

Formulier aanvraag wijziging winningsplan

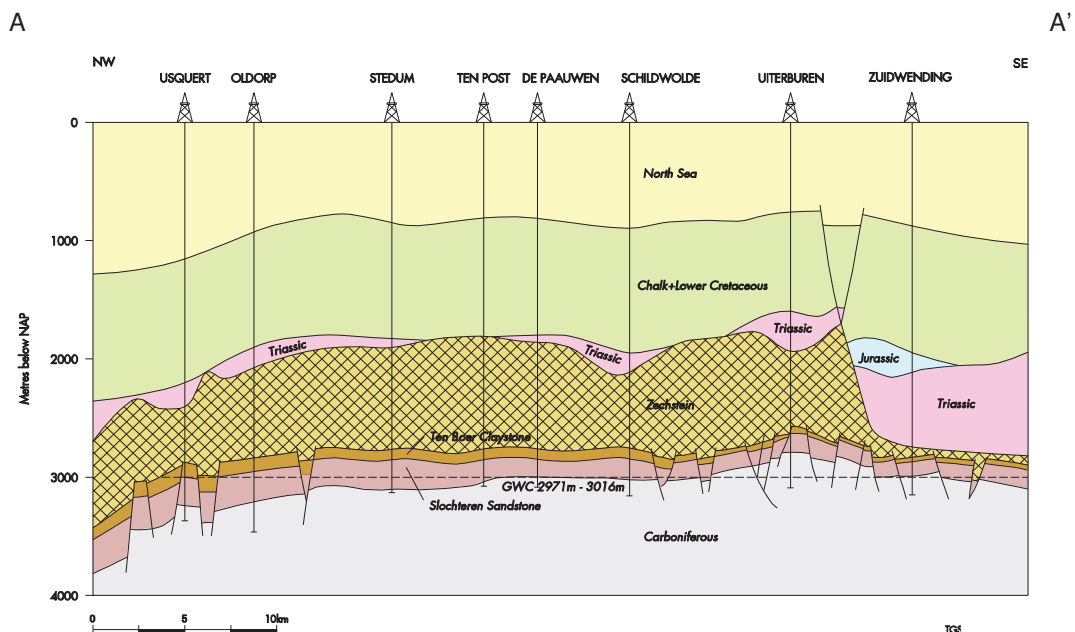
Indienen in zesvoud bij:
 Ministerie van Economische Zaken
 Directie Energiemarkt
 Postbus 20101
 2500 EC DEN HAAG

<u>Artikel</u> 1)	<u>Onderwerp</u>	<u>Beschrijving</u>
Mw 34 lid 1	Verzoek om wijziging voor winningsplan Groningen	<input type="checkbox"/> een winningsplan voor voorkomens in het continentaal plat vanaf de 3 zeemijlszone <input checked="" type="checkbox"/> een winningsplan voor voorkomens in Nederlands territorium tot 3 zeemijl
	A) Algemene gegevens	
	A1.1) Naam indiener	Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V.
	A1.2) Adres	Postbus 28000 9400 HH Assen
	A1.3) Contactpersoon	[REDACTED]
	A1.4) E-mail	[REDACTED]
	A1.5) Telefoon	[REDACTED]
Mw 22	A1.6) Indiener	<input checked="" type="checkbox"/> is houder van de vergunning <input type="checkbox"/> is uitvoerder
	A2) Winningsvergunninggebieden	Winningsvergunningen: <ul style="list-style-type: none"> • Groningen (NAM) • Krummhörn (BEB)
Mw 34 lid 1 Mb 24 lid 1a	A2.1) Voorkomens koolwaterstoffen	<ul style="list-style-type: none"> • Groningen veld, Rotliegend formatie (het voorkomen wordt in het vervolg van het document als 'Groningen veld' aangeduid.)
Mb 24 lid 1a	A2.2) Soort koolwaterstof die wordt gewonnen	<input type="checkbox"/> olie <input type="checkbox"/> hoog calorisch gas <input checked="" 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	A3) Bestaande of nieuwe winning	<input checked="" type="checkbox"/> winningsplan voor reeds bestaande winning (inclusief voorziene uitbreiding) <input type="checkbox"/> winningsplan voor nieuwe winning
Mw 38	A4) Samenloop vergunningen Wet milieubeheer	<input checked="" type="checkbox"/> nee <input type="checkbox"/> ja: te weten:

	<p>B) Bedrijfs- en productiegegevens (waarop artikel 10 lid 1 sub b van de Wet openbaarheid van bestuur <u>niet</u> van toepassing is)</p>
Mw 35 lid 1	<p>B1) Beknopte beschrijving van de winning</p> <p>In 1963 is een start gemaakt met de winning uit het Groningen veld, het grootste onshore gasveld van West-Europa.</p> <p>Het kleine velden beleid heeft er voor gezorgd dat het Groningenveld jarenlang een speciale rol als balansveld heeft kunnen vervullen. Dit betekent dat op momenten dat de marktvrage de bijdrage van de kleine velden overstijgt het gas uit Groningenveld geproduceerd wordt. Deze productie-inzet heeft als gevolg gehad dat het Groningenveld de rol van 'swingproducent' heeft gekregen, waarin in de winter productielocaties vaker en met hogere belasting ingezet worden dan in de zomer. Als gevolg van de lagere bijdrage van de kleine velden en de depletie van het Groningenveld is deze kenmerkende productie-inzet van het Groningen veld aan het veranderen.</p> <p>De volume -en capaciteitsvraag in de winter overschrijden de mogelijkheden van het Groningenveld en worden meer of minder ingevuld door gasproductie uit ondergrondse gasopslagen (UGS). Tijdens de zomermaanden worden deze ondergrondse gasopslagen gevuld. De belasting op de productieclusters tijdens de zomermaanden is toegenomen en zal nog verder toenemen door de afnemende bijdrage van de kleine velden, de toenemende depletie en de toenemende volumes ten behoeve van het vullen van de ondergrondse gasopslagen. Het typische 'swing' productieprofiel; hoge winter- en lage zomerproductie, verandert op deze wijze in een vlakker productieprofiel voor het Groningenveld. Betrouwbaarheid en beschikbaarheid van de productieclusters gedurende het hele jaar zijn van toenemend belang.</p>
Mw 35 lid 1c Mb 24 lid 1c	<p>B1.1) Beknopte beschrijving van wijze van winning door middel van mijnbouwwerken</p> <p>Het Groningen-veld wordt momenteel (najaar 2013) geproduceerd middels 258 putten op 22 productielocaties (20 productieclusters en 2 satellietclusters). Verder zijn er 28 observatieputten die gebruikt worden voor reservoirmanagement, 3 waterinjectieputten en 24 verlaten putten (gesuspenseerd of geabandonneerd).</p> <p>Van de 258 productieputten zijn er 37 putten afgesloten met een E-plug (gesuspenseerd). Deze putten behoren tot de 4 clusters die in 2007/2008 ontmanteld zijn (zie ook Fig. B4).</p> <p>Het geproduceerde gas wordt op de locatie met behulp van permanente behandelingsinstallaties op afleveringsspecificatie gebracht en vervolgens in een ringpijpleiding gevoed. De ringpijpleiding is via 8 overslagstations verbonden met het gastransportnetwerk van Gasunie Transport Services (GTS).</p> <p>De geproduceerde vloeistoffen worden vervoerd naar NAM's Tankenpark in Delfzijl via een water-/aardgascondensaat transportleiding. In Delfzijl worden water en aardgascondensaat gescheiden. Het aardgascondensaat wordt voornamelijk verscheept naar raffinaderijen in het Botlek gebied, het water wordt op locatie Borgsweer in de formatie teruggeïnjecteerd.</p>
Mb 24 lid 1a Mb 24 lid 1c	<p>B2) Geologische beschrijving van het Groningen-veld</p> <p>Het oorspronkelijke gas in het Groningen-veld is gevormd in de koollagen van het geologische tijdperk Carboon. Nadien is het gas gemigreerd naar de bovenliggende poreuze aeolische en fluviatiele zandsteen- en conglomeraatlagen van het Rotliegend (Perm tijdperk).</p> <p>In het zuiden van het veld bevindt ook het bovenste gedeelte van het Carboon zich in de gasvoerende zone (Fig. B1). De reservoirs worden aan de bovenkant afgesloten door het zout van de Zechstein formatie (Laat-Perm tijdperk). Het Groningen veld wordt hoofdzakelijk begrensd door breuken en op een beperkt aantal plaatsen is er sprake van een 'dip closure'.</p>

B2.1) Geologische doorsnede van het Groningen veld

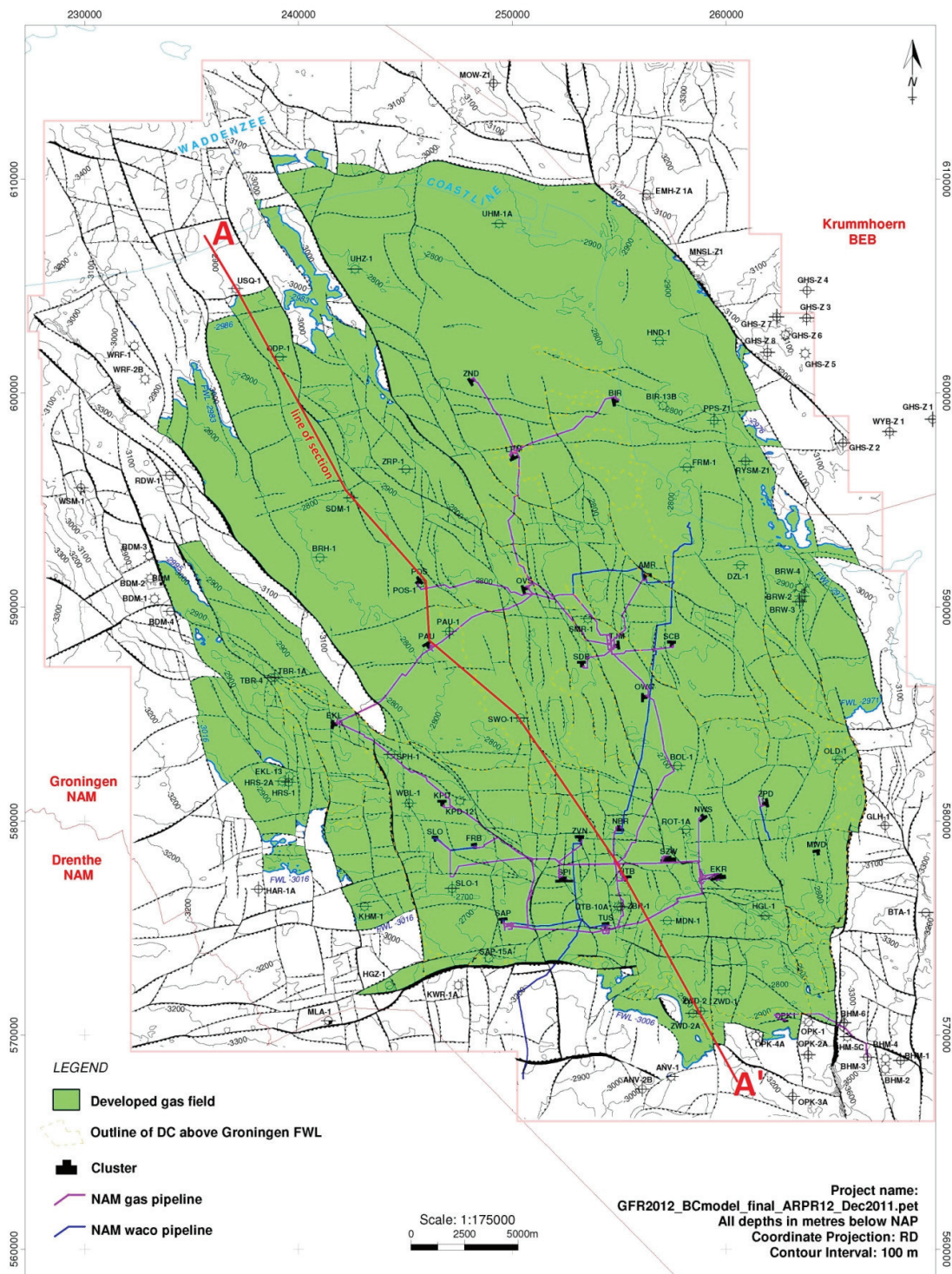
De onderstaande tekening geeft de geologische doorsnede weer van het Groningen veld in een noordwest-zuidoost orientatie (zie Figuur B2 voor structuur kaart).



Figuur B1: Geologische doorsnede van het Groningen veld. Zie sectie A-A' in Figuur B2

NB: Verticale schaal = ongeveer 7x horizontale schaal

B3) Overzicht ligging van het Groningen-veld en mijnbouwwerken



 NAM	Groningen Field Top Rotliegend (RO)			
	Nederlandse Aardolie Mij BV	Project: ARPR	Author: Land Asset	Date: Nov 2012

Figuur B2: Top Rotliegend structuur kaart Groningen veld. Sectie A-A' geeft de locatie van de geologische doorsnede in Figuur B1 weer

Overzicht geboorde putten in het Groningen veld

Locatie	Voorkomen	Putnaam	Status:
Amsweer	Rotliegend	AMR-1,-2,-3,-4,-5,-6,-7,-8,-9,-10,-11,-12	Productie put
Bierum	Rotliegend	BIR-1,-2,-3,-4,-5,-6,-7,-8,-9,-10,-11,-12,-13	Productie put
Eemskanaal	Rotliegend	EKL-1,-2,-3,-4,-5,-6,-7,-8,-9,-10,-11,-12,-13	Productie put
De Eeker 1	Rotliegend	EKR-101,-102,-103,-104,-105,-107,-108,-109,-110,-111,-112	Productie put
De Eeker 2	Rotliegend	EKR-201,-202,-203,-204,-205,-206,-207,-208,-209,-210	Productie put
Froombosch	Rotliegend	FRB-1,-2,-3,-4,-5,-6,-7,-8	Productie put
Koipolder	Rotliegend	KPD-1,-2,-3,-4,-5,-6,-7,-8,-9,-10,-11,-12	Productie put
Leermens	Rotliegend	LRM-1,-2,-3,-4,-5,-6,-7,-8,-9,-10,-11	Productie put
Midwolda***	Rotliegend	MWD-1,-2,-3,-4,-5,-6,-7,-8,-9	Productie put
Noordbroek***	Rotliegend	NBR-1,-2,-3,-4,-5,-6,-7,-8,-9	Productie put
Nw. Scheemda**	Rotliegend	NWS-1,-2,-3,-4,-5,-6,-7,-8,-9	Productie put
Overschild	Rotliegend	OVS-1,-2,-3,-4,-5,-6,-7,-8,-9,-10,-11	Productie put
Oudeweg	Rotliegend	OWG-1,-2,-3,-4,-5,-6,-7,-8,-9,-10,-11	Productie put
De Paauwen	Rotliegend	PAU-2,-3,-4,-5,-6	Productie put
Ten Post	Rotliegend	POS-1,-2,-3,-4,-5,-6,-7,-8,-9,-10,-11	Productie put
Sappemeer	Rotliegend	SAP-6,-7,-8,-9,-10,-11,-12,-13,-15	Productie put
Schaapbulten	Rotliegend	SCB-1,-2,-3,-4,-5,-6,-7,-8,-9,-10,-11	Productie put
Siddeburen	Rotliegend	SDB-1,-2,-3,-4,-5,-6,-7,-8,-9,-10,-11	Productie put
Slochteren	Rotliegend	SLO-2,-3,-4,-5,-6,-7,-8,-9	Productie put
Spitsbergen 1	Rotliegend	SPI-101,-102,-103,-104,-105,-106,-107,-108,-109,-110	Productie put
Spitsbergen 2	Rotliegend	SPI-201,-202,-203,-204,-205,-206,-207,-208,-209	Productie put
Scheemderzwaag 1	Rotliegend	SZW-101,-102,-103,-104,-105,-106,-107,-108,-109,-110	Productie put
Scheemderzwaag 2	Rotliegend	SZW-201,-202,-203,-204,-205,-206,-207,-208,-209,-210	Productie put
Tjuchem	Rotliegend	TJM-1,-2,-3,-4,-5,-6,-7,-8,-9,-10,-11	Productie put
Uiterburen***	Rotliegend	UTB-1,-2,-3,-4,-5,-6,-7,-8,-9,-10	Productie put
't Zandt	Rotliegend	ZND-2,-3,-4,-5,-6,-7,-9,-10,-12	Productie put
Tusschenklappen	Rotliegend	TUS-2,-3,-4,-5,-6,-7,-8,-9,-10	Productie put
Zuiderpolder	Rotliegend	ZDP-1,-2,-3,-4,-5,-6,-7,-8,-9,-10,-11,-12	Productie put
Zuiderveen	Rotliegend	ZVN-2,-3,-4,-5,-7,-8,-9,-10,-11,-12,-13	Productie put
Bolderij	Rotliegend	BOL-1	Observatie put
Barnheem	Rotliegend	BRH-1	Observatie put
Beerta	Rotliegend	BTA-1	Observatie put
Delfzijl	Rotliegend	DZL-1	Observatie put
Farmsum	Rotliegend	FRM-1	Observatie put
Heiligerlee	Rotliegend	HGL-1	Observatie put
De Hond	Rotliegend	HND-1	Observatie put
Hoogezand	Rotliegend	HGZ-1	Observatie put
Harkstede	Rotliegend	HRS-2	Observatie put
Kolham	Rotliegend	KHM-1	Observatie put
Meeden	Rotliegend	MDN-1	Observatie put
Midlaren	Rotliegend	MLA-1	Observatie put
Oldorp	Rotliegend	ODP-1	Observatie put
Oostwold	Rotliegend	OLD-1	Observatie put
Rode til	Rotliegend	ROT-1	Observatie put
Stedum	Rotliegend	SDM-1	Observatie put
Schildmeer	Rotliegend	SMR-1	Observatie put
Schaaphok	Rotliegend	SPH-1	Observatie put
Schildwolde	Rotliegend	SWO-1	Observatie put
Ten Boer	Rotliegend	TBR-2**, -3**, -4	Observatie put
Uithuizermeeden	Rotliegend	UHM-1	Observatie put
Uithuizen	Rotliegend	UHZ-1	Observatie put
Zuidbroek	Rotliegend	ZBR-1	Observatie put
Zeerijp	Rotliegend	ZRP-1	Observatie put
Zuidwending	Rotliegend	ZWD-1,-2	Observatie put
Borgsweer	Rotliegend	BRW-2,-4,-5	Injectie put
Borgsweer	Rotliegend	BRW-1,-3	Verlaten put*
De Eeker	Rotliegend	EKR-106	Verlaten put*
Goldhoorn	Rotliegend	GLH-1	Verlaten put*
Harkstede	Rotliegend	HRS-1	Verlaten put*
De Paauwen	Rotliegend	PAU-1	Verlaten put*
Sappemeer	Rotliegend	SAP-1,2,-3,-4,-5,-14	Verlaten put*
Scheemderzwaag	Rotliegend	SZW-211	Verlaten put*
Slochteren	Rotliegend	SLO-1	Verlaten put*
Ten Boer	shallow	TBR-1	Verlaten put*
Tusschenklappen	Rotliegend	TUS-1	Verlaten put*
Uithuizermeeden	Rotliegend	UHM-2	Verlaten put*
Veelerveen	Rotliegend	VLV-1	Verlaten put*
Woudbloem	Rotliegend	WBL-1	Verlaten put*
't Zandt	Rotliegend	ZND-1,-8,-11,-11B	Verlaten put*
Zuiderveen	Rotliegend	ZVN-1,-6	Verlaten put*

* Verlaten putten zijn gesuspenseerd of volledig geabandonneerd.

** Ondiepe calibratieputten voor wireline tools (~1000m).

*** Wells not in production, safeguarded with an E-plug

Tabel B1: Geboorde putten in het Groningen-veld

B3.1) Situering mijnbouwwerken

De mijnbouwwerken zijn verspreid over 52 operationele locaties volgens het overzicht in voorgaande tabel B1.

De luchtfoto hieronder (afbeelding B3) laat een voorbeeld van een productiecluster zien.



Afbeelding B3: Productie locatie Bierum (GLT gerenoveerd)

Coördinaten van de Groningen locaties

Tabel B2 geeft een overzicht van alle bestaande locaties die onder het Groningen veld vallen, zowel productie-, observatie-, injectie- als afgesloten putten. Coördinaten zijn volgens het Rijks Driehoekstelsel (RD) coördinatensysteem.

Naam Locatie	X	Y		Naam Locatie	X	Y
	[RD, m.]	[RD, m.]			[RD, m.]	[RD, m.]
Amsweer	256264	591481		Ten Post	245635	591366
Bierum	254744	599407		Roode Til	258009	579594
Bolderij	257785	582651		Sappemeer	249530	575385
Barnheem	241070	592308		Schaapbulten	257329	588412
Borgsweer	263667	590544		Siddeburen	253054	587461
Delfzijl	260662	591977		Stedum	242519	594969
Eemskanaal	241539	584421		Slochteren	246416	579285
De Eeker 1	259467	577265		Schildmeer	253551	589480
De Eeker 2	259944	577398		Schaaphok	244144	582943
Froombosch	248233	578952		Spitsbergen 1	252380	577234
Farmsum	258300	594217		Spitsbergen 2	252590	577235
Heiligerlee	261865	575625		Schildwolde	250332	584845
De Hond	256854	602470		Scheemderzwaag 1	257063	578196
Harkstede (*)	239780	582640		Scheemderzwaag 2	257344	578130
Kolham (*)	244434	577802		Ten Boer	238916	586699
Kooipolder	246529	580964		Tjuchem	254927	588194
Leermens	250213	597054		Tusschenklappen	254433	575176
Meeden	258257	574769		Uithuizermeeden	249319	607902
Midwolda	264339	578667		Uithuizen	242643	605801
Noordbroek	255035	579624		Uiterburen	255385	577360
Nieuwscheemda	258995	580208		Zuidbroek	255056	576034
Oldorp	238605	601801		't Zandt	247918	600637
Oostwold	265208	582820		Zuiderpolder	261840	581024
Overschild	250484	590777		Zeerijp	244993	596411
Oudeweg	256115	585671		Zuiderveen	252967	579304
De Paauwen	246052	588368		Zuidwending	259621	571446

* Zie sectie B4 referentie perifere velden

Tabel B2: Coördinaten van de Groningen locaties

Mb 24 lid 1e
Mb 24 lid 1f

B4) Overzicht boringen in het Groningen-veld

Van de productieclusters die momenteel nog in gebruik zijn (figuur B4), werden de meeste putten geboord in de jaren '60 en '70 van de vorige eeuw (zie tabel B3). Initieel werd aangenomen dat het Groningen-veld volledig vanuit het zuiden van het veld geproduceerd zou kunnen worden. Het merendeel van de putten in de zuidelijke clusters is geboord tussen 1965 en 1970. Productie via uitsluitend het zuiden leidde echter al snel tot drukverschillen binnen het veld, waarna ook in het noorden op grotere schaal boringen zijn uitgevoerd. Het merendeel van de putten in de noordelijke clusters is geboord tussen 1970 en 1975.

Locatie	Merendeel boringen
Slochteren	1960-1965
Sappemeer	1965-1971
Tussenklappen	1966-1974
De Eeker 1	1965-1974
Spitsbergen 1	1966-1972
Scheemderzwaag 1	1966-1972
De Eeker 2	1967-1972
Spitsbergen 2	1968-1972
Scheemderzwaag 2	1968-1972
Froombosch	1966-1975
Koiepolder	1970-1971
Zuiderpolder	1970-1971
Eemskanaal	1970-1971
Zuiderveen	1971-1972
Oudeweg	1970-1972
Tjuchem	1971-1972
Siddeburen	1971-1972
Schaapbulten	1971-1972
Amsweer	1972-1973
Overschild	1972-1973
Ten Post	1972-1974
Leermens	1974-1975
Bierum	1975
't Zandt	1974-1976
De Pauwen	1985

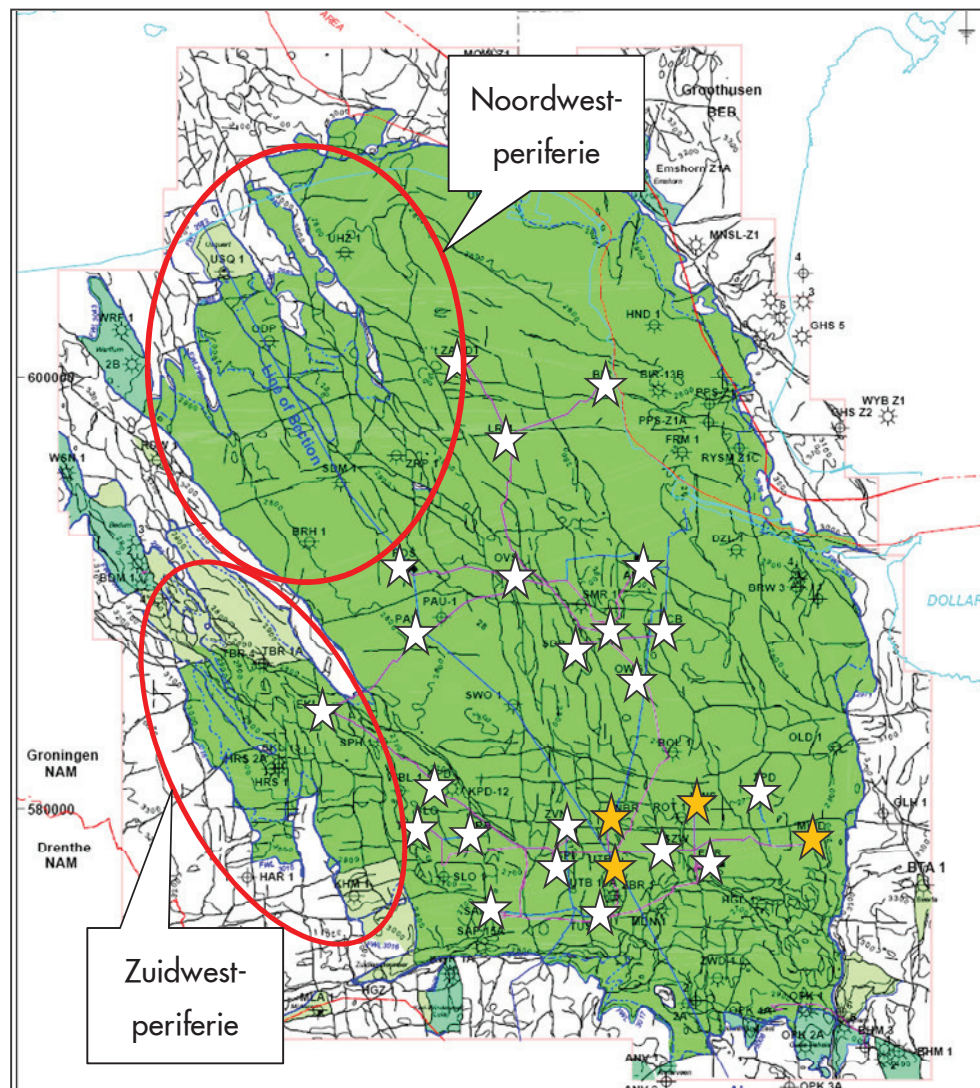
Tabel B3: Overzicht van het merendeel van de boringen in huidige productieclusters. Uitzonderingen hierop vormen putten die initieel als exploratieput gediend hebben en enkele additionele putten.

Na 1975 zijn in enkele clusters zogenaamde 'outstep' putten geboord, om meer te weten te komen over het drukverloop in het reservoir net buiten de productieclusters. Deze outstep putten zijn vervolgens ook in productie genomen.

In de periode 2007-2013 (sinds het vorige winningsplan) zijn drie nieuwe putten geboord, Hoogezand-1 (HGZ-1), 't Zand-11B (ZND-11B) en injectieput Borgsweer-5 (BRW-5). HGZ-1 in de zuidwestelijke periferie van het Groningen veld heeft gas van Groningen kwaliteit aangeboord met een druk die depletie via het hoofdveld suggereert. Om die reden is de put niet in productie genomen.

ZND-11B in het noorden van het veld had als belangrijkste doelstelling om informatie over reservoir druk en veranderingen in het gas-water contact te verkrijgen. De acquisitie van data was succesvol, maar door technische problemen kon de put niet in productie worden genomen.

BRW-5 is geboord ter vervanging van de bestaande injectieput BRW-4 die door corrosie eveneens technische problemen ondervond. BRW-5 wordt gebruikt voor voor waterinjectie onder de gasvoerende laag. Daarnaast is van de gelegenheid gebruik gemaakt om in deze put een uitgebreid data acquisitie programma uit te voeren ten behoeve van onderzoek naar aardbevingen. Volgens planning wordt BRW-5 operationeel in december 2013.



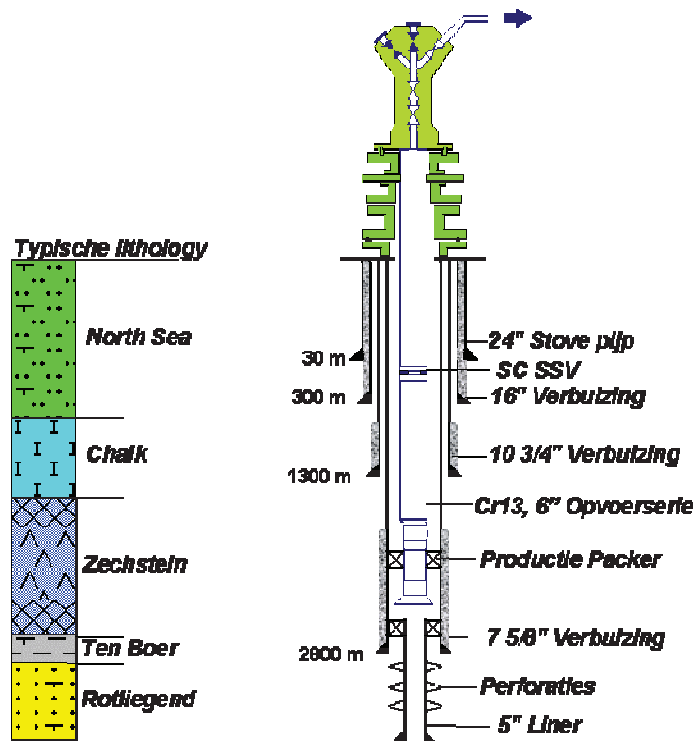
Figuur B4: Groningen veld met locaties van bestaande productieclusters (sterren) en een aanduiding van de noord- en zuidwestelijke periferie (activiteiten beschreven in sectie B5.2.3)

Mb 24 lid 1g

B4.1) Schematische voorstelling putverbuizing(en)

De 258 productieputten van het Groningen-veld zijn uitgerust met 5", 6", 7 5/8" en 9 5/8" opvoerseries.

Figuur B5 toont een schematische voorstelling van een typische productieput in het Groningen veld en de geassocieerde lithologie:



Figuur B5: Schematische voorstelling van een Groningen productie put met een 6" opvoerbuis

Verder zijn de putten Eemskanaal-2, Zuiderveen-5 en -12 uitgerust met een 'Solid Expandable Tubular' (SET), waarbij de 7 5/8" verbuizing niet zoals in conventionele putten tot aan het maaiveld loopt (zie ook sectie B5.1). De SET is bekleed met een expandeerbare Cr-13 buis tot een diepte van circa 900 meter, overgaand in een conventionele 7 5/8" opvoerserie.

De recentelijk geboorde injectieput Borgsweer-5 is om corrosie te voorkomen afgewerkt met een Cr-25 opvoerserie. Daarnaast is een verlengde tail pijp gebruikt over de productie liner, om corrosie van de productie liner in het gashoudende deel van het reservoir te voorkomen.

Mb 24 lid 1h

B4.2) Plaats en wijze waarop koolwaterstoffen in de verbuizing treden

De producerende intervallen van het Rotliegend reservoir staan in communicatie met de verbuizing door middel van perforaties in de 'liner' of in het laagste gedeelte van productieverbuizing. Het totaal geperforeerde interval varieert tussen de 40 en 160 meter. Dit resulteert in een netto perforatielengte variërend van 20 tot 90 meter. De top van de perforaties ligt gemiddeld op 2.650 m TVNAP en de laagste perforaties gemiddeld op 2.900 m TVNAP (verticale diepte ten opzichte van Normaal Amsterdams Peil). De koolwaterstoffen worden op natuurlijke wijze ten invloed van reservoirdruk en door middel van compressie (zie sectie B5) omhoog gevoerd.

Mb 24 lid 1c

B5) Productieontwikkelingsstrategie

De omvang van de productie uit het Groningen veld wordt vooral bepaald door de afnamevraag van GasTerra op basis van de fluctuerende marktvraag en binnen de grenzen van de vastgestelde Groningen plafonds, zie ook sectie B5.3. Tot op heden was de capaciteit van het veld ruim voldoende om aan die fluctuerende vraag te voldoen. Hier zal in de toekomst verandering in komen als gevolg van de geleidelijk dalende druk in het veld en de daarmee gepaarde geleidelijke afname van de productiecapaciteit. De wijze waarop ook in de toekomst een efficiënte en verantwoorde gasproductie gewaarborgd kan worden is vastgelegd in een productiefilosofie (sectie B.5.1).

Onderdeel van de aangepaste productiestrategie is de beheersing van de door de gasproductie veroorzaakte seismische 'hazard', om de effecten op de bovengrond te beperken. De productiestrategie is gebaseerd op een risico-analyse met betrekking tot de veiligheid van de bewoners en is gekoppeld aan het Borgingsprotocol "Seismisch Risico Groningen" (Sectie C).

	<p>De praktische uitvoering van die filosofie via uitgebreide monitoring, data-aquisitie en ontwikkeling in de vorm van putprojecten en compressie projecten zijn onderdeel van de productieontwikkelingsstrategie voor het Groningen veld (sectie B.5.2 en verder).</p>
Mb 24 lid 1ic	<p>B5.1) Productiefilosofie</p> <p>Het door de NAM beheerde Groningen Systeem is het grootste van NAM's 14 productiesystemen. Het bestaat uit het Groningen veld, Underground Gas Storages (UGS) Norg en Grijskerk, en het WACO systeem. De Alkmaar UGS maakt ook deel uit van het Groningen Systeem, maar wordt beheerd door TAQA. De maximale capaciteit van het systeem (inclusief UGS Alkmaar) is eind 2013 bij benadering 400 mln Nm³/d. Het Groningen Systeem werkt momenteel nog als 'swing producer' (zie ook sectie B.1).</p> <p>De productiefilosofie van het Groningen systeem is gebaseerd op maximalisatie van de waarde binnen de grenzen van verantwoord opereren van het veld:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Het leveren van gas volume en capaciteit • Het maximaliseren van de beschikbaarheid van de gas productie capaciteit, het maximaliseren van het winbare gasvolume en de levensduur van het Groningen veld • Het beperken van de effecten van bodembeweging die door de gaswinning wordt veroorzaakt <p>Deze tweedeling in planmatig beheer en verantwoord opereren zoals die voortvloeit uit de Mijnbouwwet is navolgend uitgewerkt.</p> <p>Efficiënte gasproductie</p> <p>Het leveren van volume en capaciteit, in combinatie met het garanderen van een minimum capaciteit over langere tijd, is het doel van het kleine velden beleid (zie sectie B1). In de zomer is de gasvraag relatief laag, waardoor minder productieclusters ingezet worden dan in de winter.</p> <p>Het maximaliseren van het winbare gasvolume en de levensduur van de productiefaciliteiten heeft als doel om optimaal te voldoen aan de energievraag in Nederland en Noordwest Europa, op een economisch verantwoorde manier.</p> <p>Het minimaliseren van drukverschillen over het veld is een algemeen aanvaarde 'best practice' binnen de industrie, die leidt tot een hogere productiecapaciteit en een efficiëntere winning van de totale volumes.</p> <p>Verantwoorde gas productie</p> <p>Bijna elke industriële activiteit brengt risico met zich mee. Dit risico staat tegenover de toegevoegde waarde die deze activiteit brengt voor de samenleving. Risico en toegevoegde waarde zullen proportioneel moeten worden beoordeeld.</p> <p>Ten behoeve van verantwoorde gaswinning heeft de NAM in het afgelopen jaar een uitgebreid onderzoeksprogramma uitgevoerd om de door gasproductie geïnduceerde aardbevingen in het veld beter te begrijpen. Het onderzoeksprogramma heeft geleid tot verbeterde inzichten en vormt de basis voor het inschatten van het seismische risico. Dit onderzoek is samenvattend beschreven in de "Technische Bijlage Groningen Winningsplan 2013" (Bijlage A). Mede door het statistische gezien onvoldoende aantal betrouwbaar geregistreerde bevingen (er zijn sinds 1994 ca 250 aardbevingen met een magnitude M>1.5 geregistreerd) is er sprake van een aanzienlijke onzekerheidsband. De voortzetting van het seismische studie- en metingenplan om deze onzekerheden te verkleinen, kent een plaats in het "Borgingsprotocol Seismisch Risico Groningen" (Bijlage C).</p> <p>Sectie C3 beschrijft de verwachte bevingszwaarten over de komende 3, 5 en 10 jaar. Korthedshalve wordt daarnaar verwezen. Het Borgingsprotocol "Seismisch Risico Groningen" en bijbehorende Meet- en Monitoringsplan zullen de monitoring en de beheersing van de seismische activiteit waarborgen om te voorkomen dat het risico de acceptabele grenzen gaat overschrijden.</p> <p>Om de grootste risico-elementen weg te nemen en anticiperend op een mogelijke toename in seismische activiteit heeft de NAM een programma in uitvoering om het huidige huizenbestand en infrastructuur te inspecteren en waar nodig tijdig te versterken in overeenstemming met de voorspelde risico's (Sectie C 6.2). Ook de voortgang van dit programmaonderdeel zal een borging vinden in het genoemde Borgingsprotocol en Meet- en Monitoringsplan.</p>

Mb 24 lid 1ic	<p>B5.2) Reservoirmanagement</p> <p>Reservoirmanagement richt zich op de praktische uitvoering van de hierboven genoemde productiefilosofie. De activiteiten kunnen onderverdeeld worden in vier groepen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Het monitoren en onderhouden van de productieputten. • Het verkrijgen van aanvullende meetgegevens, zoals bijvoorbeeld metingen in nieuwe putten, bodemdalings- en aardbevingsmonitoring en meetgegevens die gebruikt worden voor het calibreren en optimaliseren van reservoir modellen. • Het boren van nieuwe productieputten in die delen van het veld waar een hogere mate van druk equalisatie gerealiseerd kan worden. Dit kan mogelijk tot een reductie van het seismische risico leiden. De mate van risico reductie zal ingeschat worden met behulp van geomechanische modellen • Het installeren van tweedetraps- en derdetrapscompressie in het licht van doelmatige winning. <p>B5.2.1) Monitoring en onderhoud</p> <p>In de brief aan de minister en SodM van 21 januari 2013 (EP201301221641) wordt onder B uitleg gegeven over het versnelde data acquisitie- en studieprogramma voor geïnduceerde aardbevingen dat is uitgevoerd in 2013.</p> <p>De voortzetting van dit programma is in onderdeel B5.1 beschreven. Verder wordt in het “Well, Reservoir and Facilities Management Plan 2013” (bijlage B) een gedetailleerde beschrijving van de monitoringsstrategie voor met name de productieputten verstrekt. Daarnaast wordt voor alle putten bepaald of er onderhouds- of hestelwerkzaamheden plaats moeten vinden in jaarlijkse review sessies. Ook kansen om de productiecapaciteit van een put of cluster te vergroten (bijvoorbeeld herperforaties of het schoonmaken van een compressorkoeler) worden in deze sessies geïdentificeerd en geprioriseerd. Aan de hand van de monitoringsstrategie en de review sessies wordt vervolgens jaarlijks een activiteitenplan opgesteld met hierin de volgende activiteiten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capaciteits- en productiemetingen vanaf productieclusters: Op productieclusters worden op regelmatige basis capaciteits- en productiemetingen uitgevoerd. De verkregen data worden gebruikt om het model van het Groningen veld te actualiseren, waardoor capaciteitsvoorspellingen op zowel korte als lange termijn verbeterd worden. • Druk- en temperatuurmetingen in productieclusters en observatieputten: Sinds de ontdekking van het Groningen veld worden op regelmatige basis druk- en temperatuurdata in productie- en observatieputten verzameld. Deze gegevens worden gebruikt voor het calibreren van de history match van het Groningen veld en zijn daarom belangrijke input voor de jaarlijkse bepaling van de capaciteit en gasreserves. Dit is ook van belang voor de modellering van bodemdaling. • Karakterisatie van het reservoir: Om meer te weten te komen over de eigenschappen van het reservoir in de nabijheid van putten worden testen uitgevoerd waarbij de invloed van productie op het reservoir alsmede de drukopbouw na productie worden gemonitord. Historisch gezien zijn om en nabij 400 van dit soort testen uitgevoerd. Daarom worden deze testen nu enkel op een ad-hoc basis uitgevoerd en wanneer een nieuwe put is geboord. • Metingen van het gedrag van de aquifer: Het gedrag van de aquifer onder het Groningen veld wordt gemonitord in de delen van het veld waar de aquifer actief is. Deze data worden gebruikt voor zowel de history match als het voorspellen van capaciteit. • Metingen in putten met een Solid Expandable Tubular: Putten met een Solid Expandable Tubular worden nauwlettend gemonitord en waar nodig worden metingen gedaan om de integriteit van de put te controleren. • Monitoring van gassamenstelling: Op alle productieclusters wordt de samenstelling van het gas gemonitord op clusterniveau. Op clusters die gevoelig zijn voor beperkte instroom van gas met een afwijkende samenstelling worden ook regelmatig gasmonsters genomen van individuele putten. • Compactiemetingen: In verschillende observatieputten worden op regelmatige basis compactiemetingen uitgevoerd.
---------------	--

- Het meten van (micro-)seismische activiteit in ondiepe en diepe boorgaten:
Het monitoren van seismische activiteit vindt plaats via het seismische meetnetwerk beheerd door het KNMI, zowel in ondiepe putten als bovengronds (Zie verder sectie C en het Meet- en Monitoringsplan).

B5.2.2) Data-acquisitie

Om meer informatie in te winnen over de aardbevingen in het Groningen veld wordt additionele data vergaard (Zie verder Sectie C en het Meet- en Monitoringsplan), zoals:

- Bodemdalingsmetingen
- Het meten van (micro-)seismische activiteit in ondiepe en diepe boorgaten met geophonen
Het monitoren van seismische activiteit vindt plaats via het seismische meetnetwerk van het KNMI, zowel in putten (geophonen) als bovengronds (accelerometers)
- Het meten van (micro-)seismische activiteit middels accelerometers die in/aan bebouwing is bevestigd
- Een uitgebreid programma van boorgatmetingen in nieuw te boren putten.
- Het meten van bodemdaling met behulp van INSAR satelliettechnologie.

B5.2.3) Ontwikkeling: putprojecten

Deze paragraaf geeft een nadere invulling aan de actualisatie zoals deze op 21 december 2012 aan de minister is gerapporteerd (EP201212205148).

In de periode 2012 – 2017 worden diverse putprojecten opgestart die tot doel hebben om de productiecapaciteit, en mogelijk ook de winbare reserves te vergroten. Daarnaast bevorderen deze putprojecten een zo gelijkmatig mogelijke drukafname over de gehele omvang van het veld hetgeen mogelijk een gunstig effect kan hebben op het reduceren van het seismische risico. In vervolg op een grote Groningen veldstudie, afgerond in 2012, is een inventarisatie gemaakt van mogelijke nieuwe putlocaties. Deze locaties bevinden zich vooral in de perifere delen (randen) van het Groningen veld, met name in die delen waarvan aangetoond is, of verwacht wordt, dat de druk achterblijft in vergelijking met de centrale delen van het veld (waar zich de productieclusters bevinden). Twee gebieden, de Zuid-Westelijke en de Noord-Westelijke periferie (zie figuur B4), hebben een hoge prioriteit op basis van de productiefilosofie. Zoals vermeld in de doelen voor productiefilosofie en reservoir management is van belang het veld zo te produceren dat eventuele negatieve gevolgen van de winning voor bevolking en infrastructuur worden geminimaliseerd. Elk ontwikkelingsplan zal daarom gecombineerd worden met een gedetailleerd data acquisitie- en monitoringsplan zoals omschreven in sectie B5.2.1 en B5.2.2

De ontwikkelingsplannen die overwogen worden, worden hieronder kort toegelicht:

- Ontwikkeling van de Noord-Westelijke periferie. Dit betreft het gebied met bestaande observatielocatie's Barheem, Stedum en Zeerijp. Het ontwikkelingsplan omvat voor deze locaties:
 - Een productiepijpleiding naar een bestaand productiecluster (Leermens of 't Zandt of Ten Post).
 - Het boren van een aantal nieuwe putten.
 - Aanpassing en uitbreiding van de bestaande installaties.
 - Het mogelijk inrichten van een nieuwe locatie.
- Verdere ontwikkeling van de Zuid-Westelijke periferie. Dit betreft het gebied met de bestaande productieclusters Eemskanaal, Kooipolder en Froombosch, en de observatielocaties Kolham, Harkstede en Ten Boer. Het ontwikkelingsplan omvat voor dit gebied:
 - Het boren van van een aantal nieuwe putten.
 - Het in gebruik nemen van een nieuwe boorlocatie, inclusief het aanleggen van een productiepijpleiding naar een bestaand productiecluster
 - Het boren van additionele putten in bestaande productieclusters (Eemskanaal, Kooipolder, Froombosch)

- Ontwikkeling van mogelijke gasvoorkomens in het Carboon onder het Groningen veld en in de Ten Boer.
 - Recente studies hebben aangetoond dat de ontwikkeling van het Carboonmet grote technische en financiële risico's gepaard gaat, en daarom tot nader order is uitgesteld. De inzichten kunnen veranderen wanneer nieuwe kennis en technologie beschikbaar komt. Zo kunnen ervaringen die opgedaan worden in Carboon velden in oostelijk Nederland nieuwe inzichten verschaffen.

B5.2.4) Ontwikkeling: compressie

Om capaciteit en leveringszekerheid in de toekomst te waarborgen zijn de 29 oorspronkelijke Groningen productieclusters als onderdeel van het 'Groningen Long Term' (GLT) project (afgerond in 2009) als volgt gerenoveerd:

- Modernisering van 17 productieclusters en installatie van compressie.
- Modernisering en (2 aan 2) samenvoeging van 6 productieclusters tot 3 productieclusters en installatie van 3 compressoren op deze samengevoegde productieclusters.
- Transformatie van 2 productieclusters tot 2 satellietclusters, elk door middel van een natgas pijpleiding verbonden met een naburig productiecluster.
- Ontmantelen van 4 productieclusters waarbij alleen de putten behouden zijn. Deze zullen later mogelijk tot satellietcluster worden omgebouwd.

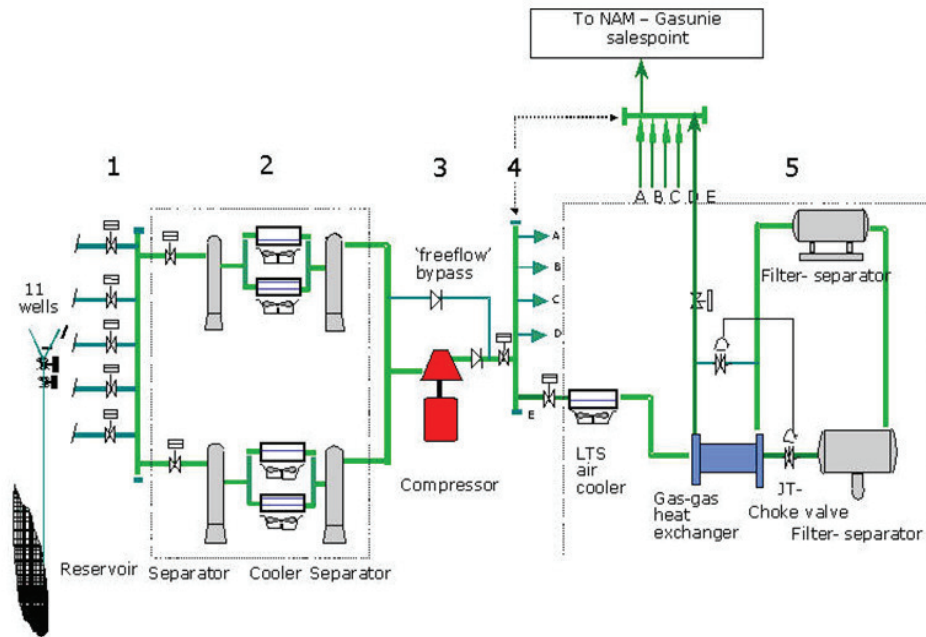
Naast het werk aan de productieclusters zijn ook enkele Overslagen (OV's) gerenoveerd.

Op alle gemoderniseerde productieclusters wordt het gas van de putten verzameld in één verzamelleiding, samen met de natgas pijpleiding van de eventuele satellietclusters. Vanuit deze verzamelleiding stroomt het gas via inlaatkoelers en separatoren naar de compressor.

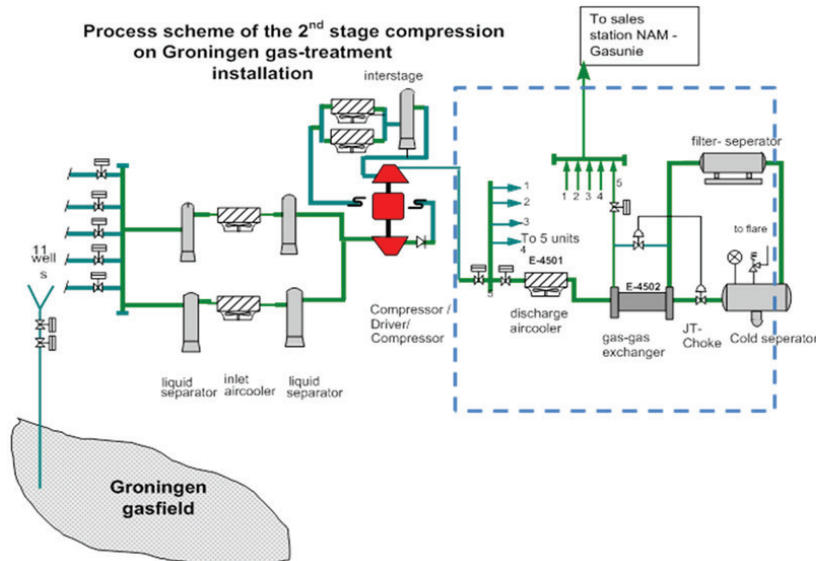
De compressor brengt het gas op druk voor het behandlingsproces, dat net als vóór de modernisering bestaat uit (per behandelingstrein) een luchtkoeler, gas/gaskoelers, een expansieklep en separatoren. De expansieklep zorgt voor de koeling van het gas middels het Joule-Thompson effect. Water en zwaardere koolwaterstoffen condenseren en worden afgescheiden in de separatoren achter de expansieklep. Op 15 van de 20 productieclusters zijn 5 behandelingstreinen geïnstalleerd. Op de samengevoegde productieclusters en op de productieclusters met een aangesloten satelliet cluster zijn 3 behandelingstreinen geïnstalleerd. Het gedroogde gas uit de behandelingstreinen wordt via een verzamelleiding naar het gastransportsysteem geleid.

Op enkele productieclusters hebben de putten nog voldoende druk om ook zonder compressor te kunnen produceren, en is de compressor voorzien van een 'free flow' bypass. Over enkele jaren is op geen enkele cluster nog 'free flow' mogelijk.

Een schematische voorstelling van het gasbehandlingsproces is gegeven in de navolgende figuren 6.



Figuur B6a: Schematische voorstelling gasbehandelingsproces voor productieclusters



Figuur B6b: Schematische voorstelling gasbehandelingsproces voor productiecluster Schaapbulten, waar een tweede compressie stap is geïnstalleerd.

Vanwege steeds verder dalende reservoirdrukken zullen er in de toekomst additionele compressor trappen worden geïnstalleerd, voorzien van interstage koelers. Het technische concept voor een tweede traps compressie wordt momenteel uitgetest op productiecluster Schaapbulten. Bij gebleken geschiktheid wordt het concept vervolgens toegepast op (een deel van) de overige productieclusters. Een uitgebreide modelleerstudie naar de optimale fasering en implementatie van installatie van tweede traps compressie en later ook derde traps compressie zal worden afgerond in 2014.

B5.3) Omvang van de winning

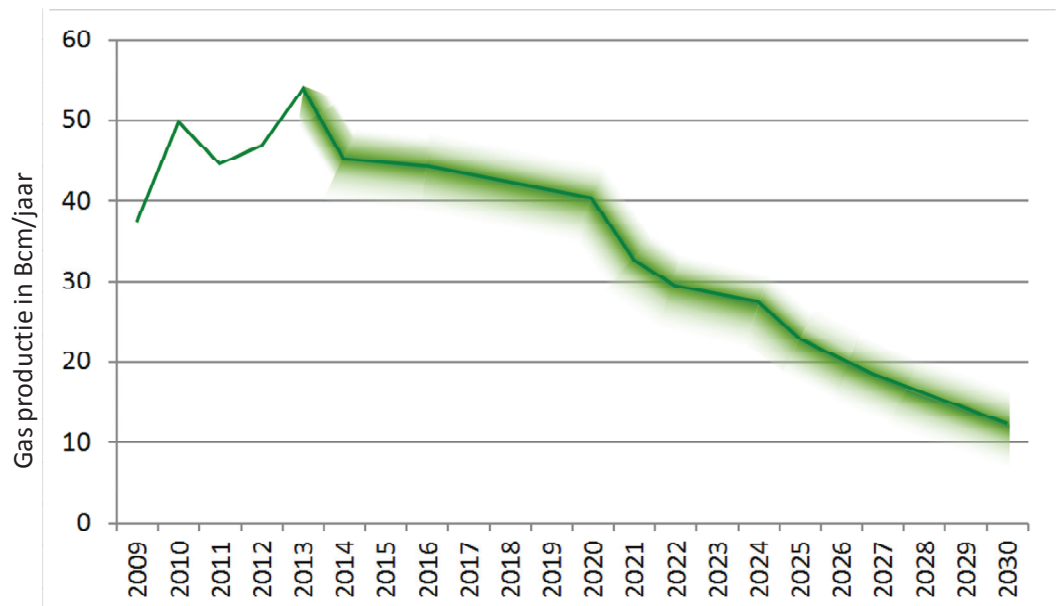
De omvang van de winning uit het Groningen veld is afhankelijk van de productievraag welke wordt bepaald door GasTerra in het kader van de rol van het Groningen Systeem (inclusief UGS) als 'swingproducer' in de Noordwest Europese gasmarkt. De totale hoeveelheid gas die over een bepaalde periode door GasTerra afgenomen mag worden (art 55 Gaswet), wordt vastgelegd bij ministerieel besluit. In de planning is er van uitgegaan dat de totale hoeveelheid gas die onder dit besluit aan GasTerra geleverd gaat worden 425 mrd m³ (GE) is voor de periode 2006 – 2015 (1e vaststelling Groningenplafond) en 42,5 bcm (GE) per jaar gemiddeld voor de periode 2006 – 2020 (combinatie van 1^e vaststelling en 2^e vaststelling). De hoeveelheid per dag is afhankelijk van de door GasTerra binnen het kader van het technische Leveringscontract gevraagde hoeveelheid. Deze volumevraag van GasTerra wordt beïnvloed door factoren zoals: de marktvraag, het weer, de productie uit andere velden, de import van gas uit het buitenland, en het gebruik van kwaliteitconversie en UGS (voor zover beschikbaar voor gebruik door derden).

Jaarlijks ontvangt NAM van GasTerra de capaciteit- en volumebehoefte middels het Groningen Bestel Capaciteit (GBC) document waarin de Groningen productiecapaciteitprognose voor de volgende 5 jaar wordt vastgelegd. De maandelijkse capaciteitsvraag in het lopende jaar wordt door GasTerra bepaald middels de Maand Bestelbrief Groningen (MBG).

Prognoses voor de langere termijn (een periode van 25 jaar) worden vastgelegd in de zogenaamde "Prisma" studie. De PRISMA studie betreft een studie waarin vraag en aanbod voor het Groningen veld worden afgestemd. Het model op basis waarvan deze studie wordt uitgevoerd wordt regelmatig geactualiseerd.

Als gevolg van het doorlopen van de beheerscyclus voor het seismische risico zoals beschreven in het Borgingsprotocol, kan het productieprofiel van het veld worden bijgesteld.

Op basis van de verwachtingen zal het Groningen veld vanaf 2020 de eindfase ingaan en de productie jaarlijks snel verder afnemen vanwege de teruglopende productiecapaciteit. Het te verwachten productieprofiel is te zien in figuur B7.



Figuur B7: Groningen volumes in Bcm/jaar. Vanaf 2020 zal de productie van het Groningen veld snel afnemen vanwege teruglopende productiecapaciteit.

Mw 35 lid 1b	<p>B5.4) Duur van de winning</p> <p>Het einde van de winning zal primair door economische factoren bepaald worden.. Daarnaast kunnen onvoorziene niet-technische, technische, of andere omstandigheden de duur van de winning beïnvloeden.</p> <p>Het huidige lange-termijn veldontwikkelingsplan voorziet er in dat de productiefaciliteiten zo optimaal mogelijk blijven functioneren. Het onderhoudsprogramma is gericht op zowel preventief als buitengewoon onderhoud en vervanging van de bestaande infrastructuur.</p> <p>Gebaseerd op de huidige economische en technische parameters is de verwachting dat het Groningen veld tot 2080 in productie blijft. Voortdurende uitgaven als gevolg van aardbevingsschade kunnen de economische levensduur van het veld verkorten en abandonnering vervroegen.</p>
Mb 24 lid 1i	<p>B6) Stoffen die jaarlijks worden meegeproduceerd</p> <p>Met de gasproductie worden gecondenseerd water en aardgascondensaat meegeproduceerd en gescheiden van de gasstroom: de water-gas ratio bedraagt 6-12 m³/10⁶ Nm³ en de aardgascondensaat-gas ratio 0.3-0.8 m³/10⁶ Nm³. Als gevolg van de drukafname in het veld zal de water-gas ratio geleidelijk toenemen.</p> <p>In het Groningen veld is doorbraak van formatiewater momenteel niet significant, met uitzondering van de put Eemskanaal-13. In enkele andere putten wordt de aanwezigheid van formatiewater gesuggereerd door een verhoogde concentratie chloriden. Het kan niet worden uitgesloten dat de doorbraak van formatiewater in de toekomst een grotere rol zal spelen op de flanken van het Groningen-veld. De monitoring van waterproductie wordt beschreven in het “Well, Reservoir and Facilities Management Plan for Asset Groningen” (bijlage B).</p>
Mb 24 lid 1i	<p>B7) Jaarlijks eigen gebruik bij winning</p> <p>De hoeveelheid gas voor eigen gebruik in het Groningen-veld was in 2013 ongeveer 19 mln Nm³. Dit gas wordt hoofdzakelijk gebruikt voor het gasbehandelingsproces (afblazen, fakkelen en fornuizen). Voor het comprimeren van het gas is in 2013 zo'n 90 mln m³ gebruikt. Over de resterende levensduur van het veld (tot 2080) wordt het eigen gebruik geschat op circa 240 mln m³ en het gas benodigd voor compressie op circa 15 mrd m³.</p> <p>De hoeveelheid gas voor eigen gebruik varieert afhankelijk van de jaarlijkse productie. De totaal verbruikte hoeveelheid gas in de afgelopen 40 jaar bedroeg 291 mln Nm³ (totaal verbruik sinds het begin van productie is 562 mln Nm³). Daarnaast is bij het in installeren van de Ondergrondse Gas Opslagen 440 mln Nm³ door NAM gebruikt. In de komende jaren zal het eigen verbruik toenemen ten gevolge van de dalende reservoirdruk en de hiermee samenhangende toename van compressiegebruik.</p> <p>Naast het eigen verbruik voor het opereren van het Groningen veld wordt ook het gas voor het opereren van het Schoonebeek veld uit het Groningen veld betrokken.</p>
Mb 24 lid 1j	<p>B8) Jaarlijks bij winning afgefakkelde koolwaterstoffen</p> <p>Met het gereedkomen van de renovatie van de clusters als onderdeel van het GLT project zijn nagenoeg alle fakkels verdwenen. (Er staan nog een aantal van de oorspronkelijke fakkels op sommige lokaties, die door GasUnie kunnen worden gebruikt om gas uit hun pijpleidingnet af te fakkelen als er onderhoud of reparaties worden gepleegd). Het jaarlijks door NAM afgefakkelde volume is dan ook substantieel afgenomen. Hierbij dient te worden aangetekend dat jaarlijkse schommelingen kunnen voorkomen, als gevolg van buitengewone putactiviteiten, ringleidingactiviteiten en onderhoudswerkzaamheden, en cluster-onderhoudswerkzaamheden.</p>

B9) Jaarlijks bij winning in de ondergrond terug te brengen delfstoffen en andere stoffen

Twee beschikbare injectieputten te Borgsweer worden gebruikt om formatiewater en niet afscheidbare delen (hulpstoffen) te injecteren in het Rotliggend zandsteen reservoir. In 2013 is vanaf de Borgsweer locatie een nieuwe injectieput BRW-5 geboord, ter vervanging van de bestaande put BRW-4 die technische problemen ondervond.

Het geïnjecteerde water is afkomstig van productielocaties in ondermeer Groningen, Friesland en Drenthe. Tevens wordt het van de Den Helder ontvangst installatie en van de locatie-hoekbakwater van gasproductielocaties in Noord-Nederland en de waterstroom van de Reststoffen Bewerkingsinstallatie (RBI) geïnjecteerd in Borgsweer.

	<p>C) Gegevens inzake bodembeweging</p>
Mw 35 lid 1f	<p>C1) Aard van de bodembeweging</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> bodemdaling</p> <p>Door de winning van koolwaterstoffen uit olie- en gasvoerende gesteentelagen zal de druk in de poriën van het gesteente verminderen waardoor compactie van de olie- en gasvoerende lagen optreedt. Dit manifesteert zich aan de oppervlakte in de vorm van bodemdaling. Zie voor een uitgebreide beschrijving van het bodemdalingsproces “<i>Bodemdaling door Aardgaswinning –NAM-velden in Groningen, Friesland en het Noorden van Drenthe– Status Rapport 2010 en Prognose tot het jaar 2070</i>” (EP201006302236).</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> bodemtrilling</p> <p>Compactie van de olie- en gasvoerende lagen kan onderlinge beweging tussen gesteentemassa's veroorzaken. Dit kan zich soms aan de oppervlakte manifesteren in de vorm van aardbevingen.</p>
Mb 24 lid 1m	<p>C2) Bodemdalingscontouren (uiteindelijk verwachte mate van bodemdaling)</p> <p>Gebaseerd op beschikbare gegevens over de ondergrond (B2) en het productiescenario zoals geschetst in B5.3, is een prognose opgesteld voor de bodemdaling ten gevolge van gaswinning uit het Groningen voorkomen.</p> <p>Geactualiseerde geologische en reservoir dynamische modellen liggen ten grondslag aan dit geomechanische model.</p> <p>De belangrijkste aanpassingen ten opzichte van het vigerende winningsplan Groningen 2007 zijn:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Actualisering van het geologische en dynamische reservoirmodel van het gebied. • Het toepassen van een op diffusie gebaseerd compactiemodel voor het reservoir. <p>Diffusie mechanisme in het reservoir</p> <p>De resultaten van bodemdalingsmetingen op Ameland en in de Waddenzee laten zien dat de bodemdaling in de beginfase van de productie een zekere vertraging heeft ten opzichte van de drukdaling in het veld. Dit effect speelt ook een rol aan het einde van de productie: de bodemdaling stopt niet direct bij beëindiging van de productie. Een mogelijke verklaring voor deze observatie is dat er een diffusieproces optreedt in het reservoir. Dit wordt ook waargenomen in de bodemdalingsmetingen boven Groningen.</p> <p>Het exacte fysische proces (of combinatie van processen) dat de waargenomen tijdsafhankelijke daling veroorzaakt is onbekend. Er zijn echter een aantal mogelijke hypothesen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • De waarnemingen zijn een artefact dat veroorzaakt wordt door de mogelijk slecht gemodelleerde ruis in de bodemdalingsdata, • Het vaste korrelskelet van het reservoirgesteente compacteert op een (lange termijn) tijdsafhankelijke manier • De huidige reservoirmodellen ondervangen niet voldoende de mogelijke drukveranderingen in de onderliggende watervoerende pakketten • Het gekoppeld poromechanisch gedrag in een materiaal met 'long-tail' distributie van de permeabiliteit. <p>Al deze mogelijkheden afzonderlijk kunnen het waargenomen anomale gedrag verklaren, waarbij het ook mogelijk is dat combinaties van hypothesen voorkomen. In eerdere compactiemodelleringen werd een lineair compactiemodel gebruikt. Dit model past goed met de bodemdaling in de beginfase van de productie, maar minder goed met de langer doorgaande bodemdaling aan het einde van de productie. Door toepassing van het diffusiemechanisme past het model voor gasvelden als Ameland en Anjum beter met de metingen voor zowel de beginfase als de eindfase. De diffusie komt uiteindelijk tot uitdrukking in de volumerek van het reservoirgesteente, die vervolgens de bodemdaling veroorzaakt.</p>

Time-decay model

De volumerek, e_{ii} , op een punt, x , en tijdstip, t , in het reservoir kan dan worden beschreven door het product van de drukverandering, Δp , en de uniaxiale compactiecoëfficiënt, c_m , geconvolveerd in tijd, $*_t$, met een "time decay" functie: $\frac{1}{\tau} \exp\left[\frac{-t}{\tau}\right]$ met t in jaren en τ de "time decay" constante.

$$e_{ii}(x, t) = \Delta p(x, t) c_m(x) *_t \frac{1}{\tau} \exp\left[\frac{-t}{\tau}\right]$$

Op basis van de meest optimale kalibratie (Technische bijlage: NAM, 2013, Groningen Field Subsidence Modelling EP201310211283) met de beschikbare bodemdalingsmetingen in het gebied dat het Groningen veld beslaat volgt voor dit voorkomen een waarde van circa 7 jaar voor de "time decay" constante .

Bovenstaand compactiemodel wordt als meest waarschijnlijk beschouwd vanwege de goede passing met de metingen in Ameland en Anjum (Winningsplan Ameland 2011, Winningsplan Anjum 2011) en het beperkte aantal (2) vrije parameters. Deze velden zijn verder in hun ontwikkeling en als analoog aangenomen, onder andere omdat het reservoir uit hetzelfde type zandsteen bestaat als het Groningen reservoir. Op grond van de beschikbare bodemdalingsmetingen voor Groningen kunnen andere compactiemodellen echter niet worden uitgesloten. Twee alternatieve compactiemodellen worden hieronder beschreven.

Bi-lineair model

Dit model was het geaccepteerde compactiemodel tot 2011. Het model voorzag in het meest eenvoudige antwoord op de versnelde bodemdaling die was waargenomen boven een aantal Nederlandse gasvelden. Het model bestaat uit twee lineaire compactie 'takken' waarbij een eerste tak met een lagere compressibiliteit bij een bepaalde druk overgaat in een tak met een hogere compressibiliteit. Dit model geeft echter geen verklaring voor de doorgaande bodemdaling die wordt geobserveerd boven het Ameland veld. Deze observatie was de belangrijkste reden om over te gaan op bovenstaande time-decay model.

Isotachen model

Dit model wordt veel gebruikt binnen de grondmechanica om zettingen te berekenen in slappe grond (E.J. den Haan, Het a,b,c –Isotachenmodel: hoeksteen van een nieuwe aanpak van zettingsberekeningen, Geotechniek, oktober 2003). TNO heeft de toepasbaarheid van dit model op compactiegedrag van gecementeerde zandsteen verder onderzocht waarbij laboratoriumexperimenten als uitgangspunt zijn genomen (De Waal, J.A. (1986), On the rate type compaction behavior of sandstone reservoir rock. PhD Thesis TU-Delft 1483). Een aanpassing van het a,b,c-isotachen model heeft geleid tot de definitie van het lineaire isotachen model (J.P. Pruiksmá, J.N. Breunese, K. van Thienen-Visser, A general framework for rate dependent compaction models for reservoir rock, (TNO 2013 R11405), 2013). Hoewel de lange termijn voorspellende toepasbaarheid van dit model in een werkelijk gecementeerd gas reservoir niet is bewezen, is dit model meegenomen als een mogelijk compactie model.

Voor het lineaire isotachen model zijn twee parametervarianten doorgerekend: één waarbij de C_m waarden uit laboratoriummetingen aan kernmateriaal als randvoorwaarde zijn gebruikt en een andere waarbij dezelfde porositeit-compressibiliteitsrelatie als bij het time-decay model is aangenomen. Beide varianten geven een goede passing met de historische bodemdaling (zie figuur C6).

In het kader van het winningsplan Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen (2011) voert de NAM, in samenwerking met enkele kennisinstituten, een meerjarig onderzoeksprogramma uit met als doelstelling het tijdsafhankelijk compactiegedrag beter te begrijpen.

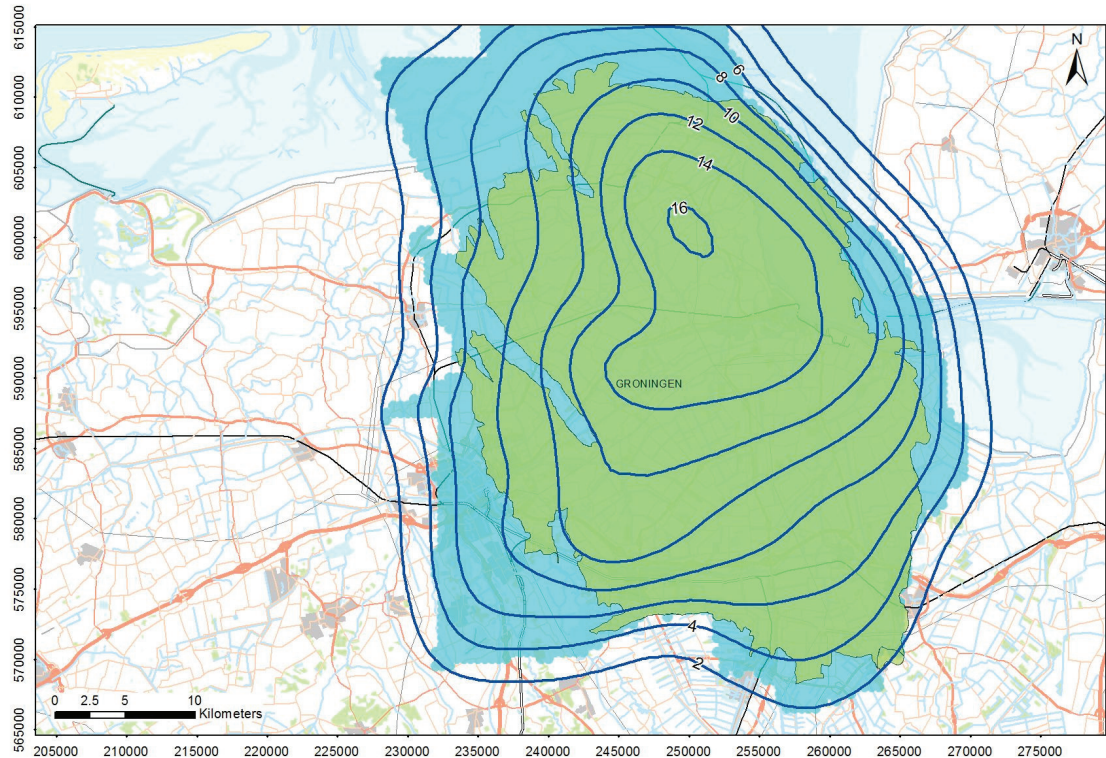
Prognose

Enkele algemene (gemiddelde) kentallen van het in dit plan beschreven Groningen veld zijn samengevat in tabel C1. De omvang van het veld wordt weergegeven in figuur C1, waarbij in groen het gasvoerend gedeelte van het reservoir is aangegeven. In blauw is het watervoerende deel van het reservoir aangegeven dat expliciet wordt gemodelleerd in het reservoir model. Dit reservoirmodel ligt ten grondslag aan de bodemdalingsberekeningen zoals gepresenteerd in dit winningsplan.

Diepte veld (m)	2800
Dikte reservoir (m)	Bereik: 110 m (zuidoostelijk deel) tot 300m in noordwestelijk deel (watervoerend)
Initiële gasdruk (bar)	347
Gasdruk in 2013 (bar)	105
Gasdruk in 2080 (bar)	11
Gemiddelde C_m (10^{-5} bar^{-1})	0,6

*Tabel C1.
Enkele kentallen ter indicatie van het in dit winningsplan beschreven Groningen veld*

De nog te verwachten additionele bodemdaling door gaswinning uit het Groningen veld, die zal worden bereikt in het jaar 2080 op basis van het time decay model, is op het maximale punt ca 18 cm. Deze daling wordt weergegeven in figuur C1.



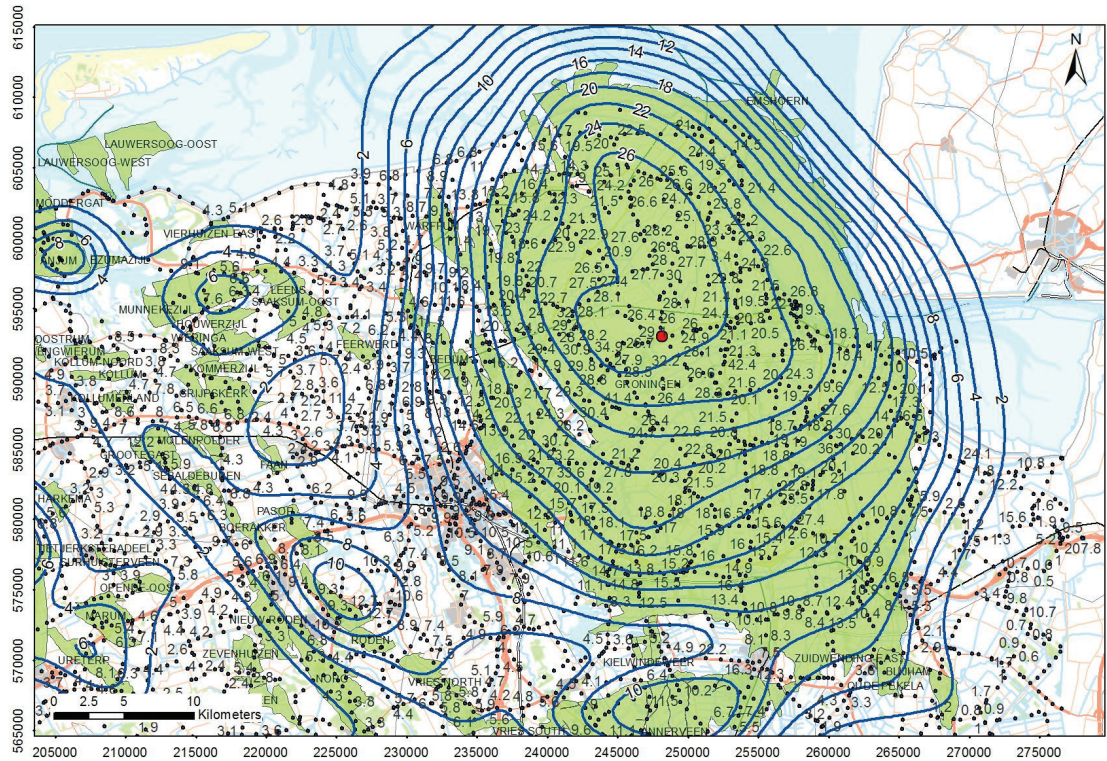
Figuur C1. Nog te verwachten additionele bodemdaling (2013-2080) veroorzaakt door de gasproductie uit het Groningen veld op basis van het time decay compactiemodel (de contouren geven de bodemdaling in cm aan).

Alternatieve modellen laten andere incrementale waarden zien (16 cm voor het bi-lineaire model en 34 cm voor de variant van het isotachen model met gebruik van laboratorium gemeten C_m , zie ook Figuur C7). Eventuele toekomstige verandering van de productie volumes, bijvoorbeeld door productie uit nieuwe putten en/of additionele compressie, zou kunnen leiden tot een andere voorspelling. Ook wordt geprobeerd om de onzekerheid in het voorspellen van bodemdaling zoveel mogelijk te verkleinen door het verder verbeteren van de compactie modellen en het uitvoeren van metingen in het veld.

C2.1) Verloop van de bodemdaling in tijd

In deze sectie wordt aandacht besteed aan de huidige status en het verwachte verloop in tijd van de bodemdaling ten gevolge van gaswinning uit het beschreven Groningen veld, gecombineerd met de effecten van andere reeds bestaande winningen uit naburige gasvelden.

De meest recente uitgebreide bodemdalingsmeting in dit gebied heeft plaatsgevonden in 2008 (Meetregister bij de meetplannen Noord Nederland, Groningen. Rapportage van de nauwkeurigheidswaterpassing Noord Nederland 2008. EP200903235982). In figuur C2 wordt de in 2008 gemeten daling (sinds de nulmeting in 1972) samen met de gemodelleerde bodemdaling sinds 1964 weergegeven. De nulmeting gedaan in 1964 kan in dit verband niet worden getoond, omdat deze slechts over een beperkt gedeelte van het veld is uitgevoerd. De bodemdaling tussen 1964 en 1972 is echter zeer gering (minder dan 2 cm op het diepste punt), zodat 1972 toch als nulmeting mag worden beschouwd. De gemeten daling sinds 1972 kan dus vergeleken worden met de gemodelleerde bodemdaling tussen 1964 en 2008. Deze metingen geven aan dat de bodemdaling door de gaswinning boven het centrale deel van het Groningen veld minder dan 30 cm bedroeg.

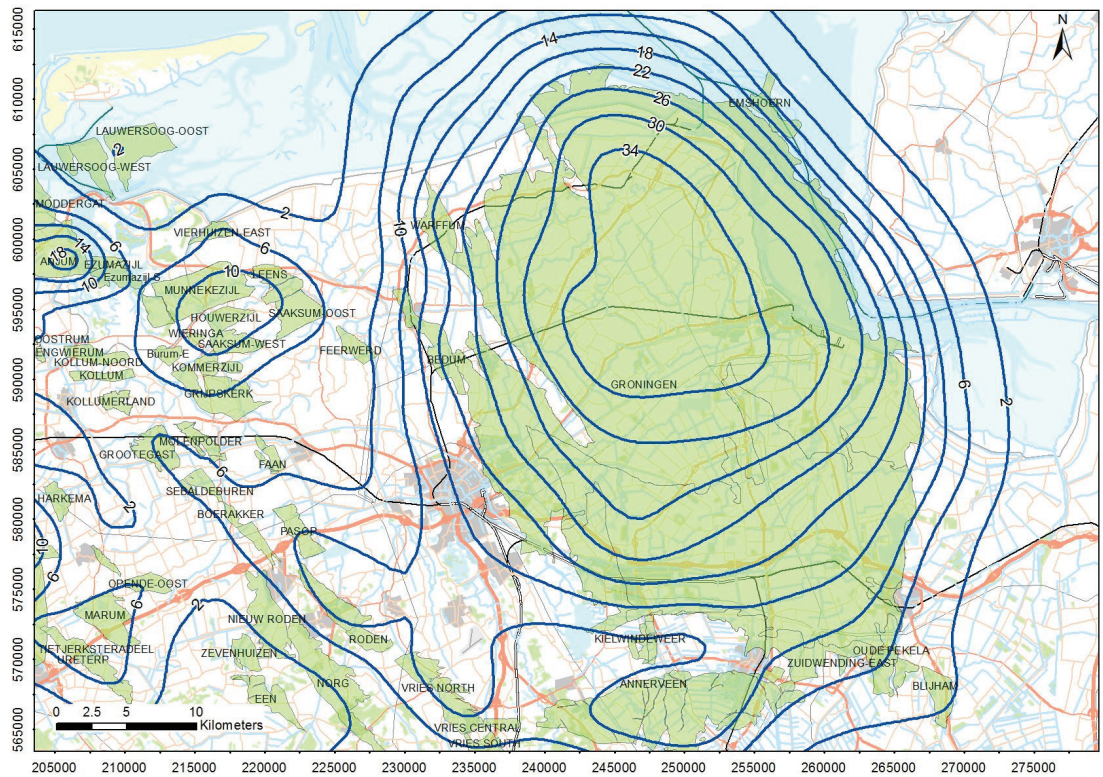


Figuur C2: In 2008 gemeten bodemdaling sinds de meting in 1972 als gevolg van gaswinning van alle voorkomens in dit gebied, weergegeven op de peilmerken met de contouren van de gemodelleerde bodemdaling in cm (1964-2008). De bodemdaling in tijd op peilmerk 07E0033 (rode punt) is weergegeven in figuur C6

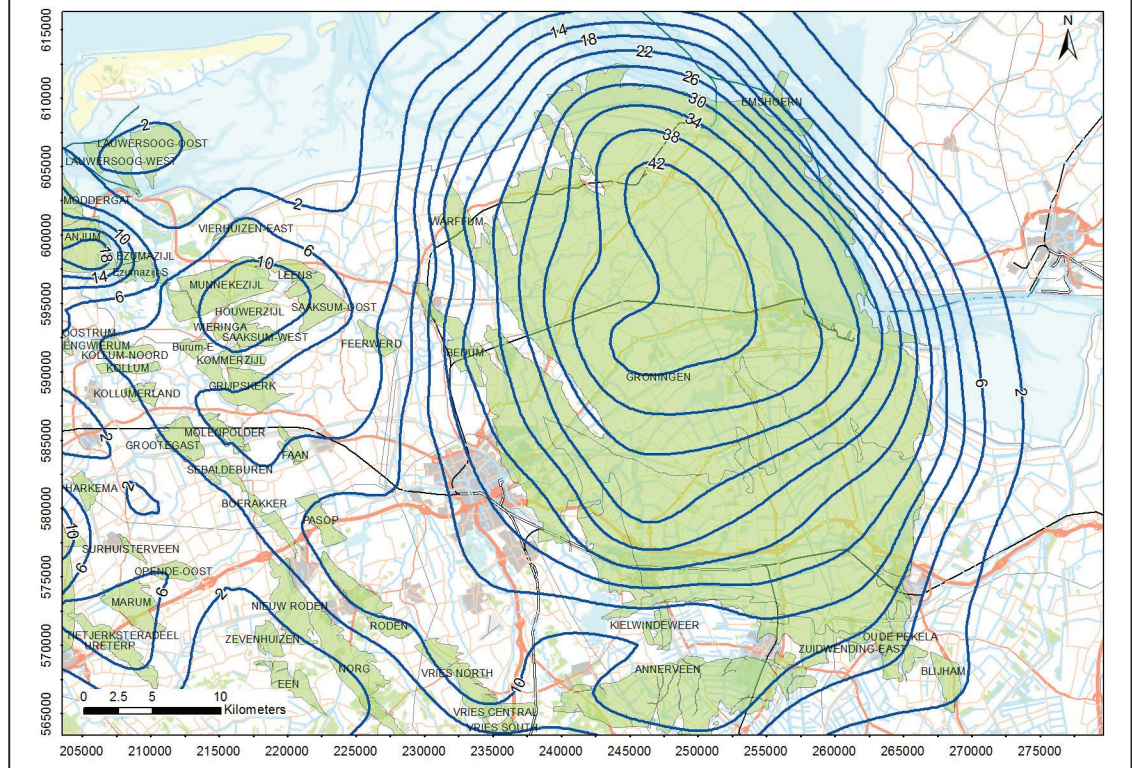
Figuren C3 t/m C5 tonen de totale bodemdaling berekend met het time-decay model als gevolg van gaswinning uit het Groningen veld en naburige voorkomens in de jaren 2025, 2050 en na afloop van de gaswinning (voorzien in 2080).

Eventuele ontwikkeling van nieuwe velden in de buurt van de hier getoonde voorkomens, en/of incrementele productie door nieuwe putten, en/of toepassen van additionele compressie op bestaande voorkomens, en/of een ander afnameprofiel van het Groningen veld, zijn niet meegenomen in de huidige prognose en zouden kunnen leiden tot een ander beeld.

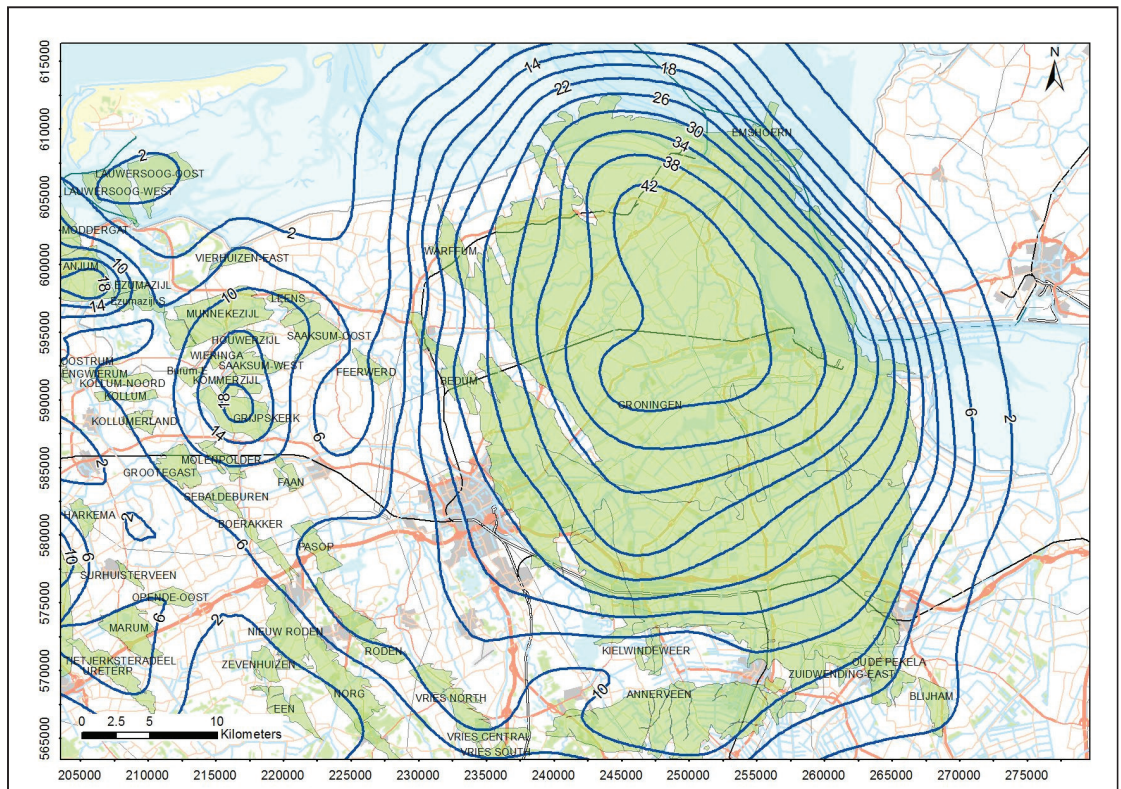
Figuur C6 toont de bodemdaling van peilmerk 07E0033 in de tijd samen met de gemodelleerde bodemdaling.



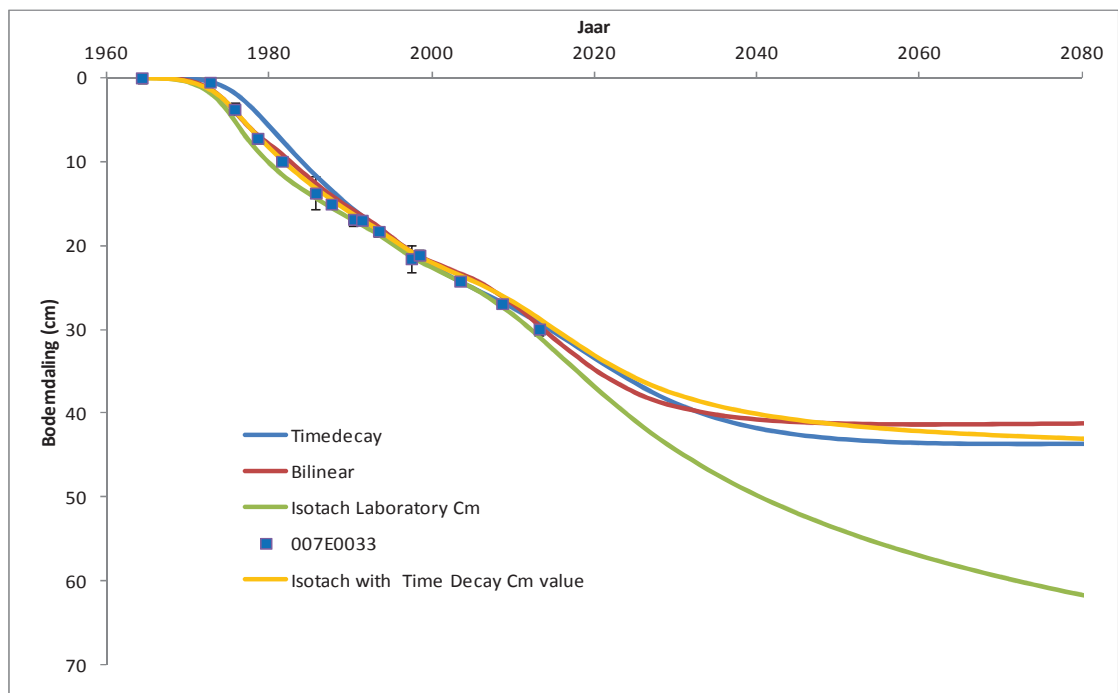
Figuur C3: Bodemdalingprognose voor 2025 volgens het time-decay model van de totale bodemdaling door gaswinning uit het Groningen veld in combinatie met naburige voorkomens (de contouren geven de bodemdaling in cm aan).



Figuur C4: Bodemdalingprognose voor 2050 volgens het time-decay model van de totale bodemdaling door gaswinning uit het Groningen veld in combinatie met naburige voorkomens (de contouren geven de bodemdaling in cm aan).



Figuur C5: Bodemdalingprognose volgens het time-decay model voor de totale bodemdaling na afloop van de gaswinning uit het Groningen veld in combinatie met naburige voorkomens (de contouren geven de bodemdaling in cm aan).

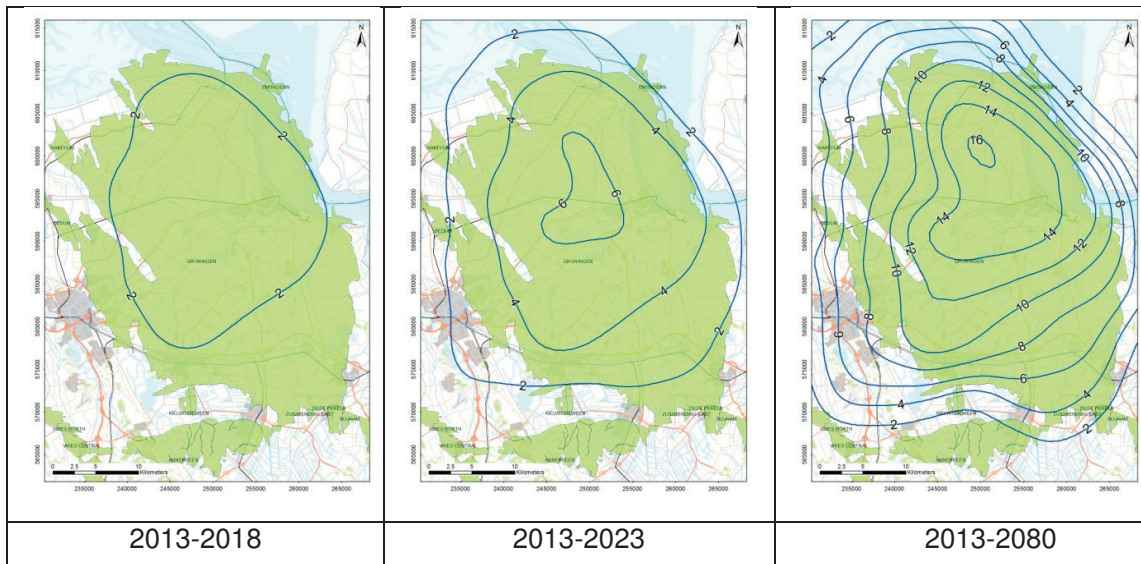


Figuur C6: Gemodelleerd verloop in de tijd van de bodemdaling volgens verschillende compactiemodellen, en vergeleken met de gemeten daling van het peilmerk 007E0033. Het Time-decay model wordt als meest waarschijnlijk compactiemodel beschouwd (zie tekst voor nadere uitleg).

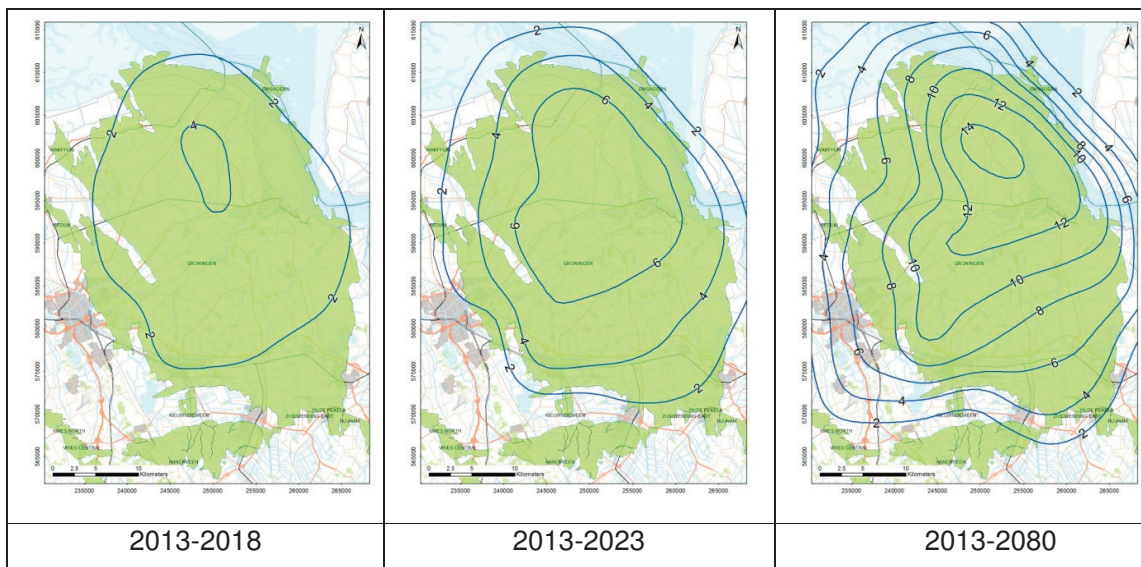
Onzekerheid

Zoals aangegeven in Figuur C6 en C7 is er op langere termijn een aanzienlijke spreiding in de volgens verschillende compactiemodellen voorspelde bodemdaling. De Time-decay en Bi-lineaire modellen leveren op de lange termijn zeer vergelijkbare resultaten op, terwijl het Isotachen model (gebaseerd op een hogere gesteente compactie coefficient) een grotere mate van bodemdaling voorspelt. In de eerste 10 jaar is echter het verschil tussen de drie modellen, ook in ruimtelijke zin relatief klein (zie ook Figuur C7). De invloed van parametervariëaties binnen de afzonderlijke modellen is niet meegenomen, omdat is aangenomen dat de modelonzekerheid afdoende de onzekerheidsruimte aftast. Om deze onzekerheid in de toekomst te verkleinen, zal de bodemdaling zeer frequent worden gemonitord, onder andere met behulp van InSAR. Zoals in het monitoringsprogramma (Meet- en Monitoringsplan) is vastgelegd, zal in jaarlijkse rapportages de waargenomen bodemdaling vergeleken worden met de gemeten bodemdaling. Indien nodig zullen parameters van modellen worden bijgesteld. Figuur C7 laat de spatiële en temporele variatie zien voor de voorspelde bodemdaling volgens de verschillende compactiemodellen.

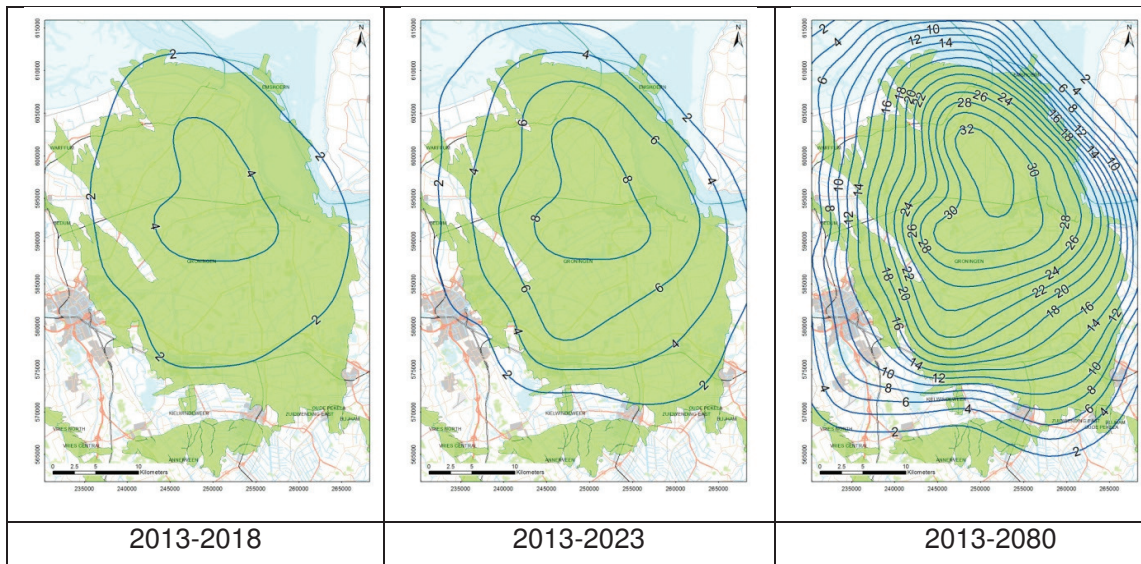
Het resultaat van deze variatie is dat de onzekerheid in de verwachte totale bodemdaling (figuur C5) gemiddeld ongeveer 45% bedraagt boven het centrum van het Groningen veld en 20% aan de randen, met een minimum van 2 cm.



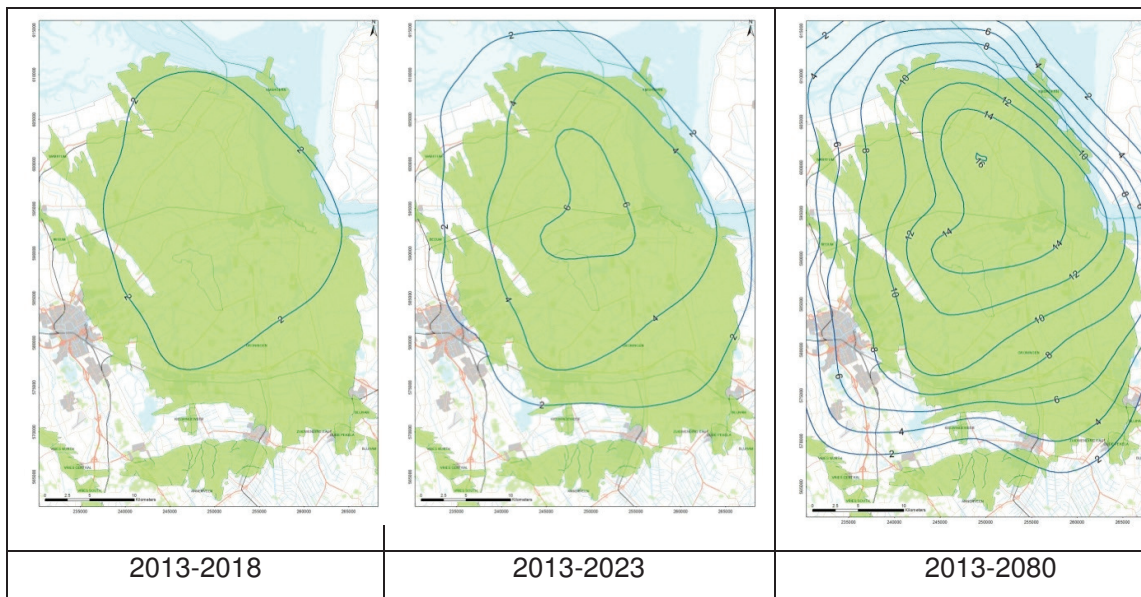
Figuur C7a: Contouren van de nog te verwachten bodemdaling veroorzaakt door de gasproductie uit het Groningen veld, gemodelleerd met het time-decay model.



Figuur C7b: Contouren van de nog te verwachten bodemdaling veroorzaakt door de gasproductie uit het Groningen veld, gemodelleerd met het bi-lineaire model.



Figuur C7c: *Contouren van de nog te verwachten bodemdaling veroorzaakt door de gasproductie uit het Groningen veld, gemodelleerd met het Isotach model, waarbij de Cm op basis van laboratorium metingen is gebruikt.*



Figuur C7d: *Contouren van de nog te verwachten bodemdaling veroorzaakt door de gasproductie uit het Groningen veld, gemodelleerd met het Isotach model, waarbij dezelfde Cm als in het time-decay model is gebruikt.*

C3) Risicoanalyse bodemtrilling

De winning van aardolie en/of aardgas gaat in het algemeen gepaard met een daling van de druk in de ondergrond. Deze spanningsverandering kan leiden tot plotselinge bewegingen langs bestaande breuken, waardoor aardbevingen plaats kunnen vinden.

Sinds het begin van de jaren negentig hebben verschillende instanties, waaronder de overheid, kennisinstituten en mijnbouwmaatschappijen, zich gezamenlijk met deze problematiek bezig gehouden. Bevindingen zijn onder andere gedocumenteerd in een aantal rapportages, zoals "Eindrapport multidisciplinair onderzoek naar de relatie tussen Gaswinning en Aardbevingen in Noord-Nederland; Begeleidingscommissie Onderzoek Aardbevingen, 1993", "De relatie tussen schade aan gebouwen en lichte ondiepe aardbevingen in Nederland; TNO Bouw, 1998" en "Seismisch risico in Noord-Nederland; de Crook et al., KNMI, 1998" en "Kalibratiestudie schade door aardbevingen" TNO-034-DTM-2009-04435 (2009).

Momenteel zijn bovengenoemde instanties verenigd in het Technisch Platform Aardbevingen (TPA). Hiermee is alle in Nederland aanwezige kennis op het gebied van geïnduceerde aardbevingen gebundeld en kan deze optimaal worden ingezet met gebruikmaking van de meest actuele stand der techniek.

In respons op het in het Mijnbouwbesluit gestelde met betrekking tot het uitvoeren van een risicoanalyse omtrent aardbevingen als gevolg van winning van olie of gas zijn onder begeleiding van het TPA een aantal studies uitgevoerd, waarvan de bevindingen zijn gedocumenteerd in de volgende rapporten: "Seismisch hazard van geïnduceerde aardbevingen; Wassing et al., TNO-NITG rapporten 03-185-C (2003), 03-186-C (2004), 04-233-C (2004)", "Seismic hazard due to small shallow induced earthquakes; van Eck et al., KNMI 2004" en "Deterministische hazard analyse voor geïnduceerde seismiciteit; van Thienen-Visser et al., TNO-rapport 2012". Tevens is in dit kader een samenvattend rapport uitgebracht waarin de resultaten van bovengenoemde studies zijn geïntegreerd (Seismische hazard van geïnduceerde aardbevingen. Integratie van deelstudies; NITG 04-244-B / KNMI-publicatie 208, 2004).

In Nederland wordt uit ruim 100 olie- en gasvelden op het vasteland geproduceerd. Boven een beperkt aantal velden (ca. 20%) zijn bevingen geregistreerd. In het kader van de Seismische Risico Analyse zijn de velden opgedeeld in drie categorieën:

- A. Groningen, Bergermeer en Roswinkel, waar magnitudes 3,0 en hoger zijn opgetreden.
- B. Andere velden waar aardbevingen met magnitudes kleiner dan 3,0 zijn opgetreden.
- C. Velden waar geen bevingen zijn geregistreerd.

De "Huizinge" beving in augustus 2012 met magnitude $M = 3,6$ was de zwaarste geïnduceerde aardbeving die tot nu toe in Nederland gemeten is. Deze gebeurtenis was aanleiding voor de Minister van Economische Zaken om de NAM en een aantal overheidsinstellingen te verzoeken om binnen een jaar antwoord te geven op een 11-tal door het Ministerie geformuleerde vragen. Eén van de door NAM opgestelde rapporten heeft als titel "Report to the Technical Guidance Committee (TBO) on Subsurface Aspects of Induced Earthquakes in the Groningen Field, NAM 2013", en behandelt de hazard analyse van geïnduceerde bevingen in het Groningen veld.

Een korte samenvatting van dit rapport is hieronder weergegeven.

De productie van gas uit het Groningen gasveld zorgt ervoor dat de druk van het gas in de poriënruimte van het Slochteren zandsteen reservoir daalt. Deze drukdaling leidt tot compactie van het reservoir gesteente, wat vervolgens leidt tot opbouw van spanning in het reservoir en tot bodemdaling aan het maaiveld. Een fractie van de opgebouwde spanning in het reservoir wordt ontlast door bewegingen langs bestaande breukvlakken. Dit is waarschijnlijk de oorzaak van de waargenomen bevingen.

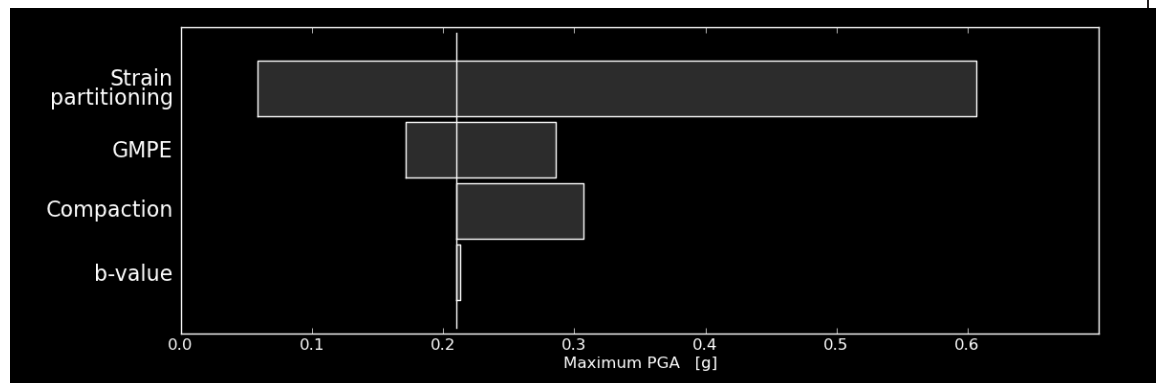
Analyse van de verdeling van de tot nu toe waargenomen aardbevingen in plaats en tijd ten opzichte van gemeten druk verdelingen/dalingen en compactie in het veld laat zien dat er een overtuigende correlatie bestaat tussen het gebied met de grootste compactie en het gebied met de meeste/zwaarste bevingen. Dit suggereert dat reservoir compactie naar alle waarschijnlijkheid de belangrijkste drijver is voor seismiciteit. (zie ook Technische Bijlage Groningen Winningsplan)

Op basis van bovenstaande aanname is een probabilistisch (Monte Carlo) model gebouwd waarin de historische en nog voorspelde compactie wordt vertaald naar spanningen die opgebouwd worden in het reservoir en (partieel) ontladen worden middels aardbevingen. Deze veroorzaken groundbeweging aan het oppervlak. Het op deze manier simuleren van een serie onderling onafhankelijke plaats- en tijdsgebonden processen is complex. Het model is een versimpeling van de werkelijkheid (bijvoorbeeld zijn breuken niet expliciet gemodelleerd). Deze aanpak is relatief nieuw en speciaal voor het Groningen seismische risico vraagstuk ontworpen en zal nog verder ontwikkeld worden.

De belangrijkste bronnen van onzekerheid in het seismische risico kunnen in 5 categorieën samengevat worden:

1. de fractie van de compactierek in het reservoir die effectief vrijkomt in de vorm van bevingen (de strain partitioning factor) (op dit moment is deze slechts zo'n 0.1 tot 0.01%)
2. de manier waarop de seismische trillingen doorgegeven worden naar het aardoppervlak en omgezet worden in bodembewegingen (Ground Motion Prediction Equation; GMPE). Bodembewegingen worden beschreven in termen van snelheid en versnelling.
3. de mate van compactie als gevolg van productie en drukdaling in het reservoir (zie C2)
4. de magnitude en frequentie verhouding van bevingen die gegenereerd worden. Dit wordt in een Gutenberg-Richter relatie vastgelegd, waarin de b-factor een belangrijke rol speelt in de verhouding van grote tot kleinere bevingen.
5. Hoe deze groundbewegingen doorgegeven worden aan huizen en infrastructuur en hoe die daarop reageren (in termen van schade). Dit wordt gevat in fragility curves (sectie C4).

De bovenstaande categorieën 1 tot en met 4 bepalen de onzekerheid in de hazard en worden beschreven in de Technische Bijlage Groningen Winningsplan. Uit onderstaande figuur uit deze bijlage blijkt dat de strain partitioning factor veruit de grootste invloed heeft op de onzekerheid in de seismische hazard berekening. Als tweede en derde (maar aanzienlijk minder belangrijke) factoren komen respectievelijk de GMPE en het gekozen compactie model uit de analyse.



Figuur C8: Resultaat van de onzekerheidsanalyse van de 4 belangrijkste categorieën van onzekerheid in de uiteindelijke seismische hazard bepaling.

Aangezien de onzekerheid varieert in de tijd en de huidige modellen een graduele toename in de seismische activiteit voorspellen, is voor wat betreft het seismische risico gekeken naar de volgende periodes: 2013-2023 (de eerste 10 jaar), 2013 – 2018 (de eerste 5 jaar) en 2013 – 2016 (de eerste 3 jaar).

De beste inschatting voor de zwaarste beving die verwacht wordt op te treden in de komende 10 jaar is M=3.9 (P50) tot M=4.8 (P90).

De beste inschatting voor de zwaarste beving die verwacht wordt op te treden over de komende 5 jaar is M=3.6 (P50) tot M=4.4 (P90).

De meest recente modellering geeft aan dat de verwachting voor de komende, leidende 3 jaar is, dat de zwaarste beving die verwacht wordt zal vallen binnen de bandbreedten van M=3.4 (P50) tot M=4.1 (P90).

	<p>De onzekerheid reflecteert het huidige niveau van begrip en is niet noodzakelijkerwijs de echte fysische onzekerheid. Verdere dataverzameling en studies zullen de onzekerheden en de nu voorspelde maximale aardbevingskracht verder kunnen verminderen. Als voorbeeld is het op dit moment aannemelijk dat gaande geomechanische studies, die de breuken in het reservoir expliciet modelleren, zullen aantonen dat de voorspelde maximale kracht lager zal worden.</p> <p>Om vervolgens het seismische risico te kwantificeren moet vastgesteld worden hoe de ondergrondse spanningsontladingen leiden tot het beven (versnelling en snelheid van de seismische golven) van de bodem boven het Groningen gasveld. De eenvoudigste en meest gebruikte parameter voor de bepaling van het seismische risico is de piek grondversnelling of "peak ground acceleration (PGA)".</p> <p>Met behulp van registraties door accelerometers, geplaatst boven Groningen veld, kunnen empirische relaties worden afgeleid die de PGA koppelen aan variabelen zoals de afstand tot het hypocentrum en magnitude.</p> <p>Deze relaties worden doorgaans aangeduid met zogenaamde "Ground Motion Prediction Equations (GMPE)". De in de literatuur beschreven GMPE's zijn veelal vastgesteld voor bevingen met een magnitude >5,0. Deze zijn door KNMI en externe experts aangepast om een betere passing te krijgen met de Groningse accelerometer waarnemingen voor kleinere ($M < 3,7$) magnitudes.</p> <p>Om het seismische risico te bepalen voor de toekomst is uitgegaan van een zogenaamde "Probabilistic Seismic Hazard Analysis (PSHA)" waarbij een Monte-Carlo analyse methode wordt gebruikt (Bijlage A).</p> <p>Ontleding van de seismische hazard in de afzonderlijk bijdragen laat zien dat vooral aardbevingen met een magnitude tussen 4 en 5 bijdragen aan het PGA resultaat. Aardbevingen met een magnitude groter dan 5 komen slechts met zo'n lage waarschijnlijkheid voor dat zij het resultaat niet beïnvloeden.</p> <p>Daar de hazard toeneemt in de komende 10 jaar bij voortdurende gas productie (sectie B5.3), is de inschatting voor de gemiddelde hazard voor deze periode groter dan de gemiddelde hazard over de eerste jaren.</p> <p>In 2013 zijn uitgebreide geomechanische studies gestart die specifiek kijken naar de rol van de breuken in het Groningen veld. Mogelijkerwijs kunnen deze modellen in de toekomst leiden tot een beperking van de onzekerheid. Dit betreft met name de onzekerheid over de fractie van de totale compactieenergie die uiteindelijk vrij komt als aardbevingsenergie. De hoeveelheid beschikbare geomechanische velddata is op dit moment nog ontoereikend voor dit doel.</p> <p>Een uitbreiding van het data acquisitieprogramma is inmiddels gestart, en nieuwe geomechanische data is reeds verkregen in de Borgweer-5 boring (mei-augustus 2013). Daarnaast zijn in het najaar van 2013 twee series diepe geofoons geplaatst in de bestaande observatieputten Zeerijp-1 en Stedum-1. In 2014 zal zowel het accelerometernetwerk als het ondiepe gefoon netwerk sterk worden uitgebreid naar ongeveer 60 stations.</p> <p>Met de voortzetting van de gaswinning en verder onderzoek zullen steeds meer gegevens over de eigenschappen van het Groningen veld en de mate van seismiciteit worden verkregen. Deze informatie zal aanleiding kunnen geven om de risicoanalyse op onderdelen te herzien dan wel op enig onderdeel nader onderzoek uit te voeren (Borgingsprotocol).</p>
Mb 24 lid 1q	<p>C4) Omvang en aard van de schade</p> <p>C4.1 Algemeen</p> <p>Bodemdaling door gaswinning manifesteert zich aan de oppervlakte in de vorm van zeer gelijkmatige ovale tot ronde depressie (schotel) met een doorsnede van vele kilometers en een diepte van enkele centimeters langs de randen tot tientallen centimeters in het centrum. Deze veroorzaakt een (met het blote oog niet waarneembaar) zeer licht hellend vlak in het maaiveld. De nog te verwachten bodemdaling in de komende 65-70 jaar door gaswinning uit het Groningen voorkomen bedraagt maximaal 18-34 centimeter (afhankelijk van het gekozen compactiemodel, zie sectie C2.1). Een groot deel van de totale bodemdaling (maximaal ongeveer 30 cm) heeft reeds in de afgelopen 50 jaar (1963-2013) plaatsgevonden. De gevraagde instemming met dit gewijzigde winningsplan zal dan ook geen betrekking kunnen hebben op in het verleden veroorzaakte bodemdaling. Dat geldt ook voor eventueel aan de goedkeuring te verbinden voorwaarden.</p> <p>Onderzoek en modellen in het afgelopen jaar ontwikkeld voor geïnduceerde aardbevingen in het</p>

Groningen gasveld, geven aan dat voor de komende drie jaren de magnitude kansverdeling wordt gekarakteriseerd door een P50 van $M=3,4$ en P90 van $M=4,1$. De verwachting is dat de hieraan gerelateerde grondbewegingen uitsluitend tot schade aan huizen en gebouwen zullen leiden.

C4.2 Schade aan openbare infrastructuur door bodembeweging

Bodemdaling

Omdat bodemdaling een geleidelijk en gelijkmatig verloop heeft, wordt geen directe schade aan infrastructuur verwacht. Niet uitgesloten is echter dat de bodemdaling gevolgen kan hebben voor het normale beheer en het onderhoud van waterkeringen en waterlopen. Voor zover dat beheer onvermijdelijk te maken meerkosten met zich meebrengt die, in overeenstemming met het gestelde in onderdeel C6, voor vergoeding in aanmerking komen, dan rust op NAM de verplichting die schade overeenkomstig de regels van het burgerlijk recht te vergoeden. Voor dergelijkschade, veroorzaakt door bodemdaling, is een bodemdalingfonds opgezet. Het beheer hiervan wordt overzien door de onafhankelijke Commissie Bodemdaling.

Aardbevingen

Deltares heeft in opdracht van het Ministerie van Economische Zaken een studie ondernomen met het doel de risico's van aardbevingen van het Groningen gasveld op kritische infrastructuur in the schatten. Deze 'Quick Scan naar de sterkte van infrastructuur' (Deltares-rapport 1208149-000 van 13 augustus 2013) omvat kritische onderdelen van de infrastructuur; waterkeringen, het gastransportnetwerk en het hoogspanningsnetwerk. Er wordt gebruik gemaakt van informatie die verstrekt is door de beheerders, alsmede van grondversnellingen die door het KNMI berekend zijn. Voor de grondversnellingswaarde is gerekend met een bandbreedte tot $0,5g$, waarbij het bijbehorende aardbevingssignaal, volgens bekende methodieken, is opgeschaald van het eerder in Groningen gemeten bevingssignaal.

De huidige ontwerpberekeningen voor openbare infrastructuur bevatten, over het algemeen, geen toetsing voor aardbevingensbelasting. Dit is in lijn met de huidige nationale wetgeving en richtlijnen.

Naast de directe gevolgen van versnellingen op de constructie zelf, kunnen zwaardere bevingen met hogere versnellingen (vanaf ongeveer $0,2$ a $0,3g$, en vanaf $0,35g$ voor dichter gepakt zand) leiden tot verweking (liquefactie) van zanderige gronden. Dit fenomeen treedt niet of nauwelijks op waar de bodem uit klei of veen bestaat.

Verweking vermindert de sterkte van de bodem wat kan leiden tot verzakking van de fundering van gebouwen of infrastructuur, of afschuiving van een talud.

De Quick Scan geeft aan dat:

- Er kan verlaging van de stabiliteit en kruinhoogte van primaire dijken en schade aan de dijkbekleding optreden. Ook bij de regionale waterkeringen kunnen de kruinhoogte en stabiliteit afnemen. Uitgaande van de huidige norm kan gesteld worden dat de kans op inundatie voor primaire dijken beperkt is doordat het restprofiel voldoende is. Eemshaven en Vierhuizingat moeten verder bekeken worden, met name wat betreft het risico voor mogelijke verweking. Bij regionale dijken is het toegestane verschil tussen normpeil en dagelijks peil kleiner en zijn de stabiliteitseisen lager, waardoor de kans dat bevingsschade tot inundatie leidt groter is. Toch wordt deze kans ook voor regionale dijken beperkt geacht. Er is wel meer studie nodig, bijvoorbeeld naar plekken waar leidingen regionale keringen kruisen. Eventuele gevolgen van inundatie en maatregelen om inundatie te beperken zijn onderdeel van eerdere studies van rijkswaterstaat.
- Een algemene studie naar de effecten van een aardbeving op waterkerende kunstwerken suggereert dat dit kan leiden tot aanzienlijke zettingsverschillen,. De kunstwerken dienen echter per geval nader bestudeerd te worden, met name voor versnellingen waarbij verweking mogelijk is.
- Voor pijpleidingen (bijvoorbeeld voor water of gas) wordt, in deze scan, geen schade verwacht.
- Door lokale verweking (liquefactie) kan schade optreden aan gebouwen door verzakking en daaraan gerelateerde schade aan fundering en metselwerk.
- Diverse componenten van het hoogspanningsnetwerk zijn ontworpen voor laterale versnellingen (zoals te verwachten bij bevingen). Uitval van delen van het netwerk is echter niet uit te sluiten. Daarbij moet opgemerkt worden dat de ring-netwerken een grote mate van redundantie hebben. Voor het C2000 netwerk worden geen directe problemen voorzien.
- De effecten van aardbevingen op electriciteits- en gasbeuizingen op knooppunten in de distributie netwerken worden momenteel door Arup nader onderzocht.

Samenvattend geeft de studie van Deltares aan dat bij een aardbeving in Groningen zandgrond kan verweken, wat kan leiden tot verlaging van de stabiliteit en kruinhoogte van dijken en ongelijke zettingen van constructies. De inschatting is dat de mogelijke dijkverlaging en zettingen niet tot direct overstromingsgevaar leiden, maar dat bij zwaardere bevingen met name door lokale verweking de risico's toenemen.

Het is in deze relevant dat de huidige integriteit van de openbare infrastructuur bevestigd wordt en indien nodig hersteld, door reparatie van dijkbekleding, conformatie van de kruinhoogte, herstel van bestaande scheuren in kunstwerken, etcetera..

Verder moet worden opgemerkt dat de aardbevingskans in Groningen en de kans op abnormaal hoog water niet gecorreleerd zijn (dat wil zeggen: hoog water leidt niet tot een aardbeving en vice versa). Dat betekent dat schade aan de dijk door een aardbeving niet onmiddellijk ernstige gevolgen hoeft te hebben en er dus waarschijnlijk tijd is om herstelwerkzaamheden uit te voeren.

Naast de openbare infrastructuur is er industriële infrastructuur en gaswinningsinfrastructuur geconcentreerd in de Eemsmond. De effecten van aardbevingen op electriciteits- en gasbehuizingen op knooppunten in de distributienetwerken zijn geen onderdeel van de quick scan, maar worden momenteel door Arup nader onderzocht.

In juni 2013 is onder leiding van experts (ARUP) een onderzoek uitgevoerd naar de robuustheid van de gasproductiefaciliteiten in het veld ten aanzien van aardbevingen (zie paragraaf C6.2.2). Ook gaat er onderzoek plaatsvinden in de Eemsmond regio om de gevoeligheid van de industriële installaties voor seismische activiteit in kaart te brengen.

C4.3 Schade aan bouwwerken door bodembeweging

Bodemdaling

Omdat bodemdaling door gaswinning een geleidelijk en gelijkmatig verloop heeft en de resulterende vervorming (zoals scheefstand, kromming en horizontale rek) van de bovengrond zeer klein is, wordt geen directe schade aan bebouwing verwacht. Hierbij wordt verwezen naar "Studieresultaten betreffende ongelijkmatige zakkings in verband met aardgaswinning in de provincie Groningen; een uitgave van de Commissie Bodemdaling door Aardgaswinning; maart 1987".

Aardbevingen

Daarnaast zijn er aardbevingen ten gevolge van de gasproductie. Tot het moment van de beving in Huizinge met een magnitude van 3,6 in Augustus 2012, ging de industrie uit van de KNMI berekeningen die aangaven dat aardbevingen niet zwaarder zullen zijn dan magnitude 3,9 op de schaal van Richter (van Eck, 2004) en dat in het ernstigste geval matige schade aan enkele gebouwen kan optreden (de Crook, 1998).

C4.3.1 Schade aan bouwwerken derden

Op termijn zijn bevingen mogelijk met een magnitude, waarbij gebouwen zwaar beschadigd zouden kunnen raken (Damage State 4 - DS4, volgens de HAZUS methodiek) of zelfs zouden kunnen instorten (Damage State 5 - DS5) indien deze gebouwen niet verstevigd zouden worden. Scenarios voor bevingen met een kracht 3.6, 4.0, 4.5 en 5.0 op de schaal van Richter zijn doorgerekend voor de gemiddelde verwachte piek grondversnelling (peak ground acceleration, PGA). Hierbij is gebruik gemaakt van empirische relaties waarmee de seismische weerstand van gebouwen wordt ingeschat met behulp van zogenaamde 'fragility curves'. Deze curves zijn gekalibreerd op basis van observaties van schade veroorzaakt door natuurlijke aardbevingen in landen zoals Amerika, Italië en Nieuw Zeeland. De curves zijn gebaseerd op types gebouwen die het meest representatief zijn voor veel voorkomende huizen in de Groningen regio .

Op basis van de huidige modellen en zonder verdere aanvullende versterkende maatregelen, wordt voorspeld, dat bij bevingen met een magnitude van 4,5 of hoger een aantal gebouwen zwaar beschadigd wordt (DS4) of in stort (DS5), waarbij slachtoffers niet volledig uitgesloten kunnen worden.

Er is nog onzekerheid rond de mate van resistentie van gebouwen in de provincie Groningen tegen aardbevingen. Deze onzekerheid heeft twee aspecten:

- Naast de piek grondversnelling is vooral de duur van een beving maatgevend voor de mogelijke schade (hoe langer een beving aanhoudt des te groter is de kans op schade). Beschikbare fragility curves zijn allemaal gebaseerd op het effect van natuurlijke aardbevingen en het is niet duidelijk of geïnduceerde aardbevingen met een magnitude >4 zoals in het geval van Groningen eenzelfde frequentie, veroorzaakte grondversnelling en duur zullen hebben (Technische Bijlage Groningen Winningsplan). Een kortere duur zou minder zware schade tot gevolg hebben.
- De fragility curves zijn gebaseerd op huizentypes, constructiemethodes en bodemsamenstellingen die niet volledig vergelijkbaar zijn met de situatie in Groningen.

Meet- en rekenprogramma's zijn opgesteld om deze onzekerheden verder te analyseren en te verkleinen. Daarnaast kan door gerichte versteviging van gebouwen, de resistentie tegen bevingsschade vergroot worden en daardoor het risico op zware schade aan gebouwen (schade categorieën DS4 of DS5) aanzienlijk verkleind worden (Zie hoofdstuk C5).

C4.3.2 Schade aan productiefaciliteiten NAM

Tot op heden is er als gevolg van bodembewegingen (aardbevingen) in het Groningen-veld geen uitval van of schade aan de productie-installaties vastgesteld in het gebied. Niettemin is er in het licht van de oplopende frequentie en zwaarte van de bevingen in het Groningen-veld, in juni 2013 onder leiding van experts (ARUP) een onderzoek uitgevoerd naar de robuustheid van de productiefaciliteiten. Zie hiertoe paragraaf C6.2.2.

Er zijn geen gevallen bekend van schade in Groningen putten als gevolg van compactie of seismische activiteit. Daarnaast is de gemeten en gemodelleerde compactie en bodemdaling beperkt, evenals de geschatte beweging van gesteentemassa's langs breuken. Wanneer putschade optreedt zijn voldoende mitigerende maatregelen voorhanden om de veiligheid te garanderen.

De beweging van de gesteentemassa's treedt waarschijnlijk op binnen de reservoirsectie. Schade aan de verbuizing binnen deze sectie zal geen gevolgen hebben aangezien de verbuizing hier al is geperforeerd. Metingen om de precieze locatie van de bewegingen te bepalen worden in de komende tijd uitgevoerd.

Het huidige systeem om integriteit van productieputten te monitoren is afdoende, maar zal voor de observatieputten worden aangepast.

C4.4 Schade aan natuur en milieu door bodemdaling

De bodemdalingschotel van het veld omvat gebieden met een sterk verschillende ecologie: De west- en zuidzijde bestaat voornamelijk uit agrarisch gebied (weide en akkers), aan de noordzijde ligt de Waddenzee met kwelders en platen, aan de oostzijde ligt het Eems-Dollard gebied met kwelders, platen en havens. Het centrale deel bevat een aaneenschakeling van landschappen variërend van stedelijk tot landelijk gebied en in hoogte ligging variërend van 1.70 meter beneden N.A.P. tot enige meters daarboven (op oude kreekruigen, de uitloper van de Hondsrug en terpen).

De getijdengebieden in het noorden en oosten vormen daarbij een aandachtsgebied, bestaande uit kwelders, platen en geulen die onder invloed staan van getijden en deel uitmaken van de Waddenzee. Deze gebieden vormen een belangrijk foerageer- en broedgebied voor verschillende vogelsoorten. De gevolgen van bodemdaling zullen gezien de complexiteit per deelgebied worden besproken.

Binnendijkse gebieden

De belangrijkste gevolgen van bodemdaling voor natuur en milieu die binnendijs kunnen worden onderscheiden, zijn:

- 1) Relatieve stijging van het waterpeil in dalingsgebieden bij gelijkblijvend waterpeil t.o.v. NAP.
- 2) Afname van de drempelhoogte van waterinlaten, stuwen, duikers en riooloverstorten.
- 3) Verdroging in de randgebieden van de bodemdalingkom.
- 4) Wijzigingen in de waterafvoer (stroomsnelheden, -richting, afvoer/lozingsfrequentie, -duur en -methode).

Vernatting

Vernatting van natuurgebieden leidt in eerste instantie tot een stijging van het grondwaterpeil. Waar het grondwaterpeil stijgt tot aan het maaiveld vindt verminderde afbraak van organisch materiaal plaats. Hierdoor komen er minder nutriënten vrij en treedt accumulatie van organisch materiaal op, wat tot soms tot een lichte mate van verzuring kan leiden, met als gevolg dat kalk in de bodem meer wordt opgelost. Zo kan bijvoorbeeld een kalkrijke, voedselrijke bodem gradueel veranderen in een licht zure en wat voedselarmere bodem. Waar een kalk- en voedselrijke bodem gekenmerkt wordt door grassen en snelgroeiende kruiden wordt op een lichtzure bodem een andere vegetatie aangetroffen. Deze wordt vaak gekenmerkt door een hogere biodiversiteit en soorten die kenmerkend zijn voor natuurontwikkelingsprojecten in Nederland.

Dichtbij de kust in noordelijke richting is sprake van opwaarts gerichte grondwaterstroming, en neemt de invloed van zoutwater intrusie vanaf de Waddenzee toe. Hierdoor is het brak/zout grensvlak aan de oppervlakte of zeer ondiep. Bodemdaling kan ertoe leiden dat brak grondwater ook verder landinwaarts aan het oppervlak komt. Brakke condities bepalen in sterke mate welke planten wel en niet in het gebied kunnen groeien.

Natuurbeheer

Omdat in drassige natuurgebieden vaak verlanding optreedt en struweel uiteindelijk de overhand krijgt leidt bodemdaling in natuurgebieden niet direct tot verandering maar juist tot een langere continuering van de gewenste ecologische situatie. Verhoging van de waterstand onder deze omstandigheden is gunstig voor weide- en moerasvogels.

Oeverzones

Bodemdaling onder meren of beken kan leiden tot inkrimping of uitbreiding van oeverzones. Dit hangt af van de morfologie van het gebied. In gebieden waarin de natuur de vrij hand heeft zullen de verlanding of de opslibbing van de oeverzone meestal sneller verlopen dan de daling van het maaiveld als gevolg van bodemdaling. Alleen in gebieden waar de ruimte beperkt wordt door dijken en andere waterkeringen kan lokaal inkrimping van de oeverzone optreden.

Waterbeweging

Omdat door bodemdaling de kerende hoogte van waterinlaten en stuwen e.d. verminderd, kunnen verandering optreden in stromingspatronen. Dit kan leiden tot veranderingen in de wateraanvoer naar en wateruitwisseling tussen gebieden. Lokaal kunnen hierdoor blokkades ontstaan in de migratieroutes van bijvoorbeeld vissen.

Verdroging

Aan de randen van de bodemdalingsschotel kan de schotel tot een toegenomen drainage leiden in randgebieden. Dit kan in theorie leiden tot verdroging. Tot dusver is er geen verdroging door bodemdaling vastgesteld.

Agrarische productie

Vernatting tot een grondwaterstand van 120 cm beneden het maaiveld is positief voor agrarische productie (vermindering droogte-schade). Bij een vernatting waarbij de grondwaterstand stijgt tot minder dan 120 cm beneden het maaiveld kan sprake zijn van agrarisch produktieverlies. De bereikbaarheid van het land vermindert, het groeiseizoen verkort, oogstbaarheid neemt af en kans op bepaalde ziekten neemt toe.

Buitendijkse gebieden

De belangrijkste theoretische gevolgen van bodemdaling voor natuur en milieu die buitendijks kunnen optreden, zijn:

- 1) Afname van het areaal droogvallende platen.
- 2) Erosie van de kwelder.
- 3) Toename van het overstromingsrisico van de kwelder.

De potentiële gevolgen van bodemdaling in de Waddenzee zijn onderzocht en onder meer beschreven in de rapporten "Integrale Bodemdalingstudie Waddenzee, 1998", Oost et al. 1998, "Bodemdalingstudie Waddenzee 2004; Vragen en onzekerheden opnieuw beschouwd", RIKZ, 2004, RIKZ-rapport 2004.025, 14 juni 2004 en "Aardgaswinning Waddenzeegebied vanaf locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen." NAM, Assen, NAM 2013. Onderzocht zijn de gevolgen van cumulatieve met andere voorkomens en met zeespiegelrijzing.

	<p>Op deze wijze is een robuuste inschatting gemaakt van de gevolgen voor kwelders, platen en geulen. Uit de onderzoeken is gebleken dat bodemdaling door gaswinning in eerste instantie een effect op het abiotische systeem (morfologie, sedimentatie- en erosieprocessen) heeft, maar dat deze effecten niet als significant kunnen worden aangemerkt. Dit houdt in dat de wezenlijke kenmerken van het systeem niet worden aangetast. Dit hangt samen met de grote natuurlijke variatie in het abiotische systeem onder invloed van wisselende weersomstandigheden en astronomische cycli en het feit dat de biota in deze gebieden zich aan deze omstandigheden is aangepast.</p> <p><i>Wadplaten</i></p> <p>De bodemdaling van de lokale wadplaten in de Waddenzee en Eems Dollard wordt volledig gecompenseerd door sedimentatie die van nature optreedt. Deze sedimentatie is het gevolg van een overwegend hogere hydrodynamiek in de Noordzeekustzone in verhouding met de Waddenzee. Hier vindt re-suspensie van zand en slib plaats die met de vloedstroom de rustigere Waddenzee binnen komt en daar sedimenteert. Op deze wijze groeien de wadplaten gedurende de zomermaanden. Vaak zorgen najaar- en winterstormen weer voor erosie. De effecten van bodemdaling op de wadplaten vallen weg in de natuurlijke dynamiek van de hoogteligging. Hoeveel sediment er netto in de Waddenzee achter blijft wordt bepaald door het boven beschreven proces. Ten opzichte van de natuurlijke erosie/sedimentatie snelheden, die gemeten worden in centimeters tot decimeters per jaar, heeft de bodemdaling ten gevolge van gasproductie, die gemeten wordt in millimeters per jaar, geen significante invloed op het areaal droogvallende platen. Belangrijker in deze is het effect van versnelde zeespiegelrijzing die mogelijk gaat optreden.</p> <p>Voor de geulen geldt in grote lijnen hetzelfde als voor de wadplaten, met als verschil dat deze sneller lateraal migreren dan de platen en er in theorie tijdelijk een toename van geuloppervlak kan ontstaan. Deze dynamiek zal in de stromingsgaten tussen de waddeneilanden het meest uitgesproken zijn..</p> <p>De bodemdieren die in en op de wadplaten leven komen ook beneden de getijdenzone en in de permanent onderwater staande delen van de Waddenzee voor. Ze zijn aangepast aan sedimentatie en erosieprocessen. Zo kennen de meeste van deze dieren een korte generatietijd en een grote capaciteit om gebieden te koloniseren. Bodemdaling zal daardoor niet leiden tot daling van populaties bodemdieren.</p> <p><i>Kwelders</i></p> <p>De hoogteligging en ecologie van de kwelders wordt al vele jaren gevolgd. De prognose voor bodemdaling in de kwelder blijft ruim onder de natuurlijke lokale aanslibbingsnelheid, hetgeen betekent dat de opslibbingsbalans positief blijft. Wel blijken de steunpalen van de rijdsdammen sneller onder het slib te verdwijnen. Veroudering (successie van de vegetatie met een ecologische waardevermindering) wordt tevens afgeremd. Daling wordt wel meetbaar op de hoger gelegen delen van de kwelder die niet frequent genoeg overstroomt. Omdat op de lager gelegen kwelder wel opslibbing plaatsvindt komt de 'hoge kwelder' uiteindelijk lager te liggen waardoor deze bij incidentele overstroming vol loopt. Hierdoor zal regressie van de vegetatie optreden. In principe is dit een proces dat ook van nature optreedt maar door bodemdaling kan worden versneld.</p> <p><i>Vogels</i></p> <p>Bodemdaling door gaswinning kan alleen via het abiotische systeem een effect hebben op het biologische systeem. Op basis van uitgebreid onderzoek op het Friesche en Groningse wad in de context van gaswinning in de waddengebied is geconcludeerd dat de effecten op het abiotische systeem als niet significant aangemerkt kunnen worden, waarmee er ook geen effecten op het biologische systeem mogen worden verwacht. Meer nog dan voor het abiotische systeem geldt dat de tijdelijke gevolgen van bodemdaling wegvallen in de natuurlijke dynamiek van vogelbestanden.</p>
Mb 24 lid 1r	<p><i>C5) Maatregelen om bodembeweging te voorkomen / te beperken</i></p> <p>Bodemdaling</p> <p>Gezien de te verwachten effecten door bodemdaling als gevolg van de nog resterende gasproductie en omdat het hierbij gaat om productie met behulp van bestaande faciliteiten uit al producerende voorkomens worden in het bestaande productieproces zelf geen extra maatregelen voorzien. Voornoemde maatregelen zullen bij voorkeur bij het ontwerp van nieuwe plannen voor nieuwe winning in overweging worden genomen, zodat daarover al in een vroeg stadium kan worden beslist.</p>

Compactie van het reservoirgesteente veroorzaakt naast bodemdaling ook aardbevingen. Mogelijke maatregelen om deze te voorkomen, kunnen daarom gebaseerd zijn op de vermindering van de reservoircompactie. Daarmee wordt ook de bodemdaling beperkt.

Aardbevingen

Een aantal maatregelen zijn geëvalueerd die geacht worden de potentie te hebben om seismische activiteit als gevolg van gasproductie te verminderen. Deze maatregelen hebben als doel om:

1. Drukverschillen tussen het noorden en het zuiden van het veld zo klein mogelijk te houden;
2. De gasafname van het veld zo te optimaliseren dat die voornamelijk in het zuiden van het veld plaatsvindt, om zo het noordelijk deel van het veld, waar tot nu toe de meeste bevingen hebben plaatsgevonden, te ontzien;
3. Het verlagen van de druk in de randblokken om die zo op gelijke druk met het hoofdgedeelte van het veld te brengen;
4. Verminderen van de maximale jaarlijkse gasafname van het veld. Dit zal de productie van gas uitstellen, maar het uiteindelijk te produceren volume niet verminderen.
5. Het handhaven van de druk in het veld door het injecteren van een volume dat gelijk is aan de gasproductievolume. De optie waarbij stikstof gebruikt wordt als injectiegas is nader uitgewerkt in een veldontwikkelingsplan (zie verderop).

Naast deze (mogelijke) maatregelen gebaseerd op depletie (1-4) en drukhandhaving (5) is ook nog een volledige productiestop als variant doorgerekend. Dit is vanuit leveringszekerheid niet realistisch, maar een theoretisch scenario dat aangeeft hoe snel het systeem reageert en het vangt daarmee de tijdsvertraging in de hazard.

De effectiviteit van de verschillende maatregelen om de seismische activiteit te verminderen is geanalyseerd in termen van invloed van de betreffende maatregel op de te verwachten grondversnelling (PGA) voor de periode 2013 tot 2023. Deze analyse laat zien dat de verschillende maatregelen, met uitzondering van het drukhandhavingsscenario of een volledige productiestop, slechts zullen leiden tot beperkte effecten op de grondversnelling (PGA, met een overschrijdingskans van 2%) voor de periode 2013 tot 2023.

Voor de productiemaatregelen gebaseerd op verdere depletie van het veld is de variatie in de verwachte grondversnelling (bij een overschrijdingskans van 2%) voor de komende 10 jaar minder dan 5%. Bij een productiestop daalt de seismische activiteit. De grondversnelling (PGA) daalt daarbij in de komende tien jaar met zo'n 40%. Het effect van de verschillende depletiemaatregelen is dus zeer beperkt en valt binnen de nauwkeurigheid van de berekeningen.

Er is een studie uitgevoerd die de contouren schetst van de verdere ontwikkeling van het Groningen veld waarbij de druk op peil wordt gehouden door injectie van stikstof. Dit betreft ingrijpende aanpassingen en de bouw van verschillende industriële complexen. Vooral de fabriek om stikstof te produceren is van een schaal die wereldwijd niet eerder is vertoond. Afgezien van de technische haalbaarheid is de mogelijkheid om deze ontwikkeling te implementeren dan ook nog niet bewezen. De verwachting is dat bij drukhandhaving in het algemeen de seismische activiteit over het veld na een bepaalde periode zal afnemen, maar de lokale effecten rond de injectieputten moeten verder worden onderzocht. De effectiviteit in het reduceren van de totale seismisch activiteit moet dus ook nog nader worden bepaald. Daarnaast is te verwachten dat de invloed van het project op de omgeving zeer groot zal zijn, met name wat betreft het gebruik van land, het milieu en het elektriciteitsgebruik.

Een voorlopig tijdschema van een dergelijk project laat zien dat wanneer onmiddellijk zou worden begonnen met de voorbereidingen en de bouw, de injectie op zijn vroegst in 2018 kan starten. Fabrieken en putten kunnen waarschijnlijk pas op volle capaciteit werken vanaf 2023. Stikstofinjectie is volgens de voorlopige analyse dus mogelijk wel effectief in het reduceren van de seismisch activiteit, maar heeft ook een grote invloed op de omgeving en vraagt een relatief lange tijd voor implementatie.

Door de verminderde productie na 2020 (als het veld van plateau af gaat) zal ook in een productiescenario gebaseerd op continuatie van depletie, de seismische activiteit na 2030 afnemen. Door de lange voorbereidingstijd en het na-ijl effect zal een drukhandhavingproces relatief laat tot resultaten leiden.

	<p>De volgende maatregelen zullen worden uitgevoerd:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Er wordt naar gestreefd om drukgradiënten over het veld zo klein mogelijk te maken door optimalisatie van de productie inzetstrategie van de clusters in het Groningen veld. 2. Studie naar en het overwegen van versnelde ontwikkeling van de randblokken om de drukverschillen met het hoofdveld te verminderen. De effecten hiervan op de seismiciteit zullen worden ingeschat met behulp van het geomechanische model van het veld. 3. Gebaseerd op de aanname dat drukhandhaving een substantiële vermindering van de seismisch activiteit tot gevolg heeft, zal de studie worden voortgezet om de effectiviteit en haalbaarheid van een dergelijke toegevoegde ontwikkelingsactiviteit te onderzoeken. Vanwege de waarschijnlijk zeer ingrijpende gevolgen voor de omgeving zal deze optie alleen in het uiterste geval en indien proportioneel met de te vermijden hazard (bijvoorbeeld wanneer preventief versterken niet het gewenste resultaat heeft) voor uitvoer in overweging genomen worden. Deze studie wordt nu al opgestart zodat indien nodig tijdig met injectie kan worden begonnen. <p>Voortgang van deze maatregelen en studies zullen worden gevolgd als onderdeel van de genoemde Borgingsprotocol “Seismisch Risico Groningen”, het Meet- en Monitoringsplan en het “Well, Reservoir and Facilities Management Plan for Asset Groningen”.</p>
Mb 24 lid 1s	<p><i>C6) Maatregelen die gevolgen van schade door bodembeweging beperken of voorkomen</i></p> <p><i>C6.1 Maatregelen die gevolgen van schade door bodemdaling beperken of voorkomen</i></p> <p>Teneinde schade door bodembeweging te beperken of te voorkomen wordt de winning uitgevoerd overeenkomstig de in het winningsplan aangegeven productieprofielen, vindt meting van de bodembeweging plaats volgens een goedgekeurd meetplan en zijn er diverse regelingen opgesteld zoals hieronder beschreven.</p> <p>Om een regeling te treffen voor de vergoeding van kosten die teruggevoerd kunnen worden op bodemdaling ten gevolge van gaswinning in de provincie Groningen, werd op 31 augustus 1983 de overeenkomst Groningen - NAM inzake de regeling vergoeding kosten bodemdaling aardgaswinning aangegaan. Deze overeenkomst gaf aanleiding tot de installatie op 9 maart 1984 van de Commissie Bodemdaling door Aardgaswinning (www.commissiebodemdaling.nl).</p> <p>De Commissie heeft tot taak vast te stellen welke maatregelen aan te merken zijn als redelijkerwijs mogelijk of noodzakelijk om nadelige effecten van bodemdaling door aardgaswinning te voorkomen, te beperken of anderszins tegen te gaan. Tevens beoordeelt de Commissie welke kosten NAM, op grond van de overeenkomst dient te vergoeden. Ook particulieren kunnen van deze regeling gebruikmaken. Uitgangspunt bij de besluitvorming over te nemen maatregelen is onder meer de ter zake opgestelde bodemdalingprognose. Het Groningenveld valt binnen de grenzen van het winningsgebied Groningen en valt derhalve onder de werkingssfeer van de overeenkomst die met de provincie Groningen is aangegaan.</p> <p>Maatregelen binnendijks</p> <p>Het binnendijkse gebied kent een kunstmatig waterbeheer en de meeste effecten van bodemdaling door gaswinning kunnen dan ook opgevangen worden binnen dat beheer. Ter voorkoming of beperking van de effecten zijn de volgende maatregelen denkbaar: peilverlaging, dijk/kade/oeververhoging, verstuwning en/of inpoldering, verstuwning in de randgebieden en aanpassingen in het afwateringssysteem. Op dit moment zijn tal van bouwkundige en civiele maatregelen genomen voor de aanpassing en uitvoering van met name waterstaatkundige werken die schade door bodemdaling als gevolg van gaswinning willen beperken, voorkomen of herstellen. In het gebied zijn diverse werken uitgevoerd zoals de bouw en aanpassing van gemalen, sluisen, stuwen, waterkeringen en andere voorzieningen die de waterhuishouding reguleren. Eventuele knelpunten in de waterhuishouding en andere waterstaatkundige werken worden nader gesignaleerd en onderzocht door de beheerders en onderhoudsplichtigen van die werken.</p> <p>Met het nemen van maatregelen die de veranderingen in de waterhuishouding tegengaan, worden ook potentiële nadelige effecten tegengegaan. Dit proces en deze werkwijze zullen ook in de toekomst worden voortgezet.</p>

Maatregelen buitendijks

Bodemdaling heeft, tezamen met zeespiegelrijzing, gevolgen voor de instandhouding van kwelders en kwelderwerken langs de noordkust van Groningen. Het beleid van het Rijk is erop gericht de ongeveer 1.250 ha kwelders in stand te houden. Deze kwelderwerken (voorheen landaanwinningswerken) bestaan uit diverse maatregelen waaronder te plaatsen, te verhogen of te handhaven palen en rijshouten dammen en andere vooroeverbeschermingsmaatregelen. Hiermee wordt de verwachte schade aan kwelders en kwelderwerken voorkomen en loopt het kwelderareaal niet terug.

De maatregelen worden getroffen door of in opdracht van Rijkswaterstaat. De hiervoor te maken kosten worden aangemerkt als kosten van maatregelen die voortvloeien uit door gaswinning veroorzaakte bodemdaling. De genoemde Commissie Bodemdaling heeft hierover in 1995 reeds een beslissing genomen en fondsen beschikbaar gesteld. Tevens is hiervoor een afzonderlijke begeleidingscommissie ingesteld.

Het volgen van de hoogten van kwelders en platen, alsmede de ecologische ontwikkeling van kwelders wordt uitgevoerd door Rijkswaterstaat i.s.m. Deltares en IMARES. Extra ecologische controle ten behoeve van de bodemdaling is daarom niet nodig. Ten aanzien van volumevergroting van de Waddenzee door bodemdaling en eventuele zandsuppleties worden geen (extra) maatregelen voorzien.

Voor zover van belang wordt er nog op gewezen dat los van het hiervoor gaande, op de exploitant van een mijnbouwwerk een risico-aansprakelijkheid rust voor schade die ontstaat door beweging van de bodem als gevolg van de exploitatie van dat werk.

C6.2 Maatregelen die gevolgen van schade door aardbevingen beperken of voorkomen

C6.2.1 Maatregelen aan bouwwerken derden

NAM heeft haar schadeafhandelingsproces voor lichtere schades het afgelopen jaar verbeterd. De wijze waarop dit proces is ingericht en hoe de afhandeling verloopt is te volgen via www.namplatform.nl.

de gebieden met een hoger seismisch risico zullen maatregelen genomen worden om de weerstand van gebouwen tegen seismische belasting preventief te verbeteren. Het doel van preventief gebouwen verstevigen is om het risico op persoonlijk letsel te verminderen. Versteviging zal echter lichte schade aan gebouwen niet kunnen voorkomen. Deze schades zullen worden blijvend afgehandeld onder bovengenoemde proces.

. Drie niveaus worden onderkend voor het verbeteren van de seismische weerstand van gebouwen teneinde persoonlijk letsel te verminderen:

1. Vastzetten van loszittende delen. Dit geldt met name voor schoorstenen en uitstekende delen op hoogte, welke bij een seismische activiteit zouden kunnen loskomen en letsel veroorzaken bij het vallen.
2. Verbeteren van de samenhang. Verbindingen in de structuur kunnen loskomen, waarbij bijvoorbeeld muren de bovenliggende delen mogelijk niet meer steunen waardoor en instorting dreigt. In de provincie Groningen zijn vloeren in metselwerk vaak los opgelegd, en daardoor gevoelig voor zijwaartse versnellingen.
3. Verbeteren van de seismische weerstand van bouwkundige elementen. Hierbij moet gedacht worden aan het eventueel verstevigen of vervangen van muren en/of funderingen.

Onder verwijzing naar figuur C9 is het voorgestelde plan van aanpak om beginnen met inspectie van gebouwen in het gebied met het hoogste seismisch risico, en van daaruit in fases naar de lagere risico gebieden toe te werken. Het uiteindelijk aantal gebouwen dat geïnspecteerd gaat worden zal jaarlijks bijgesteld worden op basis van de laatste inzichten in de voorspellingen van bodembeweging als gevolg van aardbevingen.

Voor het plan van aanpak is gebruik gemaakt van de 'importance class' zoals gegeven in de Eurocode 8. Gebouwen die vitaal zijn voor het verlenen van hulp in geval van een beving, zoals ziekenhuizen, brandweer en politie posten, zijn Class IV.

Gebouwen waarbij de gevolgen potentieel groter zijn dan gemiddeld, zoals scholen, dagverblijven gemeenschapsgebouwen en kerken, zijn Class III. Deze hebben een hogere prioriteit dan woonhuizen (Class II) en agrarische gebouwen en bijgebouwen (Class I).

In de aanpak vormen Class IV & III en de Class II & I gebouwen aparte werkstromen.

Voor de Class IV & III gebouwen is begonnen met het opvragen van de bouwtekeningen ter voorbereiding van een gedetailleerde bouwinspectie.

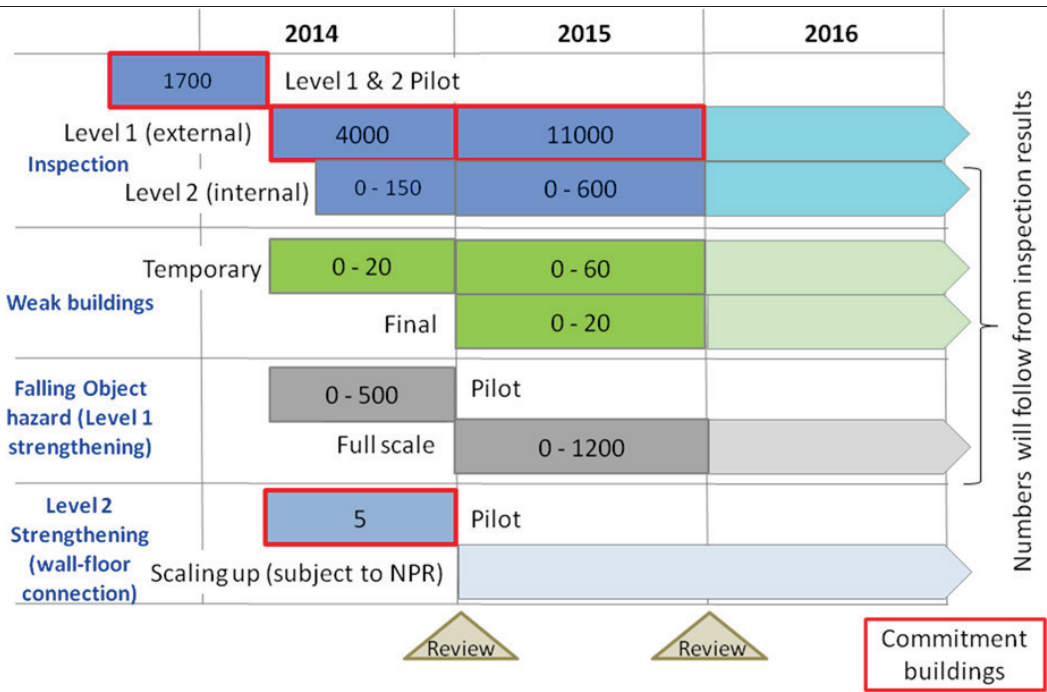
Voor Class II & I is begonnen met een straatinspectie, waarbij eerst de 1700 gebouwen in Loppersum in kaart worden gebracht. Met de straatinspecties worden karakteristieke kenmerken geregistreerd waarna een prioriteitsscore aan individuele gebouwen kan worden toegekend.

Het verstevigingsprogramma volgt het inspectieprogramma en de prioriteiten die daar uit voortkomen. Voor de Class IV & III gebouwen zal een specifieke bouwkundige analyse gedaan worden en preventieve verstevigingsmaatregelen op een individuele basis worden afgesproken. Voor de Class II & I gebouwen wordt als eerste stap de loszittende delen zoals schoorstenen vastgezet (level 1 maatregelen). Gebouwen waarbij de huidige sterkte ver beneden de ontwerpnorm ligt en die al een veiligheidsrisico vormen bij lage aardbevingsbelastingen zullen ook op korte termijn verstevigd worden. Hierbij worden eerst tijdelijke maatregelen toegepast, op een later tijdstip gevolgd door permanente maatregelen. Daar waar de kosten voor preventief verstevigen de economische en/of culturele waarde van een gebouw overschrijden, moet op individuele basis een alternatieve aanpak besproken worden.

In 2014 zal een pilot zal gedaan worden met 5 woningen om level 2 verstevigingsmaatregelen te testen zoals bijvoorbeeld het verbeteren van de samenhang tussen muren en plafonds

Het aantal gebouwen dat verstevigd gaat worden en het benodigde niveau van versteviging zal jaarlijks bijgesteld worden op basis van voortschrijdend inzicht (en is daarmee een onderdeel van het Meet- en Monitoringsplan).

De statistische trends die waargenomen worden in de frequentie en magnitude van het optreden van aardbevingen geven aan dat er over de tijd een graduele toename is te verwachten van het aantal bevingen en de maximale magnitude. Dit graduele verloop (een van de elementen die in het kader van het monitoringsprotocol nauwkeuring gevolgd zullen worden) geeft aan dat het zeer onwaarschijnlijk is dat op korte termijn een beving is te verwachten met zware tot zeer zware schade (DS4 of 5) verwacht kan worden. Het preventieve verstevigingsprogramma is zodanig opgezet dat de hoogste risicosituaties al in 2014 en 2015 aangepakt zullen worden.



Figuur C9: Indicatieve tijdslijn hoofdactiviteiten.

C6.2.2. Maatregelen aan productiefaciliteiten NAM

In juni 2013 is onder leiding van externe specialisten (ARUP) door de relevante engineering disciplines binnen NAM een onderzoek ("quick scan") uitgevoerd naar de robuustheid van de productiefaciliteiten in het veld ten aanzien van aardbevingen. Hierbij zijn alle systemen en bouwwerken die voorkomen op een standaard productiefaciliteit ("cluster") qua ontwerp en opstelling getoetst wat betreft hun robuustheid tegen aardbevingen met een magnitude met een orde van grootte zwaarder dan 3,6 (de Huizing beving). De kwalitatieve toetsing heeft geresulteerd in een lijst van 14 aandachtsgebieden, onderdelen of systemen op de installaties die in meer of mindere mate beschadigd kunnen raken bij een beving. De uitkomsten zullen begin 2014 verder worden uitgewerkt en worden gekwantificeerd. Hierbij zullen de effecten van een dynamische belasting (referentie beving) op de inherente sterkte van het installatieonderdeel worden bepaald. Vervolgens kunnen medio 2014 concepten worden ontwikkeld die de basis zullen vormen voor de uiteindelijk te treffen mitigerende maatregelen. Er wordt naar gestreefd om alle maatregelen voor het einde van 2015 te hebben doorgevoerd op alle productiefaciliteiten in het risicogebied, maar dit is afhankelijk van aard en omvang van de maatregelen.

De productiefaciliteiten in het Groningen veld zijn ontworpen voor onbemand opereren. Veiligstellen, opstarten en sturen van de productie vindt onder normale omstandigheden plaats vanuit de centrale controle kamer in Hoogezand. Het insluiten van de installatie gebeurt automatisch bij overschrijden van vooraf gedefinieerde proces condities. De installaties worden daarbij omgezet naar een inherent veilige modus. Verder zijn de locaties voorzien van een gasdetectiesysteem. Dit systeem zal bij ongepland vrijkomen van gas, bijvoorbeeld als gevolg van een lekkage aan een flensverbinding, een alarm genereren. Vervolgens zal de centrale controlekamer de locatie en omvang van de lekkage proberen vast te stellen, en vervolgens het betreffende installatiedeel, of de gehele faciliteit naar een veilige modus sturen (CESD).

Bij het ontwerp van de faciliteiten is geen rekening gehouden met de mogelijkheid van schade en ongepland vrijkomen van gas als gevolg van een beving. Hierdoor is het mogelijk dat de installaties bij een bodembeweging niet direct naar de veilige modus gaan, maar mogelijk pas nadat als gevolg van secundaire effecten bepaalde procescondities worden overschreden. Daarom zullen, om de installaties directer te beveiligen tegen grote aardbevingen, in 2014 trillingsopnemers op alle productielocaties in het risicogebied worden geïnstalleerd die insluiten van de installatie initiëren zodra de grondversnelling boven de ingestelde waarde komt.

Wanneer een installatie zal worden ingesloten door het aardbevingsbeveiligingssysteem, zal, voordat deze weer kan worden vrijgegeven voor productie, eerst een controle en inspectie plaatsvinden op alle systemen volgens een nog nader te bepalen protocol.

<p>Ondertekening</p> <p>Naam: Ir. J. F. van Elk</p> <p>Functie: Development Leader Groningen</p>	<p>Assen, 29 november 2013</p>
<p>Ondertekening</p> <p>Naam: Ir. J. de Haan</p> <p>Functie: Asset Manager Groningen</p>	<p>Assen, 29 november 2013</p>

Flankerend document A (openbaar): Technische Bijlage Groningen Winningsplan 2013 (CD)
Flankerend document B (openbaar): Well, Reservoir and Facilities Management Plan 2013
Flankerend document C (openbaar): Borgingsprotocol Seismisch Risico Groningen