

**Trillingsmetingen
woning Schimmerweg 5
te Emmen**



Noordelijk Akoestisch Adviesburo BV Assen

Trillingsmetingen woning Schimmerweg 5 te Emmen

Opdrachtgever	Gemeente Emmen Postbus 30 001 7800 RA Emmen <i>contactpersoon</i> dhr. H. Nieken
Uitgevoerd door	Noordelijk Akoestisch Adviesburo BV Noorderstaete 26 9402 XB Assen Postbus 339 9400 AH Assen <i>telefoon</i> (0592) 340630 <i>e-mail</i> naa@naa.nl
Behandeld door	J. Eggens K.R. Piening
Datum	29 juni 2017
Kenmerk	5650/NAA/kp/fw/1

Inhoudsopgave

1	Inleiding	3
2	Schade aan gebouwen (SBR-A:2010)	4
2.1	Meet- en beoordelingssystematiek	4
2.2	Uitgevoerde metingen	6
2.3	Meetresultaten	7
3	Hinder voor personen in gebouwen (SBR-B:2006)	10
3.1	Meet- en beoordelingssystematiek	10
3.2	Uitgevoerde metingen	12
3.3	Meetresultaten	13
4	Conclusies	15
	Begrippenlijst	16

Bijlagen

1	Luchtfoto woning met omgeving
2	Toegepaste meetapparatuur
3	SBR-A schade - foto woning met gehanteerde meetpositie en meetrichtingen
4	SBR-A schade - uitgangspunten
5	SBR-A schade - V_{top} , f_{dom} en toetsing aan grenswaarden
6	SBR-A schade - overzicht toetsing aan grenswaarden gehele meetperiode
7	SBR-B hinder - meetposities in woning
8	SBR-B hinder - meet-, bewerkings- en beoordelingsprocedure
9	SBR-B hinder - voorbeeld identificatie stoorinvloeden
10	SBR-B hinder - overzicht $V_{eff,max,i,30}$
11	SBR-B hinder - toetsing gemeten trillingen aan streefwaarden

1 Inleiding

In opdracht van de Gemeente Emmen heeft het Noordelijk Akoestisch Adviesburo B.V. onderzoek uitgevoerd naar de trillingen die het gevolg zijn van voertuigpassages in de directe omgeving van de woning Schimmerweg 5 te Emmen.

Aanleiding voor dit onderzoek zijn klachten van de bewoner van het pand over trillingshinder en mogelijk schade aan de woning die het gevolg zouden zijn van voertuigpassages over de op korte afstand van de woning gesitueerde Hondsrugweg. Vooral de buspassages over de busstrook aan de oostzijde van de rijbanen zouden veel overlast veroorzaken.

Doel van het onderzoek is het kwantificeren van de optredende trillingen en het vervolgens toetsen aan grens- en streefwaarden zoals die in Nederland worden toegepast.

De trillingsmetingen ter evaluatie van gebouwschade zijn uitgevoerd als een *“indicatieve meting”* conform de SBR-richtlijn *“Schade aan gebouwen - trillingsrichtlijn deel a”*, in 2010 uitgegeven door de Stichting Bouwresearch te Rotterdam (SBR-A:2010). In deze richtlijn zijn grenswaarden opgenomen voor mogelijke schade aan bouwwerken door trillingen, waarbij in de inleiding van de richtlijn wordt opgemerkt dat het grenswaarden betreft *“waarvan in de praktijk is gebleken dat zij niet tot schade zullen leiden”*.

De trillingsmetingen ter evaluatie van de ondervonden hinder zijn uitgevoerd conform de SBR-richtlijn *“Trillingen: meet- en beoordelingsrichtlijnen - Hinder voor personen in gebouwen - deel B”*, in 2006 uitgegeven door de Stichting Bouwresearch te Rotterdam (SBR-B:2006). In deze richtlijn zijn streefwaarden opgenomen voor mogelijke trillingshinder, waarvan de richtlijn opmerkt dat *“Omdat grenswaarden voor trillingen niet scherp gedefinieerd kunnen worden, wordt in deze richtlijn gesproken over streefwaarden. Als de trillingssterkte onder deze streefwaarden blijft, mag verwacht worden dat er in de meeste situaties geen hinder zal optreden.”*

In dit rapport worden de resultaten gepresenteerd van de trillingsmetingen, zoals die zijn uitgevoerd van woensdagmiddag 10 mei tot vrijdagochtend 19 mei 2017. De plaatselijke situatie is in bijlage 1 weergegeven in de vorm van een Google Earth luchtfoto, terwijl een opsomming van de bij de uitvoering van de metingen toegepaste meet- en analyseapparatuur in bijlage 2 staat.

Vanaf bladzijde 16 van dit rapport worden enkele trillingstechnische begrippen nader toegelicht.

2 Schade aan gebouwen (SBR-A:2010)

2.1 Meet- en beoordelingssystematiek

Voor het vaststellen van de te hanteren grenswaarden voor de beoordeling van schade aan gebouwen, dient rekening te worden gehouden met een aantal aspecten. In de SBR-richtlijn “Schade aan gebouwen - trillingsrichtlijn deel a” uit 2010 wordt dit in hoofdstuk 10.2.1 *Bouwwerk* als volgt omschreven:

Onderscheid wordt gemaakt in de constructiewijze en in de staat van het bouwwerk. De onderstaande indeling in categorieën van bouwwerken en van onderdelen daarvan wordt aangehouden:

Categorie 1

- *in goede staat verkerende onderdelen van de draagconstructie, indien deze bestaan uit gewapend beton of hout;*
- *onderdelen van een bouwwerk die geen deel uitmaken van de draagconstructie (bijvoorbeeld scheidingsconstructies), indien deze bestaan uit gewapend beton of hout;*
- *draagconstructies van bouwwerken, geen gebouw zijnde, die bestaan uit metselwerk zoals pijlers van viaducten, kademuren en dergelijke.*

Categorie 2

- *in goede staat verkerende onderdelen van de draagconstructie van een gebouw, indien deze bestaan uit metselwerk;*
- *in goede staat verkerende onderdelen van een gebouw die niet tot de draagconstructie behoren, zoals scheidingsconstructies die bestaan uit niet-gewapend beton, metselwerk of uit brosse steenachtige materialen.*

Categorie 3

- *onderdelen van oude en monumentale gebouwen met grote cultuurhistorische waarde;*
- *in slechte staat verkerende gebouwen uit metselwerk of in slechte staat verkerende onderdelen van gebouwen.*

Omstandigheden die duiden op een slechte bouwkundige staat zijn bijvoorbeeld reeds aanwezige scheurvorming, kieren, sterke vervormingen, verzakkingen en scheefstand van een gebouw.

De gevel van de onderzochte woning bestaat uit in goede staat verkerend metselwerk, zodat het gebouw is ingedeeld in categorie 2 “*in goede staat verkerende onderdelen van de draagconstructie van een gebouw, indien deze bestaan uit metselwerk*”.

In de richtlijn wordt tevens onderscheid gemaakt in verschillende typen trillingsbronnen, die in hoofdstuk 10.2.3 *Trillingsbronnen* als volgt worden omschreven:

- 1 *bronnen, die incidenteel voorkomende kortdurende trillingen veroorzaken door een stootvormige excitatie. Het aantal malen dat het trillingsverschijnsel voorkomt is zo gering, dat vermoeiing van constructiematerialen niet kan optreden.*
Voorbeelden:
 - explosies
 - botsingen.
- 2 *bronnen, die herhaalde kortdurende trillingen veroorzaken bij een stootvormige excitatie. Hieronder worden verstaan bronnen die zo vaak voorkomen dat vermoeiingseffecten in bouwmaterialen kunnen optreden.*
Voorbeeld:
 - heiwerkzaamheden
 - weg- en railverkeer.
- 3 *bronnen, die continue trillingen veroorzaken. Hieronder worden verstaan alle bronnen, die niet onder de voorgaande twee categorieën kunnen worden ingedeeld of bronnen waarbij resonanties en/of vermoeiingseffecten in de onderdelen van een bouwwerk kunnen optreden;*
Voorbeelden:
 - machines met roterende onderdelen, vibratoren, verdichtingswerk door middel van trilwalsen, het inbrengen van fundatiepalen en damwanden met behulp van trilblokken.

Omdat de trillingen waaraan het gebouw wordt blootgesteld het gevolg zijn van wegverkeersbewegingen, worden de in de omgeving van de woning veroorzaakte trillingen beoordeeld als type 2, *“herhaalde kortdurende trillingen”*.

Aanvullend dient volgens 9.3 in de SBR-richtlijn de rekenwaarde van de topwaarde van de trillingssnelheid te worden bepaald door de gemeten trillingssnelheid te vermenigvuldigen met een partiële veiligheidsfactor γ_v . Omdat de trillingen zijn vastgesteld op een enkele meetpositie, worden de metingen gekwalificeerd als *“indicatief”*, zodat voor deze veiligheidsfactor een waarde van 1,6 dient te worden gehanteerd.

Vervolgens worden de rekenwaarden van de in figuur 2 van de richtlijn gegeven karakteristieke waarden van de grenswaarden op begane grondniveau als functie van de dominante frequentie vastgesteld door deze grenswaarden te delen door een partiële veiligheidsfactor γ_v . Voor *“herhaalde kortdurende trillingen”* dient hiervoor een waarde van 1,5 te worden toegepast. De te hanteren grenswaarden voor de beoordeling van de trillingen ten gevolge van de uit te voeren werkzaamheden worden, tezamen met de te hanteren partiële veiligheidsfactoren, weergegeven in bijlage 4.

In de richtlijn wordt in hoofdstuk 6.1 *Eisen* opgemerkt dat: *“Overschrijding van de grenswaarden volgens hoofdstuk 10 hoeft niet daadwerkelijk tot schade te leiden.*

De grenswaarden die in deze richtlijn zijn gegeven bevatten een veiligheidsmarge; gemiddeld genomen zal pas bij een zekere overschrijding ervan schade aan de draagconstructie optreden.”

2.2 Uitgevoerde metingen

Voor de bepaling van de invloed van trillingen op mogelijke gebouwschade is een indicatieve meting uitgevoerd, waarbij de trillingen zijn vastgesteld in de drie hoofd-richtingen van het te onderzoeken gebouw. Hiertoe is een enkele meetpositie geselecteerd aan de onderzijde van de draagconstructie, op de kortste afstand tot de bron van de trillingen. Op deze positie is door middel van een lijmverbinding een bevestigingsbeugel met een triaxiale trillingssnelheidsopnemer aan de muur bevestigd. Een foto van de woning met daarop aangeven de geselecteerde meetpositie met de gehanteerde meet-richtingen is weergegeven in bijlage 3.

Teneinde de hoeveelheid meetgegevens te beperken, waarbij inzicht in het verloop van de optredende trillingen behouden blijft, zijn tijdens de onbemande metingen van woensdagmiddag 10 mei tot vrijdagochtend 19 mei 2017 de meetgegevens geregistreerd in intervallen van 15 seconden. De gehanteerde meetperiode voldoet aan 8.6.2 uit de meet- en beoordelingsrichtlijn SBR-A:2010 Schade aan gebouwen, waarin over de meetduur wordt gesteld dat *“In het geval van rail- en wegverkeer gaat de voorkeur uit naar een periode van een week. Er zijn immers fluctuaties per uur maar ook per dag.”*

Volgens hoofdstuk 7.2 *Meetbereik* uit deze richtlijn dient het meetbereik van het meetinstrument te liggen tussen 0.2 mm/s en 50 mm/s. Als vorm van datareductie is het gebruikelijk een onderste grenswaarde van 0.1 mm/s te hanteren. Om echter inzicht te verkrijgen in de heersende achtergrondtrillingen, is bij de uitvoering van de metingen geen onderste grenswaarde gehanteerd. Voor de verwerking van de meetgegevens is gebruik gemaakt van het bij de trillingsmeters behorende applicatieprogramma met versie 2.90.

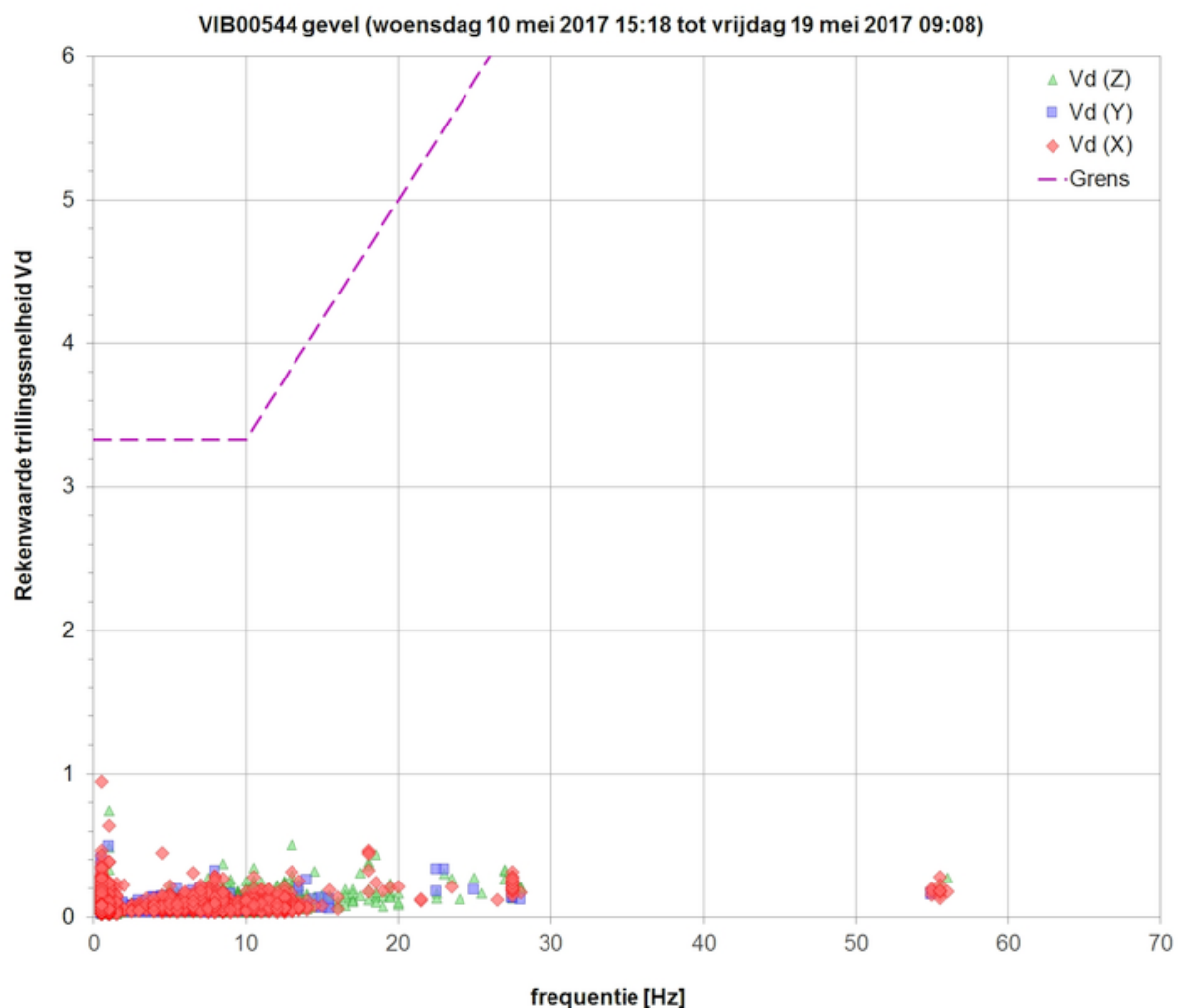
Stoorinvloeden tijdens de metingen

De trillingsmetingen zijn uitgevoerd aan een gebouw dat normaal bewoond wordt. Voor de trillingsmetingen aan de gevel van de woning wordt het effect van de activiteiten van de bewoners op de vastgestelde meetwaarden verwaarloosbaar geacht, omdat de trillingen die een bewoner in de woning kan opwekken de relatief zware en stijve ondersteuningsconstructie van de woning moeilijk in beweging kunnen brengen. Om mogelijke verstoring van de trillingsmetingen te kunnen identificeren zijn metingen uitgevoerd met drie parallel werkende meetsystemen. Door vergelijking van de hierbij verkregen negen meetsignalen kunnen onregelmatigheden worden geïdentificeerd, waarna stoorinvloeden door bewonersactiviteiten van de meetserie kunnen worden uitgesloten.

2.3 Meetresultaten

Een grafische weergave van de geregistreeerde trillingssnelheden tijdens de onbemande meet sessie staat in bijlage 5. Hierbij tonen de linker grafieken de voor de drie meet-richtingen vastgestelde waarden voor V_{top} , terwijl de middelste drie grafieken de voor iedere meetinterval bepaalde dominante frequenties weergeven. In de rechter drie grafieken staat de vergelijking tussen de rekenwaarde van de trillingssnelheid V_d en de rekenwaarde van de grenswaarden V_r . Vanwege het grote verschil tussen de gemeten trillingen en de te hanteren grenswaarden, wordt een gedetailleerde weergave van de meetgegevens achterwege gelaten.

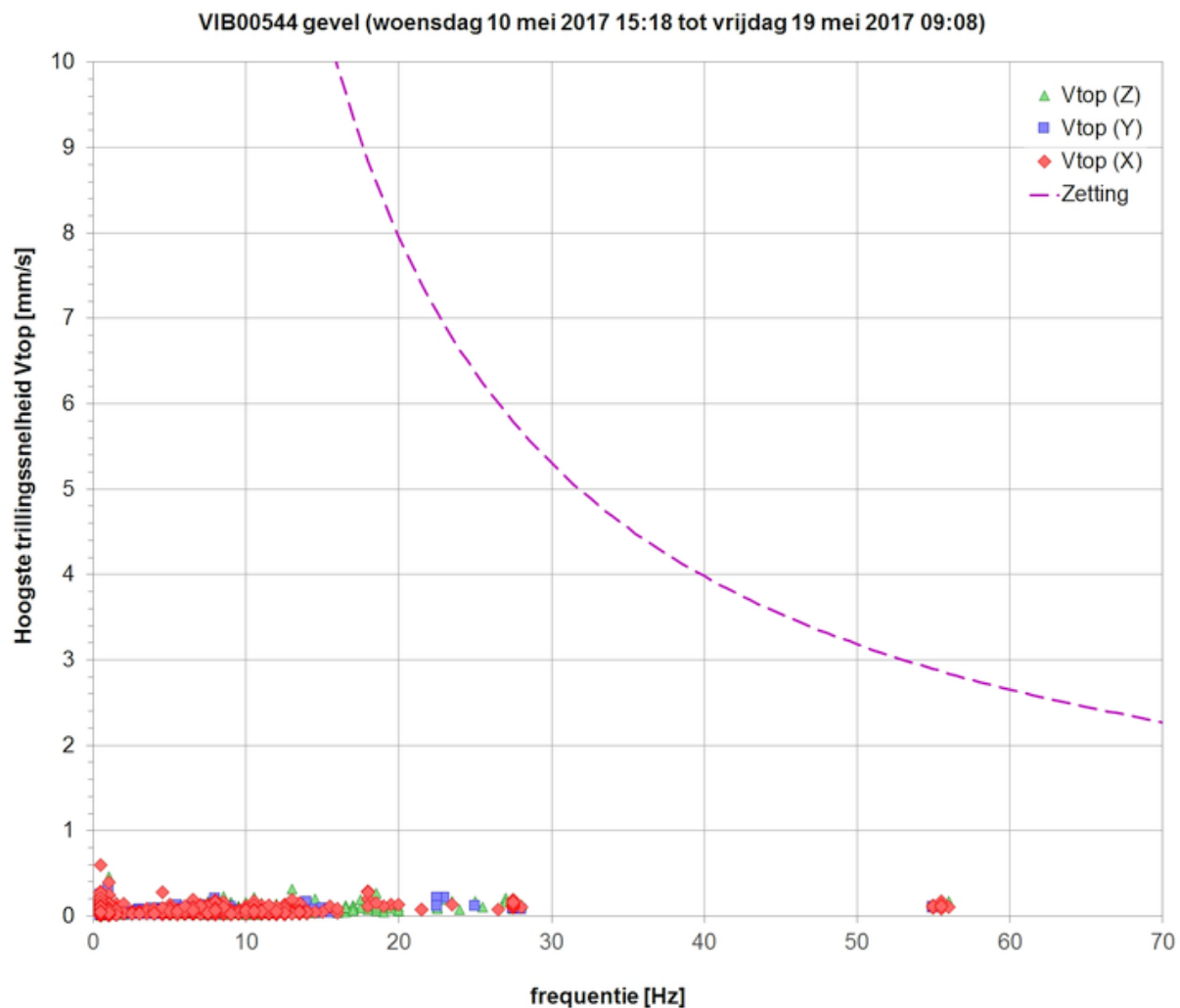
Een overzicht van de vergelijking van alle in de drie meetrichtingen vastgestelde rekenwaarden van de trillingssnelheid V_d in relatie tot de dominante frequenties f_{dom} en de rekenwaarde van de grenswaarden V_r is weergegeven op blad 1 van bijlage 6 en is in meer detail weergegeven in de volgende figuur.



Figuur 1: SBR-A Schade - Toetsing op gevel gemeten trillingssnelheden aan grenswaarden

Uit de vergelijking blijkt dat de gemeten trillingen de in de richtlijn SBR-A genoemde grenswaarden niet overschrijden.

Vervolgens is de kans op zetting van de fundering van het gebouw beschouwd aan de hand van de grenscurve uit figuur 3 van richtlijn SBR-A. Volgens 10.3.2 uit richtlijn SBR-A mag hierbij voor de partiële veiligheidsfactoren γ_v en γ_t de waarde 1.0 worden aangehouden. De vergelijking van de gemeten trillingssnelheden met de grenswaarden voor zetting is weergegeven op blad 2 van bijlage 6 en is in meer detail weergegeven in de volgende figuur.



Figuur 2: SBR-A Schade - Toetsing op gevel gemeten trillingssnelheden aan grenswaarden voor zetting van fundering

In hoofdstuk 10.3.1 van de richtlijn wordt opgemerkt: “Volgens de bestaande praktijk-ervaring bestaat er een aanvaardbaar kleine kans (kleiner dan 1%) dat schade aan bouwwerken en funderingen zal optreden indien de rekenwaarde van V_{top} conform 9.3 kleiner is dan de rekenwaarde van de grenswaarde bepaald volgens 10.3.2 voor indicatieve en beperkte metingen, volgens 10.3.3 voor uitgebreide metingen of 10.3.4 voor pijpleidingen.”

Gebaseerd op de constatering dat de tijdens de gehele meetperiode geregistreerde trillingssnelheden aanzienlijk lagere waarden hebben dan de te hanteren grenswaarden, wordt geconcludeerd dat de kans op schade aan de draagconstructie van de woning als gevolg van wegverkeersbewegingen kan worden uitgesloten. Ook zetting van de fundering van de woning als gevolg van wegverkeersbewegingen kan worden uitgesloten.

3 Hinder voor personen in gebouwen (SBR-B:2006)

3.1 Meet- en beoordelingssystematiek

Trillingshinder voor personen wordt beoordeeld volgens de SBR-publicatie "*Hinder voor personen in gebouwen - meet- en beoordelingsrichtlijn deel B*" uit 2006. Hoewel toepassing van deze richtlijn in het Activiteitenbesluit wordt voorgeschreven voor de toetsing van trillingshinder met betrekking tot inrichtingen, bestaat er voor gebruik bij verkeersbewegingen geen wettelijke status.

Onder bepaalde omstandigheden kunnen trillingen zodra zij door de mens worden opgemerkt, als hinderlijk worden aangemerkt. In andere situaties zal pas sprake zijn van hinder wanneer de trillingen een zodanige sterkte hebben dat zij bepaalde werkzaamheden verstoren of bemoeilijken. Ook gewenning speelt een rol bij de acceptatie van een bepaalde trillingssterkte. Vanwege deze complexiteit wordt in hoofdstuk 2 *Onderwerp* van de richtlijn opgemerkt dat "*Omdat grenswaarden voor trillingshinder niet scherp gedefinieerd kunnen worden, wordt in deze richtlijn gesproken over streefwaarden. Als de trillingssterkte onder deze streefwaarden blijft, mag verwacht worden dat er in de meeste situaties geen hinder zal optreden.*"

In hoofdstuk 4 *Termen en definities* van de richtlijn staat de volgende definitie van het type trillingen:

CONTINUE TRILLING: een trilling die ten opzichte van de grootste trillingstijd (laagste eigenfrequentie) gedurende een lange tijd aanwezig is

HERHAALD VOORKOMENDE TRILLING: kortdurende trilling door weg- of railverkeer (waaronder ook heftrucks, bulldozers, kranen op rails en dergelijke) met een repeterend karakter.

KORTDURENDE TRILLING: trilling met een kortdurend (doorgaans korter dan enkele seconden), uitdempend karakter. De trilling wordt veroorzaakt door een stootvormige excitatie.

Gezien het feit dat als vermeende oorzaak van de ondervonden trillingshinder voertuigbewegingen over de nabijgelegen weg worden aangewezen, kunnen de trillingen worden gekarakteriseerd als "herhaald voorkomende trillingen".

Het type trilling is van belang voor de bepaling van de te hanteren meetperiode. In 8.4.3 *Kortdurende trillingen* merkt de richtlijn hierover op:

Voor kortdurende trillingen moet de meetduur gelijk zijn aan of groter zijn dan de duur van de trilling. Bij trillingen door weg- en railverkeer, maar ook bij min of meer continue trillingen, is de kans op een hogere trillingssterkte groter naar mate gedurende langere tijd gemeten wordt. Daarom moet er minimaal gedurende een voor de trillingsbron representatieve periode gemeten worden. In het geval van rail- en wegverkeer gaat de

voorkeur uit naar een periode van een week. Er zijn immers fluctuaties per uur maar ook per dag. Als deze meetperiode niet haalbaar is, zijn er twee mogelijkheden;

- 1 *inzicht in de worst case: bijvoorbeeld zwaar wegtransport met hoge snelheid of goederentreinen met een plaatselijke afvlakking van het loopvlak van een wielband. Hierna volgt verwerking volgens 9.5.;*
- 2 *kortere meetduur: het meten gedurende kortere tijd leidt tot statistische onzekerheid. Om deze reden worden de meetresultaten statistisch verwerkt. De verwerkingwijze is in hoofdstuk 9.6 nader omschreven.*

Omdat metingen zijn uitgevoerd over een periode van ruim 8 volledige etmalen, wordt voldaan aan de volgens de richtlijn te hanteren voorkeurperiode.

In hoofdstuk 8.2.1 *Meetomstandigheden* van de richtlijn wordt opgemerkt dat “ *Er moet gemeten worden onder omstandigheden die representatief zijn voor de situatie waarin hinder kan worden ondervonden. Opmerking: dit kan inhouden dat op een lichte vloerconstructie een belasting gelijk aan het gewicht van een persoon moet worden aangebracht.*”

In de woonkamer ligt een betonvloer, zodat deze constructie beoordeeld is als voldoende stijf. De slaapkamer heeft echter een houten vloer, zodat hier extra belasting van de vloer is toegepast.

De te hanteren streefwaarden zijn afhankelijk van zowel de gebouwfunctie en de functies van de ruimten in een gebouw als van het type trilling. Zo dienen herhaalde kortdurende trillingen in een bestaande situatie te worden getoetst aan de streefwaarden uit tabel 3.

SBR-B tabel 3 - *Streefwaarden voor herhaald voorkomende trillingen in bestaande situaties*

Gebouwfunctie		Dag en avond			Nacht		
		A1	A2	A3	A1	A2	A3
1	Gezondheidszorg	0.2	0.8	0.1	0.2	0.4	0.1
2	Wonen	0.2	0.8	0.1	0.2	0.4	0.1
3	Onderwijs en kantoor	0.3	1.2	0.15	0.3	1.2	0.15
4	Bijeenkomst	0.3	1.2	0.15	0.3	1.2	0.15
5	Kritische werkruimte	0.1	0.1	-	0.1	0.1	-

Het verloop van de in de richtlijn voorgeschreven meet-, bewerkings- en beoordelingsprocedure is grafisch weergegeven in bijlage 8.

3.2 Uitgevoerde metingen

Er zijn metingen uitgevoerd op een tweetal plaatsen waar volgens de bewoners daadwerkelijk trillingshinder wordt ondervonden, te weten op de vloer van de woonkamer en op de vloer van de slaapkamer die het dichtst bij de weg ligt. Bij de bevestiging van de meetopnemers is gebruik gemaakt van de hulpconstructie zoals die is weergegeven in bijlage 4 van de meet- en beoordelingsrichtlijn SBR-B:2006.

De trillingsniveaus zijn steeds vastgesteld in de drie hoofdrichtingen van de ruimtes, waarbij de meetrichtingen overeenkomen met die van de meetpositie op de gevel. De geselecteerde meetposities met de gehanteerde meetrichtingen zijn weergegeven in bijlage 7. Conform het meetvoorschrift zijn de meetwaarden geregistreerd in intervallen van 30 seconden, waarbij het voorgeschreven wegingsfilter is toegepast. Ook hier is voor de verwerking van de geregistreeerde meetgegevens gebruik gemaakt van het bij de trillingsmeters behorende applicatieprogramma met versie 2.90.

Direct voorafgaand aan de meetsessie zijn de klokken van de toegepaste meetsystemen gesynchroniseerd met de DCF-77 tijdstandaard, zodat de onderlinge afwijking maximaal 1 á 2 seconden kan bedragen.

Stoorinvloeden tijdens de metingen

Omdat de trillingsmetingen zijn uitgevoerd op die meetposities waar daadwerkelijk hinder wordt ondervonden, zijn dit posities waar frequent bewoners aanwezig zullen zijn. Hierbij kunnen zij door hun bewegingen de metingen ernstig verstoren. Indien wordt verondersteld dat de ondervonden trillingshinder wordt veroorzaakt door invloeden van buiten de woning, dan bereiken de trillingen de ondersteuningsconstructie van de woning via de bodem, waarna vervolgens de overige onderdelen van de woning in trilling worden gebracht. Indien het verloop van de trillingssnelheden op een vloer kortdurend verhoogd is, zal dit alleen afkomstig kunnen zijn van een activiteit buiten de woning wanneer een soortgelijk trillingverloop op de andere vloer en op de gevel wordt aangetroffen. Bij afwezigheid van deze overeenkomst kan worden geconcludeerd dat deze trillingen zijn opgewekt in de directe omgeving van de betreffende trillingsopnemer, waarna ze worden uitgesloten bij de toetsing aan de te hanteren streefwaarden.

Tijdens de meetsessie werden in de nabijheid van de woning bouwwerkzaamheden uitgevoerd. Hierbij lijkt gebruik te zijn gemaakt van een trillende grondverdichter, hetgeen aan het afwijkende verloop van de geregistreeerde meetwaarden is te herkennen. Omdat het uitgevoerde onderzoek tot doel had de ondervonden trillingsoverlast ten gevolge van verkeersbewegingen te kwantificeren, zijn deze periodes met stoorinvloed uitgesloten bij de toetsing aan de te hanteren streefwaarden.

Op verschillende tijdstippen zijn relatief hoge trillingswaarden geregistreerd, waarbij op alle meetsystemen tegelijkertijd verhoogde trillingswaarden optraden. Opvallend hierbij was dat de sterkste trillingen steeds op de relatief lichte vloerconstructie in de slaapkamer optraden. Uit nader onderzoek bleken deze pieken steeds overeen te komen met bliksemontladingen zoals die tijdens overtrekkend onweer optraden. Geconcludeerd is dat

de waargenomen sterke trillingen het gevolg waren van de donder na een nabije bliksemontlading. Ook deze stoorinvloeden zijn uitgesloten bij de toetsing aan de te hanteren streefwaarden.

Een voorbeeld van een vergelijking van de geregistreeerde trillingswaarden waarbij duidelijk sprake is van stoorinvloed is opgenomen in bijlage 9. In deze vergelijking zijn alle meetsignalen weergegeven in een enkele grafiek, waarbij de onderlinge relatie kan worden beoordeeld. Aanvullend is aan de bovenzijde van de grafiek de relatie weergegeven tussen de in verticale richting gemeten ongewogen trillingssnelheden op een vloer en op de gevel. Deze grafiek toont duidelijk de verstoring ten gevolge van de bouwwerkzaamheden in de nabijheid van de woning.

3.3 Meetresultaten

Een overzicht van de tijdens de gehele meetperiode geregistreeerde trillingen, waarbij alle stoorinvloeden zijn verwijderd, is weergegeven in bijlage 10. Na uitsluiting van de door onweer verstoorte trillingen resteert voor de woonkamer geen enkele waarneming die de volgens richtlijn SBR-B te hanteren ondergrens van 0.1 overschrijdt.

Volgens de richtlijn dienen herhaalde kortdurende trillingen in een bestaande situatie te worden getoetst aan de streefwaarden in tabel 3 van de richtlijn. Deze toetsing is voor de twee meetposities en de verschillende etmaalperiodes weergegeven in bijlage 11 terwijl in de volgende tabel de vastgestelde waarden voor $V_{\max}$ worden vergeleken met streefwaarden.

Tabel 1: Overzicht vastgestelde $V_{\max}$ plus toetsing aan streefwaarden

etmaalperiode	slaapkamer				woonkamer			
	$V_{\max}$	V_{per}	streef-waarde A3	toetsing	$V_{\max}$	V_{per}	streef-waarde A1	toetsing
Dag 10:00 - 14:27	0.48	0.028	0.1	$V_{\max} < A3$	<0.1	-	0.2	$V_{\max} < A1$
Avond 19:00 - 23:00	0.43	0.007	0.1		<0.1	-	0.2	
Nacht 23:00 - 07:00	0.38	0.005	0.1	Voldoet	<0.1	-	0.2	Voldoet

Geconcludeerd kan worden dat de gedurende de gehele meetperiode waargenomen trillingen voor zowel de slaapkamer als de woonkamer lagere waarden hebben dan de in richtlijn SBR-B genoemde streefwaarden, waarmee de situatie voldoet.

Kwalificatie trillingshinder

Om de vastgestelde trillingssnelheden in perspectief te kunnen plaatsen, wordt in bijlage 5 van de meet- en beoordelingsrichtlijn SBR-B voor de afweging van de toelaatbaarheid van de trillingssterkten door weg- en railverkeer de volgende kwalificatie van de hinder gegeven.

Hinderkwalificatie voor weg- en railverkeer

$V_{\max}$	<i>hinderkwalificatie</i>
< 0.1	<i>geen hinder</i>
$0.1 - 0.2$	<i>weinig hinder (bestaande situaties)</i>
$0.2 - 0.8$	<i>matige hinder</i>
$0.8 - 3.2$	<i>hinder</i>
> 3.2	<i>ernstige hinder</i>

Bij deze tabel wordt in de richtlijn opgemerkt dat: “Het accepteren van (matige) hinder door overschrijding van de streefwaarden kan onder meer afhankelijk zijn van de mate waarin de trillingssterkte voorkomt, de aanwezigheid van andere trillingsbronnen (de achtergrondtrillingen), de mogelijkheid tot het treffen van trillingsreducerende maatregelen en de historie. In geval van mogelijke hinder dienen de betrokken partijen te overleggen. Ernstige hinder is niet toelaatbaar.”

Een vergelijking van de vastgestelde waarden voor $V_{\max}$ in de slaap- en woonkamer is opgenomen in de volgende tabel. In deze tabel is tevens de hinderkwalificatie uit de meet- en beoordelingsrichtlijn opgenomen.

Tabel 2: Overzicht vastgestelde trillingen op vloer woonkamer en slaapkamer

slaapkamer		woonkamer	
$V_{\max}$	hinder-kwalificatie	$V_{\max}$	hinderkwalificatie
0.48	matige hinder (bestaande situaties)	< 0.1	geen hinder

De vastgestelde trillingssterkten leiden voor de slaapkamer tot de kwalificatie “matige hinder” en voor de woonkamer “geen hinder”.

4 Conclusies

Om inzicht te verkrijgen in mogelijke gebouwschade aan de woning Schimmerweg 5 te Emmen als gevolg van trillingen veroorzaakt door wegverkeersbewegingen in de onmiddellijke nabijheid van de woning, zijn vanaf woensdagmiddag 10 mei tot vrijdagochtend 19 mei 2017 continu trillingsmetingen uitgevoerd op de gevel van deze woning. Ter evaluatie van mogelijke hinder door trillingen zijn tegelijkertijd metingen uitgevoerd op de vloeren van zowel de slaapkamer als de woonkamer.

Als gevolg van de gehanteerde meetopzet dient de meting conform de SBR-richtlijn “Schade aan gebouwen - trillingsrichtlijn deel a” te worden beschouwd als een “indicatieve meting”.

Bij de toetsing van de geregistreerde meetwaarden aan de in richtlijn SBR-A gehanteerde grenswaarden voor gebouwschade blijkt dat deze grenswaarden gedurende de gehele meetperiode niet zijn overschreden. Er kan worden geconcludeerd dat de kans op schade aan de draagconstructie van de woning als gevolg van trillingen door wegverkeersbewegingen kan worden uitgesloten. Ook zetting van de fundering van de woning als gevolg van wegverkeersbewegingen kan worden uitgesloten.

De door meting op de vloer van de slaapkamer en de woonkamer vastgestelde trillingen die niet onderhevig waren aan stoorinvloeden, zijn lager dan de streefwaarden zoals die zijn opgenomen in de meet- en beoordelingsrichtlijn SBR-B:2006 voor hinder door trillingen in gebouwen. Hieruit volgt dat de geconstateerde trillingen als gevolg van de wegverkeersbewegingen voldoen aan de volgens de richtlijn te hanteren streefwaarden. Op basis van een vergelijking van de vastgestelde trillingswaarden met de in de richtlijn gegeven “*Hinderkwalificatie voor weg- en railverkeer*”, is voor de slaapkamer sprake van “*matige hinder*” en voor de woonkamer van “*geen hinder*”.

Begrippenlijst

Begrip/terminologie	Notatie [eenheid]	Omschrijving [herkomst omschrijving]
beoordelingsperiode	T_0 [s]	een tijdsinterval waarin een dag wordt verdeeld voor de toetsing van de trillingssterkte aan de streefwaarden: • de dagperiode van 07.00 uur tot 19.00 uur; • de avondperiode van 19.00 uur tot 23.00 uur; • de nachtperiode van 23.00 uur tot 07.00 uur [SBR-B]
dominante frequentie	f [Hz]	de overheersende frequentie in dat deel van het signaal waar de topwaarde optreedt [SBR-A]
draagconstructie		het deel van een gebouw dat ervoor zorgt dat het gebouw als geheel en in het bijzonder de vloeren hun dragende functie kunnen blijven vervullen [SBR-A]
frequentie	f [Hz]	de reciproque (het omgekeerde) van de trillingstijd ($f=1/T$) [SBR-A, SBR-B]
integriteit		samenhang van de delen zondert noemenswaardige scheurvorming of degradatie in sterkte
meetduur		de tijdsduur waarin met één configuratie meetpunten een meting wordt uitgevoerd [SBR-A, SBR-B]
meetpunt		positie op een object waar een trillingsgrootte (versnelling, snelheid, verplaatsing) wordt gemeten [SBR-A]
meetpunt		positie waar een trillingsgrootte (versnelling, snelheid, verplaatsing) wordt gemeten [SBR-B]
meetrichting		de richting waarin de trillingsgrootte (versnelling, snelheid, verplaatsing) in een meetpunt wordt gemeten [SBR-A, SBR-B]
meting		het bepalen van de momentane waarde van de trillingsgrootte gedurende een zeker aaneengesloten tijdsinterval door middel van een meetmethode [SBR-A]
meting		het bepalen van de momentane waarde van de trillingsgrootte gedurende een zeker aaneengesloten tijdsduur door middel van een meetmethode [SBR-B]
momentane waarde		de waarde van een variërende grootte op een zeker tijdstip [SBR-A, SBR-B]
snelheid	v [mm/s]	een vectoriële grootte die de tijdsafgeleide van de verplaatsing weergeeft [SBR-A, SBR-B]
spectrale dichtheidsfunctie		het in de tijd gemiddelde kwadraat van een over een voldoende klein frequentie-interval gefilterde trillingsgrootte (versnelling, snelheid, verplaatsing) gedeeld door de breedte van het frequentie-interval [SBR-A]
streefwaarde		de waarde van de trillingssterkte waarbij verwacht wordt dat er nog geen trillingshinder optreedt [SBR-B]
topwaarde		de in absolute zin grootste afwijking van de momentane waarde van een grootte ten opzichte van de gemiddelde waarde [SBR-A]
topwaarde		de in absolute zin grootste afwijking van een grootte ten opzichte van de gemiddelde waarde gedurende een zeker tijdsinterval [SBR-B]

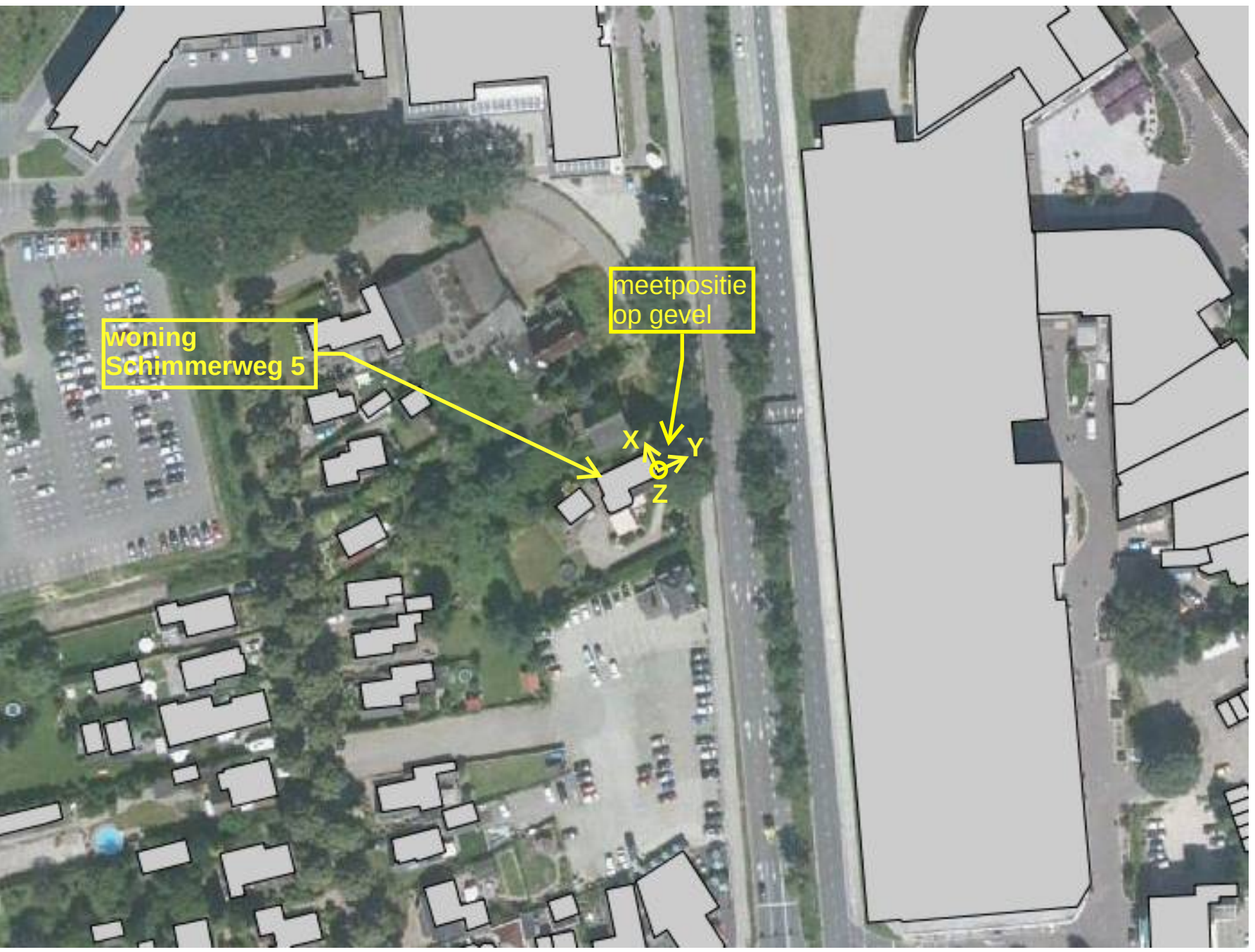
Begrip/terminologie	Notatie [eenheid]	Omschrijving [herkomst omschrijving]
trilling		een variatie van een grootheid (verplaatsing, snelheid, versnelling) als functie van de tijd, die de beweging of de positie van een systeem beschrijft waarbij de grootheid afwisselend groter en kleiner is dan een gemiddelde waarde [SBR-A, SBR-B]
trilling - continue trilling		een trilling die zodanige tijd continu aanwezig is dat resonantie kan optreden [SBR-A]
trilling - continue trilling		een trilling die ten opzichte van de grootste trillingstijd (laagste eigenfrequentie) gedurende een lange tijd aanwezig is [SBR-B]
trilling - kortdurende trilling		trilling met een kortdurend (doorgaans korter dan enkele seconden), uitdempend karakter. De trilling wordt veroorzaakt bij een stootvormige excitatie [SBR-A, SBR-B]
trilling - herhaald kortdurende trilling		een kortdurende trilling die meermalen voorkomt, steeds gescheiden door een tijdsinterval waarin een rustsituatie heerst [SBR-A]
trilling - herhaald voorkomende trilling		kortdurende trilling door weg- of railverkeer (waaronder ook heftrucks, bulldozers, kranen op rails en dergelijke) met een repeterend karakter [SBR-B]
trilling -niet-stationaire trilling		continue trilling waarvan de sterkte als functie van de tijd niet constant is, of een kortdurende trilling [SBR-B]
trilling - stationaire trilling		continue trilling die gedurende een lange aaneengesloten periode met een constante sterkte voorkomt [SBR-B]
trillingssterkte (Engels: vibration severity)		in het algemeen de aanduiding van de sterkte van de trilling in relatie tot het van belang zijnde trillingseffect. In het geval van schade wordt onder de trillingssterkte verstaan de topwaarde van een trillingsgrootheid in combinatie met de dominante frequentie [SBR-A]
trillingssterkte (Engels: vibration severity)		in het algemeen de aanduiding van de sterkte of grootte van de trilling in relatie tot het van belang zijnde trillingseffect. In het geval van hinder wordt onder de trillingssterkte verstaan de effectieve waarde van de gewogen trillingsgrootheid [SBR-B]
trillingstijd	T [s]	de kleinste verschuiving in de tijd waarbij een periodieke tijdsfunctie met zichzelf samenvalt [SBR-A, SBR-B]
verplaatsing	u [μ m]	een vectoriële grootheid die de verandering van een positie van een lichaam of van een punt aanduidt ten opzichte van een zekere referentie [SBR-A, SBR-B]
versnelling	a [m/s ²]	een vectoriële grootheid die de tijdsafgeleide van de snelheid weergeeft [SBR-A]

Begrip/terminologie	Notatie [eenheid]	Omschrijving [herkomst omschrijving]
	$V(t)$ [dimensie- loos]	momentane waarde van de gewogen trillingsgrootheid [SBR-A]
	V_{stat} [mm/s]	de statistisch bepaalde topwaarde van een trillingssnelheid [SBR-A]
	V_{top} [mm/s]	de grootste trillingssnelheid (in absolute zin) gedurende de gehele meetperiode [SBR-A]
	$V_{top, i}$ [mm/s]	de grootste trillingssnelheid (in absolute zin) in het meetinterval [SBR-A]
	V_d [mm/s]	rekenwaarde van de topwaarde van de trillingssnelheid [SBR-A]
	V_{kar} [mm/s]	karakteristieke waarde van de grenswaarde [SBR-A]
	V_r [mm/s]	rekenwaarde van de grenswaarde [SBR-A]
	γ_v	partiële veiligheidsfactor die het type meting in rekening brengt [SBR-A]
	γ_t	partiële veiligheidsfactor die het type trilling in rekening brengt [SBR-A]
	A_1 [dimensie- loos]	streefwaarde voor de trillingssterkte V_{max} [SBR-B]
	A_2 [dimensie- loos]	maximale waarde voor de trillingssterkte V_{max} [SBR-B]
	A_3 [dimensie- loos]	streefwaarde voor de trillingssterkte V_{per} [SB-B]
	i	variabele die het interval van 30 seconden aangeeft waarin $V_{eff,max30,i}$ is gemeten [SBR-B]
	N	aantal aaneensluitende tijdsintervallen van 30 seconden in een beoordelingsperiode; voor de dagperiode van 07.00 uur tot 19.00 uur: $N = 1440$ voor de avondperiode van 19.00 uur tot 23.00 uur: $N = 480$ voor de nachtperiode van 23.00 uur tot 07.00 uur: $N = 960$ [SBR-B]
	n	aantal gehele tijdsintervallen van 30 seconden binnen de duur van een meting [SBR-B]
	t	tijd in s [SBR-B]
	T_b [s]	totale tijdsduur dat een trillingsbron in bedrijf is in een beoordelingsperiode [SBR-B]
	T_m [s]	tijdsduur van de meting [SBR-B]
	T_0 [s]	tijdsduur van de beoordelingsperiode [SBR-B]

Begrip/terminologie	Notatie [eenheid]	Omschrijving [herkomst omschrijving]
	$V_{\max}$ [dimensie- loos]	grootste waarde van $V_{\text{eff},\max}$ in de beschouwde ruimte [SBR-B]
	V_{per} [dimensie- loos]	trillingssterkte over de beoordelingsperiode behorende bij de ruimte, bepaald op basis van de kwadratische gemiddelde effectieve waarde van de maxima $V_{\text{eff},\max,30,i}$. Deze waarde dient uitsluitend te worden bepaald voor het meetpunt en de meetrichting waarin de grootste waarde $V_{\max}$ voor de ruimte volgens 9.7 is bepaald [SBR-B]
	$v(t)$ [dimensie- loos]	momentane waarde van de gewogen trillingsgrootheid [SBR-B]
	$v_{\text{eff}}(t)$ [dimensie- loos]	voortschrijdende effectieve waarde van de gewogen momentane trillingsgrootheid [SBR-B]
	$v_{\text{eff},\max}$ [dimensie- loos]	de grootste waarde van $v_{\text{eff}}(t)$ over de meetduur [SBR-B]
	$v_{\text{eff},\max,30,i}$ [dimensie- loos]	de grootste waarde van $v_{\text{eff}}(t)$ in een tijdsinterval van 30 seconden [SBR-B]
	$v_{\text{eff},\max,\text{stat}}$ [dimensie- loos]	de statistisch bepaalde grootste waarde van $v_{\text{eff}}(t)$ over de meetduur [SBR-B]
	$V_{\text{per},\text{meet}}$ [dimensie- loos]	de kwadratisch gemiddelde effectieve waarde van $v_{\text{eff},\max,30,i}$ over de meetperiode [SBR-B]

referenties:

SBR-A:	Waarts, P.H. en C.J. Ostendorf, <i>Trillingsrichtlijn A - Schade aan gebouwen</i> . Rotterdam: SBR, 2010
SBR-B:	Waarts, P.H. en C.J. Ostendorf, <i>Trillingen: meet- en beoordelingsrichtlijn - Hinder voor personen in gebouwen</i> . Rotterdam: SBR, 2006



Trillingsmetingen woning Schimmerweg 5 te Emmen

Luchtfoto woningen met omgeving

Onderdeel	Fabrikaat	Type
meetsysteem SBR-A:2010 Schade aan gebouwen (1x)		
triaxiale snelheidsopnemer	Profound	geofoon
signaalanalysator	Profound	Vibra+
bevestiging voor snelheidsopnemer	ontwerp NAA	
meetsysteem SBR-B:2002 Hinder voor personen in gebouwen (2x)		
triaxiale snelheidsopnemer	Profound	geofoon
signaalanalysator	Profound	Vibra+
bevestigingsplaat voor snelheidsopnemer	conform bijlage 4 van SBR-B:2002 Hinder voor personen in gebouwen	

Trillingsmetingen woning Schimmerweg 5 te Emmen

Toegepaste meetapparatuur



Trillingsmetingen woning Schimmerweg 5 te Emmen

Richtlijn SBR-A Schade aan gebouwen

Foto woning met gehanteerde meetpositie en meetrichtingen

Bijlage 3

Blad 1

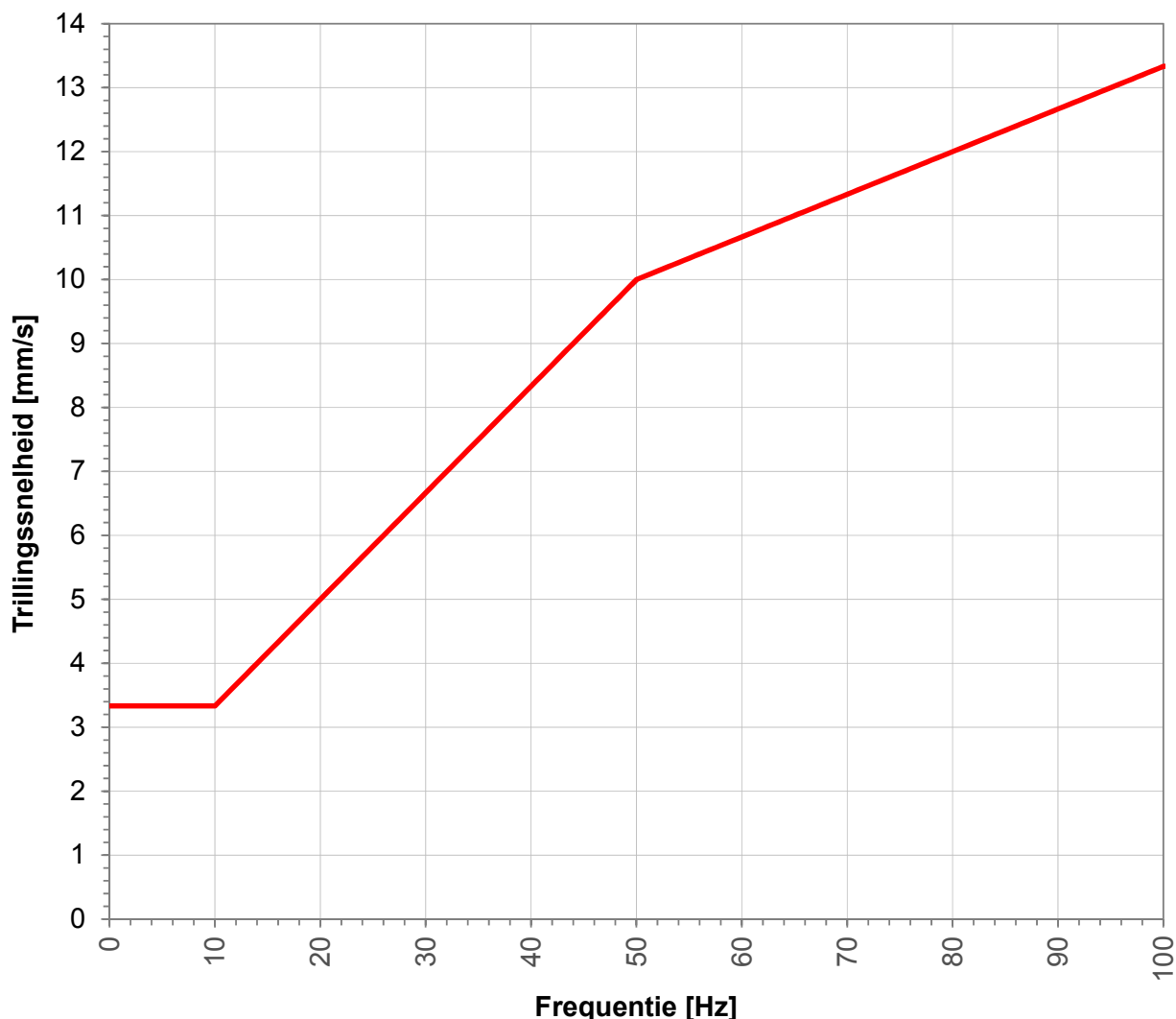
naa

Categorie	Omschrijving
1	in goede staat verkerende onderdelen van de draagconstructie, indien deze bestaan uit gewapend beton of hout
	onderdelen van een bouwwerk die geen deel uitmaken van de draag-constructie (bijvoorbeeld scheidingsconstructies), indien deze bestaan uit gewapend beton of hout
	draagconstructies van bouwwerken, geen gebouw zijnde, die bestaan uit metselwerk, zoals pijlers van viaducten, kademuren en dergelijke
2	in goede staat verkerende onderdelen van de draag-constructie van een gebouw, indien deze bestaan uit metselwerk
	in goede staat verkerende onderdelen van een gebouw die niet tot de draagconstructie behoren, zoals scheidingsconstructies die bestaan uit niet-gewapend beton, metselwerk of uit brosse steenachtige materialen indien deze bestaan uit metselwerk
3	onderdelen van oude en monumentale gebouwen met grote cultuur-historische waarde
	in slechte staat verkerende gebouwen uit metselwerk of in slechte staat verkerende onderdelen van gebouwen

Partiële veiligheidsfactor γ_v	
Type meting	factor γ_v
indicatief	1.6
beperkt	1.4
uitgebreid	1.0
Rekenwaarde v.d. trillingssnelheid	
$V_d = V_{top} \times \gamma_v$	

Partiële veiligheidsfactor γ_t	
Type trilling	factor γ_t
kortdurend	1.0
herhaald kortdurend	1.5
continu	2.5
Rekenwaarde v.d. grenswaarde	
$V_r = V_{kar} / \gamma_t$	

**Rekenwaarde grenswaarde
(categorie 2, type trilling: "herhaald kortdurend")**



Trillingsmetingen woning Schimmerweg 5 te Emmen

Richtlijn SBR-A Schade aan gebouwen
Uitgangspunten

Trillingsmetingen woning Schimmerweg 5 te Emmen

Richtlijn SBR-A Schade aan gebouwen

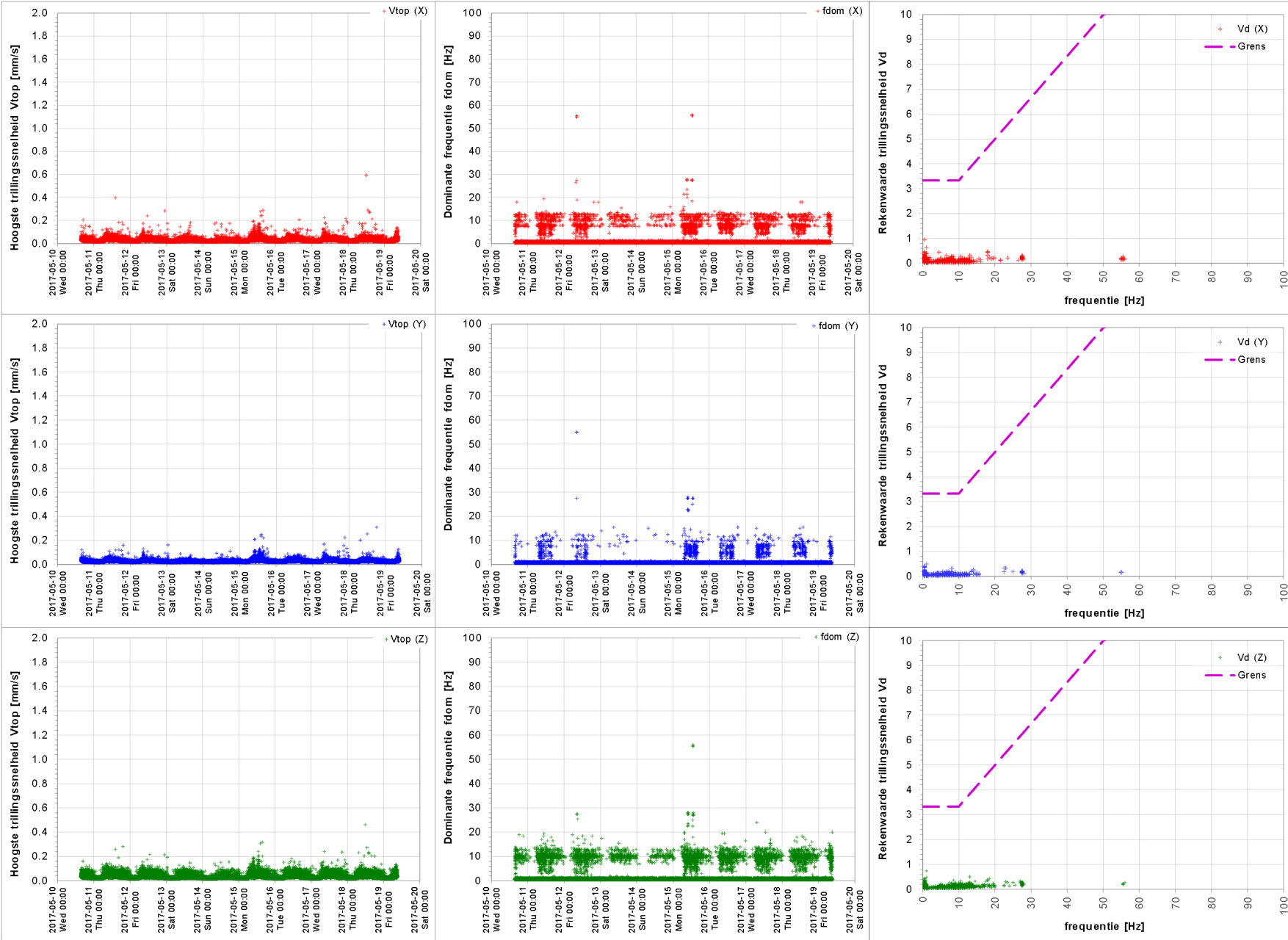
Gemeten maximale trillingssterkten, dominante frequenties en toetsing aan grenswaarden

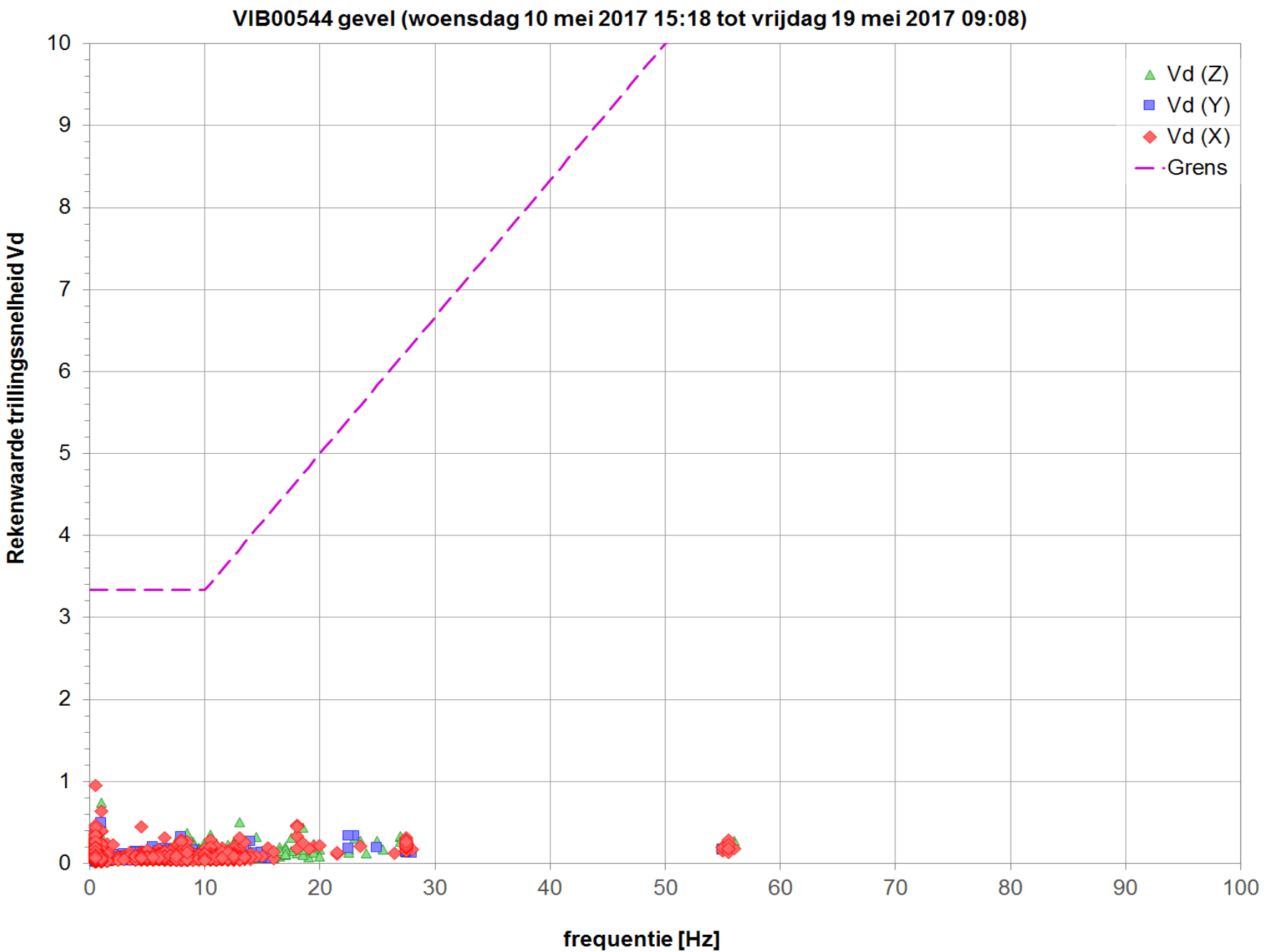
Bijlage 5

Blad 1

naa

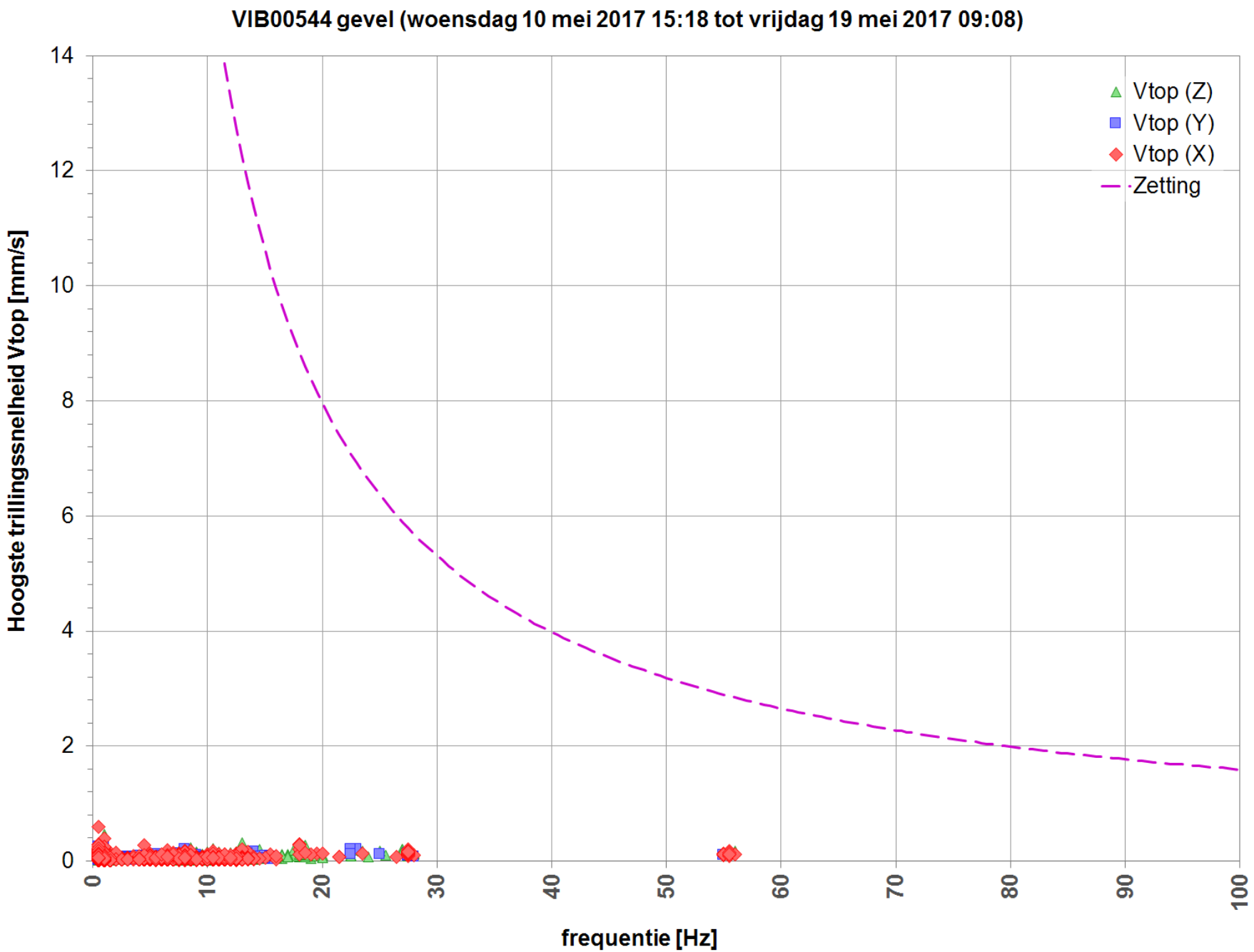
VIB00544 gevel ((woensdag 10 mei 2017 15:18 tot vrijdag 19 mei 2017 09:08))





Trillingsmetingen woning Schimmerweg 5 te Emmen

Richtlijn SBR-A Schade aan gebouwen
Overzicht toetsing aan grenswaarden voor gehele meetperiode



Trillingsmetingen woning Schimmerweg 5 te Emmen

Richtlijn SBR-A Schade aan gebouwen

Overzicht toetsing aan grenswaarden voor gehele meetperiode - zetting



Trillingsmetingen woning Schimmerweg 5 te Emmen

Richtlijn SBR-B Hinder voor personen in gebouwen

Foto's in woning met gehanteerde meetpositie en meetrichtingen

Slaapkamer

Bijlage 7

Blad 1

naa



Trillingsmetingen woning Schimmerweg 5 te Emmen

Richtlijn SBR-B Hinder voor personen in gebouwen

Foto's in woning met gehanteerde meetpositie en meetrichtingen

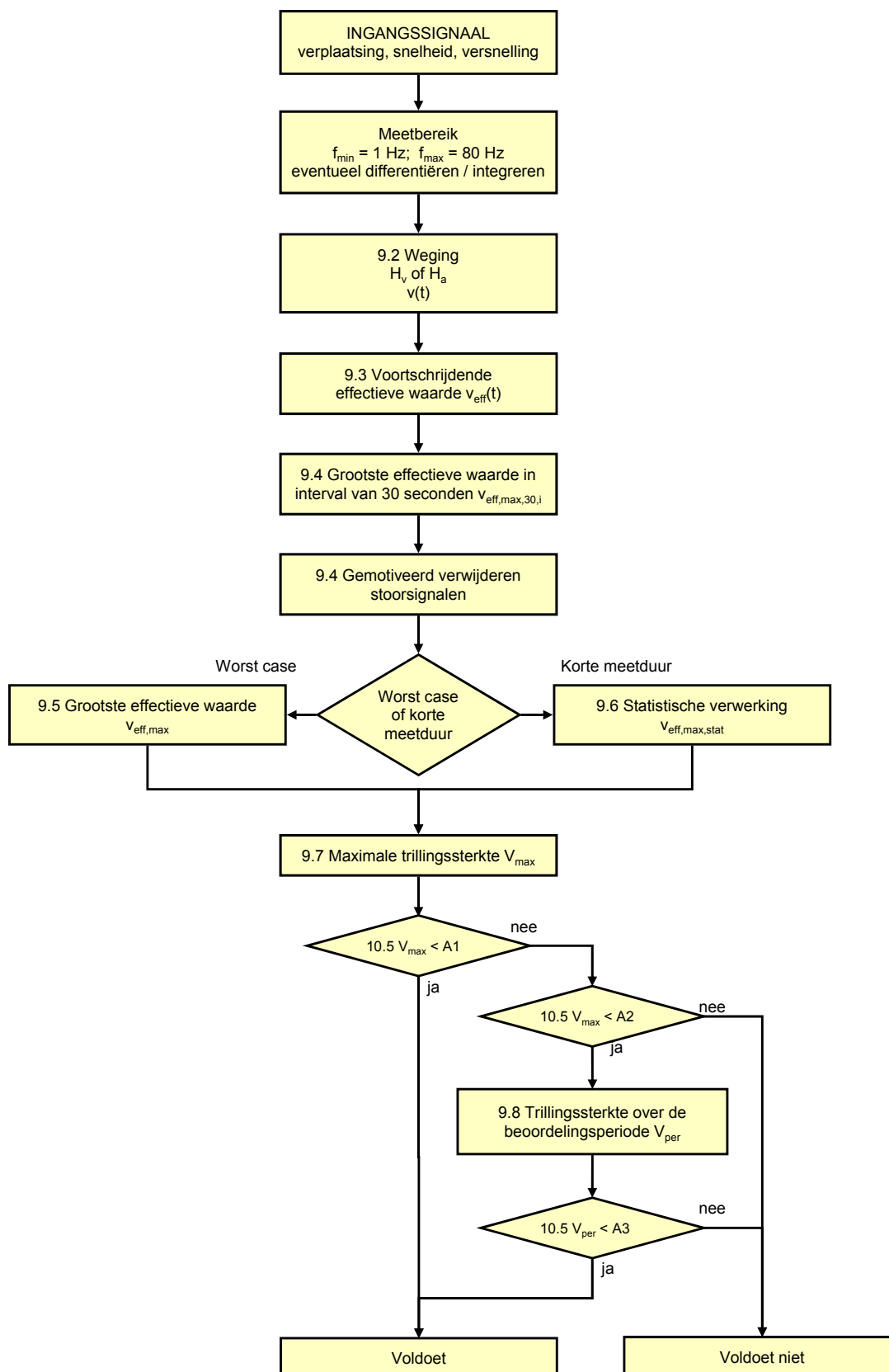
Woonkamer

Bijlage 7

Blad 2

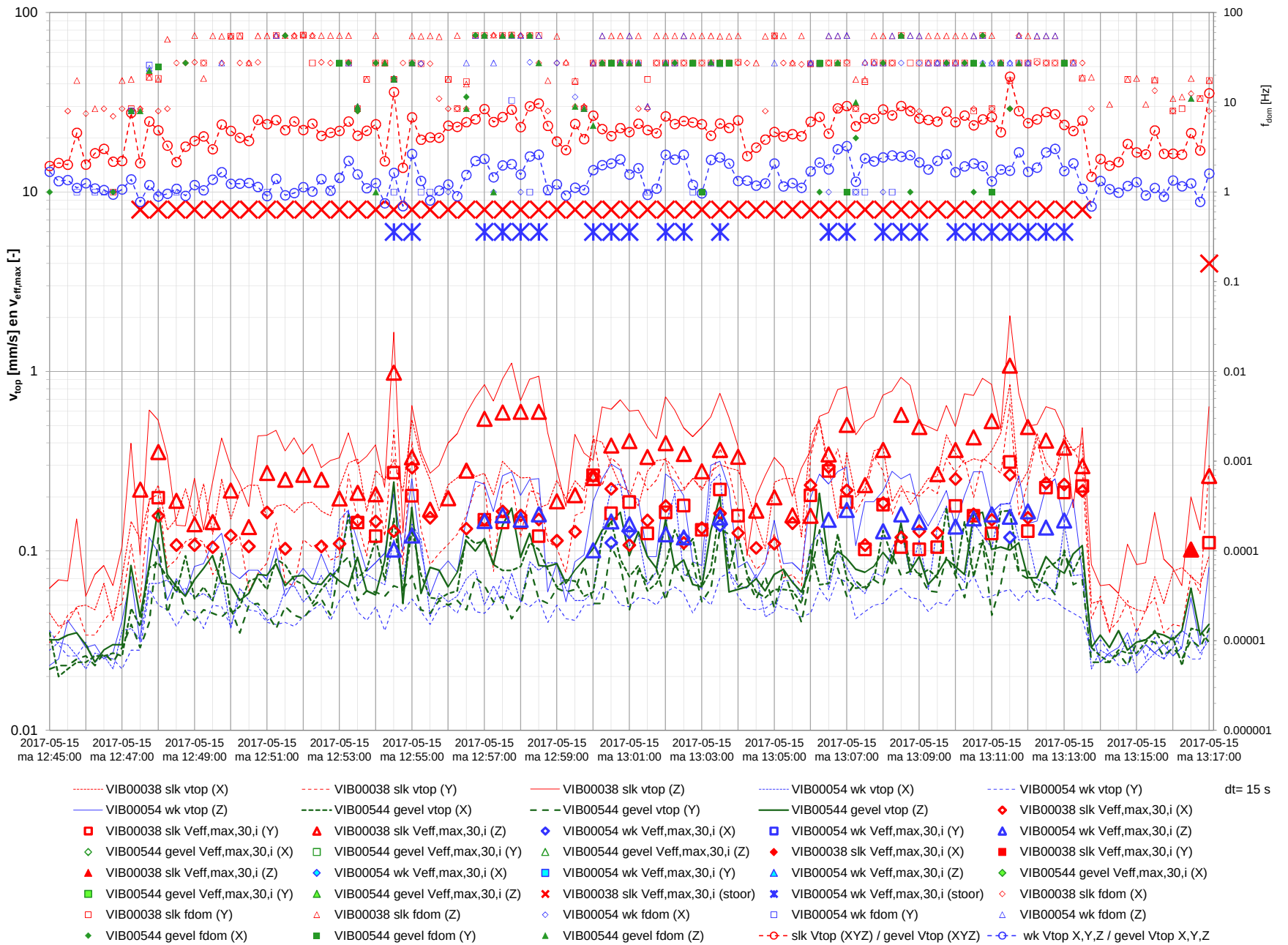
naa

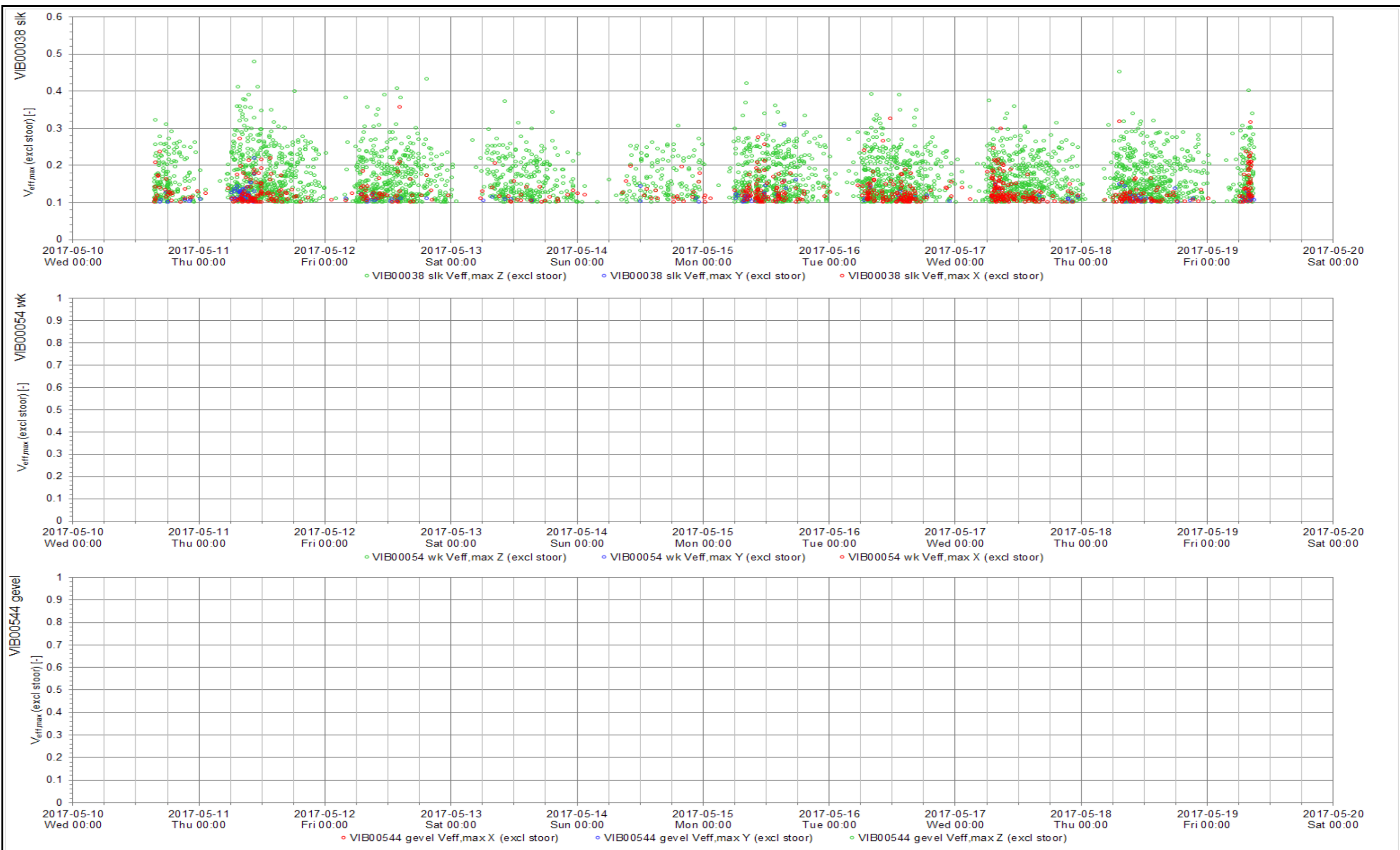
SBR-B bijlage 1 - Meet-, bewerkings- en beoordelingsprocedure



Trillingsmetingen woning Schimmerweg 5 te Emmen

Richtlijn SBR-B Hinder voor personen in gebouwen
Meet-, bewerkings- en beoordelingsprocedure





Trillingsmetingen woning Schimmerweg 5 te Emmen

Richtlijn SBR-B Hinder voor personen in gebouwen
Overzicht gemeten trillingsnelheden $V_{eff,max}$

SBR-richtlijn Trillingen - Hinder voor personen in gebouwen
Meet- en beoordelingsrichtlijn - deel B

meetobject: **woning Schimmerweg 5 Emmen**
meetpositie: **VIB00038 slk**
start beoordelingsperiode: **2017-05-10 15:18:15**
eind beoordelingsperiode: **2017-05-19 07:36:45**

soort meting **W**
(Worst case / Korte meetduur):

gebouwfunctie **2** Wonen
gehanteerde tabel **3** herhaald voorkomende trillingen
(bestaande situaties)

streefwaarden	
A1	0.2
A2	0.8
A3	0.1

Veff,max (meetperiode)	X	Y	Z
	0.355	0.306	0.478

Toetsing trillingsmonitoring (per beoordelingsperiode)

beoordelingsperiode (Dag / Avond / Nacht) **D** 07:00 tot 19:00

i	X		Y		Z	
	Veff,max,30,i	≥50% V _{eff,max} n= 15	Veff,max,30,i	≥50% V _{eff,max} n= 7	Veff,max,30,i	≥50% V _{eff,max} n= 15
Veff,max	0.355		0.306		0.478	
1	0.355	0.355	0.306	0.306	0.478	0.478
2	0.324	0.324	0.218	0.218	0.451	0.451
3	0.318	0.318	0.176	0.176	0.419	0.419
4	0.297	0.297	0.160	0.160	0.410	0.410
5	0.274	0.274	0.157	0.157	0.410	0.410
6	0.270	0.270	0.153	0.153	0.407	0.407
7	0.264	0.264	0.153	0.153	0.399	0.399
8	0.255	0.255	0.149		0.391	0.391
9	0.246	0.246	0.149		0.388	0.388
10	0.236	0.236	0.144		0.388	0.388
11	0.235	0.235	0.142		0.388	0.388
12	0.218	0.218	0.142		0.382	0.382
13	0.215	0.215	0.142		0.378	0.378
14	0.214	0.214	0.141		0.376	0.376
15	0.213	0.213	0.140		0.371	0.371
Veff,max,30,gem μ	0.26		0.19		0.40	
standaardafwijking δ	0.04		0.06		0.03	
factor β	1.76		1.94		1.76	
Veff,max,stat	0.35		0.34		0.46	
Vmax			0.48			
streefwaarde A1			0.2			
toets Vmax < A1			Vmax ≥ A1			
streefwaarde A2			0.8			
toets Vmax < A2			Vmax < A2			
n metingen			24 996			
totale meetperiode [s]			749 880			
meetperiode T0 [s]			43 200			
n evenementen in beoordelingsperiode			2 682			
tijd enkel evenement [s]			4			
bedrijfstijd in meetperiode [s]			10 728			
geëxtrapoleerde bedrijfstijd Tb in beoordelingsperiode [s]			-			
Vper,meet	0.020		0.008		0.057	
Vper	0.010		0.004		0.028	
streefwaarde A3			0.1			
toets Vper < A3			Vper < A3 → Voldoet			

Trillingsmetingen woning Schimmerweg 5 te Emmen
Richtlijn SBR-B Hinder voor personen in gebouwen
Toetsing in slaapkamer gemeten trillingen aan streefwaarden
Dagperiode

SBR-richtlijn Trillingen - Hinder voor personen in gebouwen
Meet- en beoordelingsrichtlijn - deel B

meetobject: **woning Schimmerweg 5 Emmen**
meetpositie: **VIB00038 slk**
start beoordelingsperiode: **2017-05-10 15:18:15**
eind beoordelingsperiode: **2017-05-19 07:36:45**

soort meting **W**
(Worst case / Korte meetduur):

gebouwfunctie **2** Wonen
gehanteerde tabel **3** herhaald voorkomende trillingen
(bestaande situaties)

streefwaarden	
A1	0.2
A2	0.8
A3	0.1

Veff,max (meetperiode)	X	Y	Z
	0.355	0.306	0.478

Toetsing trillingsmonitoring (per beoordelingsperiode)

beoordelingsperiode (Dag / Avond / Nacht) **A** 19:00 tot 23:00

i	X		Y		Z	
	Veff,max,30,i	≥50% V _{eff,max} n= 15	Veff,max,30,i	≥50% V _{eff,max} n= 12	Veff,max,30,i	≥50% V _{eff,max} n= 15
Veff,max	0.196		0.110		0.431	
1	0.196	0.196	0.110	0.110	0.431	0.431
2	0.172	0.172	0.110	0.110	0.342	0.342
3	0.149	0.149	0.109	0.109	0.333	0.333
4	0.138	0.138	0.109	0.109	0.313	0.313
5	0.136	0.136	0.107	0.107	0.306	0.306
6	0.135	0.135	0.106	0.106	0.289	0.289
7	0.133	0.133	0.105	0.105	0.288	0.288
8	0.131	0.131	0.105	0.105	0.281	0.281
9	0.131	0.131	0.104	0.104	0.280	0.280
10	0.130	0.130	0.103	0.103	0.277	0.277
11	0.129	0.129	0.102	0.102	0.277	0.277
12	0.128	0.128	0.102	0.102	0.275	0.275
13	0.124	0.124			0.271	0.271
14	0.124	0.124			0.269	0.269
15	0.122	0.122			0.269	0.269
Veff,max,30,gem μ	0.14		0.11		0.30	
standaardafwijking δ	0.02		0.00		0.04	
factor β	1.76		1.80		1.76	
Veff,max,stat	0.18		0.11		0.39	
Vmax			0.43			
streefwaarde A1			0.2			
toets Vmax < A1			Vmax ≥ A1			
streefwaarde A2			0.8			
toets Vmax < A2			Vmax < A2			
n metingen			24 996			
totale meetperiode [s]			749 880			
meetperiode T0 [s]			14 400			
n evenementen in beoordelingsperiode			376			
tijd enkel evenement [s]			4			
bedrijfstijd in meetperiode [s]			1 504			
geëxtrapoleerde bedrijfstijd Tb in beoordelingsperiode [s]			-			
Vper,meet	0.005		0.002		0.022	
Vper	0.001		0.001		0.007	
streefwaarde A3			0.1			
toets Vper < A3			Vper < A3 → Voldoet			

Trillingsmetingen woning Schimmerweg 5 te Emmen
Richtlijn SBR-B Hinder voor personen in gebouwen
Toetsing in slaapkamer gemeten trillingen aan streefwaarden
Avondperiode

SBR-richtlijn Trillingen - Hinder voor personen in gebouwen
Meet- en beoordelingsrichtlijn - deel B

meetobject: **woning Schimmerweg 5 Emmen**
meetpositie: **VIB00038 slk**
start beoordelingsperiode: **2017-05-10 15:18:15** soort meting: **W**
eind beoordelingsperiode: **2017-05-19 07:36:45** (Worst case / Korte meetduur):

gebouwfunctie: **2** Wonen
gehanteerde tabel: **3** herhaald voorkomende trillingen
(bestaande situaties)

streefwaarden	
A1	0.2
A2	0.4
A3	0.1

Veff,max (meetperiode)	X	Y	Z
	0.355	0.306	0.478

Toetsing trillingsmonitoring (per beoordelingsperiode)

beoordelingsperiode (Dag / Avond / Nacht): **N** 23:00 tot 07:00

i	X		Y		Z	
	Veff,max,30,i	≥50% V _{eff,max} n= 15	Veff,max,30,i	≥50% V _{eff,max} n= 15	Veff,max,30,i	≥50% V _{eff,max} n= 15
Veff,max	0.239		0.135		0.382	
1	0.239	0.239	0.135	0.135	0.382	0.382
2	0.182	0.182	0.130	0.130	0.373	0.373
3	0.178	0.178	0.126	0.126	0.308	0.308
4	0.155	0.155	0.122	0.122	0.306	0.306
5	0.155	0.155	0.118	0.118	0.297	0.297
6	0.144	0.144	0.114	0.114	0.292	0.292
7	0.142	0.142	0.112	0.112	0.289	0.289
8	0.140	0.140	0.112	0.112	0.284	0.284
9	0.138	0.138	0.110	0.110	0.280	0.280
10	0.137	0.137	0.110	0.110	0.273	0.273
11	0.132	0.132	0.110	0.110	0.273	0.273
12	0.132	0.132	0.107	0.107	0.271	0.271
13	0.130	0.130	0.107	0.107	0.268	0.268
14	0.130	0.130	0.104	0.104	0.266	0.266
15	0.129	0.129	0.104	0.104	0.265	0.265
Veff,max,30,gem μ	0.15		0.11		0.30	
standaardafwijking δ	0.03		0.01		0.04	
factor β	1.76		1.76		1.76	
Veff,max,stat	0.21		0.13		0.37	
Vmax			0.38			
streefwaarde A1			0.2			
toets Vmax < A1			Vmax ≥ A1			
streefwaarde A2			0.4			
toets Vmax < A2			Vmax < A2			
n metingen			24 996			
totale meetperiode [s]			749 880			
meetperiode T0 [s]			28 800			
n evenementen in beoordelingsperiode			384			
tijd enkel evenement [s]			4			
bedrijfstijd in meetperiode [s]			1 536			
geëxtrapoleerde bedrijfstijd Tb in beoordelingsperiode [s]			-			
Vper,meet	0.005		0.003		0.021	
Vper	0.001		0.001		0.005	
streefwaarde A3			0.1			
toets Vper < A3			Vper < A3 → Voldoet			

Trillingsmetingen woning Schimmerweg 5 te Emmen
Richtlijn SBR-B Hinder voor personen in gebouwen
Toetsing in slaapkamer gemeten trillingen aan streefwaarden
Nachtperiode