



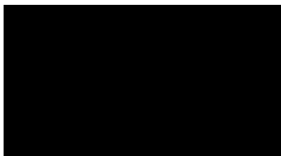
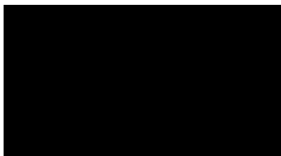
Trillingen ten gevolge van railverkeer

*Trillingonderzoek ten behoeve van het bestemmingsplan in
het kader van woningbouwontwikkelingen aan de Zanderij
Noord te Castricum*



Trillingen ten gevolge van railverkeer

Trillingonderzoek ten behoeve van het bestemmingsplan in het kader van woningbouwontwikkelingen aan de Zanderij Noord te Castricum

Opdrachtgever: Eelerwoude
Rapportnummer: O 17132-2-RA-001
Datum: 15 april 2024
Referentie: HH/THa/DvdH/O 17132-2-RA-001
Verantwoordelijke: 
Opsteller: 

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
2	Streefwaarden	5
2.1	Bestemmingsplan	5
2.2	Streefwaarden SBR-B	5
3	Metingen en berekeningen	7
3.1	Situatieschets	7
3.2	Meetmethode en meetinstrumenten	8
3.3	Meetresultaten	8
3.3.1	Bodemoverdracht	9
4	Beoordeling en conclusie	11

1 Inleiding

In opdracht van Eelerwoude B.V. is onderzoek uitgevoerd naar optredende trillingniveaus ten gevolge van railverkeer ter plaatse van de geprojecteerde woningbouwlocatie aan Zanderij Noord te Castricum. Voor de woningbouwontwikkeling is een ontwerpbestemmingsplan opgesteld.

Tegen het ontwerpbestemmingsplan is door ProRail een zienswijze ingediend aangezien het plangebied gelegen is in de nabijheid van het spoor. Omtrent het gebruik van het spoor is reeds overleg gevoerd met ProRail. Over dit traject rijden intercity's, sprinters en zeer sporadisch ook goederentreinen (maximaal 3 per maand, gemiddeld minder dan 1 per maand). De beoordeling van trillingen vanwege goederentreinen kan daardoor achterwege gelaten worden, tenzij de trillingen ontoelaatbaar hoog zouden zijn. Daarvan zal hier geen sprake zijn.

Ten behoeve van een goede ruimtelijke ordening in het kader van het bestemmingsplan dient onderzoek gedaan te worden of woningbouw en de tuinderij in beginsel, na verdere uitwerking, mogelijk is ten aanzien van het aspect trillingen. De geprojecteerde woningbouwlocatie is gelegen ten westen van spoortraject Castricum – Heiloo. De afstand van de buitenste spoorlijn tot de dichtst bijgelegen gevels van de te realiseren woningen bedraagt circa 45 tot 80 meter. Op deze afstand tot het spoor zijn voelbare trillingen in de te realiseren woningen niet op voorhand uit te sluiten.

Doel van het onderzoek is het meettechnisch vaststellen van de optredende trillingniveaus op maaiveld in horizontale (X, Y) en verticale (Z) richting ten gevolge van railverkeer en deze te toetsen aan de streefwaarden uit de SBR-B¹. Indien de trillingniveaus voldoen aan de streefwaarden uit deze richtlijn, is er in beginsel sprake van een acceptabel woon- en leefklimaat voor het aspect trillingen. Indien op maaiveld de trillingniveaus hoger zijn, zal nader onderzoek moeten plaatsvinden naar het dempend vermogen van de fundatie van de woningen. Daarnaast zal moeten worden nagegaan dat er geen opslingering (resonantie) plaatsvindt door aanstoting van eigenfrequenties van vloeren.

Het uitgevoerde onderzoek is in overeenstemming met de Handreiking Nieuwbouw en Spoortrillingen van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat.

¹ Richtlijn B "Hinder voor personen in gebouwen door trillingen, Meet- en beoordelingsrichtlijn" uit augustus 2002 van de Stichting BouwResearch.

2 Streefwaarden

2.1 Bestemmingsplan

Het ontwerpbestemmingsplan waar een zienswijze door ProRail op is ingediend is 'Zanderij Noord' vastgesteld op 6 december 2023. Voor het ontwerpbestemmingsplan zijn geen trillingmetingen verricht en zijn vooralsnog geen regels opgenomen met betrekking tot trillingen vanwege het spoor.

2.2 Streefwaarden SBR-B

De trillingniveaus vanwege het railverkeer in woningen worden getoetst aan de streefwaarden uit de Richtlijn SBR-B.

De streefwaarden hebben betrekking op voelbare trillingen tot 100 Hz. Boven de 100 Hz zijn trillingen door de mens over het algemeen niet meer voelbaar. Bij de bepaling van de beoordelingsgrootheden worden de trillingniveaus gewogen, waarbij rekening wordt gehouden met de trillinggevoeligheid voor verschillende frequenties door mensen. Door deze frequentieweging ontstaat een dimensieloze eenheid. Conform de Richtlijn SBR-B worden voor woningen in nieuwe situaties, waarbij sprake is van herhaald voorkomende trillingen gedurende lange tijd (waarvan bij trillingen veroorzaakt door spoorwegen sprake is), de in tabel 2.1 gegeven streefwaarden voor wonen gehanteerd.

t 2.1 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

* Streefwaarden voor bestaande situaties zijn een factor 2 hoger.

Omdat treinpassages zowel in de dag-, avond- als nachtperiode plaatsvinden zijn voor woningen veelal de streefwaarden voor de nachtperiode maatgevend voor de beoordeling.

In voorliggend onderzoek is tevens gemeten in een bouwvlak dat beoogd is voor de tuinderij. Hiervoor zijn de streefwaarden voor de gebouwfunctie bijeenkomst in nieuwe situaties gehanteerd. Conform de Richtlijn SBR-B worden voor bijeenkomstruimten in nieuwe situaties, waarbij sprake is van herhaald voorkomende trillingen gedurende lange tijd (waarvan bij trillingen veroorzaakt door spoorwegen sprake is), de in tabel 2.1 gegeven streefwaarden gehanteerd.

t 2.2 Overzicht streefwaarden* conform de Richtlijn SBR-B voor de gebouwfunctie bijeenkomst in een nieuwe situatie bij herhaald voorkomende trillingen gedurende lange tijd

Periode	A ₁	A ₂	A ₃
Dagperiode (07.00 – 19.00 uur)	0,15	0,6	0,07
Avondperiode (19.00 – 23.00 uur)	0,15	0,6	0,07
Nachtperiode (23.00 – 07.00 uur)	0,15	0,6	0,07

* Streefwaarden voor bestaande situaties zijn een factor 2 hoger.

De optredende trillingniveaus voldoen aan de streefwaarden indien voldaan wordt aan één van onderstaande twee voorwaarden:

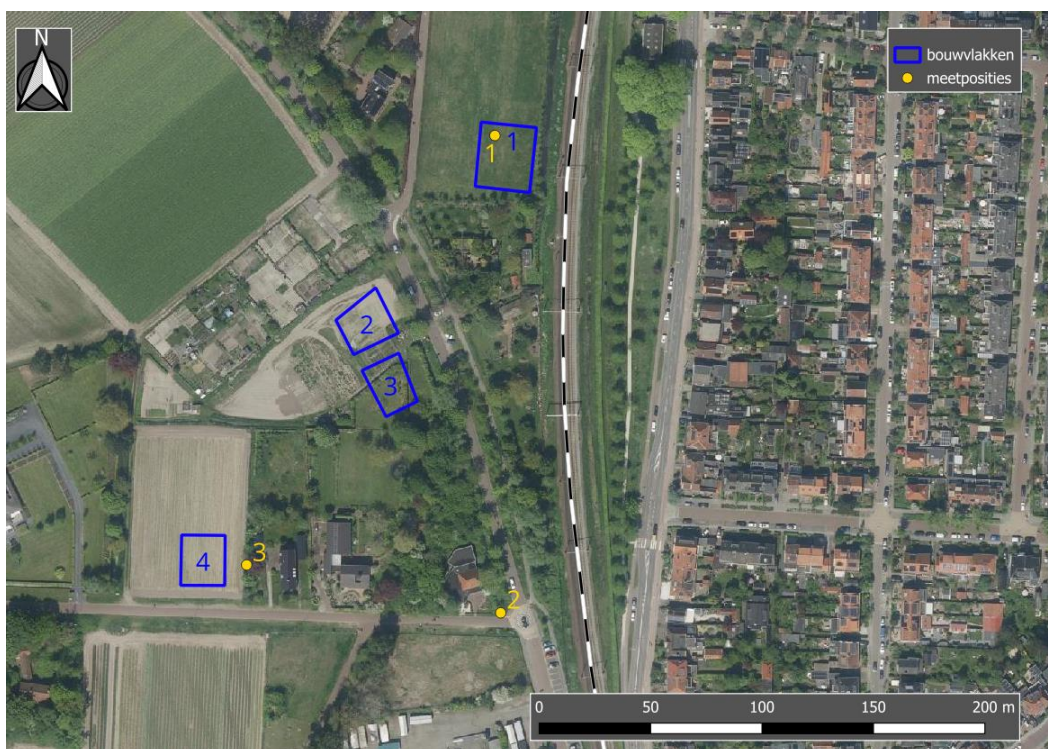
- de waarde van de maximale trillingsterkte in een ruimte ($V_{\max}$) is kleiner dan A_1 ;
- de waarde van de maximale trillingsterkte in een ruimte ($V_{\max}$) is kleiner dan A_2 waarbij de kwadratisch gemiddelde trillingsterkte over de beoordelingsperiode in deze ruimte (V_{per}) kleiner is dan A_3 .

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 aan A_3 wordt een groot aantal overschrijdingen van het voelbaarheids criterium (0,1) beperkt.

3 Metingen en berekeningen

3.1 Situatieschets

In figuur 3.1 zijn de beoogde bouwvlakken en de gehanteerde meetposities weergegeven. Op de meetposities zijn metingen verricht op woensdag 13 maart 2024 van 10:30 uur tot en met 14:00 uur. Gedurende deze periode hebben 32 treinpassages plaatsgevonden.



f 3.1 Bouwvlakken en meetposities nabij spoortraject Heiloo - Castricum

Op bouwvlak 1 wordt de genoemde tuinderij beoogd waarvoor meetpositie 1 is gehanteerd, gelegen op circa 45 meter afstand vanaf het spoor, waarop metingen zijn verricht.

Op bouwvlakken 2, 3 en 4 worden woningen beoogd. Om voor deze bouwvlakken een inschatting te maken van optredende trillingniveaus ten gevolge van railverkeer zijn metingen verricht om afname van trillingen door de bodem vast te stellen. Hiervoor zijn metingen verricht op meetpositie 2 (op circa 35 meter vanaf het spoor) en meetpositie 3 (gelegen op circa 150 meter afstand van het spoor).

Er zijn tevens twee bouwvlakken gelegen op grotere afstand. Deze zijn minder maatgevend en voldoen naar verwachting aan de streefwaarden als op de dichterbij gelegen bouwvlakken voldaan wordt.

Om de optredende trillingen ter plaatse van bouwvlakken 2 en 3 vast te kunnen stellen, is berekend wat de trillingniveaus op deze posities zullen zijn op basis van de gemeten trillingniveaus op de meetposities 2 en 3 en de daaruit af te leiden afname door de bodem. Dit is mogelijk, gezien het feit dat de bodemsamenstelling alsmede de karakteristieken van het spoor vergelijkbaar zijn voor alle meet- en beoordelingslocaties (bron: bodemdata.nl).

3.2 Meetmethode en meetinstrumenten

De trillingmetingen zijn uitgevoerd conform SBR-B en de Handreiking Nieuwbouw en Spoortrillingen. De trillingmetingen zijn uitgevoerd met behulp van een trillingrecorder, fabricaat SYSCOM, type MR3000C met geïntegreerde xyz-opnemer. De trillingopnemer is een triaxiale snelheidssensor en heeft een frequentiebereik van 1 tot 315 Hz. De metingen zijn geanalyseerd met behulp van het analyseprogramma OCTAVE, fabricaat Peutz.

De meetresultaten zijn verwerkt om zo te komen tot de maximale effectieve trillingsnelheid per 30 seconden ($V_{\text{eff,max},i}$). Hierbij wordt de gemeten trillingsnelheid frequentieafhankelijk gewogen volgens de weegfunctie die is opgenomen in de SBR-B. De weegfunctie is bedoeld om frequenties waarbij het menselijk waarnemingsvermogen is verminderd, ook minder in de beoordeling te betrekken. De dimensieloze effectieve waarde $v_{\text{eff,max},i}$ is per passage bepaald voor de horizontale richtingen 'x' en 'y' en de verticale richting 'z'.

De maximale trillingsterkte (V_{max}) is gelijk aan de hoogste waarde van $V_{\text{eff,max},i}$ als er voor de trillingbron gedurende minimaal een representatieve periode gemeten is, in het geval van rail- en wegverkeer is dit bij voorkeur een meetperiode van een week. Als dit niet het geval is, en er een kortere meetduur gehanteerd is, dan is de maximale trillingsterkte (V_{max}) gelijk aan $V_{\text{eff,max,stat}}$.

Naast de maximale trillingsnelheid (V_{max}) kan de trillingsterkte kwadratisch gemiddeld over de beoordelingsperioden (V_{per}) van belang zijn. Hiervoor worden conform de SBR-B uitsluitend trillingniveaus hoger dan 0,10 meegenomen.

3.3 Meetresultaten

De tien hoogst gemeten gewogen trillingniveaus ($V_{\text{eff,max},30,i}$) op meetpositie 1 zijn opgenomen in tabel t 3.1.

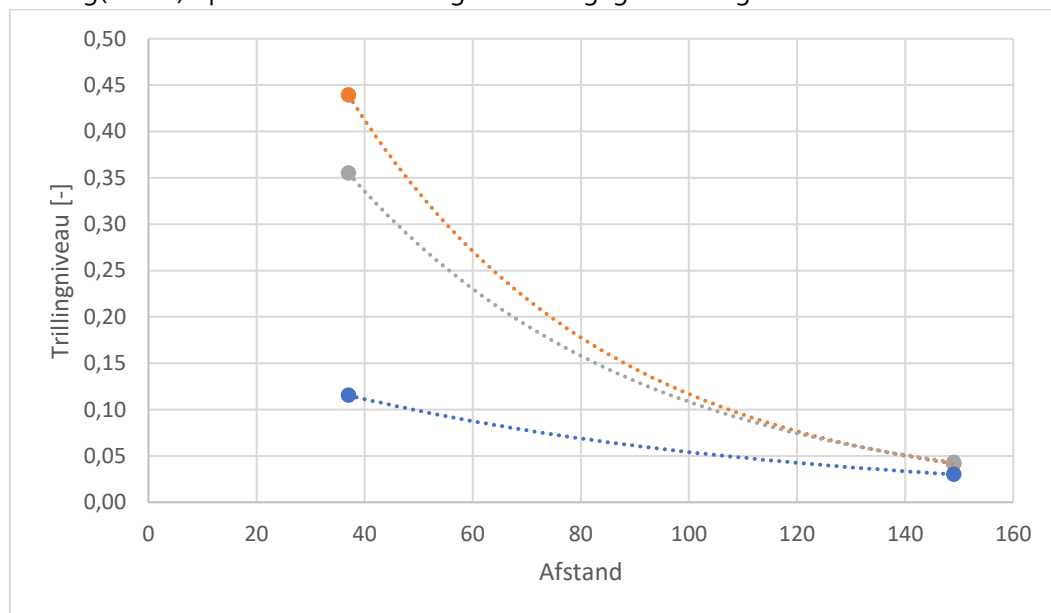
De gemeten trillingniveaus zijn tevens opgenomen in bijlage 1.

t 3.1 Gemeten trillingniveaus ($V_{\text{eff,max},30,i}$) bij het beoogde bouwvlak van de tuinderij

X	Y	Z
<0,10	0,21	0,11
<0,10	0,20	<0,10
<0,10	0,19	<0,10
<0,10	0,18	<0,10
<0,10	0,18	<0,10
<0,10	0,16	<0,10
<0,10	0,16	<0,10
<0,10	0,15	<0,10
<0,10	0,14	<0,10
<0,10	0,12	<0,10

3.3.1 Bodemoverdracht

Op basis van maatgevende gemeten trillingniveaus ($V_{\text{eff,max},30,i}$) op de meetposities 2 en 3 (zie bijlage 2) is de afname door de bodem richting woningen (bouwvlakken) locatie 2 en 3 vastgesteld. De bodemafname voor de x-richting (oranje), y-richting (grijs) en z-richting (blauw) op basis van de metingen is weergegeven in figuur f 3.2.



f 3.2 Bodemafname van trillingen tussen meetpositie 2 en 3

De gemeten relatief hoge trillingniveaus in de horizontale richtingen op meetpositie 2 is het gevolg van de horizontale aanstoting bij het veranderen van de rijrichting door de aangelegde (lichte) bocht van het spoor.

Per meetrichting is op basis van bovenstaande figuur een afnamefactor vastgesteld tussen meetpositie 2 en bouwvlakken 2 en 3. Deze factor is vervolgens toegepast op de tien hoogste trillingniveaus ($V_{\text{eff,max},30,i}$). De op basis van deze factor berekende tien

hoogste trillingniveaus ($V_{\text{eff,max},30,i}$) bij de bouwvlakken 2 en 3 zijn opgenomen in tabel t 3.2.

t 3.2 Berekende trillingniveaus ($V_{\text{eff,max},30,i}$) bij de bouwvlakken 2 en 3

X	Y	Z
0,43	0,33	0,12
0,40	0,33	0,07
0,33	0,32	0,06
0,31	0,31	0,05
0,30	0,24	0,05
0,28	0,21	0,05
0,26	0,21	0,05
0,24	0,20	0,04
0,23	0,19	0,04
0,22	0,19	0,04

De gemeten trillingniveaus op bouwvlak 4, gemeten op meetpositie 3, zijn voor alle passages in de drie meetrichtingen lager dan de voelbaarheidsgrens ($<0,1$), zie ook bijlage 3.

Het spectrum van een maatgevende treinpassage voor alle drie de meetposities zijn respectievelijk opgenomen in bijlagen 4 t/m 6.

4 Beoordeling en conclusie

Uit de metingen blijkt dat het maximaal optredende trillingniveau ($V_{\max}$) vanwege treinpassages in het ontwerpbestemmingsplan:

- bij de beoogde tuinderij in alle drie de richtingen voldoet aan streefwaarde A_2 van 0,6 voor nieuwe situaties, de streefwaarde A_1 wordt wel overschreden. Al hier voldoet V_{per} wel voldaan aan de grenswaarde A_3 ;
- bij de beoogde woningen in bouwvlakken 2 en 3:
 - in de verticale z-richting voldoet aan streefwaarde A_2 van 0,2 voor nieuwe situaties, de streefwaarde A_1 wordt wel overschreden. Alhier voldoet V_{per} wel voldaan aan de grenswaarde A_3 ;
 - in de horizontale x- en y-richting niet voldoet aan streefwaarde A_2 van 0,2 voor nieuwe situatie.
- bij de beoogde woningen in bouwvlak 4 voldoet aan streefwaarde A_1 van 0,1 voor nieuwe situaties;
- bij de beoogde woningen in de verder gelegen bouwvlakken wordt op basis van de meet- en rekenresultaten naar verwachting ook voldaan aan de streefwaarden.

In bovenstaande beoordeling is steeds uitgegaan van de strengste streefwaarden welke gelden voor de nachtperiode. Tevens geldt dat in de nachtperiode dezelfde trillingniveaus optreden als in de dagperiode.

De trillingniveaus bij bouwvlakken 2 en 3 voldoen aldus niet aan de streefwaarden voor nieuwe situaties. De dominante aanstootfrequenties in de horizontale x- en y-richtingen zijn relatief hoogfrequent (>25 Hz). In het algemeen leidt een voldoende zware en stijve fundering tot een demping van de trillingen op maaiveld, zodat voldaan kan worden aan de streefwaarden voor maximaal toelaatbare trillingniveaus. De demping is daarbij het sterkst in de hogere frequenties.

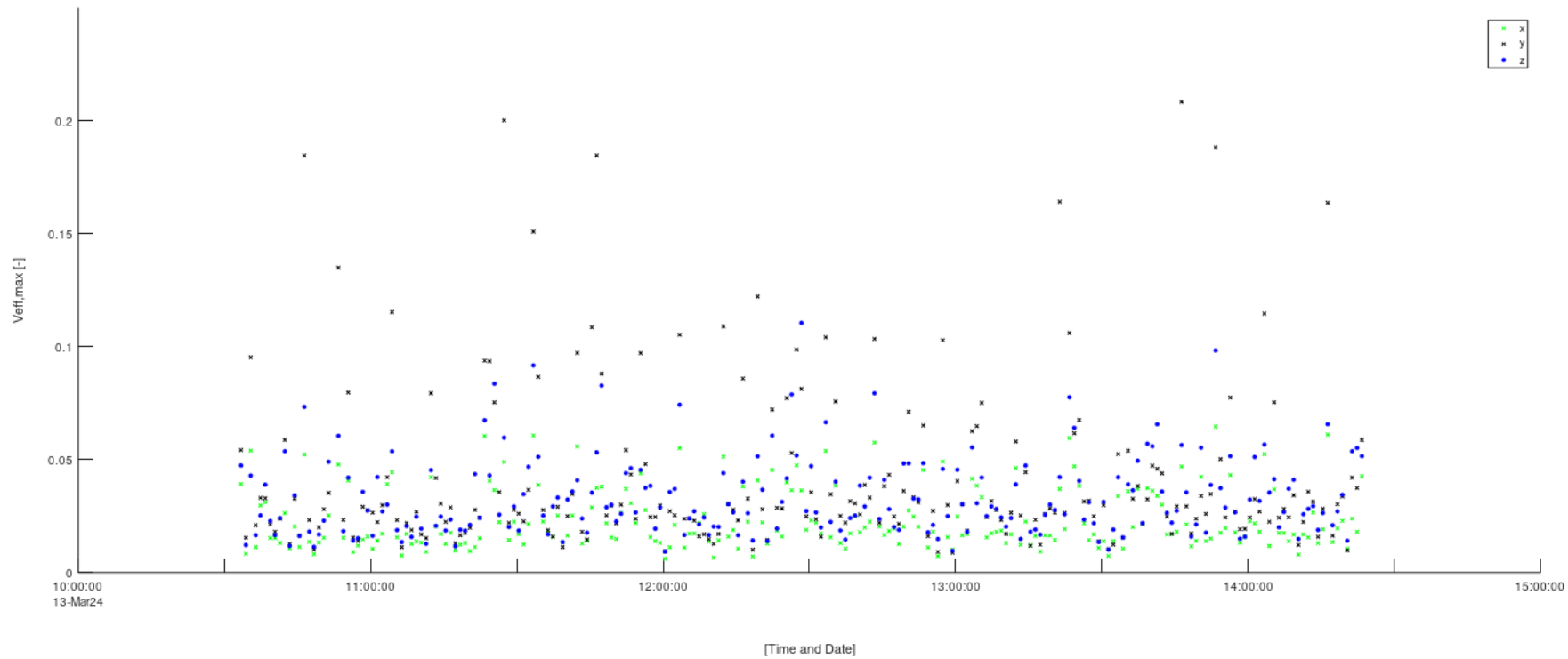
Het dempend vermogen van de constructie kan met een relatief simpele berekening worden vastgesteld zodat aangetoond kan worden dat de demping voldoende is voor de hoge aanstootfrequenties. Er moeten tevens worden nagegaan of de eigenfrequenties van vloeren niet samenvallen met de relevante aanstootfrequenties om resonantie (opslingering) te voorkomen

Dit rapport bevat 11 pagina's en 6 bijlagen.


Zoetermeer,

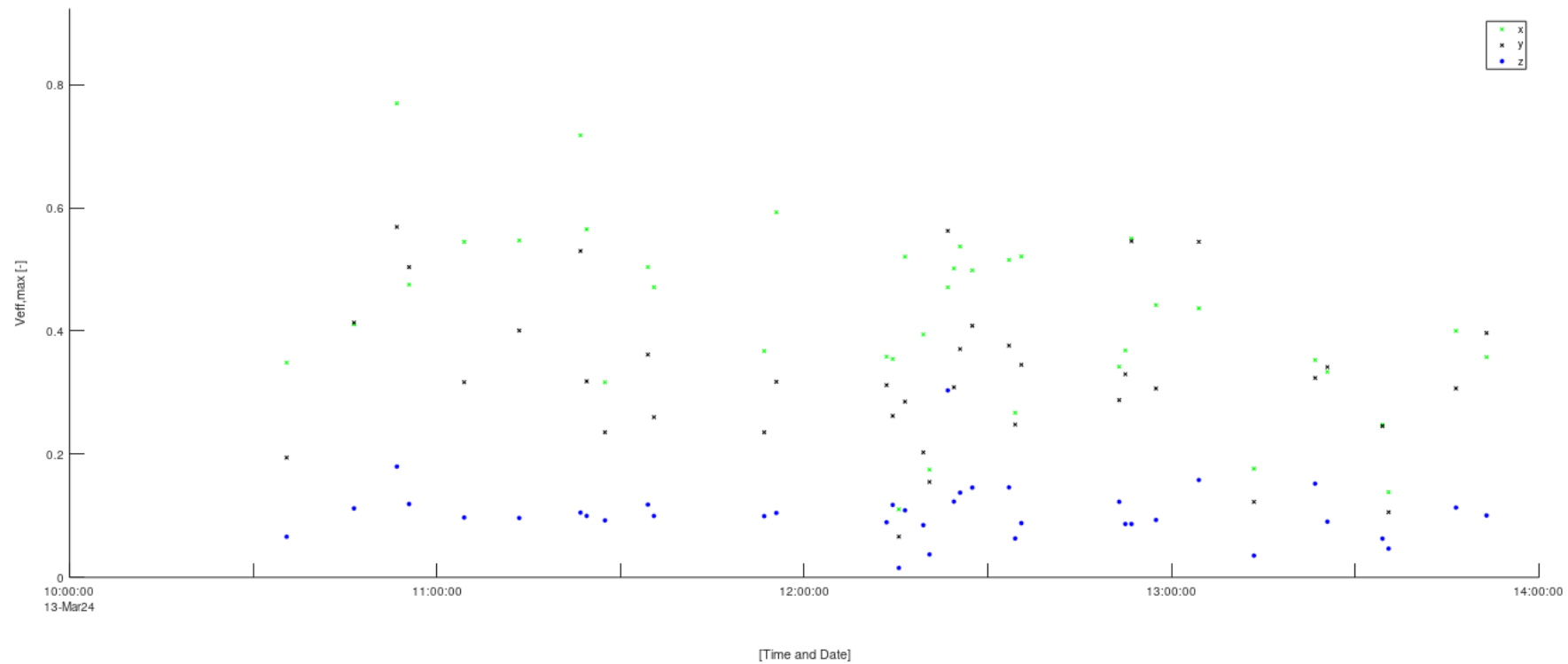
1 Trillingniveaus op meetpositie 1

PEUTZ



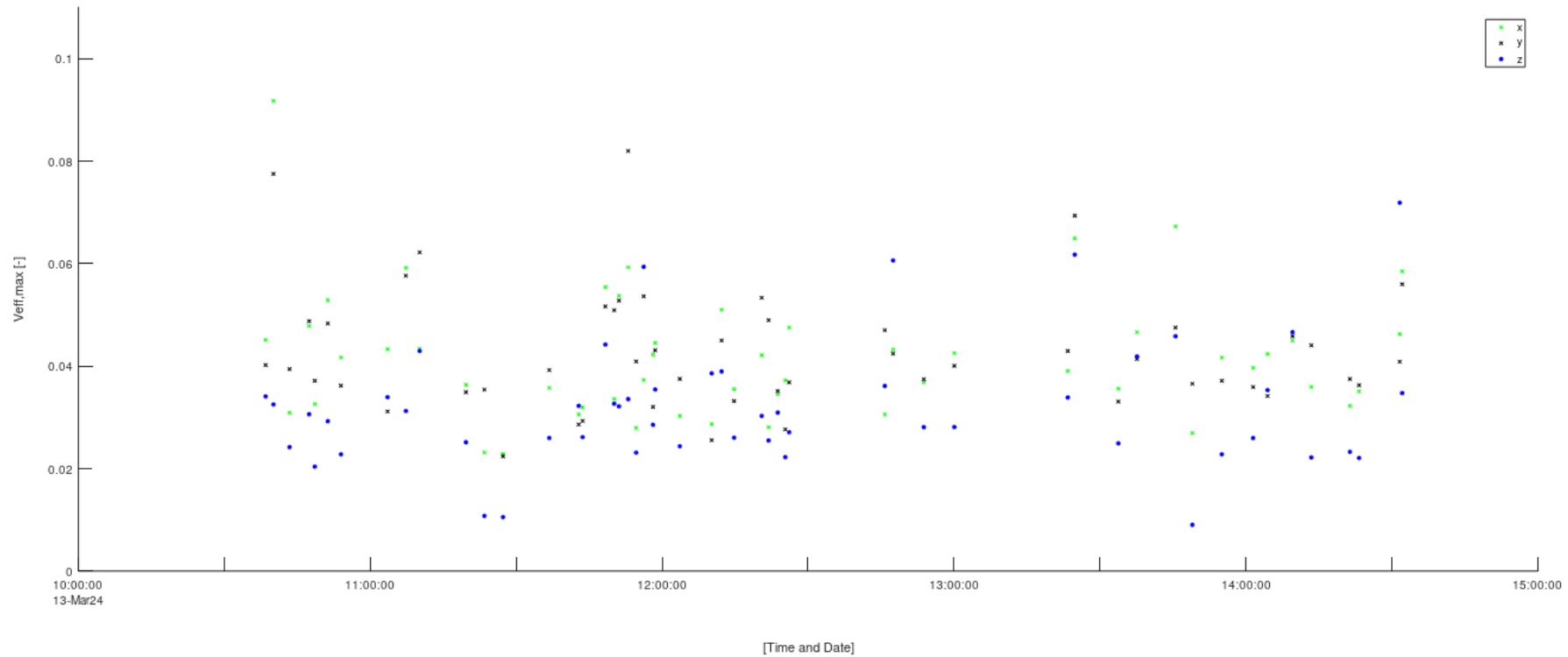
2 Trillingniveaus op meetpositie 2

PEUTZ



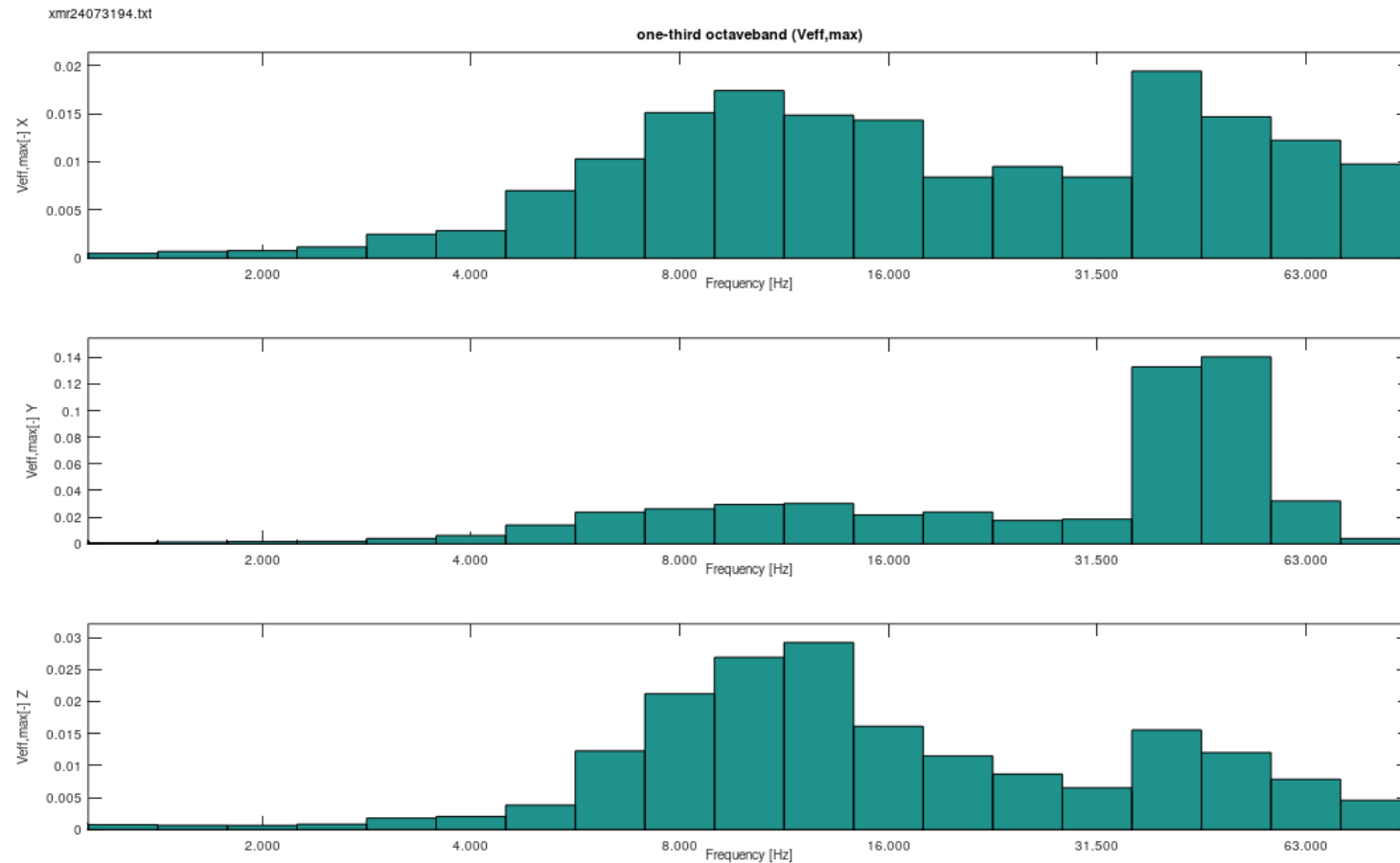
3 Trillingniveaus op meetpositie 3

PEUTZ



4 Maatgevend spectrum meetpositie 1

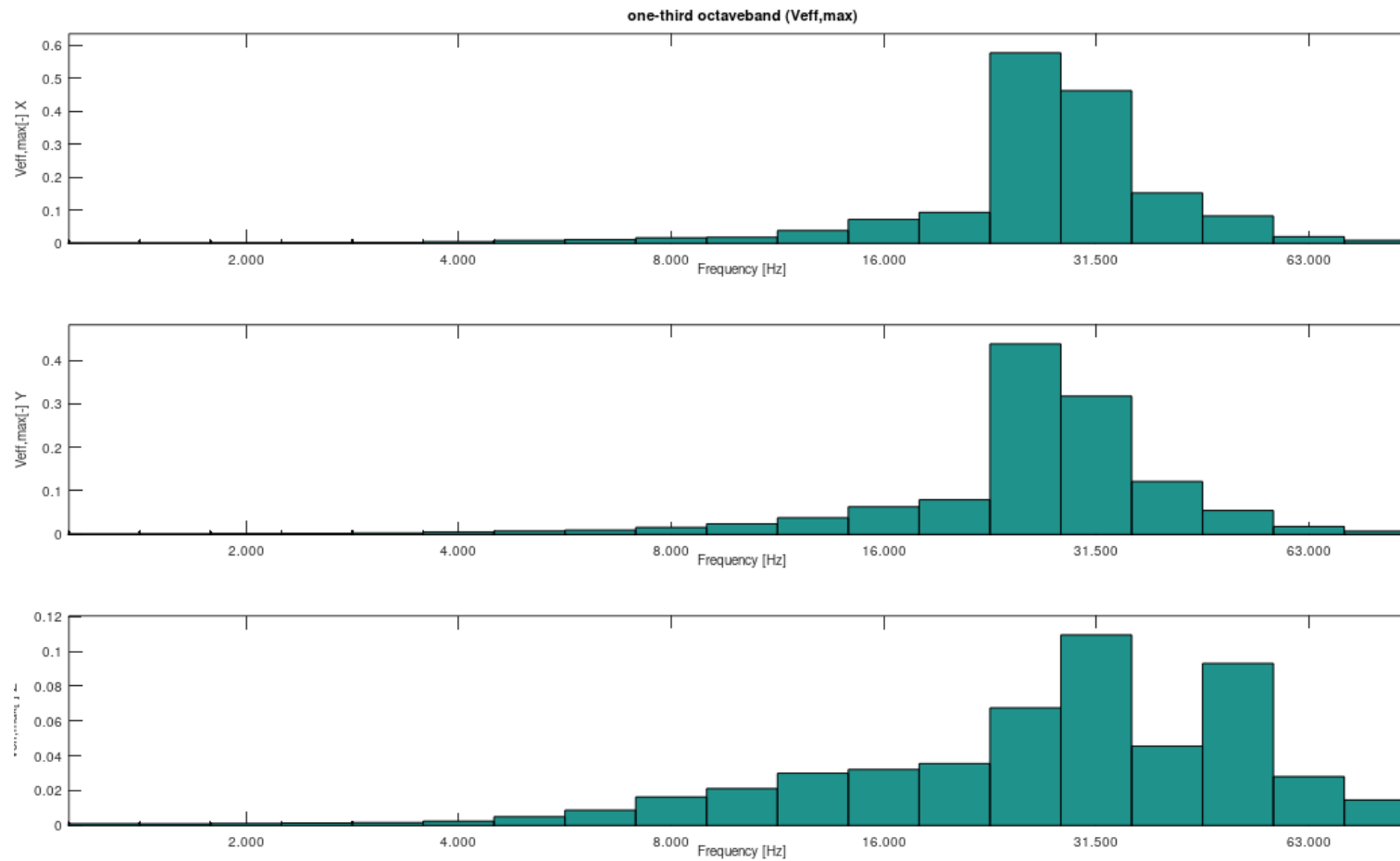
PEUTZ



5 Maatgevend spectrum meetpositie 2

PEUTZ

xmr24073153.txt



6 Maatgevend spectrum meetpositie 3

PEUTZ

