



Staatstoezicht op de Mijnen
*Ministerie van Economische Zaken
en Klimaat*

Advies over de operationele strategie 2020/2021 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	Wat is de aanpak van SodM bij de beoordeling van de operationele strategieën?	5
1.4	Leeswijzer.....	6
2	Op welke informatie heeft SodM de beoordeling gebaseerd?	7
2.1	Welke rapporten heeft NAM opgesteld?.....	7
2.2	Wat zijn de verschillen tussen de HRA uit 2019 en de HRA2020?	7
2.2.1	Snellere gasafbouw	7
2.2.2	Doorontwikkeling van de modellen in de HRA2020	8
2.3	Wat zijn de effecten van de verschillen tussen HRA2019 en HRA2020?.....	8
2.4	Conclusie	9
3	Welke operationele strategie is het meest effectief in het beperken van de bodembeweging? 11	
3.1	Wat is het verschil tussen beide strategieën?	11
3.2	Hoe ontwikkelt de reservoirdruk zich bij beide operationele strategieën?	11
3.3	Welke bodemdaling veroorzaken de operationele strategieën?	12
3.4	Wat betekenen de operationele strategieën voor de seismiciteit?	12
3.5	In hoeverre kan met de operationele strategieën voldaan worden aan de beperkingen op de regionale productief fluctuaties?	13
3.6	Conclusie t.a.v. beperken van bodembeweging	13
4	Welke operationele strategie beperkt het beste de gevolgen voor omwonenden en gebouwen? 15	
4.1	In hoeverre wordt met de beide operationele strategieën aan de veiligheidsnorm voor aardbevingen voldaan?	15
4.2	In hoeverre is er bij beide operationele strategieën sprake van maatschappelijke ontwrichting als gevolg van bodembeweging?	16
4.2.1	Wat is de verwachte aard en omvang van de schade?	16
4.2.2	Hoe loopt de schadeafhandeling en de versterking?	17
4.2.3	Is er sprake van maatschappelijke ontwrichting in Groningen?	18
4.3	Conclusies	18
5	Additionele adviezen voor het vaststellingsbesluit	20
5.1	Hoe kan de seismische activiteit op de lange termijn zo goed mogelijk beperkt worden? .	20
5.1.1	Kan het productievolume benodigd gedurende de capaciteitsafbouw verder verlaagd worden? 20	
5.1.2	Kan het seismisch risico door de verdeling van de productie nog worden beperkt?... 21	
5.2	Kunnen fluctuaties nog steeds worden beperkt?	22
5.3	Wat is het gevolg van onvoorziene omstandigheden en onderhoud?	23
5.4	Studie- en data-acquisitie-plan	23

6	Overzicht adviezen aan de minister van EZK inzake het vaststellingsbesluit voor het gasjaar 2020/2021.....	25
6.1	Adviesvragen EZK.....	25
6.2	Aanvullende adviezen	29
	Afkortingenlijst.....	30
	Bijlage A: Wat is de aanpak van SodM bij de beoordeling van de operationele strategieën?	31
	Op welke wijze geeft SodM invulling aan de adviestaak?	31
	Hoe beoordeelt SodM of de bodembeweging zoveel mogelijk wordt beperkt?	31
	Welke factoren beïnvloeden de bodembeweging?	31
	Hoe werkt de methodiek om de bodembeweging en de veiligheidsrisico's te berekenen?	32
	Hoe beoordeelt SodM welke strategie de bodembeweging zoveel mogelijk beperkt?	35
	Hoe beoordeelt SodM de gevolgen van de winning voor de omwonenden en gebouwen?	35
	Hoe toetst SodM het veiligheidsrisico aan de veiligheidsnorm?	35
	Hoe beoordeelt SodM in hoeverre er sprake is van maatschappelijke ontwrichting	36
	Bijlage B: Beoordeling veranderingen in de HRA-modellen en exposure database	38

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 dient de vergunninghouder (op dit moment de Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V. (verder: NAM)) voor het Groningen-gasveld op verzoek van de minister van Economische Zaken en Klimaat (verder: de minister), jaarlijks één of meerdere operationele strategieën (verder: OS) over de inzet van het Groningenveld op te stellen en te onderbouwen met een dreigings- en risicoanalyse (verder: HRA). 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 betreft 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 1 april 2020 heeft de minister SodM gevraagd te adviseren over de operationele strategie voor het gasjaar 2020/2021. SodM is gevraagd om specifiek in te gaan op de volgende vragen:

1. Welke operationele strategie voor het gasjaar 2020-2021 geniet vanuit het oogpunt van veiligheid in termen van seismisch risico de voorkeur?
2. Welke operationele strategie heeft uw voorkeur gezien de prioritering in de versterkingsaanpak van meest risicovolle gebouwen?
3. In hoeverre zijn de dreigings- en risicoanalyses behorende bij de voorgestelde operationele strategieën op correcte wijze onderbouwd, uitgevoerd en geanalyseerd?

4. In hoeverre ziet het Staatstoezicht op de Mijnen mogelijkheden om na het komend gasjaar het seismisch risico nog te beperken met een wijziging in de manier van productie?
5. In welke mate laten de uitkomsten van de HRA's in vergelijking met voorgaande jaren een afwijkend beeld zien en wat zijn hiervan de oorzaken? Kunt u dit specificeren naar de twee onderscheiden functies van de HRA, namelijk ten eerste een berekening van het seismische risico in het hele gebied en het bepalen van de omvang en de prioritering van het versterkingsprogramma.
6. Aan welke voorwaarden moeten de modellen en de input van de HRA voldoen om de uitkomsten stabiel te maken en wat betekent de variabiliteit voor de betrouwbaarheid van de berekening van het Lokaal Persoonlijk Risico (verder: LPR) en de prioritering van de versterkingsopgave?

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

Adviesvraag 1 en 2 zien beiden op de beoordeling van de operationele strategieën en zullen als één vraag worden behandeld. De beoordeling van deze vraag wordt 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 als gevolg van de gaswinning.

Voor de beoordeling van de bodembeweging kijkt SodM naar de mate en ruimtelijke verdeling van de bodemdaling en aardbevingen. Voor de aardbevingen kijkt SodM specifiek ook 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 toetst SodM allereerst in hoeverre met de strategie of strategieën aan de veiligheidsnorm voor aardbevingen wordt voldaan (de zogenaamde objectieve veiligheid). Daarnaast beoordeelt SodM in hoeverre er sprake is van maatschappelijke ontwrichting als gevolg van bodembeweging. Bij de beoordeling van de maatschappelijke ontwrichting betreft 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 maakt SodM gebruik van de zogenoemde Hazard & Risk Assessment (HRA). De HRA is op dit moment de best beschikbare methodiek om de veiligheidsrisico's, mate van schade en de onzekerheden daarin te berekenen. Deze methodiek is ontwikkeld en wordt uitgevoerd door NAM. SodM houdt hierop toezicht. Deze methodologie kent vele bekende en onbekende onzekerheden. Ondanks deze beperkingen is SodM van oordeel dat de resultaten, waar nodig met toepassen van onzekerheidsmarges, uit de methodologie toch gebruikt kunnen worden voor het bepalen van de operationele strategie waarmee de seismische risico's op maatschappelijk meest verantwoorde wijze worden geminimaliseerd.

NAM heeft geen risicoanalyse voor de industrie of infrastructuur uitgevoerd. Dit is consistent met de regelgeving en rollen; voor infrastructuur en industrie zijn in Nederland afzonderlijke toetsingskaders ontwikkeld. SodM heeft derhalve niet getoetst in hoeverre de OS de gevolgen voor infrastructuurle werken of de functionaliteit daarvan zoveel mogelijk worden beperkt.

Een uitgebreidere beschrijving van de aanpak van SodM bij het beantwoorden van de adviesvragen wordt gegeven in bijlage A.

1.4 Leeswijzer

SodM realiseert zich dat dit rapport door verschillende doelgroepen gelezen zal worden. SodM heeft haar advies aan de minister zo toegankelijk mogelijk samengevat in hoofdstuk 6

Het advies is als volgt opgebouwd:

- Hoofdstuk 2 bespreekt de informatie waarop het advies van SodM is gebaseerd, namelijk de uitkomsten van de HRA2020. In dit hoofdstuk beoordeelt de SodM eveneens de verbeteringen die in de HRA2020 ten opzichte van de HRA2019 zijn doorgevoerd, de ontwikkeling van de gasafbouw en de impact van beide aspecten op de uitkomsten van de HRA.
- Hoofdstuk 3 beschrijft welke operationele strategie de bodembeweging minimaliseert. Dit hoofdstuk geeft daarmee antwoord op deelvraag a) van de eerste adviesvraag.
- Hoofdstuk 4 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 beantwoordt ook de gerelateerde vragen: wordt voldaan aan de 10^{-5} per jaar veiligheidsnorm, en in hoeverre is er sprake van maatschappelijke ontwrichting als gevolg van de gaswinning?
- Hoofdstuk 5 beschrijft een aantal additionele overwegingen voor de operationele strategieën en geeft in het verlengde hiervan een aantal additionele adviezen.
- Hoofdstuk 6 geeft een overzicht van de adviezen van SodM aan de minister.

2 Op welke informatie heeft SodM de beoordeling gebaseerd?

2.1 Welke rapporten heeft NAM opgesteld?

De minister heeft NAM verzocht om (conform artikel 52c van de Mijnbouwwet) voor het gasjaar 2020/2021 twee operationele strategieën voor te stellen¹. De basis voor deze strategieën vormt de raming van GTS voor de productiehoeveelheden benodigd voor het voldoen aan de leveringszekerheid². De eerste strategie is een voortzetting van de clusterinzet in het gasjaar 2019-2020 (operationele strategie 1; verder: OS1). In deze strategie vormt productie uit het cluster Bierum de basis. Op momenten van hoge vraag worden achtereenvolgens de clusters Zuidoost, Zuidwest en tot slot Centraal-Oost ingezet. In de tweede strategie (operationele strategie 2; verder: OS2) worden de productievolumes verdeeld over de clusters Zuidoost en Zuidwest en zal het clusters Centraal-Oost alleen gebruikt worden op momenten van hoge vraag. Cluster Bierum zal onder deze operationele strategie niet meer nodig zijn. In beide strategieën is inzet van het cluster Eemskanaal niet meer nodig.

Op 13 maart 2020 heeft NAM deze operationele strategieën bij de minister aangeleverd³ samen met een nieuwe HRA (verder: HRA2020)⁴. In de HRA2020 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 2020/2021 uitgevoerd. In de HRA2020 is ook een doorkijk op de afbouw van de capaciteitsvraag op Groningen opgenomen.

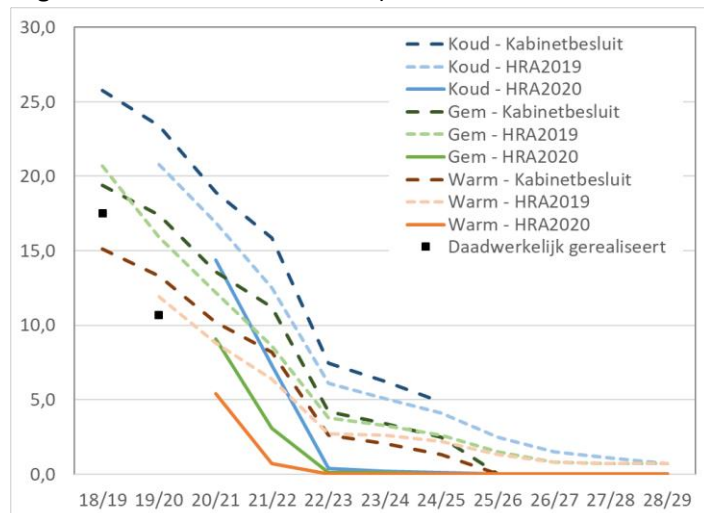
2.2 Wat zijn de verschillen tussen de HRA uit 2019 en de HRA2020?

2.2.1 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 'Hazard and Risk

Assessment' van juni 2018 (verder: HRA2018).

Sindsdien heeft de minister verschillende keren (mede op advies van SodM) besloten de gaswinning nog sneller af te bouwen (zie Figuur 2-1). De winning in het gasjaar 2018/2019 is uitgekomen op 17,51 miljard Nm³.



Figuur 2-1 Afbouw van de gaswinning over de afgelopen 3 HRA's. (NB. De gerealiseerde productie in het gasjaar 2019/2020 is op basis van de bijgestelde raming van GTS van 20 februari 2020).

¹ Brief van de Minister van Economische Zaken "Verzoek tot voorstellen operationele strategie voor het gasjaar 2020-2021" van 3 februari 2020.

² Gasunie Transport Services "Advies leveringszekerheid voor benodigde Groningenvolumes en capaciteiten (ref. L20.0014)" van 31 januari 2020.

³ 'Operationele Strategieën voor het gasjaar 2020-2021' (EP202002207545), 13 maart 2020.

⁴ 'Seismic Hazard and Risk Assessment Groningen Field, update for production profile GTS-raming 2020', maart 2020. Op 9 april 2020 heeft NAM een update van de documenten ingediend waarmee deze op een aantal punten worden verduidelijkt.

Voor het gasjaar 2019/2020 was de raming in de HRA2019 15,9 miljard Nm³. Naar aanleiding van de beving ($M_L = 3.4$) bij Westerwijtwerd op 22 mei 2019 heeft SodM de minister geadviseerd zo snel mogelijk de gaswinning onder de 12 miljard Nm³ te brengen. In het vaststellingsbesluit voor het gasjaar 2019/2020 heeft de minister het te winnen gasvolume vastgesteld op 11,7 miljard Nm³.

Op 20 februari 2020 heeft GTS bij de minister melding gemaakt van het feit dat er nieuwe informatie beschikbaar was gekomen waardoor de productie uit het Groningen-gasveld in het gasjaar 2019/2020 naar beneden kan worden bijgesteld. Vooral de stikstofinzet is met 109% hoger dan de 100% waar voor het vaststellingsbesluit vanuit werd gegaan. Hierdoor kan de winning voor het lopende gasjaar verder worden verlaagd naar 10,7 miljard Nm³.⁵

Omdat de gasafbouw sneller gaat dan eerder verwacht daalt voor het gasjaar 2020/2021 de raming voor de productie van 12,2 miljard Nm³ in de HRA2019 naar 9,1 miljard Nm³ in de HRA2020. In Figuur 2-1 geven de gestippelde lijnen de uitgangspunten voor de HRA2020 en de stippellijnen die voor de HRA2019 en HRA2018 (steeds voor drie temperatuurscenario's).

2.2.2 Doorontwikkeling van de modellen in de HRA2020

Naast een versnelde afbouw van de gaswinning zijn ook een aantal van de deelmodellen in de HRA2020 geactualiseerd en/of verder doorontwikkeld (zie bijlage A voor toelichting op de HRA methodiek en de deelmodellen).

Van de 8 deelmodellen zijn het geologische model (1) en het compactiemodel (3) ten opzichte van de HRA2019 niet gewijzigd. De overige modellen (2; 4-8) hebben kleine aanpassingen ondergaan of zijn verder doorontwikkeld. Met name het seismologische model (4) en het ground motion model (5) hebben grotere aanpassingen ondergaan. De aanpassingen aan de verschillende modellen worden in meer detail besproken in bijlage B.

SodM vindt het belangrijk dat nieuwe informatie en inzichten in de risicoberekeningen worden meegenomen. De nieuwe kennis en data die in de verschillende modellen wordt ingepast is state-of-art en verbetert de risico- inschatting. Daarnaast is in de nieuwe versie van het ground motion model de fout in de KNMI-metingen gecorrigeerd.

SodM wil hierbij wel benadrukken dat bij het nieuwe seismologische model, gegeven de relatief beperkte hoeveelheid beschikbare data, de grenzen van de mogelijkheden worden opgezocht. Er zijn meerdere alternatieve modellen voorstelbaar om de seismiciteit te modelleren en die de beschikbare data even goed of misschien zelfs beter beschrijven. Het meenemen van de verschillende alternatieve modellen is de beste manier om de modelonzekerheid goed in te schatten. Op dit moment wordt binnen het Kennisprogramma Effecten Mijnbouw (verder: KEM) nader onderzoek gedaan naar alternatieve seismologische modellen (onderzoeksproject KEM 8). De toepasbaarheid van deze alternatieve modellen moet nader onderzocht worden en bij een vergelijkbare of betere modelvoorspelling in de toekomst meegenomen worden in de 'logic tree'.

2.3 Wat zijn de effecten van de verschillen tussen HRA2019 en HRA2020?

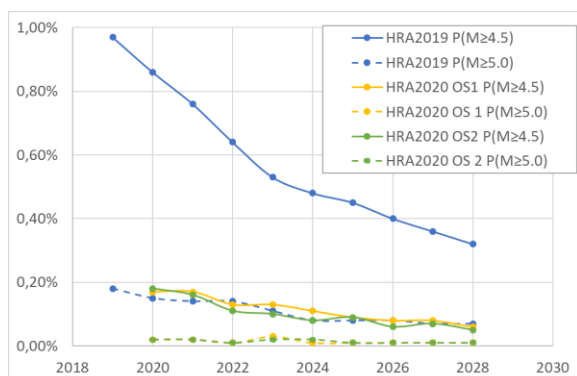
Zowel de verder versnelde afbouw van de gaswinning als met name de verbetering van het seismologisch model heeft de inschatting van de kans dat zware bevingen kunnen optreden, sterk verlaagd ten opzichte van de berekeningen voor het gasjaar 2019/2020 (zie Figuur 2-2).

Uit de HRA2020 komt dat de verwachtingswaarde voor het seismische risico (de P_{mean}) van alle gebouwen in Groningen zich op dit moment onder de veiligheidsnorm van 10^{-5} per jaar bevinden (Figuur 2-3). 162 (OS1) respectievelijk 82 (OS2) gebouwen hebben nog een licht verhoogd risico

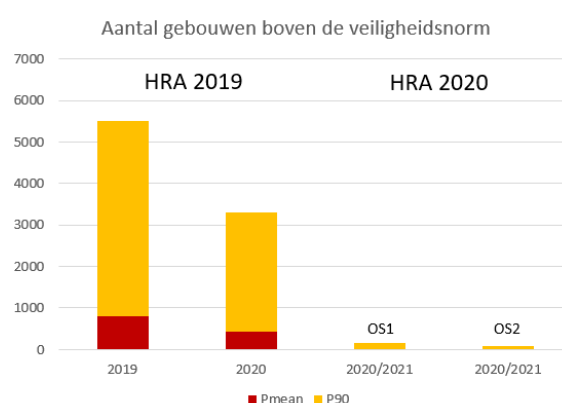
⁵ Gasunie Transport Services "Aangepaste graaddagenvergelijking gasjaar 2019/2020", 20 februari 2020.

(P90). In beide OS is uiterlijk in het gasjaar 2025/2026 er geen enkel gebouw meer met een licht verhoogd risico.

De gebouwen die volgens HRA2020 berekening nog een licht verhoogd risico hebben, zijn boerderijen met schuur, waarbij de schuur niet aan de norm voldoet. Op dit moment ontbreekt het NAM aan informatie over het gebruik van deze schuren en daarom wordt er voorzichtigheidshalve vanuit gegaan dat deze een woon- en/of kantoorfunctie hebben.



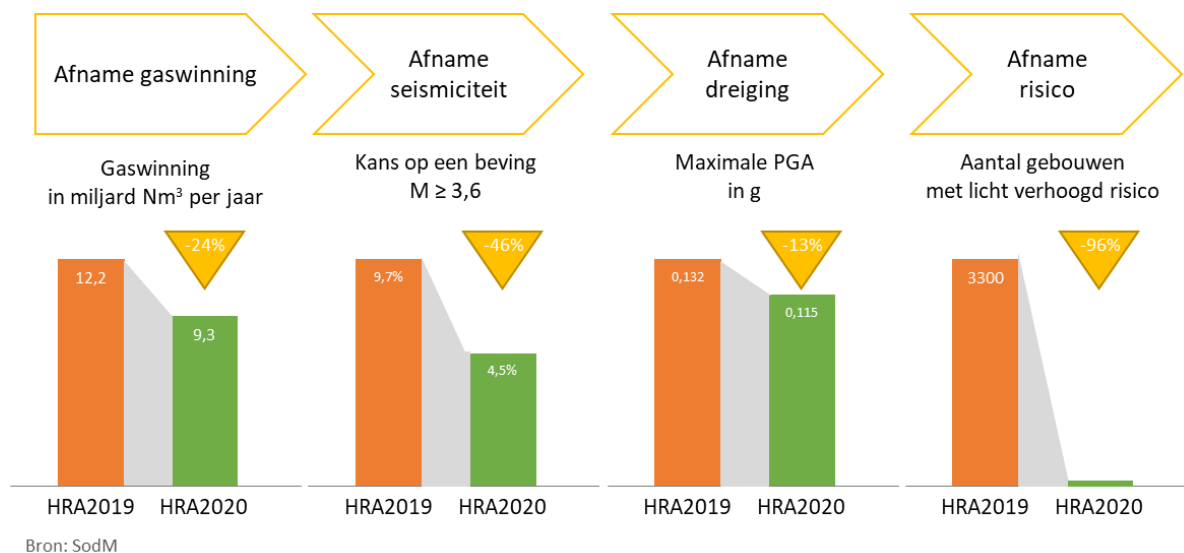
Figuur 2-2: Overzicht van de kans op zware bevingen in de HRA2020 ten opzichte van de HRA2019.



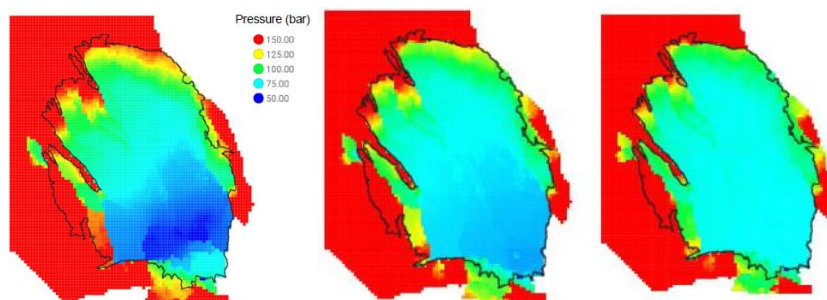
Figuur 2-3: Overzicht van het aantal gebouwen met een (licht) verhoogd risico in 2019 (eerste kolom) en 2020 (tweede kolom) volgens de HRA2019 vergeleken met het aantal gebouwen met een (licht) verhoogd risico in het gasjaar 2020/2021 voor OS1 (derde kolom) en OS2 (vierde kolom) volgens de HRA2020.

2.4 Conclusie

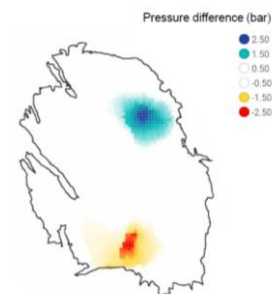
De gasafbouw gaat wederom sneller omlaag dan de afgelopen jaren aangenomen in de afbouwscenario's. De raming van GTS voor het gasjaar 2020/2021 ligt in de HRA2020 ongeveer 24% lager dan waar in de HRA2019 vanuit is gegaan (Figuur 2-4). Dit heeft een positief effect op het aantal bevingen en de kans op zwaardere bevingen. Daarnaast is met de verbetering van het seismologisch model de kans op zwaardere bevingen nog verder afgenomen: een afname van 5,2%-punt voor $M \geq 3,6$. Met de afname van de seismiteit neemt ook de seismische dreiging met ongeveer 46% verder af. Daarmee heeft de afbouw van de winning ook een positief effect op het veiligheidsrisico. Uit de HRA berekeningen komen geen gebouwen meer met een verwachtingswaarde voor het risico boven de norm en het aantal gebouwen met een licht verhoogd risico is met 96% afgenomen.



Figuur 2-4. Overzicht van de doorwerking van de snellere gasafbouw en aanpassingen aan de deelmodellen op de seismische dreiging en het seismisch risico. De productie en risico zijn voor het gasjaar 2020/2021, de getallen voor afname seismiciteit en dreiging zijn voor het kalenderjaar 2021.



Figuur 3-2. Links: Druk in het Groningen gasveld op 1 oktober 2020. Midden: Druk in het Groningen gasveld op 1 oktober 2030. Rechts: Druk in het Groningen gasveld op 1 oktober 2050. De kleurschaal in de onderste twee figuren is identiek aan de kleurschaal in de figuur links.



Figuur 3-3 Verschil in reservoirdruk tussen OS1 en OS2 in 2021: rood – druk in OS2 is lager dan in OS1; blauw – druk in OS1 is lager dan in OS2.

Doordat in OS2 de productie uit Bierum wordt beëindigd zal de druk hier lokaal iets minder dalen dan in OS1 (Figuur 3-3). Het wegvallen van de productie uit Bierum wordt opgevangen door een licht verhoogde productie in het zuidwesten van het veld waardoor de druk daar iets meer daalt dan in OS1. Dit verschil is echter van korte duur en binnen 5 jaar verdwenen.

3.3 Welke bodemdaling veroorzaken de operationele strategieën?

Als onderdeel van de OS heeft NAM een geactualiseerde voorspelling voor de bodemdaling voor de komende 10 jaar (tot 2030) opgenomen. De voorspelling is gebaseerd op historische metingen tot en met de laatste waterpassing uit 2018. De prognose is tevens aangepast aan de meest actuele productieprognose. Opvallend is dat de schatting van het diepste punt met 40 cm 2 cm dieper is geworden, maar ook dat de totale dalingskom wat platter (en daarmee groter) is dan in 2018 de verwachting was.

Op dit moment werkt NAM aan de vijfjaarlijkse analyse van de metingen op basis van de grootschalige waterpas-campagne uit 2018⁶. Deze analyse bevat ook een aangepaste bodemdalingsprognose voor de uiteindelijke (lange termijn) situatie. In deze analyse zullen ook nieuwe inzichten over de effecten van rand- en bodem-aquifers en het langetermijn-gedrag van de ondergrond worden toegepast. SodM vindt het daarbij van groot belang dat NAM de onzekerheden als gevolg van na-ijl effecten duidelijker in beeld brengt. Waarschijnlijk hebben deze onzekerheden een groter effect op de uiteindelijke verwachting dan de aanpassingen in de winning.

SodM adviseert om de operationele strategie door NAM vóór het ingaan van het gasjaar 2020/2021 te laten aanvullen met de lange termijn-voorspelling van de bodemdaling welke is voorzien van een nadere analyse van de onzekerheden.

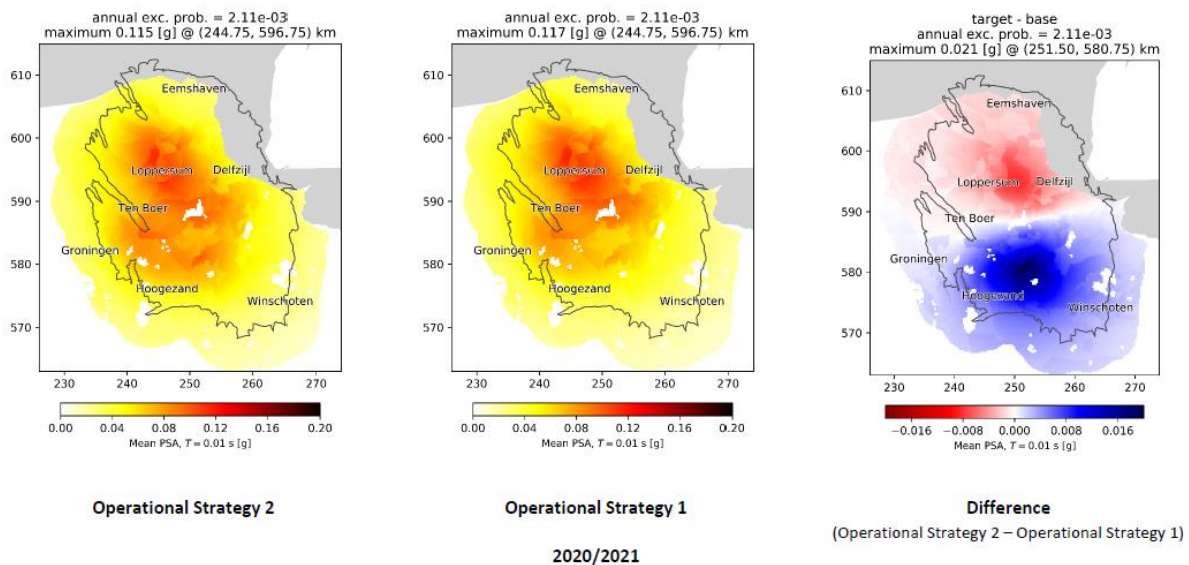
3.4 Wat betekenen de operationele strategieën voor de seismiciteit?

Het verschil in voorspelde seismische activiteit tussen de twee operationele strategieën is verwaarloosbaar. Voor het gasjaar 2020/2021 voorspellen beide strategieën 8 bevingen met een sterkte van $M_L \geq 1.5$. Het aantal bevingen wordt bepaald door de drukegalisering in het Groningen gasveld en niet door de ten opzichte van voorgaande periode beperkte productie die nog plaatsvindt. Ook de kans op een zwaardere beving is voor beide strategieën gelijk (zie paragraaf 2.3).

Ook het verschil in seismische dreiging tussen de operationele strategieën is zeer klein (Figuur 3-4). Op de korte termijn (2020) berekent het model dat de dreiging in OS2 in het noordoosten $\sim 0,004g$

⁶ De vijf-jaarlijkse rapportage 'Bodemdaling Noord-Nederland'.

kleiner is dan in OS1 en in het zuiden 0,021g groter. Gegeven de onzekerheden is dit verschil verwaarloosbaar.



Figuur 3-4. Verschil in seismische dreiging van de twee operationele strategieën (OS2-OS1) in 2021.

3.5 In hoeverre kan met de operationele strategieën voldaan worden aan de beperkingen op de regionale productiefrequenties?

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 het verschil in maandelijkse productievolumes niet groter te laten zijn dan 20% voor het cluster Bierum en 50% voor de overige gedefinieerde regio's⁷ (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.

NAM heeft 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 OS1 treedt een overschrijding in 739 van de 1800 maanden op. In OS2 is dit in 575 van de 1800 maanden. Bij OS1 is dus duidelijk vaker sprake van een overschrijding van de fluctuatiesbandbreedte dan bij OS2. Dit lagere aantal overschrijdingen in OS2 komt met name door het beëindigen van de productie uit Bierum.

3.6 Conclusie t.a.v. beperken van bodembeweging

Voor het gasjaar 2019/2020 zijn de verschillen in bodembeweging tussen de twee operationele strategieën verwaarloosbaar klein. 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. OS1 kent in het gasjaar 2020/2021 een duidelijk grotere kans op overschrijdingen van de fluctuatiesbandbreedtes. Deze overschrijdingen treden met name op bij de

⁷ 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.

centraal-oostelijke clusters en Bierum. Met name de vele overschrijdingen bij het cluster Bierum vindt SodM op basis van eerdere analyses zorgelijk⁸. De fluctuaties in de productie uit het cluster Bierum heeft een mogelijke activerende werking op de breuken in het Loppersumgebied. In OS2 is winning uit het cluster Bierum niet meer noodzakelijk waarmee deze mogelijk activerende werking geheel weg genomen wordt.

Conclusie: Vanuit het oogpunt van het beperken van bodembeweging geniet operationele strategie 2 waarbij winning uit het cluster Bierum wordt beëindigd, de voorkeur boven operationele strategie 1.

⁸ Zie ook het SodM advies “Advies Groningen gasveld n.a.v. aardbeving Zeerijp op 8 januari 2018”.

4 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 betreft 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 bijlage A heeft SodM de gekozen aanpak verder toegelicht.

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

Tabel 4-1 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 2020 en 2021 als voor het gasjaar 2020/2021 waarop het vaststellingsbesluit ziet. Ter vergelijking zijn ook de uitkomsten van de HRA2019 en HRA2018 gegeven.

In beide operationele strategieën voldoen in het gasjaar 2019/2020 op basis van de verwachtingswaarde alle gebouwen aan de veiligheidsnorm van 10^{-5} per jaar. Ook in het geval van een koud gasjaar blijft de verwachtingswaarde van alle gebouwen onder de norm (Tabel 5-1).

Gegeven de grote bekende en onbekende onzekerheden in de gebruikte methodologie om de risico's te berekenen blijft het noodzakelijk om gebouwen te inspecteren en beoordelen. Deze beoordeling wordt gedaan op basis van de Nationale Praktijk Richtlijn (verder: NPR) en niet de HRA. Om op basis van de HRA te bepalen welke huizen voor deze beoordeling in aanmerking komen moet een marge aangehouden worden. SodM hanteert hiervoor de P90 risicoschatting.

Indien er gekeken wordt naar het aantal gebouwen met een licht verhoogd risico (P90) is er een verschil tussen de operationele strategieën zichtbaar. In OS2 hebben in het gasjaar 2020/2021 iets minder gebouwen (82) een licht verhoogd risico dan in OS1 (162). In beide OS zijn uiterlijk in het gasjaar 2025/2026 er helemaal geen gebouwen meer met een licht verhoogd risico.

Tabel 4-1. Overzicht van het aantal gebouwen dat in de HRA2020 bij de operationele strategieën een verhoogd (Pmean) of een licht verhoogd risico (P90) hebben vergeleken met de HRA2019 en HRA2018.

	HRA2020			
	Gasjaar 2020/2021		Koud gasjaar 2020/2021	
	Pmean	P90	Pmean	P90
OS1	0	162	0	245
OS2	0	82	0	220

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

De gebouwen die volgens HRA2020-berekening nog niet voldoen aan de norm zijn boerderijen met schuur, waarbij de schuur niet aan de norm voldoet. Op dit moment ontbreekt het NAM aan informatie over het gebruik van deze schuren en daarom wordt er voorzichtigheidshalve vanuit gegaan dat deze een woon- en/of kantoorfunctie hebben.

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

4.2.1 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 4-1). 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.

Voor schade en andere nadelige gevolgen is geen exacte norm bepaald. SodM benadrukt 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.

Schadebeeld	Schadecategorie (Damage Grade)	Schadebeeld	Schadecategorie (Damage Grade)
	DG 1: Verwaarloosbare tot lichte schade (geen schade aan constructieve elementen, lichte schade aan niet-constructieve elementen). Haarscheurtjes in slechts enkele wanden. Kleine stukjes pleisterwerk zijn losgekomen. In slechts enkele gevallen stukjes steen gevallen van bovendeeel gebouw		DG 3: Aanzienlijke tot zware schade (matige schade aan constructieve elementen, aanzienlijke schade aan niet-constructieve elementen) Aanzienlijke scheurvorming in de meeste wanden. Dakpannen komen los. Schoorstenen breken af ter plaatse van aansluiting aan het dak. Breuk van individuele niet-constructieve elementen (scheidingswanden, gevels).
	DG 2: Gematigde schade (geringe schade aan constructieve elementen, matige schade aan niet-constructieve elementen) In veel wanden scheuren. Flinkke stukken pleisterwerk komen los. Gedeeltelijk instorten van schoorstenen		DG 4: Zeer zware schade (zware schade aan constructieve elementen, zeer zware schade aan niet-constructieve elementen). Instorting van wanden, partieel constructief bezwijken van daken en vloeren
			DG 5: Verwoesting (zeer zware constructieve schade). Totale of grotendeels instorting

Figuur 4-1. Overzicht van de schadegradaties en het type schade dat daarbij te verwachten is.

Voor het gasjaar 2020/2021 berekent NAM voor beide strategieën dat meer dan 200 gebouwen licht beschadigd (DG1 schade) kunnen raken door de in dat jaar optredende aardbevingen. Ten opzichte van de voorspelling voor het kalenderjaar 2019 (HRA2019) is dit echter een halvering van het aantal gebouwen. Met de afbouw van de gaswinning (tot 0 in het gasjaar 2022/2023) neemt dit aantal af tot iets minder dan 150 gebouwen in het gasjaar 2022/2023 en ongeveer 100 gebouwen in het gasjaar 2026/2027. Ook de voorspellingen voor zwaardere schade liggen voor de twee operationele strategieën zeer dicht bij elkaar.

SodM benadrukt dat het hier gaat om modelvoorspellingen welke niet eenvoudig te relateren zijn aan het daadwerkelijk aantal meldingen en toegekende en afgehandelde schadegevallen onder de Groningen-regeling met betrekking tot schade.

4.2.2 Hoe loopt de schadeafhandeling en de versterking?

Schadeafhandeling

Sinds maart 2017 moeten schademeldingen bij de Technische Commissie Mijnbouwschade Groningen (verder: TCMG) gedaan worden. De TCMG startte 2019 met 20.064 schademeldingen. Een groot deel daarvan was afkomstig van het Centrum Veilig Wonen (verder: CVW). Met name na de bevingen nam het aantal meldingen fors toe. In 2019 kwamen bij de TCMG in totaal 26.798 meldingen binnen.⁹

In het jaar 2019 handelde de TCMG 24.191 schademeldingen af, ten opzichte van 3666 in 2018.⁹ De afhandeling is daarmee flink op stoom gekomen. Door de aanhoudende toename van de schademeldingen na de beving van Westervijlwerd (22 mei 2019) heeft dit echter niet geleid tot een structurele vermindering van het totaal aantal schademeldingen dat nog in behandeling is. Eind 2019 was de resterende voorraad 22 671 schademeldingen.⁹ De piek in de afhandeling ligt bij de Stuwmeerregeling die liep van 3 juli 2019 tot en met 31 december 2019. Aanvragers die voor 13 juni 2019 bij de TCMG een aanvraag tot schadevergoeding hebben gedaan, krijgen een aanbod uit de Stuwmeerregeling. Zij kunnen, naast de reguliere procedure, kiezen voor een vaste vergoeding van €4.000 voor de ontstane fysieke schade en een vaste vergoeding van €1.000 voor de overige schade. Met de Stuwmeerregeling zijn na juni ruim 10.000 dossiers (soms bestaande uit meerdere schademeldingen) afgehandeld. Gedurende het jaar is de voorraad oude schademeldingen van CWV geslonken van 13.472 tot ca. 2.300 eind 2019. De overblijvende zaken zijn de complexe situaties of waar een ander proces de behandeling opschort.

Doordat de capaciteit van de TCMG is toegenomen, is de doorlooptijd van het merendeel van de besluiten gedaald van 400 naar 150 dagen. Dat betekent dat wachttijd voor het grootste deel van de schademelders afneemt. Schademeldingen die nog in behandeling zijn, zijn veel jonger, aldus de TCMG.⁹

Intussen is de kennis van het effect van een nieuwe beving op een (zwaar) beschadigd huis nog steeds 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

De versterking blijft in tempo achter. In 2018 zijn er slechts 231 panden bouwkundig versterkt. In 2018 heeft de Nationaal Coördinator Groningen (verder: NCG) het versterkingsprogramma op basis van het advies van SodM en de Mijnsraad opnieuw vormgegeven¹⁰. 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 in 2019: In 2019 werden slechts 486 panden bouwkundig versterkt.

De snelheid van de versterkingsopgave is op dit moment de meest bepalende factor voor de veiligheid die de versterkingsopgave moet realiseren. SodM adviseerde de minister van Economische Zaken en Klimaat (verder: EZK) in mei 2019 de versterking aan te pakken als een crisis. Een crisisaanpak moet ervoor zorgen dat het resultaat voor de bewoners voorop staat, en dat afspraken,

⁹ Bovenstaande informatie is afkomstig uit het jaarverslag 2019 van de TCMG: <https://www.schadedoormijnbouw.nl/sites/default/files/documenten/TCMG-Jaarverslag-2019.pdf>.

¹⁰ Plan van Aanpak Mijnsraadadvies - Veiligheid voorop en de bewoner centraal. NCG, 13 november 2018. <https://www.nationaalcoordinatorgroningen.nl/binaries/nationaal-coordinator-groningen/documenten/beleidsnotas/2018/11/22/plan-van-aanpak-mijnsraadadvies/Plan+van+Aanpak+Mijnsraadadvies.pdf>

regels en procedures waar noodzakelijk hierop aangepast worden.¹¹ In de voortgangsrapportage van juni 2019 herhaalde SodM de roep om een crisisaanpak.¹²

In januari 2020 constateerde SodM terugkijkend op het afgelopen halfjaar dat de juiste maatregelen genomen werden, maar ook dat de snelheid en urgentie waarmee dit gebeurt flink omhoog moest. De snelheid van beoordelen moet minimaal verdubbelen en de snelheid waarmee gebouwen versterkt opgeleverd worden, moet minimaal verviervoudigen. Alleen dan leidt de versterkingsoperatie tot voldoende veiligheid voor Groningers die hier al geruime tijd op wachten, aldus SodM.¹³

4.2.3 Is er sprake van maatschappelijke ontwrichting in Groningen?

In 2019 heeft SodM in haar vaststellingsbesluitadvies geconcludeerd dat er enige mate sprake is van voortdurende maatschappelijke ontwrichting.¹⁴ Op dit moment zijn er geen grote updates van de onderzoeken die destijds zijn gebruikt ter onderbouwing van die conclusie beschikbaar. Om te bepalen of de situatie in Groningen veranderd is ten opzichte van mei 2019 baseren we ons daarom voornamelijk op onze analyse met betrekking tot de schadeafhandeling en versterking.

Ondanks de toename in snelheid van de schadeafhandeling heeft dit nog niet geleid tot een structurele vermindering van het totaal aantal schademeldingen dat nog in behandeling is. Tevens zijn er in de loop van 2019 en eerste kwartaal 2020 weinig versterkte huizen opgeleverd. Op deze essentiële punten is er te weinig vooruitgang geboekt om een substantiële verandering te verwachten.

SodM concludeert daarom dat op dit moment met name de voortgang van de versterking ondanks alle inspanningen onvoldoende voortvarend doorgang vindt. SodM is van mening dat er bij beide operationele strategieën in enige mate sprake is van voortdurende maatschappelijke ontwrichting voor de inwoners van Groningen.

4.3 Conclusies

Uit paragraaf 4.1 volgt dat op dit moment de verwachtingswaarde voor het risico van alle gebouwen in Groningen aan de veiligheidsnorm van 10^{-5} per jaar voldoet. Er is wel een verschil in aantallen gebouwen met een licht verhoogd risico tussen beide operationele strategieën. Bij OS2 zijn er minder gebouwen met een licht verhoogd risico dan bij OS1.

Gegeven de grote bekende en onbekende onzekerheden in de gebruikte methodologie om de risico's te berekenen blijft het noodzakelijk om gebouwen op te nemen en te beoordelen. Deze beoordeling wordt gedaan op basis van de NPR en niet de HRA. Op basis van de HRA wordt bepaald welke huizen voor deze beoordeling in aanmerking komen. Hierbij hanteert SodM een marge: de P90 risicoschatting.

De verwachte aard en omvang van de toekomstige schade is in beide strategieën vergelijkbaar. SodM vindt de omvang van de verwachte schade nog steeds behoorlijk groot. Te meer daar in de berekeningen ervan wordt uitgegaan dat na een beving gebouwen meteen volledig hersteld worden

¹¹ <https://www.sodm.nl/actueel/nieuws/2019/05/28/advies-groningen-gasveld-n.a.v.-aardbeving-westerwijtwerd-van-22-mei-2019>.

¹² <https://www.sodm.nl/documenten/rapporten/2019/06/26/voortgang-van-de-versterkingsopgave-en-de-afbouw-van-de-gaswinning>.

¹³ <https://www.sodm.nl/actueel/nieuws/2020/02/03/haperende-motor-van-de-versterkingsoperatie-in-groningen-komt-weer-op-gang>.

¹⁴ <https://www.sodm.nl/sectoren/gaswinning-groningen/documenten/brieven/2019/05/08/advies-over-de-operationele-strategie-2019-2020-voor-het-groningen-gasveld> (Hoofdstuk 5.2)

waardoor de uitkomsten aan de optimistische kant zullen zijn. SodM benadrukt daarnaast dat het hier gaat om modelmatige voorspellingen welke niet eenvoudig te relateren zijn aan het daadwerkelijk aantal meldingen en toegekende en afgehandelde schadegevallen onder de Groningen-regeling met betrekking tot schade.

De huidige situatie laat zien dat het moeizaam op gang komen van de versterking nog steeds een grote impact heeft op de regio. 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. Op basis van de gevolgen voor omwonenden en gebouwen geniet naar de mening van SodM OS2 de voorkeur boven OS1.

5 Additionele adviezen voor het vaststellingsbesluit

5.1 Hoe kan de seismische activiteit op de lange termijn zo goed mogelijk beperkt worden?

Hoewel de OS laten zien dat er op dit moment geen gebouwen uit de berekeningen komen met een verwachtingswaarde voor het seismisch risico boven de veiligheidsnorm, zullen de bevingen nog lange tijd doorgaan. Het blijft de komende jaren belangrijk om het benodigde productievolume, ook het volume benodigd gedurende de capaciteitsafbouw, zo laag mogelijk te houden en risico-gestuurd over de clusters te verdelen.

5.1.1 Kan het productievolume benodigd gedurende de capaciteitsafbouw verder verlaagd worden?

Minimum flow volume ten gevolge van capaciteitsvraag

In de OS geeft NAM aan dat, gegeven de door GTS aangegeven capaciteitsvraag op het Groningenveld de komende jaren, het volume benodigd gedurende de capaciteitsafbouw (de zogenaamde minimum flow) ligt tussen de 0,01 en 5,8 miljard Nm³ per jaar. Deze grote bandbreedte is sterk afhankelijk van de betrouwbaarheid en snelheid waarmee de capaciteitsvraag moet kunnen worden geleverd, en of deze het hele jaar voorhanden moet zijn, of alleen in de winter. Voor een redelijke (maar minder dan tot nu toe voor het Groningenveld gold) betrouwbaarheid ligt de minimum flow tussen de 0,75 en 3,7 miljard Nm³. NAM komt hiermee op aanzienlijk grotere volumes dan de “verwaarloosbare” volumes waar GTS¹⁵ tot nu toe vanuit is gegaan. Langdurige productie van hoge minimum flow volumes zal invloed hebben op de seismische activiteit in het Groningen-gasveld.

Vanwege deze grote bandbreedte in mogelijke minimum flow volumes zijn in de voorliggende OS geen lange termijn prognoses voor de bodembeweging opgenomen. Hierdoor ontbreekt op dit moment een lange termijn perspectief voor de Groningers. SodM vindt het belangrijk dat dit lange termijn perspectief zo snel mogelijk inzichtelijk wordt gemaakt.

Hierbij dient opgemerkt te worden dat het in de lijn der verwachting ligt dat vanaf het gasjaar 2021/2022 er zeer waarschijnlijk geen sprake meer is van een afweging van volumematige leveringszekerheid vs. veiligheid in Groningen. Waarschijnlijk moet vanaf volgend gasjaar hoofdzakelijk de capaciteitszekerheid vs. veiligheid in Groningen worden afgewogen. Hierbij moeten de punten zoals beschreven in artikel 52d, tweede lid, van de Mbw worden meegenomen.

SodM is daarom van mening dat zo snel mogelijk duidelijkheid moet worden verkregen over de mate van betrouwbaarheid die van de capaciteitsfunctie van het Groningensysteem wordt gewenst. Alleen dan kan de bijbehorende minimum flow en de lange termijn seismische risico's in kaart worden gebracht.

SodM adviseert de minister om zo snel mogelijk duidelijkheid te geven over de mate van betrouwbaarheid die van de capaciteitsfunctie van het Groningensysteem wordt gewenst en vervolgens NAM de bijbehorende (lange termijn) seismische activiteit en risico's in kaart te laten brengen.

Rol van de gasopslag Norg

De gasopslag Norg speelt een rol als capaciteitsmiddel voor laag-calorisch gas. Door de gasopslag Norg vanaf april 2020 te vullen met pseudo G-gas speelt de gasopslag ook een rol in het

¹⁵ Gasunie Transport Services “Advies leveringszekerheid voor benodigde Groningenvolumes en capaciteiten (ref. L20.0014)” van 31 januari 2020.

optimaliseren van de inzet van pseudo G-gas in de zomer. Als gevolg hiervan zal de opslag voor het gasjaar 2020/2021 echter een verminderd werkvolume van 1,5 miljard Nm³ hebben.¹⁶ Binnen het injectie seizoen is het niet mogelijk het volledige werkvolume van Norg met pseudo G-gas in Norg te injecteren. Dit verlaagde werkvolume betekent een vermindering van de capaciteit van Norg met 10%.

Hoewel deze beperking alleen voor komend gasjaar resulteert in een maximaal beschikbaar werkvolume van 4,5 miljard Nm³, gaat GTS in haar advies voor alle komende gasjaren uit van een werkvolume van maximaal 4 miljard Nm³. Met de wijziging van het opslagplan Norg is er echter bij een volledig gevulde opslag voor de gasjaren vanaf 2021/2022 een werkvolume van 6 miljard Nm³ beschikbaar. Volgens NAM zou, indien optimaal gebruik wordt gemaakt van dit volume in combinatie met de 0,5 miljard Nm³ uit de piek-gas-installatie Alkmaar, de capaciteitsvraag op Groningen verder kunnen worden beperkt.

SodM vraagt zich af waarom GTS niet optimaal gebruik maakt van het werkvolume van Norg om daarmee de langjarige capaciteitsvraag op Groningen verder te beperken.

SodM adviseert de minister om GTS in kaart te laten brengen in hoeverre een optimale inzet van de werkvolumina van de gasopslagen de capaciteitsvraag op Groningen verder kan beperken.

5.1.2 Kan het seismisch risico door de verdeling van de productie nog worden beperkt?

De huidige opstartvolgorde van de productieclusters in het Groningen-gasveld is gebaseerd op de resultaten van de optimalisatie studie uit 2018¹⁷ waarbij modelmatig de bevolkingsdichtheid gewogen grondsnelheid (een maatstaf voor risico) is geminimaliseerd. Dit onderzoek was echter vooral gericht op de periode van doorgaande gaswinning tot in ieder geval 2030. De nu voorliggende OS laten zien dat een afwijking van deze strategie, namelijk het beëindigen van de productie van het cluster Bierum in OS2, ten opzichte van de opstartvolgorde uit 2018, een positief effect heeft op het seismisch risico. Dit resultaat toont aan dat met een verdere optimalisatie van de verdeling van de productie over de productieclusters nog steeds een verdere beperking van het seismisch risico kan worden verkregen.

Daarnaast is in de optimalisatie-studie van 2018 niet gekeken naar de lange termijn-effecten (na beëindiging van de productie) van de verschillende inzetstrategieën. Juist nu moet vooral dit lange termijn-effect een belangrijke plaats in de afweging van de minister krijgen.

SodM vindt het daarom belangrijk dat goed onderzocht wordt met welke verdeling van de resterende productie over de operationele clusters zo goed mogelijk uitvoering gegeven kan worden aan de afbouw van de gaswinning (incl. de periode van capaciteitsafbouw) waarbij de seismische risico's zoveel mogelijk worden beperkt, zowel op korte als op de lange termijn.

SodM adviseert de minister om NAM te laten onderzoeken met welke clusterinzet zo goed mogelijk uitvoering kan worden gegeven aan de afbouw van de gaswinning (incl. de periode van capaciteitsafbouw) waarbij de seismische risico's zoveel mogelijk worden beperkt, zowel op korte als op de lange termijn.

¹⁶ Gasunie Transport Services "Aangepaste graaddagenvergelijking gasjaar 2019/2020", 20 februari 2020.

¹⁷ Production Optimisation 2018;
https://www.rvo.nl/sites/default/files/2018/11/NAM_Production_Optimisation_2018.pdf

5.2 Kunnen fluctuaties nog steeds worden beperkt?

SodM heeft in haar adviezen herhaaldelijk aangegeven dat de verlaging van de volumevraag op Groningen prioriteit heeft boven het beperken van de productief fluctuaties. Het bewezen effect van de volumebeperking weegt in deze voor SodM zwaarder dan de aanwijzingen dat de productief fluctuaties een negatief effect op de seismische activiteit hebben. Desalniettemin vindt SodM het belangrijk dat binnen de volumebeperking er alles aan wordt gedaan om productief fluctuaties zoveel mogelijk te beperken. Daarom heeft SodM EZK geadviseerd NAM te vragen om bij het doorrekenen van de operationele strategieën de fluctuaties te beperken.¹⁸ EZK heeft dit advies overgenomen in haar verwachtingenbrief. Waar de bandbreedtes toch overschreden zouden worden is NAM gevraagd om dit te rapporteren.

In de OS concludeert NAM dat het aantal overschrijdingen van de bandbreedte voor fluctuaties aan het toenemen is. NAM geeft hiervoor de volgende verklaringen:

- Het benodigde volume uit het Groningen-gasveld wordt lager en daarmee verkleint de absolute bandbreedte voor de regionale fluctuaties;
- De randvoorwaarde om UGS Norg leeg te produceren zal met name bij warmere winters leiden tot een sterk lagere vraag op Groningenveld-volumes richting het einde van de winter. Dit effect is met name merkbaar in de maanden februari en maart;
- Door in de zomermaanden de UGS Norg te vullen met pseudo G-gas wordt de vraag op Groningen in deze maanden verlaagd en neemt het verschil tussen de zomer- en winter-productie toe.

De inzet van de UGS Norg speelt een belangrijke rol bij de beperking van fluctuaties. Een geoptimaliseerd injectie- en productieseizoen, het optimaal benutten van het beschikbare werkvolume en een andere prioriteitsvolgorde kunnen bijdragen aan het verminderen van regionale fluctuaties in het Groningen-gasveld.

Recent is het volume van UGS Norg uitgebreid naar 6 miljard Nm³. Tevens wordt NAM daarbij toegestaan om de opslag flexibeler in te zetten in de maanden april en oktober. Beide wijzigingen dragen bij aan het zoveel mogelijk beperken van de fluctuaties in het Groningen-gasveld. Hiervan wordt echter door GTS geen gebruik gemaakt. In haar advies gaat GTS uit van een beschikbaar werkvolume van 4 miljard Nm³. Daarnaast moet de berging aan het einde van de winter volledig leeg geproduceerd zijn, waardoor lage temperaturen in de maanden april en mei niet met de inzet van de berging kunnen worden opgevangen.

SodM benadrukt het belang van het optimaliseren van de inzet van de UGS Norg om binnen de minimalisatie van het productievolume ook de productief fluctuaties zoveel mogelijk te blijven beperken. Hierbij dient optimaal gebruik te worden gemaakt van de vergroting van het werkvolume van de opslag en de verruiming van het injectie- en productieseizoen.

SodM adviseert de minister om in de prioriteitsvolgorde welke als uitgangspunt voor de operationele strategie wordt gehanteerd de voorwaarde dat Norg aan het einde van de winter leeg geproduceerd moet zijn te laten vervallen.

Daarnaast adviseert SodM de minister om GTS in haar advies voor het gasjaar 2021/2022 uit te laten gaan van het volledige werkvolume van de UGS Norg van 6 miljard Nm³ en optimaal gebruik te maken van de verruiming van het injectie- en productieseizoen.

¹⁸ <https://www.sodm.nl/sectoren/gaswinning-groningen/documenten/brieven/2020/02/24/advies-uitgangspunten-operationele-strategieen-en-hra-voor-het-gasjaar-2020-2021>.

5.3 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 is in deze strategieën 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 artikel 3 van het vaststellingsbesluit Groningen gasveld 2019/2020 is voor deze situaties een voorschrift opgenomen.¹⁹ SodM adviseert om artikel 3 voor uitzonderlijke situaties wederom op te nemen als voorwaarde aan het vaststellingsbesluit.

SodM adviseert om artikel 3 uit het vaststellingsbesluit Groningen gasveld 2019/2020 ook aan het vaststellingsbesluit te verbinden.

Uitzonderlijke situaties en onvoorziën, 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.

5.4 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 verdere verbetering van de kennis en modellen in de OS en HRA. De resultaten van de studies van NAM worden, onder de verantwoordelijkheid van NAM, onderworpen aan peer reviews en externe reviews.

De komende tijd wordt nog een aantal belangrijke onderzoeken door NAM uitgevoerd en afgerond. Hierbij gaat het onder andere om:

- Voortzetting van het bepalen van hypocenters, magnitudes en haardmechanismes van optredende bevingen op basis van geavanceerde post-processing (full waverform inversion);
- De doorontwikkeling van het Ground Motion Model (verder: GMM) en studies naar de bruikbaarheid van de data van het B-netwerk daarvoor;
- Studies naar de mogelijke lange termijn ontwikkeling van de seismiciteit na beëindiging van de productie;
- Het voor toekomstig wetenschappelijk onderzoek beschikbaar maken van alle data en gegevens via de European Plate Observing System (EPOS).

¹⁹ Artikel 3 (incidentele verhoging GTS):

1. De gasproductie, bedoeld in artikel 2, kan worden verhoogd met ten hoogste 1,5 miljard Nm³, indien Gasunie Transport Services B.V. een verzoek doet of een aanwijzing geeft aan GasTerra B.V., omdat ten minste één van de volgende omstandigheden zich voordoet:

- a. transportbeperkingen;
- b. technische mankementen aan de installaties van Gasunie Transport Services B.V.;
- c. onvoorziene ontwikkelingen in de samenstelling van het hoogcalorisch gas.

2. NAM vraagt Gasunie Transport Services B.V. om een elektronische bevestiging van een verzoek of aanwijzing aan GasTerra B.V. als bedoeld in het eerste lid.

3. NAM administreert de bevestiging van het verzoek of de aanwijzing, waaruit de omvang en het tijdstip van de extra gasproductie blijkt en administreert tevens de reden van de extra gasproductie en de wijze waarop hieraan gevolg is gegeven.

4. In het geval het eerste lid toepassing vindt, meldt NAM binnen een maand na afloop van het gasjaar 2019-2020 de reden en omvang van de gasproductie.

SodM vindt het van belang dat deze studies in het studieprogramma goed worden afgerond. Daarnaast moeten de data-acquisitie activiteiten worden geborgd in een lange termijn (na beëindiging van de winning) monitorings- en surveillanceplan dat op dit moment door NAM wordt vormgegeven. SodM ziet hierop toe.

SodM adviseert de minister om de (afronding) van de studie- en data-acquisitieactiviteiten zoals geformuleerd in het studie- en data-acquisitieplan van 1 februari 2019 incl. bijbehorend addendum van december 2019 als voorwaarde aan het vaststellingsbesluit voor het gasjaar 2020/2021 te verbinden.

6 Overzicht adviezen aan de minister van EZK inzake het vaststellingsbesluit voor het gasjaar 2020/2021

6.1 Adviesvragen EZK

1. *Welke operationele strategie voor het gasjaar 2020-2021 geniet vanuit het oogpunt van veiligheid in termen van seismisch risico de voorkeur?*

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 OS2 vanuit het oogpunt van veiligheid in termen van seismisch risico de voorkeur geniet. Deze OS geeft de minste productief fluctuaties, mede door de permanente beëindiging van de productie uit het cluster Bierum (ook in koude winters). Daarnaast geeft deze strategie het laagste aantal gebouwen met een licht verhoogd risico.

Vanuit het oogpunt van veiligheid adviseert SodM om voor het gasjaar 2020/2021 bij de gaswinning uit het Groningen gasveld uit te gaan van operationele strategie 2.

2. *Welke operationele strategie heeft uw voorkeur gezien de prioritering in de versterkingsaanpak van meest risicovolle gebouwen?*

Uit de HRA2020 is naar voren gekomen dat er geen gebouwen meer zijn met een verhoogd risico. In OS1 zijn er nog 162 gebouwen met een licht verhoogd risico. In OS2 zijn dit 82 gebouwen. De NCG heeft geconcludeerd dat al deze gebouwen reeds onderdeel zijn van de versterkingsopgave. Bij respectievelijk 52 (OS1) en 22 (OS2) gebouwen heeft nog geen opname plaatsgevonden.

Vanuit het oogpunt van de prioritering van de versterkingsaanpak heeft SodM geen voorkeur voor een OS.

3. *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 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.

SodM is van mening dat de verbeteringen aan de modellen en de gebouwendatabase leiden tot een betere inschatting van de dreiging en het risico. Tevens is ook het probleem met de verkeerde instelling van enkele versnellingsmeters gecorrigeerd en zijn de gecorrigeerde gegevens gebruikt in de modellen. Een nauwkeurige beoordeling van de verbeteringen zijn beschreven in bijlage B.

SodM benadrukt hierbij wel dat bij het nieuwe seismologische model, gegeven de relatief beperkte hoeveelheid beschikbare data, de grenzen van de mogelijkheden worden opgezocht. Het nieuwe model voor de verhouding tussen de kleine en grote bevingen is fysisch goed onderbouwd, maar empirisch minder sterk onderbouwd. Er zijn meerdere alternatieve modellen voorstelbaar om de seismiciteit te modelleren en die de beschikbare data even goed of misschien zelfs beter beschrijven. Het meenemen van de verschillende alternatieve modellen is de beste manier om de

modelonzekerheid goed in te schatten. Op dit moment wordt binnen het KEM nader onderzoek gedaan naar alternatieve seismologische modellen (onderzoeksproject KEM 8). De toepasbaarheid van deze alternatieve modellen moet nader onderzocht worden en bij een vergelijkbare of betere modelvoorspelling in de toekomst meegenomen worden in de 'logic tree'.

4. In hoeverre ziet het Staatstoezicht op de Mijnen mogelijkheden om na het komend gasjaar het seismisch risico nog te beperken met een wijziging in de manier van productie?

De huidige opstartvolgorde van de productieclusters is gebaseerd op de resultaten van de optimalisatiestudie uit 2018²⁰ waarbij modelmatig de bevolkingsdichtheid gewogen grondsnelheid (een maatstaf voor risico) is geminimaliseerd. Dit onderzoek was echter vooral gericht op de periode van doorgaande gaswinning tot in ieder geval 2030. De nu voorliggende OS laten zien dat een afwijking van deze strategie, namelijk het beëindigen van de productie van het cluster Bierum in OS2, ten opzichte van de opstartvolgorde uit 2018 een positief effect heeft op het seismisch risico. Dit resultaat toont aan dat met een verdere optimalisatie van de verdeling van de productie over de productieclusters nog steeds een verdere beperking van het seismisch risico kan worden verkregen.

Daarnaast is in de optimalisatie studie van 2018 niet gekeken naar de lange termijn effecten van de verschillende inzetstrategieën. Juist nu moet vooral dit lange termijn effect een belangrijke plaats in de afweging van de minister krijgen.

SodM vindt het daarom belangrijk dat goed onderzocht wordt met welke verdeling van de resterende productie over de operationele clusters zo goed mogelijk uitvoering gegeven kan worden aan de afbouw van de gaswinning (incl. de periode van capaciteitsafbouw) waarbij de seismische risico's zoveel mogelijk worden beperkt, zowel op korte als op de lange termijn.

SodM adviseert de minister om NAM te laten onderzoeken met welke clusterinzet zo goed mogelijk uitvoering kan worden gegeven aan de afbouw van de gaswinning (incl. de periode van capaciteitsafbouw) waarbij de seismische risico's zoveel mogelijk worden beperkt, zowel op korte als op de lange termijn.

5. In welke mate laten de uitkomsten van de HRA's in vergelijking met voorgaande jaren een afwijkend beeld zien en wat zijn hiervan de oorzaken? Kunt u dit specificeren naar de twee onderscheiden functies van de HRA, namelijk ten eerste een berekening van het seismische risico in het hele gebied en het bepalen van de omvang en de prioritering van het versterkingsprogramma.

Zowel de verder versnelde afbouw van de gaswinning als de verbetering van het seismologisch model heeft de kans dat bevingen kunnen optreden sterk verlaagd ten opzichte van de berekeningen voor het gasjaar 2019/2020.

Door de lagere kans op zwaardere bevingen zijn ook de berekende seismische dreiging en risico's duidelijk lager geworden. Volgens de HRA2019 voldeed de verwachtingswaarde voor het de seismische risico (Pmean) van 435 gebouwen in 2020 niet aan de veiligheidsnorm van 10^{-5} per jaar (Figuur 2 4). Voor ongeveer 3300 gebouwen gold een zogenaamd licht verhoogd risico; deze behoren daarmee tot de P90 groep van de versterkingsopgave.

Uit de HRA2020 komt dat de verwachtingswaarde voor het seismische risico (de Pmean) van alle gebouwen in Groningen zich op dit moment onder de veiligheidsnorm van 10^{-5} per jaar bevinden (Figuur 2 4). 162 (OS1) respectievelijk 82 (OS2) gebouwen hebben nog een licht verhoogd risico. In

²⁰ Production Optimisation 2018;
https://www.rvo.nl/sites/default/files/2018/11/NAM_Production_Optimisation_2018.pdf

beide OS zijn uiterlijk in het gasjaar 2025/2026 er ook geen gebouwen meer met een licht verhoogd risico.

De gebouwen die volgens HRA2020-berekening nog niet voldoen aan de norm zijn boerderijen met schuur, waarbij de schuur niet aan de norm voldoet. Op dit moment ontbreekt het NAM aan informatie over het gebruik van deze schuren en daarom wordt er voorzichtigheidshalve vanuit gegaan dat deze een woon- en/of kantoorfunctie hebben.

De uitkomsten van de HRA hebben geen gevolgen voor de omvang van de versterkingsopgave. De NCG heeft onderzocht of alle gebouwen met een (licht) verhoogd risico ten gevolge van OS1 of OS2 reeds onderdeel zijn van de versterkingsopgave en concludeert dat dit het geval is.²¹ De gebouwen met een verhoogde risicoschatting voor het gasjaar 2019/2020 zijn reeds in behandeling genomen (opname en of beoordeling heeft plaatsgevonden of wordt op afzienbare termijn afgerond). De gebouwen met een ongewijzigde licht verhoogde risicoschatting zijn ofwel in behandeling genomen of staan op het punt in behandeling genomen te worden. Bij respectievelijk 52 (OS1) en 22 (OS2) gebouwen heeft nog geen opname plaatsgevonden. SodM adviseert om de NCG te laten controleren wanneer deze gebouwen voor opname in aanmerking komen en opnames van deze adressen met voorrang plaats te laten vinden.

Voor het geheel van de lopende versterkingsopgave ziet SodM daarom geen aanleiding de prioritering van de lokale plannen aan te passen.

SodM adviseert u om de opnames van de adressen met een licht verhoogd risico, waarvoor deze nog niet heeft plaatsgevonden, met voorrang te laten plaatsvinden.

6. Aan welke voorwaarden moeten de modellen en de input van de HRA voldoen om de uitkomsten stabiel te maken en wat betekent de variabiliteit voor de betrouwbaarheid van de berekening van het LPR en de prioritering van de versterkingsopgave?

De HRA is wetenschappelijk zeer geavanceerd en de meest geschikte manier om inzage te krijgen in de seismische risico's. Desondanks zijn de modellen omgeven van grote bekende en onbekende onzekerheden. De kennis van de ondergrond blijft zich ontwikkelen. Hiermee kunnen deels deze onzekerheden worden verkleind. De ontwikkelingen zoeken echter ook de grenzen van de mogelijkheden gegeven de relatief beperkte hoeveelheid beschikbare data op. Het is de verwachting dat alternatieve modellen ontwikkeld zullen gaan worden welke de beschikbare data even goed of misschien zelfs beter beschrijven. Het meenemen van de verschillende alternatieve modellen in de "logic tree" is de beste manier om de modelonzekerheid goed in te schatten. Het is dan ook belangrijk dat steeds de meest actuele inzichten en kennis meegenomen worden in de HRA. Variabiliteit in de uitkomsten blijft dan ook onvermijdelijk.

Een grote slag kan echter wel gemaakt worden als de typologie-indeling van de gebouwen uniek wordt. Dit betekent dat elk gebouw op basis van zijn kenmerken die met de opnames worden verzameld aan (niet meer dan) één van de gebruikte typologieën kan worden toegewezen. Hiermee wordt de betrouwbaarheid van de berekening op huisniveau sterk verbeterd en vergelijkbaar met de typologieaanpak die voor de versterking wordt ontwikkeld.

SodM adviseert u om zo snel mogelijk de gebouwendatabase op basis van de gegevens verzameld met de opnames te actualiseren.

²¹ NCG Memo "Afvoeren versterkte panden en eerste analyse HRA 2020", van 23 maart 2020

6.2 Aanvullende adviezen

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

-
1. *SodM adviseert de minister om zo snel mogelijk duidelijkheid te geven over de mate van betrouwbaarheid die van de capaciteitsfunctie van het Groningensysteem wordt gewenst en vervolgens NAM de bijbehorende lange termijn seismische activiteit en risico's in kaart te laten brengen.*
 2. *SodM adviseert de minister om GTS in kaart te laten brengen in hoeverre een optimale inzet van de werkvolumina van de gasopslagen de capaciteitsvraag op Groningen verder kan beperken.*
 3. *SodM adviseert de minister om in de prioriteitsvolgorde welke als uitgangspunt voor de operationele strategie wordt gehanteerd de voorwaarde dat Norg aan het einde van de winter leeg geproduceerd moet zijn te laten vervallen.*
 4. *Daarnaast adviseert SodM de minister om GTS in haar advies voor het gasjaar 2021/2022 uit te laten gaan van het volledige werkvolume van de UGS Norg van 6 miljard Nm³ en optimaal gebruik te maken van de verruiming van het injectie- en productieseizoen.*
 5. *SodM adviseert om artikel 3 uit het vaststellingsbesluit Groningen gasveld 2019/2020 ook aan het vaststellingsbesluit te verbinden.*
 6. *SodM adviseert de minister om de (afronding) van de studie- en data-acquisitieactiviteiten zoals geformuleerd in het studie- en data-acquisitieplan van 1 februari 2019 incl. bijbehorend addendum van december 2019 als voorwaarde aan het vaststellingsbesluit voor het gasjaar 2020/2021 te verbinden.*
-

Afkortingenlijst

CVW	Centrum Veilig Wonen
DG	Damage Grade
EPOS	Europeam Plate Observing System (systeem om data te verzamelen en beschikbaar te stellen voor wetenschappelijk onderzoek)
EZK	Ministerie van Economische Zaken en Klimaat
GMM	Ground Motion Model
GTS	Gasunie Transport Services
HRA	Hazard and Risk Assessment
KEM	Kennisprogramma Effecten Mijnbouw
KNMI	Koninklijk Meteorologisch Instituut
LPR	Local Personal Risk (Lokaal Persoonlijk Risico)
Mbw	Mijnbouwwet
M_L	Lokale magnitude
NAM	Nederlandse Aardolie Maatschappij
NCG	Nationaal Coördinator Groningen
NPR	Nationale Praktijk Richtlijn
OS	Operationele Startegie
Pmean	Verwachtingswaarde voor de data
P90	Het 90-ste percentiel – de waarde waarbij 90% van de data kleiner is of eraan gelijk en 10% groter of eraan gelijk.
Pseudo G-gas	Groningen kwaliteit gas dat gemaakt wordt door laagcalorisch gas te mengen met stikstof
SodM	Staatstoezicht op de Mijnen
TCMG	Technische Commissie Mijnbouwschade Groningen

Bijlage A: Wat is de aanpak van SodM bij de beoordeling van de operationele strategieën?

Op welke wijze geeft SodM invulling aan de adviestaak?

De 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 kijkt SodM naar de mate en ruimtelijke verdeling van de bodemdaling en aardbevingen. Voor de aardbevingen kijkt SodM specifiek ook 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 toetst SodM allereerst in hoeverre met de strategie of strategieën aan de veiligheidsnorm voor aardbevingen wordt voldaan (de zogenaamde objectieve veiligheid). Daarnaast beoordeelt SodM in hoeverre er sprake is van maatschappelijke ontwrichting als gevolg van bodembeweging. Bij de beoordeling van de maatschappelijke ontwrichting betreft 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.²² Deze methodiek, de zogenoemde Hazard & Risk Assessment (verder: HRA), is ontwikkeld en wordt uitgevoerd door NAM. SodM houdt hierop toezicht. Deze methodologie kent nog bekende en onbekende onzekerheden. Ondanks deze beperkingen is SodM van oordeel dat de resultaten, waar nodig met toepassen van onzekerheidsmarges, uit de methodologie toch gebruikt kunnen worden voor het bepalen van de operationele strategie waarmee de seismische risico's op maatschappelijk meest verantwoorde wijze worden geminimaliseerd.

Hoe beoordeelt SodM of de bodembeweging zoveel mogelijk wordt beperkt?

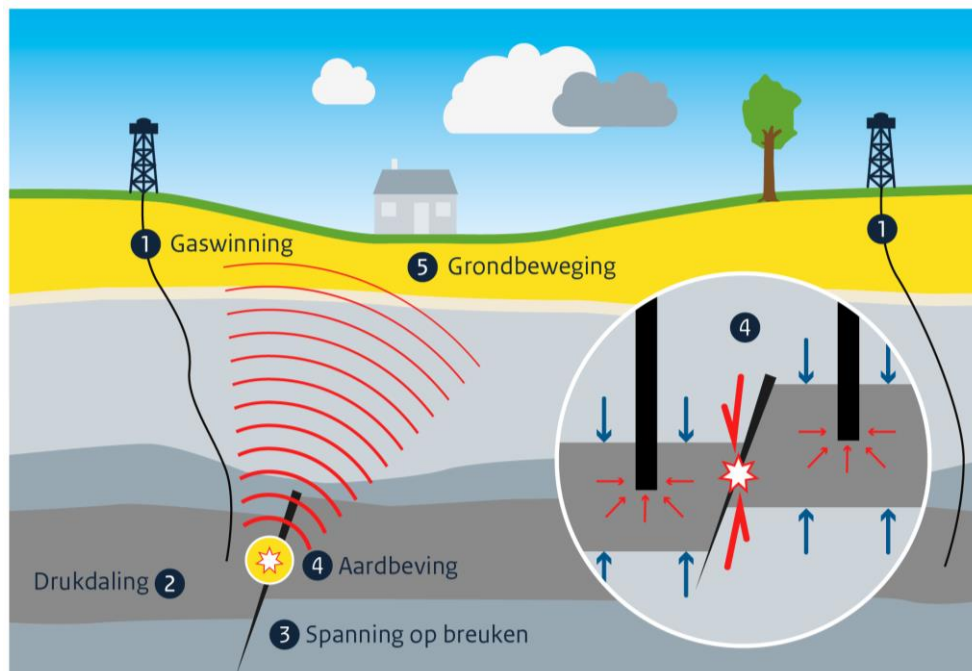
SodM heeft op grond van de aangepaste Mijnbouwwet tot taak om te beoordelen of de voorgestelde strategie of strategieën de verwachte bodembeweging minimaliseert. Bodembeweging bestaat uit twee componenten: bodemdaling en aardbevingen. Om te beoordelen of de bodembeweging zo veel mogelijk wordt beperkt,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

Welke factoren beïnvloeden de bodembeweging?

De gaswinning (❶; Figuur A-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

²² 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.

dit indirect waarneembaar als bodemdaling. Het tweede gevolg is een veranderde spanningstoestand **3** op bestaande breuken in de ondergrond, die kan leiden tot bevingen **4** (lokale, abrupte verschuivingen van gesteente langs bestaande geologische breuken).



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

Als gevolg van de doorgaande gasdruk-daling 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 breuken²³ 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 drukdalingsnelheid 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 beperken²⁴. Echter, als er een keuze moet worden gemaakt tussen het reduceren van volumes en het loslaten van de fluctuatiebandbreedte dan prevaleert volumebeperking.

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

²³ 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.

²⁴ 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".

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 A-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.

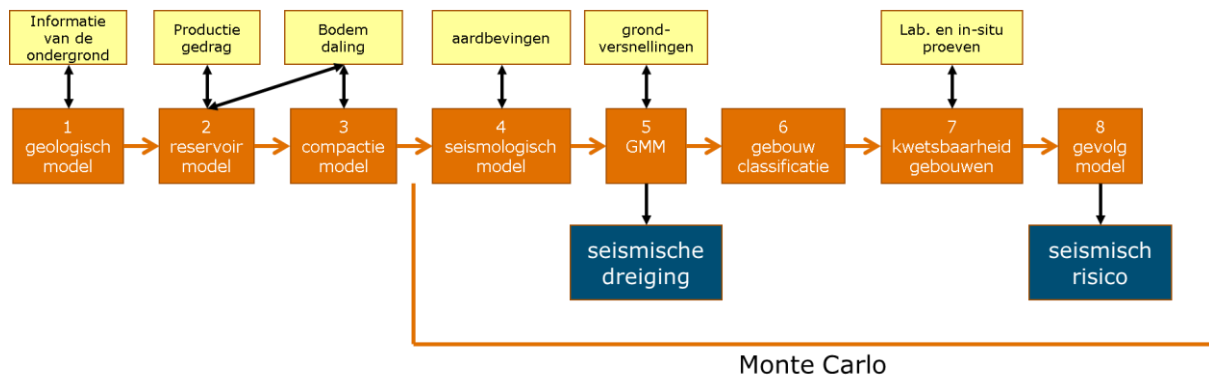
- 6) Classificatie van gebouwen: alle gebouwen boven en nabij het gasveld worden in kaart gebracht en op basis van hun kenmerken onderverdeeld in verschillende bouwtypen. Dit model (ook wel 'exposure model' genoemd) beschrijft de verschillende bouwtypen en de wijze waarop de gebouwen zijn ingedeeld.
- 7) Kwetsbaarheid van de gebouwen: dit model berekent de kwetsbaarheid van de bouwtypen 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 A-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 vollediger 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) 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.

In het kader hiervan wil SodM het belang van de volgende gemaakte afspraken onderstrepen:

- Gebouwen die eenmaal in het versterkingsprogramma opgenomen 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.

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 ten gevolge van elk van de 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.

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.

NAM voert niet de risicoanalyses voor de industrie of infrastructuur uit. Dit is consistent met de regelgeving en rollen; voor infrastructuur en industrie zijn in Nederland afzonderlijke toetsingskaders ontwikkeld. SodM heeft derhalve niet getoetst in hoeverre de OS de gevolgen voor infrastructurele werken of de functionaliteit daarvan zoveel mogelijk worden beperkt.

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 2015²⁵ en 18 december 2015²⁶ 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 2019²⁷ 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 0.

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

²⁵ Kamerstukken II 2015/16, 33529, 205 (Kamerbrief).

²⁶ Kamerstukken II 2015/16, 33529, 212 (Kamerbrief).

²⁷ Kamerstukken II 2018/19, 33529, 585 (Kamerbrief).

kennis en grote onzekerheden is het gebruikelijk om te werken met veiligheidsmarges. SodM heeft daarom bij het adviseren van mogelijke maatregelen in haar Zeerijp-advies²⁸ (1 februari 2018) en het advies van 27 juni 2018²⁹ gebruik 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.

Hoe beoordeelt SodM in hoeverre er sprake is van maatschappelijke ontwrichting

De Strategie Nationale Veiligheid 2013 van het ministerie Veiligheid en Justitie³⁰ 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 A-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 beschreven³¹. Deze methodiek wordt gebruikt om 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'

Termen voor fysieke en sociaalpsychologische aspecten maatschappelijke ontwrichting volgens methodiek Nationale Risicobeoordeling



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

²⁸ SodM advies 'Advies Groningen gasveld n.a.v. aardbeving Zeerijp op 8 januari 2018'.

²⁹ '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

³⁰ 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

³¹ Zie 'Werken met scenario's, risicobeoordeling en capaciteiten' van het ministerie van Veiligheid en Justitie.

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 getroffen 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 betreft 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).

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

Hieronder wordt voor elk van de modellen de (eventuele) actualisatie ten opzichte van het in de HRA2019 gebruikte deelmodel beschreven en de beoordeling van SodM gegeven.

(1) Geologisch model

Het geologisch model is ten opzichte van de HRA2019 niet gewijzigd.

(2) Dynamisch reservoir model

Om de voorspellingen van de lange termijn seismiciteit en bodemdalingsvoorspellingen te verbeteren is het dynamisch reservoir model verder ontwikkeld.³² De nadruk van de verbeteringen ligt op de dynamische effecten die gepaard gaan met de beperking van de productie in verschillende clusters en het nieuw evenwicht dat moet ontstaan in het reservoir wanneer de productie geheel stopt. Deze verbeteringen richten zich met name op de onzekerheid over de wijze waarop de watervoerende reservoirdelen (de zogenaamde aquifers) met de gasvoerende delen zijn verbonden en drukdaling ondervinden.

Het nieuwe V6 model kent 4 belangrijke veranderingen ten opzichte van V5:

1. *Gas in de watervoerende lagen van het reservoir (Slochteren).*
Zowel oude als nieuwe metingen geven aan dat er gas in de watervoerende lagen van het reservoir aanwezig is. Wanneer door afnemende vloeistofspanning het gas uit het water ontsnapt gaat de depletie minder snel dan verwacht. Hierdoor zal de compactie en bodemdaling ook minder snel gaan. Hierdoor zal de voorspelde bodemdaling in vooral het noordwesten van het Groningenveld minder zijn, dit lijkt dan beter overeen te komen met de gemeten bodemdaling. Hoe veel beter de voorspelling is kan pas beoordeeld worden als de lange termijn bodemdalingsvoorspelling in oktober gereed is.
2. *Gas voerende lagen in Carboon*
De depletie van gas uit het gesteente waar het gas gevormd is (Carboon) zal tot compactie van dit gesteente pakket leiden. Door het Carboon mee te nemen in het model zal de bodemdaling in het zuiden van het veld hierdoor beter voorspeld kunnen worden. Ook hier geldt dat hoe veel beter de voorspelling is pas beoordeeld kan worden als de lange termijn bodemdalingsvoorspelling in oktober gereed is.
3. *Watervoerende lagen in het Carboon.*
Watervoerende lagen in het Carboon zijn opgenomen in het model om de bodemdaling op de lange termijn beter te kunnen voorspellen wanneer hier depletie plaatsvindt en ook om de geomechanische module in het model te verbeteren.
4. *Depletie van de Lauwerszee aquifer als gevolg van gasproductie van de kleine velden: Roden, Vries, Pasop en Faan*
Deze velden liggen weliswaar noordwestelijk van het Groningenveld en maken daar geen deel van uit, maar doordat de Lauwerszee aquifer ook doorloopt tot het Groningen veld zal de verlaging van de druk van deze velden die van de Lauwerszee aquifer en dus de compactie van het Groningenveld beïnvloeden. Deze verandering helpt ook de bevingen te verklaren die in de aquifer zijn gemeten (Eelderwolde 2006, M 1.7 en Paddepoel 2017, M 1.0).

SodM vindt het belangrijk om deze nieuwe informatie en inzichten over de aquifers mee te nemen in het dynamisch reservoir model. Alsmede de invloed van de depletie van gas uit het Carboon voor het

³² NAM-report (2019). Groningen Basin Model 2018.

zuidelijk gedeelte van het Groningenveld en de invloed van depletie van het water van het Carboon onder het gehele veld. Ook zal door het opnemen van de kleine velden Roden, Vries, Pasop en Faan en hun invloed op de depletie van Lauwerszee aquifer het dynamisch model van het Groningenveld betrouwbaarder worden.

(3) Compactie model

Het compactie model is ten opzichte van de HRA2019 niet gewijzigd.

(4) Seismologisch model

Het seismologisch model bestaat uit twee delen: 1) een model waarmee op basis van de spanningsopbouw in de ondergrond het aantal bevingen en de locatie daarvan wordt bepaald, en 2) een model waarmee de sterkte van deze bevingen wordt bepaald. In 2019 is het tweede deelmodel verder doorontwikkeld.

In het seismologisch model wordt de sterkte van elke gemodelleerde beving willekeurig getrokken uit een kansverdeling, de zogenaamde Gutenberg-Richter (verder: GR) relatie³³: $\log(N)=a-bM$, waar N het aantal bevingen van een bepaalde magnitude M en groter aangeeft. In deze kansverdeling zijn zwakkere bevingen meer waarschijnlijk dan zwaardere bevingen. De verhouding tussen de zwakke en zwaardere bevingen wordt bepaald door de zogenaamde b-waarde (de helling van de log-lineaire relatie). Maximale sterkte van de zwaarst mogelijke beving wordt daarnaast bepaald door de zogenaamde maximaal mogelijke magnitude ($M_{\max}$).

Deze verhouding (b-waarde) hoeft echter niet constant te zijn. Uit de internationale wetenschappelijke literatuur is het bekend dat de b-waarde omgekeerd evenredig kan zijn met de spanningen op de breuken³⁴ (de zogenaamde 'differential stress'). Voor het Groningen gasveld gebruikt de NAM sinds 2015³⁵ een, op basis van de meetdata en berekeningen afgeleide, relatie tussen de b-waarde en de opbouw van de spanningen door de drukdaling in het veld.

In de voorliggende actualisatie van het seismologische model³⁶ wordt naast deze relatie tussen de b-waarde en de opgebouwde spanningen een alternatief model geïntroduceerd. In dit alternatieve model verandert niet de b-waarde met de toenemende spanning, maar wordt de vorm van de GR-relatie mede bepaald wordt door een spanningsafhankelijke taper. Dit betekent dat de verhouding tussen kleine en grote bevingen (de b-waarde van de relatie) constant is, maar dat de kans op de zwaardere bevingen begrenst wordt door de hoeveelheid spanning die aanwezig is om in een beving vrij te kunnen komen.

Fysisch is deze relatie te verklaren vanuit het gezichtspunt dat de spanning op de breuken eerst opgebouwd moet worden tot het punt dat de breuken "kritisch" worden en kunnen gaan bewegen. In eerste instantie gebeurt dit bij kleine stukjes breuk die "optimaal" georiënteerd zijn. Voor de andere breuken is een grotere spanningsopbouw nodig voordat deze kunnen gaan bewegen. Tegelijkertijd geldt dat om grotere bevingen te krijgen grotere delen van een breuk "kritisch" of bijna

³³ Gutenberg, R. and Richter, C.F. (1944). Bulletin of the Seismological Society of America 34: 185-188.

³⁴ Amitrano, D. (2003). Journal Geophysical Research 108, doi: 10.1029/2001JB000680. Schorlemmer et al (2005). Nature 437, 539-542, doi: 10.1038/nature04094. Spada et al (2013). Geophysical Research Letters 40, 709-714, doi: 10.1029/2012GL054198. Scholtz (2015). Geophysical Research Letters 42, 1399-1402, doi: 10.1002/2014GL06863. Layland-Bachmann et al (2012). Geophysical Research Letters 39, doi: 10.1029/2012GL051480.

³⁵ NAM (2015). An activity rate model of induced seismicity within the Groningen Field (Part 1) & An activity rate model of induced seismicity within the Groningen Field (Part 2).

³⁶ NAM-report (2019). Evolution of induced earthquake magnitude distributions with increasing stress in the Groningen gas field.

“kritisch” moeten zijn. Alleen dan kan de dynamische overdracht van spanning bij de eerste slip deze delen mee laat bewegen. Als de naastliggende stukjes breuk niet “kritisch” genoeg zijn, kunnen deze niet gaan bewegen en zal de beving klein blijven. Bij doorgaande spanningsopbouw worden er dus steeds meer en grotere delen van de breuken “kritisch” gespannen en kunnen ook de bevingen groter worden.

NAM stelt voor om het nieuwe model samen met het oorspronkelijke model op te nemen in de ‘logic tree’ van de HRA. De weging van de bijbehorende twee takken in de ‘logic tree’ wordt gebaseerd op basis van de mate waarin de uitkomsten van het model past op de daadwerkelijk seismiteit.³⁷

NAM heeft vier onafhankelijke, wetenschappelijke experts gevraagd om hun wetenschappelijke mening over het nieuwe model.³⁸ Alle experts zijn van mening dat het nieuwe model ondersteund wordt door de data en ondersteunen het voorstel van de NAM om dit model als een alternatief model op te nemen in de ‘logic tree’. Wel geven drie van de vier experts aan dat -gegeven de relatief beperkte hoeveelheid beschikbare data- de grenzen van de mogelijkheden worden opgezocht.

SodM is van mening dat het nieuwe model voor de verhouding tussen de kleine en grote bevingen fysisch goed onderbouwd is, maar empirisch minder sterk onderbouwd is. SodM onderschrijft de mening van de experts dat de waargenomen trend in de data van Groningen omgeven is van grote onzekerheden en de hoeveelheid beschikbare data zeer dicht bij het minimale nodig ligt. De waargenomen statistische trend laat een ruimtelijke verdeling zien. Het is zeer goed mogelijk dat een ruimtelijke variatie in reservoir parameters, breukdichtheid of breukeigenschappen de waargenomen trend eveneens kan verklaren. Alternatieve modellen zijn voorstelbaar om de seismiteit te modelleren. Zo hanteert het KNMI tot nog toe een empirisch b-waarde model waarbij de deze ruimtelijk varieert.³⁹

Op dit moment wordt binnen het KEM nader onderzoek gedaan naar alternatieve seismologische modellen (onderzoeksproject KEM 8). Het meenemen van de verschillende alternatieve modellen is de beste manier om de modelonzekerheid goed in te schatten. De toepasbaarheid van deze alternatieve modellen moet daarom onderzocht worden en bij een vergelijkbare of betere modelvoorspelling in de toekomst meegenomen worden in de ‘logic tree’.

SodM sluit zich aan bij de mening van de onafhankelijke, wetenschappelijke experts om binnen het seismologische model het nieuwe model voor de bepaling van de sterkte van de bevingen samen met het oorspronkelijke model op te nemen in de ‘logic tree’ van de HRA. Hiermee wordt het beste de effecten van de beide modellen op de risicoschatting inzichtelijk gemaakt.

(5) Ground Motion Model (GMM; ‘grondbewegingsmodel’)

Ten opzichte van de HRA 2019 is de GMM op een aantal punten verder doorontwikkeld⁴⁰:

- De kalibratie dataset is met de waarnemingen van twee bevingen uitgebreid. Dit betekent dat de totale dataset met 40% is toegenomen;
- Nieuwe gegevens over de ondiepe ondergrond zijn meegenomen;

³⁷ De voorgestelde weging is 20% voor het oude model en 80% voor het nieuwe model.

³⁸ Prof. Dr. Ian Main, University of Edinburgh; Prof. Dr. Jean-Philippe Avouac, CALTECH & UQ Foundation; Prof. Dr. Torsten Dahm, GFZ & University of Potsdam; Prof. Dr. Gert Zöller, University of Potsdam.

³⁹ KNMI-advies (2019). Seismic Hazard Assessment of Two Production Strategies for 2019 in Groningen, d.d. 8 mei 2019.

⁴⁰ NAM-report (2019). V6 Ground-Motion Model (GMM) for Induced Seismicity in the Groningen Field - With Assurance Letter.

- Als uitgangspunt voor het model is nu de (gecorrigeerde) data van de G0-versnellingsmeters gebruikt waar voorheen de data van de G4-meters (op 200 m diepte) als startpunt werd gebruikt.

De NAM heeft het aangepaste model laten beoordelen door een panel van internationale, wetenschappelijke experts.⁴¹ Naar het oordeel van de experts is het doorontwikkelde model een significante verbetering ten opzichte van het HRA2019 GMM model (v5) en geschikt om gebruikt te worden in de HRA2020.

SodM constateert dat ondanks het feit dat de dataproblemen bij de G0-versnellingsmeters zijn gecorrigeerd en deze gecorrigeerde gegevens in de GMM zijn verwerkt, de problemen die zijn geconstateerd bij de versnellingsmeters van het B-netwerk nog van invloed kunnen zijn op het GMM-model. Dit is echter het geval voor zowel de v5 als de doorontwikkelde v6 versie van het model.

Daarnaast rapporteert het ontwikkelteam nog een inconsistentie tussen de afleiding van de versnelling op het niveau van de basis van de Boven-Noordzee formatie (verder: Nu_b) op basis van de G0-metingen (methodiek in v6) en de afleiding van de versnelling op het niveau van Nu_b op basis van de G4-metingen (methodiek in v5).

Deze problemen waren ook bekend bij het panel van internationale, wetenschappelijke experts op het moment dat zij hun oordeel gaven. Desondanks acht het panel het doorontwikkelde model een significante verbetering ten opzichte van de GMM v5. Daarbij resulteert GMM v6 voor dezelfde output van het seismologisch model in een hogere hazard en seismisch risicoinschatting dan GMM v5. Daarmee is de keuze voor GMM v6, naast een wetenschappelijk gezien betere keuze, ook een conservatieve keuze.

In het addendum bij het 'Study and Data Acquisition Plan - 2019' heeft NAM beschreven op welke wijze de hierboven genoemde problemen zullen worden onderzocht en de resultaten daarvan zullen worden verwerkt in een actualisatie van de GMM naar versie 7 in 2020. Dit addendum heeft SodM goedgekeurd nadat het – in het verlengde van het SodM tussenrapport omtrent de seismische metingen - op onderdelen is aangescherpt en uitgebreid.

(6, 7 & 8) Classificatie van gebouwen, kwetsbaarheids- en gevolgmodel

Bij de doorontwikkeling van het kwetsbaarheids-, gevolgmodel en de classificatie van de gebouwen heeft NAM zich geconcentreerd op de meest kwetsbare typologieën, met name boerderijen.

Voor de classificatie van de gebouwen zijn de verschillende datasets waarop de classificatie is gebaseerd, geactualiseerd. Daarnaast zijn kleine aanpassingen in de gebruikte aanpak doorgevoerd. Dit heeft geresulteerd in kleine veranderingen in de verdeling van gebouwen over de verschillende typologieën.

De typologie boerderijen (URM1_F) is verder opgedeeld in 3 verschillende sub-typologieën waaronder schuren van boerderijen (URM1F_B). Voor elk van deze sub-typologieën zijn de modellen geactualiseerd of zijn nieuwe modellen gemaakt. Voor de schuren bij de boerderijen zijn vier nieuwe modellen gemaakt. Deze aanpassing is in lijn met het advies van TNO.⁴² Voor de nieuwe typologieën zijn ook nieuwe gevolgmodellen opgesteld.

Tenslotte zijn de modellen voor de typologieën URM3L, URM3M_U, URM3M_B en URM4L geactualiseerd. Er lijken geen grote wijzigingen in de gevolgde aanpak gemaakt te zijn.

⁴¹ NAM Assurance team voor GMM: Gail Atkinson, Western University, Ontario, Canada; Hilmar Bungum, NORSAR, Norway; Fabrice Cotton, GFZ Potsdam, Germany; John Douglas University of Strathclyde, UK; Jonathan Stewart, UCLA, California, USA; Ivan Wong, AECOM, Oakland, USA; Bob Youngs, AMEC, Oakland, USA.

⁴² Advies vaststellingsbesluit Groningen gasveld 2019/2020 of 7 May 2019, TNO.

SodM vindt het belangrijk om nieuwe informatie en inzichten over de sterkte van gebouwen mee te nemen in het kwetsbaarheids-, gevolgmodel en de classificatie van gebouwen. De verwachting is dat de veranderingen leiden tot een betere representatie van de gebouwen en een verbeterde risicoschatting voor de gebouwen geeft.

12 mei 2020

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

info@sodm.nl
www.sodm.nl
[@sodmnl](https://twitter.com/sodmnl)