

Presentatie door dr. ing. Sjoerd Nienhuys, november 2025

1. Geïnduceerde aardbevingen in Groningen.

De titel van mijn thesis is: *De noodzaak van een PGA-accepteerbaar bepaling in plaats van een onmogelijke Mmax.*

Die titel is onduidelijk als je niet weet wat een PGA of de Mmax is.

Eenvoudig gezegd: Er zijn volkomen verkeerde berekeningen gemaakt voor de maximale sterkte van de aardbevingen in Groningen (Magnitude-max). In plaats daarvan had men veel beter de maximale toelaatbare grondversnelling kunnen bepalen, de Piek Grond Acceleratie of de PGA. En dáár moet dan de aardgasproductie op aangepast worden. Dat is niet gebeurd.

Het bedrijfsleven en de overheid hadden er belang bij om zo snel mogelijk het gas uit de grond te halen en te verkopen, ook naar het buitenland. Over de consequenties werd te weinig nagedacht.



2. **Mmax** = theoretisch de maximale Magnitude. Dit is de grootste **onmogelijke** sterkte van een aardbeving.

Deze komt **nóóit** voor. **PGA** = de Piek Grond Acceleratie = de theoretisch maximale horizontale grondversnelling. Deze grondversnelling wordt berekend op basis van de verschillende Mmax berekeningen en ook hier zijn de theoretisch grootst mogelijke risico's meegenomen. Die PGA-max kan dus ook **nóóit** voorkomen. **De horizontale PGA is de hoofdoorzaak van de schade aan gebouwen.**

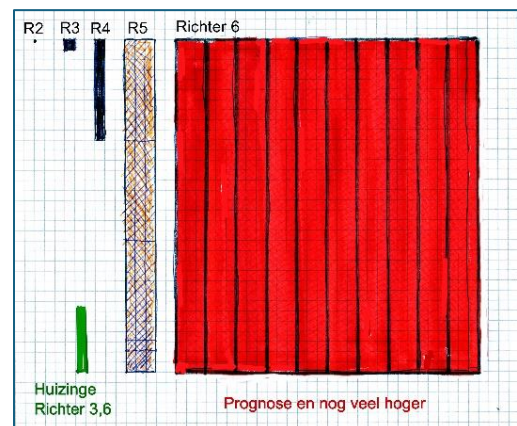
3. De aardbevingssterkte wordt vaak aangegeven in "Richter".

Deze Richter-sterkte wordt op afstand gemeten door meerdere trillingsmeters. Met drie trillingsmeters kan de locatie van de beving worden bepaald, het epicentrum. Deze Richter-waarde heeft een logaritmische schaal: Richter 4 is **tienmaal** zo sterk als Richter 3. Richter 5 is weer tienmaal zo sterk als Richter 4. Richter 6 is weer tienmaal zo sterk als Richter 5. Dus: **Richter 6 is duizendmaal zo sterk als Richter 3.** Dat is $10 \times 10 \times 10$.

R3,1 is dan $10^{0,1}$ = ongeveer 26% sterker dan R3,0.

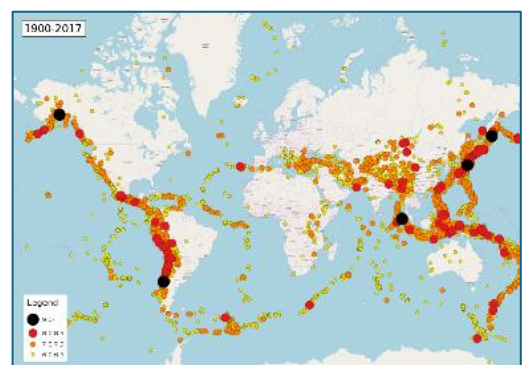
R3,6 (Huizinge) is dan $10^{0,2}$ = 58% sterker dan R3,4.

De zwaarste beving in Groningen was in 2012 in Huizinge met een Richter-waarde van 3,6. Eigenlijk was dat een dubbele aardbeving. In november 2025 is er opnieuw een beving bij Zeerijp, nu van Richter 3,4. Dat is ongeveer 60% van de sterkte van de 2012 Huizingebeving (Richter 3,6). Anders gezegd, de Huizingebeving Richter 3,6 was $10^{0,2}$ = ongeveer 1,6 maal zo sterk als de november 2025 Zeerijpbeving Richter 3,4.

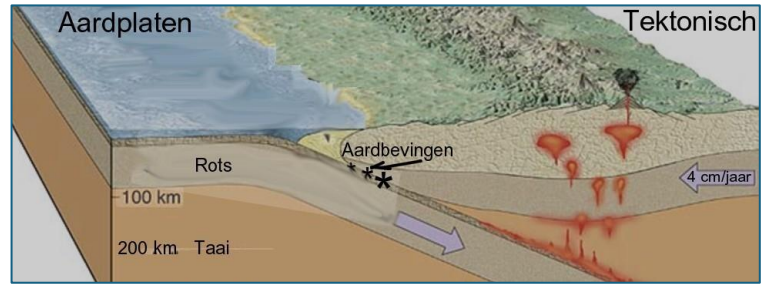


4. Er zijn **twee soorten** aardbevingen, **tektonische** en **geïnduceerde**. De geïnduceerde aardbevingen worden door mensen veroorzaakt, zoals bij de olie- en gaswinning en *frakking*. Maar ook bij steenkoolwinning zijn er bevingen als er oude gangen instorten.

Dit is een afbeelding van de grootste tektonische aardbevingen tussen 1900 en 2017. Deze ontstaan langs de randen van tektonische aardplaten. Zoals rond de hele Pacific Oceaan, Afrika, Australië, India, en rondom kleine platen in het Midden-Oosten en Azië.



5. Aardplaten schuiven langs en over elkaar met een snelheid van ongeveer zo snel als een nagel groeit. De diepteschaal staat links langs het plaatje en loopt tot **100 km diep**, waar de harde rotslagen taai worden. Nog veel dieper worden ze zacht en nog veel dieper vloeibaar.



Waar de **tientallen km dikke** aardplaten

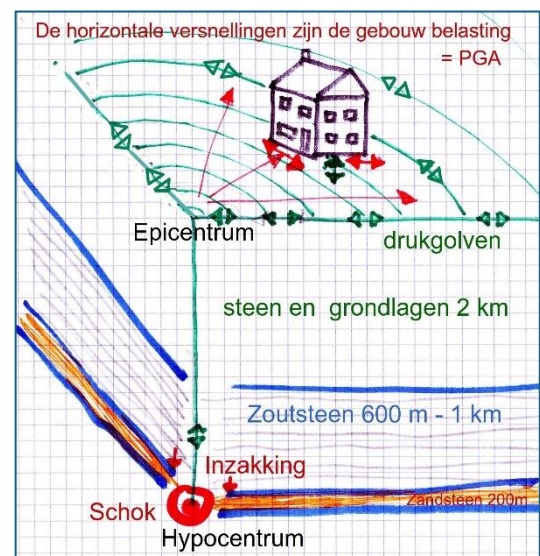
langs en over elkaar schuiven ontstaan grote spanningen door de druk. Wanneer de krachten te groot worden schieten ze los en veroorzaken ze aardbevingen. Dat gebeurt vaak op **tientallen km diepte en omvat honderden kubieke kilometers rots die vermorzeld worden**. Dat levert hele grote schokken op, die duren vaak **minutenlang** en er komen **veel na-schokken**. De naschokken kunnen weken aanhouden. Tektonische bevingen veroorzaken ook vaak horizontale grondverplaatsing van soms wel decimeters.

6. Deze afbeelding is een detail van de vorige afbeelding, waarin op schaal het Groningse gashoudende zandsteen is ingetekend. De diepte van dat zandsteen is **slechts 3 km** en met een lengte van maximaal 60 km en een dikte van **ongeveer 200 m**. Het is goed voor te stellen dat een dergelijk klein veld **niét** dezelfde krachten kan genereren als een tektonische aardbeving. In de thesis staat een tabel met **heel veel**



verschillen tussen grote tektonische aardbevingen en de lichte Groningse bevingen, die door de aardgasexploitatie veroorzaakt worden. Bij die geïnduceerde aardbevingen ontstaan **géén horizontale verschuivingen** in de aardlagen. Die aardbevingen zijn veroorzaakt door het plotseling **een beetje** inzakken van het zandsteen en er zijn zelden na-schokken. Als ze er zijn, dan zijn ze heel veel kleiner. Omdat het zandsteen relatief dicht aan het aardoppervlak ligt, zijn de schokken wél fel. Op de wereldschaal van aardbevingen zijn de Groningse bevingen **erg klein**. Een bevolking die **niet bekend** is met aardbevingen, een knal hoort en trillingen voelt is dat **wel angstaanjagend**.

7. Door de gaswinning ontstaat **plotseling een kleine inzakking van het zandsteen**. Dat is een schok. Als de schok aan het aardoppervlak komt, zijn de grondversnellingen er in **drie** richtingen. **Een eerste** korte verticale schok. Die gaat in Groningen soms gepaard met een knál. Een gebouw is echter ontworpen op verticale belasting en kan daar vaak wel tegen. Barsten in de bakstenen muren zijn vaak **geen gebouwverzwakking**. Echter, als de funderingen niet goed zijn ontworpen zoals bij oude gebouwen, kunnen zettingen ontstaan. Er ontstaan **aan het aardoppervlak twee soorten horizontale** schokgolven, naar voren en naar achteren, en van links naar rechts. Deze noemen we de Grond Acceleratie. De hoogste is de Piek Grond Acceleratie (PGA). Deze horizontale grondversnellingen veroorzaken de meeste schade bij zwakke gebouwen. Hoe verder het gebouw bij het epicentrum vandaan staat, hoe kleiner de bewegingen worden en hoe kleiner de PGA dan is. Dan is de gebouwschade ook kleiner.

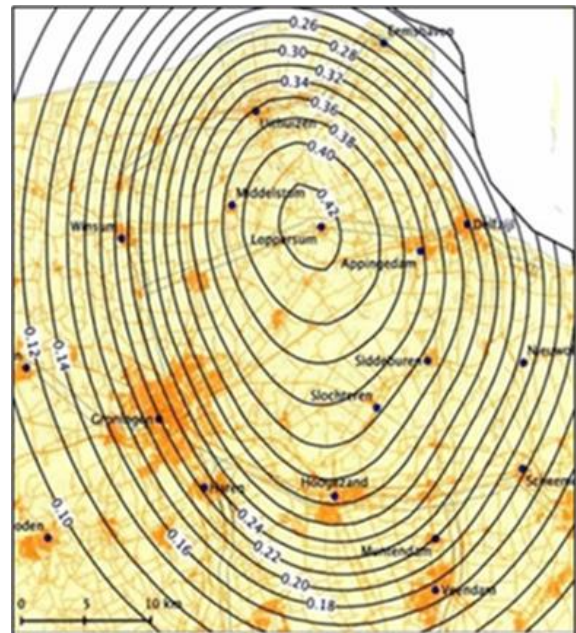


8. De gaswinning begint in **1966**. In Groningen waren de eerste geregistreerde trillingen al in **1976**. Vanaf dat moment is de NAM goed gaan monitoren. De eerste goed door mensen voelbare aardbeving was in **1986**. Dat is twintig jaar ná het begin van de gaswinning. Nog eens **twintig jaar later, in 2006**, was er bij Middelstum een lichte aardbeving van **Richter 3,5**. **Zes jaar later, in 2012**, was er bij Huizinge een dubbele schok met een sterkte van **Richter 3,6**. Dat is ongeveer **twéemaal** zo sterk als de beving van Richter 3,5. **Er werden overal stutten geplaatst om instortingen bij nieuwe bevingen te voorkomen.**

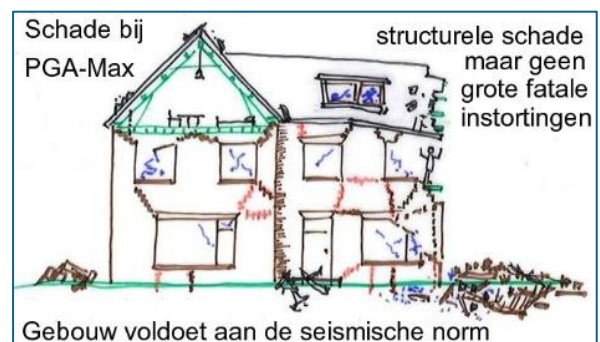


Daarna, in **2014**, kwam de NAM met een prognose voor een aardbevingssterkte tot **Richter 4,8**. Met een Mmax van Richter 5. Een aardbeving Richter 4,8 = ongeveer **120 maal de sterkte van de Huizingebeving**. Een maximale aardbeving geeft ook een maximale grondversnelling, de PGA-max. Die PGA-berekening kan echter niet rechtlijnig worden berekend vanuit de Mmax. In 2016 werd in de internationale Schiphol Workshop berekend dat een Richter 6 tot zelfs 7 mogelijk zou zijn. Dat was onzin.

9. Op basis van de berekeningen uit 2013 van de NAM over de sterkst mogelijke aardbeving, de Mmax, Richter 5, werd de maximale Piek Grondversnelling uitgerekend voor het epicentrum bij Huizinge. Dat was een PGA 0,42g. Zulke grote PGA's of grondversnellingen komen zelden in de wereld voor. Dat was 5x de grootste verticale grondversnelling en **8 X de sterkste horizontale grondversnelling van de Huizingebeving**. Als dat wél zou voorkomen dan storten **alle** gebouwen in en rond het epicentrum in. Meer dan 100.000 met mogelijk 2000 doden. **Niemand vroeg of dat wel kon of mocht.** Op deze NPR-kaart zijn de contouren te zien waarbij de PGA daalt vanuit het epicentrum. De stad Groningen heeft hier een PGA 0,32g en 0,16g, met het oude centrum 0,22g.



10. In Europa bestaat de **Eurocode 8** die een richtlijn is voor de berekening van gebouwen bij aardbevingen. Elk land heeft een eigen kaartje met de PGA-gegevens. Bij die norm of code hoort een regionaal PGA-kaartje zoals de voorgaande afbeelding. De Nationale Praktijk Richtlijn (NPR) is een vertaling in het Nederlands en de **berekeningscode** om uit te rekenen hoe sterk een gebouw **mínimaal** moet zijn, zodat het bij een aardbeving **nét níét instort**. Het heeft dan wél grote structurele schade. Deze afbeelding is een woning die voldoet aan de aardbevingscode en dus **nét níét** is ingestort bij de maximale PGA. Een gebouw, dat berekend is op de NPR-PGA, zal bij het voorkomen van die PGA zódanig beschadigd zijn dat het **gesloopt moet worden**.



11. De Mmax werd sinds de Huizinge beving halfjaarlijks opnieuw berekend aan de hand van nieuwe inzichten. De PGA die bij de Nationale Praktijk Richtlijn hoorde werd medio 2015 **sterk verminderd** van 0,42g tot PGA 0,36g. Dat is nog steeds héél erg zwaar. De stad Groningen ligt dan net buiten de PGA 0,2g zone. Een aardbeving bij Huizinge met een horizontale grondversnelling (PGA) van 0,36g veroorzaakt: **100.000 zwaar beschadigde en ingestorte woningen, en tot wel 2000 doden. Niemand vroeg of dat wel klopte.**



12. Ik heb een tiental jaren in gebieden met tektonische aardbevingen gewerkt als adviseur. Die voorspelling van de NAM leek mij **absurd** voor een aardbeving door aardgaswinning.

Bovendien is die sociaal en juridisch niet toelaatbaar.

Dat ben ik gaan uitzoeken. Het resultaat is mijn thesis. Die thesis omvat het volgende:

A. Beschrijving van hoe de NAM-consultants een **100-maal of zelfs 1000 maal zwaardere** aardbeving als in Huizinge kon berekenen en voorspellen.

B. Hoe die voorspelling door alle instanties werd overgenomen. KNMI, Normalisatie Instituut (NEN), Veiligheidscommissie, Nationaal Coördinator Groningen (NCG), Staatstoezicht op de Mijnen (SodM), ingenieursbureaus, enz.

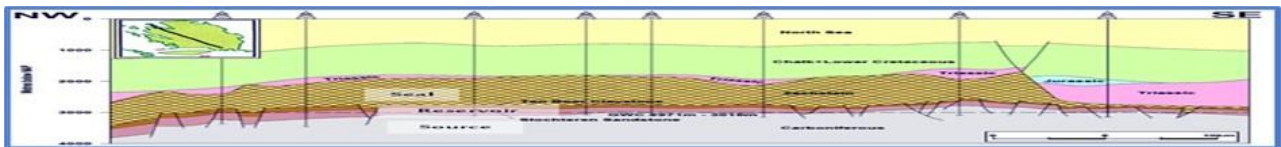
C. Hoe de NAM probeerde om de economische schade voor het bedrijf te **beperken**.

D. Hoe de aardbevingsvoorspellingen daarna naar beneden werden bijgesteld, en de gevolgen daarvan.



13. Er zijn verkeerde aannames gemaakt in 2013 met de Mmax-berekening. Om een paar te noemen.
- A.** Gebaseerd op **tektonische** aardbevingen. Dat is **niet van toepassing**, er zijn minstens **30 verschillen**.
 - B.** Er waren **onvoldoende** gegevens van de ondergrond in Groningen. Men moest maar **raden** wat er misschien zou **kunnen** gebeuren.
 - C.** **Aanname** dat het héle gasveld van 30 km x 50 km = **1500 km²** in één keer instort. Dat was **fout**.

14. Dit is een doorsnede van het Groningse veld op schaal. De **dunne** paarse strook onderin is de **0,2 km** gashoudende zandsteenlaag. De **dikke** groenig gearceerde laag is het taaie zoutgesteente.



Het instorten gebeurt over een stuk dat maximaal tweemaal zo breed is als hoog. Dus 0,4 x 0,4 km². Dat is uitgerekend ongeveer **1/10.000^{ste}** van waarmee de NAM rekende. Die fout was al aangegeven in het Winningsplan 2013, maar werd niet gecorrigeerd door de rekenmeesters van de PGA. Er waren meer fouten of verkeerde speculatieve aannames.

Die berekeningen gingen uit van een **voortdurend doorgaande** gaswinning, zonder aandacht te besteden aan de gevolgen. Dat is een **verkeerd principe**. Als de gevolgen voor de bevolking centraal staan, had men omgekeerd moeten redeneren. Namelijk, wat is acceptabel voor de bevolking en hoe moet men dan de gaswinning reguleren? Dat geeft dan de PGA-acceptabel.

15. De linker afbeelding is een woning met lichte schade met barsten langs de raamopeningen en een schoorsteen die een risico vormt. Rechts zien we het vervangen van een zware gemetselde schoorsteen door een lichtgewicht model. Sinds 2014 werden veel zware gemetselde schoorstenen verwijderd en vervangen door



lichtgewicht modellen. Dit vervangen was een **relatieve** versterking, maar werd niet zo gezien.

Wát is een acceptabele grondversnelling als gevolg van aardgaswinning? Dat hangt af van de maatregelen en de **financiële compensatie**. Bevingen die méér dan lichte schade veroorzaken zijn dan niét acceptabel. **De gaswinning moet daarop worden aangepast.** Hoogrisico-elementen moeten worden verwijderd, zoals de gemetselde schoorstenen.

16. Op de afbeelding zien we een bouwvakker die de scheur in de muur komt wegwerken en er dan behang over plakt. De woningeigenaar vraagt of de muur niet eerst versterkt moet worden. Zelfs het kind begrijpt dat zoiets géén versterken is.

Gebouwherstel én versterking moeten **volledig** worden vergoed. Versterking moet **lichte vervolgschade voorkomen**. Er werden wél steeds méér en mogelijk sterkere bevingen verwacht. Dan moet je dus versterken, dus géén cosmetische reparaties zoals scheuren dichtsmen en behang plakken. Ook moet er compensatie voor de **overlast** bestaan. Bij herstel en versterken moet het gebouw áltijd **verduurzaamd** worden, bijvoorbeeld door isoleren.

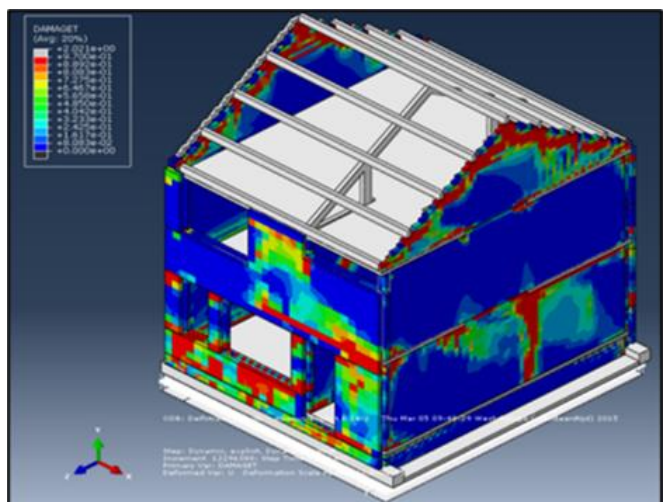


17. Hoe bepaalt men wat acceptabel is?

Men kan een computeranalyse maken van de potentiële schade voor **elk** gebouwtype en **elke** PGA. Dit is een gebouw waarbij de eerste schade **rood** is aangegeven. Voor **elk** gebouwtype kan bepaald worden bij welke PGA de eerste schade aan een gebouw ontstaat. Dit werd sinds 2016 voor veel gebouwen gedaan. Uit die gegevens kan je de maximale grondversnelling bepalen, tot aan die lichte, te accepteren, schade.

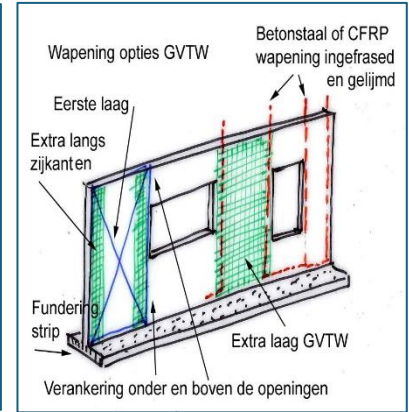
De **overheid mét de bevolking** bepalen dan wat acceptabel is, maar ook met de vertegenwoordigers van natuurbelangen. Vervolgens moeten die waarden vastgelegd worden in een **sociaal contract**.

Vervolgens moet de aardgaswinning **beheerst** worden conform die PGA-acceptabel. Als je dan **meer** of sneller gas wilt winnen, wat een grotere PGA kan opleveren, zal je **eerst** de zwakste woningen moeten versterken. In het eerder gemaakte bouwkundeboek staat veel informatie over hoe de schade ontstaat en hoe je de gebouwen moet versterken.



18. Grote en hoge ramen zijn de zwakste bouwconstructies bij oude woningen en nog zwakker bij doorzonwoningen met brede ramen.

Om deze gebouwen te versterken moeten de raampananten zó versterkt worden dat ze **alle horizontale gebouwbelasting kunnen opvangen**. Dat zijn



vaak complexe en kostbare versterkingen. Afbeelding rechts.

De Nationale Coordinator Groningen maakte de regeling dat als het versterken van woningen méér kost dan 150% van de nieuwwaarde dat dan **sloop en nieuwbouw** moest worden toegepast. Dat resulteerde in 2017 in de identificatie van 27.000 woningen, vooral oude doorzonwoningen. Dat kwam, omdat de rekenwaarde van de NPR met de **veel te hoge PGA-waarde** door de NCG **verplicht** van toepassing was.

19. Bij een aardbeving zal door de horizontale belasting van de eigen massa van dat gebouw het raam willen **vervormen**. Bij doorzonwoningen moeten dan sterke portalen in het gebouw worden geplaatst. In plaats van de veel te smalle raampananten te versterken, kunnen de ramen versterkt worden. Dit kan door **dikke, sterke glaspanelen** toe te passen. Dat kost slechts een fractie van de kosten van het versterken van de muren. Bij de indicatie van sloop kost een nieuwe woning 350.000 euro en sterke ruiten plaatsen met isolatie kost niet meer dan 35.000 euro. (=10%). De sterke gaspanelen zijn dus heel veel duurzamer dan sloop en nieuwbouw, dat heel veel materiaalverspilling veroorzaakt.



20. *Voortschrijdend inzicht*. De processie van alle organisaties die het **gas en geld** dragen. Voorop de NAM, dan het KNMI, het Normalisatie Instituut de NEN, het Staatstoezicht op de Mijnen het SodM en tenslotte de Bouw en alle consultants die allemaal geld verdienen aan de aardbevingen. De weg loopt langs de gebouwen die in de stutten staan. Die stutten kunnen pas weg als de **PGA ónder de 0,1g** komt. De term 'voortschrijdend inzicht' werd door de NAM gebruikt, elke keer dat men de PGA veranderde. Dit resulteerde in onzekerheid en ongeloof bij de



bevolking. Tot in 2017 hield men vast aan de extreem hoge PGA-waarden van PGA 0,24g wat **vijfmaal** de horizontale PGA van de Huizingebeving was. Zelfs vandaag geeft het NPR-PGA kaartje nog **een meer dan tweemaal** zo sterke aardbeving aan als de Huizingebeving. De PGA-acceptabel is zo iets als **0,06g** die aan de horizon staat. Slechts iets hoger dan de horizontale PGA van de Huizingebeving.

21. Dank voor uw aandacht.

Sjoerd Nienhuys,
november 2025. www.nienhuys.info

