

Retouradres: Postbus 6012, 2600 JA Delft

Nationaal Coördinator Groningen

T.a.v. 5.1.2e

postbus 3006

9701DA GRONINGEN



Technical Sciences

Leeghwaterstraat 44

2628 CA Delft

Postbus 6012

2600 JA Delft

www.tno.nl

T +31 88 866 22 00

Onderwerp

Terugkoppeling rapportage vergelijking meetnetten

Geachte heer 5.1.2e

Door Antea is in opdracht van de NCG het rapport 'Onderzoek meetinstrumenten fase 3' uitgebracht. Naar aanleiding van dit rapport heeft u TNO gevraagd om een reactie en een advies. Deze brief bevat ons advies, met als bijlage een uitgebreidere reactie op de inhoud van het rapport.

Uit het Antea rapport kan worden afgeleid dat het beoogde meetnet als doel heeft meetgegevens te verzamelen die gebruikt worden voor het beoordelen van schade en veiligheid aan gebouwen, infrastructuur en industriële installaties (objecten) door trillingen die ontstaan door geïnduceerde aardbevingen. TNO ziet voor het beoogde meetnet twee afgeleide doelen: 1) het meetnet als ondersteuning voor kennisontwikkeling 2) het meetnet als feitelijke basis voor de schadeafhandeling. Beide afgeleide doelen zijn verenigbaar in één meetnet.

TNO adviseert de momenteel in gebruik zijnde meetnetten van KNMI (vrije veld sensoren) en TNO (gebouwsensoren) beide te gebruiken, en desgewenst uit te breiden, om meer inzicht te krijgen in de trillingsniveaus die ontstaan door geïnduceerde aardbevingen. De inzet van tiltsensoren kan van toegevoegde waarde zijn als er meer inzicht gewenst is in het effect van ongelijkmatige zettingen van gebouwen. Met betrekking tot het gebruik van het TNO meetnet is afstemming nodig tussen NCG, TNO, NAM als ook de gebouweigenaren.

De informatie uit de meetnetten van KNMI en TNO kan, na bewerking, ingezet worden om betrouwbare uitspraken te doen over opgetreden niveaus van trillingen. De meetnetten van het KNMI en TNO voldoen aan de minimumeisen ten aanzien van de betrouwbaarheid zoals gesteld in SBR Richtlijn A, en zijn complementair.

Het uitbreiden van de huidige meetnetten naar een grotere geografische dekking is gewenst. Om de gegevens van de meetnetten van KNMI en TNO onderling te vergelijken is het nodig de overdracht tussen vrije veld trillingen en

Datum

29 juni 2017

Onze referentie

TNO-2017-BF-0100306582

E-mail

5.1.2e@tno.nl

Doorkiesnummer

5.1.2e

Doorkiesfax

5.1.2e

Op opdrachten aan TNO zijn de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, zoals gedeponeerd bij de Griffie van de Rechtbank Den Haag en de Kamer van Koophandel Den Haag van toepassing. Deze algemene voorwaarden kunt u tevens vinden op www.tno.nl. Op verzoek zenden wij u deze toe.

Handelsregisternummer 27376655.

Datum

29 juni 2017

Onze referentie

TNO-2017-BF-0100306582

Blad

2/7

gebouwtrillingen nader te onderbouwen. Daarnaast is het wenselijk om bij een beperkt aantal gebouwen extra sensoren te plaatsen op de bovenste verdieping (conform SBR Richtlijn A) om meer inzicht te krijgen in het gedrag van het gebouw ten tijde van een aardbeving.

Wij ondersteunen het voorstel van Antea om de informatie uit de meetnetten algemeen te delen. Dit met de kanttekening om uitermate terughoudend te zijn met de opvolging van de aanbeveling van Antea om alle ruwe meetgegevens via een webomgeving ter beschikking te stellen. Zowel vanuit het oogpunt van privacy als interpretatie van de meetdata verdient het aanbeveling alleen bewerkte meetdata en de procedure hoe hier toe gekomen is, openbaar te maken. Ruwe meetdata zouden bij voorkeur alleen beschikbaar moeten zijn voor de eigenaar van het object waaraan gemeten is en voor onderzoekers onder inachtneming van de privacywetgeving.

Wij ondersteunen het standpunt dat het vaststellen van een grenswaarde een verantwoordelijkheid van de overheid is. TNO adviseert voor het vaststellen van een of meerdere grenswaarden de volgende aspecten mee te nemen:

- De grenswaarden volgens SBR Richtlijn A, inclusief eventuele veiligheidsfactoren.
- De aanwezigheid van trillingen als gevolg van alledaagse bronnen buiten de gebouwen, welke bij lagere trillingsniveaus vele malen vaker voorkomen dan trillingen uit aardbevingen.

Wij hopen dat het advies u voldoende informatie geeft voor verdere besluitvorming.

Hoogachtend,



5.1.2e

Ir.  5.1.2e

Dr. Ir.  5.1.2e

Datum

29 juni 2017

Onze referentie

TNO-2017-BF-0100306582

Blad

3/7

Bijlage Reactie op het rapport 'Onderzoek meetinstrumenten fase 3'*Inbreng TNO*

In het rapport wordt meerdere malen aangehaald dat 'TNO Bouw en Ondergrond' het onderzoek mede heeft uitgevoerd. De entiteit 'TNO Bouw en Ondergrond' bestaat echter sinds 2010 niet meer. De precieze invulling van de bijdrage aan TNO is in het rapport niet benoemd. Daarmee kan ten onrechte de indruk zijn gewekt dat TNO heeft meegewerkt aan de beoordeling van de meetnetten, waaronder haar eigen meetnet, en daarmee haar eigen vlees heeft gekeurd. Wij willen benadrukken dat de bijdrage van TNO beperkt is gebleven tot de volgende bijdragen:

- Een tekstuele bijdrage in de algemene beschrijving van aardbevingen en de opbouw van de (ondiepe) ondergrond (hoofdstuk 3, door TNO Geologische Dienst Nederland)
- Als beheerder van het TNO meetnet het beantwoorden van vragen (bijlage 3b).

Doel meetnet

Een meetnet is alleen zinvol als het voorziet in een informatiebehoefte. Uit het rapport kan niet worden afgeleid waar de informatiebehoefte ligt van de verschillende doelgroepen welke zijn benoemd, zoals bewoners, overheid en onderzoekers. Uit de tekst blijkt dat ook fase 1 en 2 hier geen duidelijk antwoord op hebben gegeven. Zonder duidelijke informatiebehoefte is het niet mogelijk om te bepalen of het beoogde meetnet alle behoeftes kan verenigen.

Het doel van het meetnet wordt gerelateerd aan de afhandeling van schade en veiligheidsaspecten aan gebouwen, infrastructuur en industriële installaties. Het verdient aanbeveling de gekozen vorm, de weergave van trillingssnelheden in shakemaps naar voorbeeld van het KNMI, voor te leggen aan de beoogde gebruikers in de genoemde domeinen. Voor gebouwen geldt dat privacy bijzondere aandacht verdient. Het online beschikbaar stellen van meetgegevens aan specifieke objecten kan ingaan tegen de privacy wetgeving. Een mogelijke route kan zijn dat:

- Bewoners hun eigen meetdata kunnen inzien. Het gemeten trillingsniveau ten tijde van een aardbeving aan hun eigen gebouw is zeer waardevolle informatie bij schadeclaims. Onderzoekers zouden ook gebruik kunnen maken van gebouwspecifieke data, ofwel door te werken met geanonimiseerde data ofwel door hun procedures af te stemmen op de regels omtrent privacygevoelige data.
- Overige bewoners in het gebied en andere belanghebbenden een afgeleide grootheid krijgen te zien. Een voorbeeld van een dergelijke grootheid is: de kans op overschrijden van een bepaald trillingsniveau op een specifieke locatie. Deze kans wordt bepaald door de meetgegevens van *alle* sensoren te beschouwen en te presenteren in statistische termen.

Het hebben van een betrouwbaar meetnet, dat de juiste data meet voor het beoogde doel, met de gewenste nauwkeurigheid en dat robuust is, altijd in werking, met veilig opgeslagen data, is een voorwaarde als het gebruikt gaat

Datum

29 juni 2017

Onze referentie

TNO-2017-BF-0100306582

Blad

4/7

worden in schadeafhandelingsprocedures. Ook de wijze waarop data wordt verwerkt moet open en transparant zijn. Wij ondersteunen het instellen van een commissie die inzicht heeft in deze aspecten van het meetnet. In deze commissie zouden bij voorkeur (representanten van) belanghebbenden moeten plaatsnemen. Een onafhankelijke commissie waarvan bijvoorbeeld bewoners, bedrijven of andere gebruikers van de data geen deel van mogen uitmaken, lijkt van weinig toegevoegde waarde.

Opzet meetnet

Afhankelijk van het doel van het meetnet moet een selectie gemaakt worden van sensoren. Dit kunnen trillingsopnemers zijn als er behoefte is aan meer inzicht in de trillingsniveaus in gebouwen, infrastructuur en industriële installaties. Dit kunnen tiltsensoren zijn als er behoefte is aan meer inzicht in ongelijkmatige zettingen. TNO heeft de wens om het effect van lokale grondgesteldheid op de trillingsniveaus te kunnen beoordelen, om de overdracht van trillingen van de bodem naar de fundering te bepalen, en om meer inzicht te krijgen in het werkelijke gebouwgedrag bij het ontstaan van schade. Hiertoe zouden meerdere sensoren in gebouwen (niet alleen op funderingsniveau maar ook op andere posities in gebouwen) en net buiten gebouwen (in een meetraai) aangebracht moeten worden.

Een dicht grid van sensoren verlaagt de onzekerheid in het vaststellen van de trillingsniveaus aan een object op een specifieke locatie ten tijde van een aardbeving. Het koppelen van bestaande meetnetten en eventueel het uitbreiden ervan, kan daarmee zinvol zijn. De meetnetten van het KNMI en TNO zijn complementair, aangezien het KNMI vrije veld trillingen meet en TNO gebouwtrillingen.

TNO heeft bij het ontwerp van haar meetnet rekening gehouden met aansluiting van andere sensoren. Integratie met data van andere meetnetten is mogelijk, met de kanttekening dat goed gedefinieerd moet worden welke trillingsgrootte wordt genomen, en waar en hoe deze gemeten is.

Nauwkeurigheid

Om een voldoende betrouwbaar signaal te meten met een meetsysteem (i.e. een opnemer is een onderdeel van het meetsysteem), zijn er meerdere aspecten waar rekening mee moet worden gehouden. Belangrijke aspecten om een voldoende betrouwbaar signaal te meten zijn: het meetbereik, de nauwkeurigheid, de gevoeligheid, de precisie, de resolutie, de signaal-ruisverhouding, de bemonsteringsfrequentie, de filterkarakteristiek en de fase-karakteristiek. Het doel van de meting bepaalt welke eisen aan bovenstaande aspecten worden gesteld. Voor het beoogde meetnet is het van belang vast te stellen welke nauwkeurigheid en precisie ten minste nodig zijn. Vervolgens kunnen op basis daarvan de te gebruiken meetinstrumenten worden geselecteerd. Op basis van alleen een onderlinge vergelijking van verschillende typen meetinstrumenten kan geen oordeel worden geveld of de sensoren geschikt zijn voor het beoogde meetnet.

Datum

29 juni 2017

Onze referentie

TNO-2017-BF-0100306582

Blad

5/7

Het uitdrukken van de nauwkeurigheid in een afstandsmaat is ongebruikelijk voor trillingsmetingen en het is niet duidelijk wat ermee wordt bedoeld.

Het rapport gebruikt de ruisniveaus om iets te zeggen over de maximale onderlinge afstand tussen de sensoren. De gebruikte term 'vlakdekkend' in dit kader is nergens gedefinieerd en daarmee niet duidelijk. De maximale onderlinge afstand tussen sensoren is afhankelijk van het doel van het meetnet en zal voor het bepalen van trillingsniveaus in gebouwen vooral bepaald worden door de bron (locatie, intensiteit van de verwachte aardbeving en de corresponderende trillingsniveaus aan het bodemoppervlak), de bodemcondities (voortplanting van trillingen en lokale demping/opslingering) en de verdeling van verschillende type gebouwen over het te beschouwen gebied (gebouweigenschappen).

Grenswaarde

In het rapport (paragraaf 3.4) staat een omschrijving van de achtergrond van SBR richtlijnen die niet geheel juist is. Er is vanaf de eerste uitgave in 1993 al sprake van drie delen. Destijds werden SBR Richtlijn 1, 2 en 3 gepubliceerd, die bij de herziening in 2002, welke nog steeds de laatste versie is, werden omgedoopt in SBR Richtlijn A, B en C. Deze herziening is onder verantwoordelijkheid van een SBR Commissie uitgevoerd.

De SBR Richtlijn A heeft een helder omschreven toepassingsgebied in termen van frequenties van de dominante trillingen. Aardbevingen vallen impliciet in dat toepassingsgebied (dus zonder genoemd te worden).

In het rapport wordt schade maar ook veiligheid benoemd. Deze begrippen worden door elkaar gebruikt, maar hebben in de praktijk een wezenlijk andere betekenis. Schade kan worden beoordeeld aan de praktijk en eisen zoals omschreven in SBR Richtlijn A, waar een topwaarde van de trillingssnelheid als maat wordt genomen. NPR 9998 stelt eisen aan veiligheid/instorting en relateert deze aan spectrale versnellingen.

De grenswaarden uit de SBR Richtlijn hebben betrekking op de maximale trillingssnelheid die wordt gemeten aan het gebouw, deze is niet gelijk aan een Peak Ground Velocity (PGV) zoals die door seismologen wordt gebruikt. De meetnetdata van TNO worden momenteel niet gebruikt om transferfuncties vast te stellen die een relatie leggen tussen PGV en de trillingen aan de fundering. Er is bij ons niet precies bekend wat het KNMI heeft gemeten en of dat afdoende is om de omrekening te staven. Het advies om een PGV te gebruiken is daarom onvoldoende ingevuld.

Opgemerkt wordt dat de grenswaarde van SBR Richtlijn A is bedoeld om nabije bouwwerken voldoende mate van bescherming te bieden in het geval van de aanwezigheid van trillingsbronnen in de nabijheid, en niet bedoeld is om achteraf oorzakelijke verbanden vast te stellen. Wij ondersteunen het standpunt dat het vaststellen van een grenswaarde een verantwoordelijkheid van de overheid is. In het rapport staat een rekenvoorbeeld hoe de grenswaarde bepaald kan worden. Het is niet duidelijk hoe de afleiding van de grenswaarde tot stand is gekomen die

Datum

29 juni 2017

Onze referentie

TNO-2017-BF-0100306582

Blad

6/7

als een isoseist in een shakemap kan worden gebruikt. Er wordt een uitspraak gedaan over de isoseist bij de grenswaarde die aangeeft waarbinnen schade door een aardbeving kan zijn ontstaan. Er wordt geen uitspraak gedaan over wat buiten deze isoseist kan gebeuren.

Het onderscheid tussen kortdurend, herhaald kortdurend of continue trilling heeft niet uitsluitend betrekking op het ontstaan van resonanties. Met name effecten van herhaald terugkerende trillingsniveaus op degradatie en eventuele vermoeiing is een belangrijk aspect, dat hier niet benoemd is. Resonantie heeft niet alleen te maken met de lengte van de trilling. Het aanstoten in een eigenfrequentie is daarvoor een cruciale voorwaarde.

Een nuancering over de kans op schade bij de grenswaarde van SBR Richtlijn A is hier op zijn plaats: De kans op schade bij de grenswaarde zal per gebouw verschillend zijn. De orde grootte kans op schade bij de grenswaarde van SBR is in een recente inventarisatie op basis van een groot aantal praktijkgevallen ingeschat op ongeveer 1 a 3 %. Dit is een kans die niet gekoppeld is aan één gebouw, maar betrekking heeft op een groot aantal gebouwen waarbij de rekenwaarde van de trillingssnelheid overeenkwam met de rekenwaarde voor de grenswaarde (zie voor de achtergronden hiervan SBR Richtlijn A). Het is evident dat als een groter aantal gebouwen aan dezelfde trillingsniveaus worden blootgesteld, bij gelijke kans op schade, het absolute aantal gebouwen met schade groter zal zijn.

Data-analyse

TNO heeft op basis van meetdata uit haar sensornetwerk een procedure ontwikkeld waarmee op basis van werkelijk *gemeten data* een relatie wordt afgeleid voor de trillingsniveaus van *gebouwen* en de afstand tot de bron. Dit is door TNO aan NCG gerapporteerd in TNO rapport R2017-10493. Dit wijkt af van wat aan de basis ligt van de shakemaps van het KNMI, waarbij de trillingsintensiteit van de *bodem* op basis van gegevens over de magnitude, diepte en bodemeigenschappen wordt *berekend* (via de Ground Motion Prediction Equation).

Zoals terecht wordt opgemerkt, kan door het meten van trillingsniveaus of ongelijkmatige zetting nog geen direct verband gelegd worden met schade. Alleen door inspecties, waarbij de schade eenduidig wordt vastgelegd, kan de relatie tussen deze grootheden worden gelegd. Het rapport gaat niet in op de wijze waarop dit moet worden gefaciliteerd en hoe de kwaliteit ervan kan worden geborgd. Voor onderzoeksdoeleinden is een goed opgezette database zeer nuttig. Dit vereist een zorgvuldige voorbereiding en het continue bijhouden ervan. Een voorbeeld van een dergelijke database die in het verleden is gemaakt is Geobrain van Deltares (wordt niet meer onderhouden) of de eenvoudige database die door de SBR Richtlijn A werkgroep is gebruikt. Belangrijk aandachtspunt betreft de privacygevoelige informatie die in een dergelijke database terecht komt. Er wordt door Antea verwezen naar de TNO schadedatabase. Deze schadedatabase wordt niet langer bijgehouden wegens gebrek aan belangstelling en middelen uit de

bouwsector. Deze database heeft verder geen relatie tot waargenomen aardbevingsschades.

In het rapport staan geen aanwijzingen voor de data handling. Zowel TNO als KNMI hebben eigen (vergaand geautomatiseerde) procedures welke mogelijk in elkaar geschoven kunnen worden. Dit vraagt om afstemming tussen de partijen.

Datum

29 juni 2017

Onze referentie

TNO-2017-BF-0100306582

Blad

7/7