



Keerlus TL19 Technopolis Delft;

stand van zaken tramtrillingen bij VSL

Keerlus TL19 Technopolis Delft;

stand van zaken tramtrillingen bij VSL

opdrachtgever TU Delft FMVG
rapportnummer SL 921-1-RA-001
datum 16 oktober 2013
referentie BSn/BSn/TvdE/SL 921-1-RA-001
verantwoordelijke ir. B. Snoeij
opsteller ir. B. Snoeij
+31 79 3470332
b.snoeij@peutz.nl

peutz bv, postbus 696, 2700 ar zoetermeer, +31 79 347 03 47, info@peutz.nl, www.peutz.nl
opdrachten volgens 'De nieuwe regeling 2011' (DNR 2011) ingeschreven kvk onder nummer 12028033
lid NL-ingenieurs, iso-9001:2008 gecertificeerd

mook – zoetermeer – groningen – düsseldorf – dortmund – berlijn – leuven – parijs – lyon – sevilla

Inhoudsopgave

1 Inleiding	4
2 Voortraject	5
3 Openstaande vragen VSL	6
4 Berekening trillingprognose VSL	8

1 Inleiding

Ten behoeve van tramlijn 19 wordt ten zuiden van de Heertjeslaan een keerlus aangelegd. De keerlus van tramlijn 19 is met betrekking tot het aspect trillingen een gezamenlijk punt van zorg zowel voor de TU Delft als voor VSL. In januari 2013 is een onderzoek verricht naar de trillingbijdrage ter plaatse van VSL ten gevolge van de keerlus.

Naar aanleiding van dit onderzoek is gezocht naar verbeteringsmogelijkheden van de keerlus en is het definitief ontwerp van de keerlus tramlijn 19 gewijzigd ten opzichte van het gehanteerde ontwerp in eerdergenoemde berekening.

Op 1 oktober 2013 heeft een afstemmingsoverleg plaatsgevonden met TU Delft en VSL om inzicht te geven in het traject vanaf januari 2013 en een update te geven van de stand van zaken. Tijdens dit afstemmingsoverleg zijn diverse openstaande vragen van VSL behandeld en is een toelichting gegeven op de gemaakte keuzen.

Naar aanleiding van het afstemmingsoverleg zijn in voorliggend rapport de betreffende vragen van VSL opgenomen en de bijbehorende antwoorden. Daarbij is tevens een nieuwe prognose gegeven van de trillingbijdrage ter plaatse van de VSL-vloer ten gevolge van de keerlus. Hierbij wordt uitgegaan van het definitief ontwerp van de keerlus tramlijn 19.

2 Voortraject

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

In 2012 is een onderzoek uitgevoerd naar de invloed van de trambaan op de nieuwbouw en zijn de labvloeren ontworpen. In januari 2013 is in opdracht van de TU Delft een onderzoek verricht naar de trillingbijdrage ter plaatse van VSL ten gevolge van een keerlus ten zuiden van de Heertjeslaan, waaruit diverse aanbevelingen volgden (zie rapport SG 921-6-RA-002 d.d. 28 februari 2013).

Vervolgens zijn de locatie en het principeontwerp van de keerlus door de TU Delft, Stadsgewest Haaglanden, HTM en de Gemeente Delft nader uitgewerkt. Ten behoeve van deze nadere uitwerking van het ontwerp en de locatie van de keerlus is door Peutz, in opdracht van de TU Delft, een uitgebreide vervolgstudie uitgevoerd naar de trillingniveaus ten gevolge van verschillende trambaantrajecten. Hierbij zijn de volgende trillingreducerende voorzieningen onderzocht:

- smeren van de tramrails;
- lagere rijsnelheid;
- ruimere boogstraat;
- fundatie op beton.

Van het resultaat van de studie is in gezamenlijk overleg tussen de TU Delft, Stadsgewest Haaglanden, HTM en de Gemeente Delft een managementsamenvatting opgesteld in juni 2013.

In de managementsamenvatting wordt een beoordeling gegeven van de verschillende trillingreducerende voorzieningen. In kwalitatieve zin wordt hierin geconcludeerd dat:

- smeren van de trambaan niet leidt tot lagere trillingniveaus;
- reduceren van de rijsnelheid een significante reductie van de trillingniveaus tot gevolg heeft;
- een ruimere boogstraat leidt tot lagere trillingniveaus;
- een fundatie op beton leidt tot lagere trillingniveaus.

De TU Delft heeft uit bovengenoemde studie kunnen concluderen dat het aangenomen worst-case trillingniveau in de praktijk niet zal optreden wanneer de verschillende trillingreducerende voorzieningen worden uitgevoerd.

Bovengenoemde conclusies konden echter niet worden gekwantificeerd daar de verschillende trillingreducerende voorzieningen niet solitair onderzocht konden worden.

3 Openstaande vragen VSL

In de aanloop naar de bespreking zijn door VSL diverse vragen gesteld ten aanzien van de keerlus van tramlijn 19. Hieronder wordt een korte reactie gegeven op de openstaande vragen.

Vraag VSL: Is het correct dat de "Tanthof-keerlus" inderdaad een andere (slechtere) fundering heeft dan de nog aan te leggen keerlus op Technopolis?

Ja, de Tanthof-keerlus is gefundeerd op gras. In rapport SG 921-6-RA-002 is dan ook vermeld dat de keerlus Tanthof niet op beton is gefundeerd, en daarmee afwijkt van de geplande keerlus Technopolis, die wel op beton zal worden gefundeerd. In dit opzicht is de keerlus Tanthof aangemerkt als worst case scenario (rapport SG 921-6-RA-002, pagina 6, paragraaf 3.1, 3e alinea).

Vraag VSL: Zo ja, waarom schrijft Peutz dan in rapport SF 921-1-RA van 24 oktober 2011 dat de Tanthof-keerlus wel degelijk is voorzien van betonfunderatie ("ongewapende betonplaat onder de rails") en schrijft Peutz tevens dat het bij de Technopolis-keerlus gaat om een "soortgelijke wijze van funderen"?

De informatie over de Tanthof-keerlus is lange tijd geweest dat deze op beton zou zijn gefundeerd. Later is de juiste informatie pas boven water gekomen.

Vraag VSL: Zijn er inderdaad bij Peutz meetgegevens beschikbaar aan een keerlus met betonfunderatie (Volgens Soede: figuur 6 uit rapport "Managementsamenvatting trillingen door trambaan" van 14 juni 2013)? En is het daadwerkelijk zo dat deze metingen een bronsterkte laten zien die 3 à 6 dB liggen onder de meetgegevens aan de Tanthof-keerlus (zoals gebruikt als uitgangspunt in SG 921-6-RA-002)?

Er is in de directe omgeving van Delft en Den Haag geen keerlus gerealiseerd vergelijkbaar met de keerlus bij Technopolis, d.w.z. op betonfunderatie. Er zijn wel metingen gedaan bij bochten op een betonfunderatie, die als referentie zijn gehanteerd voor een keerlus (lange bocht) op beton. De toekomstige keerlus wijkt op de volgende onderdelen af van de gemeten bocht op beton:

- detailuitvoering betonplaat: onbekend is in hoeverre dikte en breedte van de betonplaatfundering onder de toekomstige keerlus overeenkomen met de bestaande bocht Papsouwselaan;
- boogstraal: de boogstraal van de keerlus zal circa 37 m bedragen, terwijl de metingen zijn verricht bij een boogstraal van circa 45 m;
- snelheid van tram: uit observaties bij de bestaande situaties blijkt dat de rijsnelheid over de bocht Papsouwselaan hoger is dan de rijsnelheid over de Tanthof-keerlus;
- locatie wissel: in het midden van de bocht Papsouwselaan is een wissel gelegen, bij de toekomstige keerlus zijn de wissels aan de zijde van de Heertjeslaan gelegen, op grotere afstand tot het VSL-gebouw.

Het bedoelde meetresultaat uit de Managementsamenvatting komt van de trillingmeting bij de bocht op beton aan de Papsouwselaan.



Vraag VSL: Zo ja, waarom heeft Peutz dan in rapport SG 921-6-RA-002 toch gebruik gemaakt van de "Tanthof-metingen" (figuur 12 op pagina 18)?

Het rapport SG 921-6-RA en latere versies 001 en 002 zijn opgemaakt in januari en februari 2013. De metingen aan de bocht Papsouwselaan zijn verricht in maart 2013 en hebben als doel gehad te bepalen op welke wijze de keerlus Technopolis zo trillingarm mogelijk uitgevoerd kan worden (smeren van tramrails, lagere rijsnelheid, ruimere boogstraal, fundatie op beton), de in de conclusie aanbevolen optimalisatie van de keerlus. De meetresultaten van maart 2013 konden derhalve niet gebruikt zijn in een rapport dat in februari 2013 is opgesteld.

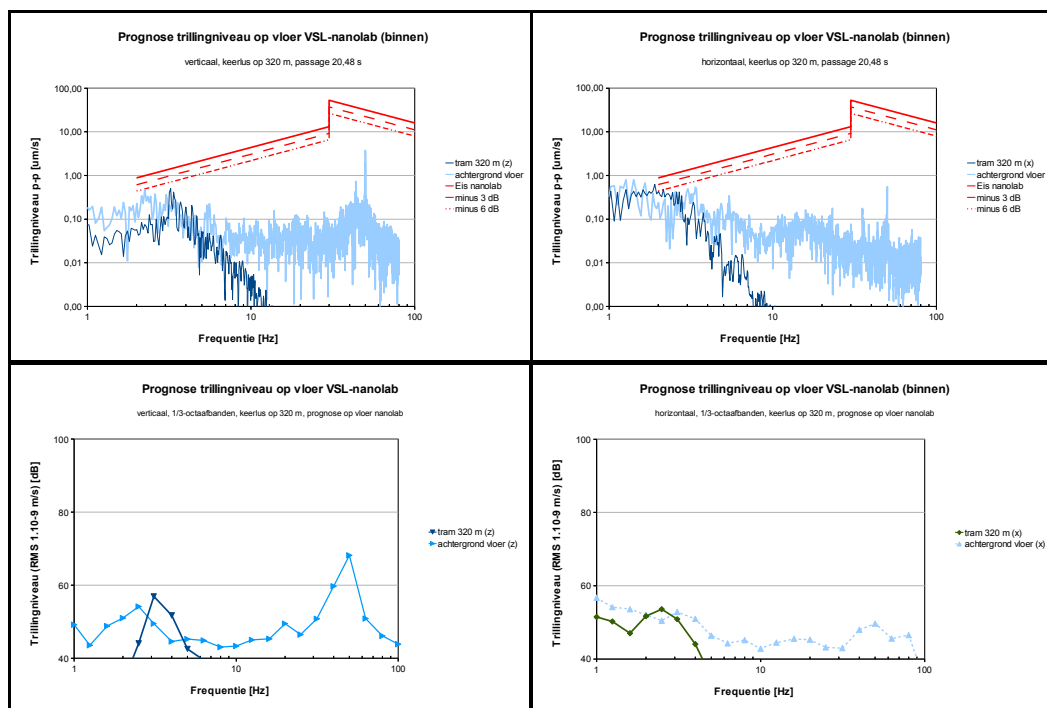
4 Berekening trillingprognose VSL

Tijdens het afstemmingsoverleg is besloten om de prognose van de trillingbijdrage ter plaatse van VSL ten gevolge van de keerlus opnieuw uit te voeren, waarbij wordt uitgegaan van het definitief ontwerp van de keerlus tramlijn 19. Dit definitief ontwerp is opgenomen in bijlage 1.

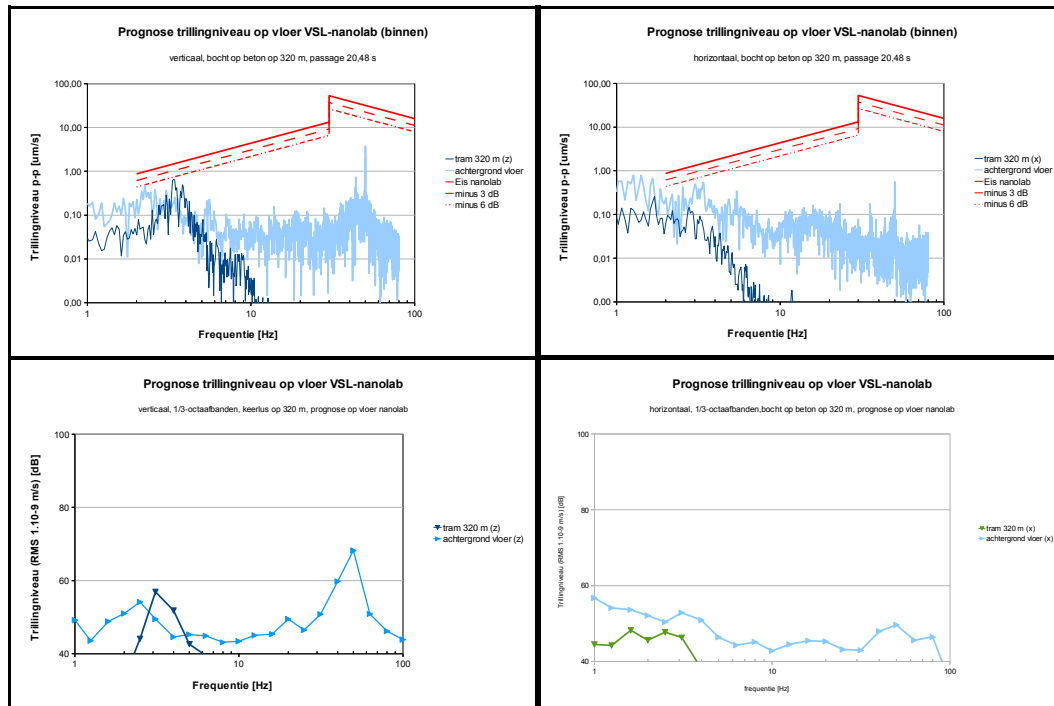
Aangezien de keerlus nog niet is gerealiseerd wordt als bronsignaal het trillingniveau bij een trampassage over een ruime bocht (boogstraal 45 m) op beton aangehouden. Deze trampassage is gemeten bij de kruising van de Papsouwselaan en de Westlandseweg in Delft. De uitvoering van de keerlus tramlijn 19 vertoont voldoende overeenkomsten met de gemeten situatie.

De analyse van de trillingmeting en de bepaling van de trillingbijdrage ter plaatste van VSL is op dezelfde wijze uitgevoerd zoals in januari 2013 besproken met VSL. De trillingprognose is derhalve te vergelijken met de trillingprognose uit het Peutz-rapport SG 921-6-RA-002. Het resultaat van de trillingprognose uit rapport SG 921-6-RA-002 en de trillingprognose op basis van de nieuwe gegevens zijn in onderstaande figuren weergegeven.

f4.1 Prognose trillingen op vloer VSL-nanolab als gevolg van passage tram over keerlus in smalbandige weergave (p-p) en in 1/3-octafbanden (rms), op basis van trillingmetingen bij keerlus Tanthof (resultaat uit rapport SG 921-6-RA-002)

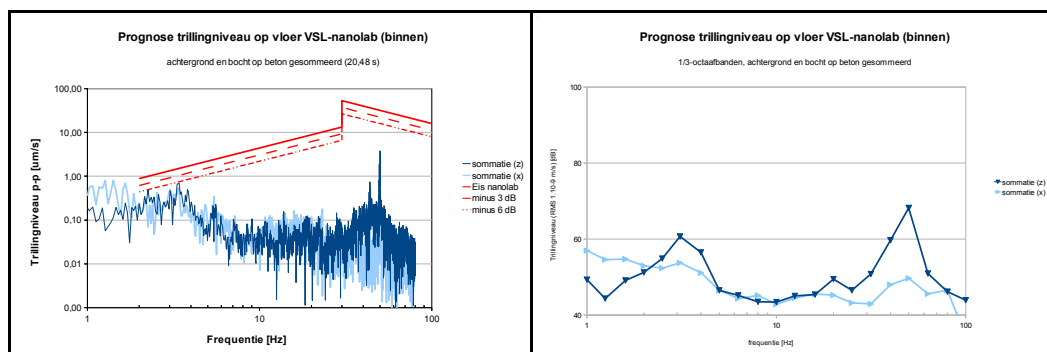


f4.2 Prognose trillingen op vloer VSL-nanolab als gevolg van passage tram over keerlus in smalbandige weergave (p-p) en in 1/3-octaaftanden (rms), op basis van trillingmetingen bij bocht op beton Papsouwselaan



In onderstaande figuren is de prognose gegeven voor de gesommeerde trillingniveaus op de vloer van VSL-nanolab als gevolg van een trampassage over de keerlus, uitgaande van de metingen trambocht Papsouwselaan, tezamen met het gemeten achtergrondniveau. Bij de sommatie is als worst-case uitgangspunt aangenomen dat elke 30 s een trampassage optreedt.

f4.3 Prognose energetisch gesommeerde trillingen op vloer VSL-nanolab in smalbandige weergave (p-p) en in 1/3 octaafbanden (rms)



Op basis van de bronmetingen bij de keerlus Tanthof en de bocht op beton (Papsouwsewaan) en de daaruit volgende prognoseberekningen, wordt uit de resultaten geconcludeerd dat met name voor de horizontale trillingen een significante verbetering wordt gerealiseerd voor de bocht op betonfundatie, met name ten aanzien van de kritische lage frequenties.

Voor de verticale trillingen is de prognose nagenoeg gelijk. De verticale trillingen zijn bij de bocht op beton 2 à 3 dB hoger, maar liggen nog onder het criterium van VSL. Dit verschil is nauwelijks significant te noemen.

Voor de horizontale trillingen is de prognose circa 8 dB beter. Juist voor deze trillingen in dit frequentiegebied is destijds door VSL aandacht gevraagd, aangezien de eerdere trillingprognose dicht tegen het VSL-criterium zat. De nieuwe prognose ligt ruimschoots onder het VSL-criterium, waarbij een significante verbetering is verkregen.

Tenslotte wordt opgemerkt dat de metingen langs de bocht op korte afstand zijn uitgevoerd en plaatsvonden op het wegdek c.q. de betonplaat zelf, waardoor de meting minder gunstig is dan wanneer op het naastgelegen grasland zou zijn gemeten.

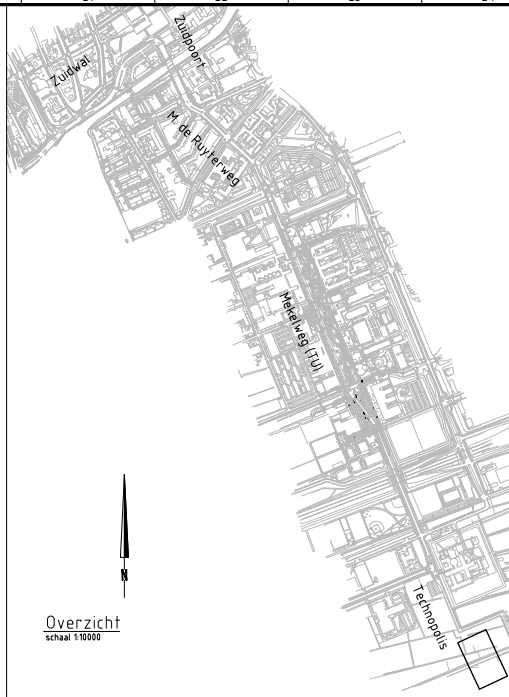
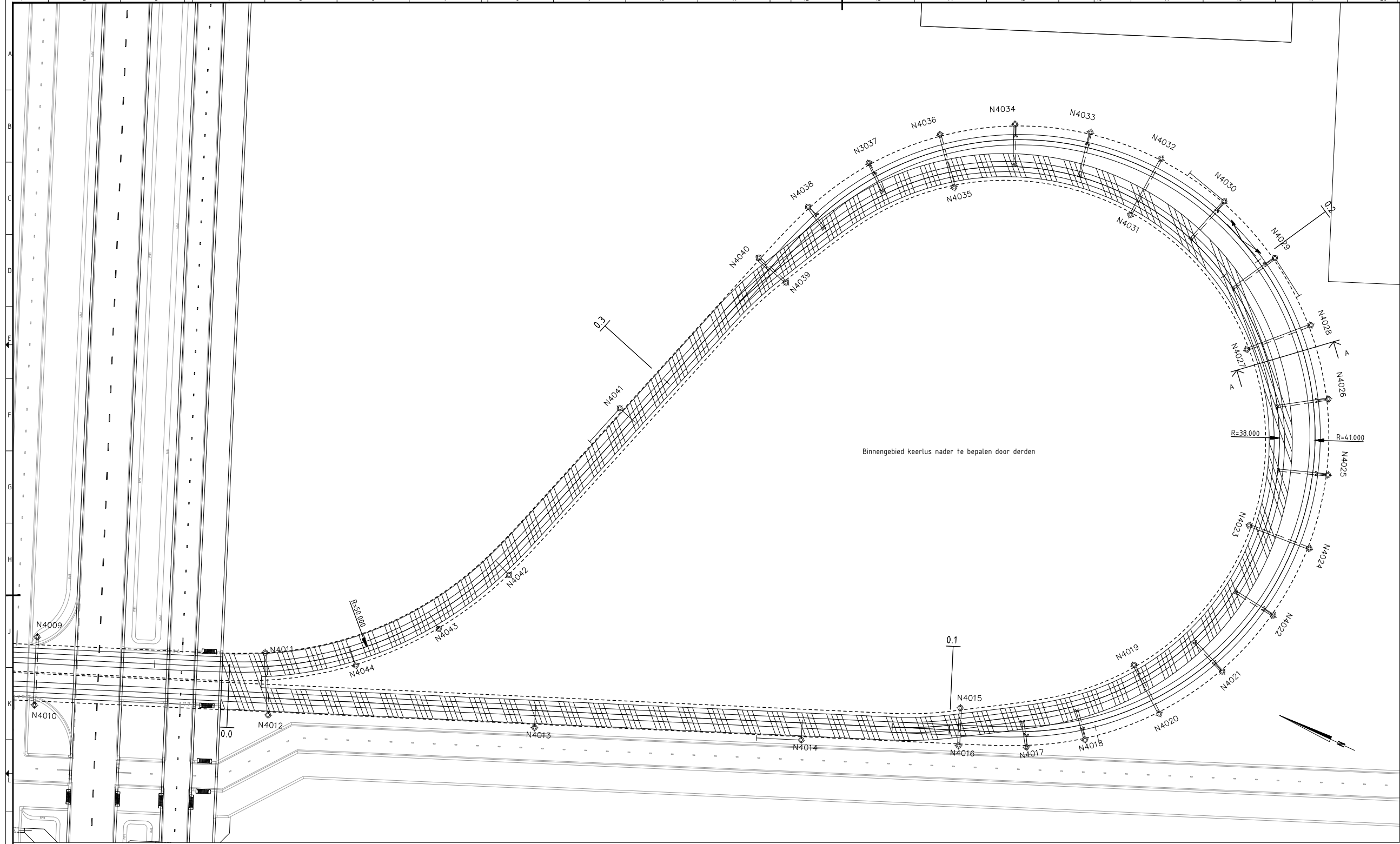
Gezien de overeenkomsten tussen de bocht op beton en de toekomstige keerlus op beton – met de eerder gemaakte kanttekeningen ten aanzien van de uitvoeringsverschillen en rijsnelheid – wordt voor de toekomstige keerlus op beton gerekend op een betere prognose dan voor de keerlus op grasveld.

Hierbij wordt voor de verticale trillingen een niet-significant verschil verwacht, terwijl voor de horizontale trillingen een significante verbetering wordt verwacht, met name bij de voor VSL relevante laagfrequente trillingen.

Dit rapport bevat 10 pagina's,
2 bijlagen.

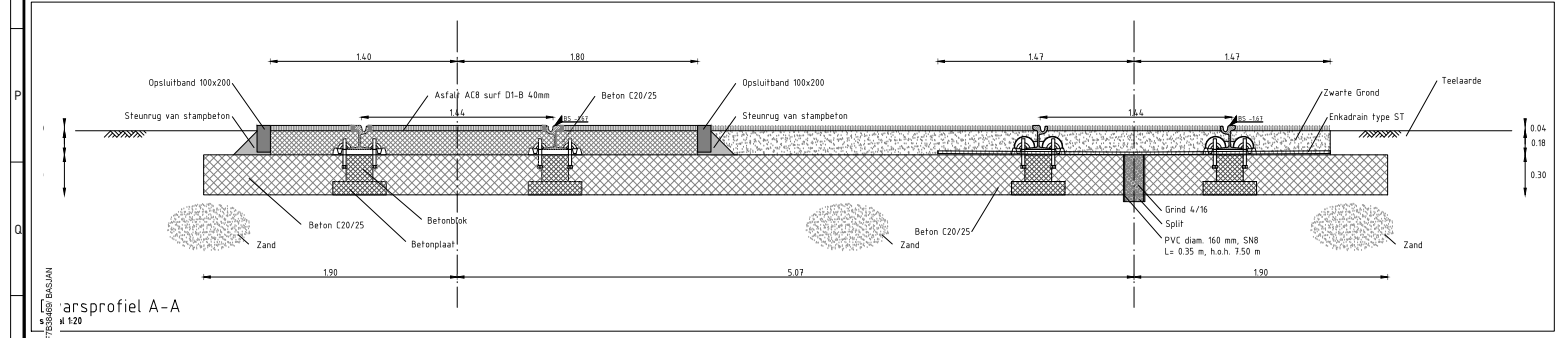
Zoetermeer,

Bijlage 1 Keerlus TL 19 definitief Ontwerp 3/10/2013



- Legenda**
- Asfalt verharding
 - Spoorsporen
 - Positie bovenleidingsmast met mastnummer
 - Weginfra
 - Ontwerp inrichtingsplan gemeente Delft
 - Zijkant betonnen onderbaan

Situatie nieuw ontwerp
schaal 1:200

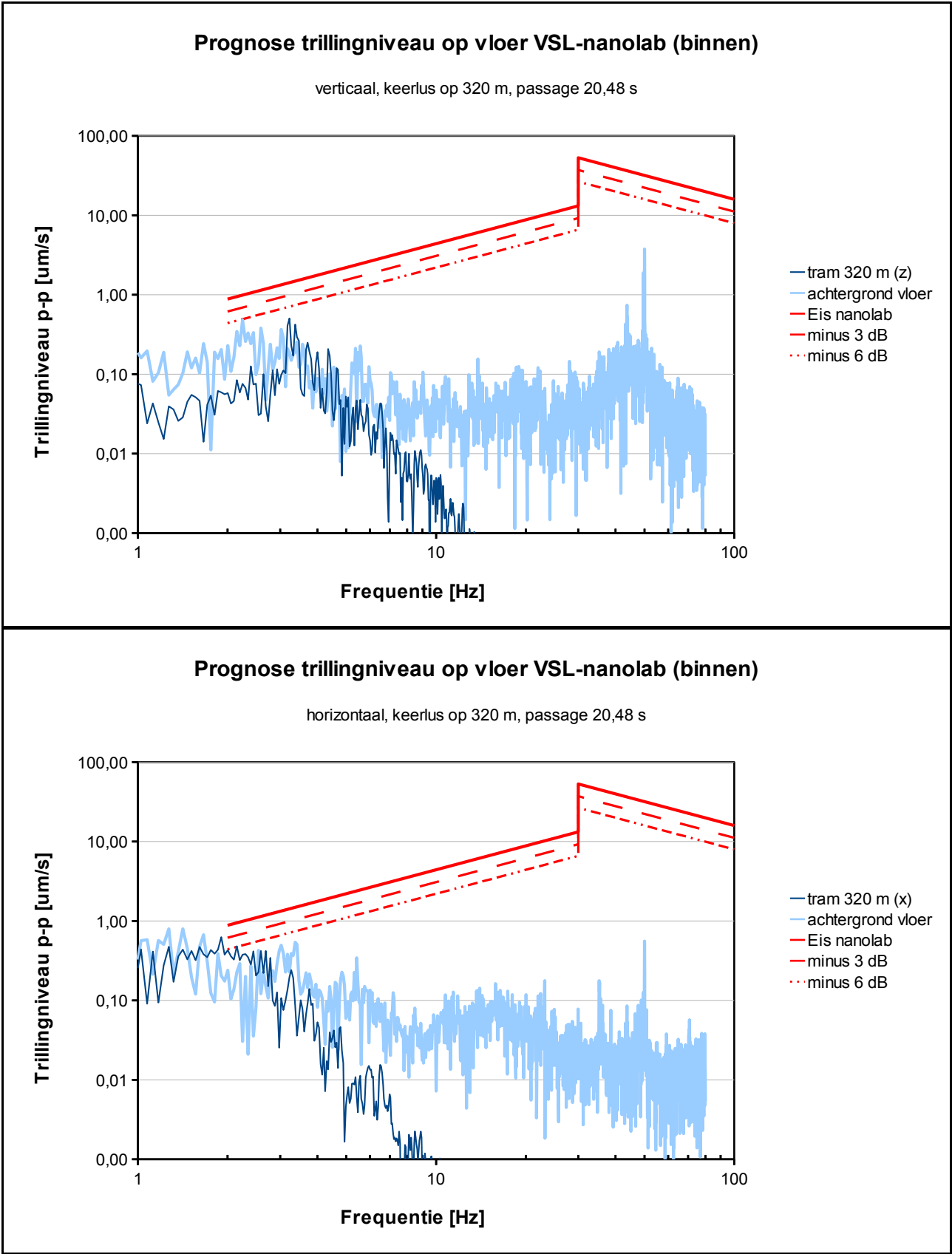


Asfalsprofiel A-A
1:20

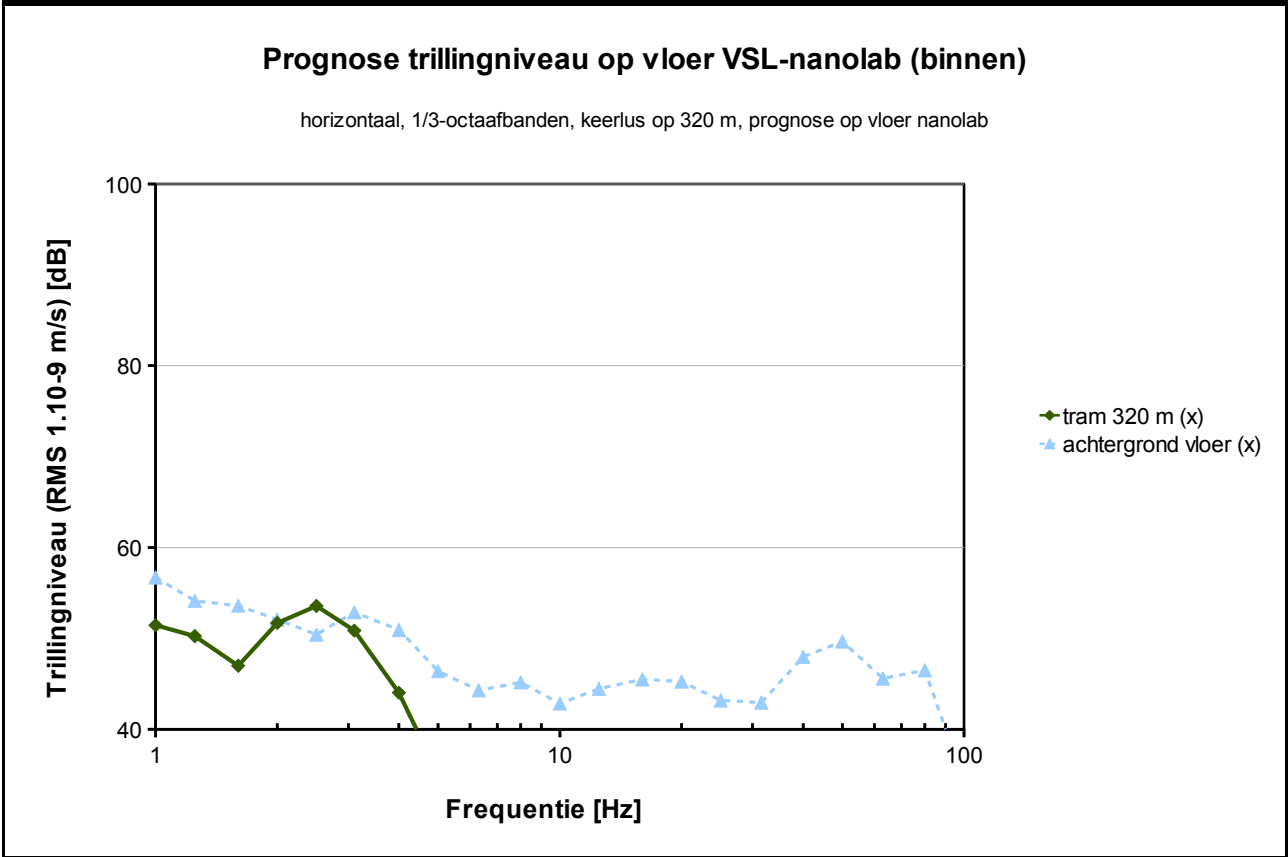
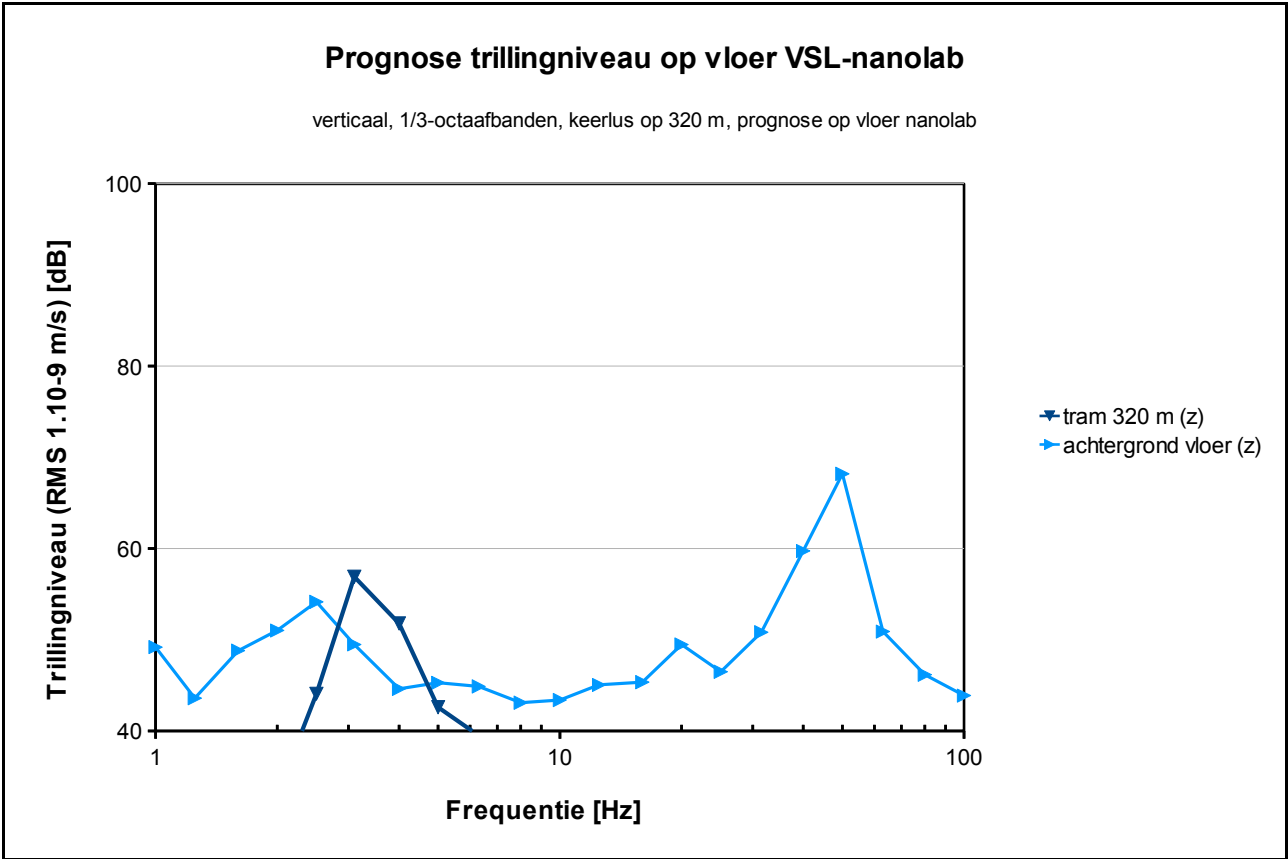
- Opmerkingen:**
- Wegontwerp: Gemeente Delft
 - GBKN: Gemeente Delft en TUD
 - Haaveidhoogtes indicatief

Project	Stadsgewest Haaglanden
Project	Tramlijn 19
Project	Tram- / Busbaan Mekelpark Technopolis
Project	Detailontwerp keerlus Technopolis
Project	9R3654.A0 / 6324-3851

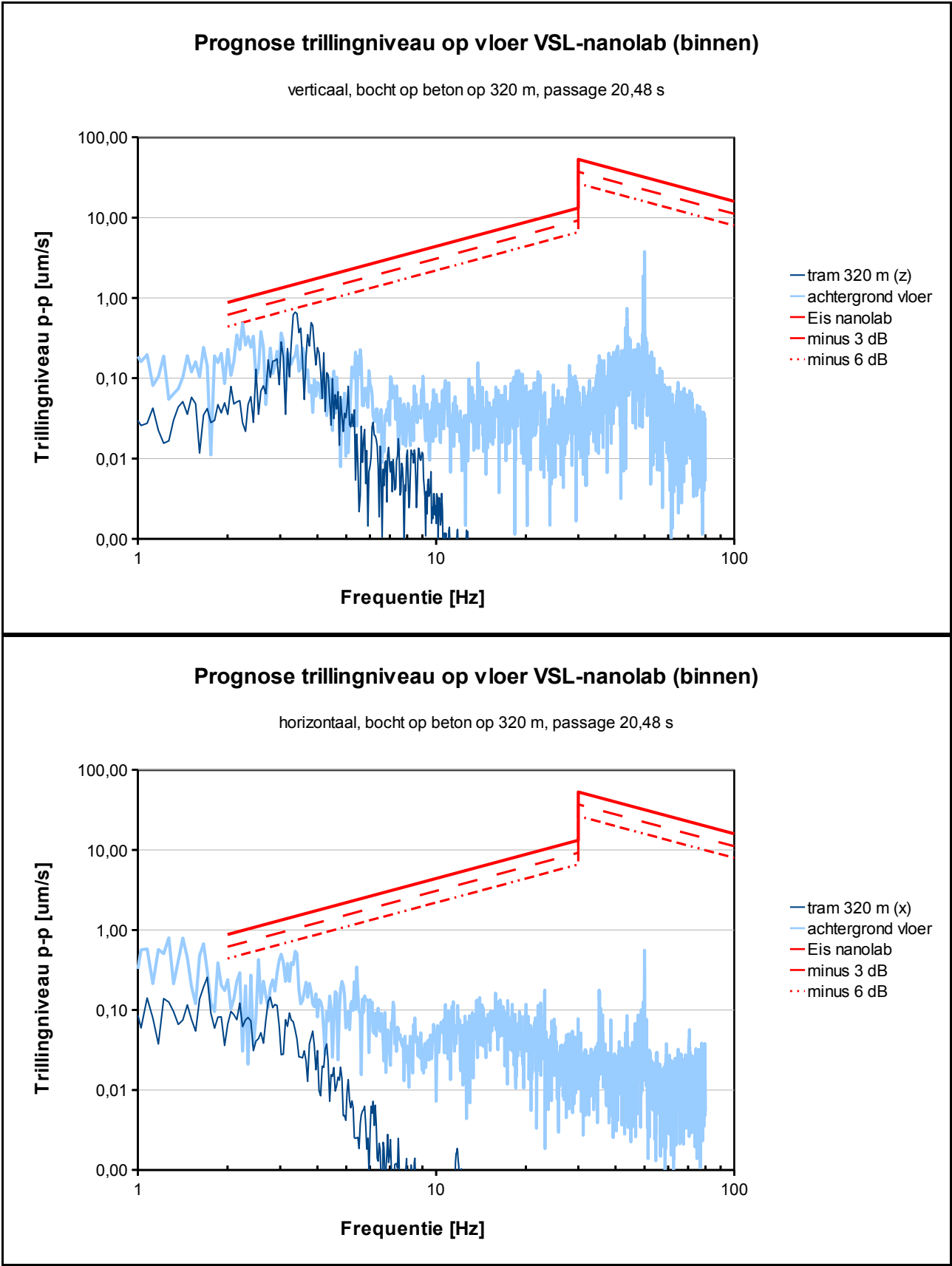
Bijlage 2 Prognose trillingniveau ter plaatse van vloer VSL-nanolab



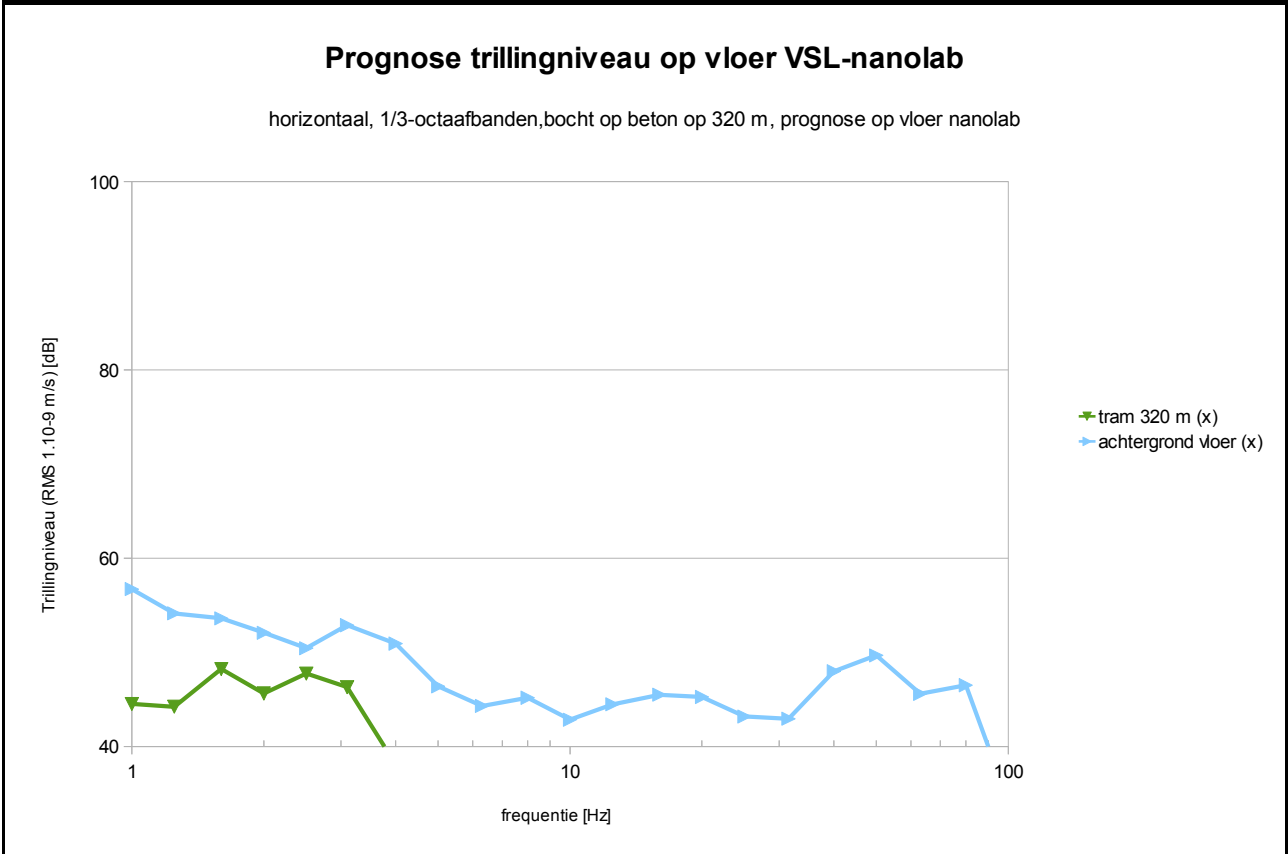
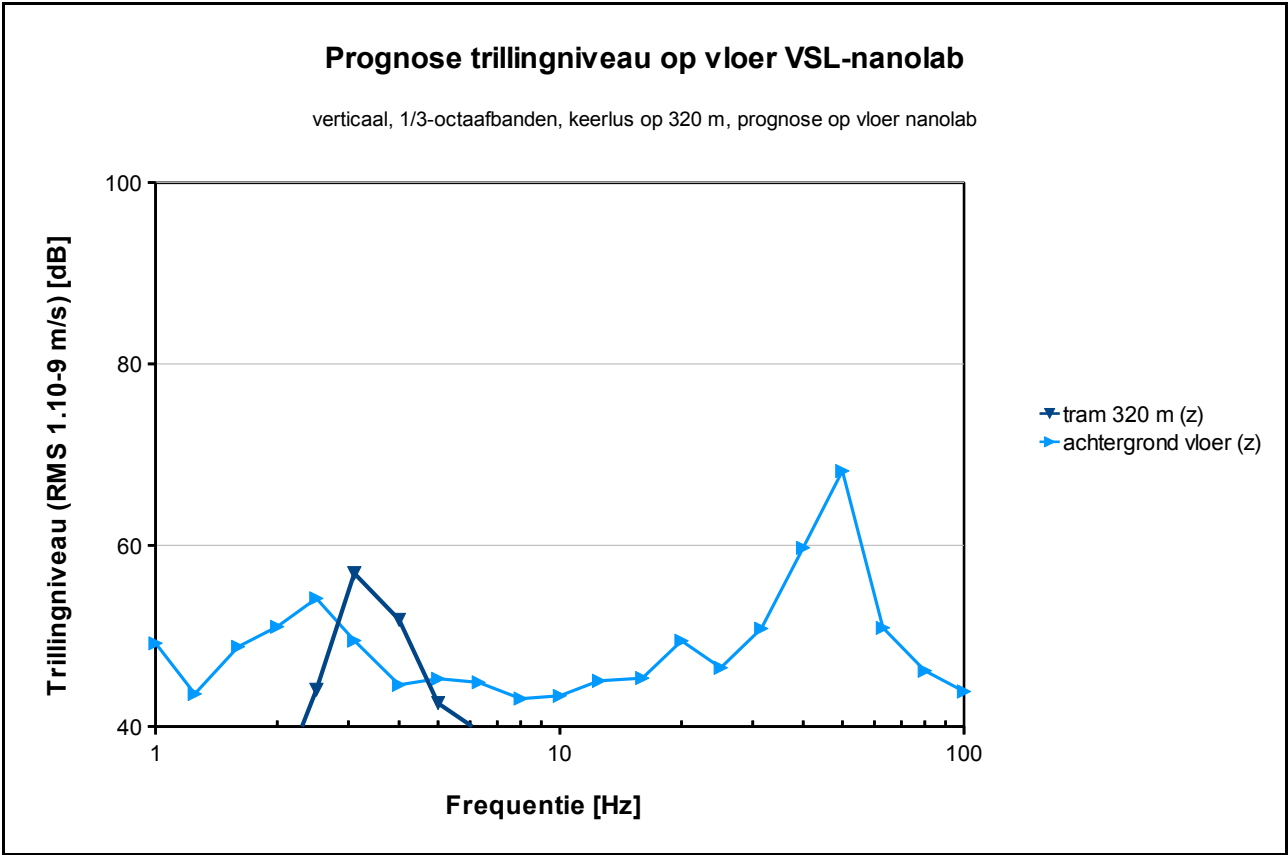
Bijlage 2 Prognose trillingniveau ter plaatse van vloer VSL-nanolab



Bijlage 2 Prognose trillingniveau ter plaatse van vloer VSL-nanolab



Bijlage 2 Prognose trillingniveau ter plaatse van vloer VSL-nanolab



Bijlage 2 Prognose trillingniveau ter plaatse van vloer VSL-nanolab

