

Trillingsonderzoek Weesperwerf

Trillingsonderzoek Weesperwerf

Status	definitief
Versie	002
Rapport	M.2018.1367.01.R001
Datum	31 januari 2019

Colofon

Opdrachtgever	Aalberts Ontwikkeling B.V.
Contactpersoon opdrachtgever	Mevrouw C. Buts
Project	Herontwikkeling Weesperwerf
Betreft	Weesperwerf trillingsonderzoek
Uw kenmerk	-
Rapport	M.2018.1367.01.R001
Datum	31 januari 2019
Versie	002
Status	definitief
Uitgevoerd door	DGMR Bouw 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. R.G. (Reinoud) Fennema 088 346 76 33 rfe@dgmr.nl
Projectadviseur	ir. J. (Rob) Witte 088 346 78 04 wi@dgmr.nl
2e lezer/secr.	JBY JLI APT

Inhoud

1. Inleiding	4
2. Situatie	5
3. Toetsingskader	6
4. Metingen	7
4.1 Bodemmetingen kavel Weesperwerf	7
4.2 Trillingsoverdracht gebouwen	8
5. Meetresultaten	10
5.1 Kavelmetingen	10
5.2 Meting trillingsoverdracht bodem - gebouw	11
6. Prognose	12
7. Conclusies en aanbevelingen	13

Bijlagen

Bijlage 1	Trillingsregistraties MP1 t/m MP4
Bijlage 2	Trillingsspectra MP5 en MP6
Bijlage 3	Overdrachtsmeting bodem - gebouw
Bijlage 4	Trillingsprognoses

1. Inleiding

In opdracht van Aalberts Ontwikkeling B.V. heeft DGMR Bouw B.V. onderzoek gedaan naar de te verwachten trillingen voor woningbouwlocatie 'Weesperwerf' in Weesp. De trillingen waarom het gaat, zijn afkomstig van de spoorlijn Weesp - Almere/Amersfoort. De aanleiding voor dit onderzoek vormt een door ProRail ingediende zienswijze op het ontwerp bestemmingsplan, waarin om een trillingsonderzoek wordt gevraagd.

Op de kavel aan de Nijverheidslaan te Weesp zullen eengezinswoningen, appartementen en studentenwoningen gebouwd worden. Het staat al vast dat deze woningen een funderingssysteem krijgen op palen.

De kavel ligt vlakbij station Weesp en de spoorbrug over de Vecht. Ter hoogte van de kavel bestaat de lijn uit vier sporen die richting station vertakken in zes sporen. De hiervoor benodigde wissels liggen op het viaduct over de stationsweg. De wissels en de brug vormen potentiële bronnen voor trillingen.

Om inzicht te krijgen in de trillingsrisico's zijn in december 2018 trillingsmetingen gedaan in de bodem op de kavel en overdrachtsmetingen aan een in de directe omgeving aanwezig gebouw. Deze metingen zijn verwerkt tot prognose van de te verwachten trillingssterkten in de voorziene nieuwbouw van Weesperwerf. De geprognosticeerde trillingssterkten zijn vervolgens getoetst aan de SBR-richtlijn Trillingen.



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 $A1 < V_{\max} < A2$.

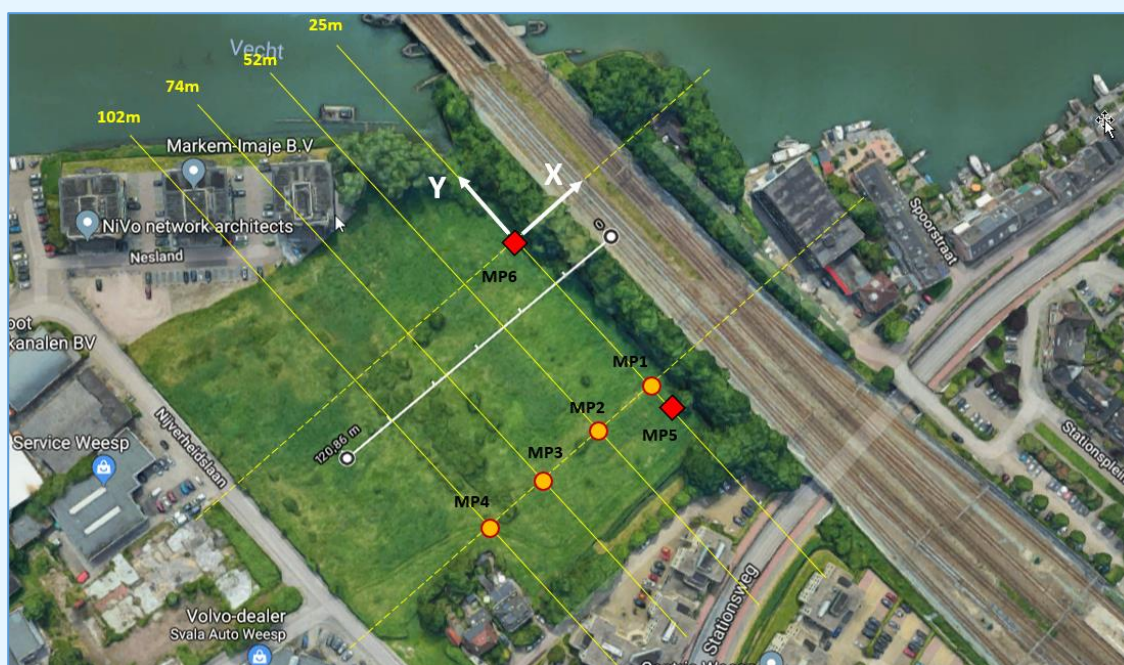
Voor nieuwe woningen nabij een weg of spoorlijn wordt voldaan aan de SBR-B als de maximale effectieve trillingssterkte $V_{\max}$ kleiner is dan 0,2 (A2/nacht) en de tijdgemiddelde trillingssterkte V_{per} niet hoger is dan 0,05 (A3). Als $V_{\max}$ lager is dan 0,1 komt de toetsing van de V_{per} te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

4. Metingen

4.1 Bodemmetingen kavel Weesperwerf

4.1.1 Meetpunten

Voor de trillingsprognose is het van belang om de trillingsverzwakking in de bodem met toenemende afstand tot het spoor te kennen. Met dit doel hebben we trillingsmetingen uitgevoerd in de bodem op vier posities met onderling toenemende afstand tot het spoor, zie figuur 2. De metingen zijn uitgevoerd op het noordelijke deel van de kavel om de invloed van wissels en het viaduct over de Stationsweg mee te nemen in de metingen. Hier zijn op een lijn haaks op het spoor vier meetpunten uitgezet met onderling toenemende afstand tot het spoor. Aanvullend hierop hebben we op 4 december 2018 ook kortstondig metingen gedaan met twee geavanceerde meetinstrumenten op twee meetpunten op circa 25 m afstand tot het spoor, de meetpunten MP5 en MP6 in figuur 2. Hiervan bevindt het meetpunt MP6 zich dicht bij de Vechtbrug, om de eventuele invloed daarvan te verkennen en mee te nemen in de analyses.



figuur 2: meetposities kavel Weesperwerf

4.1.2 Meetapparatuur

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

tabel 2: meetsystemen kavelmeting

Meetpunt	Afstand tot spoor	Meetsysteem	Serienummer
MP1	25 m	Vibra-sbr, AH0071	VIB0485
MP2	52 m	Vibra-sbr, AH0073	VIB0488
MP3	74 m	Vibra-sbr, AH0101	VIB1187
MP4	102 m	Vibra-sbr, AH0102	VIB1188
MP5	25 m	Syscom MR2002, AH0051	1005310
MP6	25 m	Syscom MR2002, AH0054	4436096

4.1.3 Verwerking

Voor de prognose van te verwachten trillingen in bebouwing zijn de top-15 zwaarste treinen qua trillingen geselecteerd en verwerkt. De prognose wordt gebaseerd op het statistisch maximum van de top-15 zwaarste treinpassages met een betrouwbaarheid van 95%, overeenstemmend met de SBR-B-richtlijn. De overdrachtsverzwakking tussen de meetpunten wordt eveneens bepaald op de statistische maxima per meetpunt.

De meetsystemen meten de maximale trillingssterkte V_{top} en de voor trillinghinder maatgevende effectieve trillingssterkte V_{eff} . De V_{eff} wordt gemeten in 30 seconden intervallen volgens de SBR-B. Voor identificatie van treinpassages is dit te grof. De identificatie van treinen en check op verstoringen gebeurt daarom aan de hand van het trillingssignaal V_{top} dat in 3 seconden intervallen is vastgelegd. Van de geïdentificeerde treinpassages, die vrij zijn van verstoring, is de bijbehorende effectieve trillingssterkte $V_{eff,max}$ geselecteerd voor verdere analyse en prognose.

4.2 Trillingsoverdracht gebouwen

De overdrachtsverzwakking die optreedt tussen bodem en gebouwfundatie heeft grote invloed op de trillingsprognose. Deze overdracht hangt sterk af van de gebouwmassa, het type funderingssysteem en de bodemgesteldheid en hierin kunnen per locatie grote verschillen optreden. Metingen aan panden in vergelijkbare omstandigheden als de beoogde nieuwbouw kunnen de betrouwbaarheid van de prognoses daarom sterk verhogen.

Om qua bodemgesteldheid zo min mogelijk af te wijken is gezocht naar referentiepanden in de directe nabijheid waaraan de overdracht kan worden gemeten. Het meest geschikt hiervoor is het pand Korte Muiderweg 2 (Tramedico) dat aan de noordzijde van de kavel ligt.

Het pand Korte Muiderweg 2 bestaat uit drie bouwlagen en is gefundeerd op palen. Qua bouwhoogte komt het ongeveer overeen met het op Weesperwerf te bouwen appartementen-complex (studio's). Het pand zal wel iets zwaarder zijn dan de te bouwen eengezinswoningen. Voor deze laatste categorie zal dan een correctie op de te meten overdrachten worden gedaan.



figuur 3: pand Korte Muiderweg 2 met meetpositie (Bron: Google Maps). Inzet: meetsysteem hoek gebouw (binnen)

4.2.1 Uitvoering metingen

Voor de overdrachtsmeting aan het pand Korte Muiderweg 2 zijn twee meetsystemen van het type Syscom Redbox ingezet. Ter referentie is ook weer een Profound Vibra-sbr meetsysteem ingezet op meetpunt Mp1 van de kavel, zie figuur 2. Dit is gedaan om te kunnen vergelijken of de treinpassages tijdens de overdrachtsmetingen een goede afspiegeling zijn van hetgeen gedurende de week meten op de kavel is gepasseerd. Tabel 3 geeft een overzicht van de gebruikte meetsystemen.

Het meetpunt in de bodem is geplaatst op circa 10 meter uit de hoek van het pand, maar op gelijke afstand tot het spoor (zie figuur 3), om beïnvloeding door het pand zoveel mogelijk te voorkomen. Als stijf punt van de draagconstructie is de zuidoosthoek van het gebouw (figuur 3) aangehouden. Het meetsysteem is binnen geplaatst in de hoek op de betonvloer, zo dicht mogelijk tegen beide gevelbladen. Tabel 3 geeft een overzicht van de gebruikte meetsystemen.

tabel 3: meetsystemen overdrachtsmeting gebouw

Meetpunt	Afstand tot spoor	Meetsysteem	Serienummer
Kavel MP1	25 m	Vibra-sbr, AH0101	VIB1187
Bodem nabij hoek gebouw	45 m	Syscom MR2002 (AH0051)	1005310
Hoek gebouw (binnen)	45 m	Syscom MR2002 (AH0054)	4436096

4.2.2 Verwerking

De overdrachtsmetingen zijn uitgevoerd gedurende 48 uur. In deze periode zijn ruim 20 goederentreinen gepasseerd. Van deze goederentreinen is het trillingssignaal spectraal verwerkt en is de trillingsoverdracht tussen beide meetsystemen bepaald. Dat is gedaan voor het deel van het trillingsspectrum waarin de treinpassage een sterke verhoging geeft, ofwel er een hoge signaal/ruis verhouding is. Alleen over dat deel van het spectrum zijn betrouwbare overdrachten te bepalen, maar qua trillingshinder is dat ook het relevante deel van het spectrum.

5. Meetresultaten

5.1 Kavelmetingen

Bijlage 1 geeft een overzicht van treinpassages en eventuele verstoringen gedurende een 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 treinpassages. Uit deze registraties is de top-15 treinpassages geselecteerd en statistisch verwerkt.

Tabel 4 toont de top-15 (effectieve) trillingssterkten $V_{eff,max}$. De passages zijn qua trillingssterkte aflopend gerangschikt op de maatgevende verticale richting (Z) van het eerste meetpunt (MP1). Tabel 4 toont dat in verticale richting de trillingssterkten van MP1 tot MP2 significant afnemen, maar dat van meetpunt MP2 naar MP4 er nagenoeg geen verzwakking meer optreedt. Van MP3 naar MP4 stijgen de trillingssterkten bij sommige treinpassages zelfs weer licht. Op MP4 is er echter ook meer verstoring van nabijgelegen woningen en verkeer op de Nijverheidslaan. Tabel 4 laat ook zien dat de trillingssterkten van goederentreinen meestal maatgevend zijn ten opzichte van de vele reizigerstreinen. Dit blijkt uit de vele treinen in de nachtperiode.

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

Tijd	MP 1 (25 m)			MP 2 (52 m)			MP 3 (74 m)			MP4 (102 m)		
	X (└ spoor)	Y (└ spoor)	Z (vert)	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
10 dec 09:14	0.21	0.16	0.44	0.1	0.1	0.09	0.06	0.05	0.06	0.1	0.1	0.1
08 dec 02:39	0.26	0.16	0.43	0.1	0.1	0.1	0.09	0.09	0.09	0.08	0.09	0.09
06 dec 20:53	0.24	0.11	0.39	0.1	0.1	0.1	0.09	0.09	0.1	0.1	0.1	0.09
10 dec 22:25	0.22	0.11	0.35	0.09	0.1	0.1	0.06	0.06	0.06	0.07	0.06	0.06
08 dec 13:13	0.17	0.1	0.32	0.07	0.07	0.1	0.05	0.05	0.05	0.07	0.06	0.04
04 dec 19:46	0.17	0.11	0.31	0.09	0.08	0.1	0.08	0.08	0.09	0.1	0.07	0.09
05 dec 01:05	0.15	0.1	0.3	0.08	0.08	0.09	0.06	0.05	0.07	0.07	0.05	0.05
04 dec 20:52	0.16	0.1	0.28	0.07	0.08	0.09	0.05	0.05	0.06	0.06	0.05	0.05
07 dec 01:03	0.13	0.11	0.27	0.1	0.09	0.07	0.08	0.07	0.06	0.08	0.07	0.05
05 dec 00:53	0.13	0.08	0.26	0.07	0.05	0.06	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03
06 dec 02:33	0.15	0.14	0.25	0.1	0.1	0.1	0.1	0.07	0.08	0.09	0.09	0.06
10 dec 20:44	0.1	0.07	0.25	0.05	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.05	0.03	0.02
05 dec 12:12	0.1	0.1	0.24	0.07	0.06	0.04	0.05	0.05	0.05	0.1	0.06	0.1
10 dec 07:20	0.19	0.11	0.24	0.1	0.1	0.09	0.07	0.07	0.05	0.1	0.06	0.1
07 dec 15:17	0.13	0.1	0.23	0.09	0.08	0.06	0.06	0.05	0.05	0.08	0.06	0.05
Aantal passages (n)	15											
Gemiddelde (μ)	0.17	0.11	0.3	0.09	0.08	0.08	0.06	0.06	0.06	0.08	0.07	0.07
Standaarddeviatie (σ)	0.05	0.03	0.07	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03
$V_{eff,max,stat}$	0.28	0.17	0.45	0.12	0.13	0.14	0.11	0.11	0.11	0.13	0.12	0.14

Omdat de trillingssterkten op de eerste 50 meter vanuit het spoor 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 noordelijk en zuidelijk deel kavel

Tijdens de metingen werd geconstateerd dat er verschillen in rijsnelheid zijn tussen het noordelijke en het zuidelijke deel van de kavel, maar dat ook aanwezige wissels en de Vechtbrug tot (ook) hoorbare verschillen geven. Om inzicht te krijgen in deze verschillen zijn op 4 december kortstondig, over enkele uren, aanvullende metingen verricht. Dit is gedaan met 2 meetsystemen op 25 meter afstand tot het spoor, onderling ongeveer 80 meter uiteen, de meetpunten MP5 en MP6 in figuur 2. De gemeten trillingen van deze meetpunten zijn spectraal verwerkt en opgenomen in bijlage 2. Hieruit blijkt dat op het zuidelijk deel (MP6) met hogere snelheid wordt gereden, maar ook dat trillingssterkten wat hoger zijn dan op het noordelijk deel.

Op MP6 nabij de Vechtbrug lagen de trillingssterkten grofweg 20% hoger. Met dit verschil houden we rekening in de prognoses.

5.2 Meting trillingsoverdracht bodem - gebouw

In bijlage 3 worden (bovenste figuur) de gemeten trillingsspectra in de bodem en op het hoekpunt van het gebouw Korte Muiderweg 2 getoond. Het betreft de gemiddelde spectra over 23 goederentreinpassages, in de drie hoofdrichtingen X (haaks op het spoor), Y (evenwijdig aan het spoor) en Z (verticaal). De X-richting is tevens de langsrichting van het gebouw (stijver) en de Y-richting de dwarsrichting (slapper). De onderste figuur toont de overdrachtsverzwakking (verschil tussen beide meetpunten).

Te zien is dat in de verticale richting (Z) er over het gehele frequentiebereik een aanzienlijke verzwakking optreedt, behalve rond 6 Hz waar de verzwakking duidelijk minder is maar nog altijd zo'n 5 dB bedraagt. Dit wordt geweten aan een specifieke gevoeligheid (resonantiefrequentie) van het gebouw op haar funderingssysteem. De gemeten overdrachtsverzwakking is laagfrequent (2 tot 10 Hz) ook hoger dan in het conceptrapport voor de prognoses aangehouden (groene streeplijn in onderste figuur). Bij frequenties vanaf 30 Hz lijkt de overdrachtsverzwakking niet verder toe te nemen maar in dit frequentiegebied is er ook weinig trillingsenergie afkomstig van de treinen. In de horizontale richtingen volgt het gebouw bij zeer lage frequenties de trillingen in de bodem, dus er treedt nog geen verzwakking op. In de richting met de grootste gebouwstijfheid, de X-richting (haaks op het spoor), treedt vanaf 2 Hz een toenemende verzwakking op die tussen globaal 6 Hz en 20 Hz piekt tot ongeveer 10 dB. In de slappere Y-richting treedt pas van 4 Hz verzwakking op.

Tabel 5 toont de gemeten overdracht in de verticale (Z) en maatgevende horizontale richting (Y). De waarden gelden voor een pand van drie bouwlagen op palen. Deze waarden zullen ook in de prognoses worden aangehouden voor het appartementencomplex. Voor de grondgebonden eengezinswoningen worden iets lagere waarden aangehouden.

tabel 5: overdracht bodem - gebouw - 3 bouwlagen op paalfundering

Frequentie	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

6. Prognose

Op basis van de gemeten trillingssterkten in de bodem en de bepaalde overdrachten aan het pand Korte Muiderweg 2 is een prognosemodel opgezet, waarmee de te verwachten trillingssterkten in de te bouwen woningen op deze locatie is berekend. Tabel 4 laat zien dat op de eerste 50 m tot het spoor de verticale meetrichting maatgevend is. Op grotere afstand tot het spoor zijn de trillingen in verticale en horizontale richtingen ongeveer gelijk, maar is vanwege mogelijk optredende trillingsversterking in vloeren ook daar de verticale richting naar verwachting maatgevend. Op hogere verdiepingen kan echter soms de horizontaalrichting dominant zijn als het woningcasco in resonantie raakt op het funderingssysteem.

In de trillingsprognoses zijn voor de overdracht van bodem naar gebouwfundatie de gemeten waarden uit tabel 5 aangehouden voor het appartementencomplex. Bij een complex van 4 of 5 bouwlagen mag worden verwacht dat zelfs nog wat meer verzwakking optreedt dan aangegeven in tabel 5. De benadering blijft dus enigszins conservatief. Voor de lichtere eengezinswoningen worden de verzwakkingen uit tabel 5 op basis van het massaverschil (gerekend met 2 bouwlagen in plaats van 3 bouwlagen van het meetpand) met 3 dB gematigd.

Voor het trilgedrag van vloeren wordt gerekend met ervaringswaarden. De maximale trillingsversterking van vloeren 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 treinspectrum. Het is van belang daarmee rekening te houden bij het vloerontwerp, en te zorgen dat de laagste vloereigenfrequentie ruim hoger ligt dan de dominante frequenties uit het treinspectrum. Bijlage 2 toont dat hiervoor een minimale eigenfrequentie is aan te houden van 15 Hz. In dat geval hoeft de versterkingsfactor niet veel hoger te zijn dan een factor 1 tot 1,5.

Bijlage 4 toont de prognoseberekeringen voor eengezinswoningen op 30 meter afstand tot het spoor. De prognoses gelden voor de eengezinswoningen van 2 of 3 bouwlagen en appartementenbouw van 4 à 5 bouwlagen. Aangenomen is dat relatief stijve vloeren worden toegepast met een laagste eigenfrequentie van ten minste 15 Hz. 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. Tabel 6 geeft een overzicht van de verwachte trillingssterkten.

tabel 6: prognose nieuwbouw o.b.v. conservatieve verzwakking bodem/gebouw, vloer > 15 Hz

Gebouwtype	Bouwlagen	Richting	Trillingssterkte $V_{\max}$ (V_{per})			
			Noordelijk deel kavel (nabij Spoorsingel)		Zuidelijk deel kavel (nabij Vechtbrug)	
			30 m	> 60 m	30 m	> 60 m
Laagbouw op palen (eengezinswoning)	2-3	Horizontaal	< 0,16 (0,01)	< 0,06 (0)	< 0,18 (0,01)	< 0,07 (0)
		Verticaal	0,21 (0,02)	0,08 (0)	0,25 (0,02)	0,09 (0)
Appartementencomplex	4-5	Horizontaal	0,11 (0,01)	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
		Verticaal	0,15 (0,01)			

Uit tabel 6 blijkt dat, mits er een paalfundering en stijve vloeren worden toegepast, op circa 60 meter afstand van het spoor (2^e bebouwingslijn) wordt voldaan aan de SBR-B. Verwacht mag worden dat op meer dan 40 meter afstand tot het spoor er al wordt voldaan aan de SBR-B. Verwacht mag worden dat ook het appartementencomplex, op een afstand van 30 meter tot het spoor, zal voldoen aan de SBR-B. Voor de eengezinswoningen op het zuidelijk deel van de kavel (nabij Vechtbrug) zou op deze afstand incidenteel nog een overschrijding van de streefwaarde in de nachtperiode kunnen optreden. Het aantal overschrijdingen in de nachtperiode ligt, afgaande op het spoorgebruik gedurende de meetweek, op hooguit 1 à 2 per week.

7. Conclusies en aanbevelingen

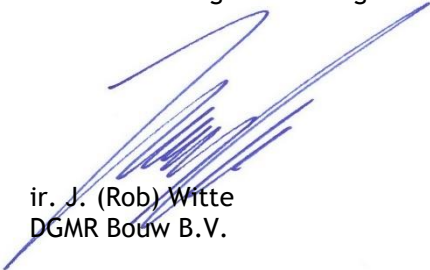
Uit de trillingsmetingen op de kavel en overdrachtsmetingen aan nabij gebouw zijn de volgende conclusies te trekken:

- In het appartementencomplex op 32 meter afstand van het spoor zal worden voldaan aan de SBR-B.
- In de eengezinswoningen op 32 meter afstand van het spoor kunnen met name op het zuidelijk deel van de kavel, nabij de Vechtbrug, incidenteel kleine overschrijdingen optreden van de streefwaarde in de nachtperiode. Afgaand op het huidige spoorgebruik (verdeling dag/nacht) zal dit hooguit 1 à 2 keer per week optreden.
- Op meer dan 40 meter afstand tot het spoor wordt voor beide bouwtypen, eengezinswoningen en appartementen, geheel voldaan aan de SBR-B.

In de prognoses is uitgegaan van relatief stijve woningvloeren met een laagste eigenfrequentie van 15 Hz, bijvoorbeeld een kanaalplaatvloer 260 mm op 6 meter overspanning of 200 mm op 5 meter overspanning.

Hoewel wij verwachten dat in de praktijk er weinig tot geen trillingshinder zal optreden in de dichtst bij het spoor gelegen eengezinswoningen, die nu in theorie nog niet geheel voldoen, kunt u nog de volgende maatregelen overwegen:

- Alleen appartementencomplexen of eengezinswoningen van tenminste drie volle bouwlagen (dus geen 2 + lichte kapconstructie) bouwen in het gebied van 30 tot 40 meter tot het spoor.
- Afstand eengezinswoningen tot het spoor vergroten tot minimaal 40 meter.



ir. J. (Rob) Witte
DGMR Bouw B.V.

Bijlage 1

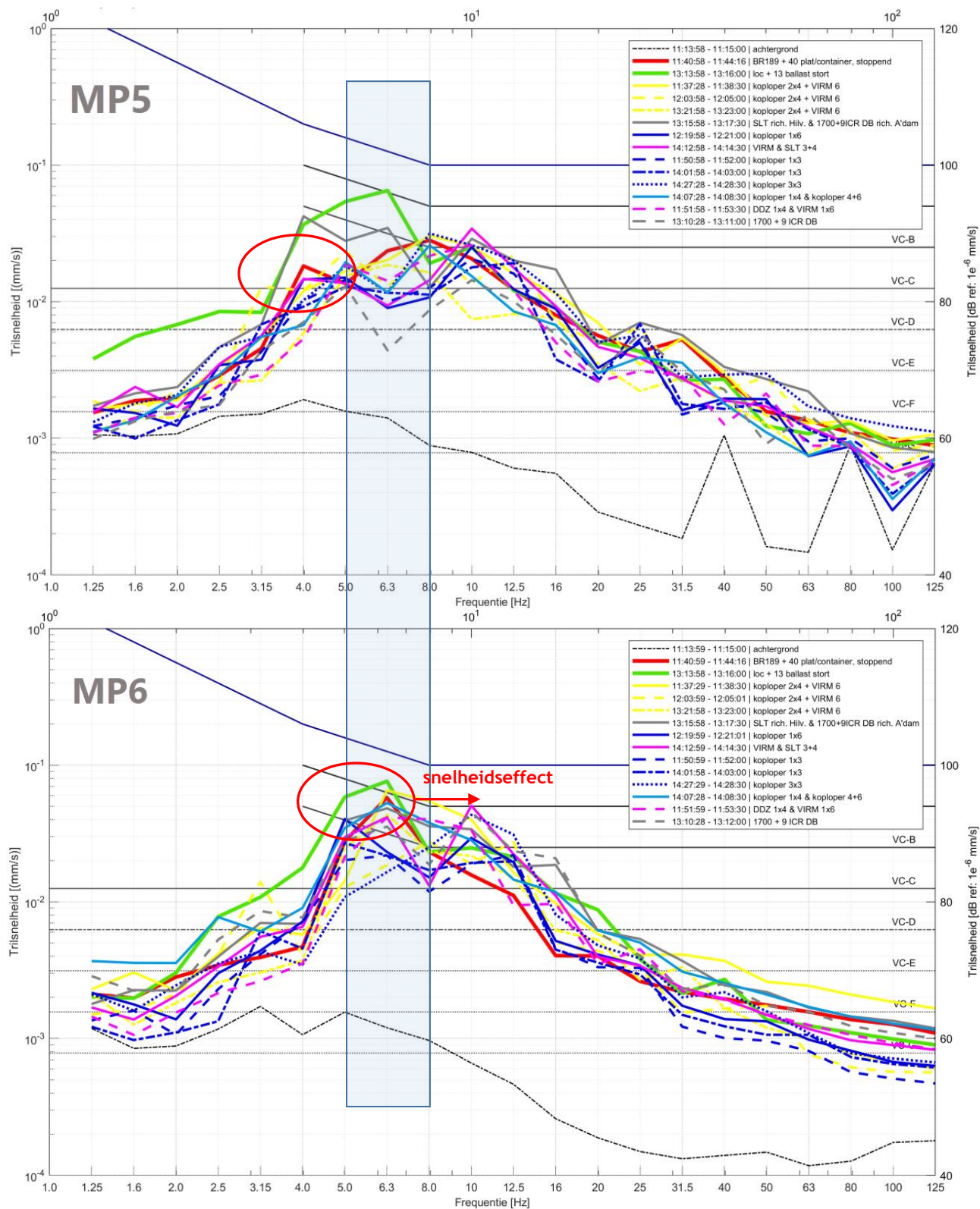
Titel	Trillingsregistraties MP1 t/m MP4
Omvang	1
Toelichting	Trillingssterkte V_{top}

Trillingsonderzoek Weesperwerf



Bijlage 2

Titel	Trillingsspectra MP5 en MP6
Omvang	1
Toelichting	Noordelijk (MP5) en zuidelijk deel (MP6) kavel, 25 m van spoor



Bijlage 3

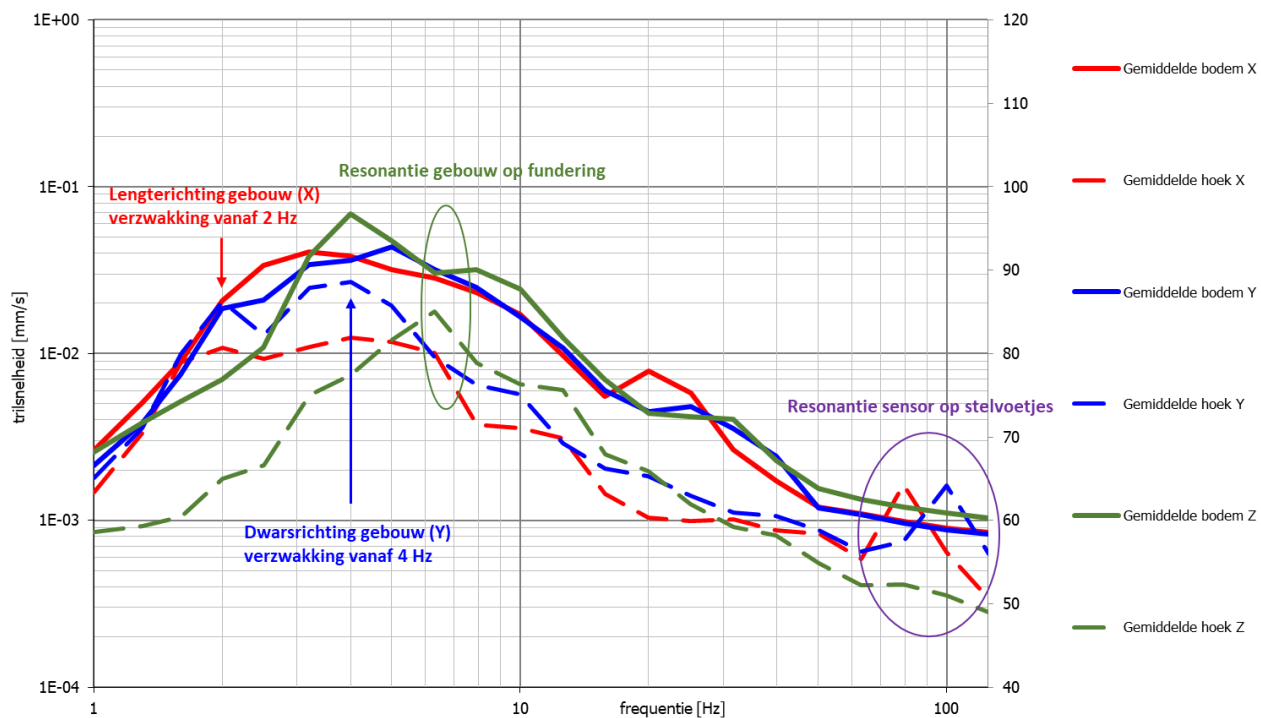
Titel	Overdrachtsmeting bodem - gebouw
Omvang	1
Toelichting	Pand Korte Muiderweg 2

Trillingsonderzoek Weesperwerf

Korte Muiderweg 2 (Tramedico) - trillingen bodem vs. gebouw

Max Hold trillingsspectrum in 1/3-octafband

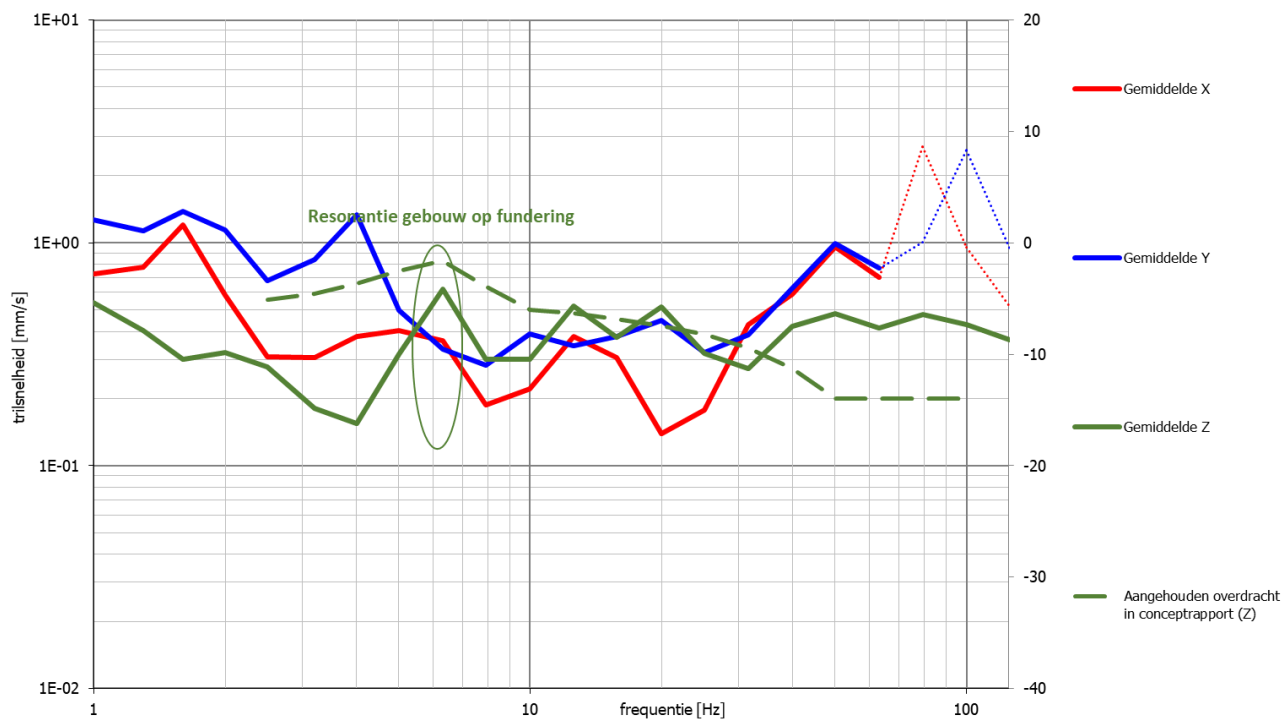
Datum: 17-19 januari 2019



Korte Muiderweg 2 (Tramedico) - Overdracht bodem naar gebouw

Max Hold trillingsspectrum in 1/3-octafband

Datum: 17-19 januari 2019



Bijlage 4

Titel	Trillingsprognoses
Omvang	4

Trillingsonderzoek Weesperwerf

Z

Trillingsprognose railverkeer

project	Weesperwerf	bronspectrum	Meetpunt 25m - trein 10/12 - 9:14	passages per uur	1	(alleen $V_{eff} > 0,1$)
gebouwtype	Laagbouw op palen	vormfactor C_F	0,48	peiljaar	2018	
gebouwafstand (tot spoor)	32 m	referentieafstand	25 m	rijsnelheid	80	km/u
				referentie snelheid	80	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)					71	75	76	107	104	106	90	76	77	75	68	72	69	70	71	72	70				111
spreiding					2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3				
bronspectrum (rms, max)					73	77	79	109	106	109	92	78	79	77	71	74	71	72	73	74	72				113
snelheidscorrectie																									
afstandscorrectie					-2,7	-2,7	-2,7	-2,7	-2,7	-2,7	-2,7	-2,7	-2,7	-2,7	-2,7	-2,9	-3,4	-3,4	-3,4	-3,4	-3,4				
L_v [dB]					71	74	76	106	103	106	90	75	77	74	68	71	68	69	70	71	69				110
V_{rms} [mm/s]					0,00	0,01	0,01	0,21	0,15	0,20	0,03	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				0,32
																									0,68

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	63	63	99	102	99	82	72	71	71	61	63	63	65	65	67	64					105
V_{rms} [mm/s]				0,00	0,00	0,00	0,09	0,13	0,09	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					0,18
																									0,37

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	64	64	102	106	104	89	80	79	79	68	70	69	70	70	71	68					109
V_{rms} [mm/s]				0,00	0,00	0,00	0,12	0,19	0,15	0,03	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					0,28
																									0,58

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	64	64	102	106	104	89	80	79	78	67	68	68	69	68	69	66					109
V_{rms} [mm/s]				0,00	0,00	0,00	0,12	0,19	0,15	0,03	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					0,28
																									0,58

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	64	64	102	106	104	89	79	78	78	66	67	66	67	66	67	64					109
V_{rms} [mm/s]				0,00	0,00	0,00	0,12	0,19	0,15	0,03	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					0,28
																									0,58

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	58	60	98	103	102	88	79	79	79	68	69	69	70	70	71	68				106
$V_{eff,max}$ [mm/s]					0,00	0,00	0,00	0,08	0,14	0,13	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				0,21
																									0,015

1e verdieping																									
L_v [dB]					55	58	60	98	103	102	88	79	78	78	67	68	68	69	68	69	66				106
$V_{eff,max}$ [mm/s]					0,00	0,00	0,00	0,08	0,14	0,13	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				0,21
																									0,015

2e verdieping																									
L_v [dB]					55	58	60	98	103	102	87	79	78	77	66	67	66	67	66	67	64				106
$V_{eff,max}$ [mm/s]					0,00	0,00	0,00	0,08	0,14	0,13	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				0,21
																									0,015

Noordelijke deel kavel - trillingsprognose eengezinswoningen (2-3 bouwlagen)

Afstand = 32m (Z)

Trillingsonderzoek Weesperwerf

Z

Trillingsprognose railverkeer

project	Weesperwerf	bronspectrum	Meetpunt 52m - trein 10/12 2:39	passages per uur	1	(met $v_{\text{eff}} > 0,1$ mm/s)
gebouwtype	Laagbouw op palen	vormfactor C_F	0,48	peiljaar	2018	
gebouwafstand (tot spoor)	60 m	referentieafstand	52 m	rijksnelheid	80	km/u
				referentie snelheid	80	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	250	som
bronspectrum (rms, gem)					73	89	76	79	95	90	85	68	67	64	63	63	59	55	56	54	51					97
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)					76	92	79	82	98	93	88	71	70	67	66	66	62	58	59	57	54					100
snelheidscorrectie																										
afstandscorrectie					-1,2	-1,0	-0,8	-0,4	-0,6	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	-1,9	-2,3	-2,9	-3,4	-3,4	-3,4	-3,4					
L_v [dB]					74	91	78	82	98	92	87	70	69	66	65	64	59	55	55	53	50					100
v_{rms} [mm/s]					0,01	0,04	0,01	0,01	0,08	0,04	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					0,10
																										0,20

SBR-A / gebouw2schade

Stijf punt fundatie	gebouw2type:	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]				66 79 65 75 96 84 79 67 64 63 58 55 55 52 51 50 46
v_{rms} [mm/s]				0,00 0,01 0,00 0,01 0,07 0,02 0,01 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00
				v_{top} 0,15

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

Begane grond	vloertype:	vloertype 3	($f_0 = 10-20$ Hz)	
$H_{v,\text{vloer}}$				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]				67 81 67 77 100 89 86 75 72 71 65 62 60 57 55 54 49
v_{rms} [mm/s]				0,00 0,01 0,00 0,01 0,10 0,03 0,02 0,01 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00
				v_{top} 0,22

1e verdieping	vloertype:	vloertype 3	($f_0 = 10-20$ Hz)	
$H_{v,3}$ [dB]				0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 -0,1 -0,2 -0,4 -0,5 -0,7 -0,8 -1,0 -1,1 -1,3 -1,4
$H_{v,\text{vloer}}$ [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]				67 81 67 77 100 89 86 74 71 70 64 61 60 56 54 53 48
v_{rms} [mm/s]				0,00 0,01 0,00 0,01 0,10 0,03 0,02 0,01 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00
				v_{top} 0,22

2e verdieping	vloertype:	vloertype 3	($f_0 = 10-20$ Hz)	
$H_{v,3}$ [dB]				0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 -0,1 -0,5 -0,7 -1,0 -1,3 -1,6 -1,9 -2,2 -2,5 -2,8
$H_{v,\text{vloer}}$ [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]				67 81 67 77 100 89 86 74 71 70 64 61 59 55 53 51 46
v_{rms} [mm/s]				0,00 0,01 0,00 0,01 0,10 0,03 0,02 0,01 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00
				v_{top} 0,22

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]	59 74 62 74 97 87 85 74 71 70 64 62 60 57 55 54 49
$v_{\text{eff,max}}$ [mm/s]	0,00 0,01 0,00 0,00 0,07 0,02 0,02 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00
	V_{per}^* 0,000

1e verdieping	
L_v [dB]	59 74 62 74 97 87 85 74 71 70 64 61 59 56 54 53 48
$v_{\text{eff,max}}$ [mm/s]	0,00 0,01 0,00 0,00 0,07 0,02 0,02 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00
	V_{per}^* 0,000

2e verdieping	
L_v [dB]	59 74 62 74 97 87 85 74 71 69 63 60 59 55 53 51 46
$v_{\text{eff,max}}$ [mm/s]	0,00 0,01 0,00 0,00 0,07 0,02 0,02 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00
	V_{per}^* 0,000

Trillingsonderzoek Weesperwerf

Z

Trillingsprognose railverkeer

project	Weesperwerf	bronspectrum	Meetpunt 6 (nabij Vechtbrug)	passages per uur	1	(alleen $V_{eff} > 0,1$)
gebouwtype	Laagbouw op palen	vormfactor C_F	0,48	peiljaar	2018	
gebouwafstand (tot spoor)	32 m	referentieafstand	25 m	rijsnelheid	80	km/u
				referentie snelheid	80	km/u

Bodemtrillingen

1/3-octaaf	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	250	som
bronspectrum (rms, gem)					70	76	76	107	104	107	89	80	79	79	68	71	68	70	72	71	70					111
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)					73	79	79	110	107	110	92	83	82	82	71	74	71	73	75	74	73					114
snelheidscorrectie																										
afstandscorrectie					-3,7	-3,4	-3,0	-2,6	-2,5	-2,5	-2,5	-2,5	-2,5	-2,5	-2,8	-3,1	-3,2	-3,2	-3,2	-3,2	-3,2					
L_v [dB]					70	76	76	107	105	108	90	80	79	79	68	71	68	70	71	71	70					112
v_{rms} [mm/s]					0,00	0,01	0,01	0,22	0,18	0,25	0,03	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					0,38
																										0,79

SBR-A / gebouw2schade

Stijf punt fundatie	gebouw2type:	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]					61	64	62	100	104	100	83	78	74	76	61	63	63	66	67	68	66					107
v_{rms} [mm/s]					0,00	0,00	0,00	0,10	0,15	0,11	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					0,21
																										0,44

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

Begane grond	vloertype:	vloertype 3										(fo = 10-20 Hz)											
Hv,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					
Lv [dB]		62	65	64	103	107	106	89	85	82	84	68	69	69	71	71	71	69	110				
v_rms [mm/s]		0,00	0,00	0,00	0,14	0,23	0,19	0,03	0,02	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33				
																	V_top	0,69					

1e verdieping	vloertype:	vloertype 3 (f0 = 10-20 Hz)																				
Hv,3 [dB]		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,1	-0,2	-0,4	-0,5	-0,7	-0,8	-1,0	-1,1	-1,3	-1,4				
Hv,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				
Lv [dB]		62	65	64	103	107	106	89	85	81	83	68	69	68	70	70	70	67		110		
vrms [mm/s]		0,00	0,00	0,00	0,14	0,23	0,19	0,03	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,33		
																			Vt00	0,69		

4e verdieping	vloertype:	vloertype 3																						
		(f0 = 10-20 Hz)																						
Hv,3 [dB]		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,3	-0,9	-1,5	-2,1	-2,7	-3,3	-3,9	-4,5	-5,1	-5,7						
Hv,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						
Lv [dB]		62	65	64	103	107	106	89	85	81	82	66	67	66	68	67	66	63		110				
Vrms [mm/s]		0,00	0,00	0,00	0,14	0,23	0,19	0,03	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,33				
																					Vtop		0,69	

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]					54	59	59	99	105	104	88	84	81	84	68	69	69	71	71	71	69		108
v _{eff,max} [mm/s]					0,00	0,00	0,00	0,09	0,17	0,16	0,03	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,25
																							V _{pe} * 0,016

1e verdieping																										
L_v [dB]					54	59	59	99	105	104	88	84	81	83	67	69	68	70	70	70	67					108
$v_{eff,max}$ [mm/s]					0,00	0,00	0,00	0,09	0,17	0,16	0,03	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					0,25
																										0,016

4e verdieping																										
L_v [dB]					54	59	59	99	105	104	88	84	80	82	66	67	66	68	67	66	63					108
$v_{eff,max}$ [mm/s]					0,00	0,00	0,00	0,09	0,17	0,16	0,03	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					0,25
																										0,016

Zuidelijk deel kavel (nabij Vechtbrug) - trillingsprognose eengezinswoningen (2-3 bouwlagen)

Afstand = 32m (Z)

Trillingsonderzoek Weesperwerf

Z

Trillingsprognose railverkeer

project	Weesperwerf	bronspectrum	Meetpunt 25m - trein 10/12 - 9:14	passages per uur	1	(alleen $V_{eff} > 0,1$)
gebouwtype	Appartementen	vormfactor C_F	0,48 (verhouding v_{rms}/v_{top})	peiljaar	2018	
gebouwafstand (tot spoor)	32 m	referentieafstand	25 m	rijsnelheid	80	km/u
				referentie snelheid	80	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)					71	75	76	107	104	106	90	76	77	75	68	72	69	70	71	72	70				111
spreadig					2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3				
bronspectrum (rms, max)					73	77	79	109	106	109	92	78	79	77	71	74	71	72	73	74	72				113
snelheidscorrectie																									
afstandscorrectie					-2,7	-2,7	-2,7	-2,7	-2,7	-2,7	-2,7	-2,7	-2,7	-2,7	-2,9	-3,4	-3,4	-3,4	-3,4	-3,4	-3,4				
L_v [dB]					71	74	76	106	103	106	90	75	77	74	68	71	68	69	70	71	69				110
v_{rms} [mm/s]					0,00	0,01	0,01	0,21	0,15	0,20	0,03	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				0,32
																									0,68
																									V_{top}

SBR-A / Gebouwschade

Stijf punt fundatie	gebouwtype:	User defined 1	Weesperwerf verticaal (3 bouwlagen)																						
$H_{v,1}$ [dB]				-11,1	-14,8	-16,2	-10,0	-4,2	-10,5	-10,4	-5,7	-8,5	-5,7	-9,9	-11,3	-7,5	-6,3	-7,7	-6,4	-7,3					
L_v [dB]				59	60	60	96	99	96	79	69	68	68	58	60	62	62	62	64	61					102
v_{rms} [mm/s]				0,00	0,00	0,00	0,06	0,09	0,06	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					0,13
																									0,26
																									V_{top}

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

Begane grond	vloertype:	vloertype 3	($f_0 = 10-20$ Hz)																						
$H_{v,vloer}$				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]				60	61	61	99	103	101	86	77	76	76	65	67	66	67	67	68	65					106
v_{rms} [mm/s]				0,00	0,00	0,00	0,09	0,14	0,11	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					0,20
																									0,41
																									V_{top}
1e verdieping	vloertype:	vloertype 3	($f_0 = 10-20$ Hz)																						
$H_{v,3}$ [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]				60	61	61	99	103	101	86	77	76	75	64	65	65	66	65	66	63					106
v_{rms} [mm/s]				0,00	0,00	0,00	0,09	0,14	0,11	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					0,20
																									0,41
																									V_{top}
2e verdieping	vloertype:	vloertype 3	($f_0 = 10-20$ Hz)																						
$H_{v,3}$ [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]				60	61	61	99	103	101	86	76	75	75	63	64	63	64	63	64	61					106
v_{rms} [mm/s]				0,00	0,00	0,00	0,09	0,14	0,11	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					0,20
																									0,41
																									V_{top}

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]					52	55	57	95	100	99	85	76	76	76	65	66	66	67	67	68	65				103
$v_{eff,max}$ [mm/s]					0,00	0,00	0,00	0,06	0,10	0,09	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				0,15
																									0,010
																									V_{per}^*
1e verdieping																									
L_v [dB]					52	55	57	95	100	99	85	76	75	75	64	65	65	66	65	66	63				103
$v_{eff,max}$ [mm/s]					0,00	0,00	0,00	0,06	0,10	0,09	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				0,15
																									0,010
																									V_{per}^*
2e verdieping																									
L_v [dB]					52	55	57	95	100	99	84	76	75	74	63	64	63	64	63	64	61				103
$v_{eff,max}$ [mm/s]					0,00	0,00	0,00	0,06	0,10	0,09	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				0,15
																									0,010
																									V_{per}^*