

Aangaande de geïnduceerde aardbevingsschade

REFLECTIES dissertatie



Duurzaam Herstel en Versterking van Woningen in Groningen

door Sjoerd Nienhuys , juli 2021

REFLECTIES

In relatie tot het document (Burgerboek)

Duurzaam Herstel en Versterken van Woningen in Groningen

Dissertatie Sjoerd Nienhuys bij de TU Delft

November (draft) 2021

Dit is het tweede onderdeel van de dissertatie.

Onderdeel één is het 'Burgerboek' met dezelfde titel en kan als informatiebron apart gelezen.

De laatste versie van het Burgerboek dateert van juni 2021.

Dit boek en de aparte hoofdstukken is beschikbaar op website www.nienhuys.info

<http://510790959.swh.strato-hosting.eu>



Een aantal van de belangrijkste begrippen in deze dissertatie worden uitgelegd in hoofdstuk 1 'Begrippen' van het Burgerboek.

Omdat het Burgerboek als zelfstandig onderdeel kan worden gelezen staan er in deze dissertatie een aantal overlappingsen met het Burgerboek.

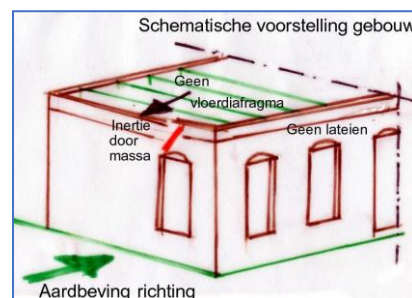
Inhoudsopgave

Hoofdstuk 1. Inleiding	4
Hoofdstuk 2. Vragen en Antwoorden	11
Hoofdstuk 3. Hoe was de informatie van de NAM naar de bevolking?	17
Hoofdstuk 4. Was die NPR9998 noodzakelijk; waren de PGA-waarden reëel?	40
Hoofdstuk 5. Seismisch versterken (retrofitting) of base-isolation?	48
Hoofdstuk 6. Wat is er gebeurt met de ontwerpconsultatie?	54
Hoofdstuk 7. Wat was de doelstelling van het trainingsmateriaal?	58
Hoofdstuk 8. Waarom werd het trainingsmateriaal niet afgemaakt?	66
Hoofdstuk 9. Hoe werkt het communicatie proces?	68
Hoofdstuk 10. Waarop is mijn seismische kennis gebaseerd?	76
10.1. Aardbevingscode in Ecuador	76
10.2. Wat is/was de problematiek in Zuid Amerika?	77
10.3. Wat was het resultaat en heeft het gewerkt?	77
10.4. Wat kon uit het voorgaande geleerd worden?	78
10.5. Wat is de vergelijking met Groningen?	78
10.7. Wat was de situatie voor productontwikkeling bij de NAM?	80
10.8. Afgelegen berggebied in Yemen. Zelf-bouwers, maar nu seismisch bestendig	82
10.9. Tsunami reconstructie Indonesië 2005-2006.....	86
Hoofdstuk 11. Wat zijn de vernieuwende elementen in deze dissertatie?	90
11.1. Algemene technische vernieuwingen.....	93
11.2. Base-Isolation rollers en kogels.....	94
11.3. Opvulpaletten voor de fundering verbreding	98
11.4. Hoge Dichtheid PUR	100
11.5. Constructief sterke / stijve glaspanelen	102
11.6. Elastische Rubber-PUR platform Base-isolation.....	106
11.7. Cultureel erfgoed (<i>cultural heritage</i>).....	109
Hoofdstuk 12. Samenvatting	110
12.1. De stellingen	111
Annex 1. Betreffende biogas	116
Curriculum Vitae Sjoerd Nienhuys (1944)	123
Eindnoten.	125

Foto voorpagina door Emilie van Wijnbergen uit haar promotie design booklet: *Earthquake architecture, balancing conflicting objectives*.

<https://www.tudelft.nl/en/architecture-and-the-built-environment/study/student-projects/architecture/emilie-van-wijnbergen/>

De grote scheur boven het eerste raam van de gestutte achtergevel werd veroorzaakt door de uit het vlak bewegen van die achtergevel (in de richting van de stutten) als gevolg van het gebrek aan verbonden vloerdiafragma. De vloerbalken langs die zijgevel lopen waarschijnlijk parallel en zijn niet verbonden aan die gevel. Bij woningen uit deze periode werden geen lateien toegepast en ook geen vloerdiafragma's.



Hoofdstuk 1. Inleiding

Het Burgerboek 'Duurzaam Herstel en Versterken van Woningen in Groningen', is hierbij gecomplementeerd met dit dissertatie onderdeel 'REFLECTIES'. Dit dissertatiedeel geeft wat achtergrondinformatie over het proces van het tot stand komen van het Burgerboek. Het 'Burgerboek' met 12 hoofdstukken is geschreven voor MBO, aannemers en burgers ten behoeve van hun algemene kennis over seismisch resistent bouwen, en behandelt de gebouwschade ten gevolge van aardbevingen en de **principes van de herstel en versterkingsmethoden**.

Dit dissertatiedeel 'REFLECTIES' raakt aan het tot stand komen van de PGAg op de dreigingskaartjes en een paar punten van de sociale ontwikkelingen die het directe gevolg zijn van de aardbevingen; niet uitgebreid, want daar is al erg veel over geschreven door ter zake deskundigen. In REFLECTIES wordt ten eerste het **communicatieproces** beschouwd, wat in een aantal opzichten vernieuwend is en waarvan het Burgerboek een toegespitst voorbeeld is. Ten tweede worden de **vernieuwende technische aspecten** nog eens kort herhaald.

De Nederlandse, meer in het bijzonder de Groningse bouwwijze is organisch gegroeid onder invloed van de omstandigheden waarmee men al eeuwen werd geconfronteerd. Dit heeft tot aan de Tweede Wereldoorlog geleid tot een evenwichtig uitontwikkelde systematiek van bouwen. Sinds 1950 ontstaat massa-woningbouw met geüniformeerde kenmerken en werd de bouwmethode uitgebreid in de laatste decennia met de noodzaak tot energiereductie. De belangrijkste aanpassing van bestaande gebouwen in Groningen komt voort uit het omgaan met aardbevingen (sinds 1995), een fenomeen waarmee voorheen nooit rekening is gehouden.

Figuren 1. Kleine en grotere woningen of boerderijen hebben vaak gelijksoortige gebouw kenmerken.



Het fenomeen aardbevingen is in de wereld genoegzaam bekend en wordt breed onderzocht, maar in Nederland is de seismologische activiteit gelukkig beperkt gebleven. De zwaarste beving tot nu toe was die nabij Roermond in 1992. Een tektonische beving, die wel de nodige schade opleverde, maar die wordt gezien als een eenmalig incident (onterecht overigens). De bevingen in Groningen als gevolg van de aardgaswinning treden al meer dan 10 jaar op, maar nemen af met de gecontroleerde afname van de gasproductie; ondertussen is er veel blijvende schade aangericht.

De impact van deze geïnduceerde aardbevingen op specifiek de Groningse gebouwen met een deels vanuit het verleden ontwikkelde eigen architectuur en stijlenmerken (fundering op staal, geen lateien of geen doorlopende lateien, zware schoorstenen, grote hoge ramen, smalle muurpenanten, losjes aan de muren verbonden houten vloeren), is niet eerder systematisch onderzocht. Evenmin bestaat er een gepubliceerde systematiek van schade discriminatie (in relatie tot andere mogelijke oorzaken), reparatie- en versterkingsstrategieën, het voorspellen van schade, het herkennen van kwetsbare onderdelen, etc.

In het ontstaan van de aardbevingen en de afwikkeling van de schade zijn er twee groepen ontstaan: aan de ene kant de schadeveroorzakers, NAM (= Overheid met Shell-Exxon), en aan de andere kant de woningeigenaren die schade aan hun gebouwen ondervonden.

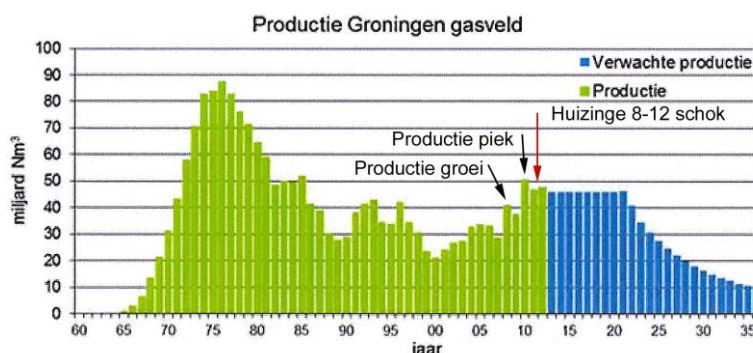
Na een initiële publieke ontkenning van het aardbevingsprobleem (tot 2006) heeft de NAM daarna onvoldoende uitleg gegeven over wat er met de bevingen en woningen gebeurde. Er is een groot begripsverwarring ontstaan over essentiële terminologieën en normen. Hierdoor ontstond er een communicatiebreuk tussen de NAM en de geaffecteerde bevolking.

De NAM probeerde de schade te compenseren, maar steeds vanuit een egoïstisch, kapitalistisch perspectief; financiële kosten en baten tegen elkaar afwegend. De bevolking wist dat er honderden miljarden verdiend waren aan het aardgas, maar met de vergoeding van de bevingen bleek er in hun onvoldoende rechtvaardigheid te bestaan en compensatie van de ellende en geen uitzicht op een betere toekomst. De kosten en baten werden in hun ogen niet eerlijk verdeeld. In de verdere ontwikkelingen met het versterken bleek ook dat verduurzaming van de woningen en verdergaand milieumaatregelen geen onderdeel waren van het beleid.

De media (Pers, TV, Facebook, etc..) benadrukten constant wat er niet goed ging en stimuleerde daarmee de polarisatie wat ertoe leidde dat de burgers zich machteloos voelden en betere informatie niet meer tot zich namen. De consultant en aannemerswereld denderde door op de ingeslagen weg omdat er voor hen veel werkgelegenheid was.

De Richter- of Mw-waarden (en PGA-waarden) die een jaar ná de aardbeving van 16 augustus 2012 te Huizinge werden voorgesteld, en eerst met de groene NPR in 2014 werden verkondigd, waren echter **maximum schattingen** (1% kans in 475 jaar), op basis van een opportunistische planning van de aardgasproductie in het NAM winningsplan 2007, dat weer gebaseerd was op een commercieel exploitatiemodel met snelle en volledige uitputting van het Groningse gasveld.

Figuur 2. De informatie die in 2013 op de publieke voorlichting website van de NAM stond was wellicht correct in 2013, maar weinig informatief voor de bevolking van wat ze konden verwachten.ⁱ De 1973 piek is t.g.v. oliecrisis.



Gerealiseerde en verwachte productie van het Groningen gasveld conform het winningsplan (2007). <http://www.nlog.nl/nl/reserves/Groningen.html>

Die maximale PGA schattingen waren vanwege de onzekerheden en gebaseerd op niet vergelijkbare modellen van zowel geïnduceerde en tektonische aardbevingen. In de ingenieurs- wereld betekent elke onzekerheid een percentuele verhoging van de sterkte of berekening met tenminste 100%. De aan te nemen krachten op een gebouw worden dan 2 tot 2,5 maal de grootst waargenomen krachten genomen, om sterkte zekerheid in te bouwen. Verschillende onzekerheden worden dan met elkaar vermenigvuldigd of bij elkaar opgeteld.

De commissie die de maximale PGAg moest vaststellen baseerde zich kennelijk op een engineeringfactor van X2,5 wat resulteerde in een PGAg = $2,5 \times 0,085 = 0,2125$ maar vanwege de onzekerheid **verdubbelde die waarde** tot PGAg = 0,42. Daar was niets wetenschappelijks aan, meer een slechts een slag in de lucht, waarvan de consequenties in 2013 totaal niet te overzien waren, en daarna tot grote paniek onder de bevolking resulteerde.

De schade van die beving op 16-08-2012 te Huizinge (Richter 3,6 en PGAg 0,085)¹ resulteerde direct in >2200 schademeldingen, waarvan sommige aanzienlijk. Toen men in 2014 met de ontwerp NPR9998:2015 kwam, waarbij men er van uitging dat de maximale PGAg over een paar jaar kon oplopen tot 0,42 kwam, realiseerde ik mij hoeveel schade dat aan de typische Nederlands woningbouw met hun dunne brosse muren, grote raampartijen en zonder dwarsmuren zou opleveren. Zowat de helft van de gebouwen in de provincie zou dan gedeeltelijk of geheel instorten.

In Nederland is het echter **sociaaljuridisch niet mogelijk** om **moedwillig** aan >200.000 gebouwen van woningeigenaren zware schade toe te brengen, inclusief verschillende **doden t.g.v. gebouw instortingen**. Dit dodental werd uitgerekend als 181 op basis van een standaard risico 10^{-5} . De geprojecteerde maximale Richter- en PGAg-waarden waren daarom **niet realistisch**.²

Het was **géén norm**, maar werd wél als zodanig door de NAM-KNMI zo berekend, gepresenteerd en behandeld en door de bevolking begrepen. Kennelijk had de NAM geen bouwkundig inzicht over de hoeveelheid schade die een PGAg 0,42 zou aanrichten na een PGAg 0,085 met al zoveel schade.

Er was vanuit de NAM niemand³ die stelde; “Dat mag helemaal niet, dat gaan we niet doen zo.”

In oktober 2019 komt er een gedetailleerd boek uit over de ‘juridische aspecten van de aardbevingen in Groningen’ⁱⁱ waarin staat dat:

“Enkele van de conclusies waren dat fundamentele rechtsbeginselen als het recht op veiligheid en het recht op ongestoord woongenot met voeten werden getreden alsook dat sprake was van een schrijnende onevenwichtigheid tussen de partijen als het gaat om de afwikkeling van schade.”

En verderop:

“Zowel bij de totstandkoming van de wettelijke grondslag voor aansprakelijkheid van de exploitant (art. 6:177 lid 1, aanhef en onderdeel b BW) als van het wettelijk bewijsvermoeden met betrekking tot het vereiste causaal verband (art. 6:177a BW) is immers uitdrukkelijk overwogen dat gedupeerden hun schade op eenvoudige en ruimhartige wijze vergoed zouden moeten krijgen.”

Het is merkwaardig dat geen enkele organisatie van woningeigenaren sinds 2012 naar de rechter is gegaan om een exploitatieverbod van de NAM te eisen op basis van de wetgeving dat het niet is toegestaan om moedwillig een ander materiele schade aan te brengen.

De ingenieurs en geologen hadden na de Huizinge beving de maximale PGA vastgesteld op maar liefst 5X de gemeten Huizinge-waarde ($5 \times 0,085 = 0,42$) op basis van de globale regels uit de reguliere civiel-bouwkundige praktijk en bleven vanwege hun onbekendheid met het fenomeen van aardbevingen daaraan vasthouden.

Het uitproberen van de NAM tussen de snelheid van de aardgasexploitatie en de optredende schokken was al sinds 2000 of eerder aan de gang en werd nauwkeurig gemonitord. Om dit te constateren kunnen de twee grafieken van de aardgasproductie uit het Groningse veld en de optredende grootste schokken boven elkaar gezet worden.

¹ De gebouwbelasting is in PGAg, de horizontale grondversnelling. De Richter of Mw-waarde is de sterkte van de beving in haar geheel die in de ondergrond plaatsvond en heeft weinig met de gebouwbelasting te maken.

² In deze berekening is nog niet meegenomen wat het aantal extra slachtoffers zou zijn vanwege een intensievere bouw en het daarbij behorende verkeer in de provincie Groningen.

³ Zelf had ik dat meteen in de stafvergadering van de afdeling bouwkundig versterken verkondigd dat de geponeerde waarde van PGAg 0,42 volstrekt onzinnig was (de term ‘Bagger’ is gevallen).

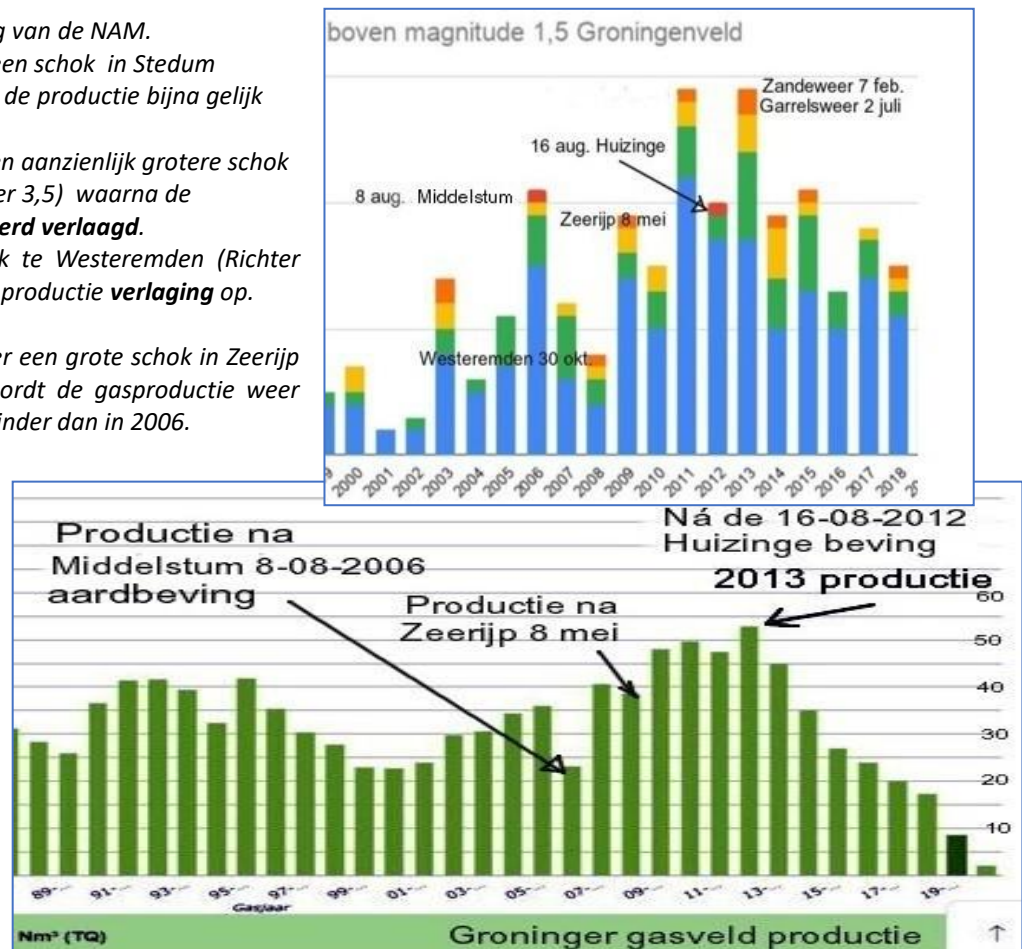
Figuren 3. Monitoring van de NAM.

Op 10-11-2003 is er een schok in Stedum (Richter 3,0), waarna de productie bijna gelijk blijft.

Op 8-08-2006 is er een aanzienlijk grotere schok in Middelstum (Richter 3,5) waarna de gasproductie **sterk werd verlaagd**.

De 30-10-2008 schok te Westeremden (Richter 3,2) levert een kleine productie **verlaging** op.

Op 8-05-2009 komt er een grote schok in Zeerijp (Richter = 3,4) en wordt de gasproductie weer **verminderd**, maar minder dan in 2006.



Op 16-08-2012 een grote dubbele schok te Huizinge (Richter 3,6) maar hierna wordt de gasproductie uit het Groningse **verhoogd**.

Pas op 16-08-2012 komt er een dubbele schok in Huizingen ($R = 3,6$) en wordt de gasproductie verhoogd, omdat na de vorige bevingen er flinke schokpauzes waren (in aantal en in sterkte), dus waarschijnlijk niet alleen vanwege de verminderde productie. Het ontstaan van nieuwe verschillen tussen de zone-spanningen in het gesteente heeft namelijk enige tijd nodig.

Na de aardbeving in Huizinge was het dus kijken wat er zou gebeuren; misschien valt het mee en wordt het niet erger dan Richter 3,7. De tot dan opgelopen schade aan de gebouwen (een paar duizend) was nog te overzien, terwijl de winst uit de gasproductie vele malen groter was dan de toenmalige schade vergoedingen.

- De eerste conclusie in 2006 is dat het aantal en de sterkte van de schokken verminderen na een beving, omdat er door de beving een ontspanning in het reservoirgesteente ontstaat.
- De tweede conclusie in 2008 is dat de bevingen te controleren zijn met de gasproductie.
- De derde conclusie in 2013 is dat met de planning van het winningsplan 2007 (Figuur 2) en de tot 45 miljoen m^3 /jaar verlaagde productie er waarschijnlijk geen schokken meer zouden komen die hoger waren dan Richter 3,6 (PGAg 0,1), met een kleine kans op een uitschieter.
- De vierde (voorlopige) conclusie was (in 2013) dat het aantal schades beheersbaar was en de financiële voordelen nog steeds aanzienlijk hoger waren dan de herstelkosten.

Uit het oogpunt van winstmaximalisering kon je dus beter veel gas onttrekken en royaal de schade vergoeden dan de gasproductie sterk te verminderen, ook omdat er ondertussen verschillende langere termijn leveringscontracten waren afgesloten met energiemaatschappijen en het buitenland.

De laatste conclusie (vier) bleek echter niet te kloppen vanwege de zwakte van veel oude bakstenen gebouwen en de ontstane claim-cultuur in combinatie met de resulterende bureaucratie. Hier lijkt het alsof de geotechnische en civiele ingenieurs geen kennis hadden over de bouwkundige staat van de gebouwen en de consequenties van bevingen op die gebouwen.

Om meer duidelijkheid te krijgen in het risico van gebouwinstorting en wat acceptabel is in Nederland werd in maart 2015 de commissie Meijdam opgericht die hierover uitspraak zou moeten doen.ⁱⁱⁱ Ofschoon het 'normale' veiligheidsrisico in Nederland wordt geaccepteerd als 1: 100.000 of 10^{-5} werd door de commissie ook een groter risico niveau van 1:10.000 voorgesteld of 10^{-4} oftewel 10 x zo groot.

Op een bevolking van 500.000 in de provincie Groningen zou dat betekenen 10^{-5} dat er dan gemiddeld 50 personen per jaar zouden overlijden door het instorten van gebouwen t.g.v. aardbevingen. En dat terwijl er in Nederland nergens iemand ooit is overleden door het instorten van een gebouw. Dit voorstel van 10^{-4} haalde het niet.

Een jaar later, (maart 2016), was er een NAM workshop op Schiphol^{iv} waar een groep van 36 internationale seismische experts bij elkaar kwam. De consensus was dat als je niet genoeg wist (onvoldoende metingen of data van vergelijkbare situaties), dat je dan extra veiligheid of grotere onzekerheidsmarges moest aanhouden. Ze gaven tevens aan dat veel onderzoek in de diepe ondergrond en de bovenste 30 m nodig was om tot andere waarden te komen; vooral een vergelijkbare structuur van de Groningse bodem was niet in andere delen van de wereld bekend. Het voorstel werd gelanceerd om een risico van 10^{-4} te gebruiken. Na de presentatie van voorbeelden uit de hele wereld werd de eerder aangenomen PGA factor 5 ($5 \times 0,085 = 0,42$) verlaagd naar een factor 4 ($4 \times 0,085 = \text{PGA} 0,36$) die in de nieuwere NPR9998:2015 verder werd gebruikt.

Het merkwaardige van deze situatie is dat de NPR-commissie (of de NEN-commissie) de PGA-waarden van de verschillende experts⁴ overnam, zonder de vraag te stellen of dat reëel was, of dat het in Nederland mogelijk was dat een mijnbouwbedrijf **de helft van de bebouwing in een provincie plat zou leggen** door hun activiteiten (en tientallen doden per jaar).

Met de niet-gerelativeerde maar zeer hoge maximale Richter- en PGA-waarde in het vizier, werden er vervolgens in opdracht van de NAM, CVW en NCG door de externe consultants en ingenieursbureaus plannen gemaakt voor seismische versterkingen. Business zonder vragen stellen.

Ten tijde van dit schrijven (maart 2021) is TNO doende om de typologieën aanpak verder uit te werken met VersterkingsAdviezen (VA's) per typologie, waarvan er ondertussen 60 werden gedefinieerd. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van de NLTHA (*Non-linear Time History Analysis*) berekening om de zwakke zones en de gewenste versterking(en) van (meestal een hoogbouw) te bepalen. Op basis daarvan, en de PGAg per locatie kan je dan een VA maken zodat het gebouw **niet niet instort** bij de maximale PGA.

Niet alleen is dit een langdurige rekenmethode (tot drie weken) en daardoor kostbaar (20 dagen x 750 euro per dag = 15.000 euro per woning), waarbij de uitkomst niet 100% precies is. Vanwege de toepassing op niet doorgemeten gebouwen misschien slechts 50% relevant en daarom niet beter dan de eenvoudige en goedkope statische analyse die elke aannemer voor 150 euro kan uitvoeren.

⁴ Dit is een cultureel probleem. De deskundigen waren wel expert op hun eigen terrein, maar hadden niet de combinatie woningbouw, bouwkunde en aardbevingen. Ze waren dus wel expert, maar niet met de juiste combinatie van kennis. Omdat de commissieleden als expert te boek stonden werd de geponeerde PGAg-waarde als een feit aangenomen. Kennelijk was er ook geen overweging geweest of het juridisch wel mogelijk is om zulke zware aardbevingen te veroorzaken.

Deze dissertatie gaat niet over de juiste berekeningen van de dreigingskaartjes. In een dozijn rapporten met prognoses uit de hele wereld, van Oezbekistan tot Californië, van tektonisch tot geïnduceerd, van 3 tot 15 km diep, hebben de ingenieurs en geologen die gegevens volgens de toen bekende statistieken en prognoses en kansberekening ingeschat. Waar het om gaat is dat men het juridisch niet kan maken om alle huizen in Groningen zwaar te beschadigen of gedeeltelijk te laten instorten, terwijl men van te voren kon inschatten (op basis van de reeds geleden schade) dat het instorten gaat gebeuren met een extra hoge PGA, vanwege de versnelde aardgasonttrekking.

De NAM had volgens die wet in 2012 al een duidelijke en naar hun mening royale gebouw schaderegeling opgetuigd⁵ waarmee sinds 2003 verschillende gebouwen cosmetisch hersteld werden. Hoog-risico gebouwonderdelen werden vanaf het begin aangepakt en alle Openbare Basis Scholen (OBS) geëvalueerd op risico's.

Vanwege het grote aantal gebouwen (250.000 in de provincie Groningen en Drenthe, waarvan 150.000 woningen en waarvan 50% schade meldde) en daarmee de noodzakelijke fasering van de veronderstelde versterkingsoperaties, de beperkte personele capaciteit en beperkte deskundigheid van inspecteurs en aannemers met betrekking tot aardbevingen, kwam het herstelprogramma maar langzaam op gang. De voortgang van het herstelproces werd gecompliceerd door het veelvuldig afwijzen van de door de NAM berekende herstelkosten. Dit had te maken met het feit dat veel woningeigenaren van mening waren (vaak terecht) dat verzakkingen en oudere schade óók het gevolg waren van de aardbevingen. De NAM vond dat de juridische of financiële verplichtingen alleen op het gebied van muurherstel lagen, maar niet voor het op andere wijze verduurzamen zoals funderingsherstel⁶ en zeker niet de noodzakelijke thermische isolatie.

Door gebrek aan onderling begrip over de 'Richter norm' en het 'veiligheidsprincipe' en vervolgens het gebrek aan vertrouwen is er een flinke communicatiebreuk ontstaan tussen de NAM als de schadeveroorzaker en de burgers. Daarbij hebben de actiegroepen en de Pers een polariserende rol gespeeld. Het aanleveren van voor de burger begrijpelijke informatie moet een essentieel onderdeel zijn van een provinciaal herstelprogramma; dat was niet zo. Burgers zijn behalve de woningeigenaren ook de **kleine aannemers** en ZZPers.

Met de verkondigde schadevergoedingsregeling van 6 november 2020⁷ zullen een groot aantal burgers met niet-opgeloste schades zich nu zelf moeten gaan verdiepen in de opties.^v

Die opties variëren van:

- (a) seismische versterken volgens eerdere opgaven en berekeningen (NPR9998);
- (b) alleen muurherstel, d.w.z. het plaatselijk inbrengen van korte wapening en afvoegen;
- (c) fundering herstel⁸; complex vanwege de noodzaak voor verbredingen of optillen;
- (d) eigen gebrek herstel, zoals verwijderde balken of muren (niet door NAM vergoed);
- (e) cosmetische aanpak, alleen het invullen van scheuren en overschilderen;
- (f) alleen isoleren wanneer de schade klein is en met de isolatie is weggewerkt;
- (g) anders verduurzamen door installaties zoals PV en warmtepomp;
- (h) levensloopbestendig maken door uitbreidingen, nieuw sanitair of betere toegang.

⁵ A-schade is beving gerelateerd. B-schade is twijfelachtig, maar wordt vergoed. C-schade is niet aardbeving gerelateerd en wordt niet vergoed. De vergoedingen waren ruim zodat de C-schade meegenomen kon worden. C-schade was ook 'eigen gebrek', als de oorzaak van een verzwakking door de eigenaar was veroorzaakt.

⁶ Je kan redelijkerwijs aannemen dat zakkingen van funderingen het gevolg waren van jarenlange trillingen.

⁷ Bestuurlijke afspraken Bestuurlijke afspraken versterking *Groningen (6 november 2020)* ... geregeld met het Instituut *Mijnbouwschade Groningen* (IMG): Zie eindnoot ⁱⁱ voor internetlocatie.

⁸ Tot 2016 stelde de NAM zich op het standpunt dat schade aan funderingen niet bij bevingsschade hoorde.

Dan zijn er nog de opties van;

- (i) volgens oude berekeningen en VA's van ingenieursbureaus (volgens de NPR);
- (j) **door een aannemer**, met variaties van kleine en grote aannemers;
- (k) gedeeltelijk zelf doen, bijvoorbeeld isolatie;
- (l) met de burens samen contracteren; tegelijk gebouwd, samen versterken en isoleren;
- (m) door de woningcorporaties laten uitvoeren; meestal hele huizenblokken of straten;
- (n) slopen en nieuwbouw; vooral woningblokken uit de jaren 1960 en 1970.

Door de beperkingen met betrekking tot de funderingen werden erg veel contra-expertise rapporten aangevraagd. Verder zullen veel woningeigenaren **onvoldoende financiële middelen bezitten om hun gebouw te verduurzamen**, of om het 'eigen gebrek' te herstellen.

Met de nieuwe 'Bestuurlijke Afspraken en Financieringsregeling' van 6 november 2020 zal de burger zich niet alleen samen met de aannemer moeten verdiepen in de technische mogelijkheden en het beste gebruik van de beschikbare financiën, maar zal zich ook een visie moeten vormen over de lange termijn toekomst van zijn gebouw en hoe het te verduurzamen.

Om de woningeigenaar een besluit over de gewenste maatregelen te laten nemen is in eerste instantie bouwkundige technische informatie nodig zoals de kennis van wat er nu precies met hun gebouw gebeurde. Het uitsluitend afgaan op schaderapporten en aannemers die onvoldoende bekend zijn met de aardbevingsmaterie voor de nodige herstel- of verduurzamingsactiviteiten is niet meer wenselijk. Hoofdstuk 11 van het Burgerboek geeft enkele typische voorbeelden van de beperkingen van sommige schaderapporten uit 2014 en 2015; dit duurde voort bij het CVW.

De eerste serie van meer dan 40 documenten over dit onderwerp heb ik gedurende twee jaar (eind 2013 tot eind 2015) als extern adviseur bij de NAM geproduceerd, in principe voor het Alfa College te Groningen (MBO-bouwkunde). De bedoeling was dat er middenkader werd opgeleid, dat zich bewust zou zijn van de oorzaken van de aardbevings schade en de mogelijkheden om gebouwen te versterken.

Op advies van prof. dr. ir. Mick Eekhout (sinds april 2020) heb ik deze 40 documenten samengevoegd in een 12-tal hoofdstukken in het 'Burgerboek'. Enkele herhalingen zijn behouden om elk hoofdstuk van het Burgerboek in de juiste context te plaatsen en elk hoofdstuk is apart te lezen.

Dit dissertatiedeel REFLECTIES probeert als koepelverhaal een aantal strategische vragen te beantwoorden en iets meer over het communicatieproces te zeggen en waarom het herstelproces zo fout is gelopen, waarbij het Burgerboek het technische informatie-instrument kan zijn om de ontstane begripsverwarring inhoudelijk te overbruggen.

Alleen informatie (a) is echter onvoldoende, de burger moet kunnen reflecteren en zich bewust worden (b) over de inhoud van die informatie en zich daarna motiveren (c) om tot actie (d) over te gaan. Voor die actie is vaak nog meer gedetailleerde informatie nodig en een financieringskader dat haalbaar is voor alle getroffen.

De bouwkundige informatie die in het Burgerboek wordt gegeven is een vereenvoudiging van de NPR, gecombineerd met Nederlandse bouwkundige aspecten, en daarmee een eerste stap op weg naar de reflectie over de mogelijke versterkingsmaatregelen. De bewustwording over die informatie gebeurt slechts als meerdere instellingen en organisaties die informatie ondersteunen en de burgers ertoe aanzetten om zich er in te verdiepen.

Hoofdstuk 2. Vragen en Antwoorden

Het Burgerboek beantwoordt een aantal vragen zoals:

2.1. Hoe zijn de opgetreden schades in Groningse gebouwen met hun specifieke kenmerken, vanuit aardbevingen verklaarbaar?

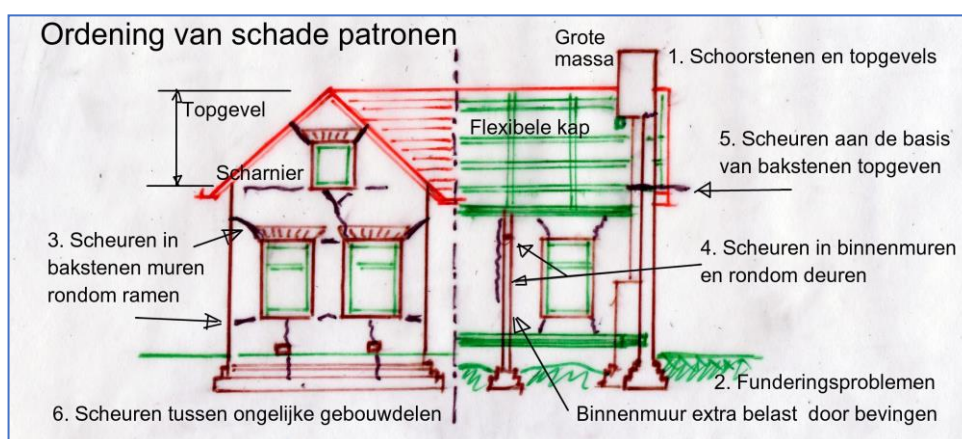
Antwoord: Baksteen metselwerk kan **weinig trek** opnemen, terwijl de houten vloeren van oude gebouwen slechte of **geen verbindingen** hebben met de dragende muren. De lateien zijn in Nederland **niet met elkaar verbonden** of rondom het gebouw doorgetrokken. Halfsteens dragende binnenmuren en hun funderingen zijn niet ontworpen om bevingbelastingen op te nemen, terwijl **vloerdiafragma's ontbreken**. Aardbevingen veroorzaken zowel verzakkingen van matige kwaliteit funderingen door de verticale P-trillingen en het **losschudden van vloer** verbindingen door de horizontale S-trillingen. Bij een lage bovendruk op de smalle raampenanten kunnen de muren boven de lateien **zijdelings gaan wijken**. Smalle raampenanten zullen dan in het vlak van de muur **kantelen**.

2.2. Hoe kunnen we voorkomende schades ordenen, indelen?

Antwoord: De schades zijn in te delen in zes categorieën.

1. **Hoog-risico elementen** zoals schoorstenen en topgevels die bij lichte bevingen van het gebouw kunnen afvallen; deze moeten het eerste de aandacht krijgen.
2. **Funderingsproblemen**⁹, voornamelijk ten gevolge van ongelijke funderingen en ongelijke zetting door de vele kleine trillingen in combinatie met een marginaal evenwichtsdraagvermogen.
3. **Scheuren in bakstenen muren** rondom grote ramen (ook met lateien) en smalle muurpenanten.
4. **Scheuren in binnenmuren** rondom en boven de deuren tot aan de etagevloer.
5. **Horizontale scheuren** aan de basis van de topgevels ten gevolge van flexibele kapconstructies.
6. **Scheuren tussen gebouwdelen** waar eigenlijk een dilatatievoeg had moeten zitten.

Figuur 4. Het Burgerboek behandelt de zes categorieën in afzonderlijke hoofdstukken met oorzaak en gevolg en mogelijke versterkingsopties.



2.3. Welke typologieën (typische schades voor typische bouwwijzen en stijlelementen) zijn er?

Antwoord: Elke 20-jarige bouwperiode, te beginnen bij 1900 en dan pré-1920 heeft haar eigen bouwstijl die is ontstaan door de bouwvoorschriften sinds 1901 en de periodieke verbeteringen. Hierdoor zijn typologieën ontstaan die elk hun eigen versterkingsmethoden behoeven. De doorzonwoningen van ná 1960 en de woningwetwoningen of rijtjeswoningen hebben hun eigen problemen vanwege het gebrek aan muurpenanten in de gevels. Momenteel (eind 2020) worden er in samenwerking met TNO en ingenieursbureauconsultants (niet openbare) versterkingsvoorstellen gemaakt per bouwtypologie, op basis van bestaande principes.

⁹ De NAM wilde jaren geen funderingsproblemen erkennen (hoge kostenpost) en heeft zelfs hun consultant zoals Witteveen & Bos geïnstrueerd om alle funderingsproblemen categorisch af te wijzen.

2.4. Hoe kun je schades met een andere oorzaak, zoals zettingen, discrimineren?

Antwoord: Zettingen komen vooral voor bij oude gebouwen die op staal zijn gefundeerd, of bij beschadiging van paalfunderingen (houtrot). Verkeerde fundering kan inhouden dat het tegen een dijk aan is gebouwd of op ongelijke grondsoorten. Als het evenwichtsdraagvermogen van de fundering extra wordt belast door trillingen kan dat zettingen veroorzaken. Verkeersdrempels kunnen echter ook trillingen veroorzaken of gebouw-gebonden trillingen zoals wasmachines. Een omgevings-, grond- en gebouwonderzoek ter plaatse kan dit slechts verduidelijken.

2.5. Welke schade is in Groningen nog te verwachten?

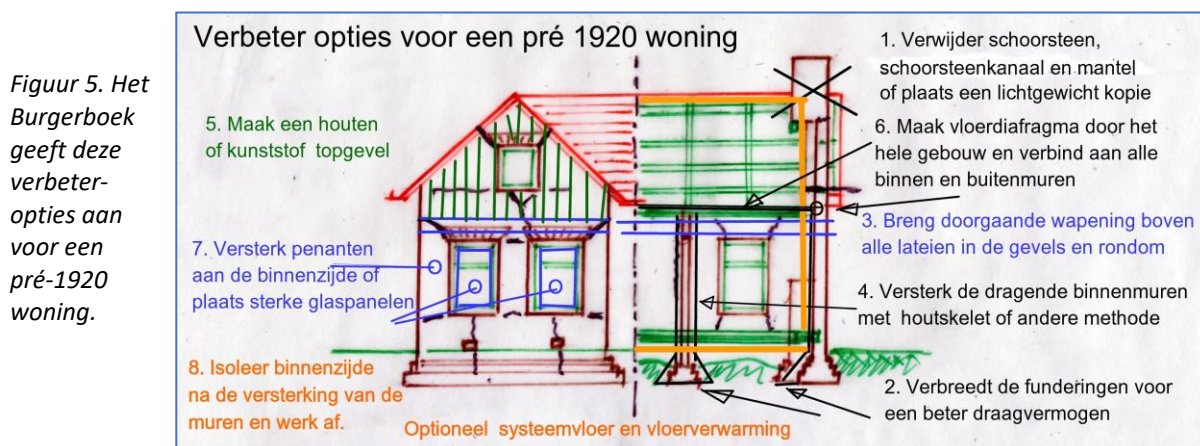
Antwoord: Momenteel niet zo veel, want eenmaal gescheurd gaat het nauwelijks verder scheuren met gelijke of mindere bevingen (vanwege de afname en spreiding van de gasproductie), tenzij de trillingen weer verdere verzakkingen bij zwakke funderingen veroorzaken. Als er ná 2030 toch weer gecontroleerd gas uit het Groningse gasveld gewonnen gaat worden, bijvoorbeeld minder dan 10 miljard m³/jaar, dan gaat de gasdruk in het reservoirgesteente verder dalen en zullen zich weer kleine schokken voordoen. Door de gasextractie goed te spreiden en het monitoren van de vele niet voor mensen voelbare trillingen, kunnen de schokken onder het niveau blijven van de in 2017 uitgekomen SBR-A trilling-richtlijn (eindnoot ^{viii}). Deze nieuwe richtlijn geeft aan tot welk niveau grondtrillingen al-dan-niet schade mogen veroorzaken aan een gebouw. Of het restant van de 600 miljard m³ aardgas alsnog wordt gewonnen hangt af van de politiek en de mogelijkheid van de NAM om de trillingen te kunnen beheersen. Zie het grafiekje op het einde van Hoofdstuk 4 *Figuur 37*.

2.6. Wat is de invloed van de prognose van aardbevingskracht op de te nemen maatregelen?

Antwoord: De genomen maatregelen zijn het jaarlijks verminderen van de gasproductie in combinatie van spreiding, zodat er geen versnelde compactie onder de gemeente Loppersum en Ten Broek ontstaat, wat als het belangrijkste epicentrum wordt beschouwd. Door het per 2030 afsluiten van het gas worden de bevingen alleen maar minder en verder gespreid in de tijd. Dat stellen de geologen helaas niet duidelijk. De prognoses die ik heb gezien is dat de bevingen op een bepaald niveau blijven steken (PGAg 0,05 daaromtrent) ook tot ná 2030. Het Burgerboek gaat alleen over oorzaken en versterken. Als er weer voelbare bevingen zijn gaat dan weer het hele schademelding circus opnieuw beginnen of wordt er dan gesteld: "Je hebt geld gehad en zoek het maar uit"?

2.7. Hoe kun je op basis van vastgestelde schadepatronen, richtlijnen voor verbeteringen, reparatie, etc. destilleren?

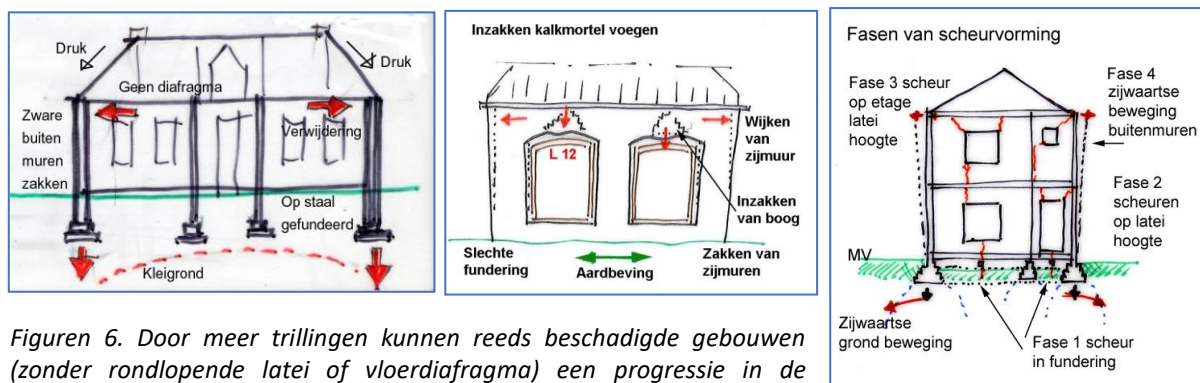
Antwoord: Dat verschilt per woningtypologie, dus per bouwperiode. Hieronder wordt het voorbeeld gegeven van de bovenstaande pré-1920 woning met steens muren.



Voor elk woningtype kan een dergelijk overzicht gemaakt worden; slim, licht of sterker, afhankelijk van het geconstateerde schadepatroon. Dit is (nog) niet in het Burgerboek opgenomen.

2.8. Hoe zou meer inzicht in de prognose van de nog te verwachten aardbevingen (na 2020), gecombineerd met daaraan te koppelen de te verwachten schade, invloed kunnen hebben op de aanpak van de problematiek in Groningen?

Antwoord. De prognoses van de nog te verwachten bevingen hangen af van de toegepaste rekenmethoden met hun respectievelijke onzekerheden en veiligheidsmarges. Door nauwkeurig de relatie tussen de gasexploitatie en de bevingen te meten (over het hele reservoir) worden die onzekerheden minder, maar vanwege de toegepaste rekenmethoden blijven deze een verhoging van de werkelijke bevingswaarden geven. Bij vermindering van de bevingen en een steeds grotere tijd tussen de bevingen, zal er nauwelijks nieuwe schade optreden, maar niet-herstelde gebouwen (zoals die nog in de stutten staan) kunnen wel wat schadeprogressie ondervinden.

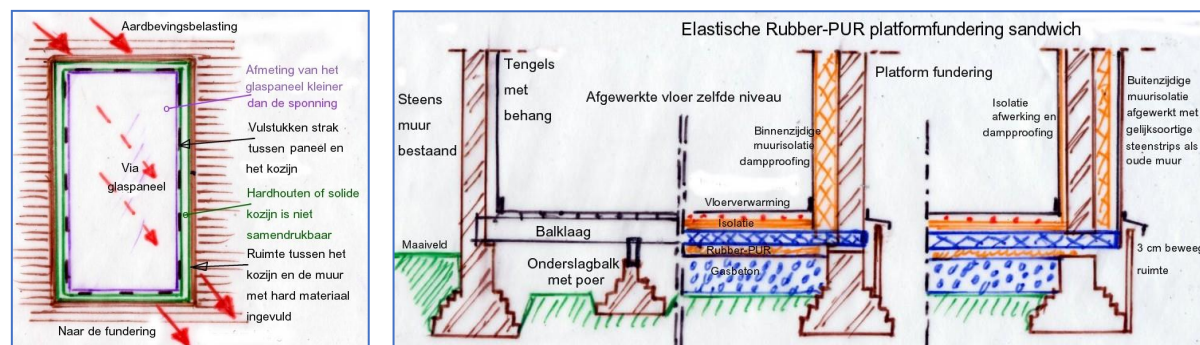


Figuren 6. Door meer trillingen kunnen reeds beschadigde gebouwen (zonder rondlopende latei of vloerdiafragma) een progressie in de scheurontwikkeling krijgen.

Bij de identificatie van beschadigde gebouwen is het daarom noodzakelijk dat beoordeeld wordt of de mogelijkheid van scheurprogressie zich kan voordoen, onder andere door de analyse van de fundering. Van die gebouwen kunnen dan direct de rondlopende latei-verbindingen gemaakt worden en het etagevloerdiafragma. Bij ernstige funderingssituaties moet dan ook de fundering worden ondersteund, versterkt of verbreed (Vulpaletten- platform ontwerp of *base-isolation*).

2.9. Hoe kunnen we bij het zoeken naar oplossingen gebruik maken van internationaal gebruikelijke oplossingen en deze vertalen naar de Groningse/Nederlandse situatie.

Antwoord. Internationaal is al veel bekend, maar niet altijd één-op-één toepasbaar voor de Nederlandse woningbouw. De oplossingen die in het Burgerboek zijn enerzijds gebaseerd op die internationale ervaring en anderzijds op de Nederlandse woningbouw. Deze heb ik naar de Nederlandse situatie vertaald en een paar verbeteringen voorgesteld. Hoofdstuk 5 (Reflecties) geeft een aantal voorbeelden aan die tijdens de designcompetitie werden gepresenteerd, waarbij de meest realistische ook gebaseerd zijn op buitenlandse technieken. Twee toegevoegde verbeteringen zijn de Constructieve Glaspanelen en de Elastische Rubber-PUR Platform Sandwich *Base-isolation*.



Figuren 7. Constructieve Glaspanelen en de Elastische Rubber-PUR Platform Sandwich *Base-isolation*. Verdere ontwikkelingen en de toepassing zal afhangen van de ingenieursbureaus die de versterkingsadviezen maken.

De ingenieursbureaus die in opdracht van de NCG of IMG versterkingsadviezen maken, voeren die opdrachten uit op basis van bestaande producten en **zijn niet geïnstrueerd om na te denken over nieuwe of kost-efficiënte technieken**. Zonder een leidende organisatie die inzicht heeft in de constructie opties zullen er geen nieuwe of meer kost-efficiënte producten op de markt komen.

2.10. Hoe kan een inventarisatie, probleemanalyse, beschouwing zoals gepresenteerd in het Burgerboek bijdragen aan creatieve, vernieuwende oplossingen (basis voor creativiteit)? Dit zowel met betrekking tot modificaties als oorspronkelijke oplossingen, alsook met betrekking tot spelregels voor nieuwbouw projecten.

Antwoord. Dit ligt besloten in het antwoord op de vorige vraag. De NAM-Arup heeft met haar design competitie (Hoofdstuk 5 Reflecties) een stap in de goede richting gedaan, maar met tenminste drie beperkingen. 1) De funderingen waren niet in die competitie meegenomen. 2) De basis voor de berekeningen was veel te zwaar/hoog. 3) Mijn ontwerpen werden niet meegenomen omdat ik geen bedrijf was en bovendien in de jury zat.

Voor nieuwbouwprojecten ligt de situatie anders. Met de huidige bouwnormen hoeft je nauwelijks iets te doen bij een PGAg < 0,1. Zeker niet bij Houtskeletbouw (HSB). Extra dilataties op de juiste plaatsen en diafragma's kosten niet meer dan 5% van de normale bouwkosten.

2.11. Hoe kan een gecombineerde aanpak van enerzijds het repareren van aardbevingsschade respectievelijk het versterken van gebouwen en anderzijds de energetische prestatie ervan, leiden tot beperking van de financiële schade?

Antwoord: In ieder geval moeten die **samen tegelijk worden uitgevoerd**. Het is ook noodzakelijk om te weten wat de uitvoering van de regeling van de Bestuurlijke Afspreken van 6 november 2020 zal zijn. Het IMG wil hoofdzakelijk over herstel praten, niet over versterken, maar de scheidslijn is uitermate vaag. Daar krijgt men de woningen in de stutten niet mee weg, tenzij men alles sloopt. **Het huidige budget met 1.500 miljoen euro gaat helemaal niet in op de energetische kant; een grote tekortkoming. De mensen hebben daarvoor de financiering niet.**

Er zijn vier opties:

- 1) **Niets doen aan de scheuren**, want ze worden hopelijk niet erger. Een gebouw zal niet gauw instorten, maar de bewoner zal daar niet blij mee zijn. De woningeigenaar heeft recht op muurherstel, binnen en/of buiten, tenzij deze een flink bedrag als waardevermindering compensatie heeft gekregen. Dat herstellen hangt dus een beetje af van de compensatie die de woningeigenaar heeft gekregen. Dan zal deze daarna met vervolfbevingen moeten leven. Het feit is dan wel dat met nieuwe bevingen er een nieuwe ronde schade identificatie gaat komen en die schades moeten dan minutieus vergeleken worden met de reeds eerder geleden schades, hetgeen dan weer een vermogen gaat kosten aan arbitrage. Daarom lijkt mij afkopen geen goed idee; **daar komt alleen maar vervolg-ellende van.**
- 2) **Cosmetisch herstel.** Als de vroegere scheuren zijn ontstaan door het lossen van spanningen in het metselwerk, zullen er zo gauw niet weer nieuwe scheuren ontstaan bij nieuwe schokken. Bij nieuwe scheuren ligt dan vaak het **probleem bij de fundering en zettingen** ten gevolge van trillingen die men als mens niet voelt. Om dat te ondervangen is de 2017 SBR-A trilling regeling gemaakt. Wanneer er dan toch weer scheuren komen, dan volgt opnieuw de schadeprocedure; **dus ook een gebed zonder einde.**
- 3) **Slimme of lichte seismische versterking.** Daarmee voorkom je scheuren in de toekomst bij gelijke bevingen en daarmee ook herhaalschades. Maar dan moet men wel goed bekijken of er geen problemen met de fundering zijn.

Als die er zijn, dan zijn de kosten weer aanzienlijk. Een mogelijke oplossing is de platform fundering (met iets meer gebouwbelasting door een schok vanwege gebrek aan absorptie door bestaande scheuren) of het voorgestelde platform-Sandwich model met Elastische Rubber-PUR, waardoor véél minder gebouwbelasting bij een schok ontstaat en het gebouw niet kan verzakken. **Dat gaat hier dan hoofdzakelijk over alle monumenten.**

- 4) **Bij steens muren gebouwen** (die hebben de meeste scheuren), een houtskelet aan de binnenkant met vloerdiafragma's en buiten rondom extra isolatie met steenstrips afwerken in de stijl van het bestaande gebouw. In dat geval mag de ingesloten steens muur best nog wat scheuren, want qua sterkte en risico geeft dat niet. Als de binnen- en buitenafwerkingen een beetje flexibel zijn (met extra isolatie), dan **zie je daar de scheuren ook niet.**

De volgende vragen worden in deze dissertatie per hoofdstuk beantwoord.

Hoofdstuk 3. Hoe was de informatie voorziening van de NAM naar de Groningse bevolking? Hoeveel wist de NAM over het steeds sterker worden van de aardbevingen?

Hoofdstuk 4. Was die NPR9998:2015 noodzakelijk en de opgevoerde, uitgerekende PGA-waarde wel reëel? Hoe heeft het drama zo ver kunnen komen? Wat had hiervan geleerd kunnen worden en hoe het dan beter had gekund?

Hoofdstuk 5. Seismisch versterken (retrofitting) of *base-isolation*? Is sprake van muurherstel zonder seismisch of bouwkundig versterken? Welke keuzes moeten er gemaakt worden? Hoe kan een gecombineerde aanpak van repareren en isoleren leiden tot beperking van de financiële schade?

Hoofdstuk 6. Wat is er gebeurt met de ontwerpconsultatie?

Hoofdstuk 7. Wat was de doelstelling van het training materiaal? Was de schadevergoedingsregeling van de NAM correct of voldoende? Hoe stond de NAM tegenover de ontwikkeling van nieuwe producten? Wat was de invloed van de Pers of actiegroepen op het publiek?

Hoofdstuk 8. Waarom werd het trainingsmateriaal niet afgemaakt? Heeft het nu (2021) nog waarde?

Hoofdstuk 9. Hoe werkt het communicatie proces? Is de nieuwe financiële regeling van de bestuurlijke besluiten duidelijk en voldoende?

Hoofdstuk 10. Waarop is mijn seismische kennis gebaseerd? Hoe staat die kennis in relatie tot de bevingen in Groningen? Wat was de situatie voor productontwikkeling bij de NAM?

Hoofdstuk 11. Wat er nu nieuw is aan mijn werk, of wat er zo vernieuwend is dat speciale aandacht vraagt? Wat zijn de vergelijkingen met Groningen? Wat kunnen we leren van buitenlandse wederopbouw programma's?

Naast bovengenoemde vragen werd mij een paar keer gevraagd hoe de Groningen aardbevingen te vergelijken zijn met de kindertoeslagenaffaire. Het volgende kan ik bedenken:

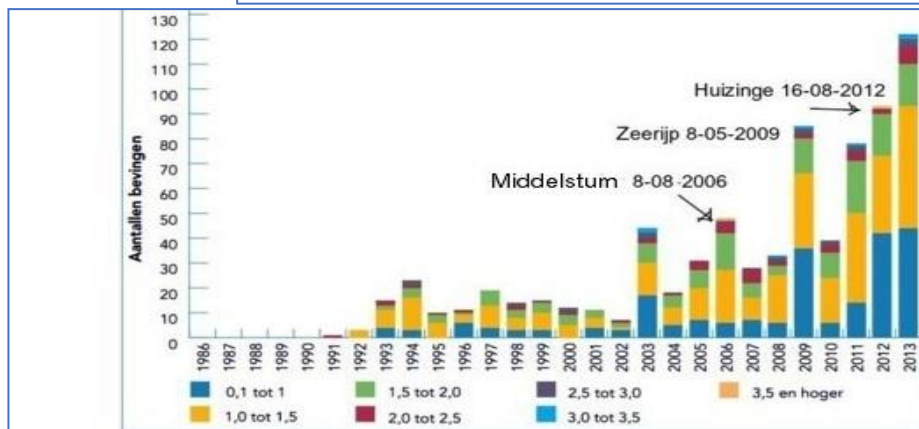
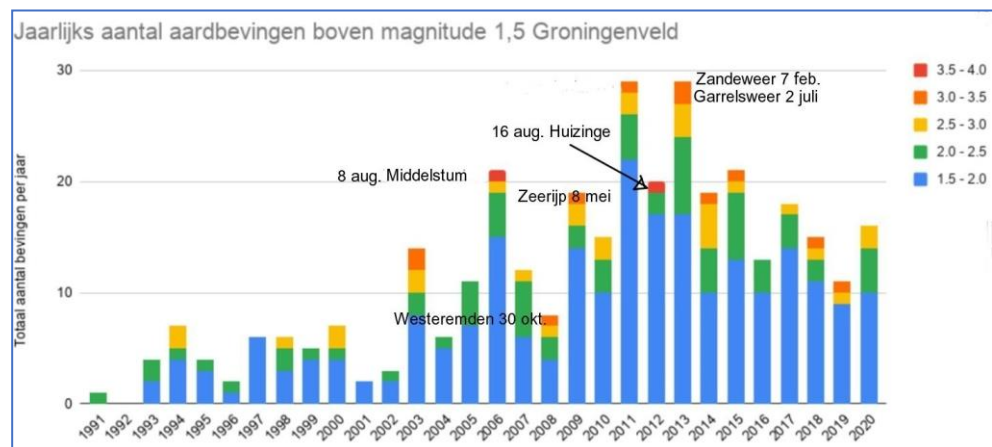
Thema	Kindertoeslagen affaire	Geïnduceerde aardbevingen
1. Veel geld	In beide situaties gaat het om erg veel geld. Dat vereist strakke regels om misbruik te voorkomen, maar kan dat niet voorkomen worden. Aan de ene kant zijn er opportunisten die verdienmogelijkheden zien en aan de andere kant zijn er personen die misbruik maken van het gebrek aan controle.	
2. Nationaal budget	De uitgaven zijn gefinancierd door de ruimte die de overheid had vanwege de gasbaten.	De gasbaten waren een groot deel van het nationale inkomen en ook gebruikt voor subsidies
3. Politiek	Eenmaal toegezegd was het niet mogelijk om deze abrupt te stoppen zonder politieke schade.	Eenmaal internationale contracten gemaakt was het niet mogelijk die zonder kosten te verbreken.
4. Bureaucratie betaler	De uitkeringsregels waren vrij duidelijk, maar de ambtenaren die het moesten uitvoeren of controleren hadden onvoldoende capaciteit.	De regels voor vergoeding waren duidelijk, maar incompleet (fundering), omdat er toen onvoldoende bouwkundige kennis aanwezig was.
5. Bureaucratie ontvanger	Niet iedereen was instaat de gewenste administratie te voeren waardoor er veel kleine fouten ontstonden. => Kregen zware straffen.	De schaderapporten gaven zowel juiste als onjuiste beoordelingen weer en waren een bron van onenigheid. => Contra expertise rapporten.
6. Arbitrage	De fout beoordeelde burgers waren niet in staat om een arbitrage aan te gaan of te winnen.	Arbitrage was makkelijk en op kosten van de NAM, dus erg veel gebruik van gemaakt.
7. Vorderingen	Van de fout beoordeelde burgers werd onmiddellijk alle uitbetalingen teruggenomen	De foutief beoordeelde rapporten gingen in een tweede ronde opnieuw in de molen
8. Inkomen	Fout beoordeelde burgers verloren direct zeer groot deel van inkomen of spaargeld. Er werd beslag op hun inkomen gelegd.	Niemand verloor inkomen, maar pensioen waarde van de woning verminderde en zou een risico voor de toekomst opleveren.
9. Diefstal	Fraudeurs werden zelden gepakt omdat deze al vertrokken waren, zoals bij het opheffen van het bemiddelingsbedrijf.	Burgers die onterecht gebouwschade claimden werden niet aangepakt vanwege de complexiteit en hoge kosten om het tegendeel te bewijzen.
10. Pers	Het heeft tijden geduurd voordat de Pers een duidelijk beeld had van de onterechte schade die bij een aantal burgers was aangebracht.	Al direct vanaf 2008 werden er actiegroepen opgericht en in 2012 zat de Pers er bovenop om namens de burgers verontwaardigd te zijn.
11. Normen	Er waren royale subsidieregels opgesteld die door de overheid werden uitgevoerd ten voordele van veel burgers.	Er waren door de semi-overheid (NEN) zware normen opgesteld die door iedereen als maatgevend werden geaccepteerd.
12. Herstel	De belastingdienst was niet in staat om zonder politieke interventie aanpassingen in het beleid uit te voeren en blokkeerde daarmee herstel.	De NAM was niet in staat om de gestelde normen te evalueren of de aardgaswinning zelf aan te passen zonder politieke interventie.
13. Bonus	De slachtoffers (≈ 9.000) kregen unaniem een bonus van euro 30.000 ongeacht of zij ook zoveel schade hadden geleden.	De burgers kregen in 2014 unaniem een bonus van euro 4000 ongeacht of zij schade hadden geleden.
14. Stroperig	Door gebrek aan instructies van de top worden klachten niet behandeld. Door gebrek aan professionele capaciteit blijkt het herstelproces erg langzaam te gaan.	Door gebrek aan capaciteit bij aannemers en ingenieurs gaat het herstelproces erg langzaam. Door onnodig uitgebreide berekeningen worden de maatregelen duurder en vertragen.
15. Kennis	Er is geen sprake van noodzaak voor extra inhoudelijke kennis van kinderopvang.	Er is geen sprake van voldoende inhoudelijke kennis onder de aannemers en bevolking over de bouwkundige aspecten van herstel.
16. Personen	Grote financiële schade, werk kwijt, stress, wanhoop, extra psychologische problemen.	Angst, onzekerheid, stress, psychologische problemen, pensioen onzekerheid.
17. Aantallen	Tussen 2013 en 2019 ongeveer 26.000 ouders. 500 schrijnende gevallen. Doden onbekend.	Tenminste 10.000 personen met ernstige gezondheidsklachten met mogelijk 5 doden/jr

Hoofdstuk 3. Hoe was de informatie van de NAM naar de bevolking?

Gerelateerd is: Hoeveel wist de NAM over het steeds sterker worden van de aardbevingen? Was de publieke informatie wel begrijpelijk of doorzichtig?

De informatie van het Burgerboek is gebaseerd op de bestudering van de geleden gebouwschade in de provincie Groningen en het bestuderen van honderden shadedossiers, die veel gelijksoortige schadepatronen vertoonden.¹⁰ De NAM plaatste op haar publieke website www.NAMplatform.nl informatie. Een belangrijk doel van mijn werk was om deze nogal ondoorzichtige informatie¹¹ op een redelijk eenvoudige en begrijpelijke manier en in het Nederlands voor de burgers te vertolken.

Figuren 8.
Overzicht van de
voelbare
aardschokken
sinds 1990 t/m
2020.
Bron KNMI.
16 aug 2012
Huizinge



De twee grafieken
boven en links^{vi} geven
wel het **aantal**
schokken per jaar aan,
maar de bovenste is
onduidelijk herkenbaar
m.b.t. de sterkte van
die schokken.
De ongelijkheid tussen
deze twee grafieken
wordt niet verklaard.

De grafieken geven slechts de **voelbare** schokken aan, terwijl er een tienvoudig aantal lichtere trillingen zijn geweest die in veel situaties wel een effect kunnen hebben op zwakke funderingen op staal die daardoor kunnen verzakken. Ook gebouwen met gedeeltelijke onder-keldering kunnen verschillende zettingsverschillen ondergaan. Door verandering van de grondwaterstand (t.g.v. compactie) kunnen weer ander schaden ontstaan

Het zijn meestal een combinatie van factoren waarom een bakstenen muur scheurt. Door deze onduidelijkheid werden er veel contra-expertise rapporten aangevraagd. Na de dubbelschok van 16 augustus 2012 te Huizinge (PGAg 0,085 en Richter 3,6) waren er > 2200 schademeldingen.

¹⁰ Deze shadedossiers zijn alle vertrouwelijk, onder andere omdat hier veel detailfoto's in staan, ook van de interieurs van de woningen. In de verwerking van die informatie heb ik deze foto's gekropt en abstract gemaakt om het principe aan te geven, waardoor ze gegeneraliseerd zijn en niet herkenbaar voor een breder publiek. .

¹¹ De vraag die nu gesteld kan worden is of die informatie bewust ondoorzichtig werd weergegeven, De precieze relatie tussen de optredende schokken en de aardgas exploitatie werd niet voor 2016 vertoond.

Er is flinke paniek ontstaan onder de bevolking, omdat de expert commissies stelden dat de bevingen 100 X sterker konden worden (en gebouwbelastingen 5 x sterker). Volgens de experts en de NAM was de Huizinge beving slechts het begin zou zijn van veel meer en veel sterkere aardbevingen¹².

Doordat de beving van 16 augustus 2012 Huizinge (Richter 3,6) groter was dan de 8 augustus 2006 Westeremden beving (Richter 3,4), ontstond er sterke en wijdverbreide onrust, waardoor de NAM enerzijds geschrokken was van het aantal schademeldingen en vooral van de reacties uit de bevolking, en anderzijds iets moest doen om de aankomende problemen het hoofd te bieden, zoals het versterken van de woningen en het wegnemen van acute risico's; haar imago stond op het spel.

Na de eerste rapporten van de ingehuurd internationale consultant Arup^{vii} kwamen er berekeningen naar voren dat wellicht **één-derde** van de 250.000 gebouwen in de provincie versterking behoefde, bij de in 2014 bedachte maximale bevingsterkte van PGAg 0,042 (Mw 6). Dit hield dan tevens een logistieke complexe en massale operatie in, waarvoor geen personeel aanwezig was¹³. De informatie over de betekenis (of de kans op) van die maximale toekomstige beving, of hoe dat getal werd bedacht werd niet uitgelegd, maar wel door de Pers als een gegeven aangenomen.

Het kernprobleem is (volgens mij) niet de schadeafhandeling op zich, want daar onttrok de NAM zich formeel niet aan. Het eerste probleem waren de 5X sterkere projecties met de belofte van een grote puinhoop als gevolg. Daarnaast klopte de criteria van de schadebeoordeling niet met betrekking tot de zettingen van funderingen ten gevolge van vele lichte trillingen, waardoor er veel twisten ontstonden. **De hoofdzaak was mijns inziens de misleidende projectie van de toekomstige aardbevingen. Op een rijtje:**

1. Geen evenwichtige informatie. In Groningen was men niet of nauwelijks bekend met aardbevingen. Door gebrek aan uitleg, de onbekendheid en de geleden schade, ontstaat er een spookbeeld en een situatie die hoofdzakelijk angst creëert t.g.v. de volgende punten:
2. Ontkenning. Eerst de jarenlange publieke ontkenning door de NAM van de relatie tussen aardgaswinning en de aardbevingen, terwijl die relatie al sinds 1990 bij de NAM bekend was en ze ook al sinds 2003 schadevergoedingen uitkeerde (niet gepubliceerd).
3. Opvoeren productie. Het ná de beving van 16 augustus 2012 te Huizinge, het nog verder opvoeren van de gasproductie uit het Groningse gasveld naar 54 miljard m³ in 2013.¹⁴
4. Volledige uitputting. Het opdragen aan de KNMI om een maximaal PGA bevingkaartje met contouren te maken (als bijlage bij de NPR) op basis van een continue hoge aardgas onttrekking tot bijna volledige uitputting tot 2050. Zie grafiek *Figuur 2* in de Inleiding.
5. Zeer zware aardbevingsprojectie. Met de bestaande onzekerheden kwam er een hele hoge maximale aardbevingsprojectie (Richter > 5,6) uit die honderd maal sterker zou zijn dan die 16 augustus 2012 Huizinge beving (Richter 3,6). Dit zou een **5X hogere gebouwbelasting** opleveren. Dit werd zonder uitleg gepresenteerd als wetenschappelijk correct als aangenomen zekerheid.¹⁵

¹² De eerste grotere aardbeving was op 8 augustus 2006 te Westeremden (Richter 3,5) had 414 schade-meldingen. Omdat dit een enkele schok was, was de schade minder dan bij de Huizinge 2012 beving. Omdat er vervolgens tot 2008 een vermindering van trillingen plaats vond, waren de gemoederen wat bedaard. Dit veranderde echter in 2009 toen het aantal bevingen weer snel toenam in aantal en sterkte. Daarna werden er actiegroepen opgericht zoals de Groningen Bodem Beweging (GBB).

¹³ Deze DRAFT rapporten waren allemaal in het Engels gesteld en waren niet toegankelijk voor de bevolking.

¹⁴ De logica van deze maatregel was dat de veel zwaardere aardbevingen (zoals geprojecteerd en met lage waarschijnlijkheid) zich pas enkele tot vele jaren later zouden kunnen voordoen.

¹⁵ Wetenschappelijk wiskundig correct volgens waarschijnlijkheidstheorie, maar geen rekening gehouden met het feit dat je in Nederland op sociaal-juridisch-politiek vlak niet door kon gaan met steeds zwaardere aardbevingen met woningschade als gevolg.

6. Een misplaats concept van het te accepteren risico. In de kennis en statistieken over ongevallen zoals verkeersongevallen, woningbranden, van de trap of steiger vallen en dergelijke, wordt een risico berekend van 10^{-5} . Dit wordt ook in de wet toegepast. Dat wil zeggen dat een dodelijk ongeval van 1 op de 100.000 een acceptabele norm is waar binnen gebleven moet worden. De overheid probeert dan ook om regels en veiligheidseisen te stellen zodat deze waarde 10^{-5} niet overschreden wordt. Deze normberekening werd ook toegepast op de geïnduceerde aardbevingen. Echter als het gaat over het instorten van woningen (met dodelijke gevolgen), zou dat betekenen dat er in Nederland (> 17 miljoen inwoners) niet meer dan 170 doden zouden mogen vallen vanwege instortende gebouwen of 5 doden per jaar voor de provincie Groningen. Er overlijdt echter niemand in Nederland door instortende woningen; wel ten gevolge van de stress gerelateerde gezondheidsproblemen. Zelfs een norm van 10^{-6} is dan nog te laag gegrepen. Om op basis van het risico van slechts 10^{-5} woningen te versterken betekent dat men 5 doden per jaar in de provincie Groningen acceptabel vond¹⁶.
7. Niet gekwalificeerd in de tijd of frequentie. De NAM kwam in 2014 met de mededeling dat de bevingen veel erger zouden worden en nog vele jaren zouden doorgaan; een niet-gekwalficeerde bewering over hoe snel, hoe vaak, hoe erg, allemaal zonder uitleg of toelichting. De NAM en de KNMI beperkten zich tot grafieken over verleden bevingen zoals *Figuren 8* hiervoor.
8. Geen bouwkundige kennis. Aardbevingsdeskundigen werden vanuit de hele wereld gehaald, maar die hadden geen inzicht in de zwakte van de typische oude Nederlandse woningbouw.
9. Ontkennen of afwijzen van funderingsschade. Foutief, maar misschien ingegeven om kosten te besparen. Uiteindelijk heeft dit veel vertraging en extra kosten opgeleverd.
10. Ondeskundig. Bij het beoordelen van de gebouwschades (door de niet-deskundige schade inspecteurs in de provincie) werden veel schades beoordeeld als C, zijnde niet-aardbeving-gerelateerd, wat niet altijd juist was¹⁷ en waartegen veel bezwaar ontstond.
11. Zware versterkingen. Gebaseerd op die hoge PGAg 0,42 (Richter 5,9 2014) en 0,36 (2015 Richter 5,6) werden er zeer zware versterkingen aan een paar woningen ontworpen, die zó duur waren dat het goedkoper zou zijn om het merendeel van de woningen te slopen en nieuw te bouwen. Men had zich kunnen realiseren dat dit geen reële optie was.
12. Stutten. Er werden vele gebouwen door de eigenaren in de stutten gezet om te voorkomen dat ze met de geprojecteerde zwaardere aardbevingen uit elkaar zouden vallen, en om aandacht van de Pers te krijgen; heel effectief, maar dit polariseerde verder de on-gevoelens.
13. De Pers publiceerde veel over de veiligheid en on-gevoelens van de burgers, waardoor zij een verspreidings- en versterkingsfunctie had. Ook publiceerden ze internationale rampenfoto's van zware aardbevingen die weinig met de Groningse bevingen te maken hadden, maar wel het angstgevoel van de Groningers aanwakkerde over instortende huizen en vele doden.
14. Giga winsten. NAM had over de voorgaande periode (tot 2010) een winst gemaakt van meer dan 300.000 miljoen euro, waarvan het duidelijk was dat de Groningers daar maar weinig van hadden meegekregen. Dit versterkte het gevoel van onrecht; "woningeigenaren hebben wel de schade, maar moeten met de NAM pingelen over de reparaties".
15. De NAM publieke relatie afdeling heeft kennelijk (achteraf te concluderen) onvoldoende of verkeerde invloed gehad op de informatiestroom naar de bevolking en bleef naast schadeformulieren slechts algemene weetjes op de website plaatsen.
16. Gebrek aan urgentie. De geprojecteerde hoge PGA zou pas over enkele jaren optreden. De provinciale planning hield in dat men vanuit het epicentrum eerst de openbare gebouwen (scholen) ging versterken en daarna gefaseerd de woningen die het zwakste waren.

¹⁶ Uit de berekeningen volgde dat de toegenomen bouwactiviteit en verkeersbewegingen van de versterking door de bouwmethoden en verkeersdrukten in de provincie wel een paar doden per jaar zouden vallen.

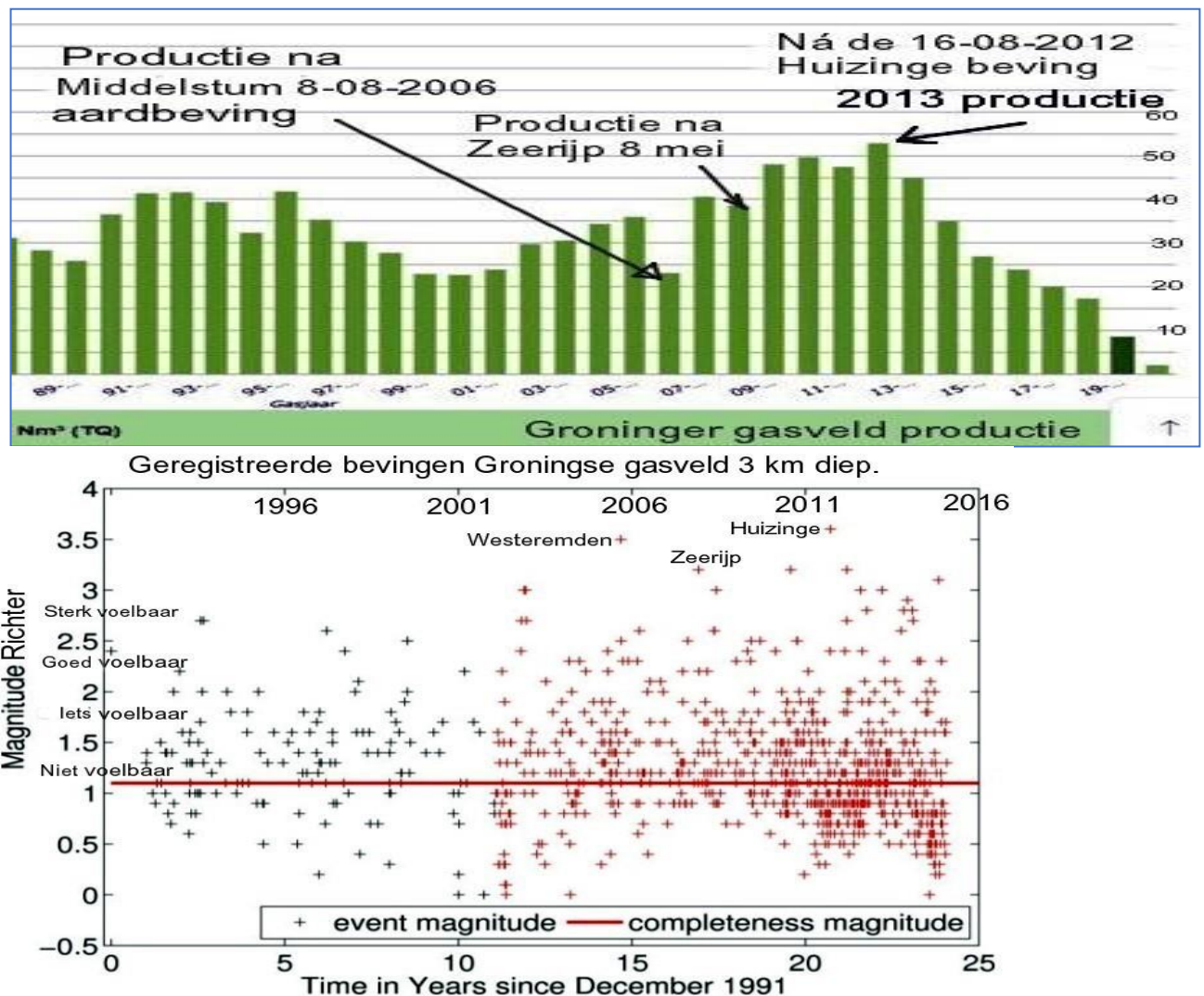
¹⁷ Veel schade werd veroorzaakt door zettingen in de funderingen van 'op staal' gebouwde woningen met steens muren, die al tientallen jaren door trillingen werden beïnvloed en die versnelden.

Daarvóór moesten dan eerst alle gebouwen geïnventariseerd worden en bouwcapaciteit ontwikkeld. Volgens deze methode zouden veel woningen in het voornaamste epicentrum gebied **pas over enkele jaren aan de beurt komen**.

17. Afwachten. De NAM had een afwachtende houding vanwege de optie dat met 'voortschrijdend inzicht', zoals betere data uit de diepe ondergrond, er voor de langere termijn een lichtere (kleinere) maximale aardbeving berekend zou kunnen worden bij het voortzetten van de aardgasexploitatie.
18. Richter verlagingen. In de jaren na 2015 kwamen er verschillende verlagingen van de NPR9998 dreigingskaartjes (4x tot 2018). De bevolking interpreteerde dat als het zich onttrekken aan de schadevergoedingen of waarde-regeling, hoofdzakelijk omdat ze niet geïnformeerd werden hoe die dreigingskaartjes tot stand kwamen en wat de betekenis was.

Ondoorzichtige publieke informatie.

De (oude) grafiek van kort na het winningsplan van 2007 (*Figuur 2, pagina 5*) geeft de pieken en dalen aan van de aardgasproductie uit Groningse gasveld, echter deze grafiek werd voor het publiek niet gerelateerd aan de geleden aardschokken die al sinds december 1991 gemeten werden.



Figuren 9. Sinds 2002 was er een betere registratie van schokken (rood). Dat de NAM ná 2002 nog stelde dat er geen relatie was met de aardgas exploitatie is volstrekte onzin. Deze informatie over de geregistreerde bevingen was in 2012 erg moeilijk te vinden.^{viii}

ONTKENNING. De publieke ontkenning van de relatietussen de gasexploitatie en de bevingen, in combinatie met de geleden schokken, maakte de NAM voor het publiek een ongeloofwaardige organisatie. Sinds die beweringen (die in tegenstelling waren met wat men dus wél wist) is de NAM niet meer van dat image af gekomen. Daarmee was de relatie met de burgers behoorlijk negatief. Tot op vandaag volharden veel teleurgestelde bewoners in deze stelling. De NAM managers en ingenieurs hadden onvoldoende zicht¹⁸ op de maatschappelijke gevolgen van haar houding en publicaties, en hielden zich hoofdzakelijk bezig met zoveel mogelijk aardgas uit de grond halen.

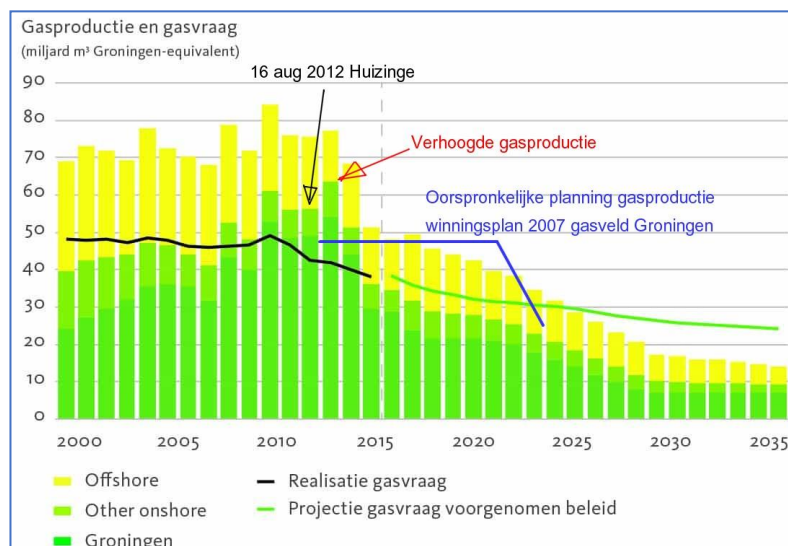
De focus van het hele programma was gebaseerd op commerciële winst en een baten en verlies berekening. Toen dit uit de hand liep werd het probleem doorgeschoven naar de Overheid, alhoewel deze vanaf het begin van de gasexploitatie 50% onderdeel van de NAM was.

Op basis van deze bovenstaande grafiek *Figuur 2, pagina 5* (oude winningsplan 2007)¹⁹ zou de gasproductie na 2013 iets verlagen en constant blijven tot 2020²⁰, op basis waarvan de KNMI de berekeningen maakte met productie in plaats van de oorspronkelijk geplande jaarproductie van 47 miljard m³ in 2012 in 2013 tot 54 miljard m³; een overschrijding van 15%.

De verkoop van het aardgas naar het buitenland wordt steeds belangrijker voor de nationale begroting en de politieke partijdoelstellingen die allerlei subsidies voor hun kiezers optuigen.²¹ Met de subsidies en lage energiekosten profiteert heel Nederland van het aardgas, maar de bevolking uit de provincie Groningen heeft geen relatief voordeel van die opbrengsten²².

Figuren 11. Op dit grafiek uit 2015 is te zien dat de gasproductie veel hoger was dan de oorspronkelijke planning, en nádat er een flinke aardbeving in Huizinge was.

De NAM voerde de productie sinds 2008 op, terwijl er toen er al meer dan 14.000 schademeldingen waren, inclusief herhaalschades.



Boven is goed te zien dat de werkelijke productie na 2013 aanzienlijk minder is dan de planning.

Deze informatie anno 2021 van de website²³ laat kleine verschillen zien met de grafiek boven.

¹⁸ Ze zagen de protesten en perscommentaren wel, maar ze trokken er zich weinig van aan.

¹⁹ Deze versie heeft oorspronkelijk op de website www.namplatform gestaan, maar is in 2014 verwijderd.

²⁰ Zie kabinetsplan Rutte III met $4 \times \approx 20$ miljard m³/jr vanaf 2017 (variatie mogelijk voor koude winter).

²¹ De kindertoeslag affaire is al een tiental jaren gefinancierd uit politieke overwegingen en de gasinkomsten.

²² Opbrengsten zijn gelijkelijk verdeeld per hoofd bevolking; in de provincie Groningen wonen minder mensen.

²³ https://www.nam.nl/feiten-en-cijfers/gaswinning.html#iframe=L2VtYmVkL2NvbXBvbmVudC8_aWQ9Z2Fzd2lubmluZw

Dit reduceren na een grotere beving en later weer opvoeren van de aardgasproductie is een gepland onderdeel van het seismisch onderzoek (testen van de relatie tussen gasproductie en bevingen) naar het gedrag van het reservoirgesteente bij afnemende interne druk.

Hoewel men als geoloog nooit alles 100% precies te weten kan komen van hoe de het gesteente zich zal gedragen, kan men door het wisselen van de productie (de gasdruk en de verschillen) de vele kleine en grotere schokken meten en daar conclusies uit trekken voor het nauwkeurige beheer van de exploitatie in de toekomst. De conclusie is dat de NAM al vanaf 2000 die relatie nauwkeurig aan het bestuderen was en met de verlagingen en verhogingen van de productie zo het effect op de bevingen kon observeren.

Omdat de geleden aardbevingen van Westeremden, Middelstum, Zeerijp en Huizinge allemaal onder de PGAg 0,1 waren, werden deze geologisch niet als ernstige bevingen beschouwd en stortte er voorlopig nog geen woningen in; enig **experimenteren met drukverschillen** zou dus geen extra grote schade opleveren, maar wel veel informatie over het gedrag van het reservoirgesteente.

Dat de NAM nog vijf jaar tot ná de Westeremden/Middelstum bevingen volhield dat er géén relatie bestond is dus **onjuiste informatie naar de bevolking**. Ze bedoelden dat ze nog **niet genoeg wisten**, maar dát werd niet verteld. De jaarlijkse manipulatie van de gasextractie om meer te weten te komen over relatie gasproductie en schokken werd ook niet aan de bevolking uitgelegd.

Het Punt 3, pag. 16, het opvoeren van de gasproductie was van doorslaande invloed op de houding van de burgers en de actiecomités t.a.v. de geloofwaardigheid van de NAM. Vervolgens ontstonden er langlopende conflicten over wat nu wel en wat nu geen aardbevingsschade was omdat schade inspecteurs zich strak aan de opgestelde criteria hielden (geen funderingsschade), terwijl de C-schade ook kon zijn ontstaan door zettingen t.g.v. trillingen. Het duurt echter pas tot 2017 wanneer er een standaard voor de trillingen wordt gepresenteerd.

De NAM droeg de schade afhandeling over naar een nieuw opgerichte organisatie, het 'Centrum Veilig Wonen' (CVW), om afstand tot het schade afhandelingsproces te creëren. Echter, dat CVW werd 100% door de NAM gefinancierd.

De naam CVW werd onder meer gekozen op basis van het veiligheidsconcept van de NPR (net niet instorten = *near collapse*) wat naar de bevolking een "veilig" gevoel moest geven. Het verschil tussen de betekenis van de NPR en wat de burgers onder veilig verstonden **werd niet uitgelegd**. Dat viel ook niet uit te leggen, want de bevolking wilde vooral veilig en SCHEURVRIJ wonen in hun gebouwen.

Ofschoon in 2006 de publieke mening was dat de NAM de relatie tussen gaswinning en aardbevingen ontkende, werden al sinds 2003 schademeldingen gedaan en reparaties uitgekeerd.

*Figuur 12.
Aantal schademeldingen tot 2014
en uitgekeerde bedragen tot 2012.
Gemiddeld euro < 1500 aan
cosmetisch wegwerken.*

*Het aantal schade meldingen per
jaar tot en met 2013 is inclusief
directe en nagekomen meldingen
t.g.v. de 16 augustus Huizinge
beving is iets meer dan 13.000.
Dit verdubbelde in 2014.
Eind 2014 dus >25.000 meldingen
Bron NAM ^{ix}*

jaar	aantal meldingen	uitgekeerd bedrag (€)
t/m 2002	0	0
2003	124	59.302
2004	1	0
2005	10	21.360
2006	416	243.338
2007	11	10.762
2008	208	246.047
2009	165	329.780
2010	3	4.442
2011	187	560.359
2012	2.485	Nog onbekend
2013	9.705	Nog onbekend
2014	13.384	Nog onbekend

Wanneer men de bovenstaande tabel relateert aan de 2013 piek in de gasproductie en het daarop volgende grote aantal bevingen, met Zandweer en Garrelswear als uitschieters, en waardoor het aantal schademeldingen dat jaar verdubbelde, wist men nog beter hoe de relatie tussen de gasproductie en de bevingen ongeveer werkte: Meer gasextractie betekent meer bevingen.

Feitelijk wist de NAM in 1975 al dat er steeds grotere trillingen uit het 3 km diepe zandgesteente kwamen, terwijl zich in 1986 de eerste voelbare trillingen optraden²⁴. Na 2000 werd besloten weer méér uit het Groningen gasveld te onttrekken en uitgebreider te bestuderen hoe de ondergrondse trillingen zich gingen ontwikkelen.

Noot:
De Magnitude (Mw) en de Richter (R) schaal zijn ongeveer aan elkaar gelijk.

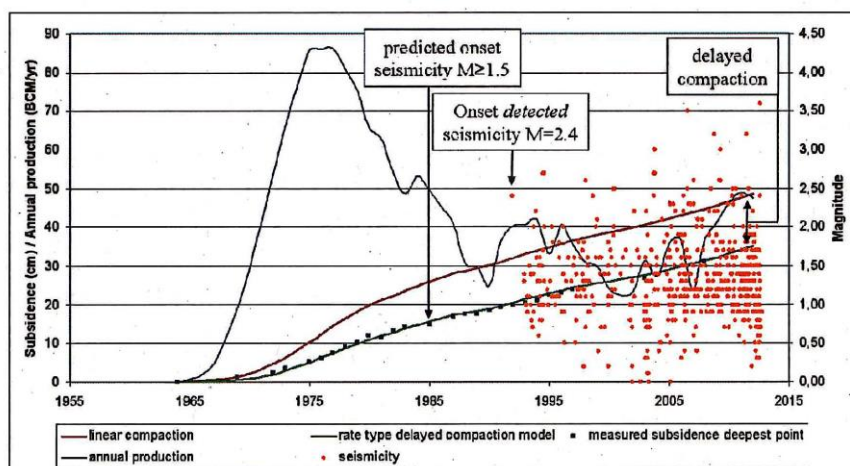


Figure 12: Illustration of the effect of the rate-type compaction model on the subsidence and its implications for the seismicity. The rate-type compaction model introduces an initial delay in the compaction in response to the pressure depletion. This leads to less subsidence than predicted on the basis of a linear compaction model, the so called delayed compaction. The subsidence thus predicted agrees well with the observed subsidence at the deepest point of the Groningen subsidence bowl. After a so called “transition zone” the amount of compaction in response to the additional pressure depletion equals the linear compaction response, hence the two subsidence lines become close to parallel. The onset of seismicity of magnitudes 1.5 and higher, is estimated at the end of the transition zone, which equals the total production in 1984 with a 1 year delay, hence as of 1985.

Figuur 12B. De door de NAM en andere partijen, zoals de KNMI en TNO, aangeleverde informatie was niet goed te begrijpen door de bevolking en bovendien gaf dat geen inzicht in hun schade. De grafiek betreft in eerste instantie de compactie. De bevingen ontstaan een tijdje (ongeveer een jaar) na de compactie. De dunne lijn links in de grafiek geeft de gasproductie weer uit het Groningse gasveld. De informatie geeft ook aan dat er al sinds 1991 registratie van de grotere bevingen was. Veel informatie was in het Engels of confidentieel, c.q. interne informatie waar het publiek geen toegang toe had.

Langs de **magnitude** schaal rechtsboven, op het lijntje ‘Magnitude 3,5’ zitten de twee bevingen van 8-08-2006 Middelstum (Mw 3,5 en PGAg ≈ 0,6) en 16-08-2012 Huizinge (Mw 3,6 en PGAg = 0,085)²⁵. De Chart laat zien dat men al in 1985 verwachtte dat er bevingen van Mw > 1,5 zouden plaats vinden (niet voelbaar)²⁶, terwijl de bevingen anno 1992 voelbaar werden met Mw > 2,0.

Door een dergelijke Chart te vertonen ondergroef de NAM haar gepubliceerde stellingname (zoals begrepen door de burgers) dat ze niet zouden weten van de bevingen en dat de schade niet door de bevingen zou kunnen komen. Gebouwen met funderingen ‘op staal’, en evenwichts-fundering hunnen wel degelijk invloed ondervinden door zettingen van de bevingen sinds 1985 of 1991, en daardoor scheuren. Pas in 2017 komt er een duidelijke regeling waarin de relatie tussen gebouwtrillingen en mogelijke schade wordt gedefinieerd. Trilling richtlijn SBR-A 2017^x.

²⁴ <https://www.volkskrant.nl/nieuws-achtergrond/al-26-jaar-aardschokken-in-noorden-van-nederland~b36e5194/>

²⁵ www.onderzoeksraad.nl/33ef77ab629erapport_gaswinning_groningen_nl_interactief. Onderzoeksraad voor veiligheid. Onderzoek naar de rol van veiligheid van burgers in de besluitvorming over de gaswinning (1959-2014) Den Haag 2015. Gebaseerd op eerdere rapporten en informaties. 140 pagina's.

²⁶ De eerste voelbare beving vond plaats vlakbij Assen op 26-12-1986, aan de rand van het Groningse gasveld.

Uit de onderste grafiek (Figuren 9) kan gezien worden dat voor elke 10 bevingen $M < 2,5$ er gemiddeld één beving $M = 2,5$ komt. Voor elke 10 bevingen $M < 3,5$ komt er één beving $M = 3,5$. Zo is de tektonische veronderstelling dat voor elke 10 bevingen $M < 4,5$ komt er één beving $M = 4,5$. Uit vele tektonische statistieken blijkt ook dat **voor elke 10 bevingen $M < n$ komt er één beving $M = n+1$** , tenzij er door de meerdere kleine bevingen er een tijdelijke ontspanning ontstaat tussen de tektonische aardplaten²⁷.

Er is mijns inziens geen bewijs dat deze regelmatigheid (wetmatigheid) ook geldt voor geïnduceerde bevingen uit een dunne zandsteenlaag, gecombineerd met wisselend gasproductie.

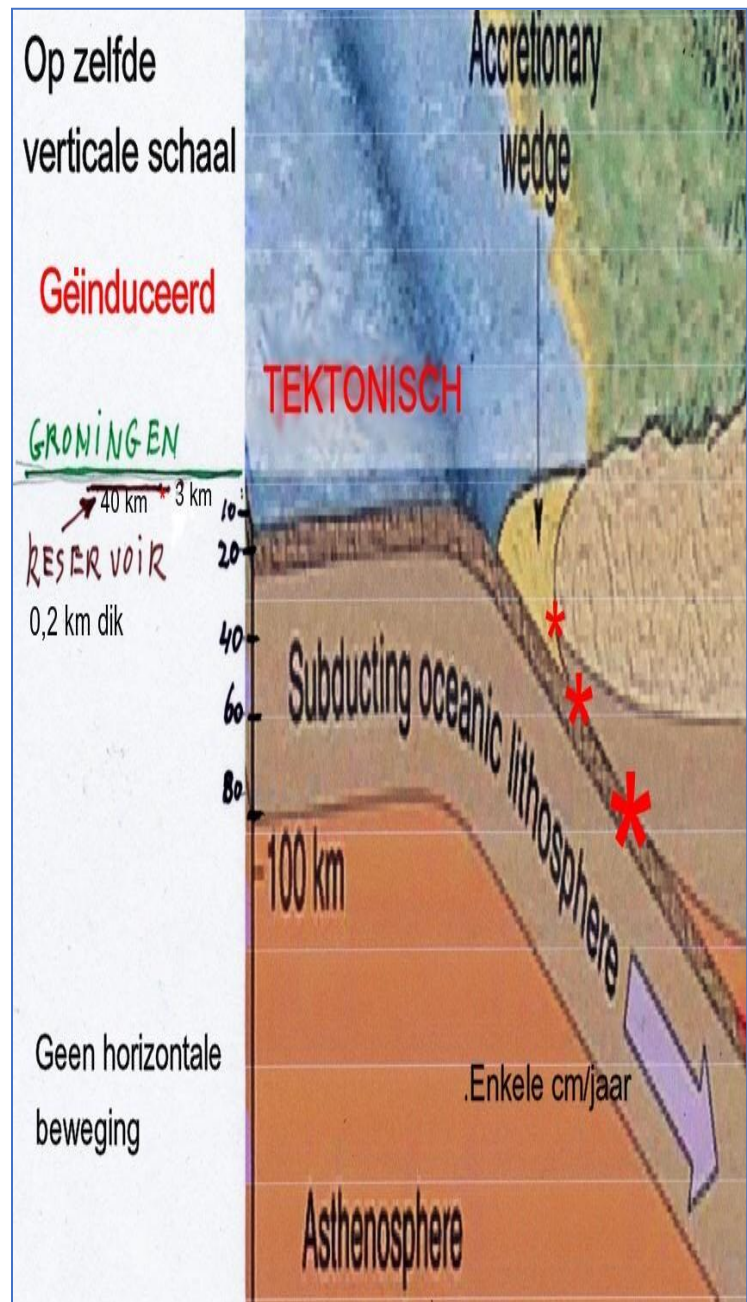
Figuur 13. Schematische weergave van het Groningse reservoir gesteente en tektonische aardbevingen.

Tektonische bevingen ontstaan door een continue beweging van de tektonische platen, waarbij de onderliggende veel km's dikke aardlagen in beweging blijven (rechts).

Het Groningse zandsteen is erg dun, terwijl de onderliggende lagen niet mee-scheuren of bewegen. In het zandsteen ontstaat door de gas extractie hoofdzakelijk slechts een verticale compactie. Er is slechts een effect naar boven, zonder dat er bewegingen in het onderliggend Carboon gesteente gebeuren.

Volgens de tektonische theorie zou je het 10X-principe van 1 stap Mw verhoging kunnen extrapoleren voor het dunne zandsteen reservoirgesteente. Dat klopt redelijk goed voor de lage waarden, maar vanwege de geologische dunheid van het reservoir gesteente is er vanzelf een limiet aan die groei.

Tektonische platen bewegen 4-5 cm per jaar ten opzichte van elkaar, het reservoir gesteente beweegt of verschuift helemaal niet horizontaal.



In de meeste rapporten wordt gerefereerd aan de Mw schaal ($\approx$ Richter) die wel onderling voor Groningen te vergelijken zijn omdat alle bevingen uit dezelfde 3 km diepte komen, maar heel weinig relevantie hebben met tektonische aardbevingen met dezelfde Mw of Richterschaal van andere gebieden op aarde²⁸.

²⁷ Die horizontale beweging van de aardplaten houdt echter niet op, na een ontspanning voert de druk weer op. De relatie tussen tientallen km dikke tektonische platen die horizontaal bewegen en de 200 m dunne zandsteenlaag die verticaal compacteert is ver te zoeken; onder Groningen is geen horizontale beweging.

²⁸ Bij de diverse analyses is wel gebruik gemaakt van enkele andere geïnduceerde aardbevingen, maar die hadden ook andere geologische karakteristieken dan het Groningse reservoirgesteente.

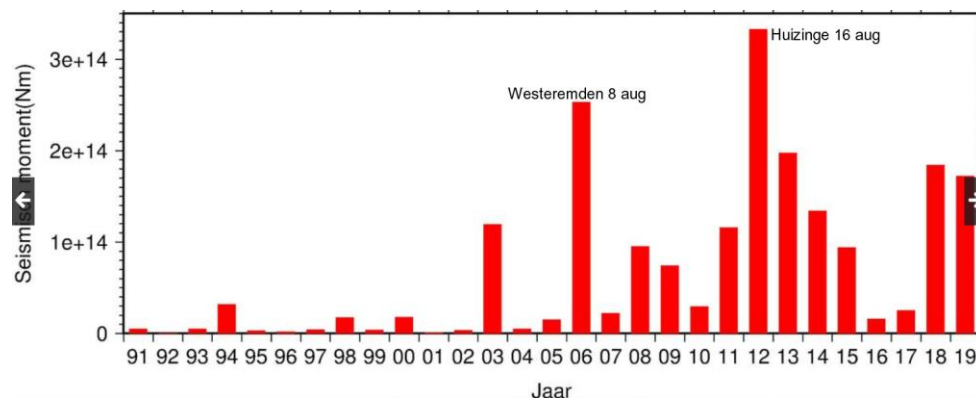
Die tektonische aardbevingen kwamen regelmatig in het nieuws aangehaald met Mw 6 en hoger en toonden totale catastrofe en duizenden slachtoffers. Als die bevingen door de Pers zonder uitleg vergeleken worden met de Mw projecties van de NAM-KNMI over de mogelijke toekomstige maximale bevingen in Groningen, creëert dat paniek. De relatie tussen diepliggende tektonische bevingen zoals elders in de wereld en de geïnduceerde bevingen werd nooit naar het publiek toe uitgelegd, ook niet door de Pers.

Punt 1 pag. 19: Geen informatie en Punt 11 pagina 20: Zeer zware bevingen en Punt 12 de Pers.

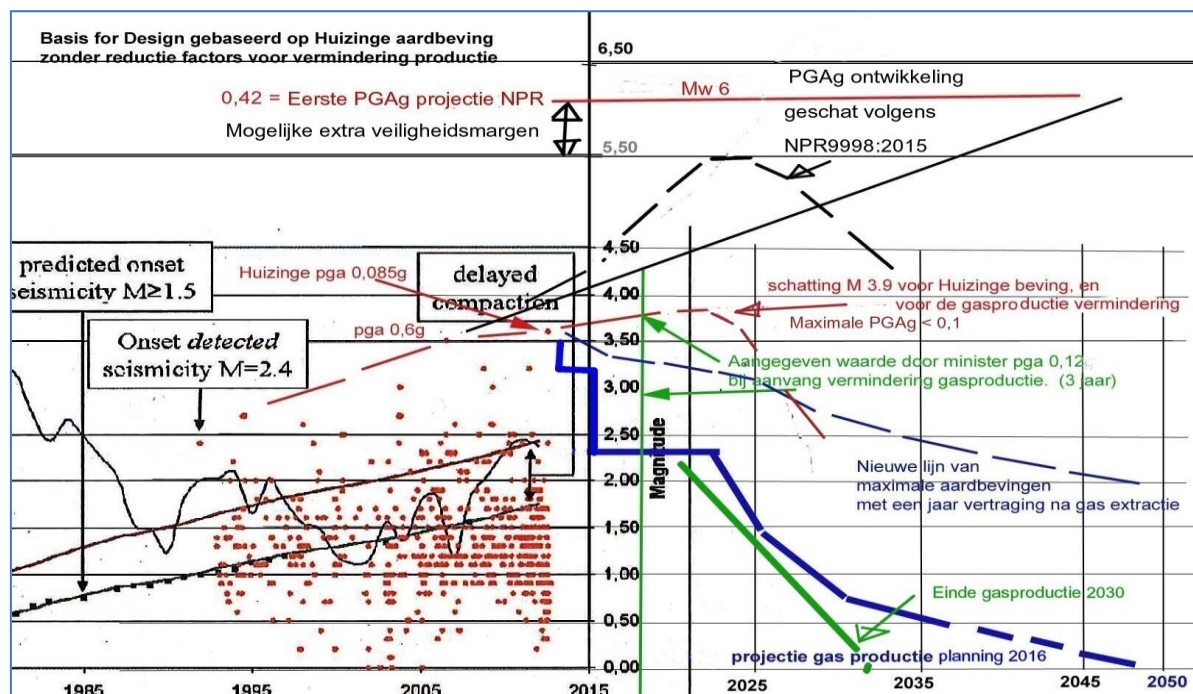
In de onderstaande grafiek van de KNMI ²⁹ wordt het verschil tussen de sterkten beter zichtbaar gemaakt door deze op een Nm schaal (krachten) uit te zetten.

Figuur 14. Sterkte van de bevingen aan het aardoppervlak, uitgedrukt in krachten en ten gevolge van de grondversnelling; de meest relevante waarde voor de schade.

Bon KNMI.



Hieronder, is de naar rechts uitgebreide grafiek van *Figuur 12*. Rechts van het midden en bovenin staat met een **rode lijn Mw 6** van de KNMI-projectie en de NPR9998:2015 met de maximum PGAg 0,42 (Mw 5,9) voor wanneer er géén reductie of spreiding van de gasproductie zou zijn (volgens de gewenste opgave en planning van de NAM winningsplan 2007 met de verhoogde productie).



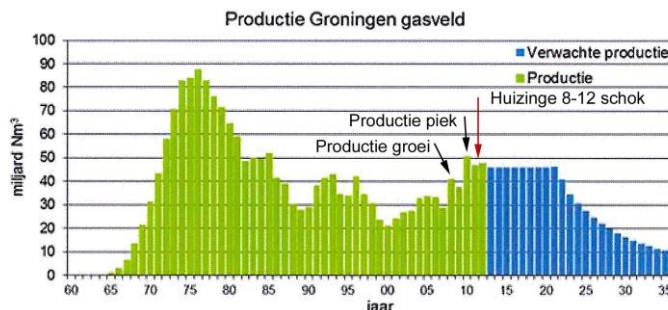
Figuur 15. Door grafiek van Figuur 12 is naar rechts uitgebreid met een schatting van de PGAg in relatie tot de toekomstige gasproductie (dikke blauwe lijn van 2015), en een schatting van het effect op de bevingen bij die vermindering. De dikke groene lijn werd de productieplanning in 2016.

De Richtre of Mw-schaal is logaritmisch in sterkte, niet lineair. Dit werd ook niet (goed) uitgelegd door de NAM.

²⁹ Grafieken: <https://www.knmi.nl/kennis-en-datacentrum/uitleg/aardbevingen-door-gaswinning>

De grafiek met bevestigingsdata tot aan 2014 probeert door extrapolatie (zwarte getrokken lijn) te benaderen hoe in een logaritmische schaal men tegen 2050 uit zou komen op een Mw 6 en een PGAG 0,42. De iets later aangenomen waarde van de NPR9998:2015 met een PGAG 0,36 zou echter de onderbroken zwarte lijn moeten volgen met een Mw 5,5 in 2020, gebaseerd op de gedachte dat de schokken exponentieel nóg sneller zouden toenemen met een verdere uitputting en een sterk verlaagde druk in het Groningse gasveld.

Figuur 16. Winningsplan 2007. Met de planning om al in 2013 te stoppen met de verhoging van de productie is het scenario van de zwarte lijnen (figuur 15) volstrekt onrealistisch, maar de NPR commissie hield vast aan die prognose vanwege hun onzekerheid.



Gerealiseerde en verwachte productie van het Groningen gasveld conform het winningsplan (2007). <http://www.nlog.nl/nl/reserves/Groningen.html>

De dubbele tekortkoming van de NAM publieksvoorlichting, om de verschillen tussen tektonisch en geïnduceerd niet uit te leggen, gecombineerd met de overtrokken PGAG-projecties, zorgde voor een groeiend angstgevoel onder de bevolking dat niet meer weg te redeneren was.

Op basis van de data tot en met 2014 was het voor de NAM goed mogelijk om de gasexploitatie zodanig te reguleren dat de bevingen niet veel groter zouden worden dan de laatste beving van Huizinge 2012, of er geen grondversnelling zou komen die hoger zou worden dan PGAG 0,1. Dat zou betekenen dat de NAM zelf de gasproductie hadden kunnen/moeten verminderen, en dat was niet overeenkomstig met de **commerciële wens van het NAM bestuur en de aandeelhouders**.

Met een geplande reductie zou in ieder geval de bevolking niet verder in de paniek gejaagd worden met de extreem hoge Richter-waarden in het verschiets en kans op instorten.

De NPR-commissie die de extreemhoge PGAG had geponeerd had, heeft geen onderzoek gedaan naar de bouwkundige staat van de gebouwen, om in te schatten wat het effect van een PGAG 0,36 zou zijn op de zwakke woningbouw. Er kwam dus ook geen commissieadvies over de vermindering van de gasexploitatie, want dat was het domein van de SodM en de NAM. De vijf- en later viervoudige geprojecteerde bevestigingssterkte hield ook stand ná de door de minister van economische zaken geordonneerde vermindering van de gasproductie. De commissie en stelde het onzekere boven het zekere om mogelijke verwijten van een te lage inschatting te voorkomen.

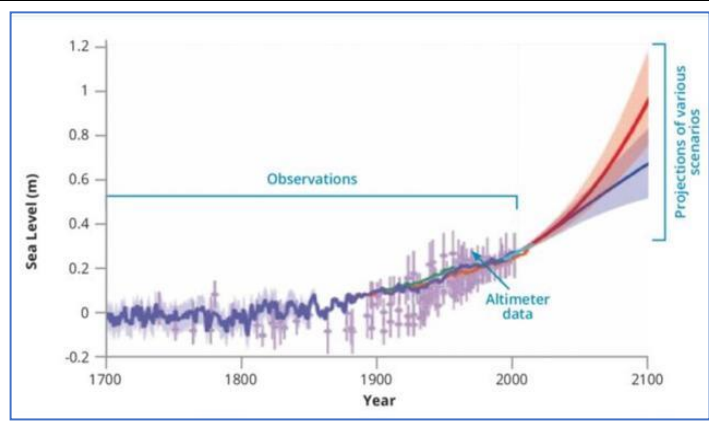
Achteraf gesproken had er bij een eigen (NAM) productievermindering en PGAG-beperking dan ook heel erg veel minder energie en geld gestoken kunnen worden in het zware versterken. Er had sneller geschakeld kunnen worden op het lichtere versterken en verduurzamen, waardoor er veel minder langsepende kwesties zouden zijn geweest die nu heel veel tijd en geld kosten.

Men zou een vergelijking kunnen trekken met de prognoses over de stijging van de zeespiegel. De relatie met de opwarming van de aarde (CO_{2eq} uitstoot) is hierbij reeds jaren bestudeerd en op basis van verleden data kan een schattig voor de toekomst gemaakt worden. Zo ook bij de aardgas exploitatie, maar het aardgas raakt snel op terwijl dat nog lang niet zo is met het ijs.

De grafiek geeft aan dat de schattingen per 2100 uiteenlopen van 60 cm tot 120 cm (factor 2). Een commissie kan dan zeggen: "laten we rekening houden met beiden, maar wel voorkomen dat we onder water komen te staan, dus de CO_{2eq} uitstoot verminderen, en tegelijkertijd rekening houden met een dijkverhoging van 60 cm."

De NPR-achtige commissie stelde echter dat het zeeniveau in 100 jaar wel tot 3 m zou stijgen (2 x het hoogste risico van 1,5m), en deed geen voorstellen om de stijging te stoppen.

Het gevolg was dat de bouwwereld zich focuste op het bouwen van dijken die 3 m hoger waren. Volg het geld. Vervolgens voelden de bewoners of ze door de NAM moedwillige verzopen werden.



Na de event van 16 augustus 2012 in Huizinge wordt er een nieuw winningsplan 2013 opgesteld^{xi} met in paragraaf 6.4 de volgende conclusies:

- According to current model-based predictions for the areal distribution of reservoir compaction at the end of field life, an induced earthquake of $M > 6.5$ is **physically impossible**. This limit, however, provides no information about the likelihood of an induced $M \leq 6.5$ earthquake.
- The location, frequency and magnitude of observed earthquakes in the Groningen field are consistent with bulk reservoir volume changes (compaction), being the main source of seismicity.
- The fraction of bulk reservoir volume changes accommodated by seismogenic fault slip is about 0.1%. If this fraction were invariant with production, the maximum magnitude of a **future event is expected to be $M = 4.5$** with a 95% upper bound of $M = 5.5$.

In de lokale en landelijke pers³⁰ verschijnt dan ongenueanceerde, niet-gekwalficeerde, niet-tijd-gerelateerde informatie dat de aardbevingen kunnen oplopen tussen de Mw4 en Mw5 hetgeen wel onder de eerder door de NAM-KNMI voorgestelde Mw 5,9 lag. De tekst in het Dagblad van het Noorden heeft daarmee een hele ruime marge, want Mw 5 = 10X de sterkte van Mw 4.

In de waarde Mw 4,5 zit een erg ruime marge, omdat men volgens de gegevens van 2014 stelde dat men onvoldoende wist, waarbij **elke onzekerheid in de berekeningen een verhoging van 10% - 30% kon inhouden**. Met drie tot vier onzekerheden boven elkaar genomen kom je dan al gauw aan een 100% verhoging. De bovenste in de *Figuur 15* getekende onderbroken zwarte lijn (NPR9998:2015) geeft dan ongeveer de netto rekenwaarde aan zonder die verhogingspercentages, met een mogelijke top van Mw = 5,5 (met 5% kans). D.w.z. zonder vermindering of spreiding van de gasproductie.³¹

De Seismische dreigingskaart van de eerste NPR9998:2015 en de KNMI, die ook in het aangepaste winningsrapport van 2013 staat, geeft een **PGAg van 0,42** aan in het epicentrum dat in de gemeente Loppersum ligt. Tegelijkertijd wordt in de media de maximale aardbeving voorgesteld als **Mw 5**, maar dat wordt niet gerelateerd aan die PGAg, terwijl de PGA relevant is voor het schadeniveau.

Op 27 april 2015 stelt dr. Ir. Jacques Hagoort, *Reservoir ingenieur in ruste en oud-hoogleraar reservoirtechniek aan de TU Delft* in 'AARDBEVINGEN IN GRONINGEN Verleden en Toekomst', dat:

"Beleidsmakers en planners houden rekening meteen maximale sterkte van **Mw 5**. Dat is een beving die ruim 100 maal zo sterk is als de Huizinge beving, geen onredelijk uitgangspunt".^{xii}

³⁰ Zie 2014 Dagblad van het Noorden: <https://redactie.dvhn.nl/aardbevingen/>

³¹ Zoals is toegelicht in de begrippenlijst zullen de bevingen sterker worden wanneer de inwendige druk in het zandsteen terugloopt en er dan meer en vaker plotselinge compactie zal voordoen. Door die compactie gaat de druknivellering in de gesteentelaag ook langzamer zodat bij veel gasafname er sneller grote drukverschillen ontstaan die dan tot plaatselijk gesteente collaps en bevingen leiden.

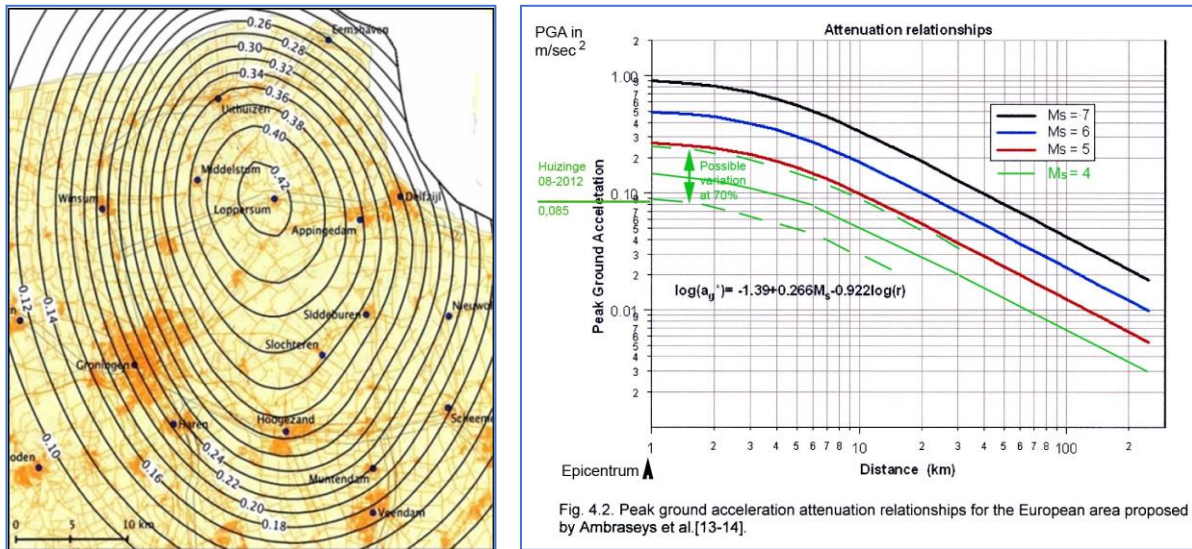


Figure 16. PGA kaartje uit de NPR9998:2015^{xiii} komt overeen met de blauwe lijn in de rechter grafiek; de Huizinge beving is de onderste onderbroken groene lijn. De contourenlijnen van de PGA worden in 2016 aangepast met de grondsnelheden in de bovenste 30 m, omdat deze een grote invloed hebben op die PGA.

De rechter grafiek is in twee richtingen uitgezet op een logaritmische schaal. In het geval van de horizontale voortplanting van de PGA is er wel enige overeenkomst met tektonische aardbevingen, maar de afname van de sterkte is bij de ondiepe Groningse bevingen wel sneller.

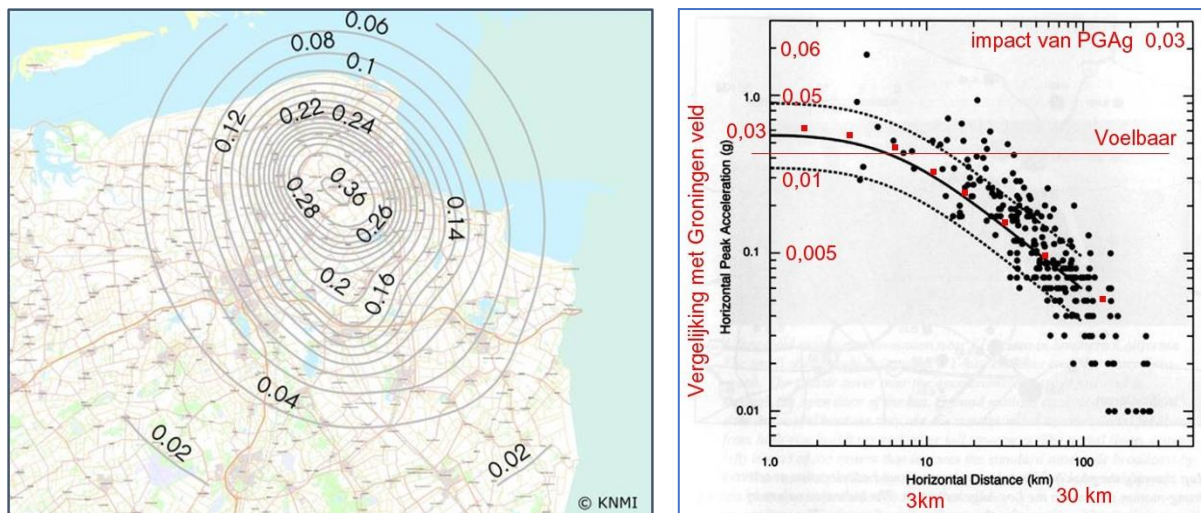


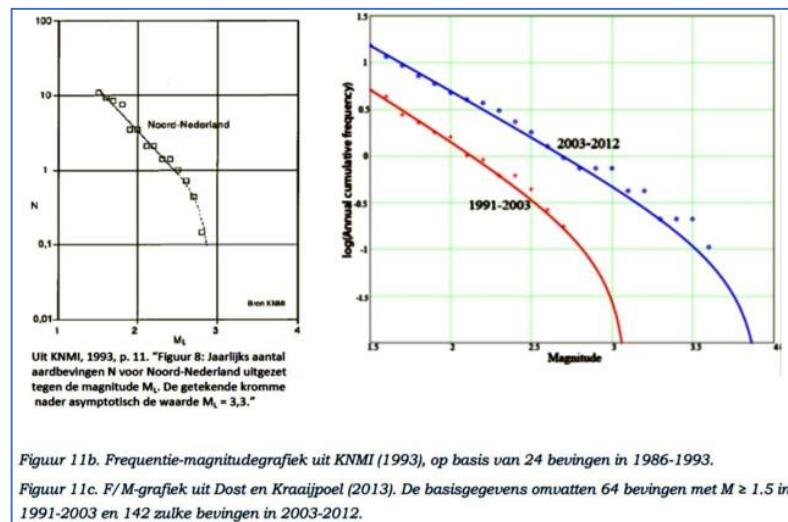
Figure 17. Links de nieuwe 2016 maximum PGAg 0,36 met de bovenste 30 m verdisconteerd. In de rechter grafiek^{xiv} is in rood de relatie tussen sterkte en afstand ingetekend voor een PGAg 0,03, een lichte beving in de provincie Groningen. Bij de berekeningen voor tektonische bevingen moet ook de grondkarakteristiek worden meegenomen in de berekening. Slappe grondlagen kunnen de beving dempen.

De onduidelijkheid over de maximale aardbevingssterkte is in 2016/2017 nog eens onderschreven door observaties in het winningsplan 2016.^{xv}

Een kennelijk probleem van de NAM ingenieurs en de wetenschappers is dat men alles steeds preciezer wilden weten en dat daarom het argument bleef bestaan “we weten het niet precies”, terwijl men al in 2015 wél genoeg gegevens had om de grote lijnen tussen de gasexploitatie en bevingen te beredeneren. Daarop werd geen actie ondernomen, ook niet door de NPR commissie.

Figuur 18. Uit rapport:
Toekomstperspectief gaswinning
met aardbevingen in Groningen:
ontwikkeling van de seismische
dreiging en een 'veiliger'
gaswinstrategie door C. (Charles)
A.J. Vlek

De grafiek 11c geeft aan dat de
maximale **aardbeving onder de Mw
4 blijft**, maar andere rapporten
geven een hogere waarde.



Quote uit rapport:

"Over de omvang en ernst van de seismische activiteit blijft flinke onzekerheid bestaan (vgl. de ruime bandbreedten in Fig. 8a,b,c), speciaal ten aanzien van de maximaal mogelijke aardbevingskracht M_{max} , hierboven ingeschat op $M = 4.0$ à 4.5 . Bij alle onzekerheid houdt de NAM in zijn Winningsplan (2016a) vast aan de reeds in 2015 gepubliceerde taxatie dat **M_{max} met gelijke kansen kan vallen tussen 5.0 en 6.5.**

Een onafhankelijk internationaal panel van acht experts³² concludeerde eind april 2016, met ruime marge, dat de grootste aardbevingskracht voor het Groningenveld zeer waarschijnlijk hoger dan **$M_{max} = 4.0$ en niet meer dan 7.0** zou zijn (NAM, 2016b). Volgens de experts kon M_{max} niet slechts worden afgeleid uit feitelijke aardbevingsregistraties (zoals hier via Figuren 7b, 10 en 11). Meegewogen werd dat aanwezige breukvlakken in het gasreservoir zich zouden kunnen voortzetten in naast- of onderliggende gesteentelagen. Ook werd gelet op enkele aardbevingen met $M = 7.0$ in het vergelijkbare Gazlivelid in Oezbekistan (ca. 700 mrdm³ aardgas)."

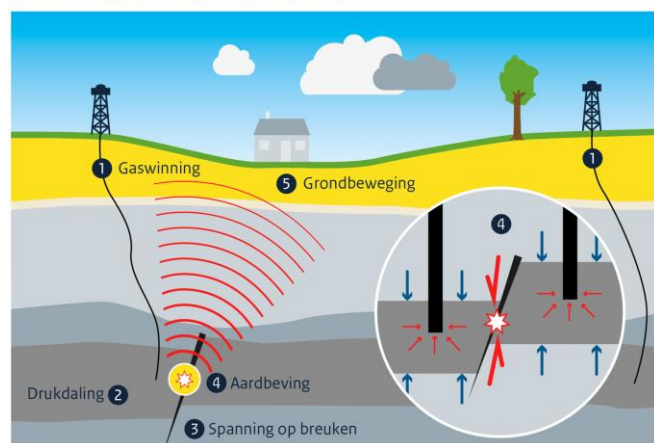
UN-quote³²

Breuken in het onderliggende Carboon lopen door in het reservoirgesteente, maar niet verder omhoog in het afsluitende zoutgesteente. Omdat de druk vermindering in het reservoirgesteente plaatsvindt, vindt daar ook de verdere breuken en de compactie plaats en niet noodzakelijkerwijs in het onderliggende carboon.

Figuur 19. Afbeelding van de SodM.
De bovenste lagen veroorzaken druk. De
onderste lagen geven weerstand maar geen
actieve druk naar boven.
Bij onttrekking van het aardgas (dikke zwarte
lijn) drukt de onderste Carboon laag de
zandsteenlaag NIET omhoog. Er is dus GEEN
opwaartse verschuiving van de zandsteenlaag.

De grafiek probeert het verschijnsel van de
bevingen uit te leggen, maar de schaal en de
voorstelling is verkeerd.

Aardbeving in het Groningen-gasveld



³² Door in EEN alinea zowel 4,0 tot 4,5 én 5,0 tot 6,5 én 4,0 tot 7,0 te vermelden, wordt aangegeven dat men **het niet echt weet en wel een heel erg ruime marge** met een factor 100x tot 1000x aanhoudt. De vraag rijst of in die vergadering op Schiphol wel de juiste deskundigen (experts) aanwezig zijn.

Figuur 20. Afbeelding van de Groningen Bodem Beweging (GBB). Er is geen enkele aanwijzing in de NAM data dat de zoutsteenlaag scheuren zou vertonen. Ook hier zijn de verhoudingen van de laagdikten disproportioneel (voor de duidelijkheid?).



De “wetenschappelijke” discussie over de Mmax van de toekomstige aardbevingen varieert in 2016 en 2017 nog tussen de **Mw 4 tot en met Mw 7**, een gigantisch verschil en **gigantische onduidelijkheid**, behalve dat de aardbevingen heel veel sterker zouden worden dan de 16-08-2012 Huizinge beving.

De sociaal-juridische-politieke wenselijkheid om grotere aardbevingen te produceren blijft hierbij onbesproken, terwijl het vrij duidelijk was dat er in dat geval een volksofstand in Groningen zou komen. De beving van 8-01-2018 te Zeerijp met Richter 3,4 en PGAg 0,11^{xvi} met > 5500 schademeldingen³³, maakte aan deze discussie een einde en de gaskraan werd dichtgedraaid.

Alle berekeningen van de NAM ten spijt blijkt inderdaad dat de sociaal-politieke factor en de invloed van de bevolking in Nederland bepalend is voor de maximale acceptabele PGA.

Geïnduceerde oppervlakkige (3 km diep) bevingen zijn in veel opzichten nogal anders zijn dan diepe tektonische (15-50 km diep). De KNMI schema's laten in 2014 wel zien dat het aantal bevingen afneemt in vergelijking tot 2013, maar laten onduidelijk de sterkte zien. Wanneer je de Richter sterkte op een lineaire schaal zou uitzetten is het papier gauw te klein. Zie schets volgende pagina. In de beginfase (2013) probeerde de auteur inzicht te krijgen in de door de officiële aangeleverde informatie en die meer begrijpelijk te presenteren voor een burger.³⁴

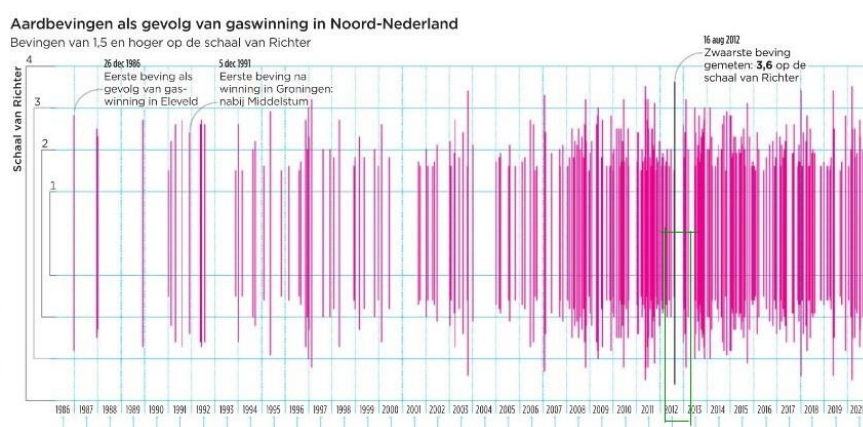
De Richtersterkte van de aardbevingen heeft betrekking op de energie in het hypocentrum en werd steeds op een logaritmische schaal afgebeeld die niet aansprak bij het begripsvermogen van de burger.³⁵ Door het afbeelden (NAM en de KNMI) van de bevingsterkte met gelijke afstanden tussen Richter 2, 3 en 4, wordt de indruk gewekt dat die waarden dicht bij elkaar liggen, hetgeen niet het geval is. **Het sterkteverschil of de belasting op de gebouwen en het schadeniveau wordt primair bepaald door de PGA in het epicentrum.** Die PGA-waarden werden alleen in de NPR vermeld. De Richter werd niet vertaald naar de PGA.

Figuren 21. Grafiek van de KNMI (Volkskrant 16-1-2021).

Richter 3 is echter 10 x zo sterk als Richter 2, niet een gelijke stap.

Richter 4 is 10 x Richter 3. Horizontaal is de onderste of de bovenste helft van de grafiek niet relevant.

Detail 2012 op de volgende pagina.

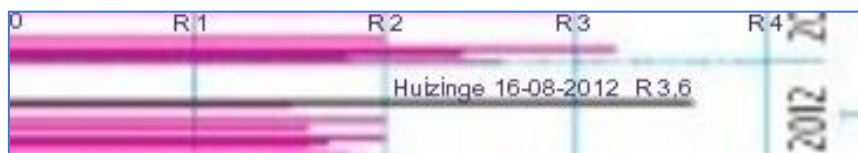


³³ Zie <https://www.rtvnoord.nl/nieuws/189824/Aardbevingsnieuws-januari-2018-Beving-3-4-in-Zeerijp-en-nieuw-schadeprotocol>

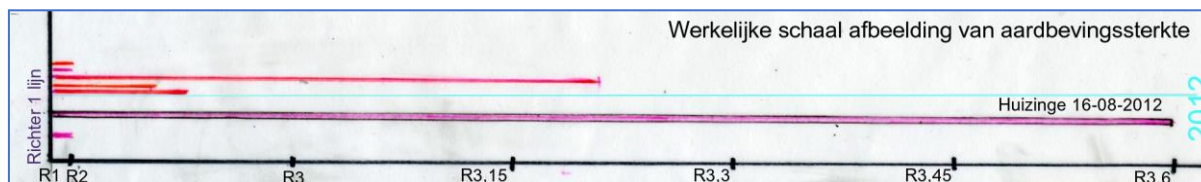
³⁴ Anderen probeerden: <https://www.ongr Groningen.nl/1-evaluatie-van-de-huizinge-beving-op-16-augustus-2012/>

³⁵ Grafieken: <https://www.knmi.nl/kennis-en-datacentrum/uitleg/aardbevingen-door-gaswinning>

In het schema lijkt het er op dat de Huizinge aardbeving (2012) 2x zo sterk is als de bevingen van voorjaar 2012, en slechts 10% sterker dan de bevingen begin 2013.



Onder is de werkelijke schaal getekend. De Huizinge aardbeving is ongeveer 20X zo sterk is als andere voorjaar 2012 bevingen en ongeveer 2X zo sterk als de sterkste beving van begin 2013. Om een Richter 4 uit te beelden moet het papier 2X zo breed zijn. Voor een Richter 5 ongeveer 20X zo breed.



De beeldvorming voor het publiek wordt door de logaritmische weergave verstoord, alsof die hogere Richter niet zoveel voorstelt, maar de PGA-belasting op gebouwen wordt niet vermeld. De PGA wordt aan het aardoppervlak gemeten. Alleen in het epicentrum is de PGA het hoogste, meerdere km daarbuiten zwakt deze af. Een 2X zo hoge PGA is ook een 2X zo hoge gebouwbelasting. Er werd geen relatie gelegd tussen de Richter-waarden en de PGA waarden.

Punt 8 pag. 20, geen bouwkundige kennis. Het rechter grafiekje van *Figuur 17* geeft ongeveer de voelbare en niet-voelbare bevingen aan. Een positie van de NAM naar het publiek was dat de bevingen die je niet voelde ook geen effect hadden op de gebouwde omgeving³⁶. Punt 9, ontkennen of afwijzen funderingsschade. Dat is met slappe gronden en slechte **funderingen wel zeker het geval** en veroorzaakt over verloop van tijd (veel kleine bevingen) kleine zettingen en dientengevolge scheuren in het baksteen metselwerk. Er is echter wel een beperking^{xvii}. Daarom heeft men een grens getrokken bij erg kleine bevingen, zoals bijvoorbeeld ontstaan door het dichtklappen van een zware deur of een wasmachine die uit balans is. Tegen dat soort trillingen moet een gebouw bestand zijn.³⁷ Hoofdstuk 11 van het Burgerboek, met drie typische projecten geeft een voorbeeld van hoe een wasmachine een gebouwtje kan slopen.

Het Punt 5 pag.19, zware aardbevingen projectie. Zonder voldoende uitleg hoe men aan die hoge Mw-waarden kwam en wat dat in de praktijk op de langere termijn betekende, had als resultaat dat de hele provincie Groningen op het verkeerde been werd gezet.³⁸ Hoewel de relatie tussen maximum PGA in het epicentrum en de PGA daarbuiten gesneden koek was voor specialisten, werd slechts de maximale Richter ($\approx$ Mw) vermeld. Dit had wel een $> 100\%$ extra veiligheidsmarge en voor 975 jaar $< 5\%$ kans of 2475 jaar en $< 1\%$ kans, maar dat werd niet gerelativeerd³⁹. Het idee om slechts de bevingsterkte in Richter uit te drukken als vorm van **over-simplificatie** had een averechts effect op de beeldvorming bij de burgers en de Pers.

Het langere termijn resultaat van deze onduidelijke informatie is dat toen de PGA-waarden naar beneden werden bijgesteld als gevolg van 'voortschrijdend inzicht', de bevolking dat interpreteerde als het mogelijk dwangmatig van uit de NAM verminderen van de financiële schadeloosstelling.

³⁶ Het is niet duidelijk of deze positie van Arup kwam of uit de overweging dat het versterken van funderingen veel gaat kosten en daarom werd uitgesloten van de A- en B-schade regeling. In 2015 werd de consultant Witteveen en Bos geïnstrueerd dat funderingsschade C-schade was en **niet werd vergoed**.

³⁷ Alleen bij uitzondering kunnen trillingen $PGA_g < 0,05$ buiten de contour in aanmerking komen.

³⁸ Achteraf constatering, want in 2014 werd er geen onderzoek gedaan over wat de burgers begrepen of niet.

³⁹ In de berekeningen voor tektonische aardbevingen wordt de kans van de maximale aardbeving uitgerekend op respectievelijk 95, 275, 475, 975 en 2475 jaar, elk met een steeds kleiner kans-percentage.

Het Punt 13 pag. 20 de Pers vergroot de angst, geeft aan dat de opinie van de burgers wordt beïnvloed door de Pers die zoals gebruikelijk beelden vertoonde van recente grote aardbevingen in de wereld. Voor de burgers in Groningen is er echter geen andere vergelijking dan het gebruikte Richter of Mw-getal. In de periode sinds de eerste grotere aardbeving van 8 augustus 2006 te Westeremden is de Groningse bevolking gespitst op aardbevingsnieuws uit de hele wereld, zoals:⁴⁰

- ❖ **12 January 2010:** About **230,000 people die** in and around the Haitian capital Port-au-Prince as a **7.0-magnitude** earthquake strikes the city. Hele slechte bouw en géén aardbevingscode.

Figuren 22. New York Times, 2006 afbeelding Java



- ❖ **22 februari 2011:** **Magnitude 6,2** aardbeving in Christchurch Nieuw Zeeland.



Figuren 23. Gebouwen die veel lijken op de gebouwen in de provincie Groningen.

- ❖ **4 August 2014:** Approximately **600 people are killed** in a **6.1-magnitude** earthquake that strikes Yunnan China. Thousands of houses are destroyed and landslides are triggered.

Figuren 24, CNN afbeeldingen van de Yunnan, China



- ❖ **25 April 2015,** **7.8-magnitude** earthquake **kills more than 8,000 people** and leaves hundreds of thousands homeless, in the worst natural disaster to strike Nepal since 1934.

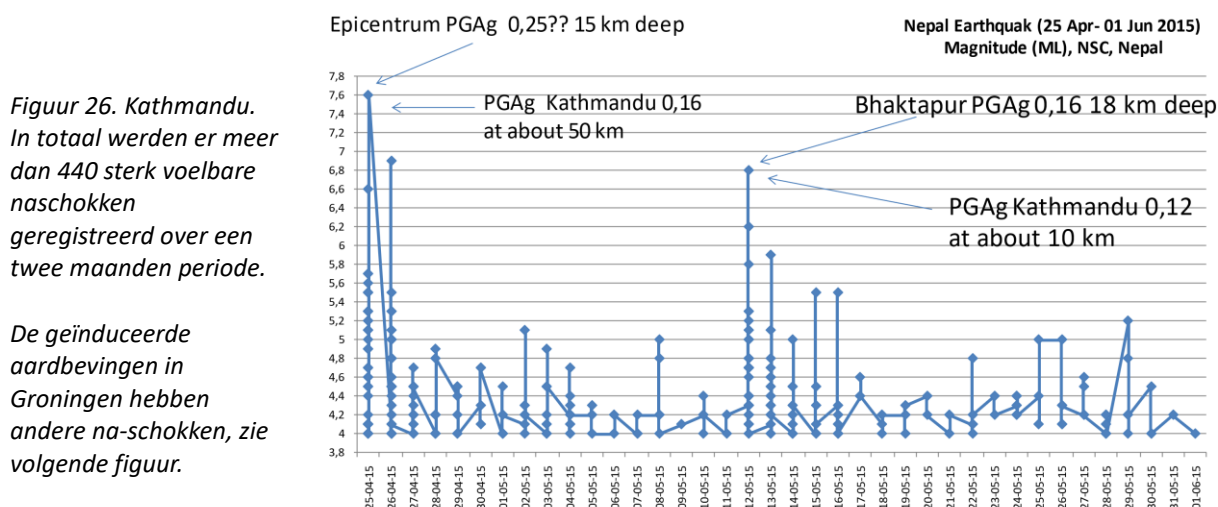
Figuren 25. NBC en Britannia nieuws. Kathmandu (Gorkha) aardbeving.



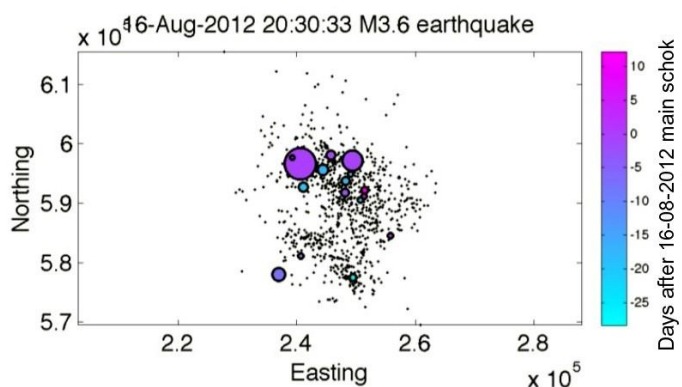
⁴⁰ Alleen een paar lichtere bevingen zijn hier vermeld om de Mw-waarde enigszins te vergelijken. Bron: History of deadly earthquakes 26 October 2015: <http://www.bbc.com/news/world-12717980>

De aardbeving nabij Kathmandu op 25 april 2015 (Gorkha earthquake) ontstond op een diepte van ongeveer **15 km** (elke 75 tot 80 jaar interval). Deze bevingen worden veroorzaakt door het horizontaal opdrukken van het India continentale plat naar het Aziatische, waardoor de Himalaya is ontstaan (0,5 cm/jr). Deze beving en de na-schokken resulteerde in **9,000 doden** en 22.000 gewonden en had een **Mw 7,8**, met een PGAg < 2,5 in het epicentrum. In Kathmandu stad werd twee maal een **PGAg gemeten van 0,16** hetgeen een tweemaal zo hoge versnelling is als de aardbeving van 16 augustus 2012 te Huizinge. De maximale horizontale heen en weer verplaatsing in Kathmandu van de eerste schok was op sommige plaatsen **30 cm**, terwijl de Huizinge beving **< 1 cm** bleef.

Voor burgers die in 2012-2014 niet bekend zijn met de effecten over de verschillen tussen de bevingen en geen idee hebben van de **logaritmische schaal** van Richter zijn deze beelden een bevestiging van hun angstgevoelens dat hun huizen kunnen instorten als er óók nog wordt beweerd dat de bevingen steeds zwaarder worden. Het verschil tussen een Mw 4, 5 of Mw 6 is onduidelijk voor de bevolking.

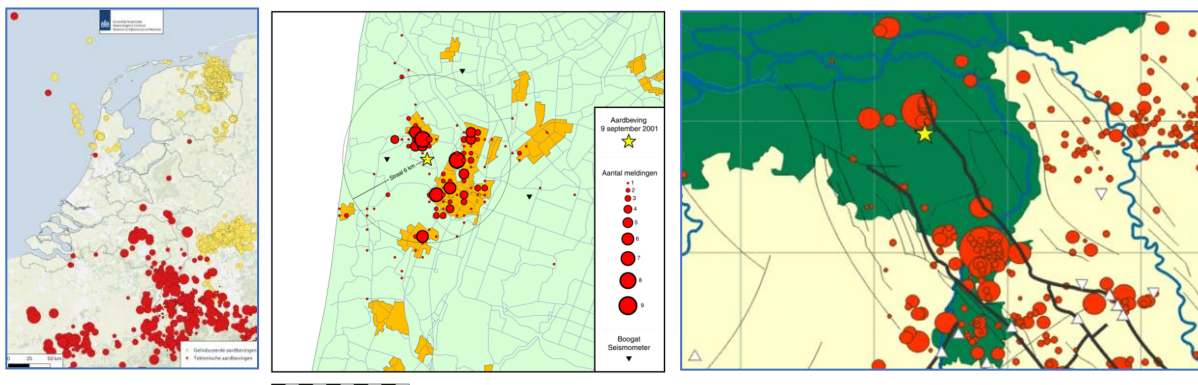


Figuur 27. Huizinge. De vóór- en náschokken bij Huizinge werden wel geregistreerd maar waren niet voelbaar. De twee paarse cirkels zijn de dubbele schok van 16-08-2012, waardoor deze beving als veel zwaarder werd gevoeld dan de Westeremden beving, maar een iets lagere PGA had. De grafiek geeft ook aan hoe nauwkeurig de data al in 2012 gemeten werden.



Deze twee voorbeelden geven een indruk van de verschillen die er bestaan tussen **tektonische** bevingen en de Groningse **geïnduceerde** bevingen. Tektonische bevingen zijn het resultaat van horizontaal verschuivende continentale platen (*Figuur 13*). In Groningen ontstaan ze door interne gasdruk verschillen in de 200 m dikke zandsteenlaag en hoofdzakelijk in verticale bewegingen. Breukvlakken in het reservoir gesteente lopen niet of nauwelijks door in de onderliggende Carboon laag en helemaal niet in de bovenliggende taaie zoutlaag. Er is vaak maar 1 schok die 0,1 tot 0,2 seconde duurt en slechts een horizontale (S-golf) of verticale (P-golf) uitslag heeft van < 1 cm.

In de regio Alkmaar-Bergen komen vanwege de aardgasexploitatie daar ook lichte aardbevingen voor (Mw 3,5 op 9 september 2001 bij Alkmaar), terwijl er in Brabant tektonische bevingen voorkomen, beiden in de zelfde orde van grootte als die in Groningen. Over deze bevingen is minder te doen geweest in vergelijking met Groningen.



Figuren 28. Overzichtskaart en detailkaarten van overige bevingen in Nederland die in Nederland van dezelfde grootte waren als die in de provincie Groningen, maar minder aandacht van de Pers en actiegroepen kregen.

Het grote verschil tussen de situatie in Groningen en die in Alkmaar-Bergen is, dat in de regio Groningen er maar liefst >200.000 bewoners waren die de verschillende aardbevingen voelden en zich zorgen maakten over hun woningen bij het voortduren en het voorgespiegelde erger worden van de bevingen. De lokale pers en actiegroepen hebben aan het angstgevoel een belangrijke negatieve bijdrage aan geleverd, maar tegelijkertijd waren zij naar politiek Den Haag het breekijzer om de gasproductie te laten stoppen.

Punt 8 pag 20, geen bouwkundige kennis gecombineerd met die over aardbevingen, speelde een belangrijke rol in de schadebeoordeling. Hierdoor ontstond er een grote vraag naar contra-expertise. Per gebouw typologie (tabel Burgerboek Hoofdstuk 1, Begrippenlijst, Gebouwworm) zijn er ook aanzienlijke verschillen in het schadepatroon. Per tijdsperiode sinds 1900 is er een gebouwtype vastgesteld (eerst Plecht-Vos en daarna Arup 2013)^{xviii} voor elke 20-jaar periode⁴¹. Dat kon, omdat er sinds 1900 ongeveer elke twintig jaar een andere bouwverordening kwam, te beginnen met de woningwet van 1901. In Nederland werd de goedkope woningbouw geconstrueerd op basis van minimale eisen betreffende de sterkte van de constructie. Elke verbetering in de bouwwetgeving hield dan ook een versterking van de constructie in en daardoor tegelijkertijd (in veel gevallen toevallig) minder gevoeligheid voor aardbevingen. Dat wil zeggen, **met uitzondering van** de doorzonwoningen en rijtjeswoningen met hun grote ramen in parallelle gevels en zware betonnen etagevloeren, die dan ook een aparte categorie (typologie) vormen.



Figuren 29. Veel woningen in de provincie vallen onder de pré 1900 categorie met steens muren en zonder verbindende rondgaande lateiconstructie en zonder verbindend etage vloerdiafragma.

Op basis van de schademeldingen van elk woningtype en elke beving kan een grafiek gemaakt worden die de toename van het aantal schademeldingen in relatie tot de PGAg weergeeft.

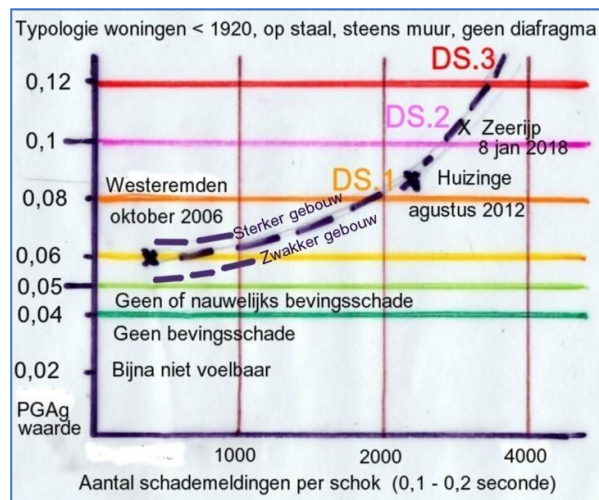


⁴¹ In de bouwwereld is dit een bekend fenomeen, maar werd door de schade gevallen in de provincie Groningen wel erg duidelijk. De verschillende typologieën die door Arup werden beschreven zijn later door verschillende partijen overgenomen nadat deze publicaties na 2016 publieke informatie werden.

De schade zal exponentieel toenemen naarmate de aardshok sterker is of langer duurt. Het totaal aantal aan schades is inclusief de lichtere schades in de zones (seismische contouren) buiten het epicentrum die een lagere PGA ondervinden. Voor elk type woning zal dat een andere grafiek zijn. **Deze grafiek is van één enkele schok.**

Figuur 30. Door slechts een paar gebeurtenissen in een grafiek te verbinden met een exponentiele lijn, kan ingeschat worden dat bij een PGAg 0,11 de ongeveer 3000 woningen schade zullen vertonen, waarvan er een aantal DS2 schade kunnen hebben.

Sterkere woningen hebben een hogere lijn. In het totaal aantal zijn ook de buitenzones meegenomen, waar de PGAg kleiner is, maar het gebied groter. De inschatting is hier dat bij een PGAg >0,12 de schade proportioneel zal toenemen.



In de onderstaande schetsen: URM = *UnReinforced Masonry* of ongewapend metselwerk.

DS = Damage State of de mate van beschadiging:

DS 1 = licht (PGAg 0,7 - 0,8), linker schets beneden.

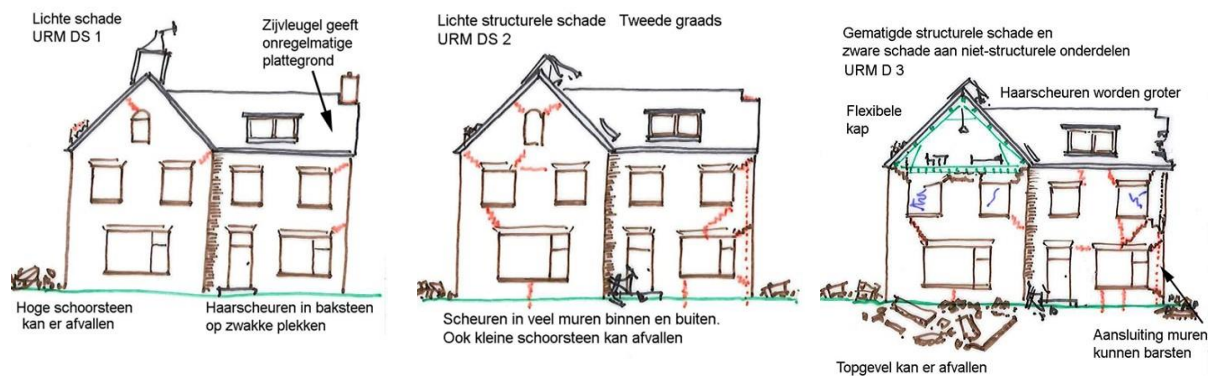
DS 2 = flink (PGAg 0,9 - 1,1), midden schets beneden.

DS 3 = zwaar (PGAg 1,2 - 1,3), rechter schets beneden.

DS 4 = erg zwaar (PGAg 1,4 - 1,5). Onderste schets.

DS 5 = ingestort (niet afgebeeld).

Deze indeling komt uit de Amerikaanse FEMA. De interpretatie is hier gemaakt voor een pré-1920 woning met steens muren zonder vloerdiafragma's, een veel voorkomend type in Groningen.



Figuren 31. De eerste drie schadeniveaus vertaald naar de pré-1920 woningtypologie met fundering op staal, steens muren, smalle raampenanten, geen lateien en zonder etage vloerdiafragma's (hout).

Rechts. Schade niveau DS 4. Zware schade.

In veel situaties is bij dergelijke schade het herstellen van het gebouw niet meer aan de orde.

Bij het smaller worden van de raampenanten zal de schade toenemen.

Zware structurele schade en zeer zware niet-structurele schade URM D 4

Zonder verbindings valt een baksteen gebouw uit elkaar

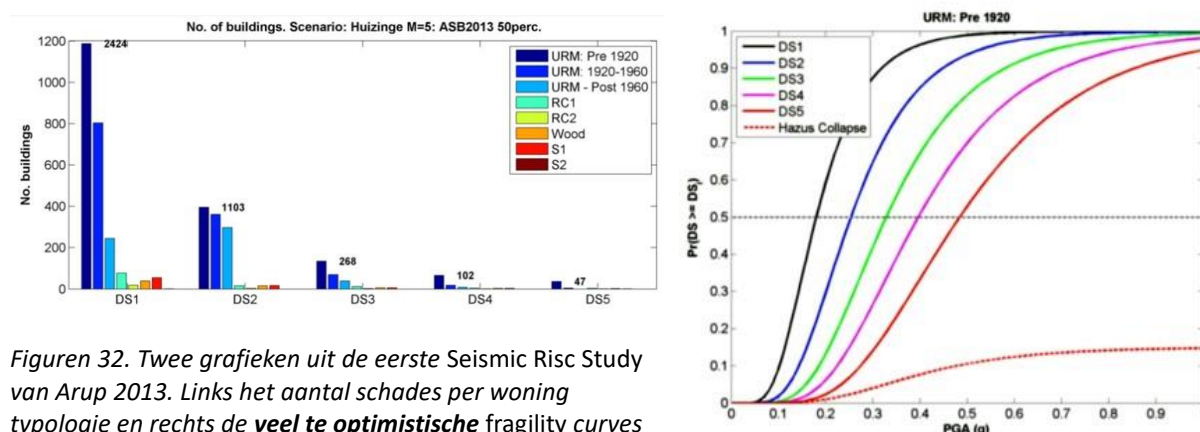
Bij een onregelmatige plattegrond kunnen de uitstekende gebouwdelen extra schade oplopen

Door een grotere flexibiliteit van houten vloeren en kapconstructies ontstaan in een stijve baksteen constructie extra veel barsten.

De grafiek van *Figuur 30* is mijn inschatting voor dit type woning, zonder dat er uitgebreide detaildata van meer woningen is verzameld. Van elk woningtype kan een aparte grafiek gemaakt worden, waarbij de dikke onderbroken lijn voor elk sterker type gebouw hoger komt te liggen.⁴²

Wat niet aan het publiek werd uitgelegd, dat die PGAg beïnvloed wordt door de gesteldheid van de top 30 m van de grond. De trilling-belasting die in drie richtingen (links-rechts, voorwaarts-naar achteren en op-en-neer) op de fundering aangrijpt wordt in hoge mate bepaald door de gesteldheid van de grond in die bovenste 30 m. De 2021 seismische kaart van het KNMI geeft nu de PGAg aan inclusief de grondwaarde voor de locatie. <https://seismischekrachten.nen.nl/map.php>

Bij herhalingsschok zal er minder nieuwe schade optreden, omdat het gebouw door de scheurvorming meer bewegelijkheid heeft en een gedeelte van de schok zal absorberen. In de gebieden buiten het epicentrum van die nieuwe schokken zullen dan ook weinig extra schademeldingen komen, met uitzondering van een aantal die verergering van de eerder gemelde schade doorgeven.



Figuren 32. Twee grafieken uit de eerste Seismic Risk Study van Arup 2013. Links het aantal schades per woning typologie en rechts de **veel te optimistische** fragility curves van pré 1920 bouw. Er wordt door Arup wel aangegeven dat de sample te klein is om er de juiste conclusies aan te verbinden. De verticale nullijn begint feitelijk bij het beging van de zwarte lijn dus al een 0,05 PGA verschil voor de beginwaarden.

De eerste *Seismic Risk Study* door Arup, gepubliceerd in november 2013 ^{xix}, vergelijkt de schade van de 1992 Roermond (tektonische, relatief langdurige) aardbeving met een klein aantal schades van de Huizinge 2012 geïnduceerde beving (zeer korte duur), waardoor een incompleet beeld ontstaat; dit is ook aangegeven in het rapport. Het rapport is in het Engels en met de vele formules niet te doorgronden voor een burger; het was ook niet beschikbaar voor inzage, slechts na 2018 wordt de gereviseerde versie 7 toegankelijk en beschikbaar gesteld aan de Tweede Kamer. {Zie eindnoot ⁱⁱⁱ}

Het voorgaande is een voorbeeld van interne communicatie die niet toegankelijk was voor de burger. Als het wel toegankelijk was geweest, bleef het voor die burger toch onbegrijpelijke kost.

Om de 1^{ste} vraag aan het begin van dit hoofdstuk te beantwoorden pag. 18 (Hoe was de informatie van de NAM naar de bevolking?), kan het volgende worden gesteld:

- In eerste instantie was de informatie onjuist door te stellen dat er geen relatie was tussen de gaswinning en de bevingen want de NAM wist dat al sinds 1986 en sinds 1991 er gedetailleerd informatie over verzamelde en er sinds 2000 uitgebreid onderzoek naar deed.
- De informatie werd hoofdzakelijk intern binnen de NAM gehouden en was vaak in het Engels. Wat naar buiten kwam was beperkt en ondoorzichtig, waardoor de bevolking geen beeld kreeg van de in de toekomst te verwachten situatie. De eerste onderzoeksrapporten en plannen van de NAM consultant Arup waren in het Engels gesteld en DRAFT versies, waren niet toegankelijk voor de bevolking.

⁴² Dit is overeenkomstig de 'Fragility Curves' uit de Arup rapporten, maar op een andere manier geïnterpreteerd zodat het meer inzichtelijk is gemaakt, en niet gerelateerd aan de Roermond aardbeving.

- c) De rapporten die sinds 2013 en 2014 naar buiten kwamen hadden allemaal andere waarden voor de te verwachte bevingsterkte variërend van Mw 4 tot Mw 7. Dat is een verschil van een factor 1000. Elke stap van 1 punt hoger Mw is een factor 10.
- d) Er werd geen uitleg gegeven over de bevingsterkte Mw of Richter of de vergelijking met buitenlandse aardbevingen die regelmatig in het nieuws kwamen.
- e) Alle rekenmethodes door de ingenieurs over gebouwsterkte en de NPR gaan over de PGA, maar de relatie tussen Mw of Richter en de PGA werd nergens uitgelegd.
- f) De Pers nam niet de moeite om er wel duidelijkheid in te brengen.
- g) De PGA-waarden in 2014 en 2015 waren gebaseerd op de NAM wens om door te gaan met de continuering tot de uitputting van het gasveld, en op commerciële basis.
- h) De ingenieurs en wetenschappers van de NAM en andere instituten hadden geen zicht op de kwetsbaarheid van een groot deel van de Groningse bebouwing en dachten voldoende tijd te hebben (verschillende jaren) voor onderzoek en versterking, waarna men tot uitputting van het gasveld kon doorgaan.
- i) De sociale gevolgen van de extreem hoog geponeerde PGA (Mw en Richter waarden) werden door de NAM niet realistisch beschouwd en zijn hun Achilleshiel geworden.

De volgende stellingen kunnen worden gemaakt:

- A. Elk wetenschappelijk geschreven product moet een samenvattend hoofdstuk hebben dat in **eenvoudig leesbare en voor de gewone burger begrijpelijke Nederlandse taal** op een duidelijke manier het thema en de conclusies omschrijft. Dit kan samen met een journalist worden opgesteld en moet geschikt zijn voor de publieke media.⁴³
- B. Wanneer een ter zake deskundige organisatie (e.g. NAM, KNMI, TNO) wetenschappelijke projecties maakt over de schade die aan de bevolking en hun eigendommen kan worden toegebracht (e.g. aardbevingen of milieu), dan **moeten die projecties tegen het licht gehouden worden** om de sociaal-politieke-juridische realiteit van de voorgestelde maatregelen te overwegen (e.g. meer of langer aardgas extractie).⁴⁴

De volgende stellingen zijn observaties over wat er gebeurde:

- C. Wanneer een ter zake deskundige organisatie onwaarheden vertelt of cruciale informatie achterhoudt of misleidende informatie verstrekt, zal dat langer **onthouden** worden door de burgers dan positieve informatie dat ze bijvoorbeeld de schade ruimschoots gaan vergoeden. Het grote probleem is dan hoe de eerdere onwaarheid daarna wordt teruggebracht tot de actuele waarheid.
- D. In het hele communicatieproces zal de in het nauw gedreven bevolking **bevestiging** zoeken van hun positie **door associatie** en alles noteren wat hun stelling bevestigt dat de tegenpartij fout bezig is. Het effect is dat lokale organisaties die het opnemen voor die burgers zich als het ware ingraven (schuttersputje) en minder oog hebben voor een evenwichtige analyse.⁴⁵

⁴³ Hierbij moet voor de toekomst ook overwogen worden dat de taalkundigheid en leesvaardigheid van veel Nederlanders van de nieuwe millenniumgeneratie achteruitloopt of veranderd door het veelvuldig gebruik van digitale media die gebaseerd is op minimalistisch taalgebruik en beïnvloed is door verkeerde informatie.

⁴⁴ Dit is een belangrijk probleem omtrent de berichtgeving over de klimaatopwarming. Er wordt nooit goed aangegeven wat de praktische of financiële consequenties op de lange termijn zijn van die klimaatopwarming. De hele Randstad van West-Nederland (10 miljoen inwoners) kan dan onder water verdwijnen, en dan zal men wellicht dijken moeten gaan bouwen langs de Utrechtse heuvelrug.

⁴⁵ Het concept 'Confirmation by Affiliation' is een bekend fenomeen bij vastgelopen communicatieprocessen.

- E. De kosten van herstel van vertrouwen en de tijd die daarmee gemoeid is, zijn vaak groter dan de kosten die het gevolg zouden zijn geweest wanneer direct in het begin duidelijkheid was geboden en de tijd die achteraf nodig is om dat vertrouwen te herstellen. 'Vertrouwen komt te voet en gaat te paard'.



Figuren 33. De Media van dagbladen, TV en actiegroepen bouwde en versterkte de publieke opinie door het regelmatig herhalen van spectaculaire beelden van woningen en boerderijen in de stutten. Deze beelden bleken erg krachtig.

- F. De Pers heeft een belangrijke rol in de communicatie naar de bevolking. Enerzijds kan dit leiden tot polarisatie van de burgers, zoals het wantrouwen naar de NAM en de Overheid en de verergering van het onveiligheidsgevoel en de angst, maar anderzijds kan het een breekijzer vormen om politieke besluitvorming te forceren, zoals het reduceren van de gasexploitatie.

Wanneer ik nu (zes jaar later dan de NPR9998:2015) het proces bekijk, zie ik dat de NAM in eerste instantie haar best heeft gedaan om een goed schadebeoordelingsproces op te zetten en royaal de herstellkosten te financieren. Het resultaat van onvoldoende bouwkundige kennis bij de NAM was het beperkte criteria van de C-schade dat onvoldoende of geen rekening hield met de bouwkundige zwakte van de oude woningen en het effect dat lichte trillingen op de funderingen op staal kunnen hebben. Het resultaat was dat er veel contra-expertises onopgelost bleven en veel gebouwen in de stutten bleven staan.

Bij het opzetten van de grootschalige versterkingsoperaties kwamen veel burgers niet vroegtijdig aan bod, maar de meer belangrijke openbare gebouwen zoals de Openbare Basis Scholen (OBS). Om meer afstand te nemen van de herstelwerkzaamheden werd de schadebeoordeling naar het CVW geschoven. De burgers met veel C-schade en funderingsproblemen die niet hun 'eigen gebrek' konden financieren bleven achter in het versterkingsprogramma. Voor hen bleek het noodzakelijk om extra (renteloze?) bouwfondsen te hebben om dat zogenaamde 'eigen gebrek' van de woningeigenaren te financieren. **De NAM wees dit concept af, omdat ze een energiemaatschappij waren en geen bouwfondsen voor die bevingsschade slachtoffers wilden opzetten.**

Het eigen van ingenieurs is dat men alles precies wil kunnen berekenen en in getallen uitdrukken. Voor precieze getallen over matig onbekende zaken zoals de diepe ondergrond of zwakke gebouwen werd dan ook veel (extra, tijdrovend) onderzoek gedaan, zonder dat er voor de grote lijnen veel grote veranderingen plaatvonden. **De grote lijn of het reel was om de zware aardbevingen te genereren wel realistisch was, werd niet gezien.** Dit had ook commerciële achtergronden van wege de ruime financiering van dat onderzoek en de behoefte om de gasvoorraad uit te putten.

Toen het CVW onvoldoende door de woningeigenaren geaccepteerd werd (2015-2018?), werd het hele schade beoordelingsproces naar de NCG doorgeschoven. Toen dat ook onvoldoende werkte of snel genoeg ging werd in 2019 het IMG (Instituut Mijnbouwschade Groningen) opgericht. **De NAM probeert zich volledig te distantiëren van het herstelproces, alsof het niet door hen gecreëerd is.**

Het zich onttrekken van de NAM uit de herstel- en versterkingsprocessen is een aspect van het type (kapitalistische) bedrijfsvoering dat in de moderne wereld gebezigd wordt. De (grote) sociale of milieuproblemen die door de winning van natuurlijke rijkdommen worden veroorzaakt zijn niet van te voren ingecalculeerd, terwijl naderhand de maatschappijen die de winst hebben opgestreken zich aan verdere verantwoordelijkheid onttrekken. Vergelijk met Tata Steel en de grafietvervuiling.

De volgende stelling kan worden gemaakt.

- G. Bij de geplande exploitatie van natuurlijke rijkdommen⁴⁶ zal er een fors bedrag uit de opbrengsten langdurig gereserveerd moeten worden om de milieu en andere schade op de duur te kunnen compenseren of herstellen. De schade veroorzakende partij mag zich niet onttrekken aan de lange termijn gevolgen van de veroorzaakte schade.

In het voorgaande hoofdstuk is het volgende gemeld:

- a. De grafieken en statistieken lieten hoofdzakelijk zien wat er gebeurd was, maar lieten aan de burger niet duidelijk zien wat er aan de hand was. Het hoe en waarom werd niet verklaard.
- b. De dreigingskaartjes van de NPR waren wel duidelijk in PGA cijfers, maar die cijfers hadden geen relatie met alleen de Richter of Mw waarden die uitsluitend in de Pers en andere publicaties vermeld werden, terwijl de PGA-waarden bepalend zijn voor de gebouwschade.⁴⁷
- c. De Pers publiceerde regelmatig de effecten van aardbevingen elders in de wereld met Mw waarden die vergelijkbaar waren met de projecties in Groningen, doch ook met grote ravage en duizenden doden. Er werd geen duidelijke vergelijking gemaakt, waardoor de burgers een angstbeeld kregen van de effecten van een aardbevingen met vergelijkbare Mw of Richter.
- d. De verschillende rapporten die in de Pers werden aangehaald over de sterkte van de bevingen laten zien dat er sinds 2012 (Huizinge Mw 3,6) een variëteit van sterkere (Mw 4,0), zware (Mw 5,5), tot nog zwaardere (Mw 6) projecties werden gemaakt voor Groningen, zelfs met uitschieters van zeer zware Mw 7. Dit, terwijl er geen inzicht was in de betekenis dat een enkele punt verhoging een tienvoudige bevingszwaarte inhield.
- e. Ofschoon er al sinds 2015 sprake was van de geplande vermindering van de gaswinning, en het voor iedereen duidelijk was dat er een directe relatie bestond tussen de gaswinning en de bevingen, werden de NPR dreigingskaartjes met een vertraging van een half tot een heel jaar pas aangepast. Ze waren dus altijd te hoog, waarbij de ingenieursbureaus bleven rekenen met die te hoge PGA-waarden voor de versterkingsadviezen.
- f. Vanwege de blijvend hoge PGA van de dreigingskaartjes bleef ook logischerwijs de dreiging van instorten van gebouwen tot 2018 bestaan, ook al was de gaswinning gehalveerd en zou worden afgesloten per 2025. Het sociale resultaat van de aanhoudende dreiging met instort risico heeft geleid tot lichte en zware trauma's onder de bevolking;^{xx} inclusief zelfmoord.⁴⁸

Conclusie:

De dreigingskaarten waren volstrekt irreëel van wege de extrapolaties, extra zekerheden en onzekerheden, 5% en 1% kansberekeningen, gemaakt een half jaar of jaar na besluitvorming over de gaswinningsreductie en geprojecteerd over meer dan 200 jaar nadat de gaswinning was beëindigd. Bovendien zou op basis van die eerste prognose de helft van alle gebouwen in de provincie Groningen zwaar beschadigd zijn of instorten.

⁴⁶ Hardhout, steenkool, olie, teerzand, goud, gas, zout, bruinkool, diamant, zilver, vis, uranium, enz. Voor bijvoorbeeld de productie van boreaal naaldhout is een 100 jarige planning voor de groei van nieuwe bomen zelfs zwaar onvoldoende. Voor de productie van tropisch hardhout bestaat geen 200 jarige planning, maar ondertussen worden wel alle bomen gekapt en de biodiversiteit vernietigd.

⁴⁷ Omdat in Groningen de aardbevingen allemaal uit dezelfde diepte kwamen waren die wel vergelijkbaar, maar de relatie werd nooit uitgelegd.

⁴⁸ Rapportage Reporters online. <https://reportersonline.nl/psychische-genocide-in-de-provincie-groningen/>

Hoofdstuk 4. Was die NPR9998 noodzakelijk; waren de PGA-waarden reëel?

Hoe heeft het drama zover kunnen komen?

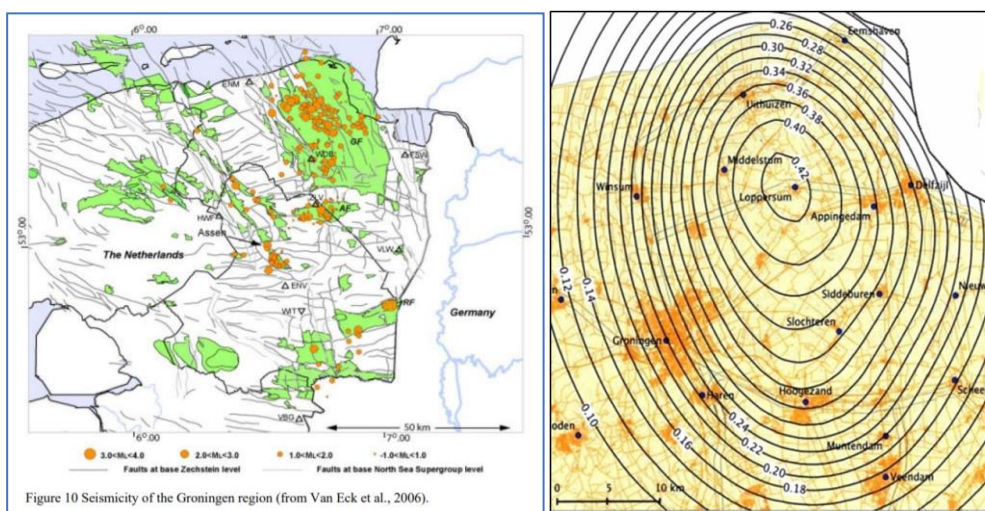
Het antwoord is complex en kan beter door sociologen worden beantwoord⁴⁹, maar veel is gebaseerd op de zware tot zeer zware projecties van de toekomstige aardbevingen door de diverse instituten. Dat is in de eerste plaats de NAM die hoofdzakelijk commerciële perspectieven had, maar vervolgens de instituten die de berekeningen van die toekomstige Mw of PGA dreigingskaarten van de NPR maakten en die als wetenschappelijke stellingen poneerden.

Er zijn twee aspecten aan de NPR, namelijk of die NPR9998 wel noodzakelijk was, en ten tweede dat de dreigingskaart daar los van staat. Het is niet zo dat die NPR9998 slecht is of onbetrouwbaar. Dat is niet het geval, want het is hoofdzakelijk een vertaling van de Engelstalige Eurocode 8, die in heel Europa wordt gebruikt, naar het Nederlands.

Maar voor Nederlandse ingenieurs en architecten was die **vertaling totaal overbodig**, die konden wel met de Engelstalige Eurocode 8 overweg, immers op HBO niveau is er voldoende kennis van het Engels en onder de ingenieurs van wiskunde om de berekeningen uit te kunnen voeren. Om die berekeningen uit te kunnen voeren zijn de PGA kaarten per land aan de Eurocode toegevoegd.^{xxi}

Met de voelbare geïnduceerde aardbevingen in Groningen is er sinds 2012 een extra dreigingskaart gemaakt voor Groningen met de door de instituten berekende waarden voor de toekomst. De risicokaart bepalen staat los van die NPR9998 vertaling, maar de kaart is wel een officieel onderdeel van de NPR. Die hazardkaart werd eerst door de NAM berekend en in 2014 door de KNMI en vervolgens na 2015 door een commissie met KNMI, TNO en Deltares. De eerste kaarten waren gebaseerd op de wensen/planning van de NAM om in 2013 door te gaan met de gaswinning zoals in het winningsplan 2007 stond, waardoor die maximale PGA in 2014 hoog uitviel.

Figuren 34. Links: De projecties uit 2006 en rechts de eerste NPR-dreigingskaart 2013. De maximale beving tot 2006 is Mw 3,4 van de Westeremden beving, overeenkomend met een PGAg $\approx$ 0,07.



*Het eerste NPR9998:2015 dreigingskaartje is **5x zo zwaar** als de 16-08-2012 Huizinge beving met Mw 3,6.*

Waarom had de NPR9998 of NEN commissie (die wel verstand had kunnen hebben van de reeds geleden schade, maar niet onderzocht) niet bij de NAM aan de bel getrokken met de vraag of ze wel de juiste besluitvorming hadden over de planning waarop die berekeningen waren gestoeld?

⁴⁹ Groningen Dorpen, RU-Groningen over systeemslachtoffers:

<https://groningerdorpen.nl/nieuws/aardbevingsproblematiek-maakt-systeemslachtoffers/>

De NPR9998 commissie had toch meer een overzicht op de gehele problematiek moeten hebben, niet alleen de Eurocode 8 vertalen (want dat was eigenlijk onnodig) en zonder kritiek de PGA-sommetjes van de NAM-KNMI moeten accepteren. Ze hadden op hun knopen kunnen natellen dat met een PGAg 0,36 (NPR 2015) het merendeel van de op staal gebouwde oude bebouwing (pré-1920) zware schade zou oplopen en gedeeltelijk instorten als bij een PGAg 0,085 al 10% van alle gebouwen schade had opgelopen en > 75% van de pré-1920 gebouwen flinke schade. Dan heb je het over > 5.000 woningen?

Het (interne)⁵⁰ rapport van Arup 2013: *Groningen 2013 Seismic Risk Study - Earthquake Scenario-Based Risk Assessment* REP/229746/SR001 Issue | 29 November 2013, geeft de aantallen schade aan van de meest kwetsbare woning typen (bouwjaar van pré 1920). Kleine groepen woningen uit elk dorp en bouwperiode werden geanalyseerd, dus de tabel is matig representatief voor alle woningen.

Table 4 Damage statistics based on the survey undertaken by Arup in May 2013.

City	URM bouwjaar	Repi (km)*	PGAg	PGA obs (m/sec ²)	DS1 (%) Lichte schade	DS2 (%) Zwaardere schade
Loppersum	< 1920	6,28	0,051	-	61,5	3,8
Bedum	1920-1960	7,4	0,045	-	19,1	0,0
Middelstum	1960	1,29	0,079	0,5	0,0	0,0

URM = *UnReinforced Masonry* (ongewapend baksteen). Repi is de doorsnede van het onderzochte gebied.

- De oude huizen zijn ingedeeld in bouwperiodes omdat deze gelijksoortige sterkte hebben.
- De PGAg is voor de drie locaties nog onder de 16-08-2012 Huizinge beving met 0,085.
- Ruim 60% van de oude woningen heeft lichte schade en bijna 4% zwaardere schade.
- Van de pré-1960 woningen (gemeten in Bedum) is bijna 20% licht beschadigd.
- Uit pré-2008 onderzoeken blijkt dat een flink aantal gebouwen al beschadigd was voorafgaande aan de aardbeving van 16-08-2012. De gemeten schade in Huizinge past daarom niet goed binnen de gewoonlijke fragiliteitscurve zoals wel het geval is bij de Roermond aardbeving uit 1992 van woningen uit dezelfde bouwperiode.
- Voor de Roermond aardbeving zijn minder gedetailleerde PGA gegevens aanwezig en kunnen daarom slecht vergeleken worden met de Huizinge beving.
- De steekproef analyse voor Groningen is klein, daarom zullen veel wetenschappers stellen dat deze informatie onvoldoende inzicht geeft over alle woningen in Groningen.⁵¹

Juist omdat de provincie Groningen zoveel oudere woningen heeft (krimpregio) is het aannemelijk dat met de lichte PGAg 0,05 grote aantallen woningen schade kunnen oplopen, waarbij woningen met slecht onderhoud of bouwfouten zelfs meer ernstige schade. Zelfs wanneer aangenomen wordt dat de maximale PGAg niet 0,42 is zoals de eerste NPR-dreigingskaart aangeeft, maar $\approx$ PGAg 0,21 (algemene en ruim genomen engineeringsvermenigvuldiging van $2,5 \times 0,085$) dan is dat toch nog altijd **2,5 X zware belasting** als de bevingen uit het bovenstaande tabelletje. Dat houdt dan ook een verhoging van het schadeniveau tot DS3 en DS4, waarbij er ook instortingen plaats vinden.

Prof. ir. Charles Vlek⁵² en anderen hebben die schattingen gemaakt en kwamen ook niet hoger dan Richter of Mw 4,0. Alleen als je de logaritmische schalen slechts rechtlijnig doortrekt (foute methode) dan kom je uit op Mw, 5,6 of zelfs 7 (zie eindnotitie^{iv} Schiphol meeting). Hoe je dan na Huizinge Mw 3,6 bij een Mw 5,6 of hoger uitkomt en dan als NPR9998 commissie dan met **nóg hogere waarden komt en dat zo iets op termijn waarschijnlijk is, is onverantwoordelijk.**

⁵⁰ De gereviseerde versie 7 van eindnotitie^v werd in 2018 naar de Tweede Kamer werd gestuurd. Dit soort van data en andere studies over het Groningse gasveld waren wel beschikbaar voor de NPR9998 commissie.

⁵¹ De hoge getallen aan gebouwschade zijn een indicatie dat de woningen zwak zijn en aanvullend onderzoek noodzakelijk is om te voorkomen dat veel woningen grote schade zouden oplopen bij zwaardere bevingen.

⁵² Zie eindnotitie^{xiii} Ruimtelijke Veiligheid & Risicobeleid Jrg 7. nr 24 - 2016.

De Eurocode 8 en andere wereldwijde codes geven in de seismische codes aan dat alle metselwerk in bevingzones boven de PGAg 0,2 als gewapend of omsloten metselwerk moet zijn uitgevoerd. Andersom gesteld: alle ongewapende metselwerk (Nederlandse woningbouw) dat belast wordt met PGAg > 0,2 kan scheuren en eventueel bezwijken. Dat is zeker het geval bij gebouwen met veel ramen in de gevels, smalle of zonder raampennanten en zonder vloerdiafragma's zoals in Groningen.

De NPR9998 commissie heeft NIET bij de hoge PGA waarden verteld dat het:

- ❖ extra hoge waarden zijn vanwege de onzekerheden die ze nog preciezer willen onderzoeken;
- ❖ extra hoge waarden zijn omdat de wiskundige waarschijnlijkheidsleer dat dicteert;
- ❖ de engineeringsvermenigvuldigingsfactor 2,5 nogmaals met 2 werd vermenigvuldigd;
- ❖ hoofdzakelijk gebaseerd is op tektonische bevingen en niet op geïnduceerde;
- ❖ gebaseerd op verhogingen vanwege de bovenste 30m;
- ❖ gebaseerd is op maximale en snelle gaswinning tot uitputting van het Groningse gasveld en niet gerelateerd is aan het einde van de gasproductie in een twintigtal jaar;
- ❖ waarden pas na verloop van tijd relevant worden met de uitputting van het aardgas;
- ❖ gaat over een periode van 2475 jaar met een 1% of 5% kans dat het voorkomt;
- ❖ volgens tektonische regels een instortingsrisico is geaccepteerd van 1 : 100.000 per jaar (standaard risico 10^{-5}), maar heeft niet uitgelegd wat dat betekent;
- ❖ theoretische waarden zijn die op de duur flink naar beneden worden bijgesteld;
- ❖ niet heeft bestudeerd wat deze bevingen technisch zouden betekenen voor de woningbouw;
- ❖ de dreigingskaart bij de Eurocode 8 vertaling hebben gevoegd, zonder er bij na te denken wat de gevolgen voor de gebouwen en de samenleving zou zijn.

Met het 1:100.000 risico- of veiligheidsprofiel 10^{-5} , kom je voor heel Nederland op maximaal 170 doden per jaar door ingestorte gebouwen!! Dat is niet het geval, slechts heel soms is er een instorting (stadiondak, balkon, Eindhoven parkeergarage) en **geen doden**. Voor Groningen zou die ratio 10^{-5} betekenen dat er dan **jaarlijks tot 5 doden** zouden kunnen vallen, uitgezonderd de doden door het verkeer en de verbouwactiviteiten die nodig zijn voor de retrofitting. Het ook nog voorgestelde verlaagde (tijdelijke) veiligheidsrisico van 1:10.000 (10^{-4}) is dan helemaal verkeerd. In de situatie van geïnduceerde bevingen zou 1:1000.000 of 10^{-6} (zeedijken) beter geweest zijn.

Wereldwijd bestaat veel ervaring over de voortplanting van bevingen in de bovenste 20 m tot 30 m grondlagen; die zijn niet verschillend van tektonische bevingen. Bovendien hoe slapper de grond hoe meer de damping. Met de ultrakorte schokken treedt er bovendien geen liquefaction op.

Verschillende experts zijn terecht van mening dat de rekenwaarde voor de bepaling van de seismische belasting niet uit een enkele statische analyse van een gering aantal bevingen mag worden afgeleid, zoals de beperkte tabel 4 (onderaan pag. 36). Aan de andere kant zijn de verschillende woning typologieën wel erg gelijksoortig (aangetoond door Arup), dus zou je het schade effect eenvoudig kunnen doorrekenen voor de hele provincie. Ook gaat het ondertussen niet meer over een gering aantal maar duizenden kleine en een klein aantal grotere bevingen.

Er is hier sprake van een relatief dunne zandsteen laag, zonder diepe breukvorming (of verschuiving) in de onderliggende Carboonlaag, of breuken in de bovenliggende zoutsteenlaag en ook geen horizontale verschuiving zoals bij tektonische aardbevingen. Het vergelijken met tektonische concepten of andersoortige geïnduceerde bevingen is daarom onlogisch en houdt de theoretische maximum beving aan de extra hoge kant (*Figuur 13*).

Het directe resultaat van de veel te hoge PGAg projecties (eerst 5 x de geleden schade), vertaald naar Mw projecties (tot 100 keer de geleden aardbevingssterkte), gecombineerd met een gebrek aan verantwoording en uitleg, resulteerde in grootschalig verkeerd begrip, angst en paniek onder de bevolking, vooral bij de mensen die hun flinke schade aan hun oude woningen hadden.

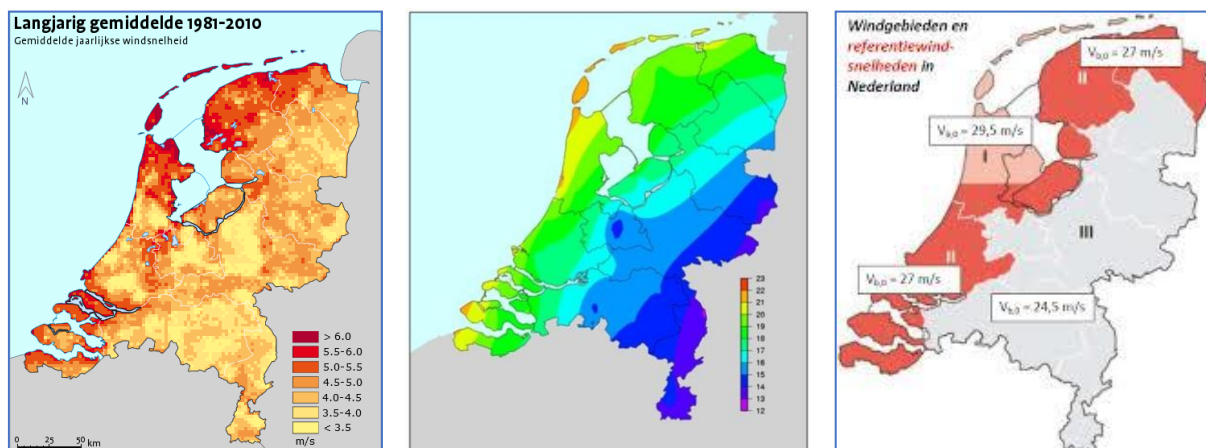
De volgende stellingen zijn relevant (vervolg pagina 34):

- H. De NPR9998 commissie heeft een **onnodige vertaalactiviteit** gedaan van de Eurocode 8, omdat de Nederlandse ingenieurs uitstekend met die Eurocode 8 overweg konden.
- I. De consultatieronden voor de **verfijning** van die NPR zijn **nauwelijks relevant** voor Nederland en hebben tot onnodige vertragingen geleid en daarmee het aanhouden aan de hoge waarden van de gekoppelde dreigingskaartjes.
- J. De NPR commissie heeft zich **geen rekenschap gegeven** van de mogelijke schade die de zeer hoog geprojecteerde PGA in Groningen zou veroorzaken, en geen kritische vragen gesteld bij de realiteitszin van de geponeerde PGA projecties of de sociaaljuridische consequenties.
- K. De zeer hoge PGA projecties, zonder relativering hebben grootschalige sociale ontwrichting in Groningen teweeggebracht inclusief **psychologische schade** aan vele burgers.
- L. De zeer hoge PGA projecties hebben **zwaar kostenverhogend** gewerkt bij de toepassing van berekeningen en seismische versterkingen tot en met de 2018 Versterking Adviezen.
- M. De zeer hoge PGA projecties hebben een **algehele vertraging** veroorzaakt voor het herstel.

Samenvattend zou gesteld kunnen worden dat de NPR commissie, door het klakkeloos accepteren van de dreigingskaart als officiële bijlage bij de NPR, de oorzaak is geweest van veel ellende.

Wat had hiervan geleerd kunnen worden en hoe het dan beter had gekund?

Het probleem wat hier naar voren komt is dat de dreigingskaart zowel een minimale norm is als een maximale norm. In Nederland zijn over het algemeen de bouwnormen minimale sterktenormen. De windbelasting op gebouwen is een voorbeeld, waarbij die norm naar boven wordt bijgesteld nadat bleek dat de stormwindsterkte over de laatste jaren toenam en vooral in de kustgebieden.



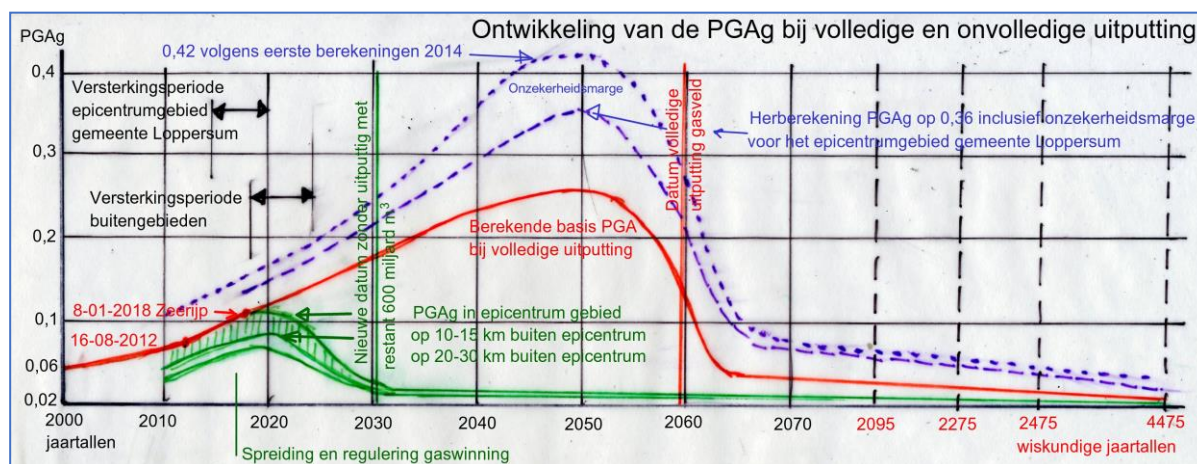
Figuren 35. V.l.n.r.: Windmetingen over een lange periode; maximale stormwaarde; de uiteindelijke Norm voor bouwend Nederland; windsnelheden op 100 m hoogte voor hoogbouw en windmolens.

Het Bouwbesluit 1992 (NEN 6702) was al hoger gesteld vanwege vroegere stormschaade. Dit soort normen komt tot stand na veel observatie en een lange periode van metingen. Dit is een van de redenen waarom voor de PGA berekening extra zekerheidsmarges werden ingebouwd vanwege de relatief korte periode en “het kleine aantal” metingen dat er sinds 1986 werd gedaan.

Sinds januari 2012 is echter de Eurocode voor windbelasting van toepassing. Deze Eurocode is net zoals de aardbevingscode voorzien van een nationaal kaartje. Het kaartje is genuanceerd met betrekking tot de zones en de te verwachte maximale belasting.

Door bij het aardbeving dreigingskaartje wel de contouren bij maximale gaswinning aan te geven, maar geen verdere differentiatie toe te voegen zoals tijdsbegrip, werd het als een absolute vaststaande norm aangenomen.

Het werd zowel gezien als een minimum norm als een maximum norm. De minimum norm omdat de veronderstelling was dat de bevingen zó zwaar zouden worden, en een maximum rekennorm, met de kanttekening dat als je eronder ging zitten dat dan de gebouwen konden instorten. Een verduidelijkende grafiek had dan de volgende kunnen zijn.



Figuur 36. Door de hazard-zone of dreigingskaart van de NPR9998 op de bovenstaande wijze toe te lichten, zou het voor de bevolking iets duidelijker zijn geweest wat er te wachten stond aan zwaarte van aardbevingen. Bij het doortrekken van de rode lijn (uitputting 2060) volgens de eerste planning 2013-2014 komt men dan ergens op een PGAg van 0,25 uit dat met de extra onzekerheidsverhogingen uitkomt op PGAg 0,42.

Na herberekeningen wordt dit een jaar later bijgesteld naar PGAg 0,36. Ook was dan duidelijk dat die zwaardere bevingen zich niet meteen zouden voordoen, pas na een jaar of tien. In principe heeft men dan vijf jaar de tijd om gebouwen te versterken in het epicentrum gebied en nog eens vijf jaar voor het buitengebied. Immers de sterkte van de aardbevingen neemt af naarmate het verder van het epicentrum vandaan is.

Wat was de invloed van de prognose uit 2015 van aardbevingskracht op de te nemen maatregelen?

Er zijn twee categorieën van invloeden:

1. De sociale invloeden bij de bevolking waardoor er grootschalig onveiligheid, onrecht, angst en stress bij hen is ontstaan en een perspectief van vernietiging van hun eigendommen, alsmede de waardedaling is uitgebreid geanalyseerd door sociale en psychologische invloeden zijn uitgebreid beschreven door sociologen. Dit thema wordt daarom niet verder uitgewerkt. Zie bijvoorbeeld voetnoten ^{xviii} en ^{xxv}. Als reactie op de ontstane sociale onrust zijn er actiegroepen opgestaan en is er politieke druk uitgeoefend om het gaswinningsbeleid aan te passen.

Deze sociale invloeden bij de bevolking werden verergerd door de Media en de vaagheid van de geprojecteerde zwaarte van de aardbevingen in combinatie met Pers-beelden van wereldwijde aardbeving catastrofes met vele doden en grote puinhopen, zonder dat deze door de Pers voor de bevolking van begrijpbare of relativerende informatie werd voorzien.

De sociale invloeden noopte de NAM om een apart team op te zetten voor de behandeling van moeilijke of schrijnende gevallen; deze groep werd door de complexiteit ook opgenomen in de laatste begroting van de bestuurlijke afspraken. Verder werd er aandacht gegeven aan het verwijderen van stutten omdat dit imagoschade opleverde. Beide teams hadden relatief weinig succes, onder andere omdat het verzakken van de funderingen niet direct als gevolg van de aardbevingen werd voorzien, en er geen financiering beschikbaar was voor het verwijderen van 'eigen gebrek' of het verduurzamen van de woning. Hierdoor kreeg de NAM het niet voor elkaar om de houten stutten te laten verdwijnen en de negatieve Pers of Media te onderdrukken.

De sociale invloeden hadden op de organisatorische invloeden wel een groot effect, want met de oplopende weestand tegen alles wat met de NAM te maken had, werd besloten om de schade afhandeling buiten de NAM voort te zetten bij het 'Centrum Veilig Wonen' (CVW) in Appingedam, maar de kosten werden nog wel door de NAM gefinancierd. Tegelijkertijd liepen hierdoor de kosten per rapport en versterking op, maar werd de weerstand tegen de NAM hierdoor niet verminderd. Het antwoord hierop was dat het CVW onder de controle van de NCG zou komen. Door het overzetten van de schadeafhandeling naar eerst het CVW en daarna naar de NCG en nog later naar het IMG leverde dat organisatorische vertragingen op.

2. De economische en organisatorische invloeden. De zeer hoge PGA van de geïnduceerde aardbevingen hielden in dat de NAM voor de overeenkomstig zeer hoge kosten van bouwkundig herstel moest opdraaien.⁵³ Hierdoor zou de rentabiliteit van de gaswinning voor de NAM zwaar onder druk komen te staan. De noodzakelijke periode voor bouwkundige versterkingen zou door gebrek aan capaciteit meer dan 10 jaar duren, waarbij een groot aantal oudere woningen (pré 1970) of gesloopt moesten worden (en daarna nieuwbouw), of op dure *base-isolation* gezet.

Voor onduidelijke redenen werd de Eurocode 8 vertaald in het Nederlands, waarna er bij het uitkomen pas in 2015 een reeds verouderde hazardkaart werd toegevoegd met PGAg 0,42. De verlaging naar PGAg 0,36 in 2016 was wel significant, maar maakte op het gebied van seismisch versterken weinig uit (een iets dunner wapeningstaafje maakt nauwelijks wat uit in de kosten).

Ofschoon de hoge PGA projectie een flinke marge had en zich niet direct zou voordoen⁵⁴, was het vanaf het begin duidelijk dat de planning van het winningsplan 2007 niet haalbaar was en werd er in 2013 door de NAM een nieuw winningsplan gemaakt met een verlaagde snelheid van gaswinning en spreiding van de extractie, waardoor er een minder snelle drukvermindering in het centrale gedeelte van het reservoirgesteente zou plaatsvinden en daardoor de bevingen minder zwaar zouden worden (niet minder bevingen).

De behoefte ontstond naar meer data over de trillingen uit het zandsteen en daarom werden er extra trillingmeters geplaatst en onderzoeken gedaan. Uiteindelijk kreeg men met de extra data een steeds beter inzicht in de relatie tussen gasextractie en de trillingen.

Vanwege de regelgeving in de NPR (Eurocode 8) moeten eerst de hoog-risico elementen (zoals bakstenen schoorstenen, topgevels) verwijderd worden en de publieke gebouwen versterkt, waardoor een grote vertraging ontstond bij de aanpak van de woningen. Onder andere bleven hierdoor een flink aantal gebouwen in de stutten staan die een negatief beeld gaven van de voortgang van de versterkingsmaatregelen.

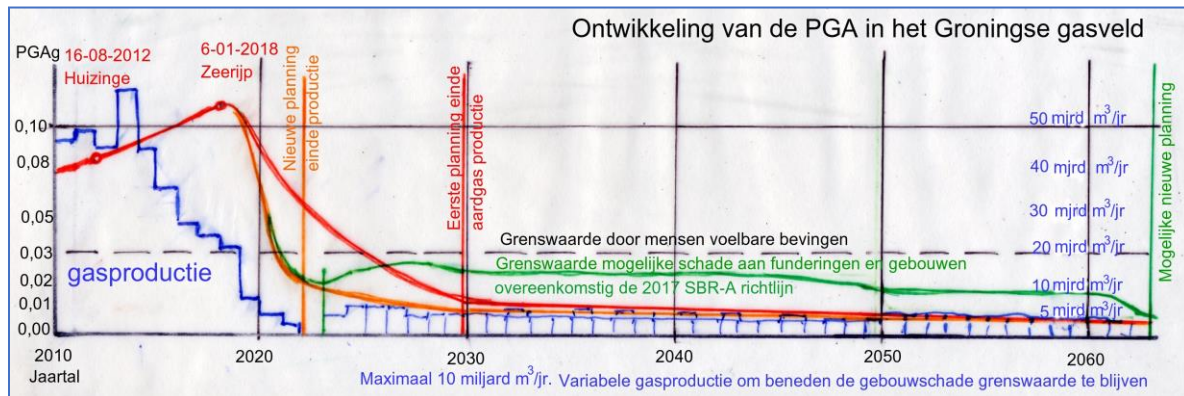
Vanwege de zeer hoge PGA projectie en de erg zwakke pré-1920 woningbouw en de zwakke doorzonwoningen, gecombineerd met erg weinig internationale technische informatie over dit soort van Nederlandse bakstenen woningen, bestond er met het zeer ruime beschikbare onderzoeksbudget bij de NAM de drang om een groot aantal testprojecten uit te voeren inclusief materiaaltesten, prototype verbouwingen, 3D-scannen en berekenen, ideeën competitie en het uitnodigen van internationale experts. Die extra tijd was aanwezig omdat men al lang had geconcludeerd dat de uitvoering van het oorspronkelijke 2007 winningsplan niet haalbaar was.

Het seismisch versterken van monumenten (oude en zwakke gebouwen) hield meestal in dat deze op *base-isolation* werden gezet, hetgeen een vrij lang traject inhield. Het slopen en nieuwbouw traject van rijtjeswoningen had eveneens een lang traject waarbij de woning corporaties betrokken waren en gemeentelijke planning. Voor elk sloop- en nieuwbouwproject waren tot 2021 gemiddeld 17 keukentafelgesprekken nodig.

⁵³ Mijn eerste berekening op basis van de eerste versterkingsbegrotingen van Arcadis en de door Arup berekende aantallen woningen uit de Basis Administratie Gemeenten (BAG), gecombineerd met de fragility curves, resulteerde in een versterkingsbudget van meer dan 20.000 miljoen euro.

⁵⁴ Zie de grafiek op de voorgaande pagina, waar men een paar jaar de tijd heeft om te versterken.

De bevingen worden bij afsluiten van het gas alleen maar minder en minder vaak; dat stelden de geologen helaas niet. Het is mogelijk dat na 2025 de rest van het restant gas (1/4^{de} van de totale voorraad) er langzaam uit kan lopen als gecontroleerde gasproductie, waarbij de bevingen onder het voelbare niveau gehouden kunnen worden. Met de huidige 2021 kennis van het reservoir kan het zó gestuurd worden dat de bevingen voor mensen niet voelbaar zijn (onder de PGAg 0,03). De huidige prognoses geven aan dat de bevingen op een bepaald niveau blijven steken (PGAg 0,05) ook tot na 2030; **die prognoses kunnen alleen maar als de gaswinning een beetje doorgaat**. Opslag in de zomer in Norg en in de winter het gasnet in.



Figuur 37. Met de jaar 2021 kennis van de ondergrond en de relatie gas extractie en bevingen kan men met voldoende tijd het restant aardgas uit het Groningse veld halen zonder dat er bevingsschade ontstaat.

De volgende stellingen zijn relevant (vervolg van pagina 40):

- N. Het lanceren van een Nationale Praktijk Richtlijn met dreigingskaart, moet dat ook daadwerkelijk een voor de **praktijk geschikte** richtlijn zijn die realistisch en reëel is. Het lanceren van een doorgeschoten wetenschappelijke waarde van de PGA die niet tegen het licht van de realiteit is gehouden, werkt niet productief. **Een theorie is niet altijd meteen de praktijk.**
- O. Het proponeren en het daarna jarenlang vasthouden aan de veel te hoge PGA-waarden heeft geleid tot angst en onzekerheid bij de bevolking, psychologische en gezondheidsklachten, waardeverlies van hun bezittingen, hoge herstelkosten en vertragingen in de uitvoering.
- P. Bij het gebruik van statistieken en andere grafieken, moeten deze zo duidelijk mogelijk de werkelijke verhoudingen weergeven en **niet op een logaritmische schaal** die de gewone burger niet begrijpt. De tabellen en grafische presentaties moeten antwoorden geven op de vragen en ongerustheden van de bevolking.
- Q. Het **door blijven rekenen**, ontwerpen en versterken van gebouwen op basis van een in de verre toekomst theoretisch geprojecteerde PGAg 0,36 (NPR9998:2015 en herhalingstijden tot 2475 jaar) is misschien goede business voor de omzet van ingenieursbureaus, maar **onzinnig** als je kan inschatten dat die dreigingskaarten nog verschillende malen worden (of al zijn) verlaagd tot ongeveer de helft (2018 = PGAg 0,19) of een-derde (2020 tot PGAg 0,13) in het epicentrum.
- R. Het maken van **nieuwe Nederlandse normen (zoals de NPR9998) is niet relevant** wanneer de Engelstalige Europese normen (zoals de Eurocode 8) goed en voldoende zijn voor de Nederlandse situatie (weinig tektonische aardbevingen) en door de doelgroep (ingenieurs en architecten) uitstekend gelezen en begrepen kunnen worden.

- S. Het uitbrengen van een praktijkrichtlijn betekent niet dat die richtlijn verplicht is of een wettelijke norm is waar men dan aan moet voldoen bij nieuwbouw. Een dergelijke richtlijn is ook **niet relevant voor het versterken van bestaande bouw**, waarvoor aparte regels bestaan of ontworpen kunnen worden zoals b.v. in Nieuw Zeeland gebeurde.
- T. Het vasthouden aan tektonische **returnperioden van 275 of 475 of 2475 jaar is irrelevant** voor geïnduceerde aardbevingen, wanneer de aardgasproductie binnen de vijf jaar afloopt en de mogelijke na-schokken in de vijf of tien jaar na het beëindigen van de productie kleiner zijn dan de ondergrens van PGAg 0,05 (inclusief grondfactor). Ongeveer 25 jaar is dan meer realistisch⁵⁵.
- U. Het slechts **cosmetisch dichtsmeren van scheuren t.g.v. bevingen PGAg < 0,1 is onrealistisch** wanneer tegelijkertijd en met stelligheid nieuwe en sterkere bevingen tot PGAg 0,36 worden geprojecteerd (PGAg 0,36 van het dreigingskaartje NPR 2016).
- V. Bij de economische exploitatie van natuurlijke bronnen in ons huidige **neoliberale** en nogal **kapitalistische stelsel** komen de financiële inkomsten toe aan de exploiterende partij (NAM en de Staat) en zijn vaak de schade, milieu en andere kosten voor anderen zoals de lokale bevolking. **De lange termijncosten van milieu** en andere schades kunnen op de duur de eerder opgestreken financiële inkomsten van de exploitatie partijen **overstijgen**. (gebouwschade, herstelkosten, waardedaling, bodemdaling, waterhuishouding, landbouw, politieke onrust, psychologische schade, vertrouwen, imago, etc.)

⁵⁵ Dat wil niet zeggen dat er dan geen kleine bevingen meer kunnen komen, maar die zijn na die 5 jaar al niet meer voelbaar en ook niet meer relevant voor de bouw want die heeft al de mogelijke zettingen ondergaan.

Hoofdstuk 5. Seismisch versterken (retrofitting) of *base-isolation*?

In principe (zie grafiek *Figuren 36 en 37*) is er een periode van 10 jaar om vanuit het epicentrum gebied (gemeente Loppersum) de gebouwen en woningen te herstellen of versterken zodat:

- a) er geen instortingsgevaar zou ontstaan bij grotere bevingen (onwenselijke strategie vanuit het gezichtspunt van de bevolking), of
- b) er helemaal geen schade meer zou ontstaan bij gelijksoortige of lichtere aardbevingen, of
- c) gebouwen die slechte funderingen hebben of eigen gebrek, bouwkundig versterkt worden.

Het is dus zaak om te **voorkomen dat de bevingen groter zouden worden** door nauwkeurige aanpassing van het gaswinningstempo.⁵⁶

Dit versterken gebeurt dan meestal tegen een percentage van de maximale PGAg belasting omdat de maximale waarde van de PGAg aan de hoge kant wordt ingeschat en de sterkte van bouwmaterialen groter is dan de opgegeven minimumwaarde. Recentelijk is bij tektonische aardbevingen in Nieuw Zeeland voor niet-versterkt metselwerk dit percentage gesteld op 34%.^{xxii} Het **versterken bestaat in de eerste plaats het verwijderen van hoog-risico elementen** die bij een beving kunnen afbreken zoals schoorstenen en topgevels.



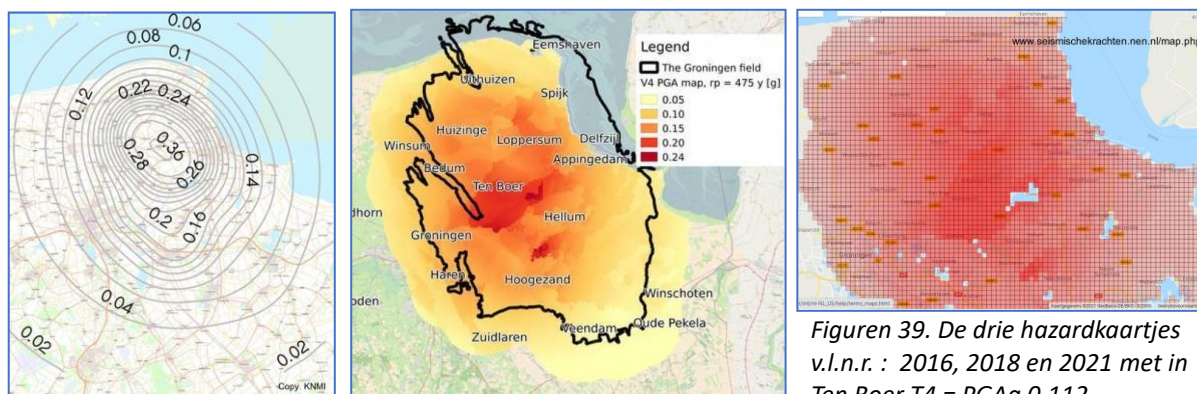
Figuren 38. Een belangrijk aspect van seismisch versterken is het verwijderen van risicovolle elementen.

De waarde van 34% (of $1/3^{de}$) in Nieuw Zeeland is gebaseerd op tektonische aardbevingen en op het algemene veiligheidsrisico van 1:100.000 van overlijden door een ongeval (10^{-5}). Bij de Groningse geïnduceerde aardbevingen zou dat percentage minstens twee keer zo hoog moeten liggen ($66\% = 2/3^{de}$) omdat hier de bevingen door een bedrijf zijn veroorzaakt. Daarnaast is het criterium van 10^{-5} **veel te laag** omdat er in Nederlands geen huizen instorten met dodelijk gevolg; dat moet minstens 10^{-6} zijn, dus 1: 1.000.000. Het zou ook gesteld kunnen worden dat seismische versterking bij geïnduceerde bevingen (tegen 'net-niet-instorten') moet gebeuren op basis van 200% van de maximale (maar reële) PGAg norm.

De 13.000 Groningse woningen waarvoor reeds in 2020 VersterkingsAdviezen (VA's, eindnote ⁱⁱⁱ) zijn gemaakt door gecontracteerde ingenieursbureaus, op basis van een NPR dreigingskaart kunnen volgens dat advies versterkt worden of er kan een nieuwe beoordeling worden aangevraagd. De basis voor de rekenmethode zou dus bekend moeten zijn (is niet zo).

Ook wanneer men de woningen zou versterken volgens een PGAg 0,05 of PGAg 0,1 dan kunnen ze toch nog opnieuw schade kunnen oplopen bij die bevingen van PGAg 0,05 of PGAg 0,1 waarna er weer nieuwe series schademeldingen worden gemaakte en hersteloperaties moeten worden uitgevoerd. Het is daarom wenselijk dat versterkingen worden uitgevoerd volgens ten minste een 2x hogere PGA-waarden dan de laatste dreigingskaart. Bij monumenten is dan alleen een licht lopende (werkt bij $< \text{PGAg } 0,03$) *base-isolation* een afdoende oplossing.

⁵⁶ Deze optie werd gekozen, waarbij het ook mogelijk is om de gasuitstroming zo te beperken en controleren dat de aardshokken onder de PGAg 0,05 blijven en daarmee geen additionele schade zou veroorzaken.



Wanneer gedurende 2016 de VA's zijn gemaakt op basis van de toen geldende NPR (PGAg 0,36 gemeente Loppersum), dan is dat overdreven. Buiten het epicentrum loopt die PGA-waarde snel af. Slopen en herbouw betreft hoofdzakelijk de jaren '60 en '70 doorzonwoningen en rijtjeswoningen waarvan de verduurzaming meer dan 150% van de nieuwbouwwaarde zou gaan kosten. In dat geval zouden de nieuwe woningen voldoen aan de laatste energie en isolatie eisen van BENG 2021.



Figuren 40. Voorbeelden van rijtjes woningen die gesloopt werden omdat het economisch niet rendabel was om deze in sterkte te verduurzamen. Foto's DvhNoorden, Zeilvest Loppersum en RTV-Noord Middelstum.

Wanneer gedurende 2017 de VA's zijn gemaakt op basis van de toen geldende NPR (PGAg 0,20 ten Boer), dan is dat nog beter, want die kaartjes zijn ongeveer 150% hoger dan de werkelijk optredende PGA in de jaren 2021 tot 2023 wanneer de versterkingen worden uitgevoerd.

Wanneer gedurende 2018 de VA's zijn gemaakt op basis van de toen geldende NPR (PGAg 0,112 in Ten Boer), dan is dat niet slecht, want die kaartjes zijn ongeveer 100% hoger dan de werkelijk optredende PGA in de jaren 2021 tot 2023 wanneer de versterkingen worden uitgevoerd.

Is sprake van muurherstel zonder seismisch of bouwkundig versterken?

Er is een aanzienlijk verschil tussen seismisch versterken en (cosmetisch) muurherstel⁵⁷.

Bij muurherstel van een reeds opgelopen schade die bij een PGAg 0,06 is ontstaan, zal die schade mogelijk blijven terugkomen bij elke nieuwe schok van PGAg 0,06 wanneer er zetting in de fundering plaats vindt. Echter door de opgelopen schade zijn de oude spanningen in de bakstenen muren vaak verminderd, waardoor bij gelijksoortige bevingen mogelijk minder nieuwe schade zal ontstaan. Verschillende soorten gebouwtypologie hebben een ander schadebeeld, waardoor per typologie een basis hersteloplossing kan worden ontworpen.

Er is met muurherstel geen afname is van het vermeende veiligheidsrisico.

⁵⁷ In bijna alle documenten wordt muurherstel als schadeherstel verwoord. In Groningen is een aardbeving ook het herstellen van de oude schade; de term is verwarrend. Daarom wordt hier van muurherstel gesproken.

Bouwkundig versterken en seismisch versterken betreffen aanpassingen aan de constructie, waardoor deze sterker wordt en meer samenhang krijgt. Er zijn verschillende concepten:

- Het verminderen van gebouwmassa of belastingen of verwijderen van risicovolle elementen zoals schoorstenen en topgevels.
- Het dilateren van seismisch gesproken onregelmatige gebouwdelen.
- Het inbrengen van doorlopende muurwapening, op het niveau van de lateien en rondom de gebouwhoeken, waardoor er een goede samenhang van de buitengevels ontstaat.
- Creëren van vloer diafragma's met het koppelen aan de buiten- en binnenmuren.
- Het verbeteren van de muursterkte, vooral in het vlak van de muren en muuropeningen.
- Het toevoegen van sterke geïsoleerde gevels ter vervanging van de buitenspouwbladen.
- Het verbeteren van de draagkracht van de funderingen ter voorkoming van zettingen.
- Het creëren van een exoskelet dat alle losse delen van stapelbouw bij elkaar houdt.

Deze bouwkundige maatregelen kunnen variëren van slimme of lichte maatregelen zodat bij gelijke aardbevingen als waardoor de eerste scheuren optraden er niet opnieuw scheuren optreden. Het kunnen ook uitgebreidere maatregelen zijn om te voorkomen dat scheuren gaan optreden bij zwaardere aardbevingen dan die ontstonden bij de vorige bevingen.

De seismische versterkingen zijn maatregelen zijn die slechts voorkomen dat het gebouw of de onderdelen (schoorstenen, topgevels) zullen instorten en dodelijke ongelukken veroorzaken. Ze voorkomen geen (nieuwe) scheuren, maar elimineren het veiligheidsrisico dat kan ontstaan door het instorten van gebouw onderdelen.

Base-isolation voorkomt dat de aardbevingen invloed hebben op het gebouw.

Wanneer men echter projecteert dat er zeer zware aardbevingen gaan komen (PGA_g 0,36) en tegelijkertijd wordt er slechts cosmetisch herstel gepleegd, is óf die zware projectie onzin, óf het cosmetisch herstel.



Figuren 41. In de praktijk werd alleen licht muurherstel toegepast bij woningen (links), zonder seismisch versterken. Door verkeerde toepassing zit er dan bij de volgende schok weer een nieuwe scheur in. Een heel groot verschil met de paar testwoningen die werden versterkt met een platformfundering (foto rechts) en overeenkomstig met de NPR dreigingskaart 2015 met inwendige stalen portalen in twee richtingen tegen zeer hoge kosten versterkt (> 150% - 200% woningwaarde). **Het contrast kon bijna niet groter zijn.**

In Groningen werden er voor de woningbouw enkele testobjecten geïdentificeerd, uitgebreid doorgemeten en volgens de NPR9998:2015 versterkt, voornamelijk met platform-funderingen en sterke metalen portalen of *base-isolation*.⁵⁸

⁵⁸ Bijvoorbeeld bij een paar woningen, het gemeentehuis van Loppersum en een molen. Voor de zware versterkingen in de woningen waren dit in eerste instantie testobjecten om uit te vinden hoe het hele versterkingsproces zich zou moeten ontwikkelen en wat de kosten waren

De NPR9998 stelt dat openbare gebouwen waar veel mensen kunnen samenkomen een extra hoge veiligheidsfactor moeten hebben. Het volgens die NPR voortrekken van openbare gebouwen en bepaalde monumenten resulteerde dat veel zwaar-gescheurde woningen weinig aandacht kregen. Tegelijkertijd werden er bij duizenden woningen reparaties uitgevoerd, alsof de bevingen juist NIET sterker zouden worden. Vanwege deze **merkwaardige situatie** was er sinds 2014 praktisch gezien geen behoefte aan seismische kennis onder de aannemers.

Het probleem wat zich bij het huidige jaar 2021 herstelprogramma (27.600 woningen?) gaat voordoen is dat het seismisch verduurzamen (sterkte en behoud van de woning) samen moet gaan met het isoleren als andere vorm van klimatologisch verduurzamen (CO₂ uitstootreductie)⁵⁹. Voor het versterken van zwakke funderingen in het gebouw en alle isolatie activiteiten wordt in de huidige planning **geen vergoeding** gegeven, hooguit wat isolatiesubsidie (ongeveer 20% van de kosten). In de situatie dat de woningeigenaar geen vrij besteedbaar vermogen heeft, gebeurt er dan onvoldoende om het gebouw echt in haar geheel te verduurzamen, of levensloop bestendig te maken.⁶⁰

De woningeigenaar moet sinds 6 november 2020 het financiële beheer zelf bepalen en een keuze maken tussen de reeds geplande herstelwerkzaamheden (VA's) of om een nieuwe studie te laten maken. De uiteindelijke kosten kunnen beperkt blijven door zelf uit te voeren, onderdelen met de aannemer, of als eigenarengroep samen strak de te kleine aannemers strak te begeleiden. Met de uiteindelijke kosten worden ook de gebruikerskosten over de lange termijn gerekend, waarvoor vaak iets grotere investeringen nodig zijn om die (energie)kosten permanent omlaag te brengen.

In overeenstemming met het Parijs Klimaatakkoord⁶¹ worden er steeds meer initiatieven genomen om hele woonwijken systematisch aan te pakken met een verduurzamingsproces. Dit is noodzakelijk omdat de woningen aan gas- en elektraverbruik >20% van die CO₂ uitstoot produceren.^{xxiii}

Het lijkt het er op dat er voor de ≈ 25.000 woningen in Groningen die bouwkundige reparaties moeten ondergaan onvoldoende visie op dat terrein is ontwikkeld om dat tegelijkertijd uit te voeren.

- A) Alleen seismisch of technisch (in sterkte) verduurzamen zonder thermisch te verduurzamen is niet economisch. Blijvende hoge energiekosten; lage woningwaarde.
- B) Seismisch verduurzamen wanneer er zwaardere bevingen komen is een tijdelijke en onnuttige maatregel tot dat die zwaardere bevingen komen.
- C) Alleen thermisch of klimatologisch verduurzamen van een licht-gescheurde woning is alleen zinvol wanneer er zowel buitenzijdig en binnenzijdig een flexibele isolatieschil wordt aangebracht, én er geen zwaardere bevingen komen.

Figuur 42. Door het aanbrengen van een nieuwe buitenschil met isolatie en afgewerkt met steenstrips of ander materiaal zullen kleine scheuren in de draagmuren niet meer zichtbaar zijn. Bij niet groter wordende bevingen kan ook de binnenmuur iets flexibel worden afgewerkt.



⁵⁹ In veel documenten wordt verduurzamen slechts gezien als thermisch isoleren.

⁶⁰ Dit is een reëel probleem van veel bewoners in de krimpregio. Wanneer hier geen oplossing voor komt zullen veel woningen hersteld of versterkt worden zonder dat er op een andere manier verduurzaamd wordt.

⁶¹ Vanaf 2020 moet er tot 2050 55% CO₂ uitstootbeperking in Nederland gerealiseerd worden zijn ten opzichte van 1990, zodat de mondiale temperatuurstijging beperkt blijft tot 1,5 graden. Dat was eerst 49% .

<https://www.emissieautoriteit.nl/onderwerpen/klimaatakkoord-van-parijs>

Welke keuzes moeten er gemaakt worden? Seismisch versterken of Bouwkundig versterken, op welk niveau en hoe om te gaan met de klimaat verduurzaming?

De woningeigenaar heeft verschillende opties om de toegekende fondsen te besteden, waarbij het duidelijk moet zijn in hoeverre de klimatologische verduurzaming meegefinancierd kan worden met het VersterkingsAdvies (VA's).

#	Modaliteit	Besteding van het geld van de bestuurlijke besluiten 6-11-2020	Realiseren van de klimaatdoelen met goede thermische isolatie van het hele gebouw.	Resultaat bij toekomstige aardbevingen tot een maximum van PGAg 0,5
1	Geen versterking	Geen bouwkundige maatregelen of schade zelf wegwerken met DHZ.	Niets, of zelf thermische isolatie of gebouw aanpassing realiseren. Gebruik maken van bestaande subsidies.	Mogelijk nieuwe lichte schade en zelf muurherstel daarna. ⁶²
2	Cosmetische reparaties			
3	Seismische versterking volgens VA	Volgens oude VA berekeningen, ontwerp en begroting ⁶³ .	Onduidelijk of het budget inclusief isolatie subsidies en het ontwerp voorziet in goed thermisch isoleren van het hele gebouw. Bij structurele bouwmaatregelen moet het gebouw daarna voldoen aan de laatste bouwnorm.	Mogelijk geen nieuwe schade. De VA voorkomt instorten tegen een veel hogere PGA.
4	Geen oude VA maar opnieuw beoordelen.	Marginale versterking en cosmetische ingrepen. Minder budget.		Mogelijk nieuwe lichte schade omdat dan met een veel lagere PGA wordt gerekend of dat er helemaal niet meer wordt gerekend omdat nu de PGA < 0,5 in het buitengebied valt.
5	Licht / slim bouwkundig versterken	Bouwkundige inzicht met kennis van seismisch versterken van de zwakke bouwdelen.		
6	Slopen en nieuwbouw.	Kosten project of woningbouwcorporatie.	Goede isolatie volgens BENG 2021, vaak inclusief warmtepomp.	Waarschijnlijk geen schade meer, want nieuwbouw is kwalitatief sterker en seismisch aangepast.
7	Huurder	Alleen wat interne cosmetische aanpassing	Nauwelijks budget om goede isolatie te realiseren.	Niet relevant. Gebouw is geen eigendom en stort niet in.
8	Base-isolation	Monumenten, geheel betaald.	Onduidelijk of het budget en het ontwerp voorziet in goed thermisch isoleren van het hele gebouw ⁶⁴ .	Gegarandeerd geen scheuren meer.
9	Zwaar versterken	Meerkosten dan de VA voorstellen.	Niets, of zelf thermische isolatie of gebouw aanpassing realiseren. Gebruik maken van bestaande subsidies (20% kosten).	Geen schade meer want zwaar versterken zonder hogere PGA geeft extra zekerheid tegen nieuwe schade.

Bij het beoordelen van de VA's zal nagegaan moeten worden in hoeverre de thermische isolatie daarin is meegenomen (vloer, muren, ramen en dak) en wat het verschil in maatregelen en financiën zal zijn als de woningeigenaar besluit om zijn of haar gebouw opnieuw te willen laten beoordelen tegen een verlaagde PGA volgens de inzichten van 2021.

Pas als de twee ontwerpen en begrotingen van versterken volgens de VA en de herberekening naast elkaar worden gelegd kan dat beoordeeld worden. De vraag is dan of de IMG of NCG dan accepteert dat na het aanvankelijk afwijzen van de VA optie en het uitvoeren van een nieuwe beoordeling, dan toch de VA uitvoering gerealiseerd kan worden.

Hoe kan een gecombineerde aanpak van repareren en isoleren leiden tot beperking van de financiële schade?

⁶² Wanneer de eerste schade was ontstaan door oude spanningen in het metselwerk t.g.v. zettingen is het mogelijk dat door de scheurvorming na de eerste beving die scheuren niet terugkomen. Wanneer die eerste schades zijn ontstaan door zettingen die het gevolg waren van de vele kleine trillingen van de aardbevingen is het waarschijnlijk dat de zettingen verder gaan en de schade dus terugkomt.

⁶³ Deze begroting houdt een flink bedrag in dat voor de VA berekening werd betaald.

⁶⁴ Bij sommige soorten monumenten mag weinig aan de ramen gedaan worden terwijl die wel de grootste warmteverliezen opleveren. Bij de meeste monumenten mag er aan de buitenzijde niets veranderd worden.

De belangrijkste regel is om het **tegelijkertijd uit te voeren**.

Als een gebouw thermisch goed geïsoleerd moet worden dan zijn in eerste instantie de muren (grootste verliesoppervlak aan m^2) en de ramen (grootste warmteverlies/ m^2) belangrijk, daarna het dak (bij tussenwoningen ook groot) en de begane grondvloer. De buitenschilmuren van de gebouwen zijn seismisch de zwakste schakel in het gebouw, vooral met grote raampartijen. De muren kunnen binnenzijdig of buitenzijdig versterkt worden.



Figuren 43. Houtskeletbouw binnen of buitenom zijn kostefficiënte en flexibele bouwmethoden voor lichte versterking, waarbij deze ingepakt kunnen worden met isolatiemateriaal. Aan de buitenzijde toegepast kunnen ze worden afgewerkt met steenstrips, hout of kunststof bekleding.

Bij binnenzijdig versterken en isoleren houdt dat het eventueel verplaatsen van radiatoren en elektra, keukens en badkamer aanpassen in, maar ook de afwerking. Als het toilet of de trap tegen de buitenmuur aanzit levert dat extra problemen en kosten op. In kleine woningen is er geen ruimte om binnenzijdig 15 cm van de kamers af te halen. In een dergelijke situatie zal buitenzijdig isoleren de voorkeur hebben. Dit is meestal duurder dan binnenzijdig behalve bij seriematige uitvoering bij rijtjeswoningen (woning corporaties).

- Aanbouwen en onregelmatige gebouwvormen moeten eerst gedilateerd worden; dit is vooral het geval bij lange gebouwen, aanbouwen en grote boerderijen.
- Bij zwakke funderingen moeten deze eerst verbeterd worden. In een dergelijke situatie is de beste oplossing het verwijderen van de houten vloer, fundering verbreden / versterken en dan een nieuwe geïsoleerde systeemvloer met LTV vloerverwarming aanleggen. Bijvoorbeeld een dragende betonvloer die aan de oude fundering verbonden wordt.
- Met de toepassing van metalen profielen op de buitenmuren of in de kap moeten lange warmtelekken vermeden worden⁶⁵.
- Binnenzijdig versterken en isoleren kost woonruimte, maar heeft economische voordelen⁶⁶.
- Om binnenzijdig te versterken zullen de muren gestript moeten worden. Deze moeten dan na het versterken weer netjes afgewerkt worden. Om dat te doen zonder eerst de buitenschil muren niet meteen goed te isoleren is energie- en kapitaalverspilling.
- Het voordeel van binnenzijdig versterken en isoleren is dat er met een goede afwerking aan de binnenzijde geen nieuwe schades meer zichtbaar zullen zijn.
- Het voordeel van buitenzijdig versterken en isoleren is dat je de kleine buitenzijdige niet constructieve schades (< 1 mm scheur) in het metselwerk niet eerst hoeft weg te werken.
- Na het versterken van de muren (eventueel met constructieve glaspanelen) moeten de muren aan de vloeren worden verbonden en de vloeren samen één diafragma vormen.
- Het dak zonder zware gemetselde bakstenen schoorsteen levert bij lage seismische belastingen weinig problemen op; in dat geval zal de VA daar geen aandacht aan besteden en zal de aanvullende isolatie voor de kosten van de gebouweigenaar zijn.

Het Burgerboek geeft per gebouwonderdeel aan wat de problemen zijn en hoe deze verholpen kunnen worden door versterking van funderingen, muren, vloeren en daken.

⁶⁵ Zie document 'Lange Warmtelekken Vermijden' op www.nienhuys.info

⁶⁶ Zie document 'Binnenzijdig of Buitenzijdig Isoleren' op www.nienhuys.info

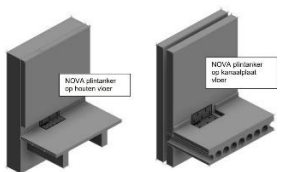
Hoofdstuk 6. Wat is er gebeurt met de ontwerpconsultatie?

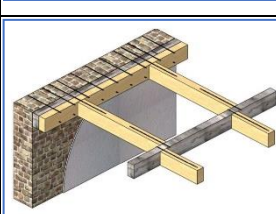
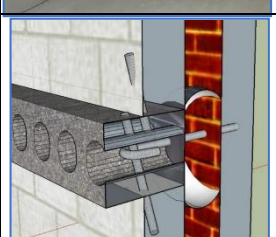
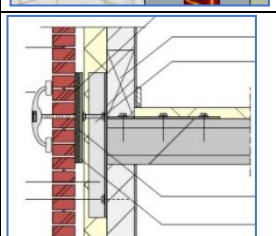
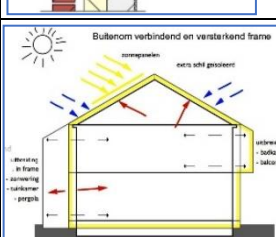
De ontwerpconsultatie of innovatiewedstrijd voor de bouwwereld in 2014, om met ontwerpen te komen voor de seismische versterking van woningen in Groningen, werd namens de NAM gecoördineerd door Arup. Het heeft een groot aantal oplossingen geproduceerd die alle op verschillende aspecten hun merites hadden. Een criteria voor deze competitie was dat de ontwerpen gemeengoed werden (openbaar).

De competitie betrof de niveaus 2 t/m 5 van de zeven interventie niveaus voor retrofitting. De funderingen niveau 6 waren uitgesloten, terwijl deze in Nederland voorop zouden moeten staan.

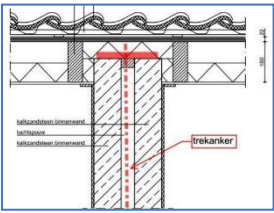
Niveau van de ingreep	Aanpak	Oplossing	Gebouw onderdeel
Niveau 0	Tijdelijke maatregelen	Stutten, veiligstellen	Buitenmuren, etagevloeren
Niveau 1. Hoge risico's	Mitigerende acties. Reduceren van het risico van vallende onderdelen.	Versterken of verwijdering van gebouw onderdelen die een hoog risico hebben van vallen of afbreken	Hoge risico elementen zoals schoorstenen, topgevels, overhang en balkons.
Niveau 2a. Verbindingen	Lichte ingrepen zoals verbeteren verbindingen	Verbinden (of verbeteren) van vloeren of daken aan de muren.	Verbindingen vloeren-muren en muren-daken
Niveau 2b.		Maken van dilataties	Verschillende gebouwblokken
Niveau 3.		Verstijven vloer- en dak-diafragma's	Vloeren en dakvlakken
Niveau 4. Muren	Uitgebreide ingrepen	Versterken bestaande muren. Veranderen indeling. Dichten ramen.	Buiten muren, constructieve glaspanelen, binnenmuren.
Niveau 5. Frames en portalen.	Uitgebreide en duurdere ingrepen zoals vervangen van constructies, muren.	Toevoegen frames of portalen of muren die de belastingen helemaal opnemen.	Buitenmuren, dichtmaken openingen. Versterken van binnenmuren.
Niveau 6. Funderingen	Uitgebreide, duurdere en zware ingrepen.	Versterking van funderingen en <i>base-isolation</i> .	Funderingen. Inclusief versterking t.g.v. niveau 5.
Niveau 7. Hele gebouw	Slopen en nieuwbouw	Wanneer de niveaus 4, 5 en 6 onvoldoende zijn of de kosten meer dan 150% van de uiteindelijke waarde. Met uitzondering van monumenten.	

De ontwerpen zijn hieronder kort samengevat. Van alle ontwerpen werden detailtekeningen, kostenberekeningen en plannings aangeleverd. De ontwerpen 1 t/m 10 werden nader bekeken en in de vijf testwoningen uitgevoerd, de ontwerpen A t/m K vielen om verschillende redenen af.

#	Indiener	Niveau	Afbeelding, voorbeeld	Beoordelingen
1	Brands Bouw en Onderhoud Groningen.	2a en 4		Koppeling wand-vloer. Lichte versterking wanden d.m.v. lichte C-staalprofielen, ook mogelijk voor binnen draagmuren. Geen aanpassing buitengevel. Eenvoudige maatregel. Bewoner tijdelijk uitplaatsen. Alle elektra en CV-radiatoren vervangen-verplaatsen. Binnenzijdige isolatie dus alle binnen afwerking
2	Bouwbedrijf De Boer Groningen & DAAD architecten & Ing. bureau Wassenaar	2a en 3		Koppeling wand-vloer. Maken vloerdiafragma. Verbindingen boven de lateien met vloerdiafragma d.m.v. diagonaal spiraalwapening. Geen aanpassing buitengevel. Houtwerk vloer-plafond constructie. Bewoner tijdelijk uitplaatsen. Alle elektra en CV-radiatoren vervangen-verplaatsen. Extra binnenzijdige isolatie dus alle binnen afwerking vernieuwen.
3	Emergo & Bouwnovatie Groningen	2a		Koppeling wand-vloer. Met optie van diagonaal staafanker. NOVA plintanker. Geen aanpassing buitengevel. Eenvoudige maatregel. Diafragma versterking of verstijving (level 3) is eerst noodzakelijk en kan worden toegevoegd. Te korte verbinding. Zie oplossing H.

#	Indiener	Niveau	Afbeelding, voorbeeld	Beoordelingen
4	Hunebouw Hogeveen, & Dantuma- Wegkamp & B+O architecten, Meppel	2a en 3 en 4		Koppeling wand-vloer d.m.v. stalen ring (inklemming buitenom) met creatie van een diafragma en zware muurversterking. Geen binnen werkzaamheden. Problemen bij inhammen en niet rechthoekige gebouwen. Moet per gebouw precies pas gemaakt worden; niet voor seriewerk.
5	pdb design Groningen & Wassenaar ingenieurs.	2a en 3		Koppeling wand-vloer d.m.v. stalen ring (inklemming buitenom) met creatie van een diafragma. Buitenom, Geen binnen werkzaamheden. Problemen bij niet rechthoekige gebouwen. Moet per gebouw precies pas gemaakt worden; niet voor seriewerk.
6	Goudstikker- de Vries & Plegt-Vos & Mapei & TotalWall	2a en 3 en 4		Koppeling wand-vloer en versterking van wanden en diafragma. HSB of wand met glasvezel versterking. Geen aanpassing buitengevel. Eenvoudige maatregel. Bewoner tijdelijk uitplaatsen. Alle elektra en CV-radiatoren vervangen-verplaatsen. Binnenzijdige isolatie dus alle binnen afwerking vernieuwen.
7	Remmers & Thorhelical & Pieters Bouwtechniek	2a en 3		Koppeling wand-vloer en aanleg diafragma. Toepassing Thorhelical ankers voor verbinding en vloerbeplating of glasvezel verlijmen. Geen aanpassing buitengevels.. Indien alleen van boven aangebracht weinig invloed op bewoners. Veel toegepast in het buitenland
8	S&P, en ABT B.V., & Bouwbedrijf Speelman, & Frans Nooren B.V.	2a en 3 en 4		Koppeling wand-vloer d.m.v. connector, versterken dakvlak en vloeren met staalstrips, en versterken wanden door aanbrengen glasfiber en koolstofstrips. Geen aanpassing buitengevels. Complexe maatregelen. Bewoner tijdelijk uitplaatsen. Alle elektra en CV-radiatoren vervangen-verplaatsen. Binnenzijdig dus alle binnen afwerking vernieuwen.
9	Strakee BV & Bouwadvies Amsterdam	2a en soms 3		Koppeling wand-vloer. Met stijve systeemvloer werkt ook als vloerdiafragma. Van buiten af aangebracht. Geen binnen werkzaamheden. Varianten voor houten of betonnen vloeren. Vermelding van de meest interessante vernieuwing.
10	W2N eng. & Bureau vd Plas & arch. Feddema & Roorda en Veltman.	2a en 3		Koppeling wand-vloer. Met stijve systeemvloer werkt ook als vloerdiafragma. Van buiten af aangebracht, maar veel werk. Geen binnen werkzaamheden. Varianten voor houten en betonnen vloeren. Geheel nieuw ontwerp buiten muurplaat.
A	Aha architecten	2a en 3 en 4		Totaal voorstel, niet per onderdeel gepresenteerd. Hele buitenschil versterken en isoleren. Zware ijzeren H balken rondom aan elkaar gekoppeld. Mogelijkheid van gebouw uitbreidingen. Geïntegreerd met klimaat en duurzaamheidsdoelen.

#	Indiener	Niveau	Afbeelding, voorbeeld	Beoordelingen
B	Antea groep Spouwcon	4		Versterken van spouwmuren door injecteren van beton. Verzwaart de massa. Geen isolatie. Zonder hinder van bewoners. Snel uit te voeren. Werkt niet bij veel raam openingen. Werkt niet bij steens muren die van de zwakste gebouwen zijn. Werkt niet als spouw al is na-geïsoleerd
C	Strakee	3		Koppeling muren met vloeren. Diafragma ankers. Onderdeel. Nummer 9 is verder uitgewerkt. Van buitenaf aangebracht. Eenvoudige maatregel, oplossing voor kopse balkverbindingen
D	Brands aramide	2a en 3 en 4		Koppeling vloeren en muren. Diafragma maken. Muren en vloeren versterken bij doorzetten. Nog niet uitgewerkt voor spouwmuur. Binnenzijdige bewerkingen en vervangen installaties. Bewoner tijdelijk verhuizen.
E	Brands PUR	3 dak		Verstijven dakvlakken door PUR injectie of opspuiten. Deeloplossing. Geen verbindingen, wel samenhang. Wel isolatie, maar beperkt. Blijft flexibel zonder aanpassing PUR
F	Design Panel	2a		Verbinding vloer-muur voor steens muur en spouwmuur. Van buitenaf aangebracht. Kan verbonden worden met lintvoeg wapening. Eenvoudige maatregel voor parallelle balken, maar moeilijk voor kopse verbindingen
G	Hanze koolstof	2a		Verbinding voer-muur. Alleen schetsontwerp volgens bekend principe. Niet uitgewerkt voor spouwmuur, wel voor woningen tussenmuur. Geen begrotingen of aan andere competitie voorwaarden voldaan.
H	Hilti	2a		Verbinding voer-muur. Niet uitgewerkt voor spouwmuur, wel voor woningen tussenmuur. Ankers sterk (Hilti focus), maar verbinding aan muur twijfelachtig vooral bij half steens muren. Kan verbeterd worden met oplossingen G of D.
I	Sismo Collarform	4 en 5		Versterking hoeken van gebouw met aangestorte gewapend beton constructies. Tegelijkertijd wordt dan de locatie voor de diafragma verbinding gemaakt. Sterke hoek elementen. Geen binnen werkzaamheden. Gebouw moet wel hoeken hebben. De hoekversterkingen moeten met elkaar verbonden worden.

#	Indiener	Niveau	Afbeelding, voorbeeld	Beoordelingen
J	Smit-Westerman ingenieurs	4		Voorspannen door trekanker door de spouw aanbrengen en aan fundering verankeren, inclusief diagonalen in kopgevels. Daar is het probleem niet. Moeilijk uitvoerbaar, niet voor gevels met ramen. Vereist spouwmuren die de extra druk kunnen opnemen. Verankering bij bestaande bouw moeilijk.
K	Smit-Westerman ingenieurs	4		Spouwmuur vullen met Spramex beton (4/16) met hoge vloeibaarheid (F4), sterkteklasse C20/25. Toegevoegd gewicht. Alleen voor spouwmuren. Niet met veel ramen. Extra getoonde maatregelen wel relevant.

De jury beoordelingscriteria waren: 1. Technische betrouwbaarheid 40 %; 2. Esthetisch verantwoord 30 %; 3. Minimale overlast 20 %; 4. Kwaliteit van het voorstel 10 %. De boven ingevoerde kleurcodes zijn mijn interpretatie als jurylid (groen goed, roze minder) voor de geschiktheid bij het lichte of slimme versterken.

Een merkwaardig aspect van deze competitie was dat de **funderingen hiervan uitgesloten** waren, terwijl dat een van de grote problemen van de zwakke steens muren woningbouw was en juist de oorzaak van veel gebouwschade.^{67 xxiv}

Omdat de competitie voorstellen werden berekend en uitgevoerd op basis van een PGAg 0,36 zijn de meesten veel te zwaar uitgevoerd, maar met een lichtere versies zouden verschillende opties goed in aanmerking kunnen komen voor 'licht of slim versterken'. Alle deeloplossingen van alleen de muur-vloer verbindingen (niveau 2a) zijn opties; optie 10 is echter nogal veel werk⁶⁸.

Bijna alle voorstellen hadden goede elementen die met andere voorstellen gecombineerd kunnen worden zoals de wikkels of spiraal muurwapening (TotalWall, Thorhelical en inboorankers). Het probleem van de smalle muurpenanten of afwezigheid van muurpenanten, zodat de muren in hun vlak de beving belastingen kunnen opnemen werd niet opgelost (m.u.v. 4 Hunebouw en I Sismo), terwijl dat wel het hoofdprobleem is van de zwakke gebouwen zoals doorzonwoningen.

Conclusies:

- De ontwerpconsultatie was exclusief funderingen (wel een erg belangrijk probleem).
- De competitie was gebaseerd op een hoge PGAg 0,42 of 0,36 in plaats van een reële waarde.
- De voorstellen waren gebaseerd op **bestaande principes (te vinden op het Internet)**, maar de meeste slechts betreffende één onderdeel, terwijl dat onderdeel wel moet passen in een totaal versterkingsplan.
- De voorstellen 1, 2 en 6 zijn de meest realistisch en kunnen in combinatie met andere maatregelen ook in lichtere versies uitgevoerd worden, mits er aanpassingen gemaakt worden voor woningen die veel raampartijen hebben.
- De vernieuwingen die ik had voorgesteld (HD-PUR, *Base-isolation*, vulpalet) konden niet meedoen omdat ik geen uitvoerende aannemer was en onderdeel uitmaakte van de jury.
- Ofschoon de **resultaten openbaar en licentievrij** zouden zijn, zijn deze NIET op het Internet te vinden. De burgers hebben dus praktisch gezien geen toegang tot deze gegevens.
- Behalve de reeds reguliere spiraalwapening werden de suggesties niet toegepast.

⁶⁷ In opdracht van NAM; Leidraad Ontwerpcompetitie Arup 2014 rapport 229746_041.0_REP103

⁶⁸ De buitenmuur moet worden opengemaakt en de verbindingen aangebracht en dat weer dichtgemetseld.

Hoofdstuk 7. Wat was de doelstelling van het trainingsmateriaal?

Was de schadevergoedingsregeling van de NAM correct of voldoende? Wat was de invloed van de Pers of actiegroepen op het publiek?

De bedoeling van mijn tijdelijke aanstelling van twee jaar bij de NAM (2013-2015) als reeds gepensioneerd bouwkundig seismisch ingenieur, was om internationale seismische kennis over aardbevings-bestendige bouw in het Nederlands te produceren en toe te passen. Het gekozen platform was het Alfa College in Groningen (MBO). Het middenkader is daar divers, hoofdzakelijk bestaande uit in de praktijk werkende bouwondernemers en schade-inspecteurs. Al vanaf de 8-08-2006 Westeremden waren er oud-stafleden van de NAM (niet-bouwkundig) teruggeroepen om de vele honderden schadedossiers te behandelen, terwijl er een groot aantal bouwkundige schade-inspecteurs van externe bouwbedrijven nodig waren om het veldwerk van de inspecties te realiseren. Deze beide aantallen namen direct na de 16 augustus 2012 Huizinge beving snel toe.

De verschillende partijen in de provincie Groningen hadden alle in meer of mindere mate **kennis nodig** over het effect van aardbevingen en hoe de gebouwen te versterken. Hoewel wereldwijd een enorme hoeveelheid kennis over dit onderwerp bestaat en op het Internet te vinden, is het meeste in het Engels gesteld en door wetenschappers geproduceerd, maar in een vorm die voor een gewone minder geleterde burger vrijwel onbegrijpelijk is⁶⁹. De taak was daarom, in mijn ogen, om uit die grote hoeveelheid informatie het meest nuttige te destilleren en te vertalen naar de Groningse woningbouw.

‘Vertalen’ in verschillende vorm en betekenis:

- a. Van het hoofdzakelijk **Engels naar het Nederlands**.
- b. Van ingewikkelde wetenschappelijke teksten datgene er uit te destilleren dat **relevant** is voor de provinciale woningbouw van Groningen.
- c. Van internationale wetgeving zoals de ACI 318-71 en de Eurocode 8 en regelgeving omzetten naar begrijpelijke en navolgbare **informatie en advies**^{xxv}.
- d. Van buitenlandse woningbouw: betonskelet, houtskelet en staalbouw en dikke natuursteenbouw naar de typische **baksteen gebouwen met spouwmuren** in Nederland.⁷⁰
- e. Organiseren in een **logische volgorde van informatie**, te beginnen met de algemene begrippen (Hoofdstuk 1 in het Burgerboek) en dan vanaf de fundering tot aan het dak. De Grote Gebinten Schuren is apart te behandelen, want die problematiek is anders dan van de woningen. Deze schuren zijn in flexibele houtskeletbouw. Hoofdstuk 10 Burgerboek.
- f. Relateren naar de **feitelijke schadesituaties** die zich in de provincie voordeden. Hierdoor kunnen woningeigenaren hun eigen situatie herkennen. Dit houdt het visualiseren in van die informatie door het gebruik van fotomateriaal van bestaande situaties. Dit is gedaan in een geanonimiseerde vorm (zonder de privacy aan te tasten).
- g. Schematiseren van geïdentificeerde problemen en oplossingen met **schetsen en tekeningen**.
- h. **Herhaling** van belangrijke thema's. Iets dat in de meeste informatie processen nodig is. Elk hoofdstuk herhaalt de relaties met de andere hoofdstukken en kan apart gelezen worden.
- i. **Aanvulling van bouwtechnische inhoud op de NAM website informatie** die alleen gemeenschappen verkondigde en procedures voor schadeclaims.
- j. **Onafhankelijke technische informatie** bieden zonder verzeild te raken in de schuldvraag in 2014 over wie, wat en hoeveel er betaald of vergoed moest worden⁷¹. Alleen informatie over hoe het kwam en hoe het gerepareerd moest worden.

⁶⁹ Uitzonderingen daarop zijn documenten die in Peru, India en Indonesië zijn geproduceerd, in de lokale taal en uitgebreid geïllustreerd met oplossingen die binnen de lokale bouwkunde toepasselijk zijn.

⁷⁰ De Eurocode behandelt al deze constructie types, maar in de provincie is de baksteen bouw relevant.

Het onbegrip bij de burgers en het provinciale bestuur vanwege de gebrekkige of eenzijdige communicatie van de NAM leidde tot spanningen en vervolgens begin 2014 tot een initiatief tot verbetering van de situatie met het akkoord: **Vertrouwen op Herstel en Herstel van Vertrouwen**,^{xxvi} waarin wordt vastgelegd hoe de NAM de compensatie regelt voor de schade door de gaswinning.

In dit rapport wordt gesteld dat er financiële overeenstemming is bereikt over:

1. Vergroting van de gebouwveiligheid (net-niet-instorten of gedeeltelijk instorten) en het preventief versterken van huizen en gebouwen tot dat niveau.
2. Verbetering van de schadeafhandeling en waardevermeerdering
3. Verbetering van de leefbaarheid
4. Verbetering van het economisch perspectief

Waarbij de term ‘veiligheid’ opnieuw niet wordt uitgelegd, en vervolgens er niets wordt gedaan aan preventief versterken, omdat de uitgerekende maximale PGA van het dreigingskaartje van de KNMI nog veel te hoog lag.⁷² Met preventief versterken volgens mijn eerste (interne) prognoses, volgens dat dreigingskaartje en de eerste begrotingen van seismische maatregelen voor een 100.000 woningen meer dan 20.000 miljoen euro gemoeid zijn (gemiddeld euro 200.000 per woning, zonder isoleren). Bovendien werd er helemaal geen economisch perspectief geboden, anders dan een vergoeding van maatregelen die uitmondde in het plaatsen van PV panelen op veel woningen.⁷³

De bedoeling van de euro 4000 schadebonus was goed totdat er gesteld werd dat maatregelen aan de woning eventuele *toekomstige versterkingsmaatregelen* niet in de weg mochten zitten, terwijl op hetzelfde moment **niet** aangegeven kon worden wat dan die versterkingsmaatregelen wel waren. Ander economisch perspectief voor de regio werd niet geboden.

Mijn voorstel om alle veeboeren in Groningen en Friesland op biogas over te laten stappen en de oude stallen weg te saneren haalde het niet, omdat er in het verleden eens een sommetje was gemaakt dat het economisch niet rendabel was. Ondertussen was de economie wel veranderd, terwijl boeren grote nieuwe stallen bouwden omdat de melkquota werd opgeheven. Biogas is energie en kan met opwaarderen een aanvulling op aardgas zijn. Op hetzelfde moment wordt men zich in Nederland bewust dat de grote veestapel een bron van CO₂ uitstoot is. Toch zag men bij de toen NAM niets in biogas als regionaal economisch perspectief of energiebron en toevoeging in het nationale gasnet.⁷⁴

Met betrekking tot het budget van Vertrouwen op Herstel en Herstel van Vertrouwen:

Het merkwaardige verschil dat ontstaat tussen aan een kant:

- de eerste KNMI dreigingskaart (2014 PGAg 0,42), de eerste begrotingen van de seismische versterking (euro ≈ 200.000) en de aantallen gebouwen in de rapporten van Arup op basis van die dreigingskaartjes (≈ 100.000 gebouwen); hoge schatting ≈ **20.000 miljoen euro**.
- en aan de andere kant
- de begrotingen die in het akkoord staan met een totaal van euro 200 miljoen per jaar voor 6 jaar = **1.200 miljoen euro**, wordt binnen de NAM niet uitgelegd. Dat is slechts 6% van het noodzakelijke budget, maar het 2014 PGAg kaartje was toen nog niet aangepast naar een veel lagere waarde die het kleinere aantal gebouwen zou rechtvaardigen.

⁷¹ Door verschillende partijen zoals de GBB wordt getwijfeld aan deze optie, wanneer het duidelijk zou zijn dat ik als extern contractant betaald werd door de NAM, maar ze accepteren wel dat contra-expertises van hun woningschade wel door de NAM betaald wordt. Dit is een probleem van de ‘bevestiging door associatie’.

⁷² De dreigingskaart wordt later in de vertaalde Eurocode 8 (de NPR) opgenomen.

⁷³ Woningeigenaren die een schade hadden kregen een bonus van Euro 4000 die ze konden besteden aan een verbetering. <https://nos.nl/artikel/2118256-te-veel-zonnepanelen-in-groningen.html>

⁷⁴ De regionale of nationale ontwikkeling van biogas is veel duurder en langduriger dan het uitdelen van euro 4000 aan contanten, maar draagt wel bij aan een lange termijn duurzame economische ontwikkeling.

In de loop van 2014 begint de NAM aan het onderzoek naar publieke gebouwen zoals de basis scholen en enkel andere gebouwen in het epicentrum gebied van Loppersum, maar komen de woningen van de buitenzones (lagere PGA-waarden) voorlopig nog niet aan de beurt voor beoordeling of compensatie. Dit is het gevolg van een groot capaciteitsprobleem in de bouwwereld. Het resultaat is dat veel bewoners voelen dat ze in de kou zijn blijven staan. Daarop speelt de Pers (Dagblad van het Noorden) weer in door deze burgers te interviewen.⁷⁵ Daarmee versterkt de Pers de negatieve gevoelens onder de bevolking. De Pers heeft daarbij een veel grotere impact in de beeldvorming dan de publieksvoorlichting van de NAM die het toen in dit opzicht af liet weten.

De NAM had met het 2014 rapport 'Vertrouwen op Herstel...' kennelijk een **twee-sporen beleid**: aan de ene kant vasthouden aan de hoge PGA-waarden, terwijl aan de andere kant al in begin 2014 met veel lagere waarden wordt begroot wat betreft de versterkingsmaatregelen.

Figuren 44. Voorbeeld. Veel oude woningen hebben gelijksoortige problemen en lopen een gedeeltelijk instort risico bij herhaalde bevingen. Stutten is dan wel noodzakelijk.



Er werden er in de Pers regelmatig foto's vertoond van gebouwen in de stutten, maar het 'eigen gebrek' of achterstallig onderhoud dat deze gebouwen hebben wordt niet vermeld of toegelicht. Hierdoor wordt een zeer eenzijdig beeld geschapen. De stutten geven aan van "Kijk eens hoe erg", maar er wordt niet bij verteld dat de NAM de gestutte gebouwen wel wil verstevigen en herstellen; de prioriteiten lagen anders, bovendien is monumenten restaureren extra gecompliceerd.⁷⁶

Twee problemen komen hier bij elkaar. Het ene is dat er in de provincie veel echt oude gebouwen zijn met achterstallig onderhoud (en 'eigen gebrek'), mede als gevolg van het feit dat Groningen een KRIMP regio is. Het andere is dat er géén financiële voorzieningen waren zoals een eigenaren-Bouwfonds dat de aanvullende herstelkosten of verduurzaming kon helpen financieren.

Figuur 45. Deze geënceneerde foto (van Groningen nu.nl en ed.nl) werd te pas en te onpas gebruikt als voorbeeld van aardbevingsschade, maar heeft technisch gesproken niets met de bevingen te maken. Wel een sterk beeld om de aandacht te trekken.

De lage zijmuren van de grote schuur worden door zakkende gebinten naar buiten gedrukt en zonder funderingen of goede funderingen splijten ze.



⁷⁵ In interessante rapportage dateert uit eind 2015 waar een burger stelt dat hij het vertrouwen in een oplossing heeft opgegeven en al euro 20.000 heeft besteed om het eigen gebrek van zij woning op te heffen. <https://www.dvhn.nl/groningen/%E2%80%98Vertrouwen-is-niet-meer-te-herstellen-21066277.html>

⁷⁶ Dit komt omdat het hier de funderingen betreft, men niets aan de gevels mag veranderen en aan de complexe voorwaarden van monumentenzorg moet voldoen. Dat kan wel, maar niet ad hoc.

De oorzaken van de grote zettingen en scheuren in de lange lage zijmuren van de Grote Gebinten Schuren zijn niet veroorzaakt door aardbevingen. Dit wordt verder toegelicht in Hoofdstuk 10 van het Burgerboek. De Pers, als communicatie naar de burgers, creëert en versterkt met dit soort beelden het negatieve beeld over het gebrek aan muurherstel of actie door de NAM.

De Pers moet de aandacht trekken om haar nieuwswaarde te behouden en gebruikt hiervoor de meest illustratieve beelden, maar verdraait daarmee vaak de werkelijkheid of verschuift de perceptie; de Pers **polariseert daarmee de situatie**. Het publiek wil schandaal lezen en hun eigen gelijk gepubliceerd zien, zo wordt de negatieve interactie tussen publiek en Pers gevoed.

De NAM belooft in 2014 in het rapport 'Vertrouwen op Herstel en Herstel van Vertrouwen', met een bedrag van euro 1.128 miljoen euro over zes jaar. Maar de NAM en de bouwwereld is niet tijdig in staat dat te kunnen realiseren. Er ontstaat een tweedeling in de bevolking. De instituten (scholen, monumentenzorg) en woningeigenaren (incl. woningcorporaties) die wél op korte termijn aandacht kregen aan de ene kant, en de bevolking die in de randgebieden woont of waarbij C-schade is geconstateerd aan de andere kant. Deze andere kant, die niet op tijd of onvoldoende geholpen wordt is in collaboratie met de Pers en actiecomités zoals de GBB. Door dit versterkende klankbord wordt door de Pers de indruk gewekt dat de NAM alles verkeerd doet.

De ontwikkeling van het trainingsmateriaal over het **hoe en wat** van de aardbevingen en gebouwversterking wordt overvleugeld door de onrealistische hoogte van de NPR dreigingskaart met 2014 PGAg 0,42 en in 2015 PGAg 0,36, omdat alle ingenieurbureaus nu met die hoge waarden moeten rekenen en er deswege geen behoefte bestaat bij het MBO aan inzicht over de bouwconstructies.

Niet alleen de Pers heeft invloed op het denken van de bevolking, maar ook de lokale actiecomités en organisaties. Door de verleden situatie geloven de vertegenwoordigers niet meer in de berichtgeving van de NAM. Het 2014 rapport 'Vertrouwen op Herstel en Herstel van Vertrouwen' met de grote financiële toezeggingen met herstel en versterking over een lange periode, van de Dialoogtafel, heeft niet het gewenste effect gehad om de gemoederen te bedaren.

De kleine luidruchtige groep ontevreden personen willen zich in 2014 niet verdiepen in wat er wél gebeurt, maar focussen op wat er niét gebeurt en krijgen de aandacht van politiek Den Haag. Het gebrek aan deskundig bouwkundig technisch personeel, ervaring en capaciteit in de seismische hersteloperaties is hier fnuikend voor de oplossing van de problemen.

Alhoewel er in 2015 al 3000 gebouwen (huizen en scholen) relatief seismisch zijn versterkt, door de risicovolle elementen te verwijderen (b.v. schoorstenen), mochten deze niet meetellen voor het aantal van versterkte huizen. Dit komt onder andere omdat de bestuurders en bevolking geen kennis hebben van de principes van seismische versterking hebben en vinden dat het hele gebouw constructieve versterking moet ondergaan i.p.v. het seismische risico weg te nemen. Het gros van de versterkingen telden daarom niet mee.

Figuren 46. Het vervangen van schoorstenen door lichtgewicht model of het verwijderen werd niet gezien als versterking, maar dat was het wel.



Gebouwen waarvan de stijve, zware gemetselde schoorsteen van de relatief flexibele dakconstructie wordt **verwijderd**, zullen geen gevaar meer opleveren dat deze schoorsteen er af valt.

Volgens de bouwkundige analyse van dit soort van gebouwen, wanneer ze geen duidelijke funderingsproblemen hebben en brede raampenanten, kunnen ze aardbevingen doorstaan van PGAg 0,2 voordat er van enig instortingsrisico sprake kan zijn. Volgens de Eurocode 8 of NPR zijn ze dan veilig (*near collapse*). Een PGAg 0,2 is 2,5 X de sterkte van de beving van 16-08-2012 te Huizinge.

Dat wil echter niet zeggen dat ze dan geen schade zullen hebben. Muurherstel IS NIET versterken.

Het soort schade hangt af van de constructie van de gebouwen, fundering, dragende muren, diafragma's en verbindingen. De gebouwschade kan dan bij pré-1920 woningen aanzienlijk zijn, waardoor het financieel onrendabel wordt om ze te versterken, repareren en verduurzamen. Dat wil dan niet zeggen dat het ook milieutechnisch onrendabel is om ze op te knappen, want in de huidige financiële berekeningen worden niet de cultuurwaarde doorberekend of de extra CO₂ uitstoot die het gevolg is van een commercieel sloop en herbouwproces. Dat laatste wel meerekenen is een noodzakelijke duurzaamheidsstap die momenteel voor veel instellingen nog in de toekomst ligt.

Door alleen de huizen (zonder de scholen) te tellen als reeds versterkt, wordt opnieuw een verkeerd beeld gegeven over de voortgang van de versterkingsactie. Vervolgens wordt dat schamele resultaat breed uitgemeten in de Pers. Op haar beurt resulteert dit in een bevestiging van de opinie van de burger dat het te langzaam gaat met de versterkingsoperaties. Deze volharding van standpunten en onvoldoende kennis van zaken, wordt in januari 2021 nog eens weergegeven in een korte correspondentie met de vraag om publicatieruimte in een Gronings nieuwsblad.⁷⁷

Uit de brief van een redactiemedewerker kon het volgende opgemaakt worden:

- ⊗ Grote motivatie en betrokkenheid met het thema aardbevingen en angst van de bevolking.
- ⊗ Wel enkele juiste verklaringen vanuit de informatie die ter beschikking staat.
- ⊗ Verkeerde begrip van 'Veiligheid' of 'Risico' dat de NPR of Overheid hanteert t.o.v. burgers.
- ⊗ Focus op financiële vergoeding zonder evaluatie of het wel bevingsschade is.
- ⊗ Mensen schuldig vinden door associatie met de NAM of aan een instituut zoals de TUDelft.
- ⊗ Bewuste charging van contra-NAM en contra-Overheid stellingname.
- ⊗ Neemt bij voorbaat een afwijzende positie in voor betere informatie over bouwen en seismisch versterken zonder te weten waarover het gaat.

Uit deze korte correspondentie kunnen de volgende drie conclusies worden gemaakt.

- Het is verhelderend om inzicht te krijgen in de verbitterdheid van sommige actiegroepen en de vermenging van feiten en misconcepties die daaraan ten grondslag liggen.
- Door zich af te sluiten voor nieuwe praktische informatie over het herstel en verduurzamen van woningen, wordt daarmee ook die informatie voor een grote groep Groningers geblokkeerd. Burgers die straks wél willen weten wat er met hun woning is gebeurd of kan gebeuren; daarmee wordt die groep benadeeld of tenminste niet goed geïnformeerd.
- De betrokken persoon blijft kennelijk vastzitten in de informatie die in 2015 bekend of relevant was en is in de laatste 5 jaar niet verder gegroeid in kennis of begripsvorming.

De problematiek van gebrek aan kennis over de betekenis van risico en het veiligheidsbegrip van de NPR of de invloed van aardbevingen op gebouwen is vrij breed. De ingenieurs blijven rekenen met de oude 2015 of 2016 NPR gegevens en worden betaald door de NAM of CVW of NCG of IMG, zonder de logica van die hoge berekeningen of honderden pagina's tellende rapporten tegen het licht te houden van de sociaal-politieke werkelijkheid en de daling van de PGA.

Er worden daar geen vragen gesteld; de inkomsten zijn belangrijker; *follow the money*.

⁷⁷ De feitelijke briefwisseling van een paar pagina's is uiteraard privé.

De dreigingskaart van de NPR loopt ongeveer een jaar achter bij de besluitvorming over de gaswinning en worden niet naar de burgers uitgelegd.⁷⁸ Door vast te houden aan oude kaarten worden alle berekeningen topzwaar uitgevoerd, hoewel dat volgens het laatste winningsplan niet nodig is. D.w.z. tenzij men straks niet opnieuw de gaskraan (ongecontroleerd) open zet.

De technisch wetenschappelijke publicaties gaan uitgebreid in op de theoretische berekeningen, zonder een analyse te maken of die hoge PGA wel maatschappelijk reëel is. Die publicaties geven weliswaar een verdieping van het technische thema van de geïnduceerde aardbevingen voor de eigen professionals, maar daarmee wordt het voor de burgers niet duidelijker. Het gaat ook nooit over de bouwkundige maatregelen die nodig zijn om de bakstenen woningbouw constructief te verbeteren. Die wetenschappelijke artikelen zullen wel meer kennis produceren over het Groningse type geïnduceerde aardbevingen en de verschillen met tektonische aardbevingen, maar zijn erg specialistisch en niet holistisch bedoeld of gericht op de belangen van de bevolking.

De verschillende sociaal wetenschappelijk georiënteerde publicaties gaan over de gevoelens, de klachten en de angsten van de bevolking in Groningen in relatie tot het hele versterkingsproces.^{xxvii} Daarbij is het voor die partijen óók niet duidelijk wat de termen ‘veiligheid’ of ‘risico’ inhouden en wat dat betekent in relatie tot de hersteloperaties. De rapporten analyseren op basis van interviews het effect van de gebouwschade op een aantal kernvariabelen zoals angst, veiligheid, gezondheid en vertrouwen in de overheid en over het algemeen de psychosociale impact van de gaswinning op die burger. Het wordt daarin duidelijk gemaakt hoe het versterkingsproces is vastgelopen door de complexiteit van het proces zelf en de stroperigheid van de procedures. Dit proces bestaat uit twee onderdelen: het bouwkundig technische proces en de herstelorganisatie in haar geheel.

- Het bouwkundig technische aspect werd eerst gecompliceerd door de steeds verlagende PGA van de NPR en voorbeelden van overmatig zware versterkingen van testgebouwen. De woningeigenaar met schade wordt vervolgens in uitvoering achtergesteld bij de versterking van gemeenschapsgebouwen. Verder bleef de burger in het duister over welke maatregelen nodig waren: wat versterken, cosmetisch, van fundering tot schoorsteen, kosten, door wie, eigen gebrek, C-schades, wat wordt er wel of niet betaald, enz.? Waarom wordt het ene huis wel versterkt en het andere in dezelfde straat niet?⁷⁹
- Het hele traject met schademelding, inspecties, beoordelingen, rapporten, begrotingen, contra-inspecties, monumenten, planvorming, informatie avonden, contracten, verhuizing, met gemiddeld 17 keukentafelgesprekken voordat er een beslissing komt over sloop en nieuwbouw. Dit proces wordt óók verstoord door een verkeerde begripsvorming over de NPR, ‘Veiligheid’ en ‘Risico’. De ingenieurs en wetenschappers aan de ene kant en de onderzoekers en de bevolking praten volledig langs elkaar heen.

Het versterkingsproces heeft zowel technische-bouwkundige als sociale, financiële, politieke en organisatorische complexiteiten. De herstelbouw in haar geheel loopt via uitgebreide dossiers, bouwnormen, ontwerpen, berekenen, vergunningen, aanbestedingen, bouwbedrijven, allemaal **buiten de woningeigenaar om**. Wanneer een ingenieursbureau met een vuistdik rapport stelt dat er een bepaalde constructie moet komen, wat kan de bewoner daar over zeggen? Wordt er dan iets “versterkt of gerepareerd” zonder dat het geïsoleerd wordt? En moet de eigenaar dan zelf aan de slag om zijn gebouw duurzaam te maken?

⁷⁸ Men hoeft alleen die dreigingskaartjes te actualiseren. Het vertalen van de Eurocode 8 was een **onnodige exercitie** want dat is gewoon een goed document dat in heel Europa gebruikt wordt en alle ingenieurs kunnen dat als rekenbasis gebruiken zonder dat het in het Nederlands vertaald hoefde te worden.

⁷⁹ Dan kan te maken hebben met de richting van de bouwmuren t.o.v. de oriëntatie van het epicentrum. Veel woningen hebben een groot sterkteverschil tussen de orthogonale richtingen van de twee gebouwen.

De woningeigenaar is met de afbouw van de Groningerveld gasproductie en stop per 2022 misschien niet meer bang voor instortingen, maar wil wél weten of deze nog jarenlang elke keer nieuwe schadeformulieren in moet vullen. Wat gebeurt er als de stutten worden weggehaald? Wat is het verschil tussen muurherstel en versterken, wanneer is versterken van het gebouw of de fundering nodig? De informatievoorziening naar de bewoners moet veel beter, waaronder de informatie voorziening over hun eigen gebouw, waarom scheurt het en wat is er tegen te doen?

Het burgerboek 'DUURZAAM HERSTEL en VERSTERKEN...' is daarom een **informatief gereedschap voor de woningeigenaar en de aannemer**, maar ook voor het niet-bouwkundige administratieve en overheidsgedeelte in het herstelproces.

Teug naar de kop van dit hoofdstuk. Wat was de doelstelling van het trainingsmateriaal? Was de schadevergoedingsregeling van de NAM correct of voldoende? Wat was de invloed van de Pers of Media en actiegroepen op het publiek?

- a) De vraag over de doelstelling van het trainingsmateriaal is uitgebreid beantwoord met punten a t/m j op pagina 53.
- b) De schadevergoeding van de NAM was volgens de wet (art. 6:177a BW) op eenvoudige en ruimhartige wijze vergoed door de A- en B-schade ruim te begroten, waarmee dan ook een gedeelte van de C-schade hersteld kon worden. Echter, door gebrek aan bouwkundige kennis werden veel funderingsproblemen onder de C-schade gerekend, terwijl het aannemelijk was dat bij gebouwen van vóór 1920 veel zettingen konden optreden vanwege de lichte trillingen die al tientallen jaren aan de gang waren. De NAM ontkende tot 2006 dat er een relatie tussen de bevingen en de gaswinning bestond, waarmee impliciet werd geponeerd dat oude zettingen niet onder aardbevingsschade zouden vallen. De schadevergoeding was dus NIET goed opgezet. Pas in 2017 werd de SBR Trilling-richtlijn A [eindnoot ^{viii}] uitgebracht om een norm te hebben om het toelaatbare effect op gebouwen te kunnen meten.
- c) De schadevergoeding volgens het 2014 rapport 'Herstel van Vertrouwen...' geeft een aanvullende vergoeding voor de waardedaling van de gebouwen, maar dat heeft niet geleid tot de geruststelling van de gemoederen, onder andere omdat voor een groot aantal gebouwen de waardedaling (nog) niet bepaald kon worden.
- d) Van de 2014 bonusuitbetaling van Euro 4000 is wel ruim gebruik gemaakt maar heeft niet het gewenste kalmeringseffect gehad (de Media bleef negatief). Met de beperking dat de maatregelen toekomstige hersteloperaties niet mochten belemmeren, werden er slechts PV panelen van aangeschaft. Het probleem was dat in 2014 de PGA heel hoog bleef en de NAM daardoor niet kon aangeven wat de mogelijke hersteloperaties zouden moeten zijn.
- e) Wanneer de woningeigenaar herstelwerkzaamheden aan de woning wil laten uitvoeren is het verstandig tegelijkertijd ook andere verduurzamingsmaatregelen uit te voeren zoals thermische isolatie. Echter, voor die financiering bestond geen structuur en de NAM wilde daar na de reeds uitgegeven 4000 euro optie niet over financiering nadenken.
- f) De Media had hoofdzakelijk een polariserende werking, zonder dat deze de vragen van de bevolking over versterkingsmethoden of Mw of PGA-sterkte kon uitleggen, of het verschil met tektonische aardbevingen

De volgende stellingen (vervolg pagina 44) kunnen worden geponeerd:

W. Het (door de NAM) NIET op een eenvoudige manier aan de bevolking of de Pers uitleggen wat het NPR concept is van 'Veiligheid' of 'Risiko', maar wél vasthouden aan theoretische maximale probabilistische grenswaarden van de bevingen en dat óók NIET uitleggen, is een recept voor **publieke onrust en angst**, die daarna niet meer weg te praten valt.

- X. Het door de seismische deskundige uit voorzichtigheid blijven vasthouden aan de stelling dat: *“De Groningse bodem blijft nog wel ‘twee, twintig⁸⁰ of tweehonderd jaar’ onrustig”* ^{xxviii}, en wat vervolgens breed in de Pers wordt geëchood, is voor de 20 of 200 jaar niet gekwalificeerd of reëel en helpt niet om de gemoederen van de burgers in Groningen te bedaren.
- Y. De Pers in Groningen komt op voor de belangen van de bevolking en heeft een inherente behoefte om de aandacht te trekken en veronderstelde misstanden te vergroten. De Pers gebruikt daarvoor sterk beeldmateriaal dat wel het oogmerk van aandacht beantwoordt, maar niet altijd de werkelijke situatie weergeeft.
- Z. Een kleine luidruchtige groep ontevreden personen of die namens andere ontevreden personen spreekt (Media), focust op wat er níét gebeurt, krijgt de meeste aandacht, maar tegelijkertijd voorkomt die groep dat de meerderheid niet de juiste informatie krijgt die nodig is voor herstel. De Media was kritisch, maar bood geen perspectief; zij zat toekomstige oplossingen in de weg.
- AA. Ofschoon de NAM op haar website www.nam.nl en de sub-site ‘feiten en cijfers’ waslijsten met resultaten publiceerde van wat er wél is gedaan en gebeurde, drong dat niet door naar het publiek, omdat het vertrouwen feitelijk niet hersteld kon worden.
- BB. Het is te hopen dat de publicatie en toegankelijkheid van het Burgerboek ‘Duurzaam Herstel en Versterken van Woningen in Groningen’ op de duur completere kennis produceert over het type lichte geïnduceerde aardbevingen van Groningen en het effect op de woningbouw, waarbij het verschil of overeenkomst met tektonische aardbevingen duidelijk uitgelegd wordt.
- CC. Voor het veranderen van complexe sociale en vastgelopen situaties bij de bevolking, is eerst een nieuwe ronde nodig aan informatie, die redelijk goed te begrijpen is door die bevolking en haar vertegenwoordigers, en ook door de Pers en sociale Media op een evenwichtige wijze bekend wordt gemaakt zodat de bevolking er kennis van kan nemen.

⁸⁰ Binnen een periode van 5 jaar zullen er geen trillingen meer voorkomen die door mensen gevoeld kunnen worden. Binnen 10 tot 20 jaar zal de bodem tot rust komen in de zin dat er geen trillingen meer voorkomen die enige invloed op de gebouwde omgeving zullen uitoefenen, maar natuurlijk wel door de geplaatste seismografen geregistreerd worden. Dit soort brede en niet gekwalificeerde statements van wetenschappers in de geologie veroorzaken alleen maar onnodige onrust.

Hoofdstuk 8. Waarom werd het trainingsmateriaal niet afgemaakt?

De basis van het training materiaal was begin 2015 gelegd. De PGA van de NPR9998:2015 impliceerde een hele grote verdere verhoging van de bevingen waar nu al 10% van de bevolking schade van ondervond (16-08-2012 Huizinge PGAg 0,085). Dit zou grootschalige sociale onrust, protesten en juridisch afdwingen van het stoppen van de exploitatie tot gevolg hebben⁸¹. Immers, in Nederland heb je niet het recht om anderen schade toe te brengen, of die schade achteraf vergoed wordt, is dan niet eens ter zake. We wonen hier niet in een dictatoriaal bestuurd land zoals Noord Korea of Siberië.

In 2013 werd de Eurocode 8 vertaald in het Nederlands⁸², met de nodige tijdrovende consultatie-rondes zoals gebruikelijk is voor het opstellen van een Nederlandse Norm. Vervolgens werd die norm door de NAM en CVW tot de noodzakelijke rekentool verheven en moesten de ingenieursbureaus met die nieuwe theoretische waarden gaan rekenen en versterken. Hoewel de NPR (zoals de Eurocode 8) wel een norm is, is de dreigingskaart GEEN NORM, maar werd wel zo beschouwd.

De Hanzehogeschool begon in 2014 met cursussen op basis van die NPR9998:2015 en berekeningen op basis van de PGAg 0,42, en een jaar later op basis van een PGAg 0,36. De door de NAM aangetrokken consultants maakten versterkingsadviezen op basis van die hoge waarden en internationaal werden deskundigen aangetrokken voor *base-isolation*, omdat dit met die hoge waarden de enige optie was om de bevingsschade aan zwakke gebouwen te voorkomen. Verschillende adviesbureaus zoals Zonneveld⁸³ specialiseerden zich op *base-isolation*.

Alhoewel er een trein aan gebouw “reparaties” aan de gang was, werden er hoofdzakelijk cosmetische herstelwerken uitgevoerd die met de volgende beving weer scheuren vertoonden. Toen ik in 2014 aan de NAM schadeafdeling had duidelijk gemaakt dat er door de aannemers geen ‘versterkingen’ werden toegepast en dat het merendeel van de ‘hersteloperaties’ ondeskundig en zelfs verkeerd waren uitgevoerd, werd dat niet in dank afgenomen. Daarna was ik niet meer welkom op die schadeafdeling.

Met de steeds verder toenemende golf van schademeldingen in 2014 en 2015 en toenemend achterstallig werk in de uitvoering van de herstelwerkzaamheden, werd er NAM personeel aangesteld dat uit de olieactiviteiten in Irak was vrijgekomen, die vervolgens zonder enige bouwkundige of seismische kennis van zaken het bij het schadedossier voor het zeggen kregen.

Mijn stelling dat het sociaal-politiek-juridisch niet realistisch was om de geïnduceerde bevingen te laten oplopen tot meer dan PGAg 0,15, hetgeen minstens 2X zo veel schade zou doen genereren dan de toenmalige 20.000 meldingen, werd niet geaccepteerd. Kennelijk had men bij de NAM nog steeds geen idee wat een dergelijke of hogere PGA aan de Groningse woningbouw zou veroorzaken.

Het Alfa College (MBO, Regionaal opleidingscentrum ROC) bleek in 2014 niet in staat zichzelf te organiseren (het was niet gericht op bedrijven). Men wilde bij de aanvang van de cursus een compleet Nederlandstalig lespakket, dat door de centrale overheid of andere officiële instantie gecertificeerd was (een goedkeuring van de onderwijsinspectie of een onderwijscredo). Het trainen op de NPR was voor dat schoolniveau te hoog gegrepen.

⁸¹ Dit is niet een achteraf conclusie, maar dat stelde ik al in 2014 in discussies en emails naar mijn superieuren.

⁸² Overigens een totaal overbodige aangelegenheid want de 2004 Eurocode 8 was duidelijk en alle ingenieurs die daarmee moesten rekenen kenden voldoende Engels om dat zonder vertaling te doen.

⁸³ Zie bijvoorbeeld : <https://www.zonneveld.com/nl/projecten/Appartementencomplex-Oosterhamrikkade-5-9->

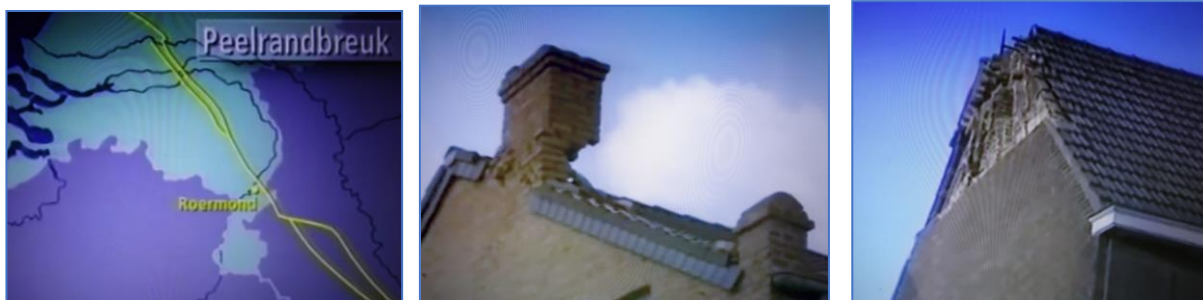
Daarom hadden ze binnen een jaar tijd ook geen personeel beschikbaar dat mee kon werken aan de ontwikkeling van lesmateriaal op basis van de eerste serie praktische modules (40+) die ik voor de NAM had ontwikkeld.

Naast het feit dat het traject Alfa College niets opleverde, de schadeafdeling van de NAM afgestoten werd naar het CVW, de aannemers zich bezighielden met zware versterkingen en de engineering afdeling van de schadeafdeling zich hoofdzakelijk met research bezighield waarbij ze ontwikkelingen mijnerzijds negeerden of zelfs tegenspraken, besloot ik medio 2015 mijn jaarcontract na twee jaar niet te vernieuwen. Er werd mij nog wel een andere functie aangeboden. '**Functie elders**' heet dat.

Het antwoord op de vraag waarom ik het trainingsmateriaal niet afmaakte is in de bovenstaande alinea samengevat. Het lag tot voorjaar 2020 op de plank.

De volgende stellingen kunnen worden geponeerd (vervolg van pagina 62):

- DD. Formele onderwijs structuren van het LBO en MBO zijn gebaseerd op het ontwikkelen van basiskennis voor een hoofdzakelijk statische maatschappij, waarbij het overgrote deel gefocust is op hoe het vroeger werd gedaan. Deze lagere en middelbare onderwijsstructuren zijn (nog) niet op toekomstige ontwikkelingen gericht.
- EE. Het op korte termijn opzetten van **programmatische** of formele **training programma's** over nieuwe thema's is binnen het systeem van het ROC onderwijs kennelijk niet mogelijk wanneer er bij voorbaat geen gecertificeerd en compleet onderwijspakket aanwezig is. Dit onderwijsmodel kan daarom **niet op actualiteiten of vernieuwing in de bouw reageren**.
- FF. Het aanleren en kennen van gebouw ontwerpregels, zoals noodzakelijk is in seismische gebieden, is (nog) geen onderdeel van de basis kennis voor aannemers of bouwvakkers omdat men er (onterecht) van uitgaat dat er zich geen noemenswaardige aardbevingen met een PGAg >0,2 kunnen voordoen.⁸⁴



Figuren 47. Afbeeldingen uit het NOS journaal van de beving in Roermond 13-04-1992. De sterkte van deze beving is waarschijnlijk in de buurt van de PGAg 0,6 en hield een kleine serie schokken in. Zoals bij in baksteen gemetselde woningen zijn het vooral de schoorstenen en topgevels aan flexibele houten kapconstructies die het eerste bevingen.

Het idee dat zich in Nederland geen tektonische bevingen kunnen voordoen is dus niet juist, maar die bevingen liggen nog flink onder de PGAg 0,2 waar seismische muurversterking voor nodig is.

⁸⁴ Zie Youtube Journaal 13 april 1992. <https://youtu.be/3wnYzuWmFWk> Kracht 5.5 Richter. Diepte 25 km. Zakking van 10 cm in de Peelrandbreuk (slenk) wat normaal slechts 1-2mm/jaar is. Eens in de 250 jaar. Voor een dergelijke lage frequentie wordt een apart opleidingscomponent niet relevant geacht.

Hoofdstuk 9. Hoe werkt het communicatie proces?

Aanvullend kan de vraag gesteld worden of de nieuwe NCG financiële regeling voldoende en duidelijk is. Om een persoon of een bevolking van een thema te overtuigen om iets te doen, moet een duidelijke strategie gevolgd worden die de volgende basiselementen bevat.

Eerst **Informatie**, dan **Bewustwording**, daarna **Motivatie** en tenslotte **Uitvoering of Actie**.

In communicatieproces zijn deze vier stappen nodig én in de juiste volgorde. Wanneer deze volgorde niet wordt aangehouden, gaat het altijd fout wat betreft het gewenste resultaat. Wanneer er bijvoorbeeld tot actie wordt overgegaan vóórdat met zich bewust is van wat er moet gebeuren, houdt dat meestal zowel geldverspilling als tijdverspilling in.

Eerst Informatie. De informatie moet toegankelijk zijn, te vinden en te lezen. Complexe Engelstalige rapporten met wiskundige formules die door internationale consultants en wetenschappers zijn geschreven vallen daar niet onder. Voor de oudere Groninger die niet met het Internet goed bekend is, is de optie van een **papieren kopie of naslagwerk** belangrijk. Om een dozijn verschillende documenten te doorzoeken is lastig; informatie samengevoegd in één document en in een logische volgorde is belangrijk.

Onderdeel van het informatieproces is het breder bekend maken van het document en de toegankelijkheid verbeteren.⁸⁵ Dit laatste kan betekenen dat de informatie niet alleen **kosteloos beschikbaar is via een bekende website op het Internet, maar ook de papieren versie via het gemeentehuis, bibliotheek of een ander gemeenschapshuis**.

Twee. Bewustwording. Waar gaat het om? Wat moet er gebeuren en waarom? Reflectie over de informatie is nodig. Sinds 2012 was de bewustwording gesimplificeerd naar “Ik heb schade, los het maar op en de NAM betaalt.” Nu wordt het sinds 6 november 2020 de financiering de verantwoordelijkheid van de woningeigenaar en dus moet deze zich beter bewust worden van de omstandigheden en mogelijkheden. **Dit kan alleen als er een communicatievorm wordt aangeboden die begrijpelijker is dan de NPR.**

De woningeigenaar hoeft in eerste instantie niet de diameter van een chemische bout te weten, maar wel **of en hoe** het metselwerk in principe versterkt kan worden. Ook moet de eigenaar weten dat een grote investering aan een gebouw op een zwakke fundering niet bepaald duurzaam is. De aannemers en de woningeigenaren moeten weten dat je beter eerst kan versterken en daarna pas isoleren, waarom dat vloerdiafragma zo belangrijk is en wat de meest simpele methoden zijn voor het aanbrengen van dat vloerdiafragma.

Drie Motivatie. Dat wil zeggen: de motivatie om er iets aan te doen, om de gebouwen te herstellen of sterker te maken. Met meer kennis van zaken over het risico van aardbevingen, ontwikkelingen met betrekking tot het klimaat, de waarde van de woning en hoe lang je nog van je woning wil genieten tegen lage kosten, zijn onderdelen van het motivatieproces. Een woningeigenaar die een fors bedrag krijgt als schadevergoeding zal goed willen nadenken over hoe dat geld te investeren. Bewoners van 60+ rekenen vaak op een waardevermeerdering van het onroerend goed en lage kosten voor hun laatste levensfase. Zwaar versterken van het gebouw met de kennis dat er geen zware bevingen meer gaan komen is dan niet logisch⁸⁶.

⁸⁵ Dit is analoog aan het financieringsmodel voor midden en kleinbedrijf en de financiering. In veel situaties begrijpen ze wel dat voor iets financiering nodig is, maar is de toegang tot die financiering te ingewikkeld vanwege de bancaire bureaucratie en de randvoorwaarden die gesteld worden.

⁸⁶ Als dat met de nieuwe regeling 6-11-2020 wél wordt betaald kan dat verspilling van geld zijn dat beter in andere vormen van verduurzaming geïnvesteerd had kunnen worden, zoals nodig voor lagere woonkosten.

Wel **slim versterken** en de scheuren op een verstandige manier wegwerken, voorkomen dat het opnieuw gaat scheuren door **dilataties** aan te brengen.

Motivatie kan gestimuleerd worden door subsidie of **toegang tot andere financieringsbronnen** waar niet direct een afbetaling voor nodig is. Het is een regionale uitdaging om een rentevrij Bouwfonds te creëren waar verduurzaming uit gefinancierd kan worden.

Motivatie kan ook gestimuleerd worden door dat de woningeigenaar weet dat de aannemer verstand van zaken heeft. Zonder motivatie komt er geen investering of actie⁸⁷.

Vier. Actie. Uiteindelijk is het de opzet dat woningen worden verduurzaamd, op drie niveaus: (1) in **sterkte** zodat er minder of geen scheuren meer komen; (2) met **goede isolatie** en daardoor met lagere woonkosten en minder CO₂ uitstoot; (3) door de woning **levensloop bestendig** te maken. Actie houdt in dat er afspraken gemaakt moeten worden met aannemers, misschien met architecten om aanvullende tekeningen te maken voor het levensloopbestendig maken van de woning, offertes aan te vragen en om extra financieringsbronnen of subsidies te vinden.

Actie = Uitvoering en vereist **aanvullende informatie**. Voor elk woning type zullen er basis ontwerpen moeten zijn van het soort versterking dat nodig is, met een variant voor een slag beter dan alleen cosmetisch herstel.⁸⁸ Gaat de eigenaar bepaalde dingen zelf doen, zoals inwendig isoleren, of met de burens, of met de wijk of dorp? Worden er door een groep wijkbewoners in dezelfde soort woningen gemeenschappelijke contracten afgesloten. Wat zijn de kosten van de verschillende maatregelen? Hoe beoordelen ze de offertes van de aannemers (helpt het IMG daarbij?). Wie gaat toezicht houden op de kwaliteit van het werk van de aannemers? Waar gaan ze tijdelijk wonen als de vloeren aangepast moeten worden of de muren gestript voor herstel, versterken en isoleren?

Informatie? Vanaf eind 2013 had schortte het op verschillende niveaus aan de informatie. De NAM website gaf wel statistieken weer en hoe je schade kon claimen, maar over het thema 'veiligheid' of wat die hoge bevingswaarden van het dreigingskaartje van de NPR betekende werd geen helderheid gegeven. Welke maatregelen voldoende **bescherming zouden bieden tegen schade bleef onbekend**, hoofdzakelijk omdat de maximale Richter heel erg hoog was en tegelijkertijd in betekenis onbekend bleef, terwijl er wel zware (hoe zwaar?) bevingen in het vooruitzicht gesteld werden.⁸⁹

Er werden duizenden schaderapporten gemaakt die onvolledige, slechte of zelfs verkeerde informatie gaven en duizenden rapporten werden aangevochten (op de kosten van de NAM).

Bewustwording? Door een breed gebrek aan relevante en begrijpelijke informatie mankeerde het ook aan een brede bewustwording van wat er gebeuren moest. Zonder de juiste informatie is het dus moeilijk om zich bewust te worden van de structurele en technische aspecten van de herstelbouw. De bevolking was zich er echter wel steeds sterker van doordrongen dat **zwaardere bevingen** een grotere puinhoop zouden achterlaten; die bewustheid resulteerde in een breed gedragen protest tegen de voortgang van de gasexploitatie uit het Groningse veld, dat uiteindelijk met behulp van de Pers en Media haar weerklank bij de SodM en politiek Den Haag vond.

Bewustwording werd geblokkeerd door het gevoel van onrecht over de schaderapporten en het feit dat de NAM jarenlang miljarden wegsloosde en de burger werd afgescheept met cosmetisch herstel.

⁸⁷ Een gedeelte van het niet op stoom komen van de hersteloperaties in de provincie is gebrek aan motivatie.

⁸⁸ Deze betere versterkingen kunnen afhangen van het geconstateerde schade patroon van de geleden schade. Door dit patroon te analyseren kan geconstateerd worden wat de zwakke elementen van het gebouw zijn.

⁸⁹ Ik herinner met nog de eerste vergadering tussen de NAM-directie met aardbevingsteam en Hans Alders die in 2014 net was aangesteld als Nationale Coördinator Groningen. Met Powerpoints, statistieken en rapporten werd de NCG gebombardeerd op een manier waar een gewoon burger zonder seismische of bouwkundige opleiding al na 10 minuten zou afhaken. Ik mij ook niet voorstellen dat NCG Alders deze inhoudelijke kennis of competenties als bestuurder bezat, maar het ging hier dus niet alleen over bestuur-kunst.

Motivatie? De bevolking was eigenlijk niet gemotiveerd om zich te informeren over de bouwkundige aspecten. De schade moest vergoed worden door de NAM en daarmee was voor hen de kous af. De bevolking hoefde in 2014 niet te weten **waarom en hoe**, dat moesten de aannemers beslissen die de reparaties moesten uitvoeren. Die aannemers werden door de NAM betaald tegen vaste tarieven om de schade weg te werken; dat konden ze wel: uithakken, lijmen, afsmeren en oververven.

Actie? Er werd wel veel actie uitgevoerd zoals het opnemen van de schade, rapporten en begrotingen gemaakt, research op allerlei details en uiteindelijk het spreiden en verminderen van de aardgasproductie uit het Groningse veld. Door gebrek aan relevante informatie werd er research ondernomen waarvan het belang niet altijd zo duidelijk was. Het verwijderen van gevaarlijke topzware schoorstenen van slappe daken had voorrang, maar toen er geteld moest worden hoeveel versterkingen er na een jaar waren uitgevoerd, telde dat belangrijke werk niet mee.

Met een nieuwe situatie sinds 6 november 2020 waar veel van de woningeigenaren nu zelf moeten gaan beslissen wat er met hun beschadigde woning moet gebeuren, is de behoefte aan bouwkundige informatie opeens erg relevant. **Vooraf aannemers die een opdracht krijgen tot reparatie of versterking, moeten nu weten waarom en hoe en moeten de gewenste maatregelen kunnen toelichten voor die woningeigenaar.**

Gedragsverandering. Het bovenstaande vereist een verandering van instelling of het gedrag van de woningeigenaar, de Pers en de lokale actiegroepen naar. **“Hoe kan ik met de financiële middelen die me geboden worden het beste resultaat verkrijgen?”** De focus had moeten zijn op de vraag of de financiële vergoedingen voldoende waren om de gewenste verduurzaming te bereiken op zowel sterkte- en klimaatniveau. De NAM zou dan moeten veranderen van een egoïstische kapitalistische organisatie naar een meer empathische en milieu-bewuste organisatie; dat zat er niet in.

Als bouwkundige en seismisch specialist kan ik stellen dat er twee elkaar beïnvloedende oorzaken zijn van de grote gebouwschade in de regio:

- (1) De bouwstijl van het verleden, met name die van vóór 1920, en voor het type kosten-efficiënte bouw⁹⁰ van de jaren 1960 en 1970, én de fameuze Nederlandse doorzonwoningen. Zoals aangeduid in het Hoofdstuk 4 Funderingen (van het Burgerboek), kunnen er bij een fundering op staal door de trillingen makkelijk gedeeltelijke verzakkingen ontstaan, waardoor er eerst spanningen in de bakstenen muren ontstaan, en daarna scheuren bij een aardshok.
- (2) De aardbevingen sinds 1986 die eerst grotere trillingen en later de grotere schokken teweeg brachten, waar de Nederlandse woningbouw niet op ontworpen is. Bestaande spanningen in de muren worden dan scheuren en bestaande scheuren worden groter.

Het grote discussiepunt in de provincie Groningen is dat veel mensen met de meeste gebouwschade zich op het standpunt stellen dat ALLE schade door de NAM, het CVW, de NCG of de IMG vergoed moest worden. Dit standpunt werd ondersteund door actiegroepen zoals de GBB.

Deskundigen met voldoende bouwkundige kennis zullen stellen dat veel schade in eerste instantie te wijten is aan de gebrekkige bouwkundige staat (pré 1920), inclusief gebrek aan onderhoud (de C-schade zoals eigen gebrek) en vervolgens verergerd werd door de aardbevingen of schokken. Erkenning van de verschillende factoren is noodzakelijk.

Om het versterkings- en verduurzamingsproces voor de woningeigenaren van de grond te krijgen die met betwiste C-schades zitten, is enerzijds erkenning nodig van die woningeigenaren dat het misschien **niet allemaal beving gerelateerde schade is** en anderzijds dat er **financieringsmodellen beschikbaar moeten** zijn waarmee integrale verduurzaming van die woningen kan plaats vinden. Deze kosten zijn niet in de bestuurlijke afspraken meegenomen.

⁹⁰ Wel kostenefficiënt zoals de Bogaardswoningen van de jaren 60-70 woningnood, maar volgens de huidige inzichten in het geheel niet duurzaam. Het zijn juist deze woningen die na 50 jaar al gesloopt worden.

Een basisonderdeel van de gedragsverandering of verandering van instelling is een positieve Pers en betere informatie. **Het Burgerboek van deze dissertatie is een schakel in die informatie.** Het opzetten van een goed en langdurig financieringsmodel door of via de Provincie is een andere schakel. Het verbeteren van de positie van de provincie Groningen, zodat het niet langer een **krimpregio** is, is een andere belangrijke schakel die toekomstperspectief biedt.

Figuren 48. In de Pers (GBB) werden grapjes gemaakt over de krimpregio, maar in essentie is het probleem van de vele schade hier wel aan gerelateerd.



Behalve het analyseren van de geschiedenis zijn voorstellen nodig ter verbetering van de situatie zoals het akkoord 'Vertrouwen in Herstel en Herstel in Vertrouwen' uit 17 januari 2014 (zie eindnoot XIX) met een budget van 1.128 miljoen euro. Uiteindelijk zijn de 6 november 2020 bestuurlijke afspraken een verdere uitwerking van dat eerdere bedrag onder spoor 1 (Veiligheid en Preventie). Om gebouwen te verduurzamen zou daar een budget van nog eens 1000 miljoen euro bij moeten tegen een 0%-rentevoet.

Begrotings-
pagina uit
het rapport
Vertrouwen
in Herstel en
Herstel in
Vertrouwen.

Financiering				
	per jaar	cum. 2014 t/m 2018	raming/budget	opmerkingen
Spoor 1 Veiligheid en Preventie				
bouwkundig versterken	100	500	raming	NAM
preventie infrastructuur		100	raming	NAM; jaarschijven nader te bepalen
subtotaal	100	600		
Spoor 2 Schadeafhandeling en waardervermeerdering				
schadeherstelkosten	50	250	raming	NAM
waardedaling	PM	PM	PM	NAM nog niet te budgetteren
waardevermeerdering	25	125	budget	NAM
fonds 'speciale situaties'	3	15	budget	NAM
extra kosten nieuwbouw in risicogebied	2	10	budget	NAM
subtotaal	80	400		
Spoor 3 Leefbaarheid				
bestaand programma Provincie-gemeenten	5	25	budget	programma loopt tot 2021
programma NAM	5	25	budget	NAM
leefbaarheidsfonds	7	35	budget	NAM
subtotaal	17	85		
Spoor 4 Economisch perspectief				
programma duurzaam economisch perspectief				
vv. NAM	13	65	budget	NAM
vv. Provincie	6,5	32,5	budget	Provincie
subtotaal	19,5	97,5		
Totaal	216,5	1182,5		

Het financiële overzicht van de bestuurlijke afspraken is als volgt: Deze bestuurlijke afspraken betreffen het **onderdeel versterking** en hebben geen betrekking op de afhandeling van schade.

#	Onderdeel	Bedrag x miljoen euro
1	Blok A: 13.000 woningen met bestaand versterkingsadvies (VA) versterken of € 30.000	Buiten deze begroting
2	Blok B/D clustering/gebiedsfonds 4000 woningen waarvan er al voor 1.311 woningen afspraken zijn gemaakt	€ 550 + € 50 (NPG) = € 600 waarvan € 300 onder de term Governance
3	Blok C woningen binnen de scope. Ca. 10.000 woningen met subsidie van € 17.000	€ 170
4	Blok D knelpunten budget NCG	€ 100
5	Blok E1 woningverbetering hele gebied (gemeenten-pot) Particuliere eigenaren woningverbetering @ € 10.000 Woningcorporaties @ € 750 per huishouden	€ 300 € 135
6	E. Geen definitie voor investering in toekomstperspectief	
7	Schrijnende situaties	€ 40 (€ 10 uit gebiedsfonds)
8	Integrale programma's agro, MKB erfgoed en sociaal	€ 50
9	Aanvullend budget organisatiekosten	€ 70
10	Regionale bijdrage NPG aan E2	€ 50
	Totaal	€ 1.515
	Geen aanvullend budget aanwezig voor verduurzamen	

In de toelichting van deze bestuurlijke afspraken lijkt het er op dat de term verduurzamen slechts wordt gebuikt voor thermische maatregelen zoals thermisch isoleren. Het is dus niet duidelijk of tot het verduurzamen ook het verbeteren van de fundering behoort.

Onder #1 kan de woningeigenaar het oude advies voor zwaar versterken accepteren, waarbij het niet duidelijk is of dat versterkingsadvies ook verduurzamen inhoudt. Als de woningeigenaar de woning laat her-beoordelen (kost extra tijd) dan zullen de herstelmaatregelen waarschijnlijk zeer beperkt zijn, maar dan krijgt de woningeigenaar wel de dan toch € 30.000 waarmee aardig wat verduurzaamd kan worden. Echter het verduurzamen van een gemiddelde woning kost meestal ongeveer € 30.000, dus de woningeigenaar zal dan moeten bijleggen of slechts gedeeltelijk verduurzamen.

Onder #3 vallen de nog niet beoordeelde woningen, maar het is niet duidelijk of de opname en het maken van een herstel of versterkingsadvies ook uit die € 17.000 betaald moet worden. Gezien de uitgebreidheid van die adviezen kan dat flink in de papieren lopen. Voor de meeste woningen is dat bedrag ongeveer de helft van de kosten voor thermisch verduurzamen. Hier komt dus ook tekort.

Onder #5 zijn de beide bedragen meestal ook onvoldoende voor goed verduurzamen. Een woning corporatie die een sterkere en goed isolerende buitengevel van een rijtjeswoning wil plaatsen kan dat niet voor € 750 per huishouden.

De vraag of de nieuwe financiële regeling van de bestuurlijke afspraken van 6-11-2020 duidelijk en voldoende is, kan redelijk positief beantwoord worden. In ieder geval is de nieuwe regeling financieel ruimer en duidelijker dan de regeling van 'Herstel in Vertrouwen...' maar aan de hand van de uitwerking zal moeten blijken in hoeverre de woningeigenaren of de woningcorporaties hun woning op beide manieren kunnen **verduurzamen, constructief en thermisch**. Met het huidige budget kan dat niet of niet goed en dan wordt er uiteindelijk maar half werk geleverd op het terrein van verduurzaming. De regeling is daarom niet onvoldoende op het terrein van het verduurzamen.

De VersterkingsAdviezen (VA's)

Met de in de Bestuurlijke Bijlage vermelde versterkingsadviezen is met betrekking tot de communicatie (en kosten) ook iets interessants aan de hand.

Al in 2013 werd door Arup een dozijn gebouw typologieën benoemd, gebaseerd op de bouwperiode en doordoor bouwstijl funderingssysteem en materiaalkeuze⁹¹. Deze typologie-benadering maakte het mogelijk om per typologie een *fragility curve* op te stellen en een inschatting te maken van het schade niveau per typologie, gecombineerd met de PGAg. Uiteindelijk werd het aantal typologieën uitgebreid tot 60 en van elke typologie⁹² een NLTHA (*Non-linear Time History Analysis*) berekening gemaakt ter bepaling van de zwakke zones en de gewenste versterking(en). Op basis daarvan, en de PGAg per locatie kan je dan een VA maken zodat het gebouw **net niet instort** bij de maximale PGA.

De volgende observaties kunne worden gemaakt:

- a) Het maken van een VA per typologie is een zinnige activiteit omdat de gebouwen binnen een typologie allemaal sterk gelijkend zijn en daardoor veel repeteerwerk aan rekenen wordt voorkomen.
- b) Op basis van een VA kan elke aannemer een gebouw binnen die typologie op dezelfde manier aanpakken. De werkverdeling tussen de verschillende aannemersbedrijven zou dan ook per typologie kunnen.
- c) Door seriematige werk kan een kostenvermindering verkregen worden en sneller gewerkt.
- d) Door sneller werk zal de belasting voor de bevolking minder kunnen zijn.
- e) Het maken van een NLTHA-analyse kost voor een eenvoudig gebouw weken, kan alleen door gespecialiseerde ingenieurbureaus worden gedaan en kost in drie weken ≈ 15.000 euro per typologie, zonder dat daar het te maken VA met tekeningen en begrotingen bij zit.
- f) Een gewone aannemer, klussenbedrijf of een woningeigenaar is niet in staat om dergelijke complexe data in te voeren of computerprogramma's uit te voeren. Dat is dus geheimtaal.
- g) Als de VA gemaakt wordt en de aangegeven maximale PGA komt alsnog voor zal het gebouw zwaar beschadigen, net niet instorten, en economisch als *total loss* gelden. Daar wordt de woningeigenaar dan niet echt vrolijk van.
- h) Als het VA gemaakt wordt op oude en veel te hoge PGAg uit 2017 zal het gebouw wel versterkt worden en dan ook niet meer nieuwe scheuren vertonen bij de werkelijke en veel lagere PGA-waarden die na 2020 van toepassing zijn.
- i) De NLTHA methode is zinvol voor hoogbouw (> 10 etages), maar nauwelijks voor laagbouw, dat door middel van een gewone statische *lateral force* berekening op de achterkant van een luciferdoosje in 5 minuten uitgerekend kan worden.

De vraag rijst: Waarom hebben de grote ingenieurbureaus besloten (met NCG, IMG, etc.) om de meest complexe en dure rekenmethode op eenvoudige woningen uit te voeren en daarmee de kosten te doen rijzen en het herstelproces vertragen?

Het antwoord op deze vraag zit in het advies van de Commissie Meijdam van 14 december 2015.^{xxix}

Toen deze commissie zich over de mogelijke individuele risico's en versterkingsmaatregelen boog, was de maximale PGAg van de KNMI nog gebaseerd op de 2015 extreem hoge Richter 5,0 voor het kerngebied. De commissie ging ook uit van het risico van 10^{-5} (bouwnorm), alhoewel in een eerder advies de veel lagere risico-norm met een ondergrens van 10^{-4} werd voorgesteld met 5 jaar termijn. **Daarnaast beveelt de commissie berekeningen aan met de *finite elements*-methode.**⁹³

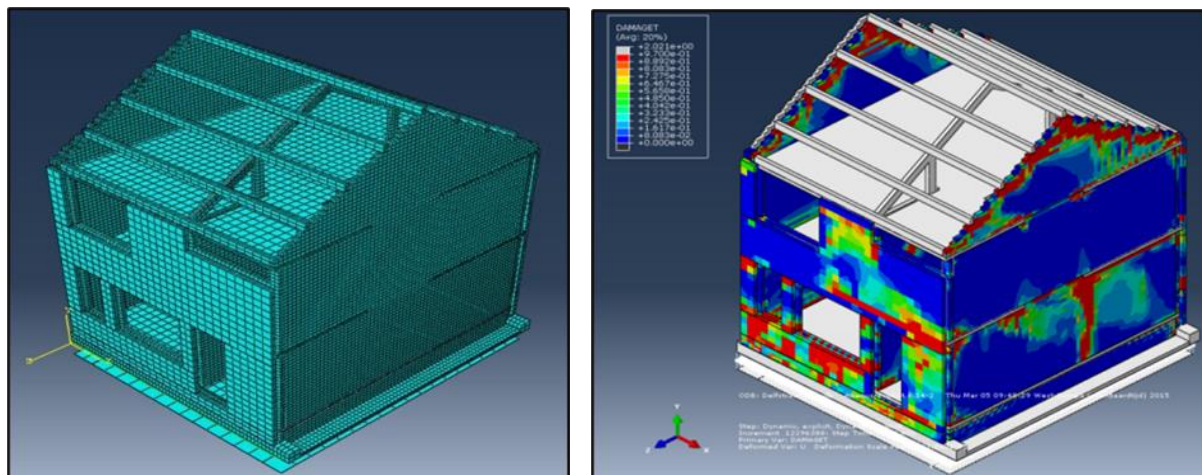
Op pagina 28 (Commissierapport) stelt de commissie : Quote: "Transparantie. In de tweede plaats stelt de commissie vast dat er veel behoefte bestaat aan transparante informatie".

⁹¹ Zie ook Hoofdstuk 2 Gebouwworm ban het Burgerboek met de eerste 12 typologieën.

⁹² Deze 60 typologieën omvatten ongeveer 80% - 90% van de gebouwde omgeving, want industriële complexen zijn hiervan uitgesloten omdat ze vaak van geheel verschillende ontwerpen zijn.

⁹³ De 'finite elements methode' is een zogenoemde niet-lineaire dynamische tijdsdomeinanalyse (NLRHA: Non-Linear Response History Analyses), of ook Non-Linear Time-History Analyse (NLTHA) genoemd.

“De commissie adviseert om het beheer van informatie neer te leggen bij de NCG. De NCG moet erop toezien dat openbare informatie zo snel mogelijk beschikbaar wordt gesteld. Een aanvullend aandachtspunt hierbij is om informatie op een helder leesbare manier te ontsluiten.” Unquote



Figuren 49. Afbeelding van Zonneveld Ingenieurs. Bij de NLTHA wordt het gebouw in stukjes van 30 x 30 cm opgedeeld en elk stukje op alle sterkte en elasticiteitswaarden berekend. Rood zijn de schade zones. In dit geval gaat het om een tussenwoning van een rijtjeswoningen blok.

De commissie geeft verder aan praktische snelheid van de uitvoering te willen laten prevaleren boven 100% wetenschappelijke zekerheid van de PGA-waarde of rekenmethode. Snelheid wordt wel verkregen door een typologie aanpak, maar niet met de NLTHA-methode. Praktisch is de hoge PGA al helemaal niet.

De *finite elements* methode wordt geacht 100% zekerheid te geven over de versterkingsmethode, maar dat is alleen zo onder de volgende omstandigheden:

- ✓ Alle gebouwen binnen de typologie zijn precies hetzelfde en er zijn geen verbouwingen in de laatste 100 jaar geweest. Is niet zo/
- ✓ De invoeringen van de sterkte en afschuivingsdata van alle 30 cm x 30 cm elementjes zijn goed gedaan en komen overeen met de werkelijkheid.
- ✓ De PGA-waarde komt overeen met de werkelijkheid. Is niet zo.
- ✓ Het toegepaste belasting signaal komt overeen met het type belasting signaal van de Groningse geïnduceerde maatregelen. Is niet zo.

Bij alle bovenstaande punten is er dus geen sprake van 100% zekerheid, terwijl in een aantal testen in 2014 en 2015 werd aangegeven dat deze werden uitgevoerd met een andersoortig tektonisch bevingssignaal van aardbevingen in Turkije.



Figuren 50. Verschillende ‘rentenierswoningen’ die tot dezelfde typologie behoren, maar toch allemaal verschillend zijn uitgevoerd, omgebouwd, verschillende funderingsproblemen hebben en al-dan niet goeden verbindingen tussen de vloeren en de dragende muren. Deze kunnen niet allemaal met een enkele typologie VA op dezelfde manier versterkt worden. Om dit goed aan te pakken is begrip nodig bij de lokale aannemers.

Lokale aannemers en klussen bedrijven kunnen met de bestaande technieken de oude bebouwing uitstekend versterken zodat ze bij lage PGAg-waarden niet meteen weer gaan scheuren, hetgeen overeenkomt met de wensen van de woningeigenaren. VA's die slechts tegen geheel of gedeeltelijk instorten beschermen is niet volgens de wensen van de bevolking. Lokale aannemers moeten begrip hebben van wat nuttig is om te doen en wat minder effect heeft. Dilataties aanbrengen bij aanbouwen is zo'n regel, schoorstenen verlichten of verwijderen een andere. Daar zijn geen hele dure berekeningen voor nodig.

Vanwege de betrekkelijkheid van de methode kan men net zo goed de meer eenvoudige statische push-over methode toepassen, waarbij de aannemer te plaatse kan bestuderen of het gebouw wel overeenkomt met de typologie en desgewenst aanpassingen kan maken.

De aanbeveling voor de *finite elements*-methode (NLRHA of NLTHA) wordt door de NCG overgenomen en betekent (1) een verdienmodel voor de ingenieursbureaus die deze berekeningen kunnen uitvoeren, (2) een vertraging van de besluitvorming én (3) een sterke verhoging van de kosten. Ook zijn de berekeningen alleen ter beschikking aan de woningeigenaar wanneer deze daar expliciet om zou vragen; het is niet bekend of deze informatie voor de woningeigenaar leesbaar is.

Door deze methode toe te passen is de berekeningsmethode niet transparant en ontoegankelijk voor de kleine aannemers.

Door de berekeningsmethode slechts op een hoge PGAg 0,36 uit 2015 toe te passen ontstaat er in 2020 en 2021 een scheef beeld van de toe te passen versterkingsmethode. Het voordeel is dat er zich dan waarschijnlijk geen nieuwe scheuren zullen voordoen (punt h hierboven). Een nadeel is dat als de woningeigenaar zou besluiten om het gebouw opnieuw te laten berekenen er dan besloten kan worden dat versterking niet nodig is en alleen een bedrag van 30.000 euro wordt toegekend, terwijl de combinatie van de VA plus het versterken aanzienlijk meer zal kosten.

Het toepassen van de NLTHA rekenmethode is een voorbeeld van gebrekkige besluitvorming en gebrek aan communicatie en informatie van de overheid naar de burgers, terwijl de methode geen toegevoegde zekerheidswaarde heeft.

Stelling:

GG. Zonder het aardbevingsgevaar of instortingsrisico komt de klimaat problematiek nu op de eerste plaats en moet tegelijk met het herstel of versterken van de woning integraal worden aangepakt; daarvoor moet **eenvoudige en ruime financiering beschikbaar** zijn.

HH. Het uitrekenen van eenvoudige gebouwen met de **NLTHA methode is onnodig, tijdrovend en duur** en komt niet tegemoet aan de transparantie voor de burgers. Het uitrekenen met de statische methode kan door elke aannemer snel uitgevoerd worden en is wenselijk om transparantie te bevorderen.

II. Het verplichten van hele complexe tijdrovende en dure rekenmethoden om gebouwen tegen instorten te beschermen, brengt **geen kennis onder de lokale aannemers**. Die lokale aannemers zijn het beste aangewezen om samen met de woningeigenaren de door hen gewenste versterkingen toe te passen om scheuren te voorkomen.

Hoofdstuk 10. Waarop is mijn seismische kennis gebaseerd?

Hoe staat die kennis in relatie tot de bevingen in Groningen? Hoe stond de NAM tegenover de ontwikkeling van nieuwe producten?

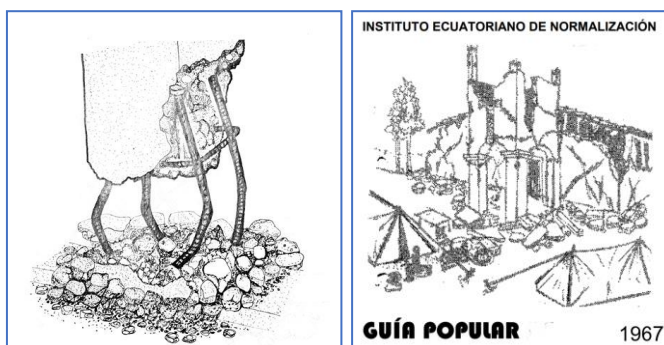
10.1. Aardbevingscode in Ecuador

Mijn eerste aardbevingsonderzoek was direct na 9 april 1976 te Esmeraldas in Ecuador Mw 6,7 waar slechts 10 doden vielen te betreuren⁹⁴. Deze tektonische aardbeving bevond zich op 47 km diep en resulteerde in het instorten van verschillende nieuwbouwblokken en andere gebouwen. Samen met ing. Carlos Naranjo van het INEN (Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización) brachten we verslag uit aan de directeur van het INEN. Niet alleen verkeerde constructiemethoden werden gedetecteerd, maar ook uitvoeringsfouten, verkeerde ontwerpen, slechte bouwvolgorde van de aannemer, gebrek aan bouwcontrole en zelfs corruptie. Het kennelijke probleem was dat er geen duidelijk bouwregelgeving was en er geen gecontroleerd referentiekader was om projecten op goed of af te keuren, anders dan de steekpenningen van de aannemers.

Verder onderzoek naar de bouwmethoden in de hoofdstad Quito, gelegen in het hoogactieve aardbevingsgebied van het Andesgebergte, bleek dat grote woningbouwprojecten zoals de tientallen nieuwe woontorens van het Pensioenfonds van de Seguridad Social dezelfde constructieve bouw had als die we in Esmeraldas constateerden. **Dit mocht niet bekend worden**, want daar zat het pensioengeld van de hele overheid in belegd. De gekozen oplossing was om een seismische code op te stellen zodat deze verplicht werd en opgevolgd voor alle toekomstige nieuwbouw.



Figuren 51. De aardbeving van Esmeraldas 1976 en volgende schades t.g.v. andere bevingen gaf aan dat er een grote behoefte was aan een seismische code en aan een vereenvoudigde uitleg van die code.



De seismische code bestond al sinds kort in Mexico, Venezuela en was in 1976 in Peru in ontwikkeling. Alle waren een afgeleide van de Amerikaanse ACI 318-1971 die toen sinds vijf jaar in de Verenigde Staten verplicht was. Een probleem was dat de theorie wel door Ecuador geadopteerd kon worden, maar omdat de code in het Engels was gesteld, deze alleen door ingenieurs die de nodige talenkennis en rekenkundige ervaring hadden gebruikt kon worden.

⁹⁴ Voor Ontwikkelingssamenwerking was ik door DGIS uitgezonden als bouwtechnische suppletiedeskundige.

Architecten hadden een meer artistieke opleiding en tekenden wat hun opdrachtgevers mooi vonden, maar of het sterk genoeg was, was het probleem van de ingenieur; de berekeningen van die ingenieur hingen van zijn opleiding af die toen geen seismische kennis verplichtte. De verantwoordelijkheid voor de gebouwsterkte verviel zodra het gebouw van eigendom veranderde.

Voor de minder opgeleide architecten en aannemers moest er duidelijke documentatie komen over wat de juiste methode van seismisch resistent bouwen waren, terwijl het volgende probleem was om dat ook aan de miljoenen zelfbouwers onder de rurale bevolking over te brengen. In alle dorpen, waar meer dan 60% van de nationale bevolking woonde, bouwde men met kleine aannemers in combinatie met zelfbouw. Deze categorie zou kunnen omschreven worden als laag-geletterd met meestal niet meer dan lagere school, en had behoefte aan sterk visueel educatief materiaal dat gratis ter beschikking gesteld werd.

10.2. Wat is/was de problematiek in Zuid Amerika?

Wanneer je in 1975 in Latijns America naar de aardbevingsschade keek (Esmeraldas was slechts mijn eerste onderzoek), dan waren het vooral de dorpen op het platteland die te lijden hadden, waarbij het falen van de meerdere etages gewapend betonconstructies in het bijzonder opvielen. Deze woningen waren vaak 'op ervaring' gebouwd, zoals er bij de burens werd gebouwd. Een algemeen kennistekort was aanwezig onder de kleine aannemers en zelfbouwers, en een nationale seismische code zonder populaire educatieve versie zou de rurale bevolking niet bereiken. Op basis van die observaties hebben we tegelijkertijd met het vertalen van de ACI 318-71 ook meteen de Guía Popular de Construcción Sismo Resistente gemaakt^{xxx}, gevolgd door meerdere geïllustreerde instructie documenten zoals Mampostería Reforzada^{xxxi} en andere⁹⁵.

10.3. Wat was het resultaat en heeft het gewerkt?

Een paar jaar eerder (31-05-1970) was er de aardbeving in Áncash, Chimbote, Peru waar 100% van de adobe en ongewapend metselwerk instortte. Hierna nam de overheid het besluit om een landelijke seismische code in te voeren^{xxxii}. Gedurende **4 jaar werd er door 25 studenten voor 600 manmaanden** gewerkt aan een project voor Albañilería Confinada^{xxxiii} (omsloten metselwerk). De daaraan verbonden publieke disseminatie, promotie en onderwijs zorgde ervoor dat de rurale en stedelijke bevolking van Peru beter wist hoe men aardbevingsresistent moest bouwen, ook als er **geen architect of ingenieur** aan te pas kwam. Dit was ook de opzet voor Ecuador, echter met minder overheids capaciteit en visie. Het resultaat van de Peruaanse actie sinds 1975 werd in de komende jaren duidelijk zoals bij de meer recente aardbevingen sinds 2000, waar relatief weinig slachtoffers vielen omdat de juiste bouwmethode op breed niveau bekend was en was ingevoerd.

*Figuren 52.
Door goede
informatie op
alle niveaus
kon elke
aannemer
seismisch
resistente
woningen
bouwen.*



⁹⁵ In de zoektocht naar relevante documenten vonden we informatie uit India (het ISET en NICEE, IIT Roorkee. Caritas en Turkije), die op zeer illustratieve wijze de principes uitlegden en oplossingen presenteerde.

Tijdens mijn onderzoek in 2009⁹⁶ naar de herbouwactiviteiten na de aardbeving van 15 augustus 2007 Mw 8,0 en PGAg 0,49 in de dorpen Pisco en Ica van Peru, bleek de noodzaak van het nationale onderwijs opnieuw. Met bijna 500.000 daklozen en 33.000 verwoestte woningen (veel adobe) en nog eens 45.000 onbewoonbare woningen waren er 16 doden per 1000 ingestorte woningen (= 510)⁹⁷ te betreuren. De publiek disseminatie van de code was kennelijk nog onvoldoende doorgevoerd.

In Illapel, Chile op 16 september 2015 was er een aardbeving met Mw 8,3 en PGAg 0,25 waar slechts 270 huizen instortten en **geen enkele persoon overleed**⁹⁸. Chile had in 1972 de seismische code al ingevoerd, maar beter dan Peru gezorgd dat de rurale bevolking op de hoogte was van de regels door een breed spectrum van documenten en voorlichtingsmateriaal te produceren. Er was wel een verschil van 6 jaar tussen de Chile en Peru bevingen, maar de algemene opinie was dat de woningen **beter geconstrueerd waren dankzij breed gedragen onderwijs**. Dit in tegenstelling tot de aardbeving van 16-01-2010 te Léogâne, Haiti, Mw 7,8 met PGAg 0,25 waar meer dan 222.000 doden waren te betreuren. Er was hier een groot verschil in overheidsbeleid en kennis onder de bevolking.^{xxxiv} Een seismische code was daar helaas niet geïntroduceerd.

10.4. Wat kon uit het voorgaande geleerd worden?

In een land waar erg veel door de bewoners en kleine aannemers zelf gebouwd wordt, is het belangrijk dat die **woningeigenaren als opdrachtgevers voor de bouw, zelf ook inzicht hebben in de constructieve veiligheid van hun gebouw**. In een aardbevingsgebied kan voor laagbouw ook op basis van goede ervaring gebouwd worden, zonder uitgebreide berekeningen, waardoor de veiligheid van de constructie toch hoog genoeg wordt. Dat wil zeggen, veiligheid tegen instorten bij de maximale aardbeving. In een gebied met tektonische aardbevingen is het echter moeilijk om die maximale aardbeving per locatie vast te stellen, anders dan op ervaring (over vele jaren het meten van schokken) en diepgaand geologisch onderzoek.

10.5. Wat is de vergelijking met Groningen?

Om de twee situaties na de 16-08-2020 Huizinge beving met elkaar te vergelijken het volgende:

#	Situatie in de kustgebieden van de Andes met permanent aardbevingsrisico	Situatie in de provincie Groningen met tijdelijk aardbevingsrisico
1	Lengte van het bewoonde gebied 6000 km en 150 miljoen inwoners.	Doorsnede gebied 50 km en 0,5 miljoen inwoners
2	PGAg 0,25 en hoger en minutenlang.	PGAg < 0,1 en maximaal enkele seconden.
3	Horizontale verplaatsing tot een decimeter .	Horizontale verplaatsing tot een centimeter .
4	Vele kleinere naschokken gedurende weken.	Geen voelbare naschokken (wel aanwezig).
5	Misschien jaarlijks, soms na vele jaren. Grote onzekerheid over de maximale sterkte.	Verhogende frequentie van jaarlijks naar maandelijks en projectie van veel zwaardere.
6	Horizontale tektonische opschuiving 4-5 cm/jaar	Geen horizontale verplaatsing aardplaten.
7	Vele kms diepe doorgaande breuken. Horizontale en verticale verplaatsing aan het aardoppervlak.	Breuken hoofdzakelijk in 200 m zandsteen op 3 km diep, niet doorlopend naar boven in de zoutlaag. Alleen lichte komvorming over lange periode.
8	Oude bebouwing in rurale gebieden en randsteden door zelfbouw en met kleine aannemers, pas sinds 1980 nieuwbouw in meer etages volgens de seismische code met omsloten (beton-framing) en gewapend metselwerk.	Alle bebouwing zonder seismische code. Woningeigenaren en aannemers hebben geen kennis van effecten aardbeving of gewenste bouwmethoden. Brosse baksteen, op veel plaatsen slappe ondergrond.

⁹⁶ In opdracht van Caritas Internationaal.

⁹⁷ Belgisch nieuwsblad https://www.nieuwsblad.be/cnt/dmf17082007_009

⁹⁸ Tijdens dit onderzoek ontdekte ik dat Peru al ver gevorderd was op het terrein van publieke informatie over aardbevingsresistent bouwen. Dat was in 1976 nog niet bekend en ook niet toegankelijk zonder Internet.

9	Nationale voorlichting met geïllustreerde handleidingen met vuistregels voor zelfbouw en aannemers. Voor meer dan 4 etages zijn berekeningen door ingenieurs nodig.	Voorstel om met maximale aardbeving PGAg 0,36 te rekenen volgens de NPR9998:2015 waarvoor speciale opleidingen worden gestart voor ingenieurs; geen aannemers opgeleid.
10	Het voorlichting en onderwijsproces over nieuwbouwmethoden naar de hele bevolking is continue en verbeterd over de jaren.	Het voorlichting en onderwijsproces over bouw- of versterkingsmethoden naar de bevolking kwam niet op gang.
11	Vooraf gebouwen die ouder zijn dan 30 jaar hebben veel schade of storten in, omdat deze niet volgens de code zijn gebouwd.	Vooraf gebouwen met bepaalde karakteristieken zoals zwakke funderingen of met grote ramen hebben schade opgelopen. Geen enkele instorting.
12	Oude of beschadigde bebouwing wordt gesloopt en nieuwbouw wordt uitgevoerd volgens de seismische code.	Intentie van opknappen en muurherstel van beschadigde gebouwen, maar niet volgens de bestaande Eurocode 8 of volgens de NPR.
13	Geen verzekering dus eigenaren financieren bouw en zijn eindverantwoordelijk.	Schadeprocedure en uitvoering van herstel door aannemers en op kosten van de NAM.
14	Alleen voor extreme hoogbouw <i>base-isolation</i> .	Soms voor laagbouw <i>base-isolation</i> .
15	Bevolking is erg gemotiveerd om veilige woningen te financieren en te bouwen.	Bevolking niet gemotiveerd tot zelf doen, of zich te informeren, maar wacht op NAM en aannemers.

De directie van de NAM had goed gezien dat er voor een brede basis onderwijs nodig was over seismisch resistent bouwen, waarbij de eerste focus op het MBO en aannemers lag en herstel van de geleden schade. De algemene voorlichting voor de bevolking kwam echter niet van de grond:

- ⊗ Vanwege de hoge NPR9998:2015 was er alleen een training voor ingenieurs en nieuwbouw.
- ⊗ Het onderwijsnetwerk van het MBO - ROC was te star om een basistraining op te zetten.
- ⊗ Naar het publiek toe werd er geen voorlichting opgezet of gegeven.
- ⊗ Er bestond een grote vermenging van schade t.g.v. niet seismisch resistente woningbouw uit het verleden en schade ontwikkeling door de geïnduceerde bevingen.
- ⊗ Er was geen overheidsverantwoordelijkheid, anders dan de NAM (64% mede aansprakelijk van de overheid), die echter door de commerciële Shell partij werd aangestuurd.
- ⊗ Er was geen controle op de kwaliteit van de herstelwerkzaamheden van kleine aannemers.

10.6. Bouwen met Campesinos in Honduras.

Bij mijn volgende baan⁹⁹ bij het Instituto de Vivienda in Honduras heb ik deze kennis en communicatie methode verder uitgewerkt voor een dozijn nieuw te bouwen dorpen. Om op basis van zelfbouwtechniek en samengeperste soil-cementblokken met interne verticale en horizontale prikkeldraad wapening (methodologie Caritas)^{xxxv} seismisch sterke woningen te bouwen heb ik een aanpassing op de destijds bekende CINVA-RAM^{xxxvi} gemaakt door het blok uit te voeren met twee holle kernen waardoor verticale muurwapening kon worden geplaatst (dat werd de INVA-RAM).

Deze INVA-RAM is later in 2014 gedocumenteerd als CETA-RAM.^{xxxvii} De campesinos vonden echter de soil-blok productie te zwaar en tijdrovend werk¹⁰⁰ en wilden met de beschikbare financiering geen aannemers voor die blokkenproductie betalen. Het resultaat was dat een aantal dorpen aan de seismisch actieve Pacific Coast (grens met El Salvador) wel die methoden toepasten, maar die aan de Caraïbische zijde niet¹⁰¹.

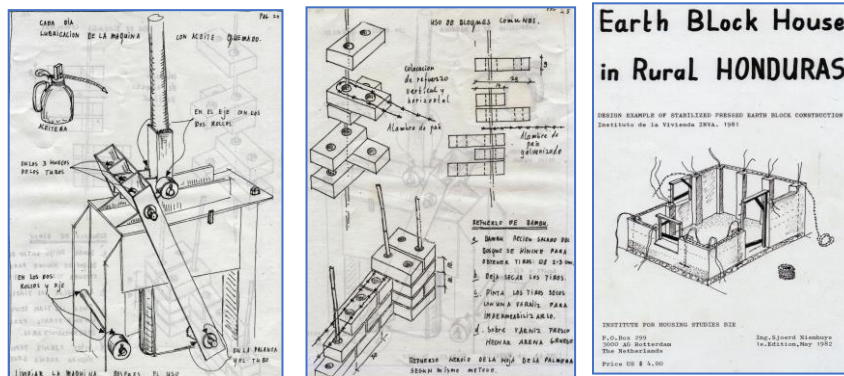
⁹⁹ Hier was ik gedetacheerd door DGIS in het kader van Ontwikkelingssamenwerking naar de OAS t.b.v. een nationaal dorpen resettlement programma voor campesinos.

¹⁰⁰ Er waren een vijftal organisaties die tijd van de campesinos wilden, alsof ze niets anders te doen hadden. I.p.v. de wapening in de blokken en in de lintvoegen pasten ze gewone adobe toe om sneller te bouwen. Met de orkaan Mitch in 1998 werden veel van deze adobe huizen zwaar beschadigd.

¹⁰¹ Een twintigtal jaren later werd een groot aantal van de westelijke dorpen verwoest door de orkaan Mitch 1998. Er is een belangrijk verschil tussen seismisch resistent bouwen en orkaanbestendig bouwen. De zelfbouw huizen waren geen van beide, onder andere omdat men toen geen zware orkanen verwachtte.

Figuren 53. Uit gestencilde handleiding 1981.

Ontwerp principe verticale wapening door het blok.
De aangepaste CINVA-RAM.
Voorkant van manual.



Additioneel ontwikkelde ik met John P. M. Parry een fiber-cement dakpan die op eenvoudige wijze zelf gemaakt kon worden. 25 jaar later kwam ik dit product weer tegen, gemaakt in kleine fabriekjes gedurende het Tsunami reconstructie programma in Indonesië.^{xxxviii} Deze eenvoudige dakpannen werden met de nok en gegalvaniseerde ijzerdraadjes aan de dakconstructie verbonden.



Figuren 54. Het begon in Honduras met half-grote dakplaat productie, maar dat ontwikkelde later naar een kleiner, handzamer en sterker model van 1 ft x 1,5 ft. J.P.M. Parry en Associates verkochten honderden minifabriekjes in vele ontwikkelingslanden voor bewoners zelfproductie van deze dakpannen.

In dit project was het mogelijk om nieuwe werkmethoden of producten te ontwikkelen die gunstig waren voor de verbetering (veiliger en sneller) van de bouwmethode. Daarnaast was er aandacht voor watervoorziening, beter sanitair en meer efficiënte kookinstallaties. Het project had aandacht voor alle aspecten van beter wonen, niet alleen maar seismisch resistent.

10.7. Wat was de situatie voor productontwikkeling bij de NAM?

- De bevestigsschade zou in principe door de NAM vergoed worden en door aannemers uitgevoerd. De woningeigenaren hadden hier dus geen zelfwerkzaamheid. Door deze situatie was het voor de woningeigenaren slechts het invullen van de schademelding relevant.
- Ofschoon er in 2014 wel het initiatief van de ontwerpcompetitie was om nieuwe technieken te ontwikkelen die geschikt waren voor het herstel van schade, bleef de onderzoeksafdeling van de NAM hoofdzakelijk geïnteresseerd in het onderzoek zelf en niet in het aanbrengen van de versterkingen in de gebouwen. Dit werd gecompliceerd omdat de NPR9998:2015 dermate hoog was ingezet dat het versterken aanzienlijk meer zou kosten dan de waarde van de gebouwen ná de versterking. Dit werd aangetoond in door verschillende soorten woningen als test te versterken of van *base-isolation* te voorzien.
- De ontwikkelde voorstellen tijdens de designcompetitie waren hoofdzakelijk conceptueel (muurversterking, muur-vloer verbindingen en diafragma's) meestal zonder rekenbasis, hoofdzakelijk gebaseerd waren op de werkelijke aardbevingsintensiteit die men kon verwachten ($PGA_g < 0,15$) en niet op de hoge geschatte NPR-waarden ($PGA_g 0,36$) van de dreigingskaart van de NAM-KNMI.

- d. Nieuwe technieken hebben veldtesten en een uitvoeringsperiode nodig om de technologie in al haar productie en uitvoeringsaspecten praktisch te testen, te evalueren, te verbeteren en te industrialiseren voor seriële productie.
- e. Voor het toepassen van de designcompetitie uitgekozen versterkingen¹⁰² werden vijf verschillende testwoningen aangekocht waar de betreffende aannemers hun producten of ideeën konden toepassen. Deze ideeën waren gerelateerd aan vloer-muur verbindingen en het versterken van de draagmuren, maar niet op het gebied van funderingen.
- f. Er bestond een weerstand binnen de NAM om zelf nieuwe technologieën te ontwikkelen en uit te voeren, waarschijnlijk vanwege mogelijke aansprakelijkheid. Deswege werd er de voorkeur gegeven aan het stimuleren van lokale bouwbedrijven via de designcompetitie in 2014 of het toepassen bewezen en geïmporteerde technieken. De hoge kosten waren bij deze import opties niet relevant.
- g. Vanwege het bovenstaande punt f werden de ontwerpen die ik maakte van de *base-isolation*, de HD-PUR muurversterking en de Fundering Vulpalet niet opgevolgd door de NAM engineering afdeling, terwijl er wel een steeds groter budget aanwezig bleek voor binnen en buitenlandse research activiteiten.

In bepaalde opzichten is de situatie van de Hondurese Campesinos te vergelijken met de Groningse voor wat betreft de opties voor Doe Het Zelfbouwen (DHZ), organiseren en laten bouwen. De besluitvorming over de methode was vaak gebaseerd op de beschikbare tijd en eigenkosten.

Methode	Voorwaarden	Voordelen	Nadelen
Doe het zelf	Technologie bekend. Materialen lokaal beschikbaar. Gereedschap te huur of aanwezig	Geen arbeidskosten. Lage bouwkosten. Eigen tijdsplanning. Weinig financieringskosten voor koop materialen of huur gereedschap.	Erg veel tijd nodig en niets anders kunnen doen. Kan niet altijd alles zelf. Geen hulp bij zware onderdelen. Geen professionele controle of supervisie Bij ongelukken groot risico.
Samen bouwen met de burens	Technologie bekend. Groepsorganisatie. Materialen lokaal beschikbaar. Gereedschap te huur of aanwezig.	Geen arbeidskosten. Hulp bij zware onderdelen. De een kan bepaalde dingen beter dan de ander. Samenwerken stimuleert. Lage bouwkosten. Kortere tijdsplanning dan DHZ. Weinig financieringskosten voor koop materialen of huur gereedschap.	Gedurende de bouw niet aan wat anders kunnen werken. Ongelijke taakverdeling. Geen professionele controle of supervisie Ongevallen risico niet afgedekt.
Geassisteerde zelfbouw	Technologie bekend of aangeleverd door organisator. Groepsorganisatie. Coördinerende organisatie.	Geen arbeidskosten. Hulp bij zware onderdelen. De een kan bepaalde dingen beter dan de ander. Samenwerken stimuleert. Lage bouwkosten. Kortere tijdsplanning dan met burens. Weinig financieringskosten voor koop materialen. Materiaal geleverd door organisatie. Speciaal gereedschap aangeleverd. Toezicht op de bouw en kwaliteit.	Gedurende de bouw niet aan wat anders kunnen werken. Ongevallen risico niet afgedekt.
Alleen bouw door aannemer	Op goed vertrouwen of contract.	Geen tijd te besteden aan bouw Vakmanschap en technologie van aannemer. Geen ongevallen risico. Korte tijd tot oplevering. Garantie verklaring en nazorgplicht aannemer	Hoge prijs of kosten en financiering. Wanneer op goed vertrouwen kan het ook fout lopen en tot extra hoge kosten leiden vanwege tarieven.
Helpen van aannemer	Op goed vertrouwen of contract.	Lagere bouwkosten. Vakmanschap en technologie van aannemer. Korte tijd tot oplevering. Garantie verklaring en nazorgplicht aannemer	Tijd te besteden aan de bouw Ongevallen risico af te dekken. Hoge prijs of kosten en financiering.
Samen contracteren van aannemer	Organisatie van de groep nodig en goede contract overeenkomst.	Geen tijd te besteden aan bouw Vakmanschap en technologie van aannemer. Korte tijd tot oplevering. Garantie verklaring en nazorgplicht aannemer	Hoge prijs of kosten en financiering.
Scheiden van bouwtaken	DHZ en aannemer hebben eigen taken	Voor DHZ lagere arbeidskosten, Voor DHZ van minder afval dan aannemer. Iets lagere financieringskosten.	Voor DHZ bouw risico en mogelijk gereedschapshuur.

¹⁰² De design competitie resulteerde in een 30-tal ontwerpen, waarvan er een 20-tal werden uitgekozen om uit te werken. Van dat 20-tal werden er een dozijn in de praktijk uitgevoerd in de testwoningen.

Vooral wanneer de bouwmethoden simpel zijn en er is een **voorbeeldgebouw aanwezig**, dan kan DHZ een grote financiële bezuiniging opleveren. Het zo duidelijk mogelijk uitleggen van het voor de doelgroep meest relevante bouwsysteem is hierbij erg belangrijk. Stap-voor-stap geïllustreerde handleidingen zijn hierbij essentieel. Een financiële bezuiniging kan echter ook worden gevonden door een grotere hoeveelheid en seriematig werk bij één aannemer te contracteren. De aannemer kan dan de benodigde materialen meestal goedkoper inkopen en werkt efficiënter.

In de huidige situatie van Groningen (2021) is het niet duidelijk welke bouwmodaliteit het meest geschikt is. Wanneer bewoners niet zelf kunnen of willen participeren in de herstelbouw of afbouw met isolatie, zullen ze afhankelijk zijn van aannemers. Maar door gezamenlijk aannemers te contracteren op gelijksoortige werkzaamheden, kunnen kostenbesparingen worden verkregen.

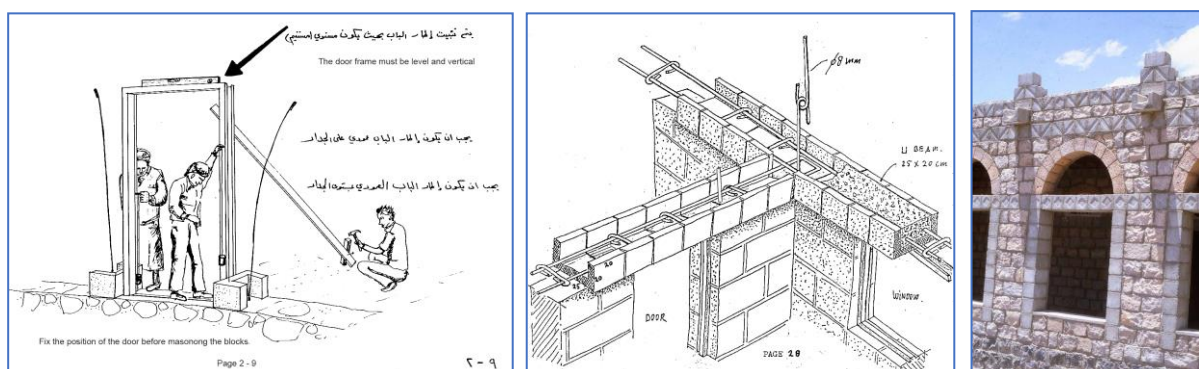
10.8. Afgelegen berggebied in Yemen. Zelf-bouwers, maar nu seismisch bestendig

Na de 13 december 1982 aardbeving in Dhamar¹⁰³, Yemen Arab Republic met Mw 6,3 en ongeveer 3000 doden en ondanks massale internationale (financiële) hulp, moesten de bewoners op de duur toch hun eigen huis weer opbouwen. Veel overlevenden kregen een prefab cabine, maar weinigen vonden dat een blijvende oplossing en wilden hun uit gekapte natuurstenen blokken gebouwde grote huis weer terug. Het bouwsysteem dat ik ontwikkelde kon grotendeels door zelfbouw gerealiseerd worden, terwijl veel van de materialen van het ingestorte huis gebruikt konden worden.



Figuren 55. Na de aardbeving was er veel steen materiaal voorhanden. Met de productie van een U-cementblok kon op eenvoudige manier seismische wapening ingebracht worden en strak gemetseld.

Het langere termijn probleem was niet dat er duizenden hokken voor de mensen werden gebouwd met geïmporteerde materialen, maar dat de bevolking zelf met een paar hulpmiddelen hun woningen konden bouwen en later uitbreiden volgens hetzelfde model.



Figuren 56. Afbeeldingen uit de manuals en van de gevel (nog zonder ramen) van het ontwikkelde bouwsysteem. De vier manuals waren voor de voormannen, in het Arabisch en volgden stap-voor-stap het hele bouwproces. De manuals werden ondersteund door video-films.

¹⁰³ Contract met DHV engineers voor wederopbouw, gefinancierd door DGIS.

Het bouwmodel was 'assisted self-help' waarbij er een beperkt aantal materialen zoals cement, wapeningsijzer en waterdichte folie door het project geleverd werden, maar alle steen bouw materiaal door de woningeigenaren. Om de communicatie met de grotendeels analfabete bevolking op gang te brengen bouwden we modelhuizen, en maakte ik een serie handleidingen en video-films waarin het systeem van bouwen werd uitgelegd.

Aan de ene kant verdiende de getroffen bevolking aan de toepassing van de bouw door de inzet van betaalde arbeid, en aan de andere kant leerden ze de bouwmethode door te participeren in de uitvoering. Bouwmaterialen uit de ingestorte gebouwen konden in grote hoeveelheden hergebruikt worden. Het door de hulp gefinancierde basis-huis kon volgens de zelfde methode in de toekomst uitgebreid worden.

Figuur 57. Ofschoon de bevolking geen VHS apparatuur had om de video's af te spelen, was het de gewoonte van de mannen om regelmatig bij elkaar te komen (Quat sessies) en 's middags de lokale ontwikkelingen te bespreken. In die vergaderingen werden dan de video's met behulp van een kleine generator afgespeeld.



De berekening van de herstelkosten in Groningen werd ruim begroot, zodat met een groot aantal A- en B-schades ook de eventuele C-schades zonder kosten voor de eigenaar mee gerepareerd konden worden. Vanwege de toevloed aan schadeclaims moesten duizenden woningen bezocht worden, waarvoor een tiental bouwinspectiebureautjes werden ingeschakeld¹⁰⁴. Vanwege het uitsluiten van de funderingen bij de C-schade werden vele rapporten betwist.



Figuren 58. Van een heleboel schades, vooral aan de oudere steens muren gebouwen, was het zonder meer duidelijk dat deze schades er al jaren zaten; schades die soms verergerd waren door de bevingen. Veel schades waren het gevolg van bouwfouten. Het alleen dichtsmen van de scheuren is dan geen oplossing van het onderliggende probleem. Bij een volgende beving staan die scheuren dan weer open. Het aanbrengen van gebouwdilatatie is dan een belangrijk onderdeel.



¹⁰⁴ Hierbij ging men er terecht van uit dat die schade identificatiebureaus bouwkundig inzicht hadden en aardbevingsschade konden onderscheiden van andere gebouwschade. Een verse aardbevingsscheur heeft verse scherpe randen, terwijl een oude scheur al gauw vol zit met spinnenwebben.

Een vergelijking met Groningen is de volgende:

#	Yemen Assisted Self-help	Groningen schadedossiers
1	Geen rapporten, niet moeilijk doen, restanten slopen en nieuwbouw.	Veel procedures en duren analyses, voorkomen van nieuwbouw.
2	3000 doden en veel meer gewonden.	Geen doden of gewonden.
3	Getroffen bevolking werkte mee waar ze maar konden, transport, planning en arbeid.	Getroffen bevolking alleen betrokken bij schademelding en aansturen contra-onderzoek.
4	Ruim financieel budget voor core- of basis-huis	Gelimiteerd budget, niet voor 'eigen gebrek'.
5	Wekelijkse prettige vergaderingen en overleg met de dorpshoofden	Meerdere keukentafelgesprekken per woning en onder spanning over verschillende inzichten en rapporten. ¹⁰⁵
6	Mogelijkheid om nieuw ontwerp te maken en toe te passen met de uitvoerende organisatie.	NAM wil geen aansprakelijkheid voor productontwerp.
7	Training van werknemers in de bouwactiviteiten.	Erg formele trainingsstructuur die niet van de grond kwam.
8	Visueel stap voor stap trainingsmateriaal van een basis core-huis	Geen beschikbare tekeningen voor woningeigenaren over constructies of versterkingsopties.
9	Na participatie konden woningeigenaren zelf uitbouwen.	Alleen werk door aannemers. Geen kennisopbouw bij de woningeigenaren.
10	Woningeigenaren tevreden na uitvoer bouw, en een veiligheidsgevoel voor de toekomst.	Woningeigenaren tevreden na de uitvoer van muurherstel, maar onzeker over wat de toekomst zou brengen.

Na het bestuderen van dozijnen schaderapporten en de adviezen die er soms in stonden, was het mijns inziens **nodig dat schade inspecteurs technisch meer kennis en inzicht zouden moeten hebben** van aardbevingsschade, hoe een aardbeving een gebouw beïnvloedt, en wat er gebeuren moet om het gebouw sterker te maken; bestendiger tegen mogelijke veel zwaardere aardbevingen die formeel in het vooruitzicht gesteld werden.

Echter:

- ⊗ De duizenden schaderapporten die door de inspecteurs in 2014 en 2015 waren opgesteld gaven niet de herstmethode aan, anders dan lintvoegen uitkrabben en HAS¹⁰⁶ toepassen, of scheuren uitkrabben en met epoxy invullen. Bij een eerstvolgende beving zouden de scheuren dan weer tevoorschijn komen¹⁰⁷.
- ⊗ De schaderapporten moesten door NAM-schadestaf worden beoordeeld op realiteit om vervolgens doorgestuurd te worden naar een calculatiebureau voor een begroting. De NAM-stafleden waren voor het merendeel niet-bouwkundig en moesten in de beginfase blind varen op het oordeel van de schadebeoordelaars en de calculatiebureaus. Ze begeleidden dan hoofdzakelijk het proces van melding, inspecteur aanstellen, correspondenties met bewoners, opsturen rapporten en begrotingen, uitvoeringscontracten maken met aannemers en relevante administratieve handelingen.
- ⊗ Er was geen actieve ondersteuning van de leiding van de NAM schadeafdeling in de disseminatie van de door mij ontwikkelde informatie naar de beoordelaars van de schaderapporten en geen communicatie met de vele schade beoordelingsbureaus¹⁰⁸.
- ⊗ De eerste focus van de herstel- en versterkingsoperaties waren de Openbare Basis Scholen (OBS) en openbare gebouwen door architecten, ingenieurs en grote aannemers. Er was weinig tot geen aandacht voor het aanpakken van woningen, m.u.v. schoorstenen en andere hoog-risico elementen, die bij nieuwe lichte bevingen van een gebouw konden afvallen.

¹⁰⁵ De schade coördinatoren werden door de NAM speciaal getraind voor hun contact met de bewoner om spanningen te sussen en de getroffen woningeigenaar het genomen besluit te doen accepteren.

¹⁰⁶ HAS = Helical Application System = spiraal wapeningsstaven in de lintvoegen aan de buitenzijde inlijmen.

¹⁰⁷ Na een jaar waren er al meerdere gebouwen die een tweede en derde schadeclaim hadden ingediend en waar elke keer voor meer kosten muur herstel operaties moeten worden uitgevoerd.

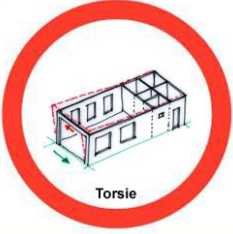
¹⁰⁸ In het rijtje van de 5 categorieën (MBO, woningeigenaren, aannemers, architecten en ingenieurs) waar mijn informatiemateriaal voor bedoeld was ontbraken dan ook de schade inspecteurs.

- ⊗ Een verder schisma tussen mijn bouwkundige-seismische kennis en de opdracht aan de ingenieursbureaus ontstond vanwege het grote gat dat was ontstaan tussen de PGAg 0,36 van de NPR9998:2015, die toen als officiële norm¹⁰⁹ werd aangenomen en de werkelijke sterkte van de bevingen waardoor de schade ontstond (Huizinge met slechts PGAg 0,085).
- ⊗ De meeste woningeigenaren waren in 2014 tevreden met het muurherstel, wanneer de schade niet meer te zien was en de financiële kant volledig door de NAM werd afgehandeld.

Op de langere termijn, met de beweringen dat er steeds zwaardere bevingen zouden komen, zou een beter inzicht in de redenen waarom de woningen scheurden kunnen helpen bij het definiëren van de juiste versterkingsmethode. Zonder kennis over **waarom** iets **waar** scheurt is, is ook het **hoe** te versterken niet te bepalen. Zo werd door middel van tekeningen en voorbeelden ook aan de Jemenieten uitgelegd hoe de versterking werkte en waar die moest worden toegepast¹¹⁰. Waarom zou dat bij een grotendeels analfabete bevolking wel lukken en in Groningen niet?

Indien de woningeigenaren of de aannemers in Groningen zouden willen overgaan op versterken tegen toekomstige grotere aardbevingen, dan zouden zij inzicht moeten hebben in de oorzaken. Op basis van de gebouwanalyses lagen die oorzaken zelden alleen bij de bevingen; erg veel had te maken met het gebouwontwerp uit vroegere perioden en zwakke funderingen.

Om deze twee doelgroepen (woningeigenaren en aannemers) met informatie te bereiken was de NPR9998-code volledig ongeschikt, maar was eenvoudige visuele informatie nodig, zonder ingewikkelde berekeningen of bouwtekeningen, die de schade problematiek uitlegde en daaraan gekoppeld de mogelijke versterkingen. De Groningse bevolking was niet zo analfabeet als de Jemenieten, maar de Groningse constructies zijn technisch wel meer ingewikkeld; schematische weergaven in kleur leken hier de beste communicatiemethode. Aan de hand van de schetsen kan de aannemer dan overleg plegen met de woningeigenaar. Het document **“Basis Regels voor Seismisch Bouwen en Versterken”** geeft een totaaloverzicht aan de hand van de goed en verplicht (blauw vierkant) en verboden (rood rond) principes van de verkeersborden methode.¹¹¹

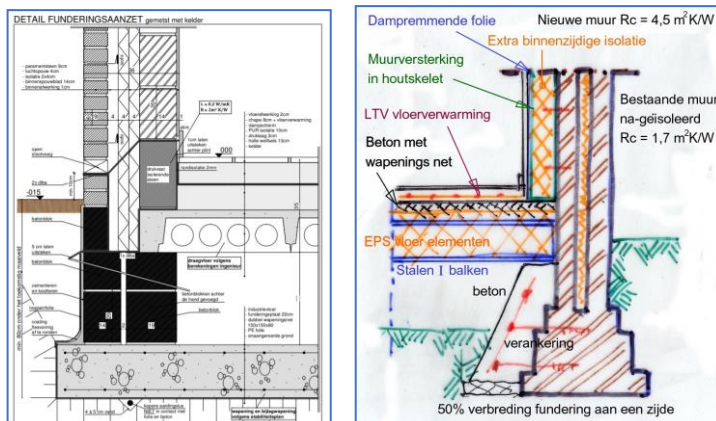
 	Een plan dat aan één uiteinde veel muren heeft, maar aan de andere zijde veel openingen, kan bij een aardbeving torsie van het gebouw opleveren. Door in de open gedeeltes sterke portalen in te bouwen en het vloerdiafragma te versterken, wordt het torsiegevaar verminderd.
 	Zware uitsteeksels aan een gebouw vormen een hoog risico bij aardbevingen. Hoge en zware uitsteeksels zoals schoorstenen ondergaan extra horizontale belasting door de hoogte. Uitstekende of ingeklemde balkons ondervinden extra belastingen en momenten door verticale trillingen.

¹⁰⁹ Een groot probleem was dat dit inderdaad als Norm werd geïnterpreteerd waar men dan mee moest gaan rekenen, maar het was helemaal geen norm. Hierdoor ontstond er een verwrongen situatie.

¹¹⁰ Het ‘waarom’ er versterkt moest worden was wel duidelijk in de situatie in Yemen, want hun vroegere woning was ingestort. Schade of instorting door tektonische bevingen kon niet op een ander verhaald worden.

¹¹¹ Zie website www.nienhuys.info. Dit document is niet toegevoegd aan het burgerboek omdat dit een herhaling en korte samenvatting is van de meest relevante maatregelen.

Figuren 59. Bouwkundige details zijn eenvoudig te begrijpen voor MBO-ers maar minder voor woningeigenaren. Het gaat bij hun minder om de constructie details, maar om inzicht in de verschillende maatregelen die nodig zijn. Het gaat ook niet over nieuwbouw, maar over het aanpassen van bestaande bouw.



In de Burgerversie wordt de informatie in stappen opgebouwd met eerst simpele schema's zonder de gebouwisolatie en tenslotte de bovenstaande rechter schets, daardoor is het makkelijker te begrijpen dan de linker bouwkundige tekening.

Na een akkoord over de principeoplossing kunnen dan aanvullend de detailtekeningen gemaakt worden, waarna de begroting kan worden gedetailleerd. Echter, in het reparatieproces anno 2013 -2014 was de enige wens van de meeste woningeigenaars dat de scheuren er niet meer waren, zonder dat er geëist werd dat het gebouw tegen de toekomstige NPR-norm werd versterkt. Deze versterkingseis kwam pas later met het vaststellen van de hoge PGA-waarde. De betekenis en de bouwkundige implicaties van de Richter-waarden die maar een punt hoger waren, werden maar gedeeltelijk of niet goed begrepen. Toen ze later tussen 2015-2018 wel beter begrepen werden, ontstond er woonangst van wege de vele gebouwen die toen al scheuren hadden.

Zoals in de voorgaande tekst werd uitgelegd, was bij de Groningse bevolking nauwelijks belangstelling voor technische informatie; NAM werd voor alles verantwoordelijk gehouden. Bij de Jemenieten was er juist wél belangstelling, omdat het hun eigen huis betrof en ze nooit wisten wanneer de volgende aardbeving kon komen.

10.9. Tsunami reconstructie Indonesië 2005-2006.

Het volgende project waar ik mee te maken had, is ook in een aardbevingszone¹¹². Op 26 december 2004, op 160 kilometer west van Sumatra was er een beving van 9,3 op de schaal van Richter (10 km diep) die resulteerde in 280.000 doden, echter voornamelijk door de drie vloedgolven Tsunami's. Wereldwijd werd er zo'n 11,5 miljard euro aan hulpgeld ingezameld.¹¹³



Figuren 60. Images van Tsunami: Cordia Medan beving en nog staande nadat de tsumani de muren eruit sloeg. Midden: Bandah Aceh beving foto van www.iitk.AC.in in de stad. Rechts Parish, Indonesië met combinatie van beving en de vloedgolf. Door een niet-versterkte en ductiele wapening in de maximale moment locaties van de klossen ontstaat fatale gebouw instorting.

¹¹² Contract met DGIS en Trocaire voor wederopbouw Sri-Lanka en evaluatie Aceh Indonesië reconstructie.

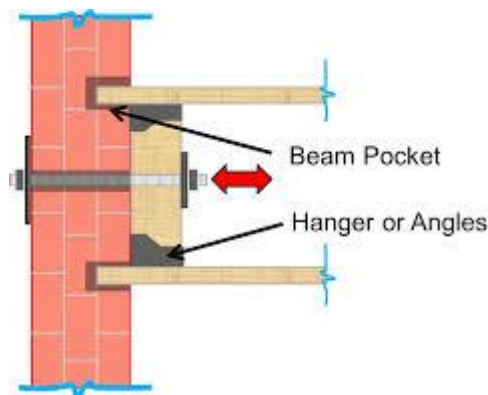
¹¹³ Zie nieuws bericht van 10 jaar herinnering. https://www.nieuwsblad.be/cnt/dmf20141224_01445610 Het bedrag van lijkt erg groot, maar het gaat hier over een half miljoen slachtoffers in 24 landen. Omdat het lage inkomens landen zijn kon je ruim 20x zo veel bouwen als in Nederland mogelijk is.

Bij seismisch resistent bouwen in gebieden met een $PGA \geq 0,2$ is internationaal vastgelegd dat gewapend en omstoten metselwerk verplicht is voor de nieuwbouw. De manuals laten duidelijk zien hoe en waar dat moet worden aangebracht. **Daar komt verder geen berekening meer aan te pas.**

Als verdere ontwikkeling van het Burgerboek zijn per gebouwtype een aantal basisdetails¹¹⁵ nodig die gedetailleerd de constructie methode aangeven, met de juiste materiaal specificatie.

Figuren 62. Op basis van bestaande principes (rechts) kunnen nieuwe constructiedetails details worden gemaakt.

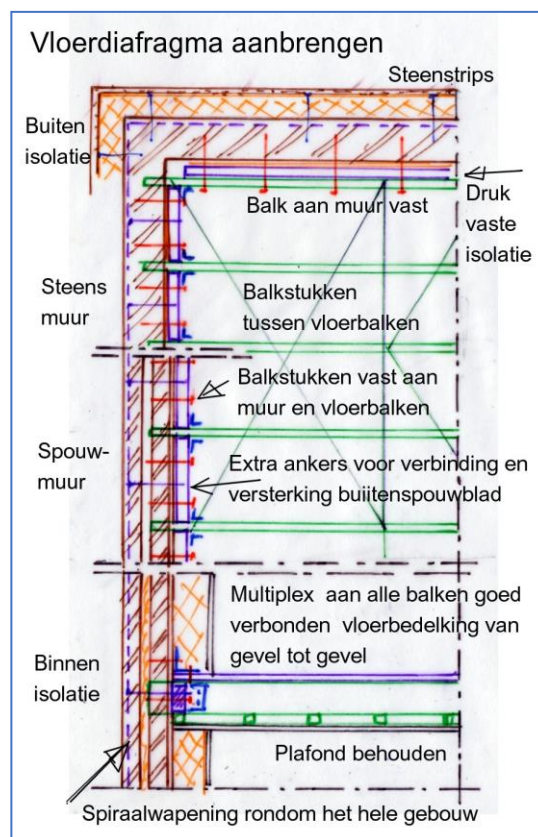
Door het verwijderen van de plankenvloer kunnen van binnenuit met chemische ankers balken tegen de dragende steensmuur of binnenmuur (spouw) worden bevestigd. Aan deze balken kan het vloerdiafragma bevestigd worden.



Figuur 63. Vloerdiafragma aanbrengen.

Een nieuwe bouwkundige tekening kan gemaakt worden met de oplossing voor steensmuren en spouwmuren.

- Verwijder de plankenvloer op de etage.
- Breng tegen de steensmuur een dunne drukvaste isolatielaag aan (Bluedec®) of bij meer ruimte een harde PIR-plaat.
- Bevestig balkstukken strak tussen de vloerbalken en verbind ze daarmee et hoekstukken of schuin doorschroeven.
- Bevestig de balkstukken met de muur met chemische ankers.
- Breng op de balken een overlappende multiplex laag aan (dubbel). Van gevel tot gevel verbinden.
- Breng aan de buitenkant rondom wokkels in,, doorlopend om de hoeken.
- Verbind buitenspouwblad met het binnen spouwblad extra met seismische connectors voor extra sterkte (Figuur 49).
- Breng de binnenzijdige muurisolatie aan en werk de muur af met dampremmende folie, gipsplaat en stuc.
- Als alternatief op h) breng buitenzijdige muurisolatie aan met steenstrips.



Door op bovenstaande manier elk bouwkundig detail uit te werken voor elk type woning en met financiële gegevens te voorzien voor aannemers of DHZ, kan de aannemer met de woningeigenaar beoordelen of een dergelijke maatregel wel interessant is. In verband met de thermische isolatie moet daar dan wel financiering voor zijn.

¹¹⁵ De versterkingsmethode per woning typologie ontwikkeling is in 2020 nog steeds niet voltooid (zie plan bestuurlijke besluiten) terwijl men al in 2013 de typologieën in grote lijnen had bepaald en welke typologieën de zwakste waren. Een probleem is ongetwijfeld dat men tot in 2020 een steeds verdere verlaging van de PGA verwacht, waarop de lichte versterking of slimme herstel methode dan op aangepast moet worden.

Door aan de hand van praktijkvoorbeelden aan bestaande gebouwen te laten zien hoe iets goed is gedaan of slecht, is dat de beste leerschool voor de meeste personen. Aanvullend daarop kan dan de theorie worden uitgelegd waardoor begrip ontstaat over de oorzaken van de schade. Het zijn vooral de voorbeelden waarin wordt uitgelegd wat er fout ging die het beste blijven hangen.



Figuur 64. Detail van steens muur hersteld met lintvoegwapening. (foto Mick Eekhout)

Het gebouw in haar geheel is goed hersteld na de bevingen van 2012 en 2014, maar niet volgens de aangegeven maximale PGAg (0,36) die ten tijde van de reparaties in 2016 gold.

Boven de ramen rechts lopen 4 lintvoegwapeningen over de volle breedte **goed** door en voorkomen verdere scheurvorming waarvan de diagonale boven de toog nog te zien zijn. Ook zijn deze lintvoegwapeningen een stukje om de hoek doorgezet. In de gekleurde bakstenen rand met de balkankers lopen ook twee herstelde lintvoegen door (met wapening) en rondom het hele gebouw. Boven de ramen links is een extra lintvoeg wapening boven de togen toegepast, maar die loopt niet door tussen de ramen; dat had bij voorkeur wel gemoeten.



Figuur 65. Hier is duidelijk te zien dat de geplande lintvoeg wapening NIET doorloopt. Tussen de uiteinden van de ingelijmde wokkelwapening zal bij een nieuwe soortgelijke beving de muur weer scheuren. FOUT.

Stelling (vervolg pagina 74):

JJ. Het aan de hand van praktijkvoorbeelden laten zien wat goed en fout is resulteert in duidelijke kennisoverdracht.

Hoofdstuk 11. Wat zijn de vernieuwende elementen in deze dissertatie?

Ten eerste over de **communicatie over een complex onderwerp**. Door middels de ontwikkeling van MBO training materiaal en de samenstelling van het Burgerboek, wordt voor de burger meer begrijpelijke informatie geleverd, waardoor deze beter inzicht kan krijgen in het fenomeen van de geïnduceerde bevingen en wat die voor invloed hebben op hun woning en wat er constructief aan gedaan kan worden om die woning te herstellen of versterken.

Ten tweede toont het enkele **technieken die betrekking hebben op seismisch resistent bouwen**. Na de presentatie van de gangbare seismische basis maatregelen en versterkingstechnieken zijn er een paar nieuwe technieken (voorstellen) toegevoegd die speciaal gefocust zijn op de brosse Nederlandse baksteenbouw. Dit zijn een aangepaste vorm van *Base-isolation*, een snellere methode voor fundering versterking en een methode om grote ramen met smalle penanten te versterken door middel van constructieve glaspanelen.

Ten derde de **relatie tussen oorzaak en gevolg**. Door ontkenning is wantrouwen ontstaan.

- Door het afwijzen van funderingsschade is arbitrage en kostenverhoging ontstaan.
- Door de gebrekkige en verstoorde communicatie van de wetenschappers naar de bevolking is er een negatief spanningsveld ontstaan.
- Door een negatieve en ondeskundige Pers is er een polarisatie onder de bevolking ontstaan, waardoor in combinatie met de verstoorde communicatie sociale schade is ontstaan.
- Door een overschoten PGA en misinformatie is er paniek ontstaan, zijn de herstelkosten zwaar opgelopen, zijn alle herstelactiviteiten vertraagd en is de sociale schade vergroot.

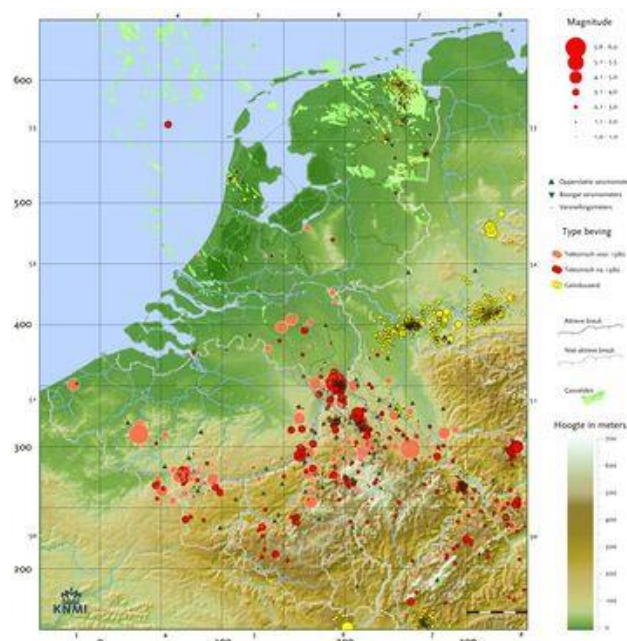
Om de geïnduceerde aardbevingen in een nationale context te plaatsen begint het met de tektonische aardbeving van 1992 bij Roermond. <https://www.youtube.com/watch?v=3wnYzuWmFWk>

Figuur 66. Nederland kent slechts in beperkte mate aardbevingen. De grootste in de recente geschiedenis, is die van Roermond in de nacht van 12 en 13 april 1992, met een sterkte van Richter 5,8 tot 6,5 en uit een diepte van ongeveer 17 tot 20 km.

Kaartje KNMI, de Bilt, aardbevingen van 1904-2004¹¹⁶

Hier valt te zien dat de bevingen in het Groningse gasveld tot 2004 slechts zeer beperkt van sterkte waren.

Er is hier geen onderscheid gemaakt tussen natuurlijke aardbevingen of geïnduceerde aardbevingen. In het Ruhrgebied zijn vele kleine geïnduceerde bevingen t.g.v. de mijnbouw.



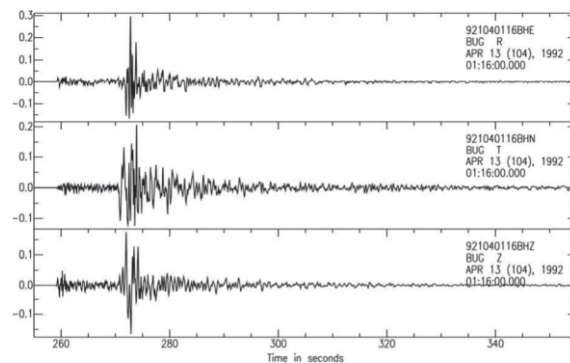
Hoewel de tektonische aardbeving op 13-04-1992 in Roermond zwaar was, vielen er in Nederland geen doden¹¹⁷. Daarna was het risico van het verder instorten van schoorstenen en gebouwen gering, maar de schade aan gebouwen van ruim 75 miljoen euro werd niet vergoed door de verzekeringsmaatschappijen, want het was een **natuurramp**.

¹¹⁶ Lijst van historische aardbevingen in Nederland: <https://www.oudhouten.nl/historie-houten/aardbevingen/>

¹¹⁷ Wel één dode in Duitsland door neervallend puin (van een vallend gevelelement of schoorsteen?).

Figuur 67. Aardbeving Roermond 13-04-1992, 17 km diep, Mw 5,8 en PGAg 0,28 (bovenste grafiek P-verticaal) en 200 naschokken.

Bron: xli



Figuur 2.5 Gemeten snelheid in m/sec voor de magnitude ML = 5,8 aardbeving op 100 kilometer epicentrale

Het geschatte bedrag aan gebouwschade van slechts 75 miljoen euro werd niet door woning verzekeringen gedekt en staat niet in verhouding met de schade van >2.000 miljoen euro die door de verschillende geïnduceerde aardbevingen in de provincie Groningen uiteindelijk gaat kosten (inclusief de euro 1.500 miljoen van de bestuurlijke nota 6-11-2020). Dat is dan zonder de infrastructurele werken i.v.m. de waterhuishouding of de research en onderzoekskosten. Tegen 2020 heeft ongeveer 80% van de kosten te maken met de administratie en behandeling van de schade claims, en ongeveer 500 miljoen met de feitelijke bouwkosten. Toch is die slechts 500 miljoen in verhouding heel veel hoger dan de 150 miljoen (geïndexeerd)¹¹⁸ van de zwaardere Roermond beving.

Het grote verschil is dat er in de provincie Groningen sprake is:

- Meerdere bevingen over een tijdperiode van 8 jaar (hoofdzakelijk sinds 2012).
- Van een groter gebied met verschillende epicentra, dus meer woningen.
- De geïnduceerde bevingen komen in Groningen uit een kleine 3 km diepte, terwijl de beving van Roermond uit 17 km diepte kwam en daardoor minder sterk aan het oppervlakte was.
- De grondgesteldheid in de provincie Groningen veroorzaakt door de vele trillingen over 20 jaar zettingen die op zich weer invloed hebben op de gebouwschade.
- In de provincie Groningen staan veel simpele en meer erg oude woningen, misschien meer dan in Roermond.
- De grondgesteldheid in Groningen is anders dan in Roermond.
- De NAM was aansprakelijk was voor de schadevergoeding dus iedereen claimde, ook kleine schade, hetgeen niet het geval was in Roermond.

De kosten veroorzaakt door de geïnduceerde aardbevingen t.g.v. de exploitatie van het Groningse gasveld moesten wél door de NAM worden vergoed, reden waarom men wilde weten hoe precies de schade moest worden beoordeeld (A = aardbeving, B = twijfelgeval en C = geen aardbeving) en wat er precies gedaan moest worden om toekomstige dodelijke slachtoffers te voorkomen; d.w.z. volgens het veiligheidsprincipe van de NPR ('net niet instorten'). Uit de prognoses en berekeningen van 2013 t.g.v. de data die de NAM-KNMI aanleverden kwam echter naar voren dat de toekomstige geïnduceerde aardbevingen veel sterker zouden worden dan de Roermond beving¹¹⁹.

De Nederlandse woningbouw is niet ontworpen op aardbevingen, en door de 'efficiëntie' van de constructiemethoden door de jaren heen een niet-aardbevingsbestendige (robuuste) constructie geworden met grote ramen en slanke spouwmuren die met dunne spouwankers aan elkaar zitten. Die spouwmuren waren een typische Nederlandse ontwikkeling om de binnenzijde van het binnen spouwblad droog te houden.

¹¹⁸ Zie index tot 2020: <https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/71905NED/table?fromstatweb>

¹¹⁹ De data die de NAM aan de KNMI leverde voor de PGA berekening was gebaseerd op volledige en snelle uitputting van het gasveld, hetgeen dan inderdaad zwaardere bevingen zou veroorzaken. De opgegeven PGA waarde was ook verhoogd met onzekerheden volgens tektonische lange termijn waarschijnlijkheidsprincipes.

Veel van de oude woningen hadden funderingen 'op staal' gebaseerd¹²⁰ op een marginaal evenwichtsdraagvermogen. Vooral in de naoorlogse jaren van 1960 en 1970 werd veel, snel en vooral goedkoop gebouwd, wat een matige technische kwaliteit en altijd on-geïsoleerde woningen opleverde. De portiekflats en rijtjeswoningen (doorzonwoningen) uit die periode hadden wel betere funderingen, maar ook minder of geen binnenmuren waardoor in één richting de stabiliteit tegen aardbevingen laag was.

De geleden schade in 2006, 2008 en 2012, met de combinatie 'onbekendheid van aardbevingen' en de NAM proclamatie in 2012 dat de bevingen vele malen erger zou worden, vereiste een nieuwe aanpak van **informatie** en realistische methoden om de gebouwen te **versterken**, maar dat werd door de NAM niet ingevuld. Mijn 40+ rapporten probeerde beide aspecten van **informatie en versterken** op basis van reële bevingswaarden aan te pakken, nu samengevat in het Burgerboek.

Bij de 16-08-2012 Huizinge beving bleek de **nieuwbouw nauwelijks of geen schade** te hebben opgelopen, voornamelijk omdat sinds 1980 de bouwnormen verscherpt waren en later ook nog eens de maximale windbelasting op gebouwen werd verhoogd. Op basis van ervaring kan gesteld worden dat het toepassen van extra wapening en constructieve aanpassingen bij nieuwbouw om deze seismisch resistent te maken, dat die extra bouwkosten slechts 5% zouden bedragen. De hele voorbereiding, bouwplaats kosten, ruwbouw, installaties en afbouwkosten zijn hetzelfde van een niet-versterkte of een seismisch versterkte woning. De uitzonderingen zijn de toepassing van de extra wapening op geselecteerde plaatsen of de positie van een draagmuur.

De eerste gebouwen die in 2014 werden geanalyseerd en aangepakt waren de Openbase Basis Scholen (OBS) omdat daar veel personen samenkomen en dan volgens de NPR een hoger risico vormen. Veel scholen waren verouderd en vernieuwing was dan opportuun.



Figuren 68. OBS en Kindcentra werden als eerste herbouwd of versterkt, omdat deze vanwege het grote aantal personen in die gebouwen volgens de NPR in een hogere veiligheids categorie vallen.



Zie: <https://www.scholenprogrammagoningen.nl/> Bouwkundig versterken en nieuwbouw, met lijsten aan nieuwe scholen en kindcentra in de regio.

Een van de effecten van deze provinciale OBS-actie was dat in de herbouw een aantal architecten en aannemers betrokken waren, die als gevolg daarvan niet beschikbaar waren voor de particuliere woningbouw. Ook de woningcorporaties vereisten aandacht vanwege serieuze problemen bij hun oude jaren '70 geschakelde doorzonwoningen.

¹²⁰ Gefundeerd op ongeroerde grond na het afgraven van de bovenste grondlagen. De oudste woningen met een verbreedde bakstenen fundering en na 1930 met betonstroken en na 1960 met betonstroken en balken.

Er werd bij tienduizenden woningen gebouwschade opgenomen, er werden schaderapporten gemaakt en geredetwist over de oorsprong en verantwoordelijkheid van de schade, maar een begrijpbare bouwkundige uitleg over het ontstaan van die schades ontbrak. Ook werd in 2013 bekend dat de Overheid 265.000 miljoen euro aan de aardgasverkoop had verdiend^{xlii}, en de NAM nog eens 10% van dat bedrag extra, terwijl de bevolking die in dat provinciale Groningse krimpgebied woonde, bijna van deze giga-opbrengst had meegekregen, zelfs geen infrastructuur ontwikkeling ¹²¹.

Hoewel goede woningisolatie in 2014 nog niet hoog op de agenda stond, is het onlogisch om de buitenschil van de woning te versterken en niet meteen een goede thermische isolatie aan te brengen; door dat niet te doen is er wel sprake van verduurzaming betreffende de sterkte, maar niet met het oog op het energieverbruik en het klimaat. Door het apart te doen zijn de kosten veel hoger.

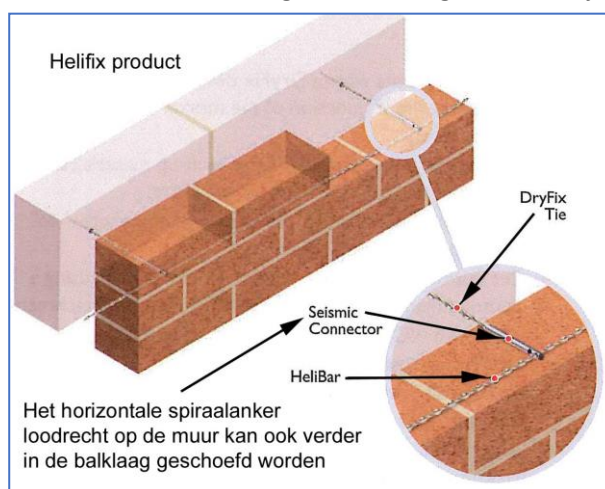
Veel woningen beleven in de steigers staan en bij elke nieuwe beving groeide de ontevredenheid van de bevolking over het tempo van de schade afhandeling, zonder dat hun kennis aangaande de aardbevingen, schade of herstel verdiepte. Onduidelijkheid over het buiten grensgebied waar trillingen wel of geen oorzaak meer waren van de schade bleef een groot twistpunt. Pas in 2017 komt er een trilling richtlijn SBR-A aanvulling die de grenswaarden vaststelt.

11.1. Algemene technische vernieuwingen

Omdat de basisprincipes voor aardbevingsbestendig bouwen al jaren bestaan, is het eenvoudig om een serie goede regels voor de woningbouw in het Nederlands te formuleren, die tevens zijn aangepast aan de typische Nederlandse baksteenbouw of de doorzonwoningen. De designcompetitie geeft een aantal voorbeelden van technische versterkingen die allen gebaseerd zijn op bekende principes.

Figuur 69. Een bekend product is de wokkel of rvs spiraalwapening die in de lintvoegen wordt vastgelijmd. Dit systeem heeft tevens een seismic connector om het binnenspouwblad met de vloerbalken te verbinden zodat er een diafragma gemaakt kan worden.

In Groningen zijn verschillende leveranciers, maar door veel aannemers werd het slechts toegepast als gevelreparatie, niet als seismische versterking.



In de documenten die ik in 2014 had ontwikkeld, waren drie vernieuwingen die mij zeer geschikt leken voor de situatie in Groningen, maar om verschillende redenen werden die niet opgepakt door de researchafdeling (NAM-ingenieurs, geen bouwkundigen) die verantwoordelijk waren voor de toedeling en uitvoering van vele, tientallen miljoenen euro's kostende researchprojecten.

1. Een lokaal (goedkoop) te produceren **Base-isolation** systeem, gekalibreerd op de korte geïnduceerde aardbevingen, samen met een inbouw mechaniek dat geschikt is voor bakstenen steens muren en spouwmuuren.

¹²¹ De Nederlandse bevolking heeft in haar geheel wel geprofiteerd van de inkomsten door een betere verzorgingsstaat en infrastructuur. Die investering door de Overheid was per hoofd van de bevolking en speciale subsidieregelingen (kindertoeslagen), waardoor de provincie Groningen met minder inwoners een kleiner gedeelte meekreeg; het meeste voordeel ging naar West Nederland,.

2. Een **Opvulpalet** dat op eenvoudige (snelle) manier onder een bestaande fundering geplaatst kan worden en gewapend kan worden en met beton vol-geperst. Door het na plaatsing vol te persen ontstaat een drukbestendige en volledige ondersteuning met de grond.
3. Een constructieve en isolerende **spouwmuurvulling met HD-PUR** dat de sterkte van die spouwmuur verdrievoudigt.

Met de uitwerking van het Burgerboek in 2020 kwam ik via prof. dr. ir. Mick Eekhout op de methode voor een vierde mogelijke seismische versterking voor woningen met veel ramen te smalle penanten.

4. **Constructieve glaspanelen** die door hun sterkte in het vlak van de muur een praktisch verbreding opleveren van de raampenanten en de gebouw stabiliteit in dat vlak.

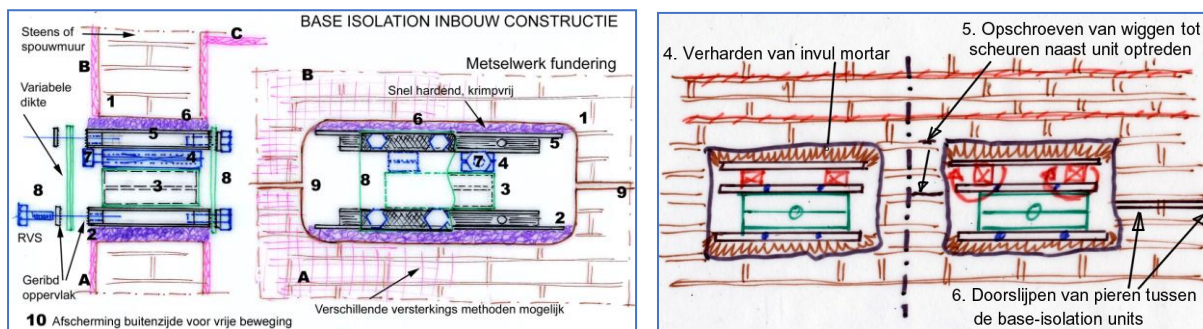
Omdat de platform fundering een goede optie is voor gebouwen met een zwakke fundering heb ik ook nog een variant ontwikkeld op basis van een elastische dragende sandwich laag.

5. **Elastische Rubber-PUR** laag op een gasbeton onder-fundering onder de platformfundering als *base-isolation* met een maximale horizontale verplaatsing van < 2 cm. Een variant hierop is de Fakhir-sandwich *base-isolation*. Beiden werden niet verder uitgewerkt.

Uiteindelijk is er dus sprake van tenminste vijf vernieuwingen die hierna in wat meer detail worden behandeld. De uitgebreide behandeling is in het Burgerboek.

11.2. *Base-Isolation* rollers en kogels

Hoofdstuk 5 van het Burgerboek geeft een overzicht van de principes en voorwaarden van *base-isolation*. Vanwege de hele hoog ingeschatte PGAg 0,42 in 2014 was het eigenlijk alleen mogelijk om de fragiele metselwerk gebouwen voldoende te beschermen tegen de geprojecteerde aardbevingen met *base-isolation*. Vanwege de grote aantallen isolatoren die dan nodig zouden zijn om meer dan 100.000 gebouwen te beschermen (minstens $3 \times 5 = 15$ grote of $5 \times 8 = 40$ kleinere eenheden per gebouw/monument), zou dat een productie van 1 of 2 miljoen eenheden betekenen. De logische eis was daarom dat het een product was, dat voor lage kosten door lokale metaalbewerkingsbedrijven geproduceerd kon worden en door gewone aannemers kon worden geplaatst.



Figuren 70. Na de definitie van wat noodzakelijk was voor een Nederlands, baksteen-vriendelijk en eenvoudig lokaal te produceren base-isolation werd een model gedetailleerd beschreven en een demonstratie model gemaakt. Het importeren van een duur Italiaans patent had echter de voorkeur over zelf ontwikkelen.

Lokale metaalbewerkers informeerden mij dat ze deze roller *base-isolation* voor minder dan euro 100 konden maken; bij grote aantallen nog veel goedkoper. Het inbouwmechanisme zou ook zo iets kosten. Bij een 100-voudige productie halveren de kosten (economische wetmatigheid). Bepalend voor de kosten is dan het ter plaatse inbouwen. Met de geïmporteerde *base-isolation* systemen voor hoogbouw zijn wel minder eenheden nodig, maar er moet dan een veel sterker dubbele gewapend betonnen fundering gemaakt worden omdat de overspanning tussen de draagpunten groter is.

Er waren in 2014-2015 voor honderdduizenden euro's testwoningen aangekocht en er werd voor honderden duizenden euro's aan andere testwoningen seismisch versterkt tegen een geprojecteerde PGAg 0,42. Er waren plannen om voor tientallen miljoenen euro's de dure uit Italië geïmporteerde *base-isolation* te plaatsen. Er werd voor miljoenen euro's aan geïmporteerde *base-isolation* onder monumenten geplaatst. Het door mij voorgestelde model werd niet overwogen.

Waarom werd er voor een paar duizend euro geen kleine serie testmodellen van mijn voorstel gemaakt en die onder een reeds aanwezige testwoning ingebouwd?

- ⊗ Het hoofd van de NAM engineering afdeling had reeds contact gemaakt met een Italiaanse research instituut die kant-en-klare *base-isolation* systemen had klaarliggen (**eigen patent**, bestaand en werkend product en duur).
- ⊗ Hetzelfde Italiaanse instituut voerde ook triltafel studies uit i.s.m. de TU Delft. Het onderhouden en uitbreiden van **werkrelaties** heeft dan de voorkeur.
- ⊗ De NAM had een **risicomijdend gedrag** en wilde niet zelf producten in eigen beheer ontwikkelen, maar wel iets kopen van grote aannemers of ingenieursbureaus. Dat heeft te maken met de aansprakelijkheid op een door de NAM ontwikkeld product.
- ⊗ De Italiaanse prof. Calvi (eigen *base-isolation* en gepatenteerd product) had in Italië een experiment met woningen gedaan dat was mislukt. Deze reden werd aangegeven om mijn ontwerp niet te bestuderen en á priori af te keuren, alhoewel hij de tekeningen zonder tekst ook wel kon begrijpen. Deze mening werd klakkeloos door de NAM overgenomen.

Op een ander moment was er een *associate engineer* van een grote consultant uit Engeland die een "geniaal" ontwerp voor *base-isolation* had, gebaseerd op een teflon membraam op de plaats van de doorlopende horizontale vocht-werende folie in een fundering. Dit ontwerp werd door mijn directe superieur opgehemeld; omdat dit een erg "knappe ingenieur" was.

Na bestudering van dat ontwerp bleek dat het slechts toegepast kon worden bij nieuwbouw; er was geen methode bedacht om het in een bestaande fundering in te bouwen. Verder was er geen voorziening voor het diafragma boven de *base-isolation* en er was GEEN centreer-mechanisme (wel essentieel).

Toen ik deze problemen van het gebrek aan inbouwbaarheid of een centreer of terugkeer-mechanisme aan mijn baas uitlegde, en dat het nodig was om na elke aardbeving het gebouw weer te centreren op de fundering (met een bulldozer een paar duizend woningen?, hopelijk was het gebouw met de aardshok niet van de fundering afgegleden en *total loss*), was zijn commentaar: "Ja maar hij is wel een hele goeie ingenieur van een groot ingenieursbureau!".

Op een bepaald moment in 2015 waren mijn modellen zelfs verdwenen.¹²²

Hoofdstuk 5 geeft ook een Teflon glij-model aan, op dezelfde manier ingebouwd in een bakstenen fundering als de roller of kogel *base-isolation*. Een probleem van de teflon glijder is dat bij verhoogde druk of een groter glij-oppervlak de totale glijweerstand ook toeneemt. Het testen op een testtafel zou uitsluitsel kunnen geven tussen de relatie druk- en glijvermogen bij een lage PGAg 0,3 tot < 0,12, de waarden die in werkelijkheid verwacht werden in de provincie Groningen.

Enkele van de grote uit Duitsland geïmporteerde systemen waren ook gebaseerd op glijders in een vlakke kom en hadden daardoor een centreer mechanisme. Deze systemen werden op relatief grote onderlinge afstanden ingebouwd. Het systeem zit op de betonpalen funderingen en is daarboven met behulp van zware gewapende betonnen balken aan het diafragma verbonden.

¹²² Het bleek gewoon dat er geen belangstelling was voor praktische of *low-cost* oplossingen of om iets in de regio en vóór de regio te ontwikkelen. Ondanks de duidelijkheid van de ontwerpen werd er niet naar gekeken, en wilde men ook niet herinnerd worden aan andere opties (dan import) die zichtbaar uitgesteld waren..

*Figuur 71. Base-isolation onder gemeentehuis Loppersum met burgemeester Hans Engels. De grote afstand tussen de elementen en de extra versteviging met horizontale koppelingen tussen de balken is hier zichtbaar. Dit zijn geen betaalbare systemen voor duizenden bakstenen woningen die door kleine aannemers kunnen worden gerealiseerd.
Foto: Dagblad van het Noorden.*



Hetzelfde principe van de Teflon membraam slider als *base-isolation* werd toch een paar jaar later uitgewerkt door een team van de Hanzehogeschool, TNO en BuildinG en werd er met research financiering in een laboratorium een model schaal 1:1 gebouwd. Dit keer met de optie van een bovenliggend frame aan de fundering die het geheel bleef centreren na een beving. De aangekondigde PGA verlaging en stoppen van de gasproductie maakte echter in 2018 het testen van nieuwe *base-isolation* systemen nogal overbodig.

Er werd nu wél een methode bedacht om het gefaseerd in een bestaande fundering in te brengen, echter zonder voldoende te garanderen dat het metselwerk tijdens die operatie niet 1 mm mag inzakken. De test om het prototype in een bakstenen fundering in te bouwen werd niet gedaan.

Bij de uitvoering van de test bleek dat het Teflon glij-systeem vanwege het grote glij-oppervlak en daardoor grote glijweerstand, helemaal niet gleed bij $PGA_g \approx 0,1$. De trilling belasting moest toen worden opgevoerd tot de NPR-waarde van 2016 om het te laten werken ($PGA_g \approx 0,3$). Een gebouw dat al met $PGA_g \approx 0,1$ flink scheuren vertoonde, **zou dan waarschijnlijk al zijn ingestort**. In dat geval is het systeem niet geschikt voor de zwakke bakstenen woningbouw in Groningen.

De beschouwingen over *base-isolation* die sinds 2014 gemaakt kunnen worden zijn de volgende:

Onder gebouwen met in **baksteen en kalkmortel voegwerk gemetselde funderingen** is *base-isolation* alleen mogelijk wanneer er eerst een stijve betonbalken fundering onder deze fundering wordt aangelegd, of wanneer deze gemetselde fundering eerst tweezijdig versterkt en verstijfd wordt en alle funderingen onder het gebouw sterk met elkaar verbonden worden. Het **Vulpalet** is dan een interessante optie om de bestaande fundering op eenvoudige wijze te versterken. De stabiele fundering kan ook bestaan uit een volledige plaatfundering of een balkenfundering op palen.

De combinatie van de bovenstaande maatregelen is dermate kostbaar vergeleken met de gemiddelde waarde van dergelijke in kalkmortel gemetselde gebouwen (pré 1920, steensmuren, op staal gefundeerd) dat het economisch zelden relevant zal zijn om deze maatregelen te ondernemen, ook al zijn de kosten 50% meer dan de toekomstige waarde van de woning. De reden is omdat het hier meestal gaat over kleine woningen één etage of iets grotere woningen van anderhalve etage. Blijven alleen de grotere monumenten over. Er zijn in de provincie Groningen wel enkele in baksteen gemetselde rijksmonumenten op deze wijze onderbouwd en voorzien van *base-isolation*.



Figuren 72: Voorbeelden van in kalkmortel gemetselde kleine woningen met slechts één of anderhalve etage, waarbij het maken van een platform fundering al ongeveer even veel kost als de netto waarde van het gebouw.

De kosten van een tweede fundering én de *base-isolation* zullen de totale kosten van het gebouw, nog zonder andere verduurzamingsmaatregelen, de netto gebouwwaarde zwaar overstijgen. Zelf als er een goedkope methode van *base-isolation* ontwikkeld kan worden, zoals door mij is voorgesteld, zal het maar zeer de vraag zijn of het versterken van de hele fundering wel economisch relevant zal zijn. Met een PGAg van 0,13 zoals zal het wel deze gebouwen tegen schade beschermen.

Van gebouwen met een in **cementmortel gemetselde fundering op staal** geldt eigenlijk hetzelfde, maar in dit geval zou de verbetering van de draagkracht van de funderingen vergroot kunnen worden met het eveneens voorgestelde **Vulpaletten systeem**. Het stijf/sterk maken van de fundering zodat deze geen plaatselijke zetting meer kan ondervinden, is een basisvoorwaarde voor het goed functioneren van het *base-isolation* systeem.



Figuren 73. Voorbeelden van veel voorkomende woningtypen in de provincie Groningen die steens muren hebben en in cementmortel zijn opgetrokken. De middelste woning heeft met de kelder nog een extra complicatie wanneer deze niet onder het hele gebouw doorloopt.

Gebouwen met **gewapend betonnen balkenfundering en 1 plaat verbreding op staal** die volledig onder alle muren doorloopt en aan elkaar gekoppeld is, kunnen een inbouw *base-isolation* systeem krijgen volgens het door mij voorgestelde systeem, mits (a) er geen verzakking van de fundering heeft opgetreden, en (b) de begane grondvloer een stijf vloerdiafragma met alle muren vormt. Dit zijn meestal woningen die sinds 1950 gebouwd zijn. Wanneer gebouwen met een **betonnen balkenfundering wél zetting** hebben ondergaan, zou onder deze fundering een **platformfundering** aangelegd kunnen worden, met een *base-isolation* ertussen.

Voor gebouwen met een **onderheide betonnen balkenfundering** geldt hetzelfde als hierboven. De *base-isolation* volgens het inbouwmodel kan dan op de balken worden geplaatst, de funderingsmuur erboven versterkt (eigenlijk als een tweede balk) en verbonden met het vloerdiafragma.



*Figuren 74. In de provincie Groningen zijn een flink aantal monumenten en een veel groter aantal karakteristieke panden die allen een fragiele constructie hebben. Een 300 gebouwen met elk een 30-tal *base-isolation* eenheden betekent al een productie van 10.000 stuks. Interessant om lokaal te produceren.*

Een niet onbelangrijk punt in deze discussie is dat met de in 2021 in het NPR webtool voorgestelde maximale PGAg van 0,13 dergelijke gebouwen toch flinke schade kunnen oplopen die tot hoge en wellicht herhaalde reparatiekosten kunnen leiden. Met een goed, licht-lopend *base-isolation* systeem is dat niet meer nodig.

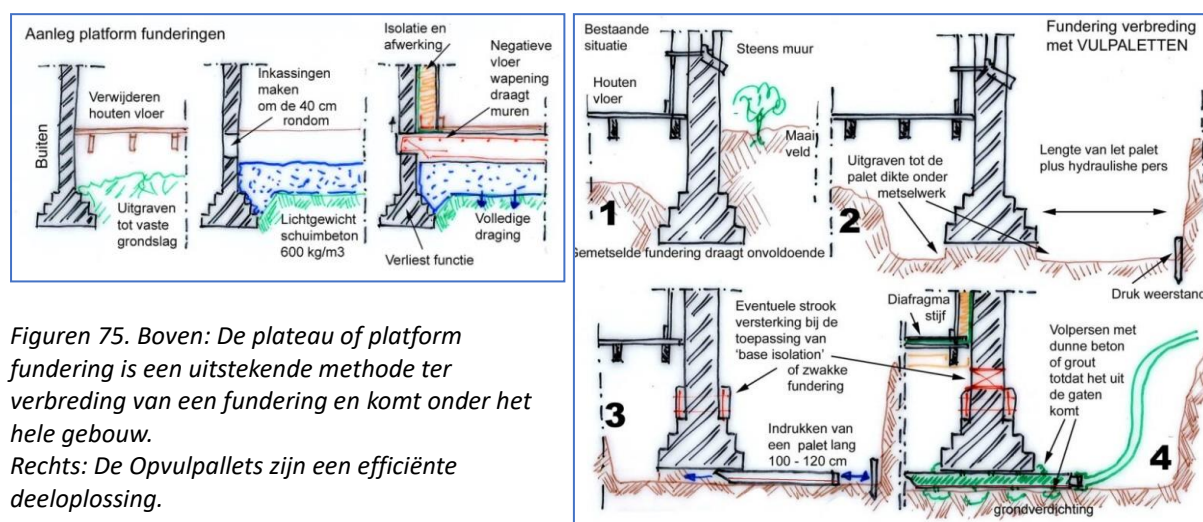
Echter, wanneer er geen grotere bevingen meer komen, zoals nu de projectie is voor 2021 tot 2024 en nog later, is het systeem alleen geschikt voor een aantal monumenten en een flink aantal karakteristieke panden. Ook dan nog is de lokale productie van een licht-lopend systeem relevant.

11.3. Opvulpaletten voor de fundering verbredening

Omdat tenminste de helft van alle schadegevallen direct te maken had met zwakke funderingen en verzakkingen van funderingen op staal, is het voor bijna elke versterking van een gebouw noodzakelijk deze funderingen te verbeteren. Dat had op zichzelf weinig te maken met de sterkte van de bevingen. Ook voor kleine trillingen en zettingen zou het nodig zijn om in het kader van het verduurzamen van de woningen de draagkracht van de funderingen te verbeteren.

Bij de ontwikkeling van een etagevloerdiaphragma voor de transfer van de krachten in het vlak van de muren, is het noodzakelijk om de binnenmuren te versterken en de funderingen onder die binnenmuren de verbreden. Voor dat werk zijn verschillende oplossingen mogelijk, variërend van stroken verbreden, aanstorten en platformfunderingen. Zie Hoofdstuk 4 van het Burgerboek.

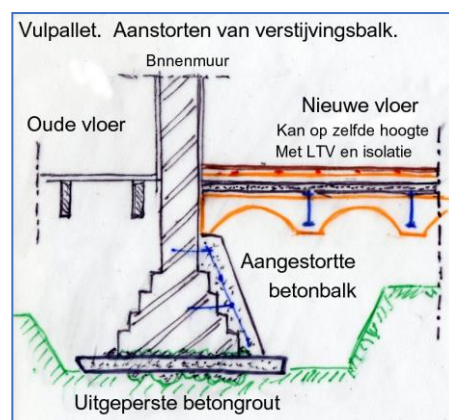
Na de ontwikkeling van het idee, dat in verschillende langwerpige afmetingen kon worden uitgevoerd, zou het een flinke werkbesparing inhouden op de bouwplaats. Lichter en sneller werken en een garantie dat er een goede aansluiting met de grond en de fundering bestaat.



Figuren 75. Boven: De plateau of platform fundering is een uitstekende methode ter verbreding van een fundering en komt onder het hele gebouw.

Rechts: De Opvulpallets zijn een efficiënte deeloplossing.

Op de vulpalletten kan op eenvoudige wijze een verstijvende balk tegen en aan de fundering vast-gestort worden, waarop dan meteen de nieuwe geïsoleerde begane grondvloer draagt. Deze kan op dezelfde hoogte worden aangelegd als de oude houten vloer.



Door het op hoge druk injecteren van beton-grout wordt direct een goede druk onder de fundering opgebouwd zodat er geen na-zetting meer kan optreden; dit in tegenstelling tot wanneer men prefab betonplaten onder een bestaande fundering zou proberen te schuiven.

Uit overleg met een HDPE palletfabrikant bleek dat een één zijde open pallet van maximaal 10 kg geproduceerd kan worden met een afmeting van meer dan 1 m² oppervlakte. Daarop komt dan een deksel wanneer de eventuele wapening erin is geplaatst. Een smal pallet kan dan tot 150 cm lang worden. Een bijkomend voordeel zou zijn dat over een rij geplaatste paletten een horizontale balk tegen de fundering aangestort kon worden voor de verstijving. Die balk kan dan ook gebruikt worden voor het opleggen van een nieuwe geïsoleerde begane grond vloer (met LTV).

Bij de aankoop van de testwoningen waren echter geen woningen aangekocht die structurele gebreken aan de fundering hadden. Echter, het zwakke punt van vele gebouwen die schade hadden, de onvoldoende dragende funderingen, had daarbij geen aandacht.

Anders lag het bij de complete seismische versterkingsoperaties van enkele oude en gescheurde woningen¹²³. Omdat deze allemaal funderingsproblemen hadden, of omdat daar een *base-isolation* werd toegepast (al dan niet op perspalen), werd overal een volledige platformfundering aangelegd. Bij een lagere PGA is het wel noodzakelijk de stijvere en beter aan de buitenmuren verbonden vloerdiafragma's aan te leggen en binnenmuren te versterken. Zoals uitgelegd in Hoofdstuk 8 van het Burgerboek moet dat dan inclusief de verbreding van de funderingen onder die binnenmuren. Een volledige platformfundering is dan niet meer nodig; een Vulpalet is dan handig.

Waarom werden er geen testen uitgevoerd van het ontworpen fundering-vulpalet?

- ⊗ De NAM afdeling bouwkundig versterken had in 2014 besloten dat een paar woningen met flinke A- en B-schade volledig door een externe consultant doorgerekend zou worden en dat deze daarna een seismisch herstelplan zou maken op basis van een PGAg 0,36 en uitvoeren om het gebouw te renoveren (met een open begroting). Een volledige platformfundering was dan de beste optie omdat daarin dan de zware portalen konden worden ingestort.
- ⊗ In een flink aantal van de gebouwspecties werden fundering verzakkingen aangemerkt als C-schades die niet noodzakelijkerwijs door de NAM vergoed zouden worden, omdat deze in de eerste plaats veroorzaakt waren door slechte bouw of slappe ondergrond. De financiering van die herstelkosten zou dan ook voor de kosten van die woningeigenaar zijn¹²⁴.
- ⊗ Er is door het hoofd van de NAM afdeling bouwkundig versterken geen beoordeling gemaakt van het voorgestelde vulpalet. Er is ook geen externe consultant (e.g. Arup of Arcadis) om een opinie gevraagd, terwijl deze na ontvangst van mijn rapport ook geen initiatief namen om dit verder te beoordelen of te begroten. Hun enige keuze was de platformfundering omdat ze vast zaten aan de formeel gedicteerde NPR9998:2015 met PGAg 0,36.
- ⊗ De NAM wilde alleen externe partijen zoals aannemers contracteren; niet iets zelf voorstellen.

Mijn ontwerp voor de verbreding van funderingen was gebaseerd op fabricage van het HDPE-Vulpalet. Betonpompen die grout in zo'n pallet kunnen pompen bestaan al. Terwijl er vele miljoenen euro's werden uitgegeven aan nauwelijks relevant bouwmaterialenresearch (baksteen testen¹²⁵, triltafels, nabouwen van woning in Italië, enz.) was er geen belangstelling voor fundering-vulpaletten.

Het probleem van de matige en verzakkende funderingen blijft echter bestaan, niet alleen in Groningen maar in heel Nederland. Het is wellicht relevant voor andere bouwkundige of ingenieursbureaus en funderingsspecialisten om deze optie te bestuderen en te bedenken of het systeem een marktwaarde heeft.

¹²³ Deze woningeigenaren hadden in feite een lot uit de loterij omdat hun woning nu versterkt werd tegen mega aardbevingen. De kosten overtroffen in alle gevallen de gebouwwaarde van vóór en ná de operatie.

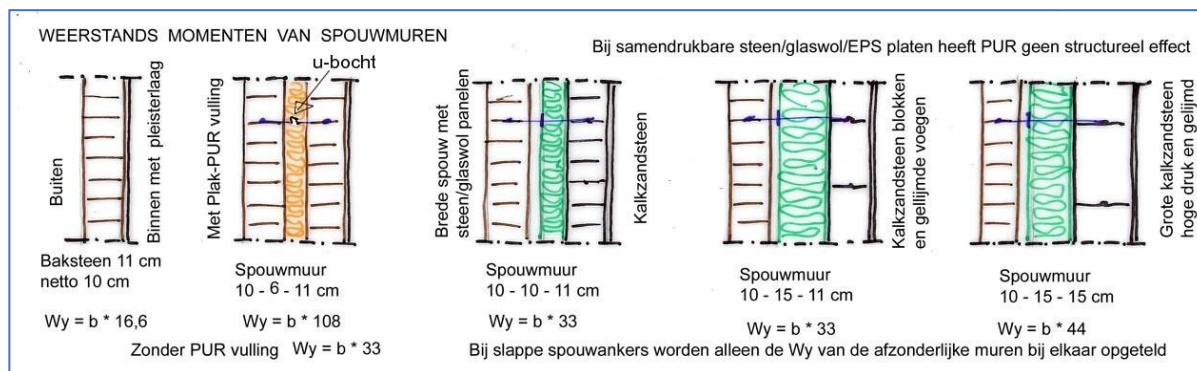
¹²⁴ Dit werden meestal eindeloze contra expertise rapporten zonder oplossingen vanwege financieringsgebrek.

¹²⁵ Interessant was dat de Nederlandse baksteen industrie hierbij niet betrokken is geweest. Verder, dat de resultaten die uit verschillende testen kwamen al 50 jaar in het Polytechnisch zakboekje stonden.

11.4. Hoge Dichtheid PUR

De Nederlandse spouwmuur bestaat uit twee halfsteens baksteen muren (van 10cm tot 11cm elk) die met gegalvaniseerde spouwankers aan elkaar zitten. Deze spouwankers zijn door hun waterkering (een u-bocht in het midden) niet erg trek-drukvast. De vaak binnenmuur is vaak kalkzandstenen en de dragende muur, waarin de vloerbalken of betonplaten of betonnen systeemvloeren zijn opgelegd.

Kort na de 16 augustus 2012 Huizinge aardbeving had ik contact opgenomen met Pluimers om te kijken of er niet een sterkere Hoge Dichtheid (HD) PUR spouwmuurisolatie bestond, die de twee **spouwbladen sterk aan elkaar zou verbinden**. Een dergelijke 'verlijmde' constructie zou naar mijn berekening de spouwmuur ongeveer 3x zo sterk maken tegen buiging of tegen knikbelasting. Ook de kans op afschuiving van stenen boven in de muur zou aanzienlijk verminderd worden. Hoofdstuk 6 van het Burgerboek geeft een beschrijving van het principe.



Figuur 76. Het doorbuigingsmoment van een met harde HD-PUR ingevulde spouwmuur 10-6-10 cm is >3x zo hoog als een lege spouwmuur. Bij spouwmuren met reeds bestaande isolatievulling werkt deze oplossing niet.

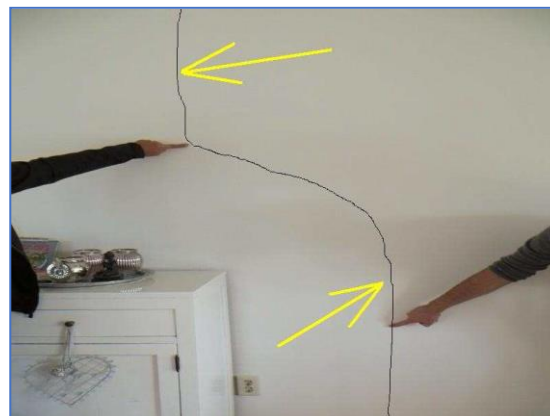
Juist omdat er bij de beving van Huizingen met een PGAg 0,085 al zoveel schade was, en omdat het mijn mening was dat bevingen PGAg >>0,1 niet realistisch waren op basis van de sociale politiek en democratie in Nederland, zou de HD-PUR een eenvoudige snelle oplossing zijn, die ook nog eens de vele woningen wat beter zou isoleren. *Twee vliegen in een klap.*



Figuren 77. Links: (a) Steens muren kunnen niet met HD-PUR versterkt worden.

Midden: (b) Sommige gebreken kunnen niet met HD-PUR voorkomen worden.

Rechts: (c) Het is de vraag of bij moderne woningen scheuren in binnen pleisterwerk voorkomen kunnen worden.



Een paar tegenargumenten voor het gebruik van de HD-PUR zouden kunnen zijn dat:

- (a) De gebouwen die zoveel scheurschade in de gevels hadden, meestal de oudere gebouwen waren met steens muren. In deze situaties is het dan niet mogelijk om de spouwmuur vol te spuiten.
- (b) De scheurschade aan veel gebouwen was niet omdat de spouwmuren zo zwak waren, maar had andere structurele problemen.
- (c) Bij een versterking van de spouwmuur in een moderner gebouw is het maar de vraag of de 1 mm scheuren wel voorkomen hadden kunnen worden

Tijdens de designcompetitie heeft Pluimers bij de NAM dit voorstel wel gepresenteerd, maar in een andere vorm, met een super-elastische versie, uitgaande van de hele hoge dreigingskaart van de NPR, om te voorkomen dat stukken metselwerk naar beneden vallen. Die stukken metselwerk zouden dan aan het elastische PUR blijven hangen. In een dergelijke situatie zou het gebouw al onherstelbaar beschadigd zijn, terwijl de bakstenen met een PUR-laag erop niet te recyclen waren.

Er waren nu twee gedachte lijnen ontwikkeld:

- A. Voorstel van Nienhuys: Een **harde en hoge dichtheid HD-PUR**, die een erg **lage elasticiteit** heeft. Door de harde vulling van de spouw, wordt de muur aanzienlijk versterkt ($>3x$) tegen doorbuiging in-het-vlak-van-de-muur en knik. Deze testen kunnen rekengegevens aanleveren om de feitelijke versterking van gebouwen te kunnen berekenen. Kon niet moeilijk zijn want NAM met de TU-Delft hielden van testen doen.
- B. Voorstel van Pluimers: Een sterk **super elastische Plak-PUR¹²⁶**, die er voor zorg draagt dat de bakstenen van een spouwmuur aan elkaar blijven zitten, ook al is het metselwerk zwaar gescheurd. Door dit materiaal in de spouwmuren te spuiten verhoogt dit de 'veiligheid' tegen het uitvallen van stukken metselwerk, maar het verhoogt slechts in zeer beperkte mate de sterkte van de muur.

Voor een nauwkeurige berekening van de toepassing zullen dan onderzoeken noodzakelijk zijn. Om een van de voorgesteld systemen toe te passen in reeds na-gevulde spouwmuren, kunnen die leeggezogen worden.

Figuur 78. Reeds nagevulde spouwmuren.

Indien de spouwmuur al is nagevuld met EPS korrels of isolatie vlokken, dienen deze eerst verwijderd te worden door middel van een vacuüm installatie van onderen en perslucht van boven. Aan de basis van de muur wordt er een gehele steen verwijderd, waar een afzuigslang op wordt geplaatst.



Zie ook <http://www.youtube.com/watch?v=edjK9UOA1OE> duur 3:10 Scott Ormston. Cavity wall insulation removal. EPS korrels. Van onderen wordt er een baksteen verwijderd en van boven perslucht ingeblazen.

Het verwijderde (oude) isolatie materiaal zoals EPS korrels of vlokken kan tegenwoordig goed gerecycled worden. Het milieuvriendelijk afvoeren of hergebruiken van dit materiaal zou onderdeel van de werkovereenkomst of voorwaarden kunnen zijn. PUR kan momenteel niet gerecycled worden.

Waarom werden er geen testen uitgevoerd van het versterken van de spouwmuur met HD-PUR?

- ⊗ Eigenlijk dezelfde redenen als bij de vorige voorstellen.

¹²⁶ Op basis van het principe van de super-elastische PUR heb ik later het idee ontwikkeld van de Sandwich Rubber-PUR platform fundering waarbij de genoemde eigenschappen van toepassing zijn.

De toepassing van HD-PUR is net zo als de toepassing van de Vulpaletten of de Kogel *base-isolation* een deeloplossing die niet voor alle gebouwen de enig zalmakende uitkomst is. Elke gebouw typologie zal een serie van typische maatregelen nodig hebben. Vooral gebouwen met grote raampartijen hebben aanvullende maatregelen nodig om de sterkte van de muren te verbeteren. Een van de opties zijn houtskelet inbouw of de constructieve glaspanelen.

Groningen stad blijft met 50.000 woningen en met veel spouwmuren altijd nog onderhevig aan kleine trillingen die uiteraard scheuren zullen veroorzaken. Ofschoon HD-PUR voorlopig nog moeilijk of niet te recyclen valt, is het wel een optie om de toepassing in dergelijke gebieden te overwegen als doorbuiging loodrecht op het vlak van de muur voorkomen of verminderd moet worden.

De zwakste gebouwen zijn echter die met grote raamopeningen in de gevel en smalle raampenanten. De smalle raampenanten kunnen in het vlak van de gevel kantelen en versterken met HD-PUR levert dan geen versterking op, de toepassing van constructieve glaspanelen wel.

11.5. Constructief sterke / stijve glaspanelen

De grote raamopeningen in de Nederlandse woningbouw zijn tegelijkertijd de seismische zwakte van de constructie. Door constructief sterke glaspanelen in de kozijnen de plaatsen worden de voorheen open gevels constructief stijf in hun eigen vlak. Met de lagere PGAg sinds 2018 is dit een praktische optie die veel constructief versterkingswerk zoals portalen rond de raamopeningen aan de binnenzijde van de woningen voorkomt.

Voorbeelden van in Nederland gebouwde projecten zijn van www.Octatube.nl



Figuren 79. Grote projecten geven aan dat deze zeer grote belastingen kunnen opnemen.¹²⁷

Links; glazen kubus Santander in Madrid
30 m x 30 m x 20 m hoog;
Rechtsboven, Kantoor GVB Amsterdam;

Rechts: de Moda in Casa in Mexico City als
puur glazen gevel in een zwaar
aardbevingsgebied. 15 m x 9 m.
Gebouwd na de grote beving in Mexico
City van 1985 met Mw 8,1.

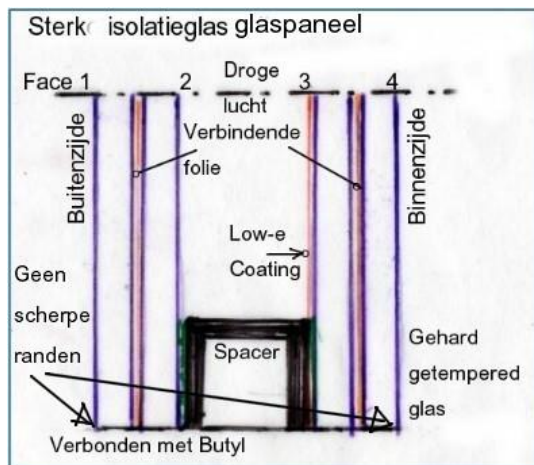


¹²⁷ Afbeeldingen van https://www.octatube.nl/en_GB/projects.html met toestemming van Mick Eekhout. Een van de projecten werd in Mexico City uitgevoerd (Moda in Casa); dit is een tektonisch aardbevingsgebied.

Veiligheidsglas, kogelwerend glas en gelamineerd hardglas zijn varianten van constructief belastbare en stabiliserende glaspanelen die grote belastingen kunnen opnemen. 'Gehard' (volksnaam voor thermisch voorgespannen) gelaagd glas heeft b.v. een dikte van 9 of 11 mm (4.1.4 mm of 5.1.5 mm). Dit bestaat uit twee geharde glaspanelen die met een PVB tussenfolie in de fabriek op elkaar zijn gesmolten (onder 150 graden Celsius). Kan ook dikker en drie-laags worden gemaakt.

Constructief glas brengt mogelijk de kosten van het verstijven en versterken van muren in een project omlaag, met name buitenmuren die erg smalle muurpenanten hebben. Een enkele thermisch voorgespannen glasplaat of -ruit is ongeveer 5x zo sterk als gewoon *floatglas*.

Het geharde en gelamineerde dubbelglas isolatiepaneel heeft daarmee een sterkte die minstens 20 x tot 30 x groter is dan een enkele 4 mm of 5 mm glasplaat, en kan daarom grote belastingen in het vlak van het glaspaneel opnemen én loodrecht op het vlak van het paneel. De aardbeving belastingen kunnen dan via een breed oppervlak lopen (nl. twee muurpenanten en een glaspaneel ertussenin) in plaats van alleen via het smalle gemetselde muur penant naast een raam.



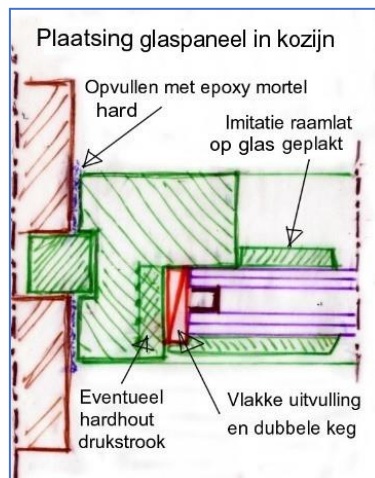
Figuren 80. Gelamineerd, isolatieglas kan zeer hoge drukspanningen en ook schuifspanningen in het vlak van het glaspaneel opnemen.



Om te zorgen dat het constructieve glaspaneel ook daadwerkelijk de belastingen van het gebouw en het bovenliggende diafragma overneemt zijn een aantal voorwaarden van toepassing die in Hoofdstuk 6 van het Burgerboek verder zijn toegelicht.



Figuren 81. Links: Gewone plastic stelplaatjes voor glas kunnen gebruikt worden als de kier wordt opgevuld met **verhardende epoxy** zodat de hele paneel draagt.



Midden: Om het vroegere aanzicht van de oude ruiten te behouden kan op het sterke vaste glaspaneel een imitatie strook gelijmd worden en in de kleur van het vroegere raam geschilderd (beschermd stadsgezicht).

De toepassing van constructieve glaspanelen heeft meerdere mogelijkheden:

- A. In oude gebouwen met steensmuren en hoge raampartijen, gecombineerd met smalle penanten.
- B. Oude woningen met hoge ramen en veel ramen in de gevel.
- C. Woningen met veel ramen in de gevel en gebrek aan binnenmuren.
- D. Woningen waar het versterken van binnenmuren extra overlast veroorzaakt.
- E. Rijtjeswoningen met weinig raampenanten in de gevels.
- F. Bij doorzonwoningen. Wanneer deze systeenvloeren hebben die alleen op de tussen-de-woningen gebouwmuren dragen, moeten de vloeren samen met de glazen voorgevel een compleet diafragma maken. De vloerverbindingen met de constructieve glaspanelen is hier erg belangrijk.

Een voorbeeld van mogelijke toepassing is gegeven aan de hand van het veel gefotografeerde gemeenschapshuis in Leermens dat vanwege de smalle raampenanten (steensmuren) en gebrek aan lateien in meerdere gevels en zonder bovenliggend vloerdiafragma als risicovol werd beschouwd.

Door in tenminste in één kozijn op de hoek van de kopgevel een constructief glaspaneel te plaatsen, krijgt dat hoekpenant in de kopgevel opeens een verhouding breedte/hoogte van $5/6 = 0,83$ (i.p.v. $0,22$) en is daarmee voldoende sterk voor hoge schuifspanningen in het vlak van de gevel. Datzelfde principe kan ook bij de linkerzijde van de hoek toegepast worden.

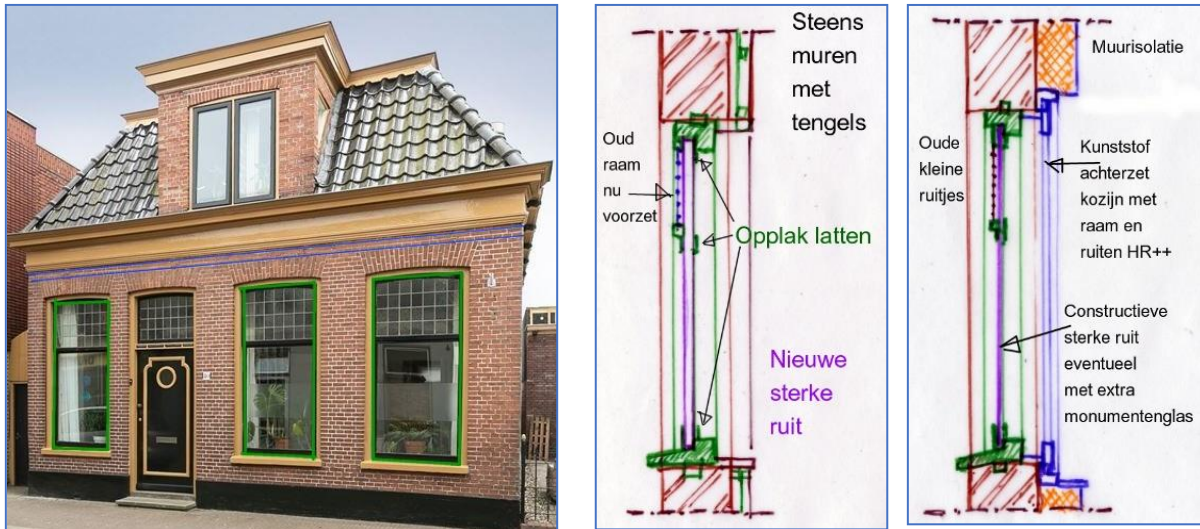


Figuren 82. De raam- en terrasdeur penanten hebben ongeveer een breedte/hoogte verhouding van $1/4,5 = 0,22$ en voor een PGAg $0,1$ te weinig. Aan de zijkant is het niet beter.

Het sterke constructieve glaspaneel (paars kader rechter foto hierboven) en twee smalle gemetselde penanten samen (groen kader) werken voldoende samen om de stabiliteit in het vlak van de gevel te realiseren. Het overblijvende smalle penant (rood) verliest hiermee haar sterktefunctie en is niet meer kritisch. De nodige rondgaande lateiwapening is lichtblauw aangegeven. De constructie van het gebouw zal verder relevant zijn of er op de zolder een vloerdiafragma moet worden aangelegd.

Wanneer de terrasdeur vervalt kan hier ook een constructief glaspaneel geplaatst worden, waardoor er geen (verkeerde) asymmetrie in de krachtenverdeling ontstaat.

Hetzelfde moet gebeuren met de kozijnen (enkel glas) en in de zijkanten (linker foto boven) om de hele hoek van dat gebouw aardbevingsresistent te maken. Hetzelfde principe kan bij de andere gevels worden toegepast. Daarnaast zal het aanbrengen van een doorgaande wapening boven de kozijnen en een vloerdiafragma (lichtblauwe lijnen etagevloer) nodig zijn.



Figuren 83. Toepassingen van constructieve glaspaneel (groen kader) bij een oude woning met bovenramen van kleine ruitjes. Naast het versterken van de gevel moet er ook een horizontaal verband boven de ramen worden aangebracht (blauwe lijn) en een zolder vloerdiafragma. Dit kan ook achter het houten boeiboord.

In de situatie van een gevelversterking met constructieve glaspanelen zal het klepraam, de openzetbaarheid of de schuifraamfunctie vervallen. Om hetzelfde beeld als vroeger terug te krijgen kan het oude raam met de kleine ruitjes als voorzetraam worden toegepast (buiten). Een voorzetraam aan de buitenkant veroorzaakt geen condens. Ook met minimale ventilatie met buitenlucht zal hier geen condens optreden. Ook omdat dit minder doorzichtige ruiten zijn zal een mogelijke aanslag niet zichtbaar zijn. Eens in de 10 jaar wanneer het kozijn geschilderd wordt kan een scharnierend voorzetraam eventueel worden losgeschroefd en de binnenzijde gereinigd.

Een belangrijk punt bij de toepassing van slechts een ENKEL niet-geïsoleerd gelamineerd constructief glaspaneel in een oud houten kozijn is dat het drukvlak van het sterke constructieve paneel op het hout nu slechts 1 cm breed is i.p.v. 3,5 cm. Het kozijnhout mag niet meer dan 1 mm worden ingedrukt tijdens een aardbeving, anders ontstaan er scheuren in de gevel naast de togen. Door deze constructie van het dubbele isolerende glaspaneel bij alle raamkozijnen toe te passen blijft de druk op het kozijnhout laag.

Constructieve glaspanelen zijn daarom erg geschikt om de stabiliteit van kleine Groningse woningen met grote raampartijen te vergroten, maar ook voor doorzonwoningen.

Voor doorzonwoningen is de methode van de belastingoverdracht van het gebouw (etagevloer) naar constructief stabiliserende geïsoleerde glaspanelen afhankelijk van de vloerconstructie, de massa van die vloer en de verbinding met de draagmuren. De draagmuren bij de doorzonwoningen zijn meestal ook de tussenmuren tussen de woningen en hebben nauwelijks verbinding met de gevels.

In Hoofdstuk 6 van het Burgerboek heb ik relatief weinig aandacht aan deze doorzonwoningen besteed omdat deze vaak van woningcorporaties zijn die hun eigen gespecialiseerde staf en aannemers hebben die de versterking, sloop en nieuwbouw ondernemen. Een paar voorbeelden werden gegeven van het inbouwen van portaal constructies. Vooral de oudere doorzonwoningen zijn niet economisch de moeite waard om zowel seismisch te versterken als thermisch te renoveren. Het versterken van dit type woningen met constructieve panelen is echter wel een optie, mits ze ook voldoende isolerend worden gemaakt.

Kozijnen kunnen in haar geheel vervangen worden door metalen kozijnen die de belasting goed op de constructieve glaspanelen kunnen overdragen. In de meeste situaties zal een geheel nieuwe gevel hier de voorkeur hebben. Bij het aanleggen van een nieuwe gevel zal ook de thermische isolatie en de woningventilatie opnieuw moeten worden bestudeerd en aangepast. Bij het vervangen van de gevel is het mogelijk om het gebouw uit te breiden wanneer de rooilijnen kunnen worden aangepast.

Figuur 84. Bij grote raampartijen in de gevels van doorzonwoningen is de methode van aanbrengen van constructieve glaspanelen afhankelijk van andere constructiedetails en de vloerbelastingen. In het geval van deze woning moet de borstwering óók versterkt worden om de krachten naar de fundering over te brengen. Daar moet dan wel een fundering zitten!! Ook op de etage moeten maatregelen genomen worden. Ontwerp is verschillend per project.



Dit type doorzonwoningen is vaak van woningcorporaties of wordt beheerd door een Vereniging van Eigenaren (VvE) die dan gezamenlijk het hele gebouw moeten aanpakken.

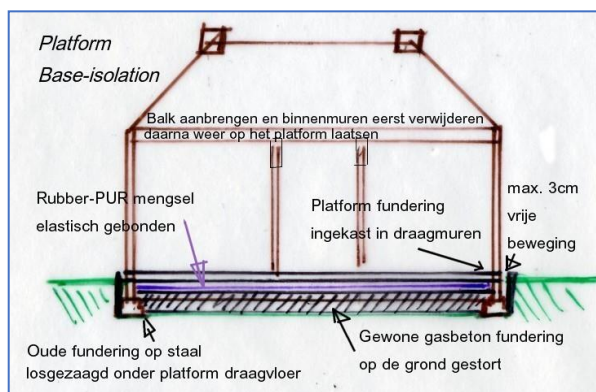
11.6. Elastische Rubber-PUR platform *Base-isolation*.

Niet uitgewerkt. Vanwege de nul-respons door de NAM heb ik verder geen ontwikkeling van bouwkundige opties gedaan om oplossingen te vinden om de oude bakstenen woningen meer aardbevingsbestendig te maken of om scheuren te voorkomen. Wel heb ik nagedacht over de mogelijkheid om een platform *base-isolation* systeem te maken door laag elastische PUR te produceren die gevuld is met rubber snippers (bijvoorbeeld van gesnipperde autobanden) en die als tussenlaag in die platformfundering aan te brengen. Dat geïnspireerd door de elastische PUR van Pluimers.



Figuur 85. Het systeem wordt aangebracht zonder dat het gebouw eerst opgetild hoeft te worden en de gaten in de muren worden van buitenaf of van binnenuit aangebracht.

Rechts: Schets van sandwich base-isolation met Rubber-PUR trilling demping. De super elastische PUR houdt de rubber snippers bij elkaar. Een dergelijk systeem is eenvoudig aan te brengen en dempt de initiële schok.



Onder een kleine woning met 100 m² (vloeroppervlak) kan een schuimbeton fundering worden aangelegd (30 cm dik), daarop een laag elastische Rubber-PUR (10 cm dik?) en daarop een gewapend betonnen vloerplaat (12 cm dik) die in de draagmuren rondom het gebouw is ingekast. Dat laatste is een standaardoplossing voor woningen met een zwakke fundering. Na verharding van de bovenste betonplaat wordt de bakstenen muur onder de plaat doorgezaagd. Door de plaatfundering draagt dan het hele gebouw op de hele beton en schuimbetonplaat en blijft de gronddruk erg laag.

Een laag gebouw weegt misschien 50.000 kg. Met een oppervlakte van 100 m² is dat 500 kg/m² of 5 kg/dm². De Rubber-PUR moet onder die belasting dan goed elastisch blijven.

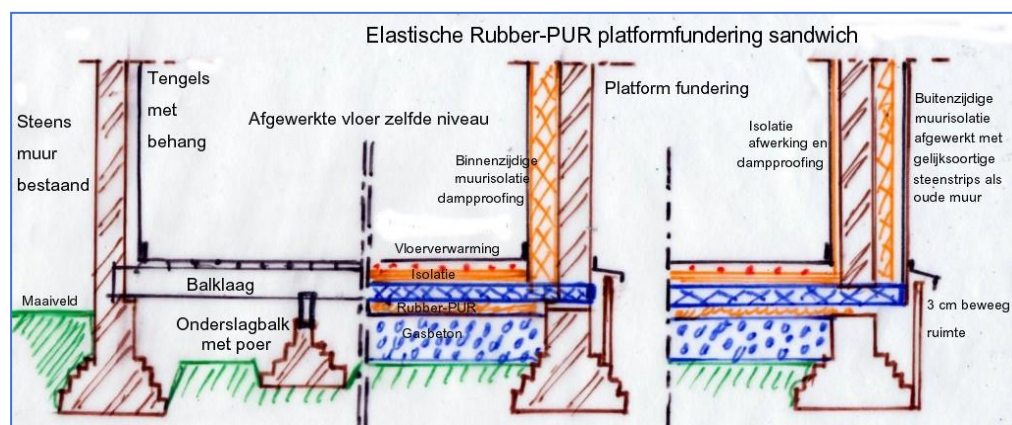
Het elastische rubber-PUR wordt dan wat samengeperst onder de gebouw belasting, maar mag niet haar horizontale elasticiteit verliezen. Het is een kwestie van de juiste samenstelling van het mengsel te vinden, hetgeen op kleine schaal van 1 dm² getest kan worden.

Bij een grondtrilling zal het onderliggende schuimbeton volledig met de grond meebewegen, maar de bovenliggende plaat met het gebouw zal door Rubber-PUR sandwich tussenlaag en de inertie van het gebouw minder meetrillen. Hierdoor zal de seismische belasting op dat gebouw minder worden en zullen er geen scheuren in het metselwerk ontstaan. Dit is interessant voor monumenten in de provincie Groningen.

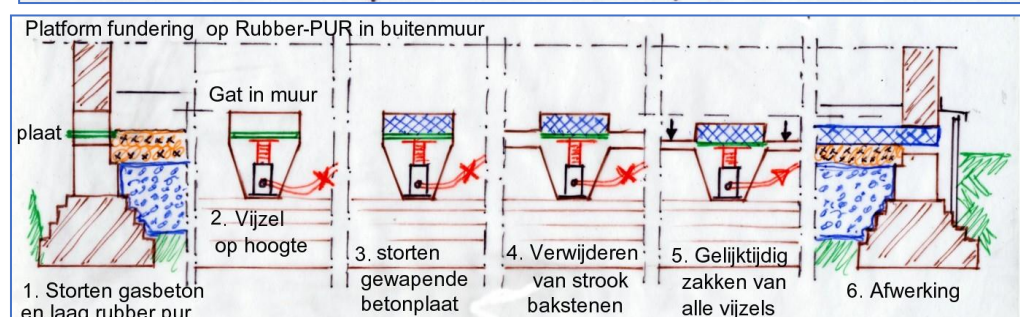
De reeds uitgevoerde platformfunderingen in de testwoningen hebben als effect dat de grondtrilling volledig op het gebouw worden overgebracht en dat het gebouw dan meer kan scheuren dan wanneer het a een gescheurde fundering heeft. Een gescheurde fundering heeft namelijk enige schokabsorberende werking.

Een verschil met het storten van een gewapend betonnen vloer op een gasbeton laag of een Rubber-PUR laag is dat de laatste iets zal ingedrukt worden bij belasting. Een één etage gebouwtje zoals een rentenierswoning van 50 m² weegt b.v. 50 ton of 1000 kg/m². De Rubber-PUR moet als het wat samengedrukt is die belasting kunnen dragen nog de horizontale flexibiliteit behouden, met een maximale uitslag van 1-2 cm. Na het aanbrengen van de gewapend betonnen vloer moet de vloer dus afgedaald worden. Ook moeten de nokken waarop de buitenmuren rusten een sterkere negatieve wapening hebben dan wanneer de betonvloer direct op het gasbeton rust.

Figuur 86. De Rubber-PUR wordt iets samengedrukt door de gebouw-belasting en moet een horizontale beweging van 2 cm toelaten.



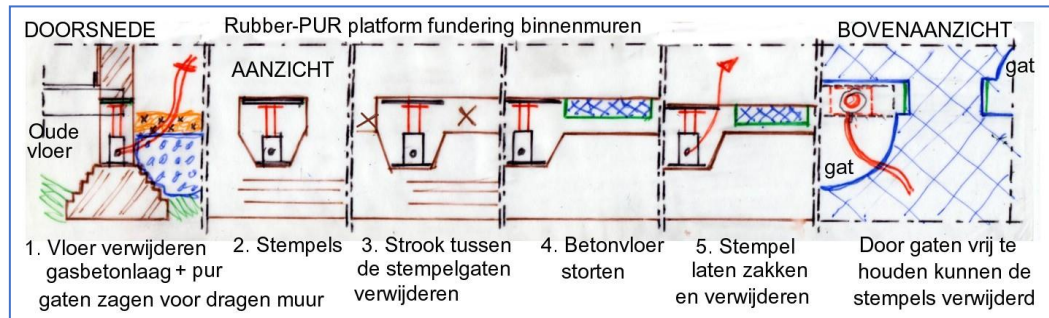
Figuur 87. Stappenplan voor het storten en naar beneden vijzelen.



De vijzels staan onder de betonvloer. Deze moet dus eerst verhard zijn voordat de buitenmuren er op dragen. Daarna wordt de buitenmuur van buitenaf tussen de vijzels doorsneden en een paar cm verticaal afgezaagd, totdat de betonvloer op de Rubber-PUR draagt.

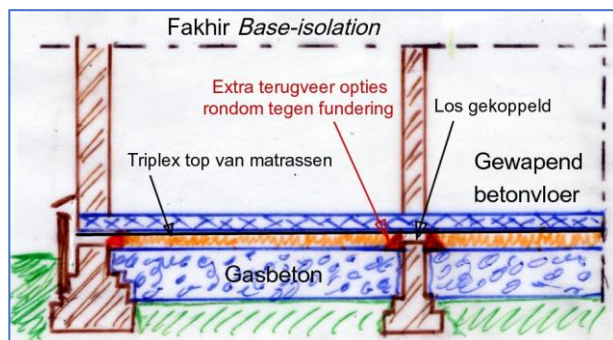
Bij dragende binnenmuren dragen de vijzels die muren, en moeten ter plaatse van de vijzels openingen in de vloer gehouden worden om deze later te kunnen verwijderen. Ook moeten hier eerst de muren worden doorgezaagd, terwijl deze op de vijzels staat voordat de beton gestort wordt.

Figuur 88.
Procedure
voor
dragende
binnen-
muren

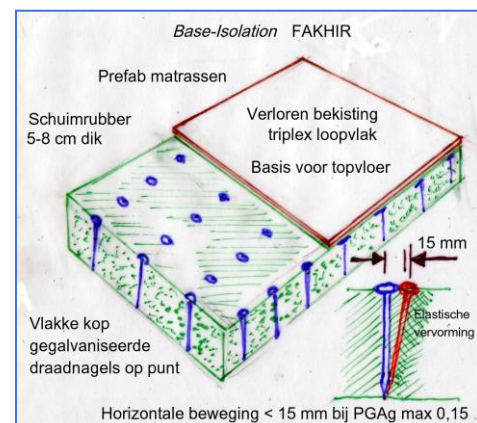


Fakhir sandwich base-isolation variant.

Een variant op het bovenstaand idee is een platformfundering waar op een gladgestreken schuimbeton prefab spijker matrassen zijn gelegd, met rondom tegen de fundering een elastische rubberen laag (om het centreren te bevorderen). Doordat de gegalvaniseerde spijkers in de schuim rubberen matras zitten zullen deze door de matras ook bij een trilling rechtop gedrukt worden. Het voorgestelde systeem.



Figuren 89. Fakhir base-isolation.



Het systeem heeft de volgende aspecten:

- De toplaag van het schuimbeton moet goed vlak zijn. De draadnagels zullen iets in het schuimbeton drukken waardoor de verloren bekisting vlak komt te liggen.
- De maximale horizontale beweging aan de top van de draadnagel mag niet meer dan 10 booggraden zijn, waarbij de zijwaartse druk van het schuimrubber toeneemt en gedurende de trilling de draadnagel weer rechtop houdt.
- De hoogte van de draadnagel kan worden aangepast naar gelang de maximale horizontale uitslag van de beving. In Groningen is dat bij PGAg 0,1 ongeveer 1 cm.
- Ter verbetering van het centreervermogen van de matras kan langs alle zijanten tegen de fundering een extra laag worden aangebracht die elastische tegendruk geeft.
- Op de triplex plaat kan direct de gewapend betonvloer worden gestort.
- Voor de binnenmuren is de tijdelijke ondersteuning nodig die naderhand verwijderd kan worden zoals aangegeven bij *Figuur 85*.
- Per gebouw moet een massa berekening gemaakt worden. Bij hogere gebouwbelasting kunnen meer draadnagels per m² worden toegepast.

Dit soort ideeën zijn niet verder uitgewerkt vanwege eerder genoemde aspecten.

11.7. Cultureel erfgoed (cultural heritage).

Groningen staat vol met oude gebouwen die als architectonisch waardevol worden beschouwd en daarom geconserveerd moeten worden. Niet alleen de grote kop-hals-rompboerderijen, maar ook kerken en de zogenaamde rentenierswoningen zijn goede voorbeelden. Het zijn vooral deze gebouwen die ernstig te lijden hebben bij PGAg tot 0,1 vanwege hun bouwstijl en methoden.

Figuren 90. Bij deze gepleisterde woning is het vrij eenvoudig vanwege de buiten kolommen en de reeds afwezige schoorstenen.



In de kolommen kan aan de buitenzijde verticale wapening (groene lijnen) worden ingebracht en weer als oorspronkelijk worden afgewerkt.

De etage en zoldervloer kunnen beiden als diafragma aan de bovenzijde worden versterkt, waarbij deze aan de steens muren kunnen worden verbonden. (blauwe lijnen)



Bij oudere gebouwen met bakstenen gevels wordt het metselwerk als een van de belangrijke erfgoed onderdelen aangemerkt en kan niet zomaar het voegwerk doorsneden worden door wapening. In een dergelijke situatie moet aan de binnenzijde verticale muurwapening worden toegepast, of de optie van sterke constructieve glaspanelen wanneer de raampenanten te smal zijn. Een voorbeeld wordt gegeven van hetzelfde gebouw als het gestutte gebouw van de coverpagina.

Figuur 91. Bij dit gebouw met slechts een etage op zolder zal ten eerste de gemetselde schoorsteen als hoog-risico element moeten verdwijnen, maar dat is niet in lijn met het cultureel erfgoed principe. Vervangen door een lichtgewicht model is dan de optie. Wanneer binnenzijdig versterken van de raampenanten gecompliceerd is dan bestaat er de optie om sterke constructieve glaspanelen aan de binnenzijde toe te passen. Het zoldervloerdiafragma moet dan aan de muren verbonden worden. Bij deze woning moet gekeken worden hoe de gemetselde dakkapel ondersteund is. Zonder goede ondersteuning kan eenvoudig een lichtgewicht steenstrips versie worden gemaakt.



Bij de meeste en bijzondere historische monumenten zijn dit soort ingrepen goed te realiseren tegen betrekkelijke kosten. Slechts in het geval van extreem zwakke monumenten kan base-isolation worden toegepast.

Hoofdstuk 12. Samenvatting

De hier in dit hoofdstuk vermeldde inzichten over Nederlandstalige communicatie op MBO-niveau met de zes doelgroepen: (1) bevolking, (2) bouwvakkers, (3) aannemers, (4) schade-inspecteurs, (5) architecten en (6) ingenieurs, is het belangrijkste onderdeel van de dissertatie.

Behorend tot de verzamelnaam ‘bevolking’ (groep 1) kunnen ook de beleidsmakers, bestuurders actiegroepen en de Pers gerekend worden die direct en indirect te maken hebben met de uitvoering van het herstelprogramma in Groningen. Het gaat over een verbeterde communicatiemethode over ingewikkelde onderwerpen voor de belangrijkste doelgroep (de bevolking) op een zodanige wijze dat die snapt wat hun overkomen is. Zonder dat begrip vergroot het de angst, de onvrede en de conflictsituatie en wordt het oplossen van het aardbevingsschadeprobleem een eindeloos sociaal-politiek gevecht met opiniemakers die ook niet precies begrijpen wat er aan de hand is¹²⁸. Een bijkomend probleem is dat als de voorgestelde financiële oplossingen niet zonder meer aanvaard worden, die conflictsituatie voortduurt en de economische kosten van herstel en verduurzaming blijven oplopen.

Het communicatieproces om ingewikkelde seismische en bouwkundige zaken op een meer voor de bevolking inzichtelijke manier te verwoorden en uit te beelden, en de vier nieuwe technieken of producten, **zijn vernieuwende materiële aspecten van mijn werk.**

De methode van communiceren is vernieuwend omdat er in 2012-2014:

- Nauwelijks inzichtelijke Nederlandse informatie aanwezig over aardbevingen en het verschil tussen tektonische en geïnduceerde aardbevingen.
- Geen eenvoudige Nederlandse uitleg aanwezig was van de Eurocode 8 of de latere NPR.
- Geen Nederlandstalige informatie aanwezig was over het effect van aardbevingen op eenvoudige baksteen metselwerk gebouwen.
- Geen Nederlandstalige informatie aanwezig over de mogelijke maatregelen om deze gebouwen sterker te maken.
- Er was geen beeldmateriaal aanwezig dat aan de hand van de opgelopen bevingsschade in de provincie Groningen uitlegde wat de bouwkundige problemen of oplossingen waren.

Het bovenstaande wil echter niet stellen dat de door mij aangeleverde informatie echt heel erg eenvoudig te begrijpen is voor personen die niet een bouwkundige schets kunnen begrijpen. De Nederlandse woningbouw is wel meer gecompliceerd dan de zelf-help bouw in ontwikkelingslanden. De doelgroep was dan ook in eerste instantie het MBO met de schade inspecteurs en aannemers als eerste hoofdgroep, maar om het ook begrijpelijk voor veel woningeigenaren.

De NPR is geen eenvoudige lectuur voor de eerste vier van de zes doelgroepen, terwijl het hoofdzakelijk die eerste vier doelgroepen zijn die te maken gaan hebben met het proces van verduurzamen van de woningen zoals het thermisch isoleren dat bij voorkeur tegelijk met het seismisch versterken of woningherstel moet gebeuren. De informatieverbreiding over het isoleren van de woningen en de bijkomende installaties is eveneens ingewikkeld, maar in 2020 zijn er veel organisaties die op verschillende manieren proberen door te dringen tot de bevolking om de boodschap zo helder mogelijk over te brengen.

¹²⁸ Dit is een direct gevolg van de geslotenheid (confidentieel, geheimhouding, Engels, complex) van de technici en wetenschappers van de NAM over hun analyses en beweegredenen, hoewel geconcludeerd kan worden dat de sturing hoofdzakelijk gericht was op maximale gasproductie en de economie van hun bedrijfsvoering.

Nieuwe technieken.

Omdat de oudere Nederlandse woningbouw in een aantal opzichten zo sterk verschilt van de woningbouw in tektonische aardbevingsgebieden is het ontwikkelen van aangepaste methoden om de zwakke gebouwen te versterken een speciale uitdaging.

Van de vernieuwende ideeën zijn het (1) **Fundering Onderschuif Vulpalet** en de (2) **Constructieve Glaspanelen** de meest praktisch en zelfs nationaal toepasbaar. Het principe van de constructieve glaspanelen is zelfs een optie voor internationale toepassing. Vanwege de wereldwijde auto-industrie waar gelamineerd glas wordt gebruikt voor de voorruit en de behoefte aan veiligheidsglas zijn de technologieën om gelamineerd glas en getemperd glas te maken nu wereldwijd beschikbaar. Het zijn juist de woningen die veel raamopeningen hebben die het meeste kunnen profiteren van de met constructieve glaspanelen versterkte gevels.

Bij een nieuwe golf van geïnduceerde aardbevingen komt de (3) **Kogel *base-isolation*** weer in beeld voor alle zwakke in baksteen gebouwde woningen, afhankelijk van de PGA-waarden. In aanvulling daarop zou ook de (4) **Rubber-PUR sandwich *base-isolation*** verder ontwikkeld kunnen worden, eventueel met de variant (5) **Fakhir-sandwich *base-isolation***.

De (6) **HD-PUR** technologie zal hoofdzakelijk interessant blijven voor de spouwmuur technologie in combinatie met lichte aardbevingen tot een PGAg van < 0,1.

De vier technieken (1) Vulpaletten, (2) Constructieve Glaspanelen, (3) Kogel *Base-isolation*, (6) HD-PUR zijn het belangrijkste als het gaat over vernieuwing. De (4) Rubber-PUR Sandwich *base-isolation* en de variant (5) Fakhir sandwich) zijn niet verder getest of nagetrokken op haalbaarheid.

De technologische vernieuwing kan nog met andere producten worden uitgebreid en sommige producten behoeven uitwerking en prototype bouw, praktijktesten in gebouwen, aanpassing voor serieproductie, opname in ontwerp tekeningen, training van vakmensen, en seriematige toepassing in de woningbouw. Dit traject is nog niet begonnen voor de lokaal geproduceerde *base-isolation*, Vulpaletten en Rubber-PUR Sandwich *Base-isolation*.

12.1. De stellingen

Hoofdstuk 12 van het Burgerboek van deze dissertatie heeft een aantal voorlopige stellingen waarvan er hier een paar herhaald worden. Bij de eindversie van de dissertatie zullen 10 van deze stellingen worden gepresenteerd. Deze gaan over isolatie en klimatologisch verduurzamen. Het verduurzamen van het zwakke gebouw gaat in eerste instantie over het constructief verduurzamen. Zonder die eerste vorm van verduurzamen heeft de tweede vorm minder effect op de duurzaamheid van de maatregel, omdat het gebouw dan al over enkele tientallen jaren in haar geheel vervangen moet worden.

Duurzaamheid is een rekbaar begrip in de tijd. De oude Nederlandse gebouwen uit de 17^{de} en 18^{de} eeuw zoals de grachtenpanden in Amsterdam en andere steden worden nog steeds gebruikt en opnieuw ingericht en hebben met wat onderhoud een **levensduur van 300 jaar en langer**. De methode van snel en goedkoop bouwen uit de jaren 1960 en '70 leverde wel snel veel woningen op, maar die gebouwen blijken niet erg duurzaam te zijn wanneer flatgebouwen, kantoren en rijtjeswoningen nu gesloopt moeten worden omdat ze niet meer voldoen aan de eisen van de tijd.

Het creëren van duurzame bouw in de provincie Groningen zou tenminste een technische horizon van 300 jaar aangehouden moeten worden, waarbij grotere interieur aanpassingen elke generatie mogelijk zijn, en kleinere bij elke nieuwe bewoner.

Voor het **constructieve verduurzamen** in Groningen gelden de volgende (veronder)stellingen:

1. De schoorstenen op houten kapconstructies zijn met de topgevels de meest risicovolle gebouwdelen of elementen in een aardbevingsgebied. De open of gesloten met hout gestookte haard is warmte-technisch niet efficiënt en milieutechnisch zeer nadelig vanwege de grote CO₂ en fijnstof uitstoot. Bij verduurzaming en een herziening van het verwarmingssysteem kan de schoorsteen en openhaard (mantel) geheel vervallen.¹²⁹
2. Scheuren in de fundering van 'op staal' gemetselde gebouwen zullen de grondtrilling enigszins absorberen, waardoor gebouwbelasting ook iets minder zal zijn dan bij betonbalken fundering op staal of op heipalen. Echter, woningen op betonbalkenfunderingen zijn beter gebouwd dan de oude woningen met gemetselde funderingen op staal.
3. Door funderingen te versterken of plaatfunderingen toe te passen zullen gebouwen niet verder door trillingen verzakken, maar door de plaat zullen de trillingen beter naar boven in het gebouw doordringen en eventuele schade op latei-niveau veroorzaken of versterken.¹³⁰
4. De toepassing van een Rubber-PUR Sandwich plaatfundering of een Fakhir sandwich systeem die schokabsorberend zijn met een korte verplaatsing, is gunstig voor gebouwen op staal en is de moeite waard om verder te ontwikkelen.
5. Het ontwikkelen van een *base-isolation* systeem dat makkelijk in metselwerk muren kan worden ingebouwd en daarmee elke scheurvorming in oudere metselwerk gebouwen zal voorkomen, is een interessante kans voor Nederland bij lage PGAg-waarde van tussen de 0,05 en 0,15.
6. Het toepassen van binnenzijdige muurversterkingen van de gevels, zonder het tegelijk aanbrengen van een goede thermische isolatie is niet zinvol en leidt tot geldverspilling indien dat op een later tijdstip alsnog moet worden aangebracht. Dat is dan gemiste CO₂ bezuiniging.
7. Het inbrengen van korte wikkels over plaatselijke scheuren is onzinnig indien er meer gelijksoortige of sterkere bevingen kunnen komen, omdat er dan naast de uiteinden van die wikkels nieuwe scheuren zullen ontstaan; de wikkels moeten rondom het gebouw doorlopen.
8. Woningeigenaren die geen optie zien in het versterken van de fundering, kunnen wel muurversterking toepassen samen met het doorverbinden van de lateien en het aanbrengen van doorlopende vloerdiafragma's. Hierdoor zal er niet opnieuw of méér schade optreden bij bevingen kleiner dan PGAg 0,05.
9. Het doorrekenen van veel kleine woningen met een dure en tijdrovende software zoals de Non-Linear Time History methode is niet relevant wanneer de benodigde mate van versterken niet bekend is of de belasting PGAg te hoog wordt ingezet¹³¹. Het is sneller en goedkoper om maatregelen per woningtypologie toe te passen op basis van algemene seismische principes.
10. Voor woningcorporaties kan het interessant zijn om de technologie van de constructieve glaspanelen toe te passen bij woningen die aan de binnenzijde wel de ruimte hebben om economisch thermisch te isoleren.

¹²⁹ Het oude schoorsteen kanaal kan vaak dienst doen als ventilatiekanaal voor balansventilatie.

¹³⁰ Geïnspireerd op Johan Cruijff of Willem van Hanegem: "Elk nadeel heft zijn voordeel".

¹³¹ Gedurende 2017 en 2018 werden door de ingenieursbureaus duizenden woningen doorgerekend op basis van een feitelijk achterhaalde erg hoge PGAg uit 2016, terwijl de toen al bekend was dat de PGAg-Max al naar beneden was bijgesteld vanwege de gewijzigde en verminderde gaswinning uit het Groningse veld.

11. Aannemers die niet weten **waarom** en **hoe** een versterking moet worden aangebracht, kunnen makkelijk een “versterking” aanbrengen die niet werkt bij een beving en daarom leiden tot geld- en tijdverspilling. Begripsvorming bij aannemers is daarom ook belangrijk.
12. Woningeigenaren die een gebouw met een zwakke fundering hebben, kunnen met een stevig inbouwframe (houtskelet), gecombineerd met vloerdiafragma's, toch een goede versterking van hun gebouw realiseren bij belastingen tot PGAg 0,15.
13. Door steeds muren buitenzijdig te versterken en te verbinden met vloerdiafragma's en buitenzijdig te isoleren met gelijksoortige steenstrips als de gevel, zijn haarscheuren niet meer relevant of zichtbaar.
14. Het opwaarderen van de Grote Gebinten Schuren is pas echt relevant als er ook een duurzaam (economisch) exploitatie programma voor die gebouwen kan worden ontwikkeld. Dat betekent dan soms een aanpassing van het bestemmingsplan en het begrip 'agrarische doelstelling'. Kringloop, recycling bedrijven, gereedschap depot, voedselproductie, diensten, klein industrie en groepswoningen zijn dan de verschillende opties.
15. De aanwezigheid van demonstratiewoningen waar nieuwe technologieën zijn toegepast kan de woningeigenaar motiveren deze technologieën in de eigen woning toe te (laten) passen. Dit kunnen seismische herstel of versterkingstechnieken zijn, maar ook thermische verduurzaming.
16. De ontwikkeling van groepsmatige aanpak (en groeps-contracten) van gelijksoortige woningen (typologie) in hetzelfde dorp kan de bouw of versterkingskosten sterk verlagen als er aannemers of ZZPers zijn die in dat soort woning is gespecialiseerd en indien de woningeigenaars dat in gezamenlijkheid willen laten uitvoeren.
17. De ontwikkeling van participatiebouw tussen bewoners en aannemers, maakt dat de bewoners beter betrokken zijn bij het bouwproces en maakt de inzet van vitale burgers met bouw kennis en bouwervaring mogelijk, gebruikmakend van de infrastructuur (gereedschap, levering materialen) en daarmee de verbouwkosten lager. De bouwtaken moeten dan aan de hand van de vaardigheden van die bouw-burgers worden opgesplitst. De aannemer garandeert dan het toezicht op de kwaliteit van de bouw.
18. Bij het beoordelen van een woning moet er gekeken worden of er asbest (ventilatie kanalen, bij vroegere oliestook, leiding isolatie, riolering, dakplaten, vensterbanken), loden waterleiding, rieten plafonds, zachtboard of oude elektra verwijderd moeten worden, en in hoeverre de eigenaar dat verwijderen zelf kan uitvoeren.
19. De woningeigenaar en aannemer moeten ook beoordelen welke bouwmethoden het minste onderhoud op de lange termijn vereisen. Kunststof kozijnen voor triple glas zijn in dat opzicht duurzaam te noemen, omdat ze niet elke 8 tot 10 jaar schilderonderhoud vergen. In de situatie van constructieve glaspanelen zijn de kunststof kozijnen met holle kamers echter geen optie omdat die profielen niet op grote zijdelingse druk belast kunnen worden.
20. Het herstellen van woningen na een aardbevingsschade met alleen cosmetisch muurherstel geeft geen garantie dat er niet opnieuw schade zal ontstaan wanneer in de komende jaren nog steeds op weer aardgas aan het Groningse gasveld wordt onttrokken.

Voor het thermisch of **klimatologisch verduurzamen** zijn de volgende stellingen mogelijk.

21. Omdat thermische isolatie aan de binnenzijde van de woningen reeds algemeen bekende principes zijn, kunnen deze werkzaamheden gefaseerd door de eigenaren uitgevoerd worden nadat de seismische verduurzaming door aannemers is uitgevoerd.
22. Bij de toepassing van een flexibele isolatie op de binnen of buitenmuren die minder dan 1mm scheuren hebben hoeft die geïsoleerde kant van de muur in de meeste situaties niet versterkte te worden omdat die kleine scheuren geen invloed op de gebouw sterkte hebben.
23. Goed isoleren voor een langdurige verbetering heeft de prioriteit boven installaties die slechts een halve generatie meegaan, omdat die technische installaties slijten of er na verloop van tijd nieuwere meer efficiënte systemen op de markt komen.
24. Isoleren volgens de laatste BENG-regels heeft de voorkeur met betrekking tot de CO₂ uitstoot, boven minder isoleren (om op het investeringsgeld te besparen). In het kader van de klimaatregels zouden hier lange termijn en 0%-rente financieringsopties voor moeten bestaan.
25. Bij de toepassing van metalen versterkingselementen zoals portalen, moeten thermische- of warmtelekken voorkomen worden door ze goed van de buitengevel te isoleren en een optimale corrosiebescherming te geven.
26. Er bestaan verschillen tussen vochtdicht en damp-open construeren. Bij het herzien van de isolatie van de buitenschil en in combinatie met luchtverversing (balansventilatie, WTW, keuken wasemkap) en verwarming, moet hier op de juiste manier aandacht aan gegeven worden.
27. Voor het thermisch of levensloopbestendig verduurzamen van de door de aardbevingen beschadigde gebouwen moet een toegankelijke en langdurige financiering mogelijk zijn tegen een nul-rente tarief, die bij overdracht van het gebouw wordt afgelost en de investeerder procentueel meeprofiteert van de waardevermeerdering van de woning.

Voor dit **REFLECTIES** gedeelte kunnen de volgende stellingen gemaakt.

28. Het strak vasthouden aan het principe dat de NAM een aardgasexploitatieconsortium is en niets te maken wil hebben met de financiering van gebouwherstel of verduurzaming, heeft jaren lang geleid tot een patstelling met de woningeigenaren die niet de financiële middelen hebben om gebouwschade t.g.v. 'eigen gebrek' of verduurzaming te financieren¹³².
29. De wetenschappelijke onderzoeken van de NAM zijn vooral binnen hun eigen domein gebleven en hebben geen poging gedaan om de bevolkingsrespons te onderzoeken. In tegendeel, zij hebben zich steeds verder gedistantieerd van het veroorzaakte schadeprobleem aan gebouwen en ook de herstelactiviteiten afgestoten naar het CVW.
30. Wetenschappelijke onderzoekers zoals de ingenieurs, geologen en andere bètawetenschappers moeten in staat zijn de bevindingen die invloed hebben op de bevolking tegen het licht te houden van de sociale, politieke, juridische en klimatologische werkelijkheid, alvorens deze als vaststaand feit te presenteren of norm te behandelen.

¹³² Je zou nu achteraf kunnen stellen dat de NAM haar Publieke Relatie afdeling aanpak niet goed heeft beheerd omdat het teveel op de korte termijn van de gaswinning en financiële opbrengst was gefocust.

31. Wetenschappelijke onderzoekers moeten in staat zijn om het resultaat van hun onderzoek dat direct betrekking heeft op het leven en welzijn van de bevolking op een eenvoudige inzichtelijke manier voor die doelgroep uit te dragen.
32. Het vertalen en met een publieke consultatie verfijnen van een bestaande goede seismische Eurocode 8 naar een Nederlandse versie NPR (zoals de 2015 versie), die hoofdzakelijk door ingenieurs wordt gebruikt die allemaal goed met de Engelse versie Eurocodes kunnen werken, is niet noodzakelijk en tijdverspilling.
33. Vanwege de veel te hoge dreigingskaart dat bij de NPR9998:2015 hoort, had die NEN-NPR-commissie zich kunnen afvragen of dat voor de Nederlandse situatie wel reëel was en de NAM kunnen aanspreken op de uitkomsten en om de gaswinning te herzien, of het extreemhoge dreigingskaartje niet met de NPR9998:2015 te presenteren. Door de NPR samen met de dreigingskaart als quasi norm zonder commentaar te presenteren werd een foutief perspectief aan de bevolking en ingenieurs gepresenteerd.
34. Bij het onttrekken van natuurlijke hulpbronnen uit een gebied zal een groot gedeelte van de inkomsten uit de verkoop van die bronnen weer terug-gefinancierd moeten worden naar dat gebied en diens bewoners, om de opgelopen eigendom- en milieuschade te compenseren en de bewoners mee te laten delen in de inkomsten en winsten.

Over **algemene zaken** kan ik de volgende stellingen poneren:

35. Wanneer je via Nordsteam II veel gas uit dictatoriaal Rusland haalt in plaats van je woningen te isoleren kan je straks in de Siberische kou komen te zitten.
36. Wanneer je van 4 miljoen koeien en 10 miljoen varkens de poep (zonder de urine)¹³³ en van 100 miljoen kippen die fecaliën direct omzet in biogas, kan je na opwaarderen bijna alle woningen in Nederland van gas blijven voorzien, eventueel gecomplementeerd met waterstof. Nieuwe stallen zouden daarom verplicht op biogas productie moeten worden ingericht en oude stallen omgebouwd of gesloopt met de inkrimping van de veestapel.
37. Politieke partijen beloven vóór de verkiezingen vaak extreme voorstellen om kiezers te trekken, waarvan zowel zij als de kiezers weten dat ze die ná de verkiezingen niet waar kunnen maken.
38. Een kiessysteem waarbij alle kiezers ook een uitgebreide meerkeuze vragenlijst moeten invullen waar de argumentatie over de alternatieven bij zit, maakt dat op basis van die keuze er een gericht beleid kan worden uitgevoerd.
39. Het maken van een dissertatie, als men 76 jaar is, geeft reflectie over het werkverleden en houdt de geest helder; daarna kan men de boekenkast opruimen.

¹³³ Zie <https://resource.wur.nl/nl/show/Koeien-stoten-meer-methaan-uit-dan-gedacht.htm>

Annex 1. Betreffende biogas en stikstof

Het Groningse aardgas is in principe fossiel biogas en een relatief schone brandstof (minder CO₂ uitstoot of milieubelastend fijnstof) in vergelijking met steenkool. Door verbranding van steenkool komt dit gas vrij, maar ook veel fijnstof. Steenkool is nog vóór aardolie de grootste nog aanwezige bron aan fossiele energie. Aardgas bestaat voor een groot gedeelte uit methaan (CH₄) dat een zeer sterk broeikasgas is (ruim 21x zo sterk als CO₂)¹³⁴.

Vanaf 500 miljoen jaar geleden was de aarde met een weelderige plantengroei bedekt die grote hoeveelheden CO₂ vastlegde, afstierf en voedsel vormde voor nog meer planten. De bovenste lagen gingen rotten en produceerde heel veel methaan dat daarmee de oorzaak was van de opwarming van de aarde. Ongeveer 300 miljoen jaar geleden veranderde de hele wereld in een hete woestijn, de poolkappen waren gesmolten en het zeewater was meer dan 100 meter gestegen. Het rondwaaiende zand bedekte gedurende nog eens miljoenen jaren de plantenresten af en onder grote druk van de bovenliggende lagen werd steenkool gevormd. De hitte veroorzaakte een sterke verdamping van de zeeën, waarbij in de ondiepe Zechstein-see (inclusief de huidige Noordzee) het zout neersloeg en het gas in de reeds gevormde zandlagen afsloot. De kms dikke zoutlaag en latere sedimenten van rivieren vergrootten de druk op de 200 m dikke zandsteenlaag en de interne gasdruk. Al dat (aard)gas stoken we nu dus op in slechts 50 jaar, een paar miljoen keer sneller dan dat dit oorspronkelijk gevormd werd.

Aardgas of Methaan (CH₄) is een zeer sterk broeikasgas (ruim 21x zo sterk als CO₂). Wanneer men dat methaan verbrandt dan hou je twee delen water (H₂O) en een deel CO₂ over waardoor het broeikas effect van dat Methaan met een factor 20 wordt verminderd. Als je dus alle biogas dat de Nederlandse veestapel produceert zou verbranden om daar energie van te maken, verminder je ook in zeer sterke mate de methaan of de CO₂-equivalent uitstoot. Om de totale CO₂-eq uitstoot van Nederland te halveren, zoals afgesproken in verschillende milieu-akkoorden, is het belangrijk om de verse mest van de bio-industrie¹³⁵ direct op te vangen (zonder urine) en die mest snel te verwerken tot biogas en dat biogas op te branden. Daarmee behaal je vijf belangrijke milieuvoordelen:

1. Verminderde CO₂-eq uitstoot aan de bron. De biomest geeft in de stallen zeer weinig methaan af, afhankelijk van de snelheid van de verwijdering van de poep.
2. Door de snelle afvoer van poep en urine van de stalvloeren verminderen de klauwklachten bij het vee, een van de meest voorkomende kwalen.
3. De verbranding levert elektrische energie op ('s nachts als de zon niet schijnt) en warmte voor eigen gebruik en lokale warmtenetten. Dit vereist minder andere energiebronnen.
4. Bij snelle scheiding van poep en urine zal er minder vermenging van de twee optreden waardoor er minder Ammoniak (NH₃) en Ammonium (NH₄⁺) gevormd zal worden¹³⁶. Deze stikstofverbindingen zijn evenals de CO₂-eq uitstoot zeer nadelig voor het milieu en moeten in Nederland ongeveer gehalveerd worden in vergelijking met de 2020 uitstoot.
5. De in de biogasreactor uitgewerkte mest is stikstofverbindingen arm en kan zonder beperkingen als biologisch product over de akkers worden uitgereden. Het uitrijden van verse of opgeslagen mest uit gierkelders is aan strenge beperkingen onderhevig, maar hiermee wordt veelvuldig gesjoemeld. Het verbranden van kippenmest veroorzaakt CO₂ uitstoot.

¹³⁴ In een aantal referenties wordt vermeld dat Methaan 30x zo isolerend is als CO₂. Bij het vrijkomen van het methaan uit mest duurt het even voordat het in de biogas reactor terecht komt, waardoor er een gedeelte ontsnapt en een gedeelte wordt afgebroken. De berekening 21X geldt voor het opgevangen methaan.

¹³⁵ Het betreft hier melkkoeien, vleeskoeien, varkens, kippen, kalkoenen en eenden. Vogelmeest moet vermengd worden met andere (groen) toeslagen om in een biogas reactor verwerkt te kunnen worden.

¹³⁶ Wikipedia: Ammoniak ontstaat uit ureum die in urine aanwezig is. Dit proces wordt versneld door het enzym urease. Urease zit in mest en wordt gemaakt door micro-organismen. Ureum, die in urine aanwezig is, wordt op de stalvloer en in de mestkelder door het enzym urease omgezet in ammonium (NH₄⁺).

Biogas is een natuurlijk product ten gevolge van het verteringsproces van planten, onder andere door de verorbering van planten door dieren zoals koeien, schapen, geiten, etc. Vooral koeien produceren veel methaan via uitwerpselen en ademhaling. Door de uitwerpselen van aan de stal gebonden vee snel en zonder de urine op te vangen kan daar direct methaangas uit gewonnen worden.¹³⁷

Om dit te realiseren moeten de stalvloeren worden dichtgemaakt en aangepast zodat ze goed en snel kunnen worden schoongeveegd, zonder dat er slipgevaar voor de koeien (of varkens) ontstaat.¹³⁸

De mest-urine-waterkelders (gierkelders) te sluiten en de urine en poep snel te scheiden wordt ≈75% van de vorming van ammoniak- en ammonium verminderd.¹³⁹ Van de urine kan via een ander proces Struviet (kunstmest) gemaakt worden.

Het ombouwen van de “moderne” gierkelders met open melkvee en slachtvee stalvloeren naar veestallen biogassystemen met gesloten stalvloeren heeft verschillende economische en milieutechnische voordelen.

1. De vermenging van urine en mest treedt nauwelijks op waardoor er geen ammoniak of gevormd wordt, ook niet in de opslag of bij het uitrijden van de mest (gier).
2. De dieren staan niet meer in hun eigen poep¹⁴⁰ en krijgen minder klauwklachten. Schonere stallen veroorzaken minder ziektes. De koetoilet is een nieuwe vinding.¹⁴¹
3. Omdat uit de kelders en de stallen minder methaan en ammoniak komt hoeven er ook minder dure luchtwassers geïnstalleerd te worden.
4. Het biogas wordt 's nachts verbrand wanneer er geen zonne-energie is, waarbij de verbranding voor warmte-energie of elektriciteit goed gereguleerd kan worden. De afvalwarmte kan in groentekassen gebruikt worden of voor de droging van het effluent.
5. Het effluent van de biogas reactor levert goede biologische mest, dat geen beperking heeft voor het uitrijden door de afwezigheid van ammoniak (stikstofverbindingen).
6. Vermindering van uitrijden van drijfmest en de noodzaak van uitrijvergunningen. Momenteel wordt er uitgebreid gefraudeerd met de mestverwerking.
7. Minder stikstofverbindingen (ammoniak = NH_3) uitstoot in de landbouw.¹⁴²
8. Betere waterkwaliteit in de omgeving van natura-, veeteelt- en landbouwgebieden.¹⁴³ De politieke stikstofdiscussie van 2021 en 2022 gaat vooral over de vermindering van de stikstofverbindingen uitstoot in de nabijheid van de natura-2000 gebieden.
9. Voor de vermindering van methaanuitstoot ($21 \times \text{CO}_2\text{-eq}$) uitstoot wordt subsidie verleend. Een gedeelte van de kosten voor het ombouwen van de gierkelders of het opzetten van biogas installaties kan hieruit gefinancierd worden.
10. Biogas installaties kunnen extra gevuld worden met land- en tuinbouwafval en afvalresten van voedselverwerkende industrie en rioolslib. Voor de verwerking van rioolslib moeten in de steden gescheiden rioolssystemen worden aangelegd waarbij regenwater direct in de ondergrond wordt afgevoerd en niet in het rioleringsysteem komt.

¹³⁷ <https://eenvandaag.avrotros.nl/item/deze-boer-gaat-stikstof-tegen-met-zijn-poeppoir-waarin-varkens-apart-poeppen-en-plassen/>

¹³⁸ https://www.rundveeloket.be/sites/default/files/inline-files/ammoniakemissiereductie_in_rundveestallen.pdf

¹³⁹ De huidige systemen kunnen nog verder verbeterd worden waarmee de reductie verder kan oplopen.

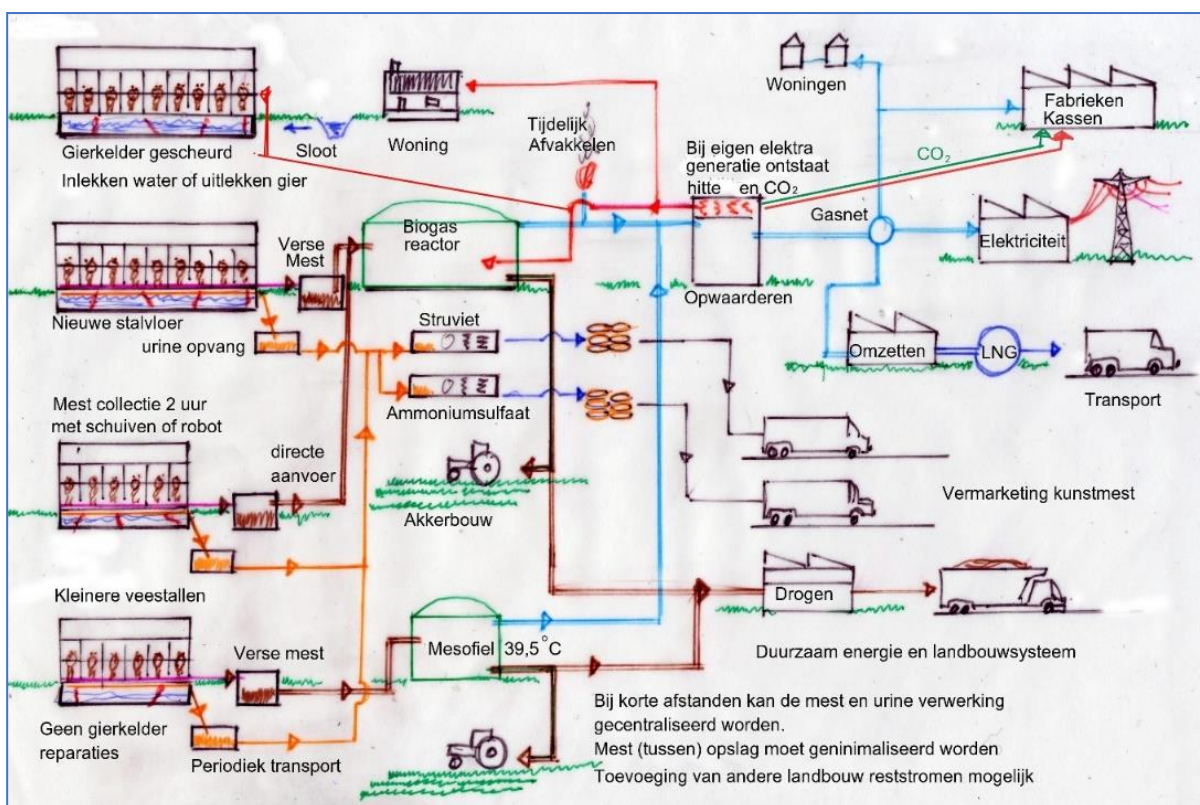
¹⁴⁰ <https://www.wakkerdier.nl/persberichten/miljoenen-staldieren-ziek-door-staan-in-eigen-poepp/>

¹⁴¹ <https://www.destentor.nl/achterhoek/koetoilet-van-henk-laet-boeren-geld-verdienen-met-poepp-pies-a71ee4af/?referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F>

¹⁴² Zie: <https://www.milieucentraal.nl/klimaat-en-aarde/milieu Problemen/stikstof-in-de-lucht-en-bodem/>

¹⁴³ Zie: <https://www.binnenlandsbestuur.nl/ruimte-en-milieu/ opinie/ingezonden/biovergisting-biedt-oplossing-voor-slechte.9558920.lynkx>

11. Productie van hernieuwbare en duurzame energie. Biogas kan worden opgewaardeerd voor het nationale gasnet of omgezet naar LNG voor vrachtwagens. Bij biogas van alle mest van alle bio-industrie kan een paar 100.000 huishoudens van energie voorzien worden.
12. Verminderde aardgas consumptie voor de productie kunstmest. Minder CO₂ uitstoot in de kunstmestindustrie.
13. Circulaire kunstmestproductie zonder stikstof uitstoot voor land- en tuinbouw.
14. Ontwikkeling Nederlandse industrie en eigen beheer natuurlijke hulpstoffen. Momenteel moet de technologie uit de ons omringende landen gehaald worden.¹⁴⁴
15. Omdat niet alle veeteeltbedrijven met gierkelder naar biogasbedrijven omgeschakeld kunnen of willen worden, is het mogelijk die bedrijven te laten uitfaseren/uitkopen, wat tot de noodzakelijke vermindering van de veestapel zal leiden.
16. Veeteeltbedrijven in de provincie Groningen die schade aan de gierkelders hebben kunnen de onkosten voor de reparaties gebruiken voor het verbeteren van de stalvloeren. Dit dient in overleg te gebeuren met het Instituut Mijnbouwschade Groningen (IMG) dat wettelijk verplicht is om de kelders te repareren. Dat repareren van de gierkelders is milieutechnisch een erg slecht idee, want dat produceert weer langdurig veel methaan en ammoniak.



Afbeelding. De verschillende opties van mest- en urineverwerking zijn hier aangegeven. Het gehele proces van het aanleggen van de nieuwe stalvloer en verwerking van de mest en urine kan door externe bedrijven worden uitgevoerd. Ook het beheer van vergistingsinstallatie kan volledig door andere partijen dan het veeteeltbedrijf worden uitgevoerd zonder dat deze er omkijken naar heeft.

Het zal niet altijd rendabel zijn om elk veeteelt- of vleesteeltbedrijf om te bouwen met een biogasreactor, maar het is goed mogelijk om vanuit dichtbij liggende bedrijven de poep via vacuümleidingen naar een centrale biogasreactor te vervoeren.

¹⁴⁴ Nederland had een bloeiende windmolenindustrie kunnen hebben, maar door slecht overheidsbeleid en negatieve regelgeving is de windmolenindustrie in de jaren 1980 in Nederland ten ondergegaan en nu moeten we dus alle windmolens in het buitenland kopen.

In de regionale planning van de ombouw zal meegewogen moeten worden voor welke bedrijven de ombouw moet worden uitgevoerd en welke bedrijven moeten inkrimpen of sluiten. Uiteindelijk zal een flink aantal bedrijven moeten stoppen met intensieve bio-industrie en omschakelen naar andere voedingsgewassen of technische ondersteuning voor de biogasindustrie.

De Groningse melkveeboeren en gescheurde gierkelders.

De door de aardbevingen beschadigde gierkelders hebben twee soorten problemen. Bij scheuren zal het (bijna altijd) hoogstaande grondwater in die kelders lopen, waardoor de **verdunning** (1) van de gier te groot wordt en de boeren extra veel moeten uitrijden, en het resterende volume van de **kelders te klein** (2) is aan het einde van de winter. Wanneer de gierkelders vol zitten (einde van de winter stalperiode) kan de gier in de grond rondom het gebouw komen en in het grondwater. Dit is wettelijk niet toegestaan. In beide situaties (1 en 2) hebben de veeteeltbedrijven economisch verlies.

De boeren hebben bij aangetoonde aardbevingsschade recht op volledige reparatie en herstel van hun gebouw. Dit wordt door de Nationale Coördinator Groningen (NCG) gefinancierd bij versterkingen, of door het Instituut Mijnbouwschade Groningen (IMG) wanneer het slechts een reparatie betreft.

Het onderscheid tussen de twee is onduidelijk, omdat de zogenaamde normgeving omtrent de mogelijke toekomstige aardbevingen overtrokken is (de PGAg waarde van de KNMI kaart)¹⁴⁵. Wel is het zo dat de toekomstige aardbevingen in de provincie Groningen niet sterker zullen worden dan de bevingen tot en met 2016, waarmee het in principe hoofdzakelijk over reparaties zal gaan (IMG-afdeling). Het aantal veeteeltbedrijven die met deze problematiek te maken hebben zijn bekend. Commerciële juridische partijen waren in 2021 van plan om een megaclaim in te dienen voor de reparatie van de gierkelders en de vergoeding van de economische verliezen van die bedrijven door de lekkende gierkelders.

Hoeveel biogas productie?

Er wordt in Nederland op verschillende locaties biogas geproduceerd, zowel bij veeteeltboerderijen als bij voedselverwerkend industrieën en afvalverwerkingsbedrijven. Een flink aantal krijgt daarvoor Nederlandse of Europese subsidie, maar bij de afvalbedrijven kan er mee gesjoemeld worden. Desondanks zal een systematische productie van biogas een flinke en duurzame toevoeging zijn in het gasnet dat als moderne infrastructuur al door heel Nederland ligt.

Eén melkkoe (op stal) produceert ≈ 20 kg dunne poep per dag (zonder urine), dat levert bij directe verwerking $\approx 0,5$ m³ biogas op, of ongeveer 0,4 m³ pure methaan (≈ 300 gram). Per jaar en per koe is dat tussen de 100 m³ of 150 m³ aardgas equivalent of ongeveer 10% van het jaargebruik aan aardgas voor een gemiddeld huishouden (1200 m³). Voor de berekening is de lage schatting gebruikt.

Per jaar 100 m³ biogas/koe x 1,5 miljoen melkkoeien = 150.000.000 m³ biogas. De ruim 2 miljoen vleeskoeien en kalveren produceren ongeveer even veel, samen dus > 300.000.000 m³ biogas. Met feces-urine scheiding nog eens 10 miljoen varkens¹⁴⁶ en 100 miljoen kippen erbij wordt de uitstoot ongeveer 600.000.000 m³/jaar. **Daar kunnen dan ongeveer 0,5 miljoen huishoudens** (totaal 8 mln in Nederland)¹⁴⁷ **van verwarmd worden.** (Gemiddeld matig geïsoleerde woning @ 1200 m³/jaar.)¹⁴⁸.

¹⁴⁵ Zie het documentje "Het foute kaartje van de NPR 9998" op www.nienhuys.info tweede pagina bovenaan.

¹⁴⁶ [/www.wur.nl/nl/project/Scheiding-van-urine-en-feces.htm](http://www.wur.nl/nl/project/Scheiding-van-urine-en-feces.htm)

¹⁴⁷ De totale energieconsumptie in Nederland komt voor ongeveer 40% uit aardgas, voor de industrie en huishoudens samen. Huishoudens verbruiken samen ongeveer 10 miljard m³ of 25% van het aardgas. Een biogas productie van 0,5 miljard m³ levert

Bij het massaal overstappen op Hybride warmtepompen, wat door veel organisaties gepromoot wordt, is er nog steeds behoorlijk veel (aard)gas noodzakelijk. Het opwaarderen van het biogas is daarmee een duurzame oplossing voor de energielevering in Nederland.

Om deze productie te bereiken moeten bijna alle veeteeltbedrijven dan omschakelen hetgeen jaren kan duren, terwijl er tijdens het proces veel bedrijven opgeheven kunnen worden.¹⁴⁹ Aan de andere kant kunnen land- en tuinbouw afval en van de voedselindustrie worden toegevoegd, alsmede slib van gemeentelijke rioolwaterzuivering. Dit zal de totale biogas productie verder opvoeren.

Biogas kan gemaakt worden door vergisting of vergassing uit veel soorten organisch (rest)materiaal. Dat kan mest zijn, maar ook algen en zeewier, rioolslib, houtsnippers, frituurvet, koolzaad of afsnijdsels van gewassen, snijmais, suikerbieten, enz.¹⁵⁰ Om deze mogelijkheden te benutten moet niet alleen het rioleringssysteem worden aangepast naar een gescheiden regenwaterafvoer, maar ook de afvalverwerking van de landbouw en voedselindustrie.

Het biogas moet wel gezuiverd worden van zwavel, waterdamp en andere elementen. Sinds meer dan 10 jaar wordt de redelijk efficiënte osmose methodiek gebruikt.¹⁵¹ Een probleem is dat de huidige biogasinstallaties niet erg rendabel zijn omdat in Nederland het energiebedrijf 1/3^{de} van de opbrengst van het biogas krijgt. In Duitsland krijgt de boer 2x zoveel voor zijn biogas; daar ontwikkelt de industrie wel en loopt Nederland daarbij dus achter. Er moet in dit geval goed gekeken worden naar de politiek en economische context die bepaalde ontwikkelingen stimuleren of juist tegenhouden. Een paar jaar geleden draaide daarom de helft van de Nederlandse biogasbedrijven nog met verlies, ondanks de Europese subsidies. Momenteel leveren biogasbedrijven de installaties en management zonder kosten voor het veeteeltbedrijf.

Milieuaspecten.

De Nederlandse melkveehouderij staat onder druk om hun productiemethoden aan te passen naar een minder milieubelastend systeem, met minder CO₂, Methaan- of Ammoniak-uitstoot. Dit kan bereikt worden door onder andere de opties 1 t/m 8 hierboven toe te passen.

Het bovenstaande in aanmerking nemende is het verstandig om het oude systeem van de open gierkelders niet als zodanig te repareren, maar om deze stallen **op te waarderen naar modernere systemen die minder ammoniak en methaan uitstoot genereren.**

De betreffende boerenbedrijven zouden dan de veranderingen kunnen laten uitvoeren gedurende de weideperioden van het vee, terwijl gedurende het gehele jaar gewerkt kan worden aan de aanvullende technische installaties en de eventuele regionale infrastructuur (netwerk, leidingen). Voor de kleinste melkveestallen kan overwogen worden om de mest en urine te vervoeren (rijden,

dan 5% van de huishoud energieproductie op. Zie ook:

<https://www.aardgasvrijewijken.nl/documenten/handledownloadfiles.ashx?idnv=1561489>

¹⁴⁸ Temperatuur gecorrigeerd aardgasverbruik in 2016 voor particuliere huishoudens naar eindverbruik.

Verwarming 7214 mln m³. Koken 184 mln m³. Warm water 1900 mln m³. Totaal 9.298 mln m³ / 8 mln = 1.162 mln m³/huishouden. Bron CBS Nationale Energieverkenning 2017.

¹⁴⁹ In Nepal en een aantal tropische landen wordt al biogas verkregen van een paar koeien of varkens, genoeg voor een huishouden om op te koken. Dit zijn uiterst eenvoudige installaties. In Italië is een ontwikkeling gaande om via een enkele kleine installatie (huishoud niveau) goede kwaliteit biogas te produceren.

¹⁵⁰ Friesland Campina heeft een grote biogas installatie, hoofdzakelijk voor de verwerking van landbouwfal dat in bepaalde perioden in bulk wordt aangevoerd. Omdat dit niet allemaal direct te verwerken is ligt het buiten te verrotten en produceert stank. Bij bepaalde windrichting resulteert dat in klachten van de omwonenden wat de biogas industrie een slechte naam geeft.

¹⁵¹ De NAM zag in 2013 niets in het stimuleren van de biogasproductie in Groningen om drie redenen.

(1) Het viel niet in hun kennisgebied zoals ook het aardbevingsbestendig bouwen niet hun kennisterrein was.

(2) Men baseerde zich op oude financiële data die had uitgewezen dat biogas niet voldoende rendabel was vanwege de kostbare opwerk technieken. Ondertussen was echter de meer efficiënte Osmose techniek ontwikkeld die goedkoper was. (3) De NAM beoordeelde alle maatregelen uitsluitend op de winstmarge.

pompen) naar een dichtbij staand groter bedrijf. Voor een aantal van de milieuverbeteringen zijn (Nederlandse en Europese) subsidies beschikbaar, maar en zijn bedrijven die het veeteeltbedrijf geheel ontzorgen en het management van de mest- en urine verwerking en de boekhouding geheel op zich nemen, ook zonder subsidie noodzaak. De technologieën zijn beschikbaar, hoewel Nederland in de toepassing achterloopt bij Duitsland, België en Engeland in de praktijktoepassing. Bij de bepaling van de technologieën zal gezocht moeten worden naar een of meerdere systemen die gezamenlijk de grootste uitstootreductie teweegbrengen.

Een reëel probleem van de Nederlandse veeteeltbedrijven is dat de betreffende managers geen tijd hebben om naast het melkbedrijf ook nog de aanvullende technologie van een ander stalvloer systeem of biogas/struviet/ammoniasulfaat productie op zich te nemen. Bij het opzetten van een brede hersteloperatie van de gierkelders, moeten de boeren daarom **ontzorgd** worden door specialistische bedrijven voor de installatie en daarna door managementbedrijven die al dan niet verbonden zijn aan de elektriciteitsbedrijven. Het biogas kan 's nachts (geen zon) aan de elektriciteitsbedrijven geleverd, of er kan LNG van gemaakt kan worden.

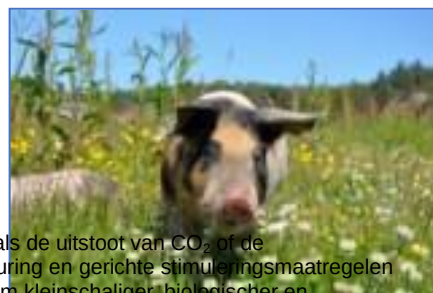
Bovendien staan vanwege de winter de koeien op stal en is de biogasproductie in die periode hoger. Een nadeel van het biogas is dat het vanwege het grote volume niet kan worden opgeslagen en dus direct of dagelijks verwerkt moet worden. Installatie van nieuwe stalvloeren en biogasinstallaties is momenteel geen onderdeel waarover het IMG of de NCG-expertise hebben.

Het ombouwen van grote stallen met (natte) drijfmestkelders naar biogasbedrijven vereist nieuwe investeringen, maar verouderde bedrijven kunnen tegelijkertijd uitgekocht worden waarmee de veestapel in kan krimpen. Het sterk inkrimpen van de veestapel vanwege de methaan- of stikstofuitstoot is dan niet echt nodig. Wel inkrimpen om andere redenen.

Wat wel nodig is dat er veel meer kleinere boeren veeteeltbedrijven komen die biologische en gemengde circulaire landbouwbedrijven in plaats van de grootschalige gemechaniseerde bedrijven. Dat vereist een ander land-en-tuinbouw politiek, meer georiënteerd op de lokale markt en minder op van alles uit de hele wereld inkopen (palmolie, veevoeder, soja uit Brazilië) om vervolgens de producten te exporteren (vlees en zuivel), beiden met een hoge CO₂ uitstoot van wege het transport. Ook het geleidelijk opvoeren van de waterstofgas toevoeging in het gasnet (piekoverschot PV en wind) kan minder biogas van veeteelt compenseren. Het gasnet is een zeer goede infrastructuur die daarvoor gebruikt kan worden. Boeren zouden daarom verplicht moeten worden om stallen aan te passen of uit de veeteelt te vertrekken.¹⁵²

De industrie krijgt in Nederland als grootverbruikers aardgas tegen extra lage kosten. Het afgewerkte biogasvocht (effluent na de fermentatie) kan zonder milieubeperking worden uitgereden in de weilanden of akkers, dit in tegenstelling tot de verse mest. Het stinkt ook niet. Het gedroogde substraat kan als bio-mest worden gebruikt. Men kan het biogas 's nachts verbranden als er geen zon is en de energie aan elektriciteitscentrales leveren. Je kan van biogas ook **LNG** van maken voor vrachtwagens.

Omdat de veeboeren geen tijd hebben voor het bijkomende werk is het mogelijk dat door de elektriciteitscentrales te beheren en op afstand de generators te starten en monitoren.



¹⁵² Het gaat er dus niet om dat de Politiek de boeren van alles gaat verbieden zoals de uitstoot van CO₂ of de stikstofverbindingen in de buurt bij natura gebieden, maar dat de overheid met sturing en gerichte stimuleringsmaatregelen komt die het voor de bio-industrie bedrijven economische aantrekkelijker maakt om kleinschaliger, biologischer en milieuvriendelijker. De financieringsinstellingen zouden dan ook de financiering van de bedrijfsvoering beter moeten beoordelen op de milieuaspecten in plaats van op de grootschaligheid en de winst. De huidige milieu belasting is uiteindelijk het gevolg van een extreem kapitalistische instelling.

Dan is er nog de urine die in de veehouderij apart moet worden opgevangen om de mestvergisting voor de biogasproductie beter te laten verlopen. Van de urine kan **Struviet** gemaakt worden. De hoge concentratie Kalium (K), fosfaat (P) en stikstof (N) in de urine wordt omgezet naar droge meststof die in de land- en tuinbouw gebruikt kan worden, waardoor er sprake kan zijn van een betere nutriënten kringloop en circulaire landbouw.

Het gasnet in Nederland is een unieke infrastructuur dat nog tientallen jaren zeer geschikt is voor gastransport van waterstofgas en biogas. Terwijl waterstofgas gemaakt kan worden uit het tijdelijke overschot groene elektriciteit (windmolens en PV) kan bio-methaan door de veeteelt industrie worden geproduceerd, ook met een aanzienlijke verkleining van de veestapel. Tegelijkertijd kan met het bio-methaan digestaat per jaar duizenden hectares landbouwgrond worden gemest zonder nadelige milieueffecten.

Met de vergisting van ongeveer 100.000 ton varkens-drijfmest wordt een fosfaatvrije dikke fractie geproduceerd, schoon water en een mineralen concentraat, waarbij dat concentraat kan worden ingezet als vervangen van synthetische kustmest. De prijs is vergelijkbaar met kunstmeststikstof, maar heeft niet de nadelen met betrekking tot de stikstofbeperking. Het gezuiverde bio-methaan kan als biogas gebruikt worden en in het gasnet toegevoegd. Op deze basis wordt er 200 tot 300 ton minder stikstof uit kunstmest geproduceerd, hetgeen een grote besparing oplevert op de uitstoot van CO₂ die bij de productie daarvan vrijkomt.

Filmpje over Groene Weide Meststof: https://www.youtube.com/watch?v=ZaxCGt_xY8M
Meer informatie over biogas: <https://edepot.wur.nl/334177>

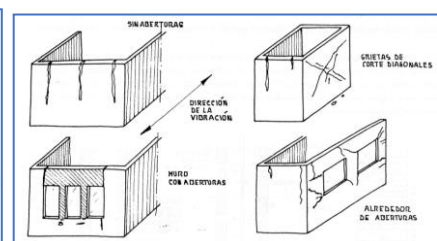
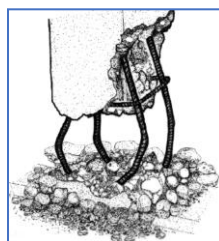
Samenvattend kan de productie van biogas door de aanpassing van veeteeltstallen een aantal milieu- en energiezaken tegelijkertijd aanpakken.

Curriculum Vitae Sjoerd Nienhuys (1944)

Tot/met 1967	Lyceum, LTS, UTS, HTS Bouwkunde Utrecht.
1967 - 1969	SNV Zambia – demografisch onderzoek, planning, bouw van farmtraining centers.
1970 - 1972	BREDERO bouwbedrijven, assistent werkorganisatie. Bouw kerncentrale te Borssele.
1973 - 1975	UNESCO, Bureau Regional de Educacion en Afrique (BRED), Sudan, Senegal & Frans West Afrika, planning, onderzoek, scholen ontwerp, short span design Nianning.
1975 - 1978	DGIS, Directorate-Generaal Internationale Samenwerking, Ecuador, INEN Instituto de Normalización, Código Construcción Sismo-resistente gebaseerd op ACI 318-71 en ontwikkeling van populaire uitleg en richtlijnen over seismisch resistent bouwen.

Ing. Sjoerd Nienhuys en Ing. Carlos Naranjo van het INEN, onderzochten de 1967 aardbeving (6,7 Mw. 47 km diep) te Esmeraldas. Ons verslag gaf aan dat er niet alleen constructieve fouten waren gemaakt, maar ook dat het bol stond van gebrek aan kennis, regelgeving en bouwplanning, corruptie en slechte bouwmaterialen. Wij hebben toen de eerste Ecuadoraanse aardbevingscode opgesteld.

De problematiek was niet dat we voor ingenieurs een rekenmodel konden maken, of voor de juristen een wetgeving, maar dat de bouwers en de gebouweigenaren moesten begrijpen wat de belangrijkste maatregelen waren om veiliger te wonen. Als eerste stap naar een bredere bewustwording hebben we toen een geïllustreerde gids gemaakt die aangaf wat je WEL en NIET moest doen in gewapend beton.



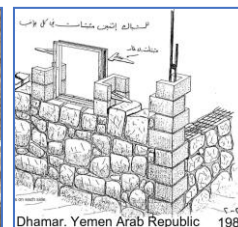
1979 - 1982 DGIS,

Honduras, Instituto de Vivienda, Desarrollo Programa Vivienda Rural.

Ook in dit project ging het erom de campesinos ervan te overtuigen hoe ze seismisch bestendige woningen konden bouwen en ontwikkelde ik een nieuwe toepassing van gestabiliseerde adobe bouw- blokken met geconserveerde bamboewapening en lichtgewicht fiber-cement dakpannen.

1983 - 1985 DHV, Yemen Arab Republic, Dhamar, aardbeving reconstructie programma. 6,2 Mw. Ontwerp van nieuwe techniek voor aardbevingsbestendig bouwen en de uitvoering.

Betreft aardbevingsbestendig bouwen in hand-gekapte natuursteen. Daarnaast maakte ik een serie geïllustreerde handleidingen voor de grotendeels analfabete bevolking (zelfbouwers) om met wat materiaal assistentie te kunnen bouwen en uitbreiden, almede een serie instructie video-films.



1985 - 1986	IHS, Rotterdam, Institute for Housing Studies, assistant lecturer.
1986 - 1991	UNCHS-DANIDA, Kenya en Zambia, CTA housing & coordinator training programme. Ministry Decentralisation, praktijk informal settlement improvement programme.
1992 - 1995	DGIS, Ambassades Colombia en Peru, Poverty Alleviation Programme. SME.
1995 - 1998	TOOLConsult-ILO, Amsterdam & West Afrika en Bolivia, SME development.
1998 - 2001	DGIS, Pakistan, Aga Khan Building and Construction Improvement Programme.



Aardbevingsbestendige goedkope woningbouw, isolatie en hernieuwbare energie. In dit project stond aardbevingsbestendige bouw voorop en de kennisoverdracht voor zelf-help bouw. De uitvoering hield demonstratie modellen, modelwoningen en scholen in. De warmtevoorziening en thermische isolatie kreeg speciale aandacht. Een grote serie geïllustreerde documenten was het resultaat.

2001 - 2002 Huys Advies, Hilversum, Energy Performance Analysis EPA, energie-labels.

2002 - 2005 SNV, Nepal, Senior Renewable Energy Advisor, incl. Biogas Support Programme. Hernieuwbare energie, efficiëntie kooktoestellen, bevingrisico gebouwen.

Oktober 2005 Pakistan, assessment Balakot earthquake damage for Aga Khan Foundation. 7,6 Mw.



2005 - 2007 Trocaire, Sri Lanka, Jaffna, Tsunami reconstruction programme implementation. Indonesia, Aceh, earthquake & tsunami reconstruction programme evaluation. Uitvoering van tsunami en aardbevingsresistente woningen en projectevaluatie.

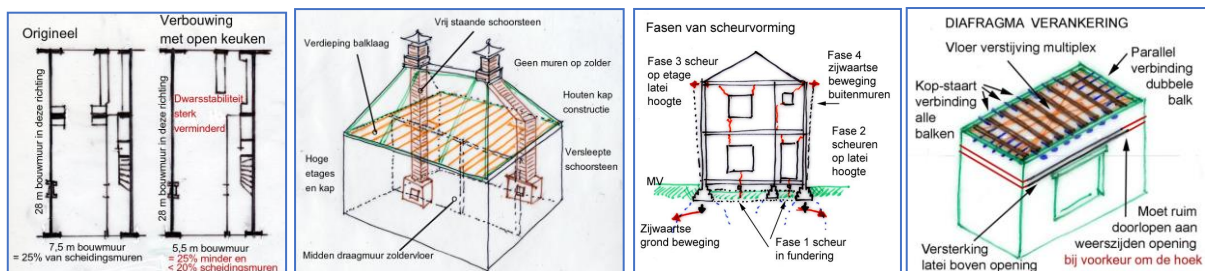
April 2007 Caritas, Peru, Ica, 5,8 Mw. Evaluatie aardbeving reconstructie programma.

2008 - 2012 AKF Consultancies in Tajikistan, Afghanistan, Mozambique, for Waste in India on sanitation. Voor PUM in Jordan, Cameroun, Philippines, Indonesië en Honduras.

April 2013 New Zealand, Christ Church. Studie van schade 22-02-2011 aardbeving 6,3 Mw.

2013 - 2015 NAM, Senior Project Engineer. Aardbevingssschade herstelprogramma Groningen.

Productie en disseminatie van een 50-tal rapporten over bevingsschade en de methoden om in de baksteen gemetselde gebouwen in de provincie te versterken bij $PGAg < 0,2$. Dit werk werd echter niet verder voortgezet omdat de theoretische maximale $PGAg$ van de geïnduceerde bevingen eind 2014 in de NPR heel veel hoger werd vastgesteld dan realistisch gesproken de werkelijkheid kon zijn.



Augustus 2015 Practical Action UK, Nepal. 7,8 Mw. Earthquake reconstruction programme. Building Better and Safely: Stimulating the Private Sector for Sustainable Solutions.

April 2016 Technisch ontwerp kleine PV stations in Pakistan.

2018 - heden Hilverzon, Hilversum, energiecoach en advies over isolatie en verduurzamen.

Eind 2020 Herordening van oorspronkelijke NAM documenten uit 2013-2015.

Eindnoten.

- ⁱ Winningsplan 2007 https://www.nam.nl/algemeen/mediatheek-en-downloads/eerdere-winningsplannen/jcr_content/par/textimage_33519352.stream/1453240388863/34f95ad52258cd2eaae5f60b001d67293e768495/groningen-winningsplan-2007-scanned.pdf
- ⁱⁱ Oldenhuis, F. (Red. 2019). Juridische aspecten van gaswinning: een 'Groningse' verkenning. Deventer: Wolters Kluwer https://www.wolterskluwer.nl/INTERSHOP/web/WFS/WoltersKluwer-ShopNL-Site/nl_NL/-/EUR/ViewProductAttachment-OpenFile?LocaleId=nl_NL&DirectoryPath=Product+Attachments%2FBijlagen+2019+juli-augustus&FileName=9789013153682_Inkijkexemplaar_Juridische_aspecten_2019.pdf&UnitName=WoltersKluwer-ShopNL
- ⁱⁱⁱ Commissie Meijdam 2015. <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/blg-646523.pdf>
- ^{iv} Report on Mmax Expert Workshop 8-10 March 2016 World Trade Centre, Schiphol Airport, The Netherlands <https://nam-onderzoeksrapporten.data-app.nl/reports/download/groningen/en/cef44262-323a-4a34-afa8-24a5afa521d5>
- ^v Bestuurlijke afspraken versterking Groningen (6 - 11- 2020) ...Instituut Mijnbouwschade Groningen (IMG): https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKewi36K2Z1sPuAhUKIMUKHaL-CoYQFjAAegQIARAC&url=https%3A%2F%2Fwww.rijksoverheid.nl%2Fbinaries%2Frijksoverheid%2Fdocumenten%2Fpublicaties%2F2020%2F11%2F06%2FBestuursakkoord-groningen-6-november-2020%2FBestuursakkoord%2Bgroningen%2B%2528opgemaakte%2Bversie%2529.pdf&usg=AOvVaw0awCPRk5-w_5TO55VgwPPO
- ^{vi} Uit: rapport van de Onderzoeksraad voor veiligheid: Aardbevingsrisico's in Groningen. 1995-2014. https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKewj1hM_63LbuAhUitKQKHT4NDUwQFjAAegQIBBAC&url=https%3A%2F%2Fwww.onderzoeksraad.nl%2Fnl%2Fpage%2F3190%2Faardbevingsrisico-s-in-groningen&usg=AOvVaw0U7S0asoVssiSWDDlcY5e7
- ^{vii} Arup. (2013). Groningen 2013, Seismic Risk Study - Earthquake Scenario-Based Risk Assessment. De link verwijst naar de zevende versie, maar de eerste versie lag al in 2013 bij de NAM. https://www.nam.nl/algemeen/mediatheek-en-downloads/documentatie-besluit-gaswinning/jcr_content/par/expandablelist/expandablesection_1552281671.stream/1453374454012/fb8ac8b9b6160060d36da00bdfa5b6a48555fd4b/ref-09-review-of-arup-report-on-scenario-based-seismic-risk-assessment-v7.pdf
- en
- Arup. (December 2013c). Groningen 2013, Structural Upgrading Strategy. Commissioned by NAM in Feb 2013. <https://www.tweedekamer.nl/downloads/document?id=98e96ecf-e39c-4b01-86fb-ca8d953b0741&title=Arup%20Project%20Title%3A%20Groningen%202013%20Structural%20Upgrading%20Strategy.pdf>
- ^{viii} Bron: Report on Mmax Expert Workshop 8-10 March 2016 World Trade Centre, Schiphol Airport, The Netherlands <https://nam-onderzoeksrapporten.data-app.nl/reports/download/groningen/en/cef44262-323a-4a34-afa8-24a5afa521d5>
- ^{ix} Onderzoeksraad voor de veiligheid. Aardbevingsrisico's in Groningen 1959-2014 https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKewj1hM_63LbuAhUitKQKHT4NDUwQFjAAegQIBBAC&url=https%3A%2F%2Fwww.onderzoeksraad.nl%2Fnl%2Fpage%2F3190%2Faardbevingsrisico-s-in-groningen&usg=AOvVaw0U7S0asoVssiSWDDlcY5e7
- ^x SBR trillingsrichtlijn A Building 2017 <https://www.building.nl/uploads/fckconnector/bbb3c9ac-bf69-4a11-ad06-95a88aeca916/3016759984>
- ^{xi} Winningsplan 2013 aangepast. https://www.nam.nl/algemeen/mediatheek-en-downloads/eerdere-winningsplannen/jcr_content/par/textimage_33519352.stream/1453217541024/b309bf551d9a60c16d0dfeabb12e33bf92253e43/2-2-a-technical-addendum-to-the-winningsplan-groningen-2013.pdf
- ^{xii} AARDBEVINGEN IN GRONINGEN Verleden en Toekomst', 27 april 2015 dr. Ir. Jacques Hagoort, <https://www.deingenieur.nl/uploads/media/553f33eea1332.pdf>

- ^{xiii} A REVIEW OF THE SEISMIC HAZARD ZONATION IN NATIONAL BUILDING CODES IN THE CONTEXT OF EUROCODE 8 Support to the implementation, harmonization and further development of the Eurocode <https://eurocodes.jrc.ec.europa.eu/doc/EUR23563EN.pdf>
- ^{xiv} Peak acceleration versus distance for the Northridge earthquake. (Graph from: Mueller, Charles, Ground motion, *Earthquakes and Volcanoes*, Vol. 25, No. 2, 75-V84, 1994) <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwj-34LV9MruAhVx7OAKHcJsASMQFjAAegQIAhAC&url=https%3A%2F%2Fagupubs.onlinelibrary.wiley.com%2Fdoi%2Fabs%2F10.1029%2F95JB00865&usg=AOvVaw3f5q9RilUfT9TODFZlwCwz>
- ^{xv} Ruimtelijke Veiligheid & Risicobeleid Jrg 7. nr 24 - 2016. Toekomstperspectief gaswinning met aardbevingen in Groningen: ontwikkeling van de seismische dreiging en een 'veiliger' gaswinstrategie door C. (Charles) A.J. Vlek <https://www.groninger-bodem-beweging.nl/wp-content/uploads/2017/07/Vlek-art-RVR-jrg7-nr-24-sept-2016.pdf>
- ^{xvi} Reacties op de beving van Zeerijp (8 jan. 2018) Voorlopige resultaten van het panel Gronings Perspectief Tom Postmes, Babet LeKander, Allard Roest, Daniella Vos, Justin Richardson, Katherine Stroebe, Guido Lammerts 31/1/2018 https://www.groningsperspectief.nl/wp-content/uploads/2018/01/bijlage_Zeerijp.pdf
- ^{xvii} Trilling richtlijn SBR-A 2017 <https://trillingen.com/artikelen/trillingsmetingen-sbr-richtlijn-a#:~:text=Trillingsmetingen%20volgens%20SBR%20richtlijn%20A&text=Veel%20bouwwerken%20zijn%20niet%20expliciet,de%20frequentie%20van%20de%20trillingen.>
en
27 november 2020 Nader advies opgeleverd over zettingsschade. ir. P.C. van Staalduinen* en ing. H.J. Everts <https://www.schadedoormijnbouw.nl/nieuws/nader-advies-opgeleverd-over-zettingsschade>
met uitgebreid en gedetailleerd rapport:
<https://api.schadedoormijnbouw.nl/content/Beoordeling%20invloed%20van%20bevingen%20op%20zettingen%20-%20november%202020.pdf>
en
SBR trillingsrichtlijn A BuildinG 2017 <https://www.building.nl/uploads/fckconnector/bbb3c9ac-bf69-4a11-ad06-95a88aeca916/3016759984>
- ^{xviii} Arup 2013, structural upgrading study Groningen verschillende versies <https://www.tweedekamer.nl/downloads/document?id=98e96ecf-e39c-4b01-86fb-ca8d953b0741&title=Arup%20Project%20Title%3A%20Groningen%202013%20Structural%20Upgrading%20Strategy.pdf>
en
https://www.nam.nl/algemeen/mediatheek-en-downloads/documentatie-besluit-gaswinning/_jcr_content/par/expandablelist/expandablesection_1552281671.stream/1453374454012/fb8ac8b9b6160060d36da00bdfa5b6a48555fd4b/ref-09-review-of-arup-report-on-scenario-based-seismic-risk-assessment-v7.pdf
en
<https://nam-feitenencijfers.data-app.nl/download/rapport/59b475df-e7ce-49dc-87cc-dc8a632b986d?open=true>
- ^{xix} Originele Seismic Risk Study: Arup Project Title: Groningen 2013 Seismic Risk Study - Earthquake Scenario-Based Risk Assessment REP/229746/SR001 Issue | 29 November 2013.
- ^{xx} Trauma's en psychologische schade: <https://www.rtlnieuws.nl/nieuws/nederland/artikel/4794891/groningen-echtpaar-aardbevingen-schade-trauma-aansprakelijk>
en https://www.trouw.nl/nieuws/nam-wil-immateriele-schade-van-bevingsgedudepeerden-niet-betalen~b16f7a8e/?utm_source=link&utm_medium=app&utm_campaign=shared%20content&utm_content=free
en <https://psychotraumanet.org/nl/psychosociale-impact-aardbevingen-groningen-een-probleem-met-voeten-de-aarde>
- ^{xxi} A REVIEW OF THE SEISMIC HAZARD ZONATION IN NATIONAL BUILDING CODES IN THE CONTEXT OF EUROCODE 8 G. Solomos, A. Pinto, S. Dimova 1996, <https://eurocodes.jrc.ec.europa.eu/doc/EUR23563EN.pdf>
- ^{xxii} New Zealand's Unreinforced Masonry Buildings: Facing up to the earthquake. To cite this article: C P Murphy 2020 IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 410 012106 <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/410/1/012106/pdf>

^{xxiii} Met 16% van de totale gasconsumptie en een aandeel in de elektriciteitsconsumptie.

https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiCqObE3-TuAhVqCWMBHWIJD50QFjADegQIBxAC&url=https%3A%2F%2Fwww.ce.nl%2Fpublicaties%2Fdownload%2F2865&usg=AOvVaw1-nAXc2sZw367e_IHX-IVu

^{xxiv} In opdracht van NAM; Leidraad Ontwerpcompetitie Arup 2014 rapport 229746_041.0_REP103

https://www.bouwenmetstaal.nl/uploads/themas/Leidraad_Ontwerpconsultatie.pdf en https://www.nam.nl/nieuws/2015/nam-directeur-reikte-21-mei-2015-de-vakwerkprijs-voor-bouwkundig-versterken-uit/jcr_content/par/textimage_1880269735.stream/1453732248233/8386026488ab02ebc0fb9a6702b175e34476caed/infomatielides-ontwerpconsultatie.pdf

^{xxv} De Eurocode 8 *Design of structures for earthquake resistance* (abbreviated EN 1998 or, informally, EC 8) bestaat al sinds 23 april 2004 en is toepasbaar voor heel Europa.

https://en.wikipedia.org/wiki/Eurocode_8:_Design_of_structures_for_earthquake_resistance

en

<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwixufa6qbLuAhWK-6QKHdTXCBMQFjABegQIAxAC&url=https%3A%2F%2Fwww.phd.eng.br%2Fwp-content%2Fuploads%2F2015%2F02%2Fen.1998.1.2004.pdf&usg=AOvVaw1i6OXo2HYpjggyrfa4Df>

^{xxvi} Rapport 'Vertrouwen op herstel en herstel van vertrouwen' 17 januari 2014 - 9 gemeenten en NAM

https://www.provinciegroningen.nl/fileadmin/user_upload/Documenten/Dossiers/Gaswinning/17-januari-2014-Akkoord-Vertrouwen-op-herstel-en-herstel-van-vertrouwen.pdf inclusief budget.

^{xxvii} Gronings perspectief (Stroebe et al) 2019. Sociale samenhang, samenwerking en veerkracht in het

Groningse gaswinningsgebied <https://www.groningsperspectief.nl/wp-content/uploads/2019/07/Rapport-Sociale-samenhang-samenwerking-en-veerkracht.pdf>

en <https://www.groningsperspectief.nl/wp-content/uploads/2019/07/Bijlagen-rapport-Sociale-samenhang-samenwerking-en-veerkracht.pdf>

en

Gronings perspectief, (Stroebe et al) Eindrapport Gronings Perspectief Fase 2, stand van zaken februari 2021.

<https://www.groningsperspectief.nl/wp-content/uploads/2021/02/Rapport-Eindrapport-Gronings-Perspectief-Fase-2.pdf> en <https://www.groningsperspectief.nl/wp-content/uploads/2021/02/Bijlagen-Eindrapport-Gronings-Perspectief-Fase-2.pdf>

^{xxviii} ANP, Manuel Sintubin, aardbevingsgeoloog Leuven en Hoogleraar Christopher Spiers 22-05-2019

https://www.topics.nl/de-groningse-bodem-blijft-nog-wel-twee-twintig-of-tweehonderd-jaar-onrustig-a12874465trouw/?context=playlist/s-0eaadab946704423a63a5bf4bcc7b017/&utm_source=redactie&utm_medium=email&utm_campaign=DPN_ED_TOPICS_Newsletter_PERSO_API_20190523&utm_content=link&utm_term=&ctm_ctid=50170936b2fd060e557e978dd59d1599

^{xxix} Commissie Meijdam 2015. <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/blg-646523.pdf>

^{xxx} Guia Popular de Construcción Sismo Resistente, Ecuador 1976. Sjoerd Nienhuys, Carlos Naranjo

<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwivnPKDxMvuAhWMH0wKHc8RCsUQFjAAegQIAhAC&url=https%3A%2F%2Fconstruccionese.files.wordpress.com%2F2020%2F01%2Fguia-de-construccion-inen.pdf&usg=AOvVaw0eovCoGBPIKnkQoSvqB2Fw>

^{xxxi} Guia de Practica: Mamposteria reforzada, INEN, Ecuador 1976. Sjoerd Nienhuys, Carlos Naranjo.

<https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/GPE-21.pdf>

^{xxxii} Manual para la Reduccion del Riesgo Sismico de Viviendas en Peru.

<http://sigrid.cenepred.gob.pe/docs/PARA%20PUBLICAR/MINISTERIOS/Manual%20para%20la%20Reduccion%20del%20Riesgo%20Sismico%20de%20Viviendas%20en%20el%20Peru.pdf>

xxxiii Albanería confinada, PUCP, Perú. Version 2018. Autor ÁF San Bartolomé Ramos del Libro "*Albanilería Confinada*". Libro 4 de la. Colección del Ingeniero Civil.
https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwi4gpHCxsvuAhUMH-wKHSEFAFsQFjAaegQICBAC&url=http%3A%2F%2F repositorio.pucp.edu.pe%2Findex%2Fbitstream%2Fhandle%2F123456789%2F72%2Fconstr_albanileria.pdf&usg=AOvVaw2LmGQajknP9oo7zs-nci8T

xxxiv Zie rapport file:///D:/Earthquake%20international/EoD_HDYr3_59_November2015_Seismic_Building_Codes.pdf

xxxv Barbed wire wall reinforcement for adobe houses. Care technology Guatemala 1975. .
<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjp6PH e883uAhXSDewKHS7HA3YQFjAKegQIAhAC&url=https%3A%2F%2Fwww.humanitarianlibrary.org%2Fsites%2Fde fault%2Ffiles%2F2014%2F02%2FGalvanisedWireReinforcement.pdf&usg=AOvVaw3NnjbEckHoty7VFR3B46A3>

xxxvi CINVA RAM, designed by Raul Ramirez, an engineer, at the Inter-American Housing Center (Centro de Investigación de America- CINVA) of the Organization of American States in Bogota, Colombia 1966
https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwj8YO W88_uAhWqxoUKHSA7D8IQFjAQegQIARAC&url=https%3A%2F%2Farc456.files.wordpress.com%2F2015%2F02 %2Fmaking-building-blocks-with-earth.pdf&usg=AOvVaw13Kqk0jyGu69L5oSEWzfS8

xxxvii CETA-RAM. Thesis COMPRESSED EARTH BLOCK (CEB) CONSTRUCTION: A viable building alternative for Olancho, Honduras, by Milt Brown, 2014
https://mountainscholar.org/bitstream/handle/10217/82584/Brown_colostate_0053N_12327.pdf?sequence=1

xxxviii Rapport Fibre Concrete (FCR) Micro Concrete (MCR) Roofing Equipment. Humanity Development Library www.nzdl.org

xxxix Teddy Boen website structural engineer Indonesia. Guidelines for non-engineered seismic resistant construction https://teddyboen.com/Membangun_Rumah_Tembokan_Tahan_Gempa.html

xl Teddy Boen, Indonesië in https://www.preventionweb.net/files/14264_14264NewsletterV16No120105B15D1.pdf Lessons from the Reconstruction of Houses in Aceh after the Tsunami of December 26, 2004. Pag 23 e.v. Voorbeeld op: <https://www.uncrd.or.jp/content/documents/masonryhousesindonesiaguide.pdf>

xli Deltares. 2013 B. Effecten geïnduceerde aardbevingen op kritische infrastructuur Groningen Quick Scan naar de sterkte van de infrastructuur . Opdracht Min Economische zaken, Project 108149000
https://www.parlementairemonitor.nl/9353000/1/j4nvgs5kkg27kof_j9vvij5epmj1ey0/vjcpkxgde7v1/f=/blg2469 67.pdf

xlii Kamervragen en Brief regering; Inkomsten van NAM uit het Groningengas - Gaswinning Groningen-veld
<https://www.parlementairemonitor.nl/9353000/1/j9vvij5epmj1ey0/vjh2k89v65wi>