

> Retouradres Postbus 24037 2490 AA Den Haag

De Minister van Economische Zaken en Klimaat  
t.a.v. Drs. E.W.E. Pijs  
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 17 januari 2020  
Betreft Advies uitgangspunten operationele strategie(ën) en HRA voor het  
gasjaar 2020/2021

**Ons kenmerk**  
ADV-434

Excellentie,

**Uw kenmerk**  
DGKE / 19262520

Met deze brief wil ik u adviseren over de uitgangspunten van de operationele strategie(ën) (verder: OS) en dreigings- en risicoanalyse (verder: HRA) voor het gasjaar 2020/2021. Staatstoezicht op de Mijnen (verder: SodM) concludeert dat voor alle deelmodellen van de HRA, de meest recent geactualiseerde versies in de HRA voor het gasjaar 2020/2021 (verder: HRA2020) gebruikt kunnen en moeten worden.

**Bijlage(n)**  
2

Daarnaast adviseert SodM u om twee OS met bijbehorende HRA te laten uitwerken: 1) een OS waarbij de Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V. (verder: NAM) de huidige opstartvolgorde van de clusters handhaaft, en 2) een OS waarbij NAM onderzoekt welke clusters benodigd zijn om de door Gasunie Transport Services B.V. (verder: GTS) geadviseerde productie en capaciteit te kunnen leveren en welke clusters kunnen worden ingesloten zonder het seismisch risico te verhogen. Daarbij dient NAM ook een doorkijk te geven van de voorgestelde clusterinzet voor de verdere afbouw van de productie in de jaren na komend gasjaar.

Tenslotte adviseert SodM u de NAM te verzoeken om de informatie uit het overzicht gegeven in bijlage 2 in de OS en bijbehorende HRA op te nemen.

**Waarom komt SodM met dit advies?**

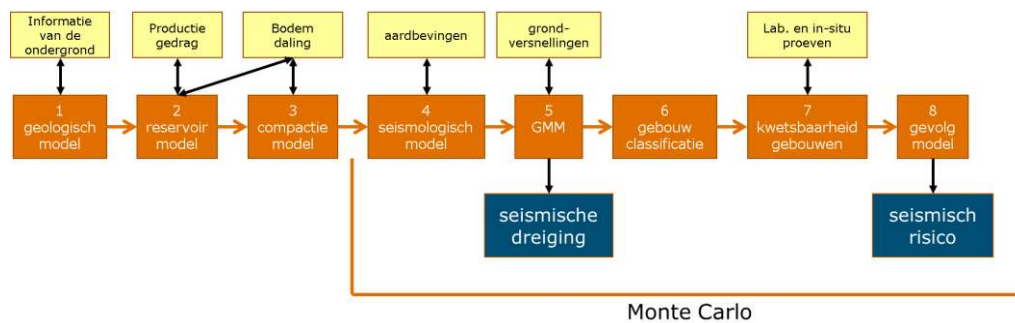
Op 6 december 2019 heeft u SodM gevraagd te beoordelen of de recent geactualiseerde versies van de verschillende deelmodellen die in de HRA worden gebruikt, geschikt zijn om de HRA2020 op te baseren. SodM houdt toezicht op de adequate risicomanagement van de NAM, waaronder het identificeren en bepalen van de risico's. In dat kader volgt SodM continue de ontwikkeling van de HRA en toetst deze periodiek. De adviezen in deze brief zijn mede gebaseerd op grond van de verkregen inzichten en gevelde oordelen in het kader van haar toezicht.

In dit advies zal SodM u op basis van een voorlopige beoordeling adviseren over de in de HRA2020 te gebruiken deelmodellen. De voorlopige beoordeling is gebaseerd op de op dit moment beschikbare informatie over de actualisaties van de verschillende modellen. In het advies van SodM voor het vaststellingsbesluit gasjaar 2020/2021 zal SodM een uitgebreidere definitieve beoordeling van deze deelmodellen geven. In bijlage 1 bij dit advies vindt u een beschrijving van de actualisatie van de verschillende deelmodellen en de voorlopige beoordeling van deze deelmodellen.

Naast het advies over de deelmodellen zal SodM u in dit advies ook adviseren over de verschillende uitgangspunten van de OS die naar de mening van SodM voor het gasjaar 2020/2021 uitgewerkt moeten worden en de informatie die minimaal benodigd is om tot een goede beoordeling van de OS te kunnen komen.

### Welke deelmodellen moeten volgens SodM in de HRA2020 worden gebruikt?

De HRA bestaat uit een serie van acht complexe, opeenvolgende modellen (zie figuur 1). 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 1. 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 1):

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

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

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

- 8) Gevolgmiddel: 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 (1) en compactiemodel (3) zijn ten opzichte van de HRA2019 niet gewijzigd. De overige modellen hebben kleine aanpassingen ondergaan dan wel zijn verder doorontwikkeld. Op basis van haar beoordeling (zie bijlage 1) adviseert SodM om voor alle deelmodellen van de HRA, de nieuwe, geactualiseerde versies in de HRA2020 te gebruiken.

### **Welke uitgangspunten moeten volgens SodM ten grondslag liggen aan de OS voor het gasjaar 2020/2021?**

Voor de continuïteit met voorgaande gasjaren is het allereerst van belang dat NAM een OS en bijbehorende HRA uitwerkt gebaseerd op de, in het Vaststellingsbesluit "Gaswinning Groningen gasjaar 2019/2020" vastgelegde, opstartvolgorde van de clusters.

Voor het gasjaar 2020/2021 zal het verwachte productievolume rond de 8 miljard Nm<sup>3</sup> liggen<sup>1</sup>. Voor de productie van dit volume zullen naar verwachting niet alle operationele clusters benodigd zijn<sup>2</sup>. Het is belangrijk dat vanuit het oogpunt van het beperken van de seismische risico's en fluctuaties op korte en lange termijn wordt onderzocht welke clusters reeds in komend gasjaar (tijdelijk) ingesloten zouden kunnen worden. Daarbij dient NAM ook een doorkijk te geven van de clusterinzet voor de verdere afbouw van de productie in de jaren na komend gasjaar.

SodM adviseert u om twee OS met bijbehorende HRA te laten uitwerken: 1) een OS waarbij de Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V. (verder: NAM) de huidige opstartvolgorde van de clusters handhaaft, en 2) een OS waarbij NAM onderzoekt welke clusters benodigd zijn om de door GTS geadviseerde productie en capaciteit te kunnen leveren en welke clusters (tijdelijk) kunnen worden ingesloten zonder het seismisch risico te verhogen. Daarbij dient NAM ook een doorkijk te geven van de voorgestelde clusterinzet voor de verdere afbouw van de productie in de jaren na komend gasjaar.

### **Tenslotte**

Voor de beoordeling van de OS en bijbehorende HRA is slechts een beperkte tijd beschikbaar. SodM wil zoveel mogelijk voorkomen dat gedurende de beoordeling blijkt dat zij niet over alle benodigde informatie beschikt om tot een advies te komen. In bijlage 2 geef ik daarom een overzicht van de informatie die SodM in ieder geval nodig heeft om haar advies te kunnen opstellen.

Ik adviseer u de NAM te verzoeken om de informatie uit dit overzicht in de OS en bijbehorende HRA op te nemen.

---

<sup>1</sup> GTS advies "Finaal advies over maatregelen om de Groningenproductie te reduceren", d.d. 25 juli 2019, kenmerk: L 19.0026.

<sup>2</sup> Persoonlijke communicatie NAM

SodM vraagt speciale aandacht voor de voorspelling van de bodemdaling. De Mijnbouwwet vraagt NAM in de OS een analyse van de verwachte bodembeweging te geven. De laatste volledige voorspelling van de bodemdaling in Groningen stamt uit 2016<sup>3</sup>. In 2019 heb ik u geadviseerd *“om beide operationele strategieën door NAM voor het ingaan van gasjaar 2019-2020 te laten aanvullen met een voorspelling van de bodemdaling, die mede is gebaseerd op de meest recente bodemdalingsgegevens van het Groningen gasveld en is voorzien van een nadere analyse van de onzekerheden.”* De meest recente waterpasmetingen zijn in 2018 uitgevoerd. SodM is van mening dat een actualisatie van de bodemdalingsvoorspelling noodzakelijk is om een goed inzicht te krijgen in het effect van de afbouw van de gasproductie op de korte en lange termijn.

Daarom adviseer ik u om NAM te verzoeken om in de OS een geactualiseerde voorspelling van de bodemdaling, inclusief een analyse van de onzekerheden, op te nemen.

Ik hoop u hiermee voldoende te hebben geïnformeerd.

Hoogachtend,

T.F. Kockelkoren  
*Inspecteur-generaal der Mijnen*

---

<sup>3</sup> NAM-report (2016). Subsidence inversion on Groningen using leveling data only, d.d. 15-12-2016.

## 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.

### *Geologisch model*

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

### *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. SodM adviseert om deze actualisatie op te nemen in de HRA2020.

### *Compactie model*

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

### *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>4</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>5</sup> (de

---

<sup>4</sup> Gutenberg, R. and Richter, C.F. (1944). Bulletin of the Seismological Society of America 34: 185-188.

<sup>5</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.

zogenaamde 'differential stress'). Voor het Groningen gasveld gebruikt de NAM sinds 2015<sup>6</sup> een, op basis van de meetdata en berekeningen afgeleide, relatie tussen de b-waarde en de opbouw van de spanningen door de drukkaling in het veld.

In de voorliggende actualisatie van het seismologische model<sup>7</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>8</sup>.

NAM heeft vier onafhankelijke, wetenschappelijke experts gevraagd om hun wetenschappelijke mening over het nieuwe model<sup>9</sup>. Alle experts zijn van mening dat het nieuwe model ondersteunt 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 en adviseert om binnen het seismologische model het nieuwe model voor

---

<sup>6</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>7</sup> NAM-report (2019). Evolution of induced earthquake magnitude distributions with increasing stress in the Groningen gas field.

<sup>8</sup> De voorgestelde weging is 20% voor het oude model en 80% voor het nieuwe model.

<sup>9</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.

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.

SodM wil wel opmerken dat het nog meerdere alternatieve modellen voorstelbaar zijn om de seismiciteit te modelleren. Zo hanteert het KNMI een b-waarde model waarbij de b-waarde ruimtelijk varieert. 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'.

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

Ten opzichte van de HRA 2019 is de GMM op een aantal punten verder doorontwikkeld<sup>10</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>11</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 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

<sup>10</sup> NAM-report (2019). V6 Ground-Motion Model (GMM) for Induced Seismicity in the Groningen Field - With Assurance Letter.

<sup>11</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.

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.

SodM adviseert om de doorontwikkelde GMM v6 te gebruiken in de HRA2020.

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.

#### *Kwetsbaarheids- en gevolgmodel & classificatie van gebouwen*

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<sup>12</sup>.

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.

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. SodM adviseert om deze actualisatie op te nemen in de HRA2020.

---

<sup>12</sup> Presentatie NAM (2020), Exposure Database and Building Fragility in HRA 2020; Preliminary update.



## Bijlage 2: Overzicht van de benodigde informatie voor beoordeling OS en HRA2020.

Om de OS en bijbehorende HRA2020 te kunnen beoordelen en te kunnen adviseren voor het Vaststellingsbesluit Gaswinning Groningen gasjaar 2020/2021 dient SodM, in aanvulling op de inhoud van de OS en HRA2019, te kunnen beschikken over de volgende gegevens:

- Kaarten van de drukontwikkeling tot 30 jaar na beëindiging van de productie;
- Ontwikkeling van de seismische activiteit tot 30 jaar na beëindiging van de productie;
- Voor elke OS een overzicht van de kans op zwaardere bevingen tot 30 jaar na productie;
- Per OS een tabel met het aantal gebouwen (mean en P90) boven de norm;
- Verschilkaarten van de drukverdeling tussen de verschillende OS.
- Verschilkaarten van de spatiele verdeling van de seismische activiteit (mean) in de verschillende OS, inclusief aanduiding hoeveel bevingen er meer/minder in een gebied zijn opgetreden.
- Verschilkaarten van de seismische dreiging in de verschillende OS.
- Kaarten per OS met de locaties en het type van de gebouwen boven de norm op basis van zowel mean als P90.
- Verschilkaarten van de ruimtelijke verdeling van de gebouwen boven de norm (zowel voor de mean als voor de P90).
- Voorspelling van de bodemdaling voor de komende 30 en 50 jaar, waarbij de modellen gekalibreerd zijn aan de gegevens tot en met de laatste waterpassing in 2018 en de meest recent mogelijke GPS en PSInSAR data. De ontwikkeling van de bodemdaling incl. de voorspelling moet weergegeven worden in:
  - Kaarten van de ruimtelijke ontwikkeling van de bodemdaling in 2018 (laatste waterpassing), 2030, 2050 en 2070.
  - Figuren met de tijdsafhankelijke ontwikkeling van de bodemdaling op meerdere waterpaslocaties die ruimtelijk goed verdeeld zijn over het veld.