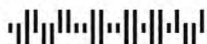


Retouradres: Postbus 80015, 3508 TA Utrecht

Ministerie van Economische Zaken en Klimaat
Project Directie Gastransitie Groningen

Postbus 20401
2500 EK DEN HAAG



Onderwerp

Impact inzetstrategie op Noordelijke provincies

Geachte heer

Per e-mail d.d. 22 oktober 2018 heeft u aan TNO-AGE gevraagd om de twee voorgestelde inzetstrategieën van de NAM nader te bestuderen en daarbij in het bijzonder aandacht te besteden aan de volgende aspecten:

1. De wijze, waarop de NAM het seismische risico heeft gedefinieerd in termen van afgeleide indicatoren;
2. Nadere duiding van inzetstrategieën;
3. Relatie tussen inzetstrategie 1 en de mogelijke versterking in het zuidelijk deel van het Groningen veld.

Bijgaande notitie geeft een duiding aan deze aspecten. De samenvatting hiervan luidt als volgt:

1. Bepalen van de optimale inzetstrategie in het kader van risicobeheersing zou theoretisch dienen te gebeuren door het minimaliseren van een geschikte maat voor het totale seismische risico in de regio. De veiligheidsnorm gesteld aan het individueel risico (c.f. commissie Meijdam) is echter absoluut: een streefwaarde van $IR=10^{-5}$ en een tijdelijke acceptabel IR tussen 10^{-4} en 10^{-5} . Optimalisatie van de productie leidend naar een minimalisatie van het totale seismische risico is daarom niet geheel hetzelfde als het zo snel en effectief mogelijk zoveel mogelijk gebouwen te laten voldoen aan de genoemde veiligheidsnorm. De optimalisatie zou dus in de eerste plaats de vaststelling vereisen van een geschikte methode om het seismisch risico pragmatisch en zo snel mogelijk te reduceren waarin zowel de ruimtelijke variaties van de seismische hazard (dreiging) als de ruimtelijke verdelingen van gebouwen en populatie worden verwerkt.
2. Op korte termijn (tot gasjaar 2020/2021) kunnen verschillende operationele strategieën leiden tot verschillende verdeling van seismische hazard en plaatsgebonden risico over het gasveld. Een kleine verandering in seismische hazard kan leiden tot een grote verandering in het aantal gebouwen dat niet voldoet aan de veiligheidsnorm van $IR=10^{-5}$ aangezien gebouwen inhomogeen verdeeld zijn en het niet-lineaire karakter van gebouwkwetsbaarheid. Hierdoor zal het aantal gebouwen dat wel of niet

Princetonlaan 6
3584 CB Utrecht
Postbus 80015
3508 TA Utrecht

www.tno.nl

T +31 88 866 42 56

Datum

8 februari 2019

Onze referentie

19-10.010

Projectnummer

060.32126/01.10.01

Op opdrachten aan TNO zijn de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, zoals gedeponeerd bij de Griffie van de Rechtbank Den Haag en de Kamer van Koophandel Den Haag van toepassing. Deze algemene voorwaarden kunt u tevens vinden op www.tno.nl. Op verzoek zenden wij u deze toe.

Handelsregisternummer 27376655.

Datum

8 februari 2019

Onze referentie

19-10.010

Blad

2/14

voldoet aan de veiligheidsnorm verschillend zijn voor verschillende operationele strategieën. Gezien de brede opzet van het plan van aanpak van de NCG leidt dit, naar verwachting, niet tot een wijziging in de versterkingsoperatie met uitzondering van de prioritering hiervan. Dit wordt veroorzaakt doordat het plan van aanpak zeer ruim is opgezet en het plan bevat, naast de gebouwen die niet voldoen aan de veiligheidsnorm, grotendeels gebouwen die wel voldoen aan de veiligheidsnorm. In het plan van aanpak van de NCG wordt aangegeven dat voor de prioritering van de versterking gebruik gemaakt wordt van de seismische hazard en risico analyse van de NAM. Verschillende productiestrategieën zullen daarom een effect hebben op de prioritering van de versterkingsoperatie.

3. In Drenthe is geen versterking van gebouwen nodig als gevolg van inzetstrategie 1. De hazard is zo laag dat volgens de NPR 9998 en Eurocodes geen beoordeling op seismische belasting plaats hoeft te vinden. Alle gebouwen voldoen aan de veiligheidsnorm van 10^{-5} per jaar. Dit betekent overigens niet dat er geen schade zou kunnen optreden in Drenthe door aardbevingen die voorkomen in het Groningen gasveld.

Hoogachtend,

Hoofd Adviesgroep Economische Zaken

Datum
8 februari 2019

Onze referentie
19-10.010

Blad
3/14

Bijlage

In deze bijlage worden de hoofd- en deelvragen behandeld zoals aan TNO gesteld in de e-mail van 22 oktober j.l.

TNO heeft voor de beantwoording van deze vragen de volgende documenten en data opgevraagd aan de NAM:

- Reservoirdruk realisaties van de 5 onderzochte branches van de Hazard logic tree voor elk van de 4 optimalisatie scenario's (Production Optimisation 2018, Sectie 4.2)
- Hazard resultaten van de 4 optimalisatie scenario's, inzetstrategieën 1&2 en het 'Basispad Kabinet'.
- Documentatie m.b.t. gebruikte risicometrie
- Verduidelijking van de population weighted PGV methodologie
- Uniforme hazard response spectrum voor inzetstrategie 1 & 2
- Risicoresultaten van inzetstrategie 1 (mean-LPR waardes per huis)

Met behulp van deze documenten en data worden de vragen in paragraaf 1, 2 en 3 beantwoord.

1. Het gebruik van afgeleide indicatoren voor het seismische risico

- a) *In hoeverre is dat wetenschappelijk gezien een goede wijze om de optimale inzetstrategie te bepalen en wat zijn de alternatieven?*
- b) *Welke indicatoren zijn wetenschappelijk gezien (het meest) geschikt voor periodieke afweging van inzetstrategieën met als criterium een zo laag mogelijk seismisch risico,*
- c) *Welke opties er zijn om het (toekomstig) gebruik van dergelijke indicatoren zoveel mogelijk te beperken.*

Antwoord op bovenstaande vragen

Bepalen van de optimale inzetstrategie in het kader van risicobeheersing zou theoretisch dienen te gebeuren door het minimaliseren van een geschikte maat voor het geaggregeerde seismische risico in de regio. Zo snel mogelijk alle gebouwen laten voldoen aan de veiligheidsnorm kan iets anders betekenen dan een optimalisering van het seismisch risico voor grote aantallen gebouwen in de gehele regio.

Optimalisatie van de productie naar het geaggregeerde seismische risico is daarom niet geheel hetzelfde als bezien hoeveel woningen niet voldoen aan de genoemde veiligheidsnorm. De optimalisatie zou dus in de eerste plaats de vaststelling vereisen van een geschikte methode om het seismisch risico pragmatisch en zo snel mogelijk te reduceren waarin zowel de ruimtelijke variaties van de seismische hazard (dreiging) als de ruimtelijke verdelingen van gebouwen en populatie worden verwerkt.

Datum
8 februari 2019

Onze referentie
19-10.010

Blad
4/14

In de praktijk wordt hier voor vaak, ook door NAM, de maat "aantal gebouwen dat niet voldoet aan de veiligheidsnorm" gebruikt. In deze maat spelen echter de verdeling van populatie over de gebouwen en de mate van overschrijding of onderschrijding van de veiligheidsnorm geen rol. De onderschrijding geldt overigens voor grote aantallen gebouwen en de overschrijding enkel voor honderden gebouwen (zie ook het antwoord op vraag 3).

NAM voert in haar rapport (*production optimisation study*, september 2018) een optimalisatie uit aan de hand van een viertal indicatoren die gebaseerd zijn op seismische dreiging. NAM doet dit met name vanwege de lange rekentijd voor het seismisch risico. Deze indicatoren zijn niet direct te relateren aan het seismisch risico. In hoeverre deze indicatoren geschikt zijn in een optimalisatie te dienen als plaatsvervanger voor een seismische risicomaat is op voorhand moeilijk te zeggen, maar kan onderzocht worden.

Afweging

De keuze voor optimalisatie van de productiestrategie

De huidige veiligheidsnorm voor het seismisch risico is (cf. commissie Meijdam) gesteld op een individueel risico (IR, jaarlijkse kans op overlijden) van 10^{-5} per jaar. Deze veiligheidsnorm gesteld aan het individueel risico is echter absoluut: een streefwaarde van $IR=10^{-5}$ en een tijdelijke acceptabel IR tussen 10^{-4} en 10^{-5} . Zo snel mogelijk alle gebouwen laten voldoen aan de veiligheidsnorm kan iets anders betekenen dan een optimalisering van het seismisch risico voor grote aantallen gebouwen in de gehele regio.

Optimalisatie van de productie naar het totale seismische risico is daarom niet geheel hetzelfde als bezien hoeveel woningen niet voldoen aan de genoemde veiligheidsnorm. De optimalisatie zou dus in de eerste plaats de vaststelling vereisen van een geschikte methode om het seismisch risico pragmatisch en zo snel mogelijk te reduceren waarin zowel de ruimtelijke variaties van de seismische hazard (dreiging) als de ruimtelijke verdelingen van gebouwen en populatie worden verwerkt.

In de praktijk wordt vaak, ook door NAM, de maat "aantal gebouwen dat niet voldoet aan de veiligheidsnorm" gebruikt. In deze maat spelen echter de verdeling van populatie over de gebouwen en de mate van overschrijding of onderschrijding van de veiligheidsnorm geen rol. Deze onderschrijding geldt overigens voor grote aantallen gebouwen en de overschrijding enkel voor honderden gebouwen (zie ook het antwoord op vraag 3).

SodM kiest expliciet niet voor een optimalisatie naar het aantal gebouwen dat niet voldoet aan de veiligheidsnorm bij haar advies (SodM, 2018) voor het vaststellen van de productiestrategie van het Groningen veld, maar kiest ervoor om naast het veiligheidsrisico (aantal gebouwen die niet voldoen aan de veiligheidsnorm) ook de maatschappelijke impact van de bevingen mee te wegen.

Datum
8 februari 2019

Onze referentie
19-10.010

Blad
5/14

Voor een maat voor het seismisch risico dat gebruikt zou kunnen worden om een keuze te maken voor de productie strategie waarin de ruimtelijke verdeling van gebouwen en populatie mee wordt genomen zijn er een aantal mogelijkheden:

- 1) Het aantal gebouwen boven de veiligheidsnorm
 - Dit is de maat die NAM rapporteert in het optimalisatierapport. Optimalisatie van deze maat leidt in zekere zin tot een minimalisatie van de versterkingsopgave.
- 2) Het aantal personen in gebouwen boven de veiligheidsnorm.
 - Deze maat is vergelijkbaar met (1) maar weegt de (gemiddelde) populatie van een gebouw mee.
- 3) Het aantal mogelijke slachtoffers ten gevolge van aardbevingen
 - Deze maat richt zich op de veiligheid van alle mensen in de regio zonder dit te relateren aan gebouwen.
- 4) Het aantal mogelijke slachtoffers ten gevolge van aardbevingen onder mensen die zich bevinden in gebouwen die niet voldoen aan de veiligheidsnorm.
 - Deze maat is een mengvorm van maat (1) en (3) waarbij expliciet wordt gemaakt dat een risico beneden de veiligheidsnorm wordt geaccepteerd.

Een eigenschap van maten (1), (2) en (4) is dat het aardbevingsrisico dat personen ondervinden niet meetelt zolang dit onder de veiligheidsnorm valt. Het is begrijpelijk dat dit gebruikt kan worden voor het bepalen van de versterkingsopgave. Het is echter de vraag of dit ook wenselijk is voor de productie optimalisatie.

Bovenstaande keuze zal gevolg hebben voor de mogelijke operationele strategieën voor het Groningen gasveld in de komende jaren. Als de gewenste maat voor de productieoptimalisatie is vastgesteld dan wordt, idealiter, de optimalisatie uitgevoerd op basis van deze maat. Als dit niet kan vanwege praktische redenen (bijvoorbeeld lange rekentijd) dan kan gebruik gemaakt worden van een plaatsvervangende indicator. Deze plaatsvervanger kan als effectief beschouwd worden als het gevonden optimum in de meeste gevallen voldoende in de buurt ligt van het optimum van de risicomaat. Hier kan, op dit moment, geen uitspraak over worden gedaan. Dit zou nader onderzoek vereisen.

Optimalisatieresultaten NAM

NAM is door het ministerie van Economische Zaken en Klimaat in 2017 gevraagd (wijzigingsbesluit van 24/4/2017) om te onderzoeken of alternatieve verdelingen van producties zouden kunnen leiden tot een lager seismisch hazard of risico. In de optimalisatiestudie (november 2017 en september 2018) geeft NAM de resultaten weer voor vier indicatoren die verband houden met het seismische hazard: het aantal bevingen, de maximum grondversnelling (max PGA), de maximum grondverplaatsingssnelheid (maxPGV) en de grondverplaatsingssnelheid gewogen met de bevolkingsdichtheid (pwPGV). Het is onduidelijk of de gebruikte PGA en PGV waarden goed correleren met het seismische risico; hier lijken andere en betere keuzen mogelijk zoals spectrale verplaatsing of versnelling behorende bij enkele typische eigenfrequenties van veel voorkomende gebouwtypologieën. Deze andere keuzes zouden kunnen

Datum

8 februari 2019

Onze referentie

19-10.010

Blad

6/14

leiden tot een beter optimalisatieresultaat en zo minder gebouwen die niet voldoen aan de veiligheidsnorm.

NAM geeft aan geen optimalisatie te hebben gedaan op basis van seismisch risico vanwege de langere rekentijd (factor 13 tot 18). Het is echter onduidelijk in hoeverre de indicatoren iets zeggen over het seismisch risico, wat in origine niet de focus was van de optimalisatiestudie van NAM. NAM berekende voor de geoptimaliseerde strategieën aansluitend alsnog een volledige risicoanalyse (NAM september 2018). Er wordt vervolgens gekeken naar het aantal gebouwen dat niet voldoet aan de veiligheidsnorm van 10^{-5} . De optimalisatie naar maxPGA geeft van deze vier indicatoren het beste resultaat hiervoor (tabel 6-3 uit optimalisatierapport van NAM). De verschillen met optimalisaties naar maxPGV en aantal bevingen zijn echter klein (in termen van aantal gebouwen die niet voldoen aan de veiligheidsnorm).

Inzetstrategie 1 is vergelijkbaar met optimalisatie naar pwPGV. Het is opmerkelijk dat het aantal gebouwen dat niet voldoet aan de norm hoger is (~300 gebouwen meer) dan de andere optimalisaties. Dit is mogelijk te verklaren doordat de grootste populatiedichtheid te vinden is in een gebied waarin alle gebouwen voldoen aan het veiligheidsrisico (de stad Groningen). Verlaging van hazard en risico in dit gebied leidt tot weinig winst in termen van aantal gebouwen die niet voldoen aan de veiligheidsnorm. De vraag die zich hier aandient is of bij een $IR < 10^{-5}$ een verdere optimalisatie naar IR-waarden van b.v. 10^{-6} zinnig is of dat gekozen dient te worden voor een minimalisatie naar het aantal huizen met IR tussen 10^{-4} en 10^{-5} . Het is dan de vraag of het beter is om, bijvoorbeeld, het seismisch risico te verlagen van 100 huizen die boven de veiligheidsnorm zitten of van 1000 huizen met een risico tussen 10^{-5} en 10^{-6} . Het is niet bekend hoe de bestaande productiestrategieën op dit punt presteren.

Er zou onderzocht kunnen worden of de nu gebruikte plaatsvervangende indicatoren correleren met het seismisch risico door te kijken naar een combinatie van de volgende criteria:

- Aantal woningen en personen met IR tussen 10^{-4} en 10^{-5}
- De mate van overschrijding van de streefwaarde van het risico per typologie en per locatie.
- Totaal gesommeerd seismisch risico over alle woningen en of personen.
- Seismisch risico voor groepen van personen en of dichtbevolkte gebieden.

De indicatoren zouden op bovenstaande punten geoptimaliseerd dienen te worden en alle criteria dienen op een afgewogen wijze meegenomen te zijn.

Datum
8 februari 2019

Onze referentie
19-10.010

Blad
7/14

2. Nadere duiding van inzetstrategieën

- a) *Hoe verhouden zich beide inzetstrategieën tot de seismische risicoanalyse van de NAM en in het bijzonder tot het seismische hazard cq. risico?*
- b) *Relatie tussen inzetstrategie en de versterkingsoperatie.*
- c) *Beschouw de hypothetische situatie, dat wezenlijk andere inzetstrategieën leiden tot vergelijkbare verlaging van het seismisch risico en dat dit leidt tot een jaarlijkse wisseling in de operationele verdeling van de gasproductie over de clusters in het Groningen veld. Zijn er voor deze situatie nadelige effecten te verwachten, die de beoogde verlaging van het seismisch risico zouden kunnen verminderen, teniet doen of omkeren?*

Antwoord op bovenstaande vragen

Inzetstrategie 1 ligt dichtbij het scenario 'Basispad Kabinet' dat is gebruikt in de Seismische Hazard en Risico Analyse van NAM (juni 2018). Er zijn verschillen zowel in hazard als in risico. De verschillen zijn echter minder groot dan de verschillen tussen het 'Basispad Kabinet' en de optimalisatiescenario's in de optimalisatiestudie van NAM.

Op korte termijn (tot gasjaar 2021/2022) kunnen verschillende operationele strategieën leiden tot een andere verdeling van het seismische hazard en risico over het gasveld. Een kleine verandering in het seismische hazard kan leiden tot een grote verandering in het seismische risico aangezien gebouwen inhomogeen verdeeld zijn over de regio en de kwetsbaarheid van gebouwen niet-lineair toeneemt met een toenemend hazard niveau. Hierdoor zal het aantal gebouwen wat wel of niet voldoet aan de gestelde veiligheidsnorm verschillend zijn voor verschillende operationele strategieën.

Het is de verwachting van TNO dat gebouwen die mogelijk niet meer gaan voldoen aan de veiligheidsnorm door een gewijzigde operationele strategie al in het plan van aanpak van de NCG opgenomen zijn (NCG, 2018). Dit wordt veroorzaakt doordat het plan van aanpak zeer ruim is opgezet en het plan bevat, naast de gebouwen die niet voldoen aan de veiligheidsnorm, grotendeels gebouwen die wel voldoen aan de veiligheidsnorm. In het plan van aanpak van de NCG wordt aangegeven dat voor de prioritering van de versterking gebruik gemaakt wordt van de seismische hazard en risico analyse van de NAM. Verschillende productiestrategieën zullen daarom een effect hebben op de prioritering van de versterkingsoperatie.

Op langere termijn (vanaf gasjaar 2021/2022) leiden verschillende operationele strategieën niet meer tot een andere verdeling van het seismische hazard en risico over het gasveld omdat drukvereffening in het gasveld dan een dominante rol speelt. De keuze voor operationele strategie maakt dan niet meer uit. Dit betekent dan ook dat optimalisatie van de operationele strategie ten aanzien van de minimalisering van het *seismisch risico* slechts van toegevoegde waarde is tot

Datum
8 februari 2019

Onze referentie
19-10.010

Blad
8/14

gasjaar 2021/2022, bij gasproductie volgens het Basispad Kabinet voor een jaar met gemiddelde temperatuur.

In de hypothetische situatie dat er een jaarlijkse wisseling zou zijn in de productieverdeling over het Groningen gasveld dan zou dit kunnen leiden tot voordelige of nadelige effecten m.b.t. de beoogde verlaging van het seismisch risico. Dit zou vooral veroorzaakt kunnen worden door een verandering in de huidige inzichten in bijvoorbeeld het seismisch bronmodel¹ en het b-waarde model². De precieze implicaties zijn echter niet in te schatten zonder gedetailleerde kennis van deze mogelijk andere inzichten. Aangezien de periode waarin verschillende operationele strategieën effect hebben op het seismisch risico beperkt is (vanwege het dominante effect van drukvereffening) zal een mogelijk nadelige effect hiervan beperkt zijn.

Afweging

Voor de beantwoording van bovenstaande vragen heeft TNO de resultaten van de optimalisatiestudie van NAM vergeleken met inzetstrategie 1 en 2 (uit het bouwstenen document) en het 'Basispad Kabinet' scenario (brief van 29 maart van Minister Wiebes aan de Tweede Kamer).

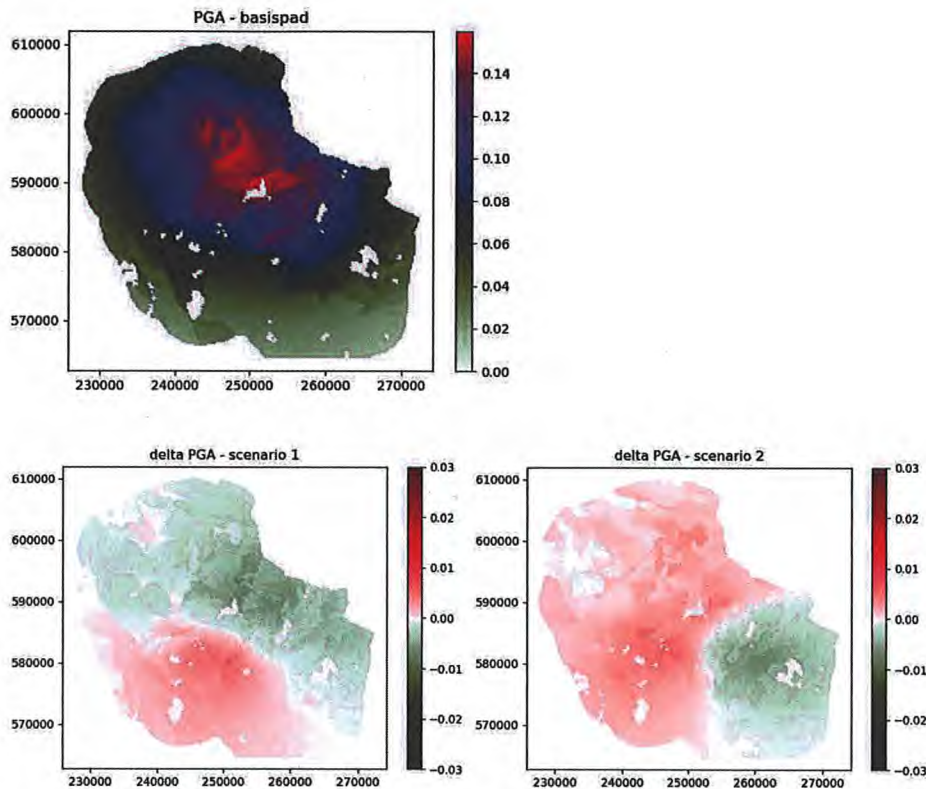
¹ Het seismisch bronmodel beschrijft de spanningsopbouw in de ondergrond door gasproductie en de spanningsafname door een aardbeving.

² De b-waarde uit de Gutenberg-Richter relatie beschrijft de verhouding tussen (aantallen) grote en kleine aardbevingen.

Datum
8 februari 2019

Onze referentie
19-10.010

Blad
9/14



Figuur 1. PGA (g) zoals volgt uit het 'Basispad Kabinet' scenario. Onderste figuren geven het verschil in PGA (g) weer van inzetstrategie 1 (links) en 2 (rechts) met het 'Basispad Kabinet'. De verschillen in PGA bedragen maximaal 0,008 g.

Deze vergelijking leidt tot de volgende observaties:

- De verschillen tussen de optimalisaties en het 'Basispad Kabinet' scenario zijn groter dan de verschillen tussen inzetstrategie 1 en 2 en het 'Basispad Kabinet' scenario, met uitzondering van de optimalisatie naar pwPGV.
- Inzetstrategie 1 geeft een lagere seismische hazard in het noorden van het veld en in het zuidoosten. In het zuidwesten is het seismische hazard hoger dan in het 'Basispad Kabinet' scenario (Figuur 1).
- Inzetstrategie 2 geeft een lager seismische hazard in het oosten en zuidoosten van het veld. In de overige delen is het seismische hazard hoger dan in het 'Basispad Kabinet' scenario (Figuur 1).

De eerste observatie was te verwachten aangezien NAM de resultaten van de optimalisatie studie van november 2017 heeft meegenomen voor de daaropvolgende productiescenario's. Inzetstrategie 1 ligt dichtbij het 'Basispad Kabinet' scenario dat gebruikt is in de Seismische Hazard en Risico analyse (NAM, juni 2018). Het grootste verschil tussen deze scenario's zit in de inzet van de centraal-oost en zuidwest clusters. Inzetstrategie 1 start met een evenredige productieverdeling tussen de centraal-oost en zuidwest clusters in gasjaar 2018/2019. In de daarop volgende jaren verplaatst het zwaartepunt van de productie naar de zuidwest clusters. In het 'Basispad Kabinet' scenario ligt het zwaartepunt van de productie juist bij de centraal-oost clusters. In de daarop

Datum
8 februari 2019

Onze referentie
19-10.010

Blad
10/14

volgende jaren neemt de bijdrage aan de productie van de zuidwest clusters geleidelijk af.

Voor inzetstrategie 1 kan naast het seismische hazard ook het seismische risico vergeleken worden. Deze inzetstrategie leidt tot minder gebouwen die niet aan de norm voldoen in de gebieden waar het seismische hazard ten opzichte van het 'Basispad Kabinet' scenario afneemt. Daarnaast is er een kleine toename van het aantal gebouwen die niet voldoen aan de veiligheidsnorm in de gebieden waar een toename is van het seismische hazard.

De hypothetische situatie

De huidige inzichten m.b.t. processen die het seismisch risico bepalen zijn geïmplementeerd in de modelketen. Alleen in het geval huidige inzichten veranderen dan zou dit mogelijk kunnen leiden tot nadelige effecten voor het seismisch risico. Mogelijke technisch andere inzichten zijn bijvoorbeeld een alternatief seismisch bronmodel³ en een alternatief b-waarde model⁴.

Het seismisch bronmodel van NAM is gebaseerd op het film rate effect (het maakt niet uit hoe snel je gas produceert, het totaal aantal bevingen blijft gelijk). In het laatste advies van TNO (AGE 18-10.052) wordt aangegeven dat *"er geen gepubliceerde modellen bekend zijn die tot andere effecten op de seismiciteit zouden leiden ten gevolge van compactie respectievelijk drukdaling ter plaatse van de breuken"*. Studies naar alternatieve seismische bronmodellen zijn *"gaande maar hebben nog niet tot tastbare en gevalideerde resultaten geleid"*.

Een mogelijke alternatief b waarde model zal leiden tot een andere verdeling van het seismisch risico over het veld. Afhankelijke van het model zou dit meer of minder effect hebben. De precieze implicaties zijn echter niet in te schatten zonder gedetailleerde kennis van deze mogelijk andere inzichten.

Mogelijke impact van het wisselen van operationele strategie

Volgens de modellen van NAM die TNO heeft geëvalueerd zal in het gasjaar 2021/2022 door de verlaging van de productie (11 miljard Nm³ of lager voor een gemiddelde temperatuur) drukvereffening een minstens even grote rol spelen als een eventueel gewijzigde operationele strategie. Door de verplaatsing van het zwaartepunt van de productie naar het zuiden van het veld krijgt het noorden van het veld te maken met een langere, meer geleidelijke, periode van drukdaling. Wisselen van productiestrategie leidt tot een lokale drukdaling rond productieclusters. Deze drukdaling (van een aantal bar in gasjaar 2018/2019) hangt af van de gasproductie in het gasjaar en is daardoor het grootst in gasjaar 2018/2019 (aangezien dit gasjaar de grootste gasproductie heeft).

Gezien de intrinsieke vertraging door de druk(her)verdeling binnen het veld (orde maanden tot jaren) zal het effect van een andere productiestrategie op korte termijn niet heel groot zijn. Op de langere termijn (>4 jaar) is de gasproductie

³ Het seismisch bronmodel beschrijft de spanningsopbouw in de ondergrond door gasproductie en de spanningsafname door een aardbeving.

⁴ De b-waarde van de Gutenberg-Richter relatie beschrijft de verhouding tussen (aantallen) grote en kleine aardbevingen.

volgens het 'Basispad Kabinet' scenario zodanig laag dat drukvereffening een belangrijker proces wordt. Dit betekent dan ook dat optimalisatie van de operationele strategie ten aanzien van de minimalisering van het *seismisch risico* slechts van toegevoegde waarde voor de korte termijn (tot gasjaar 2021/2022).

De operationele strategie heeft een klein effect op de druk in het reservoir. Zolang dit echter resulteert in kleine verschillen in seismische hazard, kan dit toch invloed hebben op het seismisch risico. Een kleine verandering in het seismische hazard kan leiden tot een grote verandering in het aantal gebouwen dat niet voldoet aan de veiligheidsnorm van 10^{-5} aangezien gebouwen inhomogeen verdeeld zijn over de regio en de kwetsbaarheid van gebouwen niet-lineair toeneemt met een toenemend hazard niveau.

De relatie met de versterkingsoperatie

De versterkingsoperatie wordt opgesteld door het NCG. De NCG heeft in november 2018 een plan van aanpak gepresenteerd voor de versterking van gebouwen. Op korte termijn leiden andere operationele strategieën tot een andere verdeling van het seismische hazard en risico over het gasveld. Het aantal, en locatie van gebouwen, dat wel of niet voldoet aan de veiligheidsnorm zal dan ook anders zijn voor andere operationele strategieën. Het aantal gebouwen dat niet aan de veiligheidsnorm van 10^{-5} voldoet ligt tussen de 1136 en 752, afhankelijk van de operationele strategie. Het is de verwachting van TNO dat gebouwen die mogelijk niet meer gaan voldoen aan de veiligheidsnorm door een gewijzigde operationele strategie al in het plan van aanpak van de NCG zijn opgenomen (NCG, 2018). Dit wordt veroorzaakt doordat het plan van aanpak zeer ruim is opgezet en het plan bevat, naast de gebouwen die niet voldoen aan de veiligheidsnorm, grotendeels gebouwen die wel voldoen aan de veiligheidsnorm. Hierdoor zal het effect van verschillende productiestrategieën op de versterkingsoperatie geen impact hebben op de omvang van de versterkingsopgave en hooguit impact op de (her)prioritering van de versterking.

Datum
8 februari 2019

Onze referentie
19-10.010

Blad
11/14

Datum
8 februari 2019

Onze referentie
19-10.010

Blad
12/14

3. Relatie tussen inzetstrategie 1 en de mogelijke versterking in het zuidelijk deel van het Groningen veld

- a) *Is er sprake van mogelijke effecten van inzetstrategie 1 op het aantal te versterken gebouwen in de provincie Drenthe?*
- b) *Zo ja, met welke waarschijnlijkheid schat u in, dat dergelijke effecten zullen optreden.*
- c) *En - indien sprake is van een redelijke mate van waarschijnlijkheid voor een of meer mogelijke effecten of een cumulatie daarvan - hoe groot schat u het totale effect in met het oog op het aantal te versterken gebouwen in Drenthe?*

Antwoord op bovenstaande vragen

In Drenthe is geen versterking van gebouwen nodig als gevolg van inzetstrategie 1. De hazard is zo laag dat volgens de NPR 9998 en Eurocodes geen beoordeling op seismische belasting plaats hoeft te vinden. Alle gebouwen voldoen aan de veiligheidsnorm van 10^{-5} per jaar.

Afweging

De conclusie wordt onderbouwd door twee argumenten:

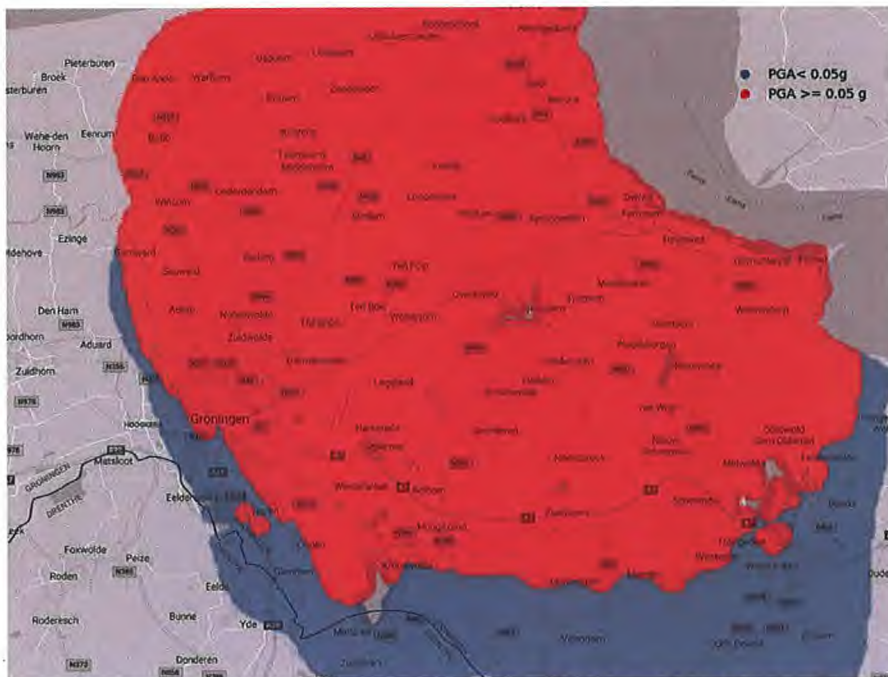
De PGA bij 475 jaar herhalingsperiode voor inzetstrategie 1 op de grens van Groningen en Drenthe is onder de 0,05 g. Volgens de NPR 9998 en Eurocode 8 is dit het gebied van zeer lage seismiciteit en hoeft geen beoordeling op aardbevingsbelasting plaats te vinden.

Het gebied waar de veiligheidsnorm voor gebouwen overschreden wordt bevindt zich op meer dan 8,5 km afstand van de grens met de provincie Drenthe.

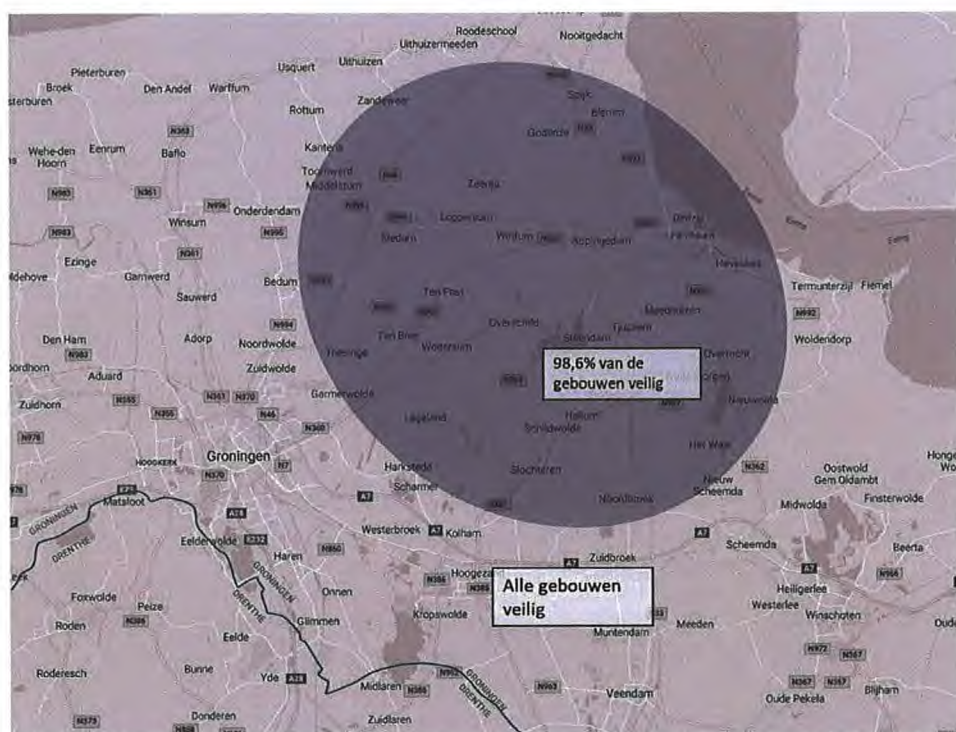
Datum
8 februari 2019

Onze referentie
19-10.010

Blad
13/14



Figuur 2. Kaart met gebieden waarvoor beoordeling op aardbevingsbelasting nodig is volgens de NPR 9998 voor inzetstrategie 1. In blauw de zone met zeer lage seismiteit $PGA < 0,05$ g. In rood de zone met $PGA \geq 0,05$ g.



Figuur 3. Verdeling risico boven en onder de veiligheidsnorm. Buiten de blauwe zone hebben alle gebouwen een veiligheidsrisico lager dan 10^{-5} per jaar.

Datum
8 februari 2019

Onze referentie
19-10.010

Blad
14/14

Figuur 2 toont voor inzetstrategie 1 het gebied van zeer lage seismiciteit volgens de NPR 9998 ($PGA < 0,05$ g bij 475 jaar herhalingsperiode). Drenthe valt geheel in dit gebied, alleen noordelijk van de grens tussen Drenthe en Groningen is beoordeling van gebouwen nodig volgens de NPR 9998. Het gebied met lagere PGA dan $0,05$ g bij 475 jaar herhalingsperiode in de NPR 9998 waar geen veiligheidsrisico's voorkomen is conform Eurocode 8.

De hazard en risk berekening voor inzetstrategie 1 bevestigt bovenstaande. Figuur 3 laat een zone zien waarbinnen de veiligheidsnorm van 10^{-5} per jaar soms overschreden wordt. 98,6% van de gebouwen in deze zone zijn veilig en 1,4% van de gebouwen zijn onveilig volgens de veiligheidsnorm. Buiten de blauwe zone zijn alle gebouwen veilig. De kortste afstand van de zone met de grens van Drenthe is 8,5 km.

Aangezien de veiligheidsnorm niet overschreden wordt in Drenthe vervallen de rest van de vragen (b en c).

Kanttekening: Ofschoon de veiligheid in Noord-Drenthe dusdanig is dat geen versterking nodig is, kan er mogelijk wel schade optreden door aardbevingen die voorkomen in het Groningen gasveld.

Referenties

NAM 2018a, *Seismic Risk Assessment for Production Scenario "Basispad Kabinet" for the Groningen field. Addendum to: Induced seismicity in Groningen Assessment of Hazard, Building Damage and Risk (November 2017)*, NAM report June 2018. <https://nam-onderzoeksrapporten.data-app.nl/reports/download/groningen/en/3bebaa86-70cd-4d72-bf22-2346796d69ac>

NAM 2018b, *Bouwstenen voor Operationele Strategie Groningenveld 2018/2019*. NAM rapport juni 2018.

NAM 2018c, *Production Optimisation 2018*, NAM report September 2018. <https://nam-onderzoeksrapporten.data-app.nl/reports/download/groningen/en/8d1802b9-cbcb-41e9-9554-633a3721d15b>

NCG 2018, *Veiligheid voorop en de bewoner centraal - Plan van Aanpak Mijnraadadvies*. NCG, 13 november 2018. <https://www.nationaalcoordinatorgroningen.nl/downloads/beleidsnotas/2018/11/22/plan-van-aanpak-mijnraadadvies>

SodM 2018, *NAM productie optimalisatie studie: beoordeling en advies*, 16 oktober 2018, kenmerk 18249842.

Hooglerarenpanel 2018, *Definitief advies panel van hoogleraren over risicobeleid en veiligheidsmaatregelen geïnduceerd aardbevingsrisico. d.d. 31-7-2018*.