



Woningbouwplan Lingedijk te Tiel

Te verwachten trillingniveaus als gevolg van railverkeer



Woningbouwplan Lingedijk te Tiel

Te verwachten trillingniveaus als gevolg van railverkeer

opdrachtgever SAB
rapportnummer H 6335-1-RA-002
datum 14 mei 2019
referentie LL/MT/KS/H 6335-1-RA-002
verantwoordelijke ing. L.F.M. Lemmers
opsteller M.W. Theunissen
+31 85 8228 628
m.theunissen@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 – düsseldorf – dortmund – berlijn – leuven – parijs – lyon

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
2	Metingen	6
2.1	Algemeen	6
2.2	Meetinstrumenten	7
2.3	Meetresultaten	7
3	Beoordeling	11
3.1	Metingen	11
3.2	Geprojecteerde woningen	14
4	Toetsing	15
4.1	Toetsingskader	15
4.2	Toetsing	15
5	Conclusie	17

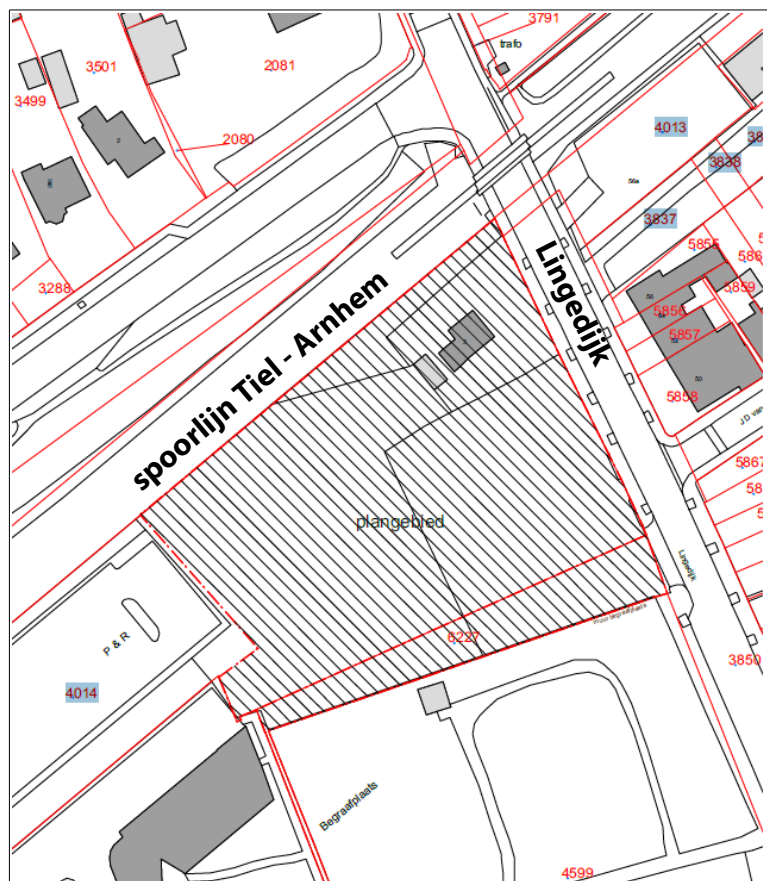
1 Inleiding

In opdracht van SAB Adviesgroep Arnhem is een onderzoek verricht inzake te verwachten trillingniveaus vanwege railverkeer in geprojecteerde appartementen aan de Lingedijk te Tiel.

Het bouwplan is gesitueerd tot op korte afstand van de spoorlijn Tiel – Arnhem. Het bouwproject bestaat uit een drietal woonblokken met in totaal 69 appartementen en 5 woningen.

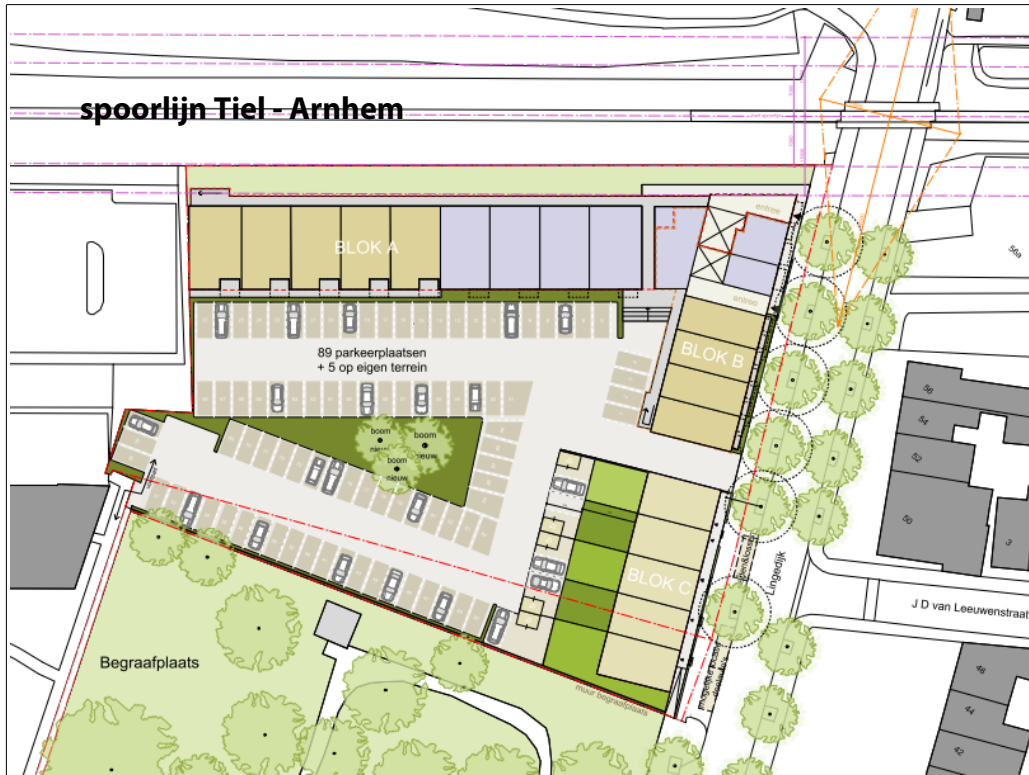
Figuur 1.1 toont de ligging van het plangebied.

f1.1 Situering plangebied aan de Lingedijk te Tiel



Figuur 1.2 toont de ligging van de geprojecteerde gebouwen, met afstanden tot ca. 20 m uit het hart van het meest nabijgelegen spoor.

f1.2 Situering plangebied aan de Lingedijk te Tiel



Het onderzoek dient te worden gezien als een vooronderzoek waarbij, mede gebruik makend van trillingmetingen ter plaatse, een eerste beoordeling wordt gegeven.

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

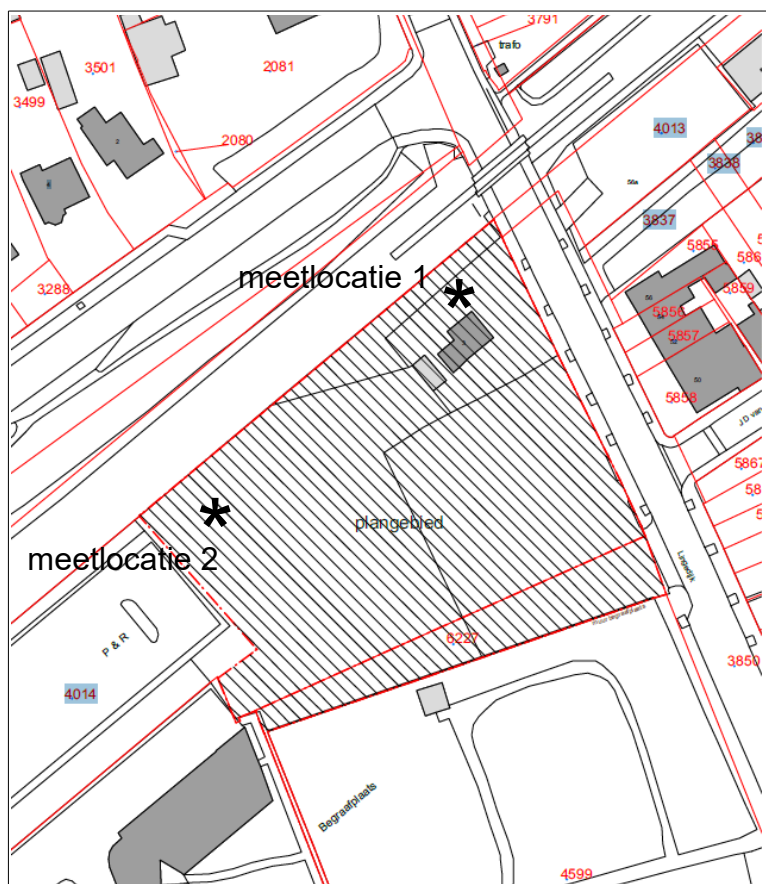
2.1 Algemeen

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

Op 2 mei 2018 zijn binnen het plangebied trillingmetingen in de bodem verricht. Hierbij zijn ter hoogte van de dichtstbij het spoor gelegen gevels van de twee appartementengebouwen (aangeduid met 1 en 2 in figuur 2.1) de 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.

Met betrekking tot de metingen is aansluiting gezocht bij de SBR Richtlijn deel B (Hinder voor personen in gebouwen).

Zoals aangegeven is sprake van enkel spoor dat alleen benut wordt door Arriva in een dienst tussen Tiel en Arnhem in een dienstregeling van 2 treinen per uur. Het aantal benutte treinstellen is beperkt en het aantal passages ter hoogte van de Lingedijk bedraagt 4 per uur. Er is geen sprake van andere treinstellen dan wel goederenvervoer o.d. Gezien deze constatering kan worden gesteld dat de metingen, die voor de posities 1 en 2 tezamen over een tijdsduur van ca. 5 uur hebben plaatsgevonden, voldoende representatief zijn.

2.2 Meetinstrumenten

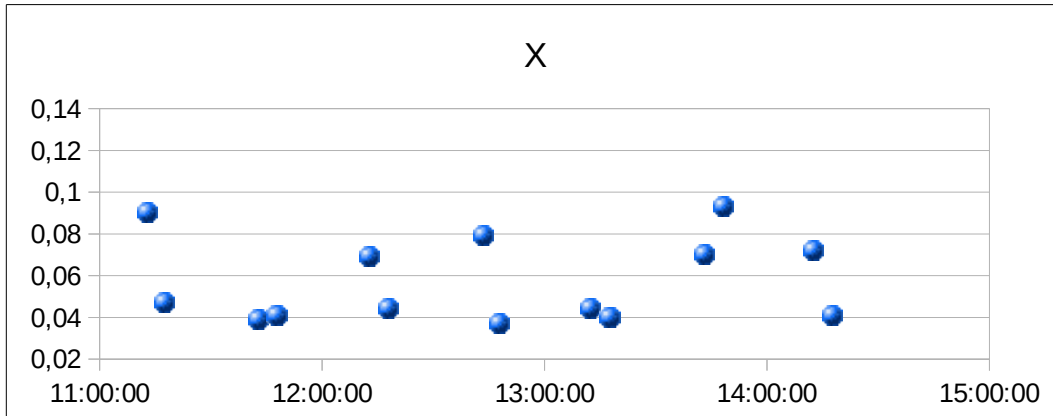
De metingen zijn uitgevoerd met behulp van trillingmeetsystemen, fabrikaat SYSCOM, type MR2002-CE. Analyses zijn uitgevoerd met evaluatiesoftware, fabrikaat Ziegler Consultants, type VIEW2002.

2.3 Meetresultaten

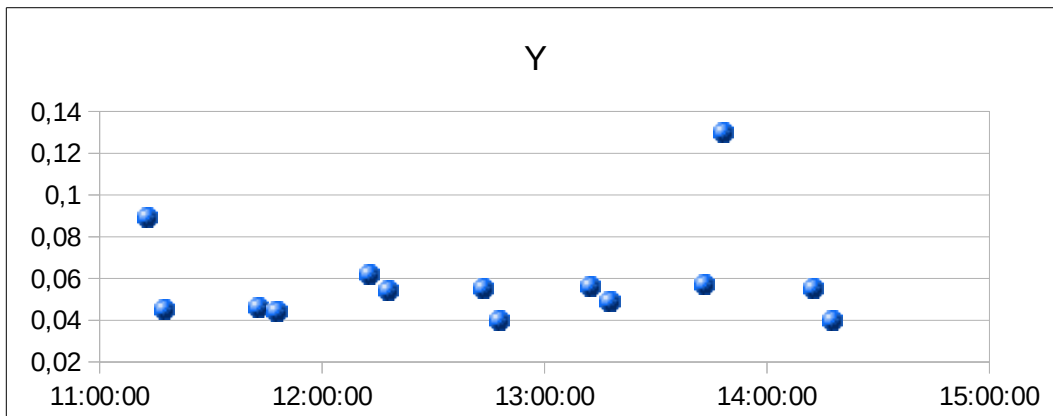
Voor de beoordeling in relatie tot mogelijke trillinghinder is de maximale trillingsterkte V_{\max} (dimensieloos) bepaald overeenkomstig SBR richtlijn B (De conform SBR B gewogen waarde over het frequentiegebied van 1 tot 80 Hz). Conform deze richtlijn geldt dat de grootste trillingsterkte in een tijdsinterval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

De metingen die verricht zijn op de bodem geven inzicht in de optredende trillingen. Illustratief toont figuren 2.2 t/m 2.4 een overzicht van de in meetlocatie 1 gemeten maximale trillingsterktes V_{\max} in horizontale X-richting, Y-richting en verticale Z-richting. Figuren 2.5 t/m 2.7 geven een overzicht van positie 2.

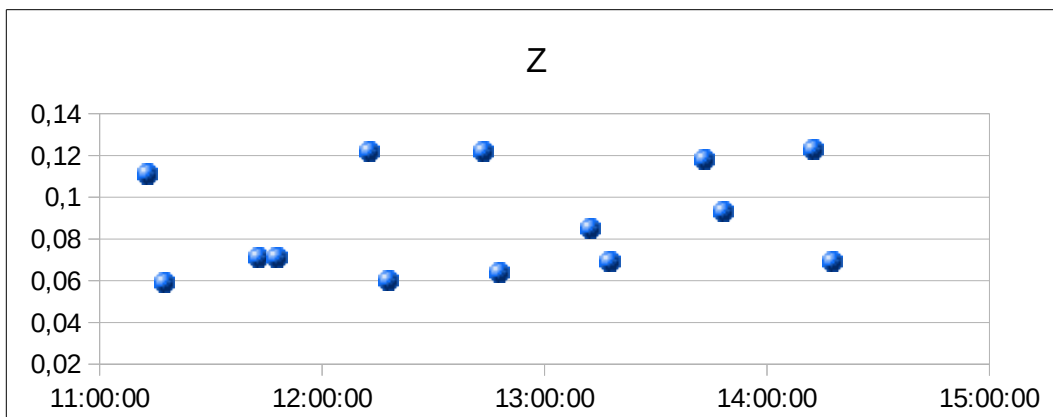
f 2.2 Optredende maximale trillingsterkte in de bodem in meetpositie 1 in de X-richting



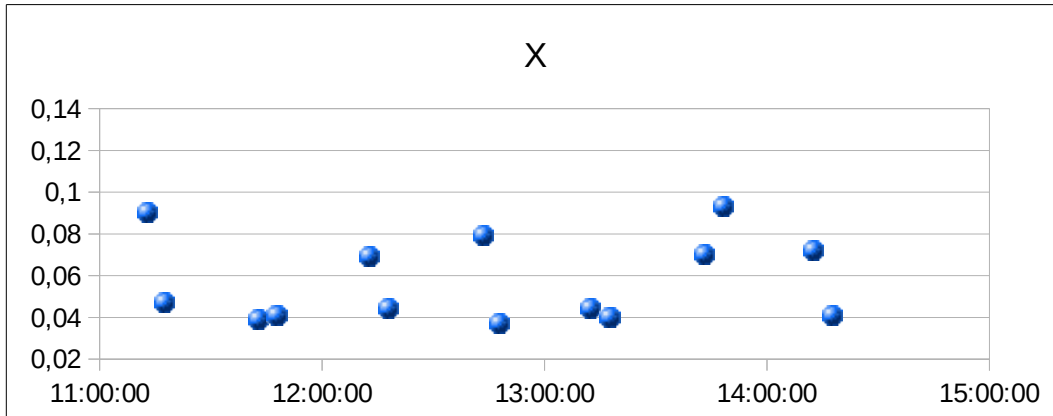
f 2.3 Optredende maximale trillingsterkte in de bodem in meetpositie 1 in de Y-richting



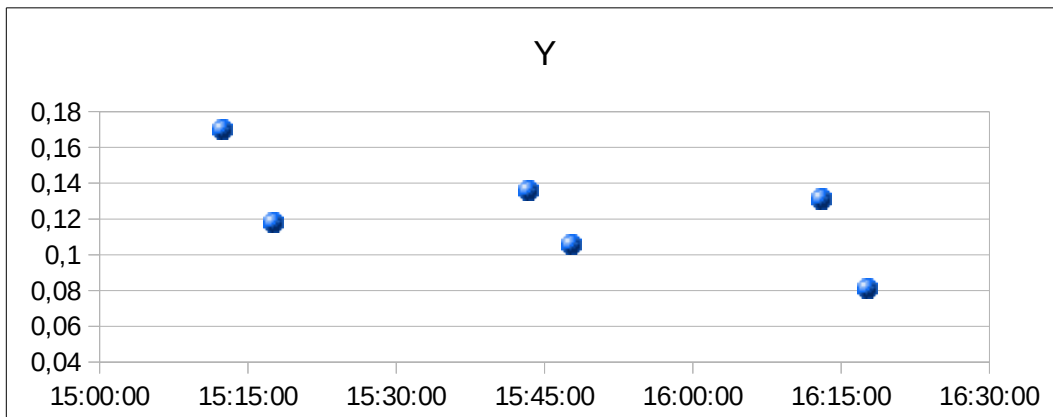
f 2.4 Optredende maximale trillingsterkte in de bodem in meetpositie 1 in de Z-richting



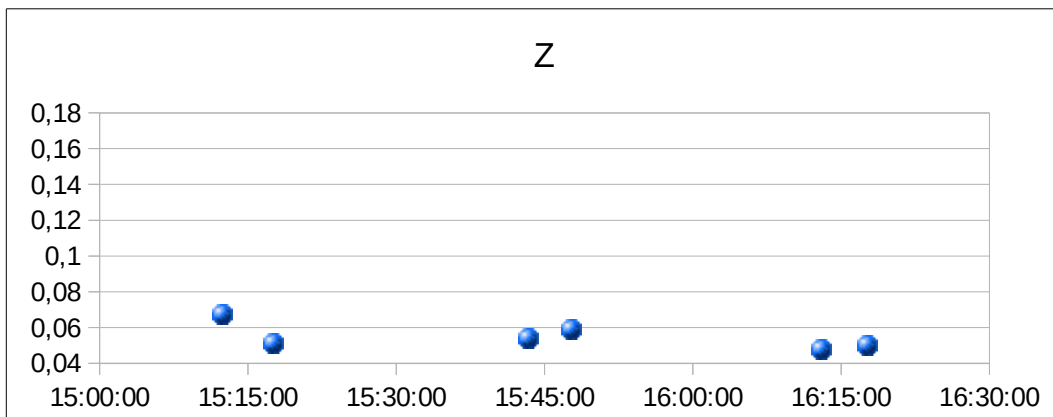
f 2.5 Optredende maximale trillingsterkte in de bodem in meetpositie 2 in de X-richting



f 2.6 Optredende maximale trillingsterkte in de bodem in meetpositie 2 in de Y-richting



f 2.7 Optredende maximale trillingsterkte in de bodem in meetpositie 2 in de Z-richting





Op basis van het gemeten tijdsignaal en de bijbehorende frequenties is geverifieerd of de meetwaarden zijn toe te wijzen aan passerende treinen of verstoringen.

3 Beoordeling

3.1 Metingen

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

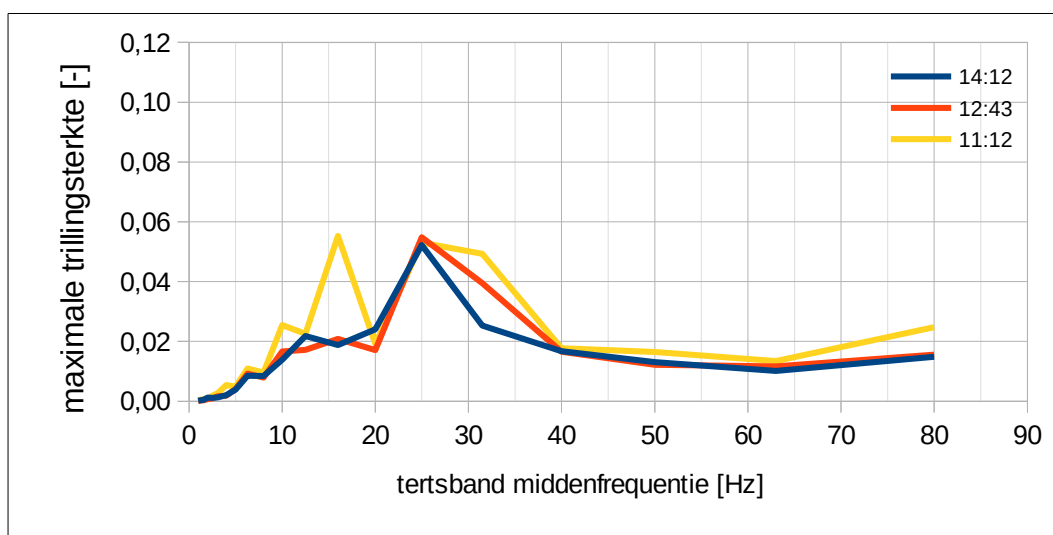
t3.1 *Optredende maximale trillingsterkte in de bodem*

Datum en tijdstip treinpassage	Maximale trillingsterkte in de bodem		
	X	Y	Z
Locatie 1			
14:12	0,07	0,06	0,12
12:43	0,08	0,06	0,12
11:12	0,09	0,09	0,11
Locatie 2			
15:12	0,11	0,17	0,07
15:43	0,09	0,14	0,05
16:12	0,09	0,13	0,05

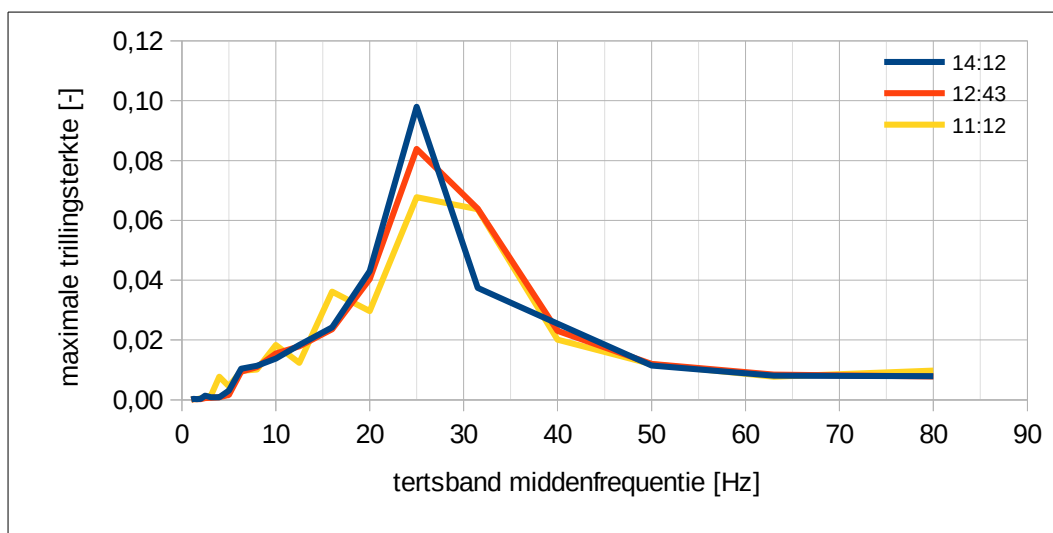
In horizontale richting treden de hoogste trillingsterktes op met maximale trillingsterktes tot 0,17. In verticale richting is sprake van een maximale trillingsterkte tot 0,12. Dergelijke niveaus kunnen op dit soort afstanden tot het spoor als relatief laag worden aangemerkt. Dit wordt mede veroorzaakt door de lichte treinstellen in combinatie met een lage rijsnelheid. De afstand tot het station Tiel bedraagt slechts ca. 250 m waardoor de treinen nog optrekken danwel al aan het remmen zijn.

Ten behoeve van de verdere beoordeling dient inzicht te worden verkregen in de spectrale inhoud van de optredende trillingsterktes. Figuur 3.1 toont de spectrale verdeling van de maatgevende treinpassages op meetlocatie 1 in respectievelijk de maximale van de horizontale richtingen X en Y richting, en figuur 3.2 van de verticale Z richting.

f3.1 Spectrale verdeling van de trillingsterkte als gevolg van de treinpassages (maximale van de horizontale X en Y richting) in locatie 1



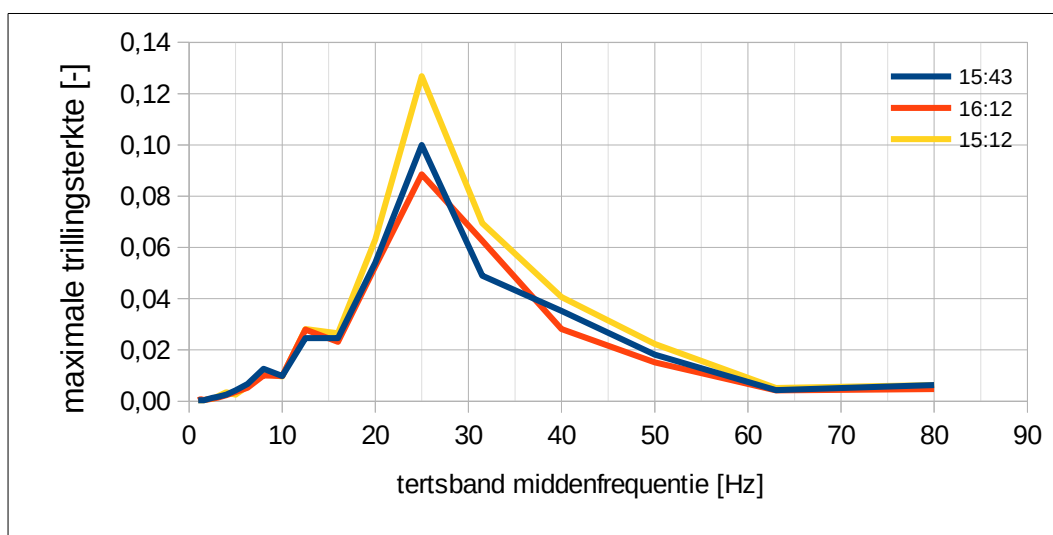
f3.2 Spectrale verdeling van de trillingsterkte als gevolg van de treinpassages (verticale Z richting) in locatie 1



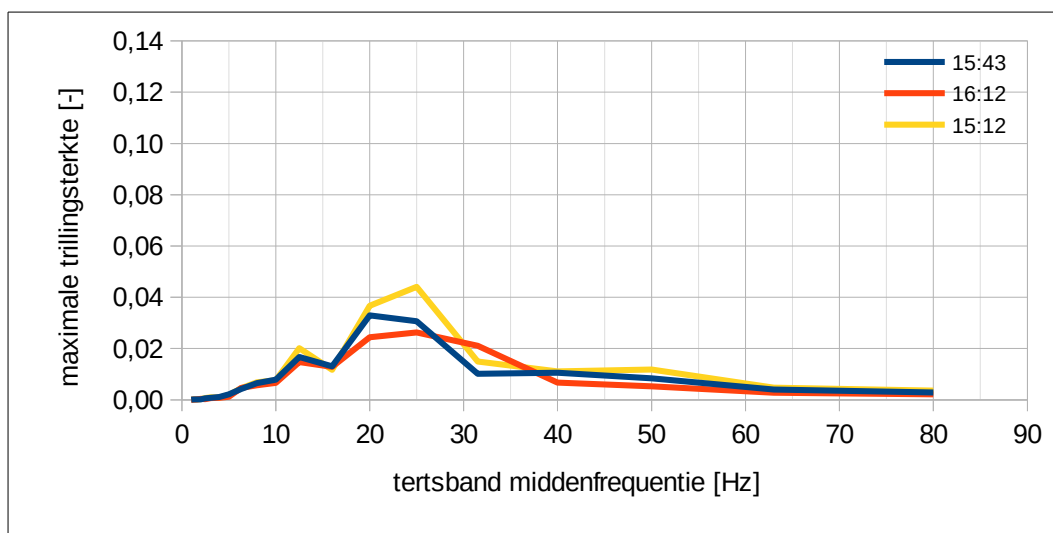
De figuren tonen dat als gevolg van een treinpassage sprake is van verhoogde trillingniveaus in een frequentiegebied tussen globaal 16 en 31,5 Hz

Op vergelijkbare wijzen tonen figuren 3.3 en 3.4 de spectrale verdeling in meetlocatie 2.

f3.3 Spectrale verdeling van de trillingsterkte als gevolg van de treinpassages (maximale van de horizontale X en Y richting) in locatie 2



f3.4 Spectrale verdeling van de trillingsterkte als gevolg van de treinpassages (verticale Z richting) in locatie 2



De figuren tonen dat sprake is van verhoogde trillingniveaus in een frequentiegebied tussen ca. 20 en 31,5 Hz.

3.2 Geprojecteerde woningen

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

Bij de overgang van bodem naar fundament zal 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 15 dB (factor 5 à 6) bedragen. De opslinging van de gebouwconstructie hangt af van eventuele samenvallende gebouwresonanties met het excitatiespectrum van de treinpassages en kan eveneens een factor 5 à 6 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.

De meetwaarden zoals genoemd in paragraaf 3.1 in combinatie met de aangegeven dempingen en versterkingen resulteren in een maximaal te verwachten trillingsterkte in woningen. Tabel 3.2 toont deze te verwachten trillingsterkte.

t3.2 Te verwachten trillingsterkte in woningen

	Te verwachten trillingsterkte [-]	
	horizontale richting X of Y	verticale Z richting
locatie 1	0,19	0,19
locatie 2	0,12	0,12

De in tabel 3.2 gegeven waarden kunnen worden gezien als worst case te verwachten sterkten 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 vertonen. In de praktijk zal nagenoeg altijd sprake zijn van lagere trillingniveaus.

Op basis van tabel 3.2 volgt dat de te verwachten trillingsterkten ter hoogte van het tweetal locaties gering afwijken. In locatie 1 zijn trillingsterkten te verwachten tot 0,2 horizontaal en verticaal. In locatie 2 zijn trillingsterkten te verwachten tot 0,1 horizontaal en verticaal.

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 ₁ [-]	A ₂ [-]	A ₃ [-]	A ₁ [-]	A ₂ [-]	A ₃ [-]
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 A₁. Indien hieraan voldaan wordt is sprake van een acceptabele situatie. Indien niet wordt voldaan aan A₁ dient de maximale trillingssterkte getoetst te worden aan A₂.

Bij overschrijding van A₂ 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_{per}) getoetst te worden aan A₃. Bij overschrijding van A₃ 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 A₁ van 0,1. Deze waarde zal, gezien de verwachte maximale trillingsterkte tot 0,19 ter hoogte van de eerstelijnsbebouwing van het plan kunnen worden overschreden.

Bij overschrijding van de onderste streefwaarde wordt in eerste instantie toetsing aan de bovenste streefwaarde A₂ relevant. Aan een A₂ 0,4 voor de dag wordt ruim voldaan, aan een A₂ van 0,2 voor de nacht wordt juist voldaan.



Vervolgend dient de trillingssterkte over de beoordelingsperiode V_{per} te worden getoetst aan de maximale waarde van 0,05. Bij 4 treinen per uur tussen 07.00 en 23.00 bedraagt de V_{per} onder de worst case aanname dat alle treinen passeren met de maximaal gemeten trillingsterkte tot 0,035. De V_{per} voor de nacht (totaal 4 passages) bedraagt tot 0,012 waarmee in beide gevallen wordt voldaan aan de maximale waarde van 0,05.

Hiermee is sprake van een in relatie tot de SBR B inpasbare situatie.

5 Conclusie

Op basis van de verrichte metingen kan worden geconcludeerd dat aan de in het kader van trillinghinder in woningen 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 zal worden voldaan.

Dit rapport bevat 17 pagina's



Mook,