

Staatstoezicht op de Mijnen
Ministerie van Economische Zaken
en Klimaat

> Retouradres Postbus 24037 2490 AA Den Haag

De minister van Economische Zaken en Klimaat
drs. S.A. Blok
Postbus 20401 / 2500 EK DEN HAAG

De minister van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties
Mw. Kajsa Ollongren
Postbus 20011 / 2500 EA DH DEN HAAG

Datum 8 juni 2021
Betreft advies typologieaanpak

Excellenties,

Veel bewoners moeten na opname van hun huis lang wachten op de daadwerkelijke versterking. De fase van beoordeling van gebouwen is in de versterkingsopgave een belangrijk knelpunt gebleken in de afgelopen jaren. Eén van de belangrijke oorzaken hiervan is dat gebouwen individueel worden doorgerekend met gebruikmaking van de bouwnorm NPR 9998:2020 en de eerdere versies daarvan. Een beoordeling is nodig om te toetsen of een gebouw aan de wettelijke veiligheidsnorm van 10^{-5} per jaar voldoet en zo niet, welke versterkingsmaatregelen nodig zijn om het gebouw daar wel aan te laten voldoen.

Dit kan efficiënter, door de veiligheid van een gebouw op grond van de generieke kenmerken van dat type gebouwen te beoordelen. Voor het bepalen tot welk type het gebouw hoort wordt rekening gehouden met de specifieke kenmerken zoals deze zijn gebleken uit de opname van dat gebouw. Dit vormt het fundament voor de zogeheten typologieaanpak.

Ontwikkeling van de typologieaanpak

In opdracht van EZK heeft TNO de typologieaanpak ontwikkeld. TNO is daarbij begonnen met de meest voorkomende typologieën. De door TNO ontwikkelde typologieaanpak is een belangrijke versnellingsmaatregel voor de versterkingsopgave. Per typologie wordt een zogenaamde 'vlekkenkaart' opgesteld op grond van het berekende seismisch risico. Gebouwen van deze typologie die buiten het gebied van de vlek vallen, voldoen aan de veiligheidsnorm. Gebouwen die daarbinnen vallen, moeten worden versterkt. Gebouwen die op grond van hun opname niet kunnen worden toebedeeld aan een typologie, bijvoorbeeld vanwege structurele schade, worden doorberekend met de NPR.

De invoering van de typologieaanpak maakt het mogelijk om efficiënter en sneller te beoordelen of een gebouw voldoet aan de veiligheidsnorm dan individuele beoordelingen met de NPR.

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)

info@sodm.nl
www.sodm.nl

Ons kenmerk
21152075

Uw kenmerk

Bijlage(n)
1

Beoordeling van de typologieaanpak

Inmiddels heeft het ACVG de typologieaanpak beoordeeld en een advies hieromtrent uitgebracht. SodM constateert met het ACVG dat het eindrapport die de typologieaanpak integraal beschrijft nog ontbreekt. Ook SodM vindt het belangrijk dat dit rapport er spoedig komt mede gegeven de intensieve discussie omtrent de typologieaanpak en de wijze waarop in deze aanpak met onzekerheden omgegaan wordt. De huidige stand van zaken onderstreept bovendien het belang van een deugdelijk systeem van kwaliteitsborging en -controle ("quality assurance & control") voor de typologieaanpak.

SodM begrijpt dat het ACVG veel en intensieve gesprekken heeft gehad met TNO alvorens tot haar advies te komen. Het ACVG heeft veel aandacht besteed aan inzicht krijgen in de wijze waarop in de methodologie omgegaan wordt met onzekerheden. Het ACVG wil dat bij het omgaan met de onzekerheden voorkomen wordt dat er zowel onnodig veel als te weinig conservatisme in de typologieaanpak gehanteerd wordt. SodM constateert dat het ACVG de typologieaanpak met de adviezen die het ACVG gegeven heeft, voldoende goed acht. Het ACVG gelooft dat met de typologieaanpak verantwoord uitspraken gedaan kunnen worden omtrent het veilig verklaren van woningen enerzijds en anderzijds geen grote vertragingen ontstaan als gevolg van onnodige versterkingsactiviteiten.

SodM heeft de typologieaanpak en het advies van het ACVG bestudeerd. SodM constateert dat ook na de verbeteringen die in de modellenketen zijn aangebracht – inclusief de modellering van het vermogen van gebouwen om aardbevingen te weerstaan – in modellenketen nog veel bekende en onbekende onzekerheden aanwezig zijn. Om toch met voldoende zekerheid een uitspraak te doen of een gebouw aan de veiligheidsnorm voldoet is het noodzakelijk marges te hanteren. Echter, de beperkingen aan de kennis maken het niet mogelijk om op wetenschappelijke wijze te berekenen welke marge nodig is om met voldoende zekerheid uitspraken te doen omtrent de veiligheid van een gebouw. SodM constateert dat de wetenschappelijke experts van het ACVG en TNO omtrent de te hanteren marges op basis van de beschikbare wetenschappelijke en praktijk kennis intensieve gesprekken hebben gevoerd. Mede als gevolg daarvan is het ACVG tot haar beoordeling gekomen dat de typologieaanpak, met toepassing van de adviezen die het ACVG gegeven heeft, voldoende goed is.

SodM heeft op basis van haar analyses en begrip van de typologieaanpak een aantal observaties gedaan (zie voor meer informatie bijlage A). Deze observaties hebben onder andere betrekking op het conservatisme dat gebruikt wordt om de aanwezige onzekerheden hanteerbaar te maken in de typologieaanpak en het mogelijke risico op het stapelen van veilige marges in de aanpak (zie bijlage A1). Deze observaties geven SodM geen aanleiding om een andere conclusie te trekken

dan het ACVG heeft gedaan. SodM onderschrijft dan ook het advies van het ACVG om nu voortvarend met het gevalideerde deel van de typologieaanpak te gaan werken. Daarbij wil SodM het belang van urgentie en snelheid benadrukken.

Met urgentie gaan toepassen van gevalideerde deel van de typologieaanpak

Zoals u bekend, adviseert SodM al enige tijd om met urgentie meer snelheid in de versterkingsopgave te brengen. Immers, de versterkingsoperatie moet er zo snel mogelijk toe leiden dat iedereen in het aardbevingsgebied in dezelfde veiligheid kan wonen als elders in Nederland. Om tot de vereiste snelheid te komen heeft SodM onder andere de nadruk gelegd op het ontwikkelen van een typologieaanpak. De nu beschikbare typologieaanpak draagt naar verwachting bij aan de gewenste versnelling van de huidige versterkingsopgave. Ofschoon SodM zich realiseert dat verdere analyse en onderzoek altijd tot verbeteringen kan leiden, acht SodM het bijzonder onverstandig om nu te aarzelen of wachten alvorens het gevalideerde deel van de typologieaanpak toe te passen. SodM adviseert dan ook met klem zo snel mogelijk te starten.

Advies bij het toepassen van het gevalideerde deel van de typologieaanpak

SodM heeft op grond van haar analyses en begrip van de typologieaanpak ook een aantal observaties gedaan met betrekking tot het gebruik van de zogenaamde publieke SDRA – dit is de keten van modellen die in opdracht van EZK door TNO is gebouwd. SodM heeft geconstateerd dat in incidentele gevallen de resultaten van het model een additionele controle vergen (zie bijlage A2). Dit is het gevolg van de wijze waarop de zonatie van de ondiepe ondergrond in het grondbewegingsmodel in de SDRA wordt meegenomen. Dit kan er namelijk voor zorgen dat incidenteel het risico tussen twee naastgelegen gebouwen van dezelfde typologie sterk kan verschillen. SodM adviseert als gevolg hiervan om alle gebouwen van een specifieke typologie die langs de rand van een zogenaamde vlek liggen, ongeacht of deze aan de veilige of onveilige kant van de rand liggen, op te nemen in het vervolgproces voor onveilige gebouwen. Een nadere toelichting op dit advies leest u in bijlage A2.

Hoe om te gaan met mogelijke toekomstige nieuwe inzichten?

Ten slotte vraagt SodM op basis van haar analyse van de typologieaanpak aandacht voor het volgende. In de loop van 2021 zal onder andere een nieuwe versie van het grondbewegingsmodel opgeleverd worden waarbij ook verbeteringen zijn doorgevoerd naar aanleiding van de onderzoeken naar de KNMI meetafwijkingen (zie voor een nadere toelichting bijlage A3). Als de verbeteringen leiden tot significant andere uitkomsten ten opzichte van de huidige modellen, vindt SodM het van belang dat deze nieuwste inzichten gebruikt gaan worden in zowel de SDRA-risicoberekeningen voor de operationele strategie als ook in de typologieaanpak en de beoordelingen met de NPR. SodM zal u hierover adviseren mocht dit aan de orde zijn.

Invoering typologieaanpak vergt veel aandacht

De invoering van de typologieaanpak zal veel aandacht vergen. Het introduceren van een nieuwe beoordelingsmethode voor het op veiligheid beoordelen van gebouwen vereist goede communicatie en betrokkenheid van burgers bij de toepassing ervan. Het relatief lage vertrouwen dat een deel van de mensen in de regio heeft, onderstreept de noodzaak hiertoe nog eens. Hoe de methode werkt, de betrouwbaarheid van de methode en hoe deze zich verhoudt tot de NPR – de methode die tot dusver gebruikt wordt – zullen goed toegelicht moeten worden. De communicatie en gesprekken met burgers zullen veel aandacht vergen. De urgentie die SodM in deze brief overbrengt betekent niet dat deze aandacht er niet moet zijn.

Ten slotte

Resumerend verwacht SodM dat de invoering van het typologisch beoordelen zal leiden tot een goede en snellere beoordeling van een aanzienlijke groep van gebouwen. Hierdoor zullen bewoners eerder weten of hun gebouw veilig is. Naar verwachting zal de versterkingsopgave met de typologieaanpak kunnen versnellen. Om die reden adviseert SodM u dan ook met klem voortvarend met het gevalideerde deel van de typologieaanpak te starten. De verwachte versnelling van de beoordeling legt daarbij nog meer urgentie bij de dringend vereiste versnelling van het daadwerkelijk versterken van de gebouwen die niet veilig zijn.

Ik hoop u hiermee voldoende te hebben geïnformeerd. Vanzelfsprekend ben ik tot nadere toelichting van dit advies bereid.

Met vriendelijke groet,

Ir. T.F. Kockelkoren, MBA
Inspecteur-generaal der Mijnen

Bijlage A

1. Observaties met betrekking tot het hanteerbaar maken van de onzekerheden in de typologieaanpak

Grenswaarde voor veilig verklaren gebouwen

Om ondanks de bekende en onbekende onzekerheden typologieën veilig te kunnen verklaren hanteert TNO een veilige marge ten opzichte van de risiconorm van 10^{-5} per jaar.¹ De marge is zodanig gedimensioneerd dat, zonder aanvullend nader onderzoek, er naar de mening van TNO met voldoende zekerheid gesteld kan worden dat typologieën die een risico hebben dat lager is dan de norm plus de veilige marge veilig zijn.

Voor het bepalen van de veilige marge heeft TNO een analyse gemaakt van de invloed van de bekende modelonzekerheid in het kwetsbaarheidsmodel en de gebouw-tot-gebouwspreiding zoals meegenomen in ditzelfde model op de kwetsbaarheid van de typologieën.¹ Uit deze analyse volgt dat er een factor 1,3 tot 1,7 verschil is tussen de verwachtingswaarde van de berekende risico's en de risico's berekend met conservatieve aannames omtrent deze onzekerheden.

Op basis van dit resultaat wordt er door TNO gekozen om een veilige factor van 2,5 aan te houden waarmee de te hanteren grenswaarde voor het veilig verklaren van typologieën komt te liggen op $4 \cdot 10^{-6}$ per jaar in plaats van de risiconorm 10^{-5} per jaar. Naar het oordeel van TNO kan met het hanteren van deze strengere grenswaarde een gebouw dat binnen een typologie valt veilig verklaard worden, ondanks de aanwezigheid van de overige bekende en onbekende onzekerheden in de berekening van het risico.

Gebruik seismologisch bronmodel v6-M7

Op 1 augustus 2020 is de webtool NPR: 9998 geactualiseerd. Deze webtool is een hulpmiddel om inzicht te verkrijgen in de aardbevingsbelasting² ten gevolge van de seismiciteit die wordt geïnduceerd door de gaswinning uit het Groninger-gasveld. Ten opzichte van de webtool uit 2018 zijn de volgende nieuwe uitgangspunten aangehouden:

1. GTS³ advies afbouw gasproductie (conform de kamerbrief 21 februari 2020);

¹ TNO "Typologie-gebaseerde beoordeling van de veiligheid bij aardbevingen in Groningen - Veilige typologieën", TNO-2020-R10698, 3 juni 2020

² De aardbevingsbelasting is een term uit de bouwcodes en geeft de mate van seismische belasting waaraan een gebouw kan worden blootgesteld. De aardbevingsbelasting wordt gegeven voor zowel de horizontale als de verticale grondbeweging bij verschillende herhalingstijden. De verticale grondbeweging bij een herhalingstijd van eens in de 475 jaar komt overeen met de seismische dreiging.

³ Gas Transport Services B.V.

2. Gasproductie drukken conform de door NAM voor het gasjaar 2020/2021 operationele strategie 2 op basis van het gemiddelde winter scenario van het GTS advies;
3. Het seismologisch bronmodel v6-M7⁴;
4. Het grondbewegingsmodel v6.

De keuze voor het seismologisch bronmodel v6-M7 wijkt af van de uitgangspunten van de risicoberekeningen voor het vaststellingsbesluit in zowel 2020 als in 2021. In deze risicoberekeningen wordt naast het v6-M7 model ook het v6-M11 bronmodel gewogen meegenomen. Het v6-M11 model is een alternatieve, gelijkwaardige beschrijving voor de verhouding tussen lichte en zwaardere bevingen. Door de aanwezigheid van een taper in dit model wordt de kans op zwaardere bevingen kleiner. Het niet meenemen van dit model als alternatieve beschrijving resulteert daarmee in een relatief verhoogde kans op zwaardere bevingen en een hogere inschatting van de aardbevingsbelasting. Het is SodM niet duidelijk waarom voor de webtool is afgeweken van de, door de minister vastgestelde, uitgangspunten.

Modelonzekerheid in de kwetsbaarheidsmodellen

Met het kwetsbaarheidsmodel wordt de kans op falen van een gebouw uit een typologie uitgerekend. Het kwetsbaarheidsmodel bestaat uit een aantal kwetsbaarheidskrommen die de kans op het optreden van falen als functie van een intensiteitsmaat weergeeft. De kwetsbaarheidskrommes worden gedefinieerd door de mediane seismische weerstand (op basis van één of meerdere referentiegebouwen) en de spreiding rondom de mediaan. Deze spreiding wordt gedefinieerd door:

- De zogenaamde “record-to-record” variabiliteit, oftewel de spreiding in gedrag van het referentiegebouw bij verschillende aardbevingsignalen.
- Een getalswaarde voor de gebouw-tot-gebouw variatie, waarmee de spreiding in het gedrag binnen de typologie wordt verrekend.⁵
- Een factor die de modelonzekerheid in rekening brengt. De modelonzekerheid verrekent de spreiding in rekenresultaten, vergeleken met het werkelijke gedrag van het gebouw.

⁴ Het seismologische model bestaat uit twee delen: 1) het model voor het aantal en de locaties van de bevingen, en 2) het model voor de zwaarte van de bevingen. Voor dit laatste model zijn door NAM twee alternatieve formuleringen afgeleid die de data even goed beschrijven. Het eerste model (v6-M7) gaat ervan uit dat de verhouding tussen de kleine en zwaardere bevingen afhankelijk is van de spanning die in het reservoir is opgebouwd en dus langzaam verandert. De kans op zwaardere bevingen neemt toe als er meer spanning in het reservoir is opgebouwd. In het tweede model (v6-M11) is de kans op zwaardere bevingen begrensd door de hoeveelheid spanning die in het reservoir is opgebouwd (de taper). Grotere bevingen kunnen in dit model niet optreden als er niet voldoende spanning is opgebouwd.

⁵ Het gaat hierbij om spreiding in de kwetsbaarheid door bv. aanwezigheid van dakkappen, uitbouwen, verwijdering van dragende muren, etc

Voor de modelonzekerheid voor metselwerk gebouwen wordt door TNO een hogere waarde gebruikt dan de waarden die zijn toegepast in de risicoberekeningen voor het vaststellingsbesluit.⁶ TNO is van mening dat dit meer recht doet aan de vereenvoudigingen in de afleiding van de kwetsbaarheidskrommen. Het gebruik van deze hogere waarde voor de modelonzekerheid kan worden gezien als een vergroting van de marge ten opzichte van de risiconorm van 10^{-5} per jaar.⁵

De door TNO voorgestelde keuzes voor de gebouw-tot-gebouw variatie zijn dezelfde als die zijn toegepast in de risicoberekeningen voor het vaststellingsbesluit.

Het ACVG constateert in haar beoordeling van de typologieaanpak dat er nog onduidelijkheden zijn aangaande over de modellering van de kwetsbaarheidskrommen voor de verschillende metselwerktypologieën. Uit de TNO analyses is met name niet duidelijk geworden of de veronderstelde gebouw-tot-gebouw variatie ook overeenkomt met de daadwerkelijke variatie tussen gebouwen van een specifieke typologie in Groningen. Gegeven de twijfel hierover heeft het ACVG een veilige marge geadviseerd.

Het ACVG introduceert deze marge voor de typologieën metselwerk 1, 2 en 7 door de mediaan voor de kansverdeling van de gebouw-tot-gebouwvariabiliteit te verschuiven. Waar TNO er bij Metselwerk 1, 2 en 7 van uitgaat dat 50% van de bestaande woningen zwakker is dan de referentiewoningen, stelt het ACVG voor om uit te gaan van 75%. Het ACVG adviseert voorts om de gebouw-tot-gebouwspreiding van de typologie 'Metselwerk 7' te vergroten van 0,3 naar 0,4.

Met het toepassen van de veilige marge beoogt het ACVG om ondanks de onzekerheid omtrent de werkelijke gebouw-tot-gebouw variatie in Groningen, toch met de typologieaanpak te kunnen gaan werken.

2. Observaties met betrekking tot het gebruik van de SDRA in de typologieaanpak

Voor de typologieaanpak wordt gebruik gemaakt van de publieke seismische dreigings- en risicoanalyse (verder: SDRA) van TNO. Met de SDRA wordt op elke locatie in Groningen voor elke typologie het seismisch risico berekend. Hieruit ontstaan de zogenaamde "vlekkenkaarten" van veilige en onveilige gebieden voor elke typologie. Op basis van de opnames van de gebouwen in het versterkingsprogramma wordt elk gebouw aan een typologie toegewezen. Vervolgens wordt voor deze gebouwen gekeken of deze typologie op die specifieke locatie veilig of onveilig is.

⁶ TNO "Typologie-gebaseerde beoordeling van de veiligheid bij aardbevingen in Groningen - Achtergrond bij de methode", TNO-2020-R10628, 3 juni 2020.

Hierin verschilt de typologieaanpak van de risicoberekeningen voor het vaststellingsbesluit. In deze berekeningen wordt gebruik gemaakt van een gebouwendatabase die gebaseerd is op publiek beschikbare data.

De SDRA is ontwikkeld op basis van de modellen en parameters van de dreigings- en risicoanalyses van de NAM (verder: HRA). Echter, in de implementatie heeft TNO een aantal andere technische keuzes gemaakt. Zo maakt de SDRA-modeltrein gebruik van een alternatieve rekenmethode op basis van numerieke integratie, in tegenstelling tot de HRA modeltrein die gebruik maakt van een Monte Carlo-aanpak.

In het advies van SodM voor de operationele strategie 2021/2022⁷ heeft SodM geanalyseerd in hoeverre de uitkomsten van de HRA en de publieke SDRA *bij gebruik van dezelfde modellen, parameters en gebouwendatabase* met elkaar in overeenstemming zijn. Eventuele resterende verschillen tussen de uitkomsten van de SDRA en de HRA komen daarmee automatisch voort uit de verschillen in de technische implementatiekeuzes.

De analyse van SodM laat zien dat over het algemeen de HRA en de SDRA bij gebruik van dezelfde modellen en parameters vergelijkbare uitkomsten geven. Echter, de wijze waarop de zonatie van de ondiepe ondergrond⁸ in het grondbewegingsmodel in de SDRA wordt meegenomen, kan ervoor zorgen dat incidenteel het risico tussen twee naastgelegen gebouwen van dezelfde typologie sterk kan verschillen. Dit betekent dat het gebruik van de SDRA voor de typologieaanpak op deze effecten moet worden gecontroleerd en gecorrigeerd.

Zoals hierboven aangegeven wordt in de typologieaanpak voor elk gebouwtype gewerkt met een zogenaamde “vlekkenkaart”. Bij het bepalen van deze vlekkenkaart wordt op basis van een *grid* per locatie bepaald of een (virtueel) gebouw van een bepaalde typologie op die locatie aan de veiligheidsnorm voldoet of niet: de vlek geeft daarmee de locaties aan waarbij een gebouw van een bepaalde typologie niet voldoet. Bij de opname blijkt de exacte locatie van een gebouw en de typologie. De gebouwen van deze bepaalde typologie binnen “de vlek” voldoen niet en voor deze gebouwen geldt een vervolgproces binnen het versterkingsprogramma. Gebouwen van deze specifieke typologie die zich buiten “de vlek” bevinden worden veilig beschouwd. SodM constateert dat daarom bij de implementatie van de typologieaanpak een extra controle noodzakelijk is bij het

⁷ Staatstoezicht op de Mijnen “Advies over de operationele strategie 2021/2022 voor Groningen-gasveld”, 28 mei 2021.

⁸ De ondiepe ondergrond bestaat uit verschillende typen grondsoorten. Voorbeelden hiervan zijn zand, klei en veen. Op de meeste locaties bestaat de ondiepe ondergrond uit een combinatie van deze grondsoorten. Iedere combinatie geeft een eigen mate van opslingering aan het seismische signaal. In het grondbewegingsmodel zijn gebieden met vergelijkbare combinaties van grondsoorten samengevoegd in zogenaamde zonaties.

veilig verklaren van gebouwen net buiten de randen van “de vlek” liggen. SodM adviseert daarom om in die incidentele situaties waarbij gebouwen van een specifieke typologie pal aan de veilige kant van de rand van “de vlek” voor deze typologie liggen en zich naast een onveilig gebleken gebouw van dezelfde typologie bevinden, mee te nemen in het vervolgproces binnen het versterkingsprogramma. Voor rijtjeshuizen adviseert SodM om, indien de grens door een rij van rijtjeshuizen loopt, de gehele rij mee te nemen in het vervolgproces. Indien de grens tussen twee rijen van rijtjeshuizen loopt, adviseert SodM om beide rijen mee te nemen in het vervolgproces.

3. Observaties met betrekking tot de gebruikte aardbevingsbelasting

Zoals eerder beschreven maken de NPR en de typologieaanpak gebruik van een aardbevingsbelasting. Deze aardbevingsbelasting van de NPR is opgenomen in de NPR-webtool. De typologieaanpak gebruikt dezelfde modellen en parameters, maar de aardbevingsbelasting wordt afzonderlijk opnieuw berekend op basis van de publieke SDRA.

De huidige aardbevingsbelasting is gebaseerd op de modellen en parameters van de HRA-risicoberekening van de NAM in 2020, waarbij voor het seismologische model alleen de stressafhankelijkheid van de verhouding tussen kleine en zwaardere bevingen wordt gebruikt.⁹ Hiermee wordt de aardbevingsbelasting voor het veilig verklaren en versterken van gebouwen conservatief, oftewel te hoog, ingeschat (zie ook onder het kopje “Gebruik seismologisch bronmodel v6-M7”).

Op dit moment lopen er een aantal onderzoeken waarmee de inzichten in de aardbevingsbelasting worden verbeterd. In de loop van 2021 zal NAM een nieuwe versie (versie 7) van het grondbewegingsmodel opleveren waarbij ook verbeteringen zijn doorgevoerd naar aanleiding van de onderzoeken naar de KNMI meetafwijkingen. Dit model zal een verdere verbetering zijn ten opzichte van het huidige model. Daarnaast zal in het najaar van 2021 een expert-workshop plaatsvinden over het model voor de verhouding tussen lichte en zwaardere bevingen. Deze workshop zal ingaan op de laatste inzichten in de maximale magnitude die mogelijk is in Groningen, maar ook op de verschillende alternatieve formuleringen voor dit model.

⁹ Het seismologische model bestaat uit twee delen: 1) het model voor het aantal en de locaties van de bevingen, en 2) het model voor de zwaarte van de bevingen. Voor dit laatste model zijn door NAM twee alternatieve formuleringen afgeleid die de data even goed beschrijven. Het eerste model gaat ervan uit dat de verhouding tussen de kleine en zwaardere bevingen afhankelijk is van de spanning die in het reservoir is opgebouwd en dus langzaam veranderd. De kans op zwaardere bevingen neemt toe als er meer spanning in het reservoir is opgebouwd. In het tweede model is de kans op zwaardere bevingen begrenst door de hoeveelheid spanning die in het reservoir is opgebouwd. Grotere bevingen kunnen in dit model niet optreden als er niet voldoende spanning is opgebouwd.

Als de verbeterde modellen leiden tot significant andere uitkomsten ten opzichte van de huidige modellen, vindt SodM het van groot belang dat deze nieuwste inzichten gebruikt gaan worden in zowel de SDRA-risicoberekeningen voor de operationele strategie als ook in de typologieaanpak en de beoordelingen met de NPR. In dat geval adviseert SodM om in het voorjaar van 2022 de aardbevingsbelasting in de NPR-webtool en typologieaanpak te actualiseren op basis van de studieresultaten in 2021 en gelijk te stellen aan de belasting in de risicoberekeningen voor de operationele strategie.