

Staatstoezicht op de Mijnen  
Ministerie van Economische Zaken

> Retouradres Postbus 24037 2490 AA Den Haag

De staatssecretaris van Economische Zaken en Klimaat  
dr. J.A. Vijlbrief  
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

**Behandeld door**

[REDACTED]  
[REDACTED]

**Ons kenmerk**

ADV-7833

**Uw kenmerk**

DGKE-WO /

**Bijlage(n)**

1

Datum 20 december 2022  
Betreft Advies modelversies SDRA Groningen 2023

Hooggeachte heer Vijlbrief,

Op 18 oktober 2022 heeft de Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek (verder: TNO) u via een rapportage (verder: technisch statusrapport<sup>1</sup>) geïnformeerd over de technische status van de door TNO ontwikkelde publieke seismische dreigings- en risicoanalyse (verder: SDRA). Hierbij is TNO ook ingegaan op de verschillende deelmodellen die zijn geïmplementeerd. TNO doet tevens aanbevelingen over de te gebruiken modelversies in de SDRA voor het gasjaar 2023-2024.

Op 20 oktober 2022 heeft u mij gevraagd u te adviseren over de bruikbaarheid en kwaliteit van de modelversies in de SDRA. U vraagt specifiek advies over welke geïmplementeerde en geteste modelversies gekozen moeten worden voor de SDRA in 2023 (d.w.z. voor het gasjaar 2023-2024). De SDRA bestaat uit verschillende opeenvolgende modellen, namelijk: het seismologisch model (verder: SSM), het grondbewegingsmodel (verder: GMM) en het schademodel (verder: FCM).

Voor mijn advies heb ik, naast mijn eigen oordeel, gebruik gemaakt van het advies van het KEM-subpanel (verder: subpanel) over de wetenschappelijke kwaliteit van de modellen en deelmodellen<sup>2</sup> (zie ook: Bijlage 1). Ik heb hiertoe specifieke vragen uitgezet bij het subpanel.

---

<sup>1</sup> TNO (2022). Status of the TNO Model Chain Groningen per October 1, 2022 and recommendations for the public Seismic Hazard and Risk Analysis 2023. TNO 2022 R11961, 18 October 2022.

<sup>2</sup> Nu de risicoanalyse grotendeels in het publieke domein plaats vindt, heeft de minister een werkwijze vastgesteld waarbij SodM de minister adviseert inzake de modelkeuzes. SodM zal bij haar advies steunen op een onafhankelijk advies omtrent de wetenschappelijke bruikbaarheid van de modellen van een daartoe opgericht subpanel van het KEM. Hiermee is geborgd dat SodM kan steunen op onafhankelijke wetenschappelijke kennis bij haar adviestaak. Het KEM-subpanel advies is: 'KEM subpanel advice on the TNO report "Status of the TNO Model Chain Groningen per October 1, 2022, and recommendations for the public Seismic Hazard and Risk Analysis 2023 (TNO2022\_R11961)" (zie ook: Bijlage 1).

Ik adviseer u om voor de modelversies van de SDRA voor het gasjaar 2023-2024 de volgende keuzes te maken:

*Ten aanzien van het SSM:*

- Gebruik de TNO-kalibratie en Coulomb stress verdelings-procedure;
- Gebruik de recente actualisatie van de Mmax-verdeling<sup>3</sup>;
- Gebruik alleen het SSM-deelmodel zonder taper.

*Ten aanzien van het GMM:*

- Gebruik versie 6 van het GMM (V6GMM). Pas hierbij de extra opslingeringsfactoren voor gebouwen op wierden uit versie 7 toe in V6GMM.

Voor de overige modellen adviseer ik u dezelfde keuzes te maken voor het gasjaar 2023-2024, als gekozen en gebruikt in het voorgaande gasjaar 2022-2023.

Hieronder licht ik de door mij voorgestelde modelkeuzes en mijn overwegingen nader toe.

### **Welke modelversies adviseert SodM en waarom?**

#### Algemene uitgangspunten

Het subpanel adviseert om de verschillende nieuwe modelversies nu in één keer te implementeren, opdat de SDRA gebruik maakt van de laatste wetenschappelijke inzichten. Het subpanel onderkent ook dat een dergelijk grote update uitdagend is, omdat er mogelijk problemen in de overgang tussen de verschillende modellen van de SDRA<sup>4</sup> kunnen worden ontdekt (bijvoorbeeld tussen het V7GMM en het FCM). Het subpanel adviseert daarom dat de uitkomsten van de SDRA op basis van deze nieuwe modellen zeer nauwkeurig gecontroleerd, gevalideerd en geëvalueerd worden op grond van hun waarschijnlijkheid, zowel door experts van TNO als door externe experts.

SodM hanteert bij de beoordeling van de modelversies twee uitgangspunten.

Allereerst hanteert SodM het uitgangspunt dat er, gezien het grote maatschappelijke belang, alleen wijzigingen moeten worden aangebracht in de SDRA die volledig gevalideerd zijn, een navolgbaar en daarvoor geschikt kwaliteitscontrole en -borgingsproces hebben doorlopen (verder: QA/QC), en die tot een substantieel verbeterde risico-inschatting leiden.

Ten tweede is zorgvuldigheid een belangrijke voorwaarde om het vertrouwen dat er is in de SDRA te kunnen blijven waarborgen. Daarom ben ik van mening dat de controle, validatie en evaluatie van de SDRA op mogelijke problemen in de overgang tussen de verschillende modellen plaats moet vinden voordat deze modellen kunnen worden geïmplementeerd.

---

<sup>3</sup> Report on the Second Workshop on Mmax for Seismic Hazard and Risk Analysis in the Groningen Gas Field (Main Report), 13-17 June 2022, The Infinity Building, Amsterdam.

<sup>4</sup> Met 'overgangsproblemen' (of: 'interface problemen') worden in deze brief mogelijke technische incorrectheden, dan wel inconsistenties, op het gebied van de interactie en aansluiting tussen de verschillende (deel)modellen in de SDRA modeltrein bedoeld.

---

*SodM adviseert om TNO de opdracht te geven om de, door het KEM-subpanel beschreven, kwaliteitscontrole van de SDRA op mogelijke problemen in de overgang tussen de verschillende modellen te laten uitvoeren en te rapporteren in het kader van modelontwikkeling in 2023. Deze kwaliteitscontrole omvat onder andere het zorgvuldig controleren, valideren en evalueren van de uitkomsten door interne en externe experts.*

---

Tenslotte vind ik het voor de uitlegbaarheid van de resultaten van de SDRA essentieel dat van alle wijzigingen in de modelversies een aparte analyse van de impact van die wijziging op de resultaten van de risicoberekening wordt gedaan.

---

*SodM adviseert tevens om alle geadviseerde wijzigingen in de modelversies te laten voorzien van een aparte analyse van de impact van die wijziging op de uitkomsten van de SDRA-berekening in termen van het aantal gebouwen dat niet aan de norm voldoet (op basis van de verwachtingswaarde en P90). Hierbij hoort ook het gebruik van een crossplot: voor alle geanalyseerde gebouwen wordt hierbij het oude risico (zonder wijziging in de SDRA) uitgezet tegen het nieuw berekenende risico (na toepassing van de wijziging).*

---

#### Gebruik de TNO SSM-kalibratie procedure en de TNO Coulomb stress verdelings-procedure

Het subpanel oordeelt dat de TNO SSM-kalibratieprocedure goed gedocumenteerd is, logisch is, en robuust lijkt. Daarnaast is het gebruik van deze kalibratieprocedure een belangrijke stap richting een volledig open en reproduceerbaar kalibratieproces.

Ik volg het advies van TNO en het subpanel om de TNO SSM-kalibratie procedure en de TNO Coulomb stress verdelingsprocedure te gebruiken. Naar inschatting van SodM zullen beide wijzigingen hoogstwaarschijnlijk niet leiden tot problemen bij de overgang tussen kalibratie en model in de SDRA. Het zal eerder leiden tot het oplossen van mogelijke bestaande problemen tussen de kalibratie van NAM en de modelimplementatie van TNO.

---

*SodM adviseert om de TNO SSM-kalibratieprocedure en de TNO Coulomb stress verdelings-procedure te gebruiken voor de SDRA voor het gasjaar 2023-2024.*

---

Gebruik de recente actualisatie van de Mmax-verdeling

In juni 2022 heeft een panel van acht internationale experts zich, tijdens een speciaal daarvoor georganiseerde vijfdaagse workshop, gebogen over de laatste wetenschappelijke inzichten met betrekking tot hoe zwaar de bevingen in Groningen fysisch gezien maximaal kunnen worden.<sup>5</sup> Deze workshop heeft geleid tot een actualisatie van de kansverdeling voor deze maximale magnitude, ofwel de Mmax-verdeling voor het Groningen-gasveld.

Zowel SodM als het subpanel onderschrijven de uitkomsten van deze onafhankelijke en internationaal-erkende procedure (die is uitgevoerd onder het toezicht van SodM).<sup>6</sup> SodM en het subpanel adviseren dan ook om deze nieuwe Mmax-verdeling te gebruiken in de SDRA voor het gasjaar 2023-2024.

---

*SodM adviseert om de recente actualisatie van de Mmax-verdeling te gebruiken in de SDRA voor het gasjaar 2023-2024.*

---

**Wat is de rol van de Mmax en het taper in het Seismologisch Model?**

De zogenaamde Gutenberg-Richter (verder: GR) relatie beschrijft de verhouding tussen lichte en zwaardere bevingen. Deze GR-relatie is in eerste instantie lineair, maar buigt voor zwaardere bevingen over het algemeen af. Dit is vaak te zien in de observaties van bevingen wereldwijd. Als de GR-relatie afbuigt, is de kans op het optreden van echt zware bevingen kleiner dan op basis van de lineaire GR-relatie zou worden verwacht.

De manier waarop de GR-relatie afbuigt, kan op verschillende manieren worden beschreven. Allereerst door het toepassen van een maximale magnitude (Mmax). Deze Mmax werkt namelijk als een asymptoot voor de curve. Dit betekent dat bevingen groter dan de Mmax per definitie niet mogelijk zijn.

Daarnaast wordt in de wetenschappelijke literatuur vaak een zogenaamd taper-model gebruikt. Dit taper-model zorgt wel voor een sterke afname van de kans op zwaardere bevingen boven de zogenaamde buigingsmagnitude ('corner magnitude'), maar ook hele zware bevingen blijven met een hele kleine kans mogelijk.

De taper en maximale magnitude hebben dus een vergelijkbaar effect op de kans op de echt zware bevingen in de modelvoorspellingen.

---

<sup>5</sup> De laatste wetenschappelijke inzichten werden tijdens de workshop gepresenteerd door wereldwijde experts, op grond waarvan het Mmax-panel haar actualisatie van de Mmax-verdeling heeft gebaseerd.

<sup>6</sup> <https://www.sodm.nl/sectoren/gaswinning-groningen/nieuws/2022/09/20/inschatting-zwaarst-mogelijke-aardbeving-in-groningen-iets-lager>.

Gebruik alleen het SSM-deelmodel zonder taper in combinatie met een Mmax-verdeling

Tot nu toe werden in de SDRA zowel een model met taper in combinatie met een Mmax-verdeling, als een model zonder taper in combinatie met een Mmax-verdeling<sup>7</sup> meegenomen in de beslisboom van de SDRA.

Er is brede overeenstemming tussen wetenschappelijke experts dat het bepalen van zowel de Mmax, als de buigingsmagnitude van het zogenaamde taper-model, op basis van alleen aardbevingsdata niet mogelijk is (zie het tekstvak voor achtergrondinformatie over de rol van de Mmax en het taper in het SSM).

Een dergelijke bepaling op basis van beschikbare data is echter wel het uitgangspunt voor het gebruik van het taper-model in de huidige SDRA. Daarentegen is voor de implementatie van de Mmax een verdeling vastgesteld door een panel van experts. Er is geen verdeling bepaald voor de buigingsmagnitude van het tapermodel.

TNO stelt voor om alleen gebruik te maken van het model zonder taper, het zogenaamde '*hyperbolic-tangent b-value and Mmax model*' in het technisch statusrapport.

Het subpanel adviseert ook om alleen dit model te gebruiken. Een belangrijk argument dat het subpanel aandraagt is dat zowel het model met als zonder taper soortgelijke en gerelateerde processen beschrijven. Bij gelijktijdig gebruik in de beslisboom wordt niet optimaal voldaan aan het concept van probabilistische seismische dreigings- en risicoanalyses, namelijk dat takken in de beslisboom onderling onafhankelijk moeten zijn.

Ik deel dit argument van het subpanel en oordeel verder dat, door de nieuwe verdeling voor de maximale magnitude, de interferentie in de beslisboom van de SDRA tussen de takken voor het tapermodel en de maximale magnitude toeneemt. Dergelijke interferentie is onwenselijk.

Alles overwegende sluit ik mij aan bij het advies van TNO en het subpanel om in de SDRA voor het gasjaar 2023-2024 alleen gebruik te maken van het SSM-deelmodel zonder taper (d.w.z. het '*hyperbolic-tangent b-value and Mmax model*'). Het is mijn inschatting dat daarmee een licht conservatieve keuze wordt gemaakt voor de bevingen met de hoogste magnitudes (met andere woorden: het taper model zou de kans op deze bevingen iets lager hebben ingeschat).

---

*SodM adviseert om alleen gebruik te maken van het SSM-deelmodel zonder taper in combinatie met een Mmax-verdeling (d.w.z. het '*hyperbolic-tangent b-value and Mmax model*' in de TNO statusrapportage).*

---

<sup>7</sup> Respectievelijk het '*single b-value and exponential taper and Mmax model*' en het '*hyperbolic-tangent b-value and Mmax model*' in de technische statusrapportage.

### Gebruik V6GMM met wierden

Het V7GMM is, in opdracht van SodM, ontwikkeld door NAM als onderdeel van het Study and Data Acquisition Plan.<sup>8</sup> De eindbeoordeling van dit model door SodM loopt nog. Als onderdeel hiervan heb ik externe reviews laten uitvoeren. De rapporten hiervan zal ik begin 2023 nader bestuderen en vervolgens zal ik mijn eindoordeel over het V7GMM geven.

Vooralsnog lijkt het V7GMM op veel punten een verbetering en geeft het model waarschijnlijk een betere inschatting van het risico dan de voorgaande GMM modelversies. Met name de erkenning dat wierden een specifiek extra effect hebben op de groundbewegingen (in de vorm van een extra opslinging van de groundbewegingen), is een belangrijke toevoeging.<sup>9</sup> Een nadeel van het huidige V7GMM is dat bij de ontwikkeling de nadruk heeft gelegen op een zo goed mogelijke voorspelling van de specifieke groundbewegingen ('spectral accelerations') die verantwoordelijk zijn voor het risico van de verschillende gebouwen. Hierdoor is er een onderschatting ontstaan van de seismische dreiging (PGA-waarden). Dit wordt ook erkend door de ontwikkelaars en is tevens geconstateerd door het subpanel.

Daarnaast kan TNO volgens het technisch statusrapport op basis van dit V7GMM geen P90-inschatting van het risico meer maken. Deze P90-inschatting speelt een belangrijke rol bij het bepalen van de omvang van het versterkingsprogramma. De extra opslinging die gebouwen op wierden ondervinden kan ertoe leiden dat er gebouwen uit de risicoanalyse komen die eerder niet in het versterkingsprogramma zijn opgenomen. Zonder de P90-inschatting kunnen deze gebouwen nog steeds niet worden geïdentificeerd. Het gebruik van een lagere risiconorm zoals voorgesteld door TNO leidt tot een inconsistentie in het vaststellen van de gebouwen die in aanmerking komen voor het versterkingsprogramma en dat acht ik zeer onwenselijk.

Ondanks een positief advies van zowel TNO als het subpanel, acht ik het niet verstandig om vooruit te lopen op mijn eindbeoordeling van het V7GMM. Ook moet er voor implementatie in de SDRA een goede, consistente en gevalideerde oplossing komen voor de beoordeling of gebouwen in het versterkingsprogramma moeten worden opgenomen.

---

<sup>8</sup> NAM, Study and Data Acquisition Plan Induced Seismicity in Groningen, Update July 2020 - Executive Summary, Part 1, Part 2, Part 3. <https://www.nam.nl/over-nam/onderzoeksrapporten.html#iframe=L3JlcG9ydHMvb3ZlcnZpZXcvZ3JvbmluZ2VuLyMvMTMvMQ>.

<sup>9</sup> In het verleden heeft de mens verhogingen gemaakt waar gebouwen op gebouwd werden. Deze verhogingen, de wierden, dienden als verdedigingsmechanisme tegen overstromingen. Ze zijn meestal 2 tot 3 meter hoog en werden gebouwd met het op dat moment beschikbare materiaal; veelal organisch en kleiachtig materiaal, maar soms ook fijn zand. De wierden zorgen hierdoor voor een extra opslinging van de groundbewegingen.

De extra opslingering die voor de wierden in V7GMM is ontwikkeld, kan ook worden toegevoegd aan V6GMM. Ik adviseer daarom om deze extra opslingeringsfactoren voor gebouwen op wierden, zoals beschreven in V7GMM, te implementeren binnen V6GMM (de versie zoals gebruikt in de SDRA voor het gasjaar 2022-2023) en 'V6GMM met wierden' te gebruiken in de SDRA voor het gasjaar 2023-2024.

---

*SodM adviseert om de extra opslingeringsfactoren voor gebouwen op wierden, zoals beschreven in V7GMM, door TNO te laten implementeren binnen V6GMM en 'V6GMM met wierden' te gebruiken in de SDRA voor het gasjaar 2023-2024.*

---

#### Gebruik dezelfde FCM-versie als in de SDRA voor het gasjaar 2022-2023

TNO adviseert het gebruik van het TNO-typologiemodel (TNO-FCM-2020) als schademodel.

SodM benadrukt, net als in eerdere adviezen<sup>10</sup>, dat er goed onderscheid gemaakt moet worden tussen de verschillende doelen van de SDRA: de toepassing voor de operationele strategie en voor de typologieaanpak. Voor de onderbouwing van de operationele strategie is het belangrijk om de risico's zo goed mogelijk in te schatten. Het doel van de typologieaanpak is om gebouwen snel en goed te kunnen beoordelen; dit is een ander doel. Om de beoordeling of een gebouw veilig is met voldoende zekerheid te kunnen doen, wordt er in de typologieaanpak een zekere mate van conservatisme meegenomen. Dit is voor het veilig kunnen verklaren van gebouwen ook geoorloofd.<sup>11</sup>

Het is mij op dit moment onvoldoende duidelijk of er met de voorgestelde aanpassingen van TNO sprake is van het inbouwen van extra conservatisme in de SDRA of dat er sprake is van een daadwerkelijke verbetering van de gevalideerde modellen van NAM. In voorgaande adviezen raadde ook het subpanel af om enige vorm van conservatisme toe te voegen aan het FCM (en andere modelcomponenten), omdat dit ingaat tegen de basisprincipes van risicoanalyses.

In haar huidige advies benadrukt het subpanel het belang van deze eerdere adviezen, en stelt het subpanel dat de superioriteit van het TNO-typologiemodel, ten opzichte van de huidige FCM-versie van NAM (FCM-V7<sup>12</sup>), niet voldoende gedocumenteerd is. Het subpanel adviseert daarom het gebruik van NAM FCM-V7 in de SDRA voor het gasjaar 2023-2024, d.w.z. hetzelfde model als gebruikt in de SDRA voor het gasjaar 2022-2023.

---

<sup>10</sup> Bijv. SodM (2021), Advies modelversies SDRA Groningen 2022, d.d. 21 december 2021: <https://open.overheid.nl/repository/ronl-86bf7b4109397f8d7a9961b7c49e7a1af0b3ce6b/1/pdf/Advies-modelversies-SDRA-Groningen-2022.pdf>.

<sup>11</sup> SodM (2021), Advies typologieaanpak, d.d. 8 juni 2021: <https://www.sodm.nl/documenten/brieven/2021/06/08/advies-sodm-aan-ezk-en-bzk-over-de-typologieaanpak-voor-versterking-in-groningen>.

<sup>12</sup> Crowley and Pinho, 2020.

Daarnaast bestaat er, bij veranderingen in het FCM, een grote kans dat er problemen optreden op de overgang tussen het grondbewegingsmodel en het schademodel. Dit mogelijke probleem is ook eerder door TNO naar voren gebracht. Zoals ik bij de algemene uitgangspunten voor deze brief naar voren heb gebracht is het maatschappelijke en politieke belang van de SDRA risicoanalyse groot. Alvorens ik positief kan adviseren over het gebruik van een andere modelkeuze voor het FCM, of over welke andere modelcomponent dan ook, moet er eerst een goede kwaliteitscontrole worden uitgevoerd door zowel interne als externe experts, inclusief een zorgvuldige analyse en beoordeling van mogelijke problemen in de overgang tussen modellen.

---

*SodM adviseert het gebruik van FCM versie 7 in dezelfde vorm, met dezelfde coëfficiënten en met dezelfde weging van de takken in de beslisboom als gebruikt in de SDRA voor het gasjaar 2022-2023.*

---

#### **Ten slotte**

Het advies van het subpanel bevat enkele belangrijke aanbevelingen, die wij zullen meenemen in ons advies over de modelontwikkeling van de SDRA.

Tevens benadrukt het subpanel, in lijn met eerdere adviezen van zowel het subpanel als SodM, nogmaals het belang dat de SDRA-modeltrein van TNO volledig gedocumenteerd en publiekelijk beschikbaar gesteld wordt. Het subpanel stelt in haar adviespunt 'OR 1' zelfs dat het subpanel niet bereid is om toekomstige modelvoorstellen te beoordelen, mits aan deze voorwaarde is voldaan.

Ik onderschrijf het belang van het publiekelijk beschikbaar stellen van de SDRA-modeltrein en benadruk dat SodM haar rol niet goed kan vervullen indien het subpanel zou besluiten om toekomstige beoordelingen niet uit te voeren.

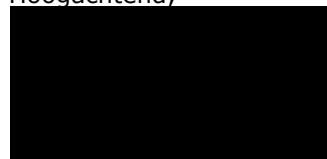
---

*SodM adviseert om TNO de opdracht te geven om de SDRA het komende jaar volledig publiek te maken met uitzondering van de gegevens die beschermd zijn onder de Algemene verordening gegevensbescherming.*

---

Ik hoop u hiermee voldoende te hebben geïnformeerd. Vanzelfsprekend ben ik bereid mijn advies indien gewenst nader toe te lichten.

Hoogachtend,



*Inspecteur-generaal der Mijnen*