



Staatstoezicht op de Mijnen
*Ministerie van Economische Zaken
en Klimaat*

Gevolgen voor de veiligheidsrisico's en versterkingsopgave

Advies van Staatstoezicht op de Mijnen
naar aanleiding van de afbouw van de
gaswinning in Groningen

Samenvatting

Na de beving bij Zeerijp adviseerde SodM op 1 februari om de gaswinning zo snel als mogelijk naar 12 miljard Nm³ per jaar terug te brengen. SodM nam bij dit advies als uitgangspunt dat de versterking van woningen al gaande was. Samen met het advies van SodM zou deze versterkingsaanpak er voor zorgen dat alle gebouwen in Groningen aan de veiligheidsnorm zouden gaan voldoen.

De minister van EZK heeft dit advies meteen overgenomen en eind maart heeft hij zijn afbouwscenario's gepresenteerd. De minister heeft op dat moment duidelijk gemaakt dat hij de gaswinning in Groningen niet alleen naar 12 miljard Nm³ per jaar wil terug brengen, maar er voor 2030 bovendien geheel mee wil stoppen. Op 29 maart 2018 heeft SodM de minister aangegeven dat zij, waar nodig, de minister zou adviseren in hoeverre de afbouw nog aan snelheid zou kunnen winnen. Ook heeft SodM toen aangekondigd dat zij een advies zou uitbrengen over zowel de gevolgen van dit besluit voor de veiligheid, als over de implicaties, die de afbouw van de gaswinning heeft voor de huidige versterkingsoperatie.

De huidige versterkingsoperatie is gestart vanuit de gedachte dat de veiligheidsrisico's van de doorgaande gaswinning deels beperkt kunnen worden door gebouwen te versterken. Gebouwen worden daarmee veiliger in de zin dat de kans afneemt dat ze (deels) instorten. Gebouwen blijven ondanks de versterking wel gevoelig voor schade. Bij doorgaande winning kunnen voor nog langere tijd aardbevingen, ook zwaardere, voorkomen. De voorgenomen afbouw van de gaswinning heeft deze situatie veranderd. SodM heeft veel vragen gekregen over wat de mensen in Groningen nu mogen verwachten.

Dit rapport beantwoordt dan ook een drietal hoofdvragen: ten eerste 'Gaaf de voorgenomen afbouw van de gaswinning zo snel als mogelijk?', vervolgens 'Wat betekent het stopzetten van de gaswinning voor de veiligheid in Groningen en wat betekent dit voor de versterkingsoperatie?' en tenslotte 'Wat mogen de mensen in Groningen de komende jaren verwachten in termen van veiligheid, schade en aardbevingen?'

SodM beantwoordt deze vragen in dit rapport vanuit haar rol als toezichthouder op de veiligheid. Deze rol brengt met zich mee dat SodM ook toezicht houdt op de versterkingsactiviteiten. Tenslotte dragen deze bij aan het verhogen van de veiligheid voor de inwoners van Groningen. Om deze taak onafhankelijk uit te voeren, adviseert SodM niet hoe de versterking gedaan moet worden. Wel wil SodM met dit advies de minister en de Mijnraad een aantal handreikingen doen, die kunnen helpen bij het vormgeven van een versterkingsoperatie, die sneller tot de gewenste veiligheid kan leiden. Op basis van het advies van SodM en op basis van de adviezen van andere adviseurs, geeft de Mijnraad in haar integrerend advies aan de minister juist wel een antwoord op de vraag: 'Hoe moet de versterkingsoperatie nu aangepakt gaan worden?'

De methodologie die SodM in dit rapport hanteert, is dezelfde als waarop het Zeerijp-advies is gebaseerd. SodM baseert haar analyses op berekeningen van de veiligheidsrisico's. Deze berekeningen worden gedaan aan de hand van de modellentrein van de NAM. Deze is beoordeeld door SodM. De afgelopen jaren zijn er steeds verbeteringsuggesties gedaan, waarvan een belangrijk deel ook al doorgevoerd is. Dat neemt niet weg dat er nog veel onzekerheden zitten in de kennis omtrent de ondergrond en de doorwerking van grondbewegingen op gebouwen. Het gaat hierbij ook om onzekerheden die nog niet in de berekeningen meegenomen (kunnen) worden. Om toch uitspraken te kunnen doen over de vereiste veiligheidsmaatregelen hanteert SodM een veiligheidsmarge. Deze werkwijze wordt ook in andere domeinen gehanteerd, zowel in Nederland als internationaal, bijvoorbeeld bij het realiseren van de waterveiligheid in Nederland, alsmede bij het realiseren van de veiligheid van de olie- en gaswinning in Noorwegen.

Gaat de voorgenomen afbouw van de gaswinning zo snel als mogelijk?

Naar aanleiding van het Zeerijp-advies van SodM zijn de Loppersum clusters gesloten en is de beperking van de veldbrede vlakke productie losgelaten, zodat sneller kan worden afgebouwd. De NAM en GTS zijn gevraagd de regionale fluctuaties van cluster Bierum te beperken tot +/- 20% en van de overige clusters tot +/- 50%. Ook is besloten om de gaswinning uiterlijk per oktober 2022 te reduceren tot minder dan 12 miljard Nm³ per jaar. In 2030 moet de gaswinning zijn teruggebracht naar nul. Ook heeft de minister, ter minimalisering van de gaswinning uit het Groningen-gasveld, het wetsvoorstel (hierna: de spoedwet) ingediend tot wijziging van de Gaswet en de Mijnbouwwet. Daarnaast heeft de minister een fors aantal maatregelen in gang gezet om de productie uit het Groningen-gasveld te minimaliseren. Hiertoe behoort het kabinetsbesluit tot de bouw van een stikstofinstallatie in Zuidbroek.

De verwachting is dat de NAM in het gasjaar 2017-2018 in totaal tussen de 19 en 20 miljard Nm³ zal produceren, dus minder dan de 21,6 miljard Nm³ die aan de NAM is toegestaan voor dit gasjaar.

Beslissingen omtrent de gaswinning uit Groningen zijn complex. Meerdere, vaak ook tegenstrijdige belangen spelen een rol. De spoedwet beschrijft hoe de minister hiermee om wil gaan. Sommige keuzes worden al in het wetsvoorstel voor de spoedwet vastgelegd, bijvoorbeeld dat afnemers in beginsel niet worden afgesloten. Indien belangen worden afgewogen, hecht SodM eraan dat deze afweging op transparante en navolgbare wijze plaatsvindt. SodM heeft voorts geanalyseerd of maatregelen denkbaar zijn om de afbouw te versnellen en komt op grond daarvan tot de volgende adviezen. Ook zal zij in overleg treden met GTS over het kritische factoren in de realisatie van de nieuwe stikstofinstallatie en mogelijkheden en innovaties op het gebied van kwaliteitsconversie.

Advies aan de minister om de gaswinning in Groningen nog sneller te verlagen.

Geef veiligheidsbelang voorrang en maak de belangenafweging inzichtelijk en navolgbaar

SodM vindt het belangrijk dat voor alle betrokkenen inzichtelijk en navolgbaar wordt op welke wijze de minister de verschillende belangen heeft afgewogen. SodM beveelt daarbij aan de veiligheid, zowel die van de gaswinning als die van de leveringszekerheid voorrang te geven boven andere belangen, zoals economische belangen van leveringszekerheid. Ook beveelt SodM aan de veiligheid van de gaswinning en de veiligheid van de leveringszekerheid te definiëren als twee aparte belangen. Door allereerst de afzonderlijke belangen zichtbaar en concreet te beschrijven, kan de minister vervolgens zijn afweging tussen beide belangen beschrijven. Op deze wijze wordt de belangenafweging inzichtelijk en navolgbaar.

Overweeg om op korte termijn fiscale maatregelen te nemen en op termijn een verbod op laagcalorisch gas voor grootverbruikers in te stellen

De afbouw van Groningengas is juist in de komende drie jaar in belangrijke mate afhankelijk van het tempo waarmee grootverbruikers ombouwen en verduurzamen. Daarom adviseert SodM de minister om zo snel mogelijk fiscale maatregelen te nemen en te besluiten om op termijn een verbod op laagcalorisch gas voor grootverbruikers in te stellen.

Scherp de wettelijke taken voor GTS aan met een plicht om de Groninger gasproductie zo snel als mogelijk te doen afbouwen

In het wetsvoorstel voor de Gaswet krijgt GTS de taak toebedeeld om voor de leveringszekerheid alle beschikbare middelen en methoden die deze de vraag naar Groningengas minimaliseren, te betrekken. Ook heeft GTS de wettelijke taak het gasnet te balanceren. In het wetsvoorstel wordt GTS niet verplicht deze taken zo uit te voeren dat de keuzes optimaal bijdragen aan het zo spoedig mogelijk afbouwen van de productie uit het Groningen-gasveld. De wettelijke verplichting zou daarom aangescherpt moeten worden zodat er een verplichting ontstaat de gaswinning zo snel als mogelijk te minimaliseren.

Zorg dat ACM ook toezicht kan houden op de aangescherpte taken van GTS, namelijk de verplichting om zo snel als mogelijk de gaswinning in Groningen te minimaliseren

Wat betekent het stopzetten van de gaswinning voor de veiligheid en de versterkingsoperatie?

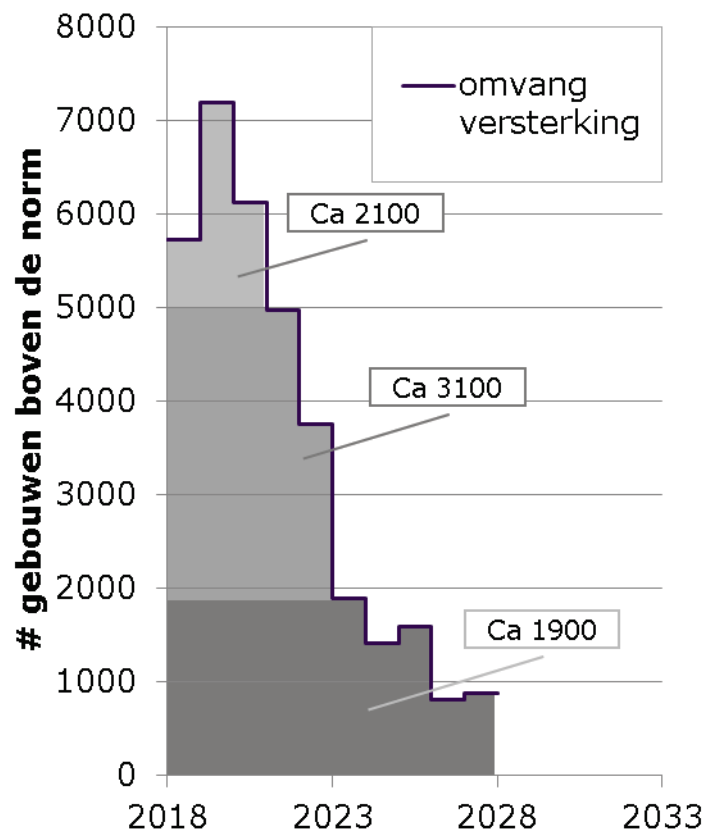
De afbouwscenario's leiden ertoe dat uiteindelijk de veiligheid verbetert. Echter, het komende gasjaar neemt de gaswinning in Groningen slechts in beperkte mate af. Het gevolg is dat het veiligheidsrisico het komend jaar nog in enige mate zal toenemen. Vanaf 2020 nemen de veiligheidsrisico's af. Figuur 7-1 maakt dit zichtbaar. In deze grafiek wordt het aantal gebouwen getoond dat in ieder jaar van de afbouwscenario's in aanmerking zou komen voor de versterkingsoperatie, teneinde met redelijke zekerheid aan de veiligheidsnorm te voldoen.

De minister heeft in december 2015 vastgesteld dat er voor bestaande bouw een overgangsperiode van vijf jaar geldt waarin het risico tussen de 10^{-4} en 10^{-5} per jaar mag zijn. SodM is van oordeel dat de veiligheid onvoldoende is geborgd, als gebouwen langer dan vijf jaar niet voldoen aan de veiligheidsnorm van 10^{-5} per jaar. Dit betekent dat de versterkingsopgave die er nu ligt voor 2021 afgerond moet zijn.

Om met voldoende zekerheid te kunnen garanderen dat in 2021 alle gebouwen aan de veiligheidsnorm voldoen, zullen naar verwachting zo'n 7000 gebouwen in het versterkingsprogramma moeten worden opgenomen.

Om aan de veiligheidsnorm te voldoen is voor zo'n 1900 gebouwen versterking voor een langere periode nodig, ook na het beschikbaar komen van de stikstofinstallatie. Deze gebouwen bevinden zich verspreid over het gehele Groningen-gasveld, doch vooral ten noorden van de lijn Groningen-stad – Delfzijl. Een deel van deze gebouwen ligt buiten de tot nu toe voor de prioritering gehanteerde 0,2g contourlijn.

Voor zo'n 3100 gebouwen is versterking noodzakelijk tot en met 2022. Uitgaande van het beschikbaar komen van de stikstofinstallatie in het gasjaar 2022/2023, zullen deze gebouwen vanaf 2023 sowieso binnen de norm vallen (met of zonder versterking). Tenslotte is er nog een groep van zo'n 2000 gebouwen, waarvoor mogelijke versterking slechts voor korte duur effect heeft op de veiligheid. Ook zonder versterking voldoen deze gebouwen in 2021 reeds aan de veiligheidsnorm.



Figuur 1: Schatting van het aantal gebouwen dat, gegeven het afbouwscenario, de komende jaren in aanmerking komt voor versterking. De grijze arceringen geven het aantal gebouwen aan dat met een veilige marge voor een specifieke periode versterkt zou moeten worden. De aantallen staan ook genoemd in de tekstvakken.

SodM heeft ook gekeken in welke mate er overlap bestaat tussen de zogenaamde '1588' en '1581' batches en de gebouwen, die volgens de laatste risicoberekeningen in het versterkingsprogramma opgenomen moeten worden. De 1588 en 1581 batches zijn de twee groepen van gebouwen, die in de huidige versterkingsoperatie naar verwachting nog versterkt moeten worden. De minister heeft de uitvoering hiervan gepauzeerd. Het blijkt dat de overlap van de 1588 batch met de laatste risicoberekeningen, met zo'n 40% relatief groot is. Dit betekent dat veel van de gebouwen die in deze batch zitten, ook volgens de laatste risicoberekeningen in aanmerking komen voor versterking. Voor de 1581 batch is de overlap kleiner, namelijk zo'n 15%. De overlap kan ook andersom bekeken worden: een kwart van de gebouwen in de meest kwetsbare groep van 1900 gebouwen, die volgens de laatste risicoberekeningen voor versterking in aanmerking komen, maakt onderdeel uit van de huidige versterkingsoperatie.

Advies aan de minister voor de versterking vanuit het oogpunt van veiligheid

Inspecteer en versterk zo snel mogelijk de circa 1900 gebouwen waarvan, gegeven een veilige marge, het risico op langere termijn te hoog is

Deze gebouwen hebben de versterking voor een langere periode nodig om aan de veiligheidsnorm te voldoen. De versterking van deze panden levert de noodzakelijke veiligheidswinst die de afbouw, ook na de ingebruikname van de stikstofinstallatie, niet tijdig kan bieden. Voor deze gebouwen zou het bieden van maatwerk als uitgangspunt gehanteerd kunnen worden bij het vormgeven van de versterkingsoperatie. Indien de doorlooptijd hiervan te lang wordt, zou een meer generieke aanpak overwogen kunnen worden als dit tot een kortere doorlooptijd leidt.

Baseer de prioritering van het versterkingsprogramma op de best mogelijke risicoschatting

Een deel van de gebouwen die in aanmerking komen voor versterking liggen buiten de tot nu toe voor de prioritering gehanteerde 0,2g contourlijn uit de KNMI dreigingskaart van november 2015. Het hanteren van deze contour bij de prioritering zorgt ervoor dat risicovolle gebouwen (te) laat in aanmerking komen voor versterking. SodM adviseert om deze contour los te laten en op basis van de best mogelijke risicoschatting te gaan prioriteren.

Onderzoek de mogelijkheden voor snelle, generieke maatregelen om op zeer korte termijn de veiligheid al te verbeteren

Voor circa 3100 gebouwen geldt dat deze uiterlijk in 2023, na de ingebruikname van de stikstofinstallatie, veilig zullen zijn. Bij een lange doorlooptijd (meer dan 5 jaar) worden deze gebouwen, dankzij de ingebruikname van de stikstofinstallatie, al veilig door de afbouw van de winning en draagt de versterking niet meer bij aan het voldoen aan de veiligheidsnorm. SodM adviseert daarom om passende maatregelen te nemen. Waarschijnlijk is voor deze gebouwen alleen een generieke en daarmee snellere aanpak (dus geen inspecties en engineering per gebouw, maar oplossingen voor types van gebouwen) snel genoeg.

Versterking van 2100 gebouwen die binnen de overgangperiode aan de veiligheidsnorm zullen voldoen is niet nodig

Er zijn circa 2100 gebouwen die slechts tot 2021, zelfs binnen de meest strikte interpretatie van de overgangperiode van vijf jaar, gegeven de veilige marge boven de veiligheidsnorm zitten. Vanwege de afbouw van de gasproductie zijn deze gebouwen ook zonder versterking vanaf 2021 veilig. Tot die tijd wordt voldaan aan de tijdelijke grenswaarde van 10-4 per jaar. Deze gebouwen hoeven vanuit het oogpunt van veiligheid niet versterkt te worden.

Versterk de gebouwen uit de 1588 en 1581 'batches' met een P90-risicoschatting boven de veiligheidsnorm zo snel mogelijk, conform de huidige versterkingsadviezen

De 1588 en 1581 'batches' hebben een overlap met de best mogelijke risicoschattingen. SodM is van mening dat de versterking van de 527 gebouwen in de 'batches', waarvan de P90-risicoschatting

boven de veiligheidsnorm ligt, zo spoedig mogelijk moet worden uitgevoerd, conform de huidige versterkingsadviezen.

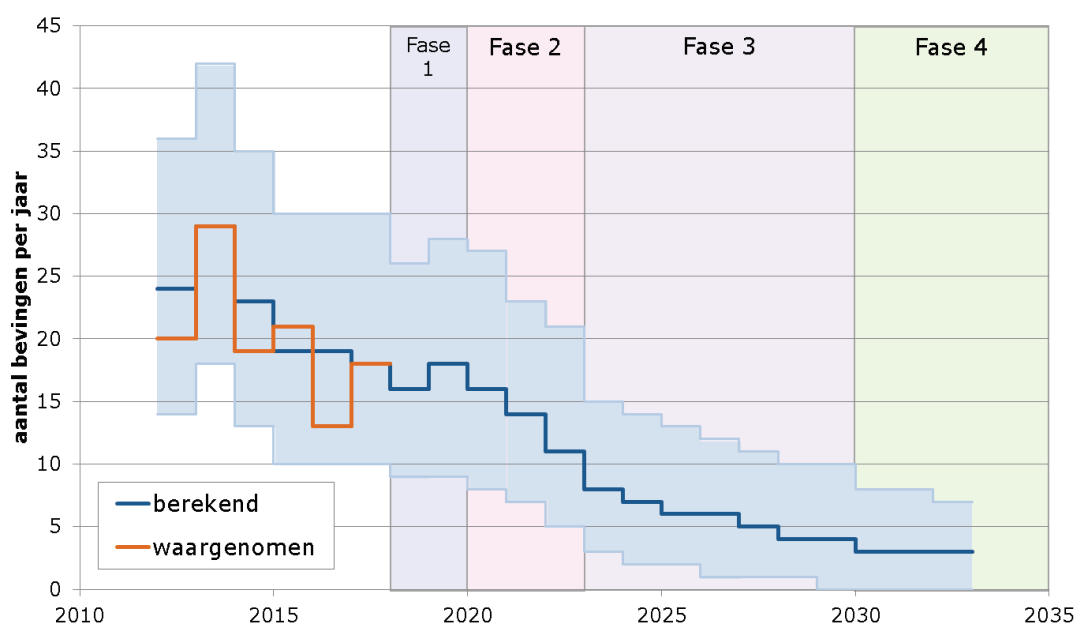
Versterking van de niet risicovolle gebouwen in de 'batches' is vanuit oogpunt van veiligheid niet nodig

Het versterken van de overige, volgens de berekeningen niet risicovolle gebouwen, in de 1588 en 1581 'batches' (samen 1453 gebouwen) is vanuit oogpunt van veiligheid niet noodzakelijk. Het volledig oppakken van de versterking van de 'batches' 1588 en 1581 zal er dus voor zorgen dat er ook gebouwen worden versterkt, waar dat volgens de laatste risicoberekeningen niet nodig is. De minister zal hier een oordeel over moeten geven. SodM adviseert de minister bij zijn overweging en beslissing ook de veiligheidsbeleving mee te wegen.

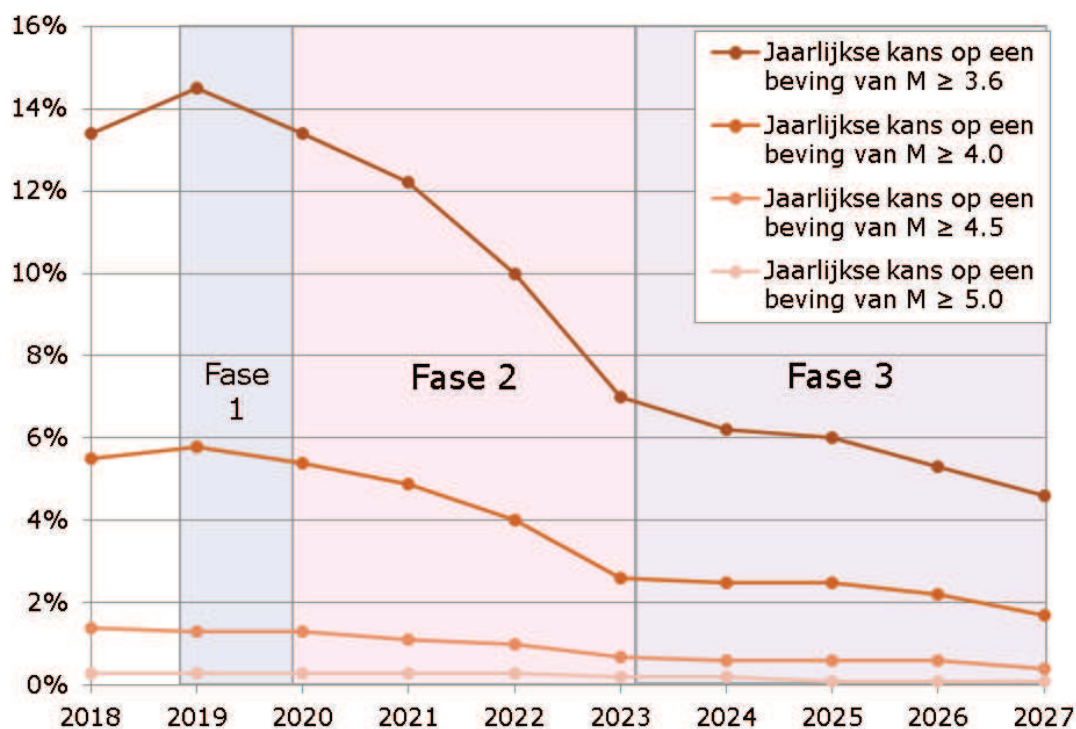
Wat mogen de mensen in Groningen verwachten in termen van veiligheid, schade en aardbevingen de komende jaren?

De afname van de gasproductie zorgt ervoor dat het aantal bevingen de komende 15 jaar naar verwachting sterk zal afnemen. Deze afname verloopt echter in fases en is sterk afhankelijk van de snelheid van het afbouwpad en daarmee bijvoorbeeld van het moment van ingebruikname van de stikstofinstallatie.

Omdat de gasproductie het komende jaar nog niet sterk afneemt, kan niet uitgesloten worden dat het aantal aardbevingen nog iets toeneemt. De jaren erna, tot de ingebruikname van de stikstofinstallatie (fase 2 in Figuur 7-2), mogen de inwoners van Groningen ervan uitgaan dat de situatie gestaag zal verbeteren. Het aantal bevingen en de kans op zwaardere bevingen zal in deze periode geleidelijk afnemen (Figuur 7-3). De onzekerheidsbandbreedte in de modellen is echter groot. Dit betekent dat niet uitgesloten kan worden dat het aantal bevingen en de kans op zwaardere bevingen ook gelijk kan blijven.



Figuur 2: Berekeningen van de ontwikkeling van het jaarlijks aantal bevingen met een sterkte van 1,5 en hoger voor het afbouwscenario van het kabinet. De blauwe band geeft de onzekerheid op het berekende aantal bevingen weer.



Figuur 3: De ontwikkeling van de jaarlijkse kans op zwaardere bevingen voor het afbouwscenario van het kabinet.

Met de bouw en ingebruikname van de stikstofinstallatie zal het aantal bevingen per jaar ook duidelijk afnemen als gevolg van de sterk afnemende productie (fase 3 in Figuur 7-2). Hierdoor zal ook de kans op zwaardere bevingen afnemen (Figuur 7-3). In 2023 is deze kans naar verwachting gehalveerd ten opzichte van de kans op zwaardere bevingen op dit moment. Op het moment dat de productie wordt gestaakt in 2030 zullen er nog tussen de nul en acht bevingen (met een sterkte van 1,5 of hoger) per jaar kunnen optreden. De kans op zwaardere bevingen is dan ongeveer een factor vier lager dan in 2018.

SodM gaat ervan uit dat een gerichte versterkingsoperatie op de meest kwetsbare gebouwen ertoe zal leiden, dat de veiligheidsrisico's van alle inwoners van Groningen, na de ingebruikname van de stikstofinstallatie, dezelfde zijn als voor de overige inwoners van Nederland. Dit betekent dus niet dat er dan geen bevingen meer op zullen treden of dat er geen kans meer is op zwaardere bevingen. De inwoners van Groningen moeten er rekening mee houden dat schade als gevolg van een beving nog lange tijd op kan treden. Ook een zwaardere beving is niet uitgesloten.

Ook na beëindiging van de productie zal de kans op enkele bevingen, waaronder mogelijk zwaardere, nog lang blijven bestaan (fase 4 in Figuur 7-2 en Figuur 7-3). Deze bevingen kunnen gepaard gaan met schade. Op dit moment is niet aan te geven hoe lang de bevingen kunnen blijven doorgaan.

Inhoudsopgave

Samenvatting	2
1 Introductie	11
1.1 Wat gebeurde er na het Zeerijp-advies van SodM?	11
1.2 Waarom brengt SodM dit advies uit?	11
1.3 Hoe is dit advies tot stand gekomen?	12
1.2 Leeswijzer	12
2 Veiligheidsnorm en toetsingsmethode	13
2.1 Wat is de norm voor veiligheid als gevolg van aardbevingen?	14
2.2 Wat is de methodologie om de veiligheidsrisico's te berekenen?	15
2.2.1 Hoe kunnen de aardbevingsrisico's worden berekend?	15
2.2.2 Grote bekende en onbekende onzekerheden	16
2.2.3 Hoe kan bij de advisering met deze onzekerheden worden omgegaan?	17
2.2.4 Hoe verhoudt de berekeningsmethodiek van de NAM zich tot de berekeningsmethodiek van de Nationale Praktijk Richtlijn?	18
3 Wordt met de scenario's uit het kabinetsbesluit de gaswinning 'zo snel als mogelijk' afgebouwd?	20
3.1 Wat is er gebeurd sinds Zeerijp?	20
3.2 Hoe geeft de minister de afbouw vorm?	21
3.2.1 Hoe kan de minister tot een navolgbare belangenafweging komen?	21
3.2.2 Hoe wordt de vraag naar Groningengas verlaagd?	22
3.2.3 Maatregelen ter vergroting van het aanbod van laagcalorisch gas	24
3.2.4 Toezicht op GTS	26
4 Wat betekent het stoppen van de gaswinning voor de veiligheidsrisico's?	28
4.1 Zijn de uitkomsten van de risicoberekeningen consistent met die van het Zeerijp-advies?	28
4.2 Hoe zullen de veiligheidsrisico's zich de komende jaren ontwikkelen?	29
4.2.1 Fase 1: de veiligheidsrisico's nemen het komend jaar nog iets toe	30
4.2.2 Fase 2: van 2020 tot en met 2022 is er een eerste flinke afname van het risico	30
4.2.3 Fase 3: risico's sterk beperkt na ingebruikname van de stikstofinstallatie	31
4.3 De veiligheidssituatie is sterk gevoelig voor een relatief koudere winter en tegenvallende afbouw van de winning	31
4.4 Hoe ontwikkelen de risico's zich ruimtelijk over het Groningen-gasveld?	32
4.5 Conclusies	34
5 Wat betekent de ontwikkeling van de veiligheidsrisico's voor de versterkingsopgave?	35
5.1 Omvang en prioritering van de versterkingsopgave	35
5.2 Wat te doen met de batches van 1588 en 1581?	38
5.3 Kan de veiligheidsbeleving verbeterd worden?	40
6 Wat mogen de Groningers nu verwachten?	41

6.1	2019: komend jaar kunnen er weer meer bevingen optreden	41
6.2	2020-2023: tot de ingebruikname van de stikstofinstallatie zal het aantal bevingen naar verwachting langzaam afnemen.....	41
6.3	2023-2030: na de ingebruikname van de stikstofinstallatie zal het aantal bevingen naar verwachting snel verder afnemen	42
6.4	Na 2030: ook na de beëindiging van de productie uit het Groningen-gasveld kunnen er nog steeds bevingen optreden	42
7	Samenvatting en advies	44
7.1	Gaat de voorgenomen afbouw van de gaswinning zo snel als mogelijk?	45
7.2	Advies aan de minister om de gaswinning in Groningen nog sneller te verlagen.....	45
7.3	Wat betekent het stopzetten van de gaswinning voor de veiligheid en de versterkingsoperatie?	46
7.4	Advies aan de minister voor de versterking vanuit het oogpunt van veiligheid	47
7.5	Wat mogen de mensen in Groningen verwachten in termen van veiligheid, schade en aardbevingen de komende jaren?	48
	Afkortingenlijst.....	50
	Bijlage I: beoordeling actualisatie modellen PHRA.....	51
	Update van het seismologisch model, GMM, gebouwclassificatie, kwetsbaarheidscurves en het gevolgmodel.....	52
	V5 Seismologisch model	52
	V5 Ground Motion Model (GMM)	52
	V5 Classificatie van gebouwen.....	53
	V5 Kwetsbaarheidscurves	53
	V5 gevolgmodel	54
	Conclusie	55
	Bijlage II: keuze van veiligheidsmarge	56
	Analogie van waterveiligheid.....	56
	Normen voor waterveiligheid en het gebruik van een veilige marge	56
	Verschilanalyse tussen gebruik van een P90-marge en de marge zoals gebruikt bij waterveiligheid.....	57
	Voorbeelden van veiligheidsmarges uit andere domeinen	57
	Gaswinning Waddenzee	57
	Aanpak van de Noorse toezichthouder	58
	Milieutoezicht	58
	Bijlage III: Verschillen tussen de risicoberekeningen van de NAM en de NPR-aanpak	59
	Verschillen in uitgangspunten	59
	Hazard	59
	Kwetsbaarheidscurves	60
	Objectgebonden individueel aardbevingsrisico versus gebouwgebonden individueel risico	61
	Classificatie van gebouwen.....	61

Verschillen in berekeningswijze.....	62
Statistische analyse versus gebouw-specifieke analyse	62
Vallende objecten	62
Verschillen in de uitvoering	62
Conservatisme als uitgangspunt	62
Aansprakelijkheid inspecteur.....	63
Sterke afhankelijkheid van het inspectiebureau.....	63
Gebiedsgerichte aanpak voor preventieve versterking van gebouwen	63
Bijlage IV: wat is in theorie de relatie tussen productie, drukdaling, snelheid van drukdaling en bevingen?.....	64
Bijlage V: ontwikkeling van de seismische dreiging.....	67
Toename van de seismische dreiging in 2019	67
Beperkte afname van de dreiging tussen 2020 en 2022	67
Verdere afname dreiging door bouw en ingebruikname stikstofinstallatie.....	68
Bijlage VI: verschil tussen kabinetsbrief en verwachtingenbrief aan de NAM	70
Bijlage VII: vergelijking versterkingsopgave op basis van continue productie en afbouw gaswinning naar nul	71

1 Introductie

1.1 Wat gebeurde er na het Zeerijp-advies van SodM?

Na de aardbeving van 8 januari in de buurt van Zeerijp heeft SodM de minister van Economische Zaken en Klimaat (hierna: de minister) geadviseerd een aantal maatregelen te treffen. De voorgestelde maatregelen in dit zogenaamde Zeerijp-advies zijn:

1. Het zo snel als mogelijk reduceren van de totale gaswinning uit Groningen naar maximaal 12 miljard Nm³ per jaar;
2. Het per direct sluiten van de Loppersum clusters;
3. Het beperken van de fluctuaties in het Bierum cluster;
4. Het beperken van de regionale fluctuaties.

Sodm adviseerde deze maatregelen om ervoor te zorgen dat aan de geldende veiligheidsnorm voldaan zou worden. De minister heeft deze adviezen meteen overgenomen. De minister heeft vervolgens de zogenaamde Loppersum clusters per direct laten sluiten. Daarnaast heeft de minister in een brief aan de Tweede Kamer aangegeven dat hij de Nederlandse Aardolie Maatschappij (hierna: NAM) en Gasunie Transport Services (hierna: GTS) zou verzoeken om zowel de fluctuaties in de productie uit het cluster Bierum als de regionale fluctuaties te beperken. Bovendien kondigde hij aan eind maart met een afbouwplan te komen.

Op 29 maart presenteerde de minister de maatregelen die hij wil nemen om zo snel als mogelijk de gaswinning te beperken tot 12 miljard Nm³, in een brief aan de Tweede Kamer. Uit deze brief blijkt dat hij verwacht dit punt op zijn laatst in oktober 2022 te bereiken. In deze brief kondigde hij aan niet te stoppen bij 12 miljard Nm³, maar de gaswinning helemaal af te bouwen naar nul.

In het Zeerijp-advies heeft SodM berekend bij welke hoeveelheid gewonnen gas naar verwachting aan de geldende veiligheidsnorm voldaan zou worden. Met de afbouw van de winning uit het Groningen-gasveld, die de minister heeft aangekondigd als uitgangspunt, probeert SodM nu op basis van vergelijkbare berekeningen vast te stellen wanneer het veilig wordt in Groningen. Ook kan SodM bepalen hoeveel gebouwen naar verwachting vanuit het oogpunt van veiligheid nog versterkt moeten worden. SodM hanteert hierbij dezelfde methode die zij gebruikt heeft om tot het Zeerijp-advies te komen.

1.2 Waarom brengt SodM dit advies uit?

Welke gevolgen heeft de door de minister aangekondigde afbouw voor de veiligheidsrisico's van de inwoners van Groningen? En wat betekent dit voor het deel van de versterkingsoperatie die nu tijdelijk opgeschort is? Dat zijn de hoofdvragen die voorliggen. Daarnaast ligt ook nog de volgende vraag op tafel: wordt met het voorgestelde afbouwscenario inderdaad 'zo snel als mogelijk' het veilige niveau van 12 miljard Nm³ per jaar bereikt? SodM heeft van gemeentes, provincie en burgers in Groningen veel vragen gekregen, die samengevat kunnen worden in de vraag wat de Groningers de komende jaren nu mogen verwachten in termen van veiligheid, schade en aardbevingen.

Dit advies probeert deze vragen te beantwoorden voor zover deze passen bij de rol van SodM als toezichthouder op de veiligheid. Om deze ambitie te realiseren bevat dit advies drie hoofddelen:

1. Het eerste deel bevat een analyse en antwoord op de vraag of de afbouw inderdaad 'zo snel als mogelijk' naar 12 miljard Nm³ per jaar gaat (hoofdstuk 3).
2. Het tweede deel bevat een analyse en antwoord op de vraag wat de afbouw betekent voor de veiligheidsrisico's van de inwoners van Groningen (hoofdstuk 4). Daarnaast geeft dit deel adviezen waar de versterkingsoperatie aan moet voldoen om de veiligheid zo goed mogelijk te waarborgen (hoofdstuk 5).
3. Het derde deel bevat tenslotte het antwoord op de vraag van zowel de minister als veel mensen in Groningen: 'Wat mogen we de komende jaren op het gebied van de aardbevingen verwachten?' (hoofdstuk 6).

De delen 1 en 2 (opgenomen in de hoofdstukken 3 tot en met 5) leiden tot adviezen aan de minister. Een samenvatting van het rapport en de adviezen is opgenomen in hoofdstuk 7.

Het is niet aan SodM om te adviseren over *hoe* de versterking vorm te geven. SodM is immers toezichthouder op de veiligheid en toezichthouden op activiteiten waarover SodM zelf geadviseerd heeft, doet afbreuk aan de onafhankelijkheid van het toezicht. Wel wil SodM met dit advies de minister en de Mijnraad een aantal punten aanreiken, die kunnen helpen bij het vormgeven van een versterkingsoperatie, die *sneller* tot de gewenste veiligheid kan leiden. Want dat is waar SodM in haar rol als toezichthouder voor staat: er voor zorgen dat de veiligheid in Groningen binnen afzienbare termijn gewaarborgd is. Op basis van het advies van SodM en de adviezen van de andere adviseurs, kan de Mijnraad in het op te stellen integrerend advies aan de minister juist wel een antwoord geven op de vraag: 'Hoe moet de versterkingsoperatie nu aangepakt gaan worden?'

1.3 Hoe is dit advies tot stand gekomen?

SodM baseert elk nieuw advies over de gaswinning in Groningen op de nieuwste wetenschappelijke inzichten en maakt gebruik van de meest recente informatie, die op dat moment beschikbaar is. Ook de continue monitoring van de seismiciteit en de analyse van trends kunnen leiden tot voortschrijdende inzichten. Zowel de gevolgen van als ingrepen in de gaswinning worden nauwlettend gemonitord. De uitkomst van die monitoring legt vervolgens weer de basis voor het advies dat SodM geeft.

Voor de totstandkoming van dit advies heeft SodM een beoordeling uitgevoerd op de analyse, die de NAM op basis van haar eigen modellen heeft uitgevoerd. Hierbij heeft SodM gebruik gemaakt van de kennis en expertise, die SodM zelf in huis heeft. Voor de beoordeling van de modellen is ook gebruik gemaakt van externe experts.

SodM adviseert op basis van het beste begrip van de situatie in Groningen op dit moment. Daarbij houdt SodM rekening met onzekerheden, bijvoorbeeld door een onzekerheidsmarge aan te houden bij het vaststellen van de te nemen maatregelen. Voortschrijdend inzicht en berekeningen op basis van toekomstige gegevens kunnen leiden tot een betere inschatting van de risico's en de daarin aanwezige onzekerheden. Dit kan in de toekomst leiden tot nadere adviezen.

1.2 Leeswijzer

SodM realiseert zich dat dit rapport door verschillende doelgroepen gelezen zal worden. Geïnteresseerde burgers adviseert SodM de samenvatting en hoofdstuk 6 te lezen. In dit hoofdstuk wordt zo eenvoudig mogelijk aangegeven wat de gevolgen van het stopzetten van de gaswinning zijn voor de veiligheid, schade en aardbevingen de komende jaren. Zij die bovendien de samenvatting en de adviezen van SodM willen lezen, wordt aangeraden om ook hoofdstuk 7 te lezen.

Het advies is als volgt opgebouwd:

- Hoofdstuk 2 bevat een beschrijving van de veiligheidsnorm en de wijze waarop SodM deze toetst.
- Hoofdstuk 3 bevat een analyse en een antwoord op de vraag of het voorgestelde afbouwscenario de gaswinning inderdaad zo snel als mogelijk terug brengt naar 12 miljard Nm³ per jaar.
- Hoofdstuk 4 beschrijft wat de gevolgen van de afbouw en het stopzetten van de gaswinning zijn voor de veiligheidsrisico's.
- Hoofdstuk 5 beschrijft de implicaties voor de versterkingsoperatie en geeft een aantal adviezen aan de minister en de Mijnraad.
- Hoofdstuk 6 geeft een antwoord op de vraag van zowel de minister als veel mensen in Groningen wat zij nu mogen verwachten nu de gaswinning uiteindelijk naar nul wordt afgebouwd.
- Hoofdstuk 7 geeft een samenvatting en beschrijft de adviezen van SodM aan de minister.

2 Veiligheidsnorm en toetsingsmethode

Bij de advisering van SodM naar aanleiding van de Zeerijp beving was de centrale vraag bij welke productiehoeveelheid er geen gebouwen meer zouden zijn met een risico hoger dan de tijdelijke grenswaarde van 10^{-4} /jaar. Hierbij was het uitgangspunt dat de versterking van woningen gaande was. Als dit advies opgevolgd zou worden, zou dit er samen met de versterkingsaanpak voor zorgen dat alle gebouwen in Groningen aan de veiligheidsnorm zouden gaan voldoen. Voor de beantwoording van deze vraag heeft SodM een veiligheidsmarge aangehouden, zoals later in dit hoofdstuk nog verder wordt toegelicht. Hiermee houdt SodM rekening met de grote onzekerheden, zowel de bekende als de onbekende, die besloten liggen in de berekeningen voor de huidige en toekomstige risico's. De aanpak van SodM zorgt er voor dat er voldoende duidelijkheid aan de Groningers gegeven kan worden, ook voor de langere termijn. Het kabinet heeft het advies van SodM overgenomen.

In haar brief aan de Tweede Kamer van 29 maart 2018¹ geeft het kabinet aan verder te willen gaan dan de door SodM geadviseerde 12 miljard Nm³ per jaar. Het voorgestelde beleid is erop gericht om de gaswinning in 2030 geheel te beëindigen. De oorzaak van de bevingen wordt hiermee weggenomen en als gevolg hiervan zal de veiligheid in Groningen goed geborgd gaan worden. Tegelijkertijd ontstaat de vraag wat dit betekent voor de huidige versterkingsaanpak. Het huidige versterkingsprogramma was er immers op gericht om er bij doorgaande gaswinning voor te zorgen dat alle gebouwen in Groningen veilig zijn en blijven. De vraag is dan ook of het verminderen en uiteindelijk beëindigen van de gaswinning uit Groningen ruimte biedt om de versterkingsaanpak aan te passen, zodat met de versterking sneller tot de gewenste veiligheid kan worden gekomen.

Naar het oordeel van SodM is een versnelling hard nodig. Er zijn tot nu toe zo'n 600 gebouwen versterkt. Alhoewel het tempo omhoog leek te gaan, vergt de huidige aanpak veel tijd, waardoor het risico bestaat dat de uitvoering van het versterkingsprogramma veel langer duurt dan acceptabel is. Inmiddels is het starten met de versterking van de '1588 batch' tijdelijk stil gelegd in afwachting van de verschillende adviezen. Voor zover de berekeningen van de '1581 batch' klaar zijn wordt ook bij deze 'batch' nog gewacht op de verschillende adviezen alvorens verder te gaan. Dit heeft de gemoederen flink doen oplopen.

Het is niet aan SodM om te adviseren over *hoe* de versterking vorm te geven. SodM houdt immers toezicht op de veiligheid en toezichthouden op activiteiten waarover SodM zelf geadviseerd heeft, doet afbreuk aan de onafhankelijkheid van het toezicht. Wel wil SodM met dit advies de minister en de Mijraad een aantal punten aanreiken, die kunnen helpen bij het vormgeven van een versterkingsoperatie, die *sneller* tot de gewenste veiligheid kan leiden. SodM zal daarvoor beoordelen hoeveel gebouwen er gedurende de komende tien jaar niet aan de veiligheidsnorm voldoen. Dit wordt in tijdvakken van steeds een jaar weergegeven. Daarmee wordt duidelijk wanneer alle gebouwen, bij de voorziene daling van de gasproductie, naar verwachting ook zonder versterking aan de norm zullen voldoen. Ook wordt duidelijk hoeveel gebouwen er minimaal versterkt moeten worden en voor welke duur.

Onze aanpak steunt op de veiligheidsnorm, zoals geadviseerd door de commissie Meijdam. Daarnaast maken wij gebruik van de op dit moment best beschikbare methodiek om de veiligheidsrisico's en de onzekerheden daarin te berekenen. In de volgende paragrafen wordt eerst de norm voor veiligheid besproken (paragraaf 2.1), gevolgd door de methodologie om de veiligheidsrisico's te berekenen (paragraaf 2.2). Deze methodologie kent nog zijn beperkingen. Deze zullen in deze paragraaf worden besproken. Ook wordt inzichtelijk gemaakt hoe ondanks deze beperkingen de resultaten uit de methodologie toch gebruikt kunnen worden voor het bepalen van maatregelen. Bij het beschrijven van deze methodologie wordt duidelijk dat deze dezelfde grondslagen kent als bij het beheersen van overstromingsrisico's. Ook wordt beschreven hoe deze

¹ Kamerstuk 2018, 33 529, nr. 430 (Kamerbrief).

methodologie zich verhoudt tot de methodologie, die in de huidige versterkingsaanpak wordt gebruikt.

2.1 Wat is de norm voor veiligheid als gevolg van aardbevingen?

In 2013 bleek dat de gaswinning in Groningen wel degelijk gepaard gaat met een veiligheidsrisico ten gevolge van bodembeweging (door de aardbevingen). Daarom werd toen de vraag gesteld bij welk niveau dit veiligheidsrisico nog acceptabel is. In 2015 heeft de commissie Meijdam op verzoek van de minister geadviseerd over een veiligheidsnorm voor het aardbevingsrisico.

De commissie neemt als uitgangspunt dat het geaccepteerde veiligheidsrisico voor de inwoners van Groningen niet hoger mag zijn dan elders in Nederland. De commissie heeft dit vertaald naar een veiligheidsnorm voor het individueel risico (IR) van 10^{-5} per jaar voor nieuwbouw en bestaande bebouwing, met een tijdelijk te hanteren grenswaarde van 10^{-4} per jaar. Gebouwen met een risico boven deze grenswaarde dienen met voorrang te worden aangepakt.

De veiligheidsnorm beschrijft de jaarlijkse kans dat iemand komt te overlijden als gevolg van het bezwijken van een bouwwerk, of het vallen van objecten van een bouwwerk, als gevolg van de bijzondere belasting door een aardbeving. De wiskundige notatie van 10^{-5} betekent voor elk individu een jaarlijkse kans op overlijden van 1 op de 100.000. Deze norm is overigens identiek aan de in 2017 vastgestelde norm voor waterveiligheid² (zie ook bijlage II).

Het kabinet heeft met de kamerbrieven van 3 november 2015³ en 18 december 2015⁴ de Tweede Kamer geïnformeerd, dat zij dit advies heeft overgenomen en vastgelegd in haar risicobeleid.

De norm voor de veiligheid, als gevolg van aardbevingen, is daarmee vastgesteld op $IR < 10^{-5}$ /jaar. De minister heeft in zijn beleid voor bestaande bouw een overgangperiode vastgesteld van vijf jaar. Voor bestaande bouw geldt daarom dat het individueel risico gedurende deze vijf jaar tussen de 10^{-4} en 10^{-5} per jaar mag zijn. In deze periode moeten er wel maatregelen worden genomen zodat na deze vijf jaar het risico zich onder de 10^{-5} /jaar bevindt. Er is ruimte voor interpretatie wanneer de overgangstermijn van vijf jaar in gaat.

Veiligheidsbeleving van de Groningers

Over de veiligheidsbeleving van Groningers vermeldt de maatschappelijke literatuurstudie 'gevolgen Bodembeweging Groningen' het volgende:

"Gevoelens van veiligheid zijn door de aardbevingen ernstig aangetast door de blootstelling aan de aardbevingen (Hoekstra et al., 2016) en de hoeveelheid schade die mensen door de aardbevingen aan hun woning hebben (Postmes & Stroebe (2016) en Postmes et al. (2016). Ook longitudinaal (2009 – 2013) onderzoek van De Kam & Raemaekers (2014) liet zien dat negatieve gevoelens over de tijd toenemen, en dat deze gevoelens in een steeds groter wordend geografisch gebied voorkomen.

De inwoners van Groningen ervaren verscheidene psychosociale gevolgen door de aardbevingen. De belangrijkste hiervan zijn gevoelens van onveiligheid, angst, bezorgdheid en onzekerheid. Veel Groningers ervaren ook gevoelens van machteloosheid en boosheid en hebben geen vertrouwen meer in de toekomst. Ook het woongenot van inwoners in de provincie is verminderd."

Sociaal Planbureau Groningen, 31.05.2018, A.M. van Valkengoed p47-55

² Deltabeslissing Waterveiligheid (2017).

³ Kamerstukken II 2015/16, 33529, 205 (Kamerbrief).

⁴ Kamerstukken II 2015/16, 33529, 212 (Kamerbrief).

Voor schade en andere nadelige gevolgen is geen exacte norm bepaald. In het algemeen is de zorgplicht aan de orde als het effect van de winning in negatieve zin afwijkt van de verwachting, zoals in het winningsplan beschreven, zonder dat dit nader is gespecificeerd. In het specifieke geval van Groningen is de invulling van de zorgplicht ten aanzien van schade en veiligheid al vooraf uitgewerkt in het Groningen Meet- en Regelprotocol (hierna: MRP). Dit MRP is vereist op grond van artikel 5 van het instemmingsbesluit van 30 september 2016.

In het MRP speelt de veiligheidsbeleving uitdrukkelijk een rol, zowel in de bepaling van het signaleringsniveau als in het afwegingskader voor maatregelen. Dit benadrukt het belang van het MRP als instrument voor tussentijds ingrijpen. De maatregelen die de minister nu en in de toekomst neemt om de gaswinning in Groningen terug te brengen naar nul, zijn voor de fysieke veiligheid van de Groningers, maar ook voor hun veiligheidsbeleving, van groot belang. Recente studies wijzen uit dat de veiligheidsbeleving in Groningen, als gevolg van de aardbevingen en de hieruit voortvloeiende schade, in toenemende mate verslechtert. Ook wijzen deze studies uit dat Groningers in een steeds groter gebied hiermee te maken hebben (zie ook tekstvak 'Veiligheidsbeleving van de Groningers').

In de laatste uitspraak van de Afdeling Bestuursrechtspraak van de Raad van State (hierna: Raad van State) over de gaswinning in Groningen zijn de aard en omvang van deze sociale gevolgen als een zelfstandig zwaarwegend belang meegewogen. Zowel de afbouw (die de oorzaak moet wegnemen), als een schadeherstel en een versnelde versterking (gericht op de nadelige gevolgen) moeten op afzienbare termijn zorgen voor verbetering van de veiligheidsbeleving.

2.2 Wat is de methodologie om de veiligheidsrisico's te berekenen?

In dit deel zal SodM ingaan op de wijze waarop de risico's kunnen worden berekend (paragraaf 2.2.1). Ook wordt stil gestaan bij de kanttekeningen die daarbij moeten worden geplaatst (paragraaf 2.2.2). Deze kanttekeningen beïnvloeden de manier waarop SodM naar de versterkingsopgave kijkt. Vervolgens zal duidelijk worden dat de aanpak van SodM dezelfde grondslagen kent als die bij het beheersen van overstromingsrisico's (paragraaf 2.2.3). Ook wordt beschreven hoe de door ons gebruikte methodologie zich verhoudt tot de methodologie, die in de huidige versterkingsaanpak wordt gebruikt (paragraaf 2.2.4). Deze vergelijking zal later in dit rapport worden gebruikt om de veiligheidsrisico's, zoals we die berekenen, te vergelijken met de huidige inzichten van de Nationaal Coördinator Groningen (hierna: NCG) omtrent de versterkingsopgave.

2.2.1 Hoe kunnen de aardbevingsrisico's worden berekend?

Zoals gezegd gaan we eerst in op de wijze waarop aardbevingsrisico's berekend kunnen worden. Om te toetsen aan de veiligheidsnorm moet het individuele veiligheidsrisico berekend worden. Voor deze berekening maakt de NAM gebruik van een keten van acht complexe modellen (zoals bijvoorbeeld het geologisch model, het seismologisch model en het model voor de kwetsbaarheid van gebouwen bij verschillende grondtrillingen; zie ook bijlage I). Deze trein van modellen is in staat om - weliswaar met onzekerheden - per gebouw in Groningen het risico te berekenen. De door de NAM ontwikkelde aanpak is geheel in lijn met de door SodM voorgestane aanpak om te komen tot een inschatting van de veiligheidsrisico's. SodM is van mening dat de modellen van de NAM over het algemeen van hoogstaand niveau zijn (de beoordeling van de meest recente modellen is te vinden in bijlage I). De modellen maken grotendeels gebruik van de beste wetenschappelijke kennis die op dit moment beschikbaar is.

Elk van deze modellen kent vele onzekerheden en (model)keuzes en wordt zo goed mogelijk geijkt aan de beschikbare waarnemingen. De berekenbare onzekerheden worden grotendeels, maar niet allemaal, in de berekeningen meegenomen door Monte Carlo simulaties toe te passen (zie tekstvak 'Monte Carlo berekingsmethode'). In de volgende paragraaf gaan we hier verder op in.

Monte Carlo berekeningsmethode

Dit is een methode waarbij de berekeningen meerdere keren worden herhaald. Bij elke berekening worden willekeurig andere waarden voor de onzekere parameters gebruikt. Het resultaat van deze methode is een bandbreedte van mogelijke uitkomsten met een kans, die aangeeft hoe waarschijnlijk deze oplossing is. Dit heet een waarschijnlijkheids-verdeling (in het engels een Probability Density Curve). De gemiddelde waarde van deze verdeling wordt vaak de 'verwachtingswaarde' genoemd. Dit is de best mogelijke schatting voor de uitkomst van de berekening.

De waarde, waarbij de uitkomst in 90% van de berekeningen op of onder deze waarde ligt, wordt de 'P90' genoemd. De P90-waarde is geen 'worst-case' waarde. Indien bij de beoordeling wordt uitgegaan van de P90-waarde, is er alsnog een kans van 10% dat de echte waarde boven deze P90-waarde ligt.

2.2.2 Grote bekende en onbekende onzekerheden

Een deel van de bekende onzekerheden in de modellen wordt door de experts zo goed mogelijk ingeschat en zonder veiligheidsmarges meegenomen. Op deze wijze wordt het risico zo goed mogelijk berekend. Deze bekende onzekerheden in de modellen zijn groot. De bandbreedte van mogelijke uitkomsten is daardoor ook groot: de P90-uitkomst (90% van de uitkomsten is lager) is een factor 25 groter dan de P10-uitkomst (10% van de uitkomsten is lager).

Om te komen tot een zo goed mogelijke inschatting van de risico's bij het gebruik van een probabilistische aanpak, is het belangrijk dat *alle* onzekerheden met een realistische bandbreedte worden meegenomen. In de huidige modeltrein en bijbehorende berekeningen van de NAM is dit echter niet het geval. Op dit moment worden nog niet alle bekende onzekerheden volledig en consistent meegenomen. Dit beïnvloedt de uitkomst van de risicoberekening.

Ter illustratie: van de eerste drie modellen in de keten (het geologische model, het dynamisch model en het compactie model; zie bijlage I) worden geen onzekerheden meegenomen in de risicoberekening. Er wordt gekozen voor één enkel model met één set parameterwaarden. Bekende, alternatieve modellen worden niet meegenomen, ondanks dat deze bij een vergelijkbare kalibratie aan de waarnemingen een andere voorspelling van de toekomst zouden geven. Voor de onzekere parameters wordt alleen de meest waarschijnlijke, gekalibreerde waarde verder meegenomen, niet de bandbreedte van mogelijke oplossingen.

Ook bij het seismologische model worden bekende, alternatieve seismologische modellen niet meegenomen in de methodologie. Het is echter bekend dat deze modellen een duidelijk andere voorspelling van de toekomst geven dan de door de NAM gebruikte modellen. Dat het meenemen van deze modellen de uitkomsten van de berekeningen voor de seismische activiteit, en uiteindelijk het risico, beïnvloeden is zeker, de mate waarin is echter onbekend.

Ook de wijze waarop de berekeningen worden uitgevoerd, brengt onzekerheden met zich mee. Keuzes omtrent bijvoorbeeld de grootte van gridcellen (waarmee geografische verschillen uiteindelijk bepaald worden), egalisatiefuncties (waarmee puntschattingen tot doorlopende lijnen worden omgevormd, die vervolgens de basis voor de verdere berekeningen vormen) alsmede de wijze van kalibratie van rekenuitkomsten aan de metingen in het Groningen-gasveld (waardoor de rekenuitkomsten significant bijgesteld kunnen worden) hebben een grote invloed op de uitkomsten van de risicoberekeningen. De keuzes in de gebruikte modeltrein zijn niet volledig beschreven. Deze keuzes brengen daarmee onzekerheid met zich mee, die nu niet is te definiëren.

Bovenstaande voorbeelden van onzekerheden zijn dus nog niet meegenomen en berekend. Deze onzekerheden kunnen zowel tot een overschatting als een onderschatting van het berekende veiligheidsrisico leiden. De eerste verkenningen door TNO, bij het nabouwen van de huidige

modellentrein van de NAM, suggereert dat we rekening moeten houden met een onderschatting van het risico.

De NAM is continu bezig om de modellen in de berekeningsmethode te verbeteren: de modellen worden verfijnd, nieuwe inzichten worden verwerkt en nieuwe waarnemingen worden gebruikt om de kalibratie van de modellen te verbeteren. De verschillen in uitkomsten tussen verschillende versies van de modellentrein zijn groot en zeker niet systematisch. Tabel 2-1 illustreert de fluctuerende risicoschattingen, die duidelijk geen relatie hebben met het productieniveau. Ook de inschattingen van de onzekerheidsbandbreedte rond de uitkomsten verschillen (zie Tabel 2-1). Deze sterke, niet systematische fluctuatie in de uitkomsten betekent dat de modellentrein nog niet voldoende robuust is.

Ook naar de toekomst toe zal daardoor rekening moeten worden gehouden met een veranderende, soms lagere, dan weer hogere, risicoschatting ten gevolge van de doorontwikkeling en her-kalibratie van de modellen. Hierdoor ontstaat onzekerheid voor de inwoners van Groningen: voor gebouwen waarvan de risicoschatting rond de norm ligt, kan bij elke volgende actualisatie van de berekeningen de beoordeling veranderen van veilig in onveilig en andersom. Ook is het hiermee lastig om over de tijd consistent beleid vorm te geven en uit te voeren.

Tabel 2-1: Overzicht van de uitkomsten van de Hazard and Risk Assessment (HRA)-berekeningen sinds de eerste kwantitatieve analyse in november 2015.

Rapport	Productieniveau	Verwachtingswaarde $N_{\text{gebouwen}} > 10^{-5}/\text{jaar}$	P90 $N_{\text{gebouwen}} > 10^{-5}/\text{jaar}$
HRA november 2015	21 miljard Nm^3/jaar	~2300	
HRA 'Winningsplan 2016'	27/21 miljard Nm^3/jaar	~100	~800
HRA november 2017	24 miljard Nm^3/jaar	~2800	~10.000

2.2.3 Hoe kan bij de advisering met deze onzekerheden worden omgegaan?

Zoals in hoofdstuk 2.1 beschreven, is voor het risicobeleid voor geïnduceerde bevingen het risicobeleid voor waterveiligheid als uitgangspunt gekozen. Dit houdt in dat het risico van de inwoners van Groningen niet hoger mag zijn dan elders in Nederland). In lijn met dit beleid ligt het voor de hand om bij de toetsing aan de norm voor geïnduceerde aardbevingen, uit te gaan van de verwachtingswaarde (de best mogelijke inschatting) van het risico. Hiermee wordt consistentie in het risicobeleid behouden. SodM toetst de *veiligheidsrisico's* dan ook aan de hand van de *verwachtingswaarde* (de best mogelijke schatting) uit de berekeningen van de NAM.

Het is echter de vraag of de verwachtingswaarde ook het beste uitgangspunt is voor het bepalen van *de te nemen maatregelen* indien niet aan de norm wordt voldaan. Zoals in paragraaf 2.2.2 beschreven, zullen bewoners van gebouwen met een risicoschatting rond de norm, naar de toekomst niet zeker zijn of hun woning al dan niet voldoet aan de norm. Zowel de onzekerheden in de risicoberekeningen, als het aantal niet meegenomen onzekerheden, zijn dermate veel groter dan in andere risicodomeinen, dat bij het bepalen van de vereiste maatregelen het gebruik van de verwachtingswaarde niet goed te rechtvaardigen is. Dit wordt versterkt door de onzekerheid in zowel de haalbaarheid van de afbouwscenario's als de toekomstige ontwikkelingen van de temperatuur. SodM acht het niet goed te verantwoorden, en ook lastig uitvoerbaar, als bij elke (jaarlijkse) actualisatie van de risicoberekening de omvang van de maatregelen bij wordt gesteld. De overheid moet kunnen instaan voor de veiligheid van de Groningers. Zij verdienen duidelijkheid, juist nu zij al langere tijd in onzekerheid hebben verkeerd.

De Raad van State heeft in haar uitspraak van 15 november 2017⁵ aangegeven dat, ook al zijn er veel onzekerheden in de berekeningswijze van het risico, deze gebruikt kan worden, mits er bijvoorbeeld wordt uitgegaan van marges of een 'worst-case' situatie als uitgangspunt. In lijn met deze uitspraak en de aanpak bij waterveiligheid, heeft SodM zich bij het vaststellen van het door haar geadviseerde productieniveau in het advies over de te nemen maatregelen naar aanleiding van de Zeerijp beving, gebaseerd op een veiligheidsmarge ten opzichte van de verwachtingswaarde. In dit advies zal SodM ook bij de bepaling van de gevolgen voor de versterkingsoperatie een veiligheidsmarge hanteren.

De keuze voor de grootte van de veiligheidsmarge is een praktische en bestuurlijke keuze. Juist omdat een deel van de onzekerheden niet wordt meegenomen in de berekeningen, is geen wetenschappelijke grondslag mogelijk voor de keuze van de omvang van de veiligheidsmarge. Vanuit wetenschappelijk oogpunt is de keuze voor een bepaalde veiligheidsmarge arbitrair. Tegelijkertijd maken andere domeinen, zoals de waterveiligheid en het milieutoezicht, bij grote en onbekende onzekerheden gebruik van veilige marges. Ook in het buitenland is dit gebruikelijk. Zo wordt in Noorwegen bij de regulering en het toezicht op de olie- en gassector gewerkt met een veiligheidsmarge indien de onderliggende kennis van de onzekerheden incompleet is. In bijlage II wordt uitgebreider ingegaan op de onderbouwing waarom SodM een marge hanteert.

In het Zeerijp-advies heeft SodM voor de bepaling van de te nemen maatregel de zogenaamde P90 uit de berekeningen van de NAM overgenomen. Zo is SodM op de 12 miljard Nm³ uitgekomen. De P90 is de waarde, waarbij de uitkomst in 90% van de berekeningen op of onder deze waarde ligt; er is een kans van 10% dat de echte waarde boven deze P90-waarde ligt. De afstand in de uitkomsten tussen verwachtingswaarde en de P90 is de marge die SodM heeft gehanteerd. Hiermee heeft SodM zich gebaseerd op de berekende onzekerheid in de uitkomsten van de risicoberekeningen, welke een reflectie is van de huidige stand van de kennis in de modellen.

Om consistentie met het Zeerijp-advies en de afbouwscenario's van de minister te borgen, zal SodM zich voor de marge in de versterkingsmaatregelen ook in dit advies baseren op de P90 uit de berekeningen van de NAM. Op basis van deze marge wordt geborgd dat de geadviseerde maatregelen ook op langere termijn voldoende robuust zullen zijn. In bijlage II wordt ook inzichtelijk gemaakt dat de alternatieve methode, analoog aan de waterveiligheidsaanpak, tot een vergelijkbare versterkingsopgave leidt.

SodM zal verder gaan met het uitvoeren en vormgeven van het onderzoeksprogramma van het Kennisprogramma Effecten Mijnbouw (hierna: KEM) op een dusdanige manier dat meer van de bekende, maar nog niet meegenomen onzekerheden in de toekomst meegenomen kunnen worden. Het is voorstelbaar dat op een moment in de toekomst, als de kennis en de modellen voldoende robuust zijn, het niet meer nodig is om een veilige marge te hanteren.

2.2.4 Hoe verhoudt de berekeningsmethodiek van de NAM zich tot de berekeningsmethodiek van de Nationale Praktijk Richtlijn?

Breed wordt waargenomen dat de NAM en de NCG verschillende inschattingen hanteren van het aantal gebouwen dat niet aan de norm voldoet. De NAM schat dit aantal lager in dan de omvang van de versterkingsopgave, zoals deze door de NCG wordt ingeschat. SodM heeft een inventarisatie gemaakt van de verschillen in uitgangspunten, berekeningswijze en uitvoering, waardoor het mogelijk is om deze grote verschillen te verklaren.

Samengevat zitten de verschillen in twee verschillende categorieën. De eerste categorie betreft de omvang van de seismische dreiging. De huidige versterkingsadviezen van de NCG baseren zich op de NPR2015. De NPR2015 is gebaseerd op de dreigingskaart van het KNMI van november 2015, waarin de seismische activiteit wordt bepaald door 5 jaar *terug* te kijken in de tijd. Dit betekent dat deze

⁵ ECLI:NL:RVS:2017:3156.

berekende seismische activiteit effectief gebaseerd is op een productieniveau van circa 50 miljard Nm³ per jaar. Deze seismische activiteit is dan ook veel hoger dan de seismische activiteit, zoals die door de NAM berekend wordt. Immers, de NAM kijkt met haar berekeningen vooruit, naar de verwachte gasproductie. Nu de gaswinning verder wordt afgebouwd, neemt het verschil in benadering, gebaseerd op terugkijken versus vooruitkijken, verder toe. Het terugkijken levert daarmee uiteindelijk een overschatting op van het aantal gebouwen in Groningen, dat versterkt moet worden.

De tweede categorie van verschillen betreft de benaderingswijze van het inschatten van de kwetsbaarheid van de gebouwen. De NAM maakt een schatting gebaseerd op de beste kennis van de onzekerheden. De NPR-methodiek gaat bij iedere onzekerheid steeds uit van het slechtst mogelijke scenario. Uiteraard leidt deze NPR-aanpak tot een hogere inschatting van het aantal gebouwen dat versterkt moet worden.

De volledige inventarisatie van de verschillen tussen de NAM-methodiek en de NPR-methodiek wordt gegeven in bijlage III. In hoofdstuk 4 van dit rapport worden de inschattingen weergegeven van het aantal te versterken gebouwen. Ook worden deze inschattingen vergeleken met de NCG-inschattingen van de reeds geïnspecteerde gebouwen alsmede met de eerdere berekeningen.

3 Wordt met de scenario's uit het kabinetsbesluit de gaswinning 'zo snel als mogelijk' afgebouwd?

SodM kondigde op 29 maart 2018 aan dat zij de minister zou adviseren vanuit haar rol als toezichthouder op de veiligheid ten aanzien van zijn streven de productie van het Groningen-gasveld zo snel als mogelijk te reduceren. SodM heeft hiertoe openbare informatie benut en gesprekken gevoerd met GTS, Instituut Clingendael, de Autoriteit Consument en Markt (hierna: de ACM) en het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat (hierna: EZK). Met behulp van deze informatie is een aantal van de maatregelen om de afbouw van de productie uit het Groningen-gasveld vorm te geven nader beschouwd. SodM heeft aan de hand van deze informatie een globale analyse gemaakt van de vraag of de afbouw zo snel als mogelijk verloopt.

In dit hoofdstuk kijkt SodM terug op wat is gebeurd sinds Zeerijp (paragraaf 3.1) en gaat in op de mate waarin de voorgenomen aanpak van de minister bijdraagt aan een zo spoedig mogelijke afbouw van de productie uit het Groningen-gasveld. In paragraaf 3.2 beantwoordt SodM de vraag hoe de minister de afbouw vormgeeft. Hierbij wordt ingegaan op specifieke maatregelen om zowel de vraag naar laagcalorisch gas te reduceren als alternatieven voor het Groningen gas beschikbaar maken. Tot slot gaat SodM in op de waarde van aanscherping van de taakomschrijving van GTS en het toezicht hierop.

3.1 Wat is er gebeurd sinds Zeerijp?

In deze paragraaf geeft SodM op hoofdlijnen weer wat er sinds de aardbeving bij Zeerijp gebeurd is om de productie uit het Groningen-gasveld zo snel als mogelijk af te bouwen.

In lijn met het Zeerijp-advies van SodM heeft de minister besloten de Loppersum clusters te sluiten. Ook heeft de minister de NAM laten weten dat de beperking van de veldbrede vlakke productie losgelaten kan worden, opdat sneller kan worden afgebouwd. Daarbij heeft de minister de NAM opgedragen de regionale fluctuaties in de productie van cluster Bierum te beperken tot +/- 20%. Ook heeft de minister de NAM gevraagd om bij de uitwerking van de operationele uitvoering rekening te houden met een beperking van de regionale fluctuaties tot het huidige niveau van +/- 50%.

Daarnaast heeft de minister besloten dat uiterlijk per oktober 2022, maar mogelijk al een paar jaar eerder, de gaswinning daalt tot onder het niveau van 12 miljard Nm³. Afhankelijk van het effect van de maatregelen wordt vanaf oktober 2022 een daling voorzien naar 7,5 miljard Nm³ en mogelijk fors minder. Daarna wordt de gaswinning afgebouwd tot nul in 2030.

Ook heeft de minister het wetsvoorstel ingediend tot wijziging van de Gaswet en de Mijnbouwwet ter minimalisering van de gaswinning uit het Groningenveld (hierna: de spoedwet) en een fors aantal maatregelen in gang gezet om de productie uit het Groningen-gasveld te minimaliseren. GTS krijgt in het wetsvoorstel de taak om bij de raming van de benodigde hoeveelheid gas die nodig is om alle afnemers van laagcalorisch gas te kunnen voldoen, alle beschikbare middelen en methoden die deze hoeveelheid minimaliseren te betrekken (art. 10a, eerste lid, onderdeel q, van de Gaswet). Vooruitlopend op de inwerkingtreding van deze wetswijziging heeft de minister GTS gevraagd nu al te handelen conform het systeem van de nieuwe wet. Het kabinet heeft op 29 maart 2018 aangekondigd dat besloten is tot de bouw van een stikstofinstallatie in Zuidbroek.

GTS heeft de minister geadviseerd welke volumes en capaciteiten benodigd zijn voor de leveringszekerheid. Ook heeft GTS verschillende maatregelen in beeld gebracht om verlaging van productie mogelijk te maken. GTS geeft aan dat zij een groot deel van deze maatregelen al in gang heeft gezet en noemt in dit kader bijvoorbeeld de bouw van een stikstofinstallatie, uitbreiding en optimalisatie van bestaande kwaliteitsconversie en marktombouw van industrie van G-gas naar H-gas. Eind maart 2018 heeft GTS al investeringen voorgesteld, onder meer voor de bouw van een stikstoffabriek in Zuidbroek, en de markt hierover geconsulteerd. Al deze acties en maatregelen heeft GTS genomen ter voorbereiding op zijn aanstaande wettelijke taken, namelijk de raming van

de benodigde hoeveelheid laagcalorisch gas en de benodigde kwaliteitsconversie om de productie uit Groningen te kunnen reduceren.

Ter voorbereiding van het besluit over de productie voor het gasjaar 2018-2019 heeft de minister in de geest van de spoedwet een brief gestuurd aan de NAM met het verzoek een addendum op het winningsplan 2016 in te dienen. De scenario's in deze brief liggen de eerste jaren 0,5 – 1 miljard Nm³ per jaar boven de scenario's van het kabinetsbesluit. SodM gaat er van uit dat de productie zal worden bepaald op het niveau dat in het kabinetsbesluit is aangegeven voor komend gasjaar, te weten 19,4 miljard Nm³. Voor nadere details zie bijlage VI.

De NAM verwacht in het gasjaar 2017-2018 in totaal tussen de 19 en 20 miljard Nm³ te produceren, dus minder dan de 21,6 miljard Nm³ die aan de NAM is toegestaan voor het huidige gasjaar.

3.2 Hoe geeft de minister de afbouw vorm?

Deze paragraaf analyseert op hoofdlijnen de aanpak van de minister om de productie van het Groningen-gasveld zo snel als mogelijk af te bouwen. Allereerst wordt ingegaan op de afweging van belangen die de minister maakt (paragraaf 3.2.1). Vervolgens worden de stappen besproken die de minister kan zetten om de productie van Groningengas mogelijk sneller te verminderen. Dit door ten eerste in te gaan op het verlagen van de vraag naar Groningengas (paragraaf 3.2.2) en ten tweede op het vergroten van het aanbod van alternatieven voor Groningengas (paragraaf 3.2.3). Hierbij wordt kort stilgestaan bij de maatregelen die de minister op 6 juni in zijn brief aan de Kamer noemt⁶. Iedere m³ gas die door deze maatregelen bespaard kan worden, zorgt immers voor minder kans op aardbevingen en daaraan gerelateerde schade. Tenslotte wordt stilgestaan bij een mogelijke aanscherping van de taakomschrijving van GTS en het toezicht hierop (paragraaf 3.2.4).

3.2.1 Hoe kan de minister tot een navolgbare belangenafweging komen?

Beslissingen omtrent de gaswinning uit Groningen zijn complex. Meerdere, vaak ook tegenstrijdige belangen spelen een rol. Sommige keuzes worden al in het wetsvoorstel vastgelegd. Zo wordt de keuze gemaakt dat afnemers in beginsel niet worden afgesloten.

Andere belangen moeten ook door de minister worden afgewogen. De weging van de verschillende belangen bepaalt in grote mate het uiteindelijke tempo van de afbouw. In de spoedwet heeft de minister aangegeven hoe hij deze belangenafweging wil maken. Deze paragraaf gaat eerst in op deze belangenafweging, gevolgd door aanbevelingen van SodM ten aanzien van deze belangenafweging.

In het wetsvoorstel wordt de afweging tussen veiligheid van de gaswinning, veiligheid van de leveringszekerheid en maatschappelijke belangen beschreven. Kort samengevat beschrijft de memorie van toelichting van de spoedwet de belangen als volgt:

1. Veiligheidsbelang. Deze valt uiteen in twee componenten:
 - a. Veiligheid van de gaswinning: gaswinning veroorzaakt bodembeweging (bodemdaling en aardbevingen). Als gevolg van aardbevingen kan schade aan huizen en andere bouwwerken optreden met risico's voor personen en voor de infrastructuur.
 - b. Veiligheid van de leveringszekerheid: in Nederland zijn op dit moment de huishoudens en het merendeel van de bedrijven afhankelijk van Groningengas. Buitenlandse huishoudens en bedrijven zijn deels afhankelijk van Groningengas. Indien tot afschakelen van huishoudens, maar ook instellingen als ziekenhuizen en verpleeghuizen, moet worden overgegaan, betekent dat dat zij zonder verwarming komen te zitten en niet meer kunnen koken. Dat brengt risico's voor de

⁶ Voortgang maatregelen gaswinningsbrief, kenmerk DGETM-EI / 18113164

(volks)gezondheid met zich mee en kan er toe leiden dat gebieden mogelijk onleefbaar worden of dat alternatieve warmtebronnen moeten worden ingezet die andere veiligheidsrisico's met zich meebrengen.

2. Maatschappelijk belang van leveringszekerheid: de economische consequenties voor bedrijven van langdurige afsluiting van gas. Het gaat hierbij om 'ontwrichtende gevolgen voor de maatschappij'. Als veel bedrijven worden stilgelegd heeft dat consequenties voor de goederen en diensten die deze bedrijven leveren. Dit kan er toe leiden dat niet meer in eerste levensbehoeften kan worden voorzien en dat (een deel) van de Nederlandse maatschappij tot stilstand komt.

De minister maakt de integrale afweging van het veiligheidsbelang jaarlijks bij een nieuw te nemen besluit over de gaswinning uit het Groningen-gasveld. De minister geeft aan dat alleen bij uitzonderlijke situaties de afweging van de veiligheidsbelangen tot een lagere winning kan leiden, bijvoorbeeld in het geval een aardbeving leidt tot één of meerdere doden. SodM vindt belangrijk dat het veiligheidsbelang voorrang krijgt bij beslissingen over de productie uit het Groningen-gasveld. Ook is van belang dat voor alle betrokkenen inzichtelijk en navolgbaar wordt op welke wijze de minister de belangenafweging heeft gemaakt.

Advies: Geef veiligheidsbelang voorrang en maak de belangenafweging inzichtelijk en navolgbaar

SodM vindt belangrijk dat voor alle betrokkenen inzichtelijk en navolgbaar wordt op welke wijze de minister de verschillende belangen heeft afgewogen. SodM beveelt daarbij aan de veiligheid, zowel die van de gaswinning als die van de leveringszekerheid voorrang te geven boven andere belangen, zoals economische belangen van leveringszekerheid. Ook beveelt SodM aan de veiligheid van de gaswinning en de veiligheid van de leveringszekerheid te definiëren als twee aparte belangen. Door allereerst de afzonderlijke belangen zichtbaar en concreet te beschrijven, kan de minister vervolgens zijn afweging tussen beide belangen beschrijven. Op deze wijze wordt de belangenafweging inzichtelijk en navolgbaar.

3.2.2 Hoe wordt de vraag naar Groningengas verlaagd?

Deze paragraaf beschrijft de verschillende soorten gas die we in Nederland gebruiken en gaat daarna in op twee belangrijke maatregelen die de minister neemt om de vraag naar laagcalorisch gas te verminderen. Het betreft dan ten eerste de maatregelen ter vermindering van de export van laagcalorisch gas naar Duitsland, België en Frankrijk, en ten tweede de ombouw van grootverbruikers naar een hoogcalorische aansluiting.

Wat voor gas gebruiken we in Nederland, Duitsland, België en Frankrijk?

Het Nederlandse aardgas is aan de hand van de calorische waarde in te delen (zie Tabel 3-1). De calorische waarde is de hoeveelheid energie die uit 1m³ gas kan worden gehaald bij verbranding: één m³ hoogcalorisch gas bevat meer energie dan één m³ laagcalorisch gas. Er zijn dan drie soorten: hoogcalorisch gas (H-gas); en laagcalorisch gas, onder te verdelen in L-gas en G-gas. Het gas dat uit het Groningenveld komt valt in de categorie G-gas. Uit Groningengas kan ook L-gas worden gemaakt dat gebruikt wordt voor de export naar Duitsland, Frankrijk en België. Dit doet men door Groningengas te mengen met H-gas. H-gas heeft de hoogste calorische waarde, G-gas de laagste.

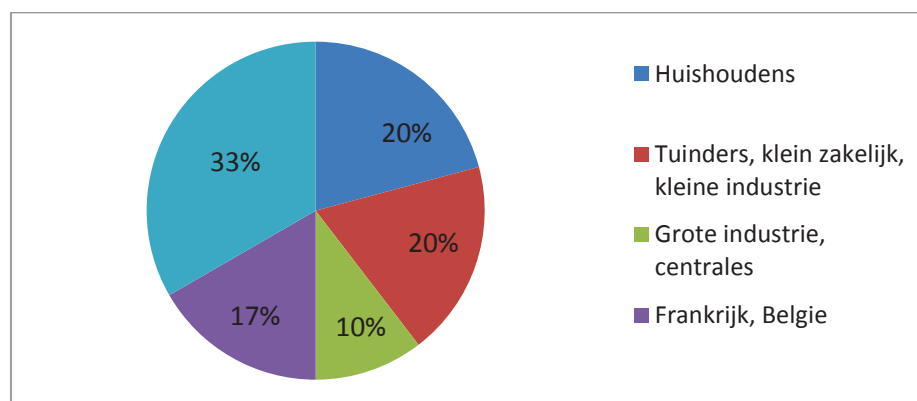
H-gas wordt gebruikt voor zowel binnen- als buitenland; L-gas voor de export naar Duitsland, Frankrijk en België; en G-gas voor binnenlandse afnemers. De verschillende gaskwaliteiten zijn niet onderling uitwisselbaar omdat koolmonoxidevergiftiging en ontploffingsgevaar ontstaan als bijvoorbeeld L-gas branders H-gas gebruiken. Nederlandse huishoudens beschikken doorgaans over branders die G-gas kunnen verbranden.

Tabel 3-1: Soorten gas en gebruikers daarvan.

	Hoogcalorisch	Laagcalorisch	
Soort gas	H-gas	L-gas	G-gas
Gebruikers	Grootverbruikers NL, Export	Export	Huishoudens NL, klein- en grootverbruikers NL

Verminderen van export naar Duitsland, België en Frankrijk levert flinke bijdrage aan reductie vraag naar laagcalorisch gas

Op basis van informatie van EZK is de vraag naar laagcalorisch gas bij benadering uitgesplitst naar verschillende gebruikers. Onderstaande figuur (Figuur 3-1) geeft aan dat de export van laagcalorisch gas naar Duitsland, België en Frankrijk ongeveer vijftig procent uitmaakt van de totale vraag naar laagcalorisch gas. SodM begrijpt derhalve dat de minister sterk inzet op het verminderen van de vraag in Duitsland, België en Frankrijk. De minister heeft aan de Tweede Kamer gerapporteerd dat de vraag in Duitsland versneld wordt afgebouwd en dat ook met Frankrijk en België afspraken zijn gemaakt over het afbouwen van de vraag. Alle landen zijn nu al gestart met het ombouwen van de noodzakelijke infrastructuur. Bovendien is de minister erin geslaagd de afbouw van de vraag uit Duitsland te versnellen, doordat in Keulen een op laagcalorisch gasgestookte energiecentrale eerder is omgebouwd naar een aansluiting op H-gas. SodM heeft geen aanleiding om te denken dat de afbouw van de export van laagcalorisch gas nog meer kan worden versneld.



Figuur 3-1: Uitsplitsing van de vraag naar laagcalorisch gas in 2018, weergegeven in miljard Nm³.

Fiscale maatregelen en aanpassing van de Gaswet kunnen de ombouw van de grootverbruikers versnellen

De minister zet fors in op maatregelen om de vraag van binnenlandse grootverbruikers naar laagcalorisch gas te verminderen. De maatregelen zijn gericht op het ombouwen van de laagcalorische aansluitingen naar hoogcalorische aansluitingen en het verduurzamen van het energieverbruik van deze bedrijven. De ombouw van grootverbruikers naar hoogcalorische aansluitingen brengt operationele uitdagingen met zich mee. Ook geeft GTS aan dat de ombouw van het laagcalorisch gas niet op alle locaties de meest kostenefficiënte maatregel lijkt te zijn. SodM laat deze overwegingen buiten beschouwing en kijkt vanuit haar rol als toezichthouder uitsluitend naar mogelijkheden om de veiligheid in Groningen zo snel als mogelijk te verbeteren. Een hoger tempo van de ombouw draagt in de komende jaren sterk bij aan het bereiken van deze veiligheid. De minister gaf in zijn kamerbrief van 6 juni 2018⁷ aan dat hij de wettelijke en fiscale mogelijkheden verkent om medewerking te stimuleren en het gebruik van laagcalorisch gas te ontmoedigen. SodM geeft de minister daarom vanuit het oogpunt van veiligheid in overweging op korte termijn te besluiten tot dergelijke maatregelen.

⁷ Voortgang maatregelen gaswinningsbrief, kenmerk DGETM-EI / 18113164

Advies: Overweeg om op korte termijn fiscale maatregelen te nemen en op termijn een verbod op laagcalorisch gas voor grootverbruikers in te stellen

De afbouw van Groningengas is juist in de komende drie jaar in belangrijke mate afhankelijk van het tempo waarmee grootverbruikers ombouwen en verduurzamen. Daarom adviseert SodM de minister om zo snel mogelijk fiscale maatregelen te nemen en te besluiten om op termijn een verbod op laagcalorisch gas voor grootverbruikers in te stellen.

3.2.3 Maatregelen ter vergroting van het aanbod van laagcalorisch gas

In deze paragraaf licht SodM kort toe hoe het aanbod van alternatieven voor Groningen gas tot stand komt. De minister kondigde in zijn brief op 6 juni⁸ maatregelen aan die invloed hebben op het beschikbaar maken van alternatieven voor het Groningengas. SodM gaat in op een aantal van deze maatregelen. Tot slot staat SodM stil bij de mogelijke effecten van keuzes die GTS maakt bij de inzet van haar middelen.

Hoe creëer je meer aanbod van alternatieven voor Groningen gas?

Kwaliteitsconversie, het kunstmatig maken van laagcalorisch gas door hoogcalorisch gas te verdunnen met stikstof, is een belangrijke manier om het aanbod van laagcalorisch gas te vergroten. Daarnaast wordt het ook gebruikt om de pieken in de vraag en het aanbod van gas op het gastransportnetwerk op te vangen; het balanceren van het netwerk. Voor deze kwaliteitsconversie beschikt GTS over verschillende middelen en methoden.

De keuzes van GTS over hoe zij haar middelen en methoden inzet bij de uitvoering van haar wettelijke taak om het gastransportnetwerk te balanceren, hebben invloed op de benodigde productie uit het Groningen-gasveld. Het wetsvoorstel regelt dat GTS moet voorzien in kwaliteitsconversie om de productie uit het Groningen-gasveld te reduceren. Bij de uitvoering van de taak om het gastransportnet te balanceren, maakt GTS echter ook keuzes die bepalen hoeveel van deze kwaliteitsconversiecapaciteit beschikbaar zal zijn voor de productie van laagcalorisch gas. De huidige inzichten zijn dat voor GTS 15% van de conversiecapaciteit nodig is om het gastransportnetwerk te balanceren en de kwaliteitsloze gasmarkt in stand te houden.

Versnellen bouw extra stikstofinstallatie

Uit de Kamerbrieven en rapportages van GTS blijkt dat de beschikbaarheid van stikstof en mengfaciliteiten nu een knelpunt zijn om op korte termijn de Groningen gasproductie sterk te verminderen. De minister heeft daarom besloten tot de bouw van de stikstofinstallatie. Deze installatie vergroot het aanbod van stikstof aanzienlijk. De keuze van de locatie bij Zuidbroek voorkomt dat de beschikbaarheid van transportcapaciteit een knelpunt wordt.

Als de stikstofinstallatie sneller operationeel is dan gepland, wordt het eerder veilig in Groningen. Elk jaar dat de installatie eerder wordt opgeleverd scheelt 5 tot 7 miljard Nm³ productie uit het Groningen-gasveld. GTS geeft na onderzoek aan dat voor de bouw van de stikstofinstallatie 4 jaar nodig is. GTS heeft aangegeven dat de doorlooptijd van het project niet bepaald wordt door de tijd die nodig is voor het verkrijgen van de benodigde vergunningen voor dit project. Wel op het kritieke pad liggen het opstellen van de specificaties en het daarna bestellen en leveren van de maatwerkproducten die nodig zijn voor deze fabriek. SodM gaat in de komende periode verder in gesprek met GTS om beter te begrijpen door welke factoren het kritieke pad van de stikstofinstallatie precies bepaald wordt.

Gas uit kleine velden maximaal inzetten ten gunste van de afbouw van de Groningen productie

⁸ Voortgang maatregelen gaswinningsbrief, kenmerk DGETM-EI / 18113164

GTS geeft aan dat in het mengproces van hoogcalorisch gas en bij conversie van hoogcalorisch gas met stikstof gebruikelijk is om hoogcalorisch gas met een zo laag mogelijke Wobbe-waarde waar mogelijk in te zetten ongeacht de bron van het gas. Technische omstandigheden op het gastransportnet spelen hierbij een rol. GTS beoogt door deze werkwijze de ter beschikking staande (beperkte) middelen zo efficiënt mogelijk in te zetten. GTS bevestigt dat het gas uit de kleine velden zo veel als mogelijk ingezet wordt voor het mengproces.

De minister heeft het kleine veldenbeleid herijkt om de Nederlandse winning, waar dat kan, veilig en verantwoord voort te zetten. Voor de productie van laagcalorisch gas uit kleine velden-gas is minder stikstof nodig dan voor de productie van laagcalorisch gas uit geïmporteerd gas. Hierdoor kan met minder stikstof een zelfde hoeveelheid laagcalorisch gas worden gemaakt.

De minister neemt daarom beleidsmaatregelen die het economische perspectief van gaswinning op de Noordzee verbeteren en de maatschappelijke randvoorwaarden voor onshore winning uit de kleine velden verbeteren. SodM oordeelt positief over de aanpak van de minister om de kleine velden op de Noordzee en op land beter te benutten door binnen de bestaande winningsvergunningen de productie maximaal in te zetten om het tempo van de afbouw te versnellen.

Inzet van alle voor GTS beschikbare middelen en methoden om optimaal bij te dragen aan de minimale inzet van het Groningen-gasveld

Zoals eerder beschreven bestaat een relatie tussen de hoeveelheid gas die uit het Groningenveld wordt geproduceerd en de mate waarin de stikstofcapaciteit ingezet wordt voor de productie van laagcalorisch gas. Op dit moment wordt uitgegaan van een capaciteitsinzet van 85%. De verwachting van GTS is dat bij een hogere inzet van de stikstofcapaciteit minder gas uit het Groningen-gasveld geproduceerd hoeft te worden. GTS schat in dat inzet van iedere procent additionele stikstofcapaciteit ongeveer 0,2 miljard Nm³ per jaar besparing oplevert.

GTS heeft aangegeven dat zij in 2018 al ervaring heeft opgedaan met het verhogen van de inzet van de stikstofcapaciteit. Als gevolg van het loslaten van de beperking op de veldbrede fluctuaties van het Groningen-gasveld, hoeven de stikstofinstallaties van GTS minder fluctuaties in de vraag naar Groningengas op te vangen⁹ en kunnen daardoor meer laagcalorisch gas produceren. GTS geeft aan dat in 2017 gemiddeld 76% van de kwaliteitsconversie capaciteit is gebruikt. In de eerste twee kwartalen van 2018 heeft GTS gemiddeld ongeveer 86% van de stikstofcapaciteit gebruikt. Dit draagt nu al bij aan het verlagen van de productie uit het Groningen-gasveld.

Ook geeft GTS aan dat zij onderzoek wil doen naar de mate waarin de inzet van stikstofcapaciteit nog verder verhoogd kan worden. SodM heeft kennis genomen van het rapport 'Onderzoek andere benadering van de gaswinning'¹⁰. SodM leest in dit rapport dat GTS met een inzet van 85% kwaliteitsconversie met zekerheid kan blijven voldoen aan haar wettelijke taak om het gastransportnet in balans te houden. Ook concludeert men in dit rapport dat de kwaliteitsconversiecapaciteit niet volledig ingezet kan worden voor de productie van laagcalorisch gas.

SodM heeft op dit moment nog onvoldoende inzicht in de veronderstellingen die ten grondslag liggen aan de bepaling van het percentage stikstofcapaciteit dat ingezet moet worden voor de productie van laagcalorisch gas. SodM kan daarom op dit moment nog niet de vraag beantwoorden of alle opties overwogen worden om te komen tot de reservering van een kleiner deel van de

⁹ GTS merkt hierbij op dat de nu bestaande beperkingen van de regionale fluctuaties overigens nog wel van invloed zijn op de mate waarin de stikstofcapaciteit ingezet kan worden.

¹⁰ Dit rapport is opgesteld door GTS, ACM, Gastera, NAM en het ministerie van Economische Zaken, gepubliceerd in december 2015

stikstofcapaciteit. SodM zal in gesprek gaan met GTS om deze vraag in de komende periode te beantwoorden.

Innovaties op het gebied van kwaliteitsconversie

Gezien de beperkte beschikbaarheid van stikstof heeft de minister ook gekeken naar de vraag of ook andere gassen zoals waterstof en rookgas kunnen worden bijgemengd om de afbouw van de Groningen gasproductie te versnellen. De minister meldt in de kamerbrief van 6 juni 2018 dat het bijmengen van groene waterstof niet zonder aanvullende maatregelen gebruikt kan worden als vervanger van geconverteerd hoogcalorisch gas uit de stikstofinstallaties vanwege bijvoorbeeld andere verbrandingseigenschappen. Hij concludeert dat dit aanpassing vergt van de regelgeving voor gassamenstelling en gastoestellen en een complete of gedeeltelijke ombouw/vervanging van de laagcalorische gasmarkt. Op dit moment bekijkt de minister of een beperktere toepassing van waterstof (in de vorm van klimaatgas) tot de mogelijkheden behoort.

Het valt SodM op dat de huidige normen voor gaskwaliteit als beperking genoemd worden voor het toepassen van alternatieve gassen. SodM zal als toezichthouder op de gaskwaliteit altijd in de eerste plaats kijken naar de veiligheid van het gas dat getransporteerd wordt door het netwerk en of dit ook veilig verbrand kan worden in gastoestellen. Tegelijkertijd vraagt SodM zich af welke overwegingen hebben geleid tot de terughoudendheid ten opzichte van de toepassing van waterstof.

Onderzoek van Gasterra, Joulz en Stedin¹¹ op het gebied van inzet van waterstof uit 2011 lijkt SodM veelbelovend. In de presentatie van hun bevindingen geven zij aan dat het langdurig bijmengen van waterstof geen aanwijsbare invloed heeft op verschillende leiding materialen en gastoestellen. SodM ziet dan ook toegevoegde waarde in gesprek hierover met GTS.

Voor wat betreft het bijmengen van rookgas is SodM eveneens geïnteresseerd in een nadere toelichting door GTS van de bezwaren die kleven aan de inzet van dit gas. De argumenten die in de brief van 6 juni 2018 zijn genoemd om geen rookgas in te zetten leiden bij SodM tot de vraag hoe aan de genoemde bezwaren met betrekking tot gaskwaliteit en beschikbaarheid eventueel het hoofd kan worden geboden. SodM zal dan ook hierover in gesprek gaan met GTS.

3.2.4 Toezicht op GTS

Belangrijke rol GTS en Gasterra in de afbouw

GTS maakt elk jaar een raming van de benodigde hoeveelheid gas die ten hoogste uit het Groningenveld gewonnen moet worden in het kader van leveringszekerheid. Gasterra, als verkoper van het Groningengas, regelt de inzet van de overslagen¹² en heeft de capaciteit van de gasopslag Norg gecontracteerd. Gasterra beïnvloedt daarmee ook de vraag naar Groningengas. GTS en Gasterra hebben dus invloed op het tempo waarmee de Groningen productie afgebouwd kan worden. GTS is naast een belangrijke adviseur van de minister ook een uitvoerende partij die aanzienlijke invloed heeft op de hoeveelheid gas die uit Groningen geproduceerd moet worden om alle afnemers van gas te voorzien.

SodM vraagt zich af in hoeverre geregeld is dat de GTS zijn wettelijke taken ook daadwerkelijk uit dient te voeren in het licht van het zo snel als mogelijk verminderen van de productie uit het Groningen-gasveld. SodM vindt het wenselijk dat een dergelijke verplichting op GTS rust, zodat zijn

¹¹ Praktijk onderzoek: Bijmengen van waterstof in aardgas verloopt vlekkeloos.
<http://www.Joulz.nl/nl/actueel/108-bijmengen-waterstof-in-aardgas-verloopt-vlekkeloos>.

¹² Een overslag is een locatie waarop het gas uit het Groningenveld ingevoerd wordt op het gastransportnet van GTS. Gasterra geeft aan GTS door op welk moment welke hoeveelheid gas op deze locatie het netwerk zal worden ingevoerd.

keuzes omtrent inzet van middelen en methodes optimaal bij zullen dragen aan het *zo spoedig mogelijk* minimaliseren van de productie uit het Groningen-gasveld.

Advies: Scherp de wettelijke taken voor GTS aan met een plicht om de Groninger gasproductie zo snel als mogelijk te doen afbouwen

In het wetsvoorstel voor de Gaswet krijgt GTS de taak toebedeeld om voor de leveringszekerheid alle beschikbare middelen en methoden die deze de vraag naar Groningengas minimaliseren, te betrekken. Ook heeft GTS de wettelijke taak het gasnet te balanceren. In het wetsvoorstel wordt GTS niet verplicht deze taken zo uit te voeren dat de keuzes optimaal bijdragen aan het zo spoedig mogelijk afbouwen van de productie uit het Groningen-gasveld. De wettelijke verplichting zou daarom aangescherpt moeten worden zodat er een verplichting ontstaat de gaswinning zo snel als mogelijk te minimaliseren.

Toezicht kan een bijdrage leveren om tot het juiste niveau van transparantie en navolgbaarheid te komen hoe GTS de wettelijke verplichting om zo snel als mogelijk de gaswinning te minimaliseren. GTS is daarbij ondermeer verantwoordelijk voor de realisatie van de stikstofinstallatie, voor tijdige realisatie van de hoogcalorische infrastructuur voor grootverbruikers die omschakelen naar hoogcalorisch gas en voor onderzoek naar mogelijkheden extra inzet van conversiecapaciteit. SodM begrijpt van het ministerie van EZK dat met de uitbreiding van de wettelijke taken van GTS, ACM het toezicht zal houden op de complete set aan wettelijke taken. SodM onderstreept het belang hiervan. Het onafhankelijke toezicht van de ACM zal daarmee een belangrijke bijdrage leveren met haar toezicht aan het afbouwen van de gaswinning.

Advies: Zorg dat ACM ook toezicht kan houden op de aangescherpte taken van GTS, namelijk de verplichting om zo snel als mogelijk de gaswinning in Groningen te minimaliseren.

4 Wat betekent het stoppen van de gaswinning voor de veiligheidsrisico's?

Bij de advisering van SodM naar aanleiding van de Zeerijp-beving was de centrale vraag bij welke productiehoeveelheid er geen gebouwen meer zouden zijn met een risico hoger dan 10^{-4} /jaar. Hierbij was het uitgangspunt dat de versterking van woningen gaande was. Deze versterkingsaanpak zou er, samen met het advies van SodM, voor zorgen dat alle gebouwen in Groningen aan de veiligheidsnorm zouden gaan voldoen. Voor de beantwoording van deze centrale vraag hebben we een veiligheidsmarge aangehouden (zoals uitgelegd in hoofdstuk 2). De minister heeft het SodM-advies, om zo snel als mogelijk de productie terug te brengen naar 12 miljard Nm^3 per jaar, overgenomen.

Vervolgens heeft de minister besloten om op termijn helemaal te stoppen met de gaswinning. Hij heeft hiertoe maatregelen aangekondigd, die het huidige productieniveau over een periode van zo'n tien jaar terugbrengen naar nul (de zogenaamde afbouwscenario's).

In dit hoofdstuk wordt geanalyseerd in welke mate en met welk tempo, de veiligheidsrisico's tijdens het afbouwen van de gaswinning de komende jaren zullen afnemen. Hierbij heeft SodM zich gebaseerd op dezelfde methodologie, als bij het Zeerijp-advies. Op basis van die methodologie heeft de NAM berekeningen opgeleverd in aanvulling op het 'Winningsplan Groningen 2016'. De NAM heeft deze aanvulling op verzoek van het ministerie van Economische Zaken en Klimaat op 15 juni 2018 ingediend (Bijlage VI). SodM heeft daarbovenop nog een aantal aanwijzingen gegeven aangaande de berekeningen. Daarnaast heeft SodM om een aantal additionele resultaten gevraagd. Die heeft SodM eveneens op 15 juni ontvangen.

Zoals in hoofdstuk 2 beschreven, beoordeelt SodM de gevolgen voor de veiligheidsrisico's op basis van de verwachtingswaarde van de risicoberekeningen. Vanwege de grote bekende en onbekende onzekerheden in de berekeningen, de temperatuurontwikkeling de komende jaren, alsmede de haalbaarheid van het afbouwscenario, hanteert SodM voor het bepalen van de te nemen maatregelen een veiligheidsmarge. Zoals toegelicht in hoofdstuk 2, en in lijn met SodM's Zeerijp-advies, is hiervoor de P90-waarde uit de berekeningen gebruikt (Figuur 4-3).

In de volgende paragrafen wordt weergegeven in hoeverre de berekeningen SodM's verwachting uit het Zeerijp-advies bevestigen (paragraaf 4.1). Aansluitend wordt stilgestaan bij hoe de berekende risico's zich de komende jaren gaan ontwikkelen (paragraaf 4.2). Omdat de berekeningen steeds uitgaan van een gemiddeld jaar en de voorgenomen (maar onzekere) afbouw van de gaswinning, heeft SodM het effect bepaald van een koudere winter en/of een tegenvallende afbouw (paragraaf 4.3). De analyses maken ook duidelijk dat de risico's sterk afhankelijk zijn van de geografische locatie. Ook de snelheid waarmee de risico's afnemen, verschilt. Deze observaties worden besproken in paragraaf 4.4.

4.1 Zijn de uitkomsten van de risicoberekeningen consistent met die van het Zeerijp-advies?

Het advies van SodM naar aanleiding van de Zeerijp-beving was om zo snel mogelijk de productie te beperken tot 12 miljard Nm^3 per jaar. In dit advies heeft SodM geanalyseerd dat er bij dit productieniveau geen gebouwen meer zouden zijn met een P90-risicoschatting hoger dan 10^{-4} per jaar. Deze analyse heeft plaatsgevonden op basis van de risicoberekeningen in de november rapportage van de NAM⁸. Om consistentie in de advisering te waarborgen vindt SodM het belangrijk om allereerst vast te stellen of het doel van risicoreductie, met de afbouw van de productie naar 12 miljard Nm^3 per jaar, daadwerkelijk bereikt wordt.

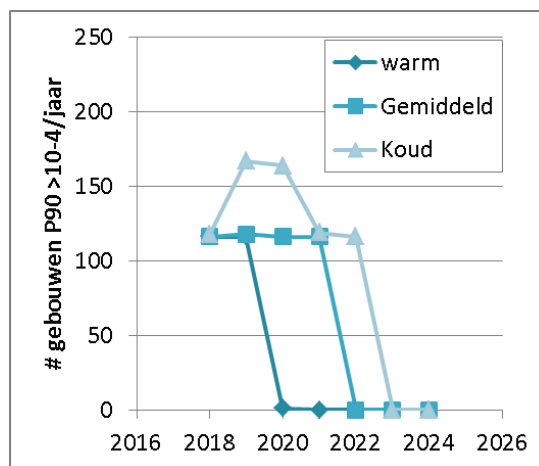
In de eind maart gepresenteerde afbouwscenario's van de minister komt de productie voor een gemiddeld temperatuurprofiel in het gasjaar 2021/2022 uit op ongeveer 12 miljard Nm^3 . Verwacht mag worden dat uit de berekeningen volgt dat er in 2022 geen gebouwen meer zullen zijn met een

risico hoger dan 10^{-4} per jaar. Figuur 4-1 en Tabel 4-1 laten zien dat dit ook daadwerkelijk het geval is. In het scenario van een koud temperatuurprofiel wordt de productie, dankzij de bouw en ingebruikname van de stikstofinstallatie, een jaar later lager dan 12 miljard Nm^3 en zijn er vanaf 2023 geen gebouwen meer met een risico boven de grenswaarde van 10^{-4} per jaar. Bij een opeenvolging van warme winters gedurende de komende jaren, zouden er al in 2021 geen gebouwen meer zijn met een risico boven de grenswaarde.

SodM concludeert dan ook dat de laatste risicoberekeningen consistent zijn met de berekeningen, waarop het Zeerijp-advies is gebaseerd.

Tabel 4-1: Overzicht van de ontwikkeling van het aantal gebouwen (bij de verschillende afbouwscenario's), dat met een veiligheidsmarge (P90-risicoschatting) een risico hoger dan 10^{-4} per jaar heeft.

Temperatuurprofiel			
jaar	Warm	Gemiddeld	Koud
2018	116	116	118
2019	116	118	167
2020	1	116	164
2021	0	116	119
2022	0	0	116
2023	0	0	0
2024	0	0	0



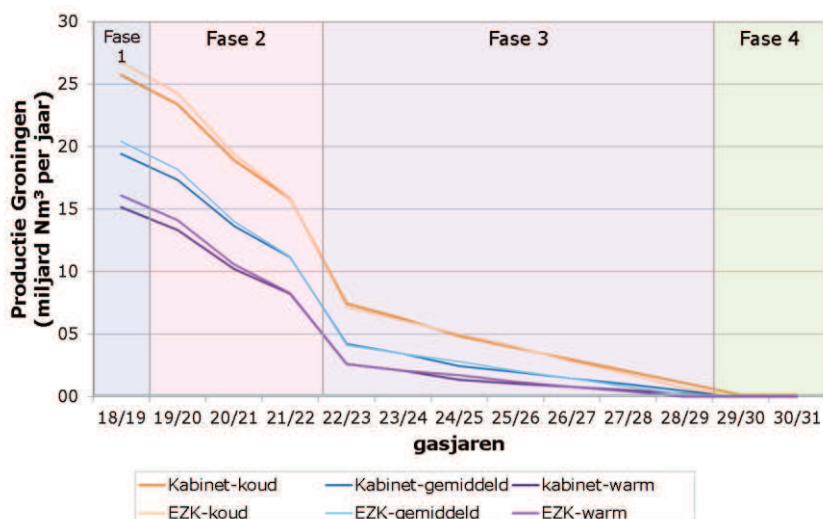
Figuur 4-1: Ontwikkeling van het aantal gebouwen (bij de verschillende afbouwscenario's), dat met een veiligheidsmarge (P90-risicoschatting) een risico hoger dan 10^{-4} per jaar heeft.

4.2 Hoe zullen de veiligheidsrisico's zich de komende jaren ontwikkelen?

In deze paragraaf wordt ingegaan op de wijze waarop de risico's zich de komende jaren zullen ontwikkelen, gegeven het afbouwscenario voor een gemiddeld jaar. De berekeningen zijn gemaakt voor kalenderjaren. Hierdoor wordt rekening gehouden met de vertraging die er in het systeem zit tussen gaswinning, drukdaling op verschillende locaties in het veld én het ontstaan van bevingen.

SodM onderscheidt 4 verschillende fasen (Figuur 4-2): fase 1 – komend jaar, fase 2 – tot de ingebruikname van de nieuwe stikstofinstallatie, fase 3 – na de ingebruikname van de stikstofinstallatie en tot het einde van de productie, en fase 4 – na de beëindiging van de productie. Voor deze laatste fase zijn nog geen berekeningen voor het risico gemaakt. Wel is een voorspelling voor de ontwikkeling van het jaarlijks aantal bevingen doorgerekend. In hoofdstuk 6 zal nader op deze fase worden ingegaan.

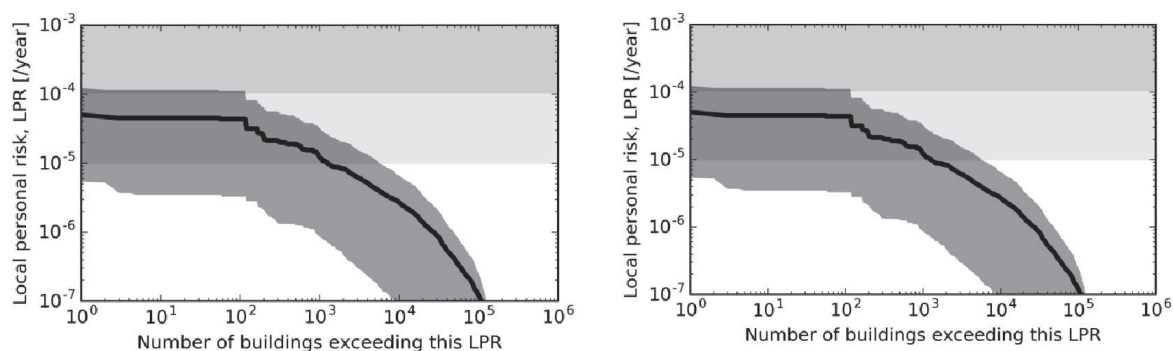
Figuur 4-2: Overzicht van de afbouwscenario's met daarin aangegeven de vier fasen die SodM daarin onderscheidt voor de analyse van de ontwikkeling van de risico's (zie ook Bijlage VI).



4.2.1 Fase 1: de veiligheidsrisico's nemen het komend jaar nog iets toe

Fase één (blauw gearceerd in de figuren) definiëren we als het komende jaar: het kalenderjaar 2019). Deze fase geeft een goed beeld van de veiligheidsrisico's, die de mensen in Groningen op dit moment lopen (Figuur 4-3).

Uit de exacte uitkomsten van de berekeningen (Tabel 4-2) blijkt dat er in 2019 meer gebouwen niet aan de veiligheidsnorm van 10^{-5} per jaar zullen voldoen dan in 2018 het geval is. Verder valt op dat er in beide jaren geen gebouwen zijn waarvan de verwachtingswaarde/ gemiddelde van het risico hoger is dan de grenswaarde van 10^{-4} per jaar. Wel wordt er, zoals in de voorgaande paragraaf reeds beschreven, voor 2019 voor 118 gebouwen een P90-waarde boven de 10^{-4} per jaar berekend.



Figuur 4-3: Grafische weergave van het aantal gebouwen met een risico groter of gelijk aan een gegeven waarde (een cumulatieve distributie) voor 2018 (links) en 2019 (rechts). De verwachtingswaarde voor het risico is in de figuren weergegeven door de dikke zwarte lijn. De donkergrijze band eromheen geeft de onzekerheid hierin weer. De bovengrens van deze donkergrijze band geeft de berekende P90-waarde voor het risico.

Tabel 4-2: Overzicht van het aantal gebouwen met een risicoschatting hoger dan de veiligheidsnorm (10^{-5} per jaar) en de grenswaarde (10^{-4} per jaar) in 2018 en 2019.

Jaar	Gemiddelde > 10^{-5} per jaar	P90 > 10^{-5} per jaar	Gemiddelde > 10^{-4} per jaar	P90 > 10^{-4} per jaar
	[Voor toetsing aan de norm]	[Voor bepalen maatregelen]	[Voor toetsing aan de grenswaarde]	[Voor bepalen acute maatregelen]
2018	1256	5725	0	116
2019	1478	7193	0	118

De stijging van het aantal gebouwen dat niet voldoet aan de veiligheidsnorm wordt verklaard doordat de productie vrijwel gelijk blijft aan de huidige productie, terwijl bij gelijkblijvende productie de seismische activiteit weer licht zal toenemen (zie bijlage IV). Deze kleine toename zorgt ervoor dat een groep gebouwen, die in 2018 nog als veilig gold, door de gelijkblijvende productie en verwachte toenemende seismische activiteit, in 2019 net boven de veiligheidsnorm uitkomt.

4.2.2 Fase 2: van 2020 tot en met 2022 is er een eerste flinke afname van het risico

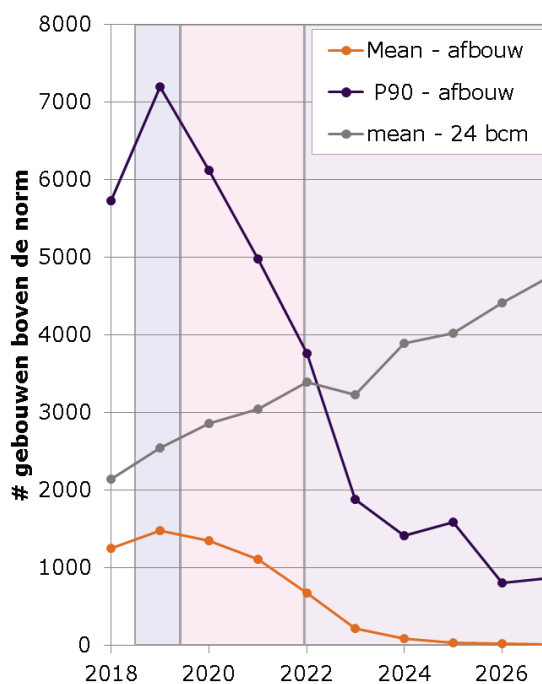
Als tweede fase (roze gearceerd in de figuren) onderscheiden we de periode van 2020 tot en met 2022. Volgens de afbouwscenario's in een gemiddeld jaar neemt de productie uit het Groningengasveld in deze tweede fase af naar ongeveer 12 miljard Nm^3 per jaar, als gevolg van het overschakelen van grootverbruikers en het verminderen van de vraag uit het buitenland.

Figuur 4-4 laat de ontwikkeling zien van het aantal gebouwen, dat in de tijd gezien niet aan de norm voldoet. De uitkomsten staan ook in absolute aantallen samengevat in Tabel 4-3. Aan deze resultaten is te zien dat in fase 2, het aantal gebouwen dat niet aan de norm voldoet, gestaag afneemt. De afbouw is echter niet sterk genoeg om het risico van alle onveilige gebouwen dusdanig ver te verlagen, dat de risico's onder de veiligheidsnorm uitkomen. In 2022 is het aantal onveilige

gebouwen, zowel op basis van de verwachtingswaarde als op basis van de P90-risicoschatting, ongeveer gehalveerd ten opzichte van 2019.

Tabel 4-3: Overzicht van de ontwikkeling van het aantal gebouwen met een risicoschatting hoger dan de norm (10^{-5} per jaar) en de P90-risicoschatting afgezet in de tijd (bij het afbouwscenario van een gemiddelde temperatuurontwikkeling).

Jaar	Gemiddelde $>10^{-5}$ per jaar	P90 $>10^{-5}$ per jaar
2018	1256	5725
2019	1478	7193
2020	1354	6119
2021	1109	4981
2022	678	3760
2023	225	1887
2024	88	1411
2025	40	1587
2026	28	805
2027	15	877



Figuur 4-4: Ontwikkeling van het aantal gebouwen met een risico hoger dan de norm (10^{-5} per jaar) en de P90 risicoschatting afgezet tegen de tijd.

4.2.3 Fase 3: risico's sterk beperkt na ingebruikname van de stikstofinstallatie

Door de bouw en ingebruikname van de stikstofinstallatie neemt de productie uit het Groningen-gasveld sterk verder af. In het gasjaar 2022/2023 wordt er in het afbouwscenario voor een gemiddeld temperatuurprofiel nog maar 4,2 miljard Nm^3 gas uit het Groningen-gasveld geproduceerd. Deze productie wordt in de jaren erna verder afgebouwd totdat de productie in 2029 helemaal wordt beëindigd. De belangrijkste vraag voor deze derde fase (paars gearceerd in de figuren) is of de sterke beperking van de productie ervoor kan zorgen dat er geen onveilige gebouwen meer zijn.

De uitkomsten van de risicoberekeningen in Figuur 4-4 en Tabel 4-3 laten zien dat er ook in 2023, na de ingebruikname van de stikstofinstallatie, nog steeds gebouwen zijn met een risico hoger dan de norm van 10^{-5} per jaar. Dit aantal neemt in de jaren erna wel verder af. Er zijn enkele honderden gebouwen waarvan de verwachtingswaarde voor het risico hoger is dan de norm. Met inachtneming van de P90-waarde en de gehanteerde veiligheidsmarge, zouden een kleine 2000 gebouwen de komende jaren versterkt moeten worden. De risico's voor deze gebouwen zullen namelijk ook op de langere termijn, bij lage gasproductie, niet aan de norm voldoen.

4.3 De veiligheidssituatie is sterk gevoelig voor een relatief koudere winter en tegenvallende afbouw van de winning

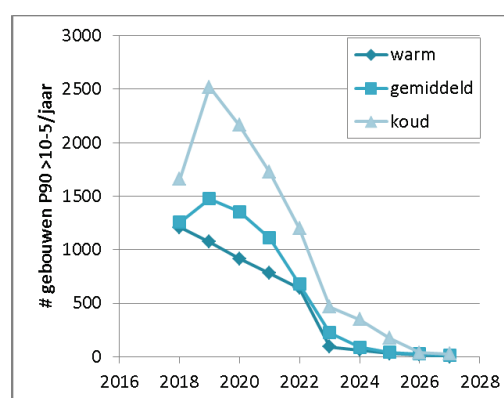
De gepresenteerde resultaten in de voorgaande paragrafen waren gebaseerd op het afbouwscenario voor een gemiddeld temperatuurprofiel. Hoewel de afgelopen jaren over het algemeen een gemiddeld temperatuurverloop hebben gekend, is naar de toekomst toe niet uit te sluiten dat een koude winter optreedt. Daarnaast is niet uit te sluiten dat door omstandigheden de afbouw minder voorspoedig verloopt dan nu ingeschat. Dit heeft gevolgen voor de hoogte van de gasproductie en daarmee ook voor de hoogte van de risico's.

Naast berekeningen voor het gemiddelde scenario heeft de NAM ook berekend hoe de risico's veranderen indien er in een gegeven jaar een koude winter optreedt. De resultaten van deze berekening zijn weergegeven in Tabel 4-4 en Figuur 4-5. In het geval van een koude winter neemt het aantal gebouwen, dat niet aan de norm voldoet, sterk toe. Deze toename wordt verklaard doordat in een gemiddeld jaar een groot aantal gebouwen net onder de veiligheidsnorm zit (zie Figuur 4-6). Ten opzichte van een gemiddelde winter neemt de verwachte seismische activiteit bij een koude winter toe, waardoor de risico's van de gebouwen ook hoger worden ingeschat. De risico's van een substantiële groep gebouwen komen daardoor net boven de norm uit, terwijl deze er bij een gemiddelde winter nog net onder blijven.

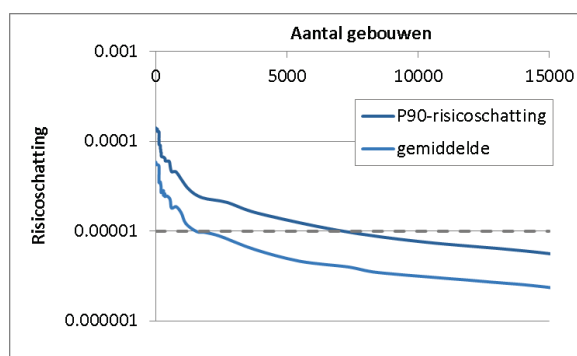
De veiligheidssituatie in Groningen is dus gevoelig voor een toename van de gasproductie ten gevolge van een koude winter. Een hoger dan verwachte productie ontstaat echter ook als het afbouwscenario niet wordt gehaald. Dit onderstreept nogmaals de wenselijkheid voor het gebruiken van een veiligheidsmarge bij het vaststellen van de omvang van het versterkingsprogramma. Zonder een dergelijke marge zouden grote groepen gebouwen het ene (warmere) jaar wel veilig zijn en het volgende (koudere) jaar weer niet en dat voor een periode van verschillende jaren op rij.

Tabel 4-4: Overzicht van de ontwikkeling van het aantal gebouwen bij de verschillende afbouwscenario's (verwachtingswaarde voor het risico hoger dan 10^{-5} per jaar).

Temperatuurprofiel			
Jaar	Warm	Gemiddeld	Koud
2018	1210	1256	1660
2019	1074	1478	2521
2020	916	1354	2164
2021	781	1109	1726
2022	640	678	1197
2023	91	225	466
2024	62	88	349
2025	31	40	172
2026	20	28	38
2027	2	15	27



Figuur 4-5: Ontwikkeling van het aantal gebouwen bij de verschillende afbouwscenario's (verwachtingswaarde voor het risico hoger dan 10^{-5} per jaar).

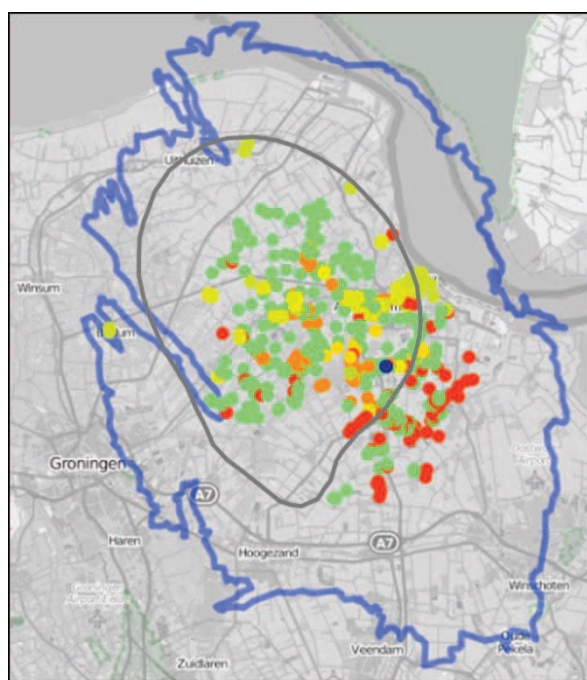


Figuur 4-6: Risicoschatting (verwachtingswaarde / gemiddelde en P90) voor het jaar 2019. Te zien is dat de lijnen vrij vlak lopen rond de norm van 10^{-5} per jaar.

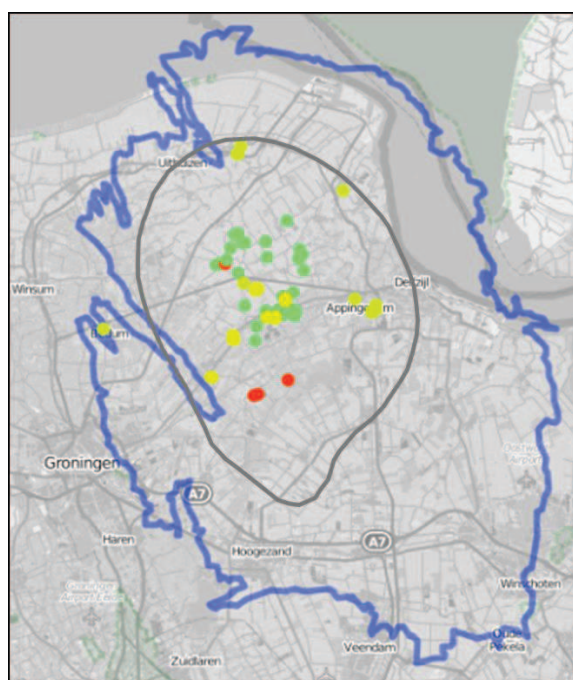
4.4 Hoe ontwikkelen de risico's zich ruimtelijk over het Groningen-gasveld?

In paragraaf 4.2 is de ontwikkeling beschreven van het aantal gebouwen dat niet voldoet aan de norm. Het is daarnaast ook van belang om te kijken waar deze gebouwen zich ruimtelijk gezien bevinden. In Figuur 4-7 zijn de gebouwen met een verwacht risico boven de veiligheidsnorm in 2019 en 2023 weergegeven.

Verwachtingswaarde/gemiddelde

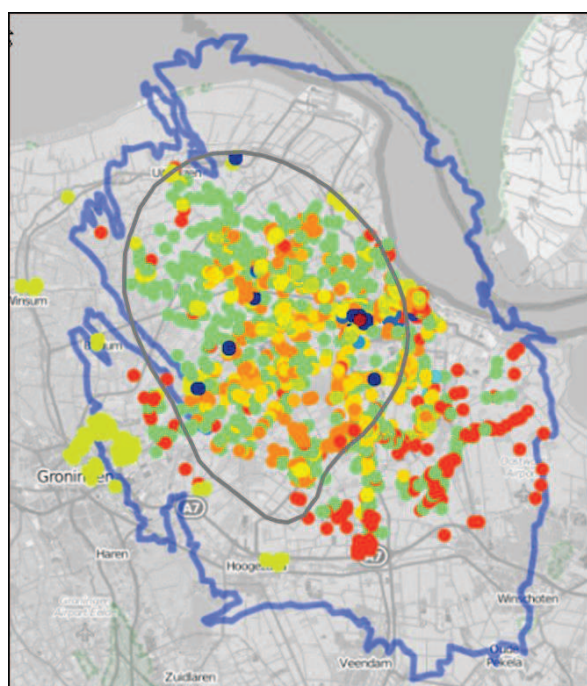


2019

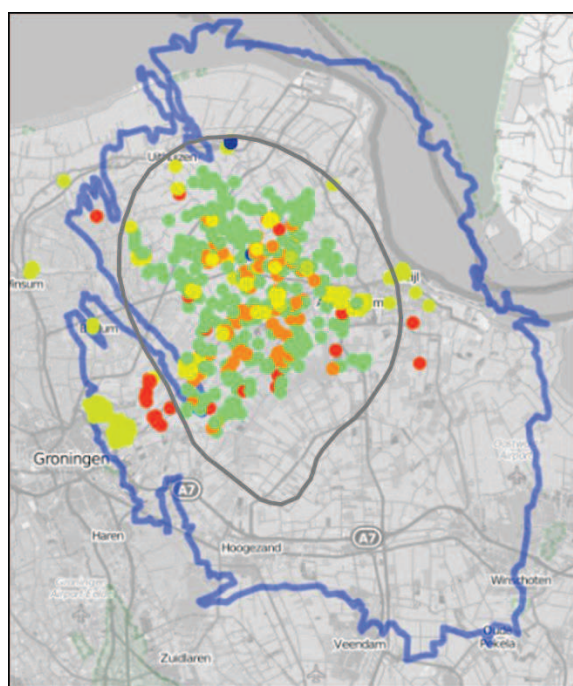


2023

P90-risicoschatting



2019



2023

Figuur 4-7: Ruimtelijke verdeling van de gebouwen waarvan de verwachtingswaarde voor het risico in 2019 (links) en 2023 (rechts) hoger is dan de norm van 10^{-5} per jaar. Boven: Verwachtingswaarde risicoschatting; Onder: P90-risicoschatting (bron: NAM - 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) ingediend op 15 juni 2018). De kleuren van de punten geven *niet* de daadwerkelijke risicoschatting aan, maar hetzelfde type gebouw. De grijze contour is de 0,2g-contourlijn zoals door de NCG gebruikt voor de prioritering in het meerjarenprogramma.

Wat opvalt in 2019 is dat er geen sprake is van een duidelijke concentratie van de onveilige gebouwen. De gebouwen liggen verspreid over nagenoeg het gehele Groningen-gasveld. Alleen in het uiterste zuiden bevinden zich geen woningen boven de norm. Wat bovendien opvalt is dat een deel van deze gebouwen zich duidelijk buiten het prioriteitsgebied van de NCG bevindt. Dit is het gebied waarbinnen de NCG in stappen de inspecties uitvoert. Dit prioriteitsgebied is gebaseerd op de 0,2g-contourlijn, zoals die door de KNMI is berekend op basis van de gasproductie in het verleden. Beide observaties suggereren dat de prioritering, zoals die nu ten grondslag ligt aan de versterkingsoperatie, verbeterd kan worden.

In 2023 bevinden de onveilige gebouwen zich alleen nog boven het noordelijke gedeelte van het gasveld; ten noorden van de lijn Delfzijl - Groningen-stad. In het zuidelijke deel van het gebied voldoen dan alle gebouwen aan de norm, inclusief de gehanteerde veilige marge. Dit is in lijn met de snellere afname van de dreiging in het zuiden (zie Bijlage V), waardoor het zwaartepunt van de dreiging naar het noorden verschuift. De snellere afname van de dreiging in het zuiden heeft ook tot gevolg dat de risico's daar sneller afnemen met de afbouw van de productie, dan boven het noorden van het gasveld. Het is van belang om hier in de prioritering van de versterkingsopgave rekening mee te houden en deze niet te baseren op de risicoschatting van de individuele gebouwen in 2019. In Hoofdstuk 5 zal SodM adviseren om bij de prioritering van de versterkingsopgave uit te gaan van de hoogste risico's in de toekomst (2027) en op basis van de jaarlijkse risicoschattingen terug te werken in de tijd.

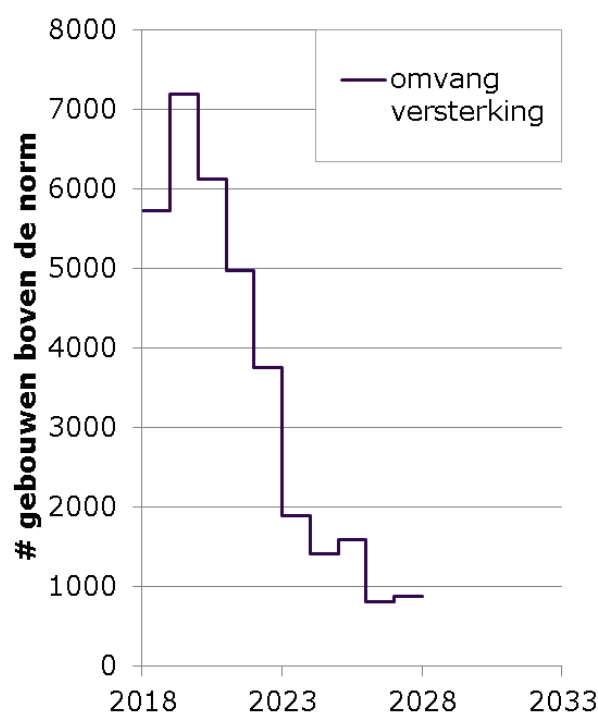
4.5 Conclusies

Het afbouwscenario van de minister zorgt ervoor dat de veiligheidsrisico's in Groningen de komende jaren worden verlaagd. De sterke reductie van de productie uit het Groningen-gasveld heeft een sterk positief effect op de veiligheid van de Groningers. Dit is vooral een gevolg van de bouw en ingebruikname van de stikstofinstallatie, waardoor meer hoogcalorisch gas naar laagcalorisch gas kan worden omgezet. Echter, ook op de langere termijn (na 2023) blijft er sprake van gebouwen, waarvan het risico hoger is dan de norm. Versterking van gebouwen blijft dan ook noodzakelijk. Niet alleen de grote onzekerheden, bekend en onbekend, onderstrepen de wenselijkheid voor het hanteren van een veiligheidsmarge bij het vaststellen van de versterkingsoperatie. Ook de sterke gevoeligheid van de risicoberekeningen voor hogere gasproducties (ten gevolge van een koud jaar en/of het niet halen van de afbouw) vraagt om het hanteren van een veiligheidsmarge. Zonder een dergelijke marge zouden grote groepen gebouwen het ene jaar wel veilig zijn en het volgende jaar weer niet en dat voor een periode van verschillende jaren op rij.

5 Wat betekent de ontwikkeling van de veiligheidsrisico's voor de versterkingsopgave?

De NCG heeft steeds rekening gehouden met zo'n 20.000 gebouwen die in Groningen versterkt zouden moeten worden. Deze inschatting was gebaseerd op een beoordelingssystematiek, uitgaande van het niveau van gaswinning, zoals dat voor 2015 bestond (gemiddeld circa 50 miljard Nm³ per jaar). Uitgaande van een gasproductie van 24 miljard Nm³ per jaar en gebruikmakende van een veilige marge, kon de versterkingsoperatie vervolgens ruw geschat worden op zo'n 10.000 gebouwen, die versterkt moeten worden. Met het besluit van het kabinet om de gaswinning af te bouwen, nemen de risico's verder af. Dit betekent ook dat minder gebouwen versterkt hoeven te worden. De laatste probabilistische berekeningen laten zien dat de omvang van de versterkingsoperatie maximaal zo'n 7000 gebouwen omvat en snel afneemt als de gaswinning daadwerkelijk afgebouwd wordt volgens het voorgestelde scenario (zie Figuur 5-1).

SodM heeft zorgen omtrent de snelheid waarmee het huidige versterkingsprogramma wordt uitgevoerd. Er zijn tot nu toe slechts zo'n 600 gebouwen versterkt. Alhoewel het tempo omhoog leek te gaan, kost de huidige aanpak veel tijd en dreigt het versterkingstraject langer te duren dan acceptabel is. Het kabinet heeft in de Kamerbrieven van 18 december 2015¹³ de Tweede Kamer geïnformeerd, dat voor bestaande bouw de politieke keuze voor een overgangperiode van vijf jaar is gemaakt, waarin het individueel risico tussen de 10⁻⁴ en 10⁻⁵ per jaar mag zijn. In deze periode moeten er wel maatregelen worden genomen, zodat het risico zich na deze vijf jaar onder de 10⁻⁵ per jaar bevindt. Er is onvoldoende duidelijkheid wanneer de overgangperiode van vijf jaar ingaat. SodM gaat in principe uit van de strikte interpretatie wat betekent dat de overgangperiode in december 2020 afloopt. SodM is van oordeel dat zoveel als mogelijk de relevante gebouwen versterkt moeten zijn voordat de overgangperiode van 5 jaar verstreken is. Daar waar dat niet mogelijk is, gegeven de omvang van de opgave, zullen de gebouwen zo snel als mogelijk na het aflopen van de overgangperiode versterkt moeten zijn. Dat kan maatregelen vergen die ongebruikelijk zijn, maar die wel tot snelle verbetering van de veiligheid leiden.



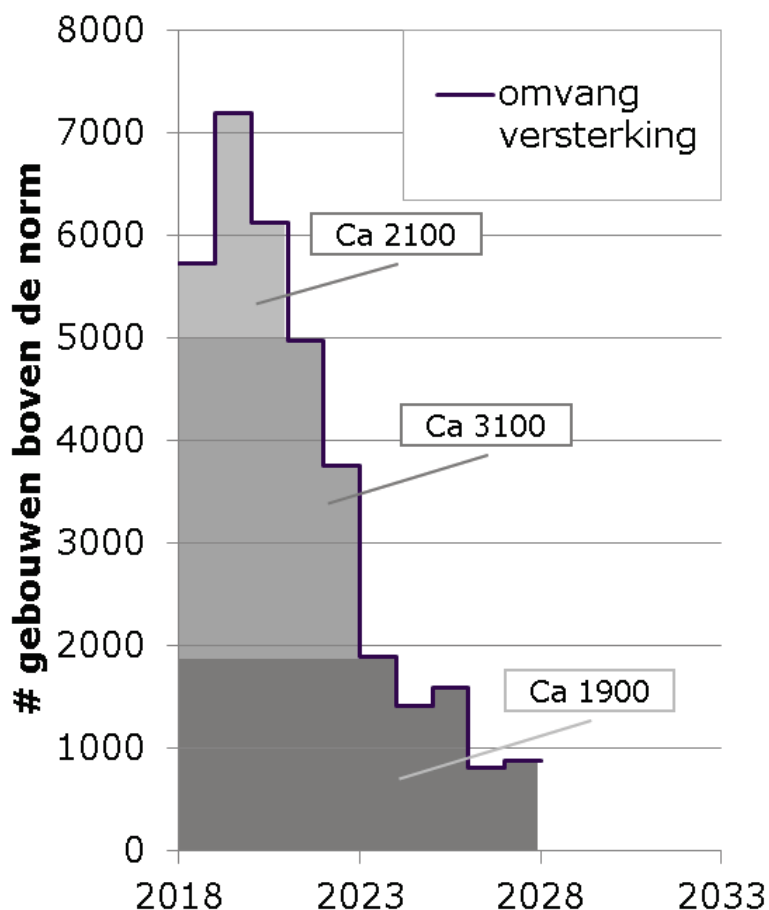
Figuur 5-1: Schatting van het aantal gebouwen dat, gegeven het afbouwscenario, de komende jaren in aanmerking komt voor versterking.

5.1 Omvang en prioritering van de versterkingsopgave

In Figuur 5-1 en Figuur 5-2 wordt de inschatting aangegeven van het aantal gebouwen dat in aanmerking komt voor versterking. Deze inschatting is gebaseerd op de berekeningen zoals die in het vorige hoofdstuk zijn gepresenteerd. De aantallen zijn gebaseerd op de P90-waarde van de risicoberekeningen en bieden daarmee voldoende zekerheid voor de mensen in Groningen en voor het vormgeven van de versterkingsoperatie.

¹³ (Kamerstukken II 2015/16, 33529, 212 [Kamerbrief].)

In totaal zijn er zo'n 7100 gebouwen die in aanmerking komen voor versterking. Om met voldoende zekerheid te kunnen garanderen dat tijdig alle gebouwen aan de veiligheidsnorm voldoen, zullen naar verwachting zo'n 5000 (3100 + 1900) gebouwen in het versterkingsprogramma moeten worden opgenomen (Figuur 5-2). Hieronder wordt op basis van de risicoschatting allereerst nader ingegaan op groep van 1900 gebouwen waarvan het risico op langere termijn hoog blijft. Vervolgens wordt de groep van 3100 gebouwen waarvan het risico door de ingebruikname van de stikstofinstallatie onder de norm komen, besproken en tenslotte de resterende 2100 gebouwen waarvan de risico's door de afbouw reeds in 2021 onder de veiligheidsnorm uitkomen.



Figuur 5-2: : Schatting van het aantal gebouwen dat, gegeven het afbouwscenario, de komende jaren in aanmerking komt voor versterking. De grijze arceringen geven het aantal gebouwen aan dat met een veilige marge voor een specifieke periode versterkt zou moeten worden. De aantallen staan ook genoemd in de tekstvakken.

Een deel van de gebouwen (zo'n 1900) hebben de versterking voor een langere periode nodig om aan de veiligheidsnorm te voldoen. De versterking van deze panden levert de noodzakelijke veiligheidswinst die de afbouw, ook na de ingebruikname van de stikstofinstallatie, niet tijdig kan bieden. SodM adviseert om deze 1900 gebouwen die ook op lange termijn nog risicovol zijn, te inspecteren en waar nodig zoveel mogelijk te versterken voor 2021. Van circa 235 van de 1900 gebouwen is versterking binnen het huidige versterkingsprogramma reeds in uitvoering: deze maken deel uit van de zogenaamde 1467 'batch'. Een overige 298 gebouwen is reeds binnen de 1588 en 1581 'batches' geïnspecteerd.

De termijn waarbinnen de versterking moet worden afgerond is kort, maar SodM acht het van groot belang dat alles op alles wordt gezet om dit te realiseren. De gebouwen waar het niet mogelijk is deze voor deze termijn te versterken, zullen zo snel als mogelijk na 2021 versterkt moeten worden. Voor deze groep van gebouwen waar versterking noodzakelijk is, zou maatwerk als uitgangspunt gehanteerd kunnen worden. Daarbij zouden burgers meer zelfbeschikking kunnen krijgen omtrent

het hoe en wat van de versterking van hun huis. Indien de doorlooptijd hiervan te lang wordt, zou een meer generieke aanpak overwogen kunnen worden als dit tot een kortere doorlooptijd leidt.

Advies: Inspecteer en versterk zo snel mogelijk de circa 1900 gebouwen waarvan, gegeven een veilige marge, het risico op langere termijn te hoog is

Deze gebouwen hebben de versterking voor een langere periode nodig om aan de veiligheidsnorm te voldoen. De versterking van deze panden levert de noodzakelijke veiligheidswinst die de afbouw, ook na de ingebruikname van de stikstofinstallatie, niet tijdig kan bieden. Voor deze gebouwen zou het bieden van maatwerk als uitgangspunt gehanteerd kunnen worden bij het vormgeven van de versterkingsoperatie. Indien de doorlooptijd hiervan te lang wordt, zou een meer generieke aanpak overwogen kunnen worden als dit tot een kortere doorlooptijd leidt.

SodM vindt het verstandig om de versterking, zoveel als mogelijk, te beginnen bij de meest risicovolle gebouwen. Deze gebouwen zullen ondanks de afbouw van de gaswinning het langst onveilig blijven. Anders gezegd: werk de versterking van deze gebouwen af van rechts naar links in Figuur 5-2. Op deze manier wordt begonnen met de gebouwen die het meest onveilig zijn en het langst onveilig zullen blijven. Deze gebouwen bevinden zich verspreid over het gehele Groningen-gasveld, maar vooral ten noorden van de lijn Groningen-stad – Delfzijl.

Een deel van deze gebouwen ligt buiten de tot nu toe voor de prioritering gehanteerde 0,2g contourlijn uit de gehanteerde dreigingskaart van november 2015. Het hanteren van deze contour bij de prioritering zorgt ervoor dat risicovolle gebouwen (te) laat in aanmerking komen voor versterking. SodM adviseert dan ook om deze contour los te laten en op basis van de best mogelijke risicoschatting te gaan prioriteren.

Advies: Baseer de prioritering van het versterkingsprogramma op de best mogelijke risicoschatting

Een deel van de gebouwen die in aanmerking komen voor versterking liggen buiten de tot nu toe voor de prioritering gehanteerde 0,2g contourlijn uit de gehanteerde dreigingskaart van november 2015. Het hanteren van deze contour bij de prioritering zorgt ervoor dat risicovolle gebouwen (te) laat in aanmerking komen voor versterking. SodM adviseert om deze contour los te laten en op basis van de best mogelijke risicoschatting te gaan prioriteren.

Voor het grootste deel van de 5000 gebouwen die niet met voldoende zekerheid in 2021 aan de norm zullen voldoen (zo'n 3100; Figuur 5-2), is versterking slechts noodzakelijk tot en met 2022. Uitgaande van het beschikbaar komen van de stikstofinstallatie, zullen deze gebouwen vanaf 2023 met redelijke zekerheid binnen de norm vallen (met of zonder versterking). Voor deze gebouwen is inspectie en maatwerk waarschijnlijk niet het beste uitgangspunt. Bij een lange doorlooptijd (meer dan 5 jaar) worden deze gebouwen, dankzij de ingebruikname van de stikstofinstallatie, al veilig door de afbouw van de winning en draagt de versterking niet meer bij aan het voldoen aan de veiligheidsnorm.

SodM adviseert daarom om passende maatregelen te nemen. Waarschijnlijk is voor deze gebouwen alleen een generieke en daarmee snellere aanpak (dus geen inspecties en engineering per gebouw, maar oplossingen voor types van gebouwen) snel genoeg.

Advies: Onderzoek de mogelijkheden voor snelle, generieke maatregelen om op zeer korte termijn de veiligheid al te verbeteren

Voor circa 3100 gebouwen geldt dat deze uiterlijk in 2023, na de ingebruikname van de stikstofinstallatie, veilig zullen zijn. Bij een lange doorlooptijd (meer dan 5 jaar) worden deze gebouwen, dankzij de ingebruikname van de stikstofinstallatie, al veilig door de afbouw van de winning en draagt de versterking niet meer bij aan het voldoen aan de veiligheidsnorm. SodM adviseert daarom om passende maatregelen te nemen. Waarschijnlijk is voor deze gebouwen alleen een generieke en daarmee snellere aanpak (dus geen inspecties en engineering per gebouw, maar oplossingen voor types van gebouwen) snel genoeg.

Naast de bovengenoemde 5000 (1900 + 3100) gebouwen zijn er zo'n 2100 gebouwen die slechts tot 2021, zelfs binnen de meest strikte interpretatie van de overgangperiode van vijf jaar, gegeven de veilige marge boven de veiligheidsnorm zitten (Figuur 5-2). Vanwege de afbouw van de gasproductie zijn deze gebouwen ook zonder versterking vanaf 2021 veilig. Tot die tijd wordt voldaan aan de tijdelijke grenswaarde van 10^{-4} per jaar. Deze gebouwen hoeven daarom niet versterkt te worden.

Advies: Versterking van 2100 gebouwen die binnen de overgangperiode aan de veiligheidsnorm zullen voldoen is niet nodig

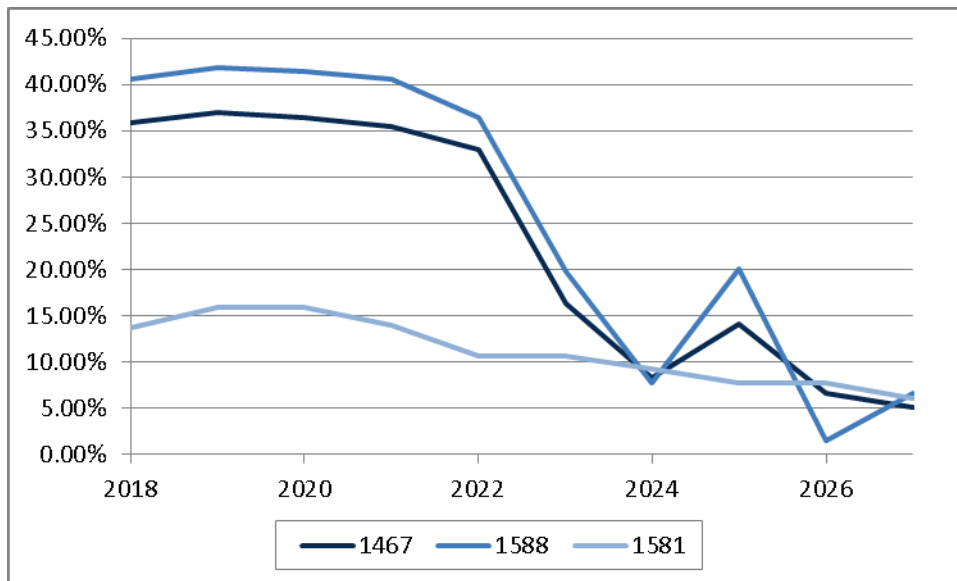
Er zijn circa 2100 gebouwen die slechts tot 2021, zelfs binnen de meest strikte interpretatie van de overgangperiode van vijf jaar, gegeven de veilige marge boven de veiligheidsnorm zitten. Vanwege de afbouw van de gasproductie zijn deze gebouwen ook zonder versterking vanaf 2021 veilig. Tot die tijd wordt voldaan aan de tijdelijke grenswaarde van 10^{-4} per jaar. Deze gebouwen hoeven vanuit het oogpunt van veiligheid niet versterkt te worden.

5.2 Wat te doen met de batches van 1588 en 1581?

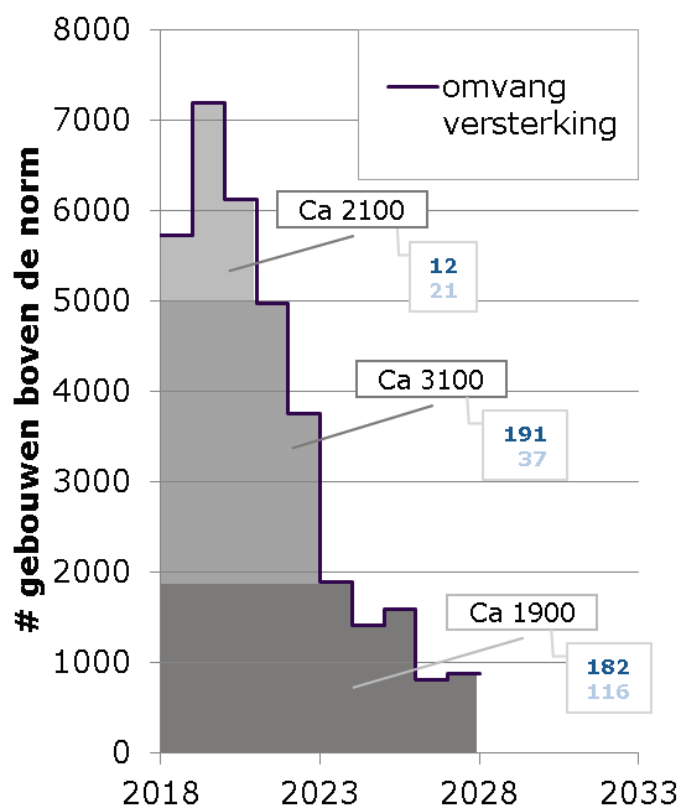
In samenwerking met de NCG heeft SodM in kaart gebracht wat de effectiviteit is van de drie versterkingsgroepen ('batches') uit de gebiedsgerichte aanpak op het verminderen van de risico's, die de Groningers lopen. De drie groepen staan bekend als de '1467' (eerste groep), de '1588' (tweede groep) en de '1581' (derde groep). De genoemde aantallen zien op het aantal adressen in de groepen. Het aantal gebouwen is kleiner (1444, 920 en 1092), omdat zich in meerdere gebouwen in de groepen meerdere adressen bevinden. Denk hierbij aan appartementen in een flatgebouw.

Figuur 5-3 laat voor de periode 2018-2027 het aantal gebouwen in de verschillende groepen zien, die op basis van de nieuwe risicoberekeningen, nog steeds in aanmerking komt voor versterking. Een hoog percentage impliceert dat veel van de gebouwen uit deze groep ook op basis van de laatste risicoberekeningen in aanmerking komen voor versterking.

Voor de korte termijn is de overlap van de eerste twee groepen (namelijk de 1467 en de 1588 batches) met de huidige berekeningen met ruwweg 35-40% relatief groot. De versterking van de 1467 'batch' is momenteel gaande. De daadwerkelijke versterking van de 1588 en 1581 'batches' is nog niet gestart. Een belangrijk deel van de 'batch' 1588 moet vanuit het oogpunt van objectieve veiligheid versterkt worden. Voor de 1581 'batch' ligt dit anders. De overlap met de laatste berekeningen is met zo'n 15% relatief beperkt. In deze batch zitten echter wel 123 gebouwen, die op basis van de risicoberekeningen ook na 2021 nog in aanmerking zouden komen voor versterking. Ongeveer een kwart van de 1900 gebouwen, die volgens de laatste berekeningen op langere termijn (na de ingebruikname van de stikstofinstallatie in 2022) mogelijk risicovol zijn, wordt met de drie 'batches' samen reeds aangepakt (Figuur 5-4).



Figuur 5-3: Weergave van de effectiviteit van de verschillende versterkingsgroepen, die op dit moment in behandeling zijn. De effectiviteit is uitgedrukt als het percentage van de gebouwen per groep, dat op basis van de risicoberekeningen in aanmerking komt voor versterking.



Figuur 5-4: : Schatting van het aantal gebouwen dat, gegeven het afbouwscenario, de komende jaren in aanmerking komt voor versterking. De grijze arceringen geven het aantal gebouwen aan dat met een veilige marge voor een specifieke periode versterkt zou moeten worden. De aantallen staan ook genoemd in de tekstvakken. In de extra boxjes wordt steeds het aantal gebouwen weergegeven, dat overlapt met de 1588 (donkerblauw) en 1581 (lichtblauw) batches.

SodM is van mening dat de versterking van die gebouwen in de 1588 en 1581 'batches', waarvan de P90-riscoschatting boven de veiligheidsnorm ligt, zo spoedig moet worden uitgevoerd conform de huidige versterkingsadviezen. Het gaat hierbij om 385 gebouwen in 'batch' 1588 en 174 gebouwen

in 'batch' 1581. Het doorpakken met de overige gebouwen in de 1588 en 1581 'batches' is voor de veiligheid strikt genomen niet noodzakelijk.

Advies: Versterk de gebouwen uit de 1588 en 1581 'batches' met een P90-risicoschatting boven de veiligheidsnorm zo snel mogelijk, conform de huidige versterkingsadviezen

De 1588 en 1581 'batches' hebben een overlap met de best mogelijke risicoschattingen. SodM is van mening dat de versterking van de 527 gebouwen in de 'batches', waarvan de P90-risicoschatting boven de veiligheidsnorm ligt, zo spoedig mogelijk moet worden uitgevoerd, conform de huidige versterkingsadviezen.

Ofschoon er een overlap bestaat tussen de 'batches' en de laatste berekeningen, zitten er dus ook gebouwen in de 'batches' die volgens de laatste berekening strikt genomen *niet* versterkt hoeven te worden. In 'batch' 1588 gaat dit om 535 gebouwen (in 2019) en in 'batch' 1581 gaat het om 918 gebouwen (in 2020), in totaal betreft dit dus 1489 gebouwen. Het volledig oppakken van de versterking van de 'batches' 1588 en 1581 zou er dus voor zorgen dat er ook gebouwen worden versterkt, waar dat volgens de laatste risicoberekeningen niet nodig is. De minister zal hier een oordeel over moeten geven. SodM adviseert de minister bij zijn overweging en beslissing ook de veiligheidsbeleving mee te wegen.

Advies: Versterking van de niet risicovolle gebouwen in de 'batches' is vanuit oogpunt van veiligheid niet nodig

Het versterken van de overige, volgens de berekeningen niet risicovolle gebouwen, in de 1588 en 1581 'batches' (samen 1453 gebouwen) is vanuit oogpunt van veiligheid niet noodzakelijk. Het volledig oppakken van de versterking van de 'batches' 1588 en 1581 zal er dus voor zorgen dat er ook gebouwen worden versterkt, waar dat volgens de laatste risicoberekeningen niet nodig is. De minister zal hier een oordeel over moeten geven. SodM adviseert de minister bij zijn overweging en beslissing ook de veiligheidsbeleving mee te wegen.

5.3 Kan de veiligheidsbeleving verbeterd worden?

De veiligheidsbeleving is door de aardbeving bij Zeerijp verslechterd. Ook de voortdurende onzekerheid, de sterke afhankelijkheid van een ongrijpbaar versterkingsproces én de ervaringen van de afgelopen paar jaar met de schadecompensatie hebben niet bijgedragen aan een hoger veiligheidsgevoel. Door de betrokkenen keuzemogelijkheden te bieden, krijgen ze zelf enige controle over de versterking. Dit kan een duidelijk positief effect hebben op zowel de veiligheidsbeleving als het vertrouwen. Dit vertrouwen is essentieel om met Groningen goed door de komende jaren heen te kunnen navigeren. Er zullen in Groningen namelijk nog langere tijd aardbevingen voorkomen. Ook kan er schade optreden en er kunnen zich zelfs veiligheidsrisico's voordoen. Immers, het risico vermindert weliswaar, net zoals de kans op aardbevingen, maar dat betekent niet dat aardbevingen (inclusief zwaardere) en schade uitgesloten kunnen worden. Het volgende hoofdstuk probeert een zo goed mogelijk beeld te geven van wat de inwoners van Groningen mogen verwachten de komende jaren.

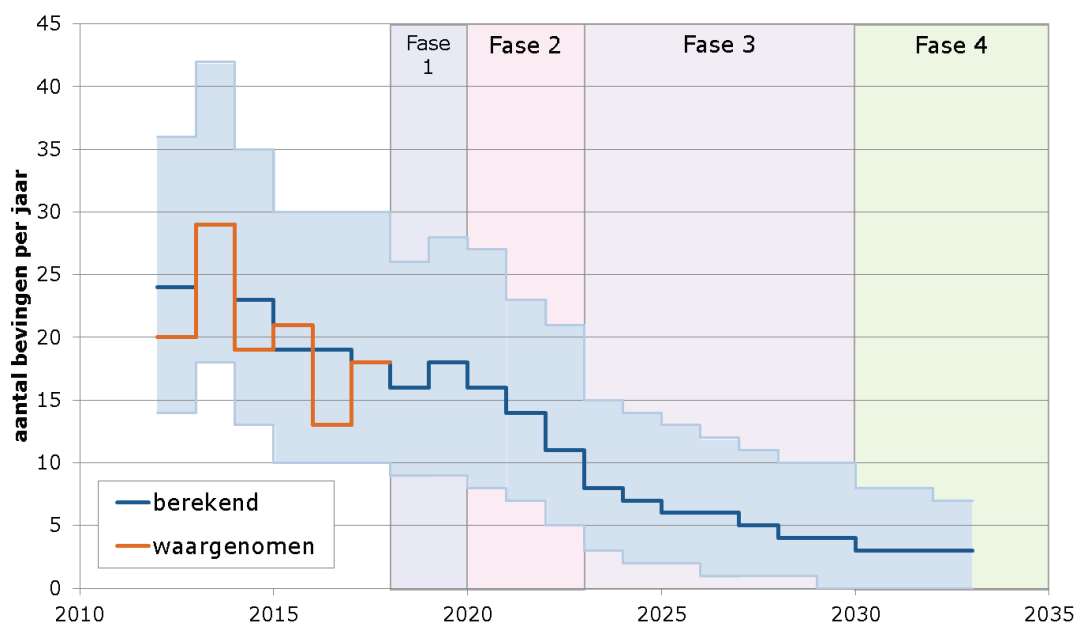
6 Wat mogen de Groningers nu verwachten?

De afname van de gasproductie zorgt ervoor dat het aantal bevingen de komende 15 jaar naar verwachting sterk zal afnemen. Het afbouwscenario van de minister verloopt echter in fases en is sterk afhankelijk van de ingebruikname van de stikstofinstallatie. Hieronder zullen we voor de verschillende fases beschrijven welke ontwikkelingen de Groningers kunnen verwachten in de seismische activiteit.

6.1 2019: komend jaar kunnen er weer meer bevingen optreden

Het komend jaar is de gasproductie vergelijkbaar met de productie dit jaar. Dit betekent dat het aantal bevingen dat kan optreden, zelfs iets meer kan worden (toename in fase 1 in Figuur 6-1). De kans op een zware beving blijft daarmee ook onverminderd bestaan (Figuur 6-2).

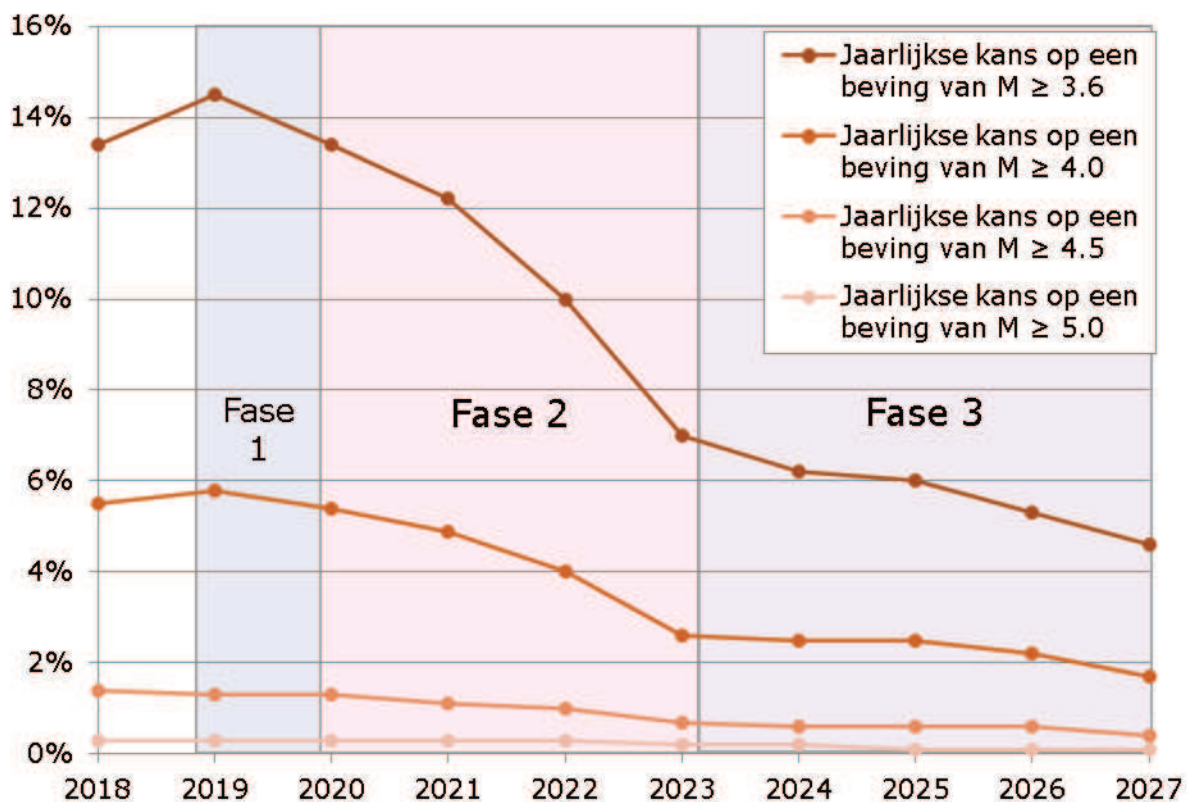
Als komende winter een koude winter wordt, dan zal de situatie verder verslechteren. Het aantal bevingen zal verder toenemen. Een warmere winter zorgt er met een lagere productie voor dat de situatie wat kan verbeteren. De mate waarin er een verbetering of verslechtering zal optreden is sterk afhankelijk van waar er meer of minder wordt geproduceerd. Een hogere productie uit clusters nabij de meest gevoelige breuken in het Loppersumgebied of het zuidwesten van het veld, zal tot een sterkere toename van het aantal bevingen leiden dan een verhoogde productie in het zuidoosten van het gasveld (zie ook bijlage IV).



Figuur 6-1: Berekeningen van de ontwikkeling van het jaarlijks aantal bevingen met een sterkte van 1,5 en hoger voor het afbouwscenario van het kabinet. De blauwe band geeft de onzekerheid op het berekende aantal bevingen weer.

6.2 2020-2023: tot de ingebruikname van de stikstofinstallatie zal het aantal bevingen naar verwachting langzaam afnemen

De jaren erna, tot de ingebruikname van de stikstofinstallatie (fase 2 in Figuur 6-1), kunnen de inwoners van Groningen ervan uitgaan dat de situatie gestaag zal verbeteren. De gasproductie neemt af en daarmee zal ook het aantal bevingen naar verwachting afnemen. De kans op zwaardere bevingen zal daarmee ook afnemen (Figuur 6-2). De onzekerheidsbandbreedte in de modellen is echter groot. Dit betekent dat niet uitgesloten kan worden dat zowel het aantal bevingen als de kans op zwaardere bevingen, ook gelijk kan blijven.



Figuur 6-2: De ontwikkeling van de jaarlijkse kans op zwaardere bevingen voor het afbouwscenario van het kabinet.

6.3 2023-2030: na de ingebruikname van de stikstofinstallatie zal het aantal bevingen naar verwachting snel verder afnemen

Met de bouw en ingebruikname van de stikstofinstallatie zal het aantal bevingen per jaar duidelijk afnemen als gevolg van de sterk afnemende productie (fase 3 in Figuur 6-1). Hierdoor zal ook de kans op zwaardere bevingen afnemen (Figuur 6-2). In 2023 is deze kans naar verwachting gehalveerd ten opzichte van de kans op zwaardere bevingen op dit moment. Op het moment dat de productie in 2030 wordt gestaakt, zullen er nog tussen de nul en acht bevingen (met een sterkte van 1,5 of hoger) per jaar kunnen optreden, met een verwachtingswaarde van drie bevingen per jaar. De kans op zwaardere bevingen is dan ongeveer een factor vier lager dan in 2018.

SodM gaat ervan uit dat een gerichte versterkingsoperatie op de meest kwetsbare gebouwen ertoe zal leiden dat de veiligheidsrisico's van alle inwoners van Groningen, na de ingebruikname van de stikstofinstallatie, dezelfde zijn als voor de overige inwoners van Nederland (10^{-5} per jaar). Dit betekent *niet* dat er dan geen bevingen meer op zullen treden of dat er geen kans meer is op zwaardere bevingen. De inwoners van Groningen moeten er rekening mee houden dat schade als gevolg van een beving nog lange tijd op kan treden. Ook een zwaardere beving is niet uitgesloten.

6.4 Na 2030: ook na de beëindiging van de productie uit het Groningengasveld kunnen er nog steeds bevingen optreden

Ook na beëindiging van de productie zal de kans op enkele bevingen, waaronder mogelijk zwaardere, nog lang blijven bestaan (fase 4 in Figuur 6-1). Deze bevingen kunnen gepaard gaan met schade. De kans zal wel steeds verder afnemen (Figuur 6-2). Op dit moment is niet aan te geven hoe lang de bevingen kunnen blijven doorgaan. De eerste jaren zal in bepaalde delen van het veld nog spanning worden opgebouwd op de breuken (bijlage IV). Pas als de druk in het veld overal weer helemaal gelijk is, zal er nergens meer spanning worden opgebouwd. Deze spanningen en de spanningen die de afgelopen en komende jaren op de breuken zijn opgebouwd, kunnen nog

vrijkomen in de vorm van bevingen. Niet alle spanning zal overigens vrijkomen in de vorm van bevingen. Alleen daar waar de spanningen hoog genoeg zijn, en deze niet via andere mechanismen, zoals niet-seismische beweging op de breuken (er treedt een langzame beweging langs de breuk op zonder dat er sprake is van bevingen) wordt verminderd, kunnen nog bevingen ontstaan. Er zullen na verloop van tijd steeds minder plekken in het veld zijn waar dit nog het geval is.

7 Samenvatting en advies

Na de beving bij Zeerijp adviseerde SodM op 1 februari om de gaswinning zo snel als mogelijk naar 12 miljard Nm³ per jaar terug te brengen. SodM nam bij dit advies als uitgangspunt dat de versterking van woningen al gaande was. Samen met het advies van SodM zou deze versterkingsaanpak er voor zorgen dat alle gebouwen in Groningen aan de veiligheidsnorm zouden gaan voldoen.

De minister van EZK heeft dit advies meteen overgenomen en eind maart heeft hij zijn afbouwscenario's gepresenteerd. De minister heeft op dat moment duidelijk gemaakt dat hij de gaswinning in Groningen niet alleen naar 12 miljard Nm³ per jaar wil terug brengen, maar er voor 2030 bovendien geheel mee wil stoppen. Op 29 maart 2018 heeft SodM de minister aangegeven dat zij, waar nodig, de minister zou adviseren in hoeverre de afbouw nog aan snelheid zou kunnen winnen. Ook heeft SodM toen aangekondigd dat zij een advies zou uitbrengen over zowel de gevolgen van dit besluit voor de veiligheid, als over de implicaties, die de afbouw van de gaswinning heeft voor de huidige versterkingsoperatie.

De huidige versterkingsoperatie is gestart vanuit de gedachte dat de veiligheidsrisico's van de doorgaande gaswinning deels beperkt kunnen worden door gebouwen te versterken. Gebouwen worden daarmee veiliger in de zin dat de kans afneemt dat ze (deels) instorten. Gebouwen blijven ondanks de versterking wel gevoelig voor schade. Bij doorgaande winning kunnen voor nog langere tijd aardbevingen, ook zwaardere, voorkomen. De voorgenomen afbouw van de gaswinning heeft deze situatie veranderd. SodM heeft veel vragen gekregen over wat de mensen in Groningen nu mogen verwachten.

Dit rapport beantwoordt dan ook een drietal hoofdvragen: ten eerste 'Gaaf de voorgenomen afbouw van de gaswinning zo snel als mogelijk?', vervolgens 'Wat betekent het stopzetten van de gaswinning voor de veiligheid in Groningen en wat betekent dit voor de versterkingsoperatie?' en tenslotte 'Wat mogen de mensen in Groningen de komende jaren verwachten in termen van veiligheid, schade en aardbevingen?'

SodM beantwoordt deze vragen in dit rapport vanuit haar rol als toezichthouder op de veiligheid. Deze rol brengt met zich mee dat SodM ook toezicht houdt op de versterkingsactiviteiten. Tenslotte dragen deze bij aan het verhogen van de veiligheid voor de inwoners van Groningen. Om deze taak onafhankelijk uit te voeren, adviseert SodM niet hoe de versterking gedaan moet worden. Wel wil SodM met dit advies de minister en de Mijnraad een aantal handreikingen doen, die kunnen helpen bij het vormgeven van een versterkingsoperatie, die sneller tot de gewenste veiligheid kan leiden. Op basis van het advies van SodM en op basis van de adviezen van andere adviseurs, geeft de Mijnraad in haar integrerend advies aan de minister juist wel een antwoord op de vraag: 'Hoe moet de versterkingsoperatie nu aangepakt gaan worden?'

De methodologie die SodM in dit rapport hanteert, is dezelfde als waarop het Zeerijp-advies is gebaseerd. SodM baseert haar analyses op berekeningen van de veiligheidsrisico's. Deze berekeningen worden gedaan aan de hand van de modellentrein van de NAM. Deze is beoordeeld door SodM. De afgelopen jaren zijn er steeds verbeteringsuggesties gedaan, waarvan een belangrijk deel ook al doorgevoerd is. Dat neemt niet weg dat er nog veel onzekerheden zitten in de kennis omtrent de ondergrond en de doorwerking van grondbewegingen op gebouwen. Het gaat hierbij ook om onzekerheden die nog niet in de berekeningen meegenomen (kunnen) worden. Om toch uitspraken te kunnen doen over de vereiste veiligheidsmaatregelen hanteert SodM een veiligheidsmarge. Deze werkwijze wordt ook in andere domeinen gehanteerd, zowel in Nederland als internationaal, bijvoorbeeld bij het realiseren van de waterveiligheid in Nederland, alsmede bij het realiseren van de veiligheid van de olie- en gaswinning in Noorwegen.

7.1 Gaat de voorgenomen afbouw van de gaswinning zo snel als mogelijk?

Naar aanleiding van het Zeerijp-advies van SodM zijn de Loppersum clusters gesloten en is de beperking van de veldbrede vlakke productie losgelaten, zodat sneller kan worden afgebouwd. De NAM en GTS zijn gevraagd de regionale fluctuaties van cluster Bierum te beperken tot +/- 20% en van de overige clusters tot +/- 50%. Ook is besloten om de gaswinning uiterlijk per oktober 2022 te reduceren tot minder dan 12 miljard Nm³ per jaar. In 2030 moet de gaswinning zijn teruggebracht naar nul. Ook heeft de minister, ter minimalisering van de gaswinning uit het Groningen-gasveld, het wetsvoorstel (hierna: de spoedwet) ingediend tot wijziging van de Gaswet en de Mijnbouwwet. Daarnaast heeft de minister een fors aantal maatregelen in gang gezet om de productie uit het Groningen-gasveld te minimaliseren. Hiertoe behoort het kabinetsbesluit tot de bouw van een stikstofinstallatie in Zuidbroek.

De verwachting is dat de NAM in het gasjaar 2017-2018 in totaal tussen de 19 en 20 miljard Nm³ zal produceren, dus minder dan de 21,6 miljard Nm³ die aan de NAM is toegestaan voor dit gasjaar.

Beslissingen omtrent de gaswinning uit Groningen zijn complex. Meerdere, vaak ook tegenstrijdige belangen spelen een rol. De spoedwet beschrijft hoe de minister hiermee om wil gaan. Sommige keuzes worden al in het wetsvoorstel voor de spoedwet vastgelegd, bijvoorbeeld dat afnemers in beginsel niet worden afgesloten. Indien belangen worden afgewogen, hecht SodM eraan dat deze afweging op transparante en navolgbare wijze plaatsvindt. SodM heeft voorts geanalyseerd of maatregelen denkbaar zijn om de afbouw te versnellen en komt op grond daarvan tot de volgende adviezen. Ook zal zij in overleg treden met GTS over het kritische factoren in de realisatie van de nieuwe stikstofinstallatie en mogelijkheden en innovaties op het gebied van kwaliteitsconversie.

7.2 Advies aan de minister om de gaswinning in Groningen nog sneller te verlagen.

Geef veiligheidsbelang voorrang en maak de belangenafweging inzichtelijk en navolgbaar

SodM vindt het belangrijk dat voor alle betrokkenen inzichtelijk en navolgbaar wordt op welke wijze de minister de verschillende belangen heeft afgewogen. SodM beveelt daarbij aan de veiligheid, zowel die van de gaswinning als die van de leveringszekerheid voorrang te geven boven andere belangen, zoals economische belangen van leveringszekerheid. Ook beveelt SodM aan de veiligheid van de gaswinning en de veiligheid van de leveringszekerheid te definiëren als twee aparte belangen. Door allereerst de afzonderlijke belangen zichtbaar en concreet te beschrijven, kan de minister vervolgens zijn afweging tussen beide belangen beschrijven. Op deze wijze wordt de belangenafweging inzichtelijk en navolgbaar.

Overweeg om op korte termijn fiscale maatregelen te nemen en op termijn een verbod op laagcalorisch gas voor grootverbruikers in te stellen

De afbouw van Groningengas is juist in de komende drie jaar in belangrijke mate afhankelijk van het tempo waarmee grootverbruikers ombouwen en verduurzamen. Daarom adviseert SodM de minister om zo snel mogelijk fiscale maatregelen te nemen en te besluiten om op termijn een verbod op laagcalorisch gas voor grootverbruikers in te stellen.

Scherp de wettelijke taken voor GTS aan met een plicht om de Groninger gasproductie zo snel als mogelijk te doen afbouwen

In het wetsvoorstel voor de Gaswet krijgt GTS de taak toebedeeld om voor de leveringszekerheid alle beschikbare middelen en methoden die deze de vraag naar Groningengas minimaliseren, te betrekken. Ook heeft GTS de wettelijke taak het gasnet te balanceren. In het wetsvoorstel wordt GTS niet verplicht deze taken zo uit te voeren dat de keuzes optimaal bijdragen aan het zo spoedig mogelijk afbouwen van de productie uit het Groningen-gasveld. De wettelijke verplichting zou daarom aangescherpt moeten worden zodat er een verplichting ontstaat de gaswinning zo snel als mogelijk te minimaliseren.

Zorg dat ACM ook toezicht kan houden op de aangescherpte taken van GTS, namelijk de verplichting om zo snel als mogelijk de gaswinning in Groningen te minimaliseren

7.3 Wat betekent het stopzetten van de gaswinning voor de veiligheid en de versterkingsoperatie?

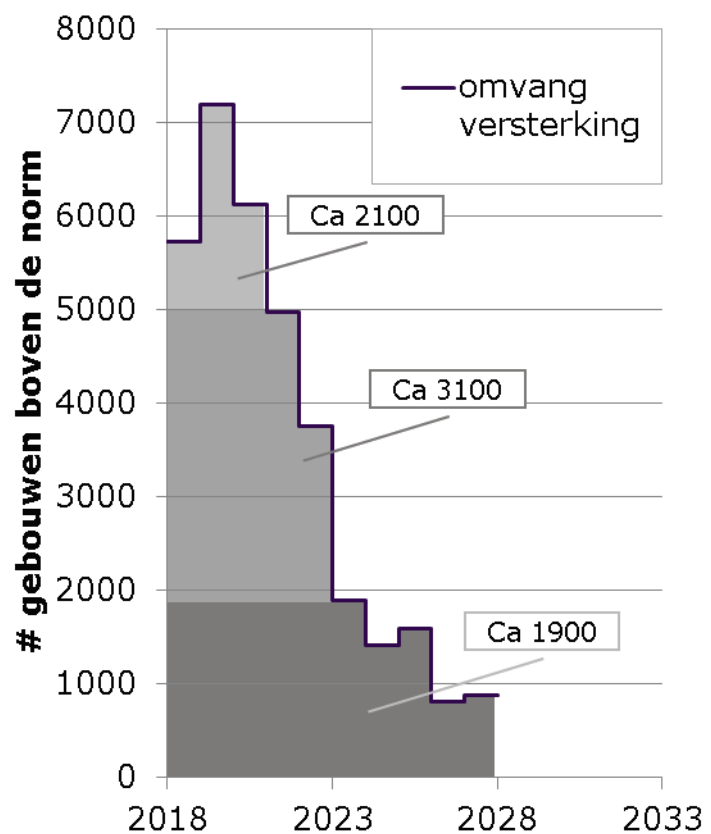
De afbouwscenario's leiden ertoe dat uiteindelijk de veiligheid verbetert. Echter, het komende gasjaar neemt de gaswinning in Groningen slechts in beperkte mate af. Het gevolg is dat het veiligheidsrisico het komend jaar nog in enige mate zal toenemen. Vanaf 2020 nemen de veiligheidsrisico's af. Figuur 7-1 maakt dit zichtbaar. In deze grafiek wordt het aantal gebouwen getoond dat in ieder jaar van de afbouwscenario's in aanmerking zou komen voor de versterkingsoperatie, teneinde met redelijke zekerheid aan de veiligheidsnorm te voldoen.

De minister heeft in december 2015 vastgesteld dat er voor bestaande bouw een overgangsperiode van vijf jaar geldt waarin het risico tussen de 10^{-4} en 10^{-5} per jaar mag zijn. SodM is van oordeel dat de veiligheid onvoldoende is geborgd, als gebouwen langer dan vijf jaar niet voldoen aan de veiligheidsnorm van 10^{-5} per jaar. Dit betekent dat de versterkingsopgave die er nu ligt voor 2021 afgerond moet zijn.

Om met voldoende zekerheid te kunnen garanderen dat in 2021 alle gebouwen aan de veiligheidsnorm voldoen, zullen naar verwachting zo'n 7000 gebouwen in het versterkingsprogramma moeten worden opgenomen.

Om aan de veiligheidsnorm te voldoen is voor zo'n 1900 gebouwen versterking voor een langere periode nodig, ook na het beschikbaar komen van de stikstofinstallatie. Deze gebouwen bevinden zich verspreid over het gehele Groningen-gasveld, doch vooral ten noorden van de lijn Groningen-stad – Delfzijl. Een deel van deze gebouwen ligt buiten de tot nu toe voor de prioritering gehanteerde 0,2g contourlijn.

Voor zo'n 3100 gebouwen is versterking noodzakelijk tot en met 2022. Uitgaande van het beschikbaar komen van de stikstofinstallatie in het gasjaar 2022/2023, zullen deze gebouwen vanaf 2023 sowieso binnen de norm vallen (met of zonder versterking). Tenslotte is er nog een groep van zo'n 2000 gebouwen, waarvoor mogelijke versterking slechts voor korte duur effect heeft op de veiligheid. Ook zonder versterking voldoen deze gebouwen in 2021 reeds aan de veiligheidsnorm.



Figuur 7-1: Schatting van het aantal gebouwen dat, gegeven het afbouwscenario, de komende jaren in aanmerking komt voor versterking. De grijze arceringen geven het aantal gebouwen aan dat met een veilige marge voor een specifieke periode versterkt zou moeten worden. De aantallen staan ook genoemd in de tekstvakken.

SodM heeft ook gekeken in welke mate er overlap bestaat tussen de zogenaamde '1588' en '1581' batches en de gebouwen, die volgens de laatste risicoberekeningen in het versterkingsprogramma opgenomen moeten worden. De 1588 en 1581 batches zijn de twee groepen van gebouwen, die in de huidige versterkingsoperatie naar verwachting nog versterkt moeten worden. De minister heeft de uitvoering hiervan gepauzeerd. Het blijkt dat de overlap van de 1588 batch met de laatste risicoberekeningen, met zo'n 40% relatief groot is. Dit betekent dat veel van de gebouwen die in deze batch zitten, ook volgens de laatste risicoberekeningen in aanmerking komen voor versterking. Voor de 1581 batch is de overlap kleiner, namelijk zo'n 15%. De overlap kan ook andersom bekeken worden: een kwart van de gebouwen in de meest kwetsbare groep van 1900 gebouwen, die volgens de laatste risicoberekeningen voor versterking in aanmerking komen, maakt onderdeel uit van de huidige versterkingsoperatie.

7.4 Advies aan de minister voor de versterking vanuit het oogpunt van veiligheid

Inspecteer en versterk zo snel mogelijk de circa 1900 gebouwen waarvan, gegeven een veilige marge, het risico op langere termijn te hoog is

Deze gebouwen hebben de versterking voor een langere periode nodig om aan de veiligheidsnorm te voldoen. De versterking van deze panden levert de noodzakelijke veiligheidswinst die de afbouw, ook na de ingebruikname van de stikstofinstallatie, niet tijdig kan bieden. Voor deze gebouwen zou het bieden van maatwerk als uitgangspunt gehanteerd kunnen worden bij het vormgeven van de versterkingsoperatie. Indien de doorlooptijd hiervan te lang wordt, zou een meer generieke aanpak overwogen kunnen worden als dit tot een kortere doorlooptijd leidt.

Baseer de prioritering van het versterkingsprogramma op de best mogelijke risicoschatting

Een deel van de gebouwen die in aanmerking komen voor versterking liggen buiten de tot nu toe voor de prioritering gehanteerde 0,2g contourlijn uit de KNMI dreigingskaart van november 2015. Het hanteren van deze contour bij de prioritering zorgt ervoor dat risicovolle gebouwen (te) laat in aanmerking komen voor versterking. SodM adviseert om deze contour los te laten en op basis van de best mogelijke risicoschatting te gaan prioriteren.

Onderzoek de mogelijkheden voor snelle, generieke maatregelen om op zeer korte termijn de veiligheid al te verbeteren

Voor circa 3100 gebouwen geldt dat deze uiterlijk in 2023, na de ingebruikname van de stikstofinstallatie, veilig zullen zijn. Bij een lange doorlooptijd (meer dan 5 jaar) worden deze gebouwen, dankzij de ingebruikname van de stikstofinstallatie, al veilig door de afbouw van de winning en draagt de versterking niet meer bij aan het voldoen aan de veiligheidsnorm. SodM adviseert daarom om passende maatregelen te nemen. Waarschijnlijk is voor deze gebouwen alleen een generieke en daarmee snellere aanpak (dus geen inspecties en engineering per gebouw, maar oplossingen voor types van gebouwen) snel genoeg.

Versterking van 2100 gebouwen die binnen de overgangperiode aan de veiligheidsnorm zullen voldoen is niet nodig

Er zijn circa 2100 gebouwen die slechts tot 2021, zelfs binnen de meest strikte interpretatie van de overgangperiode van vijf jaar, gegeven de veilige marge boven de veiligheidsnorm zitten. Vanwege de afbouw van de gasproductie zijn deze gebouwen ook zonder versterking vanaf 2021 veilig. Tot die tijd wordt voldaan aan de tijdelijke grenswaarde van 10-4 per jaar. Deze gebouwen hoeven vanuit het oogpunt van veiligheid niet versterkt te worden.

Versterk de gebouwen uit de 1588 en 1581 'batches' met een P90-risicoschatting boven de veiligheidsnorm zo snel mogelijk, conform de huidige versterkingsadviezen

De 1588 en 1581 'batches' hebben een overlap met de best mogelijke risicoschattingen. SodM is van mening dat de versterking van de 527 gebouwen in de 'batches', waarvan de P90-risicoschatting

boven de veiligheidsnorm ligt, zo spoedig mogelijk moet worden uitgevoerd, conform de huidige versterkingsadviezen.

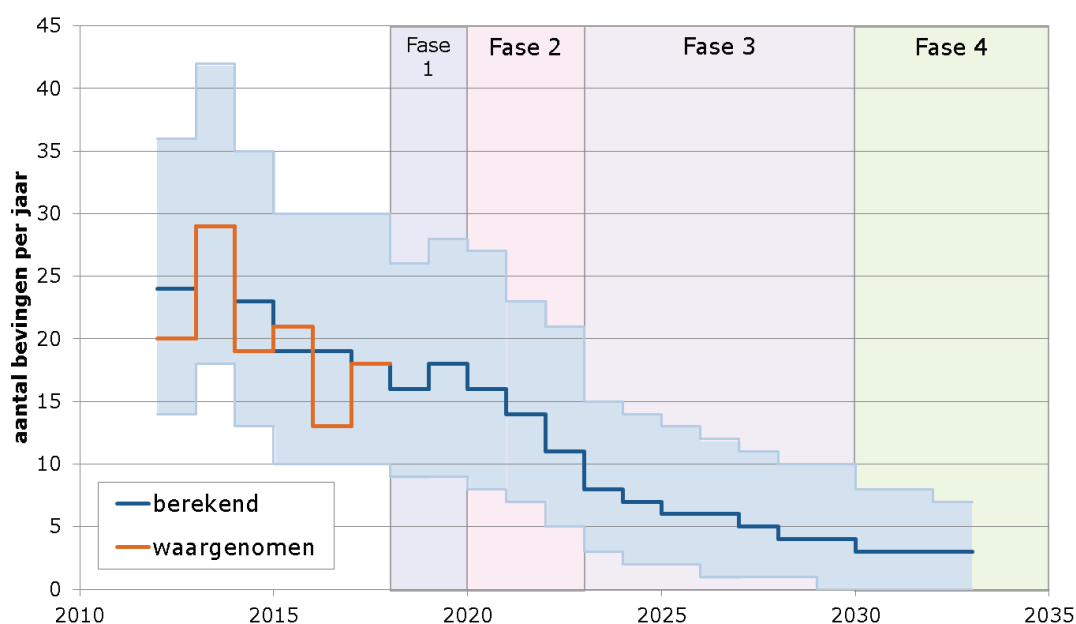
Versterking van de niet risicovolle gebouwen in de 'batches' is vanuit oogpunt van veiligheid niet nodig

Het versterken van de overige, volgens de berekeningen niet risicovolle gebouwen, in de 1588 en 1581 'batches' (samen 1453 gebouwen) is vanuit oogpunt van veiligheid niet noodzakelijk. Het volledig oppakken van de versterking van de 'batches' 1588 en 1581 zal er dus voor zorgen dat er ook gebouwen worden versterkt, waar dat volgens de laatste risicoberekeningen niet nodig is. De minister zal hier een oordeel over moeten geven. SodM adviseert de minister bij zijn overweging en beslissing ook de veiligheidsbeleving mee te wegen.

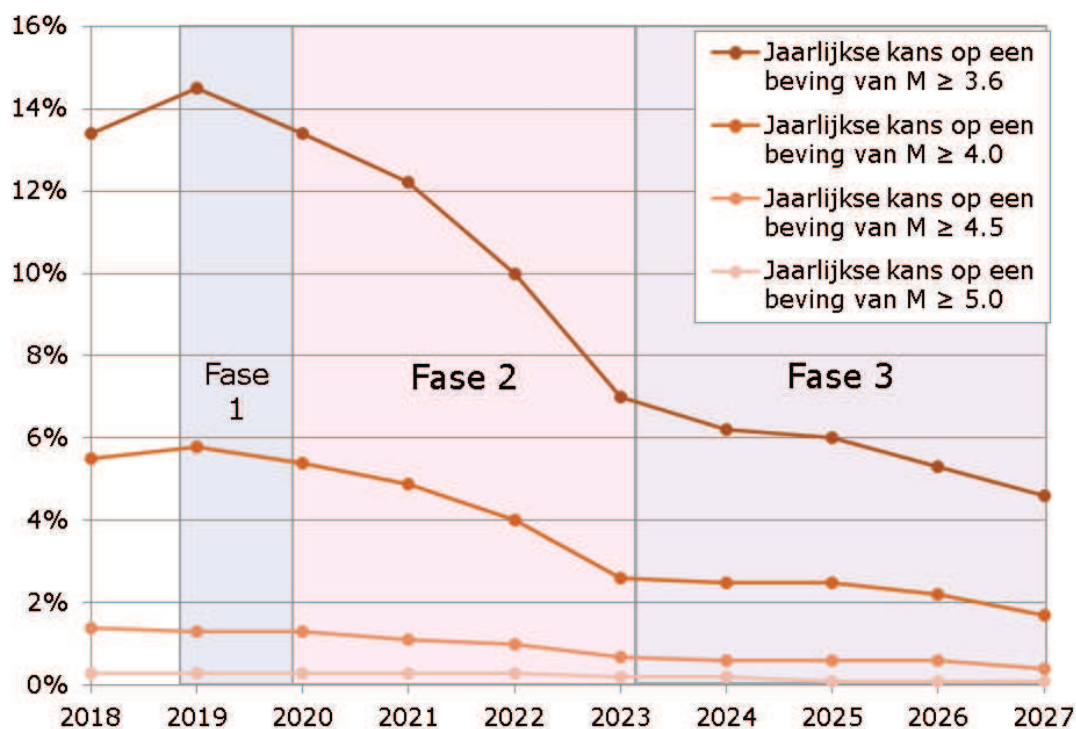
7.5 Wat mogen de mensen in Groningen verwachten in termen van veiligheid, schade en aardbevingen de komende jaren?

De afname van de gasproductie zorgt ervoor dat het aantal bevingen de komende 15 jaar naar verwachting sterk zal afnemen. Deze afname verloopt echter in fases en is sterk afhankelijk van de snelheid van het afbouwpad en daarmee bijvoorbeeld van het moment van ingebruikname van de stikstofinstallatie.

Omdat de gasproductie het komende jaar nog niet sterk afneemt, kan niet uitgesloten worden dat het aantal aardbevingen nog iets toeneemt. De jaren erna, tot de ingebruikname van de stikstofinstallatie (fase 2 in Figuur 7-2), mogen de inwoners van Groningen ervan uitgaan dat de situatie gestaag zal verbeteren. Het aantal bevingen en de kans op zwaardere bevingen zal in deze periode geleidelijk afnemen (Figuur 7-3). De onzekerheidsbandbreedte in de modellen is echter groot. Dit betekent dat niet uitgesloten kan worden dat het aantal bevingen en de kans op zwaardere bevingen ook gelijk kan blijven.



Figuur 7-2: Berekeningen van de ontwikkeling van het jaarlijks aantal bevingen met een sterkte van 1,5 en hoger voor het afbouwscenario van het kabinet. De blauwe band geeft de onzekerheid op het berekende aantal bevingen weer.



Figuur 7-3: De ontwikkeling van de jaarlijkse kans op zwaardere bevingen voor het afbouwscenario van het kabinet.

Met de bouw en ingebruikname van de stikstofinstallatie zal het aantal bevingen per jaar ook duidelijk afnemen als gevolg van de sterk afnemende productie (fase 3 in Figuur 7-2). Hierdoor zal ook de kans op zwaardere bevingen afnemen (Figuur 7-3). In 2023 is deze kans naar verwachting gehalveerd ten opzichte van de kans op zwaardere bevingen op dit moment. Op het moment dat de productie wordt gestaakt in 2030 zullen er nog tussen de nul en acht bevingen (met een sterkte van 1,5 of hoger) per jaar kunnen optreden. De kans op zwaardere bevingen is dan ongeveer een factor vier lager dan in 2018.

SodM gaat ervan uit dat een gerichte versterkingsoperatie op de meest kwetsbare gebouwen ertoe zal leiden, dat de veiligheidsrisico's van alle inwoners van Groningen, na de ingebruikname van de stikstofinstallatie, dezelfde zijn als voor de overige inwoners van Nederland. Dit betekent dus niet dat er dan geen bevingen meer op zullen treden of dat er geen kans meer is op zwaardere bevingen. De inwoners van Groningen moeten er rekening mee houden dat schade als gevolg van een beving nog lange tijd op kan treden. Ook een zwaardere beving is niet uitgesloten.

Ook na beëindiging van de productie zal de kans op enkele bevingen, waaronder mogelijk zwaardere, nog lang blijven bestaan (fase 4 in Figuur 7-2 en Figuur 7-3). Deze bevingen kunnen gepaard gaan met schade. Op dit moment is niet aan te geven hoe lang de bevingen kunnen blijven doorgaan.

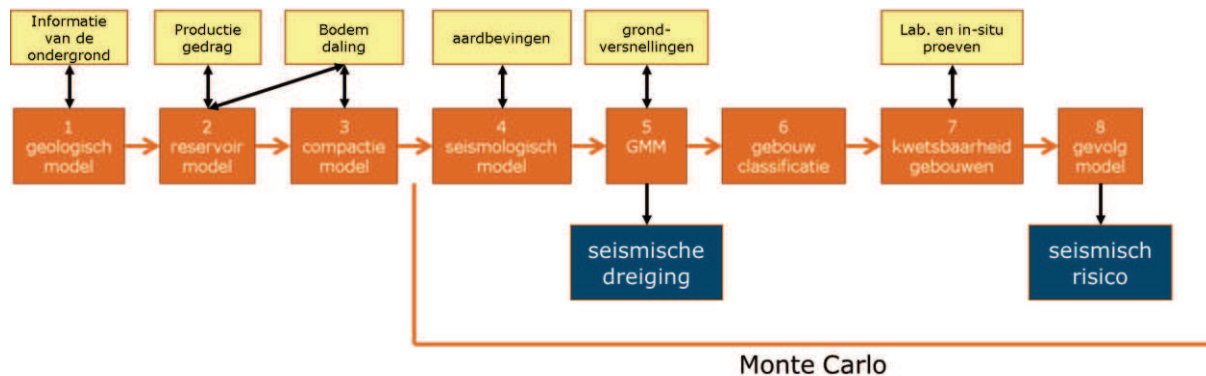
Afkortingenlijst

ACM	Autoriteit Consument en Markt
CS	Collapse State
DS	Damage State
EZK	Ministerie van Economische Zaken en Klimaat
GMM	Ground Motion Model
GTS	Gasunie Transport Services
HRA	Hazard and Risk Assessment
IGM	Inspecteur-generaal der Mijnen
IR	Individueel risico
KEM	Kennisprogramma Effecten Mijnbouw
KNMI	Koninklijk Meteorologisch Instituut
LIR	Lokaal Individueel Risico
MDOF	Multiple Degree of Freedom
MRP	Groningen Meet- en Regelprotocol
NAM	Nederlandse Aardolie Maatschappij
NCG	Nationaal Coördinator Groningen
NEN	Nederlands Normalisatie Instituut
NPR	Nationale Praktijk Richtlijn
PGA	Maximale grondversnelling
PHRA	Probabilistic Hazard and Risk Analysis
PGV	Maximale grondsnelheid
PSA	Petroleum Safety Authority Norway
SAC	Scientific Advisory Committee
SODF	Single Degree of Freedom
SodM	Staatstoezicht op de Mijnen
SSHAC	Senior Seismic Hazard Analysis Committee
TNO	Nederlandse Organisatie voor Toegepast-Natuurwetenschappelijk Onderzoek

Bijlage I: beoordeling actualisatie modellen PHRA

Voor de risicoberekeningen maakt de NAM gebruik van een sinds 2014 ontwikkelde methodiek voor een probabilistische dreigings- en risicoberekening (PHRA). Deze methodiek bestaat uit een serie van complexe modellen.

Samengevat ziet de keten van modellen (ook wel modeltrein genoemd) er als volgt uit:



Figuur I-1: Trein van modellen waarmee de NAM de risico's kan uitrekenen.

De modeltrein bestaat uit acht geschakelde modellen (Figuur I-1):

- 1) Geologisch model: een statische geologische beschrijving van de ondergrond (structuur, gesteente-eigenschappen, etcetera).
- 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) GMM: Het 'Ground Motion Model' vertaalt de energie en de verplaatsing tijdens een beving in de beweging aan het aardoppervlak, de zogenaamde grondsnelheid en grondversnelling.

De modellen 1 tot en met 5 geven samen 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 bouwtypen. Dit model (ook wel 'exposure model' genoemd) beschrijft de verschillende bouwtypen en de wijze waarop de gebouwen zijn ingedeeld.
- 7) Kwetsbaarheid van de gebouwen: dit model berekent de kwetsbaarheid van de bouwtypen in relatie tot de grondbewegingen. Dit bepaalt hoeveel schade er bij een bepaalde grondbeweging kan optreden en in hoeverre een gebouw kan instorten.
- 8) Gevolgmodel: 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.

Voor de modellen 1 tot en met 3 wordt er maar één variant berekend op basis van de beste inschatting van de engineers. Het berekenen van de onzekerheidsmarge wordt gedaan met de Monte-Carlo methode over de modellen 4 tot en met 8.

Een relevant verschil tussen de berekeningen uit de 'HRA 2017 studie' en het 'Addendum' is dat in de HRA 2017 studie het gemiddeld risico voor een periode van vijf jaar berekend is.

Update van het seismologisch model, GMM, gebouwclassificatie, kwetsbaarheidscurves en het gevolgmodel

Voor de 'HRA 2017 studie' heeft NAM de modellen 4 tot en met 8 verbeterd naar model versie 5 (v5). In deze bijlage geeft SodM haar beoordeling van deze modelactualisaties. Vanwege de relatief beperktere kennis van SodM op het gebied van bouwtechniek en kwetsbaarheid van gebouwen, heeft SodM in de beoordeling van de modellen 6 tot en met 8 twee externe reviews meegenomen:

- Een op verzoek van de NAM uitgevoerde review door een 'Review Panel', bestaande uit acht internationale experts op het gebied van bouwtechniek en risicoanalyse van gebouwen, die blootstaan aan aardbevingen. Dit expertpanel wordt hierna reviewpanel genoemd.
- Een door SodM geraadpleegde onafhankelijke internationale expert op het gebied van bouwtechniek en risicoanalyse van gebouwen, die blootstaan aan aardbevingen.

V5 Seismologisch model

De NAM heeft voor het seismologisch model een volledig nieuw model ontwikkeld. Het aantal bevingen in het model wordt berekend met enerzijds een combinatie van een stochastisch model dat is gebaseerd op fysische processen en anderzijds een empirisch model voor clustering van bevingen. Voor de sterkte van de bevingen wordt een relatie gebruikt, waarbij de kans op grote bevingen toeneemt als de spanningen op de breuken toenemen. Het model zorgt ervoor dat de waargenomen exponentiële toename van de seismiciteit in het verleden wordt verklaard, doordat initieel kleine delen van de breuken kritisch gespannen en actief waren en werden gevolgd door steeds meer en grotere delen van de breuken. Dit proces gaat door totdat alle breuken kritisch gespannen zijn. Daarna ontstaat een lineaire relatie tussen de spanningsverandering op de breuk en de aantallen bevingen.

Het model is statistisch, vooruitkijkend (prospectief) getoetst tegen de data. Concluderend kan gesteld worden dat de kwaliteit van de beschrijving van de data statistisch significant beter is dan de voorgaande modellen.

Beoordeling SodM:

Het model is een sterke verbetering ten opzichte van de eerder gehanteerde modellen, die puur op waarnemingen waren gebaseerd. Met name de ruimtelijke verdeling van de bevingen komt veel beter overeen met de waargenomen locaties van de bevingen. De totale activiteit wordt door het model wel licht overschat, waardoor ook een hoger dan waargenomen aardbevingsdichtheid ontstaat. Dit betekent dat het model een kleine overschatting geeft.

Een fysische onderbouwing voor het model, dat is gebruikt voor het bepalen van de sterkte van de bevingen, wordt niet gegeven. Dit model is puur op basis van waarnemingen bepaald. Onduidelijk is in hoeverre dit model beïnvloed is door het feit dat de verhouding tussen kleine en grote bevingen ruimtelijk over het veld lijkt te verschillen. De gebieden waar verhoudingsgewijs relatief veel zwaardere bevingen voorkomen, komen overeen met de gebieden met veel kritisch gespannen breuken. SodM vraagt zich dan ook af in hoeverre een verandering van de verhouding met toenemende spanning realistisch is.

V5 Ground Motion Model (GMM)

Ten opzichte van het v4-model van het 'Ground Motion Model' (hierna: GMM) zijn de wijzigingen in het v5-model relatief beperkt. Het model kent met name enkele kleine veranderingen in de snelheden van de ondiepe bodemlagen. Hierdoor is de versterking van de beweging wat minder geworden. Daarnaast is er met de uitbreiding van het meetnetwerk veel meer data beschikbaar gekomen om het model aan te kalibreren. De Slochteren aardbeving van mei 2017 verdubbelde bijvoorbeeld het aantal op dat moment beschikbare datapunten. De variabiliteit tussen verschillende bevingen is hiermee toegenomen.

De grootste wijziging komt door het aanpassen van de relatie tussen twee verschillende magnitudeschalen, de moment magnitude en de lokale magnitude. De in versie 4 doorgevoerde relatie tussen deze twee schalen bleek niet correct en is gecorrigeerd. Hierdoor is de magnitudeafhankelijkheid sterk veranderd.

Beoordeling SodM

Het GMM heeft een vergaande ontwikkeling gekend. Op dit moment is het model in een fase dat nog slechts kleine verfijningen worden doorgevoerd. De impact van deze verfijningen op de uitkomsten is beperkt en valt binnen de onzekerheden. Het model voorspelt de grondbewegingen zo goed mogelijk, ook voor zwaardere bevingen, die nog nooit in Groningen zijn waargenomen. Dit gaat echter gepaard met grote onzekerheden, die waarschijnlijk nooit verkleind gaan worden.

Uit de actualisatie van het model wordt duidelijk dat het model ook nu nog erg gevoelig is voor uitbreiding van het aantal datapunten, waaraan gekalibreerd wordt. De uitbreiding van deze data met de data van de Slochteren beving heeft een significant effect op de berekende relatie.

Ook het effect van nog onvolledige kennis komt duidelijk in deze actualisatie naar voren. De relatie tussen de twee magnitudeschalen gaf een systematische correctie van de magnitude van kleine bevingen van 0,2 magnitudepunt. Het veranderen van deze relatie heeft een significant effect op het model. Gegeven het feit dat de onzekerheden in de magnitudebepaling van dezelfde orde van grootte zijn als deze correctie, en het feit dat deze onzekerheid niet meegenomen wordt in de modeltrein, levert dit een belangrijke bekende onzekerheid op met een impact op de berekeningen.

V5 Classificatie van gebouwen

De gebouwen die in Groningen worden blootgesteld aan trillingen ten gevolge van aardbevingen, worden in de aanpak van de NAM, op basis van constructieve kenmerken, ingedeeld in typologieën. Op basis van constructie, functie en bouwjaar onderscheidt de NAM 54 bouwtypen. Een eerste indeling van de gebouwen is uitgevoerd op basis van verschillende publieke datasets, waaronder het Kadaster. Op basis van inspecties kunnen de kenmerken verder worden vastgesteld en kan de indeling worden verfijnd. Inmiddels zijn 26.000 gebouwen in het seismisch meest actieve gebied (het kerngebied) op de één of andere manier geïnspecteerd (beschouwd van buitenkant, bouwtekening, etcetera) waardoor de kenmerken bekend zijn. Deze gebouwen kunnen uniek worden toegewezen aan één van de 54 verschillende bouwtypen. Buiten het kerngebied is ook een klein aantal gebouwen geïnspecteerd, als onderdeel van deze studie.

De precieze constructieve kenmerken van de meeste gebouwen zijn echter niet in detail bekend, waardoor het moeilijk is om een gebouw toe te wijzen aan een specifieke typologie. Hierdoor worden gebouwen op basis van waarschijnlijkheid toegewezen aan typologieën en wordt over deze typologieën een gewogen gemiddeld risico berekend.

Beoordeling SodM:

Het review panel vindt dat de gebouwen op een gedegen wijze in kaart zijn gebracht en dat de gebouwen op een adequate wijze zijn ingedeeld. De werkwijze is geschikt voor een inschatting van de potentieel kwetsbare gebouwen en het risico in Groningen. De door SodM geraadpleegde expert merkt wel op dat de indeling van gebouwen buiten het kerngebied grote onzekerheid kent, doordat veel van deze gebouwen niet bezocht zijn. De expert reviews benadrukken dat de indeling van bouwtypologieën voor de bouwtypes met hoge risico's verder dient te worden uitgesplitst.

SodM onderschrijft de mening van de reviewers. SodM benadrukt daarbij het nut en de noodzaak van continue actualisatie van de database op basis van de meest recente inspecties en het verwerken van het effect van de versterking.

V5 Kwetsbaarheidscurves

De kwetsbaarheidscurves (fragility curves) beschrijven de kwetsbaarheid van bouwtypen in relatie tot de grondbewegingen. Dit bepaalt hoeveel schade er bij een bepaalde grondbeweging kan

optreden en in hoeverre een gebouw kan instorten. In v5 heeft NAM kwetsbaarheidscurves voor 54 gebouwtypen ontwikkeld.

De NAM heeft de kwetsbaarheid van gebouwen berekend met behulp van een aantal stappen. Deze stappen bestaan onder meer uit het doen van tests op typische materialen, het uitvoeren van tests in bestaande gebouwen, numeriek modelleren en validatie met behulp van triltafel-testen.

De resultaten van deze tests zijn gebruikt om voor 18 gebouwtypen geavanceerde numerieke 3D-modellen te ontwikkelen van zogenaamde index-huizen. Om snellere berekeningen mogelijk te maken, zijn deze multiple degree of freedom (hierna: MDOF) 3D-modellen vertaald naar simpelere modellen met slechts één vrijheidsgraad (hierna: SDOF). Door combinatie van de bovenstaande modellen met andere bronnen was het voor 27 gebouwtypen mogelijk om een kwetsbaarheidscurve te berekenen. Deze curves bevatten schadegradaties (damage states, hierna: DS) van DS2 tot DS4 volgens de Europese Macroseismische Schaal. Daarnaast bevatten de curves meerdere instortgradaties (collapse state, hierna: CS). Deze gradaties variëren van CS1 tot CS3 voor baksteengebouwen (van gedeeltelijk instorten tot volledig instorten) of alleen CS3 (volledige instorting) voor niet-baksteengebouwen. Voor de overige 27 gebouwtypen, waarvan de kwetsbaarheid niet op directe wijze met computermodellen is berekend, kon met een benaderingsmethode toch een kwetsbaarheid worden geschat.

Beoordeling SodM:

Zowel het review panel als de door SodM geraadpleegde internationale expert zijn positief over de gedegen wijze waarop de gebouwkwaliteit is doorgerekend met behulp van laboratoriummetingen en computermodellering, alsmede over de validatie met behulp van de triltafel-testen. Zij bevestigen dat deze methodiek de meest actuele stand van de techniek toepast voor de seismische risico-inschatting.

Uit de analyse en de reviews komen meerdere positieve punten naar voren, zoals:

- In deze studie zijn de curves van het volledig instorten van gebouwen nu wel meegenomen, waarmee een aanbeveling uit het 'Advies winningsplan 2016' is overgenomen.
- De mate waarin de gekozen index-gebouwen representatief zijn. De gebouwtypen die met index-gebouwen worden gerepresenteerd, vertegenwoordigen 75% van het totaal aantal gebouwen in het gebied en 85% van de baksteen gebouwen.

De huidige berekeningsmethode van de kwetsbaarheidscurves is geschikt voor het doel. Wel komen er enkele aandachtspunten naar voren. Enkele van deze aandachtspunten zijn blijven staan uit de '2016 SAC Review'. Andere aandachtspunten zijn nieuw en specifiek voor het nieuw uitgevoerde werk.

Wat blijft staan is de vraag uit eerdere beoordelingen of de variabiliteit binnen een bouwtypologie wel voldoende is meegenomen in de berekeningen. Hierbij denkend aan de staat van onderhoud en bouwkundige veranderingen, zoals de plaatsing van dakkapellen. Ook het effect van het wel of niet aanwezig zijn van niet dragende elementen in het gebouw, zoals interne niet dragende muren, is niet meegenomen in de modellen.

De methodiek om tot kwetsbaarheidscurves te komen met behulp van laboratoriumtesten, en index-huizen via MDOF- en SDOF-modellen, is passend voor het probleem. Wel is het onduidelijk wat het effect is van de vereenvoudigingsstappen in deze keten op de onzekerheden in de kwetsbaarheidscurve. Het verdient aanbeveling dit te kwantificeren en mee te nemen in de onzekerheidsberekeningen.

V5 gevolgmodel

Het gevolgmodel (fatality model) beschrijft de kans dat een persoon komt te overlijden als een (gedeelte van een) gebouw instort. In deze berekeningen wordt verondersteld dat het

overlijdensrisico is gerelateerd aan het aantal volledig of gedeeltelijk ingestorte gebouwen, als gevolg van de aardbeving.

Een belangrijke factor in dit model vormt de locatie, waar mensen zich bevinden (in of in de nabijheid van een gebouw). In een gebouw is het overlijdensrisico gebaseerd op de kans dat een bewoner raakt opgesloten als gevolg van instorting, niet in staat is te ontsnappen en vervolgens overlijdt. In de nabijheid van een gebouw wordt het overlijdensrisico berekend als gevolg van vallend puin. Het overlijdensrisico door een omvallende schoorsteen wordt hierbij ook meegenomen.

Om de onzekerheid in het gevolgmodel te vangen, worden drie verschillende puinoppervlak-ratio's toegekend aan elk van de drie instortgradaties (CS1, CS2, CS3). Dit betreffen drie onzekerheidsscenario's als takken van de zogenoemde 'logic tree', gebaseerd op de MDOF-modellen en mede tot stand gekomen met behulp van inschattingen uit internationale studies en van experts.

Beoordeling SodM:

SodM is met het review panel van oordeel dat de aannames in het gevolgmodel, om overlijdenskansen te berekenen, gerechtvaardigd zijn. De reviewers adviseren om de gevoeligheden en onzekerheden in de gevolgmodellen te bestuderen en te kwantificeren. Ook adviseren ze om de kans op overlijden, als gevolg van vallende objecten in het gebouw, mee te nemen in de berekening. SodM onderschrijft deze adviezen.

Conclusie

De modelupdates voor het seismologisch model, de GMM, de classificatie van gebouwen, de kwetsbaarheidscurves en het gevolgmodel zijn waardevolle verdere ontwikkelingen in het berekenen van het seismisch risico. De verandering in tijdspanne die gemodelleerd wordt (van 5 jaar naar 1 jaar) is een goede ontwikkeling, omdat dit het mogelijk maakt om de effecten van de productieafbouw goed inzichtelijk te maken.

Op dit moment worden nog steeds niet alle bekende onzekerheden volledig en consistent meegenomen. Dit beïnvloedt de uitkomst van de risicoberekening. Naast de nog steeds staande commentaren uit vorige adviezen van het Scientific Advisory Committee (hierna: SAC) en SodM, lijkt het logisch om aandacht te besteden aan de onzekerheden in de keuzes omtrent bijvoorbeeld de grootte van de gridcellen (waarmee geografische verschillen uiteindelijk bepaald worden), de egalisatiefuncties (waarmee puntschattingen tot doorlopende lijnen worden omgevormd, die vervolgens de basis voor de verdere berekeningen vormen) en de wijze van kalibratie van rekenuitkomsten aan de metingen in het Groningen-gasveld (waardoor de rekenuitkomsten significant bijgesteld kunnen worden). Deze onzekerheden hebben naar verwachting een grote invloed op de uitkomsten van de risicoberekeningen. Bij de beoordeling van de nieuwe modellen blijkt tevens dat deze modellen interne onzekerheden bevatten, die niet worden meegenomen in de Monte-Carlo. De (implementatie)keuzes in de huidige gebruikte modellentrein zijn niet volledig beschreven. Deze keuzes brengen daarmee onzekerheid met zich mee, die nu niet te berekenen is.

Bijlage II: keuze van veiligheidsmarge

Gegeven de grote bekende en onbekende onzekerheden, hanteert SodM een veilige marge bij het bepalen van te nemen maatregelen. In deze bijlage wordt uitgelegd dat het gebruik van deze marge niet op zichzelf staat, maar ook in andere domeinen wordt gehanteerd. Hierbij wordt allereerst de aanpak bij de waterveiligheid beschreven, waar ook gebruik wordt gemaakt van een veiligheidsmarge. Vervolgens wordt inzichtelijk gemaakt dat de marge, zoals gebruikt bij waterveiligheid, tot vergelijkbare resultaten komt als bij het gebruik van de P90-marge.

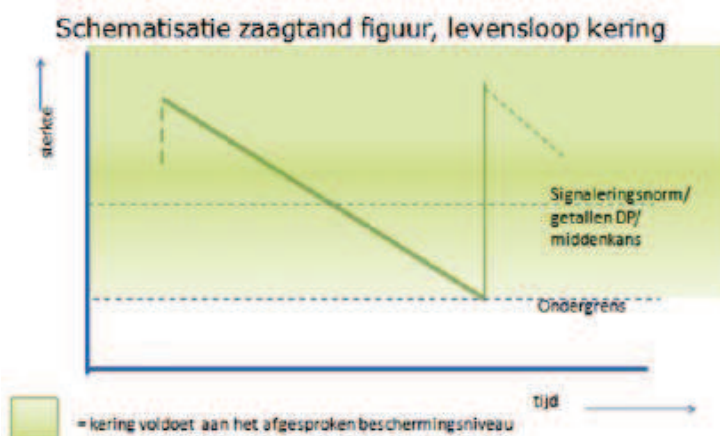
Na het bespreken van de waterveiligheid, passeren in de laatste paragraaf ook nog andere domeinen en voorbeelden de revue, waar gebruik wordt gemaakt van een veilige marge. Het gaat dan om het beheersen van de veiligheidsrisico's bij de gaswinning onder de Waddenzee, het beheersen van de risico's van olie- en gaswinning in Noorwegen en tenslotte om het beheersen van de risico's bij het milieutoezicht.

Analogie van waterveiligheid

Waterveiligheid gaat over het natuurlijke risico, dat een gebied overstroomt waardoor mensen komen te overlijden. Bij overstromingsrisico wordt in plaats van het Plaatsgebonden risico (hierna: PR) gebruik gemaakt van het Lokaal Individueel Risico (hierna: LIR). Dit is het PR gecorrigeerd voor de mogelijkheid van evacuatie. Het risico is de combinatie tussen kansen en gevolgen. De kans dat er een overstroming optreedt, wordt met een probabilistische aanpak bepaald, waarbij alle mogelijke combinaties van maximale belasting en bezwijken van een waterkering worden meegenomen¹⁴. De gevolgen van een overstroming zijn onder andere afhankelijk van de locatie waar de dijk doorbreekt, de grootte en hoogte van het gebied, en de wijze waarop het water het gebied instroomt. Daarnaast kan door tijdige, preventieve evacuatie slachtoffers worden voorkomen. De gevolgen worden dan ook bepaald aan de hand van verschillende scenario's.

Normen voor waterveiligheid en het gebruik van een veilige marge

In 2017 heeft het kabinet nieuwe normen voor de waterveiligheid bepaald^{15, 16}: de zogenaamde ondergrens. Met de nieuwe normen krijgt iedereen die achter dijken of duinen woont een basisbeschermingsniveau van 10-5 per jaar¹⁷. Daarnaast is voor elk dijktraject een signaleringswaarde in de Waterwet vastgelegd. De wet schrijft voor dat dijken met een risicoschatting hoger dan de signaleringswaarde versterkt moeten worden^{11, 12}. Effectief is deze signaleringswaarde voor de meeste dijktrajecten een factor twee tot drie lager dan de norm voor basisveiligheid¹². Bij de verbetering van de waterkeringen wordt daarnaast van een zekere robuustheid uitgegaan en wordt een extra veiligheidsmarge



Figuur II-1 Schematische weergave van de levensloop van een waterkering.

¹⁴ Rijkswaterstaat Projectbureau VNK (2016) Eindrapport: De veiligheid van Nederland in kaart.

¹⁵ Deltabeslissing Waterveiligheid (2017).

¹⁶ Waterwet (<http://wetten.overheid.nl/BWBR0025458/2018-02-17>).

¹⁷ Memorie van Toelichting op de Waterwet (<https://zoek.officielebekendmakingen.nl/kst-34436-3.html>).

meegenomen om ervoor te zorgen dat nieuwe dijkversterkingen in elk geval voldoende veilig zullen zijn⁹. In Figuur II-1 is een en ander schematisch weergegeven¹².

Verschilanalyse tussen gebruik van een P90-marge en de marge zoals gebruikt bij waterveiligheid

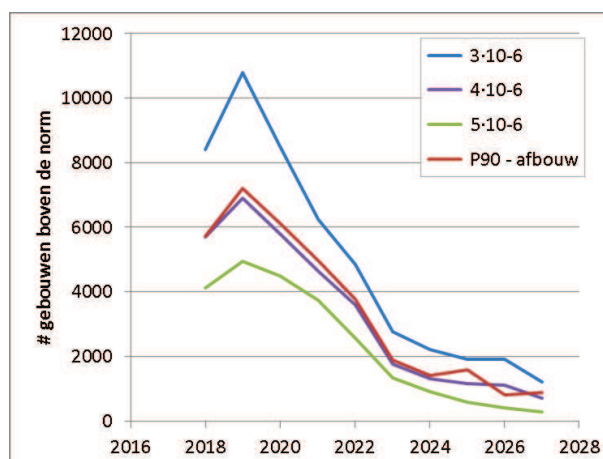
In plaats van de P90 zou ook de methodiek van de waterveiligheid kunnen worden gevolgd voor het bepalen van de veiligheidsmarge. In aanvulling op de norm voor veiligheid, hanteert deze methodiek, zoals hiervoor beschreven, een signaleringswaarde om vast te stellen of waterkeringen versterkt moeten worden. Deze signaleringswaarde ligt een factor twee tot drie lager dan het berekende risico.

In analogie met de waterkeringen zou in Groningen een vergelijkbare signaleringswaarde gehanteerd kunnen worden. Dit betekent dat alle gebouwen met een berekend risico boven een risico van $3 \cdot 10^{-6}$ per jaar, versterkt moeten worden. Figuur II-2 en Tabel II-1 tonen het aantal gebouwen, dat in aanmerking komt voor versterking bij een signaleringswaarde van $3 \cdot 10^{-6}$ per jaar, $4 \cdot 10^{-6}$ per jaar en $5 \cdot 10^{-6}$ per jaar.

Opvallend is dat de aantallen gebouwen voor een signaleringswaarde van $4 \cdot 10^{-6}$ per jaar heel vergelijkbaar zijn met de aantallen voor de P90-risicoschatting. Oftewel, een signaleringswaarde die een factor 2,5 onder de norm ligt, geeft een vergelijkbare omvang van het versterkingsprogramma als de P90-benadering, zowel nu als in de toekomst. Dit betekent dat het voor de omvang van het versterkingsprogramma niet uitmaakt of voor de veiligheidsmarge wordt gekozen voor de P90-aanpak of voor een aanpak analoog aan de waterveiligheid.

Tabel II-1: Overzicht van het aantal gebouwen dat in aanmerking komt voor versterking op basis van enkele signaleringswaarden: $3 \cdot 10^{-6}$ per jaar, $4 \cdot 10^{-6}$ per jaar en $5 \cdot 10^{-6}$ per jaar.

jaar	P90 - afbouw	Signaleringswaarde		
		$3 \cdot 10^{-6}$	$4 \cdot 10^{-6}$	$5 \cdot 10^{-6}$
2018	5725	8400	5700	4122
2019	7193	10800	6900	4939
2020	6119	8500	5800	4487
2021	4981	6250	4650	3736
2022	3760	4850	3600	2571
2023	1887	2750	1750	1331
2024	1411	2200	1300	894
2025	1587	1900	1150	578
2026	805	1900	1100	401
2027	877	1200	700	271



Figuur II-2: Weergave van het aantal gebouwen dat in aanmerking komt voor versterking op basis van enkele signaleringswaarden: $3 \cdot 10^{-6}$ per jaar, $4 \cdot 10^{-6}$ per jaar en $5 \cdot 10^{-6}$ per jaar.

Voorbeelden van veiligheidsmarges uit andere domeinen

Gaswinning Waddenzee

Bij de gaswinning uit de Waddenzeevelden is de veiligheidsmarge daarentegen ingebouwd in de grenswaarde. Deze marge is conservatiever dan de door SodM in dit advies gekozen

veiligheidsmarge. Bij de gaswinning Waddenzee is voor de grenswaarde, het Meegroeivermogen van het Wad, uitgegaan van de P99-waarde¹⁸ (oftewel slechts 1% kans dat het Meegroeivermogen minder is dan de gehanteerde waarde) uit de probabilistische berekening, waarin alle mogelijke onzekerheden over onder meer zandtoevoer en zandafzet zijn meegenomen. Toetsing dat de bodemdaling in combinatie met de zeespiegelstijging de norm niet (dreigt) te overschrijden, gebeurt vervolgens op basis van de verwachtingswaarde.

Aanpak van de Noorse toezichthouder

Petroleum Safety Authority (hierna: PSA), de Noorse toezichthouder op de olie- en gaswinning heeft over dit onderwerp een aantal publicaties en richtlijnen uitgebracht^{19, 20, 21}. In de basis is de PSA van mening dat het alleen kijken naar de kansen onvoldoende is om vast te stellen of een risico hoog of laag is. Naast de berekende verwachtingswaarde voor het risico moet rekening worden gehouden met de onzekerheden in de berekende risico's, alsmede met de sterkte van de beschikbare kennis. In het geval van grote onzekerheden en onvolledige kennis moet een grote marge in acht genomen worden. In één van hun publicaties²⁰ wordt voorgesteld om een veiligheidsmarge van drie standaarddeviaties (~P99) te gebruiken.

Milieutoezicht

Ook voor milieurisico's wordt gebruik gemaakt van veiligheidsmarges. Bij de beoordeling van het maximaal toelaatbare risico voor toxische stoffen worden veiligheidsfactoren gebruikt, die sterk afhankelijk zijn van de mate waarin er hierover kennis beschikbaar is²². Deze veiligheidsfactoren kunnen oplopen tot drie ordes van grootte (een factor 1000).

¹⁸ Van Thienen et al (2015) Subsidence due to gas production in the Wadden Sea: How to ensure no harm will be done to nature, ARMA 15-098.

¹⁹ PSA. Memo 22 version 2. Enhanced Risk Assessment and Management. December 2015.

²⁰ PSA. Black Swans, An enhanced perspective on understanding, assessing and managing risk. Stavanger, 25 August 2017.

²¹ PSA. Integrated and unified risk management in the petroleum industry. June 2018.

²² R.J. Hansler | R. van Herwijnen | R. Posthumus. Indicatieve milieukwaliteitsnormen voor prioritaire stoffen. RIVM Rapport 601782012/2008, 2004.

Bijlage III: Verschillen tussen de risicoberekeningen van de NAM en de NPR-aanpak

In deze bijlage worden de verschillen in uitgangspunten, berekeningswijze en uitvoering beschreven, waardoor grote verschillen zijn ontstaan tussen de methodiek van de NAM en de NPR-aanpak. Daarbij wordt een inschatting gemaakt van consequenties voor de risicoschattingen. Hierbij is mede gebruik gemaakt van het finale rapport van de 'international review', die in opdracht van het Nederlands Normalisatie Instituut (hierna: NEN) en de NCG op de NPR2015 is uitgevoerd (v1; februari 2017). Tevens is een eerste versie van deze notitie ter consultatie toegestuurd aan de NCG, de NAM en een medewerker van TNO, tevens lid van de NPR-commissie. De reacties uit deze consultaties zijn zoveel mogelijk in deze bijlage verwerkt. Een tweede versie van deze notitie is ter ondersteuning van hun adviezen beschikbaar gesteld aan de Mijraad, NEN, TNO, panel van hoogleraren, en KNMI.

In deze bijlage wordt slechts beperkt ingegaan op de aankomende wijziging van de NPR naar de v2-versie uit 2017. Deze actualisatie kan mogelijk een deel van de verschillen in de toekomst wegnemen, maar wordt op dit moment nog niet/pas net in de praktijk toegepast.

Verschillen in uitgangspunten

Hazard

De NAM berekent de dreiging probabilistisch op basis van een voorspelling van het toekomstige aantal bevingen, locaties en magnitudes. Deze voorspelling is gebaseerd op specifieke toekomstige productiescenario's en versie 5 (status begin 2018) van het seismologische model. Dit betekent dat veranderingen in de productiehoeveelheden in de toekomstige scenario's worden meegenomen. Het model geeft nog wel een overschatting van het aantal bevingen in het Loppersumgebied. Daarnaast worden relaxatieprocessen niet meegenomen. Voor de vertaling naar de beweging van het grondoppervlak (GMM) wordt eveneens versie 5 gebruikt, waarin de opslingereffecten van de lokale ondiepe ondergrond en niet-lineaire grondeffecten zijn meegenomen. De overschatting van het aantal bevingen geeft een (beperkte) overschatting van de hazard (belasting).

De NPR (2015) gaat uit van de V1 hazard inschatting van het KNMI uit oktober 2015, waarbij het aantal bevingen en de locatie van de bevingen gebaseerd zijn op de waargenomen aantallen en locaties in de jaren 2012, 2013 en 2014. De maximale PGA in de dreigingskaart, met een herhaaltijd van 475 jaar voor deze inschatting, is 0,36g (tegen 0,2g nu in V5) en houdt geen dan wel slechts zeer beperkt rekening met de productiebeperkingen. Terugkijkend is van de afname in het Loppersumgebied in 2014 hooguit 3/4 jaar effect meegenomen. In de KNMI-kaart wordt daarbij uitgegaan van de 1e versie van de GMM. Dit was een eerste tussenresultaat om te komen tot een specifieke GMM voor Groningen, waarin de niet-lineaire reactie en in-homogeniteit van de ondiepe ondergrond niet zijn meegenomen. Dit geeft een grote overschatting van de hazard (belasting). In de NPR wordt de in-homogeniteit middels rekenformules gecorrigeerd. De inschattingen van de versterkingsopgave op basis van deze belasting komen overeen met de eerste inschattingen van circa 100.000 gebouwen die niet aan de norm zouden voldoen.

In de internationale review wordt benadrukt dat men te weinig informatie heeft om de achtergrond van de hazard inschatting te beoordelen, met name over de toekomstige ontwikkeling en de fysische achtergrond van de bevingen. Wel concludeert de commissie dat de gevonden grondversnellingen erg hoog zijn vergeleken met de waargenomen waarden, de korte duur van de geïnduceerde bevingen, de beperkingen op de gasproductie en de waargenomen waarden in gebieden met natuurlijke activiteit. Nadruk wordt ook gelegd op de hoge gebruikte waarde voor M_{max} (met name door NAM). Met de bijeenkomst van het Senior Seismic Hazard Analysis Committee (hierna: SSHAC) over de M_{max} is dit probleem reeds door een internationale expert commissie geadresseerd. Dit aspect wordt bovendien meegenomen in de geupdate versies van de NAM en het KNMI.

De NPR2017 (V2) gaat uit van de omhullende (hoogste) waarde van de v4 hazard van het KNMI (KNMI gebruikt daarvoor de bevingen en locaties uit de jaren 2014, 2015 en 2016) en de hazard kaart van de NAM (ook V4).

Deze hazard geeft eveneens een overschatting van de huidige hazard. Hierdoor wordt het toekomstige risico veel hoger ingeschat dan dat het risico werkelijk is, als gevolg van de productiebeperkingen. De NAM/KNMI v4-modellen zijn beter, maar geven in beide gevallen nog steeds een sterke overschatting van de hazard in het Loppersumgebied (waar de meeste inspecties plaatsvinden).

Overigens wordt de invloed van toekomstige veranderingen in de productie in beide KNMI-modellen niet meegenomen: het KNMI kijkt terug en heeft geen voorspellend vermogen bij veranderende productieniveaus. Internationaal zijn experts het erover eens dat op basis van terugkijkende informatie hooguit een voorspelling voor het volgende jaar gemaakt kan worden voor geïnduceerde seismiciteit [zoals in Oklahoma]. NAM's v4-model kijkt slechts 5 jaar vooruit tot 2021, terwijl versterking er juist op gericht zou moeten zijn om ook in de jaren erna, bij escalatie van de seismiciteit, te blijven voldoen.

Kwetsbaarheidscurves

De v5 fragility (kwetsbaarheid)curves van de NAM zijn specifiek ontwikkeld voor Groningen en gekalibreerd aan vele laboratoriumtesten op elementen en aan triltafel-testen van complete Groningse huizen. De curves volgen de meest geavanceerde wijze (middels het modelleren van de gebouwen en hoe en wanneer deze instorten) waarop deze bepaald kunnen worden.

Allereerst zijn met behulp van een serie in-situ tests (in reeds bestaande huizen) en experimenten in laboratoria bij de TU Delft en TU Eindhoven de eigenschappen van verschillende soorten Gronings metselwerk bepaald. Vervolgens zijn volgens oude technieken, en met eigenschappen van het metselwerk die bij een bepaalde tijd en type pand horen, speciale proefstukken nagemaakt, om zo goed mogelijk de Groningse gebouwenvoorraad te representeren.

De proefstukken, zoals verschillende variaties van wanden en gebouwelementen, zijn op de triltafel aan verschillende bewegingsrichtingen blootgesteld, zowel in-het-vlak als uit-het-vlak. De hele gebouwen zijn deels in één richting getest (de zwakste oriëntatie van het gebouw) en deels in twee richtingen (met ook een verticale belasting). Dit alles is gedaan om kalibratie van de geavanceerde numerieke modellen mogelijk te maken. Deze gedetailleerde modellering van echte gebouwen (index buildings), die ten grondslag ligt aan de fragility curves, is gedaan voor alle drie de richtingen, de twee horizontale richtingen en verticaal.

De inputsignalen van de tests zijn zodanig gekozen dat ze zowel historisch wat kleinere, als toekomstige Groningse bevingen zo goed mogelijk representeren. Hierbij is nadrukkelijk rekening gehouden met de specifieke spectra en de verwachte duur van geïnduceerde Groningse bevingen.

Om het effect van veroudering, herhaalde bevingen en al bestaande schade mee te nemen bestaan deze tests overigens uit een serie van bevingen met toenemende intensiteit.

De NPR gaat uit van in de praktijk bepaalde fragility curves. De gegevens hiervoor komen uit het buitenland. Deze curves zijn niet gekalibreerd aan de testen op materiaal van Groningse gebouwen. De methode maakt gebruik van zogenaamde 'elastische response spectra'. De review commissie van de NPR merkt hierover op dat de aannames en relaties voor deze spectra conservatief zijn. Daarnaast kan ervoor gekozen worden om de kwetsbaarheid te modelleren, eveneens met behulp van modellen. De review commissie benadrukt het belang van kalibratie van de materiaaleigenschappen en van vergelijkbare structuren, blootgesteld aan dezelfde wijze van belasting. Op dit moment ontbreekt deze kalibratie van de modellen.

In de uitgangspunten voor deze curves worden conservatieve aannames gemaakt (hanteren van veiligheidsfactoren om onzekerheden in de modellen op te vangen) om er zeker van te zijn dat niet

naar boven hoeft te worden bijgesteld. Hierdoor hebben de curves een overschatting van de kwetsbaarheid en het risico in zich.

Objectgebonden individueel aardbevingsrisico versus gebouwgebonden individueel risico

De NAM gebruikt twee verschillende methoden om het risico te berekenen. Allereerst bepaalt de NAM het risico van de gebouwen, uitgaande van een persoon die overal tegelijkertijd aanwezig is. Dit wordt ook wel aangeduid als het plaatsgebonden risico. Daarnaast volgt de NAM de door de minister van EZK vastgestelde berekeningswijze van de commissie Meijdam, om het aantal personen met een specifiek risico te bepalen. Dit betekent dat zij het objectgebonden individueel aardbevingsrisico berekenen, oftewel de kans dat iemand komt te overlijden ten gevolge van het instorten van een gebouw of een vallend object. Hierbij wordt rekening gehouden met de tijd dat iemand in een gebouw verblijft. Een gebouw mag in beide berekeningen (deels) instorten (partial collapse) en de kans op overlijden van een persoon wordt bepaald door het percentage van het gebouw dat instort en de kans dat iemand in dat deel van het gebouw is.

De NPR volgt de bouwnorm, waarbij het uitgangspunt is dat het gebouw bijna mag instorten (near collapse, conform NEN8700), maar dat mensen het gebouw nog wel moeten kunnen verlaten. De kans op overlijden wordt met name bepaald door vallende objecten (niet structurele elementen zoals schoorstenen, façades, muren, etcetera). Deze wijze van berekenen wordt ook gebruikt bij het rekenen met bijvoorbeeld windbelasting.

Het hanteren van de bouwnorm betekent dat het gebouw bij hetzelfde risico sterker moet zijn (het mag net niet instorten versus het mag gedeeltelijk instorten) dan in de berekeningen van de NAM. De reden hiervan is dat, indien de NPR wordt opgenomen in bouwregelgeving, er slechts kan worden uitgegaan van één wijze van berekenen van de constructieve veiligheid.

De internationale review commissie van de NPR is van mening dat de versterking tot een individueel risico van 10^{-5} /jaar erg ambitieus is in vergelijking met andere landen, vooral omdat het hier gaat om bestaande gebouwen. Deze norm is echter een beleidsmatige, politieke keuze, welke voortvloeit uit het uitgangspunt dat de bewoners in Groningen niet minder veilig mogen zijn dan in de rest van Nederland.

Classificatie van gebouwen

De NAM wijst elk gebouw toe aan een bepaald bouwtype. Bij twijfel worden gebouwen, voorzien van een kans dat het in die categorie thuishoort, aan meerdere bouwtypen toegewezen. De gebouwen toegewezen aan een bouwtypologie hebben vergelijkbare kwetsbaarheidsfuncties. Onderlinge variaties (bijvoorbeeld door uitbouwen en dakkapellen) worden in theorie gevangen in de onzekerheid van deze curves, die in de berekeningen worden meegenomen. Er zijn echter vraagtekens of dit goed gebeurt. Het uitgangspunt daarbij is dat elk gebouw voldoet aan de standaard bouwnorm, en na elke beving meteen weer in zijn oorspronkelijke staat wordt teruggebracht. In praktijk zijn er volgens de NAM waarborgen om deze effecten te mitigeren; het grootste deel van deze gebouwen zou inmiddels via het schadeafhandelingsproces, het 'rode knop'-proces of het programma 'In de stutten' geïdentificeerd en veiliggesteld zijn. Deze aanpak geeft een mogelijke onderschatting van de risico's.

De NPR gaat uit van elk individueel gebouw, waarbij alle specifieke veranderingen worden meegenomen. In de praktijk blijken veel gebouwen niet aan de standaard bouwnorm te voldoen, waardoor ze extra kwetsbaar zijn voor seismische belasting. Dit wordt bijvoorbeeld veroorzaakt door dragende muren die zijn weggehaald zonder goede versteviging, ongefundeerde uitbouwen, slecht onderhoud, en schade op schade door een complexe interactie van bodembewegingen.

Verschillen in berekeningswijze

Statistische analyse versus gebouw-specifieke analyse

De NAM gebruikt een statistische analysemethode waarbij:

- onzekerheden middels Monte Carlo trekkingen uit een verdelingsfunctie, of middels een logic tree aanpak, worden meegenomen in de berekeningen. Het resultaat is een verdelingsfunctie voor de kans op overlijden voor een fictief persoon in elk gebouwtype. Vervolgens kan gesteld worden dat met een waarschijnlijkheid van x% het risico niet groter zal zijn dan y.
- gebouwen aan meerdere gebouwtypen kunnen worden toegewezen, voorzien van een kans dat het gebouw tot die categorie behoort. Het risico wordt dan bepaald door het gewogen gemiddelde over de risico's (bij een gegeven waarschijnlijkheid) van deze gebouwtypen te nemen. Het echte risico kan dan zowel hoger als lager dan dit gemiddelde risico zijn.

De NPR gaat uit van elk individueel gebouw. Via een code kalibratie worden bouwregels opgesteld, die moeten leiden tot het voldoen aan de veiligheidsnorm. Uit de berekeningen volgt alleen een 'ja' of een 'nee'. Om het gebouw te kunnen versterken wordt vervolgens gekeken waardoor het gebouw niet voldoet. Het uiteindelijke risico van het gebouw wordt niet berekend. Op dit moment wordt in de berekeningen uitgegaan van gemiddelde waarden voor de materiaaleigenschappen. Deze gemiddelde waarden zijn afkomstig uit testen voor verschillende materiaaleigenschappen met daarbij een spreidingcoëfficiënt.

De methoden om te bepalen hoe sterk een gebouw is, zijn complex (erg wetenschappelijk en niet voor engineering purposes) en niet gebruiksvriendelijk. De reviewcommissie stelt zelfs dat deze methoden 'onnodig geavanceerd' zijn. Dit kan in de handen van niet-experts leiden tot grote, niet ontdekte fouten. De NPR-commissie geeft aan dat in NPR2017 een nieuwe, meer toegankelijke methode geïntroduceerd zal worden (gebaseerd op 'push-over' analyses) met simpele faalcriteria. De inputgegevens zijn daarbij moeilijk vast te stellen.

De review commissie merkt verder op dat de niet-lineaire modelberekeningen om de grondversnelling voor 'near-collapse' voor een gebouw te bepalen, instabiel worden, waardoor er een grote variabiliteit in analyseresultaten optreedt. Deze variabiliteit werkt door in de onzekerheid, hetgeen weer conservatisme in de hand werkt. De commissie beveelt aan om op dit punt uit te gaan van de sterkte voor 'significant damage' en middels een simpele opschaling ($RNC=1.33RSD$) de sterkte voor 'near-collapse' te bepalen. In de NPR2017 wordt deze methode overgenomen. Het gaat hierbij dus om een balans tussen enerzijds zeer geavanceerd en minder conservatief en anderzijds eenvoudiger en meer conservatief.

Vallende objecten

De NAM heeft het risico van vallende objecten opgenomen in hun HRA. De NAM onderscheidt bij (gedeeltelijke) instorting (DS5) drie verschillende 'collapse states', op basis van het percentage van het gebouw dat is ingestort. Deze 'collapse states' zijn direct gekoppeld aan de kwetsbaarheidscurves, waarin ook de niet-structurele elementen mee gemodelleerd worden. De eerste 'collapse state' is representatief voor de vallende objecten.

De NPR heeft een aparte methodiek om de risico's van vallende objecten te bepalen. Hierbij wordt uitgegaan van generieke kwetsbaarheidscurves voor de verschillende elementen. De internationale review commissie noemt deze methode gecompliceerd, hetgeen conservatisme in de hand werkt. De commissie adviseert daarom om eenvoudigere methoden te gebruiken.

Verschillen in de uitvoering

Conservatisme als uitgangspunt

Om zeker te weten of het gebouw aan de norm voldoet, wordt voor de inputgegevens in de berekeningen in de regel uitgegaan van conservatieve aannamen. Dit leidt tot een onderschatting

van de sterkte van de gebouwen en dus een overschatting van het aantal gebouwen dat versterkt moet worden.

Aansprakelijkheid inspecteur

Inspecteurs zijn verzekerd voor mogelijke aansprakelijkheden voor verkeerde beoordelingen. Om er zeker van te zijn dat gebouwen voldoen aan de norm, eisen de verzekeraars van de inspecteurs dat deze extra conservatieve aannames maken. Hierdoor wordt de sterkte van de gebouwen nog zwakker ingeschat en het risico dus nog verder overschat. Inmiddels is deze aansprakelijkheid overgenomen door de NAM. De mate waarin dit fenomeen nog steeds voorkomt, is onduidelijk.

Sterke afhankelijkheid van het inspectiebureau

Op basis van een in Nederland uitgevoerde quick scan constateert de review commissie dat er grote verschillen zitten tussen de uitkomsten van de verschillende methoden en de criteria, zoals die worden toegepast door verschillende bureaus. Dit is niet een typisch Nederlands probleem, maar komt ook voor in andere landen waar de methoden complex zijn. Dit wordt veroorzaakt door de keuzes die gemaakt moeten worden, subjectieve aannames en de toepassing van expert judgement. De commissie pleit er dan ook voor om simpelere methodieken te gebruiken.

Gebiedsgerichte aanpak voor preventieve versterking van gebouwen

Voor de preventieve versterking van gebouwen heeft de NCG een gebiedsgerichte aanpak voorgesteld, waarbij wordt gestart met het versterken van de woningen, die op basis van de huidige inzichten de grootste risico's lopen. Een gebiedsgerichte aanpak betekent dat bij de versterkingsoperatie niet alleen naar individuele woningen wordt gekeken, maar ook naar de woonomgeving: de straat, de wijk en het dorp. Gemeenten in het gebied zijn vanuit ontgroening en vergrijzing vaak al gezamenlijk bezig met leefbaarheidsplannen en dorps- en wijkvisies. Het ligt in de rede om deze aanpak daarmee in samenhang te bezien. Het kabinet deelt de visie van de NCG om in de aanpak een koppeling te maken tussen schadeherstel en preventieve versterking van gebouwen. Hierbij wordt rekening gehouden met de transitie, die de regio doormaakt als gevolg van bijvoorbeeld krimp. Ook wordt rekening gehouden met nieuwe (inhoudelijke) ontwikkelingen, zoals veranderingen in de zorgsector en het onderwijs. Hierdoor kan het voorkomen dat er toch ingrijpende maatregelen worden getroffen, ondanks het feit dat er niet (of minder zwaar) hoeft te worden versterkt. Een voorbeeld is Opwierde-Zuid. Daar zijn woningen die niet (zwaar) versterkt hoeven te worden, maar waar er waarschijnlijk toch sprake zal zijn van sloop dan wel nieuwbouw, omdat er een gasloze wijk wordt gerealiseerd.

Bijlage IV: wat is in theorie de relatie tussen productie, drukdaling, snelheid van drukdaling en bevingen?

Figuur IV-1 geeft een schematische uitleg over hoe aardbevingen kunnen ontstaan door gaswinning. Gaswinning (1) leidt tot daling van de reservoirgasdruk (poriëndruk, 2). Die daling veroorzaakt een verandering van de mechanische spanningen (stress) in de ondergrond. De verandering in mechanische spanningen heeft twee gevolgen. Het eerste gevolg is dat de gesteentelaag, waaruit het gas wordt geproduceerd, wordt samengedrukt (zie pijltjes in de inzet). Het samendrukken van het gesteente wordt ook wel reservoircompactie genoemd. Aan het aardoppervlak is dit indirect waarneembaar als bodemdaling. Het tweede gevolg is een veranderde spanningstoestand (3) op bestaande breuken in de ondergrond, die kan leiden tot bevingen (4) (lokale, abrupte verschuivingen van gesteente langs bestaande geologische breuken). Een complicerende factor is dat de veranderende poriëndruk in het reservoir, op zichzelf ook weer tot een verandering van spanningen leidt. Dit draagt bij aan de veranderde spanningstoestand op de breukvlakken. Tenslotte veroorzaken de bevingen zelf ook een verandering van de spanningen op de breuken (zie het tekstvak 'Spanningsveranderingen door bevingen' hiernaast).

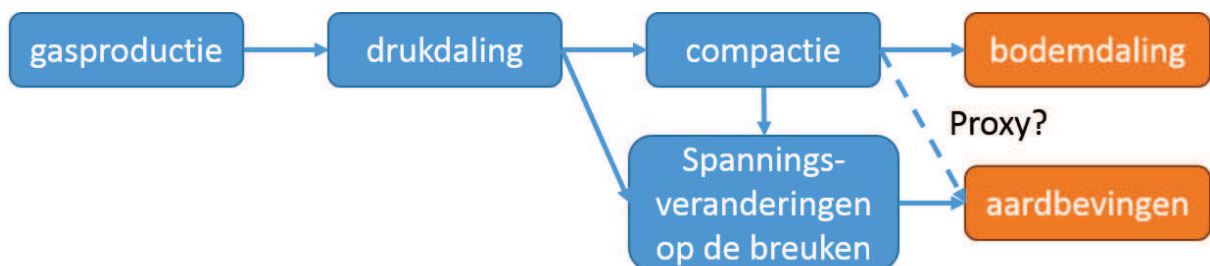
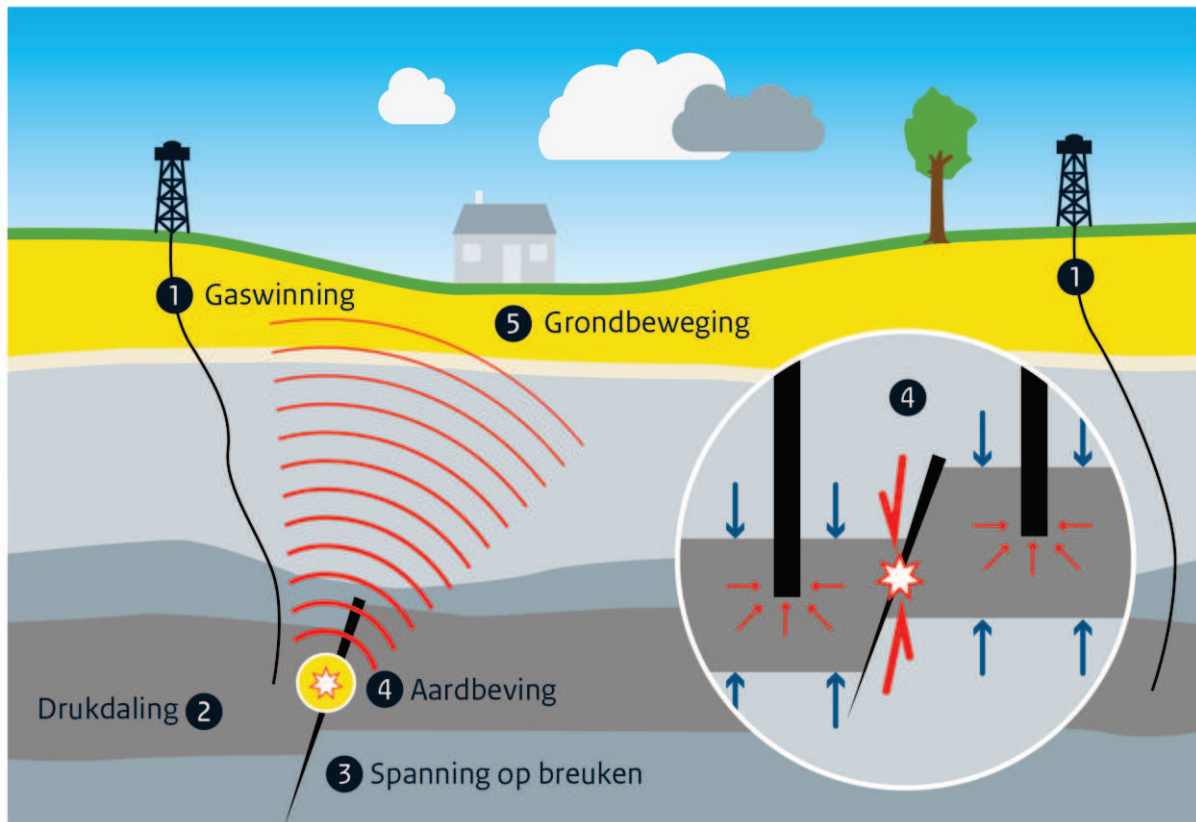
Spanningsveranderingen door bevingen

Tijdens een beving wordt de spanning op het deel van de breuk dat beweegt ontladen. Door de verplaatsing wordt echter extra spanning opgebouwd op de naastliggende delen van de breuk, waar geen verplaatsing optreedt. Als dit deel van de breuk ook (bijna) kritisch gespannen is, kan dit deel van de breuk door deze extra spanning mee gaan bewegen, waardoor een zwaardere beving ontstaat. Het is ook mogelijk dat dit deel van de breuk niet meteen meebeweegt, maar bijvoorbeeld de volgende dag waardoor een nieuwe beving ontstaat. Dit worden bij grote aardbevingen naschokken genoemd. Indien sprake is van meerdere kleine bevingen wordt van een cluster van bevingen gesproken.

Als gevolg van de doorgaande gasdruk daling wordt steeds meer spanning op de breuken opgebouwd. Bij gelijkblijvende snelheid van drukdaling worden steeds meer delen van de breuken kritisch gespannen. Hierdoor kunnen er steeds meer nieuwe bevingen ontstaan, en kan het aantal bevingen per tijdseenheid toenemen.

Op het moment dat er sprake is van veranderingen in de snelheid van winning, kunnen ook niet-seismische kruip (een onomkeerbare, a-seismische beweging langs een breuk) en breekgedrag op breuken²³ een belangrijke rol spelen. Bij een versnelling van de drukdaling kunnen hierdoor meer en zwaardere bevingen gaan optreden, terwijl bij een afname van de snelheid van drukdaling er juist minder bevingen kunnen gaan optreden. Een deel van de opgebouwde spanningen kan bij een lagere snelheid van drukdaling langzaam wegvloeien, zonder dat er sprake is van bevingen. In welke mate de snelheid van drukdaling invloed heeft, is nog steeds onderwerp van wetenschappelijk onderzoek en nog niet eenduidig bepaald.

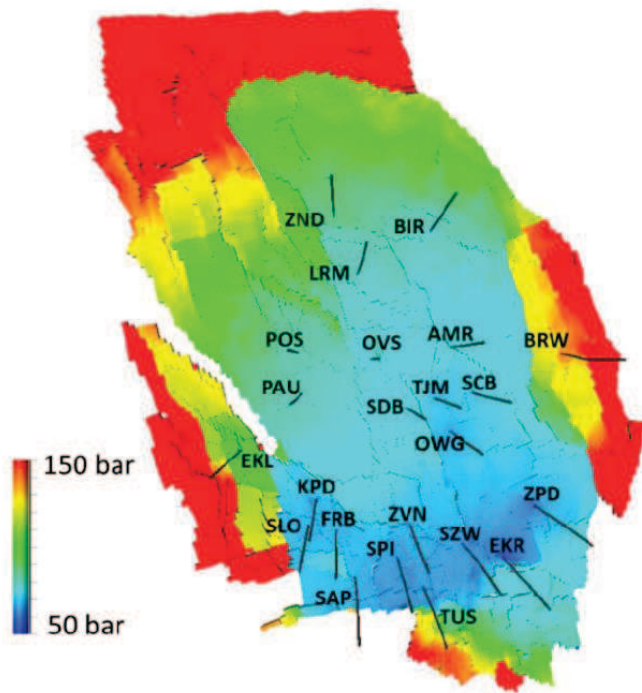
²³ Een breuk is geen vlak oppervlak. (A-seismische) beweging op de breuk kan belemmerd worden door onoffenheden in het oppervlak. De breuk 'breekt' als deze plotseling gaat bewegen, doordat deze losschiet.



Figuur IV-1: schematische uitleg over het ontstaan van aardbevingen door gaswinning

Op basis van de gerealiseerde productie kan met een reservoirmodel de ontwikkeling van de drukken in het veld worden gemodelleerd. Een reservoirmodel is een computermodel van het ondergrondse gasreservoir, waarmee de stroming van het gas wordt gemodelleerd. Door de jaren heen is komen vast te staan dat de gasvoerende gesteentelagen in het Groningen-gasveld wel volledig met elkaar in verbinding staan, maar niet op hetzelfde moment en op dezelfde manier reageren. Het regionale gedrag van het veld wordt vooral bepaald door de productiehoeveelheden uit de meest nabijgelegen productielocaties, maar kan, bij lage regionale productiehoeveelheden, ook deels worden bepaald door de productie uit verder weg liggende productielocaties.

Na het stoppen van de productie zal er nog een zogenaamde drukvereffening plaatsvinden in het veld. Omdat er niet overal in het veld gelijkmatig wordt gewonnen, zijn er behoorlijke drukverschillen over het veld. Figuur IV-2 laat de drukverschillen zien, zoals berekend voor 1 januari 2018. Doordat de druk in het zuiden lager is als in het Loppersumgebied, zal er na het stoppen van de productie nog gas van het Loppersumgebied naar het zuiden stromen. Dit heeft tot gevolg dat de druk in het zuiden hoger wordt (stabiliseert de breuken) en de druk in het Loppersumgebied nog lager wordt (maakt de breuken instabieler). De drukvereffening en het effect op het seismologisch model zijn meegenomen in de NAM-modellen.



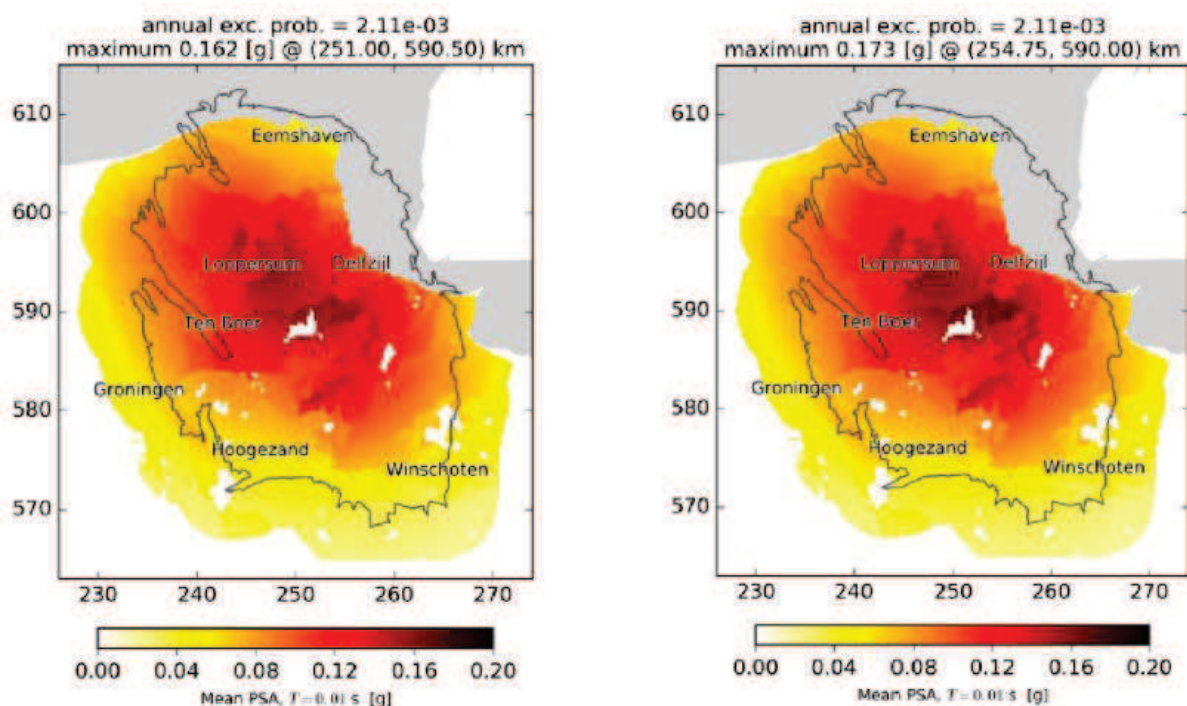
Figuur IV-2: Output reservoirmodel voor de drücken, zoals uitgerekend voor 1 januari 2018 (bron: Addendum Winningsplan NAM).

Bijlage V: ontwikkeling van de seismische dreiging

Naast het seismische risico is de seismische dreiging één van de resultaten van de berekeningen van de NAM. In figuur I-0-1 in bijlage I is te zien dat de seismische dreiging eigenlijk een tussenresultaat in de berekening van het seismische risico is. De seismische dreiging geeft de maximale grondversnelling aan, die eens in de 475 jaar op kan treden (kans van 0,2% in één jaar). In deze bijlage wordt beschreven hoe de seismische dreiging zich, gegeven het afbouwscenario van het kabinet, de komende jaren zal ontwikkelen.

Toename van de seismische dreiging in 2019

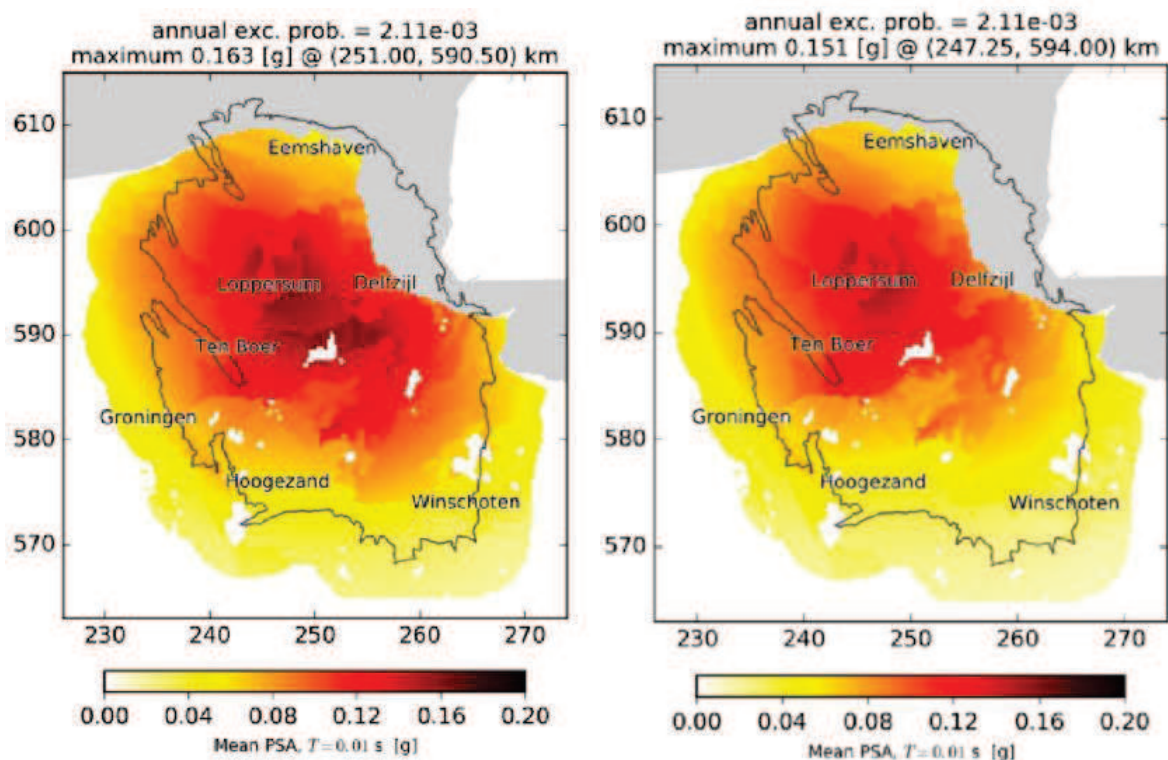
In 2019 zal de seismische dreiging boven het gehele Groningen-gasveld licht toenemen ten opzichte van 2018 (Figuur V-1). De maximale dreiging ligt ten zuiden van Appingedam, ten oosten van het Schildmeer. Dit is in de omgeving van de centraal-oostelijk gelegen clusters Tjuchem, Siddeburen, Amsweer, Schaapbulten en Oudeweg.



Figuur V-1: Berekeningen van de seismische dreiging in 2018 (links) en 2019 (rechts). De seismische dreiging geeft de maximale grondversnelling aan, die eens in de 475 jaar op kan treden (kans van 0,2% in één jaar).

Beperkte afname van de dreiging tussen 2020 en 2022

In 2020 is de seismische dreiging weer vergelijkbaar met 2018. Tussen 2020 en 2022 neemt de dreiging af (Figuur V-2). De afname in het zuiden van het gasveld is sterker dan in het noorden van het gasveld. De hoogste waarde voor de dreiging is in 2022 niet langer ten oosten van het Schildmeer gelegen, maar in de omgeving van Loppersum.

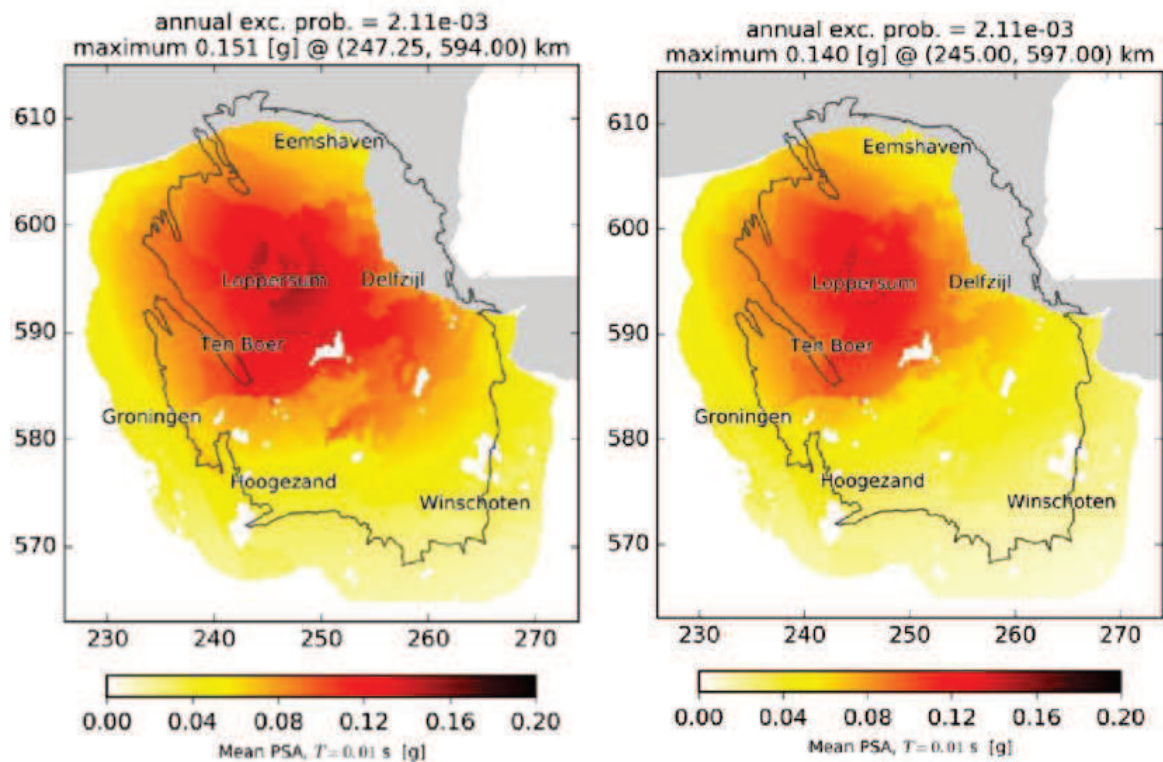


Figuur V-2: Berekeningen van de seismische dreiging in 2020 (links) en 2022 (rechts). De seismische dreiging geeft de maximale grondversnelling aan, die eens in de 475 jaar op kan treden (kans van 0,2% in één jaar).

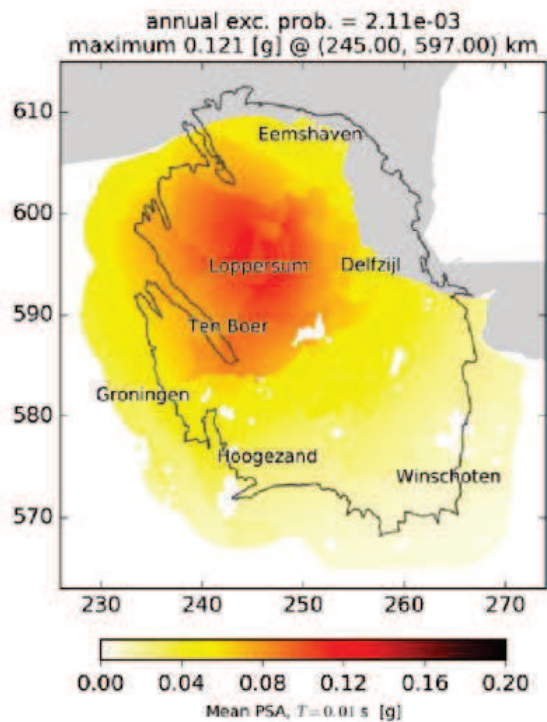
Verdere afname dreiging door bouw en ingebruikname stikstofinstallatie

Door de bouw en ingebruikname van de stikstofinstallatie neemt de dreiging boven het gasveld evenveel af, als in de voorgaande jaren het geval was door de beperking van de productie, als gevolg van het afschalen van grootverbruikers en de verminderde afname door het buitenland (Figuur V-3).

In 2027 is de maximale grondversnelling afgenomen naar 0,12g (Figuur V-4). Het zwaartepunt van de dreiging blijft rond Loppersum liggen. Ten zuiden van de lijn Groningen-stad – Delfzijl is de maximale grondversnelling in 2027 nog maar 0,06g.



Figuur V-3: Berekeningen van de seismische dreiging in 2022 (links) en 2023 (rechts). De seismische dreiging geeft de maximale grondversnelling aan, die eens in de 475 jaar op kan treden (kans van 0,2% in één jaar).

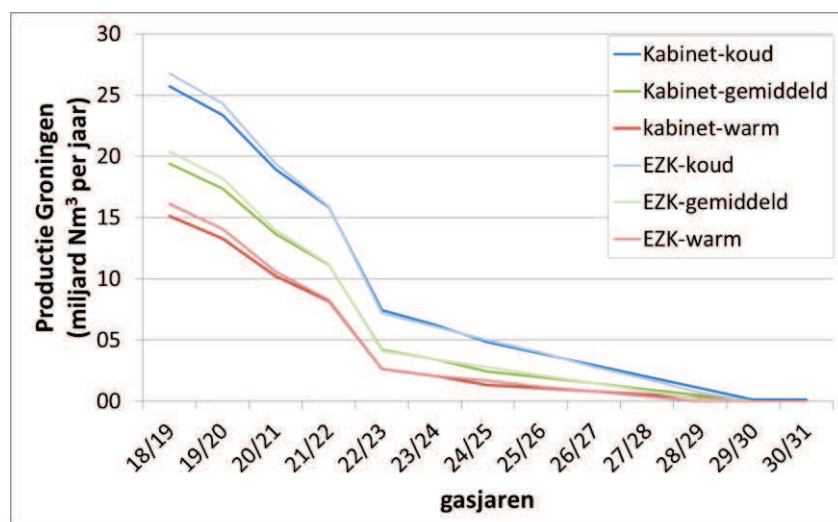


Figuur V-4: Berekeningen van de seismische dreiging in 2027. De seismische dreiging geeft de maximale grondversnelling aan, die eens in de 475 jaar op kan treden (kans van 0,2% in één jaar).

Bijlage VI: verschil tussen kabinetsbrief en verwachtingenbrief aan de NAM

Op verzoek van het ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK) heeft de NAM de ontwikkeling van de veiligheidsrisico's, als gevolg van de afbouwscenario's van het kabinet, voor de inwoners van Groningen berekend. De scenario's waarvoor de NAM haar berekeningen heeft uitgevoerd, zijn door EZK samen met een verwachtingenbrief aan de NAM gestuurd²⁴. Nader onderzoek van deze scenario's heeft uitgewezen dat de door EZK aangeleverde scenario's voor de eerste jaren, niet overeenkomen met de scenario's uit het kabinetsbesluit (Figuur VI-1). De eerste twee gasjaren liggen de scenario's 1 miljard Nm³ boven de scenario's uit het kabinetsbesluit. In het derde gasjaar liggen de scenario's nog 0,5 miljard Nm³ boven de scenario's uit het kabinetsbesluit. Vanaf het gasjaar 2021/2022 zijn de scenario's nagenoeg identiek. Dit betekent dat de veiligheidsrisico's van de scenario's uit het kabinetsbesluit deze eerste jaren waarschijnlijk lager zullen zijn dan uit de berekeningen volgt. Hoeveel lager is echter onbekend.

Daarnaast heeft de NAM op verzoek van EZK niet de veiligheidsrisico's van de drie gegeven scenario's doorgerekend, maar de risico's voor een gemiddeld jaar en voor scenario's waarbij er in de periode 2018-2030 steeds één koud of één warm jaar optreedt. Daarmee wordt wel inzichtelijk gemaakt wat de invloed van één koude of één warme winter is op de veiligheidsrisico's en de versterkingsopgave, maar is niet de volledige bandbreedte in kaart gebracht waartussen het veiligheidsrisico zich zal ontwikkelen.



Figuur VI-1: Afbouwscenario's uit het kabinetsbesluit versus de scenario's zoals aan de NAM gestuurd door het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat.

²⁴ Verwachtingenbrief aanvulling winningsplan Groningenveld 2016, dd. 2 mei 2018, kenmerk: DGETM-EO/18085152.

Bijlage VII: vergelijking versterkingsopgave op basis van continue productie en afbouw gaswinning naar nul

De uitkomsten van de risicoberekeningen voor de afbouwscenario's zijn duidelijk lager dan eerdere inschattingen bij een constante winning van 24 miljard Nm³ per jaar (onderste regel Tabel VII-1) oftewel de berekeningen die de grondslag voor het Zeerijp-advies vormden. Op basis van de eerdere berekeningen uit 2017, die nog uitgingen van een productie van 24 miljard Nm³ per jaar, zouden zo'n 10.000 gebouwen versterkt moeten worden. Deze inschatting is gebaseerd op het hanteren van een veilige marge (de eerder genomen P90-waarde). Dit getal kan ongeveer vergeleken worden met de ruwe inschattingen van de NCG, die rekening hield met het versterken van zo'n 20.000 gebouwen.

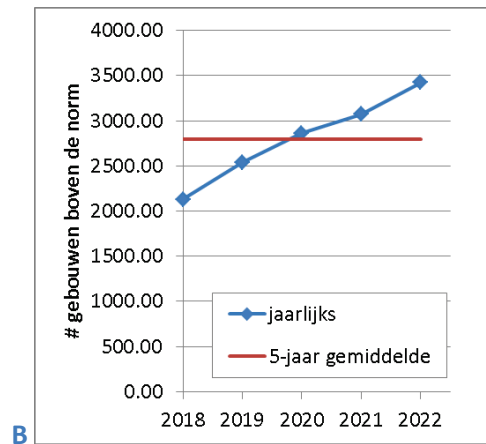
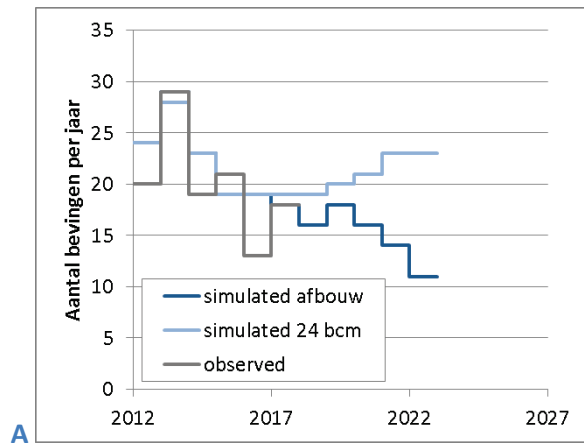
Het grote verschil tussen de inschattingen van de NCG en de inschattingen op basis van de modellentrein van de NAM, kan voor een belangrijk deel verklaard worden doordat de NCG-methodiek uitgaat van een seismische dreiging, die gebaseerd is op de veel hogere gasproductie in het verleden (circa 50 miljard Nm³ per jaar). De berekeningen die leiden tot de inschatting van de 10.000 gebouwen, zijn gebaseerd op de veronderstelling dat de gasproductie op een niveau van 24 miljard Nm³ per jaar ligt en gelijk blijft.

Indien wordt uitgegaan van het afbouwen van de gasproductie volgens het gepresenteerde scenario, dan neemt de omvang van de versterkingsoperatie af: in 2018 moeten dan zo'n 5000 gebouwen versterkt worden en in 2019 zo'n 7000. De afname van 10.000 gebouwen naar 5000 - 7000 gebouwen is een direct gevolg van de afnemende seismische activiteit ten gevolge van de afnemende gasproductie (Figuur VII-1A). De stijging van 2018 naar 2019 wordt veroorzaakt doordat de gasproductie in deze jaren nog maar heel beperkt afneemt. Het is bekend dat bij een ongeveer constante gasproductie de dreiging steeds verder blijft toenemen.

Een relevant verschil tussen de Zeerijp-berekeningen en de huidige berekeningen is ook dat bij de Zeerijp-berekeningen het gemiddeld risico voor een periode van 5 jaar berekend is. De toename van het risico (door toename van de seismische activiteit (Figuur VII-1A) wordt dan met de tijd uitgemiddeld en is niet zichtbaar in de uitkomsten. De huidige berekeningen zijn voor stappen van één jaar gemaakt. Als gevolg hiervan is - uitgaande van gelijkblijvende gasproductie - de stijging van het risico goed zichtbaar (zie Figuur VII-1B voor het berekende risico).

Tabel VII-1: Overzicht van het aantal gebouwen met een risicoschatting hoger dan de veiligheidsnorm (10⁻⁵ per jaar) en de grenswaarde (10⁻⁴ per jaar) in 2018 en 2019.

Jaar	Gemiddelde >10 ⁻⁵ per jaar	P90 >10 ⁻⁵ per jaar	Gemiddelde >10 ⁻⁴ per jaar	P90 >10 ⁻⁴ per jaar
2018	1256	5725	0	116
2019	1478	7193	0	118
2018-2022 HRA nov.	Ca 2800	Ca 10000	0	Ca 200



Figuur VII-1: A) De ontwikkeling van het jaarlijks aantal bevingen met magnitude ≥ 1.5 , zoals dat is berekend voor de constante productie van 24 miljard Nm^3 per jaar en voor het afbouwscenario. B) De jaarlijkse aantallen gebouwen die niet voldoen aan de norm bij een constante productie van 24 miljard Nm^3 per jaar, vergeleken met het in de HRA-studie van november 2017 gemiddelde risico, berekend over een periode van 5 jaar.

Voor de veiligheid en gezondheid van burgers
en milieu en zorg voor onze natuurlijke hulpbronnen.

Staatstoezicht op de Mijnen

Henri Faasdreef 312 | Den Haag
Postbus 24037 | 2490 AA Den Haag
T 070 379 84 00

sodm@minez.nl
www.sodm.nl
[@sodmnl](https://twitter.com/sodmnl)

27 juni 2018