



## **Geprojecteerde woningbouw Stekeldijk te Purmerend**

*Trillingen ten gevolge van railverkeer*



## **Geprojecteerde woningbouw Stekeldijk te Purmerend**

*Trillingen ten gevolge van railverkeer*

opdrachtgever      Buro SRO  
rapportnummer      O 15873-1-RA  
datum                12 juni 2017  
referentie            HH/RN/CJ/O 15873-1-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</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>
	Bijlage 1 Berekening	

## 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 aan de Stekeldijk te Purmerend. De woningbouw wordt gerealiseerd op grond dat gedeeltelijk is afgedekt met slakkenbeton. Deze betonplaat blijft liggen en de geprojecteerde woningen worden hierop gebouwd. 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 Zaandam – Hoorn. De afstand van het dichtstbijgelegen spoor tot meetpositie 1 bedraagt circa 30 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 30 meter van het dichtstbij gelegen spoor) de waarde van  $V_{\max}$  0,03 bedraagt. Op positie 2 (op circa 45 meter van het dichtstbij gelegen spoor) bedraagt de waarde van  $V_{\max}$  eveneens 0,03. Er is geen verschil in de maximale trillingsterkte op beide posities mede omdat er vanwege de slakkenbetonplaat waarop gemeten is nauwelijks demping plaatsvindt.

In de woningen zal vanwege mogelijke opslingering nog altijd sprake zijn van zeer lage trillingniveaus.

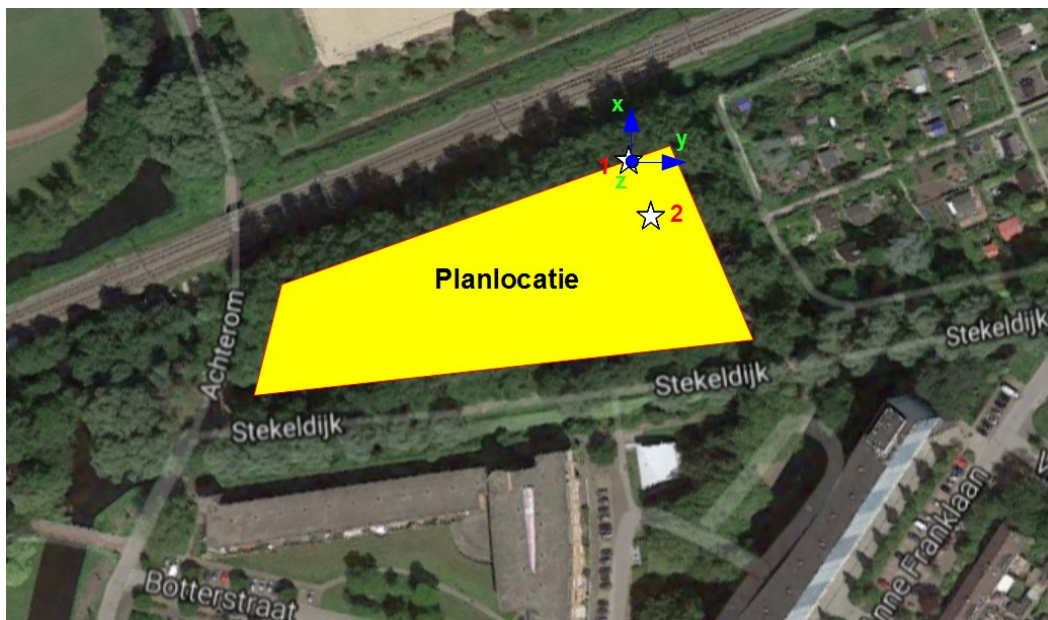
Geconcludeerd wordt dat trillingen in de woningen veroorzaakt door het railverkeer onder de voelbaarheidsgrens van 0,1 blijven en er geen hinder voor personen wordt verwacht. Vanuit het aspect trillingen bezien is geen sprake van aantasting van een goed woon- en leefklimaat.

## 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 Stekeldijk in de omgeving



De geprojecteerde woningbouwlocatie is gelegen langs het deel van railtraject Zaandam – Hoorn. Ter plaatse is sprake van 2 sporen. Het station Purmerend Overwhere is gelegen op circa 300 meter afstand van de woningbouwlocatie.

Meetpositie 1 is gesitueerd op circa 30 meter afstand van het dichtstbijgelegen spoor. De afstand tot het andere spoor is circa 35 meter. Meetpositie 2 is gesitueerd op circa 45 meter afstand van het dichtstbijgelegen spoor en circa 50 meter vanaf het tweede 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.

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 ( $V_{\text{per}}$ ) 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. 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:

- Trillingrecorder, 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. De metingen zijn uitgevoerd op de slakkenbetonplaat. Deze blijft ook liggen onder de geprojecteerde bebouwing. Meetpositie 1 is gesitueerd op circa 30 meter afstand tot het dichtstbijgelegen spoor. Meetpositie 2 is gesitueerd op circa 45 meter afstand tot het dichtstbijgelegen spoor. De afstand tussen de sporen bedraagt circa 5 meter.

### 3.3 Resultaten van metingen en berekeningen

De trillingmetingen zijn verricht op vrijdag 2 juni 2017 tussen circa 09:15 uur en 12:10 uur. In deze periode vonden 23 passages van reizigerstreinen (sprinters en dubbeldekkers) plaats. Op dit traject rijden geen goederentreinen.

De resultaten van de trillingmetingen zijn voor een aantal representatieve passages 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 reizigerstreinen alleen de 15 hoogste gemeten waarden vermeld. Het spoor waarover de trein rijdt is niet bepalend voor de trillingsnelheid. De gemeten waarde van  $v_{\text{eff,max}}$  bedraagt ten hoogste 0,030 op positie 1 en 0,029 op positie 2.

Per positie zijn de maximale waarden van  $v_{\text{eff,max}}$  van alle treinpassages (sprinters en dubbeldekkers) bepaald. Hierbij is op de 15 hoogst 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 0,03 voor meetposities 1 en 2. Er is geen verschil in de maximale trillingsterkte op beide posities mede omdat er vanwege de slakkenbetonplaat waarop gemeten is nauwelijks demping plaatsvindt.

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

Tijd	Trein type	Richting	$v_{\text{eff,max}}$ (dimensieloos)	
			Positie 1 (30 m)	Positie 2 (45 m)
09:21	Sprinter	Hoorn	0,016	0,027
09:31	Dubbeldekker	Hoorn	0,021	0,023
09:31	Dubbeldekker	Zaandam	0,019	0,017
10:01	Dubbeldekker	Hoorn	0,020	0,014
10:03	Dubbeldekker	Zaandam	0,030	0,029
10:30	Dubbeldekker	Hoorn	0,024	0,019
10:31	Dubbeldekker	Zaandam	0,024	0,025
11:00	Dubbeldekker	Hoorn	0,026	0,020
11:01	Dubbeldekker	Zaandam	0,019	0,018
11:11	Sprinter	Zaandam	0,018	0,018
11:30	Dubbeldekker	Hoorn	0,018	0,024
11:31	Dubbeldekker	Zaandam	0,022	0,018
11:41	Sprinter	Hoorn	0,023	0,024
12:01	Dubbeldekker	Zaandam	0,024	0,019
12:02	Dubbeldekker	Hoorn	0,015	0,019

Uit frequentieanalyses blijkt dat de aanstootfrequenties zich met name voordoen bij 3 à 10 Hz (zie bijlage 2).

Tijdens het meten van trillingen ontstaan door railverkeer zijn er ook trillingen opgevangen van andere trillingsbronnen zoals een vuilniswagen en tractor. Deze trillingen waren van een laag niveau maar vergeleken met de trillingen ontstaan door treinen niet verwaarloosbaar. Onderzoek naar trillingen niet ontstaan door treinen valt niet onder de scope van dit onderzoek.



## 4 Beoordeling en conclusie

Op zowel positie 1 als positie 2 bedraagt het optredende trillingsniveau  $V_{\max}$  ten hoogste 0,03. 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 (30 m) een trillingniveau  $V_{\max}$  van ten hoogste 0,06 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.

Zoetermeer,



Dit rapport bevat 9 pagina's en 2 bijlagen.

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	Positie 2
Meting 1	0,030	0,029
Meting 2	0,026	0,020
Meting 3	0,024	0,019
Meting 4	0,024	0,019
Meting 5	0,024	0,025
Meting 6	0,023	0,024
Meting 7	0,022	0,018
Meting 8	0,021	0,023
Meting 9	0,020	0,014
Meting 10	0,019	0,017
Meting 11	0,019	0,018
Meting 12	0,018	0,018
Meting 13	0,018	0,024
Meting 14	0,016	0,027
Meting 15	0,015	0,019
$\mu$	0,021	0,021
$\sigma$	0,00403	0,00414
$V_{\max}$	0,030	0,030



## **Bijlage 2**

### **Aanstootfrequenties treinen**

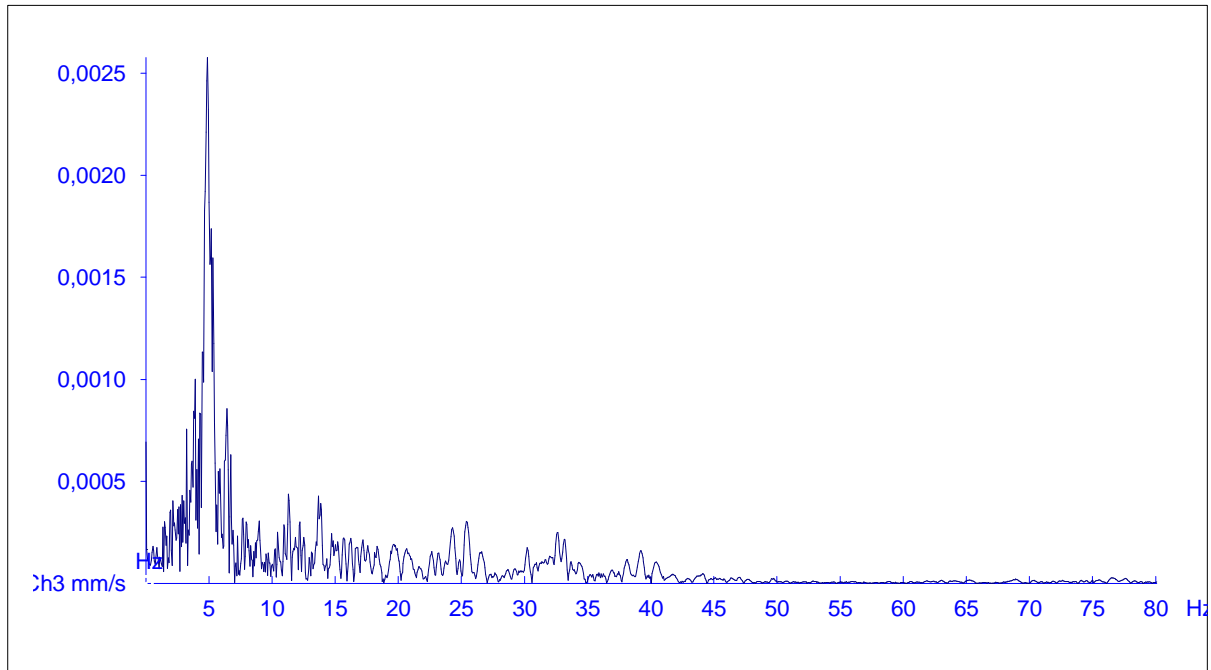
## MR2002 - Vibration Data Evaluation

File Name: ...s\2017\06\02\17153323.XMR  
Station: mr3000C-15260007-15260007  
Signal: Baseline corrected

Event Nr.: 67  
Event Date: 02-06-2017  
Start Time: 11:41:31 + 753 ms  
Range: 0,00 - 30,00 s

Freq. 3: 4,883 Hz

### Amplitude Spectrum



Spectrum van een passage van een sprinter

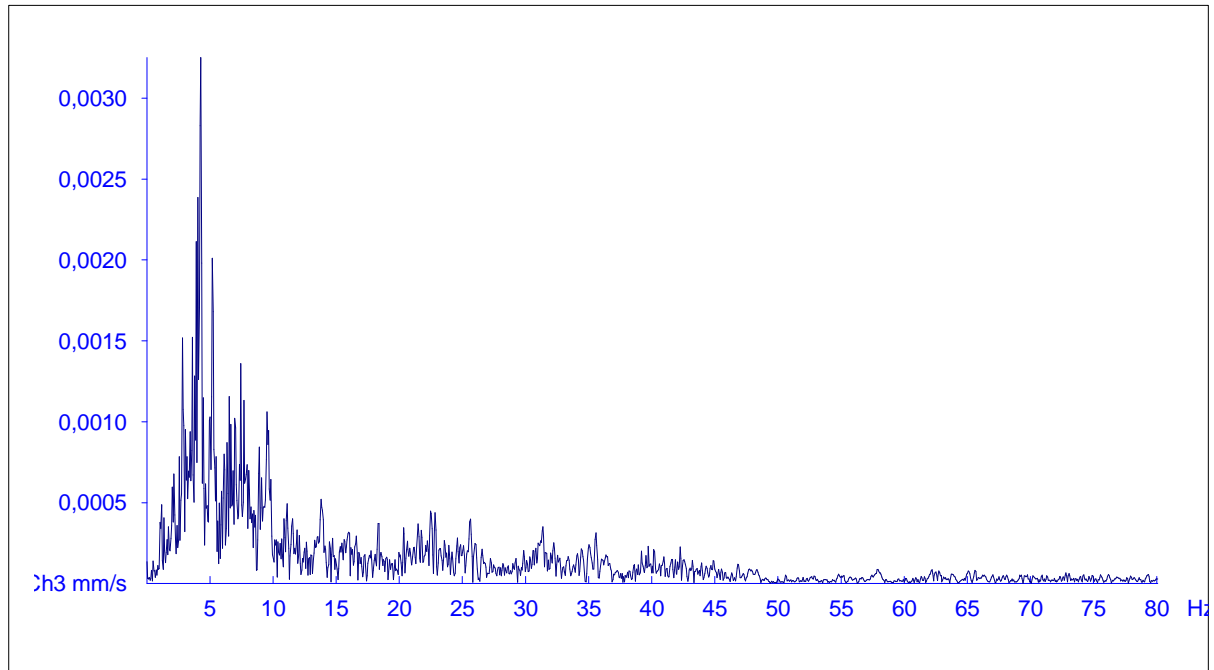
## MR2002 - Vibration Data Evaluation

File Name: ...s\2017\06\02\17153243.XMR  
Station: mr3000C-15260007-15260007  
Signal: Baseline corrected

Event Nr.: 243  
Event Date: 02-06-2017  
Start Time: 11:01:31 + 816 ms  
Range: 0,00 - 30,00 s

Freq. 3: 4,272 Hz

### Amplitude Spectrum



Spectrum van een passage van een dubbeldekker