



## **Geprojecteerde woningbouw Lage Bothofstraat te Enschede**

*Trillingen ten gevolge van railverkeer*



## **Geprojecteerde woningbouw Lage Bothofstraat te Enschede**

### *Trillingen ten gevolge van railverkeer*

opdrachtgever De Woonplaats te Enschede  
rapportnummer O 15973-1-RA  
datum 16 januari 2018  
referentie HH/RN/CJ/O 15973-1-RA  
verantwoordelijke ir. J.A. Huizer  
opsteller ir. R. Noordman  
+31 79 3470390  
r.noordman@peutz.nl

peutz bv, postbus 696, 2700 ar zoetermeer, +31 79 347 03 47, zoetermeer@peutz.nl, www.peutz.nl  
kvk 12028033, opdrachten volgens DNR 2011, lid NLingenieurs, btw NL.004933837B01, ISO-9001:2008

mook – zoetermeer – groningen – düsseldorf – dortmund – berlijn – leuven – parijs – lyon

## Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Inleiding en samenvatting</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Uitgangspunten</b>	<b>5</b>
2.1	Situering	5
2.2	Streefwaarden trillingniveaus	5
<b>3</b>	<b>Metingen en berekeningen</b>	<b>7</b>
3.1	Meetmethode en meetinstrumenten	7
3.2	Meetposities	7
3.3	Resultaten van metingen en berekeningen	7
<b>4</b>	<b>Beoordeling en conclusie</b>	<b>9</b>

## 1 Inleiding en samenvatting

In opdracht van woningbouwvereniging De Woonplaats is een onderzoek uitgevoerd naar de optredende trillingniveaus ten gevolge van railverkeer ter plaatse van de geprojecteerde woningbouwlocatie aan de Lage Bothofstraat te Enschede. In figuur 2.1 is de ligging van het terrein ten opzichte van de omgeving weergegeven.

De geprojecteerde woningbouwlocatie is gelegen ten zuiden van de spoorbaan Enschede – Gronau. De afstand van het dichtstbijgelegen spoor tot meetpositie 1 bedraagt circa 20 m. Dit is tevens de bebouwingslijn die zal worden aangehouden voor de te realiseren woningbouw. Op het spoortraject rijden alleen reizigerstreinen. Doel van het onderzoek is om de optredende trillingniveaus in de huidige situatie te bepalen. Op basis van deze metingen kunnen adviezen gegeven worden om de trillingniveaus in de geprojecteerde woningen te beperken. Hierbij zullen de streefwaarden van de Richtlijn B "Hinder voor personen in gebouwen door trillingen, Meet- en beoordelingsrichtlijn" van de Stichting Bouwresearch (SBR richtlijn-B) worden toegepast.

Uit de resultaten van het onderzoek blijkt dat op positie 1 (op circa 20 meter van het dichtstbij gelegen spoor) de waarde van  $V_{\max}$  0,037 bedraagt. Op positie 2 (op circa 35 meter van het dichtstbij gelegen spoor) bedraagt de waarde van  $V_{\max}$  0,031.

In de woningen zal, zelfs bij mogelijke opslingering sprake zijn van zeer lage trillingniveaus.

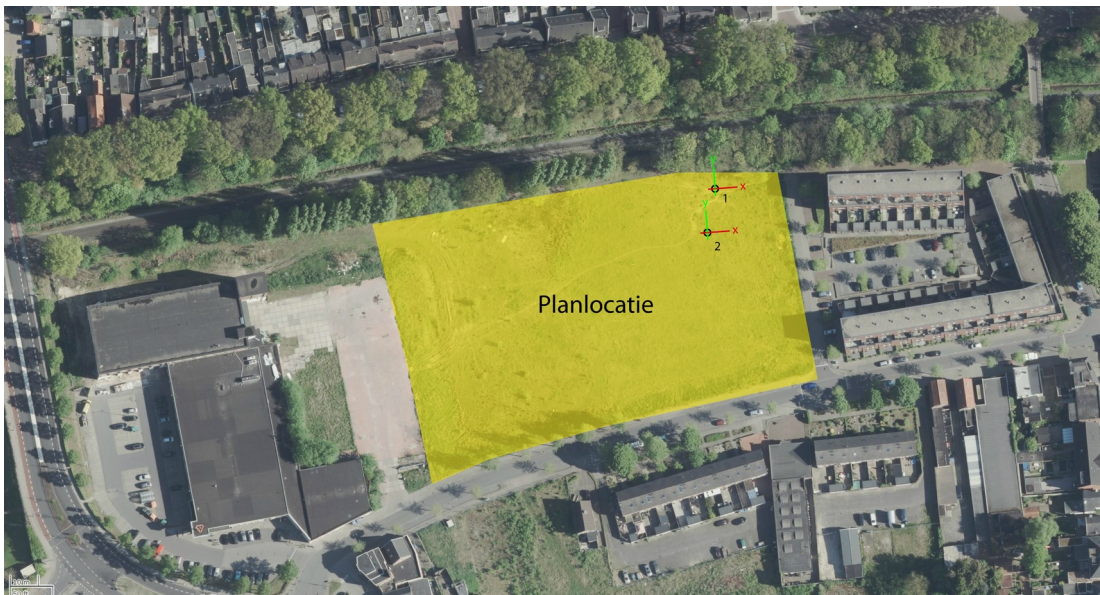
Geconcludeerd wordt dat trillingen in de woningen veroorzaakt door het railverkeer onder de voelbaarheidsgrens van 0,1 blijven en er geen hinder voor personen wordt verwacht. Vanuit het aspect trillingen bezien is geen sprake van aantasting van een goed woon- en leefklimaat.

## 2 Uitgangspunten

### 2.1 Situering

In figuur 2.1 is de ligging van de geprojecteerde woningbouwlocatie ten opzichte van de omgeving weergegeven.

f2.1 Ligging planlocatie aan de Lage Bothofstraat in de omgeving



De geprojecteerde woningbouwlocatie is gelegen langs het deel van railtraject Enschede – Gronau. Ter plaatse is sprake van enkelspoor. Het station Enschede is gelegen op circa 1,5 kilometer afstand van de woningbouwlocatie.

Meetpositie 1 is gesitueerd op circa 20 meter afstand van het dichtstbijgelegen spoor. De afstand tot het andere spoor is circa 35 meter. Meetpositie 2 is gesitueerd op circa 35 meter afstand van het dichtstbijgelegen spoor.

### 2.2 Streefwaarden trillingniveaus

De trillingsnelheden vanwege het railverkeer ter plaatse van de geprojecteerde woningbouwlocatie worden getoetst aan de streefwaarden uit de 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 waarbij de frequentieafhankelijke waardering van trillingen door mensen in is verwerkt (vergelijkbaar met de A-weging voor geluid).

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

Periode	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>
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 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 treinenpassages 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.

Recentelijk is het RIVM-rapport 2014-0096: 'Wonen langs het spoor - gezondheidseffecten trillingen van treinen', 23 februari 2015 verschenen. In dit rapport wordt geconcludeerd dat in bestaande situaties sprake is van (ernstige) hinder en slaapverstoring bij een significant aandeel van de bevolking die woonachtig is binnen 300 m van het spoor. In het algemeen kunnen in bestaande situaties de streefwaarden uit tabel 2.1 (significant) worden overschreden met name vanwege goederentreinen in de nachtperiode. In het RIVM-rapport worden geen concrete streef- of grenswaarden voorgesteld.

Om hinder en slaapverstoring te voorkomen is het gewenst om  $V_{max}$  niet hoger dan 0,1 uit te laten komen, conform de streefwaarde  $A_1$  uit tabel 2.1. Bij een  $V_{max}$  die niet hoger is dan 0,1 worden trillingen in het algemeen namelijk niet als voelbaar ervaren.

## 3 Metingen en berekeningen

### 3.1 Meetmethode en meetinstrumenten

De trillingmetingen zijn uitgevoerd conform de Richtlijn SBR-B.

De trillingmetingen zijn uitgevoerd met behulp van de volgende instrumenten:

- Trillingrecorders, fabricaat SYSCOM, type MR3000C met geïntegreerde xyz-opnemer.

De metingen zijn geanalyseerd met behulp van het analyse programma VIEW2002 door Ziegler Consultants.

De trillingopnemer is een triaxiale snelheidssensor en heeft een frequentiebereik van 1 tot 315 Hz.

### 3.2 Meetposities

In figuur 2.1 zijn de locaties en oriëntatie van de trillingsmeters tijdens de metingen weergegeven. Meetpositie 1 is gesitueerd op circa 20 meter afstand tot het spoor. Meetpositie 2 is gesitueerd op circa 35 meter afstand tot het spoor.

### 3.3 Resultaten van metingen en berekeningen

De trillingmetingen zijn verricht op vrijdag 12 januari 2018 tussen circa 11:45 uur en 15:30 uur. In deze periode vonden 15 passages van reizigerstreinen. Op dit traject rijden geen goederentreinen.

De resultaten van de trillingmetingen zijn in tabel 3.1 weergegeven. Het betreft de maximale effectieve trillingsnelheid  $v_{\text{eff,max}}$ . Hierbij wordt de gemeten trillingsnelheid frequentieafhankelijk gewogen volgens de weegfunctie die is opgenomen in de SBR richtlijn B. De weegfunctie is bedoeld om frequenties waarbij het menselijk waarnemingsvermogen is verminderd ook minder in de beoordeling te betrekken. De dimensieloze effectieve waarde  $v_{\text{eff,max}}$  is per passage bepaald voor de richting met de hoogste uitwijking.

In tabel 3.1 zijn van de 15 gemeten reizigerstreinen de trillingswaarden vermeld. De gemeten waarde van  $v_{\text{eff,max}}$  bedraagt ten hoogste 0,034 op positie 1 en 0,029 op positie 2.

Per positie zijn de maximale waarden van  $v_{\text{eff,max}}$  van alle treinpassages bepaald. Hierbij is op de 15 gemeten waarden de statistische verwerking toegepast van paragraaf 9.6 van de SBR richtlijn B. In bijlage 1 is deze berekening opgenomen. Uit de statistische verwerking volgt een maximale trillingssterkte ( $V_{\text{max}}$ ) van 0,037 voor meetposities 1 en een ( $V_{\text{max}}$ ) van 0,031 voor meetpositie 2.

t3.1 Gemeten maximale waarden van de trillingsterkte  $v_{eff,max}$  per positie

Tijd	Trein type	Richting	$v_{eff,max}$ (dimensieloos)	
			Positie 1 (20 m)	Positie 2 (45 m)
11:54	Reisigerstrein	Enschede	0,016	0,017
12:03	Reisigerstrein	Gronau	0,016	0,024
12:26	Reisigerstrein	Enschede	0,028	0,022
12:35	Reisigerstrein	Gronau	0,030	0,025
12:54	Reisigerstrein	Enschede	0,019	0,016
13:04	Reisigerstrein	Gronau	0,017	0,014
13:25	Reisigerstrein	Enschede	0,024	0,021
13:34	Reisigerstrein	Gronau	0,026	0,023
13:54	Reisigerstrein	Enschede	0,031	0,025
14:03	Reisigerstrein	Gronau	0,034	0,029
14:25	Reisigerstrein	Enschede	0,028	0,019
14:33	Reisigerstrein	Gronau	0,024	0,026
14:55	Reisigerstrein	Enschede	0,015	0,014
15:03	Reisigerstrein	Gronau	0,016	0,014
15:24	Reisigerstrein	Enschede	0,024	0,022

Uit frequentieanalyses blijkt dat de aanstootfrequenties zich met name voordoen bij 10 Hz (zie bijlage 2).



## 4 Beoordeling en conclusie

Op zowel positie 1, de positie met het hoogste trillingsniveau, bedraagt het optredende trillingsniveau  $V_{\max}$  ten hoogste 0,037. Hiermee wordt voldaan aan de streefwaarde  $A_1$  uit tabel 2 van de SBR Richtlijn B.

De op het maaiveld gemeten trillingniveaus kunnen, indicatief, vertaald worden in te verwachten trillingniveaus op vloeren van de geplande woningbouw. Er is daarbij sprake van overdracht van trillingen op het maaiveld naar de fundatie van de gebouwen en van overdracht van de fundatie naar de vloeren van de gebouwen. De overdracht van het maaiveld naar de fundatie betreft in het algemeen een demping en de overdracht van fundatie naar vloeren veelal een opslinging. In bestaande literatuur (CUR-publicatie 166) is een inschatting gemaakt van overdrachtsfactoren bij heien en het intrillen van damwanden.

Voor een gangbare constructie gelden de volgende overdrachtsfactoren:

- overdracht van trillingen van maaiveld naar fundatie:  $C \approx 0,7$  in verticale richting. Extra demping vindt in het algemeen plaats vanwege het samenwerkend geheel van funderingselementen en muurvelden. Over de precieze gebouwconstructies is thans echter te weinig bekend om hier een kwantitatieve uitspraak over te doen.
- overdracht van trillingen naar vloeren:  $C \approx 1,4$ .

Het totaal van beide overdrachtsfactoren leidt ertoe dat in de te realiseren gebouwen optredende trillingniveaus op begane grondniveau ordegrrootte dezelfde zijn als op maaiveld. Opslingering van trillingniveaus op hogere verdiepingen of extra demping van trillingniveaus vanwege het samenwerkend geheel van fundering en vloervelden is daarbij buiten beschouwing gelaten. Demping en/of opslinging<sup>1</sup> tot een factor 2 kan niet worden uitgesloten. Op basis hiervan is op hoger gelegen vloeren van de uiteindelijk bebouwing op kortste afstand van het spoor (20 m) een trillingniveau  $V_{\max}$  van ten hoogste 0,074 te verwachten. Hiermee wordt voldaan aan de streefwaarde  $A_1$  uit tabel 2 van de SBR Richtlijn B.

Geconcludeerd wordt dat trillingen in de woningen veroorzaakt door het railverkeer onder de voelbaarheidsgrens van 0,1 blijven en er geen hinder voor personen wordt verwacht. Vanuit het aspect trillingen bezien, is geen sprake van aantasting van een goed woon- en leefklimaat.

Dit rapport bevat 9 pagina's en 2 bijlagen.

Zoetermeer  


1 Opslingering treedt met name op als de eigenfrequenties van vloeren overeenkomen met de aanstootfrequenties van de trillingen vanwege de passerende treinen.

## Bijlage 1

## Berekening



	Positie 1 (20 m)	Positie 2 (45 m)
11:54	0,016	0,017
12:03	0,016	0,024
12:26	0,028	0,022
12:35	0,030	0,025
12:54	0,019	0,016
13:04	0,017	0,014
13:25	0,024	0,021
13:34	0,026	0,023
13:54	0,031	0,025
14:03	0,034	0,029
14:25	0,028	0,019
14:33	0,024	0,026
14:55	0,015	0,014
15:03	0,016	0,014
15:24	0,024	0,022
$\mu$	0,023	0,021
$\sigma$	0,0062	0,0048
$V_{max}$	0,037	0,031

## Bijlage 2

### Aanstootfrequenties treinen

Aanstootfrequenties in de x, y en z richting.

