

Het 'opslingereffect' bij Groningse gasbevingen

Ondergrond bepaalt aardbevingsschade

door **Marlies ter Voorde**

tervoorde@nemokennislink.nl

Dit is een bewerkte versie van een artikel dat op 20 juni 2018 is gepubliceerd op de populairwetenschappelijke website www.nemokennislink.nl. Op NEMO Kennislink is het een verhaal uit een serie gebaseerd op lezersvragen over de aardbevingen en gaswinning in Groningen. De vraag luidde in dit geval: "Welk schadebeeld zou je verwachten als de sterkste gasbeving tot nu toe niet in Groningen, maar onder het centrum van bijvoorbeeld Den Haag had plaatsgevonden?"

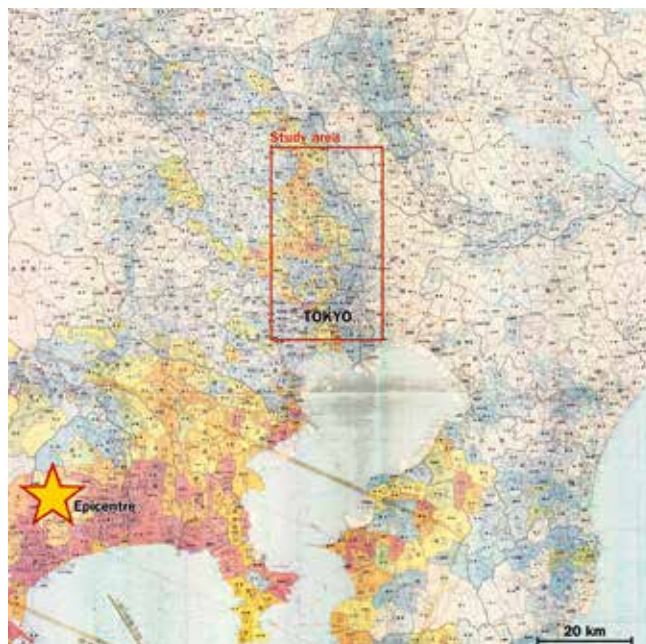
Hoeveel schade een aardbeving aanricht, hangt af van de ondergrond. Slappe bodems kunnen aardbevingsgolven versterken. En dat is pech voor de mensen die op veen of klei wonen.

"Kijk", zegt Jan Stafleu, geomodelleur bij de Geologische Dienst van TNO in Utrecht, en hij legt een kaart van de regio Kanto in Japan op tafel (afb. 1). "Hier kan je het effect goed zien." De kaart toont de schade ten gevolge van een magnitude acht aardbeving in 1923 bij de zeehaven Yokohama, de kleur rood is voor de gebieden waar de beving de houten huizen destijds totaal verwoestte. Zoals te verwachten neemt de roodkleuring af met de afstand tot de aardbeving. Maar op zo'n zeventig kilometer van het epicentrum kleurt de kaart plotseling opnieuw roodoranje, in een langwerpige vlek vanuit Tokio naar het noorden.

"Dat is het opslingereffect", verklaart Stafleu. Tokio ligt aan de zuidkant van een vroegere vallei, die in het Holoceen (het tijdperk waarin we nu leven) opgevuld raakte met sedimenten uit rivieren en de ondiepe zee. De vlek op de kaart valt precies samen met deze slappe Holocene kleilagen. Het omringende gebied, waar nauwelijks schade was, bestaat uit steviger gesteente.

In de branding

Bij een aardbeving ontstaan aardbevingsgolven, die zich voortplanten door de ondergrond. De snelheid waarmee zo'n golf door de aarde reist, neemt af in slap en zacht



▲ Afb. 1. De schade veroorzaakt door de Kanto aardbeving van 1923 in Japan. Rood: veel schade; blauw: weinig schade. Bij Tokio, op afstand van het epicentrum, is als gevolg van een verschil in de bodemsamenstelling sprake van meer schade vergeleken met het omliggende gebied. Foto: Kaizuka, S. and Matsuda, I. (1982). Damage Ratio of Wooden Houses due to the Kanto Earthquake of 1923. Naiga Map Production Inc.

gesteente. De wet van behoud van energie schrijft echter voor dat dit gecompenseerd moet worden – en dat doet de golf door hoger te worden: het opslingereffect. "Vergelijk het met de branding", zegt Stafleu. "Waar de zee ondieper wordt, verliezen golven snelheid. Daarom zijn ook daar de golven hoger."

Voor de Groningers is dat pech. De Groningse kleibodem maakt dat grote delen van de provincie zich precies in de 'branding' van de aardbevingsgolven bevinden. Afb. 2.

Veen-klei-zand

"Hoe de ondergrond exact op de aardbevingsgolven reageert, hangt af van vele factoren", vertelt Stafleu. "Wanneer en onder welke omstandigheden is een sedimentlaag afgezet? Uit wat voor materiaal bestaat het? Is het al wat compacter geworden in de loop der tijd? Maar als vuistregel kan je stellen dat je in veengebieden de hoogste golven krijgt, en dat ook kleigrond veel opslingering geeft. Op zandgrond zit je nog het beste." Als je redelijk ver van het epicentrum van de aardbeving af zit, tenminste. Opslingering is niet het enige dat de schade bepaalt, benadrukt Stafleu. "Hoe verder weg, hoe

Over de auteur: Marlies ter Voorde schrijft als freelance wetenschapsjournalist over aardwetenschappen, behalve voor NEMO Kennislink ook o.a. voor De Volkskrant en KIJK.

groter het gebied waarover de aardbevingsenergie zich inmiddels verspreid heeft, en hoe minder sterk dus de golven.” Om dezelfde reden geven ondiepe aardbevingen meer schade dan de diepe.

Daarnaast hangt de schade af van het huis en de manier waarop het gebouwd is. “Als je in een veengebied woont, maar je huis staat met heipalen stevig verankerd in de onderliggende Pleistocene zandgrond, heb je van het opslingerereffect ook minder last”, zegt Stafleu.

Den Haag

Hoeveel schade zou een beving als die van 2012 in Huizinge (de grootste tot nu toe, met een magnitude van 3,6) veroorzaken als hij onder Den Haag had plaatsgevonden?

Stafleu opent de (publieke) website van TNO, waar op het zogeheten DINOloket de hele ondergrond van Nederland is opgeslagen (zie kader), en tovert een profiel tevoorschijn dat over Den Haag loopt. We zien duinen, strandwallen, wadafzettingen en veen. Vanaf Scheveningen naar de binnenstad neemt de hoeveelheid klei en veen toe, wijst Stafleu aan: “In Den Haag zouden mensen in het centrum dus meer last van een aardbeving hebben dan mensen die aan de zeezijde van de stad wonen.”

Over de exacte schade die op zou treden, is lastig iets te zeggen – hoewel met name de dichte bebouwing er waarschijnlijk voor zou zorgen dat het aantal schadegevallen in Den Haag fors hoger uit zou pakken dan in Groningen nu het geval is.

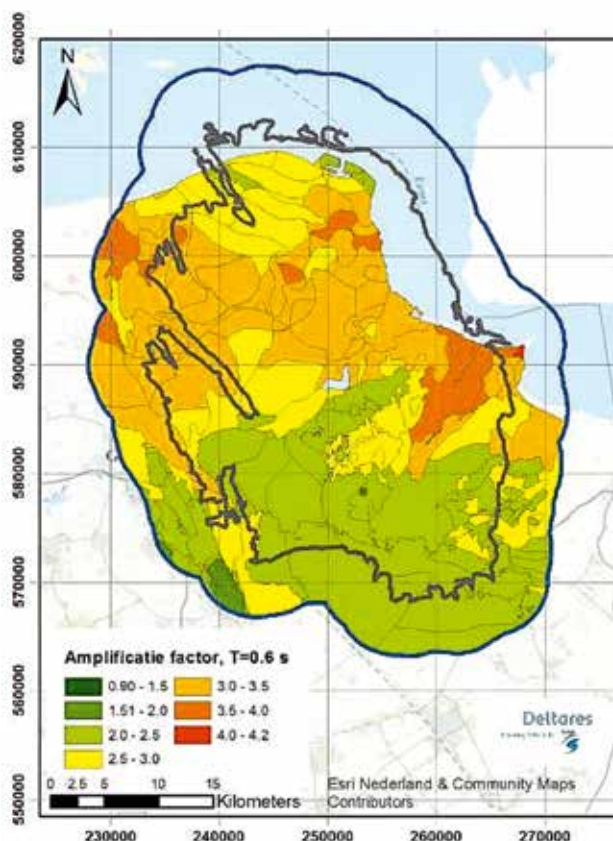
Veluwe

En waar in Nederland woon je nou het veiligst, als het om aardbevingen gaat? Over die vraag hoeft Stafleu niet lang na te denken. “Op de Veluwe zit je goed”, zegt hij. “Daar woon je op stevige zandgrond dus heb je daar weinig last van opslinging, en je hebt er geen last van de tektonische (dus natuurlijke) aardbevingen die Limburg en Brabant nog wel eens willen opschrikken. “Je zit er bovendien zo ver van de zee en de grote rivieren, dat je ook nog eens weinig kans hebt op overstromingen”, voegt Stafleu er aan toe.

Want laten we dat niet vergeten: voor een Nederlander is het risico door overstromingen nog altijd veel groter dan het aardbevingsgevaar.

Hoe ziet de ondergrond van Nederland er uit?

De Geologische Dienst van TNO heeft alle beschikbare gegevens over de Nederlandse ondergrond samengevoegd in een driedimensionaal model. Het bestaat uit ‘voxels’ (dat zijn pixels, maar dan in drie dimensies) van 100 bij 100 bij 0,5 meter. Het model is voor iedereen te raadplegen, via het DINOloket (www.dinoloket.nl/). Kies eerst ‘ondergrondmodellen’, en klik dan op ‘GeoTOP’ voor de bovenste meters. Alle oranje stippen op de kaart zijn boringen (van enkele meters diep) die gebruikt zijn voor het model. Steeds dieper – maar ook steeds minder gedetailleerd – kom je vervolgens met de modellen DGM, REGIS II en DGM-diep.



▲ Afb. 2. De opslinging (amplificatiefactor AF) voor lichte bevingen, met een periode (trillingstijd per golf) van 0,6 sec. Het opslingereffect in Groningen is berekend door Pauline Kruiver en collega's van Deltares, met behulp van het in dit artikel beschreven ondergrondmodel van Nederland. De opslinging is aangegeven met de amplificatiefactor (AF). Als die groter is dan 1, vindt opslinging plaats. In Groningen is de opslinging dus groter in het noorden, waar slappere grond aanwezig is, dan in het zuiden. Afb.: Pauline Kruiver en collega's, Deltares. Met toestemming.

Zie voor meer lezersvragen over de Gronings aardbevingen: www.nemokennislink.nl/publicaties/de-onvoorspelbaarheid-van-gasbevingen-en-politiek/

Bronnen / meer lezen:

- Stafleu, Busschers en Tanabe, Nederlands ondergrondmodel voorspelt Japanse aardbevingssschade, Geo.brief, nr.4, juni 2016
- Nauta, Kruiver en Stafleu, Het opslingereffect van de Groninger ondergrond in kaart gebracht, Geo.brief, februari 2017
- Kruiver e.a., Characterisation of the Groningen subsurface for seismic hazard and risk modelling, Netherlands Journal of Geosciences — Geologie en Mijnbouw, 96 – 5 (2017), 215–233 doi.org/10.1017/njg.2017.11
- Kruiver e.a., An integrated shear-wave velocity model for the Groningen gas field, The Netherlands, Bulletin of Earthquake Engineering, September 2017, doi.org/10.1007/s10518-017-0105-y