

# Omgevingstafel Norg

## Verlag Kennissessie Monitoring

Donderdag 30 maart 2023, 19.30 uur – 22.00 uur

Dorpshuis 't RAShuys te Roderesch

### Opening door Leendert Klaassen – onafhankelijk procesbegeleider

Alle aanwezigen worden welkom geheten door Leendert Klaassen. Het programma van de avond wordt kort toegelicht. Helaas zijn niet alle genodigden vanavond aanwezig. Omdat de groepssamenstelling anders is dan de vorige sessie doen we een snelle voorstelronde.

### Verlag kennissessie Ondergrond-bodemgesteldheid

Dit verslag bevat een compacte samenvatting van de presentaties. En beantwoording van vragen die zijn gesteld vanuit de tafeldeelnemers.

### Kennissessie Monitoring

Vanavond zijn hebben we drie experts die een presentatie zullen verzorgen en vragen zullen beantwoorden.

- o Ramon Hanssen namens TU Delft - professor in Geodesie en satellietobservatie Landmeetkunde
- o Pauline Kruiver namens KNMI - portefeuillehouder seismologie en akoestiek
- o Ihsan Engin Bal namens Hanzehogeschool - lector Aardbevingsbestendig Bouwen

### Ramon Hanssen namens TU Delft

#### Professor in Geodesie en satellietobservatie Landmeetkunde

Ramon geeft een presentatie over de monitoring van langzame bodembeweging, ook wel bekend als bodemdaling en bodemstijging. Hij geeft aan dat Pauline Kruiver van KNMI, later in zal gaan op snelle bodembeweging (seismiciteit).

Ter inleiding geeft Ramon aan dat er in Roderesch (waar we vanavond de bijeenkomst houden) twee keer per dag bodembeweging is. Dit is de natuurlijke aardgetijden beweging ter hoogte van het scherm van een iPad. Daarnaast is er twee keer per jaar bodembeweging ter dikte van een iPhone als gevolg van de gasopslag.

Bodembeweging is vaak moeilijk te interpreteren doordat:

- o Bodembeweging slecht gedefinieerd is, ook een kuil in een stoep is bodembeweging.
- o Er zijn heel veel oorzaken van langzame bodembeweging.
- o Satellieten meten heel veel data waardoor er ook veel ruis is.

De TU maakt gebruik van publieke data die een iedere kan opvragen en inzien.

Waaronder de [www.bodemdalingskaart.nl](http://www.bodemdalingskaart.nl) en laat hiervan enkele voorbeelden zien van ondiepe en diepe bodemweging en hoe dit gemonitord wordt.

Diepe bodemdaling komt eigenlijk alleen voor op plekken waar grondstofwinning uit de ondergrond plaatsvindt. Ondiepe bodembeweging komt veel vaker voor. Wel is er een correlatie tussen het type ondergrond en ondiepe bodemdaling. Door de zandgrond in de omgeving Groningen/Assen, komt ondiepe bodemdaling hier weinig voor.

Drie typen monitoringstechnieken voor deze langzame bodembeweging:

- **Waterpassing** (enkele punten, verticaal, jaarlijks)  
dit meet alleen verticale beweging, wordt jaarlijks gemeten, op enkele punten. Dit is een belangrijke manier van meten, omdat dit al lang gebeurt en er dus data van voor de gaswinning beschikbaar is.
- **GPS** (antenne, verticaal en horizontaal, 1 punt, elke minuut)  
dit meet verticaal en horizontaal en kan heel vaak meten. Het nadeel is dat dit alleen van een individueel punt meet.
- **Satelliet radar** (verticaal en horizontaal, 10.000en punten, wekelijks)  
Meet verticaal en horizontaal, in 10.000en punten in een dorp, een paar keer per week. Het nadeel is wel dat je van te voren niet kan vastleggen waar gemeten wordt. Dit werkt met een radar die pulsjes uitstuurt, die weerkaatsen op het aardoppervlak, en de satelliet maakt daarvan plaatjes. Door het bijhouden van de verschillen in golflengte, kan tot minder dan een millimeter nauwkeurig meten.

### Monitoring in omgeving Norg

De TU maakt gebruik van publieke data die een iedere kan opvragen en inzien.

Waaronder de [www.bodemdalingskaart.nl](http://www.bodemdalingskaart.nl) en <http://nam-feitenencijfers.data-app.nl/> en spreker laat hiervan enkele voorbeelden zien van ondiepe en diepe bodembeweging en hoe dit gemonitord wordt.

Ramon gaat ook in op de situatie in de omgeving Norg aan de hand van een meetpunt in Roderesch: In periode 1960-2018 is de bodem hier ongeveer 6 centimeter gezakt, dat is een millimeter per jaar. In de periode 1995-2018 is bij de NAM locatie in Norg wel veel variabiliteit gemeten, maar er is nog te weinig tijd overheen gegaan om een significante bodemdaling te meten.

In Roderesch is een seizoensbeweging van ongeveer 1 cm, in de kern van het Norgveld is dit ongeveer 1,5 cm.

Conclusie: de bodemdaling is niet heel groot, maar de fluctuatie wel. Opvallend in de data is de breuklijn in de aarde ten zuidwesten van de gasopslag. Hierdoor is de seizoensbeweging minder gestaag dan aan de noordoost kant van de gasopslag.

### Geïntegreerde geodetische referentie stations (IGRS)

Ramon vertelt over een geïntegreerde geodetische referentie station (IGRS). Dit is een meetstation waarin 7 verschillende metingen gecombineerd worden (o.a. GPS, satelliet, radar, waterpas). In de omgeving Norg worden al metingen hiermee gedaan.

Dit monitoringssysteem geeft een veelzijdig, goed en betrouwbaar beeld van de bodembeweging. De omgeving van Grijpskerk heeft bijvoorbeeld nog niet zo'n monitoringssysteem.

Tot slot geeft hij aan dat het verhaal van de dikte van 1 A4-tje, waarbij op een 13 meter lange balk de tilt ongeveer de dikte van 1 A4-tje is, wel klopt en dat trillingen mogelijk een groter probleem zijn.

### Vragen van de tafeldeelnemers en reacties hierop

#### Vraag: Hoe neem je het verschil tussen diepe en ondiepe bodemdaling waar?

Met satellietdata. Dit geeft miljarden meetpunten over heel Nederland, enerzijds van meetpunten op goed geheide daken en van meetpunten vlak daarnaast op de grond. Door het optellen en aftrekken van die gegevens en een statistische analyse van de verschillen kan worden gezien waar sprake is van diepe bodemdaling.

**Vraag: Is horizontale beweging altijd gevolg van menselijke activiteit?**

Ja, zowel primair als secundair. Primair komt door directe ingreep/winning. Secundair komt door bijvoorbeeld wijziging van de grondwaterstand.

**Vraag: wie zorgt voor het onderhoud en de coördinatie van het meetnetwerk?**

Rijkswaterstaat onderhoudt de NAP bouten die gebruikt worden voor waterpassing. Daarnaast heeft de NAM de plicht om te monitoren en die resultaten te melden aan het SODM. Het is de verantwoordelijkheid van het SODM om te zorgen dat er bij mijnbouw een dekkend monitoringssysteem wordt onderhouden door de operator (in situatie opslag Norg dus de NAM).

Publieke toegang tot monitoringsdata met link:

- o [Normaal Amsterdams Peil \(NAP\) | Rijkswaterstaat](#)
- o [Interactieve kaart | Feiten en cijfers | NAM | NAM](#)
- o [Bodemdalingskaart](#)

Ramon geeft ook aan dat in Nederland heel goed gemeten wordt vergeleken met veel andere landen en dat de data openbaar is dus iedereen kan zien wat er gebeurt.

**Vraag: Kan je wel een lijn tekenen tussen de verschillende meetpunten als er ook sprake is van gradiënten; dat lijkt niet legitiem?**

Het klopt dat dit geen perfecte informatie is, maar als punten dicht bij elkaar liggen, is het aannemelijk dat de ontwikkeling tussen de punten in hetzelfde is. De meetpunten liggen vooral bij huizen en infrastructuur dus daar is het beeld betrouwbaar, dat is ook te verwachten met de geleidelijkheid van de kleuren die daling aangeven. Wel is het zo dat er op lege plekken minder monitoring is en er daardoor meer onzekerheid is.

**Vraag: Op ons verzoek is er ook gekeken naar de modelmatige benadering (peer review) van het IMG, heeft u daar kennis van genomen?****Dat onderzoek geeft aan dat het model zoveel onzekerheid kent dat geen harde uitspraak kan worden gedaan over de causaliteit?**

Ramon geeft aan dat hij daar geen kennis van genomen. Wel is het in het algemeen zo dat modellen gebruikt worden. Als er meer data beschikbaar zijn is het soms noodzakelijk dat modellen aangepast worden. Dit omdat de oorspronkelijke, oudere aannames niet (meer) blijken te kloppen. Voor bodemdaling is geen model nodig vanwege de grote hoeveelheid beschikbare data. Met uitzondering van het interpoleren en prognose bodemdaling. Satellieten zijn altijd onafhankelijk. Modellen heb je nodig als er (nog) geen metingen zijn. Als er geen data bekend is worden modellen toegepast.

**Pauline Kruiver namens KNMI – Portefeuillehouder seismologie en akoestiek**

Het KNMI adviseert en waarschuwt de samenleving om risico's met een atmosferische of seismologische oorsprong terug te dringen. Daarvoor ontwikkelt het KNMI hoogwaardige kennis, verricht waarnemingen en zet die om in producten en diensten die de veiligheidsrisico's verminderen, bijdragen aan een duurzame samenleving en economische mogelijkheden bevorderen. Vandaag ligt de nadruk om seismologische activiteiten. Hoe kunnen we die meten.

Voor seismiciteit gebruikt het KNMI drie verschillende sensoren:

1. Versnellingsmeters/accelerometers (versnelling op maaiveld)  
Deze meters worden vaak geplaatst op gebieden waar al aardbeving is geweest. Ze staan aan het aardoppervlakte waardoor dit ook veel ruis van menselijke beweging opvangt.
2. Geofoons in boorgaten op diepte (tot 200 meter),

Vaak wordt hierboven nog een accelerometeor geplaatst. Hierdoor meten ze op diepte en allerlei magnitudes.

3. Breedband sensoren (meer geschikt voor natuurlijke bevingen)  
Daarom vooral in het zuiden van het land gebruikt waar natuurlijke aardbevingen zijn, die hebben tragere trillingen en dat vereist een breedbandsensor.

In de omgeving van Norg zijn vooral geofoons en accelerometers. Dit netwerk is in deze regio in 2016 uitgebreid, ook in 2021 is er nog een monitor bijgekomen.

Er zijn in dit gebied twee aardbevingen gemeten, in 1993 en 1999.

De eerste beving was toen in Norg nog gas gewonnen werd, de tweede beving in het eerste jaar dat de gasopslag Norg volgepompt werd.

Via KNMI kun je een overzicht bekijken van beweging in de buurt. Iedere dag te zien op KNMI. Link: [KNMI - Live seismogrammen](#)

Daarop is te zien dat het 's nachts veel rustiger is dan overdag, dit komt door menselijke activiteit.

De monitoring vindt 24/7 plaats met realtime data. Als er op 6 stations tegelijk een trilling gemeten wordt, moet dit geanalyseerd worden. Wanneer de magnitude boven de 2 lijkt te zijn, wordt een expert ook 's nachts uit bed gebeld, anders wordt dit de volgende ochtend geanalyseerd. Naar alle bevingen wordt gekeken: kracht, locatie en effectgebied. Door de verschillende pieken te combineren worden daaruit conclusies getrokken..

## Vragen van de tafeldeelnemers en reacties hierop

### **Vraag: Hoe vaak krijg je melding dat je opeens je bed uit gebeld werd?**

Pauline geeft zelf aan geluk te hebben gehad en nog niet uit bed gebeld te zijn. Wel waren er vorig jaar ongeveer 60 bevingen in Groningen en omstreken, dus ongeveer 1 per week.

### **Vraag: Op welke schaal is de magnitude?**

De magnitude geeft aan hoeveel energie er is vrijgekomen. We gebruiken de lokale magnitude in Noord-Nederland; dit is gerelateerd aan moment-magnitude en onder een magnitude van 7 gelijk aan de schaal van Richter.

### **Vraag: Is er een handvat dat een bepaalde magnitude overeenkomt met trilling per seconde?**

Nee, de magnitude wordt gemeten op 1 plek in de kern van de beving terwijl de beweging/trilling gebaseerd is op waar je bent ten opzichte van de beving. Hoe langer zo'n trilling door de ondergrond beweegt, hoe meer de trilling uitdooft.

### **Vraag: is een beving altijd op 3 kilometer diepte?**

In dit gebied wel, want het gasveld ligt op ongeveer 3 kilometer diepte.

### **Vraag: Hoe is de detectiegrens hier? Bij Grijpskerk was er een plaatje van de nauwkeurigheid van het meetnetwerk, is dat er nu weer?**

Op de website staat een kaart die compleetheidsmagnitude aangeeft van kleinst mogelijke magnitude die in een gebied gemeten kan worden. Onlangs is er een nieuwe studie door het SODM gedaan voor nauwkeurigheid van het meetnetwerk. Die nieuwe kaart is er nog niet.

## Ihsan Engin Bal namens Hanzehogeschool - lector Aardbevingsbestendig Bouwen. Effecten van beving op gebouwen

Ihsan Engin Bal is een bouwkundig ingenieur met een specialiteit in hoe aardbevingen de gebouwde omgeving beïnvloeden. Zijn presentatie gaat in op het monitoren van schade aan gebouwen door aardbevingen.

Hij onderscheidt drie typen monitoring voor aardbevingen:

- **Weak ground motion monitoring:** dit heeft tot doel om de magnitude en locatie van aardbevingen te meten en wordt gedaan door het KNMI.
- **Strong ground motion monitoring:** dit meet hoe de bodem beweegt. Dit meet de acceleratie. Dit heeft wereldwijd de voorkeur boven het meten van verplaatsing omdat wanneer je verplaatsing meet je bij een aardbeving geen goed referentiepunt hebt aangezien de hele omgeving beweegt. Acceleratie heeft de voorkeur omdat dit kracht op een gebouw meet en de verwachte kracht ook gebruikt wordt bij de bouw van een gebouw.
- **Structural health monitoring:** type monitoring dat zich richt op de impact op een specifiek gebouw. Het KNMI focust specifiek op hoe de bodem bewogen heeft en niet wat dat met gebouwen doet. Dit type monitoring richt zich op de reactie van een gebouw op een 'event' dit kan een aardbeving, veel droogte, veel regen of iets anders zijn. Scheuren in het gebouw vertellen iets over wat er is gebeurd in het gebouw door de plek waarop ze zitten, de grootte van de scheur, de frequentie waarmee ze gebeuren en hoe scheef ze zijn. Dit wordt nog meer het geval wanneer je de scheuren door de tijd heen kunt observeren.

Een scheur geeft de 'geschiedenis' weer van een object. Experts kunnen hiervan de reden bepalen. Maar hebben hier ook data voor nodig en gebruiken bijvoorbeeld de inzet van acceleration meters. Maar ook andere data zoals foto's kunnen hierbij helpen.

Ihsan illustreert 'structural health monitoring' aan de hand van een onderzoek dat hij gedaan heeft bij de Fraeylemaborg. In dit onderzoek is beschreven wat ze gedaan hebben aan meting bij dit iconisch gebouw. Aan en in het gebouw waren veel scheuren. Er is een monitoringsnetwerk met 5 meetinstrumenten geïnstalleerd: 1 in de kelder, 3 op de muren en 1 bovenop de toren van het gebouw.

Om goed te kunnen meten zijn een aantal dingen belangrijk:

- Je hebt een referentiepunt nodig dat niet meebeweegt met het gebouw, maar wel dichtbij genoeg is. In dit geval werd daarvoor het punt in de kelder gebruikt. Dit is wel praktisch voor de veiligheid van het meetinstrument, maar heeft toch een bepaalde interactie met het gebouw.
- Daarnaast moet de reactie van het gebouw gemeten worden door het vergelijken van input en output. Accelerometers in/op het gebouw zijn ook heel gevoelig voor menselijke activiteit.

Het onderzoek rondom de Fraeylemaborg: [hanze-18\\_0452-ihsan-bal-earthquake-resistant-structures\\_lr.pdf](#)

Rondom het moment dat de schade ontstond was er zowel een aardbeving alsook heftige regen na een lange, droge periode. Hierdoor kon niet met zekerheid vastgesteld worden wat de oorzaak van de schade was.

Belangrijkste punt van Ihsan is dat het lastig is om schade direct te relateren aan bodembeweging. Hij pleit er daarom voor om veel meer te richten op opnames van schades aan gebouwen (foto's) voor en na een beving.

Zijn suggestie is om een landmark gebouw uit te kiezen en dat te monitoren en te relateren aan seismiciteit.

### Vragen van de tafeldeelnemers en reacties hierop

#### **Vraag: regen na een droge periode komt veel vaker voor dan een aardbeving, zeker sinds 1300, is het niet aannemelijker dat het door een aardbeving komt?**

Het is duidelijk dat er bodemzetting was, maar het is onduidelijk waarom dat het geval was. Daarnaast werden niet alle kleine scheuren altijd zo bijgehouden als nu het geval is, dus het kan ook zijn dat er eerder wel schade ontstond. Dat neemt niet weg dat aan veel oude gebouwen de schade nu heftiger is dan eerst.

Conclusie van Ihsan: het is heel moeilijk om een oorzaak-gevolg relatie vast te stellen bij kleine scheuren in een gebouw, maar de schade is er wel.

#### **Vraag: hoe kan je schade monitoren?**

Op een kleine schaal kan je de events monitoren en daarnaast de effecten op gebouwen bijhouden door een nulmeting, reguliere metingen en/of metingen na events. Het gebied rondom het Groningenveld is hiervoor te groot, maar mogelijk kan dit wel bij Norg.

Daarnaast zijn er nieuwe technologieën waarmee je door middel van foto's makkelijk de ontwikkeling aan gebouwen kunt bijhouden. Door middel van gps in foto kan de plaats nauwkeurig bepaald worden. Maar metingen op/in de foto zijn mogelijk. Zo kan in de toekomst een algoritme de check doen.

Dit wordt al gedaan bij gebouwen waar een metrolijn onderdoor gaat, mogelijk kan dit ook wel bij de gasopslag, maar het is onzeker of dat niet een te grote schaal is. Deze informatie kan centraal bewaard worden.

Tot slot geven meerdere deelnemers aan dat er meer geredeneerd zou moeten worden vanuit de bestaande schade en wat bewoners ervaren in plaats van redematies vanuit de theorie. Zo kan mogelijk toch ontdekt worden wat de schade wel veroorzaakt.

### **Volgende bijeenkomst**

Leendert heeft aangegeven in de werkgroep bezig is met een verdere planning. In een volgende sessie willen we met elkaar kijken waar onze verdere onderzoek behoefte ligt ten aanzien van bodembeweging en monitoring.

### **Rondvraag**

Wordt geen gebruik van gemaakt.

### **Sluiting**

Leendert Klaassen bedankt de experts Ramon Hanssen namens TU Delft, Pauline Kruiver namens KNMI en Ihsan Engin Bal namens Hanzehogeschool van harte.

Na een informatieve avond sluit om 22.00 uur de avond af en wenst iedereen een wel thuis.