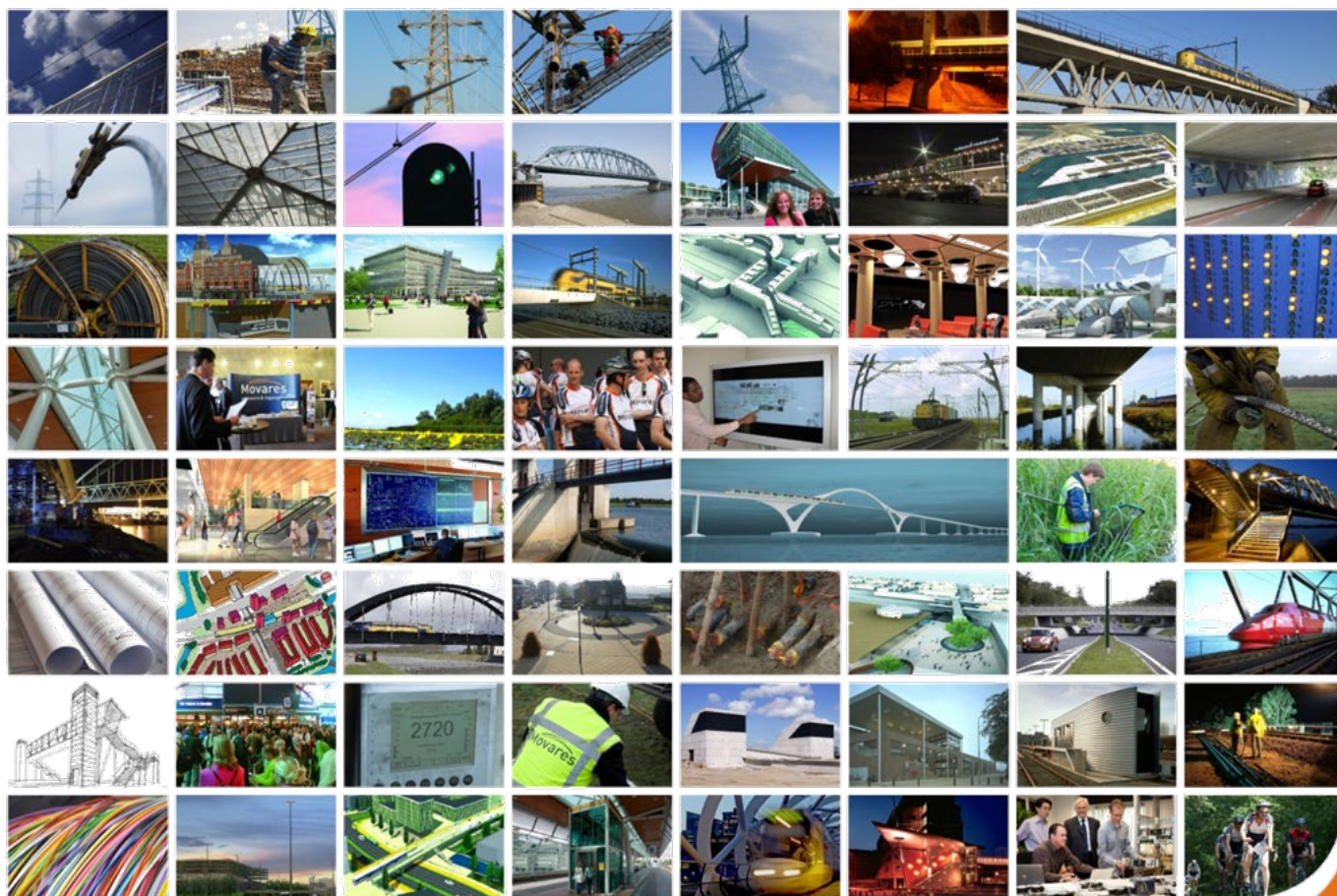




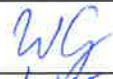
Detailanalyse

4 juni 2014- Versie 1.0

Autorisatieblad

Zuidradiaal Z80

Trillingsonderzoek (stap 3)

	Naam	Paraaf	Datum
Opgesteld door	Wybo Gardien		4-6-2014
Controle door	Stuit, HG		4-6-2014
Vrijgave door	Arnold, WJ		4-6-2014

Inhoudsopgave

1	Inleiding	3
2	Uitgangspunten trillingsonderzoek	4
2.1	Verkeersintensiteiten 2020	4
2.2	Afstand tot woningen	4
3	Toetsingskader	6
3.1	SBR trillingsrichtlijn deel B (hinder voor personen in gebouwen)	6
3.1.1.	<i>Interpretatie toetsingswaarden</i>	6
3.1.2.	<i>Uitgangspunten toetsingswaarden</i>	7
3.1.3.	<i>Mate van hinderbeleving bij trillingsniveau</i>	8
4	Meting trillingen huidige situatie	10
4.1	Krikkelaan 2	10
4.2	Overste den Oudenlaan 41	11
4.3	Overste den Oudenlaan 54	13
4.4	Vertaling metingen huidige situatie naar maatgevende locaties	15
5	Prognose toekomstige situatie	16
5.1	Krikkelaan 2	16
5.2	Egginklaan 2	16
5.3	Overste den Oudenlaan 52	16
6	Analyse en maatregelen	18
6.1	Bepaling versterkingsfactoren wegdek	19
6.2	Prognose verbeterd wegdek	20
7	Conclusies en aanbevelingen	23
7.1	Aanbevelingen	23
	Colofon	24

Bijlage I SBR trillingsrichtlijnen Deel B, hinder

Bijlage II Gemeten trillingen

1 Inleiding

De gemeente Utrecht werkt aan een HOV verbinding vanaf Utrecht CS naar Leidse Rijn, de Zuidradiaal. Ten behoeve van de Zuidradiaal wordt er een nieuwe HOV busbaan aangelegd van het Anna Frankplein tot de Prins Clausbrug. Dit rapport behandelt de trillingseffecten van de nieuwe busbaan over het laatste gedeelte van de Overste den Oudenlaan, de Koningin Wilheminalaan en de Churchilllaan ten hoogte van de Marshallaan tijdens de exploitatiefase.

De aanpak van het onderzoek sluit aan op de aanpak van trillingsonderzoeken zoals die ook voor ProRail worden uitgevoerd bij spooruitbreidingsprojecten. In deze aanpak bestaat een trillingsonderzoek uit verschillende stappen die achtereenvolgens worden doorlopen. De stappen hebben een steeds grotere nauwkeurigheid, waarbij de gewenste nauwkeurigheid het grootst is voor de locaties met de grootste kans op trillingshinder. Het gaat om de volgende stappen:

1. Inventarisatie van locaties waar mogelijk trillingshinder kan optreden, o.b.v. Expert Judgement (quick scan);
2. Knelpunteninventarisatie aan de hand van indicatieve meting en empirische prognose;
3. Nauwkeurige trillingsprognoses voor uitwerken maatregelen;
4. Ontwerpen van maatregelen en afweging van varianten.

Dit rapport bevat stap 3 van bovenstaande stappen, de nauwkeurige prognose. Uit de eerder uitgevoerde knelpuntinventarisatie¹ volgt voor welke locaties de detailanalyse wordt uitgevoerd:

Locatie	Kenmerk overschrijding
Overste den Oudenlaan 52-58	Overschrijding SBR-A2 waarde in de nacht
Krikkelaan 2	Overschrijding SBR-A2 waarde in de nacht
Egginklaan 2	Overschrijding SBR-A2 waarde in de nacht
Overste den Oudenlaan 21-35	Overschrijding SBR-A2 waarde in de nacht, maar toename < 30%

¹ Zuidradiaal Z80, Trillingsonderzoek (stap 2), Knelpuntinventarisatie, / Proj.nr. RM001714 / Definitief / Versie 3.0 / 4 maart 2014

2 Uitgangspunten trillingsonderzoek

Deze nauwkeurige prognose is gebaseerd op de volgende uitgangspunten:

- Ligging tracé: Tekening HOV Zuidradiaal, Traject Prins Clausbrug - Anne Frankplein, Voorlopig ontwerp, IBU Stadsingenieurs, tekeningnummer 402.30436.OOR.020.001.
- HOV Zuidradiaal Voorontwerp, Verkennend Bodemonderzoek, 31 augustus 2009
- Verkeersintensiteiten bussen en overig verkeer huidige situatie, afkomstig uit document HOV-Z80 2015+ VRU31u__P13_26__BP_HOV_Z80 2015_vru31u, gemeente Utrecht – oktober 2013
- Verkeersintensiteiten bussen en overig verkeer plansituatie, afkomstig uit document HOV-Z80 2020+ VRU31u__P13_26__BP_HOV_Z80 2020_vru31u, gemeente Utrecht – oktober 2013
- Asfaltadvies A-N-P 2015 vru31u
- SBR trillingsrichtlijnen, deel B: hinder voor personen in gebouwen;
- Rapportage Quick scan:
Zuidradiaal Z80, Trillingsonderzoek (stap 1), Quick scan naar trillingen, *Movares D79-PBO-KA-1300888, Concept 0.2, 4-03 2014*
- Rapportage Knelpuntinventarisatie:
Zuidradiaal Z80, Trillingsonderzoek (stap 2), Knelpuntinventarisatie, / Proj.nr. RM001714 / Definitief / Versie 3.0 / 4 maart 2014

2.1 Verkeersintensiteiten 2020

Het zijn de bussen en de vrachtwagens die voor trillingshinder kunnen zorgen. Lichte motorvoertuigen geven naar verwachting geen trillingsoverlast. Uitgangspunt is dat vrachtwagens en bussen tot een vergelijkbaar trillingsniveau in de woningen leiden. In Tabel 2-1 staan de gehanteerde verkeersintensiteiten op de overste den Oudenlaan.

Tabel 2-1 Verkeersintensiteiten Overste den Oudenlaan

	referentiesituatie (2015)			toekomstige situatie (2020)		
	dag	avond	Nacht	Dag	Avond	nacht
Bussen	471	68	44	1004	189	117
Vrachtwagens	411	55	60	468	61	67

In totaal rijden er in 2015 583 bussen per etmaal.

In totaal rijden er in 2020 1310 bussen per etmaal.

2.2 Afstand tot woningen

Trillingen afkomstig van wegverkeer zijn voelbaar in de directe nabijheid van wegen. In de meeste gevallen zijn er op afstanden van meer dan 50 meter geen voelbare trillingen meer aanwezig. Dit betekent dat op locaties langs de busbaan trillingsinvloed mogelijk is. De lijst met knelpuntlocaties staat in Tabel 2-2.

Tabel 2-2 Afstand tot weg en busbaan voor huidige situatie en planstuctuatie voor knelpuntlocaties (rand hoofdrijbanen)

Adres		Afstand weg huidig [m]	Afstand weg plan [m]	Afstand busbaan huidig [m]	Afstand busbaan plan [m]
Overste den Oudenlaan	52-58	30	38	30	19
Krikkelaan	2	17	13	17	43
Overste den Oudenlaan	21-35	24	18	24	47
Egginklaan	2	47	35	47	64

3 Toetsingskader

Wegverkeer zoals buspassages, treinverkeer en bouwwerkzaamheden kunnen aanleiding geven tot trillingen in gebouwen. Deze trillingen kunnen op hun beurt leiden tot schade of hinder. Stichting Bouwresearch (SBR) heeft richtlijnen opgesteld, die criteria geven voor het meten en beoordelen van de trillingssterkte.

Tot op heden zijn de richtlijnen nog niet vastgelegd in wetgeving, maar de richtlijnen worden veelvuldig toegepast. In gevallen waarbij uiteindelijk de rechter werd ingeschakeld speelde de richtlijn van SBR vaak een belangrijke rol. Ook de Raad van State baseert zich bij zijn oordeelsvorming deels op de richtlijnen ten aanzien van trillingen.

De SBR Richtlijn bestaat uit 3 delen:

- Deel A: Schade aan gebouwen
- Deel B: Hinder voor personen in gebouwen
- Deel C: Verstoring van apparatuur

In dit hoofdstuk wordt het relevante toetsingskader van SBR-richtlijnen voor dit project toegelicht. Verkestrillingen leiden normaal gesproken niet tot schade aan gebouwen, en voor zover bekend is er in de omgeving van de busbaan geen trillingsgevoelige apparatuur aanwezig. Het gaat hier om personen in woningen of kantoren die mogelijk hinder hebben van trillingen. De toegepaste richtlijn is daarom SBR trillingsrichtlijn deel B.

3.1 SBR trillingsrichtlijn deel B (hinder voor personen in gebouwen)

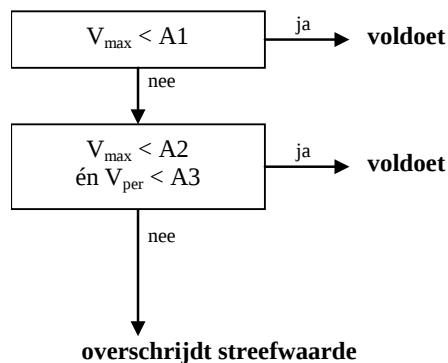
De SBR trillingsrichtlijn deel B wordt gebruikt om de toetsingswaarden ten aanzien van de trillingssterkte te bepalen. In bijlage I wordt de richtlijn toegelicht.

Bij de richtlijn zijn er 3 verschillende toetsingswaarden gedefinieerd. De drie toetsingswaarden hebben de volgende betekenis:

toetsingswaarde	Betekenis
A1	Onderste streefwaarde voor de trillingssterkte $V_{\max}$
A2	Bovenste streefwaarde voor de trillingssterkte $V_{\max}$
A3	Streefwaarde voor de trillingssterkte over de beoordingsperiode V_{per} . De V_{per} wordt groter naarmate de trilling vaker per uur optreedt.

3.1.1. Interpretatie toetsingswaarden

Voor het beoordelen van de gemeten $V_{\max}$ moet onderstaand schema worden doorlopen. Wanneer de gemeten waarden lager uitvalt dan A1, voldoet de locatie. Wanneer dit niet het geval is, kan via een tweede mogelijkheid de locatie alsnog voldoen. De gemeten $V_{\max}$ moet dan lager zijn dan A2, waarbij tevens de gemeten V_{per} lager is dan de opgegeven A3 waarde. De interpretatie staat schematische weergegeven in Figuur 3-1.



Figuur 3-1 Stroomschema interpretatie toetsingswaarden A1, A2 en A3

De situatie aan de Overste den Oudenlaan en de Koningin Wilhelminalaan wordt als een gewijzigde situatie beoordeeld. Bij een gewijzigde situatie wordt in eerste instantie getoetst aan de streefwaarden voor nieuwe situaties. Indien hieraan niet wordt voldaan mag er worden getoetst aan de streefwaarden voor bestaande situaties mits de trillingssterkte na de wijziging niet hoger is dan voor de wijziging. Bij de Overste den Oudenlaan zal het trillingsniveau naar verwachting toenemen doordat de busbaan dichterbij de woningen ligt dan de bestaande weg. In de praktijk betekent dit dat er getoetst dient te worden aan de streefwaarden voor nieuwe situaties.

3.1.2. Uitgangspunten toetsingswaarden

In onderstaand tabel staan de uitgangspunten voor dit onderzoek, nodig voor het bepalen van de streefwaarden.

item	Indeling	Motivatie
gebouwfunctie	Wonen	Langs de busbaan staan woningen
trillingsvorm	Herhaald voorkomende trillingen, gedurende lange tijd	busverkeer valt onder herhaald voorkomende trillingen
oude, gewijzigde of nieuwe situatie	gewijzigde situatie	Er is in de huidige situatie al sprake van trillingen van bussen en overig wegverkeer

Aangezien het een gewijzigde situatie betreft, zijn de streefwaarden voor nieuwe situaties van belang bij de beoordeling (zie bijlage I, SBR-richtlijn B, pag iv). Daarbij mag de trillingssterkte niet toenemen ten opzichte van de huidige situatie.

Tabel 3-1 Streefwaarden voor nieuwe situaties, gearceerde waarden zijn van toepassing in het rapportagegebied

toetsingswaarden nieuwe situatie, herhaald voorkomende trillingen						
Gebouwfunctie	dag en avond			Nacht		
	A1	A2	A3	A1	A2	A3
1. Gezondheidszorg	0.1	0.4	0.05	0.1	0.2	0.05
2. Wonen	0.1	0.4	0.05	0.1	0.2	0.05
3. Kantoor	0.15	0.6	0.07	0.15	0.6	0.07
4. Bijeenkomsten	0.15	0.6	0.07	0.15	0.6	0.07
5. Kritische werkruimte	0.1	0.1	-	0.1	0.1	-

Omdat er zowel overdag als 's nachts bussen rijden, is bij de gebouwfunctie “wonen” de A2-waarde in de nacht maatgevend.

3.1.3. Mate van hinderbeleving bij trillingsniveau

De mate van hinderbeleving verschilt echter van individu tot individu. In Bijlage 5 van de SBR-B richtlijn is voor de afweging van de toelaatbaarheid van trillingssterkten de volgende tabel gegeven:

Tabel 3-2 Hinderkwalificatie voor weg- en railverkeer

V_{max}	Hinderkwalificatie
<0.1	geen hinder
0.1 – 0.2	weinig hinder (bestaande situaties)
0.2 – 0.8	matige hinder
0.8 – 3.2	Hinder
>3.2	ernstige hinder

In Noorwegen is onderzoek² gedaan naar de mate waarin personen hinder ondervinden bij een bepaalde trillingssterkte. In Tabel 3-3 staan resultaten uit dit onderzoek.

Tabel 3-3 Hinderbeleving gerelateerd aan trillingssterkte

maximale rms trilsnelheid op basis van 95% verwachtingswaarde [mm/s]	percentage mensen dat enige mate van hinder ondervindt (incl. percentage ernstige hinder)	percentage mensen dat ernstige hinder ondervindt
0.06	5.8	2.0
0.1	8.2	3.5
0.2	11.8	5.0
0.5	20.0	10.0
1	29.0	15.0

² R. Klæboe, I.H. Turunen-Rise en C. Madshus *Vibration in dwellings from road and rail traffic – Part II: exposure-effect relationships based on ordinal logit and logistic regression models* Applied Acoustics Volume 64, Issue 1, pp 89-109 January 2003

De SBR-B richtlijn gaat uit van de streefwaarde $V_{\max}=0.2$, wat overeenkomt met circa 5 procent mensen die ernstige hinder ondervinden. Er wordt naar gestreefd dat minder dan 5 procent van de mensen hinder ondervindt.

Indien er in de huidige situatie al trillingen aanwezig zijn, dan wordt vooral een toename van het trillingsniveau als hinderlijk ervaren. Het ministerie van infrastructuur en milieu heeft voor spoorprojecten de Beleidsregel trillinghinder spoor opgesteld³. In deze beleidsregel wordt genoemd dat een trillingstoename voelbaar is vanaf 30% toename.

³ Besluit tot vaststelling van beleidsregels ten aanzien van trillinghinder ten behoeve van de vaststelling van tracébesluiten voor de aanleg, wijziging of het opnieuw in gebruik nemen van een landelijke spoorweg (Beleidsregel trillinghinder spoor), 10 april 2012Nr. IENM/BSK-2012/5478, gepubliceerd in de Staatscourant Nr. 7532 van 28 april 2012.

4 Meting trillingen huidige situatie

Om een representatief beeld te krijgen van de woningen die na de knelpuntinventarisatie nog een overschrijding van de SBR-B streefwaarden laten zien, is in de volgende woningen een trillingsmeting uitgevoerd:

Krikkelaan 2	Representatief voor Krikkelaan 2
Overste den Oudenlaan 41	Overste den Oudenlaan 21 – 35 Egginklaan 2
Overste den Oudenlaan 54	Overste den Oudenlaan 37 –53 Representatief voor Overste den Oudenlaan 52-58

4.1 Krikkelaan 2

De gegevens van de metingen zijn weergegeven in Tabel 4-1.

Tabel 4-1 Gegevens metingen

Gebouwfunctie	Wonen
Meetperiode	15-4-2014 10:00 tot 16-4-2014 11:30
Meetcomputer	DS-NET
Sensor 4	Stijf punt woning 1 ^e verdieping
Sensor 24	Midden vloer 1 ^e verdieping
Sensor 3-1	Maaiveld ter hoogte van woning
Sensor 3-2	Maaiveld ter hoogte van woning

Het relevante meetpunt voor de beoordeling van de trillingen is het meetpunt op het midden van de vloer. Het meetpunt op het stijve punt is voornamelijk gebruikt om onderscheid te maken tussen trillingen afkomstig van voetstappen op de vloer, en trillingen afkomstig van buiten.

De streefwaarden uit de SBR B richtlijn voor bestaande situaties zijn aangehouden. De streefwaarden voor bestaande situaties staan in Bijlage I.

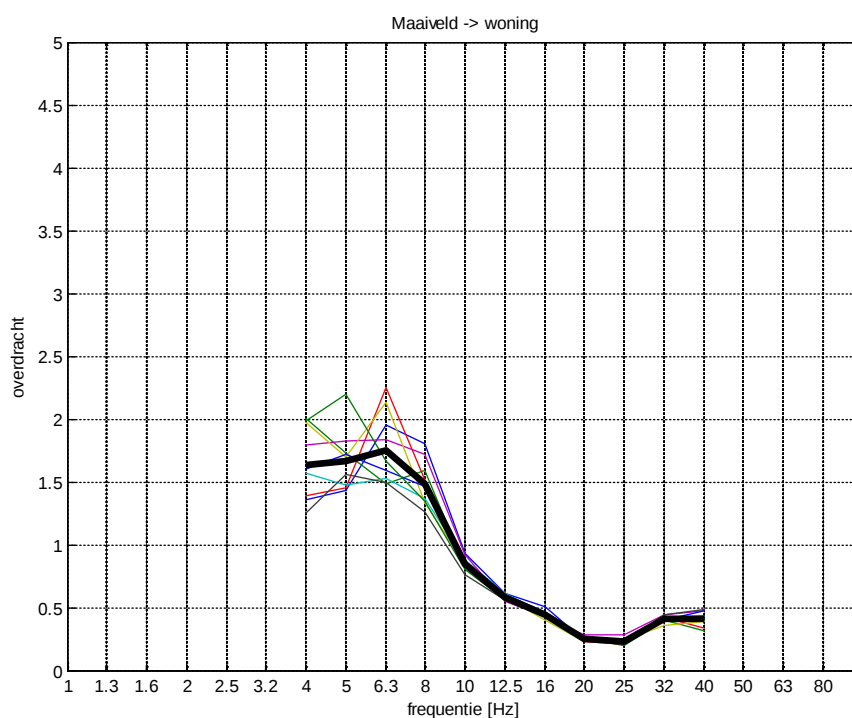
In Tabel 4-2 staan de gemeten trillingsniveaus bij Krikkelaan 2. In de huidige situatie komen overschrijdingen van de SBR-B streefwaarden voor (van $V_{\max}$ in de nachtperiode en van V_{per} in de dag- en avondperiode). De hoogste niveaus waren afkomstig van vrachtwagens en bussen die over de eerste rijbaan reden (richting het zuiden).

Tabel 4-2 Resultaten meting huidige situatie Krikkelaan 2. Overschrijdingen van de SBR-B streefwaarden zijn met rood aangegeven.

	Sensor 24 (midden vloer)			Sensor 4 (stijf punt)		
	Z	Y	X	Z	Y	X
$V_{\max, \text{dag+avond}}$	0.66	0.17	0.19	0.53	0.1	0.51
$V_{\max, \text{nacht}}$	0.63	0.13	0.17	0.49	0.08	0.49
$V_{\text{per}, \text{dag}}$	0.18	0.03	0.04	0.13	0	0.14

$V_{\text{per, avond}}$	0.15	0.03	0.03	0.11	0	0.12
$V_{\text{per, nacht}}$	0.08	0.01	0.02	0.06	0	0.06

Naast het trillingsniveau in de woning, zijn ook gedurende een korte periode trillingen op maaiveld bij de woning gemeten. Aan de hand van deze metingen is de overdracht van maaiveldtrillingen naar trillingen in de woning bepaald. De gemeten frequentieafhankelijke overdrachtsverhouding staat in Figuur 4-1. Bussen gaven vooral trillingen bij 10 en 12.5 Hz. Voor deze frequenties is de overdrachtsverhouding wat kleiner dan 1, wat betekent dat het trillingsniveau in de woning iets lager is dan het trillingsniveau op maaiveld. De eerdere aanname in de quick scan en knelpuntanalyse dat het trillingsniveau in de woning gelijk is aan het trillingsniveau op maaiveld was dus enigszins conservatief.



Figuur 4-1 Overdracht maaiveld-vloer Krikkelaan 2

4.2 Overste den Oudenlaan 41

De gegevens van de metingen zijn weergegeven in Tabel 4-3.

Tabel 4-3 Gegevens metingen

Gebouwfunctie	Wonen
Meetperiode	17-4-2014 13:00 tot 18-4-2014 13:00
Meetcomputer	DS-NET
Sensor 21	Stijf punt woning 1 ^e verdieping
Sensor 14	Midden vloer 1 ^e verdieping
Sensor 3-1	Maaiveld ter hoogte van woning

Het relevante meetpunt voor de beoordeling van de trillingen is het meetpunt op het midden van de vloer. Het meetpunt op het stijve punt is voornamelijk gebruikt om onderscheid te maken tussen trillingen afkomstig van voetstappen op de vloer, en trillingen afkomstig van buiten.

De streefwaarden uit de SBR B richtlijn voor bestaande situaties zijn aangehouden. De streefwaarden voor bestaande situaties staan in Bijlage I.

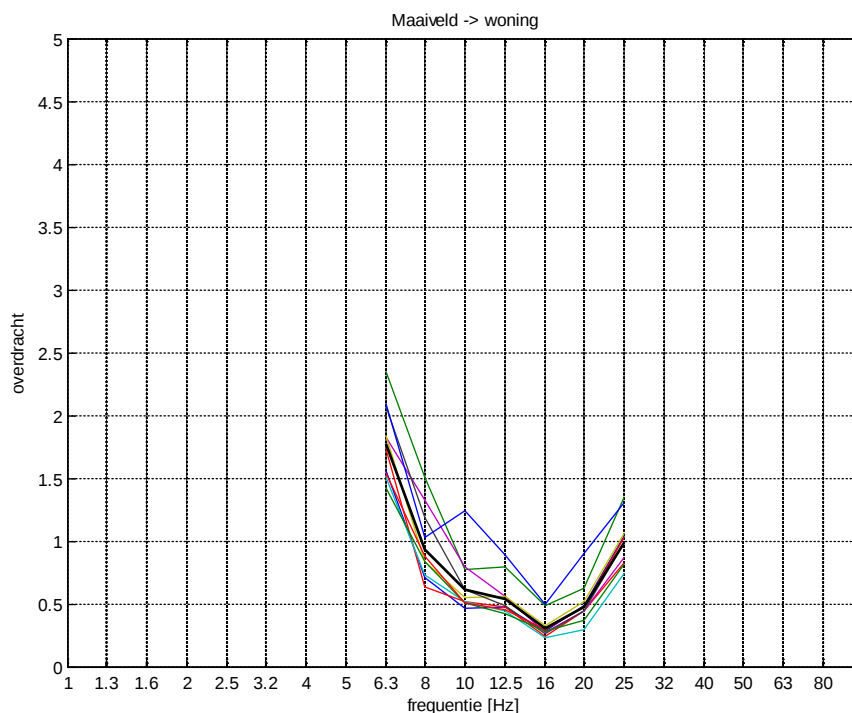
In Tabel 4-4 staan de gemeten trillingsniveaus bij Overste den Oudenlaan 41. Er zijn in de huidige situatie geen overschrijdingen van de SBR-B streefwaarden. De hoogste niveaus waren afkomstig van vrachtwagens die over de nabijgelegen ventweg reden.

Tabel 4-4 Resultaten meting huidige situatie Overste den Oudenlaan 41

	Sensor 21 (midden vloer)			Sensor 14 (stijf punt)		
	Z	Y	X	Z	Y	X
$V_{\max, \text{dag+avond}}$	0.19	0.06	0.14	0.15	0.22	0.14
$V_{\max, \text{nacht}}$	0.16	0.08	0.17	0.12	0.07	0.18
$V_{\text{per, dag}}$	0.03	0	0.01	0.01	0	0.01
$V_{\text{per, avond}}$	0.02	0	0.01	0	0	0.01
$V_{\text{per, nacht}}$	0.01	0	0.01	0.01	0	0.01

Naast het trillingsniveau in de woning, zijn ook gedurende een korte periode trillingen op maaiveld bij de woning gemeten. Aan de hand van deze metingen is de overdracht van maaiveldtrillingen naar trillingen in de woning bepaald. De gemeten frequentieafhankelijke overdrachtsverhouding staat in Figuur 4-2. Voor lage frequenties kleiner dan 8 Hz, en frequenties groter dan 20 Hz is de meting minder betrouwbaar omdat de bussen in die frequentiegebieden weinig signaal gaven. Bussen gaven vooral trillingen bij 10 en 12.5 Hz. Voor deze frequenties is de overdrachtsverhouding wat kleiner dan 1, wat betekent dat het trillingsniveau in de woning iets lager is dan het trillingsniveau op maaiveld. De eerdere aanname in de quick scan en knelpuntanalyse dat het trillingsniveau in de woning gelijk is aan het trillingsniveau op maaiveld was dus enigszins conservatief.

Verder is de overdrachtsverhouding bij Overste den Oudenlaan 41 in het frequentiegebied dat relevant is voor busverkeer vergelijkbaar met de overdrachtsverhouding bij Krikkelaan 2. Overste den Oudenlaan 41 en Krikkelaan 2 hebben dezelfde bouwwijze maar zijn verschillend georiënteerd ten opzichte van de busbaan. De oriëntatie heeft dus geen invloed op de overdrachtsverhouding. Trillingen gemeten in Krikkelaan 2 en Overste den Oudenlaan 41 kunnen dan ook vertaald worden naar overige woningen in de omgeving.



Figuur 4-2 Overdracht maaiveld > woning Overste den Oudenlaan 41

4.3 Overste den Oudenlaan 54

De gegevens van de metingen zijn weergegeven in Tabel 4-1.

Tabel 4-5 Gegevens metingen

Gebouwfunctie	Wonen
Meetperiode	29-4-2014 17:00 tot 30-4-2014 17:00
Meetcomputer	DS-NET
Sensor 7	Stijf punt woning, hoek begane grond
Sensor 18	Midden vloer 1 ^e verdieping
Sensor 3-1	Maaiveld ter hoogte van woning
Sensor 3-2	Maaiveld ter hoogte van woning

Het relevante meetpunt voor de beoordeling van de trillingen is het meetpunt op het midden van de vloer op de eerste verdieping. Het meetpunt op de begane grond is voornamelijk gebruikt om onderscheid te maken tussen trillingen afkomstig van voetstappen op de vloer, en trillingen afkomstig van buiten.

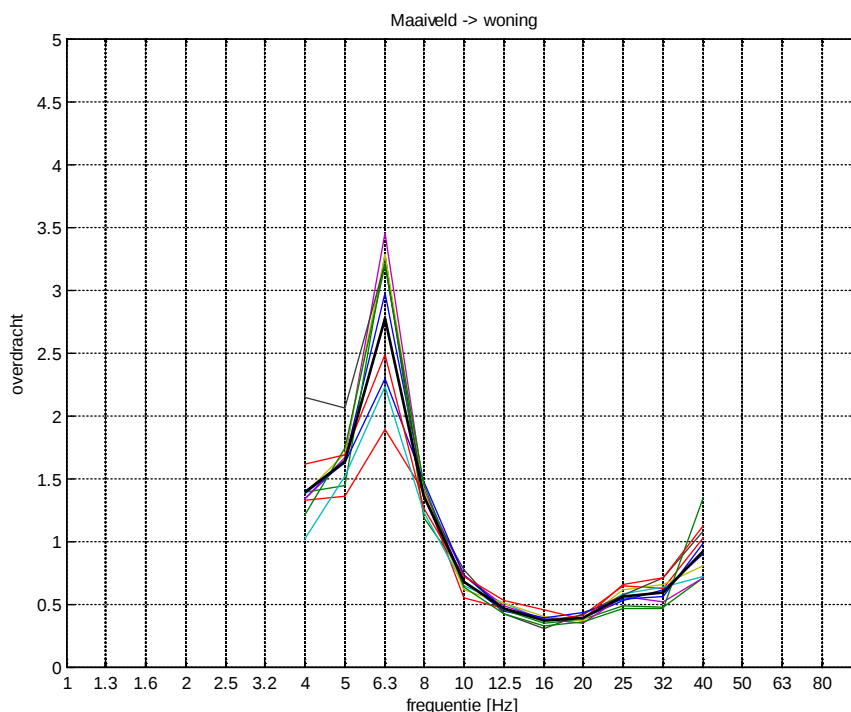
De streefwaarden uit de SBR B richtlijn voor bestaande situaties zijn aangehouden. De streefwaarden voor bestaande situaties staan in Bijlage I.

In Tabel 4-6 staan de gemeten trillingsniveaus bij Overste den Oudenlaan 54. De hoogste niveaus waren afkomstig van vrachtwagens die over de nabijgelegen ventweg reden. Bussen die over de hoofdrijbaan richting het zuiden reden gaven echter een vrijwel even hoog niveau.

Tabel 4-6 Resultaten meting huidige situatie Overste den Oudenlaan 54

	Sensor 18 (midden vloer)			Sensor 7 (hoek begane grond)		
	Z	Y	X	Z	Y	X
$V_{\max, \text{dag+avond}}$	0.23	0.27	0.3	0.29	0.14	0.14
$V_{\max, \text{nacht}}$	0.18	0.12	0.2	0.22	0.09	0.09
$V_{\text{per, dag}}$	0.04	0.02	0.05	0.05	0.01	0.01
$V_{\text{per, avond}}$	0.03	0.01	0.03	0.04	0	0
$V_{\text{per, nacht}}$	0.02	0.01	0.02	0.02	0	0

Naast het trillingsniveau in de woning, zijn ook gedurende een korte periode trillingen op maaiveld bij de woning gemeten. Aan de hand van deze metingen is de overdracht van maaiveldtrillingen naar trillingen in de woning bepaald. De gemeten frequentieafhankelijke overdrachtsverhouding staat in Figuur 4-2. Bij een frequentie van 6.3 Hz is een duidelijke versterking van het trillingsniveau in de woning te zien ten opzichte van maaiveldtrillingen, waarschijnlijk veroorzaakt door een resonantiefrequentie van de woning. Bussen gaven vooral trillingen bij 10 en 12.5 Hz. Voor deze frequenties is de overdrachtsverhouding wat kleiner dan 1, wat betekent dat het trillingsniveau in de woning iets lager is dan het trillingsniveau op maaiveld. De eerdere aanname in de quick scan en knelpuntanalyse dat het trillingsniveau in de woning gelijk is aan het trillingsniveau op maaiveld was dus enigszins conservatief.



Figuur 4-3 Overdracht maaiveld – woning Overste den Oudenlaan 54

4.4 Vertaling metingen huidige situatie naar maatgevende locaties

De keuze van de meetlocaties hing samen met de mogelijkheden om afspraken met bewoners te maken. Hierdoor was het niet mogelijk om in de maatgevende locaties Egginklaan 2 en Overste den Oudenlaan 52 te meten, maar wel in de nabijgelegen woningen Overste den Oudenlaan 41, en overste den Oudenlaan 54. Overste den Oudenlaan is een woning vergelijkbaar met Egginklaan 2, en Overste den Oudenlaan 54 is vergelijkbaar met Overste den Oudenlaan 52. De meetresultaten van de woningen Overste den Oudenlaan 41 en Overste den Oudenlaan 54 zijn vertaald naar trillingen die te verwachten zijn in de maatgevende woningen Egginklaan 2 en Overste den Oudenlaan 52.

De te verwachten niveaus in de huidige situatie staan in Tabel 4-7 en Tabel 4-8. Bij Egginklaan 2 en Overste den Oudenlaan 52 voldoen de niveaus in de huidige situatie ruimschoots aan de streefwaarden voor bestaande situaties.

Tabel 4-7 Trillingsniveaus huidige situatie Egginklaan 2 op basis van meetresultaten Overste den Oudenlaan 41

	Sensor 21 (midden vloer)			Sensor 14 (stijf punt)		
	Z	Y	X	Z	Y	X
$V_{\max, \text{dag+avond}}$	0.19	0.06	0.15	0.16	0.22	0.15
$V_{\max, \text{nacht}}$	0.17	0.09	0.17	0.12	0.07	0.19
$V_{\text{per, dag}}$	0.03	0	0.01	0.01	0	0.01
$V_{\text{per, avond}}$	0.02	0	0.01	0	0	0.01
$V_{\text{per, nacht}}$	0.02	0	0.01	0.01	0	0.01

Tabel 4-8 Trillingsniveaus huidige situatie Overste den Oudenlaan 52 op basis van meetresultaten Overste den Oudenlaan 54

	Sensor 18 (midden vloer)			Sensor 7 (hoek begane grond)		
	Z	Y	X	Z	Y	X
$V_{\max, \text{dag+avond}}$	0.23	0.27	0.3	0.29	0.14	0.14
$V_{\max, \text{nacht}}$	0.2	0.13	0.22	0.24	0.1	0.09
$V_{\text{per, dag}}$	0.04	0.02	0.05	0.06	0.01	0.01
$V_{\text{per, avond}}$	0.03	0.01	0.04	0.04	0	0
$V_{\text{per, nacht}}$	0.02	0.01	0.03	0.03	0	0

5 Prognose toekomstige situatie

De prognose voor de toekomstige situatie wordt uitgevoerd voor de maatgevende adressen in het onderzoeksgebied:

- Krikkelaan 2
- Egginklaan 2
- Overste den Oudenlaan 52

5.1 Krikkelaan 2

Bij Krikkelaan 2 komen de rijstroken voor vrachtverkeer en autoverkeer dichterbij de woning te liggen. De busbaan komt juist verder weg te liggen dan de huidige weg. Op basis van de gewijzigde afstanden, en de gewijzigde intensiteiten is het toekomstige trillingsniveau voorspeld. Het voorspelde trillingsniveau voor de toekomstige situatie staat in Tabel 5-1. Hoewel het trillingsniveau in de toekomstige situatie licht afneemt ten opzichte van de huidige situatie, is er nog wel een overschrijding van de $V_{\max}$ in de nachtperiode.

Tabel 5-1 Prognose trillingsniveau toekomstige situatie Krikkelaan 2

	Sensor 24 (midden vloer)			Sensor 4 (stijf punt)		
	Z	Y	X	Z	Y	X
$V_{\max, \text{dag+avond}}$	0.62	0.18	0.21	0.5	0.11	0.47
$V_{\max, \text{nacht}}$	0.45	0.13	0.24	0.34	0.07	0.34
$V_{\text{per, dag}}$	0.1	0.01	0.01	0.07	0	0.08
$V_{\text{per, avond}}$	0.08	0.01	0	0.05	0	0.06
$V_{\text{per, nacht}}$	0.04	0.01	0.01	0.03	0	0.03

5.2 Egginklaan 2

Bij Egginklaan komen de rijstroken voor vrachtverkeer en autoverkeer dichterbij de woning te liggen, terwijl de busbaan juist verder weg komt te liggen dan de huidige weg. De ventweg evenwijdig langs de woning wordt ook aangepast, en komt iets verder weg te liggen. Het voorspelde trillingsniveau voor de toekomstige situatie staat in Tabel 5-2. Het trillingsniveau neemt in de toekomstige situatie enigszins toe ten opzichte van de huidige situatie, maar blijft nog onder de streefwaarden.

Tabel 5-2 Prognose trillingsniveau toekomstige situatie Egginklaan 2

	Sensor 14 (midden vloer)			Sensor21 (stijf punt)		
	Z	Y	X	Z	Y	X
$V_{\max, \text{dag+avond}}$	0.15	0.11	0.14	0.22	0.05	0.15
$V_{\max, \text{nacht}}$	0.22	0.09	0.24	0.23	0.1	0.24
$V_{\text{per, dag}}$	0.01	0	0.01	0.02	0	0.01
$V_{\text{per, avond}}$	0	0	0	0	0	0
$V_{\text{per, nacht}}$	0	0	0.01	0.01	0	0.01

5.3 Overste den Oudenlaan 52

De busbaan komt bij Overste den Oudenlaan dichterbij de woning te liggen dan de huidige weg. De rijstroken voor vrachtverkeer en auto's komen juist verder weg te liggen. De nabijgelegen ventweg, waar ook vrachtwagens over rijden, blijft in de

toekomst bestaan op dezelfde locatie. Het voorspelde trillingsniveau staat in Tabel 5-3. In de toekomstige situatie zijn streefwaarde overschrijdingen te verwachten van $V_{\max}$, en V_{per} in de dag- en avondperiode. De overschrijdingen worden veroorzaakt door bussen die over de busbaan rijden. Ten opzichte van de huidige situatie neemt het trillingsniveau maximaal met circa 60% toe, wat betekent dat bewoners dit als een voelbare toename van het trillingsniveau kunnen ervaren.

Tabel 5-3 Prognose trillingsniveau toekomstige situatie Overste den Oudenlaan 52

	Sensor 18 (midden vloer)			Sensor 7 (stijf punt)		
	Z	Y	X	Z	Y	X
$V_{\max, \text{dag+avond}}$	0.35	0.26	0.37	0.41	0.16	0.14
$V_{\max, \text{nacht}}$	0.31	0.2	0.35	0.37	0.16	0.14
$V_{\text{per, dag}}$	0.07	0.05	0.08	0.09	0.02	0.02
$V_{\text{per, avond}}$	0.06	0.03	0.06	0.07	0.02	0.01
$V_{\text{per, nacht}}$	0.04	0.02	0.04	0.05	0.01	0.01

5.4 Overste den Oudenlaan 21-35

De woningen Overste den Oudenlaan 21-35 liggen tussen Krikkelaan 2 en Egginklaan 2 in. Mogelijk zijn er in de plansituatie ook overschrijdingen in de woningen nabij Krikkelaan 2.

6 Analyse en maatregelen

In de toekomstige situatie zijn streefwaarde overschrijdingen te verwachten bij Krikkelaan 2 en Overste den Oudenlaan 52 (en waarschijnlijk ook Overste den Oudenlaan 54-58). Uit de trillingsmetingen is gebleken dat het trillingsniveau van de bussen sterk afhangt van de rijrichting van de bussen:

- Krikkelaan 2: hier gaven bussen op de dichtstbijzijnde rijbaan richting het zuiden aanmerkelijk hogere trillingen dan bussen op de verder af gelegen rijbaan richting het noorden;
- Overste den Oudenlaan 54: hier gaven bussen op de dichtstbijzijnde rijbaan richting het noorden aanmerkelijk lagere trillingen dan bussen op de verder af gelegen rijbaan richting het zuiden;

Om na te gaan wat de oorzaak is van deze verschillen is een inspectie van de weg uitgevoerd.

Bij Krikkelaan 2 bleek er in de dichtstbijzijnde rijbaan een kuil in het asfalt te zitten. Als bussen over deze kuil reden, dan leidde op maaiveld dat tot goed voelbare trillingen. Als bussen om de kuil heen reden, dan waren de trillingen nauwelijks voelbaar. Figuur 6-1 bevat een foto van de betreffende kuil.



Figuur 6-1 Kuil in asfalt nabij bij Krikkelaan 2

Bij de Overste den Oudenlaan 54 bleek er op de meest veraf gelegen rijbaan een putdeksel in de weg te zitten, wat tot een aanmerkelijk verhoogd trillingsniveau leidde.

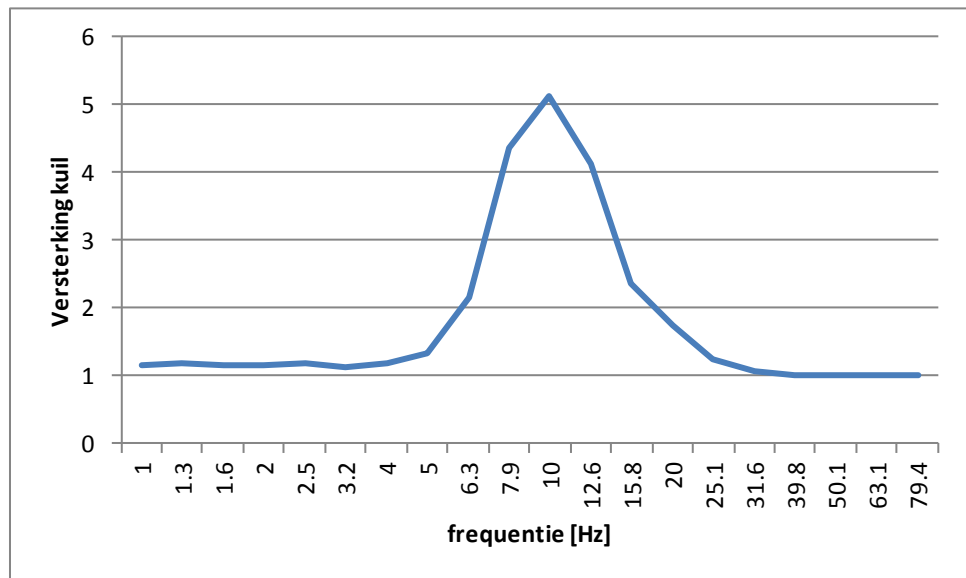
Bovendien was de kwaliteit van het wegdek rondom het putdeksel slecht. Het betreffende putdeksel is afgebeeld in Figuur 6-2.



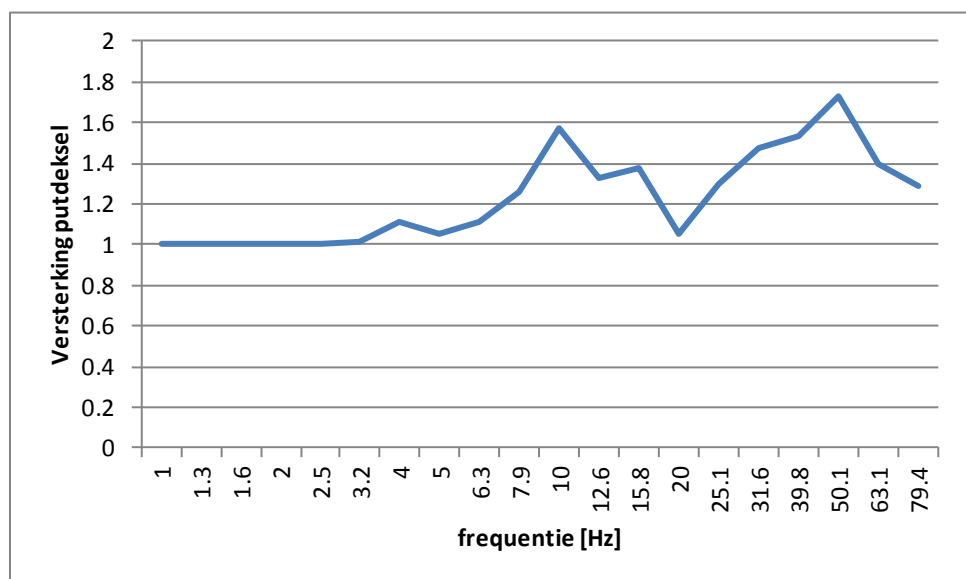
Figuur 6-2 Putdeksel nabij Overste den Oudenlaan 54

6.1 Bepaling
versterkingsfactoren
wegdek

Aan de hand van de gemeten trillingen is bepaald wat frequentie-afhankelijk de invloed van de onregelmatigheid in de weg is. Hiervoor zijn zowel voor de rijbaan met de onregelmatigheid als van de rijbaan zonder de onregelmatigheid de tertsbandspectra zwaarste 10 buspassages gebruikt, en energetisch gemiddeld. Op basis hiervan is de verhouding tussen een weg met onregelmatigheid en een weg zonder onregelmatigheid bepaald. In Figuur 6-3 en Figuur 6-4 staat de invloed van respectievelijk de kuil bij Krikkelaan 2 en het putdeksel bij Overste den Oudenlaan 54.



Figuur 6-3 Versterking trillingen door kuil op een referentieafstand van 10m bij Krikkelaan 2



Figuur 6-4 Versterking trillingen door putdeksel op een referentieafstand van 10m bij Overste den Oudenlaan 54/52

6.2 Prognose verbeterd wegdek

Op basis van de berekende versterkingsfactoren in paragraaf 6.2 is bepaald welk trillingsniveau te verwachten is als deze onregelmatigheden in het wegdek er in de toekomst niet zijn. De resultaten staan in Tabel 6-2. Bij Krikkelaan 2 zijn er dan in de toekomst geen overschrijdingen van de streefwaarden te verwachten. Bij Overste den Oudenlaan 52 treedt er echter een lichte overschrijding van de streefwaarde voor $V_{\max}$ in de nachtperiode, en de streefwaarde voor V_{per} op in de dagperiode.

Tabel 6-1 Te verwachten toekomstige trillingsniveaus Krikkelaan 2 zonder

onregelmatigheid in wegdek.

	Sensor 24 (midden vloer)			Sensor 4 (stijf punt)		
	Z	Y	X	Z	Y	X
$V_{\max, \text{dag+avond}}$	0.22	0.08	0.09	0.18	0.06	0.17
$V_{\max, \text{nacht}}$	0.17	0.06	0.07	0.12	0.04	0.12
$V_{\text{per, dag}}$	0.03	0	0	0.01	0	0.02
$V_{\text{per, avond}}$	0.02	0	0	0	0	0.01
$V_{\text{per, nacht}}$	0.01	0	0	0.01	0	0.01

Tabel 6-2 Te verwachten toekomstige trillingsniveaus Overste den Oudenlaan 52 zonder onregelmatigheid in wegdek.

	Sensor 18 (midden vloer)			Sensor 7 (hoek begane grond)		
	Z	Y	X	Z	Y	X
$V_{\max, \text{dag+avond}}$	0.23	0.26	0.3	0.29	0.14	0.14
$V_{\max, \text{nacht}}$	0.23	0.14	0.24	0.28	0.1	0.1
$V_{\text{per, dag}}$	0.05	0.04	0.06	0.07	0.01	0.01
$V_{\text{per, avond}}$	0.03	0.02	0.04	0.04	0	0.01
$V_{\text{per, nacht}}$	0.03	0.02	0.03	0.04	0	0

Hoewel er bij Overste den Oudenlaan 52-58 nog overschrijdingen mogelijk zijn in de toekomstige situatie, is de toename van het trillingsniveau ten opzichte van de huidige situatie beperkt tot minder dan 20%. Dit betekent dat er voor bewoners geen voelbare toename van het trillingsniveau zal zijn. In het algemeen wordt er voor een afname of geen voelbare toename geen maatregel ter voorkoming of beperking van trillingen overwogen.

Verder kan het trillingsniveau nog lager zijn dan de niveaus voorspeld in Tabel 6-2 als er een nieuwe betonnen busbaan wordt aangelegd, zonder onregelmatigheden in het wegdek. De huidige eerste rijbaan van de Overste den Oudenlaan bevat namelijk ook enkele onregelmatigheden, zoals een verkeersdrempel bij het nabijgelegen verkeersplein, en een put in het wegdek. Naar verwachting zitten deze onregelmatigheden niet meer in de toekomstige busbaan nabij Overste den Oudenlaan 52-58.

De woningen Overste den Oudenlaan 21-35 liggen tussen Krikkelaan 2 en Egginklaan 2 in. Als de huidige onregelmatigheden niet meer in het wegdek zitten, dan wordt er in beide woningen voldaan aan de streefwaarden. Naar verwachting zal er dan ook worden voldaan aan de streefwaarden in Overste den Oudenlaan 21-35..



Figuur 6-5 Verkeersdrempel nabij Overste den Oudenlaan 52-58



Figuur 6-6 Wegdek dichtstbijzijnde hoofdrijbaan bij Overste den Oudenlaan 52

7 Conclusies en aanbevelingen

Uit de detailanalyse volgen onderstaande conclusies:

- Metingen huidige situatie
 - In de huidige situatie komen overschrijdingen van de SBR-B streefwaarden voor bij Krikkelaan 2. Bij Overste den Oudenlaan 41 en Overste den Oudenlaan 54 zijn er in de huidige situatie geen overschrijdingen van de streefwaarden;
 - Uit de overdrachtsmeting van maaiveld naar de woning blijkt dat voor frequenties van 10 Hz en hoger het trillingsniveau in de woningen lager is dan het trillingsniveau op maaiveld, terwijl bussen trillingen met een dominante frequentie van 10Hz geven. De aanname in de eerdere knelpuntanalyse dat het trillingsniveau in de woning gelijk is aan het trillingsniveau op maaiveld is dus enigszins conservatief;
- Prognose toekomstige situatie
 - In de toekomstige situatie zijn er overschrijdingen van de SBR-B streefwaarden te verwachten bij Krikkelaan 2 en bij Overste den Oudenlaan 52-58. In de omgeving van Egginklaan 2 zijn geen overschrijdingen van de SBR-B streefwaarden te verwachten.
- Prognose verbeterd wegdek
 - Als de huidige onregelmatigheden uit het wegdek verdwijnen, dan is er in de toekomstige situatie geen overschrijding meer bij Krikkelaan 2 en de nabijgelegen woningen, waaronder Overste den Oudenlaan 21-35;
 - Bij Overste den Oudenlaan 52-58 treedt nog een beperkte overschrijding op. De toename van het trillingsniveau is minder dan 20%, waardoor bewoners dit waarschijnlijk niet als een toename van het trillingsniveau voelen. Bovendien is de verwachting dat het trillingsniveau afkomstig van een betonnen busbaan nog wat lager is dan de prognose;

7.1 Aanbevelingen

Uit het trillingsonderzoek volgt dat de kwaliteit van het wegdek zeer bepalend is voor het trillingsniveau in de omgeving. Bij een glad wegdek kan het trillingsniveau afnemen ten opzichte van de huidige situatie, ondanks dat de weg en de busbaan dichterbij woningen komen. De volgende aanbevelingen zijn van toepassing voor het nieuwe wegdek:

- Een wegdekverharding die langdurig in goede conditie blijft zoals beton;
- Toepassing van deuken tussen betonplaten van wegdek om hoogteverschillen bij de voegen van betonplaten te voorkomen;
- Geen onregelmatigheden zoals putdeksels op de plaats waar de banden van vrachtwagens en bussen rijden;
- Geen overgangen van beton naar asfalt in de omgeving van woningen.

Bij een goede kwaliteit van het wegdek is er naar verwachting weinig hinder van trillingen. Om deze reden worden er geen aanvullende trillingsreducerende maatregelen aanbevolen.

Colofon

Opdrachtgever GEMEENTE UTRECHT
Ruud Hilhorst

Uitgave Movares Nederland B.V.

Divisie Ruimte, Mobiliteit en Infra
Afdeling Infrastructuur: Waterbouw en Geotechniek

Daalse Kwint R3.21
Daalseplein 101
3500 GW Utrecht

Telefoon 030 - 265 3670

Ondertekenaar Stuit, HG
Adviseur

Projectnummer RM001714

Opgesteld door Wybo Gardien

© 2014, Movares Nederland B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vervaelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Movares Nederland B.V.

Bijlage I SBR trillingsrichtlijnen Deel B, hinder

De grenswaarden voor trillingen t.a.v. hinder voor personen in gebouwen volgens SBR richtlijn deel B (Hinder voor personen in gebouwen, meet- en beoordelingsrichtlijn, augustus 2002, ISBN 90-5367-080-7) worden vastgesteld op basis van drie beoordelingscriteria namelijk:

1. De gebouwfunctie.
2. Type trillingsbron
3. De omstandigheden waaronder trillingen kunnen voorkomen, waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen de volgende situaties:
 - nieuwe, bestaande of gewijzigde situaties;
 - de locatie van de ontvanger in relatie tot de omgeving.
 - tijdstip waarop de trillingen voorkomen

In de onderstaande paragrafen worden deze criteria toegelicht.

Gebouwfunctie

In de richtlijn wordt onderscheid gemaakt tussen 5 verschillende gebouwfuncties:

1. gezondheidszorg;
2. wonen (daaronder begrepen woningen, woongebouwen, woonwagens, logiesverblijven en logiesgebouwen);
3. kantoor en onderwijs;
4. bijeenkomst (zoals bioscopen, aula's schouwburgen, kerken);
5. kritische werkruimten (bepaalde ruimten in laboratoria, operatiekamers of studiezalen).

Voor de verschillende gebouwfuncties zijn verschillende grenswaarden gedefinieerd.

Type trillingsbron

1. *Continu voorkomende trillingen, gedurende lange tijd*, door bijvoorbeeld machines, waaronder ook machines die niet permanent in werking zijn of machines die een korte werkcyclus kennen en een langere rustperiode zoals het kort trillen van een vorm of mal. Uitgesloten zijn trillingen door weg- en railverkeer;
2. *Herhaald voorkomende trillingen, gedurende lange tijd* door weg- en railverkeer waaronder ook heftrucks bulldozers, kranen op rails en dergelijke;
3. *Continue of herhaald voorkomende trillingen gedurende een aaneengesloten tijdsduur, korter dan 3 maanden*, door bouw- of sloopwerkzaamheden;
4. *Incidenteel voorkomende, kortdurende trillingen*, door bijvoorbeeld explosies.

Omstandigheden

In de richtlijn wordt onderscheid gemaakt tussen verschillende omstandigheden waaronder trillingen kunnen voorkomen. Bij verschillende omstandigheden worden ook verschillende trillingssterktes toegelaten. Er wordt in de richtlijn rekening gehouden met:

1. nieuwe, bestaande of gewijzigde situaties;
2. de locatie van de ontvanger in relatie tot de omgeving.
3. tijdstip en duur waarop de trillingen voorkomen

Bij weg- en railverkeer: nieuwe, bestaande of gewijzigde situatie

Voor weg- en railverkeer kan onderscheid worden gemaakt tussen de volgende situaties:

1. bestaande situatie (bestaande bron en een bestaande ontvanger, er is sprake van een zekere mate van gewenning);
2. nieuwe situatie (nieuwe bron of een nieuwe ontvanger);
3. gewijzigde situatie (wijziging van een bestaande *bron*).

Locatie van de ontvanger in relatie tot de omgeving

Voor gebouwen op een industrie terrein is het mogelijk op basis van een gemotiveerde afweging hogere trillingssterkten toe te laten. Dit kan bijvoorbeeld in de volgende situaties:

1. Als de sterkte van de achtergrondtrillingen al hoger is dan de streefwaarden, en de trillingssterkte van de te beoordelen trillingsbron lager is dan de achtergrondtrillingen;
2. Indien de gebouwen zich in een gebied bevinden waarvoor in het bestemmingsplan, een Nota Industrielawaai of Gemeentelijke Geluidnota is vastgelegd dat deze gebouwen een lagere bestemmingsgraad genieten.

Tijdstip en duur waarop trillingen voorkomen

Voor de aan te houden streefwaarden wordt onderscheid gemaakt in 3 beoordelingsperioden:

1. Dag van 07.00 tot 19.00 uur;
2. Avond van 19.00 tot 23.00 uur;
3. Nacht van 23.00 tot 07.00 uur.

Wanneer de trillingen gedurende een korte periode plaatsvinden, bijvoorbeeld tijdens sloopwerkzaamheden, kan in overleg met de omwonende hogere waarden worden toegelaten.

Toetsing

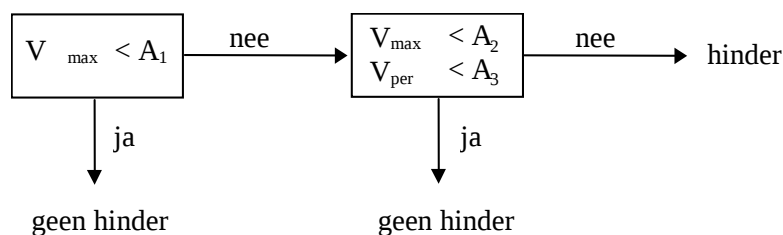
Bij een trillingsmeting t.a.v. hinder worden de volgende waarden gemeten:

- V_{max} maximale trillingssterkte
(voortschrijdende effectieve waarde van de trillingssnelheid,
dimensieloos)
- V_{per} de trillingssterkte over de beoordelingsperiode
(kwadratisch gemiddelde van maximale effectieve waarde per interval
van 30 seconden)

De waarden V_{max} en V_{per} worden getoetst aan de volgende streefwaarden:

- A_1 de onderste streefwaarde voor toetsing van de waarde $V_{eff,max}$;
 A_2 de bovenste streefwaarde voor toetsing van de waarde $V_{eff,max}$;
 A_3 de streefwaarde voor toetsing van de waarde V_{per} .

De streefwaarden worden volgens onderstaand schema geïnterpreteerd.



Streefwaarden

Hier volgen voor verschillende gebouwfuncties, omstandigheden en perioden de toetsingswaarden A_1 , A_2 en A_3 waaraan de waarden $V_{eff,max}$ en V_{per} worden getoetst.

*Beoordeling continue trillingen bij nieuwe en bestaande situaties: machines en
Herhaald voorkomende trillingen bij nieuwe situaties: weg- en railverkeer*

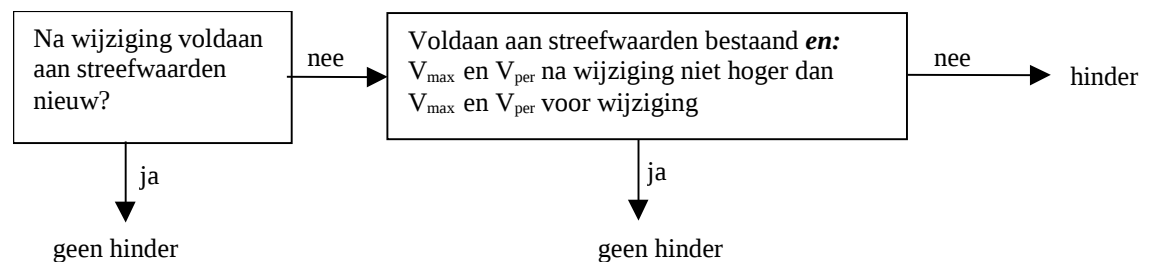
gebouwfunctie	dag en avond			Nacht		
	A ₁	A ₂	A ₃	A ₁	A ₂	A ₃
1. Gezondheidszorg	0.1	0.4	0.05	0.1	0.2	0.05
2. Wonen	0.1	0.4	0.05	0.1	0.2	0.05
3. Kantoor	0.15	0.6	0.07	0.15	0.6	0.07
4. Bijeenkomsten	0.15	0.6	0.07	0.15	0.6	0.07
5. Kritische werkruimte	0.1	0.1	- - -	0.1	0.1	- - -

*Beoordeling herhaald voorkomende trillingen bij bestaande situaties: weg-en
railverkeer*

gebouwfunctie	dag en avond			Nacht		
	A ₁	A ₂	A ₃	A ₁	A ₂	A ₃
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. Kantoor	0.3	1.2	0.15	0.3	1.2	0.15
4. Bijeenkomsten	0.3	1.2	0.15	0.3	1.2	0.15
5. Kritische werkruimte	0.1	0.1	- - -	0.1	0.1	- - -

Gewijzigde situaties, weg- en railverkeer

Bij een gewijzigde situatie wordt in eerste instantie getoetst aan de streefwaarden voor nieuwe situaties. Indien hieraan niet wordt voldaan mag er worden getoetst aan de streefwaarden voor bestaande situaties mits de trillingssterkte na de wijziging niet hoger is dan voor de wijziging. In onderstaand schema is geïllustreerd hoe de richtlijn werkt in het geval van een gewijzigde situatie.



Ondergronds railverkeer

Bij ondergronds railverkeer wordt er getoetst aan de streefwaarden voor weg- en railverkeer bij nieuwe situaties.

Trillingen bij bouw- of sloopwerkzaamheden over korte perioden gedurende de dagperiode

Bij trillingen over kortere perioden kunnen uitsluiten gedurende de dagperiode tijdelijk hogere waarden worden toegelaten. Hiervoor worden de volgende waarden aangehouden:

duur activiteiten	dag en avond		
	A ₁	A ₂	A ₃
1 dag	0.8	6.0	0.4
2 dagen	0.72	6.0	0.38
3 dagen	0.64	6.0	0.36
4 dagen	0.56	6.0	0.34
5 dagen	0.48	6.0	0.32
6-26 dagen	0.4	6.0	0.3
27-78 dagen	0.3	6.0	0.2

Gebouwen in industriële gebieden

Mits goed gemotiveerd kunnen voor gebouwen in industriële gebieden hogere waarden worden toegelaten. De waarden voor bestaande en nieuwe situaties kunnen dan worden vermenigvuldigd met een factor 1.8. De waarden van gebouwfunctie “kritische werkruimte” mag echter niet verhoogd worden.

Incidenteel voorkomende kortdurende trillingen in de dagperiode

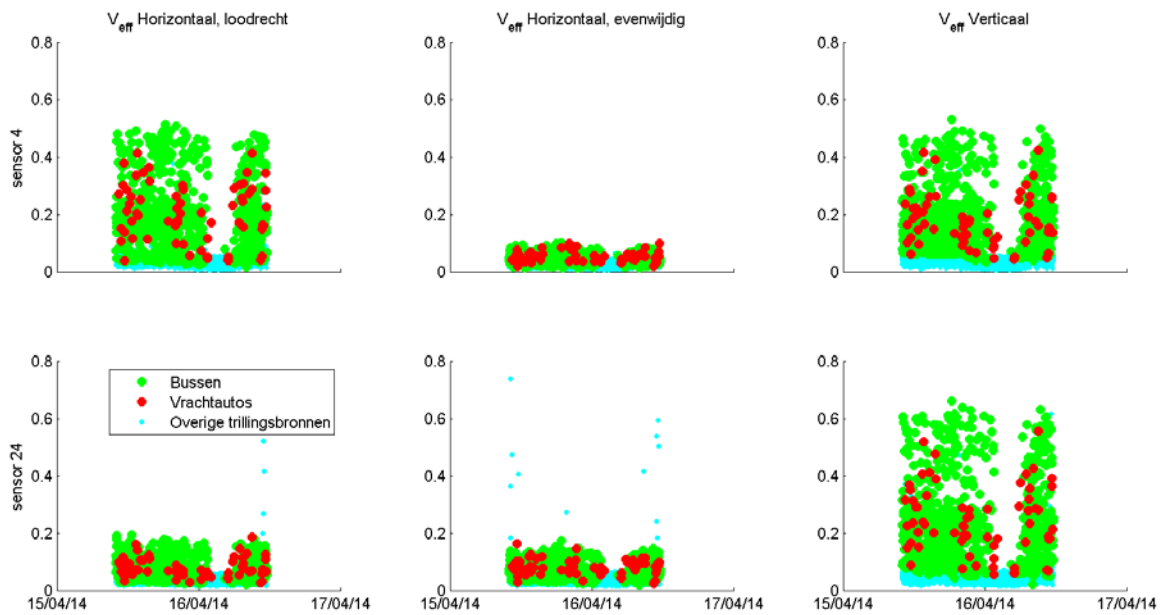
Bij incidenteel voorkomende trillingen mag uitsluitend in de dagperiode de maximale trillingssterkte $V_{eff,max}$ niet meer dan 8 bedragen. Bewoners en gebruikers dienen te worden geïnformeerd. Bovendien moet er rekening worden gehouden met mogelijke schade aan bouwwerken.

Voorbeeld

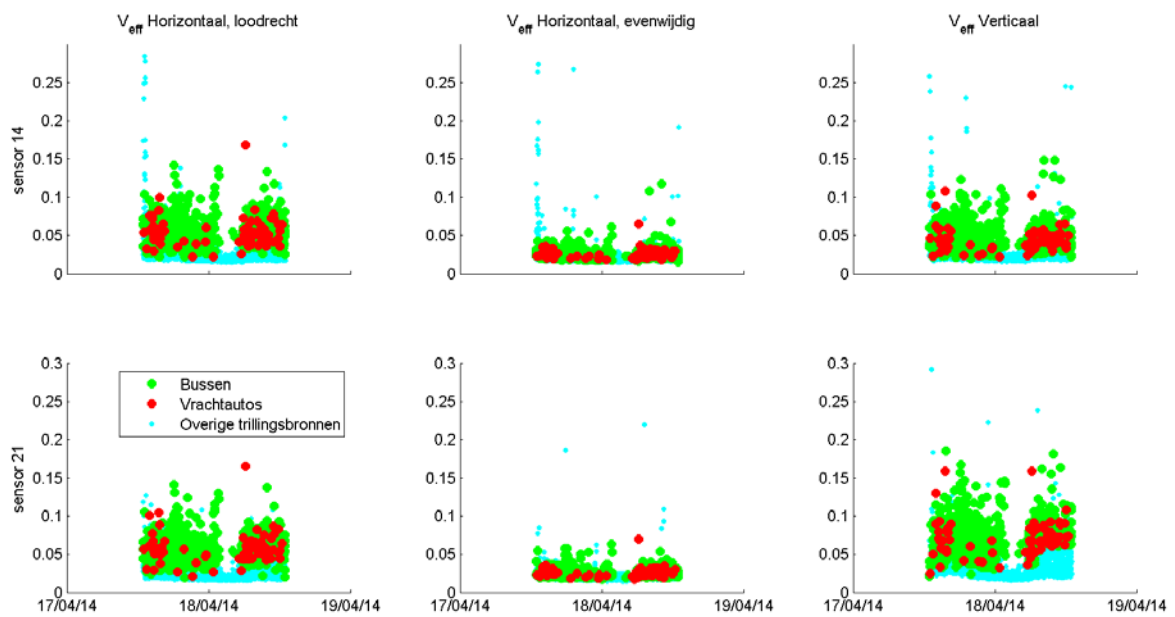
Voor bijvoorbeeld een woning aan een spoorlijn wordt bij een nieuwe situatie op de volgende wijze getoetst:

gemeten V_{max} in woning:	gemiddeld aantal keer per uur	V_{per}	$A1^* = 0.1$ $V_{max} < A_1$	$A2^* = 0.4$ $V_{max} < A_2$	$A3^* = 0.05$ $V_{per} < A_3$	overschrijding
0.08	10	0	ja	n.v.t.	n.v.t.	nee
0.15	10	0.043	nee	ja	ja	nee
0.2	10	0.058	nee	ja	nee	Ja
0.5	10	0.144	nee	nee	n.v.t.	ja

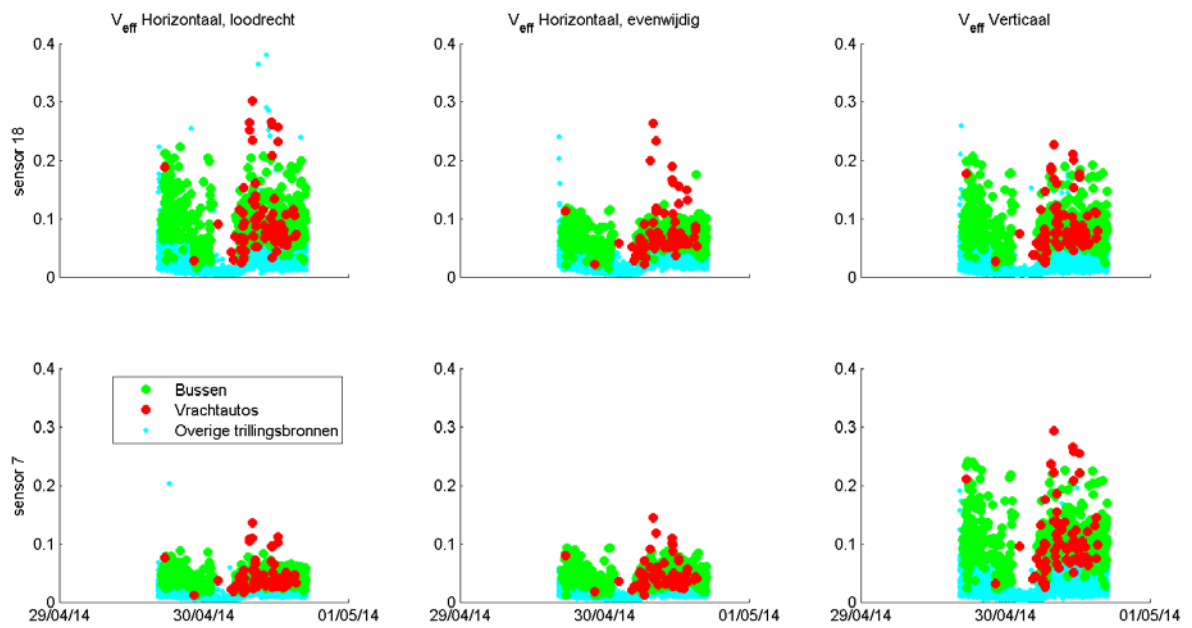
Bijlage II Gemeten trillingen



Gemeten trillingen Krikkelaan 2



Gemeten trillingen Oversten den Oudenlaan 41



Gemten trillingen Overste den Oudenlaan 54