



Achterberg West

Te verwachten trillingniveaus als gevolg van railverkeer

Concept



Achterberg West

Te verwachten trillingniveaus als gevolg van railverkeer

Concept

opdrachtgever Hoornstra Bouw B.V.
rapportnummer H 8383-3-RA-001
datum 28 juni 2023
referentie LL/LL//H 8383-3-RA-001
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	7
3	Beoordeling	9
3.1	Metingen	9
3.2	Geprojecteerde woningen	13
4	Toetsing	15
4.1	Toetsingskader	15
4.2	Toetsing	16
5	Conclusie	18

1 Inleiding

In opdracht van Hoornstra Bouw B.V. te Doesburg 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.

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.

Het huidige stedenbouwkundige plan wijkt af van het plan van april 2022 waarbij nu tot op ca. 30 m van het spoor woningen zijn voorzien terwijl dat destijds ca. 55 m betrof.

Figuur 2.1 toont de ligging van de meetlocaties van april 2022, aangeduid met noord en zuid, ten opzichte van de huidige planopzet.

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

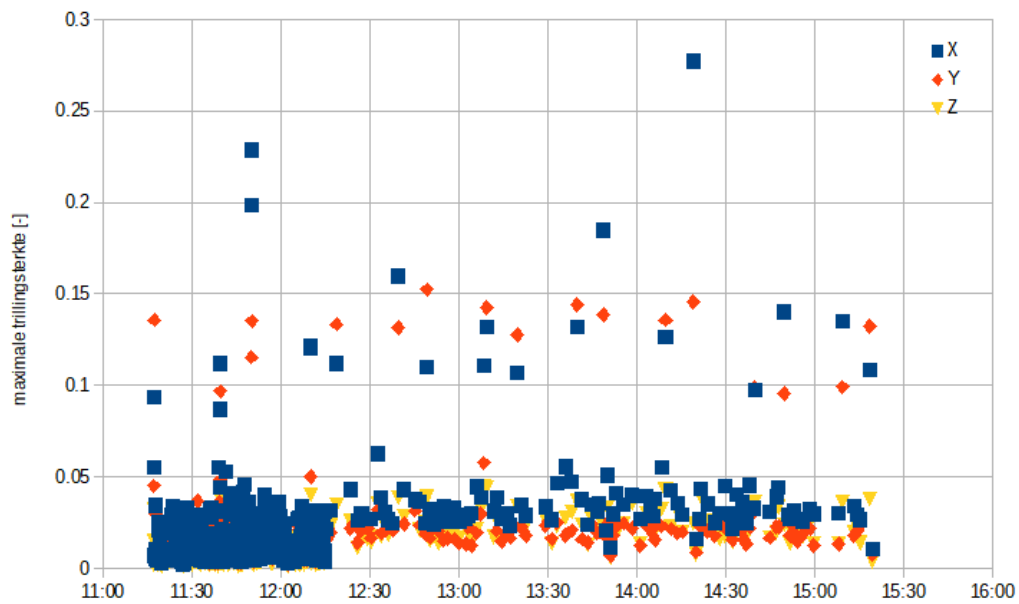
De metingen zijn uitgevoerd met behulp van trillingmeetsystemen, fabrikaat SYSCOM, type MR2002-CE. Analyses zijn uitgevoerd met evaluatiesoftware, fabrikaat Ziegler Consultants, type VIEW2002.

2.3 Meetresultaten

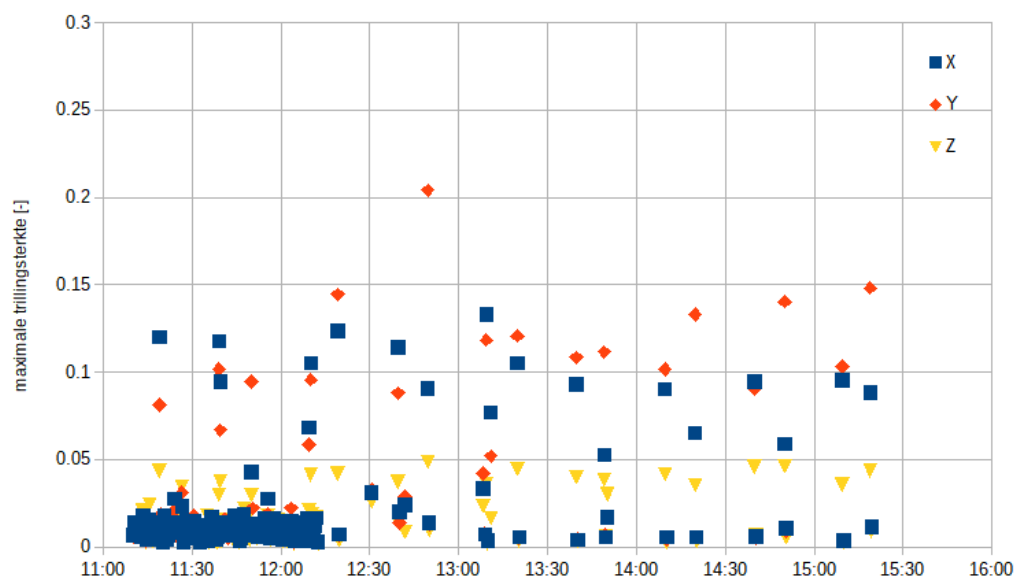
Voor de beoordeling in relatie tot mogelijke trillinghinder is de maximale trillingsterkte V_{\max} (dimensieloos) bepaald overeenkomstig SBR richtlijn B (De conform SBR B gewogen waarde over het frequentiegebied van 1 tot 80 Hz). Conform deze richtlijn geldt dat de grootste trillingsterkte in een tijdsinterval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

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



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



3 Beoordeling

3.1 Metingen

Tabel 3.1 toont voor meetlocatie Noord 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, Noord*

Tijdstip treinpassage	Maximale trillingsterkte in de bodem		
	X	Y	Z
11.50	0,16	0,13	0,04
12.39	0,11	0,15	0,04
12.49	0,19	0,14	0,02
13.48	0,28	0,15	0,02
14.19	0,23	0,14	0,03

Tabel 3.2 toont op vergelijkbare wijze voor meetlocatie Zuid 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.

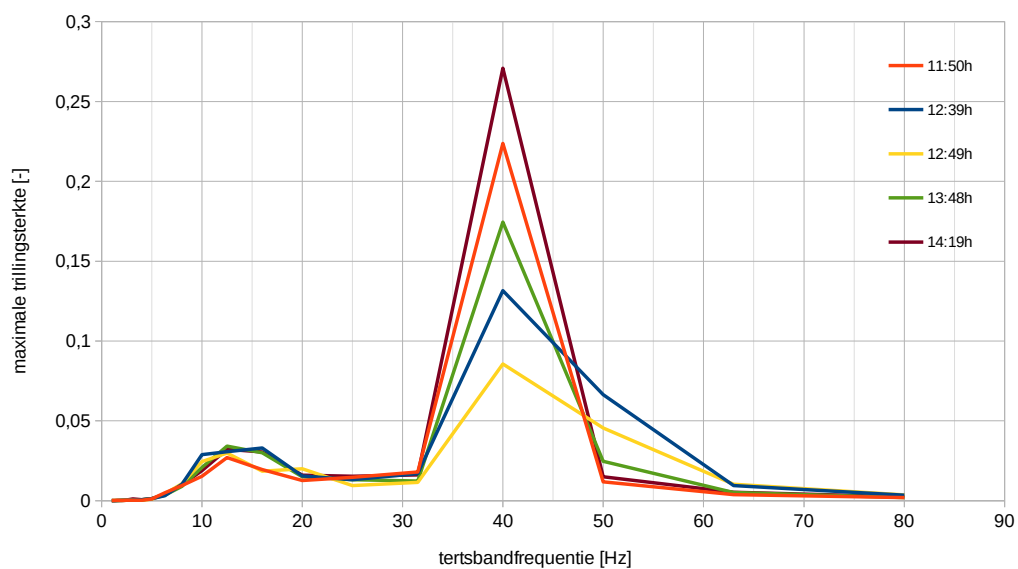
t3.2 *Optredende maximale trillingsterkte in de bodem, Zuid*

Tijdstip treinpassage	Maximale trillingsterkte in de bodem		
	X	Y	Z
12.19	0,12	0,14	0,04
12.49	0,09	0,20	0,05
14.19	0,07	0,13	0,04
14.49	0,06	0,14	0,05
15.19	0,09	0,15	0,04

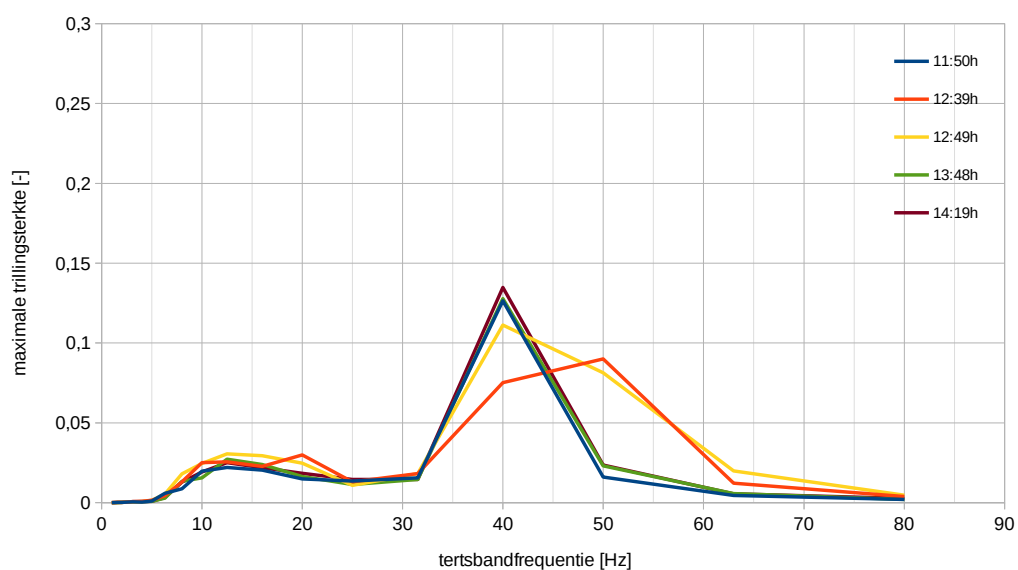
Op basis van de resultaten kan worden geconstateerd dat de gemeten waarden in meetlocatie Noord beperkt hoger zijn dan in Zuid.

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.

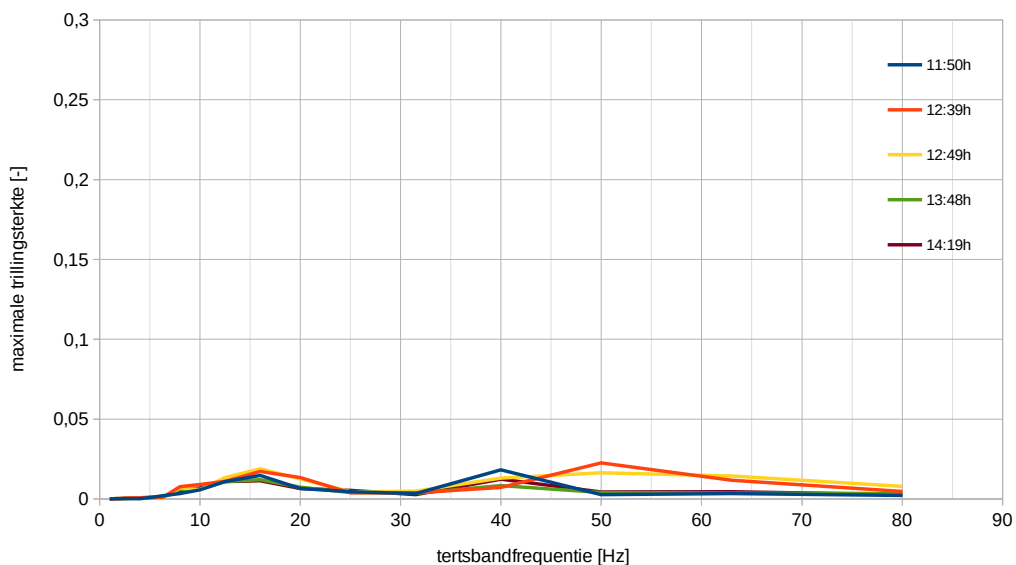
f3.1 Spectrale verdeling van de trillingsterkte als gevolg van de treinpassages (horizontale X richting, Noord)



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



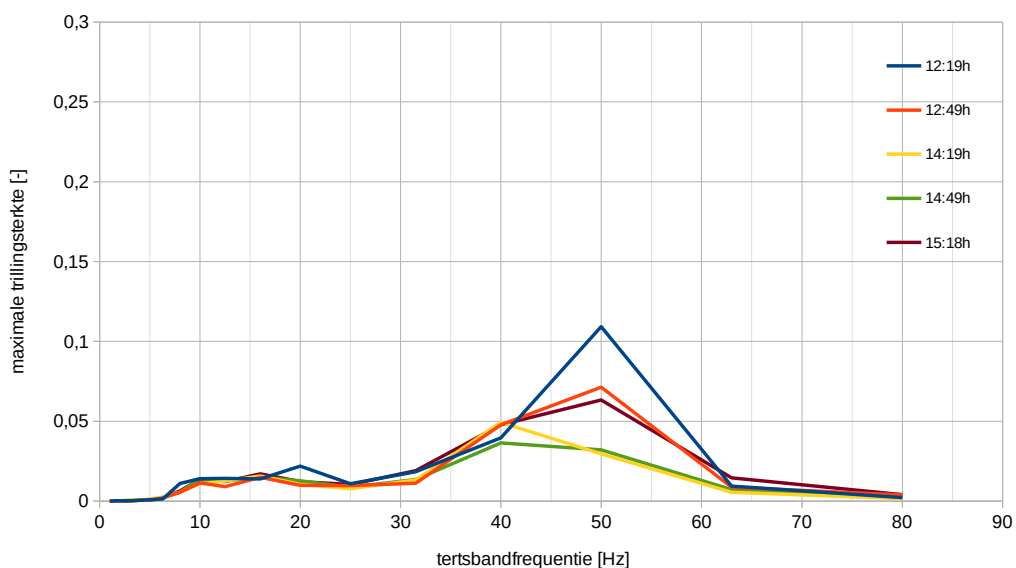
f3.3 Spectrale verdeling van de trillingsterkte als gevolg van de treinpassages (verticale Z richting, Noord)



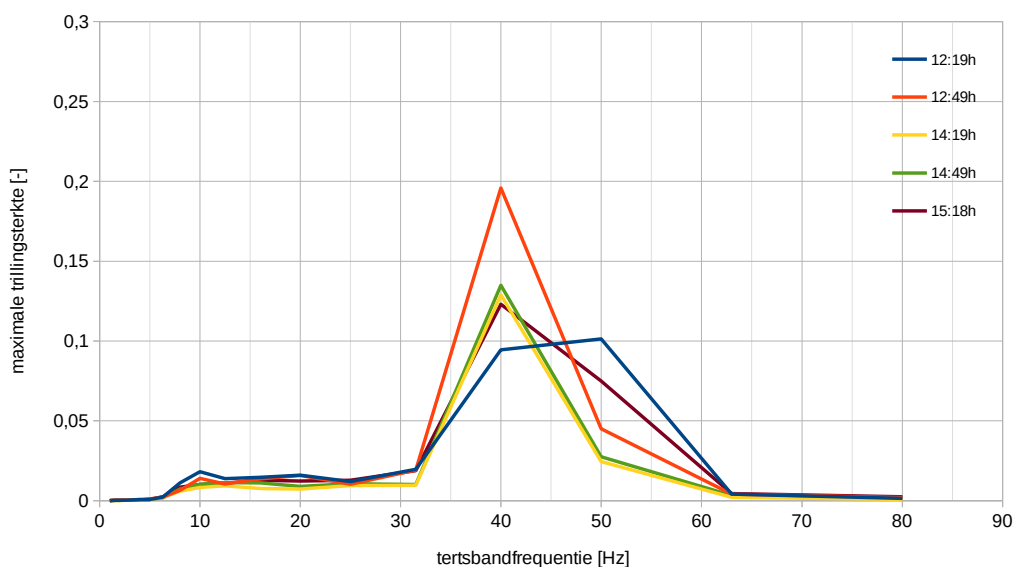
De figuren tonen dat als gevolg van een treinpassage sprake is van verhoogde trillingniveaus in een frequentiegebied rond 40 Hz in x-richting en 40 tot 50 Hz in y-richting. In de z-richting is sprake van aanzienlijk lagere trillingniveaus.

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

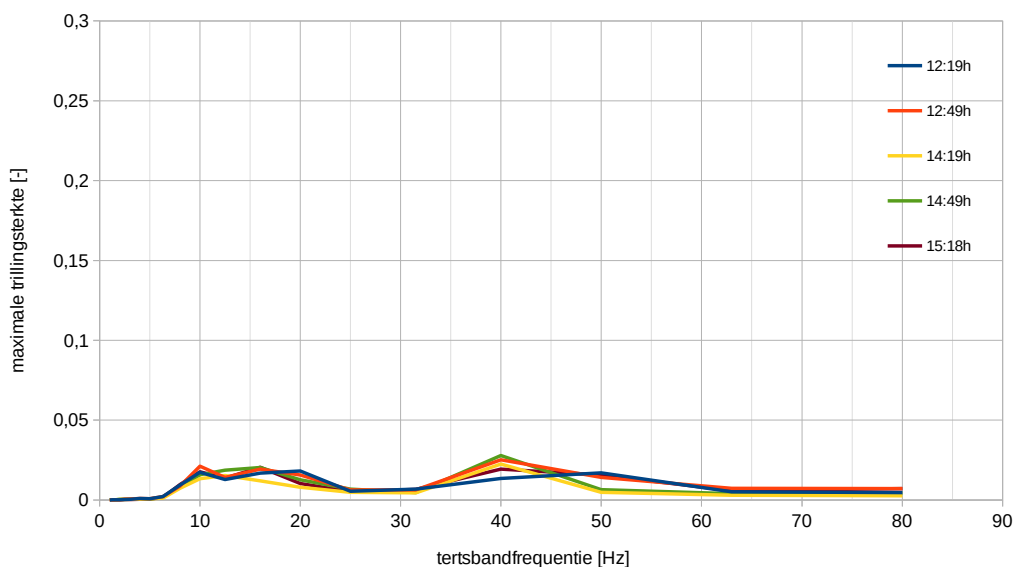
f3.4 Spectrale verdeling van de trillingsterkte als gevolg van de treinpassages (horizontale X richting, Zuid)



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



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



De figuren tonen dat als gevolg van een treinpassage sprake is van verhoogde trillingniveaus bij met name 50 Hz in x-richting en 40 tot 50 Hz in 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.

Zoals eerder opgemerkt wijkt het huidige plan af van het plan ten tijde van de metingen (april 2022). De dichtstbij het spoor gelegen gevel ligt nu ca. 25 meter dichters het spoor.

Doordat de woningen dichterbij het spoor komen zullen de trillingniveaus ter plaatse van deze woningen normaliter hoger zijn dan ter plaatse van de meetposities.

Deze toename in trillingniveaus is bepaald op basis van de DIN4150-1 die een theoretische trillingafname in de bodem geeft afhankelijk van onder andere de afstand tot de trillingbron en de frequentie-inhoud van de trillingen.

Op basis van deze norm en de gemeten trillingniveaus wordt een trillingsterkte in de bodem verwacht tot ca. 1,0 ter plaatse van de in het actuele plan dichtstbij het spoor gelegen woningen.

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 3.3 toont de aldus verwachten trillingsterkte.

t3.3 Te verwachten trillingsterkte in woningen

Te verwachten trillingsterkte [-]		
	horizontale XY richting	verticale Z richting
Noord, tpv woningen	0,3	< 0,1
Noord, tpv meetlocatie	0,15 à 0,2	< 0,1
Zuid, tpv woningen	0,5 à 0,6	< 0,1
Zuid, tpv meetlocatie	0,1 à 0,15	< 0,1

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 opslingering (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 0,6 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. Deze waarde wordt ook overschreden.

Volledigheidshalve is ook 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. 0,6 in woningen bedraagt de gemiddelde trillingsterkte 0,1. Deze waarde overschrijdt de streefwaarde A_3 van 0,05 (nieuwe situaties).

De overschrijding van de SBR richtlijn B geldt voor een deel van het woningbouwplan.

Zoals mede op te maken uit tabel 3.3 wordt ter hoogte van de meetposities van april 2022 juist voldaan aan de streefwaarden. Dichter bij het spoor kan op basis van het onderhavige onderzoek niet worden uitgesloten dat er overschrijdingen kunnen zijn.

Voorgesteld wordt in het bestemmingsplan een zone op te nemen, in dit geval tot 55 m vanaf het spoor, waarbinnen in het kader van aan te vragen Omgevingsvergunning bouwen nader onderzoek naar spoortrillingen dient plaats te vinden en waarbij vergunning kan worden verleend indien met dat onderzoek kan worden aangetoond dat zal worden voldaan aan de streefwaarden van de SBR B.

In figuur 4.1 is deze op te nemen zone getoond waarbij op basis van de nu voorziene stedenbouwkundige opzet nader onderzoek aan de orde is voor een 4-tal bouwblokken.

Voor de woningen binnen de betreffende zone zal met de nu worst case verwachte trillingsterkten een reductiedoelstelling met een factor 3 aan de orde zijn.

Gezien onze ervaring met vergelijkbare projecten dient te worden opgemerkt dat een dergelijke doelstelling als technisch zeer wel realiseerbaar kan worden gekwalificeerd.

f4.1 Contourlijn waarbinnen aanvullend onderzoek nodig is



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) van augustus 2006 voor het grootste deel van het plan zullen worden gerealiseerd.

Binnen een afstand tot ca. 55 m vanaf het spoor, waar in de huidige opzet een beperkt aantal woningen is voorzien, kunnen overschrijdingen niet worden uitgesloten.

Geadviseerd wordt om in het vest te stellen bestemmingsplan in dit kader een voorwaardelijke verplichting voor nader onderzoek op te nemen in deze zone tot het spoor.

Voor de woningen binnen de betreffende zone zal met de nu worst case verwachte trillingsterkten een reductiedoelstelling met een factor 3 aan de orde zijn. Gezien onze ervaring met vergelijkbare projecten kan een dergelijke doelstelling als technisch zeer wel realiseerbaar kan worden gekwalificeerd waarmee uiteindelijk voor alle woningen een uit trillingsoogpunt acceptabel woon- en leefklimaat kan worden bereikt.

Mook,

Dit rapport bevat 18 pagina's