

# Advies

## **Veiligheid van gebouwen op wierden**

Juli 2024

## Publiekssamenvatting

### Nader onderzoek nodig naar de veiligheid van gebouwen op wierden

Het ACVG is door de verantwoordelijk staatssecretaris gevraagd te adviseren over de beoordeling van de veiligheid van gebouwen op wierden in het aardbevingsgebied in Groningen. De aanleiding voor deze vraag is recent wetenschappelijk onderzoek waaruit blijkt dat de slappere grond van wierden de trillingen van aardbevingen kan vergroten.

Begin dit jaar is het ACVG de volgende adviesvraag gesteld:

*Wat betekenen het artikel van KNMI, de analyse van TNO en het advies van SodM over de seismische belasting van gebouwen op wierden voor de reeds beoordeelde en/of versterkte woningen, en hoe moeten die inzichten bij de nog uit te voeren beoordelingen en bij het ontwerpen van versterkingsmaatregelen voor gebouwen op wierden toegepast worden?*

Na het raadplegen van wetenschappelijke literatuur over wierden en de ondergrond in Groningen en gesprekken met deskundigen is de **conclusie dat de adviesvraag nu nog niet kan worden beantwoord**. Wij hebben namelijk op enkele onderdelen twijfels over het uitgevoerde wetenschappelijke onderzoek:

1. het uitgevoerde onderzoek is gebaseerd op slechts drie wierden die in vier geologische zones liggen. Dit is onvoldoende representatief voor de grote variaties in wierden en zones;
2. er zijn daarbij aannames gedaan die erg bepalend zijn voor de uitkomst, en;
3. de wiskundige formule voor de versterking van trillingen die in het wetenschappelijk onderzoek is bepaald, is in de uitwerking anders toegepast dan bedoeld.

Het is daarom nog onvoldoende zeker dat wierden de trillingen van aardbevingen vergroten. En wanneer ze de trillingen vergroten, hoeveel dit dan is. **Nader onderzoek door kennisinstellingen is hiervoor nodig**.

Het ACVG heeft het belang van nader onderzoek naar de veiligheid van gebouwen op wierden afgewogen tegen de langere periode van onzekerheid die de bewoners en eigenaren van gebouwen op wierden dan zullen ervaren. Naar de mening van het ACVG is nader onderzoek niet alleen noodzakelijk, maar ook proportioneel en haalbaar. Het is noodzakelijk vanwege de veiligheid, want de huidige onderzoeken laten zien dat wierden mogelijk de trillingen van de grond vergroten. Er is geen andere manier dan nader onderzoek om hier zekerheid over te krijgen. Ook zijn er geen tijdelijke maatregelen die nu op een verantwoorde wijze gebruikt kunnen worden voor de beoordeling en versterking van gebouwen op wierden. Het laten uitvoeren van nader onderzoek is proportioneel, omdat hierdoor onnodige versterking of tweemaal versterken, met alle overlast van dien, wordt voorkomen en dit opweegt tegen de periode van onzekerheid nu deze in tijd overzienbaar is. We verwachten op basis van gesprekken met betrokken deskundigen dat het haalbaar is om binnen zes maanden tot de benodigde resultaten te komen. Deze resultaten kunnen kort daarop worden omgezet in praktische aanwijzingen voor de uitvoering van de versterkingsoperatie op wierden.

Op dit moment zitten 1.642 adressen op wierden in de scope van de versterkingsoperatie. Er zijn twee mogelijkheden voor deze adressen wanneer nader onderzoek plaatsvindt: tijdens het nadere onderzoek de beoordelingen en versterkingen doorzetten, of eerst de resultaten van het onderzoek afwachten. Het ACVG adviseert de resultaten van het nadere onderzoek af te wachten voor de beoordelingen en versterkingen die nog moeten starten en al lopende beoordelingen en versterkingen te vervolgen. De beoordeling en versterking van de adressen die niet op wierden staan kunnen ook doorgaan, waarbij de beschikbare capaciteit maximaal kan worden benut. **De versterkingsoperatie als geheel kan zo onverminderd worden voortgezet**.

Het is belangrijk dat de bewoners en eigenaren van de adressen op wierden tijdig en gelijktijdig een goed inzicht krijgen in de duur van het onderzoek en de betekenis daarvan voor de planning van de beoordeling en eventuele versterking op hun adres. Het is vooral belangrijk dat deze boodschap eenduidig en toegankelijk is. Dit kan door bewoners en eigenaren gericht te benaderen. Een andere manier is informatie op een goed vindbare plaats beschikbaar te maken, zodat betrokkenen dit zelf kunnen opzoeken.

Tot slot: Wij hebben dit advies opgesteld om de verantwoordelijke bewindspersoon in staat te stellen om zo snel mogelijk een weloverwogen besluit te nemen over het vervolg. Zowel als het gaat om het laten uitvoeren van nader onderzoek door kennisinstellingen, als om de uitvoering van de versterkingsoperatie bij adressen op wierden en de communicatie daarover richting bewoners en eigenaren. Het ACVG hecht aan transparantie: de bewindspersoon, betrokken overheden en uitvoeringsorganisaties en alle Groningers kunnen in dit rapport de onderbouwing lezen van onze constatering, conclusies en aanbevelingen.

## Inhoud

<b>Publiekssamenvatting .....</b>	<b>1</b>
<b>1 Inleiding .....</b>	<b>5</b>
1.1 Aanleiding .....	5
1.2 Afbakening van de adviesvraag .....	7
1.3 Aanpak op hoofdlijnen: gehanteerde methode .....	7
1.4 Leeswijzer .....	9
<b>2 De beoordeling van adressen op wierden tot op heden .....</b>	<b>10</b>
2.1 In totaal 1.642 adressen op wierden binnen de scope .....	10
2.2 Het merendeel van de adressen is al beoordeeld .....	10
2.3 De meeste adressen zijn of worden beoordeeld met tijdvak t5 .....	11
2.4 Gehanteerde beoordelingsmethode van invloed op herbeoordeling .....	12
2.5 Ligging op wierden ook in praktijk niet meegenomen in beoordeling veiligheid .....	13
2.6 Potentieel grote impact van de penalty factor .....	14
2.7 Constatering: grootste deel adressen met een lagere belasting doorgerekend dan wanneer de voorgestelde penalty factor wordt toegepast .....	15
<b>3 Vragen bij de noodzaak en grootte van de penalty factor .....</b>	<b>16</b>
3.1 Toelichting op de ondergrondmodellering: het Ground Motion Model .....	16
3.2 Bedenkingen bij het uitgevoerde wetenschappelijk onderzoek naar de penalty factor .....	18
3.2.1 De gegevensbasis van de penalty factor is te smal .....	19
3.2.2 Belangrijke aannames bij het ontwikkelen van de penalty factor .....	21
3.2.3 De wiskundige formule die de penalty factor beschrijft is anders dan bedoeld .....	22
3.3 Constatering: de noodzaak en grootte van de penalty factor zijn nog onzeker .....	24
<b>4 Sociaal-maatschappelijke context en belangenafweging .....</b>	<b>25</b>
4.1 Bewoners en eigenaren hebben zekerheid en grip nodig .....	25
4.2 Belangenafweging en conclusie .....	25
4.3 Praktische gevolgen voor de voortgang van de versterkingsoperatie op wierden .....	27
4.4 Goede communicatie belangrijk .....	28
<b>5 Nader onderzoek: doel en voorstel voor uitvoering door kennisinstellingen .....</b>	<b>30</b>
5.1 Doel van het nadere onderzoek .....	30
5.2 Uitvoering en begeleiding van het nadere onderzoek .....	31
5.3 Geschatte doorlooptijd en vervolg van het nadere onderzoek .....	31
<b>6 Conclusies en aanbevelingen .....</b>	<b>33</b>
6.1 Conclusies .....	33
6.2 Aanbevelingen .....	34
<b>Afkortingenlijst .....</b>	<b>37</b>

<b>Begrippenlijst .....</b>	<b>38</b>
<b>Bijlage - Samenvatting van de consultatie .....</b>	<b>42</b>

# 1 Inleiding

Voor u ligt het advies van het ACVG over de veiligheid van gebouwen die in het aardbevingsgebied<sup>1</sup> in Groningen op wierden staan. In de rest van Nederland worden wierden ook wel 'terpen' genoemd. Het zijn eeuwenoude heuvels langs de Waddenkust die door mensen opgeworpen zijn om bij hoogwater een droge plek te hebben. In de loop der tijd zijn de meeste wierden volledig en permanent bewoond geraakt.

## 1.1 Aanleiding

Wierden zijn vaak opgebouwd met materiaal dat op dat moment in de directe omgeving voorhanden was. Bijvoorbeeld afgegraven grond uit sloten of kuilen, afval en mest van dieren. Dit geeft een relatief slappe grondopbouw ten opzichte van een bodem met een natuurlijke oorsprong. Trillingen in de bodem, zoals van aardbevingen, kunnen hierdoor worden vergroot. Dit noemen we ook wel het opslingereffect. Dit kan betekenen dat gebouwen op wierden bij een aardbeving zwaarder worden belast dan de gebouwen die hierbuiten staan, wat van invloed is op de veiligheid van die gebouwen.

### *Voorgeschiedenis*

In het zogenoemde Ground Motion Model (GMM), dat wordt gebruikt in de Seismische Dreigings- en Risicoanalyse (SDRA) en ook de basis vormt voor het bepalen van de seismische belasting in de Nederlandse Praktijkrichtlijn (NPR) 9998, wordt rekening gehouden met verschillen in de opbouw van de bodem. Echter, tot nu toe voorziet het GMM nog niet specifiek in de bijzondere grondopbouw ter plaatse van wierden. Het was van begin af aan wel de bedoeling om het GMM hiermee uit te breiden. Hiervoor zijn sinds 2015 in opdracht van NAM onderzoeken uitgevoerd.<sup>2</sup>

In 2022 is over dit onderwerp een wetenschappelijk artikel door Kruiver et al. gepubliceerd.<sup>3</sup> Hierin is voor een aantal wierden de amplificatie (opslinging) van de bodem berekend en is een zogenoemde penalty factor bepaald. De in dit onderzoek voorgestelde penalty factor is een factor die in het GMM kan worden toegepast bovenop de reguliere trilling door een aardbeving ter plaatse van wierden. Het gebruiken van een penalty factor is een manier om rekening te houden met de bijzondere grondopbouw en de extra seismische belasting die daaruit volgt.

De penalty factor uit het artikel van Kruiver et al. (2022) is voor versie 7 van het GMM bepaald (GMMv7). In de SDRA en bij de beoordeling van gebouwen in Groningen wordt echter nog versie 6 (GMMv6) gehanteerd. Om inzicht te krijgen in het effect van de penalty factor op het resultaat van de SDRA heeft het Ministerie van EZK daarom een 'wierdenanalyse' door TNO laten uitvoeren. De resultaten van deze analyse zijn in juni 2023 gepubliceerd.<sup>4</sup> Hieruit blijkt dat het risico voor een gebouw op een wierde met de voorgestelde penalty factor hoger is dan zonder penalty factor. Door deze risicoverhoging neemt het aantal gebouwen dat een licht verhoogd risicoprofiel krijgt

---

<sup>1</sup> Het aardbevingsgebied bestaat uit de gemeenten Eemsdelta, Groningen, Het Hogeland, Midden-Groningen en Oldambt.

<sup>2</sup> Bijvoorbeeld: Meijles, E., Aalbersberg, G., & Groenendijk, H. (2016). *Terp composition in respect to earthquake risk in Groningen*. NAM.

<sup>3</sup> Kruiver, P. et al. (2022). *Incorporating dwelling mounds into induced seismic risk analysis for the Groningen gas field in the Netherlands*, *Bulletin of Earthquake Engineering* (2022), 20:255-285.

<sup>4</sup> TNO – Adviesgroep Economische Zaken (19 juni 2023). *Wierdenanalyse in GMM-V6: risicoanalyse van gebouwen op wierden met en zonder toepassing van een aangepast opslingermodel in Grondbewegingsmodel V6*, kenmerk AGE 23-10.059.

toe. Gebouwen met een (licht) verhoogd risicoprofiel worden doorgaans opgenomen in de werkvoorraad van de versterkingsoperatie ('scope').

Omdat de penalty factor niet voor GMMv6 is ontwikkeld heeft TNO daarnaast onderzocht of de resultaten van de SDRA met GMMv6 en GMMv7 vergelijkbaar zijn. TNO concludeert dat GMMv6 met penalty factor gemiddeld tot een zeer beperkt hoger risico leidt vergeleken met GMMv7. Zij merkten daarbij echter ook op dat de opslingerfactoren voor wierden, en daarmee de penalty factor, strikt genomen alleen in GMMv7 gebruikt kunnen worden en dat nader onderzoek nodig is voordat er definitieve conclusies uit deze vergelijkende analyse getrokken kunnen worden.

SodM heeft vervolgens in juli 2023 een advies<sup>5</sup> uitgebracht aan staatssecretaris Vijlbrief van Economische zaken. Hierin liet het Staatstoezicht weten dat zij niet verwachten dat het door TNO aanbevolen nadere onderzoek tot wezenlijk andere resultaten zal leiden. SodM baseerde zijn advies daarom op de huidige onderzoeken. Uit de wierdenanalyse van TNO bleek dat een aantal adressen door hun ligging op een wierde alsnog een licht verhoogd risicoprofiel krijgen, waarvan er 48 nog niet onderdeel waren van de scope van de versterkingsoperatie. Het SodM adviseerde om deze alsnog aan de versterkingsopgave toe te voegen. Dit is vervolgens ook gebeurd. Deze gebouwen moeten op een later moment apart individueel beoordeeld worden om te bepalen of zij aan de veiligheidsnorm voldoen (Meijdam-norm) en vervolgens, wanneer nodig, te worden versterkt.

Bij de beoordeling van individuele gebouwen wordt de Nederlandse Praktijkrichtlijn (NPR) 9998:2020 of de typologieaanpak gebruikt. In deze beoordelingsmethoden is tot op heden niet specifiek rekening gehouden met de bodem van een wierde. Het is nog niet duidelijk of en hoe de beoordeling van individuele gebouwen op wierden aangepast moet worden. SodM heeft EZK daarom ook geadviseerd om nader te laten bepalen wat de invloed van wierden is op de aan te houden seismische belasting voor de beoordeling van individuele gebouwen. Dit vormde de aanleiding voor de staatssecretaris van EZK om het ACVG om advies te vragen.

#### *De adviesvraag aan het ACVG*

Op 2 januari 2024 ontving het ACVG de volgende adviesvraag van de staatssecretaris van Economische Zaken:

*Wat betekenen het artikel van KNMI<sup>6</sup>, de analyse van TNO en het advies van SodM over de seismische belasting van gebouwen op wierden voor de reeds beoordeelde en/of versterkte woningen, en hoe moeten die inzichten bij de nog uit te voeren beoordelingen en bij het ontwerpen van versterkingsmaatregelen voor gebouwen op wierden toegepast worden?*

Het ACVG werd hierbij gevraagd om, indien mogelijk, voor de zomer van 2024 te adviseren.

---

<sup>5</sup> SodM (14 juli 2023). *Advies SodM naar aanleiding van Wierdenanalyse TNO*, kenmerk 30829127.

<sup>6</sup> Hiermee wordt het eerder aangehaalde artikel van Kruiver et al. (2022) bedoeld.

## 1.2 Afbakening van de adviesvraag

Voor dit advies gaat het ACVG uit van alle gebouwen binnen de scope van de versterkingsopgave die volgens de Exposure Database<sup>7</sup> op een wierde liggen. Zie het kader voor een nadere toelichting. Tot op heden zijn meerdere lijsten en databases gebruikt om te bepalen welke gebouwen op wierden staan. Bijvoorbeeld het Geografische Informatie Systeem, de Archeologische Monumenten Kaart of de gegevens in de Exposure Database. Wij sluiten met onze keuze voor de gegevens volgens de Exposure Database aan bij de uitgangspunten die TNO gebruikt voor de SDRA (en voorheen de NAM voor de HRA) en de wierdenanalyse.<sup>8</sup> Deze gegevens worden ook door NCG gebruikt.

De NCG constateert dat het om in totaal 1642 adressen op wierden gaat.<sup>9</sup> Dit aantal is inclusief de eerdergenoemde 48 adressen die recent aan de versterkingsopgave zijn toegevoegd. Het gaat hier niet alleen over woningen, maar ook gebouwen zonder woonbestemming zoals bijvoorbeeld kerken, dorpshuizen of agrarische gebouwen. Wij adviseren in dit rapport zonder uitzondering over al deze gebouwen. Als een adres uit meerdere gebouwen bestaat, zoals mestkelders, schuren of andere bijgebouwen, geldt dit advies voor alle gebouwen op dat adres.

### Nadere toelichting: de uitgangspunten voor wierden in de Exposure Database

Hoe is bepaald welke gebouwen in de Exposure Database het kenmerk 'op een wierde' hebben gekregen? Ingenieursbureau Arup, die deze database beheert, heeft een impactstudie uitgevoerd naar welke gebouwen op een wierde liggen en hoeveel dat er in totaal zijn. Arup heeft daarbij datasets van Rijksuniversiteit Groningen en Deltares over de ligging van wierden betrokken. Deze gegevens zijn in 2023 aan de Exposure Database toegevoegd. Daarbij is besloten om binnen de Exposure Database uit te gaan van alle gebouwen die minimaal voor 10% op een wierde liggen.

In lijn met de NCG en TNO sluit het ACVG zich aan bij deze uitgangspunten.

Bron impactstudie: Arup (31 januari 2022). *Extract of buildings located on a wierde, based on Exposure Database V7.1. Cover note.*

## 1.3 Aanpak op hoofdlijnen: gehanteerde methode

Om de adviesvraag te beantwoorden, is het voor het ACVG allereerst van belang om goed te begrijpen hoe de onderzoeksresultaten in het artikel van Kruiver et al. (2022) en de wierdenanalyse van TNO (2023) tot stand zijn gekomen en welke afwegingen daarbij gemaakt zijn. Alleen zo kunnen we borgen dat de inschatting van de seismische

<sup>7</sup> De Exposure Database is de dataset met gegevens over gebouwen in Groningen. In deze, niet openbare, database is van alle gebouwen die kunnen worden blootgesteld aan de gevolgen van een aardbeving aangegeven tot welke gebouwtypologieën zij vermoedelijk behoren als ook een inschatting van het aantal mensen dat zich in of rond deze gebouwen zal bevinden (zowel overdag als tijdens de nacht) en of zij al dan niet voor minstens 10% op wierden staan. De database is gebruikt voor de HRA en wordt nu nog gebruikt voor de SDRA. Gebaseerd op bron: NAM (juli 2018). Exposure Database (EDB) voor het gebied van het Groningen veld – juni 2018.

<sup>8</sup> Voor het artikel van Kruiver et al. (2022) is gebruik gemaakt van een (pilot)studie "Selection of buildings on wierden" gedateerd 26 juni 2020 (tevens Kruiver et al.).

<sup>9</sup> Let op: De NCG hanteert het aantal adressen in plaats van het aantal gebouwen. Een adres kan meerdere gebouwen omvatten.



belasting van gebouwen op wierden juist is en de voorgestelde penalty factor verantwoord en op de juiste manier wordt toegepast. We hebben daarvoor het KNMI (waaronder dr. Kruiver), TNO en SodM geraadpleegd, die constructief medewerking hebben verleend aan het beantwoorden van onze vragen.

Op een aantal thema's heeft het ACVG meer verdiepend onderzoek gedaan. Daarbij hebben we enkele wetenschappers gesproken die in het verleden actief betrokken waren bij het onderzoek naar wierden. Bijvoorbeeld direct voor het artikel Kruiver et al. (2022) of voorafgaande onderzoeken. Zo is er o.a. gesproken met:

- prof. Rodriguez-Marek van Virginia Polytechnic Institute and State University, Verenigde Staten. Hij was één van de coauteurs van het artikel van Kruiver et al. (2022). Hij heeft de penalty factor bepaald.
- de NAM in verband met de onderzoeken waarnaar Kruiver et al. (2022) verwijst en in verband met de Exposure Database.

Daarnaast heeft ingenieursbureau Arup (via de NAM) schriftelijk een nadere toelichting gegeven op wierden in de Exposure Database.

Tot slot heeft de NCG ons van data voorzien over de gebouwen/adressen op wierden. Dit hebben we gebruikt om inzicht te krijgen in de seismische belasting waarmee de gebouwen op wierden tot nu toe zijn beoordeeld. Ook hebben we deze gegevens gebruikt voor eigen aanvullende berekeningen om te bepalen wat de mogelijke impact van de voorgestelde penalty factor is.

Wij hebben de adviesvraag opgepakt in de geest van de aangekondigde herziening en verbreding van onze taak.<sup>10</sup> Dat wil zeggen dat we niet alleen met een technisch/wetenschappelijke bril adviseren, maar ook de maatschappelijke context beschrijven en meewegen.

We hebben de inzichten in de penalty factor die wij tijdens dit adviestraject opdeden met verschillende betrokken partijen besproken, zoals TNO en wetenschappers die hebben bijgedragen aan het artikel van Kruiver et al. (2022). Uit deze gesprekken is gebleken dat zij zich hierin kunnen vinden.

Ook hebben we dit advies vooraf geconsulteerd bij SodM, de Regio (via Ondersteunend Bureau Gaswinning), de NCG, TNO, het KNMI en de maatschappelijke organisaties Groninger Bodem Beweging en Groninger Gasberaad. Desgevraagd is het conceptadvies in de vorm van een briefing mondeling toegelicht aan de Regio. De Regio heeft aangegeven zich te onthouden van een schriftelijke reactie. In de bijlage treft u de input van de geconsulteerde partijen en hoe wij deze in onze overwegingen hebben betrokken en verwerkt.

Gedurende ons adviestraject bleek dat op basis van de huidige kennis er nog geen antwoord valt te geven op de adviesvraag. Het is nu nog onvoldoende zeker of de seismische belasting op wierden hoger is. En, wanneer de seismische belasting daadwerkelijk hoger zou zijn, hoeveel dan. Het ACVG geeft wel een advies af, waarin onze belangrijkste constatering zijn verwerkt. Op deze manier wordt de verantwoordelijke bewindspersoon in staat gesteld om zo snel mogelijk een weloverwogen besluit te nemen over het vervolg. Zowel als het gaat om nader onderzoek, als om de uitvoering van de versterkingsoperatie bij adressen op wierden en

---

<sup>10</sup> In het wetsvoorstel van de 'Wijziging van de Tijdelijke wet Groningen in verband met het herstel van omissies en het aanbrengen van verduidelijkingen' wordt een wijziging en uitbreiding van de taak van het ACVG voorgesteld. Wij baseren ons op de tekst zoals toegelicht in het wetsvoorstel (nr. 36566-2) en memorie van toelichting (nr. 36566-3) van 3 juni 2024.

de communicatie daarover richting bewoners en eigenaren.

Wanneer het ACVG in de toekomst gevraagd wordt een vervolgadvis uit te brengen, zijn we daartoe vanzelfsprekend bereid.

#### **1.4 Leeswijzer**

Als u tijdens het lezen onbekende afkortingen of begrippen tegenkomt, dan kunt u de afkortingen- en begrippenlijst raadplegen aan het einde van dit rapport.

Op pagina 1 vindt u de publiekssamenvatting van ons advies.

In hoofdstuk 2 leest u enerzijds wat de huidige situatie is rondom de beoordeling van gebouwen op wierden: over welke aantallen hebben we het en hoe is de veiligheid van deze gebouwen tot nu toe beoordeeld? Daarnaast gaan we in op de impact als de penalty factor (zoals deze nu is vastgesteld) wordt toegepast.

Daarna gaat hoofdstuk 3 in op de seismische belasting op gebouwen op wierden volgens de onderzoeksresultaten van het artikel van Kruiver et al. (2022) en de wierdenanalyse van TNO. We gaan dieper in op de vragen die we hebben over de noodzaak en de grootte van de penalty factor zoals deze uit de onderzoeksresultaten is bepaald.

In hoofdstuk 4 gaan we in op de sociaal-maatschappelijke context. Daarbij wegen we het belang van het verkrijgen van duidelijkheid over de seismische belasting op wierden af tegen andere belangen van bewoners en eigenaren van gebouwen op wierden en van diegenen die verantwoordelijk zijn voor de uitvoering van de versterkingsoperatie.

In hoofdstuk 5 zetten we het doel en de verschillende aspecten uiteen van het nadere onderzoek door kennisinstellingen waar wij op basis van hoofdstuk 3 en 4 toe komen.

Tot slot vermeldt hoofdstuk 6 onze conclusies en aanbevelingen over het gebruik van de huidige onderzoeksresultaten en de daaruit bepaalde penalty factor bij beoordelingen van de veiligheid van individuele gebouwen op wierden.

Bij dit adviesrapport treft u één bijlage aan. Deze bevat een korte samenvatting van de reacties die wij in de consultatieronde van diverse partijen hebben ontvangen.

## 2 De beoordeling van adressen op wierden tot op heden

In dit hoofdstuk gaan we in op de vraag hoe de beoordeling van de veiligheid van individuele gebouwen op wierden tot nu toe heeft plaatsgevonden en waar deze adressen zich in het versterkingsproces bevinden. Hiervoor is data geraadpleegd van de NCG. Ook gaan we in op de mogelijke impact van de voorgestelde penalty factor op de beoordeling en versterking van gebouwen. Hiervoor hebben we aanvullende berekeningen uitgevoerd met gebruik van data die de NCG heeft aangeleverd.

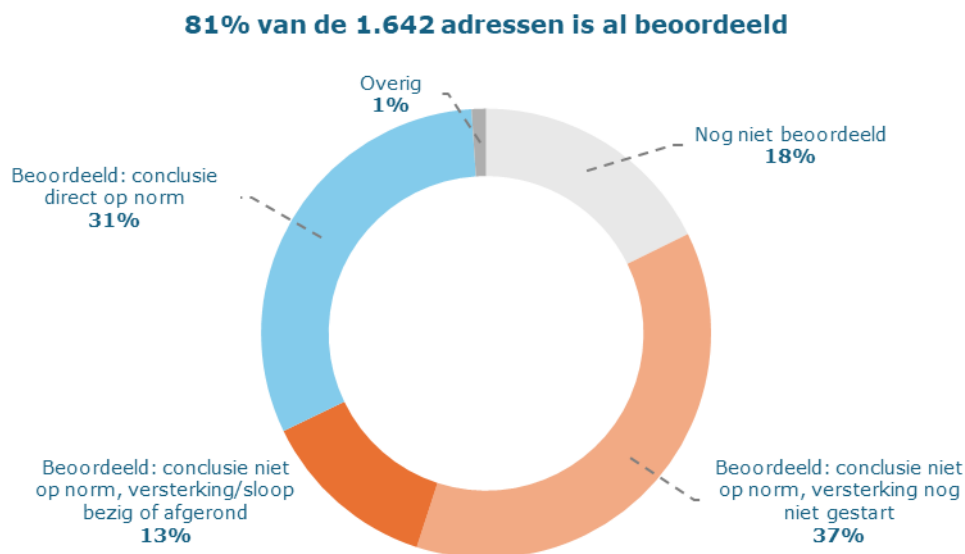
### 2.1 In totaal 1.642 adressen op wierden binnen de scope

Volgens de Exposure Database liggen 3.282 adressen in het aardbevingsgebied op een wierde. Hiervan zitten 1.642 adressen in de scope van de versterkingsoperatie. De NCG heeft op verzoek van het ACVG de volgende data over deze adressen verstrekt:

- De fase in het versterkingsproces waar de adressen zich in bevinden.
- De NPR-versie en het tijdvak die zijn, of worden, gehanteerd bij de beoordeling en eventuele versterking.
- De beoordelingsmethode die is, of wordt, gehanteerd bij de beoordeling en eventuele versterking.

### 2.2 Het merendeel van de adressen is al beoordeeld

Het onderstaande diagram (figuur 1) laat zien in welke fase van het versterkingsproces de 1.642 adressen op wierden zich bevinden. De impact van het alsnog toepassen van de penalty factor op deze adressen verschilt per fase. Als een adres nog niet is beoordeeld, kunnen de juiste inzichten gelijk gebruikt worden. Maar een gebouw dat al op norm verklaard is, heeft mogelijk een herbeoordeling nodig.



Figuur 1 - Verdeling van de adressen naar de fase in het versterkingsproces (bron: NCG, peildatum 14 mei 2024)

Toelichting bij figuur 1:

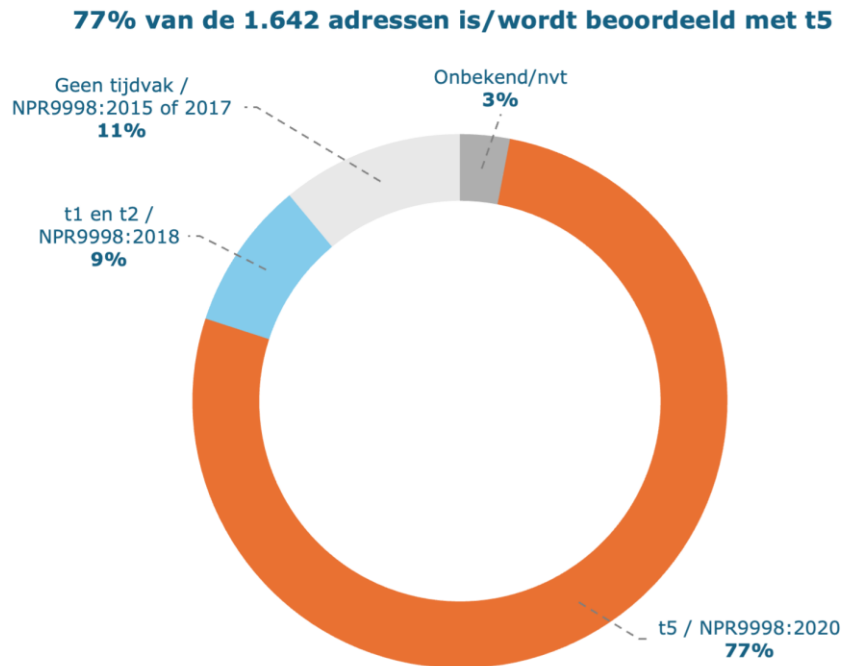
- 18% van de adressen is nog niet beoordeeld. De 48 adressen die naar aanleiding van het advies van SodM zijn toegevoegd aan de scope maken hier deel van uit.
- Iets meer dan een derde van de adressen (37%) is wel beoordeeld, maar de benodigde versterking is nog niet gestart.
- Bij 13% van de adressen is de versterking of sloop op dit moment al gestart of reeds afgerond.
- 31% van de adressen is direct op norm verklaard, wat betekent dat versterking niet nodig is bevonden.
- Uit de grafiek kan ook afgeleid worden dat met name de twee hiervoor genoemde groepen extra onzekerheid kunnen ervaren door de penalty factor: de 'op norm'-verklaring kan niet juist zijn of de versterking is niet toereikend. In beide gevallen kan een (nieuwe) versterking noodzakelijk zijn, terwijl de bewoners en/of eigenaren dachten dat zij klaar waren, respectievelijk op korte termijn klaar zouden zijn.
- De categorie 'overig' bestaat voornamelijk uit adressen die in eigen beheer (door eigenaren) worden uitgevoerd. De NCG voert geen actief toezicht op de voortgang van deze adressen.

Deze gegevens zijn een momentopname van 14 mei 2024. Elke dag worden versterkingsadviezen opgeleverd of versterkingen afgerond en wijzigen de aantallen.

### **2.3 De meeste adressen zijn of worden beoordeeld met tijdvak t5**

Het tijdvak dat bij de beoordeling wordt gebruikt, is bepalend voor de seismische belasting waarmee in die beoordeling wordt gerekend. Op dit moment, en voor de resterende duur van de versterkingsoperatie, worden gebouwen beoordeeld met t5. In dit tijdvak zijn inzichten tot en met 2020 verwerkt, zoals de afbouw van de gaswinning zoals destijds voorzien. Over het algemeen geldt: hoe eerder een adres is beoordeeld (met eerder tijdvak en een oudere NPR-versie), des te hoger de seismische belasting is waarmee is gerekend. De 'oudere' adressen zijn relatief zwaarder beoordeeld en indien nodig versterkt. Het verschil tussen de seismische belasting waarmee is gerekend en de belasting volgens t5 kan een verhoging van de belasting door een eventuele penalty factor wellicht (deels) opvangen. In paragraaf 2.6 wordt verder ingegaan op de impact van de voorgestelde penalty factor.

Figuur 2 laat zien met welk tijdvak de adressen beoordeeld zijn en welke NPR-versie toen gold. Tussen de tijdvakken en de NPR-versies bestaat een relatie omdat aanpassingen in de tijdvakken samenvielen met de introductie van nieuwe NPR-versies.



Figuur 2 - Tijdvak en NPR9998-versie (bron: NCG, peildatum 14 mei 2024)

Toelichting bij figuur 2:

- De categorie 'onbekend/n.v.t.' bestaat voornamelijk uit adressen waarvan weinig gegevens bekend zijn, bijvoorbeeld door uitvoering in eigen beheer of doordat ze dateren van vóór de oprichting van de NCG. Daarnaast zijn enkele adressen in deze categorie reeds gesloopt of worden gesloopt.
- Het merendeel (77%) van de adressen is of wordt met tijdvak t5 en de meest recente NPR-versie (2020) beoordeeld. Dit is te verklaren doordat de NCG het merendeel van de adressen in de werkvoorraad sinds 2021 heeft beoordeeld of doordat eigenaren voor een herbeoordeling met t5 hebben gekozen.
- 20% van de adressen op wierden die in de scope zijn opgenomen is met t1 of t2 en NPR-versie 2018, of vóór het gebruik van tijdvakken (contourenkaart volgens NPR 9998:2015) en met NPR-versies 2015 of 2017 beoordeeld.

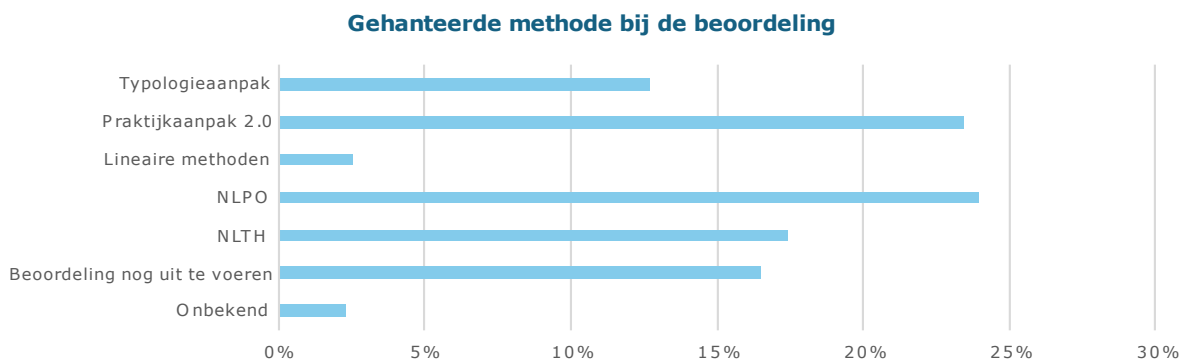
Hieruit kunnen we concluderen dat als voor gebouwen op wierden in de scope van de versterkingsoperatie bij een beoordeling met een grotere seismische belasting rekening moet worden gehouden dan volgens de actuele norm NPR9998:2020 en tijdvak 5, er mogelijk gevolgen zijn voor ten minste 77% van deze adressen.

#### 2.4 Gehanteerde beoordelingsmethode van invloed op herbeoordeling

Als adressen op wierden een herbeoordeling nodig zouden hebben, is de oorspronkelijk gehanteerde beoordelingsmethode van invloed op de snelheid waarmee een herbeoordeling mogelijk is. Sommige methoden zijn minder gedetailleerd dan andere. Over het algemeen geldt dat voor de minder gedetailleerde analysemethoden herbeoordelingen eenvoudiger en sneller kunnen worden uitgevoerd dan voor de meer gedetailleerde methoden. Zo is bijvoorbeeld een herbeoordeling met een lineaire methode of een Non-Linear Push Over-analyse (NLPO-analyse) eenvoudiger en sneller uit te voeren dan een beoordeling op basis van een Non-Linear Time History-analyse

(NLTH-analyse). De snelheid van de methode kan meegewogen worden in de prioritering van eventuele herbeoordelingen.<sup>11</sup>

Onderstaande figuur laat zien met welke analysemethode de adressen op wierden zijn beoordeeld.



Figuur 3 - Gehanteerde methode bij de beoordeling van gebouwen op wierden (bron: NCG, peildatum 14 mei 2024)

De voornaamste bevindingen bij figuur 3 zijn:

- De meeste beoordelingen (24%) zijn uitgevoerd middels NLPO, een methode die met vereenvoudigde aannamen rekent. Veel ingenieursbureaus kunnen deze methode toepassen. Dit betekent dat eventuele herbeoordelingen van de adressen waarbij deze beoordelingsmethode is gebruikt in relatief korte tijd kunnen worden uitgevoerd.
- De één-na-grootste groep (23%) is het aantal adressen dat via de Praktijkaanpak 2.0 wordt uitgevoerd. Dit is geen beoordelingsmethode, maar een werkwijze, waarbij verschillende beoordelingsmethoden gebruikt worden. Wij hebben geen gedetailleerde informatie ontvangen om welke methoden het hierbij gaat. De NCG geeft wel aan dat het bij het merendeel van de adressen hier ook om NLPO gaat.
- 17% van de adressen is middels NLTH beoordeeld. Deze gedetailleerde beoordelingsmethode kan veel tijd kosten bij een herbeoordeling. Dit is echter afhankelijk van archivering van de oorspronkelijke berekening. Als die goed heeft plaatsgevonden, kan een aanzienlijke tijdswinst worden geboekt.
- De categorie 'Onbekend' bestaat voornamelijk uit adressen waarvan weinig gegevens bekend zijn, bijvoorbeeld door uitvoering in eigen beheer of doordat ze dateren van vóór de oprichting van de NCG.

## 2.5 Ligging op wierden ook in praktijk niet meegenomen in beoordeling veiligheid

Het ACVG is nagegaan of ingenieursbureaus de ligging op wierden mogelijk op eigen initiatief in de beoordeling van de veiligheid van individuele gebouwen hebben meegenomen. Het ACVG heeft hiervoor aanvullende data van de NCG opgevraagd.

<sup>11</sup> Er zijn meer overwegingen die een rol kunnen spelen bij de herprioritering. Voor de NCG zijn onder andere ook de beschikbaarheid en capaciteit van ingenieursbureau die bepaalde beoordelingsmethodes kunnen toepassen van belang bij de prioritering van herbeoordelingen.

Hieruit blijkt:

1. Bij NCG is slechts één adres bekend waarvan de ligging op een wierde door het ingenieursbureau bij de beoordeling van het individuele gebouw is meegenomen. De manier waarop de ondergrond is meegenomen in de beoordeling is volgens de voorschriften in de NPR 9998 gebeurd, namelijk door het mee-modelleren van de grondkolom onder het adres bij de beoordeling.
2. De manier van beoordelen in dit voorbeeld zou als alternatief beschouwd kunnen worden voor het toepassen van de penalty factor in de berekeningen. Dit is echter zeer intensief werk en is daarom bij een groter aantal adressen praktisch gezien niet goed toepasbaar.

## 2.6 Potentieel grote impact van de penalty factor

Zoals bij 2.3 toegelicht, is het tijdvak bepalend voor de seismische belasting waarmee in de beoordeling wordt gerekend. Het zou kunnen dat de seismische belasting in t1 en t2 zodanig hoger was dat deze de impact van de penalty factor kan opvangen. Het ACVG heeft daarom aanvullende berekeningen uitgevoerd om een indruk te krijgen wat het potentiële effect van de penalty factor op de belasting op gebouwen op wierden is in vergelijking met de verschillen in seismische belasting die uit verschillende tijdvakken volgt. We zijn voor deze berekeningen uitgegaan van de penalty factor zoals deze in het artikel van Kruiver et al. (2022) is bepaald.

Ten eerste hebben we op de locaties waar wierden voorkomen per gridcel uit de NPR-webtool een vergelijking gemaakt tussen de seismische belasting die is gebruikt bij de beoordeling (dus zonder penalty factor) en de seismische belasting inclusief penalty factor. We hebben dit gedaan voor zowel de seismische belasting volgens t5 plus penalty factor, als de actuele seismische belasting volgend uit de SDRA 2023 voor gasjaar 2023-2024 plus penalty factor. Uit beide vergelijkingen volgt dat 87% van de 1.642 adressen met een lagere belasting is (of wordt) beoordeeld dan wanneer de belasting behorend bij t5 of gasjaar 2023-2024 inclusief penalty factor zou worden gehanteerd.

We hebben de waarde van de penalty factor ook vergeleken met het verschil in seismische belasting tussen t1 en t5. Als het verschil tussen t1 en t5 dusdanig groot is dat hiermee de penalty factor 'opgevangen' kan worden, kan een aantal adressen worden uitgesloten van herbeoordeling. De voorgestelde penalty factor vergroot de seismische belasting die wordt gehanteerd gemiddeld met een factor 1,3.<sup>12</sup> Uit onze berekening blijkt dat het verschil tussen de gemiddelde seismische belasting van t5 en t1 eveneens een factor 1,3 is.<sup>13</sup> Anders gezegd: waar de gemiddelde seismische belasting tussen t1 en t5 met 30% afneemt door afbouw van de gaswinning, vergroot de nu beschikbare penalty factor deze dreiging met 30%. De penalty factor heeft een zodanig effect dat deze de seismische dreiging vergroot tot het niveau van t1, dat gold in 2018 en 2019.

---

<sup>12</sup> De mate waarmee de penalty factor de seismische dreiging vergroot varieert tussen de 1,2 en 1,4, afhankelijk van de trillingstijd (periode). De factor 1,3 is de gemiddelde vergroting van de verschillende trillingstijden van 0,01 tot 1,0 seconden.

<sup>13</sup> Deze factor is de gemiddelde seismische belasting (bij herhalingstijd 2475 jaar) voor de trillingstijden waarvoor ook de penalty factor gedefinieerd is: 0,01 s, 0,1 s, 0,2 s, 0,3 s, 0,4 s, 0,5 s, 0,6 s, 0,7 s, 0,85 s en 1,0 s.

## **2.7 Constatering: grootste deel adressen met een lagere belasting doorgerekend dan wanneer de voorgestelde penalty factor wordt toegepast**

Dit advies gaat over de beoordeling van de individuele veiligheid van 1.642 adressen, met daarop een of meerdere gebouwen, op wierden. Deze adressen bevinden zich in verschillende fasen van het versterkingsproces, waarbij 82% reeds beoordeeld is. De meeste adressen (77%) zijn of worden beoordeeld met de meest recente NPR-versie (NPR9998:2020) en tijdvak (tijdvak 5).

In de praktijk is bij beoordelingen tot nu toe geen rekening gehouden met de ligging op een wierde. De aanvullende berekeningen van het ACVG laten zien dat het effect van de voorgestelde penalty factor zoals die in 2022 is bepaald, aanzienlijk is en mogelijk impact heeft voor een groot deel van de bewoners en eigenaren van adressen op wierden en de versterkingsoperatie van de NCG. Van de 1.642 adressen is of wordt namelijk 87% met een lagere belasting doorgerekend dan wanneer de penalty factor, zoals deze nu is bepaald, wordt toegepast. De voorgestelde penalty factor brengt de gemiddelde seismische belasting op het niveau van t1, dat gold in 2018 en 2019.



### 3 Vragen bij de noodzaak en grootte van de penalty factor

In dit hoofdstuk gaan we in op de vragen die het ACVG heeft over het toepassen van de onderzoeksresultaten en de penalty factor (Kruiver et al., 2022) bij de beoordeling van de veiligheid van individuele gebouwen op wierden en het bepalen van de versterkingsmaatregelen daarvoor.

In het artikel van Kruiver et al. (2022) is een penalty factor<sup>14</sup> bepaald. Deze penalty factor is een klein onderdeel van het Ground Motion Model (GMM) versie 7, welke als geheel is gereviewed door een internationaal panel. Het ACVG vindt het belangrijk om de achtergrond van deze penalty factor goed te begrijpen en na te gaan of het gebruik ervan bij de beoordeling – en zo nodig versterking – van individuele gebouwen verantwoord en proportioneel is, want:

- de penalty factor is oorspronkelijk met de focus op gebruik bij de SDRA ontwikkeld, wat een ander doel is dan de beoordeling van individuele gebouwen. Bij de SDRA wordt een regiobrede risico-inschatting gemaakt voor de gebouwen in het Groningse aardbevingsgebied. Bij de ontwikkeling voor dit doel kunnen modelkeuzes volstaan (zoals grovere aannames) die niet geschikt zijn voor de beoordeling van individuele gebouwen.
- de penalty factor is bepaald voor een andere versie van het GMM (GMMv7) dan de versie die gebruikt wordt om de belastingen voor veiligheidsbeoordelingen te bepalen (GMMv6). Dit roept de vraag op of de penalty factor wel direct kan worden toegepast in GMMv6.
- de impact van de toepassing van een penalty factor is mogelijk groot. Uit hoofdstuk 2 is gebleken dat een willekeurige verhoging van de seismische belasting *ten minste* 77% van de 1642 adressen op wierden raakt, omdat deze met tijdvak 5 en de meest recente NPR-versie zijn of nog worden beoordeeld. Wanneer de penalty factor zoals bepaald door Kruiver et al. (2022) ongewijzigd zou worden toegepast, blijkt dat 87% met een lagere seismische belasting is/wordt beoordeeld.

Aan het al dan niet toepassen van een penalty factor zijn belangrijke consequenties verbonden. Het kan invloed hebben op het al dan niet veilig verklaren van een gebouw en de mate van versterking, met alle sociaal-maatschappelijke en financiële gevolgen die daarmee samenhangen. Ook kan het hanteren van een te hoge seismische belasting de voortgang van de versterkingsoperatie negatief beïnvloeden. Gezien het grote effect dat dit op de bewoners/eigenaren en de versterkingsoperatie kan hebben, is zorgvuldig onderzoek naar de noodzaak en grootte van de penalty factor cruciaal.

We beginnen dit hoofdstuk met een algemene toelichting op het GMM, met een extra blik op versie 7 waarvoor de penalty factor is vastgesteld. Vervolgens gaan we in op de noodzaak en grootte van een penalty factor voor de beoordeling van individuele gebouwen. We leggen uit wat de achtergrond bij onze vragen is. Tot slot delen we onze constatering.

#### 3.1 Toelichting op de ondergrondmodellering: het Ground Motion Model

Een GMM beschrijft onder andere welke invloed de samenstelling van de ondiepe bodem (zoals klei, zand of veen) heeft op de manier waarop trillingen van een aardbeving

---

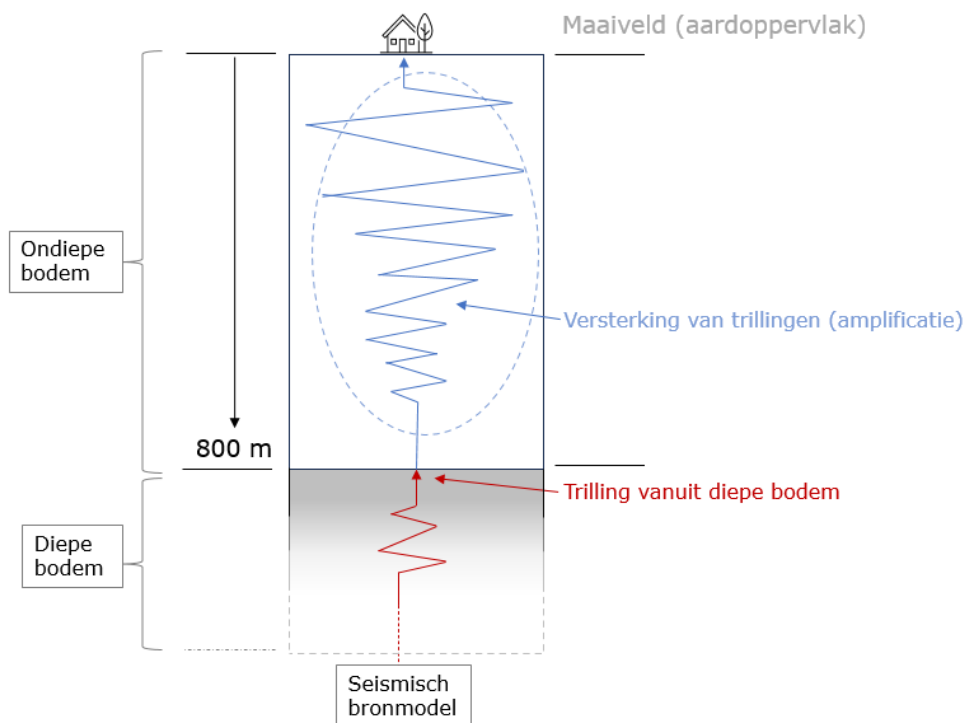
<sup>14</sup> Waar hierna 'de penalty factor' staat, bedoelen we de penalty factor die uit de onderzoeksresultaten van Kruiver et al. volgt. 'Een penalty factor' verwijst naar wat deze in de toekomst mogelijk kan zijn voor individuele beoordelingen.

vanuit de diepe bodem worden doorgegeven naar het oppervlak. Met andere woorden: het model geeft aan in hoeverre de ondiepe bodem zorgt voor 'amplificatie' van de groundbeweging: versterking of juist demping daarvan. In combinatie met het seismische bronmodel, dat aangeeft welke beving waar kan ontstaan en met welke kans, kan met het GMM worden berekend wat de seismische dreiging per locatie is in het aardbevingsgebied in Groningen.

In de periode 2013-2021 is het GMM steeds verder verfijnd en zijn er nieuwe versies beschikbaar gekomen. De meest recente versie is GMMv7 uit 2021 met een update in 2022.<sup>15</sup> In deze versie is voor het eerst een penalty factor toegevoegd voor wierden.

#### Opbouw van het Ground Motion Model

Voor een goed begrip van de penalty factor is het van belang om de opbouw van het GMM te kennen. GMMv7 bestaat, net als de versies daarvoor, in essentie uit twee onderdelen, wat is geïllustreerd in figuur 4. Het eerste onderdeel is een model om te berekenen hoe trillingen ontstaan en zich voortplanten in de *diepe bodem* (dieper dan 800 meter). Het tweede onderdeel is een model om te berekenen hoe deze trillingen zich voortplanten naar het aardoppervlak (van 800 tot 0 meter diepte), ook wel de *ondiepe bodem* genoemd.



Figuur 4 - De samenstelling van de ondiepe bodem zorgt voor amplificatie van de bodemversnelling.

In de ondiepe bodem wordt onderscheid gemaakt tussen 162 geologische zones. De geologische zones zijn niet even groot: ze lopen uiteen van 58 tot 7500 gridcellen van elk 100 x 100 meter. Het aardbevingsgebied is hierin onderverdeeld, omdat die zones allemaal een andere ontstaansgeschiedenis hebben en daarmee een andere opbouw van de bodemlagen met bijbehorende eigenschappen.

<sup>15</sup> Bommer et al. (februari 2022). *V7 Ground-Motion Model for Induced Seismicity in the Groningen Gas Field (Update)*.

Voor elke geologische zone zijn de opbouw en eigenschappen van de ondiepe bodem onderverdeeld in drie lagen. Per laag wordt bij die modellering anders omgegaan met de onzekerheden die er zijn over de eigenschappen van de bodem:

1. 800 – 350 meter diepte  
In de modellering van dit deel is een vaste opbouw verondersteld met bekende (deterministische) eigenschappen.
2. 350 – 50 meter diepte  
In de modellering van dit deel zijn voor de opbouw van de bodem mogelijke scenario's beschouwd. De eigenschappen per scenario zijn als bekend verondersteld (deterministisch). Het werkelijke scenario is als onzeker beschouwd.
3. Bovenste 50 meter  
Dit is de laag waar wierden deel van uit kunnen maken. In de modellering van dit deel van de bodem zijn zowel de opbouw als de eigenschappen van de ondergrond als onzeker beschouwd (probabilistisch).

Doordat er onzekerheid is over de ondiepe bodem en eigenschappen is er ook onzekerheid over de amplificatie die die bodem veroorzaakt bij trillingen. Daarnaast zijn er nog modelonzekerheden die zorgen voor onzekerheid over de amplificatie, omdat een model nooit precies de werkelijkheid kan beschrijven. Het totaal van deze onzekerheden over de amplificatie in een geologische zone wordt beschreven door een kansverdeling. Deze kansverdeling kent aan alle mogelijke waarden van de amplificatie een kans van voorkomen toe. De spreiding van deze kansverdeling wordt in GMMv7 '*site-to-site variability*' genoemd: deze beschrijft de bandbreedte waarbinnen de amplificatie in een geologische zone zich kan bevinden.

Samenvattend: Het GMMv7 bevat voor elke geologische zone één amplificatiefactor die aangeeft hoe een trilling vanuit de diepe bodem (800 meter diep) gemiddeld genomen wordt versterkt als deze zich voorplant naar het aardoppervlak. De onzekerheid rond de gemiddelde amplificatie wordt beschreven door een spreiding ('*site-to-site variability*'). Deze spreiding is zowel het gevolg van onzekerheid over de opbouw en eigenschappen van de ondiepe bodem als van modelonzekerheden.

### **3.2 Bedenkingen bij het uitgevoerde wetenschappelijk onderzoek naar de penalty factor**

Om te bepalen of de penalty factor uit de onderzoeksresultaten verantwoord en proportioneel is voor de beoordeling van individuele gebouwen op wierden, heeft het ACVG zich verdiept in hoe deze tot stand is gekomen. Het ACVG heeft geconstateerd dat er in het wierdenonderzoek uitgebreid grondonderzoek is verricht op een selectie van wierden en dat de fysica zorgvuldig is gemodelleerd. Het ACVG heeft echter vragen bij de (statistische) verwerking hiervan bij het bepalen van de penalty factor. Deze vragen hebben geleid tot twijfels bij de noodzaak en de grootte van deze factor voor de beoordeling van gebouwen. Dit komt doordat:

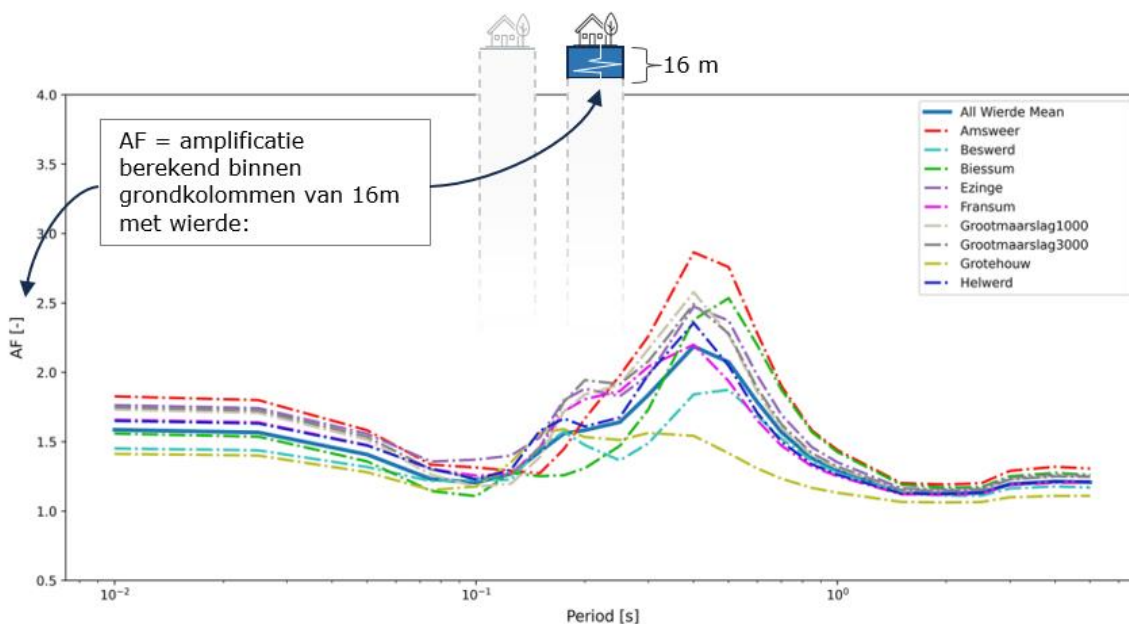
- de penalty factor op een smalle gegevensbasis steunt, wat we toelichten in paragraaf 3.2.1;
- er bij het vaststellen van de penalty factor belangrijke aannames zijn gedaan, hier gaan we in paragraaf 3.2.2 verder op in.

Daarnaast hebben we nog een ondergeschikte opmerking op de wiskundige formule die de penalty factor weergeeft, waar we in paragraaf 3.2.3 aandacht aan besteden.

### 3.2.1 De gegevensbasis van de penalty factor is te smal

De penalty factor komt voort uit een onderzoek naar de amplificatie die wierden veroorzaken (Kruiver et al., 2022). Voor dat onderzoek waren niet of nauwelijks lokale meetgegevens van de groundbeweging direct naast wierden beschikbaar om te vergelijken met de meetgegevens op dezelfde wierden. Daarom is er gekeken naar de resultaten van modelberekeningen:

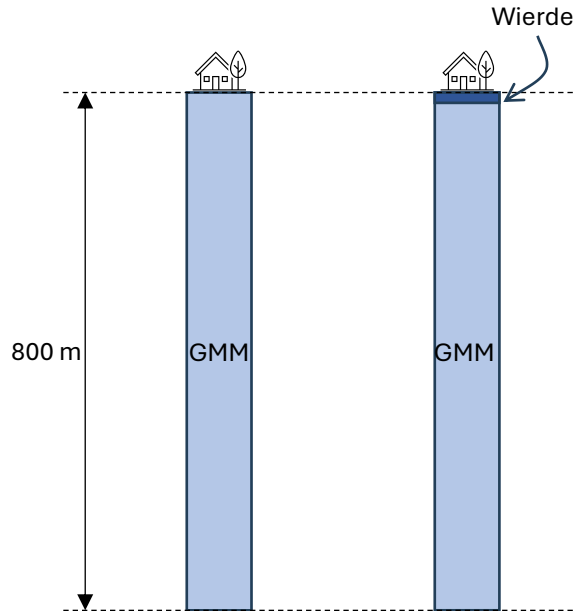
- Er zijn meer dan 900 wierden in de provincie Groningen. Hieruit zijn acht wierden geselecteerd voor nader onderzoek op basis van hun eigenschappen: geologische achtergrond, grootte, leeftijd en verwachte samenstelling van de ondiepe bodem.
- Voor deze acht wierden zijn de eigenschappen van de bovenste 16 tot 19 meter gedetailleerd in kaart gebracht en is de amplificatie binnen grondkolommen van 16 meter voor alle wierden berekend. Uit de resultaten hiervan maken de onderzoekers op dat de amplificatiefactoren per wierde, ongeacht de eigenschappen van die wierde, sterk op elkaar lijken wanneer alleen wordt gekeken naar de amplificatie in de bovenste 16 meter van de ondiepe bodem. Hiermee concludeerden de onderzoekers dat voor elke wierde dezelfde penalty factor kan worden gehanteerd (zie figuur 5).



Figuur 5 - De resultaten van de modelberekeningen waarbij een grondkolom van alleen de bovenste 16 meter met wierde is beschouwd (alleen het blauwe gedeelte). Bron: Kruiver et al., 2022.

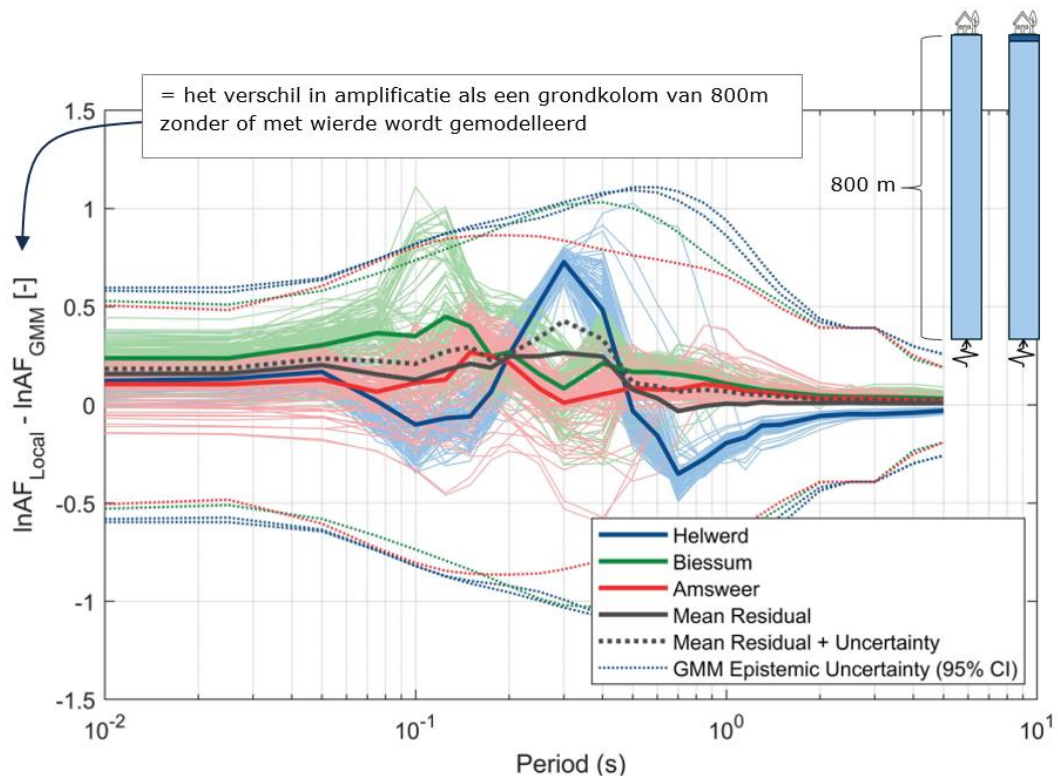
- Drie van deze acht wierden liggen binnen het aardbevingsgebied. Dit zijn de wierden Helwerd, Biessum en Amsweer. Zij liggen in vier verschillende geologische zones. Helwerd ligt namelijk op de grens van twee geologische zones, hiervoor zijn beide zones beschouwd. Voor deze wierden is gekeken naar de totale amplificatie in grondkolommen vanaf 800 meter diep, met en zonder wierde (zie figuur 6). Dit is gedaan om de vergelijking te kunnen maken tussen (1) de

amplificatie bij wierden en (2) de amplificatie uit GMMv7 bij locaties zonder wierden. De penalty factor is gebaseerd op de verschillen tussen deze berekeningen. Voor de resterende vijf wierden was deze vergelijking niet mogelijk, omdat van die wierden de opbouw van de grondkolommen vanaf 800 niet in kaart is gebracht. Daarom zijn deze in het onderzoek niet verder meegenomen.



Figuur 6 - Twee grondkolommen zonder wierde (links) en met wierde (rechts). De penalty factor berust op het verschil tussen de groundbewegingen aan de oppervlakte tussen beide ondergrondbeschrijvingen, waarbij aan de basis van de grondkolommen (op 800m diep) dezelfde trilling wordt opgelegd.

Hoewel de wierden (onderdeel van de bovenste 16 meter) veel op elkaar lijken, geven de verschilberekeningen voor grondkolommen met 800 meter sterk variërende resultaten. De berekende grondversnellingen op maaiveldniveau zijn soms zelfs tegengesteld aan elkaar, zie figuur 7. Ter illustratie: de blauwe lijn (resultaat voor Helwerd) gaat omhoog, waar de rode lijn (Amsweer) omlaag gaat.



Figuur 7 - De resultaten van de modelberekeningen waarbij de volledige ondiepe bodem tot 800 meter onder de wierden is beschouwd. Bron: Kruiver et al., 2022

#### Beschouwing ACVG

De amplificatie per wierde in grondkolommen van 16 meter varieert relatief weinig (figuur 5). Het verschil in de amplificatie in grondkolommen van 800 meter met en zonder wierde varieert echter sterk (figuur 7). Dit duidt er voor het ACVG op dat de interactie met de ondiepe bodem onder de wierde (tot 800 meter diep) van belang is voor het effect dat een wierde heeft op de amplificatie in deze 800 meter. Oftewel: dat er binnen de drie wierden sprake is van grote verschillen lijkt niet zozeer te komen door verschillen tussen de wierden, maar door verschillen tussen de ondergronden waarop de wierden liggen. Dat is ook logisch: als de ondiepe bodem tot 800 meter diep relatief slap is, dan is de *extra* amplificatie die wordt veroorzaakt in de bovenste meters door een wierde relatief klein. Dat is anders als de grond onder de wierde juist relatief stijf is.

De invloed van de grondkolom waarop een wierde ligt is naar mening van het ACVG nog onvoldoende onderzocht. In GMMv7 is onderscheid gemaakt tussen 162 geologische zones waarbij voor elke afzonderlijke zone een amplificatie is bepaald. De penalty factor berust nu op de berekeningsresultaten voor slechts 4 van deze 162 geologische zones. Het ACVG beschouwt dit als een onvoldoende gegevensbasis voor een penalty factor die met vertrouwen gebruikt kan worden in alle geologische zones voor de veiligheidsbeoordeling van gebouwen op wierden.

#### 3.2.2 Belangrijke aannames bij het ontwikkelen van de penalty factor

Toen de berekeningsresultaten voor de drie wierden bij de ontwikkeling van GMMv7 zijn overgenomen, vervingen zij een deel van het model. Daarbij ging het zowel over de gemiddelde amplificatie als de onzekerheid (spreiding) daaromheen. Op dit vlak zijn belangrijke aannames door deskundigen gedaan. Bij andere aannames zou de penalty factor groter, kleiner of zelfs onnodig kunnen zijn. Dit lichten we hieronder toe.

## *Beschouwing ACVG*

### Aannames over de spreiding van de amplificatie

De resultaten van de verschilberekeningen vertonen een grote spreiding tussen zowel wierden (de dikke gekleurde lijnen in figuur 7) als per wierde (dunne gekleurde lijnen in dezelfde figuur). Bij het bepalen van de penalty factor is aangenomen dat de spreiding (onzekerheid) van de amplificatie met en zonder wierden gelijk is. Dit betekent dat het vervangen van de *site-to-site variability* in GMMv7 door een wierdenspecifieke spreiding geen verandering qua spreiding oplevert. Dit is een belangrijke aanname.

Deze aanname is zeer bepalend voor de grootte van de penalty factor. Ter illustratie: als de *site-to-site variability* in GMMv7 voor een belangrijk deel wordt bepaald door modelonzekerheid en onzekerheid over de eigenschappen van de ondiepe bodem waarop de wierde rust (tot 800 meter diep), dan moet een groot deel van spreiding uit de steekproef van drie wierden (door variaties in de wierden) worden opgeteld bij de *site-to-site variability* in GMMv7. De totale spreiding zou dan substantieel groter worden. Hierdoor zou de penalty factor ook groter worden.

### Aannames over het gemiddelde van de amplificatie

Vanwege de aanname dat de spreiding in de amplificatie bij wierden hetzelfde is, is bij de afleiding van de penalty factor alleen gekeken naar verschillen ten aanzien van de *gemiddelde* amplificatie (de dikke, grijze doorgetrokken en gestippelde lijnen in figuur 7). Ook hierbij zijn belangrijke aannames gedaan.

Dat het gemiddelde uit een steekproef van slechts drie wierden enigszins afwijkt van het 'ware' gemiddelde mag niet verbazen als de spreiding rond dit 'ware' gemiddelde werkelijk zo groot is als de *site-to-site variability* in GMMv7. Ofwel: de resultaten voor de drie wierden zijn dan niet of nauwelijks te onderscheiden van drie willekeurige trekkingen uit de kansverdeling van de amplificatie waarmee in GMMv7 wordt gerekend. Dit betekent dat de resultaten voor de drie wierden vanuit statistisch perspectief weinig aanleiding geven tot de introductie van een penalty factor. Toch is aangenomen dat een correctie van het gemiddelde nodig is. Daarbij is vervolgens aangenomen dat het niet volstaat om uit te gaan van het steekproefgemiddelde zelf, maar beter een waarde kan worden aangehouden met een kans van 75% dat hij onderschreden wordt. Ook deze aanname wordt niet nader onderbouwd.

### Samenvattend

De penalty factor berust in hoge mate op aannames van deskundigen ('engineering judgement'). Deze aannames zijn zeer bepalend voor de uitkomst. Bij andere keuzes hierin kan de penalty factor groter, kleiner of zelfs onnodig zijn. Het valt aan te bevelen om nader te bepalen of de amplificatie bij wierden werkelijk significant buiten de onzekerheidsbandbreedte van GMMv7 valt. Een penalty factor is namelijk alleen in dat geval werkelijk nodig. Ook mist een nadere toelichting op de keuze voor de bovengenoemde 75%-waarde.

#### **3.2.3 De wiskundige formule die de penalty factor beschrijft is anders dan bedoeld**

De ontwikkelaars van de penalty factor zagen in de resultaten van de door hen doorgerekende wierden aanleiding om (alleen) het gemiddelde van de amplificatie bij wierden te vergroten. De wiskundige formule die de penalty factor beschrijft zit echter zodanig in elkaar, dat bij het vergroten van het gemiddelde ook de spreiding van de amplificatie wordt vergroot. Zie het kader voor de technische achtergrond.



### Beschouwing ACVG

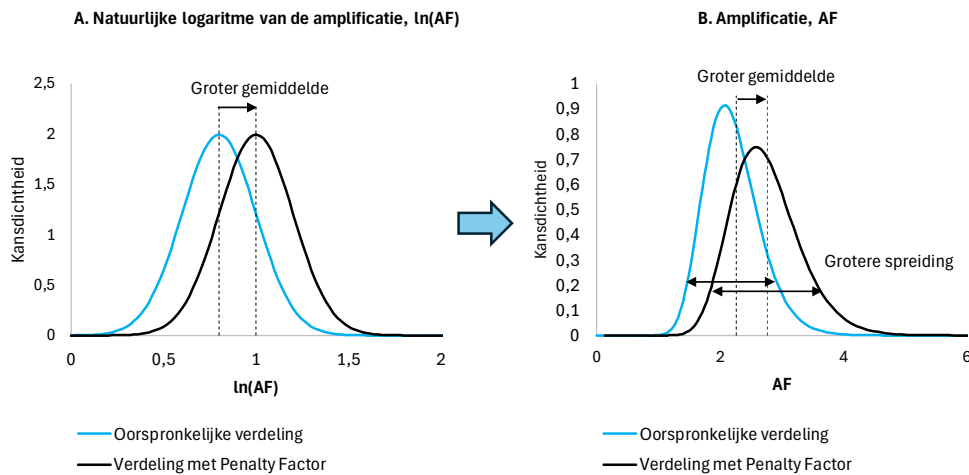
Bij het beoordelen van de veiligheid van gebouwen wordt gerekend met de seismische belastingen met herhalingsstijden van 475, 975 en 2475 jaar. Bij het berekenen daarvan speelt zowel de gemiddelde amplificatie als de spreiding daaromtrent een rol. Als zowel het gemiddelde als de spreiding van de amplificatie vergroot wordt, wordt de seismische belasting substantieel groter dan wanneer alleen het gemiddelde van de amplificatie wordt vergroot. De manier waarop de wiskundige formule nu is opgesteld maakt dus het effect van de penalty factor onbedoeld te groot.

#### De penalty factor in de lognormale ruimte

In seismische dreigingsanalyses is het gebruikelijk om te veronderstellen dat onzekere grootheden lognormaal verdeeld zijn. De lognormale verdeling heeft de prettige eigenschap dat waarden kleiner dan nul onmogelijk zijn en dat aan hele hoge waarden relatief grote kansen van voorkomen kunnen worden toegekend.

De natuurlijke logaritme van een lognormaal verdeelde variabele is normaal verdeeld. De normale verdeling is een relatief makkelijke verdeling om mee te werken in statistische analyses. Dit verklaart waarom in seismische dreigingsanalyses wordt gewerkt met normale verdelingen in de 'lognormale ruimte', in plaats van met lognormale verdelingen in de 'gewone ruimte'. Bij het afleiden van de penalty factor is dan ook gekeken naar de natuurlijke logaritme van de amplificatie bij wierden (zie ook de verticale as in figuur 7).

De penalty factor past het gemiddelde van de natuurlijke logaritme van de amplificatie aan. Dit komt neer op een vermenigvuldiging van de amplificatie zelf. Hierdoor neemt niet alleen het gemiddelde van de amplificatie toe, maar ook de spreiding. Dit is schematisch weergegeven in onderstaande figuur 8. De figuur dient puur ter illustratie, de gebruikte getalswaarden zijn fictief.



Figuur 8 - Illustratie van aanpassing van het gemiddelde van de natuurlijke logaritme van de amplificatie. A. (links): enkel het gemiddelde vergroot, B. (rechts): niet alleen het gemiddelde vergroot, maar ook de spreiding. B. geeft de manier weer waarop de penalty factor in het artikel van Kruiver et al. (2022) is geïmplementeerd.



### **3.3 Constatie: de noodzaak en grootte van de penalty factor zijn nog onzeker**

Wij stellen vast dat de noodzaak en de grootte van de penalty factor nu nog te beperkt onderbouwd is. De voorgestelde penalty factor steunt op een smalle gegevensbasis en berust in hoge mate op aannames door deskundigen ('engineering judgement'). Ook hebben we vastgesteld dat de wiskundige formule die de penalty factor beschrijft het effect daarvan onbedoeld te groot maakt. Alles bij elkaar bezien is het onvoldoende zeker of de seismische belasting op wierden hoger is. En, wanneer de seismische belasting daadwerkelijk hoger zou zijn, hoeveel dat zou moeten zijn.

Om een helder antwoord te krijgen op de bedenkingen bij de noodzaak en juiste grootte van een penalty factor is nader onderzoek nodig door kennisinstellingen. Hierna in hoofdstuk 4 bezien wij de noodzaak en proportionaliteit van nader onderzoek in een bredere maatschappelijke context. Wij wegen daartoe ook andere belangen van met name bewoners en eigenaren van gebouwen op wierden mee.

## 4 Sociaal-maatschappelijke context en belangenafweging

Het ACVG heeft deze adviesvraag opgepakt in de geest van de aangekondigde herziening en verbreding van zijn taak. Zie ook paragraaf 1.3, waarin wij de aanpak van deze adviesvraag beschrijven. Dit betekent dat we niet alleen met een technisch/wetenschappelijke bril adviseren, maar ook de maatschappelijke context beschrijven en meewegen.

In dit hoofdstuk wegen wij de noodzaak, proportionaliteit en haalbaarheid van het nadere onderzoek af tegen andere belangen van bewoners en eigenaren van gebouwen op wierden en van diegenen die verantwoordelijk zijn voor de uitvoering van de versterkingsoperatie.

Zo is het ACVG zich ervan bewust dat er behoefte is aan duidelijkheid op zo kort mogelijke termijn bij de eerdergenoemde betrokkenen. Daarbij is ook de vraag aan de orde wat het effect is als de versterkingsoperatie ongewijzigd wordt voortgezet, nu er twijfel is over de seismische belasting op wierden. Deze aspecten beschouwen wij en nemen wij mee in de afwegingen die ten grondslag liggen aan onze aanbevelingen.

### 4.1 Bewoners en eigenaren hebben zekerheid en grip nodig

Bewoners en eigenaren van gebouwen in het aardbevingsgebied hebben behoefte aan rust, duidelijkheid en voorspelbaarheid en ervaren soms moeilijk uitlegbare verschillen in een straat, wijk of dorp.<sup>16</sup> Uit onderzoek van het Gronings Perspectief in 2023 naar de impact van de aardbevingsschade blijkt dat door de jaren heen de ervaren gezondheid van gedupeerden is verslechterd, zowel mentaal als fysiek. Zij ervaren stressgerelateerde klachten en voelen zich vaker machteloos en minder hoopvol. Om onzekerheid en stress te verminderen wordt aanbevolen om gedupeerden een duidelijk beeld te geven van wat ze wanneer kunnen verwachten.<sup>17</sup> Uit een meer algemeen onderzoek van de WRR blijkt dat onzekerheid en een gebrek aan grip kunnen leiden tot maatschappelijk onbehagen en verlies van geluk en gezondheid.<sup>18</sup>

Het is van belang dat bewoners en eigenaren van gebouwen op wierden zo snel mogelijk duidelijkheid krijgen over de mogelijk grotere seismische belasting op wierden en daarmee de veiligheid van hun gebouw.

Ook voor diegenen die verantwoordelijk zijn voor de uitvoering van de versterkingsoperatie, de betreffende bewindspersoon, de gemeenten en de Nationaal Coördinator Groningen, is duidelijkheid nodig om bewoners en eigenaren te bieden wat hen beloofd is, zoals afronding van de beoordelingen in 2024.

### 4.2 Belangenafweging en conclusie

Het ACVG heeft geconstateerd dat nader onderzoek nodig is om een antwoord te geven op de vraag of er sprake is van een grotere seismische belasting op wierden en zo ja, hoeveel. Vervolgens hebben we onszelf de vraag gesteld of dergelijk onderzoek noodzakelijk, proportioneel en haalbaar is. Op basis van hetgeen hiervoor in paragraaf 4.1 is vermeld over de behoefte aan zekerheid en grip van bewoners en eigenaren en de

---

<sup>16</sup> Kamerbrief (6 november 2020). *Bestuurlijke afspraken aardbevingsgebied Groningen*. Kenmerk 2020-0000646345.

<sup>17</sup> Kanis, B., D'Amore, C., Van der Molen, J., e.a. (2024). *De psychosociale impact van de gaswinningsproblematiek op bewoners in 2023: Gronings Perspectief fase 4*. Groningen: Rijksuniversiteit Groningen.

<sup>18</sup> Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid. (30 november 2023). *Grip. Het maatschappelijk belang van persoonlijke controle*. WRR-rapport 108. Den Haag: WRR.

volgende technisch-wetenschappelijke en sociaal-maatschappelijke argumenten hebben wij ons antwoord bepaald:

- Nader onderzoek is noodzakelijk om de veiligheid van individuele gebouwen op wierden te kunnen beoordelen en deze op de juiste wijze te kunnen versterken, omdat de huidige gegevens en onderzoeksresultaten daartoe niet volstaan.
- Het ACVG heeft enkele alternatieven overwogen, maar niet passend gevonden:
  - o *Het is nodig om actie te ondernemen*  
Ervoor kiezen om nu in zijn geheel geen verdere actie te ondernemen op de beoordeling van gebouwen op wierden is niet verantwoord in het kader van de veiligheid. Het artikel van Kruiver et al. (2022) en de wierdenanalyse van TNO (2023) hebben aangetoond dat er een goede reden is om zorgvuldig te bekijken of aanpassing van de seismische belasting nodig is voor de beoordeling van de individuele veiligheid van gebouwen op wierden.
  - o *Er is geen alternatieve aanpak beschikbaar*  
Er is geen realistische alternatieve aanpak voor het beoordelen van individuele gebouwen op wierden. In paragraaf 2.5 hebben wij geconstateerd dat er één adres bekend is waarvan de ligging op een wierde door het ingenieursbureau is meegenomen door de gehele grondkolom in de beoordeling (modellering) mee te nemen. Deze werkwijze is echter tijdrovend en arbeidsintensief en kan niet door alle ingenieursbureaus worden uitgevoerd. Toepassing op grote schaal is gezien de omvang van het aantal adressen op wierden binnen de scope niet praktisch toepasbaar.
  - o *Toepassen van een voorlopige penalty factor is geen verantwoorde optie*  
In de huidige onderzoeksresultaten is de mogelijk grotere seismische belasting op wierden vertaald naar een zogenaamde penalty factor. Het (tijdelijk) toepassen van de nu voorgestelde penalty factor bij de beoordeling van de veiligheid van gebouwen brengt een aanzienlijk risico met zich mee. Men loopt de kans dat latere bijstelling in beoordelingen en versterkingsmaatregelen nodig is, met alle nadelige gevolgen van dien. Hiermee wordt de onzekerheid niet weggenomen. Als deze penalty factor te groot blijkt te zijn, worden meer adressen als onvoldoende veilig aangemerkt dan noodzakelijk en worden nodeloos (zware) versterkingen aangebracht. Dat veroorzaakt onrust en overlast en doet onnodig beslag op de beschikbare capaciteit in de versterkingsoperatie. Als met een te lage penalty factor gerekend wordt, kan dit betekenen dat de veiligheid onvoldoende geborgd wordt en later alsnog een herbeoordeling noodzakelijk is.
- De geraadpleegde deskundigen geven aan dat het onderzoek binnen een overzienbare termijn van zes maanden kan plaatsvinden. Het ACVG verwacht mede op basis van deze gesprekken dat het nadere onderzoek tot bruikbaar resultaat zal leiden en dat de wetenschappelijke onderzoeksresultaten kort daarop kunnen worden omgezet in praktische aanwijzingen voor de uitvoering van de versterkingsoperatie op wierden. In de periode dat dit onderzoek wordt verricht duurt de in paragraaf 4.1 geschetste onzekerheid voort, met het risico op (verergering van) de omschreven gezondheidsklachten. Gezien het belang van en de behoefte aan zekerheid voor bewoners en eigenaren van gebouwen op wierden, moet deze periode van onzekerheid overzienbaar en van zo kort mogelijke duur zijn. Dit lijkt het geval te zijn.

- Bovendien zijn de gevolgen voor de versterkingsoperatie in zijn geheel beperkt: in de (wacht)tijd van het nadere onderzoek kan de voor de versterkingsoperatie beschikbare capaciteit ingezet worden bij gebouwen die niet op wierden liggen. De beschikbare capaciteit wordt zo, op een voor Groningen zo optimaal mogelijke wijze, ingezet.

#### *Conclusie*

Het ACVG heeft het belang van nader onderzoek naar de veiligheid van gebouwen op wierden afgewogen tegen de langere periode van onzekerheid die de bewoners en eigenaren van gebouwen op wierden dan zullen ervaren. Naar de mening van het ACVG is nader onderzoek niet alleen noodzakelijk, maar ook proportioneel en haalbaar. Het ACVG heeft er vertrouwen in dat het nadere onderzoek bruikbaar resultaat zal opleveren. De beoordeling en versterking van andere gebouwen kan in de tussentijd onverminderd doorgaan.

In de volgende paragraaf bespreken wij wat dit concreet betekent voor gebouwen op wierden, afhankelijk van de fase in de versterkingsoperatie.

### **4.3 Praktische gevolgen voor de voortgang van de versterkingsoperatie op wierden**

De mate waarin bewoners en eigenaren van gebouwen op wierden kunnen worden geraakt, kan verschillen per fase van de versterkingsoperatie en de planning daarbinnen voor het betreffende adres. Hierna wordt de huidige situatie van de verschillende fases samengevat:

- *Bewoner/eigenaar heeft nog geen beoordeling ontvangen.*  
De beoordeling is nog niet gestart of de opname en/of beoordeling zijn nog bezig. Dit is een slinkende groep en de NCG heeft in zijn Jaarplan 2024 opgenomen dat het de beoordelingen nog dit jaar wil afronden en delen. De bewoners/eigenaren van de 48 recent aan de scope toegevoegde adressen op wierden moeten voor 1 januari 2025 een beoordeling ontvangen; overige bewoners/eigenaren voor 1 juli 2024.<sup>19</sup>
- *Bewoner/eigenaar heeft een beoordeling ontvangen en het adres moet nog versterkt worden of de versterking loopt.*  
Deze groep is divers. Hij bestaat uit bewoners en eigenaren van gebouwen waarvan:
  - o de uitvoering van de versterking loopt of op het punt staat te beginnen,
  - o de uitvoering van de versterking is voorzien gedurende de looptijd van het nadere onderzoek,
  - o de uitvoering van de versterking is voorzien na afronding van het nadere onderzoek.
- *Proces is afgerond en het adres is op norm verklaard, direct of na versterking.*

Het gegeven dat er een penalty factor is bepaald en tegelijkertijd nog twijfel bestaat over óf en zo ja hoeveel de seismische belasting hoger is, roept de vraag op of de huidige planning van de versterkingsoperatie voor adressen op wierden zonder meer kan worden voortgezet.

---

<sup>19</sup> NCG (2024). *Jaarplan 2024 Nationaal Coördinator Groningen*.

Totdat er voldoende zekerheid is over de seismische belasting van gebouwen op wierden dienen zich in onze ogen twee keuzemogelijkheden aan:

- *Voortzetten* van de versterkingsoperatie volgens de huidige normen (dus op basis van de NPR9998:2020 en t5, zonder penalty factor), of;
- *Afwachten* van het nadere onderzoek en de lopende activiteiten daarna weer vervolgen.<sup>20</sup>

Het voortzetten van de beoordelingen en versterkingen van gebouwen op wierden volgens de huidige normen heeft tot gevolg dat de vigerende planning wordt gevolgd, maar bewoners en eigenaren mogelijk later te maken krijgen met overlast. Bijvoorbeeld omdat het gebouw opnieuw beoordeeld of zelfs nog een keer versterkt moet worden. Of omdat de plannen tijdens de versterking bijgesteld moeten worden, waardoor bewoners langer in een wisselwoning moeten verblijven. Wat een bewoner en eigenaar hier uiteindelijk van in de praktijk gaat merken, is nu nog niet te voorspellen. Afwachten betekent vanzelfsprekend dat de bewoner en eigenaar langer moet wachten op zekerheid over de veiligheid en/of versterking van zijn gebouw, maar dat de hiervoor genoemde mogelijke overlast voorkomen wordt. Rekening houdend met de duur van het nadere onderzoek kan de uitvoering van de versterking van deze gebouwen worden geherprogrammeerd.

Het ligt voor gebouwen die op norm zijn verklaard voor de hand om nu eerst de uitkomsten van het nadere onderzoek af te wachten. Voor de bewoners en eigenaren die zich in een lopend beoordelings- en versterkingsproces bevinden en waarbij verwachtingen zijn uitgesproken (bijvoorbeeld: 'u krijgt uiterlijk in 2024 duidelijkheid over uw beoordeling' of 'uw versterking start begin volgend jaar') is de afweging lastiger. Hier is een bewuste keuze van bestuurders nodig. Het ACVG doet hier in hoofdstuk 6 enkele suggesties voor. Omdat informatie en communicatie hierbij een belangrijke rol speelt gaan wij daar in de volgende paragraaf nader op in.

#### **4.4 Goede communicatie belangrijk**

Het ACVG vindt het belangrijk dat bewoners en eigenaren grip op hun situatie houden. Dat betekent dat ze tijdig over informatie kunnen beschikken over de duur van het nadere onderzoek en wat dit betekent voor hun specifieke situatie: worden de resultaten van het nadere onderzoek afgewacht of loopt de beoordeling en/of versterking door, met kans op latere bijstelling? En wat is de bijbehorende planning? Ook duidelijkheid over het uitgangspunt dat wordt gehanteerd om te bepalen welke gebouwen beschouwd worden als liggend op een wierde hoort daarbij.

Mensen in dezelfde straat of hetzelfde dorp, soms op of bij eenzelfde wierde, spreken elkaar over de beoordeling of versterking van hun gebouw. Een bericht aan een eigenaar dat de beoordeling van zijn/haar gebouw aangehouden wordt, omdat eerst wordt gewacht op de resultaten van het nadere onderzoek, kan onrust veroorzaken bij de burens van wie het gebouw net is versterkt (op basis van een beoordeling zonder penalty factor). Dit pleit voor informatie die duidelijk is en gelijktijdig beschikbaar.

---

<sup>20</sup> Zoals hiervoor in paragraaf 4.2 overwogen, adviseert het ACVG te wachten op de uitkomsten van het nadere onderzoek naar de penalty factor en deze niet alvast in enige vorm toe te passen, gezien de onzekerheid over de noodzaak en grootte daarvan. Het risico op bijstelling en de impact daarvan is te groot. Om deze reden is deze optie niet in deze afweging opgenomen.

Het is daarbij belangrijk te realiseren dat dit niet alleen de bewoners en eigenaren van gebouwen op wierden binnen de scope van de versterkingsoperatie raakt. Ook anderen kunnen via hun omgeving of de berichtgeving over dit advies vernemen dat er ontwikkelingen zijn rondom de inzichten in de veiligheid van gebouwen op wierden. Dit kan vragen oproepen bij degenen waarvan het gebouw niet in de versterkingsoperatie is opgenomen, of niet als liggend op een wierde wordt beschouwd. Een bewuste afweging over de communicatie voor deze indirect betrokkenen kan eventuele onrust beperken.

Het ACVG ziet de mogelijkheid tot gerichte communicatie (benaderen van bewoners) of het beschikbaar maken van algemene informatie voor de betrokkene die daar behoefte aan heeft. Het bestuurlijke besluit dat naar aanleiding van ons advies genomen wordt over de planning van de versterkingsoperatie, is ons inziens bepalend voor de keuze die daarin wordt gemaakt.

Het ACVG heeft de voorkeur voor gerichte communicatie, omdat dit voorkomt dat een bewoner of eigenaar zelf op zoek moet naar de informatie wat dit voor zijn/haar situatie betekent. In alle gevallen is het nodig dat de boodschap in de juiste context wordt geplaatst. Dat draagt bij aan zekerheid en grip bij bewoners en eigenaren.

## 5 Nader onderzoek: doel en voorstel voor uitvoering door kennisinstellingen

In hoofdstuk 3 is geconstateerd dat de noodzaak en de grootte van de penalty factor nu nog te beperkt onderbouwd zijn en in hoofdstuk 4 concluderen we dat nader onderzoek de beste weg vooruit is. Dit hoofdstuk beschrijft het doel van het nadere onderzoek. Verder doen wij een voorstel voor de uitvoering van dit nadere onderzoek door kennisinstellingen.

### 5.1 Doel van het nadere onderzoek

Het nadere onderzoek moet aantonen of de seismische belasting bij wierden buiten de gebruikelijke spreiding valt en een penalty factor dus noodzakelijk is. En wanneer dit zo blijkt te zijn, moet de penalty factor (al dan niet per geologische zone) de juiste grootte hebben en toepasbaar zijn bij de beoordeling van individuele gebouwen. Het onderzoek moet daarvoor het volgende behandelen:

- Om inzicht te krijgen in de invloed die de geologische zone heeft op de amplificatie bij een wierde, is minimaal nodig dat de drie wierden die onderzocht zijn in het wierdenonderzoek modelmatig worden geprojecteerd op alle geologische zones waarin wierden voorkomen. Dit is mogelijk met de data die voor de eerdere onderzoeken is verzameld. Aanvullend adviseert het ACVG ook de vijf andere reeds onderzochte wierden in het onderzoek te betrekken, als dit volgens de onderzoekers geen disproportionele inspanning vergt. Het betrekken van die vijf wierden was niet mogelijk in het onderzoek dat in het artikel van Kruiver et al. is beschreven, omdat bij deze wierden de samenstelling van de ondergrond niet bekend is. Wanneer de vijf wierden nu modelmatig op andere geologische zones worden geprojecteerd, is het wel mogelijk om ze mee te nemen in de analyse. Op deze manier wordt de gegevensbasis in belangrijke mate vergroot.
- Vervolgens is het nodig om de berekeningsresultaten op een statistisch verantwoorde wijze te relateren aan het GMM en de grootte van penalty factor(en) te bepalen. Om de resultaten van het hiervoor genoemde onderzoek naar de amplificatie bij wierden in te kunnen passen in een GMM is het minimaal nodig om de 'overlap' tussen de spreiding in een steekproef van wierden en de *site-to-site variability* uit het betreffende GMM te kennen. Dit inzicht kan worden opgedaan door bij het doorrekenen van wierden in verschillende geologische zones ook de modelonzekerheden en de onzekerheden in de ondiepe bodem (van 16 tot 800 meter onder het aardoppervlak) te beschouwen. Hiermee bedoelt het ACVG dat deze onzekerheden in rekening worden gebracht bij het bepalen van de onzekere amplificatie bij een wierde.
- Om een penalty factor direct te kunnen toepassen is het van belang dat duidelijk is hoe deze gebruikt moet worden bij de beoordeling van de veiligheid van individuele gebouwen en het bepalen van versterkingsmaatregelen daarvoor. Een praktische manier om dit te bereiken is door bovenstaand onderzoek niet alleen voor GMMv7 maar ook voor GMMv6 uit te voeren. Dat vergemakkelijkt de toepassing van de resultaten en lost de vraag op rondom het gebruik van een penalty factor in een andere GMM-versie dan waarvoor deze is ontwikkeld. (Zie de inleiding van hoofdstuk 3).
- Bij het vertalen van de berekeningsresultaten voor de wierden in de verschillende geologische zones naar penalty factor(en) moet goed worden gelet op een juiste verwerking van het gemiddelde en de spreiding van de amplificatie.

Op basis van informatie van KNMI en TNO gaat het ACVG uit van dat de resultaten uit het nadere onderzoek zullen leiden tot voldoende zekerheid over de penalty factor.

## **5.2 Uitvoering en begeleiding van het nadere onderzoek**

Gezien de urgentie van dit nadere onderzoek adviseert het ACVG om de doelstellingen en aansturing van de onderzoekende kennisinstellingen bestuurlijk op hoog niveau te borgen. Voor de onderzoeken wordt dan ook het verantwoordelijk ministerie als opdrachtgever voorzien. Voor de inhoudelijke kant van dit nadere onderzoek kan SodM een zeer geschikte partij zijn om een begeleidende rol te nemen.

Het ligt in de rede om de berekeningen die nodig zijn voor dit onderzoek uit te laten voeren door Deltares, omdat daar de benodigde ondergrondgegevens zijn ondergebracht en soortgelijk onderzoek eerder door hen is uitgevoerd. Ook ligt er een belangrijke rol voor TNO in de rede om de berekeningsresultaten op een statistisch verantwoorde wijze te relateren aan GMMv6 en GMMv7 en vervolgens een penalty factor of factoren af te leiden. Nauwe samenwerking met het KNMI ligt bij dit gehele nadere onderzoek voor de hand, gelet op het werk dat al is gedaan voor de ontwikkeling van GMMv7. Betrokkenheid van dr. Kruiver hierbij is zeer gewenst.

## **5.3 Geschatte doorlooptijd en vervolg van het nadere onderzoek**

Op basis van gesprekken met het KNMI en TNO verwacht het ACVG dat een dergelijk nader onderzoek, na opdrachtverlening aan de kennisinstellingen, zes maanden in beslag zal nemen. De data van het reeds uitgevoerde onderzoek kan goed gebruikt worden voor nieuwe analyses, het is niet nodig om opnieuw veldwerk te doen.

Na het nadere onderzoek kan binnen een betrekkelijk korte termijn een besluit worden genomen: is er sprake van een significante penalty factor en is het derhalve noodzakelijk voor de veiligheid deze toe te passen bij de beoordeling van individuele gebouwen en het bepalen van de versterkingsmaatregelen? Of resulteert het nadere onderzoek in een kleine penalty factor waardoor wellicht geen verdere actie nodig is? Dit besluit kan indien gewenst ondersteund worden met een advies van het ACVG. Als het ACVG als 'agendalid' (meelezend zonder actieve deelname) betrokken wordt bij het nadere onderzoek, kan dit advies in korte tijd na de afronding van het nadere onderzoek uitgebracht worden.



**Aandachtspunt: betekenis van de uitkomsten van het nadere onderzoek voor de SDRA-run**

De onderzoeksresultaten kunnen ook een nieuw licht werpen op de eerder uitgevoerde SDRA-run uit de door TNO uitgevoerde wierdenanalyse. Dit is met name relevant als blijkt dat de penalty factor groter moet zijn dan de penalty factor die in deze wierdenanalyse is toegepast. In dat geval adviseert het ACVG om in overleg met SodM te overwegen om een nieuwe analyse uit te voeren, zodat zeker is dat alle gebouwen op wierden met een verhoogd of licht verhoogd risicoprofiel binnen de scope van de versterkingsoperatie (komen te) vallen.

In het geval dat de penalty factor lager blijkt te zijn, adviseert het ACVG geen verdere actie te ondernemen. Ook adviseren wij dat de 48 gebouwen op wierden die aan de scope van de versterkingsoperatie zijn toegevoegd daarin blijven, ongeacht de uitkomsten van nader onderzoek. Dit is in lijn met eerdere afspraken tussen het rijk en de regio: adressen in de scope van de versterkingsoperatie blijven daarin, ook als de inzichten veranderen.

## 6 Conclusies en aanbevelingen

Op 2 januari 2024 ontving het ACVG van de staatssecretaris van EZK de volgende adviesvraag:

*Wat betekent het artikel van KNMI<sup>21</sup>, de analyse van TNO en het advies van SodM over de seismische belasting van gebouwen op wierden voor de reeds beoordeelde en /of versterkte gebouwen, en hoe moeten die inzichten bij de nog uit te voeren beoordelingen en bij het ontwerpen van versterkingsmaatregelen voor gebouwen op wierden worden toegepast?*

Het ACVG werd hierbij gevraagd om, indien mogelijk, voor de zomer van 2024 te adviseren.

Gedurende het adviestraject bleek dat op basis van de huidige kennis nog geen antwoord gegeven kan worden op de adviesvraag. Wij hebben dit advies opgesteld om de verantwoordelijke bewindspersoon in staat te stellen om zo snel mogelijk een weloverwogen besluit te nemen over het vervolg. Zowel als het gaat om het laten uitvoeren van nader onderzoek door kennisinstellingen, als om de uitvoering van de versterkingsoperatie bij adressen op wierden en de communicatie daarover richting bewoners en eigenaren. Het ACVG hecht aan transparantie: de bewindspersoon, betrokken overheden en uitvoeringsorganisaties en alle Groningers kunnen in dit rapport de onderbouwing lezen van onze constatering, conclusies en aanbevelingen.

Om zo min mogelijk tijd te verliezen heeft het ACVG zijn constatering en conclusies bovendien enige weken voor de formele afronding van dit adviesrapport met het opdrachtgevende ministerie gedeeld. Op deze manier is deze in de gelegenheid gesteld om zich te beraden op de vervolgstappen. Dit maakt het voor de nieuwe verantwoordelijke bewindspersoon mede mogelijk om in korte tijd te besluiten.

In dit hoofdstuk trekken wij onze conclusies en aanbevelingen op basis van de in voorgaande hoofdstukken genoemde constatering en afwegingen.

### 6.1 Conclusies

Het ACVG komt op basis van de informatie en eigen onderzoek zoals beschreven in voorgaande hoofdstukken tot de volgende conclusies:

- 1. De adviesvraag is op dit moment nog niet te beantwoorden. De onderzoeksresultaten uit het artikel van Kruiver et al. (2022) en de wierdenanalyse van TNO (2023) bieden onvoldoende zekerheid over de seismische belasting van gebouwen op wierden.**

Het is niet voldoende zeker of de seismische belasting op wierden hoger is. En, wanneer de seismische belasting daadwerkelijk hoger zou zijn, hoeveel dan. De onderzoeksresultaten kunnen op dit moment dan ook niet worden toegepast bij de beoordeling van de veiligheid van individuele gebouwen op wierden en het ontwerpen van versterkingsmaatregelen daarvoor.

- 2. Om de individuele gebouwen op wierden op hun veiligheid te kunnen beoordelen en daarvoor eventueel noodzakelijke versterkingsmaatregelen te ontwerpen is het noodzakelijk, proportioneel en haalbaar om nader onderzoek naar de seismische belasting ter plaatse van wierden door**

---

<sup>21</sup> Hiermee wordt het artikel van Kruiver et al. (2022) bedoeld.

### **kennisinstellingen te laten uitvoeren.**

Het ACVG heeft de technisch-wetenschappelijke en sociaal-maatschappelijke argumenten afgewogen en geconcludeerd dat nader onderzoek noodzakelijk, proportioneel en haalbaar is. Noodzakelijk, omdat de hiervoor genoemde onderzoeken hebben aangetoond dat er een goede reden is om zorgvuldig te bekijken of aanpassing van de seismische belasting nodig is voor de beoordeling van de veiligheid van individuele gebouwen op wierden. Er zijn geen werkbare alternatieven beschikbaar en er zijn geen tijdelijke maatregelen die men nu op een verantwoorde wijze kan toepassen. Nader onderzoek is ook proportioneel, omdat hierdoor onnodige versterking of tweemaal versterken, met alle overlast van dien, wordt voorkomen en dit opweegt tegen de periode van onzekerheid nu deze in tijd overzienbaar is. Daarbij verwachten wij dat dit nadere onderzoek binnen zes maanden tot bruikbare wetenschappelijke onderzoeksresultaten zal leiden die kort daarop kunnen worden omgezet in praktische aanwijzingen voor de uitvoering van de versterkingsoperatie op wierden.

### **3. De versterkingsoperatie kan onverminderd doorgaan.**

In de (wacht)tijd van het nadere onderzoek kan de voor de versterkingsoperatie beschikbare capaciteit ingezet worden bij gebouwen die niet op wierden liggen.

## **6.2 Aanbevelingen**

Het ACVG beveelt het volgende aan:

### *1. Laat kennisinstellingen in beperkte tijd een nader onderzoek uitvoeren naar de seismische belasting ter plaatse van wierden die gebruikt moet worden bij de beoordeling van de veiligheid van gebouwen en hun eventuele versterking.*

- Wij adviseren dat het volgende wordt gedaan om te borgen dat dit nadere onderzoek de vragen wegneemt over de seismische belasting op wierden en de noodzaak en grootte van een penalty factor:
  - o Het huidige onderzoek laten aanvullen, door (tenminste) de drie wierden die in het wierdenonderzoek onderzocht zijn modelmatig te projecteren op alle geologische zones waarin wierden voorkomen. Daarbij kunnen ook vijf andere reeds onderzochte wierden betrokken worden, indien dit geen disproportionele inspanning vergt. Op deze manier wordt de gegevensbasis in belangrijke mate vergroot.
  - o De berekeningsresultaten vervolgens op een statische verantwoorde wijze relateren aan het GMM en daarna de grootte bepalen van een eventuele penalty factor(en). Daarbij ook de overlap tussen de spreiding in een steekproef van wierden en de *site-to-site variability* uit het betreffende GMM in beeld brengen. Dit kan bijvoorbeeld door de modelonzekerheden en onzekerheden in de ondiepe ondergrond (16 tot 800 meter onder maaiveld) te beschouwen.
  - o Bij het wiskundig vertalen van de berekeningsresultaten voor de wierden in de verschillende geologische zones naar penalty factor(en) goed letten op juiste verwerking van het gemiddelde en spreiding van de amplificatie.

- Het onderzoek laten uitvoeren voor zowel GMMv6 als GMMv7, om de toepassing van de resultaten te vergemakkelijken en de twijfel over toepasbaarheid bij GMMv6 weg te nemen.
- Wij adviseren voortvarend opdracht te verlenen voor uitvoering van dit onderzoek aan Deltares. Hier zijn de ondergrondgegevens beschikbaar voor de berekeningen. TNO kan een rol krijgen voor de goede statistische verwerking van de resultaten en aansluiting op GMMv6 en v7. Daarnaast ligt betrokkenheid van het KNMI (dr. Kruiver) in de rede. Voor het vlot behalen van de onderzoeksdoelstellingen adviseren we de aansturing op hoog bestuurlijk niveau te beleggen bij zowel het opdrachtgevende ministerie als de uitvoerende kennisinstellingen. Voor de inhoudelijke kant van dit nadere onderzoek kan SodM een zeer geschikte partij zijn om een begeleidende rol te nemen.
- Wij adviseren dat het ACVG als 'agendalid' (meelezend zonder actieve deelname) bij het nadere onderzoek betrokken is. Op basis van de onderzoekresultaten kan afgewogen worden of het nodig is om een penalty factor toe te passen: zijn de vragen voldoende beantwoord en is de penalty factor wel zo groot dat deze toegepast moet worden? Het ACVG is vanzelfsprekend bereid hierover desgevraagd een nader advies uit te brengen.
- Ook adviseren wij tijdig na te denken over eventuele acties die op het nadere onderzoek volgen voor het opdrachtgevende ministerie, SodM en uitvoerende/implementerende partijen als NCG en TNO.
- Wij adviseren om in overleg met SodM te overwegen om ook een nieuwe SDRA-run uit te laten voeren als de resultaten van het nadere onderzoek een grotere penalty factor opleveren dan de penalty factor die is benut bij de wierdenanalyse. Zo kan worden verzekerd dat alle gebouwen op wierden met een verhoogd of licht verhoogd risicoprofiel binnen de scope van de versterkingsoperatie (komen te) vallen.

## 2. *Maak een heldere keuze over de huidige beoordeling en versterking van de 1.642 adressen van gebouwen op wierden.*

Het ACVG doet hiervoor de volgende suggesties:

- Rond in overleg met de bewoners en eigenaren de beoordelingen en versterkingen die lopen of op punt van beginnen staan af op basis van de huidige uitgangspunten (zonder een penalty factor).
- Wacht met nog te starten beoordelingen en versterkingen, zodat de uitkomsten van het nadere onderzoek meegenomen kunnen worden. Door de herprioritering van deze specifieke deelgroep komt capaciteit vrij voor de gebouwen die niet op wierden staan, waardoor de versterkingsoperatie in totaal onverminderd doorloopt.
- Bij de gebouwen die al op norm zijn verklaard (al dan niet na versterking) kunnen de uitkomsten van het nadere onderzoek worden afgewacht.

3. *Borg dat bewoners en eigenaren van gebouwen op wierden tijdig en goed over informatie kunnen beschikken over de besluiten die u naar aanleiding van onze hiervoor genoemde aanbevelingen neemt.*

- Wij adviseren dat bewoners en eigenaren van de 1.642 gebouwen op wierden tijdig over goede en toegankelijke informatie kunnen beschikken over de duur van het onderzoek en de betekenis daarvan voor de (her)beoordeling en eventuele versterking op hun adres. Dat biedt hun grip op het versterkingsproces.
- Wij adviseren ook dat alle bewoners en eigenaren die door dit advies direct of indirect geraakt worden op hetzelfde moment over informatie kunnen beschikken. Duidelijke en gelijktijdige communicatie kan eventuele onrust beperken. Hier hoort bij dat de NCG duidelijk en consequent is over het uitgangspunt dat wordt gehanteerd om te bepalen of een gebouw wel of niet beschouwd moet worden als liggend op een wierde.  
Het ACVG ziet de mogelijkheid tot gerichte communicatie (benaderen van bewoners) of het beschikbaar maken van algemene informatie voor de bewoner die daar behoefte aan heeft. Het besluit dat naar aanleiding van ons advies genomen wordt is medebepalend voor de keuze die daarin wordt gemaakt. Het ACVG heeft de voorkeur voor gerichte communicatie, omdat dit voorkomt dat een bewoner of eigenaar zelf op zoek moet naar de informatie wat dit voor zijn/haar situatie betekent. In alle gevallen is het nodig dat de boodschap in de juiste context wordt geplaatst. Dat draagt bij aan zekerheid en grip bij bewoners en eigenaren.

## Afkortingenlijst

In dit advies zijn onderstaande afkortingen gebruikt.

<b>ACVG</b>	Adviescollege Veiligheid Groningen
<b>AF</b>	Amplificatiefactor
<b>EDB</b>	Exposure Database
<b>EZK</b>	Ministerie van Economische Zaken en Klimaat
<b>GMM</b>	Ground Motion Model
<b>HRA</b>	Hazard and Risk Assessment
<b>KNMI</b>	Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut
<b>In</b>	Natuurlijke logaritme
<b>NCG</b>	Nationaal Coördinator Groningen
<b>NAM</b>	Nederlandse Aardolie Maatschappij
<b>NEN</b>	Koninklijk Nederlands Normalisatie Instituut
<b>NLPO</b>	Non-Linear Push Over
<b>NLTH</b>	Non-Linear Time History
<b>NPR</b>	Nederlandse Praktijk Richtlijn
<b>PGA</b>	Peak Ground Acceleration
<b>SDRA</b>	Seismische Dreigings- en Risicoanalyse
<b>SodM</b>	Staatstoezicht op de Mijnen
<b>t1, t2 en t5</b>	Tijdvak 1, 2 en 5
<b>TNO</b>	Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek
<b>WRR</b>	Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid

## Begrippenlijst

In dit document zijn de volgende termen en definities gehanteerd:

<b>Amplificatie</b>	Opslingering/versterking van de groundbeweging ten opzichte van een referentielocatie.
<b>Exposure Database</b>	De dataset met gegevens over gebouwen in Groningen, waarin is aangegeven tot welke bouwtypologieën zij vermoedelijk behoren en of zij al dan niet voor minstens 10% op wierden staan. De database is gebruikt voor de HRA en wordt nu nog gebruikt voor de SDRA. De Exposure Database is oorspronkelijk opgezet door de NAM en is nu in beheer bij de overheid. Let op: deze bouwtypologieën verschillen van de typologieën die bij de typologieaanpak worden hanteert.
<b>Gasjaar</b>	De periode van 1 oktober tot en met 30 september waarvoor de verantwoordelijk bewindspersoon bepaalt hoeveel gas mag worden gewonnen uit het Groningenveld. In september neemt de staatssecretaris een besluit over de hoogte van de winning voor het daaropvolgende gasjaar. Vanaf het huidige gasjaar 2023-2024 wordt in principe geen gas meer gewonnen. Per april 2024 is het Groningenveld definitief gesloten.
<b>Gebouw</b>	Een bouwwerk met daarin een voor mensen toegankelijk overdekte, geheel of gedeeltelijk met wanden omsloten ruimte. In dit advies: de gebouwen die in het reguliere versterkingsprogramma van de NCG zitten.
<b>Geologische zone</b>	Een gebied met soortgelijke geologische kenmerken waarvoor de amplificatie is bepaald in GMMv7. In GMMv7 is onderscheid gemaakt tussen 162 geologische zones.
<b>Ground Motion Model (GMM)</b>	Nederlands: groundbewegingsmodel. Een GMM beschrijft de seismische dreiging die op een bepaalde plaats aanwezig is. Met een GMM kan de seismische belasting op een gebouw worden bepaald voor uiteenlopende herhalingstijden.
<b>Hazard and Risk Assessment (HRA)</b>	Met de Hazard and Risk Assessment (HRA) werd tot en met 2020 de jaarlijkse seismische dreiging en het risico als gevolg van de gaswinning in Groningen berekend. Vanaf 2021 wordt dit gedaan met de Seismische Dreigings- en Risicoanalyse (SDRA).
<b>Herhalingstijd</b>	Een omgekeerde maat voor de jaarlijkse kans op een extreme gebeurtenis. Hoe groter de herhalingstijd, hoe kleiner de jaarlijkse kans op de gebeurtenis.
<b>Meijdam-norm</b>	De norm voor de beoordeling van de aardbevingsbestendigheid van gebouwen. De norm behelst een maximaal individueel risico van 1/100.000 ( $10^{-5}$ ) per jaar als gevolg van een aardbeving.
<b>Nationaal Coördinator Groningen (NCG)</b>	De organisatie die verantwoordelijk is voor de uitvoering van de versterkingsoperatie. De NCG zorgt ervoor dat wordt beoordeeld

of gebouwen aan de Meijdam-norm voldoen en dat gebouwen worden versterkt als dat nodig is.

**Nederlandse Praktijk Richtlijn 9998 (NPR 9998)**

De NPR 9998 beschrijft eisen en (bepalings)methoden waarmee constructeurs kunnen vaststellen of de constructieve veiligheid van bestaande gebouwen, al dan niet na versterkingsmaatregelen en nieuw te bouwen gebouwen, voldoende is om een seismische belasting te weerstaan. De NPR 9998 heeft in de loop van de jaren een aantal updates gehad om nieuwe inzichten over seismische belasting of weerstand van gebouwen te verwerken. Als in dit rapport over de NPR 9998 wordt gesproken (zonder jaartal), dan wordt verwezen naar de NPR 9998 in algemene zin, los van een bepaalde versie.

**Non-Linear Push Over (NLPO)**

Een rekenmethode waarbij het bezwijkgedrag van een gebouw wordt bepaald op basis van niet-lineair constructiegedrag en een vereenvoudigde, statisch aangenomen, horizontale seismische belasting.

**Non-Linear Time History (NLTH)**

Een rekenmethode waarbij het dynamisch gedrag van een gebouw wordt gesimuleerd op basis van niet-lineair constructiegedrag en een in de tijd variërende seismische belasting.

**NPR-webtool**

Een hulpmiddel om inzicht te krijgen in de aardbevingsbelasting op een zekere locatie in de provincie Groningen. De webtool kan worden gebruikt in combinatie met de NPR voor het beoordelen van de constructieve veiligheid van constructies. De webtool is te vinden op [seismischekrachten.nen.nl](http://seismischekrachten.nen.nl)

**Onzekerheidsbandbreedte**

De range van mogelijke modeluitkomsten als gevolg van onzekerheden in de inputparameters en overige modelonzekerheden. De werkelijke waarde van een onzekere grootheid bevindt zich binnen de onzekerheidsbandbreedte.

**Opslingering**

Zie: 'Amplificatie'.

**Penalty factor**

De in het onderzoek van Kruiver et al. (2022) voorgestelde penalty factor is een factor die in versie 7 van het Ground Motion Model (GMMv7) wordt toegepast boven op de reguliere amplificatie (opslingering) van de bodem ter plaatse van wierden. Hierdoor wordt de seismische belasting ter plaatse van wierden vergroot.

**Peak Ground Acceleration (PGA)**

Nederlands: piekgrondversnelling. De maximale grondversnelling die optreedt aan maaiveldniveau als gevolg van aardbevingen. De piekgrondversnelling wordt niet alleen bepaald door de magnitude van een aardbeving, maar bijvoorbeeld ook door de lokale bodemgesteldheid.

**Risicoprofiel**

Een profiel dat wordt gebruikt bij de prioriteitsstelling in de versterkingsopgave. In de SDRA wordt het risico berekend door modellen die de seismische dreiging beschrijven te combineren met modellen die de seismische capaciteit van gebouwen en de



gevolgen van instortingen beschrijven. Op basis daarvan kan per gebouw worden bepaald of sprake is van een normaal risicoprofiel, een licht verhoogd risicoprofiel of een verhoogd risicoprofiel.

**Scope (van de versterkingsoperatie)**

De werklĳst van (op peildatum 31 maart 2024: 27.539) adressen in Groningen die bouwkundig worden opgenomen en vervolgens worden beoordeeld op hun veiligheid bij aardbevingen. Als een gebouw daarbij niet aan de Meijdam-norm blijkt te voldoen, worden versterkingsmaatregelen ontworpen en toegepast. De lijst van adressen wordt beheerd door de NCG die de opname, beoordeling en eventuele versterking van de adressen uitvoert. De scope is geen vaststaand gegeven, maar een lijst die nog steeds wordt aangevuld, hoewel steeds minder.

**Seismische belasting**

De krachten die op een constructie worden uitgeoefend door grondbewegingen (trillingen) ten gevolge van een aardbeving.

**Seismische dreiging**

De kans op het optreden van bepaalde grondbewegingen (grondversnellingen) ten gevolge van een aardbeving.

**Seismische Dreigings- en Risicoanalyse (SDRA)**

Een SDRA geeft de verwachting van toekomstige grondbewegingen en het veiligheidsrisico voor de bewoners in het Groningse aardbevingsgebied. De SDRA is ook het instrument waarmee sinds 2021 bij elk gaswinningsbesluit risicoprofielen van gebouwen worden bepaald. Op basis daarvan wordt nagegaan of gebouwen aan de scope van de versterkingsoperatie moeten worden toegevoegd.

**Seismische weerstand**

De mate waarin een constructie een bepaalde seismische belasting kan weerstaan.

**Site-to-site variability**

De *site-to-site variability* is de onzekerheid rond de gemiddelde amplificatie in GMMv7 die per geologische zone is bepaald. Deze onzekerheid is het gevolg van zowel de onzekerheid over de precieze samenstelling en eigenschappen van de ondiepe bodem, als van modelonzekerheden.

**Spreiding**

Deze term wordt in de statistiek gebruikt om aan te geven in welke mate datapunten of mogelijke uitkomsten van elkaar verschillen. Spreiding wordt ook wel 'variabiliteit', of in het kader van dit rapport 'onzekerheid' genoemd.

**Tijdvak**

De seismische dreiging verandert in de tijd. Hoewel de gaswinning eindig is, is de seismische dreiging niet meteen weg. De NPR-webtool onderscheidt verschillende tijdvakken waarvoor de seismische dreiging is berekend. In dit adviesrapport wordt verwezen naar tijdvakken t1, t2 en t5.

**Trillingstijd**

De trillingstijd of periode is de tijdsduur van één heen- en weergaande beweging uitgedrukt in seconden.

**Typologie**

Verzameling gebouwen met dusdanig vergelijkbare constructieve kenmerken dat hun gedrag en weerstand tegen aardbevingen zich op een vergelijkbare wijze laten beschrijven.

**Typologieaanpak**

Bij deze aanpak, ontwikkeld door TNO, worden gebouwen in de scope op basis van hun constructieve kenmerken ingedeeld in typen. Per type is nagegaan hoe een gebouw reageert op een aardbeving (de seismische weerstand). Dat wordt weergegeven op zogenoemde vlekkenkaarten: valt een gebouw van een specifieke typologie buiten de vlek, dan is het op norm. Valt een gebouw van een typologie binnen de vlek, dan is het mogelijk niet op norm en moet een nadere, individuele beschouwing plaatsvinden om vast te stellen of - en welke - versterking er nodig is.

**Wierde**

Eeuwenoude heuvel langs de Waddenkust die door mensen opgeworpen is om bij hoogwater een droge plek te hebben. Een ander woord dat hiervoor wordt gebruikt is 'terp'.

## Bijlage - Samenvatting van de consultatie

Het ACVG heeft het conceptadvies over de veiligheid van gebouwen op wierden gedeeld met de Regio (via het Ondersteunend Bureau Gaswinning (OBG)), het Staatstoezicht op de Mijnen (SodM), de Nationaal Coördinator Groningen (NCG), de Nederlandse Organisatie voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek (TNO), het Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI), het Groninger Gasberaad en de Groninger Bodem Beweging.

Tegelijkertijd hebben wij aan het ministerie van Economische Zaken en Klimaat gevraagd om het conceptadvies te controleren op feitelijke onjuistheden. Het ACVG leest de inhoudelijke reactie van de staatssecretaris wanneer hij het advies naar de Tweede Kamer stuurt.

Wij hebben van zeven partijen een inhoudelijke reactie ontvangen. De Regio heeft aangegeven zich te onthouden van een bijdrage in deze consultatie. Na bestudering van alle opmerkingen hebben wij het advies naar eigen inzicht afgerond. In deze samenvatting geven wij de kern van de reacties weer. Wij informeren alle partijen afzonderlijk en in volledigheid over de manier waarop hun opmerkingen zijn meegenomen.

### Algemeen

Uit de reacties van de partijen blijkt dat de constatering en de conclusies die het ACVG trekt ten aanzien van het eerder uitgevoerde (wetenschappelijk) onderzoek door geen van de partijen ter discussie worden gesteld. Eén partij had een beperkt aantal technische aanwijzingen die wij over hebben kunnen nemen.

Alle geconsulteerde partijen kunnen zich vinden in de conclusie dat nader onderzoek nodig is. Het ACVG is content dat deze conclusie breed gedragen wordt. Ten aanzien van de consequenties, en met name de acties die in de tussentijd genomen moeten worden, heeft een enkele partij wel een vraag of andere mening. Dit wordt hieronder uitgewerkt.

### Voornaamste reacties

#### *Continueren van beoordelingen en versterkingen*

Een aantal partijen oppert dat de lopende en nog te starten beoordelingen en versterkingen van gebouwen op wierden door kunnen gaan. Volgens één partij moet hierbij gewerkt worden volgens de huidige uitgangspunten (t5 zonder penalty factor), omdat hiermee de veiligheid in elk geval wordt vergroot. Een latere aanpassing in de beoordeling of (extra) versterking is dan mogelijk, maar volgens die partij overkomelijk. Een andere partij stelt voor om beoordelingen en versterkingen door te laten gaan waarbij een 'no regret' penalty factor wordt toegepast. Het ACVG heeft deze suggesties gewogen in zijn advisering. Aangezien er geen nieuwe feiten of overwegingen naar voren zijn gekomen is het ACVG niet tot een andere afweging gekomen dan in hoofdstuk 4 van het advies weergegeven. Overigens kan de capaciteit die vrijkomt door de beoordeling en versterking van gebouwen op wierden door herprioriteren benut worden voor andere gebouwen buiten de wierden, waardoor de versterkingsoperatie als geheel geen vertraging hoeft op te lopen.

#### *Duur van nader onderzoek*

Eén partij geeft aan bezorgd te zijn dat de nu genoemde duur van het nadere onderzoek en daaropvolgende besluitvorming niet haalbaar is. Dit zou ertoe leiden dat bewoners/eigenaren nog langer in onzekerheid blijven. Het ACVG is na afstemming met betrokken deskundigen van mening dat de voorgestelde zes maanden voor het uitvoeren van het nadere onderzoek realistisch is. Het betreft het gebruik van de bestaande en reeds geschikt gebleken werkwijze. Het voorstel is om met deze werkwijze meer variaties door te rekenen en meer data te genereren zodat de statistische basis wordt vergroot. Daarnaast is het aantal betrokken uitvoerende partijen beperkt.

Wat de daaropvolgende besluitvorming betreft: het ACVG adviseert om de relevante partijen reeds in een vroeg stadium te betrekken en bestuurlijke betrokkenheid te borgen. Ook adviseert het ACVG om tijdig na te denken over eventuele acties erna voor het verantwoordelijk ministerie, adviserende partijen als SodM en het ACVG zelf en uitvoerende/implementerende partijen als de NCG en TNO.

#### *Mogelijke effecten buiten de huidige scope of bij andere soorten ondergronden*

Twee partijen vragen zich af wat dit advies betekent voor gebouwen die nu nog niet in de scope zitten. Op dit moment is nog onvoldoende zeker dat wanneer de seismische belasting vergroten. En wanneer ze de seismische belasting vergroten, hoeveel dit dan is. Het mogelijk effect is aan de orde wanneer hier na het nadere onderzoek duidelijkheid over is.

#### *Belang van communicatie*

Meerdere partijen geven aan de aanbeveling over communicatie te begrijpen en te steunen. Een andere partij vraagt zich juist af of dit de onzekerheid niet zal vergroten. Het ACVG wordt ook gevraagd aan te geven hoe gecommuniceerd kan worden.

Het ACVG erkent dat de onzekerheid met dit advies niet weggenomen wordt, maar acht communicatie vanuit transparantie en grip voor de bewoner van belang. Voor de gebouwen op wierden zal per fase waarin een adres zich bevindt over de gevolgen per adres moeten worden gecommuniceerd. Naar aanleiding van de reacties gaat het rapport nu dieper in op de mogelijkheden voor communicatie: gericht (benaderen van bewoners) of algemeen (informatie algemeen beschikbaar maken voor de bewoner die daar behoefte aan heeft). Het ACVG is graag bereid mee te denken waar dat behulpzaam is, maar specifieke expertise en ervaring met communicatie is niet in onze organisatie belegd.

Adviescollege Veiligheid Groningen  
Postbus 93144 | 2509 AC Den Haag  
[contact@adviescollegeveiligheidgroningen.nl](mailto:contact@adviescollegeveiligheidgroningen.nl)  
T 088-0422777  
[www.adviescollegeveiligheidgroningen.nl](http://www.adviescollegeveiligheidgroningen.nl)

© Adviescollege Veiligheid Groningen  
Juli 2024