

RAPPORT TRILLINGSONDERZOEK ERMELO



Datum	: 26.11.2021
Project	: 21-11049
Opdrachtgever	: Lycens Vierhouten Onroerend Goed
Betreft	: Trillingsonderzoek spoortrillingen d.d. 11.11.2021 t/m 19.11.2021
Locatie	: T.h.v. Fokko Kortlanglaan 152 te Ermelo
Type meting	: SBR-A (Schade aan gebouwen) SBR-B (hinder voor personen)
Opgesteld door	: Dhr. H. Bagdadi
Gecontroleerd door	: Dhr. B.F.R.A. Schelfhout
Versie	: 2.0 d.d. 26.04.2022

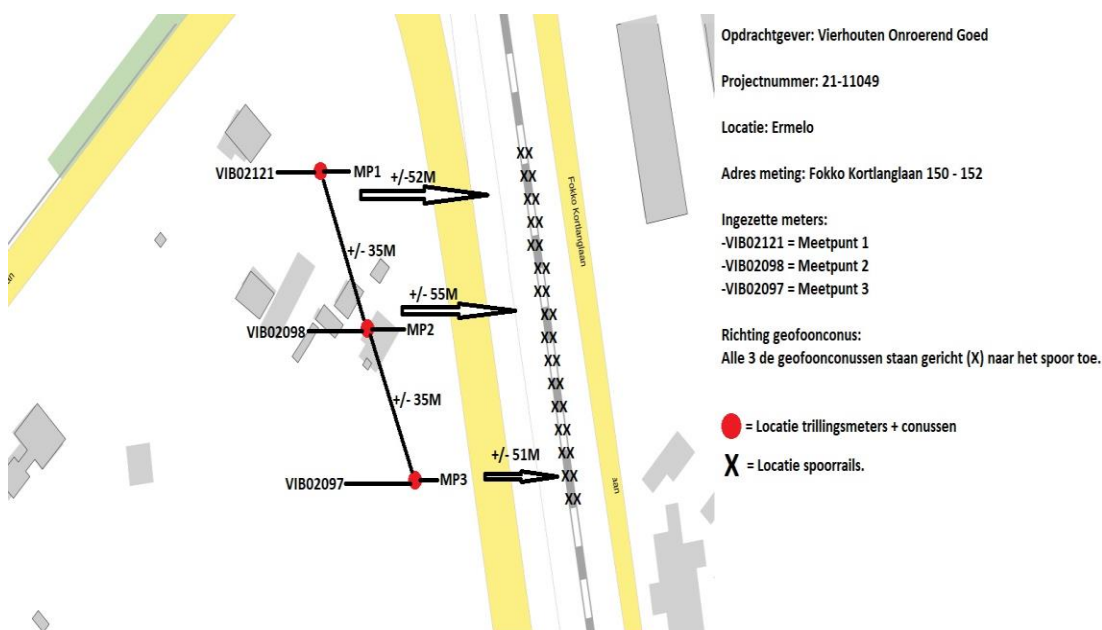
Inhoud

1. Inleiding	3
2. Toetsingskader: Richtlijn SBR A (Schade aan gebouwen)	4
3. Beoordeling meetgegevens conform SBR richtlijn A	5
VIB02121, Meetpunt 1	5
VIB02098, meetpunt 2	5
VIB02097, meetpunt 3	5
Conclusie	6
4. Grafieken SBR A	7
5. Toetsingskader: Richtlijn SBR B (hinder voor personen)	10
6. Beoordeling meetgegevens conform SBR richtlijn B	11
Streefwaarden conform tabel 10.5.2 Richtlijn SBR B (Hinder voor personen)	11
Conclusie	13
7. Grafieken SBR B	14
8. Specificaties meetapparatuur	17

1. Inleiding

In opdracht van Lycens | Vierhouten Onroerend Goed heeft Jantril BV een trillingsonderzoek uitgevoerd ter hoogte van Fokko Kortlanglaan 152 te Ermelo. Het doel van het onderzoek is om de trillingsniveaus afkomstig van het nabij gelegen treinspoor in kaart te brengen op de meetlocaties waar in de toekomst woningen gebouwd worden. Deze trillingsniveaus worden indicatief beoordeeld conform de geldende SBR-richtlijnen deel A (schade aan gebouwen) en deel B (hinder voor personen). Deze indicatieve beoordeling kan gebruikt worden om te bepalen of de huidige trillingsniveaus op de meetlocaties voldoen aan de geldende SBR-richtlijnen. Het onderzoek is uitgevoerd met in totaal drie gekalibreerde Profound VIBRA+ trillingsmeters. Er is gemeten van 11.11.2021 t/m 19.11.2021. Drie trillingsmeters waren geplaatst op ca. 1 meter diepte met speciale geofoon-conussen om de trillingen in de grond te meten. Op 19.11.2021 heeft een expert van Jantril BV op locatie een trein registratie gemaakt. Deze registratie wordt gebruikt om te bepalen welke trillingen afkomstig zijn van het treinverkeer.

In de rapportage zal een indicatieve beoordeling worden gemaakt conform de SBR-richtlijnen. Deze beoordeling is indicatief omdat er in dit geval gemeten is om een nog niet bestaande situatie te beoordelen.



Figuur 1, plattegrond meetlocaties

De volgende trillingsmeters zijn gebruikt gedurende de metingen:

- Meetpunt 1, VIB02121
- Meetpunt 2, VIB02098
- Meetpunt 3, VIB02097

2. Toetsingskader: Richtlijn SBR A (Schade aan gebouwen)

Met betrekking tot schade aan gebouwen, wordt gebruik gemaakt van de in 2002 (in 2017 herzien) door de Stichting Bouwresearch (SBR) gepubliceerde richtlijn deel A. Dit deel gaat over het meten en beoordelen van trillingen met het oog op mogelijke schade aan een gebouw. Onder schade wordt niet alleen het (gedeeltelijk) instorten van een bouwwerk verstaan, maar ook een vermindering van draagkracht van een bouwwerk of vermindering van de economische waarde door bijvoorbeeld scheurvorming in afwerkklagen. De richtlijn is bedoeld om een trillingssterkte (verkregen door meting) te beoordelen. Voor het meten van de trillingssterkte hebben wij gebruik gemaakt van een gekalibreerde trillingsmeter Vibra SBR+. De sterkte van de trilling wordt uitgedrukt in de trillingssnelheid, waarbij met name de hoogste trillingssnelheid in de tijd (V_{top} in mm/s) een belangrijke rol speelt. Daarnaast is ook het bepalen van de dominante frequentie van belang.

Ondanks het gebruik van goede meetapparatuur blijft er altijd een bepaalde onzekerheid bestaan over het meetresultaat. In deel A is hiermee rekening gehouden door het toepassen van veiligheidsfactoren op zowel het meetresultaat als op de toetswaarden. Door toepassing van een veiligheidsfactor op het meetresultaat wordt het type meting in rekening gebracht. Bij een indicatieve meting (één meetpunt voor een hele belending) bestaat namelijk een grotere kans dat niet de maximale trillingssterkte van een bouwwerk is gemeten dan bij een beperkte meting (minimaal 2 meetpunten) of uitgebreide meting (veel meetpunten). Het meetresultaat van een indicatieve meting wordt daarom met een factor 1,6 vermenigvuldigd, alvorens een beoordeling kan plaatsvinden. In ons speciale computerprogramma zijn deze veiligheidsfactoren automatisch ingesteld.

Ook bij de grenswaarden geldt een veiligheidsfactor. Deze factor brengt het type trilling in rekening. Er bestaat onderscheid tussen kortdurende trillingen (botsingen of explosies), herhaald kortdurende trillingen (heiwerkzaamheden en passages door rail- en wegverkeer) en continue trillingen (intrillen damwanden en hoogfrequente machines).

De grenswaarde wordt gedeeld door de veiligheidsfactor. De veiligheidsfactor is voor verwerking van de meetresultaten automatisch ingesteld in ons computerprogramma. In de getoonde grafieken zijn alle veiligheidsfactoren dus reeds verwerkt. De grenswaarden zijn niet voor alle gebouwen hetzelfde. Er bestaat onderscheid tussen de constructiewijze en staat van het bouwwerk. Categorie 1- bouwwerken (gewapend beton en hout) kennen de hoogste grenswaarden, omdat deze gebouwen het sterkst zijn. Categorie 2 bouwwerken (metselwerk en niet gewapend beton). Bij beide categorieën wordt vervolgens nog onderscheid gemaakt op basis van de staat van het pand: niet gevoelig, gevoelig en/of monumentaal.

De grenswaarde is verder afhankelijk van de frequentie van de trillingen. Over het algemeen geldt: hoe lager de frequentie, hoe lager de grenswaarde. Hoe hoger de frequentie, hoe hoger de grenswaarde.

Overschrijding van de grenswaarde hoeft per definitie niet tot schade te leiden. Pas bij een zekere mate van overschrijding neemt de kans op daadwerkelijke schade toe. Als de grenswaarde niet wordt overschreden, is de kans op schade aanvaardbaar klein (minder dan 1%).

3. Beoordeling meetgegevens conform SBR richtlijn A

De meetgegevens worden als volgt beoordeeld:

- Richtlijn SBR-A (schade aan gebouwen)
- Categorie 2 gebouwen
- Indicatieve meting
- Herhaald kortdurende trillingen

Gemeten waarden met een frequentie van < 1 Hz vallen buiten het betrouwbare meetbereik van de trillingsmeters en worden daarom buiten beschouwing gelaten. Mogelijk zijn deze piekwaarden wel zichtbaar in de grafiek Velocity in mm/s tegen tijd, maar vallen buiten de uiteindelijke beoordeling in grafiek Velocity in mm/s tegen Frequentie in Hz. In principe zijn alle kruisjes boven de lijn overschrijdingen.

VIB02121, Meetpunt 1

Gedurende de meetperiode zijn er conform de richtlijn geen overschrijdingen gemeten. De hoogst gemeten waarde bedraagt 0,44 mm/s bij een frequentie van 10,92 Hz. De toegestane waarde bij deze frequentie bedraagt 2,08 mm/s. Deze waarde is gemeten op 15.11.2021 om 14:34 uur.

Op basis van de gemaakte registratie blijkt dat de passerende treinen trillingen veroorzaken tussen de 0,2 en 0,5 mm/s bij een frequentie van ca. 7,5 – 15 Hz. Dit houdt in dat deze gemeten piek naar alle waarschijnlijkheid door een trein veroorzaakt is.

Bron : registratie 19.11.2021

VIB02098, meetpunt 2

Gedurende de meetperiode zijn er conform de richtlijn geen overschrijdingen gemeten. De hoogst gemeten waarde bedraagt 0,30 mm/s bij een frequentie van 13,50 Hz. De toegestane waarde bij deze frequentie bedraagt 2,08 mm/s. Deze waarde is gemeten op 15.11.2021 om 09:20 uur.

Op basis van de gemaakte registratie blijkt dat de passerende treinen trillingen veroorzaken tussen de 0,2 en 0,5 mm/s bij een frequentie van ca. 7,5 – 15 Hz. Dit houdt in dat deze gemeten piek naar alle waarschijnlijkheid door een trein veroorzaakt is.

Bron : registratie 19.11.2021

VIB02097, meetpunt 3

Gedurende de meetperiode zijn er conform de richtlijn geen overschrijdingen gemeten. De hoogst gemeten waarde bedraagt 0,24 mm/s bij een frequentie van 14,07 Hz. De toegestane waarde bij deze frequentie bedraagt 2,08 mm/s. Deze waarde is gemeten op 14.11.2021 om 23:48 uur.

Op basis van de gemaakte registratie blijkt dat de passerende treinen trillingen veroorzaken tussen de 0,2 en 0,5 mm/s bij een frequentie van ca. 7,5 – 15 Hz. Dit houdt in dat deze gemeten piek naar alle waarschijnlijkheid door een trein veroorzaakt is.

Bron : registratie 19.11.2021

Conclusie

Conform de SBR-richtlijn deel A (schade aan gebouwen) zijn er gedurende de meetperiode geen overschrijdingen gemeten. Er wordt dan gesproken over een niet verhoogde kans op schade, namelijk kleiner dan 1%.

Ordegrootte kans op schade voor draagconstructie en onderdelen van de constructie uit metselwerk

Factor op grenswaarde	Ordegrootte kans op schade
1 x grenswaarde ($V_o/V_r = 1$)	Ongeveer 1%
1,2	Ongeveer 3%
1,5	Ongeveer 5%
2	Ongeveer 10%
3	Ongeveer 30%

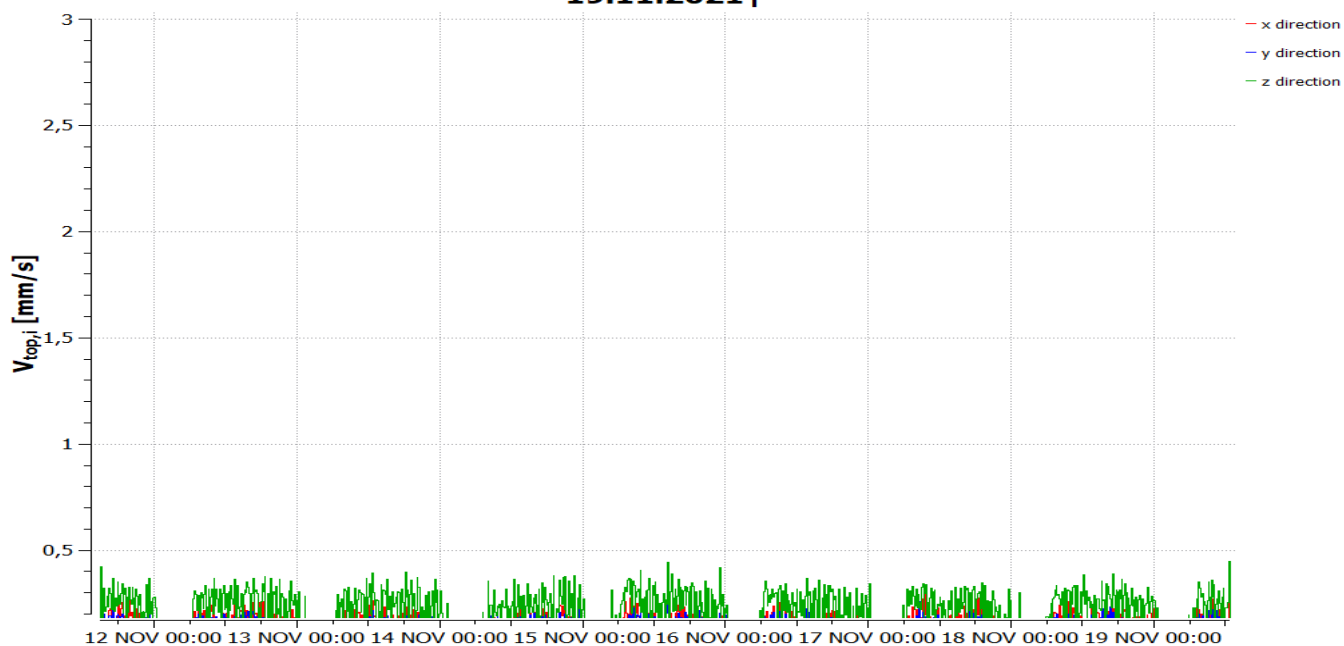
Figuur 4, schadekansen conform SBR

Gedurende de meetperiode zijn de trillingen afkomstig van het passerende treinverkeer duidelijk aanwezig en herleidbaar aan de hand van de treintijden. Er zijn voor de rest vrij weinig trillingen aanwezig op locatie. De waarden van het treinverkeer zijn relatief laag en voldoen volledig aan de geldende SBR-A grenswaarden.

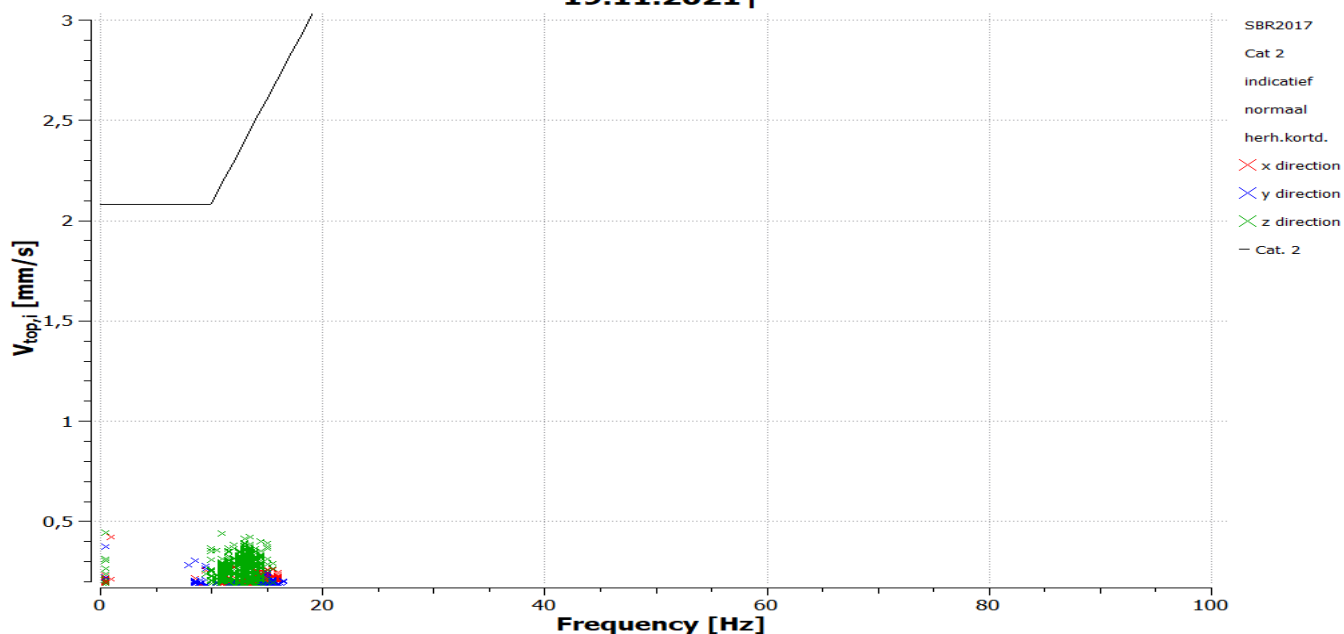
Op de meetlocatie worden in de toekomst woningen gebouwd. Het doel van de meting was om te bepalen of de aanwezige trillingen van het passerende treinverkeer schadelijk zouden kunnen zijn voor de toekomstige woningen. Op basis van de meetgegevens blijkt dat de kans op schade zeer klein is, namelijk kleiner dan 1% (zie hierboven). Daarnaast dient er hierbij ook nog rekening mee gehouden te worden dat als de woningen er staan, de trillingen in de woningen naar alle waarschijnlijkheid lager zijn dan er nu gemeten is. Dit omdat er nu in een open veld is gemeten in de grond, de woningen zelf zullen waarschijnlijk een dusdanige massa hebben dat deze minder beïnvloedbaar zijn door de trillingen dan een losse trillingsmeter met gefoonconus in de grond en zullen de waardes in de woningen lager zijn.

4. Grafieken SBR A

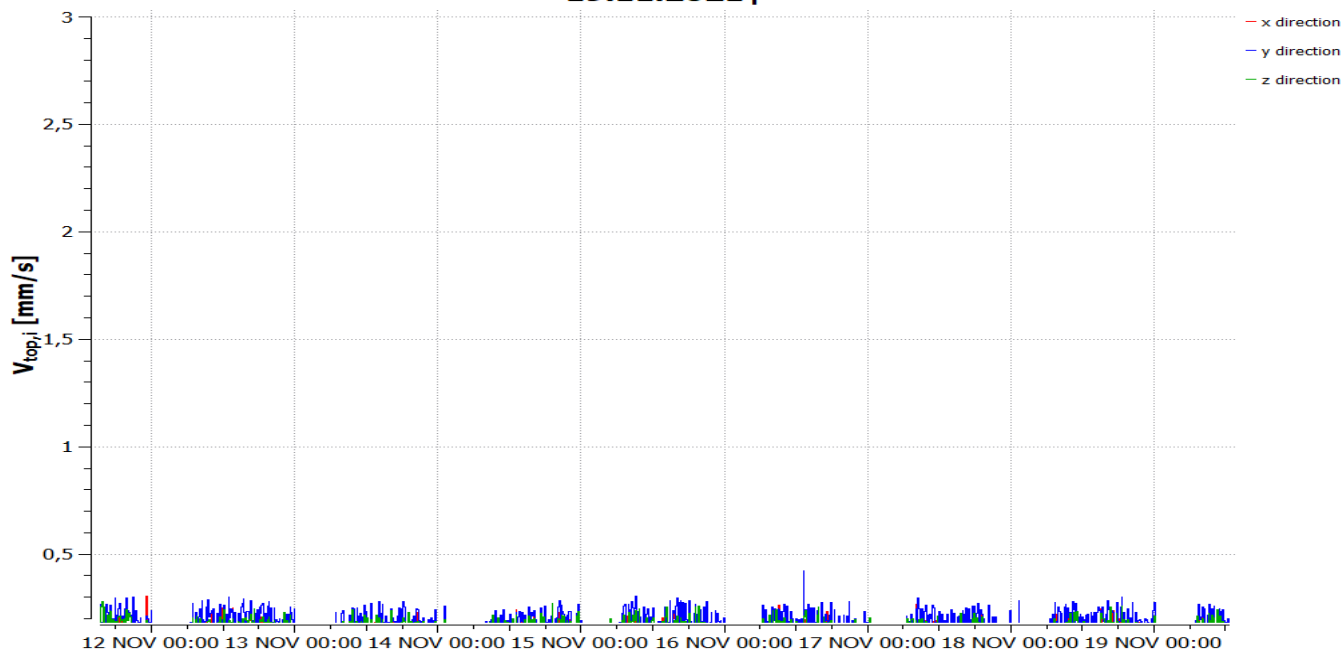
VIB02121 | T.h.v. Fokke Kortlanglaan 152 Ermelo | MP1 | 11.11.2021 - 19.11.2021 |



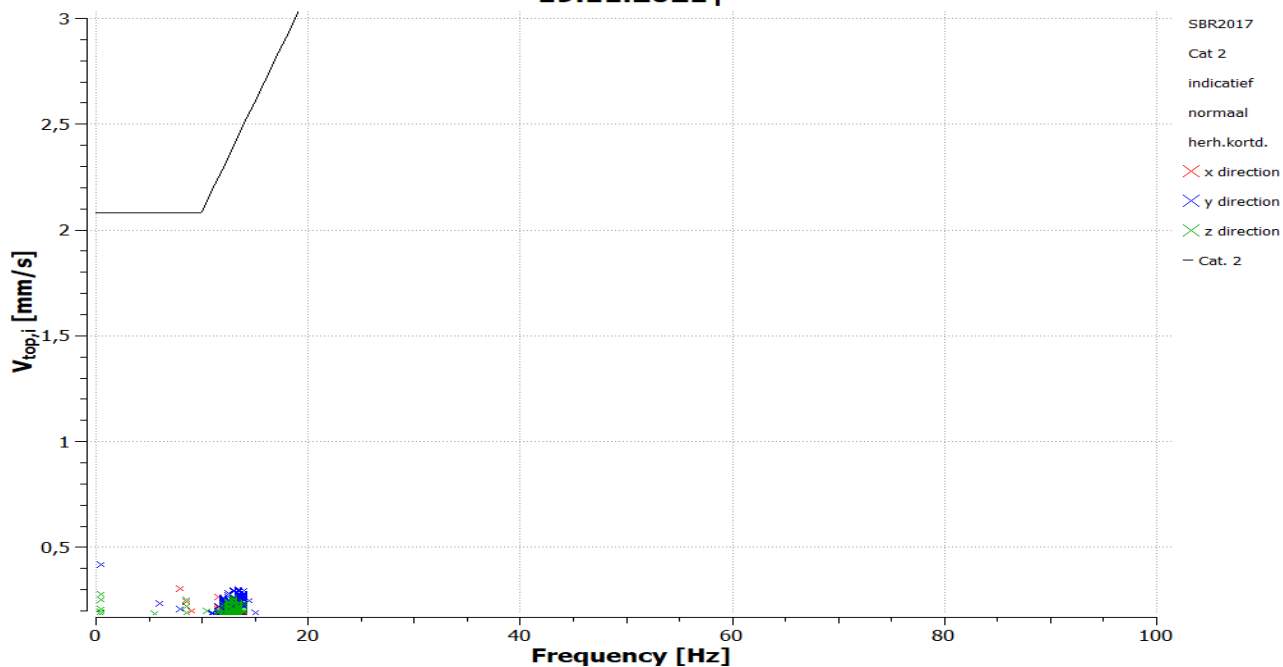
VIB02121 | T.h.v. Fokke Kortlanglaan 152 Ermelo | MP1 | 11.11.2021 - 19.11.2021 |



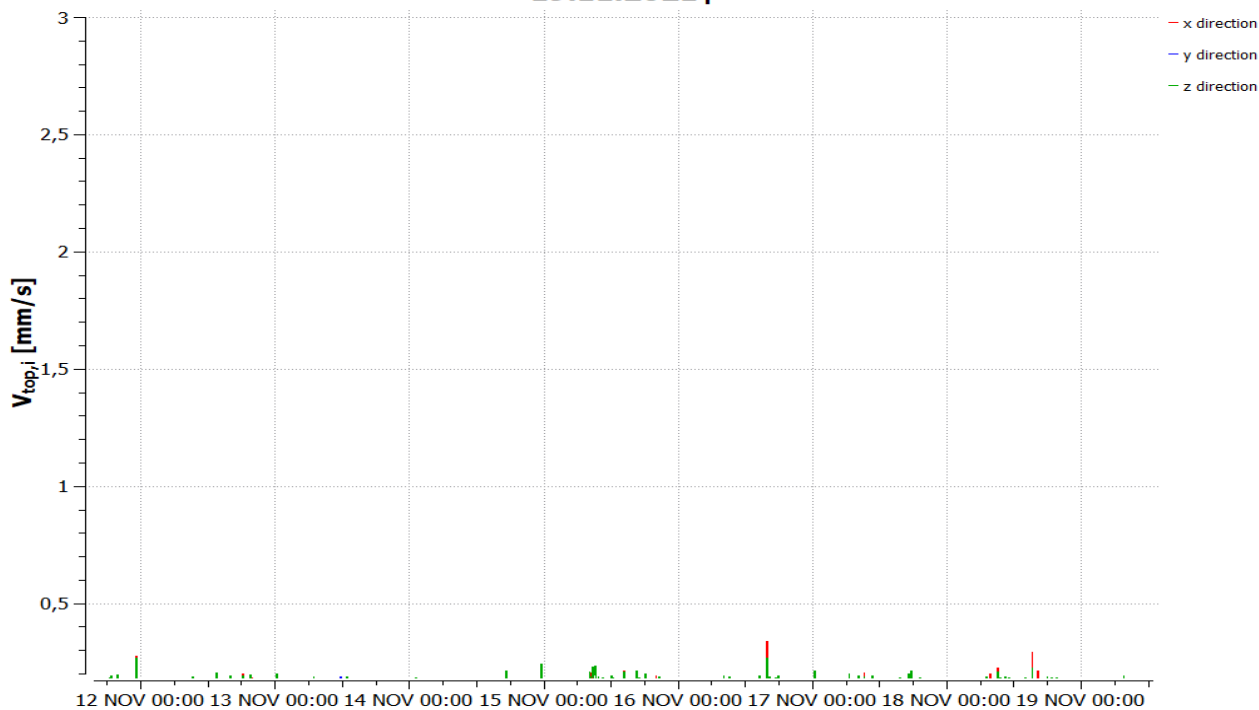
VIB02098 | T.h.v. Fokke Kortlanglaan 152 Ermelo | MP2 | 11.11.2021 - 19.11.2021 |



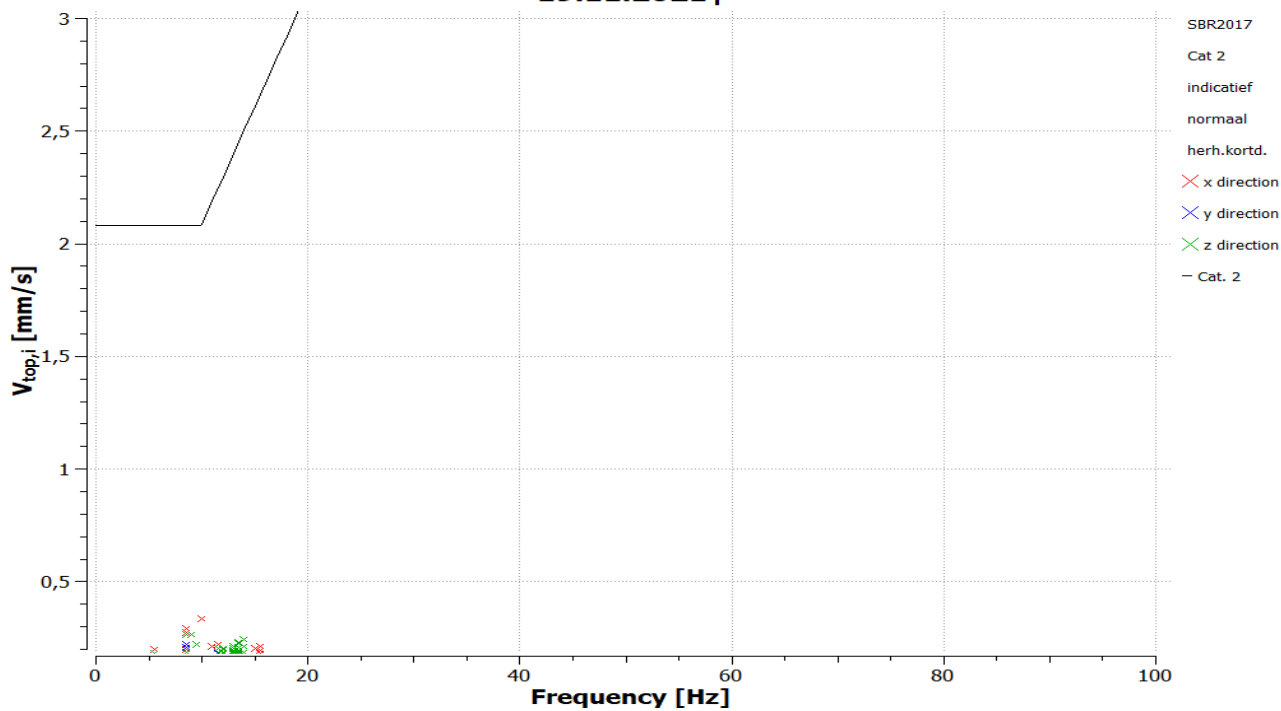
VIB02098 | T.h.v. Fokke Kortlanglaan 152 Ermelo | MP2 | 11.11.2021 - 19.11.2021 |



VIB02097 | T.h.v. Fokke Kortlanglaan 152 Ermelo | MP3 | 11.11.2021 - 19.11.2021 |



VIB02097 | T.h.v. Fokke Kortlanglaan 152 Ermelo | MP3 | 11.11.2021 - 19.11.2021 |



5. Toetsingskader: Richtlijn SBR B (hinder voor personen)

Met betrekking tot Hinder voor Personen, wordt gebruik gemaakt van de in 2002 door de Stichting Bouwresearch (SBR) gepubliceerde richtlijn deel B. Dit deel gaat over het meten en beoordelen van trillingen met het oog op mogelijke hinder voor personen.

Onder hinder voor personen in gebouwen wordt in deze richtlijn verstaan:

- Waarneming van trillingen zonder meer (verstoring van activiteiten of processen die rust en/of concentratie behoeven)
- Waarneming van trillingen met een zodanige sterkte dat bepaalde activiteiten fysiek worden belemmerd of verstoord

Omdat grenswaarden voor trillingshinder niet scherp gedefinieerd kunnen worden, wordt in deze richtlijn gesproken over *streefwaarden*. Als de trilling sterkte onder deze streefwaarden blijft, mag ingecalculeerd worden dat er in de meeste situaties geen hinder zal optreden.

Voor het meten van de trilling sterkte hebben wij gebruik gemaakt van een gekalibreerde trillingsmeter Vibra SBR+. De gemeten grootheid is de trillingssnelheid (Veff Max).

Conform de Richtlijn dient gemeten te worden onder omstandigheden die representatief kunnen zijn voor de situatie waarin hinder kan worden ondervonden. De meetpunten in de ruimte dienen gekozen te worden op die posities op een vloerveld waar de hinder wordt ondervonden, tenzij omstandigheden of andere redenen een andere methodiek vereisen. In dit geval is er gedeeltelijk in de grond gemeten met gefoonconussen omdat er nog geen bestaande woningen aanwezig zijn.

6. Beoordeling meetgegevens conform SBR richtlijn B

Aard trillingen: herhaald kortdurend voorkomende trillingen

Gebouwfunctie: wonen (indicatief beoordeeld)

Tabel: paragraaf 10.5.2, tabel 2 in SBR Richtlijn B

De streefwaarden zijn aangegeven door:

A1 = onderste streefwaarde voor de trillingssterkte V_{max} (piek)

A2 = bovenste streefwaarde voor de trillingssterkte V_{max} (piek)

A3 = streefwaarde voor de trillingssterkte V_{per} (gemiddelde)

Er wordt voldaan aan de streefwaarden als:

1. De waarde van de maximale trilling sterkte in een ruimte (V_{max}) kleiner is dan de waarde die wordt aangeduid bij A1, OF ALS
2. De waarde van de maximale trillingssterkte in een ruimte (V_{max}) kleiner is dan de waarde onder A2, waarbij de trillingssterkte over de beoordelingsperiode (V_{per}) kleiner is dan de waarde onder A3.

Streefwaarden conform tabel 10.5.2 Richtlijn SBR B (Hinder voor personen)

	DAG EN AVOND			NACHT		
wonen	A1 = 0,1	A2 = 0,4	A3 = 0,05	A1 = 0,1	A2 = 0,2	A3 = 0,05

De volgende meetgegevens dienen als indicatief beschouwd te worden, de metingen worden beoordeeld conform een nog niet bestaande situatie. Voor de beoordeling conform SBR-richtlijn deel B zijn de stoortrillingen uit de meting gehaald. De stoortrillingen betreffen piekwaardes welke in het begin en aan het einde van de meting veroorzaakt zijn bij het installeren en demonteren van de sensor. Deze trillingen zijn dus niet afkomstig van het treinverkeer en worden daarom buiten beschouwing gelaten.

<u>VIB02121 MP1</u>	GEMETEN WAARDEN (zie grafiek)					
PERIODE	DAG		AVOND		NACHT	
FUNCTIE	Vmax	Vper	Vmax	Vper	Vmax	Vper
Wonen	0,20	0,03	0,20	0,03	0,20	0,01

In de dag-, avond- en nachtperiode wordt voldaan aan A2 en A3.

<u>VIB02098 MP2</u>	GEMETEN WAARDEN (zie grafiek)					
PERIODE	DAG		AVOND		NACHT	
FUNCTIE	Vmax	Vper	Vmax	Vper	Vmax	Vper
Wonen	0,16	0,02	0,16	0,02	0,14	0,01

In de dag-, avond- en nachtperiode wordt voldaan aan A2 en A3.

<u>VIB02097 MP3</u>	GEMETEN WAARDEN (zie grafiek)					
PERIODE	DAG		AVOND		NACHT	
FUNCTIE	Vmax	Vper	Vmax	Vper	Vmax	Vper
Wonen	0,15	0,00	0,11	0,00	0,14	0,00

In de dag-, avond- en nachtperiode wordt voldaan aan A2 en A3.

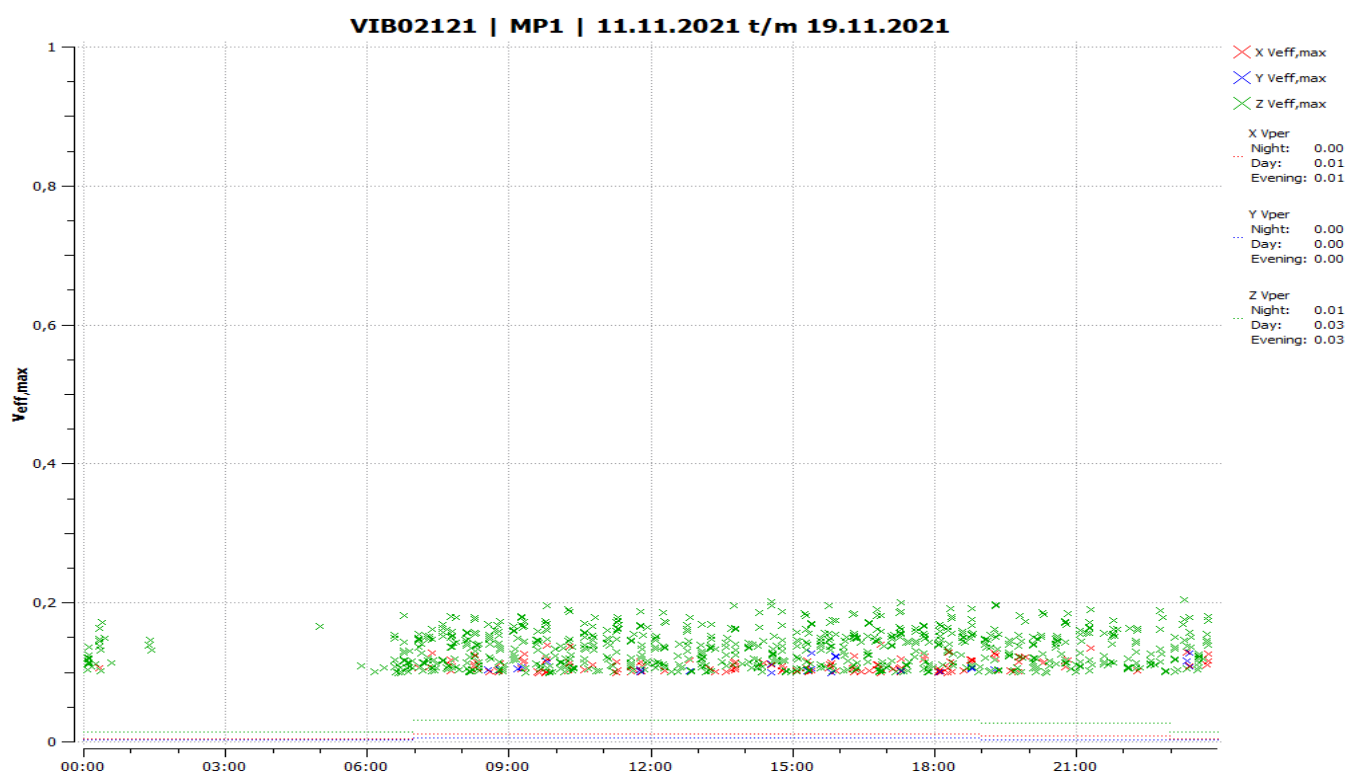
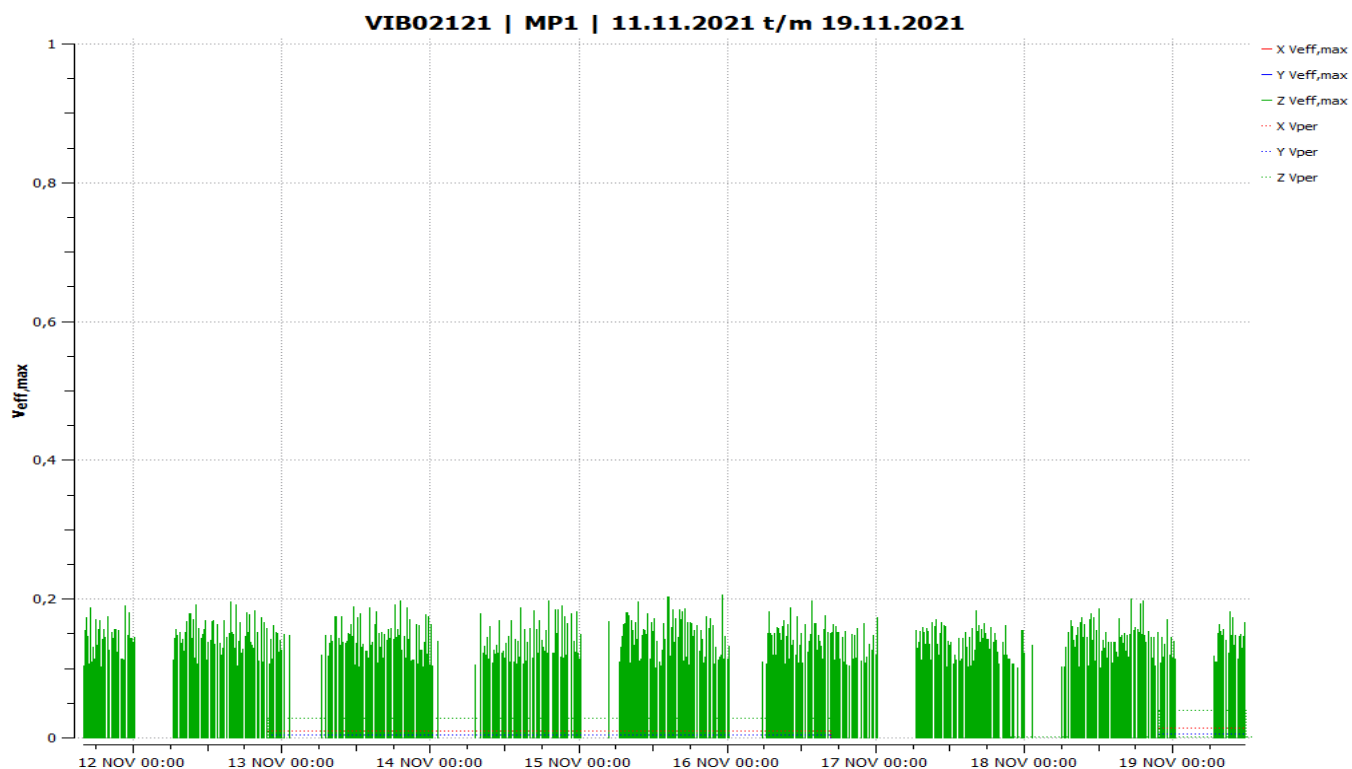
Conclusie

De gemeten waarden worden als indicatief beoordeeld. Dit omdat er gemeten is om te bepalen of er in de toekomstig aanwezige woningen hinder kan worden ondervonden als gevolg van de trillingen afkomstig van het passerende treinverkeer.

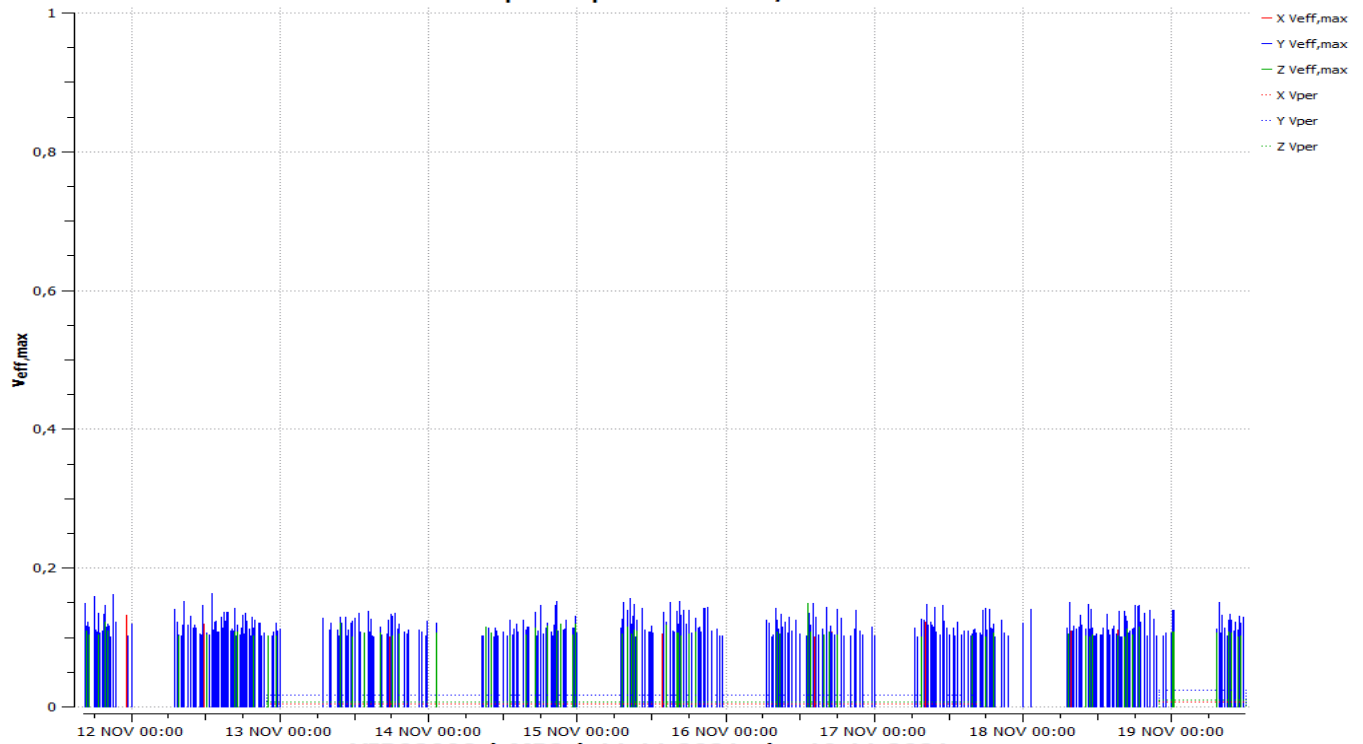
Conform de geldende SBR-richtlijn deel B (hinder voor personen) zijn er gedurende de meetperiode geen overschrijdingen gemeten van de streefwaarden op basis van de trillingen afkomstig van het treinverkeer. Conform de richtlijn, en gezien de gemeten waarden, is de kans op hinder als gevolg van de trillingen van het treinverkeer aannemelijk klein.

Daarnaast dient er hierbij ook nog rekening mee gehouden te worden dat als de woningen er staan, de trillingen in de woningen naar alle waarschijnlijkheid lager zijn dan er nu gemeten is. Dit omdat er nu in een open veld is gemeten in de grond, de woningen zelf zullen waarschijnlijk een dusdanige massa hebben dat deze minder beïnvloedbaar zijn door de trillingen dan een losse trillingsmeter met geofoonconus in de grond en zullen de waardes in de woningen lager zijn.

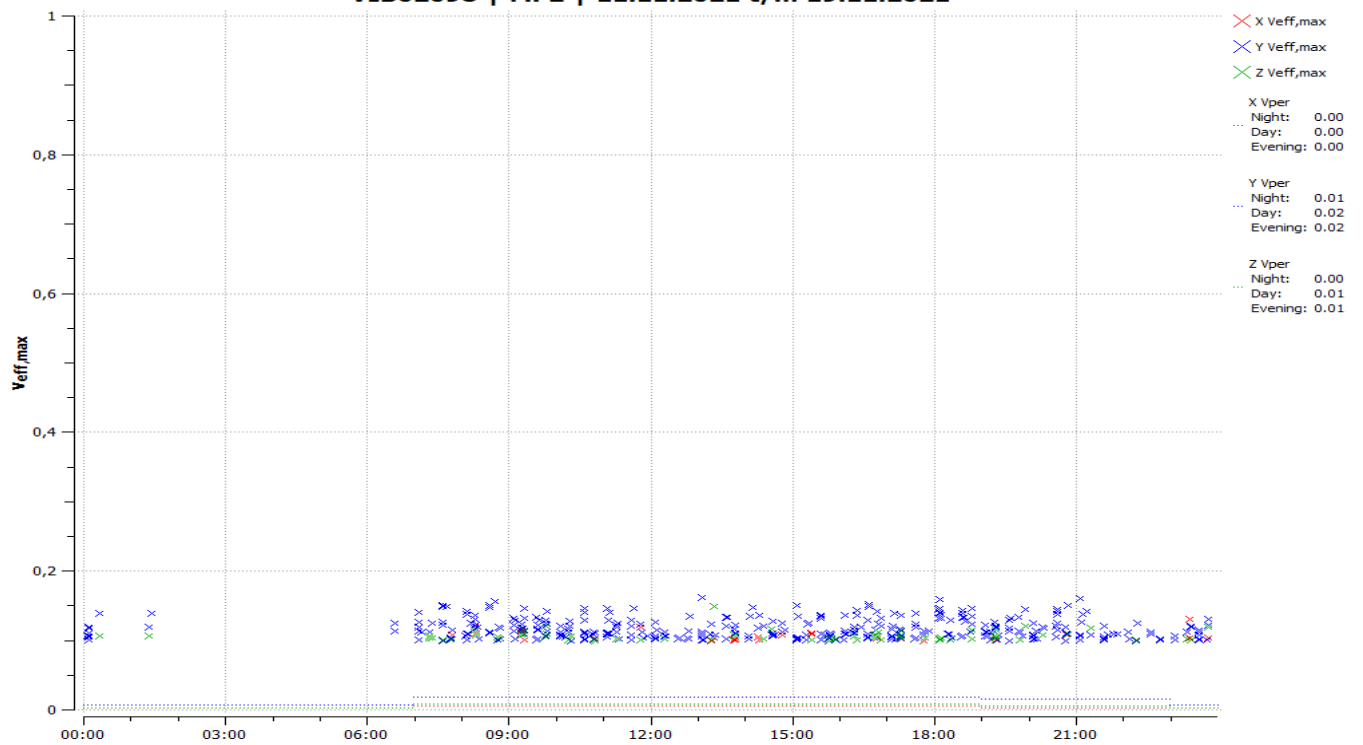
7. Grafieken SBR B



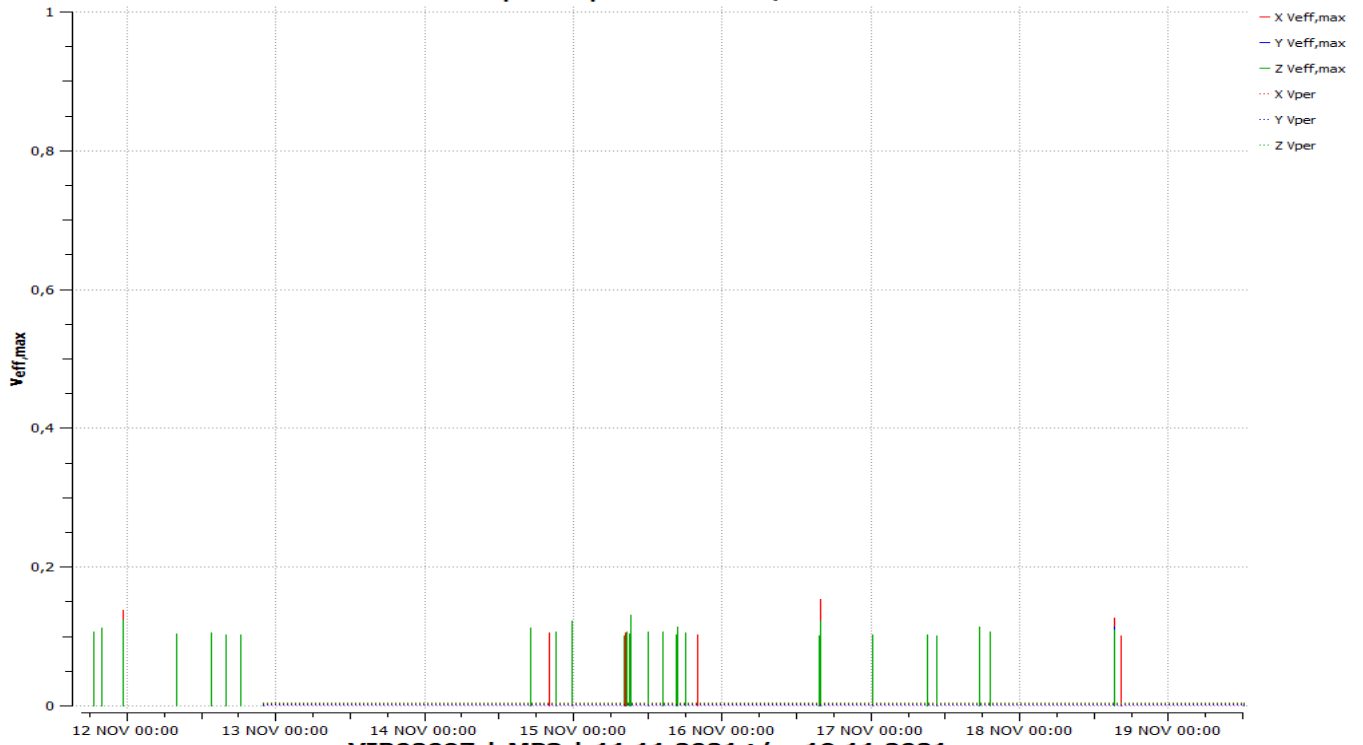
VIB02098 | MP2 | 11.11.2021 t/m 19.11.2021



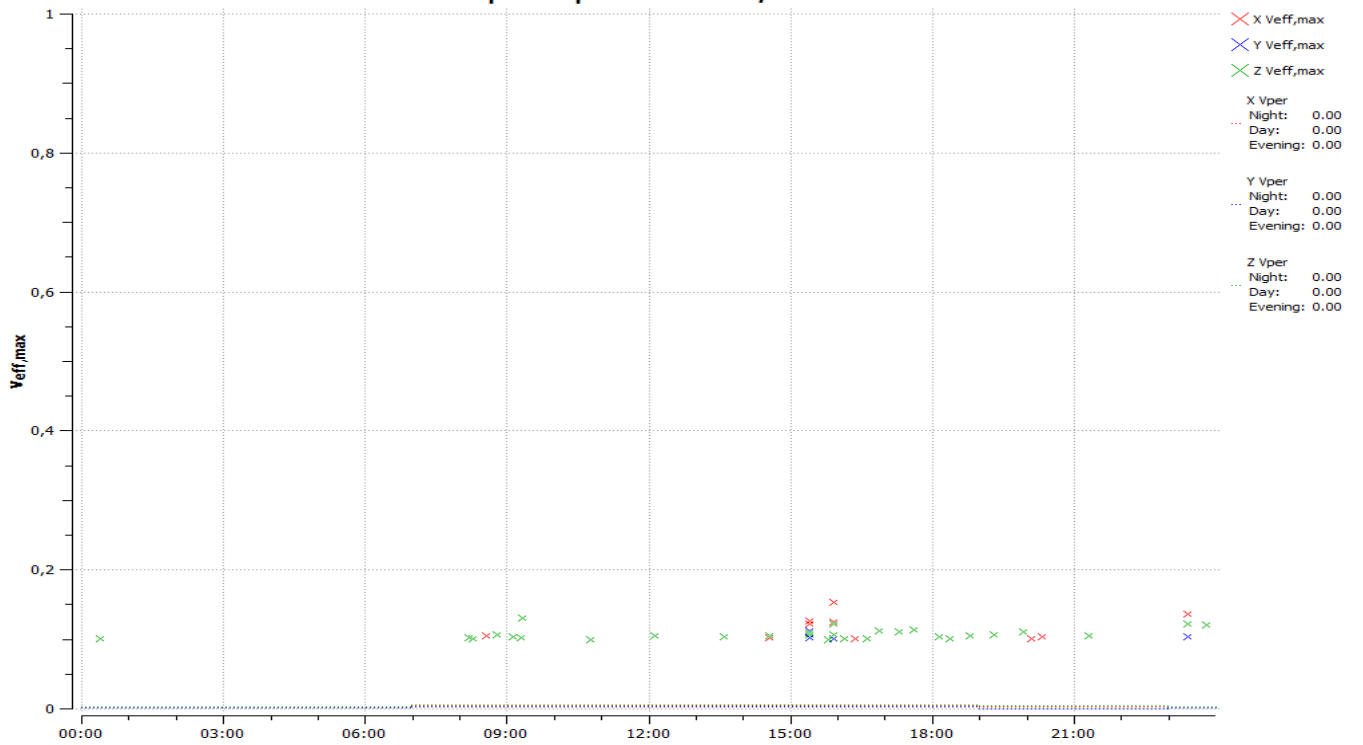
VIB02098 | MP2 | 11.11.2021 t/m 19.11.2021



VIB02097 | MP3 | 11.11.2021 t/m 19.11.2021



VIB02097 | MP3 | 11.11.2021 t/m 19.11.2021



8. Specificaties meetapparatuur

De gebruikte trillingsmeters hebben de volgende specificaties:

Merk	: Profound Vibra SBR +
Pieksnelheid	: versnelling in x-, y-, z-richting per tijdsinterval
Snelheidsbereik	: 0 – 100 mm/s
Frequentie	: van alle snelheidsrichtingen
Frequentiebereik/ nauwkeurigheid	: DIN 45669-1 juni 1995,
Nauwkeurigheidsklasse	: 1 of SBR – deel A, B, C 2002
Dominante frequentiebepaling	: methode I, II
Frequentiebereik conform SBR	: deel A: ondergrens (-3 dB): 0,8 Hz bovengrens (-3 dB): 125 Hz deel B: ondergrens (-3 dB): 0,8 Hz bovengrens (-3 dB): 100 Hz Veff, max, 30 en Veff, max in x-, y-, z-richting conform SBR – deel 2002

- Verplaatsingsmetingen
- E-mail en/of sms-alarmfunctie
- Stand-alone systeem op batterijen
- Alarm mogelijk middels alarm lamp