

Aan de gemeenteraad

VERZONDEN 27 JUNI 2019

Datum
27 juni 2019

Ons kenmerk
235311

Uw brief

Uw kenmerk

Onderwerp
motie tiltmeters, winningsplan Diever

Geachte raadsleden,

Zoals wij in onze antwoordbrief op vragen van het CDA (zaaknummer 241424) hebben aangegeven, komen wij voor 1 juli 2019 met meer informatie over de motie tiltmeters.

De motie luidt als volgt:

- contact zoeken met G.S. over de toezegging van plaatsing trilsensoren en of hiervoor ondersteuning gekregen kan worden vanuit G.S.
- in de gemeente een trilsensor installeren die de bewoners informeert over de onrust in de bodem;
- deze meter plaatsen op een onafhankelijke centrale plaats, nabij de, door deskundige aangewezen, relevante meetplekken.

Na deze motie is bij de begrotingsbehandeling bij amendement besloten om om de volgende tekst toe te voegen bij programma 7: *"Om onze inwoners bij te staan in een mogelijke aantoonbare schade door gaswinning gaan we uitvoering geven aan de aangenomen motie "plaatsing trilling sensoren (motie vreemd aan de orde d.d. 25 juni 2018) door bij voorkeur met onze buurgemeenten rond de kleine gasvelden in Zuidwest-Westerveld te investeren in een bruikbaar meetnetwerk".*

Het college heeft bij de aanneming van de motie en het amendement aangegeven eerst te willen onderzoeken of een eigen meetnetwerk een toegevoegde waarde heeft.

Ten aanzien van het eerste punt van de motie het volgende: G.S. van Drenthe heeft de motie van provinciale staten beantwoord en heeft gemotiveerd aangegeven waarom er niet voor een eigen meetnetwerk gekozen zou moeten worden. Dit heeft ertoe geleid dat deze motie niet tot uitvoer is gebracht en er geen ondersteuning vanuit G.S. is. Naast de buurgemeenten Steenwijkerland en Weststellingwerf is de provincie Overijssel ook aangeschoven bij de onderzoeksvraag die, zoals eerder genoemd, gezamenlijk is opgepakt. Bij het laatste bestuurlijke overleg was ook een bestuurder van de gemeente Hardenberg aanwezig omdat daar dezelfde zaken aan de orde zijn als in deze regio.

Wij geven u door middel van deze brief een reactie op de motie en amendement inzake tiltmeters.

Wij gaan niet over tot het instellen van een eigen meetnetwerk met tiltmeters of zoals de motie is geformuleerd: het plaatsen van een tiltmeter op het gemeentehuis. De reden hiervoor is kortweg dat tiltmeters of een meetnetwerk met tiltmeters momenteel geen meerwaarde heeft inzake het vaststellen van schade en de afhandeling daarvan. De huidige meetinstrumenten, de meetstations van het KNMI, zijn hiervoor de aangewezen instrumenten. Wij blijven inzetten op het laten uitbreiden van het huidige meetnetwerk (seismische stations) en het laten plaatsen afzonderlijke

27 juni 2019

2 / 2

versnellingsmeters. Wij vinden dit in eerst instantie een verantwoordelijkheid van de minister en het mijnbouwbedrijf.

Wij hebben naar aanleiding van uw motie overleg gehad met buurgemeenten Steenwijkerland en Weststellingwerf en gezamenlijk nader onderzoek uitgevoerd. De resultaten daarvan treft u in de bijlage aan. De resultaten zijn op 24 juni 2019 bestuurlijk besproken met de wethouders van Steenwijkerland, Weststellingwerf en Hardenberg. Hardenberg is bij dit overleg aangeschoven aangezien daar dezelfde zaken spelen, met dat verschil dat daar van de locaties van de NAM zijn.

De inhoud van de moties in Westerveld, Steenwijkerland en Weststellingwerf verschillen van elkaar maar bestuurlijk wordt de voorgestelde lijn gedragen om geen eigen meetnetwerk van tiltmeters aan te (laten) brengen. De reacties in die betreffende gemeenten volgen naar verwachting na het zomerreces.

Daarnaast heeft, zoals bij u bekend is, de minister een ontwerp instemmingsbesluit genomen op het nieuwe winningsplan van Vermilion voor het veld Diever (Wapse). Het winningsplan is een actualisatie van het eerste winningsplan omdat gebleken is dat het te winnen volume meer is dan oorspronkelijk werd aangenomen. Wij hebben ten aanzien van het ontwerp instemmingsbesluit een zienswijze ingediend. Deze zienswijze heeft u ontvangen.

Met vriendelijke groet,
burgemeester en wethouders

N.L.J.J. Dusink
secretaris

bijlage: - memo informatie



H. Jager
burgemeester

De ervaring van de Tcbb is dat voor onderzoeken naar schadeorzaken het toepassen van tiltmeters geen meerwaarde heeft ten opzichte van versnellingsmeters.

Vraag 3

De brief van GasDrOvF gaat uit van de situatie dat de inwoners die mijnbouwschade hebben, aangewezen zijn op een procedure tegen de mijnbouwexploitant voor de civiele rechter. Inwoners moeten dan een causaal verband tussen mijnbouwactiviteit en schade aantonen. GasDrOvF verwacht dat metingen met tiltmeters nuttig zijn, om aan te tonen dat trillingen een (blijvend) effect hebben gehad op gebouwen.

In het advies Schadeprotocol kleine velden adviseert Tcbb om eventuele onduidelijkheid over de schadeorzaak in het voordeel van de schademelder te laten werken. "Er is sprake van causaliteit als de schade naar zijn aard kan zijn veroorzaakt door de aardbeving en als er geen andere evidente aantoonbare oorzaak is" (advies blz. 18).

Betekent dit dat bij schades binnen het beoordelingsgebied van een aardbeving (en met een gerelateerd ontstaanstijdstip) schademelders de causaliteit niet meer te hoeven onderbouwen en dat daarmee metingen met tiltmeters voor die schadegevallen geen aanvullende waarde hebben? Of kunnen metingen met tiltmeters wel een rol spelen in de beoordeling of schade "naar zijn aard kan zijn veroorzaakt door de aardbeving"? Als inwoners hun melding onderbouwen met metingen van tiltmeters of met een bouwkundige vooropname (uitgevoerd op eigen initiatief), neemt de Commissie Mijnbouwschade die gegevens dan mee in haar beoordeling?

Antwoord 3

De Tcbb gaat ervan uit dat de door haar voorgestelde onafhankelijke Commissie Mijnbouwschade op korte termijn wordt ingesteld. Deze commissie zal meldingen van schade door mijnbouw gaan afhandelen. Voor het vaststellen van een causaal verband tussen schade en gaswinning zal de commissie naar verwachting gebruik maken van alle beschikbare relevante gegevens. Er wordt van uitgegaan dat er conform het eerdere Tcbb-advies hierover in en bij de diverse kleine gasvelden op dat moment voldoende versnellingsmeters zijn geplaatst om de opgetreden trillingssnelheden goed te kunnen bepalen. Tiltmeters zouden wellicht alleen enige aanvullende waarde kunnen hebben als ze zijn geplaatst op gebouwen waarbij de schade wordt gemeld. Een tiltmeter geeft echter geen antwoord op de vraag of schade naar zijn aard kan zijn veroorzaakt door de aardbeving. Voor het toekennen van een schadeclaim voor zo'n gebouw is nog steeds een onderzoek naar het genoemde causale verband nodig. Het optreden en meten van trillingen alleen is daarvoor namelijk niet voldoende. Het is aannemelijk dat de Commissie Mijnbouwschade de eventueel uitgevoerde bouwkundige opnames van en metingen met tiltmeters aan het betreffende gebouw meeneemt in haar beoordeling, indien deze zijn uitgevoerd door een onafhankelijke partij.

1
5
2
0
1
9
1
4
1
0
6
0
0
0
0
0
0
0
0
0
7

Technische commissie
bodembeweging

Ons kenmerk
TCBB / 19113514

Vraag 4

Bij het huidige netwerk van geofoons wordt een locatiedrempel gehanteerd. Het netwerk moet dicht genoeg zijn om bevingen met een kracht van 1,5 of groter voldoende nauwkeurig te lokaliseren. Als wordt overgestapt op versnelling als criterium, komt er dan ook een andere locatiedrempel? En wat heeft dit voor gevolgen voor het meetnetwerk? Is er iets te zeggen over wat "voldoende nauwkeurig" inhoudt?

Antwoord 4

De informatie die wordt verkregen met versnellingsmeters is aanvullend ten opzichte van de informatie uit het netwerk van geofoons en komt dus niet in de plaats daarvan. Dit leidt daarom niet tot een andere locatiedrempel. Voor de afhandeling van schade zijn primair de opgetreden trillingsnelheden aan het oppervlak van belang. Als die informatie beschikbaar is kan worden vastgesteld of er bij een concrete schademelding al dan niet sprake is van een causaal verband tussen de beving en de schade.

Vraag 5

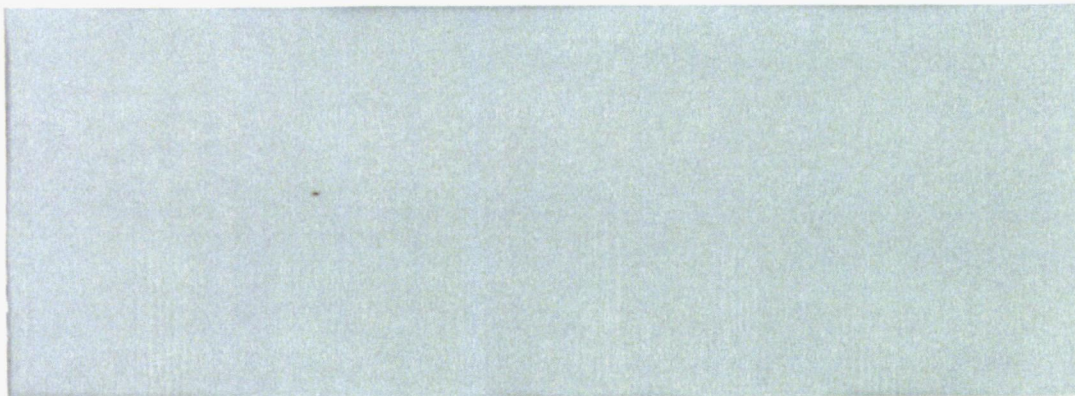
Betekent de komst van het voorgestelde schadeprotocol kleine velden iets voor het gebruik van de "Leidraad seismische risico analyse"? Nu bepaalt de categorie-indeling die uit de analyse op basis van de Leidraad volgt eigenlijk of aanvullende seismische meetapparatuur nodig is. Bij categorie 1 is de conclusie dat het huidige meetnet van het KNMI voldoende is. Daarmee is echter niet gezegd dat het huidige KNMI meetnetwerk contouren voor een trillingsnelheid van 2 mm/sec nauwkeurig kan vaststellen. Moet de Leidraad niet worden aangepast?

Antwoord 5

De Leidraad SRA wordt periodiek aangepast. Voor de afhandeling van schademeldingen is belangrijk dat het huidige meetnetwerk van het KNMI wordt uitgebreid met versnellingsmeters aan het oppervlak om de trillingsnelheden aan het oppervlak op elke plek in een gasveld en zo nodig daarbuiten beter te kunnen bepalen dan nu het geval is. Aan die uitbreiding wordt ook al gewerkt.

Technische commissie / bodembeweging

Port Betaald
Port Payé
Pays-Bas 



R03CC #5383XDX#00#0000#



Van: (KNMI)

Verzonden: maandag 1 april 2019 9:48

Aan:

Onderwerp: bezoek 7 december jl aan gemeente Westerveld, Steenwijkerland en Weststellingwerf

Geachte mevrouw,

U heeft mij gevraagd om schriftelijk uiteen te zetten op welke wijze de plaatsing van “trilling sensoren” kan bijdragen aan het optimaliseren of aanvullen van het bestaand meetnet.

Zoals ik heb mondeling toegelicht heeft het KNMI een netwerk van boorgat seismometers en versnellingsmeters in het Noorden van Nederland. Het boorgat netwerk is ontworpen om in de regio elke aardbeving van een magnitude 1.5 en groter te registreren en lokaliseren. De versnellingsmeters worden gebruikt om lokaal de opgetreden versnellingen aan het oppervlak te meten en deze data kunnen gebruikt worden om een indruk te krijgen van mogelijke schade in het gebied nadat een aardbeving is opgetreden.

Het toevoegen van een aantal versnellings meters in de dorpskernen van uw gemeente aan het huidige netwerk heeft tot gevolg dat indien een aardbeving in- of in de buurt van de gemeente optreedt, een directe meting van het opgetreden trillings niveau beschikbaar is. Deze metingen zijn bruikbaar in de evaluatie van mogelijke schade aan gebouwen. Indien de sensoren goed verdeeld worden over het gebied, zullen de versnellingsmeters ook extra informatie geven om de locatie van de beving nauwkeurig te kunnen bepalen.

Tiltmeters zijn geschikt om langzame processen, zoals het verzakken van structuren in de gaten te houden, maar zijn geen alternatief voor de versnellingsmeters.

Met vriendelijke groet

Manager Seismology & Acoustics

.....
KNMI, Ministry of Infrastructure and Water Management

Utrechtseweg 297 | 3731 GA | De Bilt | the Netherlands

P.O.Box 201 | 3730 AE | De Bilt | the Netherlands

.....
T: +31.

Aan:
de voorzitter en leden van
Provinciale Staten van Drenthe

Assen, 10 oktober 2018
Ons kenmerk 41/5.6/2018002296
Behandeld door mevrouw D. Wimmers (0592) 36 55 14
Onderwerp: Seismische waarnemingen in Drenthe
Status: Ter informatie

Geachte voorzitter/leden,

Tijdens uw vergadering van woensdag 6 juni 2018 is met gedeputeerde Stelpstra besproken dat onderzocht zal worden hoe in alle gemeenten van Drenthe 'trilsensoren' kunnen worden geïnstalleerd, zodanig dat bewoners op elk moment de waarnemingen van die sensoren kunnen waarnemen. Hierbij informeren wij u over de resultaten van dit onderzoek met een aantal opties om seismische informatie voor de inwoners zichtbaarder en toegankelijker te maken. Daarnaast treft u in de bijlage gedetailleerde achtergrondinformatie aan over aardbevingen en vormen van registratie daarvan.

Conclusie van het onderzoek

Gebouwsensoren (versnellingsmeters) en tiltmeters (Stabialert) geven informatie over de effecten van trillingen op een specifiek gebouw. Zij zijn niet door te vertalen naar gebouwen in de omliggende omgeving. Trillingsmeters van het seismisch netwerk van het Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI) meten in heel Nederland, dus ook Drenthe, bewegingen in de ondergrond. Deze informatie is relevant voor het hele gebied in de invloedssfeer van de beving. Hoewel niet in alle gemeenten trillingsmeters zijn opgesteld, kunnen bewoners via de link <https://www.knmi.nl/nederland-nu/seismologie/stations/live-seismogrammen> wel op elk moment en continu 'realtime' trillingen in de ondergrond in Drenthe waarnemen. Het bestaande KNMI-seismisch netwerk is voldoende om bevingen in heel Drenthe met een grootte van M=1.5 (schaal van Richter) en groter te registreren en te lokaliseren.

Verbeteropties

Feitelijk wordt dus al aan de door u gewenste situatie voldaan. Er zijn eventueel wel mogelijkheden om de informatievoorziening te verbeteren door de meetgegevens beter zichtbaar en toegankelijk te maken. De KNMI-website heeft een zeer uitgebreide site over aardbevingen en de pagina met de meetstations is niet zo makkelijk te



vinden. Gemeenten en provincie kunnen de beschikbare informatie van het KNMI toegankelijk maken in hun publieke ruimte via een computer of monitor. Dit vergroot de zichtbaarheid in het algemeen en maakt de gegevens toegankelijk voor inwoners zonder computer of internet. Ook op de provinciale en gemeentelijke websites kan een link naar de KNMI-site worden opgenomen, waar de meetstations 'live' te volgen zijn.

Wij gaan ervan uit u hiermee voldoende te hebben geïnformeerd.

Over de informatie in deze brief en in de bijlage wisselen wij graag met u nader van gedachten.

Hoogachtend,

Gedeputeerde Staten van Drenthe,



, secretaris a.i.



, voorzitter

Bijlage: Technische achtergrondinformatie

km/coll.

Afschrift aan het college van Burgemeester en Wethouders van Westerveld,
Postbus 50, 7970 AB Havelte

Bijlage: technische achtergrondinformatie

I. Aardbevingen

1) Hoe ontstaan aardbevingen?

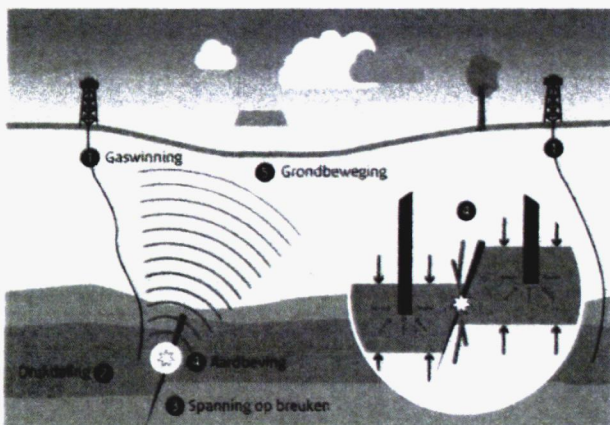
Aardbevingen zijn het gevolg van spanningen in de aardkorst, die zich door een plotselinge beweging langs een breuk 'ontladen'. Gemiddeld is er elke elf seconden ergens ter wereld een aardbeving Natuurlijke aardbevingen ontstaan door beweging langs tektonische platen en breuklijnen binnen platen: de aardbevingen langs 'de ring van vuur' (het gebied rond de grote Oceaan van Nieuw-Zeeland naar Japan, Alaska, en de westkust van Canada, Noord- en Zuid-Amerika), of in Zuid-Europa en Noord-Afrika zijn hier voorbeelden van. Ook vulkanische activiteit kan gepaard gaan met aardbevingen. Het merendeel van de aardbevingen wereldwijd is natuurlijk van aard.



Figuur 1: overzicht plaattektoniek en locaties grote natuurlijke aardbevingen

Menselijk handelen kan ook aardbevingen uitlokken. Dit noemen we geïnduceerde aardbevingen. Niet alleen mijnbouw en mijnbouw-gerelateerde activiteiten, maar ook de onttrekking van grondwater, de bouw van stuwdammen en zeer hoge gebouwen en ondergrondse kernproeven kunnen leiden tot (soms zeer zware) aardbevingen.

Gaswinning kan ook aardbevingen tot gevolg hebben. Aardgas zit tussen gesteentekorreltjes in een zandsteenlaag. Door gaswinning wordt de druk tussen deze gesteentekorreltjes verlaagd en wordt de laag wordt samengedrukt (compactie). Langs bestaande breuken kunnen dan spanningsverschillen opbouwen, die kunnen leiden tot aardbevingen. Hoe meer gaswinning, hoe groter de compactie, hoe groter de kans op aardbevingen en hoe groter de kracht van de bevingen.



Figuur 2: mechanisme van door gaswinning geïnduceerde bevingen

2) Aardbevingsgolven

Vanaf het centrum van de beving plant de beweging in de ondergrond zich voort in de vorm van drie typen aardbevingsgolven. Deze golven verplaatsen vrijgekomen energie in alle denkbare richtingen. Er zijn twee soorten die in de aarde zelf reizen om uiteindelijk aan het aardoppervlak te komen:

- P (primaire, longitudinale of compressie) golven. Deze bewegen zich voort als beweging door een veer, door materie in de aarde samen te drukken en uit elkaar te trekken.
- S (secondaire, transversale of schuif) golven. Deze bewegen zich voort als de beweging in een touw, de materie beweegt loodrecht ten opzichte van de voortplantingsrichting van de golf

De P-golven komen het eerst aan op een locatie, gevolgd door de S-golven.

Daarnaast zijn er golven die langs het oppervlak van de aarde bewegen:

- Oppervlakte golven, deze planten zich 'rollend' langs het aardoppervlak voort;

De oppervlaktegolven arriveren weliswaar het laatst, maar deze richten over het algemeen de meeste schade aan. Bij zware bevingen kunnen oppervlaktegolven meerdere malen om de aarde lopen.

Ga naar:

https://www.iris.edu/hq/inclass/animation/1component_seismogram_building_responds_to_p_s_surface_waves en klik op het filmpje ter illustratie van de verschillende aardbevingsgolven en effecten op gebouwen.

Uit het verschil in aankomsttijd tussen de P- en S-golven is de afstand van het meetstation tot het punt waar de aardbeving is ontstaan te berekenen. Als drie meetstations de beving registreren is de exacte locatie van de aardbeving te berekenen¹. De locatie waar de aardbeving in de ondergrond plaatsvindt heet het hypocentrum, de oppervlaktelocatie direct hierboven heet het epicentrum.

Het verschil tussen een natuurlijke aardbeving en andere trillingen, zoals langrijdend verkeer of een kernproef, is te zien in de signatuur van het seismisch signaal. Zo heeft een aardbeving P- en vooral sterke S-golven, terwijl een kernproef alleen maar P-golven laat zien.



Fig. 3: Seismogram van een aardbeving (blauw) en van een kernproef (rood)

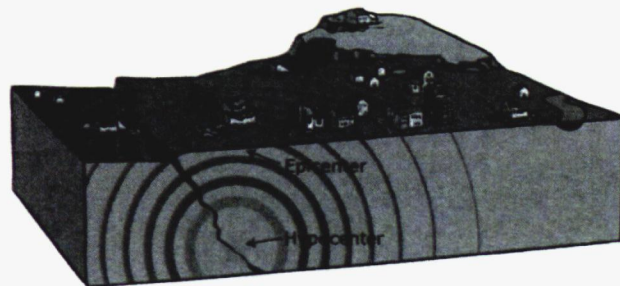


Fig. 4: Epi- en hypocentrum

Aardbevingen worden o.a. uitgedrukt in de schalen van Richter en Mercalli.

De schaal van Richter drukt de *energie* die vrijkomt bij een aardbeving uit in een getal.

De schaal van Mercalli is een *intensiteitsschaal* die gebruikt wordt om de *gevolgen* van een aardbeving uit te drukken.

II. Hoe worden (de effecten van) aardbevingen gemeten in de bodem?

1) Meetmethoden en apparatuur

1. Geofonen

Dit zijn sensoren die in boorgaten van ongeveer 300 m tot 3 km diep, op verschillende dieptes geplaatst worden, waarna het boorgat weer opgevuld wordt. Deze sensoren kunnen de allerkleinste aardbevingen registreren. Hierbij geldt uiteraard dat hoe dichter de sensoren bij de bevingsbron zijn, hoe nauwkeuriger de waarneming is. Vanwege de aanlegkosten worden geofonen meestal niet in boorgaten dieper van 300 m geplaatst.

2. Breedbandseismometers

Dit zijn sensoren met een breder frequentiebereik dan geofonen. Ze zijn geschikt om de magnitudes van zowel natuurlijke als geïnduceerde bevingen zeer nauwkeurig te bepalen. Hierbij geldt wel een

¹ Met 1 meetstation is een cirkel te bepalen om het station. De beving kan overal op deze cirkel hebben plaatsgevonden. Met 2 meetpunten wordt de cirkel gereduceerd tot 2 potentiële locaties

ondergrens: omdat breedbandseismometers aan/dichtbij de oppervlakte staan opgesteld zijn ze gevoelig voor ruis en kunnen daarom veelal geen kleine bevingen (kleiner dan ca. $M= 1.5$) registreren.

3. Versnellings- of accelerometers

Dit zijn sensoren die gebruikt worden om de versnelling van de bodem dichtbij de oppervlakte te registreren. Dezelfde aardbeving kan aan het oppervlak verschillende effecten hebben, afhankelijk van de ondiepe bodemopbouw (d.w.z. bijvoorbeeld zand of veen). Deze gegevens worden door het KNMI gebruikt om voor Groningen de maximale grondversnelling (PGA: Peak Ground Acceleration) en de kans dat deze overschreden wordt (de seismische dreigingskaart) te berekenen en te verifiëren. De grondversnelling kan mede gebruikt worden om te bepalen of schade aan gebouwen gerelateerd is aan een beving.

In een aantal gevallen worden geofonen en versnellingsmeters gecombineerd opgesteld.

4. Overige meetstations: akoestische stations

Tenslotte zijn er nog een aantal akoestische stations. Deze meten geluidsgolven uit de lucht. Een straaljager die laag vliegt of door de geluidsbarrière gaat, kan ook trillingen veroorzaken. De akoestische stations meten deze effecten en kunnen zo een aardbeving uitsluiten.



Voorbeeld van een boorgatstation in het veld. In de kast een versnellingsmeter en meetapparatuur. Daaronder in het boorgat enkele geofoons.

Figuur 5: Een boorgatstation met geofonen + versnellingsmeter in het veld

5. Aardbevings app

In Groningen is de app 'Bevingmeter' gelanceerd, waarmee de bewegingssensoren in smartphones aardbevingen registreren. De geregistreerde data worden in combinatie met de GPS data automatisch uitgelezen en verwerkt door specialisten (private partijen) die daarmee een beeld schetsen van de voortplanting van een beving door de provincie. Dit is een methode waarbij veel ruis voorkomt. De resultaten zijn niet geschikt om nauwkeurige locaties of magnitudes te achterhalen. Een ander commercieel systeem is 'Omnidot'.

2) De plaatsing van sensoren

Het Staatstoezicht op de Mijnen (SodM) en het Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI) bepalen over het algemeen waar het meetinstrumentarium geplaatst wordt, al dan niet in samenspraak met mijnbouwmaatschappijen. Aspecten die hierbij bepalend zijn:

- de registratie van potentiële seismische bronnen;
- netwerkconfiguratie;
- een locatie met ruisarme condities (b.v. weinig/geen verkeer);
- aansluitmogelijkheden op elektriciteit en internettoegang.

Alle gegevens gaan direct naar het KNMI. Het KNMI bewerkt de data en publiceert deze op haar website. Als er een echte aardbeving plaatsvindt berekent het KNMI waar deze heeft plaatsgevonden en hoe sterk ze is. Via de website van het KNMI kan iedereen 'real-time' volgen wat de meters registreren.

III. Hoe worden de effecten van aardbevingen gemeten aan gebouwen?

1. Gebouwbeweging door een aardbeving

Gebouwen kunnen door meerdere oorzaken bewegen. Enerzijds zijn er de kortstondige trillingen die het gevolg zijn van een aardbeving, maar b.v. ook het langsrijden van verkeer. Anderzijds kunnen gebouwen over langere termijn bewegen door zetting. Het is dus niet alleen van belang dat gebouw Bewegingen gemonitord en gemeten worden, maar ook dat de oorzaak van de beweging op juiste wijze geïnterpreteerd wordt! Veel apparatuur kan heel nauwkeurig allerlei bewegingen meten. Daarmee is echter niet (altijd) direct een eenduidige relatie tussen een trilling en schade vast te stellen.

Als een aardbeving plaatsvindt kan een gebouw in beweging raken. De mate van beweging hangt o.a. af van:

- de sterkte van de beving.

Hoe sterker hoe meer kans op grotere beweging van het gebouw.

- de ondergrond.

Over het algemeen geldt: hoe 'harder' en dichter de ondergrond, hoe minder effect, hoe slapper de bodem, hoe meer een gebouw zal kunnen bewegen. Dit laatste resulteert in het zgn. 'opslingereffect' dat in Groningen waar te nemen is.

- de 'eigenfrequentie' van een gebouw (resonantie).

Een eigenfrequentie van een systeem is een van de frequenties waarmee een systeem zal gaan trillen als het vanuit een evenwichtspositie wordt bewogen en vervolgens wordt losgelaten. Een gebouw dat door een beving een zet krijgt kan dan gaan 'zwiepen'.

2. Methoden voor het meten van bewegingen van gebouwen

1. Gebuwssensoren

Gebuwssensoren zijn feitelijk versnellingsmeters voor een gebouw. Ze meten de bewegingen (versnellingen) van een gebouw in drie richtingen. Die sensoren meten *iedere* trilling/beweging van een gebouw. Dichtslaan van deuren, langsrijdend verkeer en zelfs het effect van een persoon die vlak langs een sensor loopt. Of het daadwerkelijk om een trilling als gevolg van een aardbeving gaat blijkt uit de frequentie van de trilling. In Groningen zijn in veel gebouwen sensoren geplaatst in het kader van wetenschappelijk onderzoek. Verschillende gebouwen reageren verschillend op dezelfde trilling, maar ook 'gelijke' gebouwen kunnen door aanpassingen in constructie (uitbouw, weghalen van een muur etc.) verschillend reageren. TNO doet hier onderzoek naar.

Meteruitslagen gebuwsensoren Groningen

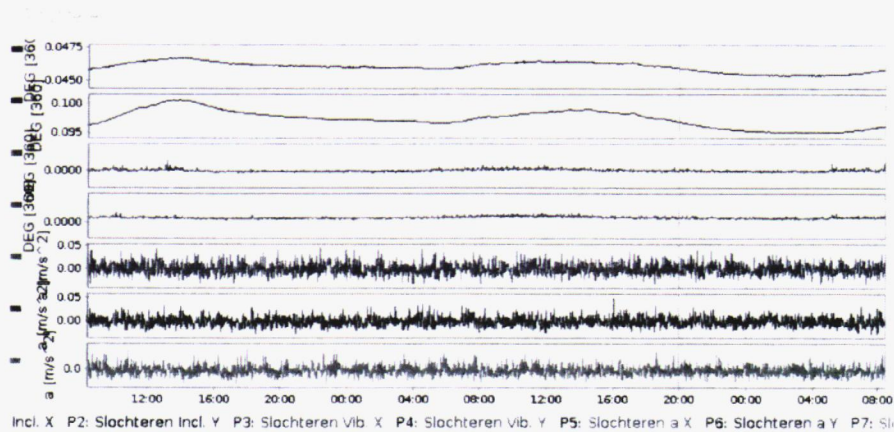


Figuur 6: metingen van gebuwsensoren in Bedum 8 januari 2018. De beving van Zeerijp om 15.00 met $M=3,4$ is duidelijk te zien.

2. Tiltmeters

Tiltmeters kunnen heel kleine veranderingen in de scheefstand van een object meten. Ze worden vooral gebruikt bij de monitoring van vulkanen, dammen en regio's die gevoelig zijn voor aardverschuivingen ('landslides').

Tiltmeters kunnen ook gebuwbewegingen registreren. Ze kunnen 'real-time' de (tijdelijke) beweging uit het lood registreren van een gebouw waardoorheen een aardbevingsgolf passeert. Maar ze kunnen ook scheefstand door zetting registreren en temperatuurseffecten van de ondergrond en het gebouw zelf. Als op een gebouw meerdere meters zijn aangebracht is ook te registreren of verschillende delen van het gebouw in verschillende richtingen verzakken. Het bedrijf Stabialert heeft op verschillende locaties in Groningen tiltmeters geplaatst. De gegevens zijn 'live' te volgen via hun website (zie figuur 7).



Figuur 7: Live tiltmetergegevens gebouw in Groningen

De data zijn gemiddelde en maximale uitslagen over verschillende tijdsintervallen in de X- en Y richting. De twee bovenste curves tonen de gebouwtilt door dagelijkse temperatuurverschillen. (Website: <https://www.stabialert.nl/nl/projecten/aardbevingen/>)

IV. De rol van het KNMI

Het KNMI is de hoeder van het aardbevingsdossier in Nederland. Het seismisch meetnetwerk in Nederland is aangelegd en wordt uitgebreid in nauw overleg met het KNMI. Alle geregistreerde data gaan direct naar het KNMI en worden daar bewerkt, geïnterpreteerd en gepubliceerd op de KNMI-website. Op de website zijn o.a. de metingen van alle Nederlandse seismische stations min of meer 'real-time' te volgen, worden gegevens van de geregistreerde bevingen gepubliceerd en wordt uitgebreid uitleg gegeven over seismologie en aardbevingen. Ook zijn data beschikbaar voor derden om voor eigen doeleinden te gebruiken. De website bevat informatie en gegevens op zowel leken- als expertniveau.

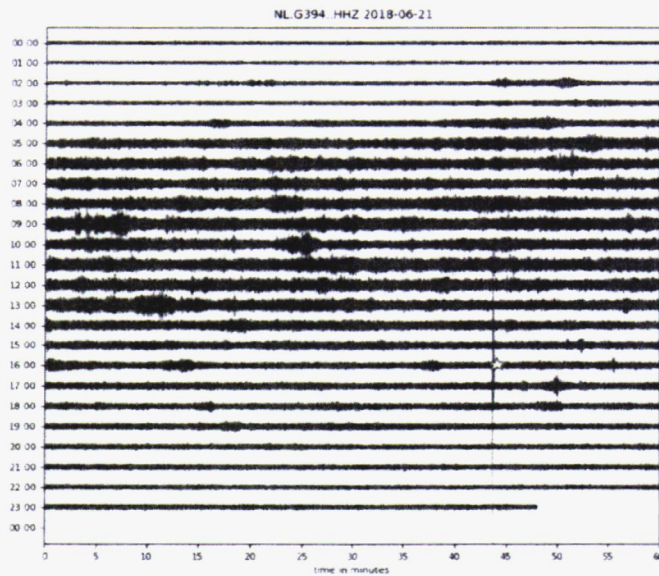
Het meetnetwerk van het KNMI functioneert ook internationaal. Bevingen elders in de wereld kunnen ook effect hebben in Nederland. Zelfs bevingen aan de andere kant van de wereld kunnen worden geregistreerd. Deze meetgegevens kunnen ook door instituten elders in de wereld gebruikt worden.

V. De seismische netwerksituatie in Drenthe

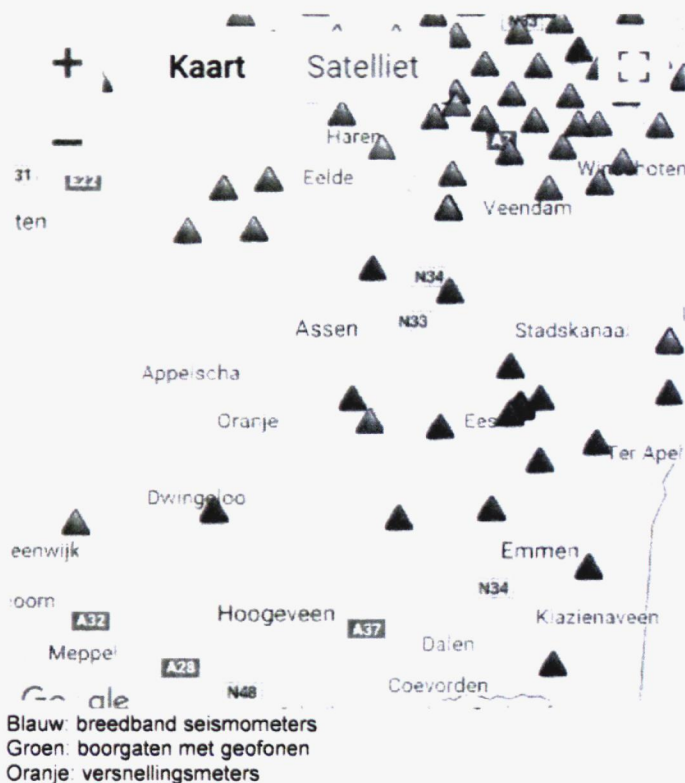
Voor Drenthe geldt het volgende.

- Het KNMI seismisch netwerk in Drenthe bestaat uit boorgaten met geofonen en 'breedband' seismometers.
- In Drenthe staan geen versnellingsmeters, deze staan voornamelijk in Groningen².
- Het bestaande KNMI-netwerk is *voldoende* om alle bevingen in *heel Drenthe* met een grootte vanaf $M=1.5$ (schaal van Richter) te registreren en meer of minder precies te lokaliseren.
- Iedereen kan op de KNMI-website direct zien wat de seismometers meten (zie figuur 9) en dus zien wat er gebeurt in de Drentse ondergrond via de link: <https://www.knmi.nl/nederland-nu/seismologie/stations/live-seismogrammen>

² Met de uitbreiding van het KNMI netwerk door Vermilion zullen in West-Drenthe 4 extra stations geplaatst worden en 2 in Friesland dichtbij de provinciegrens. Deze meetstations hebben zowel geofonen in boorgaten als versnellingsmeters. Door deze verdichting van het meetnet kunnen hier bevingen tot een grootte van $M=0.1$ gemeten worden, de locatie kan tot 500 m nauwkeurig bepaald worden. Ingeval van een trilling kan Vermilion dan precies weten of en zo ja, welke van hun kleine veldjes heeft bewogen.



Figuur 9: Typisch seismogram: achtergrond en ruis (verkeer, menselijke activiteit). De spike bij het sterretje is een aardbeving. De grootte is niet af te lezen uit het diagram. Het KNMI berekent die. In dit geval betrof het een aardbeving van 0,6 op de schaal van Richter ($M=0.6$).



Figuur 10: overzicht seismisch meetnetwerk in Drenthe (zonder de uitbreiding in Westerveld, zie voetnoot 2)