

fase 3 onderzoek

23 januari 2013- Versie 2.0

Inhoudsopgave

1.1	Aanleiding	3
1.2	Opzet trillingsonderzoek	3
2	Beschrijving trillingsmetingen en resultaten	4
	Resultaten trillingsmetingen Driehuizerkerkweg 140 en 142	4
	2.1.1. <i>Maaiveldmeting Driehuizerkerkweg 140 en 142</i>	6
	Resultaten trillingsmetingen Groeneweg 82 en 84	7
	2.1.2. <i>Maaiveldmeting Groeneweg 82 en 84</i>	9
3	Prognose toekomstige situatie	11
	3.1 Vergelijking met huidige situaie	13
4	Trillingsreducerende maatregelen	14
5	Conclusies en aanbevelingen	17

Inleiding

1.1 Aanleiding

De Provincie Noord Holland en de gemeente Velsen bereiden de aanleg van een Hoogwaardig Openbaar Vervoer (HOV) verbinding tussen Haarlem en IJmuiden voor. Ten behoeve hiervan is een trillingsonderzoek uitgevoerd¹. Uit het onderzoek kwamen de volgende adressen naar voren als de meest kritische locaties:

Driehuizerkerkweg 140
Driehuizerkerkweg 142
Groeneweg 82
Groeneweg 84

Deze locaties worden in dit rapport nader beschouwd. Aan de hand van trillingsmetingen wordt het huidige trillingsniveau vastgesteld, en het toekomstige trillingsniveau in de woningen voorspeld

1.2 Opzet trillingsonderzoek

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. (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 trillingsprognose. De trillingsmetingen die ten behoeve van dit onderzoek zijn uitgevoerd, zijn ook te gebruiken voor het ontwerp van maatregelen.

Bij het schrijven van dit rapport is er nog geen wetgeving op het gebied van trillingshinder. In aansluiting op het geluidsonderzoek is er een berekening uitgevoerd van de toekomstige situatie 10 jaar na gereed komen van de busbaan. De resultaten worden getoetst aan de hand van de SBR-B trillingsrichtlijn (hinder voor personen in gebouwen).

¹ Movares Nederland B.V. , HOV Velsen Trillingsonderzoek (quick scan) Kenmerk WAG-WG-12L81160031- Versie 1.0, 15 januari 2013

2 Beschrijving trillingsmetingen en resultaten

Resultaten trillingsmetingen
Driehuizerkerkweg
140 en 142

De woningen Driehuizerkerkweg 140 en 142 liggen langs de voormalige spoorlijn Santpoort - IJmuiden, nabij de voormalige overweg met de Nicolaas Beetslaan. De spoorstaven zijn uit de overweg verwijderd, maar er is nog steeds een overgang van de klinkerweg naar de overweg.

De gegevens van de metingen zijn weergegeven in Tabel 1.

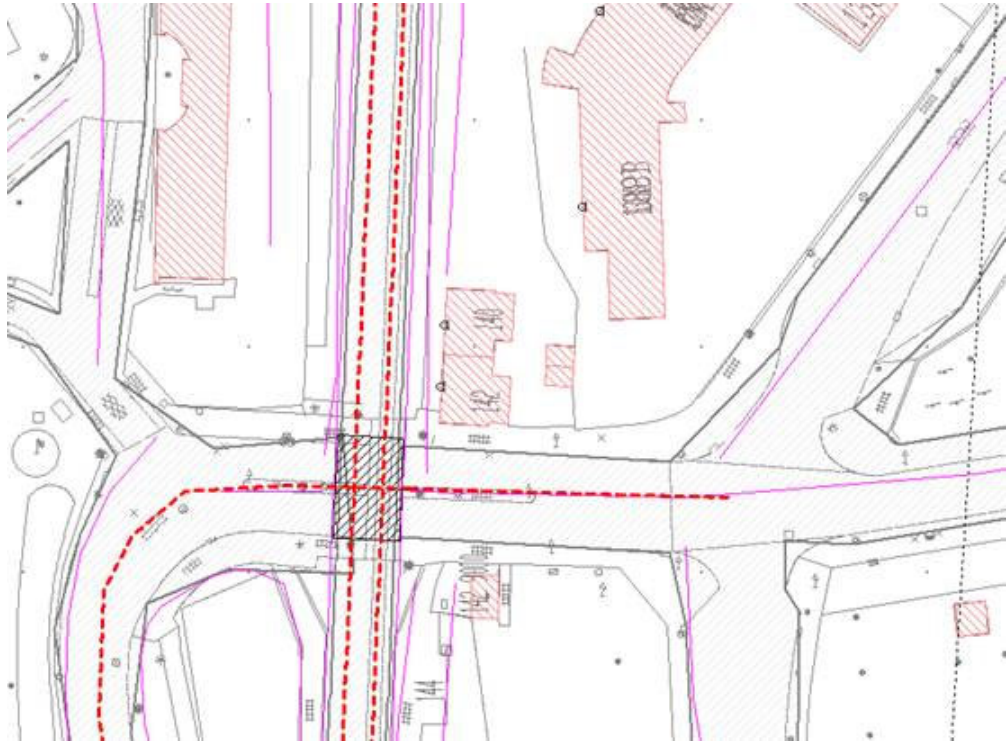
Tabel 1 Gegevens metingen

Gebouwfunctie	Wonen
Meetperiode	30-10-2012 9:00 tot 30-10-2012 17:00
Meetcomputer	2x Dewesoft-101 met camera
Sensor 8	1 ^e verdieping Driehuizerkerkweg 140
Sensor 9	begane grond Driehuizerkerkweg 140
Sensor 11	1 ^e verdieping Driehuizerkerkweg 142
Sensor 12	begane grond Driehuizerkerkweg 142

De streefwaarden uit de SBR B richtlijn voor bestaande situaties zijn aangehouden. De maatgevende bijbehorende waarde voor V_{\max} is 0.4 en voor V_{per} 0.10. Dit zijn de streefwaarden voor de nachtperiode. De streefwaarden staan in tabel 3-2 van de quick scan rapportage².



² Movares Nederland B.V. , HOV Velsen Trillingsonderzoek (quick scan) Kenmerk WAG-WG-12L81160031- Versie 1.0, 15 januari 2013



Figuur 1 Situatie Driehuizerkerkweg 140-142

De resultaten van de metingen Tabel 2 en Tabel 3. De indeling van de kanalen is:

H1: horizontaal evenwijdig spoorlijn

H2: horizontaal loodrecht op spoorlijn

V: Verticaal

Overschrijdingen van de bij de streefwaarden zijn in rood weergegeven. Bij Driehuizerkerkweg 140 wordt voldaan aan de streefwaarden voor een huidige situatie. Bij Driehuizerkerkweg 142 overschrijdt de waarde V_{per} in de dagperiode de streefwaarde licht.

De waarde V_{max} is de maximaal gemeten waarde gedurende de meetperiode. In de SBR-B richtlijn staat voor een korte meetduur ook een statistische methode voor de bepaling van V_{max} beschreven, maar die methode leidde voor sommige kanalen tot een aanmerkelijk hogere V_{max} dan de maximaal gemeten waarde. De oorzaak van de hoge statistisch bepaalde waarde V_{max} is het beperkte aantal vrachtwagenpassages in de meetperiode. Met de statistisch bepaalde waarde V_{max} kan de huidige situatie ten onrechte ongunstiger worden voorgesteld dan hij in werkelijkheid is. De toekomstige situatie zou dan ten opzichte van de huidige situatie te gunstig worden voorgesteld. Om deze reden zijn de gepresenteerde waarden V_{max} maximaal gemeten waarden, en niet statistisch bepaalde waarden.

In Driehuizerkerkweg 142 heeft op de begane grond de horizontale component (H2) loodrecht op de spoorlijn niet goed gefunctioneerd. De meetpunten op de begane grond zijn echter niet maatgevend.

Tabel 2 Meetresultaten Driehuizerkerkweg 140

	Sensor 11 (1e verdieping)			Sensor 12 (begane grond)		
	H1	H2	V	H1	H2	V
V_{max}	0.32	0.32	0.32	0.19	0.11	0.17
V_{per,huidig, dag}	0.03	0.04	0.03	0.01	0.00	0.01
V_{per,huidig, avond}	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
V_{per,huidig, nacht}	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabel 3 Meetresultaten Driehuizerkerkweg 142

	Sensor 8 (1e verdieping)			Sensor 9 (begane grond)		
	H1	H2	V	H1	H2	V
V_{max}	0.37	0.20	0.43	0.10	-	0.26
V_{per,huidig, dag}	0.04	0.02	0.11	0.00	-	0.02
V_{per,huidig, avond}	0.01	0.01	0.04	0.00	-	0.01
V_{per,huidig, nacht}	0.01	0.00	0.02	0.00	-	0.00

Vrachtwagens leiden tot de maatgevende trillingsniveaus V_{max}. In de meetperiode is echter slechts een beperkt aantal vrachtwagens gepasseerd. Het zal regelmatig gebeuren dat er in de nachtperiode geen vrachtwagens passeren. De gegeven waarde V_{max} is daarom alleen representatief voor de dagperiode.

2.1.1. Maaiveldmeting Driehuizerkerkweg 140 en 142

Bij de Driehuizerkerkweg 140 en 142 zijn gedurende een deel van de meetperiode ook trillingen op maaiveld gemeten. Deze meting had tot doel om het trillingsniveau op maaiveld te relateren aan het trillingsniveau in de woning. De meetpunten bevonden zich in een lijn evenwijdig aan de voormalige spoorlijn, ongeveer even ver van de spoorlijn als de woningen, maar dan aan de zijde van de begraafplaats.

De gegevens van de metingen zijn weergegeven in Tabel 4.

Tabel 4 Gegevens meting op maaiveld

Meetperiode	30-10-2012 11:00 tot 30-10-2012 17:00
Meetcomputer	Dewetron 1201
Sensor 1-1	20 cm van rand trottoir, zelfde afstand van Nicolaas Beetslaan als Driehuizerkerkweg 142
Sensor 1-2	5 m van Sensor 1-1
Sensor 2-1	10 m van Sensor 1-1
Sensor 2-2	15 m van Sensor 1-1
Sensor 4	20 m van Sensor 1-1

Van een aantal vrachtwagenpassages en een buspassage is bepaald hoe trillingen op maaiveld zich verhouden tot trillingen in de woning. Dit gaf de volgende verwachtingswaarde en bovengrenswaarde:

	Sensor 8 (1e verdieping)	
	50%	95%
	verwachtingswaarde	bovengrenswaarde
verhouding woning/maaiveld		
Driehuizerkerkweg	1.3	2.4

Resultaten trillingsmetingen
Groeneweg 82 en
84

De woningen Groeneweg 82 en 84 liggen langs de voormalige spoorlijn Santpoort - IJmuiden, nabij de voormalige overweg met de Groeneweg. De spoorstaven zijn uit de overweg verwijderd, maar er is nog steeds een overgang van de klinkerweg naar de overweg.

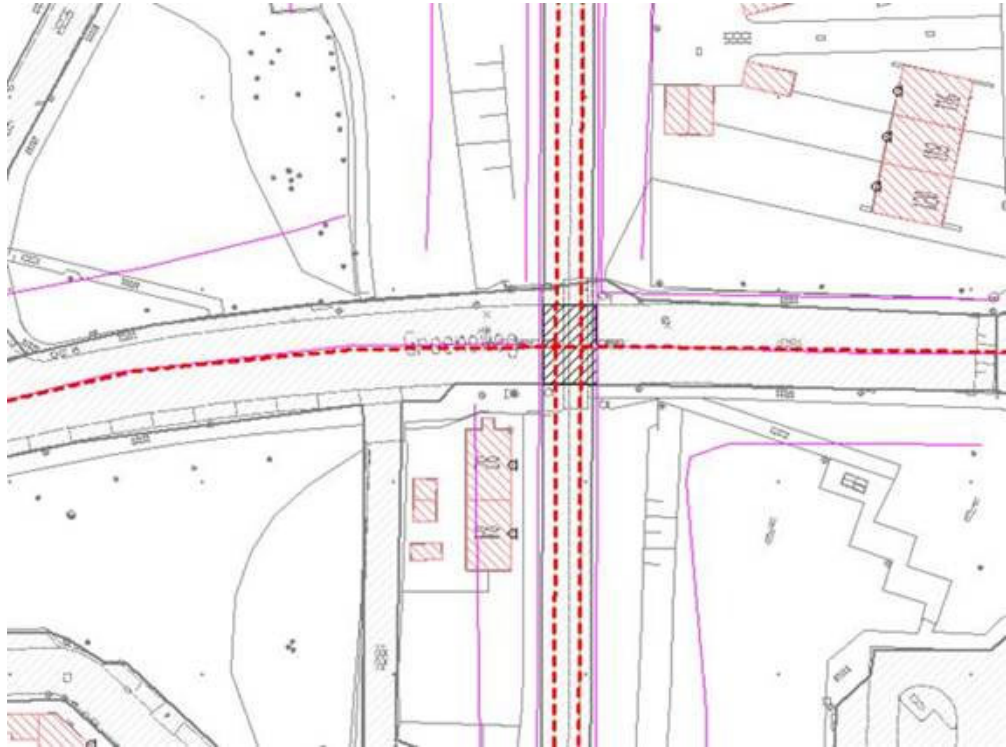
De gegevens van de metingen zijn weergegeven in Tabel 5.

Tabel 5 Gegevens metingen

Gebouwfunctie	Wonen
Meetperiode	29-10-2012 9:30 tot 29-10-2012 18:30
Meetcomputer	2x Dewesoft-101 met camera
Sensor 8	1 ^e verdieping Groeneweg 82
Sensor 9	begane grond Groeneweg 82
Sensor 11	1 ^e verdieping Groeneweg 84
Sensor 12	begane grond Groeneweg 84

De streefwaarden uit de SBR B richtlijn voor bestaande situaties zijn aangehouden. De bijbehorende waarde voor V_{\max} is 0.4 en voor V_{per} 0.10.





Figuur 2 Situatie Groeneweg 82-84

De meetresultaten bij Groeneweg 82 en 84 staan in Tabel 6 en Tabel 7. De indeling van de kanalen is:

- H1: horizontaal evenwijdig spoorlijn
- H2: horizontaal loodrecht op spoorlijn
- V: Verticaal

De waarde V_{max} is de maximaal gemeten waarde gedurende de meetperiode. In de SBR-B richtlijn staat voor een korte meetduur ook een statistische methode voor de bepaling van V_{max} beschreven, maar die methode leidde voor sommige kanalen tot een aanmerkelijk hogere V_{max} dan de maximaal gemeten waarde. De oorzaak van de hoge statistisch bepaalde waarde V_{max} is het beperkte aantal vrachtwagenpassages in de meetperiode. Met de statistisch bepaalde waarde V_{max} kan de huidige situatie ten onrechte ongunstiger worden voorgesteld dan hij in werkelijkheid is. De toekomstige situatie zou dan ten opzichte van de huidige situatie te gunstig worden voorgesteld. Om deze reden zijn de gepresenteerde waarden V_{max} maximaal gemeten waarden, en niet statistisch bepaalde waarden.

In Groeneweg 82 wordt voldaan aan de streefwaarden voor bestaande situaties. In Groeneweg 84 overschrijdt op de 1e verdieping V_{max} de streefwaarde bij vrachtwagenpassages.

In Groeneweg 82 heeft op de begane grond de horizontale component loodrecht op de spoorlijn niet goed gefunctioneerd. De meetpunten op de begane grond zijn echter niet maatgevend.

Tabel 6 Meetresultaten Groeneweg 82

	Sensor 8 (1e verdieping)			Sensor 9 (begane grond)		
	H1	H2	V	H1	H2	V
V_{max}	0.38	0.94	0.71	0.14	-	0.22
V_{per,huidig, dag}	0.05	0.06	0.08	0.00	-	0.02
V_{per,huidig, avond}	0.02	0.02	0.03	0.00	-	0.01
V_{per,huidig, nacht}	0.01	0.02	0.02	0.00	-	0.01

Tabel 7 Meetresultaten Groeneweg 84

	Sensor 11 (1e verdieping)			Sensor 12 (begane grond)		
	H1	H2	V	H1	H2	V
V_{max}	0.30	0.30	0.27	0.10	0.12	0.17
V_{per,huidig, dag}	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
V_{per,huidig, avond}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
V_{per,huidig, nacht}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Vrachtwagens leiden tot de maatgevende trillingsniveaus V_{max}. In de meetperiode is echter slechts een beperkt aantal vrachtwagens gepasseerd. Het zal regelmatig gebeuren dat er in de nachtperiode geen vrachtwagens passeren. De gegeven waarde V_{max} is daarom alleen representatief voor de dagperiode.

2.1.2. Maaiveldmeting Groeneweg 82 en 84

Bij de Groeneweg 82 en 84 zijn gedurende een deel van de meetperiode ook trillingen op maaiveld gemeten. Deze meting had tot doel om het trillingsniveau op maaiveld te relateren aan het trillingsniveau in de woning. De meetpunten bevonden zich in een lijn evenwijdig aan de voormalige spoorlijn, ongeveer 2.5 meter van de gevel.

De gegevens van de metingen zijn weergegeven in Tabel 4.

Tabel 8 Gegevens meting op maaiveld

Meetperiode	29-10-2012 15:30 tot 29-10-2012 19:00
Meetcomputer	Dewetron 1201
Sensor 1-1	20 cm van rand trottoir Groeneweg
Sensor 1-2	5 m van Sensor 1-1
Sensor 2-1	10 m van Sensor 1-1
Sensor 2-2	15 m van Sensor 1-1
Sensor 4	20 m van Sensor 1-1

Van een aantal vrachtwagenpassages en een buspassage is bepaald hoe trillingen op maaiveld zich verhouden tot trillingen in de woning. Dit gaf de volgende verwachtingswaarde en bovengrenswaarde:

	Sensor 8 (1e verdieping)	
	50%	95%
	verwachtingswaarde	bovengrenswaarde
verhouding woning/maaiveld		
Groeneweg	0.8	1.4

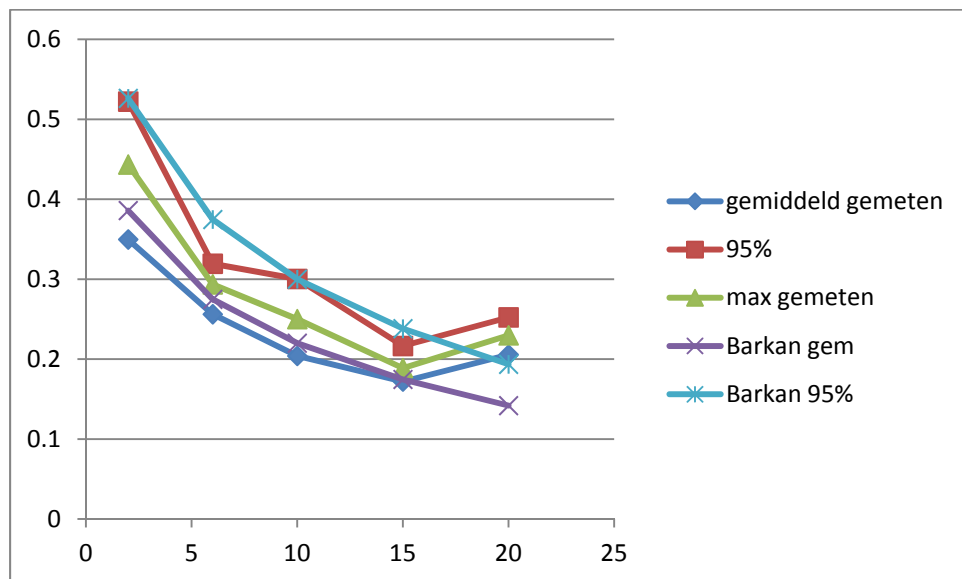
3 Prognose toekomstige situatie

Voor de woningen Groeneweg 82, Groeneweg 84, Driehuizerkerkweg 140 en Driehuizerkerkweg 142 is op basis van de uitgevoerde trillingsmetingen op maaiveld en in de woningen een prognose van de toekomstige situatie mogelijk. Voor de prognose is de volgende methode gebruikt.

- Aan de hand van trillingsmetingen op maaiveld langs de Waterloolaan is het trillingsniveau op maaiveld een gemiddelde buspassage vastgesteld, en de spreiding;
- Aan de hand van de gemeten trillingen op maaiveld en in de woningen is bij Groeneweg 82/84 en Driehuizerkerkweg 140/142 de verhouding tussen trillingen op maaiveld en trillingen in de woning vastgesteld;
- Het trillingsniveau van bussen op maaiveld wordt gecombineerd met de gemeten verhouding tussen trillingen woning/maaiveld tot een trillingsniveau in de woningen.
- Aan de hand van de gemeten en ingeschatte spreidingen van bron, bodem en ontvanger, wordt de waarde V_{max} vastgesteld.

De prognose wordt uitgevoerd voor een gemiddelde buspassage. Aan de hand van de spreidingsfactoren van bron, bodem en ontvanger, wordt vervolgens het trillingsniveau V_{max} bepaald. Deze aanpak verschilt van de aanpak in de quick scan, waarin direct de waarde V_{max} is bepaald, en met de spreidingsfactoren een 95%-bovengrens van V_{max} uit te drukken. Op basis van de laatste inzichten is de aanpak die in dit rapport staat beschreven eenduidiger omdat er slechts 1 te toetsten waarde voor V_{max} wordt gegeven.

In Figuur 3 staat het resultaat van de trillingsmeting op maaiveld langs de Waterloolaan voor de buspassages.



Figuur 3 Gemeten trillingen op maaiveld Waterloolaan

De relatie tussen de afstand tot de busbaan en het trillingsniveau wordt bepaald met de Barkan vergelijking, die de afname van het trillingsniveau met de afstand beschrijft. De Barkan vergelijking heeft de volgende vorm:

$$V_{eff, mv}(r) = V_{eff, mv}(r_0) * \left(\frac{r_0}{r}\right)^n * e^{-\alpha(r-r_0)}$$

waarin:

$V_{eff, mv}(r)$ de effectieve trilsnelheid op afstand r op maaiveld
 r de afstand tot de busbaan
 r_0 de referentieafstand
 n parameter die de geometrische spreiding beschrijft
 α parameter die de demping in de bodem beschrijft

Op basis van bovenstaande metingen op maaiveld worden langs de busbaan van de HOV Velsen de volgende Barkan representatieve parameters aangehouden:

	$V_{eff, mv}(r_0)$	r_0	n	α
HOV Velsen	0.22	10	0.2	0.03

In de Barkan vergelijking is de referentieafstand r_0 steeds gelijk. Per gebouw verschilt wel de rekenafstand r tot de busbaan en de weg.

De verwachtingswaarde van een gemiddelde buspassage in de woning wordt als volgt bepaald:

$$V_{eff, woning} = V_{eff, mv}(r) * factor_woning$$

Voor het trillingsniveau V_{max} behorend bij het maximaal optredende trillingsniveau van een buspassage geldt vervolgens:

$$V_{max} = V_{eff, woning} * (1 + spreidingsfactor)$$

In dit onderzoek worden de onzekerheden gekwantificeerd met spreidingsfactoren. Een spreidingsfactor geeft aan hoeveel hoger de bovengrens (95%-waarde) is dan de verwachtingswaarde. De 95%-waarde is de waarde die met een kans van 95% niet wordt overschreden. Een spreidingsfactor van 0.1 betekent bijvoorbeeld dat de bovengrens 10% hoger is dan de verwachtingswaarde. Hierbij wordt uitgegaan van een lognormale kansverdeling. Verschillende spreidingsfactoren kunnen als volgt (energetisch) gesommeerd worden om tot een totale spreidingsfactor te komen.

$$factor_{totaal} = \sqrt{facotr_1^2 + facotr_2^2 + facotr_3^2}$$

In Tabel 3-1 staan de gehanteerde spreidingsfactoren in dit onderzoek. De spreidingsfactoren zijn gebaseerd op expert judgement (o.a. ervaringen met variatie in meetresultaten en trillingsprognoses). De totale spreidingsfactor in dit onderzoek is 0.9, wat leidt dat het trillingsniveau V_{max} 90 % hoger is dan het trillingsniveau van een gemiddelde buspassage. Wat opvalt in de tabel, is ondanks de uitgevoerde trillingsmetingen, een vrij hoge spreidingsfactor van 0.8. Deze spreidingsfactor volgt uit de variatie in de gemeten verhouding tussen trillingen op funderingsniveau, en trillingen op de verdiepingsvloer.

Tabel 3-1 spreidingsfactoren gebaseerd op expert judgement

onderdeel	Factoren	spreiding
Bron	Bus en busbaan	0.4
Overdracht	Bodem	0.3
Ontvanger	Gebouw	0.8
totaal		0.9

Het resultaat van de prognose is in Tabel 2 opgenomen. In alle spoorwoningen overschrijdt de waarde V_{max} de SBR-B streefwaarde A2 (0.2).

Tabel 2 Resultaat prognose spoorwoningen Driehuizerkerkweg en Groeneweg

	afstand [m]	$V_{eff,maaiveld}$	factor woning	spreiding totaal	$V_{max, toekomst}$
Driehuizerkerkweg 140	8.5	0.24	1.3	0.9	0.60
Driehuizerkerkweg 142	8.2	0.25	1.3	0.9	0.61
Groeneweg 82	5.2	0.31	0.8	0.9	0.47
Groeneweg 84	5.3	0.31	0.8	0.9	0.47

3.1 Vergelijking met huidige situaie

In vergelijking met de huidige situatie zal het trillingsniveau in de woningen wijzigen. In Tabel 3 staan de trillingsniveaus V_{max} van de huidige toekomstige situatie. Een verschil tussen de huidige en de toekomstige situatie is echter dat de waarde V_{max} in de huidige situatie zelden in de nachtperiode zal worden bereikt, terwijl dit in de toekomstige situatie wel het geval is. Vooral in de nachtperiode zal het trillingsniveau significant toenemen.

Tabel 3 Resultaat prognose spoorwoningen Driehuizerkerkweg en Groeneweg

	$V_{max, huidig}$	$V_{max, toekomst, busbaan}$
Driehuizerkerkweg 140	0.32	0.60
Driehuizerkerkweg 142	0.43	0.61
Groeneweg 82	0.94	0.47
Groeneweg 84	0.30	0.47

4 Trillingsreducerende maatregelen

Uit de trillingsprognose blijkt dat in de toekomst niet wordt voldaan aan de streefwaarden voor nieuwe situaties uit de richtlijn SBR-B. Bovendien zal het trillingsniveau in een aantal woningen hoger zijn dan het huidige trillingsniveau ten gevolge van verkeer dat de oude spoorwegovergangen passeert. Om te voldoen aan de streefwaarden zijn trillingsreducerende maatregelen nodig.

Naar analogie van spoorprojecten wordt, als er een overschrijding van trillingsstreefwaarden te verwachten is, gekeken welke maatregelen doelmatig zijn. Dit vindt plaats op basis van een kosten/baten analyse. De ervaring heeft geleerd dat maatregelen boven een bedrag van circa €50.000 per woning niet doelmatig worden geacht. Er zijn dan in dit geval 2 locaties waar maximaal €100.000 aan maatregelen besteed zou kunnen worden (2 woningen per locatie).

Een maatregel is doelmatig indien de maatregel tot voldoende trillingsreductie leidt, en indien de kosten van de maatregel de grens van €50.000 per woning niet overschrijdt

Als trillingsreducerende maatregelen ontwikkeld moeten worden dan wordt deze getroffen bij:

- De bron (bus en busbaan)
- Het pad tussen de bron en de ontvanger (in de bodem)
- Bij de ontvanger (bij de woning).

In de te volgen processtappen wordt als volgt gekeken:

A. Eerst bij de bron

daarna

B. tussen de bron en de ontvanger

en als laatste

C. bij de ontvanger.

In de processtappen worden alle maatregelen beschouwd en de maatregel die gunstigste kosten/baten verhouding heeft krijgt de voorkeur.

De toe te passen maatregelen zijn:

A) Bij de bron:

Dikke betonplaat (0.5 m) als busbaan.

Baten:

Een dikke betonplaat is nodig om een goede spreiding van de belasting te bereiken. Hierdoor zal de inverting van het wegdek onder de assen van de bus lager zijn, met lagere trillingen tot gevolg. TNO heeft voor spoorwegen berekeningen uitgevoerd, waaruit blijkt dat de trillingsreductie bij een plaat met 45 cm dikte circa 50% bedraagt, en circa 25% voor een plaat met een dikte van 30 cm. In het spoorwegbaanvak Zaandam - Hoorn is nabij Oosthuizen een betonplaat van 45 centimeter toegepast. Uit metingen van TNO is gebleken dat trillingsreductie van circa 50% vooral dicht bij de betonplaat optreedt (< 15 meter). De trillingsreductie treedt ook op bij lage frequenties (1-10 Hz). Uitgaande van een trilling reductie van

50%, wordt de waarde V_{\max} bij de Groeneweg afgerond 0.2, en wordt aan de SBR-B streefwaarden voldaan. Bij de woningen aan de Driehuizerkerkweg leidt een reductie van 50% afgerond tot een waarde van $V_{\max}=0.3$, en wordt daarmee niet aan de SBR-B streefwaarden voldaan. Bij de Driehuizerkerkweg zijn dan nog aanvullende maatregelen nodig.

Kosten:

De kosten zijn ca. 2500 euro per strekkende meter, bij een baanlengte van ca. 40 meter is dat 100.000 euro per locatie.

Conclusie: Voor de woningen aan de Groeneweg is de effectiviteit van deze maatregel doelmatig. Voor de woningen aan de Driehuizerkerkweg zijn aanvullende maatregelen nodig.

B) Tussen Bron en Ontvanger

Betonnen diepwand, eventueel bekleed

Baten:

Een betonnen diepwand is toegepast in Utrecht tussen het spoor en woningen aan de Engelsmanplaat, en beproefd met metingen³. De trillingsreductie bedraagt 30-50% voor de dominante trillingscomponent van het treinverkeer. Nabij station Arnhem is een beklede diepwand toegepast als trillings scherm. TNO heeft voor en na de aanleg van het scherm metingen uitgevoerd⁴. Het trillingsniveau was na de aanleg van het scherm circa 40% lager dan voor de aanleg, ondanks een toename van de snelheid van de goederentreinen. Uitgaande van een trilling reductie van 40%, wordt de waarde V_{\max} bij de Groeneweg afgerond 0.3, en bij de Driehuizerkerkweg afgerond 0.4. De SBR-B streefwaarden worden dan zowel bij de Groeneweg als bij de Driehuizerkerkweg overschreden, en aanvullende maatregelen zijn nodig

Kosten:

Richtbedrag ca. 8000 euro per strekkende meter, bij 40 meter 320.000 euro per locatie.

Conclusie: de effectiviteit van deze maatregel zal vanwege de kosten niet doelmatig zijn.

C) Bij de ontvanger:

Bekleding fundering woning met EPS (zgn. Rotterdamse methode),

Baten:

De gemeente Rotterdam heeft deze methode in de praktijk beproefd in Rotterdam in een huizenblok in de Zaagmolenstraat bij sloopwerkzaamheden aan een betonnen funderingsplaat van een trambaan⁵. De gemeten trillingsreductie was hier 65 tot 80 procent. Als variant hierop kan de EPS bekleding ook bij de busbaan worden toegepast in de vorm van een ondiep slap trillingsscherm. De EPS bekleding zal vooral hoogfrequente trillingen reduceren. Uitgaande van een trillingsreductie van

³ P.M. Boon, "Trillingsonderzoek Engelsmanplaat, Sporen in Utrecht, km 2.98 tot 3.13", Movares Nederland B. V. Kenmerk D79-PBO-KA-1200085 - Versie 3.0, 29 juni 2012

⁴ Arjen de Jong, "Resultaten nameting Beaulieuflat", TNO, TNO-060-DTM-2012-01476, 26 april 2012

⁵ <http://bouwwereld.nl/nieuws/eps-maakt-einde-aan-trillingshinder-in-gebouwen/> bezochte datum: 23 januari 2013

65%, wordt de waarde V_{\max} bij de Groeneweg en de Driehuizerkerkweg afgerond 0.2. Zowel bij de Groeneweg als bij de Driehuizerkerkweg wordt dan aan de SBR-B streefwaarden voldaan. De maatregel is in de praktijk getoetst bij trillingen die waarschijnlijk hoogfrequenter waren dan trillingen afkomstig van busverkeer. Mogelijk is hierdoor de maatregel langs de busbaan minder effectief dan bij de praktijktest in Rotterdam.

Kosten:

Richtbedrag enkele duizenden euro's per locatie

Conclusie: Zowel bij de Groeneweg als bij de Driehuizerkerkweg wordt dan aan de SBR-B streefwaarden voldaan: de effectiviteit van deze maatregel is voor beide locaties doelmatig.

Conclusie

Op basis van bovenstaande opsomming van maatregelen, zijn voor de HOV Velsen de dikke betonplaat (Woningen aan de Groeneweg) en de EPS bekleding voor de woningen aan de Driehuizerkerkweg een mogelijke doelmatige maatregel. Deze maatregelen kunnen ook gecombineerd worden om een grotere trillingsreductie te bereiken, waarbij betonplaat vooral de laagfrequente trillingen reduceert, en de EPS bekleding de hoogfrequente trillingen.

Aanbeveling:

Indien voor een van bovenstaande maatregelen wordt gekozen, dan zal de effectiviteit, dimensionering en haalbaarheid nog nader onderzocht dienen te worden voor de situatie bij de HOV Velsen. De effectiviteit hangt onder meer af van de bodemeigenschappen, de eigenschappen van het gebouw en de optredende frequenties tijdens een buspassage. Voor de bodemeigenschappen kan gebruik gemaakt worden van de onderzoeksresultaten zoals uitgevoerd door Movares.

5 Conclusies en aanbevelingen

Uit dit trillingsonderzoek volgen de onderstaande conclusies:

- In de huidige situatie komen er overschrijdingen van de SBR-B streefwaarden voor in de woningen Groeneweg 82, en Driehuizerkerkweg 142;
- In de huidige situatie voldoet het trillingsniveau in de woningen Groeneweg 84 en Driehuizerkerkweg 140 aan de SBR-B streefwaarden;
- Door de huidige beperkte intensiteit in de nachtperiode van het vrachtverkeer over de nabijgelegen (over)wegen, dient de toekomstige situatie met de HOV verbinding als een nieuwe situatie te worden beschouwd;
- In de toekomstige situatie overschrijdt het trillingsniveau in Groeneweg 82, Groeneweg 84, Driehuizerkerkweg 140 en Driehuizerkerkweg 142 de SBR-B streefwaarden. De streefwaarde-overschrijding van V_{max} in de nachtperiode is hierbij maatgevend.

De adviezen die uit dit trillingsonderzoek volgen zijn:

- We adviseren om maatregelen tegen trillingshinder te beschouwen met een doelmatigheidsonderzoek. In het doelmatigheidsonderzoek wordt de effectiviteit van maatregelen afgewogen tegen de kosten.

Colofon

Opdrachtgever Provincie Noord Holland
Peter Smissaert

Uitgave Movares Nederland B.V.

Utrecht

Telefoon 030 2653670

Ondertekenaar Wybo Gardien
Adviseur

Projectnummer

Opgesteld door Wybo Gardien

© 2012, Movares Nederland B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veeelvoudigd, 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.