



**Middelstum** 5 juli 2017

**Onderwerp:** Opmerkingen Onderzoek meetinstrumenten' eindconcept revisie 30 mei 2017  
**Bestemd voor:** Nationaal Coördinator Groningen  
E. Drenth, Antea-group

Geachte mevrouw Bekkering,

Zoals reeds kort aangegeven tijdens de presentatie over de rapportage 'Onderzoek meetinstrumenten stap 3 aangaande meetnetten was het ons feitelijk onmogelijk om binnen een dag inhoudelijk te kunnen reageren op deze rapportage. Wij maken, middels dit schrijven, dan ook graag gebruik om alsnog schriftelijk te reageren.

Stellingen uit het onderzoek staan in *blauw schuinschrift* genoteerd.  
Tussentijdse conclusies/opmerkingen staan tussentijds vermeld.

In de kwartaalrapportage van de NCG wordt gesproken over het betreffende onderzoek naar de verschillende meetinstrumenten en uiteindelijk wordt er opdracht gegeven aan Antea om een verschillenanalyse te maken tussen de meetnetten in Groningen in relatie tot aardbevingen. OMEM heeft groot bezwaar tegen het voortijdig uitbrengen van het conceptrapport van Antea. Het doet voorkomen alsof het rapport klaar is. Dit is niet het geval. De bijdragen van de belanghebbenden w.o. OMEM zijn niet in dit concept verwerkt. Het is gebruikelijk dat een rapport officieel gepresenteerd wordt wanneer het definitief is.  
Deze gang van zaken is misleidend en niet passend bij goed bestuur.

We hebben de op- en aanmerkingen verwerkt in 7 hoofdstukken, te weten:

	Pagina
<b>1</b> Vraagstelling onderzoekopdracht	2
<b>2</b> Interpretatie onderzoeksvraag	4
<b>3</b> Verschillen analyse	5
<b>4</b> Het meten van effecten	7
<b>5</b> Toepassing SBR	9
<b>6</b> Tiltmeters	10
<b>7</b> Conclusies	12



## 1. Vraagstelling onderzoekopdracht

Minister Kamp heeft de Kamerbreed aangenomen motie over de plaatsing van tiltmeters – t.b.v. het meten en duiden van schadebrengende effecten van mijnbouw in Groningen – naast zich neergelegd danwel voor onbepaalde tijd uitgesteld (voor zich uitgeschoven) door de NCG opdracht te geven eerst te onderzoeken om te bezien welke de **meerwaarde van tiltmeters** zouden kunnen zijn.

“Dit alles in ogenschouw nemende, heeft de minister besloten om nog eens onafhankelijk goed te laten kijken naar toepassing en **mogelijke meerwaarde van tiltmeters**. Daartoe heeft hij de NCG gevraagd dit onderzoek te leiden. Dit past in de rol van de NCG.”

“De NCG heeft de Antea Group opdracht gegeven om het meetinstrumentarium in het aardbevingsgebied te analyseren. Uitkomst van het onderzoek is een advies van de NCG aan de minister van EZ over of aanpassing of uitbreiding van de meetsystemen wenselijk is.. Dit advies wordt opgesteld op basis van het rapport van Antea **en een bijeenkomst met belanghebbenden** over dit rapport. NAM, TNO en KNMI kijken mee naar de mogelijkheden voor een optimalisatie van het meetinstrumentarium en de organisatie daarvan.” Bron: <https://brandpunt.kro-ncrv.nl/brandpunt/reactie-van-minister-kamp/>

“Met de motie van de leden Smaling en Van Tongeren (Kamerstuk 33 529, nr. 231) wordt de regering verzocht om zonder verdere terughoudendheid te komen met een onafhankelijk en aanvullend meetnet, waaronder tiltsensoren.”

### “Onafhankelijk en aanvullend meetnet

Met de motie van de leden Smaling en Van Tongeren (Kamerstuk 33 529, nr. 231) wordt de regering verzocht om **zonder verdere terughoudendheid** te komen met een onafhankelijk en aanvullend meetnet, waaronder **tiltsensoren**. Zoals ik tijdens het debat heb aangegeven zijn er allerlei instrumenten en technieken beschikbaar om bodembewegingen te meten. Het is afhankelijk van het verschijnsel dat men wil onderzoeken welk geschikt instrument – of een combinatie van instrumenten – wordt geselecteerd. Voor de specifieke situatie van het Groningse aardbevingsgebied heeft NAM een studie- en meetplan opgezet. Dit plan wordt van tijd tot tijd bijgesteld op grond van nieuwe informatie en inzichten en is goedgekeurd door SodM. In het eerste studie- en meetplan van december 2012 werd voorzien dat meerdere meettechnieken, inclusief tiltmeters, zouden worden ingezet om **zoveel mogelijk aspecten van bodembewegingen te meten**. Op grond van de ervaringen met de diverse meettechnieken heeft NAM het studie- en meetplan geactualiseerd. Daarbij heeft men vooralsnog afgezien van het inzetten van tiltmeters. Niet omdat deze instrumenten niet bruikbaar zijn, maar omdat men met een combinatie van andere technieken vergelijkbare en/of meer relevante informatie verkrijgt. In het meerjarenprogramma heeft de NCG aangegeven dat van diverse kanten aandacht is gevraagd voor het meetinstrumentarium waarbij **naast de grondversnelling ook andere zaken worden gemeten**. De NCG zal in 2016 onderzoek **naar de verschillende meetinstrumenten** verrichten en op basis hiervan in 2017 – zo nodig – nadere acties ondernemen. Daarnaast bestaat er een meetnet van gebouwsensoren dat momenteel wordt beheerd door TNO en dat daarmee in onafhankelijke handen is. Hiermee is voorzien in uitvoering van de motie.” <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/kst-33529-244.html>

De minister stelt dat men met een combinatie van andere technieken vergelijkbare en/of meer relevante informatie verkrijgt dan met tiltmeters.

- De informatie in de laatste zin strookt niet met de werkelijkheid.



Antea schrijft in haar rapport bij 2.3. Opdracht: *“De Nationaal Coördinator Groningen (NCG) heeft per brief van 23 januari 2017 aan Antea Group opdracht verleend voor het uitvoeren van een **verschillenanalyse tussen de behoefte aan meetnetten en de huidige meetnetten in het Groningen gasveld.**”*

De nadere invulling die aan de opdracht is verbonden luidt volgens het rapport als volgt:

*“Het onderzoek van de NCG omvat drie fasen, te weten:*

- 1. Het bepalen van informatiebehoefte, vaststellen welke informatie het beoogde meetnet dient op te leveren (voor wie, met welk doel, etc.).*
- 2. Het inventariseren van de huidige meetnetten (wat wordt er momenteel gemeten, door wie, met welk doel, frequentie, wijze van openbaarheid en toegankelijkheid).*
- 3. **Het uitvoeren van een verschillenanalyse en het doen van aanbevelingen als de huidige meetnetten niet aan de informatiebehoefte voldoet.***

Het onderzoek heeft feitelijk slechts betrekking op fase 3 waaraan Antea de volgende invulling geeft:

- “of de huidige meetnetten voldoen, of de meetdata die gegenereerd worden voldoende is om de gevolgen van aardbevingen voor gebouwen, infrastructuur en industrie te kunnen monitoren;*
- de analyse van de huidige meetnetten, van het duiden van de beschikbare meetgegevens met aanvullende interviews;*
- in hoeverre voldoet het huidige meetnet in voldoende mate en op welke wijze zou het kunnen worden aangevuld, of het toewerken naar een concept voor de transparantie en ontsluiting van de meetgegevens. “*

### **Winningsplan 2016**

In de tekst van bijlage d.d. **april 2016** bij de update Post-Winningsplan 2016 staat dat een haalbaarheidsstudie wordt uitgevoerd om te onderzoeken of **tiltmeters**, geïnstalleerd in sommige gebouwen op verschillende verdiepingen, kunnen worden gebruikt om te bepalen **of er schade is ontstaan en wat de oorzaak daarvan is.**

- Uit bovenstaande informatie blijkt dat de onderzoeksvraag aan Antea onvoldoende duidelijk en versnipperd is.

Ook stond in bij de update Post-Winningsplan 2016 dat de **installatie van tiltmeters bij zettingen en lateral spreading** in overweging moest worden genomen. En dat de invloed van aardbevingen op de groundbeweging zou worden bestudeerd.

Deze aanbeveling is niet terug te vinden in de onderzoeksvraag, noch in het onderzoek zelf.

- Hieruit blijkt dat het doen van aanbevelingen gedaan in het winningsplan van generlei waarde is.



## 2. Interpretatie onderzoeksvraag

Het onderzoek heeft zich **beperkt tot aardbevingen** in plaats van zich te richten op alle mogelijke bodemverstorende, schadetoebrengende mijnbouweffecten, of zoals verwoord in de wet: schade door uitstroming van delfstoffen en bodembeweging.

### *“Breder begrip «schade door mijnbouwwerk»*

*Met de motie van de leden Jan Vos en Van Tongeren (Kamerstuk 33 529, nr. 237) wordt de regering verzocht om NAM, het Centrum Veilig Wonen en de Nationaal Coördinator Groningen opdracht te geven om uit te gaan van het brede begrip «schade door mijnbouwwerk» (mijnbouwschade), omvattende aardbevingsschade, zettingsschade en schades als gevolg van bodemdaling. NAM is gebonden aan de regels in het Burgerlijk Wetboek, waarin aansprakelijkheid van de exploitant is geregeld voor **schade door uitstroming van delfstoffen en bodembeweging**, als die schade het gevolg is van mijnbouwactiviteiten. Daarmee is reeds voorzien in uitvoering van de motie.”*

<https://zoek.officielebekendmakingen.nl/kst-33529-244.html>

Los van de (inhoud)elijkheid van de rapportage moet worden geconcludeerd dat met de rapportage van Antea geen gehoor gegeven is aan de toezegging van de minister aan de Tweede Kamer om een onderzoek te doen naar de toegevoegde waarde van de inzet van tiltmeters bij het in kaart brengen en duiden van schade door uitstroming van delfstoffen en bodembeweging, m.a.w. **‘mijnbouwschade’**.

De minister zegt in zijn brief aan de Tweede Kamer d.d. 22 januari 2016 (Betreft Overzicht meetprogramma en -instrumenten inzake de gaswinning in Groningen): *“Voor de specifieke situatie van het Groningse aardbevingsgebied heeft NAM een studie- en meetplan opgezet. Dit plan wordt van tijd tot tijd bijgesteld op grond van nieuwe informatie en inzichten en is goedgekeurd door SodM. In het eerste plan van december 2012 werd voorzien dat alle bovengenoemde meettechnieken (inclusief tiltmeters) zouden worden ingezet om zo veel mogelijk **aspecten van bodembewegingen te meten.**”*

- Door zich voornamelijk te richten tot aardbevingschade, en zetting voornamelijk te wijten aan natuurlijke oorzaken, gaat het onderzoek voorbij aan:
  - a) het feit dat ook bevingen (indirecte) zettingen kunnen genereren;
  - b) de woorden van de minister in zijn brief aan de Kamer d.d. 22 januari 2016.
  - c) de toezegging van de minister aan de Tweede Kamer om een onderzoek te doen naar de toegevoegde waarde van de inzet van tiltmeters bij het in kaart brengen en duiden van schade door uitstroming van delfstoffen en bodembeweging, m.a.w. **‘mijnbouwschade’**.

### **Informatie richting burgers**

Antea stelt ook dat de huidige meetnetten **voldoende informatie** genereren voor wetenschap, overheid, **burgers** en bedrijven. Er blijkt onder de bevolking van Groningen, Friesland en Drenthe veel vraag naar met name tiltmeters te zijn.

Zie o.a. de diverse links:

<http://www.dvhn.nl/groningen/%E2%80%98Maak-werk-van-tiltmeters-bevingsregio%E2%80%99-22240963.html>

<http://www.rtvnoord.nl/nieuws/178884/Oppositie-Staten-woedend-om-afblazen-debat-tiltmeters>

<http://www.dvhn.nl/groningen/%E2%80%98Groningen-wel-degelijk-gebaat-bij-tiltmeters%E2%80%99-22321619.html>



<http://www.sneekernieuwsblad.nl/nieuws/52257/52257/>  
<http://www.rtvnoord.nl/nieuws/177575/Ook-Veendam-wil-extra-informatie-over-de-bodem>  
<http://www.grootsneek.nl/2017/02/22/tiltmeters-oppenuizen-woorden-verplicht/>  
[https://www.google.nl/search?q=Drenthe+tiltmeters&ie=utf-8&oe=utf-8&client=firefox-b&gfe\\_rd=cr&ei=ZbZbWfb9HqODX626k4AL#q=Overijssel+tiltmeters&start=10](https://www.google.nl/search?q=Drenthe+tiltmeters&ie=utf-8&oe=utf-8&client=firefox-b&gfe_rd=cr&ei=ZbZbWfb9HqODX626k4AL#q=Overijssel+tiltmeters&start=10)  
<https://www.ltonoord.nl/provincie/regio-noord/groningen/nieuws/2016/08/02/meer-studie-bodemdaling>  
<http://www.dvhn.nl/groningen/%E2%80%98Nader-onderzoek-verzakking-land%E2%80%99-21523895.html>

Wanneer geen inventarisatie is gemaakt van de vragen/wensen van burgers -- die het merendeel van de bewoners vormen -- en maatschappelijke groepen (GBB, LTO-Noord en OMEM) of de informatie voldoende of onvoldoende wordt geacht, is het o.i. nogal merkwaardig dat Antea vaststelt dat de huidige meetnetten voldoende informatie genereren voor o.a. burgers.

- Deze uitspraak zien we graag aangepast.

### 3. Verschillen analyse

#### Niet de verschillen maar de gelijkenissen zijn onderwerp geweest van analyse

Het heeft er alle schijn van dat bij het aangaan van een verschillenanalyse van de diverse in het onderzoek meegenomen meetinstrumenten, niet zozeer is gekeken naar de onderlinge verschillen als wel naar de onderlinge gelijkenissen.

#### Voorbeelden hiervan zijn:

*“Daarnaast worden waterspanning- en tiltmeters door één aanbieder in het projectgebied ingezet. Het gaat om een geringe aantal waterspanningsmeters op een gering aantal locaties. Een vergelijking van de twee typen meters/meetnetten met die van andere aanbieders was niet mogelijk.”*

Wat hier gesteld wordt is dat er geen vergelijking (verschillenanalyse) gemaakt kan worden aangezien er maar één leverancier is die deze meetapparatuur in Groningen heeft staan. Ergo, we willen wel maar kunnen niet.

Echter er zou gekeken moeten worden naar de verschillen tussen de meetnetten: Versnellingsmeters versus tiltmeters. Door dit op bovenstaande wijze te verwoorden wordt de indruk gewekt dat Antea wel een poging hiertoe heeft gedaan. Maar dit is niet het geval.

*“Het verschil tussen de registratie van een trilling met een accelerometers/geofoon en een tiltmeter is dat de overdracht ervan op een accelerometer (transfunctie) wetenschappelijk onderzocht is, van een tiltmeter niet. Deze kennis berust op decennialange ervaringen in de wetenschap en industrie. De meerwaarde van de inzet van tiltmeters om geïnduceerde aardbevingen te meten in het projectgebied wordt dan ook niet gezien.”*

De stelling dat de inzet van tiltmeters geen meerwaarde heeft om geïnduceerde bevingen te meten, gebaseerd op stelling dat er geen wetenschappelijke onderzoeken zouden zijn over tiltmeters is een misplaatste vergelijking. Tiltmeters hebben een meerwaarde door het kunnen meten van rotatie/tordatie en zijn slechts voor een deel te vergelijken met accelerometers.

Antea stelt dat de inzet van tiltmeters niet van meerwaarde zou zijn, maar dan vanwege een andere reden.

*“De inzet van tiltmeters voor het meten van bodemtrillingen is niet van meerwaarde omdat de accelerometers of geofoons nauwkeuriger zijn voor de vlakdekkende registratie van geïnduceerde aardbevingen.”*



- Noch de werkelijk verschillen, noch de mogelijk toegevoegde waarde van deze verschillen zijn meegenomen c.q. onderzocht.

Daarmee is de focus (abusievelijk) komen te liggen op de wijze en precisie van de gebruikte accelerometers/versnellingsmeters. Dit i.p.v. daadwerkelijk te focussen op de verschillen tussen enerzijds puur de accelerometers en anderzijds de mogelijk toegevoegde waarde van tiltmeters die naast het op vergelijkbare wijze meten en registreren van versnellingen met name ook het nauwkeurige verloop (monitoring) van positie verstellingen (rotatie, tordatie), spanningsopbouw in bodem en constructie kunnen meten.

Door het onderbelichten of zelfs niet meenemen van de toegevoegde waarde van deze in dit veld van instrumenten unieke eigenschappen wordt noch recht gedaan aan de initiële opdracht, noch wordt duidelijk gemaakt dat de toegevoegde waarde van tiltmeters niet zozeer ligt in het nauwkeurig registreren van aardbevingen maar daarentegen een duidelijke verdieping kunnen geven aan zowel inzicht en duiding van het verloop van bodembewegingen (en dus niet enkel bevingen/trillingen) als het verloop van fysieke gevolgen die alle vormen van bodembeweging hebben en kunnen hebben op landschap en de gebouwde omgeving. Indien objectgebonden geplaatst kunnen tiltmeters op die wijze zelfs een zeer inzichtelijk histogram opleveren over zowel het ontstaan, verloop en de aard van schade aan een dergelijk object. Dergelijke informatie komt niet automatisch vrij bij de analyse van meetdata van 'normale' accelerometers; waarbij de kwaliteit van dergelijk afgeleide conclusies omtrent schadevorming vaak meer vragen oproepen dan werkelijk beantwoorden. Tiltmeters moeten derhalve niet gezien worden als een alternatief voor autonome accelerometers, maar een onmisbare aanvulling hierop.

Deze omissie in het onderzoek werd nog eens pijnlijk duidelijk toen door aanwezigen tijdens de presentatie werd gesteld – en door de onderzoeker bevestigd – dat de onderzoekers **niet inhoudelijk** naar de tiltmeterdata van StabiAlert mochten kijken. Dit vanwege de beoogde onafhankelijkheid van het onderzoek.

- Er is in het onderzoeksrapport geen sprake van een beoogd verschillenonderzoek tussen de meetnetten.

#### **Aaname van het ontbreken van wetenschappelijk onderzoek te kort door de bocht**

Tijdens de presentatie en uit de rapportage werd duidelijk dat er geen enkel inhoudelijk onderzoek naar tiltmeterdata is gedaan. Alle conclusies zijn zogenaamd gebaseerd op de stelling dat er geen wetenschappelijke onderzoeken zouden zijn over tiltmeters. Voor wat betreft Nederland mag deze stelling wellicht juist zijn, er zijn echter over gehele wereld vele wetenschappelijke publicaties over tiltmeters.

- Het zogenaamd ontbreken van onderzoek naar tiltmeters mag o.i. zeker niet als reden worden gebruikt om geen meerwaarde in tiltmeters te zien.

**NB.** Binnen de Antea-group heeft Antea-France zelfs meegewerkt aan een dergelijke wetenschappelijke publicatie.



### **Verskil in benadering en beoordeling van diverse meetinstrumenten**

Gebaseerd op deze stelling en de meetdata van de NAM/TNO versnellingsmeters, mocht hier kennelijk wel inhoudelijk naar gekeken worden, maar wordt aangegeven dat uitbreiding van het meetnet niet noodzakelijk is. Met de kanttekening dat een kleine uitbreiding naar het zuiden zinvol zou kunnen zijn. Tevens wordt aangegeven dat tiltmeters, door het ontbreken van wetenschappelijke onderbouwing, geen meerwaarde geven. Enkel en alleen gebaseerd op het ontbreken /niet op de hoogte zijn van de diverse wetenschappelijke onderzoeken v.w.b. tiltmeters.

In de bijlage van TNO is tevens aangegeven dat van de zogenaamde gebouwensensoren (versnellingsmeters) alleen events van  $M \geq 2,5$  en  $V > 1 \text{ mm/s}$  geanalyseerd worden om de relatie op te stellen tussen trillingsniveaus en schade. Alleen deze events worden opgeslagen, dus niet van lichtere bevingen van ook niet van bv. vele snelheden van  $0,99 \text{ mm/s}$ . De invloed van vele kleine events wordt dus buiten beschouwing gelaten.

Daarbij komt dat op aanvraag nooit duidelijk is gemaakt op welke wijze de omrekening wordt gedaan van de gemeten versnellingen naar de weergegeven snelheden.

Kortom, het advies is gebaseerd op versnellingsmeters waarvan niet alle metingen worden gebruikt.

- De boven geciteerde conclusie van Antea is beperkt, eenzijdig, misleidend en suggestief.

## **4. Het meten van effecten**

### **Cumulatieve schade**

Wanneer een woning tik op tik krijgt te verduren, is het logisch dat op een gegeven moment kleine scheuren zichtbaar worden. Dan is er sprake van licht cosmetische schade. Maar niet alleen directe schade vlak na of ten gevolge van bevingen/trillingen, maar ook indirecte schade ten gevolge van bevingen waardoor zetting kan ontstaan met als gevolg spanningsopbouw. Later, op onbepaalde tijd, soms na maanden of jaren, volgt een spanningsontlading na een beving of zetting of verplaatsing in materialen. Dit maakt het verschil tussen de zogenaamde A- en C- schade. Bij oudere gebouwen lijkt het op een versnelde veroudering, maar is het gevolg van veel **geaccumuleerde bevingenergie**. Dit valt o.i. onder 'mijnbouwschade'.

TNO stelt in haar rapport 'Trillingscriteria m.b.t. schade aan gebouwen' d.d. maart 1991 al het volgende: *"Voor een goede beoordeling van de schadelijke invloed van trillingen op gebouwen is noodzakelijk, dat de vooraf de uitgangssituatie met betrekking tot de bouwkundige staat van het gebouw wordt vastgelegd. Hierbij dienen minimaal de volgende gegevens over het gebouw te worden verzameld: de constructiewijze van het gebouw; de bouwkundige staat, waarin begrepen rnogelijke initiële spanningen als gevolg van verbouwingen, grondwaterstandsverlagingen, etc.; type fundering; funderingsgrondslag .*

*Is op grond van deze gegevens de kans op indirecte schade reëel, dan kan niet met uitsluitend trillingsmetingen worden volstaan. De **cumulatieve** vervormingen van het gebouw tijdens het optreden van de trillingen dienen in dat geval te worden geregistreerd en beoordeeld.'*



*“Wanneer de kans op indirecte schade reëel is, dienen niet alleen de trillingsniveaus te worden geanalyseerd, maar dient ook het **cumulatieve effect** van verdichting en/of. opbouw van wateroverspanningen bij de beoordeling te worden betrokken.”*

Ook Huibert Borsje (afd. Bouwkunde Deltares) vermeldt dat het **cumulatieve effect** bij zetting is onderbelicht.

Zie voor het na-ijl effect bij veel Groninger kerken: <http://www.rtvnoord.nl/nieuws/180417/Stichting-Oude-Groninger-Kerken-baalt-van-trage-afhandeling-bevingsschade>

- Cumulatieve schade is in het rapport niet genoemd maar een van de steeds vaker voorkomende schades.
- Tiltmeters kunnen opgebouwde spanning prima monitoren.

### Opslingereffecten

*“De spreiding van het meetnet is dusdanig dat de beïnvloedbare aspecten voor de intensiteit van de geïnduceerde aardbeving op maaiveldniveau worden meegenomen (opslingereffect, natuurlijke zetting).”*

- Deze stelling klopt niet. Opslingereffecten en/of zettingen kunnen door accelerometers niet in beeld gebracht worden, maar wel door tiltmeters.

### Analyse verloop bevingen en golfkarakteristieken

Bij herhaling heeft OMEM aangegeven dat metingen opgedaan met tiltmeters vragen om nader onderzoek. Hoe ver lopen de horizontale en verticale golven door. Hoe kan het dat versnellingsmeters op enig moment niets meer waarnemen en laagfrequente golven aantoonbaar (en door getuigen met het blote oog waargenomen), aan de oppervlakte, tot ver in de provincie doorgolven. Wat zijn dit voor een soort golven ( Rayleigh?). Allemaal vragen die zeker in de rapportage zouden zijn meegenomen indien de onderzoekers de mogelijkheid ( toestemming) zouden hebben gehad om inhoudelijk te mogen gaan kijken naar de beschikbare tiltmeter data.

- Nu de noodzaak van het aanvullend plaatsen van tiltmeters, door het ontbreken van Nederlandse wetenschappelijke onderzoeken en de onderzoekers niet inhoudelijk de opgedane tiltmeterdata mochten bestuderen, niet zinvol wordt geacht, lijkt de uitkomst als koren op de molen van de minister. Immers houdt deze al jarenlang plaatsing en onderzoek tegen.

### GMPE /Shake-maps

Het GMPE model blijft een model. Het model staat (voor Groningen) in de kinderschoenen en meerdere geologen beweren dat een afleiding van een PGA volgens het GMPE model onjuist is. Echt meten van schade in real - time is ons inziens alleen mogelijk met de inzet van tiltmeters.

- Zonder tiltmeters wordt het huidige meetnet gebruikt om meetgegevens te generaliseren, onmogelijk in een gebied met een dergelijke variërende ondergrond.





### De fysisch mathematische beschrijving

Het is ons niet duidelijk hoe de volgende zin geïnterpreteerd moet worden.

*“Daarnaast is de fysisch mathematische beschrijving van de overdracht van de geïnduceerde aardbeving op de sensor voor een trillingssensoren onderzocht en voor een tiltensor niet.”*

- Peter van der Gaag zal hier in zijn onderzoek dat op 11 juli gepresenteerd wordt, op in gaan.

### Berekenen hypocentra

In het rapport staat: *“Met behulp van registraties door accelerosensoren, geplaatst boven het Groningenveld (in de ondergrond en op maaiveldniveau), worden rekenkundige relaties door het KNMI afgeleid die de PGA koppelen aan variabelen, zoals de afstand tot het hypocentrum en de kracht van de beving in termen van magnitude (M - schaal van Richter).”*

De accelerometers van het KNMI geven een nauwkeurigheid van 100 m x 100 m.

- In het rapport staat dat dit voldoende nauwkeurig is voor het vaststellen van de hypocentra. Wanneer dit het geval is, zou dit met de bewoners zijn gecommuniceerd zoals jaren geleden toegezegd. Dit is niet het geval.

## 5. Toepassing SBR

Hoewel er in opdrachtstelling niet specifiek iets is vastgelegd over schadeanalyse tools wordt er inhoudelijk veel aandacht gegeven aan de toepassing, voor schade afhandeling, van deze richtlijn. De SBR richtlijn is niet bedoeld voor mijnbouwschade. Hij kan daarom niet gebruikt worden om mijnbouwschade te beoordelen. Bv. In de SBR-richtlijn A worden grenswaarden gegeven voor fundaties. Daar worden niet mee bedoeld de grenswaarden voor de funderingselementen, maar de grenswaarden voor de ondergrond die zorg draagt voor het draagvermogen van de funderingselementen. Verder staat er dat bij grotere versnelling van 1m/s<sup>2</sup> rekening dient te worden gehouden met verdichting van losse bodem, daar dit aanleiding kan geven tot zakking van fundering. Om de trillingen aan dit criterium te toetsen dienen metingen gedaan te worden aan het maaiveld en/of in diepe ondergrond en niet direct aan gebouwen. Vanwege de demping zijn de trillingen optreden nl. kleiner dan trillingen aan het maaiveld en de diepere ondergrond. Ons inziens is dat de beste oplossing hiervoor de tiltmeting is, in plaats van versnellingsmeters of geofoons.

Wij zijn derhalve van mening dat alleen de toepassing van de SBR richtlijn te beperkt is en wel om verschillende redenen:

1. Deze richtlijn is niet bedoeld voor aardbevingen. Met name in relatie tot de LF trillingen zit je men helemaal aan de onderkant van de frequenties in deze richtlijn.
2. Juist ook de invloeden van deze veelvuldig lage trillingen moeten meegenomen en deze worden nu niet vastgelegd.
3. Op geen enkele wijze wordt gekeken naar de effecten van rotatie en het torderen van objecten. Tiltmeters laten zien dat deze over een groter gebied waar te nemen zijn dan het meetgebied van de NAM/TNO sensoren laten zien.



- Gezien de aandacht voor deze schadeafhandeling – ‘tool’ in de rapportage – krijgen wij de stellige indruk dat er in de rapportage toegewerkt is naar een snelle mogelijkheid voor wat betreft schadeafhandeling. Dit door alles te beperken tot de waarnemingen gedaan door de NAM/TNO sensoren.
- OMEM is van mening dat alle aspecten van trillingen en golven dienen te worden meegenomen. Maar zeker ook die van bodembewegingen en bodemzettingen. Dit kan alleen indien alle meettechnieken gebruikt worden, dus naast de bestaande, door de NAM en overheid betaalde meetnetten ( KNMI en NAM/TNO sensoren), ook tiltmeters te plaatsen en te gebruiken voor een juiste analyse. Dit geheel in lijn met de moties aangenomen in de Tweede Kamer.

## 6. Tiltmeters

In de rapportage wordt aangegeven dat tilsensoren aanvullende informatie kunnen leveren over de mate waarin een gebouw, de infrastructuur of industriële installatie (object) na een aardbeving een scheefstand ondervindt en de mate waarin constructieve vervorming van een object wordt opgebouwd als gevolg van sluimerende scheefstand. Het gaat om trage processen waarbij veenoxidatie, inklinking van klei of de gaswinning een rol kunnen spelen

Accelerometers kunnen de scheefstand of de constructieve vervorming van een object na een beving niet in beeld brengen, noch monitoren.

Van grootschalige schade door spanningsopbouw als gevolg van volumeverandering in bepaalde kleisoorten was in Groningen voor het begin van de gaswinning) nauwelijks sprake.

Na het begin van de gaswinning zorgen (ook lichte) bevingen voor ontlading van deze vaak door zwelkleien opgelopen spanningen in opstallen, met scheurvorming als gevolg.

Tiltmeters kunnen dit proces uitstekend monitoren. Accelerometers niet.

- Deze meest belangrijke redenen om tiltmeters wel in te zetten wordt onterecht niet meegenomen in het advies.

### **Aantoonbare correlatie tussen bevingen, tiltmetingen, schade buiten scope KNMI-accelerometers**

Er zijn voorbeelden waarbij metingen van de NAM/TNO sensoren aangeven dat er geen schade zou kunnen zijn ontstaan na een beving op een plek waar tiltmeters wel een rotatie laten zien welke tot schade heeft geleid.

### **Voorhanden zijnde ervaringen uit het veld met toegevoegde waarden blijken niet meegenomen**

Enkele kennisdragers binnen OMEM hebben zich de afgelopen jaren verdiept in de verschillende meetsystemen. Een iemand heeft uit hoofde van zijn functie bij de OGD ( Omgevingsdienst Groningen) te maken gehad met tiltmetingen en wel in 2 projecten. Een locatie ligt in de regio Veendam, ver buiten het vermeende bevingsgebied. Vele bevingen zijn daar waargenomen en hebben rotaties veroorzaakt. Ook wordt, na bevingen, veelvuldig gekeken op de site van StabiAlert en naar die van de NAM.



- Meetdata wordt vergeleken en veelvuldig is te zien dat de tiltsensoren weldegelijk iets waarnemen en de NAM/TNO sensoren op een bepaalde afstand van een epicentrum niet meer.

### **Tcbb**

Naast dat in het buitenland juist ook tiltmeters voor het meten van de scheefstand of de constructieve vervorming van een object worden ingezet heeft ook de Tcbb schriftelijk aan OMEM laten weten dat tiltmeters wel een meerwaarde in deze kennen.

De heer Haak, Vice Voorzitter Tcbb, stelde dat de metingen op seismologische aspecten in de diepere ondergrond op dit moment voldoende genoeg zijn. Ook de permanente vervormingen van de ondergrond moeten echter in beeld gebracht worden. Alleen dan is het plaatje compleet. Het is belangrijk dat de scheidslijn weggelaten gaat worden: aardbevingen en bodemdaling/beweging dienen beide bezien te worden. Slechts op deze wijze kan dan een overtuigend verhaal worden gehouden over wat mogelijk dan wel de oorzaak van schade kan zijn. Zo stelde de heer Haak.

De heer Haak bevestigde dat er alsdan aanvullende andersoortige metingen, zoals met tiltsensoren, boven de thans gebruikte seismologische meetinstrumenten, nodig zijn.

Sensoren die hoekverkanteling meten (tiltsensoren) zo zei de heer Haak, kunnen een wezenlijke bijdrage leveren in het inzichtelijk maken van de bodem bewegingen en de mogelijke gevolgen op b.v. bouwwerken.

Naar wij hoorden van de heer Haak wordt deze uitbreiding van een bredere kijk op mogelijke oorzaken, anders dan alleen de directe beving schade, reeds binnen de Tcbb besproken.

Inmiddels heeft de Tcbb deze zienswijze ook schriftelijk bevestigd aan OMEM.

Overigens zien wij in de bijlage van TNO dat zij ook aangeven dat tiltmeters geschikt zijn om bodembewegingen en zettingen vast te kunnen leggen.

### **Minimaliseren belang van tiltmeters**

In het rapport staat: *“Voor de schadevaststelling en -beoordeling met tiltsensoren zouden de criteria van Boscardin & Cording (1989) kunnen worden gebruikt (J.L. Bijmagne et al., 2011). Deze criteria zijn gerelateerd aan het hoekverdraaiingsverschil<sup>17</sup> die met tiltsensoren worden gemeten.”*

Antea stelt als reactie dat de hoekverdraaiing alleen van een funderingselement echter nog niets zegt over het daadwerkelijke voorkomen en de oorzaak van constructieve schade aan een object. Deze stelling is waar, maar slechts ten dele. Tiltmeters kunnen wel aantonen dat wanneer de fundamenteen een hoekverdraaiing laten zien, dit gevolgen kan hebben voor de rest van het gebouw.

- De stelling is een van de voorbeelden van hoe het belang van tiltmeters wordt gebagatelliseerd.



## 7. Conclusies

OMEM had de indruk dat zij, binnen de door de NCG gevormde Klankbordgroep, enige rol van betekenis kon spelen en dus inbreng kon hebben. Binnen OMEM is immers zeer veel kennis en ervaring aanwezig. Los van het feit dat deze Klankbordgroep een stille dood lijkt te zijn gestorven hebben wij, vorig jaar, voor het aanbesteden van dit onderzoek, al onze bezorgdheid uitgesproken. Dit zowel over het nut van dit onderzoek, als de wederom grote hoeveelheid tijd die hiermee verloren zou gaan. Inmiddels zijn we bijna een jaar verder en moet de conclusie getrokken worden dat er geen vooruitgang is geboekt, geen nader inhoudelijk onderzoek naar tiltmeters is gedaan en geen juiste invulling is gegeven aan de vraagstelling van de minister.

### Aan de hand van de rapportage en de presentatie komen wij tot de volgende conclusies:

1. Er is geen invulling gegeven aan de toezegging van de Minister voor wat betreft onderzoek naar de meerwaarde van tiltmeters.
2. Het onderzoek heeft zich beperkt tot (geïnduceerde) aardbevingen en is zich dus niet gericht op alle effecten van mijnbouwactiviteiten, zoals door de Tweede Kamer bedongen is.
3. De onderzoeksvraag aan Antea was/is gemankeerd en versnipperd.
4. Onderzoekers hebben wel inhoudelijk gekeken naar de prestaties van het KNMI meetnet en naar de NAM/TNO sensoren maar de onderzoekers mochten niet inhoudelijk onderzoek doen naar tiltmeterdata opgedaan in Groningen. Er is dus geen sprake van een beoogd verschillenonderzoek tussen de meetnetten geweest.
5. Het ontbreken van wetenschappelijke onderzoek naar tiltmeters mag niet als reden worden gebruikt om geen meerwaarde in tiltmeters te zien. Dit is een misleidende cirkelredenatie.
6. Er is vooral gekeken naar de onderlinge gelijkenissen i.p.v. de onderlinge verschillen van eigenschappen en capaciteiten. Noch de werkelijke verschillen, noch de mogelijk toegevoegde waarde van deze verschillen zijn meegenomen/onderzocht.
7. Tijdens de presentatie en uit de rapportage werd duidelijk dat er geen enkel inhoudelijk onderzoek naar tiltmeterdata is gedaan. Alle conclusies zijn zogenaamd gebaseerd op de stelling dat er geen wetenschappelijke onderzoeken zouden zijn over tiltmeters.
8. Het advies is gebaseerd op versnellingsmeters waarvan niet alle metingen worden gebruikt.
9. Een van de belangrijke redenen om tiltmeters te plaatsen, wordt in het rapport van Antea zelf genoemd: *“het meten van de scheefstand of de constructieve vervorming van een object als gevolg van een aardbeving of een ongelijkmatige zetting in de diepe of ondiepe ondergrond.”* Het is voor ons onbegrijpelijk dat Antea geen meerwaarde ziet in tiltmeters.
10. Veelvragen in de rapportage zijn niet meegenomen omdat de onderzoekers niet de mogelijkheid (toestemming) hadden om inhoudelijk te mogen gaan kijken naar de beschikbare tiltmeter data.
11. Cumulatieve schade is een groot, maar onderbelicht probleem.



12. Zonder tiltmeters wordt het huidige meetnet gebruikt om meetgegevens te generaliseren, iets wat onmogelijk is in een gebied met een dergelijke variërende ondergrond als Groningen.
13. In het rapport staat dat de huidige meetnetten voldoende informatie genereren voor wetenschap, overheid, burgers en bedrijven. Deze stelling is slechts ten dele juist. Er blijkt onder de bevolking van Groningen, Friesland en Drenthe veel vraag naar tiltmeters te zijn.
14. De accelerometers van het KNMI geven een nauwkeurigheid van 100 m x 100 m. In het rapport staat dat dit voldoende nauwkeurig is voor het vaststellen van de hypocentra. Wanneer dit het geval is, zou dit met de bewoners zijn gecommuniceerd zoals jaren geleden toegezegd. Dit is niet het geval.
15. De SBR richtlijn is niet bedoeld voor mijnbouwschade.
16. Door de link in het onderzoek naar de toepassing van de SBR richtlijn v.w.b. schadeafhandeling, is er toegewerkt naar een snelle mogelijkheid voor de afhandeling van mogelijke schade.
17. De heer H. Haak (Tcbb) is van mening dat sensoren die hoekverkanteling meten (tiltsensoren) een wezenlijke bijdrage leveren in het inzichtelijk maken van de bodem bewegingen en de mogelijke gevolgen op b.v. bouwwerken. TNO geeft ook aan dat tiltmeters geschikt zijn om bodembewegingen en zettingen vast te kunnen leggen.

**Samenvattend komt OMEM tot de volgende slotconclusie:**

De door de NCG uitgezette onderzoeksvraag beantwoordt in onvoldoende mate, noch in vorm noch in uitvoering/resultaat, aan de oorspronkelijke kamerbreed aangenomen motie van de Tweede Kamer d.d. 26 januari 2015 van de leden Smaling en van Tongeren.

Eveneens is daarmee in onvoldoende mate tegemoetgekomen aan de toezegging van de minister om richting NCG, deze een onderzoeksvraag te laten uitzetten naar de mogelijke meerwaarde van tiltmeters.

Het resultaat is er naar.

- **Het in opdracht van de NCG uitgevoerde onderzoek en resulterende verschillenanalyse vertoont te veel hiaten om op basis daarvan een oordeel te geven over het al dan niet van meerwaarde zijn van de inzet van tiltmeters laat staan, om op grond daarvan, tot valide conclusies met meerwaarde te kunnen komen.**

Dit overwegende komen wij tot de slotsom dat het onderzoek als onvoldoende en onwetenschappelijk mag worden beschouwd en staan we als kennisplatform OMEM derhalve niet achter de conclusies zoals door Antea gesteld.

OMEM voelt zich daarom ook niet mede verantwoordelijk voor de uitkomsten van het overleg met de NCG en wenst dit te zien worden meegenomen in de verslaglegging naar buiten.



Het spijt ons als adviesgroep dat we geen zeggenschap of inspraak hadden bij het maken van een keuze van het onderzoeksbureau.

Natuurlijk is OMEM wel content met de conclusie dat tiltmeters nuttig zijn v.w.b. het kunnen bepalen van schade, echter tiltmeters kunnen ook bijdragen tot een betere beeldvorming van hetgeen zich werkelijk afspeelt in de Groninger bodem.

Gezien de contacten in de Tweede Kamer en de Provinciale Staten zien wij ons genoodzaakt om onze bevindingen o.a. ook daar kenbaar te maken.

Graag zouden wij zien dat de NCG onze bevindingen ter harte neemt en meeneemt in het eindadvies aan de minister. Indien u nadere inbreng dan wel toelichting van OMEM wenst dan zijn wij u graag van dienst.

Een terugkoppeling op bovenstaande bevindingen zien wij graag schriftelijk tegemoet.

Namens Kennisplatform OMEM,

Met vriendelijke groet,

H. Groeneveld