

Aan:

Ministerie van Economische Zaken, Drs Pieter Jongerius

Van: Wetenschappelijke Adviescommissie Groningen

Drs Lucia van Geuns KNGMG; voorzitter (rapporteert)

Prof Dr Rune Holt NTNU & SINTEF; Rotsmechanica

Dr Stefan Baisch QCON; Geïnduceerde seismiciteit

Dr Hein Haak PBL; Risicomanagement

Prof Dr Jan Dirk Jansen TU Delft, Ondergrondmodellering

Prof Dr Iunio Iervolino Univ. van Napels Federico II; Bouwtechnieken

Dr Jaap Breunese waarnemer TNO AGE

Dr Bernard Dost waarnemer KNMI

Dr Hans de Waal waarnemer SodM

Voortgangsnotitie Wetenschappelijke Adviescommissie Groningen

1 december 2015

De Wetenschappelijke Adviescommissie Groningen (Scientific Advisory Committee, SAC) monitort en bestudeert de onderzoeken die door NAM of diens opdrachtnemers zijn uitgevoerd in het kader van de ontwikkeling van Winningsplan 2016 voor Groningen. Het is de taak van SAC om de kwaliteit, volledigheid en onafhankelijkheid van deze onderzoeken te bewaken.

Deze notitie geeft een samenvatting van de observaties van SAC over de focus van het onderzoeksprogramma van NAM. SAC heeft de bevindingen gelegd naast de meest recente versies van het onderzoeksprogramma en de voortgang/plannen die NAM heeft gepresenteerd tijdens de workshop over versie 2 (V2) van de gevaren- en risicobeoordeling op 3 en 4 november 2015. Voorafgaand aan de workshop namen vertegenwoordigers van SAC deel aan vier expertise-werkgroepbijeenkomsten (seismologisch model, 2 juni 2015; voorspelling van grondbewegingen (GMPE), 17 september 2015; drukbehoud Groningen, 24 september 2015; fragiliteit en risicowaarden, 9 oktober 2015).

De standpunten van SAC, zoals hieronder weergegeven, zijn gebaseerd op gegevens, rapporten en presentaties van NAM, tot en met 4 november 2015. Alle beschikbare documenten kunnen worden gevonden in SAC's gedeelde map in Dropbox. Als bijlage bij deze notitie is een samenvatting toegevoegd van 2 pagina's,

van de Interim-update van 7 november 2015 van NAM's probabilistische gevaren- en risicobeoordeling voor geïnduceerde seismiciteit in Groningen.

Algemeen

De workshop van november 2015 was zeer effectief. Men begon met de uitkomst/statusoverzicht, waarna in detail werd uitgelegd hoe men hierop was gekomen. Dat stelde SAC in staat om zich te focussen op kwesties die een grote impact hebben op de uitkomsten.

In het algemeen zijn de leden van SAC onder de indruk van de kwaliteit van het werk dat binnen dit project is verricht. Het heeft een hoog wetenschappelijk niveau. De medewerkers van NAM/Shell/opdrachtnemers zijn oprecht bezig om gevaren en risico's zo goed mogelijk in kaart te brengen, gegeven de beperkte beschikbaarheid van zowel tijd als data. De betrokken onderzoekers zijn open-minded, communicatief en bereid om de resultaten van hun werk te bespreken.

Gevaren- en risicobeoordeling, van V1 naar V2: Observaties

1. Onzekerheid in de GMPE heeft de meeste impact op de resultaten, ook in V2. De impact op PGA-kaarten (Peak Ground Acceleration, piekgrondversnelling) en gevaren is beperkt bij opvolging van V1 door V2. De impact op het risico is veel groter: de risicogetallen worden met een factor 10 gereduceerd. Als deze uitkomst correct is, wordt het veiligheidsprobleem beheersbaar. NAM is van mening dat zij kunnen aantonen dat ze de voorgestelde norm halen bij een productiescenario van 33 BCM. Externe risico's (industrie, infrastructuur, overstromingen, enz.) zijn niet opgenomen in de risicogetallen. Op dit moment omvatten deze getallen alleen het risico op instortende gebouwen.

2. Het is logisch om prioriteit te geven aan een duidelijk omlijnd traject met als doel beoordeling van de risico's voor bewoners, in lijn is met de normen van de Commissie Meijdam. Maatschappelijk zijn er echter veel zorgen over de risico's voor activa, dwz de schade aan huizen. Daarom hadden we verwacht dat de risicobeoordeling ook een uitgebreidere kwantificatie van risico's voor activa omvat, of in ieder geval een traject uitstippelt hoe dit in de toekomst te bereiken.

3. Productiescenario's zijn niet geoptimaliseerd voor de risico's. Ze worden vooral bepaald door de huidige operationele beperkingen. Met name de twee lagere productiescenario's zijn niet geoptimaliseerd voor de risico's. De productie wordt beperkt in gebieden met relatief lage seismiciteit. De productie wordt niet beperkt in het zuiden of het zuidwesten, waar de seismiciteit hoger is en toeneemt. Als gevolg daarvan is de berekende impact van productiewijzigingen op risico's beperkt. Bij de versterking van huizen wordt echter wél prioriteit gegeven aan gebieden met een hoge seismiciteit. Bij de vergelijking van de impact van versterking met de impact van productiemaatregelen kunnen derhalve kanttekeningen worden gezet.

Seismologisch model

4. Het seismologisch model, dat als basis dient voor de verder gevaren- en risicobeoordeling, is inmiddels dermate geavanceerd dat het geschikt is voor het doel, te weten ontwikkeling van Winningsplan 2016. Het model wordt gebaseerd op ervaringen uit het Groningenveld, met name op de geschiedenis van bodemdaling. Naar verwachting zal het model gedrag in de nabije toekomst op adequate wijze kunnen voorspellen.

4. Op langere termijn is het van belang om een betere koppeling op te nemen tussen processen die seismiciteit triggeren (spanningen en veranderingen in spanningen bij breuken). In de huidige vorm zien we niet hoe toename van waterspanning (bijvoorbeeld als gevolg van een langere productiestop, of als gevolg van injectie voor drukbehoud) kan worden aangepakt. Naar onze mening is de voorspelbaarheid van ieder model op de lange termijn in grote mate afhankelijk van zo correct mogelijke integratie van de natuurkundige principes én de mogelijkheid om relevante data uit het veld te kalibreren.

5. De inherente complexiteit en mogelijk grote impact van de 'engine' op de uitkomst van het Winningsplan vraagt om gedetailleerde analyse van de sensitiviteit. Het verschil tussen de drie verschillende compactiemodellen is nauwelijks relevant voor de uitkomst van de risicoanalyse. Dit kan betekenen dat de compactiemodellen erg op elkaar lijken waar het de voorspelling voor de nabije toekomst betreft, of dat de cumulatieve druk voor de uitkomst belangrijker is dan de incrementele druk.

6. Het is belangrijk om te zien hoe M_{max} maar ook gerelateerde parameters zoals b -waarden het uiteindelijke risico beïnvloeden. Plannen voor toekomstige gegevensverzameling en de wijze waarop deze plannen de updates van voorspellingen zullen beïnvloeden zijn van groot belang voor de langetermijnproductie en bijbehorende veiligheid.

Drukmanagement

7. Het Meet- en Regelprotocol kan een manier zijn om resterende onzekerheden te reduceren. Dit protocol speelt een belangrijke rol voor de maatschappij, en daarom dient het een eenvoudige opzet te hebben, die ook inzichtelijk is voor niet-wetenschappers. De versie van het Meet- en Regelprotocol die tijdens de workshop werd gepresenteerd, was nog niet volwassen. Er werd niet nader ingegaan op de vraag hoe besloten wordt welke stappen te zetten in reactie op welke maatregelen. Er werd wel naar een meer specifiek document verwezen, maar details daarvan werden niet gegeven.¹

¹ Opmerking na de workshop: Het begeleidend schrijven bij de interim-update van 7 november 2015 stelt dat het Meet- en Regelprotocol "zorgt voor continuïteit in data-acquisitie en monitoring, wat nodig is voor gevaren- en risicomanagement." Dit is inderdaad een belangrijk onderdeel van het "meetprotocol". Het "regelprotocol" ontbreekt echter.

8. Er is geen link gelegd tussen het "Meet- en Regelprotocol" en mogelijke regelende stappen in relatie tot: 1) reductie van productietempo om de door compactie geïnduceerde spanning af te laten nemen, en 2) drukbehoud dmv stikstofinjectie om compactie te reduceren. De maatschappij draagt dit als twee mogelijke oplossingen aan. Daarom vinden wij dat NAM duidelijk moet maken in welke mate de onderliggende veronderstelde relaties kunnen worden bevestigd / verworpen / gekwantificeerd, en waarom deze mogelijke oplossingen niet worden opgenomen in een beheersstrategie (het "regelprotocol").

Risicowaarden

9. NAM is van mening dat de huidige risicoberekening waarschijnlijk nog altijd conservatief is. Het is niet duidelijk of dit ook echt zo is. NAM heeft een lijst van conservatieve aannames in de risicobeoordeling opgesteld en gepresenteerd. Bij risicobeoordelingen moeten conservatieve aannames in dezelfde mate worden vermeden als niet-conservatieve aannames. De reden is dat ook conservatieve aannames het risico vertekenen, hetgeen het op kosten en baten gebaseerde besluitvormingsproces ondermijnt. En dat is toch het uiteindelijke doel van een risicobeoordeling. Het is in ieder geval de moeite waard om expliciet bij te houden welke conservatieve aannames er nog zijn, en ondertussen toe te werken naar eliminatie ervan.

10. Er wordt gesteld dat de 'engine' een niet-stationair proces van aardbevingen én de gevolgen daarvan simuleert. Dit is slechts gedeeltelijk waar. In de kwetsbaarheidsmodellen (fragility) wordt cumulatie van schade na opeenvolgende bevingen genegeerd. Bovendien worden bij iedere simulatie dezelfde kwetsbaarheidsfuncties gehanteerd. Hieruit volgt impliciet de aanname dat ieder beschadigd (ingestort) gebouw direct weer hersteld wordt, en dat bewoners meerdere keren kunnen sterven. Samenvattend: als er al iets niet-stationair is, dan alleen het gedeelte dat de gevaren betreft, niet de andere elementen van de risicobeoordeling.

11. Het risico dat gepaard gaat met vallende objecten (bijv. schoorstenen) wordt nog steeds afzonderlijk van de risico's volgend op schade aan constructies gemodelleerd. Vallende objecten zijn nog niet in de 'engine' opgenomen. Mocht men besluiten dat deze mogelijke oorzaak van dodelijke slachtoffers relevant is voor het risico en dus in het model moet worden geïntegreerd, dan zal dat niet eenvoudig zijn. De objecten zijn immers deel van de gebouwen. Dat zij vallen of instorten is niet los te zien van het gedrag (en het virtuele ineenstorten) van de gebouwen waartoe zij behoren.

12. Er wordt nog enige zogenaamde epistemische onzekerheid toegekend, op basis van deskundig oordeel over kwetsbaarheden in V2. Ook het effect van versterking op de kwetsbaarheid van gebouwen wordt arbitrair toegewezen. Dit lijkt te wijzen op een detailniveau in modellering dat momenteel verschilt van de rest. Deze kwesties moeten in Winningsplan 2016 op meer formele wijze worden aangepakt.

13. Stochastische ruimtelijke afhankelijkheid van de intensiteit van groundbewegingen is nog niet volledig gemodelleerd. Met name de intra-event residuen zijn niet gecorreleerd, terwijl het inherent is aan het model dat de (waarschijnlijk sterke) correlatie wordt gedragen door het gemiddelde van de GMPE en door de inter-event residuen. Het is niet duidelijk of (en wanneer) volledige stochastische afhankelijkheid in Winningsplan 2016 zal worden verantwoord.

14. Het lijkt erop dat events die clusters triggeren volgen op een onafhankelijk en stationair incrementeel proces (dwz homogeen Poisson), terwijl de naschokken worden uitgewerkt conform ETAS-modellen (Epidemic Type Afterschock Sequence). Dit is niet de standaardmanier waarop ETAS-modellen worden gebruikt. Omdat alle events uit hetzelfde model komen, hoeft er geen onderscheid te worden gemaakt tussen triggerende events en aftershocks. We vragen ons af of en hoe declustering van de catalogus om de triggerende events te genereren wordt uitgevoerd om te voorkomen dat deze simulatie-aanpak in een overmatige productie van seismische events resulteert.

15. Het zou wel eens nogal lastig kunnen worden om de huizen te vinden die moeten worden versterkt. Op dit moment wordt de categorie van een huis probabilistisch toegewezen. Dat is geen probleem bij de berekening van gemiddelde risiconiveaus. Om de categorie van ieder individueel huis te kunnen bepalen, moet echter een groot aantal huizen worden geïnspecteerd. Daarnaast is er binnen iedere categorie een grote variatie in kwetsbaarheidscurven binnen iedere categorie. Het gevolg kan zijn dat het merendeel van de huizen in de zwakste categorie moet worden versterkt om er zeker van te zijn dat alle echt kwetsbare gebouwen worden meegenomen. NAM vermenigvuldigt ter compensatie van deze twee effecten met een factor 2,5. Dit zou wel eens behoorlijk aan de lage kant kunnen zijn.

16. De getoonde groepsrisiconummers zijn P50. Dit is geen bruikbaar nummer. Voor het groepsrisico van aardbevingen moet de full logic beslisboom worden geïntegreerd om het gemiddelde risico te berekenen.

17. NAM stelt voor om het activiteitsniveau in te zetten als "gebruiksruimte" en niet als risico. Dit is geen goede aanpak, daar er op die manier geen rekening kan worden gehouden met de effecten van bijv. de b-waarde. Een PGA-waarde voor "gebruiksruimte" voor het hele veld lijkt een betere aanpak.

Aanbevelingen

18. Het is duidelijk dat het grote plaatje bij elkaar komt in V2 van de gevaren- en risicobeoordeling. Nu verschillende onderzoeken met de zogenaamde 'engine' zijn verbonden, lijkt het ons noodzakelijk om de geproduceerde resultaten terug te analyseren. Daarnaast zijn er nog een aantal mogelijk relevante kwesties waaraan moet worden gewerkt of waarover een deskundig oordeel moet worden geveld, zodat deze kunnen worden gemodelleerd op hetzelfde detailniveau als de rest.

19. Voor meer vertrouwen zou het goed zijn als een derde (onafhankelijke) partij de 'engine' in z'n geheel kon testen. Door de voorspellingen van NAM te reproduceren kan deze derde partij inzicht krijgen in de instellingen die aangepast kunnen worden binnen het proces, en de gecombineerde impact op risico's. Dit is met name van belang omdat de resultaten van NAM een helder beeld geven van de efficiëntie van mitigerende maatregelen (dwz impact van productiebeperking is relatief klein).

20. We zouden in het framework van het interne HSE-managementsysteem van NAM/Shell graag een meer gedetailleerde presentatie zien van de huidige risicobeoordeling. Ons advies is om contact te zoeken met professionals uit de procesindustrie met een achtergrond in systemen en controles. Vraag hen om mee te helpen bij de ontwikkeling van het Meet- en Regelprotocol. Suggesties voor geschikte kandidaten: Dr. K.C. Goh (Shell), Prof. Bjarne A. Foss (Norwegian University of Science and Technology (NTNU)), Prof. B. Erik Ydstie (Carnegie Mellon University, VS), Prof. Wolfgang Marquardt (RWTH Aachen University, Duitsland).

Vervolg

Er zijn een aantal vervolgspraken gemaakt voor werkgroepbijeenkomsten in het eerste kwartaal van 2016.

Begin maart 2016 organiseert NAM een Mmax-workshop. Diverse deskundigen hebben waarden of distributies voor Mmax aangedragen. Omdat Mmax mogelijk grote impact heeft op de gevarenbeoordeling, wil NAM een formeel en erkend proces gebruiken voor het verkrijgen en verzamelen van meningen van deskundigen. Dit zou dan resulteren in een goed gedocumenteerde schatting van Mmax (distributie). De deskundigen volgen dan een SSHAC (Senior Seismic Hazard Analysis Committee)-proces van het Amerikaanse ministerie van Energie en de Nuclear Regulatory Commission (NRC). SAC-leden zijn benaderd voor observatie bij deze technische peer review.

Mei/juni 2016 - Mijlpaal-workshop voor winningsplan 2016 (NAM, Assen)

Lucia van Geuns, voorzitter Wetenschappelijke Adviescommissie Groningen

Den Haag, 30 november 2015

Bijlage bij SAC-voortgangsnotitie december 2015

Interim-update 7 november 2015 - Gevaren- en risicobeoordeling geïnduceerde seismiciteit door NAM

Samenvatting

Conclusies

Deze update van de probabilistische gevaren- en risicobeoordeling van mei 2015 (PHRA) evalueert het risico dat bewoners lopen door instorten van gebouwen als gevolg van aardbevingen die geïnduceerd worden door gaswinning in het Groningenveld. Deze informatie kan worden gebruikt om de acceptatie van het risico te beoordelen in vergelijking met de risiconorm, en om te bepalen welke beperkende maatregelen er nodig zijn om de veiligheid van bewoners te garanderen.

Belangrijke conclusies van de in november 2015 bijgewerkte PHRA zijn:

De in november 2015 bijgewerkte PHRA toont aan dat het risico van 10⁻⁴ (dwz conform de criteria die door Commissie Meijdam zijn voorgesteld) zich bij een productiescenario van 33 BCM gedurende de periode 2016-2020 voor geen enkel huis voordoet.

Op de langere termijn (2017-2021) zal de omvang van het versterkingsprogramma afhangen van verdere reducties van de onzekerheden in de PHRA (risicobeoordeling). In de huidige PHRA-update omvat het versterkingsprogramma tot 2021 zo'n 5000 gebouwen bij een productiescenario van 33 BCM/jaar.

Op basis van een productiescenario van 33 BCM/jaar zullen er ieder jaar na 2021 niet meer dan enkele honderden extra gebouwen hoeven worden versterkt. De totale omvang van het versterkingsprogramma hangt ook af van de effectiviteit van de inspecties om te versterken gebouwen te identificeren. Een mogelijk gevolg is dat er gebouwen worden versterkt die niet hoeven worden versterkt. De werkelijke omvang van het versterkingsprogramma zal daarom groter zijn.

De seismische-dreigingskaarten laten zien dat het geografisch gebied dat in 2016-2021 aan significante (>0,25g PGA) grondversnellingen wordt blootgesteld op dit moment ten opzichte van de prognose voor dezelfde periode in het PHRA-rapport van mei 2015 veel kleiner is. Het verkleinde risicogebied komt overeen met de bijgewerkte PGA-kaart van het KNMI (oktober 2015), en geeft de verbeterde methode voor het voorspellen van grondversnellingen weer. Deze is gebaseerd op de gedetailleerde beschrijving van de grondlagen in het Groningenveld.

Voor het eerst is het mogelijk om een volledig probabilistische risicobeoordeling af te stemmen met een vastgestelde risiconorm. Dit is bereikt door uitgebreid onderzoek van bouwmaterialen en gebouwen in het gebied, geavanceerde modelering van

kwetsbaarheid en de resultaten van een triltafeltest met een typisch Gronings rijtjeshuis.

Uit het onderzoek naar de kwetsbaarheid van gebouwen blijkt dat gebouwen die in de jaren 60 en 70 zijn gebouwd in het algemeen sterker zijn dan oorspronkelijk gedacht. Met name SiCa-bakstenen, die vaak worden gebruikt voor dragende binnenmuren, hebben een grotere weerstand tegen aardbevingen dan eerder ingeschat.

Alle onderzoeken die aan deze PHRA-beoordeling ten grondslag liggen, zijn gecontroleerd middels een onafhankelijk peer review-proces dat conform internationale wetenschappelijke normen is uitgevoerd.

Achtergrond bij dit onderzoek

Het data-acquisitie- en studieprogramma beschrijft de doelen en onderlinge verbanden van alle onderzoeken en studies betreffende geïnduceerde seismiciteit die door en namens NAM worden uitgevoerd. Het programma is voor het eerst met SodM en het ministerie van Economische Zaken (Ref. 2) gedeeld in november 2012, en openbaar gemaakt begin 2013.

Als onderdeel van het oorspronkelijke data-acquisitie- en studieprogramma werd er een probabilistische gevaren- en risicobeoordeling (PHRA) voor het Groningenveld voorgesteld. De oorspronkelijke probabilistische gevarenbeoordeling (PHA) en risicobeoordeling op scenariobasis voor het Groningenveld werden in december 2013 gepubliceerd als onderdeel van de update van Winningsplan 2013. De volgende update van de PHRA zal dienen ter onderbouwing van Winningsplan 2016, dat medio 2016 voor het Groningenveld wordt ingediend bij SodM.

De halfjaarlijkse updates geven inzicht in de voortgang van de beoordeling van de gevaren en risico's van aardbevingen ten opzichte van de risicobeoordeling die ten grondslag lag aan Winningsplan 2013.

NAM blijft werken aan het data-acquisitie- en studieprogramma. Dit programma:

is gebaseerd op specifiek bewijs en gerichte data.

bevat bijdragen van vele Nederlandse en internationale deskundigen, inclusief academici, universiteitslaboratoria, onafhankelijke experts, commerciële partijen en consultants.

wordt onderworpen aan een uitgebreid vrijwillig borgings- en verificatieprogramma, middels een onafhankelijk peer review-proces dat conform internationale wetenschappelijke normen wordt uitgevoerd.

Nieuw in de update van november 2015:

Een dieper analyseniveau en meer specifieke data over Groningen

Revisie van statische en dynamische reservoirmodellering (met verbeterde match van historie met data van productie, druk en bodemdaling).

Verbeterd seismisch model.

Een grote update van het model dat wordt gebruikt om groundbewegingen te voorspellen. De bijgewerkte vergelijking houdt nu ook rekening met factoren zoals gebiedspecifieke details van ondiepe ondergrond en grondsoorten. Gegevens van het recent beschikbaar gekomen geofoonnetwerk hebben daartoe bijgedragen.

Er is nieuwe informatie over sterkte van gebouwen en bouwmaterialen uit laboratoriumtests, tests in pilothuizen en tests die zijn uitgevoerd op een Italiaanse trilltafel. Dit is gebruikt om de kwetsbaarheidsrelaties van gebouwen bij te werken.

De blootstelling aan risico's voor personen is bijgewerkt; er is uitgebreider onderzoek naar instortingsgevaar in opgenomen. Daarnaast zijn de risico's van vallende objecten buiten gebouwen bestudeerd.

Dit werk heeft geleid tot de eerste gekwantificeerde probabilistische risicobeoordeling per locatie. In de update van mei 2015 waren de risicogegevens kwalitatief, en de resultaten waren nog niet volledig gekalibreerd met voldoende reële data.

Omvang onderzoek

In deze update heeft NAM zowel het risico op de korte termijn (2016-2017) als de maatregelen die nodig zijn om risico's in die periode op acceptabel niveau te houden geëvalueerd. De risico's zijn beoordeeld op basis van de criteria die door Commissie Meijdam zijn opgesteld.

Deze evaluatie is uitgevoerd voor drie productiescenario's: 33, 27 en 21 BCM/jaar.

Aanvullend onderzoek

Het data-acquisitie- en onderzoeksprogramma leidt voortdurend tot verbetering van de inzichten in specifieke gevaren en risico's in het Groningenveld.

Dit zijn de belangrijkste onderzoeken die gepland zijn voor de periode tot aan de PHRA-update van medio 2016:

Doorgaan met de experimenten en onderzoeken naar de kwetsbaarheid van gebouwen. Aanvullende data van tests in het veld en met gebouwen in het geheel opnemen.

Een panel van deskundigen instellen om de maximum magnitude voor aardbevingen in het Groningenveld vast te stellen.

De GMPE en het seismologisch model verder verfijnen.

Onafhankelijk extern toezicht op de onderzoeken die ten grondslag liggen aan de gevaren- en risicobeoordeling voor Winningsplan 2016 is de taak van de Wetenschappelijke Adviescommissie Groningen (SAC). Deze commissie is ingesteld door het ministerie van Economische Zaken en staat onder leiding van Lucia van Geuns.

Veel activiteiten zijn er primair op gericht om de gevaren- en risicobeoordeling voor Winningsplan 2016 rond te krijgen. Veel andere activiteiten richten zich op de ontwikkeling van beter inzicht in de natuurkundige principes van geïnduceerde aardbevingen. Deze activiteiten zijn medio 2016 nog niet afgerond, maar zullen mogelijk diepere inzichten geven en een bredere basis bieden voor de gevaren- en risicobeoordeling van Winningsplan 2016.