Staatstoezicht op de Mijnen
Ministerie van Economische Zaken en Klimaat

Advies over de operationele strategie 2019/2020 voor Groningen-gasveld

Inhoudsopgave

1 Introductie 4

1.1 Wat is de wettelijke basis van dit advies? 4

1.2 Wat zijn de adviesvragen van de minister van Economische Zaken en Klimaat? 4

1.3 Leeswijzer 5

2 Wat is de aanpak van SodM bij de beoordeling van de operationele strategieën? 6

2.1 Op welke wijze geeft SodM invulling aan de nieuwe adviestaak? 6

2.2 Hoe beoordeelt SodM of de bodembeweging zoveel mogelijk wordt beperkt? 6

2.2.1 Welke factoren beïnvloeden de bodembeweging? 6

2.2.2 Hoe werkt de methodiek om de bodembeweging en de veiligheidsrisico's te berekenen? 8

2.2.3 Hoe beoordeelt SodM welke strategie de bodembeweging zoveel mogelijk beperkt? 10

2.3 Hoe beoordeelt SodM de gevolgen van de winning voor de omwonenden en gebouwen? 10

2.3.1 Hoe toetst SodM het veiligheidsrisico aan de veiligheidsnorm? 10

2.3.2 Hoe beoordeelt SodM in hoeverre er sprake is van maatschappelijke ontwrichting? . 11

3 Op welke informatie heeft SodM de beoordeling gebaseerd? 13

3.1 Welke rapporten heeft NAM opgesteld? 13

3.2 Wat zijn de verschillen tussen de HRA uit 2018 en de HRA2019? 13

3.2.1 Snellere gasafbouw. 13

3.2.2 Doorontwikkeling van gebouwendatabase en kwetsbaarheidsmodellen 14

3.3 Wat zijn de effecten van de verschillen tussen HRA2018 en HRA2019? 16

3.3.1 Wat is het effect van de afbouw van de gaswinning op de seismiciteit en seismische dreiging? 16

3.3.2 Wat is het effect van de doorontwikkeling van de gebouwendatabase en kwetsbaarheidsmodellen op de berekende risico's? 18

3.3.3 Conclusie 18

3.4 Waarom is de correctie van de KNMI meetfout nog niet meegenomen? 19

4 Welke operationele strategie is het meest effectief in het beperken van de bodembeweging? 20

4.1 Wat is het verschil tussen beide strategieën? 20

4.2 Hoe ontwikkelt de reservoirdruk zich bij beide operationele strategieën? 20

4.3 Welke bodemdaling veroorzaken de operationele strategieën? 21

4.4 Wat betekenen de operationele strategieën voor de seismiciteit? 22

4.5 In hoeverre kan met de operationele strategieën voldaan worden aan de beperkingen op de regionale productiefluctuaties? 23

4.6 Conclusie t.a.v. beperken van bodembeweging 24

5 Welke operationele strategie beperkt het beste de gevolgen voor omwonenden en gebouwen? 26

5.1 In hoeverre wordt met de beide operationele strategieën aan de veiligheidsnorm voor aardbevingen voldaan? 26

5.2 In hoeverre is er bij beide operationele strategieën sprake van maatschappelijke ontwrichting als gevolg van bodembeweging? 28
5.2.1 Wat is de verwachte aard en omvang van de schade? 28
5.2.2 Hoe loopt de schadeafhandeling en de versterking? 29
5.2.3 Is er sprake van maatschappelijke ontwrichting in Groningen? 30
5.2.4 Conclusie maatschappelijke ontwrichting 31
5.3 Conclusies 31
6 Additionele adviezen voor het vaststellingsbesluit 33
6.1 Hoe beïnvloedt de UGS Norg de operationele strategieën? 33
6.2 Wat is het gevolg van onvoorziene omstandigheden en onderhoud? 33
6.3 Is het vanuit het oogpunt van veiligheid verstandig om de Loppersumclusters in te zetten ten behoeve van de maximale capaciteitsvraag? 34
6.4 Studie- en data-acquisitie-plan 34
7 Overzicht adviezen aan de minister van EZK inzake het operationeel besluit voor het gasjaar 2019/2020 35
7.1 Adviesvragen EZK 35
7.2 Aanvullende adviezen 36
Afkortingenlijst 38
Bijlage A: Ontwikkeling van de seismiciteit 39
Bijlage B: Beoordeling veranderingen in de HRA-modellen en exposure database 41
Inleiding 41
V6 Gebouwendatabase 42
Introductie 42
Wat heeft NAM gedaan om de gebouwendatabase V6 te verbeteren? 42
Wat vind SodM van de verbetering van de gebouwendatabase? 43
Conclusie 44
V6 Kwetsbaarheidscurves 44
Inleiding 44
Hoe zijn de kwetsbaarheidscurves berekend? 45
Welke veranderingen en verbetering zijn er gemaakt in de kwetsbaarheidscurves? 45
Beoordeling SodM 46
Welke activiteiten zijn er door NAM ondernomen voor validatie en evaluatie? 46
Beoordeling SodM: 47
Aanvullende opmerkingen van het Assurance panel 48
Conclusie 48

1 Introductie

1.1 Wat is de wettelijke basis van dit advies?

In 2018 heeft het kabinet besloten dat er niet méér gas uit het Groningen-gasveld geproduceerd mag worden dan nodig is voor de leveringszekerheid. Om dat doel te bereiken zijn de Gaswet en de Mijnbouwwet (verder: Mbw) gewijzigd.

Op grond van deze gewijzigde Mijnbouwwet hoeft de mijnbouwonderneming (op dit moment NAM) voor het Groningen gasveld niet langer een winningsplan in te dienen voor goedkeuring door de minister van Economische Zaken en Klimaat (verder: de minister). Voor het Groningen gasveld dient NAM jaarlijks op verzoek van de minister, één of meerdere operationele strategieën over de inzet van het Groningenveld op te stellen. Dit doet NAM met inachtneming van de raming van de benodigde hoeveelheid gas door Gasunie Transport Services (verder: GTS) en let daarbij op het belang van het minimaliseren van de inzet van het Groningenveld en op het minimaliseren van de verwachte bodembeweging (artikel 52c, tweede lid, van de Mbw).

De minister betrekt bij de vaststelling van de operationele strategie (artikel 52d, tweede lid, van de Mbw):

> *"het veiligheidsbelang en het maatschappelijk belang dat verbonden is aan het niet kunnen voorzien van eindafnemers van de benodigde hoeveelheid laagcalorisch gas en kijkt hierbij in het bijzonder:*
> *a. in hoeverre wordt voldaan aan de veiligheidsnorm van 10^{-5};*
> *b. in hoeverre de leveringszekerheid van verschillende categorieën eindafnemers wordt geborgd;*
> *c. naar het tempo van de afbouw van de vraag;*
> *d. naar het tempo van versterken van gebouwen;*
> *e. naar maatschappelijke ontwrichting als gevolg van bodembeweging veroorzaakt door de winning van gas uit het Groningenveld;*
> *f. naar maatschappelijke ontwrichting als gevolg van het afsluiten van verschillende categorieën eindafnemers."*

Het Staatstoezicht op de Mijnen (verder: SodM) adviseert de minister over de vaststelling van de operationele strategie in het kader van de veiligheid van de gaswinning. In de wijziging van de Mijnbouwwet is de wettelijke adviestaak ten aanzien van de gaswinning in Groningen (artikel 127 van de Mbw) als volgt beschreven:

> *i. Onze Minister te adviseren of de voorgestelde operationele strategie of strategieën, bedoeld in artikel 52c, tweede lid, gelet op de winning van de hoeveelheid gas die ten hoogste uit het Groningenveld benodigd is om eindafnemers van de hoeveelheid laagcalorisch gas te voorzien, de verwachte bodembeweging minimaliseert en de gevolgen daarvan voor omwonenden, gebouwen of infrastructurele werken of de functionaliteit daarvan zoveel mogelijk beperkt.*

1.2 Wat zijn de adviesvragen van de minister van Economische Zaken en Klimaat?

Op 26 maart 2019 heeft de minister SodM gevraagd te adviseren over de operationele strategie voor het gasjaar 2019/2020. SodM is gevraagd om specifiek in te gaan op de volgende vragen:

1. Welke operationele strategie voor het gasjaar 2019/2020 geniet vanuit het oogpunt van veiligheid de voorkeur volgens het Staatstoezicht op de Mijnen?
2. In hoeverre zijn de dreigings- en risicoanalyses behorende bij de voorgestelde operationele strategieën op correcte wijze onderbouwd, uitgevoerd en geanalyseerd?

3. In hoeverre geven de bijbehorende dreigings- en risicoanalyses bij de voorgestelde operationele strategieën een correcte weergave van de 10-jaarsdoorkijk voor de gasjaren na 2019-2020?
4. In hoeverre zijn de uitkomsten van de dreigings- en risicoanalyse behorende bij de (preferentiële) operationele strategie (zie vraag 1) van invloed op de prioritering in de versterkingsaanpak van de meest risicovolle gebouwen?

In dit advies gaat SodM in op de vragen 1 tot en met 3. Adviesvraag 4 moet worden bezien in de context van de voortgang van de versterkingsopgave. In een separaat tweede advies eind mei zal SodM ingaan op deze voortgang en de impact van de dreigings- en risicoanalyse van de geadviseerde operationele strategie op de versterkingsopgave.

Adviesvraag 1 zal worden opgesplitst in twee vragen die aansluiten op de formulering van het wettelijk kader en de wettelijke adviestaak van SodM:

a) Welke voorgestelde operationele strategie minimaliseert de verwachte bodembeweging?
b) Welke voorgestelde operationele strategie beperkt zoveel als mogelijk de gevolgen van de bodembeweging voor omwonenden en gebouwen? Specifiek wordt hier ook gekeken of beide strategieën ertoe leiden dat voldaan wordt aan de norm van 10^{-5}per jaar, én in hoeverre er sprake is van maatschappelijke ontwrichting.

1.3 Leeswijzer

SodM realiseert zich dat dit rapport door verschillende doelgroepen gelezen zal worden. Geïnteresseerde burgers adviseert SodM de adviezen in hoofdstuk 7 te lezen.

Het advies is als volgt opgebouwd:

- Hoofdstuk 2 bevat een beschrijving van de aanpak van SodM bij het beantwoorden van de adviesvragen.
- Hoofdstuk 3 bespreekt de informatie waarop het advies van SodM is gebaseerd, namelijk de uitkomsten van de HRA2019. In dit hoofdstuk beoordeelt de SodM eveneens de verbeteringen die in de HRA2019 ten opzichte van de HRA2018 zijn doorgevoerd, de ontwikkeling van de gasafbouw en de impact van beide aspecten op de berekende seismiciteit en seismische dreiging.
- Hoofdstuk 4 beschrijft welke operationele strategie de bodembeweging minimaliseert. Dit hoofdstuk geeft daarmee antwoord op deelvraag a) van de eerste adviesvraag
- Hoofdstuk 5 beschrijft welke operationele strategie het beste de gevolgen beperkt voor omwonenden en gebouwen. Dit hoofdstuk geeft daarmee antwoord op deelvraag b) van de eerste adviesvraag. Het beantwoord ook de gerelateerde vragen: wordt voldaan aan de 10^{-5} per jaar veiligheidsnorm, en in hoeverre is er sprake van maatschappelijke ontwrichting?
- Hoofdstuk 6 beschrijft een aantal additionele overwegingen voor de operationele strategieën en geeft in het verlengde hiervan een aantal additionele adviezen.
- Hoofdstuk 7 geeft een overzicht van de adviezen van SodM aan de minister.

2 Wat is de aanpak van SodM bij de beoordeling van de operationele strategieën?

2.1 Op welke wijze geeft SodM invulling aan de nieuwe adviestaak?

De nieuwe adviestaak van SodM bestaat uit twee delen. Allereerst wordt SodM gevraagd om te beoordelen of de voorgestelde strategie of strategieën de verwachte bodembeweging minimaliseert. Bodembeweging bestaat daarbij uit twee componenten: bodemdaling en aardbevingen. Daarnaast adviseert SodM de minister of met de strategie of strategieën de gevolgen voor de omwonenden en gebouwen zoveel mogelijk wordt beperkt.

Voor de beoordeling van de bodembeweging zal SodM kijken naar de mate en ruimtelijke verdeling van de bodemdaling en aardbevingen. Voor de aardbevingen zal SodM specifiek ook kijken naar de mate en ruimtelijke verdeling van de verwachte seismische dreiging.

Voor de beoordeling van de gevolgen van de winning voor de omwonenden en gebouwen zal SodM allereerst toetsen in hoeverre met de strategie of strategieën aan de veiligheidsnorm voor aardbevingen wordt voldaan (de zogenaamde objectieve veiligheid). Daarnaast zal SodM beoordelen in hoeverre er sprake is van maatschappelijke ontwrichting als gevolg van bodembeweging. Bij de beoordeling van de maatschappelijke ontwrichting betrekt SodM de schade en de voortgang in de afhandeling van deze schade, de voorspellingen van de mate van schade die nog kan optreden aan gebouwen, de voortgang van de versterkingsoperatie en de invloed van voorgaande elementen op de veiligheidsbeleving.

De aanpak van SodM steunt op de veiligheidsnorm, zoals geadviseerd door de commissie Meijdam. Daarbij maken wij gebruik van de resultaten van de op dit moment best beschikbare methodiek om de veiligheidsrisico's, mate van schade en de onzekerheden daarin te berekenen.[1] Deze methodiek, de zogenoemde Hazard & Risk Assessment (verder: HRA), is ontwikkeld en wordt uitgevoerd door NAM. SodM houdt hierop toezicht. Deze methodologie kent nog zijn beperkingen. Ondanks deze beperkingen kunnen de resultaten uit de methodologie toch gebruikt worden voor het bepalen van de operationele strategie waarmee de seismische risico's op maatschappelijk meest verantwoorde wijze worden geminimaliseerd.

2.2 Hoe beoordeelt SodM of de bodembeweging zoveel mogelijk wordt beperkt?

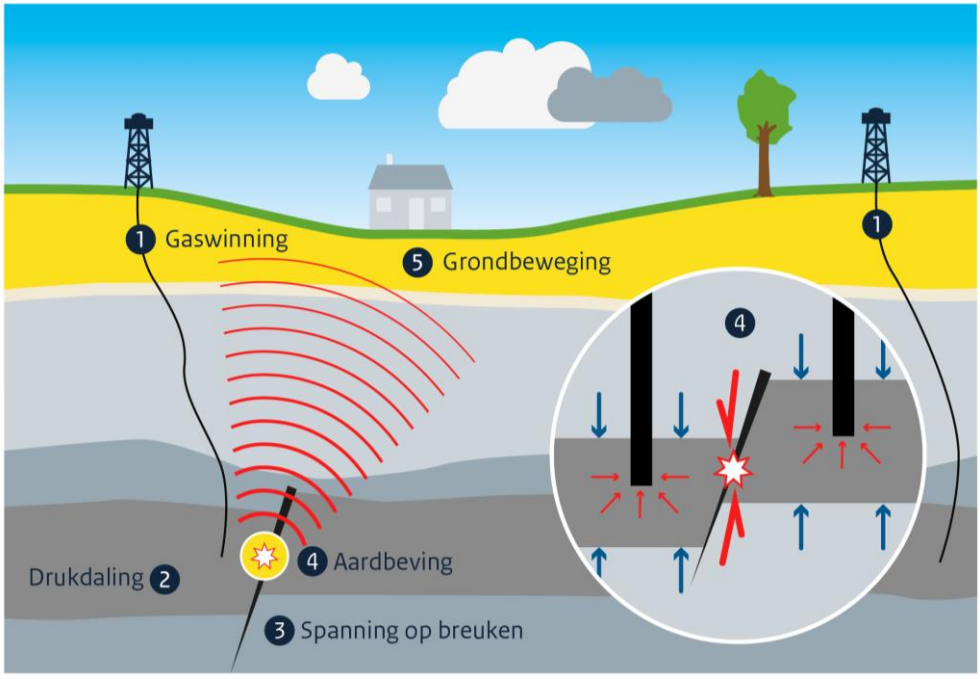
SodM heeft op grond van de aangepaste Mijnbouwwet tot taak om te beoordelen of de voorgestelde strategie of strategieën de verwachte bodembeweging minimaliseert. Bodembeweging bestaat uit twee componenten: bodemdaling en aardbevingen. Om te beoordelen of de bodembeweging zo veel mogelijk wordt beperkt, is een goed begrip nodig over welke factoren hiervoor belangrijk zijn. Daarvoor worden hieronder de factoren beschreven die zowel bodemdaling als de aardbevingen beïnvloeden.

2.2.1 Welke factoren beïnvloeden de bodembeweging?

De gaswinning (❶; Figuur 2-1) zorgt voor daling van de reservoirgasdruk (poriëndruk, ❷). Die daling veroorzaakt een verandering van de mechanische spanningen (stress) in de ondergrond. De verandering in mechanische spanningen heeft twee gevolgen. Het eerste gevolg is dat de gesteentelaag, waaruit het gas wordt geproduceerd, wordt samengedrukt (zie pijltjes in de inzet). Het samendrukken van het gesteente wordt ook wel compactie genoemd. Aan het aardoppervlak is dit indirect waarneembaar als bodemdaling. Het tweede gevolg is een veranderde

[1] Zie voor een uitgebreide beschrijving "Gevolgen voor de veiligheidsrisico's en versterkingsopgave; Advies van Staatstoezicht op de Mijnen naar aanleiding van de afbouw van de gaswinning in Groningen" van 27 juni 2018.

spanningstoestand ❸ op bestaande breuken in de ondergrond, die kan leiden tot bevingen ❹ (lokale, abrupte verschuivingen van gesteente langs bestaande geologische breuken).



Figuur 2-1. Schematische uitleg over het ontstaan van aardbevingen door gaswinning.

Als gevolg van de doorgaande gasdrukdaling wordt steeds meer spanning op de breuken opgebouwd. Bij gelijkblijvende snelheid van drukdaling worden steeds meer delen van de breuken kritisch gespannen. Hierdoor kunnen er steeds meer nieuwe bevingen ontstaan, en kan het aantal bevingen per tijdseenheid toenemen.

Op het moment dat er sprake is van veranderingen in de snelheid van winning, kunnen ook niet-seismische kruip (een onomkeerbare, a-seismische beweging langs een breuk) en breekgedrag op breuken[2] een belangrijke rol spelen. Bij een versnelling van de drukdaling kunnen hierdoor meer en zwaardere bevingen gaan optreden, terwijl bij een afname van de snelheid van drukdaling er juist minder bevingen kunnen gaan optreden. Een deel van de opgebouwde spanningen kan bij een lagere snelheid van drukdaling langzaam wegvloeien, zonder dat er sprake is van bevingen. In welke mate de snelheid van drukdaling invloed heeft, is nog steeds onderwerp van wetenschappelijk onderzoek en nog niet eenduidig bepaald. Wel zijn er indicaties gevonden dat fluctuaties in de productie tot veranderingen van de drukdalingssnelheid leiden die een ongunstig effect op het optreden van bevingen kan hebben. SodM heeft daarom geadviseerd om fluctuaties in de regionale productie zoveel mogelijk te beperken[3]. Echter, als er een keuze moet worden gemaakt tussen het reduceren van volumes en het loslaten van de fluctuatiebandbreedte dan prevaleert volumebeperking.

[2] Een breuk is geen vlak oppervlak. (A-seismische) beweging op de breuk kan belemmerd worden door oneffenheden in het oppervlak. De breuk 'breekt' als deze plotseling gaat bewegen, doordat deze losschiet.

[3] Zie ook de SodM adviezen “Advies Groningen gasveld n.a.v. Rapportage recente aardbevingen Wirdum en Garsthuizen 2016/2017” en “Advies Groningen gasveld n.a.v. aardbeving Zeerijp op 8 januari 2018”.

2.2.2 Hoe werkt de methodiek om de bodembeweging en de veiligheidsrisico's te berekenen?

Voor de risicoberekeningen maakt NAM gebruik van een sinds 2014 ontwikkelde methodiek voor een probabilistische dreigings- en risicoberekening (verder: HRA). De door NAM ontwikkelde methodiek is in lijn met de door SodM voorgestane aanpak om te komen tot een inschatting van de veiligheidsrisico's. SodM heeft de gebruikte methodiek in eerdere adviezen beoordeeld. SodM is van mening dat de modellen van NAM over het algemeen van hoogstaand niveau zijn. De modellen maken grotendeels gebruik van de beste wetenschappelijke kennis die op dit moment beschikbaar is. In dit advies hebben we alleen gekeken naar de veranderingen in modellen ten opzichte van vorige adviezen. De uitgebreide beoordeling van de meest recente modellen is te vinden in bijlage B.

De HRA bestaat uit een serie van acht complexe, opeenvolgende modellen. De output van het ene model, is input voor het volgende model. Deze trein van modellen is in staat om - weliswaar met onzekerheden – het risico te berekenen voor de gebouwen in Groningen.

Samengevat ziet de keten van modellen (ook wel modeltrein genoemd) er als volgt uit (Figuur 2-2):

1) Geologisch model: een statische geologische beschrijving van de ondergrond (structuur, gesteente-eigenschappen, etc.).
2) Dynamisch reservoir model: dit model beschrijft het stromen van het gas door het reservoir.
3) Compactiemodel: dit model beschrijft hoe het gesteente samengedrukt wordt onder de veranderende poriëndruk.
4) Seismologisch model: dit model berekent het aantal, de zwaarte en de locatie van de aardbevingen.
5) Ground Motion Model ('grondbewegingsmodel'; verder: GMM) vertaalt de energie en de verplaatsing tijdens een beving in de beweging aan het aardoppervlak, de zogenaamde grondsnelheid en grondversnelling.

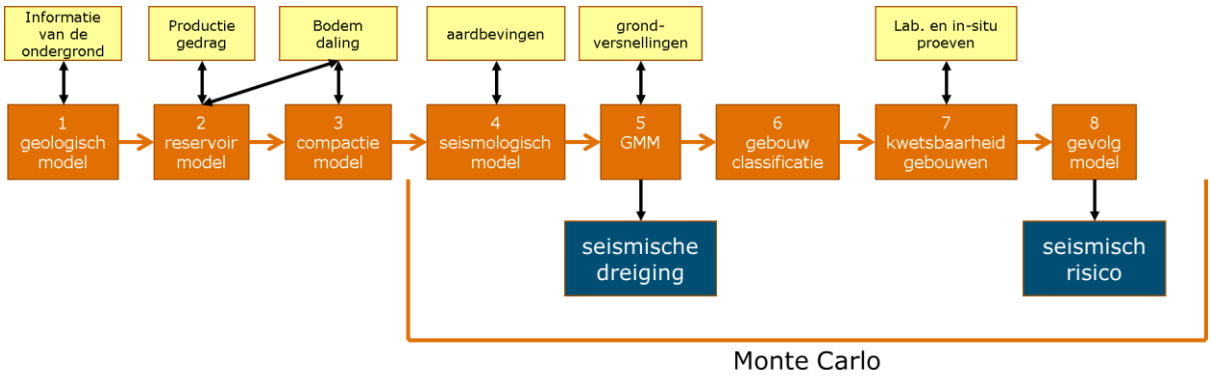
De uitkomst van de modellen 1 tot en met 5 geeft de seismische dreiging weer.

6) Classificatie van gebouwen: alle gebouwen boven en nabij het gasveld worden in kaart gebracht en op basis van hun kenmerken onderverdeeld in verschillende gebouwtypen. Dit model (ook wel 'exposure model' genoemd) beschrijft de verschillende gebouwtypen en de wijze waarop de gebouwen zijn ingedeeld.
7) Kwetsbaarheid van de gebouwen: dit model berekent de kwetsbaarheid van de gebouwtypen in relatie tot de grondbewegingen. Dit bepaalt hoeveel schade er bij een bepaalde grondbeweging kan optreden en in hoeverre een gebouw kan instorten.
8) Gevolgmodel: dit model beschrijft de kans dat een persoon komt te overlijden als een (gedeelte van een) gebouw instort.

De modellen 6 tot en met 8 berekenen uit de seismische dreiging het seismisch risico.

Voor de modellen 1 tot en met 3 wordt er maar één variant berekend op basis van de beste inschatting van de wetenschappers. Het berekenen van de onzekerheidsmarge wordt gedaan met de Monte-Carlo methode over de modellen 4 tot en met 8.

Monte Carlo berekeningsmethode
Dit is een methode waarbij de berekeningen meerdere keren worden herhaald. Bij elke berekening worden willekeurig andere waarden voor de onzekere parameters gebruikt. Het resultaat van deze methode is een bandbreedte van mogelijke oplossingen met een kans, die aangeeft hoe waarschijnlijk deze oplossing is. De meest waarschijnlijke waarde wordt vaak de 'verwachtingswaarde' genoemd. De waarde, die in 90% van de berekeningen, op of onder de berekende waarde ligt, wordt de 'P90' genoemd. De P90-waarde is geen 'worst-case' waarde. Indien bij de beoordeling wordt uitgegaan van de P90-waarde, is er alsnog een kans van 10% dat de echte waarde boven deze P90-waarde ligt.



Figuur 2-2. Trein van modellen waarmee NAM de risico's kan uitrekenen.

Elk van deze modellen kent vele onzekerheden en (model)keuzes en wordt zo goed mogelijk geijkt aan de beschikbare waarnemingen. Om te komen tot een zo goed mogelijke inschatting van de risico's bij het gebruik van een probabilistische aanpak, is het belangrijk dat *alle* onzekerheden met een realistische bandbreedte worden meegenomen. In de huidige modeltrein en bijbehorende berekeningen van NAM is dit echter niet het geval. In de modellen zitten nog veel bekende en onbekende onzekerheden die de uitkomst van de risicoberekeningen beïnvloeden (voor een volledigere beschrijving wordt verwezen naar hoofdstuk 2 uit '*Gevolgen voor de veiligheidsrisico's en versterkingsopgave; Advies van Staatstoezicht op de Mijnen naar aanleiding van de afbouw van de gaswinning in Groningen*' van juni 2018) :

- Nog niet alle bekende onzekerheden worden volledig en consistent meegenomen. Ter illustratie: van de eerste drie modellen in de keten (Figuur 2-2) worden geen onzekerheden meegenomen in de risicoberekening. Er wordt gekozen voor één enkel model met één set parameterwaarden.
- Keuzes voor bijvoorbeeld de grootte van gridcellen (waarmee geografische verschillen uiteindelijk bepaald worden), egalisatiefuncties (waarmee puntschattingen tot doorlopende lijnen worden omgevormd, die vervolgens de basis voor de verdere berekeningen vormen) en de wijze van kalibratie van rekenuitkomsten aan de metingen in het Groningen-gasveld (waardoor de rekenuitkomsten significant bijgesteld kunnen worden) zijn niet volledig beschreven.
- Voor het overgrote deel van de gebouwen is het nog niet mogelijk om in de gebouwendatabase (Exposure Database; verder: EDB) op basis van beschikbare kenmerken een eenduidige typologie te bepalen. Hiervoor is informatie over het gebouw noodzakelijk die niet uit de publiek beschikbare gegevens te halen zijn.
- De modellen worden gekalibreerd aan een wetenschappelijk gezien beperkte set van waarnemingen.

De onzekerheden kunnen zowel tot een overschatting als een onderschatting van het berekende veiligheidsrisico leiden. NAM is continu bezig om de modellen in de berekeningsmethode te verbeteren: de modellen worden verfijnd, nieuwe inzichten worden verwerkt en nieuwe waarnemingen worden gebruikt om de kalibratie van de modellen te verbeteren. Daarnaast worden onder andere binnen het onafhankelijke 'Kennisprogramma Effecten Mijnbouw' (verder: KEM) onderzoeken uitgevoerd om de modellen en de gebruikte waarnemingen te verifiëren en valideren.

Ook naar de toekomst toe zal daardoor, bijvoorbeeld bij de jaarlijkse onderbouwing van het operationele plan, rekening moeten worden gehouden met een veranderende, soms lagere, dan weer hogere, risicoschatting ten gevolge van de doorontwikkeling en her-kalibratie van de modellen en de gebouwendatabase.

Als een terzijde wil SodM hier het belang van de volgende gemaakte afspraken onderstrepen:

- Gebouwen die eenmaal in het versterkingsprogramma op genomen zijn, worden er niet op basis van nieuwe inzichten weer uit gehaald, en
- eenmaal gewekte verwachtingen met betrekking tot planning en uitvoering worden niet door nieuwe inzichten teniet gedaan.

Met deze afspraken wordt gewaarborgd dat het versterkingsprogramma voorspelbaar en navolgbaar kan worden uitgevoerd.

2.2.3 Hoe beoordeelt SodM welke strategie de bodembeweging zoveel mogelijk beperkt?

In het verlengde van bovenstaand beschreven oorzaak-gevolgketen, zal SodM eerst kijken naar de daling van de reservoirdruk onder beide operationele strategieën. Vervolgens zal worden gekeken naar de mate en ruimtelijke verdeling van de bodemdaling en de aardbevingen. Daarnaast zal SodM specifiek voor de aardbevingen ook kijken naar de mate en ruimtelijke verdeling van de verwachte seismische dreiging.

Aangezien er indicaties zijn gevonden dat fluctuaties in de productie tot veranderingen van de drukdalingssnelheid leiden die weer een ongunstig effect kunnen hebben op het optreden van bevingen, kijkt SodM ook naar de fluctuaties in de voorgestelde strategieën.

2.3 Hoe beoordeelt SodM de gevolgen van de winning voor de omwonenden en gebouwen?

Voor de beoordeling van de gevolgen van de winning voor de omwonenden en gebouwen zal SodM allereerst toetsen in hoeverre met de strategie of strategieën aan de veiligheidsnorm voor aardbevingen wordt voldaan (de zogenaamde objectieve veiligheid). Daarnaast zal SodM beoordelen in hoeverre er sprake is van maatschappelijke ontwrichting als gevolg van bodembeweging.

2.3.1 Hoe toetst SodM het veiligheidsrisico aan de veiligheidsnorm?

In 2015 heeft de commissie Meijdam op verzoek van de minister geadviseerd om voor aardbevingsrisico's een veiligheidsnorm voor het individueel risico (IR) van 10^{-5} per jaar te hanteren, met voor bestaande bebouwing een tijdelijk te hanteren grenswaarde van 10^{-4} per jaar. Gebouwen met een risico boven deze grenswaarde dienen met voorrang te worden aangepakt. Het kabinet heeft met de kamerbrieven van 3 november 2015[4] en 18 december 2015[5] de Tweede Kamer geïnformeerd, dat zij dit advies heeft overgenomen en vastgelegd in haar risicobeleid.

De veiligheidsnorm beschrijft de jaarlijkse kans dat iemand komt te overlijden als gevolg van het bezwijken van een bouwwerk, of het vallen van objecten van een bouwwerk, als gevolg van de bijzondere belasting door een aardbeving. In de kamerbrief van 7 maart 2019[6] heeft de minister vastgelegd dat in deze definitie uitgegaan moet worden van een permanente verblijfsduur. SodM toetst de *veiligheidsrisico's* aan de hand van de *verwachtingswaarde* (de best mogelijke schatting) uit de berekeningen van NAM zoals beschreven in paragraaf 2.2.2.

Omdat de bekende en onbekende onzekerheden in het model groot zijn moet rekening worden gehouden met een veranderende, soms lagere, dan weer hogere, risicoschatting. Bij incomplete kennis en grote onzekerheden is het gebruikelijk om te werken met veiligheidsmarges. SodM heeft daarom bij het adviseren van mogelijke maatregelen in haar Zeerijp-advies[7] (1 februari 2018) en het

[4] *Kamerstukken II* 2015/16, 33529, 205 (Kamerbrief).

[5] *Kamerstukken II* 2015/16, 33529, 212 (Kamerbrief).

[6] *Kamerstukken II* 2018/19, 33529, 585 (Kamerbrief).

[7] SodM advies 'Advies Groningen gasveld n.a.v. aardbeving Zeerijp op 8 januari 2018'.

advies van 27 juni 2018[8] gebruikt gemaakt van een veiligheidsmarge. De keuze voor de grootte van de veiligheidsmarge is een praktische en bestuurlijke keuze. Vanuit wetenschappelijk oogpunt is de keuze voor een bepaalde veiligheidsmarge arbitrair.

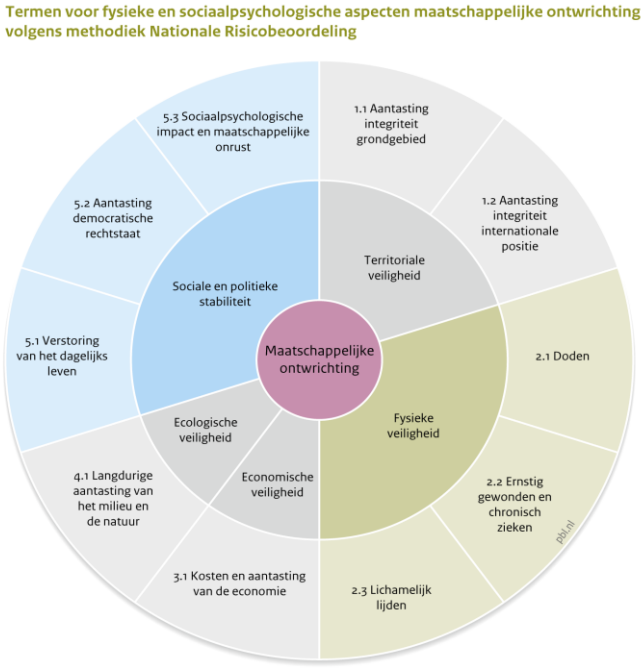
In het Zeerijp-advies en advies over de versterkingsopgave van 27 juni 2018 heeft SodM voor de bepaling van de te nemen maatregel de zogenaamde P90 uit de berekeningen van NAM overgenomen. De P90 is de waarde, waarbij de uitkomst in 90% van de berekeningen op of onder deze waarde ligt; er is een kans van 10% dat de echte waarde boven deze P90-waarde ligt. De afstand in de uitkomsten tussen verwachtingswaarde en de P90 is de marge die SodM heeft gehanteerd. Hiermee heeft SodM zich voor de maatregelen gebaseerd op de berekende onzekerheid in de uitkomsten van de risicoberekeningen, welke een reflectie is van de huidige stand van de kennis in de modellen. Deze P90 wordt in dit advies niet verder gebruikt, maar is wel van belang bij bijvoorbeeld het bepalen van de omvang van de versterkingsoperatie waarover eind mei nader geadviseerd zal worden.

2.3.2 Hoe beoordeelt SodM in hoeverre er sprake is van maatschappelijke ontwrichting?

SodM is afgelopen jaar vaak in de regio geweest. Zij heeft met individuele burgers gesproken om haar beeld van de situatie te verdiepen. Ook is SodM op veel voorlichtingsbijeenkomsten geweest om haar rol en haar adviezen toe te lichten, om te luisteren en veel vragen te beantwoorden. SodM hoort op deze momenten de onmacht, frustratie en boosheid. Maar is er ook sprake van maatschappelijke ontwrichting? Wat verstaan we daar eigenlijk onder?

De Strategie Nationale Veiligheid 2013 van het ministerie Veiligheid en Justitie[9] beoogt maatschappelijke ontwrichting te voorkomen en richt zich daartoe op crises die kunnen leiden tot maatschappelijke ontwrichting. Het gaat dan met name om aantasting van de vitale belangen van de Nederlandse samenleving: territoriale veiligheid, fysieke veiligheid, economische veiligheid, ecologische veiligheid, en sociale en politieke stabiliteit (Figuur 2-3). Om verschillende typen dreigingen te kwantificeren en vergelijken, is de Nationale risicobeoordeling ontwikkeld.

Hierbij zijn de vitale belangen uitgesplitst naar een aantal beoordelingscriteria (Figuur 2-3) en wordt een beoordelingsmethodiek beschreven [in voetnoot: zie 'Werken met scenario's, risicobeoordeling en capaciteiten' van het ministerie van Veiligheid en Justitie]. Deze methodiek wordt gebruikt om



Figuur 2-3. Termen voor fysieke en sociaalpsychologische aspecten van maatschappelijke ontwrichting volgens de methodiek van de Nationale Risicobeoordeling.

[8] 'Gevolgen voor de veiligheidsrisico's en versterkingsopgave; Advies van Staatstoezicht op de Mijnen naar aanleiding van de afbouw van de gaswinning in Groningen' van 27 juni 2018

[9] Werken met scenario's, risicobeoordeling en capaciteiten in de Strategie Nationale Veiligheid. Ministerie van Veiligheid en Justitie, maart 2013. https://www.nctv.nl/binaries/j-18099-leidraad-nationale-veiligheid2kolommen_tcm31-32501.pdf

crisisscenario's te beoordelen. De methodiek leent zich ook om een daadwerkelijke zich ontwikkelende situatie te beoordelen.

Een aantal criteria zijn met name van belang bij de beoordeling van de situatie in de regio

- Impactcriterium 2.2 'Ernstig gewonden en chronisch zieken' waarbij chronisch zieken gedefinieerd worden als 'personen die gedurende lange periode (> 1 jaar) beperkingen ondervinden: medische zorg nodig hebben, niet of gedeeltelijk kunnen deelnemen aan het arbeidsproces, door hun ziekte belemmering ervaren in het sociale functioneren';
- Impactcriterium 3.1 'Kosten en aantasting van de economie', waarbij kosten materiële schade, gezondheid schade, financiële schade, bestrijdingskosten en herstelkosten omvatten;
- Impactcriterium 5.2 'Aantasting van de democratische rechtsstaat' dat gedefinieerd wordt als 'De aantasting van het functioneren van de instituties van de Nederlandse democratische rechtsstaat en/of de aantasting van rechten en vrijheden en andere kernwaarden verbonden aan de Nederlandse democratische rechtsstaat zoals vastgelegd in de grondwet'; en
- Impactcriterium 5.3 'Sociaalpsychologische impact en maatschappelijke onrust' wat gedefinieerd wordt als 'De reactie van de bevolking die door negatieve emoties en gevoelens wordt gekarakteriseerd (zoals angst, boosheid, ontevredenheid, verdriet, teleurstelling, paniek, walging, gelatenheid/apathie). Het betreft de bevolking als geheel, dus naast de direct getroffenen ook burgers die het incident of proces via media of anderszins ervaren. De uitingen van deze emoties en gevoelens kunnen al dan niet waarneembaar (d.w.z. hoorbaar, zichtbaar, leesbaar) zijn'.

SodM beoordeelt de situatie aan de hand bovenstaande impact criteria. Bij de beoordeling in hoeverre er sprake is van maatschappelijke ontwrichting kijkt SodM naar:

1. De omvang van de schade die is opgetreden in de regio,
2. De voorspellingen van de mate van schade die nog kan optreden aan gebouwen,
3. De voortgang van de schadeafhandeling en de versterkingsopgave,
4. De impact van bovenstaande op de gezondheid, de veiligheidsbeleving en het vertrouwen in overheid en de aanpak.

Bij haar beoordeling SodM betrekt informatie verkregen van de provincie Groningen en de gemeenten, de jaarrapportage van onafhankelijk raadsman Leendert Klaassen en de relevante onderzoeken van de Rijksuniversiteit Groningen (RUG).

3 Op welke informatie heeft SodM de beoordeling gebaseerd?

3.1 Welke rapporten heeft NAM opgesteld?

De minister heeft NAM verzocht om (conform artikel 52c van de Mijnbouwwet) voor het gasjaar 2019/2020 in ieder geval twee operationele strategieën voor te stellen[10]. De basis voor deze strategieën vormt de raming van GTS voor de productiehoeveelheden benodigd voor het voldoen aan de leveringszekerheid[11]. De eerste strategie minimaliseert de grondsnelheid gewogen met de lokale bevolkingsdichtheid (operationele strategie 1; verder: OS1). De tweede strategie minimaliseert het aantal te verwachten bevingen per jaar (operationele strategie 2; verder: OS2). De door de minister gevraagde uitgangspunten voor de twee operationele strategieën zijn gebaseerd op de optimalisatie studie van NAM uit 2018[12].

Op 22 maart 2019 heeft NAM deze operationele strategieën bij de minister aangeleverd[13] samen met een nieuwe HRA (verder: HRA2019)[14]. In de HRA2019 wordt de verwachte bodembeweging, de seismische risico's en de gevolgen voor omwonenden en gebouwen nader onderbouwd. De analyses zijn zowel per kalenderjaar als voor het gasjaar 2019/2020 uitgevoerd. In de HRA2019 is ook de 10-jaarsverwachting opgenomen.

3.2 Wat zijn de verschillen tussen de HRA uit 2018 en de HRA2019?

3.2.1 Snellere gasafbouw.

Op 29 maart 2018 presenteerde de minister in een brief aan de Tweede Kamer de maatregelen die hij wil nemen om de gaswinning over een periode van zo'n tien jaar terug te brengen naar nul (de zogenaamde afbouwscenario's). Deze afbouwscenario's vormden de basis voor de zogenoemde 'Hazard and Risk Assessment' van juni 2018 (verder: HRA2018).

Naast de GTS-raming voor het gasjaar 2019/2020 en verder is NAM voor de HRA2019 uitgegaan van de in het instemmingsbesluit van november 2018 vastgelegde productie voor het gasjaar 2018/2019 en de daadwerkelijk gerealiseerde productie in het gasjaar 2017/2018 (Tabel 3-1).

In de HRA2018 werd de productie voor het gasjaar 2017/2018 ingeschat op 21,6 miljard Nm^3, voor het gasjaar 2018/2019 een productie van 20,4 miljard Nm^3 en voor het gasjaar 2019/2020 een productie van 18,2 miljard Nm^3.

Ten opzichte van dit uitgangspunt is de werkelijk gerealiseerde productie in 2017/2018 1,5 miljard Nm^3 lager uitgekomen op 20,1 miljard Nm^3. Voor het gasjaar 2018/2019 is de verwachting inmiddels dat de gaswinning uitkomt op 18,8 miljard Nm^3 (1,6 miljard Nm^3 lager dan in de HRA2018 veronderstelt).

Figuur 3-1 laat de ontwikkeling van de graaddagen voor het gasjaar 2018/2019 zien. Tot nog toe is er sprake van een relatief warm gasjaar. De prognose voor de totale gaswinning voor het gasjaar 2018/2019 ligt tussen 16,7 miljard Nm^3 en 19,5 miljard Nm^3.

---

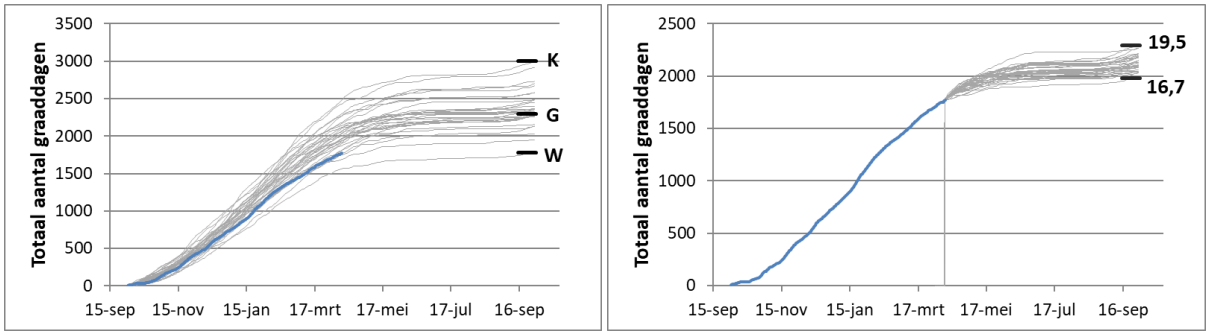
[10] Brief van de Minister van Economische Zaken "Verzoek tot voorstellen van twee operationele strategieën voor het gasjaar 2019-2020" van 13 februari 2019.

[11] Gasunie Transport Services "Raming benodigd Groningenvolume en capaciteit gasjaar 2019/2020 en verder" van 31 januari 2018.

[12] NAM 'Production Optimisation 2018'.

[13] 'Operationele Strategieën voor het gasjaar 2019-2020' (EP201903202798), 22 maart 2019.

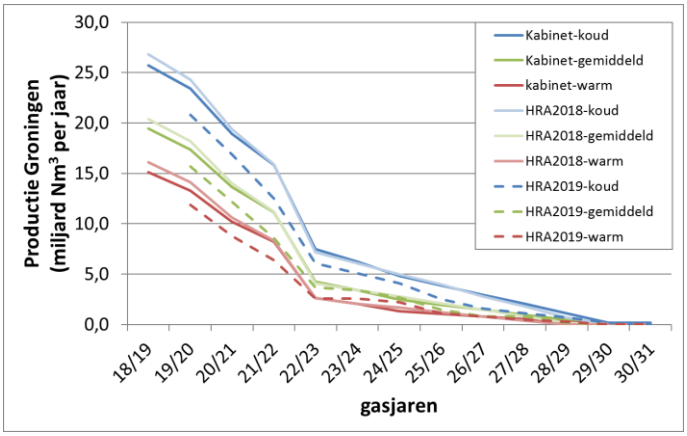
[14] 'Seismic Hazard and Risk Assessment Groningen Field, update for production profile GTS-raming 2019', maart 2019.



Figuur 3-1. Links: Ontwikkeling van de graaddagen in het gasjaar 2018/2019 ten opzichte van de bandbreedte van scenario's voor de afgelopen 30 jaar. Rechts: De prognose voor het totaal aantal graaddagen voor het gasjaar 2018/2019 op basis van de ontwikkeling van de scenario's in de nog resterende maanden van het gasjaar. (Peildatum: 10 april 2019)

Op 31 januari 2019[7] heeft GTS geadviseerd om voor het gasjaar 2019/2020 voor een gemiddeld temperatuurscenario uit te gaan van een productie van 15,7 miljard Nm^3 (2,5 miljard Nm^3 lager dan in de HRA2018 veronderstelt). Dit getal is opgenomen in de HRA2019.

In Figuur 3-2 geven de gestippelde lijnen de uitgangspunten voor de HRA2019 en de lichte doorgetrokken lijnen die voor de HRA2018 (steeds voor drie temperatuurscenario's).



Figuur 3-2. Overzicht van de ontwikkeling van de verschillende afbouwscenario's met de tijd.

Tabel 3-1. Kort overzicht van de versnelde gasafbouw; verschillen tussen de scenario's gebruikt in HRA2018 en HRA2019 voor de gasjaren 2017/2018, 2018/2019 en 2019/2020.

	HRA2018 miljard Nm^3	HRA2019 miljard Nm^3
2017/2018	21,6	20,1
2018/2019	20,4	18,8
2019/2020	18,2	15,7

3.2.2 Doorontwikkeling van gebouwendatabase en kwetsbaarheidsmodellen

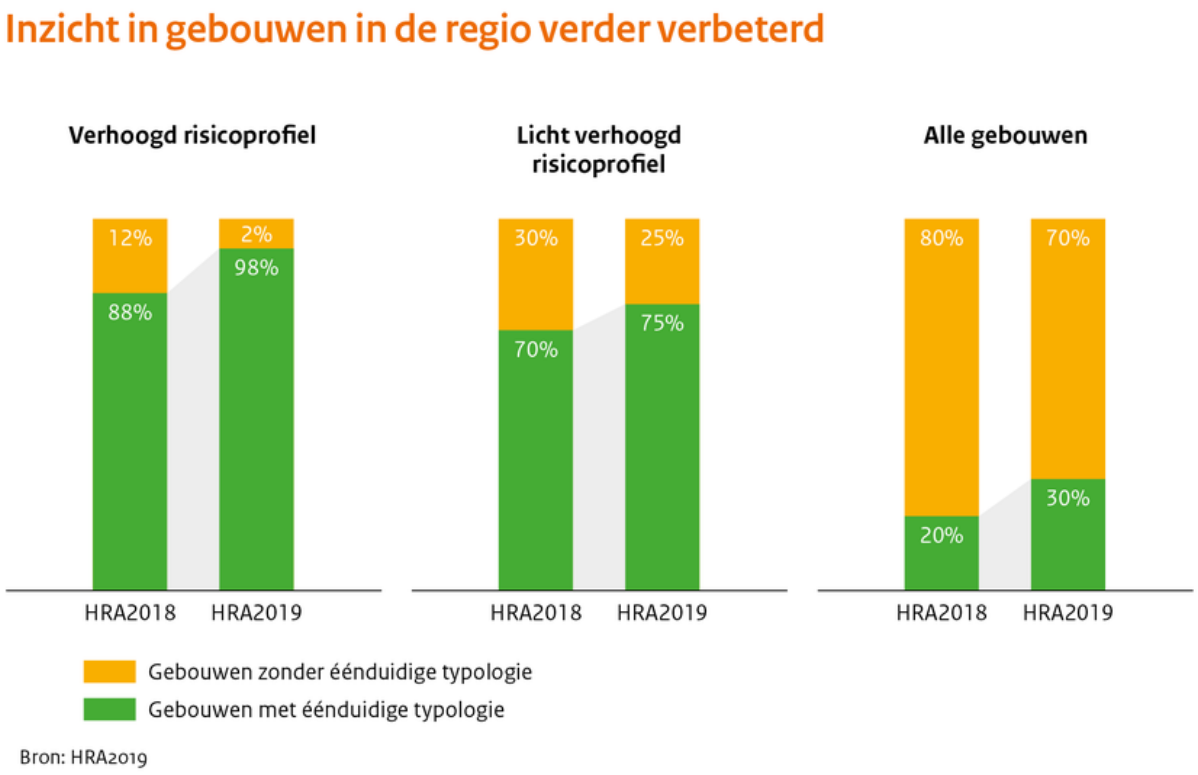
Ten opzichte van de HRA2018 zijn de modellen die gebruikt worden om de seismische dreiging te berekenen niet veranderd (model 1 t/m 5 in Figuur 2-2). Wel zijn er in de HRA2019 verbeteringen doorgevoerd in de data en modellen die nodig zijn om de seismische dreiging door te rekenen naar risico. Ten eerste in de gebouwendatabase (verder: EDB, model 6 in Figuur 2-2). Dit is de database met informatie omtrent de gebouwen in het gebied. Ten tweede zijn de kwetsbaarheidscurves verder doorontwikkeld en verbeterd (model 7 in Figuur 2-2). Deze curves beschrijven de relatie tussen grondbewegingen en de kans op schade en (deels) instorten van een woning.

Om de gebouwendatabase te verbeteren heeft NAM bij de Groningse gemeenten zoveel mogelijk bouwkundige informatie, zoals bouwtekeningen, opgevraagd. Nadruk heeft hierbij gelegen op appartementsgebouwen en gebouwen waarvan er een vermoeden was dat deze mogelijk tot een kwetsbare typologie behoren. De informatie die hieruit beschikbaar is gekomen, is in de database verwerkt. Het gevolg is dat voor het overgrote deel van de gebouwen die in de HRA2019 een P90 boven de norm hebben, nu met meer dan 80% zekerheid vastgesteld is wat de typologie van het gebouw is (Figuur 3-3). Voor het grootste deel van de overige gebouwen en een klein deel van de bovenstaande gebouwen is dit door het ontbreken van gegevens nog steeds niet mogelijk. In de

risicoberekening wordt voor deze gebouwen nog steeds gewerkt met een gewogen gemiddelde over meerdere gebouwtypologieën.

In aanvulling op het opnemen van bouwtekeningen heeft NAM ook een groot aantal externe inspecties van gebouwen gedaan om te komen tot een betere inschatting van de typologie en de mogelijke sterkte van de gebouwen. NAM heeft hierbij vooral gezocht naar gebouwen die mogelijk zwakker zijn dan de sterkte waar in de HRA2018 vanuit is gegaan.

Bovenstaande aanpassingen aan de gebouwendatabase hebben ertoe geleid dat een aantal gebouwen een andere, meest waarschijnlijke typologie hebben gekregen. Hierdoor verandert de risico-inschatting van deze gebouwen.



Figuur 3-3. Overzicht van het percentage gebouwen in de verschillende groepen (gehele database, boven de norm en P90) dat met hoge waarschijnlijkheid toegewezen kan worden aan een typologie.

Tevens zijn een aantal typologieën verder onderverdeeld, waarbij elke sub-typologie een eigen kwetsbaarheidscurve heeft gekregen met een eigen kleinere onzekerheidsbandbreedte. Ook wordt nu in de kwetsbaarheidscurves een trillingssignaal met de karakteristieken (zoals frequentie en duur) van een Groningse aardbeving gebruikt om het gedrag van de gebouwen in reactie op een beving te berekenen. Tenslotte heeft NAM een aantal vereenvoudigingen uit de kwetsbaarheidsmodellen gehaald en gebruikt nu complexere en completere uitwerkingen in de HRA2019.

SodM is van mening dat de verbeteringen aan zowel de gebouwendatabase als aan de kwetsbaarheidscurves een vooruitgang zijn. Een nauwkeurige beoordeling van de verbeteringen in de gebouwendatabase en de kwetsbaarheidscurves zijn beschreven in bijlage B. Het is belangrijk om op te merken dat een aantal documenten die de verbeteringen in detail beschrijven nog ontbreken en dat deze naar verwachting later in 2019 voor SodM beschikbaar zullen zijn. Totdat deze documenten beschikbaar komen, is de beoordeling van de gebouwendatabase en de kwetsbaarheidscurves voorlopig en kan deze niet als volledig geverifieerd worden beschouwd.

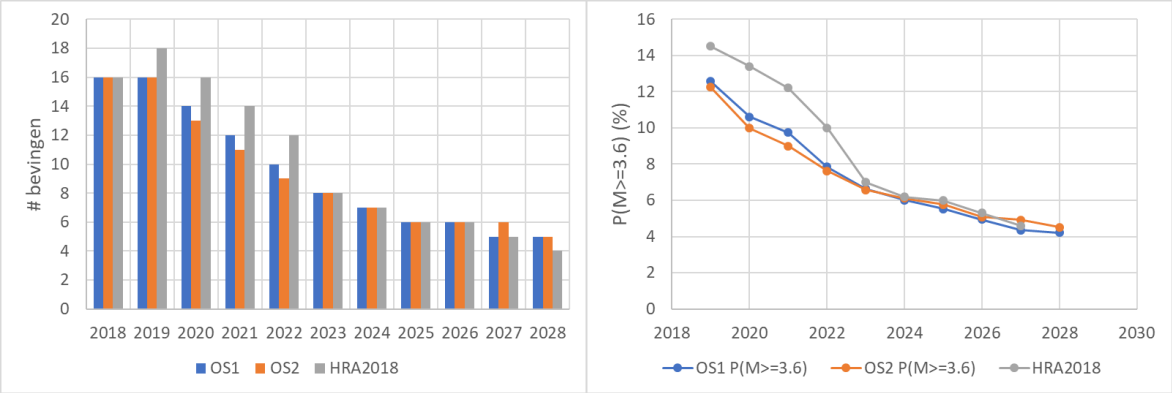
3.3 Wat zijn de effecten van de verschillen tussen HRA2018 en HRA2019?

3.3.1 Wat is het effect van de afbouw van de gaswinning op de seismiciteit en seismische dreiging?

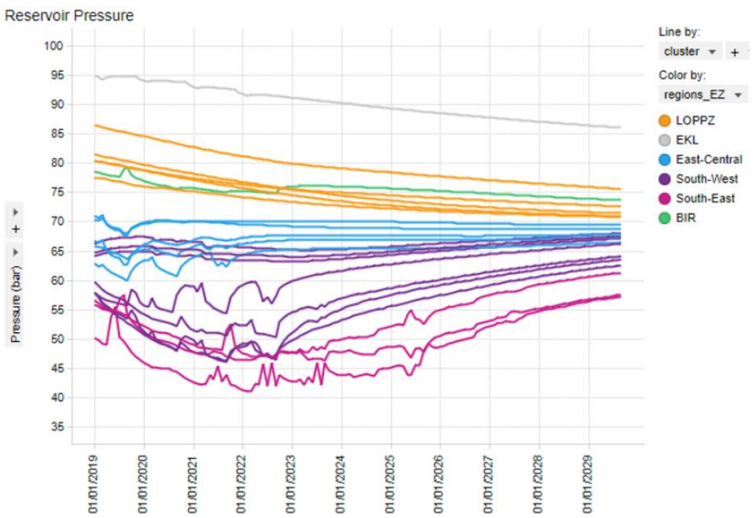
Doordat de gerealiseerde gasproductie en de prognoses voor de toekomstige gaswinning in de HRA2019 lager liggen dan in de HRA2018 is het verwachte aantal bevingen in het gasveld en de kans op een zwaardere beving afgenomen (Figuur 3-4). Voor 2019 is de kans op een beving met een sterkte van 3,6 of zwaarder in de HRA2019 met ongeveer 2% afgenomen ten opzichte van de HRA2018 (van 14,5% naar ongeveer 12,5%).

Op de lange termijn (na 2022) zijn de voorspellingen nagenoeg gelijk. Dit komt doordat de productie zodanig laag is, dat de druk zich in het gehele gasveld gaat vereffenen. Het aantal bevingen op de wordt dan bepaald door de drukegalisering in het Groningen gasveld en niet door de (lage) productie die dan nog plaatsvindt: Vanaf ongeveer 2021 zal de druk in de zuidelijke clusterregio's stabiliseren en vanaf 2023 weer gaan stijgen (roze en paarse lijnen in Figuur 3-5).

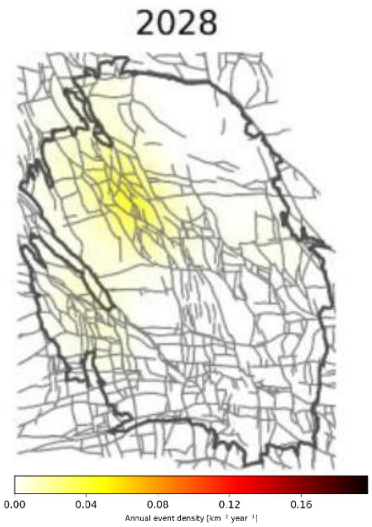
De druk in de regio rond Loppersum blijft echter dalen (gele lijnen in Figuur 3-5). Doordat de druk in deze regio ongeveer 30 bar hoger is dan de druk in het zuiden van het veld stroomt gas uit deze regio naar de productieclusters in het zuiden, waar het geproduceerd wordt. Dit levert de bijzondere situatie op dat na 2023 de druk stijgt in het gebied waar ook het meest geproduceerd wordt omdat het effect van de drukvereffening groter is dan het effect van de productie. Dit betekent dat er weliswaar steeds minder bevingen zullen optreden, maar dat deze bevingen vooral in het Loppersumgebied zullen blijven voorkomen (Figuur 3-6).



Figuur 3-4. Ontwikkeling van de seismiciteit in HRA2019 versus HRA 2018. Links: het voorspelde aantal bevingen (verwachtingswaarde) in het Groningen gasveld. Rechts: de kans op een beving met een magnitude van 3,6 of groter.

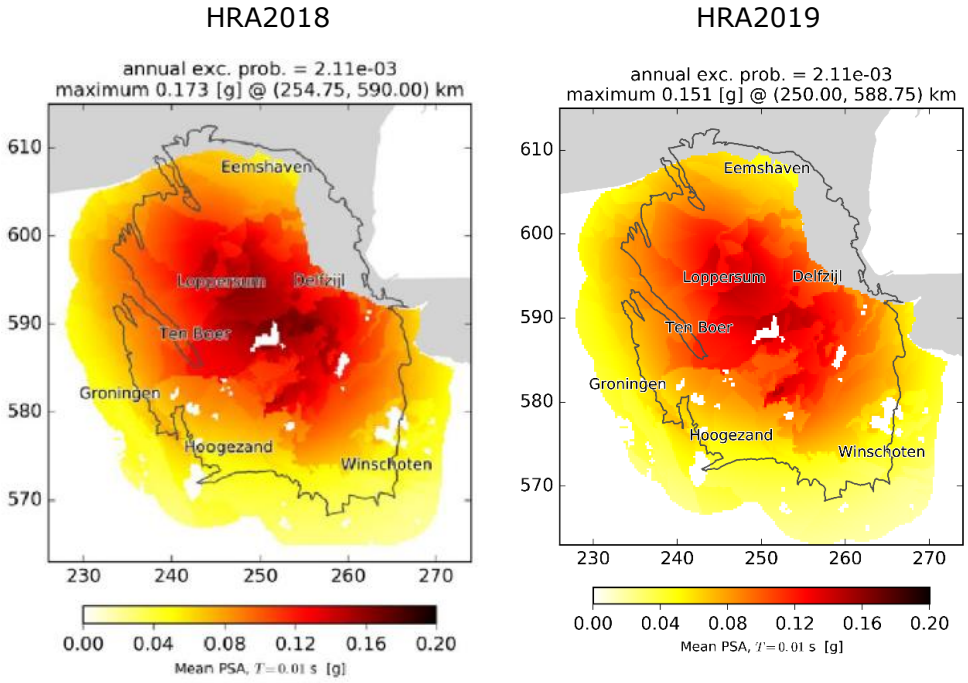


Figuur 3-5. 10-jaar ontwikkeling van de reservoirdruk in de verschillende clusterregio's van het Groningen gasveld



Figuur 3-6. Voorspelde aardbevingsdichtheid in 2028.

Met de afname van de verwachte seismiciteit neemt ook de verwachte dreiging boven het Groningen gasveld af. De hoogste waarde voor de piekgrondversnelling in 2019 is met 0.022g afgenomen ten opzichte van de HRA2018 (zie Figuur 3-7). Daarnaast is in Figuur 3-7 te zien dat over het gehele gebied de kleuren lichter geworden zijn. Dit betekent dat over het gehele gebied de dreiging is afgenomen.



Figuur 3-7. Vergelijking van de seismische dreiging berekend met de HRA2018 (links) en de HRA2019 (rechts). Het verschil in dreiging komt door de afbouw van de gaswinning. De modellen die gebruikt worden om de dreiging te berekenen zijn in beide berekeningen hetzelfde.

3.3.2 Wat is het effect van de doorontwikkeling van de gebouwendatabase en kwetsbaarheidsmodellen op de berekende risico's?

De analyse van de verschillen tussen de HRA2018 en HRA2019 laat zien dat door de veranderingen in de gebouwendatabase en kwetsbaarheidscurves er verschuivingen zijn opgetreden in de berekende risico's.

SodM heeft in een snelle review[15] van de HRA2019 in meer detail gekeken naar gebouwen die in de HRA2018 voldeden aan de veiligheidsnorm en in de HRA2019 een berekend risico hadden waarvan de P90 of de verwachtingswaarde boven de veiligheidsnorm lagen. Het gaat om ruwweg drie duizend gebouwen. Bij deze toetsing heeft SodM geconstateerd dat in deze groep gebouwen veel gebouwen zitten die met de aangebrachte verbeteringen in de gebouwendatabase, in de meest kwetsbare gebouwtypologie terecht zijn gekomen. Dit is de gewone boerderij met schuur (verder: URM1_F).

Wat is er hier aan de hand? De gewone boerderij met schuur (URM1_F) is één van de nieuwe typologieën ten opzichte van de HRA2018 als precisering van de typologie 'laagbouw met baksteen muren, en houten vloeren' (de URM1 typologie). Met de nieuw ontwikkelde kwetsbaarheidscurves komen de gewone boerderijen met schuur (URM1_F) zwakker uit de modelberekeningen dan in voorgaande versies. Doordat NAM gericht heeft gezocht naar panden die mogelijk bij deze zwakke typologie zouden kunnen behoren, zijn panden waarvan vroeger onduidelijk was bij welke typologie ze exact behoorden nu aan deze zwakke typologie (URM1_F) toegewezen. Deze verandering verklaart in belangrijke mate waarom gebouwen die in de HRA2018 nog aan de norm voldeden in de HRA2019 een hoger risico hebben.

Gegeven het feit dat veranderingen in de gebouwendatabase zo'n verschuiving veroorzaakt en dat van nog een belangrijk deel van de gebouwen in de regio nog geen éénduidige typologie is vastgesteld, onderstreept SodM het belang om de gebouwendatabase verder te verbeteren. Het is belangrijk dat NAM verder gaat om zoveel mogelijk gebouwen zo snel mogelijk aan één unieke typologie toe te schrijven.

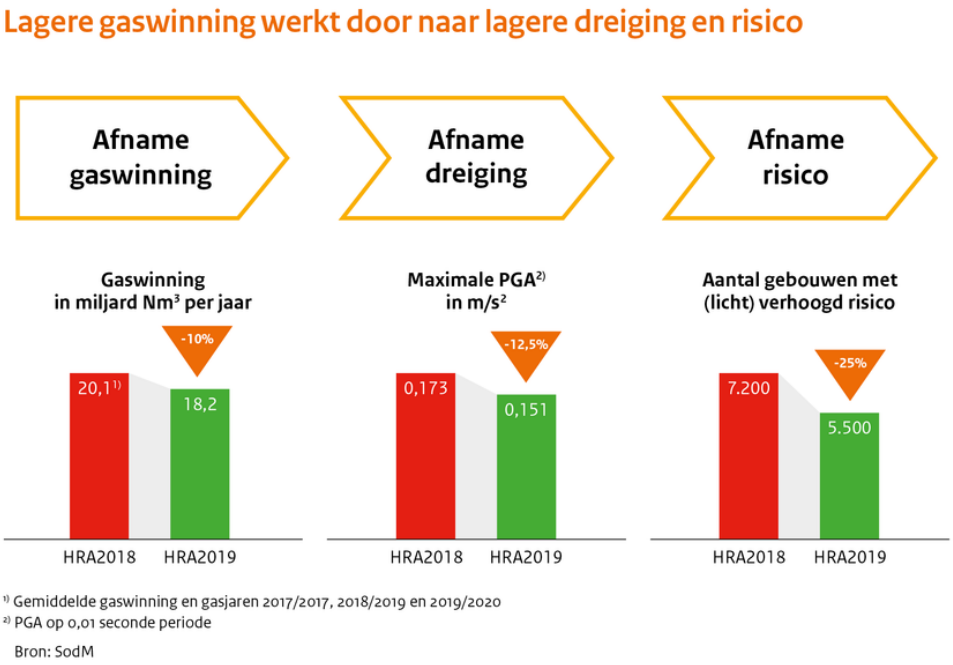
SodM adviseert de minister om te zorgen dat alle inspectiegegevens (zowel van inspecties uitgevoerd voor de schade-afhandelingen als inspecties uitgevoerd voor de versterkingsoperatie) zo snel mogelijk beschikbaar komen om de gebouwendatabase mee te verbeteren. Ook adviseert SodM de minister om op korte termijn gericht een simpele enquête uit te voeren onder bewoners zodat zij belangrijke aanvullende gegevens kunnen leveren om de gebouwen beter in te delen.

3.3.3 Conclusie

De gasafbouw gaat sneller dan aangenomen in de afbouwscenario's van de minister. Gemiddeld ligt de winning in de gasjaren 2017/2018, 2018/2019 en 2019/2020 in de HRA2019 ongeveer 10% lager dan in de HRA2018. Dit heeft een positief effect op het aantal bevingen en de kans op zwaardere bevingen. Met de afname van de seismiciteit neemt ook de seismische dreiging met ongeveer 12,5% af (Figuur 3-8). Daarmee heeft de afbouw van de winning ook een positief effect op het veiligheidsrisico.

[15] Snelle review van de risico-analyse voor de gaswinning in Groningen (2019), SodM 22 maart 2019. https://www.sodm.nl/binaries/staatstoezicht-op-de-mijnen/documenten/publicaties/2019/03/26/snelle-review-van-de-risico-analyse-voor-de-gaswinning-in-groningen-hra2019/HRA2019.pdf

Door verbeteringen in de gebouwendatabase en kwetsbaarheidscurves wordt er voor bepaalde panden een hoger risico berekend. De meest in het oog springende typologie is de gewone boerderij met schuur (URM1_F). De gebouwen in deze typologie bevinden zich boven het gehele veld.



Figuur 3-8. Overzicht van de doorwerking van de snellere gasafbouw en doorontwikkeling van de gebouwendatabase en kwetsbaarheidscurves op de seismische dreiging en het seismisch risico.

3.4 Waarom is de correctie van de KNMI meetfout nog niet meegenomen?

In februari 2019 is bekend geworden dat veel van de versnellingsmeters in het Groningenveld verkeerd stonden ingesteld en er verkeerde waardes voor de grondversnelling zijn gemeten op het zogenaamde G0 netwerk. Inmiddels heeft KNMI deze foute instelling verholpen en zijn de waarnemingen gecorrigeerd. Op dit moment is SodM nog bezig met een verificatie en validatie van alle relevante seismische waarnemingen (inclusief de gecorrigeerde waarnemingen) en van de effecten van deze correctie op de risicoberekeningen. Hiertoe heeft SodM NAM opdracht gegeven nadere berekeningen uit te voeren zodat getoetst kan worden of de effecten van de problemen met de seismische waarnemingen beperkt zijn of mogelijk toch tot een sterk andere resultaat leiden.

NAM heeft eerste deelresultaten van deze berekeningen besproken met SodM. Deze eerste deelresultaten suggereren dat de aanpassing van de seismische waarnemingen een effect heeft dat over het hele veld gelijkmatig verdeeld is. Daarmee is er naar verwachting geen directe invloed op het kiezen van de operationele strategie waar het alleen om de ruimtelijke verdeling gaat.

Omdat het om voorlopige nog niet volledig begrepen deelresultaten gaat en een eerste beoordeling van deze deelresultaten geen materiële impact op de in dit rapport behandelde adviesvragen aangeven, vindt SodM het op dit moment nog te vroeg om deze eerste, voorlopige resultaten te gebruiken in haar advisering. Om die reden werkt SodM in dit advies nog op basis van de HRA2019 uitkomsten. SodM vindt het belangrijk om eerst het verificatie- en validatie-traject af te ronden. SodM verwacht in haar advies van juni 2019 met betrekking tot het versterkingsprogramma een eerste duiding van de nieuwe inzichten te geven.

4 Welke operationele strategie is het meest effectief in het beperken van de bodembeweging?

SodM wordt in de nieuwe Mijnbouwwet gevraagd om te beoordelen of de voorgestelde strategie of strategieën de verwachte bodembeweging minimaliseert. Bodembeweging is het gevolg van drukdaling in het reservoir en bestaat uit twee componenten: bodemdaling en aardbevingen.

In dit hoofdstuk zal eerst worden gekeken naar de daling van de reservoirdruk onder beide operationele strategieën. Vervolgens zal worden gekeken naar de mate en ruimtelijke verdeling van de bodemdaling en de aardbevingen. Daarnaast zal SodM specifiek voor de aardbevingen ook kijken naar de mate en ruimtelijke verdeling van de verwachte seismische dreiging.

4.1 Wat is het verschil tussen beide strategieën?

Er zijn twee operationele strategieën doorgerekend. De eerste strategie minimaliseert de bevolkingsdichtheid gewogen grondsnelheid (operationele strategie 1; verder: OS1). De tweede strategie minimaliseert het aantal te verwachten bevingen per jaar (operationele strategie 2; verder: OS2). De gevraagde uitgangspunten voor de twee operationele strategieën zijn gebaseerd op de optimalisatie studie uit 2018[16].

Bij elke operationele strategie hoort een opstartvolgorde van de clusters in het Groningen gasveld. In beide strategieën worden eerst de zuidoostelijke productielocaties (De Eeker, Scheemderzwaag en Zuidpolder) waarna de zuidwestelijke clusters Spitsbergen, Zuiderveen, Sappemeer en Tusschenklappen worden ingeschakeld.

In OS1 worden vervolgens de clusters Schaapbulten & Oudeweg, Froombosch, Kooijpolder & Slochteren en Amsweer, Siddeburen & Tjuchem opgeregeld. Locatie Bierum wordt binnen de bandbreedte van 20% ingezet op een constante capaciteit van 6 miljoen Nm^3 per dag. De locatie Eemskanaal wordt alleen ingezet voor het beleveren van piekcapaciteit.

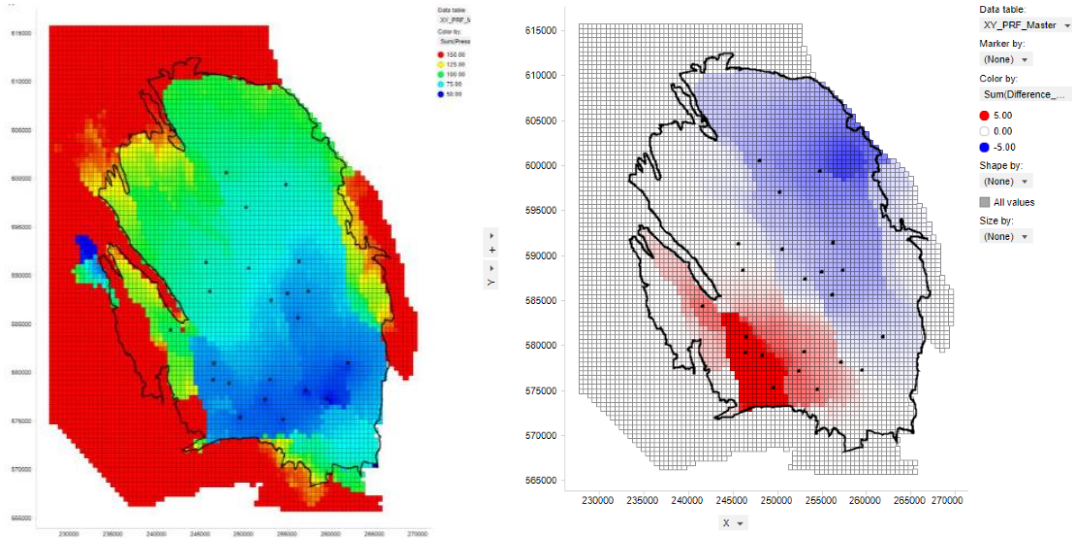
In OS2 ligt de nadruk op productie uit het zuiden van het veld en worden de clusters Froombosch, Kooijpolder & Slochteren en Eemskanaal eerst opgeregeld. Alleen op momenten van hoge gasvraag worden de centraal-oostelijke clusters Schaapbulten & Oudeweg, Bierum en Amsweer, Siddeburen & Tjuchem ingezet.

4.2 Hoe ontwikkelt de reservoirdruk zich bij beide operationele strategieën?

Het drukverschil tussen het uiterste noorden en het zuiden van het gasveld is op dit moment ongeveer 50 bar (Figuur 4-1). In OS1 zal de druk in het noorden de komende 5 jaar nog met ongeveer 10 bar afnemen, terwijl de druk in het zuiden in deze periode nog ongeveer 5 bar verder zal dalen. Het drukverschil over het veld wordt in OS1 dus iets kleiner.

Doordat in OS2 vooral uit het zuiden wordt geproduceerd daalt de druk hier meer dan in OS1 (Figuur 4-1). In het noordoosten wordt juist minder geproduceerd; hier daalt de druk dus juist minder dan in OS1. Het drukverschil tussen het noordoosten en het zuidwesten van het gasveld neemt in OS2 dus juist toe. Er ontstaat in OS2 een groter drukverschil over het veld (Figuur 4-1). Na afloop van de productie zal met OS2 meer tijd nodig zijn om de druk in het Groningen gasveld te egaliseren. Het is de verwachting dat hierdoor de bevingen langer door zullen gaan. Op dit moment ontbreekt echter het inzicht in de ontwikkeling van de bevingen na afloop van de winning.

[16] NAM 'Production Optimisation 2018'.



Figuur 4-1. Links: Druk in het Groningen gasveld op 1 januari 2019. Rechts: Verschil in reservoirdruk tussen OS1 en OS2 in 2023: rood – druk in OS2 is lager dan in OS1; blauw – druk in OS1 is lager dan in OS2.

4.3 Welke bodemdaling veroorzaken de operationele strategieën?

Aangezien de nieuwste bodemdalingsdata eind maart beschikbaar zouden komen, heeft de minister NAM niet gevraagd om een nieuwe bodemdalingsstudie uit te voeren. Wel heeft de minister NAM gevraagd aan te geven in hoeverre de conclusies uit rapport 'Assessment of Subsidence based on Production Scenario "Basispad Kabinet" for the Groningen Field' uit juni 2018 nog actueel zijn.

Het rapport 'Assessment of Subsidence based on Production Scenario "Basispad Kabinet" for the Groningen Field' uit juni 2018 gaat echter alleen in op eventuele substantiële veranderingen van de verwachte bodemdaling en effecten ten opzichte van het winningsplan Groningen gasveld 2016 (verder: winningsplan 2016). Het rapport laat zien dat door de lagere gaswinning de bodemdaling op lange termijn kleiner zal zijn dan in het winningsplan 2016 voorspeld. Beide voorspellingen waren gebaseerd op bodemdalingsmetingen tot en met 2013.

NAM concludeert dat het verloop van de bodemdaling in de tijd weliswaar enigszins anders kan worden dan in het rapport aangegeven, maar dat geen significante wijzigingen in de conclusies over de aard en omvang van de schade door bodemdaling, de te nemen maatregelen en de monitoring worden verwacht.

Bij de beoordeling van het winningsplan 2016 heeft SodM onder andere geconstateerd '*dat tot nu toe slechts een beperkte onzekerheidsanalyse is uitgevoerd op de eigenschappen en parameters in de ondergrondmodellen en de gevolgen daarvan voor de onzekerheid in de bodemdaling. Naar het oordeel van SodM dient dit alsnog te gebeuren.*'

Op advies van SodM is aan de instemming met het winningsplan 2016 een voorwaarde opgenomen dat NAM alsnog een rapport met een nadere analyse van de bodemdaling en de onzekerheden moest indienen bij de minister. In november 2016 heeft NAM invulling gegeven aan deze voorwaarde[17]. Op verzoek van de minister heeft SodM deze rapportage beoordeeld en geoordeeld dat met het rapport voldoende invulling aan de voorwaarde is gegeven. De onzekerheidsanalyse in het rapport van juni 2018 lijkt te zijn gebaseerd op de analyse uit het rapport van november 2016, maar dit is op basis van de informatie in de rapporten niet met zekerheid vast te stellen.

SodM onderschrijft de conclusie van NAM dat op basis van de lagere productie uit het Groningen gasveld de verwachte bodemdaling minder zal worden en de conclusies over de aard en omvang van

[17] 'Subsidence inversion on Groningen using leveling data only', NAM report EP201612206045, 15-12-2016.

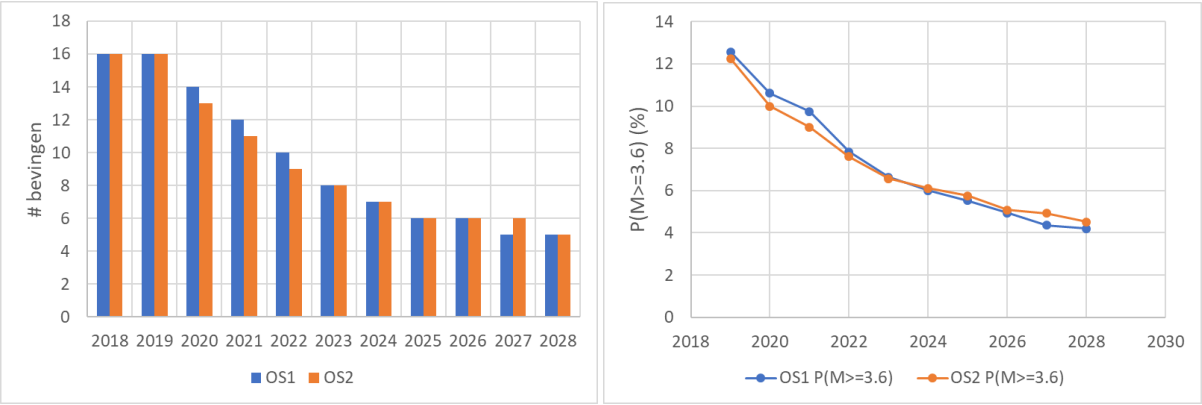
de schade door bodemdaling, de te nemen maatregelen en de monitoring niet significant zullen wijzigen. Op dit moment ontbreekt inzage in de invloed van de twee operationele strategieën op het verloop van de bodemdaling in de tijd. In hoeverre het verloop van de bodemdaling in de tijd onder de lagere productie en voor de twee strategieën binnen de onzekerheidsbandbreedte van de voorspelling blijft, is op dit moment niet vast te stellen. SodM vindt het belangrijk dat het operationele plan is gebaseerd op de meest actuele informatie en voorzien van een goede onzekerheidsanalyse.

SodM adviseert om beide operationele strategieën door NAM voor het ingaan van het gasjaar 2019/2020 te laten aanvullen met een voorspelling van de bodemdaling die mede is gebaseerd op de meest recente bodemdalingsgegevens van het desbetreffende gebied en is voorzien van een nadere analyse van de onzekerheden.

4.4 Wat betekenen de operationele strategieën voor de seismiciteit?

Het verschil in voorspelde seismische activiteit tussen de twee operationele strategieën is klein. Voor 2019 voorspellen beide strategieën 16 bevingen (Figuur 4-2). De kans op een zwaardere beving is voor OS2 iets kleiner dan voor OS1. Gezien de onzekerheden in de modellen, is het verschil is echter verwaarloosbaar.

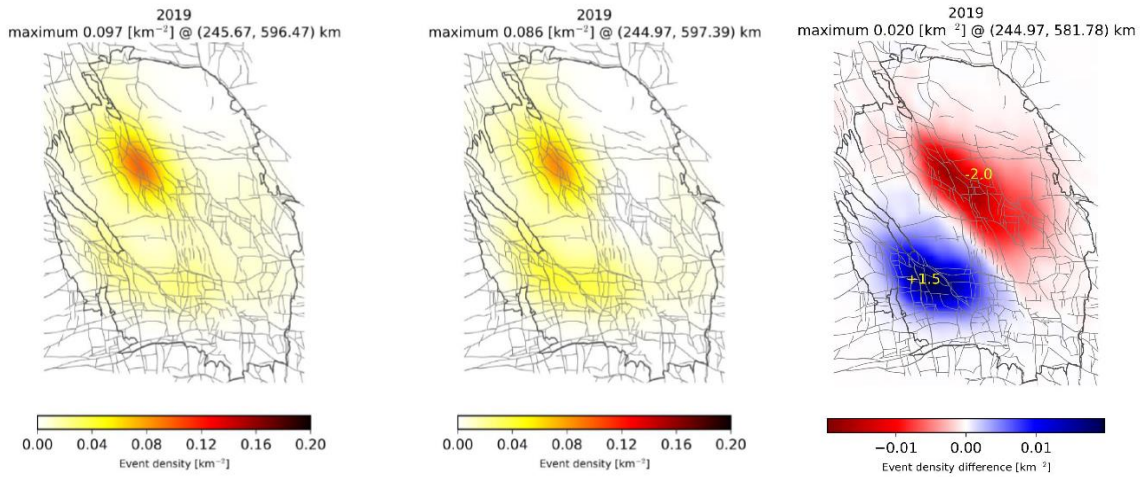
Tussen 2020 en 2023 is het aantal voorspelde bevingen in OS2 steeds één beving minder dan in OS1. Ook de kans op een zwaardere beving is in OS2 iets kleiner dan in OS1. Dit komt doordat OS2 vooral uit de zuidelijke clusters produceert. Hierdoor daalt de druk in het Loppersum gebied minder snel dan in OS1 waar ook uit de centraal-oostelijke clusters wordt geproduceerd (Figuur 4-1).



Figuur 4-2. Ontwikkeling van de seismiciteit in OS1 versus OS2. Links: het voorspelde aantal bevingen (verwachtingswaarde) in het Groningen gasveld. Rechts: de kans op een beving met een magnitude van 3,6 of groter.

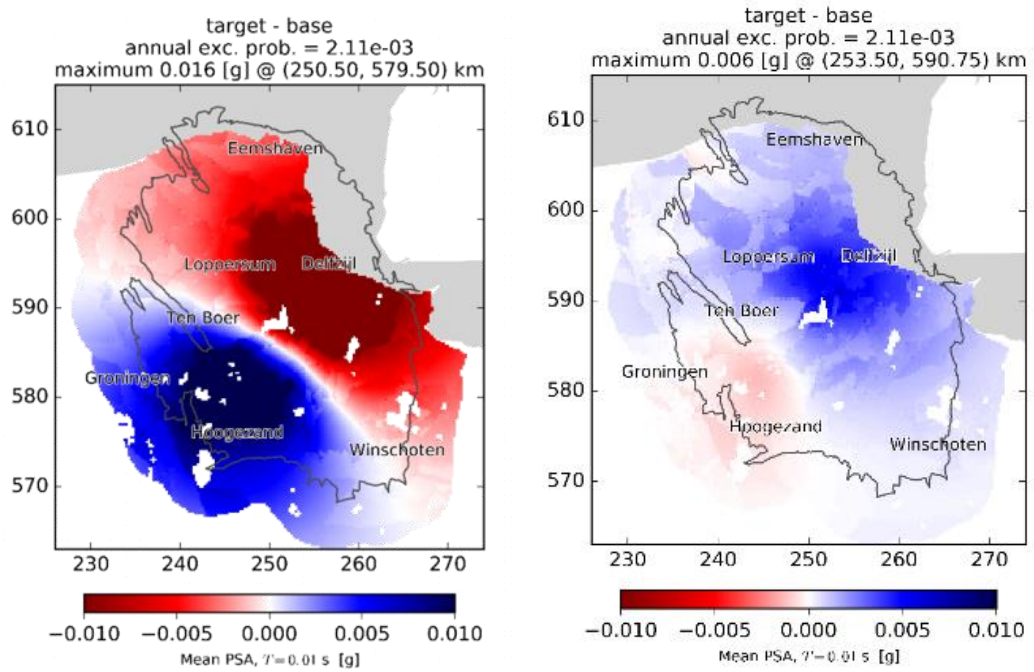
Op de lange termijn (na 2022) zijn de voorspellingen voor het aantal bevingen in het veld nagenoeg gelijk. Dit komt doordat het aantal bevingen op de lange termijn bepaald wordt door de drukegalisering in het Groningen gasveld en niet door de (kleine) productie die dan nog plaatsvindt. Zoals in paragraaf 4.2 aangegeven is het de verwachting dat in OS2 de bevingen, als gevolg van het grotere drukverschil tussen het noorden en het zuiden van het gasveld, langer door zullen gaan.

De ruimtelijke verdeling van de bevingen over het Groningen gasveld verschilt wel tussen de twee operationele strategieën (Figuur 4-3). In OS1 worden meer bevingen (+2 in 2019) in de omgeving van Loppersum verwacht. In OS2 ligt het zwaartepunt van de bevingen ook in de omgeving van Loppersum, maar worden hier iets minder bevingen verwacht dan in OS1. Daarentegen verwacht OS2 juist meer bevingen (+1,5 in 2019) dan OS1 in het zuidwesten van het gasveld, nabij de grotere steden.



Figuur 4-3. Ontwikkeling van de aardbevingsdichtheid voor OS1 (links) en OS2 (midden). Rechts het verschil tussen beide operationele strategieën (OS2-OS1).

Het verschil tussen de operationele strategieën in seismische dreiging is zowel op de korte als op de langere termijn klein (Figuur 4-4). Op de korte termijn (2020) is de dreiging in OS2 in het noordoosten kleiner dan in OS1 en in het zuidwesten groter. Op de lange termijn (2027) blijft de dreiging in het noordoosten in OS2 echter juist hoger dan in OS1.



Figuur 4-4. Verschil in seismische dreiging van de twee operationele strategieën (OS2-OS1). Links: Verschil in 2020; Rechts: Verschil in 2027.

4.5 In hoeverre kan met de operationele strategieën voldaan worden aan de beperkingen op de regionale productiefluctuaties?

SodM heeft in voorgaande adviezen steeds benadrukt dat vlak winnen het aantal en de kans op zwaardere bevingen verder zou kunnen verminderen. In het Zeerijp-advies heeft SodM geadviseerd om de het verschil in maandelijkse productievolumes niet groter te laten zijn dan 20% voor het

cluster Bierum en 50% voor de overige gedefinieerde regio's[18] (met uitzondering van de regio Loppersum waar geen productie meer is toegestaan). Het verschil in maandelijkse productievolumes, uitgedrukt in percentages, wordt vastgesteld ten opzichte van de productie in de voorgaande maand en ten opzichte van de gemiddelde productie over de voorgaande twaalf maanden.

De mate waarin aan de beperking van de fluctuaties in de overige regio's kan worden voldaan, is afhankelijk van de wijze waarop productie uit de regio's wordt ingezet. In haar advies van juli 2018 heeft SodM de minister geadviseerd dat als er een keuze gemaakt moet worden tussen het reduceren van volumes en het loslaten van de fluctuatiebandbreedte volumebeperking prevaleert. De minister heeft in artikel 4 van het instemmingsbesluit Groningen gasveld 2018/2019 dit advies van SodM overgenomen.

SodM adviseert om artikel 4 uit het instemmingsbesluit Groningen gasveld 2018/2019 ook aan het vaststellingsbesluit te verbinden.

Op verzoek van de minister heeft NAM in kaart gebracht in hoeverre met de operationele strategieën aan de beperkingen van de fluctuaties kan worden voldaan. Het aantal overschrijdingen wordt uitgedrukt in het aantal maanden dat een overschrijding plaatsvindt op basis van de temperatuurscenario's van de afgelopen 30 jaar.

In beide operationele strategieën is het niet mogelijk om overschrijdingen van de fluctuatiebandbreedten te voorkomen. In OS1 treedt een overschrijding in 380 van de 1800 maanden op. In OS2 is dit in 834 van de 1800 maanden. Bij OS2 is dus ruim twee keer meer sprake van een overschrijding van de fluctuatiebandbreedte dan bij OS1. Deze overschrijdingen treden met name op bij de clusters die alleen ingezet worden bij hogere gasvraag. In OS2 zijn dit de centraal-oostelijke clusters en Bierum.

4.6 Conclusie t.a.v. beperken van bodembeweging

Voor het gasjaar 2019/2020 zijn de verschillen in bodembeweging tussen de twee operationele strategieën klein. Voor de korte termijn lijkt OS2 iets effectiever in het beperken van de bodembeweging dan OS1. Hierbij is echter de mogelijke invloed van fluctuaties in de productie op het seismisch risico niet meegenomen.

Er zijn indicaties dat fluctuaties in de productie kan leiden tot veranderingen van de drukdalingssnelheid welke een ongunstig effect kunnen hebben op het optreden van bevingen. OS2 kent in het gasjaar 2019/2020 meer dan twee keer grotere kans op overschrijdingen van de fluctuatiesbandbreedtes. Deze overschrijdingen treden met name op bij de centraal-oostelijke clusters en Bierum. Met name de vele overschrijdingen bij het cluster Bierum vindt SodM op basis van eerdere analyses zorgelijk[19]. De fluctuaties in de productie uit het cluster Bierum heeft een mogelijke activerende werking op de breuken in het Loppersumgebied, daarom acht SodM het nog steeds verstandig om de fluctuaties in Bierum tot een minimum te beperken (met uitzondering van operationele omstandigheden).

[18] In de Mijnbouwwet worden de volgende regio's gedefinieerd: het cluster Bierum, het cluster Eemskanaal, de regio Centraal-Oost: Amsweer, Schaapbulten, Oudeweg, Siddeburen en Tjuchem, de regio Zuidoost: De Eeker, Scheemderzwaag en Zuiderpolder, de regio Zuidwest: Kooipolder, Slochteren inclusief Froombosch, Spitsbergen, Tusschenklappen inclusief Sappemeer, en Zuiderveen, en de regio Loppersum: De Paauwen, Leermens, Overschild, 't Zandt en Ten Post.

[19] Zie ook het SodM advies "Advies Groningen gasveld n.a.v. aardbeving Zeerijp op 8 januari 2018".

De komende vijf jaar neemt het drukverschil tussen het noorden en het zuiden in OS2 verder toe. Dit betekent dat het langer gaat duren voordat de druk in het veld zich heeft uitgebalanceerd. Het is de verwachting dat hierdoor de bevingen en het seismische risico bij OS2 langer zal aanhouden. In OS1 wordt het drukverschil over het gasveld de komende vijf jaar al verminderd.

Op dit moment is het effect van de winning na beëindiging van de gaswinning nog niet in kaart gebracht. SodM constateert dat de drukdaling na 2023, door de beperkte gaswinning, gedomineerd wordt door de vereffening van het drukverschil tussen de druk in het noorden en de druk in zuiden dat over het veld is ontstaan. Het zal dan niet meer mogelijk zijn om met de productie de druk, dreiging en risico's te beïnvloeden. SodM acht het van groot belang dat zo snel mogelijk inzicht in deze dreiging en risico's worden verkregen.

SodM adviseert om NAM voor beide operationele strategieën de dreiging en risico's tot 30 jaar na beëindiging van de winning te berekenen voor het ingaan van het gasjaar 2019/2020.

Conclusie: Vanuit het oogpunt van het beperken van bodembeweging geniet operationele strategie 1 de voorkeur boven operationele strategie 2.

5 Welke operationele strategie beperkt het beste de gevolgen voor omwonenden en gebouwen?

Voor de beoordeling van de gevolgen van de winning voor de omwonenden en gebouwen zal SodM allereerst toetsen in hoeverre met de beide operationele strategieën aan de veiligheidsnorm voor aardbevingen wordt voldaan (de zogenaamde objectieve veiligheid). Daarnaast zal SodM beoordelen in hoeverre er bij beide strategieën sprake is van maatschappelijke ontwrichting als gevolg van bodembeweging. Bij de beoordeling van de maatschappelijke ontwrichting betrekt SodM de omvang van de schade, de voortgang in de schadeafhandeling, de voorspellingen van de mate van schade die kan optreden aan gebouwen, de voortgang in de versterking en de doorwerking van voorgaande elementen in de veiligheidsbeleving. In paragraaf 2.3 heeft SodM de gekozen aanpak verder toegelicht.

5.1 In hoeverre wordt met de beide operationele strategieën aan de veiligheidsnorm voor aardbevingen voldaan?

Tabel 5-1 geeft een overzicht van het aantal gebouwen waarvoor in de operationele strategieën een (licht) verhoogd risico wordt berekend. Het overzicht geeft zowel de aantallen voor de kalenderjaren 2019 en 2020 als voor het gasjaar 2019/2020 waarop het vaststellingsbesluit ziet. Ter vergelijking zijn ook de uitkomsten van de HRA2018 gegeven.

In beide operationele strategieën voldoen in het gasjaar 2019/2020 op basis van de verwachtingswaarde ongeveer 400-450 gebouwen niet aan de veiligheidsnorm van 10^{-5} per jaar. Op termijn zullen de meeste van deze gebouwen als gevolg van de afbouw van de gaswinning wél aan de norm gaan voldoen. Alleen een aantal gebouwen met het type “gewone boerderij met schuur” (URM1_F) hebben ook op de lange termijn (na 2022) een risico boven de norm van 10^{-5}. In beide strategieën staan deze gebouwen boven het noordwesten van het veld.

De minister heeft in zijn beleid voor bestaande bouw een overgangsperiode vastgesteld van vijf jaar. Voor bestaande bouw geldt daarom dat het individueel risico gedurende deze vijf jaar tussen de 10^{-4} en 10^{-5} per jaar mag zijn. In deze periode moeten er wel maatregelen worden genomen zodat na deze vijf jaar het risico zich onder de 10^{-5} per jaar bevindt. Er is ruimte voor interpretatie wanneer de overgangstermijn van vijf jaar in gaat. Er zijn geen gebouwen met een berekend risico groter dan 10^{-4} per jaar.

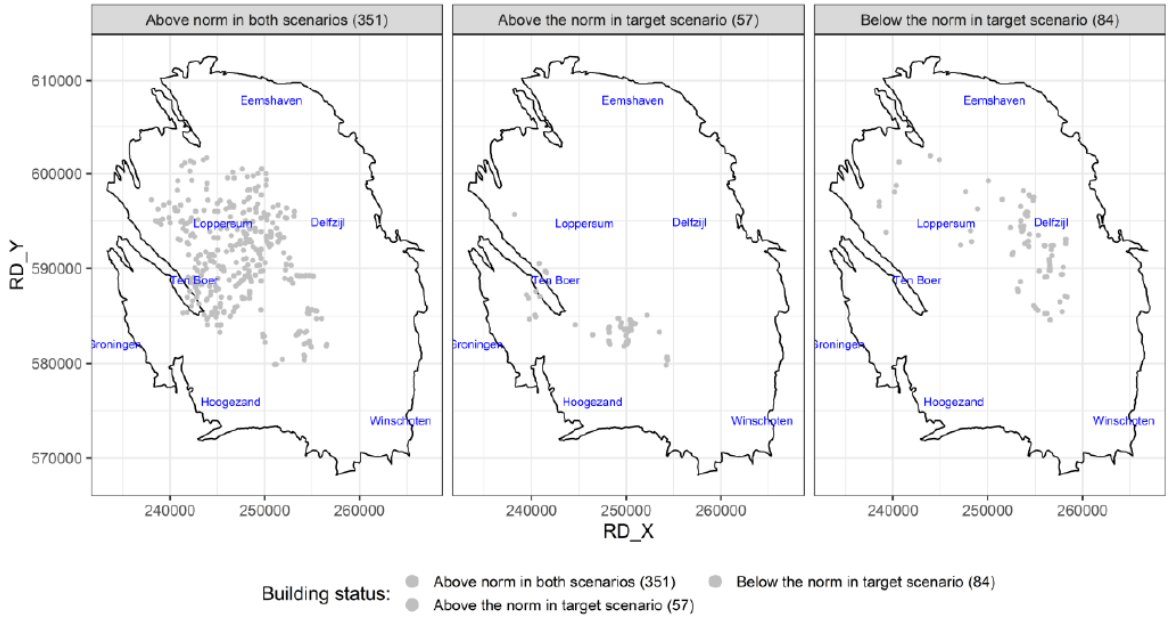
Van de ongeveer 400-450 gebouwen zijn er ongeveer 350 gebouwen die zich in beide strategieën boven de norm bevinden. Het verschil tussen de strategieën zit in de overige 50-100 gebouwen. In OS1 voldoen, naast de ongeveer 350 gebouwen, nog ongeveer 80 gebouwen niet aan de norm. Deze gebouwen bevinden zich vooral boven het oosten van het gasveld in de regio Delfzijl/Appingedam. In OS2 zijn, naast de ongeveer 350 gebouwen, nog ongeveer 60 gebouwen boven het zuidwesten van het gasveld eveneens onveilig. Deze verschuivingen is afgebeeld in Figuur 5-1.

Bij een koud gasjaar neemt het totale aantal gebouwen boven de norm toe. Het verschil tussen de operationele strategieën in de locatie waar de deze gebouwen zich bevinden, verandert niet.

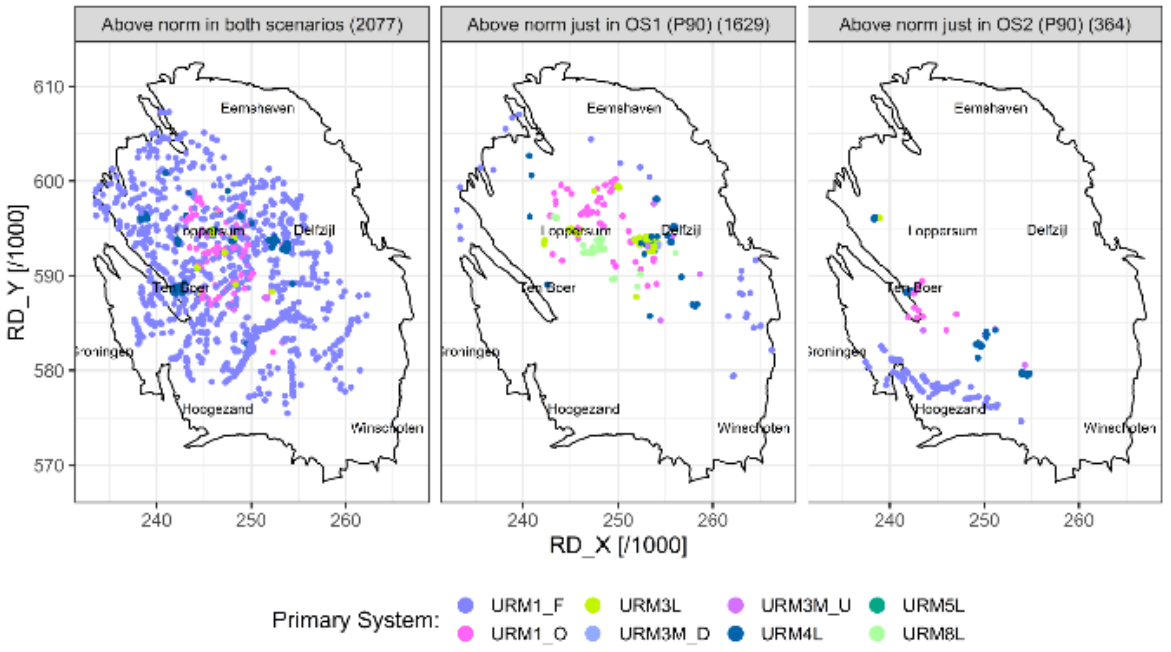
Tabel 5-1. Overzicht van het aantal gebouwen dat in de operationele strategieën een verhoogd (Pmean) of een licht verhoogd risico (P90) hebben vergeleken met de HRA2018.

HRA2018			
2019		2020	
Pmean	P90	Pmean	P90
~1500	~7200	~1350	~6100

	HRA2019					
	2019		2020		Gasjaar 2019/2020	
	Pmean	P90	Pmean	P90	Pmean	P90
OS1	~800	~5600	~435	~3300	~430	~3700
OS2	~780	~5500	~385	~2200	~400	~2450



Figuur 5-1. Links: gebouwen die zowel in OS1 als OS2 met een berekend risico boven de norm. Midden: gebouwen boven de norm in OS2. Rechts: gebouwen boven de norm in OS1.



Figuur 5-2. Links: gebouwen die zowel in OS1 als OS2 met een berekend licht verhoogd risico (P90)[20]. Midden: gebouwen met een licht verhoogd risico in OS2. Rechts: gebouwen met een licht verhoogd in OS1.

Gegeven de grote bekende en onbekende onzekerheden in de gebruikte methodologie om de risico's te berekenen is het noodzakelijk om veel meer gebouwen te inspecteren en beoordelen dan alleen de gebouwen die volgens de verwachtingswaarde van de berekeningen niet aan de norm voldoen. Er moet een marge aangehouden worden.

Het verschil tussen de operationele strategieën is groter indien gekeken wordt naar de gebouwen met een licht verhoogd risico. Een aantal typologieën zitten rond de grens, waardoor de beperkt

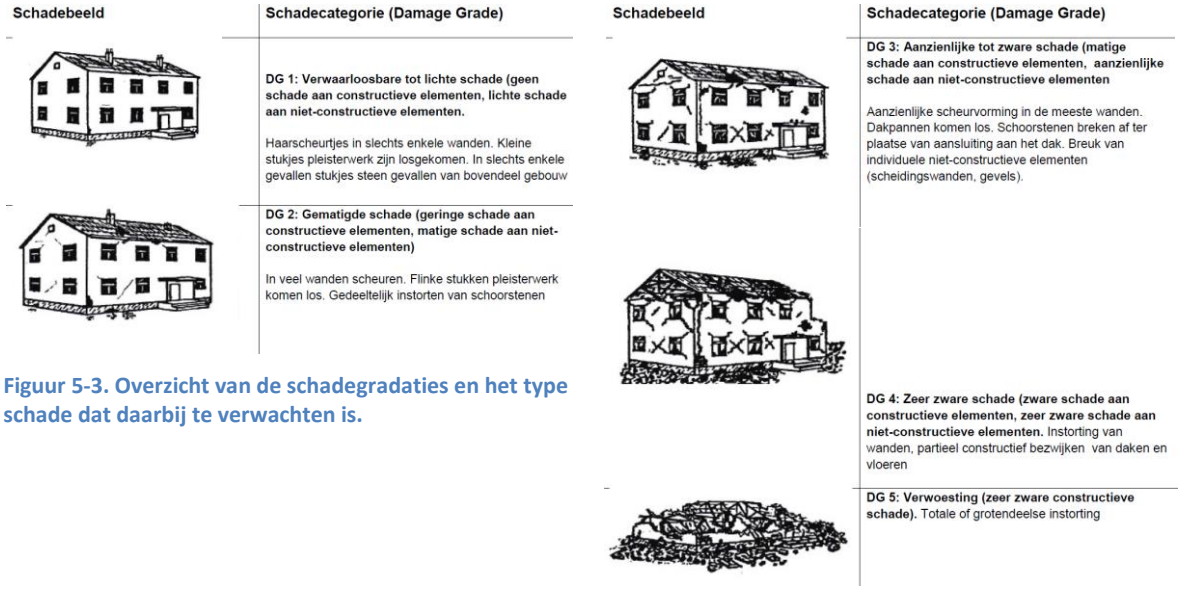
[20] De typologieën zijn alle bakstenen gebouwen. De URM1_F typologie zijn de gewone boerderijen met schuur.

hogere seismische dreiging in de regio Loppersum in OS1 deze gebouwen voor het gasjaar 2019/2020 nog net binnen de P90-groep brengt. In OS2 vallen deze gebouwen buiten de P90-groep. Daarentegen worden met OS2 een groot aantal boerderijen in het zuidwesten van het gasveld in de P90-groep opgenomen, terwijl deze in OS1 nog buiten deze groep vallen.

5.2 In hoeverre is er bij beide operationele strategieën sprake van maatschappelijke ontwrichting als gevolg van bodembeweging?

5.2.1 Wat is de verwachte aard en omvang van de schade?

De aard en omvang van de schade die ten gevolge van de winning kan plaatsvinden vormt een belangrijke pijler voor de beoordeling van de maatschappelijke ontwrichting. Voor beide operationele strategieën heeft NAM het maatschappelijk risico op schade voor de schadegradaties DG1, DG2 en DG3 berekend (Figuur 5-3). Voor deze berekeningen is aangenomen dat alle gebouwen meteen na een aardbeving (vóór de volgende beving) gerepareerd worden. Aangezien zwaarder beschadigde gebouwen (DG2 schade of zwaarder) kwetsbaarder kunnen zijn dan in goede staat, zijn de berekeningen voor DG2 en DG3 schade door deze aanname waarschijnlijk aan de optimistische kant.



Figuur 5-3. Overzicht van de schadegradaties en het type schade dat daarbij te verwachten is.

Voor 2019 berekent NAM voor beide strategieën een 50% kans dat 100 of meer gebouwen licht beschadigd (DG1 schade) kunnen raken door de in dat jaar optredende aardbevingen. De verwachtingswaarde voor het aantal gebouwen dat in 2019 door de aardbevingen licht beschadigd kan raken is echter veel hoger en ligt op meer dan 400 gebouwen. Met de afnemende gaswinning neemt dit aantal af tot ongeveer 200 gebouwen in 2023 en ongeveer 125 gebouwen in 2028.

Ook de voorspellingen voor zwaardere schade liggen voor de twee operationele strategieën dicht bij elkaar. In beide strategieën is er in 2019 een aanzienlijke kans (>10%) dat 10 of meer gebouwen DG2 schade ondervinden met 6% kans op 100 of meer gebouwen met DG2 schade door een aardbeving. Tegelijkertijd is de kans dat 100 of meer gebouwen DG3 schade ondervinden iets meer dan 2%. In 2023 zijn deze kansen door de afnemende gaswinning ongeveer gehalveerd, waarna ze langzaam verder zullen afnemen.

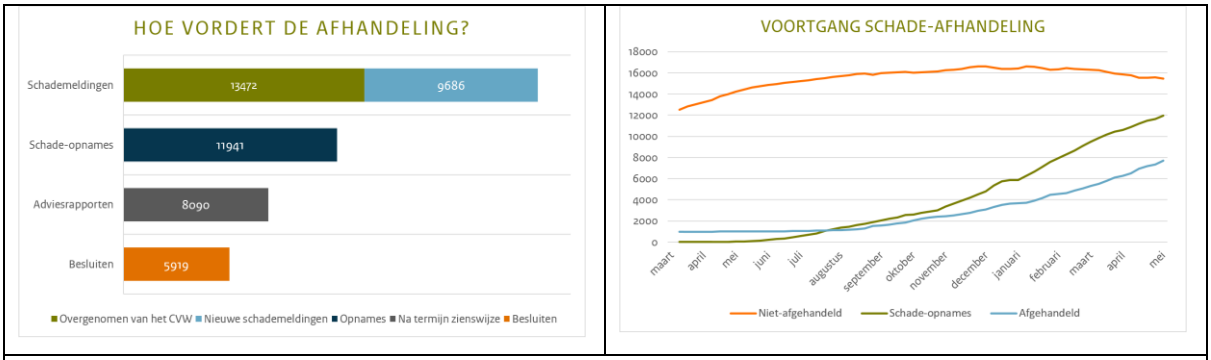
Voor schade en andere nadelige gevolgen is geen exacte norm bepaald. SodM vindt de verwachte aard en omvang van de mogelijke schade zorgelijk, zeker gezien de ernst van DG2 en DG3 schade. SodM benadrukt daarbij dat bij DG2 en DG3 schade er niet langer sprake is van enkel overlast, maar van een directe ernstige aantasting van het veiligheidsgevoel en woongenot. Bij DG3-schade zijn

gebouwen dusdanig zwaar beschadigd dat herstel economisch niet meer haalbaar is en nieuwbouw noodzakelijk wordt.

5.2.2 Hoe loopt de schadeafhandeling en de versterking?

Schadeafhandeling

In de afgelopen jaren heeft NAM zo'n honderdduizend schademeldingen gekregen. Sinds maart 2017 moeten schademeldingen bij de TCMG gedaan worden. Het afhandelen van schademeldingen is een moeizaam proces. De achterstand in het opnemen en compenseren van schade ontstaan door de gaswinning in Groningen is groot. Wachttijden van 15 maanden voordat een schadeclaim in behandeling wordt genomen, zijn geen uitzondering (Figuur 5-4).



Figuur 5-4. Overzicht van de voortgang van de schadeafhandeling. (Bron: https://schadedoormijnbouw.nl/cijfers).

De onafhankelijk raadsman Leendert Klaassen concludeert in zijn jaarrapportage over 2018 van 2 april 2019: "*De TCMG kwam in 2018 erg langzaam op gang. De laatste maanden gaat het gelukkig beter, al wacht de helft van de 22.000 schademelders nog steeds op een eerste afspraak. Voor de betrokkenen is het wrang dat de overheid niet in staat is gebleken de schadeafhandeling snel en soepel over te nemen.*"

Intussen lagen eind 2018 nog ca 650 oude dossiers van NAM voor afwikkeling bij de Arbiter Bodembeweging (verder: Arbiter). En zelfs na uitspraak van de Arbiter blijkt nog geregeld discussie te ontstaan over bijvoorbeeld de herstelmethodiek of de hoogte van de vergoedingen in de vaststellingsovereenkomst. Klaassen: "*Dat gaat niet altijd goed. Ik zie situaties waarin nog anderhalf jaar met NAM moet worden gesoebat over de uitspraak van de Arbiter. NAM moet beter haar best doen de uitspraken van de Arbiter vlot en adequaat op te volgen.*"

Intussen is de kennis van het effect van een nieuwe beving op een (zwaar) beschadigd huis onvoldoende. In de risicoberekening van gebouwen wordt uitgegaan van een gebouw dat voldoet aan de bouwnorm. Dit is voor beschadigde gebouwen geen gegeven. SodM heeft eerder geadviseerd om de gebouwen met veel schade op te nemen in de versterkingsopgave, zodat deze worden opgenomen en beoordeeld.

Versterking

Niet alleen de schadeafhandeling maar ook de versterking blijft in tempo achter. In 2018 zijn er slechts 132 panden bouwkundig versterkt. Daarnaast zijn er volgens de Nationaal Coördinator Groningen (verder: NCG) 536 risicovolle gebouwelementen aangepakt[21]. In 2018 heeft de NCG het versterkingsprogramma op basis van het advies van SodM en de Mijnraad opnieuw vormgegeven [22].

[21] Halfjaarrapportage NCG juli-december 2018. NCG, 13 maart 2019.

https://www.nationaalcoordinatorgroningen.nl/onderwerpen/kwartaalrapportages/nieuws/2019/03/13/ncg-publiceert-halfjaarrapportage-tweede-helft-2018

[22] Plan van Aanpak Mijnraadadvies - Veiligheid voorop en de bewoner centraal. NCG, 13 november 2018. https://www.nationaalcoordinatorgroningen.nl/binaries/nationaal-coordinator-

Desondanks lijkt de voortgang opnieuw achter te blijven bij de lokale plannen van aanpak zoals die door alle Groningse aardbevingsgemeenten zijn uitgewerkt en van SodM een (voorlopig) positief oordeel gekregen hebben.

Versnelling van de versterkingsopgave is op dit moment de meest bepalende factor voor de veiligheid. SodM komt hierop terug in haar voortgangsrapportage over de versterking en afbouw van de gaswinning, voorzien voor juni 2019.

5.2.3 Is er sprake van maatschappelijke ontwrichting in Groningen?

Onderzoek laat zien dat gevoelens van veiligheid ernstig zijn aangetast door de blootstelling aan de aardbevingen (Hoekstra et al., 2016) en de hoeveelheid schade die mensen aan hun woning hebben (Postmes & Stroebe (2016) en Postmes et al. (2016). Ook longitudinaal (2009 – 2013) onderzoek van De Kam & Raemaekers (2014) liet zien dat negatieve gevoelens over de tijd toenemen, en dat deze gevoelens in een steeds groter wordend geografisch gebied voorkomen.

Uit het rapport 'De sociale impact van gaswinning, stand van zaken juni 2018' (Stroebe et al, 2018) blijkt dat '..volwassenen met meervoudige schade significant meer hinder ondervinden van de gaswinningsproblematiek dan volwassenen met geen of enkelvoudige schade: ze rapporteren minder vertrouwen in overheidsinstanties, grotere risicoperceptie, mindere gevoelens van veiligheid, minder hoop, meer boosheid, minder gevoel van controle en meer gezondheidsklachten dan respondenten met een keer of geen schade. Op het gebied van gezondheid is er met name bij deze groep sprake van een doorgaande daling van geestelijke gezondheid in de tijd. Ook heeft deze groep nog steeds een beduidend lagere ervaren gezondheid en meer stress-gerelateerde klachten dan respondenten met eenmalige of geen schade.'

Het kwalitatief onderzoeksrapport 'Een veilig huis, een veilig thuis?' naar het welbevinden en de leefomgeving van kinderen en jongeren in het Gronings gaswinningsgebied, (Zijlstra et al, 2019) beschrijft dat '…de negatieve effecten toenemen naarmate kinderen en jongeren worden blootgesteld doordat er sprake is van meervoudige schade aan het huis, gedwongen verhuizingen als gevolg van sloop of herstel van hun huis of moeizame en lange procedures voor schadeafwikkeling.

Bij kinderen zien professionals klachten als angst, bedplassen, heimwee, parentificatie (kinderen gaan zorgen voor hun ouders) en het niet meer durven slapen als gevolg van de aardbevingen. Professionals constateren bovendien dat kinderen en jongeren met risicofactoren voor verstoring van de ontwikkeling extra kwetsbaar zijn voor de gevolgen van de gaswinningsproblematiek.´

Op grond van de gaswinning en de verwachte schade daarvan, en de huidige voortgang in de risicobeheersmaatregelen versterking en schadeafhandeling is niet te verwachten dat de negatieve effecten op korte termijn worden weggenomen. Hier komt bij dat de huidige negatieve effecten langjarig kunnen doorwerken, bijvoorbeeld in de geestelijke gezondheid en het vertrouwen in de overheid. Veiligheid en zekerheid zijn twee van de meest primaire menselijke levensbehoeften (Maslov, 1970) en is daarmee essentieel voor de ontwikkeling. Als kinderen en jongeren lange tijd onzekerheid ervaren over de veiligheid van hun huis, verhoogt dit het risico op ontwikkelingstagnaties en ontwikkelingsachterstanden (Zijlstra, 2012).

Uit het rapport 'De sociale impact van gaswinning, stand van zaken juni 2018' (Stroebe et al, 2018) blijkt dat jongeren wantrouwen tonen richting instanties en de overheid. Ook volwassenen in het Gronings gaswinningsgebied ervaren machteloosheid en woede en beperkt vertrouwen in de rijksoverheid en andere verantwoordelijke instanties (Postmes et al., 2018, Stroebe, Postmes, Boendermaker, LeKander-Kanis, & Richardson, 2018). Greijdanus en Postmes (2019) constateren een

---

groningen/documenten/beleidsnotas/2018/11/22/plan-van-aanpak-mijnraadadvies/Plan+van+Aanpak+Mijnraadadvies.pdf

opvallend hoge opkomst (14% van de bevolking) in Groningen bij optochten en demonstraties versus het landelijk gemiddelde (2,2% van de bevolking).

In haar uitspraak van 15 november 2017 concludeert de afdeling Bestuursrechtspraak van de Raad van State dat de aard en de schaal van de gevolgen zodanig zijn dat de grondrechten op leven (veiligheid), privacy (aantasting van het leefklimaat) en het ongestoord genot van het eigendom aan de orde zijn[23].

Bovenstaande maakt duidelijk dat de nadelige gevolgen van de gaswinning doorwerken in het fysieke domein: er is schade aan eigendommen maar ook is er in een deel van de situaties verminderde gezondheid. Relatief de grootste doorwerking raakt het psychosociale domein: een deel van de burgers wordt geraakt in het sociale functioneren, hun dagelijks leven wordt verstoord, en voor een kleiner deel overheersen de nadelige gevolgen van de gaswinning hun dagelijks leven. Bij een deel van de regio is het vertrouwen in het openbaar verstuur duidelijk verminderd en sommigen zijn dit vertrouwen geheel kwijt. Naarmate de huidige situatie voortduurt is de verwachting dat bovenstaande waarnemingen verder zullen toenemen. SodM concludeert dan ook dat er in enige mate sprake is van voortdurende maatschappelijke ontwrichting.

5.2.4 Conclusie maatschappelijke ontwrichting

SodM concludeert dat op dit moment noch het proces van schadeafhandeling, noch de voortgang van de versterking ondanks alle inspanningen voortvarend doorgang vinden. De mate van extra schade die de beide operationele strategieën mogelijk aan de bestaande problemen met de schadeafhandeling toevoegen, vindt SodM zorgelijk. SodM is van mening dat er bij beide operationele strategieën in enige mate sprake is van voortdurende maatschappelijke ontwrichting voor de inwoners van Groningen.

5.3 Conclusies

Uit paragraaf 5.1 volgt dat op dit moment niet alle gebouwen in Groningen aan de veiligheidsnorm van 10^{-5} per jaar voldoen. Het verschil in aantallen gebouwen die niet aan de norm voldoen is voor beide operationele strategieën, gegeven de grote bekende en onbekende onzekerheden in de berekeningsmethodologie, verwaarloosbaar klein.

Ondanks de voorgenomen afnemende gaswinning zullen er volgens de inschattingen ook op de langere termijn (na 2022) gebouwen in Groningen blijven die niet aan de veiligheidsnorm voldoen. Dit betekent dat versterking van gebouwen noodzakelijk en urgent is.

De verwachte aard en omvang van de toekomstige schade is in beide strategieën vergelijkbaar. SodM vindt de omvang van de verwachte schade zorgelijk. Het achterblijvende schadeafhandeling en het lage tempo van de versterking heeft effect op de maatschappelijke ontwrichting als gevolg van bodembeweging veroorzaakt door de winning van gas uit het Groningenveld.

De huidige situatie laat zien dat de impact van een relatief grote schadeomvang in combinatie met vooralsnog in veel gevallen lange wachttijden bij de schadeafhandeling een grote impact heeft op de regio. De moeizaam op gang komende versterking vergroot deze impact alleen maar. Voor een deel van de getroffen burgers is de impact dermate dat het hun leven overheerst. De verwachte toekomstige schades zullen de impact op de regio verder vergroten.

Conclusie: SodM concludeert dat er in de regio het komende gasjaar in enige mate sprake is van voortdurende maatschappelijke ontwrichting. SodM adviseert de minister om de voortdurende maatschappelijke ontwrichting en de moeizame voortgang van de versterking een duidelijke plaats

[23] http://deeplink.rechtspraak.nl/uitspraak?id=ECLI:NL:RVS:2017:3156

te geven in zijn afweging voor een verantwoord winningsniveau en niet op voorhand de GTS raming als het winningsniveau te beschouwen.

SodM adviseert de minister om de voortdurende maatschappelijke ontwrichting en de moeizame voortgang van de versterking een duidelijke plaats te geven in zijn afweging voor een verantwoord winningsniveau.

Conclusie: Op basis van de gevolgen voor omwonenden en gebouwen is naar de mening van SodM geen onderscheid tussen de twee operationele strategieën te maken. De verschillen afgezet tegen de onzekerheden zijn daarvoor te klein.

6 Additionele adviezen voor het vaststellingsbesluit

Naast de gevraagde productievolumes is een aantal additionele overwegingen gelijk voor beide strategieën. Hier wordt in de volgende paragrafen op ingegaan.

6.1 Hoe beïnvloedt de UGS Norg de operationele strategieën?

De inzet van de ondergrondse opslag Norg (verder: UGS Norg) speelt een belangrijke rol bij de beperking van fluctuaties. Een geoptimaliseerd injectie- en productieseizoen en een vergroting van het werkvolume kunnen bijdragen aan het verminderen van regionale fluctuaties in het Groningen gasveld. De inzet van de UGS Norg wordt echter niet in het vaststellingsbesluit geregeld maar via een apart opslagplan.

Op dit moment ligt het ontwerp-instemmingsbesluit met de wijziging 'Opslagplan UGS Norg' ter inzage in de regio. In het ontwerp-instemmingsbesluit wordt het volume van UGS Norg uitgebreid naar 6 miljard Nm^3. Tevens wordt NAM toegestaan om de opslag flexibeler in te zetten in de maanden april en oktober. Beide wijzigingen dragen bij aan het verder beperken van de fluctuaties in het Groningen gasveld. De minister verbindt hieraan wel de belangrijke voorwaarde dat dit niet mag leiden tot extra volume uit het Groningen gasveld dat niet binnen de graaddagenformule valt.

SodM benadrukt het belang van deze voorwaarde. Beperking van het totale geproduceerde volume uit het Groningen gasveld blijft belangrijker dan het beperken van de fluctuaties. Deze belangrijke voorwaarde is echter niet aan de instemming met de wijziging van het opslagplan UGS Norg verbonden. SodM adviseert de minister om deze voorwaarde wel aan de inzet van Norg binnen de operationele strategie van het Groningen gasveld te verbinden.

SodM adviseert de minister om aan het vaststellingsbesluit de voorwaarde dat het flexibel inzetten van de UGS Norg in de maanden april en oktober niet mag leiden tot het winnen van een groter volume dan onder de graaddagenformule is toegestaan, te verbinden.

6.2 Wat is het gevolg van onvoorziene omstandigheden en onderhoud?

NAM geeft aan dat ze zich maximaal zal inspannen (in overleg met GTS en GasTerra) om de door de minister vastgestelde operationele strategie uit te voeren. Om de strategieën goed te kunnen uitvoeren zijn in deze al rekening gehouden met het geplande onderhoud. In uitzonderlijke gevallen kan het toch voorkomen dat niet binnen de randvoorwaarden van de vastgestelde operationele strategie kan worden geopereerd of extra onderhoud noodzakelijk is. In het instemmingsbesluit Groningen gasveld 2018/2019 is in artikel 2, derde lid voor deze situaties een voorschrift opgenomen. NAM verzoekt de minister deze voorwaarde ook aan het vaststellingsbesluit te verbinden. NAM zal in de jaarrapportage aangeven indien extra onderhoud heeft geleid tot extra fluctuaties.

SodM onderschrijft het verzoek van NAM om artikel 2, derde lid, voor uitzonderlijke situaties wederom op te nemen als voorwaarde aan het vaststellingsbesluit.

SodM adviseert om artikel 2, derde lid, uit het instemmingsbesluit Groningen gasveld 2018/2019 ook aan het vaststellingsbesluit te verbinden.

Uitzonderlijke situaties en onvoorzien, extra onderhoud kunnen ook aanleiding geven voor een (tijdelijke) aanpassing van de ruimtelijke verdeling van de productie over de clusters (aanpassing van de inzetstrategie). Artikel 52e van de Mijnbouwwet schrijft voor dat NAM een te verwachten

langdurige en substantiële afwijking van de strategie aan de minister moet melden. De minister kan vervolgens met een tijdelijke maatregel besluiten tot een aanpassing van de operationele strategie.

6.3 Is het vanuit het oogpunt van veiligheid verstandig om de Loppersumclusters in te zetten ten behoeve van de maximale capaciteitsvraag?

De GTS-raming gaat uit van een maximale capaciteitsvraag van 146,4 miljoen Nm^3 per dag. NAM geeft aan dat met het insluiten van de Loppersumclusters ze niet aan deze maximale capaciteitsvraag kan voldoen. De technisch maximale capaciteit die het Groningen gasveld kan leveren is 140 miljoen Nm^3 per dag. Door uitval en/of storingen is deze technische maximale capaciteit echter slechts 20% van de tijd beschikbaar. NAM geeft aan dat 95% van de tijd ongeveer 110 miljoen Nm^3 per dag beschikbaar zal zijn.

Binnen het Groningensysteem zijn primair de piekgasinstallatie Alkmaar (verder: PGI Alkmaar) en de gasopslagcavernes bij Zuidwending erop ingericht om piekcapaciteitsvraag op koude dagen op te vangen. SodM benadrukt het belang dat gezocht wordt naar alternatieve mogelijkheden om de benodigde capaciteit te realiseren. Op dit moment is het voor SodM op basis van de beschikbare informatie niet mogelijk om de mogelijke gevolgen vast te stellen van het niet kunnen voorzien in de gevraagde maximale capaciteitsvraag op het Groningen gasveld.

In het Zeerijp-advies heeft SodM vastgesteld dat het gebruik van de Loppersumclusters om te voorzien in piekcapaciteitsvraag kan leiden tot extra bevingen. Door het insluiten van de Loppersumclusters wordt de drukdalingssnelheid gelijkmatiger, waardoor de kans op het activeren van bevingen wordt verkleind. SodM vindt het, vanuit het oogpunt van seismisch risico, zeer onwenselijk om voor de capaciteitsvraag op Groningen de Loppersumclusters weer beschikbaar te maken.

SodM adviseert de minister om vanuit het oogpunt van de seismische risico's de Loppersumclusters definitief ingesloten te laten.

6.4 Studie- en data-acquisitie-plan

De afgelopen jaren heeft NAM een uitgebreid studie en data-acquisitie programma uitgevoerd. Het door NAM ingediende studieprogramma is zinvol en gericht op verder ter verbetering van de modellen in de HRA. De resultaten van de studies van NAM worden, onder de verantwoordelijkheid van NAM, onderworpen aan peer en externe reviews.

Op 1 februari 2019 heeft NAM een actualisatie van de planning van dit programma bij de minister ingediend. Op dit moment ligt dit programma ter beoordeling bij SodM voor. SodM vind het belangrijk dat geborgd wordt dat dit onderzoeksprogramma doorgang blijft vinden. In het instemmingsbesluit Groningen gasveld 2018-2019 is in artikel 7.1 vastgelegd dat NAM het onderzoeksprogramma moet uitvoeren.

SodM adviseert de minister om artikel 7, eerste lid, uit het instemmingsbesluit Groningen gasveld 2018/2019 ook aan het vaststellingsbesluit te verbinden.

7 Overzicht adviezen aan de minister van EZK inzake het operationeel besluit voor het gasjaar 2019/2020

7.1 Adviesvragen EZK

1. ***Welke operationele strategie voor het gasjaar 2019/2020 geniet vanuit het oogpunt van veiligheid de voorkeur volgens het Staatstoezicht op de Mijnen*?**

Om deze vraag te beantwoorden heeft SodM beoordeeld welke operationele strategie de bodembeweging en/of de gevolgen voor omwonenden en gebouwen (of de werking daarvan) zoveel mogelijk beperkt.

Hoewel de verschillen klein zijn komt SodM tot de conclusie dat OS1 de bodembeweging het beste beperkt. Vanuit het oogpunt van de gevolgen voor omwonenden en gebouwen is naar de mening van SodM geen onderscheid tussen de twee operationele strategieën te maken.

Vanuit het oogpunt van veiligheid adviseert SodM om voor het gasjaar 2019/2020 bij de gaswinning uit het Groningen gasveld uit te gaan van operationele strategie 1.

2. ***In hoeverre zijn de dreigings- en risicoanalyses behorende bij de voorgestelde operationele strategieën op correcte wijze onderbouwd, uitgevoerd en geanalyseerd*?**

Voor de risicoberekeningen maakt NAM gebruik van een sinds 2014 ontwikkelde methodiek voor een probabilistische dreigings- en risicoberekening. De door NAM ontwikkelde methodiek is in lijn met de door SodM voorgestane aanpak om te komen tot een inschatting van de veiligheidsrisico's. SodM heeft de gebruikte methodiek in eerdere adviezen beoordeeld. SodM is van mening dat de modellen van NAM over het algemeen van hoogstaand niveau zijn. De modellen maken grotendeels gebruik van de beste wetenschappelijke kennis die op dit moment beschikbaar is. In dit advies hebben we alleen gekeken naar de veranderingen in modellen ten opzichte van vorige adviezen.

SodM is van mening dat de verbeteringen aan zowel de gebouwendatabase als aan de kwetsbaarheidscurves een vooruitgang zijn. Een nauwkeurige beoordeling van de verbeteringen in de gebouwendatabase en de kwetsbaarheidscurves zijn beschreven in bijlage B. Het is belangrijk om op te merken dat een aantal documenten die de verbeteringen in detail beschrijven nog ontbreken en dat deze naar verwachting later in 2019 voor SodM beschikbaar zullen zijn. Totdat deze documenten beschikbaar komen, is de beoordeling van de gebouwendatabase en de kwetsbaarheidscurves voorlopig en kan deze niet als volledig geverifieerd worden beschouwd.

In februari 2019 is bekend geworden dat veel van de versnellingsmeters in het Groningenveld verkeerd stonden ingesteld en er verkeerde waardes voor de grondversnelling zijn gemeten op het zogenaamde G0 netwerk. Inmiddels heeft KNMI deze foute instelling verholpen en zijn de waarnemingen gecorrigeerd. Op dit moment is SodM nog bezig met een verificatie en validatie van alle relevante seismische waarnemingen (inclusief de gecorrigeerde waarnemingen) en van de effecten van deze correctie op de risicoberekeningen.

De eerste deelresultaten suggereren een effect van de correctie op de risicoberekeningen. Omdat het om voorlopige nog niet volledig begrepen deelresultaten gaat en eerste beoordeling van deze deelresultaten geen materiële impact op de huidige adviesvragen aangeven, vindt SodM het op dit moment nog te vroeg om op basis van deze eerste, voorlopige resultaten te adviseren. Om die reden werkt SodM in dit advies op basis van de HRA2019 uitkomsten. SodM vindt het belangrijk om eerst het verificatie- en validatie-traject af te ronden. Daarmee worden verdere problemen met de waarnemingen zo veel mogelijk uitgesloten. Daarnaast moet begrepen worden waar het verschil in de resultaten door wordt veroorzaakt zodat zekerheid wordt verkregen over de correctheid van de nieuwe berekeningen.

3. ***In hoeverre geven de bijbehorende dreigings- en risicoanalyses bij de voorgestelde operationele strategieën een correcte weergave van de 10-jaarsdoorkijk voor de gasjaren na 2019-2020?***

Conform de nieuwe mijnbouwwet en het verzoek van de minister heeft NAM een doorkijk voor de komende 10 jaar opgenomen in HRA2019. Deze doorkijk gaat gepaard met vele bekende en onbekende onzekerheden. Het is belangrijk om bij het nemen van maatregelen rekening te houden met deze onzekerheden en een marge te hanteren. De keuze voor de grootte van de veiligheidsmarge is een praktische en bestuurlijke keuze. Juist omdat een deel van de onzekerheden niet wordt meegenomen in de berekeningen, is geen wetenschappelijke grondslag mogelijk voor de keuze van de omvang van de veiligheidsmarge. Vanuit wetenschappelijk oogpunt is de keuze voor een bepaalde veiligheidsmarge arbitrair.

In het Zeerijp-advies en advies over de versterkingsopgave in juni 2018 heeft SodM voor de bepaling van de te nemen maatregel de zogenaamde P90 uit de berekeningen van NAM overgenomen. De P90 is de waarde, waarbij de uitkomst in 90% van de berekeningen op of onder deze waarde ligt; er is een kans van 10% dat de echte waarde boven deze P90-waarde ligt. De afstand in de uitkomsten tussen verwachtingswaarde en de P90 is de marge die SodM heeft gehanteerd. Hiermee heeft SodM zich gebaseerd op de berekende onzekerheid in de uitkomsten van de risicoberekeningen, welke een reflectie is van de huidige stand van de kennis in de modellen.

Op dit moment is het effect van de winning na beëindiging van de gaswinning nog niet in kaart gebracht. SodM constateert dat de drukdaling na 2023, door de beperkte gaswinning, gedomineerd wordt door de vereffening van het drukverschil tussen de druk in het noorden en de druk in zuiden dat over het veld is ontstaan. Het zal dan niet meer mogelijk zijn om met de productie de lange termijn effecten te beïnvloeden. SodM acht het dan ook van groot belang dat zo snel mogelijk, naast de 10-jaarsdoorkijk, inzicht in lange termijn dreiging en risico's worden verkregen.

SodM adviseert om NAM voor beide operationele strategieën de dreiging en risico's tot 30 jaar na beëindiging van de winning te berekenen voor het ingaan van het gasjaar 2019/2020.

7.2 Aanvullende adviezen

Naast de antwoorden op de adviesvragen van de minister heeft SodM de volgende aanvullende adviezen voor het vaststellingsbesluit:

1. *SodM adviseert om beide operationele strategieën door NAM voor het ingaan van het gasjaar 2019/2020 te laten aanvullen met een voorspelling van de bodemdaling die mede is gebaseerd op de meest recente bodemdalingsgegevens van het desbetreffende gebied en is voorzien van een nadere analyse van de onzekerheden.*
2. *SodM adviseert om artikel 4 uit het instemmingsbesluit Groningen gasveld 2018/2019 ook aan het vaststellingsbesluit te verbinden.*
3. *SodM adviseert de minister om de voortdurende maatschappelijke ontwrichting en de moeizame voortgang van de versterking een duidelijke plaats te geven in zijn afweging voor een verantwoord winningsniveau.*

4. *SodM adviseert de minister om aan het vaststellingsbesluit de voorwaarde dat het flexibel inzetten van de UGS Norg in de maanden april en oktober niet mag leiden tot het winnen van een groter volume dan onder de graaddagenformule is toegestaan, te verbinden.*
5. *SodM adviseert om artikel 2, derde lid, uit het instemmingsbesluit Groningen gasveld 2018/2019 ook aan het vaststellingsbesluit te verbinden.*
6. *SodM adviseert de minister om vanuit het oogpunt van de seismische risico's de Loppersumclusters definitief ingesloten te laten.*
7. *SodM adviseert de minister om artikel 7, eerste lid, uit het instemmingsbesluit Groningen gasveld 2018/2019 ook aan het vaststellingsbesluit te verbinden.*

Afkortingenlijst

CS	Collapse State
DS	Damage State
EZK	Ministerie van Economische Zaken en Klimaat
EDB	Exposure Data Base
GMM	Ground Motion Model
GTS	Gasunie Transport Services
HRA	Hazard and Risk Assessment
IR	Individueel risico
KEM	Kennisprogramma Effecten Mijnbouw
KNMI	Koninklijk Meteorologisch Instituut
LPR	Local Personal Risk
MDOF	Multiple Degree of Freedom
NAM	Nederlandse Aardolie Maatschappij
NCG	Nationaal Coördinator Groningen
NPR	Nationale Praktijk Richtlijn
PGA	Maximale grondversnelling
PGV	Maximale grondsnelheid
SODF	Single Degree of Freedom
SodM	Staatstoezicht op de Mijnen
SSI	Solid Structure Interaction
URM1_F	Typologieaanduiding voor gewone boerderij met schuur

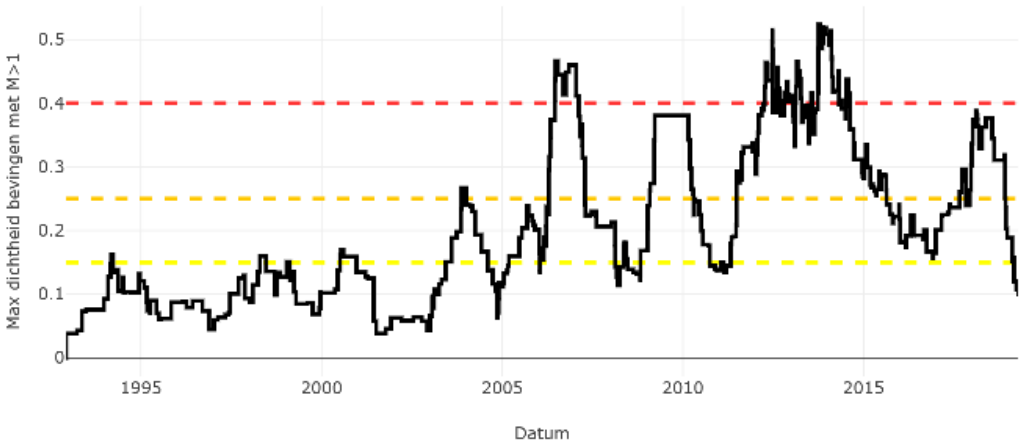
Bijlage A: Ontwikkeling van de seismiciteit

De ontwikkeling van het aantal geregistreerde aardbevingen in het Groningenveld sinds 1991 wordt goed geïllustreerd in Figuur A-1. Tot en met 2013 was er sprake van een toename van het jaarlijks aantal bevingen. Vanaf 2014 is er sprake van een afname van het jaarlijks aantal bevingen. In 2017 nam het aantal bevingen tijdelijk weer toe om in 2018 weer af te nemen. Op dit moment is het aantal bevingen met een magnitude groter dan of gelijk aan ML = 1,5 dat in de voorgaande twaalf maanden geregistreerd is ('activity rate') elf. Dit aantal ligt onder de grens voor het waakzaamheidsniveau van het Meet- en Regelprotocol (verder: MRP) voor de 'activity rate' (deze grens ligt bij een 'activity rate' van 15 bevingen).

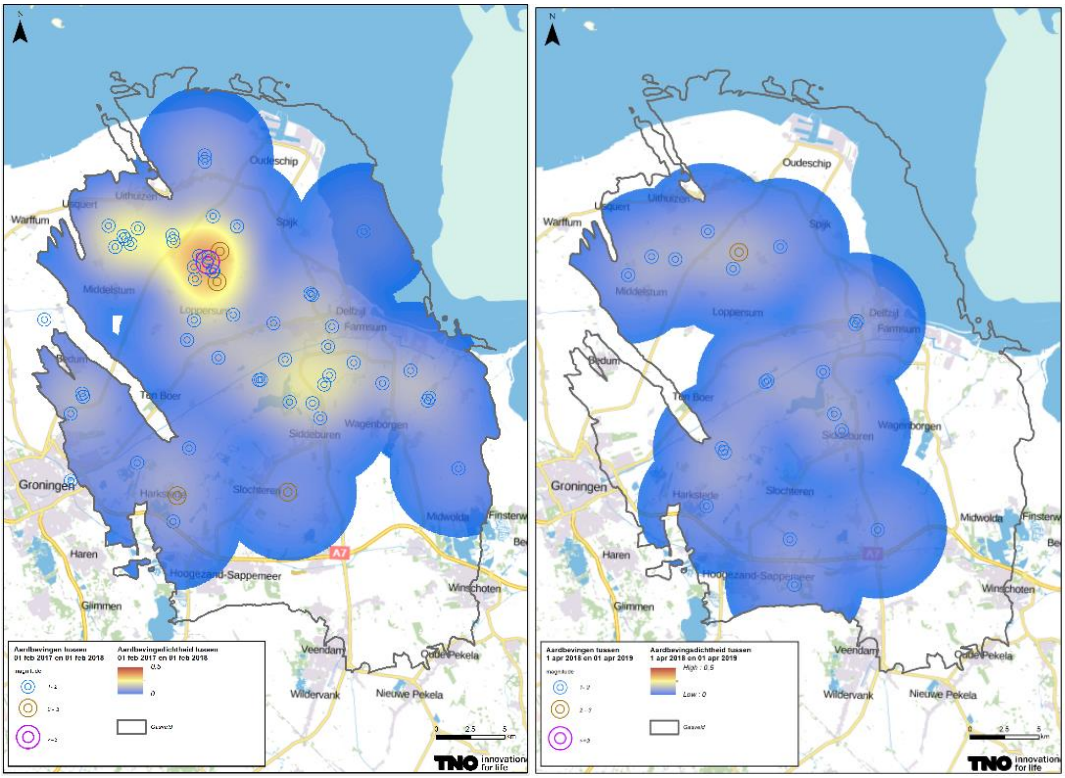
Figuur A-1. Boven: Overzicht van het aantal bevingen per jaar, ingedeeld naar sterkte van de bevingen. Onder: Overzicht van het aantal bevingen met een magnitude groter dan of gelijk aan ML = 1,5 dat in de voorgaande twaalf maanden geregistreerd is ('activity rate').

De maximale aardbevingsdichtheid laat en vergelijkbaar beeld zien (Figuur A-2). De hoogste waarde werd gehaald rond de Zeerijp aardbeving begin 2018. Inmiddels is de aardbevingsdichtheid sterk gedaald naar ongeveer 0,1 bevingen per km^2 per jaar. Ook deze waarde is duidelijk lager dan de grenswaarde van 0,17 bevingen per km^2 per jaar voor het waakzaamheidsniveau van de aardbevingsdichtheid.

De ruimtelijke verdeling van de bevingen is redelijk uniform over het veld (Figuur A-3). De concentratie van bevingen bij Zeerijp is verdwenen en er zijn geen nieuwe hotspots ontstaan.



Figuur A-2. Onder: Overzicht van de ontwikkeling van de maximale aardbevingsdichtheid in het Groningen gasveld.



Figuur A-3. Overzicht van de aardbevingsdichtheid tussen 1-2-2017 en 1-2-2018 (links) en tussen 1-4-2018 en 1-4-2019 (rechts).

Sinds de beving bij Garsthuizen op 13 april 2018 zijn er geen bevingen met een sterkte van 2,0 of groter in het veld geweest.

Een uitgebreide beschrijving van de ontwikkeling van de seimiciteit is te vinden in NAM rapportage "Rapportage seismiciteit Groningen – mei 2019"[24]. SodM onderschrijft de analyses van NAM in dit document.

[24] www.nam.nl/feiten-en-cijfers/onderzoeksrapporten.nl

Bijlage B: Beoordeling veranderingen in de HRA-modellen en exposure database

Inleiding

In de HRA2019 zijn van de acht modellen van de zogenaamde modellentrein er twee verbeterd. Dit betreft de gebouwendatabase (model 6 uit Figuur 2-2; verder: EDB), en de kwetsbaarheidscurves (model 7 uit Figuur 2-2). Beide zijn verbeterd naar versie 6. In deze bijlage worden de verbeteringen en activiteiten die ondernomen zijn om tot deze nieuwe versie te komen besproken en beoordeeld.

NAM onderwerpt alle modellen die voor de HRA ontwikkeld worden aan een periodieke beoordeling door een comité van (inter)nationale experts. In februari 2018 zijn de modellen voor de sterkte van gebouwen en de gebouwendatabase beoordeeld[25].

De conclusie van deze beoordeling was dat de gebouwkwetsbaarheid op een gedegen wijze is doorgerekend met behulp van laboratoriummetingen en computermodellering, en goed zijn gevalideerd met behulp van de triltafel-testen. Het comité bevestigde dat deze methodiek de meest actuele stand van de techniek toepast voor de seismische risico-inschatting.

Het comité is echter ook met een aantal aanbevelingen gekomen. Zo vond zij de variabiliteit binnen een aantal gebouwtypologieën erg groot en adviseerde zij om deze typologieën verder onder te verdelen in sub-typologieën. Daarbij adviseerde zij om ook rekening te houden met de invloed van niet-dragende elementen, zoals niet-dragende binnen muren. Deze niet-dragende elementen beïnvloeden de sterkte van een gebouw. Met name voor de zogenaamde ‘drive-in’-woningen (woningen met een garage op de begane grond onder het huis en de woonkamer op de eerste verdieping) is het van belang om hier rekening mee te houden.

Het comité heeft ook geadviseerd om voor de sterkte-berekeningen van de gebouwen uit te gaan van het trillingssignaal met de karakteristieken (b.v. frequentie en duur) van een Groningse aardbeving. De modellen van NAM gebruikten in de HRA2018 nog signalen met de karakteristieken van tektonische bevingen. Door lokale, in voor Groningense bevingen kenmerkende signalen te gebruiken in de modellen waarmee het gedrag van de gebouwen wordt berekend, ontstaat consistentie tussen de berekende dreiging en het gevolg voor de gebouwen. Tenslotte adviseerde het comité om het effect van een aantal vereenvoudigingen in de modellen verder uit te zoeken.

NAM heeft deze aanbevelingen van het comité systematisch doorgevoerd: een aantal typologieën is verder onderverdeeld, waarbij elke sub-typologie een eigen kwetsbaarheidscurve heeft gekregen met een kleinere onzekerheidsbandbreedte. Ook wordt nu een trillingssignaal met de karakteristieken (b.v. frequentie en duur) van een Groningse aardbeving gebruikt om het gedrag van de gebouwen in reactie op een beving te berekenen. Daarnaast heeft NAM een aantal vereenvoudigingen uit de modellen gehaald en gebruikt nu complexere en completere uitwerkingen in de HRA2019.

De verbeteringen worden in twee hoofdcategorieën besproken:

1) Verbeteringen in de gebouwendatabase
2) Verbeteringen in de kwetsbaarheidscurves

Het is belangrijk om op te merken dat een aantal documenten die de verbeteringen in detail beschrijven nog ontbreken en dat deze naar verwachting later in 2019 voor SodM beschikbaar zullen zijn. De informatie in deze documenten is noodzakelijk voor volledige validatie van activiteiten, modellen en resultaten met betrekking tot de gebouwendatabase en de kwestbaarheidscurves, zoals

[25] Assurance Meeting on Exposure, Fragility and Fatality Models for the Groningen Building Stock at Schiphol Airport, Amsterdam on the 21st and 22nd of February 2018. Report available on: https://nam-onderzoeksrapporten.data-app.nl/reports/download/groningen/en/9f6ff4e7-3d35-49a1-908e-56a300e5d167.

beschreven door NAM in de documenten “Report on the v6 Fragility and Consequence Models for the Groningen Field” en “Seismic Hazard and Risk Assessment Groningen Field update for Production Profile GTS - raming 2019”. Tot deze documenten beschikbaar zijn, is de volgende mening van SodM over de v6 gebouwendatabase en v6 kwetsbaarheidscurves slechts voorlopig en kunnen deze niet als volledig geverifieerd worden beschouwd.

V6 Gebouwendatabase

Introductie

De gebouwen die in Groningen worden blootgesteld aan trillingen ten gevolge van aardbevingen worden in de aanpak van NAM, op basis van constructieve kenmerken, ingedeeld in typologieën. De gebouwendatabase bevat gegevens over deze gebouwtypologieën, het gebruik van de gebouwen en de bezettingsgraad van gebouwen boven het Groningen gasveld.

Een eerste indeling van de gebouwen is uitgevoerd op basis van verschillende publieke datasets, waaronder het Kadaster. Deze informatie bevat echter niet alle benodigde kenmerken om een unieke indeling te kunnen maken. Op basis van inspecties (beschouwd van de buitenkant, bouwtekening, etc.) kunnen de benodigde kenmerken verder worden vastgesteld en kan de indeling worden verfijnd. Een deel van de gebouwen in het seismisch meest actieve gebied (het kerngebied) zijn op verschillende manieren geïnspecteerd waardoor de meeste kenmerken bekend zijn. Buiten het kerngebied is ook een klein aantal gebouwen geïnspecteerd als onderdeel van deze studie. De exacte constructieve kenmerken van de meeste gebouwen zijn echter niet in detail bekend, waardoor het moeilijk is om een gebouw toe te wijzen aan een specifieke typologie. Daarom worden gebouwen op basis van waarschijnlijkheid toegewezen aan meerdere typologieën en wordt over deze typologieën een gewogen gemiddeld risico berekend.

Wat heeft NAM gedaan om de gebouwendatabase V6 te verbeteren?

NAM heeft de volgende activiteiten uitgevoerd om de database te verbeteren:

- Extra informatie over missende kenmerken is verzameld door meer dan 30.000 externe visuele inspecties uit te voeren.
- Beeldverwerking is gebruikt voor verdere verbetering van de bouwkenmerken op basis van bouwfoto’s.
- Er zijn meer bouwtekeningen verzameld om kennis over gebouwen te valideren en te bevestigen.
- 190.000 documenten over verschillende kenmerken van de gebouwen zijn verzameld, voornamelijk uit gemeentelijke archieven, van bouwverenigingen en van eigenaren.
- Er zijn inferentieregels ontwikkeld die het mogelijk maken om gebouwen met vergelijkbare bouwjaar en geometrische eigenschappen (zoals aantal verdiepingen en hoeveelheid ramen) te vergelijkenommet gebouwen waar inspectie gegevens van beschikbaar zijn.
- Gebouwen die een kans hebben (hoe klein ook) om tot een kwetsbare typologie te behoren, zijn met voorrang aan de buitenzijde geïnspecteerd en opnieuw geëvalueerd. Hiermee zijn er meer gebouwen geïdentificeerd die tot de kwetsbare typologieën behoren.

Deze activiteiten resulteerden in de volgende verbeteringen van de V6 database:

- De V6 gebouwendatabase bevat nu ongeveer 153.000 bevolkte (of potentieel bevolkte) gebouwen[26].

[26] Met (deels) bevolkte gebouwen worden alle gebouwen (ook boerenschuren) aangeduid waar mensen wonen, werken of (een deel van de dag) kunnen verblijven (zoals scholen, kerken, etc).

- De bouwtypologieën van twee baksteengebouwen (URM1 en URM3) zijn opgesplitst in verschillende sub-typologieën. Hierbij wordt erkend dat de variatie met betrekking tot het seismisch gedrag binnen deze typologieën nog steeds relatief groot was in vergelijking met andere typologieën met een hoger risicopotentieel. Binnen URM1 worden typische boerderijen met een schuur nu als sub-typologie onderscheiden.
- Op basis van nieuwe inzichten zijn gebouwen uit verschillende typologieën opnieuw toegewezen aan andere typologieën.[27]

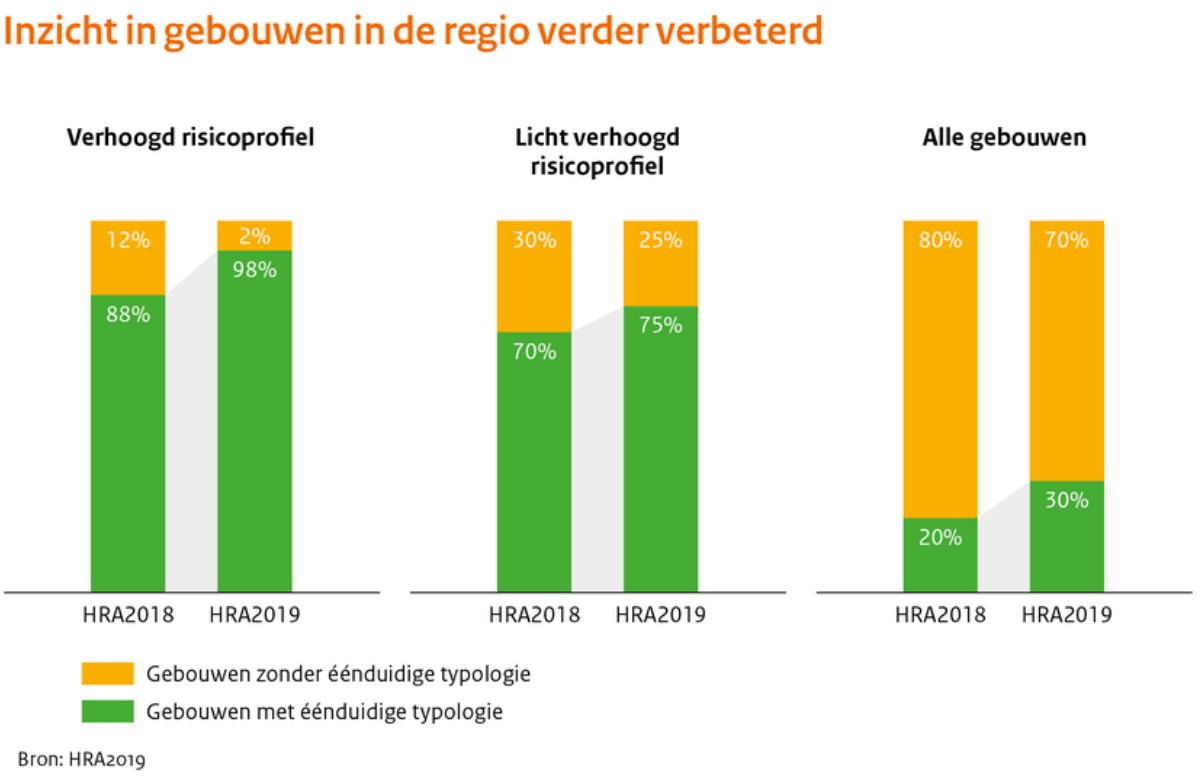
Wat vind SodM van de verbetering van de gebouwendatabase?

Toewijzing aan typologieën
Voor de V6 gebouwendatabase is de informatie over gegevens die specifiek zijn voor gebouwen sterk uitgebreid. Het gevolg is dat voor het overgrote deel van de gebouwen die in de HRA2019 een P90 boven de norm hebben, nu met meer dan 75% zekerheid vastgesteld is wat de typologie van het gebouw is (Figuur 3-3B-1). Voor het grootste deel van de overige gebouwen en een klein deel van de bovenstaande gebouwen is dit door het ontbreken van gegevens nog steeds niet mogelijk. In de risicoberekening wordt voor deze gebouwen nog steeds gewerkt met een gewogen gemiddelde over meerdere gebouwtypologieën.

SodM vindt de verbeteringen in de vaststelling van een éénduidige typologie een goede ontwikkeling. Inspanningen van NAM om de gebouwendatabase verder te verbeteren zijn positief te noemen, met name het aantal documenten dat is gebruikt en de toevoeging van gegevens afkomstig van inspecties of beeldverwerking.

Opsplitsing sub-typologieën
De vraag uit eerdere beoordelingen of de variabiliteit binnen een gebouwtypologie wel voldoende is meegenomen in de berekeningen, is (deels) beantwoord door het opsplitsen van twee typologieën in sub-typologieën. Ook is het effect van de mogelijke aanwezigheid van niet-dragende elementen in het gebouw, zoals interne niet-dragende muren, nu deels wel meegenomen in de modellen. Wel blijft de vraag staan of bijvoorbeeld de staat van onderhoud en bouwkundige veranderingen, zoals de plaatsing van dakkappellen voldoende wordt afgedekt in de bestaande modellen.

[27] Voor het bepalen of een gebouw tot het type URM1_F behoort zijn de verbeteringen op basis van aanvullende gegevensbronnen, zoals geometrische indeling en bedrijfsspecifieke informatie van Dataland, gecombineerd met verbeterd inzicht in de relatie tussen deze gegevensbronnen. Bovendien heeft het opnieuw evalueren van gebouwen waarvan in de v5 gebouwendatabase een (kleine) kans bestond dat het tot een kwetsbare typologie te behoren, geleid tot de identificatie van meerdere URM1_F-gebouwen.
Daarnaast zijn meerdere URM3L-gebouwen op basis van inspectie-informatie of geautomatiseerde beeldanalyses door Ticinum Aerospace toegewezen aan URM4L.



Figuur B-1. Overzicht van het percentage gebouwen in de verschillende groepen (gehele database, boven de norm en P90) dat met hoge waarschijnlijkheid toegewezen kan worden aan een typologie..

Conclusie

De gebouwendatabase is bijgewerkt op basis van recente inspecties, verzamelde documenten en beeldverwerking, wat in overeenstemming is met de aanbeveling van SodM in het advies van juni 2018. Het splitsen van bestaande typologieën naar aanvullende subgroepen en het opnieuw bezien van eerder toegewezen typologieën is een positieve ontwikkeling en zal naar verwachting leiden tot meer verfijnde resultaten. Aanbevelingen in eerdere adviezen van SodM om rekening te houden met versterkingsoperaties worden echter nog niet in aanmerking genomen.

V6 Kwetsbaarheidscurves

Inleiding

De kwetsbaarheidscurves (fragility curves) beschrijven de kwetsbaarheid van de gebouwtypen in relatie tot de grondbewegingen. De kwetsbaarheidscurve bepaalt hoeveel schade er bij een bepaalde grondbeweging kan optreden en in hoeverre een gebouw kan instorten. NAM heeft verschillende activiteiten ondernomen om de kwetsbaarheidscurves verder te verbeteren. Deze verbeteringen zijn mede op basis van de aanbevelingen van het International Expert Review Panel tot stand gekomen.

Een deel van de uitgevoerde activiteiten heeft direct invloed op de kwetsbaarheidscurves zelf en zal naar de verwachting van NAM de modellen voor de kwetsbaarheid van de gebouwen verbeteren. Een ander deel van de activiteiten dient voor de validatie van kwetsbaarheidscurves en de modellen die worden gebruikt voor het afleiden van deze kwetsbaarheidscurves.

In de volgende paragrafen wordt eerst uitgelegd hoe kwetsbaarheidscurves worden berekend. Daarna wordt beoordeeld in hoeverre de modellen gebruikt voor het afleiden van de kwetsbaarheidscurves zijn verbeterd. Tenslotte zal worden ingegaan op de verbeteringen op het gebied van de validatie van de kwetsbaarheidscurves.

Hoe zijn de kwetsbaarheidscurves berekend?

Om de kwetsbaarheid van gebouwen te bepalen heeft NAM een aantal activiteiten ontplooid. Deze activiteiten bestaan onder meer uit het doen van laboratoriumtesten op typische bouwmaterialen, het uitvoeren van testen in bestaande gebouwen, numeriek modelleren van het gedrag van een gebouw als het wordt blootgesteld aan trillingen en validatie van de modellen met behulp van triltafel-testen.

De resultaten van alle testen zijn gebruikt om voor 21 gebouwtypen geavanceerde numerieke 3D-modellen te ontwikkelen van zogenaamde index-huizen. Deze 3D modellen rekenen met meerdere vrijheidsgraden (multiple degree of freedom; verder: MDOF). Voor 16 andere gebouwtypen zijn (nog) geen modellen ontwikkeld en zijn kwetsbaarheidscurves uit de literatuur[28] gebruikt.

Om snellere berekeningen mogelijk te maken in de HRA, zijn de 21 MDOF-modellen en de 16 modellen uit de literatuur vertaald naar simpelere modellen met slechts één vrijheidsgraad (verder: SDOF). Deze bovenstaande SDOF modellen zijn gecombineerd met andere bronnen[29] om voor alle 37 gebouwtypologieën een kwetsbaarheidscurve af te leiden.

Deze afgeleide kwetsbaarheidscurves bestaan uit curves voor de verschillende schadegradaties[30] (damage grades; verder: DS zie Figuur 5-3) DG2 en DG3. Daarnaast zijn er curves voor de verschillende instortgradaties (collapse state; verder: CS) van CS1 tot CS3 (van gedeeltelijk instorten tot volledig instorten). Een belangrijke aanname in de gebruikte methodiek is dat eventuele schade aan het gebouw meteen wordt gerepareerd na een beving.

Voor de beoordeling van schadegradatie 1 (DG1, esthetische schade aan gebouwen), worden empirische methoden gebruikt die gebaseerd zijn op de analyse van waargenomen schade door historische aardbevingen.

In v6 heeft NAM ook twee kwetsbaarheidscurves ontwikkeld voor de kans dat een schoorsteen instort bij gebouwen van vóór 1920 en gebouwen van na 1920. Deze zijn afgeleid op basis van empirische relaties uit de literatuur en het oordeel van experts.

Welke veranderingen en verbetering zijn er gemaakt in de kwetsbaarheidscurves?

Hieronder worden de 5 grootste veranderingen beschreven die zijn doorgevoerd in de kwetsbaarheidscurves tussen versie 5 en versie 6. Bij elke verandering wordt aangegeven wat de mogelijke impact van de verandering is op de resultaten.

1) Zoals beschreven in het gebouwdatabase hoofdstuk zijn er twee typologieën (URM1 en URM3M) onderverdeeld in sub-typologieën. Deze sub-typologieën hebben een eigen kwetsbaarheidscurve gekregen. Met deze opdeling zou de variabiliteit binnen de sub-typologieën kleiner moeten zijn.
2) In versie 6 zijn meer indexgebouwen gebruikt voor de ontwikkeling van de kwetsbaarheidscurves. Tevens zijn voor de gebouwtypen die het meeste hebben bijgedragen aan het risico in het V5-model, in versie 6 meerdere indexgebouwen gebruikt. De resulterende kwetsbaarheidscurves zijn berekend door de resultaten voor de indexgebouwen te combineren. Door het gebruik van meerdere index-gebouwen neemt de betrouwbaarheid dat een kwetsbaarheidscurves de daadwerkelijke kwetsbaarheid van een specifiek gebouw beschrijft toe.

---

[28] FEMA (2004) "HAZUS-MH Technical Manual," Federal Emergency Management Agency, Washington D.C.

FEMA (2012) "Seismic performance assessment of buildings. Volume 1 - Methodology," FEMPA P-58-1, Federal Emergency Management Agency,Washington D.C.

[29] Gebruikte bronnen zijn bijvoorbeeld geometrische lay-out en gebouwspecifieke informatie van Dataland.

[30] Volgens de Europese Macroseismische Schaal

3) In versie 6 van de kwetsbaarheidscurves wordt de interactie tussen de bodem en het gebouw (soil-structure interaction; verder: SSI) door een geavanceerder model berekend dan voorheen. Dit model kan de niet-lineaire interactie tussen de bodembewegingen en het gebouw beter modeleren. De verwachting is dat dit model een realistischer gedrag modelleert dan het simpele model (de simpele veer en demper combinatie) die werd gebruikt in de vorige versie.
4) Er zijn nu trillingssignalen met de karakteristiek (b.v. duur en frequentie) van Groningen aardbevingen gebruikt voor de ontwikkeling van de kwetsbaarheidscurves. Dit vervangt de voorheen gebruikte trillingssignalen die vooral gebaseerd waren op de trillingssignalen van natuurlijke, tektonische bevingen. Door het gebruik van een Groningen specifiek trillingssignaal ontstaat consistentie tussen de berekende dreiging en het gedrag van de gebouwen.
5) De drempelwaardes waarbij schade kan optreden aan gebouwen van baksteen (URM) zijn verbeterd. De verbetering is gebaseerd op experimenten die zijn uitgevoerd op gebouwelementen (bijvoorbeeld muurdelen) en structuren die overeenkomen met de bouwpraktijken en specifieke materialen die bij de gebouwen in Groningen worden gebruikt. De kalibratie aan de experimenten verbeterd de betrouwbaarheid van de bepaalde drempelwaardes.

Beoordeling SodM

SodM ondersteunt elke verdere verbetering van gebruikte modellen op basis van experimentele testen, inclusief drempelwaardes voor schadegradaties. Het ligt in de lijn der verwachtingen dat deze de modellen realistischer maken in hun voorspellingen.

Gebruik meer indexgebouwen
De kwetsbaarheidsberekeningen zijn gebaseerd op het gebruik van indexgebouwen. Het ligt in de lijn der verwachtingen dat het gebruik van meer indexgebouwen resulteert in kwetsbaarheidscurves die de werkelijkheid beter kunnen benaderen. De introductie van meer indexgebouwen (van 18 in V5 naar 21 in V6) ziet SodM dan ook als een positieve ontwikkeling.

De individuele indexgebouwen zouden zo moeten zijn gedefinieerd dat ze een goede vertegenwoordiging zijn van een subpopulatie van gebouwen die zijn blootgesteld aan de seismische risico's in Groningen. Het is SodM op dit moment echter niet duidelijk hoe deze indexgebouwen worden geselecteerd en welk percentage van de subpopulatie ze werkelijk vertegenwoordigen.

SodM heeft op dit moment geen overzicht wat de impact is van boven beschreven keuzes en welke onzekerheid daaraan is verbonden.

Ontwikkeling kwetsbaarheidscurves voor de sub-typologieën
SodM is ook positief over de ontwikkeling van de kwetsbaarheidscurve voor de meest kwetsbare typologie URM1_F, die een typische boerderij met schuur voorstelt. Wij zijn van mening dat de huidige aanpak, waarbij zowel boerderij als schuur in meegenomen wordt in de risicoberekening, een goede verbetering is omdat het risico wat de mensen lopen in en rond dit gebouw hierdoor volledig wordt meegenomen in de berekeningen.

Welke activiteiten zijn er door NAM ondernomen voor validatie en evaluatie?

NAM heeft verscheidende activiteiten ondernomen om de numerieke modellen voor gebouwen en de daaruit afgeleide kwetsbaarheidscurves verder te valideren en te evalueren. Deze activiteiten zijn ondernomen om begrip te krijgen van de betrouwbaarheid van modellen en kwetsbaarheid.

1. Om het effect van de boven beschreven verbeterde bodem-gebouw interactie te bestuderen is er onderzoek uitgevoerd met verschillende combinaties van MDOF- en SODF-modellen. Deze

laten zien dat de invloed van het toevoegen van de geavanceerdere interactie tussen de bodem en het gebouw voor het specifieke 'Zijlwest'-indexgebouw verwaarloosbaar klein is.

2. Om te kijken hoe goed de modellen met maar één vrijheidsgraad (SDOF) de verplaatsing bij een aardbeving voorspellen zijn ze vergeleken met de modellen met meerdere vrijheidsgraden (MDOF). Hiervoor zijn er kwetsbaarheidscurves ontwikkeld voor twee indexgebouwen die direct de MDOF-modellen gebruiken en er is een vergelijking gedaan van de deterministische kwetsbaarheidscurves uit de MDOF- en SDOF-modellen. Hieruit blijkt dat de deterministische kwetsbaarheidscurves uit de MDOF- en uit de SDOF-modellen aanzienlijk verschillen.

3. Om te kijken hoe goed de modellen met maar één vrijheidsgraad (SDOF) de verplaatsing bij een aardbeving voorspellen is er een blinde voorspelling gedaan voor de EUC-BUILD6-test (die de typologie vertegenwoordigt met een van de grootste hoeveelheid gebouwen). De vergelijking tussen experiment en model laten zien dat er significante verschillen zijn. Bijvoorbeeld de zolderverplaatsing, de versnelling bij (bijna) instorting en de verplaatsing tussen verschillende etages (inter-story drift) worden allemaal onderschat bij een numerieke blinde voorspelling van de EUC-BUILD6-test. Ook is voorspeld dat het instortmechanisme plaats zal vinden aan de grond in plaats van op de tweede verdieping.

4. Om de kwetsbaarheidscurves verder te valideren zijn deze vergeleken met andere modellen uit de literatuur. Uit de vergelijking blijkt dat er voor de baksteengebouwen in Groningen een breed scala aan functies voor beschadiging en instorting van delen van het gebouw aanwezig is. Tevens blijkt dat de functies voor kwetsbaarheid voor schade die uit de literatuur worden gehaald binnen het bereik vallen van de door NAM ontwikkelde kwetsbaarheidsfuncties voor baksteengebouwen.

Beoordeling SodM:

SodM vindt het belangrijk dat de interactie tussen bodem en gebouw nader is bekeken. Dit is nodig om te begrijpen hoe de beweging van de bodem de beweging van de gebouwen in Groningen beïnvloedt en omgekeerd. Beter begrip van deze interactie maakt het mogelijk om de kwetsbaarheid van gebouwen bij een aardbeving beter te berekenen. Het onderzoek van NAM toont aan dat het effect voor het 'Zijlwest'-indexgebouw verwaarloosbaar is. Het blijkt dat dit indexgebouw prima kan worden gemodelleerd met een vast basismodel, waarbij slechts rekening wordt gehouden met een eenvoudige bodem-gebouw interactie. Hiermee kan een aanzienlijke rekeninspanning worden bespaard. Deze verificatie maakt het model niet zozeer beter, maar het verheldert wel de discussie die over dit onderwerp bestond.

Het verschil dat er momenteel is tussen de deterministische kwetsbaarheidscurves van de MDOF- en SDOF-modellen is begrijpelijk. Er moet onderzoek gedaan worden naar verdere verbetering hiervan, samen met en gerelateerd aan de verbetering van de numerieke blinde voorspelling en de onderschatting van experimentele resultaten. Wellicht kan dit in termen van het gebruikte metselwerk model, zoals door NAM zelf al voorgesteld.

Rekening houdend met de beschikbaarheid van vergelijkbare studies in de literatuur en de inspanningen van NAM om de resultaten te verifiëren vinden we de vergelijking tussen de kwetsbaarheidscurves en literatuurmodellen op dit moment voldoende.

Wel is nog steeds onduidelijk wat het effect is van de vereenvoudigingsstappen in deze keten op de onzekerheden in de kwetsbaarheidscurve. Het is raadzaam dit te kwantificeren en mee te nemen in de onzekerheidsberekeningen.

Aanvullende opmerkingen van het Assurance panel

Er zijn veel aanbevelingen van het Assurance panel in versie 6 overgenomen. Echter enkele andere aanbevelingen moeten nog worden aangepakt. Deze aanbevelingen zijn ook benoemd in het advies van SodM in juni 2018. Omdat SodM nog niet in het bezit is van onderliggende rapporten is het op dit moment niet mogelijk om te beoordelen welke zaken er nog beter uitgewerkt moeten worden. SodM zal in de nabije toekomst het Study en Data Acquisition Plan beoordelen en dan de in deze bijlage beschreven status van zowel de kwetsbaarheidscurves als de gebouwendatabase hierbij betrekken.

Conclusie

In vergelijking met versie 5 zijn de kwetsbaarheidscurves in het V6-model verbeterd. Over het algemeen is SodM tevreden over de voortgang van het V6-model.

NAM heeft verschillende activiteiten ondernomen naar aanleiding van de aanbevelingen en mogelijkheden voor toekomstige verfijning vanuit het International Expert Review Panel. Echter zijn sommige daarvan (die SodM van groot belang acht) nog steeds onbeantwoord. Ook zijn bijkomende opmerkingen van SodM in het vorige advies in juni 2018 nog steeds niet beantwoord en worden in NAM-documentatie tot nu toe niet vermeld in de planning.

SodM vindt de plannen van NAM voor de toekomst om het kwetsbaarheidsmodel verder te verbeteren positief. SodM adviseert om te overwegen om de resterende aanbevelingen die door de Assurance-commissie, SodM en externe deskundigen gedaan zijn te realiseren. Mochten er gegronde redenen zijn deze niet op te nemen in de toekomstige activiteiten dan zou SodM dit graag gedocumenteerd zien.

8 mei 2019

Staatstoezicht op de Mijnen
Henri Faasdreef 312 | Den Haag
T 070 379 84 00

info@sodm.nl
www.sodm.nl
@sodmnl