



Herhalingsmeting Trillingen Nijesyl 13 te Oosthem

Rapportage trillingsmeting

6424-248696 | 21-10-2024

Definitief

Gemeente Sudwest-Fryslân

Documentbeheer

Documentgegevens

Projectnaam	Trillingenonderzoek Nijesyl 13 te Oosthem
Documentnaam	Rapportage
Fugro-projectnr.	6424-248696
Fugro-documentnr.	6424-248696-24-R02-v1.0
Versienummer	[1.0]
Versiestatus	Definitief
Fugro entiteit	Fugro NL Land B.V.
Adres Fugro-kantoor	Veurse Achterweg 10 Postbus 63 2260 AB Leidschendam T 070 31 11333

Klantgegevens

Klant	Gemeente Súdwest-Fryslân
Adres klant	Kerkstraat 1, 8600 HA Sneek
Contactpersoon klant	L.J. Wesselius

Versiebeheer

Versie	Datum	Status	Omschrijving	Opgesteld door	Gecontroleerd door	Goedgekeurd door
1.0	21-10-2024	Definitief	Rapportage	KBE/DWE	ASN	ASN

Projectteam

Initialen	Naam	Rol
ASN	A. Snethlage	Senior Geotechnical Consultant
DWE	D. Wessling	Geotechnical Consultant
KBE	K. Beers	Geo-data Engineer

Inhoudsopgave

1. Inleiding	1
2. Projectbeschrijving	2
2.1 Situatiebeschrijving	2
2.2 Mechanisme trillingen	3
2.3 Meetapparatuur en meetlocatie	5
3. Beoordeling trillingen	8
3.1 Toetsingskader en toetsingsprocedure	8
3.2 Grenswaarde SBR A	10
3.3 Streefwaarde SBR B	11
4. Meetresultaten en toetsing	13
4.1 Meetresultaat	13
4.2 Toetsing SBR A	14
4.3 Toetsing SBR B	14
4.4 Vergelijking met nulmeting	15
5. Samenvatting en conclusies	17

Bijlagen

- A. Toelichting SBR - Toetsingskader
- B. Trillingstechnische vaktermen

1. Inleiding

Opdrachtverstrekking

Op 8 augustus 2024 ontving Fugro NL Land de opdracht van Gemeente Súdwest Fryslân voor het uitvoeren van een (herhaling) trillingenmeting aan de Nijesyl 13 te Oosthem.

Aanleiding

Gemeente Súdwest heeft een verdiept liggende drempel, gelegen in Oosthem ter hoogte van woning Nijesyl 13, verwijderd na klachten vanuit bewoners over voelbare trillingen.

Voorafgaand aan het verwijderen is in de periode van 5 t/m 13 april 2024 is een nulmeting uitgevoerd. Met deze onbemande trillingsmetingen is een oorspronkelijke situatie inzichtelijk gemaakt in termen van mogelijke trillingshinder. De resultaten hiervan zijn gerapporteerd in Fugro document ref. 6424-248696-R01 d.d. 26-04-2024.

In de periode van 2 t/m 9 september is door Fugro een herhalingsmeting uitgevoerd aan woning Nijesyl 13. Met de herhalingsmeting is de invloed van het verwijderen van de drempel op (verkeers)trillingen bij de woning achterhaald. De resultaten van de herhalingsmeting met een vergelijking met de nulmeting zijn in voorliggend document gerapporteerd.

Doelstelling

Het doel van de trillingsmetingen is nader inzicht verkrijgen in de trillingsniveaus ter plaatse van de omliggende bebouwing in relatie tot de vooraf gestelde grenswaarden conform de SBR-richtlijn A "Schade aan bouwwerken" en SBR richtlijn B "Hinder voor personen in gebouwen".

In dit rapport wordt ingegaan op de trillingsmeetresultaten en de beoordeling / toetsing ervan. Het rapport bevat achtergrondgegevens voor beoordeling van trillingen, een korte projectbeschrijving, de meetresultaten, de toetsing van de meetresultaten en een samenvatting.

Vaktermen en definities

Ter verduidelijking is in de bijlage "Trillingstechnische vaktermen" een verklarende woordenlijst voor de belangrijkste trillingstechnische vaktermen opgenomen.

2. Projectbeschrijving

2.1 Situatiebeschrijving

In onderstaande figuur is de projectlocatie (met meetpuntlocatie) in Oosthem weergegeven.



Figuur 2.1 Projectlocatie met meetlocaties

Bij de representatief gestelde woning zijn de metingen uitgevoerd. Om het risico op schade (conform SBR A) en hinderbeleving (conform SBR B) inzichtelijk te krijgen, is aan de draagconstructie (SBR A) en binnen op een vloer gemeten (SBR B).

Bij de nulmeting is in de periode 5 t/m 20 april 2024 een verkeerstelling uitgevoerd ter hoogte van woning Nijesyl 13. Bij de herhalingsmeting is in de periode 31 augustus t/m 14 september een verkeerstelling eveneens ter hoogte van woning Nijesyl 13 uitgevoerd [ref. document SWF466, TCW Verkeersonderzoek en -advies, datum onbekend].



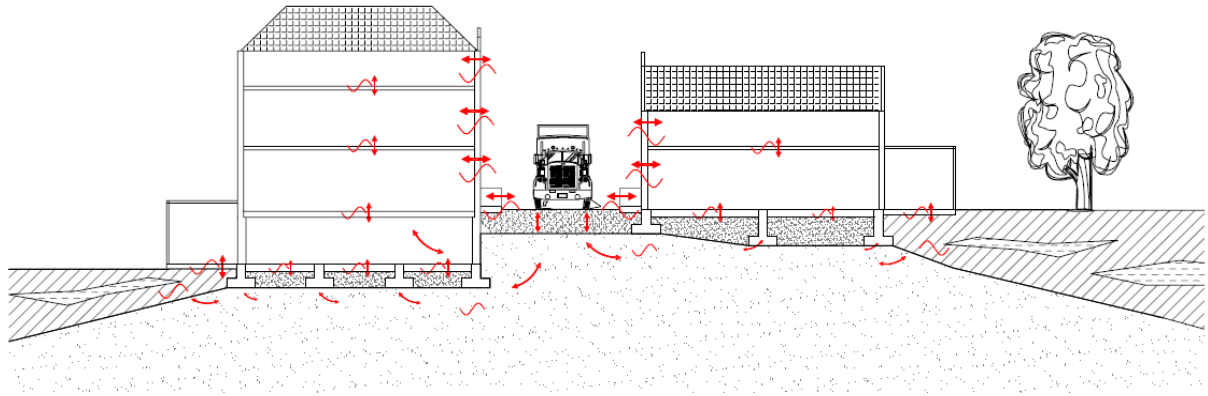
Figuur 2.2: Projectlocatie, impressie weg (OUDE situatie), Nijesyl 13 te Oosthem



Figuur 2.2: Projectlocatie, impressie weg (NIEUWE situatie), Nijesyl 13 te Oosthem

2.2 Mechanisme trillingen

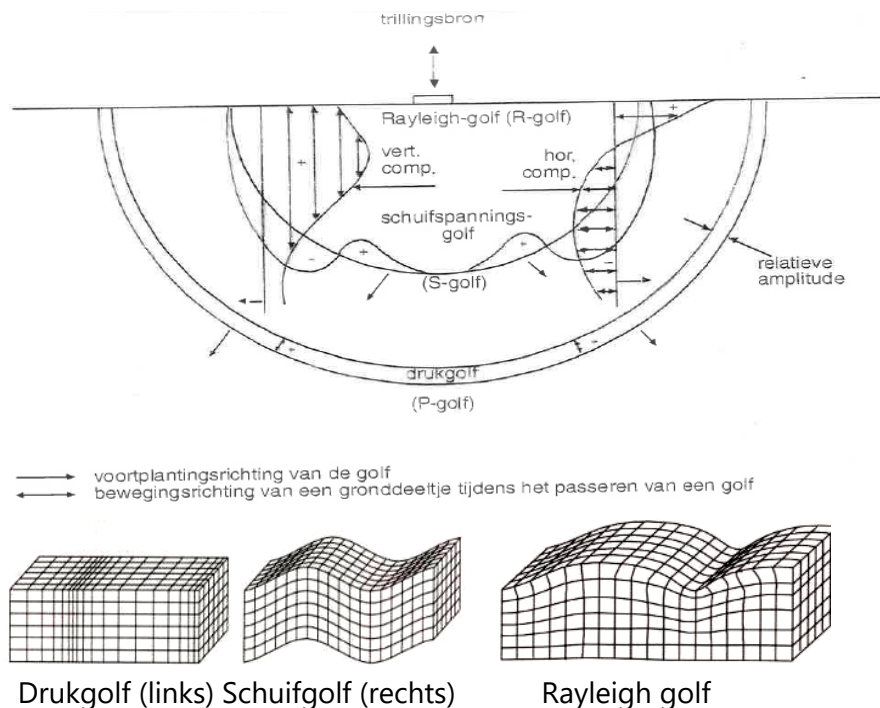
Bij trillingen is er sprake van een trillingsbron (bijv. verkeer), een medium dat de trillingen doorgeeft (grond) en een ontvanger (woning). Bij de bron worden de trillingen in de grond opgewekt. De ontvangst van de trilling (aanstoot) van de woning ligt op funderingsniveau. Afhankelijk van de wijze van funderen is dit op de funderingspalen of op de funderings-elementen bij een fundering op staal. In onderstaande figuur is (schematisch) de interactie tussen trillingsbron en ontvanger weergegeven.



Figuur 2.3: Interacties tussen trillingsbron en ontvanger, situatie fundering op staal

Wanneer verkeer passeert over een ruw oppervlak/wegdek/drempel veroorzaakt deze plastische en elastische vervormingen in de wegconstructie en ondergrond. Door de snelle introductie van vervormingen ontstaan golfverschijnselen in de grond. De plastische golfverschijnselen blijven beperkt tot in de wegconstructie.

Voor de trillingen voortplantende naar de omgeving zijn alleen de elastische golven van belang. Er ontstaan trillingsgolven die zich in alle richtingen (kunnen) voortplanten (onderstaande figuur 2.4). Komen deze golven aan de oppervlakte, bij een laagovergang of bij een bouwwerk (woning), dan vindt hier reflectie en omzetting van de trillingsgolven plaats, zodat een interferentiepatroon van bodembewegingen ontstaat.



Figuur 2.4: Verschillende trillingsgolven

Ten gevolge van de afschuifgolven en compressiegolven aan het maaiveld ontstaan zogenaamde oppervlaktegolven (Rayleigh-golven). Deze golven nemen het grootste deel van

de totale trillingsenergiebron op en kenmerken zich door een geringe dieptewerking, waardoor deze golven op grotere afstand van de bron nog steeds een behoorlijke trillingssterkte kunnen bezitten.

De afname van de amplitude van de golven wordt veroorzaakt door o.a. geometrische demping. Tevens vertoont de grond door inwendige wrijving een dissipatief gedrag (energieverlies) bij vervormingen, wat materiaaldemping wordt genoemd. Dit energieverlies wordt gemodelleerd door hysteretische demping.

De grootte van de (grond)beweging op het maaiveld wordt bepaald door de kracht van de bron, door de bodemopbouw en de afstand tot de bron. Doorgaans nemen de bewegingen, c.q. de maximale amplitude van de beweging (golf), af door materiaaldemping en bij toenemende afstand tot de bron (geometrische demping). De factoren die invloed hebben op de intensiteit van de trillingen bij de woning zijn:

- Eigenschappen van de ondergrond;
- (Bij een weg) Afmetingen / dimensies van de wegconstructie;
- Energie die het passerend verkeer in de ondergrond aanbrengt.

De optredende trillingen (bewegingen) in de ondergrond worden overgedragen naar de fundering van de nabij gelegen gebouwen / woningen. De overdracht vindt plaats op verschillende manieren, zoals:

- Overdracht van de trillingen in het zandpakket via de fundering;
- Overdracht van de oppervlaktegolven direct onder het maaiveld op de funderingsconstructie.

Bij overdracht van trillingen van de bodem naar de funderingselementen en de draagconstructie treedt een zekere mate van demping op. Voor het bepalen van de hinderbeleving zijn de trillingsintensiteiten op de vloeren van belang. Bij de overdracht van de trillingintensiteit aan de draagconstructie naar die op vloeren en ondersteunende onderdelen treedt enig opslingereffect op.

2.3 Meetapparatuur en meetlocatie

Meetuitvoering

De metingen zijn uitgevoerd met Vibra+ meetsystemen (versie 4.41). Deze systemen voldoen aan de eisen en specificaties zoals gesteld in de SBR-richtlijn A "*Schade aan bouwwerken*" en SBR-richtlijn B "*Hinder voor personen in gebouwen*".

Een meetopstelling bestaat uit een verwerkingsunit en een geofoon. De geofoon wordt ter plaatse van het meetpunt aan de constructie bevestigd en deze meet snelheden in drie richtingen (XYZ). In de verwerkingsunit wordt de frequentie in dezelfde drie richtingen berekend. Deze frequenties en snelheden worden direct op het scherm van de verwerkingsunit getoond.



Figuur 2.5: Datalogger en geofoon (opnemer)

De verwerkingsunit slaat de van de sensor afkomstige meetsignalen automatisch op. Per gekozen tijdsinterval worden de hoogst gemeten trillingsnelheid met bijbehorende frequentie opgeslagen. De volgende instellingen zijn gehanteerd:

- Type systeem Vibra Plus v4.41
- Tijdsinterval 3 seconden (per 3 sec wordt een maximale waarde opgeslagen)
- Data savelevel 0,0 mm/s (waarden boven de savelevel worden opgeslagen)
- Tijdsduur 24 uursmeting (gedurende de dag-, avond-, en nachtperiode),
gedurende 1 week

Na afloop van de trillingsmeting zijn de meetresultaten in grafieken verwerkt.

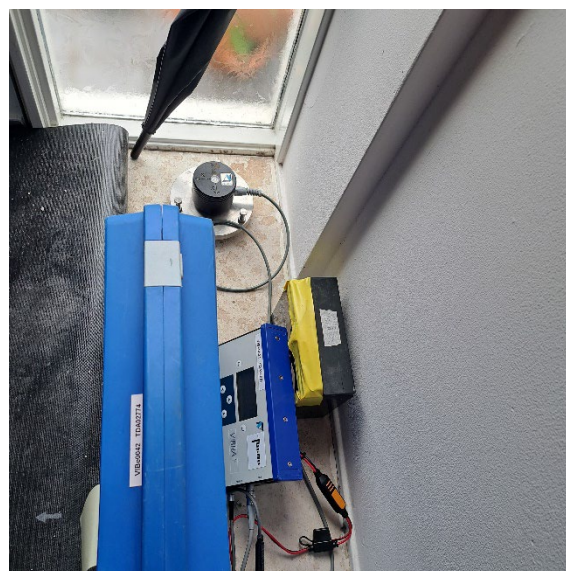
Locaties meetapparatuur

In tabel 2.1 is een overzicht van de meet(punt)locaties opgenomen. De meetlocatie is in overleg met de opdrachtgever vastgesteld, de meetpuntlocaties in overleg met de bewoners.

Tabel 2.1: Meetpuntlocaties

Meetpunt	Omschrijving locatie	Afst. trillingsbron	Meetkast
Meetpunt 1	Nijesyl 13 voorgevel	15.70 m	VIBe0063
Meetpunt 2	Nijesyl 13 vloer	16.00 m	VIBe0072

Opgemerkt wordt dat bij de herhalingsmeting de zelfde meetpunt opstelling is gehanteerd.



Figuur. 2.6: Locatie Nijesyl 13, Nul-stitatie, voorgevel (links) en vloer (rechts)



Figuur. 2.7: Locatie Nijesyl 13, Herhalingsmeting, voorgevel (links) en vloer (rechts)

3. Beoordeling trillingen

3.1 Toetsingskader en toetsingsprocedure

SBR richtlijnen

Trillingsintensiteiten worden getoetst aan de grens- en / of streef- en / of toetswaarden uit de SBR richtlijnen uit september 2006 / december 2017, uitgegeven door Stichting Bouw Research, Rotterdam. De Raad van State erkent de richtlijnen als uitgangspunt voor jurisprudentie.

In totaal zijn er 3 SBR - richtlijnen, namelijk

- Richtlijn A (2017): 'Schade aan bouwwerken;
- Richtlijn B (2006): 'Hinder voor personen in gebouwen';
- Richtlijn C (2006): 'Storing aan apparatuur'.

In algemene zin geldt dat afhankelijk van de constructieve staat, funderingswijze en ouderdom van de bebouwing, functies van ruimten, karakteristieken van de trillingsgevoelige apparatuur en de afstand tot de werkzaamheden, de mogelijkheid bestaat dat de trillingen kunnen leiden tot schade aan de draagconstructie van omliggende gebouwen;

- Hinder voor personen in gebouwen;
- Storing aan trillingsgevoelige apparatuur;
- Zettingsschade door verdichting van los gepakt zand.

In dit geval zijn de richtlijnen A en B van toepassing.

Toetsingsprocedure voor constructieve schade, SBR A 2017

Voor de toetsing van schade aan bouwwerken dient de trillingsintensiteit aan de draagconstructie bepaald / gemeten te zijn. Volgens de bestaande praktijkervaring is de kans op schade aan gebouwen (of onderdelen ervan) aanvaardbaar klein, indien de rekenwaarde van de grenswaarde (v_r) groter is dan de topsnelheid aan de draagconstructie. De waarde aan de draagconstructie volgt uit metingen of uit prognoses. De toetsprocedure op schade luidt:

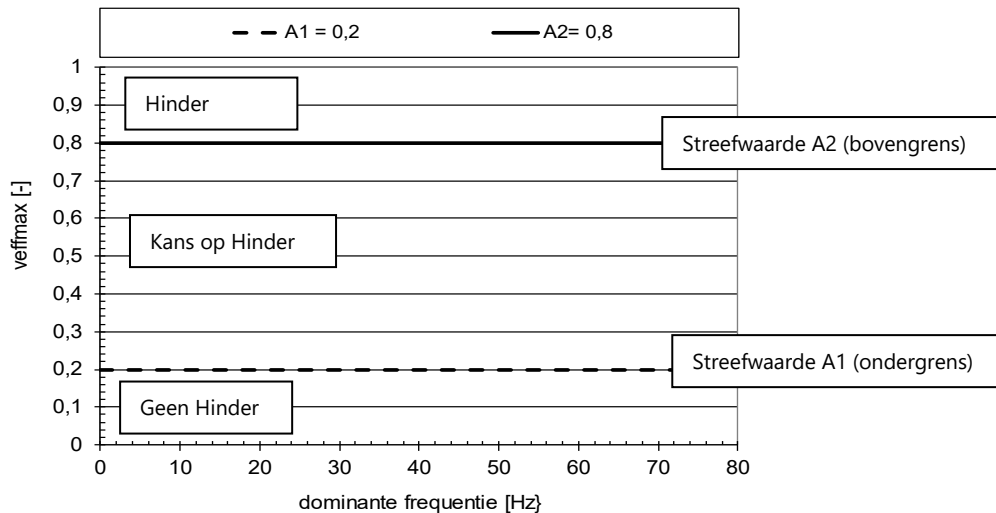
$V_r \leq V_{top}$	Ja?	--> risico op schade
	Nee?	--> risico op schade aanvaardbaar klein

Toetsingsprocedure voor hinderbeleving, SBR B

Voor de toetsing op hinderbeleving dient de trillingsintensiteit op vloeren bepaald / gemeten te zijn. Volgens de bestaande praktijkervaring is de kans op hinderbeleving voor personen minimaal, indien de streefwaarde groter is dan waarde op de vloer, waarbij onderstaande toetsen van toepassing zijn. De waarde op de vloer volgt uit metingen of uit prognoses.

De toetsprocedure op hinderbeleving luidt:

Toets 1	$v_{\text{eff,max}} < A1$	Ja?	Geen hinderbeleving (verwachting)
		Nee?	Toets 2 (a en b)
Toets 2a	$v_{\text{eff,max}} > A2$	Ja?	Mogelijke hinderbeleving (verwachting)
		Nee?	Toets 2b
Toets 2b	$v_{\text{per}} < A3$	Ja?	Geen hinderbeleving (verwachting)
		Nee?	Hinderbeleving aannemelijk (verwachting)



Figuur 3.1: Voorbeeldgrafiek van toetsing op hinderbeleving (functie wonen, bestaande situatie)

Kort toegelicht:

- **Toets 1:** De maximale effectieve waarde van de trillingsnelheid dient getoetst te worden aan streefwaarde A1. Indien deze onder de streefwaarde A1 blijft, mag verwacht worden dat geen hinder aanwezig is. Indien dit niet het geval is, dient toets 2 uitgevoerd te worden:
- **Toets 2:** De maximale effectieve waarde van de trillingsnelheid dient getoetst te worden aan streefwaarde A2. Bij overschrijding van streefwaarde A2 is hinder voor personen aannemelijk / kan niet uitgesloten worden. Indien streefwaarde A2 niet overschreden wordt, bepaald het aantal maal dat de trilling zich voordoet of sprake is van hinderbeleving. De gemiddelde periodieke waarde van de trillingsnelheid dient dan getoetst te worden aan streefwaarde A3. Bij overschrijding van streefwaarde A3 is hinderbeleving aannemelijk.

3.2 Grenswaarde SBR A

In de bijlage "Toelichting SBR - toetsingskader" wordt nader ingegaan op de bepaling van de grenswaarde.

Kans op schade SBR A

Op basis van SBR - richtlijn A 2017 "Schade aan bouwwerken" wordt de beoordeling van de trillingsnelheid uitgevoerd. De beoordeling of de kans op schade acceptabel is volgt uit een vergelijking van de opgelegde trillingsnelheid en de grenswaarde. Volgens de richtlijn is de kans op schade aanvaardbaar klein (kleiner dan 1%) indien de grenswaarde niet overschreden worden. De grenswaarde wordt bepaald door het type trillingsbron, de constructie- en funderingswijze van de bebouwing (bouwkundige staat) en de uitgebreidheid van de soort meting.

Uitgangspunten t.b.v grenswaarde bepaling SBR A 2017

De volgende onderdelen zijn voor het afleiden van de grenswaarde aangehouden:

- *Type trillingsbron*
Passages van (weg)verkeer wordt beschouwd als een trillingsbron die herhaald kortdurend trillingen veroorzaakt ("heien"), waarbij resonanties en/of vermoeiingseffecten in onderdelen van een bouwwerk kunnen optreden.
- *Type fundering*
De woning is gefundeerd op palen (verwachting).
- *Categorie bebouwing*
Omdat de woning opgetrokken is uit metselwerk is een categorie 2 van toepassing, zijnde een object opgetrokken uit metselwerk en in (redelijk) goede staat van onderhoud.
- *Bouwkundig gevoelig*
Conform de checklist uit SBR A zijn de woningen als "niet bouwkundig gevoelig" aangemerkt. Op moment dat een object een monumentale status heeft of in slechte staat is, dan is het object "bouwkundig gevoelig".
- *Soort meting (uitgebreidheid)*
Omdat 1 meetpunt aan de draagconstructie (gevel) is ingericht, is sprake van een "indicatieve meting". Het aantal meetpunten heeft invloed op de grootte van de toe te passen partiële veiligheidsfactor (hoe meer meetpunten, hoe lager de factor).

In onderstaande tabel zijn de grenswaarden opgenomen.

Tabel 3.1: Grenswaarden [mm/s], object gefundeerd op palen

Dominante frequentie	Karakteristieke waarden		Partiële veiligheidsfactor			Rekenwaarde grenswaarde trillingsnelheid ²⁾	
			TB ¹⁾	BS ¹⁾	TM ¹⁾	Cat. 2	Cat. 2(M) ³⁾
Freq.	Cat. 2		TB ¹⁾	BS ¹⁾	TM ¹⁾	Cat. 2	Cat. 2(M) ³⁾
[Hz]	[mm/s]		[-]	[-]	[-]	[mm/s]	[mm/s]
10	5,0		1,5	1,0	1,0 / 1,6	3,3 / 2,1	1,9 / 1,2
15	6,3		1,5	1,0	1,0 / 1,6	4,2 / 2,6	2,5 / 1,5

¹ TB = Type trillingsbron, BS = Bouwkundige staat, TM = type meting

² excl./incl. partiële veiligheidsfactor soort meting.

³ incl. partiële veiligheidsfactor voor bouwkundig gevoelig

Hiaat SBR A richtlijn

De SBR-richtlijnen doen geen uitspraak bij trillingsintensiteiten die lager zijn dan de gestelde grenswaarde en / of die veelvuldig voorkomen gedurende langere tijd (maanden tot jaren). Zoals bijvoorbeeld verkeerspassages of treinen. Er is sprake van een risico op **cosmetische schade**. In deze zijn de amplitude, het aantal herhalingen en de combinatie van toegepaste materialen van belang. Vanuit de praktijk is bekend dat schade (scheurvorming in metselwerk) ontstaat bij objecten die een langdurige trillingsbelasting (hebben) ondergaan. Dergelijke schade treedt eerder op bij objecten gefundeerd op staal dan bij objecten gefundeerd op palen.

3.3 Streefwaarde SBR B

In de bijlage "*Toelichting SBR - toetsingskader*" wordt nader ingegaan op de bepaling van de streefwaarde.

Op basis van het type trilling(sbron), de functie van de ruimte en de situatie, wordt de streefwaarde voor een beoordelingsperiode bepaald (dag-, avond- of nachtperiode).

Uitgangspunten t.b.v streefwaarde bepaling SBR B 2006

De volgende onderdelen zijn voor het afleiden van de streefwaarden aangehouden:

- *Type trillingsbron*
Analoog aan SBR A 2017 worden passages van wegverkeer beschouwd als een trillingsbron die herhaald kortdurend trillingen veroorzaakt.
- *Situatie*
Een bestaande situatie is van toepassing. Zowel de trillingsbron (verkeer) als de woning(en) zijn aanwezig, in de toekomst wordt de situatie niet anders.
- *Functie ruimte*
De functie van de ruimte is wonen
- *Duur van de periode*
Alle perioden van de dag zijn van toepassing (dag-, avond- en nachtperiode).

Streefwaarden / omrekenfactor CUR 166

De streefwaarde is dimensieloos (=geen meeteenheid). De trillingsniveaus ($v_{\text{eff,max}}$) worden getoetst aan streefwaarden (A1, A2 en A3) uit SBR B. De streefwaarden voor hinder zijn, in tegenstelling tot grenswaarden bij schade, niet primair frequentieafhankelijk. Voor de beoordeling van hinder is het praktischer om streefwaarden en trillingsniveaus uit te drukken in de eenheid mm/s. Het handboek CUR166 "*Damwandconstructies*" bevat een omrekenwijze waarmee de dimensieloze waarden voor trillingen om te rekenen zijn naar snelheden in mm/s. Omdat de karakteristieken van de trillingen veroorzaakt door passerend verkeer, lijkt op dat van een herhaald kortdurende trilling, is hiervoor een factor 0,42 gedefinieerd (CUR166 (6de druk) tabel 5.23).

Streefwaarden

In onderstaande tabel zijn de streefwaarden voor een bestaande situatie opgenomen.

Tabel 3.3: Streefwaarden trillingssnelheid [-], voor bestaande situatie, functie wonen

Beoordelingsperiode	Streefwaarde A1 [-] / [mm/s]	Streefwaarde A2 [-] / [mm/s]	Streefwaarde A3 [-] / [mm/s]
Dag en avond	0,20 / 0,47	0,80 / 1,87	0,10 / 0,24
Nacht	0,20 / 0,47	0,40 / 0,96	0,10 / 0,24

Voelbaarheid en acceptatie trillingen

Voor de afweging van de toelaatbaarheid van de trillingssterkte gedurende langere periode, stelt SBR-richtlijn B dat aanvullend gebruik gemaakt kan worden van de navolgende kwalificatie van de hinder zoals aangegeven in onderstaande tabel.

Tabel 3.4: Hinderkwalificatie

$v_{\text{eff,max}}$ [-]	$v_{\text{eff,max}}^{1)}$ [mm/s]	Hinderkwalificatie
< 0,1	<0,24	Geen hinder
0,1-0,2	0,24-0,48	Weinig hinder (bestaande situaties)
0,2-0,8	0,48-1,90	Matige hinder
0,8-3,2	1,90-7,62	Hinder
>3,2	>7,62	Ernstige hinder

1) In CUR166 is een omrekenfactor van 0,42 voor passerende voertuigen opgenomen

SBR-richtlijn B vermeldt:

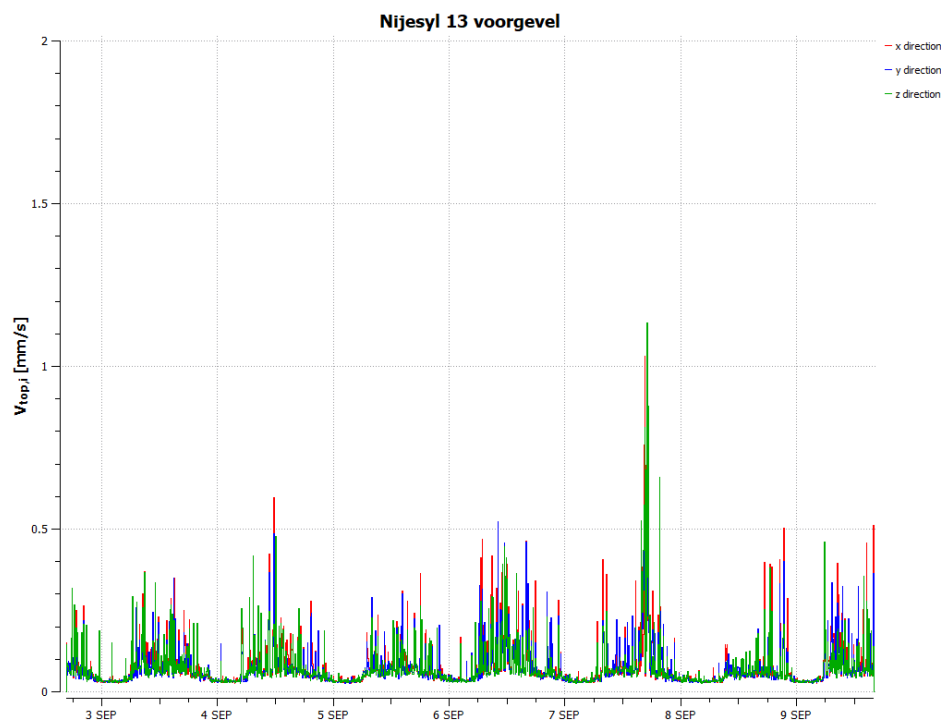
"Het accepteren van (matige) hinder door overschrijding van de streefwaarden kan onder meer afhankelijk zijn van de mate waarin de trillingssterkte voorkomt, de aanwezigheid van andere trillingsbronnen (de achtergrondtrillingen), de mogelijkheid tot het treffen van trillingsreducerende maatregelen en de historie. In geval van mogelijke hinder dienen de betrokken partijen te overleggen.

4. Meetresultaten en toetsing

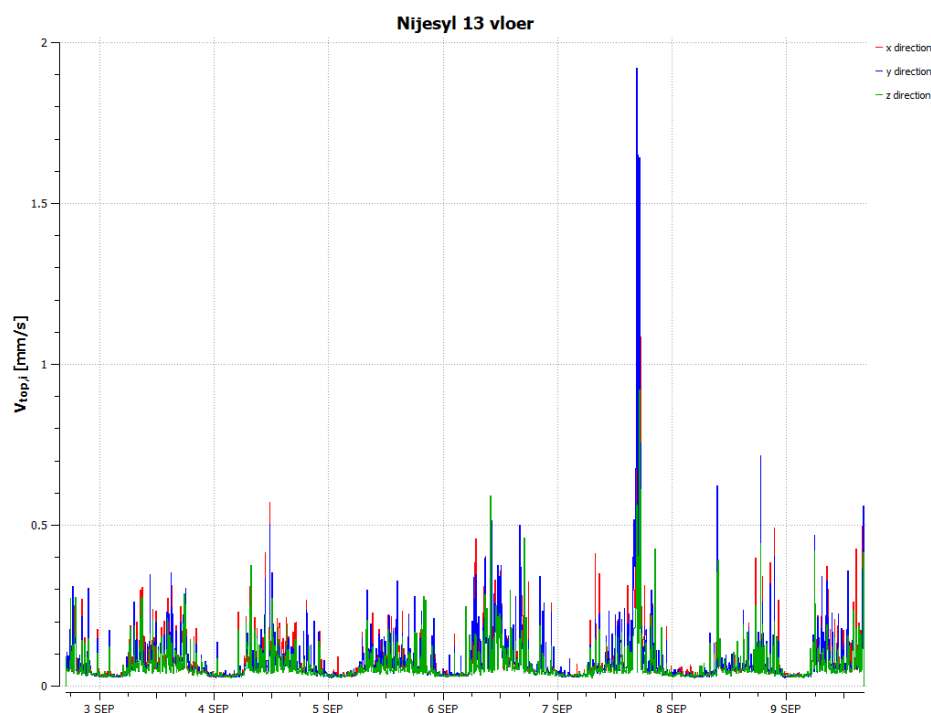
In de onderstaande grafieken is het verloop van de trillingssnelheid versus de tijd weergegeven

4.1 Meetresultaat

De trillingssnelheden van de meetpunten aan de draagconstructie en op de vloer zijn hieronder grafisch weergegeven.



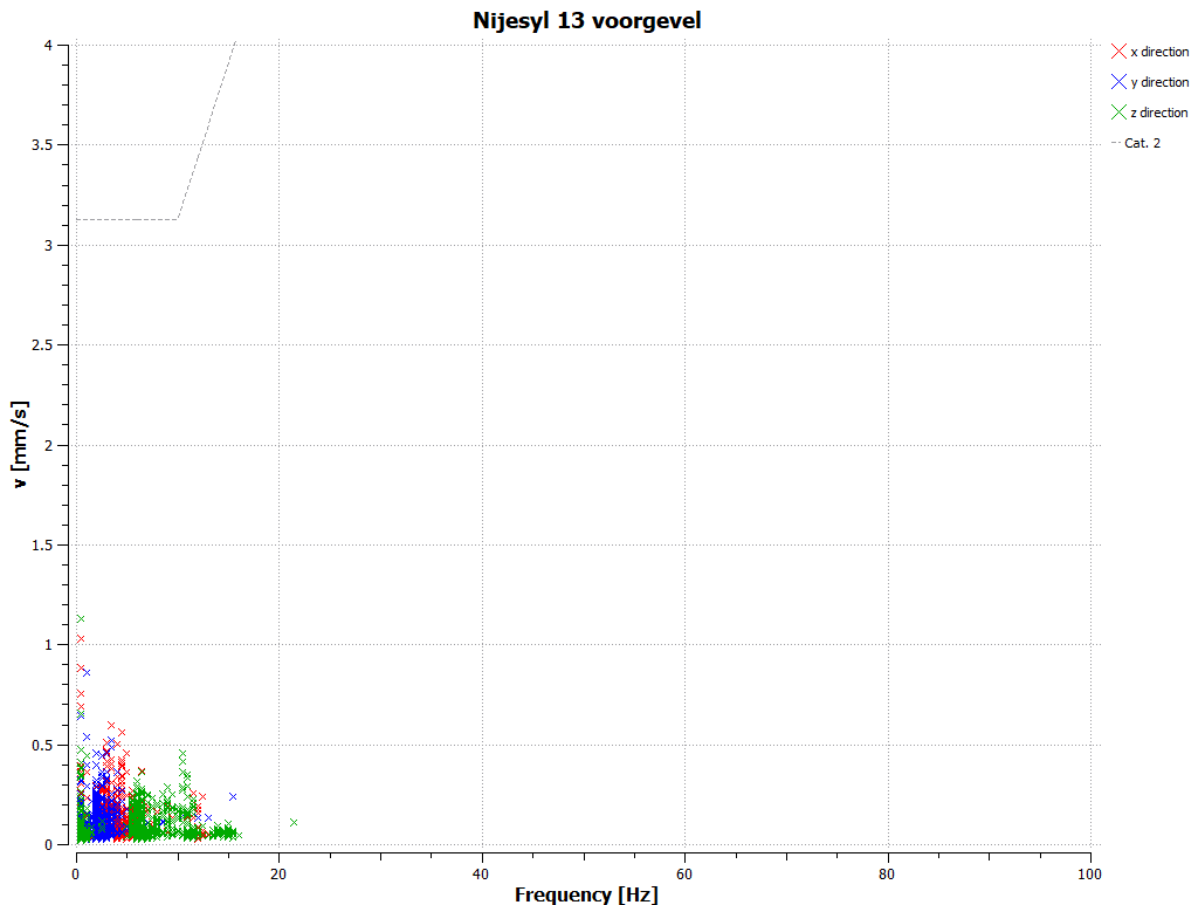
Figuur 4.1: Snelheid versus tijd voorgevel



Figuur 4.2: Snelheid versus tijd vloer

4.2 Toetsing SBR A

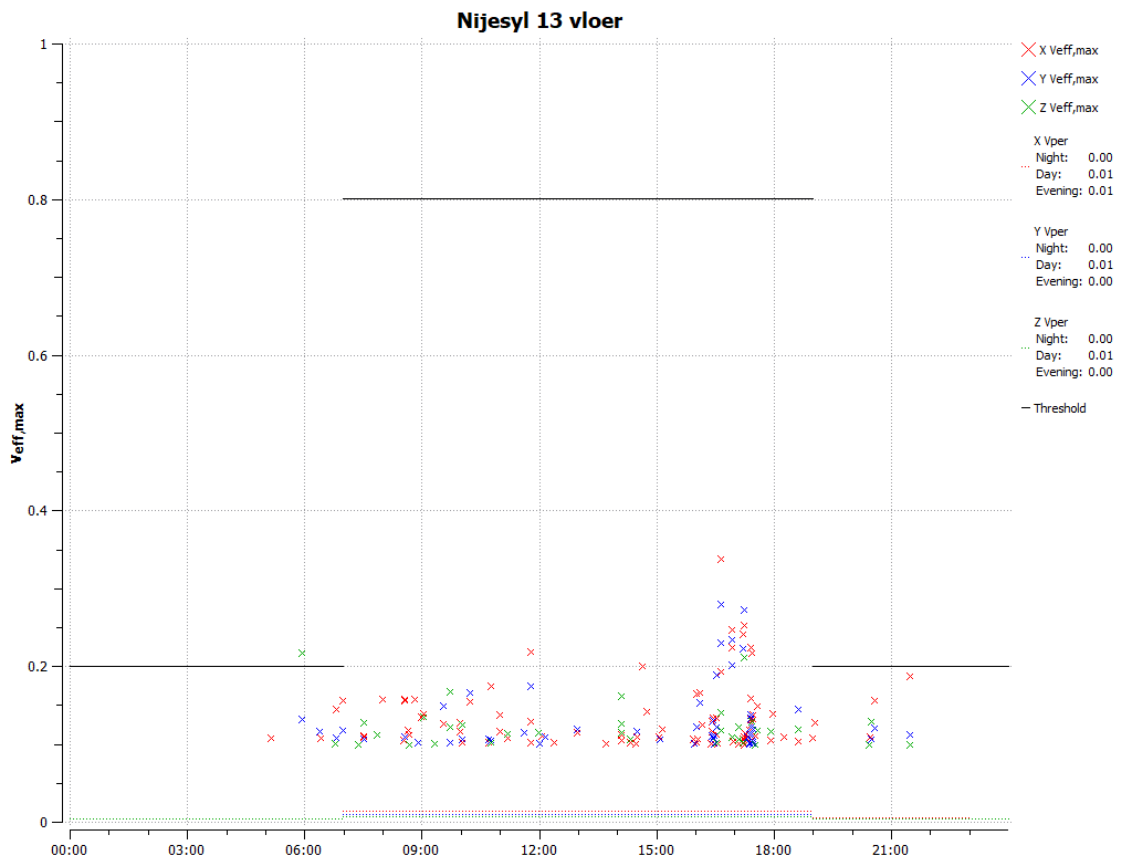
De grafische toetsing op risico op schade (SBR A) is uitgevoerd op meetwaarden van het meetpunt geplaatst aan de draagconstructie (gevel) van de woning. In onderstaande figuur is de grenswaarde lijn voor categorie 2 weergegeven (niet bouwkundig gevoelig).



Figuur 4.3: Snelheid versus frequentie

4.3 Toetsing SBR B

De toetsing op hinderbeleving (SBR B) wordt uitgevoerd op meetwaarden van het meetpunt geplaatst op een vloer. In de onderstaande figuur zijn de dimensieloze waarden versus tijd en versus de periode van de dag (dag-, avond-, nachtperiode) tezamen met de streefwaarde lijnen A1 (=0,2) en A2 (=0,8) weergegeven.



Figuur 4.4: Veff,max versus tijd van de dag

4.4 Resultaten nulmeting en herhalingsmeting

In onderstaande tabel zijn de meetresultaten van de nulmeting (april 2024) en de herhalingsmeting (september 2024) samengevat.

Tabel 4-1: Samenvatting meetresultaten nulmeting en herhalingsmeting

Meetpunt	Omschrijving locatie	Meetwaarde nulmeting ¹⁾ [mm/s]	Meetwaarde herhalingsmeting ¹⁾ [mm/s]	Reductie ^{2) 3)}
Meetpunt 1	Nijesyl 13 voorgevel	0,25 – 0,60 (0,7 – 1,20)	0,30 – 0,50 (0,70 – 1,15)	20 tot 25%
Meetpunt 2	Nijesyl 13 vloer	0,25 – 0,80 (1,1 – 1,80)	0,20 – 0,60 (0,95 – 1,85)	10 tot 15%

- 1) Tussen haakjes vermelde waarden zijn sporadische uitschieters
- 2) Uitschieters buiten beschouwing gelaten
- 3) Positief = afname trillingen, negatief = toename trillingen

Verkeerstelling

In de periode 5 t/m 20 april 2024 (nul-meting) en 31 augustus t/m 14 september 2024 (herhalingsmeting) zijn verkeerstellingen uitgevoerd ter hoogte van woning Nijesyl 13. Voor

de weg geldt een maximaal toegestane rijsnelheid van 30 km/uur. In onderstaande tabel is een vergelijking van beide tellingen samengevat.

Tabel 4-2: Samenvatting verkeerstelling

	Nul meting 5/4 t/m 20/4 2024	Herhalingsmeting 31/8 t/m 14/9 2024
Voertuig > 7 m ¹⁾	20% tot 25% (aant. 1860 tot 2256)	4,5% tot 4% (aant. 2367 tot 1222)
Gem. 30 km/uur	60%	60%
>30 km/uur ¹⁾	25% tot 30%	35% tot 40%
V ₈₅ ¹⁾	38 km/uur tot 40 km/uur	38 km/uur tot 38 km/uur
1) Waarden gelden voor rijden in de ene richting dan wel andere richting		

5. Samenvatting en conclusies

Opdrachtverstrekking

In opdracht van Gemeente Súdwest Fryslân te Sneek heeft Fugro te Oosthem een trillingsonderzoek (herhalingsmeting) uitgevoerd. In de periode 2 t/m 9 september 2024 zijn trillingsmetingen uitgevoerd aan de woning Nijesyl 13 te Oosthem. Ter beoordeling op risico op schade (SBR A) is gemeten aan de draagconstructie, ter beoordeling op hinderbeleving (SBR B) is gemeten binnen op een vloer.

Gemeente Súdwest Fryslân heeft de verdiept liggende verkeersdrempel ter hoogte van de meetlocatie verwijderd (= vlak getrokken). Voorliggende rapportage zijn de resultaten van de herhalingsmeting vergeleken met de nulmeting uit april 2024, gerapporteerd onder Fugro ref. 6424-248696-R01 d.d. 26-04-2024.

Gelijktijdig aan de uitvoering van de herhalingsmetingen zijn verkeerstellingen uitgevoerd (periode 31 augustus t/m 14 september 2024).

Meetresultaten trillingen

De herhalingsmeting heeft bruikbare meetresultaten opgeleverd. Tijdens de metingen hebben zich geen bijzonderheden voorgedaan, die op de metingen een mogelijk verstorend effect hebben gehad. In desbetreffende voorgaande paragrafen zijn in de figuren de meetwaarden grafisch weergegeven (tezamen met de grenswaarde- c.q. streefwaarde lijnen). In onderstaande tabel is een samenvatting van de meetresultaten opgenomen.

Tabel 5.1: Samenvatting meetwaarden herhalingsmeting (september 2024)

Meetpunt	Omschrijving locatie	Meetsysteem	Meetwaarde 1) [mm/s]
Meetpunt 1	Nijesyl 13 voorgevel	VIBe0063	0,20 – 0,60 (0,70 – 1,15)
Meetpunt 2	Nijesyl 13 vloer	VIBe0072	0,20 – 0,70 (0,95 – 1,85)

1) Tussen haakjes vermelde waarden zijn sporadische uitschieters

Toetsingskader

Voor de woning Nijesyl 13 gebouwd in 1968 (volgens de BAG-viewer van het kadaster), gefundeerd op palen (verwachting gezien de grondslag), geldt conform SBR A een gebouwindeling categorie 2 niet bouwkundig gevoelig. Een grenswaarde van 2,1 mm/s is van toepassing (frequentie 10 Hz, "indicatieve meting").

Conform SBR B is sprake van een bestaande situatie (zowel ontvanger, de woning, als bron zijn aanwezig). In de toekomst na verwijderen van de verdiept liggende drempel zal sprake zijn van een gewijzigde situatie. Omdat in de woning gewoond wordt, is de functie wonen van toepassing. Beoordelingen gelden voor de gehele dag (dag-, avond- en nachtperiode). Streefwaarde A1 = 0,2, A2 = 0,8 en A3 = 0,1 zijn in de dag- en avondperiode van toepassing. In de nachtperiode zijn A1 en A3 ongewijzigd en is A2 = 0,4. De waarden zijn dimensieloos.

Beoordeling meetresultaten

In onderstaande tabel is de beoordeling (SBR A en B) samengevat.

Tabel 5.2a: Beoordeling op schade SBR A en hinderbeleving SBR B

Locatie	SBR A, Kans op schade		SBR B, hinderbeleving	
	Mate van overschrijding	Risico Cat. 2 NBG	overschrijding van (A1 / A2 / A3)	Hinder Functie Wonen
Nijesyl 13 voorgevel; MP 1, VIBe0042	Geen overschrijding	Geen risico	-	-
Nijesyl 13 vloer; MP 2, VIBe0021	-	-	Net (A1), sporadisch	Weinig hinder

Toelichting bij tabel: Op moment dat geen overschrijdingen optreden, is het risico op schade / hinder aanvaardbaar klein. Bij de beoordeling op hinder is onderscheid gemaakt in de mate van overschrijding (fors of net) en een tijdstermijn (structureel of sporadisch).

Eindbeoordeling

Omdat de meetwaarden aan de **draagconstructie** de grenswaarde niet overschrijdt wordt geconcludeerd dat het risico op schade aanvaardbaar klein is (SBR A).

Omdat de meetwaarden in de dag- en avondperiode op de **vloer** streefwaarde A1 net sporadisch overschrijden, maar niet streefwaarde A3 wordt overschreden, is formeel geen hinderbeleving aan de orde (SBR B). Qua perceptie is sprake van weinig hinder, waarbij de (verkeers)trillingen zijn net voelbaar. Hierbij valt op dat bij de nulmeting op de vloer de overschrijdingen verspreid waren over de dag (7:00-19:00u), terwijl bij de herhalingsmeting vrijwel alle overschrijdingen van streefwaarde A1 hebben plaatsgevonden in de namiddag (16:00-18:00u).

Opgemerkt wordt dat hoewel de situatie conform SBR B formeel wordt beoordeeld als 'geen hinderbeleving', trillingen wel voelbaar kunnen zijn (perceptie). Een marginale overschrijding wordt anders beleefd dan een forse overschrijding. Zo ook een sporadische optredende overschrijding ten opzichte van veelvuldig (structurele) overschrijdingen.

Verkregen reductie

In de onderstaande tabel zijn de meetresultaten weergegeven van de nulmeting (april 2024) en de herhalingsmeting (september 2024). Hierbij is een reductie van de piekwaarden van trillingen uitgedrukt in procenten.

Tabel 4-1: Samenvatting meetresultaten nulmeting en herhalingsmeting

Meetpunt	Omschrijving locatie	Meetwaarde nulmeting ¹⁾ [mm/s]	Meetwaarde herhalingsmeting ¹⁾ [mm/s]	Reductie ^{2) 3)}
Meetpunt 1	Nijesyl 13 voorgevel	0,25 – 0,60 (0,7 – 1,20)	0,20 – 0,60 (0,70 – 1,15)	20 tot 25%
Meetpunt 2	Nijesyl 13 vloer	0,25 – 0,80 (1,1 – 1,80)	0,20 – 0,70 (0,95 – 1,85)	10 tot 15%

1) Tussen haakjes vermelde waarden zijn sporadische uitschieters

2) Uitschieters buiten beschouwing gelaten

3) Positief = afname trillingen, negatief = toename trillingen

Op basis van de herhalingsmeting wordt geconcludeerd worden dat er een lichte afname is van trillingen is opgetreden, van 20% tot 25% aan de gevel en 10% tot 15% op de vloer. Streefwaarde A1 wordt in de nieuwe situatie net overschreden, streefwaarden A2 en A3 niet. Daarentegen is het aandeel van het verkeer dat sneller dan 30 km/uur rijdt, licht gestegen (V_{85} is vergelijkbaar gebleven).

Bijlagen

A. Toelichting SBR - Toetsingskader

Inleiding

In Nederland worden trillingen getoetst aan de grenswaarden uit de SBR richtlijnen uit september 2006 / december 2017, uitgegeven door Stichting Bouw Research, Rotterdam. De Raad van State erkent de richtlijnen als uitgangspunt voor jurisprudentie.

In totaal zijn er 3 SBR - richtlijnen, namelijk:

- richtlijn A 2017: 'Schade aan bouwwerken';
- richtlijn B 2006: 'Hinder voor personen in gebouwen';
- richtlijn C 2006: 'Storing aan apparatuur'.

Afhankelijk van de constructieve staat, funderingswijze en ouderdom van de bebouwing, karakteristieken van de trillingsgevoelige apparatuur en de afstand tot de werkzaamheden, bestaat in het algemeen de mogelijkheid dat de trillingen kunnen leiden tot:

- schade aan de draagconstructie van gebouwen;
- hinder voor personen in gebouwen;
- storing aan trillingsgevoelige apparatuur;
- zettingsschade door verdichting van los gepakt zand.

Grenswaarden conform SBR richtlijn A

De hoogte van de grenswaarden waarbij volgens de SBR richtlijn A de kans op schade aanvaardbaar klein is (minder dan 1%), is afhankelijk van:

- type trillingsbron;
- constructiewijze van de gebouwen;
- funderingswijze van de gebouwen.

Type trillingsbron

In SBR richtlijn A wordt onderscheid gemaakt in trillingsbronnen, die incidenteel voorkomende kortdurende trillingen veroorzaken, herhaald kortdurende trillingen veroorzaken of continue trillingen veroorzaken.

Het heien van palen wordt beschouwd als een trillingsbron die herhaald kortdurend trillingen veroorzaakt, waarbij resonanties en/of vermoeiingseffecten in onderdelen van een bouwwerk kunnen optreden. Het in en uittrillen van damwandplanken wordt beschouwd als een trillingsbron die continue trillingen veroorzaakt, waarbij resonanties en/of vermoeiingseffecten in onderdelen van een bouwwerk kunnen optreden. Afhankelijk van de funderingswijze van de belending wordt een partiele veiligheidsfactor γ_t voor het type trillingsbron in rekening gebracht.

Constructiewijze van gebouwen (categorie indeling)

In SBR richtlijn A wordt onderscheid 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 van een gebouw, indien deze bestaan uit gewapend beton of hout;
- **categorie 2:** in goede staat verkerende onderdelen van de draagconstructie van een gebouw, indien deze bestaan uit metselwerk of uit brossen steenachtige materialen;

Opgemerkt wordt dat door middel van partiële factoren de bouwkundige staat / monumentale status in rekening gebracht wordt (oude categorie 3). De bijlage "Checklist bouwkundige staat" opgenomen in SBR A geeft een handvat ter bepalen of een object bouwkundig gevoelig is. Afhankelijk van de bouwkundige staat / monumentale status wordt een partiële veiligheidsfactor γ_s in rekening gebracht van 1,0 dan wel 1,7.

Opmerking t.a.v. categorie indeling, composiet

Indien de bebouwing een draagconstructie bestaande uit beton bevat waar tegenaan metselwerk is geplaatst, zou conform SBR A het object ingedeeld kunnen worden in categorie 1. Echter omdat metselwerk aanwezig is, zou het object toch in categorie 2 ingedeeld moeten worden. In werkelijkheid is sprake van een categorie ergens tussen beide categorieën in (categorie 1,5), waardoor een aangepaste grenswaarde van toepassing is. Het indelen in een tussenliggende categorie kan alleen geschieden in overleg met / toestemming van Bevoegd Gezag.

In de voorgaande versie uit 2006 van SBR A is sprake van een categorie 3 zijnde een object bestaande uit metselwerk in slechte staat of een object met een monumentale status (cultuurtechnische waarde). Afhankelijk van de bouwkundige staat c.q. monumentale status wordt in SBR A 20017 een partiële factor hiervoor in rekening gebracht.

Funderingswijze

SBR-richtlijn A maakt onderscheid in trillingsgevoelige en niet-trillingsgevoelige funderingen. Funderingen op staal worden over het algemeen als trillingsgevoelig aangemerkt waarbij rekening dient te worden gehouden met schade door (ongelijkmatige) zettingen.

Bij trillingsgevoelige funderingen geldt een extra grenswaarde bepaald conform:

$$V_{kar} = 10 \cdot (1 + (8-H)/7)$$

Waarbij:

H - laagdikte van het zandpakket onder de fundering [m].

Bij laagdikten kleiner dan 1 m geldt voor de karakteristieke waarde een maximum van 20 mm/s, bij laagdikten groter dan 8 m geldt een minimum van 10 mm/s.

Rekenwaarde van de grenswaarde

De rekenwaarde van de grenswaarde wordt bepaald volgens onderstaande relatie:

$$V_r = \frac{V_{kar}}{\gamma_t * \gamma_s * \gamma_m}$$

waarin:

V_r	=	rekenwaarde van de grenswaarde	[mm/s];
V_{kar}	=	karakteristieke waarde van de grenswaarde	[mm/s];
γ_t	=	partiële veiligheidsfactor type trillingsbron	[-].
γ_s	=	partiële veiligheidsfactor bouwkundige staat / monumentale status	[-].
γ_m	=	partiële veiligheidsfactor meting	[-].

Op moment dat de gemeten / berekende trillingssnelheid (maximum) bepaald aan de draagconstructie lager is dan de rekenwaarde voor de grenswaarde, dan mag verwacht worden dat er geen risico op schade is.

Veiligheidsfactoren type bron en bouwkundige staat

Voor de afleiding van de grenswaarde zijn de in onderstaande tabel vermelde factoren van toepassing. Opgemerkt wordt dat door middel van partiële factoren een gevoelige bouwkundige staat / monumentale status in rekening gebracht wordt (voorheen categorie 3).

Tabel B 1: Veiligheidsfactoren

	Omschrijving	Fundering type	
		Op palen	Op staal
Type trillingsbron γ_t	Herhaald kortdurend	1,5	1,6
	Continue	2,5	2,0
Bouwkundige staat γ_t	normaal	1,0	1,0
	Gevoelig (monumentale status)	1,7	1,7

Rekenwaarde gemeten topsnelheid

SBR Richtlijn A maakt onderscheid tussen een indicatieve, een beperkte en een uitgebreide meting. Afhankelijk van de soort meting dient de meetwaarde vermenigvuldigd te worden met een partiële veiligheidsfactor volgens onderstaande tabel. Om praktische redenen wordt in de praktijk bij het programmeren van de meters (in dit geval niet van toepassing), de grenswaarde gedeeld door deze factor, omdat de meetwaarden op voorhand immers nog niet bekend zijn.

Tabel B 2: Veiligheidsfactoren, soort meting

Soort meting	Omschrijving	Factor
Indicatief	1 meetpunt (X, Y, Z) aan de draagconstructie	1,6
Beperkt	2 meetpunten (X, Y, Z) aan de draagconstructie en circa 10 m boven MP aan de draagconstructie	1,4
Uitgebreid	Meerdere meetpunten in stijve punten van de constructie	1,0

Dominante frequentie

Voor de toe te passen rekenwaarde van de grenswaarde is de dominante frequentie van de trilling een maatgevende factor. Op basis van meetwaarden (praktijkervaring) gelden de in onderstaande tabel opgenomen frequentieranges.

Tabel B 3: Dominante frequenties

Type bron	omschrijving	Frequentie
heien	prefab betonpalen	10 Hz tot 15 Hz
	vibropalen	20 Hz tot 25 Hz
	Inwendig geheide buispalen (valblok)	5 Hz tot 15 Hz
trillen	Hoog frequent damwanden	30 Hz tot 35 Hz
	Laag frequent damwanden	20 Hz tot 25 Hz
Slopen	Hydraulische snelslaghamer	20 Hz tot 25 Hz
Verkeer	Trilling vergelijkbaar met herhaald kortdurend	5 Hz tot 15 Hz
Railverkeer	Trilling deels vergelijkbaar met herhaald kortdurend en / of deels vergelijkbaar met continue trilling	10 Hz tot 20 Hz

Grenswaarde SBR A

In onderstaande tabellen zijn, voor objecten gefundeerd op palen, de rekenwaarden van de grenswaarden opgenomen.

Tabel B 4A: Grenswaarde [mm/s], object gefundeerd op palen, bouwkundig NIET gevoelig

Dominante frequentie	Karakteristieke waarden		Partiele veiligheidsfactoren ¹⁾			Rekenwaarde grenswaarde ²⁾	
	Cat.1	Cat. 2	TB	BS	TM	Cat.1	Cat. 2
	[Hz]	[mm/s]	[mm/s]	[-]	[-]	[-]	[mm/s]
10	20,0	5,0	1,5	1,0	1,0 / 1,6	13,3 / 8,3	3,3 / 2,1z
15	22,5	6,3	1,5	1,0	1,0 / 1,6	15,0 / 9,4	4,2 / 2,6z
20	25,0	7,5	1,5	1,0	1,0 / 1,6	16,7 / 10,4	5,0 / 3,1z
25	27,5	8,8	1,5	1,0	1,0 / 1,6	18,3 / 11,5	5,8 / 3,6z
			2,5	1,0	1,0 / 1,6	11,0 / 6,9	3,5 / 2,2
30	30,0	10,0	2,5	1,0	1,0 / 1,6	12,0 / 7,5	4,0 / 2,5z
35	32,5	11,3	2,5	1,0	1,0 / 1,6	13,0 / 8,1	4,5 / 2,8z
40	35,0	12,5	2,5	1,0	1,0 / 1,6	14,0 / 8,8	5,0 / 3,1z

1) TB = Type trillingsbron, BS = Bouwkundige staat, TM = type meting
2) Excl. / incl. pa

Tabel B 4B: Grenswaarde [mm/s], object gefundeerd op palen, bouwkundig WEL gevoelig

Dominante frequentie [Hz]	Karakteristieke waarden		Partiele veiligheidsfactoren ¹⁾			Rekenwaarde grenswaarde ²⁾	
	Cat.1 [mm/s]	Cat. 2 [mm/s]	TB [-]	BS [-]	TM [-]	Cat.1 [mm/s]	Cat. 2 [mm/s]
10	20,0	5,0	1,5	1,7	1,0 / 1,6	7,8 / 4,9	2,0 / 1,2
15	22,5	6,3	1,5	1,7	1,0 / 1,6	8,8 / 5,5	2,5 / 1,5
20	25,0	7,5	1,5	1,7	1,0 / 1,6	9,8 / 6,1	2,9 / 1,8
25	27,5	8,8	1,5 2,5	1,7 1,7	1,0 / 1,6 1,0 / 1,6	10,8 / 6,7 6,5 / 4,0	3,5 / 2,2 2,1 / 1,3
30	30,0	10,0	2,5	1,7	1,0 / 1,6	7,1 / 4,4	2,4 / 1,5
35	32,5	11,3	2,5	1,7	1,0 / 1,6	7,6 / 4,8	2,7 / 1,7
40	35,0	12,5	2,5	1,7	1,0 / 1,6	8,2 / 5,1	2,9 / 1,8

1) TB = Type trillingsbron, BS = Bouwkundige staat, TM = type meting
2) Excl. / incl. pa

Voor objecten gefundeerd op staal (trillingsgevoelige fundering), zijn naast de rekenwaarde voor de versnelling van 1 m/s² in de grond onder de fundering eveneens de rekenwaarden van de grenswaarden aan de draagconstructie zoals opgenomen in onderstaande tabel geldig. Deze zijn afhankelijk van de laagdikte van de trillingsgevoelige laag onder de fundering.

Tabel B 5: Grenswaarde [mm/s], object gefundeerd op staal

Laagdikte [m]	Karakteristieke waarden [mm/s]	Bouwkundig NIET gevoelig ^{1) 2)}		Bouwkundig Gevoelig ^{1) 2)}	
		Heien TB = 1,6 BS = 1,0 TM = 1,0 / 1,6 [-]	Trillen TB = 2,0 BS = 1,0 TM = 1,0 / 1,6 [-]	Heien TB = 1,6 BS = 1,7 TM = 1,0 / 1,6 [mm/s]	Trillen TB = 2,0 BS = 1,7 TM = 1,0 / 1,6 [mm/s]
1	20,0	12,5 / 7,8	10,0 / 6,3	7,4 / 4,6	5,9 / 3,7
2	18,6	11,6 / 7,3	9,3 / 5,8	6,8 / 4,3	5,5 / 3,4
3	17,1	10,7 / 6,7	8,6 / 5,3	6,3 / 3,9	5,0 / 3,1
4	15,7	9,8 / 6,1	7,9 / 4,9	5,8 / 3,6	4,6 / 2,9
5	14,3	8,9 / 5,6	7,2 / 4,5	5,3 / 3,3	4,2 / 2,6
6	12,9	8,1 / 5,0	6,5 / 4,0	4,7 / 3,0	3,8 / 2,4
7	11,4	7,1 / 4,5	5,7 / 3,6	4,2 / 2,6	3,4 / 2,1
8	10,0	6,3 / 3,9	5,0 / 3,1	3,7 / 2,3	2,9 / 1,8

1) TB = Type trillingsbron, BS = Bouwkundige staat, TM = type meting
2) Excl. / incl. pa

Hiaat SBR A richtlijn

De SBR-richtlijnen doen geen uitspraak bij trillingsintensiteiten die lager zijn dan de gestelde grenswaarde en / of die veelvuldig voorkomen gedurende langere tijd (maanden tot jaren). Er is sprake van cosmetische schade die uiteindelijk tot constructieve schade kan leiden. Vanuit de praktijk is bekend dat schade (scheurvorming in metselwerk) ontstaat bij objecten die een langdurige trillingsbelasting (hebben) ondergaan. Dergelijke schade treedt eerder op bij objecten gefundeerd op staal dan bij objecten gefundeerd op palen.

Hinderbeleving conform SBR-richtlijn B

Conform SBR richtlijn B is de hinderbeleving afhankelijk van:

- de omstandigheden van de trillingsbron;
- situatie;
- de functie van een ruimte in een gebouw;
- het tijdstip waarop de trilling voorkomt op de dag.

Omstandigheid van de trillingsbron

Analoog aan SBR A wordt in SBR richtlijn B eveneens onderscheid gemaakt in trillingsbronnen. Onderscheid wordt gemaakt in:

- bronnen die incidenteel kortdurend voorkomen (bv. explosies);
- Bronnen die continue voorkomen gedurende lange tijd (bv. machines);
- bronnen die herhaald voorkomen gedurende lange tijd (bv. rail- en wegverkeer);
- bronnen die continue of herhaald voorkomen gedurende een periode korter dan 3 maanden (bv bouw en sloopwerkzaamheden);

Situatie

SBR B maakt onderscheid in de volgende situaties:

- Bestaande situatie (zowel bron als ontvanger zijn aanwezig)
- Nieuwe situatie (of de bron of de ontvanger is nog niet aanwezig)
- Gewijzigde situatie (in geval van een gewijzigde bestaande bron)

Voor een gewijzigde situatie gelden de streefwaarden van een bestaande situatie, waarbij, na wijziging, gestreefd te worden naar intensiteiten die gelden voor een bestaande situatie. De wijziging mag niet tot een verhoging van de reeds aanwezige intensiteiten leiden.

Functie van een ruimte

In SBR richtlijn B wordt onderscheid gemaakt in functies als gezondheidszorg, wonen, kantoor en onderwijs, bijeenkomstgebouwen (bv bioscoop) en kritische werkruimten (bv laboratoria).

Tijdstip van voorkomen op de dag

In SBR richtlijn B wordt onderscheid gemaakt in een dag- (van 07:00 uur tot 19:00 uur), avond- (van 19:00 uur tot 23:00 uur) en een nachtperiode (van 23:00 uur tot 07:00 uur).

Streefwaarden / Omrekenfactor CUR 166

De streefwaarden zoals deze zijn opgenomen in richtlijn SBR B zijn dimensieloos. Voor de beoordeling van hinder is het praktischer om streefwaarden en trillingsniveaus uit te drukken in de eenheid mm/s. Het handboek CUR166 "Damwandconstructies" (6de druk, tabel 5.23) bevat een

omrekenwijze waarmee de dimensieloze waarden voor trillingen om te rekenen zijn naar mm/s. Afhankelijk van de karakteristieken van de trillingen bedraagt de factor:

- een herhaald kortdurende trilling - 0,42
- continue trilling - 0,64

Streefwaarden (dimensieloos)

De streefwaarden zijn erop gericht hinderbeleving te voorkomen of zoveel mogelijk te beperken. Overschrijding van de streefwaarden dient aanleiding te zijn tot overleg tussen betrokken partijen. Er is geen sprake van harde grenzen. Onderscheid wordt gemaakt in:

- Streefwaarde A1 - ondergrens
- Streefwaarde A2 - bovengrens
- Streefwaarde A3 - periodiek gewogen grens

Op moment dat van de meetduur de voortschrijdende effectieve waarde ($v_{\text{eff.max}}$) bepaald op een vloer lager is dan streefwaarde A1, dan mag verwacht worden dat er geen hinderbeleving optreedt. Ligt de voortschrijdende effectieve waarde boven streefwaarde A2, dan mag verwacht worden dat hinderbeleving aan de orde is. Ligt de voortschrijdende effectieve waarde tussen streefwaarden A1 en A2 in, dan is een mogelijke hinderbeleving afhankelijk van het aantal maal dat de trilling zich voordoet (toets op streefwaarde A3).

In onderstaande tabel zijn de streefwaarden opgenomen.

Tabel B 6a: Streefwaarden bestaande situatie, herhaald voorkomende trilling

Functie	Dag- en avond periode ¹⁾			
	[-] / [mm/s]			
	A1	A2	A2 (nacht)	A3
gezondheidszorg	0,2 / 0,48	0,8 / 1,90	0,4 / 0,95	0,1 / 0,24
Wonen	0,2 / 0,48	0,8 / 1,90	0,4 / 0,95	0,1 / 0,24
Onderwijs en kantoor	0,3 / 0,71	1,2 / 2,86	1,2 / 2,86	0,15 / 0,36
Bijeenkomst	0,3 / 0,71	1,2 / 2,86	1,2 / 2,86	0,15 / 0,36
Kritische werkruimte	0,1 / 0,24	0,1 / 0,24	0,1 / 0,24	
1) Excl. / incl. omrekenfactor CUR 166				

Tabel B 6b: Streefwaarden bestaande of nieuwe situatie, continue trilling

Functie	Dag- en avond periode ¹⁾			
	[-] / [mm/s]			
	A1	A2	A2 (nacht)	A3
gezondheidszorg	0,1 / 0,16	0,4 / 0,63	0,2 / 0,31	0,05 / 0,08
Wonen	0,1 / 0,16	0,4 / 0,63	0,2 / 0,31	0,05 / 0,08
Onderwijs en kantoor	0,15 / 0,23	0,6 / 0,94	0,6 / 0,94	0,07 / 0,11
Bijeenkomst	0,15 / 0,23	0,6 / 0,94	0,6 / 0,94	0,07 / 0,11
Kritische werkruimte	0,1 / 0,16	0,1 / 0,16	0,1 / 0,16	
1) Excl. / incl. omrekenfactor CUR 166				

Streefwaarden korte periode

Conform SBR B zijn dimensieloze streefwaarden bepaald die onafhankelijk van het type trillingsbron (continue of herhaald voorkomend), de functie van de ruimte of de situatie (bestaand / nieuw / gewijzigd) zijn. Deze gelden uitsluitend voor de dagperiode. Inclusief de omrekeningsfactoren uit CUR 166, gelden de onderstaande streefwaarden.

Tabel B-7: Streefwaarde, dagperiode, korte duur

Duur D	Herhaald voorkomende trilling			Continue trilling		
	A1	A2	A3	A1	A2	A3
	[mm/s]	[-]	[-]	[-]	[mm/s]	[mm/s]
D < 1	0,80 / 1,90	6 / 14,29	0,40 / 0,95	0,80 / 1,25	6 / 9,38	0,40 / 0,63
6 < D < 26	0,40 / 0,95	6 / 14,29	0,30 / 0,71	0,40 / 0,63	6 / 9,38	0,30 / 0,47
26 < D < 78	0,30 / 0,71	6 / 14,29	0,20 / 0,24	0,30 / 0,47	6 / 9,38	0,20 / 0,31

B. Trillingstechnische vaktermen

Trilling:	een periodieke beweging van een grootheid (verplaatsing, snelheid, versnelling) om een evenwichtsstand als functie van de tijd.
Trillingstijd:	de kleinste verschuiving in de tijd waarbij een periodieke tijdsfunctie met zichzelf samenvalt.
Topwaarde	de in absolute zin grootste afwijking van de momentane waarde van een grootheid ten opzichte van de gemiddelde waarde.
Frequentie	de reciproque van de trillingstijd.
Dominante frequentie:	de overheersende frequentie in dat deel van het signaal waar de topwaarde optreedt.
Verplaatsing:	een vectoriële grootheid die de verandering van een positie van een lichaam of van een punt aanduidt ten opzichte van een zekere referentie.
Snelheid:	een vectoriële grootheid die de tijdsafgeleide van de verplaatsing representeert.
Versnelling:	een vectoriële grootheid die de tijdsafgeleide van de snelheid representeert.
Trillingssterkte:	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.
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.
Grenswaarde schade:	waarde voor de toelaatbare trillingssterkte waarbij de kans op schade aan de draagconstructie (en overige onderdelen) van een bouwwerk aanvaardbaar klein is (minder dan 1%); schade kan de veiligheid en/ of levensduur van het bouwwerk beïnvloeden, of leiden tot een vermindering van de gebruikswaarde of de economische waarde van het bouwwerk.
Continue trilling:	een trilling die zodanige tijd continu aanwezig is, dat resonanties en/ of vermoeiingseffecten aan de draagconstructie van een bouwwerk kunnen optreden (bv. machines, intrillen damwanden).
Kortdurende trilling:	een door een stootvormige excitatie veroorzaakte trilling met een kortdurend, uitdempend karakter (bv. explosies, botsingen).
Herhaald kortdurende trilling:	een kortdurende trilling die meermalen voorkomt, steeds gescheiden door een tijdsinterval waarin een rustsituatie heerst, waarbij vermoeiingseffecten aan de draagconstructie van een bouwwerk kunnen optreden (bv. heikwerkzaamheden, weg- en railverkeer).
Indicatieve meting:	meting waarbij slechts met één meetpunt ter plaatse van de begane grond trillingen worden gemeten (conform § 8.4.2.1 SBR-richtlijn A).
Beperkte meting:	meting waarbij met tenminste één meetpunt op de begane grond en met tenminste één meetpunt op de hoogste verdieping van het gebouw trillingen worden gemeten (conform § 8.4.2.2 SBR-richtlijn A).
Uitgebreide meting:	meting waarbij met een groot aantal meetpunten wordt gemeten, dit in aanvulling op de meetpunten volgens de beperkte meting (conform § 8.4.2.3 SBR-richtlijn A).
Beoordelingsperiode:	een tijdsinterval waarin een dag wordt verdeeld voor de toetsing van de trillingsterkte aan de streefwaarden in: dagperiode: van 7:00 tot 19:00; avondperiode: van 19:00 tot 23:00; nachtperiode: van 23:00 tot 7:00.
Effectieve trillingssnelheid:	voortschrijdende effectieve waarde van de gewogen momentane trillingsgrootheid.
Maximale effectieve trillingssnelheid:	grootste optredende waarde van de voortschrijdende effectieve waarde.
Trillingssterkte over beoordelingsperiode:	het kwadratisch gemiddelde van de grootste effectieve waarde per interval van 30 seconden in de desbetreffende beoordelingsperiode.

Streefwaarde hinder:	waarde voor de trillingssterkte waarbij verwacht wordt dat er nog net geen hinder voor personen optreedt; onder hinder wordt verstaan de verstoring en/ of belemmering van (fysieke) activiteiten en/ of processen die rust en/ of concentratie behoeven.
Streefwaarde A1:	onderste streefwaarde voor de maximale trillingssterkte van de voortschrijdende effectieve waarde .
Streefwaarde A2:	bovenste streefwaarde voor de maximale trillingssterkte van de voortschrijdende effectieve waarde.
Streefwaarde A3:	streefwaarde voor de trillingssterkte over de beoordelingsperiode dag, avond en nacht.