



**TRILLINGSONDERZOEK  
MOLENSTRAAT 121, 121A EN  
125B**

HELMOND

**Arom Juridisch Adviesbureau**

Project	Trillingsonderzoek Herontwikkeling Molenstraat
Titel rapport	Trillingsonderzoek Herontwikkeling Molenstraat 121, 121a en 125b Helmond
Referentie	CC-REP20230602
Opdrachtgever	Arom Juridisch Adviesbureau
Status	Definitief
Versie	1.0
Datum	27 juni 2023
Opgemaakt door	ir. E.J. Vlijm
Gecontroleerd door	dr. ir. P. van der Male
Bestandsnaam	cc-rep20230602 trillingsonderzoek molenstraat 121, 121a en 125b helmond definitief
Paraaf	

Copyright © 2021 Cohere Consultants. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd, in geautomatiseerde bestanden opgeslagen en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm, geluidsband of op welke andere wijze ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Cohere Consultants. In overeenstemming met artikel 15a van het Nederlandse auteursrecht is het toegestaan delen van deze publicatie te citeren, daarbij gebruik makend van een duidelijke referentie naar deze publicatie.



# INHOUD

1	Inleiding .....	1
2	Uitvoering metingen .....	2
2.1	Metingen op maaiveld .....	2
2.2	Meetopstellingen .....	3
2.3	Meetperiodes .....	4
2.4	Specificaties meetapparatuur .....	4
2.5	Uitvoeringsaspecten.....	4
3	Toetsingskader trillingen.....	6
3.1	Streefwaarden trillingsniveaus $V_{\max}$ (maximum) en $V_{\text{per}}$ (periodiek).....	6
3.2	Kwalificatie voor hinder door weg- en railverkeer .....	7
4	Meetresultaten .....	8
4.1	Resultaten maximale trillingsniveaus $V_{\text{eff,max}}$ .....	8
4.2	Resultaten periodieke (gemiddelde) trillingsniveaus $V_{\text{per}}$ .....	12
4.3	Frequentie-inhoud signalen .....	12
5	Quick Scan.....	17
5.1	Plangebied .....	17
5.2	Treinbeeld .....	18
5.3	Spooropbouw en onregelmatigheden .....	18
5.4	Wegverkeer .....	19
5.5	Bodemopbouw .....	20
6	Predictie toekomstige Nieuwbouw.....	21
6.1	Voorzien ontwerp.....	21
6.2	Predictie toekomstige niveaus .....	23
7	Conclusies en aanbevelingen .....	27
7.1	Conclusies.....	27
7.2	Aanbevelingen.....	27
	Referenties .....	29
	Bijlage I. Trillingssignalen en frequentie-inhoud .....	30

# 1

## INLEIDING

Ten behoeve van de ontwikkeling Molenstraat 121, 121a en 125b te Helmond is een trillingsonderzoek uitgevoerd. De herontwikkeling voorziet in zeven appartementen in een bestaand kantoorgebouw (Molenstraat 121) en daarnaast in de ontwikkeling van 8 tiny-housewoningen (Molenstraat 121a) en de ontwikkeling van 10 woningen (Molenstraat 125b). De locatie ligt echter naast een spoorlijn waar goederenverkeer passeert waardoor hinder als gevolg van spoortrillingen mogelijk kan optreden. Dit dient voorkomen te worden. Met het trillingsonderzoek is inzicht verkregen in welke trillingsniveaus in de omgeving optreden door het huidige spoorverkeer en wordt een doorkijk gegeven naar de toekomstige nieuwbouw met als doel mogelijke trillingshinder voor de toekomstige nieuwbouw te voorkomen.

Als onderdeel van het onderzoek zijn trillingsmetingen uitgevoerd en is een quick scan uitgevoerd naar de trillingsgevoeligheid van de locatie en de toekomstige nieuwbouw. Vervolgens is een predictie van verwachte trillingsniveaus gemaakt op basis van factoren uit literatuur en ervaring uit trillingsmetingen. Een gedetailleerde predictie op basis van het ontwerp en uitwerking van mitigerende maatregelen ligt buiten de scope van dit onderzoek. In voorliggende rapportage worden de resultaten beschreven.

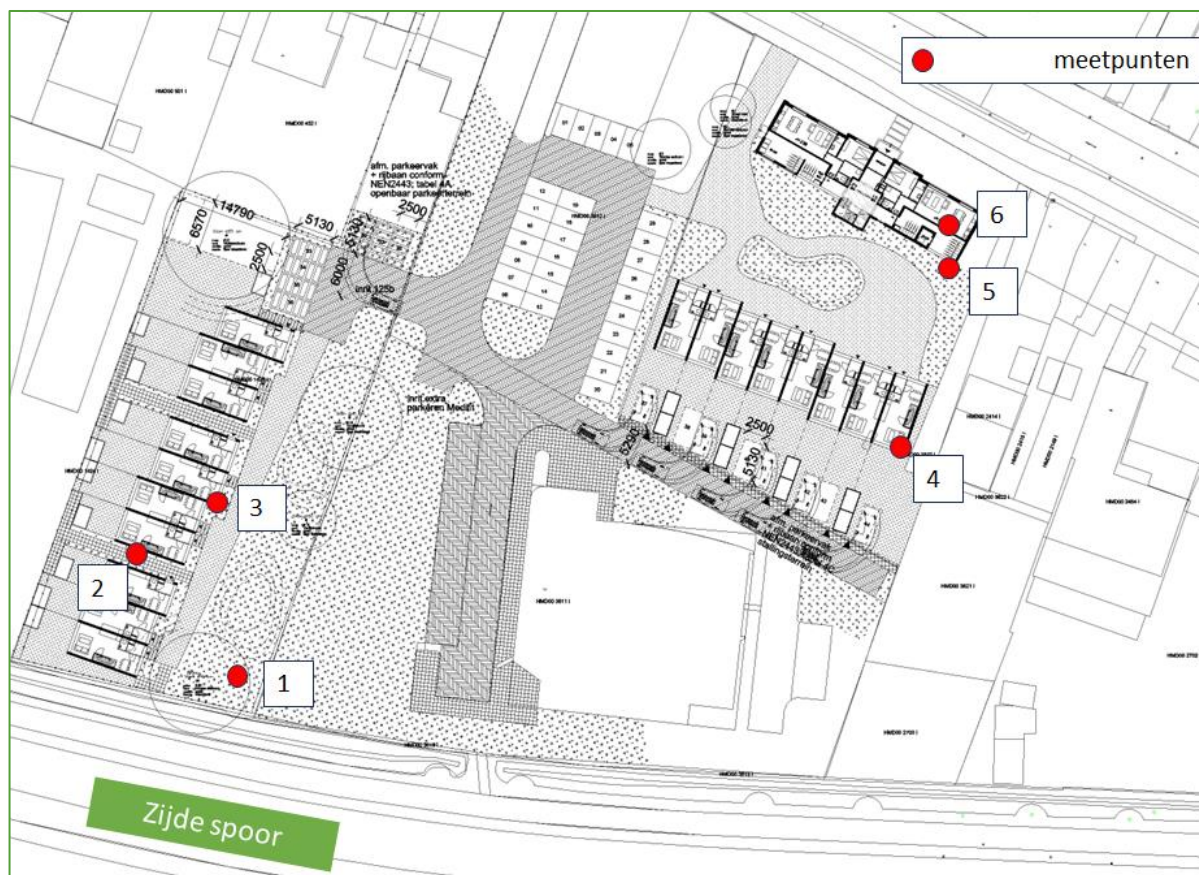
# 2

## UITVOERING METINGEN

### 2.1 Metingen op maaiveld

In Figuur 1 wordt het plangebied weergegeven. In de figuur zijn zes locaties weergegeven waar een trillingsmeting van minimaal één week (7 dagen) is uitgevoerd. Bij de keuze van locaties is onder andere gekeken naar de huidige situatie van het spoor en waar de toekomstige bebouwing precies komt te staan. De meetlocaties zijn weergegeven met rode stippen. Op vier locaties is op maaiveld gemeten (meetpunten 1 t/m 4). Daarnaast is er op twee locaties in het bestaande complex gemeten (meetpunten 5 en 6). Door zowel op maaiveld als in het bestaande kantoorgebouw (meetpunten 5 en 6) te meten wordt inzicht gekregen in de huidige overdracht van trillingen van bodem naar fundering.

Figuur 1 Meetlocaties trillingsmetingen ten opzichte van de geprojecteerde nieuwbouw.



## 2.2 Meetopstellingen

Op zes meetpunten zijn over de periode van een week trillingsmetingen uitgevoerd. De meetpunten zijn onder te verdelen in:

- Meetlocatie 1, 2 en 3: meetpunten op maaiveld in tuin Molenstraat 125b;
- Meetlocatie 4: meetpunt op maaiveld in tuin Molenstraat 121;
- Meetlocatie 5: fundering Molenstraat 121;
- Meetlocatie 6: midden op vloer 2<sup>e</sup> verdieping Molenstraat 121

In Figuur 2 zijn meetpunten 1 en 2 in het plangebied weergegeven. In Figuur 3 worden meetpunten 3 en 4 getoond. In Figuur 4 worden de meetpunten 5 (aan de fundering) en 6 (vloer 2<sup>e</sup> verdieping) getoond.

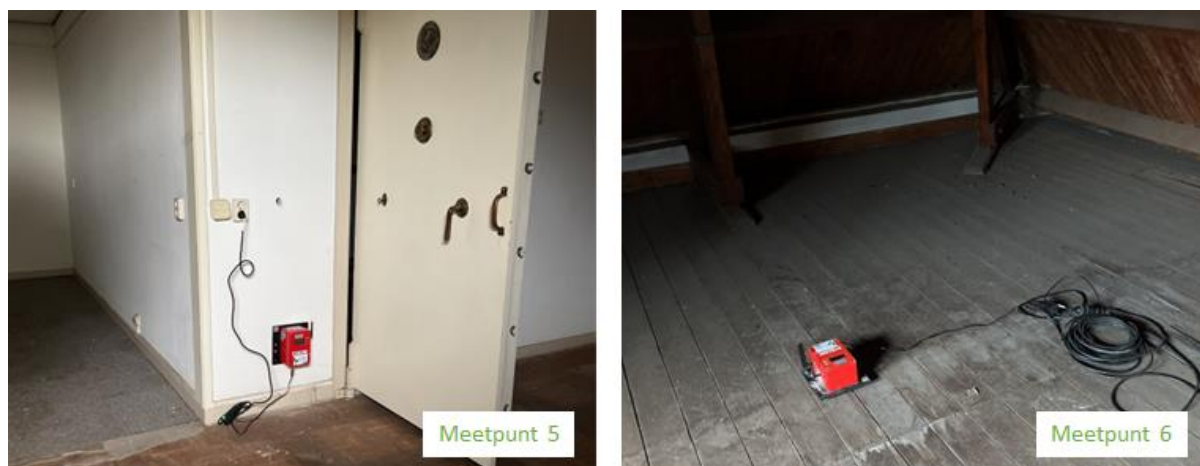
Figuur 2 Meetpunten 1 en 2, maaiveldpunten.



Figuur 3 Meetpunten 3 en 4, maaiveldpunten.



Figuur 4 Meetpunten 5 (fundering) en 6 (2<sup>e</sup> verdieping bestaande gebouw).



Bij de plaatsing van de meters op maaiveld is de bovenste bodemlaag van ongeveer 30 cm verwijderd en is dit aangevuld met zand waar bovenop de trillingsmeters zijn geplaatst. Het aanvulzand is daarbij aangestampt (zie Figuur 2 en 3).

## 2.3 Meetperiodes

In Tabel 1 wordt de meetperiode weergegeven.

Tabel 1. Meetperiode trillingsmetingen.

Type meting	meetperiode
Weeklange meting	7 november 13:00 – 15 november 13:00 2022

## 2.4 Specificaties meetapparatuur

In Tabel 2 worden de specificaties van de ingezette meetapparatuur weergegeven.

Tabel 2. Type trillingsmeters.

Type meting	type
Weeklange meting	Syscom MR3000C

## 2.5 Uitvoeringsaspecten

De metingen zijn uitgevoerd door IV Infra B.V. De verwerking van de ruwe meetdata, de interpretatie en nadere verwerking is uitgevoerd door Cohere Consultants.

Voor de metingen op maaiveld geldt de volgende definitie van meetrichtingen:

- x-richting: horizontaal parallel aan het spoor;
- y-richting: horizontaal loodrecht op het spoor;

- z-richting: verticaal.

Voor de metingen in het kantoorgebouw is voor de x-richting de horizontale richting loodrecht op de voorgevel van het gebouw gehanteerd en voor de y-richting de horizontale richting parallel aan de voorgevel van het gebouw.

# 3

## TOETSINGSKADER TRILLINGEN

Bij toetsing van hinder door trillingen wordt in Nederland doorgaans de SBR-richtlijn deel B gehanteerd, aangezien er momenteel geen wetgeving bestaat met daarin grenswaarden voor trillingshinder (zie [ref. 1]). De SBR-richtlijn deel B kent twee toetsingsgrootheden, namelijk  $V_{\max}$  en  $V_{\text{per}}$ . De  $V_{\max}$  representeert het maximale te verwachten trillingsniveau. De  $V_{\text{per}}$  is een periodiek trillingsniveau, wat wil zeggen een (energetisch) gemiddelde waarde over een beoordelingsperiode. Zie ook hoofdstuk 9 van de SBR-richtlijn.

### 3.1 Streefwaarden trillingsniveaus $V_{\max}$ (maximum) en $V_{\text{per}}$ (periodiek)

De SBR-richtlijn maakt gebruik van streefwaarden. Over het algemeen is voor een mens een  $V_{\max}$  groter dan 0,1 voelbaar. De richtlijn geeft aan dat er bij nieuwbouw wordt voldaan aan de richtlijn als de  $V_{\max}$ -niveaus onder de streefwaarde A1 (0,1 voor woningen) liggen. Er wordt ook voldaan aan de richtlijn als de  $V_{\max}$ -niveaus hoger zijn dan de streefwaarde A1, maar onder de streefwaarde A2 (0,2 voor woningen) én als  $V_{\text{per}}$  onder de streefwaarde A3 ligt (0,05 voor woningen). Tabel 3 geeft de streefwaarden weer voor een nieuwe situatie (waaronder nieuwbouw langs het spoor), Tabel 4 geeft de streefwaarden weer volgens de richtlijn voor een bestaande situatie. De streefwaarden voor een bestaande situatie zijn ruimer dan die voor nieuwbouw. Onderscheid wordt gemaakt tussen de dag-, avond- en nachtperiode, waarvoor geldt:

- Dagperiode: 07:00-19:00
- Avondperiode: 19:00-23:00
- Nachtperiode: 23:00-07:00

Figuur 4 geeft de toetsing schematisch weer.

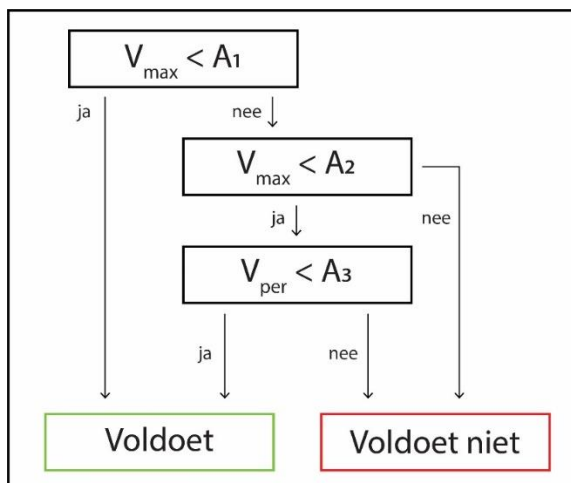
Tabel 3 Gehanteerde streefwaarden volgens uit de SBR B (nieuwbouw).

Gebouwfunctie	Streefwaarde dag- en avondperiode			Streefwaarde nachtperiode		
	$V_{\max}$ (A1)	$V_{\max}$ (A2)	$V_{\text{per}}$ (A3)	$V_{\max}$ (A1)	$V_{\max}$ (A2)	$V_{\text{per}}$ (A3)
gezondheidszorg	0,1	0,4	0,05	0,1	0,2	0,05
wonen	0,1	0,4	0,05	0,1	0,2	0,05
kantoor en onderwijs	0,15	0,6	0,07	0,15	0,6	0,07
bijeenkomsten	0,15	0,6	0,07	0,15	0,6	0,07
kritische werkruimte	0,1	0,1	-	0,1	0,1	-

Tabel 4 Gehanteerde streefwaarden volgens uit de SBR B (bestaande bouw).

Gebouwfunctie	Streefwaarde dag- en avondperiode			Streefwaarde nachtperiode		
	$V_{\max}$ (A1)	$V_{\max}$ (A2)	$V_{\text{per}}$ (A3)	$V_{\max}$ (A1)	$V_{\max}$ (A2)	$V_{\text{per}}$ (A3)
gezondheidszorg	0,2	0,8	0,1	0,2	0,4	0,1
wonen	0,2	0,8	0,1	0,2	0,4	0,1
kantoor en onderwijs	0,3	1,2	0,15	0,3	1,2	0,15
bijeenkomsten	0,3	1,2	0,15	0,3	1,2	0,15
kritische werkruimte	0,1	0,1	-	0,1	0,1	-

Figuur 5 Toetsingsschema trillingshinder SBR richtlijn deel B.



### 3.2 Kwalificatie voor hinder door weg- en railverkeer

De SBR-richtlijn geeft ter aanvulling in bijlage V waarden voor de kwalificatie van hinder voor weg- en railverkeer. Deze waarden zijn gegeven in Tabel 5. Bij de afweging van maatregelen kan hier rekening mee worden gehouden.

Tabel 5. Hinderkwalificatie voor weg- en railverkeer volgens SBR B bijlage V.

$V_{\max}$	Hinderkwalificatie
< 0,1	geen hinder
0,1 – 0,2	weinig hinder (bestaande situaties)
0,2 – 0,8	matige hinder
0,8 – 3,2	hinder
> 3,2	ernstige hinder

# 4

## MEETRESULTATEN

### 4.1 Resultaten maximale trillingsniveaus $V_{\text{eff,max}}$

In het plangebied is op zes locaties gemeten (zie hoofdstuk 2). De resultaten worden in dit hoofdstuk besproken. Eerst wordt ingegaan op de maximale trillingsniveaus  $V_{\text{eff,max}}$ <sup>1</sup> en vervolgens op de periodieke niveaus  $V_{\text{per}}$  en de frequentie-inhoud van de gemeten signalen.

#### 4.1.1 Meetpunten 1, 2 en 3 (maaiveld nr. 121)

De trillingsniveaus zijn gemeten met Syscom trillingsmeters. Deze meters slaan gemeten  $V_{\text{top}}$  niveaus op en daarnaast trillingssignalen boven een bepaalde triggerlevel. Deze triggerlevel is ingesteld op  $V_{\text{top}}=0,1$  mm/s. Van alle signalen zijn  $V_{\text{eff,max}}$  niveaus bepaald. De hoogste vijftien  $V_{\text{eff,max}}$  niveaus worden in deze rapportage steeds weergegeven. Van deze vijftien hoogste niveaus is een statistisch maximum  $V_{\text{eff,max,stat}}$  bepaald. Dit wordt in de SBR-richtlijn deel B omschreven in artikel 9.6. De statistische waarde geeft een beeld van het te hanteren toetsniveau  $V_{\text{max}}$  wanneer er veel variatie en onduidelijkheid is over de maatgevende bron. De statistische waarde kan dan verschillen van het maximaal gemeten niveau. Uit de resultaten blijkt dat dit niet het geval is.

De SBR-richtlijn deel B maakt verschil tussen de toetsing van dag- avond- en nachtperiode. Wordt gekeken naar de streefwaarde A2 bij nieuwbouw voor woningen dan volgt voor de nachtperiode de maatgevende streefwaarde van  $A2=0,2$ . Voor de dag- en avondperiode bedraagt deze waarde 0,4 (zie Tabel 3).

In Tabellen 6 t/m 8 worden de resultaten voor de drie maaiveldpunten getoond ter plaatse van de achtertuin van Molenstraat 125b. De meetpunten tonen wat betreft z-richting een eenduidig en vergelijkbaar beeld. Er zijn lage trillingsniveaus gemeten in de orde van maximaal  $V_{\text{eff,max}}= 0,12-0,14$ . Opmerkelijk is dat de tijdstippen van optreden niet gelijk zijn. Wanneer maatgevende goederentreinen passeren dan worden deze meestal op alle locaties teruggevonden. De trillingen zijn mogelijk beïnvloed door het naastgelegen wegverkeer.

Opvallend zijn de gemeten waarden in x-richting voor meetpunt 2. Deze wijken af van de niveaus gemeten op de andere twee meetpunten. Een verklaring van hogere niveaus in x-richting is niet gevonden. In paragraaf 4.3 wordt hier nader ingegaan wanneer de frequentie-inhoud van de signalen wordt besproken.

---

<sup>1</sup> De benaming  $V_{\text{eff,max}}$  betreft individuele opgetreden trillingsniveaus, de benaming  $V_{\text{max}}$  betreft het overall hoogste niveau.

Tabel 6 Top 15 hoogst gemeten niveaus locatie 1 maaiveld.

Datum*	Tijdstip*	V <sub>eff,max</sub> X	V <sub>eff,max</sub> Y	V <sub>eff,max</sub> Z
#67 2022-11-14	16:03:31	0,13	0,07	0,13
#41 2022-11-11	12:03:42	0,11	0,07	0,12
#78 2022-11-15	12:39:10	0,11	0,07	0,11
#1 2022-11-07	14:35:27	0,11	0,07	0,11
#72 2022-11-14	11:58:58	0,11	0,06	0,10
#75 2022-11-15	10:27:59	0,10	0,06	0,09
#34 2022-11-10	16:15:09	0,10	0,06	0,09
#38 2022-11-10	10:23:18	0,10	0,06	0,09
#28 2022-11-10	07:36:23	0,09	0,06	0,09
#52 2022-11-11	22:07:35	0,09	0,06	0,09
#76 2022-11-15	10:28:17	0,09	0,06	0,09
#82 2022-11-15	13:04:13	0,09	0,06	0,09
#23 2022-11-09	11:57:28	0,09	0,05	0,08
#12 2022-11-09	16:43:48	0,09	0,05	0,08
#43 2022-11-11	12:06:31	0,09	0,05	0,08
<b>V<sub>eff,max,stat</sub>*</b>		<b>0,12</b>	<b>0,07</b>	<b>0,13</b>

\*Tijdstip hoort bij z-richting.

\*V<sub>eff,max,stat</sub> is bepaald volgens de methode in de SBR-richtlijn deel B. Dit betreft een statistisch maximum op basis van de maximaal 15 hoogst gemeten niveaus. Alleen de waarden hoger dan 50% van het hoogste niveau V<sub>eff,max</sub> dienen meegenomen te worden.

Tabel 7 Top 15 hoogst gemeten niveaus locatie 2 maaiveld.

Datum*	Tijdstip*	V <sub>eff,max</sub> X	V <sub>eff,max</sub> Y	V <sub>eff,max</sub> Z
#72 2022-11-14	08:48:52	0,29	0,13	0,10
#80 2022-11-14	08:56:05	0,24	0,13	0,10
#42 2022-11-11	08:24:55	0,24	0,12	0,09
#23 2022-11-09	07:39:23	0,21	0,11	0,09
#60 2022-11-11	08:18:51	0,20	0,11	0,09
#5 2022-11-08	08:48:45	0,20	0,11	0,09
#63 2022-11-11	08:20:27	0,19	0,11	0,08
#22 2022-11-09	09:37:57	0,19	0,11	0,07
#36 2022-11-10	07:40:45	0,18	0,11	0,07
#2 2022-11-07	08:18:01	0,18	0,10	0,07
#3 2022-11-08	08:46:34	0,18	0,10	0,07
#29 2022-11-10	06:20:38	0,18	0,10	0,07
#27 2022-11-10	08:19:51	0,17	0,10	0,06
#61 2022-11-11	08:19:10	0,16	0,09	0,06
#1 2022-11-07	08:01:07	0,16	0,09	0,06
<b>V<sub>eff,max,stat</sub></b>		<b>0,27</b>	<b>0,13</b>	<b>0,11</b>

\*Tijdstip hoort bij x-richting.

Tabel 8 Top 15 hoogst gemeten niveaus meetpunt 3 maaiveld.

Datum*	Tijdstip*	V <sub>eff,max</sub> X	V <sub>eff,max</sub> Y	V <sub>eff,max</sub> Z
#65 2022-11-12	10:08:54	0,12	0,11	0,14
#75 2022-11-14	14:06:01	0,12	0,11	0,12
#43 2022-11-11	14:05:54	0,12	0,11	0,12
#48 2022-11-11	21:07:42	0,11	0,11	0,11
#36 2022-11-10	11:05:55	0,11	0,09	0,11
#40 2022-11-11	13:03:23	0,11	0,09	0,09
#70 2022-11-14	12:01:59	0,11	0,09	0,09
#74 2022-11-14	12:18:36	0,10	0,08	0,08
#76 2022-11-15	12:39:10	0,10	0,08	0,08
#61 2022-11-11	11:42:30	0,10	0,08	0,08
#44 2022-11-11	14:07:38	0,10	0,08	0,08
#33 2022-11-10	10:23:17	0,10	0,08	0,07
#26 2022-11-10	12:54:08	0,10	0,08	0,07
#30 2022-11-10	10:20:52	0,10	0,08	0,07
#71 2022-11-14	12:12:29	0,09	0,08	0,07
<b>V<sub>eff,max,stat</sub></b>		<b>0,12</b>	<b>0,12</b>	<b>0,14</b>

\*Tijdstip hoort bij z-richting.

#### 4.1.2 Meetpunt 4 (maaiveld nr.125)

In Tabel 9 worden de 15 hoogst gemeten niveaus voor meetpunt 4 getoond. Op deze locatie worden in de toekomst acht tiny-housewoningen voorzien. De resultaten laten zien dat de gemeten niveaus laag liggen, namelijk allemaal onder de  $v_{eff,max}=0,1$ , behalve voor één event.

Tabel 9 Top 15 hoogst gemeten niveaus meetpunt 4 maaiveld

Datum*	Tijdstip*	V <sub>eff,max</sub> X	V <sub>eff,max</sub> Y	V <sub>eff,max</sub> Z
#38 2022-11-11	06:46:40	0,10	0,11	0,14
#7 2022-11-08	14:47:46	0,08	0,09	0,09
#11 2022-11-08	17:21:49	0,07	0,09	0,09
#5 2022-11-07	14:35:21	0,07	0,08	0,08
#10 2022-11-08	16:51:38	0,07	0,08	0,08
#1 2022-11-07	13:10:16	0,07	0,08	0,08
#50 2022-11-14	12:52:23	0,07	0,08	0,08
#53 2022-11-15	09:29:38	0,07	0,08	0,08
#22 2022-11-09	15:51:16	0,06	0,07	0,08
#3 2022-11-07	14:29:35	0,06	0,07	0,07
#2 2022-11-07	13:12:18	0,06	0,07	0,07
#37 2022-11-10	15:43:05	0,06	0,07	0,07
#9 2022-11-08	14:49:26	0,06	0,07	0,07
#16 2022-11-08	10:09:17	0,06	0,07	0,07
#20 2022-11-08	13:19:55	0,06	0,06	0,07
<b>V<sub>eff,max,stat</sub></b>		<b>0,09</b>	<b>0,10</b>	<b>0,12</b>

\*Tijdstip hoort bij z-richting.

#### 4.1.3 Meetpunt 5 en 6 (fundering en verdieping nr. 125)

Voor het meetpunt aan de fundering zijn de laagste niveaus van alle meetpunten gemeten. In Tabel 10 worden de resultaten weergegeven. De fundering van het bestaande kantoorgebouw is naar verwachting massief en dit resulteert in lage trillingsniveaus. Daarentegen zijn de niveaus gemeten op de tweede verdieping midden op de vloer, het hoogst van alle meetpunten (zie Tabel 11). Er lijkt sprake te zijn van een opslingering waar in paragraaf 4.3 op wordt ingegaan.

Tabel 10 Top 15 hoogst gemeten niveaus meetpunt 5 fundering.

Datum*	Tijdstip*	V <sub>eff,max</sub> X	V <sub>eff,max</sub> Y	V <sub>eff,max</sub> Z
#12 2022-11-11	12:03:48	0,04	0,03	0,10
#16 2022-11-11	21:07:41	0,04	0,03	0,07
#19 2022-11-14	08:08:41	0,04	0,03	0,07
#11 2022-11-10	21:08:14	0,04	0,02	0,07
#3 2022-11-08	09:08:54	0,04	0,02	0,07
#9 2022-11-10	15:00:05	0,03	0,02	0,06
#13 2022-11-11	12:04:03	0,03	0,02	0,06
#6 2022-11-09	10:30:54	0,03	0,02	0,06
#21 2022-11-14	08:57:59	0,03	0,02	0,06
#20 2022-11-14	08:08:50	0,03	0,02	0,06
#5 2022-11-08	10:08:56	0,03	0,02	0,06
#1 2022-11-07	16:18:48	0,02	0,02	0,05
#14 2022-11-11	12:06:39	0,02	0,02	0,05
#4 2022-11-08	09:43:51	0,02	0,02	0,05
#8 2022-11-10	14:08:05	0,02	0,02	0,05
V <sub>eff,max,stat</sub>		<b>0,05</b>	<b>0,03</b>	<b>0,09</b>

\*Tijdstip hoort bij z-richting.

Tabel 11 Top 15 hoogst gemeten niveaus meetpunt 6 tweede verdieping

Datum*	Tijdstip*	V <sub>eff,max</sub> X	V <sub>eff,max</sub> Y	V <sub>eff,max</sub> Z
#116 2022-11-09	09:04:21	0,27	0,12	0,46
#18 2022-11-07	14:10:34	0,21	0,11	0,41
#92 2022-11-09	08:42:42	0,20	0,09	0,40
#76 2022-11-08	08:36:06	0,19	0,08	0,36
#80 2022-11-08	12:56:54	0,18	0,07	0,36
#44 2022-11-08	10:56:13	0,18	0,07	0,30
#158 2022-11-11	09:53:45	0,17	0,07	0,29
#188 2022-11-11	07:00:48	0,15	0,07	0,29
#232 2022-11-13	13:56:53	0,14	0,07	0,27
#156 2022-11-11	09:50:37	0,13	0,07	0,26
#234 2022-11-13	16:49:11	0,13	0,06	0,26
#209 2022-11-12	15:27:03	0,13	0,06	0,26
#248 2022-11-14	19:39:56	0,13	0,06	0,26
#68 2022-11-08	08:33:29	0,13	0,06	0,25
#132 2022-11-09	14:20:22	0,12	0,06	0,25
V <sub>eff,max,stat</sub>		<b>0,26</b>	<b>0,12</b>	<b>0,46</b>

\*Tijdstip hoort bij z-richting.

## 4.2 Resultaten periodieke (gemiddelde) trillingsniveaus $V_{per}$

Volgens de SBR-richtlijn deel B moet per beoordelingsperiode een  $V_{per}$ -niveau worden berekend op basis van aantal opgetreden  $V_{eff,max}$ -niveaus binnen de periode met een waarde boven de  $V_{eff,max} = 0,1$ . De resultaten van de hoogst gemeten  $V_{per}$ -niveaus worden weergegeven in Tabel 12. In Tabel 12 worden de hoogste  $V_{per}$ -niveaus weergegeven van alle dag-, avond- en nachtperioden bij elkaar. Voor de gemeten  $V_{per}$ -niveaus op meetpunten 1 t/m 5 geldt dat de niveaus laag liggen, in dit geval overal kleiner of gelijk aan de 0,02 (waarbij dus niet is gefilterd op eventuele stoortrillingen zodat de getoonde waarden een bovengrens betreffen). Voor de verticale richting midden op de vloer op de tweede verdieping (meetpunt 6) geldt een hoger niveau van  $V_{per}=0,05$ . De streefwaarde voor  $V_{per}$  bedraagt voor woningen 0,05 en wordt juist niet overschreden.

Tabel 12 Hoogst gemeten niveaus  $V_{per}$  meetlocaties 1 t/m 6 (hoogste niveaus van alle dag- avond- en nachtperiodes gedurende de meetperiode).

Datum	$V_{per}$ X	$V_{per}$ Y	$V_{per}$ Z
Meetpunt 1	0,01	0,01	0,01
Meetpunt 2	0,02	0,01	0,01
Meetpunt 3	0,01	0,01	0,01
Meetpunt 4	0,01	0,01	0,01
Meetpunt 5	<0,01	<0,01	<0,01
Meetpunt 6	0,02	0,01	0,05

## 4.3 Frequentie-inhoud signalen

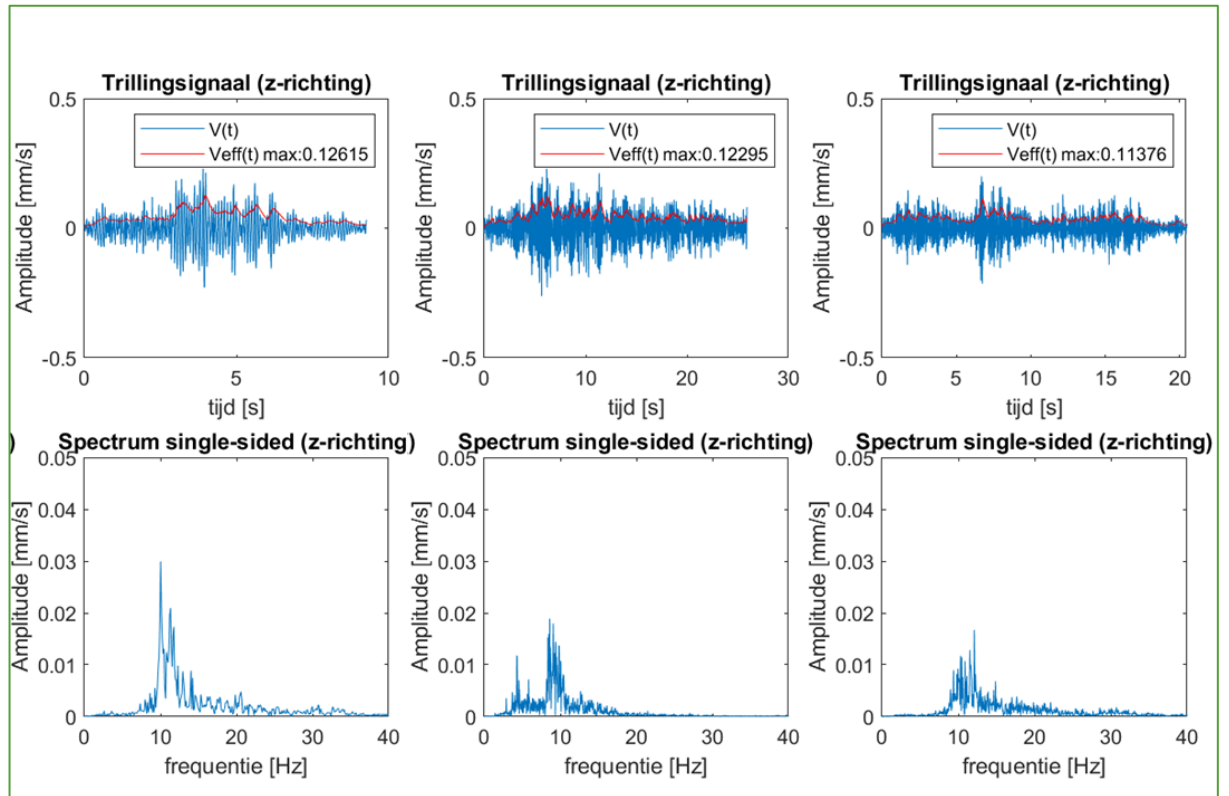
Van de hoogste vijf passages per meetlocatie, zijn de signalen en hun frequentie-inhoud weergegeven in Bijlage I. In Figuren 6 t/m 12 wordt van de verschillende meetpunten de frequentie-inhoud van de drie hoogste signalen gegeven van enkel de maatgevende meetrichting. Dit is voor vijf van de zes meetpunten de verticale richting. Enkel voor meetpunt 2 is de x-richting maatgevend.

Uit de Figuren 6 t/m 12 blijkt een aantal zaken:

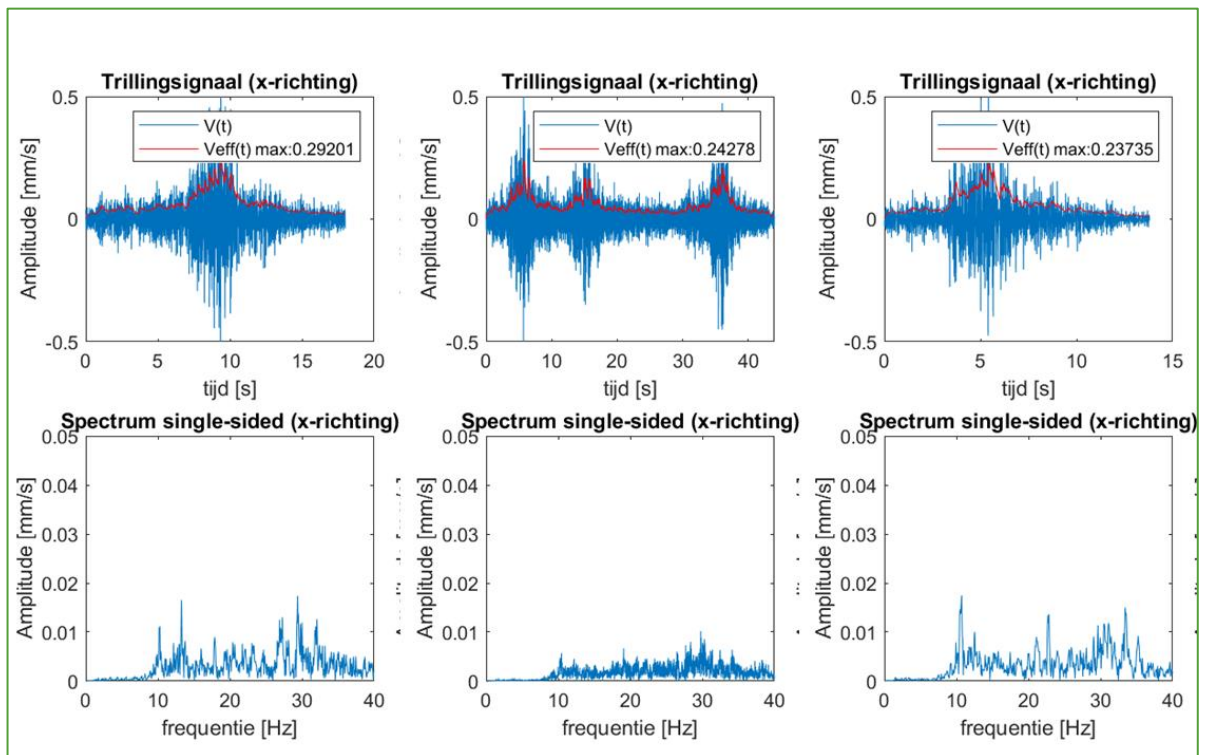
- Meetpunten 1, 3 en 4 tonen een vergelijkbare frequentie-inhoud. Dit betreffen drie maaiveldmeetpunten. Net boven de 10 Hz is duidelijk de maatgevende piek te zien. De ervaring met trillingsmetingen langs dezelfde spoorlijn en vergelijkbare grondopbouw tonen eveneens dominante frequenties rond de 10 Hz. Mogelijk betreft het goederentreinpassages. Het is echter opvallend dat de tijdstippen van optreden telkens anders zijn.
- Meetpunt 2 toont een breder frequentie-spectrum in x-richting. De frequentie-inhoud lijkt eerder van wegverkeer afkomstig dan van goederentreinen. Hoewel wegverkeer een andere bron is dan spoortrillingen is het belangrijk ook deze gemeten trillingssignalen mee te nemen om hinder als gevolg van trillingen te voorkomen.
- Voor meetpunt 5 aan de fundering worden voor de twee hoogste signalen pieken rond de 10 Hz teruggevonden. Dit betreffen mogelijk goederentreinpassages. Het derde getoonde signaal in Figuur 10 lijkt eerder als gevolg van een interne bron (bijvoorbeeld het dicht doen van een deur).
- Meetpunt 6 toont opvallend hoge niveaus in z-richting. Daarbij is duidelijk een piek te zien in het spectrum, welke echter afwijkt van de pieken gevonden voor de meetpunten op maaiveld en fundering. De pieken blijken namelijk rond 16-18 Hz te liggen. In Figuur 11 zijn de drie hoogste signalen weergegeven. Uit de tijdsignalen is het niet geheel zeker of het om spoortrillingen gaat. Mogelijk dat het om wegtrillingen gaat. Van drie signalen waarvan met meer zekerheid wordt verwacht dat het om treinpassages gaat wordt de frequentie inhoud getoond in Figuur 12. Ook in Figuur 12 volgt dat een

piek wordt gevonden rond de 16-18 Hz. Dit duidt op opslinging en dat de eigenfrequentie van de vloer rond de 16-18 Hz ligt.

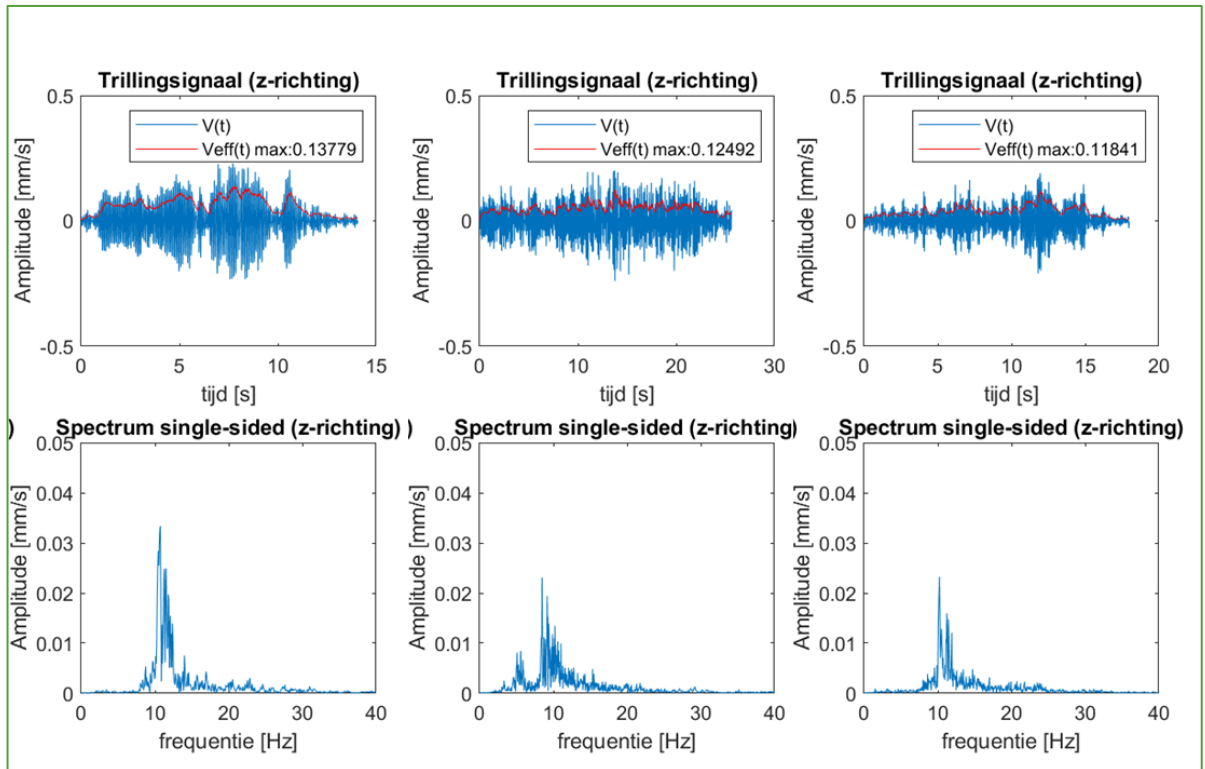
Figuur 6 Frequentie-inhoud top 3 signalen meetpunt 1 (z-richting).



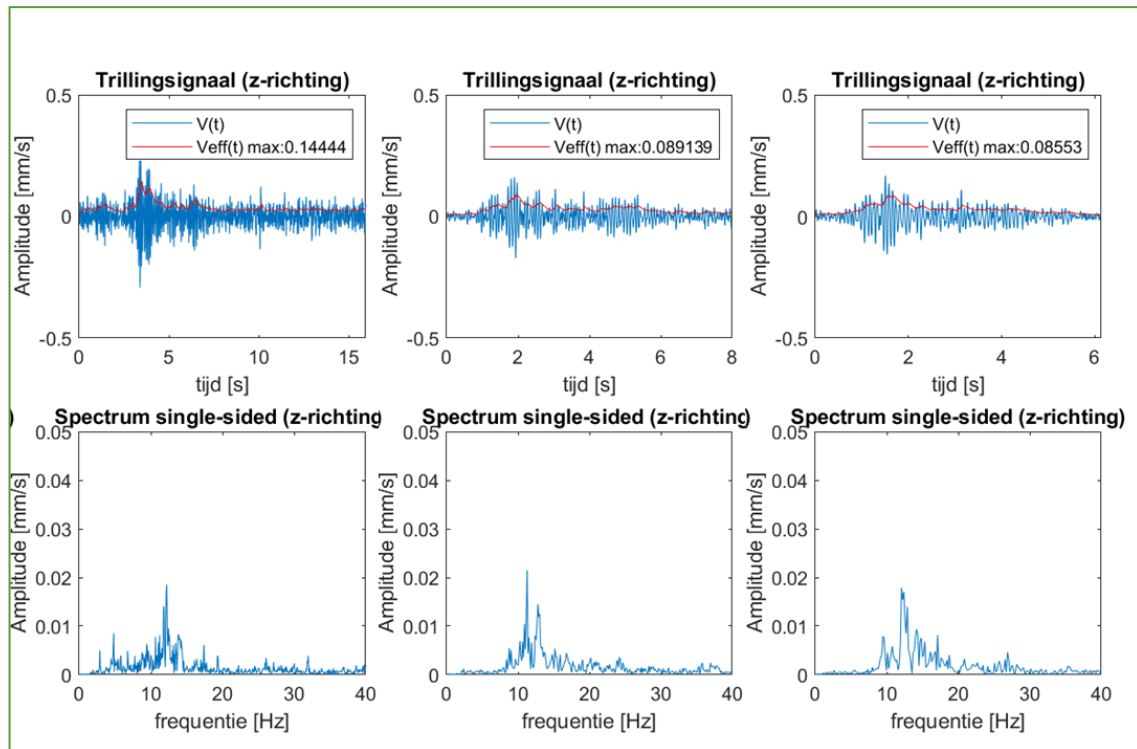
Figuur 7 Frequentie-inhoud top 3 signalen meetpunt 2 (x-richting).



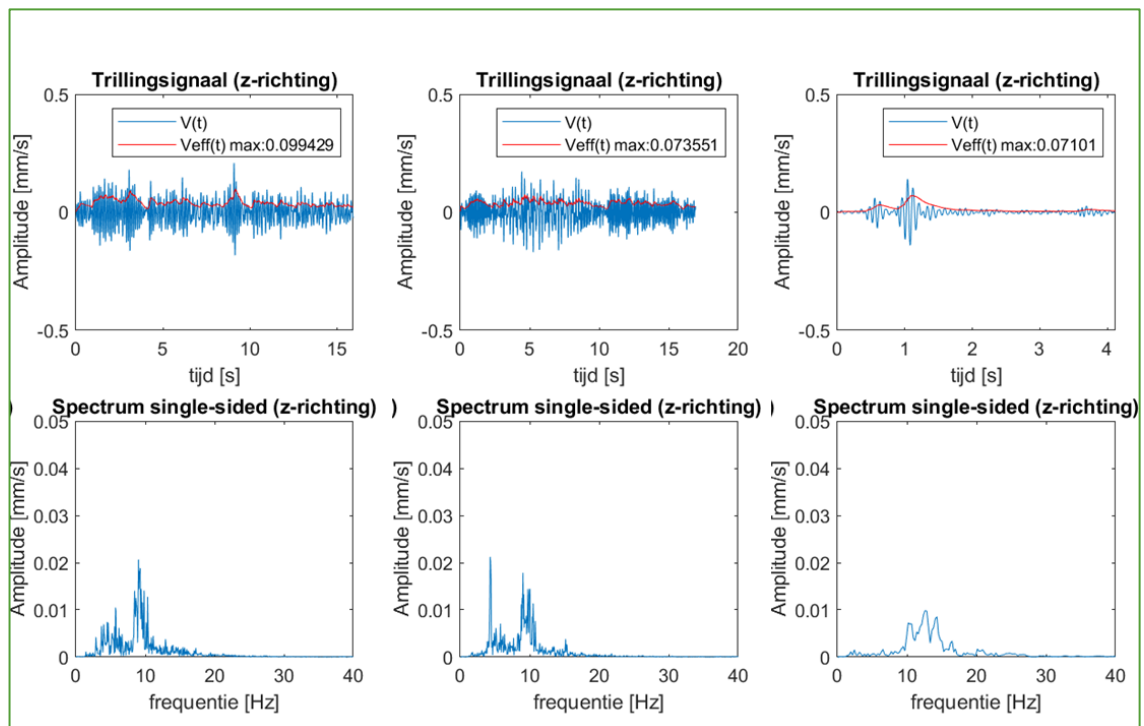
Figuur 8 Frequentie-inhoud top 3 signalen meetpunt 3 (z-richting).



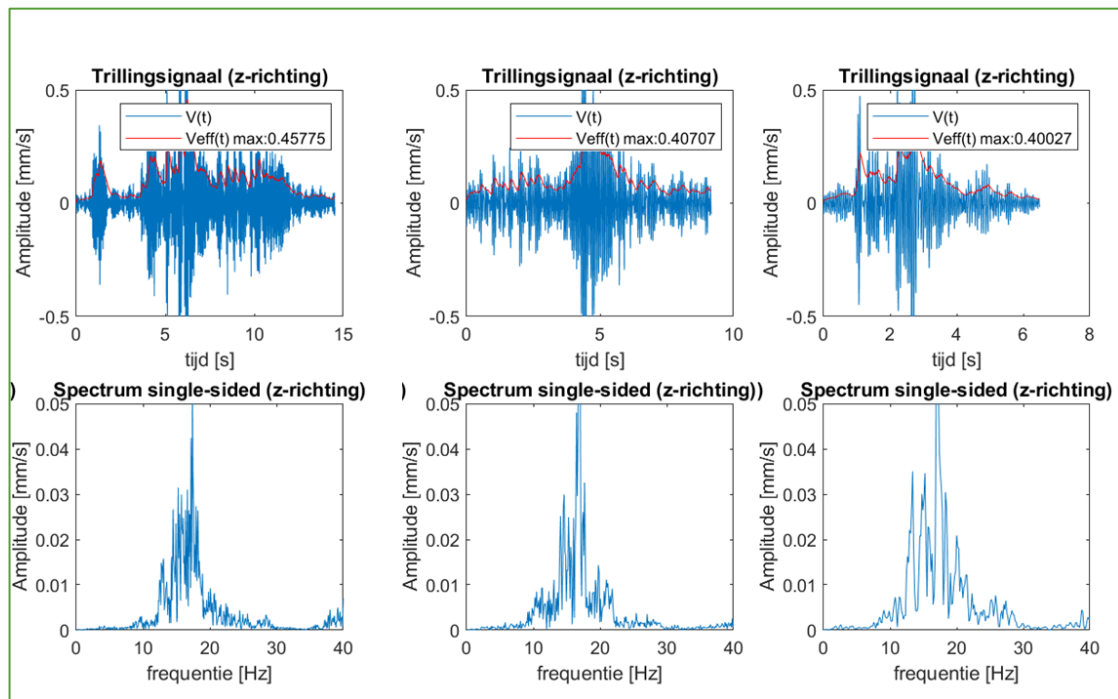
Figuur 9 Frequentie-inhoud top 3 signalen meetpunt 4 (z-richting).



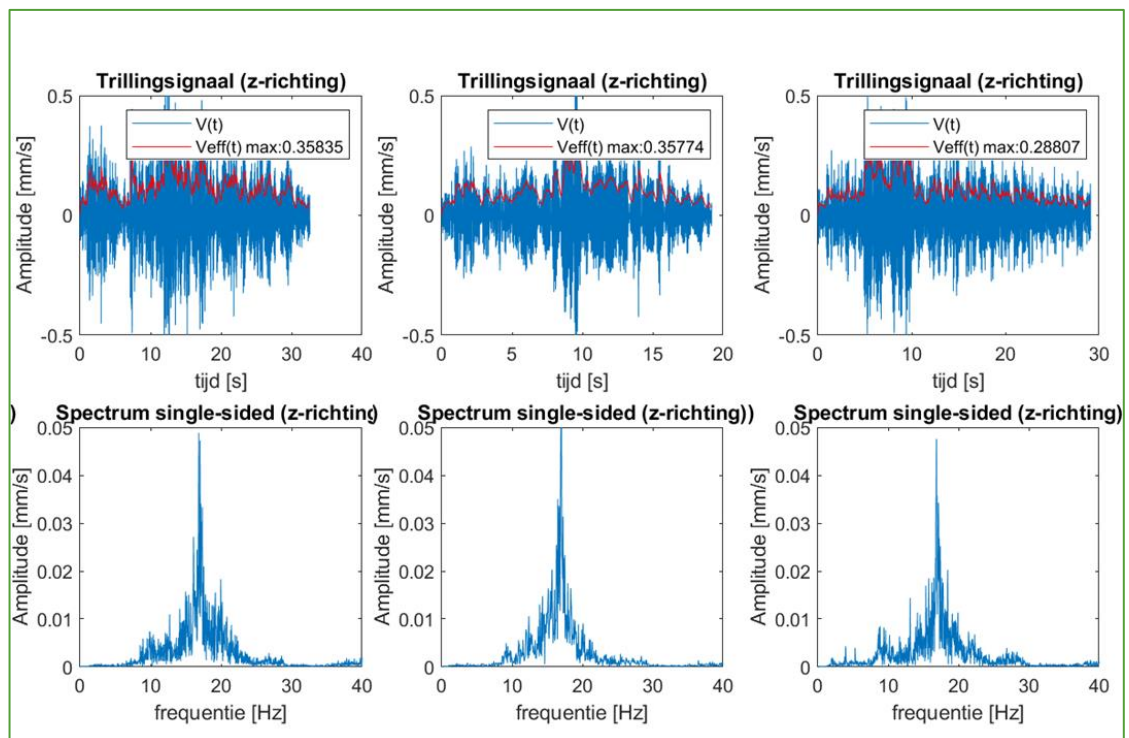
Figuur 10 Frequentie-inhoud top 3 signalen meetpunt 5 (z-richting).



Figuur 11 Frequentie-inhoud top 3 signalen meetpunt 6 (z-richting).



Figuur 12 Frequentie-inhoud 3 signalen meetpunt 6 (z-richting) mogelijk aan te duiden als treinpassage



# 5

## QUICK SCAN

Naast het uitvoeren van trillingsmetingen is ook een quick scan uitgevoerd naar de trillingsgevoeligheid van de locatie en de toekomstige nieuwbouw. Hierbij is in overeenstemming met de handreiking Nieuwbouw en Spoortrillingen [ref. 2] gekeken naar het treinbeeld, de spooropbouw en de bodemgesteldheid, en zijn de eigenschappen van de toekomstige voorziene nieuwbouw beschouwd.

### 5.1 Plangebied

Figuur 13 toont de situatie van het spoor naast het plangebied. De minimale afstand tot het spoor bedraagt 95 meter. Het station Helmond ligt vlakbij (perrons zijn deels zichtbaar in Figuur 13). Zowel Sprinters als Intercity's hebben vanwege het nabijgelegen station een beperkte rijksnelheid. Vanwege de grote afstand en de relatief lage rijksnelheid wordt verwacht dat enkel doorgaande goederentreinen mogelijk tot trillingsniveaus leiden waar rekening mee moet worden gehouden.

Figuur 13 Situatie spoor nabij plangebied. (bron: BasisBeheerKaart maps.prorail.nl).



## 5.2 Treinbeeld

Op het spoor is sprake van drie verschillende type treinen, namelijk:

- Intercity's;
- Sprinters;
- Goederentreinen.

In Figuur 14 wordt een passerende Intercity (type VIRM) weergegeven.

Figuur 14 Passerende intercity (type VIRM) richting Venlo.



## 5.3 Spooropbouw en onregelmatigheden

In het spoor nabij het plangebied zijn ES-lassen aanwezig in het treinspoor (zie Figuur 15). Dergelijke discontinuïteiten kunnen lokaal tot een verhoogd trillingsniveau leiden, maar wel met een beperkt invloedsgebied. Veelal wordt een invloedsgebied van circa 50 meter aangehouden. De voorziene nieuwe woningen liggen op minimaal tweemaal grotere afstand. Er wordt daarom niet verwacht dat de ES-lassen en de spoorwegovergang tot hoge trillingsniveaus leiden.

Figuur 15 ES-lassen en ander discontinuïteiten in het spoor nabij plangebied.



## 5.4 Wegverkeer

Zoals in Figuur 15 kan worden gezien ligt de Kasteel-Traverse (N270) direct naast het plangebied (en tussen het plangebied en het spoor). Over deze provinciale weg rijdt veel vrachtverkeer. Vanwege de korte afstand tot het plangebied (de meest nabijgelegen rijstrook ligt op 5-10 meter afstand) zijn trillingen door wegverkeer niet uit te sluiten. Aan de andere zijde van het plangebied (noordzijde) ligt de Molenstraat. Precies ter plaatse van het bestaande kantoorgebouw is een drempel in het wegdek aanwezig. Voor het bestaande kantoorgebouw kan dit mogelijk tot trillingen door wegverkeer leiden. In Figuur 16 worden zowel de N270 en de drempel in de Molenstraat weergegeven.

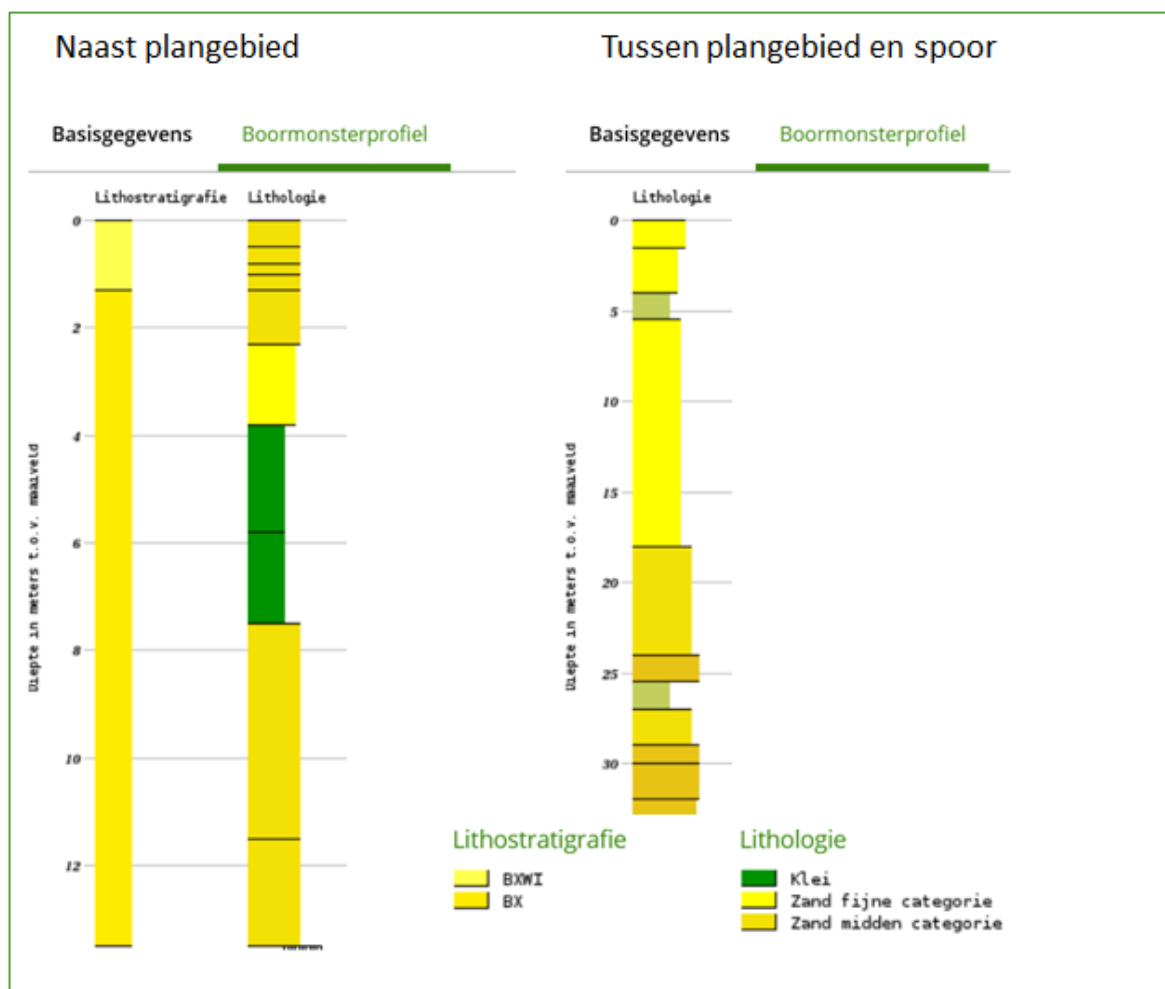
Figuur 16 Vrachtverkeer over de N270 op circa 5-10 meter van het plangebied.



## 5.5 Bodemopbouw

De grondopbouw ter plaatse van het plangebied is bepaald op basis van beschikbare boorgegevens uit de Basis Registratie Ondergrond (BRO). In Figuur 17 worden de resultaten van twee boormonsters weergegeven. Het linker monster is ten westen van het plangebied genomen, terwijl het rechter monster ten zuidwesten (nabij het spoor) is genomen. Uit de figuur volgt dat er sprake is van zandige ondergrond. Hier en daar mogelijk dunne kleilagen, maar hoofdzakelijk zand. Dit is in lijn met de verwachting.

Figuur 17 Boormonsters nabij plangebied (BRO gegevens) .



# 6

## PREDICTIE TOEKOMSTIGE NIEUWBOUW

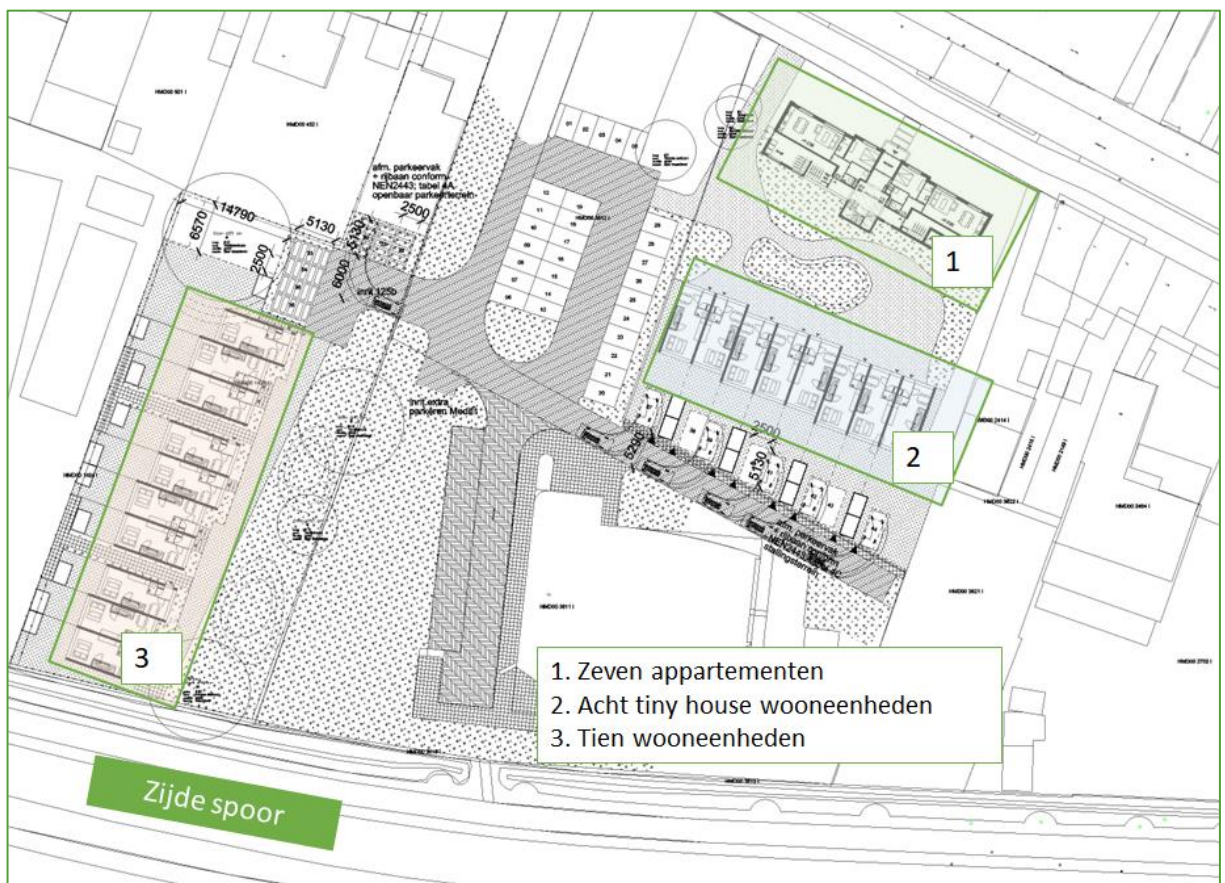
### 6.1 Voorzien ontwerp

In Figuur 18 wordt de indeling van het toekomstige plangebied weergegeven. Er is op dit moment slechts een schetsontwerp bekend. Op drie locaties worden wooneenheden voorzien, namelijk:

- Locatie 1: Het bestaande kantoorgebouw wordt gerenoveerd tot zeven appartementen.
- Locatie 2: Acht tiny-housewooneenheden worden voorzien op de locatie waar nu laagbouw aanwezig is.
- Locatie 3: In totaal worden tien wooneenheden voorzien welke het dichtst op het spoor staan maar vooral dicht op de provinciale weg (N270).

Op de drie verschillende deellocaties worden nader ingegaan.

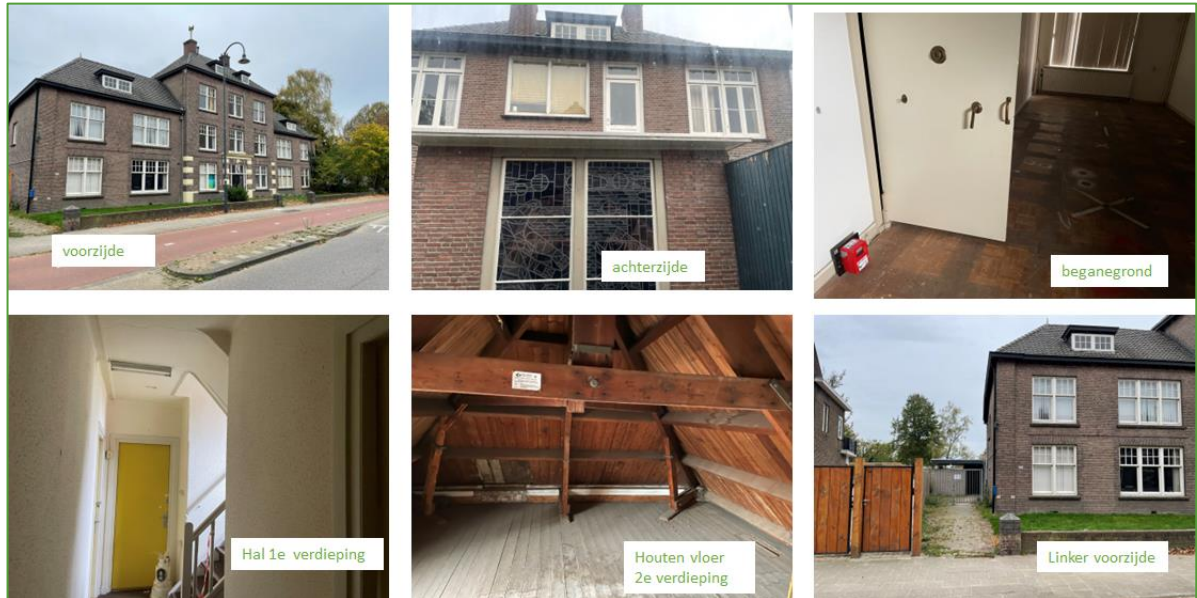
Figuur 18 Indeling toekomstig plangebied.



### Locatie 1: Zeven appartementen

Het huidige kantoorgebouw wordt gerenoveerd tot zeven appartementen. Het gebouw betreft een robuust oud metselwerken pand. In Figuur 19 wordt een impressie gegeven. De vloeren op de begane grond en eerste verdieping betreffen naar verwachting betonnen vloeren. De vloer op de tweede verdieping betreft een houten vloer.

Figuur 19 Bestaande kantoorgebouw Molenstraat 121 (en 121a).



De exacte indeling van de toekomstige appartementen is nog niet bekend. Verwacht wordt dat zowel de begane grond, eerste verdieping alsook de tweede verdieping gebruikt gaan worden voor de appartementen.

### Locatie 2: Acht tiny houses

Van de acht tiny-housewoningen zijn nog geen ontwerpgegevens bekend. Voor tiny houses geldt echter dat een lichte fundering verwacht mag worden omdat er sprake is van lichte gebouwconstructies. Deze gebouwen zijn over het algemeen relatief gevoelig voor trillingen. Echter, de locatie waar de tiny-housewoningen worden voorzien is relatief gunstig, namelijk middenin het plangebied op circa 120 meter van het buitenste spoor en ook minimaal 30 meter afstand van nabijgelegen wegen.

### Locatie 3: Tien wooneenheden

Van de tien wooneenheden zijn ook nog geen ontwerpgegevens beschikbaar. Uitgegaan wordt van standaard bouw waarbij de volgende uitgangspunten worden gehanteerd:

- Strokenfundering;
- Kanaalplaatvloeren of breedplaatvloeren;
- Buitenmuur metselwerk en binnenmuur kalkzandsteen.

## 6.2 Predictie toekomstige niveaus

Voor het bepalen van het verwachte trillingsniveau binnenin de verschillende gebouwen midden op de vloer zijn een aantal aspecten van belang:

- De overdracht van trillingen in de bodem naar fundering;
- De voortplanting van trillingen vanuit fundering de gebouwconstructie in;
- Eigenfrequentie van vloeren en eventuele opslinging hiervan.

Op de verschillende onderdelen wordt kort ingegaan.

### Overdracht van bodem naar fundering

Over het algemeen kan gesteld worden dat het trillingsniveau op de fundering lager ligt dan in de bodem. Hoeveel het trillingsniveau afneemt is afhankelijk van de stijfheid en de massa van de fundering ten opzichte van de stijfheid- en massa-eigenschappen van de bodem. Daarbij speelt een belangrijke rol welke golflengtes in de bodem optreden en hoe deze zich verhouden tot de geometrie van de constructie.

Een algemene factor die in de CUR166 wordt gehanteerd voor de overdracht van bodem naar fundering betreft een factor van 0,7. Oftewel, het niveau in de fundering bedraagt ongeveer 0,7 maal het niveau in de bodem [ref. 4]. Uit de metingen blijkt dit ook, de laagste niveaus zijn namelijk gemeten aan de fundering van het bestaande kantorengebouw.

Voor de tien standaardwoningen wordt deze factor gehanteerd. Voor de acht tiny-housewoningen geldt dat een lichte fundering wordt verwacht. Voor deze woningen wordt met een overdrachtsfactor van 0,8 gerekend. Oftewel, de fundering volgt de trilling van de bodem voor 80% in plaats van 70%.

Voor de zeven appartementen geldt dat aan het bestaande gebouw is gemeten waardoor een predictie van het trillingsniveau aan de fundering niet nodig is. De meetresultaten worden direct getoetst.

Tabel 13. Gehanteerde verhouding fundering maaiveld predicties woningen locaties 2 en 3.

Type woning	Gehanteerde verhouding
Acht tiny-housewoningen (locatie 2)	0,8
Tien standaard woningen (locatie 3)	0,7

In Tabel 14 worden de trillingsniveaus aan de fundering op basis van de meetresultaten en gehanteerde verhoudingen weergegeven.

Tabel 14. Predictie van verwachte niveaus  $V_{\max}$  aan de fundering.

Maximaal gemeten $V_{\text{eff,max}}$ maaiveld 0,50	Prognose trillingsniveaus fundering $V_{\max}$ (z-richting)
Locatie 1 Zeven appartementen	0,10
Locatie 2 Acht tiny-housewoningen	0,12
Locatie 3 Tien woningen	0,10*

\*voor de horizontale richting toont meetpunt 2 relatief hoge niveaus ten opzichte van meetpunten 1 en 3. In de predictie op vloerniveau wordt hier nader op ingegaan. In deze tabel wordt de verticale richting weergegeven.

Met het oog op de voorziene nieuwbouw is het vooral van belang dat zoveel mogelijk stijfheid en massa in de fundering en gebouwconstructie wordt gecreëerd.

De overdracht van trillingen in de bodem naar fundering kan worden gereduceerd door een stijve massieve fundering te realiseren.

#### Voortplanting van trillingen vanuit fundering de gebouwconstructie in

Hoe trillingen zich via de fundering voortplanten in de gebouwconstructie hangt af van het type constructie, de massa- en stijfheidsverdeling en de mate van demping. Daarbij is van belang in welke richting de trilling optreedt en van welke frequenties en golflengtes er sprake is. Verschillende vormen van gebouwbewegingen kunnen optreden. Zo kan een verticale beweging van de fundering leiden tot een horizontale beweging van de vloer met name op de hoogste verdieping. Een verticale beweging ter plaatse van de oplegging van de vloer kan leiden tot opslingering in het midden van de vloer.

Voor de drie verschillende locaties is er sprake van verschillende constructies en daarom ook verschil in hoe trillingen zich in de gebouwconstructies voortplanten.

Houtbouw is van nature licht en flexibel wanneer dit vergeleken wordt met beton. Ook is er sprake van relatief weinig demping. Dit maakt dat houtbouw van nature gevoelig is voor trillingen en dan met name hinder door trillingen binnenin het gebouw. Van belang is om te bepalen of er opslingering van vloeren op kan treden maar ook hoe het gehele gebouw reageert op trillingsgolven in de bodem/fundering afkomstig van het spoor.

#### Opslintering van vloeren

Opslintering van vloeren kan optreden wanneer de dominante frequentie-inhoud van de trillingsignalen overeenkomt met de eigenfrequentie van de vloer. De mate van opslintering hangt vervolgens af van hoeveel demping er optreedt. Dit hangt weer samen met de massa van de vloer. Over het algemeen geldt dat hoe meer massa, hoe gunstiger. De ervaring leert dat in sommige gevallen een opslingeringsfactor van rond de 3 kan optreden. Hierbij is meestal sprake van houten vloeren. Voor betonnen vloeren hanteren wij een maximale factor van 2<sup>2</sup>. Voor de tiny-housewoningen (locatie 2) wordt uitgegaan van standaard betonnen vloeren. Dit geldt ook voor de tien standaardwoningen (locatie 3). Voor de zeven appartementen geldt voor de beganegrond en eerste verdieping betonnen vloeren en voor de tweede verdieping houten vloeren.

In Tabel 15 worden de aangehouden opslingeringsfactoren voor de vloeren van de verschillend woontypes gepresenteerd.

Tabel 15. Gehanteerde opslingeringsfactoren vloeren.

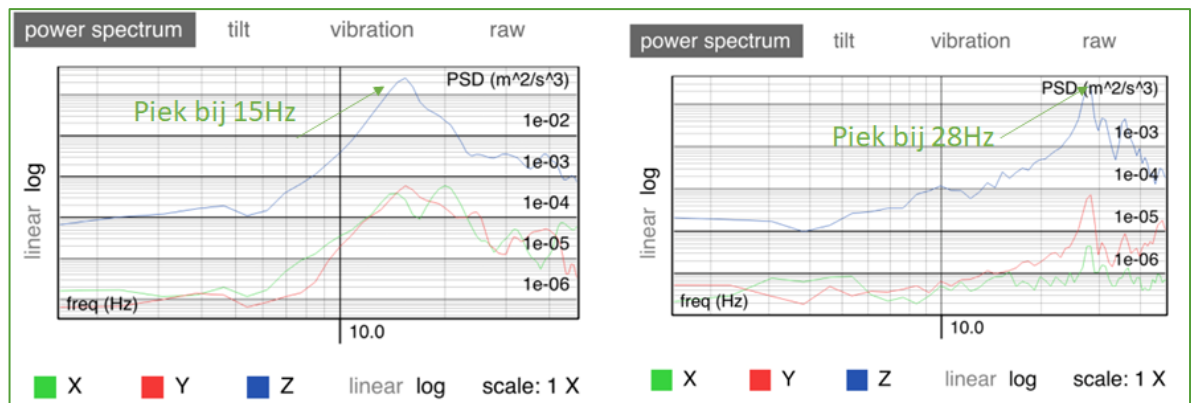
Woningtype	Opslinteringsfactor
Locatie 1 Zeven appartementen (beganeground en eerste verdieping)	1,0-2,0
Locatie 1 Zeven appartementen (tweede verdieping)	2,0-3,0 maar meetpunt 6 kan direct worden getoetst
Locatie 2 Acht tiny-housewoningen	1,0-2,0
Locatie 3 Tien woningen	1,0-2,0

<sup>2</sup> Een factor 2 komt overeen met 6dB 'floor resonance' die in de Amerikaanse richtlijn van de FTA wordt genoemd [ref. 3].

### Eigenfrequentie van vloeren bestaande kantoorgebouw

Ten tijde van het plaatsen van de trillingsmeters is een grove inschatting van de eigenfrequentie van de vloeren gemaakt op basis van een indicatieve meting. Hierbij is met een 'heel drop' test de responsie van de vloer gemeten met een 'low cost' trillingsopnemer. In Figuur 20 wordt de responsie getoond van de begane grond vloer (links) en de houten vloer op de tweede verdieping. Hieruit volgt het beeld dat op de begane grond een relatief hoge eigenfrequentie van de vloer wordt gevonden van 28 Hz terwijl op de tweede verdieping deze eigenfrequentie een stuk lager ligt namelijk circa 15-16 Hz. Dit komt overeen met de pieken gevonden in de gemeten trillingssignalen (zie Figuur 11 en Figuur 12). Dit bevestigt de verwachting dat op de begane grond een stijve betonnen vloer aanwezig is.

Figuur 20 Resultaten van indicatieve 'heel drop' test op begane grond en tweede verdieping.



### Resultaten van de predictie

Worden de factoren zoals voorgesteld voor de overdracht en opslinging toegepast op de gemeten trillingsniveaus aan de fundering, dan volgt een predictie van trillingsniveau op vloerniveau voor de locatie waar tien standaardwoningen worden voorzien (locatie 3) en de locatie van de acht tiny-housewoningen (locatie 2) zoals weergegeven in Tabel 16. Voor de zeven appartementen wordt voor de begane grond en eerste verdieping een predictie gemaakt op basis van de funderingsmeting. Voor de tweede verdieping worden de meetresultaten direct getoetst omdat er midden op de vloer is gemeten.

Tabel 16. Predictie van verwachte niveaus  $V_{\max}^*$ .

Woningtype	Prognose trillingsniveaus met en zonder vloeropslingering $V_{\max}$
Locatie 1 Zeven appartementen (begane grond en eerste verdieping)	0,1-0,2
Locatie 1 Zeven appartementen (tweede verdieping)	0,46 (gemeten niveau)
Locatie 2 Acht tiny-housewoningen	0,1-0,2
Locatie 3 Tien woningen	0,1-0,19

\*De predictie van trillingsniveaus kent altijd een mate van onzekerheid.

De predictie van trillingsniveaus in Tabel 16 betreffen waarden die geschat zijn op basis van ervaring met meetresultaten en factoren zoals deze in literatuur worden gegeven. Behalve voor het meetpunt op de tweede verdieping wat een gemeten niveau betreft.

Tabel 16 geldt voor de verticale z-richting. Voor meetpunt 2 (één van de locatie voor de tien woningen) geldt dat de x-richting de hoogste niveaus laat zien met een maximum van  $V_{\max}=0,29$ . Voor de x-richting geldt dat er

naar verwachting geen sprake is van opslingering. Ook geldt dat een bredere frequentie-inhoud wordt gevonden waardoor de overdracht van trillingen vanuit maaiveld naar fundering mogelijk sterker afneemt. Verwacht wordt daarom dat ook voor de horizontale richting op basis van meetpunt 2 het  $V_{\max}$  niveau binnenin de woningen onder de 0,2 blijft.

Uit de resultaten blijkt dat voor de locaties 2 en 3 geen overschrijdingen worden verwacht wanneer sprake is van standaard bouw voor de tien woningen en betonnen vloeren voor de tiny-housewoningen. Voor de begane grond en eerste verdieping van het kantoorgebouw wordt ook geen overschrijding verwacht. Enkel voor de tweede verdieping volgt een  $V_{\max}$  die hoger ligt dan de streefwaarde A2 voor zowel de dag- als de nachtperiode (die bedragen respectievelijk 0,4 en 0,2).

#### *Toetsing $V_{\max}$ ten opzichte van $V_{\text{per}}$*

In de predictie is alleen ingegaan op  $V_{\max}$ -niveaus omdat de toetsing van  $V_{\max}$  maatgevend is. De gemeten  $V_{\text{per}}$ -niveaus blijken onder de streefwaarde van 0,05 te liggen.

# 7

## CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

### 7.1 Conclusies

Uit de resultaten van het trillingsonderzoek zijn de volgende conclusies te trekken:

- Op zes locaties zijn trillingsmetingen uitgevoerd. De meetpunten 1,2 en 3 zijn gekozen op maaiveld op de locatie waar tien standaardwoningen worden voorzien. Meetpunt 4 is op maaiveld op de locatie waar acht tiny-housewoningen worden voorzien. Meetpunten 5 en 6 zijn aan de fundering en op de tweede verdieping van het bestaande kantoorgebouw respectievelijk. Het bestaande kantoorgebouw wordt gerenoveerd tot zeven appartementen.
- Meetpunten 1,3 en 4 tonen een vergelijkbaar beeld met lage trillingsniveaus en de verticale z-richting als maatgevende richting. Meetpunt 2 wijkt af omdat de x-richting de hoogste niveaus laat zien die hoger zijn dan de meetpunten 1,3, en 4. De frequentie-inhoud van meetpunt 2 wijkt ook af van de andere drie meetpunten waardoor wordt geconcludeerd dat het mogelijk om wegverkeerstrillingen gaat en niet om spoortrillingen.
- Het meetpunt aan de fundering laat de laagste niveaus zien terwijl op de houten vloer op de tweede verdieping van het bestaande kantoorgebouw juist de hoogste niveaus zijn gemeten van alle meetpunten (beide in verticale richting). Het frequentiespectrum op de tweede verdieping laat een duidelijke piek zien rond dezelfde frequentie waarvan wordt verwacht dat het om de eigenfrequentie van de vloer gaat. Geconcludeerd wordt dat er sprake is van opslinging op de tweede verdieping.
- Voor de drie verschillende locaties waar woningen/appartementen worden voorzien is op basis van de meetresultaten een predictie van verwachte trillingsniveaus gemaakt. Voor de tien standaardwoningen en acht tiny-housewoningen wordt geen overschrijding van de streefwaarde van de SBR-richtlijn deel B verwacht wanneer uitgegaan wordt van standaard bouw met betonnen vloeren.
- Voor de zeven appartementen voorzien in het bestaande kantoorgebouw aan de Molenstraat 121 wordt geen overschrijding verwacht op de begane grond en eerste verdieping. Op de tweede etage waar op dit moment houten vloeren aanwezig zijn wordt wel een overschrijding gevonden. Er is namelijk een  $V_{\max}$  van 0,46 gemeten terwijl de streefwaarde A2 voor de dagperiode 0,4 bedraagt en voor de nachtperiode 0,2. De hoge gemeten niveaus zijn gedurende de dagperiode opgetreden. Om aan de streefwaarde te voldoen dient opslinging gereduceerd dan wel weggenomen te worden wanneer deze ruimte gebruikt gaat worden als leefruimte.

### 7.2 Aanbevelingen

Uit de conclusies volgt dat voor de nieuw voorziene woningen op locaties 2 en 3 geen overschrijdingen worden verwacht wanneer van standaard bouw wordt uitgegaan. Het wordt dan ook aanbevolen standaard bouw toe te passen waarbij betonnen vloeren worden toegepast (dus geen lichte bouw zoals houtbouw). Voor de

begane grond en eerste verdieping van het bestaande kantoorgebouw aan de Molenstraat 121 wordt ook geen overschrijding verwacht. Op de tweede etage is echter een overschrijding gemeten. Geconcludeerd wordt dat wanneer de 2<sup>e</sup> etage als leefruimte wordt gebruikt, voorkomen moet worden dat er sprake is van opslingering of in ieder geval de mate van opslingering wordt gereduceerd zodat onder de streefwaarde wordt gebleven.

De vloer bestaat op dit moment enkel uit hout. Aanbevolen wordt de vloeren of te vernieuwen of in ieder geval demping en isolatie toe te voegen wat de mate van opslingering zal beperken. Geadviseerd wordt bij de uitwerking van het ontwerp het voorkomen dan wel beperken van opslingering mee te nemen.

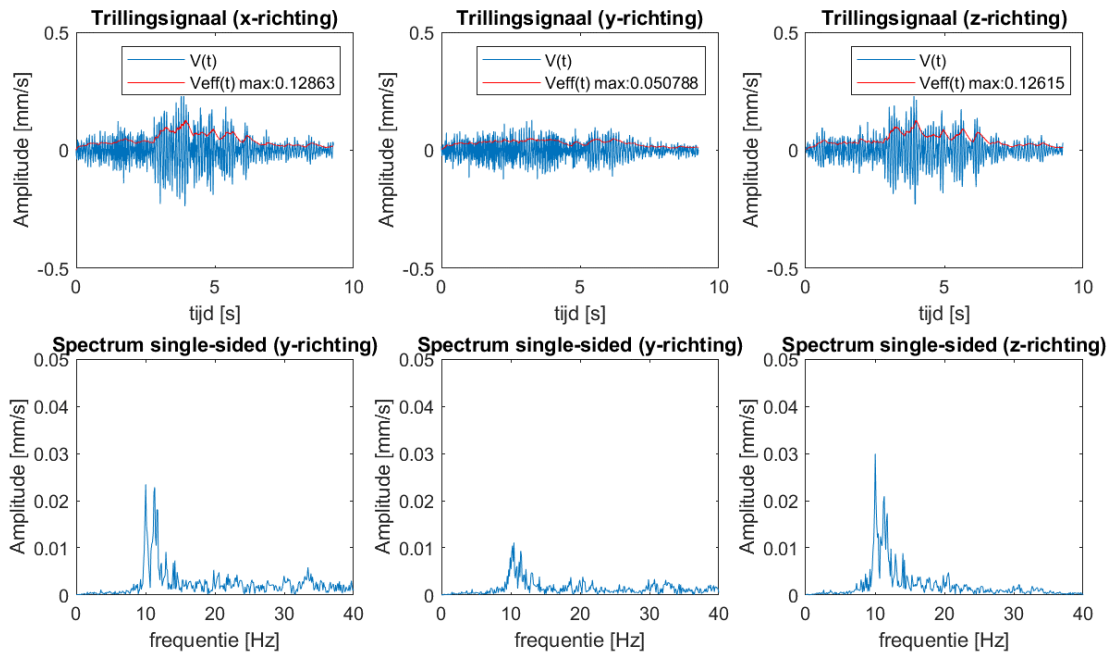
## REFERENTIES

1. Stichting Bouw Research (2006). SBR-richtlijn deel B: Hinder voor personen in gebouwen.
2. Handreiking Nieuwbouw en Spoortrillingen (2019). Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat.
3. Federal Transit Administration (2006). Transit Noise and Vibration Impact Assessment.
4. CUR Bouw en Infra (2012). 166 Damwandconstructies, 6<sup>e</sup> herziene druk.

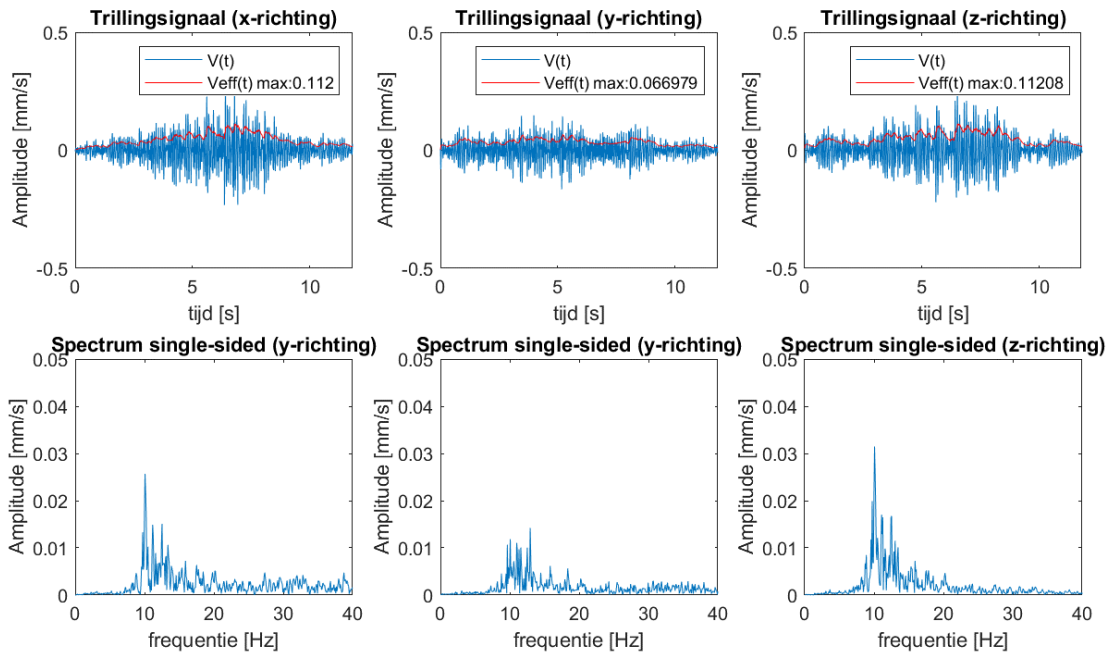
# BIJLAGE I. TRILLINGSSIGNALLEN EN FREQUENTIE-INHOUD

## Meetpunt 1 top 5

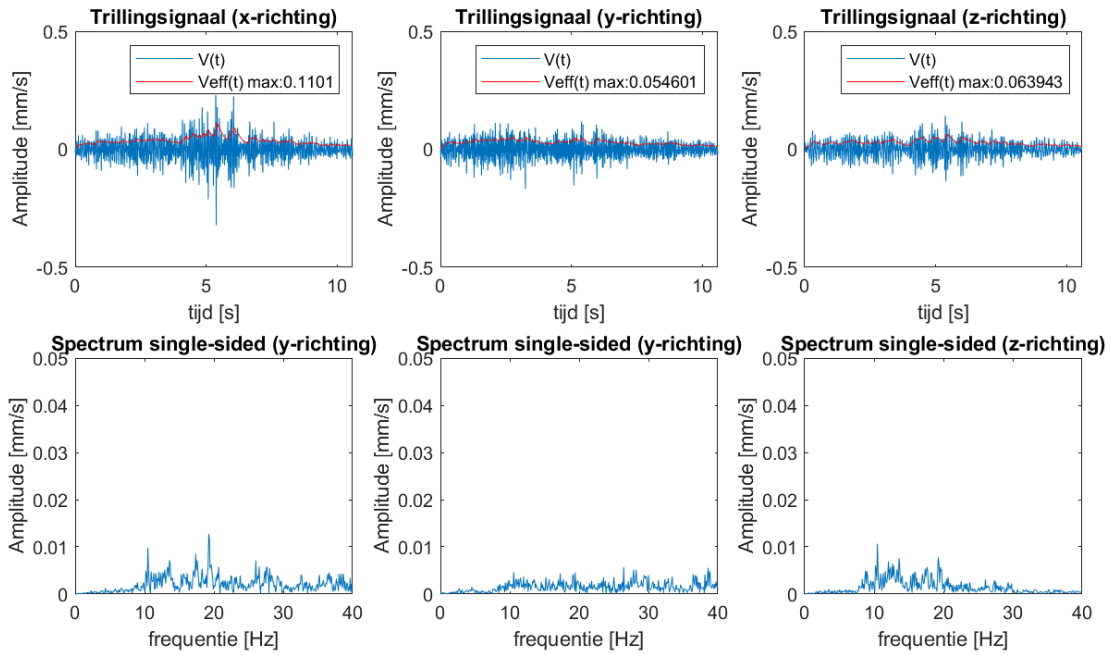
#1 2022-11-14 16:03:31



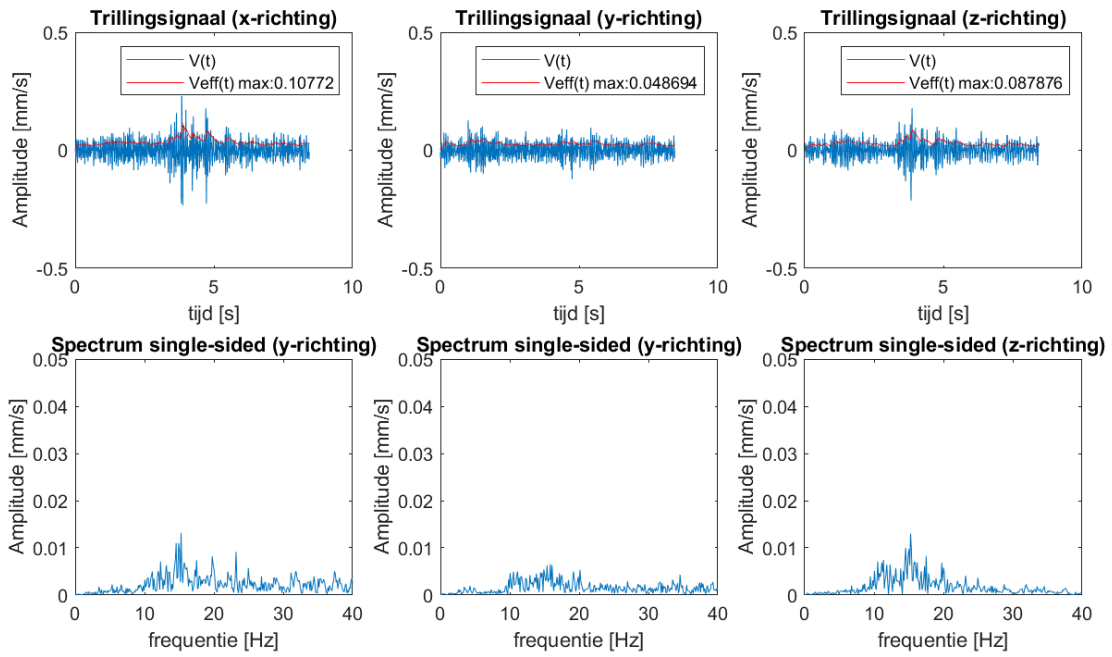
#2 2022-11-07 14:35:27



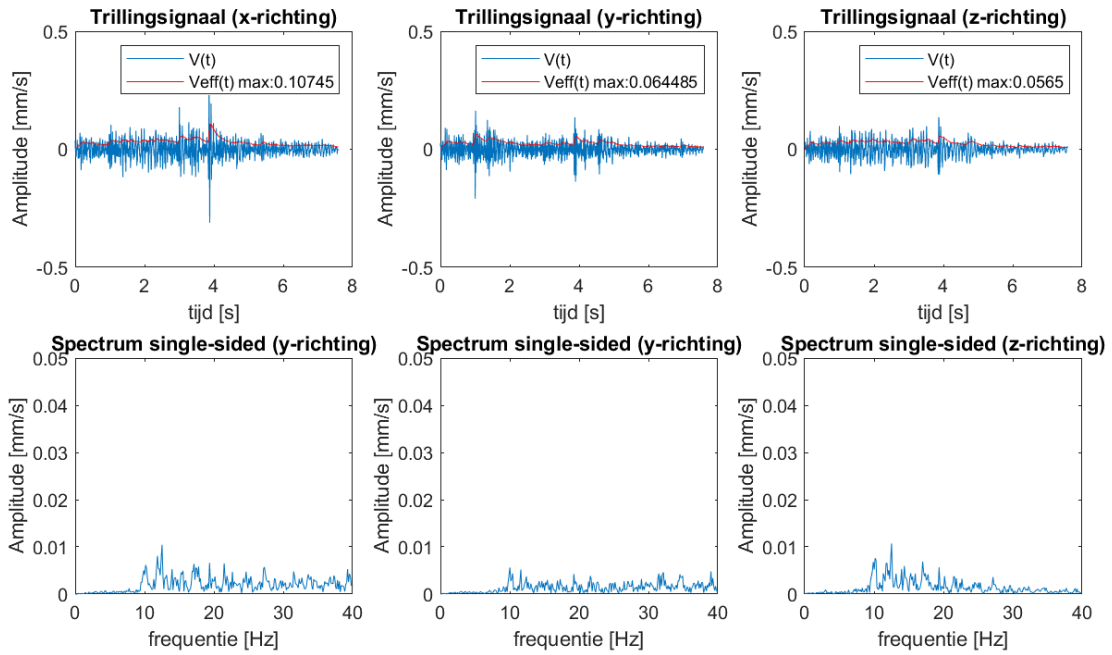
#3 2022-11-11 07:46:51



#4 2022-11-10 07:36:23

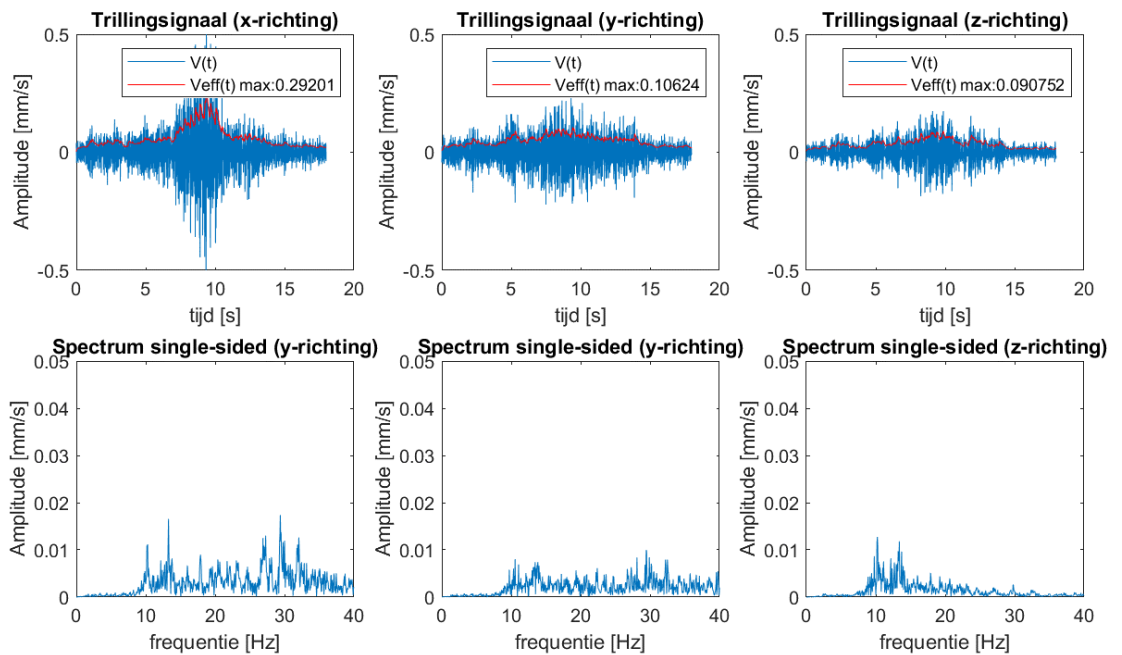


#5 2022-11-14 06:10:08

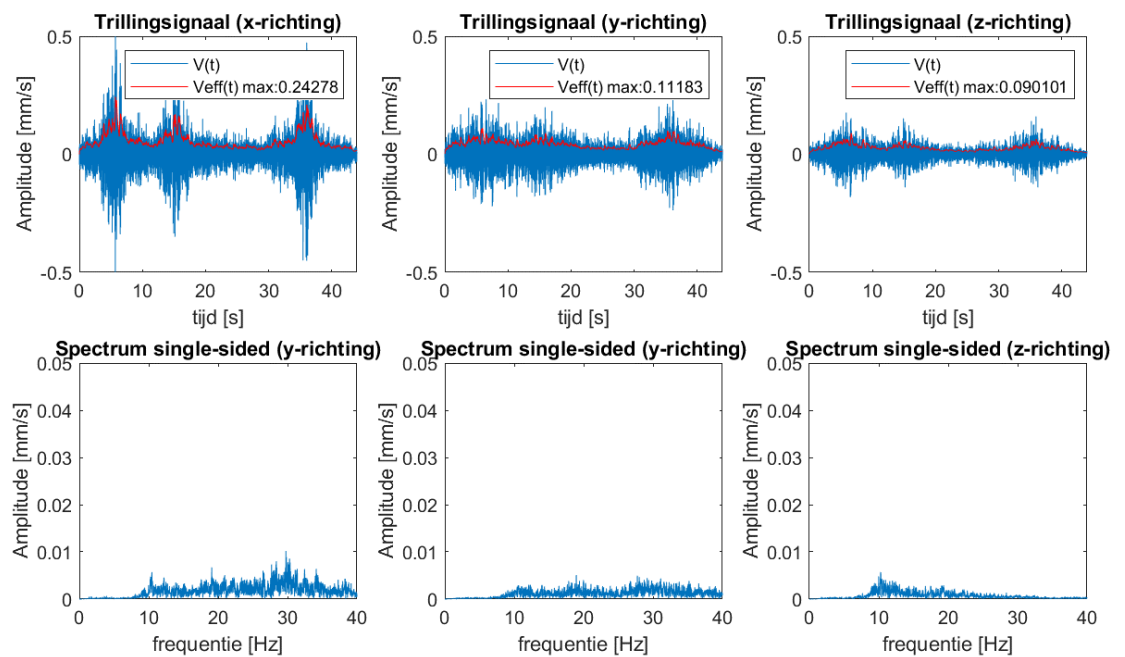


## Meetpunt 2

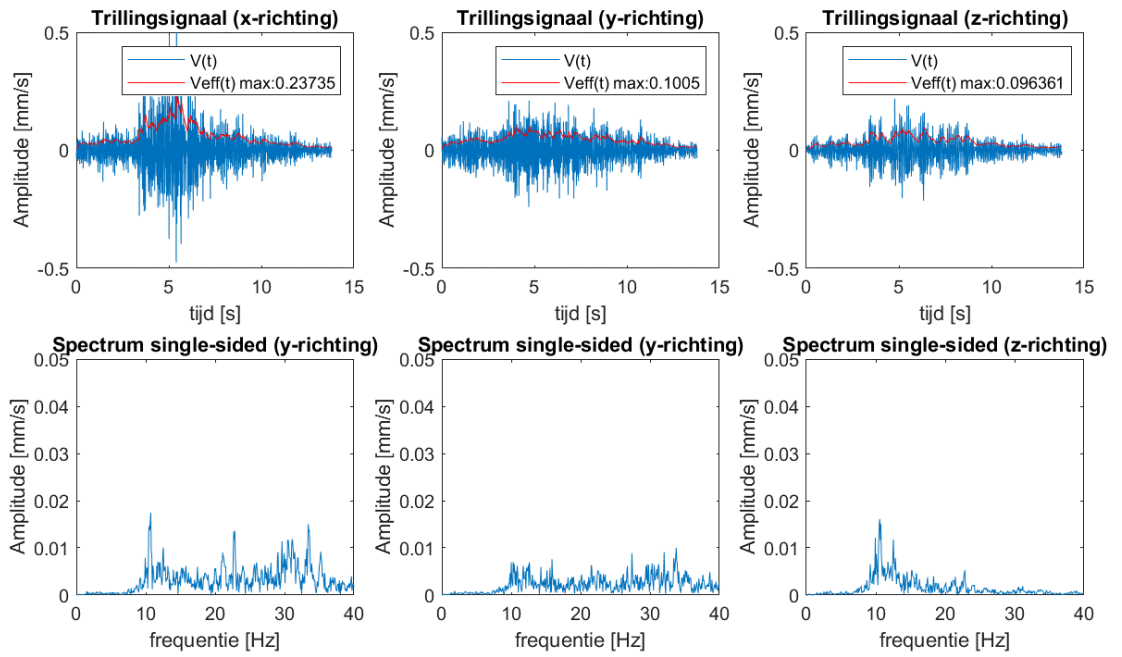
#1 2022-11-14 08:48:52



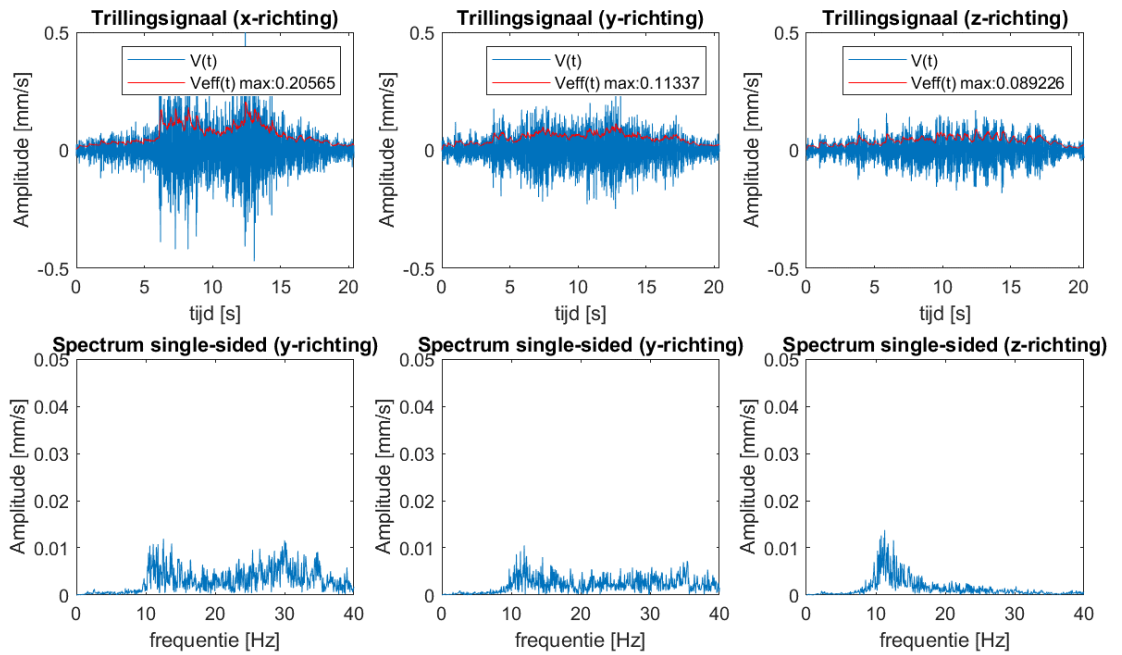
#2 2022-11-14 08:56:05



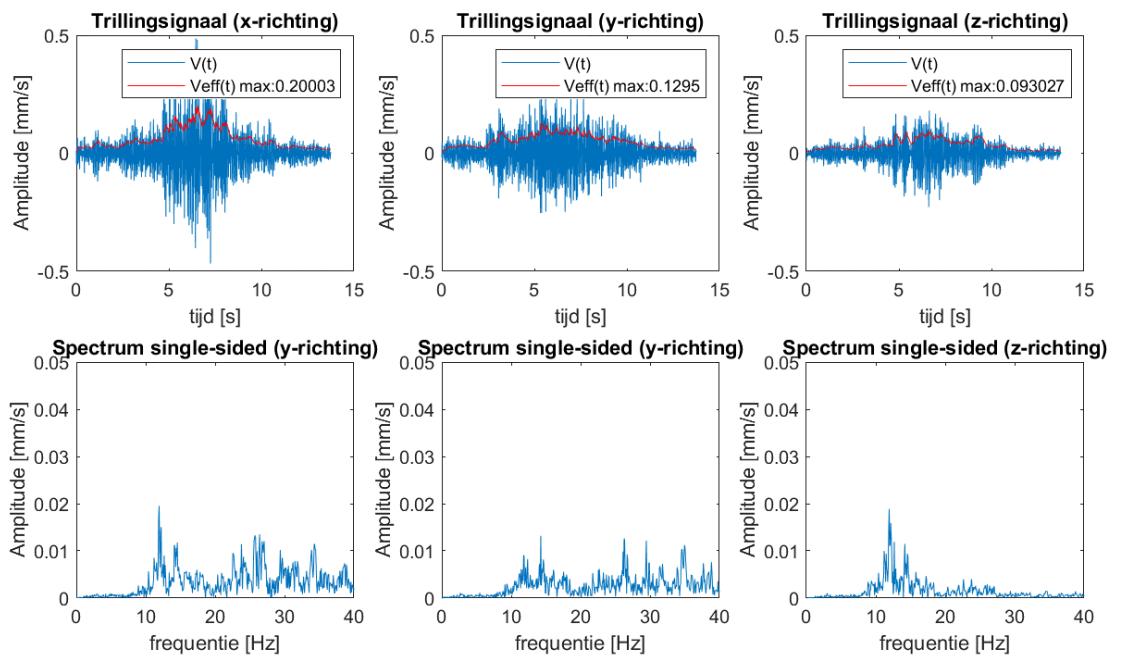
#3 2022-11-11 08:24:55



#4 2022-11-09 07:39:23

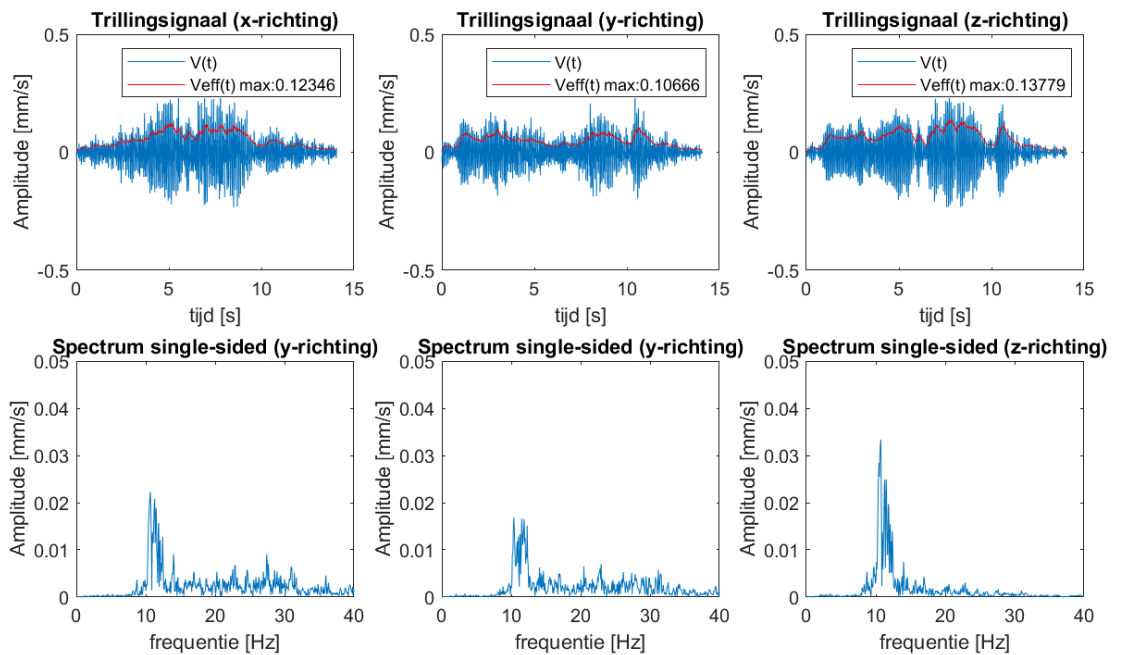


#5 2022-11-11 08:18:51

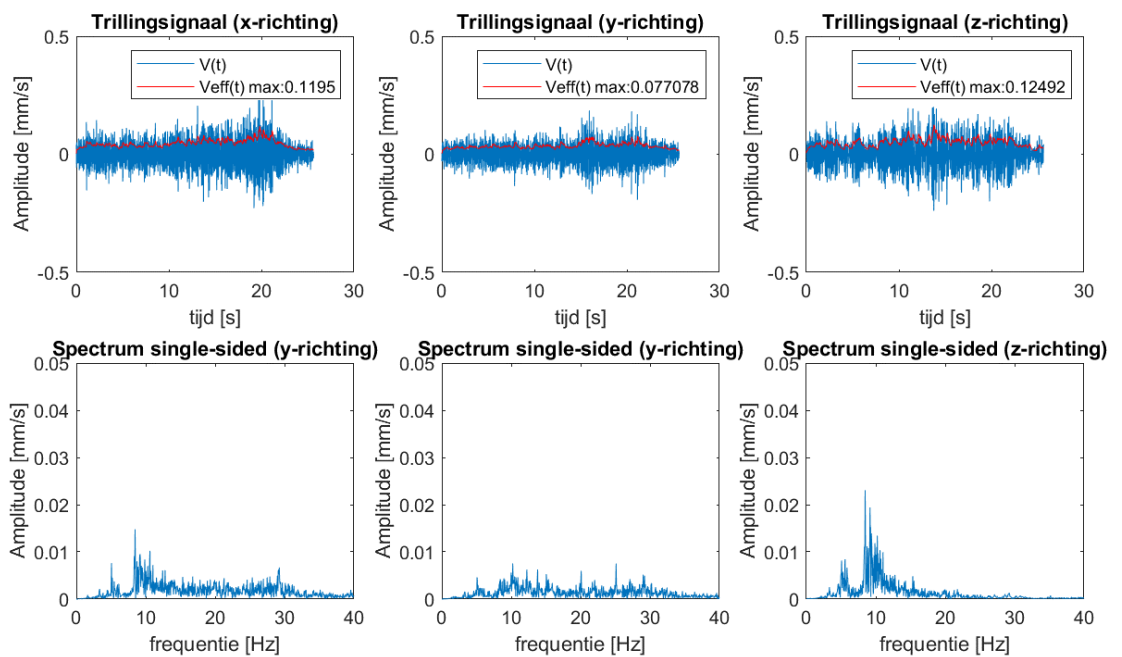


## Meetpunt 3

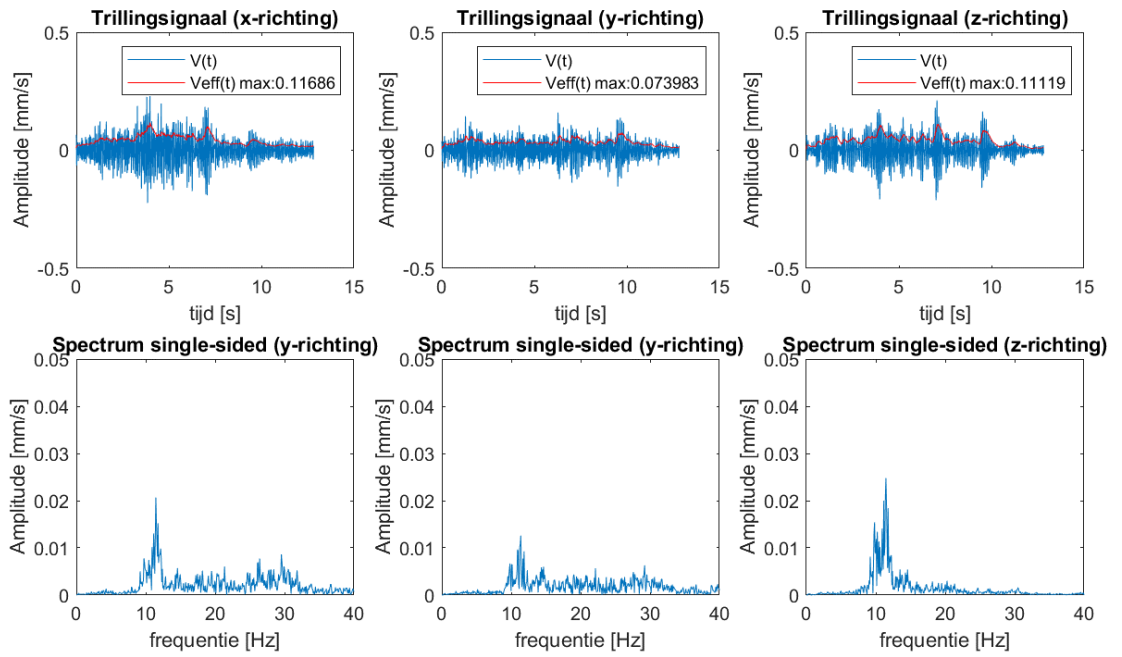
#1 2022-11-12 10:08:54



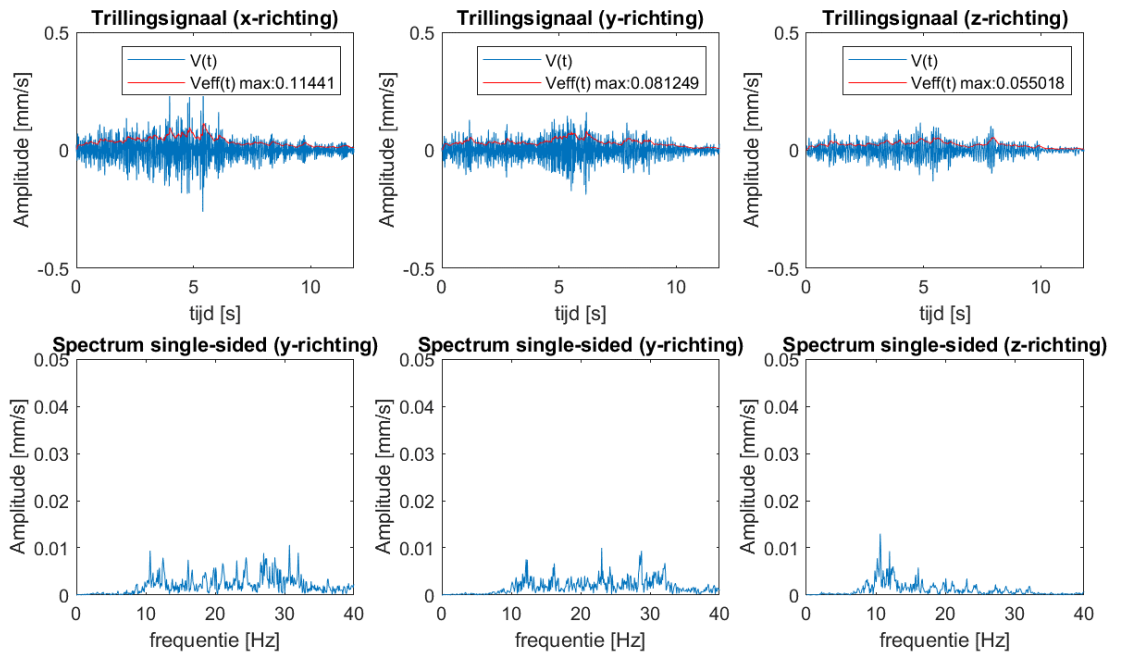
#2 2022-11-14 14:06:01



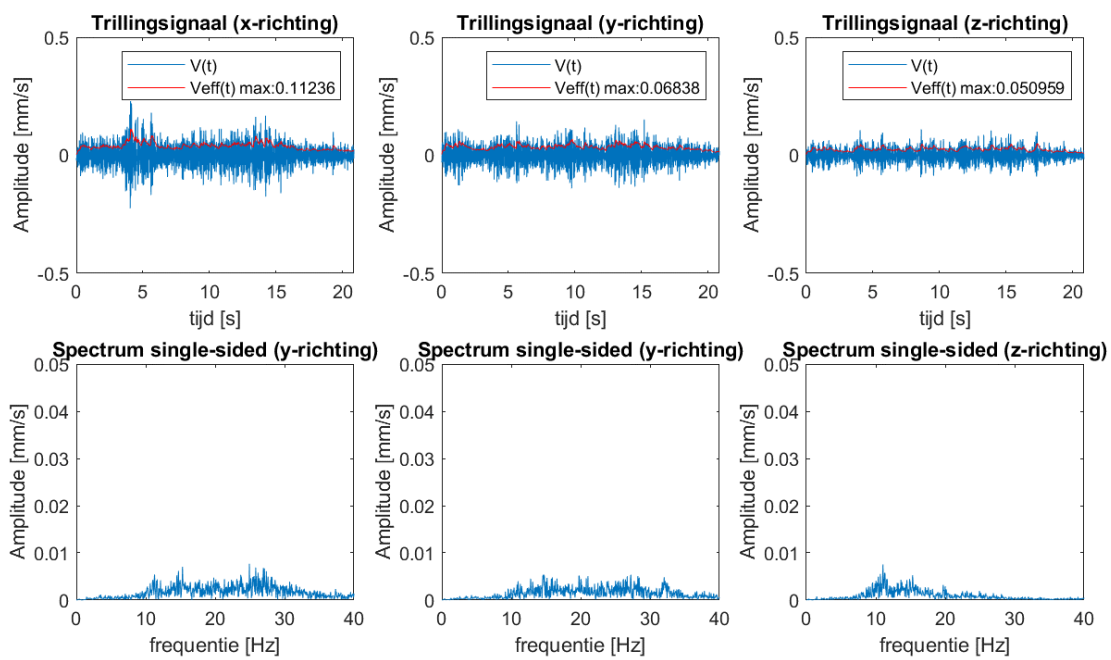
#3 2022-11-10 11:05:55



#4 2022-11-12 10:08:02

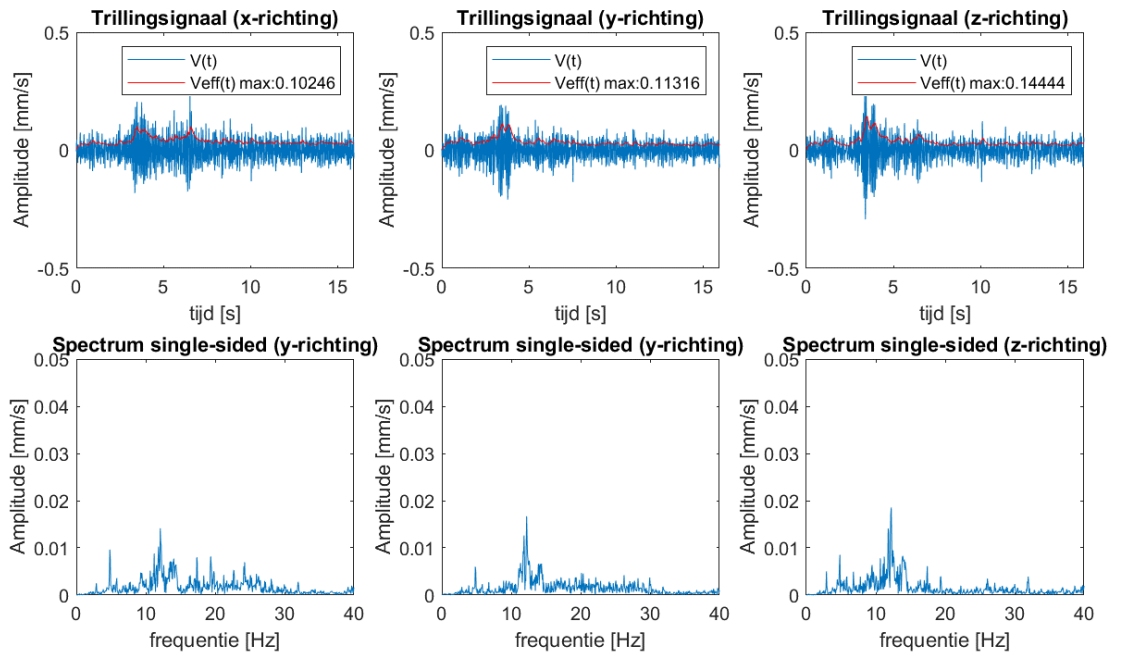


#5 2022-11-10 07:36:23

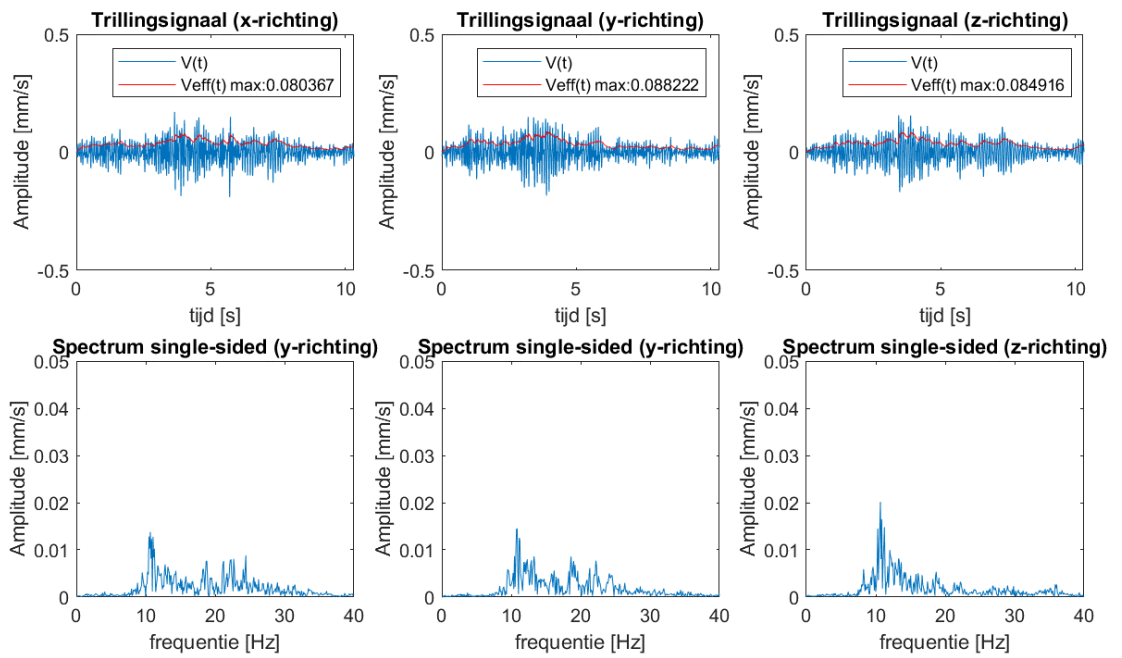


## Meetpunt 4

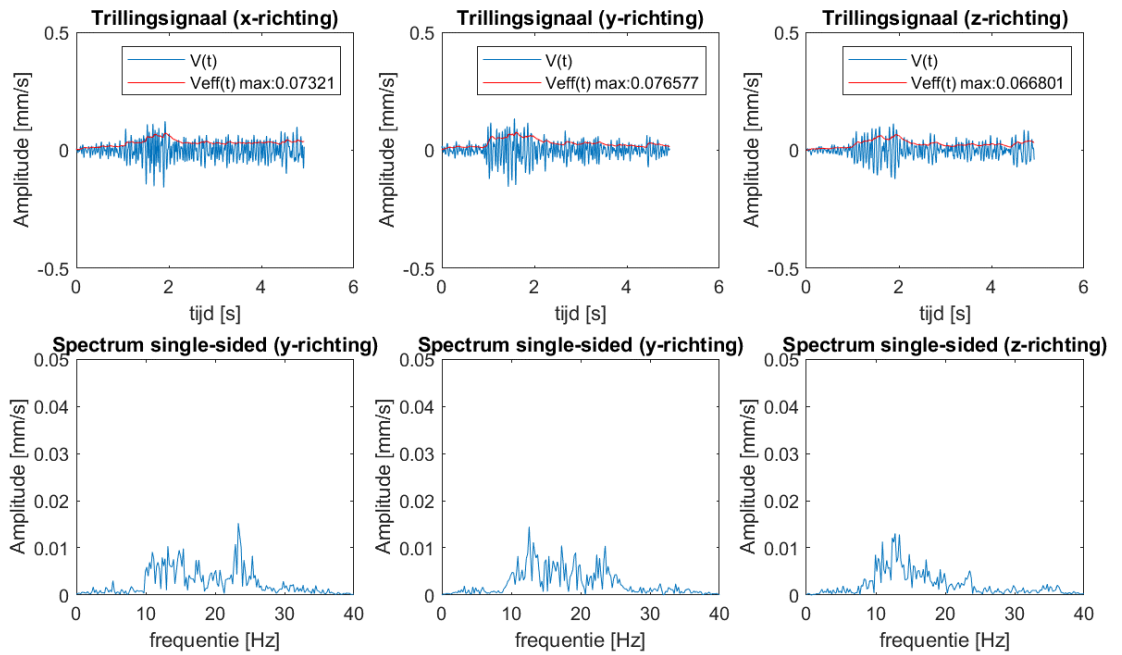
#1 2022-11-11 06:46:40



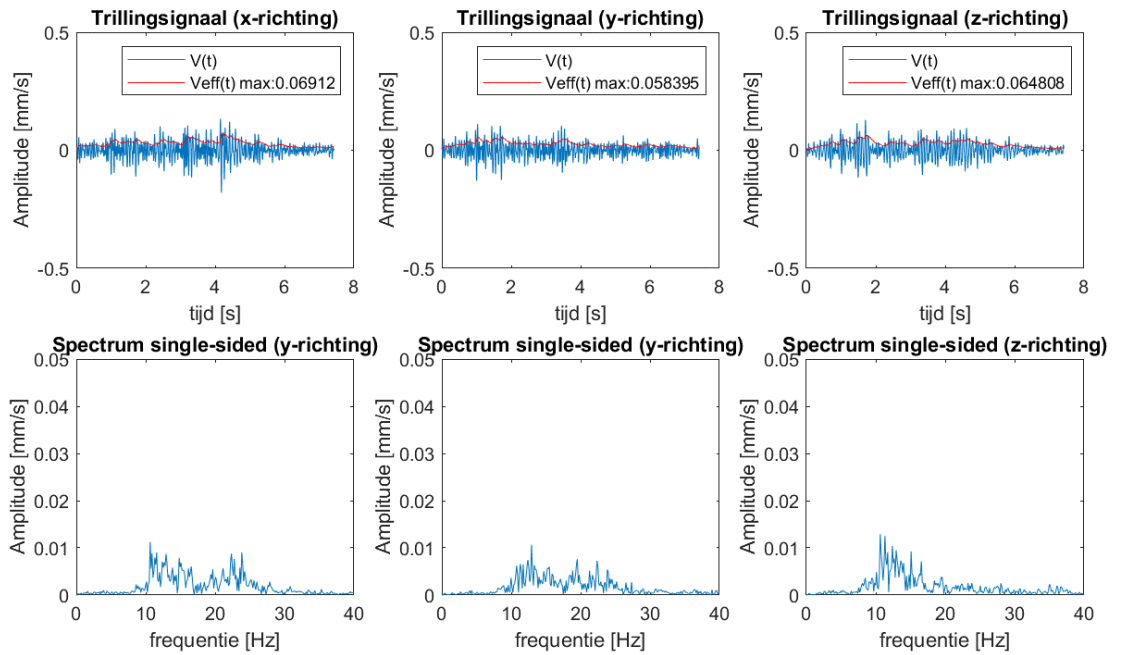
#2 2022-11-07 14:35:21



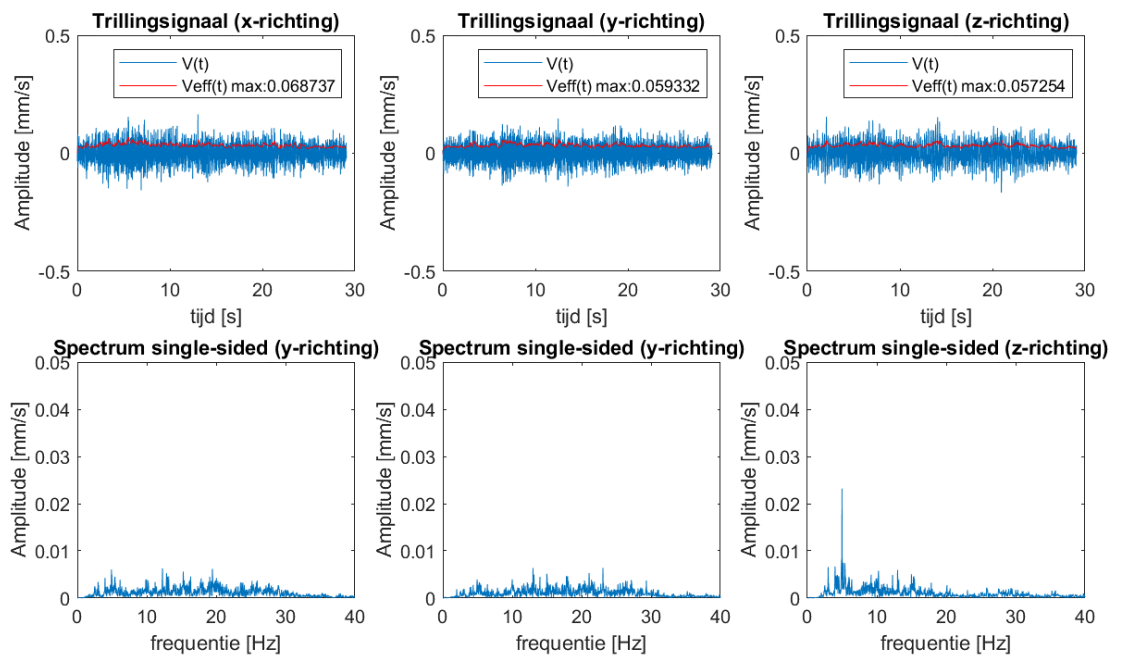
#3 2022-11-08 10:09:17



#4 2022-11-07 14:38:30

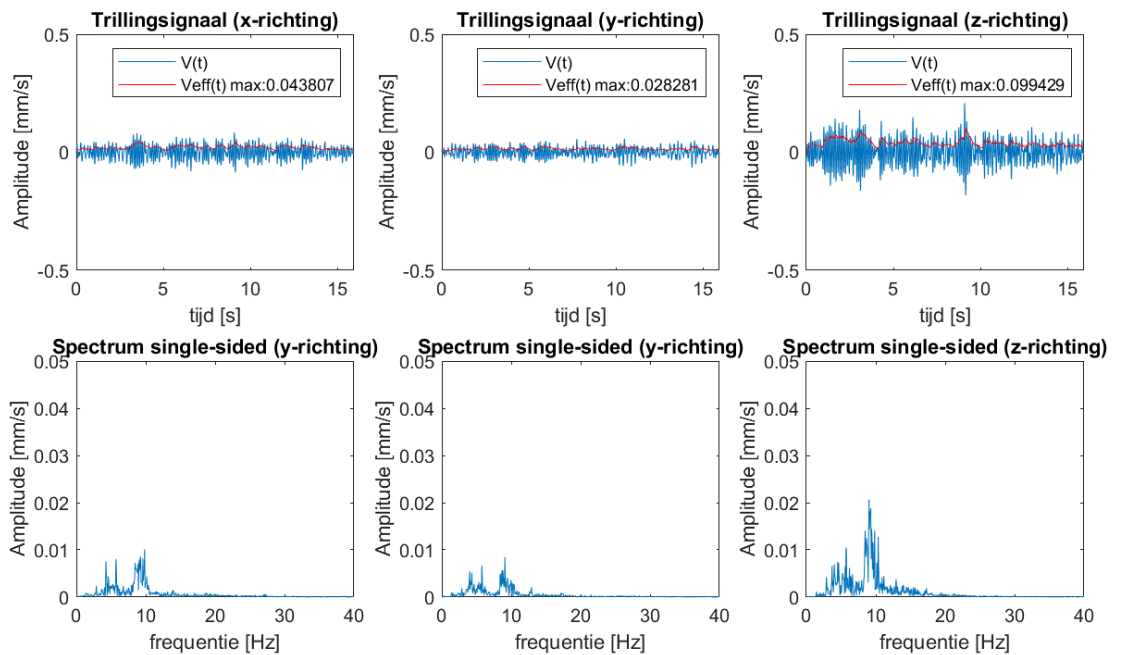


#5 2022-11-08 18:07:40

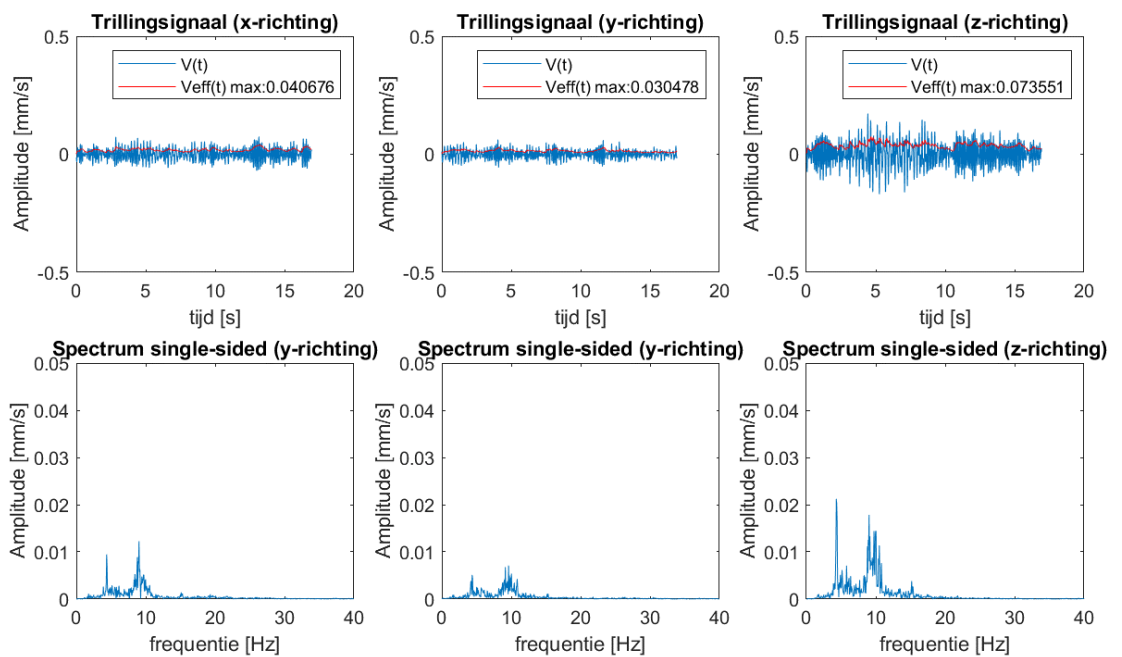


## Meetpunt 5

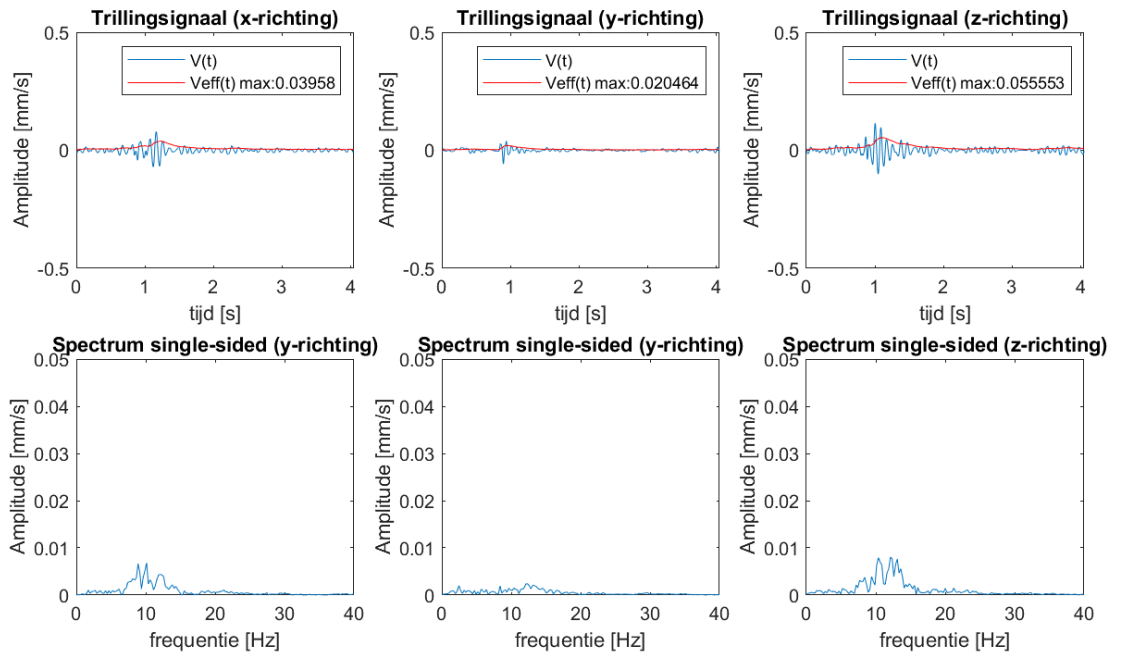
#1 2022-11-11 12:03:48



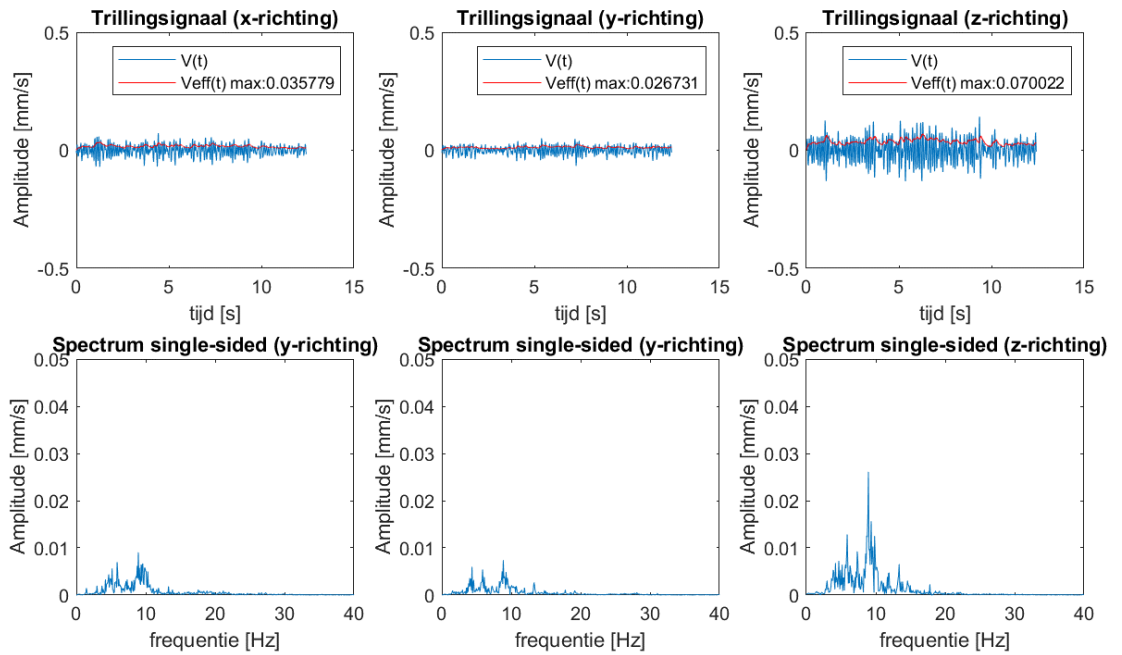
#2 2022-11-11 21:07:41



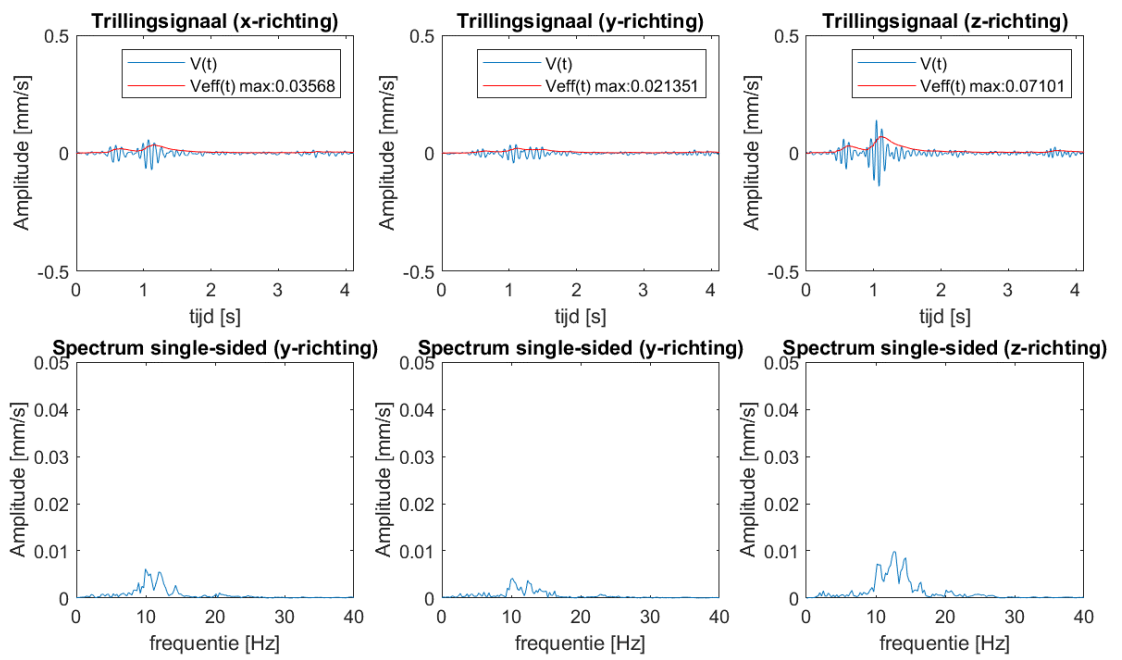
#3 2022-11-14 08:08:50



#4 2022-11-10 21:08:14

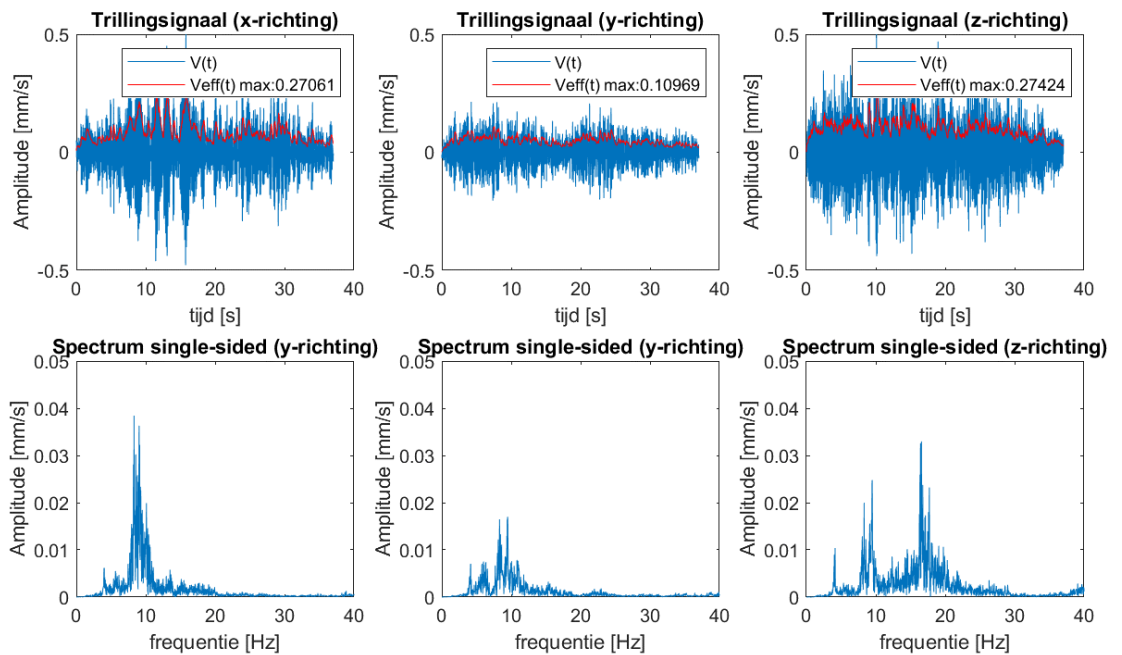


#5 2022-11-14 08:08:41

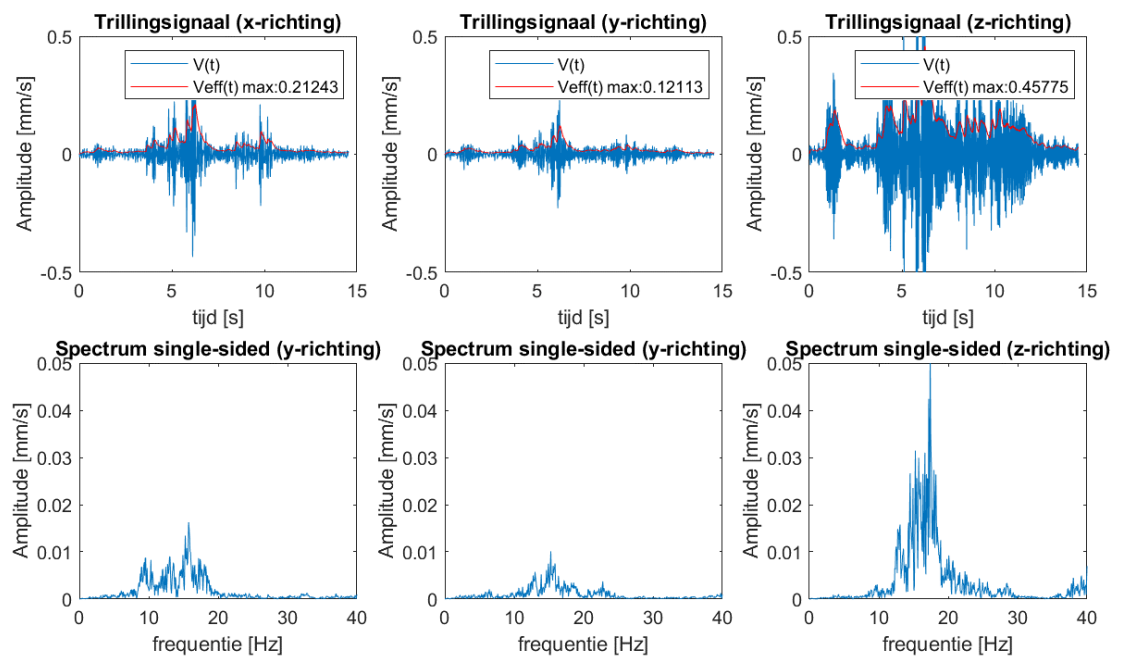


## Meetpunt 6

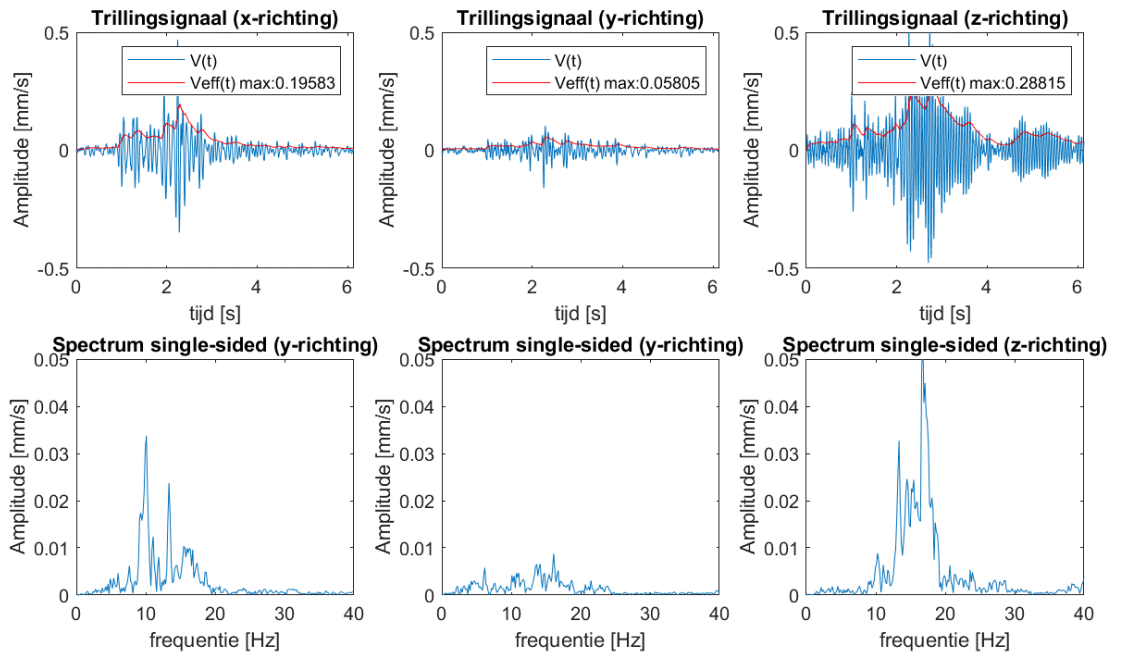
#1 2022-11-13 13:56:53



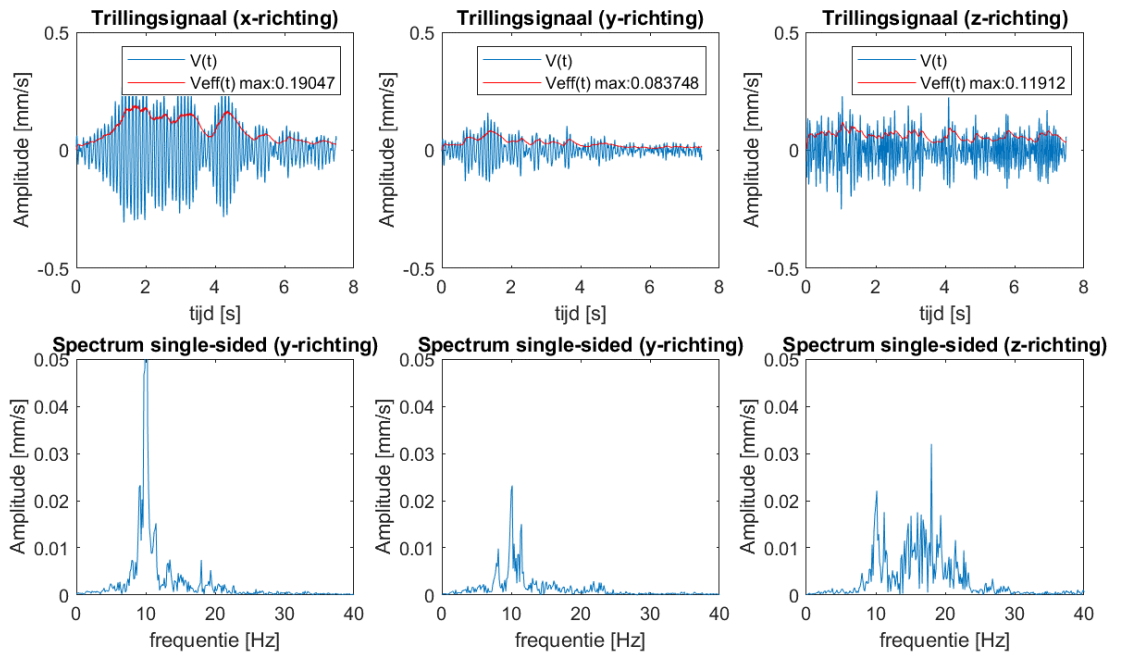
#2 2022-11-09 09:04:21



#3 2022-11-11 09:53:45



#4 2022-11-11 08:37:00



#5 2022-11-11 13:24:23

