



Oplegnotitie - Winningsplan Groningen-gasveld 2016

Assen, 19 april 2016

HANDHAVING HUIDIG PRODUCTIENIVEAU VAN 27 MILJARD M³

De aardbevingen die worden veroorzaakt door gaswinning in Groningen hebben grote impact op de bewoners van het gebied. De aardbevingen resulteren in schade, overlast en een gevoel van onveiligheid onder bewoners. NAM onderkent en betreurt dit.

De aardbeving van Huizinge in augustus 2012 was een kantelpunt in de gaswinning in Groningen. Na 'Huizinge' zijn de inzichten in de problematiek sterk verbeterd en is er veel aangepakt. Er zijn belangrijke stappen gezet op het gebied van schadeafhandeling, bouwkundig versterken en leefbaarheid. Er is een uitgebreid onderzoeksprogramma en meetnetwerk opgezet om de seismische dreiging en risico's beter te begrijpen. Ook zijn professionele, zelfstandige partijen gestart – de Nationaal Coördinator Groningen en het Centrum Veilig Wonen - voor de regie en uitvoering van bovengrondse maatregelen.

Tegen deze achtergrond heeft NAM op 1 april 2016 op verzoek van de overheid een geactualiseerd Winningsplan ingediend bij de minister van Economische Zaken. NAM doet in het Winningsplan, als operator van het Groningen-gasveld, een voorstel voor toekomstige gaswinning uit het veld. Het plan beschrijft hoeveel gas NAM kan gaan winnen en hoe het bedrijf dat wil doen – binnen door de overheid gestelde normen. Naast het Winningsplan heeft NAM ook een Meet- & Regelprotocol en een nieuw Studieprogramma ingediend. Deze documenten vullen elkaar aan en worden hier tezamen het 'drieluik' genoemd, met speciale aandacht voor de oorzaken en gevolgen van aardbevingen en de mitigerende maatregelen. Deze oplegnotitie is een vertaalslag van dit 'drieluik'.

Het indienen van het 'drieluik' is de eerste stap in een zorgvuldig besluitvormingsproces op weg naar een definitief gaswinningsbesluit voor 1 oktober 2016. Gezien de complexiteit en maatschappelijke zorg rond het aardbevingendossier, heeft de minister besloten tot een uitgebreide consultatie van overheden, experts en bewoners voor het gaswinningsbesluit.

Handhaving huidig productieniveau van 27 miljard m³

Voor het eerstvolgende gasjaar stelt NAM in het Winningsplan voor de huidige jaarproductie van 27 miljard m³ en de huidige verdeling over de productielocaties te handhaven.

In de toekomst kan de productie jaarlijks op een beheerste en gelijkmatige wijze worden aangepast. Het Meet- & Regelprotocol beschrijft hoe het productieniveau en de productieverdeling kunnen worden bijgesteld. Dit gebeurt op basis van actuele, door derden gerapporteerde en geverifieerde, gegevens over:

- het aantal aardbevingen en de kracht daarvan (KNMI);
- de gemeten grondversnelling (KNMI);
- de voortgang op het gebied van de risicoreductie via onder meer het bouwkundig versterken onder regie van de Nationaal Coördinator Groningen en zoals beschreven in het Meerjarenprogramma.

De bovengrens voor de jaarlijkse gasproductie, zoals beschreven in het Winningsplan, is 33 miljard m³ per gasjaar. Volgens de meest recente inzichten vallen ook op dit productieniveau de veiligheidsrisico's binnen de door de overheid vastgestelde norm en is daarbij een gelijkmatige productie mogelijk. Een ondergrens wordt bepaald door andere

factoren. De minister hanteert hierbij een breed afwegingskader, waaronder leveringszekerheid zoals ook de Raad van State deze afweging meenam in haar voorlopige voorziening in november 2015. NAM is niet van plan om het productieniveau in het Groningen-gasveld op korte termijn aan te passen en wil de komende periode stabiliseren op het huidige niveau van 27 miljard m³. Dit biedt ook de mogelijkheid ervaring op te doen met het Meet- & Regelprotocol en op basis daarvan het protocol verder te verbeteren.

Update van het 'Hazard & Risk' onderzoek

NAM heeft in het Winningsplan de uitkomsten van het meest recente 'Hazard & Risk' onderzoek meegenomen. Deze geven aan dat de schatting van aardbevingsdreiging en -risico opnieuw lager is dan in november 2015 was berekend. Naar aanleiding van de in november gepresenteerde onderzoeksresultaten zijn aanbevelingen gedaan door toezichthouder SodM en door het Scientific Advisory Committee Groningen (SACG, de door de minister ingestelde wetenschappelijke adviescommissie). Deze aanbevelingen zijn nu verwerkt in het 'Hazard & Risk' model. Na een reguliere kwaliteitscontrole werd bovendien een correctie doorgevoerd in de toepassing van het model.

De resultaten leiden in vergelijking tot eerdere berekeningen tot een lagere inschatting van het aantal gebouwen dat mogelijk niet aan de veiligheidsnorm van de overheid voldoet. Dit is een berekende statistische uitkomst op basis van een model met aannames die we voortdurend moeten blijven toetsen. De mate waarin zich dit in de praktijk vertaalt naar het aantal te versterken gebouwen is afhankelijk van de validatie van de studieresultaten (door onder andere SodM en SACG), de uitkomsten van bouwkundige inspecties door de Nationaal Coördinator Groningen en de wijze waarop de verbeterde inzichten worden opgenomen in de relevante bouwnormen. De laatste Hazard & Risk studieresultaten laten zien dat het statistisch gaat om circa honderd gebouwen. De nieuwe uitkomsten zullen waarschijnlijk niet meteen resulteren in een aanpassing van het lopende inspectie- en versterkingsprogramma. De Nationaal Coördinator Groningen zal het effect op zijn Meerjarenprogramma en de uitvoering daarvan bepalen.

Onafhankelijk onderzoek

NAM onderkent het belang van onafhankelijke kennisontwikkeling en is sterk voorstander van de vorming van een nieuw kennisnetwerk, onder toezicht van een onafhankelijke wetenschappelijke adviesraad. Zogeheten 'ruwe onderzoeksgegevens' zijn nu al beschikbaar voor alle geïnteresseerde partijen. De Onderzoeksraad Voor Veiligheid heeft in haar onderzoeksrapport in 2015 aangegeven dat het belangrijk is voor NAM om de onzekerheden rond gaswinning en de gevolgen ervan te onderkennen en te benoemen. Daarom blijft NAM, als verantwoordelijk operator, ook zelf actief onderzoek doen naar de Groningse ondergrond en de effecten van gaswinning.

Een basis voor verdere gaswinning

NAM en andere bij de Groningse gaswinning betrokken partijen hebben de afgelopen jaren veel geleerd, maatregelen genomen en een aantal zaken in gang gezet:

1. Door een grootschalig onderzoeksprogramma zijn belangrijke inzichten verkregen in wat er specifiek onder en boven de grond gebeurt rondom het Groningen-gasveld. Naast NAM zijn hierbij sinds 2013 meer dan 35 onafhankelijke, gerenommeerde onderzoekers en kennisinstututen uit binnen- en buitenland betrokken;
2. De Nederlandse overheid heeft na de aardbeving bij Huizinge normen, richtlijnen en overlegplatformen aangereikt om de veiligheid van gebouwen, industrie en infrastructuur inzichtelijk te maken, te bespreken en te toetsen;

3. Sinds 2012 zijn er diverse aanpassingen gedaan in de schadeafhandelingsprocedure. Het schadeprotocol is meerdere malen aangepast en in overleg met betrokken partijen worden nieuwe verbeteringen doorgevoerd. Bewoners hebben de mogelijkheid tot contra-expertise en vanaf mei 2016 is er een speciale arbiter die kan bemiddelen bij geschillen tussen bewoners en Centrum Veilig Wonen of NAM;
4. Begin 2015 heeft Centrum Veilig Wonen de afhandeling van meldingen van aardbevings schade overgenomen van NAM. Centrum Veilig Wonen behandelt schade zelfstandig en rapporteert periodiek de voortgang aan een onafhankelijke Commissie van Toezicht die door de minister is ingesteld;
5. In januari 2014 ondertekenden de minister van Economische Zaken, de provincie Groningen en een aantal gemeenten het akkoord "Herstel van vertrouwen, vertrouwen op herstel". In het akkoord zijn de partijen specifieke maatregelen overeengekomen die moeten bijdragen aan het verbeteren van de leefbaarheid en economische structuur van Groningen.
6. Eind vorig jaar heeft de Nationaal Coördinator Groningen een Meerjarenprogramma gepresenteerd met daarin een pakket aan maatregelen dat Groningen aardbevingsbestendiger moet maken en de regio een beter perspectief moet bieden. Naast de Economic Board Groningen en het samenwerkingsverband van een aantal regionale kennisinstellingen wordt onder de noemer "Kansrijk Groningen" invulling gegeven aan het eerder genoemde bestuursakkoord;
7. Begin mei 2016 start de Nationaal Coördinator met een pilot-opkoopregeling voor particuliere woningen. Dit is in aanvulling op de bestaande "Commissie voor Bijzondere Situaties".

Ondanks deze stappen kampen de regio en de bewoners nog met problemen en onzekerheden. Er zullen zich aardbevingen blijven voordoen in Groningen als gevolg van gaswinning. Ook de bouwkundige inspecties en het bouwkundig versterken brengen hinder en overlast voor de bewoners met zich mee. Deze kunnen in verschillende mate een materiële, psychische en emotionele impact hebben. NAM betreurt dit en continueert het onderzoek naar manieren om het aantal aardbevingen en de effecten daarvan te verminderen.

NAM gaat door op de ingeslagen weg van transparantie, communicatie en persoonlijk contact met de samenleving. Op www.namplatform.nl is veel informatie over aardbevingen, schade, versterken, gasproductie en leefbaarheid te vinden. Door te luisteren en in gesprek te blijven met bewoners en bestuurders probeert NAM beter in te spelen op de behoeften van de regio. Voor NAM is dit een proces van continu leren en verbeteren. Samenwerking tussen alle betrokken partijen is en blijft essentieel.

Toekomstige gaswinning

Er zijn vier belangrijke instrumenten om te sturen op een veilige en verantwoorde gaswinning in Groningen, die uitvoerig worden beschreven in de door NAM ingediende documenten:

Productieniveau. NAM stelt voor om in het gasjaar 2016-2017 de huidige wijze van productie en het bijbehorende niveau van 27 miljard m³ voort te zetten. Meer of minder productie is in de toekomst mogelijk wanneer de ontwikkeling in seismiciteit en voortgang van de bovengrondse maatregelen – en daarmee het risicoprofiel – daar aanleiding toe geven.

Productieverdeling. Mogelijk kunnen fluctuaties in de gaswinning over tijd en plaats leiden tot een toename van seismiciteit. NAM wil het Groningse gas daarom zo gelijkmatig mogelijk winnen. Als blijkt dat er in bepaalde gebieden seismische waarden worden gemeten die afwijken van de verwachting, kan dat leiden tot een aanpassing van de productieverdeling of het bouwkundig versterken in dat gebied. In de ingediende plannen staat beschreven wat NAM zal doen om de komende jaren meer inzicht te krijgen in het effect van productiefuctuaties op seismiciteit.

Inspecteren en versterken. Alle gebouwen in het aardbevingsgebied moeten voldoen aan de veiligheidsnorm zoals vastgesteld door de overheid. Dit betekent dat een aantal gebouwen in Groningen versterkt zal moeten worden. Deze operatie – op basis van inspecties en berekeningen van gebouwen in het gebied met hogere bevingsdreiging – vindt plaats onder regie van de Nationaal Coördinator Groningen. Uit het langlopende onderzoek komt een steeds nauwkeuriger beeld naar voren inzake de versterkingsopgave. De kern van het gebied met de grootste aardbevingsdreiging blijft rond Loppersum.

Schadeafhandeling. De komende jaren zullen zich helaas aardbevingen blijven voordoen in Groningen als gevolg van de gaswinning. Centrum Veilig Wonen voert de schadeafhandeling uit waarbij snelheid, consistentie en klantgerichtheid voorop staan. Er komt een arbiter voor snelle en onafhankelijke geschillenbeslechting. De Nationaal Coördinator Groningen neemt voortaan het voortouw bij het oplossen van complexe schadegevallen. NAM stemt de inhoud en kwaliteit van de protocollen voor schadeafhandeling af met de Nationaal Coördinator Groningen en Centrum Veilig Wonen en staat open voor ideeën en suggesties. Nieuwe snellere en klantgerichte manieren van schadeafhandeling worden, mede op basis van actuele meetresultaten, samen met diverse betrokken partijen verder uitgewerkt.

Tot slot

Na jaren van maatschappelijke onrust over gaswinning, is het in het belang van alle betrokkenen om de rust in Groningen terug te brengen. Het geactualiseerde Winningsplan presenteert daarom een productievoorstel dat richting geeft aan een stabiel en veilig niveau voor gaswinning in Groningen. Dat gebeurt met continuering van de huidige productie, met een bovengrens en duidelijke afspraken over wanneer in de toekomst binnen de gestelde bandbreedte minder of meer gas kan worden geproduceerd. NAM richt zich daarbij op haar rol als operator van het Groningen-gasveld.

In samenwerking met de bewoners, de Nationaal Coördinator Groningen, Centrum Veilig Wonen en wetenschappelijke instituten, zal NAM haar rol als verantwoordelijk operator van het Groningen-gasveld steeds blijven bewijzen en verdienen. NAM staat daarbij meer dan ooit open voor dialoog met de buitenwereld en wil samenwerking met de betrokken partijen continu verbeteren.

Winningsplan Groningen Gasveld 2016

[blanco]

Inhoudsopgave

Samenvatting	7
1. Inleiding.....	8
1.1 Een Winningsplan	8
1.2 Rol van het Meet- en Regelprotocol.....	9
1.3 Rol Studieprogramma	9
1.4 Rollen en afbakening partijen	10
1.5 Leeswijzer.....	11
1.6 Kwaliteitsbewaking	12
1.7 Begrippen en afkortingen	15
2. Bedrijfsgegevens	16
3. Het Groningen Systeem	17
3.1 Historie van het veld	17
3.2 Geologische beschrijving van het veld.....	18
3.3 Mijnbouwwerken.....	19
3.3.1 Inrichtingen en putten	20
3.3.2 Plaats en wijze waarop koolwaterstoffen in de verbuizing treden	24
3.4 Overige infrastructuur	25
3.4.1 Ringleiding en overslagen	25
3.4.2 Aardgascondensaatsysteem	26
3.4.3 Waterinjectie	26
4. Ontwikkeling van het veld.....	27
4.1 Productiefilosofie	27
4.1.1 Efficiënte gasproductie	27
4.1.2 Verantwoord opereren	28
4.2 Well, Reservoir and Facilities Management	28
4.3 Toekomstige ontwikkelingen	28
4.3.1 Compressie.....	29

4.3.2	Ontwikkeling van het Carboon.....	29
4.3.3	Putprojecten	29
4.4	Omvang van de winning.....	30
4.4.1	Capaciteit	30
4.4.2	Duur en volume van de winning	31
4.4.3	Jaarlijks eigen gebruik bij winning	32
4.4.4	Bedrijfsvoering.....	32
4.5	Onzekerheid.....	33
4.5.1	Compressie.....	33
4.5.2	Carboon.....	33
4.5.3	Gelijkmatige productie.....	33
4.5.4	Additionele productieputten	34
4.6	Monitoring	34
5.	Bodemdaling	35
5.1	Bodemdalingsprognose	35
5.1.1	Algemeen	35
5.1.2	Diffusie mechanisme en compactiemodellering	36
5.1.3	Aquifers	36
5.2	Verloop van de bodemdaling in tijd.....	38
5.3	Omvang en aard van de schade door bodemdaling	40
5.3.1	Schade aan bouwwerken en openbare infrastructuur door bodemdaling	40
5.3.2	Schade aan natuur en milieu door bodemdaling.....	41
5.3.3	Schade aan landbouw	43
5.4	Maatregelen om bodemdaling te voorkomen of te beperken.....	44
5.5	Maatregelen inzake bodemdaling die de gevolgen van schade beperken of voorkomen	44
5.5.1	Maatregelen binnendijks	44
5.5.2	Maatregelen buitendijks	44
5.6	Onzekerheid.....	45
5.6.1	Geologische onzekerheden.....	46
5.6.2	Operationele onzekerheden	46
5.7	Monitoring	47

5.7.1	Waterpassing	47
5.7.2	Satellietobservatie	47
5.7.3	Global Positioning	48
5.7.4	Gravitiemetingen	48
5.7.5	Kwelders en wadplaten.....	48
6.	Bodemtrilling.....	49
6.1	Door productie geïnduceerde bevingen	49
6.2	Door waterinjectie geïnduceerde bevingen	51
6.3	Omvang en aard van schade door aardbevingen	52
6.3.1	Algemeen	52
6.3.2	Schade aan bouwwerken en risico's voor bewoners.....	52
6.3.3	Schade aan productiefaciliteiten NAM	57
6.3.4	Schade aan industrie en infrastructuur	57
6.4	Maatregelen om bodemtrilling te voorkomen of te beperken	59
6.4.1	Gasproductie.....	59
6.4.1.1	Gelijkmatige productie.....	59
6.4.1.2	Drukhandhaving.....	59
6.4.2	Waterinjectie	60
6.5	Maatregelen om de schade te voorkomen of beperken	60
6.5.1	Maatregelen aan bestaande bouwwerken	60
6.5.2	Prioriteitstelling.....	62
6.5.3	Expert Systeem	62
6.5.4	Maatregelen productiefaciliteiten NAM.....	64
6.6	Maatregelen incidentbestrijding	64
6.6.1	NAM-intern	64
6.6.2	Veiligheidsregio.....	64
6.7	Veiligheid in uitvoering	65
6.8	Onzekerheid.....	66
6.8.1	Versterkingsuitloop.....	66
6.8.2	Gelijkmatige productie.....	67
6.8.3	Mmax	67

6.8.4	Maatschappelijk risico	67
6.8.5	Landbouw.....	67
6.8.6	Verweking	67
6.9	Monitoring	68
7.	Maatschappelijke effecten.....	69
7.1	Maatschappelijk risicobeleid	69
7.1.1	Nationaal beleid	69
7.1.2	Regionaal beleid.....	70
7.1.3	NAM-beleid	71
7.2	Hinder en mitigerende maatregelen	71
7.2.1	Niet levensbedreigende fysieke schade.....	71
7.2.2	Maatregelen leefbaarheid en sociaal-economisch perspectief.....	72
7.3	Voorlichting.....	74
7.4	Onzekerheid.....	74
7.5	Monitoring	74
8.	Beoordeling.....	75
8.1	Intern managementsysteem.....	75
8.2	Leidraden	75
8.3	Winningsplan	77
Bijlage A:	Locaties en putten.....	78
Bijlage B:	Referentietabel	82
Bijlage C:	Technische Bijlage	86

Samenvatting

In dit Winningsplan beschrijft de NAM, als uitvoerder ('operator') van de winning van het Groningen gasveld, op welke wijze het bedrijf verwacht gas te winnen en hoe de nadelen daarvan zoveel mogelijk worden beperkt.

Om voor de komende jaren keuzes te maken, gebruikt NAM vier leidraden:

- veiligheid voor bewoners
- voortvarende afhandeling van schade en versterking waar noodzakelijk
- zo gelijkmatig mogelijke productie
- doelmatige gaswinning voor de operator

Het Winningsplan bevat een overzicht van het productiesysteem, de verwachte bodemdaling en aardbevingen, en de maatregelen die daaruit boven- en ondergronds voortvloeien. Per hoofdstuk is aangegeven welke effecten er optreden en hoe deze gemitigeerd kunnen worden.

De bovengrens voor de jaarproductie voor langere termijn in dit Winningsplan is 33 bcm per gasjaar. Volgens de meest recente inzichten is bij dit productieniveau (en de lagere productieniveaus die NAM heeft doorberekend) een gelijkmatige productie mogelijk en is de veiligheid voor bewoners in voldoende mate gewaarborgd.

Voor het eerstvolgende gasjaar (2016-2017) stelt NAM voor om de huidige jaarproductie van 27 bcm (miljard kubieke meter) en de heersende verdeling over de clusters te handhaven. Alleen bij gebleken onvoorziene omstandigheden of bij een koude winter zal de NAM hiervan afwijken, zoals dat ook op dit moment erkend en mogelijk is.

In de toekomst zou de productie jaarlijks neerwaarts of opwaarts op een beheerste en gelijkmatige wijze kunnen worden aangepast. Het Meet- en Regelprotocol bij dit Winningsplan beschrijft hoe productieniveau en -verdeling kunnen worden bijgesteld tot maximaal de genoemde bovengrens, dit op basis van actuele gegevens over het aantal aardbevingen en de gemeten grondversnelling (beide gerapporteerd door het KNMI) en de voortgang op het gebied van de risicoreductie via onder meer het bouwkundig versterken.

Voordat aanpassingen van de gasproductie kunnen plaatsvinden, moet vastgesteld worden in welke mate zich dit verhoudt tot de voortgang in het inspectie- en versterkingsprogramma dat erop is gericht om gebouwen die niet aan de vastgestelde veiligheidsnorm voldoen binnen de daarvoor gestelde termijn te versterken. Voorts wil NAM verder bouwen aan het vertrouwen onder bewoners en bestuurders via een transparante communicatie en de extern gevalideerde studies die worden beschreven in het Studieprogramma. Met deze studies worden de verwachte waarden van aardbevingskarakteristieken gevalideerd; deze waarden worden vervolgens vergeleken met de recente meetgegevens uit het veld en vormen zo de basis voor het Meet- en Regelprotocol.

1. Inleiding

1.1 Een Winningsplan

De rechtsfiguur van een Winningsplan bestaat sinds 2003. In tijd gezien is dit plan de opvolger van het ontginningsplan¹ zoals dit bestond sinds 1996 en de daaraan voorafgaande ‘werkverplichting’ uit de oorspronkelijke concessie. Door middel van een Winningsplan – waarvan het initiatief ligt bij de vergunninghouder – kan de bevoegd Minister (van Economische Zaken), met voorafgaande betrokkenheid van adviseurs en inspraak beoordelen of de hoeveelheid te winnen delfstoffen en de wijze en het tempo van de winning in lijn zijn met het planmatig beheer van die delfstof en past binnen de technische en bedrijfseconomische randvoorwaarden van de uitvoerder (‘operator’)². Tevens zal het plan door de Minister worden gezien in het licht van een zorgvuldige winning met het oog op de bodembeweging.

pag. 8

Het ‘planmatig beheer’ is niet nader gedefinieerd in de Mijnbouwwet, maar uit de wetsgeschiedenis en praktijk blijkt dat het een optimale winning betekent, waarbij de voortvarendheid, efficiëntie en effectiviteit van de winning gedurende de levensduur van een veld op zijn minst ten genoegen van de Minister moeten worden aangetoond. Deze elementen zijn, onder verwijzing naar de vereisten vanuit het Mijnbouwbesluit, voor het Groningen gasveld nader uitgewerkt in de navolgende hoofdstukken. Het belang van de vergunninghouder op een economisch rendement en een doelmatige bedrijfsvoering is onderdeel van die besluitvorming.

Ten opzichte van de vorige Winningsplannen voor het Groningen gasveld (2003, 2007 en 2013) zijn, naast een andere structuur, de hierna genoemde onderdelen vernieuwd. Deze vernieuwing is mede een reactie op de ontwikkelingen sinds 2013, het voorlopige wetsvoorstel ‘Versterking veiligheidsbelang mijnbouw’³ (inclusief OVV-aanbevelingen⁴ en behandeling van deze gaswinning in de Tweede Kamer⁵) en uitspraken van de Raad van State in 2015:

- Nieuwe definitie voor een risicobeoordeling (hoofdstuk 8)
- Transparantere beschrijving van monitoring en resterende onzekerheden (slot-element per hoofdstuk)
- Elementen ten behoeve van de rollen en adviesfunctie van provincie, gemeenten en waterschappen
- Een beschrijving en weging van de maatschappelijke effecten (hoofdstuk 7)

Deze onderwerpen zijn, zo veel als mogelijk en nodig, in dit Winningsplan opgenomen.

In deze definitieve versie van het plan zijn tevens de correcties doorgevoerd die voortkomen uit de ontvankelijkheidstoets door SodM en EZ, begin april 2016.

¹ Het ontginningsplan en de criteria volgens de Regeling vergunningen en concessies Nederlands territorium 1996, 9 mei 1996, nr. 96029278.

² Onder meer TK 26 219, nr. 12, pagina 44.

³ Handelingen TK 34 348, Wijziging van de Mijnbouwwet (versterking veiligheidsbelang mijnbouw en regie opsporings-, winnings- en opslagvergunningen), status in maart 2016.

⁴ OVV, Hoofdaanbevelingen rond de versterking van het veiligheidsbelang en erkenning en communicatie van onzekerheden, 18 februari 2015.

⁵ TK 33 529, voor dit winningsplan met name vanaf nummer 212.

1.2 Rol van het Meet- en Regelprotocol

① artikel 11 Instemmingsbesluit

De dynamiek in de winning, de effecten en voortschrijdende inzichten uit de productiepraktijk en onderzoeken onder het Studieprogramma worden, voor zo ver mogelijk, geadresseerd in het Meet- en Regelprotocol. Dit Protocol is daartoe onder meer een samenstel van de hoofdstuksecties rond monitoring uit dit Winningsplan en bevat daarvoor een aantal 'signaalparameters'. Bovendien zullen de meer statische productieprincipes van het Winningsplan in de praktijk worden vormgegeven door een dynamische (bij)sturing van de productie en bijbehorende maatregelen wanneer gepast. Doel van het Protocol is onder meer het meten van de seismiciteit en het eventueel bijsturen om de risico's binnen de basisveiligheid en overige randvoorwaarden te houden.

pag. 9

In dit Winningsplan wordt de monitoring in brede zin besproken en aangegeven welke parameters als 'signaalparameter' gelden voor het Protocol.

📖 Meet- en Regelprotocol, Gaswinning Groningen aardbevingsrisico's, maart 2016

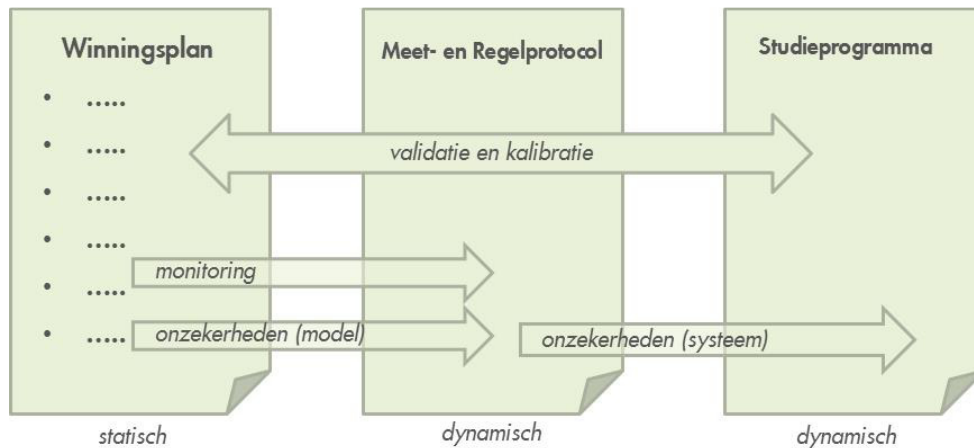
1.3 Rol Studieprogramma

De NAM heeft een meer integraal Studieprogramma opgezet sinds de aardbeving bij Huizinge. Het programma is initieel gedeeld met SodM en EZ en, als aanloop naar het Winningsplan 2013, voor een ieder toegankelijk gemaakt via de website www.namplatform.nl. Het programma wordt eens per zes maanden beoordeeld binnen de kwaliteitsbewaking genoemd in paragraaf 1.6 en wordt waar nodig aangepast op basis van nieuw verkregen gegevens en inzichten. Ook kritieken die geen plek hebben gekregen in de advisering door de in 1.6 genoemde partijen worden, indien relevant en werkbaar, opgenomen in het programma.

De omvang en het bereik van de (deel)studies en de onderlinge samenhang hebben als overkoepelend doel om een beter begrip te krijgen hoe de productie van gas de leefomgeving beïnvloedt en om de effectiviteit van de genomen maatregelen te testen. De doelstellingen zijn:

- het verbeteren van het begrip van de invloed die de seismische dreiging heeft op gebouwen en andere objecten en de doorwerking daarvan op de veiligheid van de regio en haar bewoners,
- het uitvoeren van een volledige risico-analyse, waarin alle onzekerheden volledig en consistent worden geadresseerd,
- het identificeren, evalueren, ontwikkelen en valideren van preventieve en mitigerende maatregelen en
- het adresseren van (afwijkende) wetenschappelijke visies en het initiëren van additionele studie en/of dataverzameling op die punten.

📖 Studieprogramma: study- and data-aquisition program, Update Post-Winningsplan 2016

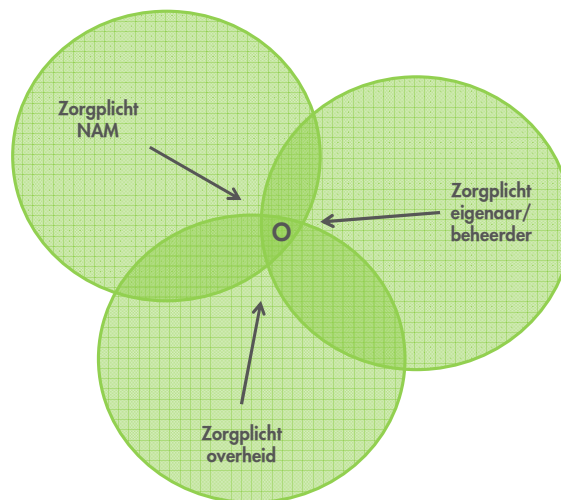


figuur 1.1: documentstructuur

Het Winningsplan, Meet- en Regelprotocol en het Studieprogramma vormen gezamenlijk (zie figuur 1.1) de basis voor de “objectivering en beoordeling van de risico’s” zoals beschreven in hoofdstuk 8.

1.4 Rollen en afbakening partijen

In de Risicomethodiek (februari 2015) heeft NAM aangegeven in de eerste plaats invulling te geven aan haar operator-rol door te voldoen aan de wettelijke rol en inhoudsvereisten van een Winningsplan. Waar deze inhoud nog niet nader gedefinieerd was of waar de eigen standaarden verder gingen, zijn de eigen standaarden gehanteerd. Binnen de methodiek is ook een beschrijving opgenomen van de rollen die de overige spelers hebben, zoals geïllustreerd in figuur 1.2. De rol van de Nationaal Coördinator Groningen (als interbestuurlijk orgaan voor de centrale en decentrale overheidsorganen – zie paragraaf 7.1.2) was op dat moment nog onvoldoende bekend om te worden beschreven.



figuur 1.2: rolverdeling (hoofdstuk 4.1 Risicomethodiek)

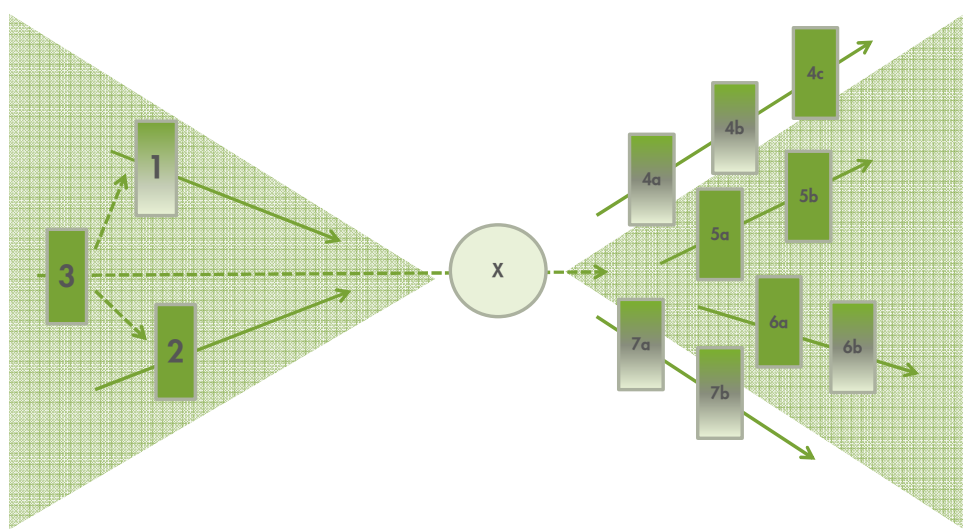
In dit Winningsplan worden de rollen, verantwoordelijkheden en wederzijdse afhankelijkheid van bovengenoemde spelers herhaald. Bijvoorbeeld als het de verhouding tussen dit Winningsplan en het Meerjarenprogramma van de NCG betreft, industrie en infrastructuur of wanneer het gaat over de rolverdeling tussen NAM en GTS.

1.5 Leeswijzer

Dit Winningsplan bevat de wettelijk voorgeschreven inhoud, maar is daarnaast ook een samenstel van diverse besluiten, verwachtingen, adviezen en (complexe) technische studies. In Bijlage B is daarvoor een referentietabel opgenomen.

Het plan volgt naast de voorgeschreven inhoud tevens de structuur van de Bow-Tie zoals geïntroduceerd via de Risicomethodiek (zie paragraaf 8.1):

pag. 11



figuur 1.3: Bow-Tie of vlinderdasmodel

#	Toelichting barrières	paragraaf
	<i>preventie</i>	
1	productieniveau en -verdeling	8.3 / bijlage C
2	drukhandhaving	6.4.1.2
3	studie- en data-aquisitieprogramma (inclusief Meet- en Regelprotocol)	1.3 (1.2)
	<i>mitigatie</i>	
4	incidentbestrijding	
	a. IBP en publieksvoorlichting	6.6.2 en 7.3
	b. oefeningen	6.6.1
	c. NAM calamiteitenorganisatie	6.6.1
5	gebouwen	
	a. schadeherstel	7.2.1
	b. bouwkundig versterken	6.5.1
6	infrastructuur en industrie	
	a. NAM's eigen infrastructuur	6.3.4
	b. samenwerking met overige beheerders van infrastructuur en industrie	6.3.5
7	maatschappelijke effecten	
	a. leefbaarheid	7.2.2
	b. sociaal-economisch perspectief	7.2.2

Door middel van verwijzingen in de tekst wordt de lezer doorgeleid naar de gebruikte bronnen en brondocumenten:

① verwijzing naar bovenliggende (wettelijke) bepalingen, veelal te vinden via www.overheid.nl

📖 verwijzing naar onderliggende (technische) rapporten, met name te vinden via www.namplatform.nl

Om dit Winningsplan tijdig en transparant te kunnen samenstellen is het kennisniveau van eind (november/ december) 2015 als basis gebruikt. Deze kennis is vastgelegd in de volgende documenten van die datum:

- Hazard and Risk Assessment (HRA) update november 2015, versie 2 (V2)
- 'Seismisch risico Groningenveld, Beoordeling rapportages & advies' van het SodM
- 'Progress note Groningen' van de Scientific Advisory Committee (SAC)
- Derde en afrondende advies 'Handelingsperspectief voor Groningen' van de Commissie Meijdam
- Statusrapport Bodemdaling door gaswinning, december 2015

Op basis van deze documenten is een aantal aanbevelingen en verwachtingen⁶ nader uitgewerkt. De relevante conclusies uit deze doorgaans technische aanvullingen, waaronder versie 3 (V3) van de Hazard and Risk Assessment zijn onderdeel van Bijlage C en het Studieprogramma. Waar nodig en mogelijk zijn deze reeds opgenomen in de hoofdtekst van dit Winningsplan.

1.6 Kwaliteitsbewaking

De studies, gegevensverzameling en te hanteren normen worden, naast de interne kwaliteitsbewaking, voorgelegd en waar mogelijk gevalideerd door onafhankelijke, externe instanties. De kwaliteit van het onderzoek en noodzakelijke kritiek en sturing worden op een aantal manieren geborgd, meer detail is te vinden in het Studieprogramma:

1. Toetsing door onafhankelijke wetenschappers

Het toezicht op de kwaliteit van het onderzoek is op diverse manieren geregeld:

- Onderzoek wordt gepubliceerd in, door collega wetenschappers getoetste, algemeen beschikbare wetenschappelijke publicaties⁷.
- Gebruikte gegevens die aan de onderzoeken ten grondslag liggen worden online beschikbaar gemaakt, zodat deze gegevens kunnen worden gebruikt voor zelfstandige analyses en beoordelingen.
- Resultaten worden in het Engels gerapporteerd omdat deze veelal door internationale wetenschappelijke instituten en organisaties worden geleverd. Van de meest relevante onderzoeken wordt een Nederlandse samenvatting gemaakt of is de samenvatting een onderdeel van dit Winningsplan.
- Elk half jaar wordt de voortgang van het onderzoeksprogramma plenair besproken met onafhankelijke Nederlandse en internationale experts. Er hebben op deze wijze inmiddels vier tussenrapportages plaatsgevonden met onder meer de SAC (zie onder).

⁶ EZ, Verwachtingenbrief winningsplan Groningenveld 2016, DGETM-EO / 16021708, 15 februari 2016 – zie bijlage B.

⁷ Zie tabel 'List of peer-reviewed and conference papers' in het Studieprogramma.


2. Toetsing door de overheid

De Minister van Economische Zaken heeft – naast de beschikbare wettelijke adviseurs – de Wetenschappelijke Advies Commissie Groningen (SAC) ingesteld met de opdracht om de kwaliteit, volledigheid en onafhankelijkheid van de onderzoeken ten behoeve van het Winningsplan nogmaals en afzonderlijk van andere toetsingsmechanismen, kritisch te beoordelen. De SAC bestaat uit Drs. Lucia van Geuns (KNGMG, voorzitter), Prof.dr. Rune Holt (NTNU & SINTEF), Dr. Stefan Baisch (QCON), Dr. Hein Haak (PBL), Prof. dr. Jan Dirk Jansen (TU Delft) en Prof. dr. Junio Iervolino (Universiteit van Naples Federico II). Medewerkers van SodM, TNO en KNMI treden op als waarnemers bij dit kwaliteitsproces.

 Progress note Groningen Scientific Advisory Committee (SAC), 1 december 2015

3. Toetsing door onafhankelijke organisaties

In opdracht van het Ministerie van EZ en met name het Staatstoezicht op de Mijnen (SodM) zien andere, door hen zelfstandig aangezochte nationale en internationale instituten toe op de kwaliteit en volledigheid van de verrichte (deel)onderzoeken. Zo zijn bijvoorbeeld de uitkomsten van de dreigingsberekeningen door SodM voor beoordeling voorgelegd aan dr. W.L. Ellsworth en dr. A.F. McGarr van de Amerikaanse Geologische Dienst (USGS) en prof. dr. S. Wiemer van ETH Zürich, tevens directeur van de Zwitserse Seismologische Dienst (SED).

 SodM, Seismisch risico Groningenveld, Beoordeling rapportages & advies, december 2015

4. Toezicht op het CVW

De Commissie van Toezicht op het Centrum Veilig Wonen (CVW) ziet als onafhankelijke commissie toe op een zorgvuldige en adequate afhandeling van de taken van CVW. Ook controleert de Commissie of en hoe CVW Wonen op afstand van NAM haar taken uitvoert. De Commissie is voor drie jaar benoemd door de Minister van Economische Zaken en zal twee keer per jaar rapporteren aan hem. De Commissie bestaat uit Bas Eenhoorn (voorzitter), Roelof Bleker (dijkgraaf Waterschap Rivierenland) en Martin Verwoert (zelfstandig ondernemer met een achtergrond in de bouwsector).

 Eerste halfjaarlijkse rapportage Commissie van Toezicht CVW, september 2015

5. Publieke toetsing

NAM publiceert de relevante onderzoeksrapporten, bijbehorende data en beoordelingsrapporten op www.namplatform.nl/feiten-en-cijfers zodat deze voor iedereen die dat wil te raadplegen zijn en daarmee de publieke betrokkenheid kan worden vergroot.

Expertcommissie MEI

Tijdens de totstandkoming van het rapport over de Maatschappelijke Effecten Inventarisatie (MEI) is gewerkt met een expertpanel. Dit panel bestaat uit Prof. dr. Jan Walburg (Bijzonder hoogleraar Positieve Psychologie Universiteit Twente), Prof. dr. Frank Vanclay (professor of cultural geography at University of Groningen), Drs. Jacolien Masselink (Hoofd KlantContactCentrum, hoofd Financiën en projectleider dossier gaswinning en aardbevingen, gemeente Loppersum), Drs. Marc Wesselink (adviseur omgevingsmanagement), MSc BA Jan Smittenberg (Hoofd afdeling advies, Omgevingsdienst Groningen) en Andries Telgenhof (economisch adviseur). De panelleden gaven – ieder vanuit zijn of haar expertise - advies over inhoud, proces en methodologie van de MEI. De eindverantwoordelijkheid voor het rapport ligt bij RoyalhaskoningDHV.

Monitoringsbegeleidingscommissie

Een vertegenwoordiging die is voortgekomen uit de 'Dialoogtafel' bestaande uit de Groninger Bodem Beweging (GBB), de Veiligheidsregio en de gemeente Groningen, begeleidt de voortgang in het Studieprogramma en de resultaten van de monitoring. Aan de Commissie wordt periodiek terugkoppeling gegeven door de NAM en vertegenwoordigers van TNO, KNMI en SodM over de meest recente ontwikkelingen en trends.

pag. 14

Op initiatief van EZ⁸ wordt momenteel (begin 2016) gewerkt aan de oprichting van een nieuw kennisnetwerk onder toezicht van een onafhankelijke wetenschappelijke adviesraad. Dit kennisnetwerk heeft mede als doel fundamenteel en toegepast onderzoek van alle partijen beter op elkaar af te stemmen. Het netwerk zal tevens een rol vervullen in het verzamelen en analyseren van meetgegevens, inclusief de maatschappelijke duiding daarvan. Zoals beschreven in het Studieprogramma heeft de NAM diverse partijen reeds voorzien van data en zal dat blijven doen.

⁸ TK 33 529, nr. 217, o.m. pagina 5

1.7 Begrippen en afkortingen

	omschrijving	vindplaats
ALARP	<i>As Low As Reasonably Practicable</i>	
capaciteit	Mogelijkheid om binnen bepaalde tijdsperiode een bepaalde hoeveelheid gas te leveren	4.4.1
bodembeweging	Wettelijke verzamelnaam voor bodemdaling en bodemtrilling (aardbevingen)	5 en 6
cluster(s)	Winningslocatie met daarop een aantal (cluster) putten	3.3
CVW	<i>Centrum voor Veilig Wonen</i>	6.3
DS	<i>Damage State</i> : schadeklasse waarin een object zich bevindt of kan gaan bevinden bij een toenemende seismiciteit – zie figuur 6.2	6.3.1
EMS	<i>European Macroseismic Scale</i>	6.3.1
EVS	<i>Extended Visual Screening</i> , een bouwkundige inspectie van de binnen- en buitenzijde van een gebouw. Vooral gebruikt om HRBE's op te sporen en weg te nemen. EVS 2 legt tevens delen van de constructie van een gebouw bloot voor inspectie	6.3.3
EZ	Ministerie van <i>Economische Zaken</i>	1.1
G-gas (markt)	Markt voor <i>Groningenkwaliteit</i> gas in Noord-west Europa	4.4.1
Groningen Systeem	Organisatorisch samenhangend systeem van Groninger productielocaties, de ringleiding en overslagen en de ondergrondse gasopslag Norg	3.1
GTS	<i>Gasunie Transport Services</i> B.V.	3.4.1
HRA	<i>Hazard and Risk Assessment</i> : (probabilistische) risico-analyse - rekenschema waarin een groot aantal (realistische) scenario's wordt doorgerekend, waarbij voor elk scenario de keuze van input parameters rekening houdt met hun waarschijnlijkheidsverdeling	6.3.3
HRBE	<i>High Risk Building Element</i>	6.3.3.1
instemmingsbesluit	Besluit van de Minister van EZ (30 januari 2015) en wijzigingsbesluit (29 juni 2015), vernietigd door de Raad van State onder voorziening dat de rechtsgevolgen (en dus voorwaarden) in stand zijn gehouden	divers
IR	<i>Individueel Risico</i>	6.3.2
Kleine-velden-beleid	Het nationale beleid waarbij kleine gasvelden preferent worden ontwikkeld omdat deze doelmatig veelal het best worden geproduceerd door een continue volume en afzet te garanderen en het Groningen veld langdurig beschikbaar is.	3.1
M (max)	Kracht van een aardbeving in termen van <i>magnitude</i> op de Schaal van Richter	6.1
MEI	proces van <i>Maatschappelijke Effecten Inventarisatie</i>	7.1.3
MJP	<i>Meerjarenprogramma 'Aardbevingsbestendig en Kansrijk Groningen' 2016 – 2020</i> van de NCG	7.1.2
MR	<i>Maatschappelijk Risico</i>	6.3.3.2
NCG	<i>Nationaal Coördinator Groningen</i>	7.1.2
Nm ³	Een <i>normaal kubieke meter</i> is een hoeveelheid gas die bij een temperatuur van 0 °C en een absolute druk van 1,01325 bar, een volume inneemt van 1 kubieke meter.	divers
OIA	<i>Objectgebonden Individueel Aardbevingsrisico</i>	8.2.1
OVV	<i>Onderzoeksraad Voor de Veiligheid</i>	7.1.1
PGA	<i>Peak Ground Acceleration</i> : grondversnelling uitgedrukt in m/s ² maar meestal weergegeven als een fractie van g, de versnelling door de zwaartekracht, met g = 9.81 m/s ² .	6.1
Risicomethodiek	Methodiek om in de aanloop naar een volledig normenkader de risico's te wegen	8.1
RVS	<i>Rapid Visual Screening</i> , met deze inspectie wordt vanaf straatniveau (zonder het gebouw te betreden) de mogelijke risico's in beeld gebracht.	6.3.3
SAC	<i>Scientific Advisory Committee</i> Groningen	1.7
SodM	<i>Staatstoezicht op de Mijnen</i>	divers
TTAC	<i>Tony Taig AC Limited</i> – adviesburo voor risico en onzekerheid	6.3
TK	<i>Tweede Kamer</i> , veelal verwijzend naar de parlementaire stukken	divers
VR	<i>Veiligheidsregio</i> (Groningen)	7.2.1.2

tabel 1.1: veel voorkomende begrippen en afkortingen

2. Bedrijfsgegevens

① artikel 22 en 34 Mijnbouwwet, artikel 24 Mijnbouwbesluit en artikel 1.2.1 Mijnbouwregeling

Verzoek tot wijziging van een Winningsplan in het Nederlands territorium tot 3 zeemijl

pag. 16

Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V.
Postbus 28000
9400 HH Assen

Indiener is houder van de onderliggende winningsvergunning:

- Groningen (30 mei 1963, no. 39 Stcrt. 126)

Naam van het voorkomen: *Groningen gasveld*, Rotliegend formatie

Soort koolwaterstof die wordt gewonnen: Groningen kwaliteit (laag calorisch) aardgas en aardgascondensaat

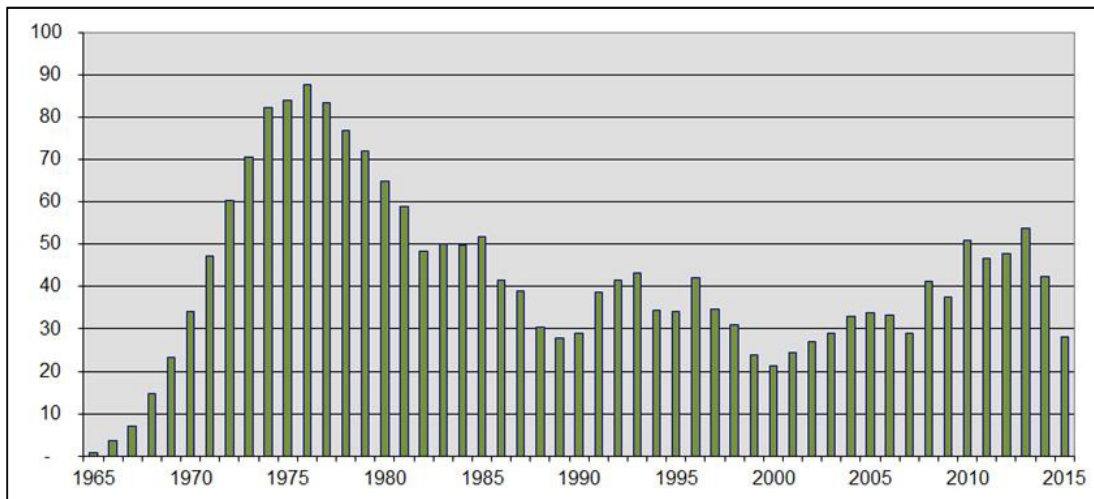
naam/functie	handtekening	datum
Ir. J. de Haan Asset Manager Groningen	[originele versie getekend]	14 april 2016
Ir. J.F van Elk Asset Development Lead Groningen	[originele versie getekend]	14 april 2016

3. Het Groningen Stysteem

3.1 Historie van het veld

In 1963 is een start gemaakt met de winning van aardgas uit het Groningen-veld, het grootste onshore gasveld van West-Europa. Het veld bevat aardgas met een kwaliteit die afwijkt van de meeste andere velden ter wereld, omdat het een relatief groot aandeel (14%) stikstof bevat. Door de beschikbaarheid van dit omvangrijke veld en haar specifieke gaskwaliteit is een groot deel van de apparatuur voor onder meer verwarming in Nederland, Duitsland en België en Noord-Frankrijk destijds afgestemd op die laag-calorische Groningen kwaliteit (G-gas) als de standaard. pag. 17

De productiehistorie van het veld en de energie-economische tijdvakken daarbinnen zijn zichtbaar in figuur 3.1. Zo wordt de relatief hoge productie in de jaren '70 bepaald door de toen verwachte afnemende bijdrage van gas als energiegrondstof door de transitie naar kernenergie. De 'oliecrisis' en het resulterende kleine-velden-beleid sinds 1973 hebben er daarna voor gezorgd dat het Groningenveld minder werd ingezet, maar een speciale rol als balansveld kreeg. Dit betekent dat op momenten dat de marktvrage de bijdrage van de kleine velden overstijgt, het gas uit Groningen geproduceerd wordt om aan de marktvrage te kunnen voldoen. Deze productie-inzet heeft als gevolg gehad dat het Groningen-veld de rol van 'swingproducent' kreeg, waarbij in de winter productie-locaties vaker en met hogere belasting ingezet worden dan in de zomer. In de periode 2000-2013 is de productie gestegen als gevolg van de lagere bijdrage uit de kleine velden. Sinds 2014 corresponderen de volumes met de beperkingen in het Instemmingsbesluit.



figuur 3.1: productiehistorie Groningen gasveld 1965 – 2015 (miljard Nm³)

De vraag in de winter overschrijdt inmiddels ook de mogelijkheden van het Groningen-veld, nu de capaciteit geleidelijk terugloopt naarmate het veld leger raakt; deze wordt deels aangevuld door productie uit ondergrondse gasopslagen (UGS). Tijdens het injectieseizoen worden deze ondergrondse gasopslagen weer met gas gevuld. De belasting op de productiemiddelen van het Groningenveld is hierdoor ook toegenomen en zal relatief groter worden door de afnemende bijdrage van de kleine velden, de toenemende depletie van het veld zelf en de toenemende volumes ten behoeve van het vullen van de ondergrondse gasopslagen.

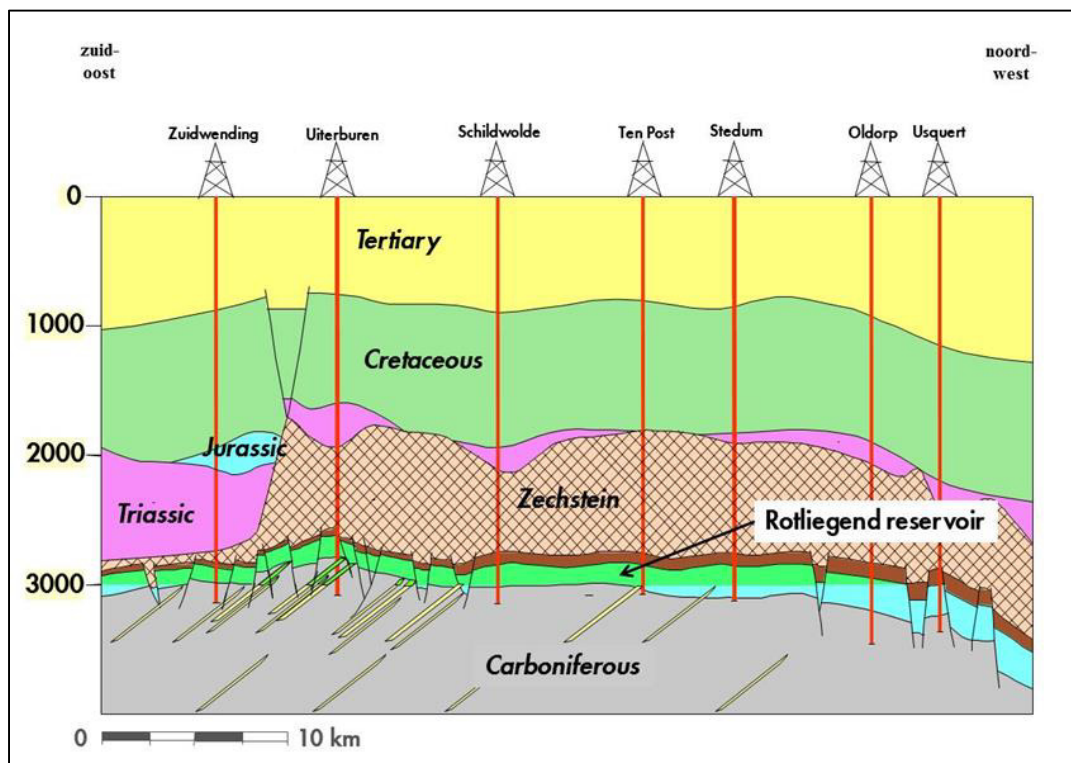
De betrouwbaarheid en beschikbaarheid van de productieclusters was vanuit de historische rol van het Groningen Systeem reeds evident⁹, maar is nog altijd van belang nu de levering aan de gasmarkt steeds complexer wordt en er nog geen ander, alternatief voorzieningssysteem met dezelfde betrouwbaarheid beschikbaar is.

3.2 Geologische beschrijving van het veld

① artikel 35 Mijnbouwwet en 24 lid 1 b Mijnbouwbesluit

pag. 18

Het aardgas in het Groningen-veld is oorspronkelijk gevormd in de koollagen van het geologische tijdperk Carboon. Nadien is het gas gemigreerd naar de bovenliggende poreuze aeolische en fluviatiele zand- en conglomeraatlagen van het Rotliegend zandsteen (uit het geologische tijdperk 'Perm'). Het reservoir bevindt zich tussen de 2.700 en 3.500 meter diepte (met de waterzone vanaf ongeveer 3.000 meter) en wordt op verschillende intervallen geproduceerd. Het veld bestaat uit een voor de gaswinning goede kwaliteit zandsteen. De doorlatendheid (permeabiliteit) wordt niet significant beïnvloed door de circa 1.500 via seismiek zichtbare breuken die zich in het reservoirgesteente bevinden. Het effect van drukverschillen 'over' een breuk komt aan de orde in hoofdstuk 6.



figuur 3.2: geologische doorsnede van het Groningen-veld

⁹ De gehanteerde betrouwbaarheid boven de 99% met een maximale uitval van 1 uur in 20 jaar is de afgelopen decennia behouden

De reservoirblokken worden aan de bovenkant afgesloten door het zout van de Zechstein formatie (Laat-Perm tijdperk). Het Groningen-veld wordt aan weerszijden hoofdzakelijk begrensd door breuken en op een beperkt aantal plaatsen is er sprake van een 'dip closure' (een opsluiting van het gas omdat het reservoir naar beneden afbuigt). Voor de 'topstructuur' wordt verwezen naar figuur 3.6. Tabel 5.1 bevat nog enkele kengetallen en bijlage C beschrijft nog meer relevante veldkarakteristieken.

3.3 Mijnbouwwerken

① artikel 24 lid 1 d, e en g Mijnbouwbesluit

De winning van het gas vindt plaats door putten die geboord zijn tot in het reservoir en vervolgens aangesloten op de bovengronds gelegen behandelingsinstallaties. Het Groningen-veld wordt momenteel (voorjaar 2016) geproduceerd middels 258 putten op 22 productielocaties; 20 locaties hebben een eigen behandelingsinstallatie, twee putlocaties produceren het gas via een pijpleiding naar een nabijgelegen locaties voor behandeling. Verder zijn er 28 observatieputten die gebruikt worden voor reservoirmanagement en een aantal putten om het meegeproduceerde water in het reservoir terug te brengen. Tenslotte zijn er vier locaties (zonder behandelingsinstallatie en aansluiting) tijdelijk gesloten.



figuur 3.3: voorbeeld productielocatie (Bierum)

Het via de putten geproduceerde gas wordt op de locatie met behulp van gasbehandelingsinstallaties op afleveringsspecificatie gebracht en vervolgens in de Groninger ringleiding gevoed. De ringleiding is via een aantal overslagstations verbonden met het gastransportnetwerk van Gasunie (Gas Transport Services - GTS) en via de NorGroN-leiding richting gasopslag Norg.

De meegeproduceerde vloeistoffen als water en aardgascondensaat worden vanuit de behandeling vervoerd naar NAM's Tankenpark in Delfzijl via een separaat netwerk van vloeistoftransportleidingen. In Delfzijl worden water en aardgascondensaat van elkaar gescheiden. Het aardgascondensaat wordt voornamelijk verscheept naar raffinaderijen in het Botlek gebied, het water wordt via de locatie Borgsweer in het gasreservoir teruggevoerd.

In de volgende paragrafen worden deze onderdelen toegelicht.

3.3.1 Inrichtingen en putten

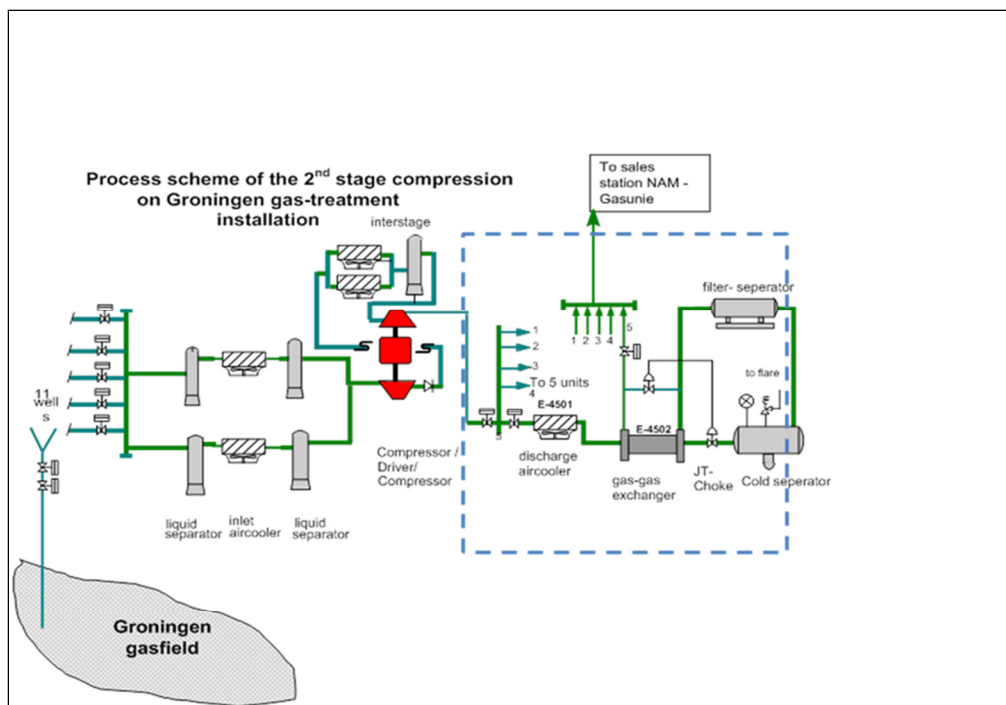
Binnen de definitie van een mijnbouwwerk zijn de vaste inrichtingen voor de winning (hierna als 'productieclusters' of 'productielocaties' aangeduid) en putten te onderscheiden.

Op alle productieclusters wordt het gas van de putten via een 'manifold' verzameld in verzamelleidingen, samen met de eventueel binnenkomende pijpleiding van satellietclusters. Vanuit deze verzamelleiding stroomt het gas via inlaatkoelers en separatoren naar de compressor.

De compressor brengt het gas op de druk die benodigd is voor het behandlingsproces en om het gas in het GTS-netwerk te kunnen brengen. Iedere behandelingstrein heeft een luchtkoeler, meerdere gas-luchtkoelers, een expansieklep en separatoren. Het gas wordt door de expansieklep (JT-choke) in druk verlaagd; dit resulteert in de koeling van het gas middels het Joule-Thompson effect. Water en zwaardere koolwaterstoffen condenseren door deze koeling en worden afgescheiden in de scheidingsvaten achter de expansieklep. Op 15 van de 20 productieclusters zijn vijf 'behandelingstreinen' geïnstalleerd. Op de samengevoegde productieclusters (bijvoorbeeld De Eeker, waar twee puttenterreinen aaneengesloten zijn) en op de productieclusters met een aangesloten satellietcluster (bijvoorbeeld Froombosch) zijn drie grotere behandelingstreinen geïnstalleerd. Het gedroogde gas uit de behandelingstreinen wordt naar het gastransportsysteem van GTS geleid.

Naar mate het veld verder wordt geproduceerd daalt de druk in de gashoudende formatie en ook aan de putmond. De capaciteit van de putten kan alleen op peil gehouden worden door het gas aan de putmond te comprimeren tot de druk benodigd voor het genoemde behandlingsproces. Daarom is op termijn meer compressiecapaciteit nodig (zie paragraaf 4.3.1). Zonder deze investeringen kunnen de betreffende putten op termijn niet meer produceren.

Een schematische voorstelling van het gasbehandelingsproces is gegeven in de navolgende figuur.



figuur 3.4: schematisering gasproductie en compressie

De tabellen in bijlage A geven een overzicht van alle bestaande locaties die onder het Groningen-veld vallen, zowel productie-, observatie-, injectie- als afgesloten putten. In figuur 3.5 zijn deze locaties weergegeven op de kaart volgens de regionale indeling die is doorgevoerd in het Instemmingsbesluit.



figuur 3.5: clusters en regio's (op basis van Instemmingsbesluit)

Van de productielocaties die momenteel in gebruik zijn, werden de meeste putten geboord in de jaren '60 en '70 van de vorige eeuw. Initieel werd namelijk aangenomen dat het Groningen-veld volledig vanuit het zuiden geproduceerd zou kunnen worden. Het merendeel van de putten op 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 boringen zijn uitgevoerd. Het merendeel van de putten van de Noordelijke clusters is daarom geboord tussen 1970 en 1975.

In de periode sinds het vorige Winningsplan (2013) zijn drie nieuwe putten gerealiseerd (aangegeven op kaart 3.6):

De put Bedum-5 is geboord en heeft een gassamenstelling en reservoirdruk aangetoond die niet correspondeert met het Groningen gasveld. Als afzonderlijk 'voorkomen' blijft deze in dit plan verder buiten beschouwing.

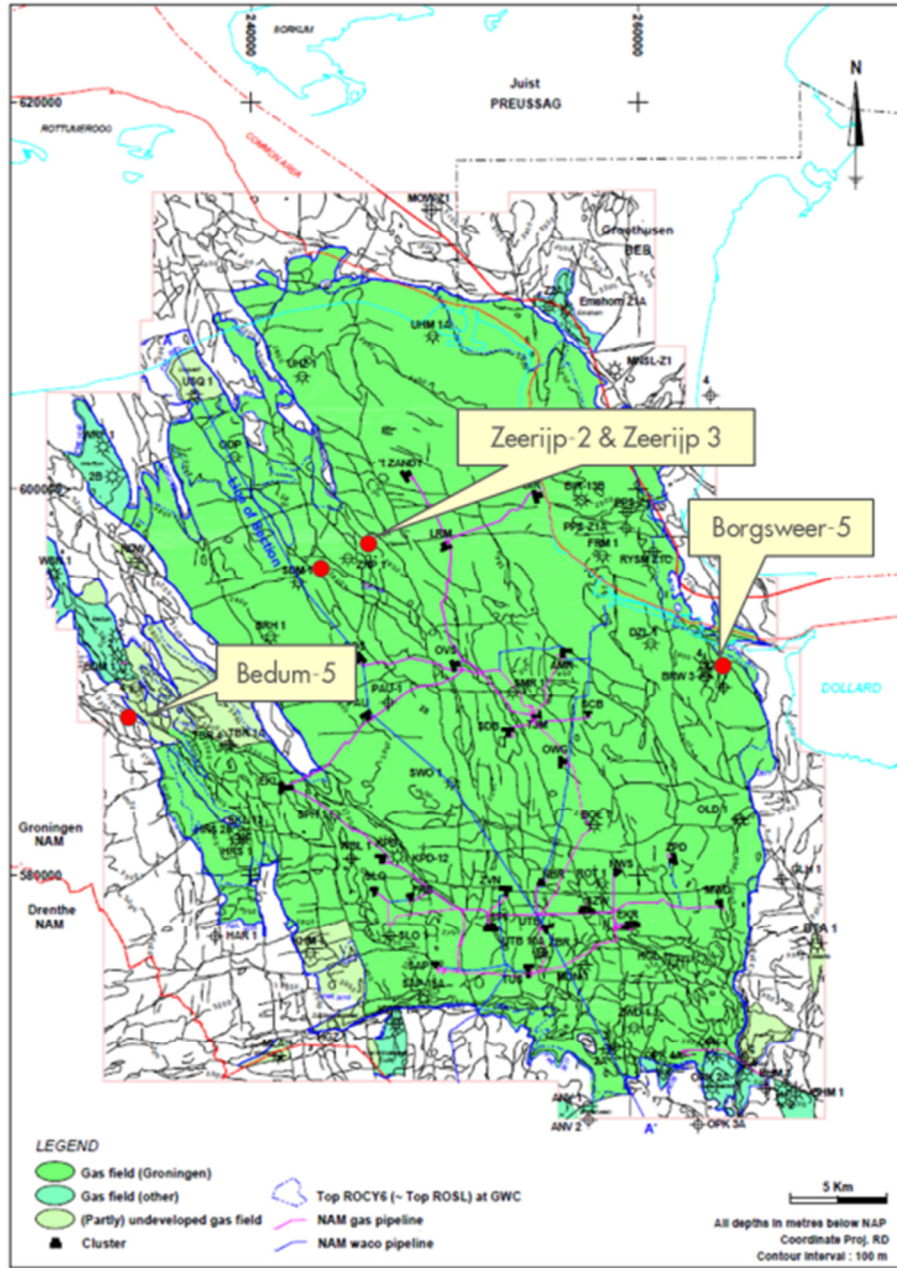
Tussen 2013 en 2015 waren er twee tijdelijke geofoons ('strings') actief. Deze waren geplaatst tot op drie kilometer diepte in een tweetal observatieputten in de buurt van Loppersum (Zeerijp-1 en Stedum-1). Deze tijdelijke geofoons zijn in 2015 vervangen door permanente instrumenten in twee nieuw geboorde putten (Zeerijp-2 and Zeerijp-3A). Er wordt onderzocht of het mogelijk is een additionele microseismische monitoringsput in te richten in het westen van het veld.

pag. 22

Tijdens het boren van genoemde put Zeerijp-3A is tevens een lange kern van het zandsteen 'getrokken' uit delen van de gas- en watervoerende lagen in de Rotliegend en Carboniferous formatiedelen. Deze kern wordt gebruikt om nader onderzoek te doen naar de eigenschappen van het zandsteen in relatie tot aardbevingen. Ook is in deze put een meetinstrument aangebracht die gebruik maakt van een nieuwe techniek¹⁰ om de reservoircompactie nog nauwkeuriger te meten.

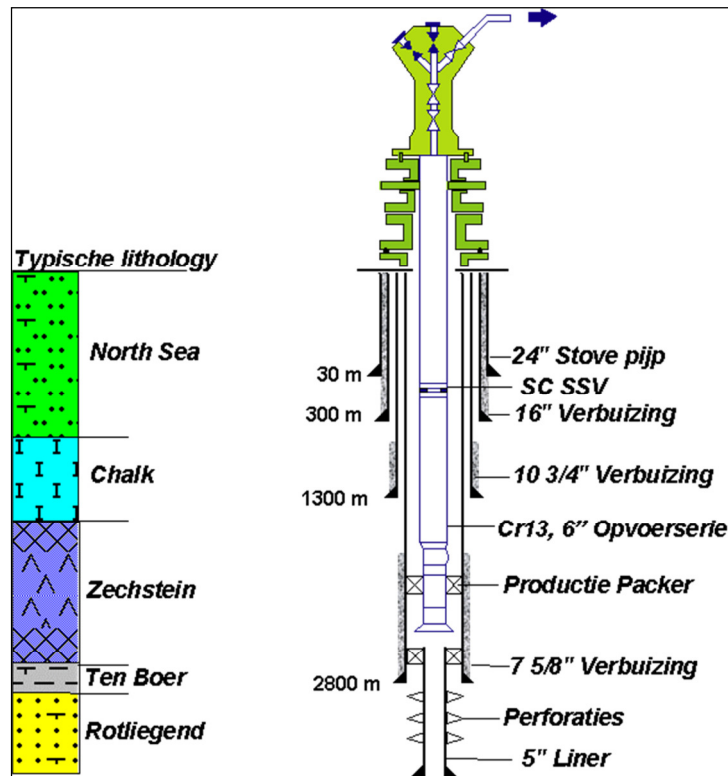
Put 5 op de locatie Borgsweer (BRW-5) is aangelegd ter vervanging van de bestaande put BRW-4 die aan het einde van de technische levensduur was gekomen. BRW-5 wordt gebruikt om meegeproduceerd water onderin de gasvoerende formatie terug te brengen (zie paragraaf 3.4.3). Daarnaast is van de gelegenheid gebruik gemaakt om tijdens het boren van deze put een uitgebreid data-acquisitie programma uit te voeren ten behoeve van onderzoek naar seismiciteit.

¹⁰ Real-Time Compaction Monitoring (RTCM): de RTCM-methode meet de deformatie van de stalen verbuizing van de put die via cement vastzit aan het gesteente en observeert daarmee ook de compactie van het gesteente.



figuur 3.6: topstructuur van het gasveld en de meest recente putprojecten

De ruim 250 productieputten van het Groningen-veld zijn uitgerust met 5", 6", 7 5/8" en 9 5/8" opvoerseries. Figuur 3.7 toont een schematische voorstelling van een typische productieput in het Groningen gasveld en de geassocieerde lithologie:



figuur 3.7: schematische voorstelling van een Groningen productieput

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. De SET is bekleed met een expandeerbare Chroom-13 buis, overgaand in een conventionele 7 5/8" opvoerserie.

De recentelijk geboorde injectieput Borgsweer-5 is afgewerkt met een Chroom-25 opvoerserie. Daarnaast is een verlengde tail pijp gebruikt over de productieliner, om corrosie van de liner (doorgaans de laatste verbuizing in het reservoir) in het gashoudende deel van het reservoir te voorkomen.

3.3.2 Plaats en wijze waarop koolwaterstoffen in de verbuizing treden

① artikel 24 lid 1 h Mijnbouwbesluit

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 per put. De top van de perforaties ligt gemiddeld op 2.650 m en de laagste perforaties gemiddeld op 2.900 m TVNAP (verticale diepte ten opzichte van Normaal Amsterdams Peil). De koolwaterstoffen worden op natuurlijke wijze onder invloed van de reservoirdruk omhoog gevoerd.

3.4 Overige infrastructuur

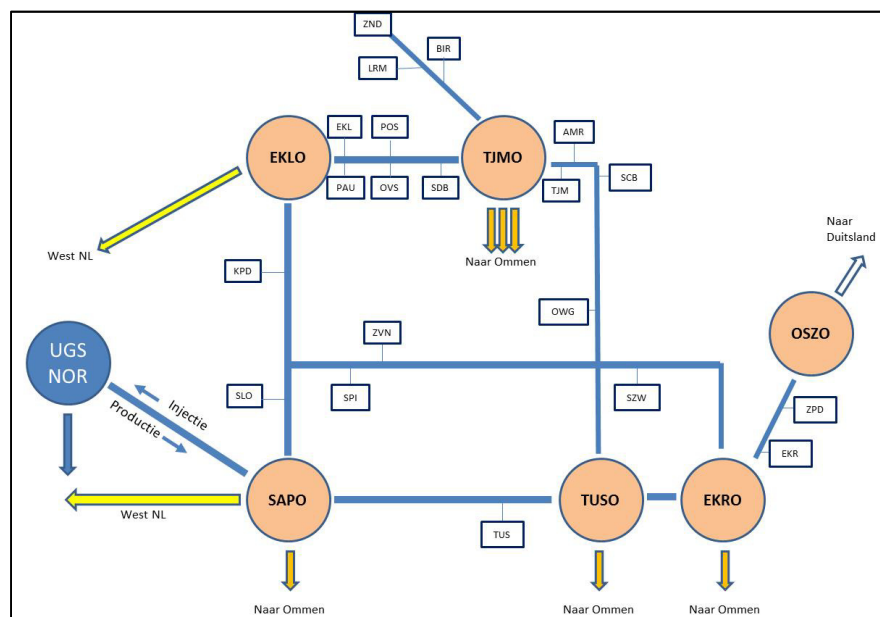
3.4.1 Ringleiding en overslagen

De ringleiding verbindt de productielocaties met de 'overslagen' (OV) waar het gas wordt overgedragen in het GTS-transportnet. De ringleiding bestaat uit ruim 100 afsluiterstations en circa 60 afzonderlijke leidingsecties, met een gezamenlijke lengte van 240 kilometer (inclusief NorGroN). De ontwerpdruk is 83 bar, de normale operationele druk is ongeveer 65 bar. De leidingdiameter varieert typisch tussen de 24 en 36 inch (60 en 90 cm) en van oorsprong uitgelegd in de vorm van een grote '8'. Gelet op de geografische spreiding van de putten en productielocaties en de heersende drukverschillen in het leidingnetwerk van zowel de NAM als GTS bestaan er preferente productiestromen van clusters naar de bepaalde overslagen (zie figuur 3.8). De overslagen zijn aangesloten op segmenten van het G-gas netwerk van GTS, die elk een bepaald deel van het land beleveren. Ook hierdoor kan de vraag per overslag aanzienlijk verschillen. Door deze historisch bepaalde opzet van het Groningen Systeem is er sprake van een aantal inherente operationele beperkingen indien het veld op een andere wijze wordt geproduceerd, zie daarvoor ook Bijlage C.

Het Groningen Systeem heeft een aantal overslagen. GTS beheert en opereert overslag Oude Statenzijl (OSZO). NAM beheert en opereert de andere overslagen:

- Eemskanaal (EKLO)
- Tusschenklappen (TUSO)
- De Eeker (EKRO)
- Tjuchem-Noord en -Zuid (TJMO)
- Sappemeer (SAPO).

Een deel van de ringleiding en de leiding tussen overslag Sappemeer en de ondergrondse gasopslag Norg (NorGroN) dient voor de voeding voor de laatst genoemde gasopslag.



figuur 3.8: ringleiding en overslagen

3.4.2 Aardgascondensaatsysteem

① artikel 24 lid 1 i Mijnbouwbesluit

Met het gas worden gecondenseerd water en aardgascondensaat (in het verleden ook wel ‘putgasbenzine’ genoemd, gelet op de eigenschappen) meegeproduceerd vanuit het veld. Tijdens het behandelingsproces veranderen druk en temperatuur van de gasstroom en condenseren het water en de aardgascondensaat. Per miljoen m³ gas wordt ongeveer 8 m³ water en 500 liter aardgascondensaat meegeproduceerd en afgescheiden van de gasstroom (de water-gas ratio bedraagt momenteel 6 tot 12 m³/106 miljoen Nm³ en de aardgascondensaat-gas ratio 0.3 tot 0.8 m³/106 miljoen Nm³).

pag. 26

Het Groninger aardgascondensaat pijpleidingsysteem is operationeel sinds 1971 en bestaat uit een ringleiding van 150 kilometer, met aftakkingen naar clusters en een twintigtal knooppunten ten behoeve van onder meer onderhoud. De systeemcapaciteit is 5.800 m³ per dag. Het systeem ontvangt productiewater en aardgascondensaat van circa 35 NAM-locaties. Vanaf deze locaties in hoofdzakelijk Groningen en voor een klein deel Friesland, Drenthe alsook van de offshore ontvanginstallatie in Den Helder, wordt deze stroom via deze leiding of per tankwagen getransporteerd naar het Tankenpark Delfzijl. Daar vindt de scheiding van water en aardgascondensaat plaats, waarna het aardgascondensaat wordt verscheept voor raffinage en het water wordt teruggevoerd in de Rotliegend formatie via de locatie Borgsweer.



figuur 3.9: het Tankenpark Delfzijl

3.4.3 Waterinjectie

① artikel 24 lid 1 k Mijnbouwbesluit

① omgevingsvergunning (DGETM-EM/12365332) november 2012

Al het meegeproduceerd water uit het Groningen Systeem en van enkele kleine velden in Noord Nederland wordt via de locatie Borgsweer teruggevoerd in het watervoerende gedeelte van de gasproducerende zandsteenlaag van het Groningen gasveld. Voor het injectieproces wordt – mede om redenen van betrouwbaarheid en beschikbaarheid – een tweetal injectiepompen en -putten gebruikt, met een individuele capaciteit van 170 m³ per uur. De omgevingsvergunning om te injecteren is vernieuwd per eind 2012, met een maximale capaciteit van 1.8 miljoen m³ per jaar. Het geïnjecteerde jaarvolume was 515.000 m³ in 2015. De aard en samenstelling van het water is onderdeel van die omgevingsvergunning.

4. Ontwikkeling van het veld

① artikel 35 Mijnbouwwet en artikel 24 lid 1 c Mijnbouwbesluit

NAM biedt het mogelijke productieniveau aan bij GasTerra. De daadwerkelijke productie vindt vervolgens plaats door een iteratieve afstemming tussen NAM (aanbod) en GasTerra (verplichtingen in de markt), binnen de grenzen van de vastgestelde Groningen productieplafonds. Deze plafonds zijn de afgelopen decennia gesteld via de Gaswet en recent tevens via het Instemmingsbesluit. De capaciteit van het systeem was tot 2012 voldoende om altijd aan de marktvrage te voldoen, rekening houdend met de overige G-gas middelen. Inmiddels is binnen de ontwikkelingsstrategie voor het veld ook nadrukkelijk de beheersing van de door de gasproductie veroorzaakte seismische dreiging en resulterende bovengrondse effecten opgenomen.

pag. 27

Het beheer van het veld vindt plaats op basis van uitgebreide monitoring, dataverzameling en ontwikkelingsprojecten in de vorm van bijvoorbeeld put- en compressieconcepten. Deze zijn onderdeel van het reservoirmanagement (4.2). De wijze waarop ook in de toekomst een efficiënte en verantwoorde operatie gewaarborgd kan worden is vastgelegd in een productiefilosofie (4.1) en toekomstige ontwikkelingen (4.3).

4.1 Productiefilosofie

Het 'Groningen Systeem' is het grootste van NAM's 14 productiesystemen. Het bestaat uit het Groningen gasveld en bijbehorende infrastructuur, de ondergrondse gasopslag (UGS) Norg en het systeem voor water-aardgascondensaat.

De productiefilosofie van het Groningen Systeem (later in dit plan ook gehanteerd voor de bandbreedte voor productie) is gebaseerd op benutting van de nationale waarde van ons aardgas, binnen de grenzen van verantwoord opereren en het economische belang van de NAM:

- Het leveren van gasvolumes
- Het optimaliseren van de productie in winbare gasreserves en de levensduur van het veld
- Het beperken van de effecten van bodembeweging die door de gaswinning wordt veroorzaakt

De tweedeling in efficiënt en verantwoord opereren zoals die voortvloeit uit de Mijnbouwwet is navolgend uitgewerkt.

4.1.1 Efficiënte gasproductie

Het optimaliseren van het winbare gasvolume met het ontwikkelen en instandhouden van de productiefaciliteiten is consistent met het doel om de delfstoffen planmatig in te zetten en optimaal bij te dragen aan de energievraag in Nederland en Noordwest-Europa. Dit op een economisch en maatschappelijk verantwoorde manier voor de samenleving, maar ook voor de uitvoerder.

Het minimaliseren van drukverschillen over het veld is een algemeen aanvaarde en door de NAM tot 2013 gehanteerde 'best practice' binnen de industrie, die leidt tot een hogere productiecapaciteit en een efficiëntere winning van de totale volumes. Na de interimperiode onder het Winningsplan 2013 – waarin dit principe ook was opgenomen, maar dat via de voorwaarden rond regionalisatie en insluiting van clusters moest worden opgeheven – wordt dit principe om drukverschillen te voorkomen alsnog verder onderzocht (zie verder paragraaf 4.5.3).

4.1.2 Verantwoord opereren

Bijna elke industriële activiteit brengt risico met zich mee voor zowel de mensen werkzaam in de industrie als voor de omgeving. Deze risico's staan tegenover de toegevoegde waarde die deze activiteit brengt voor de samenleving. Risico voor de omgeving (lasten) en toegevoegde waarde (lusten) zullen in het licht van de aardbevingen en het maatschappelijke oordeel hierover, proportioneel en in balans moeten worden beoordeeld.

Ten behoeve van verantwoorde gaswinning heeft de NAM in de afgelopen jaren een uitgebreid Studieprogramma uitgevoerd om de door gasproductie geïnduceerde aardbevingen in het veld beter te begrijpen. Het programma heeft geleid tot verbeterde inzichten en vormt de basis voor de huidige inzichten in het seismische risico. Ook zijn de maatschappelijke effecten steeds beter in beeld gebracht. De uitkomsten van deze studies en het nog immer voortschrijdend inzicht zijn verwoord in de volgende hoofdstukken en samengevat in de afsluitende beoordeling.

4.2 Well, Reservoir and Facilities Management

Het Well, Reservoir and Facilities (WR&F) Management richt zich op de praktische uitvoering van de hierboven genoemde productiefilosofie. De activiteiten kunnen onderverdeeld worden in een aantal hoofdgroepen:

- Het monitoren en onderhouden van de productieputten en behandelingsfaciliteiten.
- Het verkrijgen van aanvullende meetgegevens, zoals bijvoorbeeld metingen in putten, bodemdalings- en aardbevingsmonitoring en meetgegevens die onder meer gebruikt worden voor het calibreren en optimaliseren van reservoirmodellen (monitoringsparagrafen 4.6 en 5.7).
- Het installeren van tweede- en derdetrapscompressie in het licht van een doelmatige winning (4.3.1).

Het WR&F Management omvat een beschrijving van de monitorings- en onderhoudsstrategie voor met name de productieputten. Daarnaast wordt voor alle putten bepaald of er onderhouds- of herstelwerkzaamheden plaats moeten vinden in jaarlijkse reviewsessies. Ook kansen om de productiecapaciteit van een put of cluster te behouden of vergroten (bijvoorbeeld herperforaties of het schoonmaken van een compressorkoeler) worden in deze sessies geïdentificeerd en geprioriseerd. Aan de hand van de monitoringsstrategie en de reviews wordt vervolgens jaarlijks een activiteitenplan opgesteld.

4.3 Toekomstige ontwikkelingen

De inspanning van de Asset Groningen is altijd gericht geweest op het bereiken van een hoge mate van betrouwbaarheid en beschikbaarheid. Gegeven de effecten op de productie door de introductie van productiebeperkingen en andere maatregelen, is een herziening aan de orde of de productie- en onderhoudsscenario's nog altijd optimaal zijn. Deze zullen verder afgestemd worden op de in dit Winningsplan voorziene productieniveaus. Recente beperkingen in de productie hebben er toe geleid dat projecten om capaciteitsverlies te compenseren zijn herzien en verschoven tot na 2020.

De toekomstige ontwikkelingen (waarvan compressie, het boren van nieuwe putten en de ontwikkeling van het Carboon hierna zijn toegelicht) laten zich als volgt samenvatten:

- 2016** > verlenging levensduur van compressie-installaties en een gelijkmatige productie
- 2020** > implementatie van de tweede-trapscompressie en evaluatie (incl. putprojecten) van reservoirdelen
- 2030** > implementatie derde-trapscompressie, evaluatie satellietlocaties en overige capaciteitsmaatregelen
- 2040** > Tail end productie en geleidelijke abandonnering van productielocaties

4.3.1 Compressie

Om volume en capaciteit te handhaven zijn de productieclusters als onderdeel van het 'Groningen Long Term' (GLT) project sinds eind jaren '90 gerenoveerd. Dit project is in 2009 afgerond. Als onderdeel van de renovatie zijn enkele locaties samengevoegd, zijn alle clusters gemoderniseerd en zijn onder meer op 20 clusters compressoren geïnstalleerd. Vanwege de steeds verder dalende druk in het reservoir zullen in de toekomst additionele compressietrappen benodigd zijn. Het cluster Schaapbulten is reeds uitgerust (2013) met deze 'tweede-trap' compressie. Dit om de technische haalbaarheid te onderzoeken en het ontwerp te optimaliseren voor een seriematige invoering. Na installatie van een soortgelijke derde-trap-compressie kan tot een manifolddruk (de inlaatdruk, zie figuur 3.4) van 1.8 bar(a) worden geproduceerd. De hoeveelheid te winnen gas wordt daarmee geoptimaliseerd, hetgeen past binnen het nationale beleid rond plan- en doelmatig beheer van de gasvoorraad.

Het volledige programma voor tweede-trap-compressie was tot de invoering van productiebeperkingen in 2015 voorzien voor de periode 2017-2026. Door de tragere daling in de gemiddelde reservoirdruk in de afgelopen periode en volumeonzekerheden richting de toekomst, is dit programma verschoven tot tenminste de periode 2021-2034. Momenteel (begin 2016) wordt gewerkt aan een werkplan om de levensduur en betrouwbaarheid van de bestaande installaties af te stemmen op het voorziene productieprofiel.

4.3.2 Ontwikkeling van het Carboon

① artikel 8 instemmingsbesluit

In de Winningsplannen van 2003, 2007 en 2013 is aangegeven dat studies hebben aangetoond dat de ontwikkeling van het Carboon (het voorkomen van gas onder het Groningen gasveld zoals beschreven in het voorliggende Winningsplan) met te grote technische en financiële risico's gepaard gaat en daarom tot nader order is uitgesteld.

Recent is een drietal putten (BRW-5, ZRP-2 and ZRP-3A, zie paragraaf 3.3.1) geboord tot het Carboon. In 2016 is een studie gebaseerd op de resultaten uitgebracht aan SodM. Het is daarbij niet mogelijk gebleken om tevens de reservoirdruk van het Carboon op goede wijze te meten, dit door de slechte reservoirkwaliteit (een formatie met lage porositeit). Deze ervaringen onderschrijven eerdere conclusies rond de beperkte winbaarheid van gas uit het Carboon.

4.3.3 Putprojecten

Het Groningen-veld biedt mogelijkheden om verder uit te breiden met putprojecten 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 het gehele veld, hetgeen waarschijnlijk een gunstig effect kan hebben op de seismiciteit. Een inventarisatie van mogelijke nieuwe putlocaties laat zien dat vooral in de westelijke 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) er mogelijkheden zijn om nieuwe putten te boren die additionele reserves zullen ontwikkelen. Ook elders in het veld kan de invloed van breuken op de productie aanleiding zijn voor een mogelijkheid om productiecapaciteit toe te voegen of reserves te vergroten door middel van een putproject.

4.4 Omvang van de winning

① artikel 24 lid 1 a Mijnbouwbesluit

De omvang van de jaarlijkse winning uit het Groningen-veld is mede afhankelijk van de volumevraag welke wordt bepaald door GasTerra¹¹ in samenspraak met de NAM en de rol van het Groningen Systeem (inclusief UGS Norg) in haar portfolio. De totale hoeveelheid gas die over een bepaalde periode door GasTerra afgenomen mag worden (art. 55 Gaswet), wordt vastgelegd bij ministerieel besluit. Deze is echter in de afgelopen periode feitelijk overschreven door de plafonds die zijn opgelegd door de Minister in het Instemmingsbesluit en de voorzieningen getroffen door de Raad van State.

pag. 30

4.4.1 Capaciteit

Jaarlijks voeren de NAM en GasTerra een Prisma-studie uit. Dit betreft een studie waarin vraag en aanbod vanuit het Groningen-veld langjarig op elkaar worden afgestemd. Het voor deze studie gebruikte model wordt regelmatig bijgesteld op basis van actuele productiegegevens en reservoirdrukken en de laatste inzichten in de markt en beschikbaarheid van andere G-gas middelen.

De geïnstalleerde capaciteit in het Groningen veld is ongeveer 215 mln Nm³/dag (status 2016), de voor productie beschikbare capaciteit hangt af van de reservoirdruk en de status waarin de productieclusters zich bevinden. Op basis van de toegepaste onderhoudsstrategie, de geregistreerde prestaties van de installaties en de (kansmatige) uitval, is een beschikbaarheidscurve opgesteld voor de productiefaciliteiten in het Groningen Systeem. Deze beschikbaarheidscurve geeft de verwachtingswaarde dat een bepaalde capaciteit beschikbaar is voor productie.

Om het gewenste jaarvolume te kunnen produceren is een minimale basiscapaciteit nodig (voor vlakke productie). Daarbovenop is een minimale additionele capaciteit nodig omdat er onder meer ook rekening gehouden moet worden met de fysieke beperkingen van de Groningen ringleiding en het vullen van de gasopslagen. Door deze factoren kan het productieprofiel licht afwijken van een vlakke afname (waarvoor extra capaciteit nodig is) of kan het gewenst zijn om capaciteit op verschillende clusters in stand te houden om te kunnen wisselen tussen afname uit verschillende clusters.

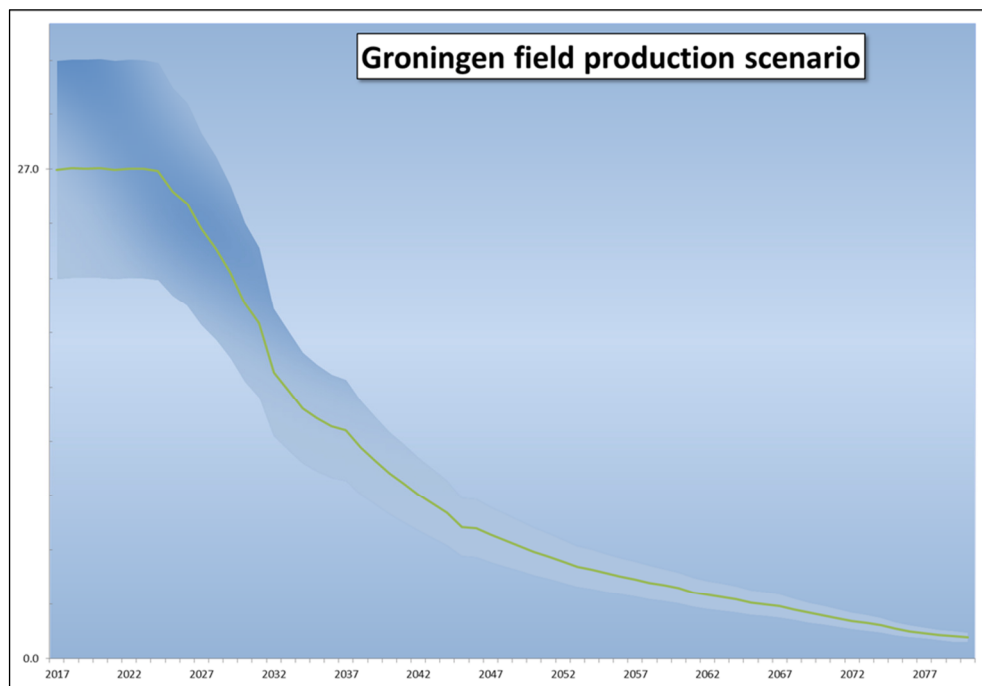
¹¹ Leveringszekerheid is een taak van GTS, zoals vastgelegd in de Gaswet (paragrafen 5.3 en 5.4).

4.4.2 Duur en volume van de winning

Het einde van de winning van een gasveld wordt doorgaans bepaald door de kosten-baten afweging tegen het eind van de economische levensduur van een veld. Daarnaast kunnen onvoorziene technische of andere omstandigheden de duur van de winning tussentijds beïnvloeden. Het onderhoudsprogramma is gericht op zowel preventief als buitengewoon onderhoud en moet worden bekostigd uit de inkomsten die door de verkoop van Groningengas worden gegenereerd.

Gebaseerd op de huidige economische en technische parameters is het de verwachting dat het Groningen-veld nog tot ongeveer 2080 in productie blijft. Vanaf het volgende decennium zal volgens de gehanteerde levenscyclus binnen de olie- en gasindustrie de 'eindfase' geleidelijk ingaan en de productie jaarlijks afnemen.

Voor 2016 en verder is een jaarlijkse productie met een bandbreedte aangenomen (zie hoofdstuk 8). In het verleden zijn reeds diverse productiescenario's met verschillende jaervolumes onderzocht (zie figuur 4.1). Voor elk van die scenario's is aangenomen dat 7 miljard Nm³/jaar benodigd is voor het vullen van de gasopslag Norg. Vanwege de drukverdeling in de ringleiding zal dit volume voornamelijk vanuit de Zuidwestelijke clusters en het cluster Eemskanaal komen. Als gevolg van de lagere productieniveaus zal de Oostelijke regio als balansregio worden ingezet. Het is ook de productie uit deze regio die het hoofdverschil tussen de scenario's vormt.



figuur 4.1: bandbreedte van beoordeelde productiescenario's (op basis van GTS studie 7)

In hoofdstuk 8 zijn alle elementen van deze technische winningscenario's, inclusief preventieve en mitigerende maatregelen uit de volgende hoofdstukken, bijeengebracht in de beoordeling van de risico's en de voorgestelde productie.

4.4.3 Jaarlijks eigen gebruik bij winning

① artikel 24 lid 1 j Mijnbouwbesluit

In het gasbehandelingsproces wordt gas verbruikt, de gebruikte hoeveelheid hangt af van de gewonnen hoeveelheid uit het reservoir en was ongeveer 15 miljoen Nm³ over 2015. Daarnaast wordt een klein volume gas afgefakkeld en afgeblazen (3 miljoen Nm³). Als resultaat van de clusterrenovatie tot 2009 (intro 4.3.1) zijn nagenoeg alle fakkels verdwenen. Er staan nog een aantal van de oorspronkelijke fakkels; deze worden incidenteel gebruikt door NAM of GTS om gas uit hun wederzijdse pijpleidingnet af te fakkelen wanneer er onderhoud of reparaties worden gepleegd. Het jaarlijks door NAM afgefakkelde volume is derhalve ook substantieel beperkt. Hierbij dient te worden aangetekend dat jaarlijkse schommelingen kunnen voorkomen, als gevolg van buitengewone putactiviteiten, ringleidingactiviteiten en onderhoudswerkzaamheden.

De compressoren van het Groningen-veld werken op elektriciteit. Voor deze elektriciteit levert NAM gas terug aan de elektriciteitsleverancier, in 2015 was dit ongeveer 200 miljoen Nm³. Het elektriciteitsverbruik hangt af van de inzet van de compressoren; bij een steeds lager wordende reservoirdruk zullen de compressoren meer vermogen gaan verbruiken. Het totale geschatte gasverbruik (uitgedrukt in kubiek meters gas geleverd aan de elektriciteitsleverancier) over de rest van de levensduur van het veld is ongeveer 15 miljard Nm³.

4.4.4 Bedrijfsvoering

① artikel 4 en 24 lid 1 l Mijnbouwbesluit

Op basis van het Mijnbouwbesluit dient een Winningsplan een samenvattend inzicht te geven in de jaarlijkse activiteiten, onderverdeeld in investeringen, onderhoud, bedrijfsvoering en het verlaten en verwijderen van mijnbouwwerken. Dit is tevens aan de orde tijdens de jaarlijkse bespreking van het werkplan met SodM. Een dergelijk overzicht is mede bedoeld ter onderbouwing van de bedrijfseconomisch doelmatige winning vanuit het perspectief van de operator. Deze zijn afzonderlijk gerapporteerd aan EZ. Tabel 4.1 geeft ten behoeve van de volgende hoofdstukken een inzicht in de 'hoofdstukken' binnen de (jaar)uitgaven rond Bodembeweging.

Uitgaven (in mln €)	2012-2014	2015
Bodemdeling (hoofdstuk 5)		
Beheerswerken door m.n. Waterschappen	8,2	3,9
Aardbevingen (hoofdstuk 6)		
Studie en data-aquisitie*	24	31
Bouwkundig versterken, industrie en infrastructuur	52	120
Schadeafhandeling	160	207
Maatschappelijke effecten (hoofdstuk 7)		
Leefbaarheid	1	6
Nieuwbouwregelingen	0,6	6
Economic Board	0,2	26
Meerwaarderegeling	2	70
*) zonder kapitaalsinvesteringen in diepe boorputten en monitoringsapparatuur		

tabel 4.1: uitgaven ten behoeve van maatregelen rond bodembeweging

4.5 Onzekerheid

4.5.1 Compressie

De aanwezige compressoren brengen het gas vanaf de putmond op de druk die benodigd is voor het behandelingsproces (zie 3.3.1 en 4.3.1). Als gevolg van de steeds verder dalende druk in het reservoir zal het 'werkgebied' waarin de compressoren kunnen functioneren worden aangepast door het plaatsen van additionele compressiestappen. Door productiebeperkingen en aangepaste productieverdeling is implementatie van het tweede-trap-compressie programma uitgesteld en wordt de gebruiksduur van de huidige compressoren verlengd, hetgeen gevolgen kan hebben op de betrouwbaarheid.

De onzekerheden in de afname van het veld in de komende jaren maken het moeilijk om te bepalen wanneer tweede trapscompressie nodig is. Een sneller dalende druk in het Zuidoosten van het veld zou mogelijk kunnen leiden tot een versnelde behoefte aan compressie in dit deel van het veld.

4.5.2 Carboon

Recente gegevens steunen geen initiatieven ten aanzien van de ontwikkeling van het Carboon (zie paragraaf 4.3.2). Gewijzigde omstandigheden kunnen deze inzichten op langere termijn doen veranderen, waarbij de volgende factoren een voorwaardelijke rol spelen:

- Met nieuw ontwikkelde boortechnieken binnen de internationale industrie kunnen – na het succesvol testen – moeilijk toegankelijke reservoirs wellicht tot ontwikkeling worden gebracht.
- De bestaande putten in het Rotliegend kunnen pas beschikbaar komen voor aanpassing indien deze niet langer nodig zijn voor de huidige capaciteitsvraag.

Op dit moment wordt daarom geen ontwikkeling van het Carboon voorzien.

4.5.3 Gelijkmatische productie

Op basis van de meest recente adviezen van SodM is onderzocht of de regionale productie(beperkingen) zoals deze gelden sinds het Instemmingsbesluit in beginsel opgeheven kunnen worden. Vooralsnog is de productie nog niet anders verdeeld. De veronderstelde (positieve) effecten op seismiciteit door een gelijkmatige productie zijn nader opgenomen in paragraaf 6.4.1 en worden geëvalueerd via het Meet- en Regelprotocol.

De leidraad voor gelijkmatige productie onder dit Winningsplan is – binnen de operationele beperkingen van het huidige Groningen Systeem – als volgt samengesteld:

- Een stabiele productie opdat deze voorspelbaar inzetbaar is binnen het 'planmatig' beheer van delfstoffen in Nederland¹,
- Een productieprofiel dat voldoet aan de industriepraktijk waarbij de voorraad en het reservoir dusdanig wordt beheerd dat de winbare hoeveelheid ('recovery') optimaal is, en

Een gelijkmatige productie bestaat daarnaast uit een productiewijze en -tempo waarmee een juiste balans gevonden wordt, die significante fluctuaties in het veld voorkomt en de productie regionaal optimaliseert met het oog op seismiciteit.

4.5.4 Additionele productieputten

Afhankelijk van de drukkaling in delen van het veld en met name in de westelijke delen zullen de putprojecten met regelmaat worden geëvalueerd. Op dit moment is niet voorzien dat productieputten geboord zullen worden voor 2020, maar voor enkele van deze projecten kan dat gebaseerd op huidige inzichten niet worden uitgesloten.

4.6 Monitoring

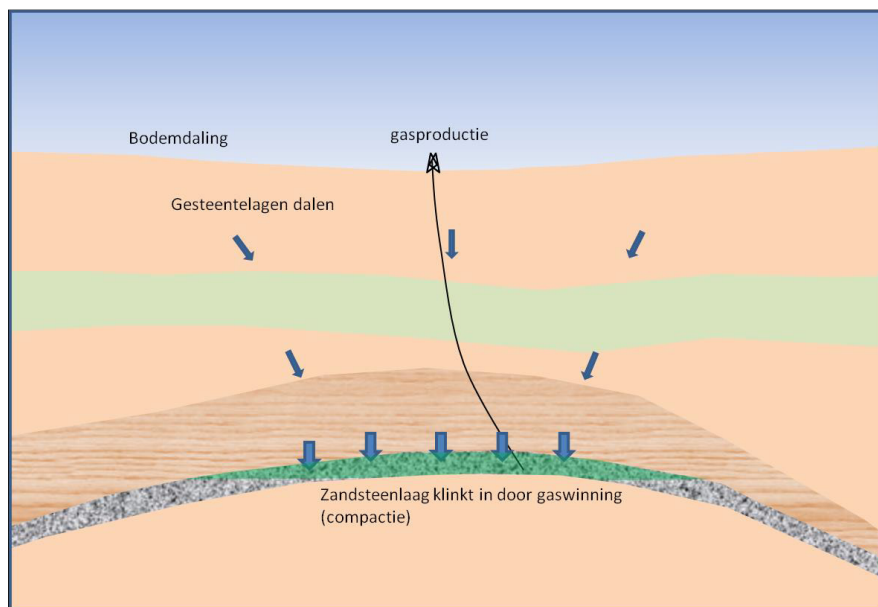
De monitoring van het reservoir bestaat uit een aantal elementen:

- Capaciteits- en productiemetingen: op productieclusters worden op regelmatige basis capaciteits- en productiemetingen uitgevoerd. De verkregen data worden gebruikt om het model van het Groninger gasveld te actualiseren, waardoor capaciteitsvoorspellingen op zowel korte als lange termijn verbeterd worden.
- Druk- en temperatuurmetingen op productieclusters en in 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 en de 'history match' van de reservoirmodellen en zijn daarom belangrijke input voor de jaarlijkse bepaling van de capaciteit en reserves.
- Karakterisering 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 worden gemonitord. Historisch gezien zijn er circa 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 (zie 5.1.3): het aquifer naast en onder het Groningen-veld wordt gemonitord in een aantal monitoringsputten. De verkregen gegevens worden onder meer gebruikt voor zowel de 'history match' als het voorspellen van capaciteit.
- Monitoring van gassamenstelling: op alle productieclusters wordt de samenstelling van het gas gemonitord op clusterniveau. Op clusters die gevoelig zijn voor 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 (zie verder 'Bodemdaling', hoofdstuk 5).

5. Bodemdaling

In een gasveld veroorzaakt de winning van aardgas een vermindering van de druk in de poriën van de gasvoerende gesteentelaag. Daardoor wordt het gesteente langzaam iets samengedrukt onder het gewicht van de bovenliggende aardlagen. Deze samendrukking, ook wel 'compactie' genoemd, hangt af van verschillende factoren bijvoorbeeld de eigenschappen van het reservoirgesteente als porositeit, de grootte van de drukkaling, de dikte en samenstelling van de bovenliggende aardlagen en de dikte van het depleterende reservoir. De mate waarin de compactie wordt omgezet in bodemdaling op maaiveld-niveau is onder meer afhankelijk van de diepte en omvang van het leegrakende gasveld. Bij een groot gasveld als Groningen zal de bodemdaling boven het centrum van het veld vrijwel gelijk zijn aan de ondergrondse compactie. De bodemdaling manifesteert zich aan de oppervlakte in de vorm van een gelijkmatige ovale tot ronde depressie (schotel) met een diameter 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 geleidelijke daling, maar geen onregelmatige zettingen of verzakkingen.

pag. 35



figuur 5.1.: hoe drukkaling in het reservoir resulteert in bodemdaling


5.1 Bodemdalingsprognose

① artikel 24 lid 1 m en n Mijnbouwbesluit

5.1.1 Algemeen

Ter uitvoering van de bepalingen in de Mijnbouwwet en de bodemdalingsovereenkomst tussen de provincie Groningen en de NAM (zie intro van paragraaf 5.5) wordt niet alleen de actuele bodemdaling bepaald, maar wordt ook een vijfjaarlijks status- en prognoserapport opgesteld. Dit op basis van de meest recente kennis en inzichten en rekening houdend met resultaten van actuele metingen en specifiek onderzoek op dit gebied.

De metingen zijn uitgevoerd sinds de aanvang van productie (zie figuren 5.3 en 5.8); het meest recente Status- en prognoserapport dateert van december 2015. Daarnaast is een gedetailleerde en actuele beschrijving van de compactie en gerelateerde bodemdaling terug te vinden in het technisch addendum (bijlage C) dat bij dit Winningsplan behoort.

 NAM, Statusrapport 2015 en Prognose tot het jaar 2080, december 2015

Enkele ‘compactie’ kengetallen van het Groninger gasveld zijn samengevat in tabel 5.1.

Diepte veld	Gemiddeld 2800 meter
Dikte reservoir	110 meter (zuidoostelijk deel) tot 300 meter in noordwestelijk deel (watervoerend)
Initiële gasdruk	347 bar
Gasdruk in 2016	95 bar
Gasdruk in 2065	10 bar
Gemiddelde C_m (10^{-5} bar^{-1})	Variabel tussen 0,25 en 1,15


tabel 5.1: kengetallen (gemiddelden) ter indicatie van het in dit Winningsplan beschreven Groningen gasveld

5.1.2 Diffusie mechanisme en compactiemodellering

De resultaten van bodemdalingmetingen in andere regio’s hebben laten zien dat de bodemdaling in de beginfase van de productie een zekere vertraging kent ten opzichte van de drukkaling 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, maar zal wel geleidelijk vertragen voordat deze geheel stopt. Een mogelijke verklaring voor deze observatie is dat er een diffusieproces optreedt in het reservoir.

Het onderzoeken van het exacte fysische proces (of combinatie van processen) dat de waargenomen tijdsafhankelijke daling veroorzaakt was onderdeel van de “Long Term Subsidence” studie die recentelijk is afgerond. Daarbij zijn onder andere de volgende processen onderzocht:

- Mogelijke drukkaling in de watervoerende pakketten onder en naast de gasreservoirs
- Tijdsafhankelijk gedrag in de compactie van het reservoir
- Tijdsafhankelijke deformatie van de zoutlaag boven het reservoir

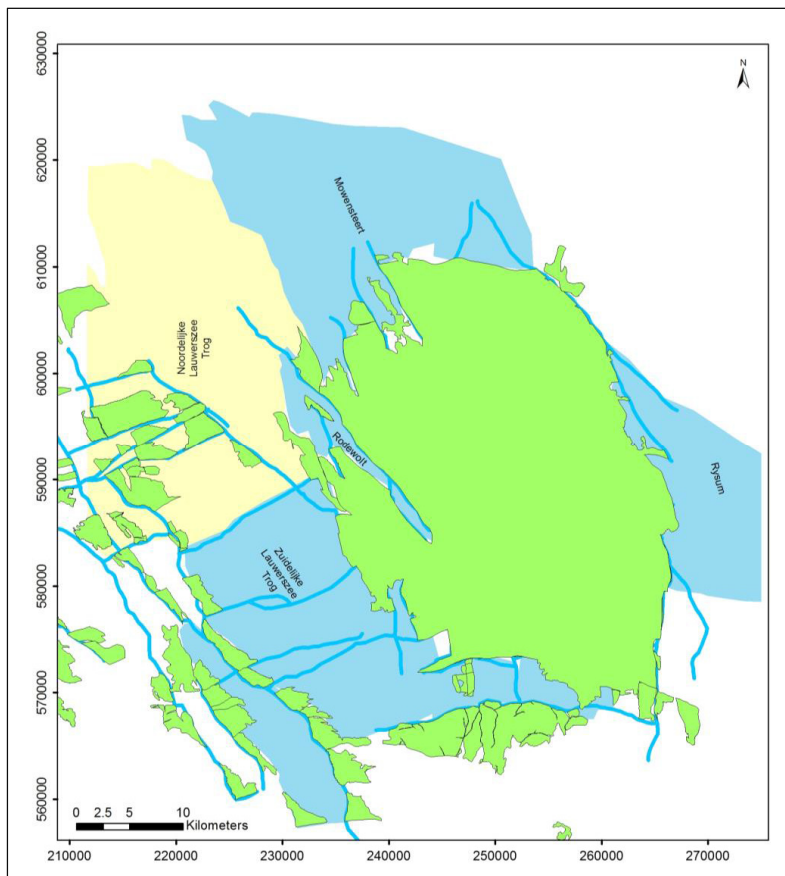
 Waddenacademie, Appraisal of the long term subsidence study of the Wadden Sea region, juni 2015

Voor de bodemdalingberekeningen voor het Groningen-veld zijn twee compactiemodellen gebruikt die beide ook afhankelijk zijn van de snelheid van drukkaling. Kalibratie van het ‘Tijdsafhankelijk’ en ‘RTCiM’ model aan de gemeten bodemdaling laat zien dat beide modellen een goede passing geven aan de gemeten bodemdaling. Het RTCiM model geeft een betere passing met de meest recente bodemdalingsobservaties. Spatiële verschillen zijn hierin waargenomen als gevolg van het terugdringen van de productie in de noordelijke clusters. Het RTCiM model is uiteindelijk als basismodel gebruikt voor de bodemdalingvoorspellingen zoals getoond in dit Winningsplan. De verschillen zijn in bijlage C (daarin hoofdstuk 6) toegelicht.

5.1.3 Aquifers

Zoals in eerdere prognoses al is aangegeven kunnen de diepte en omvang van een bodemdalingsschotel worden beïnvloed door de aanwezigheid van aquifers (watervoerende lagen) die in verbinding met het depletterende gasreservoir staan. In plaats van gas zit in de poriën van deze lagen (zout) water. De aquifer onder het reservoir noemen we bodemaquifer. Aquifers lateraal grenzend aan het gasreservoir worden laterale aquifers genoemd.

Formatiewater onder het gasvoerend gedeelte van het Groningen-veld komt voornamelijk voor in het noordelijk deel. Uit drukmetingen in het watervoerende deel is gebleken dat het bodemwater aan dezelfde drukdaling onderhevig is als gevolg van de gasproductie. Voor Groningen wordt deze informatie expliciet meegenomen in de 3D reservoirmodellering. Voor Groningen is in 2015 een nieuw reservoirmodel gebouwd waarin de laterale aquifers (figuur 5.2) rondom het gasveld expliciet worden meegenomen in de berekeningen. Voor de passing van het model aan de metingen wordt naast de gemeten reservoirdrukken, gas / water productie en dergelijke ook de bodemdaling meegenomen, om op deze manier de onzekerheid in de drukdaling en grootte van de laterale aquifers te begrenzen. Deze drukdaling wordt vervolgens meegenomen in de bodemdalingsprognoses.



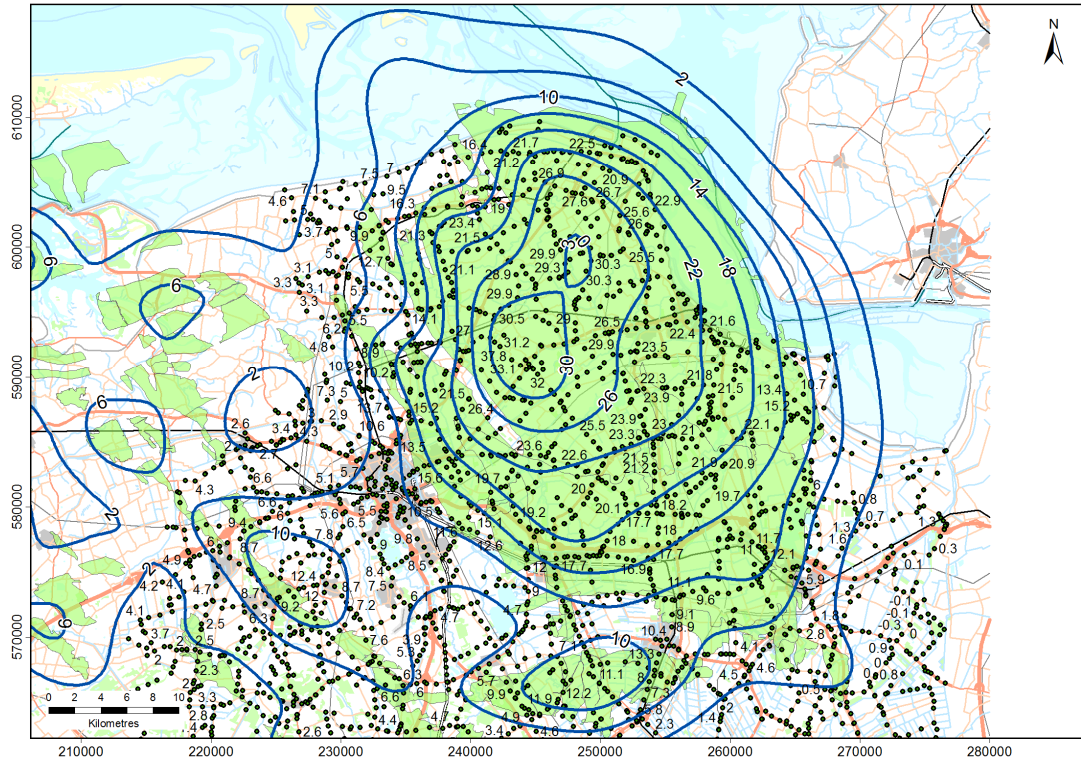
figuur 5.2: schematische weergave aquiferzones (blauw)

5.2 Verloop van de bodemdaling in tijd

① artikel 24 lid 1 m en n Mijnbouwbesluit

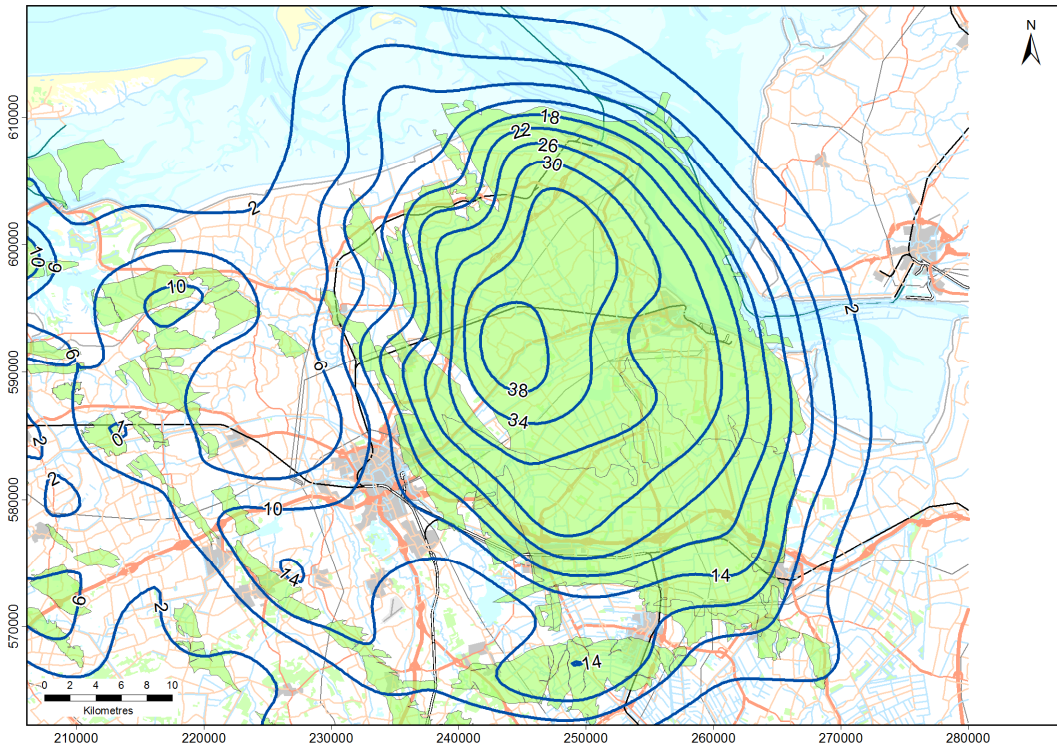
In deze sectie wordt aandacht besteed aan de huidige status en het verwachte verloop in tijd van de bodemdaling ten gevolge van gaswinning uit het beschreven Groningen veld, gecombineerd met de effecten van andere reeds bestaande winningen uit naburige gasvelden. Een groot deel van de bodemdaling (maximaal ongeveer 33 cm) heeft reeds in de afgelopen 50 jaar plaatsgevonden.

pag. 38

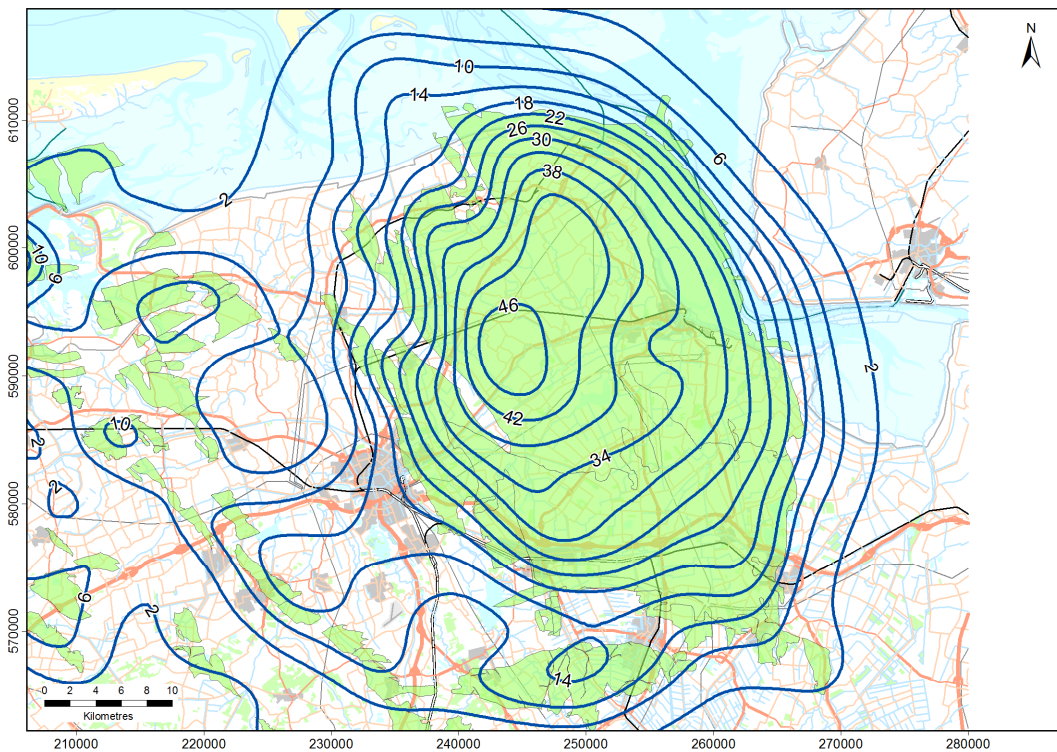


figuur 5.3: in 2013 gemeten daling in cm op de peilmerken (sinds 1972) en contourlijnen van de gemiddelde bodemdaling ten gevolge van gaswinning uit Groningen en naburige velden (33 cm diepste punt)

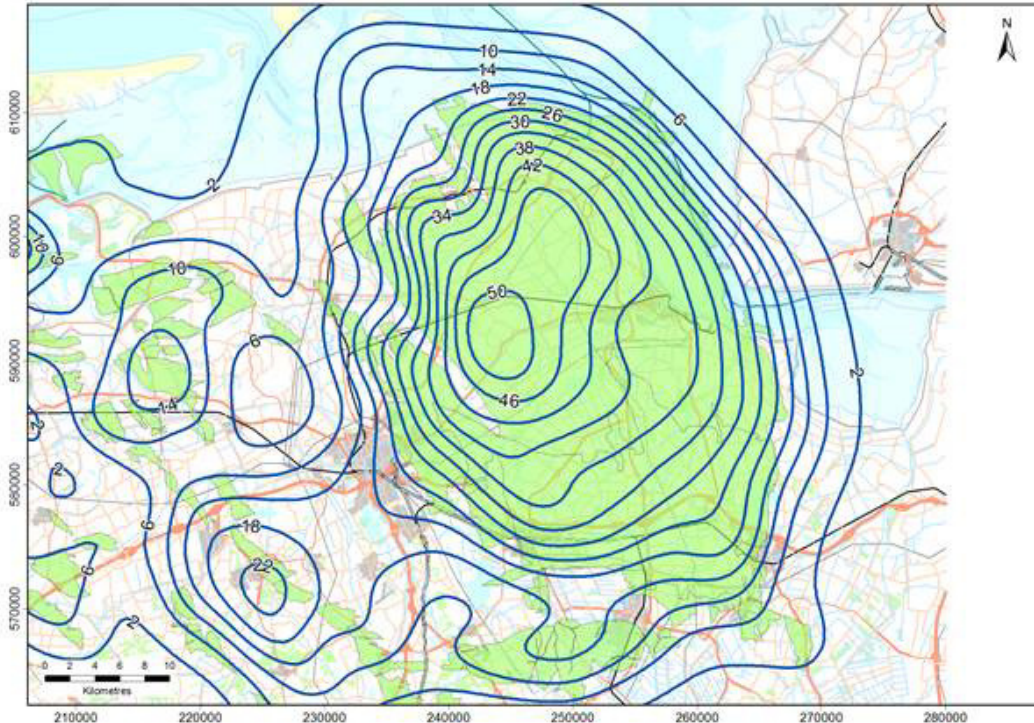
De volgende figuren tonen de totale bodemdaling berekend met het RTCiM model als gevolg van gaswinning uit het Groningen-veld en naburige voorkomens in de jaren 2025, 2050 en na afloop van de gaswinning, aangegeven in centimetercontouren. Voor meer detail over de (gecorrigeerde) prognoses wordt verwezen naar bijlage C, hoofdstuk 6.



figuur 5.4: bodemdalingprognose voor 2025 (rond 38 cm in het diepste punt)



figuur 5.5: bodemdalingprognose voor 2050 (rond 46 cm in het diepste punt)



figuur 5.6: bodemdalingprognose voor de totale bodemdaling, ongeveer 30 jaar na afloop van de gaswinning (status 2100, rond 50 cm in het diepste punt)

5.3 Omvang en aard van de schade door bodemdaling

① artikel 24 lid 1 q Mijnbouwbesluit

5.3.1 Schade aan bouwwerken en openbare infrastructuur door bodemdaling

Omdat bodemdaling tot een geleidelijk en gelijkmatig (kom)depressie leidt over een groot gebied, wordt geen directe schade op het niveau van bouwwerken of infrastructuur verwacht. De beperkte scheefstand van objecten ligt enkele orden lager dan de constructieve grenswaarden. Zettingschade is volgens onderstaande studies doorgaans geen gevolg van die gelijkmatige daling. Bodemdaling heeft daarentegen gevolgen voor het normale beheer en het onderhoud van waterkeringen en waterlopen. Voor zover dat waterbeheer onvermijdelijk te maken meerkosten met zich meebrengt die voor vergoeding in aanmerking komen, dan vergoedt de NAM die schade. Voor dergelijke vergoedingen is ruim dertig jaar geleden, in gezamenlijkheid met de Provincie Groningen en het Rijk, een bodemdalingfonds opgezet. Betalingen uit dit fonds worden nader beschreven in paragraaf 5.5 en overzien door de onafhankelijke Commissie Bodemdaling.

📖 Studieresultaten betreffende ongelijkmatige zakkingen in verband met aardgaswinning in de provincie Groningen; een uitgave van de Commissie Bodemdaling door Aardgaswinning; maart 1987

📖 Deltares, gebouwenscha de Loppersum, februari 2011

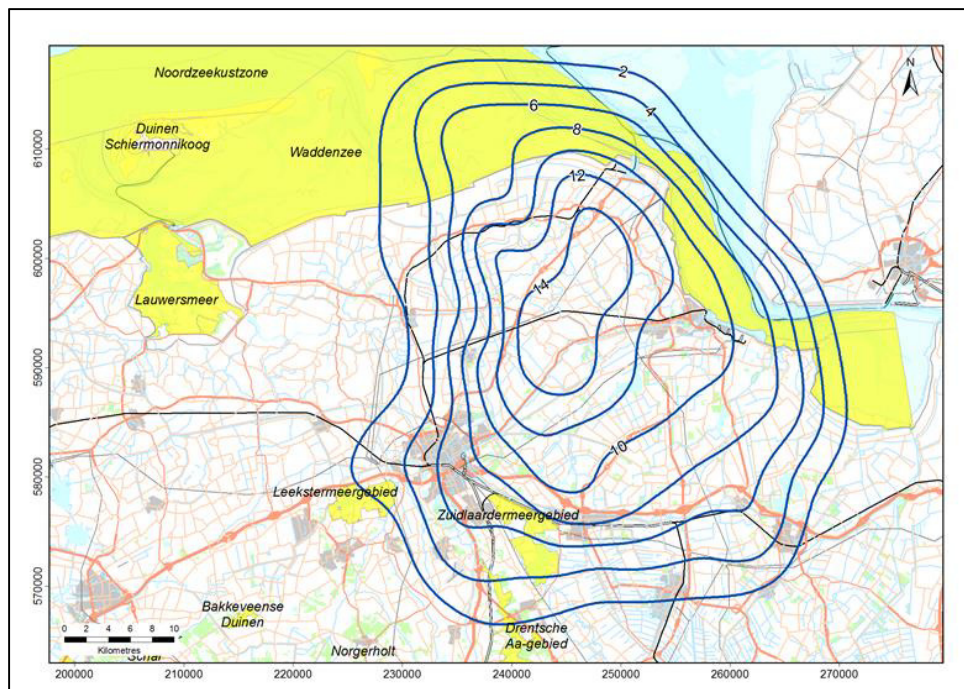
5.3.2 Schade aan natuur en milieu door bodemdaling

Dit Winningsplan heeft geen betrekking op besluitvorming op grond van de Natuurbeschermingswet of de Flora- en Faunawet, maar betreft een besluit tot instemming met een Winningsplan op basis van de Mijnbouwwet. Ook behoeft voor de voorbereiding van een dergelijke instemming geen milieu-effectrapportage te worden opgesteld¹². Gelet echter op de inhoudsvereisten en historie van een Winningsplan zijn de effecten van bodemdaling op natuur en milieu op hoofdlijnen geaddresserd.

pag. 41

De bodemdalingschotel die als gevolg van de winning van aardgas optreedt boven het Groningen gasveld heeft een diameter van ten minste 50 km. Bodemdaling kan natuurwaarden beïnvloeden via veranderingen in de waterhuishouding. Bij het beschouwen van mogelijke natuureffecten door bodemdaling worden de getroffen en te treffen waterhuishoudkundige maatregelen betrokken, omdat deze met de gaswinning verbonden zijn.

Op basis van de bodemdalingschotel van het gasveld kan het beïnvloedingsgebied worden vastgesteld. Het beïnvloedinggebied omvat deelgebieden 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 wadplaten. Aan de oostzijde ligt het Eems-Dollard gebied, een estuarium met kwelders, wadplaten 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 NAP tot enige meters daarboven (op oude kreekruigen, de uitloper van de Hondsrug en terpen).



figuur 5.7: nog verwachte additionele bodemdaling en de Natura 2000 gebieden

Uit figuur 5.7 blijkt dat in een aantal Natura 2000-gebieden in Nederland en Duitsland bodemdaling door de gaswinning Groningen gaat plaatsvinden. In de 'Natuuranalyse bodemdaling Groningen en Natura-2000 gebieden' (Arcadis, 2014) wordt per gebied de navolgende conclusies getrokken over het optreden van effecten op de beschermde natuurwaarden:

¹² Raad van State, uitspraak 201501544/1/A4, 18 november 2015.

Waddenzee en Eems-Dollard estuarium

De getijdengebieden bestaande uit kwelders, wadplaten en geulen bestaan uit een aantal beschermde habitats en daaraan gekoppelde beschermde vogel- en vissoorten, zeehonden en enkele ongewervelde dieren. De Waddenzee is een gebied dat gekenmerkt wordt door een hoge sedimentdynamiek. Via de getijdenbeweging vormen de Waddenzee en Noordzeekustzone een 'sedimentdelend systeem'. Het watervolume dat de Waddenzee in en uit stroomt bepaalt het netto sedimenttransport. Zodoende groeien wadplaten mee met de zeespiegelstijging en andere invloeden, zoals bodemdaling door gaswinning.

Uit modellering van de draagkracht van wadplaten voor beschermde vogelsoorten blijkt dat ook als er zich veranderingen in wadplaathoogte als gevolg van gaswinning zich zouden voordoen, dit de kwaliteit van het gebied voor beschermde vogelsoorten niet meetbaar beïnvloedt (Ens et al. 2015).

Net als wadplaten zijn kwelders onderhevig aan opslibbing. Kwelderwerken langs de Groningse waddenzeekust stimuleren de zeewaardse aangroei van de kwelders. Ophoging van de kwelders leidt tot successie. Zonder verjonging ontwikkelen kwelders een lagere biodiversiteit en gaan beschermde kwelderhabitats van nature verloren. Bodemdaling vertraagt het ophogen van de kwelders ten opzichte van het NAP. Dit is goed voor beschermde vegetaties, maar verhoogt mogelijk het overstromingsrisico voor broedvogels (van de Pol et al. 2010). Uit onderzoek blijkt dat dit effect op vasteland kwelders zeer gering en niet significant is, omdat deze kwelders snel opslibben (Koffijberg et al. 2013).

Niedersächsische Wattenmeer und angrenzendes Küstenmeer

Net als voor het Nederlandse deel van de Waddenzee treden in het Duitse deel van de Waddenzee, dat is aangewezen in het gebied Niedersächsisches Wattenmeer, geen significant negatieve effecten op de beschermde habitats op, door de bodemdaling die het gevolg is van de bestaande gaswinning en de voortzetting daarvan. Ook het Angrenzendes Küstenmeer kent geen effecten op de beschermde vogelsoorten door de bodemdaling.

Hund Und Paapsand / Unterems Und Ausenems

De gebieden Hund und Paapsand en Unterems und Ausenems zijn gelijk aan het bovengenoemde Eems-Dollard estuarium. In deze gebieden heeft bodemdaling door gaswinning geen nadelig effecten op het beschermde habitat en de beschermde vogelsoorten. In de recente discussie over de negatieve ontwikkeling van Groot Zeegras op de wadplaat "Hond en Paap" wordt een link met bodemdaling niet uitgesloten. Onderzoek naar de geomorfologische ontwikkeling van het gebied in relatie tot uitgebreide baggerwerkzaamheden geeft echter aan dat aan het wadoppervlak geen bodemdaling door gaswinning waarneembaar is (Cleveringa, 2008).

Zuidlaardermeergebied

De autonome ontwikkeling in het Zuidlaardermeergebied is er een van successie van de rietoevers, die zorgt voor een sterke verlanding van de oevers en achteruitgang van waterriet. Dit is een direct gevolg van het peilbeheer, een proces dat in een groot aantal natuurgebieden in Nederland wordt waargenomen. Afname van het waterriet heeft een nadelig effect op enkele beschermde broedvogels als de Porseleinhoen en de Roerdomp. Het Zuidlaardermeergebied is onderdeel van een uitgestrekt pand, waarvan het waterpeil is aangepast aan de bodemdaling in de omgeving van de stad Groningen. Peilstijgingen ten opzichte van de stad Groningen worden gecompenseerd door peilaanpassingen om de Stad droog te houden. Dit kan in het zuidelijke deel van het Zuidlaardermeergebied leiden tot bijdrage van enkele centimeters aan het bovengenoemde verdrogingsproces.

De ontwikkeling van waterriet wordt echter niet beïnvloed door kleine aanpassingen in het gemiddelde waterpeil (Schaminée et al. 1995), maar door natuurlijke fluctuaties in het waterpeil die in het Zuidlaardermeergebied afwezig zijn. Deze conclusie wordt bevestigd door de beheermaatregelen die in verschillende Nederlandse natuurgebieden getroffen worden om waterriet te stimuleren.

Drentse Aa gebied

Het Drentsche Aa-gebied ondervindt vanwege de autonoom getroffen waterhuishoudkundige ingrepen geen significant nadelige effecten op de instandhoudingsdoelstellingen door de bodemdaling die het gevolg is van de bestaande gaswinning Groningen en de voortzetting daarvan.

Krumhörn

Er treden geen significante nadelige effecten vanwege de bodemdaling op de beschermde vogelsoorten die gebruik maken van het Krummhörn gebied.

pag. 43

 Arcadis, Natuuranalyse bodemdaling Groningen en Natura-2000 gebieden, juni 2015

5.3.3 Schade aan landbouw

De bodemdaling uit zich door een gelijkmatige daling van het maaiveld, waardoor ook objecten en drainagebuizen gelijkmatig meedalen. Zettingschade is doorgaans geen gevolg van die gelijkmatige daling, zo ook de werking van drainage daarvan in beginsel geen hinder ondervindt (zie echter paragraaf 6.8.5). Uit de genoemde onderzoeken door onder meer de Commissie Bodemdaling wordt verder geconcludeerd, dat het waterpeil door de bodemdaling ten gevolge van de gaswinning in absolute zin niet wordt beïnvloed. Wel is er een verband gelegd tussen de invloed van deze bodemdaling op het waterpeil in relatieve zin (ten opzichte van het maaiveld). In algemene zin is vernatting tot een grondwaterstand van 120 cm beneden het maaiveld positief voor agrarische productie (vermindering van droogte-schade).

Bij een vernatting waarbij de grondwaterstand stijgt tot minder dan 120 cm beneden het maaiveld kan sprake zijn van agrarisch produktieverlies. De berijdbaarheid van het land vermindert, het groeiseizoen verkort, oogstbaarheid neemt af en kans op bepaalde ziekten neemt toe. Indien vernatting van de bodem dergelijke effecten sorteert kan het waterpeil worden aangepast. Het aanpassen van het waterpeil bij bodemdaling of om andere redenen is een verantwoordelijkheid van het Waterschap. De betreffende Waterschappen voeren deze aanpassingen uit en verhalen de kosten daarvan op de NAM. Zie verder paragraaf 5.5.

5.4 Maatregelen om bodemdaling te voorkomen of te beperken

① artikel 24 lid 1 r Mijnbouwbesluit

Gezien de te verwachten effecten door bodemdaling als gevolg van de nog resterende gasproductie en omdat het hierbij vooralsnog gaat om winning met behulp van bestaande faciliteiten uit een al producerend voorkomen, worden in het bestaande productieproces zelf geen extra maatregelen voorzien. Compactie van het reservoirgesteente veroorzaakt naast bodemdaling echter ook aardbevingen. Mogelijke maatregelen om deze te voorkomen, kunnen daarom mede gebaseerd zijn op de vermindering van de reservoircompactie. Zie hiervoor paragraaf 6.4.

pag. 44

5.5 Maatregelen inzake bodemdaling die de gevolgen van schade beperken of voorkomen

① artikel 24 lid 1 s Mijnbouwbesluit

① overeenkomst inzake de regeling vergoeding kosten bodemdaling aardgaswinning

Om de gevolgen van bodemdaling te beperken zijn maatregelen noodzakelijk die met name (maar niet uitsluitend) worden genomen in verband met waterbeheer. Om een vergoedingsregeling te treffen voor de kosten die voortvloeien uit bodemdaling, werd op 31 augustus 1983 de overeenkomst Provincie Groningen - NAM "inzake de regeling vergoeding kosten bodemdaling aardgaswinning" aangegaan. Deze overeenkomst voorzag ook in de installatie (op 9 maart 1984) van de gelijknamige Commissie Bodemdaling door Aardgaswinning. 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 de NAM, op grond van de overeenkomst dient te vergoeden. Ook particulieren kunnen van deze regeling gebruikmaken, hoewel de mitigatie van schade via een goed waterbeheer de primaire vergoedingslijn is.

5.5.1 Maatregelen binnendijks

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- en oeververhoging, inpoldering, verstuwning in de randgebieden en aanpassingen in het afwateringssysteem. Op dit moment zijn tal van bouwkundige en civiele maatregelen genomen waarvan de NAM de kosten heeft vergoed. Deze maatregelen zijn met name genomen voor de aanpassing en uitvoering van waterstaatkundige werken die schade door bodemdaling als gevolg van gaswinning 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 signaleerd en onderzocht door de beheerders en onderhoudsplichtigen van die werken.

5.5.2 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 areaal niet terug.

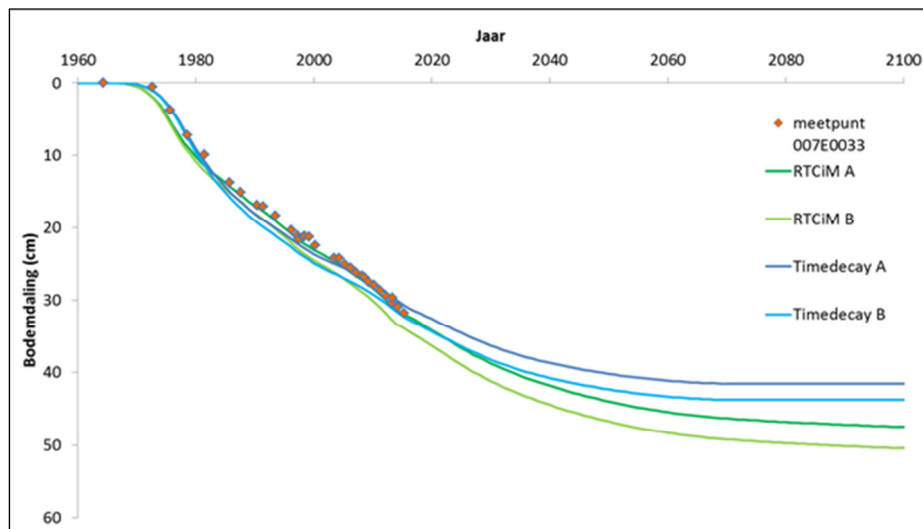
De maatregelen worden getroffen door of in opdracht van Rijkswaterstaat. De hiervoor te maken kosten worden aangemerkt als kosten van maatregelen die voortvloeien uit door gaswinning veroorzaakte bodemdaling. De genoemde Commissie Bodemdaling heeft hierover in 1995 reeds een beslissing genomen en fondsen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

5.6 Onzekerheid

① artikel 24 lid 1 o Mijnbouwbesluit

De onzekerheid van de prognose is een combinatie van de onzekerheden in de verschillende modelcomponenten. Bij het opstellen van de bodemdalingsprognose is uitgegaan van het momenteel best beschikbare compactiemodel, waarbij het verloop met druk wordt aangenomen zoals beschreven in paragraaf 5.1.2. De gemeten daling sinds de start van de productie (zie figuur 5.9) en alle tussenliggende meetintervallen worden gebruikt om de parameters van het compactiemodel zo nauwkeurig mogelijk met behulp van inversie te bepalen.

Figuur 5.8 toont de resultaten van de bodemdalingsmodellen in vergelijking met de gemeten daling in meetpunt 007E0033 nabij het diepste punt van de bodemdalingsskom. De parameters die gebruikt zijn in de modelvariant A geven de beste passing met de metingen over de gehele periode. De parameters die gebruikt zijn voor modelvariant B geven een redelijke passing maar overschatten over het algemeen de metingen en vormen daarmee de bovengrens van mogelijke modelrealisaties. De kwaliteit van de passingen van de modellen aan de gegevens is vastgesteld op basis van de passing op alle meetpunten. Deze spreiding van modellen en bijbehorende parameters geeft in voldoende mate een reflectie van de onzekerheidsbandbreedte van de bodemdalingsprognoses (ongeveer 20%). Het RTCiM model voorspelt meer naijling dan het Time Decay model, waarbij opgemerkt dient te worden dat het RTCiM A model gebruikt is als basis voor het Winningsplan.



figuur 5.8: bodemdalingprognose voor de totale bodemdaling, ongeveer 30 jaar na afloop van de gaswinning (status 2100, rond 50 cm in het diepste punt)

Om de onzekerheid in de toekomst te verkleinen, zal de bodemdaling zeer frequent worden gemonitord, onder andere met behulp van InSAR (zie paragraaf 5.7).

Voor wat betreft de onzekerheden in de invoerparameters kan verder nog onderscheid worden gemaakt tussen “geologische” onzekerheden in verband met mogelijke variaties in eigenschappen van de ondergrond en “operationele” variabelen, bijvoorbeeld de drukkaling van het gasvoerende reservoirgesteente door productie.

5.6.1 Geologische onzekerheden

De geologische structuren in de ondergrond worden gekarteerd op basis van indirecte informatie (seismiek) en directe informatie (putgegevens). Drukdata die worden verkregen tijdens de productiefase van een veld reduceren deze onzekerheid waarbij dit in veel gevallen leidt tot een aanpassing. De meeste velden produceren al geruime tijd waardoor de kans op een bijstelling en de daarmee gepaarde onzekerheid voor de bodemdaling in de loop der tijd gereduceerd is.

5.6.2 Operationele onzekerheden

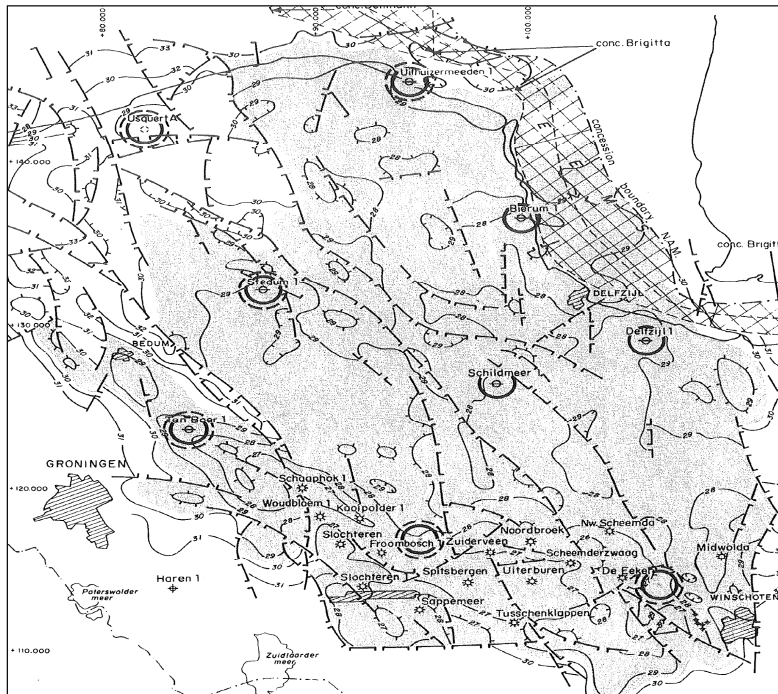
Bij het winnen van aardgas zal de druk in het reservoir dalen. De drukkaling is afhankelijk van de hoeveelheid geproduceerd gas en is dus in zekere mate beheersbaar en te monitoren door middel van regelmatige drukmetingen in productie- en observatieputten. Deze lokale metingen zijn echter slechts een momentopname en alleen representatief voor de druk in de omgeving van de put.

Om een schatting te maken van het toekomstige drukverloop in het volledige gasvoerende reservoir en in de aquifers, moet een (dynamisch) reservoirsimulatiemodel worden gebruikt. Afgezien van onzekerheden in de drukkaling in verband met mogelijk veranderende productiescenario's zijn er ook modelmatige onzekerheden die van invloed zijn op de uiteindelijke voorspelling van de bodemdaling.

De drukontwikkeling en compactie in het Groningen-veld in het genoemde Statusrapport van 2015 was gebaseerd op de toen gehanteerde Groningen-reservoirstudie en volgt het 33 bcm scenario zoals gedocumenteerd in de Hazard and Risk Assessment van november 2015. De laatste HRA en inzichten daaruit zijn onderdeel van bijlage C.

5.7 Monitoring

Om de bodemdaling te valideren en bovengenoemde onzekerheden te verkleinen, vinden sinds de aanvang van de productie in Groningen structureel metingen van de daling plaats met behulp van diverse technieken:



figuur 5.9: het 'veldmeetsysteem' met observatieputten (1967) .

📖 Meetplan bodembeweging, update november 2015

5.7.1 Waterpassing

Om de opgetreden bodemdaling als gevolg van de gaswinning te bepalen worden hoogteverschilmetingen door waterpassing uitgevoerd. Hoogteverschillen worden gemeten tussen peilmerken die zijn aangebracht op onder andere gebouwen, bruggen en viaducten. De metingen worden uitgevoerd volgens de richtlijnen die de Data-ICT-Dienst van Rijkswaterstaat (RWS-DID) stelt aan een 'tweede-orde-waterpassing'. Door hoogteverschillen te meten in kringen en in heen- en teruggang, kunnen eventuele meetfouten worden ontdekt en toevallige kleine variaties in de metingen worden vereffend. De meest recente waterpassingen zijn die van 2010 en 2013.

5.7.2 Satellietobservatie

Met de Interferometric Synthetic Aperture Radar (InSAR) wordt door middel van satellietbeelden de beweging van 'reflectoren', zogenaamde Persistent Scatterers (PS), op het aardoppervlak bepaald. Doorgaans zijn dit vaste objecten als gebouwen. Een tijdserie van beelden is nodig om deze PS-objecten te identificeren. In eerdere studies is reeds geconstateerd dat InSAR-uitkomsten een goede overeenkomst laten zien ten opzichte van waterpassing en beschouwd kunnen worden als alternatieve en validatietechniek voor het monitoren van bodemdaling. Voortdurend worden onderdelen van de techniek waar mogelijk verder verbeterd, mede ten aanzien van gebruik van andere satellietmissies.

5.7.3 Global Positioning

① artikel 12 en 13 Instemmingsbesluit

In 2013 (Ten Post) en 2014 zijn 11 permanent opgestelde GPS stations geïnstalleerd boven het Groningenveld. Daarnaast wordt het reeds bestaande GPS-station van Veendam ook als monitoringsstation gebruikt. Resultaten van deze metingen worden maandelijks aan het SodM gerapporteerd. Hierin worden ook de dalingsnelheden gerapporteerd, welke berekend worden over een periode van 12 voorafgaande maanden. Hierbij wordt rekening wordt gehouden met de correlatie van hoogteschattingen in de GPS-tijdserie.

pag. 48

5.7.4 Gravitiemetingen

In september 2015 zijn door Quad Geometrics en de TU Delft gravitiemetingen gedaan op een 90-tal locaties boven het Groningenveld. Eerdere gravitiemetingen zijn gehouden in 1978, 1984, 1988 en 1996. Na correctie op standen van onder meer het lokale grondwater, kunnen zelfs kleine veranderingen in de graviteit worden gebruikt om de water influx in het reservoir te evalueren. De meetresultaten zullen gedurende 2016 worden verwerkt en nadien zullen de metingen elke 5 jaar worden herhaald.

5.7.5 Kwelders en wadplaten

Het monitoren van de hoogteligging en ecologische ontwikkeling van kwelders en wadplaten binnen het beïnvloedingsgebied van de bodemdalingsschotel Groningen is als volgt vormgegeven:

Monitoring	Initiatiefnemer	Duur en periodiciteit
Geomorfologie van het wad	Rijkswaterstaat	1x / 6 jr., sinds 1935
Geomorfologie van de kustzone	Rijkswaterstaat	1x / 3 jr., sinds 1935
Kustmorphologie (JARKUS)	Rijkswaterstaat	1x / jr., sinds 1965
Bodemdieren biodiversiteit	NAM	1x / jr, sinds 2008
Schelpdieren / mosselbanken	Ministerie van Economische Zaken	1x / jr, sinds 1990
Kwelderhoogte en vegetatie	Rijkswaterstaat	1x / 6 jr, sinds 1960
Vogels	Sovon	1x / mnd, sinds 1990
Zeehonden	Ministerie van Economische Zaken	1x / jr., sinds 1960

tabel 5.2: natuur- en milieumonitoring

6. Bodemtrilling

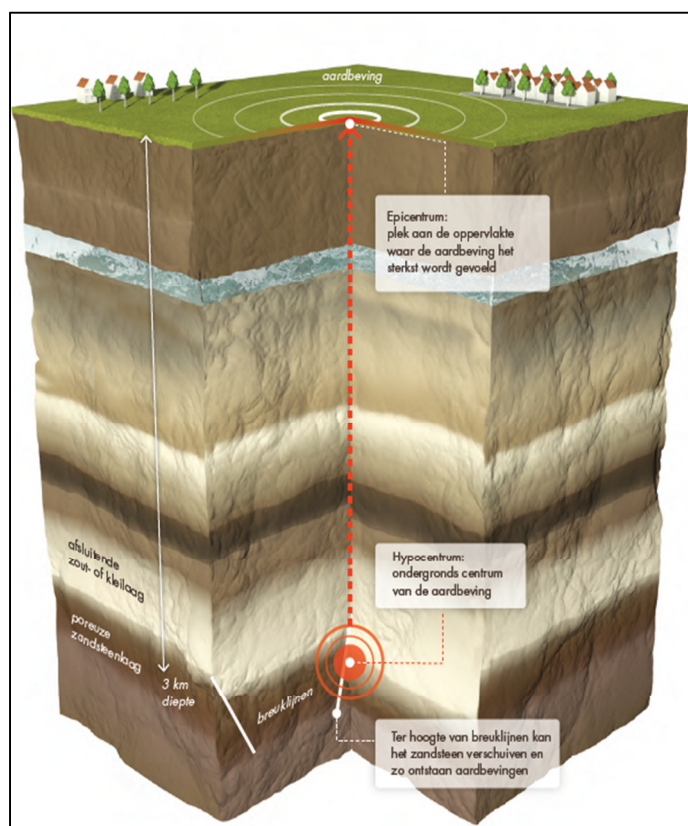
① artikel 24 lid 1 p Mijnbouwbesluit

6.1 Door productie geïnduceerde bevingen

De winning van aardgas gaat gepaard met een daling van de druk in het producerende reservoir. Hiermee vindt, naast compactie (hoofdstuk 5), een energieopbouw plaats in de ondergrond die aardbevingen kan veroorzaken. In het geval van breuken kan aan weerszijde van de breuk een afwijkende mate van compactie ontstaan en kan een fractie van de opgebouwde spanning in het reservoir 'ontladen' door bewegingen langs dat breukvlak. De plaats waar deze trilling, die door het verschuiven van het breukvlak ontstaat wordt het 'hypocentrum' genoemd. De trilling plant zich voort in de aardlagen en zal aan het oppervlakte (het 'epicentrum') leiden tot een grondbeweging die als een aardbeving wordt gevoeld. De grootte van deze beweging aan het oppervlakte wordt uitgedrukt als de 'Peak Ground Acceleration' (PGA). Figuur 6.1 visualiseert deze relatie.

pag. 49

Met behulp van registraties door accelerometers, geplaatst boven het Groningen veld, kunnen rekenkundige relaties worden afgeleid die de PGA koppelen aan variabelen, zoals de afstand tot het hypocentrum en de kracht van de beving in termen van magnitude (M). Deze vertaling gebeurt met formules als de 'Ground Motion Prediction Equation' (GMPE). De bekende GMPE's zijn veelal vastgesteld voor natuurlijke, tectonische bevingen met een magnitude groter dan M5 op de schaal van Richter. Deze zijn door het KNMI en externe experts in het verleden en ook de afgelopen jaren aangepast om een betere passing te krijgen met de Groningse waarnemingen voor kleinere, geïnduceerde magnitudes.




figuur 6.1: GMPE-relaties beving en grondbeweging

In de beginjaren van de gaswinning werd algemeen aangenomen dat de compactie van de gasvoerende formatie alleen zou leiden tot bodemdaling aan het oppervlakte. Echter sinds het begin van de jaren negentig hebben verschillende instanties, waaronder de overheid, kennisinstituten en mijnbouwbedrijven, gezamenlijk en individueel onderzoek gedaan naar de toenemende signalen dat ook aardbevingen tot de effecten behoren. De eerste 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). De door deze onderzoeken opgedane kennis wordt sindsdien in het Technisch Platform Aardbevingen (TPA) gebundeld, maar heeft lange tijd niet het niveau van de fundamenteel wetenschappelijke omvang gekend zoals deze momenteel plaats heeft en nog verder in ontwikkeling is.

De “Huizinge beving” in augustus 2012 met magnitude M3,6 was de zwaarste door gasproductie geïnduceerde aardbeving die tot nu toe in Nederland gemeten is. Deze gebeurtenis bracht lopende onderzoeken in een versnelling en was aanleiding voor de Minister van Economische Zaken om de NAM en een aantal (onderzoeks)instellingen te verzoeken om binnen een jaar antwoord te geven op een 14-tal door het Ministerie geformuleerde vragen. De resultaten van deze onderzoeksvragen hebben aan de basis gelegen van het Winningsplan 2013 en de besluitvorming daarover.

Analyse van de verdeling van de tot nu toe waargenomen aardbevingen in plaats en tijd ten opzichte van gemeten drukverdelingen en -daling 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 en zwaardere bevingen. Dit suggereert nog altijd dat reservoircompactie de belangrijkste oorzaak is voor seismiciteit. Op basis hiervan is een complex probabilistisch (Monte Carlo) model gebouwd waarin de historische en nog voorspelde compactie wordt vertaald naar spanningen die opgebouwd worden in het reservoir en (partieel) kunnen ontladen door aardbevingen. Het op deze manier simuleren van een serie onderling onafhankelijke plaats- en tijdsgebonden processen is complex.

De meest recente weergave van de actuele wetenschappelijke kennis is de Hazard and Risk Assessment (HRA, versie 2) update van november 2015. Een update van deze HRA, die een significante aanpassing van zowel ‘hazard’ als ‘risk’ laat zien, is gebruikt als basis voor dit Winningsplan (zie Bijlage C).

 Hazard & Risk Assessment, update november 2015 (V2) en Bijlage C (V3)

6.2 Door waterinjectie geïnduceerde bevingen

In Nederland (Friesland) is tot op heden één beving geweest waarvan het KNMI en het SodM hebben geoordeeld dat niet duidelijk is wat de oorzaak van deze beving is, maar dat een relatie met waterinjectie niet uitgesloten kan worden¹³.

Wereldwijd, met name in Oklahoma in de VS, is gebleken dat waterinjectie aardbevingen kan veroorzaken, als een breukvlak in de diepe ondergrond zich in een kritieke spanningstoestand bevindt en door het geïnjecteerde water wordt geactiveerd of als ten gevolge van de waterinjectie de druk in de ondergrond op het reservoirgesteente toeneemt tot boven de originele reservoirdruk.

pag. 51

Uit een door TNO uitgevoerde vergelijking van velden (wereldwijd) waar door injectie geïnduceerde aardbevingen zijn opgetreden, blijkt dat in nagenoeg alle gevallen de druk in het veld door de injectie was toegenomen tot boven de oorspronkelijke druk in het betreffende veld. Voor waterinjectie in Nederland schrijven de verleende vergunningen daarom voor dat de druk(toename) als gevolg van de waterinjectie onder de oorspronkelijke reservoirdruk moet blijven en dat de procescondities rondom de waterinjectie nauwlettend moeten worden gevolgd. Dit geldt ook voor de waterinjectie in het Groningen-veld, bij Borgsweer, waar water wordt teruggevoerd met een druk die ruim onder de originele reservoirdruk ligt.

¹³ TK 33 952 nr. 31

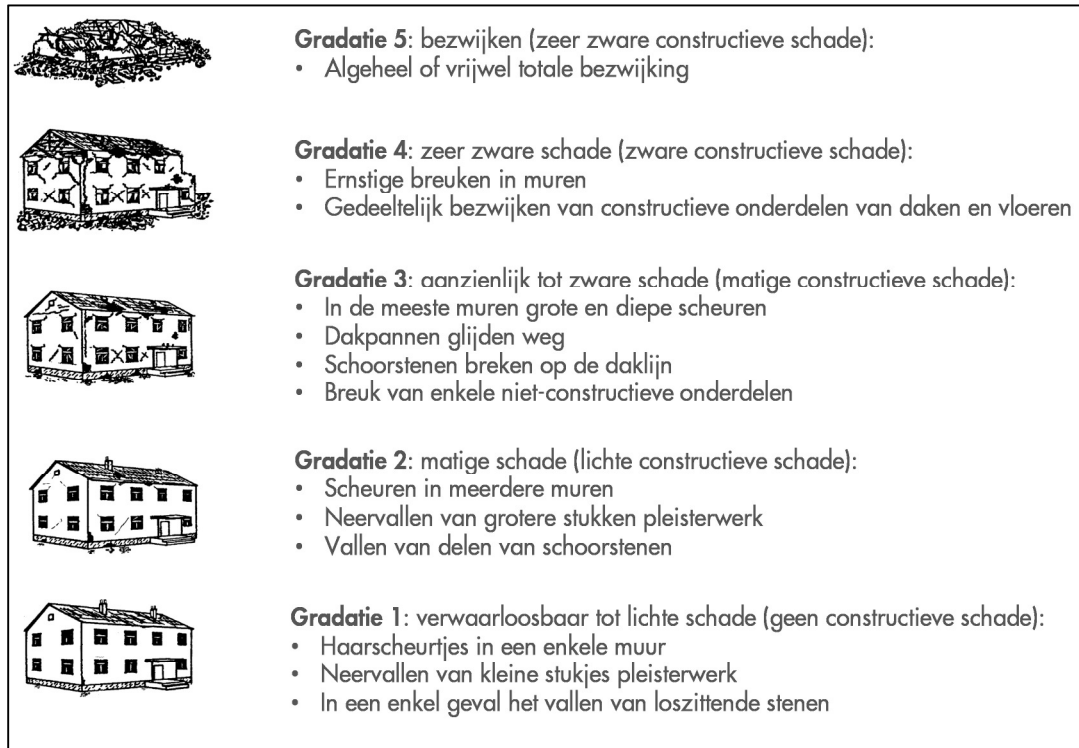
6.3 Omvang en aard van schade door aardbevingen

① artikel 24 lid 1 q Mijnbouwbesluit

6.3.1 Algemeen

Schade aan gebouwen door tectonische aardbevingen wordt doorgaans uitgedrukt in de schadegradatie of Damage State (DS, in relatie tot de constructieve status) volgens de Europese schaal voor seismiciteit (EMS). Deze schadegradaties en de benadering rond de actuele DS1 en DS2 schades worden hieronder beschreven.

pag. 52



figuur 6.2: schadegradaties volgens EMS

6.3.2 Schade aan bouwwerken en risico's voor bewoners

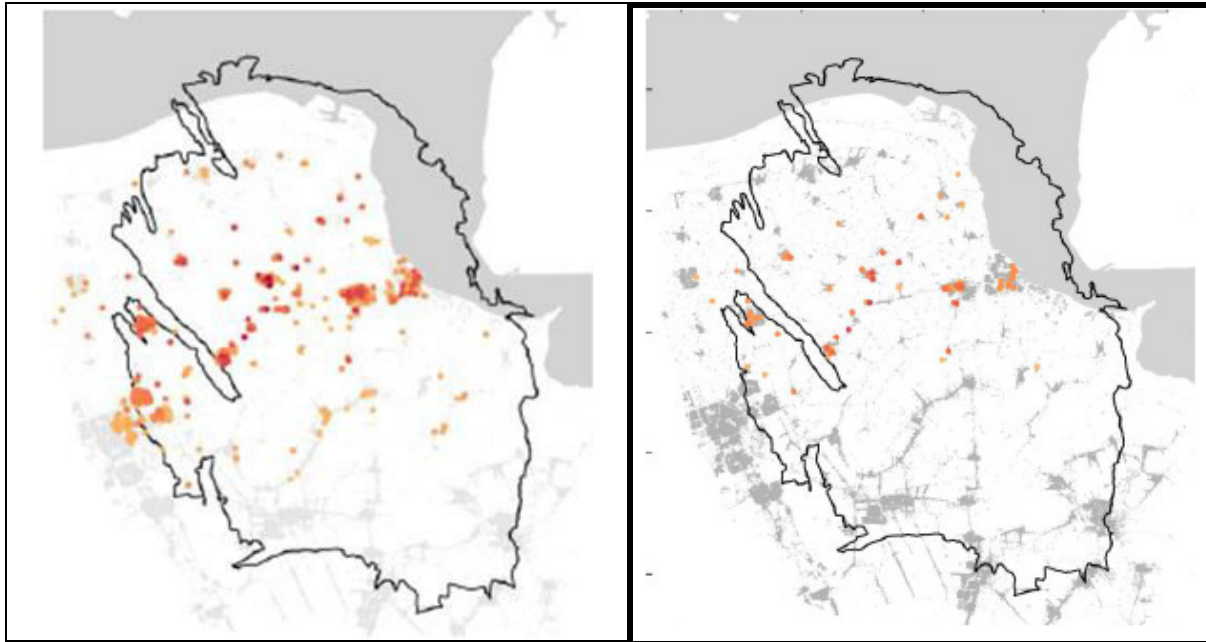
Tot het moment van publicatie van de nieuwe inzichten eind 2013, gingen de olie- en gasindustrie en overheid in de risico-analyses uit van de KNMI-berekeningen. Die gaven aan dat aardbevingen niet zwaarder zouden worden dan magnitude M3,9 (Van Eck, 2004) en dat daarbij hooguit matige schade aan enkele gebouwen kan optreden (De Crook, 1998). Deze aannames zijn sinds 2012 intensief onderzocht, hetgeen geleid heeft tot hernieuwde inzichten die onder meer in dit Winningsplan zijn beschreven.

Scenario's voor bevingen met hogere magnitudes dan tot nu toe waargenomen, zijn doorgerekend voor de verwachte grondversnelling, waarin nu ook de lokale bodemgesteldheid is meegewogen. Hierbij is gebruik gemaakt van de seismische weerstand van gebouwen, ingeschat met behulp van rekenmodellen en gecalibreerd met zogenoemde kwetsbaarheidscurves ('fragility curves') voor typologieën van objecten. Deze curves zijn in eerste instantie samengesteld op basis van observaties van schade veroorzaakt door natuurlijke aardbevingen in landen zoals Amerika, Italië en Nieuw-Zeeland. Laboratoriumtesten en vervolgens veldgegevens – bijvoorbeeld over de relatief korte duur van de geïnduceerde bevingen – hebben de curves in toenemende mate gespecificeerd naar de Nederlandse en Groningse situatie.

De Hazard and Risk Assessment van november 2015 gaf aan dat voor alle onderzochte productiescenario's in de periode tot 2021 in de regio geen gebouwtype voorkomt met een veiligheidsrisico hoger dan 10^{-4} als gevolg van de aardbevingen¹⁴. Dezelfde conclusie volgt ook uit de meest recente HRA, opgenomen in Bijlage C.

Figuur 6.3 geeft de objecten weer die bij de diverse productieniveaus mogelijk niet voldoen aan de norm van 10^{-5} en derhalve versterking behoeven binnen de gestelde termijn van 5 jaar¹⁵. Daarbij is de 33 bcm bovengrens aangehouden; in Bijlage C zijn de overige productieniveaus en onderliggende gegevens opgenomen. In november 2015 gold dat enkele duizenden gebouwen niet voldeden aan de norm. De laatste inzichten geven aan dat het waarschijnlijk enkele honderden gebouwen betreft.

Hierbij geldt echter dat het een probalistische analyse is, die onder meer nog gevalideerd moet worden via inspecties van de betreffende gebouwen en gebouwtypen. Ook geldt nog enkele onzekerheden, zoals onder meer aan het eind van dit hoofdstuk opgenomen. Ook de 'versterkingsuitloop' (zie paragraaf 6.8.1) bepaalt daarbij mede het uiteindelijke aantal. Op korte termijn zal het ook geen directe aanpassing betekenen voor onder meer het programma van de NCG.



figuur 6.3: objecten niet op norm – indien niet versterkt bij 33 bcm (links HRA V2 en rechts HRA V3)

¹⁴ 10^{-4} staat voor een kans van 1 op 10.000 dat iemand overlijdt als gevolg van het (gedeeltelijk) bezwijken van een gebouw na een aardbeving. Omdat niet uit te sluiten is dat de werkelijke kwetsbaarheid van individuele huizen groter is, door welke omstandigheden ook, worden deze objecten opgespoord door middel van het inspectieprogramma.

¹⁵ Norm door EZ aan NAM bekend gemaakt op 21 oktober 2015, brief met kenmerk DGETM/EO-15146924. Gebaseerd op adviezen van de Commissie Meijdam, waarin ook parameters als Individueel Risico (IR) en Objectgebonden Individueel Aardbevingrisico (OIA) worden geduid.

Voor het risico wordt momenteel een vaste werkwijze gehanteerd, beginnend met inspectie van gebouwen in het gebied met de hoogst verwachte seismische dreiging (PGA), en van daaruit in fases toewerken naar de gebieden met een lagere dreiging. Het uiteindelijk aantal gebouwen dat geïnspecteerd wordt zal jaarlijks bijgesteld worden op basis van de resultaten en de laatste inzichten in de modelvoorspellingen voor onder meer bodembeweging en objectsterkte. Het karakter van de inspecties verandert aldus ook geleidelijk van ‘inventarisatie’ naar ‘validatie’. De laatste inzichten zullen tevens worden meegewogen in de beleidscyclus van het MJP (zie paragraaf 7.1.2).

6.3.2.1 Individueel veiligheidsrisico

Gebouwen

De 18.000 (stand per februari 2016) uitgevoerde RVS-inspecties, de daarop eventueel volgende EVS-inspecties en de inspecties naar aanleiding van schademeldingen hebben een aantal gebouwen geïdentificeerd met specifieke, vaak reeds bestaande veiligheidsrisico's. Deze inspecties blijven voorlopig voortgaan, dus ook als in de toekomst dergelijke gebouwen worden geïdentificeerd zal actie worden ondernomen en worden deze situaties onder meer bekend gemaakt aan de NCG.

Potentieel vallende objecten

In de context van dit Winningsplan zijn vallende objecten gedefinieerd als gebouwelementen die door aardbevingen potentieel los kunnen raken. Deze objecten veroorzaken niet het bezwijken van een gebouw, maar kunnen wel een risico voor de veiligheid vormen. Om die redenen worden deze objecten afzonderlijk geïnspecteerd en beoordeeld. Voorbeelden van potentieel vallende objecten, ook wel ‘Potentially Hazardous Building Elements’ (PHBE¹⁶) genoemd, zijn schoorstenen, kopgevels, balkons en borstweringen.

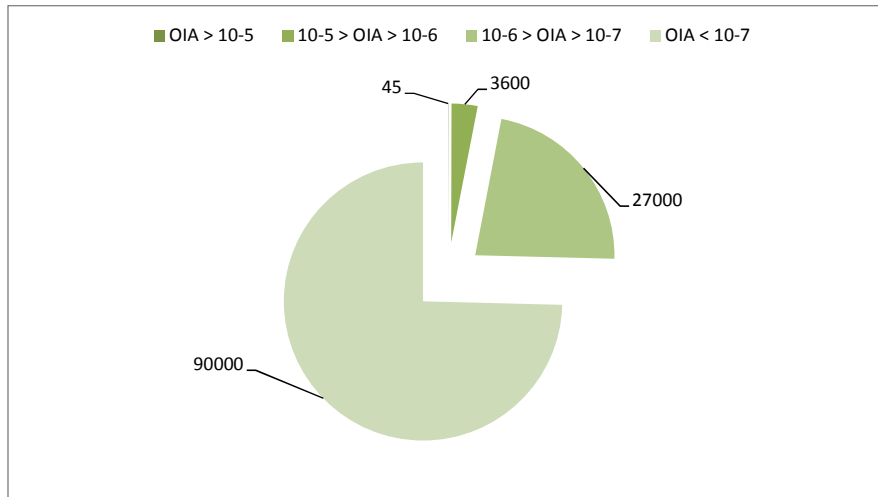
Gebaseerd op onder meer ervaringen in Nieuw-Zeeland, Nederland (aardbevingen in Roermond en Roswinkel) en België (Luik) is een separaat model ontwikkeld voor vallende objecten. Het model beschouwt de mogelijke objecten, de dimensies en valpatronen tegen een aangenomen inspectiegrens¹⁷ van 10^{-6} op basis van blootstellingstijd (OIA op advies van de Commissie Meijdam).

Uit het TTAC onderzoek gedaan in 2015, waarbij 160.000 gebouwen en 120.000 objecten middels ‘streetview’ zijn beoordeeld, blijkt dat met name objecten boven uitgangen, publieke ruimtes en met enige hoogte de aandachtsgebieden vormen. Er zijn geen objecten gevonden die een onmiddellijk hoog risico vormen, dat wil zeggen een risico groter dan 10^{-4} . Wel zijn circa 4.000 objecten aangetoond die een lager risico kennen, maar mogelijk na een nadere inspectie wel een aanpak behoeven. Deze vormen de start voor de specifieke inspectiewerkstroom binnen het bouwkundig versterken door CVW.

Er zijn inmiddels circa 1.000 objecten (met name schoorstenen) aangepakt, bijvoorbeeld binnen de werkstroom die ziet op publieksgebouwen en scholen besproken in paragraaf 6.5.1. Dit betreft niet het bouwkundig versterken, maar het incidenteel wegnemen van risico-elementen van een gebouw, te organiseren als onderdeel van een integraal ‘bewoners-gebouw’ proces.

¹⁶ Tot voor kort ook wel High Risk Building Elements (HRBE) genoemd.

¹⁷ Een object met een risico kleiner dan 10^{-6} draagt niet significant bij aan het OIA van 10^{-5} . Voor nadere inspectie – en in afwezigheid van een norm voor objecten – wordt dit beschouwd als een voldoende conservatieve benadering.

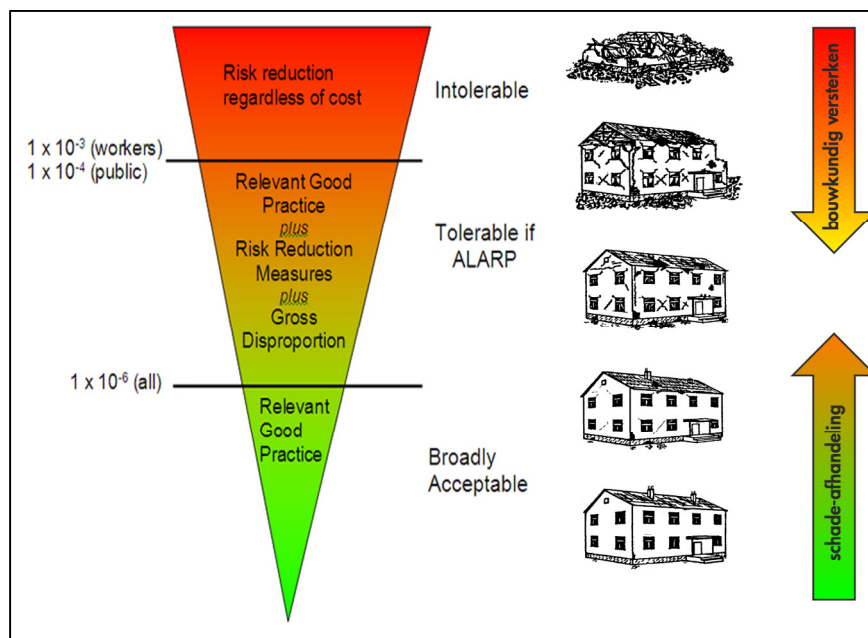


figuur 6.4: objecten in verschillende risicoklassen (OIA)

TTAC, Risk Assessment of Falling Hazards in Earthquakes in the Groningen region, maart 2016

Schade

De veiligheid van de bewoners in de regio staat centraal in dit Winningsplan, de (gewijzigde) mijnbouwwetgeving en het MJP. De risicobeoordeling is daarom – en conform de methodes rond kwantitatieve risico-analyses in het algemeen – in hoofdzaak gebaseerd op de potentieel levensbedreigende situaties; in casu de vallende objecten en het onverhoopt bezwijken van gebouwdelen. Echter, de gaswinning leidt ook tot schades die niet levensbedreigend zijn, maar toch hinder veroorzaken. In het geval van een voorgezette productie blijven de schade- en hindereffecten voor de bewoner bestaan. Vanuit de Risicomethodiek zijn daarom, opvolgend op DS5, tevens de DS4 en DS3 relevant geacht.



figuur 6.5: benadering schades binnen ALARP-beginsel

Door middel van figuur 6.5 is conceptueel aangegeven dat het bouwkundig versterken en het wegnemen van potentieel vallende objecten respectievelijk de klassen DS5 / DS4 en DS3 bestrijken binnen de veiligheidsaanpak. Het verminderen van de hinder rond de lichtere (herhaal)schades komt met name voort uit verdere verbeteringen in de afhandeling, de innovatie in hersteltechnieken alsmede de oriëntatie van het schadeproces op een transparante focus met de bewoners op de (herhaal)kans.

Uit een analyse van de historische schadegevallen blijkt dat het overgrote deel DS1-schade is, een gering aantal betreft DS2 en in een tiental gevallen betrof het DS3. De aangetroffen (complexe) schadegevallen in DS3 zijn veelal multi-causaal en à priori niet eenduidig of uniek toe te wijzen aan aardbevingen. Denk daarbij vooral aan diverse reeds in slechtere (onderhouds)staat verkerende panden in de regio. Er zijn geen aardbevinggerelateerde schades aangetroffen in de klassen DS4 of DS5.

De verwachting voor nieuwe DS3-schades voor de toekomst is dat het gaat om een gering aantal, aangezien de drempel voor het verwachte optreden van dergelijke schade wordt overschreden vanaf ongeveer 0.15 PGA¹⁸. Het Meet- en Regelprotocol hanteert de PGA als signaalwaarde, ook wordt in de toekomst per waargenomen aardbeving boven een bepaalde waarde een 'event-rapport' opgesteld waarin onder meer het schade-potentieel wordt gevalideerd met de daadwerkelijke waarneming.

Aangezien de preventie en mitigatie van de nog te verwachten schades in hoofdzakelijk DS1 en DS2 en de trends in schades meer een maatschappelijk effect dan een levensbedreigend effect aangaat, zijn die maatregelen en de monitoring daarvan nader uitgewerkt in hoofdstuk 7.

6.3.2.2 Maatschappelijk veiligheidsrisico

De Commissie Meijdam heeft, in intensief overleg met het SodM, eind 2015 het Maatschappelijk Veiligheidsrisico (MR) gedefinieerd. Het is een op maat gesneden, en door EZ overgenomen methodiek, om het risico op grotere groepen slachtoffers door aardbevingen in Groningen te bepalen. Dat betekent bijvoorbeeld dat bij publieksgebouwen rekening gehouden moet worden met het aantal mensen dat zich in deze gebouwen bevindt.

Voor het oorspronkelijke plan van aanpak voor deze gebouwen 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 politieposten, zijn Class IV. Gebouwen waarbij de gevolgen potentieel groter zijn dan gemiddeld, zoals scholen, dagverblijven en gemeenschapsgebouwen, zijn Class III. Deze hebben reeds op grond van de Eurocode 8 een hogere prioriteit dan woonhuizen (Class II) en agrarische gebouwen en bijgebouwen (Class I). Vanaf de HRA van november 2015 is ook reeds aangegeven dat binnen de groep gebouwen een prioriteit wordt gehanteerd op basis van 'Community Risk' en derhalve bezettingsgraad.

Bij het MR is geen norm gehanteerd en is niet aangegeven voor welke woonkernen de berekening gedaan dient te worden. Daarom kunnen momenteel nog niet de berekening en/of de eventueel additionele maatregelen worden gegeven (zie verder 6.8.4).

 Van Gelder, Een voorstel voor een toetsingsmethodiek voor mens-geïnduceerde aardbevingen in Groningen, november 2015

¹⁸ De Commissie Meijdam hanteert bijvoorbeeld 0.15 en USGS 0.18. Momenteel wordt nog gewerkt aan het relateren van dergelijke grondbewegingen aan de regulier gebruikte richtlijnen van de Stichting Bouwresearch (SBR) omtrent schade en hinder (zie 7.2.1).

6.3.3 Schade aan productiefaciliteiten NAM

Tot op heden is er als gevolg van aardbevingen geen uitval van of schade aan de productie-installaties van NAM vastgesteld. Niettemin is er in het licht van de laatste inzichten rond 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. Daarbij zijn geen afwijkingen geconstateerd, maar is wel een vervolgproces gedefinieerd (zie paragraaf 6.5.4).

Er zijn ook geen gevallen bekend van schade in putten als gevolg van seismische activiteit. De beweging van de gesteentemassa's treedt waarschijnlijk op binnen de gashoudende zandsteenlaag, zoals tot nu toe wordt bevestigd door een toenemend aantal metingen. De diepe geofoons zullen hiervoor gegevens blijven aanleveren. Schade aan de verbuizing binnen deze sectie zal geen risico veroorzaken aangezien de verbuizing hier al is geperforeerd. Het huidige systeem om integriteit van productieputten te monitoren is afdoende gebleken.

6.3.4 Schade aan industrie en infrastructuur

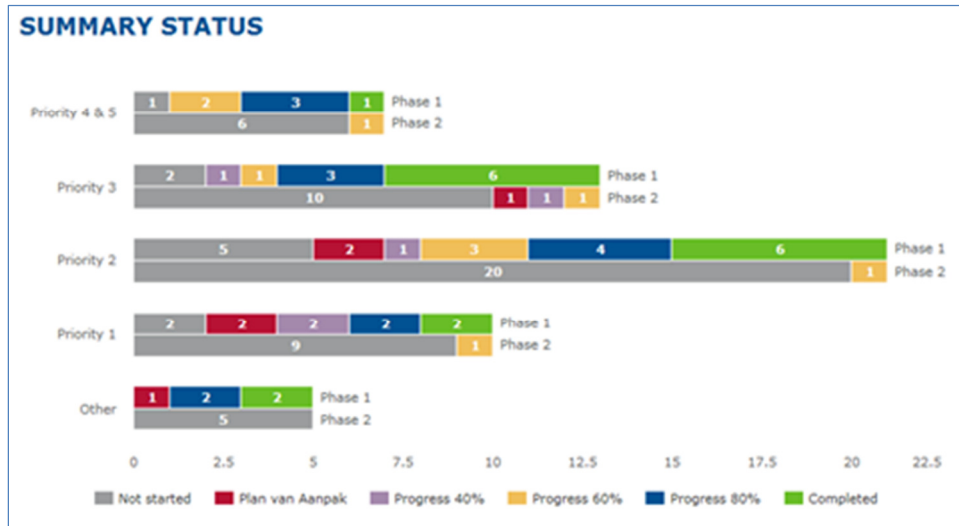
De NAM voert niet de risico-analyses voor de industrie of infrastructuur uit. Dit is consistent met de regelgeving en rollen; voor infrastructuur en industrie zijn in Nederland afzonderlijke toetsingskaders ontwikkeld. Het inpassen van de aardbevingsbelasting in de bestaande, vaak probabilistische toetskaders is complex en tijdrovend, waarbij in sommige gevallen de resulterende aardbevingseisen verregaande extrapolatie van bestaande kennis vereisen. De Commissie Meijdam heeft deze complexiteit in haar advies geadresseerd. De uitwerking van dit advies is nog onderwerp van gesprek binnen de overheid. Het resultaat is dat de toetskaders nog niet volledig zijn en er in vele gevallen sprake is van de vaststelling van ontwerpuitgangspunten die per project in overleg tussen de beheerder en de vergunningverlener worden vastgesteld.

6.3.4.1 Industrie

Diverse partijen – sinds 1 januari 2016 onder een overkoepelende Stuurgroep 'Industrie' georganiseerd door de NCG – zijn momenteel bezig het aardbevingsrisico in de bestaande toetsingskaders te integreren. Hierbij ligt de focus op QRA/MRA-plichtige bedrijven. Het ontwikkelen en testen van een verantwoorde onderzoeksmethode voor deze complexe materie heeft tijd gekost, maar het fase 1-onderzoek (kwalitatieve risicobeoordeling) is voor meer dan 40 prioriteit bedrijven in gang gezet en is naar verwachting voor de alle hoog-en middelhoog prioriteitsbedrijven (onderstaand 5 tot en met 2) in het midden van 2016 en voor de laag-prioriteitsbedrijven aan het einde van 2016 afgerond. Het fase 2- onderzoek (de semi-kwantitatieve doorrekening) bevindt zich in een pilotstadium; het streven van de NCG is om per medio 2016 duidelijk te hebben of er bij risicovolle bedrijven op onder meer het Chemiepark en de Eemshaven versterkingsmaatregelen nodig zijn en zo ja, welke maatregelen. Een en ander hangt af van de ontwikkelingen rond het formele toetskader welke recent beschikbaar is gekomen¹⁹.

Conform de Risicomethodiek begeleidt NAM dit traject en wordt onder meer de specifieke dreigingsinformatie en kennis verstrekt. De NAM betaalt ook een deel van de onderzoeken. Onder meer Deltares en TNO zijn verantwoordelijk voor de ontwikkeling van de toetskaders, de prioritering en de kwaliteitsborging van de onderzoeksresultaten.

¹⁹ Regeling risico's zware ongevallen, artikel 13, Staatscourant nr. 10468, 3 maart 2016




figuur 6.6: stand van zaken risico-analyses industrie (per januari 2016)

Bij figuur 6.6 moet vermeld worden dat de onderzoeken die de bedrijven zelf gestart zijn voordat de onderzoeksmethodiek ter beschikking werd gesteld, in dit overzicht niet zijn opgenomen. Omdat de fase 2 (phase 2 – semi-kwantitatieve) onderzoeken nog niet zijn afgerond, kan nog geen algemene uitspraak worden gedaan met betrekking tot het risico van aardbevingen op de industrie. Dit te meer omdat de meest recente dreigingsinformatie nog moet worden overgedragen.

6.3.4.2 Infrastructuur

Tot op heden is er nog geen schade aan kritische infrastructuur (dijken, bruggen, hoogspanningsleidingen etc.) geconstateerd als gevolg van geïnduceerde aardbevingen. Dit is in overeenstemming met de resultaten van een onderzoek van Deltares uit 2014 naar de effecten van aardbevingen op de kritische infrastructuur. Samenvattend gaf de studie van Deltares geen indicatie voor significante schadeverwachting. Wel vermeldt de studie dat een zwaardere aardbeving in Groningen zandgrond kan doen verweken, hetgeen bijvoorbeeld zou kunnen leiden tot verlaging van de stabiliteit en kruinhoogte van dijken en ongelijke zettingen van constructies. Deze aanname is sindsdien onderdeel van het verwekingsonderzoek binnen het Studieprogramma.

 Deltares, Effecten aardbevingen op kritische infrastructuur, januari 2014

Naar aanleiding hiervan is een aantal kritische dijkvakken nader onderzocht door de Waterschappen en heeft het Waterschap Noorderzijlvest besloten tot versnelde versterking en het aardbevingsbestendig maken van een aantal primaire en secundaire waterkeringen. Waterschap Hunze en Aa's heeft vastgesteld dat de zuidelijke helft van het Eemskanaal geen versterking behoeft.

Voor de Zuidelijke Ringweg rond de Stad Groningen zijn specifieke ontwerpisen gesteld welke, waar relevant, door de aannemers zullen worden uitgewerkt in maatregelen. Op dit moment is er nog niet bekend of er maatregelen nodig zijn.

Diverse andere infrastructuurbeheerders, waaronder ProRail, Tennet, en het Waterbedrijf Groningen, zijn bezig met de inventarisatie van de aardbevingsbestendigheid. Kennisuitwisseling tussen de infrabeheerders vindt plaats in het door infrabeheerders opgezette Platform Aardbevingsbestendige Infrastructuur (PAI). Een overkoepelend plan van aanpak is in ontwikkeling.

Ook in bovengenoemde studies bracht en brengt de NAM met name kennis in met betrekking tot het vaststellen van de aardbevingsdreiging. Ook worden de ervaringen met de eigen installaties gedeeld. De nieuwste inzichten in de dreiging ('hazard') zullen beschikbaar blijven – al dan niet via de NCG – voor de beheerders en toezichthouders binnen de sectoren Industrie en Infrastructuur.

6.4 Maatregelen om bodemtrilling te voorkomen of te beperken

① artikel 24 lid 1 r Mijnbouwbesluit

6.4.1 Gasproductie

In het Winningsplan 2013 was reeds een aantal maatregelen geëvalueerd die de seismische activiteit als gevolg van gasproductie zouden kunnen verminderen. Voorbeelden van dergelijke maatregelen zijn:

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 veld rond Loppersum, 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 en frequentie van aardbevingen vertragen, maar uiteindelijk niet wezenlijk verminderen.
5. Het zo veel mogelijk handhaven van de druk in het veld door het injecteren van een bepaald volume gas (stikstof), waardoor minder compactie ontstaat.

6.4.1.1 Gelijmatige productie

In december 2015 is geadviseerd²⁰ dat de gasproductie terug moet tot een niveau waarbij het seismisch risico geminimaliseerd en zoveel mogelijk gestabiliseerd wordt. Waarbij (tevens) zodanig gelijkmatig wordt geproduceerd, dat snelle productief fluctuaties (binnen een tijdsduur van week tot maand) vermeden worden. Er is consensus tussen NAM, betrokken experts en SodM dat de onderbouwing nog wetenschappelijk gesubstantieerd moet worden, omdat de aanname is dat productief fluctuaties een seismisch risico in zich dragen. Daarom is het een onderdeel van het Studieprogramma geworden.


6.4.1.2 Drukhandhaving

De Groningen Pressure Maintenance (GPM) studie heeft de mogelijkheden onderzocht om door middel van de injectie van gas – bij voorkeur stikstof – de seismiciteit in het gasveld te laten afnemen. De aanname daarbij is dat daarmee een verdergaande compactie wordt voorkomen en het aantal aardbevingen zal afnemen. Deze maatregel is voor het eerste beschreven in het Technical Addendum bij het Winningsplan 2013 en nadien uitgewerkt in diverse varianten.

De winning van stikstof uit de atmosfeer en de aansluitende compressie van stikstof tot de benodigde injectiedruk van ongeveer 140 bar, vraagt om een aanzienlijke inzet van elektrisch vermogen (500 tot 1.400 MW), met een gekoppelde CO₂ emissie tot 10 miljoen ton/jaar afhankelijk van de gekozen energiebron.

²⁰ SodM, Seismisch risico Groningenveld - Beoordeling rapportages & advies, december 2015

Gelet op de omvang en complexiteit van een dergelijk project kan deze niet voor het midden van het volgende decennium operationeel zijn. Ook zijn de maatschappelijke kosten en effecten aanzienlijk. Injectie van een dergelijke omvang draagt bovendien het risico in zich dat breuken die mogelijk al onder spanning staan nieuwe seismiciteit gaan vertonen. Dit risico kan momenteel niet worden gekwantificeerd omdat er nog geen analogieën of modellen zijn die geïnduceerde seismiciteit kunnen beschrijven voor een reeds vergaand gedepleteerd gasveld. Voornamelijk om de laatste reden wordt deze optie niet nader verkent.


 Groningen Pressure Maintenance (GPM) Study, update januari 2015

6.4.2 Waterinjectie

Optreden van een voelbare geïnduceerde aardbeving ten gevolge van waterinjectie bij Borgsweer is niet waarschijnlijk. Echter, om hier zo goed mogelijk uitsluitsel over te geven worden de procescondities rondom de waterinjectie nauwlettend gevolgd. De monitoring van eventuele seismiciteit als gevolg van waterinjectie vindt plaats als onderdeel van de algehele monitoring van de seismiciteit in het veld (zie paragraaf 6.9).

6.5 Maatregelen om de schade te voorkomen of beperken

6.5.1 Maatregelen aan bestaande bouwwerken


 artikel 24 lid 1 s Mijnbouwbesluit en artikel 7 lid 2 Instemmingsbesluit

In de gebieden met een hogere seismische dreiging zullen fysieke maatregelen genomen worden om de weerstand van gebouwen te verbeteren indien deze onvoldoende sterk zijn tegen de verwachte seismische belasting. Het doel van dit bouwkundig versterken is om het risico op persoonlijk letsel te verminderen. Versterkingen zullen daarnaast de kans op ernstige schade verminderen; lichte schade aan gebouwen kan echter niet helemaal worden voorkomen. Deze laatste schades worden beschreven in hoofdstuk 7.

Drie niveaus worden onderkend voor het verbeteren van de seismische weerstand van gebouwen teneinde de kans op persoonlijk letsel te voorkomen:

1. Vastzetten van gebouwdelen die los kunnen komen bij een aardbeving. Dit geldt met name voor schoorstenen en uitstekende delen op hoogte (zie volgende paragraaf).
2. Verbeteren van de samenhang. Verbindingen in de hoofddraagconstructie kunnen loskomen, waarbij bijvoorbeeld muren de bovenliggende delen (zoals vloeren en daken) mogelijk niet meer steunen, waardoor bezwijking dreigt.
3. Verbeteren van de seismische weerstand van bouwkundige elementen in de hoofddraagconstructie. Hierbij moet gedacht worden aan het versterken of vervangen van (draag)muren.

Het aantal en type gebouwen dat mogelijk versterkt gaat worden richting norm en het benodigde niveau van versterking zal jaarlijks bijgesteld worden op basis van voortschrijdend inzicht in de seismische dreiging en sterkte van gebouwen. Deze continue verbetering is daarmee een onderdeel van het Meet- en Regelprotocol en zal doorwerken in het Werkplan van CVW en de beleidscyclus van de NCG.

 werkplan CVW, meerjarenplan NCG

De inventarisatie van de risico's zoals beschreven in paragraaf 6.3.2.1 beslaat alle gebouwen in de regio. De totale populatie kent een aantal bijzondere categorieën bouwwerken, bijvoorbeeld zogenoemde CC2 en CC3²¹ gebouwen, erfgoed en landbouw. De aanpak en maatregelen ten aanzien van deze categorieën zijn hieronder kort toegelicht.

Publieke gebouwen

Om kennis op te doen over de sterkte van publieke gebouwen in het gebied is een aantal 'engineering' pilots gestart voor de diverse subcategorieën van publieke gebouwen, zoals gemeentehuizen, hotels, sporthallen en brandweerkazernes. De keuze is gebaseerd op de ligging in het gebied en de representativiteit van het gebouw binnen de categorie.

Op basis van de gebouw- en gebiedskenmerken in combinatie met de functie, kwetsbaarheid en bezettingsgraad zijn binnen deze werkstroom prioriteiten gesteld. Gebouwen met de hoogste prioriteit verenigen de meeste kans- en effectvariabelen in zich. Prioriteit 4 gebouwen zijn veelal gebouwen met een bijzondere gebruiksfunctie maar lage prioriteit, met name transformatorhuisjes. In totaal gaat het om ongeveer 1.000 CC2 en CC3 gebouwen binnen het kerngebied die op enig moment en op basis van prioriteit worden beoordeeld.

Scholen

De ruim 100 scholen in het centrum van het aardbevingengebied zijn in kaart gebracht en geïnspecteerd. Waar hoog risico gebouwelementen zijn aangetroffen zijn deze veilig gesteld. Voor al deze scholen zijn zogeheten 'lineaire-elastische' analyses gedaan en is een voorlopig ontwerp gemaakt van de benodigde versterkingsmaatregelen op basis van de NEN NPR 9998 (de zogenoemde "groene" NPR van februari 2015). Voor enkele scholen is een geavanceerde niet-lineaire tijdsdomein analyse (NLTH) uitgevoerd. In nauwe samenwerking met de gemeenten en de scholen is een integraal plan van aanpak opgesteld, waarbij de aardbevingsopgave samen met de bestaande problematiek in onderwijshuisvesting wordt bekeken om snel tot veilige schoolgebouwen te komen met waar mogelijk maatschappelijke meerwaarde. Dit sluit aan op de planvorming door de NCG.

Na oplevering van het voorlopig ontwerp spelen de gemeenten een centrale rol in het besluit tot bouwkundig versterken of dat wordt overgaan tot vervangende nieuwbouw (bijvoorbeeld bij fusies tussen scholen vanwege de bevolkingskrimp). In beide gevallen kan tijdelijke huisvesting noodzakelijk zijn. De NCG is in overleg met diverse partijen voor financiering van kwalitatieve verbetering (zoals energiebesparende maatregelen en onderwijskundige verbeteringen). De gemeente neemt het voortouw voor vervangende nieuwbouwprojecten, terwijl NAM, via CVW en aannemers de projecten voor bouwkundig versterken en tijdelijke huisvesting op zich neemt. Prioriteitstelling in de uitvoering van deze projecten zal ook hier voornamelijk 'risico-gebaseerd' zijn op basis van de laatste HRA-inzichten (projecten in het kerngebied eerst, projecten op plekken met lagere PGA waarden later).

Erfgoed

De Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed (RCE) is als kennisinstituut samen met de regionale overheden en de betrokken erfgoedpartners bezig om het programma "Aardbevingen en Erfgoed" te ontwikkelen. Hierin is onder meer de ontwikkeling van een methodiek opgenomen om bij ingrepen tot een balans te komen tussen de veiligheid, de gebruiksvoorwaarden en het behoud van monumentale waarden. Tevens wordt kennis vergaard over aangepaste versterkingsmethoden die gericht zijn op behoud van monumentwaarden. Bewoners en gebruikers van monumenten kunnen in de toekomst voor schadeafhandeling van monumenten met al hun vragen terecht op één plaats: bij het erfgoedloket van de NCG.

²¹ CC2 en CC3 gebouwen komen qua classificatie vrijwel overeen met de eerder genoemde klassen III en IV van de Eurocode. CC2-gebouwen zijn woongebouwen, kantoren, scholen, ziekenhuizen en andere openbare gebouwen. CC3 kunnen deels dezelfde zijn als CC2, maar dan in een hoogbouwvariant. Tevens omvat CC3 concertzalen, tribunes en dergelijke.

Landbouw

Op initiatief van de Land- en Tuinbouworganisatie (LTO) is een gezamenlijk 'Agroteam' opgericht die de mogelijkheden voor een duurzaam perspectief voor het segment 'Landbouw' in beeld brengt. Samen met de NCG en de Economic Board worden koppelkansen gecreëerd, waarbij anticipatie op (herhaal)schade, nieuwbouw en verduurzaming voor ruim 1.600 functioneel agrarische bedrijven in slimme combinaties leidt tot toekomstbestendige nieuwbouw.

6.5.2 Prioriteitstelling

De prioriteitstelling op basis van het HRA V2 zijn eind 2015 verstrekt aan de NCG ter onderbouwing van de risicogebaseerde benadering en eerste uitgangspunt van het MJP, als ook ten behoeve van de verdere transitie en het opbouwen van een portfolio binnen het CVW. Nadere inzichten in de potentieel vallende objecten (voorgaande paragraaf) zijn in de aanloop naar dit Winningsplan eveneens gedeeld met de NCG en CVW. Evenals het opzetten van het Expert Systeem, beschreven in de volgende paragraaf.

De NCG combineert deze prioriteiten met de overige uitgangspunten van het MJP en rapporteert over de totale voortgang²². Jaarlijks zullen – als onderdeel van het Meet- en Regelprotocol – de laatste inzichten uit de analyse en daaruit voortvloeiende prioritering door de NAM aan het CVW en de NCG worden aangeboden.

6.5.3 Expert Systeem

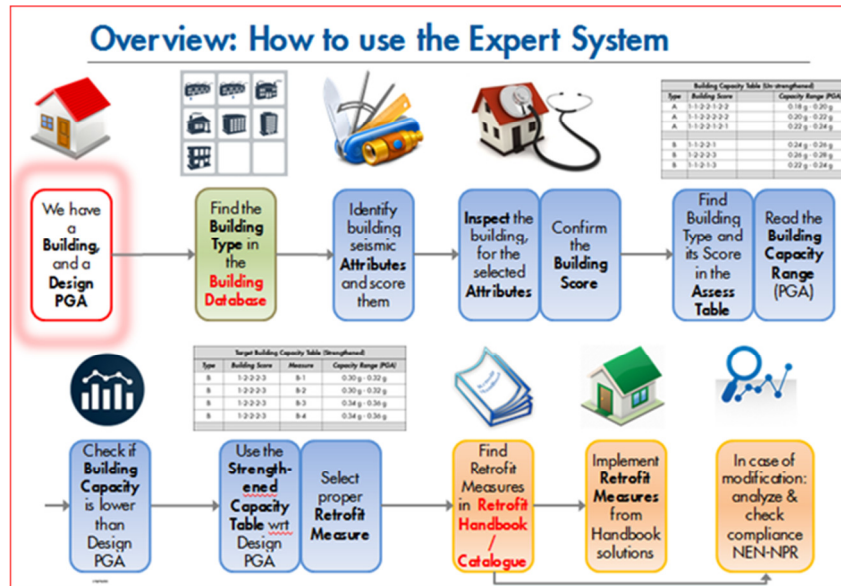
Vanuit het belang van prioriteiten en versnelling, adviseert de Commissie Meijdam de versterkingsopgave op te pakken op basis van een 'Expert Systeem' (ES, ook wel aangeduid met 'catalogusaanpak'). Met het bouwen en vullen van dit ES is eind 2015 gestart. De ontwikkeling zal doorlopen in 2016 in samenspraak met de NCG.

Het ES houdt in, dat op basis van de NEN-NPR voor een bepaald gebouwtype afhankelijk van lokatie en gebouwkenmerken m.b.v. tabellen kan worden ingeschat wat de huidige sterkte van het gebouw is. Is deze sterkte lager dan de benodigde sterkte om de verwachte aardbevingsbelasting te kunnen weerstaan, dan geeft het Retrofit Handboek / Catalogus een set van mogelijke versterkingsmaatregelen.

De tabellen van het ES en de eventueel benodigde maatregelen zijn tot stand gekomen door voor een groot aantal verschillende gebouwtypen op basis van gebouwgegevens en inspectieresultaten met behulp van geavanceerde berekeningsmethoden (NLTH analyses) de huidige sterkte te bepalen en voor hogere benodigde sterkten de verschillende standaard sets versterkingsmaatregelen te dimensioneren (zie figuur 6.7).

²² TK 33 529, nr. 214, pagina 33

Op basis van dit 'voorwerk' kan snel worden ingeschat of het huis versterkt moet worden en welke versterkingsmaatregelen het huis op de 10^{-5} norm brengen, zonder dat er per woning uitgebreid rekenwerk nodig is.



figuur 6.7: de werking van het Expert Systeem

De voordelen van dit Expert Systeem zijn onder meer:

- Het mogelijk maken van een snelle inschatting van de sterkte van een bepaald gebouwtype om vast te stellen of een huis versterkt moet worden om de ontwerpbelasting te krijgen en de daarmee samenhangende prioriteiten te stellen voor het bouwkundig versterken.
- De bouwkundige versterkingsopgave kan, na de initiële opzet en validatie van het systeem op basis van de eerste versterkingsprojecten, aanzienlijk worden versneld omdat er diverse sets standaard oplossingen in een handboek zijn vastgelegd.
- Het versterkingsprogramma kan efficiënter worden uitgevoerd omdat – los van een keuze in versterkingsopties – geen 'overdesign' optreedt op basis minder complexe, maar meer conservatieve rekenmethodiek.
- Het Expert Systeem zal behulpzaam zijn in het inkaderen en verkleinen van de 'versterkingsuitloop' (zie paragraaf 6.8.1).
- Duidelijkheid zal worden verschaft voor de verschillende gebouwtypen bij welke PGA geen versterkingsmaatregelen meer nodig zijn.

Het Expert Systeem zal verder worden ontwikkeld onder leiding van de NCG en reeds beschikbaar zijn voor een representatief aantal gebouwtypen met ingang van 2017. Hierbij zullen de ervaringen opgedaan in 2016 worden gebruikt voor de opzet en validatie van het systeem. De relevante informatie zal beschikbaar worden gesteld ten behoeve van de volgende actualisatie van de Nationale Praktijk Richtlijn (NPR).


6.5.4 Maatregelen productiefaciliteiten NAM

De productielocaties in het Groningen-veld zijn gebouwd voor onbemand opereren. Veiligstellen, opstarten en sturen van de productie vindt onder normale omstandigheden plaats vanuit de Centrale Controle Kamer (CCK) in Hoogezand. Het insluiten van de installatie en putten gebeurt bij overschrijden van vooraf gedefinieerde procescondities. De installaties worden daarbij omgezet naar een inherent veilige status.

De locaties zijn van aanvang aan 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 CCK de locatie en omvang van de lekkage proberen vast te stellen, en daarna het betreffende installatiedeel, of de gehele faciliteit op een veilige status stoppen (CESD).

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 ten aanzien van aardbevingen. 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 zijn in 2014 uitgewerkt en gekwantificeerd. Zo zijn de vloerelementen onder de controle-instrumentatie zwaarder ondersteund. Bovendien zijn trillingsopnemers op alle productielocaties geïnstalleerd die automatisch het insluiten van de installatie initiëren bij grondversnellingen boven een bepaalde waarde. Voordat een installatie weer vrijgegeven kan worden vindt een inspectie (ook bij lagere grondversnellingen) en vaststelling van de status (Statement of Fitness – SoF) plaats volgens een gelijknamig draaiboek.

De ontwikkeling van een systematiek om het effect van aardbevingen blijvend mee te nemen in de risico-analyses van industriële installaties – zie volgende paragrafen – geldt ook voor de installaties van de NAM, hoewel deze doorgaans geen 'hogedrempelinrichtingen' zijn die vallen onder het Besluit risico's zware ongevallen (Brzo).

 NAM, Draaiboek Verificatie technische integriteit van NAM installaties na een aardbeving, december 2014

6.6 Maatregelen incidentbestrijding

In het onverhoopte geval dat zich een aardbeving voordoet die grotere gevolgen heeft, zijn diverse maatregelen getroffen om de gevolgen daarvan te bestrijden. Zowel binnen de NAM als in de regio zijn – samenhangende – afspraken gemaakt hoe in dergelijke gevallen te handelen.

6.6.1 NAM-intern


Het 'Aardbevingen Emergency Response Plan' geeft richtlijnen voor het Emergency Response en Crisis Management Proces binnen NAM na een aardbeving. Het beschrijft hoe op een effectieve manier gereageerd kan worden op een aardbeving. Welke acties daadwerkelijk genomen moeten worden, zal bepaald moeten worden op het moment dat een aardbeving zich voordoet. Het gebied, tijdstip, magnitude, versnellingen aan het oppervlak, eventueel opgetreden schade aan huizen, gebouwen en infrastructuur en persoonlijk letsel zijn dan bepalend voor vervolgacties. In geval van aardbevingen waarbij hulpdiensten (politie, brandweer, ambulance) worden ingeschakeld kan NAM ook zitting nemen in het crisisteam van de Veiligheidsregio Groningen (zie hieronder). Het interne incidentbestrijdingsmateriaal in de vorm van pompen, communicatiemiddelen en schuimvormers – gestationeerd op de NAM-locatie Hoogezand – staat tevens ter beschikking aan de partners in de Veiligheidsregio. Het plan wordt jaarlijks geoefend en daarbij geëvalueerd door het Instituut voor Veiligheid & Milieu (IVM).


6.6.2 Veiligheidsregio

Op basis van de bevoegdheden van en het convenant met de Veiligheidsregio (VR) Groningen wordt informatie en kennis uitgewisseld rond incidentbestrijding. Het Incidentbestrijdingsplan (IBP) Aardbevingen van de VR ondersteunt de crisispartners (waaronder de hulpdiensten) en bestuurders bij het coördineren van de bestrijding van de mogelijke gevolgen van een aardbeving zoals geschetst in het daarin opgenomen scenario.

Het gaat in op de unieke kenmerken bij de coördinatie van en de informatievoorziening over de mogelijke incidenten als gevolg van een aardbeving. Bij de totstandkoming van dit plan hebben vertegenwoordigers van de crisispartners en vitale infrastructuur zich gebaseerd op de kennis die tot en met november 2015 beschikbaar was. Naast de partners in het plan geeft de VR aan dat zij de inwoners van de regio nodig heeft; er wordt van burgers verwacht dat zij in grote mate zelfredzaam zijn en hun minder zelfredzame medemens helpen. De verwachting is dat er in grote mate burgerparticipatie zal zijn.

Kaarten als getoond in figuur 6.3 worden door de VR gebruikt om de hulpdiensten naar de juiste regio te kunnen dirigeren in geval van een zwaardere beving.

 Convenant voor samenwerkingsafspraken VR, Regiopolitie Groningen en NAM, februari 2012

 Veiligheidsregio Groningen, Incidentbestrijdingsplan aardbevingen, versie 2, december 2015

6.7 Veiligheid in uitvoering

De besluitvorming betreffende het aardbevingdossier concentreert zich met name op de prioritering van mitigerende maatregelen met betrekking tot de risico's voor bewoners. De veiligheidsrisico's als gevolg van de uitvoering (operationele veiligheid) van het bouwkundig versterken en schadeherstel zijn hierin – conform de werkgeversverplichtingen op basis van de Arbeidsomstandighedenwetgeving (Arbo) – niet vertegenwoordigd.

Het Centrum voor Veilig Wonen (CVW) is gestart met de uitvoering van het versterkingsprogramma door de inzet van 200 tot 400 aannemerbedrijven in de regio. Gezien de aard, de sterke toename en gelijktijdigheid van deze activiteiten in de dorpen in Groningen en gespiegeld aan de veiligheidsstatistieken van de bouwsector, zijn de individuele veiligheidsrisico's initieel geschat in de range van 10^{-3} tot 10^{-5} . Naar aanleiding hiervan is er in 2014 een managementplan ontwikkeld om de veiligheidsprestaties in deze sector te versterken. Dit plan is erop gericht om de risico's gedurende de uitvoering van schadeherstel en bouwkundig versterken, inclusief verkeersveiligheid, zodanig te mitigeren dat de veiligheid van de bewoners, omwonenden en aannemerpersoneel geborgd is.

Het veiligheidsplan bestaat uit twee delen:

Deel 1: Erkenningsregeling

Het CVW heeft in 2015 een 'erkenningsregeling' ingevoerd waaraan de in te zetten vakmensen (schade-experts, inspecteurs, ingenieurs, constructeurs en aannemers) moeten voldoen. De regeling bestaat uit een set van drie competentievereisten op het gebied van:

- a. Veiligheid (diploma Veiligheid Certificaat Aannemer- VCA)
- b. Kwaliteit (vakdiploma's of gelijkwaardig)
- c. Communicatie en gedrag

Het CVW heeft in 2015 bij circa 4.000 vakmensen deze competentie getraind en getoetst en heeft een eigen team geformeerd voor kwaliteits- en veiligheidsmanagement, met als doel de aannemers te ondersteunen en er tegelijkertijd op toe te zien dat de activiteiten in overeenstemming met de Arbo-wetgeving en Bouwbesluit worden uitgevoerd. Op het punt van communicatie worden de vakmensen in staat gesteld de gelijknamige cursus te volgen om hiermee beter in staat te zijn om hun werkzaamheden in goed overleg met de bewoners uit te voeren, aangezien het werk met name plaats vindt in en nabij de levenssfeer van de bewoners. Voor 2016 en 2017 wordt de erkenningsregeling uitgebreid met de cursus “Bewust leiding geven aan veiligheid” voor de directie en het middenkader van aannemerbedrijven.

Deel 2: Veiligheidsplatform Vlink

Groningse aannemers hebben met ondersteuning van de NAM het veiligheidsplatform ‘Vlink’ opgericht. Het platform heeft als doel om ongevallen gerelateerd aan het schadeherstel en bouwkundig versterken te voorkomen door op professionele wijze de veiligheidscultuur en veiligheidsbewustzijn op een hoger niveau te brengen. Vlink biedt de betrokken bouwsector in Noord-Nederland een platform om zich op professionele wijze op veiligheid en kwaliteit verder te ontwikkelen. Dit door kennis uit te wisselen, trainingen te verzorgen, nieuwe aanpakken te ontwikkelen, ‘best-practices’ te delen en innovaties te stimuleren.

6.8 Onzekerheid

① artikel 24 lid 1 o Mijnbouwbesluit

6.8.1 Versterkingsuitloop

De voortschrijdende versies van de Hazard & Risk Assessment resulteren in een verwacht aantal gebouwen, dat versterkt moet bij verschillende productiescenario’s. De SAC heeft in een voortgangsnotitie (zie paragraaf 1.6) gewezen op een factor van 2.5 die de daadwerkelijke omvang bepaalt. Er is echter (nog) geen specifiek wetenschappelijk onderzoek verricht om deze “versterkingsuitloop” vast te leggen. Deze factor wordt met name gevolgd via monitoring van inspectie- en versterkingsresultaten, maar naar verwachting zal deze factor beperkt blijven als gevolg van twee ontwikkelingen:

- De continuïteit (zoals aangegeven in NCG MJP) naar het transitiejaar 2016 met een versterkingsfocus op “van binnen naar buiten”. Het aanhouden van de prioriteiten (zie paragraaf 6.5.2) als basis voor tenminste het versterkingsprogramma in 2016 zal de versterkingsuitloopfactor laag houden.
- Tegelijkertijd wordt gedurende 2016 een verdiepingsslag ingezet om in principe voor elk gebouw (op een specifieke locatie) snel en accuraat te kunnen bepalen of versterking noodzakelijk is, danwel welk type versterking volstaat om aan de norm te voldoen. Dit wordt bereikt door het opzetten van het genoemde Expert Systeem (zie paragraaf 6.5.3).

6.8.2 Gelijmatige productie

Het TNO-rapport 'Effect van productieveranderingen en - fluctuaties op de seismiteit in het Groningenveld' (november 2015), waarin de diverse onderzoeken zijn samengevat, laat zien dat de jaarlijkse seizoensvariatie in de gasproductie (vrijwel geen productie in de zomermaanden, hogere productie in de wintermaanden) heeft geleid tot een seizoensvariatie in het aantal bevingen: er lijkt dus een betrekkelijk snelle reactie van de seismiteit te volgen op productieveranderingen. Het onderzoek heeft geen kwantitatieve relatie opgeleverd tussen gasproductie en de sterkte van de bevingen. Onderzoek daarnaar is in volle gang en is in belangrijke mate afhankelijk van de gegevens uit de diverse meetnetwerken. Verdere evaluatie geschiedt derhalve onder het Meet- en Regelprotocol en het Studieprogramma.

6.8.3 Mmax

Ontleding van de seismische dreiging laat zien dat vooral aardbevingen met een magnitude tussen M4 en M5 bijdragen aan het probabilistische PGA resultaat. Aardbevingen met een magnitude groter dan M5 komen daarin met zo'n lage waarschijnlijkheid voor dat zij het berekeningsresultaat niet significant beïnvloeden.

In maart 2016 is (conform de oorspronkelijke tijdslijn van het Studieprogramma) een workshop belegd met internationale experts om de maximale magnitude (Mmax) te definiëren. De resultaten worden in het tweede kwartaal van 2016 verwacht en zullen dan deel worden in het voortdurende Studieprogramma.

6.8.4 Maatschappelijk risico

Voor de berekening van het Maatschappelijk Risico (MR) zijn vanuit het Ministerie van EZ op 15 maart 2016 de gebieden gedefinieerd. Ook zijn daarbij nog enkele aannames aangereikt over de berekeningswijze. Gelet op de beschikbare rekencapaciteit zullen de resultaten en de vaststelling of de resultaten aanleiding geven tot aanvullende maatregelen of afwijkende prioriteiten medio 2016 bekend zijn.

6.8.5 Landbouw

In samenwerking met de Commissie Bodemdaling is er onderzoek (door Grontmij) gaande naar de effecten van bodemdaling en aardbevingen op de bedrijfsvoering binnen de landbouw, meer in het bijzonder drainage en mestkelders. Hiervoor worden momenteel reeds regelingen en protocollen gehanteerd door onder meer CVW. De resultaten en laatste inzichten van het Grontmij-onderzoek zijn op dit moment nog niet beschikbaar.

6.8.6 Verweking

Samenvattend gaf de studie van Deltares rond infrastructuur geen indicatie voor significante schadeverwachting, maar er wordt aangenomen dat bij een zwaardere aardbeving zandgrond kan verweken, wat kan leiden tot verlaging van de stabiliteit en kruinhoogte van dijken en ongelijke zettingen van constructies. Deze informatie is onderdeel van het Studieprogramma.

6.9 Monitoring

Ter controle van de seismische ontwikkelingen en validatie van bovengenoemde onzekerheden is een uitgebreide monitoring opgezet. Voor de monitoring zijn geschikte instrumenten geselecteerd die zelfstandig of in combinatie een beeld geven van de seismiciteit²³. Het meten van (micro-)seismische activiteit gebeurt via (on)diepe boorgaten en bovengrondse accelerometers. Dit seismische meetnetwerk wordt beheerd door het KNMI. Het netwerk meet, naast de plaats, onder meer het aantal aardbevingen ('activity rate' AR), de zwaarte van de bevingen (M) en de grondversnelling die daarop opgetreden is (PGA). Vervolgens wordt ook de respons van gebouwen gemeten via onder meer het gebouwen-senornetwerk van TNO.

pag. 68

De genoemde parameters AR, M en PGA zijn de 'signaalparameters' voor het Meet- en Regelprotocol.

Op het Chemiepark Delfzijl wordt een monitoringsprogramma geïmplementeerd, vergelijkbaar met dat op NAM-locaties, bestaande uit diverse seismische sensoren in gebouwen en installaties. De signalen van deze sensoren stellen de bedrijven in staat om interventies uit te voeren in hun processen op basis van de geobserveerde seismische belastingen.

²³ TK 33 529, nr. 215

7. Maatschappelijke effecten

① artikel 3 Instemmingsbesluit

① artikel 9 Mijnbouwwet

7.1 Maatschappelijk risicobeleid


pag. 69


In hoofdstuk 6 is ingegaan op het aspect veiligheid. Hoewel dit een zeer belangrijk onderdeel is van het afwegingskader van het Winningsplan, heeft de gaswinning ook andere effecten op de bovengrond en de mensen die daar wonen. Met de winning ontstaat ook hinder of overlast in de vorm van bijvoorbeeld schade, maatschappelijke onrust en de emoties die spelen bij de bewoners boven het Groningen veld. Het belang hiervan is onderkend op zowel nationaal als regionaal niveau. NAM vindt het van belang in dit document aandacht te besteden aan de discussies en de stappen die inmiddels zijn genomen om de leefbaarheid van Groningen op dit punt te versterken en te verbeteren.

7.1.1 Nationaal beleid

Het Ministerie van Infrastructuur en Milieu (IenM) heeft diverse adviezen op het gebied van veiligheid verzameld in de Beleidsnota “Bewust omgaan met veiligheid: rode draden” (juli 2014). Eén van de onderdelen van die nota is dat, indien sprake is van een activiteit met veiligheidsrisico's, tevens aandacht dient te worden besteed aan de communicatie rondom emoties en risicoperceptie en het betrekken van burgers bij de besluitvorming over dergelijke activiteiten. Dit is ook volledig in lijn met het rapport “Aardbevingsrisico's in Groningen, onderzoek naar de rol van veiligheid van burgers in de besluitvorming rondom gaswinning (1959-2014)”, van de Onderzoeksraad Voor Veiligheid (OVV). In dit laatste onderzoek is heel bewust ingegaan op de communicatie, omdat die van grote invloed is op de risicoperceptie. Eén van de aanbevelingen van de OVV aan NAM zag ook op de communicatie over onzekerheden rondom de gaswinning. Daarnaast is de wijze van schadeafhandeling een onderdeel van een “sluimerend ongenoegen” dat het OVV rapport heeft geïdentificeerd.

Op basis van dit nationale beleid dienen ook de risico's van een activiteit nadrukkelijk en voor zover mogelijk te worden gewogen tegen de maatschappelijke kosten en baten van de activiteiten. Dit is in de eerste plaats aan de overheid, maar NAM wil in dit document wel aandacht besteden aan de door NAM ondersteunde initiatieven die de leefbaarheid voor de bewoners die de effecten van de gaswinning voelen dienen te vergroten.

 IenM, Bewust omgaan met veiligheid: een proeve van een IenM-breed afwegingskader, juli 2014

 OVV, Aardbevingsrisico's in Groningen, februari 2015

7.1.2 Regionaal beleid

De Commissie Meijdam heeft op verzoek van de Minister van EZ via een drietal adviezen vormgegeven aan het afwegingskader voor veiligheid, waarbij tevens nadrukkelijk aandacht is besteed aan de vraag op welke wijze het overheidsbeleid verbonden wordt met de rechtsvaardigheidskwesties die zijn geagendeerd in het maatschappelijke debat rondom de gaswinning in Groningen. In hoofdstuk 4 van het slotadvies wordt aangegeven dat dit vraagstuk dient te worden bekeken in het licht van een aantal aspecten:

pag. 70


- legitimatie van de aardgaswinning;
- transparantie;
- onafhankelijkheid;
- bejegening;
- verdeling lasten en lusten.

De handreikingen die de Commissie Meijdam geeft zijn – naar zij aangeeft – bestemd voor het Ministerie van Economische Zaken, de Nationaal Coördinator Groningen en het regionaal en lokaal bestuur en bieden inzicht in hoe om te gaan met het maatschappelijke vraagstuk over de effecten.

 Commissie Meijdam, Handelingsperspectief voor Groningen, december 2015

In mei 2015²⁴ is de functie van Nationaal Coördinator Groningen (NCG) en bijbehorende overheidsdienst ingesteld. De NCG is belast met “het bevorderen van de totstandkoming en uitvoering van het Programma Aardbevingsbestendig en Kansrijk Groningen”. Het gaat om een integrale aanpak op het gebied van veiligheid, leefbaarheid, duurzaamheid en regionale economie voor het hele aardbevingsgebied. De NCG dient er voor te zorgen dat daarvoor dat private en publieke partijen hun verantwoordelijkheden hierin waarmaken. In december 2015 heeft de NCG het gelijknamige Meerjarenprogramma (MJP) bekend gemaakt, waarbij nadrukkelijk is ingegaan op de leefbaarheid in de regio Groningen. Door een combinatie van factoren – naast bijvoorbeeld demografische ontwikkelingen – zijn er maatregelen nodig ter versterking van de leefbaarheid van het gebied. Verdeling van lusten en lasten speelt hierbij een belangrijke rol.

In de brief van 18 december 2015²⁵ heeft de Minister geschreven: “De regio heeft aangegeven dat wat haar betreft de motie voldoende wordt ingevuld met de wijze waarop de NCG de maatschappelijke effecten heeft meegenomen in zijn meerjarenprogramma en het nadere tweejarige onderzoek dat binnenkort wordt gestart door de Rijksuniversiteit Groningen, in samenwerking met de Groninger gemeenten, de provincie Groningen en de Veiligheidsregio.” Tenslotte heeft de NCG gerichte voorstellen gedaan over leefbaarheid, energietransitie en versterking van de regionale economie in het kader van de verdeling van lusten en lasten in de provincie.


 NCG, Meerjarenprogramma Aardbevingsbestendig en Kansrijk Groningen 2016 – 2020

²⁴ Besluit van de Minister van Economische Zaken van 1 mei 2015, nr. WJZ/15057631

²⁵ TK 33529, nr. 212, pagina 11

7.1.3 NAM-beleid

NAM's beleid ten aanzien van veiligheid, gezondheid en milieu, kort beschreven en verwezen in paragraaf 8.1, richt zich tevens op de maatschappelijke effecten van de bedrijfsvoering. De NAM is mede binnen deze context gestart met het beter in beeld brengen van de maatschappelijke effecten in het aardbevingsgebied. Deze Maatschappelijke Effecten Inventarisatie (MEI) beoogt een beeld te geven van relevante maatschappelijke gevolgen van de aardbevingen in Noordoost-Groningen. Daarbij wordt tevens bekeken (gemonitord) in hoeverre de al getroffen maatregelen voor het gebied effectief zijn. De inventarisatie beschrijft daarmee, naast de situatie eind 2015, ook de onderwerpen waar aanvullende informatie wenselijk is en welke aanpassingen van maatregelen de effectiviteit kunnen vergroten.

 Royal Haskoning DHV, Maatschappelijke Effecten Inventarisatie van aardbevingen in Noordoost Groningen, januari 2016

7.2 Hinder en mitigerende maatregelen

In deze paragraaf wordt nader ingegaan op de maatschappelijke effecten en de mitigerende maatregelen die in dat kader reeds genomen zijn en nog steeds worden genomen. Daarbij wordt een onderscheid gemaakt tussen twee aspecten: niet levensbedreigende fysieke schade en overige maatschappelijke schade.

7.2.1 Niet levensbedreigende fysieke schade

Uit de analyse van schadegevallen blijkt dat het meldingspatroon van schades niet altijd de het patroon van aardbevingen volgt. Ook blijkt dat, wanneer de meldingen zijn gecorrigeerd²⁶ naar schade als gevolg van aardbevingen, het aantal meldingen van 65.000 (van 2012 tot heden) correspondeert met circa 40.000 schades. In bijlage C is een nadere analyse van de schadegevallen op de voorgaande punten opgenomen.

Schades in DS1 en in mindere mate DS2 zullen blijven optreden. Met het hanteren van met name de parameter PGA in het Meet- en Regelprotocol is ook een eerste inschatting te doen van het aantal toekomstige schades. Deze zijn terug te vinden in Bijlage C.

De mitigatie van de schade en met name hinder die hiermee gepaard gaat bestaat uit de volgende maatregelen:

- Verdere verbetering van het schadeprotocol (zie hieronder)
- Innovatie in schadeherstel (zie het samenstel aan regelingen in 7.2.2)
- Koppelkansen (zie voorbeeld landbouw, paragraaf 6.5.1)

Sinds het vorige Winningsplan (2013) zijn diverse verbeteringen voorgesteld en doorgevoerd in de afhandeling van gebouwschade. Naast de overdracht van schadeafwikkeling naar het CVW (en blijvende inspanning om protocollen te corrigeren en objectiveren) is in samenspraak met de NCG een set werkafspraken uitgewerkt. Deze afspraken dienen ervoor te zorgen dat de schademeldingen voortvarend worden afgehandeld en dat eigenaren in complexe situaties niet zelf op zoek hoeven naar de weg voorwaarts. De belangrijkste elementen van de werkafspraken zijn:

- Er komt een Arbitrator Aardbevingschade voor snelle, laagdrempelige en onafhankelijk geschillenbeslechting. Als eigenaren het niet eens zijn met het schadeherstel dat hen op basis van het onderzoek van een expert en een contra-expert wordt aangeboden, kunnen zij de zaak voorleggen aan de Arbitrator.

²⁶ Deze correctie bestaat onder meer uit het wegfilteren van zogeheten C-schades (schades die geen relatie blijken te hebben met aardbevingen, maar andere oorzaken kennen) en meervoudige meldingen op één adres.

- In complexe schadegevallen, waarbij sprake is van meerdere oorzaken of bredere problematiek, zal de NCG met alle betrokken partijen op zoek gaan naar een oplossing. Ook in deze gevallen kan de eigenaar de zaak voorleggen aan de Arbitrer Aardbevingsschade als hij het niet eens is met de geboden oplossing. In complexe schadegevallen kunnen ook andere partijen dan NAM betrokken zijn.
- De NCG stelt vertrouwenspersonen beschikbaar voor bewoners die begeleiding nodig hebben om de afhandelsprocedure te doorlopen.

Een volgende kwaliteitsverhoging zal worden gemaakt door het stellen van hogere kwaliteitseisen aan de schade-experts en afhandelsprocessen, inclusief een onafhankelijke kwaliteitstoets.

7.2.2 Maatregelen leefbaarheid en sociaal-economisch perspectief

In de afgelopen jaren zijn er vele initiatieven omgezet om de leefbaarheid van het gebied te vergroten. De NAM heeft een groot deel van deze initiatieven ook financieel ondersteund. Op de uitvoering van een groot aantal van deze regelingen heeft NAM geen of een beperkte invloed. De invulling is nu juist gelaten aan de overheid en maatschappelijke organisaties die de initiatieven hebben opgezet en meer optimaal kunnen uitvoeren. De NAM zal zich ook in de toekomst blijven inspannen om de leefbaarheid van het gebied te versterken, waarbij voortdurend wordt geëvalueerd welke initiatieven echt kunnen bijdragen aan de leefbaarheid in het gebied.

7.2.2.1 Nieuwbouw

De interim nieuwbouwregeling is een onderdeel van de integrale aanpak omschreven in Akkoord 1.0 "Vertrouwen op Herstel en Herstel van Vertrouwen" (januari 2014) om het gebied in Noordoost Groningen leefbaar en vitaal te houden. De regeling is vanaf april 2014 operationeel en inmiddels ook in het MJP van de NCG opgenomen als een onderdeel van het brede instrumentarium.

De doelen van de regeling zijn:

1. Bieden van technische en financiële ondersteuning aan de opdrachtgevers van nieuwbouw in de periode van de onzekerheid over de normen voor aardbevingsbestendiger ontwerpen.
2. Stimuleren van 'anders en slimmer ontwerpen' zodat er op lange termijn weinig tot geen meerkosten gepaard gaan met aardbevingsbestendiger nieuwbouw.
3. Verkleinen van de kans op afname van de bouwproductie, mede door met een redelijke meerkostenregeling te werken voor projecten die vrij ver gevorderd zijn in het ontwerpproces.
4. Inzicht bieden in technieken en kosten voor een optimaal ontwerp, zodat de meerkosten van bouwen in de regio gering blijven en regio competitief blijft ten opzichte van andere regio's.
5. Faciliteren van brede kennisdeling voor opdrachtgevers en bouwbranche, waarmee bewuste en integrale ontwerpkeuzes gemaakt kunnen worden.

De meerkosten voor 'bevingsbestendige' nieuwbouw worden naar verwachting gereduceerd naarmate er meer ervaring is opgedaan en ook eerder in het ontwerpproces rekening mee is gehouden. Het betreft daarom een tijdelijk instrumentarium.

7.2.2.2 Meerwaarderegeling

Met de Regeling Waardevermeerdering kunnen bewoners in de regio een financiële vergoeding aanvragen voor het duurzaam investeren in energiebesparende maatregelen. Huiseigenaren kunnen aldus investeren in energiebesparende maatregelen en daarmee de waarde van hun huis verhogen. De regeling wordt uitgevoerd door het Samenwerkingsverband Noord-Nederland (SNN). Of en hoe de regeling wordt voortgezet is momenteel (maart 2016) nog niet bekend.

7.2.2.3 Opkoopregeling

Op dit moment ontwikkelen zich ook de contouren voor een ‘pilot’ voor een eventuele opkoopregeling zoals aangekondigd in het MJP. De regeling zoals aangekondigd door de NCG is aanvullend op maatregelen als het bouwkundig versterken en bedoeld om in uitzonderingsgevallen – mede om geen additionele krimp te veroorzaken en verstoring op de huizenmarkt te voorkomen – een huis aan te kunnen kopen.

7.2.2.4 Woonfonds

In het MJP is tevens de opzet van een fonds voor de aanpak van achterstallig onderhoud, dat schadeherstel of een preventieve versterkingsopgave kan belemmeren, benoemd. Middels dit fonds kunnen eigenaar-bewoners van panden laagdrempelig toegang krijgen tot een lening om achterstallig onderhoud betaalbaar te financieren. Deze financiering en aanpak loopt dan parallel aan de aanpak van de bevingsschade of het preventief versterken, dat voor rekening van de NAM blijft komen. De intentie is om te starten met een ‘pilot’ begin 2016 en daarmee de nodige praktijkervaring op te doen.

7.2.2.5 Economic Board Groningen

Gekoppeld aan het bestuursakkoord van januari 2014 is een budget voor economisch perspectief (€ 97,5 miljoen, waarvan 65 bijgedragen door de NAM) beschikbaar gesteld. Het beoordelen van voorstellen is belegd bij de Economic Board Groningen (EBG). De EBG heeft, na vaststelling van haar programma eind 2014, in 2015 een governance-structuur uitgewerkt en een uitvoeringsorganisatie opgezet. Sinds het derde kwartaal van 2015 is de EBG gestart met het initiëren en lanceren van concrete projecten en instrumenten.

Projecten waar de EBG in diverse samenwerkingsverbanden op dit moment aan werkt en in investeert zijn:

- BuildInG: een bouwinnovatiecentrum
- Field Lab 5G: een testomgeving voor de nieuwste technieken op het gebied van communicatie
- Aanleg van breedbandinternet in ‘witte gebieden’ in het gebied
- Ondernemersbegeleiding bij het opstellen van ‘business cases’
- Verkenning van vraag en aanbod op de arbeidsmarkt


Vanaf medio 2016 komt via de EBG een aantal financieringsinstrumenten voor MKB’ers en ZZP’ers beschikbaar.


7.2.2.6 Innovatieregeling

Deze regeling – opgezet met partners als de Economic Board, het Epi kenniscentrum en de Gemeente Loppersum – bestaat uit een studie- en realisatiegedeelte. Op dit moment hebben diverse partijen het studiegedeelte van de regeling doorlopen. De aanleiding voor deze regeling is dat tot nu toe binnen de nieuwbouwregeling vrij veel ‘oude plank’ nieuwbouwplannen behandeld hebben, waar weinig integrale oplossingen uit voort kwamen. Tegelijkertijd is er vanuit de markt aangegeven dat er wel ideeën zijn om beter en slimmer te ontwerpen in de toekomst. De innovaties krijgen co-financiering van de NAM om onderzoek te doen. Later kan een realisatiegedeelte plaats vinden. De bedoeling is om een aantal innovaties in praktijk te realiseren en te monitoren.

7.3 Voorlichting

Zoals aangegeven in de inleiding van dit hoofdstuk speelt communicatie en voorlichting over de gaswinning en de gevolgen daarvan – inclusief de onzekerheden die daar aanwezig zijn – een belangrijke rol bij aspecten als risicobeleving. Dit is niet alleen een rol die de NAM op zich heeft genomen; vele (overheids)instanties nemen hieraan deel. Zo heeft bijvoorbeeld de Veiligheidsregio in de risicowijzer rond aardbevingen een aantal aanwijzingen rond zelfredzaamheid in de voorbereiding op een aardbeving en wat te doen tijdens en na afloop van een aardbeving. De Risicowijzer verwijst tevens naar het voorlichtingmateriaal van de GGD over het “gezond omgaan met spanningen bij aardbevingen”. Ook wordt er gewerkt aan lespakketten voor het basisonderwijs.

 Veiligheidsregio Groningen, Risicowijzer Aardbeving

 GGD, Kop d'r veur, maart 2014

Daarnaast zet NAM in op meer transparantie en meer contacten met de samenleving. Op www.namplatform.nl wordt alle informatie op het gebied van aardbevingen, schade, versterken, gasproductie en leefbaarheid geplaatst. Deze site wordt voortdurend aangepast, aangevuld en vernieuwd. Ook zijn medewerkers van NAM voor de inwoners aanspreekbaar op vele informatiebijeenkomsten waar uitleg over gaswinning en aardbevingen wordt gegeven.

7.4 Onzekerheid

Ten aanzien van maatschappelijke effecten en kwantificeren daarvan is een aantal onzekerheden te benoemen:

- De MEI geeft de situatie weer over 2015. De effecten kunnen in de tijd veranderen, al dan niet door het doorvoeren van maatregelen.
- De MEI geeft een eerst inventarisatie; er is (nog) geen classificatie c.q. waardeoordeel aan de afzonderlijke parameters gekoppeld.
- In Noordoost-Groningen spelen ook andere processen die een maatschappelijke effecten hebben, zoals bevolkingskrimp en de economische recessie.
- Voor schade geldt dat de verwachtingen getoetst zullen worden aan de hand van ‘event’ rapportages en vergelijking met de SBR-richtlijnen.

7.5 Monitoring

Het monitoren van maatschappelijke effecten is een meerjarig traject. De effecten kunnen in de tijd veranderen, al dan niet door het uitvoeren van maatregelen. Het monitoren van maatschappelijke effecten wordt door meerdere partijen uitgevoerd, zoals de NCG, CVW, RUG en GGD.

8. Beoordeling

- ① artikel 35 lid 1g (nieuw) Mijnbouwwet
- ① artikel 24 lid 1 p Mijnbouwbesluit
- ① artikel 3 Instemmingsbesluit

Met het nieuw voorgestelde artikel 35 lid 1g van de Mijnbouwwet³ is de risicobeoordeling gedefinieerd als de *“wetenschappelijke of anderszins geobjectiveerde beoordeling, die bestaat uit een gevareninventarisatie, gevarenkarakterisatie, blootstellingsschatting en risicokarakterisatie.”*

De definitie-elementen gevaar (hazard), blootstelling (exposure) en risico (risk) zijn herkenbaar in de instrumenten als de oorzaak-gevolg keten gehanteerd in de HRA's, alsook de Bow-Tie benadering (figuur 1.4). De objectivering en beoordeling van de effectiviteit van preventieve en mitigerende maatregelen/barrières vindt plaats via de dynamiek binnen het drieluk van de Winningsplan, het Meet- en Regelprotocol en het Studieprogramma.

Daar waar de definitie breder is dan uitsluitend veiligheid en ook het 'milieu' bestrijkt wordt verwezen naar de flankerende wetgeving, met name geïmplementeerd via de omgevingsvergunningen van de mijnbouwwerken benoemd in paragraaf 3.3. Uit paragraaf 5.3.2 blijkt dat het effect van bodemdaling op de natuurwaarden verwaarloosbaar is.

8.1 Intern managementsysteem

Allereerst vindt de risicobeoordeling plaats volgens het NAM's interne managementsysteem voor veiligheid, gezondheid en milieu. Continue bewaking en verbetering van kennis en prestaties is een kern-element van dit ISO-14001 gecertificeerde zorgsysteem. Dit is te meer relevant omdat het tot voor kort, en op onderdelen nog steeds, ontbreekt aan een volledig nationaal normenkader en er nog de nodige dynamiek in de processen aanwezig is. De doorwerking van NAM's managementsysteem en standaarden is in eerdere instantie reeds beschreven in de "Notitie risicobenadering seismisch risico", behorend bij het Winningsplan 2013, en aansluitend verder uitgewerkt in de Risicomethodiek.

De Risicomethodiek besteedt aandacht aan de wijze waarop de risicobeoordeling plaats heeft aan de hand van de (interne) standaarden en de toepassing van het ALARP- en voorzorgbeginsel van onder meer artikel 33 Mijnbouwwet. De methodiek concludeert dat de beoordeling het geheel aan maatregelen benoemd in de Bow-Tie dient te omvatten, maar dat het gewogen eindbeeld in termen van risico's en effecten leidend zijn voor de regionale acceptatie en besluitvorming.

 NAM, Risicobenadering seismisch risico Groningen, december 2013

 NAM, Risicomethodiek Aardbevingen Groningen, terug naar de regio, februari 2015

8.2 Leidraden

De risicobeoordeling bestaat uit een multicriteria-afweging van een aantal onderdelen van dit winningsplan. De overkoepelende normstelling is dat de maatregelen een basisveiligheid voor individueel risico bieden. Overkoepelend voor de overige effecten (gelijkmatige productie, schade etc.) vormen het criterium rond de beperking van het seismische risico's en de aanvaardbaarheid van de resterende effecten.

Kort samengevat zijn de leidraden de volgende:

- *Veiligheid*: het productieniveau binnen de bandbreedte resulteert in een werkbaar versterkingsprogramma
- *Schade en hinder*: beperking van niet levensbedreigende gebouwschade tot een niveau waarbij geen ernstige schade optreedt en de hinder acceptabel gemitigeerd is
- *Gelijkmatige productie*: de productie wordt planmatig zo veel mogelijk op 'plateau' met geringe maandelijkse fluctuaties gehouden
- *Doelmatigheid operator*: het economisch belang van de operator en een blijvende betrouwbaarheid van productie wordt hier nagestreefd

In de Groningse leefomgeving moet dezelfde basisveiligheid gelden als elders in Nederland. Vanuit dat uitgangspunt heeft de Commissie Meijdam geadviseerd de norm voor de sterkte van bouwwerken vast te stellen op het niveau van een individueel risico van 10^{-5} per jaar, met een tijdelijke norm voor bestaande bouw van 10^{-4} . Het kabinet en de Minister van EZ hebben deze methodiek overgenomen. De overgangstermijn van vijf jaar is nog niet formaliseerd, maar veronderstelt te zijn aangevangen bij adoptie van de norm per eind 2015.

Voor vallende objecten is geen norm gesteld, de aannahme van de Commissie Meijdam dat een norm van 10^{-6} een aanzienlijke reductie van het individueel risico betekent is voor dit moment overgenomen.

Voor het berekenen van het individueel aardbevingsrisico is een tussenberekening nodig via het zogenoemde objectgebonden individueel aardbevingsrisico (OIA), dit om de verblijfsduur van personen in verschillende bouwwerken en/of in de buurt van vallende objecten mee te wegen. In principe werd deze benadering reeds gevolgd door de NAM via de maat "Community Risk". De aanpak van CC2/CC3 gebouwen dekt voornamelijk de aanpak zoals voorzien onder het nieuw te berekenen Maatschappelijk Risico.

De uitkomsten van de HRA (november 2015 en laatste inzichten via bijlage C) geven aan dat de veiligheid beheerst kan worden middels een gefocussed programma om de meer kwetsbare gebouwen en objecten te versterken.

Ook voor de infrastructuur en industrie geven de laatste inzichten in de seismische dreiging en eerste stappen in de risicobeheersing door de beheerders en hun toezichthouders afdoende redenen om de voorziene maatregelen en productie te rechtvaardigen.

Door een scherper beeld van de schades en het schadepotentieel, de maatregelen om het afhandelingsproces en de koppelkansen te optimaliseren en de validatie van dat beeld via het Meet- en Regelprotocol en de toekomstige 'event' rapporten is de schade naar verwachting proportioneel in verhouding met de winning.

De tijdelijk of blijvende leidraad voor een gelijkmatige productie in relatie tot de seismiciteit wordt mede bereikt door de voorgestelde productie en bandbreedte. Hoewel er aanleiding is de productie anders te distribueren over het veld wordt dit voornamelijk niet doorgevoerd. Ook hier zal het Meet- en Regelprotocol alsook het Studieprogramma de effecten blijvend in beeld brengen.

De effectiviteit van het flankerend beleid om de hinder te adresseren wordt continu geëvalueerd en onbedoelde veiligheidseffecten via het bouwkundig versterken zijn onder meer onderdeel van de initiatieven via het platform Vlink.

8.3 Winningsplan

In dit Winningsplan beschrijft de NAM, als uitvoerder ('operator') van de winning van het Groningen gasveld, op welke wijze het bedrijf verwacht gas te winnen en hoe de nadelen daarvan zoveel mogelijk worden beperkt.

Om voor de komende jaren keuzes te maken, gebruikt NAM vier leidraden:

- veiligheid voor bewoners
- voortvarende afhandeling van schade en versterking waar noodzakelijk
- zo gelijkmatig mogelijke productie
- doelmatige gaswinning voor de operator

Het Winningsplan bevat een overzicht van het productiesysteem, de verwachte bodemdaling en aardbevingen, en de maatregelen die daaruit boven- en ondergronds voortvloeien. Per hoofdstuk is aangegeven welke effecten er optreden en hoe deze gemitigeerd kunnen worden.

De bovengrens voor de jaarproductie voor langere termijn in dit Winningsplan is 33 bcm per gasjaar. Volgens de meest recente inzichten is bij dit productieniveau (en de lagere productieniveaus die NAM heeft doorberekend) een gelijkmatige productie mogelijk en is de veiligheid voor bewoners in voldoende mate gewaarborgd.

Voor het eerstvolgende gasjaar (2016-2017) stelt NAM voor om de huidige jaarproductie van 27 bcm (miljard kubieke meter) en de heersende verdeling over de clusters te handhaven. Alleen bij gebleken onvoorziene omstandigheden of bij een koude winter zal de NAM hiervan afwijken, zoals dat ook op dit moment erkend en mogelijk is²⁷.

In de toekomst zou de productie jaarlijks neerwaarts of opwaarts op een beheerste en gelijkmatige wijze kunnen worden aangepast. Het Meet- en Regelprotocol bij dit Winningsplan beschrijft hoe productieniveau en -verdeling kunnen worden bijgesteld tot maximaal de genoemde bovengrens, dit op basis van actuele gegevens over het aantal aardbevingen en de gemeten grondversnelling (beide gerapporteerd door het KNMI) en de voortgang op het gebied van de risicoreductie via onder meer het bouwkundig versterken.

Voordat aanpassingen van de gasproductie kunnen plaatsvinden, moet vastgesteld worden in welke mate zich dit verhoudt tot de voortgang in het inspectie- en versterkingsprogramma dat erop is gericht om gebouwen die niet aan de vastgestelde veiligheidsnorm voldoen binnen de daarvoor gestelde termijn te versterken. Voorts wil NAM verder bouwen aan het vertrouwen onder bewoners en bestuurders via een transparante communicatie en de extern gevalideerde studies die worden beschreven in het Studieprogramma. Met deze studies worden de verwachte waarden van aardbevingskarakteristieken gevalideerd; deze waarden worden vervolgens vergeleken met de recente meetgegevens uit het veld en vormen zo de basis voor het Meet- en Regelprotocol.

²⁷ Zoals in het Instemmingsbesluit artikel 5 en ook na voorziening door de Raad van State blijvend is geformuleerd.

Bijlage A: Locaties en putten

① artikel 24 lid 1 f Mijnbouwbesluit

De aangegeven X- en Y-coördinaten zijn volgens het Rijksdriehoekstelsel (RD).

pag. 78

Name location	X	Y		Name Location	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 Pauwen	246052	588368		Zuidwending	259621	571446

Locatie	boorperiode
Slochteren	1960-1965
Sappemeer	1965-1971
Tusschenklappen	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
Kooipolder	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 Paauwen	1985

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
Koopolder	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,-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
Roodde 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, -5	Injectie put
Borgsweer	Rotliegend	BRW-1,-3, -4	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, -6, -8,-11, -11B	Verlaten put*
Zuiderveen	Rotliegend	ZVN-1,-6	Verlaten put*
<p>* Verlaten putten zijn gesuspendeerd of volledig geabandonneerd.</p> <p>** Ondiepe calibratieputten voor wireline tools (~1000m).</p> <p>*** Put niet in productie, veiliggesteld middels een E-plug</p>			

Bijlage B: Referentietabel

In dit Winningsplan zijn de wettelijke vereisten en verwachtingen van EZ en SodM daaromtrent verwerkt. In onderstaande tabel zijn deze vereisten en verwachtingen gekoppeld aan de vindplaats.

Mbw - Mijnbouwwet

Mbb - Mijnbouwbesluit

VB - Verwachtingenbrief winningsplan Groningenveld 2016, DGETM-EO / 16021708, 15 februari 2016

pag. 82

	voorschrift/verwachting	vindplaats
Mbw 33	De houder van een vergunning als bedoeld in artikel 6 of 25, dan wel, ingeval de vergunning haar gelding heeft verloren, de laatste houder daarvan, neemt alle maatregelen die redelijkerwijs van hem geveerd kunnen worden om te voorkomen dat als gevolg van de met gebruikmaking van de vergunning verrichte activiteiten: <ul style="list-style-type: none"> a. nadelige gevolgen voor het milieu worden veroorzaakt, b. schade door bodembeweging wordt veroorzaakt, c. de veiligheid wordt geschaad, of d. het belang van een planmatig beheer van voorkomens van delfstoffen of aardwarmte wordt geschaad. 	paragraaf 8.2
Mbw 34	1 Het winnen van delfstoffen vanuit een voorkomen geschiedt overeenkomstig een winningsplan. 2 De houder van een winningsvergunning of de krachtens artikel 22 aangewezen persoon dient een winningsplan in bij Onze Minister. 3 Het winningsplan behoeft de instemming van Onze Minister. [...]	dit winningsplan
Mbw 35	Het winningsplan bevat voor elk voorkomen binnen het vergunningsgebied ten minste een beschrijving van: <ul style="list-style-type: none"> a. de verwachte hoeveelheid aanwezige delfstoffen en de ligging ervan; b. het aanvangstijdstip en de duur van de winning; c. de wijze van winning alsmede de daarmee verband houdende activiteiten; d. de hoeveelheden jaarlijks te winnen delfstoffen; e. de kosten op jaarbasis van het winnen van de delfstoffen; f. de bodembeweging ten gevolge van de winning en de maatregelen ter voorkoming van schade door bodembeweging [...] 	<ul style="list-style-type: none"> a. paragraaf 3.24 b. paragraaf 3.1 en 3.2 c. hoofdstukken 3 en 4 d. paragraaf 8.3 e. paragraaf 4.4.4 f. hoofdstukken 5 en 6
Mbb 24 Lid 1a	Het winningsplan, bedoeld in artikel 34, eerste lid, van de wet voor de winning van koolwaterstoffen bevat: <p>een beschrijving van de verwachte hoeveelheid en de samenstelling van de aanwezige koolwaterstoffen, onderverdeeld naar reservoirlaag en reservoircompartiment;</p>	paragraaf 3.2 en Bijlage C
Mbb 24 Lid 1b	Het winningsplan, bedoeld in artikel 34, eerste lid, van de wet voor de winning van koolwaterstoffen bevat: <p>een opgaaf van de gegevens met betrekking tot de structuur van het voorkomen, onderverdeeld naar reservoirlaag en reservoircompartiment, met bijbehorende geologische, geofysische en petrofysische studies en de daarbij gehanteerde onzekerheidsanalyses;</p>	paragraaf 3.2 en Bijlage C
Mbb 24 Lid 1c	Het winningsplan, bedoeld in artikel 34, eerste lid, van de wet voor de winning van koolwaterstoffen bevat:	hoofdstuk 4

	een beschrijving van de wijze van de winning;	
Mbb 24 Lid 1d	Het winningsplan, bedoeld in artikel 34, eerste lid, van de wet voor de winning van koolwaterstoffen bevat: een beschrijving van het mijnbouwwerk en de ligging ervan;	paragraaf 3.3
Mbb 24 Lid 1e	Het winningsplan, bedoeld in artikel 34, eerste lid, van de wet voor de winning van koolwaterstoffen bevat: een opgaaf van het aantal boorgaten dat bij de winning wordt gebruikt;	paragraaf 3.3, bijlage A
Mbb 24 Lid 1f	Het winningsplan, bedoeld in artikel 34, eerste lid, van de wet voor de winning van koolwaterstoffen bevat: een opgaaf van de volgorde en het tijdsbestek van het maken van de boorgaten;	bijlage A
Mbb 24 Lid 1g	Het winningsplan, bedoeld in artikel 34, eerste lid, van de wet voor de winning van koolwaterstoffen bevat: een opgaaf van de ligging, lengte en diameter van de verbuizing van de boorgaten;	paragraaf 3.3.1
Mbb 24 Lid 1h	Het winningsplan, bedoeld in artikel 34, eerste lid, van de wet voor de winning van koolwaterstoffen bevat: een opgaaf van de plaats en wijze waarop de koolwaterstoffen in de verbuizing treden;	paragraaf 3.3.2
Mbb 24 Lid 1i	Het winningsplan, bedoeld in artikel 34, eerste lid, van de wet voor de winning van koolwaterstoffen bevat: een opgaaf van de samenstelling en hoeveelheden van de stoffen, die jaarlijks onvermijdelijk bij de winning van koolwaterstoffen meekomen;	paragraaf 3.4.2
Mbb 24 Lid 1j	Het winningsplan, bedoeld in artikel 34, eerste lid, van de wet voor de winning van koolwaterstoffen bevat: een opgaaf van de hoeveelheden gewonnen koolwaterstoffen die jaarlijks bij de winning wordt gebruikt, afgeblazen of afgefakkeld;	paragraaf 4.4.3
Mbb 24 Lid 1k	Het winningsplan, bedoeld in artikel 34, eerste lid, van de wet voor de winning van koolwaterstoffen bevat: een opgaaf van de samenstelling en hoeveelheden delfstoffen en andere stoffen die jaarlijks bij de winning in de ondergrond worden teruggebracht;	paragraaf 3.4.3
Mbb 24 Lid 1l	Het winningsplan, bedoeld in artikel 34, eerste lid, van de wet voor de winning van koolwaterstoffen bevat: een opgaaf van de jaarlijkse kosten van de winning, onderverdeeld in kosten voor investeringen, onderhoud, bedrijfsvoering, en de kosten van het verlaten en verwijderen van mijnbouwwerken;	paragraaf 4.4.4 en vertrouwelijk deel separaat ingediend
Mbb 24 Lid 1m	Het winningsplan, bedoeld in artikel 34, eerste lid, van de wet voor de winning van koolwaterstoffen bevat: een kaart met daarop de contouren van de verwachte uiteindelijke mate van bodemdaling;	paragraaf 5.2 en Bijlage C
Mbb 24 Lid 1n	Het winningsplan, bedoeld in artikel 34, eerste lid, van de wet voor de winning van koolwaterstoffen bevat: een overzicht met het verloop van de verwachte mate van bodemdaling	paragraaf 5.1, 5.2 en Bijlage C

	in de tijd;	
Mbb 24 Lid 1o	Het winningsplan, bedoeld in artikel 34, eerste lid, van de wet voor de winning van koolwaterstoffen bevat: een opgaaf van de onzekerheid omtrent de verwachte mate van bodemdaling als bedoeld in de onderdelen m en n;	paragraaf 5.6
Mbb 24 Lid 1p	Het winningsplan, bedoeld in artikel 34, eerste lid, van de wet voor de winning van koolwaterstoffen bevat: een risico-analyse omtrent bodemtrillingen als gevolg van de winning;	hoofdstuk 6 en Bijlage C
Mbb 24 Lid 1q	Het winningsplan, bedoeld in artikel 34, eerste lid, van de wet voor de winning van koolwaterstoffen bevat: een beschrijving van de mogelijke omvang en verwachte aard van de schade door bodembeweging;	paragraaf 5.3 en 6.3
Mbb 24 Lid 1r	Het winningsplan, bedoeld in artikel 34, eerste lid, van de wet voor de winning van koolwaterstoffen bevat: een beschrijving van de maatregelen die worden genomen om bodembeweging te voorkomen of te beperken;	paragraaf 5.4 en 6.4
Mbb 24 Lid 1s	Het winningsplan, bedoeld in artikel 34, eerste lid, van de wet voor de winning van koolwaterstoffen bevat: een beschrijving van de maatregelen die worden genomen om schade door bodembeweging te voorkomen of te beperken.	Paragraaf 5.5 en 6.5
VB 1.1	Alle elementen uit de artikelen 33, 34 en 35 van de Mijnbouwwet en artikel 24 van het Mijnbouwbesluit worden in het winningsplan verwerkt.	zie voorgaand
VB 1.2	In het winningsplan worden de meest recente inzichten op het gebied van statische en dynamische ondergrondmodellen, geomechanica en seismische risicoanalyse verwerkt. Tevens dient aandacht te worden besteed aan de mogelijkheden tot het beperken van het seismisch risico door preventieve maatregelen aan de productiekant en dient rekening gehouden te worden met de differentiatie van het seismisch risico in de verschillende deelgebieden (ref. artikel 2 lid 1 lid instemmingsbesluit).	bijlage C
VB 1.3	De jaarlijkse productieverdeling over de clusters in het Groningenveld wordt in het winningsplan inzichtelijk gemaakt en ingericht op basis van het seismisch risico (ref. brief kamerstuk 33529, nr.212).	bijlage C
VB 1.4	In het winningsplan worden de resultaten verwerkt van onderzoek naar een optimale manier van winning en van verdeling van winning over het veld vanuit het oogpunt van het zoveel mogelijk vermijden van fluctuaties met een tijdsduur van een week/maand. Hierbij dient optimaal gebruik gemaakt te worden van de inzet de gasopslag Norg en de Inzet van stikstofinstallaties (ref. brief kamerstuk 33529, nr.212). Het onderzoek dient zowel het scenario van een gasjaar waarin maximaal 27 bcm/jaar gewonnen wordt te beschouwen, als een scenario waarin in een zachte winter met een lager volume volstaan kan worden. Voor de inzet van de stikstofinstallatie dient NAM in overleg te treden met Gasunie Transport Services.	paragraaf 4.4.1, bijlage C
VB 1.5	In het winningsplan wordt uitgegaan van de door het kabinet vastgesteld veiligheidsnorm voor geïnduceerde aardbevingen (op basis van het tweede advies van de Commissie Meijdam) en de berekeningsmethodiek voor het individueel risico uit het eindadvies van de Commissie Meijdam (ref. instemmingsbesluit en brief kamerstuk 33529, nr.212).	paragraaf 6.3.2 en 8.2
VB 1.6	NAM brengt het maatschappelijk risico van de verschillende productiescenario's in kaart.	paragraaf 6.6.5

VB 1.7	NAM verwerkt in de risicoanalyse rekening het commentaar van de Scientific Advisory Committee (SAC) en de onafhankelijke deskundigen die SodM heeft ingeschakeld (zie referenties 5.2, 5.3 en 5.4 bij het advies van SodM over het Seismisch Risico Groningenveld van december 2015). Dit commentaar geeft aan dat de GMPE-relatie, de vertaling van de bewegingen bij de bron van de beving naar het aardoppervlak, voor sterkere (nog niet waargenomen) bevingen de grondversnellingen mogelijk is onderschat. Er wordt een risico inschatting (Individueel en Maatschappelijk risico) verwacht op basis van een beslisboom waarin de onderste (lage) GMPE tak is weggelaten en de overige twee takken eenzelfde gewicht toegekend krijgen.	Bijlage C en Studieprogramma (separaat ingediend)
VB 1.8	Er wordt aandacht besteed aan de mogelijkheden van gaswinning uit het Carboon (ref. artikel 8 instemmingsbesluit).	paragraaf 4.3.2 en 4.5.2
VB 1.9	De rapportage van de actuele bodemdaling en de bodemdalingsvoorspellingen dienen gebaseerd te worden op de meest recente metingen (meetcampagne 2013).	hoofdstuk 5, bijlage C
VB 1.10	Schade door bodembeweging dient expliciet aan bod te komen (zie Mbw, art.33 en Mbb, art.24q en 24s) waarbij van NAM wordt verwacht dat de acceptatie van mogelijke schade wordt afgezet tegen de eigen interne veiligheidssystemen en acceptatiecriteria.	Paragraaf 6.3.2 en 7.2.1
VB 2.1	Het Meet- en Regelprotocol dient te worden geactualiseerd, ten genoegen van de Inspecteurgeneraal der Mijnen, uitgaande van de door het kabinet vastgestelde methodiek en normstelling ten aanzien van het risicobeleid met betrekking tot door gaswinning geïnduceerde aardbevingen (ref. instemmingsbesluit, artikel 11).	paragraaf 1.2, figuur 1.1 (separaat ingediend)
VB 2.2	Het Meet- en Regelprotocol dient invulling te geven aan de zorgplicht, zoals die is vastgelegd in artikel 33 van de Mijnbouwwet en zal integraal onderdeel uitmaken van het in te dienen winningsplan. In de actualisatie wordt rekening gehouden met alle randvoorwaarden waarbinnen de productie dient te worden geoptimaliseerd, te weten: <ul style="list-style-type: none"> • Normstelling ten aanzien van het veiligheidsrisico, • Voorkomen van ernstige schade aan gebouwen en infrastructurele werken of de werking daarvan, • Versterkingsprogramma van de Nationaal Coördinator Groningen. 	paragraaf 7.1.2 en 8.1 (separaat ingediend)
VB 2.3	Het protocol dient een beschrijving te bevatten van de beslis- en escalatiestructuur.	zie Meet- en Regelprotocol (separaat ingediend)
VB 3	De meest recente versie van het "Study and data-acquisition plan" van NAM dateert van december 2014. In december 2015 hebben de Scientific Advisory Committee (SAC) en de door SodM ingeschakelde externe deskundigen commentaar geleverd op het studiewerk van NAM (zie referenties 5.2, 5.3 en 5.4 bij het advies van SodM over het Seismisch risico Groningenveld van december 2015). Van NAM wordt verwacht dat op grond van dit commentaar het "Study and data-acquisition" wordt geactualiseerd en dat NAM aangeeft op welke manier het commentaar in het plan is verwerkt. Het geactualiseerde plan wordt bij het winningsplan gevoegd.	paragraaf 1.3, figuur 1.1 (Studieprogramma separaat ingediend)

Bijlage C: Technische Bijlage

[gelet op omvang afzonderlijk ingediend]

Supplement to the Technical Addendum for Winningsplan Groningen 2016

Subsidence

Development of Seismicity

Maatschappelijk Veiligheidsrisico

Epistemic Uncertainties

© EP201604263106 Dit rapport is een weerslag van een voortdurend studie- en dataverzamelingsprogramma en bevat de stand der kennis van april 2016. Het copyright van dit rapport ligt bij de Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V. Het copyright van de onderliggende studies berust bij de respectievelijke auteurs. Dit rapport of delen daaruit mogen alleen met een nadrukkelijke status-en bronvermelding worden overgenomen of gepubliceerd.

Contents

1	Management Summary	4
1.1	Background to this Report	4
1.2	Summary	4
2	Subsidence forecasts.....	5
2.1	Supplement to Winningsplan.....	5
2.2	Supplement to Technical Addendum.....	7
3	Development of Seismicity	13
3.1	Annual Seismic Event Counts.....	13
3.2	Annual Total Seismic Moments	16
4	Maatschappelijk Veiligheidsrisico	18
4.1	Origin of this new Risk Metric.....	18
4.2	Definition of Maatschappelijk Veiligheidsrisico.....	19
4.3	Assessment of Maatschappelijk Veiligheidsrisico.....	21
4.4	Conclusion.....	24
5	Sensitivity to Epistemic Uncertainties	25
6	References	26
7	Appendix A – List of Abbreviations	27

1 Management Summary

1.1 Background to this Report

On the 1st April 2016, NAM submitted the Groningen Winningsplan 2016 to the Minister of Economic Affairs and SodM. This Winningsplan is accompanied with a Technical Addendum providing further background to the technical assessments used in the Winningsplan. In January 2016, the planned date for the submission was brought forward from 1st July 2016 to 1st April 2016. As a consequence some topics could not be included into the original submission and are included in this supplement to the Technical Addendum. Some queries that were raised after the submission date are also addressed in this supplement.

1.2 Summary

The topics included in this Supplement are:

- Additional subsidence maps are presented.
- Additional annual seismic event count assessments have been added. Where in the Technical Addendum annual events count for earthquakes with magnitudes above $M \geq 1.5$ is shown, the assessment is now also shown for $M \geq 2$ and $M \geq 2.5$. The differences in annual event count between different production scenarios are also shown.
- The assessment of Maatschappelijk Veiligheidsrisico for seven requested communities.
- The sensitivity to epistemic uncertainty created some confusion. A section is included explaining this better and an alternative representation of the sensitivity to epistemic uncertainty is included.

1.3 Achtergrond bij dit Rapport

Op 1 april 2016, heeft NAM het Groningen Winningsplan 2016 aangeboden aan de minister van Economische Zaken en SodM. Dit Winningsplan wordt vergezeld door een Technische bijlage met aanvullende achtergrond voor de technische evaluaties die worden gebruikt in de Winningsplan. In januari 2016 werd de geplande datum voor de indiening vervroegd van 1 juli 2016 tot 1 april 2016. Als gevolg daarvan konden een aantal onderwerpen niet worden opgenomen in het oorspronkelijk aangeboden document. Deze zijn opgenomen in deze aanvulling op de Technische Bijlage. Ook enkele vragen die na de datum van indiening zijn gerezen, zijn opgenomen in deze aanvulling.

1.4 Samenvatting

De onderwerpen die aan de orde komen in deze aanvulling zijn:

- Extra verduidelijking van bodemdaling door meer bodemdalingskaarten te presenteren.
- Extra analyse van het jaarlijks aantal aardbevingen; waar in de Technische Bijlage jaarlijkse aardbevingsaantallen voor aardbevingen met een magnitude boven $M \geq 1,5$ wordt getoond, worden deze nu ook getoond voor $M \geq 2$ en $M \geq 2,5$. De verschillen in aantallen tussen de verschillende productiescenario's worden ook getoond.
- De beoordeling van Maatschappelijk Veiligheidsrisico in zeven gevraagde gemeenschappen.
- De gevoeligheid voor epistemische onzekerheid leidde tot enige verwarring. Een hoofdstuk is toegevoegd waarin deze wordt uitgelegd en een alternatieve weergave van de gevoeligheid voor epistemische onzekerheid is tevens opgenomen.

2 Subsidence forecasts

2.1 Supplement to Winningsplan

In section 5.2 of the Winningsplan Groningen 2016 contour plots are presented of the total subsidence as a result of gas production from the Groningen field and neighbouring fields forecasted for the years 2025, 2050 and at the end of gas production (cf. Figures 5.4 to 5.6 in the Winningsplan). Subsidence was modelled using the RTCiM compaction model and assuming an alternative (optimized) spatial/regional offtake (as described in section 4 of the technical addendum). For completeness similar contour plots (Figure 2.1 to Figure 2.3) are also presented in this supplement to the Winningsplan Groningen 2016 using the regional offtake according to the (non-optimized) HRA Nov 2015 production profile.

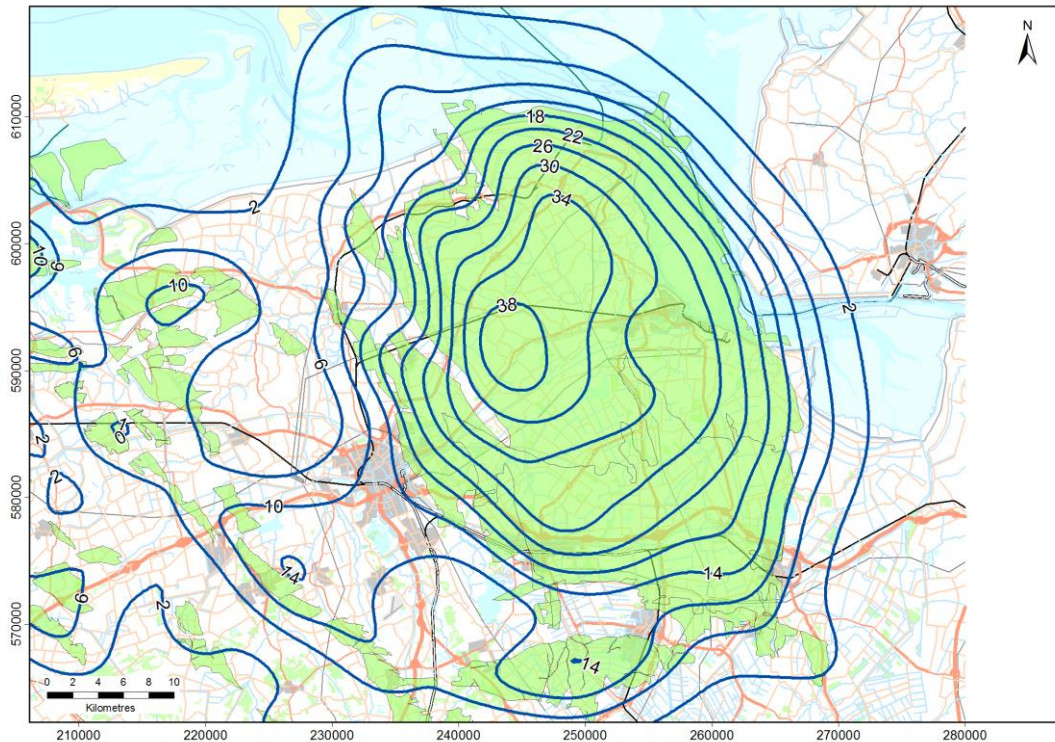


Figure 2.1 Subsidence prognosis for 2025 (approximately 38 cm in deepest point)

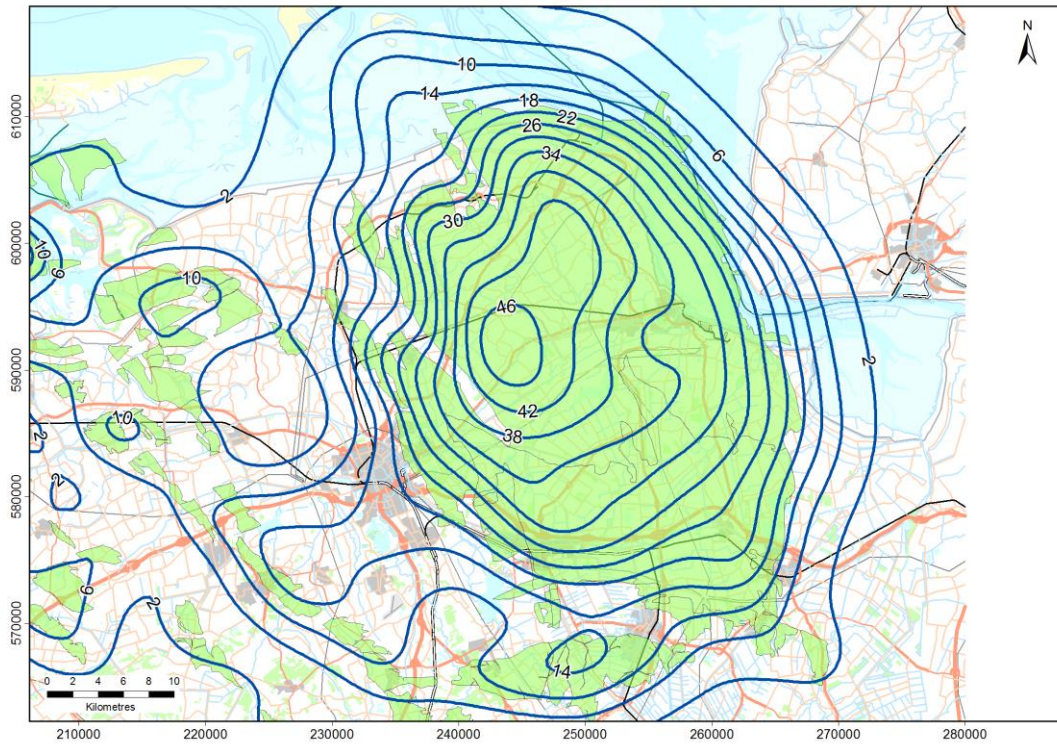


Figure 2.2 Subsidence prognosis for 2050 (approximately 46 cm in deepest point)

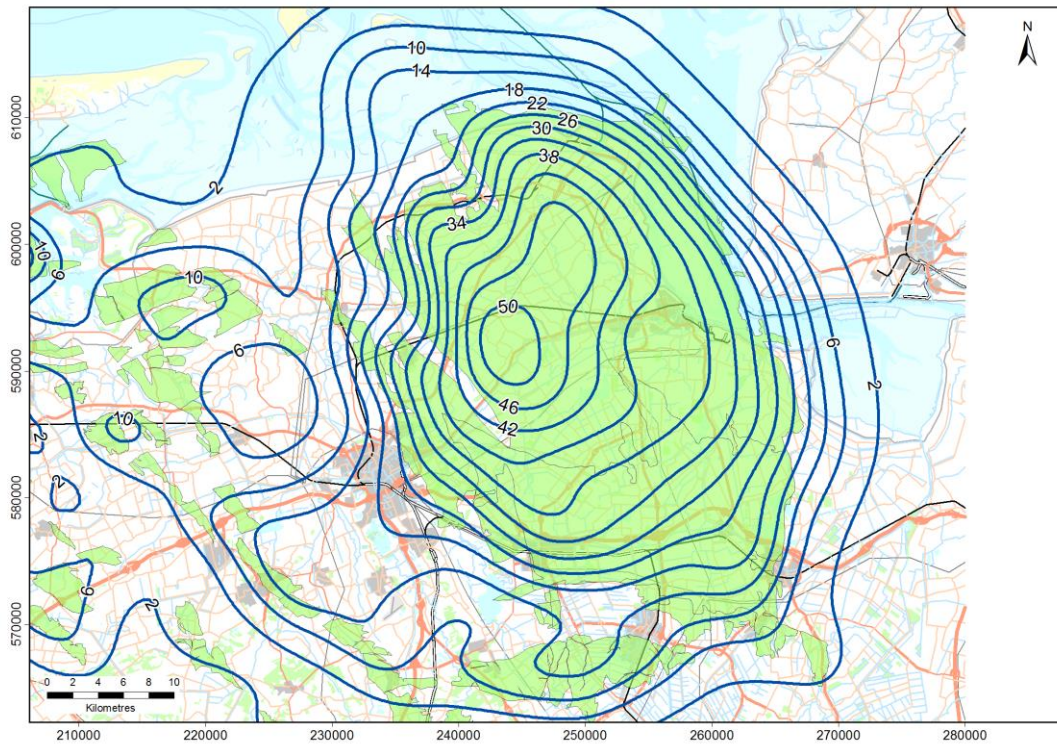


Figure 2.3 Subsidence prognosis for total subsidence after end of gas production (approximately 50 cm in deepest point)

In section 5.3.2 of the Winningsplan Groningen 2016 Figure 5.7 shows the subsidence that is still to be expected. A similar contour plot based on the (non-optimized) HRA Nov 2015 production profile is presented below (Figure 2.4).

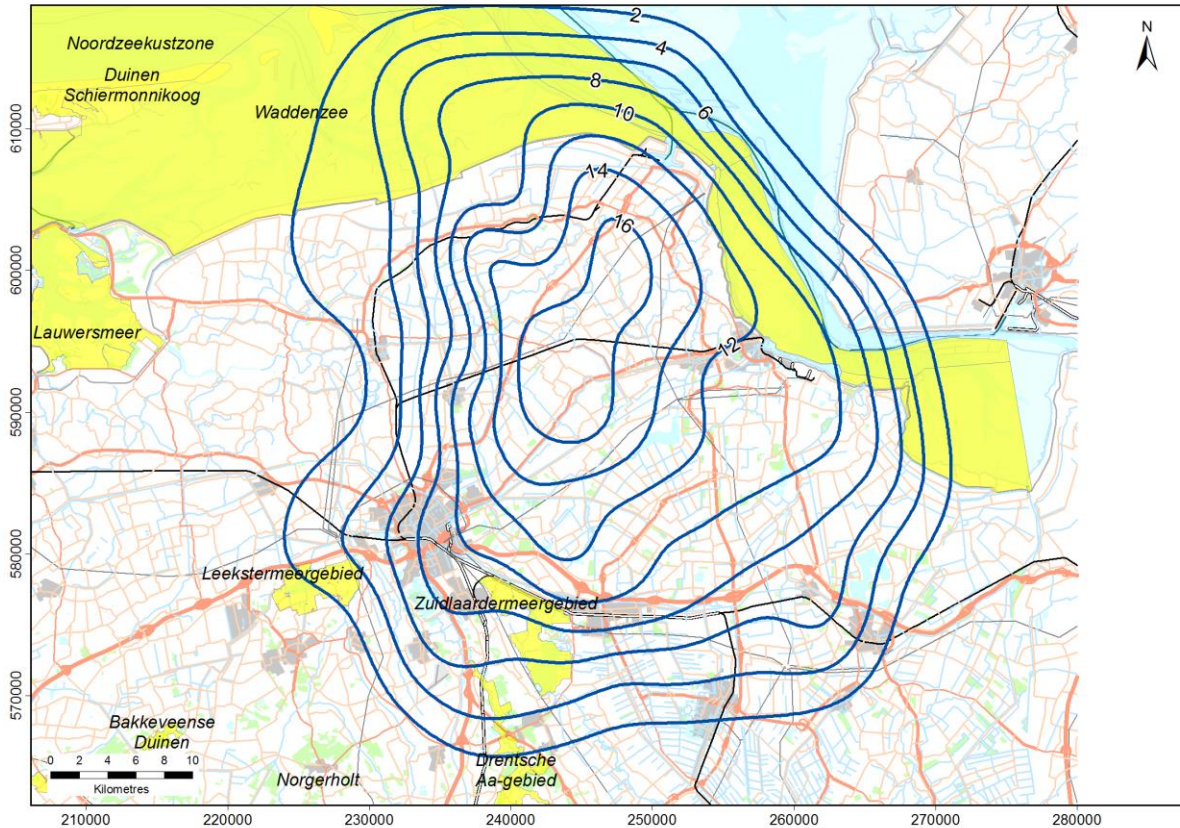


Figure 2.4 Expected additional subsidence in cm (2016-2100) and Natura 2000 areas

2.2 Supplement to Technical Addendum

In section 6.7 of the technical addendum to the Winningsplan Groningen 2016 contour plots of the forecasted development in time of subsidence are shown for various gas production scenarios, assuming an alternative (optimized) spatial/regional offtake (as described in section 4 of the same technical addendum). For completeness in this supplement to the Winningsplan Groningen 2016 similar contour plots are also presented using the regional offtake pattern according to the (non-optimized) HRA Nov 2015 production profile.

Figure 2.5 shows the forecast of the ultimate subsidence (status in 2100, approximately 30 years after the end of production) using the RTCiM compaction model.

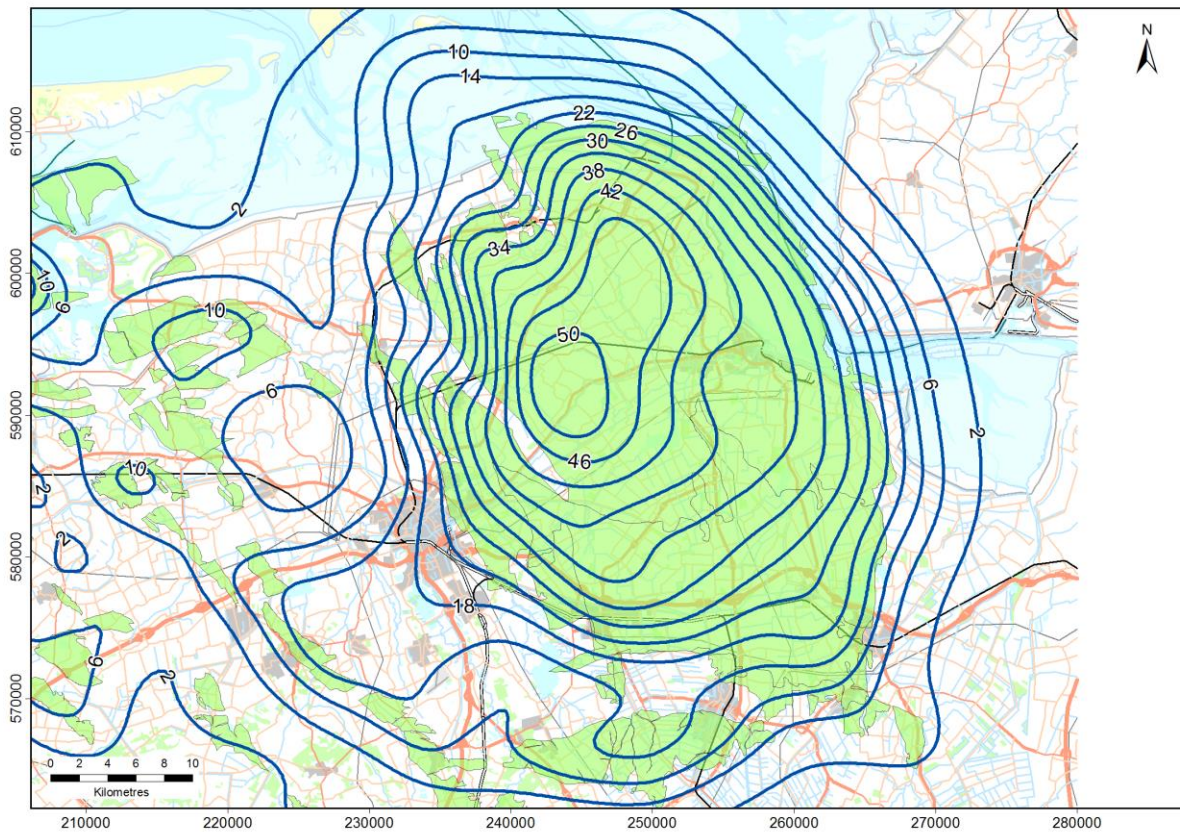


Figure 2.5 Subsidence prognosis based on the RTCIM model in 2100, approximately 30 years after the end of gas production. This figure shows the subsidence due to gas production for the Groningen field using the 'HRA Nov 2015' offtake pattern in combination with the subsidence predicted for other fields (subsidence in cm).

The subsidence forecast in this contour plot is almost identical to the subsidence expected for the optimized regional offtake scenario as shown in Figure 2.6, which is a corrected version of Figure 6.24 in the addendum document, where an erroneous pressure distribution in the underground gas storages Norg and Grijpskerk (to the west of the Groningen field) was used.

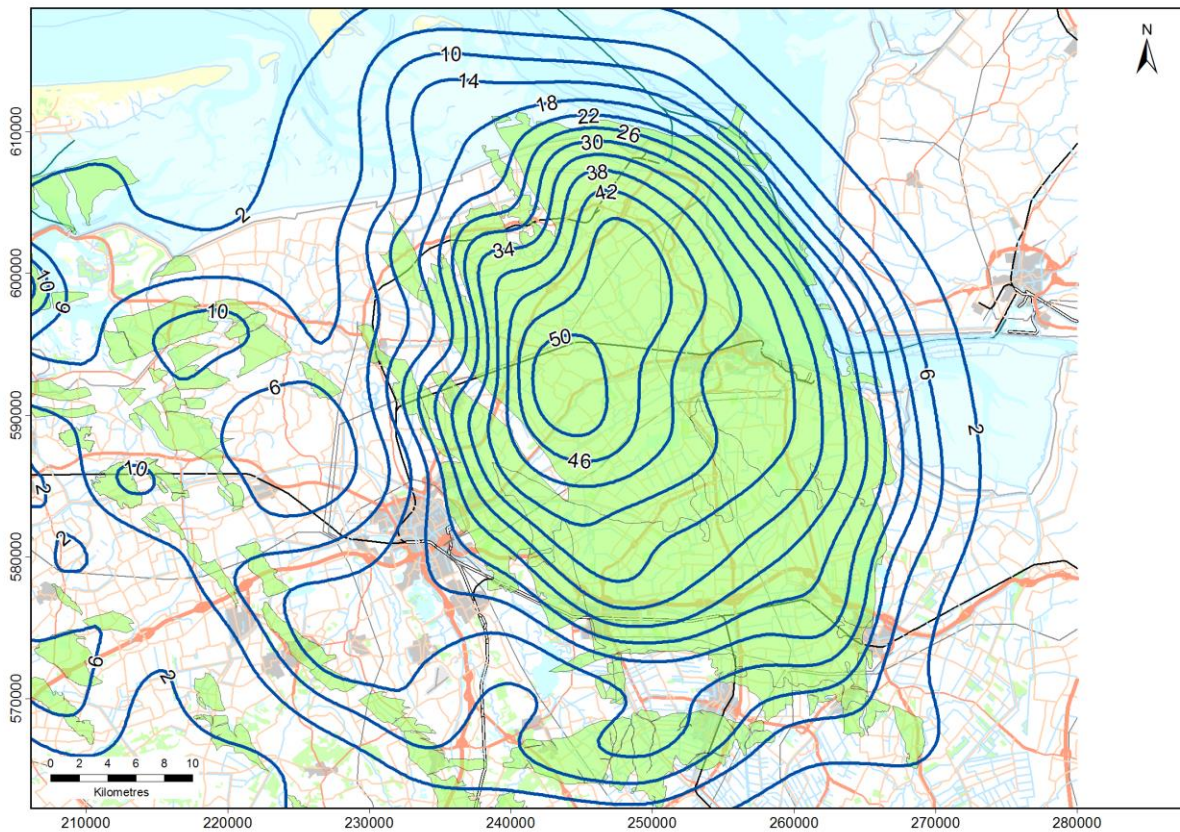
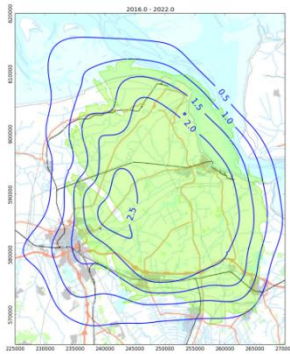
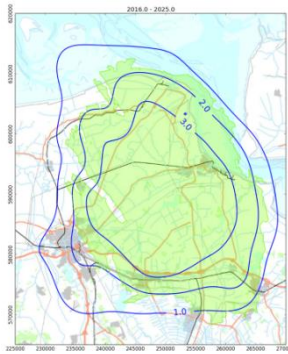


Figure 2.6 Subsidence prognosis based on the RTCIM model in 2100, approximately 30 years after the end of gas production. This figure shows the subsidence due to gas production for the Groningen field using the 'optimized' regional offtake pattern in combination with the subsidence predicted for other fields (subsidence in cm).

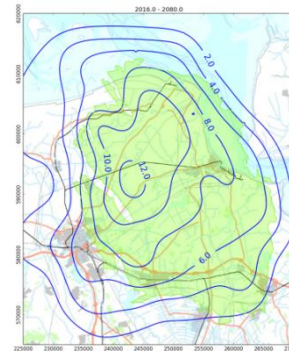
The development of the future subsidence through time for the different compaction models and different (HRA Nov 2015) gas production scenarios is shown in Figure 2.7 to Figure 2.12.



2016-2022

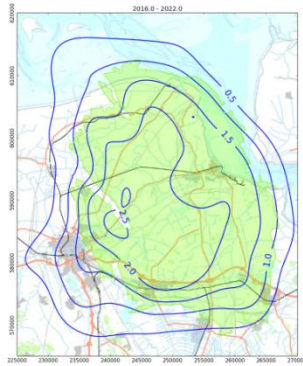


2016-2025

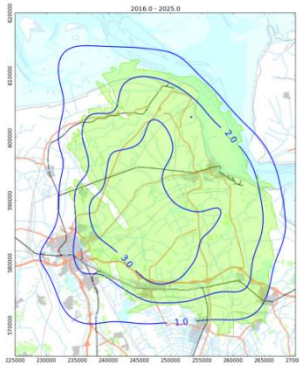


2016-2080

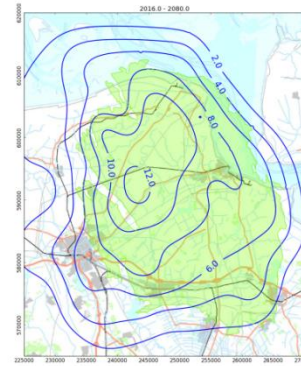
Figure 2.7 Development of future subsidence according to the time decay compaction model with 33 BCM annual production



2016-2022

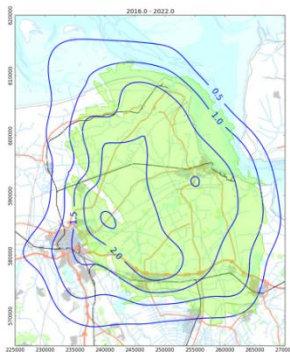


2016-2025

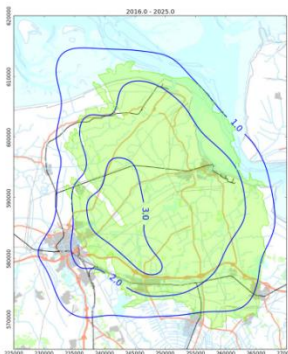


2016-2080

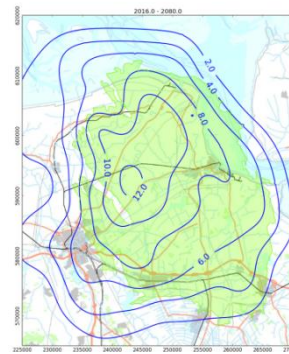
Figure 2.8 Development of future subsidence according to the time decay compaction model with 27 BCM annual production



2016-2022

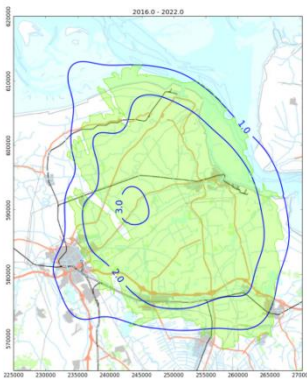


2016-2025

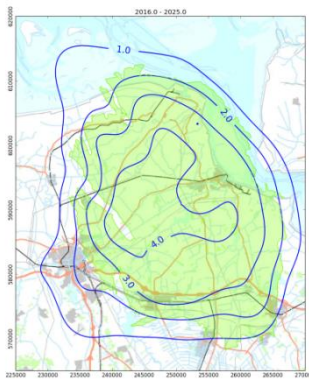


2016-2080

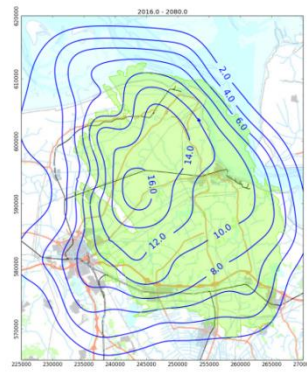
Figure 2.9 Development of future subsidence according to the time decay compaction model with 21 BCM annual production



2016-2022

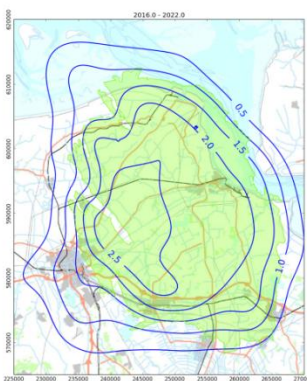


2016-2025

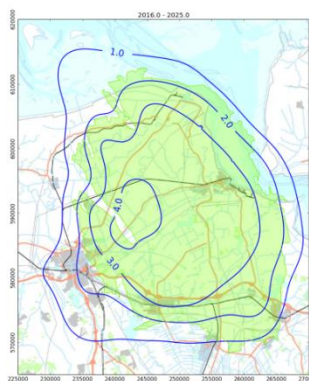


2016-2080

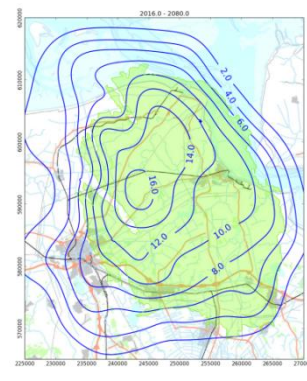
Figure 2.10 Development of future subsidence according to the RTCiM model with 33 BCM annual production.



2016-2022

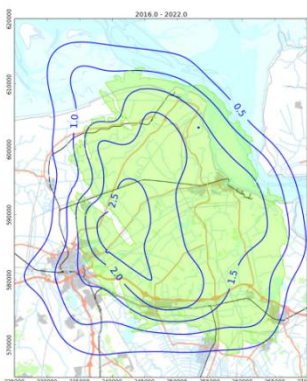


2016-2025

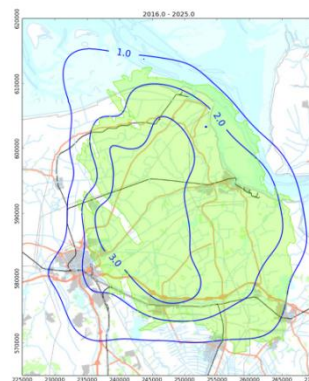


2016-2080

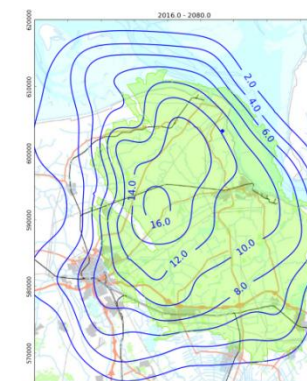
Figure 2.11 Development of future subsidence according to the RTCiM model with 27 BCM annual production.



2016-2022



2016-2025



2016-2080

Figure 2.12 Development of future subsidence according to the RTCiM model with 21 BCM annual production.

Figure 2.13 shows the results of subsidence models in comparison with the measured subsidence at benchmark 007E0033 near the deepest point of the subsidence bowl (cf. Figure 6.29 in the addendum document).

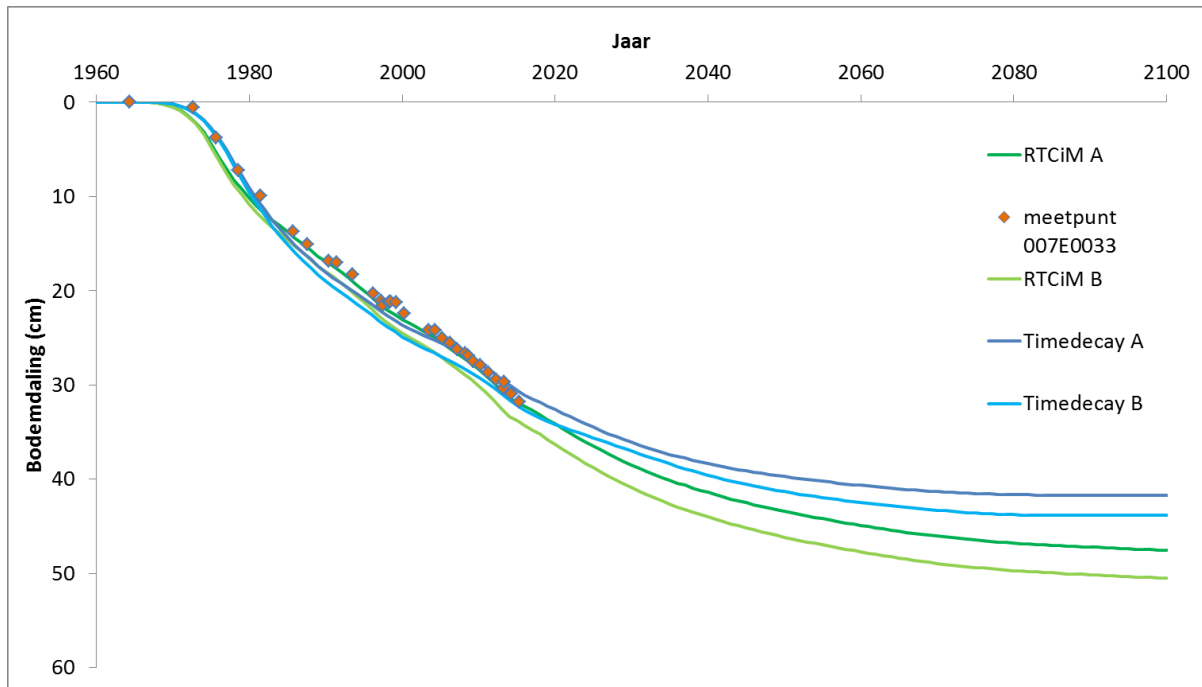


Figure 2.13 Development of subsidence (bodemdaling) by year (jaar) at benchmark 007E0033 near the centre of the subsidence bowl. Meetpunt is Dutch for benchmark.

3 Development of Seismicity

3.1 Annual Seismic Event Counts

In the Technical Addendum in section 7, annual event counts were discussed. This section in the supplement provides additional assessments of the annual event counts and also shows differences in event rates between production scenarios. Figure 3.1 (also shown in the Technical Addendum) shows the annual event count for $M \geq 1.5$ for 6 scenarios.

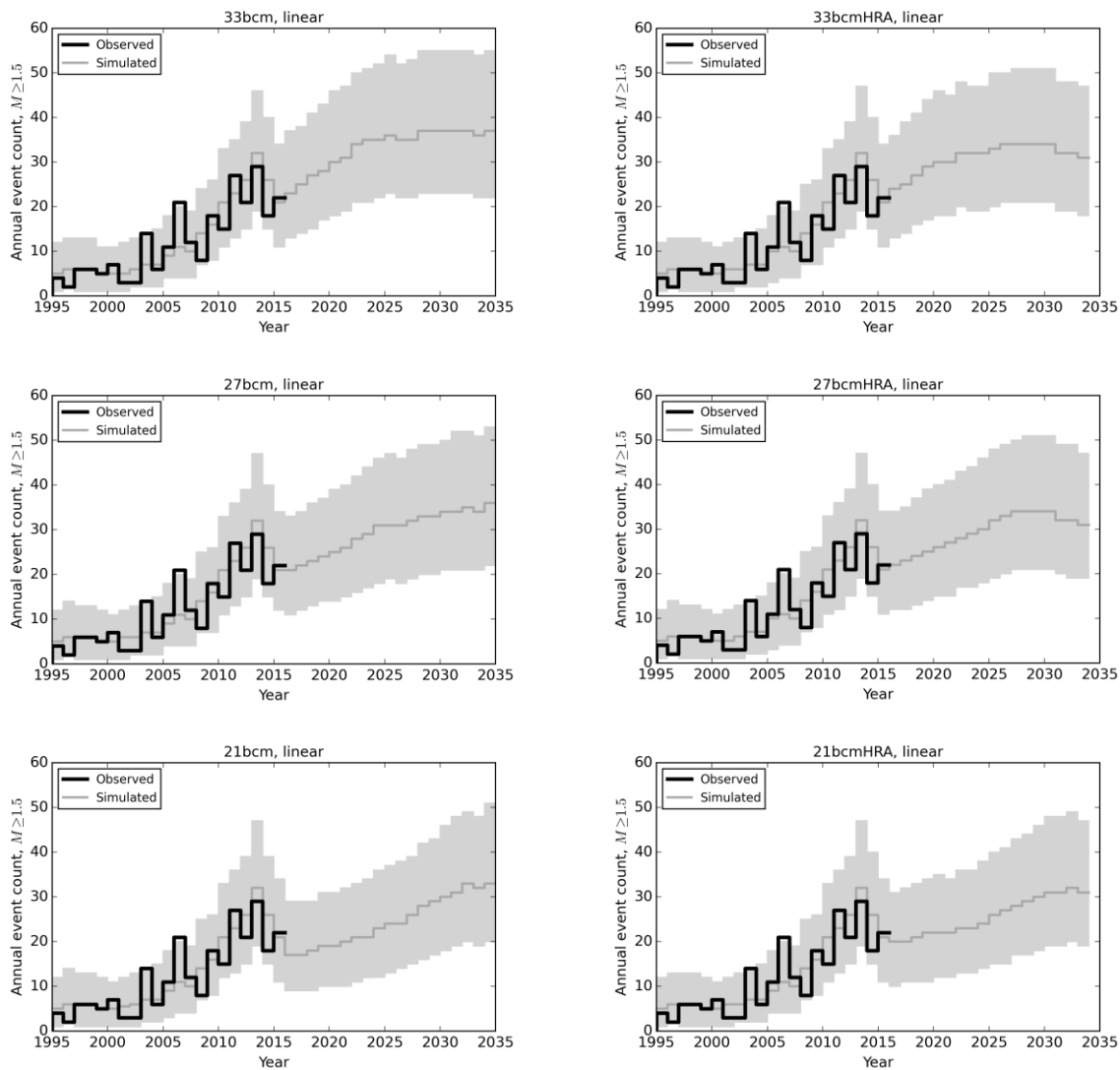
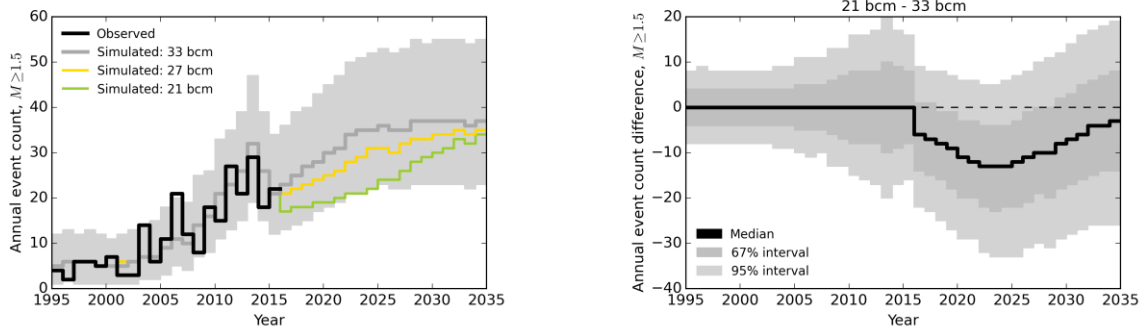


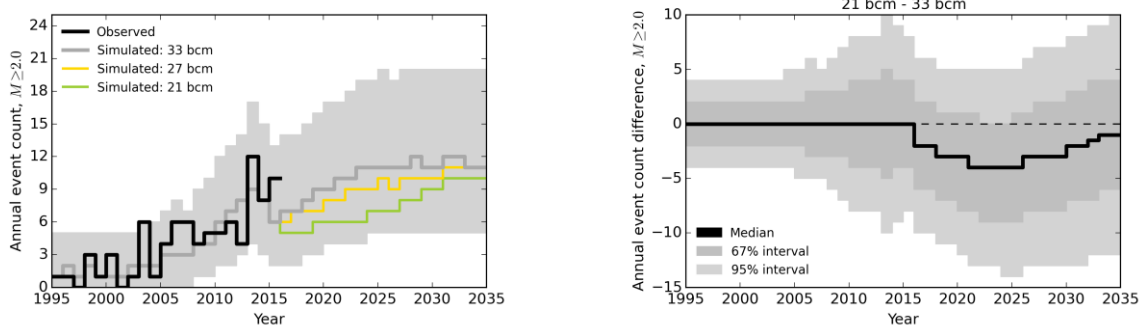
Figure 3.1 The annual number of $M \geq 1.5$ according to the seismological model with aftershocks for the different production scenarios for the period up to 2035. Simulated results are based on 10,000 independent simulations; grey lines and regions denote the expected annual event count and its 95% confidence interval respectively. These simulations are based on a Monte Carlo sampling of the distribution of estimated parameter values and includes aftershocks. A linear compaction model is used. Note that uncertainty in the compaction forecast increases with time, this uncertainty is not included in these seismological forecasts. On the left-hand side of the chart the optimised production offtake distribution is used, while on the right-hand side the distribution imposed early in 2015 is used (also basis for interim update HRA Nov. 2015).

The annual event rates for three production level scenarios are shown in figure 3.2 for three different minimum magnitudes; $M \geq 1.5$, $M \geq 2.0$ and $M \geq 2.5$. On the right hand side of this figure the difference in annual event count is shown between the 21 Bcm/year and the 33 Bcm/year scenarios. The right hand side of figure 3.3 shows the difference between the 27 Bcm/year and the 33 Bcm/year scenarios. The differences in forecast annual event rates increase until about 2025 and thereafter decrease again so that by 2035 differences are almost zero. Lower production scenarios lower the expected seismic activity rate prior to 2035. However, given the seismic variability some years may still experience a higher actual rate.

(a)



(b)



(c)

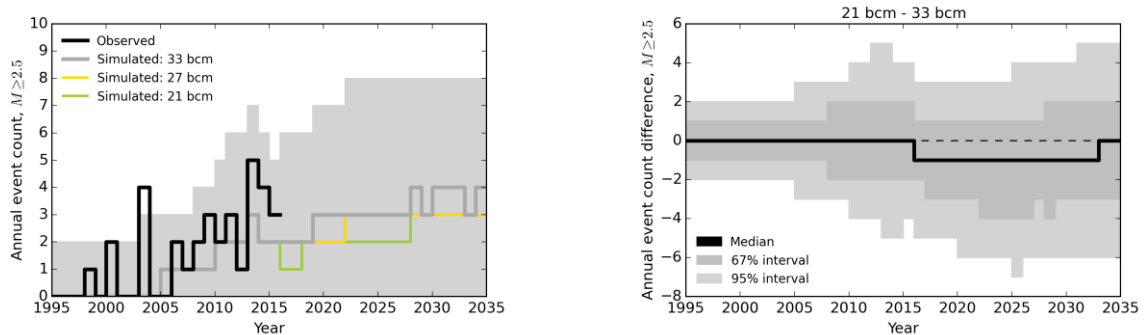
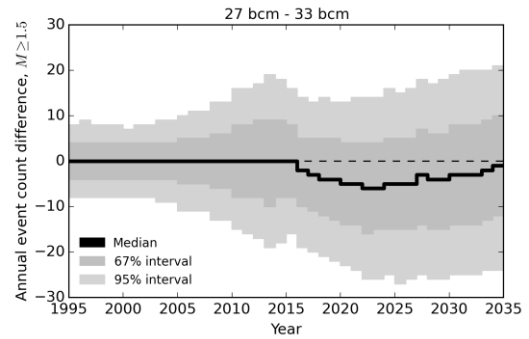
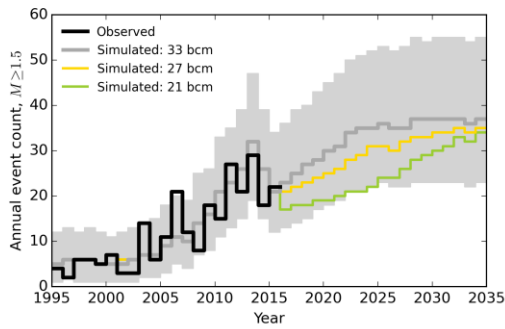
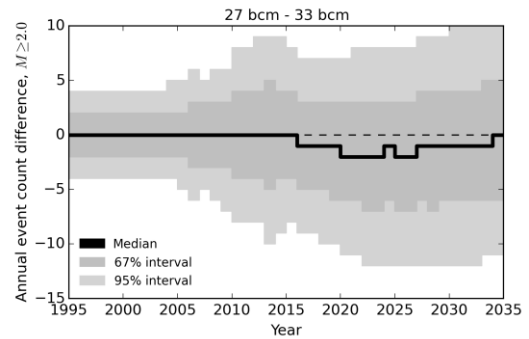
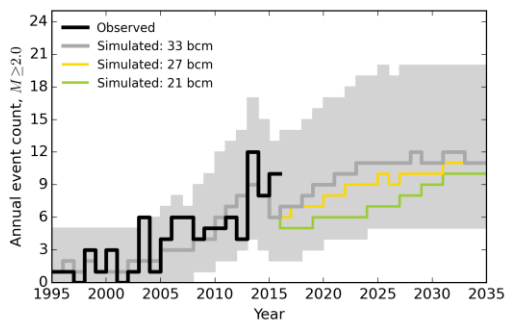


Figure 3.2 Comparison of the forecast annual number of (a) $M \geq 1.5$, (b) $M \geq 2.0$, and (c) $M \geq 2.5$ events for each production scenario and the differences between these forecasts for the 33 bcm and 21 bcm production scenarios. Uncertainty in the forecast annual event counts (left) is denoted as the 95% prediction interval by the light grey-filled region for the 33 bcm production scenario. Uncertainty in the differences between the 21 bcm and 33 bcm forecasts (right) is denoted by the 67% (dark grey) and the 95% (light grey) prediction intervals. For reference, the dashed black line denotes a difference of zero.

(a)



(b)



(c)

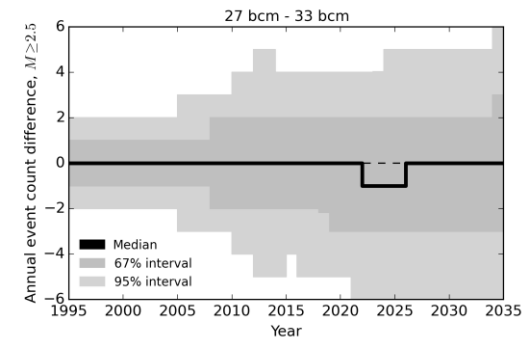
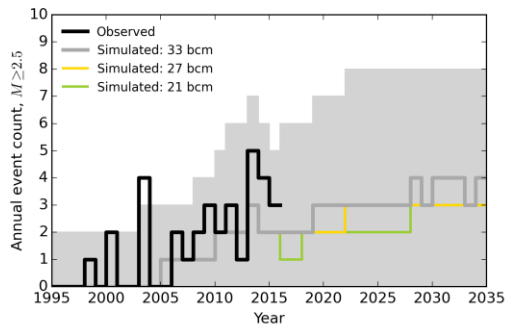


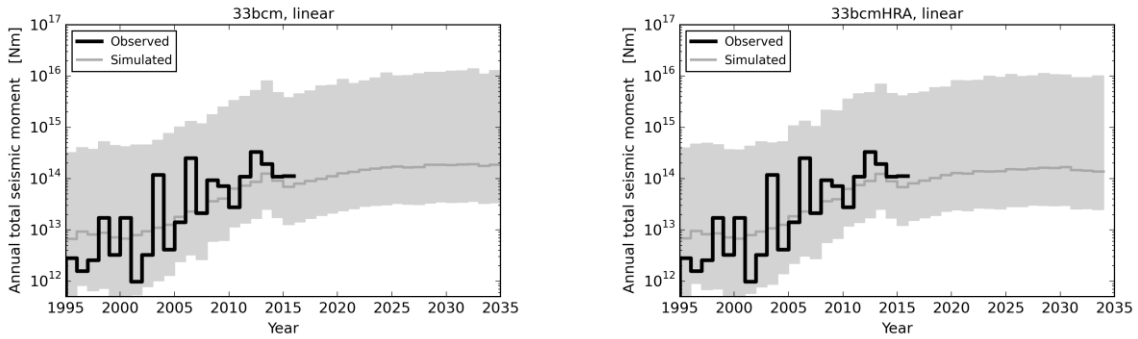
Figure 3.3 As Figure 3.2, except for annual event rate differences between the 27 bcm and 33 bcm production scenarios.

The mean annual event count for the 27 Bcm/year scenario shows one less earthquake larger than $M \geq 2.5$ for both 2024 and 2025 compared to the 33 Bcm/year scenario.

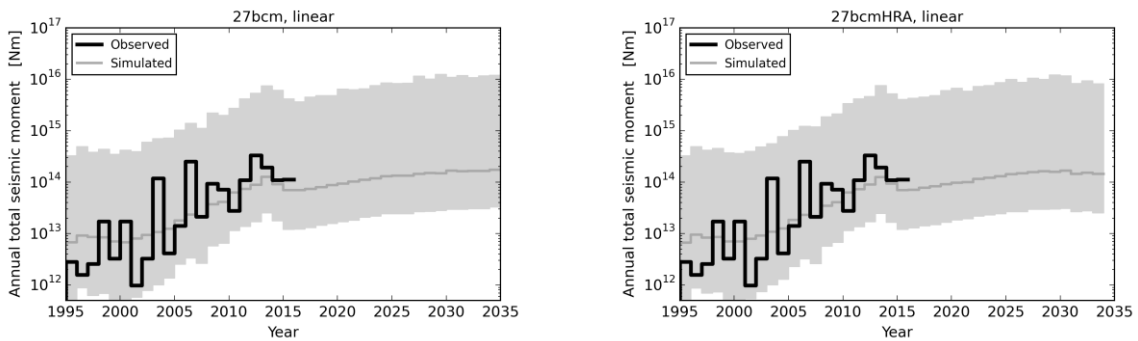
3.2 Annual Total Seismic Moments

In this section, figures showing the forecasted development of the annual total seismic moment are shown.

(a)



(b)



(c)

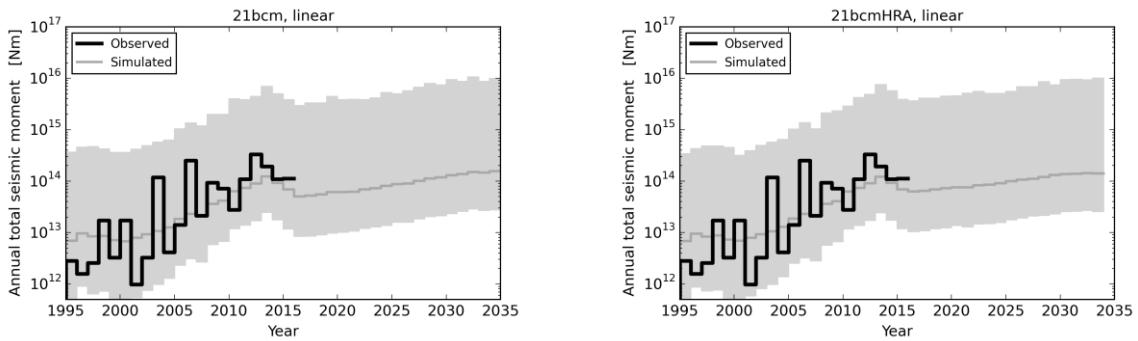


Figure 3.4 As Figure 3.1, except for the annual total seismic moments.

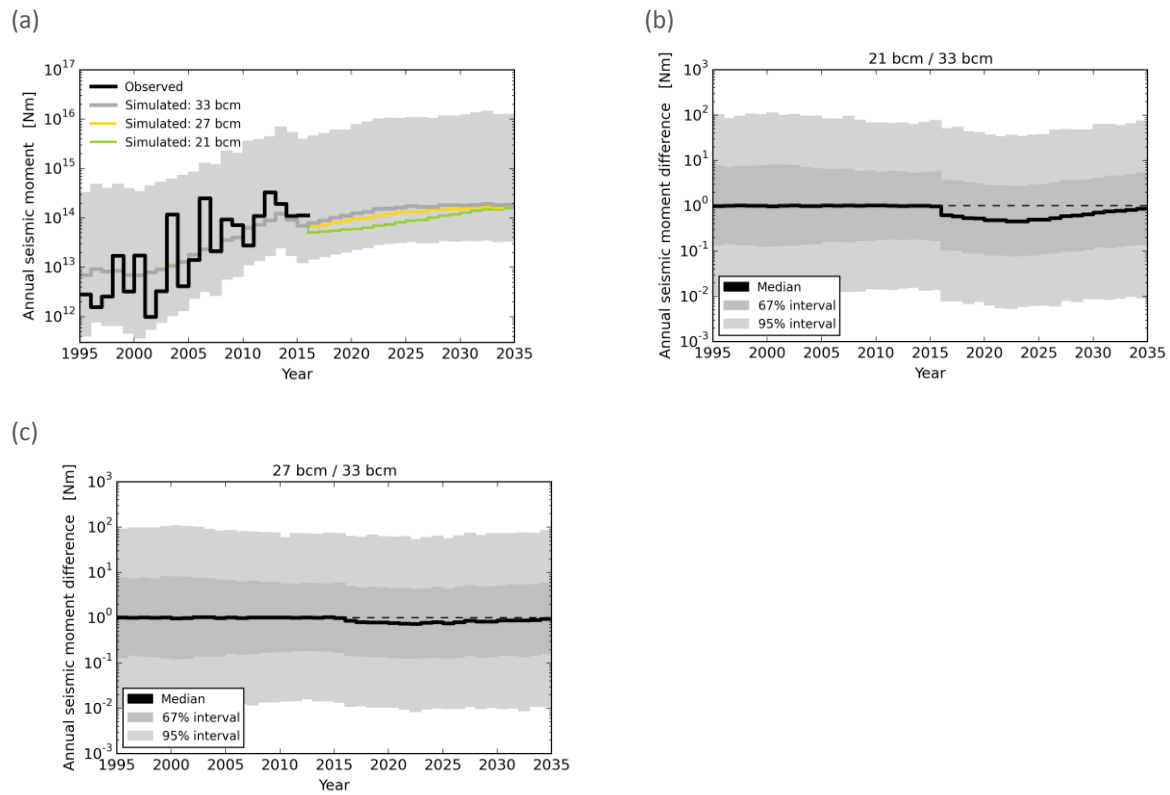


Figure 3.5 (a) Comparison of annual total seismic moment forecasts for each production scenario. (b) Ratio of the forecasts for the 21 bcm and 33 bcm production scenarios. (c) Ratio of the forecasts for the 27 bcm and 33 bcm production scenarios.

4 Maatschappelijk Veiligheidsrisico

4.1 Origin of this new Risk Metric

Aggregated risk metrics are available and are commonly applied for the evaluation and management of technical risks (e.g. chemical plant explosions) and natural risks (e.g. flooding) (Ref. 1). The group risk¹ (GR) metric was developed based on the concept that society has lower tolerance to accidents involving multiple fatalities in a single event than to multiple events involving single fatalities. However, there is no wide acceptance to use aggregate risk metrics. In its first advisory report, the committee Meijdam (Commissie-Meijdam) concluded: “The committee advises against the use of group risk on the grounds that this metric has not been given legal status in any safety domain, due to problems with the computability and the absence of any clear norms.”² (Ref. 2). The assessment of an aggregated risk metric also received attention in July 2015 from policy makers and politicians (Ref. 5, 6 and 7). In November 2015, NAM published an assessment of group risk (Ref. 8 and 9).

The third and final advisory report from Commissie-Meijdam (Eindadvies Handelingsperspectief voor Groningen Adviescommissie ‘Omgaan met risico’s van geïnduceerde aardbevingen’) (Ref. 4) introduced the new aggregated risk metric of Maatschappelijk Risico (MVR).



Figure 4.1 Title page of final advice from Commissie-Meijdam (Eindadvies Handelingsperspectief voor Groningen Adviescommissie ‘Omgaan met risico’s van geïnduceerde aardbevingen’)

On the 27th of January 2016, a clarification meeting between SodM and NAM was held in Rijswijk. The purpose of this meeting was to ensure SodM and NAM had the same understanding of the definition of Maatschappelijk Veiligheidsrisico and to discuss any potential issues with its implementation. The outcome of this meeting was that Maatschappelijk Veiligheidsrisico would be calculated for a selection of communities. The Ministry of Economic Affairs in consultation with the National Coordinator Groningen sent an advice on 15th March 2016, in which seven communities were identified for which NAM was asked to calculate the Maatschappelijk Veiligheidsrisico. The definition of the communities was based on the wijk- en buurten definition by CBS (Ref. 11). Due to the complexity of the calculations and the requirement of thorough quality assurance, the Maatschappelijk Veiligheidsrisico calculations were not part of the submission of the Winningsplan Groningen 2016 on the 1st of

¹ Both the terms “societal risk” and “group risk” have been used as translations of the Dutch term “groepsrisico”. In this document, we have therefore not translated the newly introduced term “Maatschappelijk Veiligheidsrisico” as this could lead to confusion.

² Original text in Dutch: “Ook het gebruik van groepsrisico’s raadt de commissie af, omdat deze norm nergens een wettelijke status heeft gekregen, onder andere vanwege problemen met de berekenbaarheid.” (Ref. 2).

April. The results are being presented in this supplement. On the 14th April 2016, preliminary results were discussed with SodM, NCG and EZ, while technical assurance was still in progress.

4.2 Definition of Maatschappelijk Veiligheidsrisico

A new risk metric, “Maatschappelijk Veiligheidsrisico” (in Dutch) was introduced in the final Commissie Meijdam advice as an alternative to Group Risk. Maatschappelijk Veiligheidsrisico is an assessment of the annual frequency (F) with which a given number of fatalities (N) due to single earthquakes is exceeded. This frequency is then adjusted by subtracting the equivalent frequency for a Reference Group Risk defined as an independent individual probability of fatality of 10^{-5} per year. The calculation procedure for Maatschappelijk Veiligheidsrisico is described in the final Commissie Meijdam advice (Ref. 4).

The definition of Maatschappelijk Veiligheidsrisico, therefore is:

$$MVR(N) = GR(N) - RGR(N)$$

where:

GR(N) = Group Risk: Annual exceedance rate for N fatalities due to single earthquakes within a given community

RGR(N) = Reference Group Risk: Annual exceedance probability for N fatalities in a single year within the community for an independent and uncorrelated individual annual fatality rate of 10^{-5}

Note: RGR is the survival function of the binomial distribution where the probability of an event is $p = 10^{-5}$ and the number of trials is the community population, n . In the limit of large populations, e.g. $n > 100$, the binomial distribution converges to the Poisson distribution with an expected value of $\lambda = np$.

For $N=1$ (a single fatality), we expect $GR(1) < RGR(1)$ because most individual risks due to earthquakes are less than 10^{-5} /year. So, for $N=1$ Maatschappelijk Veiligheidsrisico will be negative. As the Reference Group Risk applies to a population exposed to an independent uncorrelated reference risk, for increasing N the Reference Group Risk will rapidly decrease. As a result, for larger N, e.g. $N > 10$, Maatschappelijk Veiligheidsrisico will be essentially equal to Group Risk.

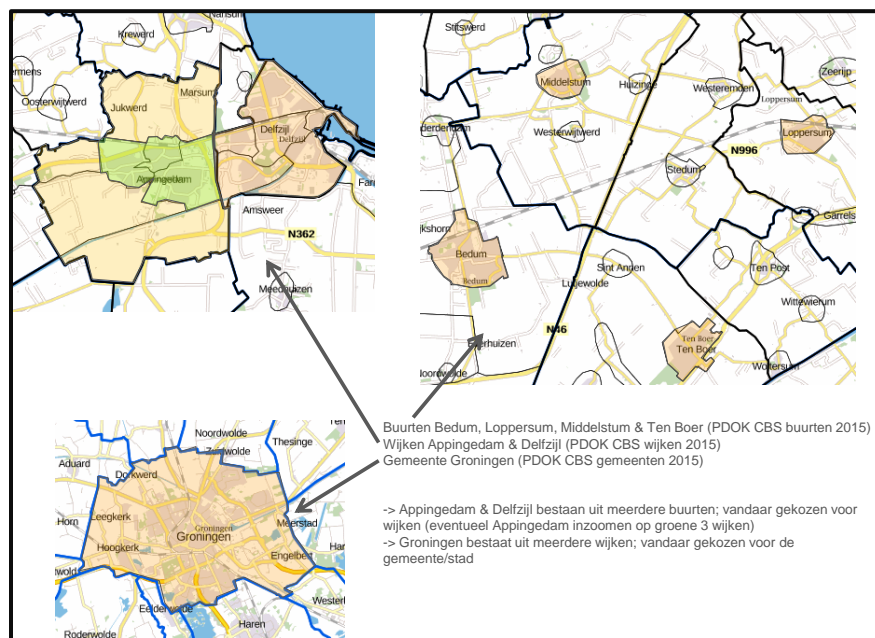


Figure 4.2 Extract from the advice by Ministry of Economic Affairs in consultation with NCG received on 15th March 2016, total seven communities were selected for calculation of Maatschappelijk Veiligheidsrisico.

Maatschappelijk Veiligheidsrisico is calculated for seven identified communities consisting of one or more neighbourhoods as defined in the wijk- en buurten register by CBS (Ref. 11). For instance the community “gemeente Groningen” consists of 10 neighbourhoods. Table 1 shows the neighbourhoods included in the seven communities. The calculation of the Maatschappelijk Veiligheidsrisico for the city of Groningen was limited by the areal extent of the database that is used in the hazard and risk assessment, known as the exposure database. The two neighbourhoods at the very western part of the city (Hoogkerk and Stadsparkwijk) were only partly included due to the limits of the exposure database, which documents the presence and typology of each building.

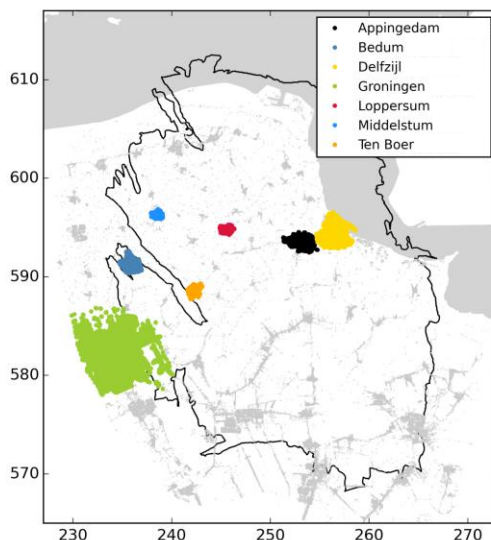


Figure 4.3 Buildings in the exposure database belonging to each of the seven communities.

Community	Attribute Value	CBS Neighborhood/District
Appingedam	Appingedam-Centrum	Appingedam-Centrum
	Appingedam-West	Appingedam-West
	Appingedam-Oost	Appingedam-Oost
Delfzijl	Delfzijl-Centrum	Delfzijl-Centrum
	Delfzijl-Farmsum	Farmsum
	Delfzijl-Noord	Delfzijl-Noord
	Delfzijl-West	Delfzijl-West
	Delfzijl-Fivelzigt	Fivelzigt
	Delfzijl-Tuikwerd	Tuikwerd
Groningen	Groningen-Binnenstad	Wijk 00 Binnenstad
	Groningen-Schilders- en Zeeheldenwijk	Wijk 01 Schilders- en Zeeheldenwijk
	Groningen-Oranjewijk	Wijk 02 Oranjewijk
	Groningen-Korrewegwijk	Wijk 03 Korrewegwijk
	Groningen-Oosterparkwijk	Wijk 04 Oosterparkwijk
	Groningen-Oosterpoortwijk	Wijk 05 Oosterpoortwijk
	Groningen-Herewegwijk en Helpman	Wijk 06 Herewegwijk en Helpman
	Groningen-Stadsparkwijk	Wijk 07 Stadsparkwijk
	Groningen-Hoogkerk	Wijk 08 Hoogkerk
	Groningen-Noorddijk	Wijk 09 Noorddijk
Bedum	Bedum	Bedum
Loppersum	Loppersum	Loppersum
Ten Boer	Ten Boer	Ten Boer
Middelstum	Middelstum	Middelstum

Table 4.1 The seven identified communities consist of one or more neighbourhoods as defines in wijk- en buurten register by CBS. Community “gemeente Groningen” consists of 10 neighbourhoods.

4.3 Assessment of Maatschappelijk Veiligheidsrisico

Generically, both Group Risk and Maatschappelijk Veiligheidsrisico can be thought of as consisting of two separate contributions:

- Collapse of large occupancy buildings; i.e. collapse of a single building in which multiple people are present resulting in multiple fatalities and
- Collapse of multiple smaller buildings in a single community as a result of a single earthquake.

The hazard and risk assessment methodology addresses both contributions to the earthquake risk:

- The larger occupancy buildings at higher risk can be identified using the building community risk, defined as the product of the Local Personal Risk and the average night/day population for that building. In the work scope for structural upgrading these buildings (e.g. schools, hospitals and care homes) are treated with priority.
- The collapse of multiple buildings in a single event in a single community, is captured in the calculation of Local Personal Risk (LPR). The structural upgrading plan also targets buildings in this second contribution to group risk.

Reliable assessment of the multiple collapse (second) contribution requires detailed representation of the spatial correlations in the earthquake ground motions. In the current assessment, spatial correlation is represented as strong within each near-surface amplification zone up to a distance of 3 to 5 km with no correlation beyond this distance. More studies are required to address the modelling of the spatial correlation of ground motion to ensure it is appropriately represented. These studies have been included in the Study and Data Acquisition Plan – Winningsplan 2016 (Ref. 12).

Figure 4.4 shows the calculation of Maatschappelijk Veiligheidsrisico for a community. The Group Risk (in green), the Reference Group Risk (in blue) and the resulting Maatschappelijk Veiligheidsrisico (in red) are all shown.

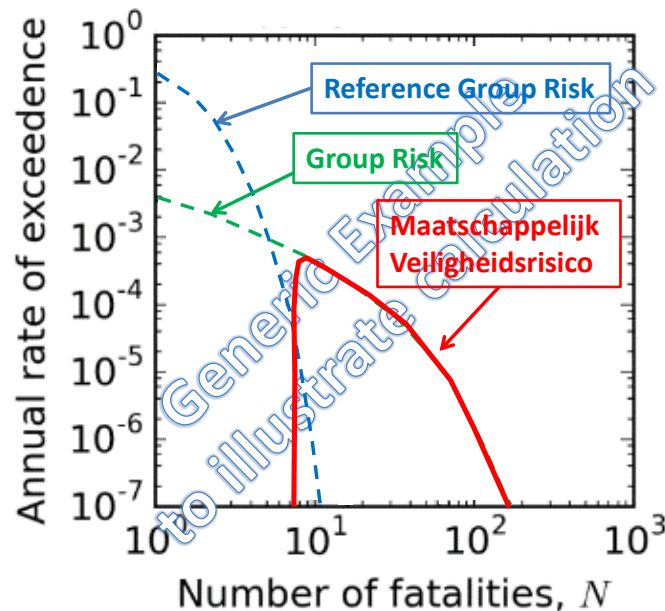


Figure 4.4 *Maatschappelijk Veiligheidsrisico (red) resulting from earthquakes is the difference between earthquake group risk (green) and the reference group risk (blue).*

For small N , the Reference Group Risk is larger than Group Risk and therefore the Maatschappelijk Veiligheidsrisico is negative. However the Reference Group Risk reduces fast with increasing N , dropping below Group Risk. For larger N , the Maatschappelijk Veiligheidsrisico is equivalent to Group Risk.

The Maatschappelijk Veiligheidsrisico assessments for all seven communities are shown in figure 4.5.

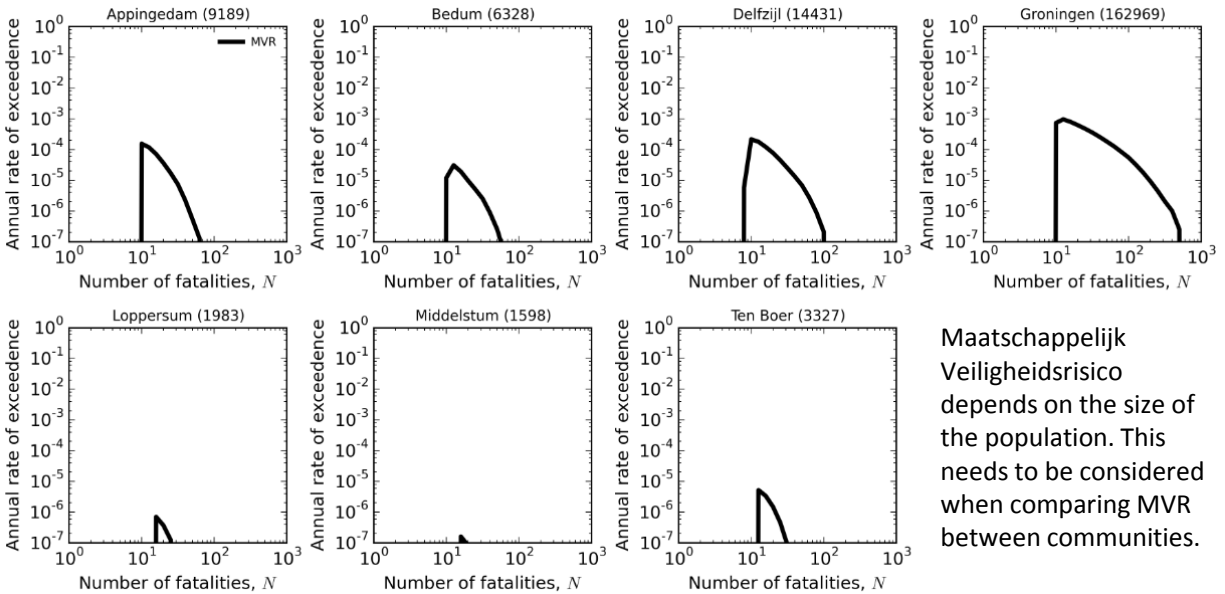


Figure 4.5 *Maatschappelijk Veiligheidsrisico based on the mean off the logic tree, for the seven community (in alphabetical order) for a production scenario of 33 Bcm/year. Numbers after each community name denote the average day-night inside total population for that community.*

For N smaller than about ten, the Reference Group Risk is larger than Group Risk and therefore the Maatschappelijk Veiligheidsrisico is negative. The curves in fig. 4.5 show for the seven selected communities, that for N larger than about ten, the Maatschappelijk Veiligheidsrisico is about equivalent to Group Risk.

The population (mean inside day-night population) is shown for each community. The Maatschappelijk Veiligheidsrisico clearly depends on population size. When comparing Maatschappelijk Veiligheidsrisico for different communities the size of these communities needs to be taken into consideration. A normalization for community size needs to be done prior to comparing Maatschappelijk Veiligheidsrisico for different communities.

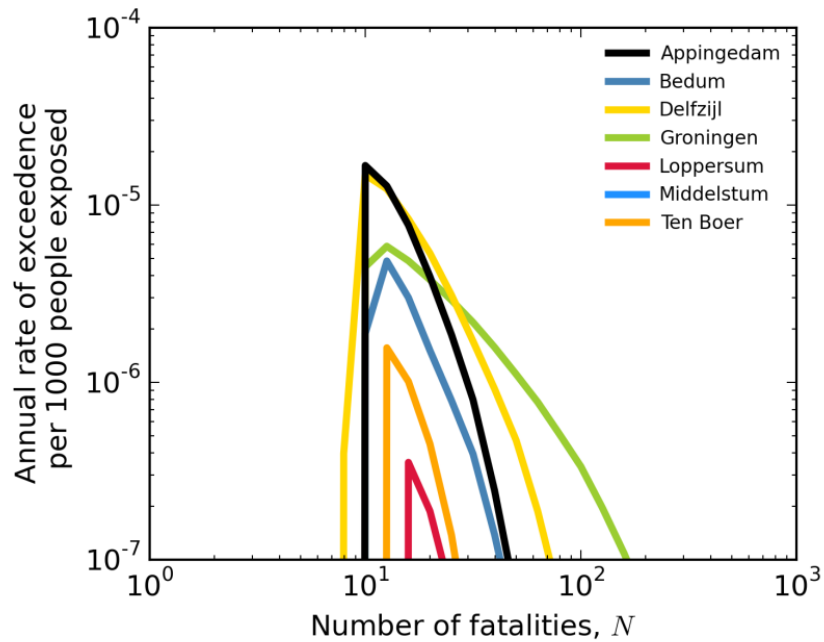


Figure 4.6 As Figure 4.5, except *Maatschappelijk Veiligheidsrisico* is normalized by the average day-night total inside population for each community as the annual rate of exceedance per 1000 people exposed. This normalization allows comparison of *Maatschappelijk Veiligheidsrisico* for communities of different sizes.

4.4 Conclusion

- The committee Meijdam introduced the aggregated risk metric of Maatschappelijk Veiligheidsrisico in its final advice to the Minister of EZ of November 2015. The communities for which the Maatschappelijk Veiligheidsrisico were to be calculated were defined by EZ in consultation with the NCG.
- The Maatschappelijk Veiligheidsrisico for induced seismicity has been assessed for seven communities in Groningen.
- The Maatschappelijk Veiligheidsrisico depends on population size. When comparing Maatschappelijk Veiligheidsrisico for different communities the size of these communities needs to be taken into consideration.

5 Sensitivity to Epistemic Uncertainties

In the Technical Addendum to the Winningsplan, tornado plots are provided for the epistemic uncertainty (Fig. 5.1). These show the impact of the epistemic uncertainties in the logic tree on the mean local personal risk and buildings with mean local personal risk. This is difficult to reconcile with the building exceedance curves, which show mean exceedance. The reason for this is because they are different measures. The mean local personal risk is the average of all assessed values of local personal risk for a given building from the entire logic tree. This mean value was used for all figures denoting mean local personal risk, including the building exceedance curves, with the exception of a tornado plot. For the tornado plot denoting the number of buildings with mean LPR $\geq 10^{-5}$ /year, the extent of the grey bars show the mean number of buildings with LPR $\geq 10^{-5}$ /year computed for sub-sets of the logic tree. This is different because it concerns LPR and mean building counts rather than mean LPR and building counts. Or to state it another way, the exceedance of means is not the same as the mean of exceedances. The original tornado plot axis label did not make this distinction clear.

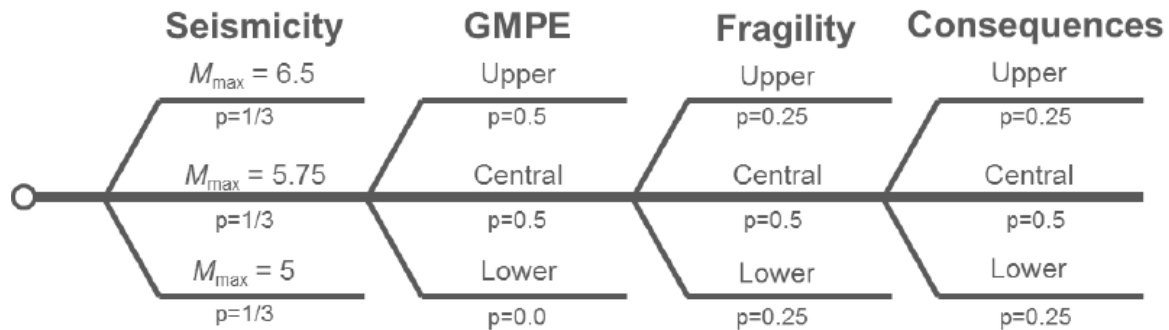


Figure 5.1 Sensitivity of the assessed seismic risk to the epistemic uncertainties identified on the logic tree for the 4 key factors: the seismicity model, ground motion prediction equation, building fragility model, and the consequence model. The extent of each grey bar denotes the average value of the risk metric for the subset of the logic tree where the given factor is constrained to the lower branch (lower limit) and then the upper branch (upper limit).

To avoid this confusion, Figure 5.2 plots the fractional variation in local personal risk and buildings with local personal risk to show the relative risk sensitivities to each source of epistemic uncertainty represented by the logic tree (Figure 5.1).

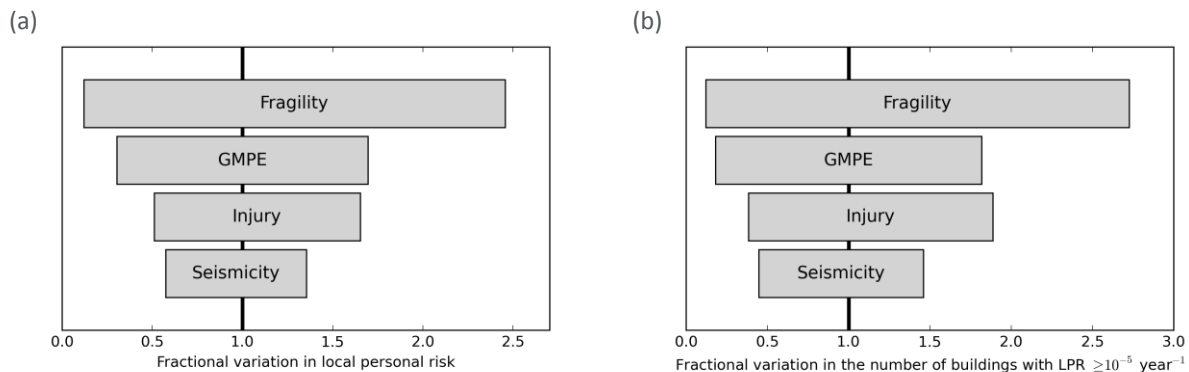


Figure 5.2 Results for 2016-2021 under the 33 bcm production scenario for two different risk metrics: (a) the mean local personal risk for all populated buildings, (b) the number of populated buildings with a local personal risk exceeding 10^{-5} year $^{-1}$. Other assessment periods and production scenarios yield similar results.

6 References

- 1 Guidelines for Developing Quantitative Safety Risk Criteria, Center for Chemical Process Safety, ISBN 978-0-470-26140-8,
- 2 Eerste advies Adviescommissie 'Omgaan met risico's van geïnduceerde aardbevingen' 23 juni 2015,
- 3 Tweede advies Omgaan met hazard- en risicoberekeningen in het belang van handelingsperspectief voor Groningen Adviescommissie 'Omgaan met risico's van geïnduceerde aardbevingen' 29 oktober 2015,
- 4 Eindadvies Handelingsperspectief voor Groningen Adviescommissie 'Omgaan met risico's van geïnduceerde aardbevingen' (Commissie-Meijdam) 14 december 2015,
- 5 Antwoorden van de Minister van Economische zaken op de vragen en opmerkingen van de vaste commissie voor Economische Zaken inzake mijn brief 'Gaswinning Groningen en meerjarenprogramma NCG' (Kamerstuk 33 529, nr. 212).
- 6 Tweede Kamer der Staten-Generaal, MOTIE (33 529 - 189) VAN DE LEDEN JAN VOS EN BOSMAN. Voorgesteld tijdens het Notaoverleg van 1 juli 2015.
- 7 Tweede Kamer der Staten-Generaal, MOTIE (33 529 - 195) VAN HET LID AGNES MULDER C.S. Voorgesteld tijdens het Notaoverleg van 1 juli 2015
- 8 Interim Update of the Hazard and Risk Assessment for induced seismicity in Groningen, NAM, 7th November 2015.
- 9 "Inzichtelijk maken groepsrisico", brief NAM, 30 november 2015.
<http://www.sodm.nl/documenten/publicaties/2015/12/18/5.7-%E2%80%9Cinzichtelijk-maken-groepsrisico%E2%80%9D-brief-nam-30-november-2015>,
- 10 Antwoorden van de Minister van Economische zaken op de vragen en opmerkingen van de vaste commissie voor Economische Zaken inzake mijn brief 'Gaswinning Groningen en meerjarenprogramma NCG' (Kamerstuk 33 529, nr. 212), 24 februari 2016,
- 11 Toelichting Wijk- en Buurtkaart 2013, 2014 en 2015 Respectievelijk Versie 3, 2 en 1, CBS, December 2015.
<https://www.cbs.nl/nl-nl/dossier/nederland-regionaal/geografische%20data/wijk-en-buurtkaart-2015>.
- 12 Study and Data Acquisition Plan for induced seismicity in Groningen, NAM, 1st April 2016.

7 Appendix A – List of Abbreviations

ALARP	As Low As Reasonably Practicable
ARUP	Engineering Company named after founder: Ove Arup
Bcm	N.Bcm refers to a volume of a billion normal cubic meters. Normal means the volume is measured at a standard temperature (0 degree C) and pressure (1 bar)
CBS	Centraal Bureau Statistiek
EZ	Ministerie van Economische Zaken
GR	Group Risk
HRA	Hazard and Risk Assessment
ILPR	Inside Local Personal Risk
I&M	Ministerie van Infrastructuur en Milieu
KNMI	Koninklijk Nederlands Meteorologisch Institute
LPR	Local Personal Risk
M	Earthquake Magnitude
MVR	Maatschappelijk Veiligheidsrisico
NAM	Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V.
NCG	Nationaal Coordinator Groningen
OIA	Objectgebonden Individueel Aardbevingsrisico (Object related individual earthquake risk)
OIR	Object-bound individual risk (same as OIA)
RGR	Reference Group Risk
RIVM	Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu
RTCiM	Rate-Type Compaction isotach Model
SAC	Scientific Advisory Committee
SodM	Staatstoezicht op de Mijnen (also SSM State Supervision of Mines)
SSHAC	Senior Seismic Hazard Analysis Committee
TK	Tweede Kamer (Dutch equivalent of House of Commons)
TNO	Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek, Netherlands Organisation for Applied Scientific Research
TNO-AGE	Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek – Advies Groep Economische Zaken

