



Woningbouw De Herder te Leiden, onderzoek naar trillingen ten gevolge van railverkeer



Woningbouw De Herder te Leiden, onderzoek naar trillingen ten gevolge van railverkeer

Opdrachtgever: Proda B.V.
Rapportnummer: H 9642-1-RA
Datum: 15 november 2024
Referentie: HH/OJ/ /H 9642-1-RA
Verantwoordelijke: ir. J.A. Huizer
Opsteller: MSEng O. Joostensz
085 8228 795
o.joostensz@peutz.nl

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
2	Uitgangspunten	5
2.1	Streefwaarden trillingniveaus	5
2.2	Situering planlocatie	6
3	Metingen en berekeningen	8
3.1	Meetmethode en meetinstrumenten	8
3.2	Meetposities	8
3.3	Meetresultaten	9
4	Beoordeling en conclusie	12
	Bijlage 1	14
	Bijlage 2	15

1 Inleiding

In opdracht van PRODA bv te Leiden is onderzoek verricht naar de optredende trillingniveaus ten gevolge van railverkeer bij de geprojecteerde woningbouwlocatie "De Herder" aan de Haarlemmerweg te Leiden.

Er bestaat het voornemen tot de bouw van drie woningen en het herontwikkelen van een bestaande woning op de locatie van de Molen 'De Herder'. Het onderzoek betreft een prognose van de trillingen voor de te verwachten trillingniveaus in de drie nieuw te bouwen woningen.

De locatie bevindt zich in de nabijheid van het spoor. De kortste afstand van de gevellijn van de woningbouw zal op circa 50 meter van het spoor worden gerealiseerd. Daarnaast bevinden er zich veel sporen en wissels op het betreffende traject, waardoor voelbare trillingen in de te realiseren woningen niet op voorhand zijn uit te sluiten. In het kader van de goede ruimtelijke onderbouwing van het bestemmingsplan is daarom onderzoek noodzakelijk.

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 het railverkeer en deze te toetsen aan de richtwaarden uit SBR Richtlijn B 'Hinder voor personen in gebouwen'.

Indien de trillingniveaus op maaiveld voldoen aan de richtwaarden uit deze SBR Richtlijn, is ook trillinghinder in de woningen (vrijwel) uitgesloten. Indien uit het onderzoek volgt dat maatregelen in de gebouwconstructie noodzakelijk zijn, zal dat worden omschreven. De concrete uitwerking van bouwkundige maatregelen kan dan alsnog worden meegenomen in de aanvraag omgevingsvergunning voor het bouwen. Thans dient inzichtelijk te worden gemaakt of woningbouw mogelijk is op de planlocatie vanuit het aspect trillinghinder.

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

2 Uitgangspunten

2.1 Streefwaarden trillingniveaus

Er gelden geen wettelijke bepalingen ten aanzien van trillingen ter voorkoming/beperking van trillinghinder in gevoelige gebouwen zoals woningen.

De trillingniveaus vanwege het railverkeer ter plaatse van de geprojecteerde woningbouwlocatie worden daarom 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). Deze richtlijn wordt ook in de jurisprudentie veelvuldig gehanteerd inzake toelaatbare voelbare trillingen in (o.a.) woningen.

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 t 2.1 weergegeven 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. Door deze frequentieweging ontstaat een dimensieloze eenheid.

t 2.1 *Overzicht streefwaarden conform de SBR Richtlijn 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

Voor een bestaande situatie zijn de streefwaarden een factor 2 minder streng.

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 ten hoogste A_1 ;
- de waarde van de maximale trillingsterkte in een ruimte (V_{max}) is ten hoogste A_2 waarbij de trillingsterkte over de beoordelingsperiode in deze ruimte (V_{per}) ten hoogste A_3 is.

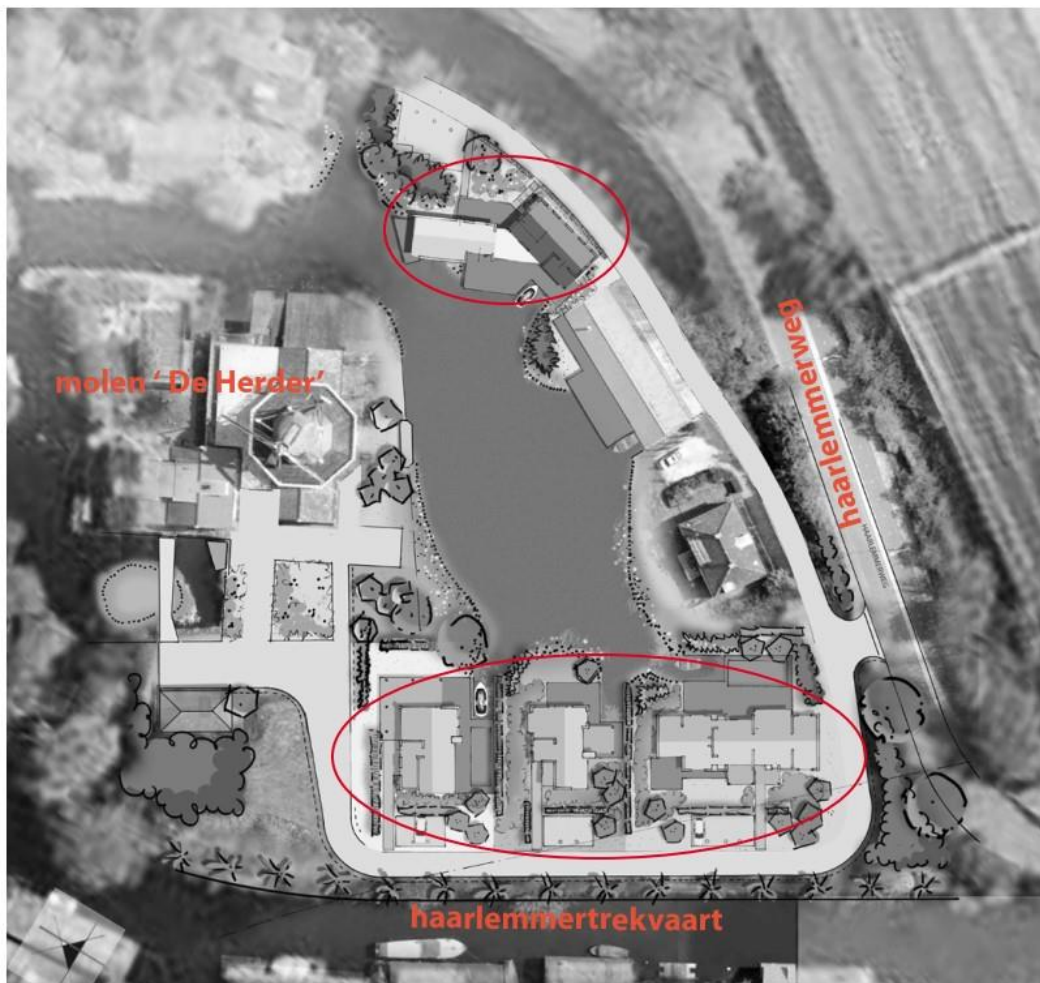
Omdat treinpassages zowel in de dag-, avond- als nachtperiode (goederentreinen) plaatsvinden zijn veelal de streefwaarden voor de nachtperiode maatgevend voor de beoordeling. Bovengenoemde streefwaarden zijn zoals genoemd geen wettelijke

grenswaarden. Wel worden de SBR richtlijnen in de jurisprudentie gehanteerd ter bepaling van de beoordelingscriteria.

Bij het voldoen aan de streefwaarden uit de 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. Door toetsing aan A_3 wordt een groot aantal overschrijdingen van het voelbaarheids criterium (0,1) beperkt.

2.2 Situering planlocatie

In figuur 2.1 is een uitsnede van de ligging van de geprojecteerde woningbouw ten opzichte van het spoor weergegeven. Het onderzoek betreft de nieuwbouw van de drie woningen aan de zuidzijde. De meest zuidelijk omcirkelde locatie betreft de locatie van de nieuw te bouwen wwoonings.



f 2.1 Ligging plangebied woningbouw 'De Herder' nabij spoor (bron: Lindeloof Tuin- en landschapsarchitecten, 'Woningbouw op de locatie van de molen / houtzagerij 'De Herder' Haarlemmerweg Leiden' van 17 april 2024.



De geprojecteerde woningbouw is gelegen langs het railtraject Leiden-Haarlem / Leiden Schiphol direct ten noorden van NS-station Leiden. Ter plaatse is sprake van vier sporen, vier wissels en een spoorkruising. Het spoorgebied is gelegen op een talud van circa 5 meter boven het maaiveld.

3 Metingen en berekeningen

3.1 Meetmethode en meetinstrumenten

De trillingmetingen zijn uitgevoerd conform SBR Richtlijn-B en de Handreiking Nieuwbouw en Spoortrillingen.

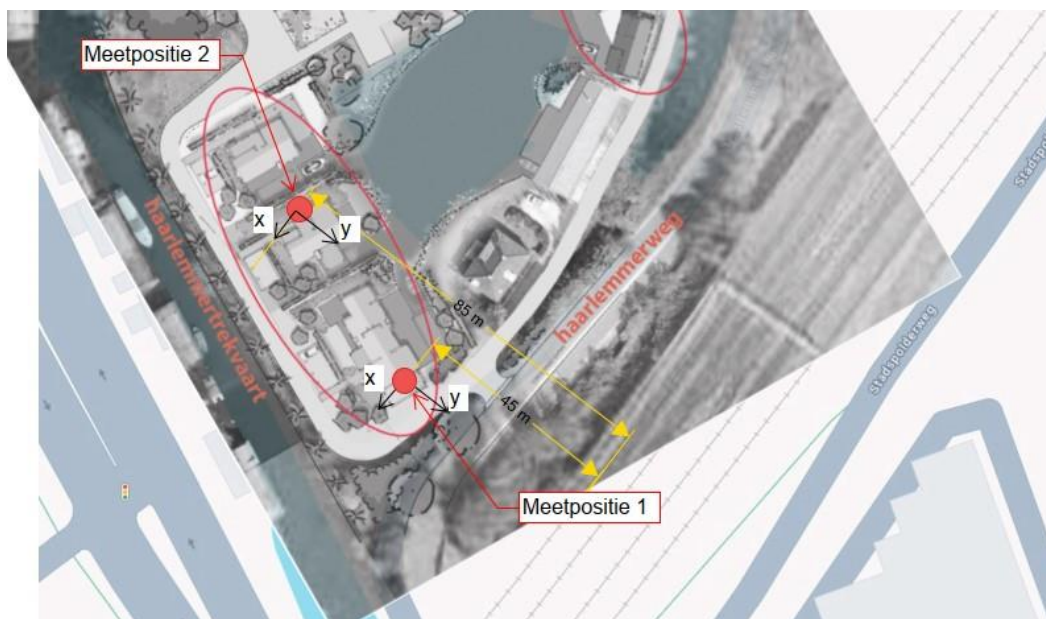
De trillingmetingen zijn uitgevoerd met behulp van trillingrecorders, fabricaat SYSCOM, type MR3000C met geïntegreerde xyz-opnemer.

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 f 3.1 zijn de locatie en oriëntatie van de trillingopnemers tijdens de metingen weergegeven. De metingen zijn verricht op twee locaties nabij de toekomstige bebouwingslijn. Op beide meetlocaties is onbemand gemeten. Op meetlocatie 1 is enkele uren gemeten, op meetlocatie 2 is gedurende één week gemeten.

De meetposities 1 en 2 zijn gesitueerd op een afstand van, respectievelijk, circa 45 en 85 meter van de dichtstbijgelegen spoorstaaf.



f 3.1 Meetlocaties en oriëntatie opgestelde trillingopnemers

3.3 Meetresultaten

Algemeen

In bijlagen 1 en 2 zijn de resultaten van de trillingmetingen over de gehele meettijd op beide meetposities grafisch weergegeven. Uit de resultaten blijkt dat op beide meetposities veelvuldig de streefwaarde A1 van 0,1 wordt overschreden en op meetpositie 2 ook af en toe de streefwaarde A2 van 0,2. Op meetpositie 2 zijn de hoogste trillingniveaus gemeten (zie verder de verklaring hiervoor verder in deze paragraaf).

Op beide meetposities zijn passages van treinen duidelijk te onderscheiden. In die gevallen is het signaal op meetpositie 2 minder sterk dan op meetpositie 1. Dit is te verwachten, aangezien meetpositie 2 zich op grotere afstand bevindt van het spoor.

In bijlage 1 en 2 zijn voor enkele treinpassages tevens de frequentiespectra gegeven. Deze betreffen de frequentiespectra van de trillingen tijdens een treinpassage, waarvan in de bijlagen het trillingniveau als functie van de tijd is weergegeven. Uit de resultaten van de frequentie-analyses blijkt dat frequenties tussen 4 en 10 Hz bepalend zijn voor de trillingniveaus. De trillingen in verticale richting zijn in de regel maatgevend voor de trillingen op maaiveld. In de woningen zelf zullen, vanwege de veel minder stijve vloeren in de verticale richting, de verticaal gerichte trillingen bepalend zijn voor de beoordeling.

Voorafgaand was voorzien om op beide meetposities 1 en 2 gedurende een week onbemand trillingmetingen te verrichten. Door een technische storing is op meetpositie 1 echter 13 uur meetdata opgeslagen. Van meetpositie 2 is meetdata van een week verkregen. Vanwege het verschil in meetduur worden de meetresultaten voor beide meetposities op verschillende wijze geanalyseerd.

Meetpositie 1

In tabel t 3.1 zijn de trillingniveaus van de vijftien treinpassages gegeven die de hoogste trillingniveaus veroorzaken, uitgedrukt als V_{\max} , op meetpositie 1. Deze zijn afgeleid uit de betreffende meetperiode. De in tabel gegeven maximale trillingniveaus V_{\max} zijn geldig voor zowel de dag-, avond- als nachtperiode. In alle etmaalperioden kunnen namelijk goederentreinen rijden.

t 3.1 Trillingniveaus top 15 events gemeten op meetpositie 1

Meetpositie 1		
x	y	z
0.15	0.15	0.15
0.14	0.15	0.15
0.13	0.14	0.15
0.12	0.14	0.15
0.12	0.13	0.15
0.12	0.13	0.13
0.12	0.13	0.13
0.11	0.13	0.13
0.10	0.13	0.12
0.10	0.13	0.12
0.10	0.12	0.12
0.10	0.12	0.12
0.10	0.12	0.12
0.10	0.12	0.12
0.10	0.12	0.12

De analyse van de meetgegevens voor meetpositie 1 is gepresenteerd in t 3.2. SBR Richtlijn-B geeft aan dat een statistische verwerking noodzakelijk is als de meetperiode te kort is om alle optredende gebeurtenissen binnen de meetperiode te meten. De trillinggrootte behorende bij meetpositie 1 ($V_{\text{eff,max,stat}}$) is bepaald op basis van een statistische analyse op de 15 maatgevende trillingssignalen (conform SBR Richtlijn-B).

t 3.2 Bepaling trillingsterkte meetpositie 1

Meetpositie 1			
Richting	x	y	z
$V_{\text{eff,max,stat}}$	0.14	0.15	0.16
$V_{\text{per,dag}}$	0.02	0.02	0.03
$V_{\text{per,avond}}$	0.04	0.05	0.05
$V_{\text{per,nacht}}$	0.03	0.03	0.03

De waarde voor kwadratisch gemiddelde trillingsterkte V_{per} in de maatgevende periode bedraagt voor alle richtingen 0,05 op meetpositie 1.

Meetpositie 2

De analyse van de meetgegevens voor meetpositie 2 is gepresenteerd in t 3.3. Voor meetpositie 2 kunnen de grootheden direct uit de meetresultaten gezien de lange meetperiode worden afgeleid.

Bij meetpositie 2 zijn in de horizontale richtingen in veelal afwijkende trillingspectra geanalyseerd vanaf circa 30 Hz. Op basis van ervaring met andere projecten lijken deze niveaus bij deze frequenties onrealistisch. Naar verwachting is er sprake geweest van aanstoting op deze meetpositie van de eigenfrequentie in de horizontale richtingen vanwege de opstelling van de meetapparatuur op een zware tegel op de relatief slappe ondergrond. De gemeten trillingen in de frequenties leiden dan tot bewegingen die niet op kunnen treden vanwege treinpassages bij de frequenties in het spectrum van meer dan 30 Hz. Gezien het voorgaande zijn de horizontale trillingniveaus op meetpositie 2 in het onderzoek buiten beschouwing gelaten.

t 3.3 Bepaling trillingsterkte meetpositie 2

Meetpositie 2	
Richting	z
$V_{\text{eff,max}}$	0.29
$V_{\text{per,dag}}$	0.03
$V_{\text{per,avond}}$	0.03
$V_{\text{per,nacht}}$	0.02

De waarde voor V_{per} is bepaald op basis van de onbemande metingen, waardoor deze over meerdere nachtperiodes kon worden bepaald. Op meetpositie 2 is V_{per} in de verticale richting eveneens niet hoger dan 0,05.

Verschillen in meetresultaten meetpositie 1 en 2

Bij vergelijking tussen de meetresultaten op meetpositie 2 (tabel t 3.2) en de statistisch bepaalde beoordelingsgrootheden uit de meetresultaten op meetpositie 1 blijkt dat op meetpositie 2 (tabel t 3.3) hogere V_{max} niveaus optreden dan op meetpositie 1. Gezien het feit dat meetpositie 1 dicht bij het spoor ligt dan meetpositie 2 is dit volledig te wijten aan de beperktere meetduur op meetpositie 1 dan op meetpositie 2. Uit de trillingoverdracht tijdens simultaan optredende trillingen vanwege treinverkeer in de maatgevende verticale richting volgt dat op meetpositie 1 een factor 1,5 hogere trillingniveaus verwacht worden dan op meetpositie 2.

Uitgaande van deze factor en de meetresultaten op meetpositie 2 zoals gegeven in tabel t 3.3 dient de rekening gehouden te worden met een V_{max} op meetpositie 1 van maximaal 0,43 (=1,5 * 0,29).

4 Beoordeling en conclusie

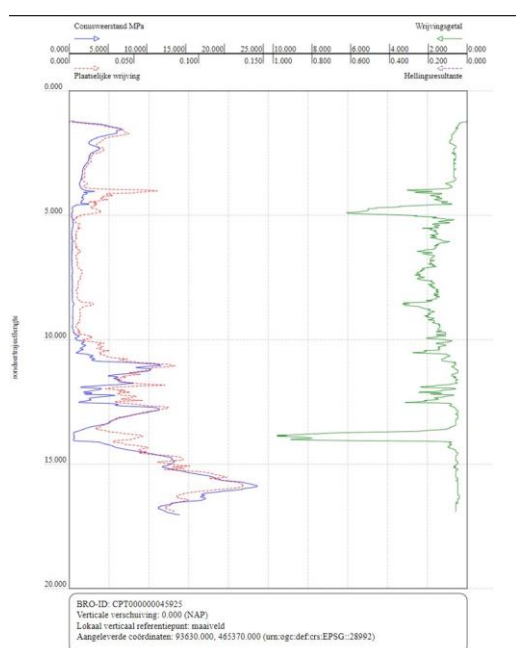
Uit de resultaten blijkt dat ter hoogte van de achterste bebouwingslijn (meetpositie 2) de V_{max} -waarde vanwege (goederen)treinpassages in de maatgevende (verticale) richting ten hoogste (afgerond) 0,29 bedraagt. Deze waarde is gebaseerd op de metingen die gedurende een week onbemand zijn verricht. Uit bijlage 2 blijkt dat deze gemeten waarde slechts uiterst incidenteel optreedt.

Op de kortste afstand tot de spoorlijnen (meetpositie 1) treden maximale trillingniveaus op tot 0,43.

De trillingniveaus in verticale richting op maaiveld zijn aldus bij enkele goederentreinpassages hoger dan de streefwaarde A_2 van 0,2 voor de nachtperiode. De streefwaarde A_3 wordt nergens overschreden.

In het algemeen zorgt een (woon-)gebouw zelf al tot een demping van de trillingen op maaiveld, zodat voldaan kan worden aan de streefwaarden voor maximaal toelaatbare trillingniveaus in het gebouw. Dit geldt zowel ten aanzien van de streefwaarde A_2 voor het maximale trillingniveau als ten aanzien van de streefwaarde A_3 voor het gemiddelde trillingniveau V_{per} . Trillingen hoeven derhalve geen belemmeringen te vormen om woningbouw op de planlocatie in het bestemmingsplan op te nemen.

De ondergrond waarop gemeten is erg slap. Dit volgt o.a. uit de gegevens van de ondergrond uit het Dinoloket op nabijgelegen locaties waar sonderingen zijn uitgevoerd (zie figuur 5.1).



f 4.1 Sonderingsgegevens van locatie Haarlemmerweg, kortste afstand tot woningbouw ca. 60 m (bron: Dinoloket)

Bij een slappe ondergrond zoals vermeld is de trillingreductie in de woning erg hoog. Verwacht is een trillingreductie van minimaal een factor 3 van maaiveld naar een te realiseren funderingsbalk waarom vloerplaten worden geplaatst. De impedantie¹ van een funderingsbalk zal gezien de slappe ondergrond immers meer dan een factor 3 hoger zijn dan de impedantie van die slappe bodem, zeker als de woningen op funderingspalen worden gerealiseerd en gebouwd wordt met traditionele steenachtige bouwmaterialen.

Aldus zullen op een funderingsbalk geen hogere trillingniveaus optreden van circa 0,14 (een factor 3 lager dan de maximale trillingsterkte van 0,43). Daarmee wordt de streefwaarde A2 van 0,2 niet overschreden. Dan is alleen nog van belang dat er geen opslinging plaats vindt van trillingen van de vloeren van de woningen in verticale richting.

Opslingering (of resonantie genoemd) kan plaatsvinden als de eigenfrequentie van een vloer(plaat) (vrijwel) overeenkomt met de aanstootfrequentie(s) (zie bijlage 1 en 2) van trillingen vanwege passages van goederentreinen.

Er wordt derhalve voldaan aan de streefwaarden uit SBR Richtlijn-B voor nieuwe situaties als de (eerste) eigenfrequentie van vloeren niet in het frequentiegebied tussen 4 en 10 Hz valt. Dit betekent een te realiseren eigenfrequentie van meer dan 10 Hz.

Samenvattend kan derhalve geconcludeerd worden dat trillingen vanwege passerende (goederen)treinen niet leiden tot het niet kunnen realiseren van de woningen. Geadviseerd wordt wel om:

- de woningen op palen te funderen;
- traditionele steenachtige bouwmaterialen toe te passen;
- vloeren toe te passen met een eerste eigenfrequentie dan 10 Hz.

Dit rapport bevat 15 pagina's en 2 bijlagen.

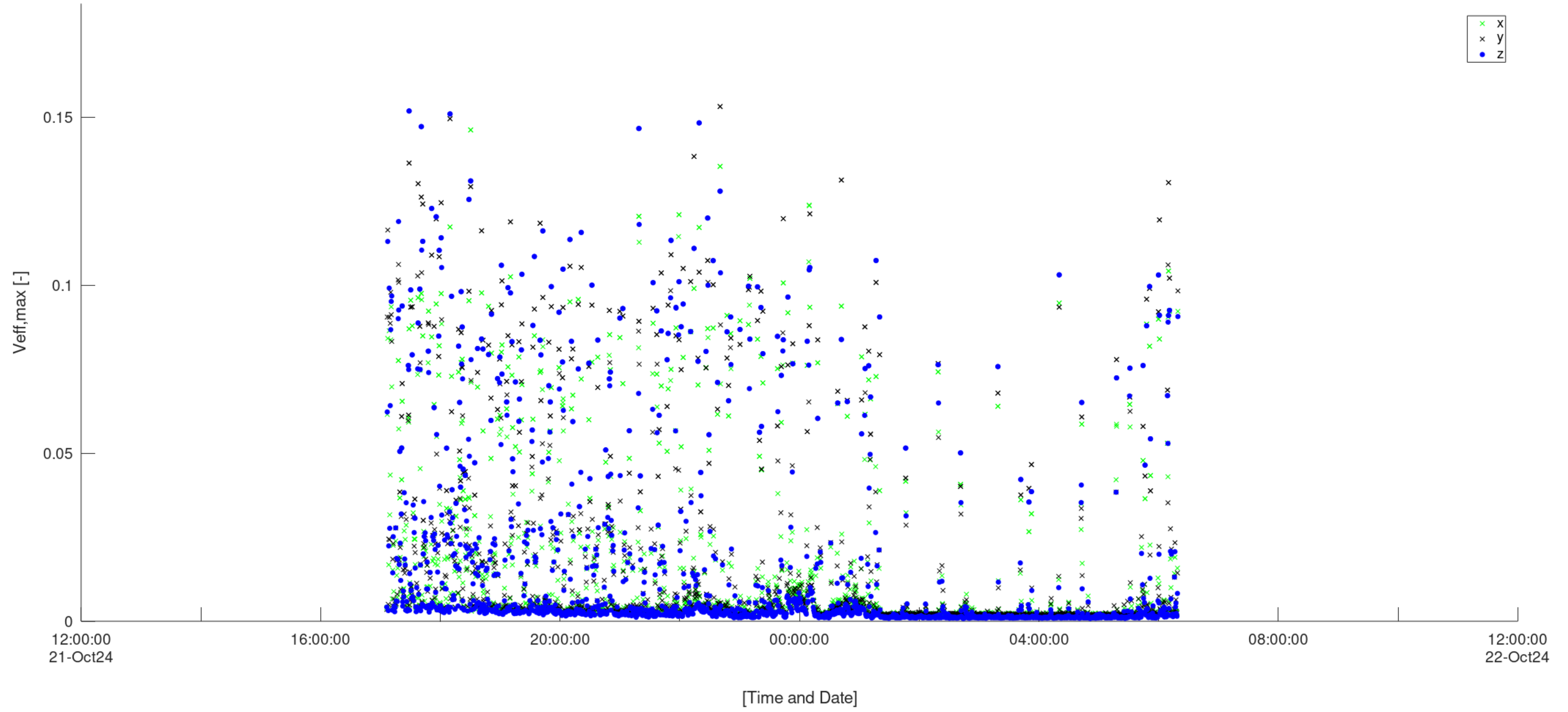


¹ De impedantie geeft de verhouding aan van een trillingniveau ten opzichte van een aan te brengen wisselende kracht. De impedantie is dus een maat voor de weerstand die een constructie of medium heeft om in trilling te komen bij het aanbrengen van een wisselende kracht.

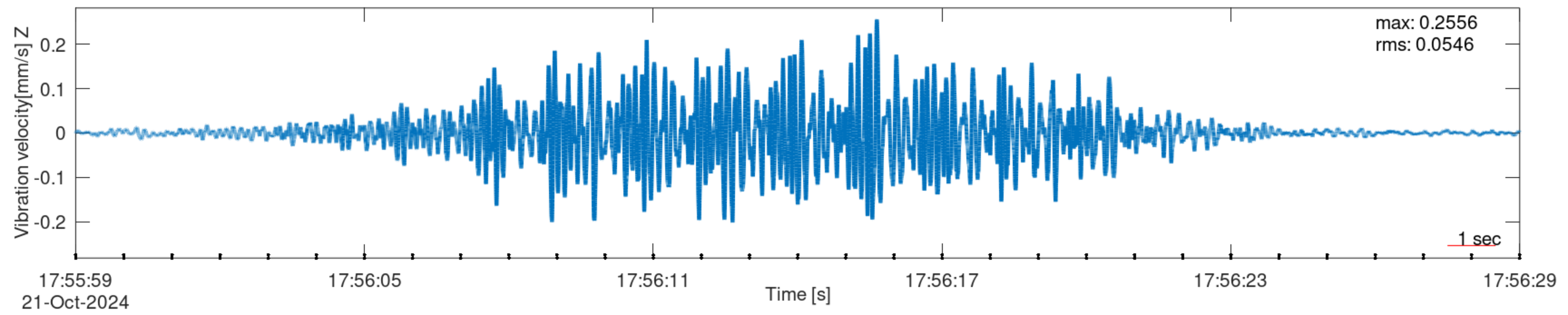
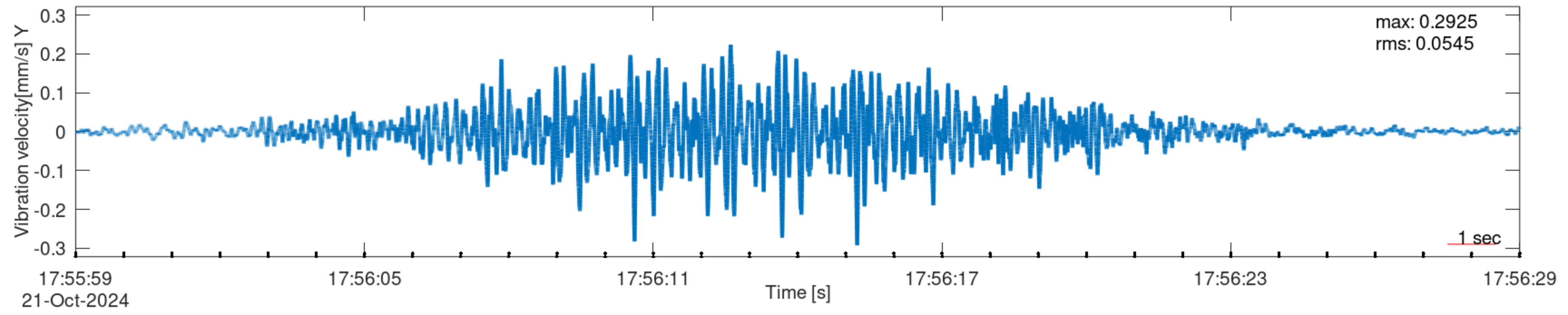
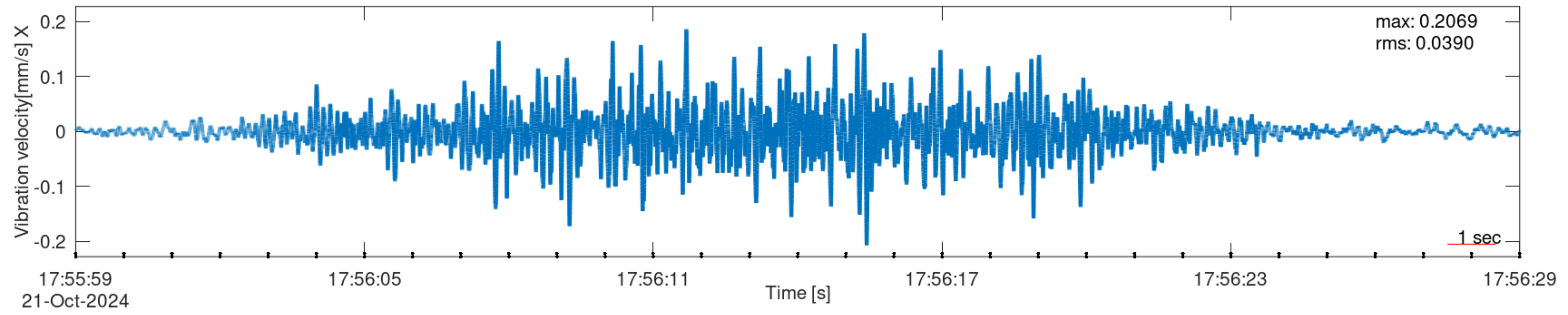
Bijlage 1

Resultaten van metingen op meetpositie 1

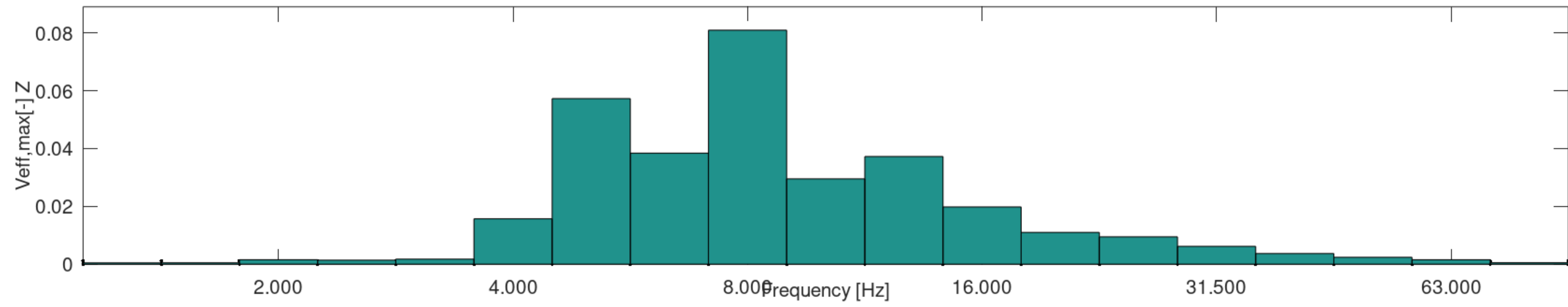
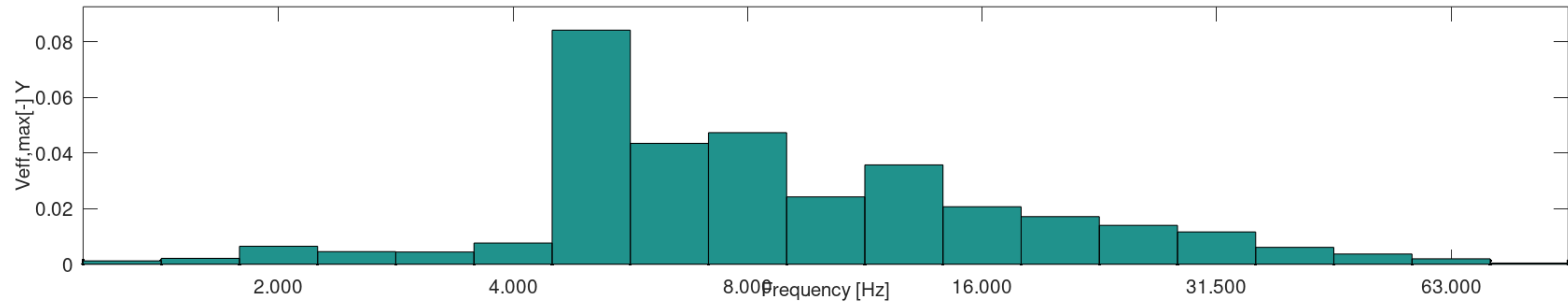
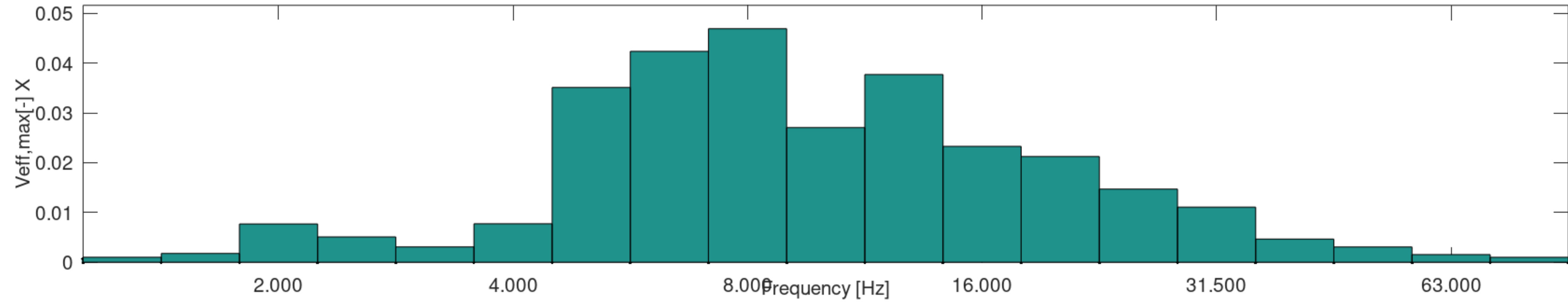
Dataset plot1.png



Passage trein

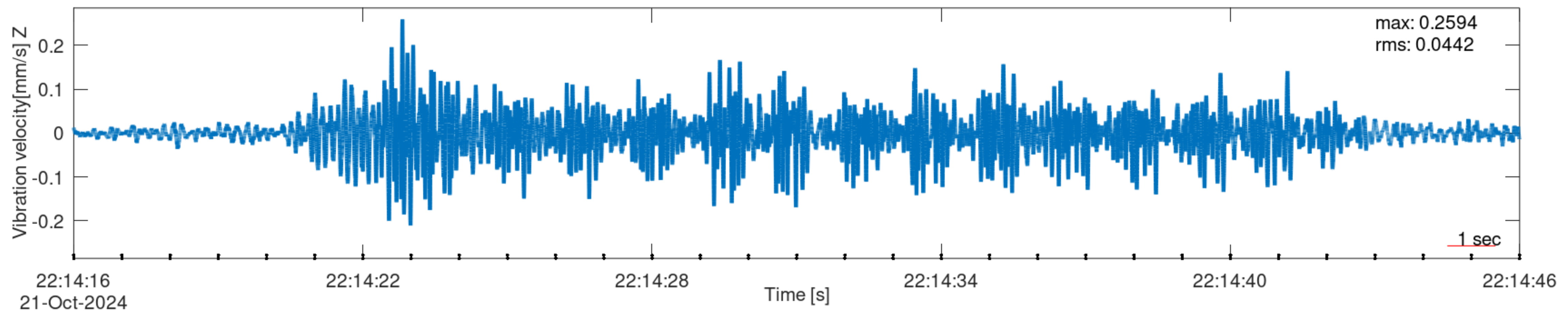
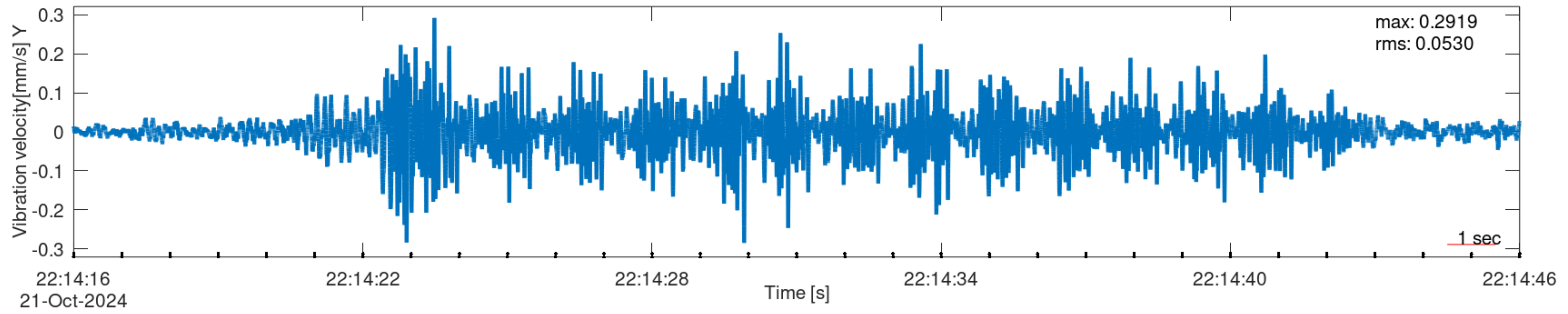
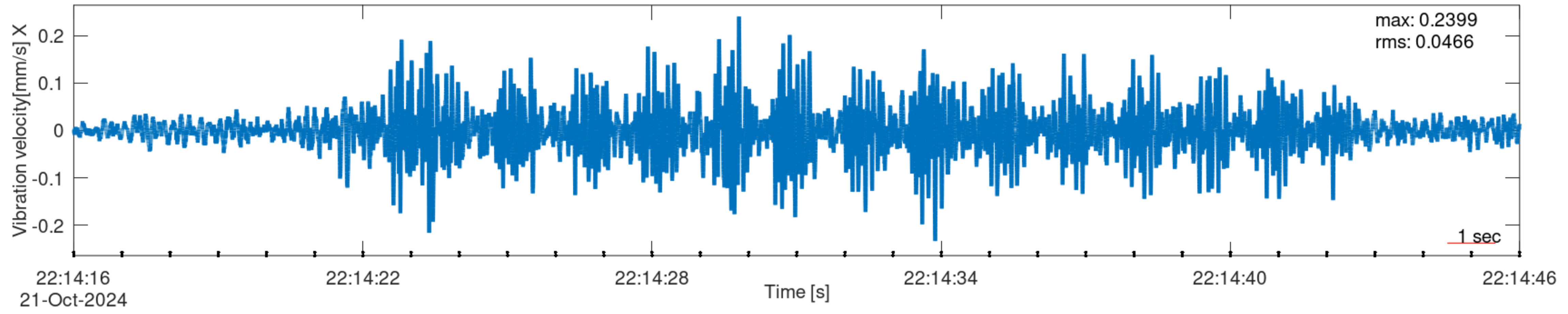


Spectrum passage trein

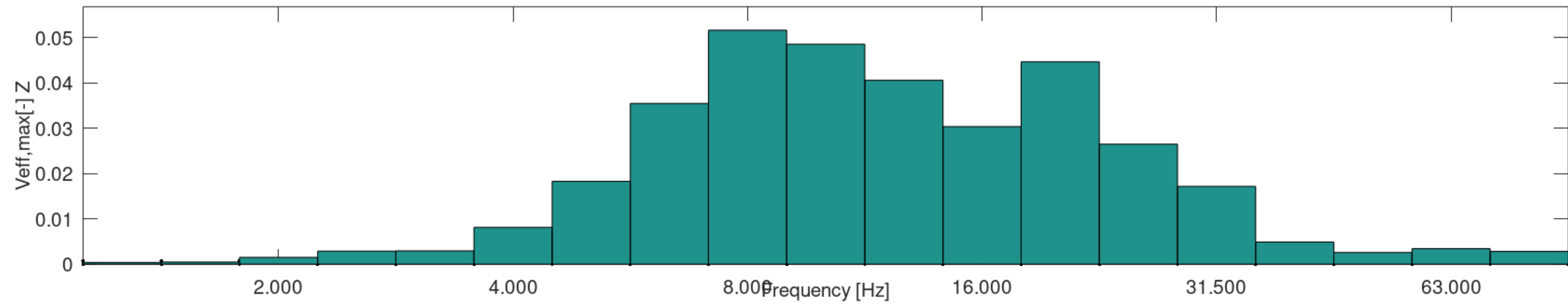
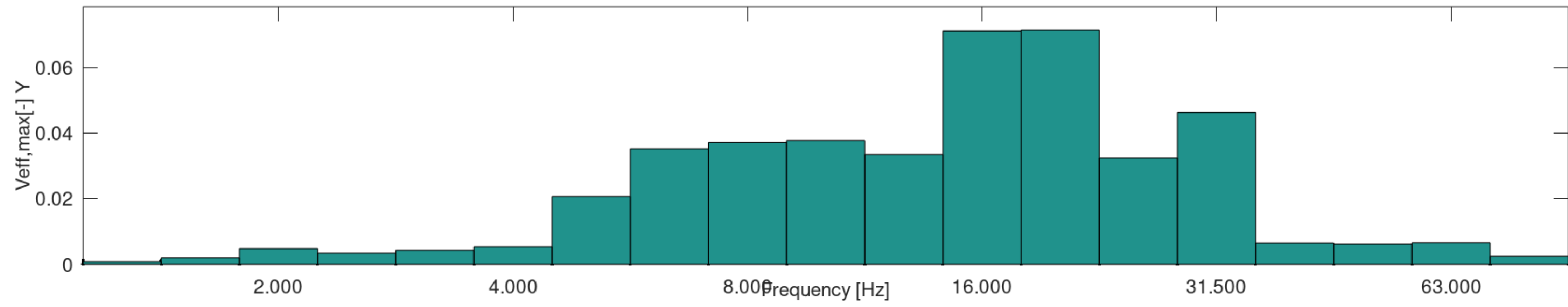
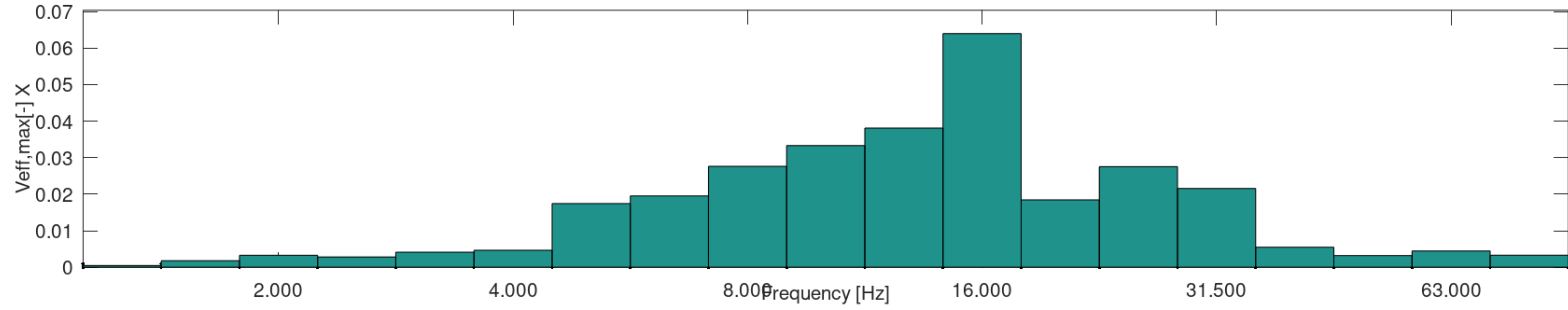


xmr24295810_yz.png
x

Passage mogelijke goederentrein



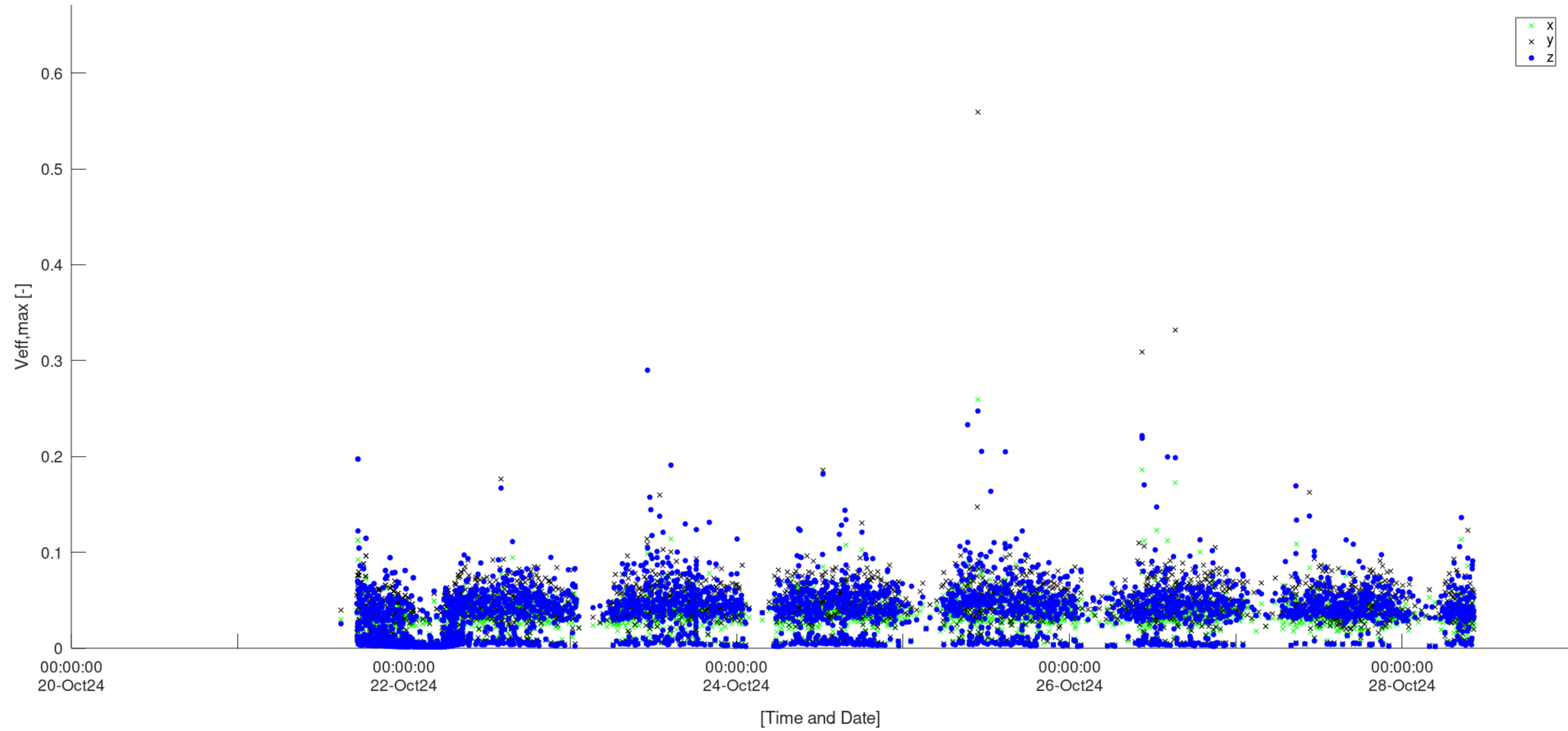
Spectrum mogelijke passage goederentrein



Bijlage 2

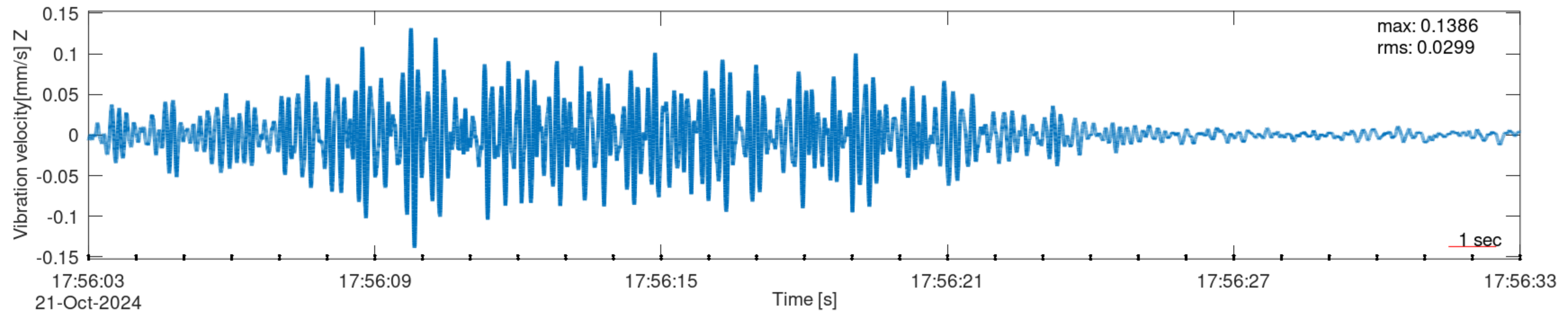
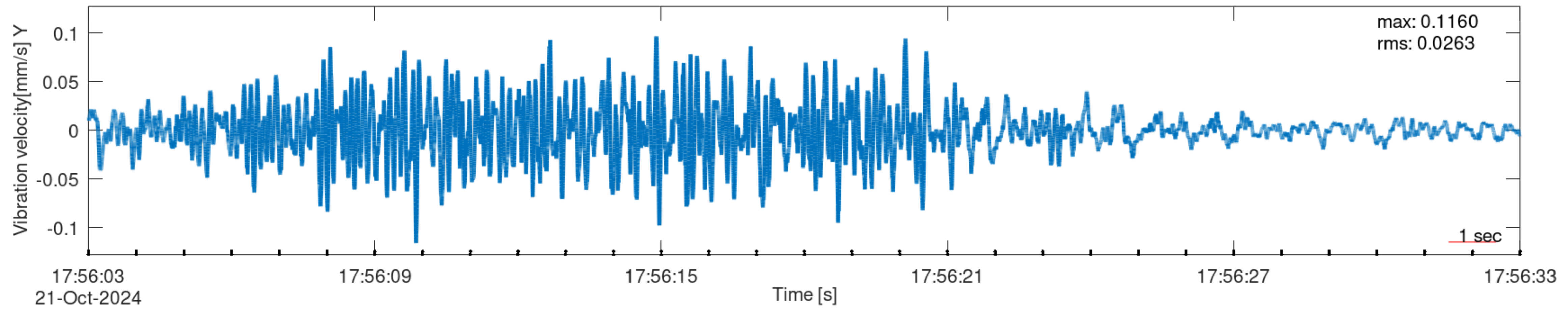
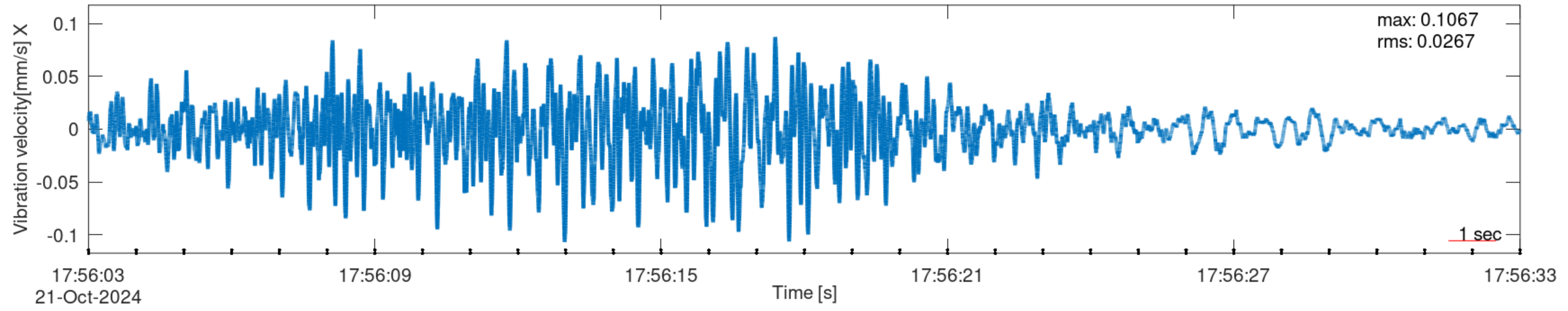
Resultaten van metingen op meetpositie 2

Dataset plot1 .png

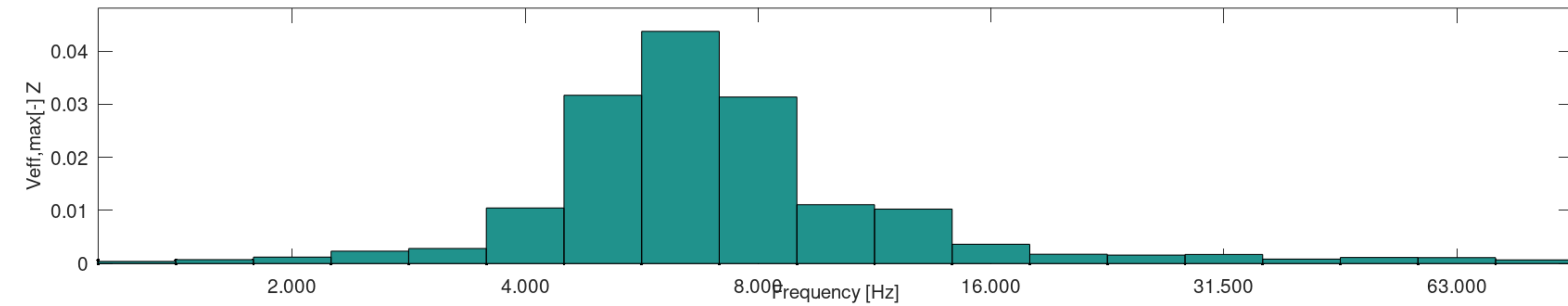
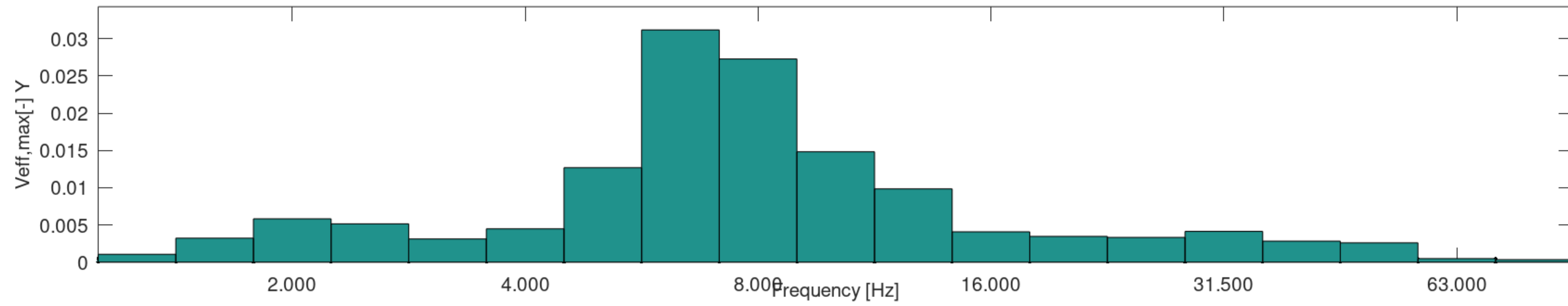
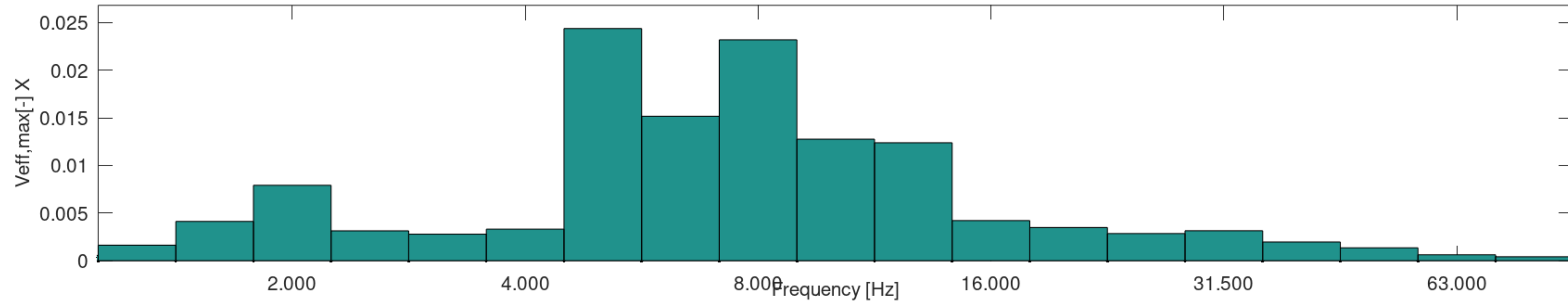


xmr24295077_yz.png
x

Passage trein (behorende bij signaal positie 1)

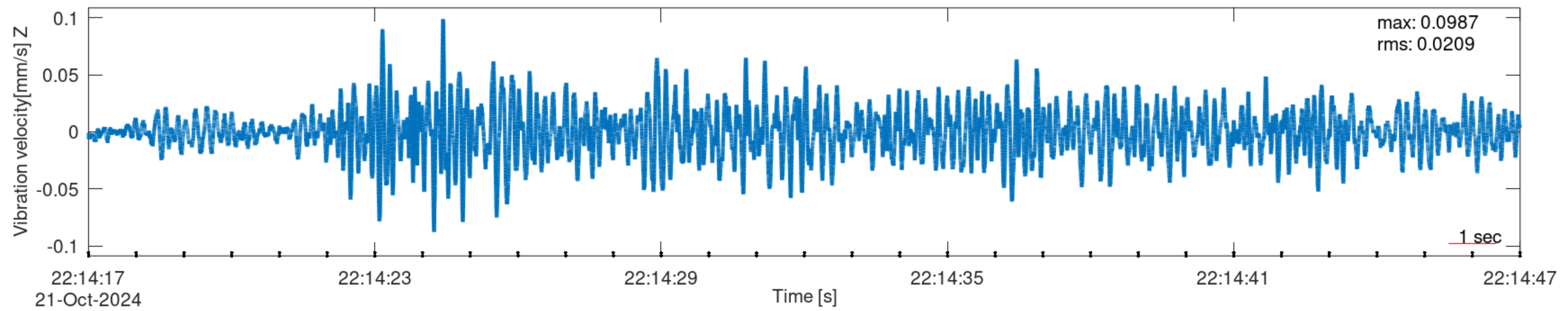
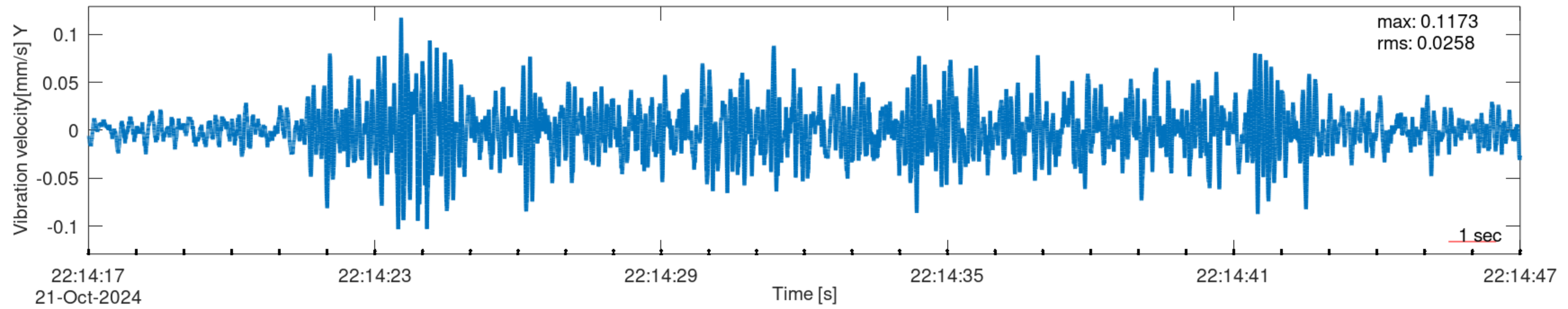
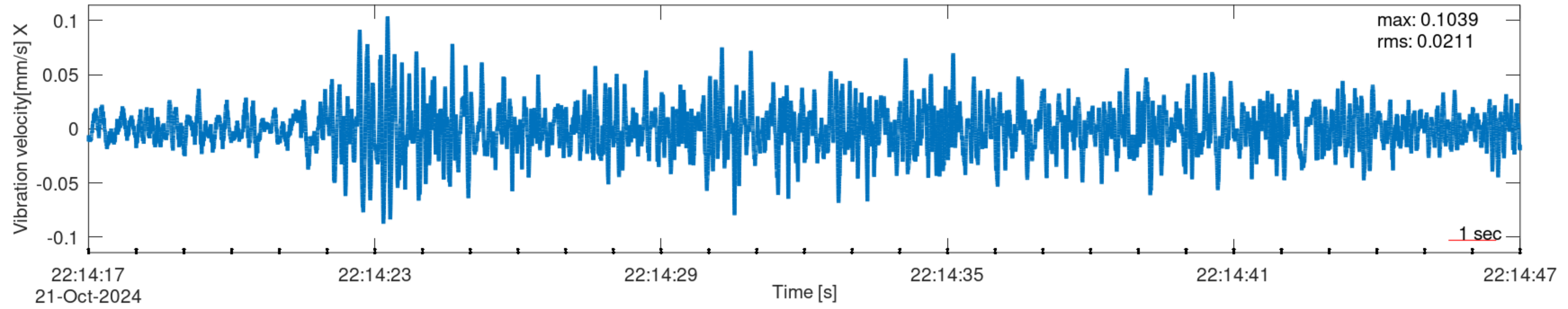


Spectrum passage train



xmr24295460_yz.png
x

Mogelijke passage goederentrein (behorende bij meetpositie 1)



Spectrum mogelijke passage goederentrein

