



Trillingen in nieuwbouwwoningen Campenhoef Tilburg ten gevolge van railverkeer

*Onderzoek in het kader van een bestemmingsplan
wijziging*



Trillingen in nieuwbouwwoningen Campenhoef Tilburg ten gevolge van railverkeer

*Onderzoek in het kader van een bestemmingsplan
wijziging*

opdrachtgever	TBV Wonen
rapportnummer	HC 5891-1-RA-001
datum	12 maart 2018
referentie	DVI/RN/JMa/HC 5891-1-RA-001
verantwoordelijke	D.M. Vlieger
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

1	Inleiding en samenvatting	4
2	Uitgangspunten	5
2.1	Situering	5
2.2	Streefwaarden trillingniveaus	5
3	Metingen en berekeningen	7
3.1	Meetmethode en meetinstrumenten	7
3.2	Meetposities	7
3.3	Resultaten van metingen en berekeningen	8
3.4	Beoordeling	8
4	Trillingniveaus in gebouwen	10
4.1	Algemeen	10
4.2	Overdrachtsberekeningen	10
4.3	Uitgangspunten	10
4.4	Rekenresultaten	11
5	Conclusie	14

1 Inleiding en samenvatting

In opdracht van TBV Wonen is een onderzoek uitgevoerd naar de optredende trillingniveaus ten gevolge van railverkeer bij een geprojecteerde woningbouwlocatie aan de Kronenbergstraat te Tilburg. Op de locatie wordt plan Campenhoef gerealiseerd. In figuur 2.1 is de ligging van het terrein ten opzichte van de omgeving weergegeven.

De geprojecteerde woningbouwlocatie is gelegen ten noorden van de spoorlijn Breda – Tilburg. De afstand van de buitenste spoorstaaf tot de te realiseren bebouwingslijn bedraagt circa 40 meter. Op het spoortraject rijden zowel reizigers- als goederentreinen. De afstand is zodanig dat trillinghinder niet op voorhand uitgesloten is. Derhalve is voorliggend onderzoek uitgevoerd.

Doel van het onderzoek is om de toekomstig optredende trillingniveaus ten gevolge van treinpassages te voorspellen in de woningen. Metingen zijn verricht op maaiveld, waarna middels modellering de overdracht is bepaald naar de te verwachten trillingniveaus in de geprojecteerde woningen. De trillingniveaus worden getoetst aan de grenswaarden voor nieuwe situaties uit de Richtlijn B “Hinder voor personen in gebouwen door trillingen, Meet- en beoordelingsrichtlijn” van de Stichting Bouwresearch (SBR Richtlijn B). Deze richtlijn vormt ook volgens bestendige jurisprudentie het toetsingskader.

Uit de resultaten van het onderzoek volgt dat zowel in de horizontale als verticale richting voldaan kan worden aan de grenswaarden uit de SBR Richtlijn B.

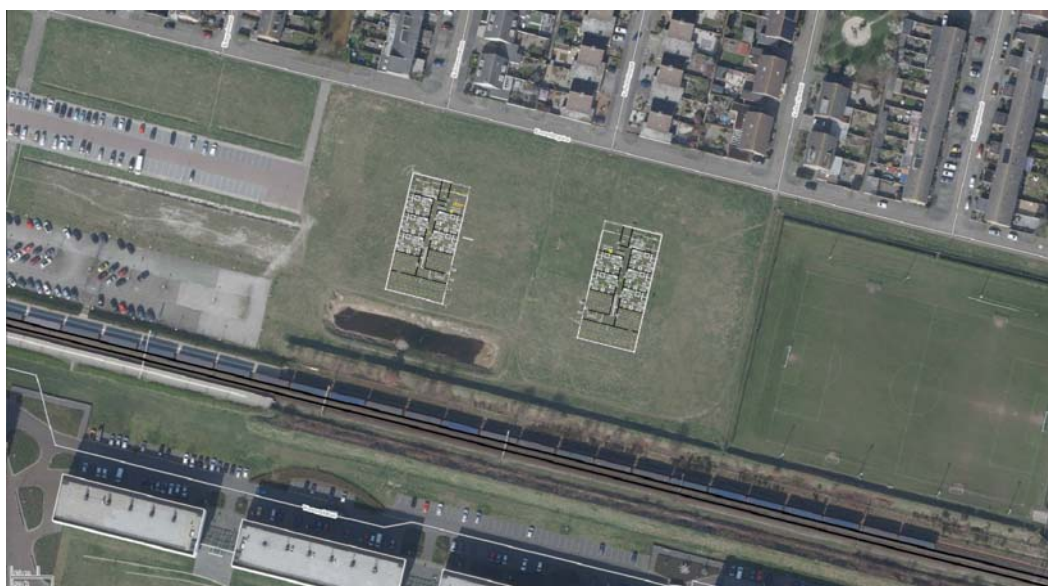
2 Uitgangspunten

2.1 Situering

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

De geprojecteerde woningbouwlocatie is gelegen langs een deel van railtraject Breda – Tilburg. Ter plaatse is sprake van 2 sporen. Het station Tilburg Reeshof is gelegen op circa 200 meter afstand van de woningbouwlocatie. Ter plaatse van de geprojecteerde woningbouwlocatie liggen de sporen achter een talud. De geprojecteerde woningen liggen op circa 40 meter van het dichtstbijzijnde spoor en circa 20 meter van het talud.

f2.1 Ligging geprojecteerde woningbouwlocatie aan de Kronenbergstraat te Tilburg



2.2 Streefwaarden trillingniveaus

De trillingniveaus 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 gegeven streefwaarden gehanteerd.

De streefwaarden hebben betrekking op voelbare trillingen tot 100 Hz. Boven 100 Hz zijn trillingen door de mens in het algemeen niet meer voelbaar.

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.

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 worden in bestaande situaties de streefwaarden uit tabel 2.1 (significant) overschreden. In het RIVM rapport worden geen concrete streef- of grenswaarden voorgesteld.

Bij het voldoen aan de streefwaarden uit SBR Richtlijn B is er in het algemeen sprake van een acceptabele situatie, ondanks dat trillingniveaus groter dan 0,1 (zeer) licht voelbaar kunnen zijn.

3 Metingen en berekeningen

3.1 Meetmethode en meetinstrumenten

De trillingmetingen zijn uitgevoerd conform de SBR Richtlijn B.

De trillingmetingen zijn uitgevoerd met behulp van trillingrecorders, fabricaat SYSCOM, type MR3000C met geïntegreerde xyz-opnemers. De trillingopnemer is een tri-axiale snelheidssensor en heeft een frequentiebereik van 1 tot 315 Hz.

De metingen zijn geanalyseerd met behulp van het analyse programma VIEW2002 versie 3.1 door Ziegler Consultants.

3.2 Meetposities

In figuur 3.1 zijn de locaties van de meetposities weergegeven. Er is gemeten op drie posities op het terrein van de geprojecteerde bouwlocatie. Posities 1 en 2 zijn gelegen net binnen de bouwgrens op circa 40 meter van het dichtstbijzijnde treinspoor 1. Meetpositie 3 is gelegen op circa 60 meter van het dichtstbijzijnde spoor.

f3.1 Meetposities op de geprojecteerde bouwlocatie



3.3 Resultaten van metingen en berekeningen

De trillingmetingen zijn verricht op woensdag 17 januari 2018 tussen circa 07.00 uur en 15.30 uur. In deze periode vonden 15 passages van goederentreinen en circa 120 passages van reizigerstreinen (doorgaande en stoptreinen) plaats.

De resultaten van de trillingmetingen zijn voor een aantal maatgevende passages in bijlage 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 horizontale richtingen 'x' en 'y' en de verticale richting 'z'.

Per positie zijn de maximale waarden van $v_{\text{eff,max}}$ van alle passages voor goederentreinen en reizigerstreinen (doorgaande en stoptreinen) 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. De maatgevende treinp passages betreffen zowel goederentreinen als reizigerstreinen.

Voor de verschillende meetposities zijn de 15 maatgevende trillingen gegeven voor iedere positie en trillingsrichting. Dit zijn niet noodzakelijk dezelfde treinp passages voor iedere richting en meetpositie.

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.

t3.1 De berekende parameters voor de verschillende meetposities en richtingen

Parameter	Positie 1			Positie 2			Positie 3		
	x	y	z	x	y	z	x	y	z
μ	0,25	0,28	0,125	0,22	0,22	0,09	0,24	0,21	0,09
σ	0,03	0,03	0,02	0,10	0,11	0,02	0,06	0,06	0,02
V_{max}	0,32	0,34	0,17	0,50	0,51	0,14	0,39	0,35	0,14
V_{per}	0,06	0,06	0,02	0,05	0,04	0,01	0,04	0,04	0,01

3.4 Beoordeling

Uit de resultaten blijkt dat op de meetposities op maaiveld thans niet wordt voldaan aan de streefwaarden uit SBR Richtlijn B voor de gebouwfunctie wonen in een nieuwe situatie bij herhaald voorkomende trillingen gedurende lange tijd. Uiteraard zijn dit posities op maaiveldniveau terwijl de streefwaarden uit de SBR van toepassing zijn op trillingniveaus in gebouwen.



Om de trillingsniveaus in de geprojecteerde woningen te kunnen bepalen dient de overdacht van maaiveld naar het gebouw bekend te zijn of ten minste voorspeld te worden. De te verwachten overdracht van bodem naar gebouwfundering en van fundering naar de vloeren binnen het gebouw is nader uitgewerkt in hoofdstuk 4.

4 Trillingniveaus in gebouwen

4.1 Algemeen

Om op de verdiepingsvloeren van de woningen te kunnen voldoen aan de streefwaarden uit de SBR Richtlijn B dienen de op het maaiveld gemeten trillingniveaus te worden gereduceerd in de overdrachtsweg van bodem naar de verdiepingsvloeren en dient daarnaast opslinging vanwege de vloeren zelf te worden voorkomen. De nachtperiode is maatgevend voor de beoordeling. In principe dient de parameter V_{per} dus ten hoogste 0,05 te bedragen en de parameter V_{max} ten hoogste 0,2.

4.2 Overdrachtsberekeningen

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 te ontwikkelen in gebouwen 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 programma rekent per 'kolom' de overdracht door. Onder een kolom wordt verstaan een rechthoekige stapeling van woningen met één breedte. Dit betekent dat bij meerdere kolommen (dus meer woningen op één woonlaag) en/of afwijkende vormen, hetgeen hier het geval is, het programma conservatief rekent, zeker in de horizontale richtingen, omdat in horizontale richtingen het gebouw in werkelijkheid stijver is dan volgens het model.

Het rekenmodel is een vereenvoudigde weergave van de werkelijkheid. Bij kritische situaties wordt geadviseerd om een gedetailleerd onderzoek uit te voeren met gebruikmaking van een Eindige Elementen Model (EEM).

4.3 Uitgangspunten

De uitgangspunten voor de bodemparameters zijn ontleend aan het grondonderzoek uitgevoerd door Lankelma Geotechniek Zuid B.V. (rapport 1702610 RG van 24 oktober 2017). Voor de gebouwconfiguratie is gebruik gemaakt van standaard bouwmogelijkheden voor het type gebouw. Als er een verdere invulling van het te realiseren gebouw beschikbaar is kan de opslinging nauwkeuriger berekend worden.

1 Tegenwoordig SBRCURnet.

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

Variaties in massa van de bodem (de massa van zand kan variëren van 1600 kg/m^3 tot 2400 kg/m^3) of de glijdingsmodulus van de grond hebben bij de bepalende frequenties slechts een geringe invloed.

f4.1 Invoerparameters voor het gebouw- en bodemmodel

Instellingen

Uit bestand laden | Afdrukken | Alles leegmaken

Bodemgegevens:

Vol massa op PP-niveau (roPaal): 2000 kg/m³
 Glijmodulus op PP-niveau (GPaal): 8e+008
 Poisson ratio op PP-niveau (nuPaal): 0.3
 Vol massa op fund-niveau (roFund): 2000 kg/m³
 Glijmodulus op fund-niveau (GFund): 8e+008
 Poisson ratio op fund-niveau (nuFund): 0.3

Heipaalgegevens:

Volumieke massa (roPaal): 2400 kg/m³
 Diameter (DiaPaal): 0.4 m
 Lengte (LPaal): 20 m
 E-Modulus (EPaal): 3e+010 N/m²
 Dempingsratio (ksiPaal): 0.02
 Viskeuze demping (alphaPaal): 1.5
 Aantal (NumPaal): 4

Gebouwgegevens:

V. massa fundering (roFund): 2400 kg/m³
 Volumieke massa Wand (roWand): 2400 kg/m³
 Breedte fundering (BFund): 1 m
 Lengte fundering (LFund): 12 m
 Hoogte fundering (HFund): 1 m
 Hoogte gebouw (H): 12 m
 Diepte gebouw (D): 40 m
 Aantal bouwlagen (Nbouwlagen): 4
 Breedte wand (BWand): 12 m
 Dikte wand (DWand): 0.23 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): 0.02
☐ Hysteresis demping Wand (hysWand): 0.02

Vloergegevens:

Vloerdikte (DVloer): 0.3 m
 Breedte vloer (BVloer): 12 m
 Overspanning vloer (LVloer): 7 m
 E-modulus vloer (EVloer): 3e+010 N/m²
 Oppervlaktmassa vloer (oppvVloer): 720 kg/m²
 Viskeuze demping Vloer (alphaVloer): 1.5
 Dempingsratio Vloer (ksiVloer): 0.02

Algemeen:

Gebouw 2

Elementen ter onderverdeling Paal: 66
 Elementen ter onderverdeling kolom: 40

Gebouw ID: Naar bestand opslaan

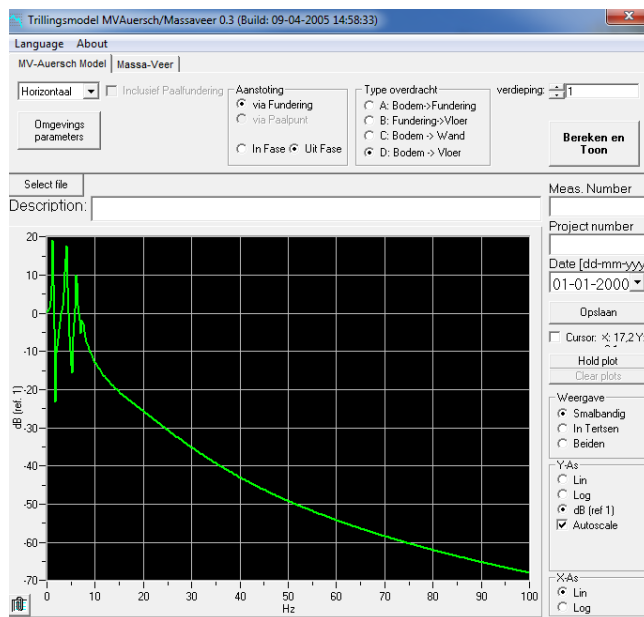
OK

4.4 Rekenresultaten

In figuur 4.2 is de berekende overdracht gegeven voor de horizontale richting van de bodem naar verdiepingsvloer. Dit figuur betreft de overdracht naar de eerste verdiepingsvloer. Naar hogere verdiepingen ontstaat een vergelijkbaar beeld, waarbij er evenwel meer demping optreedt met name bij de hogere frequenties.

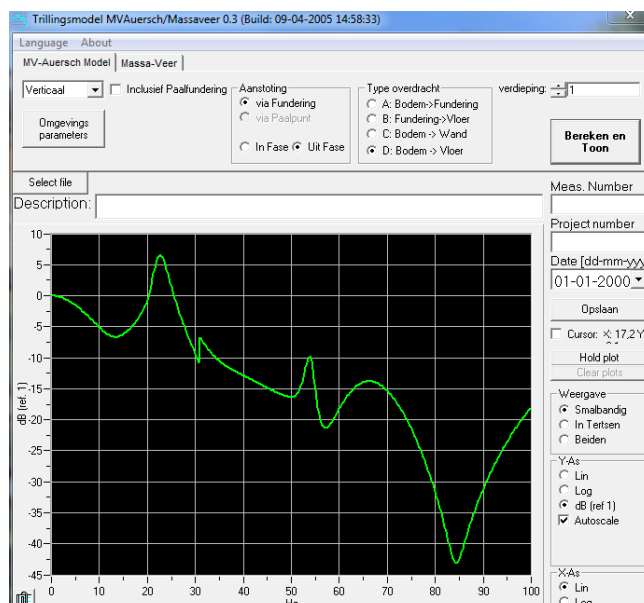
In bijlage 2 is een frequentie spectrum gegeven van een maatgevende treinpassage. Bij de bepalende frequenties in de horizontale richting (circa 15 en 28 Hz) vindt een demping door de gebouwoverdracht plaats van minimaal circa 20 dB (ongeveer een factor 10). Hiermee zijn de horizontale trillingen op de vloer zodanig gering dat deze niet voelbaar zijn ($V_{\max} < 0,1$). Voor horizontale trillingen wordt dus ruimschoots voldaan aan de streefwaarden.

f4.2 Overdracht bodem-verdiepingsvloer, horizontaal



In figuur 4.3 is de berekende overdracht gegeven voor de verticale richting van de bodem naar verdiepingsvloer. Deze figuur betreft de overdracht naar de eerste verdiepingsvloer. Naar hogere verdiepingen ontstaat een vergelijkbaar beeld, waarbij er evenwel meer demping optreedt met name bij de hogere frequenties.

f4.3 Overdracht bodem-verdiepingsvloer (1ste); verticaal





Bij de bepalende frequenties in de verticale richting (circa 8 tot 15 Hz) vindt een demping door de gebouwoverdracht plaats van minimaal circa 5 dB (ongeveer een factor 1,5). Hiermee zijn de verticale trillingen op de vloer zodanig gering dat deze waarschijnlijk niet voelbaar zijn ($V_{\max} \leq 0,1$). Er wordt echter sowieso ruimschoots voldaan aan de streefwaarden van A_2 en A_3 .

5 Conclusie

Horizontale trillingen op de maatgevende verdiepingsvloer zullen door de overdracht van de bodem naar de vloer uitdempen tot onder de voelbaarheidsgrens. Hiermee wordt voldaan aan de streefwaarden voor A_1 . Trillingen in de verticale richting zullen niet per definitie uitdempen tot onder de voelbaarheidsgrens. Hiermee wordt niet automatisch voldaan aan de streefwaarden van A_1 . Er wordt echter wel ruimschoots voldaan aan de streefwaarden van A_2 en A_3 .

Uitgaande van ten minste standaard diktes betreffende de funderings-, wand- en vloeropbouw wordt er voldaan aan de SBR Richtlijn B. De berekende trillingniveaus zijn daarbij indicatieve waarden, doch als worst-case te beschouwen. Ten einde de te verwachten trillingniveaus nauwkeuriger te bepalen behoort het opstellen van een Eindige Elementen model tot de mogelijkheden. Dit wordt echter niet noodzakelijk geacht.

Zoetermeer,

Dit rapport bevat 14 pagina's en 2 bijlagen.



Bijlage 1 Berekeningen



Positie 1

Tijd	V	Type trein	Tijd	V	Type trein	Tijd	V	Type trein
17-01-2018 10:11:52	0,33017	IC	17-01-2018 08:41:52	0,326992	IC	17-01-2018 10:22:52	0,203072	IC
17-01-2018 07:41:52	0,285773	IC	17-01-2018 12:45:52	0,314667	IC	17-01-2018 08:22:22	0,131333	IC
17-01-2018 11:41:52	0,280111	IC	17-01-2018 13:11:52	0,313796	IC	17-01-2018 12:11:52	0,130461	IC
17-01-2018 08:16:52	0,277882	IC	17-01-2018 11:11:22	0,308233	IC	17-01-2018 12:45:52	0,129958	IC
17-01-2018 11:11:22	0,2771	IC	17-01-2018 12:11:52	0,303867	IC	17-01-2018 08:12:52	0,126875	IC
17-01-2018 10:02:52	0,272082	IC	17-01-2018 10:41:52	0,303454	IC	17-01-2018 07:19:22	0,125165	IC
17-01-2018 09:41:52	0,236071	IC	17-01-2018 08:16:52	0,297905	IC	17-01-2018 08:41:52	0,123944	IC
17-01-2018 09:01:22	0,235066	IC	17-01-2018 11:41:22	0,291995	IC	17-01-2018 08:16:52	0,122672	IC
17-01-2018 08:41:52	0,234096	IC	17-01-2018 09:11:52	0,289898	IC	17-01-2018 07:11:52	0,120118	IC
17-01-2018 12:45:52	0,227947	IC	17-01-2018 13:41:22	0,262678	IC	17-01-2018 11:41:22	0,115397	IC
17-01-2018 10:22:52	0,227808	GOED	17-01-2018 15:11:22	0,260146	IC	17-01-2018 07:12:22	0,113414	IC
17-01-2018 11:16:52	0,226742	IC	17-01-2018 07:11:52	0,253929	IC	17-01-2018 11:11:22	0,111052	IC
17-01-2018 10:31:52	0,224035	IC	17-01-2018 10:02:52	0,251026	IC	17-01-2018 11:41:52	0,109213	IC
17-01-2018 09:11:52	0,223527	IC	17-01-2018 09:41:52	0,239667	IC	17-01-2018 10:41:52	0,108397	IC
17-01-2018 08:32:52	0,220426	IC	17-01-2018 07:16:52	0,225357	IC	17-01-2018 08:17:22	0,108031	IC
Mu X	0,251922		Mu Y	0,282907		Mu Z	0,125273	
Sigma X	0,032729		Sigma Y	0,031317		Sigma Z	0,023078	
Veff X	0,316644		Veff Y	0,343761		Veff Z	0,173249	
Vper X	0,059997		Vper Y	0,05717		Vper Z	0,019883	

Positie 2

Tijd	V	Type trein	Tijd	V	Type trein	Tijd	V	Type trein
17-01-2018 07:18:08	0,493304	IC	17-01-2018 09:52:38	0,434967	GOED	17-01-2018 10:23:08	0,158148	GOED
17-01-2018 09:52:38	0,398668	GOED	17-01-2018 15:18:08	0,35934	GOED	17-01-2018 09:52:38	0,109196	GOED
17-01-2018 07:59:38	0,284877	GOED	17-01-2018 15:17:38	0,359265	Goed	17-01-2018 08:13:08	0,106958	GOED
17-01-2018 07:19:08	0,246207	GOED	17-01-2018 13:49:38	0,340824	GOED	17-01-2018 08:22:38	0,097102	GOED
17-01-2018 13:49:38	0,243923	GOED	17-01-2018 07:18:08	0,280623	IC	17-01-2018 08:17:08	0,092261	IC
17-01-2018 13:21:38	0,189851	GOED	17-01-2018 07:19:08	0,241514	GOED	17-01-2018 15:18:08	0,090464	GOED
17-01-2018 10:23:08	0,175363	GOED	17-01-2018 10:24:38	0,156343	GOED	17-01-2018 07:19:38	0,08977	GOED
17-01-2018 15:18:08	0,167761	GOED	17-01-2018 10:22:38	0,152048	GOED	17-01-2018 08:23:38	0,0838	GOED
17-01-2018 13:11:38	0,163384	IC	17-01-2018 13:21:08	0,146896	GOED	17-01-2018 13:49:38	0,082821	GOED
17-01-2018 08:17:08	0,161238	IC	17-01-2018 10:23:08	0,144964	GOED	17-01-2018 07:12:08	0,07942	IC
17-01-2018 14:15:08	0,160169	IC	17-01-2018 07:59:38	0,144908	GOED	17-01-2018 09:12:08	0,076181	IC
17-01-2018 10:48:38	0,157645	GOED	17-01-2018 14:15:08	0,141856	IC	17-01-2018 10:42:08	0,073091	IC
17-01-2018 08:42:08	0,157217	IC	17-01-2018 14:10:08	0,139443	GOED	17-01-2018 09:42:08	0,072242	IC
17-01-2018 10:54:38	0,156765	IC	17-01-2018 10:42:08	0,135926	IC	17-01-2018 14:10:08	0,070863	GOED
17-01-2018 13:12:08	0,156072	IC	17-01-2018 13:11:38	0,135699	IC	17-01-2018 10:48:38	0,070764	GOED
Mu X	0,2208296		Mu Y	0,220974		Mu Z	0,090205	
Sigma X	0,1013688		Sigma Y	0,105491		Sigma Z	0,022497	
Veff X	0,4953652		Veff Y	0,511964		Veff Z	0,139915	
Vper X	0,0473634		Vper Y	0,039732		Vper Z	0,009563	

Positie 3

Tijd	V	Type trein	Tijd	V	Type trein	Tijd	V	Type trein
17-01-2018 07:18:08	0,493304	IC	17-01-2018 09:52:38	0,434967	GOED	17-01-2018 10:23:08	0,158148	GOED
17-01-2018 09:52:38	0,398668	GOED	17-01-2018 15:18:08	0,35934	GOED	17-01-2018 09:52:38	0,109196	GOED
17-01-2018 07:59:38	0,284877	GOED	17-01-2018 15:17:38	0,359265	Goed	17-01-2018 08:13:08	0,106958	GOED
17-01-2018 07:19:08	0,246207	GOED	17-01-2018 13:49:38	0,340824	GOED	17-01-2018 08:22:38	0,097102	GOED
17-01-2018 13:49:38	0,243923	GOED	17-01-2018 07:18:08	0,280623	IC	17-01-2018 08:17:08	0,092261	IC
17-01-2018 13:21:38	0,189851	GOED	17-01-2018 07:19:08	0,241514	GOED	17-01-2018 15:18:08	0,090464	GOED
17-01-2018 10:23:08	0,175363	GOED	17-01-2018 10:24:38	0,156343	GOED	17-01-2018 07:19:38	0,08977	GOED
17-01-2018 15:18:08	0,167761	GOED	17-01-2018 10:22:38	0,152048	GOED	17-01-2018 08:23:38	0,0838	GOED
17-01-2018 13:11:38	0,163384	IC	17-01-2018 13:21:08	0,146896	GOED	17-01-2018 13:49:38	0,082821	GOED
17-01-2018 08:17:08	0,161238	IC	17-01-2018 10:23:08	0,144964	GOED	17-01-2018 07:12:08	0,07942	IC
17-01-2018 14:15:08	0,160169	IC	17-01-2018 07:59:38	0,144908	GOED	17-01-2018 09:12:08	0,076181	IC
17-01-2018 10:48:38	0,157645	GOED	17-01-2018 14:15:08	0,141856	IC	17-01-2018 10:42:08	0,073091	IC
17-01-2018 08:42:08	0,157217	IC	17-01-2018 14:10:08	0,139443	GOED	17-01-2018 09:42:08	0,072242	IC
17-01-2018 10:54:38	0,156765	IC	17-01-2018 10:42:08	0,135926	IC	17-01-2018 14:10:08	0,070863	GOED
17-01-2018 13:12:08	0,156072	IC	17-01-2018 13:11:38	0,135699	IC	17-01-2018 10:48:38	0,070764	GOED
Mu X	0,2208296		Mu Y	0,220974		Mu Z	0,090205	
Sigma X	0,1013688		Sigma Y	0,105491		Sigma Z	0,022497	
Veff X	0,4953652		Veff Y	0,511964		Veff Z	0,139915	
Vper X	0,0473634		Vper Y	0,039732		Vper Z	0,009563	

Bijlage 2 Spectrum treinpassage

PEUTZ

