

> Retouradres Postbus 24037 2490 AA Den Haag

De Minister van Economische Zaken en Klimaat  
Postbus 20401  
2500 EK DEN HAAG

**Staatstoezicht op de Mijnen**

**Bezoekadres**  
Henri Faasdreef 312  
2492 JP Den Haag

**Postadres**  
Postbus 24037  
2490 AA Den Haag

T 070 379 8400 (algemeen)  
F 070 379 8455 (algemeen)

sodm@sodm.nl  
www.sodm.nl

Datum 26 maart 2020  
Betreft Korte review operationele strategie(ën) en HRA voor het gasjaar  
2020/2021

**Ons kenmerk**  
ADV-498

**Uw kenmerk**

**Bijlage(n)**  
1

Excellentie,

Conform de Mijnbouwwet heeft u op 13 maart 2020 de door u gevraagde operationele strategieën (verder: OS) en bijbehorende dreigings- en risicoanalyse (verder: HRA) van de Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V. (verder: NAM) ontvangen. Deze rapporten dienen ter onderbouwing van uw Vaststellingsbesluit 'Gaswinning Groningen' voor het gasjaar 2020/2021. In deze korte review heb ik beoordeeld of in de OS en HRA de juiste uitgangspunten, gegevens en analyses zijn gehanteerd. Daarnaast heb ik een eerste, voorlopige analyse van de uitkomsten van de HRA gemaakt. Het doel van deze korte review is om te toetsen of de uitkomsten van deze HRA de basis kunnen vormen voor de verdere advisering. Mijn hoofdconclusie is dat dit kan.

Ten eerste concludeer ik dat de OS en HRA voldoen aan de wettelijke vereisten en de uitgangspunten zoals verwoord in uw verwachtingenbrief.

Ten tweede geven de uitkomsten naar mijn oordeel geen aanleiding om deze niet te gebruiken. De uitkomsten van de HRA laten zien dat de seismische dreiging en het risico voor gasjaar 2020/2021 nog sneller afnemen dan uit eerdere berekeningen van de HRA bleek. Deze korte review geeft naar mijn oordeel geen aanleiding om nu de prioritering van de gebouwen binnen de lokale plannen van aanpak aan te passen. Bovendien zijn er geen nieuwe gebouwen geïdentificeerd met een verhoogd of licht verhoogd risico op 30 (OS1), respectievelijk 13 (OS2) gebouwen na (schuren van boerderijen met schuur).

Voor deze 30 c.q. 13 gebouwen is het belangrijk om te bekijken of deze mogelijk al op basis van andere criteria in het versterkingsprogramma zijn opgenomen. Is dit het geval, dan is er op basis van de uitkomsten van de HRA geen noodzaak de omvang van het versterkingsprogramma aan te passen, en anders adviseer ik u deze gebouwen toe te voegen aan het versterkingsprogramma.

**Achtergrond van dit advies**

In maart 2019 heeft Staatstoezicht op de Mijnen (verder: SodM) voor het eerst een korte review op de HRA uitgebracht. De resultaten van de HRA voor het gasjaar 2019/2020 verschilden toen in onverwachte mate van de resultaten van de HRA van juni 2018. Deze verschillen waren aanleiding voor SodM om een korte eerste review uit te voeren op de uitkomsten van de HRA van 2019, vóórdat deze de basis ging vormen om te komen tot een nieuw vaststellingsbesluit voor het gasjaar 2019/2020 en nieuwe informatie voor de uitvoering van de versterkingsopgave zou opleveren.

Dit jaar heeft u SodM gevraagd om, alvorens de OS en HRA voor advies aan uw wettelijke adviseurs voor te leggen, wederom een korte review van de OS en HRA uit te voeren.

SodM is gevraagd om specifiek in te gaan op de vragen:

1. Heeft NAM bij het opstellen van de OS en HRA de juiste uitgangspunten gehanteerd en de juiste gegevens en analyses verstrekt?
2. Kunt u eventuele opvallende resultaten ten aanzien van het aantal gebouwen dat niet aan de veiligheidsnorm voldoet indien mogelijk van een duiding voorzien?

Hieronder zal ik op beide vragen ingaan.

**Heeft NAM bij het opstellen van de OS en HRA de juiste uitgangspunten gehanteerd en de juiste gegevens en analyses verstrekt?**

Artikel 52c van de Mijnbouwwet geeft de wettelijke grondslag voor het opstellen van de operationele strategieën. In de Mijnbouwregeling is een nadere uitwerking gegeven van de voorwaarden waaraan de OS moet(en) voldoen. Daarnaast heeft u met een verwachtingenbrief de te hanteren uitgangspunten voor de OS en HRA nader gespecificeerd.

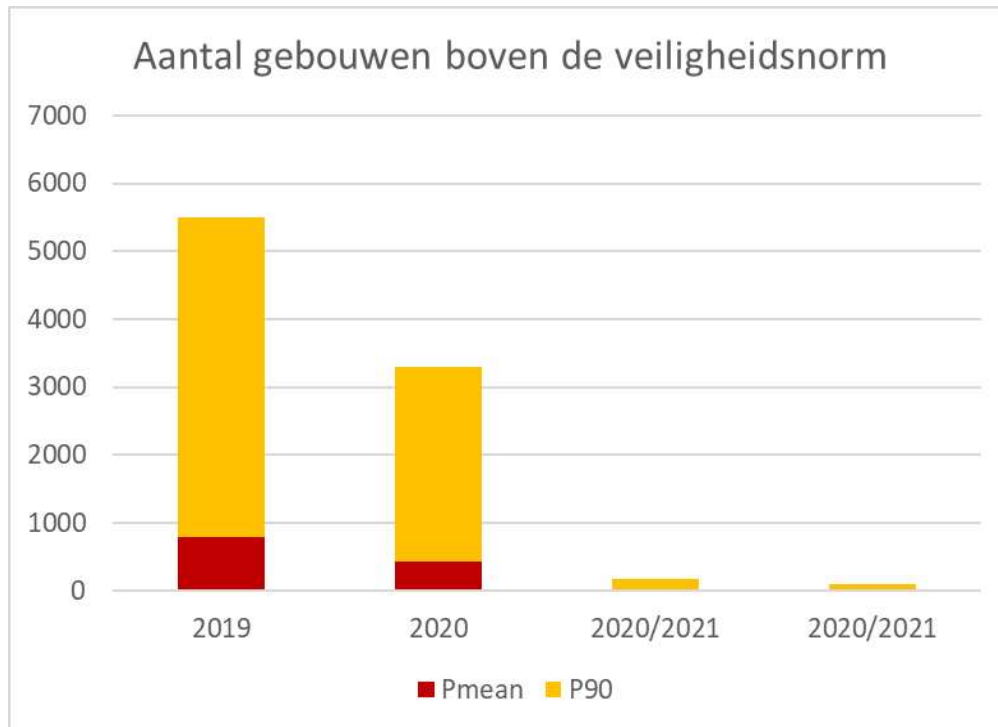
Ik heb bekeken of de OS en HRA conform deze wettelijke vereisten en uitgangspunten is opgesteld. Ik concludeer dat de OS en HRA voldoen aan de wettelijke vereisten en de uitgangspunten zoals verwoord in uw verwachtingenbrief.

**Wat zijn de resultaten van de HRA ten aanzien van het aantal gebouwen dat niet aan de veiligheidsnorm voldoet?**

Volgens de HRA voor het gasjaar 2019/2020 voldeed de verwachtingswaarde voor het de seismische risico ( $P_{mean}$ ) van 435 gebouwen in 2020 niet aan de veiligheidsnorm van  $10^{-5}$  per jaar (figuur 1). Voor ongeveer 3300 gebouwen gold een zogenaamd licht verhoogd risico, en behoren daarmee tot de p90 groep van de versterkingsopgave.

Volgens de HRA voor het gasjaar 2020/2021 is een opvallende afname van het seismische risico te zien (figuur 1). Volgens deze laatste berekening is de verwachtingswaarde voor het seismische risico (de  $P_{mean}$ ) van alle gebouwen in Groningen op dit moment onder de veiligheidsnorm van  $10^{-5}$  per jaar. 162 (OS1) respectievelijk 82 (OS2) gebouwen hebben nog een licht verhoogd risico. In beide OS zijn uiterlijk in het gasjaar 2025/2026 er ook geen gebouwen meer met een licht verhoogd risico.

De gebouwen die volgens HRA 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.



Figuur 1: Overzicht van het aantal gebouwen met een (licht) verhoogd risico in 2019 (eerste kolom) en 2020 (tweede kolom) volgens de HRA voor het gasjaar 2019/2020 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 nieuwe HRA berekening voor het gasjaar 2020/2021.

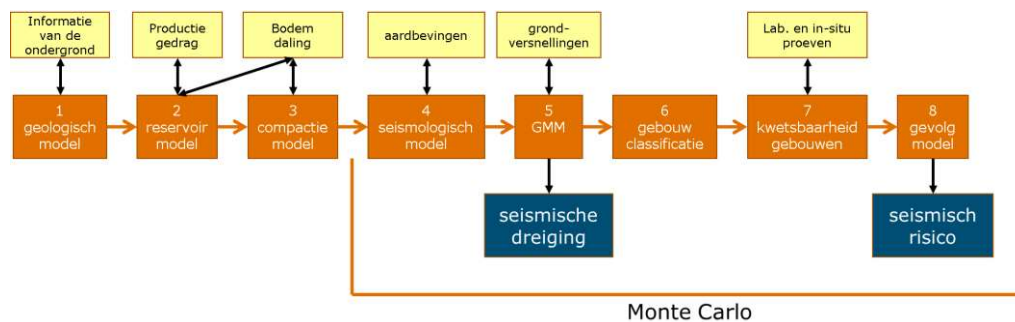
Van de 162 (OS1) respectievelijk 82 (OS2) gebouwen met een licht verhoogd risico had ongeveer de helft van de gebouwen (72 van de 162 in OS1 en 35 van de 82 in OS2) in de vorige HRA voor het gasjaar 2019/2020 een verhoogd risico (Pmean). Voor 60 (OS1) respectievelijk 34 (OS2) gebouwen is de risicoschatting "licht verhoogd risico" ongewijzigd. Daarnaast zijn 30 (OS1) respectievelijk 13 (OS2) schuren bij boerderijen geïdentificeerd die op basis van de HRA voor het gasjaar 2019/2020 mogelijk niet in het versterkingsprogramma zijn opgenomen. Deze gebouwen waren in voorgaande jaren niet als boerderijen gedefinieerd in de gebouwendatabase en daardoor niet als risicovol naar voren gekomen.

### Hoe kan het dat de risicoberekening geen gebouwen boven de norm meer geeft?

Er zijn verschillende redenen te benoemen waardoor de berekende risico's lager uitvallen dan naar voren kwam uit de eerdere HRA berekeningen. Allereerst heeft u in september 2019 besloten de gaswinning uit het Groningen gasveld sneller af te bouwen dan waar in de HRA voor het gasjaar 2019/2020 vanuit is gegaan. Door deze versnelling van de gasafbouw wordt de gaswinning reeds in het gasjaar 2023/2024 beëindigd. In de HRA voor het gasjaar 2019/2020 werd nog uitgegaan van een beëindiging van de gaswinning in het gasjaar 2029/2030. Deze verder

versnelde gasafbouw heeft een positief, verlagend effect op de seismische dreiging en het risico.

Daarnaast zijn er verbeteringen in de modelberekeningen doorgevoerd, hetgeen hierna kort wordt toegelicht. De HRA bestaat uit een serie van acht complexe, opeenvolgende modellen (zie figuur 2). De output van het ene model is input voor het volgende model. Deze keten van modellen is in staat om - weliswaar met grote onzekerheden - het risico te berekenen voor de gebouwen in Groningen.



Figuur 2. Keten van deelmodellen waarmee NAM de risico's kan uitrekenen.

Samengevat ziet de keten van modellen (ook wel modeltrein genoemd) er als volgt uit (figuur 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.

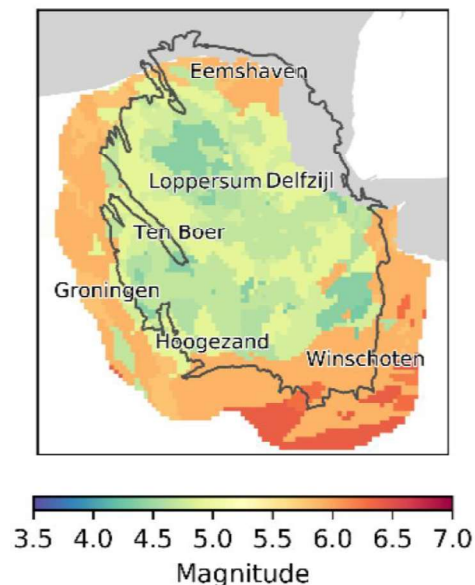
De uitkomst van de modellen 1 tot en met 5 geeft de seismische dreiging weer.

- 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 de 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.

Het geologische model (1) en het compactiemodel (3) zijn ten opzichte van de HRA2019 niet gewijzigd. De overige modellen (4-8) hebben kleine aanpassingen ondergaan dan wel 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 de bijlage.

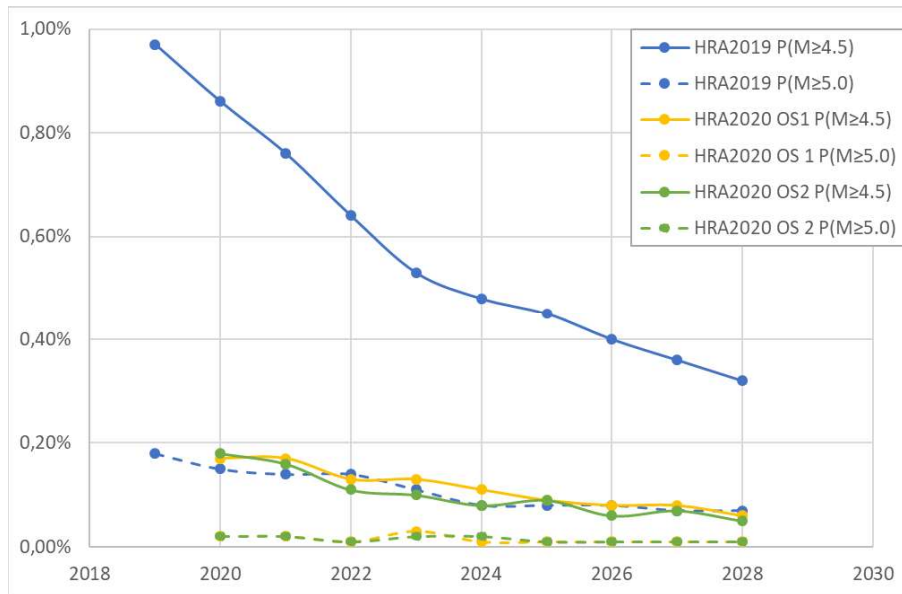
SodM vindt het belangrijk dat nieuwe informatie en inzichten in de risicoberekeningen worden meegenomen. De nieuwe kennis en data die in de verschillende modellen wordt ingepast is state-of-art en verbeteren de risico-inschatting. Daarnaast is in de nieuwe versie van het ground motion model de fout in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



*Figuur 3: Ruimtelijke weergave van de sterkte van de bevingen die het seismisch risico bepalen voor het zwakste bouwtype.*

De analyses in de HRA laten zien dat het seismisch risico in Groningen met name bepaald wordt door de zwaardere bevingen ( $4,0 < M < 5,0$  voor het centrale gedeelte en  $5,5 < M < 6,5$  voor de randgebieden; figuur 3). 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 (zie figuur 4). Hierdoor zijn ook de berekende risico's duidelijk lager geworden.

De uitkomsten van de HRA zijn naar mijn oordeel verklaarbaar op basis van de genoemde aspecten (verder versnelling van het afbouwpad van de gaswinning en de verbetering van de modellen). Ik concludeer dan ook dat er geen reden is om de uitkomsten niet te gebruiken voor de verdere advisering.



Figuur 4: Overzicht van de kans op zwaardere bevingen

### Wat betekenen de nieuwe HRA uitkomsten voor het versterkingsprogramma?

In 2018 is de omvang en prioritering van het versterkingsprogramma op basis van de uitkomsten van de HRA voor het afbouwplan van het kabinet vastgelegd. Tevens is door de minister bepaald dat alle gebouwen die op dat moment in het versterkingsprogramma werden opgenomen recht hebben op een opname en beoordeling. Dit betekent dat op basis van toekomstige HRA berekeningen het versterkingsprogramma wel kan worden uitgebreid, maar niet kan worden verkleind.

In 2019 zijn op basis van de uitkomsten van de HRA voor het gasjaar 2019/2020 ongeveer 3300 gebouwen, met name boerderijen, aan het versterkingsprogramma toegevoegd.

Op basis van de HRA voor het gasjaar 2020/2021 worden 30 (OS1) respectievelijk 13 (OS2) schuren bij boerderijen geïdentificeerd die op basis van de HRA voor het gasjaar 2019/2020 mogelijk niet in het versterkingsprogramma zijn opgenomen. Voor deze gebouwen is het belangrijk om te bekijken of deze mogelijk toch al op basis van andere criteria in het versterkingsprogramma zijn opgenomen. Is dit het geval, dan is er geen aanleiding om de omvang van het versterkingsprogramma aan te passen, en anders adviseer ik u deze gebouwen toe te voegen aan het versterkingsprogramma.

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. Voor het geheel van de lopende versterkingsopgave zie ik daarom geen aanleiding de prioritering van de lokale

plannen aan te passen. Wel is het verstandig te toetsen of de 60 (OS1) of 34 (OS2) gebouwen die voorheen een licht verhoogd risico hadden en dat nu in de nieuwe HRA nog steeds hebben, binnen afzienbare termijn in behandeling worden genomen. Deze gebouwen staan immers op grond van de huidige risicoinschatting 'vooraan' in de prioriteitsvolgorde. De NCG is bezig met een analyse om deze toets uit te voeren.

**Tenslotte**

Deze korte review is in zeer korte tijd uitgevoerd. SodM zal in haar advies voor het vaststellingsbesluit begin mei uitgebreider op de HRA, de uitkomsten en de implicaties daarvan in gaan.

Ik hoop u hiermee voldoende te hebben geïnformeerd.

Hoogachtend,

*Inspecteur-generaal der Mijnen*

## Bijlage 1: Beschrijving en voorlopige beoordeling van de actualisatie van de HRA-deelmodellen.

Hieronder wordt voor elk van de modellen de (eventuele) actualisatie ten opzichte van het in 2019 in de HRA (verder: HRA2019) gebruikte deelmodel beschreven en de voorlopige beoordeling van SodM gegeven.

### (1) *Geologisch model*

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

### (2) *Dynamisch reservoir model*

Het dynamisch reservoir model heeft met het oog op de lange termijn bodemdalingsvoorspellingen enkele aanpassingen ondervonden. Deze aanpassingen 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.

SodM vindt het belangrijk om nieuwe informatie en inzichten over de aquifers mee te nemen in het dynamisch reservoir model.

### (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) relatie<sup>1</sup>:  $\log(N)=a-bM$ , 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 breuken<sup>2</sup> (de zogenaamde 'differential stress'). Voor het Groningen gasveld gebruikt de NAM

---

<sup>1</sup> Gutenberg, R. and Richter, C.F. (1944). Bulletin of the Seismological Society of America 34: 185-188.

<sup>2</sup> 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.



sinds 2015<sup>3</sup> 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 model<sup>4</sup> 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 "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 seismiciteit.<sup>5</sup>

NAM heeft vier onafhankelijke, wetenschappelijke experts gevraagd om hun wetenschappelijke mening over het nieuwe model.<sup>6</sup> 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 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

---

<sup>3</sup> 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).

<sup>4</sup> NAM-report (2019). Evolution of induced earthquake magnitude distributions with increasing stress in the Groningen gas field.

<sup>5</sup> De voorgestelde weging is 20% voor het oude model en 80% voor het nieuwe model.

<sup>6</sup> 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.

nemen in de 'logic tree' van de HRA. Hiermee wordt het beste de effecten van de beide modellen op de risicoschatting inzichtelijk gemaakt.

SodM wil wel opmerken dat het nog meerdere alternatieve modellen voorstelbaar zijn om de seismiciteit te modelleren. Zo hanteert het KNMI tot nog toe een b-waarde model waarbij de b-waarde ruimtelijk varieert.<sup>7</sup> Op dit moment wordt binnen het Kennisprogramma Effecten Mijnbouw (verder: 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'.

*(5) Ground Motion Model (GMM; 'grondbewegingsmodel')*

Ten opzichte van de HRA 2019 is de GMM op een aantal punten verder doorontwikkeld<sup>8</sup>:

- 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;
- 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.<sup>9</sup> 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).

<sup>7</sup> KNMI-advies (2019). Seismic Hazard Assessment of Two Production Strategies for 2019 in Groningen, d.d. 8 mei 2019.

<sup>8</sup> NAM-report (2019). V6 Ground-Motion Model (GMM) for Induced Seismicity in the Groningen Field - With Assurance Letter.

<sup>9</sup> 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.

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.<sup>10</sup> 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.

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.

---

<sup>10</sup> Advies vaststellingsbesluit Groningen gasveld 2019/2020 of 7 May 2019, TNO.