



Woningbouw aan de Zwolseweg te Deventer

Onderzoek naar trillingen ten gevolge van railverkeer



Woningbouw aan de Zwolseweg te Deventer

Onderzoek naar trillingen ten gevolge van railverkeer

opdrachtgever Rho adviseurs bv
rapportnummer O 16400-2-RA-001
datum 17 september 2021
referentie HH/THa/JMa/O 16400-2-RA-001
verantwoordelijke ir. J.A. Huizer
opsteller ing. T.J.D. Hallegraeff
+31 85 8228741
t.hallegraeff@peutz.nl

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	4
2	Uitgangspunten	5
2.1	Situatie	5
2.2	Streefwaarden trillingniveaus	6
3	Metingen en berekeningen	7
3.1	Meetmethode en meetinstrumenten	7
3.2	Resultaten van de metingen en berekeningen	7
4	Beoordeling	10
5	Conclusie	11

1 Inleiding

In opdracht van Rho adviseurs is een onderzoek uitgevoerd naar de optredende trillingniveaus ten gevolge van railverkeer bij de beoogde woningbouwlocatie aan de Zwolseweg 180 te Deventer.

De woningbouwlocatie is gelegen ten westen van het spoortraject Zwolle – Deventer. Op de spoorlijn rijden reizigerstreinen en zeer beperkt ook goederentreinen (opgave Prorail maximaal 3 à 4 keer per week). De afstand van de spoorlijn tot de te beoogde woningen bedraagt circa 25 meter. 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 ter plaatse van de beoogde woningbouwlocatie. De metingen zijn verricht op de eerste etage van de huidige bebouwing en op maaiveldhoogte ter plaatse van de parkeerplaats achter de huidige bebouwing. 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.

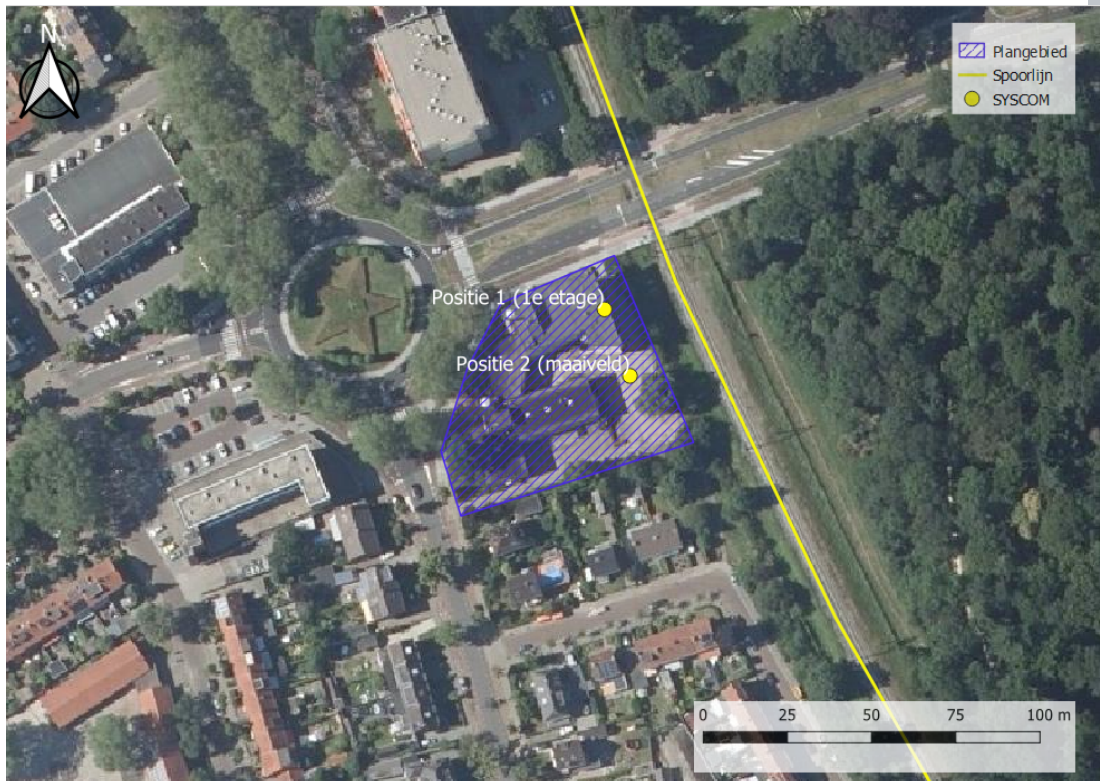
De metingen in het bestaande gebouw, thans in gebruik als schoolgebouw, zijn mede bedoeld om inzicht te verschaffen in de potentie van een gebouw om trillingen te dempen. De demping kan dan ook worden toegepast voor het beoogde woongebouw.

2 Uitgangspunten

2.1 Situatie

De te realiseren woningen zijn gelegen langs een deel van het railtraject Zwolle – Deventer aan de Zwolseweg 180 te Deventer ten zuidwesten van de spoorwegovergang aan de Ceintuurbaan. De situering en meetposities zijn opgenomen in figuur 2.1. Er is sprake van één spoor. Het station Deventer ligt circa 1,5 kilometer ten zuidoosten vanaf de beoogde woningen. Op het traject rijden conform opgave van ProRail zeer beperkt goederentreinen (maximaal 3 à 4 per week).

f2.1 Het plangebied aan de Zwolseweg 180



2.2 Streefwaarden trillingniveaus

De trillingniveaus vanwege het railverkeer ter plaatse van de mogelijke 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 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.

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

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

3 Metingen en berekeningen

3.1 Meetmethode en meetinstrumenten

De trillingmetingen zijn tevens 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.

De trillingmetingen zijn verricht op twee posities. De eerste meetset is gepositioneerd in het midden van een ruimte op de eerste verdieping van het bestaande schoolgebouw. Op meetpositie 1 zijn de trillingmetingen gedurende één week verricht. De tweede meetset is gepositioneerd op maaiveldhoogte op de parkeerplaats achter het schoolgebouw. De locatie op maaiveld is gekozen op de bebouwingslijn van de beoogde woningbouw. Op meetpositie 2 zijn de trillingmetingen gedurende één dag verricht. De locaties van de meetsets zijn weergegeven in figuur 2.1. Beide meetposities zijn op circa 25 meter afstand van het spoor.

Door het meten op één positie gedurende een week en het op de andere positie meten van de trillingen (gedurende een kortere periode) kan de trillingoverdracht tussen beide posities bepaald worden, waarmee op de meetpositie waar minder lang gemeten is, de trillingniveaus over de langere periode eveneens bepaald kunnen worden.

Het bestaande gebouw, gebruikt als schoolgebouw, werd tijdens de meetperiode niet gebruikt vanwege de Corona-crisis. Versturende trillingen vanwege menselijke activiteiten in het gebouw waren daardoor niet aanwezig.

3.2 Resultaten van de metingen en berekeningen

De trillingmetingen op meetpositie 1 zijn verricht tussen woensdag 18 maart en dinsdag 24 maart 2020. De trillingmetingen op meetpositie 2 zijn verricht op woensdag 18 maart 2020 tussen circa 10:30 uur en 15:30 uur. Tijdens de meetdag op 18 maart vonden 20 passages van reizigerstreinen plaats. Er reden tijdens de bemande meetdag uitsluitend intercity treinen.

Binnen de meetperiode van een week zijn de trillingen ten gevolge van goederentreinen op positie 1 meegenomen.

De hoogste trillingniveaus gedurende de bemande meetdag worden veroorzaakt door de intercity treinen, waarbij de spreiding in trillingniveaus beperkt was; zie verder hoofdstuk 3.

In tabel 3.1 zijn de resultaten van de metingen opgenomen voor V_{max} . Deze is afgeleid uit de maximale effectieve trillingsnelheid $v_{eff,max}$. 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 $v_{eff,max}$ is per passage bepaald voor de horizontale richtingen 'x' (evenwijdig aan het spoor) en 'y' (loodrecht op het spoor) en de verticale richting 'z' (loodrecht op de bodem).

Per positie zijn de maximale waarden van $v_{eff,max}$ van alle passages bepaald. Hierbij is op de 15 hoogst gemeten waarden de statistische verwerking toegepast van paragraaf 9.6 van de SBR-B.

Deze berekening leidt tot $V_{max,r}$ zijnde het hoogst gemeten en statistisch bewerkte trillingniveau, zoals gegeven in tabel 3.1. Voor positie 1 gelden deze voor de dag-, avond- en nachtperiode. Voor positie 2 zijn de resultaten gegeven voor de dagperiode. Gezien de meetresultaten gedurende de avond- en nachtperiode op positie 1, blijkt dat in de avond- en nachtperiode geen hogere trillingniveaus optreden dan in de dagperiode, daarom gelden de gegeven trillingniveaus in tabel 3.1 ook voor de avond- en nachtperiode.

t3.1 V_{max} voor de verschillende meetposities

	Positie 1	Positie 2
V_{max} 'x' (dimensieloos)	<0,1	<0,1
V_{max} 'y' (dimensieloos)	<0,1	0,10
V_{max} 'z' (dimensieloos)	<0,1	0,13

Ook is per positie en per richting V_{per} uitgerekend. Dit is het kwadratisch gemiddelde trillingniveau over de etmaalperiode. Deze waarden zijn gegeven in tabel 3.2. Voor positie 1 gelden deze voor de dag-, avond- en nachtperiode. Voor positie 2 zijn de resultaten gegeven voor de dagperiode. Gezien de meetresultaten gedurende de avond- en nachtperiode op positie 1, blijkt dat in de avond- en nachtperiode geen hogere trillingniveaus optreden dan in de dagperiode, daarom zullen de waarden van V_{per} in de avond- en nachtperiode, ook vanwege de lagere intensiteit, niet hoger zijn dan in de dagperiode.

t3.2 V_{per} voor de verschillende meetposities

	Positie 1	Positie 2
V_{per} 'x' (dimensieloos)	0	0
V_{per} 'y' (dimensieloos)	0	0,004
V_{per} 'z' (dimensieloos)	0	0,015



Uit frequentieanalyses van enige metingen is gebleken dat tijdens de treinpassages lichte trillingen boven de achtergrondtrillingen worden veroorzaakt, met name bij frequenties van circa 10 Hz. De frequentieanalyses van enkele relevante treinpassages zijn opgenomen in bijlage 1.

4 Beoordeling

Uit de meetresultaten blijkt dat op de eerste etage in de huidige bebouwing ruimschoots wordt voldaan aan de streefwaarden uit SBR-B voor de gebouwfunctie wonen in een nieuwe situatie bij herhaald voorkomende trillingen gedurende lange tijd. Er zijn geen voelbare trillingniveaus ($V_{\max} > 0,1$) gemeten. De trillingniveaus zijn aldus niet hoger dan de strengste grenswaarde A_1 van 0,1 voor de nachtperiode.

Uit de meetresultaten op maaiveld blijkt dat ook daar wordt voldaan aan de streefwaarden uit SBR-B voor de gebouwfunctie wonen in een nieuwe situatie bij herhaald voorkomende trillingen gedurende lange tijd. De trillingniveaus zijn in de y- en z-richting in enkele gevallen hoger dan of gelijk aan de strengste grenswaarde A_1 van 0,1 voor de nachtperiode, maar niet hoger dan de grenswaarde A_2 van 0,2 voor de nachtperiode. De tijdsduurgecorrigeerde trillingniveaus zijn in de genoemde richtingen niet hoger dan de grenswaarde A_2 van 0,05 voor de nachtperiode. Daarmee wordt op maaiveld al voldaan aan de streefwaarden uit SBR-B.

Uit de meetresultaten blijkt dat het gebouw, door zijn massa en stijfheid, een dempende werking heeft op de trillingen. Aldus zal ook in de bebouwing in beginsel voldaan worden aan de streefwaarden en zijn er geen belemmeringen om de woningen te realiseren.

Voorkomen dient wel te worden dat het nieuwe gebouw de trillingen toch versterkt. Versterken van trillingen is alleen mogelijk indien de eigenfrequenties van de vloeren van de woningen (van de appartementen) overeenkomen met de aanstootfrequenties bij circa 10 Hz Hz waardoor resonantie kan optreden. Dit dient voorkomen te worden. Uitgangspunt dient te zijn dat in het ontwerp geen vloeren worden toegepast met een 1^e orde frequenties van circa 10 Hz. Dit kan in de regels van het bestemmingsplan worden geborgd.

5 Conclusie

De trillingniveaus ten gevolge van railverkeer over het spoortraject Zwolle – Deventer zijn gemeten ter plaatse van een woningbouwlocatie aan de Zwolseweg 180 te Deventer. De eerste meetpositie is in het midden van een ruimte op de eerste etage van de huidige bebouwing. De tweede meetpositie is op de bebouwingslijn van de toekomstige woningbouw geplaatst, op de parkeerplaats achter het huidige gebouw. Beide meetposities zijn op circa 25 meter afstand van het spoor.

Uit de trillingmetingen blijkt dat de optredende trillingniveaus ten gevolge van het railverkeer, waarbij de intercity treinen maatgevend zijn, in de huidige bebouwing op de eerste etage niet hoger zijn dan 0,1. De optredende trillingniveaus op maaiveld zijn voor de y- en z-richting wel hoger dan de grenswaarde A_1 van 0,1, maar niet hoger dan de grenswaarde A_2 van 0,2 voor de maatgevende nachtperiode. Er wordt op maaiveld wel voldaan aan de grenswaarden voor het tijdsduurgecorrigeerde trillingniveau van 0,05. Er wordt op beide meetposities dus ruimschoots voldaan aan de streefwaarden uit de SBR-B richtlijn. Er is geen sprake van een kritische situatie. Daarbij geldt tevens dat de nieuwe bebouwing een dempende werking zal kennen, net zoals het bestaande gebouw dat heeft.

Een aandachtspunt is dat voorkomen dient te worden dat nieuwe gebouw de trillingen toch versterkt vanwege het in resonantie komen van vloeren. Uitgangspunt dient te zijn dat in het ontwerp geen vloeren worden toegepast met een 1^e orde eigenfrequentie van circa 10 Hz.

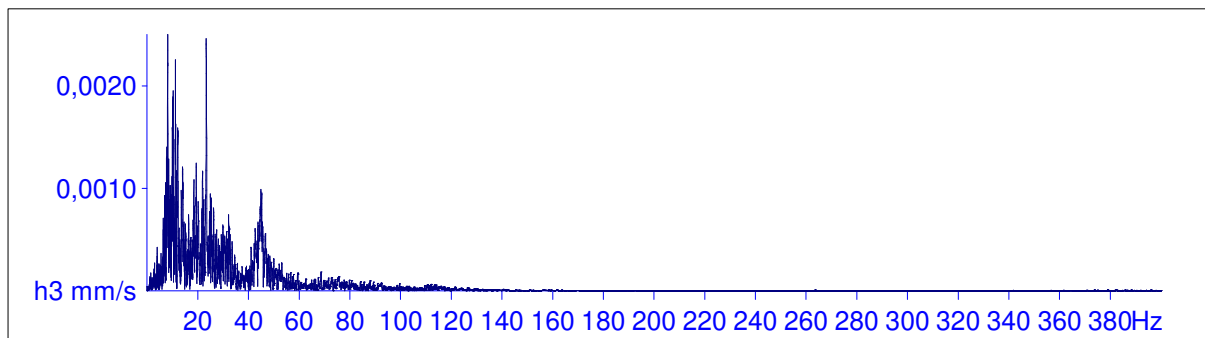
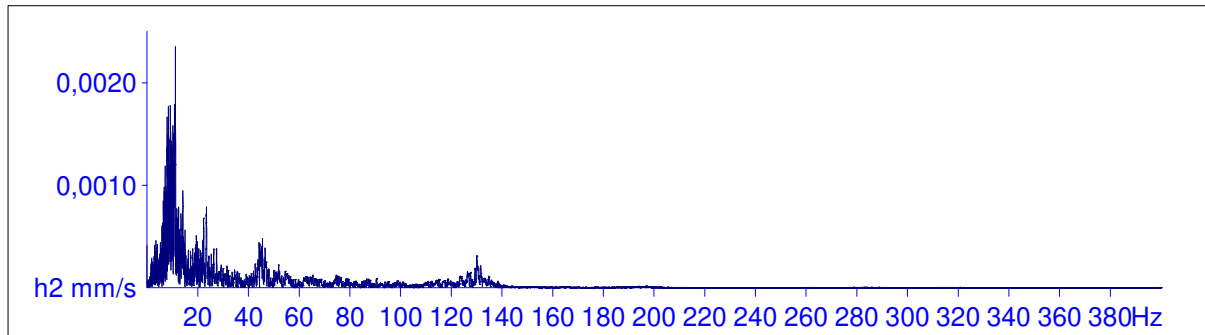
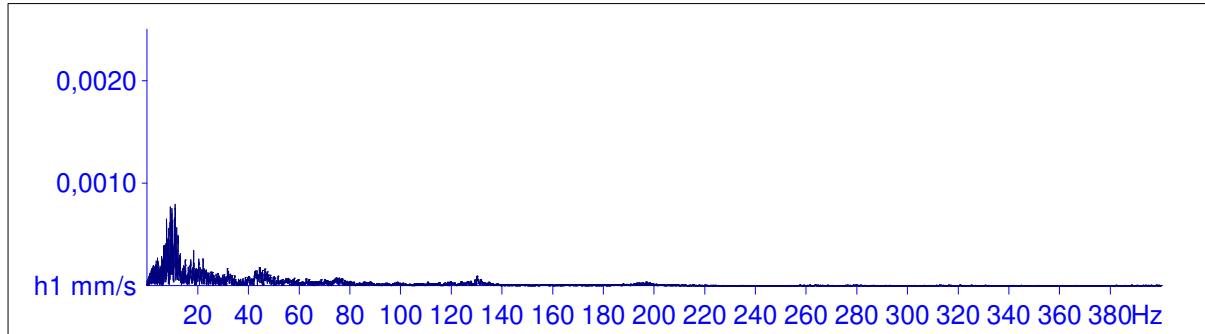
Dit rapport bevat 11 pagina's en 1 bijlage.

Zoetermeer,


MR2002 - Vibration Data Evaluation

File Name:	...s\2020\03\18\20078191.XMR	Event Nr.:	191	Freq(1):	11,05 Hz
Station:	2277-16060000	Event Date:	18-03-2020	Freq(2):	11,20 Hz
Signal:	Baseline corrected	Start Time:	13:49:10 + 14 ms	Freq(3):	8,148 Hz
		Range:	0,00 - 60,00 s		

Amplitude Spectrum

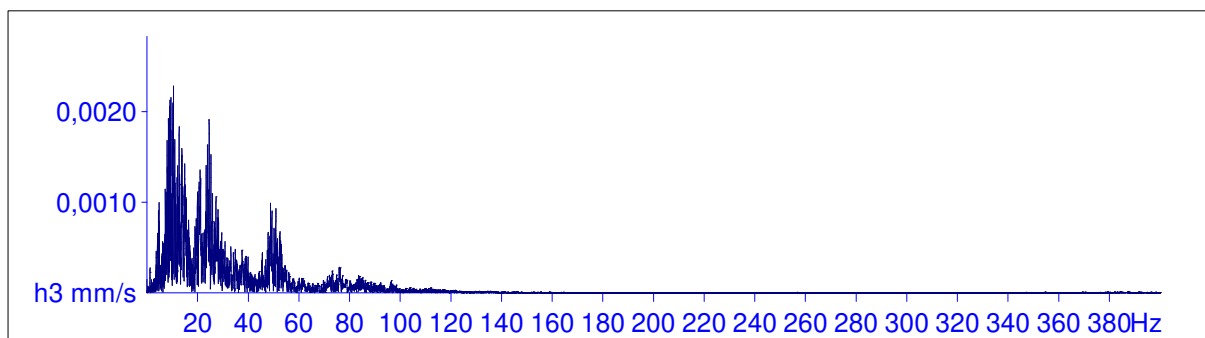
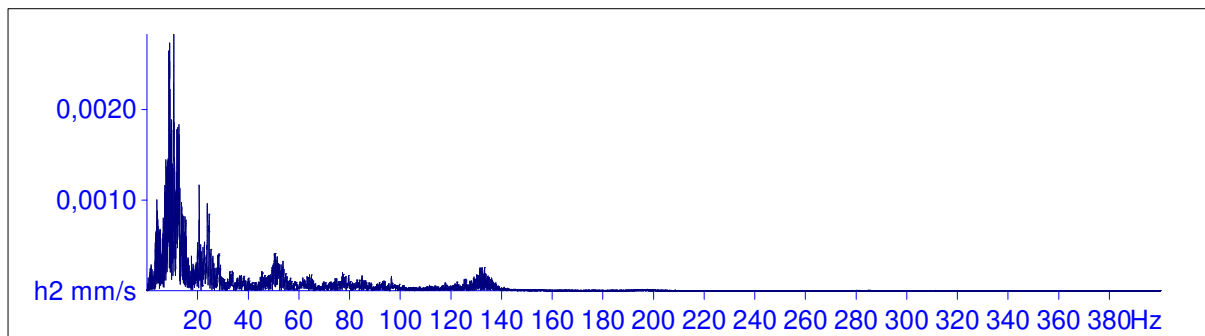
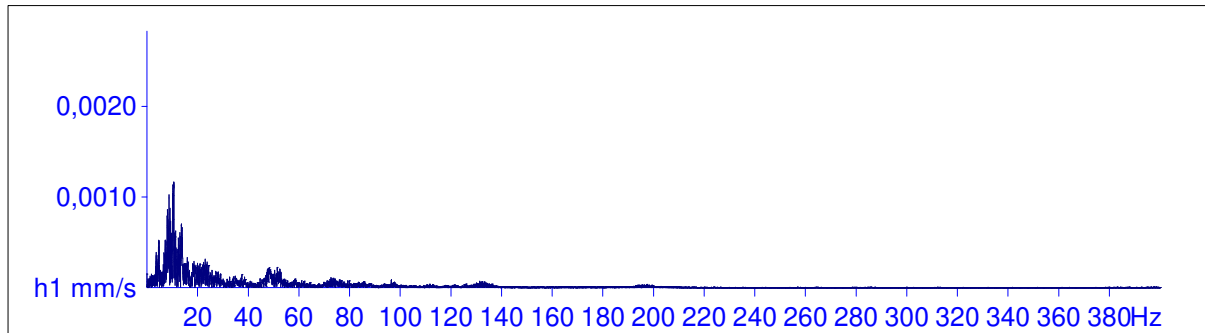


Frequentiespectra treinpassage meetpositie 2 (maaiveldniveau)

MR2002 - Vibration Data Evaluation

File Name: ...s\2020\03\18\20078250.XMR	Event Nr.: 250	Freq(1): 10,65 Hz
Station: 2277-16060000	Event Date: 18-03-2020	Freq(2): 10,62 Hz
Signal: Baseline corrected	Start Time: 14:48:10 + 21 ms	Freq(3): 10,51 Hz
	Range: 0,00 - 60,00 s	

Amplitude Spectrum

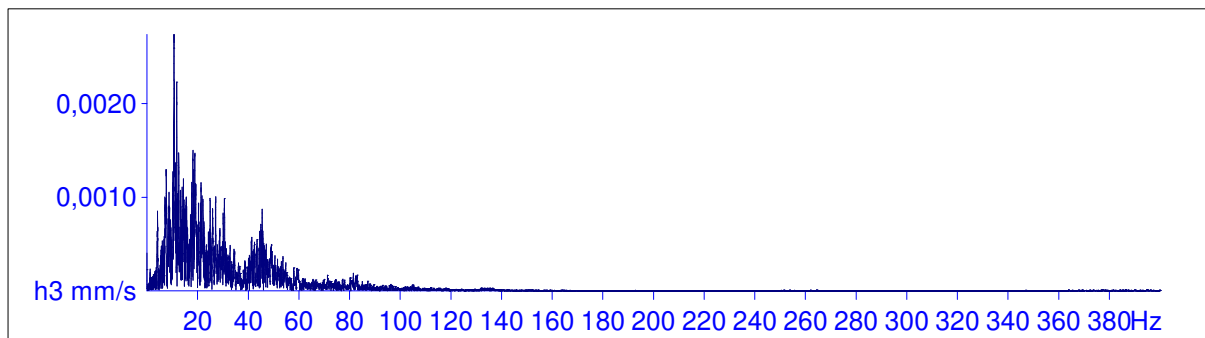
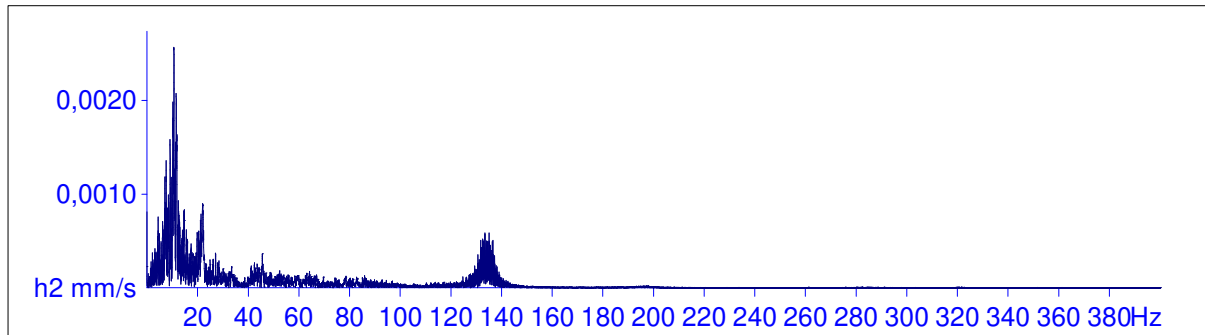
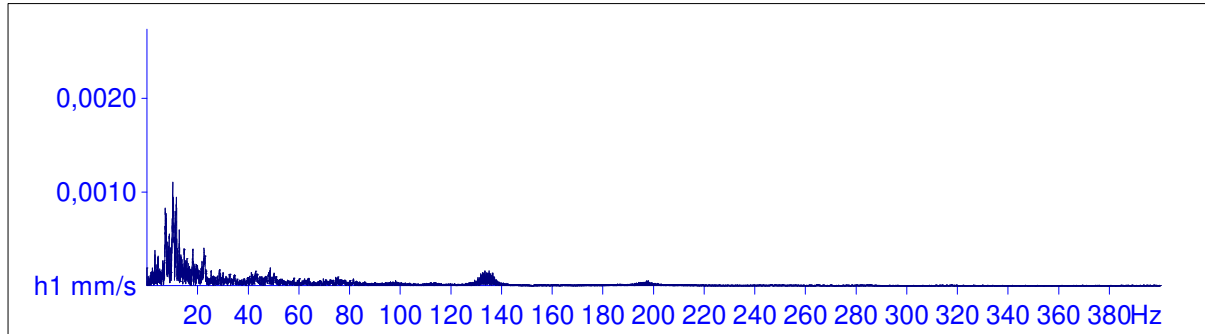


Frequentiespectra treinpassage meetpositie 2 (maaiveldniveau)

MR2002 - Vibration Data Evaluation

File Name: ...s\2020\03\18\20078272.XMR	Event Nr.: 16	Freq(1): 10,16 Hz
Station: 2277-16060000	Event Date: 18-03-2020	Freq(2): 10,64 Hz
Signal: Baseline corrected	Start Time: 15:10:10 + 25 ms	Freq(3): 10,71 Hz
	Range: 0,00 - 60,00 s	

Amplitude Spectrum



Frequentiespectra treinpassage meetpositie 2 (maaiveldniveau)