



EINDRAPPORT TRILLINGSONDERZOEK CASTRICUM



INSPECTIES



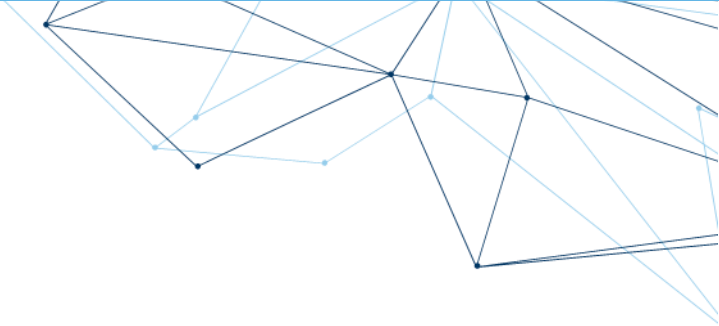
DIGITAAL
METEN



MONITORING



PREDICTIVE
MODELLING



**HAAL HET MAXIMALE
UIT UW ASSETS.**

www.assetinsight.nl

**ASSET
INSIGHT**
converting asset potential



EINDRAPPORT TRILLINGSONDERZOEK CASTRICUM

Auteur

B.F.R.A. Schelfhout
J.W. Veltman

Versie

2.0

Status

Definitief

Datum

21-01-2022

Document

Eindrapportage

Projectnummer

204441

Opdrachtgever

C. Nelis bouw & ontwikkeling

Postadres

De Trompet 2850

Woonplaats

Heemskerk

Contactpersoon

Dhr. M. Mulder



INHOUDSOPGAVE

1.	INLEIDING	4
2.	TOETSINGSKADER: RICHTLIJN SBR A (SCHADE AAN GEBOUWEN)	5
2.1	BEOORDELING MEETGEGEVENS CONFORM SBR RICHTLIJN A	6
2.2	MEETWAARDEN	7
2.2.1	VIB03713, Meetpunt 1	7
2.2.2	VIB03692, meetpunt 2	7
2.2.3	VIB03681, meetpunt 3	8
2.2.4	Conclusie	8
2.2.5	Grafieken SBR A	9
3.	TOETSINGSKADER: RICHTLIJN SBR B (HINDER VOOR PERSONEN)	12
3.1	BEOORDELING MEETGEGEVENS CONFORM SBR RICHTLIJN B	13
3.2	MEETWAARDEN	13
3.2.1	VIB03713, Meetpunt 1	14
3.2.2	VIB03692, meetpunt 2	14
3.2.3	VIB03681, meetpunt 3	14
3.2.4	Conclusie	14
3.2.5	Grafieken SBR B	15
4.	SPECIFICATIES MEETAPPARATUUR	19



1. INLEIDING

In opdracht van C. Nelis bouw & ontwikkeling heeft Asset Insight een trillingsonderzoek uitgevoerd ter hoogte van de Kramersweg 7 te Castricum.

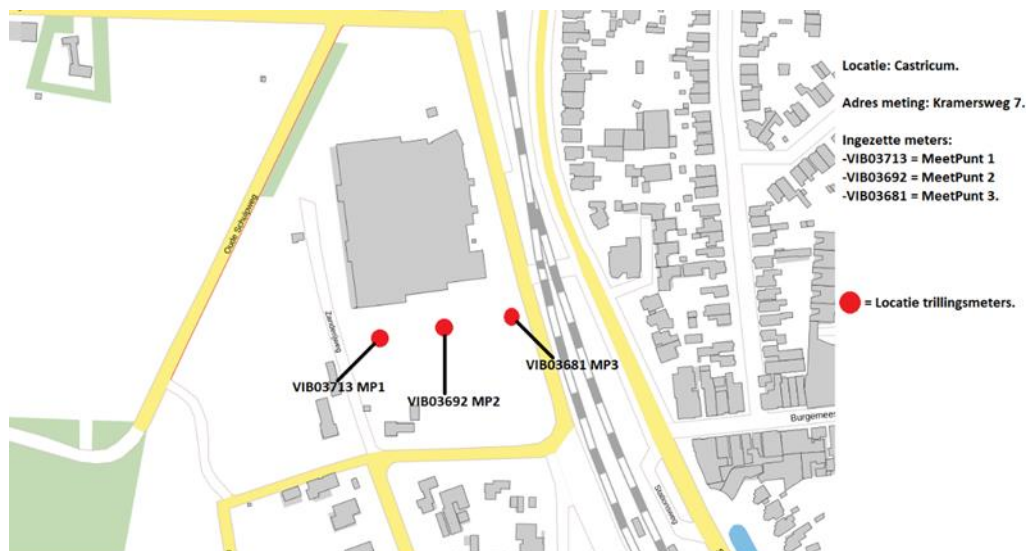
Het doel van het onderzoek is om de trillingsniveaus afkomstig van het nabij gelegen treinspoor in kaart te brengen op de meetlocaties waar in de toekomst woningen gebouwd worden.

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 25.09.2020 t/m 09.10.2020. De trillingsmeters waren geplaatst op ca. 1 meter diepte met speciale geofoon conussen om de trillingen in de grond te meten.

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, VIB03713
- Meetpunt 2, VIB03692
- Meetpunt 3, VIB03681

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%).

2.1 BEOORDELING MEETGEGEVENS CONFORM SBR RICHTLIJN A

De meetgegevens worden als volgt beoordeeld:

- Richtlijn SBR-A (schade aan gebouwen)
- Categorie 2 gebouwen in normale staat
- 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.

Gedurende de metingen hebben er werkzaamheden plaatsgevonden ten behoeve van de aanleg van glasvezelkabels. Uit de gemeten waarden is gebleken dat deze werkzaamheden geen invloed hebben gehad op de meting.

Uit de metingen is gebleken dat de hoogst gemeten trillingen afkomstig zijn van passerende intercity treinen, de passerende sprinter treinen veroorzaken ook trillingen maar aanzienlijk minder. De oorzaak hiervan is naar alle waarschijnlijkheid het feit dat de intercity treinen groter/langer zijn en dus meer trillingen veroorzaken dan de kleinere/kortere sprinter treinen.

Voor de beoordeling van de metingen conform de SBR-richtlijn deel A zijn per meetpunt de hoogste waarden bepaald en vervolgens bekeken waar deze afkomstig van zijn door ze te vergelijken met de treintijden (bron: www.rijdendetreinen.nl).

Hieruit is gebleken dat alle piekwaardes aan de passerende treinen te herleiden zijn. De gemeten frequenties in Hz komen ook overeen met de te verwachten frequenties van passerend treinverkeer, namelijk 10-20 Hz.

2.2 MEETWAARDEN

De volgende meetgegevens dienen als indicatief beschouwd te worden, de metingen worden beoordeeld conform een nog niet bestaande situatie.

2.2.1 VIB03713, Meetpunt 1

Gedurende de meetperiode zijn er conform de richtlijn geen overschrijdingen gemeten. De hoogst gemeten waarde bedraagt 0,36 mm/s bij een frequentie van 11,5 Hz. De toegestane waarde bij deze frequentie bedraagt 2,25 mm/s. Deze waarde is gemeten op 06.10.2020 om 06:25 uur. Deze gemeten trilling is te herleiden aan de passerende intercity trein richting Nijmegen. Bij de overige meetpunten is deze trilling simultaan ook gemeten, de waarde bij meetpunt 2 was 0,36 mm/s en bij meetpunt 3 was dit 0,40 mm/s.

Bron: <https://www.rijdendetreinen.nl/treinarchief/2020-10-06/castricum>

2.2.2 VIB03692, meetpunt 2

Gedurende de meetperiode zijn er conform de richtlijn geen overschrijdingen gemeten. De hoogst gemeten waarde bedraagt 0,61 mm/s bij een frequentie van 10,53 Hz. De toegestane waarde bij deze frequentie bedraagt 2,49 mm/s. Deze waarde is gemeten op 04.10.2020 om 08:28 uur. Deze gemeten trilling is te herleiden aan de passerende intercity richting Nijmegen. Bij de overige meetpunten is deze trilling simultaan ook gemeten, de waarbij bij meetpunt 1 was 0,30 mm/s en bij meetpunt 3 was dit 0,79 mm/s.

Bron: <https://www.rijdendetreinen.nl/treinarchief/2020-10-04/castricum>

2.2.3 VIB03681, meetpunt 3

Gedurende de meetperiode zijn er conform de richtlijn geen overschrijdingen gemeten. De hoogst gemeten waarde bedraagt 0,79 mm/s bij een frequentie van 13,9 Hz. De toegestane waarde bij deze frequentie bedraagt 2,13 mm/s. Deze waarde is gemeten op 04.10.2020 om 08:28 uur. Deze gemeten trilling is te herleiden aan de passerende intercity richting Nijmegen. Bij de overige meetpunten is deze trilling simultaan ook gemeten, de waarbij bij meetpunt 1 was 0,30 mm/s en bij meetpunt 2 was dit 0,61 mm/s.

Bron: <https://www.rijdendetreinen.nl/treinarchief/2020-10-04/castricum>

2.2.4 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 ($V_d/V_t = 1$)	Ongeveer 1 %
1,2	Ongeveer 3%
1,5	Ongeveer 5%
2	Ongeveer 10%
3	Ongeveer 30%

Figuur 2, 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 is ook een duidelijk verschil in de trillingsniveaus op de verschillende meetpunten.

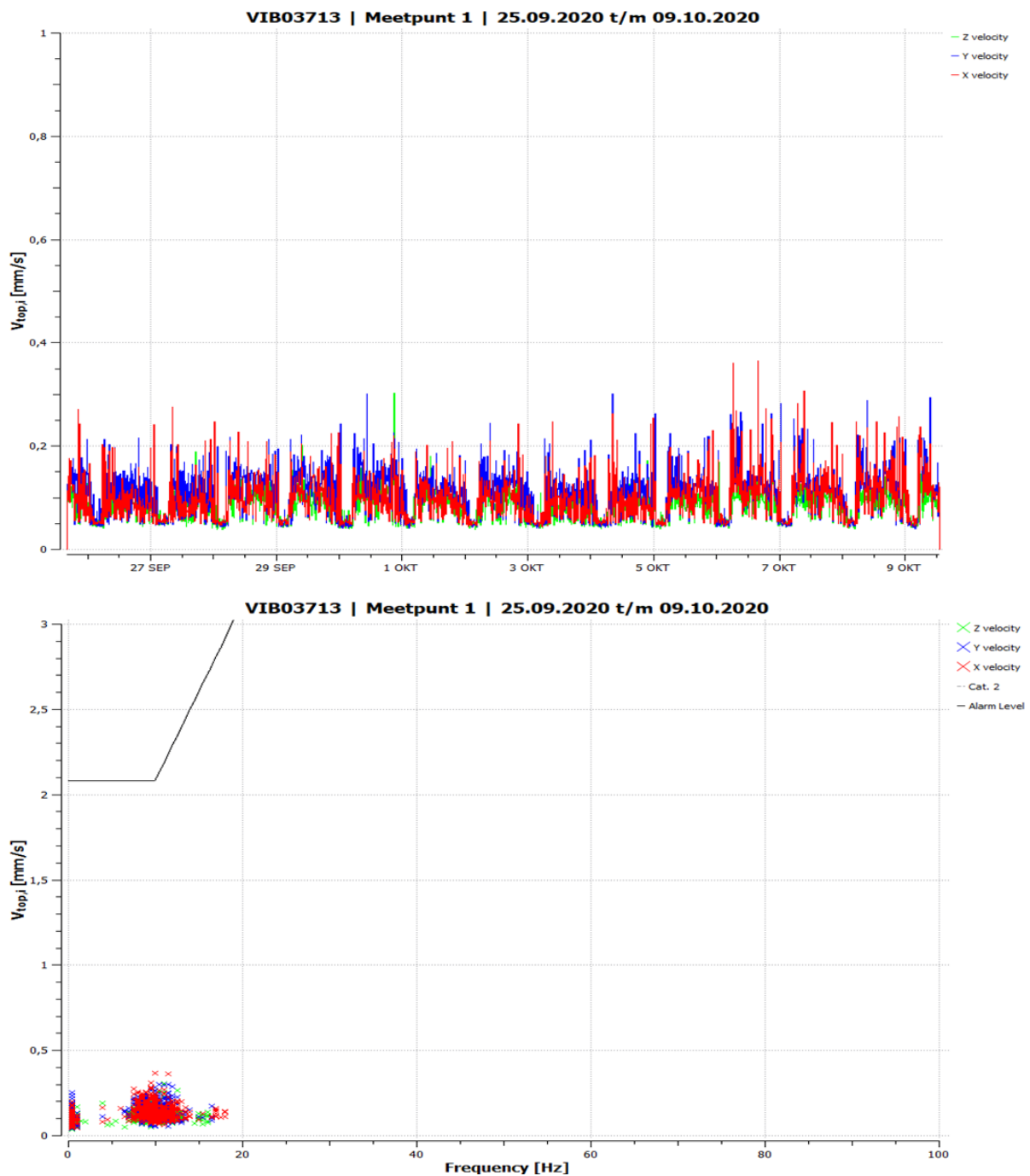
Bij meetpunt 3 (dichtst bij het spoor) zijn de trillingen het hoogst, bij meetpunt 2 wordt dit minder en bij meetpunt 1 zijn de trillingen het laagst. Bij meetpunt 3 zijn de gemeten piekwaardes afkomstig van de treinen ca. 2x hoger dan bij meetpunt 1. De afstand tussen meetpunt 1 en 3 bedraagt ca. 50 meter.

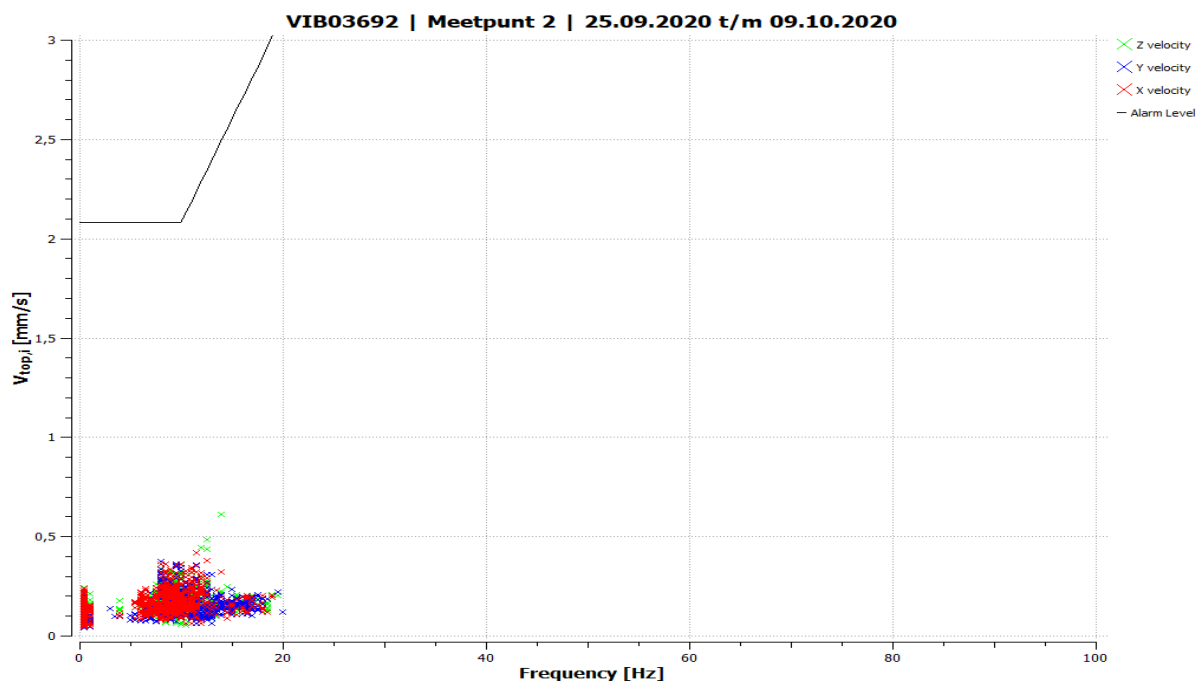
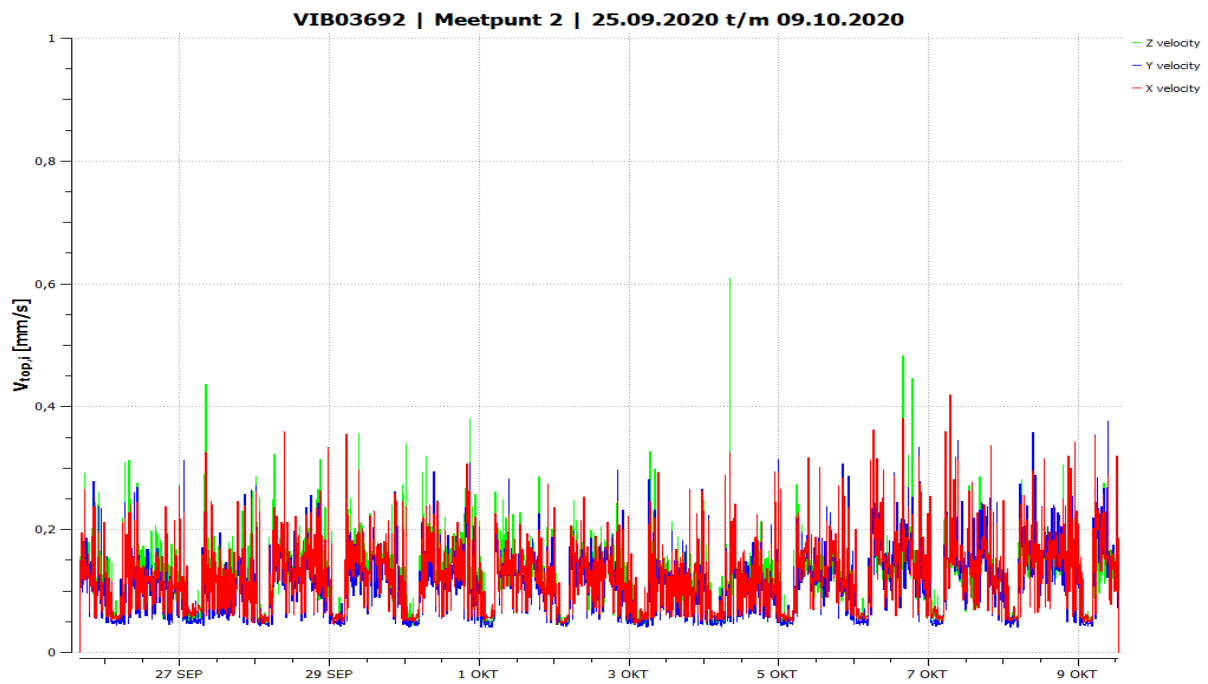
Op de meetlocatie worden in de toekomst woningen gebouwd. Het doel van de meting was om te bepalen of de aanwezige trillingen van het passerende treinverkeer schadelijk zouden kunnen zijn voor de toekomstige woningen.

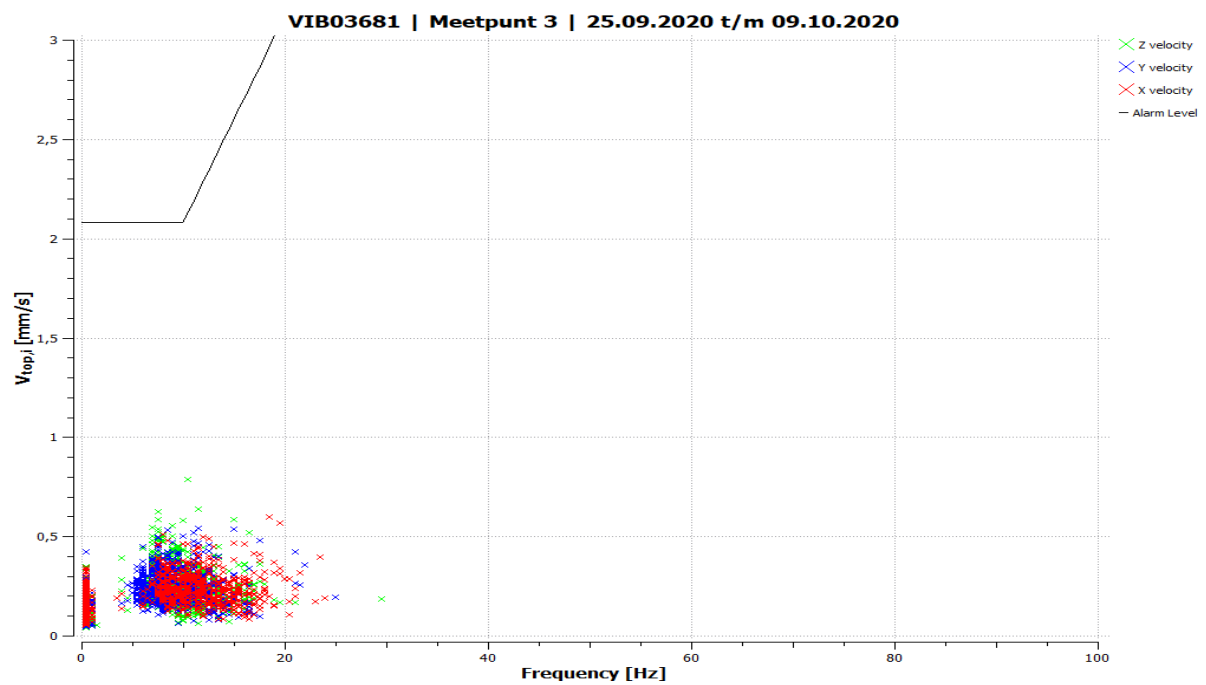
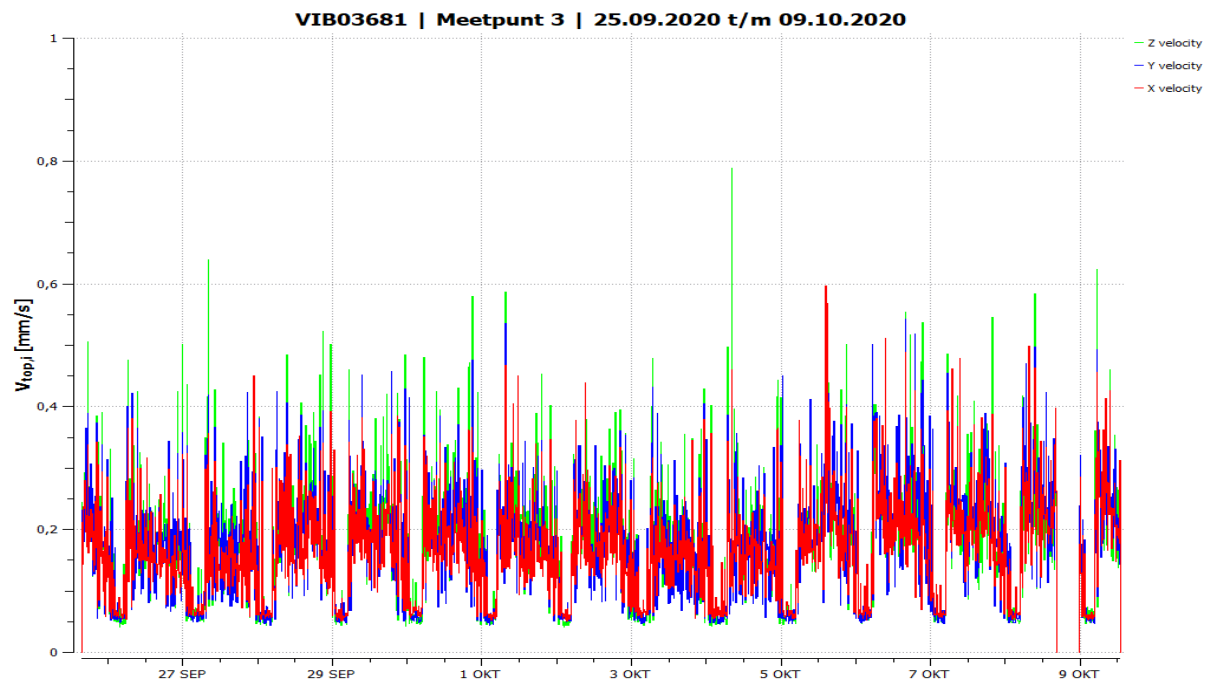
Op basis van de meetgegevens blijkt dat de kans op schade zeer klein is, namelijk kleiner dan 1% (zie hierboven). Daarnaast dient er hierbij ook nog rekening mee gehouden te worden dat als de woningen er staan, de trillingen in de woningen naar alle waarschijnlijkheid lager zijn dan er nu gemeten is. 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 geofoon conus in de grond en zullen de waardes in de woningen lager zijn.

2.2.5 Grafieken SBR A









3. 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 trillinghinder 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.

Hinderkwalificatie conform SBR B:

Beoordeling V_{max} weg- en railverkeer en hinderlijkheid

Voor de afweging van de toelaatbaarheid van de trillingssterkten voor weg- en railverkeer gedurende langere tijd, kan bij overschrijding van de streefwaarden aanvullend gebruik worden gemaakt van de navolgende kwalificatie van de hinder zoals aangegeven in de tabel.

Hinderkwalificatie voor weg- en railverkeer

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

Voor het meten van de trilling sterkte hebben wij gebruik gemaakt van een gekalibreerde trillingsmeter Vibra SBR+. De gemeten grootte 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 in de grond gemeten met gefoon conussen omdat er nog geen bestaande woningen aanwezig zijn.

3.1 BEOORDELING MEETGEGEVENS CONFORM SBR RICHTLIJN B

Aard trillingen: herhaald voorkomende trillingen gedurende lange tijd

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 - 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

3.2 MEETWAARDEN

De volgende meetgegevens dienen als indicatief beschouwd te worden, de metingen worden beoordeeld conform een nog niet bestaande situatie.

3.2.1 VIB03713, Meetpunt 1

<u>VIB03713 MP1</u>	GEMETEN WAARDEN (zie grafiek)					
PERIODE	DAG		AVOND		NACHT	
FUNCTIE	Vmax	Vper	Vmax	Vper	Vmax	Vper
Wonen	0,19	0,00	0,14	0,01	0,17	0,01

In de dag-, avond- en nachtperiode wordt voldaan aan A1.

3.2.2 VIB03692, meetpunt 2

<u>VIB03692 MP2</u>	GEMETEN WAARDEN (zie grafiek)					
PERIODE	DAG		AVOND		NACHT	
FUNCTIE	<u>Vmax</u>	<u>Vper</u>	<u>Vmax</u>	<u>Vper</u>	<u>Vmax</u>	<u>Vper</u>
Wonen	0,28	0,01	0,21	0,02	0,17	0,01

In de dag-, avond- en nachtperiode wordt niet voldaan aan A1, maar wel aan A2/A3.

3.2.3 VIB03681, meetpunt 3

<u>VIB03681 MP3</u>	GEMETEN WAARDEN (zie grafiek)					
PERIODE	DAG		AVOND		NACHT	
FUNCTIE	<u>Vmax</u>	<u>Vper</u>	<u>Vmax</u>	<u>Vper</u>	<u>Vmax</u>	<u>Vper</u>
Wonen	0,33	0,02	0,24	0,02	0,24	0,01

In de dag- en avondperiode wordt niet voldaan aan A1, maar wel aan A2/A3. In de nachtperiode wordt niet voldaan aan A1 en A2 dus wordt er niet voldaan aan de streefwaarden voor de Vmax. De Vper (gemiddelde) voldoet wel, echter is dit niet meer van toepassing als er niet aan A1/A2 wordt voldaan.

3.2.4 Conclusie

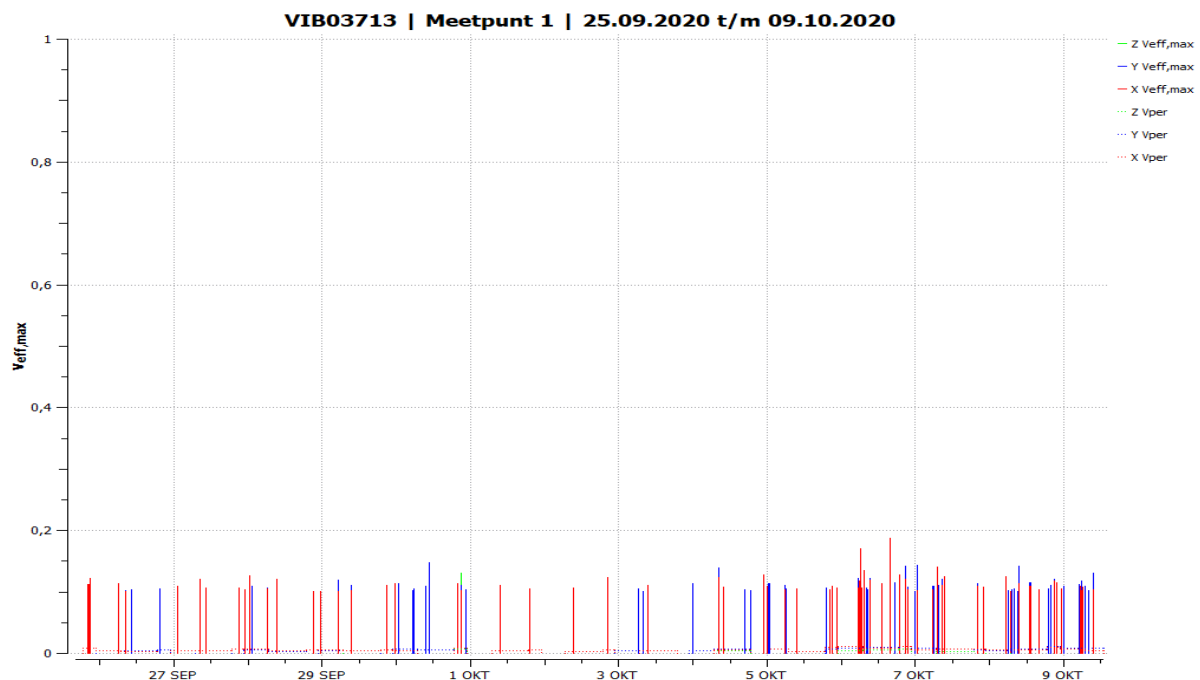
De gemeten waarden worden als indicatief beoordeeld. Dit omdat er gemeten is om te bepalen of er in de toekomstig aanwezige woningen hinder kan worden ondervonden als gevolg van de trillingen afkomstig van het passerende treinverkeer.

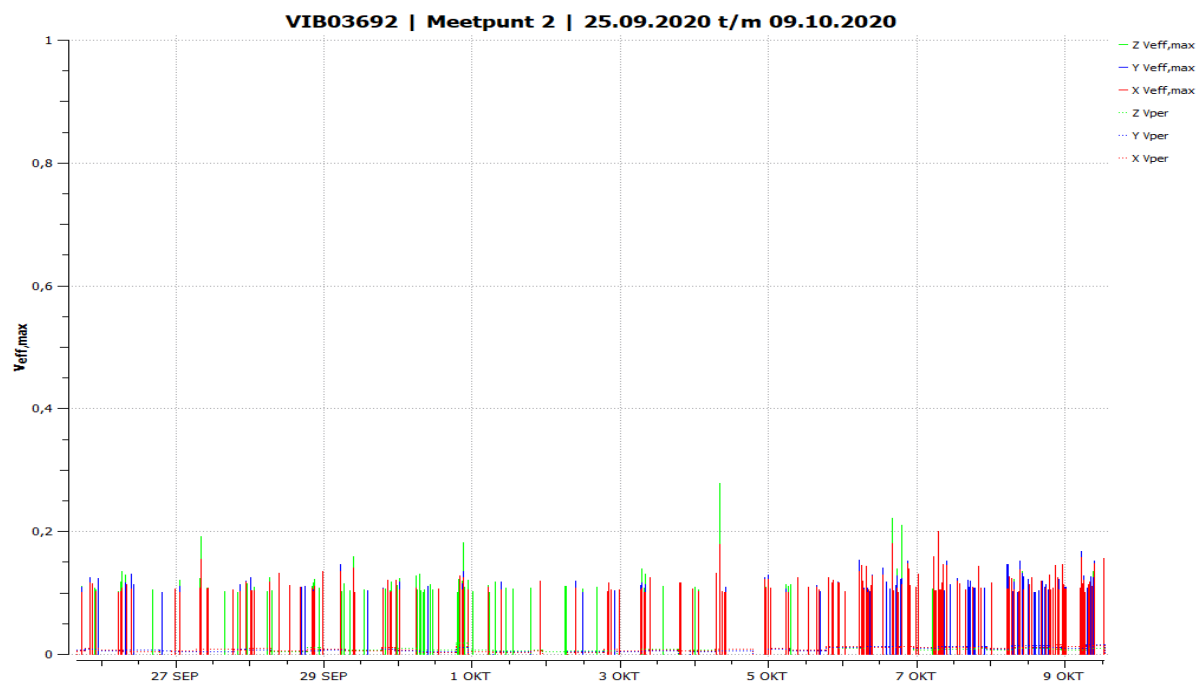
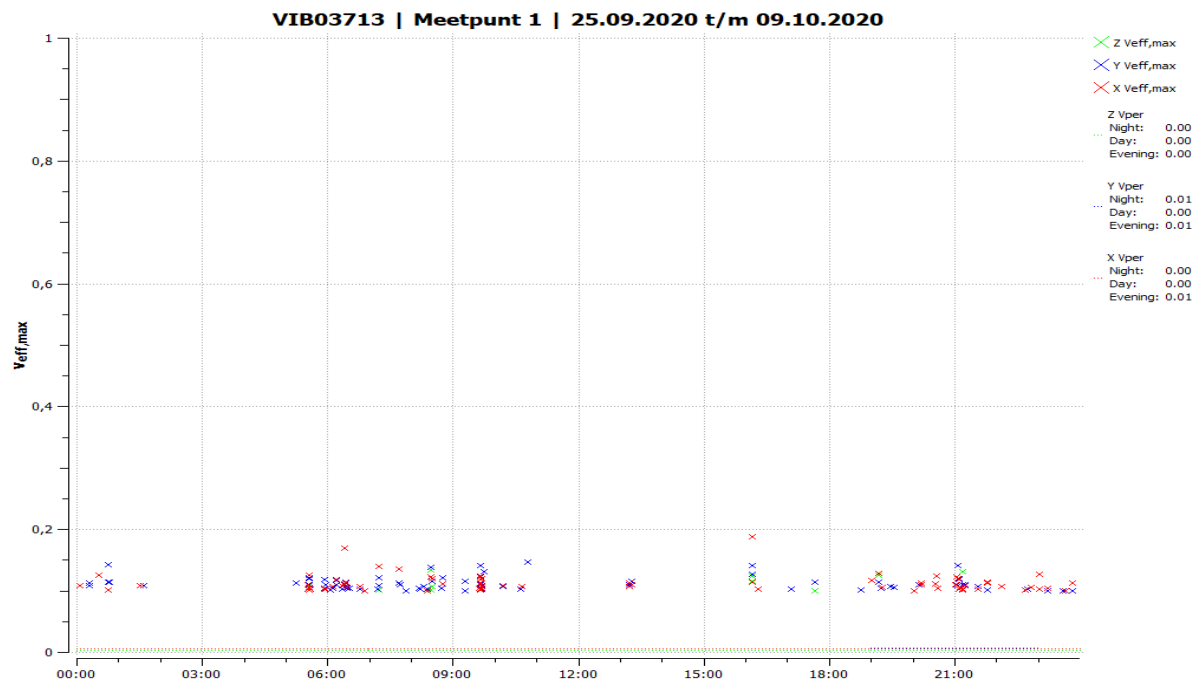
Conform de geldende SBR-richtlijn deel B (hinder voor personen) zijn er gedurende de meetperiode bij meetpunten 1 en 2 geen overschrijdingen gemeten van de streefwaarden. Conform de richtlijn, en gezien de gemeten waarden, is de kans op hinder

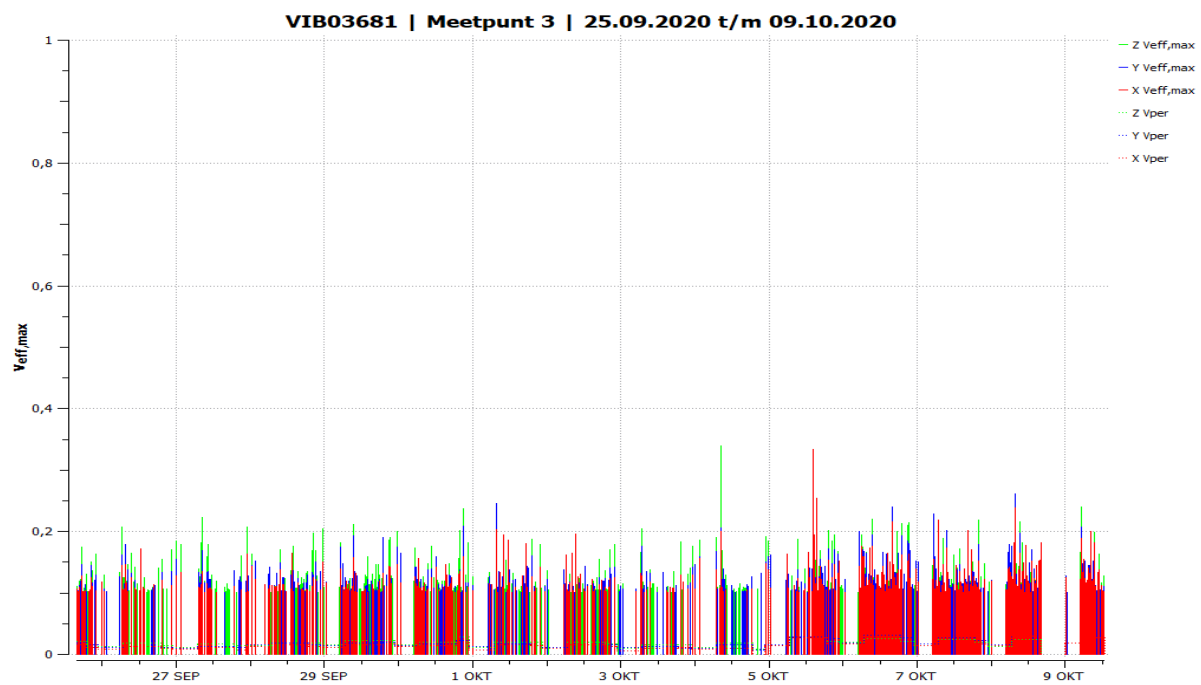
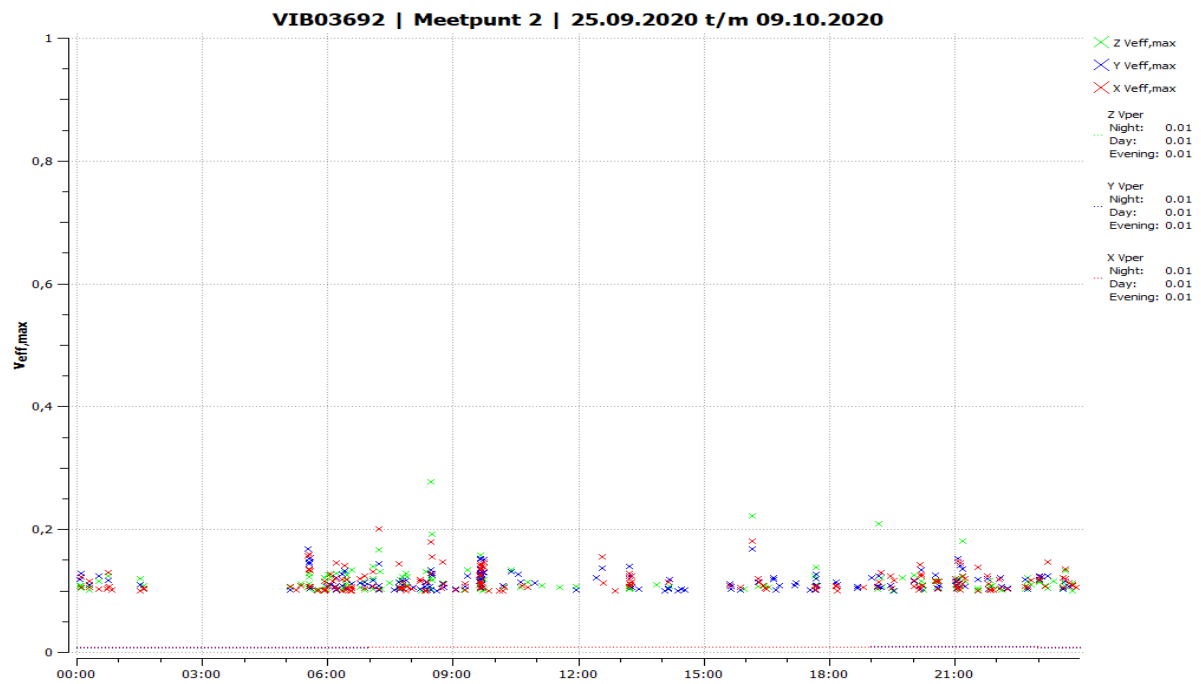
aannemelijk klein. Bij meetpunt 3 zijn er gedurende de meetperiode vier lichte overschrijdingen gemeten van het piekniveau in de nachtperiode. Waar maximaal een V_{max} van 0,20 toegestaan is, is de hoogst gemeten overschrijding geregistreerd met een V_{max} van 0,24. Deze overschrijdingen zijn te herleiden aan het treinverkeer in de ochtenduren tussen 05:00 uur en 06:00 uur. Conform de richtlijn wordt er gesproken over een overschrijding van de streefwaarde.

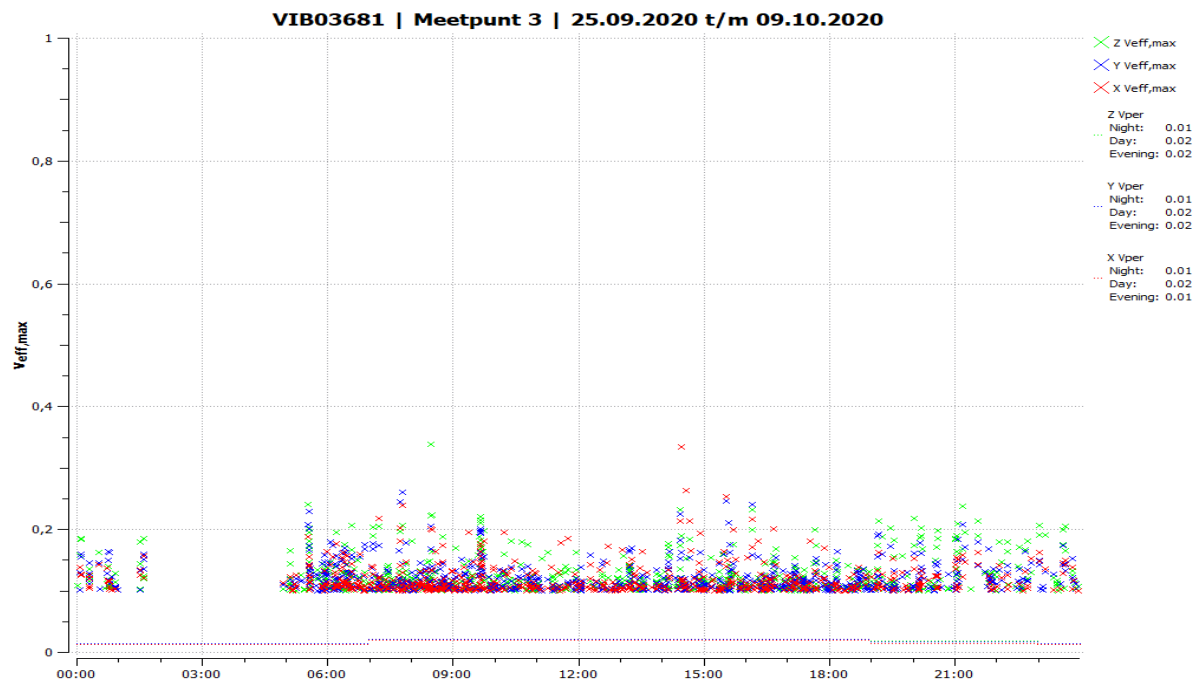
Omdat het om een indicatieve beoordeling gaat en het op één meetpunt een kleine (kortstondige) overschrijding betreft kan de afweging gemaakt worden dat hier slechts sprake is van matige hinder is. Daarnaast dient er rekening mee gehouden te worden dat als de woningen er staan, de trillingen in de woningen 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 gefoon conus in de grond en zullen de waardes in de woningen lager zullen zijn.

3.2.5 Grafieken SBR B









4. 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