



Voorproefjes workshop Geologie 28 en 29 mei

Peter van der Gaag

www.hollandinnovationteam.nl



Onderwerpen die in Groningen leven

maar nooit zijn uitgezocht door de overheid(sinstellingen)

Schudden van de waterhuishouding

Drukopbouw/drukontlading knipklei tijdens aardbeving

Scheuren in het land

Wat doet de waterspanning

Is er gedeeltelijke verweking mogelijk

Kan er ongelijkmatige zetting plaatsvinden door een aardbeving

Is er schade in de buitengebieden mogelijk

Wat het gevolg van een single shock aardbeving

Waarom wordt bij versterking (NPR) niet gekeken naar:
lokale geologie en grondwater(stand)!

En nog vele andere legitieme vragen over amplificatie,
clay softening, zoute kwel, invalshoeken van seismische golven,
dieptebepaling aardbevingen, lateral spreading, gedrag van
wierden en hoe je dit allemaal kunt meten



Doel van de workshop geologie

Kennis delen en algemeen bespreekbaar maken

Adviezen aan de Groningers geven over versterken

Vragen formuleren en stellen aan de internationale (aard)wetenschappelijke wereld

Interactie met deelnemers voor (kennis) input boek:
“25 jaar gerommel in de Nederlandse ondergrond”



Waterhuishouding geschud in Groningen

Technisch weekblad november 2016

<https://www.technischweekblad.nl/opinie-analyse/kortzichtige-steekproef/item9603>

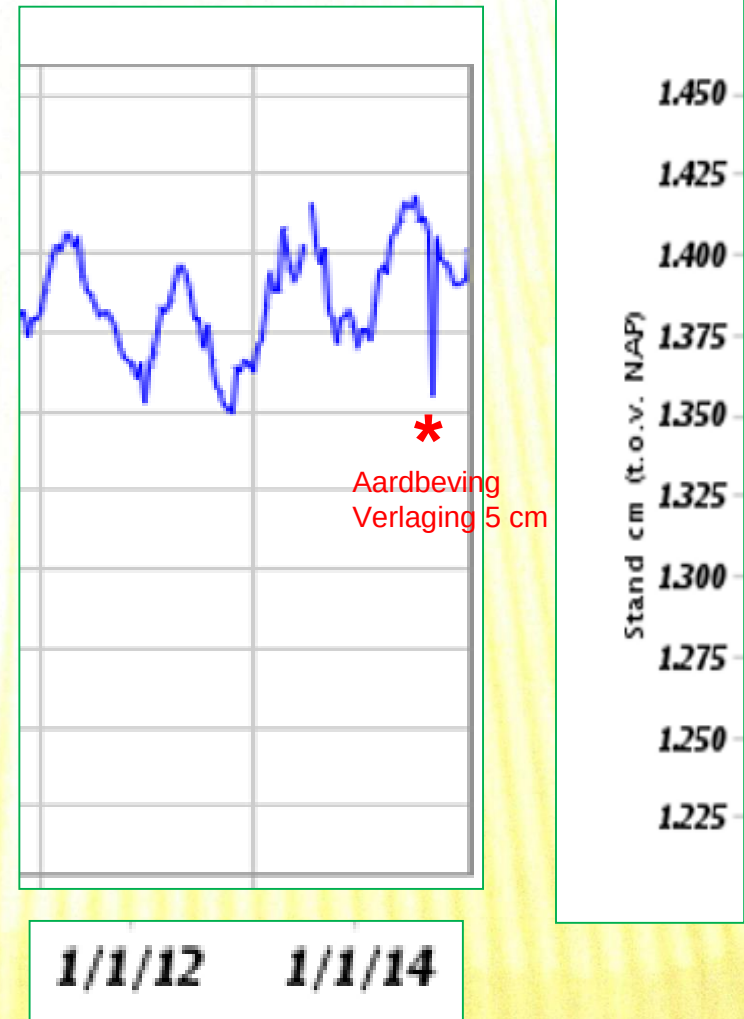
Nu is het zo dat de Romeinen al wisten dat aardbevingen het grondwater kunnen beïnvloeden. Vragen van Groningers brachten ons ertoe om gericht onderzoek te doen naar veranderingen in de grondwaterhuishouding. In Rasquert stroomt zout grondwater naar boven de mestkelder in, tot 1 m onder het maaiveld, terwijl tijdens het bouwen in 2009 de 3 m diep uitgegraven bouwput geen druppel grondwater toonde. Een 45 m diep geslagen bron in Wirdum, die net voor de aardbeving in 2012 nabij Huizinge een samenstelling van het grondwater toonde van 3.000 mg chloride/l en 0,3 mg ijzer, was na de aardbeving zodanig door elkaar geschud dat waterbehandeling onmogelijk is geworden.



Registratie bij aardbeving van Emmen

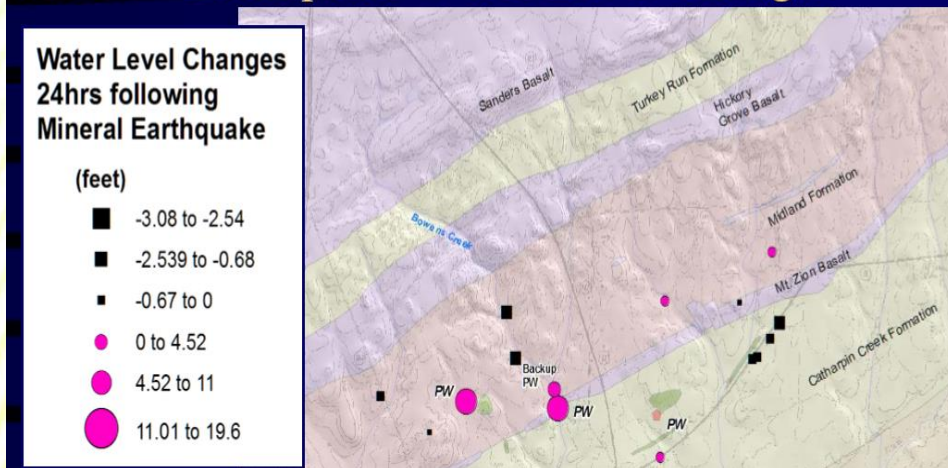
Opvallend “lijkt” ook de plotselinge waterpeilverlaging van een peilbuis in de buurt van Emmen. In september 2015 was er geen regen gevallen hetgeen leidt tot dalende trend. Plotseling treedt een sterke daling bij de aardbeving van 30 september 2015 M2.3 op die zich herstelt en de dalende trend gaat verder omdat er nog steeds bijna geen regen valt.

Bron : dinoloket



Grondwaterstijgingen tot 5.5 bij M5.8

Site A – Earthquake Water Level Changes



PGA max epicentrum 0,26 g

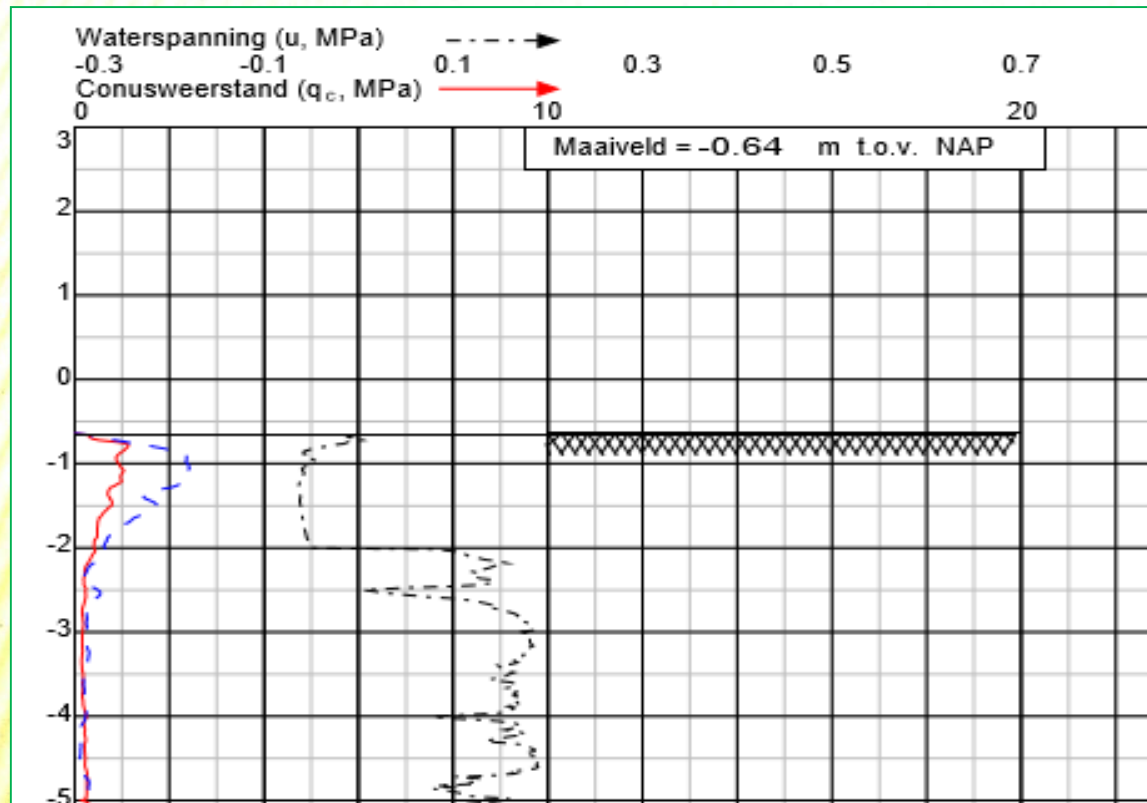
Diepte 6 km: onderzochte gebied
op >50 tot 80 km van epicentrum
met lage PGA

Ander voorbeeld

Coseismic water level rises in the 30-m deep Bourdieu Valley (BV) well near Parkfield, California, have occurred in response to three local and five distant earthquakes

Parkfield Nov. 14, 1993, Magnitude 4.8; afstand epicentrum 20.9 km; diepte aardbeving 11.5 km; geobserveerde waterstijging **in put 36 cm**

Extreme waterspanning na aardbeving 2018



Conus weerstand CPT: 1.84 – NAP tot 4.34 –NAP
 max 125kPa = 125kN/m²

Waterspanning gemiddeld > 125 kPa = 125 kN/m²

Waterspanning op -2.36m = 180kPa = 180 kN/m²

CPT op -2.36 plusminus 90kPa = 0,5 * 180kPa

Grondbelasting op 1.5 meter – maaiveld
 1.5 * volumiek gewicht = 30 kN/m²

Waterspanning 160 kPa

Korrelspanning = 30-160 = -130 kPa of -130kN/m²

Negatieve korrelspanning = 0 schuifsterkte

2 dagen na aardbeving van 2018



Opmerkelijk al in 2000: professor Verruyt

De veronderstelling dat geen schade aan gebouwen kan optreden bij gelijkmatige bodemdaling is niet juist. Blijft bij een dalende bodem de grondwaterstand op hetzelfde niveau, dan kan dit bij gebouwen die 'op staal' zijn gefundeerd leiden tot ongelijkmatige zakking, die schade veroorzaakt. Professor Verruyt van de Technische Universiteit Delft heeft dit uitgedacht.

Verruyt heeft afgeleid dat bij gelijkmatige zetting van de bodem schade aan het gebouw kan ontstaan als de grondwaterstand niet mee daalt. Verruyt vindt dat zelf ook verrassend. Hij heeft zelf in een commissie gezeten voor de gevolgen van bodemdaling door gaswinning. In dat kader heeft hij ook wel met stelligheid beweerd dat bij gelijkmatige zetting schade aan op staal gefundeerde bouwwerken is uitgesloten. Maar toen heeft hij – naar eigen zeggen – beter nagedacht. Het resultaat daarvan is, dat hij zijn eigen ongelijk heeft aangetoond.

Bron Cobouw 2000:

<https://www.cobouw.nl/bouwbreed/nieuws/2000/02/gelijkmatig-e-bodemdaling-kan-schade-veroorzaken-10171795>



Grondwaterstijging na aardbevingen: clay softening

Cyclic softening and strength loss of saturated clays during earthquakes is often an important consideration in engineering problems such as slope stability, dam/levee safety, and **foundation bearing capacity**. This study proposes a simplified procedure for evaluating cyclic softening (amount of strength loss) that may be expected in saturated clays during earthquakes and illustrates how to implement it in engineering analysis. The procedure has two main steps: (1) estimation of an equivalent cyclic shear strain amplitude and associated number of cycles induced in the soil mass by an earthquake; and (2) estimation of softening and strength loss in the soil mass.

In most cases, the soil-foundation composed of saturated silt, fine sand or sandy silt have become the focus of earthquake engineering since the liquefaction potential energy are easily accumulated during earthquake action [1]-[4]. However, It is rather scarce to study the characteristic of **excess pore water** pressure in such soil-foundations with **cohesive or clayey silts under earthquake action due to its clay content** is thought of relatively high [5]. Although such soil-foundations of higher clay content are not easily susceptible to liquidify, **a rise of excess pore water pressure triggered by earthquakes and a drop of effective stress may lead to the soil softening**. Also, soil-foundation softening may cause damage to the building



Grondwaterhuishouding en holocene slappe grond

Hypothese: Er zijn steeds meer aanwijzingen dat de hoge grondwaterspiegel samen met slappe lagen, waarin hoge waterspanning optreedt erg aardbevings-gevoelig zijn voor gedeeltelijke verweking (in geval blauw loopzand) en clay softening waardoor (differentiële) zettingen kunnen ontstaan met structurele schade die op grond van de afstand tot het epicentrum niet waarschijnlijk werd geacht.

11 mei 2018 : Dagblad van het Noorden: Het blijft tobben met de Helperzoomtunnel. Loopt eerst de bouwput vol water, nu kan de tunnelbak niet naar de goede plaats geschoven worden omdat de grond is verzakt. Een ernstige tegenslag voor ingenieurs van Rijkswaterstaat en alle dure adviesbureaus. **De grond gedroeg zich niet zoals door die deskundigen was voorspeld**, aldus het projectbureau. Wat een eigenzinnige grond.

RTVnoord: 11 mei 2018 De aanleg van de Helperzoomtunnel zou afgelopen woensdagavond van start gaan. **Maar bij de laatste proef bleek dat de grond anders reageerde dan was verwacht op basis van onderzoeken en berekeningen. De grond zakte bij het inschuiven van de tunnel verder weg dan verwacht.** Daardoor was het onverantwoord om de tunnel te plaatsen.



Scheuren in het Groningse land



Na aardbevingen van 2018

Scheuren in het land – evenwijdig aan sloot op enkele meters; breedte tot 2 cm, diepte tot 13 cm, lengte grootste scheur 12 meter – bij huis scheur 5 meter – enkele scheuren van 1 meter



De knipklei: drukopbouw en ontlasting

Bij de eerste aardbeving in 1991 van M2.4 was er structurele schade aan een huis aan het Boterdiep op staal in de knipklei:

Na onderzoek van Holland Innovation Team in 2004

Bij wisselende grondwaterstanden in deze zwelkleilagen staat de ondiepe ondergrond dus voortdurend onder spanning”, legt Van der Gaag uit. “Als in zo’n zwelkleigebied genoeg spanning is opgebouwd, dan kan een lichte aardbeving al de druppel zijn die de emmer doet overlopen. Dat kan tot onevenredig grote schade leiden.”

Bron Natuur en Techniek 2004

Een laboratorium test van deze klei uit de tuin in Middelstum in 2005 toont:

“Borehole MDS shows consequently more swelling pressure than is needed to overcome the overburden. It is therefore recommended to perform additional tests for the samples that overcome their overburden pressure.”



Single shock earthquakes

Performance Improvement of Long Period Building Structures Subjected ...

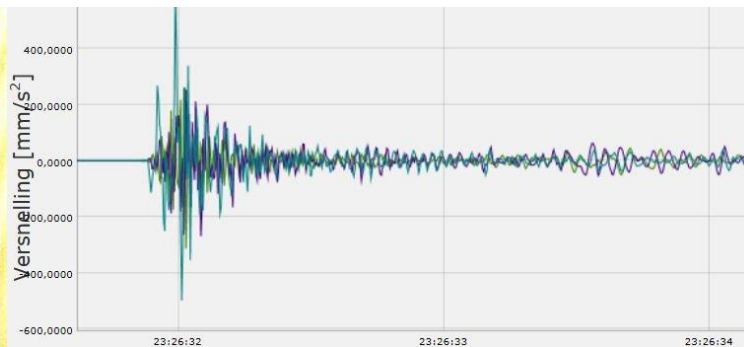
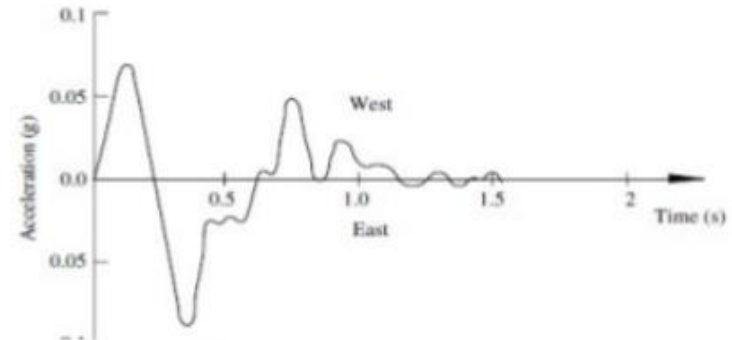
<https://books.google.nl/books?id=0yglAQAAIAAJ> - Vertaal deze pagina

James C. Anderson, Vitelmo Victorio Bertero, Raul D. Bertero - 1999 -

Fragmentweergave

Historical and Critical Review The record obtained during the Port Hueneme earthquake of March 18, 1957, was shown to be essentially a **single pulse of energy** (Housner and Hudson, 1958). In spite of the small Richter magnitude (M) of 4.7 and low peak ground acceleration of 0.08g, the **earthquake** caused exceptional damage. Destructive single-shock EQGMs associated with moderate M (5.4 to 6.2) and shallow foci (<30 km) occurred in Agadir in 1960 (Despeyroux, 1960), Libya in ...

https://www.researchgate.net/publication/292192918_The_Port_Hueneme_earthquake_of_March_18_1957



Froombosch februari 2015 M2.4 – PGA 0,06g



Dilemma, niet op te lossen zonder meten

Al 25 jaar zeggen Groningers dat er ongelijkmatige zettingen optreden door aardgaswinning

Al 25 jaar zeggen TCBB, commissie bodemdaling, kennisinstellingen en ingenieursbureaus dat dit niet kan

Gezien alle data die de praktijk laat zien is het aannemelijk dat zetting op zijn minst wordt versneld door en na aardbevingen

Een meetopstelling met tiltmeters meet of zetting door (en na) een aardbeving wordt versneld of ongelijkmatig wordt.

Meten met een slimme opstelling van tiltmeters had reeds lang uitsluitsel kunnen geven –

Waarom gebeurde dit niet!



Schade mogelijk in buitengebieden

13 februari 2015

De aardbeving bij het Groningse Kropswolde van donderdagmiddag heeft volgens SculpturePark in het Drentse Zuidlaren schade aangericht aan zandsculpturen.

"De schade aan diverse grote zandsculpturen is behoorlijk te noemen", meldde het park. Meerdere objecten moeten gerepareerd of vervangen worden.

Na de beving met een kracht had van 1,9 op de schaal van Richter heeft een risico expert van de NAM de sculpturen bekeken. De expert oordeelde dat er geen risico's aanwezig zijn voor bezoekers. De expositie blijft open.

Op het moment van de beving was het park net gesloten. Zuidlaren en Kropswolde liggen een kilometer of zeven van elkaar.

7km van epicentrum van aardbeving van slechts M1.9!

Holland Innovation Team heeft reeds lang kunnen bewijzen dat schade veroorzaakt kan worden in de buitengebieden – Daar waar processen druk opbouwen , kan die door een aardbeving worden ontladen, ook verder van epicentrum.

Ook bij aardbevingen van lager dan M1.9 is reeds schade opgetreden



Waarom een NPR zonder Geologie: hypothesen uit ervaring

Huizen en boerderijen direct aan sloten, grachten en watergangen zijn aardbevingsgevoelige dan huizen zonder water dichtbij

Huizen op staal (ondiepe fundering) in knipklei gebieden zijn aardbevingsgevoeliger dan huizen op andere kleien en zand

Huizen gefundeerd op blauw fijn loopzand zijn aardbeving gevoeliger dan huizen op vaste klei

Boerderijen met asymmetrische bouw zijn aardbevingsgevoeliger dan rijtjes huizen

Huizen op 20 meter slappe klei en veen zijn aardbevingsgevoeliger dan huizen op Pleistoceen zand, ook op palen

De ene wierde is aardbevingsgevoeliger dan de andere

Gebieden onder NAP met hoge grondwaterspiegel en hoge waterspanningen zijn aardbevingsgevoeliger dan hogere gebieden met lagere grondwaterstand



Ook belangrijk maar nog onbestudeerd

Gedeeltelijke verweking met lateral spreading

Clay softening samen met amplificatie

Gedrag van verschillende generaties werden

PGA verticaal en PGA horizontaal binnen 2 seconden

Asymmetrische bouw van boerderij met schuur

Toenemende zoute kwel i.s.m clay softening

Diepte van de bevingen

Lateral spreading, ook bij gedempte sloten



Tot slot

Op de workshop worden tientallen praktijk gevallen behandeld met de parameters die in de vorige sheets zijn genoemd en die Oorzaak van onverwachte schade zijn – in bepaalde gevallen ver van het epicentrum

Hopelijk tot maandag 28 mei

Opgeven tot vrijdagmiddag 25 mei



De wetenschap van de aarde is jong en vol vragen

Overheidsbeleid is nochtans geen aardwetenschap