



Achterberg West

Te verwachten trillingniveaus als gevolg van railverkeer



Achterberg West

Te verwachten trillingniveaus als gevolg van railverkeer

opdrachtgever	Achterbergse Erven B.V.
rapportnummer	H 8383-4-RA
datum	3 september 2024
referentie	LL/LL//H 8383-4-RA
verantwoordelijke	ing. L.F.M. Lemmers
opsteller	ing. L.F.M. Lemmers +31 85 822 8671 l.lemmers@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

1	Inleiding	4
2	Metingen	6
2.1	Algemeen	6
2.2	Meetinstrumenten	7
2.3	Meetresultaten	8
3	Beoordeling	10
3.1	Metingen	10
3.2	Geprojecteerde woningen	16
4	Toetsing	17
4.1	Toetsingskader	17
4.2	Toetsing	18
5	Conclusie	19

1 Inleiding

In opdracht van Achterbergse Erven B.V. te Doetinchem is een onderzoek verricht inzake te verwachten trillingniveaus vanwege railverkeer in geprojecteerde woningen binnen het woningbouwplan Achterberg West te Achterberg, gemeente Rhenen.

Het plan voorziet met name in grondgebonden woningen. De geprojecteerde woningen zijn voorzien tot op ca. 30 m afstand van het spoor tussen Veenendaal en Rhenen en liggen daarmee voor een deel 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.

Voor de betreffende ontwikkeling is eerder trillingtechnisch onderzoek verricht waaronder trillingmetingen ter plaatse in april 2022. Nadat het stedenbouwkundig plan op basis waarvan gemeten was is gewijzigd is een rapport opgesteld (rapportnummer H 8383-3-RA-001 d.d. 28 juni 2023) waarin voor een beperkt aantal woningen op basis van een theoretische trillingafname in de bodem niet geheel kon worden uitgesloten dat te hanteren streefwaarden konden worden overschreden en waarvoor om die reden werd geadviseerd om in het vast te stellen bestemmingsplan een voorwaardelijke verplichting voor nader onderzoek op te nemen.

In het kader van de vaststelling van het bestemmingsplan is door initiatiefnemer besloten het eerder onderzoek geheel te actualiseren inclusief trillingmetingen ter plaatse uitgaande van de nu voorziene verkaveling.

Navolgende figuur 1.1 geeft de nu ligging van het plan ten opzichte van het spoor en de nu voorziene verkaveling

f1.1 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.

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 20-tal passerende treinen is gemeten. In deze situatie kan een dergelijke meting worden gezien als voldoende representatief.

Op 22 april 2022 zijn van ca. 11.20 tot 15.20 uur binnen het plangebied op een tweetal locaties trillingmetingen in de bodem verricht. Hierbij zijn ter hoogte van de op dat moment voorziene stedenbouwkundige invulling dichtstbij het spoor gelegen gevels van geprojecteerde woningen trillingmetingen uitgevoerd waarbij één meetpositie is gelegen bij de noordelijke woningbouw en één meetpositie bij de zuidelijke woningbouw.

Van de toen gehanteerde meetposities is de zuidelijke meetpositie nog actueel. Uitgaande van de nieuwe planopzet zijn op 7 augustus 2024 van ca. 11.30 tot 16.00 uur in twee nieuwe posities metingen in de bodem verricht.

Figuur 2.1 toont de ligging van de meetlocaties.

Navolgende beoordeling gaat uit van de metingen in de 2 nieuwe meetposities aangevuld met de zuidelijke meetpositie van april 2022. De posities worden in het vervolg aangeduid met 1, 2 en 3.

f2.1 Ligging meetlocaties 22 april 2022 (rood) en 7 augustus 2024 (geel)



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

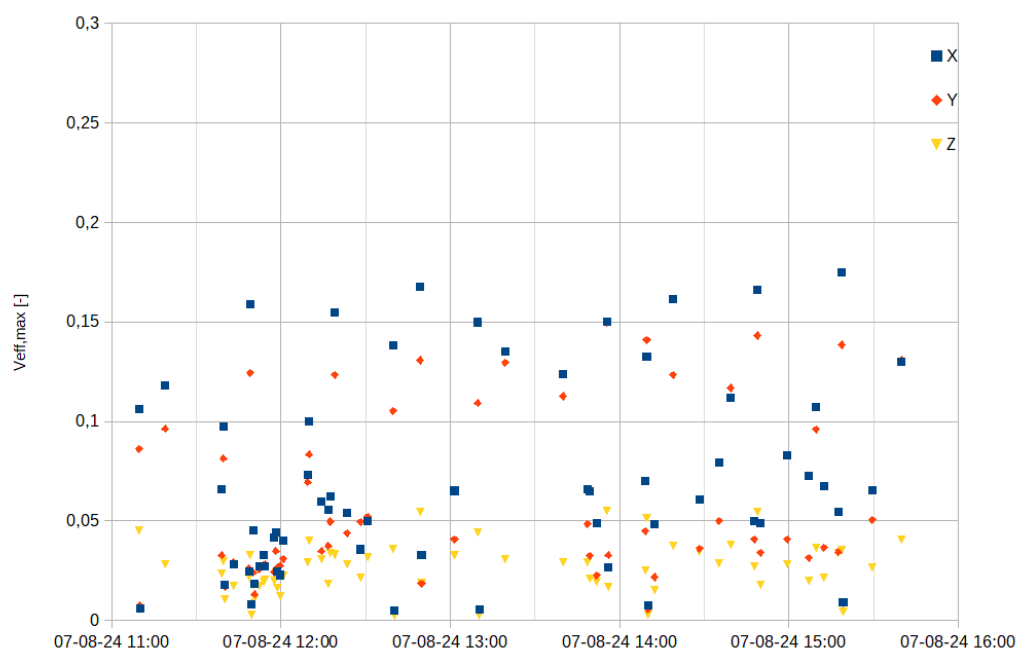
De metingen zijn uitgevoerd met behulp van trillingmeetsystemen, fabrikaat SYSCOM, type MR2002-CE. Analyses zijn uitgevoerd met evaluatiesoftware, fabrikaat Ziegler Consultants, type VIEW2002.

2.3 Meetresultaten

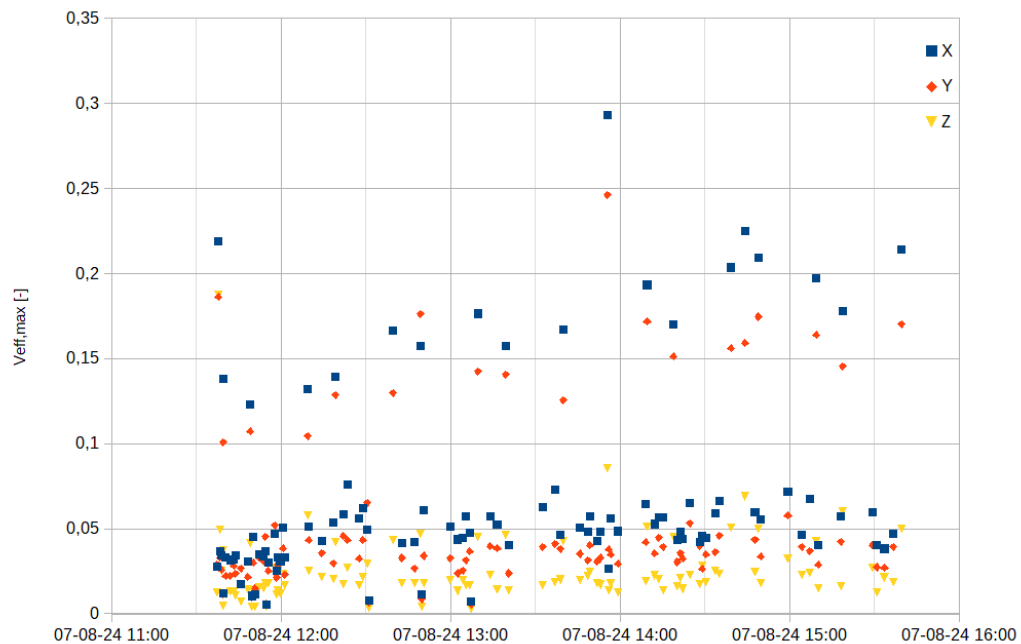
Voor de beoordeling in relatie tot mogelijke trillinghinder is de maximale trillingsterkte $V_{\max}$ (dimensieloos) bepaald overeenkomstig SBR richtlijn B (De conform SBR B gewogen waarde over het frequentiegebied van 1 tot 80 Hz). Conform deze richtlijn geldt dat de grootste trillingsterkte in een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

Figuur 2.2, 2.3 en 2.4 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, 2 en 3.

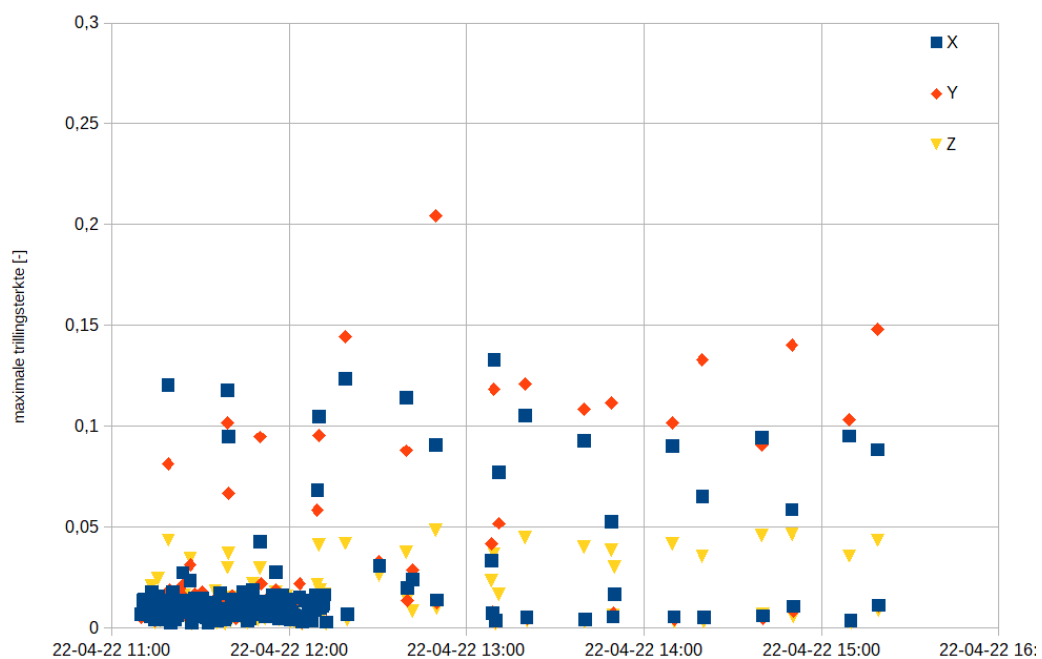
f2.2 Optredende maximale trillingsterkte in de bodem, meetlocatie 1



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



f2.4 Optredende maximale trillingsterkte in de bodem, meetlocatie 3



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, meetlocatie 1

Tijdstip treinpassage	Maximale trillingsterkte in de bodem		
	X	Y	Z
07-08-24 14:18	0,16	0,12	0,04
07-08-24 14:48	0,17	0,21	0,05
07-08-24 12:49	0,17	0,13	0,05
07-08-24 15:18	0,17	0,14	0,04
07-08-24 13:55	0,15	0,15	0,06

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, meetlocatie 2

Tijdstip treinpassage	Maximale trillingsterkte in de bodem		
	X	Y	Z
07-08-24 15:09	0,20	0,16	0,04
07-08-24 14:09	0,19	0,19	0,05
07-08-24 15:39	0,21	0,17	0,05
07-08-24 14:39	0,20	0,16	0,05
07-08-24 13:55	0,29	0,25	0,09

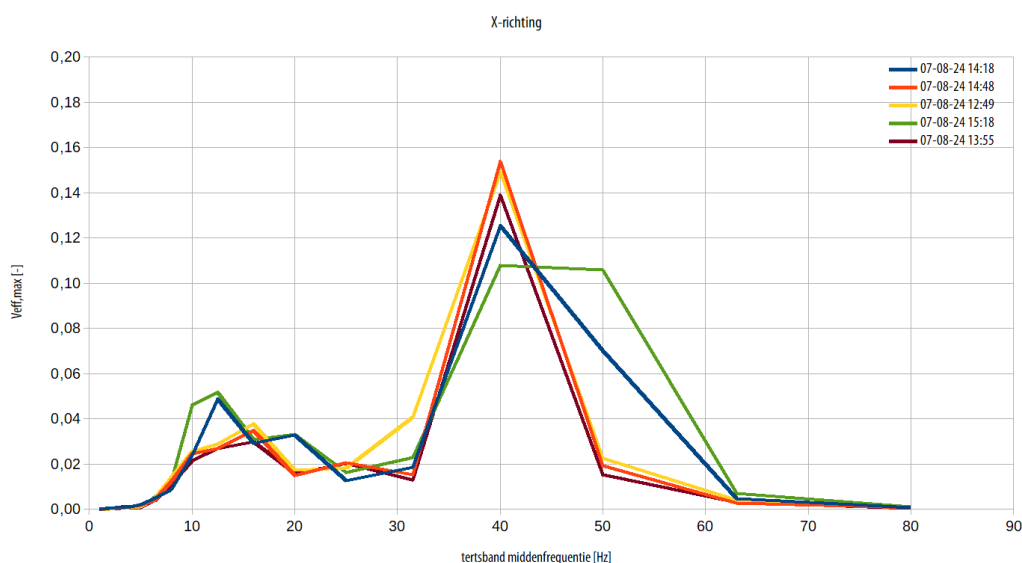
Tabel 3.3 toont op vergelijkbare wijze voor meetlocatie 3 de gemeten maximale trillingsterkte in de bodem als gevolg van de vijf maatgevende treinpassages. De trillingsterkte is wederom gegeven voor de horizontale X-, Y- en verticale Z-richting.

t3.3 Optredende maximale trillingsterkte in de bodem, meetlocatie 3

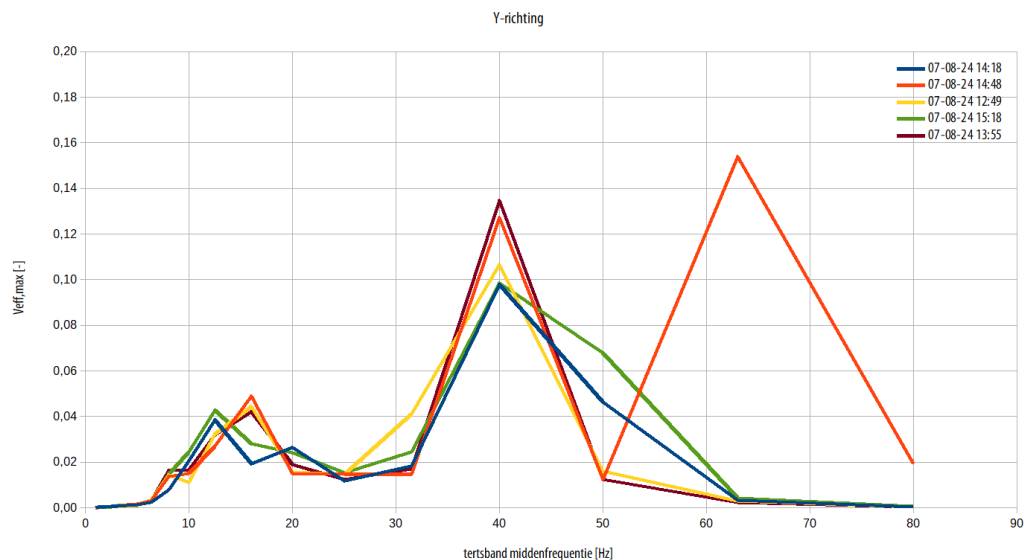
Tijdstip treinpassage	Maximale trillingsterkte in de bodem		
	X	Y	Z
22-04-22 12:19	0,12	0,14	0,04
22-04-22 12:49	0,09	0,20	0,05
22-04-22 14:19	0,07	0,13	0,04
22-04-22 14:49	0,06	0,14	0,05
22-04-22 15:19	0,09	0,15	0,04

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 Noord. 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.

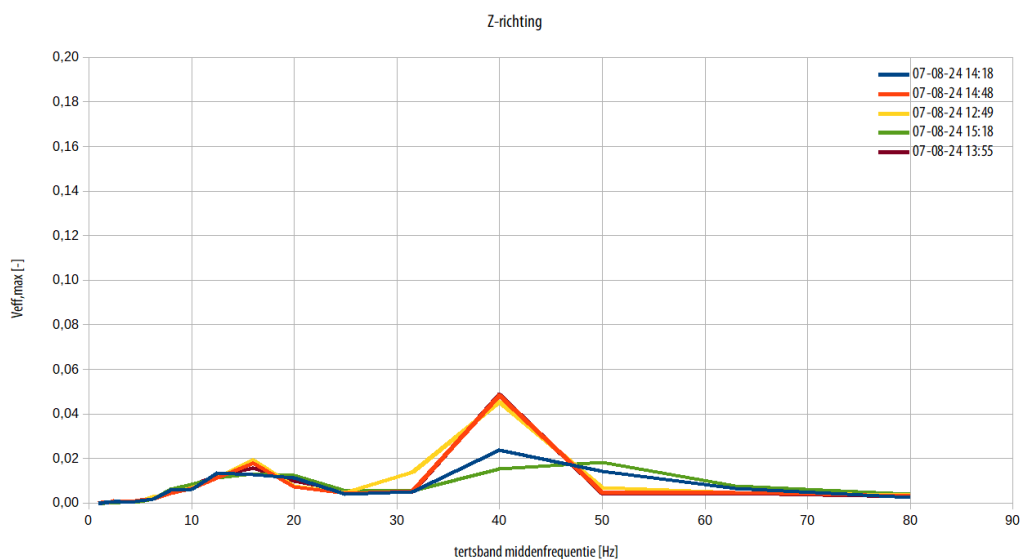
f3.1 Spectrale verdeling van de trillingsterkte als gevolg van de treinpassages (horizontale X richting, meetlocatie 1)



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



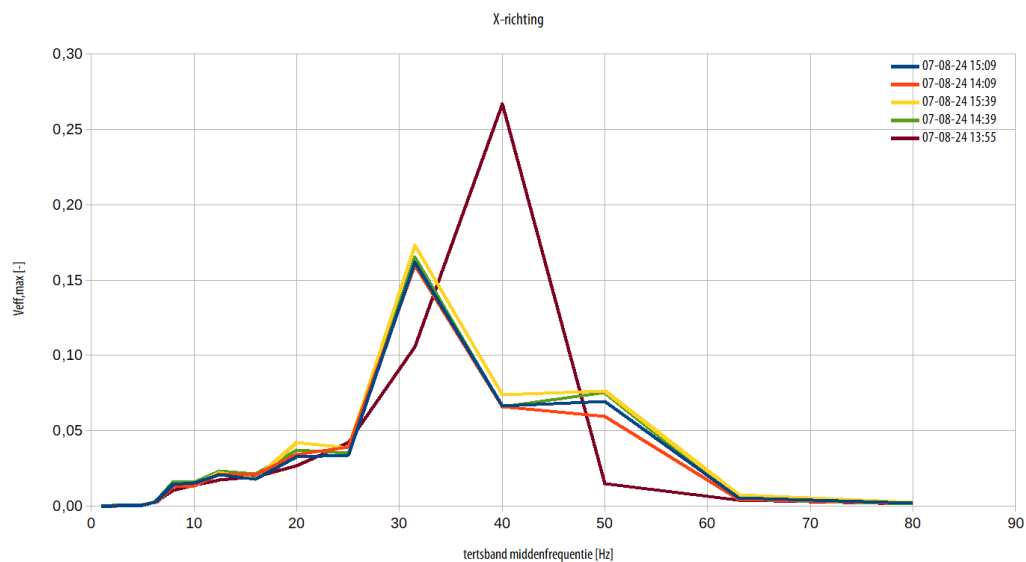
f3.3 Spectrale verdeling van de trillingsterkte als gevolg van de treinpassages (verticale Z richting, meetlocatie 1)



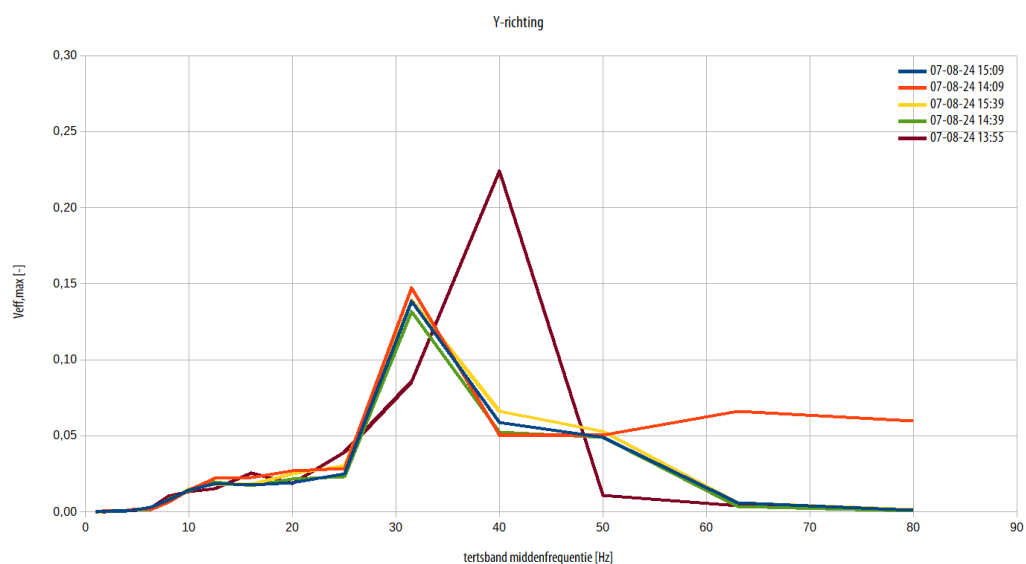
De figuren tonen dat als gevolg van een treinpassage sprake is van verhoogde trillingniveaus in een frequentiegebied rond 40 Hz tot 63 Hz in horizontale x- en y-richting. In de z-richting is sprake van aanzienlijk lagere trillingniveaus.

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

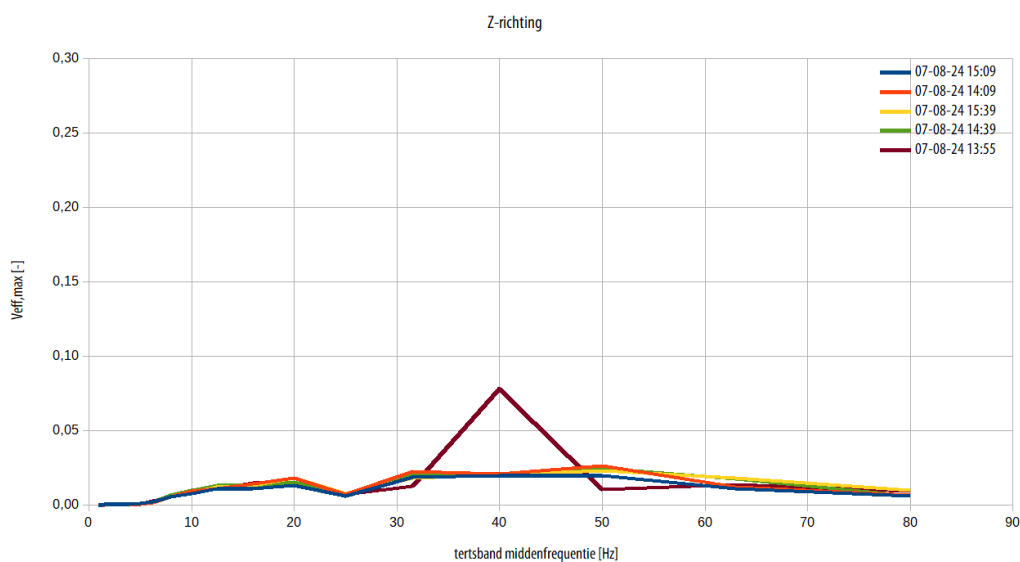
f3.4 Spectrale verdeling van de trillingsterkte als gevolg van de treinpassages (horizontale X richting, meetlocatie 2)



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



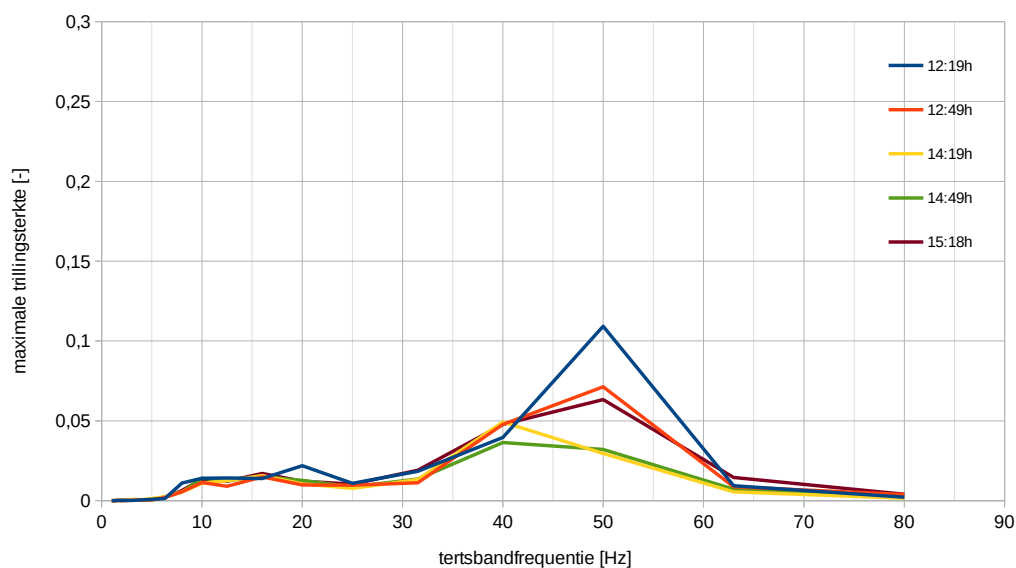
f3.6 Spectrale verdeling van de trillingsterkte als gevolg van de treinpassages (verticale Z richting, meetlocatie 2)



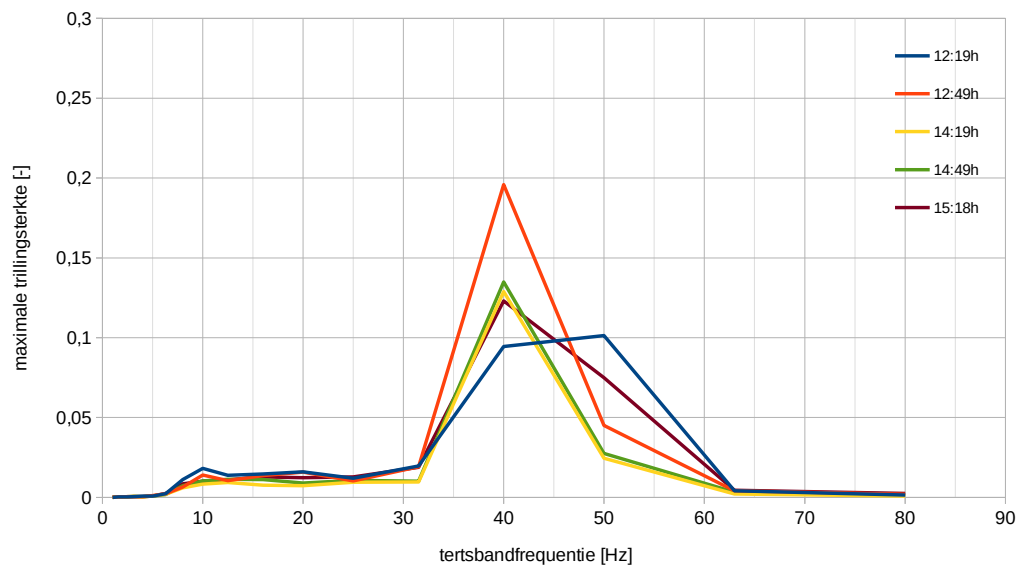
De figuren tonen dat als gevolg van een treinpassage sprake is van verhoogde trillingniveaus bij met name 31,5 en 40 Hz in horizontale x- en y-richting. In de z-richting is wederom sprake van aanzienlijk lagere trillingniveaus.

Figuren 3.7, 3.8 en 3.9 tonen op vergelijkbare wijze voor meetlocatie 3 de spectrale verdeling van de maatgevende treinpassages.

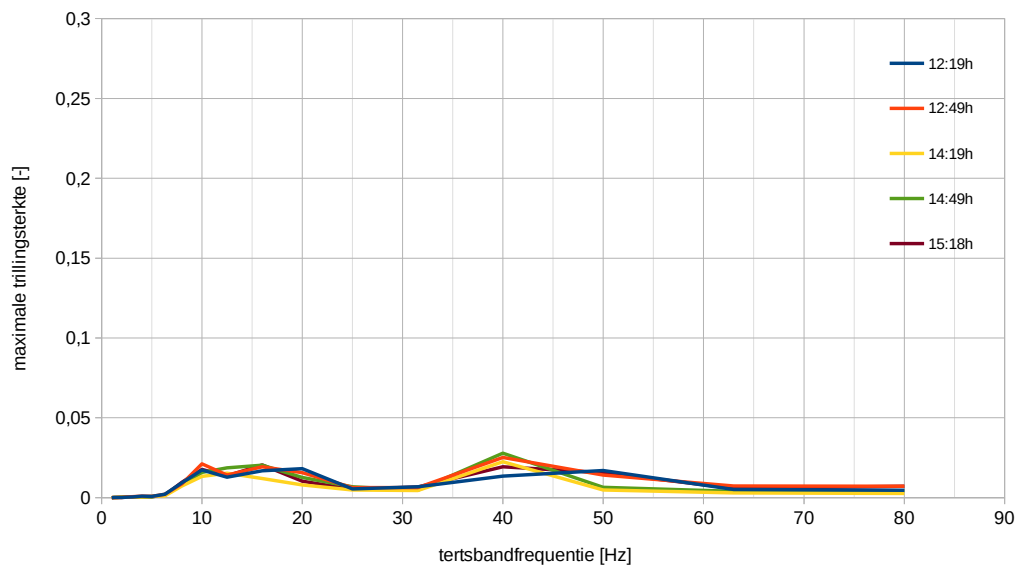
f3.7 Spectrale verdeling van de trillingsterkte als gevolg van de treinpassages (horizontale X richting, meetlocatie 3)



f3.8 Spectrale verdeling van de trillingsterkte als gevolg van de treinpassages (horizontale Y richting, meetlocatie 3)



f3.9 Spectrale verdeling van de trillingsterkte als gevolg van de treinpassages (verticale Z richting, meetlocatie 3)



De figuren tonen dat als gevolg van een treinpassage sprake is van verhoogde trillingniveaus bij 40 tot 50 Hz in horizontale x- en y-richting. In de z-richting is wederom sprake van aanzienlijk lagere trillingniveaus.

3.2 Geprojecteerde woningen

In eerste instantie wordt gewezen op de constatering dat met gemeten trillingsterkten tot 0,2 à 0,3 op de meetlocaties op dit moment sprake is van (licht) voelbare trillingen in de bodem als gevolg van passerende treinen. De hoogste niveaus treden op in horizontale 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 komen grondgebonden woningen. Bij de overgang van bodem naar fundament zal afhankelijk van de frequentie sprake zijn van een demping tot 5 dB (afname met factor 3) bij grondgebonden woningen.

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 3.4 toont de aldus verwachten trillingsterkte.

t3.4 Te verwachten trillingsterkte in woningen

	Te verwachten trillingsterkte [-]	
	horizontale XY richting	verticale Z richting
Noord (meetlocatie 1)	0,1 à 0,15	<0,1
Midden (meetlocatie 2)	0,15 à 0,2	<0,1
Zuid (meetlocatie 3)	0,1 à 0,15	<0,1

De in tabel 3.4 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 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 A_1 van 0,1. Deze waarde wordt, gezien de worst case maximale trillingsterkte tot 0,2 in de geprojecteerde woningen, overschreden.

Bij overschrijding van de onderste streefwaarde wordt in eerste instantie toetsing aan de bovenste streefwaarde A_2 relevant. Omdat ook in de nacht sprake is van passerende treinen geldt een maatgevende A_2 van 0,2. Aan deze waarde zal juist worden voldaan zodat daarmee toetsing van de trillingsterkte V_{per} aan de orde is.

Vervolgens is de verwachte (gemiddelde) trillingsterkte over de beoordelingsperiode (V_{per}) in de woningen bepaald. In dit geval zal de dag en avond maatgevend zijn waarbij sprake is van max. 4 treinpassages per uur (gezamenlijk voor beide richtingen).

Op basis van 4 treinpassages per uur en een maximale trillingsterkte van max. 0,2 in woningen bedraagt de gemiddelde trillingsterkte 0,037. Deze waarde voldoet aan de streefwaarde A_3 van 0,05 (nieuwe situaties).

Op basis hiervan volgt dat aan de streefwaarden van de SBR deel B wordt voldaan.

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 waarmee qua trillingen sprake zal zijn van een acceptabel woon- en leefklimaat.

Dit rapport bevat 19 pagina's

Mook,

