



## **Nieuwbouwplan 't Goeie Spoor te Veenendaal**

*Te verwachten trillingniveaus als gevolg van railverkeer*



## **Nieuwbouwplan 't Goeie Spoor te Veenendaal**

*Te verwachten trillingniveaus als gevolg van railverkeer*

opdrachtgever      Roq Vastgoed  
rapportnummer      H 8340-2-RA-001  
datum                31 maart 2022  
referentie            LL/EdV//H 8340-2-RA-001  
verantwoordelijke   ing. L.F.M. Lemmers  
opsteller             ing. E. de Vries  
                             +31 24 3570763  
                             e.devries@peutz.nl

peutz bv, postbus 66, 6585 zh mook, +31 85 822 86 00, mook@peutz.nl, www.peutz.nl  
kvk 12028033, opdrachten volgens DNR 2011, lid NLingenieurs, btw NL.004933837B01, ISO-9001:2015

mook – zoetermeer – groningen – eindhoven – düsseldorf – dortmund – berlijn – nürnberg – leuven – parijs – lyon

## Inhoudsopgave

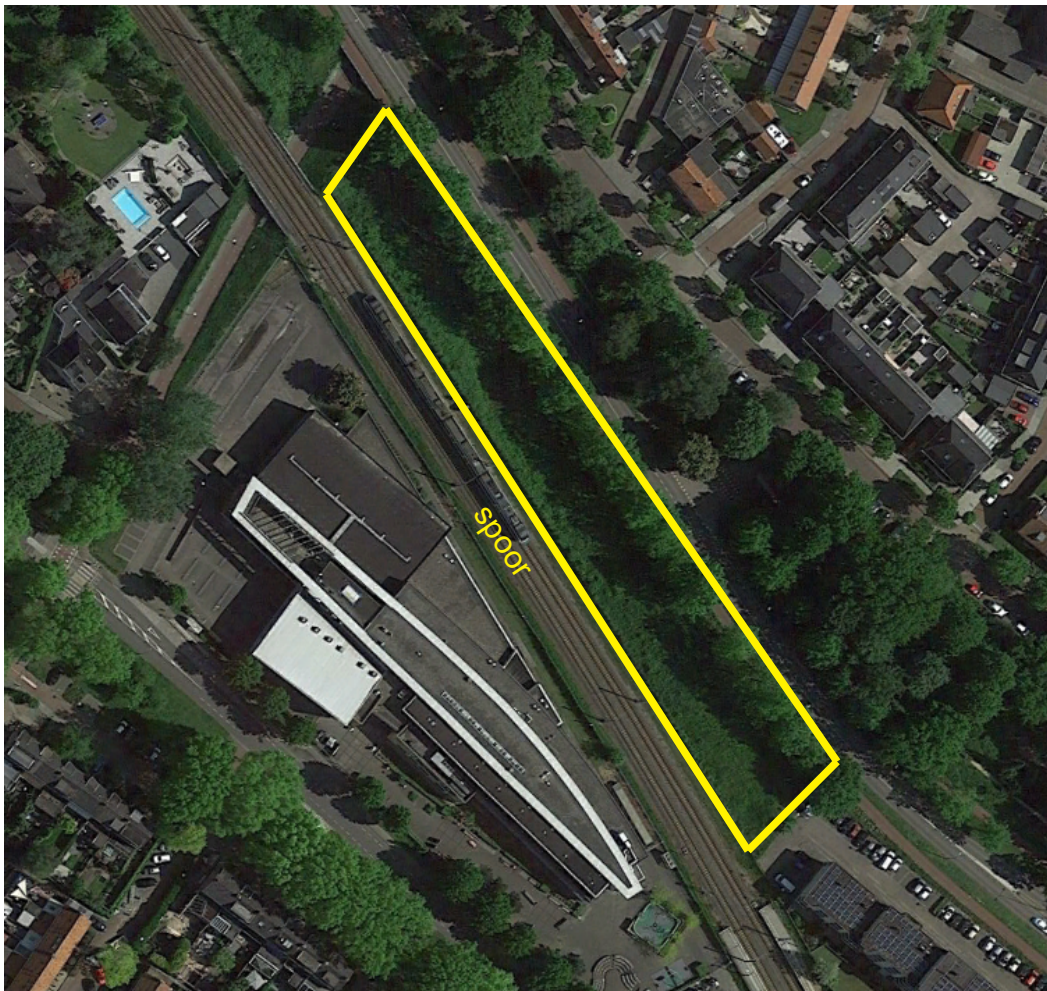
<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Metingen</b>	<b>6</b>
2.1	Algemeen	6
2.2	Meetinstrumenten	7
2.3	Meetresultaten	7
<b>3</b>	<b>Beoordeling</b>	<b>9</b>
3.1	Metingen	9
3.2	Geprojecteerde woningen	13
<b>4</b>	<b>Toetsing</b>	<b>14</b>
4.1	Toetsingskader	14
4.2	Toetsing	14
<b>5</b>	<b>Conclusie</b>	<b>16</b>

## 1 Inleiding

In opdracht van de Roq Vastgoed te Arnhem is een onderzoek verricht inzake te verwachten trillingniveaus vanwege railverkeer in geprojecteerde woningen van het nieuwbouwplan 't Goeie Spoor te Veenendaal.

Het plan is gesitueerd op slechts ca. 10 m van de spoorlijn van en naar station Veenendaal Centrum en ligt daarmee binnen het standaard aandachtsgebied waar conform de Handreiking Nieuwbouw en Spoortrillingen van het Ministerie van I & W van mei 2019 nader onderzoek naar trillinghinder wenselijk is. Het plan bestaat uit de ontwikkeling van 114 appartementen.

f1.1 Globale aanduiding bouwplan en spoorlijn





Dit onderzoek geeft een eerste beoordeling van de verwachte trillingen in de woningen (vooronderzoek). Ten behoeve van het onderzoek zijn trillingmetingen ter plaatse uitgevoerd.

Voor de beoordeling van de in de woning te verwachten trillingen is, zoals gebruikelijk, uitgegaan van de streefwaarden voor de maximaal optredende trillingssnelheden zoals opgenomen in de Richtlijn deel B "Hinder voor personen in gebouwen door trillingen, Meet- en beoordelingsrichtlijn" van de Stichting Bouwresearch (SBR) van augustus 2006.

## 2 Metingen

### 2.1 Algemeen

De metingen hebben tot doel inzicht te verkrijgen met betrekking tot de trillingniveaus vanwege railverkeer. Ter hoogte van het bouwplan is sprake van een tweetal sporen.

Binnen de systematiek van de Handreiking Nieuwbouw en Spoortrillingen van het Ministerie van I & W van mei 2019 wordt gezien de verwachte variatie in passerende treinen, met name goederentreinen, vaak uitgegaan van meting gedurende één week om een representatief beeld te krijgen.

Conform opgave rijdt op dit traject één type passagierstrein en vindt normaliter geen goederenvervoer plaats. Gezien deze constatering is gekozen voor meting gedurende een dagdeel waarin een 32-tal passerende treinen is gemeten. In deze situatie kan een dergelijke meting worden gezien als voldoende representatief.

Op 4 maart 2022 zijn van 11.00 tot 15.00 uur binnen het plangebied op een tweetal locaties trillingmetingen in de bodem verricht. Hierbij zijn ter hoogte van de dichtstbij het spoor gelegen geprojecteerde gevel trillingmetingen uitgevoerd. Figuur 2.1 toont de ligging van de meetlocaties.

#### f2.1 Ligging meetlocaties



Hierbij is in de twee horizontale richtingen, aangeduid met X (parallel aan het spoor) en Y (loodrecht op het spoor), en de verticale richting, aangeduid met Z, gemeten.

## 2.2 Meetinstrumenten

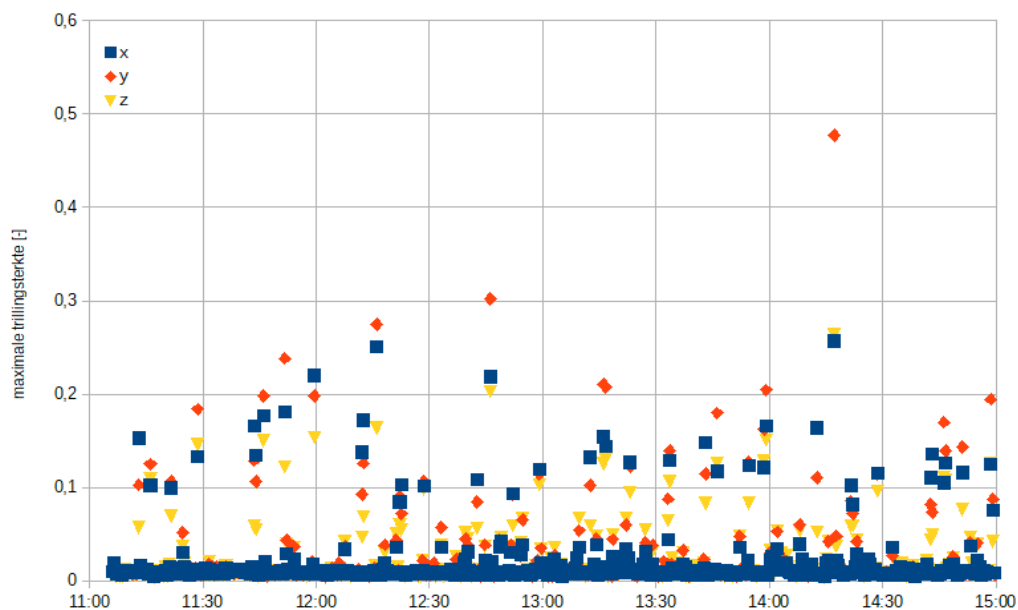
De metingen zijn uitgevoerd met behulp van trillingmeetsystemen, fabrikaat SYSCOM, type MR2002-CE. Analyses zijn uitgevoerd met evaluatiesoftware, fabrikaat Ziegler Consultants, type VIEW2002.

## 2.3 Meetresultaten

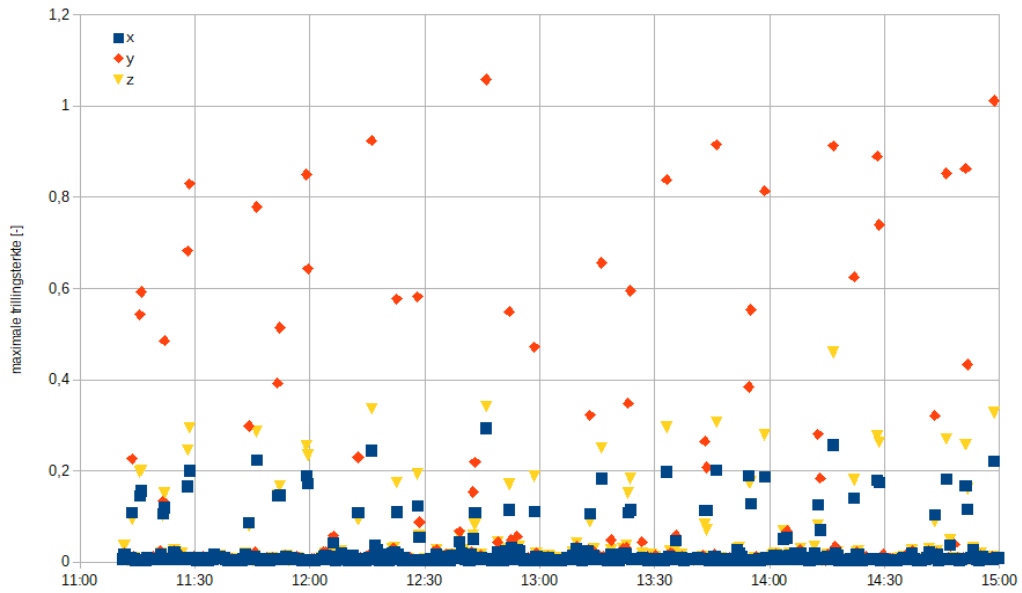
Voor de beoordeling in relatie tot mogelijke trillinghinder is de maximale trillingsterkte  $V_{\max}$  (dimensieloos) bepaald overeenkomstig SBR richtlijn B (De conform SBR B gewogen waarde over het frequentiegebied van 1 tot 80 Hz). Conform deze richtlijn geldt dat de grootste trillingsterkte in een tijdsinterval van 30 seconde wordt bepaald.

Figuur 2.2 en 2.3 tonen een overzicht van de gemeten maximale trillingsterktes  $V_{\max}$  in horizontale (X en Y) en verticale richting (Z) ter plaatse van respectievelijk meetlocatie 1 en 2.

### f2.2 Optredende maximale trillingsterkte in de bodem, meetlocatie 1



f2.3 Optredende maximale trillingsterkte in de bodem, meetlocatie 2





## 3 Beoordeling

### 3.1 Metingen

Tabel 3.1 toont voor meetlocatie 1 de gemeten maximale trillingsterkte in de bodem als gevolg van de vijf maatgevende treinpassages. De trillingsterkte is gegeven voor de horizontale X-, Y- en verticale Z-richting.

t3.1 *Optredende maximale trillingsterkte in de bodem*

Tijdstip treinpassage	Maximale trillingsterkte in de bodem		
	X	Y	Z
11:51	0,18	0,24	0,12
11:59	0,22	0,20	0,15
12:16	0,25	0,27	0,16
12:46	0,22	0,30	0,20
14:17	0,26	0,48	0,26

Tabel 3.2 toont op vergelijkbare wijze voor meetlocatie 2 de gemeten maximale trillingsterkte in de bodem als gevolg van de vijf maatgevende treinpassages. De trillingsterkte is wederom gegeven voor de horizontale X-, Y- en verticale Z-richting.

t3.2 *Optredende maximale trillingsterkte in de bodem*

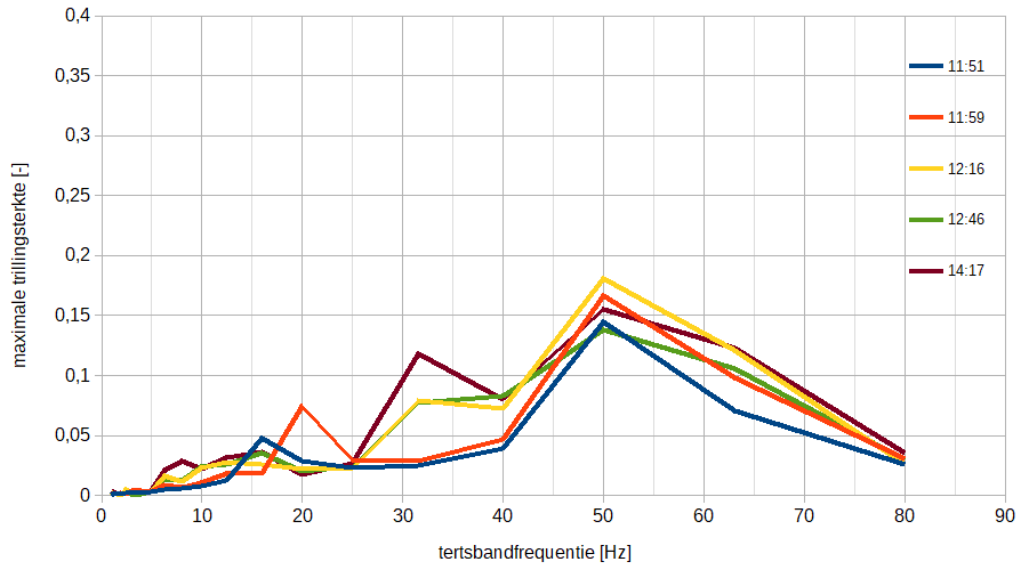
Tijdstip treinpassage	Maximale trillingsterkte in de bodem		
	X	Y	Z
12:16	0,24	0,92	0,34
12:46	0,29	1,06	0,34
13:46	0,20	0,92	0,31
14:16	0,26	0,91	0,46
14:58	0,22	1,01	0,33

Op basis van de resultaten kan worden geconstateerd dat de gemeten waarden in meetlocatie 2 significant hoger zijn dan de gemeten waarden in meetlocatie 1. De hoogste waarden worden daarbij veroorzaakt door langskomende vertrekkende treinen (vertrekkend in noord-westelijke richting). Blijkbaar levert het optrekken van treinen in het plangebied verhoogde trillingniveaus.

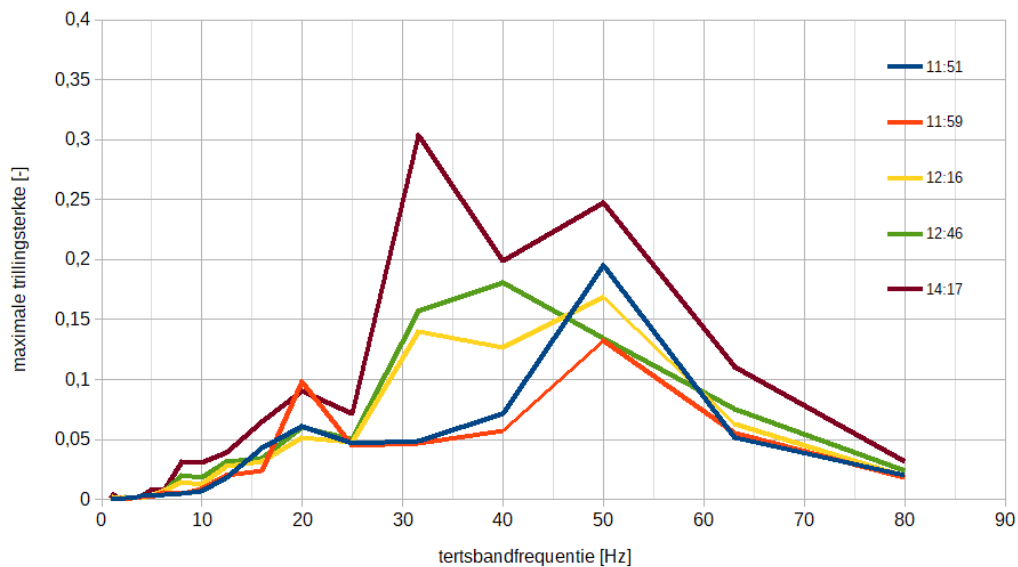
Ten behoeve van een beoordeling dient naast de hoogte van de trillingniveaus inzicht te worden verkregen in de spectrale inhoud van de optredende trillingsterktes. Figuren 3.1, 3.2 en 3.3 tonen de spectrale verdeling van de 5 maatgevende treinpassages in meetlocatie 1. Figuur 3.1 toont de spectrale verdeling in de horizontale X richting, figuur 3.2 toont de

spectrale verdeling in horizontale Y richting en figuur 3.3 toont de spectrale verdeling in verticale Z richting.

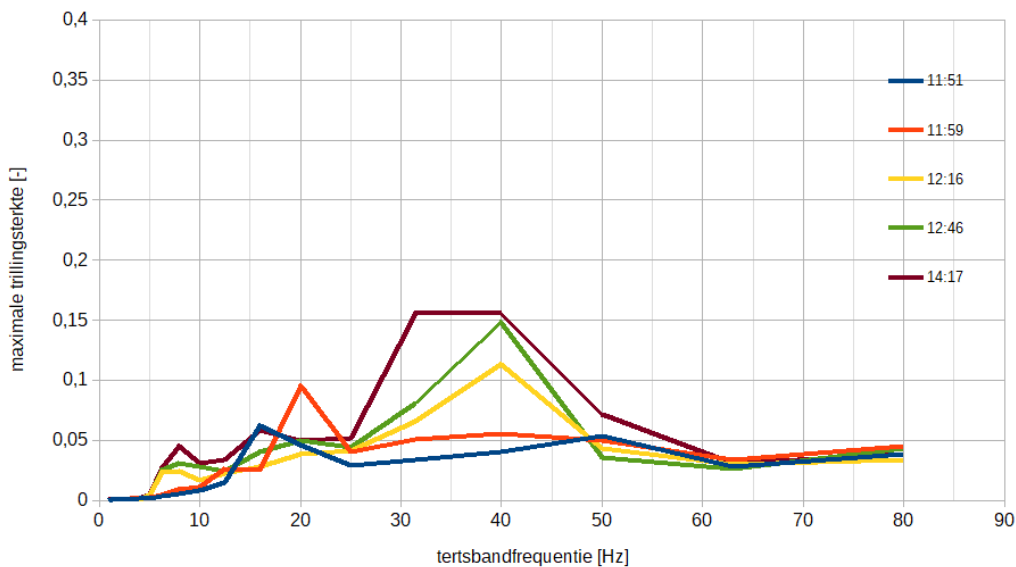
f3.1 Spectrale verdeling van de trillingsterkte als gevolg van de treinpassages (meetpositie 1 horizontale X richting)



f3.2 Spectrale verdeling van de trillingsterkte als gevolg van de treinpassages (meetpositie 1 horizontale Y richting)



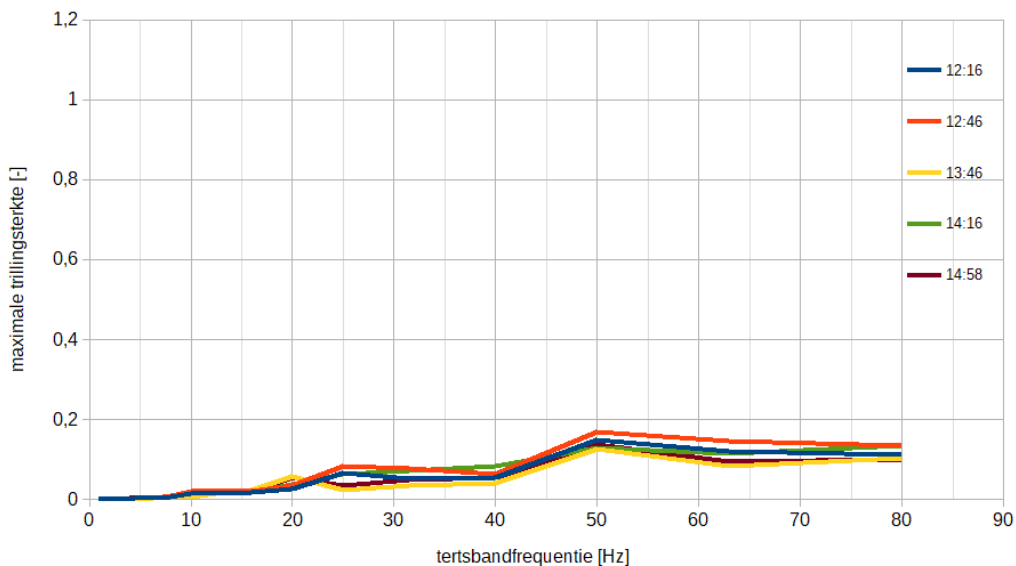
f3.3 Spectrale verdeling van de trillingsterkte als gevolg van de treinpassages (meetpositie 1 verticale Z richting)



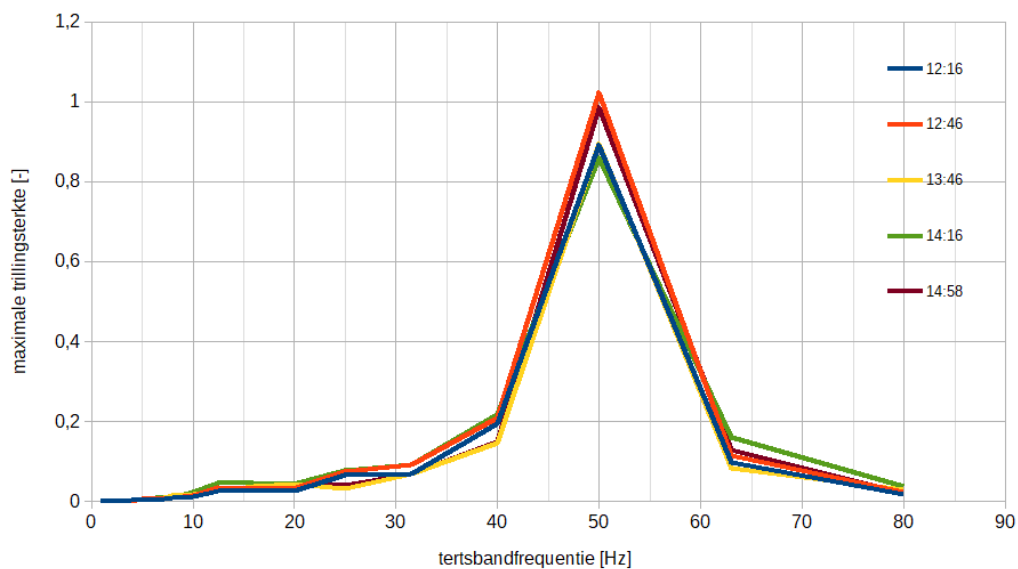
De figuren tonen dat als gevolg van een treinpassage sprake is van verhoogde trillingniveaus in een frequentiegebied tussen globaal 30 en 60 Hz in x- en y-richting. In de z-richting is sprake van verhoogde trillingniveaus tussen globaal 30 en 40 Hz.

Figuren 3.4, 3.5 en 3.6 tonen op vergelijkbare wijze voor meetlocatie 2 de spectrale verdeling van de maatgevende treinpassages.

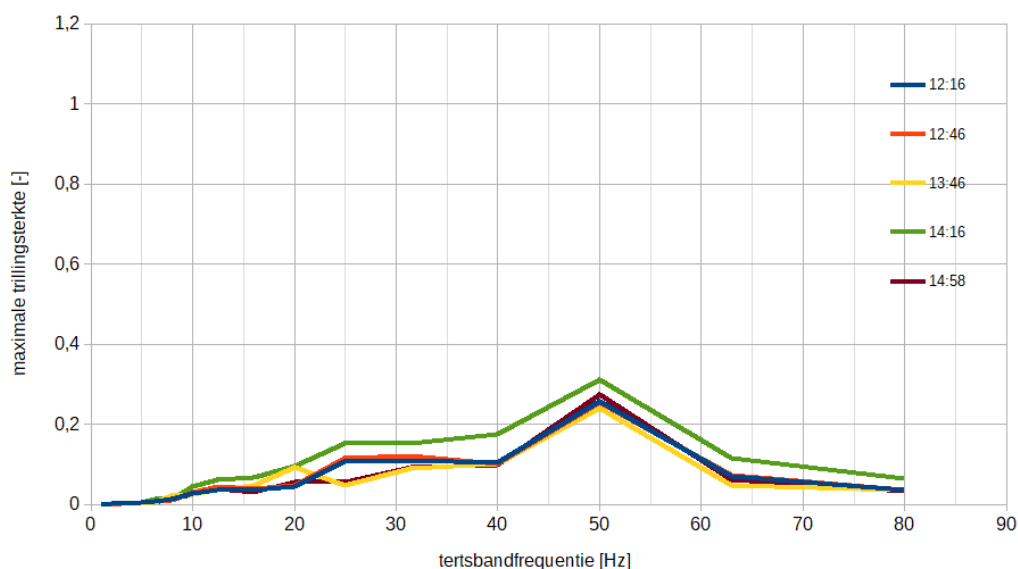
f3.4 Spectrale verdeling van de trillingsterkte als gevolg van de treinpassages (meetpositie 2 horizontale X richting)



f3.5 Spectrale verdeling van de trillingsterkte als gevolg van de treinpassages (meetpositie 2 horizontale Y richting)



f3.6 Spectrale verdeling van de trillingsterkte als gevolg van de treinpassages (meetpositie 2 verticale Z richting)



De figuren tonen dat als gevolg van een treinpassage sprake is van verhoogde trillingniveaus bij met name 50 Hz in y-richting. In de x- en z-richting is sprake van aanzienlijk lagere trillingniveaus.

## 3.2 Geprojecteerde woningen

In eerste instantie wordt gewezen op de constatering dat met gemeten trillingsterkten tot 1,1 op de plek waar de dichtst bij het spoor gelegen woningen komen op dit moment in de bodem sprake is van duidelijk voelbare trillingen. De hoogste niveaus treden op in de richting loodrecht op het spoor.

Om inzicht te krijgen in de trillingniveaus in de toekomstige woningen dienen de nu in de bodem gemeten waarden in principe gecorrigeerd te worden voor ten eerste de overgang van bodem naar fundatie en ten tweede voor mogelijke opslinging in het gebouw. Deze opslinging kan in verticale richting veroorzaakt worden door (vrij overspannen) vloervelden en in horizontale richting kan de gebouwconstructie verder nog voor opslinging zorgen.

Binnen het plan komt een appartementengebouw. Bij de overgang van bodem naar fundament zal daarbij afhankelijk van de frequentie sprake zijn van een demping tot 10 dB (afname met factor 3).

De opslinging van vloerdelen hangt af van eventuele samenvallende vloerresonanties met het excitatiespectrum van de treinpassages en kan 10 tot 15 dB (factor 3 tot 5) bedragen. De opslinging van de gebouwconstructie hangt af van eventuele samenvallende gebouwresonanties met het excitatiespectrum van de treinpassages en kan eveneens een factor 3 tot 5 bedragen. De versterking als gevolg van de gebouwresonanties is op basis van onze ervaring met vergelijkbare projecten in het algemeen beperkt tot het frequentiegebied van ca. 4 Hz tot ca. 16 Hz terwijl de versterking als gevolg van vloerresonanties in het algemeen beperkt is tot het frequentiegebied van ca. 8 tot 31,5 Hz.

Tabel 3.3 toont de aldus verwachten trillingsterkte.

### t3.3 Te verwachten trillingsterkte in woningen

	Te verwachten trillingsterkte [-]	
	horizontale XY richting	verticale Z richting
meetlocatie 1	0,2	0,3
meetlocatie 2	0,3	0,3

De in tabel 3.3 gegeven waarden kunnen worden gezien als worst case en kunnen optreden als bepaalde (nu nog niet bekende) constructieve eigenschappen op een ongunstige wijze samenvallen. Denk daarbij aan een aanstoting bij een frequentie waar het fundament slechts een lage demping levert terwijl bepaalde vloeren bij dezelfde frequentie juist een sterke opslinging (eigenfrequentie) vertonen. In de praktijk zal nagenoeg altijd sprake zijn van lagere trillingniveaus.

## 4 Toetsing

### 4.1 Toetsingskader

Zoals eerder aangegeven is bij de beoordeling aansluiting gezocht bij de richtlijn B 'Hinder voor personen in gebouwen' van de Stichting Bouwresearch (SBR B).

Tabel 4.1 toont de van toepassing zijnde streef- en grenswaarden conform de SBR B (nieuwe situaties, herhaald voorkomende trillingen).

t4.1 Overzicht streefwaarden conform SBR B

	dag en avond			nacht		
	A <sub>1</sub> [-]	A <sub>2</sub> [-]	A <sub>3</sub> [-]	A <sub>1</sub> [-]	A <sub>2</sub> [-]	A <sub>3</sub> [-]
woning	0,1	0,4	0,05	0,1	0,2	0,05

Volgens de SBR dient de maximale trillingssterkte  $V_{\max}$  in eerste instantie getoetst te worden aan A<sub>1</sub>. Indien hieraan voldaan wordt is sprake van een acceptabele situatie. Indien niet wordt voldaan aan A<sub>1</sub> dient de maximale trillingssterkte getoetst te worden aan A<sub>2</sub>.

Bij overschrijding van A<sub>2</sub> is sprake van een conform de SBR hinderlijke situatie. In het geval dat wordt voldaan, dient de trillingssterkte over de beoordelingsperiode voor de betreffende ruimte ( $V_{\text{per}}$ ) getoetst te worden aan A<sub>3</sub>. Bij overschrijding van A<sub>3</sub> is wederom sprake van een conform de SBR hinderlijke situatie.

Opgemerkt wordt dat de streefwaarden van de SBR in principe geen wettelijke grenswaarden zijn.

Volledigheidshalve nog de kanttekening dat het voldoen aan de streefwaarden van de SBR niet inhoudt dat geen sprake zal zijn van voelbare trillingen. De waarde van 0,1 wordt normaliter gezien als de voelbaarheidsgrens. Een streefwaarde van  $V_{\max}$  van 0,2 in woningen sluit derhalve niet uit dat bepaalde passages voelbaar kunnen zijn.

### 4.2 Toetsing

Voor woningen geldt een zogenaamde onderste streefwaarde A<sub>1</sub> van 0,1. Deze waarde wordt, gezien de worst case maximale trillingsterkte tot 0,3 in de geprojecteerde woningen, overschreden.

Bij overschrijding van de onderste streefwaarde wordt in eerste instantie toetsing aan de bovenste streefwaarde A<sub>2</sub> relevant. Omdat ook in de nacht sprake is van passerende treinen geldt een maatgevende A<sub>2</sub> van 0,2. Met een waarde die tot 0,3 kan bedragen wordt daarmee niet voldaan aan de streefwaarde voor nieuwe situaties conform de SBR B.

Volledigheidshalve wordt opgemerkt dat aan de streefwaarde die geldt voor bestaande situaties wel wordt voldaan. De worst case verwachte waarde ligt globaal tussen de streefwaarde voor nieuwe en bestaande situaties

Hoewel toetsing van de trillingsterkte  $V_{per}$  daarmee in principe niet meer aan de orde is, is volledigheidshalve wel de  $V_{per}$  bepaald teneinde inzicht te verkrijgen in de wenselijke reducties.

In dit geval zal de dag en avond maatgevend zijn waarbij sprake is van max. 8 treinpassages per uur (gezamenlijk voor beide richtingen). Op basis van 8 treinpassages per uur en een maximale trillingsterkte van max. 0,3 in woningen bedraagt de gemiddelde trillingsterkte 0,08. Deze waarde voldoet niet aan de streefwaarde  $A_3$  van 0,05 (nieuwe situaties).

Met een worst case verwachte trillingsterkte  $V_{max}$  in de geprojecteerde woningen van maximaal ca. 0,3 bij een na te streven waarde van 0,2 kan worden geconcludeerd dat in de woningen een reductiedoelstelling van 50 % aan de orde is. Volledigheidshalve geldt dat voor de trillingsterkte  $V_{per}$  eveneens sprake is van een reductiedoelstelling met 50 %. Gezien onze ervaring met vergelijkbare projecten kan worden opgemerkt dat een dergelijke doelstelling als technisch realiseerbaar kan worden gekwalificeerd.

## 5 Conclusie

Op basis van de verrichte trillingmetingen in de bodem en de op basis daarvan worst case te verwachten trillingsterkten in de te projecteren woningen kan niet worden uitgesloten dat de in eerste aanleg te hanteren na te streven waarden zoals aangegeven in de Richtlijn deel B "Hinder voor personen in gebouwen door trillingen, Meet- en beoordelingsrichtlijn" van de Stichting Bouwresearch (SBR) van augustus 2006 worden overschreden.

Deze ten hoogste te verwachten trillingsterkten zijn echter zodanig dat middels een op dit punt adequaat afgestemd constructief ontwerp een situatie kan worden verkregen waarbij aan de streefwaarden wordt voldaan.

De eventueel nog te treffen maatregelen kunnen pas in een later stadium worden gedimensioneerd als de constructieve opzet bekend is.

Op basis van onderhavig onderzoek kan wel reeds worden geconcludeerd dat op deze locatie het voorziene plan realiseerbaar is op een manier waarbij een trillingtechnisch acceptabel woonklimaat kan worden gewaarborgd.

Dit rapport bevat 16 pagina's

Mook,

