

Rapport trillingsmeting

Opdrachtgever: Dhr. A.T. Uittenbogaard
Doeslaan 40
2351SR Leiderdorp

Projectnaam : E202126 Trillingsmeting Leiderdorp

Datum uitvoering: 14 juli 2021

Uitgevoerd en opgesteld door: S. Boudestijn

Gecontroleerd door: J.P. Schouten

Vrijgegeven door: J.P. Schouten

Referentie: E202126 Rapport 09.08.2021

Inhoudsopgave

1	Inleiding	3
2	Gegevens meetapparatuur en methode	4
	Type apparatuur	4
	Configuratie apparatuur	4
	Type meting	4
3	Relevante aspecten voor beoordeling van trillingen t.b.v. de SBR-A richtlijn	5
3.1	Type categorie	5
3.2	Type trillingsbron	6
3.3	Overzicht van karakteristieke waarde van de grenswaarde	7
4	Relevante aspecten voor beoordeling van trillingen t.b.v. de SBR-B richtlijn	8
4.1	Gebouwfunctie	8
4.2	Type trillingsbron	8
4.3	Overzicht van karakteristieke waarde van de grenswaarde	8
4.4	Toetsen trillingssterkte aan streefwaarden	8
5	Meetresultaten trillingsmetingen	10
6	Toetsing van de meetresultaten op schade en hinder	10
7	Samenvatting en conclusie	11
	Bijlage 1: Plattegronden	12
	Bijlage 2: Grafische weergave meetresultaten	15
	Bijlage 3: Kalibratiegegevens trillingsmeters	22

1 Inleiding

Op 14 juli 2021 heeft Excite Expertise in opdracht van Dhr. A. Uittenbogaard een trillingsmeting uitgevoerd in het pand aan de Doeslaan 40 te Leiderdorp.

Doel van de trillingsmeting

Het doel van de trillingsmeting is het registreren van de trillingen in de woning welke mogelijk worden veroorzaakt door werkzaamheden op het naastgelegen terrein. De resultaten zijn vervolgens gespiegeld aan de gestelde eisen uit SBR-A richtlijn (Schade aan gebouwen) en de SBR-B richtlijn (Hinder voor personen).

2 Gegevens meetapparatuur en methode

Type apparatuur

De trillingsmetingen zijn uitgevoerd met een batterij gevoed, stand-alone Profound VIBRA-SBR Meetsysteem. Bij de meting is gebruik gemaakt van een gevoelige 3D-gefoon. Deze meet de snelheid en de frequentie van trillingen ter plaatse van het meetpunt. Deze worden continu gemeten en automatisch geregistreerd over 3 loodrecht op elkaar staande richtingen.

De gemeten richtingen worden weergegeven als X,Y en Z. waarbij X en Y gemeten zijn over de horizontale richting en Z over de verticale richting.

Configuratie apparatuur

De maximale piekwaarden, die in vooraf ingestelde intervallen van 15 seconden optreden, worden tijdens de trillingsmeting weergegeven op de display van het VIBRA-SBR meetsysteem. Na elk interval wordt de piekwaarde opgeslagen in het geheugen. Na afloop worden de gegevens ingelezen en getoetst aan de richtlijnen die zijn opgesteld door het SBR.

Type meting

Afhankelijk van het aantal meetpunten wordt in de SBR-richtlijn onderscheid gemaakt in de volgende drie soorten trillingsmetingen:

- Indicatieve meting;
- Beperkte meting;
- Uitgebreide meting.

In het merendeel van de situaties wordt een indicatieve trillingsmeting uitgevoerd, zo nodig uitgebreid naar een beperkte of uitgebreide trillingsmeting.

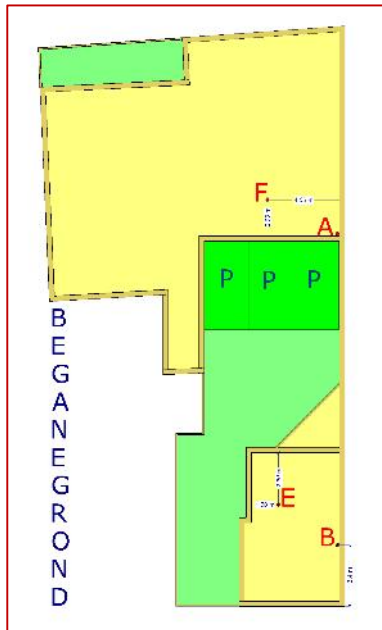
Wanneer een indicatieve meting wordt uitgevoerd, zijn volgens de SBR-richtlijn minder trillingen aanvaardbaar dan bij een beperkte trillingsmeting, terwijl bij een beperkte meting weer minder trillingen toelaatbaar zijn dan bij een uitgebreide trillingsmeting.

Ter plaatse van de meting wordt met één meetsysteem gemeten waardoor de meting als indicatie wordt beschouwd.

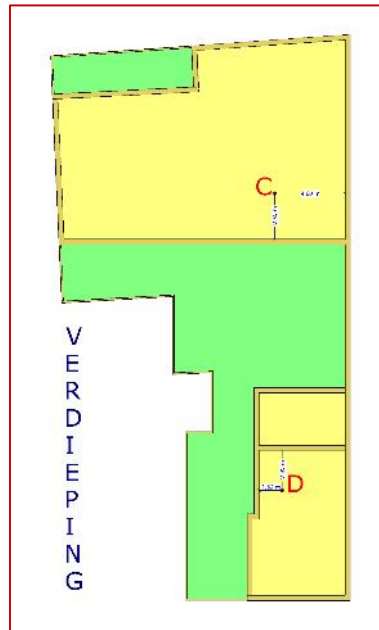
2.1 Locatie meting

Het meetsysteem is geplaatst op diverse locaties in het pand. Volgens de SBR-A is gemeten in stijve punten van de constructie en voor de SBR-B is gemeten op locaties waar de trillingen mogelijk als hinderlijk kunnen worden ervaren.

Op de volgende pagina zijn in figuur 1 en 2 de meetlocaties weergegeven. De meetlocaties A en B zijn hierbij gebruikt voor de schademeting terwijl de meetlocaties C t/m F zijn gebruikt voor de hindermeting.



Figuur 1: begane grond



Figuur 2: verdieping

Een uitvergroete weergave van de plattegronden zijn toegevoegd als Bijlage 1: Plattegronden".

3 Relevante aspecten voor beoordeling van trillingen t.b.v. de SBR-A richtlijn

In de richtlijn SBR deel A wordt onderscheid gemaakt in diverse categorieën bouwwerken en drie typen trillingsbronnen. Afhankelijk van de kwaliteit en de opbouw wordt een bouwwerk in één van de categorieën geplaatst.

3.1 Type categorie

In de richtlijn worden de volgende categorieën onderscheiden:

- Categorie 1:
 - o In goede staat verkerende onderdelen van de draagconstructie, indien deze bestaan uit gewapend beton of hout;
 - o Onderdelen van een bouwwerk, die geen deel uitmaken van de draagconstructie (bijvoorbeeld scheidingsconstructies), indien deze bestaan uit gewapend beton of hout;
 - o Draagconstructies van bouwwerken, geen gebouw zijnde, welke bestaan uit metselwerk, zoals pijlers van viaducten, kademuren en dergelijke.
- Categorie 2:
 - o In goede staat verkerende onderdelen van de draagconstructie van een gebouw, indien deze bestaan uit metselwerk;
 - o In goede staat verkerende onderdelen van een gebouw, die niet tot de draagconstructie behoren (bijvoorbeeld scheidingsconstructies), welke bestaan uit gewapend beton, beton of brosse steenachtige materialen.

Naast de hierboven vermelde categorieën wordt op basis van de bouwkundige staat en/of een eventuele monumentale status bepaald of de panden gevoelig/monumentaal zijn. Als dit het geval is dan moet een extra veiligheidsfactor worden toegepast van 1,7 op de waardes vanuit categorie 2.

In dit geval betreft het een pand bestaande uit metselwerk welke in goede staat verkeert. Het pand is dan ook ingedeeld in categorie 2.

3.2 Type trillingsbron

Afhankelijk van het soort trillingsbron wordt onderscheid gemaakt in de volgende drie typen trillingsbronnen:

Type 1: bronnen die incidenteel voorkomende kortdurende trillingen veroorzaken ten gevolge van een stootvormige excitatie. Het aantal malen dat het trillingsverschijnsel voorkomt is zo gering, dat vermoeiing van constructiematerialen niet kan optreden.

Voorbeelden hiervan zijn:

- Botsingen
- Explosies

Type 2: Bronnen die herhaalde kortdurende trillingen veroorzaken bij een stootvormige excitatie. Hieronder worden verstaan bronnen, die zodanig vaak voorkomen, dat met vermoeiingseffecten in bouwmaterialen te rekenen valt.

Voorbeelden zijn:

- Heiwerkzaamheden
- Weg- en railverkeer

Type 3: Bronnen die continu trillingen veroorzaken. Hieronder verstaan bronnen, die niet onder de hierboven genoemde categorie vallen. Resonanties en/of vermoeiingseffecten in de onderdelen van een bouwwerk kunnen optreden.

Voorbeelden zijn:

- Bronnen zoals machines met roterende onderdelen
- Vibratoren
- Verdichtingswerk door middel van trilwalsen
- Het inbrengen van fundatiepalen en damwanden door middel van trilblokken
- Weg- en railverkeer

De trillingen worden veroorzaakt door het rijden en werken met voornamelijk een mobiele kraan en een heftruck. Trillingen komen voornamelijk herhaald kortdurend voor. Hierdoor vallen de trillingen onder **type 2**.

Op onderstaande foto's zijn de machines weergegeven welke de trillingen veroorzaken.



Foto 1: heftruck



Foto 2: mobiele kraan

3.3 Overzicht van karakteristieke waarde van de grenswaarde

In navolging van de bepaling van de relevantie aspecten bij beoordeling van de trilling worden de grenswaarden bepaald volgens de richtlijn en zijn weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 1: Toelaatbare trillings-waarde				
f (Hz)	Cat. 1	Cat. 2	Gevoelig	Fund.
0	8.33	2.08	1.22	-
5	8.33	2.08	1.22	19.89
10	8.33	2.08	1.22	9.95
15	9.38	2.60	1.53	6.63
20	10.42	3.13	1.84	4.98
25	11.46	3.65	2.15	3.98
30	12.50	4.17	2.45	3.32
35	13.54	4.69	2.76	2.84
40	14.58	5.21	3.06	2.49
45	15.63	5.73	3.37	2.21
50	16.67	6.25	3.68	1.99

4 Relevante aspecten voor beoordeling van trillingen t.b.v. de SBR-B richtlijn

In de richtlijn SBR deel B wordt onderscheid gemaakt in diverse gebouwfuncties, het type trilling en de periode waarin de trillingen voortkomen.

4.1 *Gebouwfunctie*

In de richtlijn wordt onderscheid gemaakt in de volgende gebouwfuncties:

- Gezondheidszorg
- Wonen
- Onderwijs en kantoor
- Bijeenkomst
- Kritische werkruimte

4.2 *Type trillingsbron*

Afhankelijk van het soort trillingsbron wordt onderscheid gemaakt in de volgende drie typen trillingsbronnen:

- Type 1: Hinder voor personen in gebouwen door continu trillingen voor nieuwe en bestaande situaties alsmede herhaald kortdurende trillingen voor nieuwe situaties gedurende een lange periode.
- Type 2: Hinder voor personen in gebouwen door herhaald voorkomende trillingen voor bestaande situaties gedurende een lange periode.

In dit geval worden de trillingen gemeten in een bestaande woning waarbij de trillingen herhaald kortdurende voorkomen.

4.3 *Overzicht van karakteristieke waarde van de grenswaarde*

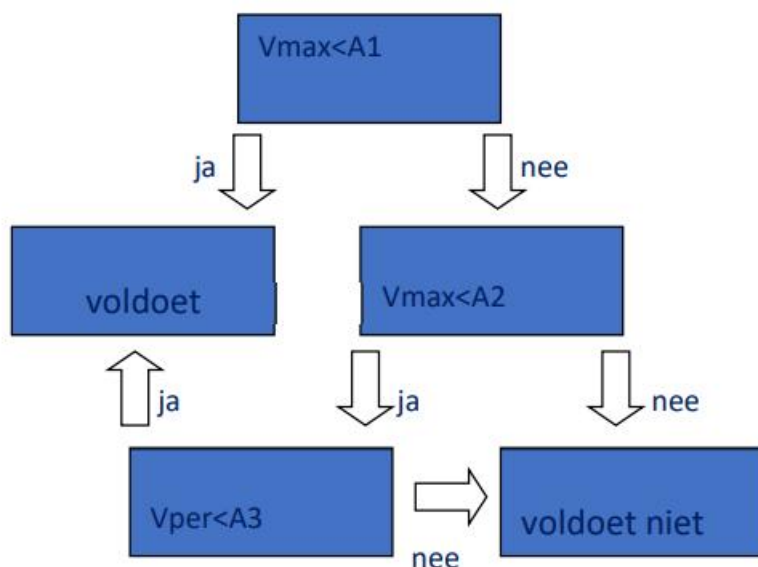
In navolging van de bepaling van de relevantie aspecten bij beoordeling van de trilling worden de grenswaarden bepaald volgens de richtlijn en zijn weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 1: Toelaatbare trillings-waarde						
Gebouwfunctie	Dag en avond			Nacht		
	A1	A2	A3	A1	A2	A3
2. Wonen	0,2	0,8	0,1	0,2	0,4	0,1

NB. De streefwaarden zijn een indicatie voor wanneer een trilling als zijnde hinderlijk kan worden ervaren. Als de trillingssterkte onder de streefwaarde blijft, mag verwacht worden dat er in de meeste situaties geen hinder zal optreden.

4.4 *Toetsen trillingssterkte aan streefwaarden*

Het toetsen van de vastgestelde trillingssterkte aan de streefwaarden (A1, A2 en A3) is schematisch weergegeven in onderstaande stroomschema.



De streefwaarden zijn aangegeven door:

- A1 = onderste streefwaarde voor de trillingssterkte V_{max} (dimensieloos)
- A2 = bovenste streefwaarde voor de trillingssterkte V_{max} (dimensieloos)
- A3 = streefwaarde voor de trillingssterkte over de beoordelingsperiode V_{per} (dimensieloos)

Er wordt voldaan aan de streefwaarde als:

- De waarde van de maximale trillingssterkte in een ruimte (V_{max}) kleiner is dan A1, of als
- De waarde van de maximale trillingssterkte in een ruimte (V_{max}) kleiner is dan A2 waarbij de trillingssterkte over de beoordelingsperiode (V_{per}) kleiner is dan A3.

NB. Voor de aan te houden streefwaarden wordt onderscheid gemaakt in drie beoordelingsperioden. De dagperiode (07.00-19.00), avondperiode (19.00-23.00) en nachtperiode (23.00-07.00)

5 Meetresultaten trillingsmetingen

Om een beeld te krijgen van de gemeten trillingen is in onderstaand overzicht per meetlocatie een aantal van de gemeten trillingen weergegeven.

Tabel 2: maximale gemeten trillingen meetlocaties A en B (SBR-A)			
Positie	Tijd	Gemeten trillingssterkte	Frequentie
A	09:41	1,13 mm/s	21 Hz
A	09:42	1,30 mm/s	21 Hz
A	09:44	1,45 mm/s	15 Hz
B	10:01	0,30 mm/s	6 Hz

Tabel 3: meetresultaten gemeten trillingen meetlocaties C t/m F (SBR-B)							
Positie	Meetperiode	Meetrichting					
		X		Y		Z	
		V _{eff, Max}	V _{per}	V _{eff, Max}	V _{per}	V _{eff, Max}	V _{per}
C	Dag	0,64	0,14	0,52	0,09	3,20	0,66
D	Dag	0,12	0,03	0	0	0,34	0,10
E	Dag	0,16	0,06	0,19	0,07	0	0
F	Dag	0	0	0	0	0,32	0,15

De meetresultaten zijn uitgezet in grafieken en per meetpositie zijn deze toegevoegd als "Bijlage 2 grafische weergaven meetresultaten".

6 Toetsing van de meetresultaten op schade en hinder

In onderstaande tabellen zijn per meetlocatie de geregistreerde trillingssterktes en de bijbehorende streef- of grenswaarde vermeld. Daarnaast is aangegeven of wordt voldaan aan deze waarde. Bij de beoordeling op hinder is telkens gekeken naar de meetrichting waarbij de hoogste waarde is vastgesteld.

Tabel 4: maximale gemeten trillingen meetlocaties A en B (SBR-A)				
Positie	Tijd	Gemeten trillingssterkte	Onderste grenswaarde	Opmerking
A	09:41	1,13 mm/s	2,08 mm/s	Voldoet
A	09:42	1,30 mm/s	2,08 mm/s	Voldoet
A	09:44	1,45 mm/s	2,08 mm/s	Voldoet
B	10:01	0,30 mm/s	2,08 mm/s	Voldoet

Tabel 5: maximale gemeten trillingen meetlocaties C t/m F (SBR-B)							
Positie	Meetperiode	V _{max}	V _{per}	A1	A2	A3	Opmerking
C	Dag	3,20	0,66	0,2	0,8	0,1	Voldoet niet: V _{max} > A1 en A2
D	Dag	0,34	0,10	0,2	0,8	0,1	Voldoet: V _{max} < A2 en V _{per} < 0,1
E	Dag	0,19	0,07	0,2	0,8	0,1	Voldoet: V _{max} < A2 en V _{per} < 0,1
F	Dag	0,32	0,15	0,2	0,8	0,1	Voldoet niet: V _{per} > 0,1

7 Samenvatting en conclusie

Meetposities A en B

Na een analyse van de meetresultaten kan worden geconcludeerd dat de gemeten trillingen beperkt zijn. De gemeten trillingen voor Schade liggen ruim onder de grenswaarde waardoor gezegd kan worden dat de kans op schade door trillingen kleiner is dan 1% en daarmee acceptabel klein.

Meetpositie C

De trillingen ter plaatse van meetpositie C zijn echter moeilijker te beoordelen. Na een analyse van de resultaten komt naar voren dat de trillingen aanzienlijk hoger liggen. Dit wordt veroorzaakt doordat er tijdens deze meting rondom de meter is gelopen op de vloer.

De constructie van de vloer is zeer gevoelig voor trillingen. De trillingen door lopen op de vloer zijn dan ook hoger dan de trillingen die gemeten worden door naastgelegen werkzaamheden. Dit is vooral zichtbaar in het laatste deel van deze meting. Aan het begin van dit deel zit een piek waarbij wij naar de meter zijn gelopen. Na de piek zakt de trillingssterkte naar beneden en ligt deze op een effectieve waarde van 0,3 wat vergelijkbaar is met de overige metingen.

Er wordt dan ook verwacht dat de werkzaamheden op het naastgelegen terrein niet zorgen voor hinderlijke trillingen. Er moet echter wel rekening gehouden met het feit dat de vloer te zwak is en dat lopen over de vloer wel zorgt voor hinderlijke trillingen.

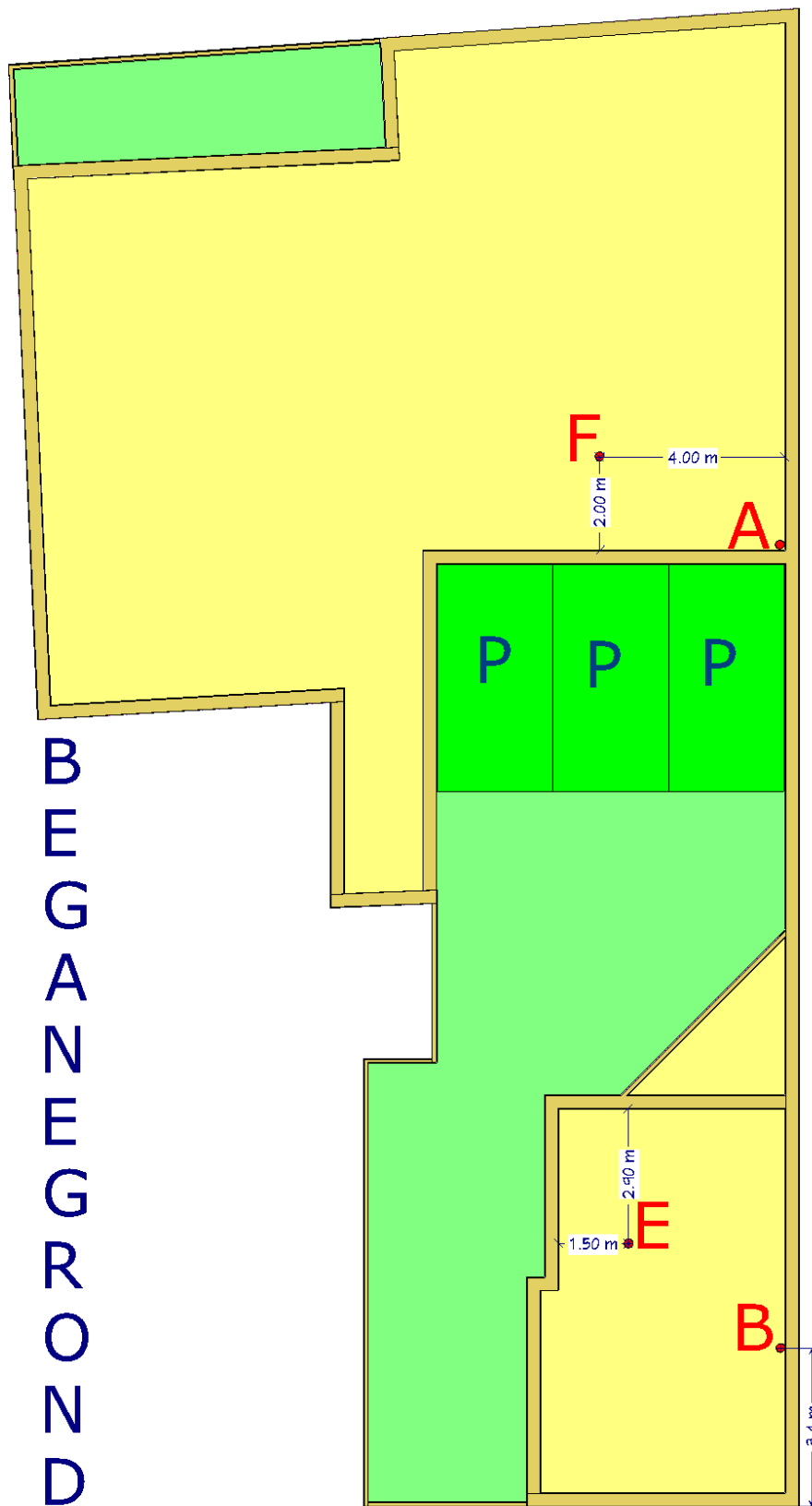
Meetposities D en E

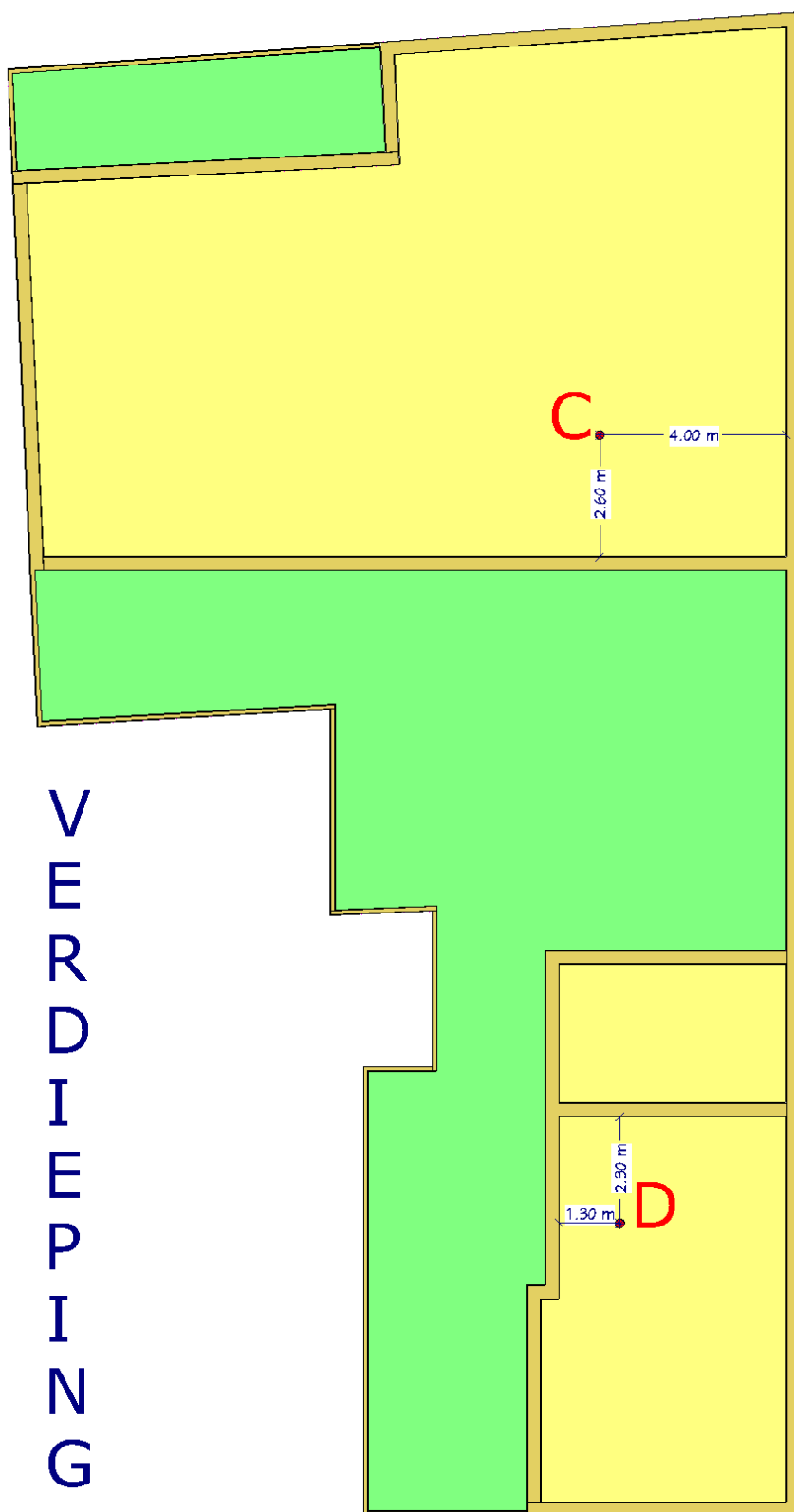
De trillingen ter plaatse van meetposities D en E kunnen worden beoordeeld als niet hinderlijk.

Meetpositie F

Meetpositie F heeft een zeer kleine overschrijding van het gemiddelde, maar dit komt voornamelijk doordat hier een kortstondige meting is uitgevoerd, waarin alleen de werkzaamheden zijn geregistreerd en niet de perioden van rust. Hierdoor is het gemiddelde hoger als werkelijk aanwezig. Men kan er vanuit gaan dat bij een langere meting het gemiddeld niet boven de waarde van A3 zal uitkomen. Daarom worden de trillingen niet als hinderlijk beschouwd.

Bijlage 1: Plattegronden

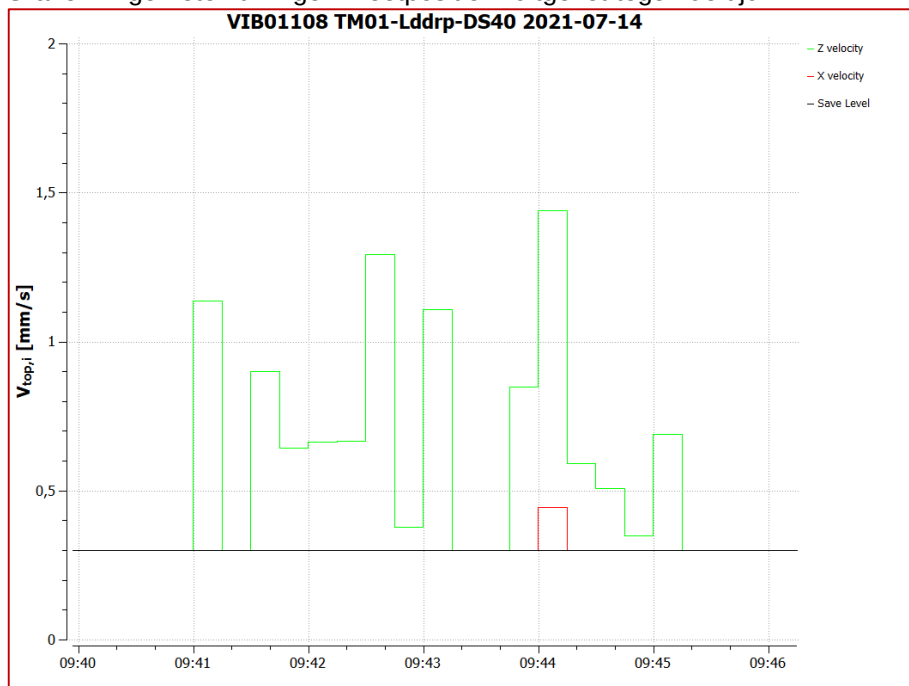




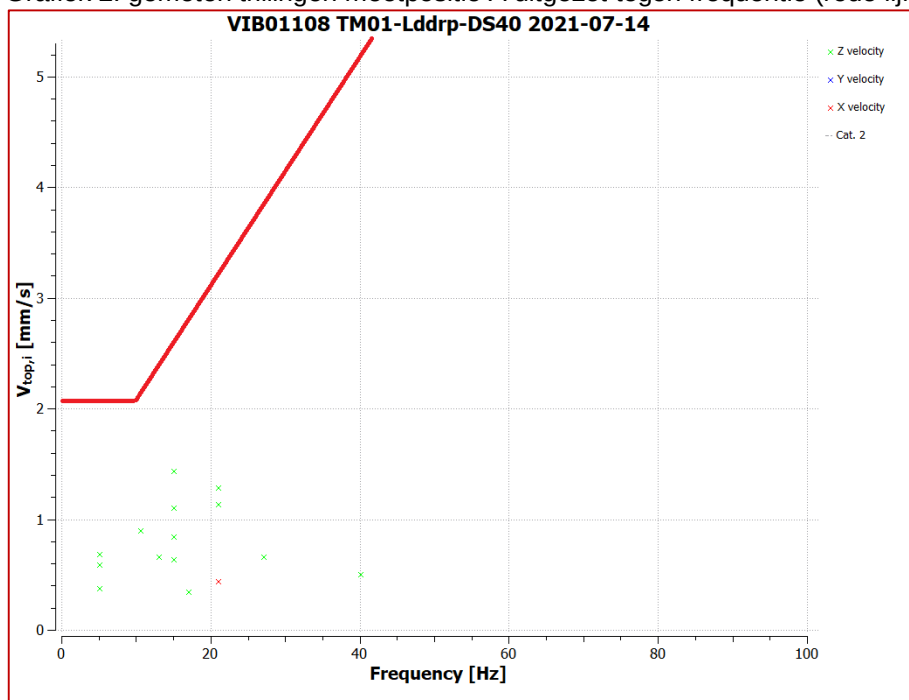
Bijlage 2: Grafische weergave meetresultaten

Meetpositie A

Grafiek 1: gemeten trillingen meetpositie A uitgezet tegen de tijd

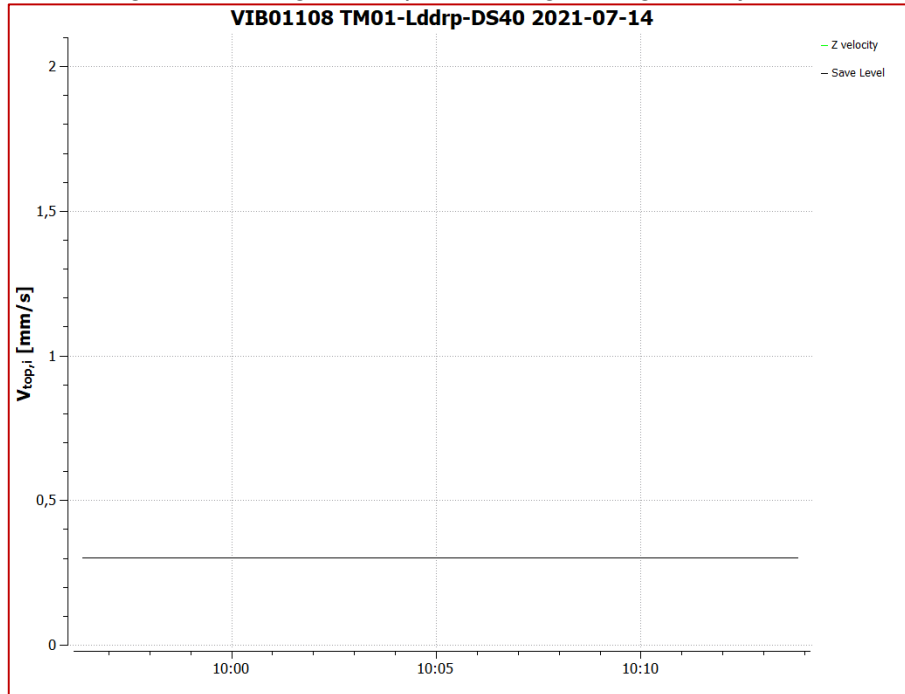


Grafiek 2: gemeten trillingen meetpositie A uitgezet tegen frequentie (rode lijn betreft de grenswaarde)

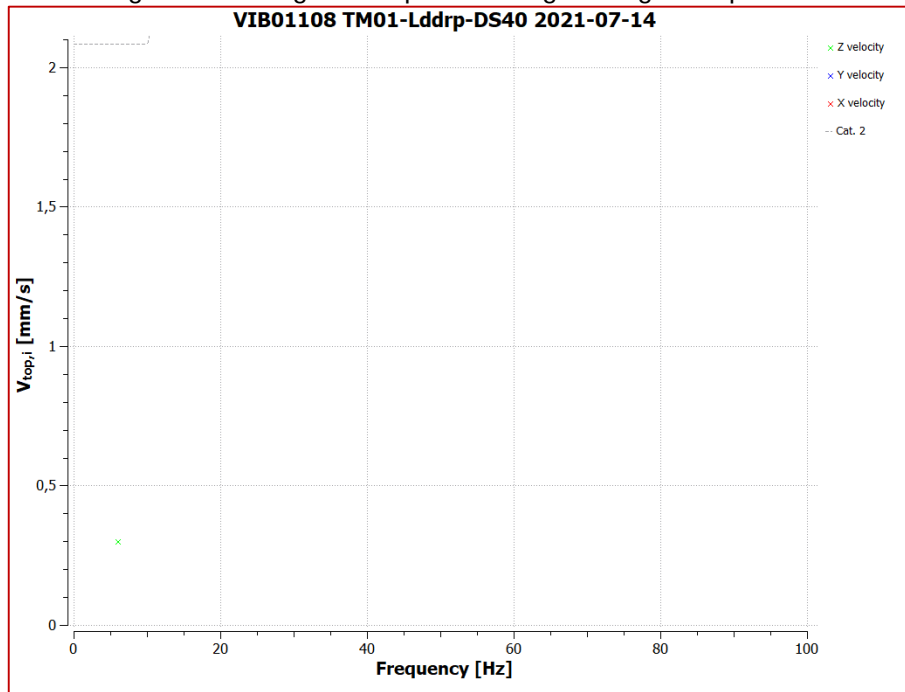


Meetpositie B

Grafiek 3: gemeten trillingen meetpositie B uitgezet tegen de tijd

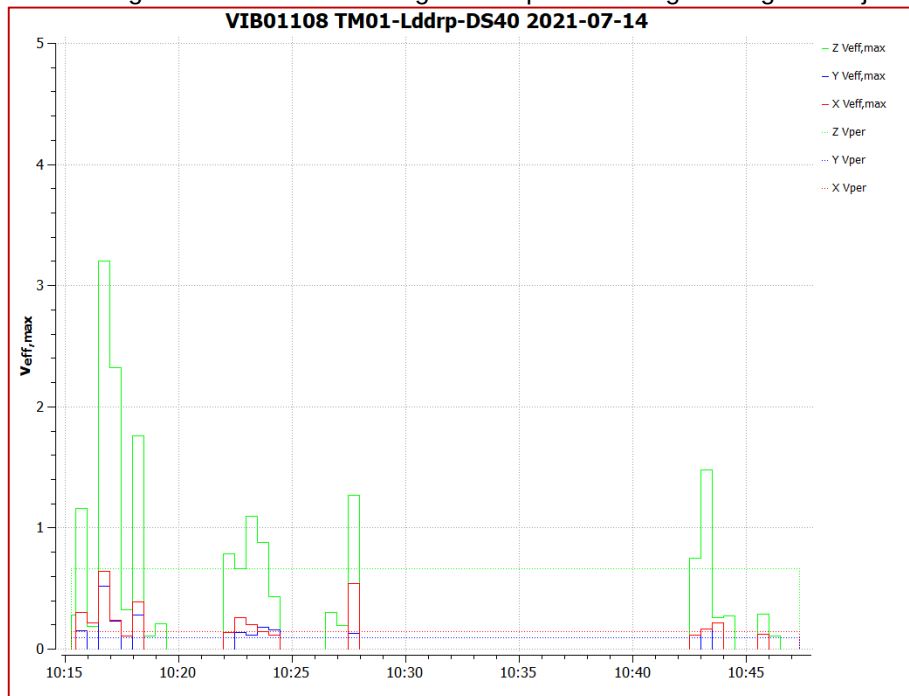


Grafiek 4: gemeten trillingen meetpositie B uitgezet tegen frequentie

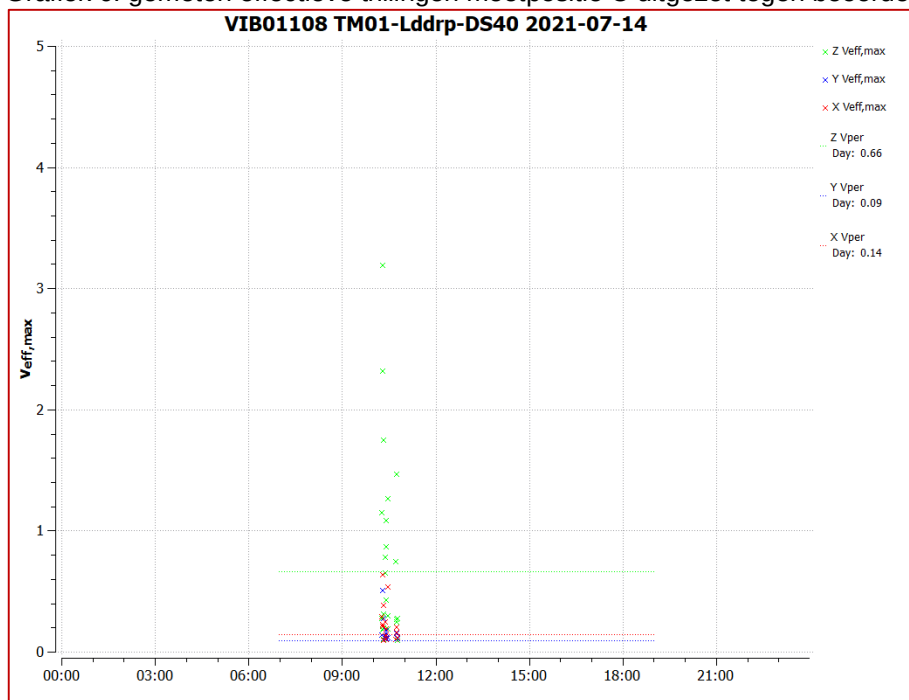


Meetpositie C

Grafiek 5: gemeten effectieve trillingen meetpositie C uitgezet tegen de tijd

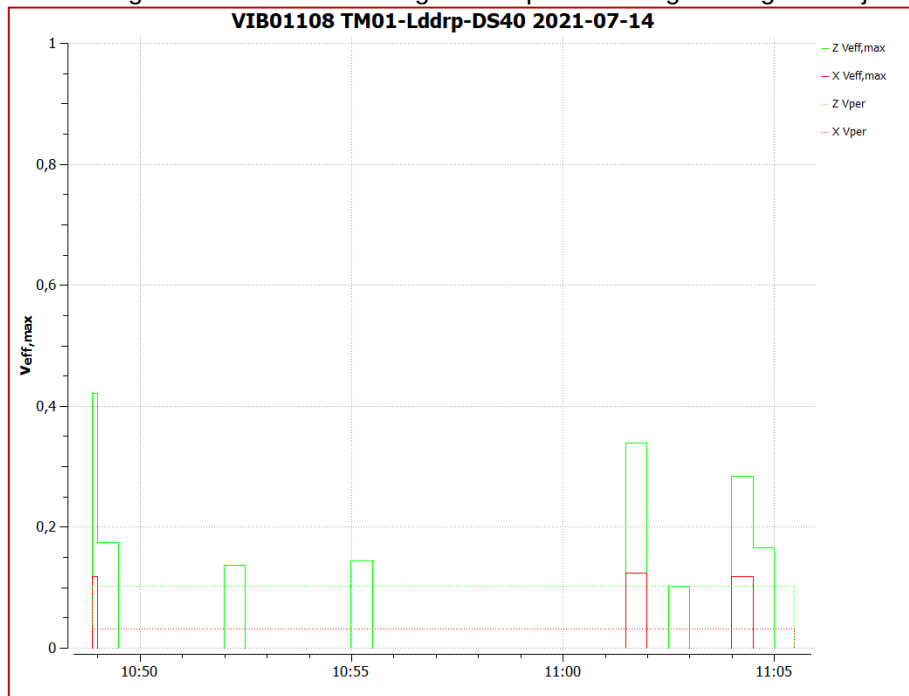


Grafiek 6: gemeten effectieve trillingen meetpositie C uitgezet tegen beoordelingsperiode

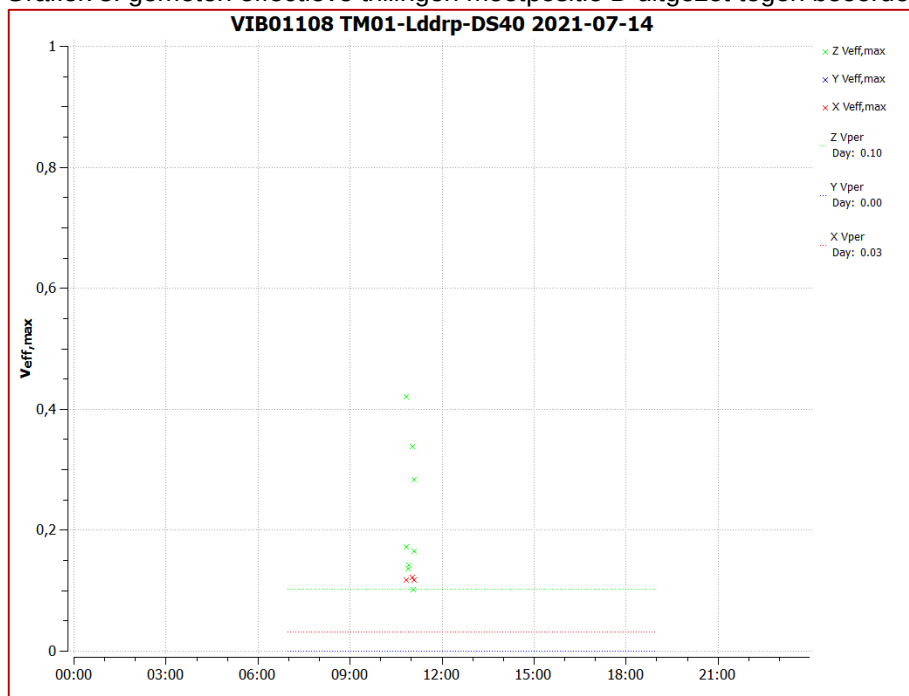


Meetpositie D

Grafiek 7: gemeten effectieve trillingen meetpositie D uitgezet tegen de tijd

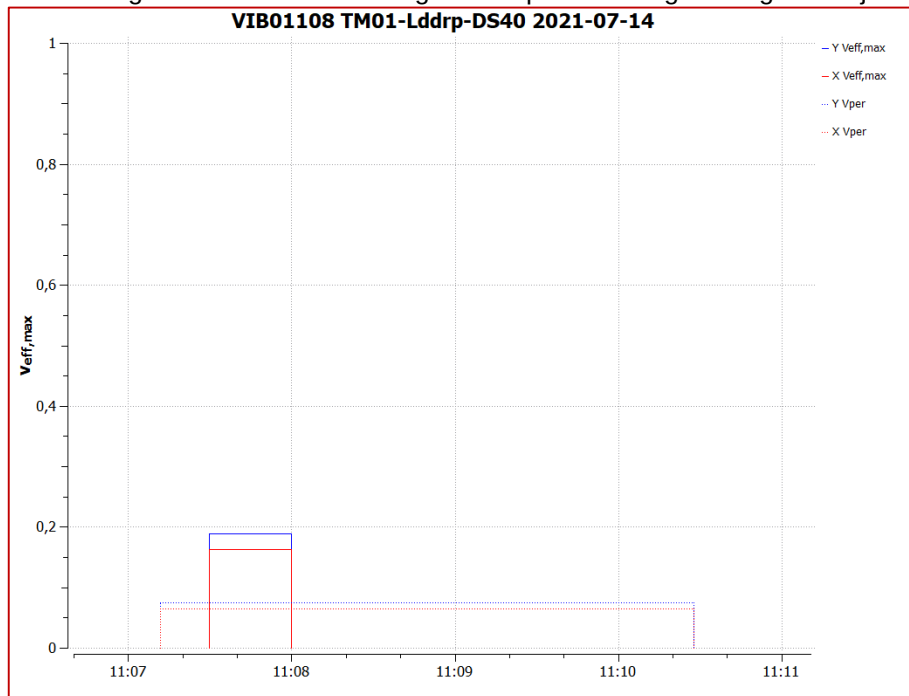


Grafiek 8: gemeten effectieve trillingen meetpositie D uitgezet tegen beoordelingsperiode

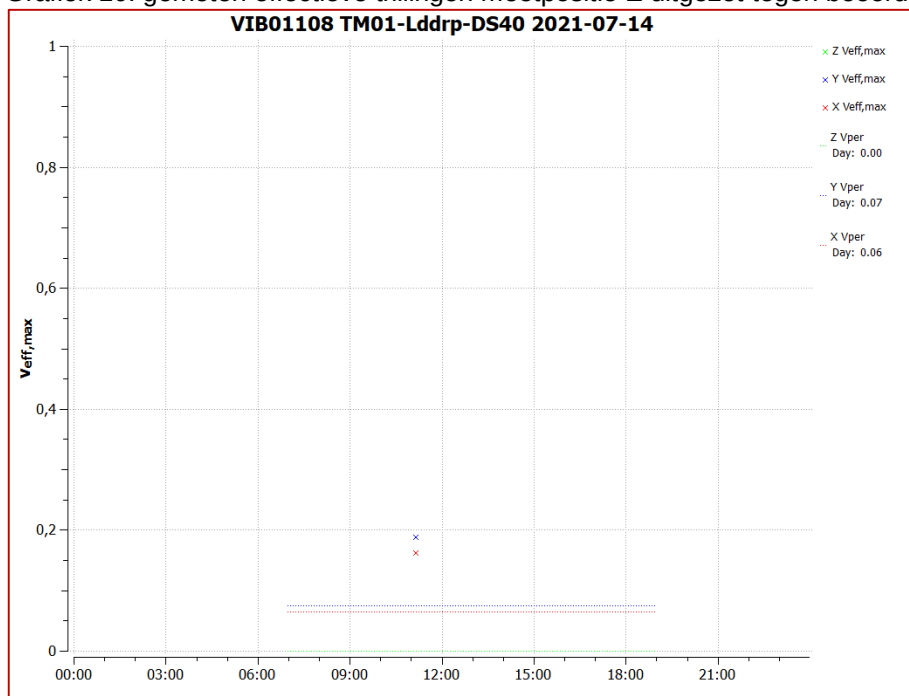


Meetpositie E

Grafiek 9: gemeten effectieve trillingen meetpositie E uitgezet tegen de tijd

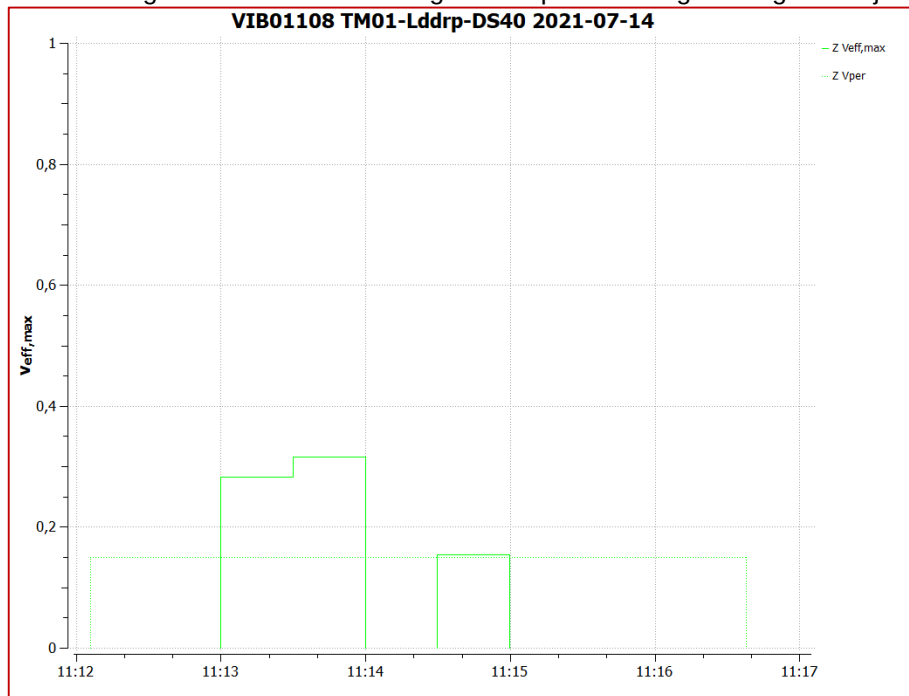


Grafiek 10: gemeten effectieve trillingen meetpositie E uitgezet tegen beoordelingsperiode

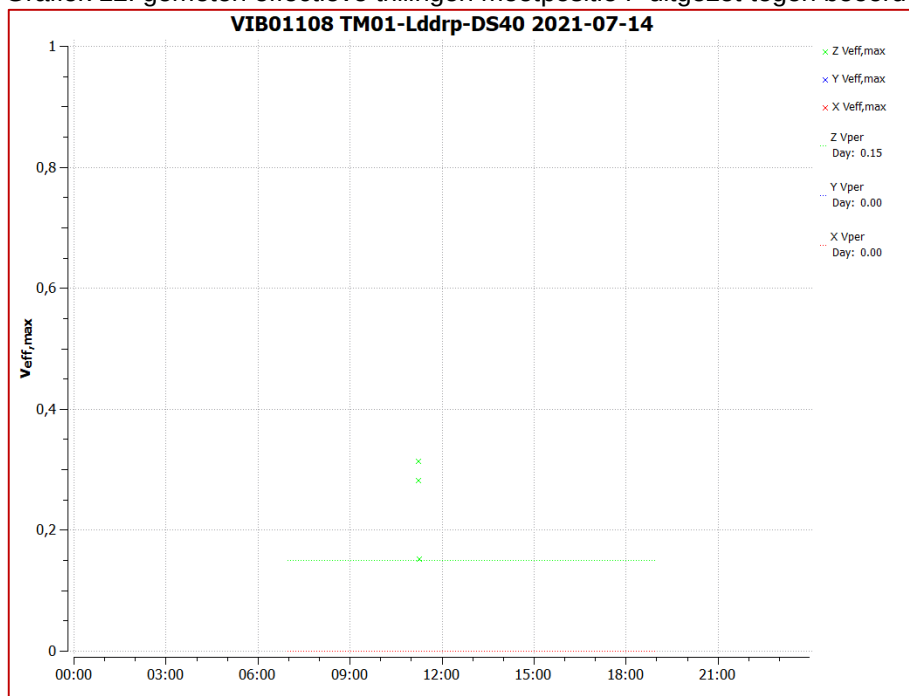


Meetpositie F

Grafiek 11: gemeten effectieve trillingen meetpositie F uitgezet tegen de tijd



Grafiek 12: gemeten effectieve trillingen meetpositie F uitgezet tegen beoordelingsperiode



Bijlage 3: Kalibratiegegevens trillingsmeters

Calibration Certificate of the Profound *VIBRA* 3D Geophone

Geophone data

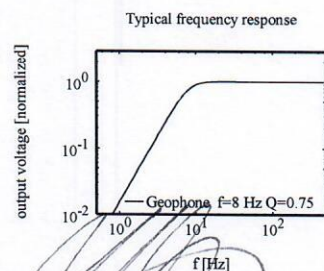
Serial number	TDA01057
Manufacturing year	2012

Calibration values (as stored in the electronic ID)

		Typical	Channel X	Channel Y	Channel Z	
Quality factor	Q	0.74	0.77	0.75	0.77	
Resonance frequency	f_{res}	8.00	8.28	8.40	8.04	Hz
Output Resistance	R_{out}	330	328	331	331	Ohm
Sensitivity	s	23.4	23.0	22.9	22.9	Vs/m
Damping Constant	DC	5672	5461	5446	5464	V2/Nm

Typical values:

Temperature range	: -20°C to 60°C
Case to Coil Motion peak-peak	: 0.8 to 1.5 mm
Geophone weight	: 0.480 kg
Moving mass	: 11.5 g (each channel)



Calibration date: 16-6-2020

Signature:

Note: This calibration is related to an accelerometer from PCB Piezotronics (sn. 284695). The calibration equipment consists of: a calibration amplifier, a multimeter Agilent 34410A (sn. MY45000561), a function generator Agilent 33220A (sn. MY44010188) and a Tira TV 52120 sn. 120/13 vibrator with power amplifier.

The calibration system for the reference accelerometer is accredited to ISO/IEC 17025 by A2LA. Traceable through N.I.S.T. test report #683/287323 to the National Institute of Standards and Technology, U.S.A.

Calibration Certificate of the Profound VIBRA⁺

System data	
Serial number	VIB01110
Manufacturing year	2012
Software version	2.81
System model	Vibra+

Calibration values					
	Typical	Channel X	Channel Y	Channel Z	
Vref low	0.18	0.18	0.18	0.18	V
Vref high	2.14	2.09	2.09	2.08	V
Input Impedance Z_i	19.70	19.77	19.79	19.76	kOhm
Voltage gain	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	
Offset	0.00	-0.21	-0.49	-2.12	mV

**The VIBRA⁺ with s/n VIB01110
complies with the following governing codes**

DIN 4150-2:1999-06
DIN 4150-3:2016-12
DIN 45669-1:2019-09
SBR Part A
SBR Part B

Typical values

Velocity range : 0-100 mm/s
Temperature range : -20°C to 60°C

Calibration date: 16-6-2020

Signature:



Note 1: The calibration equipment consists of: a test geophone, a reference 5.5 digit Multimeter Agilent 34410A (sn. MY45000561) and a PC with calibration software. The calibration system for the reference multimeter is in accordance with EN ISO / IEC 17025: 2005, accredited by the Dutch Accreditation Council RvA under number L279.

Note 2: A VIBRA processes the measured values and takes into count the electronic ID calibration values of the connected geophone.