

Introductie van de dissertatie van dr. ing. Sjoerd Nienhuys:

"Geïnduceerde aardbevingen in Groningen, de noodzaak van een PGA-accepteerbaar bepaling in plaats van de onmogelijke Mmax".¹

Bouwkundig ing. Sjoerd Nienhuys heeft in 1975 de seismische code voor Ecuador ontwikkeld en heeft ruim 25 jaar lang gewerkt in aardbevingsgebieden in Zuid-Amerika en Zuidoost-Azië. Gedurende 2013/15 was hij betrokken bij het ontwikkelen van MBO-trainingsmateriaal in Groningen.

Vanaf 2020 heeft hij pro deo gewerkt aan het te boek stellen van zijn kennis en inzicht over de effecten van lichte aardbevingen op de typische Groningse of Nederlandse baksteen woningbouw. In mei 2021 kwam het bouwkundige 'burgerboek', geïllustreerd met 450 pagina's.

"Duurzaam Herstel en Versterking van Woningen in Groningen".

Omdat dat 'burgerboek' hoofdzakelijk de bouwkundige aspecten werden behandeld van bakstenen woningen, werd er aanvullend een dissertatie geschreven met een analyse van de aanpak van de berekeningen en het gebouwherstel bij geïnduceerde aardbevingen.

Het resultaat was het TU Delft proefschrift met de titel:

"Geïnduceerde aardbevingen in Groningen, de noodzaak van een PGA-accepteerbaar bepaling in plaats van de onmogelijke Mmax".



Voorwoord

Na de aardbeving van 16 augustus 2012 bij Huizinge wilde de NAM weten wat er met het toen bestaande gasexploitatiebeleid nog te verwachten was aan aardbevingen. Onder andere werd de internationale consultant Arup aangesteld die volgens bestaande risicoregels (*Seismic Hazard*) een planning maakte, waarbinnen de 'retrofitting' of seismische versterking van 100.000 van de bijna 350.000 gebouwen werd voorgesteld. Na de mededelingen van de NAM en het KNMI over mogelijke, toekomstige (nog grotere) aardbevingen, ontstond er grote beroering onder de Groningse bevolking. Onderzoekers van de GGD en de RUG vermeldde dat en minstens 10.000 Groningens angstgevoelens en stress hadden ontwikkeld vanwege de situatie.

De consultants van de NAM hadden in 2013 berekeningen gemaakt op de basis van hun toen nog beperkte kennis van de diepe ondergrond² en de toentertijd aanvaarde (meest tektonische) rekenmethoden. Die nieuwe berekeningen kwamen eerst uit op meer dan **10 maal de sterkte van de Huizingebeving** (= Richter 3,6). Vóór 2012 had de NAM een Mmax 4,1 uitgerekend (4 x de sterkte), en in 2013 op een mogelijk Mmax/Richter 4,6 tot 4,8 (10 tot 16 x de sterkte). De Mmax of Richterschaal is logaritmisch: één punt hoger is 10 maal sterker. Men ziet niet de enorme consequenties van de logaritmische schaal. Later, met de eerste Mmax Workshop in Schiphol (juni 2016) werd door internationale experts een 100x (Richter 5,5) en zelfs een 1000 x sterkere aardbeving (Mmax/Richter 6,5) uitgerekend. Er was niemand van alle bèta-wetenschappers die stelde: "**dat kan niet, dat mag niet**". Althans dat kwam niet naar buiten. Vervolgens werd op basis van een combinatie van deze hoge Mmaxen de maximale Piek Grond Acceleratie (PGA) uitgerekend.

¹ Dissertatie bouwkundeboek op www.nienhuys.info. Dissertatie op <http://repository.tudelft.nl>

² In 2004 en 2005 zijn er twee bevingen onder hetzelfde Zechstein-gebied bij Bremen. Quote: "*Das bisher stärkste Beben in Niedersachsen wurde 2004 in Rotenburg/Wümme mit einer Magnitude von 4,5 gemessen. Im Jahr 2005 wurde die Erde in Syke mit einer Magnitude von 3,8 erschüttert*". De diepte van deze bevingen was echter 10 km, waarmee deze als tektonisch geclassificeerd moesten worden en niets te maken hadden met de gaswinning van onder het Zechstein. Vanwege de diepe Lauwerszee-breuklijn zou het in theorie mogelijk kunnen zijn dat er in de regio Loppersum onder het zandsteen (in het Carboon en dieper) ook een tektonische verschuiving kan ontstaan.

De Nationaal Coördinator Groningen (NCG) verplichtte vervolgens alle ingenieurs om met de nieuwe seismische code NPR 9998:2015 te rekenen met de extreem hoge PGA-waarden (eerst PGA 0,42g). De PGA in het epicentrum is zowel verticaal (Z) en in twee richtingen (X en Y) horizontaal. Slechts *base-isolation* of slopen en nieuwbouw bleven een optie om gebouwen te beschermen tegen die zware prognose aardbevingen. Het betrof hier 27.000 woningen die geïdentificeerd werden voor sloop en nieuwbouw. Ondertussen was de NAM betrokken bij het gebouwherstel, maar foute aannames of strategieën en nieuwe regels om aan de herstellkosten te ontkomen, resulteerde in lange procedures, ontkennen, tegenwerken, bagatelliseren en weggijken en verkeerd beoordelen door de NAM/CVW schadeopnemers.

Het herstel- of versterkingsproces kwam na 2015 zeer langzaam van de grond. Dat resulteerde in toenemende stress onder de bevolking en uiteindelijk in 2021 in een Parlementaire Enquête Commissie Aardbevingen Groningen (PECAG). De politieke en financiële situatie van het versterkingsprogramma en de sociale onrust daarover staan uitvoerig beschreven in het eindrapport van de PECAG op hun website.

Wat het KNMI, het NEN, de NCG, de ingenieurs en politici of de RUG onderzoekers niet in de gaten hadden was dat de prognosewaarden en de daarvan afgeleide PGA volstrekt speculatief waren. De hierdoor ontstane terughoudendheid van de NAM om echt ruimhartig te versterken, de NCG-berekeningen voor 27.000 woningen sloop/nieuwbouw, en de toenemende angstgevoelens en stress onder de bevolking waren het resultaat van **verkeerde, misleidende informatie en daaraan gekoppeld verkeerde maatregelen**. In de dissertatie wordt in het kort weergegeven wat er precies aan de hand was en wat er wél had moeten gebeuren.

Tijdslijn aardbevingen Groningen (rood is basis van probleemontwikkeling)

1943. Eerste olieveld³ ontdekt bij Schoonebeek.

1947. Oprichting NAM (combinatie Shell en Esso). **Bedrijfsmodel gebaseerd op winst voor aandeelhouders.**⁴

1959 tot 1963. Van ontdekking tot eerste exploitatie aardgas en aanleg van landelijk gasdistributienetwerk.

1986. Eerste aardbeving bij Assen, aardgasveld Eleveld. **NAM ontkent dat de oorzaak gaswinning is.**

Tot 1990. Twintig jaar elastische compactie van Rotliegend (gashoudend zandsteen) met lichte trillingen.

Vanaf 1990 meer NAM-onderzoek naar gedraging diepe ondergrond en plaatsing meer trillingsmeters.

2006. Aardbeving Richter 3,5 Westeremden, PGA_{verticaal} 0,06g. **NAM ontkent dat gaswinning de oorzaak is.**

2007. NAM onderzoekt maximale sterkte aardbevingen. ($M_{max} 4,1 = 4 \times$ de sterkte Richter 3,5).

2008. Aardbeving Loppersum Richter 3,2. Dit is $1/2^{de}$ van Richter 3,5 van de 2006 Westeremdenbeving.

2009. Aardbeving Zeerijp Richter 3,0. Oprichting GBB. **NAM doet slechts cosmetisch herstel.**

2012. Dubbele beving te Huizinge. Richter 3,6 met PGA_{verticaal} 0,085g en PGA_{horizontaal} 0,05g. NAM erkent relatie gaswinning en nivelleert, **maar voert ook gasproductie op!!! De PGA_{horizontaal} is het meest belastend voor bakstenen woningen met ramen.**

2013. NAM geeft opdracht **herberekening van M_{max}** . Arup maakt plan voor seismisch versterken op basis **PGA 0,55g (=10 x de sterkte van Huizinge)**. NAM stelt ruimhartige beoordeling schade met A-B-C regeling, **maar introduceert daarna steeds meer beperkende voorwaarden**. SodM adviseert EZ om gaswinning sterk te reduceren. EZ instrueert NAM tot sterke vermindering productie. Opleiding bij de RUG voor de berekening van gebouwen op seismische belasting volgens de Eurocode 8. **In de NPR staat alleen de PGA_{horizontaal}.**

2014. Rapport: 'Vertrouwen op Herstel en Herstel van Vertrouwen.' (toegezegd € 1.182 miljoen). **NPR-bepaling PGA_{horizontaal} 0,42g als rekenbasis voor seismisch versterken (8 x Huizinge??!!)**. Opname van schade aan woningen en begin verwijderen hoogrisico elementen. Testen van draconische versterkingsmethoden.

³ Een immer groeiende wereldbevolking, daaraan gekoppeld meer industriële ontwikkeling, meer vraag naar comfort (verwarming) en welvaart (bouw, verkeer, spullen) veroorzaken een sterke vraag naar (goedkope) fossiele brandstoffen. Dat leidt ook tot CO₂-uitstoot en klimaatopwarming.

⁴ Dit is een gunstig (verdien)model voor industriële ontwikkeling, maar gaat vaak voorbij aan de belangen van de omringende bevolking of de Natuur in de directe omgeving (uitstoot, schade).

Plan voor toepassing *base-isolation* monumenten. Vertalen en “verbeteren” Eurocode 8 naar NPR 9998:2015 met eerste kaartje met **PGA 0,42g**. Dit kaartje is per definitie de horizontale PGA.

2015. Herziening van eerste kaartje NPR 9998:2015 naar **PGA_{horizontaal} 0,36g**. Oprichting CVW. Aanstelling NCG. NAM/CVW maakt steeds meer beperkende voorwaarden met als gevolg veel arbitrage en kosten.

Voortzetting van slechts cosmetische reparatie, seismisch versterken Openbare Basis Scholen. Design competitie en testen op bestaande gebouwen. Enkele monumenten worden op *base-isolation* gezet.

2016. NCG verplicht ingenieurbureaus te rekenen met NPR-PGA 0,36g en daarmee worden 27.000 woningen als onveilig beoordeeld??!! Groeiend onveiligheidsgevoel onder de bevolking en protesten over trage en naar de mening van de slachtoffers verkeerde herstelmaatregelen.

2016-2018. Onderzoeken GGD en Gronings Perspectief. 10.000 inwoners hebben angstgevoelens en stress. Vermindering van het aantal planning sloop/nieuwbouw van 27.000 woningen. EZ (Wiebes) wil engineering van woningen stopzetten en relatie bevingen en gasproductie onderzoeken.

2017. Hans Alders stapt in mei op als Nationaal Coördinator Groningen.

2018. Aardbeving Zeerijp, Richter 3,5 PGA_v 0,11g is 25% kleiner dan de Huizingebeving. Opnieuw onrust.

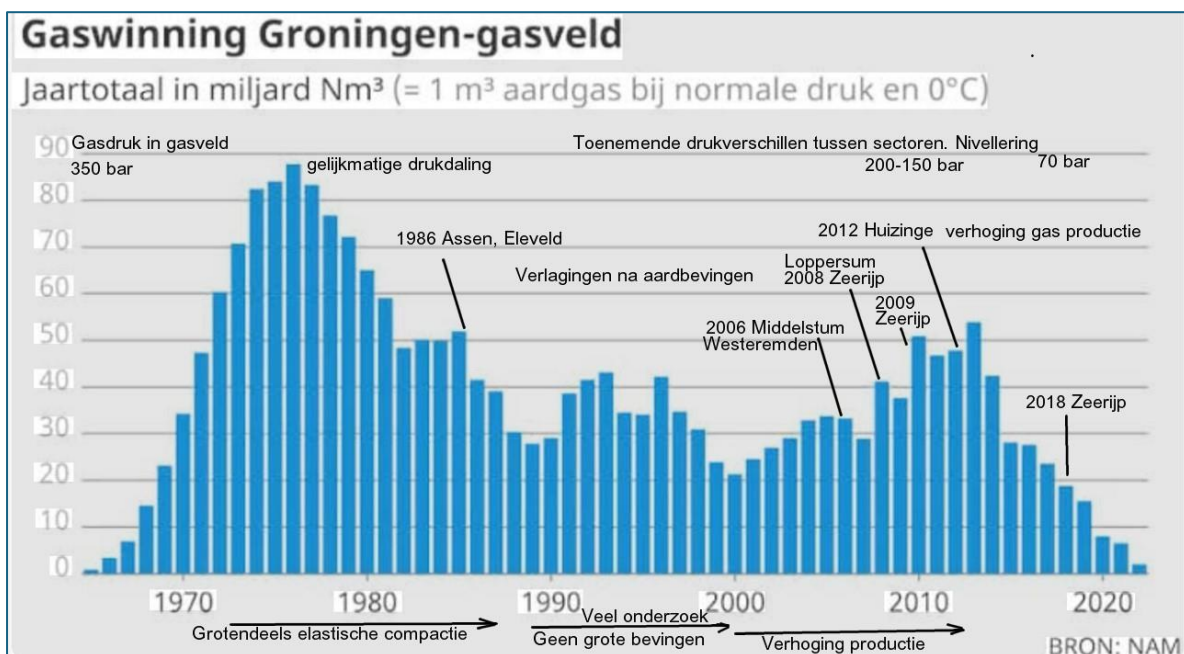
2021. Ongeveer 75% van alle kosten zijn door moeizame procedures, slechts 25% kosten aan herstel. Daarvan is heel weinig aan seismisch versterken. Oprichting aparte IMG voor schade. NCG doet seismisch versterken inclusief sloop en nieuwbouw op basis van achterhaalde NPR-PGA-waarden. De Parlementaire Enquête Commissie Aardbevingen Groningen (PECAG) wordt opgezet. Verschillende gaswinningsbronnen afgesloten en het Groningse veld gaat naar waakvlam.

2018-2025. Vermindering van aantal/frequentie van schokken/trillingen uit het Groningse gasveld.

2023. PECAG-verslag onderzoek. Aanvullende onderzoeken Gronings Perspectief naar bevolking.

2024. Einde gaswinning uit Groningse veld. Publieke weerstand over gaswinning in kleine velden en het Waddengebied. Bij daling van het Wad verliezen miljoenen vogels hun voedselgronden.

2025. Aardbeving Zeerijp Richter 3,5 met $PGA_{verticaal}$ 0,08g en $PGA_{horizontaal}$ is (gemiddeld) 0,05g. Opnieuw onrust over mogelijke toekomstige bevingen.⁵



Overzicht van gasproductie en de grootste bevingen. De grafiek geeft aan dat na de eerste (grotere) bevingen de NAM de gasproductie terugnam om de effecten te bestuderen en meer schade te voorkomen.

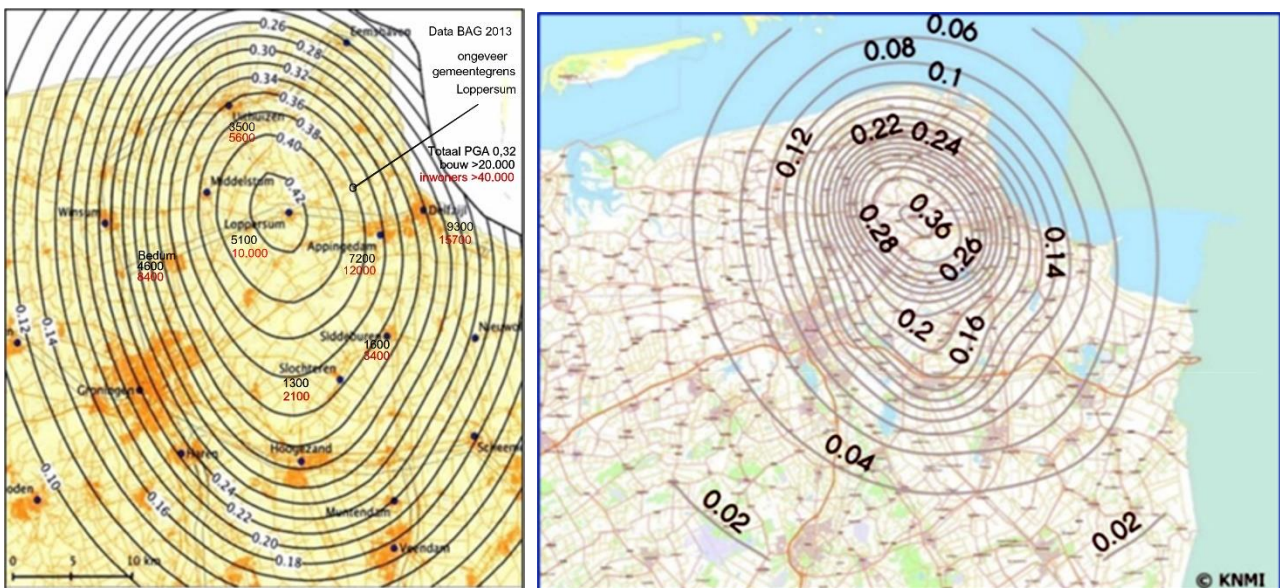
⁵ Bij deze beving werd vlak naast het epicentrum ten gevolge van de uitstraling een hele hoge (PGA_h 0,2) en zeer korte (0,02 seconden) beving gemeten, maar vanwege de korte duur en horizontale verplaatsing heeft deze minimale invloed op de bebouwing en telt deze nauwelijks mee in het gemiddelde van alle metingen.

Samenvatting

In Groningen wordt al sinds 1965 aardgas gewonnen.⁶ Dat aardgas komt uit een laag zandsteen (Rotliegend) van ongeveer 200 meter dikte (de randgebieden zijn dunner) op ongeveer drie kilometer diepte. Naarmate er meer gas omhoog gehaald wordt, daalt de gasdruk in de poriën van dat zandsteen. De draagkracht van de zandsteenlaag is een combinatie van de sterkte van dat zandsteen en de zeer hoge gasdruk. Als de gasdruk in het zandsteen daalt begint dat te verkrumelen en in te zakken. Langs de vele breuklijnen ontstaan trillingen en schokken en aan het oppervlak ontstaan dan verticale en in twee richtingen horizontale schokken vanuit het epicentrum. De horizontale component is belangrijk, want huizen zijn vooral erop gebouwd om de verticale belasting te weerstaan (deze PGA staat in de NPR)⁷. Boven het zandsteen bevindt zich een bijna een kilometer dikke taaie zoutlaag (Zechstein) die het snelle inzakken iets voorkomt en dempt.

De eerste beving die met de gaswinning samenhang, trad al in 1976 op, maar pas in 2012 kwam er een relatief grote beving (Richter 3,6) nabij Huizinge. De NAM beweerde dat ze hier niet op gerekend had en gaf het KNMI de opdracht om uit te rekenen wat er nog meer zou kunnen komen. Ondertussen voerde de NAM de gaswinning op, zonder dat dit direct bekend werd.

Het Mmax rekenmodel dat gehanteerd werd was vooral gebaseerd op tektonische aardbevingen. Die tektonische bevingen ontstaan doordat tientallen kilometers dikke aardplaten losschieten als ze in horizontale richtingen over of langs elkaar schuiven. Dat veroorzaakt grote horizontale versnellingen tientallen kilometers diep in de aarde. Deze types komen niet voor in Groningen.

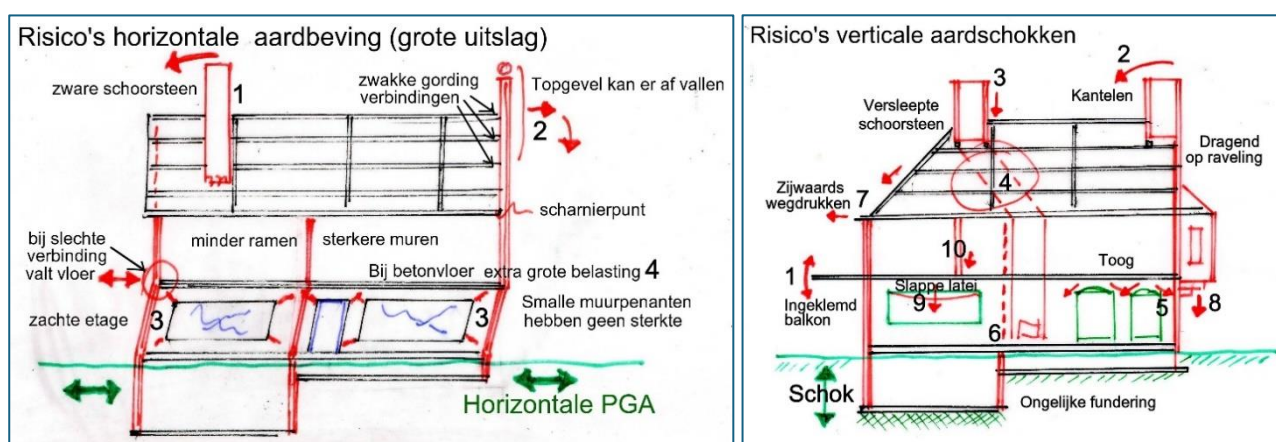


Het eerste NPR 9998:2015-januari kaartje en het tweede verlaagde kaartje (NPR 9998:2015 augustus). De verlaging was 15%. Met de tweede PGA-waarde (7 x de horizontale PGA van de Huizingebeving 0,05g) werd tot 2018 gerekend om de seismische sterkte van de woningen te beoordelen. Resultaat: sloop en nieuwbouw.

⁶ In het zeer goed gedocumenteerde boek van Sam Gerrits wordt de geschiedenis van de gaswinning verhaald en de actie om de waarheid boven tafel te krijgen. De oliebedrijven ontkenden stevast de relatie met de schade.

⁷ De berekende Mmaxen waren extreem hoog berekend met extra onzekerheidsmarges. Die NPR-PGA werd ook extreem hoog berekend op basis van bekende tektonische rekenprincipes. De NPR heeft zelf ook onzekerheidsmarges. Er werd geen onderscheid gemaakt tussen de verticale en horizontale PGA en er was geen voorziening voor retrofitting.

Het KNMI kwam in 2013 tot een verwachte PGA-waarde 0,42g die wel **achtmaal zo groot** was als de horizontale PGA bij Huizinge. Veel van de betrokken ingenieurs en wetenschappers hadden zich kunnen realiseren dat dit inhield dat ongeveer 100.000 huizen in de provincie Groningen gedeeltelijk of geheel zouden instorten, met vele doden als gevolg. Sommige Groningers met gescheurde woningen vreesden mogelijk voor instortingen bij verdere bevingen. In de juni 2016 internationale Workshop op Schiphol werden nog **heel veel zwaardere** prognoses gemaakt op basis van het mogelijk tektonisch activeren van diepere aardlagen (Richter >6,5 = meer dan 1000 maal de sterkte van de Huizingebeving).⁸ Met die theoretische en speculatieve prognoses werd via een rekenmodel een zeer onwaarschijnlijk hoge PGA (0,42g) afgeleid (de maximale grondversnelling). Deze PGA kwam in het kaartje van de eerste NPR 9998:2015.⁹ **Echter, in de NPR staat slechts de horizontale PGA.** Ook is die NPR zonder een regeling voor retrofitting (met aangepaste waarden), wat het belangrijkste aspect was voor de Groningse woningbouw.



*De gebouwschaderisico's van horizontale aardschokken zijn bij gemetselde bakstenen woningen met **grote raampartijen** anders en ook veel groter dan de risico's bij verticale schokken. Bij een PGA_h 0,42g of later PGA_h 0,36g zullen vele bakstenen en rijtjes- en doorzonwoningen instorten.*

De berekeningen waren op basis van **onvoldoende gegevens, geëxtrapoleerd** en gebaseerd op **tektonische** methodes waarbij meerdere en **extra hoge onzekerheidsmarges** werden aangenomen en doorgerekend lang **voorbij het opraken van het aardgas**.

Pas met de documentatie die in 2022 vrijkwam met de PECAG kwamen via de Wet op Openbaar Bestuur (WOB) oude (confidentiële) gegevens boven tafel die meer informatie gaven over de (foute/tekort schietende) rekenmethodes die de NAM consultants in 2013 toepaste.

Het berekende resultaat (PGA_h 0,42g) was **achtmaal hoger** dan de gemeten sterkte van de Huizinge beving (PGA_h 0,05g) die in bijna ontoelaatbare schade resulteerde. Dit is vergelijkbaar met een 'voorspelling' dat toekomstig verkeer in een woonwijk (maximumsnelheid 30 km/uur) zich met een snelheid van 240 km/uur voortbeweegt (ook 8 x). Iemand die dergelijke 'voorspellingen' over het verkeer doet, zou niet serieus genomen worden, maar dat gebeurde wel met de nieuwe 2013 berekeningen van de Mmax.

⁸ De PGA bij ondiepe aardbevingen (3 km in Groningen) is meestal hoger dan bij vele malen dieperliggende tektonische aardbevingen omdat de schokken uit het hypocentrum zich vrij direct (1 tot 3 seconden) bij het epicentrum manifesteren. De harde Zechsteinlaag geeft de trillingen bijna direct door. In Groningen heeft de bovenste 200 m aan de bovenste zachtere grondlagen ook een invloed op de versterking van de PGA.

⁹ De berekening is op basis van het Monte-Carlo model en PSHA, maar de dissertatie gaat er over dat die PGA helemaal niet over die maximale, theoretische, onmogelijke aardbeving moet worden berekend.

*Vergelijking verkeer en maximum PGA.
Sommige auto's kunnen 240 km/uur rijden, dat is **8x de toegestane snelheid** in een woonwijk.
Om die maximumsnelheid als rekenbasis of ontwerp voor het stadsverkeer aan te nemen is onzinnig.*



Behalve aardbevingen veroorzaakte de aardgaswinning ook al 30 jaar bodemdalingen, en daarmee een relatieve verhoging in de grondwaterstand, die indirect van invloed was op de fundamenteën van woningen en de stedelijke water- en riool-infrastructuur. Gebouwherstel zou zó moeten gebeuren dat toekomstige (eventueel iets zwaardere) bevingen geen schade meer veroorzaken. Dat is allemaal niet gebeurd. De NAM probeerde eerst om de ontstane schade te ontkennen en daarna om uitsluitingen te introduceren. Schade aan de fundamenteën van huizen werd niet eens bekeken. Overige schade werd slechts cosmetisch gerepareerd, en **de kosten van procedures** zoals overleg, inspecties en rapporten door schade-experts en contra-experts, arbitrage en dergelijke bedroegen wel **driemaal** het bedrag dat uiteindelijk aan de reparaties zelf werd besteed (75% aan procedures).

Na 2017 werden de Richter en PGA ‘voorspellingen’ aangepast, met het curieuze gevolg dat door de veranderende verwachtingen bij exact dezelfde en dicht bij elkaar gelegen woningen totaal verschillende maatregelen werden genomen. Eerst werden woningen als *total loss* beschouwd, omdat ze niet bestand zouden zijn tegen toekomstige extreme bevingen. Een jaar later werden dezelfde type woningen alleen wat gerepareerd, omdat bij de te verwachten minder sterke bevingen het huis zou blijven staan, **maar dan wel zwaar beschadigd**. Het concept van aardbevingsresistent werd niet uitgelegd, de bevolking dacht dat het ‘geen schade’ betekende: In werkelijkheid werd er bedoeld: de woning is net-niet-ingestort maar wel *total loss*,

Andere punten die verkeerd gingen.

- De Richter en PGA-berekeningen, die door de NAM en speciale commissies (NEN,) werden overgenomen. De commissie Meijdam die een verkeerde en veel te lage risiconorm opstelde.
- De media publiceerden regelmatig berichten over zware tektonische aardbevingen elders in de wereld van dezelfde magnitude als de prognose-Richter voor Groningen. Dat kon leiden tot angstgevoelens bij Groningers die al scheuren in hun woning hadden, over wat hen nog binnenkort te wachten stond. Theorie over tektonische bevingen klopt (meestal) totaal niet met die van geïnduceerde aardbevingen.
- De geologische aspecten van het ongeveer 200 meter (dunne) Rotliegend poreuze zandsteen, en het daarboven liggende tot 1000 meter dikke taaie Zechstein, de gasdichte zoutsteenlaag voorkomen dat er grote aardbevingen ontstaan.

Een belangrijke conclusie is dat theoretische wetenschappers of mijnbouwbedrijven de door hen berekende Richterwaarden **niet** hadden mogen verspreiden als publieke informatie. Deze informatie is bijna onbegrijpelijk voor de media en de burger en **helemaal niet relevant** bij geïnduceerde aardbevingen. Immers, deze mijnbouwprocessen kunnen gestuurd worden door menselijk handelen.

Er werden sinds 2009 slechts cosmetische reparaties uitgevoerd, terwijl er wel herhalingen en zwaardere aardbevingen werden voorspeld. Scheuren dichtsmeren en behang plakken zijn dan verkeerde maatregelen. Er zijn tot 2025 meer dan 80.000 herhaal schades geweest. Zelfs een kind begrijpt dat dit verkeerde maatregelen waren. Toch werd los van de NCG de IMG opgezet die dit proces begeleidde.



Er zijn sinds 2012 wel zes momenten geweest waarbij men tot het inzicht had kunnen komen om de Mmax/Richter of de PGA-max niet te publiceren.

1. De opdracht van de NAM naar de KNMI om de zwaarst mogelijke Richter te berekenen.
2. De rekenresultaten van de KNMI die teruggekoppeld werden naar de NAM.
3. De beoordeling van de KNMI-rekenresultaten door het SodM op 16 januari 2013.
4. De beoordeling van de externe consultants op het nieuwe Winningsplan 2013.
5. De publicatie naar de media van de nieuw uitgerekende Mmax door de NAM in 2014/15
6. De publicatie van de NEN met de nieuwe NPR 9998:2015 met de extreme PGA.

Daarna hadden de ingenieurs van de NEN (die de NPR publiceerde) en het NCG (die de rekenplicht invoerde) ook kunnen bedenken dat een PGA 0,36g tot volledige instorting van vele oude bakstenen woningen in Groningen het gevolg zou hebben en daarmee **tientallen tot honderden doden** en juridisch totaal ontoelaatbaar zou zijn. Die ingenieurs voerden de opdracht uit en werden daar goed voor betaald, ze dachten blijkbaar niet na over de maatschappelijke impact van hun berekeningen.

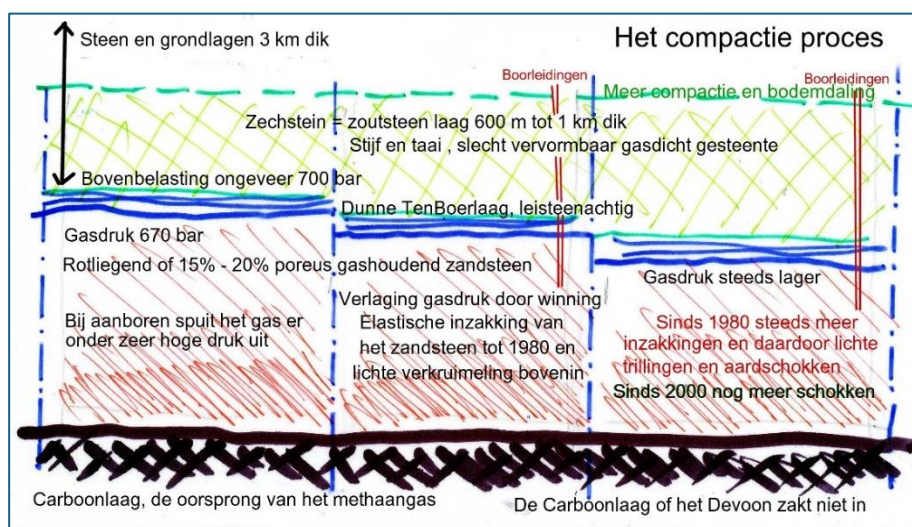
Wat had er wel moeten gebeuren?

- De gasproductie had eerder verminderd moeten worden om de gebouwschade te beperken.
- De NPR had reële waarden kunnen hebben en een hoofdstuk over retrofitten.
- Er had per woningtype bepaald moeten worden wat de seismische sterkte was en welke de beste methoden waren om ze seismische te versterken.
- De bevolking had moeten bepalen wat toelaatbare schade is aan de hand van de compensatie.
- Er had een lange termijn bouwfonds opgezet moeten worden waarmee de eigenaren met schade aan hun woning die ook konden laten verduurzamen.
- Er had op tijd actie ondernomen moeten worden om zwakke gebouwen voldoende seismisch te versterken (retrofitten), zodat er nergens instortingsgevaar of excessieve schade ontstond.¹⁰

¹⁰ Wanneer de bewoner weet dat de schade niet erger wordt en binnen het jaar de woning wordt opgeknapt of versterkt, op kosten van de schadeveroorzaker, zal deze niet gauw in de stress raken. Echter, als echter de bewoner wordt wijsgemaakt dat er **binnenkort nog veel zwaardere aardbevingen** gaan komen (is gebeurd), en dat er eindeloos onderhandeld moet worden over de geleden schade op basis van foute rapporten (is gebeurd, en nog steeds), en het jaren duurt voordat er iets gebeurt (is ook al zo), en dat wat er gebeurt helemaal geen seismische versterking is (is vaak geconstateerd), dan wordt die bewoner financieel benadeeld en in een grote uitzichtloze stress gejaagd. Dit laatste is het lot van tienduizenden Groningers (ook in 2025 nog steeds).

Bij geïnduceerde aardbevingen moet de PGA-acc (acceptabel) bepaald worden aan de hand van het woningtype, én een voor de bewoners een acceptabel schadeniveau.¹¹ Dat schadeniveau zal sterk afhangen van de compensatieregeling.

Het is te hopen dat in de eerste plaats de NPR 9998 wordt aangepast naar **realistische waarden**, eventueel wordt voorzien van waarden voor de **horizontale en verticale PGA** (relevant voor geïnduceerde aardbevingen), en de maximale **horizontale verplaatsing**. Ook moet er een **hoofdstuk voor retrofitting** worden toegevoegd en moet er een apart document komen voor in **baksteen gemetselde gebouwen**. Ook dient de mijnbouwwet, die in 2025 ter beoordeling bij de Tweede Kamer ligt, te worden aangepast zodat deze niet door op winst gebaseerde bedrijven wordt uitgevoerd en de regeling voor schadecompensatie verbeterd wordt. Dat geldt ook voor de schade aan de Natuur en het Klimaat met de CO₂-uitstoot van die fossiele brandstoffen.



Het compactieproces van het 3 km diepliggende zandsteen gaat hoofdzakelijk verticaal waarbij er wel horizontale trillingen vanuit de breukvlakken ontstaan. De verticale schokken worden vanwege de zachte grondlagen boven het dikke Zechstein versterkt en geven de grootste PGA_v in het epicentrum. De horizontale PGA_h is vaak slechts 60% van de verticale en geeft de belangrijkste gebouwbelasting. Het epicentrumgebied heeft grotere hoogteverschillen (tientallen meters) langs de breukvlakken en tussen de sectoren van het zandsteen dan onder de rest van de provincie. Hierdoor zijn daar (gemeente Loppersum, Huizinge, Zeerijp, etc.) de verticale schokken ook aanzienlijk groter dan in de rest van de provincie.

¹¹ De aanvaardbaarheid ligt aan de vorm en waarde van de compensatie of het herstel en verbetering van het gebouw. De bewoner zal de garantie willen hebben dat er niets instort. De Natuur kan sterk worden veranderd door mijnbouw, bijvoorbeeld als het gaat om de bodemdaling op land, ook op zee. Door compactie zal de bodem lager zakken en zal de grondwaterstand relatief stijgen of zal bij eb de bodem in de Waddenzee onder het laagwaterniveau komen. De mijnbouwindustrie voor fossiele brandstoffen is de oorzaak van de uitstoot van CO₂ wanneer die brandstof wordt verbrand om energie op te wekken. Deze CO₂-uitstoot veroorzaakt opwarming van het milieu en klimaatverandering. De snelheid waarmee de temperatuur in de wereld stijgt is zo groot dat de Natuur of de biodiversiteit zich niet kan aanpassen. De mijnbouwindustrie moet daarom direct met de productie van de fossiele brandstof de CO₂-uitstoot volledig compenseren.