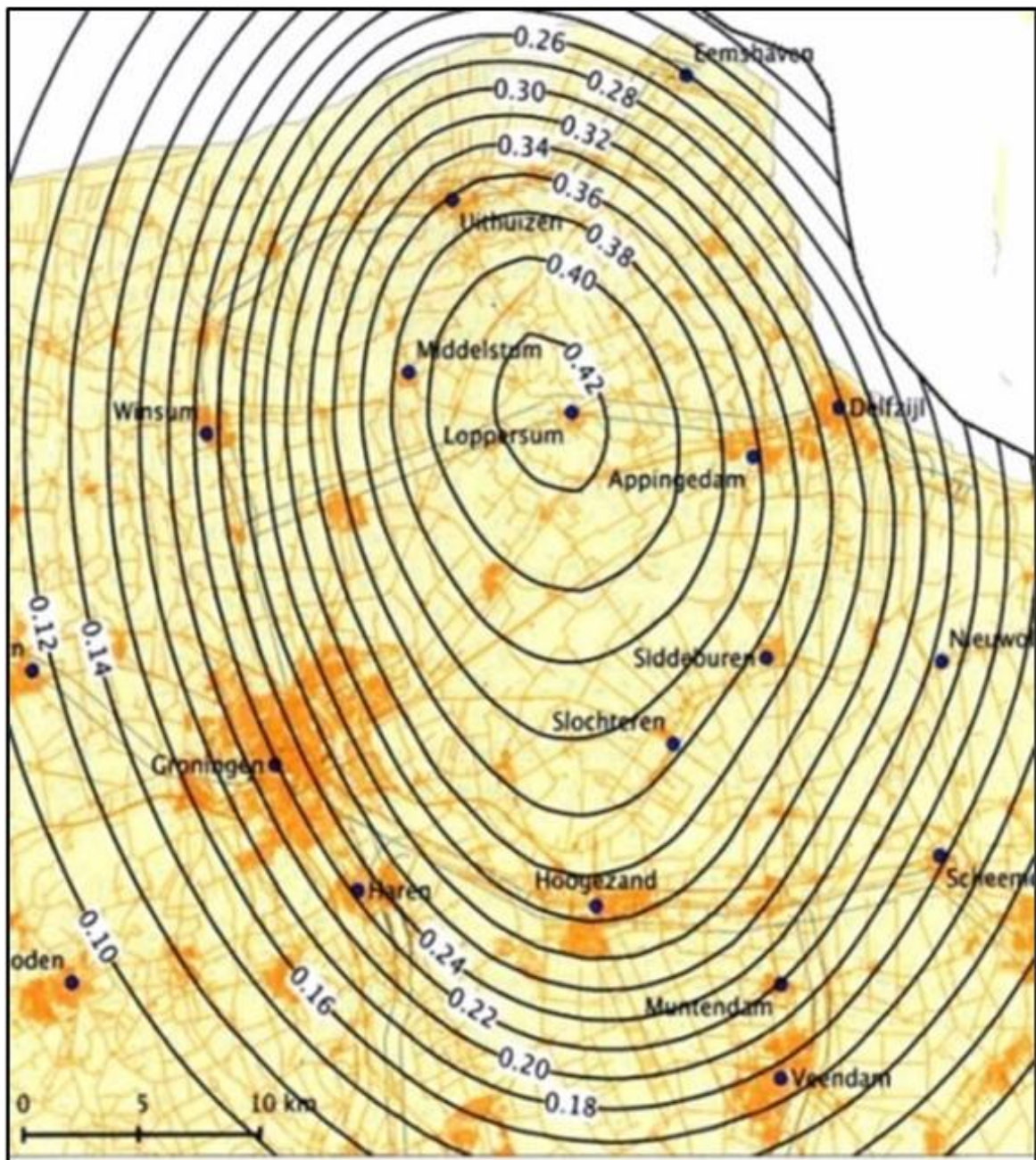




Het foute kaartje van de NPR 9998 en de gevolgen voor herstellen en versterken van woningen in Groningen

Sjoerd Nienhuys *bouwkundig seismisch ingenieur*

Inhoud

Statement	3
Inleiding-aanleiding	4
De Parlementaire Enquête Aardbevingen Groningen	5
Tektonische en geïnduceerde aardbevingen	9
De invloed van het Zechstein	10
Tijdsberekening bij de Gutenberg-Richter wetmatigheid	15
De extreem lange periode van de prognoses	19
Het verkeerde engineeringconcept	22
Politiek en juridisch kader in Nederland	24
Het veiligheidsaspect	26
Waarom voelden de Groningers zich sinds 2012 niet meer veilig?	28
Commissie Meijdam	34
M_{max} workshop Schiphol	36
Wat kunnen we in 2022 concluderen?	37
Het meervoudige herstelbeleid van gebouwen	40
Ander concept van veiligheid bij de Groningse bevolking	46
Beperkt herstel en verkeerde informatie over het voortgangsproces	48

Op WWW.Nienhuys.info **DUURZAAM HERSTEL en VERSTERKEN van Woningen in Groningen**
Na de aardbevingsproblematiek en afbouw van de aardgasproductie

Het Burgerboek staat er in haar geheel op (500 pagina's) en in aparte hoofdstukken 1-12.

Het eerste hoofdstuk met verklaring van termen van A-Z geeft wat achtergrond van de terminologie en de uitleg van de tektonische aardbevingsproblematiek in Groningen.

Het Burgerboek door Sjoerd Nienhuys, webversie juni 2021
 In deze webversie zijn een aantal [weblinks](#) opgenomen van websites van de overheid en openbare publicaties, commerciële instellingen of bedrijven die dieper ingaan op de besproken materie. De content van links van bedrijven kan slechts hun eigen focus benadrukken. Al deze links waren virusvrij tijdens het samenstellen van het boek.



Statement.

Tektonische aardbevingen zijn het gevolg van het draaien van de aarde en het langzaam verschuiven van de tektonische platen; al voor honderden miljoenen jaren. Op basis van tientallen of honderden jaren historische gegevens van een locatie, kan men schattingen maken van de mogelijke maximale beving die op die locatie kan plaatsvinden. Dat is niet het geval met geïnduceerde aardbevingen; deze zijn in deze en de vorige eeuw door menselijk handelen ontstaan. Er zijn minstens 20 verschillen tussen tektonische en geïnduceerde aardbevingen.

Het maken van een schatting van de maximale beving van geïnduceerde aardbevingen is te vergelijken met het maken van een schatting van de maximum rijsnelheid in het verkeer en heeft weinig te maken met de rotatie van de aarde, tenzij je het verschil van de hoeveelheid verkeer tussen dag en nacht meeneemt.

De maximale snelheid van het verkeer wordt bepaald door menselijk handelen en techniek, de infrastructuur, de wetgeving en de opvolging van die wetgeving. Terwijl er snelle auto's zijn die onder bepaalde omstandigheden wel 400 km/uur kunnen rijden, is dat geen maat voor de maximale verkeerssnelheid. De wet schrijft maximaal 120 km/uur voor op bepaalde wegen en tijden, maar er is altijd wel iemand die op zo'n weg twee keer zo hard rijdt.

Om van geïnduceerde aardbevingen te stellen dat er een PGAg 0,4 of hoger kan komen (met een kans van 5% in 475 jaar), terwijl het duidelijk was dat de grens van PGAg 0,12 niet mag worden overschreden (met als resultaat grootschalige gebouwschade in de provincie en stad Groningen)¹, is vergelijkbaar met het stellen dat de maximale snelheid in het verkeer wel 400 km/uur kan zijn met een kans van paar % per jaar.

Dat de KNMI in eind 2013 met een PGAg 0,42 berekening komt en dat die dan volhartig door de NAM en alle deskundigencommissies wordt overgenomen is onbegrijpelijk in het kader van de juridische en sociale werkelijkheid. Het is ook merkwaardig in het kader van de commerciële werkelijkheid van de NAM (alles werd op kosten en winst beoordeeld), want de kosten van een aardbeving met PGAg 0,42 zou in de tientallen miljarden lopen. Dat alle ingenieursbureaus deze waarde in 2014 en 2015 hebben overgenomen om daarmee te gaan rekenen en construeren is begrijpelijk vanwege hun commerciële standpunt en de werkgelegenheid die het voor ze bracht (in opdracht van NAM).

Naast het bovenstaande blijkt ook dat de in 2013 eerst berekende waarde van PGAg 0,42, en later de PGAg-waarde van 0,36 overtrokken, verkeerde en onrealistische schattingen waren, grotendeels gebaseerd op de gedachte dat als je het 'niet zeker weet', dat je er dan een verhogingsfactor overheen gooit. Het hiernavolgende documentje probeert dat aspect naar voren te brengen.

¹ De Huizinge beving met een PGAg 0,085 gaf veel schade, vooral aan oude woningen. Een beving die 50% sterker is met PGAg 0,12 zal ongeveer 10X zoveel schade aanrichten, onder andere omdat het invloed gebied daarmee veel groter wordt. Kleine instortingen kunnen zich misschien gaan voordoen, maar het grote risico is dat er waarschijnlijk wel instortingen gaan plaatsvinden indien de gebouwschade niet wordt hersteld, of de hoog-risico elementen niet worden verwijderd, voordat de volgende, gelijksoortige aardbeving zich gaat voordoen. Gezien de eerdere pauzes tussen de grotere bevingen kan dat enkele jaren duren.

Inleiding-aanleiding

De aanleiding voor het schrijven van deze tekst zijn de verschillende interviews die de Parlementaire Enquête Aardbevingen Groningen (PEAG) in september 2022 hield met beleidspersonen uit de periode rond en na de aardbeving van 16 augustus 2012 te Huizinge. In deze interviews verklaarden deze beleidspersonen hun positie, maar er werd niet gesproken over de hoogte van de in 2014 en 2015 officieel aangenomen KNMI-prognoses van de PGAg-waarde die vervolgens als bijlage bij de Nationale Praktijk Richtlijn NPR9998 werd toegevoegd.

Deze zogenaamde officiële maximale aardbevingsbelasting op gebouwen was in 2014 zó hoog ingeschat en aangenomen (PGAg 0,42) dat dit grote consequenties had voor de uitvoering van het versterkingsproces, uitvoeringskosten en tijden, het bouwkundig onderzoek, testen, overheidsbudget, de criteria voor de veiligheid van de bevolking, en niet te vergeten de groeiende stressfactor bij de bevolking over het mogelijk instorten van hun woningen. Over al deze onderwerpen werd uitgebreid in de PEAG gesproken, maar niet over het kaartje van de NPR dat aan de basis van veel ellende lag ².

Maar liefst zeven redenen liggen hieraan ten grondslag:

1. Het grote verschil tussen tektonische en geïnduceerde bevingen, waarbij de meeste berekeningen op basis van tektonische ervaringen waren. De (in tektonische zin) beperkte afmetingen van het Groningse gasveld, en de structuurverandering van het zandsteen.
2. De typische structuur van het boven het reservoirgesteente liggende 1 km dikke taaie, gasdichte Zechstein, dat de druk op het reservoirgesteente verdeelt.
3. De tijdsberekening bij de Gutenberg-Richter wetmatigheid tot 2013. Op basis van de geregistreerde bevingen zou het veld in de eerstkomende 10 jaar na 2012 nauwelijks grotere bevingen dan de Huizinge beving 2012 kunnen verwachten, de geplande beperking en reductie in aanmerking van de gasproductie in aanmerking nemende.
4. De extreem lange periode van de prognose met daardoor extra verhoging van de PGAg.
5. Het verkeerde engineeringconcept van de NEN-commissie.
6. Het politieke en juridische kader in Nederland dat het niet mogelijk maakt om als industrie bewust (grote) schade aan te brengen aan eigendommen (woningen) van de Nederlanders, of om ze te bedreigen met toekomstige zware aardbevingen.
7. Het gebrek aan langdurige ervaringscijfers en onzekerheden en de extreem lange returntijden en de daaruit resulterende extra verhogingen. De PGA-prognoses waren ook nog met extrapolaties op logaritmische schaal veel te ver doorgetrokken.

Dan was er ook nog de in werking zijnde nivellering van de gasdruk (sinds 2010) door de NAM en later de stikstofinjecties die de interne druk op peil moesten houden.

In de jaren na 2014 werden er wel betere lange termijn analyses gemaakt, maar in 2015 werden de hoge prognoses van KNMI- en de NAM regelmatig herhaald door de verschillende commissies.

² Het belangrijke inzicht van Sjoerd Nienhuys was dat na de 2012 Huizinge beving de tot 2020 aangenomen aardbevingsbelastingen als veel te hoog zijn vastgesteld. Dit werd door hem al in 2014 aan de NAM-engineering sector meermalen medegedeeld. De reden van het meermalen negeren van de informatie/advies van Nienhuys werd niet gegeven, waarschijnlijk vanwege een eigen inzicht door de commerciële NAM-directie.

De Parlementaire Enquête Aardbevingen Groningen

Doel van het onderzoek is waarheidsvinding over de gebeurtenissen in het (recente en verdere) verleden rond de gaswinning in Groningen en om daaruit lessen te trekken. Het gaat daarbij om de oorspronkelijke afspraken over de gaswinning, de verantwoordelijkheden en het verloop van de afbouw van de gaswinning. Gekeken werd naar de mate waarin gasbaten zijn teruggevloeid naar Groningen. De enquête moet mede bijdragen aan herstel van het vertrouwen van de Groningers in de overheid.

Die waarheidsvinding is complex vanwege de vele gebeurtenissen en een langdurig verleden dat begint bij de ontdekking van het Groningse gasveld in 1961, de beruchte 'Huizinge aardbeving' van 16-08-2012, alle schades en schadeafhandeling sindsdien en de vele onderzoeksrapporten. Het polsen van de Groningse bevolking is daarbij een belangrijk onderdeel, hun persoonlijke ervaringen, hun gevoelens over alle gebeurtenissen en hun verwachtingen.

Door de ongeveer 250.000 Groningse woningeigenaren zijn er tot 2022 meer dan 220.000 schadeclaims ingediend, waarvan 85.000 meervoudige schades zijn. Vele schades zijn licht, een flink aantal goed zichtbaar, weer een ander aantal behoorlijk en zelfs een aantal die als risicovol kunnen worden aangemerkt. De meeste van die risicogeveallen zijn al verholpen, maar er staan nog steeds een aantal gebouwen in de stutten.



Base-isolation van windmolen.

Figuren 1. Links: In de Media aangehaalde foto van het dorps huis te Leermens dat jaren in de stutten heeft gestaan. Midden: Voorbeeld van de inwendig extra zwaar versterkte woning in Loppersum. Rechts: Principe tekening van een molen die op base-isolation werd gezet, hoofdzakelijk als experiment voor een monument.

Wanneer je een random sample van 100 personen zou nemen van 100.000 personen (0,1%) die gebouwschade hadden en ook de nodige reparaties, dan zou daar een gemiddelde uitkomen dat een gematigd beeld zou schetsen, met woningeigenaren die tevreden zijn met de reparaties en de compensaties, maar er zullen dan ook een flink aantal zijn die vinden dat het wel lang duurde of zelfs een enkele die vindt dat ze onrechtmatig zijn behandeld, of die door de hele affaire gestrest zijn.

Wanneer je echter 100 personen zou uitkiezen uit de 1000 complexe of zwaardere schadedossiers en die interviewen, dan krijg je een heel ander beeld van de situatie die zich op die gevallen concentreert. Het aantal mensen wat dan lang heeft moeten wachten, hun woning werd overhoopgehaald, financiële schade hebben opgelopen of gestrestst zijn geworden door de procedures, angsten hebben of er zelfs ziek van zijn geworden is dan erg hoog.

Wanneer je een samenvattend rapport zou maken over slechts die laatste (selecte) groep, dan geeft dat uiteraard een ernstig negatief beeld, dat aan de ene kant waar is, maar aan de andere kant niet op een gebalanceerde manier weergeeft hoe alle 100.000 woningeigenaren met 200.000 schademeldingen de schades en het gebouwherstel hebben ervaren.

Het beeld dat de Groningers hebben veranderde ook met de tijd. In de eerste dagen na de 'Huizinge beving 2012' was de reactie van de bevolking lichte paniek die overging naar grotere zorgen voor de mogelijke toekomst toen door de NAM/KNMI werd medegedeeld dat de bevingen (geleidelijk) veel sterker zouden worden tot zelfs hele zware aardbevingen die alles doen instorten.

Wanneer je nu tien jaar na 2012 kijkt, blijken die zware aardbevingen er niet te komen, maar er heeft zich ondertussen een bewustwording voorgedaan waarbij de perceptie van de bevolking is dat de NAM niet de waarheid heeft verteld, de versterkingen traag verlopen, de NAM zich onttrekt aan de verantwoordelijkheden, het CVW, NCG en IMG ook langzaam werken of geen volledige compensatie geven en er nog steeds geredetwist wordt over de funderingen en versterkingen, en tenslotte dat er honderden gestreste personen zijn, waarvan een flink aantal met psychologische problemen.

Er heeft zich een verschuiving van het algemene beeld voorgedaan, onder andere onder invloed van de Media die toch vooral de extreme gevallen uitlicht en verspreidt. Rapporten over enkele woningen waar een ellenlange procedure heeft plaatsgevonden of nog steeds over wordt gebakkeleid, komen stevast op de voorpagina, in Groningen, maar ook in de landelijke Media.

Door de RUG gepubliceerde onderzoeksrapporten over de sociale en psychologische gevolgen van de bevingen en schadeafhandeling bevestigen en versterken het negatieve beeld. Wanneer je dus nu aan een % random groep uit de Groningse bevolking hun opinie zou vragen over het effect van de aardbevingen, dan krijg je niet het antwoord over hun eigen ervaring (hun eigen schadedossier), maar hun mening die ze uit gesprekken of van de Pers/Radio en TV hebben opgepikt, waar vooral van actiegroepen die regelmatig aan het woord kwamen.



Figuur 2: de Actiegroepen en de Pers kunnen uitstekend de saillante elementen uit de discussie weergeven, maar dat geldt niet voor alle schadegevallen of dossiers. Het versterkt wel het beeld dat bij de bevolking leeft.

Daarbij wordt niet gezegd dat die actiegroepen of de Media persé onwaarheden spreken, maar de voorbeelden die ze aanhalen betreffen slechts enkelen uit de bevolking en zijn niet representatief voor de >100.000 woningeigenaren die een schadedossier hebben. De opinies zijn in dat geval sterk beïnvloed door hun omgeving. Als iedereen elkaar napraat krijg je een versterkend echo-effect.

Hoe verder men in de tijd komt, hoe meer dergelijke opinies geconsolideerd raken en iedereen die opinies voor vaststaande feiten aanneemt.

Als het nu gaat over de waarheidsvinding zal de PEAG het echo-effect eruit moeten filteren en eenzijdige deelrapporten tegen het licht moeten houden van de tienduizenden Groningers die wel min of meer tevreden zijn over de schadeafhandeling.

Omdat de NAM (via de Shell P&T en de KNMI) had aangegeven dat de aardbevingen gedurende het verloop van een tiental jaren zouden kunnen aangroeien tot 5X de acceleratie van de 'Huizinge beving' (van PGAg 0,085 naar PGAg 0,42)³, waardoor er grootschalig instortingsgevaar zou ontstaan onder de vooroorlogse oude bakstenen woningen in de provincie, was de toepassing van de FEMA-procedures gewenst. Het directe resultaat daarvan was dat de grootschalige versterking van woningen werd uitgesteld en de NAM zich focuste op openbare gebouwen en research.

Het resultaat van de zeer hoge aardbevingsprojectie vereiste de procedures die voor zo'n situatie door de FEMA⁴ zijn vastgelegd en door de NAM-consultant Arup werden aangedragen.⁵ DS1 = lichte schade (geen instortingsgevaar), zoals bijna alle schade, moest daarom wachten op de versterking van vele overheidsgebouwen (hoofdzakelijk basisscholen) waarvoor vanwege de hoge vermeende, eventuele toekomstige bevingsterkte extra zware verstevigingen moesten worden aangebracht.

De tweede (tijds-)complicatie was dat er in Nederland geen instant standaardmethode beschikbaar was om de ongewapende oude baksteen woningbouw afdoende tegen de vermeende toekomstig geprojecteerde zeer zware aardbevingen te beschermen. Ook waren er geen bouwvakkers beschikbaar die de reparaties of versterkingen naar behoren konden uitvoeren.

Figuur 3. De toepassing van lintvoegwapening is een internationaal bekende methode voor de versterking van gescheurde bakstenen muren. In het geval van seismische versteviging moet dat wel op de juiste manier worden toegepast. Dat laatste mankeerde er in de eerste jaren aan.



Omdat het in 2013 waarschijnlijk nog een paar jaar zou duren, voordat die eventueel mogelijke zwaardere bevingen zouden kunnen gaan voorkomen (volgens de NAM-KNMI) bestond er de tijd om versterkingsmethoden uit te testen (*base-isolation*), enkele woningen zwaar te versterken (kosten 3X de WOZ-waarde) en testen met berekeningen uit te voeren op bouwmaterialen (niet echt nodig) en hele dure constructieberekeningen te maken (complexe Non Linear Time History).

³ In de pers wordt steeds de Richter-waarde aangehaald. De verhoging was van Richter 3,6 tot minstens Richter 5,6 of een ongeveer 100 X zwaardere aardbeving. De Eurocode en de NPR9998 geven echter niet de Richterschaal aan maar de PGA. Dit is de Piek Grond Acceleratie en de mate van de gebouw belasting.

⁴ The [National Earthquake Hazards Reduction Program \(NEHRP\)](#) leads the federal government's efforts to reduce the fatalities, injuries and property losses caused by earthquakes. Congress established NEHRP in 1977, directing that four federal agencies coordinate their complementary activities to implement and maintain the program. These agencies are: Federal Emergency Management Agency (FEMA); National Institute of Standards and Technology (NIST); National Science Foundation (NSF) en U.S. Geological Survey (USGS).

⁵ Hierin wordt aangegeven dat je eerst de overheidsgebouwen moet versterken en de Hoog-Risico elementen moet aanpakken. Dat is ook zo in Groningen uitgevoerd. In het eerste jaar werden ten minste 3000 Hoog-Risico elementen zoals schoorstenen veiliggesteld, maar die telden volgens politici niet als versterking.

De onderzoeken, testen en de ontwikkeling van de versterking van de openbare gebouwen zoals de basisscholen kostten veel tijd, waardoor de reparaties of versterkingen aan de beschadigde woningen pas langzaam op gang kwamen.

De derde complicatie was dat de NAM zich wel bewust was van de plicht om de woningen te herstellen, maar dat ook zorgvuldig wilde doen (lees ook: zuinig) en daarvoor een inspectietraject had opgezet dat tijdrovend was en daarnaast door de arbitragegevallen sinds 2013 maar liefst 3X zo duur was als de gebouwreparaties zelf. Van elke euro werd ongeveer € 0,75 besteedt aan rapporten, arbitrage, opnieuw rapporten, juridisch getouwtrek enzovoort, en ongeveer € 0,75 aan herstel.

Op basis van deze ontwikkelingen is de opinie van de Media en daaropvolgend de opinie van de bevolking gevormd, maar die opinie is niet noodzakelijkerwijs een evenwichtige waarheid.

Een initieel en essentieel probleem was het eerste seismische PGA-kaartje dat als bijlage bij de NPR9998:2015 zat. De opgegeven bevingswaarden waren onrealistisch hoog waardoor niet alleen het herstelproces vertraagd werd, maar ook angst onder de bevolking werd gekweekt. De NAM beweerde bovendien meermalig dat: “Ook als men nu de gaswinning zou stoppen dan zullen die bevingen toch zouden voorkomen”. Deze uitspraken werden door de Pers overgenomen ⁶.

Dit verhaal geeft in grote lijnen weer hoe tientallen wetenschappers zich hebben laten leiden door enkele personen die geëxtrapoleerde berekeningen hebben gemaakt op basis tektonische principes en op basis van maximale commerciële exploitatie van het gasveld, zonder rekening te houden met de werkelijkheid of het reeds vastgestelde winningsplan uit 2007 waar al een vermindering van de gasproductie was ingepland.

Er werd ook niet over nagedacht of het juridisch (in Nederland) wel toelaatbaar was om grote schade aan eigendommen van de bewoners aan te brengen of hun veiligheid in gevaar te brengen.

Bij een na 2013 (53,3 Nm³ gas in het seizoen) doorgaande gasexploitatie met hooguit 40 Nm³/jaar volgens het winningsplan 2007 zouden de bevingen inderdaad iets groter en meer frequent kunnen worden, maar niet tot het niveau van de eerste KNMI-prognose met PGA_g 0,42. Bij grotere bevingen dan Huizinge 16-08-2012, en zonder tussentijdse reparatie of versterking van de risicovolle gebouwen, zullen er dan instortingen kunnen voordoen. Dat zou dan weer kunnen leiden tot ongevallen en doden. Met alle juristen die aan de shadedossiers werkten kwam het niet bij de NAM naar voren dat een dergelijke actie (doorgaan met de gasproductie) in dat geval een criminele daad zou zijn met dood als gevolg.

⁶ Dat is wel waar, maar **ongekwalificeerd**. Bij een verminderde gaswinning zullen de bevingen minder vaak voorkomen (meer gespreid in de tijd) en ook nog eens lichter worden zodat er nauwelijks zware schade zal ontstaan. Door de nog langere spreiding in de tijd is er dan voldoende tijd om versterkingen toe te passen. De NAM heeft bewust die gekwalificeerde toevoeging niet gegeven, deels omdat de KNMI-PGA-berekening hen verkeerd voorlichtte en als commerciële partij wilden ze doorgaan met de gaswinning.

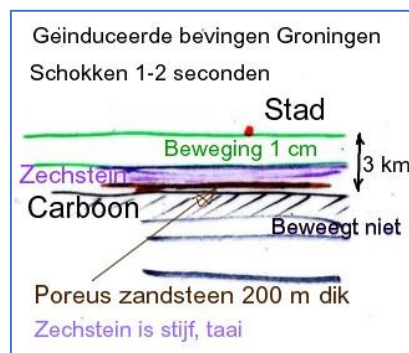
Tektonische en geïnduceerde aardbevingen

Tektonische aardbevingen zijn het gevolg zijn van de constante beweging en van aardplaten, terwijl geïnduceerde aardbevingen door menselijk handelen worden veroorzaakt, hoofdzakelijk mijnbouw waarbij stoffen zoals steenkool (Limburg), zout (Drenthe), gas (Groningen) of olie. Om de toekomstige geïnduceerde aardbevingen te berekenen op basis van tektonische modellen en statistieken is daarom **weinig relevant**, want dat menselijk handelen kan je aanpassen.

Er zijn grote verschillen tussen tektonische aardbevingen en het type geïnduceerde aardbeving dat zich in de provincie Groningen zich voordoet, waarvan hieronder een paar vermeld worden.

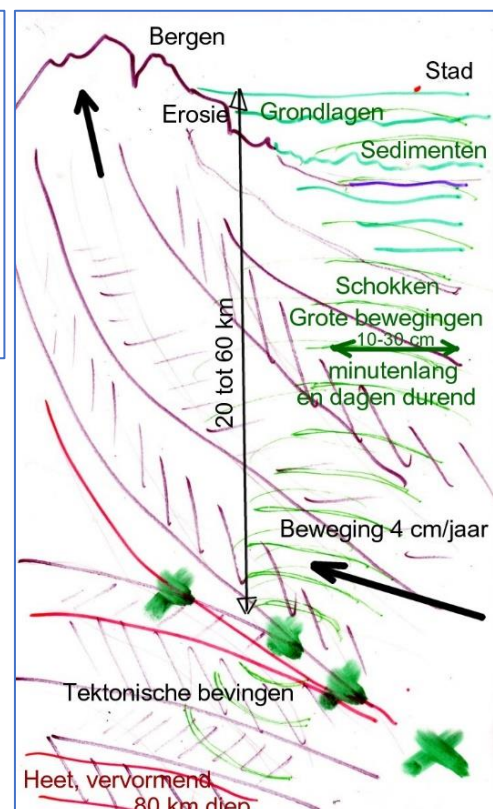
Figuren 4. Groningse geïnduceerde en tektonische aardbevingen.

Ongeveer in schaal-verhouding getekend.



Groningen geïnduceerd is slechts verticale compactie en schokken van ≈ 1 cm horizontaal en met een duur van ≈ 1 seconde, terwijl tektonische bevingen minutenlang kunnen aanhouden en 10 cm tot 30 cm heen en weer kunnen bewegen. Ook gaan tektonische bevingen dagen en wekenlang met na schokken door.

De vele aardlagen van tektonische bevingen hebben een grote demping en spreiding over tientallen kms. De geïnduceerde bevingen liggen vlak onder het aardoppervlak en zijn daardoor snel, hard en scherp. In beide gevallen hebben de bovenste grondlagen een invloed op de demping en voortplanting van de schokken.



In het boek⁷ "DUURZAAM HERSTEL en VERSTERKEN van Woningen in Groningen" wordt in hoofdstuk 1 een lijst genoemd van >25 verschillen tussen tektonische en Geïnduceerde aardbevingen. Daarbij komt dat bij geïnduceerde bevingen de structuur van het hypocentrum gesteente veranderd, terwijl dat niet het geval is bij tektonische bevingen.

Over het algemeen wordt de aardbevingskracht aangegeven in Richter. Zo doet de KNMI dat ook, maar de gebouwbelasting is gebaseerd op de grondversnelling aan het oppervlak (epicentrum). Wanneer de bevingen ondiep gegenereerd worden (3 km) heeft dat grote invloed op de sterkte van de schok aan het aardoppervlak. Daarom kunnen ook op de Richter-schaal de tektonische bevingen niet vergeleken worden met de geïnduceerde, alleen op basis van de grondversnelling (PGA) aan het oppervlak. Dit werd niet door de KNMI gedaan, maar de oppervlakte versnelling is wel de enige basis van de Eurocode of de in het Nederlands vertaalde NPR9998.

⁷ In haar geheel of in hoofdstukken gratis down te loaden van www.nienhuys.info tweede pagina.

De invloed van het Zechstein

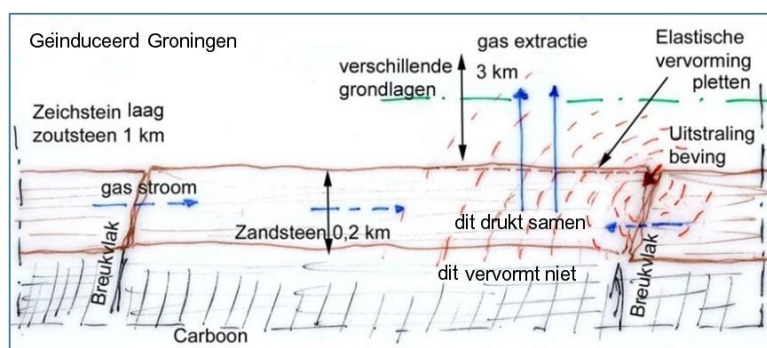
De schokken of aardbevingen in Groningen ontstaan nadat de bovendruk van de 2,6 tot 3,3 km dikke grondlagen met gemiddeld soortelijk gewicht van $\approx 2,2 \text{ kg/dm}^3$ die op het reservoirgesteente drukken ($\approx 690 \text{ bar} \approx 690 \text{ kg/cm}^2$) groter wordt dan de weerstand van dat zandsteen ($\approx 440 \text{ bar}$) plus gasdruk (in 1963 $\approx 350 \text{ bar}$, vanaf toen dalende), en het zandsteen verkruint⁸.

De drukweerstand van het reservoirgesteente bestaat uit twee componenten: de sterkte van het poreuze zandsteen zelf (tot $\approx 20\%$) en de aardgasdruk. Dat aardgas dat onder het Zechstein (zoutsteen) in dat poreuze zandsteen zit opgesloten, heet ook afsluitingsgesteente⁹. Wanneer men het gas er via de tientallen boorputten (300 in 2015) uit het zandsteen laat lopen (begin gasdruk $\approx 350 \text{ bar}$) spuit het er onder zeer hoge druk uit, daalt het gasdruk-component en gaat het zandsteen elastisch (rechtlijnig met de drukverandering) samendrukken totdat het onder de druk bezwijkt¹⁰.

Dit gaat geleidelijk omdat de bovenliggende taaie Zechstein aardlaag maar langzaam vervormt en daardoor de bovendruk op het zandsteen verdeelt. Wanneer het drukverschil tussen de bovendruk (2 km grondlagen + 1 km Zechstein) en de som van de twee componenten (gasdruk + zandsteen) van het reservoir groter wordt, dan zal het poreuze zandsteen kapot gedrukt worden en plotseling een paar cm instorten¹¹. Hierdoor wordt de gasdruk in het zandsteen kort/automatisch weer iets hoger. Tegelijkertijd zal de gasdruk zich langzaam blijven nivelleren vanwege de hoge permeabiliteit van het gesteente (horizontale en verticale doorstroming. Ter plaatse van de verticale breuklijnen in het gesteente is de permeabiliteit minder, waardoor daar de druknivellering minder snel gaat.

Figuur 5. Het zandsteen wordt wel samengedrukt, maar de dikte daar onderliggende Carboonlaag waaruit oorspronkelijk het methaangas naar boven kwam, beweegt niet.

De structuur van het zandsteen veranderd.



Het is te vergelijken met het indrukken van een laag beschuiten onder een dikke rubberen plaat. Wanneer je op één plek op het rubber drukt, zal bij het verhogen van de druk onder het drukpunt de beschuit-laag plotseling verkruinten; de bovenste beschuiten het eerste. Wanneer je door blijft drukken en zwaarder (vergelijk: meer gas onttrekken waardoor minder tegendruk in het zandsteen) dan zal de beschuit-laag over een breder gebied verkruinten en de rubberen plaat iets lager komen te liggen. Dat lager liggen is dan de compactie.

⁸ De hier aangegeven waarden zijn ongeveer omdat er verschillen in de zandsteen laag zitten.

⁹ Voor elke $8.000.000.000 \text{ m}^3$ (8 bcm^3) aardgas gewonnen verlaagt de gasdruk met ongeveer 1 bar ($\approx 1 \text{ kg/cm}^2$).

¹⁰ De NAM heeft kernen uit het zandsteen gebord en testen gedaan om te bepalen onder welke druk het zandsteen bezwijkt ($\approx 440 \text{ bar}$). Hieruit kwam naar voren dat na het winnen van ongeveer 1200 miljard m^3 gas de mogelijkheid bestaat dat er dan schokken zouden ontstaan door plotselinge compactie van het zandsteen.

¹¹ Op dat punt is de inwendige gasdruk nog ongeveer 200 bar (dit werd bereikt in 1990). De NAM schatte dat sinds 1990 er lichte trillingen zouden ontstaan vanwege de plotselinge compactie. In de volgende 15 jaren werd na een grotere beving de productie steeds teruggedraaid om het effect daarvan te bestuderen.

Figuur 6. Het reservoirgesteente is hier weergegeven als beschuit. Het Zechstein is weergegeven als een plaat piepschuim dat wel iets meebeweegt maar niet scheurt of barst. Samen met de bovenliggende ≈ 3 km dikke grondmassa wordt er een druk op het zandsteen uitgeoefend van ≈ 690 bar. Wanneer de gasdruk constant verlaagt, moet het zandsteen een steeds groter component van de druk dragen, totdat het gaat bezwijken. Het Zechstein voorkomt dat dit over een grote breedte gebeurt.



In het proces van het compacteren van de zandsteenlaag is de onderliggende Carboonlaag stabiel, maar heeft wel heel oude breuklijnen. In het zandsteen zelf zijn veel meer breuklijnen die in de loop van de miljoenen jaren zijn ontstaan met het zwaarder worden van de bovenliggende lagen.¹² De onderstaande schets geeft de drie verschillende fasen weer van dit proces.

Naarmate de compactie voortduurt zal de weerstand van het zandsteen oplopen tot maximaal de ≈ 690 bar wanneer al het gas eruit verdwenen is. Dan zullen zich er ook geen bevingen meer voordoen.

De eerste fase is dat bij het meest poreuze gedeelte van het zandsteen de inwendige drukverlaging door de gas onttrekking het grootste is en daar dan ook de eerste en grootste schok (verkrumpling) zich zal voordoen in het Hypocentrum. Deze schok zet zich voort naar alle kanten en manifesteert zich als een beving in het epicentrum (aardoppervlak); bijvoorbeeld met een sterkte met een PGAg 0,06 (zwaartekracht versnelling of Peak Grond Acceleratie). Dit gebeurt dan het eerste op die plaatsen waar de porositeit het grootste is en de zandlaag het dikste (gemeente Loppersum).

De tweede fase ontstaat doordat enerzijds het gas blijft nivelleren (en steeds onttrokken wordt) en anderzijds omdat de druk van het Zechstein op het zandsteen naast het verkrumpte gedeelte verhoogd wordt. Op de duur (enkele weken of maanden) zal daaronder dan ook het zandsteen met een schok (aardbeving) verkrummen/compacteren en het Zechstein plots zakken.

Dit tweede gebied is dan veel groter dan het eerste. Deze actie zal echter slechts ongeveer half zo zwaar zijn als de eerste schok, maar de compactie van die paar cm zal ongeveer gelijk zijn. Deze tweede schok kan bijvoorbeeld PGAg 0,04 zijn en wordt nauwelijks opgemerkt door de bevolking, maar heeft wel degelijk invloed op de gebouwde omgeving (verzakkingen/scheuren).

De derde fase is een uitbreiding van de tweede fase naar een nog groter gebied, wat hetzelfde proces volgt als die tweede fase. Ook hier zal de verkrumpling plaatsvinden maar door invloed van het taaie Zechstein en het nog grotere gebied slechts half zo sterk zijn als de tweede schok, bijvoorbeeld PGAg 0,02. Een schok of trilling van dergelijke grootte is niet meer voelbaar voor mensen. De verschillende fasen zijn in de onderstaande figuur uitgebeeld.

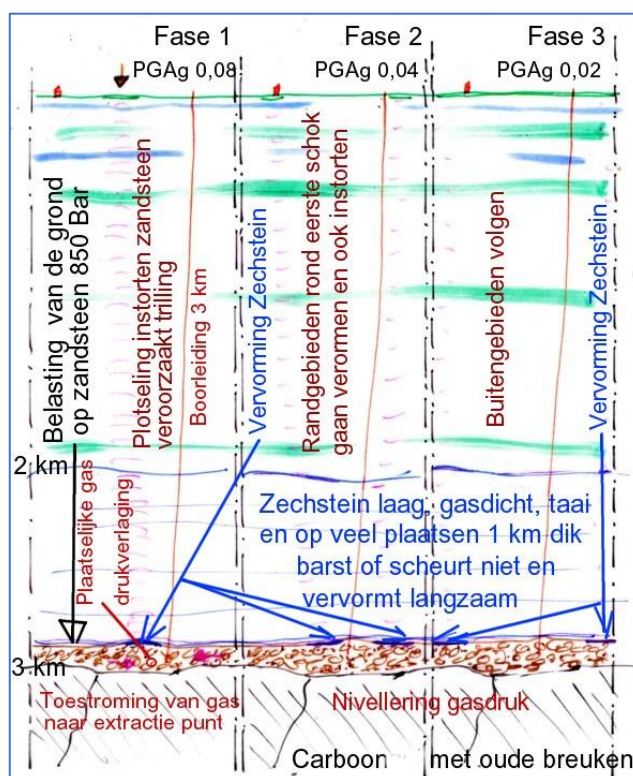
¹² In veel schematische tekeningen van het aardbevingsproces worden vaak twee tegenovergestelde pijlen langs die breuklijnen aangegeven. Er is echter geen beweging in het Carboon, terwijl langs de breuklijnen in het zandsteen slechts een neergaande beweging is, niet omhoog. Het is algemeen aangenomen en gemeten dat de breuklijnen in het zandsteen een barrière vormen voor het horizontaal doorstromen en nivelleren van het gas en dat het daarom de locaties zijn waar de eerste compactie schokken gegenereerd worden.

Figuur 7. Fasering schokken.

Fase 1. Drukverlaging in het zandsteen door aardgas onttrekking. Na de initiële elastische vervorming ontstaat plaatselijke verkrumeling van het zandsteen van een paar cm. De compactie leidt tot een kleine verlaging van het aardoppervlak.

Fase 2. Door de taaiheid van het Zechstein zal na verloop van tijd langs de randen van de eerste verkrumeling widere verkrumeling optreden met lichtere schokken.

Fase 3. Dit proces van fase 2 zet zich door met steeds meer schokken over een breder gebied met een lagere magnitude. Deze schokken zijn voor mensen nauwelijks voelbaar, maar veroorzaken wel verder daling van het aardoppervlak.



Het geschetste model heeft verschillende variabelen vanwege:

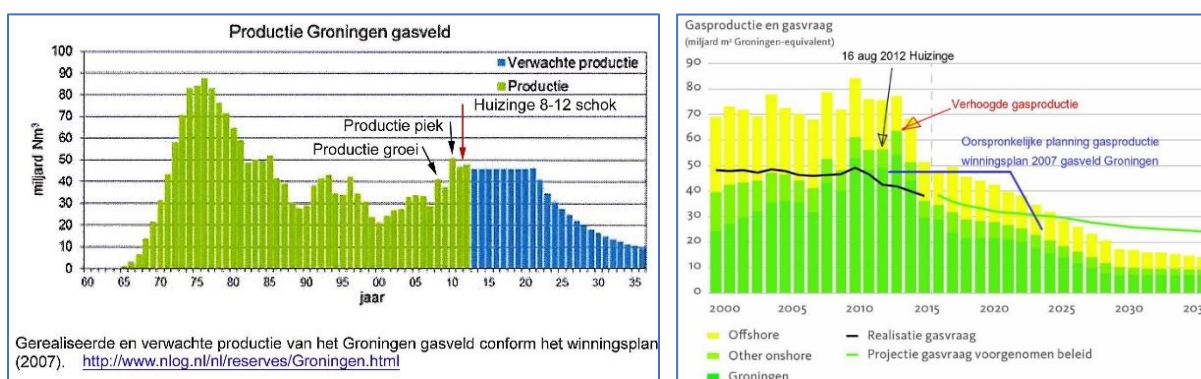
- Verschillende diktes en porositeit van het zandsteen. Onder de gemeente Loppersum is de zandsteenlaag het dikste en daar zal dan ook de meeste compactie plaatsvinden. Het kan zijn dat de porositeit in de bovenste zandsteenlagen het grootste is, waardoor dat gedeelte het eerste zal verkrumelen (en compacteren).¹³
- De Zechstein heeft grote dikte verschillen, met zelfs een paar pieken die tot dicht aan het aardoppervlak uitkomen, zoals de plaatsen waar zoutwinning plaatsvond.
- De gasextractie is niet overal even snel waardoor er drukverschillen optreden. De NAM probeerde wel om deze drukverschillen zo klein mogelijk te houden.
- Over de vele breuklijnen in de zandsteenlaag ontstaan overal drukverschillen vanwege de verminderde permeabiliteit van die breukzones.
- Door onder hoge druk injecteren van stikstofgas langs de rand van het gasveld kunnen drukverschillen enigszins gecompenseerd worden, omdat de netto gasproductie dan daalt (evenveel stikstof erin als aardgas eruit).¹⁴ Er werd een speciale stikstoffabriek in Zuidbroek gebouwd om buitenlands gas laagcalorisch te maken voor onze Cv-ketels.

¹³ Dit is gebaseerd op de ontstaansgeschiedenis van het opsluiten van het zandsteen door de zoutlaag. Zoals (methaan) luchtbellen direct onder het ijs in de bovenkant blijven hangen, zal ook het methaangehalte (dat uit de Carboonlaag naar boven komt) door de Zechstein afsluiting in de bovenste steenlagen het grootste zijn. Dit fenomeen zal de consequentie hebben dat na de elastische fase van de compactie, de eerste fase van de plotselinge (verkrumeling) compactie groter is dan de latere fasen.

¹⁴ Dit is over een periode gedaan, maar het stikstofgas moet met een druk hoger dan 75 bar in de grond geperst worden hetgeen veel energie vraagt. De NAM heeft ongeveer euro 2 miljard besteed aan een stikstof fabriek die eventueel ook voor druk-compensatie kan dienen. Hoe meer gas er jaarlijks wordt gewonnen, hoe meer stikstof men dan jaarlijks zou moeten insporen om compactie en bevingen tegen te gaan (25 injectieputten). Bij een lage gasproductie zijn de kosten aanzienlijk minder.

- De 3 fasen lopen over het hele Groninger gasveld constant door elkaar heen, omdat het gas op meerdere plaatsen wordt gewonnen.
- Elke schok kan andere schokken verderop in de provincie veroorzaken (starten), omdat de schokgolven net de kritische druk op het zandsteen plaatselijk kan overschrijden. De aardbeving van Huizinge 2012 was in feite een dubbele schok, waarbij door de eerste direct een tweede veroorzaakt werd en samen aan het oppervlak gevoeld.
- Naarmate de interne gasdruk daalt zal door het compactieproces de eigen drukweerstand van het zandsteen verhogen, waarmee de structuur van dat zandsteen veranderd.

Vanwege het steeds verder verlagen van de interne gasdruk in het zandsteen (tot ≈ 80 bar in 2015)¹⁵ zal de frequentie van de schokken toenemen, maar de sterkte nauwelijks¹⁶. Op het moment dat de kritische druk op het zandsteen wordt bereikt zal dit compacteren. Het is dan ook de verwachting dat de enkele schokken niet groter worden dan PGAg 0,1, wat al $\approx 15\%$ sterker is dan de beving in Huizingen 16 augustus 2012 met PGAg 0,085.



Figuren 8. Links. Winningsplan 2007 met gelijke productie na 2013. Rechts. Winningsplan 2013 met verminderde productie na 2013.

Wanneer de jaarlijkse gasproductie gelijk blijft (volgens het winningsplan 2007) zal de frequentie van grote en kleine schokken toenemen, want bij een lagere interne gasdruk wordt steeds vaker de kritische sterkte van het zandsteen overschreden¹⁷.

Wanneer echter de jaarlijkse gasproductie afneemt (winningsplan 2013), kan de frequentie aan schokken ongeveer gelijk blijven, want de interne gasdruk wordt dan wel steeds lager.

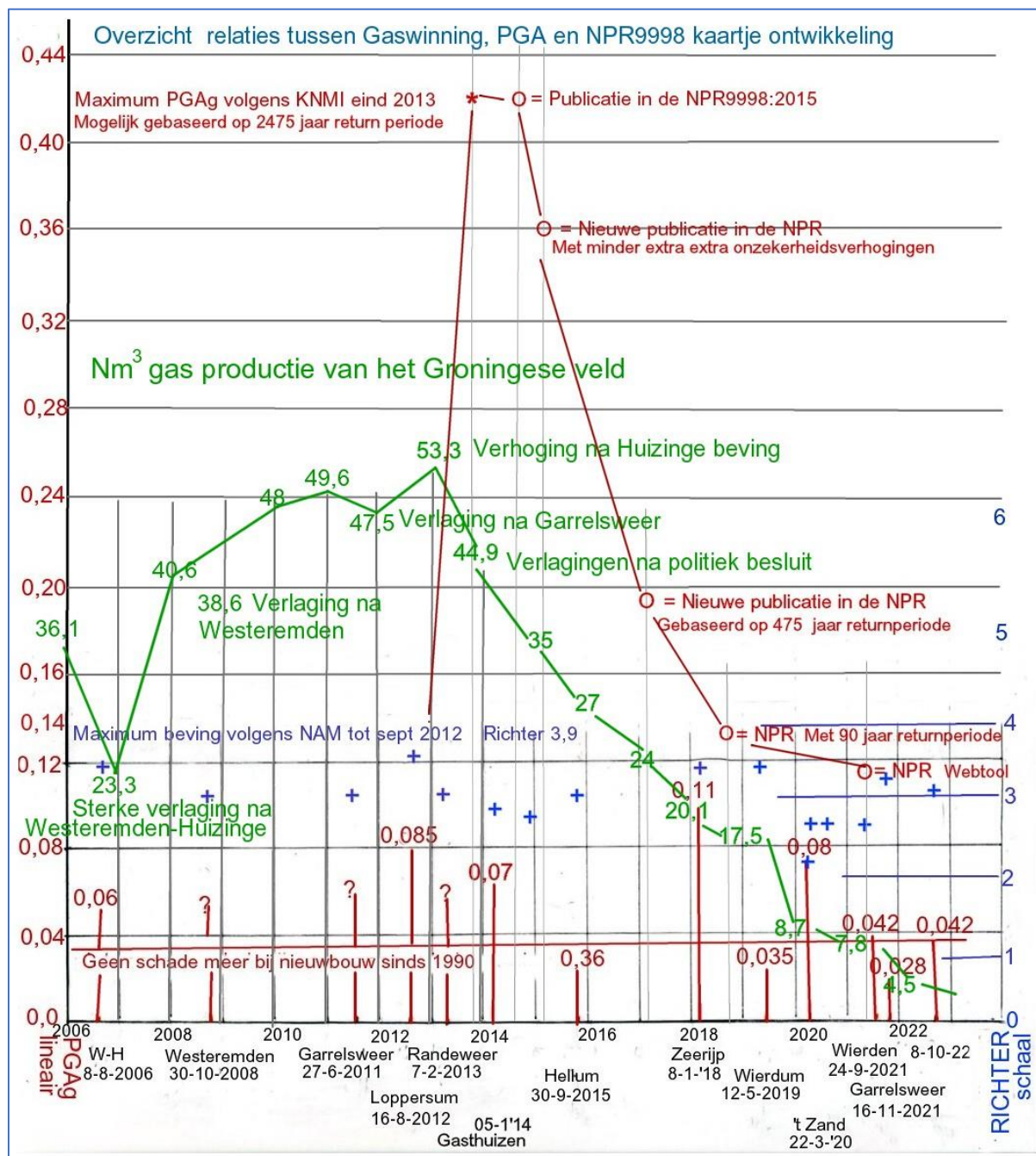
Wanneer men de gasproductie sterk verminderd (besluiten 2016) zal de frequentie van de schokken zelfs afnemen, waarbij de maximale schokken niet veel hoger dan de maximale PGAg 0,08 kunnen worden. Hoe verder de compactie toeneemt hoe meer de grote porositeit dichtgedrukt zal worden en de gemiddelde draagsterkte van het zandsteen zal toenemen.

¹⁵ De inwendige weerstand van het reservoirgesteente plus gasdruk blijft dan in de buurt van de 690 bar de bovendruk. Dit betekent dat de druksterkte van het reservoirgesteente is opgelopen tot $690 - 80 \approx 610$ bar, omdat de grootste porositeit al is gecompacteerd.

¹⁶ Immers, bij het bereiken van de kritische grens van de draagkracht van het zandsteen, zal het eerst gaan verkrummen. Aan de hand van de bevingen tot 2013/2014 lijkt het erop dat schokken van PGAg $\approx 0,085$ de bovengrens zijn, zodat een maximum van PGAg 0,1 de absolute bovengrens is. Onder de druk-verdelende werking van het Zechstein zou dit echter veel hoger kunnen liggen.

¹⁷ Om de maandelijkse snelheid van de gasproductie zo veel mogelijk gelijk te houden (reguleren) wordt in de zomer gas opgeslagen in aparte reservoirs waaruit in de winter het gasnet wordt bijgevoerd.

De volgende grafiek geeft de laatste grootste aardbevingen met PGA, Richter en de gasproductie.



Figuur 9. De aardbevingen komen een poosje na de gaswinning vanwege de vertraging door het Zechstein. De PGA-schaal kan niet geheel gekoppeld worden aan de Richterschaal. De groene gasproductielijn is ingetekend. De maximale beving volgens de NAM was tot aan Huizinge16-08-2012 $\approx$ Richter 3,9 of ongeveer $PGA_g < 0,14$. Data: <https://www.knmi.nl/nederland-nu/seismologie/shakemaps-archief>

De beving in Wierden 12-5-2019 wordt met een Richter 3,4 en een lage PGA aangegeven, ook de bevingen in Wieden van 24-9-2021 en 8-10-2022.

Vanwege de extreem hoge PGA-inschatting van het KNMI werd het hele versterkingsproces vanaf eind 2013 tot aan einde 2027 (ongeveer vier jaar) aanzienlijk vertraagd.

Tijdsberekening bij de Gutenberg-Richter wetmatigheid

De 15 sterkste geïnduceerde aardbevingen in Drenthe¹⁸/Groningen zijn in chronologische volgorde:

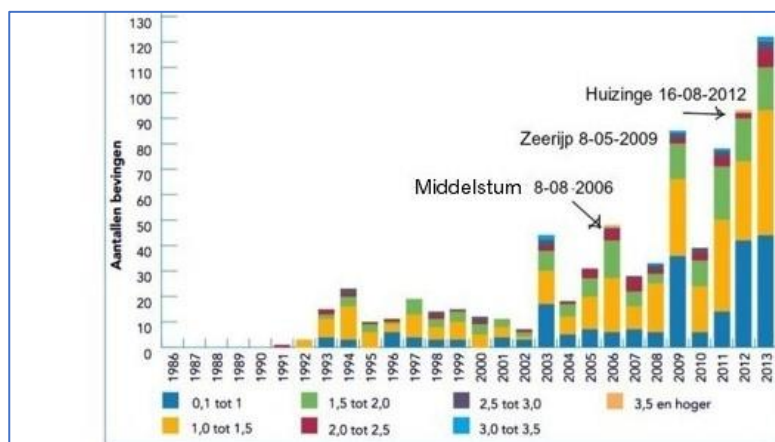
- 10-11-2003 te Stedum, Richter 3,0 plus 33 maanden, gelijk houden gasproductie tot
- 08-08-2006 in Middelstum, **Richter 3,0 plus 26 maanden, met verlaging gasproductie tot**
- 30-10-2008 in Westeremden, **Richter 3,2 plus 7 maanden, met verlaging gasproductie tot**
- 08-05-2009 in Zeerijp, **Richter 3,0 plus 39 maanden, met verlaging gasproductie tot**
- 16-08-2012 in Huizinge, **Richter 3,6 plus 6 maanden, met verhoging gasproductie tot**
- 07-02-2013 te Zandweer, Richter 3,3 plus 5 maanden, met jaarlijkse verlaging tot
- 03-07-2013 in Garrelsw eer, Richter 3,0 plus 7 maanden tot
- 13-02-2014 te Leermens, Richter 3,3 plus 12 maanden tot
- 30-02-2015 te Hellum, Richter 3,1 plus 35 maanden tot
- 08-01-2018 in Zeerijp, Richter 3,4 plus 16 maanden tot
- 22-05-2019 in Stedum, Richter 3,4 plus 10 maanden tot
- 22-03-2020 in 't Zand, Richter 3,2 plus 18 maanden tot
- 24-09-2021 in Garrelsw eer, Richter 3,2 plus 2 maanden tot
- 16-11-2021 in Garrelsw eer, Richter 3,2 plus 11 maanden tot
- 08-10-2022 in Garrelsw eer, Richter 3,1

Het principe van de Gutenberg-Richter wetmatigheid is dat er na 10 bevingen van een Richter magnitude er gemiddeld één beving komt die ongeveer 10X zo zwaar is als die tien eersten. Dus na een tiental Richter 3,0 bevingen komt er één beving Richter 4,0. Op basis van de vele kleine bevingen kon gesteld worden dat er tot 2012 een vrij wetmatige ontwikkeling was. Na 2012 werd de winning gespreid met minder extractie uit de Loppersum regio.

Na de eerste verminderingen van de gaswinning na de bevingen van 8-8-'06 en 8-5-'09 zitten er dus jaren tussen. Met extrapolaties volgens de Gutenberg-Richter wetmatigheid zou het dus vanaf 10-11-2003 tientallen jaren kunnen duren voordat er een Richter 4,0 zou ontstaan. Met de verhoging van de bevingsfrequentie (door verdere drukverlaging) zou de Richter 4,0 bevingen kunnen samenvallen met de oorspronkelijk geplande vermindering van de gasextractie rond 2022 (Figuur 8).

Figuur 10. Sterktes van de aardbevingen. In combinatie met figuur 8 kan gezien worden dat er sprake was van een tijdelijke verlaging van de gasproductie.

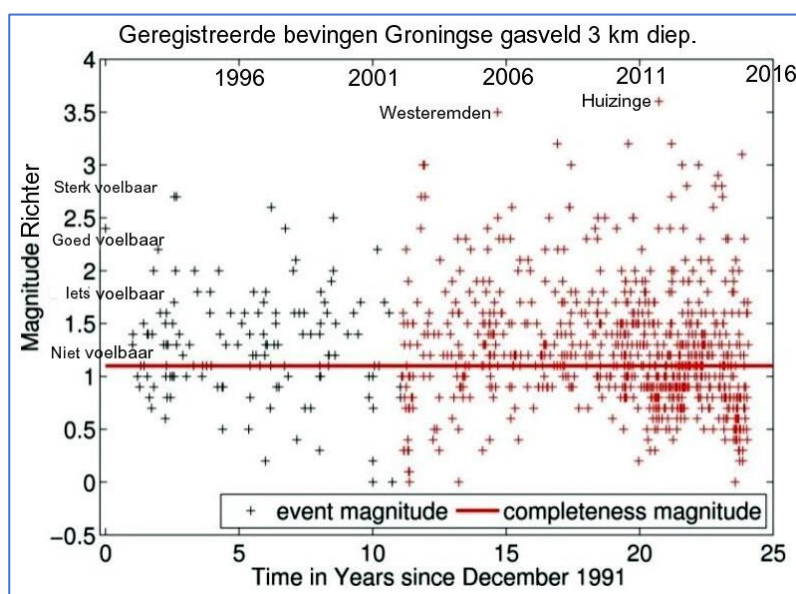
Dit was om te kijken wat het effect van de bevingen in combinatie met de snelheid van de gaswinning en gasdruk daling was.



¹⁸ De geïnduceerde bevingen in Drenthe zijn klein in aantal, maar wel uitgebreid vermeld in wetenschappelijke rapporten en als geïnduceerde aardbevingen mede als basis voor verdere berekeningen gebruikt.

Volgens de empirische Gutenberg-Richter wetmatigheid (klopt tot aan 2012 het Groningse gasveld aan voldeed) geeft aan dat er één tot drie jaar zit tussen de grotere bevingen (Richter 3,2 tot 3,5). Gemiddeld zou dat ongeveer elke 1,5 tot 2 jaar kunnen zijn bij doorgaande gas exploitatie.

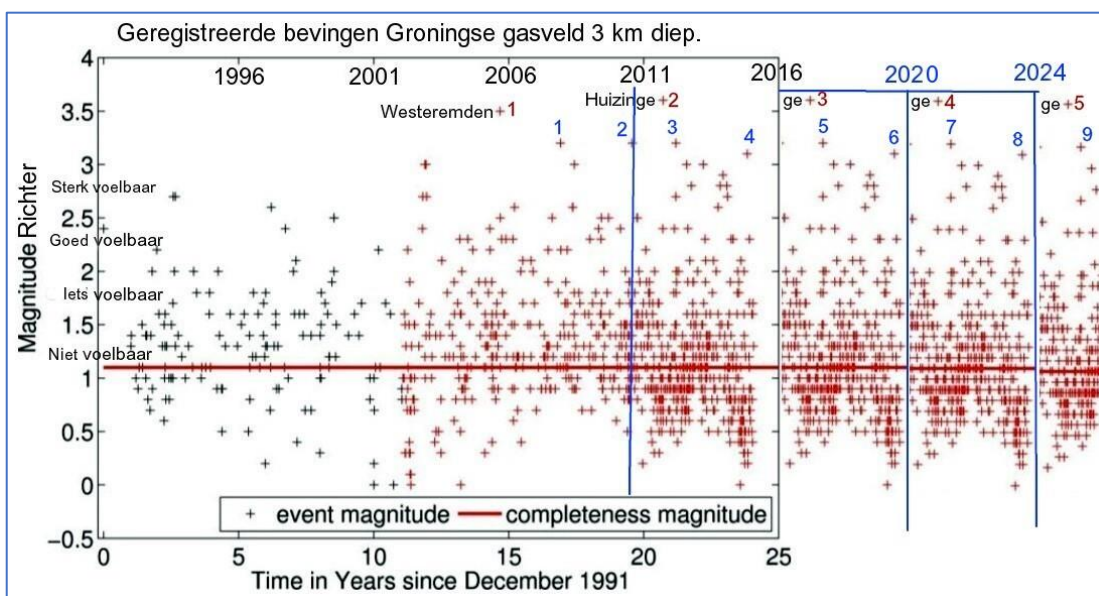
Wanneer bij gelijkblijvende jaarlijkse aardgasproductie (winningsplan 2007), en daardoor toename van het aantal schokken, zou er volgens de Gutenberg-Richter wetmatigheid binnen 6 tot 8 jaar de 10^{de} schok kunnen plaatsvinden, die dan in theorie tweemaal zo zware PGA-grondversnelling zal hebben als de voorgaande serie van 10 schokken (Richter 3 tot 3,5 sinds 2006)¹⁹. Theorie, want de bovengrens van de schokken wordt sterk bepaald door de beperkte compactie van het zandsteen. Wanneer je dit aspect niet meeneemt dan krijg je een hele hoge prognose van die maximum PGA. Door een paar keer de laatste sectie van 5 jaar aan de onderstaande grafiek toe te voegen komt het moment tot dat je een 10-tal schokken van de hoogste magnitude hebt (ergens 2021 tot 2026).



Figuren 11. Op basis van de NAM- en KNMI-metingen die sinds 1991 geregistreerd werden, zou je de zwaarte van de bevingen in de toekomst (na 2016) kunnen inschatten.

Bij een gelijkblijvende productiesnelheid en zonder druknivellering zullen de schokken echter sneller groter worden.

De onderstaande figuur geeft de extrapolatie aan tot aan de 10^{de} aardbeving.



¹⁹ Hagoort berekent Richter 4,4.: <http://www.ondergroningen.nl/wp-content/uploads/2017/04/Empirical-Model-for-Induced-Earthquakes-in-the-Groningen-Gas-Field.pdf>

De schokken met een sterkte Richter ≈ 3 (tussen 2,8 tot 3,2) volgen elkaar met redelijke regelmaat op sinds 2008/2009 tot aan 2015, een 5 jaar blok met verhoogde aardgasproductie sinds 2010.²⁰

Figuur 11 boven. Het aantal schokken van Richter $\approx 3,5$ zal in deze opstelling van 2015 tot aan 2024 < 5 zijn. Echter, zonder vermindering van de gasproductie of nivellering na 2013 zal een lagere gasdruk leiden tot een snellere compactie en meer schokken. In dat geval zou een 10X zwaardere beving als Richter $\approx 3,5$ tussen 2020 en 2024 sneller kunnen plaatsvinden met een Richter 4,5.

Het probleem van interpretatie ontstaat doordat het kaartje van de NPR slechts over de maximale PGA-grondversnelling gaat, niet over Richter. Bij een 10X zwaardere aardbeving (Richter) ontstaat een ongeveer 2X zo hoge piek grondversnelling. 2X de sterkte van de Huizinge beving 2012 met PGAg 0,085 = PGAg 0,17. Bevingen met een PGAg van > 0,2 zijn dan al onwaarschijnlijk; dit is de onder-grenswaarde voor noodzakelijke seismische versterking volgens die NPR²¹.

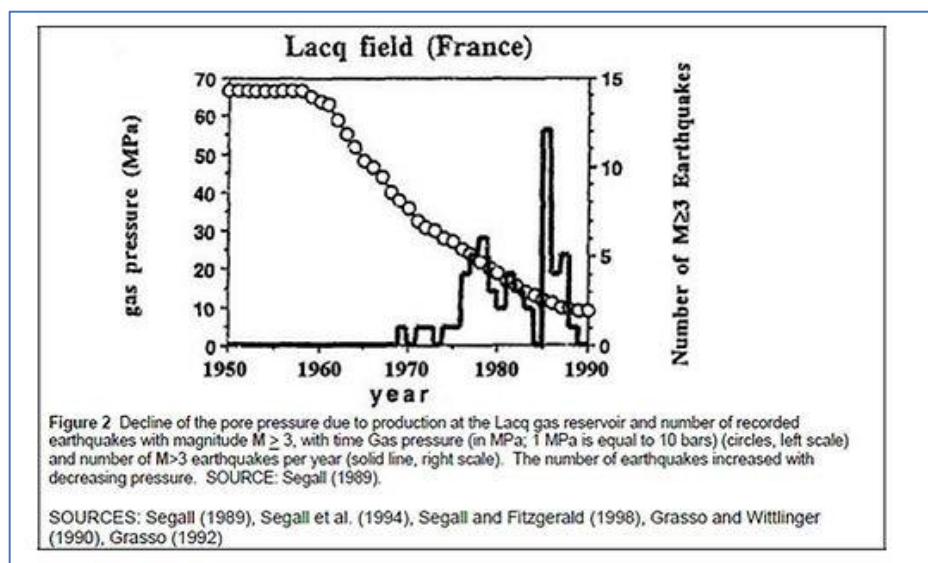
De blauwe cijfers geven de bevingen aan van Richter 3,2 tot 3,4. De onderste schets (*Figuur 11*) geeft aan dat er rond 2025 de kans bestaat op een aardbeving Richter 4,2. Dat wil zeggen, als er geen vermindering van gasproductie zou plaatsvinden en het Zechstein geen invloed heeft op de drukverdeling; in beide gevallen is dat niet het geval.

De volgende grafiek van een Frans gasveld werd aangehaald ter argumentatie dat de frequentie en de sterkte van de bevingen kan oplopen. Dat is wel zo, maar het is niet zo dat ze veel sterker worden.

Figuur 12. De geregistreeerde bevingen zijn hier Richter ≥ 3 of $\approx M \geq 3$,

Het aantal van de bevingen loopt na 1975 sterk op naarmate de interne gasdruk lager wordt.

Er is bij deze weergave geen indicatie dat de bevingen erg veel groter zijn dan M3.



Gebaseerd op de gasdruk ligt het Lacq gasfield ongeveer even diep als het Groningse gasveld.

²⁰ Ook de schokken Richter < 1,5 worden sinds 2010 frequenter, hetgeen consistent is met de verhoging van de productie. Vooral na 2013 met de piekproductie, is de toename van het aantal schokken goed zichtbaar.

²¹ Het argument van de NAM, dat je onder de PGAg 0,2 de woningen niet meer volgens de seismische code hoeft te versterken is misschien geldig voor moderne nieuwbouw, maar niet voor de oude baksteen woningbouw. Oude bouw die beschadigd is moet gewoon gerepareerd worden, of versterkt zodat minder herhaalreparatie nodig is. Echter wanneer er steeds nieuwe bevingen komen, ontstaat er ook steeds nieuwe schade in bakstenen gebouwen, die weer muurherstel vereisen. Het is dus wel zinvol om niet alleen te repareren, maar tegelijkertijd te versterken om toekomstige schade en kosten te minimaliseren.

Het kan dus zijn dat de M 3 van het Franse Lacq-gasveld ook de absolute bovengrens is van dit soort van gasvelden, en dat de Gutenberg-Richter wetmatigheid per type gasveld of zandsteenlaag een grenswaarde heeft. Immers, na een compactie, begint het tel-proces weer van voren af aan, net zoals bij grote tektonische aardbevingen.

Die lange pauze tussen de eerste zwaardere bevingen in Groningen kwam omdat het reservoir een langzame reactie heeft door de taaie bovenliggende zoutlaag en omdat de NAM de productie tussentijds verlaagde om te kijken wat het effect was in termen van schokken²².

Op basis van de winningsplannen 2007 en 2013 zou de gasproductie vanaf 2013 constant blijven op ongeveer 45 miljard m³/jr (of Nm³/jr) en na 2022 geleidelijk afnemen.

Bij spreiding van de productie (niet meer in de Loppersum regio) die men in 2010 al had besloten, zullen:

- A. De inwendige drukverschillen in het reservoir ook kleiner blijven en daardoor zullen het aantal en de frequentie van de schokken door compactie verminderen.
- B. Bij verdere drukverlaging in het reservoir als geheel zullen in de buiten zones (buiten de Loppersum regio) de compactie en de schokken weer iets toe nemen.
- C. Bij verminderde gasafname, in het totaal, is er meer tijd voor het gas om binnen het reservoir te nivelleren waardoor de drukverschillen kleiner worden. In dat geval nemen de schokken weer af.

Deze drie maatregelen ABC samengenomen, blijven de sterkte en de frequentie van de schokken dan misschien ongeveer gelijk. Bij een sterke vermindering van de gasproductie zullen de schokken minder sterk worden en ook verder gespreid worden.

- De Gutenberg-Richter wetmatigheid werd waarschijnlijk door de KNMI in de tijd veel te ver doorgetrokken (honderden jaren), heel veel verder dan de reeds geplande vermindering en het einde van de gasproductie.

Wanneer men empirische prognoses gaat maken over het Groningse gasveld op basis van tektonische begrippen en statistieken, zonder rekening te houden met de combinatie van de porositeit, gasdruk en druk-verdelende werking van het Zechstein, verandering van de structuur van het zandsteen, maar wel verhoogt met verschillende onzekerheidsfactoren, dan komen daar onwaarschijnlijk hoge PGAg gebouwbelastingen uit.

De combinatie van de sterke productie afname (sinds 2013), gecombineerd met de bovengrens, veroorzaakt door het beschreven compactie model, geeft aan dat het onwaarschijnlijk is dat zich na 2015 er een beving kan voordoen van meer dan PGAg 0,1.

De in 2013 (en later steeds herhaald) door de NAM gelanceerde bewering dat er bij het sterk verminderen van de gasproductie nog steeds de kans bestaat op veel zwaardere bevingen was daarom pertinent misleidend.

²² Deze twee reacties geven heel duidelijk aan dat de NAM de bevingen nauwkeurig volgde en inschattingen probeerde te maken over het effect en de na-ijlende gevolgen van de compactie.

De extreem lange periode van de prognoses

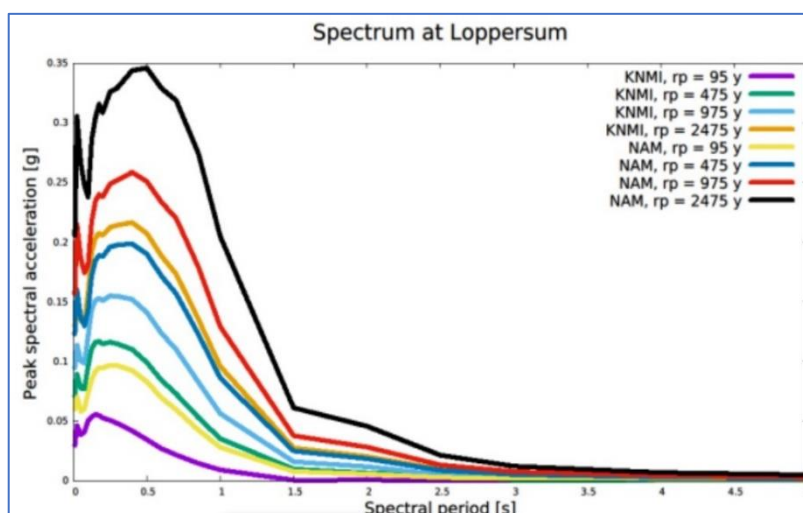
Bij het maken van aardbevingsprognoses of de bepaling van de maximale sterkte van een toekomstige aardbeving moet een tijdsperiode worden vastgesteld. In relatie tot de Gutenberg-Richter wetmatigheid zal de mogelijke toekomstige maximale aardbeving steeds groter kunnen worden, omdat na ongeveer 10 bevingen er een beving komt die 10X zo sterk is, met een PGA die ongeveer 2X zo sterk is.²³

In theorie zouden dan aardbevingen na tientallen of honderden jaren ontzettend zwaar kunnen worden, maar elke zware tektonische aardbeving resulteert ook in een ontspanning van de ondergronds opgebouwde spanningen en dan begint de telling opnieuw.

In Nepal, Kathmandu is er elke 75 tot 80 jaar een aardbeving van ruim Richter 7,5. De laatste was op 25 april 2015 met een sterkte van Richter 7,8. Na 750 tot 800 jaar zou er dan volgens de Gutenberg-Richter theorie een beving kunnen komen van 8,8. De door die 2015 aardbeving resulterende ontspanning tussen de tektonische aardplaten van India en Tibet, heeft het effect dat de telling van de kleinere en grotere bevingen weer opnieuw begint. In dat geval is de maximale herhalingsstijd < 100 jaar. Gezien de geologische structuur van de Himalaya is het dan ook onwaarschijnlijk dat er bevingen van zwaarder dan Richter 8 gaan voorkomen.

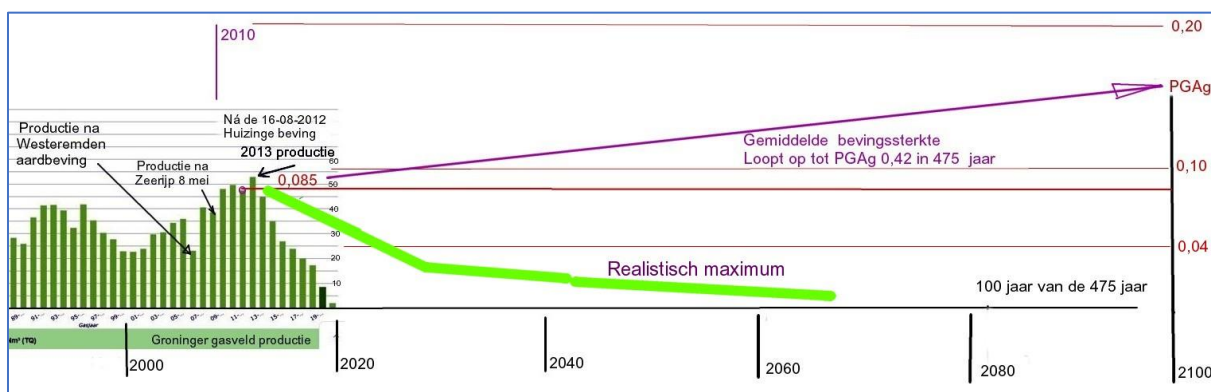
Wanneer de geleden aardbevingen in Groningen ge-extrapoleert worden, zonder de toekomstige vermindering van de gasproductie in aanmerking te nemen (of het einde), kom je tot hele hoge waarden van de bevingsterkten. Wel op tektonisch wetenschappelijke basis uitgerekend, maar onrealistisch om te presenteren als leidende data voor de bouwwereld of om die bevingsterkte aan de bevolking te geven met de opinie dat die gaan voorkomen.

Figuur 13. Recent diagram uit het document in de [voetnoot](#). De 95 jaar herhalingsstijd geeft anno 2021 een PGAg = 0,05 waarbij er geen seismische versterking voor nieuwbouw nodig is. Voor de herhalingsstijd van 2475 jaar wordt dan een PGAg = 0,35 berekend, een grondversnelling die 4X zo zwaar is als de Huizinge beving 2012 met Richter 3,6, of een aardbeving die ≈1000X zo zwaar is (Richter ≈ 6,6).



²³ De seismische prognoses worden dan ook weergegeven met herhalingsstijd perioden van 95 jaar, 475 jaar, 975 jaar of 2475 jaar. Voor Groningen wordt met eerst met 2475 jaar gerekend, daarna 475 jaar. Zie: <https://www.nen.nl/media/PDFjes/Achtergronddocument NPR 9998 Webtool 2020-07.pdf>

Op basis van het winningsplan 2007/2013 en de toen beschikbare gegevens werd ook een projectie berekend die er voor de eerste 2475 jaar wat resulteerde in een PGAg van 0,42.



Figuur 14. Om deze grafiek uit te tekenen voor 475 jaar zou deze pagina 65 cm breed moeten zijn. Overeenkomstig de verminderde gasproductie, drukkivellering en limitering van de zettingen t.g.v. het taai Zechstein zal de werkelijke sterkte van de aardbevingen meer de groene lijn volgen, waarbij de schokken onder de PGAg 0,04 het nauwelijks voelbaar zullen zijn, maar wel steeds gebouwschade kunnen veroorzaken.

Wanneer we de 2013 grafiek van *Figuur 14* vergelijken met de *Figuur 13* voor de prognose van 95 jaar dan is er in 2022 een maximale beving gemeente Loppersum van een PGAg 0,05, hetgeen ongeveer overeenkomt met de lichtgroene lijn, met een verhoging van ruim 15% (marge).

Om voor de lange termijn van 2475 jaar of 475 jaar te veronderstellen/berekenen dat de aardbevingen in de provincie Groningen een sterkte van PGAg 0,36 kunnen bereiken is een theoretische waarde die voortkomt uit tektonische rekenmethoden. Deze zijn niet relevant voor de bouwwereld, noch is het wenselijk om dergelijke waarden aan de bevolking mede te delen, ook al zou men in staat zijn de rekenkronkel op een simpele manier uit te leggen.

Het bovenstaande is in grote mate relevant wanneer men alsnog het restant van het Groningse aardgas gaat winnen. In dat geval zal er zeer gelijkmatig en langzaam (onder de 7 bcm) aardgas onttrokken moeten worden om de bevingen onder de PGA 0,04 te houden.

De NPR9998 is afgeleid van de internationale seismische codes en volgt dezelfde rekenmethodes met tijdextrapolaties van die codes. In de situatie van geïnduceerde bevingen, houden deze trend met de door de mens gerealiseerde ingrepen, en zullen ze sterk verminderen en ophouden nadat de mens die ingrepen heeft gestopt. Het doorrekenen naar periodes van 475, 975 en 2475 jaar is daarom niet zinvol of logisch.

De menselijke ingrepen zijn (met uitzondering van hele grote stuwdamprojecten) meestal gebaseerd op kortstondig economische gewin, hooguit tientallen jaren.

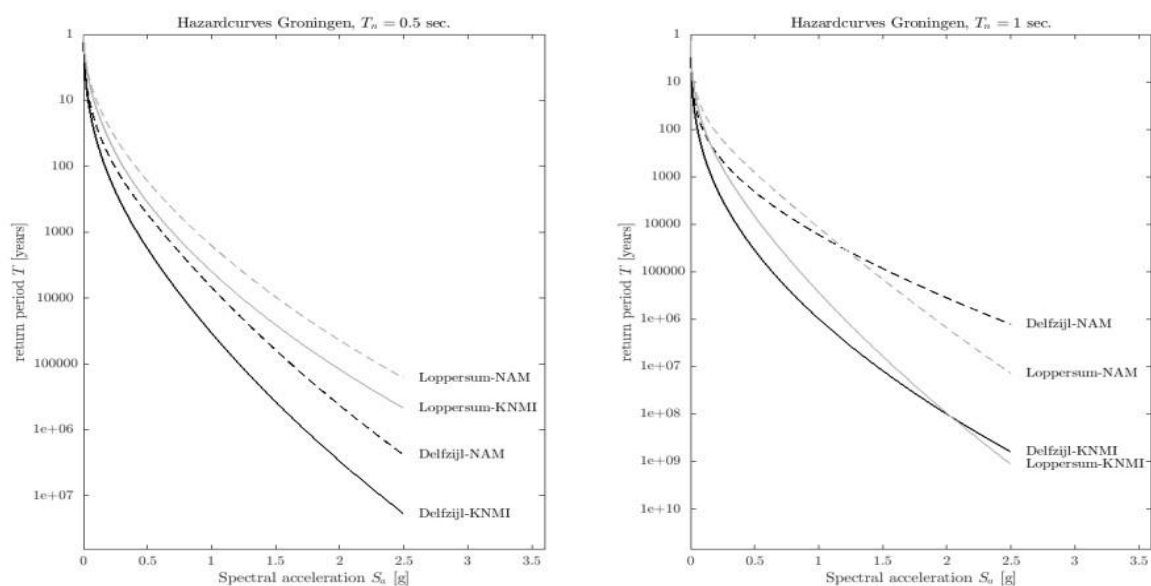


Figure 4.2: Hazardcurves for Loppersum and Delfzijl based on two M_{max} assumptions (right graph $M_{max} = 5$ and left graph M_{max} uniform between 5.0 and 6.5)

Figuur 15. Afbeelding uit: TNO 2018 R10254 Background Report NPR 9998:2018 Part A: Terminology and Safety Philosophy. De grafiek schaal aan de linkerkant geeft het aantal jaren weer in een logaritmische schaal tot 100.000 jaar voor Loppersum. De onderste schaal geeft de PGAg weer. 'Huizinge' was < 0,1

De bron van deze curves komen uit een rapport van 2015 (gebaseerd op NAM-data uit 2013/2014) en zijn met de betere kennis van 2018 niet aangepast. De hazardcurves houden dus mogelijk geen rekening met de verminderde gaswinning of de geologische verandering van het zandsteen. Zie quote hieronder.

A PSHA using the Groningen specific GMPE v2 (Bommer et al, 2015) was carried out; hazard curves for Loppersum and Delfzijl have been derived for two periods: $T = 0.5$ and $T = 1$ s. These periods are considered to be the dominant periods for low rise structures.

Two M_{max} models were used: $M_{max} = 5.0$ (KNMI according to Dost and Spetzlerl, 2015) and M_{max} is uniformly distributed between 5 and 6.5 (NAM Winningsplan 2016). See Figure 4.2 of this report for the hazard curves.

Ofschoon dit “wetenschappelijk” allemaal wel klopt volgens de rekenregels van de internationale seismische (tektonische) code, is deze grafiek dus niet relevant voor geïnduceerde aardbevingen met een maximale aardgas exploitatieperiode van < 30 jaar.

Reflecterend over de destijds (2013- 2018) door de KNMI berekende en onrealistische bevingsterkten, is het wenselijk dat er nieuwe reken- en prognose-methoden komen voor geïnduceerde en controleerbare aardbevingen.

Het verkeerde engineeringconcept

Consolidering van de NPR 9998:2015 PGAg-waarde.

Een NEN-studiegroep onder voorzitterschap van prof. dr. ir. J. C. Walraven hield zich in 2014 bezig met de normering van de aardbevingsbelastingen op gebouwen in het kader van de NPR9998.

Samenvattend: De NEN-werkgroep Aardbevingen (30 oktober 2015) had de maximale PGAg 0,36 van het KNMI/NPR9998-kaartje van 16 oktober 2015 overgenomen.²⁴

Volgens een persoonlijk gesprek in 2020 met prof. Joost Walraven bleek dat in die werkgroep het idee bestond om de maximaal gemeten PGAg belasting 0,085 (Huizinge beving 2012) minimaal **2X** te nemen (engineering norm)²⁵. Dat zou neerkomen op een gebouwbelasting van PGAg > 0,17 tot 0,18. Omdat die waarde onvoldoende veiligheidsmarge zou geven (dat was dus niet bestudeerd door die werkgroep)²⁶ werd die waarde van PGAg 0,18 **nog eens verdubbeld** tot PGAg 0,36 zodat deze gelijk zou zijn aan het KNMI/NPR9998-kaartje van 2015, en dit als advies uit te brengen.

Omdat deze prestigieuze werkgroep de hoge PGAg van 0,36 had bevestigd, “alsof die elk moment zou kunnen plaatsvinden”, werd het beeld van een imminente zware beving ook publiekelijk bevestigd, waarmee de stressfactor van de bevolking aanzienlijk verhoogd werd.

Bij het bepalen van maximale windbelastingen op gebouwen gaat men uit van historische maximumgegevens over een lange periode. Bouwconstructies moeten deze kunnen weerstaan.

Van Groningse geïnduceerde aardbevingen is geen lange ervaring aanwezig, dus werden de KNMI-waarden maar overgenomen. Bouwconstructies zouden dan volgens de normwetgeving **zonder schade** deze belastingen moeten kunnen weerstaan.

Dit is in principe een misinterpretatie van de Eurocode 8. Hierin wordt gesteld dat de constructies **niet mogen instorten** bij de maximale theoretische belasting. Het bouwkundig versterken volgens deze sterktenorm zonder schadegevolg houdt zeer zware versterkingen in.

Oudere ongewapende baksteen gebouwen zullen altijd scheuren onder verzakkingen en korte felle schokken. **Dat betekent geenszins dat ze ook zullen instorten of dat de veiligheid van de bewoners in gevaar zou zijn.** Wel moeten die gebouwen na de aardstrik gerepareerd worden, want anders kunnen er bij herhaling progressieve scheuren ontstaan. Wellicht stelde de werkgroep zich op het standpunt dat gebouwen geen schade mochten ondervinden, maar dat is niet overeenkomstig met de intentie van de seismische code.

Na de zware aardbeving in Christchurch New Zealand (22 februari 2011) werd besloten dat gebouwen niet méér versterkt hoefden te worden dan 60% van de nieuwbouwnorm. Dit is gebaseerd op het feit dat bouwmaterialen ongeveer 2X tot 2,5X de krachten op kunnen nemen van de nieuwbouw normwaarde voordat het bezwijkt (instort). Een voorbeeld is het staal trekdiagram.

²⁴ Memo onder redactie van ir. Mark L. Lurvink, 2015-10-30 ONDERWERP: Prioriteringsopgave N.O.-Nederland gebruikmakend van KNMI kaart d.d. 2015-10-16.

²⁵ De engineering norm gaat er van uit dat een gebouw ongeveer 2X zo sterk is als de berekende waarde. Dat komt omdat de gebruikte bouwmaterialen ongeveer 2X zo sterk zijn rekennorm van die bouwmaterialen.

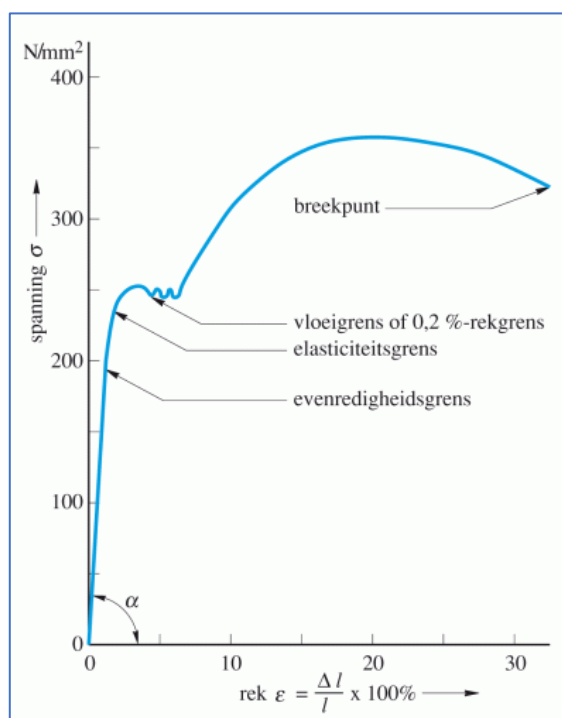
²⁶ De vraag is of je die werkgroep van ingenieurs zonder seismische ervaring kwalijk kan nemen dat ze zich niet verdiept hebben over hoe die KNMI-waarde tot stand is gekomen.

Figuur 16. Trekdiagram van staal. Uit een standaard bouwkunde boek.

De rekennorm is de evenredigheidsgrens van het staal (waarbij de verlenging hetzelfde % heeft als de verhoging van de trekkracht) wordt gebruikt in de berekeningen, terwijl de elasticiteitsgrens tot 230 N/mm² loopt. De rekenwaarde is de evenredigheidsgrens met 190 N/mm². Echter, na vervorming kan het staal nog een belasting opnemen tot ongeveer 350 N/mm², **bijna tweemaal** de rekennorm. In mindere mate komt dit fenomeen ook bij andere bouwmaterialen voor.

Hout geeft een veel grotere vervorming dus daarom wordt de rekengrens voor hout extra laag gehouden.

Omdat het aardbevingsbestendig verbouwen een uitgebreide ingreep kan zijn, kan men besluiten om minimaal tot de sterkte van het Bouwbesluit 2012 te versterken of tot 50% van de NPR 9998:2020, welke de hoogste versterking oplevert. Dit is gebaseerd op het bovenstaande inzicht, dat de nieuwbouwnorm sterker is dan de netto sterktebehoefte.



Door de theoretische maximale PGAg extra hoog op te voeren werd er dus met een **tweedubbele** maximale gebouwbelasting gerekend (4X). Daarmee werd het angstsyndroom, dat er toch wel een zware aardbeving van Richter 5,0 zou kunnen komen, naar de bevolking toe verder ondersteund.

De NEN-werkgroep Aardbevingen heeft dus een grote tekortkoming. Ze hebben de achtergronden van de KNMI-waarden niet onderzocht, zodat ze zich niet realiseerde meervoudig die maximale theoretische beving met 5% kans in 475 jaar was verhoogd ten opzichte van de reel ingeschatte PGA-waarde. Ook de 475 jaar werd niet ter discussie gesteld terwijl het gas in 35 jaar al op zou zijn

De NEN-werkgroep heeft ook niet geanalyseerd waarom de draft NPR9998:2015 geen voorzieningen had voor de verlaging van de PGA wanneer het om versterkingen of verbouw gaat zoals van toepassing is in b.v. New Zealand. Dat is vooral relevant wanneer de door de KNMI geponeerde waarden van het kaartje extreem hoog zijn.

De NEN-werkgroep heeft ook geen vragen gesteld bij de NPR-richtlijnen dat de PGA berekend moet worden over periodes van 95, 474, 975 en 2475 jaar, allemaal perioden die niets met de geïnduceerde aardbevingen in Groningen te maken hebben, waar anno 2015 de maximale aardbeving in pas na minstens 6 tot 8 jaar zou plaats zou kunnen vinden, waarna de vermindering van de aardgaswinning al in gang zou zijn gezet. Er werd door de werkgroep dus geen rekening gehouden met de eindigheid van de aardgasproductie in ongeveer 35 jaar.²⁷

Het lijkt erop dat de NEN-werkgroep een slag in de ruimte heeft gemaakt om op de PGAg-waarde van de KNMI uit te komen, er geen zelfstandig onderzoek naar heeft gedaan, en het engineeringconcept van de seismische code niet heeft opgepakt of begrepen.

²⁷ De Nam hield daar al wel rekening mee en begon in 2014 al met de bouw van de stikstoffabriek om het hoogcalorische Noorse en Russische aardgas bij te mengen voor gebruik in de Nederlandse Cv-ketels.

Politiek en juridisch kader in Nederland

In Nederland is juridisch het moedwillig veroorzaken van (zoveel) schade niet toegestaan, ook niet het opzettelijk mensen in een onveilige situatie brengen.

In de (post Huizingen beving 2012) vraag aan het KNMI had de NAM verschillende scenario's aangeleverd van verschillende exploitatie schema's²⁸. Hoge, lage, vlakke, lokale, regionale productieplannen en de optie om langs de randen van het aardgasveld stikstof te injecteren om de inwendige druk van het gasveld op niveau te houden, waardoor er minder schokken komen. Van alle scenario's heeft de KNMI voor het NPR-kaartje kennelijk het scenario genomen dat de zwaarste aardbevingen zou veroorzaken.

Ofschoon de theoretische maximale bevingsterkte zo werd berekend, hadden de seismische deskundige(n) van de KNMI erbij kunnen vertellen dat een dergelijke aardbeving van PGA 0,42 er meer dan 100.000 woningen **zware** schade oplopen²⁹. Daarnaast zullen er dan nog eens >100.000 woningen (inclusief in de stad Groningen) flinke schade oplopen. Ook al zou het theoretisch een juiste berekening zijn, dan nog is het onverantwoord om dergelijke informatie breed bekend te maken, omdat dat dan tot paniek leidt. Dat is ook zo wanneer die vermeende theoretisch zware schok pas over een tiental jaren eventueel mogelijk zou kunnen plaatsvinden, op basis van een snelle en volledige uitputting van het gasveld met maximale drukverschillen tot gevolg.

Hier is er feitelijk tussen de positie van de NAM en de SodM een richting verschil ontstaan.

- A. Aan de ene kant een theoretisch model met de sterkst mogelijke maximale beving.
- B. Aan de andere kant de SodM die stelt dat de gasexploitatie moet verminderen zodat de bevingen de komende 10 jaar beslist niet sterker worden dan de 'Huizinge beving 2012' maar slechts minder en dan nog steeds minder.

De Nederlandse wet stelt echter dat je niet opzettelijk schade aan anderen mag toebrengen en zeker niet met voorbedachten rade. Planning van een hoge gasproductie met zwaardere bevingen als gevolg is voorbedachten rade en opzettelijk. Wanneer de NAM dus weet dat met een continu hoge gasproductie³⁰, dat je dan aan honderdduizend families lichte en tienduizenden families zware schade aan hun eigendommen gaat aanbrengen, dan is dat bewust crimineel gedrag.

De NAM haalt als deskundige partij het gas uit de bodem en dan is de NAM verantwoordelijk voor de schade en woningherstel, niet de opdrachtgever.³¹

²⁸ Dit volgens informatie van Jan van Elk en Bart van de Leemput tijdens de commissie verhoren.

²⁹ Het is heel goed mogelijk dat die seismische deskundigen ook helemaal geen idee hadden van de zwakte van de Nederlandse woningbouw. Dit soort vragen werden niet door de Parlementaire Commissie gesteld.

³⁰ Voor de verkoop en om budgettaire redenen van de VVD-regering, of zoals tijdens de parlementaire commissie regelmatig werd beweerd voor de leveringszekerheid in koude winters.

³¹ Dit is te vergelijken met een woningeigenaar die een grotere keuken wil, maar de aannemer weet dat zonder balk in het plafond de zaak zal instorten. Wanneer die aannemer die balk dan niet aanbrengt is die aannemer wel verantwoordelijk voor de schade van het instorten, niet die woningeigenaar. De NAM heeft wel geprobeerd om een gedeelte van de verantwoordelijkheid meer bij de overheid te leggen. Samen met de vennootschapsbelasting ontving de Staat ongeveer 85–90% van de winst). Reden waarom de NAM de kosten op de Staat wil verhalen, om daarmee het kostenaspect voor de NAM te minimaliseren.

Op basis van de eind 2014 geponeerde PGAg = 0,42 door de KNMI, (in april 2015 werd dat PGAg 0,36) hadden de seismische deskundigen van de KNMI erbij moeten/kunnen zeggen dat het in Nederland niet toelaatbaar is om degelijke zware bevingen te veroorzaken. Als dat niet was gedaan, is dat laakbaar van de KNMI. De Parlementaire Enquête Commissie Groningen heeft dat niet nagetrokken.

De NEN-werkgroep aardbevingen (bouwkundigen, ingenieurs) hebben hier ook niets over gezegd, terwijl het overduidelijk was dat heel veel gebouwen met een PGAg 0,36 zeer veel schade gingen lijden en er bij herhaalde schokken er van alles kon instorten, zeker de oude gebouwen.

Ook had de KNMI er gedetailleerd bij moeten vertellen hoe men aan die hoge waarde kwam en welke onzekerheidsfactoren en extra verhogingsfactoren er in die PGAg 0,42 of PGAg 0,36 waarde zaten. Ogenschijnlijk heeft de NAM dat PGAg-kaartje klakkeloos geaccepteerd zonder er vragen bij te stellen. Dat is op zijn minst onzorgvuldig of naïef te noemen.

De NAM-specialisten waren misschien voldoende bouwkundig onderlegd om direct na de ‘Huizinge beving 2012’ (Richter 3,6 met PGAg 0,085) te kunnen inschatten dat bij meerdere bevingen er meer woningen beschadigd zouden worden en erger. Als de bevingen na 10 jaar dan twee keer zo sterk zouden zijn (PGAg 0,17), er tenminste 10X zoveel woningen zouden beschadigen³².

Op basis van het ritme van de verleden bevingen zou bij gelijkblijvende gasproductie die zwaardere bevingen dan over een aantal jaar kunnen plaatsvinden. Geen imminent gevaar of risico voor de bevolking, maar op basis van de eerste 2000 schadegevallen zou de vloed aan nieuwe schadegevallen onbeheersbaar worden. Zoveel was wel meteen in 2012/2013 al duidelijk.

Om dan toch het hele hoge PGAg-kaartje in 2014 te lanceren is juridisch gezien niet realistisch. Ook niet het iets latere tweede kaartje (2015 met een maximale PGAg 0,36). Het is alsof je daarmee naar de bewoners van de provincie stelt: “Over een paar jaar laten we al jullie woningen instorten”.

Het was zinvoller geweest wanneer overeenkomstig de adviezen van de SodM, de NAM had gesteld dat ze er zorg voor zouden dragen, dat de nieuwe bevingen niet sterker zouden worden dan de ‘Huizinge beving 2012’ en dat er alles aan gedaan zou worden om de opgelopen schade zo snel mogelijk te vergoeden of de gebouwen laten repareren, ook voor toekomstige schade.

In dat geval had het NPR-kaartje een maximale PGAg-waarde gehad van $\leq$ PGAg 0,2 of de basiswaarde waarboven nieuwe gebouwen internationaal gezien seismisch versterking moet hebben. Dan had er geen plan uitgevoerd hoeven te worden om honderden gebouwen overmatig te versterken en de woningreparatie uit te stellen. In dat geval hadden ook de stuttenprojecten snel opgelost kunnen worden met relatief eenvoudige bouwkundige maatregelen.³³

³² De Richter-waarden zijn aangegeven op een logaritmische schaal. Eén punt Richter hoger is 10X zo sterk. De PGAg-schaal is de grondversnelling aan het oppervlak. 2X zo sterk/snel betekent $\approx$ 10X zoveel schade.

³³ Achteraf concluderen misschien, maar toen de eerste prognose van de PGAg 0,42 eind 2014 door de NAM werd vermeld, was mijn reactie dat dat onmogelijk was, gezien de beperktheid (kleinschaligheid) van het reservoirgesteente. Ook vermeldde ik dat het juridisch (in Nederland) niet mogelijk is om iedereen grote schade aan hun eigendommen te berokkenen of hun veiligheid in gevaar te brengen. Immers, met de voorgestelde bevingsterkte (ook al zou dat pas na 8 of 10 jaar zijn) zullen er in de aanloop heel veel meer gebouwen schade oplopen en voor de oudste gebouwen zelfs instortingen kunnen plaats vinden. Om dan vol in te zetten over hoe men die zwakke gebouwen kan versterken (research, testen, buitenlandse experts, modelwoningen) in plaats van vol in te zetten hoe de sterkere bevingen (dan Huizinge 2012) te voorkomen, is een onlogische beslissing. Uiteraard was toen meer research naar de diepe ondergrond nodig, maar de hoofd beleidslijn had moeten zijn om zwaardere bevingen te voorkomen, want met bevingen onder de PGAg 0,1 bleef er erg weinig instortingsgevaar en was de veiligheid van de bewoners niet in het geding.

Het veiligheidsaspect

De Parlementaire Enquêtecommissie Aardgaswinning Groningen (september 2022) ondervroeg hoofdzakelijk de leidinggevende personen uit de periode sinds het jaar 2000. Zo werd 'Development Lead Groningen Asset, Nederlandse Aardolie Maatschappij (NAM)' de heer Jan van Elk ondervraagd³⁴ en de 2012 directeur van de NAM, de heer Bart van de Leemput³⁵.

Uit deze beide ondervragingen blijkt dat het kaartje dat de Shell P&T in 2013/2014 heeft uitgegeven een interpretatie was van de maximale bevingsterkte die door de KNMI werd aangeleverd. Beiden gaven aan dat de NAM in die periode onvoldoende kennis van aardbevingen had om een dergelijk kaartje te maken en daarom afgingen op de schattingen, projecties en berekeningen van de KNMI.

De NAM had verschillende productiescenario's aan de KNMI aangeleverd waaronder de optie om zo snel mogelijk de volledige uitputting van het gasveld door te zetten. Ook weinig en meer gematigder opties van vlakke productie (zonder drukverschillen) en minder uitputting waren aangeleverd³⁶.

Vóór de 'Huizinge beving 2012' (met PGAg 0,085 en Richter 3,6) werd door de NAM aangenomen dat de maximale beving in de buurt van Richter 3,9 zou liggen ($\approx 10\%$ hoger dan de 'Huizinge beving 2012'), hetgeen overeen zou komen met een PGAg $\approx 1,0$. In de verhoren wordt steeds gesproken over de Richter-waarde. Deze duiding komt van de KNMI³⁷. Het NPR-kaartje geeft de PGA-waarde aan.

Die Richter 3,9 (PGAg $\approx 0,1$) was een goede berekening, maar daar werd niet bij verteld dat het de maximale theoretische waarde zou zijn, inclusief de standaarddeviatie van 15% (naar boven) die bij tektonische bevingen wordt toegepast. Het werd tot 2012 algemeen aangenomen dat de Richter 3,9 een harde bovengrens was. De 'Huizinge beving 2012' zat daar dus ruim onder. Op basis van bekende seismische data en de 'Huizinge beving 2012' en volgens nog een paar jaar geplande (hoge) gasproductie zou er een goede kans zijn dat de bevingsterkte verder toe zou kunnen nemen tot boven de Mmax 4,5 ($\approx$ Richter).³⁸

Met de 'Huizinge beving 2012' was de NAM-directie geschrokken van het aantal schadegevallen (≈ 2000) dat zich kort na die beving manifesteerde. In het verleden (bevingen in 2006 en 2008, de bruine lijn in de bovenstaande grafiek) werden slechts enkele tientallen schadegevallen gemeld die allemaal binnen korte tijd werden verholpen. De NAM was toen van mening dat de door de bevingen/schokken opgelopen schade beheersbaar zou blijven³⁹. Met duizenden schadegevallen per extra beving was dat duidelijk niet meer zo.

Direct na de 'Huizinge beving 2012' werd er daarom door de NAM de vraag aan het KNMI gesteld of die Richter 3,9 wel de juiste maximale aardbeving zou zijn (inclusief de 15% factor), wanneer men het

³⁴ Zie: https://www.tweedekamer.nl/debat_en_vergadering/commissievergaderingen/details?id=2022A06529

³⁵ Zie: https://www.tweedekamer.nl/debat_en_vergadering/commissievergaderingen/details?id=2022A06513

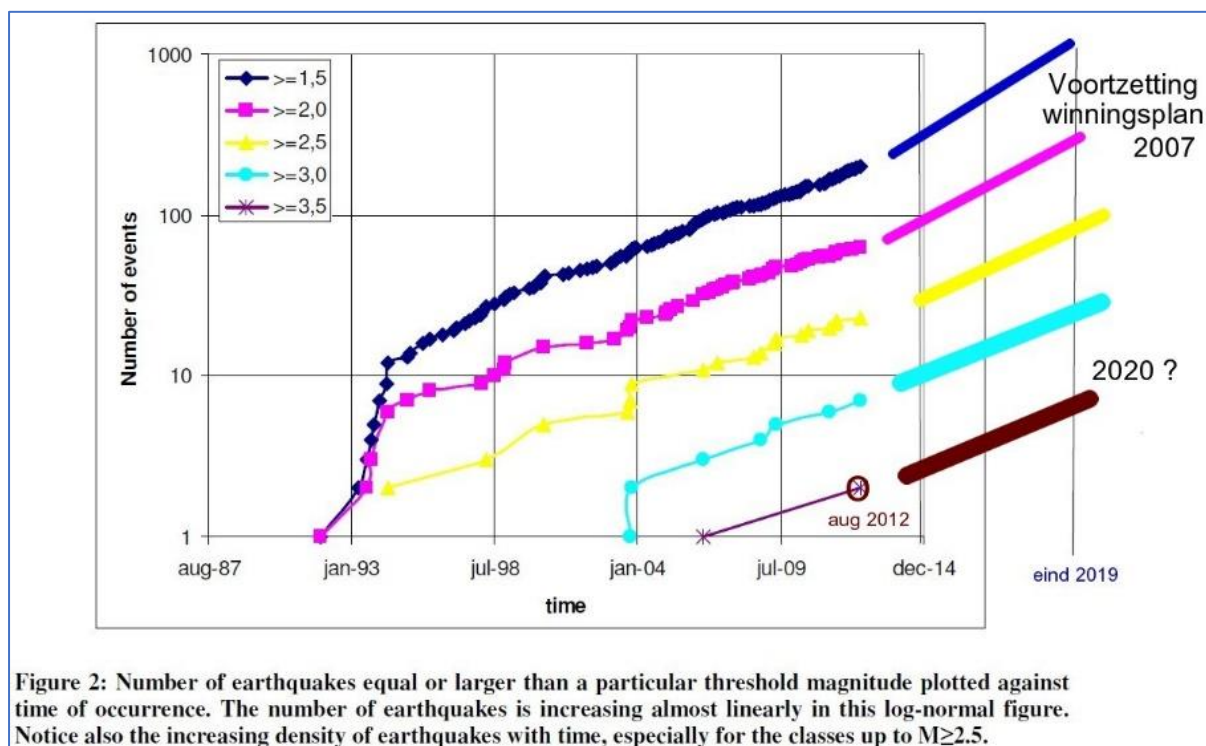
³⁶ Op basis van het extreem hoge resultaat moet geconcludeerd worden dat de hoge PGAg-waarde de schatting is van de zwaarst mogelijke optie, zonder mee te wegen of dat juridisch haalbaar was.

³⁷ Omdat alle schokken uit dezelfde diepte komen kunnen de Richter waarden met elkaar vergeleken worden, maar deze kunnen niet vergeleken worden met Richter waarden van tektonische aardbevingen.

³⁸ Het SodM confidential final report dd 16-01-2013 geeft aan (pnt 4): "De verwachtingswaarde voor de kans op een aardbeving met magnitude van 4,5 of hoger gedurende de komende 12 maanden ligt tussen 0 en 2%."

³⁹ Beheersbaar in economische termen; d.w.z. dat het geen grote deuk in de bedrijfswinsten zou maken.

winningsplan 2007 met de snelle en volledige uitputting van het Groningse gasveld zou doorzetten⁴⁰. De KNMI had op dat moment de enige seismologische deskundige(n) die een dergelijke berekening kon(den) maken⁴¹. De KNMI kwam kort daarna (2014) met een maximale beving PGAg van 0,42 in de regio Loppersum.



Figuur 17: NAM-KNMI-SodM en anderen zijn het erover eens dat het Groningse veld zich normaal gedraagt volgens het Gutenberg-Richter model, waarbij **na 10 bevingen** in een categorie er zich een PGAg beving voordoet die 2X zo sterk is.

Het bovenstaande grafiekje is minder duidelijk, want daarin zijn de M-waarden vermeld. Een punt hoger van de Richterwaarde is een 10X sterkere aardbeving (Richter +1) die een $\approx 2X$ hogere versnelling van de grondacceleratie oplevert (PGAg x2). Die grondacceleratie wordt in de NPR aangegeven en is bepalend voor de gebouwbelasting.

De sterkte van een aardbeving gaat over nog een soort aardbeving type 'Huizinge beving 2012' en dat over ongeveer een jaar zich er nog een beving kan voordoen, mits men de gasproductie niet zou verlagen⁴². Het gaat er dus niet over dat die bevingen meteen twee keer zo sterk gaan worden, maar wellicht pas over 6 tot 8 jaar, niet rekening houdende met het dempingseffect van het Zechstein. Die mitsen en maren werden niet vermeld.

⁴⁰ Dit was in 2012 nog het plan, overeenkomstig het winningsplan van 2007. Binnen de context van dat winningsplan kon seizoenmatig meer gas gewonnen worden wanneer de omstandigheden zoals een koude winter dat nodig zou maken. In 2012/2013 werd er al veel gas naar het buitenland verkocht. Tegelijkertijd moest er een nieuw winningsplan komen dat het risico van aardbevingen verminderde, het winningsplan 2013.

⁴¹ Ook TNO was gevraagd, maar die waren van mening dat ze niet voldoende kennis in huis hadden.

⁴² De SodM vat het als volgt samen: <https://www.sodm.nl/documenten/rapporten/2013/01/25/sodm-advies-om-de-gasproductie-in-groningen-zo-snel-mogelijk-te-verlagen-2013> "Als de gasproductie uit het Groningse gasveld ongewijzigd blijft, is er een 7 procent kans dat in de periode 2013/2014 een aardbeving optreedt met een grotere sterkte dan 3,9 op de schaal van Richter".

Onder het bovenstaande scenario is het doorgaan met de gaswinning een bewuste aanslag op de gebouwde omgeving en de bevolking. Hoewel de schade van het type 'Huizingen beving 2012' wel te herstellen valt, zullen meerdere bevingen wel progressieve schade opleveren en risico van instorten.

Juridisch gesproken mag de NAM die schade niet veroorzaken zonder akkoord van de tienduizenden woningeigenaren (in 2012), het is geen overmacht (zoals tektonische bevingen).

Dat hadden de verschillende instanties ook kunnen bedenken en op basis daarvan een hele goede herstel- en versterkingsregeling uitvoeren waar de woningeigenaren beter van zouden worden, of de aardbevingen voorkomen.

Op dezelfde juridische basis zou men in Nederland dus ook niet de hele hoge bevingsprognoses als realistisch kunnen/mogen presenteren. De NAM zou er dus sinds de Huizinge 2012 alles aan moeten doen om te voorkomen dat de aardbevingen zwaarder zouden worden (dan PGAg 0,085) en de bevolking verzekeren dat er geen grotere schokken meer gaan komen en dat alle gebouwen meteen royaal hersteld en eventueel versterkt worden.

Dat is niet gebeurd. In plaats daarvan is men gaan onderzoeken, testen en plannen maken voor zware versterkingen in de hele provincie, en bevestigde men dat die zware bevingen eraan gingen komen. Dat had weer tot gevolg dat de bevolking de indruk kreeg dat dat inderdaad zo was, waarop iedereen een onveilig gevoel kreeg.

Ook is het juridisch niet toegestaan om mensen te bedreigen door stellig te verkondigen dat ze zware aardbevingen kunnen verwachten waardoor hun oude woningen kunnen gaan instorten. Ook dat aspect is nooit door instellingen of de Parlementaire Enquête Commissie Aardbevingen aan de kaak gesteld.

Waarom voelden de Groningers zich sinds 2012 niet meer veilig?

De aardbeving van 16 augustus 2012 te Huizinge was in feite een dubbele schok, waardoor deze beter gevoeld werd en ook meer gebouwschade opleverde dan de eerdere aardbeving in 2006 in Westeremden, die van dezelfde magnitude was.

In augustus 2013, een jaar na de 'Huizingenbeving' kwam de NAM⁴³ met een plan van aanpak om de schade en het risico van de aardbevingen te beperken. Tot dan werd er door alle betrokken partijen vanuit gegaan dat de **zwaarst mogelijke** aardbeving door gaswinning **3,9 op de schaal van Richter** zou zijn. Nieuwe inzichten⁴⁴ gaven echter aan dat er mogelijk zwaardere aardbevingen kunnen ontstaan door de (versnelde) gaswinning (periode 2012-2013).

⁴³ Document: "22082013 Rijksoverheid Plan van aanpak preventieve versterking van gebouwen met aardbevingsrisico." Dit plan van aanpak is gebaseerd op internationale werkwijze en uitgewerkt door de NAM-consultant Arup sinds 2013.

⁴⁴ Grotendeels door de actie van de NAM om gedurende 2013 meer gas uit het reservoir te halen dan het winningsplan van 2007 voorzag, waardoor er een versnelde drukverlaging in het reservoir ontstond.

Op basis van die nieuwe gegevens werd door Arup een eerste inschatting gemaakt van types en aantallen gebouwen die gevaar lopen te bezwijken, als een beving met een **kracht van 5 Richter** zou plaats vinden⁴⁵. In 2013 werd een voorlopige inschatting van de maximale grond versnelling (PGA) voor een beving met een kracht van 5 op de schaal van Richter (2013). De gemiddelde PGA-waarde in het epicentrum (gemeente Loppersum) was **0,23 g** (Figuur 19). Deze waarde ligt net boven de internationale waarde van PGAg 0,2 waarboven muurwapening verplicht wordt gesteld. Dit is dan weer gerelateerd aan het feit dat baksteen gemetselde muren (in de berekening) geen trekkracht kunnen opnemen.

De oudere Nederlandse ongewapende bakstenen woningbouw (van voor 1920) zal onder zo'n schok⁴⁶ behoorlijk scheuren, schoorstenen zullen van gebouwen afvallen en zelfs veel oude woningen gedeeltelijk instorten. De eerste schatting was dat > 2% van de ongeveer 250.000 woningen in het bevinggebied (> Richter 1,5 = net voelbaar) behoorlijk zwaar beschadigd zouden worden.

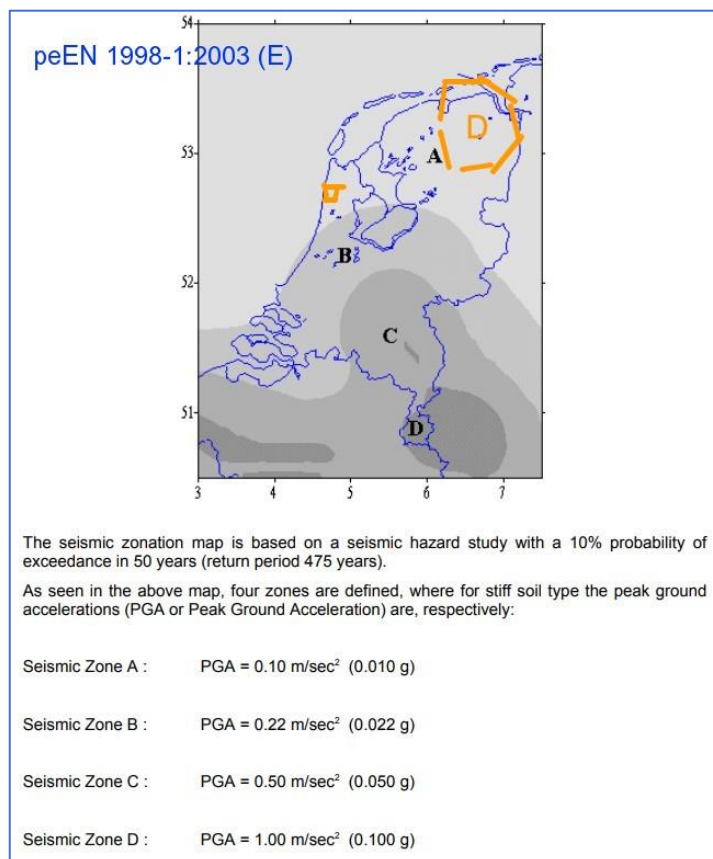
Het plan van aanpak in het NAM-rapport stelde voor om de normstelling over aardbevingen aan te passen. De bestaande Eurocode 8 met het bevingskaartje van Nederland uit het jaar 1998 {peEN 1998-1:2003 (E)} voldeed niet meer; er moest een nieuw hazardkaartje komen.

Figuur 18. Het oude 1998 kaartje van Nederland met in oranje de nieuwe (2012) bevingengebieden ingetekend.

De Huizinge beving van 16-08-2012 had een PGAg 0,085 met Richter 3,5. Evenals de Westeremden beving in 2006.

De aardbeving van Zeerijp in januari 2018 had een Richter 3,6 met PGA 0,116g.

Hiermee viel Groningen en een stukje Noord-Holland (gasopslag bij Alkmaar) in de zone D.



⁴⁵ De aardbevingen zouden jaarlijks steeds iets groter worden (dan de Huizinge 2012 beving) en frequenter en na een jaar of 10 zou dan die grootste beving misschien kunnen plaats vinden. In de tussentijd is er dan de tijd om risicomijdende maatregelen te nemen, zoals het versterken van de als zwakst geïdentificeerde woningen.

⁴⁶ De bevingen in Groningen bestaan meestal slechts uit een enkele schok, waarna het gebouw nog even natrilft. Bij tektonische bevingen kunnen vele schokken elkaar gedurende langere tijd opvolgen, hetgeen veel meer schade zal veroorzaken. Wanneer tussen de schokken de woningen/muren niet worden hersteld zou dat ook gelden voor woningen in Groningen.

De Eurocode 8 is een internationaal ontwikkeld en goed document.

Voor Europa heeft elk land een bijlage met een kaartje van de seismiciteit (*Figuur 18*). Echter, men besloot in Nederland de hele Eurocode 8 te vertalen *en te verbeteren*. Dat was helemaal niet nodig want alle ingenieurs kunnen de Engelse versie goed lezen. Waar het in eerste instantie om ging is het bijlage-kaartje. Wat wel nodig was, is een goede uitleg (geïllustreerd) die voor uitvoerende bouwvakkers begrijpelijk is⁴⁷.

Op basis van deze drie tijdelijke verminderingen van de aardgasproductie na een grotere beving, kon al in 2013 geconcludeerd worden dat het **onwaarschijnlijk** was dat de PGAg-waarden **boven de 0,15** uit zouden kunnen komen als men de productie niet boven het niveau van 2012 (45 miljard m³) zou opvoeren volgens het oorspronkelijke winningsplan 2007. Op basis van het volgen van de schokken tot en met 2012 en een extrapolatie naar de toekomst en het invoeren van een zekerheidsmarge van ongeveer 50% kwam men in 2013 uit op een **PGAg van 0,23**, dat is << Richter 5.

Figuur 19. Medio 2013 komt de afdeling Shell P&T opeens met een dubbel zo zware prognose dan de vroegere PGAg 0,23. Nu was dit een 5% kans van een aardbeving met PGAg 0,55 voor de gemeente Loppersum in 475 jaar of een 0,5% kans in 50 jaar. Het is alleen mogelijk om tot zulke waarden te komen als de NAM alle aardgas zo snel mogelijk uit de grond wilde/kon halen (dikke winsten). Dit betekent dat de aardbevingen ten minste 10X zo sterk zouden worden dan de eerdere al reeds hoge inschatting.

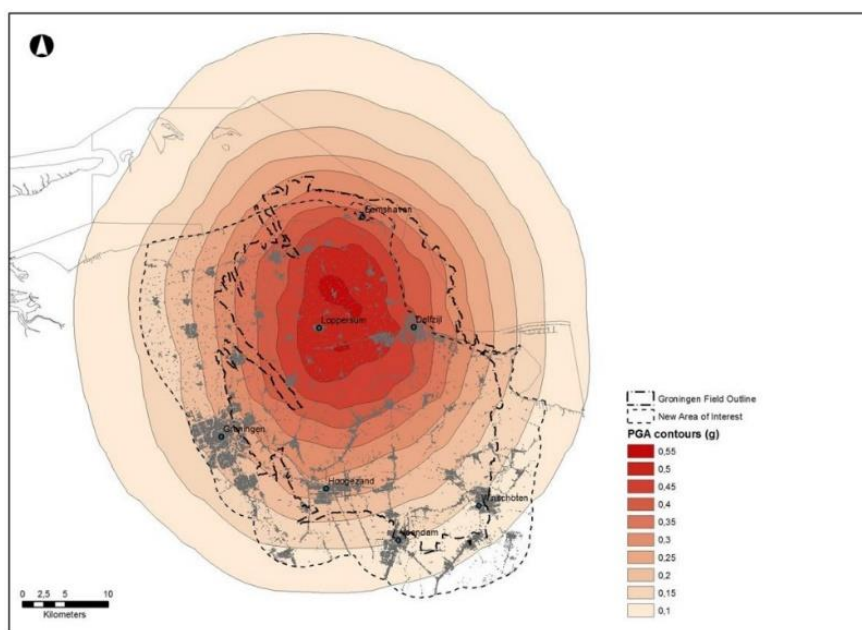


Figure 3 PGA contour map according to Shell P&T with a return period of 475 years.

Ofschoon de bovenstaande rode hazard kaart niet met het publiek gedeeld werd, heeft deze kennelijk grote invloed gehad op de hazardkaartjes van de KNMI, waarbij niet door de KNMI werd toegelicht hoe men aan deze sterk verhoogde PGA-waarden kwam⁴⁸. De gegevens werden immers door de NAM aangeleverd.

⁴⁷ Dat was dan het werk waarvoor ik was aangesteld, maar slechts weinig effect had vanwege de zich ontwikkelende situatie en vanwege meningsverschillen over het effect van de bevingen op de gebouwde omgeving en de interpretatie van de opgelopen gebouwschades. Daarnaast was per direct technische informatie nodig en niet pas na het samenstellen van een Nederlandstalig document dat dan ook nog door een onderwijscommissie moest worden goedgekeurd als lesmateriaal voor het MBO. Het samenvattende document staat op mijn website www.nienhuys.info tweede pagina.

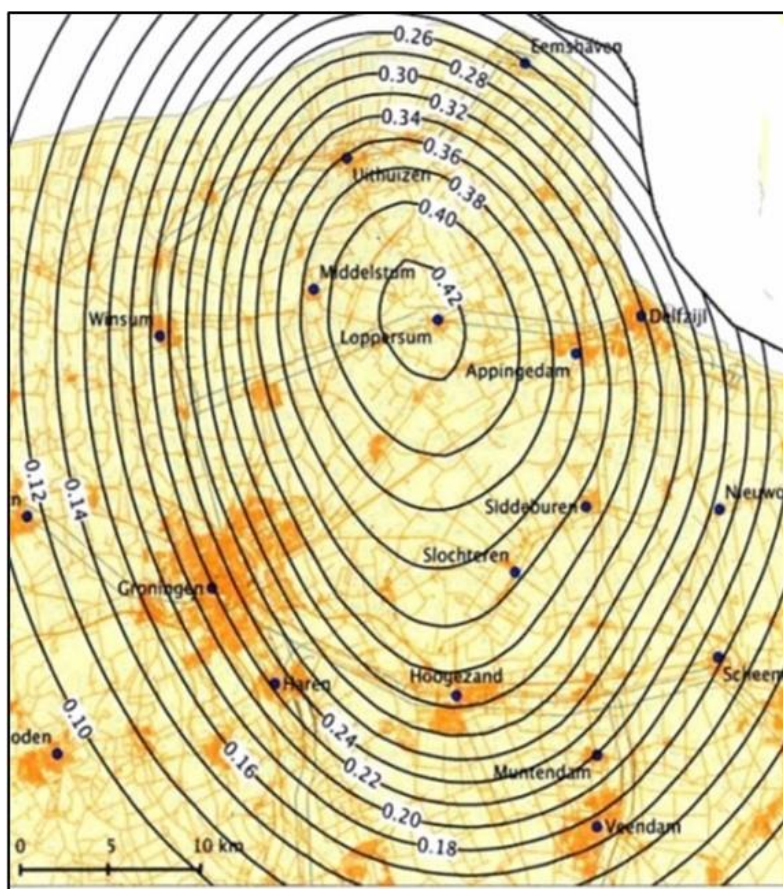
⁴⁸ De tweede vraag is waarom de KNMI de Shell P&T kaart zo nauwkeurig volgden. Wanneer de gasexploitatie sneller gaat opvoeren dan het winningsplan 2007-2013, dan is het mogelijk dat het aantal en de frequentie van de trillingen toenemen. Dat sneller gas onttrekken is relevant als commercieel model, want dat werd in steeds grotere mate aan het buitenland verkocht. Dus dikke inkomsten/winsten voor Shell en de Overheid.

Figuur 20. Het PGAg kaartje dat in 2014 door de KNMI was geponeerd op basis van de gegevens van de NAM over de continue en snelle exploitatie van het Groninger gasveld, het progressief oplopen van de compactie en daardoor het vergroten van de verticale schokken. Dit kaartje kwam in de eerste draftversie van de NPR9998:2015

De PGAg contouren vanuit het epicentrum van de gemeente Loppersum met een 5% kans overschrijding voor de responstijd van 475 jaar.

De waarde van PGAg 0,42 suggereert een aardbeving van Richter > 6 = >100 X zo sterk als de eerste prognoses van vóór 2012.

Buiten de gemeente lopen de PGAg-contouren snel terug.



De ontwerpgrens van Eurocode 8 is gebaseerd op 0,2% overschrijdingskans per jaar voor tektonische bevingen en bij een stationaire situatie⁴⁹. Echter, in 50 jaar is het aardgas van Groningen al lang op en binnen 10 jaar na 2013 of 2015 wordt de productie al heel veel lager.

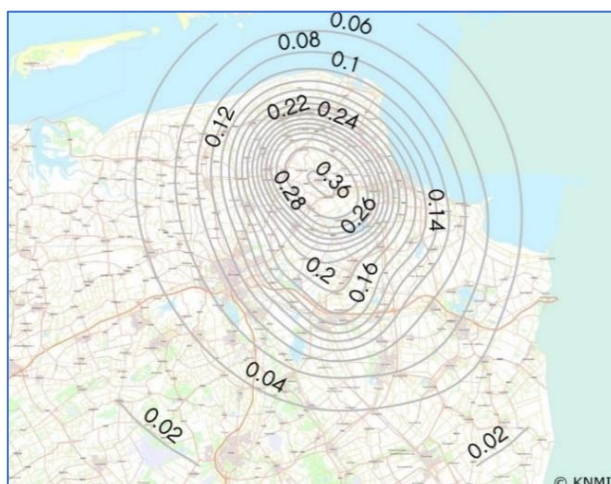
Om een (on)zekerheidsmarge aan te houden heeft de KNMI de maximale bevingsterkte op 5X de oppervlakte acceleratie aangenomen van de 16 augustus 2012 te Huizinge: $5 \times \text{PGAg } 0,085 = \text{PGAg } 0,42$. Daar zijn Nederlandse oude ongewapende baksteen huizen niet tegen bestand en zullen zware gebouwschade oplopen. Bij herhaling kunnen oude gebouwen (van vóór 1920) dan instorten.

22 oktober 2015. Uit nieuwe berekeningen komt naar voren dat de seismische dreiging (hazard) boven het Groninger-gasveld kleiner is dan in eerdere berekeningen. De resultaten staan in het KNMI-rapport 'Probabilistic Seismic Hazard Analysis for Induced Earthquakes in Groningen'.

⁴⁹ In deze context is het niet duidelijk waarom in de NPR een 0,5% overschrijdingskans wordt gesteld.

Figuur 21. Contourenkaart 2015 van de te verwachten versnellingen van de bodem in Groningen, met 5% kans dat die eens in de 475 jaar overschreden kan worden.

In de gemeente Loppersum is het (theoretische)⁵⁰ maximum tussen 2015 en 2014 afgenomen van 0,42g naar 0,36g (versnelling van de zwaartekracht). ©KNMI-datum. 16-10-2015

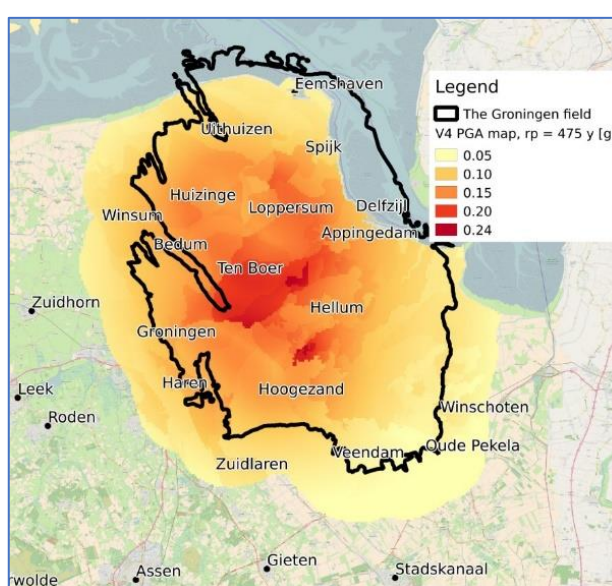


Figuur 22. Contouren kaart van 2017.

De tussentijdse contourenkaart van 2016 is overgeslagen.

Door de steeds veranderende en lagere PGAg van de opvolgende contourenkaarten ontstond er **wantrouwen onder de bevolking**. De gedachte ontstond dat de NAM de kaarten aanpasten om minder te hoeven versterken.

In deze kaart is de invloed van de bovenste 30 m grondlagen meegerekend, want die hebben invloed op de oppervlakte bevingsterkte PGAg,

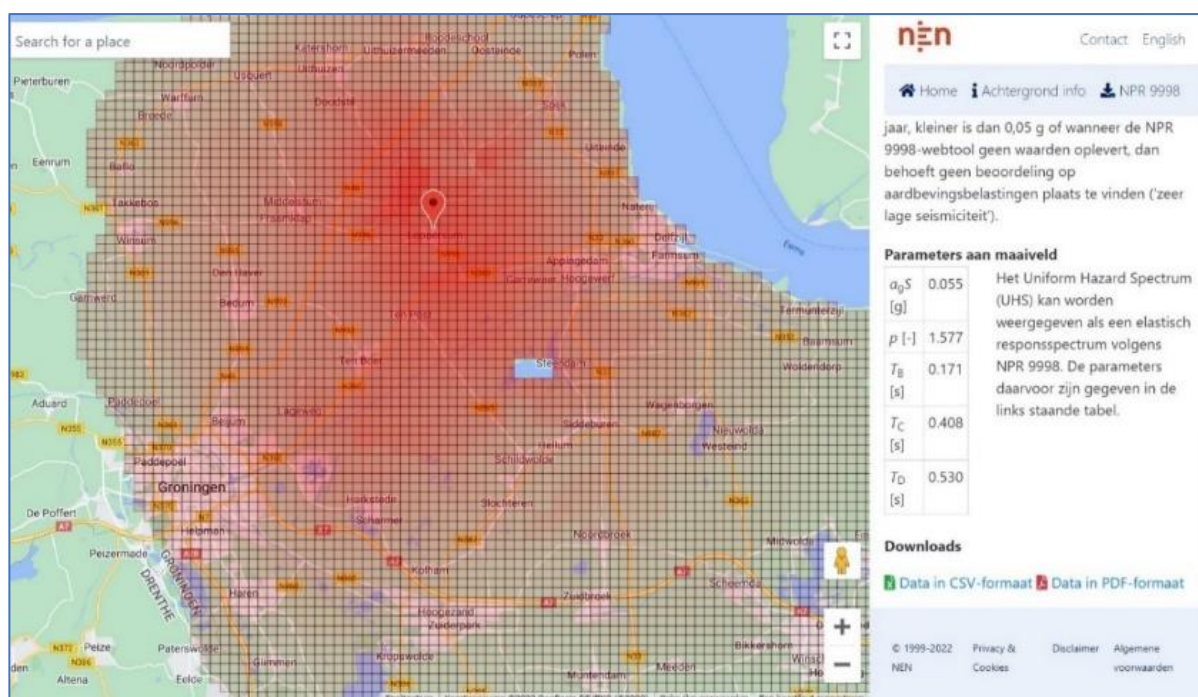


Met de steeds veranderende kaartjes (veranderd, aangepast inzicht of 'voortschrijdend inzicht') wordt er niet alleen onduidelijkheid naar de bevolking en de bouwsector gecreëerd, maar ook veel wantrouwen. Enkele personen geloven de kaartjes niet meer en zien het als een aanpassing op het versterkingsbeleid van de NAM om de kosten te drukken. Deze gedachte wordt door steeds meer Media en bevolking overgenomen.

De angst voor grotere bevingen is niet weggenomen. In tegendeel, alle nieuwe kaartjes bevestigen dat de bevingsterkte binnen een aantal jaren aanzienlijk zal toenemen en veel meer schade tot gevolg zal hebben. Feitelijk is het de seismische dreiging ook het onveiligheidsgevoel bij de bevolking.

Om het steeds maken van nieuwe kaartjes te voorkomen en om het na-trilling effect vanwege de bovenste grondlagen (veen, zand, klei) mee te nemen is er een dynamische KNMI-webtool ontwikkeld die per km² in het noordoosten van Nederland aangeeft wat de te verwachten PGAg kan zijn. <https://seismischekrachten.nen.nl/map.php> deze KNMI-webtool wordt periodiek aangepast.

⁵⁰ Dit blijven theoretische waarden die nog weinig met de werkelijke situatie hebben te maken.



Figuur 23. KNMI-webtool afbeelding van 23 juni 2022 met marker bij Loppersum. De a_g (aangepaste PGAg) wordt hier gesteld op 0,055 voor een herhalingsijd van 95 jaar. Als de herhalingsijd op 475 jaar wordt gezet zoals bij de vorige kaartjes (omlaag scrollen van het rechter pagina gedeelte) dan wordt de a_g 0,118.

De nieuwe KNMI-webtool pretendeert om precies aan te geven wat de te verwachte maximale beving is met een risico van 1% over de aangegeven tijdsperiode (hier 95 jaar = $1/5^{\text{de}}$ van 475 jaar). Echter, de sterkte en de frequentie van de aardbevingen neemt af naarmate de aardgas extractie minder wordt en beter wordt gespreid. Dit is nu in 2022 al het geval.

Volgens de KNMI-webtool is dat tegenovergesteld (met 5X de tijd neemt de kans 5X toe); dat is niet zo met geïnduceerde aardbevingen; de zandsteenlaag ondergaat een structurele verandering en kan een steeds hogere druk weerstaan, waardoor de schokken kleiner worden.

De KNMI-webtool heeft, behalve een nog steeds ingebouwde (on)zekerheidsfactor van tenminste 50%, en de 1% kans op die zwaarste beving, geen enkele aanwijzing van de maximale bevingsterkte over de komende 10 of 20 jaar, hetgeen de meeste kritische jaren zijn; niet over 95 jaar.

De statistische gegevens van die KNMI-webtool gebaseerd zijn op tektonische principes⁵¹ die vereisen dat ook 975 jaar en 2475 jaar in de data worden opgenomen (volgens de NPR9998). Dat heeft helemaal niets met geïnduceerde aardbevingen te maken. De NPR9998 is wel vertaald vanuit de Eurocode 8, maar de minimale periode T_1 is 95 jaar, dat is 10X langer dan de tijd tot aan de grootste aardbevingen.

⁵¹ Langzame en constante bewegingen van de tektonische platen in de aardkorst die in duizenden jaren worden gemeten en niet stoppen. Dan wordt de kans op een beving inderdaad 2X zo hoog als het 2X zo lang duurt. Dat heeft echter ook beperkingen want de aardkorst spanningen worden periodiek ontladen in bevingen, waarmee in de praktijk de telling weer opnieuw begint (voorbeeld Kathmandu).

Commissie Meijdam

De Adviescommissie 'Omgaan met risico's van geïnduceerde aardbevingen' Commissie Meijdam kwam op 14 december 2015 met een advies over de sterkte van de mogelijk te verwachte bevingen.

Hierbij werd weer uitgegaan van het KNMI-advies dat de maximale beving Richter 5,0 kan bedragen⁵², hetgeen een aardbeving is die weer 10X sterker is dan Richter 4, die op zich al $\approx 4X$ sterker is dan de geleden maximale grondversnelling met Richter 3,6 en een PGAg van 0,085.

De commissie kwam wel met een advies over de vermeende 'veiligheid', alleen was dat weer gebaseerd op de hele hoge PGAg projectie van de KNMI. De commissie heeft wel nagedacht over het concept veiligheid, maar daarbij ging het weer over de veiligheid bij instorting, dijkdoorbraak, enz. niet over het mogelijke veiligheidsgevoel van de bevolking; dat zijn twee heel verschillende zaken.

Ook heeft die commissie zich niet gebogen over de juridische vraag of de NAM wel al die schade bij de bevolking kon aanrichten of het onveiligheidsgevoel (hazard dreiging) wel projecteren. Daarmee werd de vermeende onveiligheid van de bevolking door deze commissie bevestigd.

Die opinie werd weer breeduit in de Media behandeld, zodat de bevolking bevestigd werd in hun perceptie over toekomstige schade en de daaraan gekoppelde onveiligheid.

De commissie produceerde 14 december 2015 hun rapport over de **veiligheid** dat de hoge PGAg 0,42 als uitgangspunt nam. Die hoge PGAg was echter mede ontwikkeld door Láslo G. Evers (KNMI), een van de vijf leden van de commissie, en de enige in die commissie die inzicht zou kunnen hebben in de overtrokken waarde van die PGAg, of de betrekkelijkheid van het daaruit voortvloeiende veiligheidsconcept en veiligheidsnormen. Geen van de commissieleden was bouwkundig.

Quote rapport: "De commissie analyseerde relevante achtergronddocumenten, waaronder adviesrapportages van het SodM, de Onderzoeksraad voor Veiligheid, de Raad voor de leefomgeving en infrastructuur, en de Rijksuniversiteit Groningen. Onderzoekresultaten van onder andere de 'Stuurgroep Onderzoeken Aardbevingen Groningen', TNO, Deltares, Van Rossum en ARUP zijn als input benut voor de werkzaamheden van de commissie. Dat geldt tevens voor Kamerbrieven over het dossier 'Gaswinning Groningen-veld'. Daarnaast nam de commissie kennis van de hazard en risk analyses van de NAM, zoals deze in mei en november 2015 zijn verschenen."

De bestudeerde rapporten waren allemaal gebaseerd op het 2014/2015 uitgangspunt van de KNMI (overgenomen door de NAM) dat de maximale beving PGAg 0,42 zou zijn. De commissie had echter geen jurist/bouwkundige die de wettelijke mogelijkheid ter discussie stelde dat het creëren van een dergelijke zware beving in Nederland niet toelaatbaar was.

De commissie rapporteerde wel: "Conservatief: Term die gebruikt wordt om aan te geven dat de voor berekeningen gebruikte uitgangspunten – of een opeenstapeling van onzekere prognoses – leiden tot een pessimistische voorspelling van de toekomstige situatie."

⁵² Het eerste probleem is dat de KNMI-gegevens gebaseerd waren op hogere en langere exploitatie gegevens die ze van de NAM kregen, want dat zou meer geld opleveren. Het tweede probleem is dat de KNMI de geïnduceerde bevingen beoordeelde naar de ervaring met tektonische bevingen. Het derde probleem is dat de commissie Meijdam de contourkaarten van de KNMI en de NEN-werkgroep Aardbevingen (30 oktober 2015) had overgenomen waar de PGAg 0,42 in werd vermeld.

Rapport quote: "Op 29 oktober 2015 adviseerde de commissie over **veiligheidsnormen** voor nieuwbouw en bestaande bouw, over de wijze waarop getoetst kan worden of bouwwerken wel of niet aan deze **veiligheidsnormen** voldoen en over te nemen maatregelen om ervoor te zorgen dat 'afgekeurde' bouwwerken weer aan de **veiligheidsnormen** gaan voldoen."

Die veiligheidsnormen (van $1:10^{-5}$ /jr voor woningen/personen, en $1:10^{-6}$ /jr voor infrastructuur) zijn bestaande gegevens waarmee in allerlei risicosituaties gerekend wordt en door overheden wordt geaccepteerd. De norm is dus niet het probleem. Het probleem ligt in de aanname van die maximale bevingsterkte (over een x-tal jaren volgens het meest pessimistische scenario e.g. snelle volledige uitputting van het gasveld, en verhoogd met verschillende onzekerheidsfactoren). Dat resulteerde in de erg hoge PGA-waarde van het KNMI onder toepassing van de toen bekende (tektonische) extrapolatie en rekenmethoden.

Het is niet zo dat met deze opmerkingen exclusief prof. dr. Láslo G. Evers wordt aangewezen als de oorsprong van de extreem hoge PGAg, want andere (KNMI) deskundigen zoals dr. Bernard Dost, dr. Torild van Eck, Femke W. Goutbeek, Julian J. Bommer, Logan, Hein W. Haak, Van Staalduinen, Th. de Crook, D. Kraaijpoel en anderen hebben al sinds 1995 de kleine aardbevingen uit het Groningse gasveld en van de Roswinkel onderzocht.

Samenvattend kan gesteld worden dat het zowel onduidelijk als onlogisch is hoe na de 'Huizinge beving 2012' de maximale PGAg van $\approx 0,1$ naar $0,42$ kon springen, de juridische consequenties in aanmerking nemende.

In feite was **de veiligheid van de Groningers nooit in gevaar geweest** bij het reeds bestaande winningsplan 2007, met de reeds geplande afbouw van de gasexploitatie, noch bij het latere 2013 winningsplan.

Die vermeende onveiligheid was het resultaat van wiskundige (tektonische) ge-extrapoleerde rekenmodellen, inclusief verhogende onzekerheidsfactoren, uitgaande van het slechtste (duidelijk onhaalbare) scenario.

Verder werd door de Commissie Meijdam aanbevolen dat alle woningen met de complexe, tijdrovende en daarom heel dure NLTHA-methode moesten worden doorgerekend. Dat was volstrekt onnodig, maar een bonanza voor de betreffende ingenieursbureaus die dat konden. Op basis van deze berekeningen met de hoge PGA werden VersterkingsAdviezen gemaakt. Op een later stadium, met een lagere PGA werd voorgesteld om nieuwe berekeningen te maken of de geplande versterkingen achterwege te laten omdat het instort risico volgens de NPR niet meer bestond.

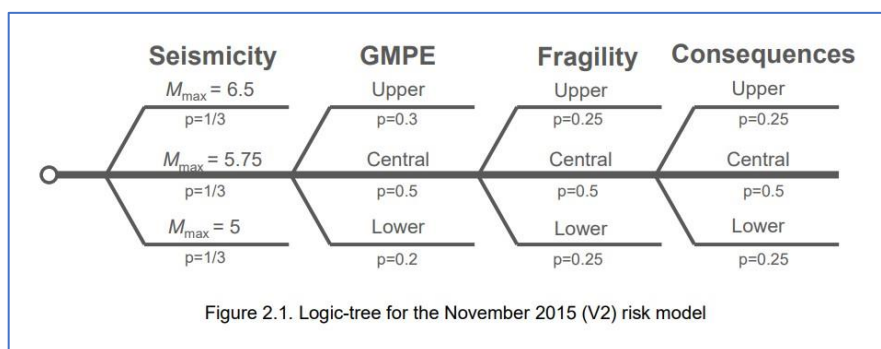
De Parlementaire Enquête Commissie Aardbevingen Groningen heeft deze problematiek ook niet uitgewerkt.

M_{max} workshop Schiphol

Na de Commissie Meijdam was er gedurende 8-10 maart 2016 een M_{max} workshop in de World Trade Centre Schiphol georganiseerd (door NAM, TNO en KNMI) waarvoor maar liefst 35 seismische experts van over de hele wereld waren aangetrokken die elk een verhaal uit hun eigen (veelal een tektonische) ervaring vertelden. De resultaten van de workshop zijn vastgelegd in het uitgebreide Report on M_{max} Expert Workshop, met daarin zowel de hoofdconclusies als alle individuele bijdragen van de workshopdeelnemers.

Figuur 24. Workshop grafiek.

Enkele van de presentaties gingen zelfs uit van een maximale Richtersterkte van tussen de 5 en de 6,5



De hoofdconclusies uit deze workshop was **dat er meer gestudeerd moest worden** en:

*‘De door de experts overeengekomen kans op zwaardere aardbevingen, met een magnitude van 5.0 of hoger (Richter), is ten opzichte van eerdere inschattingen **significant afgenomen**. Deze nieuwe verwachtingswaarde komt overigens sterk overeen met eerdere inschattingen door kennisinstellingen TNO en KNMI.’*

Verder waren de statements van deze workshop (leuke internationale kennismaking op kosten van de NAM) nogal vaag.

Het resultaat van deze achtereenvolgende commissies was dat de Media deze data weer kritiekloos overnam⁵³ en de angst voor een Richter 6,5 aardbeving versterkte en bevestigde.

Met de **huidige maximale PGAg van < 0,05** (volgens de KNMI-webtool kaartjes) is er eigenlijk **helemaal geen instortingsrisico** voor in baksteen gemetselde woningen waar geen bouwfouten in zitten⁵⁴, of die voldoen aan de diverse nieuwbouwnormen van na 1920.

Het blijkt keer op keer dat beleidspersonen het stevast hebben over “de veiligheid van de bewoners” die door (de mogelijke toekomstige) aardbevingen in gevaar zou zijn of komen”. Dat was en is niet het geval, tenzij het oude bakstenen woningen betrof met slecht onderhoud en/of andere gebreken zoals slechte funderingen.

⁵³ De Pers is natuurlijk niet deskundig inzake, maar heeft zich kennelijk ook niet verdiept in de materie. Bovendien als je 36 experts van over de hele wereld samen een conclusie laat maken dan moet dat wetenschappelijk wel kloppen. Echter de Richter 5,0 was de samenvatting van de NAM, en niet de conclusie van de M_{max} workshop. Die laatste was dat er verder gestudeerd moest worden, omdat ze het ook niet wisten. De NAM was wel de organisatie die de hoge productiecijfers aangaf; dat verdiende immers goed.

⁵⁴ Dat houdt in dat er niet al sprake mag zijn van verzakkingen van funderingen en dergelijke.

Wat kunnen we in 2022 concluderen?

1. De NAM heeft vanaf 1991 de trillingen en aardbevingsschokken goed gemonitord⁵⁵. Na de iets grotere aardschokken van de twee metingen in Westeremden (2006 met Richter 3,5 en 2008 met Richter 3,2) werd de gasproductie verlaagd. Dit resulteerde in een afname van schokken. De relatie tussen de gas exploitatie en het compactie proces werd daarmee beter in kaart gebracht. Er zitten flinke pauzes van vele maanden tussen de drukverlaging en de nieuwere schokken.
2. Na de ‘Huizinge beving’ van 16 augustus 2012 (PGAg 0,085 een dubbele schok van Richter 3,6) werd de gasproductie opgevoerd in plaats van verlaagd⁵⁶. Het door de Zechstein laag vertraagde effect was een beving in Zeerijp op 08 januari 2015 (Richter 3,4), twee en een half jaar later.
3. De NAM/KNMI maakt in augustus 2013 een vrij realistische schatting (met een zekerheidsmarge van + 50%) van de maximale PGAg van 0,23 hetgeen net boven de ondergrens van verplicht versterken is voor nieuwbouw in de meeste landen met aardbevingscodes.
4. Arup krijgt 2013 de opdracht om op basis van deze nieuwe KNMI-kaart de planning voor het versterken van heel veel gebouwen in Groningen uit te voeren, te beginnen in het epicentrum.⁵⁷
5. De KNMI komt daar eind 2013 overheen met een hoge schatting (FPGAg 0,42) die vervolgens wordt overgenomen door de NAM en als eerste bijlage kaartje bij de NPR9998:2015 wordt gebruikt. Dit zet dit de bouwwereld op zijn kop, want tegen zulke zware schokken zijn de oude bakstenen woningen niet bestand.
6. De Media nam in 2015 de informatie van de KNMI over, zonder toelichting op de totstandkoming van die hele hoge PGA-projectie of het tijdsbestek waarbinnen dat zou plaatsvinden. Het resultaat was instant paniek onder de bevolking over het mogelijk instorten van gebouwen. Dit werd versterkt en bevestigd door andere commissies in 2015, die ook dezelfde data overnamen.
7. De engineering consultants realiseerden verschillende sloop en bouwden testwoningen met zware stalen versterkingen en gebouwen op Base-isolation. Daarnaast werden honderden gebouwen in de stutten gezet in afwachting van de zwaardere bevingen⁵⁸. Vanwege de vele onderzoekwerkzaamheden zoals het testen en aanpakken van hoog-risico elementen, scholen en andere openbare gebouwen meten en versterken, en ook de stroperige schadeprocedures, kwamen de verdere versterkingsacties voor burgerwoningen laat en te langzaam op gang.
8. Er is een aanzienlijk verschil tussen wat de bewoners onder veiligheid verstaan en wat de NPR9998 onder veiligheid verstaat. Met het bijlagekaartje van de NPR9998 wordt het instortingsrisico van gebouwen niet duidelijk in de tijd weergegeven (KNMI-webtool en eerdere kaartjes) en vele malen overdreven. Er is voor de leek geen uitleg geweest over wat die bevingskaartjes precies betekenden.

⁵⁵ Hiervoor werden door de hele provincie Groningen heen steeds meer seismografen geplaatst.

⁵⁶ Vanwege het korte-termijn commerciële eigen en Overheidsbelang. De NAM had in 2013 al uitgebreide informatie van haar consultant Arup gekregen over de methodiek en de omvang van de versterkingsoperatie en de zwakte van de Groningse oude baksteen woningbouw.

⁵⁷ Dit is geen conclusie van dit verslag, maar een aanvullend gegeven. Voor de consultants was dit een grote opdracht die met enthousiasme en voortvarendheid werd opgepakt en waar veel consultants aan werkten.

⁵⁸ Daar werd dankbaar gebruik van gemaakt door de Pers en TV zodat het rampzalige beeld zich versterkte. Sommige gebouwen werden van stutten voorzien om de aandacht van de NAM en de Pers te krijgen.

De sociale consequenties van de aannahme van de 2015 nieuwe maximale normbelasting in de NPR (PGAg 0,36), zonder toelichting van hoe deze tot stand was gekomen, waren desastreus in termen van paniek onder de bevolking en financiële en psychologische stress waarvan Dr. Tom Postmes (RUG) en collega's gedetailleerd verslag hebben gedaan.

Een van de thema's die in de diverse rapporten en na de Commissie Meijdam (december 2015) naar voren kwam was de mogelijke onveiligheid van de bevolking vanwege (gedeeltelijke) instortingen van woningen. Juist de **duizenden maatregelen** die al genomen waren om hoog-risico elementen te verwijderen (e.g. schoorstenen) werden **niet erkend door de beleidsmakers**. Alleen de paar compleet en zwaar versterkte prototypen gebouwen werden vermeld of erkend. Hierdoor werd de notie versterkt dat er niets gebeurde en in de Media breed uitgemeten.

In 2013 stelde ik de NAM voor om biogas te produceren door de veeteeltboeren van Groningen (en daarna Friesland) om te laten schakelen naar biogasproductie. Dat zou een economische impuls geven voor de sector, de Ammoniak (NO₂) en CO₂ uitstoot met meer dan 80% verminderen en duurzaam biogas opleveren dat kon worden aangepast voor LNG of voor het gasnet⁵⁹.

De betrokken persoon bij de NAM zag daar niets in, ten eerste omdat ze verouderde financiële gegevens hadden over de kosten en rentabiliteit van het omzetten van biogas naar het gasnet (via een nieuwe osmose techniek), en ten tweede omdat biogas en het milieu geen thema's waren waarin de Shell of de NAM enige specialisatie hadden of (financieel) belang.

9. De periodieke verlaging van de PGAg-waarden werd niet geloofd door de bevolking. Dit werd veroorzaakt doordat er veel geloof werd gehecht aan de berichtgeving van actievoerders. Hun mening werd breed geëtaleerd in de Media.

Het blijkt dat de bevolking als groep gevoelig is voor paniekerige berichtgeving van actievoerders. De mening van "veiligheid" werd onvoldoende uitgelegd, maar op basis van de verkeerde PGA-projecties en gebrek aan uitleg over wat die betekende, was dat ook niet goed mogelijk. De kern van het probleem blijkt dus in de kaartjes van de Shell P&T en de KNMI.

10. De politiek heeft het graag over de 'veiligheid van de bevolking', omdat dit mensen aanspreekt. Zonder kennis van de details over hoe die veiligheid gedefinieerd is leidt dat tot het gevoel dat de situatie onveilig zou zijn of worden. Een bekend voorbeeld is het gezegde van de NAM dat: "Wanneer je de gaskraan nu zou dichtdraaien, dan krijg je nog voor jaren aardbevingen." In principe is dat zo, maar het werd gezegd zonder de kwalificatie dat de bevingen steeds kleiner zouden worden en verder gespreid.⁶⁰ **Dat is bewust beperkte/verkeerde voorlichting.**
11. Tot op vandaag liggen er uitgebreide bouw- en verbouw- en versterkingsplannen op tafel die honderden miljoenen gaan kosten en die in aardbevingstermen niet nodig zijn. Het criteria van veel burgers is dat die plannen zijn toegezegd en daarom uitgevoerd moeten worden.

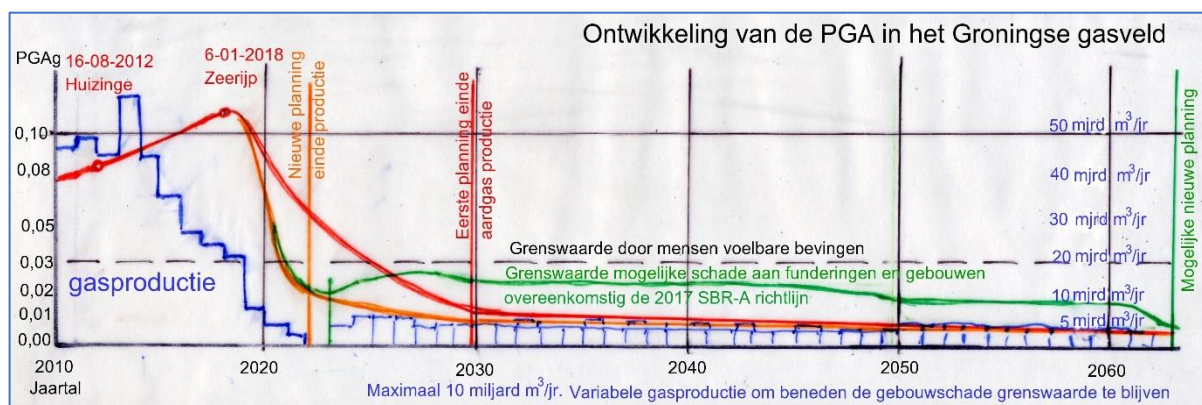
⁵⁹ Goed voor 100.000 huishoudens, voor heel Nederland 500.000 huishoudens. Tegen de tijd dat het aardgas op is heb je dan een andere bron operationeel. Daarnaast zouden ook veel problemen (en fraude) aangaande het mest uitrijden vermeden worden, omdat er daardoor minder stikstofverbindingen vrij zouden komen.

⁶⁰ De reden voor de NAM om dit zo te stellen is slechts commercieel. Met andere woorden: "Het maakt weinig uit of je de gaskraan dicht draait of niet, je krijgt toch die aardbevingen".

Het was te hopen dat die plannen dan ook verduurzaming van de woningen inhoudt, zodat ze aanzienlijk energiezuiniger worden. Echter, in een vroege fase van het versterkings- en herstelprogramma was de NAM niet van mening dat ze de kosten van het verduurzamen hoefde te financieren⁶¹. Sinds april 2023 is er een intentie om met staatsfondsen wel de verduurzaming aan te pakken. Voor de provincie zou een lange termijn programma van miljarden zijn gepland.

12. De algemene conclusie is dat de NAM als commercieel bedrijf slechts besluiten nam op basis van een korte termijn financiële berekening van winst en verlies, zonder zich te bekommeren om de bevolking of het milieu. Slechts als ze juridisch gedwongen zijn om schade te vergoeden zullen ze dat uitvoeren. De NAM heeft zichzelf daarom met het 2013 PGA-kaartje van Shell P&T een groot probleem gecreëerd. Dat leidde eerst tot twee jaar vertraging voor studies en opstarten en vervolgens tot een stroom van onnodige bouwactiviteiten en conflicten over de uitvoering.
13. Omdat de uitvoering van de FEMA-methode of de NPR9998 stelt dat het belangrijk is dat openbare gebouwen als eerste seismisch versterkt moeten worden, werd deze procedure toegepast, maar de meeste van die openbare gebouwen hadden weinig of geen schade. Vervolgens werden deze wel volgens de hele zware bevingsnormen van 2015 versterkt of op Base-isolation gezet. Dat leverde extra vertraging op voor de oude woningbouw die wel gescheurd was en/of in de stutten stond.

Om een meer realistisch grafiekje te maken van de acceleratie prognoses voor de epicentra in de provincie Groningen had een groter grafiekje gemaakt kunnen worden met een maximale tijdsperiode van 195 jaar. In dat grafiekje moet het verloop van de reservoir gasdruk worden weergegeven met daaraan gekoppeld de grootte en de frequentie van de schokken. Op basis van die twee gegevens is/was het mogelijk om een pluim (inclusief hogere en lagere waarden) te tekenen van de te verwachte bevingen voor de eerste 10 jaar na 2015.



Figuur 25. De grafiek van Nienhuys uit 2018 toen er al vermindering van de gasproductie plaatsvond en op basis van een realistische filosofie dat er geen grotere (Richter 5 $\approx$ M5 etc.) bevingen meer kunnen plaatsvinden. De discussie die toen ontstond was of je niet met een laag tempo het aardgas alsnog kon winnen op een manier dat er geen noemenswaardige bevingen meer zouden komen. Daarna werden er stikstof injecties toegepast.

⁶¹ Hier komen twee basiselementen van de NAM-besluitvorming samen. Het ene is dat er slechts besluiten genomen werden die relatief weinig kosten. Ten tweede dat de milieuaspecten zoals verduurzamen van woningen geen aandacht had. En weer ten eerste dat men niet wat meer wilde doen voor de bevolking dan strikt noodzakelijk was volgens de wetgeving.

Het meervoudige herstelbeleid van gebouwen

De Parlementaire Enquête Commissie Aardbevingen Groningen die in 2022 werd/wordt uitgevoerd maakt nog eens extra duidelijk dat de gaswinning uit het Groningse gasveld sinds 1990 sterk gebaseerd is op financieel winstbejag van de NAM (Shell/Exxon + Overheid).

In 2007 werd nog gedacht dat de gebouwschade door de steeds groter wordende schokken en kleine aardbevingen, en het herstellen van de waterhuishouding- en dijken-infrastructuur nog beheersbaar waren. De opbrengsten uit het aardgas zouden vele malen hoger zijn dan kosten van herstel. Het gaat hier over de financiële consequenties van de materiele kosten en schade.

Sinds 2003 zijn er al enkele geclaimde gevallen van gebouwschade, die redelijk vlot door de NAM gecompenseerd werden; dat wil zeggen in het geval dat de bewoners een claim indienden. In 2006 komen daar wat extra gevallen van gebouwschade en claims bij, maar die worden ook snel afgehandeld. Daarna begint de afhandeling te vertragen omdat de NAM het zorgvuldig wilde doen en vooral niet te veel uitgeven. Er wordt 3/4^{de} uitgegeven aan procedures en 1/4^{de} aan reparaties.

De werkwijze van de NAM had twee aspecten.

- (1) Men wist wel dat de schades steeds wat erger zouden kunnen worden, maar er werd geen actie ondernomen om de gebouwen te versterken⁶². Het resultaat was dat sommige schades op dezelfde plekken terugkwamen en dat dezelfde muur nogmaals cosmetisch gerepareerd moest worden.
- (2) Er werd eerst formeel naar het publiek toe volgehouden dat de schades niet het gevolg waren van de gaswinning, een stelling die tot de 'Huizinge beving 2012' vol werd gehouden⁶³.

Met de 'Huizinge beving 2012' (PGA 0,085 en Richter 3,6) kon de NAM niet meer ontkennen dat de bevingen niet het gevolg waren van de gaswinning en werd er een "ruimhartige" schaderegeling⁶⁴ opgezet voor de duizenden woningeigenaren die na de 'Huizinge beving 2012' schade aan hun woningen hadden geclaimd.

In de gebouwherstel periode sinds begin 2013 tekenen zich echter vijf verschillende beleidsvormen (niet officieel) af voor het gebouwherstel en de compensatie van de gedupeerde woningeigenaren.

⁶² Niet helemaal onlogisch, want men had geen bouwkundigen in dienst die iets wisten van schade door aardbevingen of de sterkte van de Groningse woningbouw. Bovendien was het goedkoper om voorkomende schade meteen weg te werken dan om een woning te gaan versterken; niet wetende hoe.

⁶³ Voor het publiek dat schade ondervond was het meer dan duidelijk dat die door de beving kwam en dat die beving het gevolg was van de gaswinning en bodemdaling. De NAM was al jarenlang het verband tussen bodemdaling, trillingen en aardschokken aan het monitoren.

⁶⁴ De schade inspecteurs kregen een beoordelingsrichtlijn met drie criteria: A = duidelijk nieuwe/verse aardbevingsschade. Deze werd redelijk begroot en hersteld door aannemers. B = schade die niet overtuigend alleen door aardbevingen was veroorzaakt (verzakking, slechte fundering) of niet echt vers was (oude scheur of spinnenwebben in de scheur), maar waarvan aangenomen kon worden dat deze verergerd was door de aardbeving. In dat geval werd deze B schade ook vergoed. Dat viel dan onder het criteria "ruimhartig". C = schade die volgens de schade inspecteur niet veroorzaakt was door de aardschokken, maar een andere oorzaak had (gebrek aan onderhoud, verzakking). In dat geval werd deze schade wel geregistreerd, maar kwam niet in aanmerking voor vergoeding. Wanneer echter de schade klein was, dan kon de uitvoerende aannemer het muurherstel van die schade ook meenemen met het herstel van A en B schade, zonder daar extra kosten aan de woningeigenaar voor in rekening te brengen. De financiering van de aannemer was daarvoor redelijk ruim. De "ruimhartigheid" zat ook een beetje in de vergoedingstarieven voor de aannemers.

1. **Het cosmetische herstelbeleid.** Hierbij worden de scheuren ingevuld en dicht gewerkt, het muurdeel opnieuw gestuukt en behangen/geschilderd⁶⁵. De kosten van deze operaties liepen snel op. Terwijl het wegwerken van de scheur weinig kosten met zich meebracht, waren de kosten van het stuken en overschilderen van een hele muur veel hoger. Bovendien was het cosmetisch herstel geen oplossing voor de steeds terugkerende kleine en grotere bevingen. Bij eenzelfde beving van soortgelijke sterkte in dezelfde regio, zal bij een verzwakte fundering die scheur weer open komen te staan, want de fundering zal dan een nieuwe zetting ondergaan (1 mm zetting = 1 mm scheur ergens). Het resultaat is dat bij sommige oude gebouwen dit cosmetische herstel wel vier keer nodig was, elke keer tegen een hogere prijs.

Dit cosmetische herstelmodel werd in 2020 nog steeds toegepast, terwijl het kaartje van de NPR in 2020 nog steeds aangaf dat er nog $\approx 2X$ zwaardere grondversnellingen verwacht konden worden dan de 'Huizinge beving 2012'. Zelfs het IMG (Instituut Mijnbouwschade Groningen, opgericht 1 juli 2020) was gebaseerd op dit model, want het voorzag niet in versterken van gebouwen⁶⁶. Hier werd het criteria van de NPR aangehouden dat een gebouw bij de maximale beving niet mag instorten; wanneer dat in theorie het geval was dan was versterken niet nodig, dus slechts cosmetische reparatie door het IMG. Met de oprichting van het IMG werd na 1 januari 2020 de NCG (Nationale Coördinator Groningen, opgericht in 2015) de exclusieve uitvoeringsorganisatie voor de versterking.

Het cosmetische herstelmodel is een typisch financieel minimumbeleid, want het kost aanzienlijk minder per ingreep dan versterken. Het gaat er van uit dat een herhaalscheur zich niet vaak gaat voordoen en de van oudsher opgebouwde spanningen in het metselwerk en de fundering door de eerste barsten zijn verdwenen. Een 100-tal cosmetische reparaties met 50% herhaalreparaties is nog altijd veel goedkoper dan een 100-tal versterkingen.⁶⁷

2. **Het basis versterkingsherstelbeleid.** Hierbij worden gebouwscheuren overbrugd met lintvoegwapening en de voegen in de baksteen gevels netjes bijgewerkt. In veel situaties zal er dan ook aan de binnenkant muurherstel moeten plaatsvinden wanneer de scheuren door een steeds muur lopen (oude gebouwen) met binnenzijdig aanvullend cosmetisch herstel.

⁶⁵ Een zichtbare scheur van een paar mm is niet noodzakelijk een technische verzwakking van een constructie, ook niet in seismische zin. Heel veel baksteen muren of woningen zijn gescheurd. Slechts als de scheur dikker wordt dan 5 mm kan er sprake zijn van verzwakking afhankelijk van de locatie. Bij elke nieuwe beving en verzakking van de fundering kunnen oude scheuren groter worden. Het tussentijds invullen van de scheuren is daarom wel relevant.

⁶⁶ In 2020 heeft Sjoerd Nienhuys (bouwkundig seismisch ingenieur) een boek samengesteld op basis van zijn sinds 2013 geproduceerde lesmateriaal over de aardbevingsschade in Groningen, hoe de betreffende gebouwen te herstellen, versterken en verduurzamen. Zie: www.nienhuys.info tweede pagina. Toen dit boekwerk (540 pagina's geïllustreerd) aan het IMG werd aangeboden, had het IMG daar geen interesse in. Vooral bij zwakke funderingen op flexibele/beweegbare gronden is het cosmetisch herstel een gebrekkige optie van muurherstel, want daarmee voorkom je niet dat er geen nieuwe scheuren komen bij nieuwe zettingen. De beleidslijn van het IMG was daarmee nog steeds gebaseerd op het NAM/CVW-concept dat funderingen niet in het schade beoordelingsproces werden meegenomen als onderliggende oorzaak van de muurschade. Een veel gehoord criteria was dat: 'als je het niet ziet dan is het er niet'.

⁶⁷ Gedurende 2014/2015 kon Sjoerd Nienhuys constateren dat verschillende kleine aannemers niet goed wisten wat de noodzakelijke versterkingsmethoden waren, terwijl de leveranciers van de materialen daar training op hadden moeten geven. Het trainingsmateriaal werd niet door de NAM verspreid via hun informatiewebsite.

Dit basis versterkingsbeleid gaat volgens het ABC-principe over de zichtbare scheuren, waarbij dus de niet-zichtbare funderingsfouten niet worden aangepakt⁶⁸. De zichtbaarheid wordt bepaald door de schade-expert die al-dan-niet verstand heeft van seismische schade⁶⁹. A en B-schades (twijfelachtig) worden gefinancierd, C-schade is eigen kosten voor de woningeigenaar.

Het omvatte ook integrale structurele aanpassingen aan gebouwen zoals het vastzetten en stijver maken van de vloerdiafragma's, het dilateren van gebouwonderdelen en het verminderen van zwakke etages of excentriciteit. Deze meer ingrijpende bouwkundige maatregelen werden echter duur en tijdrovend en in beperkte mate gerealiseerd⁷⁰.

Het basis versterkingsbeleid was tussen 2014 en 2015 in het geheel NIET gericht op het seismische versterken van alle gebouwen volgens de hele hoge PGA-prognose van het (KNMI-NAM) kaartje in de NPR9998. Dat zou veel te kostbaar zijn, overeenkomstig de versterkingen die aan testgebouwen gedurende 2014/2015 werden uitgevoerd.

Het basis versterkingsbeleid werd in 2015 overgedragen aan het CVW (Centrum Veilig Wonen) dat ook de onderhandse instructie van de NAM had meegekregen om funderingsschade zo mogelijk niet goed te keuren, c.q. op te nemen als C-schade⁷¹. Vanaf 2017 werd die extreem hoge PGAg naar beneden afgeschaald, met het directe gevolg dat veel woningen volgens de NAM niet meer seismisch versterkt hoefden te worden⁷² of een stuk minder⁷³.

3. Het preventief versterkingsbeleid. Dit omvatte vier acties.

(1) In 2014 werd een voorbeeld of testprogramma opgezet om enkele gebouwen seismisch te versterken tegen de theoretisch vermeende PGAg 0,42 of een latere PGAg 0,36 (epicentrum gemeente Loppersum).

⁶⁸ Deze situatie heeft geleid tot veel arbitrage, want scheuren in de muren hebben bijna altijd hun oorzaak in slechte funderingen en verzakkingen. De bewoners voelen de paar grotere bevingen (> PGAg 0,05) maar alle gronden en gebouwen ondervinden invloed van de kleinere bevingen die >10X zo vaak voorkomen. Vanwege de ABC schadeprocedure en de daaropvolgende arbitrage, kostten de muurherstel operaties in de jaren 2014/2015 gemiddeld ongeveer 3X zoveel als de feitelijke aanneemsom van het muurherstel.

⁶⁹ Een van de doelstellingen van de productie van seismisch lesmateriaal voor Groningen was om zowel de schade-experts als de aannemers te informeren over wat aardbevingsschade was en wat de mogelijke andere oorzaken waren, en hoe de seismische schade verholpen kan worden en de gebouwen preventief versterkt.

⁷⁰ Het seismisch bouwkundig trainingsmateriaal dat door Sjoerd Nienhuys werd ontwikkeld, werd echter niet door de NAM publiekelijk bekend gemaakt of door het CVW aan de schade-inspecteurs doorgestuurd, waarschijnlijk omdat het niet volledig strookte met de schade beoordelingsrichtlijnen.

⁷¹ Dit werd/wordt ontkend door de NAM/CVW, maar is evident aan de hand van de onjuiste en negatieve beoordelingen van aardbevingsschade door de inspecteurs. Verzakkingen van gebouwen (met matige funderingen), ten gevolge van de vele trillingen, werden stelselmatig afgekeurd waarna er door de meer mondige woningeigenaren weer arbitrage werd aangespannen.

⁷² De woningeigenaar is onbekend met het concept 'seismisch versterken' en kan in de meeste gevallen niet beoordelen of de woning nu wel of niet volgens die officiële NPR-PGAg-waarde gerepareerd of versterkt wordt. Wanneer de prognose PGAg > 0,2 is moeten alle nieuwbouwwoningen in die zone versterkt worden.

⁷³ Veel personen uit de bevolking zagen dit als een methode van de NAM om de kosten van het herstel te drukken, maar dat kwam omdat ze geloofden dat de NPR de juiste maximale sterkte van de bevingen zou aangeven en dat die maximale beving ook binnen afzienbare tijd zich zou voordoen. Deze twee veronderstellingen (door de Media regelmatig herhaald) waren echter beiden onjuist.

Dit leidde tot verschillende ontwerpen variërend van het aanleggen van een dikke (gas)betonnen plaat waarin zware metalen frames werden verankerd die de muren moesten vasthouden, tot *base-isolation*⁷⁴. Uit deze testen bleek dat het seismisch versterken van >100.000 woningen tegen de PGAg waarden van het NPR-kaartje economisch niet interessant was voor de NAM. Dat zou meer dan euro 20 miljard kosten, waarmee een flink stuk van de reeds geboekte winst uit de verleden gasexploitatie verloren zou gaan.⁷⁵

(2) De tweede actie was dat er volgens de internationaal geaccepteerde seismische procedure (van de FEMA)⁷⁶ de meest risicovolle gebouwen het eerst versterkt zouden moeten worden⁷⁷. Op die basis werd op advies van Arup⁷⁸ een onderzoek en versterkingsprogramma opgezet voor de Openbare Basis Scholen. In de eerste jaren na de 'Huizinge beving 2012' werden tientallen scholen in de provincie Groningen doorgelicht, eventueel versterkt, samengetrokken, gesloopt en nieuw gebouwd, inclusief enkele op *Base-isolation*.

(3) De derde actie was om vanuit het epicentrum (gemeente Loppersum) een analyse te maken van de meest risicovolle elementen aan gebouwen. In het eerste jaar na de 'Huizinge beving 2012' werden ongeveer 3000 zulke risicovolle elementen verwijderd of veiliggesteld⁷⁹. Dat gebeurde niet op basis van de extra hoog geprojecteerd PGAg 0,42 van de NPR, maar op een meer realistische basis van een PGAg 0,15 of daaromtrent, vaak zonder het uitvoeren van specifieke berekeningen; meer op basis van internationale ervaring.

(4) De vierde actie was opkoop en sloop-nieuwbouw, waarbij een aantal rijtjes- of doorzonwoningen werden aangewezen als niet-economisch om seismisch te versterken volgens de NPR. De opgekochte woningen werden gesloopt of als testwoning gebruikt. Dit had voor de rijtjeswoningen ook veel te maken met de slechte bouwkwaliteit uit de jaren 1960-1970, slechte funderingen, interne kamerhoogte van maximaal 240 cm, kleine kamers, oud sanitair en bouwfouten (Jarino woningen).

Met een waarde van die woningen van ruim onder de euro 100.000, om daar euro 200.000 aan te versterken en isoleren⁸⁰ was duurder dan slopen en goed geïsoleerde nieuwe woningen neer te zetten. Honderden woningen vielen in deze categorie.

⁷⁴ Het proces van *base-isolation* wordt in detail beschreven in Hoofdstuk 5 van het document "Duurzaam herstel en Versterken van Woningen in Groningen" op www.nienhuys.info tweede pagina.

⁷⁵ Het is goed mogelijk dat men bij de NAM wel wist dat de voorgestelde theoretische PGAg 0,42 zwaar overdreven was, maar het bleek in 2012 ook dat de oude gebouwen in de provincie Groningen zwakker waren dan gedacht. Daarbij kwam dat gebouwen die seismisch versterkt zijn (volgens de toenmalige NPR), dat zoiets niet zou betekenen dat die gebouwen geen schade zouden opleveren; ze zouden dan net niet instorten. Met een PGAg 0,42 zouden bijna alle gebouwen in de provincie Groningen (250.000) schade oplopen die dan door de NAM gerepareerd moesten worden.

⁷⁶ Federal Emergency Management Agency in de USA die richtlijnen uitgeeft voor veiligheidsmaatregelen betreffende gebouwen in seismische gebieden en maatregelen van herstel na aardbevingen.

⁷⁷ Dat zijn niet de woningen, maar gebouwen waar meerdere mensen in samenkomen (scholen), publieke diensten (ziekenhuizen, politie) en infrastructuur (communicatie) en gevaarlijke industrieën (chemie).

⁷⁸ Arup is het ingenieursbureau met internationale seismische ervaring dat de NAM per 2012 inhuurde.

⁷⁹ Het merkwaardige fenomeen deed zich nu voor dat deze 3000 feitelijke gebouwversterkingen niet meetelden voor de statistieken van de NAM of de NCG. Daar beoordeelde men de relatieve gebouwversterking kennelijk niet als volwaardige versterking, terwijl de gebouwen wel veel minder schade zouden krijgen.

⁸⁰ De bouw wetgeving stelt dat bij ingrijpende verbouwing de woning verduurzaamd (geïsoleerd) moet worden.

Echter, omdat de maximale PGAg volgens de NPR in loop der jaren afnam, vielen er veel woningen van deze groep af⁸¹.

In feite werd er met het preventief versterkingsbeleid met twee maten gemeten: de officiële NPR PGAg-waarde 0,42 die in 2014/2015 werd gebruikt om testhuizen te bouwen en veel testen te doen⁸², en een niet gedefinieerde maar meer reële praktijkwaarde die hooguit 50% zwaarder was dan de 'Huizinge beving 2012'. Het was hoogst onwaarschijnlijk dat met het verlagen van de gaswinning na 2013 de werkelijke PGAg veel hoger zou worden dan de 0,085 van de 'Huizinge beving 2012'. Het was dan ook niet nodig dat op de PGAg 0,42 gebaseerde stringenter maatregelen voor die duizenden woningen genomen moesten worden.

4. **Het monumentenbeleid.** Dit werd aangestuurd/afgedwongen door gemeenten die monumenten hadden die beschadigd waren. Het monumentenbeleid ging er van uit dat de NPR PGAg de maximale bevingswaarde was waaraan de gebouwsterkte moest voldoen. Dat wil zeggen: "bij die PGAg mag het gebouw niet instorten". Wanneer je een gebouw seismisch zou versterken volgens die NPR-waarde is ook de kans klein dat het beschadigd gaat worden bij een PGAg die 1/4^{de} is van die versnelling. In de praktijk kwam het erop neer dat die gebouwen op Base-isolation gezet moesten worden vanwege de algemene fragiliteit van die gebouwen. Dat kost bij fragiele monumentale gebouwen dan veel meer dan de economische marktwaarde van dat gebouw⁸³.
5. **Het stutten- en schrijnende gevallenbeleid.** Omdat veel erg oude (1700-1800) woningen en boerderijen (kopgebouwen en schuren) flinke schade hadden opgelopen, werden deze preventief in de stutten gezet⁸⁴. Immers, met herhaalde bevingen van dezelfde sterkte of sterker zouden gedeeltes kunnen instorten⁸⁵. Daarnaast waren er een aantal schrijnende gevallen, waarbij de beschadigde woningen door de gemeente onbewoonbaar verklaard werden en de bewoners ergens anders onderdak moesten krijgen. Dan waren er andere situaties waarbij er financiële problemen waren die niet eenvoudig opgelost konden worden. Voor al deze situaties was een apart team binnen de NAM opgezet om deze stutten en problemen te verhelpen⁸⁶. Ofschoon het criteria van "ruimhartig" beoordelen van schade nog steeds bestond, bleek de praktijk weerbarstiger, want veel van de gestutte gebouwen hadden meerdere bouwkundige problemen die de oorzaak van de verergerde schade waren, maar die weinig met de aardbevingen te maken hadden.

⁸¹ Dit creëerde spanningen onder de bevolking die nog steeds met gescheurde woningen zat en een nieuwe energiezuinige woning in het vooruitzicht was gesteld. De woningeigenaren ervoeren de wijziging van het oordeel als een bezuinigingsactie van de NAM en eisen dat hun woningen alsnog sloop en nieuwbouw zijn. De woningcorporaties hadden ook een belang in deze voor hen voordelige besluitvorming van sloop-nieuwbouw, want dan hoefden ze die oude woningen niet zelf op te waarderen en energiezuiniger te maken.

⁸² De nationale en internationale consultants en aannemers hadden hier een interessante en goed verdienende activiteit aan. De aansturende ingenieurs van de NAM creëerden hiermee interessante netwerken en relaties.

⁸³ Dit was een mooie kans van monumentenzorg om kwetsbare gebouwen duurzaam te versterken.

⁸⁴ Om aandacht te krijgen hadden ook enkele woningeigenaren stutten laten plaatsen om aandacht te krijgen en sneller een beoordeling voor seismisch versterken te verkrijgen.

⁸⁵ In 2014 had Sjoerd Nienhuys aangeboden om technische assistentie te verlenen aan het stutten team, maar dat werd om verder voor hem onbekende redenen niet geaccepteerd.

⁸⁶ De boerderijen en andere gebouwen in de stutten gaven een sterke visuele boodschap die breeduit door de Media werd opgepakt en voor de bevolking een constante herinnering was aan de beloofde sterkere aardbevingen. Daarmee waren ze een doorn in het oog van de NAM, die er zo snel mogelijk vanaf wilde.

Het NAM-team met de schade inspecteurs wilde een zo fair mogelijke beoordeling en niet de schade door eigen gebrek vergoeden⁸⁷. De term 'ruimhartig' stond bij deze situaties onder druk.

Door de principiële opstelling van het NAM-stuttenteam en de herhaalde (dure) contra-expertises duurde het verwijderen van deze stutten nogal lang. Een voorstel om die gebouwen geheel te versterken en de waarde van de kosten als percentage van de waarde van het versterkte gebouw als claim op het gebouw te houden (via een speciaal fonds), werd afgekeurd. Dit, omdat de NAM het aantal bouw gerelateerde activiteiten of beheerconstructies niet wilde uitbreiden en ook geen aparte entiteit daarvoor in het leven roepen.

De vijf geschetste verschillende vormen van het herstelbeleid waren begrijpelijke ontwikkelingen, maar waarbij het **preventief versterkingsbeleid** sterk onder invloed stond van de doorgeschoten PGAg 0,42 van het eerste NPR-kaartje en de latere kaartjes met steeds wat lagere waarden.

Het **preventief versterkingsbeleid (1, testen)** was erg interessant voor de technici, aannemers, onderzoeksinstituten en buitenlandse consultants⁸⁸, maar gebaseerd op een onwerkelijke PGAg 0,42 waarde waarmee er een zware vertraging ontstond voor de uitvoering van het basis versterkingsbeleid, maar ook voor honderden miljoenen euro besteedde⁸⁹.

Het **preventief versterkingsbeleid (2, onderdeel OBS)** was ook gebaseerd op de extreme schatting inclusief extra over-de-top veiligheidsmarges die zich misschien pas over een flink aantal jaren zich tot op beperkte hoogte had kunnen voordoen, indien de NAM de volledige uitputting van het gasveld zou uitvoeren. Wanneer er een meer realistische schatting was gemaakt, had men ook direct met woningversterking kunnen beginnen. Dan had het stuttenprogramma ook korter geduurd.

Het **preventief versterkingsbeleid (5, stutten)** was een verkeerde zuinigheid om de schade twijfelgevallen niet 'ruimhartig' aan te pakken en de woningeigenaren te ontzorgen. Terwijl er wel bij de NAM wel een afdeling was opgezet om de waardevermindering te bestuderen en te behandelen, was het ruimhartig overnemen van de kwetsbare gebouwen (met uitzondering van de monumenten) niet van toepassing.

⁸⁷ De schade ten gevolge van eigen gebrek zoals gebrek aan onderhoud of bouwfouten viel onder de C-schade. Retrospectief had men wellicht een D-schade categorie kunnen invoeren waar dat element onder viel.

⁸⁸ De professionele sector had hier een flinke werkgelegenheid aan en was niet van plan om de geponeerde waarden te betwisten of te stellen dat het vele werk niet nodig was.

⁸⁹ Een aantal van deze grote uitgaven waren volstrekt onnodig. Bij een realistische PGAg Max van $\approx < 0,2$ waren de meeste van die onderzoeken en testen niet nodig.

Ander concept van veiligheid bij de Groningse bevolking

De bevolking van Groningen werd niet gebriefd over de uitleg van de hoge Richter-waarde, noch over de mening van het veiligheidsaspect van de aardbevingscode, maar had zo **haar eigen concept over het concept veiligheid**:

- Een gebouw met aardbevingsscheuren is niet meer veilig, want dat kan bij een volgende aardbeving verder scheuren en misschien wel instorten.
- Door steeds over Richter te praten/schrijven wordt de indruk gewekt dat een beving van Richter 4 slechts iets sterker is dan een beving van Richter 3,6 maar dat is niet het geval. In werkelijkheid is dan ongeveer 2,5X zo sterk ($4/10^{\text{de}}$), hetgeen zeer grote schade zou opleveren. Dit aspect werd niet of onvoldoende uitgelegd, ook niet door de NAM.
- Steeds meer scheuren, gedeeltelijk instorten van woningen en boerderijen of omvallend meubilair was geen vooruitzicht van de bevolking waar ze naar uitkeken.
- Hoewel de 'Huizingen beving 2012' flink was en er veel schade was (Richter >3,5), wordt door de NAM en de KNMI voorgespiegeld dat de bevingen wel 100X zo sterk kunnen worden (Richter 5,5 = 10X Richter 4,5 en Richter 4,5 = 10X Richter 3,5).
- Vroegere bevingsschade (2003, 2006, 2008) was dan wel cosmetisch weggewerkt en overgeschilderd, maar die scheuren stonden in 2012 weer open en was er opnieuw muurherstel nodig. De regelmatige terugkomst van de scheuren gaf aan dat scheuren dichtsmen geen oplossing was, zeker niet als er zwaardere bevingen beloofd werden.
- Bij aardbevingen in de orde van PGAg 0,1 en hoger en in combinatie met oude woningen, woningen met hoge ramen, doorzonwoningen zonder dwarsmuren, rijtjeswoningen met bouwfouten⁹⁰, en met zwakke funderingen zal er heel veel schade in Groningen ontstaan, en zullen er schoorstenen van daken afvallen en nog meer ellende. Een verdere verhoging van de bevingsterkte zal dus de veiligheid van de bewoners onder druk zetten.
- In de Media werd regelmatig verslag gedaan van zware aardbevingen buiten Europa, waarbij tientallen en honderden doden vielen en hele dorpen verwoest waren. Ofschoon er geen begrijpelijke vergelijking werd gegeven tussen de verschillende soorten aardbevingen, voedde dit wel de angst van de bevolking voor gelijksoortige situaties.
- Om verdere scheuren te voorkomen (en eventueel gedeeltelijk instorten) werden her en der stutten tegen de gebouwen aangebracht, die de bewoners dagelijks herinnerden aan de potentiële schade van herhaalde en grotere aardbevingen.⁹¹

Na de 'Huizingen beving 2012' ontstaat er een spraak- en begripsverwarring over de veiligheid. Terwijl de personen die aan de seismische code werkten, de commissies en de technische sector het had over de veiligheid van de gebouwen volgens de Eurocode 8, had de bevolking en de Media het over het eigen veiligheidsgevoel. Dat is nogal verschillend.

⁹⁰ De Jarino doorzonwoningen hadden bouwfouten die met de (lichte) aardbevingen aan het licht kwamen. De Drive-in woningen waren wel wat beter gebouwd, maar misten op maaiveld niveau de nodige dwarsmuren omdat de bouwregelgeving in Nederland niet voorzag in seismische maatregelen.

⁹¹ Het stutten-programma bleek een noodzakelijke maatregel, omdat de NAM laat was met het gebouwherstel vanwege onderhandelingen, maar vooral omdat Arup volgens het opgestelde programma eerst was begonnen met de inventarisatie, daarna de scholen en overheidsgebouwen analyseren en versterken. Verder was Arcadis begonnen met het zeer zwaar versterken van een aantal prototypen woningen. Tenslotte bleek het ABC schadeprotocol van de NAM niet te voorzien in het onderzoeken van de funderingen, waardoor er over een flink aantal gevallen arbitrage ontstond. Lokale aannemers voerden het gebouw herstelprogramma uit.

Het gevoel van de bevolking was gebaseerd op de informatie die van alle kanten via actievoerders en Media op hen afkwam. Die informatie was door de NAM-KNMI gecreëerd, verwrongen en onjuist.

Op basis van uitgebreid onderzoek en testen door verschillende instanties bleek in 2014/2015 dat woningen die gebouwd waren na 1970 redelijk bestand waren tegen bevingen (wel scheuren, niet instorten), gebouwen met bouwfouten daargelaten. Voor de periode 1950 tot 1970 was dat minder het geval, omdat toen snel en goedkoop gebouwd werd.

Bij gedetailleerde doorrekening volgens de meest geavanceerde (NLTHA)⁹², methode bleek dat sommige woningen of flats zelfs een schok van PGAg $\approx 0,4$ konden doormaken vóórdat ze volledig instortten. Bij tektonische aardbevingen waarbij de schokken minutenlang kunnen aanhouden moet dit volgens deze methode zo ingesteld worden. In Groningen komen de enkele grotere schokken slechts een keer per jaar of minder vaak voor.

Het idee dat de zwaardere bevingen pas over een aantal jaren gingen voorkomen, de PGAg van het kaartje sowieso te hoog was ingeschaald (risico 5% over 475 jaar) en dat de meeste gebouwen met een PGAg 0,15 niet helemaal zouden instorten, gaf de tijd om het Arup lange-termijn-programma uit te voeren en voor alsnog geen grote vermindering van de gasproductie te realiseren.

Uit de verhoren van de Parlementaire Enquête Commissie Aardbevingen Groningen komt ook naar voren dat in 2012 de minister van economische zaken Henk Kamp vond dat hij onvoldoende informatie had om een besluit tot lagere gasproductie te onderbouwen.⁹³

In januari 2013 ligt er een duidelijk advies aan Economische Zaken om de gasproductie te verlagen: <https://www.sodm.nl/documenten/rapporten/2013/01/25/sodm-advies-om-de-gasproductie-in-groningen-zo-snel-mogelijk-te-verlagen-2013>

Het voorstel van Jan de Jong, Inspecteur-generaal der Mijnen, Staatstoezicht op de Mijnen (2003-2014), om de gasproductie te verminderen, werd terzijde geschoven.⁹⁴

⁹² De Non-Linear Time-History Analyses maakt een detail analyse van alle bouwonderdelen op een schaal van bv 20 x 20 cm en berekent de interactie tussen al die elementen, wanneer zich een schok van een gegeven magnitude voordoet. Na elke schok wordt het schadepatroon vastgesteld. Op deze manier kan men bepalen wat de maximale schok is waarbij net geen instorting plaats vindt.

⁹³ Zie: https://www.tweedekamer.nl/debat_en_vergadering/commissievergaderingen/details?id=2022A06534

⁹⁴ Zie: https://www.tweedekamer.nl/debat_en_vergadering/commissievergaderingen/details?id=2022A06512

Beperkt herstel en verkeerde informatie over het voortgangsproces

Op basis van het statistisch lage instortingsrisico (voor de jaren na 2012) was er vanuit het seismische begrip geen grote urgentie om direct of eerst alle gebouwschade aan te pakken en muurherstel toe te passen. Het merkwaardige was verder dat, hoewel er zeer duidelijk zwaardere bevingen in het vooruitzicht werden gesteld, er vanwege de planning geen systematische versterking van de reeds beschadigde gebouwen werd toegepast, zodat bij een nieuwe beving de scheuren weer open stonden en de nog niet herstelde muren verder scheurden.

- Bijna alle bakstenen woningen hebben scheurschade vanwege verschillende oorzaken, maar om te bepalen of een scheur nieuwe aardbevingsschade is of een andere oorzaak had lag aan de interpretatie van de schade-expert.⁹⁵
- Er was in het eerste jaar onvoldoende capaciteit onder de lokale schade-opname experts om alle schadegevallen te identificeren, terwijl veel kleine schade-experts geen kennis hadden van aardbevingsschade en de relatie met de funderingen of verzakkingen.
- Er bleek een informele regeling te zijn dat de schade-inspecteurs geen funderings-onderzoek hoefden te doen of funderingsschade mee te tellen. Hierdoor ontstonden er vele arbitragezaken, waarbij het voor de woningeigenaren moeilijk was om hun recht te halen.
- Er was in het eerste jaar onvoldoende capaciteit onder lokale aannemers om bij woningbouw gerelateerde schade het muurherstel uit te voeren.
- Goede muurherstel methoden die internationaal in aardbevingsgebieden worden toegepast, werden in Groningen halfslachtig en soms verkeerd toegepast vanwege on-vakkundigheid.⁹⁶
- Er werden veel (duizenden) hoog-risico gebouw onderdelen (hoofdzakelijk schoorstenen) vervangen of veiliggesteld, waardoor mogelijk instorten of afvallen voorkomen werd.

De Nationale Coördinator Groningen, de heer Alders, had in 2014 gesteld dat er binnen een jaar ongeveer 3000 woningen versterkt zouden moeten worden. De NAM dacht dat zoiets niet haalbaar was, maar er was geen duidelijke definitie wat dat versterken precies inhield.

Een belangrijk seismisch aspect van versterken is dat het risico van een gedeeltelijke instorting van gebouwonderdelen vermeden moet worden. In de toen recente aardbeving in Christchurch (New Zealand 2010), was een relatief groot percentage van de doden het gevolg van vallende gevelonderdelen.

⁹⁵ Een duidelijk en geïllustreerd training materiaal zou hier verbetering in kunnen brengen. Echter het trainingsmateriaal dat Nienhuys had gemaakt gaf ook duidelijk aan dat funderingen een belangrijk onderdeel waren van de schade en de progressieve ontwikkeling van die schade. Dat was niet in lijn met de afdeling schade van de NAM die informeel geen funderingsschade wilde meetellen.

⁹⁶ De aangewezen taak voor Nienhuys was om samen met MBO-vakopleiding in Groningen trainingsmateriaal aan te leveren om de nodige bouwvakkers op te leiden. Een formeel scholingsprogramma zou tenminste twee of drie jaar duren om eerst een Nederlandstalig lespakket te maken en daarna de bouwvakkers te trainen. Dat zou dus minimaal drie jaar duren voordat die bouwvakkers in de praktijk gingen werken, hetgeen veel te laat was. Een trainingsprogramma moest dus direct voor bestaande bouwvakkers en schade-inspecteurs zijn. Het betreffende MBO was hier niet op ingericht en stelde dat een dergelijk lespakket ook door de overheid gecertificeerd zou moeten zijn. Een alternatieve methode was om korte modules te maken die geschikt waren voor aannemers en die breed te verspreiden. De voorlichtingsafdeling van de NAM zag daar weer niets in.

Vanwege de bouwmethode in Nederland waren de zware bakstenen schoorstenen op flexibele houten kapconstructies soortgelijke hoog-risico elementen. Binnen de geplande tijd van een jaar werden in Groningen dan ook ongeveer 3000 schoorstenen aangepakt en veiliggesteld, onder andere door deze te vervangen door lichtgewicht schoorstenen.⁹⁷

Tijdens het eerste jaar na de ‘Huizinge beving 2012’ werden er ook een paar huizen afgebroken en een paar typische woningen (integrale metalen frames)⁹⁸ en een molen (*Base-isolation*)⁹⁹, seismisch zwaar versterkt volgens ingewikkelde en kostbare bouwkundige operaties en door grote ingenieursbureaus en aannemers uitgevoerd.

Het resultaat was dat de jaarbalans van de NAM slechts **drie** woningen vermeldde, terwijl de 3000 geslaagde operaties van hoog-risico schoorstenen niet vermeld mochten worden. Hier bestond dus een duidelijk begripsverschil over de mening van versterken volgens de NAM-directie. Slechts de drie woningen en een aantal basisscholen (wel succesvol) werden in de Media vermeld en daarmee werd aangetoond dat de “versterkingsoperatie” veel te langzaam ging.

Op basis van de slechts drie woningen in het epicentrum Loppersum was dan ook de conclusie van de bevolking dat er onvoldoende met de ‘veiligheid’ werd rekening gehouden, een juiste conclusie.

Op basis van de steeds duurder wordende schaderapporten¹⁰⁰, arbitrage en het niet oplossen van veel van de complexere schadegevallen met gebouwen die al-dan-niet terecht in de stutten stonden, werd het gevoel voor veiligheid van de bevolking steeds minder. Immers, de in de toekomst beloofde zwaardere aardbevingen met instortingsgevaar waren nog steeds niet van tafel.

Op basis van de oude bevingsterkte cijfers (2016/2017 = PGAg 0,36) werden VersterkingsAdviezen gemaakt dat >25.000 woningen in de provincie seismisch versterk moesten worden, waarvan er ook honderden gesloopt en nieuw gebouwd moesten worden. Halve straten aan rijtjeswoningen zouden vervangen moeten worden.

Op basis van het uitblijven van grootschalig gebouwherstel leden vele Groningers economisch verlies door waardevermindering van hun eigendommen, waardoor veel woningeigenaren ook een financieel risico liepen vanwege doorlopende hypotheekkosten. Het gevoel van onveiligheid werd hierbij versterkt of gecompliceerd door financiële zorgen.

⁹⁷ In technische seismische berekeningen is dit een goede seismische versterking van het gebouw.

⁹⁸ Een van de eerste woningen die in aanmerking kwam voor de integrale seismische versterking was een erg oude woning van een vriendin van de vrouw van de burgemeester.

⁹⁹ Dit was een molen die was aangewezen door monumentenzorg. Echter een molen die in de wind staat te draaien is constant onderhevig aan kleine trillingen overeenkomstig de geleden aardbevingen. Om die op *base-isolation* te zetten is hoofdzakelijk een interessante testcase en staaltje bouwtechniek.

¹⁰⁰ De kosten voor de beoordeling, rapportages en arbitrage was ongeveer ¼ van de totale kosten inclusief de bouwkundige versterkingen of reparaties. Daarbij waren veel reparaties nog steeds cosmetisch.