



Stationsplein 45 te Etten-Leur

Te verwachten trillingniveaus als gevolg van railverkeer



Stationsplein 45 te Etten-Leur

Te verwachten trillingniveaus als gevolg van railverkeer

opdrachtgever BRO
rapportnummer H 8585-1-RA-001
datum 6 februari 2024
referentie EdV/EdV//H 8585-1-RA-001
verantwoordelijke ing. E. de Vries
opsteller ing. E. de Vries
 +31 24 3570763
 e.devries@peutz.nl

peutz bv, postbus 66, 6585 zh mook, +31 85 822 86 00, info@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	Uitgangspunten	6
2.1	Algemeen	6
2.2	Geprojecteerde woningen	10
3	Toetsing	11
3.1	Toetsingskader	11
3.2	Toetsing	11
4	Conclusie	13

1 Inleiding

In opdracht van BRO is een onderzoek verricht inzake te verwachten trillingniveaus vanwege railverkeer in geprojecteerde woningen aan het Stationsplein 45 te Etten-Leur.

Aan het Stationsplein 45 is een appartementencomplex met 7 bouwlagen voorzien. Figuur 1.1 toont een 3D weergave van het nieuwbouwplan.

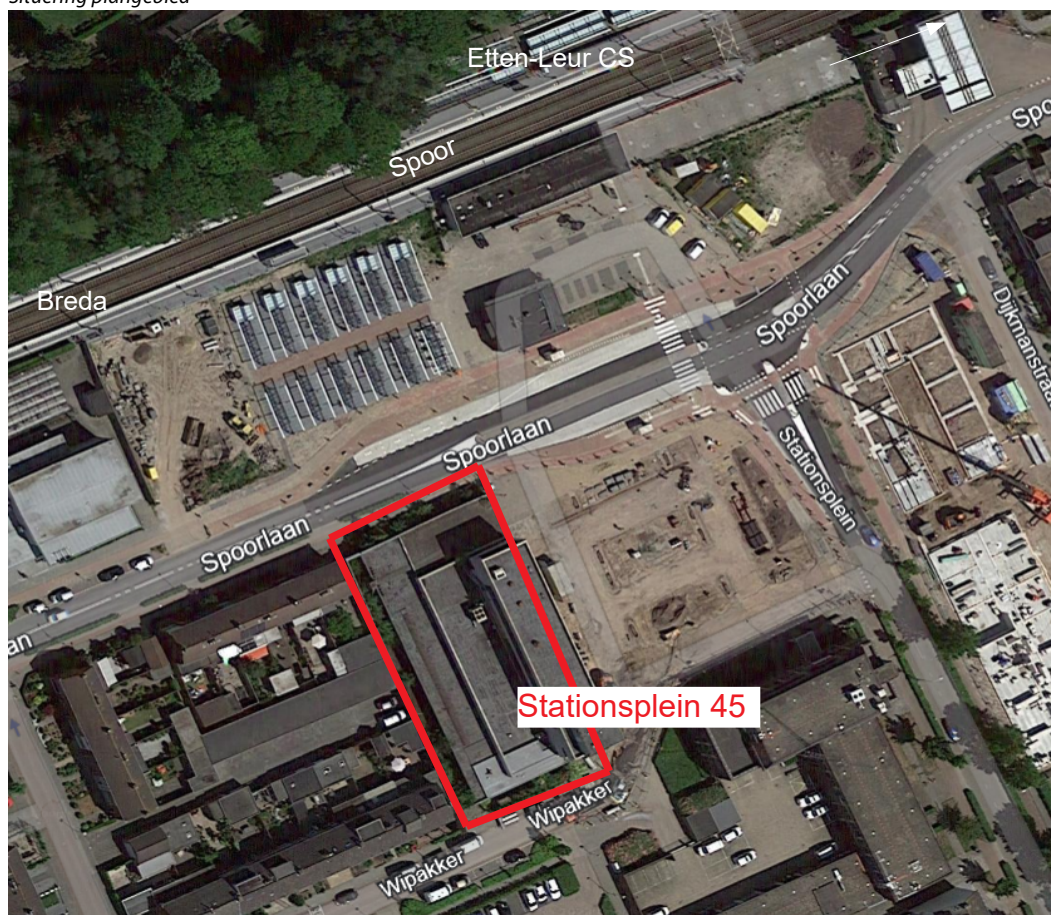
f1.1 Nieuwbouwplan



Het plan bevindt zich op korte afstand van Etten-Leur CS en op ca. 60 m afstand tot de spoorlijn richting Breda. Deze afstand ligt 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.

Figuur 1.2 toont de situering van het betreffende plan ten opzichte van de nabijgelegen spoorlijn.

f1.2 Situering plangebied



Dit onderzoek geeft een eerste beoordeling van de verwachte trillingen in de woningen (vooronderzoek). Daarbij is gebruik gemaakt van een trillingonderzoek dat in 2023 is uitgevoerd voor een appartementencomplex aan de Stationsplein 3, gelegen nabij de locatie van de nieuwe appartementen.

Voor de beoordeling van de in de woningen te verwachten trillingen is 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.

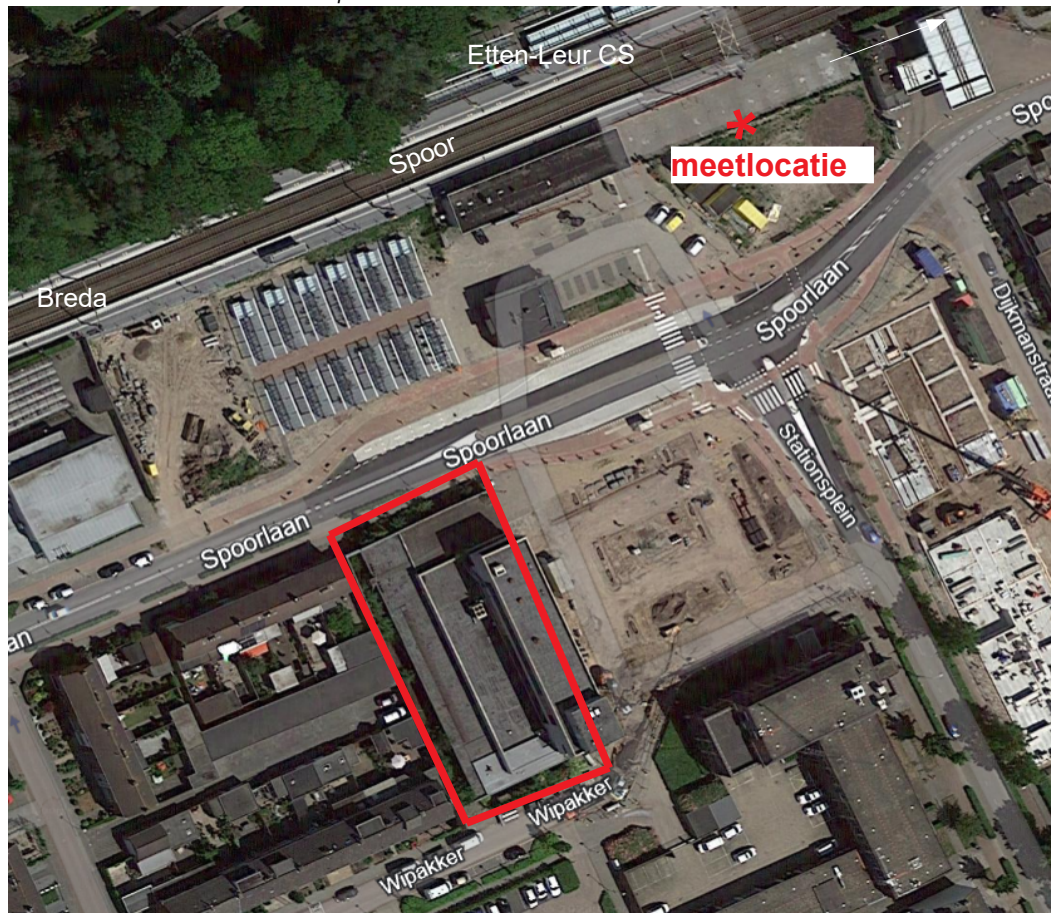
2 Uitgangspunten

2.1 Algemeen

Op basis van een eerder uitgevoerd trillingonderzoek (rapport HA8585-1 d.d. 27-6-2023 opgesteld door Peutz BV) is een inschatting gemaakt van de trillingen in de geprojecteerde appartementen aan de Stationsplein 3. Deze locatie is gelegen op korte afstand van de Stationsplein 45. Rapport HA8585-1 volledigheidshalve als bijlage bijgevoegd.

In het onderzoek van de Stationsplein 3 zijn in 2023 gedurende één week de trillingniveaus in de bodem gemeten. Figuur 2.1 toont de gehanteerde meetlocatie.

f2.1 Gehanteerde meetlocatie thv Stationsplein 3



Op basis van het afstandsverschil tussen de meetlocatie, gelegen op ca. 15 m afstand tot het spoor, en de Stationsplein 45, gelegen op 60 m afstand tot het spoor, is met behulp van de theoretische bodemafname conform Barkan een inschatting gemaakt van het trillingniveau in de bodem bij de Stationsplein 45. Hierbij is rekening gehouden met een bodemdemping van 2% en een geometrische uitbreidingsfactor n van 0,2.

Deze inschatting is in eerste instantie uitgevoerd voor de vijf maatgevende treinpassages conform het onderzoek van de Stationsplein 3.

Tabel 2.1 toont de te verwachten maximale trillingsterkte in de bodem ter hoogte van Stationsplein 45 als gevolg van de vijf maatgevende treinpassages. De trillingsterkte is gegeven voor de horizontale X-richting (parallel aan het spoor), Y-richting (loodrecht op het spoor) en verticale Z-richting.

t2.1 *Optredende maximale trillingsterkte in de bodem ter hoogte van Stationsplein 45*

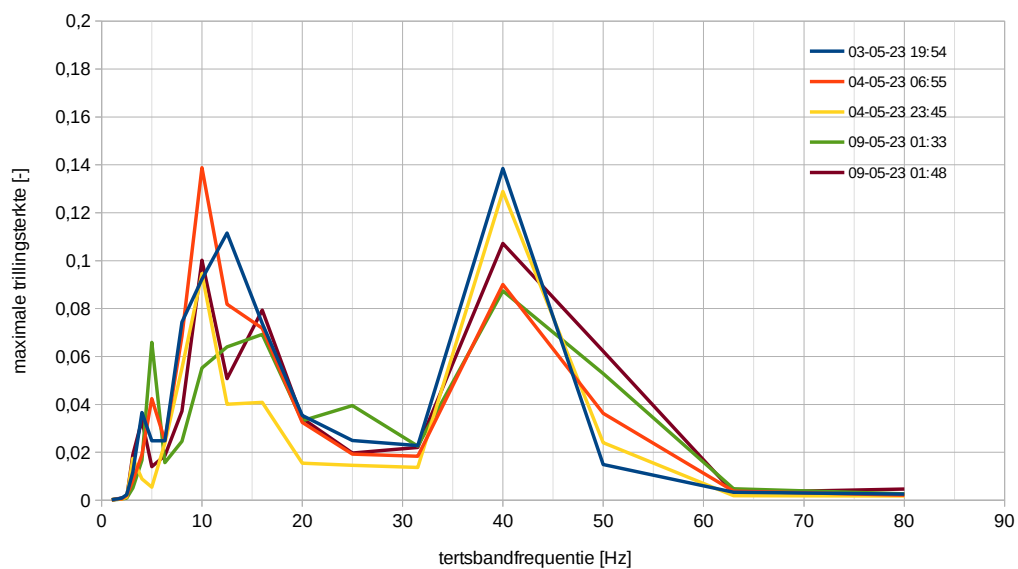
Tijdstip treinpassage	Maximale trillingsterkte in de bodem		
	X	Y	Z
03-05-23 19:54	0,24	0,15	0,07
04-05-23 06:55	0,22	0,17	0,09
04-05-23 23:45	0,18	0,13	0,12
09-05-23 01:33	0,18	0,11	0,06
09-05-23 01:48	0,20	0,14	0,09

Alle maatgevende treinpassages in tabel 2.1 betreffen goederentreinen.

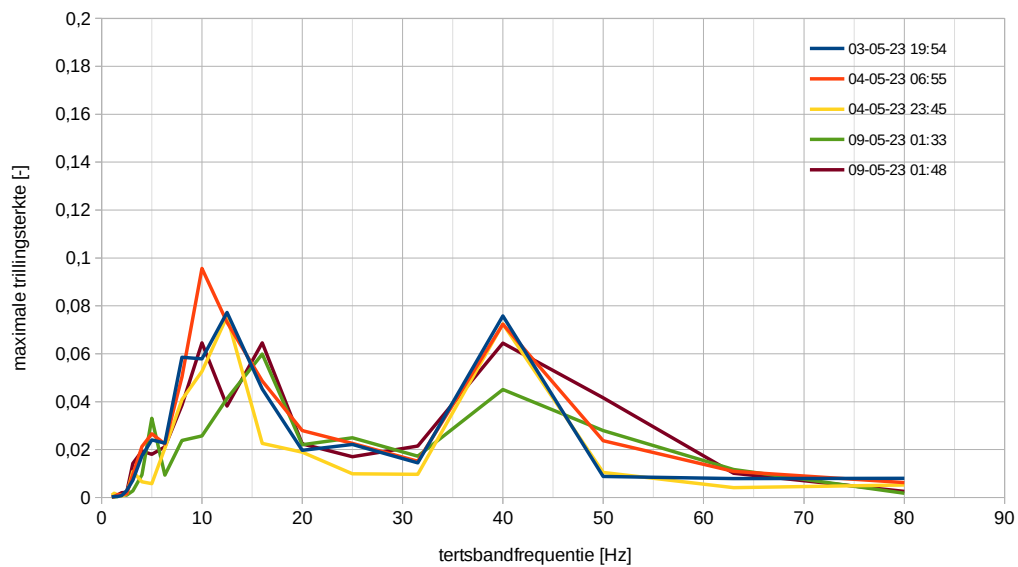
Vervolgens is ten behoeve van een beoordeling inzicht nodig in de spectrale inhoud van de trillingsterkte.

Figuren 2.2, 2.3 en 2.4 tonen de spectrale verdeling van de 5 maatgevende treinpassages. Figuur 2.2 toont de spectrale verdeling in de horizontale X richting, figuur 2.3 toont de spectrale verdeling in horizontale Y richting en figuur 2.4 toont de spectrale verdeling in verticale Z richting.

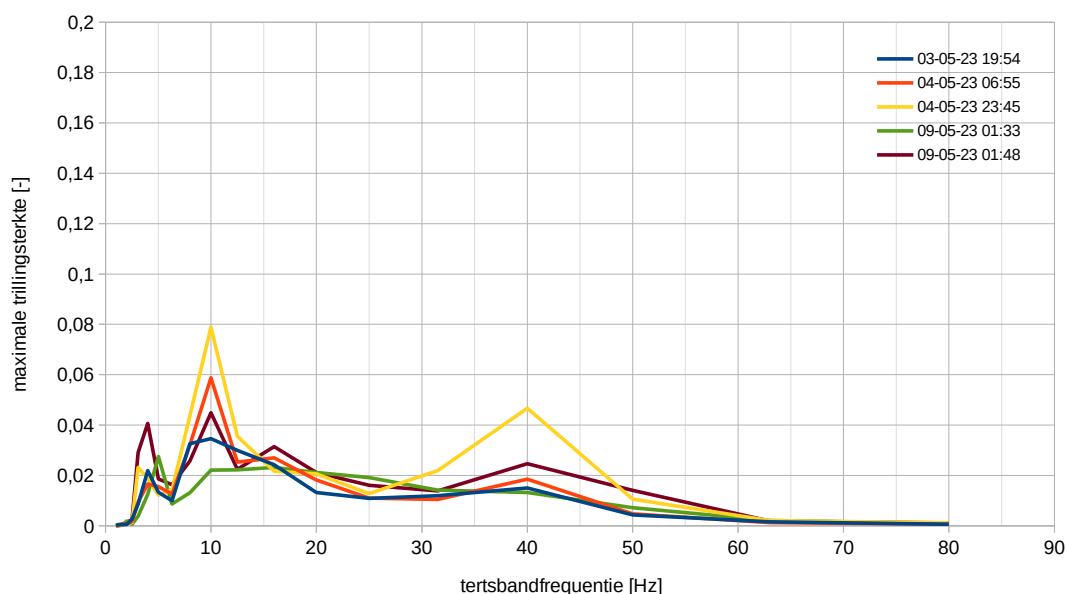
f2.2 Spectrale verdeling van de trillingsterkte als gevolg van de treinpassages (horizontale X richting)



f2.3 Spectrale verdeling van de trillingsterkte als gevolg van de treinpassages (horizontale Y richting)



f2.4 Spectrale verdeling van de trillingsterkte als gevolg van de treinpassages (verticale Z richting)



De figuren tonen dat als gevolg van treinpassages sprake is van verhoogde trillingniveaus bij met name 40 Hz en in mindere mate bij 10 en 12,5 Hz.

Naast de maximale trillingsterkte is ook inzicht nodig in de gemiddelde trillingsterkte. Deze waarden zijn ook gebaseerd op resultaten uit het onderzoek van Stationsplein 3.

Teneinde de (gemiddelde) trillingsterkte over de beoordelingsperiode (V_{per}) in de woning te kunnen berekenen is de (gemiddelde) trillingsterkte over de beoordelingsperiode (V_{per}) in de bodem bepaald.

Tabel 2.2 toont voor Stationsplein 45 het gemiddelde per etmaalperiode (dag, avond en nacht). Deze resultaten zijn niet gecorrigeerd voor stoortrillingen en kunnen voor de dagperiode mogelijk zijn overschat.

t2.2 Gemiddelde trillingsterkte in de bodem

	Trillingsterkte over de beoordelingsperiode (V_{per}) in de bodem		
	X	Y	Z
dag (07.00-19.00 uur)	0,020	0,021	0,016
avond (19.00-23.00 uur)	0,014	0,013	0,009
nacht (23.00-07.00 uur)	0,011	0,011	0,008

2.2 Geprojecteerde woningen

In eerste instantie wordt gewezen op de constatering dat met gemeten trillingsterkten tot 0,2 op de plek waar de 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 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 komt een appartementencomplex met 7 bouwlagen. 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 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 een factor 3 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. 1 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 2.3 toont de aldus bepaalde te verwachten trillingsterkte.

t2.3 Te verwachten trillingsterkte in woningen

Te verwachten trillingsterkte [-]		
	horizontale XY richting	verticale Z richting
woningen	0,2	0,2

De in tabel 2.3 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.

3 Toetsing

3.1 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 3.1 toont de van toepassing zijnde streef- en grenswaarden conform de SBR B (herhaald voorkomende trillingen) voor nieuwe situaties.

t3.1 Overzicht streefwaarden conform SBR B, nieuwe situaties

	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.

3.2 Toetsing

Voor woningen geldt een zogenaamde onderste streefwaarde A₁ 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 wordt voldaan.

Vervolgens dient getoetst te worden aan de streefwaarde A_3 . Zodoende is de verwachte (gemiddelde) trillingsterkte over de beoordelingsperiode (V_{per}) in de woningen bepaald. De trillingsterkte V_{per} bedraagt worstcase 0,021 in de bodem. Uitgaande van een vergelijkbare verhouding als bij de maximale trillingsterkte tussen bodem en woning wordt een (gemiddelde) trillingsterkte over de beoordelingsperiode (V_{per}) in de woning verwacht van maximaal 0,02 waarmee wordt voldaan aan de streefwaarde A_3 van 0,05 zodat wordt voldaan aan de streefwaarden voor nieuwe situaties conform de SBR deel B.

4 Conclusie

Op basis van het uitgevoerde onderzoek kan worden geconcludeerd dat aan de in het kader van trillinghinder in woningen na te streven waarden voor nieuwe situaties 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 wordt voldaan.

Op basis hiervan kan een acceptabel woonklimaat worden gewaarborgd zodat qua trillingen geen belemmeringen bestaan om het bestemmingsplan vast te stellen.

Mook,

Dit rapport bevat 13 pagina's





Bijlage 1

Trillingonderzoek Stationsplein 3



Stationsplein 3 te Etten-Leur

Te verwachten trillingniveaus als gevolg van railverkeer

Concept

Stationsplein 3 te Etten-Leur

Te verwachten trillingniveaus als gevolg van railverkeer

Concept

opdrachtgever	BRO advies- en ontwerpbureau
rapportnummer	HA 8585-1-RA
datum	27 juni 2023
referentie	LL/EdV//HA 8585-1-RA
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, info@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	5
2.1	Algemeen	5
2.2	Meetinstrumenten	6
2.3	Meetresultaten	6
3	Beoordeling	8
3.1	Metingen	8
3.2	Geprojecteerde woningen	11
4	Toetsing	12
4.1	Toetsingskader	12
4.2	Toetsing	12
5	Conclusie	14

1 Inleiding

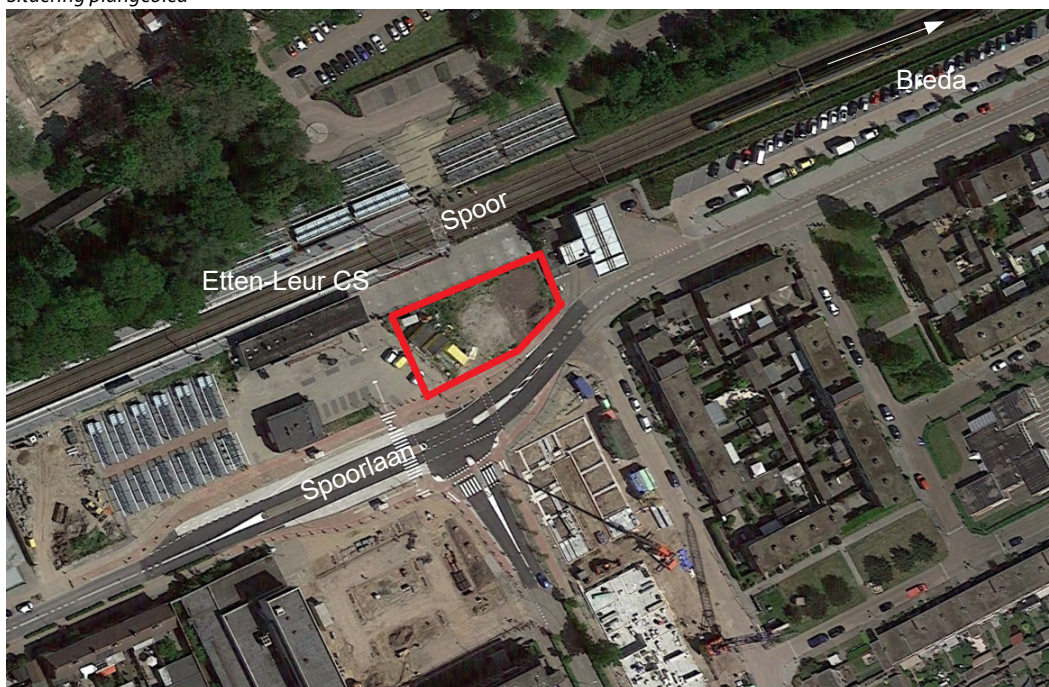
In opdracht van de BRO is een onderzoek verricht inzake te verwachten trillingniveaus vanwege railverkeer in geprojecteerde woningen aan het Stationsplein 3 te Etten-Leur.

Aan het Stationsplein 3 is een appartementencomplex met 8 bouwlagen voorzien.

Het plan bevindt zich direct naast Etten-Leur CS en op ca. 15 m afstand tot de spoorlijn richting Breda. Deze afstand ligt 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.

Figuur 1.1 toont de situering van het betreffende terrein ten opzichte van de nabijgelegen spoorlijn.

f1.1 Situering plangebied



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 woningen te verwachten trillingen is 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

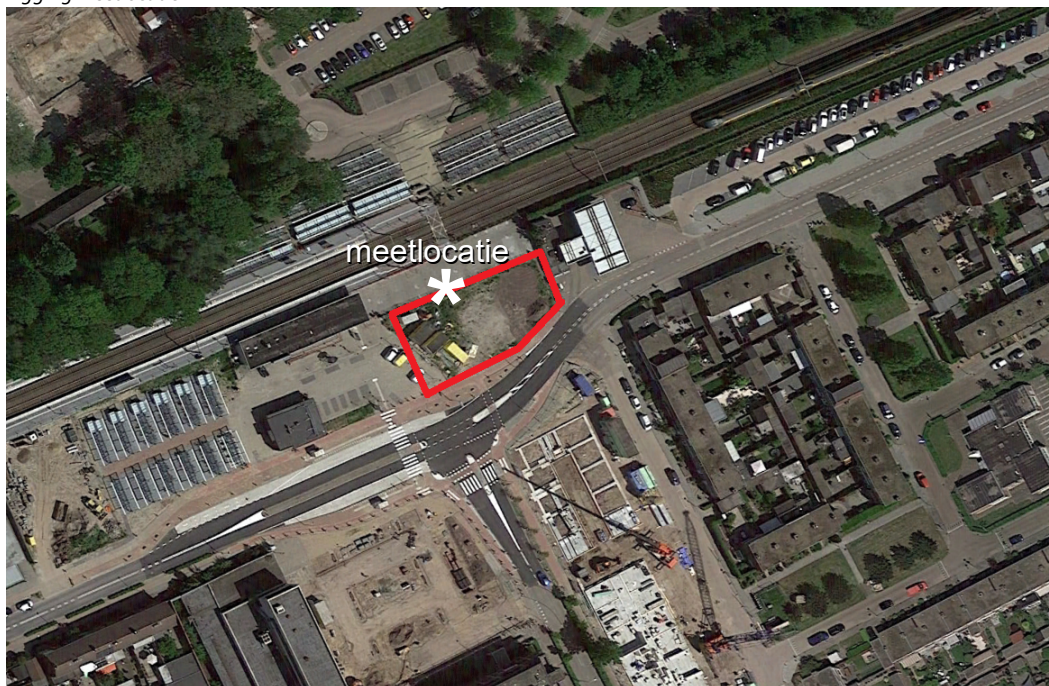
De metingen hebben tot doel inzicht te verkrijgen met betrekking tot de trillingniveaus vanwege railverkeer. Ter hoogte van het bouwplan is sprake van meerdere sporen.

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. Van 3 mei tot en met 10 mei 2023 zijn binnen het plangebied onbemande trillingmetingen in de bodem verricht. Op de meetlocatie is één week gemeten zodat de meettijd voldoet aan de Handreiking en de meetresultaten representatief geacht mogen worden.

De trillingmetingen zijn verricht ter hoogte van de dichtstbij het spoor gelegen geprojecteerde gevel.

Figuur 2.1 toont de ligging van de meetlocatie.

f2.1 Ligging meetlocatie



Gemeten 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.

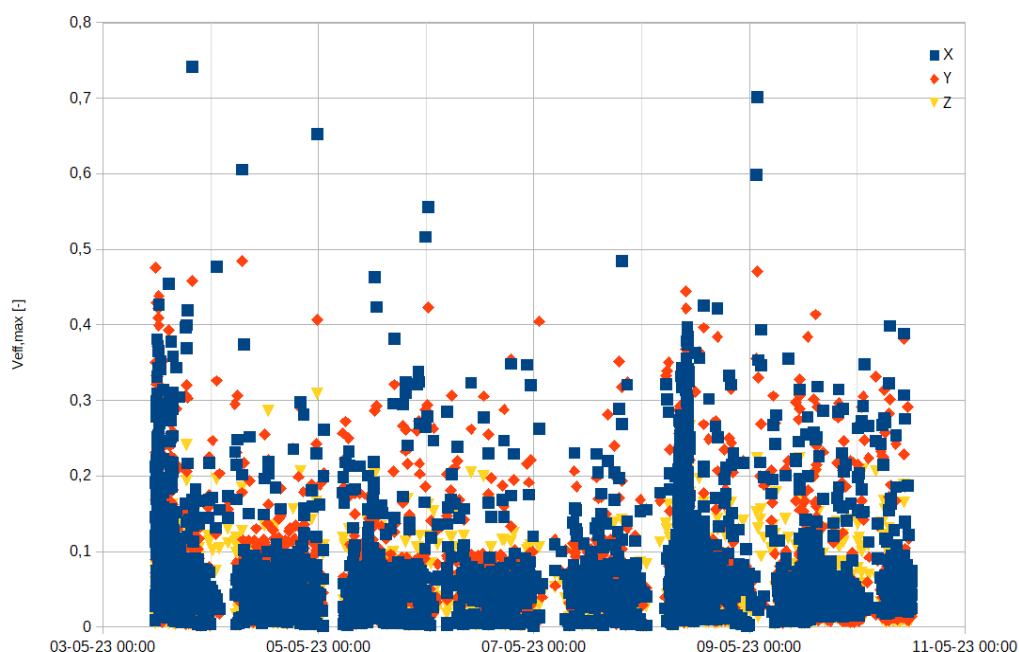
2.3 Meetresultaten

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 toont een overzicht van de gemeten maximale trillingsterktes $V_{\text{eff,max}}$ in horizontale (X en Y) en verticale richting (Z) ter plaatse van de meetlocatie.

f2.2 Optredende maximale trillingsterkte in de bodem



De metingen zijn in de dagperiode enigszins verstoord geweest door wegwerkzaamheden aan de Spoorlaan, zie de gemeten trillingen op bijvoorbeeld 3 mei en 8 mei. Op basis van



het gemeten tijdsignaal en camerabeelden is vastgesteld of de meetwaarden zijn toe te kennen aan passerende treinen en is aldus voor deze verstoringen gecorrigeerd.

3 Beoordeling

3.1 Metingen

Tabel 3.1 toont 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

Tijdstip treinpassage	Maximale trillingsterkte in de bodem		
	X	Y	Z
03-05-23 19:54	0,74	0,46	0,16
04-05-23 06:55	0,61	0,48	0,18
04-05-23 23:45	0,65	0,41	0,31
09-05-23 01:33	0,60	0,36	0,15
09-05-23 01:48	0,70	0,47	0,22

Alle maatgevende treinpassages in tabel 3.1 betroffen goederentreinen. Figuur 3.1 toont ter illustratie de trein bij de passage op 4 mei 06.55.

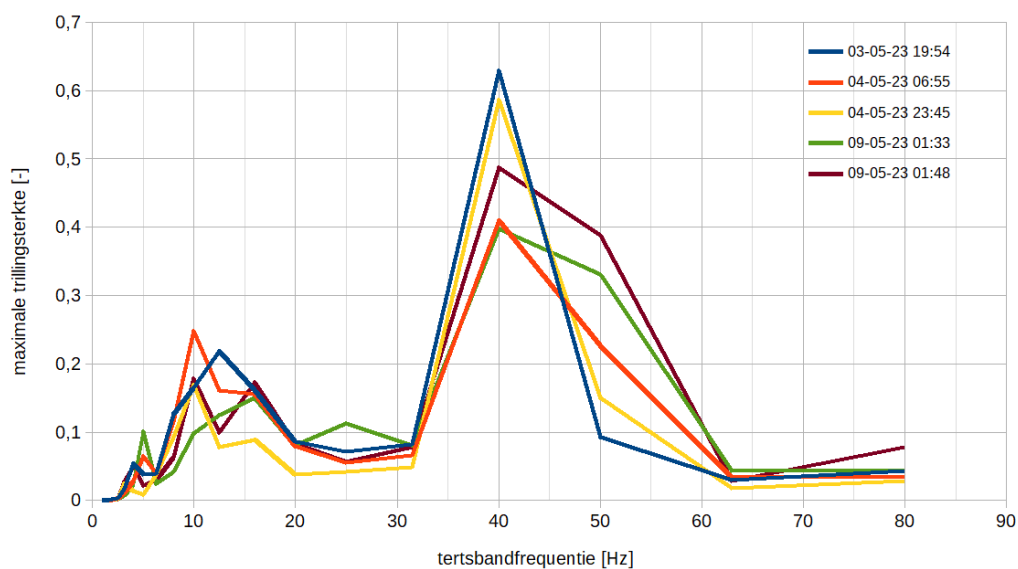
f3.1 Foto treinpassage 4 mei 06.55



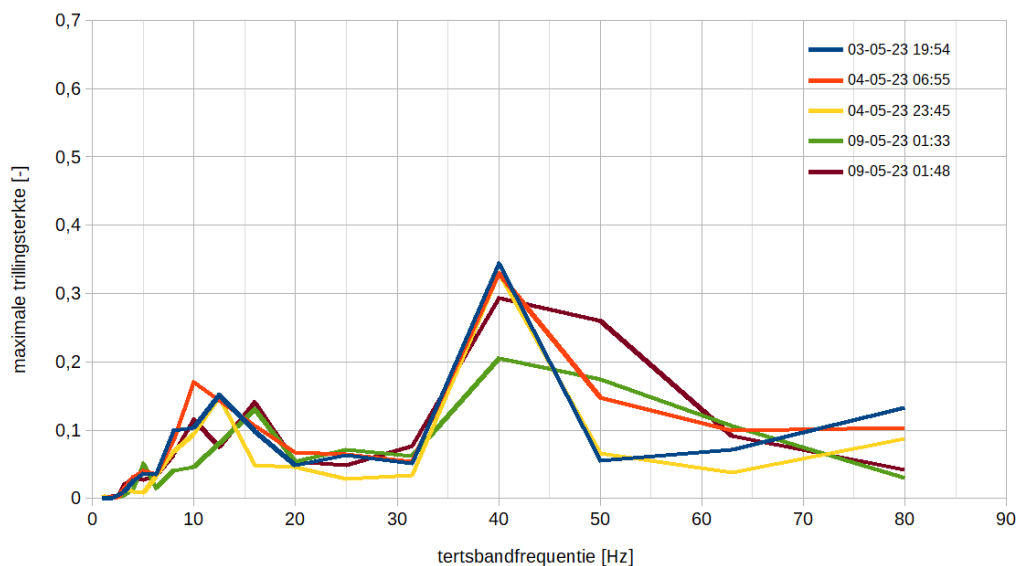
Ten behoeve van een beoordeling dient naast de hoogte van de trillingniveaus inzicht te worden verkregen in de spectrale inhoud van de optredende trillingsterktes.

Figuren 3.2, 3.3 en 3.4 tonen de spectrale verdeling van de 5 maatgevende treinpassages ter plaatse van de meetlocatie. Figuur 3.2 toont de spectrale verdeling in de horizontale X richting, figuur 3.3 toont de spectrale verdeling in horizontale Y richting en figuur 3.4 toont de spectrale verdeling in verticale Z richting.

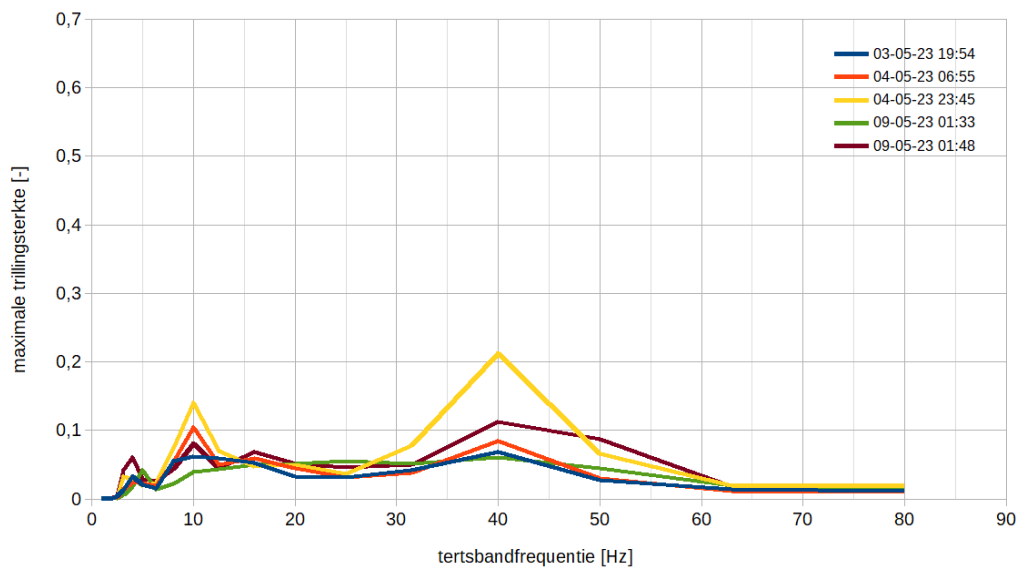
f3.2 Spectrale verdeling van de trillingsterkte als gevolg van de treinpassages (horizontale X richting)



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



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



De figuren tonen dat als gevolg van treinpassages sprake is van verhoogde trillingniveaus bij met name 40 Hz en in mindere mate bij 10 en 12,5 Hz.

Teneinde de (gemiddelde) trillingsterkte over de beoordelingsperiode (V_{per}) in de woning te kunnen berekenen is de (gemiddelde) trillingsterkte over de beoordelingsperiode (V_{per}) in de bodem bepaald.

Tabel 3.2 toont voor de meetlocatie het gemiddelde per etmaalperiode (dag, avond en nacht). Deze resultaten zijn niet gecorrigeerd voor stoortrillingen en kunnen voor de dagperiode mogelijk zijn overschat.

t3.2 Gemiddelde trillingsterkte in de bodem

	Trillingsterkte over de beoordelingsperiode (V_{per}) in de bodem		
	X	Y	Z
dag (07.00-19.00 uur)	0,064	0,064	0,038
avond (19.00-23.00 uur)	0,046	0,041	0,022
nacht (23.00-07.00 uur)	0,037	0,033	0,018

3.2 Geprojecteerde woningen

In eerste instantie wordt gewezen op de constatering dat met gemeten trillingsterkten tot 0,7 op de plek waar de 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 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 komt een appartementencomplex met 8 bouwlagen waarbij op de begane grond sprake zal zijn van een commerciële plint en bergingen. 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 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 een factor 3 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. 1 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 bepaalde te verwachten trillingsterkte.

t3.3 Te verwachten trillingsterkte in woningen

	Te verwachten trillingsterkte [-]	
	horizontale XY richting	verticale Z richting
woningen	0,4	0,3

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.

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 (herhaald voorkomende trillingen) voor nieuwe situaties.

t4.1 Overzicht streefwaarden conform SBR B, nieuwe situaties

	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 0,4 in de geprojecteerde woningen, 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 overschreden.



Volledigheidshalve is ook de verwachte (gemiddelde) trillingsterkte over de beoordelingsperiode (V_{per}) in de woningen bepaald. De trillingsterkte V_{per} bedraagt op basis van de metingen worstcase 0,064 in de bodem. Uitgaande van een vergelijkbare verhouding als bij de maximale trillingsterkte tussen bodem en woning wordt een (gemiddelde) trillingsterkte over de beoordelingsperiode (V_{per}) in de woning verwacht van maximaal 0,03 waarmee wordt voldaan aan de streefwaarde A_3 van 0,05.

Met een worst case verwachte trillingsterkte V_{max} in de geprojecteerde woningen van maximaal ca. 0,4 bij een na te streven waarde van 0,2 en een (gemiddelde) trillingsterkte die reeds voldoet, kan worden geconcludeerd dat in de woningen een reductiedoelstelling met een factor 2 aan de orde is. Gezien onze ervaring met vergelijkbare projecten kan worden opgemerkt dat een dergelijke doelstelling als technisch zeer wel realiseerbaar kan worden gekwalificeerd.

5 Conclusie

Op basis van de verrichte metingen kan worden geconcludeerd dat de in het kader van trillinghinder in woningen na te streven waarden voor nieuwe situaties 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 kunnen worden overschreden.

Op basis van ervaring dient de situatie beoordeeld te worden als zeer wel technisch oplosbaar. De exacte maatregelen kunnen pas in een later stadium worden gedimensioneerd.

Mook,

Dit rapport bevat 14 pagina's