

**Aardbevingen Groningen:  
naar een methode voor  
risicogebaseerd prioriteren  
versterkingen**

concept





# **Aardbevingen Groningen: naar een methode voor risicogebaseerd prioriteren versterkingen**

Bevindingen verkenning fase 1

5.1.2e

1220581-000

© Deltares, 2015, B



## Titel

Aardbevingen Groningen: naar een methode voor risicogebaseerd prioriteren versterkingen

<b>Opdrachtgever</b>	<b>Project</b>	<b>Pagina's</b>
Overheidsdienst Groningen/ Nationaal Coördinator Groningen	1220581-000	38
<b>Classificatie</b>		
vertrouwelijk tot juni 2025		

## Trefwoorden

Groningen, aardbevingen, aardbevingsgevaar, aardbevingsrisico, slachtofferrisico

## Samenvatting

De minister van EZ heeft besloten tot rijksregie om te komen tot een duurzame versterking en vernieuwing van het aardbevingsgebied Groningen. Opdat in september 2015 een Plan van Aanpak en Contouren van het Programma zouden kunnen worden vastgesteld, is Deltares gevraagd een verkenning uit te voeren voor de Overheidsdienst Groningen (OG), c.q. de Nationaal Coördinator Groningen (NCG).

De vraag was: ontwikkel een gedragen methode om de versterkingen van woningen en andere gebouwen te prioriteren op basis van de veiligheidsrisico's, bij voorkeur op basis van al beschikbare kennis en gegevens en op voldoende detailniveau.

Dit rapport betreft alleen fase 1 van deze verkenning. Op grond van de voorliggende verkenning dient in fase 2 een Plan van Aanpak te worden opgesteld.

Fase 1 was gericht op het verzamelen van kennis en inzichten bij alle relevante spelers over beschikbare methoden en modules en de noodzakelijke gegevens, bronnen en kennis. De verkenning is gebaseerd op recente relevante literatuur, interviews met relevante partijen en een werksessie ter toetsing en aanscherping van de bevindingen.

Het eindresultaat van fase 1 kan worden beschouwd als een reflectie op de opdracht: is de juiste vraag gesteld/ de juiste opdracht geformuleerd? Een kan deze (in principe) beantwoord worden met de beschikbare kennis en gegevens?

Bij wijze van samenvatting zijn de 50 aanbevelingen aan de NCG/OG in het slothoofdstuk bij elkaar gezet.

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
	jun. 2015	5.1.2e		5.1.2e			

## Status

concept

Dit document is een concept en uitsluitend bedoeld voor discussiedoeleinden. Aan de inhoud van dit rapport kunnen noch door de opdrachtgever, noch door derden rechten worden ontleend.

**Titel**

Aardbevingen Groningen: naar een methode voor risicogebaseerd prioriteren versterkingen

**Opdrachtgever**

Overheidsdienst Groningen/  
Nationaal Coordinator  
Groningen

**Project**

1220581-000

**Pagina's**

38

**Classificatie**

vertrouwelijk tot juni 2025

## Inhoud

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>1</b>
1.1	Context	1
1.2	Achtergrond van de vraag	2
1.3	Vraagstelling	3
1.4	Aanpak	3
<b>2</b>	<b>Aardbevingsrisico: begripsbepaling en afbakening</b>	<b>5</b>
	Risico op schade en slachtoffers: instorten en vallende objecten	5
2.1	Individueel risico, plaatsgebonden risico en groepsrisico: praktische operationalisatie	5
2.2	Risico als kans maal gevolg, of als functie van aardbevingsgevaar en kwetsbaarheid	7
2.3	Slachtofferrisico-analyse: aanpak en relevante partijen	8
<b>3</b>	<b>Overlijdensrisico bij gegeven grondversnellingen</b>	<b>11</b>
3.1	Hoofdlijn	11
3.2	Mortaliteitsfuncties en verschillende gebouwtypes: aantallen slachtoffers	11
3.3	Kwetsbaarheid gebouwen: <i>fragility curves</i>	12
3.4	Gegevensbestanden gebouwen: invoer pandspecifieke risico-analyse	13
3.5	Gewenste uitvoer en wat is realiseerbaar?	15
3.6	Naar een gecombineerde risicomaat: rekenkundig verdisconteren groepsrisico?	16
<b>4</b>	<b>Aardbevingsgevaar (<i>seismic hazard</i>)</b>	<b>18</b>
4.1	Vaststellen aardbevingsgevaar: verschillende methoden	18
4.2	De verschillende methoden op hoofdlijnen	19
4.3	De beide benaderingen vergeleken	21
4.4	Kaartbeelden aardbevingsgevaar: kans en intensiteit (PGA)	22
4.5	Actualisaties	24
4.6	Relatie met het winningsplan (dus niet statisch)	25
<b>5</b>	<b>Kennis delen: <i>joint fact finding</i></b>	<b>26</b>
5.1	Inleiding: communicatie stelt specifieke eisen	26
5.2	Geografische gegevens en gegevensbestanden	28
5.3	Relatie tussen inhoudelijke kennis, gegevensbeheer en communicatie: organisatie	29
<b>6</b>	<b>Normen of normatieve kaders?</b>	<b>31</b>
6.1	Prioriteren op basis van ...	31
6.2	Basisveiligheid en groepsrisico's? Wat is acceptabel risico?	31
6.3	Wettelijke normen of richtwaarden? Verantwoordelijkheid/ aansprakelijkheid	33
6.4	Aanpakken is niet hetzelfde als versterken: dichttimmeren, afbreken, versterken of aardbevingsbestendig maken	33
6.5	Versterken tot norm of kosten-effectiviteitsanalyse?	34
<b>7</b>	<b>Hoe verder?</b>	<b>35</b>
7.1	Uitgangspunten	35
7.2	Stap 2: Plan van aanpak	35
<b>8</b>	<b>Samenvatting: de 50 aanbevelingen op een rij</b>	<b>37</b>
8.1	Over de kernbegrippen en uitgangspunten	37

8.2	Over de aanpak op hoofdlijnen en de partijen	37
8.3	Over de modellen om slachtofferrisico's en instortingsgevaar te berekenen	37
8.4	Over de benodigde invoergegevens	38
8.5	Over het gewenste databestand en de uitvoer	38
8.6	Over de modellering en kartografische weergave van het aardbevingsgevaar	38
8.7	Over kennis delen	39
8.8	Over normatieve kaders	40
8.9	Over het vervolg	40
<b>Referenties</b>		<b>41</b>
<b>Geïnterviewden, c.q. deelnemers workshop</b>		<b>43</b>
<b>Bijlagen: gespreksverslagen (niet volledig)</b>		<b>44</b>



# 1 Inleiding

## 1.1 Context

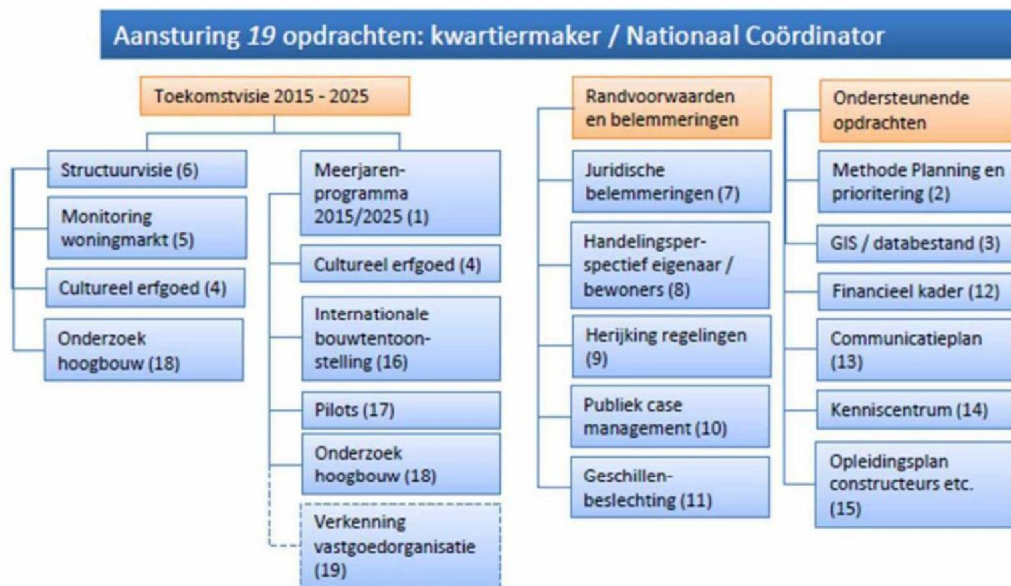
De minister van EZ heeft besloten tot rijksregie om te komen tot een duurzame versterking en vernieuwing van het aardbevingsgebied Groningen. Daartoe is een Overheidsdienst Groningen (OG) opgericht, onder leiding van een nationaal coördinator (NCG). De instelling van deze overheidsdienst is voorbereid door een kwartiermakersteam, ondersteund door een Stuurgroep en in gesprek met een Dialogotafel. De overheidsdienst opereert onafhankelijk van de partijen die belangen hebben en streeft naar het delen van kennis en inzichten ('joint fact finding') om tot wetenschappelijk-geïnformeerde en gedragen besluitvorming te kunnen komen.

De OG heeft een brede taak, waarvan in ieder geval onderdeel uitmaakt een zogenaamde drieslag: schadeherstel, versterking en verduurzaming.

- 1 Bij schadeherstel gaat het om materiele schade als gevolg van aardbevingen. Daarvoor wordt de NAM aansprakelijk gehouden, terwijl het recentelijk opgerichte Centrum Veilig Wonen (CVW) verantwoordelijk is gesteld voor de uitvoering daarvan. Gedupeerden kunnen zich bij het CVW melden.
- 2 Versterking is aan de orde als er een veiligheidsprobleem is. Dat is het geval als er een onacceptabel groot risico is slachtoffer te worden van instorting van een pand of door vallend puin. Bij versterking is een grote rol weggelegd voor de NAM als veroorzaker van het risico en voor de overheid als toezichthouder en vergunningverlener. Veiligheidsrisico's die ontstaan door menselijk handelen vallen onder de verantwoordelijkheid van de overheid.
- 3 Verduurzaming kan aan de orde zijn als een gebouw toch wordt aangepakt. In veel gevallen kan tegen geringe meerkosten een grote meerwaarde worden bereikt door betere isolatie e.d.

Het kwartiermakersteam voorzag dat op korte termijn een aantal voorbereidende werkzaamheden dienden te worden uitgevoerd, opdat in september 2015 een Plan van Aanpak en Contouren van het Programma kunnen worden vastgesteld. In dat kader is om een aantal verkenningen gevraagd. Eén van de verkenningen (nummer 2, in de laatste kolom in Figuur 1.1) heeft betrekking op de vraag waar te beginnen met het aanpassen van bestaande bebouwing vanuit een risico-perspectief.

Omdat de opdracht door het kwartiermakersteam is gegund in een periode dat de Nationaal Coördinator Groningen net werd benoemd, is er voor gekozen de opdracht in twee fasen uit te laten voeren (zie paragraaf 1.4), waarbij gunning van fase 2 afhankelijk is gesteld van de uitkomsten van fase 1. **Het onderhavige rapport betreft alleen fase 1.**



Figuur 1.1 Verkenningen op weg naar een uitvoeringsprogramma.

## 1.2 Achtergrond van de vraag

Naar aanleiding van recente aardbevingen zijn verscheidene schattingen gedaan naar het aantal te versterken gebouwen. De uitkomsten van die schattingen lopen sterk uiteen. Recentelijk (februari 2015) zijn ook concept-NPR-normen voor aardbevingsbestendig bouwen voorgesteld (gebaseerd op de EuroCode 8). Het gaat in ieder geval om grote aantallen woningen en gebouwen, die mogelijk niet allemaal – en zeker niet allemaal tegelijk – kunnen worden aangepakt.

Tegen die achtergrond is één van de doelen in het programma ‘Aardbevingsbestendig en kansrijk Groningen’ het komen tot een prioritering en planning voor het veilig maken van het aardbevingsgebied in de periode 2015 -2025. Met veilig wordt daarbij bedoeld op het verkleinen van risico’s voor personen tot een acceptabel niveau. Het gaat dus om individuele en/of groepsrisico’s om slachtoffer te worden van vallende of instortende gebouwen.

In het Deltaprogramma Waterveiligheid is de afgelopen jaren veel ervaring opgedaan met risico-gebaseerde normstelling en prioritering, waarbij voor het eerst een grote betekenis is toegekend aan slachtofferrisico’s. Daarvoor zijn door Deltares nieuwe methoden ontwikkeld om individuele en groepsrisico’s (om te verdrinken) te kwantificeren en zijn verkenningen uitgevoerd naar de maatschappelijke consequenties van verschillende normen. De minister van I&M heeft uiteindelijk besloten een norm van  $10^{-5}$  per jaar als richtwaarde voor individueel risico als belangrijke grondslag voor beleidsvorming (voor 2050) te gaan hanteren. Deze richtwaarde is in het advies van de Stuurgroep NPR (Anonymus, 2015) ook geopperd als mogelijk toepasbaar rond door gaswinning geïnduceerde aardbevingen, omdat deze qua aard van het gevaar vergelijkbaar zijn met overstromingen in Nederland, namelijk (groten)deels door menselijk handelen veroorzaakt. Het getal wordt ook genoemd in het Bouwbesluit (2012), maar daarin is bewust geen rekening gehouden met aardbevingen.

In het onderhandelingsakkoord Overheidsdienst Groningen is opgenomen dat er een beleidskader en spelregels moeten komen voor een versterkingsaanpak, inclusief

prioriteitsstelling en condities voor de uitvoering daarvan; zulks in samenwerking met Centrum Veilig Wonen (CVW), corporaties en gemeenten. Dit vraagt om een voor iedereen transparante analyse van de veiligheidsrisico's en een gecoördineerde inzet van de beschikbare middelen en capaciteit van het CVW en andere opdrachtgevers in het gebied.

De prioriteitstelling zal door de Overheidsdienst Groningen worden bepaald op basis van een analyse van de aardbevingsrisico's. Bij die analyse worden waar mogelijk betrokken: de kans van optreden, de resulterende piekgrondversnellingen, de gevolgen ervan op de aanwezige bebouwing, en de veiligheidsrisico's voor wie zich daarin bevindt. Dit dient te worden vastgelegd in kaartbeelden en tevens per specifiek bouwblok of adres. De risicoanalyse wordt vervolgens vertaald naar een realistische planning.

### 1.3 Vraagstelling

Alvorens een dergelijke prioritering en fasering kan worden opgesteld zal eerst een gedragen methode ontwikkeld moeten worden om de risico's op voldoende detailniveau in kaart te brengen. Gezien de korte termijn waarbinnen tot actie moet worden overgegaan, vindt deze kartering bij voorkeur plaats op basis van al beschikbare kennis en gegevens, waarbij er echter ruimte dient te zijn voor verbeteringen indien nieuwe kennis beschikbaar komt of inzichten wijzigen.

De vraag luidt:

***ontwikkel een gedragen methode om de versterkingen te prioriteren op basis van de veiligheidsrisico's bij voorkeur op basis van al beschikbare kennis en gegevens en op voldoende detailniveau.***

De vraag heeft dus alleen betrekking op de risico-gebaseerde prioritering van versterking van panden, en dus niet op schadeherstel of verduurzaming. De inperking tot 'risico-gebaseerde' betekent dat bij de uiteindelijke prioritering van de aanpak ook met meer (en andere) criteria rekening kan worden gehouden.

De vraag gaat dus ook nadrukkelijk niet over het winningsplan of de vergunningverlening. Daarbij wordt wel aangetekend dat gaswinning en gebouwversterking vanuit risico-oogpunt communicerende vaten zijn, in de zin dat minder winning de opgave voor versterking kleiner maakt en meer winning de opgave groter maakt. Dat betekent dat de methode weliswaar generiek kan zijn, maar dat de risicokaart afhankelijk is van het winningsplan.

### 1.4 Aanpak

Omdat de opdracht door het kwartiermakersteam is gegund in een periode dat de Nationaal Coördinator Groningen net werd benoemd, is er voor gekozen de opdracht in twee fasen uit te laten voeren, waarbij gunning van fase 2 afhankelijk is gesteld van de uitkomsten van fase 1.

De aanpak per fase is als volgt:

## **Fase 1: Verkenning**

Fase 1 is gericht op het verzamelen van kennis en inzichten bij alle relevante spelers over beschikbare methoden en modules en de noodzakelijke gegevens, bronnen en kennis. Omdat er al door veel partijen wordt gewerkt aan (delen van) een methode om te komen tot risico-gebaseerde prioritering is fase 1 van deze verkenning gebaseerd op:

- Inlezen in de meest recente en relevante literatuur (zie lijst referenties)
- interviews met relevante spelers (zie lijst geïnterviewden en gespreksverslagen in de bijlagen).
- Terugkoppeling in een werksessie ter toetsing en ter aanscherping.

Als belangrijkste (kennis)partijen en belanghebbenden zijn geïdentificeerd: NAM, TNO-AGE, TNO-Bouw, Deltares, Staatstoezicht op de Mijnen (SodM), ARUP, CVW, de Provincie Groningen, en de 11 Groningse gemeenten.

Het eindresultaat van fase 1 kan worden beschouwd als een reflectie op de opdracht: is de juiste vraag gesteld/ de juiste opdracht geformuleerd; en kan deze (in principe) beantwoord worden met de beschikbare kennis en gegevens?

## **Stap 2: Plan van aanpak**

Op grond van de verkennende gesprekken zal vervolgens een Plan van Aanpak moeten worden opgesteld.

Daartoe wordt eerst een concept Plan van Aanpak opgesteld, dat met de belangrijkste partijen in één of enkele werkbijeenkomsten zal worden verbeterd. Aldus wordt via een proces van *joint planning* een definitief plan van aanpak tot stand gebracht. Alle kennisinstellingen die van belang zijn, maken deel uit van het beoogde projectteam en eindgebruikers worden vertegenwoordigd in een begeleidingsgroep.

***Het onderhavige rapport betreft alleen Fase 1: de verkenningsfase.***

## 2 Aardbevingsrisico: begripsbepaling en afbakening

### Risico op schade en slachtoffers: instorten en vallende objecten

Het begrip risico heeft betrekking op de kans op negatieve gevolgen. Het kan bijvoorbeeld betrekking hebben op schade of slachtoffers. In het eerste geval spreekt men van schaderisico, in het tweede geval van slachtofferrisico's. Maar in dat tweede geval wordt ook wel van **veiligheidsrisico** gesproken.

De overheid heeft een rol bij het **waarborgen van de veiligheid** van de inwoners tegen van buiten komend onheil indien daartegen maatregelen kunnen worden genomen. Aardbevingen die worden veroorzaakt door gaswinning vallen daar onder. In deze verkenning gaat het dan ook om veiligheidsrisico's of slachtofferrisico's.

Slachtoffers als gevolg van aardbevingen kunnen ontstaan door vallende objecten, zoals torenspitsen of schoorstenen, of door het instorten van gebouwen waarin zich personen bevinden. Het is dus zaak dergelijke aardbevingsrisico's te verkleinen tot een acceptabel risiconiveau. Wat acceptabel is kan verschillen per risicodomein; risico's voortvloeiend uit menselijk handelen om economisch gewin worden minder gemakkelijk geaccepteerd (omdat ze vermijdbaar zijn) dan natuurlijke gevaren, zoals storm, overstromingen of lawines. Voor zulke risico's, vaak aangeduid als externe veiligheid, geldt een normkans van  $10^{-6}$ /jaar om door een ongeval om te komen.

In het Deltaprogramma Waterveiligheid heeft de overheid ervoor gekozen aan iedere burger in door dijken beschermd gebied een **basisveiligheid** te gaan garanderen (vanaf 2050). Daarvoor is een maximaal Lokaal Individueel Risico vastgesteld van  $10^{-5}$  (een kans van 1: 100.000 om door een overstroming te overlijden). Waar het kosteneffectief is kan de norm voor de dijken nog extra worden aangescherpt, en waar **grote aantallen slachtoffers** worden verwacht kan ook een strengere norm van toepassing worden verklaard. Net als ter bescherming van cruciale infrastructuur.

In het Deltaprogramma Waterveiligheid wordt de 'veiligheid' vooral geboden door het voorkomen van overstromingen met behulp van waterkeringen: hoogwaterbescherming ter verkleining van het overstromingsgevaar. Er wordt weinig tot niets aan aanpassing van gebouwen gedaan: gevolgbeperking door verkleinen van de kwetsbaarheid.

Bij geïnduceerde aardbevingen kan door het winningsplan het aardbevingsgevaar worden verkleind. En door aanpassingen aan gebouwen kunnen de gevolgen worden beperkt. Over dat laatste gaat de voorliggende vraag. Maar om die vraag goed te kunnen beantwoorden moeten wel de uitgangspunten scherp worden geformuleerd. Dar vraagt helderheid over begrippen en duidelijke grondslagen voor beleidsvorming. Hieronder wordt eerst op begrippen ingegaan, en verderop nog op grondslagen

### 2.1 Individueel risico, plaatsgebonden risico en groepsrisico: praktische operationalisatie

Het bieden van 'basisveiligheid' aan ieder individu lijkt te duiden op het begrip individueel risico. Maar welk risico een individu loopt is sterk afhankelijk van diens gedrag: is het een risicomijdend iemand, of iemand die risico's opzoekt (motorrijden, bergklimmen, parachutespringen)? Het individueel risico is niet goed te kwantificeren zonder iemands gedrag in beschouwing te nemen. En individueel risico is aldus geen zaak van de overheid.

Een nauw verwant begrip is plaatsgebonden risico. Dan gaat het om de kans dat een hypothetisch persoon komt te overlijden als deze zich op een bepaalde plaats bevindt. **Plaatsgebonden risico is een zaak van de overheid** als de gevaarlijke gebeurtenis door overheidshandelen beïnvloedbaar is: bijv. via vergunningverlening, ruimtelijke zoning of het bouwbesluit. In geval van overstromingen speelt ook evacuatieplanning nog een rol. Daar wordt dan ook gesproken van lokaal individueel risico (LIR<sup>1</sup>); dat houdt rekening met evacuatie, vluchten en de nabijheid van veilige plekken (safe havens). Verdrinken kan in en gebouw, maar ook buiten. De kaart van het LIR is dan ook vrijwel geheel ingekleurd.

In het geval van aardbevingen kan **plaatsgebonden risico** (PR) een goede maat zijn. Omdat het echter alleen om risico's gaat die voortvloeien uit het instorten van panden of het vallen van objecten van panden is **pandgebonden (of gebouwgebonden) risico** een mogelijk beter term. Aldus kan een kaart worden gemaakt die alleen het risico op overlijden in of naast panden/gebouwen weergeeft.

Indien het plaats- of pandgebonden risico uitsluitend vanuit individueel perspectief wordt beschouwd, maakt het niet uit of je omkomt in een laagbouwwoning, een flat of een ziekenhuis. De aantallen te verwachten slachtoffers bij instorten van deze verschillende gebouwen lopen echter sterk uiteen. Daarom is het **perspectief van grote aantallen**, ofwel groepsrisico, ook relevant.

Het concept groepsrisico heeft in strikte zin betrekking op de relatie tussen kans van optreden van aardbevingen en het totaal te verwachten aantal slachtoffers als gevolg daarvan. Het perspectief van aantallen (groepsrisico) is bij uitstek relevant als je iets aan de oorzaak kunt doen, dus aan het bevingsgevaar. Door de frequentie en de sterkte van bevingen te beperken kunnen grote aantallen slachtoffers worden voorkomen, omdat het gebied waarin instortingsgevaar is kleiner wordt. Het groepsrisico substantieel verkleinen kan dus alleen via een aangepast winningsplan. Desalniettemin kan het perspectief van (grote) aantallen slachtoffers ook relevant zijn bij prioritering van versterkingen van gebouwen. Door rekening te houden met de aantallen te verwachten slachtoffers per soort pand/gebouwtype kan daarin worden voorzien.

Uit de verkennende gesprekken bleek **een groot draagvlak voor het gebruik van groepsrisico als additioneel (risico-)criterium**, naast pandgebonden risico. Dat leidt tot de volgende aanbevelingen:

- 1 baseer de prioritering in ieder geval op het pandgebonden risico vanuit individueel perspectief
- 2 prioriteer tevens naar het aantal te verwachten slachtoffers vanuit het perspectief van groepsrisico
- 3 baseer de prioritering op de grootte van de discrepantie tussen feitelijk risico en acceptabel geacht risico (wordt later op teruggekomen)

---

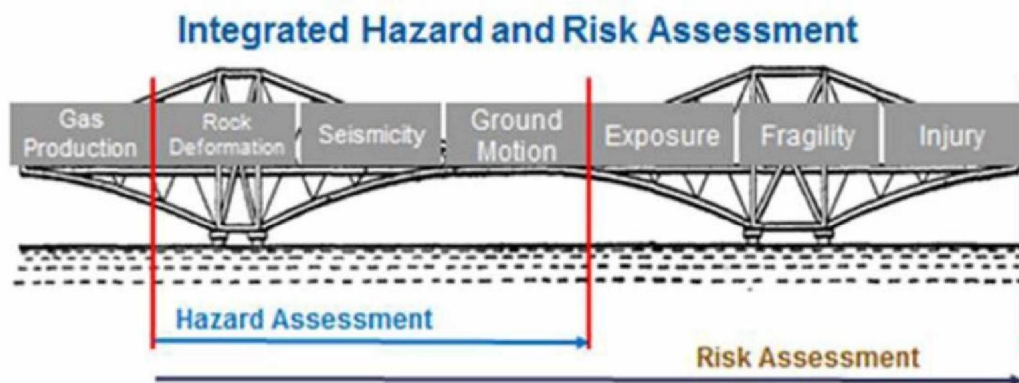
<sup>1</sup> Beter is lokaal verdrinkingsgevaar, want het gaat uit van hypothetische personen en is ook gekwantificeerd voor lege gebieden. De kaart was vooral bedoeld voor ruimtelijk beleid (bestemming en bouwwijze), maar is gebruikt om normen voor dijken af te leiden.

## 2.2 Risico als kans maal gevolg, of als functie van aardbevingsgevaar en kwetsbaarheid

Welke criteria uiteindelijk precies gebruikt gaan worden, het slachtofferrisico zal steeds moeten worden bepaald met hetzelfde rekeninstrumentarium en dezelfde gegevens. Het gaat om de kans slachtoffer te worden van vallend puin of instorting, en dus de kans op instorting, die weer het gevolg is van de kans op een grondbeweging aan het oppervlak die boven een bepaalde drempelwaarde uitkomt, die weer het gevolg is van de kans dat een beving op grote diepte die grondbeweging veroorzaakt, die weer afhankelijk is van de kans op het optreden van een beving op grote diepte. Van die laatste kans op een aardbeving naar het slachtoffer worden is dus een 'lange weg'. De NAM geeft dat grafisch simpel weer op de website (Figuur 2.1) en iets ingewikkelder in recente documenten over de 'hazard and risk assessments' (in Figuur 2.2).



Figuur 2.1 Van gaswinning tot slachtofferrisico: website NAM.



Figuur 2.2 Idem, nu met onderscheid tussen hazard (gevaar) en risico

De crux van de risicoanalyse zit dus in het goed kwantificeren van de kans op aardbevingen en de beefkracht aan het oppervlak (het gevaar/*hazard*) en het kwantificeren van de kans op het instorten van panden en de kans dat aanwezige mensen daarbij worden gekwetst of omkomen (kwetsbaarheid/*vulnerability* en mortaliteitsfuncties).

### 2.3 Slachtofferrisico-analyse: aanpak en relevante partijen

Alle geïnterviewde partijen zijn het eens over de grote lijn van redeneren, en deze is – niet toevallig – ook conform internationaal wetenschappelijk gebruik. Die lijn gaat uit van de volgende noodzakelijke elementen:

- mortaliteitsfracties per gebouw/ gebouwtype: de (gemiddelde) kans dat een aanwezige slachtoffer wordt
- instortingskans (via *fragility curves*) per gebouw/ gebouwtype: de kans op instorten of het afbreken en neerstorten van objecten
- de kans en sterkte van de groundbeweging aan het grondoppervlak: het bevingsgevaar (*seismic hazard*)
- afgeleid uit de kans en magnitude van alle mogelijke bevingen op grote diepte.

Elk van deze elementen is omgeven met grote, soms fundamentele, onzekerheden. Zo is er relatief weinig bekend van de sterkte van typisch Groningse baksteenbouw en typisch Nederlandse lagenbouw en de invloed van de bijzondere karakteristiek van de geïnduceerde aardbevingen. Om die kennislacune te vullen wordt door de NAM veel onderzoek geëntameerd, onder meer door uitbestedingen aan vele partijen. Ook op de overdracht van trillingen van grote diepte naar het aardoppervlak wordt nog hard gestudeerd. En over de relatie tussen toe- of afname van winningen bij meer of minder gaswinning is zeer recentelijk de kennis sterk toegenomen; maar het blijft zeer onzeker welke frequenties en magnitudes bij verschillende winningsscenario's te verwachten zijn.

Dit betekent dat voor veel stappen en onderdelen van de risico-analyse schattingen en aannames gedaan moeten worden; bij sommige methoden weinig, bij andere veel. Daarover bestaan dan ook verschillen van opvatting/ mening tussen de deskundigen, die niet eenvoudig kunnen worden beoordeeld door een gebrek aan specifiek Groningse gegevens (er zijn immers nog geen bevingen zwaarder dan  $M=3,6$  opgetreden). Het betekent dat geen enkele van de relevante onderzoeksinstellingen kan claimen 'de waarheid' in pacht te hebben of de enig juiste risicoschatting te kunnen doen. Niemand kan immers 3 km diep in de grond kijken. Het vraagt een gezamenlijke zoektocht, waarbij de kennisinstellingen 'tastend dichterbij de werkelijkheid' komen. Uit de recente convergentie van modeluitkomsten kan worden afgeleid dat deze gezamenlijke zoektocht al plaatsvindt, maar ....

... wat de onderliggende aannames zijn in de vele deelmodellen/modules, of en in hoeverre die conservatief (overmatig voorzichtig) zijn en welke verschillende opvattingen daaraan ten grondslag liggen blijft vooralsnog verborgen. Het is niet ondenkbaar dat er nog belangrijke conservatismen aanwezig zijn. Dit is wel iets om eens boven tafel te krijgen.

In het verleden (tot de beving bij Roswinkel in 1997;  $M= 3,4$ ) werd het aardbevingsgevaar mogelijk onderschat of soms zelfs gebagatelliseerd, eind 2013 (na de beving bij Huizinge in 2012;  $M = 3,6$ ) leek juist iedereen bang het te onderschatten met als gevolg een gevaar op majoreren. Met de meest recente modeluitkomsten van de groundbeweging aan het oppervlak (NAM, 2015a) lijkt daar weer sprake van enig terugveren, maar de instortingskans van



gebouwen wordt nu juist weer veel groter geschat (zie SodM, 2015), waardoor de resultaten van de risicomodellering nog steeds alarmerend zijn.

Tegen deze achtergrond kunnen de volgende **aanbevelingen** worden gedaan:

- 4 **Zet de gezamenlijke zoektocht voort, en omarm de gedachte van ‘joint fact finding’, met het oog op geleidelijke convergentie van gevaar- en risicoschattingen.**
- 5 **Durf de uitkomsten en opvattingen te delen, ook buiten de kennisinstellingen, dus met de belanghebbenden (en de bewoners van het gebied). Alleen zo kan vertrouwen worden verdiend.**
- 6 **Wees altijd expliciet over de vele onzekerheden en over het feit dat aannames moeten worden gedaan. Niemand kan 3 km diep in de grond kijken.**

Op dit moment kunnen het aardbevingsgevaar en het aardbevingsrisico worden uitgerekend door slechts enkele partijen, die overigens heel kundig zijn en elkaar voortdurend bekritisieren en corrigeren. **Alleen de NAM beschikt over de hele modellentrein**, van aardbeving tot slachtoffer risico. Kritische tegengeluiden komen vooral in het openbaar vanuit partijen die expliciet de taak hebben om rapporten van NAM en andere exploitanten te beoordelen, in het bijzonder TNO-AGE en SodM.

Veel modules van NAM's modellentrein zijn of worden nog doorontwikkeld door de NAM zelf of door andere partijen in opdracht van de NAM), waaronder Arup, Deltares, TU Delft, TNO en veel buitenlandse experts. Alle relevante partijen dragen dus bij aan de NAM's Seismic Hazard and Risk Model door deelmodellen te verbeteren of daar materiaal voor aan te leveren. Vrijwel alle onderzoeken tot nu toe zijn in opdracht van de NAM uitgevoerd, ook als de resultaten door de provincie of de stad Groningen met de buitenwereld worden gedeeld.

Specifiek per onderdeel/module zijn de volgende partijen relevant (in volgende hoofdstukken zal hierop nader worden ingegaan):

- slachtoffermodel (mortaliteit): Arup (in opdracht van de NAM) en TNO-Bouw met inschakeling van Arup (in opdracht van EZ); instortingskans (fragility curves): Arup/NAM en TNO-Bouw; bijdragen TU Delft en buitenlandse experts;
- kaarten aardbevingsgevaar (grondversnelling aan het oppervlak) : KNMI, NAM en TNO-AGE (3 verschillende gevarenkaarten);
- van diepe ondergrond naar oppervlak: verschillende benaderingen en verschillende seismologische modellen, verschillend tussen diepe en ondiepe ondergrond (NAM, TNO-AGE, Deltares).

Gezien het bovenstaande kunnen we vaststellen dat de NAM een sleutelpositie heeft door als enige over een volledige modellentrein te kunnen beschikken. Enkele geïnterviewden wijzen erop dat het gewenst zou zijn een volledig alternatieve modellentrein beschikbaar te hebben vanuit onafhankelijke onderzoeksinstituten. De OG/NCG zou daarop kunnen aansturen.

#### **Aanbevelingen:**

- 7 **Deel de resultaten van modules van de modellentrein zodat deze onderling kunnen worden vergeleken en bediscussieerd. Elkaar scherp houden kan bijdragen aan verder convergentie van modelopzet en -uitkomsten.**

- 8 Organiseer tegenspraak om een collectieve dwaling te voorkomen. Daarvoor is het noodzakelijk ook alternatieve benaderingen te bekijken.
- 9 Streef op korte termijn (1 jaar) naar een alternatieve modellentrein voor NAM's Seismic Hazard and Risk Model, onder verantwoordelijkheid van onafhankelijke kennisinstellingen (hetgeen inschakeling van de markt niet uitsluit).

### 3 Overlijdensrisico bij gegeven grondversnellingen

#### 3.1 Hoofdlijn

Om het overlijdensrisico per gebouw(type) te kunnen berekenen moeten twee functies (relaties) worden gebruikt, en is natuurlijk een gegevensbestand van de gebouwen nodig. Voor de beide functies gebruikt Arup (2013) de termen 'loss functions' en 'fragility curves'. Arup heeft die beide functies voor de NAM afgeleid uit internationaal toegepaste functies, en deze in de loop van enkele jaren steeds meer aangepast aan de typisch Nederlandse en Groningse bouwwijze.

Bij 'loss functions' gaat het om de relatie tussen de mate van schade en het ongewenste gevolg daarvan. Voor het veiligheidsvraagstuk gaat het dan om de kans dodelijk slachtoffer te worden van vallende objecten of het instorten van een pand. Daarmee is dit begrip in de praktijk vergelijkbaar met wat in Nederland vaak wordt aangeduid als **mortaliteitsfuncties**.

Bij 'fragility curves' gaat het om de relatie tussen groundbeweging en de kans op schade in verschillende mate van ernst, tot en met instorten. Een letterlijke vertaling zou 'breekbaarheidscurve' kunnen zijn, maar het gaat niet altijd over breken; soms gaat het (slechts) over scheurvorming en soms over volledig instorten. Een algemene vertaling is dosis-effectcurves. Makkelijker is kwetsbaarheidcurves.

Arup heeft *fragility curves* afgeleid uit het Global Earthquake Model, dat internationaal als state-of-the-art wordt beschouwd. Omdat de Nederlandse bouwwijze echter sterk afwijkt van wat internationaal gebruikelijk is, zijn de curves aangepast en voor de opgetreden (relatief zwakke) aardbevingen gekalibreerd voor onze typische baksteenbouw, met halfsteens spouwmuren, halfsteens binnenmuren en soms zelfs halfsteens buitenmuren. Dit proces van aanpassing aan Nederlandse bouwwijzen wordt in opdracht van de NAM nog steeds voortgezet, onder meer op basis van nauwkeurige berekeningen en experimenten om ook kalibratie voor zwaardere bevingen te verkrijgen.

#### 3.2 Mortaliteitsfuncties en verschillende gebouwtypes: aantallen slachtoffers

In theorie is het mogelijk mortaliteitsfuncties per gebouwtype of zelfs per individueel gebouw op te stellen. Daarvoor ontbreekt echter de informatie; het ontbreekt vooral aan empirische gegevens van de kans te overlijden versus de kans te overleven bij verschillende instortingskarakteristieken van gebouwen en ten tweede is de diversiteit aan gebouwtypen en de variatie binnen een type enorm. Daarom wordt bij risicoanalyses voor grote gebieden met grote aantallen gebouwen, zoals in Groningen, soms gewerkt met grove klassen.

Zo gaat TNO uit van 3 mortaliteitsfracties bij volledig instorten, in aansluiting op een eenvoudige typologie van gebouwen, en wel als volgt:

- 0,1 (=10% overlijdt) voor CC1 (laagbouw);
- 0,2 (=20% overlijdt) voor meerlaagswoningen (CC2);
- 0,5 (= 50% overlijdt) voor CC3 (belangrijke en hoge gebouwen).

Dit sluit voor CC1 aan bij wat bekend is uit empirisch onderzoek wereldwijd (ca. 7- 10% overlijdt in laagbouw).

Tijdens de terugkoppeling werden deze fracties als redelijke eerste benadering beoordeeld. In dit verband is relevant dat de gevoeligheid van het rekenmodel voor andere mortaliteitsfracties zich één op één vertaalt in het berekende risico: van 0,1 naar 0,2 betekent een twee keer groter risico. Dit is relevant als het berekende risico van panden bijna gelijk is aan en afgesproken 'norm'.

In het risicomodel van de NAM wordt met een groot scala aan verschillende mortaliteitsfracties gewerkt, in relatie tot de vele mogelijke verschillende constructies en instortingkarakteristieken; daarmee wordt de afhankelijkheid van de kwaliteit van de invoergegevens over bouwtypen en individuele gebouwen echter alleen maar groter.

De bovengenoemde mortaliteitsfracties zijn er alleen voor instorten (*collapse*). Ze zijn niet bepaald voor vallende objecten (bijv. schoorstenen), omdat de kans dat er net iemand onder loopt op sommige plekken (achterzijde woningen in dorpen) heel klein is en op andere (pleinen in de stad) juist relatief groot. Daarom is het vrijwel onmogelijk een goede schatting<sup>2</sup> van de mortaliteitsfractie te maken zonder locatiespecifiek te worden. Voor een provinciedekkende analyse kan dat dus niet. Omdat de kans op vallende objecten veel groter is dan de kans op instorten, is het risico dat hieruit voortkomt niet verwaarloosbaar. Schoorstenen of torenspitsen kunnen namelijk al neerstorten bij veel geringere grondversnellingen (PGA), dus zwakkere bevingen.

#### Vragen en aanbevelingen:

- 10 Wees specifiek over de gebruikte mortaliteitsfracties. Is daar al consensus over?
- 11 Voer altijd een gevoeligheidsanalyse uit (per stap van de risico-analyse), waarbij in dit geval gevarieerd wordt met de mortaliteitsfractie (zie ook paragraaf 3.5).

### 3.3 Kwetsbaarheid gebouwen: *fragility curves*

De tweede en veel gecompliceerdere kern van het schade- en slachtoffermodel zijn '*fragility curves*', die de kans op schade als functie van de bevingsterkte (piekgrondversnelling, PGA) aan het oppervlak beschrijven. Het gaat om meestal S-vormige curves, die lopen van een zeer kleine kans tot 100% kans op schade. Enigszins complicerend is dat er per gebouw(type) 5 curves zijn voor 5 verschillende schadecategorieën, van scheurtjes (DS1) tot instorten (DS5); en die overlappen. Arup heeft deze curves afgeleid van het Global Earthquake Model, en het is internationaal wetenschappelijk gebruik om het zo te doen. Het overlappen betekent in de praktijk dat er bij een gegeven bevingsterkte bijv. 80% kans op scheurtjes is, 30% kans op structurele schade en 2% kans op instorten.

Voor het berekenen van slachtoffer risico's zijn alleen instorten en vallende objecten relevant, dus 2 van de 5 curves: die voor categorie DS5 (instorten) en mogelijk die voor DS4 (vallende schoorstenen e.d). Voor instorten zijn de curves nu uitgewerkt voor > 60 bouwtypes, aansluitend bij een gebouwclassificatie die door Arup is opgesteld voor de NAM.

Een model waarin de *fragility curves* en de gebouwcategorieën aan elkaar zijn gelinked (berekenen van het risico van schade aan huizen en het risico voor personen) is gemaakt door Arup en indertijd ook geleverd aan NAM. Volgens de laatste informatie gebruikt NAM

<sup>2</sup> Overigens geldt wel dat als de veiligheidsrisico's van instorten en vallende objecten beide als kans op overlijden worden uitgedrukt, je ze mag optellen. Dat geldt natuurlijk niet voor andere gevolgcategorieën, zoals scheurvorming, tenzij die ook in een unificerende maat worden uitgedrukt (bijv. schaderisico in euro's per jaar).

voor de 2015-versie van het Seismic Hazard and Risk Model echter niet deze functies van Arup, maar met behulp van Rui Pinho en anderen aangepaste functies. Voor het meest recente verificatieonderzoek door TNO-Bouw (2015) is Arup ingeschakeld om met dezelfde database en het oorspronkelijke modelconcept (maar aangepaste functies) de risico's te berekenen. Uit deze voorbeelden blijkt dat het aanpassen van functies (en dus aannames) relatief eenvoudig is, maar ook dat daarmee de keuze van de functies belangrijk is voor de uitkomsten van de berekeningen.

Alhoewel er op dit moment geen alternatieven zijn voor hetzij het door de NAM gebruikte model of het door Arup gemaakte model met de bijbehorende *fragility curves*, is het principe gelijk aan dat van modellen zoals gebruikt voor overstromingen. Dat betekent dat het relatief eenvoudig is een alternatief model te ontwikkelen (bijvoorbeeld gebaseerd op HIS-SSM of FIAT (Flood Impact Assessment Tool)). Omdat de crux echter in de juistheid van de *fragility curves* en de kwaliteit van de gebouwgegevens/ schematisaties zit, is er geen aanleiding een alternatief model te ontwikkelen. Wel is er aanleiding de functies goed tegen het licht te houden; zo mogelijk te valideren en in ieder geval op hun plausibiliteit te beoordelen.

Zowel de NAM als TNO-Bouw heeft zich het verbeteren van (sommige) *fragility curves* voorgenomen.

Het bovenstaande leidt tot de volgende **aanbevelingen en vragen**:

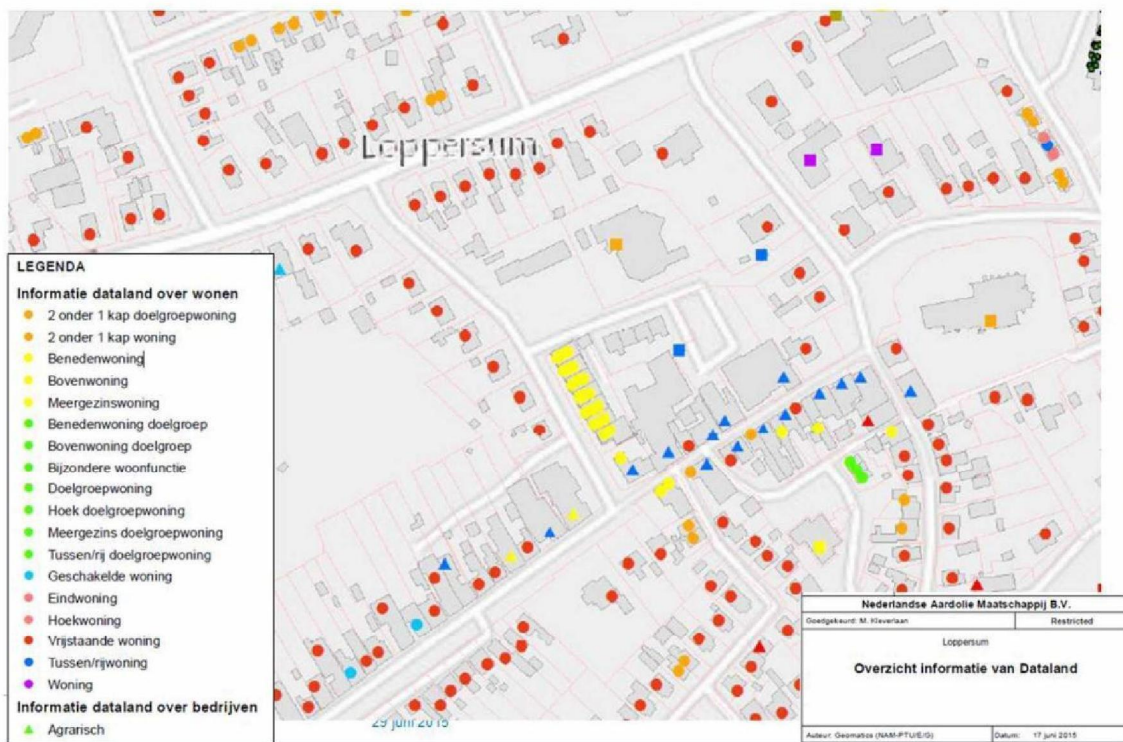
- 12 **Ga uit van het model dat door NAM wordt gebruikt, en stel dit model daarom beschikbaar aan de partijen die het OG/de NCG (zullen) ondersteunen (c.q. maak gebruik door die partijen mogelijk). Borg wel actualisatie en versiebeheer.**
- 13 **Verken de gevoeligheid van de uitkomsten voor verschillende *fragility curves*; deze is vermoedelijk zeer groot, gezien de S-vorm van de curves (snelle reactie bij geringe toename piekgrondversnelling). Dit is relevant voor de interpretatie van geringe overschrijdingen van een 'normwaarde' voor het risico.**
- 14 **Maak niet meer onderscheid tussen gebouwtypen/gebouwen dan verantwoord gezien de empirische onderbouwing. Is het maken van heel veel onderscheid maken tussen gebouwtypen (> 60) relevant als er uiteindelijk maar weinig verschillende curves worden gebruikt?**
- 15 **Beslis of kwetsbaarheidscurves en mortaliteitsfracties voor vallende objecten moeten worden toegevoegd: de kans om geraakt te worden is klein, maar de kans dat objecten vallen is veel groter dan de kans op instorten. Mogelijk is een toevallig slachtoffer beleidsmatig echter onacceptabel en is een afzonderlijke risico-analyse geboden? (discussiepunt!)**

### 3.4 Gegevensbestanden gebouwen: invoer pandspecifieke risico-analyse

Een slachtoffer-risicoanalyse vraagt een geschikt geografisch gegevensbestand van alle gebouwen in het aardbevingsgebied, te classificeren naar aard, sterkte en inwonertal. Arup heeft zo'n gebouwenbestand samengesteld voor de NAM, van waaruit nu wordt verder gewerkt. De basis hiervan zijn openbare bestanden, in het bijzonder het BAG. De typologie volgde in hoofdlijnen US-standaarden, maar is door Arup aangepast voor toepassing in Groningen.

In 2013 (Arup, 2013) was de omvang van dit bestand circa 66.000 gebouwen, binnen een straal van 15 km van het epicentrum van de Huizinge-beving. Het bestand is inmiddels uitgebreid tot het hele aardbevingsgebied (>250.000 gebouwen).

De recente berekeningen die TNO-Bouw door Arup heeft laten doen, zijn gebaseerd op dezelfde database. Figuur 3.1 laat een stukje van de kaart zien die uit dit bestand is te genereren, met in kleursymbolen de bijbehorende adressen en een deel van de legenda met de aanduiding van de bouwtypen.



Figuur 3.1 Voorbeeld (uitsnede) van het geografische gegevensbestand dat de NAM heeft laten samenstellen, met een deel van de legenda (gebouwtypen). Ieder gekleurde stip stelt een adres voor. Soms zijn er meerdere adressen in een gebouw (meerlaagswoningn bijv.).

Waar het basisbestand van bouwtypen daarmee (vrijwel?) volledig is, zijn gegevens over de constructie van individuele gebouwen binnen een type nog onvolledig. Daaraan wordt wel gewerkt, deels door Arup, deels door of in opdracht van het CVW. De kwaliteit (eveneens geclassificeerd) van de constructies vraagt visuele inspectie van individuele gebouwen (of rijtjes, of meerlaagswoningen, of flats), soms alleen buitenom, vaak ook binnen. De inwinning van deze gegevens vindt momenteel plaats met een tempo van < 15.000 per jaar voor buiteninspecties, en < 1500 per jaar voor binneninspecties. Met dat tempo kan het nog heel lang duren (> 10 jaar) voor het hele aardbevingsgebied visueel voldoende goed is geïnspecteerd.

Over het bestand kan worden geconcludeerd dat het overwegend om matig bruikbare informatie gaat, maar dat we voorlopig niet beter zullen krijgen. Er is geen aanleiding een alternatieve weg te bewandelen. Essentieel is dat de gegevens worden gedeeld, dat er één

basisbestand blijft bestaan, waarvan de kwaliteit wordt geborgd en dat voortdurend wordt geactualiseerd.

**Aanbevelingen:**

- 16 Ga uit van het bestand van de NAM/CVW (Arup); beter is er niet en is ook niet op korte termijn te maken.
- 17 Stel de bestanden op 1 centrale plaats beschikbaar voor de partijen die het OG/ de NCG ondersteunen: dat vereist regeling van toegang tot het bestand en borging van kwaliteit en actualisering.
- 18 Het beheer van deze informatie kan zowel bij de NAM, het CVW of het geoinformatieteam van de OG worden gelegd. Waar nu de capaciteit het best geborgd is, ligt voor de hand (NAM?).
- 19 De inwinning van inspectiegegevens moet veel sneller, waarbij een eerste globale risicoanalyse richtinggevend kan zijn voor waar de inspectie zich op moet concentreren; zie de prioritering in dat verband als tweetraps: 'eerst de inspectie prioriteren, pas in tweede instantie de versterking prioriteren'
- 20 Bevorder contra-expertise met alternatieve berekeningsmethoden (vergelijking) door het bestand breder beschikbaar te stellen voor onafhankelijke kennisinstellingen en onderzoek.

### 3.5 Gewenste uitvoer en wat is realiseerbaar?

De gemeenten hechten aan uitvoer of zoekmogelijkheden in **een databestand** dat adresspecifiek is. Om een overzicht te verkrijgen over de gehele provincie, een gehele gemeente of het hele aardbevingsgebied zijn **overzichtskaarten** (of GIS-bestanden) juist heel handig. Dat is voor de provincie en de NCG, maar ook voor gemeenten relevant.

De berekeningen die de NAM en TNO-Bouw (met/door Arup) hebben uitgevoerd betreffen individuele panden of zelfs adressen. Maar de kwaliteit van de invoer is zodanig dat uitspraken op het niveau van individuele panden onzeker zijn. De berekeningen hebben nu betrekking op gebouwtypen, waarbij rekening wordt gehouden met de spreiding van de constructieve sterkte binnen een type (kansverdeling): dus niet pandspecifiek, maar typespecifiek.

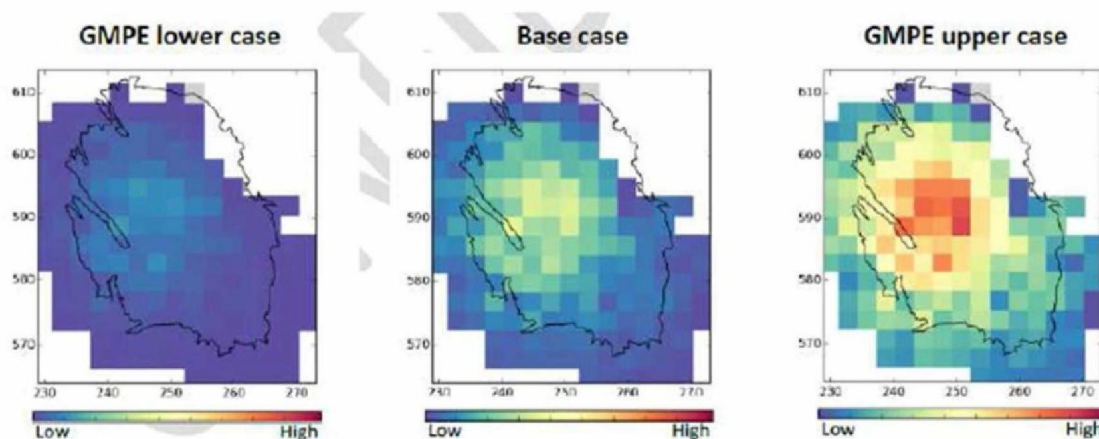
De NAM maakt kaarten van het risico op dit moment niet nauwkeuriger beschikbaar dan voor cellen van 3 x 3 km. Dat is de maat van het *hazard grid*. Deze keuze is gemaakt, omdat de piekgrondversnelling qua ruimtelijke resolutie de grofste schakel in de modellentrein is. Die dicteert als het ware de uitvoer (zie ...).

Het is omstreden of het toelaatbaar is uitvoer te genereren op **het niveau van individuele gebouwen**. Het belangrijkste argument daartegen is dat nu van veel gebouwen nog slechts het type bekend is, en niet de bouwconstructie. Na inspectie zou inzoomen op individuele panden (of zelfs losse muren) in de toekomst wel mogelijk moeten zijn.

Een argumentatie voor kan als volgt zijn: zolang maar wordt aangegeven dat de uitkomst op pand-/adresniveau onzeker is en een eerste (grobe) benadering zou het resultaat beschikbaar gesteld moeten kunnen worden. Inspectie van de panden kan dan tot een betere schatting leiden. Het onderscheid tussen grof en beter kan op kaart worden aangegeven met rasters (over de kleurcode heen) en in een databestand door met verschillende kolommen (of waarschuwingen) te werken (in een aparte kolom of als pop-up).

Vanuit de wens informatie te delen (*joint fact finding*), zou maximale openheid moeten worden nagestreefd, maar met niet-te-missen aanduiding van de mate van betrouwbaarheid/onzekerheid van de uitkomsten.

Ten aanzien van de onzekerheid van de uitkomsten is het wel belangrijk aan te sluiten bij onzekerheidsmarges die gebruikelijk zijn (1 of 2 sigma). De NAM toont nu soms de gehele bandbreedte zoals die uit een Monte-Carloanalyse voortkomt, maar dat leidt tot extreme onzekerheidsbanden tot wel 4 sigma. Dat is zeer ongebruikelijk en vertroebelt het beeld en de maatschappelijke discussie.



**Figuur 7.** Gemiddelde LPR voor regio's van 3x3 km bij een jaarproductie van 39,4 miljard Nm<sup>3</sup> voor drie specifieke scenario's welke meegenomen zijn in de berekening van het lokaal persoonlijk risico voor de periode 1/7/2016-1/7/2021 [figuur 14 uit NAM 2,4].

**Figuur 3.2** Voorbeeld van de resolutie waarop NAM uitvoer genereert (hier van het Lokaal Persoonlijk Risico of Pandgebonden slachtoffer risico), met illustratie van de (extreme) onzekerheid van de berekeningen (laag, midden en hoog) en (waarschijnlijk bewust) geen kwantitatieve schaalverdeling.

### Aanbevelingen:

- 21 Streef naar een geografisch databestand, waarin uitvoer in tabelvorm en kaart aan elkaar zijn gekoppeld (bijv. via postcode-huisnummer en/of BAG-ID)
- 22 Maak dit databestand toegankelijk zowel als GIS-bestand als in de vorm van een databestand (tabelvorm, kolommen per adres/pand). Voor lokaal gebruik is koppeling met Google Maps te overwegen (grote bekendheid).
- 23 Pak het stapsgewijs aan: begin (omwille van tempo) eerst met voorlopige oordelen per gebouwtype, en specificeer pas per pand na inspectie (definitief oordeel).
- 24 Geef risicoschattingen dus altijd vrij, ook per pand, maar maak duidelijk wanneer deze berusten op een eerste schatting (raster op kaart, waarschuwing in tabel).
- 25 Actualiseer het bestand naar gelang de voortgang van de actualisering van het basisbestand waarin inspectiegegevens worden opgenomen.

### 3.6 Naar een gecombineerde risicomaat: rekenkundig verdisconteren groepsrisico?



Het verkleinen van het groepsrisico in de strikte betekenis, dat wil zeggen in grote gebieden, kan in de praktijk alleen door de frequentie en intensiteit van de aardbevingen te verkleinen. Dus door de winning te verminderen.

Wil men toch via gevolgbeperkende maatregelen zoals versterking van gebouwen iets aan grote aantallen slachtoffers doen, dan moet men focussen op die gebouwen waarin veel slachtoffers tegelijk te verwachten zijn als deze zouden instorten. Dat betekent het geven van prioriteit aan gebouwen met veel bewoners, zoals flats en meerlaagswoningen, en aan gebouwen met een functie voor groepen, zoals scholen, verzorgingshuizen, schouwburgen, gemeenschapshuizen en kerken, e.d.

Door de aantallen verblijvenden en de verblijfsduur te verdisconteren in een berekening van het aantal te verwachten slachtoffers bij instorten van het pand, kunnen groepsrisico en individueel plaatsgebonden risico in elkaar worden verrekend. Zo komt – bij wijze van rekenvoorbeeld –  $30 \cdot 10^{-5}$  (voor een school met circa 100 leerlingen 8 uur per dag) hoger op de lijst dan  $1 \cdot 10^{-4}$  (voor een vrijstaande woning met 2 inwoners a gemiddeld 12 uur per dag).

**Aanbeveling:**

- 26 Verdisconteer grote aantallen slachtoffers in een oordeel per pand ten behoeve van de prioritering (afhankelijk van beslissing inzake aanbeveling 7).**

## 4 Aardbevingsgevaar (*seismic hazard*)

### 4.1 Vaststellen aardbevingsgevaar: verschillende methoden

Om risico's te kunnen berekenen moet het schade- en slachtoffermodel worden gevoed met invoer. De relevante invoer zijn beeftintensiteiten en de kansen daarop, ofwel het aardbevingsgevaar (in de meeste Nederlandstalige publicaties seismische dreiging<sup>3</sup> genoemd). Het gaat dus om de relatie tussen kans en intensiteit van de beweging aan het aardoppervlak.

In rapporten van Arup (2013) is gesteld dat het gaat om de Ground Motion Amplitude, ofwel de horizontale uitslag van een beweging, maar alle kaarten van aardbevingsgevaar tonen de piekgrondversnelling<sup>4</sup> (PGA; *predicted ground acceleration*) en/of ook een piekgrondsnelheid (PGV; *predicted ground velocity*). Dit is een internationaal gebruik, en PGA blijkt in de wereldwijde praktijk ook het best gecorreleerd met schadebeelden. Het leidt echter tot kaarten die niet meteen aansluiten bij ieders intuïtief en heel makkelijk te interpreteren zijn, alhoewel men er in Groningen al aardig aan gewend begint te raken.

De eenheid van PGA is hetzij in eenheden zwaartekracht of valversnelling: g of in  $m/s^2$ . Deze zijn makkelijk in elkaar om te rekenen ( $g = 9.81 m/s^2$ ).

**Voor het berekenen van het gedrag van gebouwen wordt uiteindelijk het gehele spectrum aan grondbewegingen gebruikt.** Waar nodig wordt dit – bijvoorbeeld voor het Risk Model van de NAM – teruggerekend uit de piekgrondversnelling (PGA) naar bewegingen in drie dimensies (x, y en z).

De uitkomsten van iedere risicoanalyse (bijvoorbeeld de Impact Assessment NPR) hangen zeer sterk van af de invoer: "*what you put in, comes out*". De invoer is dus heel belangrijk.

In de praktijk wordt voor Groningen relevante invoer gegenereerd door KNMI, TNO-AGE en de NAM. Deze drie partijen volgen verschillende benaderingen, deels voortkomend uit verschillende mogelijkheden, deels uit verschillende opvattingen. De consequentie is dat er verschillende resulterende kaartbeelden worden gecommuniceerd. Zo zien we kaarten van de piekgrondversnelling:

- Op basis van een vastgesteld statistisch verband, geheel afgeleid uit metingen (KNMI);
- (Mede) op basis van een ondergrondmodel van TNO-AGE (2014);
- (Mede) op basis van een gedetailleerd ondergrondmodel van de NAM (2015), gegenereerd via een Monte-Carloanalyse).

Daar komt nog bij dat de kaarten jaarlijks worden aangepast aan de langere meetreeks (inclusief nieuwe metingen), nieuwe inzichten uit recent onderzoek en daaruit voortvloeiende verbeteringen in de modellen. Dat is onvermijdelijk. Er wordt verderop in dit hoofdstuk op teruggekomen.

<sup>3</sup> Rond overstromingen wordt hazard consequent vertaald als gevaar, want dreiging is 'threat' in het Engels. En in het spraakgebruik (rond bijvoorbeeld terrorisme) er is al sprake van dreiging als iemand beweert een bom te hebben, ook als dat niet het geval is. Bij een echte bom is er sprake van reëel gevaar.

<sup>4</sup> De reden om bevestigingsgevaar aan het oppervlak uit te drukken als piekgrondversnelling is omdat seismometers nu eenmaal versnellingen meten. En dan is het handig metingen en verwachtingen in dezelfde eenheid uit te drukken. Een Nederlandse afkorting tot PGV zou tot verwarring met het internationaal gebruikelijke PGV (velocity= snelheid) leiden.

## 4.2 De verschillende methoden op hoofdlijnen

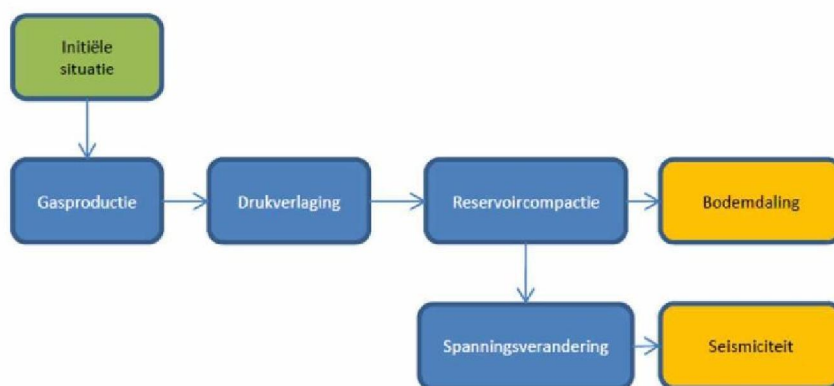
Het KNMI gaat uit van een puur statistisch verband tussen de kans van optreden en de magnitude: de Gutenberg-Richter relatie, en een relatie tussen magnitude en groundbeweging aan het oppervlak: de Ground Motion Prediction Equation (GMPE). Uit de Gutenberg-Richterrelatie kan de kans op sterkere bevingen worden afgeleid, en uit de GMPE de piekgrondversnelling aan het oppervlak.

Deze methode kan dan ook worden aangeduid als een **statistisch model gebaseerd op metingen**. Dat wil zeggen dat de ondergrond wordt beschouwd als een *black box* waarin niet kan worden gekeken. De uitkomsten zijn (in de woorden van het KNMI) niet gevoelig voor de vele aannames die nodig zijn als wordt gewerkt met een ondergrondmodel, en door kalibratie goed in overeenstemming te brengen met de gemeten bevingen in Groningen. De benadering is dus niet aantoonbaar onjuist, ook al wordt er geen gebruik gemaakt van kennis van de Groningse ondergrond en de bijbehorende fysica van het gasveld.

Oorspronkelijk ging ook de NAM uit van deze benadering. De NPR-commissie (NEN, 2015) gaat ook nog uit van de door het KNMI geproduceerde PGA-contouren en de Commissie Meijdam schijnt daar ook naar te tenderen.

Een alternatieve benadering gaat juist mede uit van de **fysica en kennis van de ondergrond**. De grondgedachte is: zonder spanningsopbouw geen beving. Die gedachtelijn vormt de basis van het Seismic Hazard Model van de NAM en wordt ook gevolgd TNO-AGE (Figuur 4.1).

In deze benadering wordt uitgegaan van een relatie tussen compactie van het gesteente op grote diepte en te verwachten magnitude. Deze benadering heeft de steun van het Staatstoezicht op de Mijnen, die opdrachtgever is van het NAM-model.



Figuur 3-1. Schematische beschrijving van de gevolgde methodiek

Figuur 4.1 Principeschema van op ondergrondmodellen en fysica gebaseerde afleiding van het aardbevingsgevaar (seismiciteit), zoals geschetst door TNO-AGE (2014, 2015)

Zowel de NAM als TNO gaan uit van berekende compactie als goede maat om het beefgevaar in de toekomst uit af te leiden, maar ze gebruikten tot voor kort sterk verschillende modellen. Ook leek TNO (2014) een stapje verder te gaan door de spanningsontlasting door bevingen die al zijn opgetreden af te trekken van de totaal opgebouwde spanning.

De NAM houdt weliswaar al enkele jaren rekening met de fysica, maar had tot vorig jaar een nogal 'dempend' ondergrondmodel. Dat reageert traag/laat op verschillen in winning. TNO had een model dat veel sneller reageert (zie TNO 2014 en 2015). Dat verschil in gedrag is vooral relevant voor discussie over het winningsplan. Het verklaart de kritiek van TNO-AGE op NAM's seismologisch model eind 2014, namelijk dat – onder andere – onvoldoende rekening werd gehouden met breuksystemen, dat het traag reageert op winningsscenario's (trager dan de casuïstiek doet vermoeden) en dat geen rekening wordt gehouden met spanningsontlasting door eerdere bevingen. Inmiddels zijn de modellen van NAM (2015) aangepast aan de vele nieuwe inzichten en lijken ook deze kritiekpunten ondervangen; het model reageert – blijkens de PGA-kaarten van verschillende winningsscenario's – in ieder geval sneller en er wordt ook rekening gehouden met breuksystemen.

Als de fysica wordt meegenomen zijn de volgende deelmodellen (of modules) relevant: ontstaan van de beving in de diepe ondergrond (*hardrock*: Shell en TNO-AGE) op grond van een geomechanisch compactiemodel – al dan niet rekening houdend met breuksystemen –, dan voortplanting (transmissie) naar het aardoppervlak (deels TNO-AGE, nu ook deels Deltares voor de bovenste ongeconsolideerde gesteentelagen, circa 300m).

De vertaalslag van een beving op grote diepte (hypocentrum) naar de piekgrondversnelling aan het oppervlak (PGA, PGV) berust nog op twee tussenstappen, namelijk de partiticoëfficiënt en de Ground Motion Prediction Equation (GMPE).

De **partiticoëfficiënt** geeft aan welk percentage van de opgebouwde spanning zich uit in de vorm van aardbevingen. In Groningen is deze vooralsnog **empirisch vastgesteld** op ong. 0,5% (een half procent van de opgebouwde spanning wordt een beving, de overige 99,5% uit zich in geleidelijke bodemdaling, warmte of langzame, onmerkbare, beweging langs breuken). Als de partitiefactor 1% of nog groter zou zijn, kunnen de aardbevingen veel sterker uitpakken. Hier tasten alle partijen nog in het duister en moet noodzakelijkerwijs worden gewerkt met de nu empirisch vastgestelde coëfficiënt.

De **Ground Motion Prediction Equation (GMPE)** relateert piekgrondversnelling aan het oppervlak aan de bevingsterkte op grote diepte. Deze is recentelijk (voorjaar 2015) opnieuw afgeleid uit metingen. Er is eigenlijk geen alternatief voor, omdat alleen deze GMPE uit metingen voortkomt en dus het nauwst de werkelijkheid benadert. Tot Magnitude 4 wordt de vergelijking als valide beoordeeld, want tot een magnitude van 3.6 zijn er metingen; erboven wordt het onzeker, want moest gebruik worden gemaakt van buitenlandse metingen rond de Middellandse Zee.

Er zijn wel eens gevoeligheidsonderzoeken rond de GMPE gedaan, maar in principe werkt iedereen met dezelfde vergelijking van het KNMI, want voor Groningen is er niks beters. KNMI zelf gebruikt de GMPE om rechtstreeks de PGA aan het oppervlak af te leiden (via de *black-box* benadering; wordt najaar 2015 gebruikt voor NPR), de NAM gebruikt 'm in combinatie met de ondergrondmodellen.

Er is ook een invloed van de ondiepe ondergrond. Vooral als deze uit niet-geconsolideerd materiaal bestaat, zoals in Groningen, zal er sprake zijn van opslingering van de aardbeving in de bovenste slappe meters bodem. Dit effect is sterk bij lichte bevingen en zal afnemen bij zwaardere bevingen, omdat de grond niet sterk genoeg is om de opslingering door te zetten. Dit effect zit nu nog in geen enkele benadering (niet van KNMI en niet van NAM), maar is wel voorzien voor het najaar van 2015 (NAM en NPR). Dit heeft potentieel een grote invloed op de berekende piekgrondversnelling.

Alle genoemde modellen kennen relatief grote onzekerheden; hiermee wordt steeds anders omgegaan. Dit is een belangrijke bron van verschillen in uitkomsten. Heel belangrijk is

bijvoorbeeld de keuze voor de periode waarin men vooruit kijkt (en soms ook de periode waarover wordt teruggekeken, dus de gebruikte metingen). Vooralsnog wordt met geen enkel model verder dan circa 5 jaar vooruit gekeken; na deze periode worden de onzekerheden immers zeer groot. Toch kan het niet zo zijn dat een versterkingsstrategie slechts gebaseerd wordt op de risico's in de komende 5 jaar; hoewel zeer onzeker, zullen deze onzekerheden ergens moeten worden meegewogen.

#### 4.3 De beide benaderingen vergeleken

We hebben vastgesteld dat de piekgrondversnelling aan het aardoppervlak essentiële invoer is voor de risicoanalyse. Maar de stap van beving op grote diepte naar PGA is zeer onzeker. Het KNMI baseert zich uitsluitend op de metingen en statistische verbanden, NAM en TNO-AGE baseren zich (mede) op ondergrondmodellen. Voor beide methoden valt wat te zeggen, en op beide valt wat af te dingen.

De voor- en nadelen van de verschillende methodes kunnen worden samengevat als:

##### KNMI (zoals gebruikt in NPR):

- **Voordeel:** goed empirisch onderbouwd. Omdat het model (black box van hypocentrum tot PGA aan het oppervlak) volledig en uitsluitend op metingen is gebaseerd, is het het best denkbaar gekalibreerd. Ongevoelig voor aannames (bijv. partiticoëfficiënt, gedrag breuksystemen)
- **Nadeel:** op basis van behaalde resultaten in het verleden worden uitspraken gedaan over de toekomst (voorspellingen). Dat kan onterecht zijn, zeker als het winningsplan wordt aangepast. De bruikbaarheid voor geïnduceerde aardbevingen is daarom omstreden. Houdt geen rekening met gedrag ondiepe ondergrond.

##### TNO-AGE (2014):

- **Voordeel:** gebaseerd op goede kennis van de diepe ondergrond met breuksystemen; snelle reactie op verschillen in winningsplan; grote resolutie in tijd en ruimte: plaatsspecifiek (of is dat schijnnaauwkeurigheid?)
- **Nadeel:** onvolledig ondergrondmodel, omdat de ondiepe ondergrond nog ontbreekt; afhankelijkheid NAM-invoer (compactie).

##### NAM Seismic Hazard Model (2015):

- **Voordeel:** gebaseerd op veel ondergrondkennis, volledige modellentrein; trage tot afwezige reactie op winningsplan en gebrek aan aandacht voor breuksystemen inmiddels (juni 2015) gerepareerd
- **Nadeel:** veel aannames nodig (partiticoëfficiënt, etc.), waardoor gevoelig voor deskundigenschattingen; leveren Monte-Carlotrekkingen geen onrealistische combinaties op (extreem brede onzekerheidsbanden)? Houdt geen rekening met gedrag ondiepe ondergrond.

Gezien het bovenstaande is niet vreemd dat er verscheidene en sterk verschillende kaarten van het aardbevingsgevaar worden geproduceerd in hetzelfde jaar; de modellen verschillen (en de aannames over de winningsscenario's kunnen ook nog eens verschillen). Vanuit wetenschappelijk oogpunt is er zelfs veel voor te zeggen dat er verschillende benaderingen en modellen zijn en op hetzelfde gebied worden toegepast, omdat de verschillende uitkomsten leiden tot het stellen van (onderzoeks)vragen en verbeteringen in de modellen.

Nu heeft alleen de NAM nog maar de volledige modellentrein beschikbaar. Sommige geïnterviewden pleiten er dan ook voor te streven naar alternatieve seismische modellen (en risicomodellering). Voor de specifieke vraag die nu voorligt, is dat – mede gegeven de snelheid van handelen die nu in het geval van Groningen vereist is – echter niet praktisch.

We kunnen het volgende concluderen:

- Geen model is **fundamenteel** superieur: voor- en nadelen wegen tegen elkaar op.
- **Praktisch** gezien is het NAM-model op dit moment (medio 2015) het meest geavanceerd en het best toegesneden op de vraag (prioriteren in relatie tot veranderende winningsplannen).

Dat leidt tot de volgende **aanbevelingen**:

- 27 **vergelijk de uitkomsten van verschillende benaderingen (black box en grey box) en bijbehorende uitgangspunten en leer daar van;**
- 28 **ga uit praktische overwegingen uit van het recentste (2015) NAM-model, dat grote steun heeft bij kenners;**
- 29 **organiseer voldoende tegenspraak door in de context van voortdurende kennisontwikkeling te streven naar een alternatief seismologisch model (TNO-AGE +) of in ieder geval alternatieve modules**

#### 4.4 Kaartbeelden aardbevingsgevaar: kans en intensiteit (PGA)

Van het aardbevingsgevaar vinden we in de recente literatuur en op internet veel verschillende kaartbeelden, die fors van elkaar verschillen (Figuur 4.2). Voor een deel is dat te verklaren doordat de verwachting ten aanzien van de maximale magnitude de laatste jaren enkele keren is gewijzigd (van 3,9 tot mogelijk meer dan 5 en nu geschat als maximaal iets minder dan 5). Maar ook de onderliggende aannames en achterliggende modellen verschillen.

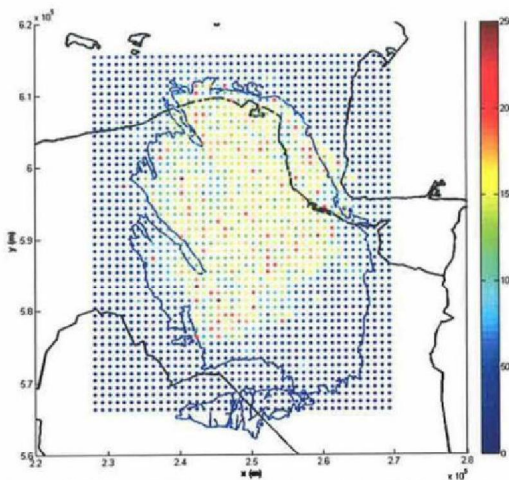
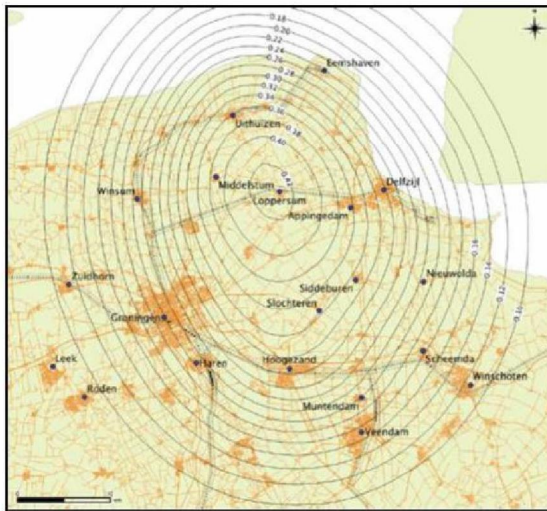
Het grootste verschil in kaartbeelden komt voort uit de keuze voor contouren versus die voor gridcellen, maar dat is geen fundamenteel verschil. Het KNMI baseert zich op statistische verbanden en toont contouren die tussen meetpunten of uitvoerpunten zijn geïnterpoleerd. NPR heeft een beeld van KNMI gebruikt (met maximaal 0,42 (g nemen we aan, dus  $> 4 \text{ m/s}^2$ ) rond Loppersum) voor hun kaart; het verbeeldt immers de invoer van hun risicoanalyses. De kaart (en dus ook de kaart) wordt zeer binnenkort vervangen. NAM en TNO-AGE berekenen met hun ondergrondmodellen de piekgrondversnelling per gridcel, maar NAM maakt daar vervolgens weer contouren van.

In beide typen weergaves worden alle mogelijke bevingen met hun respectieve kansen van optreden met elkaar verrekend, om te komen tot een relatie tussen overschrijdingskans en piekgrondversnelling per locatie (x,y). Vanuit die relatie kunnen vervolgens verschillende soorten kaarten worden gegenereerd.

De eivorm die we op alle kaarten terugzien heeft te maken met de vorm van het gasveld en is het gevolg van de integratie van alle kansen op alle verschillende locaties.

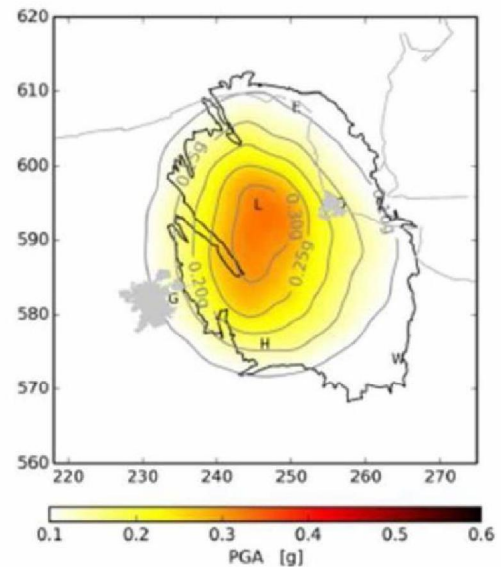
Wat de kaarten nu precies weergeven is niet altijd even duidelijk; en soms helpen de onderschriften ook niet echt. Het is internationaal gebruikelijk de maximale PGA weer te geven met een kans van optreden van 0,2% per jaar (1: 475 per jaar). Maar in de meeste rapporten zien we de gemiddelde kans in de komende 10 jaar weergegeven. Zo geeft het KNMI contourenkaarten van de PGA uitgedrukt in g, bij een gegeven kans van 1: 475 kans

(2% kans in 10 jaar). NAM geeft diezelfde PGA voor gridcellen van 3 x 3 km (= *hazard grid*). TNO-AGE geeft eveneens PGA's bij een gegeven kans, maar met veel grotere ruimtelijke resolutie (meer differentiatie) en – nogal ongebruikelijk – uitgedrukt in  $\text{cm/s}^2$  en PGV ( $\text{cm/s}$ ).



Figuur 7.7 2% overschrijdingskans voor de gegeven grondversnellingen (PGA in  $\text{cm/s}^2$ ), voor de exponentiële partiticoëfficiënt compactie functie en de komende 10 jaar.

33 Bcm / year



Max PGA = 0.34g

Figuur 4.2 Enkele voorbeelden van PGA-kaarten (die overigens onvergelykbaar zijn qua inhoud, want allemaal net iets anders tonen!); linksboven van het KNMI die op het rapport van NPR staat (voorjaar 2015; gebaseerd op alle mogelijke bevingen) als voorbeeld van een contourkaart over een vereenvoudigde topografische ondergrond; linksonder de PGA per (kleine) gridcel van TNO-AGE (2014) en rechtsonder die van de NAM (2015) gebaseerd op 'smoothing' van uitkomsten voor grote gridcellen met bijbehorende contouren. Beide laatste laten het gasveld prominent zien, maar nauwelijks topografie.

Dit internationale gebruik sluit slecht aan bij het begripsvermogen van betrokkenen en lijkt ook weinig tot geen relatie te hebben tot eventuele normen (acceptabel risico, richtwaarden) waarover op dit moment wordt gesproken. Dat bevordert de communicatie niet.

Zo slaat de veel genoemde 10-5 of 10-4 (voor plaatsgebonden persoonlijk risico) op een kans per jaar, maar geven de kaarten juist de maximale PGA voor een gegeven kans die daar ver van afwijkt (1: 475 = ong.  $2 \cdot 10^{-3}$ ). Omdat in principe voor iedere locatie de relatie tussen overschrijdingskans en piekgrondversnelling berekend is, moet het vrij gemakkelijk zijn (ook) kaarten te maken die de kans op overschrijding van bepaalde piekgrondversnellingen laten zien. Dan kan men denken aan de kans per jaar – of in een winningsperiode of een hypotheekduur (30 jaar) – dat 0,1 g, 0,2 g of 0,3 g wordt overschreden. Dat geeft een betere eerste indruk in welke gebieden het relatief gevaarlijk is.

Het is essentieel dat gebruikers zich makkelijk kunnen oriënteren. Voor de Groningers, de gemeenten, corporaties en de provincie is een goede topografische achtergrond nodig; waar het gasveld ligt (zie kaart NAM) is volstrekt irrelevant.

Ten aanzien van de presentatie van kaarten (en GIS-bestanden die doorzoekbaar en inzoombaar zijn) van het aardbevingsgevaar wordt het volgende aanbevolen:

- 30 **Streef naar convergentie van wijze van presentatie: de veelheid aan verschillende uitvoeren en kleuren bevordert het proces van *joint fact finding* niet**
- 31 **Streef naar een begrijpelijke wijze van presentatie, met (afhankelijk van de uitvoerschaal) vereenvoudigde tot zeer gedetailleerde topografische ondergrond.**
- 32 **stem terminologie, eenheden, kleuren (tinten) en resolutie op elkaar af; sluit daarbij beter aan bij wat gewone mensen kunnen begrijpen (maar gebruik in dit geval geen stoplichtkleuren<sup>5</sup>);**
- 33 **maak bij wijze van proef een aantal verschillende kaarten en onderzoek of die het begrip vergroten; bijv. van de kans dat een bepaalde (relevante drempel-)waarde van grondversnelling (bijv. 0,2 g, 0,25 g, 0,3 g) wordt overschreden binnen een bepaalde periode (bijv. 1, 10 of 50 jaar);**
- 34 **Overweeg een OG/NCG-huisstijl, waarin begrijpelijkheid als basis voor kennisdeling leidend is.**

#### 4.5 Actualisaties

Steeds voortschrijdend inzicht door meer onderzoek en verbeteringen aan de modellen betekent dat er steeds updates komen – en zullen blijven komen – van de verwachte piekgrondversnelling aan het oppervlak. Zo is recentelijk 1) de dataset uitgebreid met gegevens van de laatste jaren van Groningen en tevens met gegevens uit vergelijkbare gebieden met slappe ondergrond uit het buitenland waar grotere magnitudes zijn voorgekomen. En is 2) geëxtrapoleerd naar hogere waarden door stochastische simulaties, waardoor de onzekerheid is verkleind (en dat verkleint de verwachtingswaarde).

Voor 2016 wordt door het KNMI gewerkt aan weer een update van de GMPE (GMPE2), aangepast op grond van meer metingen aan variaties aan het aardoppervlak. Die zal het noodzakelijk maken de modellen opnieuw te draaien.

<sup>5</sup> Het kleurenpalet dat de NAM heeft gebruikt voor de PGA kaarten in de 2015 rapportage (van geel naar rood) is goed gekozen; alleen intensiteitsverschillen binnen 1 kleur is nog beter.



Dat betekent dat wordt **aanbevolen**:

- 35 Leg de methode van aardbevingsgevaaranalyse en -risicoanalyse wel vast, maar actualiseer de uitkomsten eens per x jaar. Aansluiting bij momenten dat de NAM aan de minister rapporteert ligt daarbij voor de hand.**
- 36 Streef naar een benadering via adaptatiepaden, ten eerste omdat de schattingen voor over meer dan 5 jaar zeer sterk uiteen lopen, maar ten tweede omdat de onzekerheden door meer onderzoek worden verkleind (met lagere geschatte risico's tot gevolg).**

#### **4.6 Relatie met het winningsplan (dus niet statisch)**

Het aardbevingsgevaar is afhankelijk van het winningsplan. Een voorspelling/kaart is dus nooit voor lange tijd geldig.

Alle geïnterviewden zijn er na de recente empirische bevindingen inmiddels van overtuigd dat minder winnen zich manifesteert in een afname van aantal en sterkte van de bevingen, en ook nog eens sneller dan tot voor kort aangenomen. De recente rapportages van de NAM (2015) en SodM (2015) illustreren eveneens dat verschillende winningshoeveelheden tot andere PGA-kaarten leiden. Dat betekent dat het berekenen van het aardbevingsgevaar, het aardbevingsrisico per pand en de prioritering van de versterkingen daaraan moeten worden aangepast.

De volgende **aanbevelingen** liggen aldus voor de hand:

- 37 Baseer de prioritering op een risicoanalyse en aardbevingsgevaarberekening die aansluiten bij het door de minister geaccordeerde winningsplan.**
- 38 Toon – indien de winning niet constant is in de tijd, maar bijvoorbeeld daalt naar een plateau – het verloop van het aardbevingsgevaar en –risico in de tijd.**

## 5 Kennis delen: *joint fact finding*

### 5.1 Inleiding: communicatie stelt specifieke eisen

**Openheid over feiten en bevindingen** van het onderzoek, met name de risicoanalyses, is als **uitgangspunt voor de NCG en de OG** geformuleerd. Een nevendoeel van het instellingsbeleid ten aanzien van deze instituties is immers om vertrouwen in de overheid terug te winnen. Dat stelt eisen aan de wijze van communicatie.

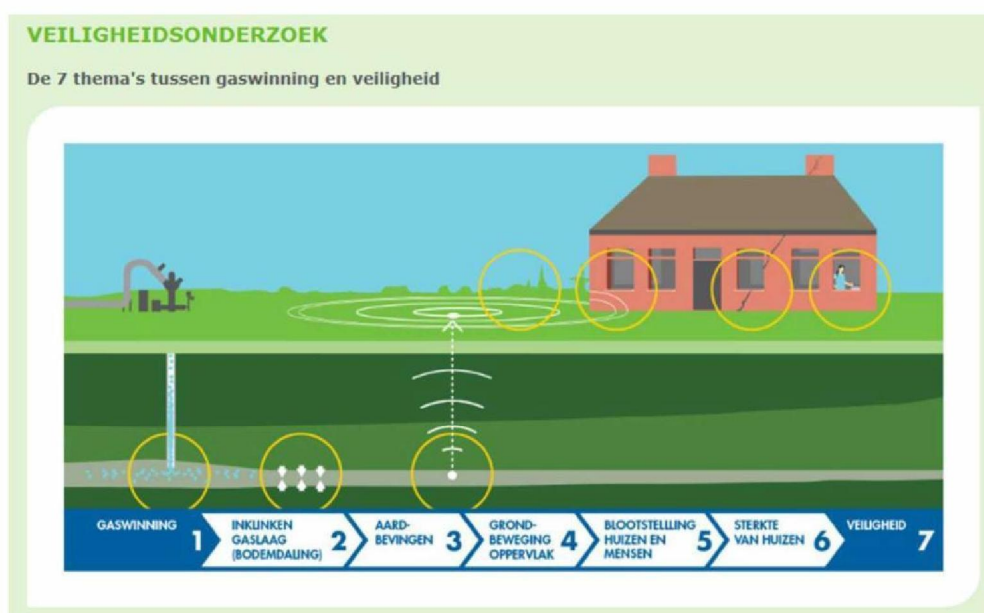
Deze moet voor alles begrijpelijk zijn en ongekleurd. Dat vraagt dat de feiten en de onderzoeksresultaten worden gedeeld. Maar als die uitkomsten voor niet-ingewijden slecht te begrijpen zijn, is enige duiding essentieel: wat zien we eigenlijk, c.q. wat staat hier eigenlijk? Dat vraagt toelichting bij kaarten en figuren, eenvoudige formuleringen en het vermijden van onnodig versluijend of ingewikkeld taalgebruik, maar zonder de zaken eenvoudiger voor te stellen dan ze zijn.

Op het moment worden veel rapporten van de NAM, SodM en TNO openlijk gedeeld via internet. Maar de rapporten van de NAM zijn nog vaak in het Engels, staan bol van vaktaal (jargon) en zijn voor niet vakgenoten niet eenvoudig te begrijpen.

Gevolg is dat men al snel plaatjes gaat zitten kijken, maar ook dat kan tot grote misverstanden leiden. De verschillende kaartjes, onduidelijke legenda's, afwijkende eenheden (cm/s<sup>2</sup> of g), onhandig kleurgebruik, het gebrek aan relatie met slachtoffer risico's zoals getoond in het vorige hoofdstuk illustreren dat gevaar.

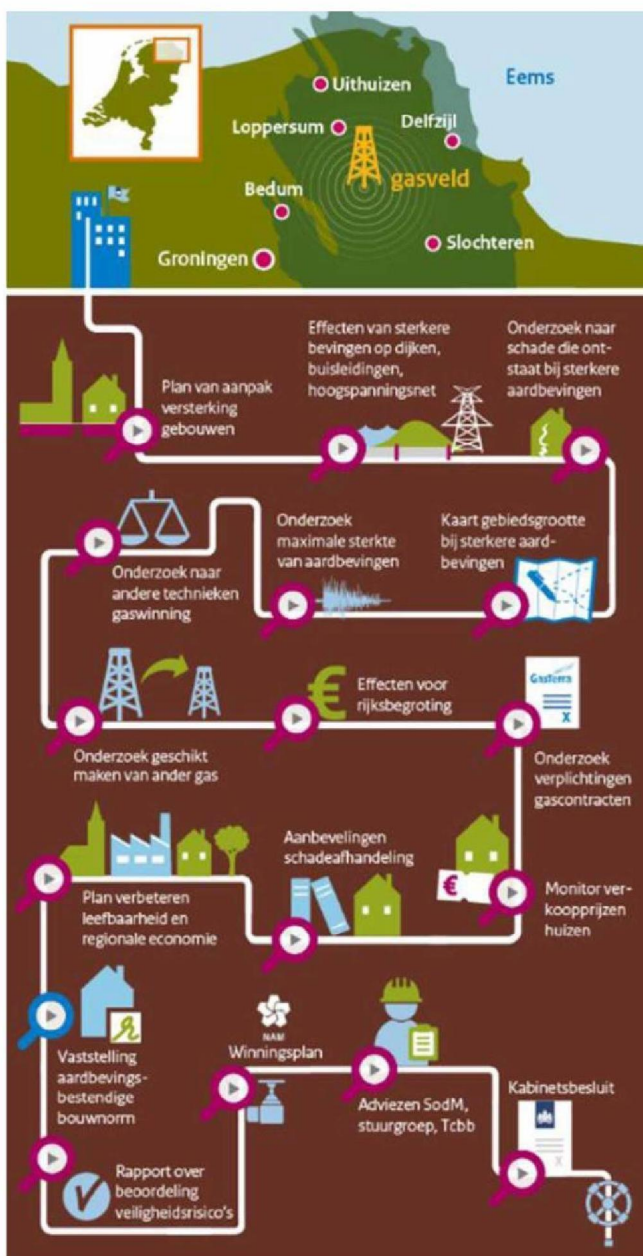
Op deze wijze helpt openbaarmaking niet echt. En kan men zelfs de indruk krijgen dat hier zaken bewust verhuld worden. In plaats van openheid lijkt mist te worden gecreëerd.

Er zijn ook voorbeelden van voorbeeldige teksten, zoals sommige zeer heldere samenvattingen van TNO-AGE voor de Tweede Kamer. Helder Nederlands, eenvoudige bewoordingen en ter zake zonder te versimpelen.



Figuur 5.1 Glasheldere structuur van een deel van de website van de NAM: duidelijke toegang tot niet erg toegankelijke rapporten

Ook voor websites geldt dat ze het delen van kennis kunnen bevorderen, of juist vertroebelen. Uit eigen ervaring wil ik graag vermelden dat ik de website van de NAM rond de laatste rapportage een zeer heldere structuur vind hebben. Die van het ministerie vind ik echter uiterst verwarrend: een route van winplaats naar aardoppervlak suggereert een logica die volstrekt geen relatie blijkt te hebben met de documenten die achter ieder 'knopje' zitten (de route representeert vermoedelijk de 'irrelevante' volgorde van opdrachtverstrekking):



Figuur 5.2 Website van het ministerie, waar vele interessante documenten zijn te vinden, maar op onnavolgbare wijze geordend

**Aanbevelingen:**

- 39 Maak afspraken over wat te tonen, welke eenheden te gebruiken, en kleurgebruik (geen stoplichtkleuren);
- 40 Lever een goede toelichting bij kaarten en figuren, gebruik eenvoudige formuleringen en vermijd onnodig versluijrend of ingewikkeld taalgebruik (maar stel de zaken niet eenvoudiger voor dan ze zijn).
- 41 Maak geregeld een samenvattende rapportage over wat het onderzoek ons (het afgelopen jaar?) weer heeft geleerd, met een duiding van de veranderingen ten opzichte van de vorige keer.

**5.2 Geografische gegevens en gegevensbestanden**

De prioritering van de versterking vraagt zowel overzichten op de schaal van de gehele provincie, als de mogelijkheid gegevens te zoeken binnen een dorp of wijk. Het gaat om een groot bereik aan kaartschalen, respectievelijk verschillende ruimtelijke resoluties. In dat verband is al eerder gesproken van GIS-bestanden en een (geografische) database. De grootste kaartschaal moet individuele huizen tonen, de kleinste de gehele provincie op een kaartje A3, A4 of nog kleiner.

Voor gemeenten is een doorzoekbare database vanuit GIS gewenst, met liefst oproepbare informatie (gegevens) via een vanuit muisklik op een pand, maar ook door te zoeken op bijv. postcode-huisnummer of in een overzichtstabel. Dat vraagt het ontwerp van een databasestructuur en een GIS-systeem. Aansluiting bij wat de NAM nu al gebruikt voor de risicoanalyses en bij wat het CVW gebruikt voor schadeherstel ligt daarbij voor de hand (NB: de databases van NAM en CVW heb ik nog niet bekeken).

Het ligt niet voor de hand de informatie over panden, straten of wijken openlijk met de buitenwereld te delen. Maar eigenaars moeten wel met een informatievraag over hun eigendom terecht kunnen bij hun gemeente.

Voor de overzichtkaarten wordt nogmaals gewezen op de wenselijkheid een eenvoudige topografische achtergrond te gebruiken. En verder zou men kunnen denken aan:

- NCG/OG- huisstijl qua opmaak en kleurgebruik
- aardbevingsgevaar in roodtinten (evt. rood-geel), grid of vergrid contour. Resolutie 100m. Klassenindeling conform mate van verwachte versterkingsaanpak (0,1 g, 0,15 g, 0,2 g, 0,25 g, 0,3 g, 0,35 g)
- Pandgebonden risico (PR) eventueel in rood ( $> 10^{-3}$ ), oranje ( $10^{-3}$ - $10^{-4}$ ), geel ( $10^{-4}$ - $10^{-5}$ ), lichtgroen ( $10^{-5}$ - $10^{-6}$ ), donkergroen ( $< 10^{-6}$ ), maar bij voorkeur ook in tinten (is immers eveneens iets gradueels);
- Helder onderscheid tussen 'voorlopig oordeel' en 'definitief oordeel' (pas indien geïnspecteerd); kan met raster of met verschil tussen pastelkleuren en volle kleur.

### **5.3 Relatie tussen inhoudelijke kennis, gegevensbeheer en communicatie: organisatie**

Kennis delen is niet hetzelfde als gegevens of informatie beschikbaar stellen. Dat betekent dat het openbaar maken van 'bijna alles' nog geen kennisdeling is, maar eerder vergelijkbaar met 'een omgevallen boekenkast'.

Voor kennisdeling is het noodzakelijk goed na te denken over welke kennis relevant is, hoe die verbeeld of verwoord moet worden, welke toelichting erbij nodig is en hoe deze toegankelijk wordt gemaakt. De verkenning naar het Informatieplatform voor en van de NCG laat al zien dat het gevaar van ongefilterde en niet-geduide informatieverstrekking niet denkbeeldig is. Databeheerders zijn al gauw geneigd alles wat beschikbaar is beschikbaar te maken.

Er zal dan ook moeten worden georganiseerd dat informatie zo wordt aangeboden dat deze voor de verschillende doelgroepen geschikt is, waarbij er tegelijk voor moet worden gewaakt dat men de indruk kan krijgen dat informatie wordt gemanipuleerd of achtergehouden. Dat vraagt grote zorgvuldigheid bij de communicatie. Het vraagt ook een kwaliteitsborging ten aanzien van wat naar buiten gaat.

#### **Aanbevelingen:**

- 42 Laat deskundigen de relevantie van de gedeelde informatie borgen, en in overleg met inhoudelijk- en communicatiedeskundigen de vorm bepalen. De deskundigen gaan over wat gedeeld wordt, maar het hoe dient in overleg te worden bepaald.**
- 43 Probeer een aantal vormen (kaartbeelden, legenda's, verklarende teksten) uit en test deze bij een kwaliteitsborgingspanel van kritische deskundigen.**
- 44 Voorkom dat men het risico loopt te verzuipen in irrelevante bergen gegevens, onbegrijpelijke kaarten en tegenstrijdige rapporten: dit vraagt doordachte keuzes.**



## 6 Normen of normatieve kaders?

### 6.1 Prioriteren op basis van ...

Om te kunnen beslissen of versterking van een gebouw nodig of gewenst is, wordt vaak aangedrongen op normatieve kaders. Zo wordt er door veel geïnterviewden op aangedrongen dat 'het beleid' een uitspraak zou moeten doen over het acceptabel risico, vooral ten aanzien van pandgebonden individueel risico, omdat men anders geen houvast zou hebben. Dat laatste is de vraag. Daarop wordt hieronder ingegaan.

Dat neemt niet weg dat de meest relevante en dus interessante maat voor urgentie van gebouwaanpak de discrepantie zou kunnen zijn tussen wat is en wat zou moeten zijn: het veiligheidstekort (tussen de berekende  $x$  en bijvoorbeeld  $10^{-5}$ /jaar). Maar is dat per gebouw of per persoon?

### 6.2 Basisveiligheid en groepsrisico's? Wat is acceptabel risico?

Rond overstromingen heeft de minister van I&M besloten aan alle bewoners van bedijkte gebieden een basisveiligheid te bieden, van  $10^{-5}$ /jaar, te realiseren voor 2050. Hieruit blijkt al dat zo'n norm rekbaar is: alleen voor bewoners van bedijkte gebieden en voorlopig zijn we nog niet klaar. Dat komt ook doordat de noodzakelijke dijkversterkingen tientallen jaren zullen vergen. Er wordt dus een afweging gemaakt tussen wenselijk en praktisch haalbaar. En betaalbaar, want een norm van  $10^{-6}$ , zoals die voor industriële activiteiten geldt, bleek onbetaalbaar. Overigens is deze norm die voor Nederland op termijn wordt nagestreefd in de ogen van het buitenland extreem streng.

Aardbevingen zijn niet hetzelfde als overstromingen. Ten eerste kan een individu zich nauwelijks redden als een gebouw instort. Ten tweede komen overstromingen veel langzamer en soms zelfs 'aangekondigd'. Mensen kunnen daardoor bij overstromingen nog het gevoel hebben dat ze tijdens een gebeurtenis zelf iets kunnen doen, bij aardbevingen is dat niet (of nauwelijks) het geval. Dat zou kunnen leiden tot de vraag of de risicoacceptatiegraad daarmee niet lager zou moeten zijn.

In het geval van de geïnduceerde aardbevingen in Groningen is de vraag wat een acceptabel risiconiveau is bij uitstek een politie-bestuurlijke vraag: het gaat immers om risico's die voortkomen uit economisch gewin.

In een eerder hoofdstuk is al vastgesteld dat groepsrisico voor de overheid en de NAM mogelijk nog wel een belangrijker criterium zou moeten zijn dan het plaatsgebonden risico. Voor groepsrisico's zijn echter noch in het buitenland noch in Nederland harde getalsnormen voorhanden voor natuurgevaren; ze zijn er wel voor externe veiligheid. De benadering die TAW al in 1985 heeft voorgesteld en die door Vrouwenvelder & Vrijling (1995) nog wat verder is uitgewerkt kan zeer bruikbaar zijn om normen voor groepsrisico's door geïnduceerde bevingen af te leiden. Maar er zijn nog enkele buitengewoon lastige normatieve noten te kraken, zoals over de mate van risico-aversie die in een eventuele norm moet worden verwerkt (zie Klijn et al., 2013).

In dit verband is het goed zich te realiseren dat het noemen (of zelfs wettelijk vastleggen) van harde getalsnormen, al dan niet na een gedegen kosten-batenafweging, onverlet laat dat het heel lastig is de risico's op voldoende nauwkeurige wijze te berekenen. Er zijn immers zeer

grote onzekerheden, die maken dat het zich vastklampen aan 'eerst moeten er harde getalsnormen komen' mogelijk alleen maar de schijn van veiligheid oproept. Van geval tot geval (huis tot huis) zal moeten worden bepaald of het veilig genoeg is of niet. Dat zal altijd alleen maar met een grote mate van onzekerheid kunnen.

Een illustratie van de grote onzekerheden wordt gevonden in Figuur 6.1, waarin alle uitvoer van de Monte-Carloanalyse met de NAM's Seismic Hazard and Risk Model als grijze band is weergegeven. Het gemiddeld aantal mensen dat bij een winning van  $39 \cdot 10^9$  m<sup>3</sup>/jaar tussen 2016 en 2021 een risico loopt  $> 10^{-5}$  per jaar ligt tussen minder dan 20.000 tot meer dan 400.000. Een risico van  $10^{-4}$  geldt voor een aantal tussen 0 en 300.000: van niemand tot bijna iedereen dus.

Dit is echter **een onjuiste en versluijrende weergave** van de uitkomsten van de risicoanalyse, want de zwarte lijn houdt al rekening met alle onzekerheden door deze uit te integreren. Dat betekent dat we er (voorlopig) van kunnen uitgaan dat circa 350.000 duizend mensen een gemiddeld jaarlijks risico loopt van  $> 10^{-5}$  per jaar en iets minder dan 100.000 een gemiddeld jaarlijks risico van  $10^{-4}$ . Een risico groter dan  $10^{-3}$  loopt niemand.

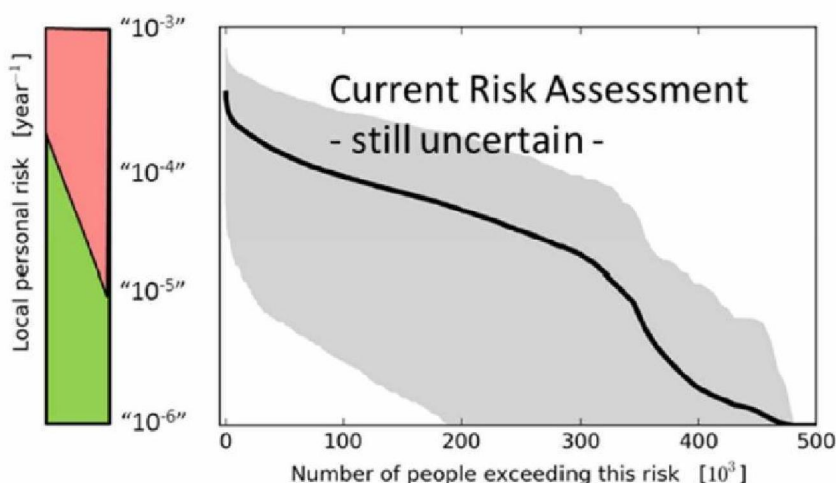


Figure 12 The cumulative distribution of indicative local personal risk and the sensitivity to epistemic uncertainty. This case is based on a production level of 39.4 Bcm and no implementation of the structural upgrading programme. Period: 1-7-2016 / 1-7-2021<sup>3</sup>

Figuur 6.1 Aantal mensen (horizontale as, in duizenden) dat een risico loopt van 1:1.000.000 ( $10^{-6}$ ) tot 1: 1000 ( $10^{-3}$ ) om te overlijden door een aardbeving bij winning van 39,4 miljard kuub gas tussen 2016 en 2021. De zwarte lijn geeft de beste schatting, waarbij de onzekerheden zijn 'uitgeïntegreerd'; de grijze band eromheen laat en enorme onzekerheid zien

## Aanbevelingen:

- 45 **Wacht niet op een formele vaststelling van een norm of een uitspraak over 'acceptabel risico'; werk aan de hand van de bestaande richtinggevende uitspraken.**
- 46 **Wees expliciet over de grote onzekerheden waarmee het berekenen van risico's is verbonden, en houd daar rekening mee bij het relateren van berekende risico's aan getalsnormen: het kan niet precies.**



- 47 Kies voor hetzij het volledig uitintegreren van onzekerheden, hetzij het tonen van onzekerheidsbanden<sup>6</sup> rond een centrale schatting; toon geen hybride (=beide).**

### 6.3 Wettelijke normen of richtwaarden? Verantwoordelijkheid/ aansprakelijkheid

Als normen wettelijk worden vastgelegd of er een ministeriële uitspraak ligt over een 'gegarandeerd veiligheidsniveau' dan kan dat consequenties hebben voor het niveau tot waarop versterkingen moeten worden uitgevoerd. Als immers  $10^{-5}$  wordt geëist, zal het voor een aannemer, opdrachtgever, woningbouwcorporatie, of wie ook maar niet eenvoudig zijn te versterken tot een lager niveau, bijvoorbeeld omdat het anders te duur of te ingrijpend wordt. Bovendien zou, als er een slachtoffer zou vallen, meteen de vraag van verantwoordelijkheid, zelfs aansprakelijkheid aan de orde zijn.

Dit punt wordt hier slechts aangestipt, omdat het aandacht behoeft. Daarbij is nog wel relevant dat bestaande bouw anders kan worden behandeld dan nieuwbouw, dat gemeenten kunnen beslissen over de werking van het bouwbesluit (en al dan niet aanschrijven van eigenaren van gebouwen), en dat particulieren eigen afwegingen kunnen maken.

Het onderwerp vraagt in ieder geval ampele aandacht alvorens wordt beslist tot het afgeven van harde (wettelijke) normen of toezeggingen. In veel gevallen is het werken naar richtwaarden die niet de status van resultaatverplichting hebben te verkiezen.

#### Aanbeveling:

- 48 Werk naar richtwaarden, waarover door de NCG kan worden beslist en die geleidelijk kunnen worden aangepast naarmate het totale risiconiveau in Groningen door de versterkingen afneemt (adaptieve norm, in de vorm van een neerwaarts bewegend doel: steeds beter, maar niet op voorhand op een onmogelijk niveau).**

### 6.4 Aanpakken is niet hetzelfde als versterken: dichttimmeren, afbreken, versterken of aardbevingsbestendig maken

Soms kan de snelste risicoreductie worden bereikt door het dichttimmeren of afbreken van panden. Het is maar net wat met het woord 'aanpak' wordt bedoeld. Dichttimmeren kost weinig maar leidt natuurlijk tot een aanblik van verpaupering en zal dus zelden maatschappelijk acceptabel zijn. Afbreken kan alleen in relatie tot een ruimtelijke visie op hetzij krimp hetzij vernieuwing. Het is bij monumentale of gezichtsbepalende panden vaak geen optie.

Of versterking de juiste aanpak is hangt deels af van de discrepantie tussen het feitelijk risico en het acceptabele risiconiveau, maar ook van de vraag wat nog kosteneffectief is. In veel gevallen zal het verlagen van het instortingsgevaar in het begin relatief gemakkelijk zijn en met goedkope maatregelen kunnen, maar verder geldt de wet van de verminderde meeropbrengst. Ofwel in een voorbeeld: risicoreductie van  $10^{-3}$  naar  $10^{-4}$  of  $5 \cdot 10^{-5}$  is vaak nog betaalbaar en rendabel, maar het behalen van een normniveau van  $10^{-5}$  vraagt bij bestaande

<sup>6</sup> Maar toon dan de onzekerheid met een gebruikelijke bandbreedte van 1 of 2 sigma; niet 4 of meer zoals in Figuur 6.1

bouw enorme ingrepen/aanpassingen. Die kosten niet alleen onevenredig veel geld, maar ook tijd die elders beter besteed zou kunnen zijn.

Het bovenstaande betekent in veel gevallen dat versterken wel verantwoord is, maar aardbevingsbestendig maken (tot een afgesproken norm) niet. De meeste risicoreductie wordt bereikt als veel woningen partieel (tegen acceptabele kosten) worden versterkt, in plaats van weinig slechte woningen volledig tot 'de norm' (duur en niet doelmatig). ***Dat is een dilemma waarover een principiële uitspraak vooraf gewenst is.***

In dat verband is natuurlijk ook een eerste praktische vraag om hoeveel panden het gaat in de verschillende risicoklassen. Dan is de tweede vraag hoe groot de afwijking van het gewenste risiconiveau is, en hoeveel er nodig is om dat niveau te bereiken. En behalve de kosten is ook de vraag relevant hoe lang het versterken gaat duren gegeven de beschikbare capaciteit aan constructeurs en aannemers.

## 6.5 Versterken tot norm of kosten-effectiviteitsanalyse?

In de vorige paragraaf werd gesteld dat het versterken tot een norm soms heel veel geld en capaciteit kost. Vanuit doelmatigheidsoogpunt kunnen daar dus vraagtekens bij worden geplaatst. Dan kan beter worden gekozen voor 'het meeste waar voor het geld'. Zo'n denkwijze sluit aan bij een kosten-effectiviteitsanalyse (KEA)<sup>7</sup>, die weer het best past bij een probleemsituatie waarin geld of capaciteit beperkend is en de afstand tussen de actuele en de gewenste situatie relatief groot. Dat is in het geval van de door gaswinning geïnduceerde aardbevingen in Groningen bij uitstek het geval: de risico's zijn urgent en niet op korte termijn afdoende te verkleinen.

Deze wijze van denken werd vrij breed gesteund tijdens de werksessie op 8 juli j.l., en werd al eerder als meest wenselijk genoemd door de gemeenten, de woningcorporaties, het CVW en de NAM. Allen hechtten aan tempo, en daar is vanuit doelmatigheidsoogpunt (meeste risicoreductie per euro en tijdseenheid) ook veel voor te zeggen. Dat vertaalt zich in: 'engineering per woningtype, en dan graag 1000 woningen van hetzelfde type tegelijk.'

Een keuze voor doelmatigheid (voor normbereik) biedt ook de beste kansen voor een adaptief beleid, waarbij het best rekening kan worden gehouden met aanpassingen in de winning, ontwikkelingen in het aardbevingsgevaar die daarmee samenhangen en nieuwe inzichten die de risicoschattingen kunnen beïnvloeden. ***Aldus wordt de kans op toekomstige spijt (overinvestering, werkelijke slachtoffers) het meest verkleind.***

### Aanbeveling:

**49 Geef aan of verlaging van het totale risico het hoofdoel van het versterkingsprogramma is (doelmatig), of het aardbevingsbestendig maken van panden die aan de beurt zijn (rechtmatig). Dit dilemma van doelmatigheid versus rechtmatigheid (noodzakelijk als aan NEN-normen of 'toezeggingen' moet worden voldaan) vraagt een principieel standpunt: kies voor de meeste risicoreductie per geïnvesteerde euro/uur.**

<sup>7</sup> In tegenstelling tot bij een kostenbatenanalyse (KBA) waarbij een optimum wordt gezocht, gaat het bij een KEA om het grootste rendement per geïnvesteerde euro (of geïnvesteerd uur).

## 7 Hoe verder?

### 7.1 Uitgangspunten

Een van de doelen van het instellen van de NCG en de OG is het terugwinnen van het vertrouwen van de burgers in de overheid. Dat vereist dat tempo wordt gemaakt, tot actie wordt overgegaan waar dat al kan, dat de geleverde inspanningen worden ervaren als eerlijk, en dat de kennis waarop beslissingen worden gebaseerd betrouwbaar is, ongekleurd, begrijpelijk en dat deze open wordt gedeeld. Die laatste punten zijn al eerder samengevat onder de term *'joint fact finding'*.

Naar aanleiding van deze verkenning kan de noodzaak hiertoe niet genoeg worden benadrukt. Het is essentieel dat de gedeelde kennis uit betrouwbare bron komt, dus dat de uitvoerders van onderzoeken als onafhankelijk worden gezien.

Er is echter ook vastgesteld dat de prioritering zoveel mogelijk gebaseerd zal worden op wat er is/loopt, want nieuwe kennisontwikkeling duurt te lang. Dat vertaalt zich als volgt:

- verdere **kennisontwikkeling is essentieel om de risicoschattingen te verbeteren**, maar dient in een ander kader plaats te vinden (onderzoeksprogramma aardbevingsrisico's). Aansturing mede door de NCG met het oog op praktische bruikbaarheid ligt in de rede;
- **voor de prioritering** moet zoveel mogelijk gebruik worden gemaakt van bestaande kennis en modellen, zodat het hier vooral een vorm van **kennismontage** betreft.

Dat laatste is overigens geen sinecure en het **vraagt niet weinig inhoudelijke deskundigheid**. Waar is vastgesteld dat de kennis van de NAM en de modellen van de NAM onmisbaar zijn, mag namelijk ook wel worden vastgesteld dat de NAM niet als onafhankelijk zal worden beschouwd. Dat betekent dat de informatie die door de NAM wordt geleverd zal moeten worden beoordeeld en eventueel bewerkt door partijen (kennisinstellingen, universiteiten) die wel als onafhankelijk worden beschouwd.

#### Aanbeveling:

- 50 De NCG moet verantwoordelijkheid nemen voor een kennismontage die onafhankelijk is en op de laatste inzichten berust, opdat producten (communicatie: kaarten, website, rapportages) die uitgaan een NCG-signatuur kunnen dragen en als betrouwbaar worden beschouwd. Dat vraagt dat ze niet alleen als onafhankelijk worden gezien, maar ook dat ze 'kloppen'.

### 7.2 Stap 2: Plan van aanpak

Op grond van de voorliggende verkenning dient in fase 2 een Plan van Aanpak te worden opgesteld. Op basis van deze verkenning en de bijgevoegde gespreksverslagen kan zo'n plan van aanpak worden opgesteld door Deltares (uitvoerder van deze verkenning), door een andere opdrachtnemer of door iemand die bij de NCG/OG werkzaam is.

Het plan van aanpak dient in ieder geval in te gaan op de keuze van partijen, c.q. de samenstelling van een consortium dat de werkzaamheden in fase 3 (vanaf september 2015) uitvoert, in samenwerking met of op basis van materiaal aangeleverd door de NAM. Die

werkzaamheden kunnen zowel intern NCG/OG als deels extern bij kennisinstellingen of een ingenieurbureau plaatsvinden. In dat laatste geval is wel zeer grote inhoudelijke kennis van opdrachtgeverszijde noodzakelijk om de geleverde producten niet alleen oppervlakkig te kunnen beoordelen, maar om ook de onderliggende analyses te kunnen doorgronden (uit ervaring willen we niet onvermeld laten dat daar vaak heel veel fout gaat).

## 8 Samenvatting: de 50 aanbevelingen op een rij

### 8.1 Over de kernbegrippen en uitgangspunten

- 1 Baseer de prioritering in ieder geval op het pandgebonden risico vanuit individueel perspectief.
- 2 Prioriteer tevens naar het aantal te verwachten slachtoffers vanuit het perspectief van groepsrisico.
- 3 Baseer de prioritering op de grootte van de discrepantie tussen feitelijk risico en acceptabel geacht risico (wordt later op teruggekomen).

### 8.2 Over de aanpak op hoofdlijnen en de partijen

- 4 Zet de gezamenlijke zoektocht voort, en omarm de gedachte van '*joint fact finding*', met het oog op geleidelijke convergentie van gevaar- en risicoschattingen.
- 5 Durf de uitkomsten en opvattingen te delen, ook buiten de kennisinstellingen, dus met de belanghebbenden (en de bewoners van het gebied). Alleen zo kan vertrouwen worden verdiend.
- 6 Wees altijd expliciet over de vele onzekerheden en over het feit dat aannames moeten worden gedaan. Niemand kan 3 km diep in de grond kijken.
- 7 Deel de resultaten van modules van de modellentrein zodat deze onderling kunnen worden vergeleken en bediscussieerd. Elkaar scherp houden kan bijdragen aan verder convergentie van modelopzet en -uitkomsten.
- 8 Organiseer tegenspraak om een collectieve dwaling te voorkomen. Daarvoor is het noodzakelijk ook alternatieve benaderingen te bekijken.
- 9 Streef op korte termijn (1 jaar) naar een alternatieve modellentrein voor NAM's Seismic Hazard and Risk Model, onder verantwoordelijkheid van onafhankelijke kennisinstellingen (hetgeen inschakeling van de markt niet uitsluit).

### 8.3 Over de modellen om slachtofferrisico's en instortingsgevaar te berekenen

- 10 Wees specifiek over de gebruikte mortaliteitsfracties. Is daar al consensus over?
- 11 Voer altijd een gevoeligheidsanalyse uit (per stap van de risico-analyse), waarbij in dit geval gevarieerd wordt met de mortaliteitsfractie (zie ook paragraaf 3.5).
- 12 Ga uit van het model dat door NAM wordt gebruikt, en stel dit model daarom beschikbaar aan de partijen die het OG/de NCG (zullen) ondersteunen (c.q. maak gebruik door die partijen mogelijk). Borg wel actualisatie en versiebeheer.
- 13 Verken de gevoeligheid van de uitkomsten voor verschillende *fragility curves*; deze is vermoedelijk zeer groot, gezien de S-vorm van de curves (snelle reactie bij geringe toename piekgrondversnelling). Dit is relevant voor de interpretatie van geringe overschrijdingen van een 'normwaarde' voor het risico.
- 14 Maak niet meer onderscheid tussen gebouwtypen/gebouwen dan verantwoord gezien de empirische onderbouwing. Is het maken van heel veel onderscheid maken tussen gebouwtypen (> 60) relevant als er uiteindelijk maar weinig verschillende curves worden gebruikt?

- 15 Beslis of kwetsbaarheidscurves en mortaliteitsfracties voor vallende objecten moeten worden toegevoegd: de kans om geraakt te worden is klein, maar de kans dat objecten vallen is veel groter dan de kans op instorten. Mogelijk is een toevallig slachtoffer beleidsmatig echter onacceptabel en is een afzonderlijke risico-analyse geboden? (discussiepunt!)

#### 8.4 Over de benodigde invoergegevens

- 16 Ga uit van het bestand van de NAM/CVV (Arup); beter is er niet en is ook niet op korte termijn te maken.
- 17 Stel de bestanden op 1 centrale plaats beschikbaar voor de partijen die het OG/ de NCG ondersteunen: dat vereist regeling van toegang tot het bestand en borging van kwaliteit en actualisering.
- 18 Het beheer van deze informatie kan zowel bij de NAM, het CVW of het geoinformatieteam van de OG worden gelegd. Waar nu de capaciteit het best geborgd is, ligt voor de hand (NAM?).
- 19 De inwinning van inspectiegegevens moet veel sneller, waarbij een eerste globale risicoanalyse richtinggevend kan zijn voor waar de inspectie zich op moet concentreren; zie de prioritering in dat verband als tweetraps: 'eerst de inspectie prioriteren, pas in tweede instantie de versterking prioriteren'
- 20 Bevorder contra-expertise met alternatieve berekeningsmethoden (vergelijking) door het bestand breder beschikbaar te stellen voor onafhankelijke kennisinstellingen en onderzoek.

#### 8.5 Over het gewenste databestand en de uitvoer

- 21 Streef naar een geografisch databestand, waarin uitvoer in tabelvorm en kaart aan elkaar zijn gekoppeld (bijv. via postcode-huisnummer en/of BAG-ID)
- 22 Maak dit databestand toegankelijk zowel als GIS-bestand als in de vorm van een databestand (tabelvorm, kolommen per adres/pand). Voor lokaal gebruik is koppeling met Google Maps te overwegen (grote bekendheid).
- 23 Pak het stapsgewijs aan: begin (omwille van tempo) eerst met voorlopige oordelen per gebouwtype, en specificeer pas per pand na inspectie (definitief oordeel).
- 24 Geef risicoschattingen dus altijd vrij, ook per pand, maar maak duidelijk wanneer deze berusten op een eerste schatting (raster op kaart, waarschuwing in tabel).
- 25 Actualiseer het bestand naar gelang de voortgang van de actualisering van het basisbestand waarin inspectiegegevens worden opgenomen.
- 26 Verdisconteer grote aantallen slachtoffers in een oordeel per pand ten behoeve van de prioritering (afhankelijk van beslissing inzake aanbeveling 7).

#### 8.6 Over de modellering en kartografische weergave van het aardbevingsgevaar

- 27 Vergelijk de uitkomsten van verschillende benaderingen (black box en grey box) en bijbehorende uitgangspunten en leer daar van;
- 28 Ga uit praktische overwegingen uit van het recentste (2015) NAM-model, dat grote steun heeft bij kenners;

- 29 Organiseer voldoende tegenspraak door in de context van voortdurende kennisontwikkeling te streven naar een alternatief seismologisch model (TNO-AGE +) of *in ieder geval alternatieve modules*
- 30 Streef naar convergentie van wijze van presentatie: de veelheid aan verschillende uitvoeren en kleuren bevordert het proces van *joint fact finding* niet
- 31 Streef naar een begrijpelijke wijze van presentatie, met (afhankelijk van de uitvoerschaal) vereenvoudigde tot zeer gedetailleerde topografische ondergrond.
- 32 Stem terminologie, eenheden, kleuren (tinten) en resolutie op elkaar af; sluit daarbij beter aan bij wat gewone mensen kunnen begrijpen (maar gebruik in dit geval geen stoplichtkleuren<sup>8</sup>);
- 33 Maak bij wijze van proef een aantal verschillende kaarten en onderzoek of die het begrip vergroten; bijv. van de kans dat een bepaalde (relevante drempel-)waarde van grondversnelling (bijv. 0,2 g, 0,25 g, 0,3 g) wordt overschreden binnen een bepaalde periode (bijv. 1, 10 of 50 jaar);
- 34 Overweeg een OG/NCG-huisstijl, waarin begrijpelijkheid als basis voor kennisdeling leidend is.
- 35 Leg de methode van aardbevingsgevaaranalyse en -risicoanalyse wel vast, maar actualiseer de uitkomsten eens per x jaar. Aansluiting bij momenten dat de NAM aan de minister rapporteert ligt daarbij voor de hand.
- 36 Streef naar een benadering via adaptatiepaden, ten eerste omdat de schattingen voor over meer dan 5 jaar zeer sterk uiteen lopen, maar ten tweede omdat de onzekerheden door meer onderzoek worden verkleind (met lagere geschatte risico's tot gevolg).
- 37 Baseer de prioritering op een risicoanalyse en aardbevingsgevaarberekening die aansluiten bij het door de minister geaccordeerde winningsplan.
- 38 Toon – indien de winning niet constant is in de tijd, maar bijvoorbeeld daalt naar een plateau – het verloop van het aardbevingsgevaar en –risico in de tijd.

## 8.7 Over kennis delen

- 39 Maak afspraken over wat te tonen, welke eenheden te gebruiken, en kleurgebruik (geen stoplichtkleuren);
- 40 Lever een goede toelichting bij kaarten en figuren, gebruik eenvoudige formuleringen en vermijd onnodig versluisend of ingewikkeld taalgebruik (maar stel de zaken niet eenvoudiger voor dan ze zijn).
- 41 Maak geregeld een samenvattende rapportage over wat het onderzoek ons (het afgelopen jaar?) weer heeft geleerd, met een duiding van de veranderingen ten opzichte van de vorige keer.
- 42 Laat deskundigen de relevantie van de gedeelde informatie borgen, en in overleg met inhoudelijk- en communicatiedeskundigen de vorm bepalen. De deskundigen gaan over wat gedeeld wordt, maar het hoe dient in overleg te worden bepaald.
- 43 Probeer een aantal vormen (kaartbeelden, legenda's, verklarende teksten) uit en test deze bij een kwaliteitsborgingspanel van kritische deskundigen.

<sup>8</sup> Het kleurenpalet dat de NAM heeft gebruikt voor de PGA kaarten in de 2015 rapportage (van geel naar rood) is goed gekozen; alleen intensiteitsverschillen binnen 1 kleur is nog beter.

- 44 Voorkom dat men het risico loopt te verzuipen in irrelevante bergen gegevens, onbegrijpelijke kaarten en tegenstrijdige rapporten: dit vraagt doordachte keuzes.

## 8.8 Over normatieve kaders

- 45 Wacht niet op een formele vaststelling van een norm of een uitspraak over 'acceptabel risico'; werk aan de hand van de bestaande richtinggevende uitspraken.
- 46 Wees expliciet over de grote onzekerheden waarmee het berekenen van risico's is verbonden, en houd daar rekening mee bij het relateren van berekende risico's aan getalsnormen: het kan niet precies.
- 47 Kies voor hetzij het volledig uitintegreren van onzekerheden, hetzij het tonen van onzekerheidsbanden<sup>9</sup> rond een centrale schatting; toon geen hybride (=beide).
- 48 Werk naar richtwaarden, waarover door de NCG kan worden beslist en die geleidelijk kunnen worden aangepast naarmate het totale risiconiveau in Groningen door de versterkingen afneemt (adaptieve norm, in de vorm van een neerwaarts bewegend doel: steeds beter, maar niet op voorhand op een onmogelijk niveau).
- 49 Geef aan of verlaging van het totale risico het hoofddoel van het versterkingsprogramma is (doelmatig), of het aardbevingsbestendig maken van panden die aan de beurt zijn (rechtmatig). Dit dilemma van doelmatigheid versus rechtmatigheid (noodzakelijk als aan NEN-normen of 'toezeggingen' moet worden voldaan) vraagt een principieel standpunt: kies voor de meeste risicoreductie per geïnvesteerde euro/uur.

## 8.9 Over het vervolg

- 50 De NCG moet verantwoordelijkheid nemen voor een kennismontage die onafhankelijk is en op de laatste inzichten berust, opdat producten (communicatie: kaarten, website, rapportages) die uitgaan een NCG-signatuur kunnen dragen en als betrouwbaar worden beschouwd. Dat vraagt dat ze niet alleen als onafhankelijk worden gezien, maar ook dat ze 'kloppen'.

---

<sup>9</sup> Maar toon dan de onzekerheid met een gebruikelijke bandbreedte van 1 of 2 sigma; niet 4 of meer zoals in Figuur 6.1



## Referenties

- Anonymus (Stuurgroep NPR), 2015. Impact Assessment Nederlandse Praktijkrichtlijn. Aardbevingsbestendig bouwen.
- Arup, 2013. Groningen 2013; Preliminary Structural Upgrading Strategy for Groningen. Issue 5 | 30 July 2013. Job number 229746-00
- Arup, 2013a. Groningen 2013; Implementation Study. Issue Rev A | 29 November 2013. Job number 229746. External Ref EP201311204037, Amsterdam.
- Arup, 2013b. Groningen 2013; Seismic Risk Study - Earthquake Scenario-Based Risk Assessment. Issue | 29 November 2013. Job number 229746. External ref EP201311204035, Amsterdam.
- Arup, 2013c. Groningen 2013; Structural Upgrading Strategy. Issue | 29 November 2013. Job number 229746. External ref EP201311204034, Amsterdam.
- Arup, 2013d. Groningen 2013; Structural Upgrading Study. Issue | 29 November 2013. External Ref EP201311204036, Amsterdam.
- (TNO) Breunese, J.N. & K. van Thienen-Visser, maart 2014. Effecten van verschillende productiescenario's op de verdeling van de compactie in het Groningen veld in de periode 2014 tot en met 2016. TNO-rapport R10427, Utrecht.
- Dost, B., 2013. Eerste resultaten van de verwachte grondbeweging bij een aardbeving met een magnitude 5.0 en de grootte van het gebied waar een sterke grondbeweging zou kunnen optreden. Memo KNMI (1 pag).
- Dost, B., M. Caccavale, T. van Eck, D. Kraaijpoel, 2013. Report on the expected PGV and PGA values for induced earthquakes in the Groningen area. KNMI, december 2013.
- Klijn, F., B. Kolen, J. Knoop, D. Wagenaar, K. de Bruijn, L. Bouwer, 2013. Maatschappelijke ontworping door overstromingen voorkomen? Verkenning van groepsrisico als normatieve grondslag en beïnvloedingsmogelijkheden. Deltares-rapport 1208052, Delft.
- NAM (Nederlandse AardolieMaatschappij BV), 2013. Technical Addendum to the Winningsplan Groningen 2013. Subsidence, Induced Earthquakes and Seismic Hazard Analysis in the Groningen Field. Subsurface aspects of Subsidence and Induced Earthquakes.
- NAM (Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V.), 2013a. Het ontwikkelen van een plan van aanpak voor de preventieve versterking van gebouwen, om veiligheidsrisico's als gevolg van aardbevingen in het Groningen veld zoveel mogelijk te beperken. Assen, augustus 2013. 10 pp.
- NAM (Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V.), 2015. Hazard and Risk Assessment for Induced Seismicity Groningen, Study 1 Hazard Assessment; Additional scenario's integrated, 26 mei 2015, Assen.
- NAM (Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V.), 2015a. Hazard and Risk Assessment for Induced Seismicity Groningen, Study 2 Risk Assessment, 26 mei 2015, Assen.

NEN (Normcommissie 351001 Technische Grondslagen voor Bouwconstructies), 2015 (ontwerp!). Nederlandse praktijkrichtlijn/ ontwerp NPR 9998. Beoordeling van de constructieve veiligheid van een gebouw bij nieuwbouw, verbouw en afkeuren - Grondslagen voor aardbevingsbelastingen: Geïnduceerde aardbevingen.

Staatstoezicht op de Mijnen (SodM), 2015. Seismisch risico Groningenveld. Beoordeling rapportages & advies. SodM, juni 2015, Leidschendam.

TAW (J.K. Vrijling onder begeleiding van werkgroep 10 'Probabilistische methode'), 1985. Enkele gedachten aangaande een aanvaardbaar risiconiveau in Nederland.

TNO-AGE (auteurs afgeplakt), 2013. Toetsing van de bodemdalingsprognoses en seismische hazard ten gevolge van gaswinning van het Groningen veld. (TNO- rapport nummer 2013 R11953. (aanbiedingsbrief I.C. Kroon van januari 2014).

TNO (Steenbergen, R.D.J.M., A.C.W.M. Vrouwenvelder & N.P.M. Scholten), 2015. Veiligheidsbeschouwing aardbevingen Groningen t.b.v. NPR 9998. TNO rapport 2013 R12071 (in opdracht van NEN).

(TNO) Van Thienen-Visser, K. & J.N. Breunese, maart 2014. Technisch rapport behorende bij "Effecten verschillende productiescenario's op de verdeling van compactie in het Groningen veld in de periode 2014 tot en met 2016" TNO-rapport R10426, Utrecht.

(TNO) Van Thienen-Visser, K., M. Nepveu, B. van Kempen, M. Kortekaas, J. Hettelaar, L. Peters, S. van Gessel & J. Breunese, december 2014. Recent developments of the Groningen field in 2014 and, specifically, the southwest periphery of the field. TNO report R11703, Utrecht.

Vrouwenvelder, A.C.W.M. & J.K. Vrijling, 1995. Normstelling acceptabel risiconiveau. TNO-rapport 95-CON-R0851, Delft.

## Geïnterviewden, c.q. deelnemers workshop

### Van instituten en instituties

5.1.2e, KNMI, De Bilt (5.1.2e doorkiesnr., alg. 5.1.2e)

5.1.2e, TNO-AGE (Utrecht) (5.1.2e)

5.1.2e, TNO-AGE

5.1.2e TNO-Bouw & TU Delft

5.1.2e TNO-Bouw & TU Delft

5.1.2e, Arup & TU Delft

5.1.2e, Deltares, Delft

5.1.2e (5.1.2e), 5.1.2e @ncpoc.kz, NAM

5.1.2e, NAM/Shell

5.1.2e @shell.com, NAM

5.1.2e, Appingedam, namens 11 gemeenten Groningen

5.1.2e, Arcadis, Rotterdam/ Centrum Veilig Wonen, Appingedam

5.1.2e, 9 woningbouwcorporaties

5.1.2e (5.1.2e), Staatstoezicht op de Mijnen

5.1.2e, Staatstoezicht op de Mijnen

### Van de Overheidsdienst Groningen:

Peter Kuenzli, Gideon Consult (kwartiermaker)

5.1.2e, Ministerie EZ (bureau)

Jan Bont, Triode(verkenner planning)

Gert-Jan Swaving, provincie Groningen (bureau)

5.1.2e, provincie Groningen (verkenner data en GIS-portaal)

5.1.2e, Gemeente Groningen

5.1.2e, provincie Groningen

### Overigen:

5.1.2e Triode

5.1.2e Deltares.

## Bijlagen: gespreksverslagen (niet volledig)

In deze bijlage vind u zeer beknopte verslagen van gesprekken met:

- [redacted] 5.1.2e, Deltares
- [redacted] 5.1.2e, NAM
- [redacted] 5.1.2e, KNMI
- [redacted] 5.1.2e, TNO
- [redacted] 5.1.2e, Gemeente Appingedam
- [redacted] 5.1.2e, woningcorporaties

Deze verslagen zijn opgenomen op verzoek van de opdrachtgever.

NB: Er zijn (veel) meer gesprekken gevoerd dan de 6 waarvan hieronder de verslagen zijn weergegeven. In enkele gevallen gaf de geïnterviewde aan openbaarmaking niet op prijs te stellen, in de meeste gevallen betrof het gesprekken ter verificatie, en in veel gevallen ontbrak de tijd om een volledig verslag te maken. Die niet opgenomen gesprekken hebben wel invloed gehad op de inhoud van de rapportage.

**Besprekingsverslag** 5.1.2e, **Deltares (2<sup>e</sup> versie, na correcties door geïnterviewde)**

Van 5.1.2e (mijn interpretatie van het gesprek, zijn dus geen citaten van 5.1.2e)

Datum gesprek 22 mei 2015

**Over de precieze opdracht**

- Gaat om slachtofferrisico. Maar hebben we het dan over aantallen of het individuele risico? Waar gaat het echt om? FK: het plaatsgebonden individuele risico is bij overstromingen gebruikt, en daar het meest bruikbaar gebleken om ingrijpen in RO en/of bouwwijze op te baseren. Aantallen zijn alleen relevant als je iets aan de oorzaak kunt doen (dus winningsplan-gerelateerd?), individueel risico vraagt differentiatie naar menselijk gedrag en verblijfplaats. **Discussiepunt.**
- Een interessante en relevante maat voor urgentie van gebouwaanpak zou de discrepantie kunnen zijn tussen wat is en wat zou moeten zijn: het veiligheidstekort (tussen  $x$  en  $10^{-5}$ /jaar). Maar is dat per gebouw of persoon?
- Welke maat je ook wilt gebruiken, het zal waarschijnlijk steeds met hetzelfde rekeninstrumentarium en dezelfde gegevens moeten gebeuren. De crux zit in de kans en beefkracht aan het oppervlak (het gevaar/hazard) en de kwetsbaarheid van de panden met de aanwezige mensen (*vulnerability* en mortaliteitsfuncties).
- Beide worden uitgerekend door (slechts een paar) kundige partijen, maar zijn gebaseerd op veel aannames en dus per definitie onzeker. Wat de onderliggende aannames zijn, of en in hoeverre die conservatief (overmatig voorzichtig) zijn en welke verschillende opvattingen daaraan ten grondslag liggen is wel iets om eens boven tafel te krijgen als 'joint fact finding' het doel van de exercitie is; nu blijft dat immers in het verborgene. Het is niet ondenkbaar dat er conservatisme op conservatisme wordt gestapeld. In het verleden werd het aardbevingsgevaar mogelijk onderschat of soms zelfs gebagatelliseerd, nu lijkt juist iedereen bang het te onderschatten met als gevolg een gevaar op majoreren.

**Over de modellen(trein)**

- Voor schade en slachtofferrisico's heeft NAM de hele modellentrein in principe beschikbaar, en daaraan wordt nog voortdurend verder ontwikkeld, onder andere door Deltares, TU Delft, KNMI en TNO. Alle relevante partijen dragen bij door deelmodellen te verbeteren of daar materiaal voor aan te leveren. Vrijwel alle onderzoeken tot nu toe zijn dan ook in opdracht van de NAM geweest, of dragen bij aan hun *Seismic Hazard and Risk Model*. Ook als de resultaten door provincie of stad Groningen met de buitenwereld worden gedeeld.
- De NAM heeft voor ieder onderdeel van de modellentrein wel een persoon, maar wie precies (kwestie van bellen en navragen bij NAM).
- Voor 1 juni zouden alle modelresultaten tot nu toe openbaar moeten worden (is nu de planning)

**Schade en slachtoffers**

- Onderdeel dat Arup heeft gedaan (risico van schade aan huizen en risico voor personen) is ook geleverd aan NAM. De studie van nov. 2013 (ruim 400 pagina's) is gebaseerd op internationaal aardbevingswerk, dat zo goed mogelijk (maar wel pragmatisch) is aangepast aan de Nederlandse bouwwijze.
- Kern van het schade- en slachtoffermodel zijn 'fragility curves' (net als bij dijken i.r.t. overstromingskans) die de kans op schade als functie van bevingsterkte (PGA,

versnelling) aan het oppervlak beschrijven. Enigszins complicerend is dat er per gebouwtype curves zijn voor 5 schadecategorieën, van scheurtjes (DS1) tot instorten (DS5); en die overlappen. Dat betekent dat er bij een gegeven bevingsterkte 80% kans op scheurtjes, 30% kans op structurele schade en 2% kans op instorten kan bestaan. DS5 (instorten) is relevant voor slachtofferisico's (en misschien DS4 via schoorstenen?; **checken**)

- Als risico's als kans op overlijden worden uitgedrukt, mag je ze optellen. De andere categorieën natuurlijk niet, tenzij die ook in een unificerende maat worden uitgedrukt (zoals schaderisico in euro's per jaar).
- **5.1.2e** kent geen alternatief voor het NAM-model met de door Arup geleverde *fragility curves*, maar het principe is gelijk aan dat van modellen zoals gebruikt voor overstromingen. Dus HIS-SSM of FIAT (Flood Impact Assessment Tool) zouden het ook moeten kunnen. Waar het immers om gaat zijn de juiste *fragility curves* en de gebouwgegevens/ schematisaties. Die zijn grotendeels door Arup verzameld (zie hun rapporten) en worden nu aangevuld en nader gespecificeerd om ze 'geschikter' te maken voor de te beantwoorden vraag.

#### Onderdeel seismisch gevaar

- Het schade- en slachtoffermodel draait met als invoer beeftensiteiten die door derden wordt geleverd. Dat kan KNMI zijn, of NAM, of TNO. De uitkomsten van Arup (of de Impact Assessment NPR) hangen daar dus zeer sterk van af: "*what you put in, comes out*".
- De beeftensiteit waar het om gaat is de *Ground Motion Amplitude*. Voor schade is vooral de horizontale beweging relevant, maar de schok is in 1<sup>o</sup> instantie longitudinaal (een drukgolf) en die leidt tot afgeleide golven. FK vindt het opmerkelijk dat op alle kaarten de maximale versnelling (PGA) of maximale snelheid (PGV) wordt gebruikt. Dat is toch geen amplitude? Heel snel 2 cm verplaatsing lijkt niet erg (scheurtje), iets langzamer 2 dm wel (schoorsteen eraf). **5.1.2e** kan hierover geen uitsluitsel geven: **navragen**.
- De eenheid van PGA is hetzij in g<sup>10</sup> hetzij m/s<sup>2</sup>. Makkelijk om te rekenen (g = 9.81 m/s<sup>2</sup>). Waarom TNO (2013) cm/s<sup>2</sup> doet is een raadsel (geen internationale eenheid).
- Van het beeftgevaar bestaan verscheidene kaartbeelden, die nogal van elkaar verschillen. Voor een deel is dat te verklaren doordat de maximaal verwachte magnitude (cf. Richter) de laatste jaren enkele keren is veranderd (van 3,9 tot mogelijk meer dan 5 en nu als maximaal 5; zie memo **5.1.2e** aug 2013). Maar ook de onderliggende aannames/denkmodellen verschillen en de modellen (o.a. de *Ground Motion Prediction Equation*).
- Oorspronkelijk gingen KNMI en de NAM uit van een puur statistisch verband tussen kans van optreden en magnitude: de Gutenberg- Richter relatie. Uit die relatie kan t de kans op M4 of M5 worden afgeleid uit het aantal keren dat er bevingen met M2 tot M3 zijn geweest. Puur statistisch, maar niet aantoonbaar onjuist.
- Een alternatieve redenering gaat juist vooral uit van de fysica: zonder spanningsopbouw geen beving; dus moet er worden uitgegaan van een relatie tussen compactie en te verwachten magnitude. Dat strookt met de geschiedenis, want tussen circa 1960 (begin winning) en 1992 waren er 'geen' bevingen. De

<sup>10</sup> In SI units this acceleration is measured in metres per second squared (in symbols, m/s<sup>2</sup> or m·s<sup>-2</sup>)

drempelwaarde was nog niet bereikt. Na 1992 namen de bevingen toe en werden ze sterker.

- Als fysica wordt meegenomen zijn de volgende modellen relevant: ontstaan van de beving in de diepe ondergrond (hardrock: Shell en TNO) op grond van een geomechanisch compactiemodel, dan voortplanting (transmissie) naar het aardoppervlak (was TNO, nu grotendeels Deltares voor bovenste 300 m).
- Ook de NAM houdt rekening met de fysica, maar zij hebben een nogal 'dempend' ondergrondmodel. Dat reageert traag/laat op verschillen in winning. Het model van TNO reageert juist snel (zie hun rapport). Dat verschil is vooral relevant voor discussie over het winningsplan.
- NAM en TNO gaan beide uit van berekende compactie als goede maat om het beefgevaar uit af te leiden, maar hebben sterk verschillende modellen. En het lijkt of TNO een stapje verder gaat door de spanningsontlasting door bevingen die al zijn opgetreden af te trekken van de totaal opgebouwde spanning. FK vindt dat logisch klinken, evenals een aantal andere conclusies en aanbevelingen van TNO (2013, blz. 152) over het seismisch gevaar. Maar zie volgend punt:
- Hoeveel spanning via aardbevingen verdwijnt en hoeveel door geleidelijke vervorming is onbekend; men neemt vaak aan 1% (partitiefactor). Als het echter 2% is of nog meer, kunnen de aardbevingen veel sterker uitpakken. Wie het weet mag het zeggen (met NAM en TNO over praten).
- FK oppert dat veel kleine bevingen de kans op een grote juist verminderen, omdat er spanning verdwijnt. Na 10 keer een M3 zou de kans op een M4 veel kleiner moeten zijn. Volgende Gutenberg-Richterrelatie is dat niet juist, en er schijnt geen reden te zijn om daaraan te twijfelen; ook niet in het geval van mens-geïnduceerde aardbevingen (navragen bij KNMI).
- TNO stelt ook dat een groot deel van de opgebouwde spanning nog helemaal niet is weggevoerd. Dat kan dus nog *in petto* zijn. Daarmee is ook het 'ophoudmoment' onbekend; enige najling is zeker te verwachten.
- Wel is ook bekend dat er onder Groningen veel zoutlagen zitten die makkelijk vervormen en dus niet tot schokken leiden. Dat pakt mogelijk gunstig uit.
- **Vraag TNO-AGE hoeveel % van de spanning nu is weggevoerd via bevingen of plastische bodemdaling.**
- Belangrijk is zich te realiseren dat het moeilijk is 3 km onder de grond te kijken; dat impliceert per definitie een grote onzekerheid. En Shell/Nam hebben daar in het geval van Groningen het best zicht op, maar moeten over veel zaken ook aannames doen.

#### Over de verschillende kaartbeelden van de intensiteit aan het oppervlak

- De eivorm die we op veel kaarten terugzien heeft te maken met de vorm van het gasveld. Dat gasveld is opvallend accuraat gekarteerd (zie de vele plaatjes van NAM; maar of dat wel zo nauwkeurig kan??). De eivorm van het beefgevaar (*seismic hazard*) is het resultaat van een integratie van beefkansen op verschillende locaties.
- Assessment NPR heeft een kaart met max 0,42 (g nemen we aan, dus  $> 4 \text{ m/s}^2$ ) rond Loppersum voor op de kaft staan. Die komt van KNMI en is het resultaat van een Probabilistische Seismic Hazard Assessment.
- Deze wordt binnenkort vervangen. **5.1.2e** meent te weten dat de schatting van de maximale magnitude naar beneden wordt bijgesteld (**KNMI onderscheidt inmiddels**

**4 manieren om de  $M_{max}$  te bepalen???)** en dat ook de *Ground Motion Prediction Equation* is aangepast. Dan ontstaat er nog maar ong. 0,25 g rond Loppersum: iets minder dan  $2,5 \text{ m/s}^2$ ). Een substantieel verschil.

- Een belangrijke stap is ook het vertalen naar het beefgevaar aan het oppervlak na demping of opslinging in de ondergrond (transmissie), zoals TNO (2013) doet. De TNO-kaartjes zijn ruimtelijk veel gedifferentieerder dan de KNMI-contouren, maar daardoor ook moeilijker te interpreteren voor leken.
- Een extra lastig punt is nog de wijze van weergeven in relatie tot een norm. De veel genoemde  $10^{-5}$  (voor plaatsgebonden individueel risico) slaat op kans per jaar, maar in de aardbevingswereld worden kansen vaak weergegeven voor de komende 10 jaar of nog langer. Dat bevordert de communicatie niet.

#### Nog een nabrander over normen en getallen

- In Eurocode 8 is een norm afgegeven voor *Significant Damage* (SD), overeenkomend met een jaarlijkse overschrijdingskans van 0,002 ( $2 \cdot 10^{-3}$ ) en een herhalingsstijd 475 jaar afgerond 50; FK). Zo berekent NAM (2013) de PGA en PGV voor een 0,2% overschrijdingskans per jaar, en TNO (2013) voor die 0,2% overschrijdingskans per jaar de maximale PGV in de komende 10 jaar.
- Voor mortaliteit wordt soms uitgegaan van een (wereld)gemiddelde van 0,07 slachtoffers/huis (7% overlijdt) bij instorten (**checken** in TNO-rapport), maar zowel Arup als TNO differentiëren naar gebouwtype. Daarbij worden door TNO wel getallen tot 0,5 gebruikt. Het is de vraag of dat (factor 7 groter!) nog te verantwoorden is, of slechts een slag in de lucht. Het is echter ook de vraag of het er in de totale modellentrein toe doet zolang het seismisch gevaar niet beter kan worden geschat/onderbouwd.

#### En een over een recent degregatiemodel van de NAM

- NAM Maakt tegenwoordig 3-D beelden van het 'risicolandschap, waarmee valt vast te stellen welke gebeurtenissen (plek en magnitude) het meest bijdragen aan het risico op een bepaalde plaats. Daarmee valt vast te stellen dat sterke, maar niet extreem zeldzame aardbevingen (ca.  $M_{4,5}$ ?) het meest bijdragen aan het totaal risico (slachtoffer of schade?). Is interessant, en lijkt op hoe het ook bij overstromingen zit: forse overstroming vraagt extreem hoog water, maar mag niet zo zeldzaam zijn dat de kansbijdrage verwaarloosbaar wordt.



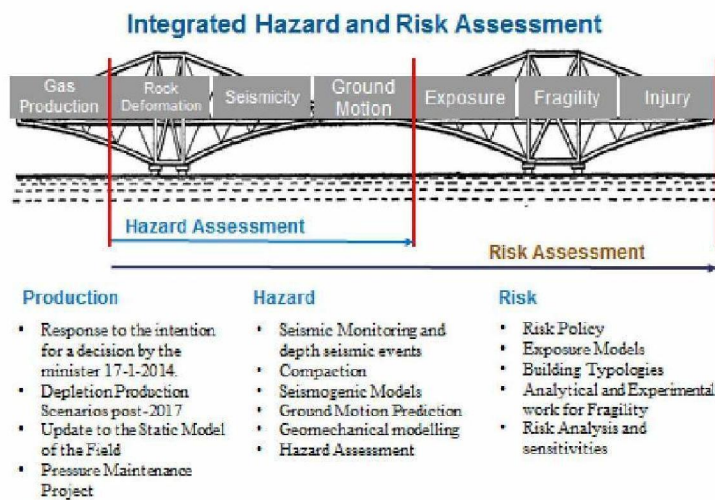
**Besprekingsverslag 5.1.2e NAM (2de versie)**

Van 5.1.2e (gecorrigeerd en fors aangevuld en uitgebreid door 5.1.2e d.d. 12/06/15)

Datum gesprek 29 mei 2015 (16.15-ca 18.30)

**Introductie/algemeen**

- 5.1.2e werkt 32.5 jaar bij Shell, is sinds augustus 2014 bij NAM op aardbevingen actief als Projectmanager 'Bouwkundig Versterken' and contracthouder CVW, werkt onder aardbevingen Projectdirecteur Martijn Verwoerd (die aan NAM General Manager Gerald Schotman rapporteert).
- NAM heeft sinds eind 2013 een zeer uitgebreid Hazard en Risk (H&R) onderzoeksprogramma lopen (gepland tot aan volgend winningsplan in 2016), grootte ong. 100 m€. Dat omvat vele deelstudies, wetenschappelijk onderzoek en uitgebreide ware-groottetesten van materiaaleigenschappen en gebouwsterkte (trilopstelling Pavia bijvoorbeeld). De elementen van het programma zijn hieronder geïllustreerd.



- Ieder onderdeel op zich is een numeriek voorspellingsmodel inclusief onzekerheden. De onderdelen zijn gekoppeld in 1 totaalmodel dat resulteert in een probabilistische (d.m.v. Monte Carlosimulatie) voorspelling van *life safety risk* voor het aardbevingsgebied. Voortgang van het programme wordt elk half jaar (april, oktober) gerapporteerd aan een klankbordgroep opgezet door EZ (waarin o.a. SodM, KNMI en TNO zitting hebben). NAM-coördinator van dat programma is 5.1.2e (Groningen Subsurface Lead). Er werken veel nationale en internationale instituten en wetenschappers mee aan het programma, te veel om hier op te noemen 5.1.2e heeft de details).
- De H&R-programmareresultaten zijn essentiële input voor het winningsplan (ondersteuning productieplanning), en geeft ook de basis voor risicogestuurde prioriteitsstelling voor het bouwkundig versterkingsprogramma (dreigingskaart en kwetsbaarheid van gebouwen). Afgelopen 1 mei is de voortgang formeel gerapporteerd aan Ministerie EZ; SodM en TNO-KNMI vormen gelijktijdig een eigen oordeel. Materiaal komt beschikbaar/wordt openbaar via EZ, naar verwachting in juli.
- Opnemen en afhandelen van nieuwe schade is sinds 05 januari volledig uitbesteed aan CVW. NAM gebruikt 2015 om nog openstaande schademeldingen van voor die

datum af te handelen en/of over te dragen naar CVW. Suggestie van FK dat dat onderdeel in verhouding inhoudelijk relatief simpel (want achteraf en tastbaar) is vergeleken met instortrisico's (vooraf en hoogst onzeker) wordt gedeeld (technisch)<sup>11</sup>.

- Er is nu uitgebreid overleg tussen NCG, EZ en NAM om overeenstemming te bereiken m.b.t. aansprakelijkheden, verantwoordelijkheden en rollen. Daarin moet ook nog duidelijk gemaakt worden hoe en door wie het CVW en het versterkingsprogramma aangestuurd gaan worden.
- Hoe de opdracht van de verkenner (FK) namens de Coordinator Aardbevingsbestendig Groningen (NCG) zich verhoudt tot de Commissie Meijdam? FK geeft aan dat die commissie normatieve beleidsuitspraken moet gaan doen (bijv. over acceptabel risico nieuwbouw versus bestaande bouw), terwijl hij als verkenner moet kijken naar de beschikbaarheid en beschikbaarstelling van kennis t.b.v. *joint fact finding*/ participatieve planvorming, specifiek over slachtofferrisico's.

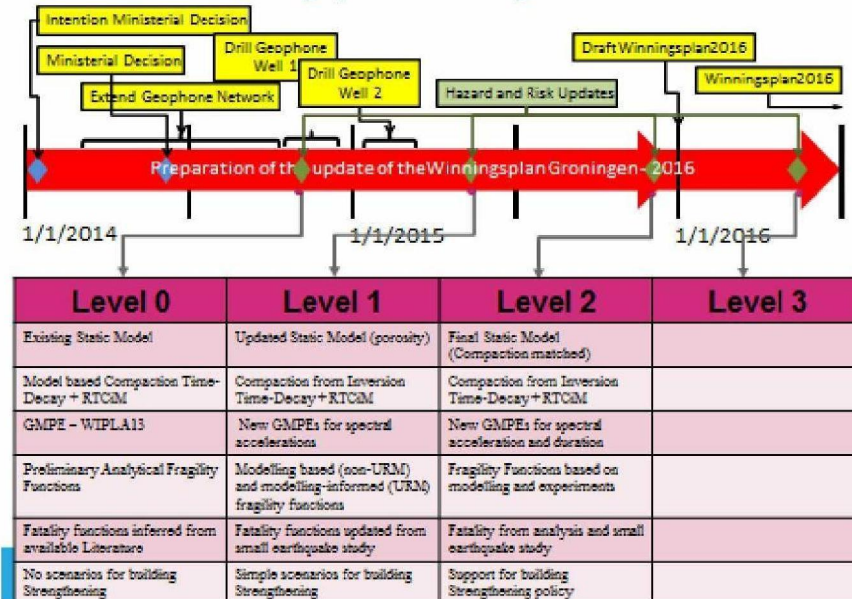
#### Over het Hazard & Risk Model (de brug)

- NAM's Integrated Hazard and Risk Assessment is gebaseerd op een model dat uit 6 modules bestaat zoals hierboven al geïllustreerd: 1) Gronddeformatiemodel (reservoirbeschrijving); 2) Seismicity model; 3) Ground Motion Prediction Equation (GMPE); 4) Exposure model (gebouwen database); 5) Gevoeligheidsmodel gebouwen (*fragility* m.b.t. constructieve schade (scheurvorming tot en met instorten) voor 60+ gebouwtypen; 6) Letselmodel (aanwezigheidsfracties/mortaliteitsfracties).
- Er zijn vier versies van het model gepland (voorschrijdend inzicht) waarbij in elke stap de onzekerheden die het eindresultaat het meest beïnvloeden met voorrang worden aangepakt (zie voor een indicatief overzicht hieronder; V1 is april 2015 uitgebracht en de basis voor de 1 mei 2015 rapportage).
- De analyse met het geïntegreerde H&R-model met de 6 beschreven modulen is probabilistisch waarbij rekening wordt gehouden met modelonzekerheden en parameteronzekerheden door een Monte Carlo analyse te doen.
- De uitvoer (risico's) is per 3\*3 km<sup>2</sup> gridcel. Daarmee geeft het model wel de versterkingsprioriteit aan m.b.t. locatie en type gebouw, maar is deze nog geen directe basis voor sterkte/versterking van individuele panden, en dat is ook niet de bedoeling. Er kan dus wel worden voorspeld hoeveel slachtoffers in totaal en/of per gridcel te verwachten zijn, en dit kan ook per gebouwtype aangegeven worden binnen de cel. Maar de (exposure) database van de gebouwen heeft ook onzekerheden en maakt het niet mogelijk een definitieve uitspraak per pand te doen (wat onmogelijk blijft zonder inspecties van individuele panden).

---

<sup>11</sup> Maar aardbevingsschade onderscheiden van achterstallig onderhoud voor panden in soms zeer slechte staat is technisch wel complex; ook zijn sommige schadegevallen economisch/psychologisch complex en er zijn enkele schrijnende gevallen, dus classificering simpel is relatief.

## Governance Winningsplan Groningen 2016



- Gebaseerd op deze wijze van prioriteren is een versterkingsprogramma gestart, gestuurd door de *hazard map* (van binnen naar buiten) en de relatieve kwetsbaarheid (rijtjeshuizen en schoolgebouwen eerst). Als onderdeel van het versterkingsprogramma worden straatinspecties (Rapid Visual Screening – RVS) en binneninspecties (Extended Visual Screening – EVS) uitgevoerd sinds 2013 voor individuele gebouwen om als basis te dienen voor versterking (zie verderop).
- Een nog niet volledig uitgewerkt aspect van de GMPE betreft het effect op het aardbevingssignaal door de 'ondiepe ondergrond' (ongeconsolideerde sedimenten, waaronder veen) die opslingering of demping kunnen veroorzaken. Onder het H&R - programma werkt Deltares met de aangekochte sonderingsdatabase (> 40.000 sonderingen) om de ondiepe ondergrond in het gebied nauwkeuring in kaart te brengen en om tot betere lokale *hazard*voorspelling te komen. Dit kan flinke verschillen opleveren aan de oppervlakte.
- Het H&R model voorspelt grondoppervlaktrillingen (gekaraktiseerd door de *peak ground acceleration* PGA) door modelleren vanuit oorzaak (en *history matching*, maar voor details verwijst ik naar 5.1.2e). Voorspellingen van KNMI zijn gebaseerd op historische dataanalyses van oppervlaktemetingen. Er is intensief onderling overleg tussen beide partijen en de verwachting is dat er weinig verschillen zullen zijn in uitkomst.
- Verschillen tussen NAM en KNMI voorspellingen over de *hazard* aan het oppervlak mogen niet worden overdreven: de onzekerheden zijn groot en de voorspellingen overlappen sterk. FK's indruk dat er sprake lijkt van enige convergentie t.a.v. PGA-kaart wordt gedeeld en de verwachting is dat het KNMI binnenkort een nieuwe PGA kaart uit zal geven (mede gebaseerd op de V1 resultaten en steeds meer beschikbare meetgevens vanuit verscheidene sensornetwerken).
- 5.1.2e ziet uit naar dit binnenkort beschikbaar komen van PGA kaart, omdat deze ook de basis vormt van de concept NPR 9998 (Nationale Praktijk Richtlijn voor aardbevingsbestendig bouwen), en omdat de schade- en slachtofferisico's zeer

gevoelig zijn voor de PGA. En niet alleen voor de amplitude, maar meer nog voor de duur/frequentie-inhoud. De geïnduceerde aardbevingen in Groningen zijn zeer kort van duur in vergelijking tot tektonische aardbevingen, met een hoge omgekeerde correlatie tussen amplitude en tijdsduur (hoge PGA, korte duur correlatie).

- Overigens is het standaard-aardbevingskunde om de *seismic hazard* uit te drukken in PGA, met overschrijdingskans eens per 475 jaar (0,2% per jaar). Voor de berekening van het gedrag van gebouwen wordt de PGA ontleed in een reeks signalen in x, y en z-richting. Normering (bv concept NPR 9998) schrijft voor dat een berekening uitgevoerd moet worden voor een aantal (7) typische signalen, maar dat heeft alleen zin als je een gebouw technisch goed kent en kunt schematiseren/modelleren en dan bij voorkeur niet lineair doorrekend in het tijdsdomein (NLTH – non-lineair time-history – analysis) zodat het faalgedrag kan worden onderzocht (zie verderop!).

### Schade en slachtoffers

- Communicatie rond het wel/niet voldoen van gebouwen aan bepaalde (normstellers) eisen en of een gebouw wel of niet voldoende veilig is en voor hoe lang, is zeer lastig. Daarbij is onafhankelijk van de technische discussie het gevoel van (on)veiligheid van doorslaggevend belang voor bewoner/gebruiker. Onder andere rond schoolgebouwen is dit een belangrijk punt m.b.t. communicatie, ook m.b.t. tot prioriteitstelling in het gebied (zij wel, mijn kind niet ...?).
- NAM gebruikt een aantal *contractors* op het gebied van gebouwsterkteberekeningen ('NLTH capaciteit'). Arup is al langere tijd een van deze *contractors*/adviseurs op grond van hun wereldwijde expertise en ervaring in aardbevingsgebieden.
- Arup beheert binnen het H&R programma de *exposure module* (gebouwendatabase) en is één van de partijen die aanleveren aan de *fragility module* (gebruik makend van relatief eenvoudig opgezette eindig elementen modellen en analytische modellering/berekeningen als invoer).
- Daarnaast zijn Arup, Arcadis en Zonneveld binnen het versterkingsprogramma betrokken bij zeer gedetailleerde NLTH analyses van gebouwen (rijtjeshuizen en scholen voornamelijk, maar ook pilots voor twee-onder-een-kap, vrijstaand, appartementsgebouw, monumentale kerk, zorggebouwen, etc) om gebouwspecifieke versterkingsmaatregelen te bepalen (in overeenstemming met concept NPR 9998 en NPR Stuurgroep Advies). Voor het maken van keuzes voor versterken wordt gekeken naar bestaande technieken elders (inclusief base isolation) en gezocht naar innovaties specifiek voor baksteen-/spouwmuurgebouwen (recente innovatieprijsvraag met testtoepassingen is afgerond).
- Behalve de door Arup beheerde gebouwendatabase, zijn er andere databases en toepassingen voorhanden bij het NAM-GIS-databaseteam. Deze staan (nog) los van de (CRM-) database waarin *per adres* alle schade-inspectie/-afhandeling-, RVS-, EVS- en versterkingsuitvoeringsinformatie bijeen gebracht wordt. Deze CRM-applicatie wordt door zowel NAM als CVW gebruikt. Het beheer van deze CRM-applicatie wordt eind augustus van NAM naar CVW overgedragen.
- (NB: uit een kaart die is nagestuurd valt op te maken dat er sprake is van een pandenbestand (gebouwtypen) en een adressenbestand. De CRM-applicatie gaat over adressen; *fragility curves* hebben meestal betrekking op panden zoals in BAG-bestanden opgenomen (beschikbaar bij alle gemeenten en provincie)).

- De fragility curves van de > 60+ gebouwtypen hebben veelal enige bandbreedte om verschillen binnen een gebouwtype te kunnen weergeven (bijv. leeftijd- en onderhoudsafhankelijke baksteen- en metselwerksterkte) en om onzekerheden in gebouwafwerking/onderhoud/verbouw (bijv. muur-vloerkoppeling) te kunnen omspannen. Ook zijn er intrinsieke onzekerheden m.b.t. modellering van verschillende faalmechanismen (bijv. uit het vlak falen van metselwerk/spouwmuren).
- Tussen het *fragility*werk en het gebouwspecifieke berekeningswerk in het versterkingsprogramma vindt regelmatig uitwisseling plaats om resultaten te gebruiken en af te stemmen. Voor betere afstemming van berekeningstechnieken worden ware-grootte triltesten opgezet in Pavia (ware-groottetesten op gebouwdelen en een volledig opgebouwd baksteen-/spouwmuurhuis – gebouwd met metselaars uit Groningen) en in het veld (d.m.v. aankoop leegstaande woningen).
- Uit het *fragility*werk en het gedetailleerde berekeningswerk blijkt dat rijtjeshuizen (“doorzonwoningen”) en typische schoolgebouwen het meest kwetsbaar zijn, meer dan bijv. betonnen flatgebouwen. Deze blijken steviger dan vooraf gedacht, zelfs waar geen stalen versterking is toegepast in normaal alleen op druk belaste delen. Een appartementgebouw in Delfzijl wordt momenteel door Arup-San Francisco gedetailleerd doorgerekend (NLTH) als *pilot*, rekening houdend met feitelijke betonsterkte etc.
- Inmiddels zijn 3 typen rijtjeshuizen gedetailleerd doorgerekend, door 3 partijen (Arup, Arcadis en Zonneveld). De uitkomsten van de berekeningen zijn ook aan TNO bekend. In het algemeen zijn baksteen(spouw)muren gevoelig voor uit-het-vlakbelasting en zijn muren met veel raamoppervlak zwak in het vlak (doorzonwoningen en schoolgebouwen). Rijtjeswoningen/doorzonwoningen (gebouwd vanaf 1945) komen veel voor en baksteenbouw is de voornaamste techniek in Groningen.
- Het faalgedrag van gebouwen is niet-lineair, maar de interactie tussen belastinghervreiding en verschillende faalmodi (*failure modes*) is niet eenvoudig voorspelbaar (wat wel het geval is voor gebouwen die specifiek zijn ontworpen voor aardbevingen); het vereist veel expertise om een dergelijke analyse goed uit te voeren.
- De concept- NPR 9998 (en advies van de NPR-Stuurgroep) en de daarin voorgeschreven aardbevingssignalen leiden tot het volgende globale beeld ten aanzien van de versterkingsopgave:
  - Tot 0,15g geen overbelasting;
  - 0,15-0,25g lichte overbelasting, simpele versterkingen voldoen (bijv. simpele dakversterking en vloer-muurverbindingen);
  - 0,25-0,30g toenemende overbelasting; behalve bovenstaande simpele versterkingen moet gedacht worden aan ook versterkte raam-/deurkozijnen of kan *base isolation* uitkomst bieden;
  - boven 0,30g, zware overbelasting, versterkingsaanpak uitbreiden naar bijv. installatie van of versterking van bestaande tussenwanden en/of vervanging van buitenmuren door versterkte versie (beton, staal).
- Op dit moment is instortingsgevaar de basis van H&R-modellering en -berekeningen, maar vallende gebouwdelen (HRBE = High Risk Building Elements) zoals schoorstenen, torenpieken, klokketorens etc. nog niet. Dit laatste model is wel volop

in ontwikkeling en het plan is om dit in Versie2 van het H&R-model mee te nemen. Vooralsnog worden de HRBE pragmatisch aangepakt (zie verderop).

#### Over de prioritering ‘versterking’

- Het doel van het versterkingsprogramma is om het *life safety* risico (slachtofferrisico) zo snel en effectief mogelijk te verlagen (ofwel: kosten-effectiviteit staat voorop, in plaats van voldoen aan norm). In het ideale geval levert het H&R-programma een risicogeprioritiseerde adressenlijst (risicoscore per gebouw), maar dat is niet reëel en ook niet pragmatisch in termen van uitvoering (zie hieronder).
- De resultaten van het H&R programma kunnen wel simpelweg uitgedrukt worden in 1) een hazardmap (PGA kaart, dus in feite de 475 jaar KNMI kaart), in 2) onderlinge kwetsbaarheidsscore van gebouwtypen en 3) gebruikintensiteit/functionaliiteit van gebouwen (scholen, verzorgingstehuizen, woonhuizen, flatgebouwen etc., mede bepaald op grond van de consequentie classificatie van gebouwen in de NEN voorschriften). Op grond hiervan is een pragmatische (“we kunnen niet wachten tot we het beter hebben uitgezocht”) keuze gemaakt voor aanpak van het versterkingsprogramma in 2015: vanuit Loppersum naar buiten en rijtjeshuizen en schoolgebouwen eerst (en verscheidene pilots om grootschalige aanpak van andere gebouwtypen/sectoren voor te bereiden). Voor het opzetten van het 2016 versterkingsprogramma wordt dit nu verder uitgewerkt.
- Deze keuzen kunnen geografisch weergegeven worden door de drie “onderdelen” op een kaart weer te geven (“overlay”), maar dat doet geen recht aan de noodzaak om prioriteit ook nauwkeuring af te stemmen op eigenaar/buurt en gemeentelijk niveau (maar dat vergt een separate uitgebreide discussie, aangezien dat nu net het voornaamste aandachtsgebied is voor de NCG).
- NEN beschrijft een gebouwenconsequentieclassificatie: CC1A – bijv. schuur, CC1B – bijv. woonhuis, CC2 – bijv. flatgebouw, en CC3 – bijv. school, ziekenhuis of brandweerkazeme (zijn niet exact hetzelfde als die volgens Eurocode 8 met categorie IV, III, II en I). Voor CC3 gebouwen die functioneel moet blijven tijdens rampen maar normaal niet zwaar bemand zijn (bv. brandweerkazernes) kun je je afvragen of die nu zo belangrijk zijn in termen van instortrisico (rijdend materieel kan ook buiten staan). Voor scholen en ziekenhuizen is de hogere classificatie evident.
- Inspectieprotocollen zijn afgeleid uit bestaande protocollen in andere aardbevingsgebieden (USA – Applied Technology Council ATC, bv ATC-20: Rapid Evaluation Safety Assessment Form), en zijn aangepast voor gebruik in Groningen in het aardbevingsgebied. Pragmatisch dus, maar conform internationale gewoonten. Er is ook veel direct advies ingewonnen elders (bijv. in Nieuw Zeeland en Roemenie) waar de nodige technische en praktische ervaring beschikbaar is.
- Bouwkundige (versterkings) inspecties: a) Rapid Visual Screening (RVS buiteninspectie), eventueel gevolgd door een b) Extended Visual Screening (EVS binneninspectie).
- NAM/CVW hebben als concrete targets voor dit jaar: 11000 RVS; 1910 EVS; en 3006 gebouwen veiliger maken: 1790 x veiligstellen van gebouwen (bijv. stutten) en/of veiligstellen van losse gebouwelementen (bijv. schoorstenen), en 1216 gebouwen versterken, zie 2015 plan hieronder (de wat curieuze “6” in 3006 volgt uit een late erkenning van 6 verwachte schoolversterkingen).

## 2015 Business Plan – Veiliger Maken (CVW 2015 BP op website)

Activiteit	Totaal
RVS	11.000
EVS	1.910
Activiteit	Totaal
Maatregelen rijtjeshuizen	899
HRBE	840
Urgent Actions EVS	150
Oplossen veiligheidsissues voortkomend uit schademeldingen	800
Maatregelen huizen en scholen	242
Oplossen complexe gevallen	75
<b>Totaal</b>	<b>3.006</b>



31 March 2015

### Er loopt dus al veel, waaronder ...

- Scholen:** recentelijk is een tijdelijke (zeer goed uitgevoerde) school voltooid in Loppersum en zijn de kinderen uit twee bestaande scholen in Loppersum hier naartoe verhuisd. Deze twee scholen worden of versterkt of er wordt gezamenlijke nieuwbouw ingezet (beslissing door gemeente/ schoolbesturen voor zomervakantie). Ogv eerste ervaringen in Loppersum is er voor scholen een zeer duidelijke en strakke coordinatie opgezet mbv NAM door 9 kerngemeenten en relevante schoolbesturen via een door hun aangestuurde procesregisseur (5.1.2e), heeft ook contact gehad met Hans vd Vlist). Dit is vervat in een plan van aanpak dat het versterkingspoor (EVS en engineering door NAM uitbesteed aan VIIA, een combinatie van RHDHV en VWS; versterken wordt daarna uitbesteed aan CVW) en het onderwijsspoor (incl krimp). Dit wordt per gemeente uitgewerkt in zogenaamde “transitietafels”. De resultaten hiervan komen de komende maanden op tafel (eerst Loppersum, Bedum en Delfzijl). Een algemeen financieel raamwerk voor het afweging van mogelijke beslissingen ligt hier ook op tafel.
- Rijteswoningen:** met 8 woningcorporaties is een principe afspraak in de maak met NAM om in 2015 eerst 150 (pilotfase 1A), daarna 1500 (pilotfase 1B) rijteswoningen aan te pakken, met CVW als projectbureau. Het gaat hier over versterken en verduurzamen. Ook hier is combineren van korte termijn versterken met lange termijn planning van eigenaren essentieel (duurzaamheidsstraject; wegsaneren alleen na gedetailleerd overleg). NAM voorfinancieert pilotfase 1A. Hans van der Vlist is voorzitter van een ondersteunend financial framing overleg om financiële ondersteuning voor elkaar te krijgen voor de volgende 1500.
- Zorgsector:** dit is de volgende sector die vanuit een risicoperspectief aangepakt wordt. Een inventarisatie van relevante gebouwen en eigenaren is afgerond en besprekingen met eigenaren en gemeenten zijn gepland om in principe hetzelfde pad te volgen als voor scholen. Voorafgaand hieraan worden enkele pilot zorggebouwen doorgerekend (loopt).

- **Monumenten:** (er zijn 1000+ rijksmonumenten in het gebied) volgen een apart traject, maar zowel mbt schadeherstel als bouwkundig versterken is hier ervaring mee opgedaan (monumentale kerk pilot, versterkingsproject monumentale molen).
- **Complexe Gevallen bouwkundig versterken:** voor sommige complexe schadegevallen is zinvol door te zetten naar bouwkundig versterken (of sloop/nieuwbouw), een eerste pand (in Appingedam) is recentelijk versterkt opgeleverd en drie anderen volgen binnenkort. Zij zijn representatief voor niet te veel of ingewikkeld rekenen en snel aanpakken (al heeft het lang geduurd dit echt van de grond te krijgen) met een nogal uitgebreide conservatieve aanpak (toepassingen zijn bv: stalen binnen of buiten framen, houtskeletbouw binnenwanden, glasvezelversterkte wanden, versterkte tussenvloeren, opnieuw gestorte/versterkte grondvloer).
- **Jarino woningen bouwgebrek hoofddraagconstructie verhelpen;** voor 231 Jarino rijtjeswoningen (buiten Loppersum) is in 2014 geconstateerd dat een lateioplegging (raam voorgevel) ontbrak. In alle gevallen is nu een nieuwe stalen oplegging aan de buitenzijde geïnstalleerd. Later moet nog bekeken worden of verder versterken nodig is.
- **Jarino woningen in Loppersum:** deze 43 rijtjeswoningen in een aaneengesloten wijk zijn intensief geïnspecteerd als start voor een versterkingstraject. De slechte bouwstaat van de huizen geeft geen acute risico's, maar maakt versterken ingewikkeld en duur en bewoners is sloop/nieuwbouw aangeraden, wat nu als een project opgepakt is door CVW.
- **Risicovolle gebouwelementen (HRBE – High Risk Building Elements)** zoals torens, schoorstenen, klokketorens etc worden vervangen als er twijfel over hun stabiliteit is na inspectie (reactietijd afhankelijk van ingeschat risico). Kan soms relatief goedkoop en vrijwel onzichtbaar (steenstrips), maar wordt soms ook een heel project (monumentale industriële schoorstenen). De HRBE aanpak en onderliggende risicoberekeningen worden op dit moment verder uitgewerkt met een expert (5.1.2e) (5.1.2e) (contracted via Arup) die veel ervaring en pragmatisme uit zijn ervaringen in o.a. Nieuw-Zeeland inbrengt. Adagium vanuit NZ: niet teveel rekenen, maar gefaseerd en pragmatisch aanpakken ogv ervaring en snel uit te voeren versterkingen/vervangingen.
- Een dilemma is: **tot welk niveau moet je versterken?** Enerzijds is daar het bouwbesluit, dat  $10^{-5}$  adviseert. Maar vraag is of een simpele technische risicoafweging voldoet in wat ook een maatschappelijke draagvlak (en kosten) discussie is, met vele technische onzekerheden in het onderliggend materiaal (e.g. uitgedrukt in PGA kaart), met alles waarschijnlijk aan de (zeer?) conservatieve kant. Als het gevaar straks (veel) minder groot blijkt te zijn, wat dan ...?
- NAM is ook best kritisch ten aanzien van de kwaliteit van de concept NPR 9998: er is veel commentaar geleverd mbt rekentechnieken, liquefaction en soil response (effect van ondiepe ondergrond, effect van structure-soil interaction/radiation damping), etc.. Er zou in september een nieuwe NPR moeten liggen, maar er is nog zeer veel werk te doen voor de NEN commissie (waar NAM actief in deelneemt), ook om voorschrijdend inzicht vanuit het NAM H&R programma mee te nemen (met V3 werk rapportage in October, dus misschien slimmer om NPR uitgave uit te stellen tot later in 2015).



- Het rekening houden met demping in de ondiepe ondergrond zou weleens tot een veel kleiner beefgevaar (PGA) kunnen leiden; dat zit nog niet in de NAM april rapportage of KNMI PGA kaarten (en dus ook niet in de NPR) verdisconteerd.

#### Overig

- Eventueel verder praten met:
  - **5.1.2e** (NAM; projectleider voor H&R programma, ook subsurface lead voor Groningen gasveld, kent veel van de geschiedenis en kent uiteraard het H&R programma van binnen en buiten),
  - **5.1.2e** (NAM; verantwoordelijk voor de NAM “Structural Upgrading Prioritization Guidelines” in voorbereiding, dit is een “vertaling” vanuit het H&R programme naar het versterkingsprogramma toe, **5.1.2e** werkt ook direct samen met **5.1.2e** mbt HRBE risk modelling)
  - **5.1.2e** (NAM, structural upgrading engineering manager (rapporteert aan mij) – verantwoordelijk voor uitzetten/aansturen gebouwsterkteberekeningen en adviezen – contact daarin voor Arup, Arcadis, Zonneveld, CVW)
  - **5.1.2e** of **5.1.2e** (TNO).
- **5.1.2e** vraagt na of aprilrapport mag worden ingezien (niet essentieel) – binnenkort via EZ

**Besprekingsverslag 5.1.2e (KNMI, De Bilt) (1<sup>e</sup> ongecorrigeerde versie)**

Van: 5.1.2e (mijn interpretatie van het gesprek, zijn dus geen citaten die worden toegeschreven aan KNMI)

Datum gesprek: 5 juni 2015 (15.00-16.00)

**Introductie/algemeen**

- De vraag die nu gesteld wordt (prioriteren op basis van risico's) is al circa 2 jaar precies de vraag waar men antwoord op probeert te krijgen; 'men' is zowel de NAM, als het ministerie/ SodM en hun onafhankelijke adviseurs.
- Daarom wordt nu de hele modellentrein opgetuigd door de NAM, inclusief de karakteristieken van woningen (deels verzameld via Arup).
- KNMI zelf doet maar een klein stukje, namelijk het seismische gevaar.
- Maar KNMI is wel steeds betrokken bij het geheel van NAM, bij TNO-werk en tevens bij NPR (en dus NEN-commissie). Eigenlijk in alle relevante gremia, gezien de unieke expertise (en data).
- De kaart voorop het concept NPR-rapport is van KNMI. Op de bijstelling waar nu aan gewerkt wordt zal een nieuwe contourenkaart komen (want de inzichten veranderen steeds, zie hierna).

**Over KNMI en het meetnet**

- KNMI heeft een onafhankelijke status. Voor commerciële opdrachten geldt nee, tenzij. Maar een uitzondering is als er sprake is van unieke kennis (dan mag het).
- KNMI beheert het meetnet seismiek.
- Het meetnet is oorspronkelijk via de Mijnbouwwet gefinancierd door NAM en overgedragen aan KNMI.
- Vanaf 1995 bestond het meetnet uit een sensor om de 20 km. Dat meetnet was niet bedoeld voor precieze localisering van hypocentra.
- Toen de vraag naar localisering opkwam is het meetnet uitgebreid met sensoren tot 200 m diep, waarmee nu alle bevingen boven M0,5 worden gemeten, waar dat eerst alleen alles boven M1,5 was. Het detectieniveau is dus een stuk lager geworden, zodat de meetreeks veel nauwkeuriger wordt en betrouwbaarder statische analyses mogelijk zijn.
- Inmiddels zijn er door de NAM ook 2 sensoren op 3 km diepte geplaatst, waarmee M-1,5 tot M-2,5 meetbaar is (er staat -, want het gaat om heel zwakke bevingen!). Deze maken het ook mogelijk bevingen (hypocentra) in de verticaal te localiseren (in de toekomst misschien wel mogelijk breukvlakken te localiseren; nu nog te lastig).
- De meetresultaten van seismiek worden voor 70% geleverd aan EZ, maar zijn openbaar.
- Ze worden onder meer gebruikt voor het afleiden en de kalibratie van de Ground Motion Prediction Equation (GMPE), die iedereen nodig heeft die iets over aardbevingsgevaar wil zeggen (omzetten Magnitude naar PGA en PGV). Daarbij wordt samengewerkt met Julian Bommer (Imperial College, London) die ook voor NAM werkt.
- Er wordt weleens gevoeligheidsonderzoek rond de GMPE gedaan, maar in principe werkt iedereen met dezelfde vergelijking (want er is niks beters).

### Over de 'vertaling' naar het seismisch gevaar

- De stap van magnitude naar PGA is zeer onzeker. KNMI baseert zich op de metingen, NAM en TNO-AGE baseren zich (mede) op ondergrondmodellen. Voor beide methoden valt wat te zeggen, en op beide valt wat af te dingen.
- Steeds voortschrijdend inzicht maakt dat er steeds updates komen(en zullen blijven komen) van de PGA-verwachting aan het oppervlak. Zo is recentelijk 1) de dataset uitgebreid met gegevens van de laatste jaren van Groningen en tevens met gegevens uit vergelijkbare gebieden met slappe ondergrond uit het buitenland waar grotere magnitudes zijn voorgekomen. En is 2) geëxtrapoleerd naar hogere waarden door stochastische simulaties, waardoor de onzekerheid is verkleind (en dat verkleint de verwachtingswaarde).
- Op grond daarvan is de Ground Motion Prediction Equation aangepast. En mede daarom komt KNMI dus met een update, die naar NPR gaat. En ook NAM komt met een nieuwe PGA-kaart, mede vanwege die nieuwe GMPE (maar bij NAM is meer veranderd, namelijk in het ondergrondmodel).
- Zoals het er nu uit ziet, schuift het zwaartepunt in de ruimte nauwelijks, maar wordt het gevaar over het hele gebied kleiner geschat (lagere PGA-waarden). (De rapporten komen waarschijnlijk begin juli vrij). Dat betekent dat 'gewoon in het zwaartepunt beginnen' een richtinggevend beginsel voor prioritering zou kunnen zijn dat ook nog redelijk 'stabiel' is.
- Voor 2016 wordt gewerkt aan weer een update van de GMPE (GMPE2), aangepast op grond van meer metingen aan variaties aan het aardoppervlak.
- De NAM gebruikt nu (2015) een ander compactiemodel, waardoor een kleine ruimtelijke verschuiving optreedt en er meer detailverschillen zichtbaar worden. **5.1.2e** vraagt zich af of dat reëel is, of slechts 'what you put in comes out'?
- Daarmee samenhangend: op KNMI benadering valt af te dingen dat voorspellingen over de toekomst worden gebaseerd op resultaten uit het verleden. Dat kan fout zijn, zeker als winningsplan wordt aangepast. Daar staat tegenover dat het model (black box van hypocentrum tot PGA aan het oppervlak) volledig op metingen is gebaseerd en dus het best denkbaar gekalibreerd.
- Waar TNO-AGE, NAM en Deltares pleiten voor 'fysisch-gebaseerd', heeft dat misschien voordelen voor voorspellingen van winningsscenario's, maar de modellen worden wel heel gevoelig voor aannames; en ze kunnen dus net zo fout zitten of erger. Zo is de partiticoëfficiënt heel bepalend voor de uitkomst, waar KNMI daar volstrekt ongevoelig voor is. In het statistisch (black-box) model is de partiticoëfficiënt irrelevant.
- TNO-bouw is wel eens kritisch over de statistische KNMI benadering, maar de argumenten tegen zijn vooralsnog schimmig. (NB: voor de risico-analyse heeft TNO-bouw de KNMI PGA's gebruikt, zo is me de volgende maandag gebleken in een gesprek met **5.1.2e** ).
- **Advies: laat uitkomsten van verschillende modellen (black box en grey box) naast elkaar zien en leer daar van.**

### Over samenwerking gericht op een prioritering van versterking op basis van risico

- KNMI werkt nu al met NAM, TNO-bouw, Deltares (opslingering ondiepe ondergrond), Arup en in de NEN-commissie met alle relevante partners samen.

- Een rol van KNMI ligt gezien de expertise in de rede, maar eerder aanleverend (kansen, GMPE, een van meerdere PGA-kaarten).

## **Terzijde**

- De vertaalslag van gegevens naar publiek en de duiding van wat een kaart nu eigenlijk vertelt is iets waar KNMI zich ook geregeld het hoofd over breekt. Het is ook typisch des KNMI's om publieksvoorlichting centraal te stellen (vooral rond weer & klimaat). Een TNO-kaart met PGA in  $\text{cm/s}^2$  ontmoet dan ook kritiek, evenals oneigenlijk kleurgebruik of schijnnaauwkeurigheid. Iets voor advies richting Nationaal Coördinator?

**Besprekingsverslag met [REDACTED] 5.1.2e (TNO-Bouw, Delft) (1<sup>e</sup> ongecorrigeerde versie)**

Van: [REDACTED] 5.1.2e (mijn interpretatie van het gesprek, zijn dus geen citaten die worden toegeschreven aan TNO)

Datum gesprek: 8 juni 2015 (9.00-10.00)

**Introductie/algemeen**

- TNO-Bouw is vanouds een belangrijke speler bij risico-analyses, zowel rond overstromingen (kennen we elkaar van) als rond aardbevingen. Bouwkundige constructies staan bij TNO-bouw steeds centraal, van particuliere gebouwen, via utiliteitsbouw tot civieltechnische constructies zoals dijken.
- De betrokkenheid van TNO-Bouw bij aardbevingen is tweeledig:
  - 1) via de NEN-commissie(s) waarin TNO participeert en
  - 2] via de beoordeling van winningsplannen van de NAM door TNO in opdracht van de minister EZ.
- Er zijn veel analogieën tussen aardbevingen en overstromingen (*fragility curves*, mortaliteitsfracties, e.d.).

**Ad 1: Bouwregelgeving**

- Toen Eurocode 8 werd afgegeven vond min. BiZa het niet nodig die voor Nederland uit te werken in bouwregelgeving.
- Het gevolg is dat je in Limburg halfsteens binnenmuren mag toepassen en net over de grens in Duitsland of België niet. En dat je in Groningen een energiecentrale mag bouwen zonder met aardbevingen rekening te houden.
- Omdat er al aardbevingen met 0,08-0,09 g waren geregistreerd in Groningen en 0,3 g in Drenthe bestonden grote zorgen bij TNO-Bouw en NEN-commissie. Toen is een advies aan de minister gegeven: reken voor nieuwbouw met 0,3 g (in Zuid-Europa wordt standaard voor alle nieuwbouw met 0,2 g gerekend).
- In 2013 heeft de TaakGroep Bouwconstructies van de NEN een brief gestuurd: ga nu ook Eurocode 8 'aardbevingen' vertalen, want er zijn normen nodig gezien de vele bevingen.
- Een standaard NEN-normuitwerking duurt ca. 10 jaar. Daarom besluit EZ om eerste en Praktijkrichtlijn (NPR) te maken (sneller) en die vooralsnog te beperken tot woonhuizen en menselijke veiligheid. Daar zit de duidelijke link met de opdracht van FK (prioriteren vanuit veiligheidsrisico).
- Een NPR is minder zwaar/officieel (dan een wet), maar kan via het bouwbesluit sneller worden geïmplementeerd (via een ministerieel besluit).
- Voor de concept NPR is TNO verantwoordelijk geweest voor de onderdelen veiligheid en belastingen op (constructies van) gebouwen. Voor het aardbevingsgevaar (*seismic hazard*) wordt uitgegaan van de PGA-kaart (contouren) van KNMI.
- Over die KNMI-contouren: daar valt op af te dingen dat die benadering voor een niet-stationair proces misschien niet goed werkt (omdat het is ontwikkeld voor tektonische aardbevingsgebieden met continue spanningsopbouw), maar het blinkt uit in absolute transparantie (je kunt niet aan 10 knoppen draaien, die het resultaat beïnvloeden).

- De NAM gaat uit van volume-rek (of compactie), onderscheidt verschillende onzekerheden en werkt daar goed mee. Maar als civiel-technicus is **5.1.2e** kritisch over de vele (noodzakelijke) aannames. Daar valt mee te rommelen.
- TNO-AGE heeft de ondergrond nog slechts partieel in de vingers.
- Er valt dus niet op voorhand te stellen dat de fysische benadering beter is dan de statistische.
- Statistische benadering van KNMI heeft als voordeel dat deze gevoelig is voor de snelheid van onttrekking: als er langzaam wordt onttrokken worden er veel kleinere bevingen voorspeld, als het snel gaat grotere Magnitudes (gaat via de 'b-waarde').
- De NAM weigert dat te bekijken, want het zou niet aantoonbaar (juist) zijn. Maar het is zeer relevant voor de vraag of een ander winningstempo tot minder (zware) bevingen leidt.
- **5.1.2e** is ook zeer nieuwsgierig naar de PGA-contourenkaart die straks voorop het NPR komt (van KNMI).
- **En voor de Coördinator/prioriteringsvraag zou je moeten nadenken of je niet zou moeten uitgaan van meerdere modellen tegelijk, eventueel met weegfactoren afhankelijk van modelonzekerheden (=Advies).**

#### Ad 2: Beoordeling winningsplannen, c.q. risico-analyses

- Tot 2 jaar geleden werden alle winningsplannen beoordeeld op basis van een maximale Magnitude. Aanname (Raad van State) dat er onder M 3,9 geen veiligheidsprobleem was.
- Maar die maximale M ('nog veilig') staat op losse schroeven en er zijn steeds weer nieuwe waarnemingen die doen vermoeden dat sterkere bevingen wel degelijk mogelijk zijn.
- Tweede Kamer heeft geadviseerd: ga voor vergunningverlening uit van werkelijke risico's voor bewoners: individueel risico (?) en groepsrisico.
- Daarom zijn toen met behulp van de Ground Movement Prediction Equation vertalingen naar PGA aan het oppervlak gemaakt, evenals *fragility curves* voor bebouwing(stypen).
- SodM heeft TNO-Delft gevraagd daarin te participeren. Rapport komt binnenkort (na 1 juli) uit, met resultaten voor 6 verschillende winningsscenario's.
- Keuze is gemaakt om niet naar Individueel Risico (IR) te kijken, maar naar plaatsgebonden risico (PR). Dat is vrijwel analoog aan bij overstromingen (LIR), maar kijkt alleen naar gebouwen omdat alleen daar de kans op omkomen bestaat. Dus: kans om in een gebouw om het leven te komen, vanuit individueel perspectief.
- Aantal slachtoffers doet er dus niet toe, ofwel groepsrisico is geen criterium: iets om te overwegen bij aanbeveling voor risico-gebaseerd prioriteren? **Advies over maken.**
- Er is ook niet gekeken naar vallende schoorstenen. De kans dat daar net iemand onder loopt is klein (hier verschillen IR en PR van elkaar), zodat de aanname van een hypothetisch aanwezige (bij PR bepalend) niet goed van toepassing is. Zulke schoorsteenslachtoffers zouden bij groepsrisico moeten worden meegepakt, maar daar tellen ze niet aan (zijn er te weinig) Maar dat ene slachtoffer kan beleidsmatig wel onacceptabel zijn.

- Voor bepalen PR (en GR) zijn *fragility curves* nodig en mortaliteitsfracties.
- *Fragility curves* zijn overgenomen van Arup. Die geven een redelijke eerste schatting. Alleen de curves voor rijtjeshuizen met dunnen binnenwanden moeten wel beter.
- Er wordt onderscheid gemaakt tussen rijtjes, 2-onder-1-kap, vrijstaand etc. en naar leeftijd.
- Voor mortaliteitsfracties wordt gerekend met 0,1 (=10% overlijdt) voor CC1, 0,2 voor meerlaagswoningen (CC2) en 0,5 voor CC3 (belangrijke gebouwen). Dat sluit aan bij het empirische gegeven dat de mortaliteitsfractie bij instorten van laagbouw ca. 10% is (wereldwijd). (opzoekvraag: van de aanwezigen of van de bewoners?)
- De sommen (risico-analyses) worden door TNO uitbesteed aan Arup. Dat betekent dat wordt gewerkt **met exact dezelfde database als NAM gebruikt**.
- Dat NAM uitspraken op 3x3 km-grid doet heeft niets te maken met huizenbestand; is het gevolg van de resolutie van het NAM- hazard model. **Je kunt dus gerust uitvoer vragen op niveau van individuele gebouwen.**
- Beperkend is de kwaliteit van het gegevensbestand. Dat is gebaseerd op een commercieel beschikbare database, maar je wilt meer. Voor nu is gewerkt met 'inference rules' om de kansverdeling in de bouwtechniek te 'schatten', maar je wilt natuurlijk de echte constructies kennen. Dat vraagt het inwinnen van gegevens (zie CVW: visuele inspecties buiten en vervolgens binnen). **Is essentieel om uitspraken per gebouw te kunnen doen.**
- Als je die gegevens hebt kun je een kaart maken waarop staat of eindwanden, of tussenwanden of hele constructies niet meer voldoen.
- Het databestand is dus de beperkende factor. En als maar 15.000 woningen per jaar worden geïnspecteerd gaat het 10- 20 jaar duren voor het hele aardbevingsgebied in het bestand zit! **Advies nodig om hier veel meer tempo op te zetten.**

#### Over samenwerking gericht op een prioritering van versterking op basis van risico

- Een rol van TNO-Bouw ligt gezien de expertise en eerdere activiteiten zeer voor de hand. Het is zelfs te overwegen TNO-bouw (een deel van) de coördinatie te laten doen, omdat TNO onafhankelijk en weinig omstreden is.
- Voor de communicatie naar buiten ligt de Coördinator Groningen zelf meer voor de hand.

#### Terzijde

- De kaarten van seismisch gevaar met kans 1: 475 zijn zo (en bijgevolg slecht te begrijpen), omdat de Eurocode die kans voorschrijft. Als je terugrekent van woonhuizen zou een normkans van 1: 800 resulteren. Daaronder voldoe je.

**Besprekingsverslag** [5.1.2e] **gemeente Appingedam (2e gecorrigeerde versie)**

Van [5.1.2e] (mijn interpretatie van het gesprek, zijn dus geen citaten)

Datum gesprek 24 juni 2015

**Introductie/algemeen**

- [5.1.2e] werkt al lang bij de gemeente Appingedam aan diverse woningopgaven
- Hij is projectleider (PL) 'herstructurering' en PL 'krimp' en begeleider woningmarktonderzoek.
- Door G11 (11 gemeenten) is een visiedocument opgesteld rond versterkingen en krimp.
- [5.1.2e] is formeel aan spoor 'risicogebaseerd prioriteren' toegevoegd (en ook aan spoor structuurvisie, waar ca. 2 dagen/week mee gemoeid zijn).
- Spoor 'structuurvisie' moet 30 september Plan van Aanpak leveren.

**Overig relevante context**

- G11 heeft Woon& Leefbaarheidsplan (WLP) opgesteld, met medewerking van corporaties, MKB, etc. Gaat uit van opgave van ca. 20% krimp tot pakweg 2030 (NB: noordoost-Groningen is het hardst krimpende deel van Nederland), eerst kinderen (scholen) en zo verder.
- Sommige gemeenten hebben een stedenbouwkundige visie als grondslag voor die krimp. Elementen daarbij: niet marktverstoring zijn, en dus niet publiekelijk bekend maken zolang bekostiging niet is geregeld; budget vaak nog problematisch (onderhandelingen met CVW en NAM).
- Veel gemeenten hebben voorbeeldprojecten, vaak samen met CVW. Daarbij staat pragmatisme voorop: snel meters maken leidt tot 'laaghangend fruit' eerst, en dat kan ten koste gaan van/strijdig zijn met aanpak van de meest risicovolle panden.
- Dat verklaart ook dat CVW inzet op corporaties, want dat gaat snel (in aantallen huizen gemeten).
- CVW betaalt de versterkingsopgave, de corporaties de verduurzaamingskosten ('0 op de meter'). Gevolg: corporaties willen die bereidheid mee te betalen ook wel graag zien bij sloop/krimp of sloop/vervanging (punt van onderhandeling).
- Corporaties zouden natuurlijk ook graag zien dat de totale meerkosten van aardbevingsbestendige nieuwbouw (10-20% duurder) uit aardbevingsgelden zouden komen.
- Corporaties zijn heel pragmatisch: meest voorkomende type woning hard aanpakken (liefst met 1 aannemer) = meters maken. Lekker simpel; maar is dat vanuit risico's ook het meest wijs?
- Hoe particulieren in dit hele circus mee gaan doen, of dat er maar 50% bereidheid is, is nog niet bekend; sowieso is het moeilijker dan corporaties/huur. Zelfs in gelijkvormige rijtjeswoningen: hoe iedereen mee laten doen? Experimenteren is nog niet eens begonnen.
- Bedenk ook dat particulieren soms niet kunnen investeren in die meerwaarde van het plus-pakket (0 op de meter is voor eigen kosten; dat is vaak niet op te brengen); of bijvoorbeeld dat ze in de schuldsanering zitten en dus de versterkingsbudgetten niet voor het geëigende doel kunnen gebruiken. Dit vraagt aandacht en juridische borging! Hoe particulieren te verplichten?



- Voor de bekostiging zowel corporaties als particulier) is nog relevant dat versterking in opdracht van NAM-CVW zonder BTW kan (of met teruggaaf.) Coöperaties kunnen dat niet, en particulieren die geld krijgen al helemaal niet. Vraagt juridische oplossing!
- Conflict tussen kosten-effectief (veel waar voor je geld/meters maken) en principieel (norm halen) wordt herkend. **5.1.2e** stelt: laaghangend fruit mag niet de basis worden van het versterkingsprogramma, maar kan wel als voorbeeld fungeren.
- Aansprakelijkheid versus verantwoordelijkheid is ook een issue. Nu is NAM aansprakelijk voor schade en slachtoffers. Wat als NCG de verantwoordelijkheid voor het versterkingsprogramma overneemt? (bijv. door CVW aan te gaan sturen).
- Is de opgave die uit een norm of NPR voortkomt in dat verband alleen maar richtinggevend of ook taakstellend, en op welke termijn moet alles dan aan de norm voldoen?

#### Waar is behoefte aan?/ vraagzijde

- Particulieren zullen willen weten wanneer ze aan de beurt zijn. Dat vraagt een lijst/databestand waaruit ambtenaren kunnen afleiden welk huis wanneer. In het veld wordt niet zo in termen van overzichtskaarten gedacht.
- Bij 'kaart'/GIS denk je daar niet meteen aan; maar kaart/GIS-bestand is natuurlijk wel gekoppeld aan databestand (ID's van alle objecten); kunnen zoeken in lijst is echter gewenst.
- Dat je per object en 'info-bestandje' aanroept kan natuurlijk ook werken. Dat moet dan wel ingebouwd worden; en er moet nagedacht over wat in dat bestandje moet kunnen worden gevonden.
- Basis waarschijnlijk BAG-bestand. Daar valt eigendom waarschijnlijk ook wel uit af te leiden (huur of particulier/koop).

#### Overige punten

- Toch wel heel relevant contact te hebben met de corporaties. Gaat om 14 corporaties, maar **5.1.2e** (**5.1.2e**) kan namens allemaal spreken: bellen!

**Besprekingsverslag telefoongesprek** [5.1.2e] **sprekt namens de woningcorporaties C8 (2e gecorrigeerde versie)** ([5.1.2e]@atrive.nl; [5.1.2e])

Van: [5.1.2e] (mijn interpretatie van het gesprek, zijn dus geen citaten)

Datum gesprek: 25 juni 2015

### Algemeen

- Corporaties werken samen in C14: dat zijn 14 corporaties uit 12 gemeenten (incl. Groningen stad)
- Er wordt een pilot met versterking, verduurzamen, verbeteren en herstellen (H3V) uitgevoerd door 8 corporaties in 9 gemeentes (kerngebied), die [5.1.2e] trekt.
- Ook wordt gewerkt aan een database van de woningvoorraad van alle corporaties, die [5.1.2e] ([5.1.2e]) coördineert. Gaat om technische gegevens van de woningen teneinde de risico's te kunnen bepalen.

### Relevante context

- De corporaties hebben een strategisch voorraadbeleid (SVB), waarin rekening wordt gehouden met marktontwikkeling en demografie. Daarin staat ook info over onderhoudstoestand, technische kwaliteit, etc.
- Bij het strategisch voorraadbeleid wordt rekening gehouden met de identiteit (monumentaliteit) van wijken/ woonblokken, met bewonersaspecten, en nog zo het een en ander.
- Ook de kosten versus baten van verbetering zijn bij het SVB steeds een punt van aandacht: is sloop en nieuwbouw te prefereren, enige opwaardering of volledige modernisering tot een staat die past bij de huidige tijd/normen?
- Dat laatste is ook van belang in discussies met NAM/CVV: als moet worden versterkt, dan moet dat volgens de laatste technische inzichten; en als het dak of de gevel dan wordt vernieuwd ga je meteen isoleren; maar dan moet je eigenlijk ook de vloer meenemen. De corporaties vinden dat dat bij de totale opgave hoort die voortkomt uit de noodzaak tot versterken. Extra woongenot (modernisering badkamer/ keuken) is wel voor de corporaties (geen punt van discussie.)
- De pilot H3V is erop gericht hier in de praktijk ervaring mee op te doen. Deze gaat verder dan technische zaken, ook organisatie, financiering, kosten-batenafwegingen, bekostiging, etc.
- Wat bewonersaspecten betreft: uit ervaring (Delfzijl) is gebleken dat als er een grote herstructurering is, er extra krimp optreedt. Dit komt doordat de "herstructureerders" voorrang krijgen en er voor de instroom van starters te weinig plaats is, en die trekken dan naar elders. Daarnaast zal een deel van de mensen die moeten verhuizen als gevolg van de herstructurering verhuizen naar andere gebieden. Dit aspect moet niet worden onderschat.

### Risicogebaseerd prioriteren?

- Het strategisch voorraadbeleid is gebaseerd op informatie over de voorraad (zie boven). Daaraan moeten uitkomsten van risicoanalyse toegevoegd. Dat vraagt inspecties (en dat kost tijd), maar nog beter 'technisch doorrekenen' (kost nog veel meer tijd).

- Met het maken van een database van de gehele voorraad van alle 14 corporaties lijkt dat de geëigende plek om die informatie aan toe te voegen.
- Uitbreiding tot de gehele woningvoorraad/gebouwvoorraad in het aardbevingsgebied is natuurlijk het meest gewenste beeld vanuit OG-perspectief.
- Het volledig constructief doorrekenen van een woningtype kost veel tijd, daarom is er nu de pilot, waarbij met name gezinswoningen worden opgepakt en een substantieel aantal in het kerngebied. De 8 corporaties doen naar rato van hun woningaantallen mee.
- Corporaties, CVW en NAM, ministerie hechten aan tempo. De wens is om zo snel mogelijk zoveel mogelijk woningen te versterken. Dilemma is dan kiezen we de woningen met de grootste risico's? Probleem is dat nog niet bepaald is wat het risicoprofiel van bepaalde type woningen en appartementen is. Dat kostte veel tijd omdat te inventariseren. Daarnaast kostte het doorrekenen van noodzakelijke versterkingsmaatregelen zeer veel tijd en capaciteit (die capaciteit is niet beschikbaar). Er is daarom voor gekozen eerst de rijtjeswoningen (daar zijn er zeer veel van die sterk op elkaar lijken) door te rekenen en daar een plan voor te maken. Op deze wijze kunnen op korte termijn veel woningen worden versterkt en kunnen partijen in de bouwkolom ervaring op doen. Je zou kunnen zeggen dat gekozen is voor een doelmatige aanpak (meeste risicoreductie per euro en tijdseenheid). Dat vertaalt zich in: 'engineering per woningtype, en dan graag 1000 woningen van hetzelfde type tegelijk.'
- Alleen uitgaan van plaatsgebonden risico (kerngebied) doet volgens 5.1.2e tekort aan het feit dat zorginstellingen e.d. grote aantallen slachtoffers kunnen opleveren; het lijkt essentieel ook iets met groepsrisico te doen, of sowieso de doelmatigheid van ingrijpen in termen van aantallen/jaar (totale risicoreductie) als maat te nemen.

#### Overige punten

- **Advies moet o.a. ingaan op dilemma van doelmatigheid versus rechtmatigheid** als naar een norm (NEN of NPR of 'beloofd niveau') wordt toegewerkt. De meeste risicoreductie wordt bereikt als veel woningen partieel (tegen acceptabele kosten) worden versterkt, in plaats van de weinige zeer risicovolle woningen tot 'de norm' (duur en niet doelmatig?). Geld is daarbij niet het meest beperkend, maar vooral voldoende capaciteit in de bouwkolom (waaronder constructeurs) om plannen uit te werken.
- (Maar zie ook punt van verantwoordelijkheid/aansprakelijkheid uit andere gesprekken; en toezegging over 'basisveiligheidsniveau'.)