

EKP gebied 's-Hertogenbosch

Te verwachten trillingniveaus als gevolg van railverkeer

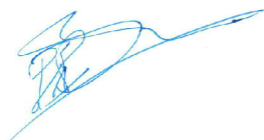
ontwerpbeschikking

d.d. : september 2022
nr. : 079613367540

verleend

Behoort bij het besluit van het hoofd
van de afdeling VTH-Omgevingswet
van de gemeente 's-Hertogenbosch

d.d. : oktober 2023
nr. : 079613367540





EKP gebied 's-Hertogenbosch

Te verwachten trillingniveaus als gevolg van railverkeer

opdrachtgever	SDK Vastgoed bv
rapportnummer	OG 15918-1-RA-001
datum	2 november 2020
referentie	LL/EdV//OG 15918-1-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 – leuven – parijs – lyon

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
2	Metingen	6
2.1	Algemeen	6
2.2	Meetinstrumenten	7
2.3	Meetresultaten	7
3	Beoordeling	9
3.1	Metingen	9
3.2	Geprojecteerde woningen	13
4	Toetsing	15
4.1	Toetsingskader	15
4.2	Toetsing	15
5	Conclusie	17

1 Inleiding

In opdracht van SDK Vastgoed te Eindhoven is een onderzoek verricht inzake te verwachten trillingniveaus vanwege railverkeer in geprojecteerde woningen van het nieuwbouwplan aan de Parallelweg te 's-Hertogenbosch.

Het bouwplan is gesitueerd tot op korte afstand van de spoorlijn tussen 's-Hertogenbosch CS en Rosmalen / Zaltbommel. Beoogd wordt (een deel van) de bebouwing in het plangebied te slopen, waarna ter plaatse nieuwbouw gerealiseerd wordt. In het gebied wordt aldus een programma gerealiseerd met ca. 819 woningen, ca. 5110 m² bvo commerciële functies en een kunstacademie (10.785 m² bvo). Figuur 1.1 toont het bouwplan.

f1.1 Overzicht bouwplan





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).

De betreffende Richtlijn is ook de basis van de toetsing zoals voorgesteld in de Handreiking Nieuwbouw en Spoortrillingen van het Ministerie van I & W van mei 2019.

2 Metingen

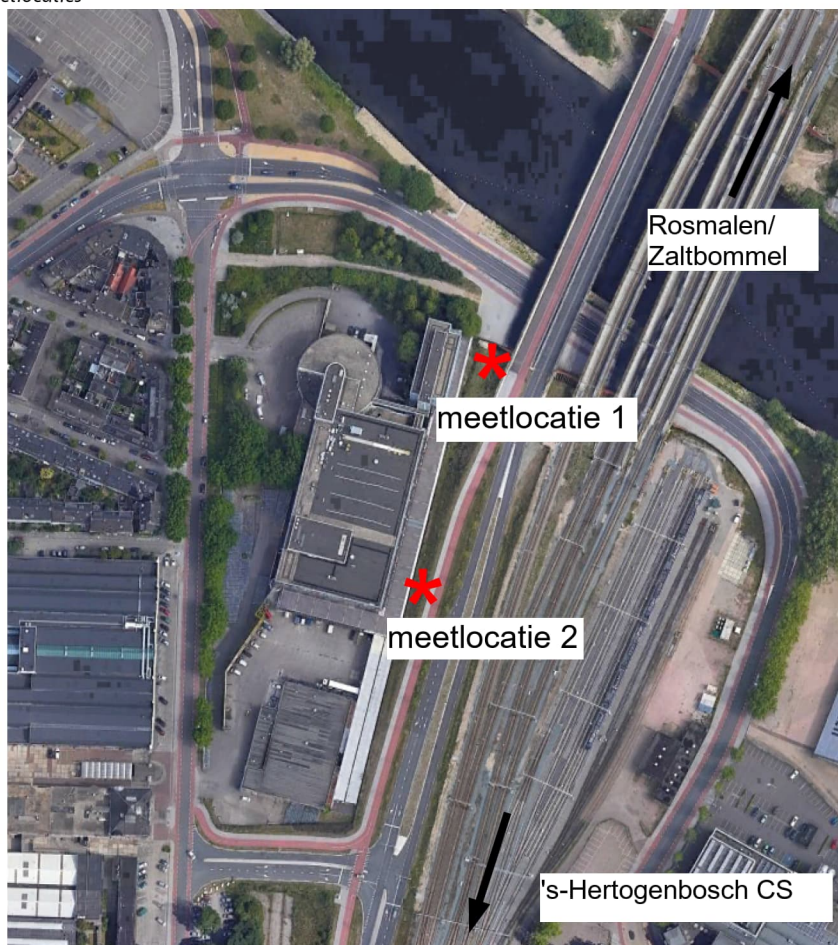
2.1 Algemeen

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

Van 8 september tot en met 16 september 2020 zijn binnen het plangebied onbemande trillingmetingen in de bodem verricht. Hierbij zijn ter hoogte van de dichtstbij het spoor gelegen geprojecteerde gevel op twee meetlocaties 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 uitvoering van metingen is aansluiting gezocht bij de SBR Richtlijn deel B (Hinder voor personen in gebouwen).

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.

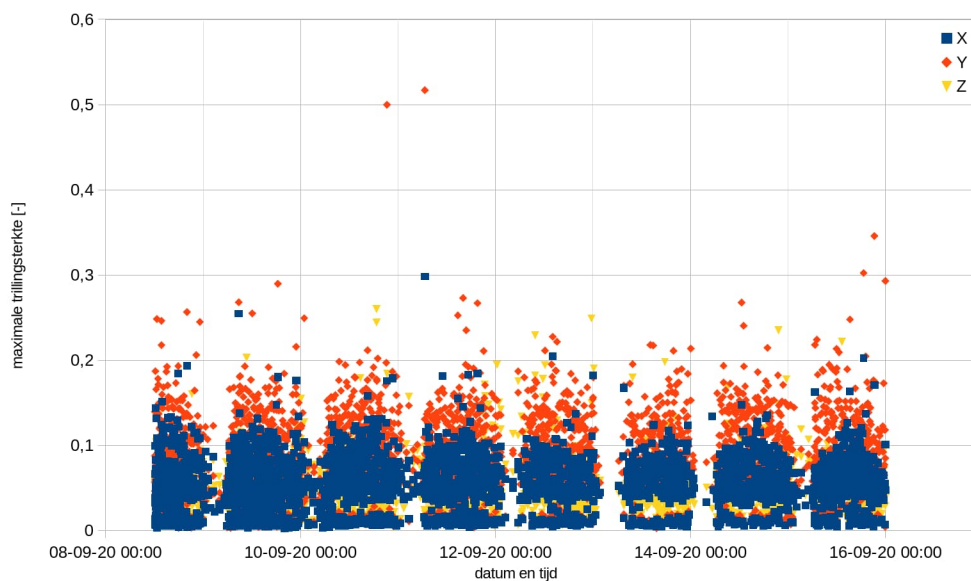
2.3 Meetresultaten

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.

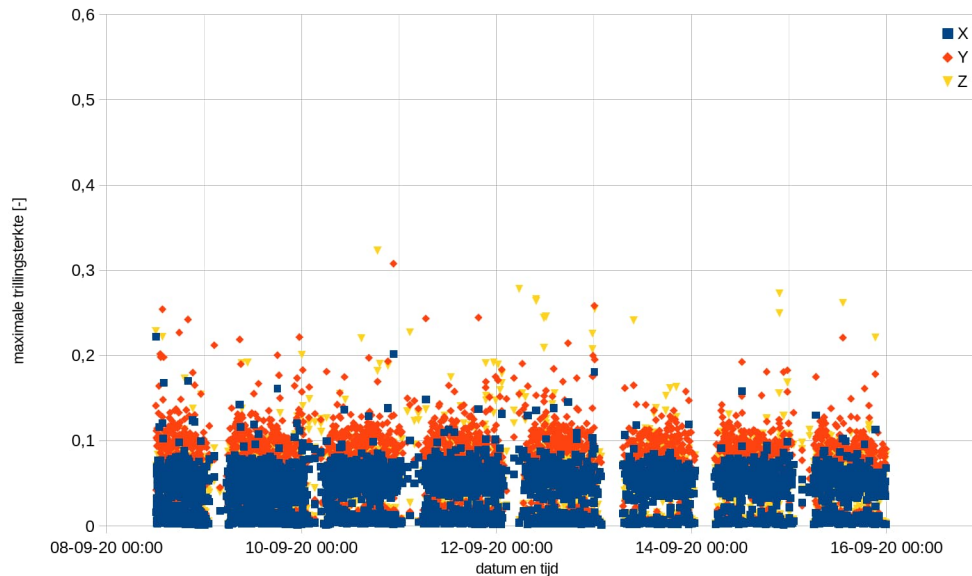
De onbemande metingen die verricht zijn in de bodem geven inzicht in de optredende trillingen over langere tijd.

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)



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

Om vervolgens onderscheid te maken tussen passagierstreinen en goederentreinen is gekeken naar de tijdsduur van het signaal, de frequentie-inhoud van signaal en het moment van passeren.

Voor alle verder te hanteren maatgevende passages is verder op basis van cameraregistratie treintype, richting, spoor e.d. geverifieerd.

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, locatie 1*

Tijdstip treinpassage	Maximale trillingsterkte in de bodem		
	X	Y	Z
09/09/20 18:27 (sprinter)	0,18	0,29	0,07
10/09/20 18:43 (cargo)	0,11	0,18	0,26
10/09/20 21:17 (cargo)	0,18	0,50	0,19
11/09/20 06:37 (cargo)	0,30	0,52	0,10
12/09/20 23:38 (cargo)	0,09	0,12	0,25

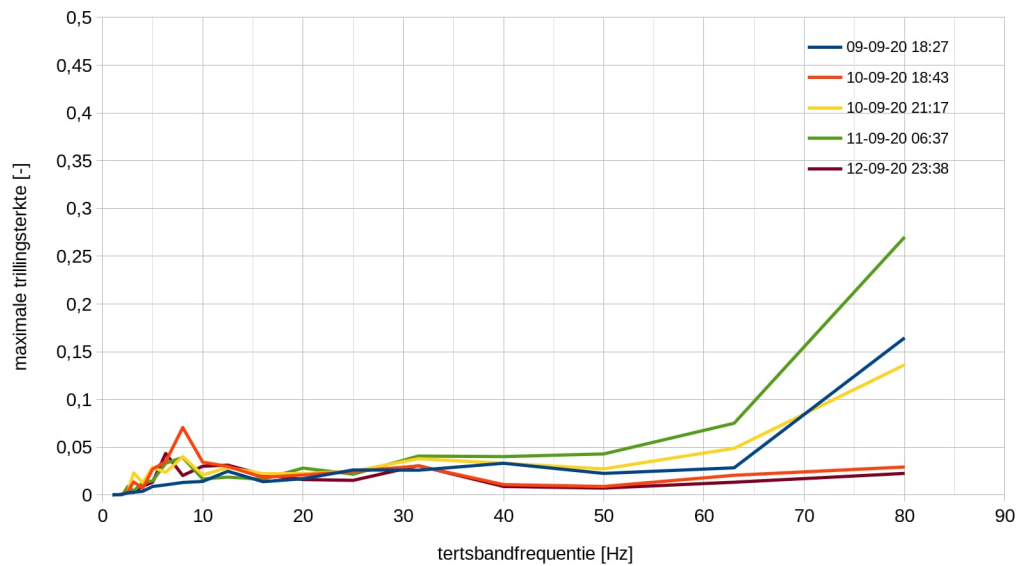
Tabel 3.2 toont op vergelijkbare wijze voor locatie 2 de maximale trillingsterkte in de bodem als gevolg van de vijf maatgevende treinpassages. De trillingsterkte is gegeven voor de horizontale X-, Y- en verticale Z-richting.

t3.2 *Optredende maximale trillingsterkte in de bodem, locatie 2*

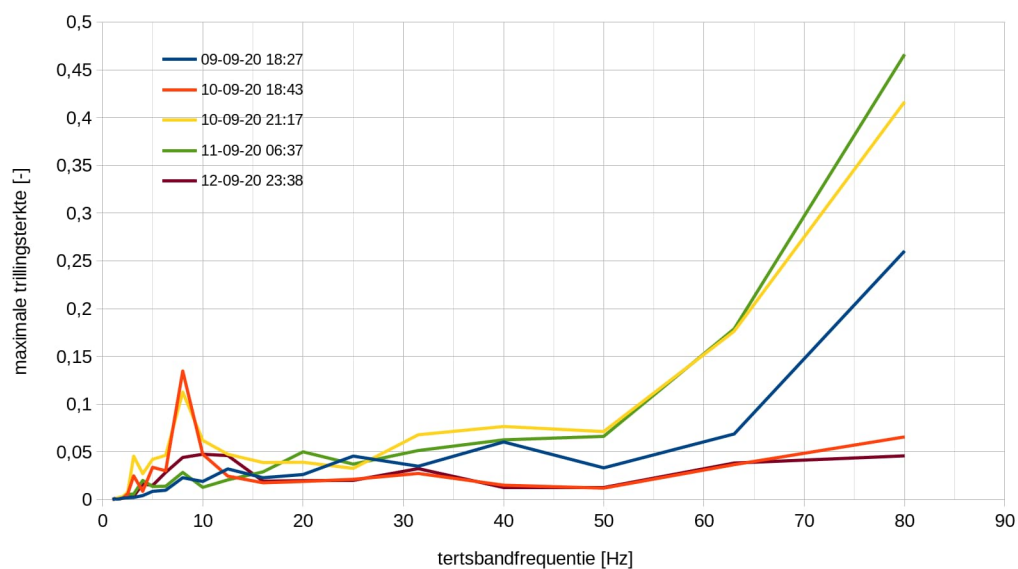
Tijdstip treinpassage	Maximale trillingsterkte in de bodem		
	X	Y	Z
10/09/20 18:43 (cargo)	0,09	0,17	0,32
10/09/20 22:39 (cargo)	0,20	0,31	0,10
12/09/20 05:34 (cargo)	0,09	0,16	0,28
12/09/20 09:46 (cargo)	0,07	0,11	0,27
14/09/20 21:39 (cargo)	0,07	0,10	0,27

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.

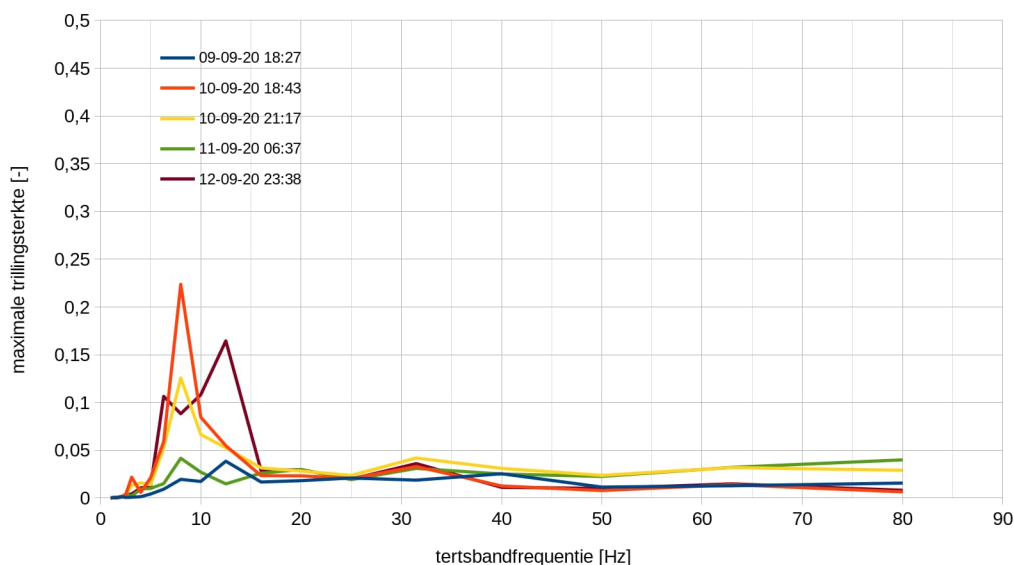
f3.1 Spectrale verdeling van de trillingsterkte als gevolg van de treinpassages (horizontale X richting) in locatie 1



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



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

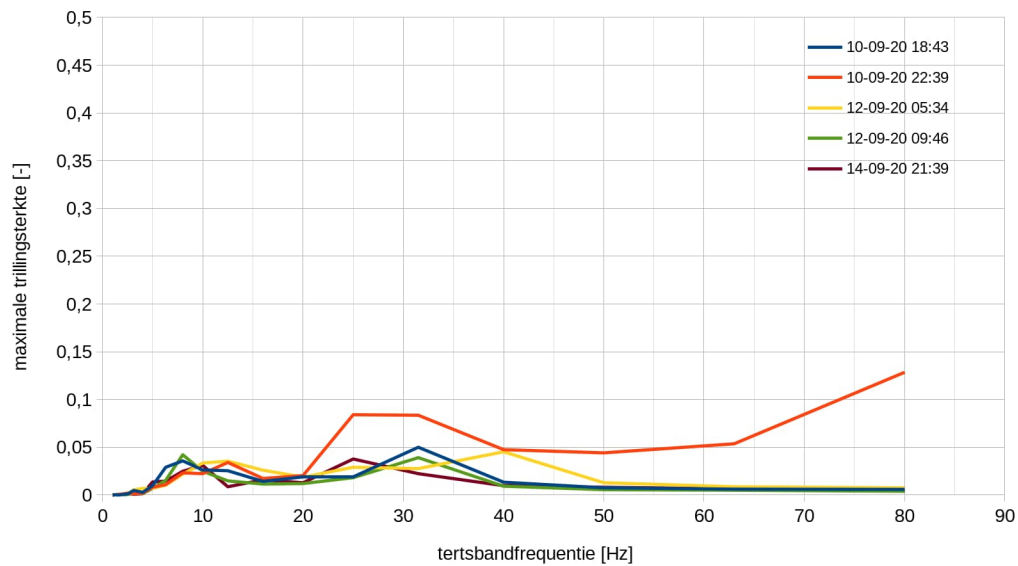


De figuren tonen dat als gevolg van een treinpassage sprake is van verhoogde trillingniveaus in een frequentiegebied vanaf globaal 50 Hz in x- en y-richting. In de z-richting is er sprake van verhoogde trillingniveaus bij 8 en 12,5 Hz.

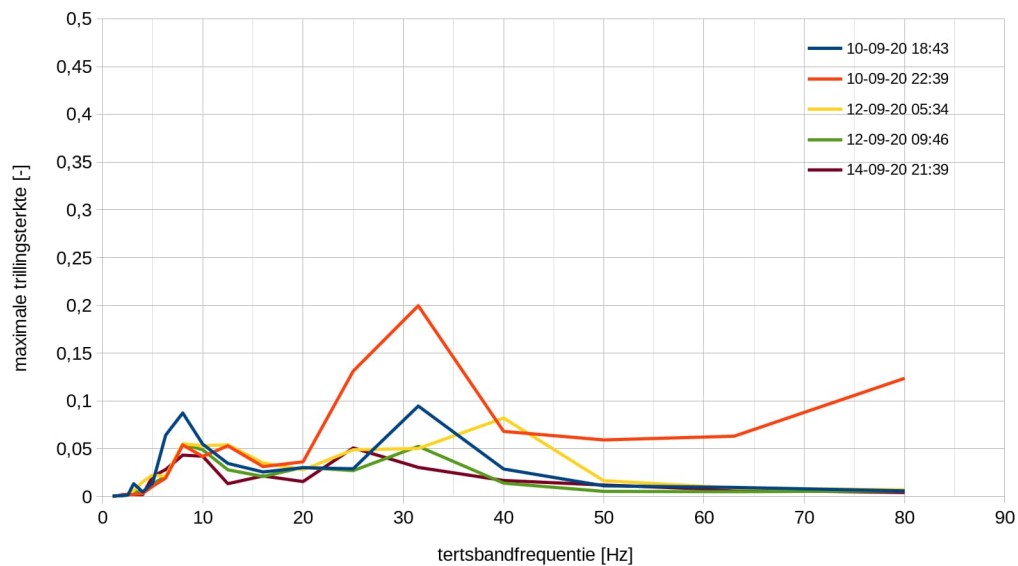
De trillingniveaus met name loodrecht op het spoor vertonen een opvallend hoogfrequent karakter. Dit treedt met name op in de meetlocatie 1. Mogelijk wordt dit veroorzaakt door de aldaar gelegen overgang van aarden baan naar kunstwerk of in de bodem aanwezige betonnen fundaties. Dergelijk hoge trillingfrequenties zijn overigens normaliter voor de trillingen in woningen van ondergeschikt belang.

Figuren 3.4, 3.5 en 3.6 tonen op vergelijkbare wijze de spectrale verdeling van de 5 maatgevende treinpassages in meetlocatie 2.

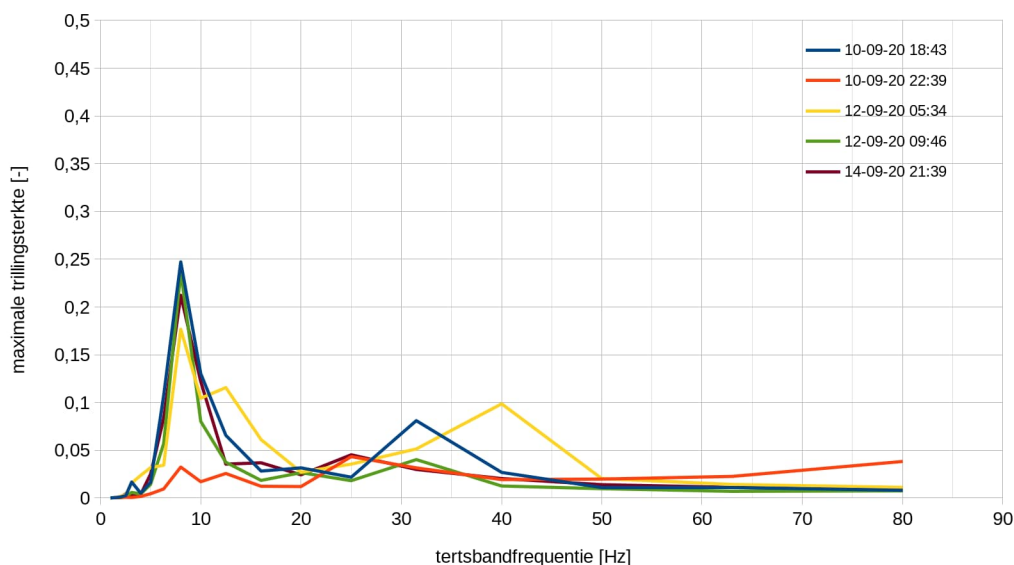
f3.4 Spectrale verdeling van de trillingsterkte als gevolg van de treinpassages (horizontale X richting) in locatie 2



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



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



De figuren tonen dat als gevolg van een treinpassage sprake is van verhoogde trillingniveaus in de x- en y-richting in een frequentiegebied bij 30 Hz. In de z-richting is er sprake van verhoogde trillingniveaus bij 8 Hz.

3.2 Geprojecteerde woningen

In eerste instantie wordt gewezen op de constatering dat met gemeten trillingsterkten tot 0,4 à 0,5 op de plek waar de dichtst bij het spoor gelegen woningen komen op dit moment sprake is van duidelijk voelbare trillingen in de bodem als gevolg van passerende treinen.

Om inzicht te krijgen in de trillingniveaus in het toekomstige woongebouwen 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 opslingering in het gebouw. Deze opslingering kan in verticale richting veroorzaakt worden door (vrij overspannen) vloervelden en in horizontale richting kan de gebouwconstructie verder nog voor opslingering zorgen.

Binnen het plan zijn op de locaties 1 en 2 appartementengebouwen voorzien. Bij de overgang van bodem naar fundament zal afhankelijk van de frequentie sprake zijn van een demping tot 10 dB (afname met factor 3) bij dergelijke gebouwen.

De opslingering van vloerdelen hangt af van eventuele samenvallende vloerresonanties met het excitaatiespectrum van de treinpassages en kan 10 tot 15 dB (factor 3 tot 5) bedragen. De opslingering 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 te verwachten trillingsterkte.

t3.3 *Te verwachten trillingsterkte in woningen*

	Te verwachten trillingsterkte [-]	
	horizontale XY richting	verticale Z richting
locatie 1	0,6	1,0
locatie 2	0,4	1,2

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.

De hoge waarde in de verticale Z-richting kan bijvoorbeeld optreden als eventuele vloerresonanties samenvallen met de relatief sterke aanstoting bij ca. 8 Hz die zowel in meetlocatie 1 als 2 zichtbaar is.

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 wordt, gezien de worst case maximale trillingsterkte tot 1,2 in de geprojecteerde woningen, ruim overschreden.

Bij overschrijding van de onderste streefwaarde wordt in eerste instantie toetsing aan de bovenste streefwaarde A₂ relevant. Omdat ook in de nacht sprake is van passerende treinen geldt een maatgevende A₂ van 0,2. Deze waarde wordt ook ruim overschreden.



Met een worst case verwachte trillingsterkte $V_{\max}$ in de geprojecteerde woningen van maximaal ca. 1,2 bij een na te streven waarde van 0,2 kan worden geconcludeerd dat in de woningen een reductiedoelstelling met circa een factor 6 aan de orde is. Gezien onze ervaring met vergelijkbare projecten kan in eerste instantie worden opgemerkt dat een dergelijke doelstelling als kritisch maar in het onderhavige geval als technisch realiseerbaar worden gekwalificeerd. Hierbij speelt mede een rol dat gezien het feit dat de hoogste waarden in verticale richting optreden met een afgestemd vloerontwerp een relevante verbetering kan worden bereikt.

5 Conclusie

Op basis van de verrichte metingen kan worden geconcludeerd dat 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) kunnen worden overschreden.

Op basis van ervaring dient de situatie beoordeeld te worden als kritisch maar wel technisch oplosbaar. De exacte maatregelen kunnen pas in een later stadium worden gedimensioneerd. Middels deze maatregelen kan een acceptabel woonklimaat worden gewaarborgd zodat qua spoortrillingen geen belemmeringen bestaan om het bestemmingsplan vast te stellen.

Mook,

Dit rapport bevat 17 pagina's

