24 lid 1s Mw 35 lid 1f	Maatregelen die gevolgen van schade door bodemtrillingen beperken of voorkomen	8.8
	<b>Overige veiligheidsaspecten</b>	<b>Sectie</b>
Mw 35 lid 1g	De risico's voor omwonenden, gebouwen of infrastructurele werken of de functionaliteit daarvan met een risicobeoordeling, voor zover het winnen van delfstoffen niet geschiedt in het continentaal plat	8.3, 8.5
Ondertekening		<i>Datum: 20 november 2017</i> <i>Plaats: Assen</i>
Naam: 	Functie: Asset Manager – Asset Land	Mb 24 lid 1 Jaarlijkse kosten onderverdeeld in investeringen, onderhoud, bedrijfsvoering, verlaten en verwijderen. Zie deel "vertrouwelijk"

## 2 Inleiding

### 2.1 Doel van het Winningsplan

De Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V. ("NAM") is houder van de Winningsvergunning Noord-Friesland (KB, 17-2-1969). Conform artikel 34 van de Mijnbouwwet (Mw) dient de winning van koolwaterstoffen te gebeuren in overeenstemming met een winningsplan. In het Mijnbouwbesluit (Mb) is in artikel 24 aangegeven welke informatie het winningsplan moet bevatten.

Dit winningsplan omvat de combinatie van gasvoorkomens Blija-Ferwerderadeel, Blija-Zuidoost en Blija-Zuid. De eerst twee voorkomens zijn in het verleden beschreven in één winningsplan "Blija". In 2012 is het voorkomen Blija-Zuid in productie genomen met een apart winningsplan. Omdat dit voorkomen met dezelfde faciliteiten wordt geproduceerd, is Blija-Zuid in deze actualisatie samengevoegd met het Blija winningsplan.

De reden voor de actualisatie van het winningsplan is de verlengde levensduur van de productie uit de voorkomens en een verandering in de nieuwe mijnbouwwet rond de beschrijving van hydraulische stimulatie in het winningsplan.

Dit winningsplan bevat een actualisatie van productie- en bodemdalingsvoorspellingen, en een nieuwe seismische risicoanalyse. Dit is de tweede actualisatie van het winningsplan Blija. De reden voor de eerste actualisatie in 2007 was het in gebruik nemen van een compressor. De eerste actualisatie van het Blija winningsplan en het originele Blija-Zuid winningsplan zijn de **vigerende winningsplannen** tot aan instemming met dit aangepaste winningsplan.

Hieronder een overzicht van winningsplannen en actualisaties:

Datum	Versie	Document
December 2003	1.0	Origineel winningsplan Blija
Maart 2007	1.0	Eerste actualisatie ( <b>vigerend winningsplan Blija</b> )
December 2011	1.0	Blija-Zuid origineel winningsplan ( <b>vigerend winningsplan Blija-Zuid</b> )
November 2017	2.0	Deze (tweede) actualisatie en samenvoeging

*De oorspronkelijk winningsplannen en besluiten zijn te vinden op [www.nlog.nl](http://www.nlog.nl) onder veldcodes BLF (Blija-Ferwerderadeel), BLZ (Blija-Zuid) en BLZO (Blija-Zuidoost).*

### 2.2 Leeswijzer

In dit document wordt ingegaan op de manier waarop het gas gewonnen wordt, de geologie en de eigenschappen van het ondergrondse gasvoorkomen en de voorspelde productiehoeveelheden, mate van bodemdaling en het risico op aardbevingen. Hoofdstuk 1 (Samenvatting) geeft een overzicht van dit winningsplan en is bedoeld om de belangrijkste punten van het plan uit te leggen zonder technische details.

De Blija gasvoorkomens worden vanaf één locatie en door meerdere putten geproduceerd. Hoofdstuk 3 (Plaats van winning) en 4 (Boringen) geven meer informatie over de locaties, huidige en toekomstige putten, en putstimulaties. Hoofdstuk 5 (Ondergrond) geeft een beschrijving van de ondergrond. In hoofdstuk 6 (Ontwikkelingsvooruitzichten) wordt ingegaan op de historische en toekomstige productie en de ontwikkelingsplannen voor de Blija voorkomens.

De nog te verwachten bodemdaling door toekomstige productie wordt beschreven in hoofdstuk 7 (Bodemdaling). De bodemdaling wordt regelmatig gemonitord volgens een meetplan conform de geldende normen, onder toezicht van Staatstoezicht op de Mijnen (SodM).

Hoofdstuk 8 (Bodemtrilling) gaat verder in op de seismische risicoanalyse. De seismische risicoanalyse laat zien dat de Blija gasvoorkomens in de laagste seismische risicocategorie vallen (categorie I)

NAM heeft het winningsplan zo bedoeld dat zij binnen de grenzen van het plan opereert als:

- a. de totale productie uit een veld niet uitkomt boven de maximale totale voorspelde productie in het "hoog scenario" van sectie 6.5 van dit winningsplan, onafhankelijk van welke putten of infrastructuur hierbij gebruikt wordt. Als voorzien wordt dat de cumulatieve productie uit een veld gaat uitkomen boven de cumulatieve productie in het "hoog scenario", zal NAM het winningsplan dienen aan te passen;
- b. de winning niet langer duurt dan de productieperiode in het "hoog scenario". Als NAM de winning langer wil voortzetten, zal een verzoek tot wijziging in het instemmingsbesluit moeten worden ingediend.
- c. de gemeten bodemdaling door gaswinning niet groter is dan voorspeld in hoofdstuk 7 van het winningsplan (inclusief de aangehouden onzekerheidsmarges). Als de bodemdaling door gaswinning groter blijkt (of groter lijkt te worden) dan voorspeld, zal NAM het winningsplan dienen aan te passen;
- d. de verschillende velden van dit winningsplan in de risicocategorie blijven ingedeeld zoals in hoofdstuk 8 berekend. NAM zal het winningsplan dienen aan te passen als op basis van nieuwe gegevens of inzichten het seismisch risico van één of meer velden in dit plan groter blijkt te zijn.

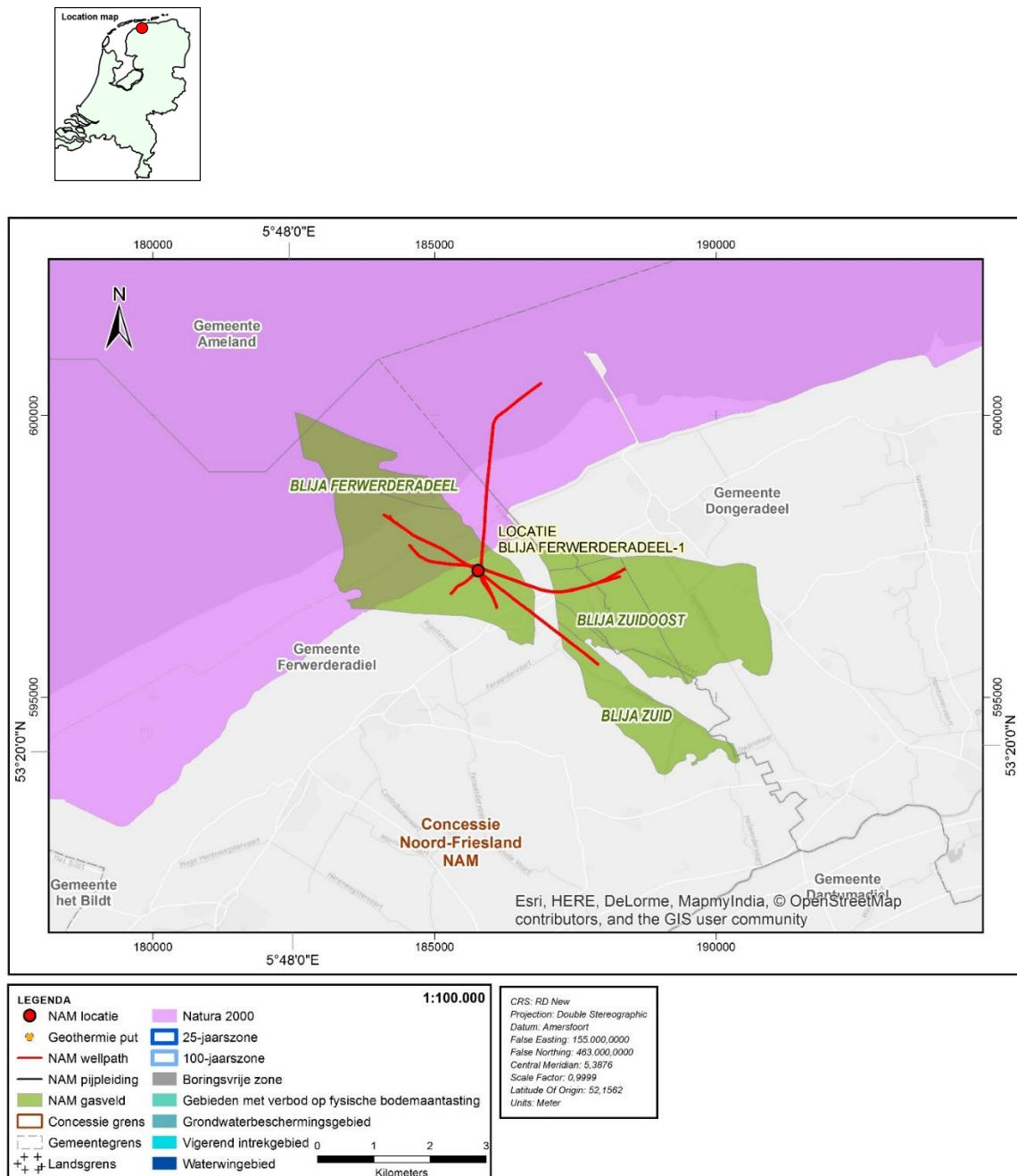
Eventuele toekomstige activiteiten op een locatie (bijvoorbeeld compressie) of in een reservoir (bijvoorbeeld extra putten) zullen de gangbare vergunningsprocedures volgen.

Een klein onderdeel van het winningsplan wordt apart toegezonden aan het Ministerie van Economische Zaken. Dit vertrouwelijke deel bevat bedrijfsgevoelige informatie over de verwachte productie- en investeringskosten. Omdat openbaarmaking de concurrentiepositie van NAM in gevaar brengen is dit onderdeel niet openbaar.

### 3 Plaats van winning

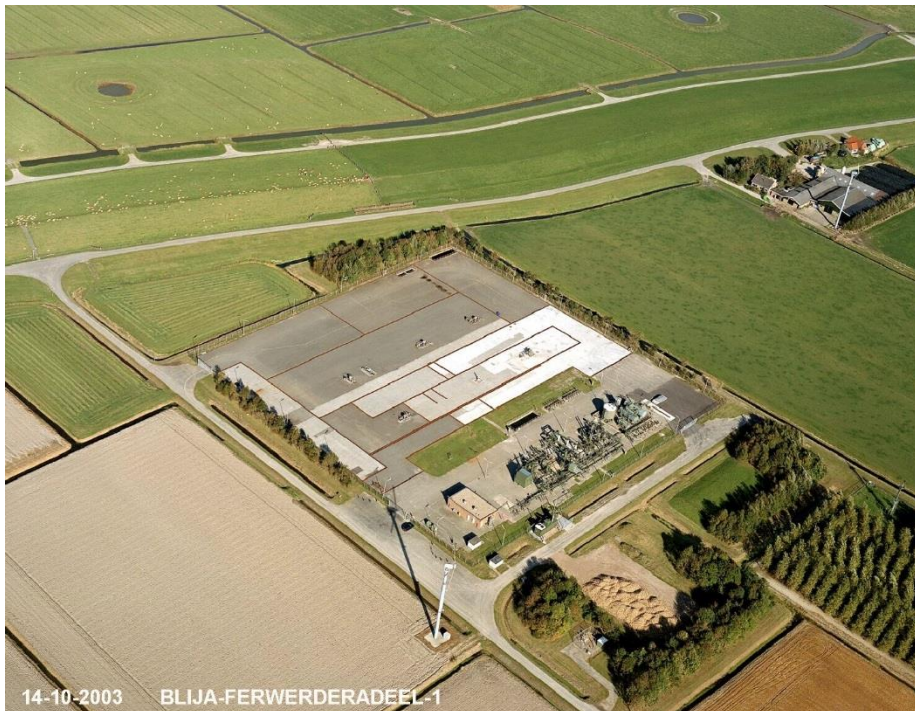
#### 3.1 Productielocatie, putten en voorkomens

De Blija gasvoorkomens worden door meerdere putten vanaf één locatie geproduceerd. De gasvoorkomens liggen in de provincie Fryslân en liggen onder de gemeenten Ferwerderadeel en Dongeradeel. Alle voorkomens vallen onder het waterschap van Friesland (Wetterskip Fryslân) en het waterschap Blija Buitendijks. In Figuur 3-1 hieronder is een topografische kaart met de locatie van de voorkomens, de putten, de oppervlaktelocaties en pijpleidingen, de waterwin- en grondwaterbeschermingsgebieden, de beschermde natuurgebieden (inclusief Natura 2000) en bestaande geothermieputten aangegeven.



Figuur 3-1: Blija voorkomens en omgeving

De productielocatie “Blija-Ferwerderadeel-1” is gelegen in de gemeente Ferwerderadeel. Hieronder volgt een luchtfoto van de puttenlocatie en behandelingsinstallatie.

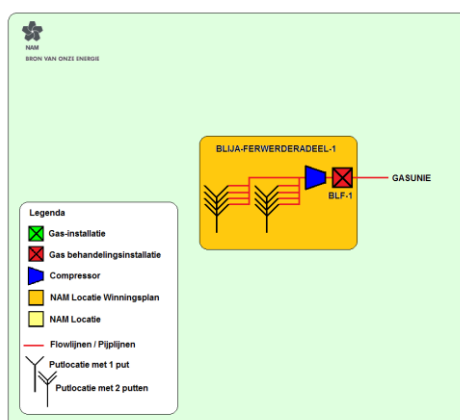


Figuur 3-2: De Blija-Ferwerderadeel-1 puttenlocatie en behandelingsinstallatie

### 3.2 Schematische weergave gasbehandeling en afvoer van het gas

Figuur 3-3 geeft een schematische weergave van de gasstromen in het Blija productiesysteem. Het gas uit de Blija voorkomens wordt op de Blija-Ferwerderadeel-1 locatie geproduceerd. Na het comprimeren van de gasstroom, wordt deze in de behandelingsinstallatie op specificatie gebracht en afgeleverd aan het Gasunie netwerk.

De condensaatstroom (een kleine hoeveelheid vloeibare koolwaterstoffen die meekomen met de gasproductie) wordt vanaf de locatie afgevoerd per vrachtwagen naar Delftzijl voor verdere verwerking en verkoop.



Figuur 3-3: Schema van de gasstromen in het Blija systeem



## 4 Boringen

### 4.1 Inleiding: Algemene beschrijving van een put

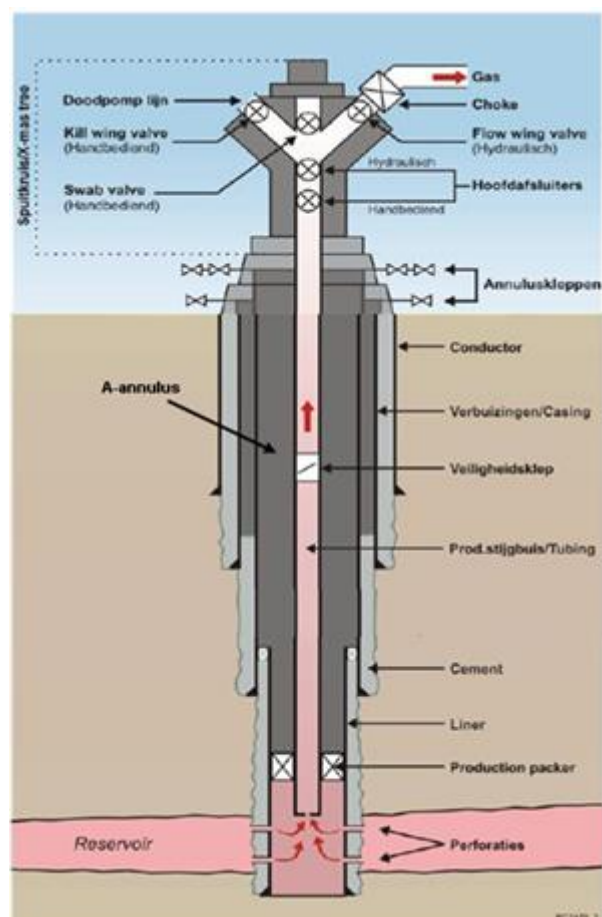
Figuur 4-1 geeft een schematische weergave van een gasproductie-put. Hieronder volgt een korte beschrijving van het boren van een put en de belangrijkste onderdelen.

Het boren van een put gebeurt met een boortoren. Voordat de boortoren op locatie wordt geplaatst wordt er een buis in de grond geheid (ongeveer 50 meter diep). De boortoren wordt daarna boven op deze geheide buis opgebouwd. Een boorpijp bestaat van onder naar boven uit een beitel, motor, stabilisatoren, meetapparatuur en boorpijpen tot naar de boortoren. Tijdens het boorproces wordt er gebruik gemaakt van boorvloeistof. Deze zorgt voor het aandrijven van de motor, het verwijderen van boorgruis en koeling van de boorpijp. Tevens levert deze boorvloeistof een hydrostatische druk in het boorgat om gasinstroom te voorkomen. Bovenop het boorgat staat een metalen installatie, bestaande uit verschillende afsluiters die tijdens het boorproces geactiveerd kunnen worden: de BOP ("blow out preventer")

Het boren van een put door de verschillende grondlagen gebeurt in secties 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 waardoor een sterke en stabiele put ontstaat. Dit geeft bescherming en isolering van bovenliggende grondlagen en het grondwater. Het boren van secties en zetten van casing herhaald zich meerdere keren totdat het gasveld is bereikt.

Voor de gasproductie wordt een aparte productie-stijgbuis ('tubing') gebruikt. Deze verbuizing zorgt ervoor dat gas gecontroleerd omhoog kan stromen. De tubing is dus een buis binnen de casing en is zodoende een extra barrière voor het gas. De ruimte tussen de tubing en de casing wordt A-annulus genoemd. De druk in deze annulus wordt voortdurend gemonitord om de goede staat, de integriteit, van de put te kunnen waarborgen. Tevens heeft de tubing verschillende veiligheidskleppen. Als de tubing is geïnstalleerd, worden er perforaties gemaakt in de casing ter hoogte van het reservoir en kan het gas door de tubing omhoog stromen. Aan het oppervlak is de 'X-mas tree' de verbinding tussen de tubing en de bovengrondse gasleiding. Deze 'tree' is zichtbaar op de locaties en bevat diverse kleppen die nodig zijn om de put te bedienen.

In de X-mas tree en in de installatie op de putlocatie zijn speciale meters aanwezig waarmee druk, temperatuur, en gas-stroomsnelheid continu gemeten kunnen worden.



Figuur 4-1: Schematische weergave van een gasproductie-put. De tekening is niet op schaal (sterk verticaal gekrompen).

## 4.2 Overzicht boringen in voorkomens

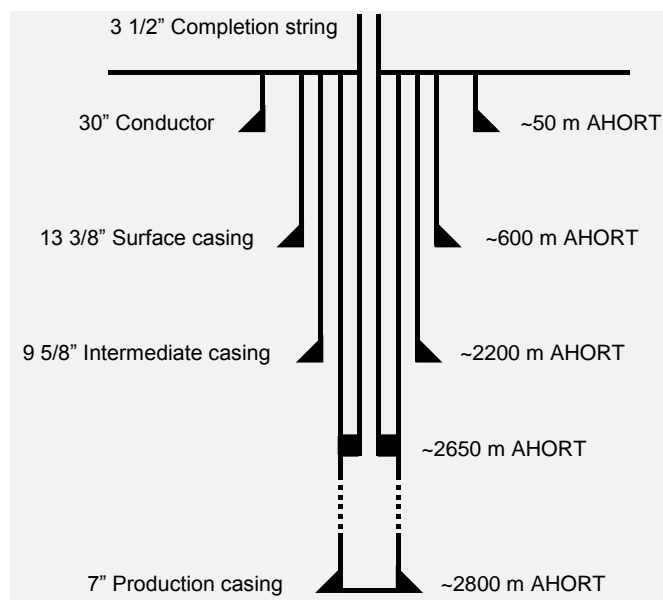
In Tabel 4-1 zijn de bestaande boringen per voorkomen met verdere algemene informatie weergegeven. Het uiteindelijk aantal putten voor de Blija voorkomens is onzeker. Op dit moment verwachten we voor het voorkomen Blija-Zuidoost en voor het voorkomen Blija-Ferwerderadeel nog drie nieuwe boringen. De BLF-109 boring naar het Blija-Zuidoost voorkomen is al in een gevorderde ontwerpfase.

Tabel 4-1: Lijst van boringen per voorkomen

Voorkomen	NAM Locatie	Putnaam	Formatie	Putvorm	Putstatus
Blija-Ferwerderadeel	Blija-Ferwerderadeel-1	BLF-101	Rotliegend	verticaal	gesuspendeerd
Blija-Ferwerderadeel	Blija-Ferwerderadeel-1	BLF-102A	Rotliegend	gedevieerd	gesuspendeerd
Blija-Ferwerderadeel	Blija-Ferwerderadeel-1	BLF-103	Rotliegend	gedevieerd	producerend
Blija-Ferwerderadeel	Blija-Ferwerderadeel-1	BLF-104A	Rotliegend	gedevieerd	producerend
Blija-Ferwerderadeel	Blija-Ferwerderadeel-1	BLF-105	Rotliegend	gedevieerd	producerend
Blija-Zuidoost	Blija-Ferwerderadeel-1	BLF-106B	Rotliegend	horizontaal	producerend
Blija-Ferwerderadeel	Blija-Ferwerderadeel-1	BLF-107	Rotliegend	gedevieerd	gesuspendeerd
Blija-Zuid	Blija-Ferwerderadeel-1	BLF-108	Rotliegend	gedevieerd	producerend

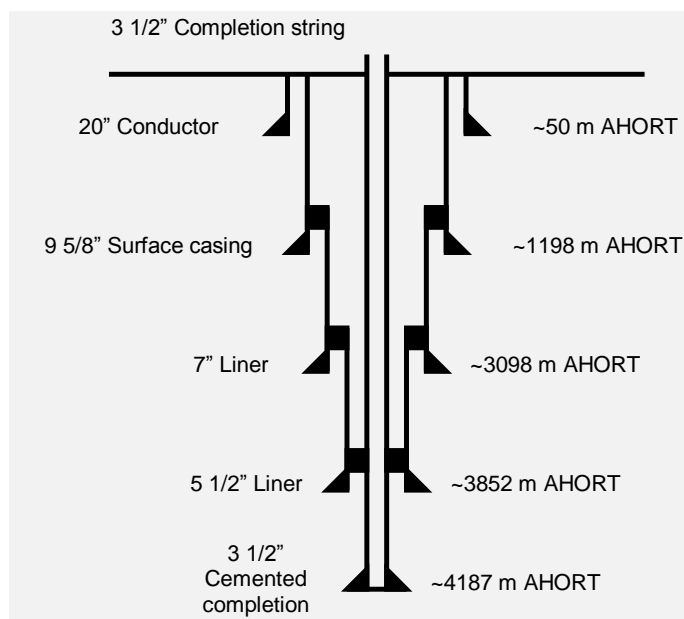
## 4.3 Schematische voorstelling putverbuizingen

Hieronder zijn schematisch en in tabelvorm een tweetal voorbeelden van putverbuizingen weergegeven. Figuur 4-2 is representatief voor de oudere boringen en Figuur 4-3 is representatief voor de recentere boringen.



Figuur 4-2: Typische originele Blija putverbuizing. Dieptes zijn aangegeven langs de put (m AHORT). Aangezien putten vaak gedevieerd zijn geboord, is de verticale diepte t.o.v. NAP (m TVDNAP) altijd minder dan de 'along hole rotary table' diepte (m AHORT)





Figuur 4-3: Typische recentere Blija putverbuizing.

De putten die produceren van de Rotliggend reservoirformatie zijn op een diepte tussen de 2580 m TVD en 2690 m TVD door perforaties verbonden met het gashoudende reservoir.

#### 4.4 Putstimulatie

Gedurende de productie 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 routine-handeling waarbij geen overdruk gebruikt wordt: net zoals bij andere ontkalkingen (koffieapparaat). Deze ontkalking duurt ongeveer een dag, en wordt uitgevoerd door een kleine onderhoudsplug (er is geen boortoren nodig).

Het reservoirgesteente van de Blija-Ferwerderadeel, Blija-Zuid en Blija-Zuid-Oost voorkomens is slecht doorlaatbaar. Om productie te stimuleren is in het verleden hydraulische putstimulatie toegepast. Ook bij vervolgboringen in deze voorkomens zal hydraulische putstimulatie nodig zijn.

Alle operationele handelingen staan onder toezicht van SodM en worden uitgevoerd overeenkomstig de daarvoor geldende regelgeving. Dit betekent dat bij stimulatie wordt voldaan aan vereisten uit het Mijnbouwbesluit en de Mijnbouwregeling. Voor aanvang van iedere stimulatie wordt een werkveiligheidsplan ingediend.

#### Hydraulische stimulatie - Algemeen

Om de gaswinning te bevorderen en de doorlatendheid van het gashoudende gesteente te vergroten gebruiken operators de hydraulische stimulatie-techniek. Deze techniek wordt al sinds de jaren 50 van de vorige eeuw regelmatig en succesvol toegepast in Nederland. Dankzij gebruik van deze techniek wordt aardgas efficiënter uit bestaande en nieuwe gasvelden geproduceerd.

Bij hydraulische stimulatie wordt vloeistof onder druk via de boorput in het gasveld gebracht. Door de druk ontstaan op gecontroleerde wijze plaatselijk kleine scheuren in het gashoudende gesteente dat zich meestal op een diepte van ruim twee-en-half a drie kilometer bevindt. De vloeistof bestaat uit zout water (90%), chemicaliën (2%) en kleine keramiekkorrels (8%). De korrels blijven als

opvulmiddel in het gesteente achter. Zij houden de gecreëerde scheuren open zodat het gas gemakkelijker naar de boorput kan stromen. Een deel van de hydraulische stimulatie-vloeistof wordt in de eerste dagen van productie na de stimulatie-operatie via een tijdelijke productie-installatie teruggewonnen. Dit deel wordt in een gesloten systeem opgevangen en gaat naar een erkende afvalverwerker. Een ander deel van de stimulatievloeistof wordt geleidelijk met het formatiewater mee geproduceerd via de normale productie-installatie, en wordt als productiewater verwerkt. De rest van de stimulatievloeistof (minder dan de helft) blijft achter in het gashoudende gesteente en kan daaruit niet vrijkomen.

De website van Staatstoezicht op de Mijnen (SodM) geeft een overzicht van hydraulische stimulatie waarin duidelijk wordt dat deze methode in conventionele gaswinning nooit tot problemen heeft geleid.<sup>2</sup> Verdere uitleg over de techniek en werkzaamheden op NAM locaties waar gestimuleerd wordt staan beschreven op de website van NAM ([www.nam.nl](http://www.nam.nl)).

### **Analyse van een mogelijk seismische dreiging - Algemeen**

De seismische dreiging geassocieerd met hydraulische stimulatie in Nederland wordt als verwaarloosbaar ingeschat. In de afgelopen 50 jaar zijn in Nederland meer dan 220 stimulaties uitgevoerd. Hierbij zijn geen voelbare bevingen geconstateerd.

Dat de kans op seismiciteit zeer klein is wordt bevestigd in het rapport van Witteveen en Bos uit 2013<sup>3</sup>. In dit rapport is een mogelijk verband tussen hydraulische stimulatie en aardbevingen onderzocht, aan de hand van alle sinds 1986 uitgevoerde stimulaties in Nederland en de waarnemingen van aardbevingen gedurende die periode. Hierin wordt gesteld dat er geen duidelijk verband is tussen hydraulische stimulatie en aardbevingen. Van de 94 bestudeerde stimulaties kan bij slechts 1 stimulatie een eventueel verband met een aan het oppervlak niet voelbare beving niet volledig uitgesloten worden.

### **Hydraulische stimulatie – Blija**

In de Blija velden heeft, in het verleden, hydraulische stimulatie plaatsgevonden in de putten Blija-103, 104, 105, 106 en 108. Tijdens en na deze putstimulaties is geen seismische activiteit waargenomen.

In het navolgende overzicht worden de onderwerpen beschreven die deel uit maken van de locatie specifieke risicoanalyse voor de hydraulische stimulatie van putten in de Blija voorkomens. Er zullen hoogstwaarschijnlijk meerdere stimulaties per put worden uitgevoerd, afhankelijk van de boorresultaten van de put. De risicoduiding hieronder verandert niet met het precieze aantal stimulaties. De risicoanalyse behandelt de volgende aspecten

- a) Integriteit van de te behandelen put;
- b) Integriteit van de afdekkende lagen;
- c) Stimulatievloeistof volumes en samenstelling, en het risico van geochemische interacties;
- d) Injectiedrukken en gevolgen voor spanningscondities in het reservoir;
- e) Afstanden tot gekarteerde breuken en het seismisch risico van de operatie;
- f) Locatie van de put ten opzichte van drink- en grondwatergebieden, en verwerking van stimulatievloeistof.

---

<sup>2</sup> <https://www.sodm.nl/actueel/nieuws/2016/03/04/inventarisatie-sodm-fracking-in-conventionele-gaswinning>

<sup>3</sup> Witteveen en Bos, "Aanvullend onderzoek naar mogelijke risico's en gevolgen van de opsporing en winning van schalie- en steenkoolgas in Nederland", Rapport aan Ministerie van EZ, 2013

### **Integriteit van de te behandelen put**

Voor de putintegriteit worden de volgende maatregelen genomen bij het putontwerp om zeker te zijn dat de tubing en het cement voldoende sterk is om de verwachte drukken en temperaturen tijdens de stimulatie operatie te weerstaan.

- **Tubing integriteit**

Met speciale software wordt de mechanische belasting op tubing en casing onder invloed van druk en temperatuur doorgerekend. Hieruit volgen waarden voor de minimale steundruk op de A-annulus tijdens het pompen van de frack, voor gegeven waarde van de maximale tubing druk (typisch 620 bar bij de x-mas tree) en de maximale dichtheid van de frackvloeistof (ongeveer 1600 kg/m<sup>3</sup>).

- **Cement integriteit**

Het cement dat gebruikt wordt bij het boren van de putten is van een type met een groot vermogen om vervormingen op te vangen. Hierdoor is het cement speciaal geschikt voor hydraulische stimulatie. Voor het ontwerpen van de stimulatie wordt de mechanische belasting op het cement vlak boven het reservoir en rond de schoen van de liner boven het reservoir, en de mechanische belasting van de tubing tegen het cement doorgerekend. Hieruit volgt de minimaal vereiste temperatuur van de frackvloeistof, voor gegeven waarde van de gemiddelde dichtheid van de frackvloeistof in de tubing, en de maximale tubing druk. Niet alleen de mechanische integriteit van het cement zelf, maar ook de integriteit van de bond tussen liner en cement, en van de bond tussen cement en formatie wordt berekend. De berekening geeft aan welke residuale capaciteit van de mechanische sterkte boven het ontwerpminimum resteert voor het scenario van een frack. Bij een residuale sterkte boven de 30% van de ontwerpnorm voor een faalmechanisme is de conclusie dat het model aantoont dat het ontwerp geschikt is voor het gemodelleerde scenario. Deze 30% residuale sterkte is equivalent met een design factor van 1,3.

De volgende maatregelen worden genomen bij de stimulatie

- **Operationele maatregelen**

Voor aanvang van de stimulatie wordt gecontroleerd of de A-annulus de minimaal vereiste druk kan houden. Daarnaast wordt er in de gecementeerde productietubing een Cement Bond Log genomen om de kwaliteit van het cement te verifiëren. Ook worden er elektronische en mechanische veiligheids ingesteld om te voorkomen dat de A-annulus druk en tubingdruk tijdens het pompen van de stimulatievloeistof de maximaal toegestane waarden overschrijden.

Een goede cementbond, gecombineerd met de plastische eigenschappen van het cement, bevestigt dat de aanwezigheid van een micro-annulus zeer onwaarschijnlijk is. Eerdere fracks (in zowel putten met als zonder cement) hebben inderdaad nooit problemen met micro-annuli laten zien (geen drukopbouw in A-annulus, etc.).

- **Monitoring na afloop van de stimulatie operatie**

Na de stimulatie blijft de druk van de A-annulus continu gemeten om aan te tonen dat deze niet afwijkt van normale A-annulus druk tijdens productie.

### **Integriteit van de afdekkende lagen**

Het reservoir in de Blija voorkomens wordt gevormd door de Rotliggend formatie en afgedekt door een kleilaag met daarbovenop een dikke Zechstein zoutlaag. De dikte van deze afdekkende laag is vrij constant over het veld en gemiddeld ongeveer 400 meter. Naar het oosten toe neemt de dikte van de Zechstein laag af.

Uit microfrac tests is geschat dat het horizontale spanningscontrast tussen een zandsteen reservoir en de bovenliggende slecht doorlatende kleisteenlaag ongeveer 30 bar is voor ongedepleteerde reservoirs. In de bovenliggende laag is de horizontale spanning dus 30 bar hoger dan de spanning in een ongedepleteerd reservoir. Ongedepleteerd betekent dat er nog geen gas uit het reservoir gewonnen is, waardoor de gasdruk dus ook nog niet is afgenomen.

De groei van een frack in het Rotliegend reservoir naar boven wordt belemmerd doordat de horizontale in-situ spanning ( $S_h$ ) in de bovenliggende kleisteenlaag hoger is dan in het reservoir en doordat de mechanische parameters van de bovenliggende laag verschillen van die van het reservoir. Daarom zal de frack bij voorkeur in het reservoir verder groeien. Tevens zal de druk in de frack afnemen met de afstand. Hierdoor wordt de groei in de afdeklaag verder beperkt. Uit stimulatie-modellering blijkt dat de frack niet meer dan 100 meter verticaal boven het reservoir zal groeien. De horizontale in-situ spanning in de afsluitende zoutlaag is ongeveer 75 bar hoger dan de spanning in het reservoir. In het zeer onwaarschijnlijke geval dat de frack toch de afsluitende zoutlaag zou bereiken, dan zou frack de groei in deze zoutlaag niet meer dan enkele tientallen meters zijn.

GROUP		FORMATION	DIEPTE TV (m)
<b>Onder Triassic</b>	Lower Trias (RB)	Main Claystone member	2084
		Basal Bundsandstein Eqv.	2088
<b>Boven Perm</b>	Zechstein (ZEZ)	Undifferentiated Salt	2096
		Z2 Anhydrite	2464
		Z2 Carbonate	2467
		Z1 Anhydrite	2477
		Z1 Carbonate	2501
		Coppershale	2512
			2513
<b>Onder Perm</b>	Rotliegend (RO)	Ten Boer Claystone	2585
		Upper Slochteren	2704
		Ameland Claystone	2739
		Lower Slochteren	

Afsluitende laag

Slecht doorlatend

Reservoir

Figuur 4-4: Schematische aanduiding van het gashoudende gesteente van de Blija voorkomens waaruit geproduceerd wordt (Slochteren) en de verschillende lagen daarboven. Dieptes zijn bij benadering.

### Stimulatievloeistof volumes en samenstelling, en het risico van geochemische interacties

De samenstelling van de stimulatievloeistof zal dicht bij die van de recente fracks liggen. De website [www.nam.nl](http://www.nam.nl) geeft informatie over de stimulatievloeistoffen die gebruikt zijn bij vorige stimulaties. Aangezien nog niet besloten is welke aannemer de stimulatie zal gaan uitvoeren en elke aannemer

zijn eigen stimulatievloeistof gebruikt is de precieze samenstelling nog niet bekend. Het volume aan vloeistof voor de stimulatie zelf zal niet meer dan 800 m<sup>3</sup> zijn. Naast de stimulatievloeistof zal er niet meer dan 200 ton kleine keramiekkorrels gebruikt worden. De genoemde waarden zijn voor 1 frack. Sommige putten worden gestimuleerd met meerdere fracks.

De stimulatievloeistof wordt gemaakt op basis van kaliumchloride brine (KCl). De KCl is toegevoegd om swelling van kleimineralen in het reservoir tegen te gaan. De verdere chemische toevoegingen geven de stimulatievloeistof een basisch karakter. Er wordt geen geochemische reactie met het gesteente of reservoir vloeistoffen verwacht. Aangezien in de lagen direct boven het reservoir zich geen zoutformaties bevinden, worden hier ook geen oplossingsverschijnselen verwacht. In het zeer onwaarschijnlijke geval dat de frack toch tot aan de afsluitende zoutlaag (Zechstein Haliet) groeit, dan zal een eventuele oplossing van het haliet zeer beperkt zijn. Door de hoge horizontale spanningen in haliet zal de stimulatie vloeistof binnen enkele uren na het pompen van de frack al uit deze formatie zijn gedrukt. Mocht enige vloeistof immobiel achterblijven, dan is deze snel en volledig verzadigd.

Er zijn meerdere barrières die contact tussen enerzijds de productie/stimulatie vloeistoffen op de locatie als ook in de put en anderzijds de omgeving voorkomen (zie ook de sectie "Locatie van de put ten opzichte van drink- en grondwatergebieden" hieronder). Daarnaast is er op alle hydraulische stimulatielocaties een grondwater-monitoringprogramma actief. Het risico op contaminatie van grondwater is derhalve zeer klein.

### **Injectiedrukken en gevolgen voor spanningscondities in het reservoir**

Tijdens het pompen van de frack blijft de injectiedruk begrensd. De bovengrens voor druk in de frack vlak bij de perforaties wordt bepaald op basis van de resultaten van een kleine proef frack (de zogenaamde mini-frack) en wordt zo gekozen dat de frack slechts in beperkte mate in de afsluitende laag zal groeien. Zie ook de sectie "Integriteit van de afdekkende lagen" hierboven. In ieder geval zal de druk in de frack vlak bij de perforaties de initiële spanningsconditie in het reservoir met niet meer dan 150 bar overschrijden ("net pressure"). Stimulatiemodellering laat zien dat op een afstand van enkele tientallen meters van de frack-tip de druk terugloopt tot gemiddelde reservoirdruk. Een breuk op vele tientallen meters afstand van de frack tip zal met de volumes die verpompt worden daarom niet in een kritische spanningsconditie komen. Technische details van de analyse rond spanningsconditie in het reservoir staan in bijlage D.

### **Afstanden tot gekarteerde breuken en het seismisch risico van de operatie**

De regionale maximum horizontale spanningsrichting in het reservoir is noordwest-zuidoost georiënteerd<sup>4</sup>. Op basis van deze regionale richting en enkele lokale metingen wordt verwacht dat de frack noord-zuid tot noordwestelijke en zuidoostelijke richting zal groeien. De frack zal worden ontworpen met een lengte van 35-200 m vanaf de put. De put en frack worden ontworpen zodat de dichtstbijzijnde gekarteerde breuk in de voorkeursrichting van de frack zich minimaal 50 meter van de frack tip af bevindt. De kans dat de frack de breuk raakt is derhalve zeer klein.

Het risico op aardbevingen door hydraulische putstimulatie in Nederland wordt als verwaarloosbaar ingeschat. Op enkele tientallen meters afstand van de frack zal de druk tijdens hydraulische stimulatie niet afwijken van de gemiddelde reservoir druk. Hierdoor is de kans op re-activatie van de dichtstbijzijnde gekarteerde breuk zeer klein. In de afgelopen 50 jaar zijn in Nederland meer dan 220 stimulaties uitgevoerd. Hierbij zijn geen voelbare bevingen geconstateerd. Dit beeld wordt bevestigd

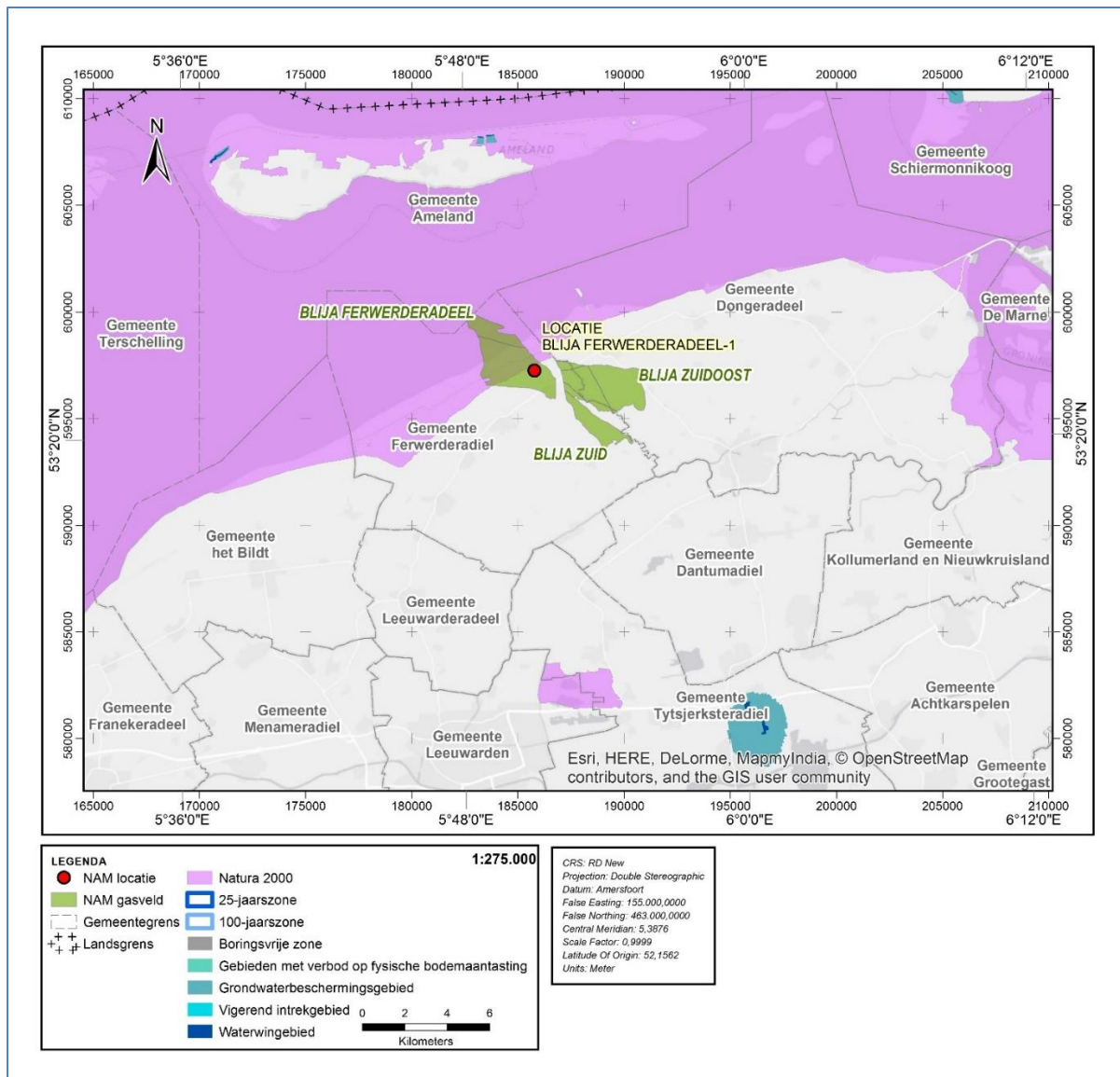
---

<sup>4</sup> Van Balen, R.T., Houtgast, R.F., Cloetingh, S., 2005. Neotectonics of the Netherlands: a review. *Quaternary Sciences Review*, V 24, p 439-454

door de evaluatie van SodM uit 2016, zoals al beschreven in de algemene analyse van een mogelijk seismische dreiging bij hydraulische stimulatie.

### Locatie van de put ten opzichte van drink- en grondwatergebieden, en verwerking van stimulatievloeistof

De putlocaties liggen op ruime afstand van bestaande waterwinning- en grondwaterbeschermingsgebieden (zie Figuur 4-5). Effecten op deze gebieden zijn daarom niet te verwachten.



Figuur 4-5: Positie van waterwinning- en grondwaterbeschermingsgebieden ten opzichte van Blija voorkomens

De voorraadvaten met chemicaliën worden op locatie geplaatst in aparte lekbakken. Tevens zijn de locaties voorzien van een vloeistofdichte vloer en een systeem om vloeistoffen en hemelwater op te vangen. Hierdoor kan stimulatievloeistof de locatie niet ongecontroleerd verlaten.

Na de stimulatie wordt de stimulatie-vloeistof terug-geproduceerd via een tijdelijke productie-installatie. De vloeistof en chemicaliën worden opgevangen in gesloten tanks waarna de tanks worden afgevoerd naar erkende verwerkers.

## **5 Ondergrond**

### **5.1 Inleiding: hoe worden de ondergrond-eigenschappen gemeten**

Voor het in beeld brengen van de ondergrond worden een groot aantal metingen uitgevoerd en modellen gemaakt die helpen om het voorkomen beter te begrijpen. Deze informatie wordt gebruikt om een voorspelling te kunnen maken over hoeveel gas aanwezig is en hoeveel hiervan geproduceerd kan worden. Doordat de vorm van het veld alleen uit indirecte metingen kan worden vastgesteld, en doordat gesteente-eigenschappen alleen worden gemeten in en vlakbij de putten, bestaat er een onzekerheid over de grootte en andere eigenschappen van het voorkomen. Voorspellingen zullen daarom altijd een onzekerheidsmarge hebben. De grootte van de onzekerheidsmarge verschilt van parameter tot parameter, en zal dus een verschillende impact op de verschillende voorspellingen hebben.

De vorm en diepte van het veld wordt bepaald uit de analyse van geluidsgolven ("seismiek"). De seismiek heeft altijd een zekere mate van ruis. Bovendien zijn de voortplantingssnelheden van geluid in de lagen boven het voorkomen onzeker. De exacte diepte van het voorkomen is alleen exact bekend op een klein aantal plaatsen waar een put het reservoir binnengaat. Het gevolg daarvan is dat er onzekerheid is over de vorm en exacte diepte van het veld buiten de putten.

De fysische eigenschappen van gesteente, zoals dichtheid, elektrische weerstand en geluidssnelheid, zijn belangrijke parameters voor het bepalen van gesteente-eigenschappen als porositeit, saturatie in de poriën en doorlaatbaarheid van het gesteente voor stroming (permeabiliteit). Deze fysische eigenschappen worden bepaald door middel van metingen die verkregen zijn door na het boren meetinstrumenten in de boorgaten te laten zakken.

Uit deze boorgat-metingen worden de eigenschappen berekend van het gesteente rond de boorgaten. De eigenschappen van de gesteenten verder weg van de boorgaten worden verkregen door correlatie tussen de verschillende boorgaten, met behulp van een geologisch model van de ondergrond. Inherent hieraan zijn onzekerheden, omdat de eigenschappen van de gesteenten niet overal hetzelfde zijn. De informatie uit een klein aantal put-locaties moeten over een heel veld geëxtrapoleerd worden.

Diverse aspecten van de winning, zoals de hoeveelheid gas, de mogelijke productiesnelheid en het verloop van productie in de tijd, met de daarbij behorende drukdaling, bevatten daarom onzekerheid. De voorspellingen voor deze aspecten zijn daarom van onzekerheidsmarges voorzien.

### **5.2 Geologie en gesteente-eigenschappen van het voorkomen**

Hieronder zullen de geologische formaties uiteengezet worden. Voor een volledige beschrijving met nadere uitwerking van gebruikte begrippen wordt verwezen naar geologische standaardliteratuur.<sup>5</sup>

Tijdens de geologische geschiedenis (enkele honderden miljoenen jaren) worden lagen die organische bestanddelen bevatten soms diep begraven. Dat kan leiden tot het genereren van gas of olie. De olie of het gas dat daarna naar boven stroomt ('migreert') komt terecht in gesteente dat is afgesloten met een afdekkende laag waar zich dan het olie- of gasreservoir vormt.

---

<sup>5</sup> Geology of the Netherlands, Wong et al. (eds), Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences, 2007 / Amsterdam University Press, 2007

De gesteentelagen in de ondergrond zijn in het algemeen over grote afstanden aanwezig. Door bewegingen van aardplaten en botsingen tussen aardplaten in de geologische geschiedenis kunnen deze lagen opgerekt of samengedrukt worden. Dit kan leiden tot plooingen of breuken in het gesteente omdat gesteente niet goed buigzaam is. Het resultaat is dat het gesteente vaak uit licht schuin-liggende breukblokken bestaat.

Tabel 5-1: Geologische formaties

Ouderdom	Groep	Formatie	Member	Afkorting	
Tertiair	North Sea (NS)	Upper		NS	
		Mid	Rupel	NM	
		Lower	Asse Clay	NLFFB	<i>Impermeable</i>
			Brussels Sand	NLFFS	
			Ieper Clay	NLFFY	<i>Impermeable</i>
			Basal Tuffite	NLFFT	
Landen Clay	NLLFC	<i>Impermeable</i>			
Boven Krijt	Chalk (CK)	Ommelanden		CK	
		Texel	Plenus Marl	CKTXP	
Onder Krijt	Rijnland (KN)	Holland	Upper Holland Marl	KNGLU	<i>Impermeable</i>
			Middel Holland Claystone	KNGLM	
			Lower Holland Marl	KNGLL	
		Vlieland	Main Vlieland Claystone	KNNCM	
			Friesland Member	KNSNF	
Onder Triassic	Lower Trias (RB)	Lower Buntsandstein	Main Claystone member	RBSHM	<i>Impermeable</i>
			Basal Buntsandstein Eqv.	RBSHL	
Boven Perm	Zechstein (ZEZ)	Z2 & 3 & 4	Undifferentiated Salt	ZEZSA	<i>Impermeable</i>
		Z2	Z2 Anhydrite	ZEZ2A	
			Z2 Carbonate	ZEZ2C	
		Z1	Z1 Upper Anhydrite	ZEZ1T	<i>Impermeable</i>
			Z1 Halite	ZEZ1H	
			Z1 Anhydrite	ZEZ1W	
			Z1 Carbonate	ZEZ1C	
Coppershale	ZEZ1K				
Onder Perm	Rotliegend (RO)	Ten Boer Claystone	ROCLT		
		Upper Slochteren	ROSLU	<i>Reservoir</i>	
		Ameland Claystone	ROCLA		
		Lower Slochteren	ROSLL	<i>Reservoir</i>	
Carboon	Limburg (DC)			DC	<i>Gas Source</i>

### Reservoir Formatie

De Slochteren formatie (Rotliegend groep, lichtpaars in Tabel 5-1) is het gashoudend reservoir voor de Blija voorkomens. Het Slochteren heeft zich ontwikkeld tijdens het Perm tijdperk (Rotliegend Groep). Het Rotliegend wordt opgedeeld in een Silverpit formatie en een Slochteren formatie. De eerste is een kleilaag (Ten Boer) waaruit, in dit gebied, geen gas wordt geproduceerd. Het Slochteren bestaat uit een zogenaamd Upper en Lower Slochteren. In dit gebied wordt uit het Upper Slochteren geproduceerd. Dit is een zandsteen van matige reservoir kwaliteit en relatief lage doorlatendheid door cementatie van kleien en anhydriet in de poriën. De Rotliegend groep wordt afgedekt door de Zechstein groep die een impermeabele afsluiting vormt en het gas in het reservoir insluit.

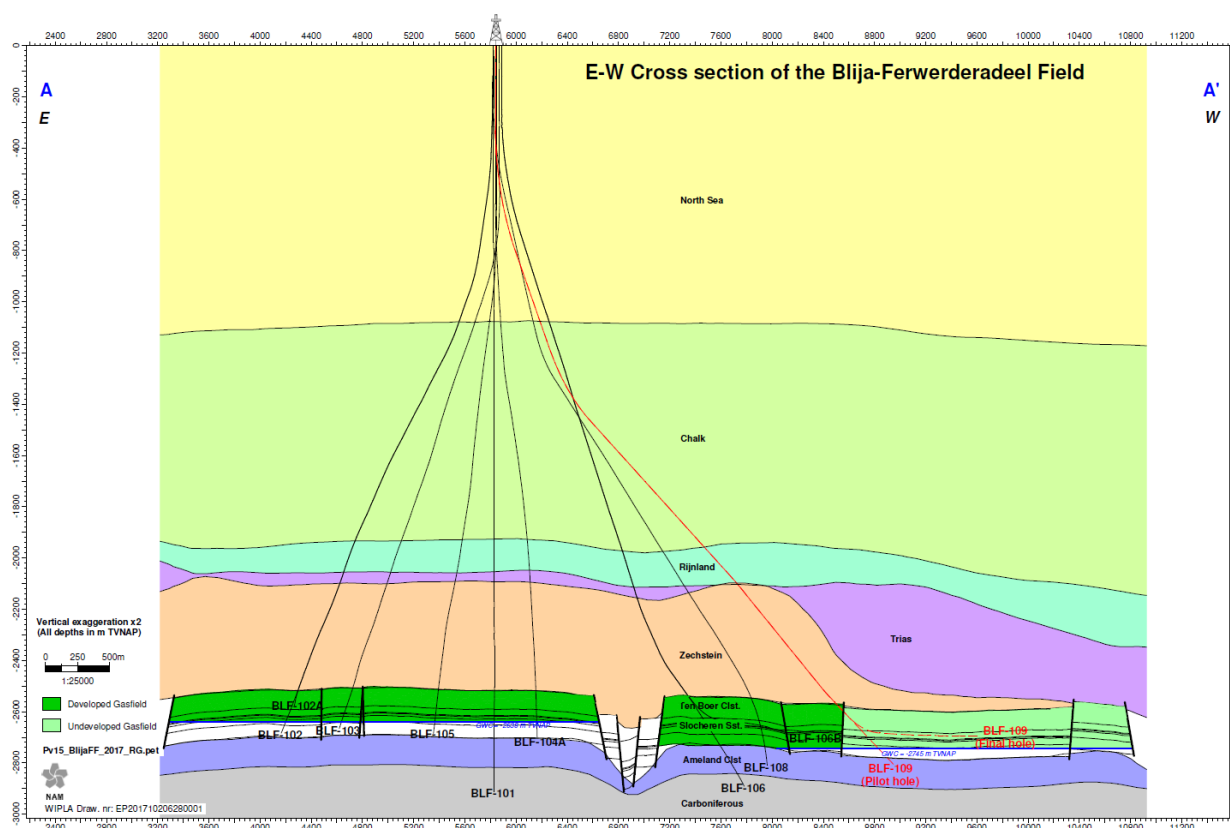


## Bron Koolwaterstoffen

Het gas in de Blija Rotliegend voorkomens is gevormd in de onderliggende koollagen van het Carboon. Omdat dit diep is begraven, onder voldoende druk en temperatuur, zijn deze organische elementen gas gaan genereren. Omdat gas lichter is dan water, is dit gas in verloop van tijd omhoog gemigreerd langs breuken, door verticaal permeabele lagen en natuurlijke scheurtjes naar de bovenliggende zandsteenlagen van Perm ouderdom (Rotliegend reservoir). Het gas zal zich altijd verzamelen in de hoogste plaatsen van het reservoir omdat het lichter dan water is. Boringen zullen dan ook op zulke plaatsen gericht zijn.

## Structuur

De Blija gasvelden bestaan uit meerdere breukstructuren. Deze blokken zijn aan alle kanten begrensd door breuken. De voorkomens zijn van elkaar gescheiden door smalle dieper liggende slenken. Het Blija-Zuidoost en Blija-Zuid voorkomen hebben een licht koepelvormige structuur terwijl het Blija-Ferwerderadeel voorkomen naar het zuiden helt. De voorkomens worden zowel aan de bovenkant als langs de randbreuken afgesloten door de ondoorlatende zouten van het Zechstein.



Figuur 5-1: Dwarsdoorsnede van maaierveld tot aan het reservoir over het Blija-Ferwerderadeel voorkomen.

## Reservoir Eigenschappen:

In Tabel 5-2 zijn de gemiddelde gesteente-eigenschappen van het Slochteren reservoir gesteente weergegeven. Hierbij moet gemeld worden dat de eigenschappen een significante onzekerheid met zich meebrengen.

Tabel 5-2: Gemiddelde fractie van net reservoir in de formatie (NtG), gemiddelde porositeit en permeabiliteit van het zand in de voorkomens

Producterende formatie	Gemiddelde Net-to-Gross (%)	Gemiddelde porositeit (%)	Permeabiliteit (mD)
Upper Slochteren	90	14	0.1

In bijlage C zijn schematische doorsneden en geologische kaarten van de Blija voorkomens weergegeven.

### 5.3 Gesteente-eigenschappen van de bovenliggende lagen

Boven de Slochteren formatie, die hierboven besproken is, bevindt zich nog ongeveer 2500 m gesteente. Dat bestaat uit de volgende formaties van boven naar beneden (zie ook Tabel 5-1 en Figuur 5-1):

#### Tertiair

- Boven-Noordzee: Kleilagen (impermeabel) afgewisseld met zandlagen. Deze formatie beslaat de bovenste 300 - 400 m. Grondwater bevindt zich hierin.
- Onder-Noordzee: Kleilagen (impermeabel) afgewisseld met (permeabele) zandlagen.

#### Krijt

- |               |                      |              |
|---------------|----------------------|--------------|
| - Ommelanden: | Krijtsteen           | Permeabel    |
| - Texel:      | Krijtsteen           | Permeabel    |
| - Holland:    | Kleilagen en Mergel. | Impermeabel. |
| - Vlieland:   | Klei.                | Impermeabel. |

#### Trias

- |                       |                |                       |
|-----------------------|----------------|-----------------------|
| - Main Claystone :    | Klei.          | Impermeabel           |
| - Rogenstein          | Silt/Kleisteel | Impermeabel           |
| - Basal BuntZandsteen | Siltsteen      | Op plaatsen permeabel |

#### Boven Perm

- |               |               |                       |
|---------------|---------------|-----------------------|
| - Zout :      | Haliet (zout) | Impermeabel           |
| - Anhydriet : | Anhydriet.    | Impermeabel           |
| - Carbonaat : | Carbonaat     | Op plaatsen permeabel |

#### Onder Perm

- |              |           |             |
|--------------|-----------|-------------|
| - Ten Boer : | Kleisteel | Impermeabel |
|--------------|-----------|-------------|

Voor alle voorkomens in dit winningsplan geldt dus dat deze op grote diepte liggen en dat zich een groot aantal impermeabele en continue lagen tussen het voorkomen en het oppervlak bevinden.

### 5.4 Andere gebruiksmogelijkheden van de ondergrond

In Nederland vindt waterwinning plaats in de bovenste lagen van de Boven-Noordzee formatie, boven de grens waar het zoete grondwater overgaat tot zoutwater. Deze grens ligt meestal op ongeveer 20 tot 150m diepte. Zoutwater is aanwezig in de ondergrond tot aan de basis van het sedimentair bassin (>5km in Nederland), en vaak ook verder. In dit gebied is er geen sprake van waterwinning (zie hoofdstuk 3).

Geothermische projecten kunnen gescheiden worden in "bodemwarmte" en "aardwarmte". Bodemwarmte haalt men tot enkele honderden meters diep uit de bodem en wordt gebruikt voor verwarming van woningen, gebouwen en kassen. Dit soort projecten wordt veel toegepast in Nederland. Omdat het boren zich beperkt tot de bovenste ~300m is er geen interactie met gaswinning. Aardwarmte maakt gebruik van energie diep uit de aarde en putten moeten dieper geboord worden (meer dan 2 kilometer diep, afhankelijk van de locatie). SodM is toezichhouder op zowel gaswinning als geothermie, waardoor eventuele interactie voorkomen zal worden.

Zoutwinning vindt plaats in Nederland vanuit verschillende lagen. Ook in de provincie Fryslân wordt zout gewonnen maar niet in de nabijheid van Blija. Gasopslag of ander gebruik van de diepe ondergrond is niet voorzien in dit gebied.

## 6 Ontwikkelingsvooruitzichten

### 6.1 Inleiding

De Blija voorkomens liggen in de winningsvergunning Noord-Friesland. De velden zijn vanaf 1983 aangeboord, getest en in productie genomen. Het eerst veld dat ontwikkeld werd is het Blija-Ferwerderadeel veld in de jaren 80 van de vorige eeuw. In 2001 en 2011 zijn vanaf dezelfde NAM locatie de velden Blija-Zuidoost en Blija-Zuid aangeboord en in productie genomen. Het reservoirgesteente van de Blija voorkomens is moeilijk produceerbaar in vergelijking met andere gasvelden. Dit betekent dat er langzaam geproduceerd wordt en dat putstimulatie met enige regelmaat in het verleden is toegepast.

De Blija velden worden in de toekomst verder ontwikkeld met putten om de voorkomens beter te kunnen produceren. Er zijn plannen voor aanvullende putten in Blija-Ferwerderadeel en Blija-Zuidoost.

### 6.2 Historische Productie

Het navolgend overzicht geeft aan sinds wanneer productie plaatsvindt uit de voorkomens zoals beschreven in dit winningsplan:

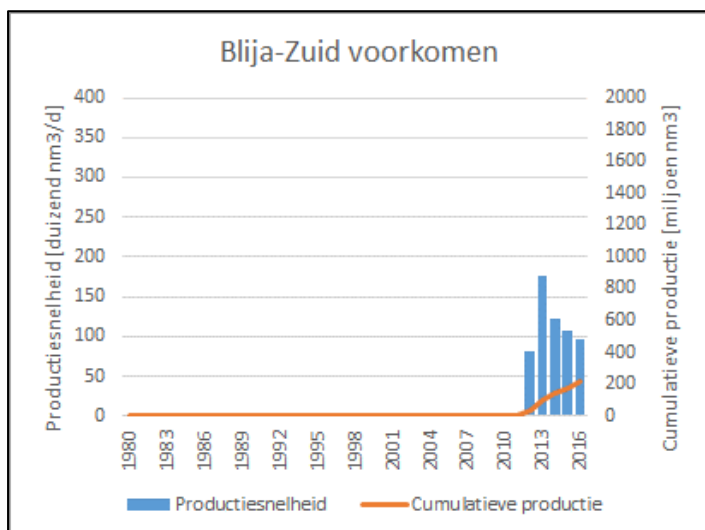
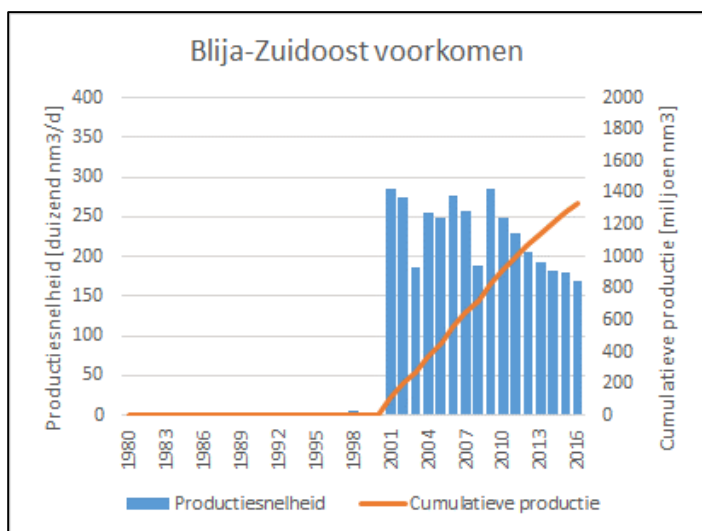
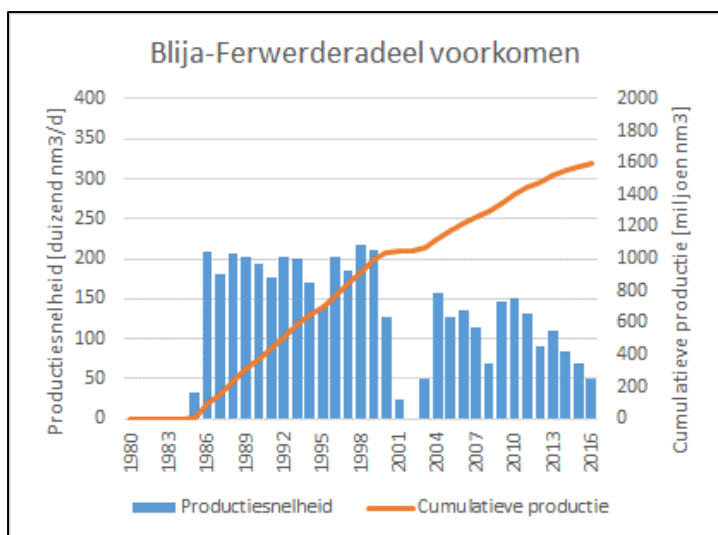
Voorkomen	Jaar productiestart
Blija-Ferwerderadeel	1985
Blija-Zuidoost	2001
Blija-Zuid	2012

De historische productie per jaar zijn te vinden in Tabel 6-1. Voor de productie tot en met 2002 zijn alleen de cumulatieve hoeveelheden gegeven.

Tabel 6-1: Historische productie per voorkomen

Productie [in miljoen Nm <sup>3</sup> ]	Historische productie t/m 2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Historische productie t/m 2016
	Blija-Ferwerderadeel	1052	18	58	47	50	42	25	54	55	48	33	40	31	26	
Blija-Zuidoost	206	68	93	91	101	94	69	104	91	83	75	71	67	66	62	<b>1339</b>
Blija-Zuid	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30	64	45	39	35	<b>213</b>
Totaal	1258	86	151	138	150	135	94	157	146	131	138	175	142	131	115	<b>3148</b>

Figuur 6-1 geeft de historische productiesnelheid (staafdiagram) en cumulatieve productie (lijn) grafisch weer.



Figuur 6-1: Historische productiesnelheid en cumulatieve productie voor de Blija voorkomens

### 6.3 Onzekerheden

De onzekerheid in toekomstige productie uit de verschillende voorkomens is afhankelijk van verschillende factoren:

- De hoeveelheid gas die nog verbonden is met de bestaande putten;
- De mate waarin de aanpalende breukblokken in het reservoir ook gas-gevuuld zijn;
- De gasproductie-snelheid van nieuwe geplande putten; zoals in Blija-Zuidoost.

Deze onzekerheden kunnen afnemen door monitoring van reservoirgedrag en door gegevens uit de toekomstige boringen.

### 6.4 Winningsstrategie & reservoir management

De winning vindt plaats doordat gas naar de put stroomt als gevolg van de aanwezige reservoirdruk in combinatie met compressie aan het oppervlak. Er wordt geen injectie toegepast. Het gas wordt zodanig gewonnen dat de faciliteiten optimaal worden benut.

In navolgend overzicht (Tabel 6-2) wordt de verwachte totale gaswinning per voorkomen gegeven. De “statische GIIP” geeft de hoeveelheid gas die oorspronkelijk in het reservoir aanwezig was. Het “Midden scenario” en “Hoog scenario” verwijzen naar de voorspellingen zoals beschreven in sectie 6.5. Het “winningspercentage” is gedefinieerd als het percentage van het oorspronkelijke aanwezige gas dat geproduceerd wordt.

Tabel 6-2: Verwachte totale winning en winningspercentage per voorkomen

Voorkomen	Statische GIIP [miljoen Nm <sup>3</sup> ]	Totale winning tot eind 2016 [miljoen Nm <sup>3</sup> ]	Verwachte totale winning [M. scenario]	Verwachte totale winning [H. scenario]	Verwacht winningspercentage [M. scenario]	Verwacht winningspercentage [H. scenario]
Blija-Ferwerderadeel	7048	1596	2240	2810	32%	40%
Blija-Zuidoost	7249	1339	3302	4553	46%	63%
Blija-Zuid	1829	213	420	509	23%	28%

### 6.5 Winningsnelheid (hoeveelheden per voorkomen/per jaar)

Voor elk voorkomen zijn er drie te verwachten productieprofielen gegeven (laag, midden, hoog) om de onzekerheid in tijd en volume aan te geven. Tabel 6-3 geeft de verwachte productie uit de Blija voorkomens. Opgemerkt dient te worden dat de gegeven getallen jaargemiddelden zijn, op dag-basis kunnen andere waarden voorkomen.

Het laag scenario (L) gaat uit van de resterende hoeveelheden gas die op basis van een conservatieve inschatting met de huidige putten geproduceerd kunnen worden. Hiertoe is met behulp van een “*decline curve analysis*” (DCA) gekeken naar een trend in de afname van het productieniveau ten opzichte van de cumulatieve productie, waarbij wordt aangenomen dat de productie ophoudt wanneer de minimum stroomsnelheid van een put bereikt wordt.

Het midden scenario (M) gaat uit van de resterende hoeveelheden gas die op basis van een gemiddelde inschatting met de huidige putten geproduceerd kunnen worden. Hierin is de verwachte productie van één extra boring in het Blija-Ferwerderadeel voorkomen en één extra boring in het Blija-Zuidoost voorkomen meegenomen.

Het hoog scenario (H) gaat uit van de resterende hoeveelheden gas die op basis van een optimistische inschatting met de huidige putten geproduceerd kunnen worden. Hierin zijn tevens in

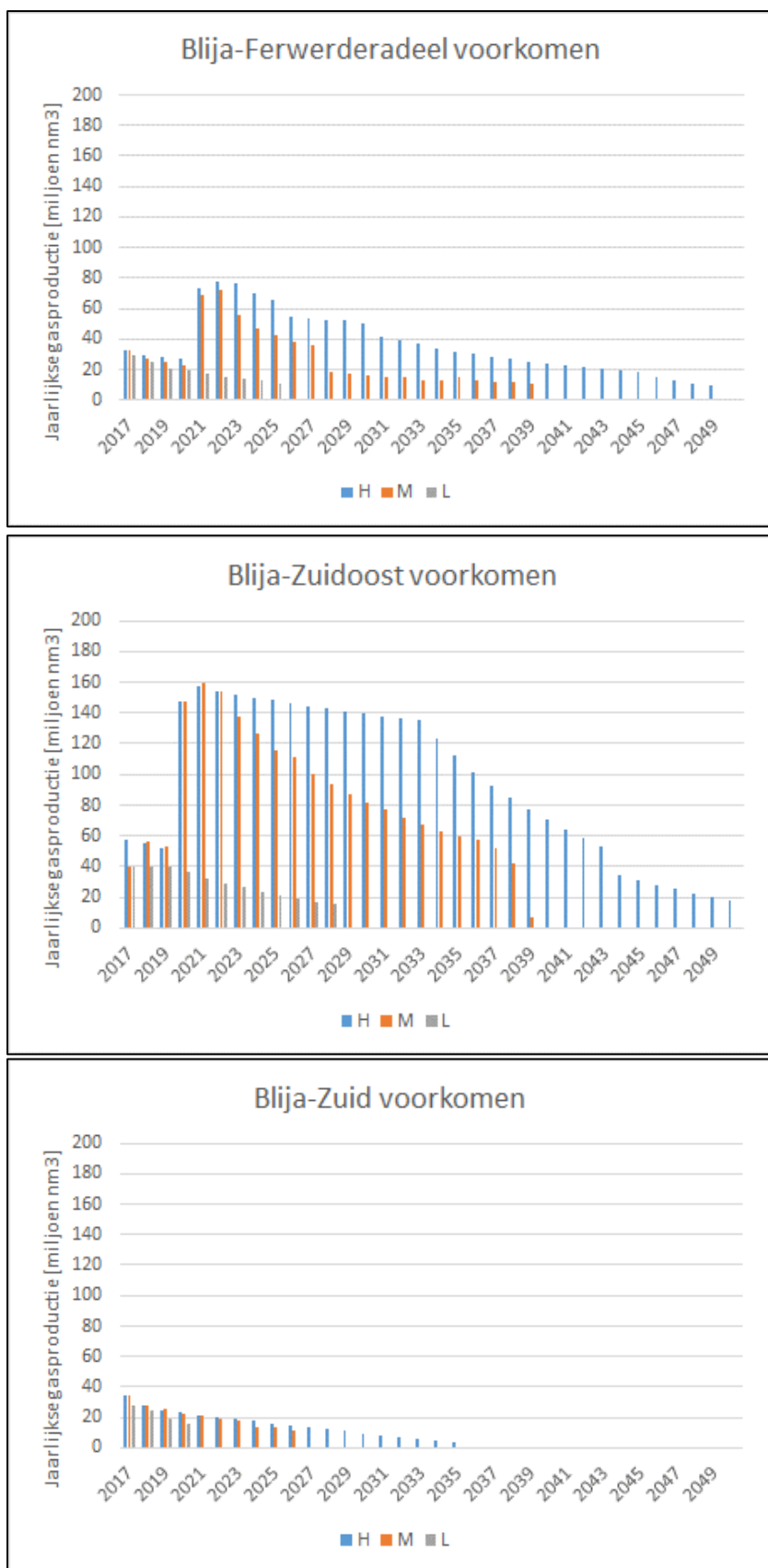
totaal twee extra boringen in het Blija-Ferwerderadeel voorkomen en één extra boring in het Blija-Zuidoost voorkomen meegenomen.

Tabel 6-3: Jaarlijks verwachte productie per voorkomen [miljoen Nm<sup>3</sup>]

Voorkomen		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Blija-Ferwerderadeel	H	33	30	28	28	73	78	76	71	65	60	56	52	48	45
	M	33	27	25	23	69	73	55	47	43	39	36	19	18	17
	L	30	25	21	19	17	15	14	13	11	-	-	-	-	-
Blija-Zuidoost	H	58	56	52	147	158	154	152	150	148	146	144	143	141	139
	M	40	57	53	147	159	154	138	126	116	111	100	94	87	82
	L	40	40	40	36	33	29	26	24	21	19	17	16	-	-
Blija-Zuid	H	35	28	25	23	22	20	19	18	16	15	14	12	11	9
	M	35	28	25	22	21	19	18	14	14	11	-	-	-	-
	L	28	24	19	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Voorkomen		2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045
Blija-Ferwerderadeel	H	42	39	37	34	32	30	28	27	25	24	23	21	20	19	18
	M	15	16	13	13	15	13	12	12	11	1	-	-	-	-	-
	L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Blija-Zuidoost	H	138	137	135	123	112	102	93	84	77	70	64	58	53	35	31
	M	78	72	67	63	59	58	52	42	7	-	-	-	-	-	-
	L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Blija-Zuid	H	8	7	6	5	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Voorkomen		2046	2047	2048	2049	2050
Blija-Ferwerderadeel	H	16	13	11	10	-
	M	-	-	-	-	-
	L	-	-	-	-	-
Blija-Zuidoost	H	28	25	23	20	18
	M	-	-	-	-	-
	L	-	-	-	-	-
Blija-Zuid	H	-	-	-	-	-
	M	-	-	-	-	-
	L	-	-	-	-	-



Figuur 6-2: Jaarlijks verwachte productie per voorkomen



## 6.6 Duur van de winning

De duur van de winning verschilt per voorkomen. Het laatste jaar van de productie voor het gehele winningsplan is 2050.

## 6.7 Jaarlijks eigengebruik bij winning

Per jaar wordt er ongeveer 0,2 mln. m<sup>3</sup> gas voor eigen gebruik aangewend op de locatie Blija-Ferwerderadeel-1. Deze gegevens zijn gebaseerd op de werkelijke waarden uit de jaren 2007 t/m 2017 en dienen als indicatie gebruikt te worden voor de komende jaren.

## 6.8 Jaarlijks bij winning afgeblazen/afgefakkelde koolwaterstoffen

Per jaar wordt er ongeveer 0,045 mln. m<sup>3</sup> gas afgeblazen dan wel afgefakkeld op de locatie Blija-Ferwerderadeel-1. Deze gegevens zijn gebaseerd op de werkelijke waarden uit de jaren 2007 t/m 2017 en dienen als indicatie gebruikt te worden voor de komende jaren.

## 6.9 Stoffen die jaarlijks worden mee geproduceerd

De samenstelling van het gas per voorkomen is weergegeven in Tabel 6-4.

Tabel 6-4: Overzicht gassamenstelling per voorkomen

Gaseigenschap	Blija-Ferwerderadeel	Blija-Zuidoost	Blija-Zuid
Init Condensate NGL Cont Exp	9	9	9
Condensate Density (kg/m <sup>3</sup> )	625	625	625
Relative Gas Density (air=1)	0,7	0,7	0,7
GHV (MJ/Nm <sup>3</sup> )	37	37	37
Wobbe (MJ/Nm <sup>3</sup> )	46	46	46
C <sub>1</sub> (mol%)	82	83	83
CO <sub>2</sub> (mol%)	2	2	2
H <sub>2</sub> S (mol%)	0	0	0
N <sub>2</sub> (mol%)	11	11	11

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

Productiewater wordt per vrachtwagen vervoerd van de locatie Blija-Ferwerderadeel-1 naar de GBI Delfzijl en vandaar naar de locatie Borgsweer. Op locatie Borgsweer wordt het water via een injectieput teruggepompt in de ondergrond. De waterinjectie op Borgsweer is vergund middels een Wabo vergunning met kenmerk DGETMEM/12365332 (gedateerd 26-11-2012)

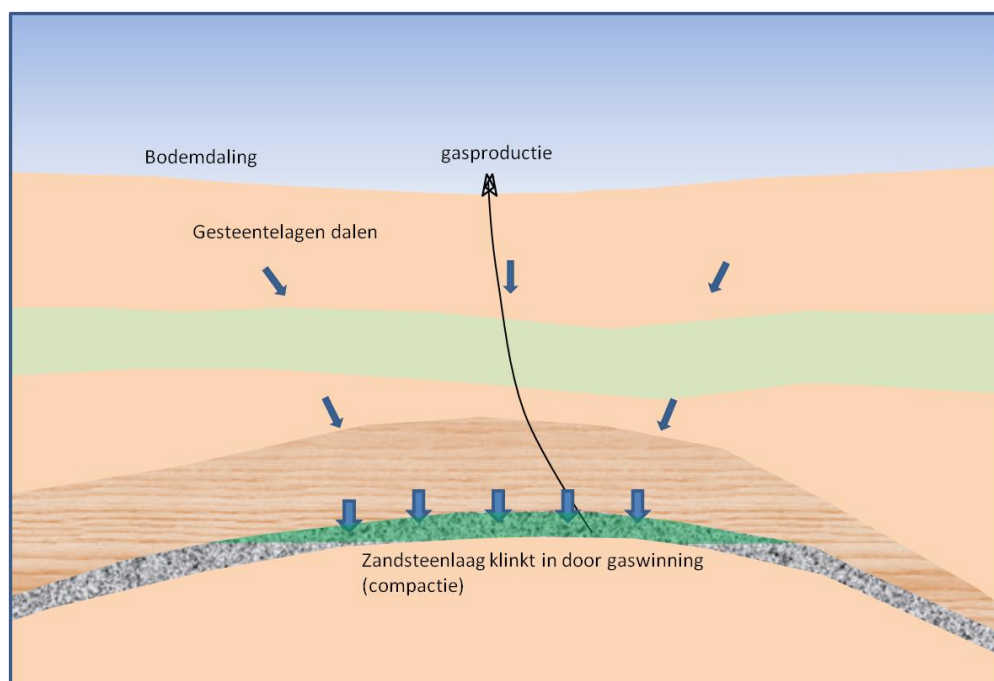
## 7 Bodemdaling

De bodemdalingprognose van dit winningsplan laat zien dat de nog te verwachten bodemdaling boven de voorkomens van dit winningsplan iets minder dan 4 cm bedraagt. De totale bodemdaling, vanaf start winning in 1985 tot einde van de productie in 2050 bedraagt naar verwachting minder dan 6 cm.

### 7.1 Inleiding: hoe komt bodemdaling tot stand

In een gasveld veroorzaakt de winning van aardgas een vermindering van de poriëndruk in de gasvoerende gesteentelaag. Daarbij wordt het gesteente langzaam iets samengedrukt onder het gewicht van de bovenliggende lagen. Deze zogenaamde compactie van het reservoir hangt af van verschillende factoren zoals de materiaaleigenschappen van het reservoirgesteente, de grootte van de drukdaling en de dikte van het depleterende gasveld (Figuur 7-1). De mate waarin de compactie wordt omgezet in bodemdaling op maaiveld-niveau is onder meer afhankelijk van de diepte en omvang van het depleterende gasveld. Bij een zeer groot gasveld als Groningen zal de bodemdaling boven het centrum van het veld vrijwel gelijk zijn aan de ondergrondse compactie. Bij kleinere velden zal de maximale bodemdaling aan het aardoppervlak slechts een fractie van de compactie van het reservoirgesteente bedragen.

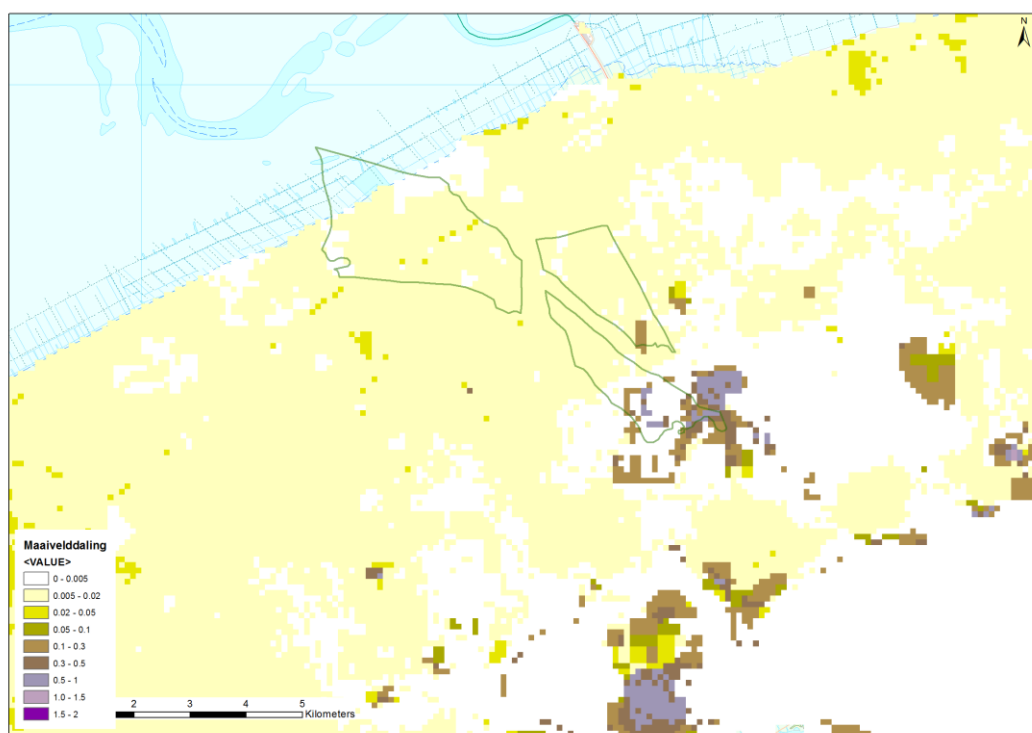
Bodemdaling kan gezien worden als een ondiepe schotel met een doorsnee van enkele kilometers. Deze bodemdalingsschotel van een veld beslaat een groter oppervlak dan het veld zelf. Wanneer gasvelden dicht bij elkaar liggen kunnen de bodemdalingsschotels elkaar overlappen.



Figuur 7-1: Drukvaling in het reservoir resulteert in bodemdaling. Factoren van invloed. (NB figuur niet op schaal)

## Bodemdaling door natuurlijke processen

Naast de bodemdaling ten gevolge van gas- of oliewinning zijn er ook andere oorzaken die leiden tot bodemdaling, samengevat onder de term autonome bodemdaling. Dit kan natuurlijke bodemdaling zijn of bodemdaling door drainage van veen- en kleigebieden. Veenoxidatie en veen/klei inklinking zijn de twee meest voorkomende oorzaken van autonome bodemdaling. De mate van autonome daling kan worden bepaald aan de hand van metingen en/of modelvoorspellingen. In deze modellen wordt oxidatie en inklinking berekend waarbij gebruik wordt gemaakt van laboratoriumgegevens en het voorkomen van bepaalde grondsoorten in de ondiepe ondergrond. Tegelijkertijd worden deze modellen gevalideerd en gekalibreerd door bodemdalingsmetingen. Voorspellingen van autonome bodemdaling gaan uit van bepaalde grondwaterscenario's. Dit zijn aannames over het toekomstig waterpeilbeheer door de waterschappen. Figuur 7-2 toont een voorspelling voor de autonome daling in het betreffende gebied voor de periode 2000-2050 (Deltares en PBL<sup>6</sup>, 2011, Hopman et al. 2013<sup>7</sup>). De voorspelling geeft een eerste orde schatting van de autonome daling wanneer het grondwaterpeil meebeweegt met de bodemdaling in deze periode. Geconcludeerd wordt dat de autonome bodemdaling in dit gebied op basis van deze aannames enkele centimeters kan zijn tot lokaal wel enkele decimeters voor de periode 2000-2050.



Figuur 7-2: Maaiveldaling (m) over een periode van 50 jaar bij handhaving van huidige drooglegging bij huidig klimaat. De waarden op deze kaart geven slechts een eerste orde schatting van de mogelijke autonome daling.

<sup>6</sup> Deltares en PBL, 2011, Deltascenario's Verkenning van mogelijke fysieke en sociaaleconomische ontwikkelingen in de 21ste eeuw op basis van KNMI'06 en WLO-scenario's, voor gebruik in het Deltaprogramma 2011 – 2012, Deltares rapport 1205747-000

<sup>7</sup> Victor Hopman, Ger de Lange, Laura Vonhogen, Pauline Kruiver, Freek van Leijen, Raluca Ianoshi, Report on pilot service Rhine-Meuse Delta, Subcoast report D3.2.3, May 2013

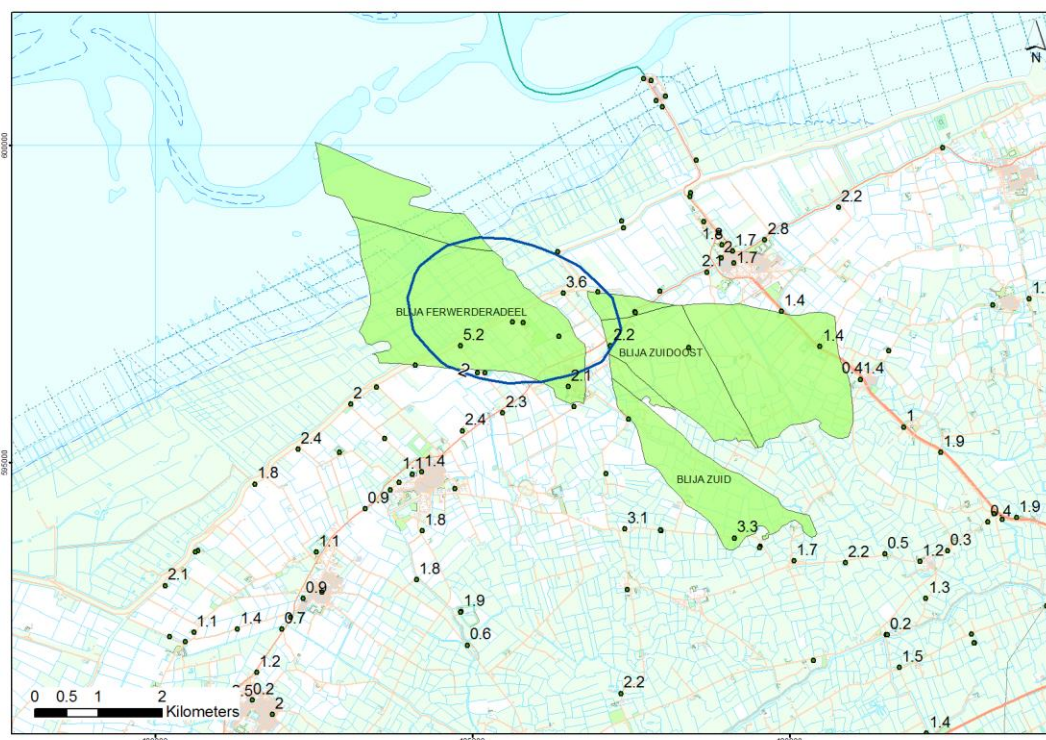
## 7.2 Bodemdalingsmodel & historische bodemdaling

De bodemdaling wordt berekend met behulp van informatie van het gasveld, zoals dikte, drukdaling, grootte en de compressibiliteit of samendrukbaarheid van het gesteente (zie inleiding). De compactie en bodemdaling volgen dan uit de methode die beschreven is door Geertsma en van Opstal<sup>8</sup>.

De bodemdaling wordt in dit gebied sinds de nulmeting in 1987 om de 5 jaar gemeten. De metingen worden vergeleken met de gemodelleerde bodemdaling en indien nodig wordt het model aangepast aan deze metingen. De meest recente bodemdalingsmeting in dit gebied heeft plaatsgevonden in het jaar 2013. De gemeten daling is weergegeven naast de groene punten ("peilmerken") in het figuur. De reden dat er bij een aantal punten geen waarde staat is dat het punt in één van de jaren (1987 of 2013) niet gemeten is.

Opvallend in dit plaatje is dat hogere waarden voor sommige metingen worden omringd door punten met lagere waarden. Deze hogere waarden worden verklaard door de combinatie van autonome daling en bodemdaling als gevolg van gaswinning. De metingen met minder daling zijn daarom representatiever voor de bodemdaling door alleen gaswinning, immers de bodemdaling door twee effecten zal altijd meer zijn dan door één effect.

De gemeten bodemdaling rond de Blija voorkomens ligt tussen de 2 en 5 cm, inclusief autonome bodemdaling. Het model dat het best past bij deze metingen laat een bodemdaling door gaswinning zien die kleiner is dan 4 cm.

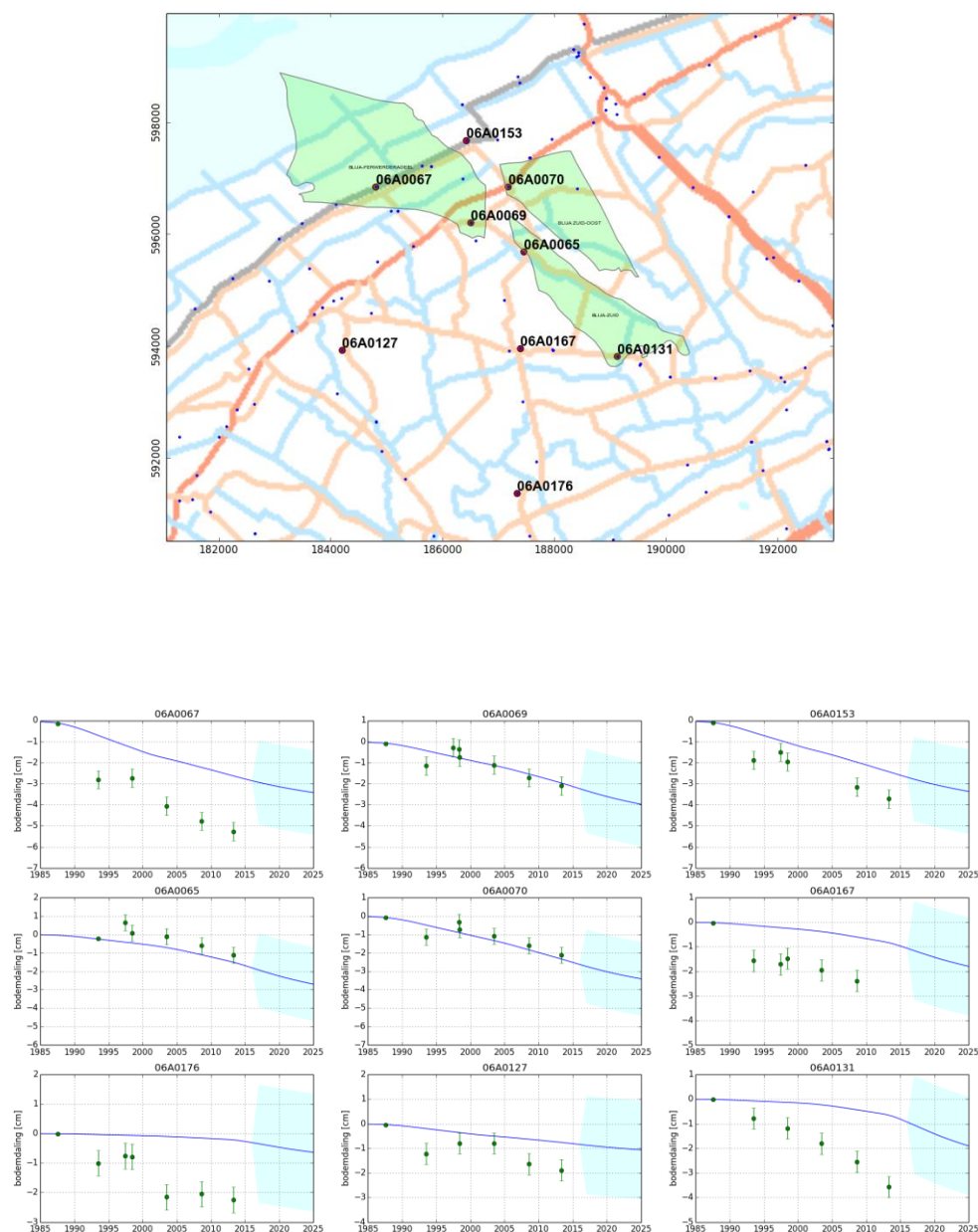


Figuur 7-3: In 2013 gemeten bodemdaling sinds de nulmeting in 1987 weergegeven op de peilmerken (groene punten). De contouren geven de gemodelleerde bodemdaling in cm.

Om inzicht te verkrijgen over de kwaliteit van het model ten opzichte van historische metingen zijn boven de Blija voorkomens en buiten het gebied waar bodemdaling door gaswinning wordt verwacht

<sup>8</sup> Geertsma, J. and van Opstal, G. (1973). A Numerical Technique for Predicting Subsidence Above Compacting Reservoirs, Based on the Nucleus of Strain Concept. Verh. Kon. Ned. Geol. Mijnbouwk. Gen., 28, pp. 63-78

enkele meetpunten geselecteerd waar meerdere keren in de tijd bodemdaling is gemeten. Figuur 7-4 laat zien dat ook buiten de gebieden waar gaswinning plaatsvindt enkele centimeters bodemdaling wordt gemeten. Deze daling wordt veroorzaakt door andere oorzaken dan gaswinning. De bijdrage van autonome processen aan de bodemdaling wordt verder geïllustreerd door het gedrag van het peilmerk boven het voorkomen Blija-Zuid, 06A0131 dat al een daling van ongeveer 3 cm laat zien voor de start van de gasproductie in 2012. Tevens laat Figuur 7-4 de nog te verwachten totale bodemdaling door gasproductie zien.

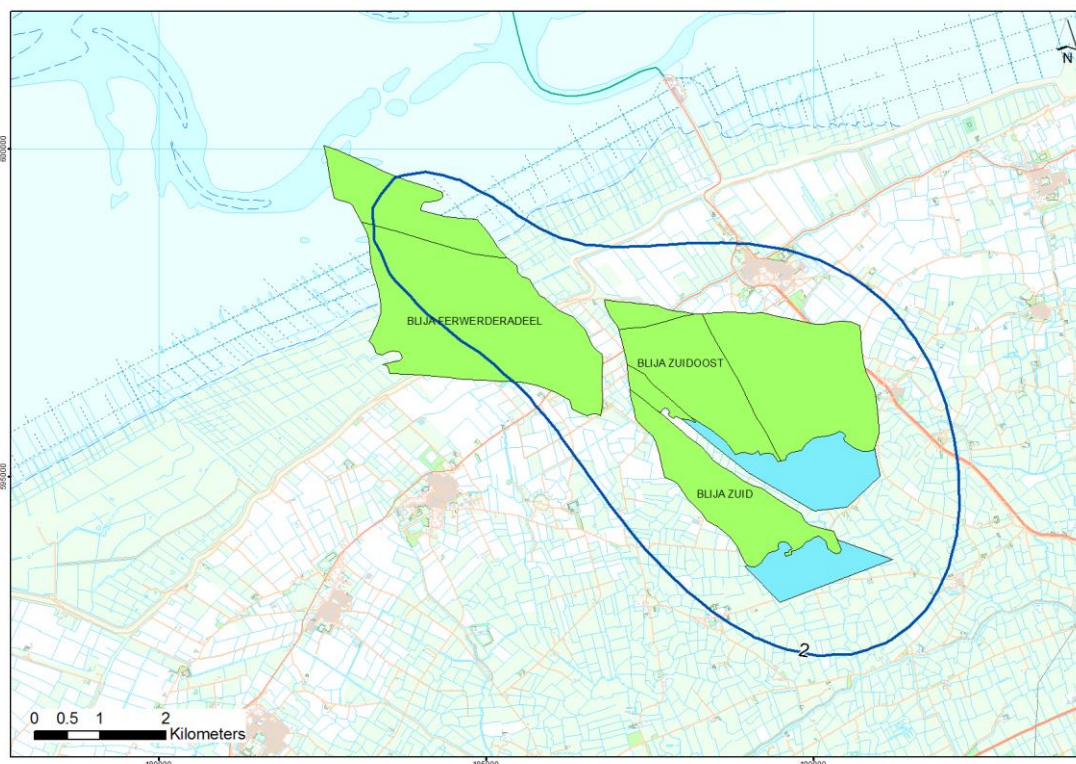


Figuur 7-4: Vergelijking van gemeten (groene punten) en berekende bodemdaling voor een peilmerk boven en rondom de Blija voorkomens. De meetonzekerheid in de metingen (gekozen als één standaarddeviatie) bedraagt 4 mm per meetpunt. De blauwe lijn toont de voorspelde bodemdaling op deze locatie, met de onzekerheid (lichtblauwe gebied) op de uiteindelijke bodemdaling. De minimale onzekerheid voor de voorspelling is +/- 2cm.



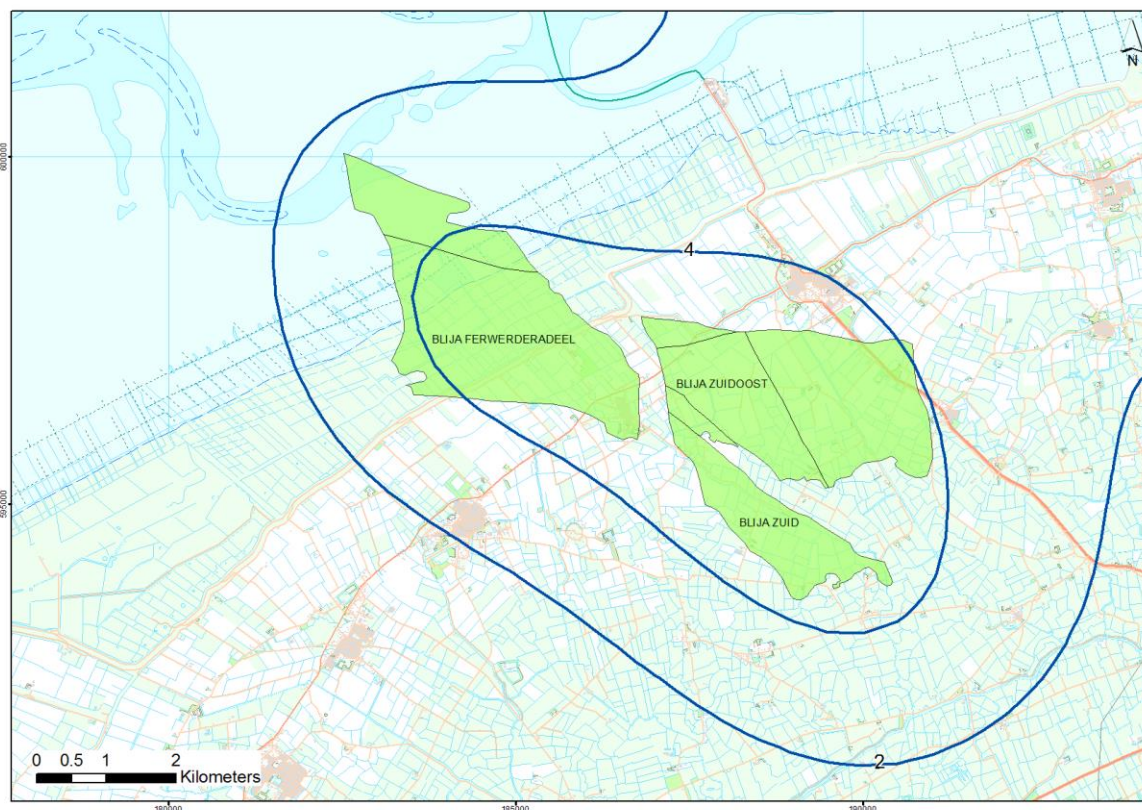
### 7.3 Bodemdalingsvooruitzichten

Met de beschikbare gegevens over de ondergrond en de productievooruitzichten is een prognose voor de toekomstige bodemdaling ten gevolge van gaswinning uit de Blija voorkomens opgesteld. De toekomstige bodemdaling door gaswinning in dit gebied wordt weergegeven in Figuur 7-5. Hierbij is ook rekening gehouden met mogelijke drukdaling in ondergrondse watervoerende pakketten die aan de gasvelden grenzen. Aangenomen is dat de drukdaling in deze watervoerende pakketten de helft zal zijn van de maximale drukdaling van het gasveld. Er wordt geen noemenswaardige bodemdaling door gaswinning verwacht na beëindiging van productie in 2050.



*Figuur 7-5: Te verwachten bodemdaling (2017–2050) veroorzaakt door de gasproductie uit de voorkomens Blija-Ferwerderadeel, Blija-Zuidoost en Blija-Zuid. Het gasvoerend gedeelte van deze voorkomens is aangegeven in groen en het watervoerend gedeelte in blauw*

Figuur 7-6 toont de uiteindelijke totale bodemdaling door gaswinning na afloop van de productie beschreven in dit winningsplan. Deze laat zien dat de verwachte totale bodemdaling onder de 6 cm blijft.



Figuur 7-6: Prognose voor 2050 van de totale bodemdaling door gaswinning voor de Blija voorkomens in combinatie met naburige voorkomens. De contourlijnen geven de bodemdaling in cm aan.

#### 7.4 Onzekerheid in verwachte bodemdaling

De nog te verwachten bodemdaling voor deze voorkomens bedraagt minder dan 4 cm. Om de onzekerheid in de toekomstige bodemdaling te berekenen is de onzekerheid in drukkaling gecombineerd met de onzekerheid in de waarde van de compressibiliteit. De bovengrens van de nog te verwachten bodemdaling blijft maximaal 4 cm. Dit is verder uitgewerkt in bijlage A.

#### 7.5 Monitoring van bodemdaling

De bodemdaling wordt gemeten volgens het meetplan voor alle Noord-Nederland voorkomens<sup>9</sup>. Geodetische technieken die voor de metingen gebruikt worden zijn waterpassen en InSAR (satelliet) metingen. Het meetplan wordt jaarlijks ter instemming aan SodM gestuurd. De meest recente meting is uitgevoerd in 2013. Resultaten van de metingen worden middels een meetregister aan SodM verstrekt. Als de bodemdaling door gaswinning groter blijkt (of groter lijkt te worden) dan voorspeld, zal NAM het winningsplan dienen aan te passen. Indien nodig zal productie in het aangepast winningsplan beperkt moeten worden.

<sup>9</sup> NAM. 2016. Formulier actualisering meetplan Noord-Nederland 2017

## **7.6 Mogelijke gevolgen van de verwachte bodemdaling**

Bodemdaling door gaswinning manifesteert zich aan de oppervlakte in de vorm van een platte, zeer gelijkmatige schotel. Die schotel veroorzaakt een zeer geringe helling van maximaal een paar centimeter over een kilometer afstand aan het maaiveld. Zoals in Figuur 7-1 is aangegeven, bedraagt de nog te verwachten bodemdaling door gaswinning uit de Blija voorkomens minder dan 4 cm over een periode van meer dan 10 jaar. Omdat bodemdaling een geleidelijk en gelijkmatig proces is wordt geen directe schade aan gebouwen/bouwwerken, infrastructuur verwacht omdat de resulterende vervorming (zoals scheefstand, kromming en horizontale rek) van de bovengrond zeer klein is. Hierbij wordt verwezen naar “Studieresultaten betreffende ongelijkmatige zakkingen in verband met aardgaswinning in de provincie Groningen; een uitgave van de Commissie Bodemdaling door Aardgaswinning; maart 1987”. Meer recente rapporten die mogelijke oorzaken van schade in het gebied rondom West-Groningen en Loppersum<sup>10</sup> beschrijven bevestigen dit beeld.

Tevens is kans klein dat de bodemdaling gevolgen kan hebben voor het normale beheer en het onderhoud van waterkeringen en waterlopen. Bij een daling van minder dan 4 cm in gebieden met een kunstmatig peilbeheer is de mate van bodemdaling aanzienlijk kleiner dan de jaarlijkse schommelingen in de waterstand (verschil zomer- en winterpeil). De waterhuishouding in het gebied is in de loop van eeuwen tot stand gekomen en wordt tegenwoordig volledig kunstmatig geregeld. Waterpeilen zijn vastgelegd in peilbesluiten. Indien een relatieve stijging van het waterpeil ten opzichte van het maaiveld de geldende norm dreigt te overschrijden, kan dit worden tegengaan door aanpassingen in de waterafvoer (compartimentering, versnelde afvoer waterbezwaar). Het waterschap is daarbij verantwoordelijk voor het waterbeheer in het beheersgebied.

In het geval dat dit beheer, als gevolg van de door de gaswinning veroorzaakte bodemdaling, toch te maken meerkosten met zich meebrengt die voor vergoeding in aanmerking komen dan rust op NAM de verplichting die schade overeenkomstig de regels van het burgerlijk recht te vergoeden. Met de betreffende waterschappen kunnen afspraken worden gemaakt in bilateraal verband.

De beperkte bodemdaling zal geen effect hebben op de natuur of het milieu, zoals beschreven in hoofdstuk 9.

## **7.7 Maatregelen om (gevolgen van) bodemdaling te voorkomen of te beperken**

De nog te verwachten bodemdaling door de toekomstige gaswinning uit dit winningsplan is minder dan 4 cm over een periode van meer dan 20 jaar. Dit is een zeer geringe bodemdaling. De toekomstige bodemdaling zal volgens het meetplan Noord-Nederland worden vergeleken met de tot dan toe gemeten bodemdaling. Indien er aanwijzingen zijn dat de bodemdaling een negatief effect heeft op de waterhuishouding zal dit door NAM met de Commissie Bodemdaling Aardgaswinning Fryslân besproken worden.

---

<sup>10</sup> [http://www.commissiebodemdeling.nl/files/1202097-000-BGS-0003-r-Gebouwschade%20Loppersum\\_def\\_par\\_20110421.pdf](http://www.commissiebodemdeling.nl/files/1202097-000-BGS-0003-r-Gebouwschade%20Loppersum_def_par_20110421.pdf)



## 8 Bodemtrilling

De seismische risicoanalyse laat zien dat de voorkomens in dit winningsplan in **categorie I (laagste risicocategorie)** vallen. Hieronder wordt uiteengezet hoe deze categorisering tot stand is gekomen en wat dit betekent in termen van reëel seismisch risico.

### 8.1 Inleiding: hoe komen bevingen ten gevolge van gaswinning tot stand

Als gevolg van de drukdaling in het gasveld treden in het reservoirgesteente spanningsveranderingen op. Spanningsverandering op een ondergrondse breuk kunnen leiden tot geïnduceerde bewegingen van het gesteente langs deze breuk. In sommige gevallen kan dit resulteren in een aardbeving. De kans op een aardbeving in een gasveld hangt onder meer af van de hoeveelheid breuken, de drukdaling en de grootte en dikte van het reservoir.

### 8.2 Historische bevingen in de voorkomens van dit winningsplan

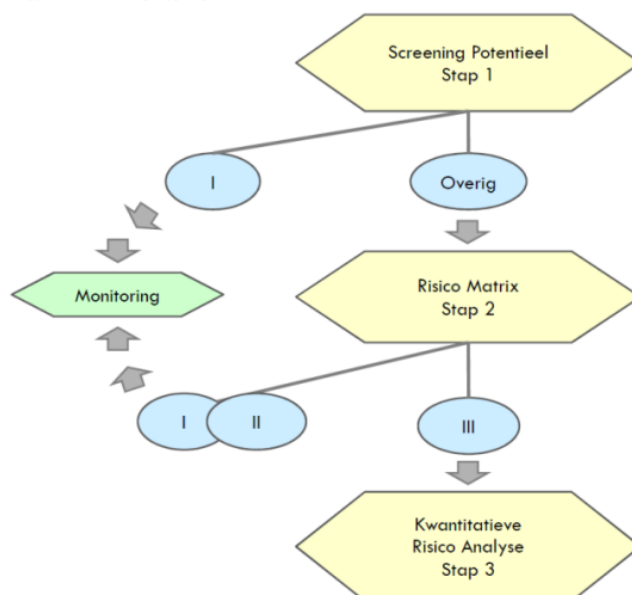
De boven de voorkomens van dit winningsplan hebben zich tot op heden nog geen geïnduceerde bevingen plaatsgevonden

### 8.3 Algemeen kader voor Seismische Risico Analyse

Recent heeft SodM een tijdelijke richtlijn voor Seismische Risico Analyse (SRA) gepubliceerd<sup>11</sup>. De SRA gaat uit van het stappenschema zoals getoond in Figuur 8-1. Bij het schema zijn twee parameters belangrijk:

- De kans op een beving door gaswinning, hoe klein dan ook;
- De theoretische “maximale bevingsmagnitude” ( $M_{max}$ ) als er een beving zou plaatsvinden.

In deze seismische risicoanalyse wordt uitgegaan van de maximale drukdaling volgens het hoog productiescenario. Meer details over de berekening van deze parameters staan in bijlage B.



Figuur 8-1: Schematische weergave van de verschillende stappen en risico categorieën (I, II, III) in de seismische risico inventarisatie (conform SodM, 2016)

<sup>11</sup> methodiek voor risicoanalyse omtrent geïnduceerde bevingen door gaswinning tijdelijke leidraad voor adressering mbb. 24.1.p, versie 1.2, SodM, 1 februari 2016

## Stap 1:

In stap 1 worden alle voorkomens bekeken. De voorkomens die direct in risicocategorie I (zeer laag seismisch risico) vallen zijn:

- voorkomens die niet meer produceren
- én voorkomens die niet seismisch actief zijn geweest en waarvoor de kans verwaarloosbaar is dat ze in de toekomst seismisch actief kunnen worden of waarvoor  $M_{max}$  laag uitvalt ( $M_{max} < 2,5$ ).

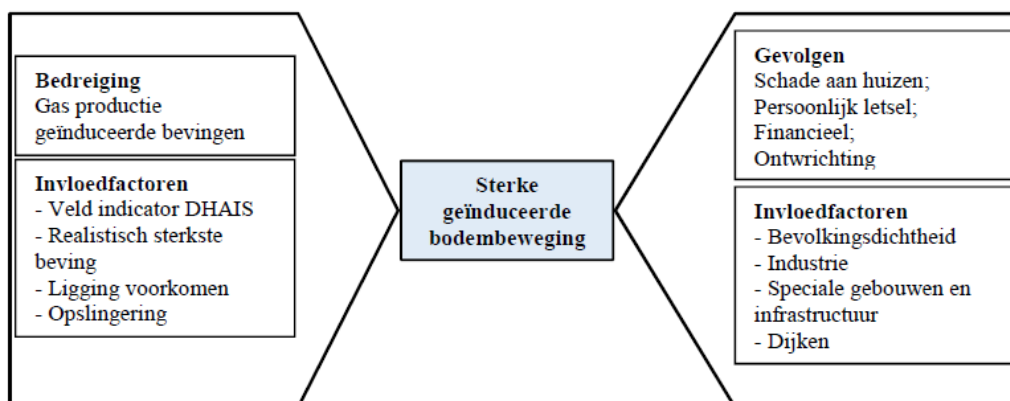
Voorvormens die niet aan deze criteria voldoen schuiven door naar stap 2.

## Stap 2:

In deze stap worden alle producerende voorkomens bekeken die

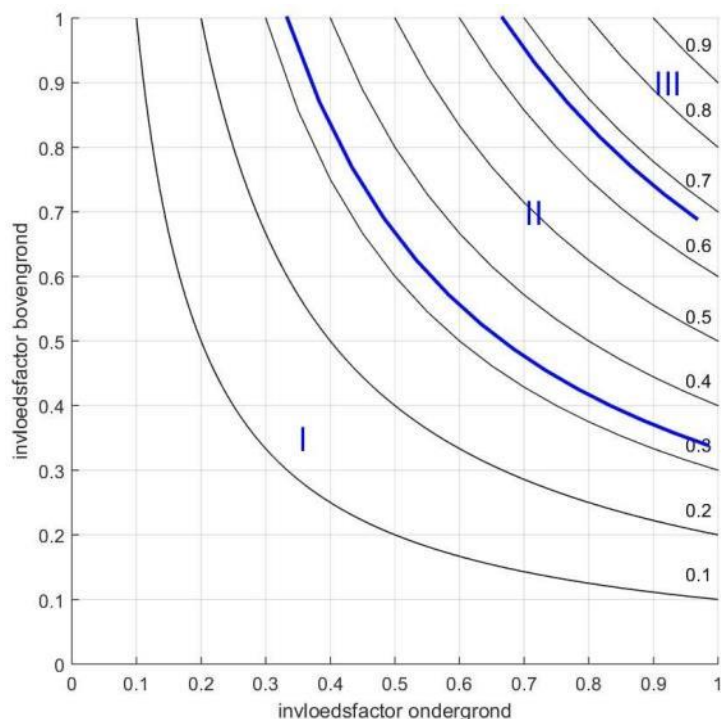
- seismisch actief zijn geweest
- óf een niet verwaarloosbare kans op seismiciteit hebben en waarvoor de waarde voor  $M_{max}$  hoger uitvalt dan 2,5.

In stap 2 wordt op basis van een risicomatrix het risico van geïnduceerde aardbevingen verder gekwalificeerd. Figuur 8-2 geeft een schematische weergave van de verschillende factoren die bepalen of een geïnduceerde beving kan resulteren in een sterke grondbeweging (de “invloedfactoren ondergrond”) en de verschillende factoren die invloed hebben op de grootte van de mogelijke gevolgen (de “invloedfactoren bovengrond”).



*Figuur 8-2: Schematische weergave van de bedreigingen en gevolgen van geïnduceerde bevingen en de verschillende invloedfactoren die daarbij een rol spelen (SodM, 2016).*

In de risicomatrix-analyse worden de verschillende factoren zoveel mogelijk kwantitatief geanalyseerd en op basis van de uitkomst wordt per factor een score bepaald. De scores van de individuele factoren worden vervolgens opgeteld, zodat een totaalscore voor zowel de invloedfactoren ondergrond als de invloedfactoren bovengrond wordt verkregen. Deze scores worden genormaliseerd met het maximaal te behalen aantal punten voor ondergrond c.q. bovengrond en in de risicomatrix tegen elkaar uitgezet waarmee kwalitatief een risicocategorie wordt bepaald (Figuur 8-3).



Figuur 8-3: De risicomatrix. De zwarte lijnen zijn lijnen van gelijk genormaliseerd risico. De verdeling in categorieën is gedaan op basis van 1/3 en 2/3 van het genormaliseerde risico. (SodM, 2016).

De volgende invloedfactoren voor de ondergrond staan beschreven in de leidraad van SodM:

- Veld indicator DHAIS. Deze methode beschrijft hoe de kans op het mogelijk optreden van een beving in een voorkomen kan worden berekend aan de hand van ondergrondse kenmerken. Deze kans moet gezien worden als een indicatie van de kans op een beving<sup>12</sup> gedurende de productietijd van het veld die bepaald is op basis van alle observaties van bevingen boven alle gasvelden in Nederland.
- Realistisch sterkste beving (Mmax). Voor een theoretische inschatting van de sterkste beving zijn twee verschillende benaderingen genomen:
  1. een bepaling van de compactie-energie die beschikbaar is in een producerend gasveld en kan leiden tot een beving
  2. een maat voor de mogelijke bevingsmagnitude als de langste breuk in het producerende veld in zijn geheel in één keer in beweging zou komen.
 Methode [1] resulteert doorgaans in lagere waarden voor Mmax dan methode [2]. Dit kan erop wijzen dat de totale hoeveelheid beschikbare energie die tot een beving kan leiden waarschijnlijk niet voldoende is om de grootste breuken in een veld in één keer in beweging te brengen.
- Ligging van het voorkomen. In de SRA methodiek (SodM, 2016) wordt er een onderscheid gemaakt tussen velden ten noorden van de lijn Amsterdam-Arnhem en velden ten zuiden van deze lijn. Dit onderscheid is gemaakt op basis van observaties. Er is nog nooit een aardbeving door gaswinning waargenomen ten zuiden van de lijn Amsterdam-Arnhem.
- Opslingering; de ondiepe ondergrond kan een opslinging veroorzaken van de seismische golven en wordt daarom boven het veld gekarakteriseerd. Voor relatief slappe ondergrond (veen, klei) is dit effect groter dan voor relatief stevige ondergrond (zand).

<sup>12</sup> De magnitude van een mogelijke beving ligt tussen de 1,5 en de magnitude voor de realistische sterkste beving, waarbij de kans logaritmisch afneemt met de magnitude.

Het mogelijke gevolg van een beving volgt uit een analyse en score van de invloedfactoren bovengrond: bevolkingsdichtheid, industrie, speciale gebouwen, vitale infrastructuur en de aanwezigheid van dijken.

- Voor de bepaling van de bevolkingsdichtheid wordt de CBS Statline data gebruikt; hierbij krijgt de categorie flats/appartementencomplexen extra aandacht in de uiteindelijke score.
- Industriële inrichtingen, speciale gebouwen en vitale infrastructuur en dijken worden in kaart gebracht m.b.v. de risicokaart. (<http://www.risicokaart.nl>)

De laatstgenoemde drie factoren (speciale gebouwen, vitale infrastructuur en de aanwezigheid van dijken) zijn van invloed op een mogelijk gevolgrisico voor schade en veiligheid. Het is echter zeer onwaarschijnlijk dat de geïnduceerde bevingen kunnen leiden tot een dergelijk gevolgrisico omdat de bevingen te zwak zullen zijn om een bedreiging te vormen voor deze objecten. Deze gevolgen zijn tot nu toe dan ook nooit waargenomen.

Indien uit het voorgaande blijkt dat voorkomen(s) binnen een Winningsplan in risico categorie III vallen gaan deze door naar Stap 3

Stap 3:

In deze stap worden alleen de voorkomens die in Categorie III vallen verder bestudeerd. Voor deze voorkomens dient een Kwantitatieve Risico Analyse uitgevoerd te worden. Van alle bekende voorkomens in Nederland valt alleen het Groningen gasveld in deze categorie.

#### **8.4 Seismische Risico Analyse voor de Blija voorkomens**

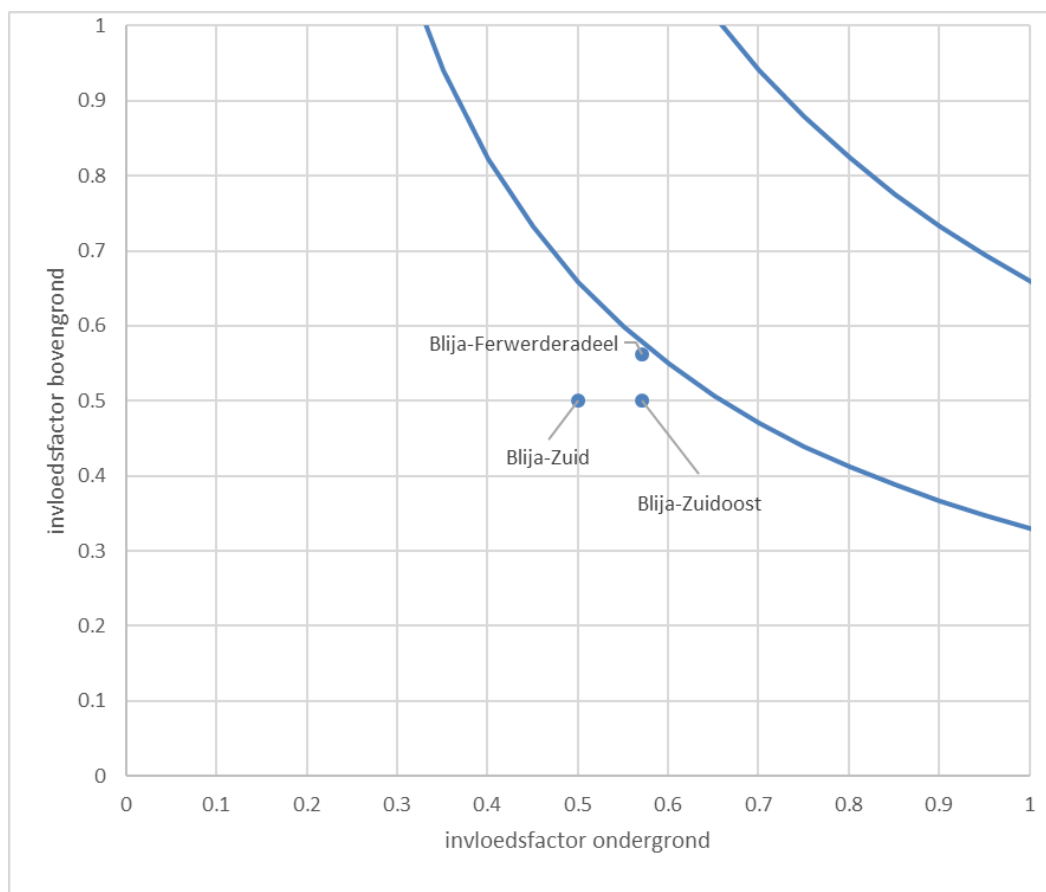
In Tabel 8-1 staan de resultaten van de berekening voor de kans op enige beving in de voorkomens. Details van de berekening staan in bijlage B.

*Tabel 8-1: Scores voor veldindicator DHAIS kans op een beving*

<b>Voorkomen</b>	<b>DHAIS kans</b>
Blija-Ferwerderadeel	19%
Blija-Zuid	19%
Blija-Zuidoost	19%

De Blija voorkomens hebben volgens de berekening een niet-verwaarloosbare kans om te beven en daarom wordt "Stap 2" van de risicomatrix berekend.

In Figuur 8-4 staan de resultaten van de berekening voor "Stap 2", de risicomatrix. Details van de berekening staan in bijlage B. Alle voorkomens vallen in risicocategorie I.



Figuur 8-4: Seismisch risico gepresenteerd in de seismische risicomatrix.

### 8.5 Mogelijke gevolgen van bevingen ten gevolge van gaswinning uit de Blija voorkomens

De praktijkervaring met gasproductie in Nederland over de afgelopen jaren leert dat lichte aardbevingen ten gevolge van gasproductie in de meeste gevallen niet leiden tot schade. Toch kan de kans op schade aan bebouwing in de nabije omgeving van het epicentrum van een geïnduceerde aardbeving niet worden uitgesloten. Hierbij speelt zowel kwetsbaarheid van de bebouwing als de intensiteit van de beving een belangrijke rol.

Al in 1998 heeft KNMI beschreven wat de te verwachten intensiteit is bij het optreden van een geïnduceerde aardbeving volgens de Europese Macroseismische Schaal. Deze analyse toonde (kwalitatief) aan dat in het ernstigste geval in de nabijheid van het voorkomen lichte, niet constructieve schade kan optreden aan meerdere gebouwen en matige schade (bedoeld wordt scheuren in muren tot constructieve schade in het uiterste geval) aan enkele gebouwen. Dit laatste wordt bevestigd door de resultaten van de seismische hazard studie van TNO-NITG<sup>13</sup>. De omvang van het gebied waar mogelijk schade kan optreden wordt bepaald door de magnitude, de diepte en de duur van de beving en de lokale grondsamenstelling en aard en conditie van de bebouwing. Bij een beving die krachtig genoeg is om schade te veroorzaken is het aantal potentiële schadegevallen binnen dit gebied sterk afhankelijk van de dichtheid van bebouwing, terwijl de mate van schade (geen, lichte, matige) op een bepaalde afstand van het epicentrum in grote mate wordt bepaald door

<sup>13</sup> Wassing en Dost, 2012, TNO 2012 R11139

het type bebouwing, de staat van onderhoud en de lokale bodemgesteldheid. Deze afhankelijkheid wordt verder beschreven in een rapport van TNO<sup>14</sup>.

Onderzoek uitgevoerd naar de mogelijke schade aan buisleidingen door potentiële aardbevingen (Deltares 2010, Schade aan buisleiding door aardbeving) toont aan dat mogelijke schade door geïnduceerde aardbevingen klein zal zijn (zowel in mogelijk aantal als ernst).

Hoofdstuk 9 beschrijft de verwachting dat bodemtrillingen geen effect hebben op de natuur of het milieu.

### **8.6 Monitoring van bodemtrillingen**

Uit het KNMI rapport van 2012<sup>15</sup> blijkt dat het meetnetwerk voor dit gebied aardbevingen met een magnitude van 1,5 of hoger goed kan lokaliseren.

### **8.7 Maatregelen om bodemtrillingen te voorkomen of te beperken**

De leidraad geeft aan dat voor de voorkomens in risicoklasse I geen additionele monitoringmaatregelen hoeven te worden getroffen.

### **8.8 Maatregelen die gevolgen van bodemtrillingen beperken of voorkomen**

Voor mogelijke schade veroorzaakt door aardbevingen die worden veroorzaakt door gaswinning rust op de NAM de verplichting deze te vergoeden in overeenstemming met de regels van het burgerlijk recht. Er is een schaderegeling opgesteld voor schade veroorzaakt door aardbevingen als gevolg van gaswinning en/of opslag. Deze regeling is beschreven op de website [www.nam.nl](http://www.nam.nl).

---

<sup>14</sup> Kalibratiestudie schade door aardbevingen (TNO-rapport, TNO-034-DTM-2009-04435, 11 november 2009).

<sup>15</sup> Bernard Dost, Femke Goutbeek, Torild van Eck and Dirk Kraaijpoel, 2012, Monitoring induced seismicity in the North of the Netherlands: status report 2010

## 9 Overige omgevingsaspecten

### 9.1 Algemeen

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

Een overzicht van de mogelijke gevolgen en in welke vergunningprocedure(s) deze worden behandeld staat in de volgende tabel.

Tabel 9-1: Overzicht procedures

Gevolgen m.b.t.	Besluit
Bodem/grondwaterverontreiniging	omgevingsvergunning milieu
Luchtverontreiniging (emissies)	omgevingsvergunning milieu
Oppervlaktewaterverontreiniging	omgevingsvergunning milieu evt. Watervergunning
Externe veiligheid	omgevingsvergunning milieu
Natuur	Wet natuurbescherming

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

#### Vergunningen

De volgende vergunningen zijn verleend ten behoeve van de uitvoering van het vigerende en het nieuwe winningsplan.

Tabel 9-2 : Reeds verleende vergunningen

Locatie	Blija-Ferwerderadeel-1
Vergunning	Omgevingsvergunning DGETM-EO / 16054188
Verleend	21-04-2016
Bodem/grondwater	Meegenomen in omgevingsvergunning
Emissies	Meegenomen in omgevingsvergunning
Oppervlaktewater	Meegenomen in omgevingsvergunning
Externe Veiligheid	Meegenomen in omgevingsvergunning
Natuur	n.v.t.

In het geval van de Blija productielocatie zijn de benodigde vergunningen al verleend, zodat coördinatie niet meer aan de orde is. De bovengenoemde mogelijke gevolgen zijn derhalve al betrokken in de respectievelijke vergunningsprocedures. Indien in de toekomst besloten wordt een nieuwe put te boren dan zal de eventueel benodigde omgevingsvergunning voor deze nieuwe activiteit worden aangevraagd.

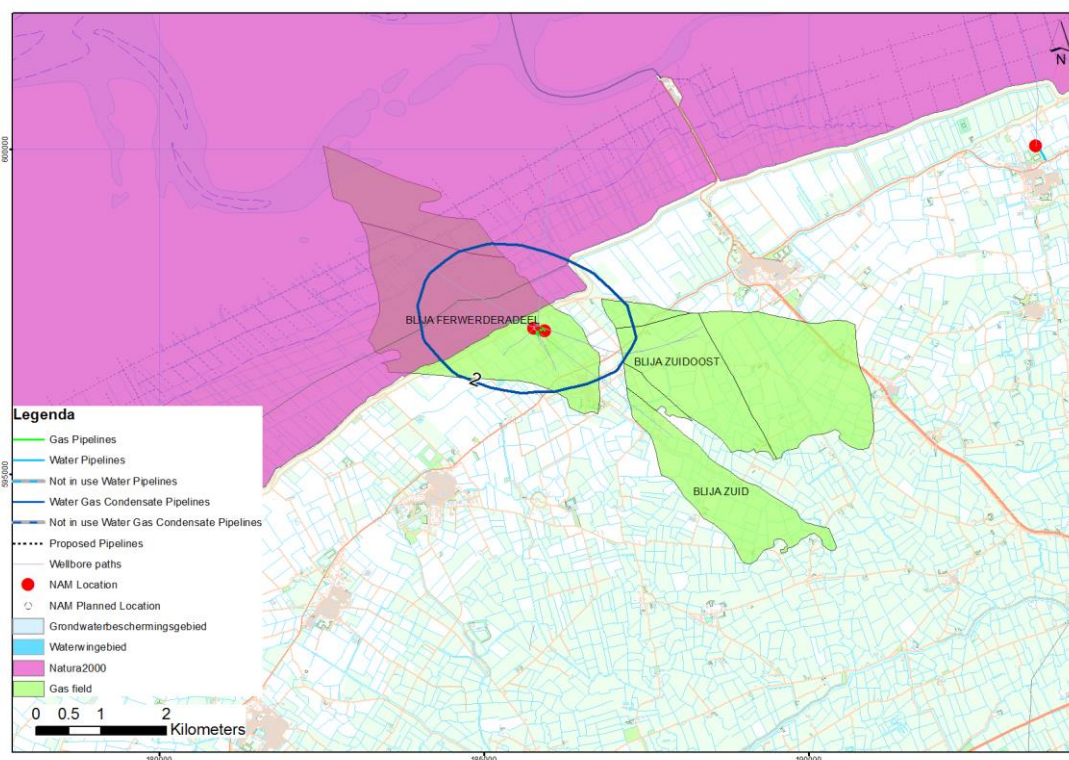
Met betrekking tot bovenstaande tabel zal hieronder worden aangegeven wat door NAM wordt gedaan om genoemde gevolgen te voorkomen, dan wel de effecten hiervan te beperken.



## 9.2 Effecten op natuur en milieu

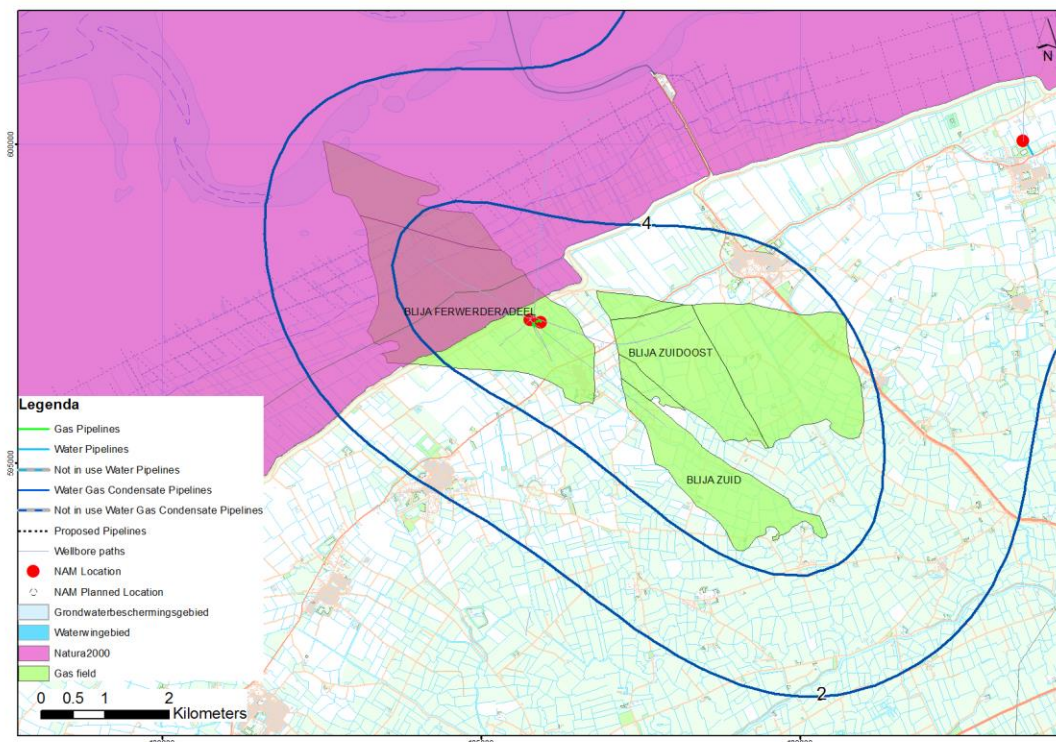
Voor natuur geldt een zorgplicht vanuit de Wet natuurbescherming. Beschermde en aangewezen natuurwaarden mogen niet nadelig worden beïnvloed. Indien nadelige effecten van mijnbouwactiviteiten niet op voorhand uitgesloten kunnen worden, dienen deze “Passend Beoordeeld” te worden en dient er een vergunning in het kader van de Wet natuurbescherming te worden aangevraagd.

De *Wet natuurbescherming* regelt in Nederland de bescherming van aangewezen natuurgebieden. In deze paragraaf wordt een overzicht gegeven van de beschermde natuurgebieden in de omgeving van de mijnbouwlocatie Blija-Ferwerderadeel-1 en de Blija gasvoorkomens (Blija-Ferwerderadeel, Blija-Zuid en Blija-Zuidoost, zie Figuur 9-1 en Figuur 9-2). Toegelicht zal worden of en hoe mijnbouwactiviteiten kunnen doorwerken op deze beschermde natuurwaarden.



Figuur 9-1: Berekende bodemdalingscontour door gaswinning voor 2013 in relatie tot Natura 2000 - gebied Waddenzee.





Figuur 9-2: Berekende bodemdalingscontour door gaswinning aan het einde van de winning (2050).

Voor bodembeweging als gevolg van gasproductie zal beoordeeld worden in hoeverre nadelige effecten op voorhand kunnen worden uitgesloten. Directe effecten van bodemdaling op beschermde natuur is niet aan de orde omdat de activiteit plaatsvindt in de ondergrond. Wel kan de gaswinning en bijkomende bodemdaling indirecte gevolgen hebben voor beschermde natuurwaarden doordat eventuele bodemdaling de waterhuishouding kan beïnvloeden.

Overige mogelijke effecten op de beschermde natuurwaarden als gevolg van de in dit winningsplan voorgenomen bovengrondse activiteiten zoals eventuele aanvullende boringen, putonderhoud en transport, zijn/worden beschouwd in daartoe geëigende Wabo vergunningetrajecten en zijn derhalve in de beoordeling voor wat betreft de effecten op natuur in dit Winningsplan buiten beschouwing gelaten. De formele beoordeling van deze effecten in het kader van de *Wet Natuurbescherming* vindt plaats in de benodigde vergunning voorafgaand aan de uitvoering van deze activiteiten, zodat rekening kan worden gehouden met bijvoorbeeld seizoeninvloed.

## Blija

### *Reikwijdte van de effectbeoordeling*

In de effectbeoordeling wordt gekeken naar de effecten van de verwachte bodemdaling. In de beoordeling wordt gekeken naar de wijziging ten opzichte van de eerdere beoordeelde situatie uit 2010 (Arcadis 2010) waarin een ecologische beoordeling is uitgevoerd bij een wijziging in de productie van de locatie Blija-Ferwerderadeel-1. In deze beoordeling wordt gekeken naar effecten als gevolg van bodemdaling door gasproductie.

### *Beschrijving relevante natuurgebieden*

De aangewezen natuur die aanwezig is binnen de invloedssfeer van het winningsplan Blija betreft het Natura 2000-gebied Waddenzee.

De Waddenzee bestaat uit een systeem van diepe en ondiepe geulen, kwelders en zand- en slibbanken. De dagelijkse eb en vloed invloeden zorgen voor een zeer dynamisch systeem wat resulteert in unieke natuurwaarden. Het is een waardevol natuurgebied als foerageergebied, rust- en broedgebied voor verschillende vogelsoorten. Tevens is de Waddenzee een belangrijk leefgebied voor zeehonden. Het gebied is aangewezen als Habitatrictlijngebied en als Vogelrichtlijngebied. Voor een nadere toelichting op de aangewezen instandhoudingsdoelen verwijzen wij naar het vigerende Natura 2000 – beheerplan (RWS, juni 2016). Veel activiteiten in het Waddengebied zijn in het beheerplan geregeld. Dit geldt niet voor de gaswinning uit kleine velden. Deze dienen apart aan de instandhoudingsdoelen van de Waddenzee getoetst te worden.

#### *Bodemdaling in relatie tot Natuur en Milieueffecten*

Bodemdaling door gaswinning heeft in principe geen effect op de morfologische ontwikkeling van de Waddenzee. Mits de bodemdaling snelheid in cumulatie met de zeespiegelstijging gemiddeld niet meer dan 5 tot 6 millimeter per jaar bedraagt, kunnen wadplaten meegroeien door de aanvoer van zand en slib uit de Noordzeekustzone.

Voor waddenwinningen die relatief veel bodemdaling veroorzaken (bijvoorbeeld Ameland of Moddergat), zijn monitoringprogramma's vastgesteld en zijn rapportage- en evaluatiestructuren georganiseerd. Jaarlijks worden de bodemdalingsnelheden gerapporteerd aan het bevoegd gezag. Wanneer deze bodemdalingsnelheden in cumulatie met zeespiegelstijging te hoog zouden worden of dreigen te worden, kan de Minister van Economische Zaken besluiten de gasproductie in te perken. Dit heet het "Hand Aan de Kraan-principe". Op de gaswinning Blija is dit principe niet van toepassing. Dit komt doordat deze gaswinning nauwelijks bodemdaling onder de wadplaten veroorzaakt. Gedeeld door de oppervlakte van het Borndiep betreft dit minder dan een tiende millimeter per jaar. Effecten van deze bodemdaling op de Waddenzee kunnen daarmee op voorhand worden uitgesloten.

De onderhavige wijziging van het Winningsplan leidt niet tot een verandering in de voorspelde daling in de eindfase van de winning. De geprognoseerde toename van de bodemdaling van start tot de eindfase van de productie van de gasvelden vanaf Blija is kleiner dan 2 centimeter. Cumulatie met bodemdaling veroorzaakt door gaswinning vanaf de locatie Moddergat is beperkt.

#### *Bodemtrilling in relatie tot Natuur en Milieueffecten*

Uit de Seismische Risico Analyse toont dat de Blija gasvelden in Categorie I vallen (laagste risicocategorie). Negatieve gevolgen voor natuur en milieu door bodemtrillingen zijn dan ook niet te verwachten

Effecten van bodemtrilling op natuur worden derhalve niet nader beschouwd. De kans op nadelige meetbare effecten van bodemtrilling op het Natura 2000 gebied worden, gezien de aard van de trillingen, als verwaarloosbaar geacht.

#### *Bodem- / grondwaterverontreiniging*

NAM bouwt, onderhoudt en beheert installaties zo dat het risico op bodem-/grondwaterverontreiniging verwaarloosbaar klein is. Het Activiteitenbesluit en de omgevingsvergunning bevatten regels hieromtrent die door NAM worden nageleefd, en Staatstoezicht op de Mijnen (SodM) ziet bovendien toe op deze naleving. Indien toch door een incident bodem-/grondwaterverontreiniging ontstaat, zal NAM deze verontreiniging saneren in het kader van de Wet bodembescherming. Gedeputeerde staten van de desbetreffende provincie zijn hiervoor bevoegd gezag. NAM en de toezichhouders hanteren een strikt controlebeleid waardoor de kans op bodemverontreiniging zeer gering is. Gevaar voor de volksgezondheid door het optreden van incidenten is niet te verwachten.

*Nieuwe activiteiten in relatie tot Natuur en Milieueffecten*

In dit winningsplan wordt naast verlenging van de bestaande productie ook het plan voor boring en hydraulische stimulatie van extra putten beschreven.

Het boren is een tijdelijk activiteit en bedraagt naar verwachting circa 90 dagen. De uit te voeren boring kan tijdelijk invloed hebben op de belevingswaarde van het gebied rondom de locatie. Gezien de bestemming van de locatie voor delfstofwinning en de tijdelijkheid van de boring wordt dit niet beschouwd als een belangrijk nadelig milieugevolg. Ook de hydraulische stimulatie is een tijdelijke activiteit waarbij vanuit het oogpunt van natuur en milieu speciale aandacht uitgaat naar de afvoer van stimulatievloeistof vanuit de put en verontreinigd hemelwater. De afvalstoffen worden zoveel mogelijk gescheiden gehouden waardoor een milieutechnisch hogere verwerking mogelijk is.

De invloed op luchtkwaliteit door gebruik van dieselmotoren en verkeersdrukke door een toename van transportbewegingen, is van tijdelijke aard en daardoor gering. Verkeer voor de voorbereidingen en uitvoering van de boring zal gebruik maken van de bestaande toegangswegen.

De locatie Blija bevindt zich in de nabijheid van het Natura 2000-gebied. In het kader van een aanvraag Omgevingsvergunning zullen de mogelijke effecten op dit gebied nogmaals worden onderzocht en beoordeeld. Tevens zullen potentiële effecten op instandhoudingsdoelen van het nabij gelegen Natura 2000-gebied worden beoordeeld. Hiertoe zal onder meer een stikstofdepositieberekening in het kader van de Programmatische Aanpak Stikstofdepositie (PAS) worden uitgevoerd.

## 10 Verklarende woordenlijst

Aquifer	Ondergronds, watervoerend deel van het reservoir. 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 reservoirgesteente als door productie de druk van de vloeistof in de poriën daalt, en onvoldoende tegenwicht geeft aan het gewicht van bovenliggende gesteenten.
Compressibiliteit	Samendrukbaarheid
Depletie	Drukdaling door het onttrekken van gas (of olie of water) uit reservoirgesteente
EZ	Ministerie van Economische Zaken
GIIP	Volume gas initieel aanwezig in het voorkomen (in Nm <sup>3</sup> )
GPS	Global Positioning System: systeem voor plaats- en hoogtebepaling met behulp van satellieten
GWC	Gas-water contact diepte (in meter onder NAP)
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)
Mb	Mijnbouwbesluit
MER	Milieu-Effect-Rapportage
Mw	Mijnbouwwet
NAM	Nederlandse Aardolie Maatschappij
Nm <sup>3</sup>	Gasvolume in kubieke meter bij 0 °C en 1.01325 bara
Permeabiliteit	De mate waarin een (poreuze) vaste stof een andere stof (gas of vloeistof) doorlaat. Indien een materiaal een andere stof niet doorlaat heet het materiaal voor die stof impermeabel.
Porositeit	Verhouding tussen het poriënvolume en het totale volume van het gesteente.
RD coördinaat	Coördinaten in het topografische kaartmateriaal zijn vermeld in het stelsel van de Rijksdriehoeksmeting (RD). De auteursrechten en databankrechten zijn voorbehouden aan de Topografische Dienst Kadaster, Emmen, 2006
SodM	Staatstoezicht op de Mijnen
SRA	Seismische Risico Analyse
TCBB	Technische Commissie Bodembeweging
TNO	Nederlandse Organisatie voor Toegepast-Natuurwetenschappelijk Onderzoek

## 11 Bijlage A: Bodemdaling: Details en Achtergronden

### Onzekerheidsanalyse voor de bodemdalingsprognose

Om een inschatting te maken van de onzekerheid over de toekomstige bodemdaling voor de voorkomens in dit winningsplan is de onzekerheid in de  $C_m$  (compressibiliteit) gecombineerd met de verschillende depletiewaarden ( $\Delta P$ ) die volgen uit de scenario's voor de productievoorspellingen. De  $C_m$  onzekerheid bevat meerdere componenten: onzekerheid over het compactiegedrag, onzekerheid over de depleterende dikte en onzekerheid over de compressibiliteit op basis van coreplug metingen. Niet al deze onzekerheden zijn kwantitatief te bepalen en daarom is er voor een inschatting ervaring uit het verleden gebruikt. Voor een nieuw voorkomen op land wordt deze onzekerheid geschat op 75% op basis van ervaring uit het verleden. Na één of meerdere bodemdalingsmetingen is meer kennis beschikbaar gekomen over de combinatie van de depleterende dikte en compressibiliteit waarmee de onzekerheid geschat wordt op 25%. De onzekerheid voor de  $\Delta P$  volgt uit de reservoirmodellen voor de laag-midden-hoog productiescenario's. De vermenigvuldiging van de  $C_m$  met de  $\Delta P$  geeft een maat voor de compactie. Wanneer een hoge  $C_m$  met een hoge  $\Delta P$  wordt vermenigvuldigd geeft dit een maximum scenario voor de onzekerheid. Een combinatie van lage waarden geeft een minimum. Een vertaling van compactie naar bodemdaling kan worden gemaakt met behulp van de Geertsma formule:

$$H_{max} = 2 C_m (1 - \nu) \Delta P H \left( 1 - \frac{D/R}{\sqrt{1 + (D/R)^2}} \right)$$

Waarbij:

$D$ : Diepte veld [m]

$H$ : Depleterende reservoir dikte [m], in deze analyse constant gehouden om dat de onzekerheid over de depleterende dikte verdisconteerd is in de  $C_m$  onzekerheid.

$\Delta P$ : reservoir depletie (huidige druk – eind druk) [bar]

$\nu$  Poisson's ratio [-]

$R$  straal van het veld [km], waarbij de straal wordt gekozen op basis van een vergelijking met de contouren zoals getoond in .

De op deze manier berekenende bodemdalingonzekerheid is getabuleerd in Tabel 11-1.

Tabel 11-1: Onzekerheid van de bodemdalingprognose in het diepste punt voor de verschillende productiescenario's

Voorkomen	Te verwachten drukkaling [bar] <sup>16</sup>			Compressibiliteit (10 <sup>-5</sup> bar <sup>-1</sup> )	Onzekerheid compressibiliteit	Nog te verwachten bodemdaling in diepste punt (cm)	Ondergrens voor de nog te verwachten bodemdaling in diepste punt (cm)	Bovengrens voor de nog te verwachten bodemdaling in diepste punt (cm)
	Midden productie scenario	Laag productie scenario	Hoog productie scenario					
Blija-Ferwerderadeel	38	10	69	0,8	25%	<2	<2	4
Blija-Zuid	54	24	75	0,9	25%	<2	<2	3
Blija-Zuidoost	111	23	173	0,6	25%	2	<2	4

<sup>16</sup> T.o.v. de gemiddelde reservoir druk van het voorkomen per eind 2016

## 12 Bijlage B: Seismische Risico Analyse

De winning van aardgas gaat gepaard met een daling van de druk in de ondergrond met als gevolg een verandering van de gesteentespanningen. Deze verandering van spanning kan leiden tot plotselinge bewegingen langs bestaande breuken, waardoor mogelijk een lichte aardbeving kan plaatsvinden. In Nederland is/wordt uit ongeveer 140 olie- en gasvelden op het vasteland geproduceerd. Boven ongeveer 20% van de velden zijn bevingen geregistreerd. Boven 11 velden zijn bevingen geregistreerd die ook duidelijk aan het oppervlak voelbaar waren (Magnitude meer dan 2,0 op de schaal van Richter).

### Stap 1: Inschatten risicopotentieel voor de verschillende voorkomens.

In deze seismische risicoanalyse wordt uitgegaan van de maximale drukkaling volgens het hoog productiescenario.

#### De kans op beven van een olie- of gasvoorkomen

In de studie 'Deterministische Hazard Analyse voor Geïnduceerde Seismiciteit (DHAIS)<sup>17</sup> is onderzocht welke eigenschappen (geologische, productietechnische en geomechanische eigenschappen) van olie- en gasvoorkomens invloed hebben op het wel of niet optreden van aardbevingen. In 2012 is een update van deze studie uitgevoerd, waarin alle nieuwe data zijn meegenomen tot mei 2010<sup>18</sup>. Aan de hand van de volgende parameters van een olie- of gasvoorkomen wordt de kans op beven van dat voorkomen bepaald:

- DP/P<sub>ini</sub>: De ratio van drukval (DP) en initiële druk (P<sub>ini</sub>) in het reservoir;
- E: de verhouding tussen de Young's moduli (stijfheidsmoduli) van de 'overburden' en het reservoirgesteente;

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

- B: een maat voor de breukdichtheid van het reservoir.

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

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 m<sup>2</sup>);

De combinatie van de parameterwaarden geven een kans op beven voor een bepaald voorkomen gedurende de productietijd.

Reeds bevende voorkomens	
DP/P <sub>ini</sub> ≥ 28%	B > 0,86 en E ≥ 1,34: P <sub>h</sub> = 0.42 ± 0.08
	B > 0,86 en 1,01 ≤ E ≤ 1,33: P <sub>l</sub> = 0.19 ± 0.05
	B < 0,86 en/of E < 1,01: verwaarloosbare kans
DP/P <sub>ini</sub> < 28%	Verwaarloosbare kans

<sup>17</sup> TNO-rapport NITG 04-171-C. Van Eijs, 2004. Deterministische hazard analyse voor geïnduceerde seismiciteit

<sup>18</sup> TNO-rapport 2012 R10198. Van Thienen, 2012. Deterministische hazard analyse voor geïnduceerde seismiciteit in Nederland.

De waarden die zijn gebruikt in de bepaling van de DHAIS kans zijn gegeven in Tabel 12-1.

Tabel 12-1: Invoergegevens voor de bepaling van de DHAIS en de DHAIS kansen

Voorkomen	Totale drukdaling volgens het hoog productie- scenario (bar)							DHAIS E <sup>20</sup>	DHAIS B	DHAIS kans
	Reservoir dikte / gaskolom (m) <sup>19</sup>	Initiël e druk (bar)	Totale breuk- lengte (km)	Reservoir opper- vlakte (km <sup>2</sup> )	Maximale waargenom- en aard- beving	Aantal aard- bevingen per jaar				
Blija- Ferwerderadeel	98	376	193	20,1	8	geen	geen	1,28	3,53	19%
Blija-Zuid	87	377	144	10	2,8	geen	geen	1,28	3,33	19%
Blija-Zuidoost	115	377	276	16,3	6,9	geen	geen	1,28	3,23	19%

### Realistisch sterkste beving

Naast de kans op beven, wordt ook een theoretische waarde voor de “realistisch sterkste beving” (Mmax) bepaald. Er worden twee methoden gebruikt om de Mmax waarde te bepalen: op basis van breukgeometrie en op basis van energiebalans. In de Seismisch Risico Analyse leidraad worden beide methoden gebruikt. Voor de berekeningen van de Mmax is uitgegaan van de standaardwaarden voor de “stress drop” en “partitie coëfficiënt” die gegeven zijn in de leidraad (respectievelijk 5 MPa en 0,01). De veld specifieke waarden die benodigd zijn voor de berekeningen en de uitkomsten voor de Mmax staan vermeld in Tabel 12-2.

Tabel 12-2 : Invoergegevens voor de bepaling van de Mmax, en de Mmax waarden volgens de twee methoden

Voorkomen	Langste breuklengte (km) <sup>21</sup>	Poisson's ratio <sup>22</sup>	Breukhoogte (m)	Mmax energiebalans	Mmax breukslip
Blija- Ferwerderadeel	2,7	0,25	98	3,2	3,4
Blija-Zuid	4,3	0,25	87	2,7	3,5
Blija-Zuidoost	2,5	0,25	115	3,3	3,5

### Stap 2: Risico matrix

Voor de Blija voorkomens is het nodig gebleken om de risicomatrix te gebruiken (“Stap 2” van de SRA). Voor elke factor die bepaald is voor de onder- en bovengrond wordt een score gegeven waarbij de som van de scores een positie geeft in de risicomatrix. In dit deel van de bijlage worden de figuren en tabellen getoond die gebruikt zijn om tot een risicobeoordeling te komen. Figuur 12-1, Figuur 12-2 en Figuur 12-3 tonen de situaties voor respectievelijk “Bevolkingsdichtheid”, “Industriële inrichtingen”, “Speciale gebouwen en vitale infrastructuur” en “Dijken”. Figuur 12-4 toont de kaart van de

<sup>19</sup> Voor de DHAIS berekening wordt zowel de hoogte van de gaskolom als de totale reservoir dikte beschouwd. Het minimum van deze twee wordt gekozen voor de berekening van de “B” waarde zoals voorgeschreven door de DHAIS methodiek.

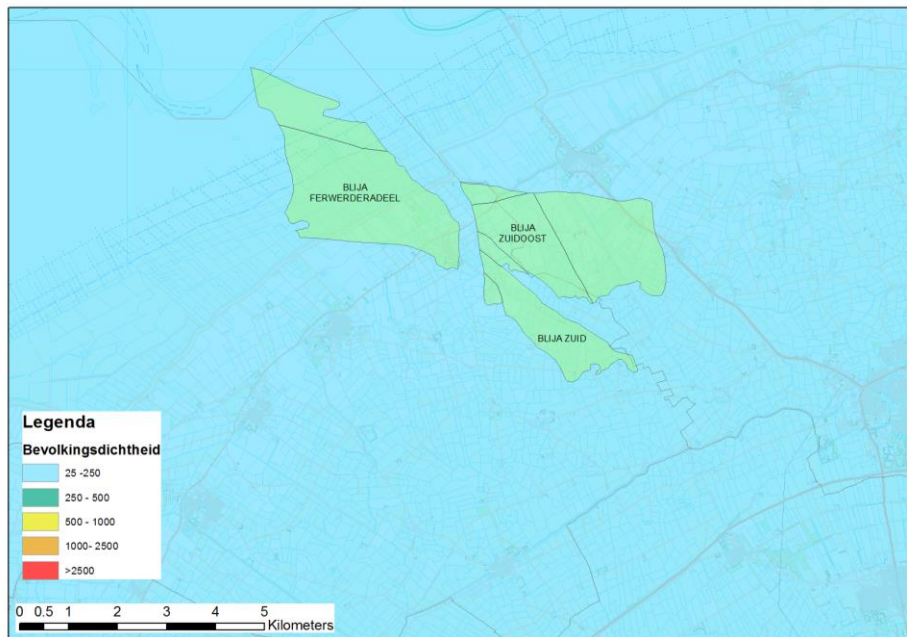
<sup>20</sup> Young's moduli ratio volgens TNO rapport: Deterministische hazard analyse voor geïnduceerde Seismiciteit, NITG 04-171-C. Voor nieuwe velden wordt de ratio van een analoog veld met dezelfde reservoir seal combinatie gebruikt.

<sup>21</sup> Langste breuklengte is aangegeven op de kaart in bijlage C met blauwe pijl

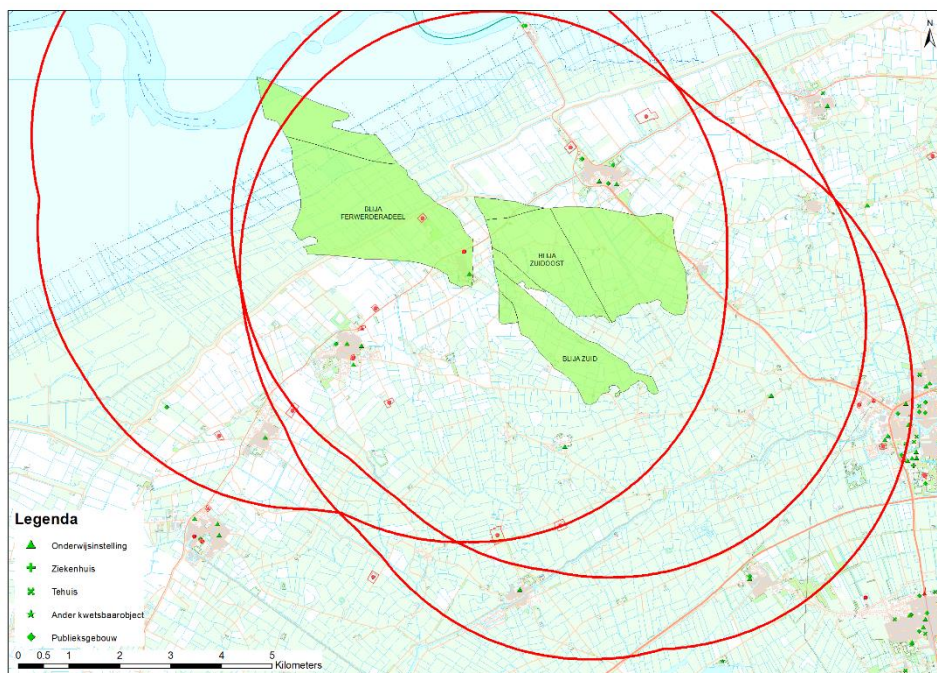
<sup>22</sup> Poisson's ratio gebaseerd op gemiddelde waarde voor gecementeerde zandsteen op basis van kernplug metingen



grondsoorten in de ondiepe ondergrond kaart om de mate van opslinging te bepalen. Tabel 12-3 A en B tonen de evaluatie en scores voor de invloedfactoren. De risicomatrix is afgebeeld in Figuur 8-4.

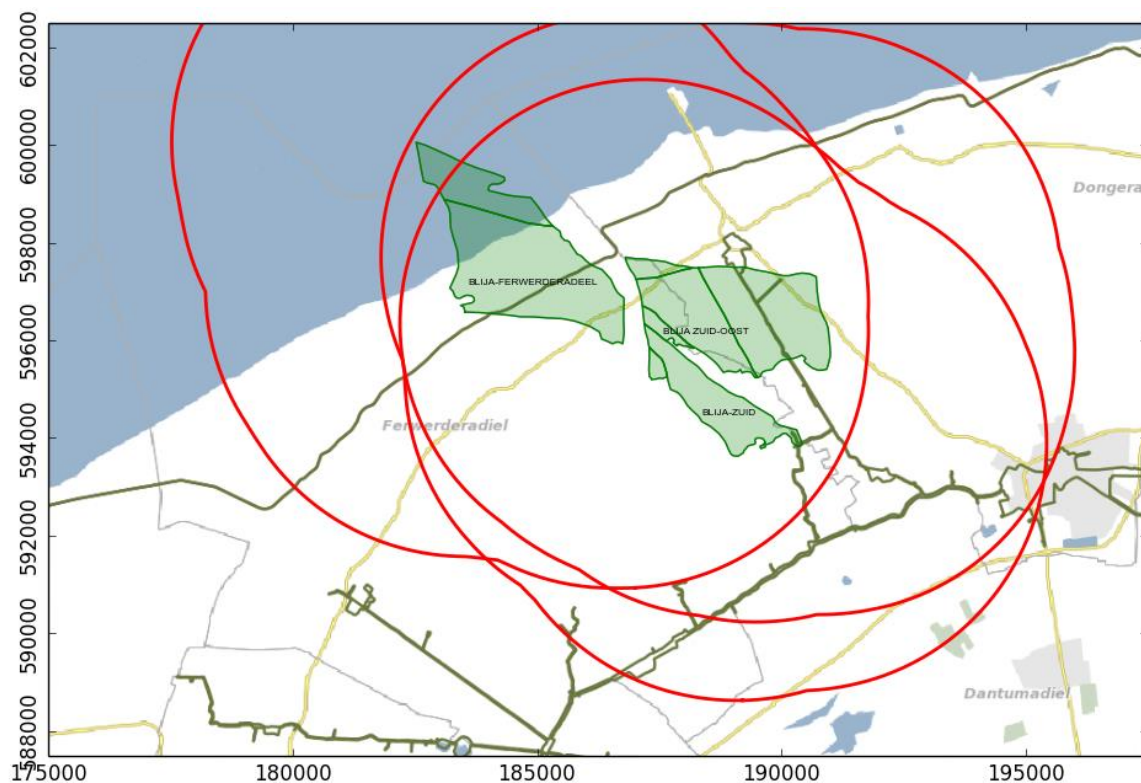


Figuur 12-1: Overzicht van de bevolkingsdichtheid boven de in dit winningsplan genoemde voorkomens.

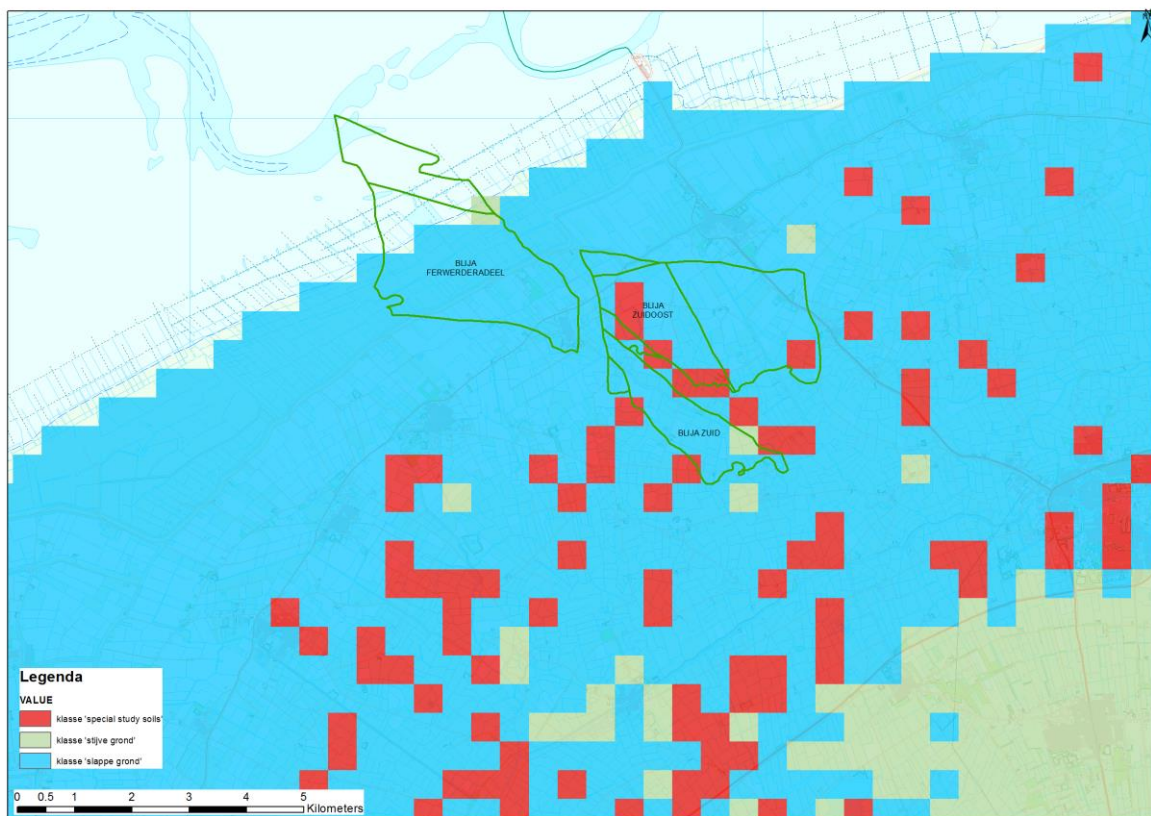


Figuur 12-2: Overzicht van de industriële inrichtingen<sup>23</sup> (rode punt), ziekenhuizen (groene plus) onderwijsinstellingen (groene driehoek), tehuizen (groene x) en publieksgebouwen (groene ruit) boven de Blija voorkomens. De rode cirkels geven de 5 km straal rond voorkomens aan die relevant is voor de SRA.

<sup>23</sup> Voor de industriële inrichting toont de risicokaart twee locaties boven het Blija-Ferwerderadeel veld. De eerste betreft het opslagterrein van Loonbedrijf Holwerda (verhuur landbouwmachines). De tweede locatie betreft de eigen NAM locatie. Voor beide objecten geldt dat bevingen niet zullen leiden tot extra gevaar. Daarom wordt een score gegeven die hoort bij "1 boven het veld en/of meerdere binnen 5 km rond het veld.



Figuur 12-3: Overzicht van de dijken. De rode cirkels geven de 5 km straal rond voorkomens aan die relevant is voor de SRA. De zeedijk die langs de Waddenzee loopt is een primaire dijk, de overige dijken zijn secundaire dijken.



Figuur 12-4: Overzicht van de grondsoorten in de ondiepe ondergrond om de mate van opslinging te bepalen

Uit de analyse op basis van bovenstaande figuren volgen de scores voor de verschillende factoren. Deze zijn per voorkomen inclusief onderbouwing en uitkomst, weergegeven in Tabel 12-3.

Tabel 12-3: Kwantitatieve evaluaties (A) en daaruit voortkomende scores (B) voor de invloedfactoren onder- en bovengrond

## A

Voorkomen					Bevolkingsdichtheid (aantal inwoners per km <sup>2</sup> )	Industriële inrichting	Speciale gebouwen en vitale infrastructuur	Dijken
	Dhais	Mmax	Analoge velden	Opslintering				
Blija-Ferwerderadeel	P=19%	Alle methodes 3,1 - 3,5	Boven de lijn Amsterdam - Arnhem	> 60 % slappe grond	< 250	1 boven het veld en/of meerdere binnen 5 km rond het veld.	1 school, tehuis en/of publieksgebouw boven het veld of meerdere binnen 5 km rond het veld.	Primaire dijken boven het veld
Blija-Zuid	P=19%	1 methode 3,1 - 3,5	Boven de lijn Amsterdam - Arnhem	> 60 % slappe grond	< 250	1 boven het veld en/of meerdere binnen 5 km rond het veld.	1 school, tehuis en/of publieksgebouw boven het veld of meerdere binnen 5 km rond het veld.	Primaire dijken binnen 5 km rond het veld en/of secundaire dijken boven het veld
Blija-Zuidoost	P=19%	Alle methodes 3,1 - 3,5	Boven de lijn Amsterdam - Arnhem	> 60 % slappe grond	< 250	1 boven het veld en/of meerdere binnen 5 km rond het veld.	1 school, tehuis en/of publieksgebouw boven het veld of meerdere binnen 5 km rond het veld.	Primaire dijken binnen 5 km rond het veld en/of secundaire dijken boven het veld

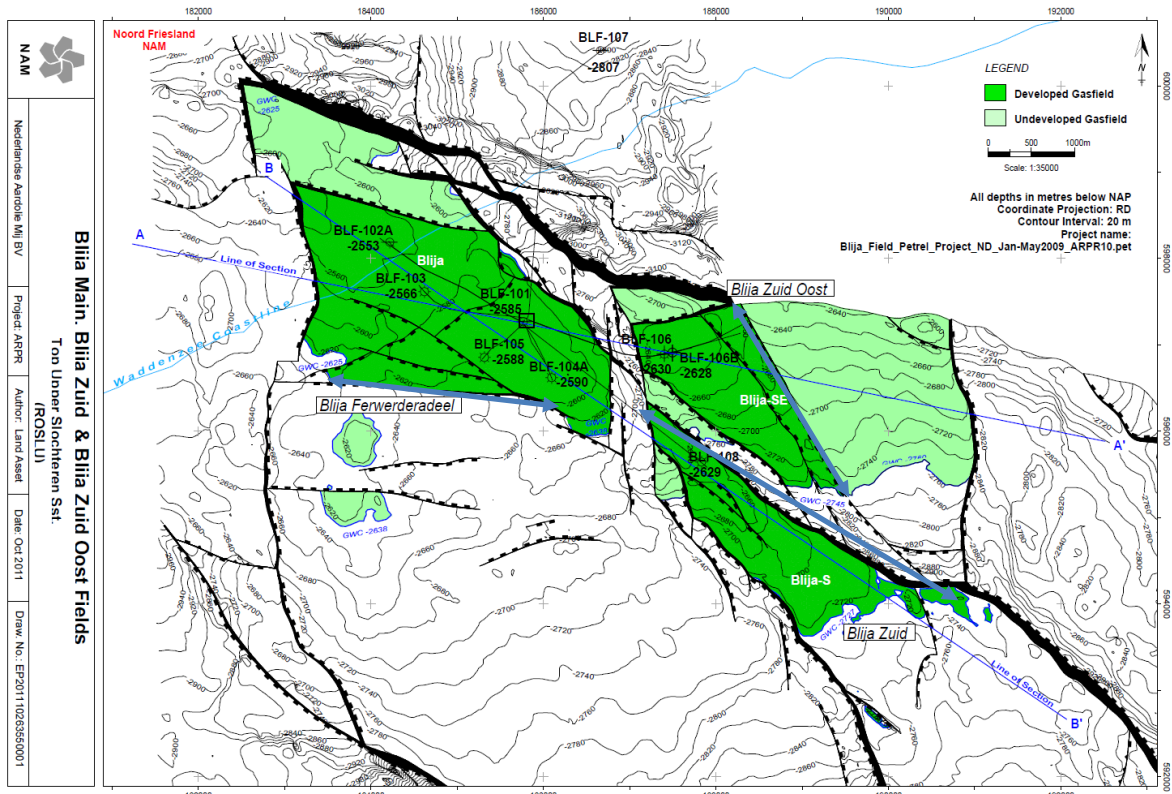
## B

Voorkomen	score invloedfactoren ondergrond					score invloedfactoren bovengrond				Categorie	
	Kans op beven of waargenomen bevingen	Magnitude	Ligging voorkomen	Opslintering	Genormaliseerde totaalscore ondergrond	Bevolkings dichtheid	Industriële inrichtingen	Speciale gebouwen en vitale infrastructuur	Dijken		Genormaliseerde totaalscore bovengrond
Blija-Ferwerderadeel	1	2	2	3	0,57	0	3	2	4	0,56	I
Blija-Zuid	1	1	2	3	0,5	0	3	2	3	0,5	I
Blija-Zuidoost	1	2	2	3	0,57	0	3	2	3	0,5	I

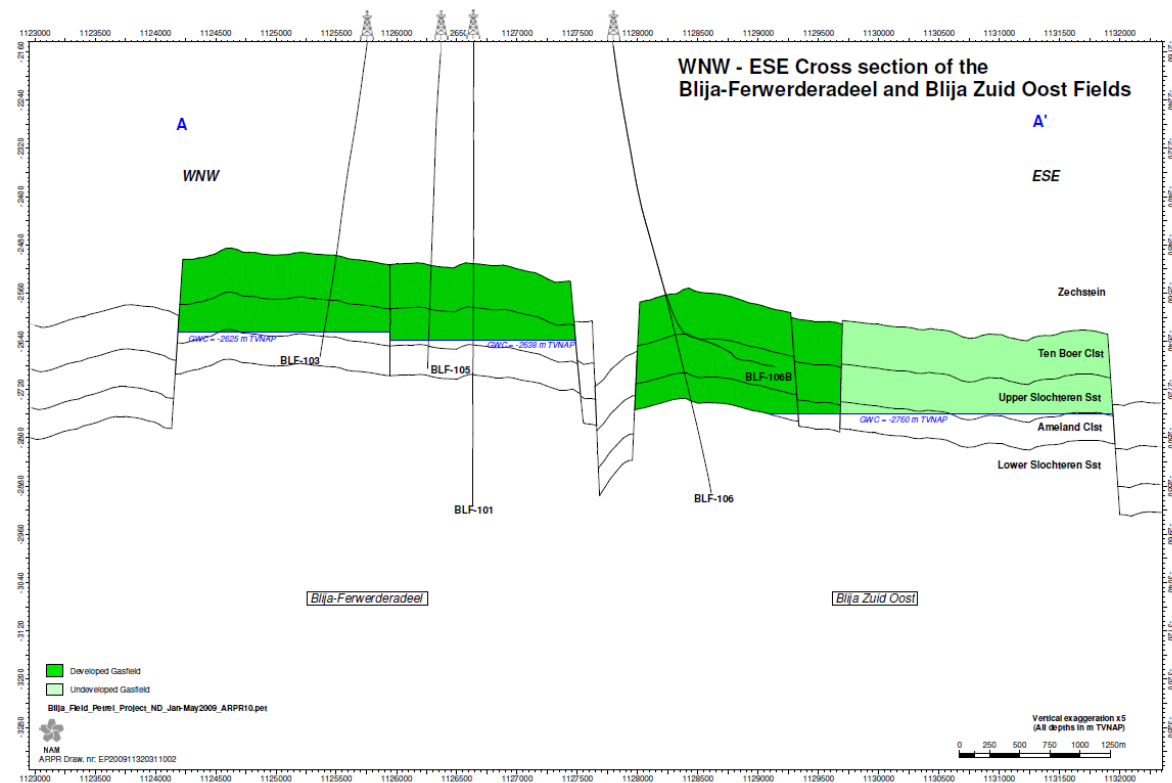


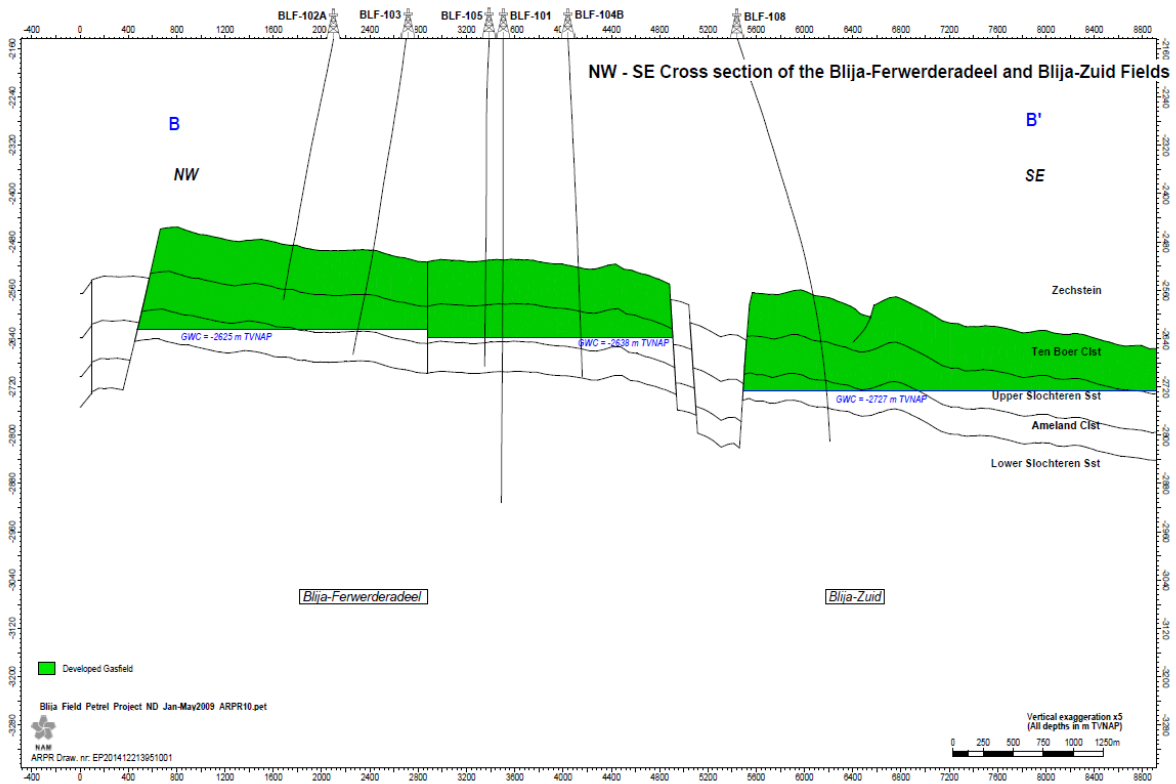
# 13 Bijlage C: Geologische kaarten voor de voorkomens

Kaart van voorkomen



Doorsnede van voorkomens





## **14 Bijlage D: Spanningscondities in een reservoir tijdens hydraulische stimulatie**

Het ontwerp van een hydraulische stimulatie zal altijd zodanig zijn dat een frack op veilige afstand van gekarteerde breuken blijft. Deze bijlage beschrijft de spanningscondities in een reservoir tijdens stimulatie en de situatie voor eventuele niet-gekarteerde breuken.

De spanningscondities in een reservoir rondom een frack kunnen op drie manieren veranderen:

1. Als er vloeistof onder hoge druk weglekt in de formatie. Hierdoor zal een poro-elastische koppeling ontstaan met het gesteente waardoor de effectieve spanningen lager worden. Dit effect wordt beperkt tot maximaal een aantal meters rondom de frack door de vorming van een filter aan de wanden van de frack.
2. Als er thermische spanningen ontstaan vanwege een temperatuurverschil tussen de stimulatievloeistof en het reservoirgesteente. Een hydraulische stimulatie is echter een korte operatie waarbij de invloed zone beperkt zal blijven. Tevens ontstaat er een terugkoppeling met de vloeistofdruk. Met andere woorden, thermische spanningen zullen ervoor zorgen dat de "net pressure" die zorgt voor verdere groei van de frack kleiner wordt.
3. Door schuifspanningen aan de fracture-tip. De schuifspanning bij de punt van de frack kan in een gebied van enkele meters rondom de tip verhoogd worden. Dit proces zorgt ervoor dat de frack kan groeien, maar is zeer beperkt van omvang.

Omdat de invloed van de stimulatie op de spanningen in het reservoirgesteente zeer beperkt zal zijn is er verwaarloosbaar risico voor mogelijke bodembeweging.

De spanningsconditie in een niet-gekarteerde breuk zou kunnen veranderen wanneer er een verbinding ontstaat met de frack. De kans dat een niet-gekarteerde breuk door een frack gereactiveerd wordt is klein op basis van de volgende argumenten:

1. Breuken in Nederland zijn niet kritisch gespannen (van Eijs et al, 2004)<sup>24</sup>
2. De kans op een open breuk in een slecht doorlatend gesteente is beperkt;
3. De vloeistofhoeveelheid is beperkt. Hierdoor is de omvang van een mogelijke spanningsverandering in de breuk en daarmee de omvang van een mogelijke beving beperkt.
4. De vloeistofdruk neemt sterk af met de afstand wanneer er lekkage plaatsvindt.

Deze argumentatie wordt bevestigd door de observatie dat er in Nederland geen enkele waargenomen beving gekoppeld kan worden aan stimulatie activiteiten.

---

<sup>24</sup> Van Eijs, R.M.H.E., Mulders, F.M.M., Nepveu, M., Kenter, C.J., Scheffers, B.C. (2006). Correlation between hydrocarbon reservoir properties and induced seismicity in the Netherlands. Eng. Geol. 84 (3–4), 99–111.