



Woningbouwlocaties spoorzone te Enschede

Onderzoek naar trillingen ten gevolge van railverkeer



Woningbouwlocaties spoorzone te Enschede

Onderzoek naar trillingen ten gevolge van railverkeer

opdrachtgever Gemeente Enschede
rapportnummer O 16226-2-RA
datum 15 augustus 2019
referentie HH/RN/TvdE/O 16226-2-RA
verantwoordelijke [REDACTED]
opsteller [REDACTED]
 +31 85 8228790
 [REDACTED]

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 – leuven – parijs – lyon

Inhoudsopgave

1	Inleiding en samenvatting	4
2	Uitgangspunten	5
2.1	Situatie	5
2.2	Streefwaarden trillingniveaus	5
3	Metingen en resultaten	7
3.1	Meetmethode en meetinstrumenten	7
3.2	Meetlocaties	7
3.3	Resultaten van metingen en berekeningen	7
4	Beoordeling en conclusie	9

1 Inleiding en samenvatting

In opdracht van Gemeente Enschede is een onderzoek uitgevoerd naar de optredende trillingniveaus ten gevolge van railverkeer op een viertal geplande woningbouwlocaties (zie figuur 2.1 in hoofdstuk 2) in de spoorzone rond station Enschede in het kader van een bestemmingsplanprocedure.

Drie planlocaties zijn gelegen ten noorden van de spoorbaan Enschede – Gronau (Duitsland). De andere planlocatie is gelegen ten noordwesten vanaf station Enschede. De afstand vanaf de buitenste spoorstaaf tot de randen van de beoogde plangebieden bedraagt op alle locaties circa 10 meter¹. De afstand is zodanig dat trillinghinder niet op voorhand kan worden uitgesloten. Derhalve is voorliggend onderzoek uitgevoerd.

Doel van het onderzoek is de optredende trillingniveaus te bepalen bij de mogelijke woningbouwlocatie. De metingen zijn verricht op maaiveldhoogte. De trillingniveaus worden getoetst aan de grenswaarden voor nieuwe situaties uit Richtlijn B "Hinder voor personen in gebouwen door trillingen, Meet- en beoordelingsrichtlijn" van de Stichting Bouwresearch (SBR Richtlijn B), hierna SBR-B. Deze richtlijn vormt ook volgens de jurisprudentie het toetsingskader.

Uit de resultaten van het onderzoek volgt dat er op meetpositie 1 (zie figuur 2.1) wordt voldaan aan de streefwaarden uit de SBR-B. Op meetpositie 2, 3 en 4 wordt niet voldaan aan de streefwaarden uit de SBR-B. Trillinghinder op deze meetposities kan met het toepassen van maatregelen voorkomen worden, maar is zeker niet op voorhand uit te sluiten. Gezien de mate van overschrijding zullen maatregelen moeten worden getroffen in de bouwconstructie en/of in de overdracht. De aard en omvang van de maatregelen kunnen worden onderzocht door middel van een Eindige Elementen Model (EEM) onderzoek.

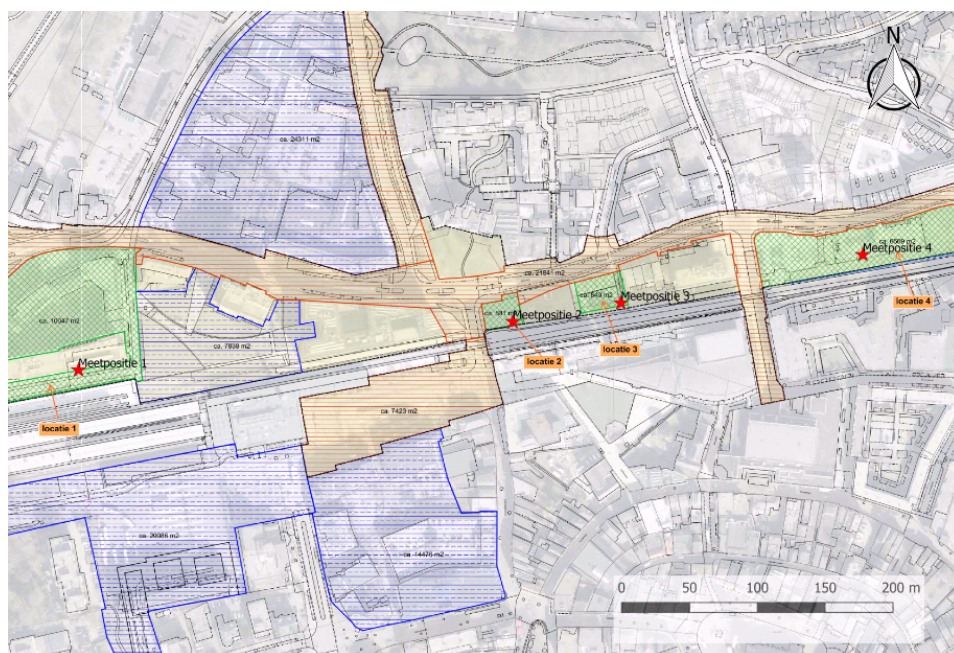
¹ Daarbij zij aangetekend dat het dichtstbijgelegen spoor bij positie 1 alleen een rangeerspoor is, waarover geen doorgaande treinen rijden.

2 Uitgangspunten

2.1 Situatie

Drie planlocaties zijn gelegen ten noorden van de spoorbaan Enschede – Gronau (Duitsland). De andere planlocatie is gelegen ten noordwesten vanaf station Enschede. De afstand vanaf de buitenste spoorstaaf tot de dichtstbij gelegen gevel van de geplande woningen bedraagt voor het dichtst bij het spoor gelegen plangebied circa 10 meter. Op dit spoorwegtraject rijden diesel aangedreven stoptreinen. Er rijden geen goederentreinen. In figuur 2.1 zijn de planlocaties in de omgeving weergegeven.

f2.1 Planlocaties in de omgeving



2.2 Streefwaarden trillingniveaus

De trillingniveaus vanwege het railverkeer ter plaatse van de mogelijke woningbouwlocatie wordt 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-B).

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

De streefwaarden hebben betrekking op voelbare trillingen tot 100 Hz. Boven 100 Hz worden trillingen door de mens in het algemeen niet meer voelbaar geacht. Bij de bepaling van de beoordelingsgrootheden worden de trillingniveaus gewogen, waarbij rekening wordt gehouden met de trillinggevoeligheid voor verschillende frequenties door mensen.

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 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 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 en zijn als zodanig als grenswaarden te hanteren.

Bij het voldoen aan de streefwaarden uit de SBR-B is er in het algemeen sprake van een acceptabele situatie, ondanks dat trillingniveaus groter dan 0,1 (zeer) licht voelbaar kunnen zijn. Door toetsing van V_{per} (het kwadratisch gemiddelde trillingniveau)² aan A_3 wordt een groot aantal overschrijdingen van het voelbaarheids criterium (0,1) beperkt.

2 Bij de bepaling van V_{per} worden trillingniveaus lager dan 0,1 niet meegerekend.

3 Metingen en resultaten

3.1 Meetmethode en meetinstrumenten

De trillingmetingen zijn uitgevoerd conform de SBR-B met behulp van trillingopnemers, fabricaat SYSCOM, type MR3000C met geïntegreerde xyz-opnemers. De trillingopnemer is een triaxiale snelheidssensor en heeft een frequentiebereik van 1 tot 315 Hz.

De metingen zijn achteraf geanalyseerd met behulp van het analyseprogramma VIEW2002 van Ziegler Consultants.

3.2 Meetlocaties

De meetlocaties zijn weergegeven in figuur 2.1. Op meetpunt 1 is gemeten op de fundering van een bestaand gebouw. Op de meetpunten 2, 3 en 4 is gemeten op het maaiveld.

3.3 Resultaten van metingen en berekeningen

De bemande trillingmetingen zijn verricht op vrijdag 28 juni 2019 tussen circa 11:00 uur en 15:30 uur. Op de meetlocaties 2, 3 en 4 vonden in deze periode 17 passages van stoptreinen plaats. Op dit traject rijden geen intercity- of goederentreinen. Op meetpositie 1 vonden meer treinpassages plaats, deze meetlocatie bevindt zich tegen het station Enschede aan. Van de metingen zijn de 15 hoogst gemeten waarden gebruikt voor de statistische verwerking zoals gegeven in de SBR-B.

De resultaten van de trillingmetingen zijn gegeven in bijlage 1. Het betreft de maximale effectieve trillingsnelheid $v_{\text{eff,max}}$. Hierbij wordt de gemeten trillingsnelheid frequentieafhankelijk gewogen volgens de weegfunctie die is opgenomen in SBR-richtlijn B. De weegfunctie is bedoeld om frequenties waarbij het menselijke waarnemingsvermogen is verminderd, ook minder in de beoordeling te betrekken. De dimensieloze effectieve waarde $v_{\text{eff,max}}$ is per passage bepaald voor de horizontale richtingen 'x' en 'y' en de verticale richting 'z'.

Deze maatgevende treinen leiden tot de waarden van V_{max} – zijnde het hoogst gemeten en statistisch bewerkte trillingniveau – zoals gegeven in tabel 3.1. De berekeningen zijn opgenomen in bijlage 1. De waarde voor V_{per} betreft het kwadratisch gemiddelde van $v_{\text{eff,max}}$. In bijlage 2 is het frequentiespectrum van de maatgevende treinpassage gegeven. Meetrichting x is evenwijdig aan het spoor en meetrichting y staat loodrecht op het spoor. Meetrichting z is verticaal.

t3.1 De op basis van metingen en statistische analyses berekende parameters voor de verschillende meetposities en richtingen

Parameter	Positie 1			Positie 2			Positie 3			Positie 4		
	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z
μ	0,01	0,03	0,02	0,40	0,29	0,17	0,06	0,11	0,17	0,53	0,83	0,29
σ	0,002	0,007	0,004	0,186	0,119	0,044	0,015	0,022	0,062	0,297	0,492	0,134
$V_{\max}$	0,01	0,04	0,03	0,91	0,60	0,26	0,10	0,15	0,32	1,42	2,36	0,65
V_{per}	0	0	0	0,08	0,05	0,03	0	0,02	0,03	0,11	0,17	0,06

In bijlage 1 zijn de meetwaarden met statistische analyse opgenomen.

4 Beoordeling en conclusie

Uit de resultaten blijkt dat op meetpositie 1 ruimschoots wordt voldaan aan de streefwaarden uit de SBR-B voor de gebouwfunctie wonen in een nieuwe situatie bij herhaald voorkomende trillingen gedurende lange tijd. De trillingniveaus zijn niet hoger dan de strengste grenswaarde A_1 van 0,1 voor de nachtperiode.

Uit de resultaten blijkt dat op de meetposities 2, 3 en 4 niet wordt voldaan aan de streefwaarden uit de SBR-B voor de gebouwfunctie wonen in een nieuwe situatie bij herhaald voorkomende trillingen gedurende lange tijd. De trillingniveaus zijn ruim hoger dan de strengste grenswaarde A_1 van 0,1 voor de nachtperiode. Tevens wordt niet op alle posities en in alle richtingen voldaan aan de streefwaarden voor A_2 en A_3 . Bedacht dient wel te worden dat dit meetresultaten zijn op maaiveldniveau, terwijl de streefwaarden uit de SBR-B van toepassing zijn op trillingniveaus in gebouwen. Als gevolg van de gebouwconstructie zullen er op de fundering over het algemeen lagere trillingniveaus optreden. De reductie vanwege de gebouwinvloed wordt bepaald door de wijze van funderen, de samenstelling van de bodem en afmetingen van de funderingsbalken. Op vloeren daarentegen kunnen de trillingen versterkt worden als de aanstootfrequenties overeenkomen met de eigenfrequenties van vloeren. Dit dient voorkomen te worden. In bijlage 2 is van een maatgevende passage de frequentieverdeling gegeven.

De trillingniveaus op positie 1 zijn lager, omdat er gemeten is op een grote afstand tot de passerende treinen en omdat nabij positie 1 de rijsnelheid lager is. De sporen van het dichtstbijgelegen meetpunt 1 betreffen rangeersporen en worden niet of nauwelijks gebruikt. Tevens is er op meetpositie 1 een afname in de trillingniveaus geconstateerd, omdat daar op een bestaande fundering is gemeten.

Op meetpositie 2 en 4 zijn met name de trillingenniveaus in horizontale richtingen erg hoog. Trillingen in horizontale richting in gebouwen worden over het algemeen beter gedempt dan trillingen in verticale richting. Om een inschatting te krijgen van de overdracht kan er als vervolgonderzoek tegelijkertijd binnen en buiten de bestaande bebouwing op deze meetpunten gemeten worden. Tevens kan het spoor worden onderzocht op onregelmatigheden die deze trillingen kunnen veroorzaken. Om te voldoen aan de streefwaarden uit de SBR-B dienen maatregelen genomen te worden, hetzij in de gebouwconstructie hetzij in de overdracht (bv. schermen in de bodem). De aard en omvang van de maatregelen dienen te worden onderzocht door middel van een Eindige Elementen Model onderzoek.

Dit rapport bevat 9 pagina's en 2 bijlagen.

Bijlage 1 analyse

Statistische



POSITIE 1				POSITIE 2			
	X	Y	Z		X	Y	Z
	0.01364	0.04902	0.02612		0.80645	0.53047	0.23814
	0.01349	0.03496	0.02514		0.72050	0.49511	0.23213
	0.01318	0.03136	0.01983		0.69101	0.45739	0.22553
	0.01306	0.03119	0.01907		0.43244	0.38253	0.22005
	0.01147	0.02853	0.01725		0.42370	0.28725	0.20124
	0.01146	0.02825	0.01720		0.42341	0.26584	0.15879
	0.01045	0.02781	0.01666		0.31658	0.26448	0.15700
	0.01031	0.02647	0.01641		0.31486	0.23612	0.14490
	0.00996	0.02515	0.01613		0.31039	0.22374	0.14000
	0.00963	0.02501	0.01607		0.29744	0.21017	0.13722
	0.00950	0.02435	0.01570		0.29627	0.20959	0.13722
	0.00945	0.02381	0.01530		0.27356	0.20476	0.12977
	0.00896	0.02344	0.01519		0.26063	0.18689	0.12836
	0.00879	0.02344	0.01492		0.25543	0.18257	0.12606
	0.00875	0.02317	0.01478		0.22164	0.17880	0.11987
Mu	0.011	0.028	0.018	Mu	0.403	0.288	0.166
Sigma	0.00178	0.00668	0.00352	Sigma	0.18637	0.11940	0.04363
V max	0.014	0.043	0.025	V max	0.909	0.597	0.264
V per	0	0	0	V per	0.077	0.055	0.030
POSITIE 3				POSITIE 4			
	X	Y	Z		X	Y	Z
	0.09752	0.15675	0.33234		1.24927	2.15708	0.57976
	0.08305	0.12824	0.27078		1.16929	1.75807	0.54852
	0.07408	0.12655	0.21132		0.67897	0.95612	0.42527
	0.07158	0.12444	0.20265		0.57649	0.94552	0.33216
	0.06772	0.12291	0.17291		0.51670	0.80050	0.33191
	0.06083	0.11519	0.15034		0.49989	0.75888	0.29979
	0.05821	0.11066	0.14765		0.49588	0.68140	0.28148
	0.05698	0.10482	0.13794		0.42702	0.66743	0.21340
	0.05681	0.10246	0.13541		0.42135	0.61694	0.20818
	0.05628	0.09425	0.13185		0.42122	0.58786	0.20547
	0.05375	0.09198	0.12923		0.33603	0.56738	0.19777
	0.04718	0.08447	0.12817		0.32648	0.54018	0.19669
	0.04667	0.08238	0.12786		0.31749	0.50016	0.18214
	0.04618	0.08097	0.12123		0.28500	0.43941	0.17624
	0.04229	0.07836	0.11646		0.27611	0.42822	0.16349
Mu	0.061	0.107	0.168	Mu	0.533	0.827	0.289
Sigma	0.01519	0.02231	0.06223	Sigma	0.29706	0.49177	0.13371
V max	0.095	0.154	0.322	V max	1.421	2.355	0.653
V per	0.000	0.016	0.031	V per	0.105	0.167	0.055

Bijlage 2 Maatgevend spectrum treinpassage

PEUTZ

