

Weesperwerf - trillingsonderzoek wegverkeer

Status	definitief
Versie	001
Rapport	M.2018.1367.02.R001
Datum	9 juli 2019



Colofon

Opdrachtgever	Weesperwerf cv Postbus 2552 3000 CN ROTTERDAM
Contactpersoon opdrachtgever	
Project	Weesperwerf, Weesp
Betreft	Trillingsonderzoek wegverkeer
Uw kenmerk	-
Rapport	M.2018.1367.02.R001
Datum	9 juli 2019
Versie	001
Status	definitief
Uitgevoerd door	DGMR Industrie, Verkeer en Milieu B.V. Van Pallandtstraat 9-11 6814 GM Arnhem Postbus 153 6800 AD Arnhem
Contactpersoon	ing. R.G. (Reinoud) Fennema 088 346 76 33 rfe@dgmr.nl
Auteur	ing. J.J. (Jesse) Bijl 088 346 76 39 jby@dgmr.nl
Projectadviseur	ir. J. (Rob) Witte 088 346 78 04 wi@dgmr.nl
2e lezer/secr.	JBYP APT

Inhoud

1. Inleiding	4
2. Situatie	5
3. Toetsingskader	6
4. Metingen	7
4.1 Metingen kavel Weesperwerf	7
4.2 Afstandsverzwakking	8
4.3 Trillingsoverdracht gebouwen	8
5. Meetresultaten	9
5.1 Kavelmetingen	9
6. Prognose	11
7. Conclusies en aanbevelingen	12
7.1 Conclusies	12
7.2 Aanbevelingen	12

Bijlagen

Bijlage 1	Trillingsregistraties wegverkeer Weesperwerf
Bijlage 2	Trillingsprognose

1. Inleiding

In opdracht van Aalberts Ontwikkeling B.V. heeft DGMR Bouw B.V. onderzoek gedaan naar trillingen op woningbouwlocatie 'Weesperwerf' in Weesp. De trillingen waarom het gaat, zijn afkomstig van verkeer op de Nijverheidslaan. In het in 2018 uitgevoerde onderzoek naar de invloed van spoortrillingen, zie rapport M.2018.1367.01.R001 van 31 januari 2019, is al een indicatie te zien dat verkeer op de Nijverheidslaan tot substantiële trillingen op de kavel leidt. In het nu uitgevoerde onderzoek is dit nader onderzocht.

Op de kavel aan de Nijverheidslaan in Weesp worden eengezinswoningen en studio's gebouwd. Het staat al vast dat deze woningen een funderingssysteem krijgen op palen.

De kavel grenst aan het drukbezochte bedrijventerrein Nijverheidslaan in Weesp en er rijden veel vrachtwagens over de Nijverheidslaan. Ter hoogte van de kavel is een kruispunt aanwezig waardoor de snelheid daar vaak minder is dan de toegestane snelheid van 50 km/u. Op de rechte stukken wordt evenwel met aanmerkelijke hogere snelheid gereden. De wegverharding bestaat uit betonklinkers en er zijn geen verkeersdrempels. De afwezigheid van drempels is gunstig, met drempels ontstaan meer trillingen.

Om inzicht te krijgen in de trillingsrisico's zijn in juni 2019 trillingsmetingen gedaan in de bodem op de kavel. Deze metingen zijn verwerkt tot een prognose van de te verwachten trillingssterkten in de voorziene nieuwbouw van Weesperwerf. De geprognosticeerde trillingssterkten zijn vervolgens getoetst aan de SBR-richtlijn Trillingen.

2. Situatie

Het project 'Weesperwerf' wordt omsloten door de Stationsweg, de Nijverheidslaan en de Vecht, zie figuur 1. De eerstelijns bebouwing komt op ongeveer 25 meter afstand van de rijbaan te staan. De verst gelegen bebouwing komt op circa 125 meter vanaf de weg. Op het moment van schrijven is het plan om 83 ééngesinswoningen en 30 studio's te realiseren.



figuur 1: 'Weesperwerf' kavel (boven) en bouwplan (onder)

3. Toetsingskader

Voor de nieuwbouw 'Weesperwerf' zijn geen afwijkende trillingseisen opgegeven. Optredende trillingen beoordelen we aan de hand van de in Nederland gebruikelijke SBR-richtlijn Trillingen - deel B: 'Trillingshinder voor personen in gebouwen', uitgave 2002 (revisie 2006). In deze richtlijn zijn de in tabel 1 weergegeven streefwaarden opgenomen voor trillingen.

tabel 1: SBR-B - Streefwaarden continu en herhaald voorkomende trillingen, nieuwe situaties

Gebouwfunctie	Dag en avond			Nacht		
	A1	A2	A3	A1	A2	A3
Wonen	0,1	0,4	0,05	0,1	0,2	0,05

A1 = onderste streefwaarde voor de trillingssterkte $V_{\max}$; A2 = bovenste streefwaarde voor de trillingssterkte $V_{\max}$.
A3 = streefwaarde voor de gemiddeld effectieve waarde over de beoordelingsperiode V_{per} , indien $A1 < V_{\max} < A2$.

Voor nieuwe woningen nabij een weg of spoorlijn wordt voldaan aan de SBR-B als de maximale effectieve trillingssterkte $V_{\max}$ kleiner is dan 0,2 (A2 in de nacht) en de tijdgemiddelde trillingssterkte V_{per} niet hoger is dan 0,05 (A3). Als $V_{\max}$ lager is dan 0,1 komt de toetsing van de V_{per} te vervallen.

4.1.1 Meetpunten

Voor een prognose van trillingen in de te bouwen woningen is het van belang om de trillingsniveaus ten gevolge van verkeerpassages in de bodem te kennen. Met dit doel zijn trillingsmetingen uitgevoerd in de bodem op vier meetposities, zie figuur 2. De metingen zijn uitgevoerd op twee meetlijnen om de invloed van het kruispunt op de Nijverheidslaan inzichtelijk te maken.



In tabel 2 wordt een overzicht gegeven van de gebruikte meetsystemen.

tabel 2: meetsystemen kavelmeting

Meetpunt	Afstand tot de weg	Meetsysteem	Serienummer
MP1	25 m	Vibra-sbr, AH0071	VIB0485
MP2	55 m	Vibra-sbr, AH0073	VIB0488
MP3	25 m	Vibra-sbr, AH0083	VIB0587
MP4	55 m	Vibra-sbr, AH0084	VIB0588

De prognose van de te verwachten trillingen in te bouwen woningen is gebaseerd op de top-15 zwaarste vrachtwagenpassages. Deze zijn statistisch verwerkt, waarbij het statistisch maximum met een betrouwbaarheid van 95% (overeenstemmend met de SBR-B), als maatgevend wordt aangehouden. De overdrachtsverzwakking tussen de meetpunten is eveneens bepaald op de statistische maxima per meetpunt.

De meetsystemen meten de maximale trillingssterkte V_{top} en de voor trillingshinder maatgevende effectieve trillingssterkte V_{eff} . De V_{eff} wordt gemeten in 30 seconden intervallen volgens de SBR-B, maar voor identificatie van wegverkeerpassages is dit te grof. De identificatie gebeurt daarom aan de hand van het trillingssignaal V_{top} dat in 3 seconden intervallen is vastgelegd en camerabeelden van de op het kruispunt gerichte time-lapse camera. Van de geïdentificeerde wegverkeerpassages, die vrij zijn van verstoring, is de bijbehorende effectieve trillingssterkte $V_{eff,max}$ geselecteerd voor verdere analyse en prognose.

4.2 Afstandsverzwakking

Trillingssterkten nemen in de regel af naarmate het meetpunt zich verder van de bron bevindt.

Deze afname komt deels door verspreiding en deels door demping van trillingsenergie.

De dempingswaarden van de bodem zijn overgenomen uit eerder gehouden onderzoek naar de impact van treintrillingen op de kavel, waarin deze bepaald zijn, zie rapport M.2018.1367.01.R001.

4.3 Trillingsoverdracht gebouwen

De overdracht van bodem naar gebouw hangt sterk af van de gebouwmassa, het type funderingssysteem en de bodemgesteldheid en hierin kunnen per locatie grote verschillen optreden. In voorgaand onderzoek naar de invloed van spoortrillingen is daarom de overdrachtsverzwakking gemeten aan een nabijgelegen pand met paalfundering. De metingen aan dit pand, Korte Muiderweg 2, zijn ook gebruikt voor dit onderzoek. In tabel 3 zijn de gemeten overdrachtswaarden weergegeven.

tabel 3: overdrachtsverzwakking bodem naar gebouw in [dB] - 3 bouwlagen op paalfundering

Frequentie [Hz]	2	2,5	3,15	4	5	6,3	8	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100
Horizontaal	1,1	-3,4	-1,5	2,5	-6,0	-9,5	-11,0	-8,2	-9,2	-8,4	-7,0	-9,9	-8,3	-4,1	-0,1	-2,3		
Verticaal	-9,9	-11,1	-14,8	-16,2	-10,0	-4,2	-10,5	-10,4	-5,7	-8,5	-5,8	-9,9	-11,3	-7,5	-6,3	-7,7	-6,4	-7,3

5. Meetresultaten

5.1 Kavelmetingen

Bijlage 1 geeft een overzicht van wegverkeerpassages en eventuele verstoringen gedurende een (werk)week meten op de kavel. Afgebeeld is de trillingssterkte V_{top} , die zoals in paragraaf 4.1.3 is omschreven, wordt gebruikt voor identificatie van de passages. Uit deze registraties is de top-15 passages geselecteerd en statistisch verwerkt.

Tabel 4 en 5 tonen de top-15 (effectieve) trillingssterkten $V_{eff,max}$ voor respectievelijk meetlijn 1 (Mp1 en 2) en meetlijn 2 (Mp3 en 4). De top-15 wordt uitsluitend door vrachtwagenpassages gevormd. Deze zijn qua trillingssterkte aflopend gerangschikt op de maatgevende verticale richting (Z) van het dichtst bij de weg gelegen meetpunt, Mp1 in tabel 4 en Mp3 in tabel 5.

tabel 4: trillingssterkten $V_{eff,max}$ door vrachtwagens (top-15) in de bodem, meetlijn 1

Tijd	Mp1 (25 m)			Mp2 (50 m)		
	X ($\perp$ weg)	Y ($\parallel$ weg)	Z (vert)	X	Y	Z
26-6-2019 16:02	0.41	0.10	0.51	0.10	0.06	0.10
24-6-2019 12:37	0.35	0.17	0.49	0.11	0.07	0.16
25-6-2019 06:42	0.32	0.10	0.38	0.10	0.06	0.11
27-6-2019 06:47	0.30	0.10	0.36	0.09	0.07	0.11
26-6-2019 07:42	0.29	0.10	0.36	0.10	0.06	0.10
26-6-2019 13:34	0.23	0.11	0.36	0.10	0.10	0.12
26-6-2019 12:49	0.25	0.11	0.36	0.09	0.05	0.10
25-6-2019 12:11	0.25	0.10	0.35	0.10	0.06	0.10
25-6-2019 13:13	0.23	0.11	0.35	0.08	0.05	0.10
25-6-2019 14:30	0.25	0.11	0.33	0.10	0.07	0.13
26-6-2019 15:33	0.22	0.13	0.32	0.08	0.06	0.10
25-6-2019 08:07	0.20	0.11	0.31	0.11	0.08	0.18
26-6-2019 12:45	0.22	0.10	0.30	0.11	0.10	0.17
25-6-2019 07:44	0.25	0.10	0.30	0.07	0.06	0.10
26-6-2019 15:06	0.21	0.12	0.30	0.08	0.06	0.10
Aantal passages (n)	15					
Gemiddelde (μ)	0.27	0.11	0.36	0.09	0.07	0.12
Standaarddeviatie (σ)	0.06	0.02	0.06	0.01	0.02	0.03
$V_{eff,max,stat}$	0.39	0.15	0.49	0.12	0.10	0.18

tabel 5: trillingssterkten $V_{eff,max}$ door vrachtwagens (top-15) in de bodem, meetlijn 2

Tijd	Mp3 (25 m)			Mp4 (50 m)		
	X ($\perp$ weg)	Y ($\parallel$ weg)	Z (vert)	X	Y	Z
27-6-2019 09:45	0.31	0.15	0.32	0.09	0.05	0.18
27-6-2019 06:47	0.24	0.12	0.32	0.08	0.05	0.14
25-6-2019 12:11	0.41	0.14	0.31	0.08	0.08	0.16
26-6-2019 10:19	0.21	0.11	0.30	0.07	0.05	0.10
25-6-2019 12:20	0.26	0.15	0.30	0.06	0.04	0.10
27-6-2019 09:01	0.20	0.19	0.29	0.06	0.08	0.08
25-6-2019 11:25	0.19	0.12	0.29	0.07	0.04	0.10
26-6-2019 14:58	0.17	0.15	0.27	0.05	0.04	0.09
25-6-2019 07:44	0.26	0.10	0.27	0.07	0.06	0.09
24-6-2019 12:37	0.24	0.11	0.26	0.06	0.05	0.12
26-6-2019 09:15	0.18	0.11	0.26	0.06	0.04	0.09
26-6-2019 07:42	0.21	0.14	0.25	0.08	0.06	0.10
27-6-2019 12:58	0.23	0.10	0.25	0.07	0.05	0.10
24-6-2019 11:58	0.20	0.12	0.24	0.07	0.03	0.09
25-6-2019 06:42	0.20	0.10	0.24	0.07	0.05	0.10
Aantal passages (n)	15					
Gemiddelde (μ)	0.23	0.13	0.28	0.07	0.05	0.11
Standaarddeviatie (σ)	0.06	0.03	0.03	0.01	0.01	0.03
$V_{eff,max,stat}$	0.37	0.18	0.33	0.09	0.08	0.17

Tabel 4 en 5 tonen dat in verticale richting de trillingssterkten van Mp1 naar Mp2 en van Mp3 naar Mp4 significant afnemen. Ook is te zien dat de trillingssterkten op Mp3 en Mp4 gemiddeld iets lager zijn dan op Mp1 en Mp2. Dit komt mogelijk door het snelheidsverschil ter hoogte van beide meetlijnen, maar ook omdat een deel van het verkeer afslaat op het kruispunt richting de bouwmarkt (Karwei). Het grootste gedeelte van de top-15 gaat echter rechtdoor en passeert beide meetlijnen.

Omdat de trillingssterkten op de eerste 50 m vanuit de weg bepalend zijn voor het voldoen aan de richtlijn en eventueel benodigde maatregelen, is het prognosemodel zo goed mogelijk afgestemd op het trillingsverloop in dit gebied.

Verschillen in trillingen per dagperiode

Bijlage 1 laat zien dat het overgrote gedeelte van wegverkeerpassages met significante trillingsniveaus optreden tussen 06:30 en 18:00 uur. Voor de toetsing aan de SBR-B geldt dat trillingen tussen 07:00 en 23:00 uur gerekend worden tot de dag- en avondperiode, waarvoor hogere streefwaarden gelden. Daarbuiten geldt de strengere streefwaarde voor de nachtperiode. Passages tussen 06:30 en 07:00 uur vallen in de nachtperiode en zijn dus wat betreft de maximaal optredende trillingssterkte maatgevend. Wat betreft de langtijdgemiddeld trillingssterkte V_{per} is de dagperiode doorgaans maatgevend.

Zware vrachtwagenpassages kunnen in beginsel op alle momenten voorkomen, maar het hangt ook af van de openingstijden van bedrijven op het bedrijventerrein. In deze notitie zijn de vrachtwagenpassages getoetst aan de streefwaarden van de periode waarin ze zijn voorgekomen.

6. Prognose

Op basis van de gemeten trillingssterkten in de bodem, de bepaalde overdrachtsverzwakking en de afstandsverzwakking is een prognosemodel opgezet, waarmee de te verwachten trillingssterkten in de te bouwen woningen op deze locatie is berekend. Tabel 4 en 5 laten zien dat vanaf een afstand van 25 m tot de weg de verticale meetrichting maatgevend is. Ook vanwege de doorgaans optredende trillingsversterking in vloeren is de verticale richting naar verwachting maatgevend. Op hogere verdiepingen kan echter ook de horizontaalrichting dominant zijn als het woningcasco in resonantie raakt op het funderingssysteem.

De in tabel 3 opgenomen overdrachtswaarden van bodem naar gebouwfundatie gelden voor het te bouwen appartementencomplex. Dit complex ligt op dusdanige afstand van de weg (> 100 m) dat een prognose hiervoor niet zinvol is. Trillingen in dit complex zullen voor zover het wegverkeer betreft voldoen aan de SBR-B. Voor de dichterbij gelegen eengezinswoningen is een prognose wel noodzakelijk. Voor deze woningen worden de overdrachtswaarden uit tabel 3 met 3 dB gematigd vanwege de beperktere bouwhoogte van deze woningen.

Voor het trilgedrag van vloeren wordt gerekend met ervaringswaarden. De maximale trillingsversterking ligt veelal in de orde van een factor 2 tot 3, maar hangt in de praktijk af van de ligging van vloereigenfrequenties ten opzichte van de dominante frequenties in het aanstootspectrum. In de prognose is uitgegaan van een laagste vloereigenfrequentie van 15 Hz. In dat geval is de versterkingsfactor niet veel hoger dan een factor 1 tot 1,5. Dit kan behaald worden met bijvoorbeeld een kanaalplaatvloer van 260 mm dikte op 6 m overspanning of een kanaalplaat 200 mm op 5 m overspanning.

Bijlage 2 toont de (worst-case) prognoseberekening voor eengezinswoningen op 25 meter afstand tot de weg. Tabel 6 geeft een overzicht van de verwachte trillingssterkten op alle referentiepunten.

tabel 6: prognose nieuwbouw, vloereigenfrequentie > 15 Hz

Periode	Gebouwtype	Bouwlagen	Richting	Trillingssterkte $V_{\max}$ (V_{per})			
				Noordelijk deel kavel		Zuidelijk deel kavel	
				25 m	> 50 m	25 m	> 50 m
Dag/ avond	Laagbouw op palen (eengezinswoning)	2-3	Horizontaal	0,18 (0,02)	0,06 (0)	0,18 (0,02)	0,04 (0)
			Verticaal	0,40 (0,04)	0,16 (0,02)	0,35 (0,04)	0,18 (0,02)
Nacht			Horizontaal	0,17 (0,01)	0,04 (0)	0,12 (0,01)	0,03 (0)
			Verticaal	0,32 (0,02)	0,21 (0,01)	0,28 (0,02)	0,12 (0,01)

Uit tabel 6 blijkt dat, mits er een paalfundering en stijve vloeren worden toegepast, op circa 50 m afstand van de weg wordt voldaan aan de SBR-B. Bepalend hierin zijn de vrachtwagenpassages in de vroege ochtend tussen 05:30 en 07:00 uur die tot de nachtperiode zijn te rekenen. Het aantal vrachtwagens dat de streefwaarde (A2) in de nacht overschrijdt, is afgaande op de metingen beperkt tot hooguit één per nacht. In de dagperiode wordt voldaan aan de daarvoor geldende streefwaarden.

7. Conclusies en aanbevelingen

7.1 Conclusies

Uit de trillingsmetingen en daarop gebaseerde prognose zijn de volgende conclusies te trekken:

- In de eengezinswoningen op 25 m afstand van de weg kunnen incidenteel kleine overschrijdingen van de streefwaarde in de nachtperiode optreden. Afgaande op het huidige weggebruik (verdeling dag/nacht) treedt dit hooguit eenmaal per nacht op, meestal net voor 07.00 uur.
- Op meer dan 50 m afstand tot de weg wordt voor eengezinswoningen voldaan aan de SBR-B.
- Het te bouwen appartementencomplex staat op meer dan 100 m afstand van de weg en mede vanwege de zwaardere bouw gelden hiervoor geen extra randvoorwaarden met betrekking tot trillingen van het wegverkeer.

7.2 Aanbevelingen

Het vrachtverkeer op deze locatie heeft een relatief grote impact op te verwachten trillingen in de te bouwen woningen. In de camerabeelden zijn geen bijzondere waarnemingen gedaan waaruit een hogere trillingsopwekking te verklaren valt. De hoge trillingsopwekking is dan ook te wijten aan de bodemgesteldheid in combinatie met de rijsnelheid en reguliere oneffenheden in het wegdek, dat er overigens in goed staat bij ligt. Het treffen van verdere maatregelen aan de te bouwen woningen, om trillingen verder te beperken, is niet eenvoudig gezien de al gedane aanbeveling tot het toepassen van ene paalfundering en relatief stijf vloersysteem. Omdat de streefwaarde uit de SBR-B in de nachtperiode maar incidenteel wordt overschreden zijn verdergaande maatregelen aan de te bouwen woningen ook nauwelijks doelmatig te noemen. De enige zinvolle maatregel zou zijn het zwaarder bouwen op de eerstelijns bebouwing gezien vanaf de weg, dus de bouw van een appartementencomplex in plaats van eengezinswoningen.

Meer zinvol is het om te kijken naar maatregelen die de snelheid op de Nijverheidslaan omlaag brengen. De snelheid van het rechtdoor gaande verkeer over de kruising zou daarvoor teruggebracht moeten worden tot maximaal 30 km/u, evenwel niet door het aanbrengen van verkeersdrempels of -plateaus. Overwogen kan worden om het kruispunt te reconstrueren zodat de doorgaande lijn onderbroken wordt.



ir. J. (Rob) Witte
DGMR Industrie, Verkeer en Milieu B.V.

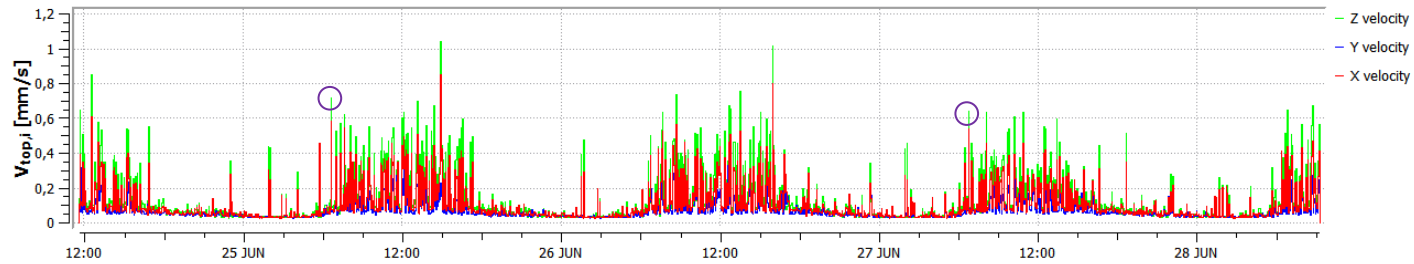
Bijlage 1

Titel

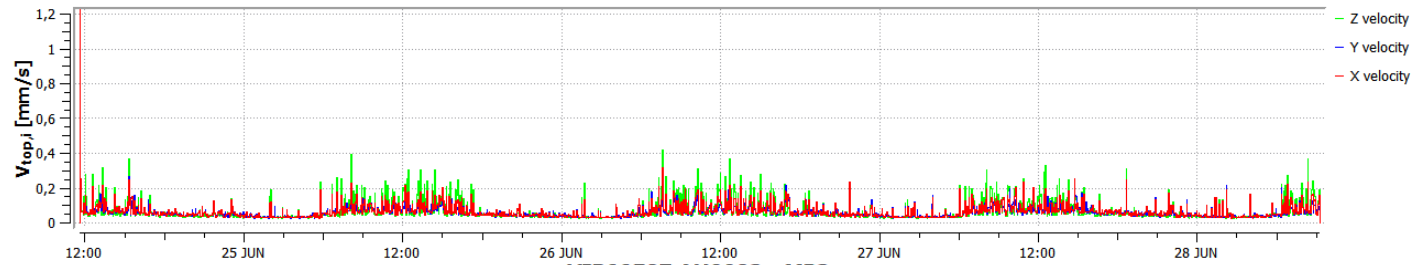
Trillingsregistraties wegverkeer Weesperwerf

Weesperwerf - trillingsonderzoek wegverkeer

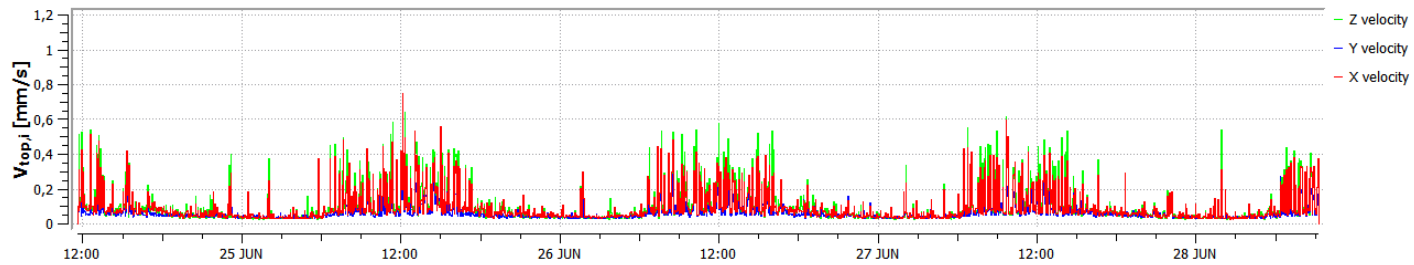
VIB00485 AH0071 - MP1



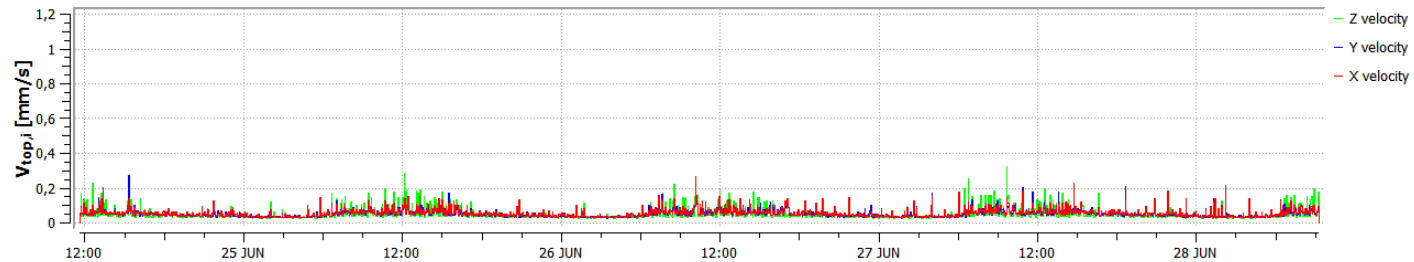
VIB00488 AH0073 - MP2



VIB00587 AH0083 - MP3



VIB00588 AH0084 - MP4



Bijlage 2

Titel	Trillingsprognose
Omvang	1

Z

Trillingsprognose railverkeer

project Weesperwerf
 gebouwtype Laagbouw op palen
 gebouwfstand (tot spoor) 25 m

bronspectrum Meetpunt 25m - vrachtwagen 26/6 16:01
 vormfactor C_F 0,45 (verhouding v_{rms}/v_{too})
 referentieafstand 25 m

passages per uur 2 vrachtverkeer
 peiljaar 2019
 rijsnelheid 50 km/u
 referentie snelheid 50 km/u

Bodemtrillingen

1/3-octaf	1	1,25	1,6	2	2,5	3,15	4	5	6,3	8	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	som
bronspectrum (rms, gem)					68	80	82	87	86	101	109	98	96	88	81	73	70	71	72	73	71				110
spreiding					3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0				
bronspectrum (rms, max)					71	83	85	90	89	104	112	101	99	91	84	76	73	74	75	76	74				113
snelheidscorrectie																									
afstandscorrectie																									
L_v [dB]					71	83	85	90	89	104	112	101	99	91	84	76	73	74	75	76	74				113
v_{rms} [mm/s]					0,00	0,01	0,02	0,03	0,03	0,15	0,40	0,12	0,09	0,03	0,02	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00				0,46
																						v_{top}			1,01

SBR-A / Gebouwschade

Stijf punt fundatie	gebouwtype:	User defined 1	Weesperwerf verticaal (2 bouwlagen)																						
$H_{v,1}$ [dB]					-8,1	-11,8	-13,2	-7,0	-1,2	-7,5	-7,4	-2,7	-5,5	-2,7	-6,9	-8,3	-4,5	-3,3	-4,7	-3,4	-4,3				
L_v [dB]					62	71	72	83	88	96	105	99	94	88	78	67	68	71	70	72	69				106
v_{rms} [mm/s]					0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	0,06	0,17	0,08	0,05	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				0,21
																						v_{top}			0,47

SBR-C / Verstoring van apparatuur (v_{rms})

Begane grond	vloertype:	vloertype 3	= 10-20																						
$H_{v,vloer}$					0,8	1,2	1,7	2,6	3,5	5,1	6,6	7,6	8,0	7,6	7,0	6,4	5,8	5,1	4,5	3,8	3,2				
L_v [dB]					63	72	74	86	92	101	111	106	102	96	85	74	74	76	75	76	73				113
v_{rms} [mm/s]					0,00	0,00	0,00	0,02	0,04	0,11	0,37	0,20	0,12	0,06	0,02	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00				0,46
																						v_{top}			1,02

1e verdieping	vloertype:	vloertype 3	= 10-20																						
$H_{v,3}$ [dB]					0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,1	-0,3	-0,6	-0,7	-0,9	-1,1	-1,3	-1,5	-1,7	-1,9	-2,0				
$H_{v,vloer}$ [dB]					0,8	1,2	1,7	2,6	3,5	5,1	6,6	7,6	8,0	7,6	7,0	6,4	5,8	5,1	4,5	3,8	3,2				
L_v [dB]					63	72	74	86	92	101	111	106	101	95	84	73	73	74	73	74	71				113
v_{rms} [mm/s]					0,00	0,00	0,00	0,02	0,04	0,11	0,36	0,20	0,12	0,05	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00				0,45
																						v_{top}			0,99

2e verdieping	vloertype:	vloertype 3	= 10-20																						
$H_{v,3}$ [dB]					0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,3	-0,7	-1,1	-1,5	-1,9	-2,3	-2,7	-3,1	-3,5	-3,9	-4,0				
$H_{v,vloer}$ [dB]					0,8	1,2	1,7	2,6	3,5	5,1	6,6	7,6	8,0	7,6	7,0	6,4	5,8	5,1	4,5	3,8	3,2				
L_v [dB]					63	72	74	86	92	101	111	106	101	94	83	72	72	73	71	72	69				113
v_{rms} [mm/s]					0,00	0,00	0,00	0,02	0,04	0,11	0,35	0,19	0,11	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				0,44
																						v_{top}			0,97

SBR-B / Hinder voor personen (v_{eff})

Begane grond																									
SBR-weging	-15,1	-13,2	-11,2	-9,5	-7,8	-6,1	-4,7	-3,5	-2,5	-1,7	-1,2	-0,8	-0,5	-0,3	-0,2	-0,1	-0,1	-0,1	0,0	0,0	0,0	0,0			
L_v [dB]					55	66	69	83	89	99	110	105	101	95	84	74	74	76	75	76	73				112
$v_{eff,max}$ [mm/s]					0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	0,09	0,32	0,19	0,12	0,06	0,02	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00				0,40
																						v_{per}^*			0,037

1e verdieping																									
L_v [dB]					55	66	69	83	89	99	110	105	101	94	83	73	73	74	73	74	71				112
$v_{eff,max}$ [mm/s]					0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	0,09	0,31	0,18	0,11	0,05	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00				0,39
																						v_{per}^*			0,036

2e verdieping																									
L_v [dB]					55	66	69	83	89	99	110	105	100	94	82	71	71	73	71	72	69				112
$v_{eff,max}$ [mm/s]					0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	0,09	0,31	0,17	0,10	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				0,38
																						v_{per}^*			0,035