

Date : 11-9-2018 11:49:53

From : " " "

To : " " @drenthe.nl

Subject : RE: Statenbrief voor poho

Attachment : opm Statenbrief GS nota-trilsensoren post BC.docx; opm Bijlage bij Statenbrief Trilsensoren naar BC.docx;

Hoi ,

Wat een prachtig gedegen en helder stuk! Naar mijn idee beantwoord het precies aan het doel en wordt hiermee de afspraak met de staten goed ingevuld. Ik zou alleen niet weten of GS ook al een suggestie voor uitvoering wil doen aan de staten. Ik denk van niet maar dat hoor je dan wel. In ieder geval kun je op het poho onze mening daarover dan geven: alleen toegankelijkheid vergroten via website (passief) of wat actiever door ook de link op de computer in de hal toegankelijk te maken. We kunnen natuurlijk de gemeenten voorstellen dat ook te doen en dat inbrengen in het kennisnetwerk maandagmiddag 24 september.

De inhoud van de stukken vind ik prachtig en ik denk dat het krachtiger wordt als de leesbaarheid nog wat groter wordt door wat redactionele verbeteringen. Je kunt gerust nog een nieuwe versie aanleveren. Ik heb in verband daarmee twee hoofdpunten:

1. Ik vind echt dat je de verkeerde term 'trilsensoren' teveel herhaalt. Niet meer dan één keer in de GS nota en de Statenbrief doen in verband met herkenbaarheid, en verder alleen de juiste termen gebruiken anders introduceren we voor het publiek de verkeerde en ontstaat spraakverwarring.
2. Toegankelijkheid en zichtbaarheid in de Statenbrief samenvoegen zodat het simpeler wordt en herhaling wordt vermeden.

Verder heb ik door de hele tekst heen kleine suggesties aangegeven die het volgens mij duidelijker en beter leesbaar maken, maar die moeten natuurlijk wel gecontroleerd worden voordat je ze overneemt, want het moet inhoudelijk wel blijven kloppen!

Ik weet dat je het stuk al door de hele procedure hebt geleid en het is ook beslist een goede GS-nota, maar de bijlagen worden inhoudelijk en redactioneel sterker met deze aanpassingen. Dat is het belang van het onderwerp waard lijkt me.

Ik stel dus voor dat je de voorstellen overneemt als het inhoudelijk klopt en dan een nieuwe versie aanlevert bij .

Groet,

---

Van:

Verzonden: maandag 10 september 2018 10:20

Aan: < > @drenthe.nl>

CC: @drenthe.nl>

Onderwerp: Statenbrief voor poho

L.S.

Bij deze een statenbrief, zoals besproken met

Mvg,

## Agendapunt voor de vergadering van Gedeputeerde Staten van Drenthe

Statenbrief

Algemene gegevens		Verantwoordelijke
Opsteller	[redacted], tst [redacted]	Martien Haasjes
Team	Milieu, Bodem en Energie	
Datum	vrijdag 31 augustus 2018	Paraaf verantwoordelijke
Uiterste behandeldatum in GS: Toelichting: toegezegde informatie voor de staten		Bespreken:
Verwijzing naar speerpunt collegeakkoord/programma begroting		Portefeuillehouder
4. Ruimtelijk Drenthe / 5. Milieu, Energie & Bodem		Tjisse Stelpstra
Intern voorbereid met	Afwijkende mening	Paraaf directeur-secretaris
1. [redacted] (RO)	Nee	Leendert Maarleveld
2.		
3.		
Archivering		Communicatie
Datum:	Registratienummer:	Openbaar:
	nr.	Ja
	nr.	Persbericht: Nee
	nr.	Bekendmaking:
		Niet van toepassing

Met opmerkingen [redacted] m.i. verwijderen omdat ze niet meer bij RO werkt maar bij ons eigen team.

### Onderwerp

Trilsensoren in Drenthe

### Advies

1. In te stemmen met de brief aan Provinciale Staten.
2. De brief ter informatie in afschrift te sturen aan de gemeente Westerveld.

### Beslissing GS

## Inleiding

### a. Algemeen

Tijdens de vergadering van Provinciale Staten op woensdag 6 juni 2018 is met gedeputeerde Stelpstra besproken dat nader 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. Onderhavige brief aan Provinciale Staten:

- doet verslag van dit onderzoek en
- geeft een aantal met Provinciale Staten te bespreken opties voor de eventuele uitvoering.

In samenhang hiermee is in de gemeente Westerveld een motie van het CDA aangenomen, waarin de Raad het College van B&W opdraagt:

- een trilsensor te installeren die de bewoners informeert over de onrust in de bodem;
- te informeren bij uw College of de gemeente in aanmerking komt voor provinciale ondersteuning hiervoor.

### b. Europese aspecten

Niet van toepassing.

### c. Economie/werkgelegenheid

Niet van toepassing.

### d. Participatie

Niet van toepassing.

## Advies

1. In te stemmen met de brief aan Provinciale Staten.
2. De brief ter informatie in afschrift te sturen aan de gemeente Westerveld.

## Doelstelling uit de begroting

5.3.03 Verantwoord gebruik van de (diepe) ondergrond volgens de provinciale Structuurvisie ondergrond

## Argumenten

### 1.1. Zelf kunnen waarnemen wat in de ondergrond gebeurt is belangrijk voor de informatievoorziening aan de burger.

Bevingen ten gevolge van gaswinning brengen onrust bij de bewoners teweeg. Informatie over bevingen kan deze onrust mogelijk verminderen. 'Direct' kunnen waarnemen wat in de ondergrond gebeurt is een vorm van informatievoorziening en vergroot de transparantie van wat gaande is.

**Met opmerking** Ik stel voor dit tussen aanhalingstekens te zetten omdat het CDA het zo noemde en dan verder het woord trillingsmeters te gebruiken. En toevoegen dat het gaat om het waarnemen van aardbevingen als gevolg van gaswinning.

**1.2 De brief beschrijft de bestaande situatie en opties ter verbetering of uitbreiding.**

In de huidige situatie kunnen inwoners van Drenthe al 'real-time' waarnemen wat er in de ondergrond in hun omgeving gebeurt. Er zijn wel mogelijkheden om deze toegang te vergemakkelijken en de waarnemingen zichtbaarder te maken.

**2.1 Het College van B&W van Westerveld heeft een min of meer vergelijkbare opdracht gekregen van de Raad.**

Het college van B&W wordt met de informatie uit de brief geholpen bij de uitvoering van haar opdracht.

**Tijdsplanning**

Niet van toepassing.

**Financiën**

Niet van toepassing.

**Bijlagen****Bijlagen**

0. Statenbrief

1. Bijlage 1: technische achtergrond informatie

2.

**Meekopiëren**

Ja

Ja

**Met opmerkingen** : Moet de motie van Westerveld er ter informatie niet bij? Want daaraan wordt toch gerefereerd in de inleiding?

**Risico's**

Niet van toepassing.

**Tekst openbare besluitenlijst**

Onderwerp: Trilsensoren in Drenthe

Gedeputeerde Staten sturen Provinciale Staten een brief waarin zij uiteenzetten hoe de Drentse bodem gemonitord wordt op trillingen en hoe burgers hier toegang tot hebben. Ook worden opties beschreven voor de verbetering van deze vorm van informatievoorziening.

Met opmerkingen [ ] : Ik zou zeker in onze eigen stukken niet het verkeerde woord van het CDA overnemen.

**Verzenden**

Aan:  
de voorzitter en leden van  
Provinciale Staten van Drenthe

Assen, @  
Ons kenmerk @  
Behandeld door mevrouw [REDACTED] (0592) [REDACTED]  
Onderwerp: Trilsensoren en toegang tot eSeismische 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 bodemtrillingen kunnen waarnemen. Hierbij wordt bedoeld op het meten van bodemtrillingen als gevolg van aardgaswinning. Hierbij informeren wij u over de resultaten van dit onderzoek en opties om de huidige situatie voor de inwoners zichtbaarder en toegankelijker te maken. Gedetailleerde achtergrondinformatie vindt u in de bijlage.

#### De bestaande situatie

- In Drenthe (en heel Nederland) heel Nederland, en dus ook Drenthe, wordt met het bestaande KNMI-seismisch netwerk beweging in de ondergrond gemeten. Het netwerk heeft niet in alle Drentse gemeenten een meetstation.
- 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.
- Iedereen kan op de KNMI-website direct zien wat de seismometers meten en dus zien wat er gebeurt in de Drentse ondergrond via de link: <https://www.knmi.nl/nederland-nu/seismologie/stations/live-seismogrammen>

#### Conclusie

Hoewel niet in alle gemeenten trilsensoren-trillingsmeters zijn opgesteld kunnen bewoners wel via internet op elk moment en continu 'realtime' waarnemen wat de sensoren trillingen in de ondergrond in Drenthe waarnemen.

#### Verbeteropties

Feitelijk wordt dus al aan de door u gewenste situatie voldaan. Er zijn echter wel mogelijkheden om de informatievoorziening te verbeteren en de meetgegevens beter zichtbaar en toegankelijk te maken voor inwoners die geen computer of internettoegang hebben door:

- 1) de zichtbaarheid van het meetgebouwen te vergroten en
- 2) de toegankelijkheid van de meetgegevens te vergroten voor mensen zonder computer of internettoegang.

Mogelijke ~~opties heden~~ om de zichtbaarheid en toegankelijkheid te vergroten:

1. Een computer in het gemeentehuis die direct op de site van het KNMI is aangesloten en die de registraties van de verschillende meetstations in Drenthe weergeeft. Dit vergroot de zichtbaarheid in het algemeen en maakt de gegevens de toegankelijkheid voor inwoners zonder computer of internet.

**Met opmaak:** Lettertype: Niet Cursief

~~Een link via de provinciale dan wel gemeentelijke websites naar de KNMI site waar de meetstations 'live' te volgen zijn.~~

2. Een link via de provinciale dan wel gemeentelijke websites naar de KNMI-site waar de meetstations 'live' te volgen zijn. Dit vergroot de toegankelijkheid. De KNMI-website heeft een zeer uitgebreide site over aardbevingen en de pagina met de meetstations is niet zo makkelijk te vinden.

**Met opmaak:** Zwevende begin- en eindregels voorkomen, Lettertype-uitlijning: Automatisch

3. Fysieke uitbreiding van het bestaande meetnetwerk. Deze optie heeft technische en financiële beperkingen. ~~De~~ De meetstations zelf zijn 'nutskastjes' (zie bijlage).

**Met opmaak:** Lettertype: Niet Cursief

**Met opmaak:** Lettertype: Niet Cursief

**Met opmaak:** Lettertype: Niet Cursief

4)a. Op een zichtbare publieke locatie, ~~(dus b.v. bijvoorbeeld voor het gemeentehuis)~~ een versnellingsmeter plaatsen. Een computer in het gemeentehuis kan direct weergeven wat de meter registreert. Dit zal niet veel zijn, aangezien de versnellingsmeter alleen bij zwaardere bevingen een effect laat zien. Met

€ 5.000,- - €10.000,- is dit wel de goedkoopste optie.

2)b. Als optie 4a., maar dan met geofoons in een boorgat. De kosten hiervoor zijn hoog: per locatie tenminste € 90.000,-. ~~Daarnaast heeft De toegevoegde waarde van een extra~~ locatie voor een gemeentehuis ~~niet per se (veel) toegevoegde waarde is~~ voor het bestaande meetnetwerk niet per se van toegevoegde waarde.

Mogelijke opties om de toegankelijkheid van de meetgegevens van de KNMI site te vergroten:

~~Een computer in het gemeentehuis die direct op de site van het KNMI is aangesloten en de registraties van de verschillende meetstations in Drenthe weergeeft.~~

**Met opmaak:** Lettertype: Niet Cursief

~~Dit vergroot de toegankelijkheid voor inwoners zonder computer of internet.~~

**Met opmaak:** Genummerd + Niveau: 1 + Nummeringstijl: 1, 2, 3, ... + Beginnen bij: 1 + Uitlijning: Links + Uitgelijnd op: 0,63 cm + Inspringen op: 1,27 cm

~~4. Een link via de provinciale dan wel gemeentelijke websites naar de KNMI site waar de meetstations 'live' te volgen zijn.~~

**Met opmerkingen** [ ]: Dit is een herhaling, daarom lijkt het mij beter de thema's zichtbaarheid en toegankelijkheid samen te voegen.

~~e. De KNMI-website heeft een zeer uitgebreide site over aardbevingen en de pagina met de meetstations is niet zo makkelijk te vinden.~~

**Met opmaak:** Lettertype: Niet Cursief

**Met opmaak:** Standaard, Inspringing: Eerste regel: 1,25 cm

Wij gaan er vanuit u hiermee voldoende te hebben geïnformeerd.

**Met opmaak:** Genummerd + Niveau: 1 + Nummeringstijl: 1, 2, 3, ... + Beginnen bij: 1 + Uitlijning: Links + Uitgelijnd op: 0,63 cm + Inspringen op: 1,27 cm

Hoogachtend,

**Met opmaak:** Lijstaline, Genummerd + Niveau: 2 + Nummeringstijl: a, b, c, ... + Beginnen bij: 1 + Uitlijning: Links + Uitgelijnd op: 1,9 cm + Inspringen op: 2,54 cm

Gedeputeerde Staten van Drenthe,

, secretaris a.i.

, voorzitter

Bijlage: technische achtergrond informatie

I.a.a.: het college van B&W van de gemeente Westerveld

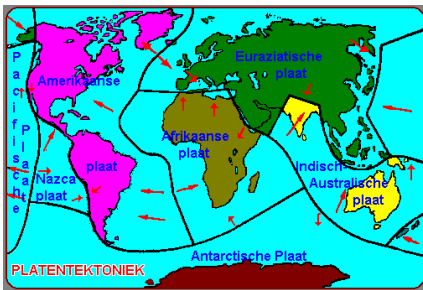
Bijlage: technische achtergrond informatie

I. Aardbevingen

1) Hoe ontstaan aardbevingen?

Aardbevingen (seismiek) zijn het gevolg van spanningen in de aardkorst, die zich door een plotselinge beweging langs een breuk 'ontladen'. Gemiddeld is er elke 11-elf seconden ergens ter wereld een aardbeving.

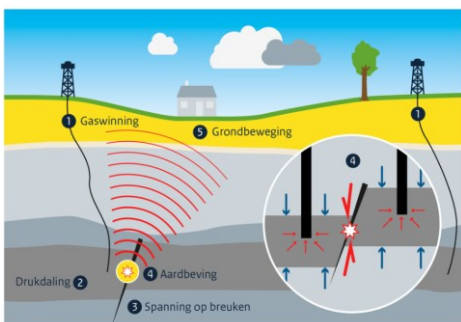
Natuurlijke aardbevingen ontstaan door beweging langs tektonische platen en breuklijnen binnen platen: de aardbevingen langs 'de ring van vuur' (het gebied rond de grote Oceaan van Nieuw-Zeeland naar Japan, Alaska, en de westkust van Canada, Noord- en Zuid-Amerika), of in Zuid-Europa en Noord-Afrika zijn hier een 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 tot aardbevingen leiden 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 zich voort 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](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 berekenen<sup>1</sup>. 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 langsrijdend 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.

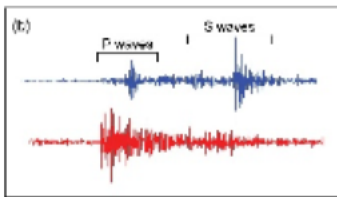


Fig. 3: Seismogram van een aardbeving (blauw) ~~en van~~ een kernproef (rood)

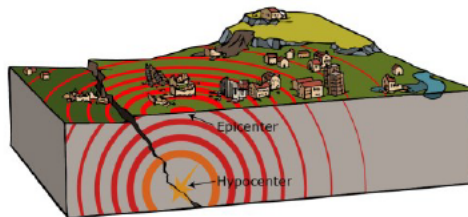


Fig. 4: Epi- en hypocentrum

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?

~~Hier~~ worden de ~~m~~ethoden beschreven voor het meten van (de effecten) van aardbevingen in de bodem in Nederland met het seismometers (trillingsmeters).

### 1. Geofonen

Dit zijn sensoren die in boorgaten (van ca. ongeveer 300 m tot ca. 3 km diep, die) op verschillende dieptes in die boorgaten 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 bevingbron zijn, hoe nauwkeuriger de waarneming is. Vanwege de aanleg kosten worden geofonen meestal niet in boorgaten dieper van 300 m geplaatst.

**Met opmerkingen** [ ]: Is het meervoud geofonen of geofoons?

<sup>1</sup> 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.

## 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 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.

## 2.3. Versnellings- of accelerometers

Dit zijn sensoren die gebruikt worden om de versnelling van de bodem dichtbij de oppervlakte te registreren. Ze worden ook wel accelerometers genoemd. 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.

## 3. Breedbandseismometers

### 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.

In een aantal gevallen worden geofonen en versnellingsmeters gecombineerd opgesteld.



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.

## 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. Ade volgende aspecten die zijn hierbij daarbij 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 inderdaad een echte aardbeving plaatsvindt berekent het KNMI snel waar deze heeft plaatsgevonden en hoe sterk ze is. Via de website van het KNMI kan iedereen min of meer in 'real-time' volgen wat de meters registreren.

**Met opmerkingen** [ ]: Dit roept vragen op, wat bedoel je hiermee?

### 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 gebouwbewegingen 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:

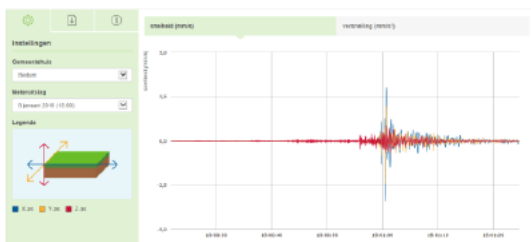
- a. ~~De~~ sterkte van de beving.  
Hoe sterker hoe meer kans op grotere beweging van het gebouw.
- b. ~~De~~ ondergrond.  
Over het algemeen geldt: hoe 'harder' en dichter de ondergrond, hoe minder effect, hoe slapper de bodem, hoe meer een gebouw zal kunnen bewegen. Dit laatste resulteert in het zgn. 'opslinger-effect' dat in Groningen waar te nemen is.
- c. ~~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. Gebuwsensoren

Gebuwsensoren 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.

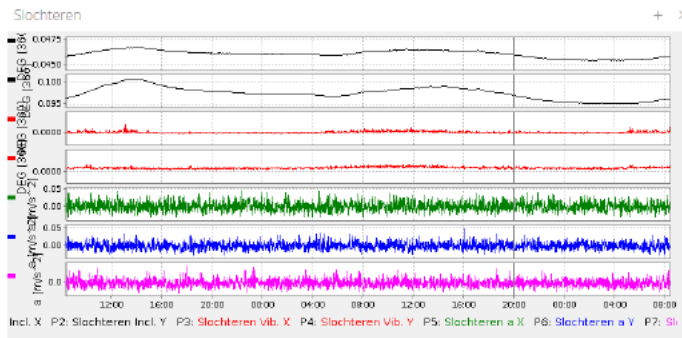
##### 2. Tiltmeters

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 aardschuivingen ('landslides').

Tiltmeters kunnen ook gebouwbewegingen 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~~ temperatuur effecten van de

Met opmerkingen [ ]: De officiële term is aardschuivingen en niet verschuivingen?

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.



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/>)

Met opmerkingen [ ] : Dit roept de vraag op wat dan de onderste zijn

Met opmaak: Inspronging: Links: 1,25 cm, Eerste regel: 0 cm

#### IV. De rol van het Koninklijk Meteorologisch Instituut 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.

Met opmerkingen [ ] : Dit is een herhaling.

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.

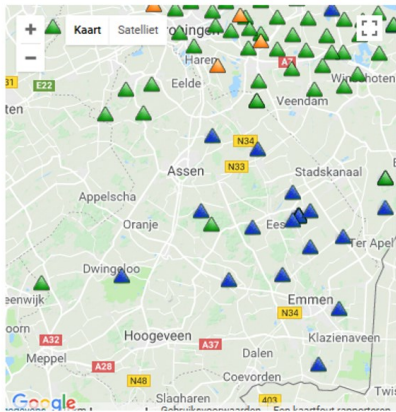
#### V. De seismische netwerksituatie Het seismisch meetnetwerk in Drenthe

Voor Drenthe geldt het volgende. De bestaande situatie in Drenthe is als volgt.

- a\_ Het KNMI seismisch netwerk in Drenthe bestaat uit boorgaten met geofonen en 'breedband' seismometers.
- b\_ In Drenthe staan geen versnellingsmeters, deze staan voornamelijk in Groningen<sup>2</sup>.

Het bestaande KNMI-netwerk (zie figuur 8) 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>

<sup>2</sup> 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 geophones 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.

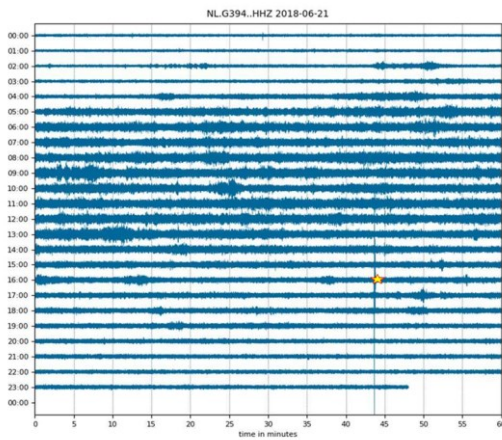


Blauw: broadband seismometers  
 Groen: boringboles  
 Oranje: versnellingsmeters

Figuur 8: Overzicht seismometers Drenthe.

Hierop staat nog niet de uitbreiding in de gemeente Westerveld, zonder de uitbreiding van 4 (+2) in West-Drenthe

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>



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. deze was in dit geval betrof het een aardbeving van 0,6 op de schaal van Richter (M=0.6).