



Trillingonderzoek woningbouwontwikkeling 1e Loosterweg 30 te Hillegom

*Nader onderzoek naar trillingniveaus in de geplande
woningen*



Trillingonderzoek woningbouwontwikkeling 1e Loosterweg 30 te Hillegom

*Nader onderzoek naar trillingniveaus in de geplande
woningen*

opdrachtgever	Buro SRO
rapportnummer	O 16865-3-RA
datum	6 oktober 2022
referentie	HH/HH/TvdE/O 16865-3-RA
verantwoordelijke	ir. J.A. Huizer
opsteller	ir. J.A. Huizer +31 85 8228738 h.huizer@peutz.nl

peutz bv, postbus 696, 2700 ar zoetermeer, +31 85 822 87 00, zoetermeer@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	Streefwaarden trillingniveaus	6
2.1	Bestemmingsplan	6
2.2	Streefwaarden volgens SBR richtlijn B	6
3	Gemeten trillingniveaus	8
4	Overdrachtsberekeningen	10
5	Uitgangspunten	11
6	Rekenresultaten	13
7	Beoordeling en conclusie	15

1 Inleiding

In opdracht van BURO SRO is een onderzoek uitgevoerd naar de optredende trillingniveaus ten gevolge van railverkeer ter plaatse van de geprojecteerde woningbouwlocatie nabij 1e Loosterweg 30 te Hillegom. Ten behoeve van het onderzoek zijn op een tweetal meetposities trillingmetingen uitgevoerd. De situatie inclusief de contour van de geprojecteerde woningbouw is weergegeven in figuur 1.1.

f1.1 Situatie met contour geprojecteerde woningbouw



De geprojecteerde woningbouwlocatie is gelegen ten oosten van het spoortraject Leiden – Haarlem. De afstand van het dichtstbijgelegen spoor tot de beoogde gevellijn bedraagt circa 40 meter. Aangezien de afstand tot het spoor klein is, zijn voelbare trillingen in de te realiseren woningen niet op voorhand uit te sluiten.

In eerste aanleg is onderzoek gedaan naar de optredende trillingniveaus op maaiveld. Als die al voldoende laag zouden zijn, dan zou ook in de woningen sprake zijn van een acceptabele situatie. De resultaten van dit onderzoek zijn gerapporteerd in rapport O16865- 2-RA-001 van 8 september 2022.

Uit de resultaten van dit onderzoek is gebleken dat de trillingniveaus niet zodanig laag zijn dat geen vervolgonderzoek noodzakelijk zou zijn. Dit vervolgonderzoek kan beperkt blijven tot de dichtstbij het spoor gelegen vrijstaande te realiseren woning (zie figuur 1.2). De overige woningen liggen op een grotere afstand tot het spoor waar voldoende lage trillingniveaus zijn vastgesteld.

f1.2 Vrijstaande te realiseren woning waarop het vervolgonderzoek betrekking heeft



2 Streefwaarden trillingniveaus

2.1 Bestemmingsplan

Het onderzoek maakt deel uit van een goede ruimtelijke onderbouwing van het Omgevingsplan De Witte Tulp met identificatienummer: NL.IMRO.0534.opdewittetulp-ON01, alsmede ten behoeve van de omgevingsvergunning voor het bouwen..

2.2 Streefwaarden volgens SBR richtlijn B

In rapport O 16865-2-RA-001 is het normenkader omschreven. Volledigheidshalve zijn de na te streven maximaal toelaatbare trillingniveaus hier herhaald.

De trillingniveaus vanwege het railverkeer ter plaatse van de geprojecteerde woningbouwlocatie worden getoetst aan de streefwaarden uit Richtlijn B "Hinder voor personen in gebouwen door trillingen, Meet- en beoordelingsrichtlijn" uit augustus 2002 van de Stichting Bouwresearch (SBR richtlijn B).

Conform SBR richtlijn B worden voor nieuwe situaties en bij herhaald voorkomende trillingen gedurende lange tijd, waarvan in deze situatie sprake is, de in tabel 2.1 weergegeven streefwaarden gehanteerd.

De gegeven streefwaarden betreffen dimensieloze eenheden, waarin de frequentieafhankelijke waardering van trillingen door mensen is verwerkt (vergelijkbaar met de A-weging voor geluid).

t2.1 Overzicht streefwaarden conform Richtlijn SBR-B voor de gebouwfunctie wonen in een nieuwe situatie bij herhaald voorkomende trillingen gedurende lange tijd

Periode	A ₁	A ₂	A ₃
Dagperiode (07.00–19.00 uur)	0,1	0,4	0,05
Avondperiode (19.00–23.00 uur)	0,1	0,4	0,05
Nachtperiode (23.00–07.00 uur)	0,1	0,2	0,05

De streefwaarden voor bestaande situaties zijn een factor 2 minder streng dan de streefwaarden vermeld in tabel 2.1 voor nieuwe situaties.

Bovengenoemde streefwaarden zijn overigens geen wettelijke grenswaarden. Wel worden de SBR richtlijnen in de jurisprudentie gehanteerd ter bepaling van de beoordelingscriteria.

De optredende trillingniveaus voldoen aan de streefwaarden indien voldaan wordt aan één van onderstaande twee voorwaarden:

- de waarde van de maximale trillingsterkte in een ruimte ($V_{\max}$) is kleiner dan A_1 ;
- de waarde van de maximale trillingsterkte in een ruimte ($V_{\max}$) is kleiner dan A_2 waarbij de trillingsterkte over de beoordelingsperiode in deze ruimte (V_{per}) kleiner is dan A_3 .



Omdat treinpassages zowel in de dag-, avond- als nachtperiode plaatsvinden, zijn de streefwaarden voor de nachtperiode maatgevend voor de beoordeling. Bovengenoemde streefwaarden zijn overigens geen wettelijke grenswaarden. Wel worden de SBR richtlijnen in de jurisprudentie gehanteerd ter bepaling van de beoordelingscriteria.

NB: trillingniveaus tot 0,2 zijn in het algemeen nog (zeer) licht voelbaar door mensen.

3 Gemeten trillingniveaus

De gemeten trillingniveaus op maaiveld op de bouwlocatie zijn gegeven in rapport O 16865- 2-RA-001. Gemeten is op twee meetposities, zie figuur 3.1. De eerste meetpositie ligt ter hoogte van de gevellijn op 40 meter van het spoor. Nabij meetpositie 1 wordt één nieuwe woning gerealiseerd (zie ook figuur 1.2). Op dezelfde afstand tot het spoor binnen het omgevingsplan is al een bestaande woning aanwezig. De tweede meetpositie ligt ter hoogte van de tweedelijns bebouwing op 70 meter van het spoor.

De metingen zijn gedurende een aaneengesloten week uitgevoerd tussen 22 juli en 29 juli.

f3.1 Situering meetposities nabij het spoor



De statistisch bepaalde trillingniveaus ($V_{\max}$) op de maatgevende positie 1 bedragen:

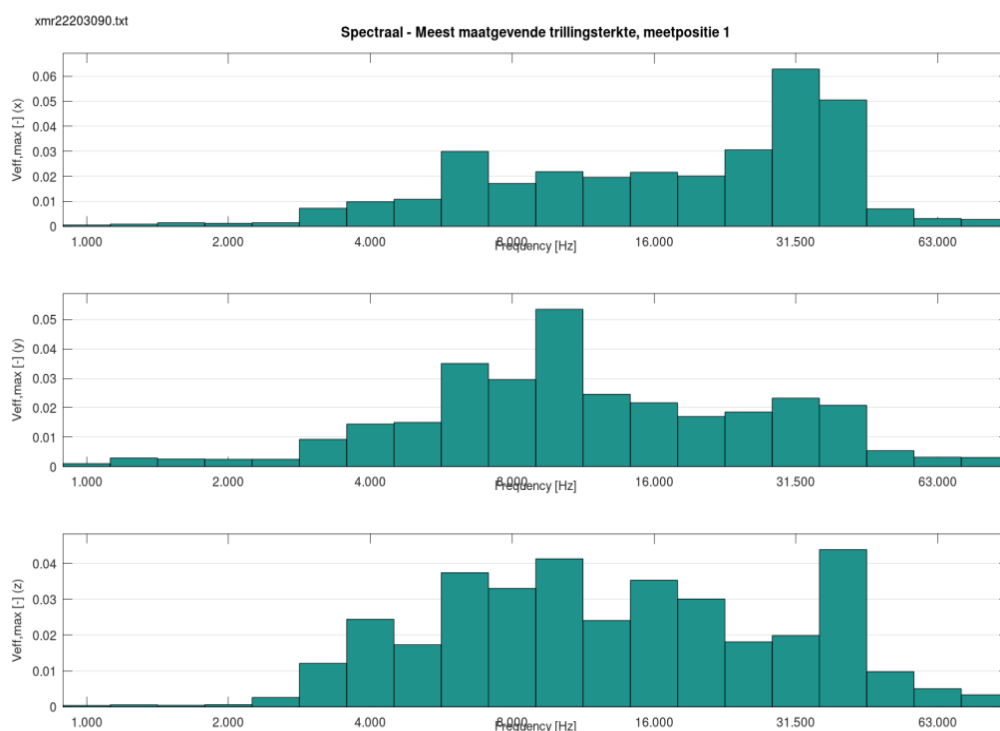
- horizontaal 0,26 en 0,21;
- verticaal 0,24.

Het gemiddelde trillingniveau (over de meetperiode gemiddelde waarde welke direct afhankelijk is van het aantal treinpassages) in de betreffende beoordelingsperiode (V_{per}) op de maatgevende meetpositie 1 bedraagt 0,05 en 0,03 voor beide horizontale richtingen en 0,04 in de verticale richting.

Van een maatgevende treinpassage is een frequentie analyse (in tertsbanden met middenfrequentie van 1 t/m 80 Hz) gemaakt voor de x-, y- en z-richting; zie figuur 3.2. Uit deze figuur blijkt dat een groot aantal frequenties het totale gemeten trillingniveau bepalen. De tertsbanden die vooral bepalend zijn voor het totale trillingniveau zijn:

- horizontale richting evenwijdig aan spoor (x-richting): 31,5 en 40 Hz
- horizontale richting evenwijdig aan spoor (y-richting): 10 Hz
- verticale richting evenwijdig aan spoor (z-richting): 6, 10 en 40 Hz.

f3.2 Frequentie analyse maatgevende treinpassage op meetpositie 1



Om te voldoen aan de streefwaarde A_2 voor nieuwe situaties zal er dus sprake moeten zijn van enige demping door de gebouwconstructie (zie hoofdstuk 4). Daarbij zal ook zorg gedragen moeten worden dat eigenfrequenties van vloeren niet worden aangesloten teneinde resonantie te voorkomen.

Op maaiveld wordt al voldaan aan de streefwaarde A_3 voor het gemiddelde trillingniveau.

Uitgangspunt is dat als de trillingniveaus voldoen aan de grenswaarden in de dichtst bij het spoor gelegen vrijstaande woning, ook op de verder weg gelegen woningen wordt voldaan. Dit is een verdedigbaar uitgangspunt omdat op meetpositie 2 op maaiveld verder van het spoor gelegen, lagere trillingniveaus zijn gemeten, die niet hoger zijn dan de streefwaarden uit de SBR Richtlijn B.

4 Overdrachtsberekeningen

Om op de vloeren van de geprojecteerde woningen de te verwachten trillingniveaus te kunnen toetsen aan de streefwaarden uit de SBR Richtlijn B dient de overdracht van de trillingniveaus op maaiveld te worden bepaald naar de vloeren. De fundering en gebouwconstructie dient niet te leiden tot relevante opslinging van de trillingniveaus gemeten op maaiveld. Ook opslinging vanwege aanstoting van eigenfrequenties van vloeren dient te worden voorkomen.

De nachtperiode is maatgevend voor de beoordeling. Het trillingniveau $V_{\max}$ dient ten hoogste 0,2 te bedragen en de parameter V_{per} ten hoogste 0,05. Er zal dus reductie moeten gaan plaatsvinden van 0,26 naar 0,2 in de horizontale x-richting en van 0,24 naar 0,2 in de verticale z-richting. Op maaiveld wordt al voldaan aan de streefwaarde A_3 voor de gemiddelde trillingniveaus.

Berekeningen ten aanzien van de trillingoverdracht zijn uitgevoerd met het Peutz softwareprogramma: MVAuersch/Massaveer 0.3. Dit programma is opgesteld ten behoeve van het bepalen van trillingen van bodem naar gebouwelementen, in opdracht van CUR¹ (Civieltechnisch centrum uitvoering research en regelgeving). Het programma maakt onderdeel uit van een groter onderzoek met het doel een vereenvoudigd berekeningsmodel voor de prognose van trillingen in gebouwen te ontwikkelen voor diverse trillingbronnen (heien, intrillen damwanden, railverkeer etc.).

Het programma rekent voor een gebouwmodel de overdracht door in het relevante frequentiegebied van 1 tot 100 Hz² van trillingen van bodem of fundering naar gebouwelementen.

Het rekenmodel is een sterk vereenvoudigde weergave van de werkelijkheid. Bij kritische situaties wordt geadviseerd een gedetailleerd onderzoek uit te voeren met gebruikmaking van een Eindige Elementen Model (EEM). Omdat de vereiste demping door de fundatie en gebouwconstructie beperkt is, is de toepassing van een EEM niet noodzakelijk.

¹ Tegenwoordig SBRCURnet.

² Trillingen met een frequentie hoger dan 100 Hz zijn niet voelbaar voor mensen.

5 Uitgangspunten

De uitgangspunten voor de bodemparameters zijn ontleend aan sonderingen uitgevoerd door Van Dijk Geo- en milieutechniek rapport van 3 maart 2022.

De afmetingen en constructiegegevens zijn afkomstig van tekeningen van Stol Architecten van 15 april 2022 en van Bogaards Constructiebureau van 14 april 2022.

De begane grond vloer wordt uitgevoerd als een ribcassettevloer 350 mm (inclusief isolatie), waarop een dekvloer van 60 mm.

De eerste en tweede verdiepingvloeren worden uitgevoerd als prefab betonnen kanaalplaatvloeren, 200 mm hoog, voorzien van 60 mm dekvloer.

De woning wordt gefundeerd op funderingsbalken. De funderingsbalken kennen afmetingen van de doorsnede van 500 x 400 mm. Funderingspalen zullen tot op de draagkrachtige zandlaag worden ingebracht, lengte van de palen zal 3,5 à 4 m bedragen. Van de lengte van 3,5 m is uitgegaan.

In figuur 5.1 zijn de relevante invoerparameters voor het rekenmodel gegeven, gebaseerd op genoemde uitgangspunten. De vloerafmetingen zijn sterk maatgevend of er sprake zal zijn van opslingering.

Het programma kent overigens alleen vloeren met een constante hoogte, die gebruikt wordt om het traagheidsmoment te bepalen. Voor de ribcassettevloer is een hoogte ingevoerd die overeenkomt met het te verwachten traagheidsmoment dat verwacht kan worden.

f5.1 Invoerparameters voor het gebouw- en bodemmodel, invoergegevens voor zowel de begane grondvloer als de vloer van de 1e en 2e verdieping

Begane grond

Uit bestand laden		Afdrukken		Alles leegmaken	
Bodemgegevens:					
Vol massa op PP-niveau (roPaal):	2000 kg/m3				
Glijmodulus op PP-niveau (GPaal):	1.15e+008				
Poisson ratio op PP-niveau (nuPaal):	0.3				
Vol massa op fund.-niveau (roFund):	1800 kg/m3				
Glijmodulus op fund.-niveau (GFund):	2.88e+007				
Poisson ratio op fund.-niveau (nuFund):	0.3				
Heipaalgegevens:					
Volumieke massa (roPaal):	2400 kg/m3				
Diameter (DiaPaal):	0.2 m				
Lengte (LPaal):	5.5 m				
E-Modulus (EPaal):	3e+010 N/m2				
Dempingsratio (ksiPaal):	0.02				
Viskeuze demping (alphaPaal):	1.5				
Aantal (NumPaal):	3				
Gebouwgegevens:					
V. massa fundering (roFund):	2400 kg/m3				
Volumieke massa Wand (roWand):	2400 kg/m3				
Breedte fundering (BFund):	0.4 m				
Lengte fundering (LFund):	11.74 m				
Hoogte fundering (HFund):	0.5 m				
Hoogte gebouw (H):	10.45 m				
Diepte gebouw (D):	11.74 m				
Aantal bouwlagen (Nbouwlagen):	3				
Breedte wand (BWand):	11.74 m				
Dikte wand (DWand):	0.2 m				
E-Modulus Fund (EFund):	3e+010 N/m2				
E-Modulus Wand (EWand):	3e+010 N/m2				
Viskeuze demping Wand (alphaFund):	1.5				
Dempingsratio Fund (ksiFund):	0.02				
Viskeuze demping Wand (alphaWand):	1.5				
☒ Dempingsratio Wand (ksiWand):	0.05				
☐ Hysterese demping Wand (hysWand):	0.02				
Vloergegevens:					
Vloerdikte (DVloer):	0.165 m				
Breedte vloer (BVloer):	5.9 m				
Overspanning vloer (LVloer):	11.74 m				
E-modulus vloer (EVloer):	3e+010 N/m2				
Oppervlakttemassa vloer (oppmVloer):	230 kg/m2				
Viskeuze demping Vloer (alphaVloer):	1.5				
Dempingsratio Vloer (ksiVloer):	0.02				
Algemeen:					
Bestand					
Elementen ter onderverdeling Paal: 18					
Elementen ter onderverdeling kolom: 34					
OK					

1^e verdieping

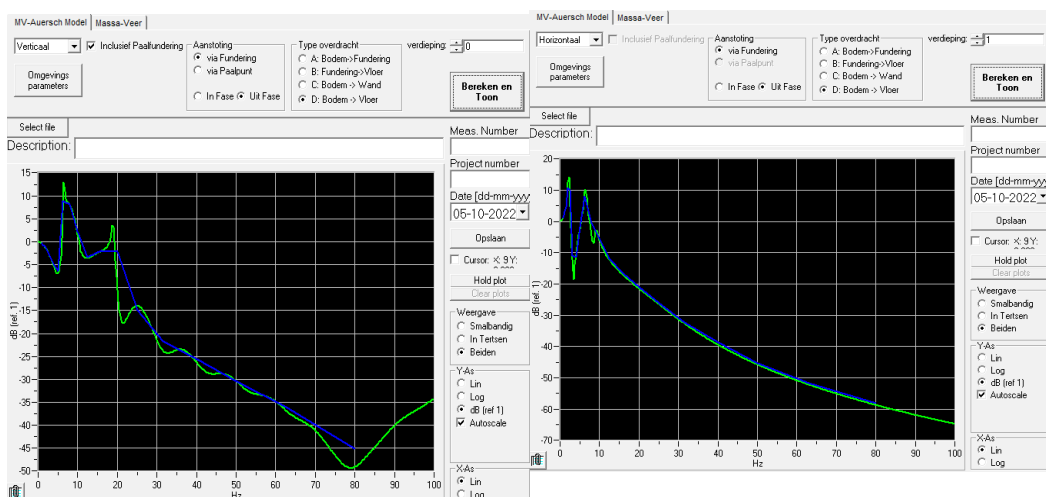
Uit bestand laden		Afdrukken		Alles leegmaken	
Bodemgegevens:					
Vol massa op PP-niveau (roPaal):	2000 kg/m3				
Glijmodulus op PP-niveau (GPaal):	1.15e+008				
Poisson ratio op PP-niveau (nuPaal):	0.3				
Vol massa op fund.-niveau (roFund):	1800 kg/m3				
Glijmodulus op fund.-niveau (GFund):	2.9e+007				
Poisson ratio op fund.-niveau (nuFund):	0.3				
Heipaalgegevens:					
Volumieke massa (roPaal):	2400 kg/m3				
Diameter (DiaPaal):	0.25 m				
Lengte (LPaal):	3.5 m				
E-Modulus (EPaal):	3e+010 N/m2				
Dempingsratio (ksiPaal):	0.02				
Viskeuze demping (alphaPaal):	1.5				
Aantal (NumPaal):	3				
Gebouwgegevens:					
V. massa fundering (roFund):	2400 kg/m3				
Volumieke massa Wand (roWand):	2400 kg/m3				
Breedte fundering (BFund):	0.4 m				
Lengte fundering (LFund):	11.74 m				
Hoogte fundering (HFund):	0.5 m				
Hoogte gebouw (H):	10.45 m				
Diepte gebouw (D):	11.74 m				
Aantal bouwlagen (Nbouwlagen):	3				
Breedte wand (BWand):	11.74 m				
Dikte wand (DWand):	0.4 m				
E-Modulus Fund (EFund):	3e+010 N/m2				
E-Modulus Wand (EWand):	3e+010 N/m2				
Viskeuze demping Wand (alphaFund):	1.5				
Dempingsratio Fund (ksiFund):	0.02				
Viskeuze demping Wand (alphaWand):	1.5				
☒ Dempingsratio Wand (ksiWand):	0.05				
☐ Hysterese demping Wand (hysWand):	0.02				
Vloergegevens:					
Vloerdikte (DVloer):	0.2 m				
Breedte vloer (BVloer):	11.74 m				
Overspanning vloer (LVloer):	5.9 m				
E-modulus vloer (EVloer):	3e+010 N/m2				
Oppervlakttemassa vloer (oppmVloer):	308 kg/m2				
Viskeuze demping Vloer (alphaVloer):	1.5				
Dempingsratio Vloer (ksiVloer):	0.02				
Algemeen:					
Bestand					
Elementen ter onderverdeling Paal: 11					
Elementen ter onderverdeling kolom: 34					
OK					

6 Rekenresultaten

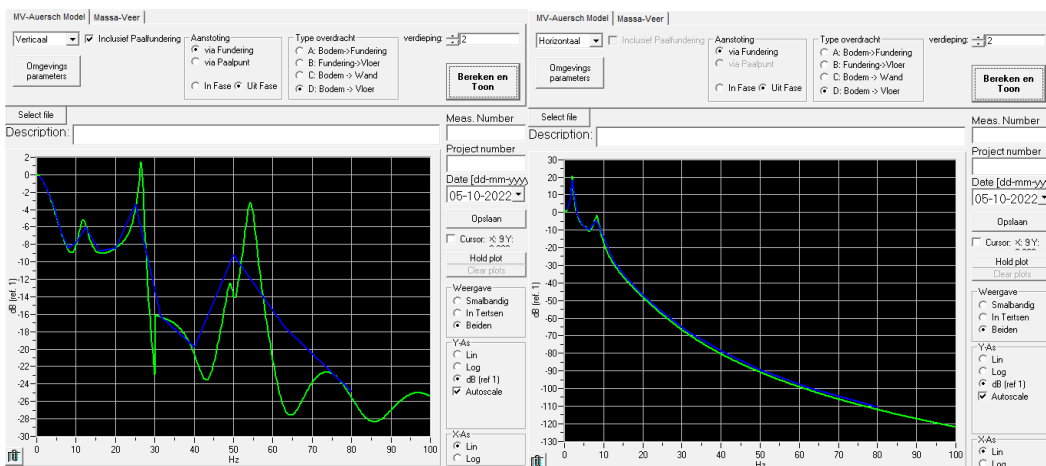
In de figuren 6.1 en 6.2 zijn de resultaten van de overdrachtsberekeningen gegeven voor de verticale en horizontale richting vanaf bodem naar respectievelijk de vloer van de begane grond en de vloer van de 2e verdieping van de woning.

De resultaten zijn gegeven als overdracht in dB³. Een positieve waarde is een toename van de trillingen ten opzichte van het maaiveld, een negatieve waarde betekent dat de trillingen worden gedempt door het gebouw. De resultaten van berekeningen geven de overdracht op de locatie van de vloer waar de hoogste trillingen verwacht worden.

f6.1 Overdracht bodem – begane grond vloer; verticaal (links) en horizontaal (rechts)



f6.2 Overdracht bodem – verdiepingvloer (2e); verticaal (links) en horizontaal (rechts)



Uit de resultaten blijkt het volgende.

- 3 Ter informatie: – 6 dB betekent een afname van de trillingniveaus met een factor 2, – 10 dB een factor 3.

Begane grondvloer

Uit figuur 6.1 blijkt dat bij 6 à 7 Hz er een toename wordt berekend van het trillingniveau in de verticale richting op de begane grondvloer ten opzichte van het trillingniveau op maaiveld. Deze frequentie komt overeen met de 1^e orde eigenfrequentie van de vloer. Vanaf circa 10 Hz vindt een afname plaats van de trillingniveaus. De eigenfrequentie bij 6 à 7 Hz wordt beperkt aangestoten door passerende treinen.

In de horizontale richting vindt een toename plaats bij circa 2 Hz en bij 6 à 7 Hz. Voor alle overige frequenties vindt een afname plaats van het trillingniveau op maaiveld naar de begane grond vloer van de woning.

De trillingdamping in verticale richting in de relevante frequentiebanden van 10 en 40 Hz is evenwel veel groter dan de toename bij 6 à 7 Hz. De vereiste damping van 0,24 naar 0,2 (zie hoofdstuk 3) zal zeker worden gerealiseerd. In de horizontale richtingen worden genoemde frequenties van circa 2 en 6 à 7 Hz niet of beperkt aangestoten. De vereiste damping van maximaal 0,26 naar 0,2 zal ruimschoots worden gerealiseerd.

Vloer 1e en 2e verdieping

Uit figuur 6.2 blijkt dat er in de verticale richting geen toename plaatsvindt van het trillingniveau op maaiveld naar de vloeren op de 1e en 2e verdieping. In de horizontale richting is alleen sprake van opslingering bij circa 2 Hz, maar de frequentie wordt niet door de passerende treinen aangestoten.

Resumerend

De trillingdamping over het gehele frequentiespectrum in de verticale richting is zowel voor de begane grondvloer als de verdiepingsvloeren meer dan een factor 2. In de horizontale richting is de trillingdamping nog veel hoger. De trillingen op maaiveld zullen door de overdracht van de bodem naar de vloer dus uitdempen waardoor de verticale en horizontale trillingniveaus op de vloeren lager zullen zijn dan de streefwaarde A_2 van 0,2 die geldt voor de nachtperiode. Ook de streefwaarde A_3 wordt niet overschreden.

7 Beoordeling en conclusie

De te verwachten trillingniveaus op de vloeren van de te realiseren vrijstaande woning en die het dichtst bij het spoor is gelegen, zullen zowel in verticale als horizontale richting, niet hoger zijn dan de strengste streefwaarde A_2 van 0,2 die geldt voor de nachtperiode uit de SBR Richtlijn B. Ook de streefwaarde A_3 wordt niet overschreden.

Aldus is sprake van een acceptabele situatie, waarbij trillinghinder niet zal optreden.

Dit rapport bevat 15 pagina's.

Zoetermeer,
