

Project : Kennisplatform Bouwen en Versterken
Nationaal Coördinator Groningen (NCG)

Betreft : **VERSLAG KENNISTAFEL 28-06-2018**
“Schade en Monitoring”

Datum : 29 augustus 2018

Opgesteld door : Chris Geurts
Jelle Pama

Inhoud

Inleiding	3
Programma van de kennistafel	5
Deelsessie 1A: Oorzaken Schade.....	7
Deelsessie 1B: Seismische Monitoring	12
Deelsessie 2A: Monitoring Gebouwtrillingen en Schade	15
Deelsessie 2B: Effecten Ondiepe Ondergrond	19
Terugkoppeling en Prioritering	23
Conclusies.....	28
BIJLAGE: Presentaties	30

Inleiding

Op 28 juni 2018 is door BuildinG de derde kennistafel van het Kennisplatform Bouwen en Versterken georganiseerd met als thema 'Schade en Monitoring'. Een kennistafel is een bijeenkomst te Groningen, waarbij kennisvragers en kennisaanbieders bij elkaar komen. Bij een kennistafel wordt kennis met elkaar gedeeld, bediscussieerd en gerelateerd aan (nieuwe) vragen die leven in het aardbevingsgebied en in de wetenschap. De kennistafels zijn gericht op geïnformeerde deelnemers vanuit burgerorganisaties, belangenorganisaties, overheden en bedrijven. Het aanbod van de kennis wordt verzorgd door kennisinstellingen met kennis en ervaring van het aardbevingsgebied en door bedrijven met kennis van en ervaring met de toepassing van deze kennis.



De doelen voor de kennistafels zijn:

- Het faciliteren van kennisuitwisseling tussen kennisvragers en kennisaanbieders.
- Het overdragen van kennis aan verschillende doelgroepen.
- Het ophalen van kennisvragen van relevante partijen uit de regio.
- Het pro-actief verzamelen en vertalen van kennisvragen vanuit bewoners, maatschappelijke organisaties en bedrijven naar een voor de regio herkenbare kennisagenda.



De kennistafel op 28 juni 2018 is georganiseerd rondom het thema 'Schade en Monitoring'. Dit thema is gesplitst in vier deelonderwerpen, die ieder in een afzonderlijke (parallele) sessie zijn bediscussieerd.

Over versterken, schadeherstel en schadepreventie.

De gevolgen van de bevingen ten gevolge van de gaswinning zijn zichtbaar in de vorm van schade aan gebouwen, meestal in de vorm van scheuren in metselwerk en stucwerk. Deze schade moet hersteld worden. Schadeherstel is dus gericht op de gevolgen van aardbevingen die in het (nabije) verleden zijn opgetreden. Schadeherstel is doorgaans gericht op het terugbrengen in de oorspronkelijke staat en niet op het verhogen van de kwaliteit.

De mogelijke gevolgen van toekomstige aardbevingen worden op basis van modellen voorspeld. Op basis van deze modellen wordt ingeschat wat de kans is dat een constructie in kan storten bij een (zware) aardbeving. Als deze kans hoger is dan de norm, die door de commissie Meijdam is vastgesteld, dan moet het betreffende gebouw versterkt worden. Versterken is dus gericht op veiligheid, en heeft betrekking op aardbevingen die tot op heden (medio 2018) niet zijn opgetreden. Versterken betekent niet, dat schade voorkomen moet worden.

Het voorkomen van schade (schadepreventie) is in de praktijk niet of met zeer ingrijpende maatregelen te realiseren. Lichte, makkelijk repareerbare, scheurvorming zonder risico's met betrekking tot de veiligheid zullen naar verwachting blijven bestaan. In een eerdere kennistafel (met als onderwerp NPR 9998) was één van de sessies gewijd aan schadepreventie.

Programma van de kennistafel

Het programma van de kennistafel is hieronder gegeven.

Programma Kennistafel Bouwen en Versterken – 28 juni 2018	
<i>Locatie:</i>	<u>EnTranCe</u> Zemikelaan 17, 9747 AA Groningen
12.45 uur	Inloop
13.00 uur	Opening en welkom - Welkom; door <i>Rolf Koops (BuildinG)</i> - Stand van zaken onderzoek; door <i>Jelle Pama (BuildinG)</i> - Programma kennistafel; door <i>Jelle Pama (BuildinG)</i>
13.20 uur	1e ronde deelsessies 1A – Oorzaken schade 1B – Meten seismische activiteiten
14.50 uur	Korte pauze
15.10 uur	2e ronde deelsessies 2A – Monitoring gebouwtrillingen en schade 2B – Effecten van de ondiepe ondergrond
16.40 uur	Korte pauze
17.00 uur	Plenaire terugkoppeling deelsessies
17.30 uur	Afsluitende borrel

Tijdens de plenaire openingsessie zijn algemene inleidingen gehouden door Rolf Koops en Jelle Pama (BuildinG). Deze zijn in de bijlage opgenomen.

Per ronde zijn twee parallelle sessies georganiseerd. De deelnemers is gevraagd bij aanmelding aan te geven aan welke deelsessie ze wilden deelnemen.



Per parallelle sessie was het programma als volgt:

- | | |
|--|----------|
| 1 - Kort welkom door de sessievoorzitter , die kort doel en procedure toelicht | (5 min) |
| 2 - Inleiding door de inleider | (10 min) |
| 3 - Vervolgens wordt de discussie opgestart door de sessievoorzitter . | (20 min) |
| 4 - Nadat ieder zijn/haar inbreng heeft gegeven worden de vragen geclusterd en wordt onder leiding van de sessievoorzitter de diepte in gegaan. | (35 min) |
| 5 - Het laatste deel van de sessie wordt gebruikt om tot een eerste prioriteitsstelling te komen binnen het behandelde onderwerp. | (20 min) |

Na de sessie vat de **sessievoorzitter** de uitkomsten samen op 1 sheet en worden de top 5 prioriteiten genoteerd op flip overs.

In dit verslag zijn achtereenvolgens de verslagen van de deelsessies 1A, 1B, 2A en 2B opgenomen, waarna het verslag van de plenaire terugkoppeling is gegeven. Op basis van deze terugkoppeling zijn de onderwerpen met prioriteit benoemd en verder uitgewerkt met betrekking tot de kennisvragen.

In de bijlage zijn de gehouden presentaties tijdens de verschillende deelsessies opgenomen.

Deelsessie 1A: Oorzaken Schade

Inleider: Jan Rots (TU Delft)

Sessievoorzitter: Jelle Pama (BuildinG)

Inleiding op het onderwerp

Op 8 Januari dit jaar was de zware aardbeving in Zeerijp. Als gevolg hiervan zijn er ruim 5600 schademeldingen gedaan (stand februari 2018). Een goede analyse van de schade is belangrijk voor een goed schadeherstel, het versterkingsprogramma en uiteraard ook voor het vertrouwen van de bewoners. Het optreden van schade geeft voor bewoners immers veel ellende en behelst ook vaak een lang proces. Daarbij komt dat schade vaak een terugkerend fenomeen is.

Er is ook vaak spraakverwarring over schadeherstel en het versterken. Dit zijn duidelijk twee verschillende ingrepen. In de inleiding van dit verslag is nader ingegaan op het verschil.

Van belang bij schade is om goed te kijken naar de oorzaak. Vaak is er ook niet één oorzaak, maar is het een combinatie van oorzaken. Bij schade moet er onderscheid gemaakt worden tussen schade in materiele en in immaterieel zin. Deze bijdrage is gericht op materiele schade.

Metselwerk is een materiaal zonder wapening, dat goed druk kan opnemen, maar geen trek. Krommingen zijn ook een belangrijk oorzaak voor het ontstaan van schade. Je hebt nieuwe scheuren en bestaande scheuren. Vragen die hierbij spelen zijn:

- Zijn de bestaande scheuren 'levend', ofwel veranderen deze in de tijd? Een 'levende' scheur is een actieve scheur en de afmetingen hiervan kunnen veranderen als gevolg van wisselingen in temperatuur of neerslag. Ook kan er nog een (rest) spanning in de constructie aanwezig zijn, welke verdere scheurvorming kan veroorzaken.
- De grenstoestand Near Collapse is in de literatuur en bij de deskundigen bekend (dit heeft direct te maken met veiligheid en versterken), maar kennis over de kleine scheuren vaak niet. Deze zijn niet goed gedefinieerd.
- En wat is de oorzaak van scheuren? Vaak zijn er meerdere oorzaken. Je kunt het vergelijken met een patiënt die bij de dokter komt. Wat is erfelijk en wat zijn andere oorzaken? Dat maakt het zoeken naar 'de oorzaak' bij scheuren vaak ook lastig.
- Wat is het effect van cumulatie (als er meerdere invloeden zijn die schade kunnen veroorzaken): Zettingen, trillingen, belemmerde vervormingen?
- Wat is het effect van veel kleine bevingen?
- En wat is het effect van degradatie: schade als gevolg van afname in materiaaleigenschappen van het metselwerk? En op welk moment moet je schadeherstel uitvoeren? Het is niet alleen cosmetisch van belang om schade te repareren, maar de (constructieve) samenhang van een gevel kan ook in gevaar komen.



De TU Delft voert momenteel onderzoek uit naar de oorzaken van schade aan metselwerk in en rondom het Groninger gasveld. Tijdens de deelsessie wordt door Jan Rots globaal in gegaan op de tussenresultaten van het onderzoek. Er is onderzoek gedaan naar de oorzaak van bouwkundige schade in de Provincie Groningen. Hierbij zijn 69 panden onderzocht, waarvoor complexe schade was gemeld. Deze panden bevatten totaal meer dan 2400 schades. Naast technische inspecties, zijn er ook veel gesprekken met bewoners gevoerd en extra metingen gedaan, zoals een lintvoegwaterpassing. Het totaal geeft veel informatie. Het onderzoek laat zien, dat bodemtrillingen, bijvoorbeeld door aardbevingen, vaak een trigger kunnen zijn voor het ontstaan van schade. Schade door bevingen blijkt vaak samen te hangen met andere onderliggende oorzaken. Denk aan zettingen, belemmerde vervormingen, trillingen (ook verkeer). Veelal is schade voor een deel te wijten aan het ontwerp en de constructiewijze. Denk hierbij aan overbelasting, schades door vervormingen en onvoldoende sterkte. Ook zettingen van de ondergrond kunnen een belangrijke rol spelen bij het ontstaan van schades. De invloed van de grondgesteldheid en de grondwaterstand is hierbij vaak onvoldoende bekend.

Jan Rots adviseert in zijn inleiding het volgende:

- Komen tot een goede omschrijving van schade (meetlat)
- Onderzoek effect van cumulatieve schade
- Onderzoek effect van degradatie van materiaal
- Onderzoek effect van gedrag scheur (scheurwijdte meting in situ of testen in lab)
- Bewoners er meer bij betrekken (bewoners kennen veel beter een gebouw gedurende al die jaren, dan een inspecteur die een enkele keer langs komt)
- Meer inzicht verkrijgen in actuele grondwaterstanden bij kwetsbare gebouwen en de invloed hiervan onderzoeken
- Bestaande conditie van kwetsbare gebouwen beter monitoren

Lijst met genoemde onderwerpen per participant

Na de inleiding is de participanten gevraagd hun bijdrage te leveren. Onderstaande lijst is op volgorde waarin de aspecten zijn genoemd. De volgorde zegt dus niets over het belang dat aan het aspect moet worden toegekend.

- Wat voor impact heeft het grondwater en waterspanningen in relatie tot schade?
- Hoe voorkom je schade en wie is hiervoor aansprakelijk?
- In gebouwen kunnen ook verborgen spanningen aanwezig zijn. Hoe kun je dit goed inzichtelijk krijgen en wat betekent dit voor monumenten?
- Causaliteit en kansberekening. Sommige grondmodellen geven tegenstrijdige beelden, hoe gaan we hier mee om? De ondergrond is heel belangrijk voor het ontstaan van schade.
- Veiligheid moet meer aan de voorkant aanwezig zijn. Aardbevingscalamiteit binnenkort voor testen.
- Hoe voorkom je schade bij nieuwbouw?
- Schade is vaak een combinatie van oorzaken, ook toename van scheuringen. Bij het inspecteren van oude foto's zie je vaak geen verschil. Hoe kunnen we betrouwbaar de mogelijke toename van schade monitoren?
- Wat is acceptabel aan schade en hoe ver ga je met schadeherstel?

(onderscheid in cosmetische en constructieve schade)

- Wat is de oorzaak van schade en hoe kun je een goede analyse van het gedrag van de constructie hierbij gebruiken?
- Wat is de cumulatieve werking van vele lichte bevingen?
- Hoe kun je het proces van schadeherstel versnellen?
- Hoe kun je schade (en de oorzaak van schade) goed monitoren?
- Hoe ontwikkelen scheuren zich in de tijd? (lab testen en/of meten in-situ)
- Hoe kun je bewoners er goed bij betrekken?
- Wat is het effect van versterken op toekomstige schades?
- Wat is het effect van degradatie in eigenschappen materialen / elementen
- Hoe kun je beter communiceren en ervaringen/kennis delen
- Wat is het effect van waterspanningen op zettingen en schade?
- Hoe kunnen we zo snel mogelijk een goede nulmeting (huidige toestand) realiseren?
- Wat verstaan we onder schade en hoe kunnen we dat goed kwantificeren? Is er een meetlat denkbaar?

Top 5 prioriteiten na discussie in de deelsessie

Naar aanleiding van de discussieronde is met betrekking tot de oorzaken van schade, de volgende lijst van 5 onderwerpen (in willekeurige volgorde) opgesteld waar in de nabije toekomst aandacht besteed moet worden:

- 1: Kwalificeren schade

Wat versta je onder schade en welke meetlat zou je moeten hanteren? Kun je spreken over acceptabele schade en wat is dat dan? Er dient een uniforme en betrouwbare kwalificatie van schade te komen, welke breed gedragen worden door bewoners en professionals.

- 2: Monitoren schade & bewoners erbij betrekken

Bestaande gebouwen zouden beter gemonitord moeten worden, zodat we gedurende tijd kunnen zien hoe een gebouw zich gedraagt.

Oude boerderijen vertonen door zettingen vaak veel schade. Ook door stormen door de jaren heen ontstond er schade aan dergelijke gebouwen. Het zou goed zijn om te monitoren hoe de schade is ontstaan. Wat is er gemonitord de gevel of de hele woning? Het is belangrijk om de verschillende perspectieven te zien. Een lintwaterpassing geeft ook veel inzicht, evenals gesprekken met bewoners, die het gebouw kennen als niemand anders. Door de bewoners er meer bij te betrekken, ontstaat ook meer draagvlak voor conclusies van het onderzoek en het advies voor schadeherstel en / of versterkingsmaatregelen.

- 3: Goede analyse constructie en oorzaak schade

Juiste kennis van de werking en krachtsafdracht van een constructie geeft veel inzicht in het vervormingsgedrag van een gebouw. De oorzaak van schade kan dan beter worden bepaald. Bijkomend voordeel is dat een schadeherstel en/of versterking veel efficiënter zal plaatsvinden.



- 4: Cumulatieve effect kleine bevingen

Vaak wordt rekenkundig onderzocht verricht naar de constructieve capaciteit van een gebouw ten opzicht van de maximale aardbevingskracht. Schade door kleinere aardbevingen wordt vaak onvoldoende beschouwd. Over cumulatieve schade door veel kleine bevingen is nog weinig bekend. Dit zou echter wel een negatief effect kunnen hebben op de stabiliteit en samenhang van o.a. metselwerkwanden.

- 5: Goede nulmeting

Om schade-ontwikkeling in de tijd te kunnen beoordelen, is het nodig om een goede nulmeting te doen. Deze nulmeting dient zo snel mogelijk te worden uitgevoerd, om een goede referentie te hebben. Bij verdergaande monitoring kan het gedrag van een gebouw beter inzichtelijk worden gemaakt. Op deze manier kunnen maatregelen voor herstel van schade efficiënter worden ingezet en zijn wellicht minder (zware) ingrepen nodig.



Aanwezigen tijdens deelsessie 1A

Inleider	Jan Rots	TU Delft
Sessievoorzitter	Jelle Pama	BuildinG
Aanwezigen	Rolf Koops	BuildinG
	Jacqueline Evers	BuildinG
	Jaap Schaveling	Borg
	Nienke de Jong	EPI-kenniscentrum
	Jan Boer	Gasberaad
	Nely Schutte	Gasberaad
	Jinko Rots	Gemeente Loppersum
	Joop Kruize	Groninger Bodem Beweging
	Annemarie de Groot	Libau en Monumentenwacht
	Lau Bosse	Ministerie van EZK
	Jeroen Uilenreef	NAM
	Onno Dijkstra	NCG
	Jan Stienstra	NCG
	Ilse de Vent	NCG
	Jan Font Freide	Royal Haskoning DHV
	Reinier Brongers	StabiAlert
	Huibert Borsje	TNO
	Johan Bosklopper	Veiligheidsregio Groningen

Deelsessie 1B: Seismische Monitoring

Inleider: Bernard Dost (KNMI)

Sessievoorzitter: Liesbeth Jorritsma (Hanze Hogeschool)

Inleiding op het onderwerp

In Groningen is in de periode 2014-2015 een groot seismologisch netwerk opgebouwd met als doel om de seismiciteit in het veld in meer detail te kunnen monitoren. Tot dan toe werd monitoring voor de gehele regio, inclusief Drenthe en het oosten van Friesland, uitgevoerd met een boorgatnetwerk waarvan de stations ca 20 km van elkaar verwijderd waren en de sensoren tot 200m diepte geplaatst werden. Het nieuwe boorgatnetwerk heeft deze afstand gereduceerd tot 4-5 km voor het Groningen gasveld en is hiermee in staat om elke aardbeving in het veld van een magnitude M 0.5 en groter te registreren en te lokaliseren. NAM heeft ook een aantal diepe boorgaten, tot op reservoir niveau op 3 km diepte, met seismische instrumentatie uitgevoerd. Deze diepe boorgaten geven de mogelijkheid zeer kleine aardbevingen ($M \sim -2$ tot -3) in de omgeving van het reservoir te registreren en een locatie van de bevingen te bepalen. Analyse van de data van de diepe boorgaten heeft laten zien dat vrijwel alle bevingen in het reservoir plaats vinden. Dit is van belang voor de hazard berekeningen. Het nieuwe netwerk heeft het mogelijk gemaakt om nieuwe technieken toe te passen om de locatie van aardbevingen te verbeteren. Dat heeft recent geleid tot een bijstelling van de locatiebepaling, waardoor er een duidelijk patroon ontstond van gereactiveerde breuken in het reservoir. Ook is het mechanisme van de aardbevingen goed in beeld gebracht (wat gebeurt er nu precies op diepte?) en ook hier zijn nieuwe inzichten aan het ontstaan.

De locatie van de aardbevingen en de gemeten bodembeweging aan het aardoppervlak zijn input voor de ontwikkeling van modellen (Ground Motion Models, GMMs). Deze modellen geven de grondbeweging aan het oppervlak voor een aardbeving met een bepaalde magnitude in Groningen. De modellen worden geïkt met de geregistreerde data, maar geven ook antwoord op de vraag wat de grondbeweging is bij een grotere magnitude beving dan tot nu toe is opgetreden. In de modellen wordt rekening gehouden met de spreiding in de gemeten data, maar ook met de leemte in de kennis over eigenschappen van de ondergrond. De modellen voor Groningen hebben een belangrijke ontwikkeling doorgemaakt van v0 tot de meest recente versie v5. De opeenvolgende modellen zijn gekenmerkt door een steeds kleinere onzekerheid veroorzaakt door de toegenomen kennis. De modellen worden gebruikt in de schatting van de seismische hazard. De standaard hazard-maps geven voor een 10% kans in 50 jaar de trillingsniveaus (Peak Ground Accelerations) die overschreden kunnen worden, maar ook andere kansen worden berekend, zoals 2% in 50 jaar. In de hazard kaarten worden alle onzekerheden meegenomen, zodat het effect van een verbetering van de modellen (verkleining van de onzekerheid) leidt tot een verlaging van het hazard niveau. Overigens, de hazard resultaten bestaan niet alleen uit PGA kaarten, maar ook uit spectra voor een dicht grid van locaties.



Deze informatie wordt gebruikt voor de ontwikkeling van bouwnormen (door NEN) en risicoberekeningen (door NAM, TNO).

Gemiddeld gesproken zal bij een lagere productie de seismiciteit ook afnemen. Er is echter een adder onder het gras: als de verhouding tussen de grote magnitude bevingen en de bevingen met kleine magnitude afneemt (b-waarde), dan neemt de hazard toe. Deze trend moet in de gaten gehouden worden. Een goed bronmodel is van belang om een schatting te maken van de te verwachten seismiciteit. Tot nu toe heeft alleen de NAM een bronmodel ontwikkeld op basis van geomechanica en statistische modellen. Een verdere ontwikkeling van deze modellen en de ontwikkeling van alternatieve modellen zijn van belang om inzicht te krijgen in de variabiliteit van de bronmodellen.

Lijst met genoemde onderwerpen per participant

Onderstaande lijst is op volgorde waarin de aspecten zijn genoemd. De volgorde zegt dus niets over het belang dat aan het aspect moet worden toegekend.

- Behoeftte aan open data van verschillende partijen.
- Data nodig van begin ondiepe ondergrond, door middel van bewerking van beschikbare data kan deze informatie op dit moment verkregen worden.
- Verfijning nodig van seismische modellen, met name de duur van de beving is van belang.
- Monitoren van oppervlaktegolven.
- Metingen moeten antwoorden geven op vragen van bewoners:
 - o Meten van waterstanden
 - o Naschokken, zitten al in het seismisch model
- Beweging van gebouwen in relatie tot de ondergrond, waarbij open data kan helpen bij het maken van deze koppeling (bijv. EPOS).
- Het doel van het meten moet als leidraad dienen.
- Combineren van metingen, wat leidt tot nieuwe kennisvragen
- Het slim benutten van data die gemeten is en gemeten wordt.
- Moeten we nog wel meten, vanwege ontwikkelingen rondom de winning van gas?
Antwoord: De gemeten data zorgt voor een verfijnd model die ook elders toepasbaar is (bijv. geothermie).
- Realistisch bevingsscenario nadat de winning wordt gestopt.
- De wijze van communiceren van meetdata en dataverwerking.

Top prioriteiten na discussie in de deelsessie

Naar aanleiding van de discussieronde is met betrekking tot het meten van seismische activiteit de volgende lijst van 3 onderwerpen opgesteld waar in de nabije toekomst aandacht besteed moet worden:

- 1: Realistisch bevingsscenario na het stoppen van de gaswinning.



Na het stoppen van de gaswinning zal het algemene beeld van aardbevingen veranderen. De verwachting is dat zowel de frequentie als de zwaarte van de aardbevingen zal afnemen. De vraag is echter wat de tijdspanne hiervan is en of er een realistisch beeld van geschetst kan worden. Hierbij is ook duidelijke en eenduidige communicatie naar bewoners van belang.

- 2: Open data

Data moet openbaar en gemakkelijk te vinden zijn, bijvoorbeeld data van het KNMI, NAM, TNO. Geopperd wordt het EPOS portaal. De verschillende data kan beter ingezet worden door het combineren van verschillende datasets, wat mogelijk wordt als de data openbaar beschikbaar is. Zo kan de gemeten data slim benut worden voor de kennisontwikkeling omtrent aardbevingen.

- 3: Waterstanden

Er is behoefte aan kennis over waterstanden en de effecten van de gemeten waterstanden. Schommelingen van waterstanden is een fenomeen dat veel opgemerkt wordt door bewoners en waar ze zich zorgen over maken. Het effect van deze schommelingen en eventuele schade daardoor moet onderzocht worden, inclusief de aanwezigheid en gevolgen van zwellende klei.

Aanwezigen tijdens deelsessie 1B

Inleider	Bernard Dost	KNMI
Sessievoorzitter	Liesbeth Jorritsma	Hanze Hogeschool
Aanwezigen	Siebe de Boer	Arcadis
	Chris Geurts	BuildinG
	Henk Kruse	Deltares
	Maartje Kiep	Gasberaad
	Peter Rozema	Gasberaad
	Derwin Schorren	Groninger Bodem Beweging
	Sarah Oude Brunnink	Kennisplatform Leefbaar & Kansrijk
	Jan van Elk	NAM
	Folkwin Poelman	NCG
	Ilse de Vent	NCG
	Sjoerd van der Putten	TNO

Deelsessie 2A: Monitoring Gebouwtrillingen en Schade

Inleider: Huibert Borsje (TNO)

Sessievoorzitter: Sjoerd van der Putten (TNO)

Inleiding op het onderwerp

Sinds 2014 is het "Monitoringsnetwerk gebouwtrillingen" van TNO operationeel. Met dit meetnet wordt onderzocht wat de werkelijke effecten van aardbevingen zijn op de woningen.

Het meetnet omvat ruim 300 woningen, verdeeld over de provincie Groningen, en kent twee hoofdonderdelen:

- Continue trillingsmetingen
- Schadeopname.

Voor het kunnen vaststellen van de relatie tussen trillingen en schade is het noodzakelijk om het trillingsniveau in de huizen zelf te meten. De trillingen in de huizen zelf kunnen namelijk afwijken van de trillingen in de ondergrond (zoals gemeten door het KNMI). De trillingsmetingen worden daarom uitgevoerd met één versnellingsmeter per woning, die is gemonteerd op een stijve hoek van de woningen, zo dicht mogelijk bij het maaiveld. Zodra een trillingssnelheid (berekend uit de versnelling) wordt gemeten van 1 mm/s wordt dat gezien als een trigger en wordt dat signaal opgeslagen in een database. Na een aardbeving kan op basis van al die signalen een beeld verkregen worden van de verdeling van de trillingen naar de omgeving.

Van elke woning is, ten tijde van de montage van de versnellingsmeters, een nulopname uitgevoerd van de schade aan de buitenzijde. De daarbij waargenomen scheuren zijn, op basis van de breedte, ingedeeld in drie categorieën en de gehele woning is, op basis van het totaalbeeld, ingedeeld in een *Damage State* Klasse.

Na elke aardbeving van $M=2,5$ of meer wordt, bij alle woningen die hebben getriggerd ($v > 1$ mm/s), een herhalingsopname van de schade uitgevoerd. Op deze wijze wordt nagegaan of de omvang van de schade is toegenomen en of de trillingen hebben geresulteerd in een verhoging van de *Damage State* Klasse.

Ervaringen / vragen

Het meetnet geeft een zeer betrouwbaar beeld van de trillingsbelasting op de woningen. Echter, omdat er slechts één sensor per woning is gemonteerd, wordt geen beeld verkregen van de voortplanting van de trillingen door de woningen en dus ook niet van de wijze waarop de woningen zich gedragen bij de trillingen. Is het zinvol om daar meer informatie over te verkrijgen?

Op dit moment wordt alle schade, die in de periode tussen twee opnamen is ontstaan, toegeschreven aan de aardbevingen. Het is echter ook mogelijk dat andere mechanismen in de betreffende periode hebben geresulteerd in schade. Als belangrijkste mechanisme wordt



daarbij gedacht aan schade als gevolg van doorgaande, ongelijkmatige, zettingen. Heeft het meerwaarde als daar meer inzicht in wordt verkregen?

De schade wordt in het meetnet gecategoriseerd op basis van de scheurwijdte en de *Damage State*. Wellicht is een andere categorisering ook zinvol.

Tijdens de analyses tot nu toe is waargenomen dat het repareren van scheuren niet altijd effectief uitgevoerd wordt dan wel kan worden. Herstel van “bewegende” scheuren resulteert veelal in nieuwe scheurvorming. De vraag is wanneer herstel van scheuren zinvol is of niet. Heeft het meerwaarde als de consequenties van de scheuren worden betrokken bij het al dan niet repareren van scheuren?

Lijst met genoemde onderwerpen per participant

Onderstaande lijst is op volgorde waarin de aspecten zijn genoemd. De volgorde zegt dus niets over het belang dat aan het aspect moet worden toegekend.

- Invloed van P (hoog frequent) en S (laag frequent) golven.
- Meten van het gedrag van scheuren in de tijd, in plaats van alleen moment opnames van de scheuren.
- Monitoren van invloeden van temperatuur en vocht op schade in gebouwen.
- Onderzoek naar de voortplanting van trillingen door een gebouw.
- Strategie voor monumenten: is het middel erger dan de kwaal?
- Wanneer is de scheur van invloed op het functioneren van het gebouw (ten opzichte van o.a. lekkage, duurzaamheid en constructief)
- Gericht kijken naar een aantal cases, met meerdere metingen per case. Selectie van de cases bij voorkeur aan de hand van huidige metingen van het monitoringnetwerk van TNO.
- Er is een discrepantie tussen veel en weinig schade. Er moet daarom gekeken worden naar de oorzaken van de schade.
- Het koppelen van verschillende onderzoeken en transparante communicatie hierover.
- Het toegankelijk maken van methodes en meetdoelen voor een groter publiek.
- Monitoring van nieuwbouw en versterkte woningen.
- Het gedrag van een scheur tijdens een aardbeving monitoren.
- Monitoren van het gedrag van het gebouw, kijkend naar o.a. de binnen- en buitenkant en op verschillende hoogtes ten opzichte van het maaiveld.
- Beperk rekeninspanning door in te zoomen op een relevante plek, in combinatie met het koppelen van verschillende berekeningen (beweging/versnelling grond naast het gebouw, rek en krommingen).
- Pleiten voor meer publiceren.
- Het combineren van metingen en (lab)onderzoeken.
- Bepalen van nulmeting.

Top 5 prioriteiten na discussie in de deelsessie

Naar aanleiding van de discussieronde is met betrekking tot het monitoring van gebouwtrillingen en schade de volgende lijst van 4 onderwerpen opgesteld:

- 1: Meten van schade aan de binnen- en buitenkant van een gebouw

Het meten van schade in het monitoringnetwerk van TNO wordt gedaan aan de buitenkant, vanwege de omvang en de betere objectiviteit van de beoordeling voor de buitenkant van een gebouw. De vraag is of er een mogelijkheid is om schade aan de binnenkant van het gebouw kwalitatief en objectief te meten en te monitoren, bijvoorbeeld door inspecties van bewoners zelf.

- 2: Combineren van metingen.

Meerdere metingen moeten gedaan worden op enkele cases, zodat beter inzicht verkregen kan worden in het gedrag van de gebouwen en in de effecten van alle schadeveroorzakende mechanismen. De resultaten van de verschillende metingen kunnen gekoppeld worden in een model. Verschillende technieken kunnen gebruikt worden, waarbij kalibratie door middel van labonderzoek van belang is. De uitkomsten moeten duidelijk gecommuniceerd worden naar bewoners. Visualisaties van metingen en modellen kunnen bewoners de moeilijke stof beter laten begrijpen.

- 3: Monitoren nieuwe en versterkte woningen

Er is tot nu toe geen informatie/data beschikbaar van nieuwe en/of versterkte woningen. Deze informatie kan leiden tot een betere beeldvorming met betrekking tot veiligheid en schade. Het monitoren van deze groep woningen is zinvol als dit periodiek gedaan wordt, bijvoorbeeld elk half jaar, want dan worden ook krimp en zettingen van een woning gemonitord. Dit in combinatie met de metingen van aardbevingen geeft een vollediger beeld van het gedrag van de desbetreffende woningen.

- 4: Meer regie bij de bewoner

Er is een groot aantal woningen dat aanwezig is in het aardbevingsgebied. Het zou een enorme taak zijn om van al deze woningen een nulmeting te maken en daarna te monitoren. Een mogelijkheid zou zijn om bewoners zelf met een protocol de schade bij te laten houden. Een inventarisatie van mogelijke technieken is hiervoor nodig, want haarscherpe foto's zijn van belang voor een nulmeting. Het zou een duidelijk en simpel protocol moeten zijn. De vraag is wel of de bewoners deze verantwoordelijkheid willen en kunnen dragen, ook in verband met het verschil tussen cosmetische en structurele schade.



Aanwezigen tijdens deelsessie 2A

Inleider	Huibert Borsje	TNO
Sessievoorzitter	Sjoerd van der Putten	TNO
Aanwezigen	Jaap Schaveling	BORG
	Rolf Koops	BuildinG
	Nienke de Jong	EPI-kenniscentrum
	Jan Boer	Gasberaad
	Joop Kruize	Groninger Bodem Beweging
	Derwin Schorren	Groninger Bodem Beweging
	Annemarie de Groot	Libau en Monumentenwacht
	Lau Bosse	Ministerie EZK
	Jeroen Uilendreef	NAM
	Onno Dijkstra	NCG
	Folkwin Poelman	NCG
	Jan Font Freide	Royal Haskoning DHV
	Reinier Bongers	StabiAlert

Deelsessie 2B: Effecten Ondiepe Ondergrond

Inleider: Henk Kruse (Deltares)

Sessievoorzitter: Chris Geurts (BuildinG)

Inleiding op het onderwerp

Aardbevingsgolven bereiken vanuit de diepere aardlagen de ondiepe ondergrond. Door de samenstelling van de ondiep gelegen grondlagen kunnen de eigenschappen van de aardbevingsgolven veranderen. De aardbevingsgolven zullen op weg naar het maaiveld invloed uitoefenen op de ondiepe grondlagen en op in deze grondlagen gelegen funderingen van gebouwen en andere constructies.

Een van de effecten die kan optreden is verweking van granulaire grondlagen zoals zand en silt. Om te kunnen vaststellen of dit daadwerkelijk aan de orde is op een bepaalde locatie, kan de wereldwijd toegepaste empirische methode ("simplified procedure") van Idriss en Boulanger worden gebruikt. Deze methode is onlangs aangepast voor de specifieke Groningse situatie door Russell Green. De aanpassingen maken het mogelijk om beter te voorspellen of zich op een bepaalde locatie verweking voor zal doen. De aanpassingen betreffen het op de juiste manier in rekening brengen van de sterkte van de aardbeving en het berekenen van het verloop van de schuifspanningsamplitude in de diepte. Hierbij wordt nu gebruik gemaakt van de gemiddelde schuifgolfsnelheid in de bovenste grondlagen tot 12 meter diepte.

Omdat de gevoeligheid van de grondlagen voor verweking wordt afgeleid uit sonderingen die de weerstand van de grond meten is tevens het gebruik van deze metingen tegen het licht gehouden. De meting van de weerstand van de grond is moeilijk te interpreteren bij een afwisseling van zand en klei laagjes. De methode is hierop aangepast. Ook de interpretatie van de meting van oudere (Pleistocene) zandlagen, die minder gevoelig zijn voor verweking, is aangepast. Hiermee is de internationale methode geoptimaliseerd voor het gebruik in Groningen. Helaas is de methode nog niet geschikt om nauwkeurig te kunnen bepalen of onder een fundering verweking op zal treden.

Het effect van verweking op funderingen is recentelijk nog uitgebreid onderzocht. Zowel funderingen op staal als paalfunderingen zijn beschouwd. Het post-earthquake effect van verweking op funderingen op staal is door Fugro onderzocht door middel van berekeningen. Door een analyse van de verschilzakkingen tussen funderingselementen van gebouwen is een beoordelingsmethodiek opgesteld, waarmee kan worden vastgesteld of de zakking voldoende klein is, zodat een woonhuis niet zal instorten als gevolg van post-earthquake verschilzetting na het optreden van verweking. Alhoewel de analyse is uitgevoerd voor gewone woonhuizen op een specifieke locatie in Groningen en de berekeningsresultaten niet volledig reproduceerbaar zijn, wordt verondersteld dat de beoordelingsmethodiek overal in Groningen toepasbaar is voor de beoordeling van woonhuizen. Voor andere gebouwen zoals hoogbouw en industriële constructies is de methodiek niet bedoeld. Het post-earthquake effect van verweking op paalfunderingen is door Witteveen en Bos



onderzocht door middel van berekeningen. Witteveen en Bos heeft een methode aangedragen om de effecten van zakking van grond naast de palen en onder de palen te beschouwen. Het effect op het al dan niet instorten van woonhuizen is nog niet geïntegreerd in een beoordeling systeem, zoals dat bij een fundering op staal al wel is uitgewerkt.

De hierboven beschreven ontwikkelingen dragen bij aan een verbeterd instrumentarium om de potentiële effecten van toekomstige aardbevingen te beoordelen en kunnen deels worden gebruikt bij de analyse van opgetreden schades. Er zijn echter nog onderzoeksvragen die in de nabije toekomst beantwoord dienen te worden om een adequate analyse van het optreden van schade te kunnen uitvoeren. Bij funderingen op staal is aandacht vereist voor de verschilzakking, meenemen van verticale trillingen in de analyse, verbeterde modelering van de zakking, uitbreiding van het toepassingsgebied en beschouwing van 3D effecten. Bij paalfunderingen dient aandacht te worden besteed aan een beoordelingssysteem waarin de effecten op de bovenbouw worden beschouwd, effecten van gescheurde palen en paalgroep effecten.

Voor zowel paalfunderingen als funderingen op staal is het effect van taluds of watergangen nog niet uitgewerkt en is het effect van meerdere kleine aardbevingen nog niet beschouwd. Bij taluds en bij watergangen is de kans op het optreden van verweking groter en zijn ook de mogelijke effecten van verweking groter. De kennis van het optreden van verweking en mogelijke effecten bij taluds en watergangen is nog niet volledig.

Kleine aardbevingen leiden waarschijnlijk tot versteviging van de ondergrond (grotere weerstand tegen verweking) en mogelijk kan er enige zakking optreden. Ook is aandacht voor de overdracht van de trilling van de ondiepe ondergrond naar de fundering een aspect dat om nader onderzoek vraagt.

De uitwerking van de onderzoeksvragen zal waarschijnlijk baat hebben bij het beschikbaar zijn van monitoringsgegevens van aardbevingen in Groningen.

Lijst met genoemde onderwerpen per participant

Onderstaande lijst is op volgorde waarin de aspecten zijn genoemd. De volgorde zegt dus niets over het belang dat aan het aspect moet worden toegekend.

- Wat gebeurt er met funderingspalen; kunnen er scheuren ontstaan ?
- Hoe is de verdeling schade aan de fundering en schade aan bovenbouw?
- Welke schades treden op aan funderingen?
- Relatie trillingen en waterspanningen; kunnen aardbevingen de waterspanningen beïnvloeden (of andersom)?
- Oorzaak zettingen in relatie tot aardbevingen of relatie meerdere oorzaken.
- Wat is het effect van bevingen op (lange) gebouwen of gebouwen met groot oppervlakte (en grote kelders)?
- Wat is het effect van verschillende grondsoorten bij lange of grote gebouwen?
- Kunnen tiltmeters worden gebruikt op constructie en bodem voor goede monitoring?



- Wat zijn de invloeden van effecten in de ondergrond op het gedrag van een gebouw? Gevoelsmatig is het effect op de fundering niet groot maar wel hoger in het gebouw. De samenstelling van de fundering speelt daarin een grote rol.
- Zettingsschade kan meerdere oorzaken hebben. Een aardbeving kan mogelijk verschilzakking tot gevolg hebben.
- Hoe komt de kennis bij bewoners? Hoe bewoners erbij betrekken
- Kunnen met metingen modellen t.b.v. Groninger bodem- en aardbevingensituatie worden gevalideerd?
- Wat gebeurt er bij taluds / wat is invloed van water?
- Welke herstelmaatregelen zijn nodig? Wat kun je doen aan een fundering?
- Kan er schade optreden aan een woning door verweking?

Tijdens de discussie wordt opgemerkt dat er recent onderzoek is uitgevoerd naar de risico's van verweking en dat het nu niet aantoonbaar is dat er schade zal optreden door verweking van grond onder gebouwen in Groningen.

Top 5 prioriteiten na discussie in de deelsessie

Naar aanleiding van de discussieronde is met betrekking tot het monitoring van gebouwtrillingen en schade de volgende lijst van 5 onderwerpen opgesteld:

- 1: Wat is de relatie tussen aardbevingen en waterhuishouding?

Dit betreft zowel de effecten op grondwaterstanden en waterspanningen als de effecten die dicht bij taluds en watergangen kunnen optreden. Er is veel onduidelijkheid over die effecten. Een van de vragen is Het kan voorkomen dat huizen vlak naast een kanaal staan. Dit is een zeker risico en zal nader onderzocht moeten worden. Mogelijk moeten hier maatregelen worden genomen.

- 2: Welke herstelmaatregelen voor funderingen zijn er?

Naast het begrijpen wat de oorzaken zijn voor schades, is het ontwikkelen en uitvoeren van maatregelen voor de fundering nog onbekend. Er is behoefte aan duidelijkheid als het gaat over de te treffen maatregelen.

- 3: Wat is de invloed van variaties in de ondiepe ondergrond op gebouwen met grote oppervlakte?

Door lokale verschillen in ondergrond kan deze verschillend gedragen tijdens een aardbeving. Door lokale zettingen in de ondergrond kunnen funderingen mogelijk vervormen, wat weer gevolgen heeft voor het gebouw. Ook de effecten op (grote) kelders moeten hierbij in ogenschouw worden genomen.

- 4: Welke eigenschappen moeten we monitoren?

Naast de gebruikelijk monitoring van trillingen, is het mogelijk andere grootheden te meten. Onder meer genoemd is het monitoren van scheefstanden (tilt) met tilt-sensoren. Deze metingen kunnen zowel helpen het gedrag van de bodem in kaart te brengen, als het gedrag



van gebouwen.

- 5: Hoe komt deze kennis bij de bewoners ?

Tijdens de discussie werd door meerdere aanwezigen gerefereerd aan lopend en afgerond onderzoek. Dit roept de vraag op bij diverse participanten hoe de kennis uit die onderzoeken bij de bewoners terecht komt. In de discussie is onder meer gerefereerd aan de activiteiten van BuildinG in het kennisplatform 'bouwen en versterken'. Vanuit het Kennisplatform zijn we bezig met het inrichten van een kennisloket bij BuildinG om kennis beter toegankelijk te maken. In het najaar wordt een kenniscongres georganiseerd. Mensen in de regio moeten echter ook beter worden voorgelicht.

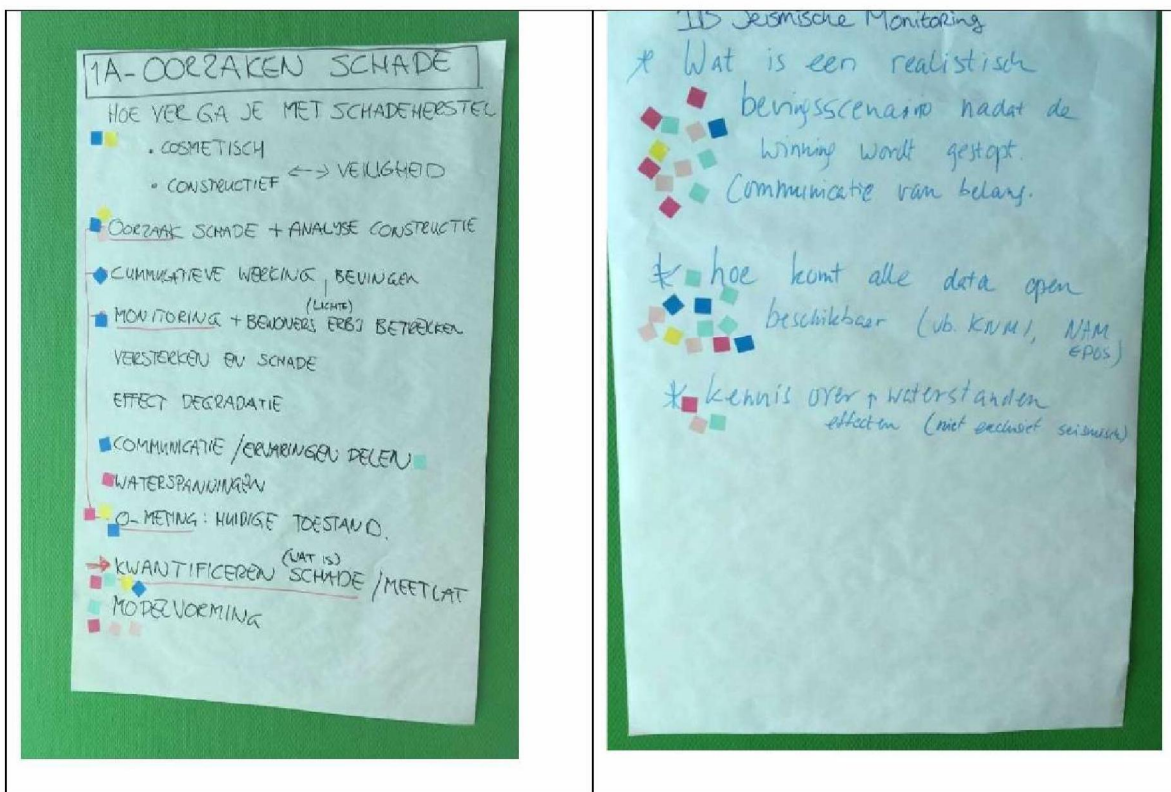
Aanwezigen tijdens deelsessie 2B

Inleider	Henk Kruse	Deltares
Sessievoorzitter	Chris Geurts	BuildinG
Aanwezigen	Jelle Pama	BuildinG
	Jacqueline Evers	BuildinG
	Maartje Kiep	Gasberaad
	Peter Rozema	Gasberaad
	Nelly Schutte	Gasberaad
	Jinko Rots	Gemeente Loppersum
	Bernard Dost	KNMI
	Annemarie de Groot	Libau en Monumentenwacht
	Jan van Elk	NAM
	Jan Stienstra	NCG
	Ilse de Vent	NCG
	Johan Bosklopper	Veiligheidsregio Groningen

Terugkoppeling en Prioritering

Tijdens de afsluitende sessie met alle deelnemers aan de kennistafel, zijn de onderwerpen/kennisvragen met de hoogste prioriteit per kennistafel door de sessievoorzitters kort gepresenteerd. Deze onderwerpen/kennisvragen zijn op posters geschreven. Na de presentaties kreeg iedere deelnemer 5 stickers; deze konden geplakt worden bij de onderwerpen/kennisvragen die de deelnemer het meest relevant vond. Het totaal aantal stickers per onderwerp geeft richting aan de prioriteiten die vanuit de deelnemers zijn gesteld.

De geplakte stickers zijn in bijgaande foto's weergegeven.



<p>2A Monitoring Trillingen en Schade</p> <p>* Metten schade zou dat op meerdere plaatsen kunnen, anders dan alleen buitenkant. ↳ betrekken bewoners is dit objectief?</p> <hr/> <p>* Kunnen verschillende metingen gecombineerd worden? ↳ op basis van shortlist relev gebouwen ↳ verschillende technieken communicatie + simulatie visualis</p> <p>kalibratie omv lab tests</p>	<p>2A (vorig)</p> <p>* Monitoren nieuwe en versterkte woningen ↳ geen info beschikbaar ↳ uitgebreide beeldvorming met veiligheid en schade</p> <hr/> <p>* Algemeen: meer regie bij bewoners?</p>
<p>2B ONDIEPE ONDERGROND</p> <p>* RELATIE AARDBEVINGEN EN - WATERSPANNINGEN - TALUDS / WATERGANGEN</p> <p>* HERSTEL MAATREGELEN FUNDERING</p> <p>* EFFECTEN GEBOWEN NIET - GROTE - OPPERVLAKTE</p> <p>* MONITORING - GROND-CONSTRUCTIE OVERDEKENT - TILT</p> <p>* HOE KORT DEZE KENNIS BIJ DE BEWONERS?</p>	

Aangebrachte stickers tijdens de plenaire sessie

Opgemerkt wordt dat een aantal onderwerpen bij verschillende sessies is benoemd:

Het onderwerp 'relatie aardbevingen en waterspanningen' is in de sessies 1A, 1B en 2B onderwerp van discussie geweest en is als belangrijk benoemd. In totaal heeft dit onderwerp 1+3+8 = 12 stickers gekregen.

Het ontwerp 'data open beschikbaar maken' en 'hoe komt de kennis bij de bewoners' uit de sessies 1B en 2B kent een zekere overlap. In sessie 1A is communicatie apart benoemd, wat ook hieraan gerelateerd is. In totaal 22 stickers zijn bij deze onderwerpen geplaatst, wat aangeeft dat transparantie en het beschikbaar maken van de kennis zeer belangrijk wordt gevonden. Dit is een onderwerp wat niet zozeer een inhoudelijke kennisvraag betreft, maar aandacht behoeft bij de uitvoering van projecten en de disseminatie van de resultaten.

De aantallen stickers, aangebracht per onderwerp, zijn in onderstaande tabel gegeven. Daarnaast is de ranking van de vijf meest genoemde onderwerpen in de laatste kolom toegevoegd. Deze vijf onderwerpen worden hierna nader uitgewerkt.

	Omschrijving	Stickers	Ranking
Sessie 1A	Onderzoek Oorzaken Schade	20	
1	Kwantificeren schade/ ontwikkel meetlat + modelvorming	8	V
2	Nulmeting huidige toestand	3	
3	Oorzaak schade + analyse constructie	3	
4	Hoe ver ga je met schadeherstel ?	2	
5	Overig: Cumulatieve werking, monitoring, communicatie (zie sessie 1B), waterspanning (zie sessie 2B)	1 (4 maal)	
Sessie 1B	Seismische monitoring	27	
1	Wat is een realistisch bevingsscenario na stoppen van de gaswinning (+communicatie)	12	II
2	Hoe komt alle data open beschikbaar ? (zie ook sessie 1A en sessie 2B)	12 1 totaal 22 9	I
3	Kennis over waterstanden en effecten (zie sessie 2B)	3	

Sessie 2A	Monitoring van Trillingen en Schade	22	
1	Kunnen verschillende metingen gecombineerd worden ?	10	IV
2	Monitoring van nieuwe en versterkte woningen	6	
3	Kan er meer regie bij de bewoners gelegd worden ?	4	
4	Metten van schade op meerdere plaatsen (niet alleen buiten)	2	
Sessie 2B	Effecten ondiepe ondergrond	24	
1	Hoe komt de kennis bij de bewoners? (zie sessie 1B)	9	(zie 1B)
2	Relatie tussen aardbevingen en waterhuishouding (zie ook sessie 1A en 1B)	8 1 totaal 12 3	II
3	Effecten op gebouwen met grote oppervlakte	4	
4	Ontwikkel herstelmaatregelen voor funderingen	2	
5	Monitoring grond-constructie overdracht en tilt	1	

Op basis van het aantal geplakte stickers per onderwerp/kennisvraag leverde dit de volgende onderwerpen/kennisvragen met de meeste stickers:

- I Wat is een realistisch bevingsscenario na stoppen van de gaswinning
- II Relatie tussen aardbevingen en waterhuishouding
- III Kunnen verschillende metingen gecombineerd worden ?
- IV Kwantificeren schade/ ontwikkel meetlat + modelvorming

De communicatie en het openbaar maken van resultaten en data is in de kennistafels meerdere malen genoemd. Dit onderwerp is apart benoemd.

Op basis van deze uitkomst van de kennistafel wordt de volgende prioritering voorgesteld, waarbij per onderwerp de kennisvragen zijn benoemd zoals die in de discussies naar voren kwamen.

1: Wat is een realistisch bevingsscenario na stoppen van de gaswinning (+ communicatie)

Tijdens de kennistafel werd aangegeven dat nog onduidelijk is welke afname van de aardbevingen (in aantal en intensiteit) er te verwachten is bij het stoppen van de gaswinning. Er is waarschijnlijk nog sprake van een 'remweg', waarvan niet bekend is hoe lang deze duurt. Er is behoefte aan duidelijkheid hierover, met name met het oog op het al dan niet optreden van schade. Een prognose van de kans op het optreden van bodemtrillingen met een bepaalde intensiteit (in termen van PGA en/of PGV) en daaraan gekoppeld een uitspraak over de te verwachten risico's is nodig. Daarbij geven de deelnemers aan dat een heldere communicatie daarover richting de burgers hierover zeer gewenst wordt.

2: Relatie tussen aardbevingen en waterhuishouding

In verschillende deelsessies is benoemd dat er vragen zijn over de relatie tussen de waterstanden / waterspanningen en aardbevingen. Hierbij spelen verschillende vragen; Kunnen de effecten van aardbevingen versterkt worden door de waterhuishouding? Kunnen aardbevingen de waterhuishouding beïnvloeden, en welk effect kan dat weer hebben op de gebouwen? Is er sprake van lange termijn effecten?

3: Kunnen verschillende metingen gecombineerd worden ?

Er zijn momenteel verschillende meetcampagnes uitgevoerd, of nog in uitvoering in Groningen. KNMI en TNO meten de trillingen. Daarnaast zijn of worden er metingen van scheefstanden (tilt) uitgevoerd, en worden individuele objecten gemonitord. Dit zijn metingen die afzonderlijke financiers en uitvoerders hebben. Het lijkt waardevol te zijn dergelijke metingen te combineren. De kennisvragen zijn: Welke metingen zijn zinvol om te combineren ? Welke relaties tussen metingen kunnen worden vastgelegd?

4: Kwantificeren schade/ ontwikkel meetlat + modelvorming

Er is veel spraakverwarring en discussie over het begrip 'schade'. Wat versta je onder schade en welke meetlat zou je moeten hanteren ? Kun je spreken over acceptabele schade en wat is dat dan? Er dient een uniforme en betrouwbare kwalificatie van schade te komen, welke breed gedragen worden door bewoners en professionals.

5. Communicatie en open stellen data aan bewoners

Bij het oppakken van deze kennisvragen moet aandacht worden besteed aan de communicatie richting bewoners, en het open stellen van de onderliggende data. Dit is op zichzelf geen (technische) kennisvraag, maar betreft vooral het maken van afspraken met betrekking tot het beschikbaar stellen en delen van onderzoeksresultaten via een onafhankelijk platform.

Conclusies

De Kennistafel Schade en Monitoring leverde de volgende top 5 op van relevante onderwerpen:

1. Wat is een realistisch bevingsscenario na stoppen van de gaswinning (+communicatie), uit Sessie 1B: Seismische monitoring.
2. Wat is de relatie tussen aardbevingen en waterhuishouding? Deze zijn genoemd in sessies 1A (Schadeorzaken), 1B (Seismische monitoring) en 2B (Effecten ondiepe ondergrond).
3. Kunnen verschillende metingen gecombineerd worden? Genoemd in sessie 2A (Monitoring Schade)
4. Kwantificeren schade/ ontwikkel meetlat + modelvorming, uit sessie 1A (Schadeorzaken)
5. Hoe komt alle data open beschikbaar? En hoe komt de kennis bij de bewoners, genoemd in sessies 1A (Schadeorzaken), 1B (Seismische monitoring) en 2B (Effecten diepe ondergrond).

In het kader van de 5 hoogst geprioriteerde onderwerpen, zijn kennisvragen benoemd. Per onderwerp wordt hieronder samengevat wat de tijdens de kennistafel benoemde kennisvragen zijn.

Nr.	Onderwerp	Kennisvragen
1	Realistisch bevingsscenario na stoppen van gaswinning	<ul style="list-style-type: none"> • Welke afname van de aardbevingen (in aantal en intensiteit) er te verwachten bij het stoppen van de gaswinning? • Welke risico's zijn te verwachten bij afnemende gaswinning? • Hoe lang na het stoppen van de gaswinning, moet er nog rekening gehouden worden met aardbevingen?
2	Relatie aardbevingen waterhuishouding	<ul style="list-style-type: none"> • In hoeverre kunnen effecten van aardbevingen versterkte worden door de waterhuishouding? • Welk effect kunnen aardbevingen hebben op de waterhuishouding?
3	Combineren van metingen	<ul style="list-style-type: none"> • Hoe kunnen lopende meetactiviteiten worden gecombineerd? • Welke relaties kunnen worden gelegd op basis van meerdere metingen?

Nr.	Onderwerp	<ul style="list-style-type: none"> • Kennisvragen
4	Ontwikkel meetlat voor schade	<ul style="list-style-type: none"> • Hoe kunnen schades worden beschreven en geclassificeerd? • Kan een maat worden vastgelegd voor 'acceptabele' schade?
5	Kennis openbaar maken en delen met bewoners	<ul style="list-style-type: none"> • Hoe kan de kennis over schades en uit monitoringprogramma's op heldere wijze worden gedeeld met bewoners?

Bijlage: Presentaties

Algemene inleiding




**KENNISTAFEL BOUWEN EN VERSTERKEN:
THEMA SCHADE EN MONITORING
28 JUNI 2018**

BuildingG is een initiatief van:








WELKOM

ROLF KOOPS



Thuis in de toekomst





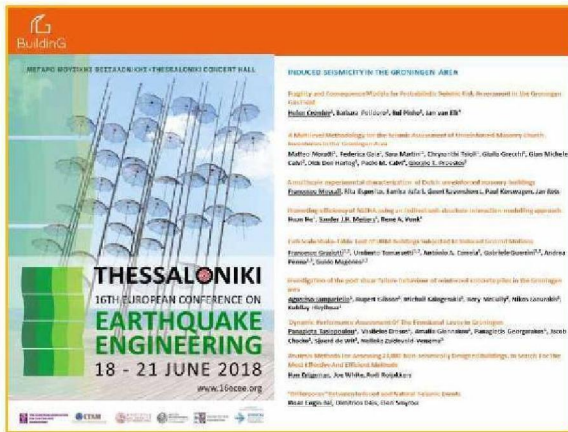

zaterdag
30 JUNI
2018

Thoes,
hét event waar
bouw en bewoners
elkaar ontmoeten




STAND VAN ONDERZOEK

JELLE PAMA



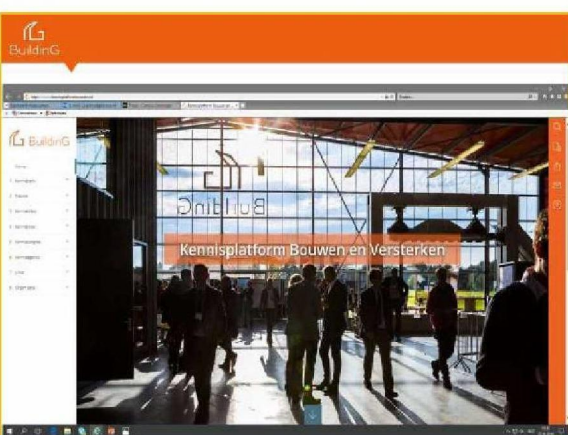
LOPENDE ONDERZOEKEN & ONTWIKKELINGEN

- Critical Review over Erfgoed, aanstaande vrijdag
- NEN: diverse aanscherpingen van de NPR
- Doorzaken schade: rapport wordt naar verwachting medio juli gepubliceerd
- Pilot tilt-sensoren: wordt aanbesteed
- Infra: rapport kwalitatieve risicoanalyse staat online
- Advies SodM nav afbouw gaswinning Groningen – gevolgen veiligheidsrisico's en versterkingsopgave

PROGRAMMA KENNISTAFEL

KENNISPLATFORM BOUWEN EN VERSTERKEN

- Kennistafels (3x per jaar)
 - Kennisdeling + discussie
 - Opstellen kennisagenda NCG
- Kenniscongres (jaarlijks)
 - Voor bewoners en professionals
 - Laatste stand der kennis (techniek, best practices, sociaal-maatschappelijk, ...)
 - Samen met Kennisplatform 'Leefbaar en Kansrijk'
- Digitaal Kennisloket



KENNISPLATFORM BOUWEN EN VERSTERKEN


AGENDA

- Donderdag 11 oktober 2018 : Grote Kennistafel – thema: versterkingsmethoden
- Donderdag 2 november 2018 : Kenniscongres 'Veilig Wonen'
- Donderdag 17 januari 2019 : Kleine Kennistafel (thema ntb)

 BuildinG

PROGRAMMA

- 12.45 Inloop
- 13.00 Opening en Welkom
 - Welkom – Rolf Koops (BuildinG)
 - Stand van zaken onderzoek – Jelle Pama (BuildinG)
 - Programma – Jelle Pama (BuildinG)
- 13.20 Start Deel sessies

 BuildinG

PROGRAMMA

- 13.20 1^e Ronde Deel sessies:
 - 1A – Oorzaken schade
 - 1B – Meten seismische activiteiten
- 14.50 Pauze
- 15.10 2^e Ronde Deel sessies:
 - 2A – Monitoren gebouwtrillingen en schade
 - 2B – Effecten van de diepe ondergrond
- 16.40 Pauze
- 17.00 Plenair terugkoppeling + prioritering
- 17.30 Borrel

Deel sessies in E-1.22 en E-0.21

 BuildinG

DOEL VAN VANDAAG?

- Inzicht krijgen in: *Wat weten we wel?* en ...
Wat weten we niet?
- Kennis krijgen van 'behoeften' van u allen
- Gezamenlijk komen tot onderzoekagenda en prioritering → advies NCG

 BuildinG

VORM DEELSESSIE

- 5 min opening
- 10 min kennisaanbod: wat weten we al wel /niet
- 20 min voorstelronde + ophalen belangrijkste onderwerpen
- 35 min discussie: *wat is de kennisvraag?*
wat is belangrijk?
- 20 min prioritering + opstellen 'top 5'

→ Plenair: terugkoppeling + verdere prioritering

90 min per sessie

 BuildinG

KENNISAGENDA

↑ LAAG PRIORITEIT HOOG

Onderwerp 1 :

Onderwerp 2 :

Onderwerp 3 :

Onderwerp 4 :

Onderwerp 5 :

 BuildinG

DEELSESSIES

Sessie 1: 13.20-14.50 uur

- 1A – Oorzaken schade → E-1.22
- 1B – Meten seismische activiteiten → E-0.21

Sessie 2: 15.10-16.40 uur

- 2A – Monitoren gebouwtrillingen en schade → E-1.22
- 2B – Effecten van de diepe ondergrond → E-0.21

Presentatie Deelsessie 1A door Jan Rots

Kennistafel Schade en Monitoring
BuildingG, 28 juni 2018

Kennisvragen en onderzoek naar schade

Inleiding tot gesprek, discussie, prioritering van de kennisvragen

Bijdrage vanuit onderzoeksgroep TU Delft, Jan Rots,
Faculteit Civiele Techniek en Geowetenschappen

Enkele aspecten

- Schade: materieel en immaterieel
- Materieel: vaak scheurvorming in metselwerk
- Trekspanningen, kromming, rek, scheurinitiatie, scheurvoortplanting, scheurdoorslag
- Technisch objectieve meetlat te definiëren voor schade?
- Causaliteit, oorzakelijk verband? Relatie scheurschade en belastingen? Anamnese (bewoners betrekken!), opname, diagnose, herstel/therapie. Gebouw + schade + context, methodiek Ilse de Vent
- Effect cumulatie en triggering (meerdere oorzaken, bijv. zettingen, belemmerde vervorming, trillingen)?

Enkele aspecten, vervolg

- Effect degradatie (herhaalde belasting)?
- Na causaliteit ook technische toerekenbaarheid te definiëren?
- Reparatie, herstel, mitigatie, preventie?
- Overheid: ook andere mijnbouwactiviteiten, ook Limburg, ook andere trillingshinder (bijv. spoorwegen)

Eerder en lopend werk

- Internationaal zeer weinig bekend over Damage State 1 en aardbevingen
- Studies Arcadis, W+B
- SBR Richtlijn trillingshinder
- Monitoring en studies TNO, Hanze
- Schadeprotocol: drie-ringen model
- Studie 60 casussen, TU Delft en externe deskundigen, voor NCG, waarschijnlijkheid scenario's
- Experimenteel en numeriek onderzoek gestart, voor NAM forecast Winningsplan
- Instituut Mijnbouwschade in oprichting
- ... Nieuw onderzoek NCG kennisprogramma

Presentatie deelsessie 1B door Bernard Dost




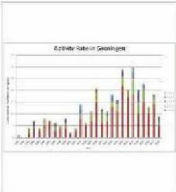

**ONDERWERP
METEN VAN SEISMISCHE ACTIVITEIT**

BuildingG is een initiatief van:






ONDERWERP

Bernard Dost, KNMI

STAND DER KENNIS

- Monitoring sterk verbeterd. Meer detail kennis over seismiteit, input voor hazard modellen
- Seismiciteit beperkt tot reservoir, activiteit langs bestaande breukvlakken.
- Ontwikkeling van Ground Motion Models (GMM Groningen v0->v5). Gekomen tot een stabiel model
- Hazard maps en spectra gebruikt voor ontwikkeling bouwnormen en risico berekeningen
- Kennis eigenschappen ondergrond tot ca 4 km diepte



BEHOEFTE KORTE / LANGE TERMIJN

- Ontwikkeling nieuwe bron modellen (geomechanisch/statistisch)
- Open data, gemakkelijke beschikbaarheid van alle (ruwe) data (KNMI, TNO, NAM, Gasunie, etc.)
- Nieuwe technologieën (e.g. optische kabels) en evaluatie van het gebruik van verschillende meettechnieken (doel, overlap).
- Overzicht ontwikkelde kennis (internationaal)
- Mobiele experimenten, gefocust op een specifiek doel (e.g. diepe ondergrond of variaties in ondiepe structuur)

ONDERZOEKSRICHTINGEN

- Korte termijn: Open data, kennis overzicht, mobiele experimenten
- (Midden) lange termijn: Ontwikkeling bron modellen, nieuwe technieken

KENNISAGENDA



Onderwerp 1
Onderwerp 2
Onderwerp 3
Onderwerp 4
Onderwerp 5

Presentatie deelsessie 2A door Huibert Borsje




MONITORING VAN GEBOUWTRILLINGEN EN SCHADE

BuildinG is een actueel team:

 eobg economic board groningen
 Hanzehogeschool Groningen University of Applied Sciences
 Bouwend Nederland
 TNO



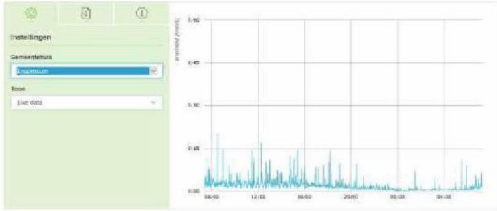
MONITORINGNETWERK GEBOUWTRILLINGEN




Ir. Huibert Borsje - TNO



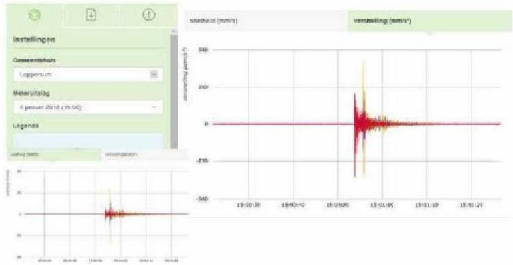

REAL TIME MONITORING GEBOUWTRILLINGEN



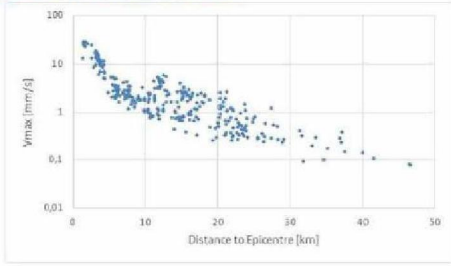
Meterslagen gebouwsensoren Groningen



REAL TIME MONITORING GEBOUWTRILLINGEN


REAL TIME MONITORING GEBOUWTRILLINGEN




SCHADEOPNAME BUITENZIJDE WONINGEN




- Schadeopname buitenzijde bij opstart en na elke aardbeving (scheuren)
- Indeling scheuren op basis van scheurwijdte
- Indeling woning in Damage State

 BuildingG

SCHADEOPNAME BUITENZIJD WONINGEN

- Indeling woning in Damage State
 - 0: Geen schade (17%)
 - 1: Geen constructieve schade (62%)
 - 2: Licht constructieve schade (20%)
 - 3: Constructieve schade (1%)



 BuildingG

BEHOEFTE KORTE / LANGE TERMIJN

Schademechanismen:

- Onderzoeken trillingsgedrag woningen
 - Hoe planten trillingen zich voort door de woningen
- Monitoren andere schademechanismen dan trillingen
 - Ongelijkmatige zettingen
 - Temperatuur- en vochtinvloeden

 BuildingG

BEHOEFTE KORTE / LANGE TERMIJN

Beoordelen schade:

- Categorisering van schade
 - Andere wijze van categoriseren?
- Nut van herstel
 - Wanneer is herstel van scheurvorming zinvol
 - Gevolgen van de scheuren meenemen?

Presentatie deelsessie 2B door Henk Kruse

Effecten vanuit de ondiepe ondergrond
Henk Kruse

3 juli 2018

Ondiepe ondergrond

NEN
Dagtype: Dinsdag 4 juli 2018 16:22:00 uur
Bouwkunde: Bouwkunde

Locatie: Nieuw-Vennepolder 240000 207700
DPR (m, top): 53.01173 6.78844

Grondkwaliteitsparameters: L20-0504

Deel: NEN 9998:2017 Aanpak
T_{0,1}: 2.201
T_{0,2}: 1.967
T_{0,3}: 2.241
T_{0,4}: 2.048
T_{0,5}: 1.944

Download: Data in CSV-formaat, Data in PDF-formaat

3 juli 2018

Groningen specifieke aanpak verweking (Green)

Aanpassingen:
• Aardbevingsmagnitude
• Verdeling schuifspanning-amplitude

3 juli 2018

Eigenschappen gelaagde grond en oude gronden

3 juli 2018

Fundering op staal (Fugro)

3 juli 2018

Paalfundering (Witteveen en Bos)

3 juli 2018

Aandachtspunten toekomst voor ondiepe ondergrond

- Funderingen op staal
 - Verschilzakking
 - Verticale trillingen
 - Verbetering modelering
 - Effect fundering op gevoeligheid voor verweking
- Paalfunderingen
 - Beoordelingssysteem bovenbouw
 - Effecten van gescheurde palen
- Funderingen algemeen
 - Effect van taluds of watergangen (horizontale grondbeweging)
 - Modelleren van de dynamische stijfheid van de grond

Gedrag ondiepe ondergrond

- Meerdere Kleine aardbevingen (versteving en sequentiële zakking)
- Overdracht van trilling van de grond naar de fundering
- Gebruik van monitoringsgegevens van aardbevingen in Groningen

Deltares

3 juli 2019

Foto's genomen tijdens de kennistafel

