

Rapport

Lid NLingenieurs
ISO 9001 gecertificeerd

Betreft: TU Delft nieuwbouw TNW-gebouw
uitvoering trambaan, minimaal aan te houden afstanden tot TNW

Rapportnummer: SG 921-5-RA

Datum: 3 december 2012

Ref.: BSn/SdK/IW/SG 921-5-RA

1. Inleiding

In opdracht van de Technische Universiteit Delft, FMVG, wordt een nieuw faculteitsgebouw ontworpen voor de faculteit Technische Natuurwetenschappen. Langs de nieuwbouwlocatie is een trambaan geprojecteerd met een keerlus en eventueel een halte ter hoogte van het TNW-gebouw.

TU Delft FMVG onderzoekt de mogelijkheden om de trambaan en met name de keerlus zodanig in te richten en te projecteren, dat ten aanzien van de bouwlocatie de hinderlijke verstoringen door trillingen veroorzaakt door de passerende trams geminimaliseerd kunnen worden.

Op basis van de verschillende onderzoeken wordt in voorliggend rapport een overzicht gegeven van de mogelijke maatregelen die voor de opdrachtgever voldoende marge bieden ten opzichte van de trillingcriteria in de trillingarme laboratoria.

2. Eerdere onderzoeken

Voor het onderzoek is gebruik gemaakt van de eerdere onderzoeken voor deze locatie:

- trillingonderzoek zuid-locatie, rapport SF 921-1 d.d. 6 december 2011;
- variantenstudie vloerontwerp trillingarme laboratoria, rapport SF 921-4 d.d. 25 juni 2012;
- eindige elementen methode, rapport SF 921-5 d.d. 13 september 2012;
- trillingbijdragen omgevingsbronnen op trillingarme vloeren, rapport SF 921-7 d.d. 17 oktober 2012;
- variantenstudie trillingen door trambaan in relatie tot TNW, rapport SG 921-2 d.d. 17 oktober 2012.

Peutz bv
Paletsingel 2, Postbus 696
2700 AR **Zoetermeer**
Tel. (079) 347 03 47
Fax (079) 361 49 85
info@zoetermeer.peutz.nl

Lindenlaan 41, Molenhoek
Postbus 66, 6585 ZH **Mook**
Tel. (024) 357 07 07
Fax (024) 358 51 50
info@mook.peutz.nl

Oosterweg 127, Haren (Gn)
Postbus 7, 9700 AA **Groningen**
Tel. (050) 520 44 88
Fax (050) 526 31 78
info@groningen.peutz.nl

Montageweg 5
6045 JA **Roermond**
Tel. (0475) 324 333
info@roermond.peutz.nl

www.peutz.nl

Peutz GmbH
Düsseldorf, Dortmund, Berlin
info@peutz.de
www.peutz.de

Peutz SARL
Paris, Lyon
Info@peutz.fr
www.peutz.fr

Peutz bv
London
info@peutz.co.uk
www.peutz.co.uk

Daidalos Peutz bvba
Leuven
Info@daidalospeutz.be
www.daidalospeutz.be

Peutz
Sevilla
info@peutz.es
www.peutz.es

Köhler Peutz Geveltechniek bv
Zoetermeer
Info@gevel.com
www.gevel.com

Opdrachten worden aanvaard
en uitgevoerd volgens De
Nieuwe Regeling 2011

BTW identificatienummer
NL004933837B01
KvK: 12028033

3. Situatie en trillingbronnen in omgeving

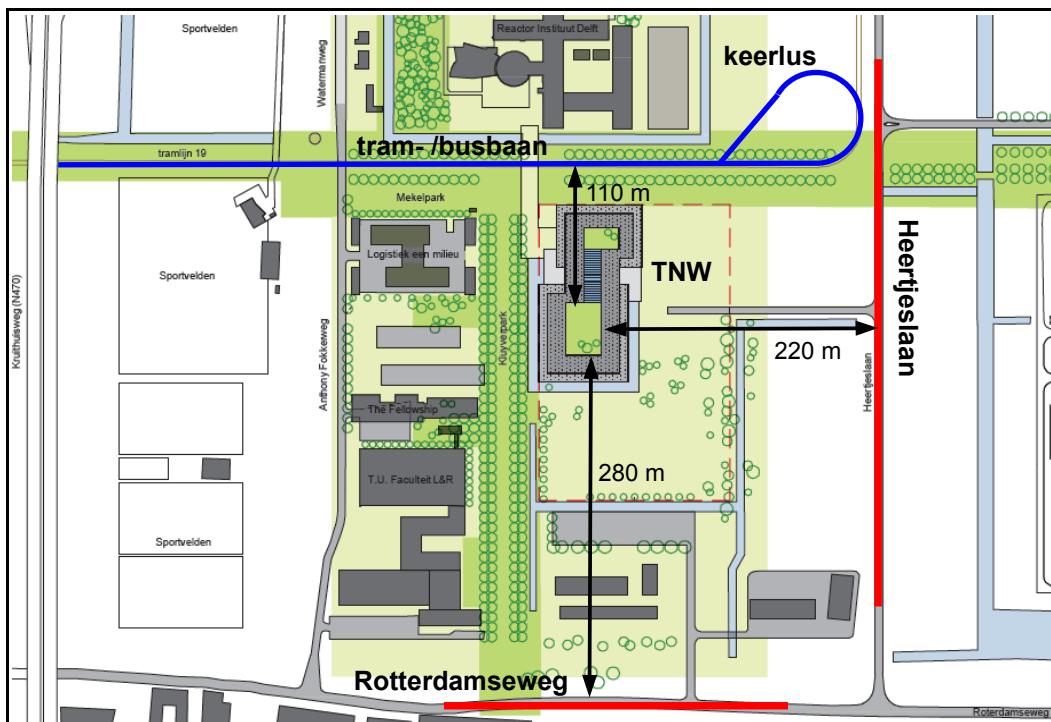
In het voorgaande ontwerptraject is de invloed van diverse trillingbronnen onderzocht ten aanzien van de verwachte bijdrage op de planlocatie. Hieronder vallen voornamelijk vracht- en (gepland) tramverkeer.

De voornaamste bijdragen zijn voor de huidige ontwikkeling:

- achtergrondtrillingniveau ter plaatse;
- trambaan over Mekelweg, inclusief halte en keerlus;
- vrachtverkeer over Rotterdamseweg;
- vrachtverkeer over Heertjeslaan.

Van overige trillingbronnen zijn de bijdragen gemeten of berekend en als niet-maatgevend beoordeeld. De Kluyverweg is hierbij voor gemotoriseerd verkeer afgesloten.

In onderstaande figuur zijn de trillingbronnen weergegeven rondom de planlocatie.



Figuur 1: Relevante trillingbronnen rondom planlocatie

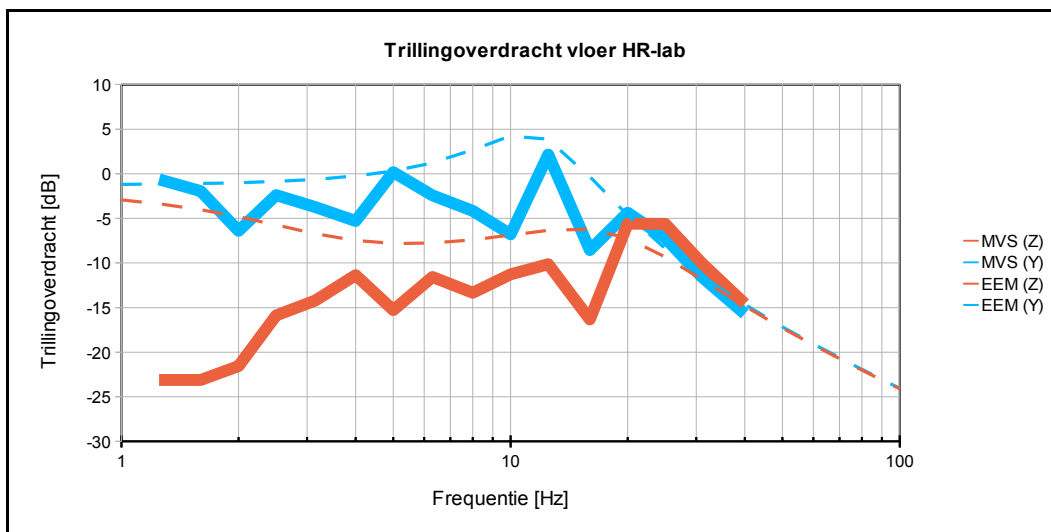
Op basis van het EEM-rekenmodel is een prognose gemaakt van de bijdragen op de trillingarme vloeren als gevolg van de verschillende omgevingsbronnen. Deze resultaten zijn opgenomen in rapport SF 921-7-RA "trillingbijdragen omgevingsbronnen op trillingarme vloeren" d.d. 17 oktober 2012.

Hieruit is gebleken dat de trillingbijdrage van het vrachtverkeer en de trambaan net voldoen aan de criteria. De bijdragen van de keerlus en een eventuele tramhalte leiden tot een overschrijding.

Om de invloed van bepaalde maatregelen inzichtelijk te maken, zijn diverse varianten doorgerekend met als doel de trillingbijdragen als gevolg van de trambaan, de keerlus en de tramhalte te verminderen.

4. Trillingoverdracht vloerconstructie

Van het uitgewerkte constructieontwerp is een complex EEM-rekenmodel opgesteld, waarmee de trillingoverdracht in verschillende richtingen bepaald is. In onderstaande figuur is de trillingoverdracht gegeven voor het EEM-rekenmodel, voor de HR-vloer, met de eerdere globale prognose (MVS-model).



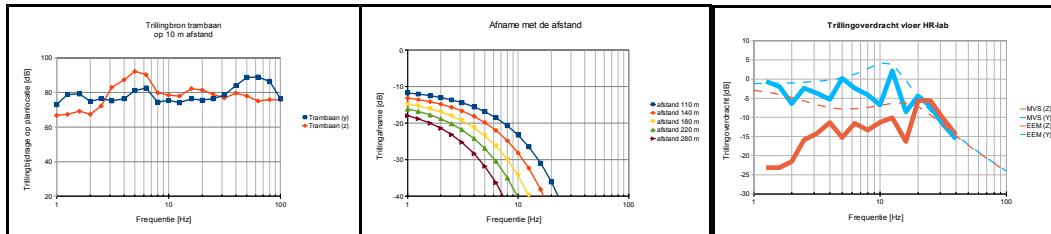
Figuur 2: Trillingoverdracht vloer HR-lab, MVS-prognose en EEM-rekenresultaat

De vloer van het MR-lab is uitgevoerd met een eenvoudiger paalfundering met minder palen en minder geschoorde palen, waardoor de trillingoverdracht van bodem naar vloer minder effectief is. Uit de eerdere studie blijkt echter dat desondanks de trillingbijdrage naar de HR-vloeren meest kritisch is. In het voorliggende rapport wordt de MR-vloer verder buiten beschouwing gelaten.

5. Bepaling trillingbijdrage omgevingsbronnen

Voor verschillende maatgevende omgevingsbronnen is de trillingbijdrage op de trillingarme vloeren bepaald aan de hand van eerdere bronmetingen, het rekenmodel voor trillingafname met de afstand en de berekende trillingoverdracht op basis van het EEM-rekenmodel.

Hier toe wordt het spectrum van de trillingbron genomen, de afname met de afstand verrekend en vervolgens de trillingoverdracht van bodem naar HR-vloer in rekening gebracht, voor trillingen in beide richtingen (horizontaal en verticaal).



Figuur 3: Trillingbron, afname met de afstand en overdracht vloerconstructie leidt tot trillingbijdrage

6. Onderzochte maatregelen en voorzieningen

In overleg zijn verschillende maatregelen onderzocht, variërend van een grotere afstand tot toepassing van ander materieel of keervoorziening.

Daarbij is door de opdrachtgever gevraagd een selectie te maken van de maatregelen waarbij de verwachte trillingbijdrage 3 dB onder het trillingcriterium ligt, als marge voor onzekerheden.

Tabel 1: Maatregelen en voorzieningen

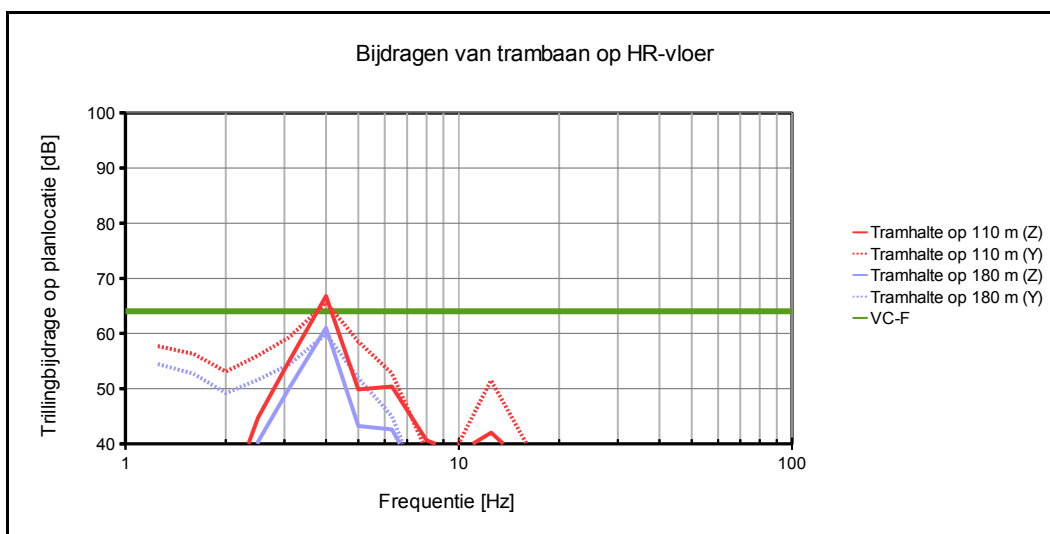
Minimale afstand tot TNW
tramhalte op 180 m (i.p.v. 110 m)
keerlus trambaan op 220 m (i.p.v. 140 m)
stoppen voor kruising Heertjeslaan (200 m)
Materieel en tailtrack
alleen bussen over busbaan (asfalt zonder drempels), 110 m
tailtrack met lightrail (type RandstadRail), 130 m
tailtrack met standaard tram (type GTL-8), 160 m (ter vergelijking)

Uitgangspunt is dat de trambaan op een afstand van circa 110 m blijft gehandhaafd. De trillingbijdrage op de vloer van de trillingarme laboratoria ten gevolge van de trambaan ligt op 63 dB.

7. Trillingbijdrage van omgevingsbronnen op de trillingarme vloeren

7.1. Afstand tot tramhalte

In onderstaande figuren zijn de bijdragen weergegeven op de vloeren van de HR-labs, als gevolg van de tramhalte op 110 m en 180 m afstand.

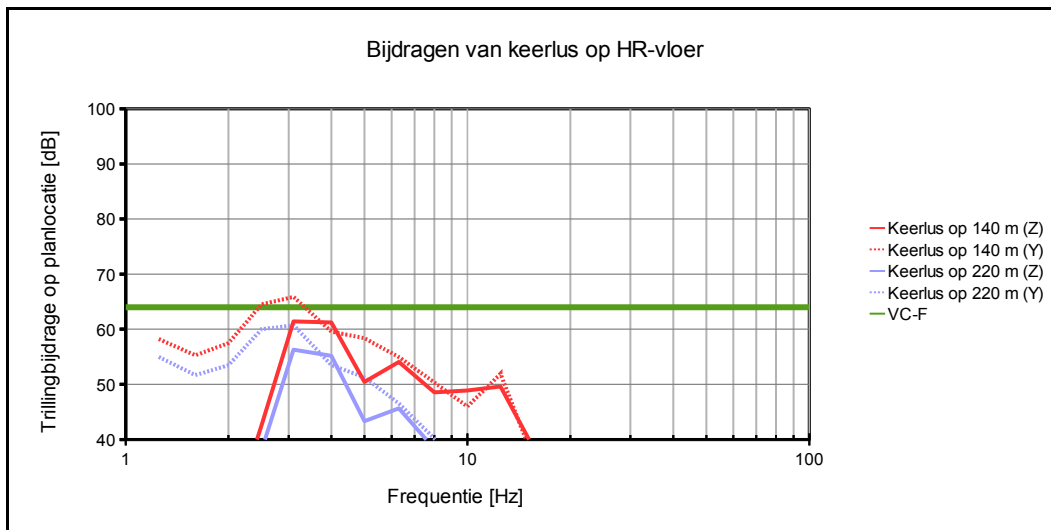


Figuur 4: Bijdrage tramhalte op HR-vloer, bij afstand 180 m

Bij een afstand van 180 m ligt de trillingbijdrage op 61 dB, juist 3 dB onder het criterium.

7.2. Afstand tot keerlus

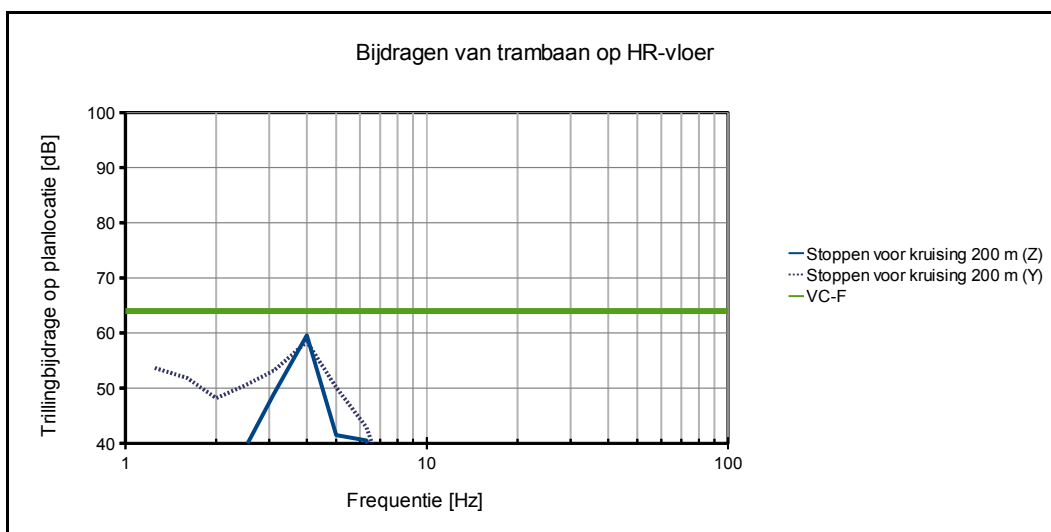
In onderstaande figuren zijn de bijdragen weergegeven op de vloeren van de HR-labs, als gevolg van de keerlus op 140 m en 220 m afstand. Bij een afstand van 220 m ligt de trillingbijdrage op 61 dB, juist 3 dB onder het criterium.



Figuur 5: Bijdrage keerlus op HR-vloer, bij afstand 220 m

7.3. Stoppen voor kruising Heertjeslaan

Bij het verlengen van de trambaan zal de tram voor passage van de Heertjeslaan moeten stoppen, op een afstand van circa 200 m. In onderstaande figuur is de trillingbijdrage gegeven.

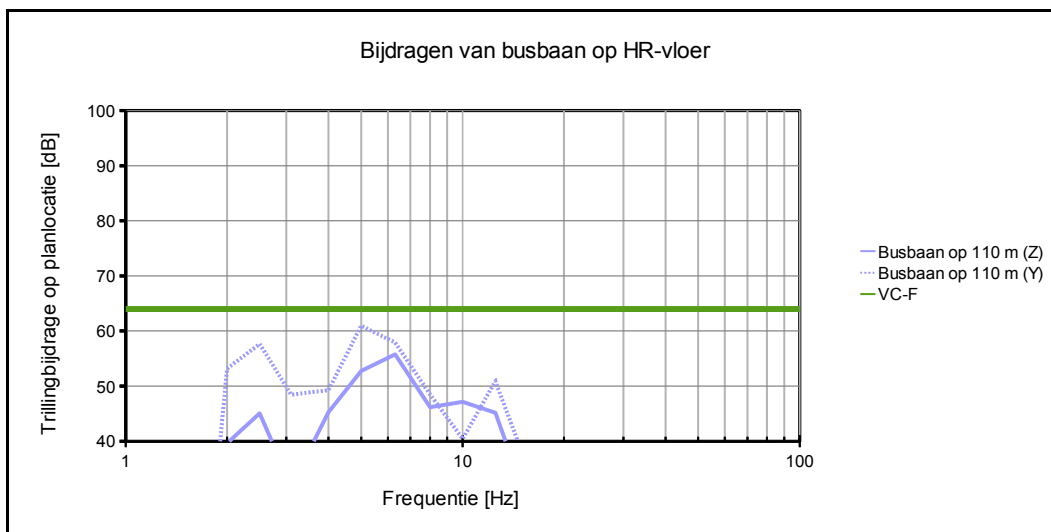


Figuur 6: Bijdrage stoppen voor kruising Heertjeslaan op afstand 200 m

Bij stoppen van de tram op een afstand van 200 m ligt de trillingbijdrage op 60 dB, circa 4 dB onder het criterium.

7.4. Alleen busverkeer over de tram-/busbaan

In onderstaande figuur zijn de bijdragen weergegeven op de vloeren van de HR-labs, als gevolg van de busbaan met alleen busverkeer (op 110 m afstand).



Figuur 7: Bijdrage op HR-vloer, busverkeer over tram/busbaan, normale rijnsnelheid binnen bebouwde kom

Bij alleen busverkeer over de tram-/busbaan op een afstand van 110 m ligt de trillingbijdrage op 60 dB, circa 4 dB onder het criterium.

7.5. Tailtrack in plaats van keerlus

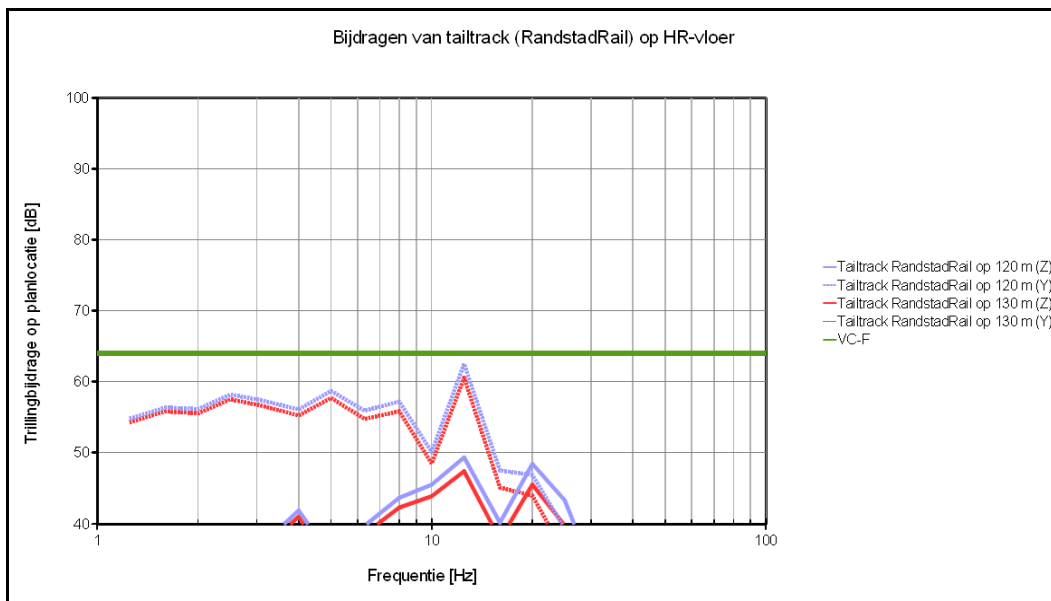
Voor het alternatief met de tailtrack is uitgegaan van trillingmetingen die zijn uitgevoerd bij een tijdelijke tailtrack bij Delft Centraal Station, waar een standaard tram (type GTL-8) stopte. Voor het keren van deze standaard tram waren een tailtrack en een halve lus voor een steek achteruit toegepast.

Tevens zijn metingen verricht bij het Arnold Spoelplein te Den Haag, waar een lightrail tram stopte op een tailtrack (RandstadRail).

In beide situaties gevallen is een lagere rijnsnelheid (nagenoeg stapvoets) opgemerkt dan bij een reguliere halte of een keerlus. Hieraan ligt waarschijnlijk ten grondslag het risico dat bij een te hoge snelheid de tram van de rails zou kunnen raken, hetgeen bij de trambestuurders leidt tot een aangepaste rijstijl.

Deze lagere rijnsnelheid speelt mede een rol in de veroorzaakte, lagere trillingniveaus.

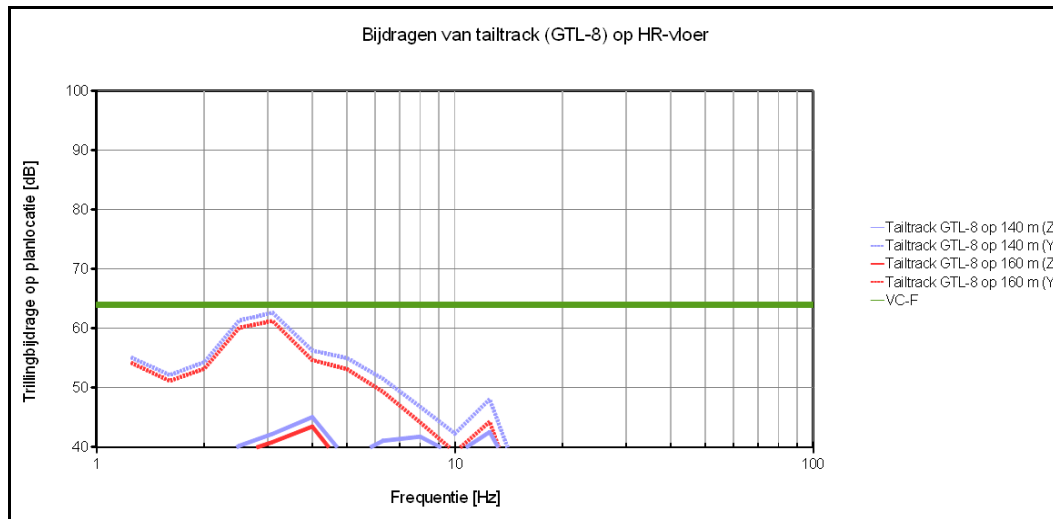
In onderstaande figuur zijn de bijdragen weergegeven op de vloeren van de HR-labs, als gevolg van de tailtrack met lightrail (type RandstadRail), op 120 m en 130 m afstand.



Figuur 8: Bijdrage tailtrack (Randstadrail) op HR-vloer, bij afstand 120 m en 130 m

Bij een afstand van 130 m tot de tailtrack met lightrail (type RandstadRail) ligt de trillingbijdrage op 61 dB, juist 3 dB onder het criterium.

In onderstaande figuur zijn ter vergelijking de bijdragen weergegeven op de vloeren van de HR-labs, als gevolg van de tailtrack met standaard tram (type GTL-8), op 140 m en 160 m afstand.



Figuur 9: Bijdrage tailtrack (GTL-8) op HR-vloer, bij afstand 140 m en 160 m

Bij een afstand van 160 m tot de tailtrack met standaard tram (type GTL-8) ligt de trillingbijdrage op 61 dB, juist 3 dB onder het criterium.

7.6. Samenvatting resultaten prognose

In onderstaande tabel zijn de onderzoeksresultaten voor de HR-labs samengevat.

Tabel 2: Effect van maatregelen en voorzieningen

Trillingbron	HR-laboratoriumvloer	
	niveau	marge
Basis trambaan		
trambaan met standaard tram (type GTL-8), op 110 m	63 dB	n.v.t.
Minimale afstand tot TNW		
tramhalte op 180 m	61 dB	3 dB
keerlus trambaan op 220 m	61 dB	3 dB
stoppen voor kruising Heertjeslaan (200 m)	60 dB	> 3 dB
Materieel en tailtrack		
alleen bussen over busbaan (asfalt zonder drempels) op 110 m	60 dB	> 3 dB
tailtrack met lightrail (type RandstadRail), 130 m	61 dB	3 dB
tailtrack met standaard tram (type GTL-8), 160 m (ter vergelijking)	61 dB	3 dB

Voor bovenstaande maatregelen en voorzieningen geldt dat de afstand juist voldoende is voor een geprognoseerde trillingbijdrage van juist 3 dB onder het trillingcriterium op de trillingarme vloeren, een voor de opdrachtgever voldoende marge.

Zoetermeer,

Dit rapport bestaat uit:

10 pagina's.