



IBAN NL15 RABO 0307 33 99 20

KvK Gouda 29037057

Lid INCE • NAG • ABAV • Ti-Kviv

www.av-consulting.nl

NL - 8033.00.591.B.01

Rapport 2006006641-20190906H-1

11 oktober 2019

TRILLINGSONDERZOEK

Nieuwbouw kavel te Amsterdam;
bepaling kans op hinder t.g.v rail-en metroverkeer

AKQUESTIE

TRILLINGEN

MILIEU-
VERGUNNINGEN

LUCHTONDERZOEK

Opdrachtgever
Grond en Ontwikkeling
Gemeente Amsterdam
Postbus 2602
1000 CP Amsterdam

Adviseur
Fabio Calissi, M. Sc.
Ad (Arie) Vreeswijk, M. Sc. INCE

BEZWAAR
EN BEROEP

Namens dezen
T.a.v. Mevrouw K. Kemps, Projectmanager

Opdrachten worden aanvaard en uitgevoerd volgens onze voorwaarden zoals op de achterzijde afgedrukt, alsmede de "regeling van de verhouding tussen opdrachtgever en adviserend ingenieur" (R.V.O.I., 2001) gedeponerd ter griffie van de arrondissementsrechtbank te Den Haag. Orders are accepted and carried out according to our regulations as printed on the backside and the "regulation of the relation between principal and consultant-engineer" (R.V.O.I., 2001) filed at the office of the district-court of The Hague (the Netherlands).

Postbus 705
2800 AS Gouda
T 0182 352311
F 0182 354711

Inhoudsopgave

1. INLEIDING.....	1
1.1. Algemeen.....	1
1.2. Gegevens	1
2. SBR-RICHTLIJN B: HINDER VOOR PERSONEN IN GEBOUWEN	2
3. METINGEN EN BEREKENING	4
3.1. Situatie	4
3.2. Trillingsmetingen.....	5
3.3 Overdrachtsprognoses betreffende gebouwen	7
4. RESULTATEN EN PROGNOSE.....	8
4.1. Meetresultaten.....	8
4.2. Gecorrigeerde resultaten	10
4.3. Toetsing trillingsimmissie; prognose	10
5. CONCLUSIE.....	12

BIJLAGEN:

1. **MEETRESULTATEN**
2. **TEKENINGEN**
3. **TERMEN EN DEFINITIES VAN SBR-B**

1. INLEIDING

1.1. Algemeen

In opdracht van de gemeente Amsterdam is door AV Consulting B.V. Raadgevende Ingenieurs een trillingsonderzoek uitgevoerd ter plaatse van de gevelrooilijn van een bouwplan aan de August Vermeylenstraat 50 te Amsterdam. Het bouwplan voorziet in trillingsgevoelige ruimten door de bouw van woningen.

Doel van het onderzoek is het prognosticeren van de trillingsniveaus in de woningen ten gevolge van het trein- en metroverkeer op het spoortracé en het metrotracé Amsterdam Sloterdijk - Amsterdam Lelylaan.

ProRail adviseert indicatief onderzoek te doen naar de te verwachten trillingsniveaus. Aanleiding voor het onderzoek is de zorg van de opdrachtgever voor mogelijk toekomstige trillingshinder in de nieuwbouw ten gevolge van het spoor- en metroverkeer.

Ten behoeve van het onderzoek zijn er trillingsmetingen verricht conform de voorschriften uit de SBR-richtlijn B: "Hinder voor personen in gebouwen" gedurende twee representatieve weken.

Voor de overdracht van de trillingen van gebouw naar vloer zijn frequentie afhankelijke overdrachtsfuncties gebruikt.

1.2. Gegevens

Ten behoeve van het onderzoek is gebruik gemaakt van de navolgende gegevens:

- 1) De SBR-richtlijn B "Hinder voor personen in gebouwen" van de Stichting Bouwresearch.
- 2) Rapport V.2009.1067.02.R001, "Rijn-Gouwe Lijn Oost, Leiden - Trillingsonderzoek 2009".
- 3) Publicatie nr. 9/1995 "Rekenmodel voor de bepaling van trillingssterkte" van de Ministerie van Volkshuisvesting.
- 4) Plattegrond en informatie over het bestemmingsplan "Tennispark Sloterpas" door Gemeente Amsterdam.

2. SBR-RICHTLIJN B: HINDER VOOR PERSONEN IN GEBOUWEN

De meet- en beoordelingsrichtlijn B, "Hinder voor personen in gebouwen" bevat richtlijnen voor het meten en beoordelen van hinder voor personen. De richtlijn maakt onderscheid in de functie van het gebouw, aard van de trillingsbron en in bestaande, gewijzigde en nieuwe situaties.

In de Richtlijn vindt de beoordeling plaats door middel van A_1 , A_2 en A_3 :

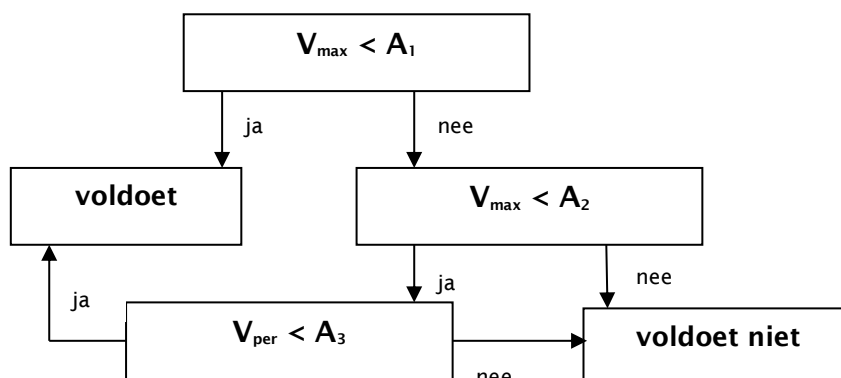
1. A_1 is de onderste streefwaarde voor de trillingssterkte $V_{\max}$;
2. A_2 is de bovenste streefwaarde voor de trillingssterkte $V_{\max}$;
3. A_3 is de streefwaarde voor de trillingssterkte V_{per} .

Voor de hoogte van de streefwaarden geldt in algemene zin dat $A_3 < A_1 \leq A_2$.

Er wordt voldaan aan de streefwaarden indien:

4. De waarde van de maximale trillingssterkte in een ruimte ($V_{\max}$) kleiner is dan A_1 of
5. De waarde van de maximale trillingssterkte van een ruimte ($V_{\max}$) kleiner is dan A_2 waarbij de trillingssterkte over de beoordelingsperiode voor de ruimte (V_{per}) kleiner is dan A_3 .

De procedure voor de beoordeling van $V_{\max}$ en V_{per} is in het onderstaande stroomschema aangegeven.



In de richtlijn zijn de streefwaarden onder andere gebaseerd op de functie van het gebouw waar de trillingen beoordeeld moeten worden en de aard van de trillingsbron. In de onderhavige situatie worden de optredende trillingen beschouwd als herhaald voorkomende trillingen gedurende lange tijd. De situatie kan worden beschouwd als een nieuwe situatie daar het een nieuw bouwplan betreft. In tabel 1 zijn de streefwaarden opgenomen.

Tabel 1: Overzicht streefwaarden hinder.

Norm	Dag/avond			Nacht		
	A1	A2	A3	A1	A2	A3
SBR richtlijn B – Wonen (nieuwe situatie)	0,1	0,4	0,05	0,1	0,2	0,05

Toetsing zal plaatsvinden voor zowel de dag- avond- en nachtperiode aangezien het railverkeer plaatsvindt in deze perioden.

In bijlage 3 zijn termen en definities gegeven relaterend aan de SBR richtlijn B.

Voor de afweging van de toelaatbaarheid van de trillingssterkten door railverkeer gedurende langere tijd kan bij overschrijding van de streefwaarden aanvullend gebruik worden gemaakt van de navolgende kwalificatie van de hinder zoals aangegeven in tabel 2.

Tabel 2: Hinderkwalificatie voor railverkeer volgens SBR richtlijn B.

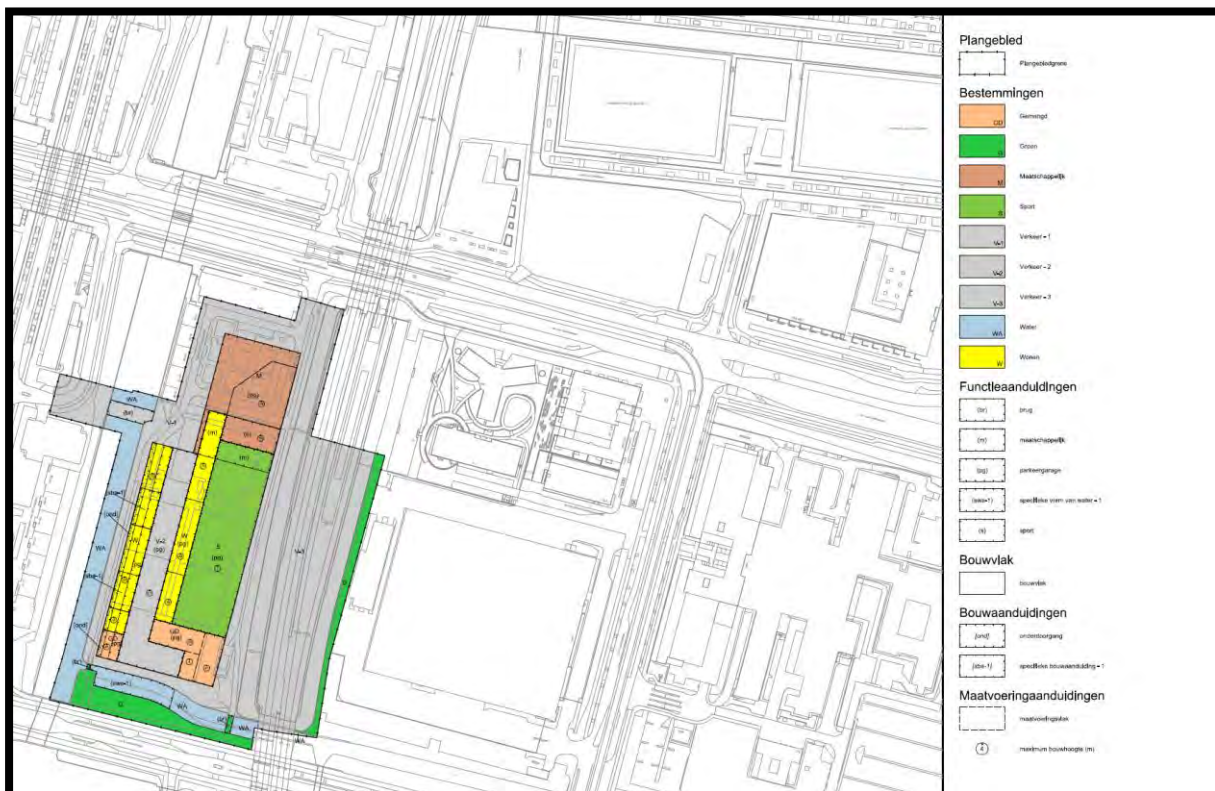
$V_{\max}$	hinderkwalificatie
< 0,1	geen hinder
0,1 - 0,2	weinig hinder (bestaande situaties)
0,2 - 0,8	matige hinder
0,8 - 3,2	hinder
> 3,2	ernstige hinder

Het accepteren van (matige) trillingshinder door overschrijding van de streefwaarden kan onder meer afhankelijk zijn van de mate waarin de trillingssterkte voorkomt, de aanwezigheid van andere trillingsbronnen (de achtergrondtrillingen), de mogelijkheid tot het treffen van trillingsreducerende maatregelen en de historie. In geval van mogelijke hinder dienen de betrokken partijen te overleggen. Ernstige hinder is niet toelaatbaar.

3. METINGEN EN BEREKENING

3.1. Situatie

Pro Rail en de gemeente Amsterdam willen mogelijke trillingshinder, ten gevolge van trein- en metroverkeer voor bewoners van de nieuwbouw voorkomen. In figuur 1 is de nieuwe situatie weergegeven.



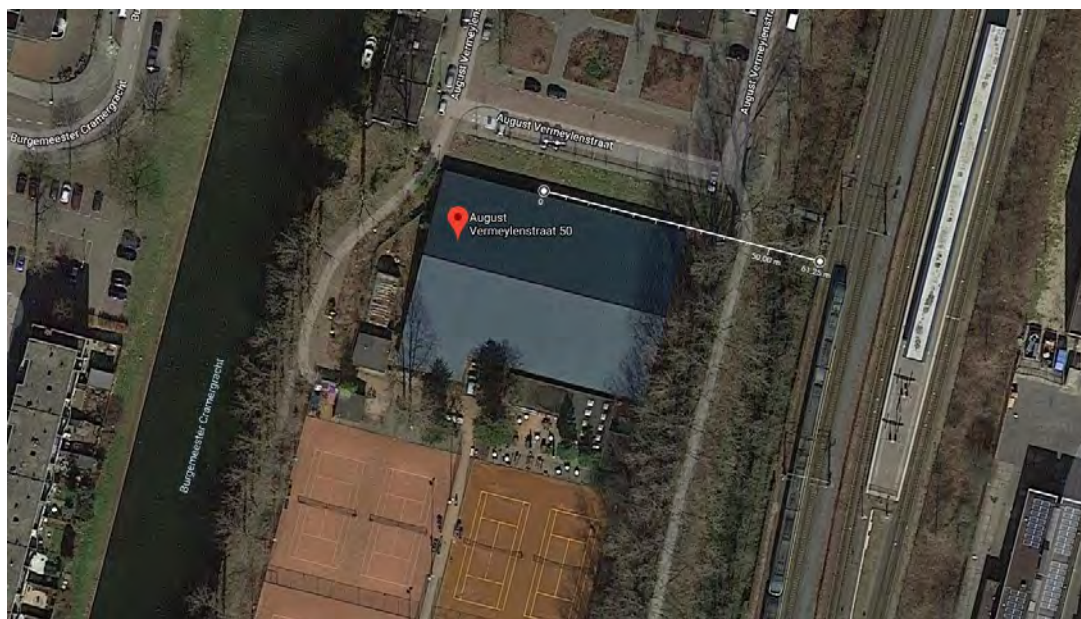
Figuur 1: overzicht van de toekomstige situatie uit het bestemmingsplan "Tennispark Sloterplas".

De nieuw te bouwen woningen zijn geprojecteerd op een afstand van minimaal ca. 33 [m] van het spoor (gemengd bestemmingen, oranje kleur in figuur 1). In bijlage 2 is de volledige tekening te vinden.

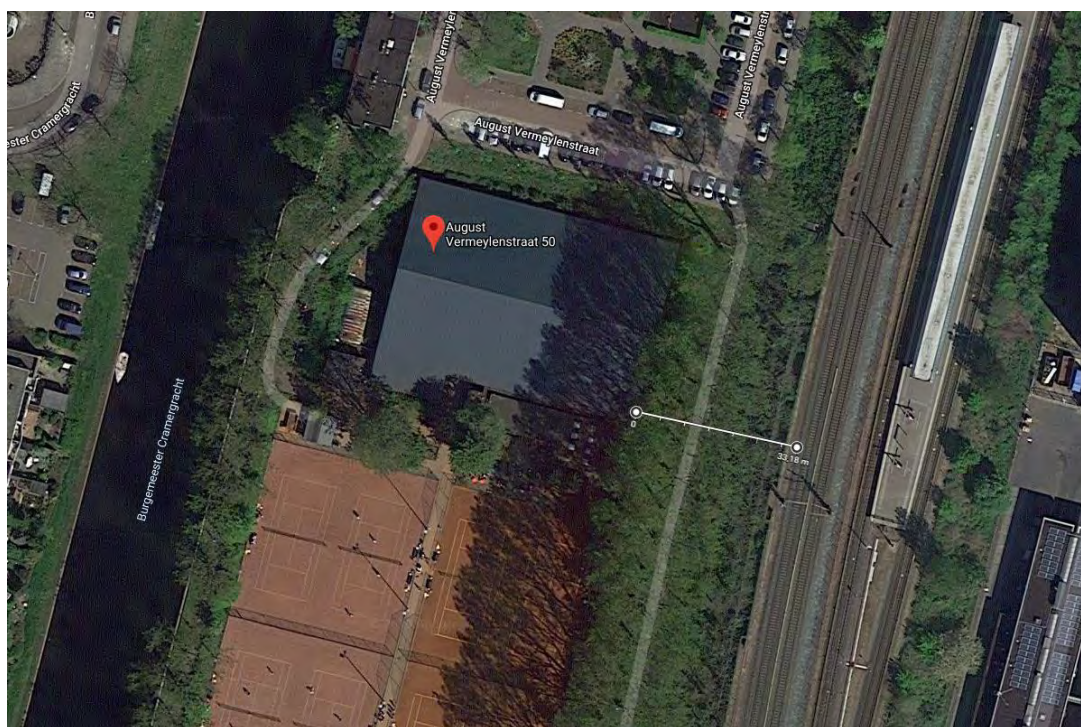
3.2. Trillingsmetingen

Momenteel bevindt zich in het deelgebied Tennispark Sloterpas een tennisclub. Er zijn trillingsmetingen uitgevoerd op de achtergevel (meetpositie 1) en op de dichtstbijzijnde zijgevel (meetpositie 2) nabij de fundatie van het bestaande gebouw aan de August Vermeulenstraat 50.

De gekozen meetpositie (nummer 1) aan de achtergevel van deze constructie ligt vrijwel op dezelfde als de dichtstbijzijnde gevelrooilijn van de nieuwe woningen. De gekozen meetpositie (nummer 2) aan de zijgevel ligt vrijwel op dezelfde afstand van het spoor als de dichtstbijzijnde gevelrooilijn van de woonbestemmingen (deel van gemengd bestemming in het bestemmingsplan).



Figuur 2: afstand tussen meetpositie 1 en de spoorbaan, ca. 60 meter.



Figuur 3: afstand tussen meetpositie 2 en de spoorbaan, ca. 33 meter.

Hierbij zijn voor de meting twee punten gekozen op de draagconstructie van het pand, gelegen op de kortste afstand tot de spoorweg. In onderhavige situatie is ervoor gekozen om gedurende twee volle representatieve weken (één week per meetpositie) de trillingen te meten waardoor een goed beeld van de lokale situatie is verkregen. In de meetpunten wordt in één verticale en in twee onderling loodrechte horizontale richtingen gemeten. In de figuren 4 t/m 7 zijn de exacte posities van de meetapparatuur weergegeven.



Figuren 4 en 5: meetpositie 1, foto's van de meetapparatuur en van de geofoon.



Figuren 6 en 7: meetpositie 2, foto's van de meetapparatuur en van de geofoon.

De onbemande metingen zijn uitgevoerd als volgt:

- Op meetpositie 1: van woensdag 4 september 2019 in de middag t/m de middag van woensdag 11 september 2019;
- Op meetpositie 2: van woensdag 2 oktober 2019 in de ochtend t/m de ochtend van woensdag 9 oktober 2019.

Op de meetlocaties zijn in drie richtingen (één verticaal en twee horizontaal) de optredende trillingen geregistreerd. De x-richting loopt evenwijdig met de grootste lengte-as van het bouwplan, parallel aan de spoorbaan.

Bij de metingen is gebruik gemaakt van de in tabel 3 vermelde meetapparatuur. Deze meetapparatuur voldoet aan de specificaties uit de SBR richtlijn.

Tabel 3: gebruikte meetapparatuur.

Omschrijving	Merk	Type
Trillingsanalyzer	Profound	Vibra SBR +
3-D trillingsopnemer	Profound	Vibra SBR +

3.3 Overdrachtsprognoses betreffende gebouwen

Trillingen worden door de bodem overgedragen aan de bouwconstructie. De mate van trillingsoverdracht hangt af van de wijze van funderen alsmede de massa en de stijfheid van het gebouw. Maatgevend voor de toetsing is de optredende trillingssterkte in het vloerveld. De constructiewijze, het materiaal en de overspanning van een vloer alsmede de belasting bepalen de 'eigenfrequenties' of resonantie frequenties van een vloerveld en de gevoeligheid voor trillingen.

Uit het onderzoek blijkt dat de trillingen met betrekking tot het spoor- en metroverkeer optreden met een dominante frequentie van globaal rond ca. 6 (meetpositie 1) en ca. 12 Hz (meetpositie 2) in de X-richting, Y- en Z-richting; zie bijlage 1.

Vloerconstructie

Door resonanties zal de trillingssterkte in het midden van een vloerveld hoger zijn dan aan de randen. Voor de mate van resonantie zijn de demping en de ligging van eigenfrequenties van belang. Deze zijn afhankelijk van de constructiewijze, het materiaal en de vloeroverspanning.

Voor niet stationaire trillingen, zoals bij railverkeer, is de verwachting dat de versterkingsfactoren wat lager zullen uitvallen dan vermeld in tabel 4. Dit geldt wanneer de afstand tot de trillingsbron klein is en de aanstoting slechts over een beperkt deel van de draagconstructie plaatsvindt zoals in de onderhavige situatie. In de prognoses is gerekend met de gemiddelde vloerveldversterking als functie van de frequentie (zie tabel 4). Deze waarden zijn gebaseerd op door TNO ontwikkelde empirische formules en eigen meetervaring.

Tabel 4: gemiddelde vloerveldversterking als functie van de frequentie (tertsband).

	Frequentie in Hz									
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80
Versterking in dB	+2,5	+5	+6	+6,5	+8	+10	+7	+4	+3	+2,5

In het onderwerpelijk geval is er bij ca. 6 Hz een versterking van 2,5 dB en bij ca. 12 Hz een versterking van ca. 5 dB; deze zijn factoren van ca. 1,3 en 1,8.

Gecumuleerde overdrachtsprognose: meetpositie 1

Voor de opslingering in het vloerveld in de X-richting, Y- en Z-richting op meetpositie 1 is gerekend met een versterking van circa 2,5 dB. Dit is een versterkingsfactor van circa 1,3 op de gemeten trillingsresultaten (trillingssnelheid).

Gecumuleerde overdrachtsprognose: meetpositie 2

Voor de opslingering in het vloerveld in de X-richting, Y- en Z-richting op meetpositie 2 is gerekend met een versterking van circa 5 dB. Dit is een versterkingsfactor van circa 1,8 op de gemeten trillingsresultaten (trillingssnelheid).

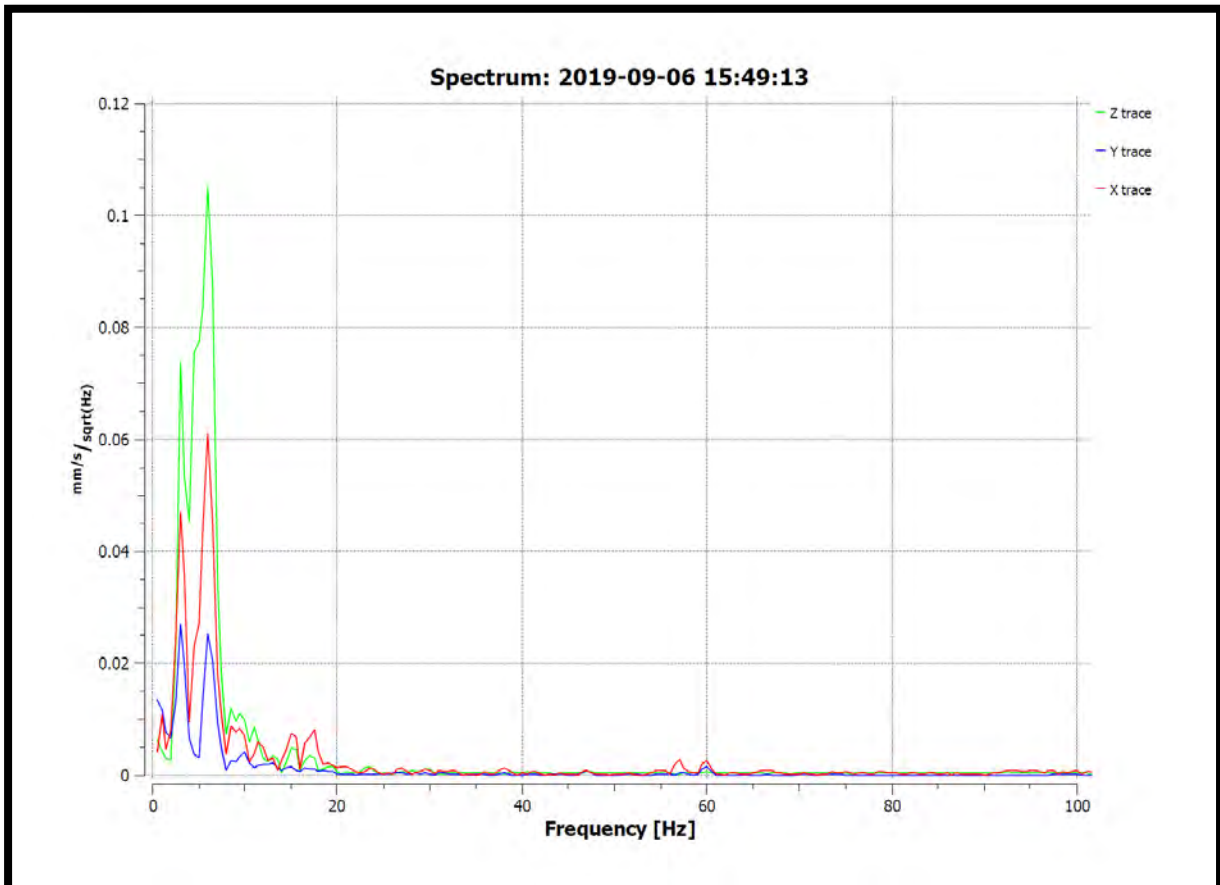
4. RESULTATEN EN PROGNOSE

4.1. Meetresultaten

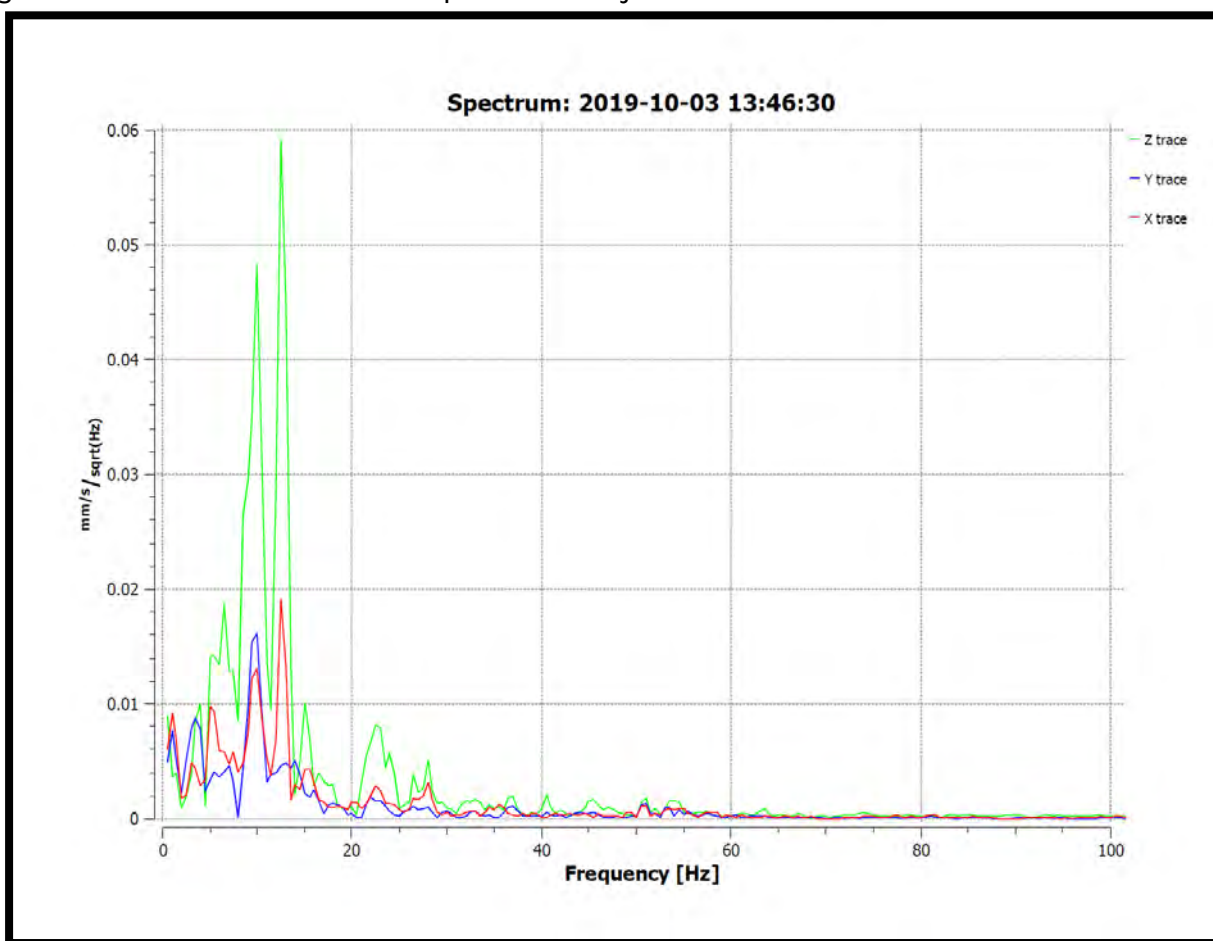
Gedurende de meettijd hebben stoortrillingen plaatsgevonden; door een analyse van de gemeten snelheidwaarden, traces en spectra zijn deze resultaten geïdentificeerd en geëlimineerd. Daarentegen waren stoortrillingen door wegverkeer niet uit te sluiten.

In figuur 8 en 9 zijn de spectra van de hoogste trillingen vanwege railverkeer gegeven.

Figuur 8: spectrum van de hoogst gemeten trilling vanwege railverkeer op meetpositie 1. De gemeten snelheidwaarde wordt bepaald in het tijdsdomein.



Figuur 9: spectrum van de hoogst gemeten trilling vanwege railverkeer op meetpositie 2. De gemeten snelheidswaarde wordt bepaald in het tijdsdomein.



In tabellen 5 en 6 zijn de meetresultaten als maximale effectieve trillingssnelheid, $V_{\text{eff,max}}$, samengevat voor de dag-, avond- en voor de nachtperiode. Zie ook bijlage 1. In tabellen 5 en 6 zijn de hoogste meetwaarden opgenomen.

Tabel 5: meetpositie 1, meetresultaten hinder; dag-, avond- en nachtperiode.

Periode	Meetpositie 1, hoogst optredende meetwaarden van $V_{\text{eff,max}}$		
	Z - Richting verticaal Channel 1	X-Richting horizontaal Channel 2	Y- Richting horizontaal Channel 3
Dag- en avondperiode	0,14	0,11	< 0,10
Nachtperiode	< 0,10	< 0,10	< 0,10

Tabel 6: meetpositie 2, meetresultaten hinder; dag-, avond- en nachtperiode.

Periode	Meetpositie 2, hoogst optredende meetwaarden van $V_{\text{eff,max}}$		
	Z - Richting verticaal Channel 1	X-Richting horizontaal Channel 2	Y- Richting horizontaal Channel 3
Dag- en avondperiode	0,11	< 0,10	< 0,10
Nachtperiode	< 0,10	< 0,10	< 0,10

4.2. Gecorrigeerde resultaten

In tabellen 7 en 8 zijn de hoogst gemeten waarden middels de overdrachtfuncties van gebouw naar vloer berekend.

Tabel 7: meetpositie 1, gecorrigeerde resultaten hinder; dag-, avond- en nachtperiode.

Periode	Meetpositie 1, hoogst optredende waarden van $V_{eff,max}$		
	Z - Richting verticaal Channel 1	X-Richting horizontaal Channel 2	Y- Richting horizontaal Channel 3
Dag- en avondperiode	$0,14 * 1,3 = 0,18$	$0,11 * 1,3 = 0,14$	$< 0,10$
Nachtperiode	$< 0,10$	$< 0,10$	$< 0,10$

Tabel 8: meetpositie 2, gecorrigeerde resultaten hinder; dag-, avond- en nachtperiode.

Periode	Meetpositie 2, hoogst optredende waarden van $V_{eff,max}$		
	Z - Richting verticaal Channel 1	X-Richting horizontaal Channel 2	Y- Richting horizontaal Channel 3
Dag- en avondperiode	$0,11 * 1,8 = 0,20$	$< 0,10$	$< 0,10$
Nachtperiode	$< 0,10$	$< 0,10$	$< 0,10$

4.3. Toetsing trillingsimmissie; prognose

De hoogste gecorrigeerde waarden voor de dag- en avondperiode voor $V_{eff,max}$ zijn opgenomen in tabel 9. De toetsing voor hinder is eveneens in tabel 9 gegeven.

Tabel 9: toetsing voor hinder; dag- en avondperiode.

Meetpositie	$V_{eff,max}$ [-]	A_1^*	Toetsing	A_2^*	Toetsing
1	0,18 (z-richting)	0,10	<u>Voldoet niet</u>	0,40	<u>Voldoet</u>
2	0,20 (z-richting)	0,10	<u>Voldoet niet</u>	0,40	<u>Voldoet</u>

* waarden uit de SBR richtlijn (dag- en avondperiode)

De hoogste waarden voor de nachtperiode voor de $V_{eff,max}$ zijn opgenomen in tabel 10. De toetsing voor hinder is eveneens in tabel 10 gegeven.

Tabel 10: toetsing voor hinder; nachtperiode.

Meetpositie	$V_{eff,max}$ [-]	A_1^*	Toetsing
1	$< 0,10$	0,10	<u>Voldoet</u>
2	$< 0,10$	0,10	<u>Voldoet</u>

* waarden uit de SBR richtlijn (nachtperiode)

Uit tabel 9 blijkt dat de onderste streefwaarde (A_1) uit de SBR richtlijn B wordt overschreden op beide meetposities gedurende de dag- en avondperiode. De bovenste streefwaarde (A_2) wordt niet overschreden. Bepaling van de V_{per} is noodzakelijk voor de dag- en avondperiode.

Uit tabel 10 blijkt dat de onderste streefwaarde (A_1) uit de SBR richtlijn B niet wordt overschreden gedurende de nachtperiode. Bepaling van de V_{per} is niet noodzakelijk voor de nachtperiode.

De hoogste gecorrigeerde waarden voor de V_{per} zijn opgenomen in tabel 11 voor de dag- en avondperiode.

Tabel 11: gecorrigeerde resultaten hinder (V_{per}); dag- en avondperiode.

Meetpositie	Periode	Hoogste optredende meetwaarden van V_{per}		
		Z - Richting verticaal Channel 1	X-Richting horizontaal 1 Channel 2	Y- Richting horizontaal Channel 3
1	Dag- en avondperiode	$0,01 * 1,3 = 0,01$	$0,01 * 1,3 = 0,01$	$< 0,01$
2	Dag- en avondperiode	$0,01 * 1,8 = 0,02$	$< 0,01$	$< 0,01$

De toetsing voor hinder voor de dag- en avondperiode is gegeven in tabel 12.

Tabel 12: toetsing voor hinder (V_{per}); dag- en avondperiode.

Meetpositie	Periode	V_{per} [-]	A_3^*	Toetsing
1	Dag- en avondperiode	0,01 (z en x-richting)	0,05	<u>Voldoet</u>
2	Dag- en avondperiode	0,02 (z)	0,05	<u>Voldoet</u>

* waarden uit de SBR richtlijn

Getoetst aan de (gemiddelde) norm $V_{per} = 0,05$ treedt er geen overschrijding op ter plaatse van meetpositie 1 alsmede op meetpositie 2.

Uit de worst-case prognose-berekeningen blijkt dat aan de streefwaarden uit de SBR-richtlijn B wordt voldaan. Het is de verwachting dat in de toekomstige nieuwbouw weinig tot geen trillingshinder zal optreden vanwege railverkeer.

5. CONCLUSIE

Uit de resultaten van het voorliggend onderzoek kan het volgende worden geconcludeerd:

- Uit de worst-case prognose berekeningen blijkt dat aan de streefwaarden uit de SBR-richtlijn B wordt voldaan gedurende de dag, avond- en nachtperiode.
- Uitgaande van de prognose berekeningen is de verwachting dat in de toekomstige nieuwbouw weinig tot geen trillingshinder zal optreden vanwege rail- en metroverkeer.

AV-CONSULTING B.V.
Raadgevende ingenieurs

BIJLAGE 1: MEETRESULTATEN

1A: $V_{eff,max}$; V_{per} meetweek

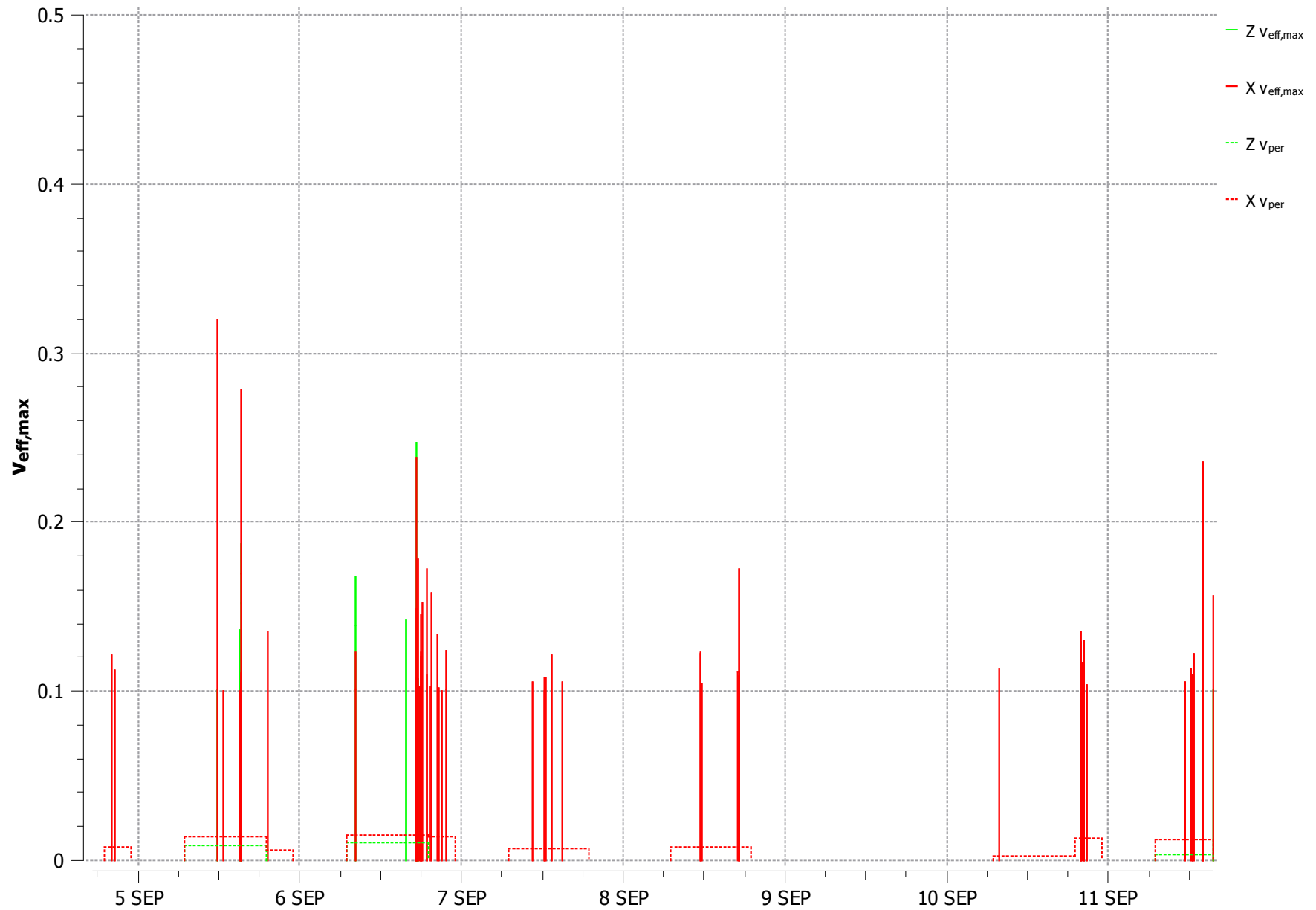
1B: Frequenties

1C: Trace van hoogste relevante trillingsniveau

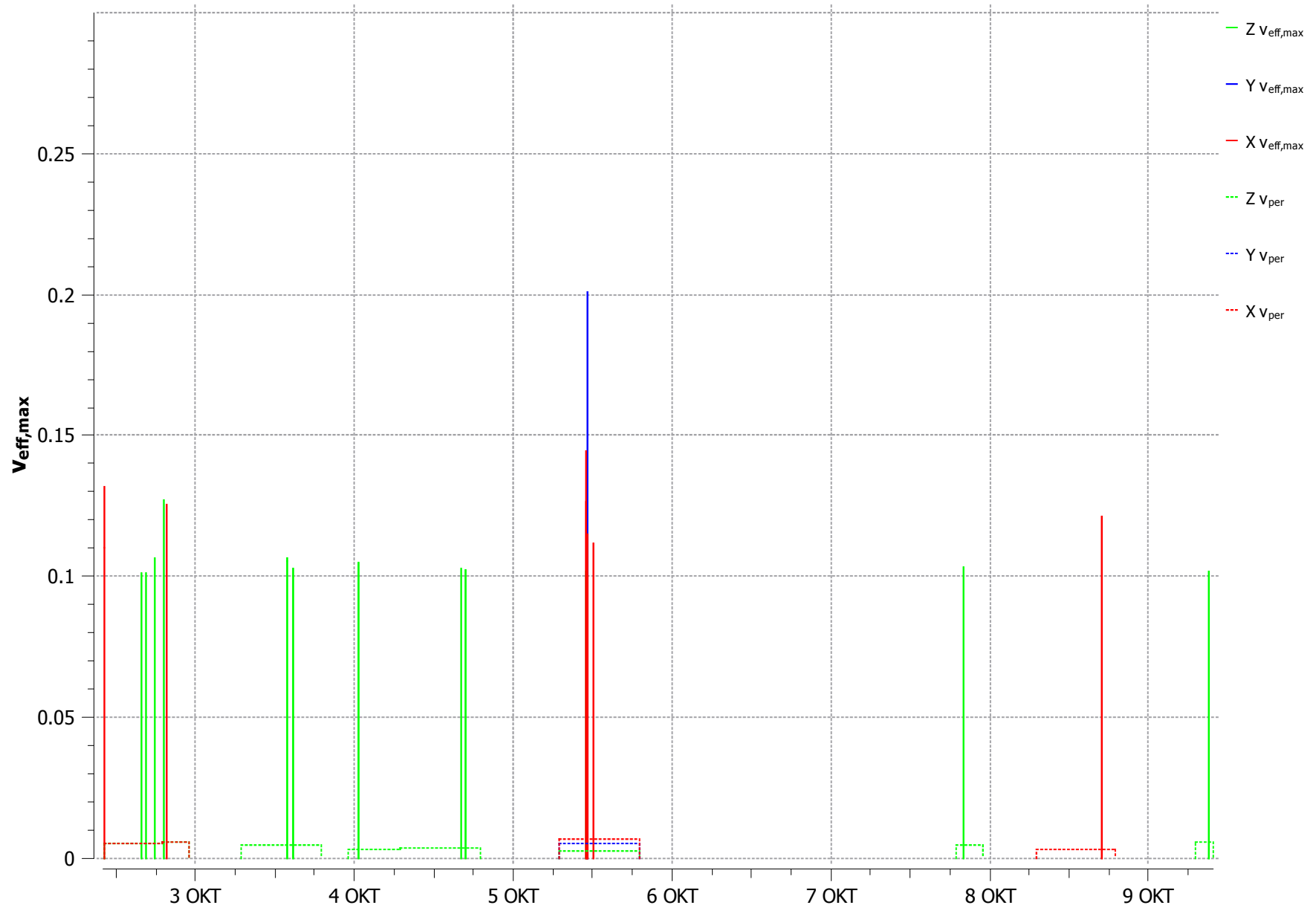
1D: Voorbeeld trace van niet relevante trillingsniveau

1E: $V_{eff,max}$; V_{per} periode van de dag

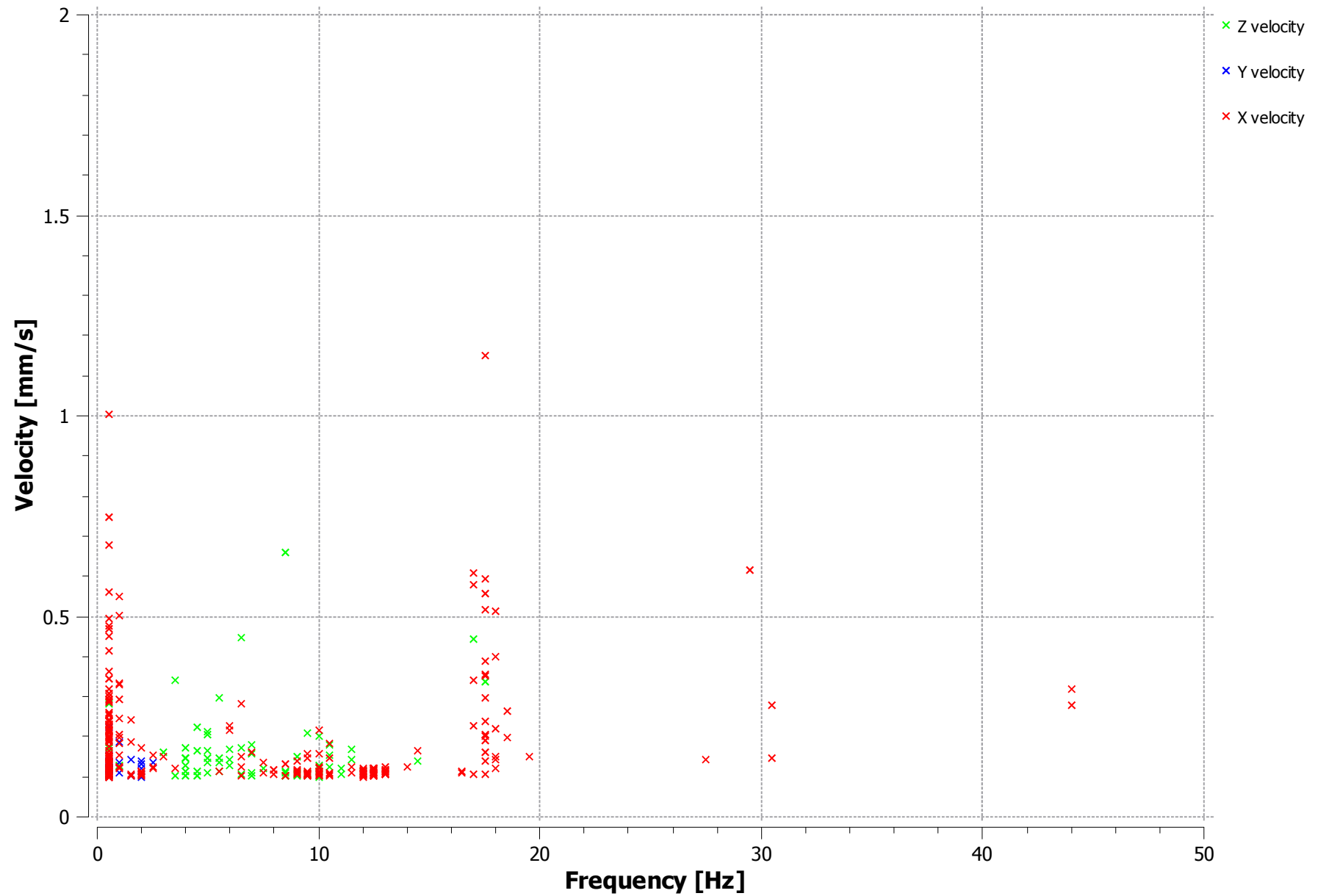
VIB00098 Tennispark 2019-09-04



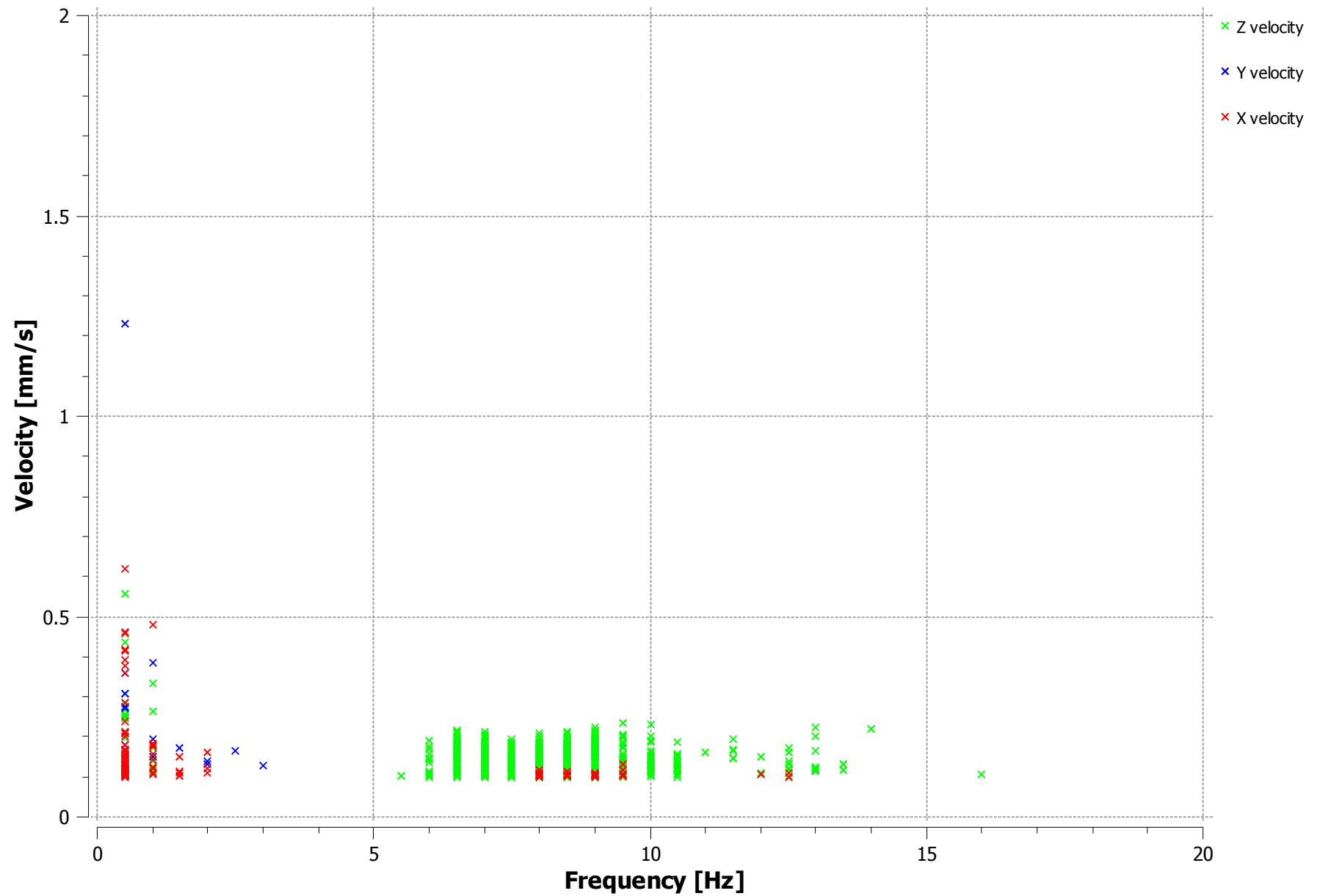
VIB00030 Tennispark 2019-10-02



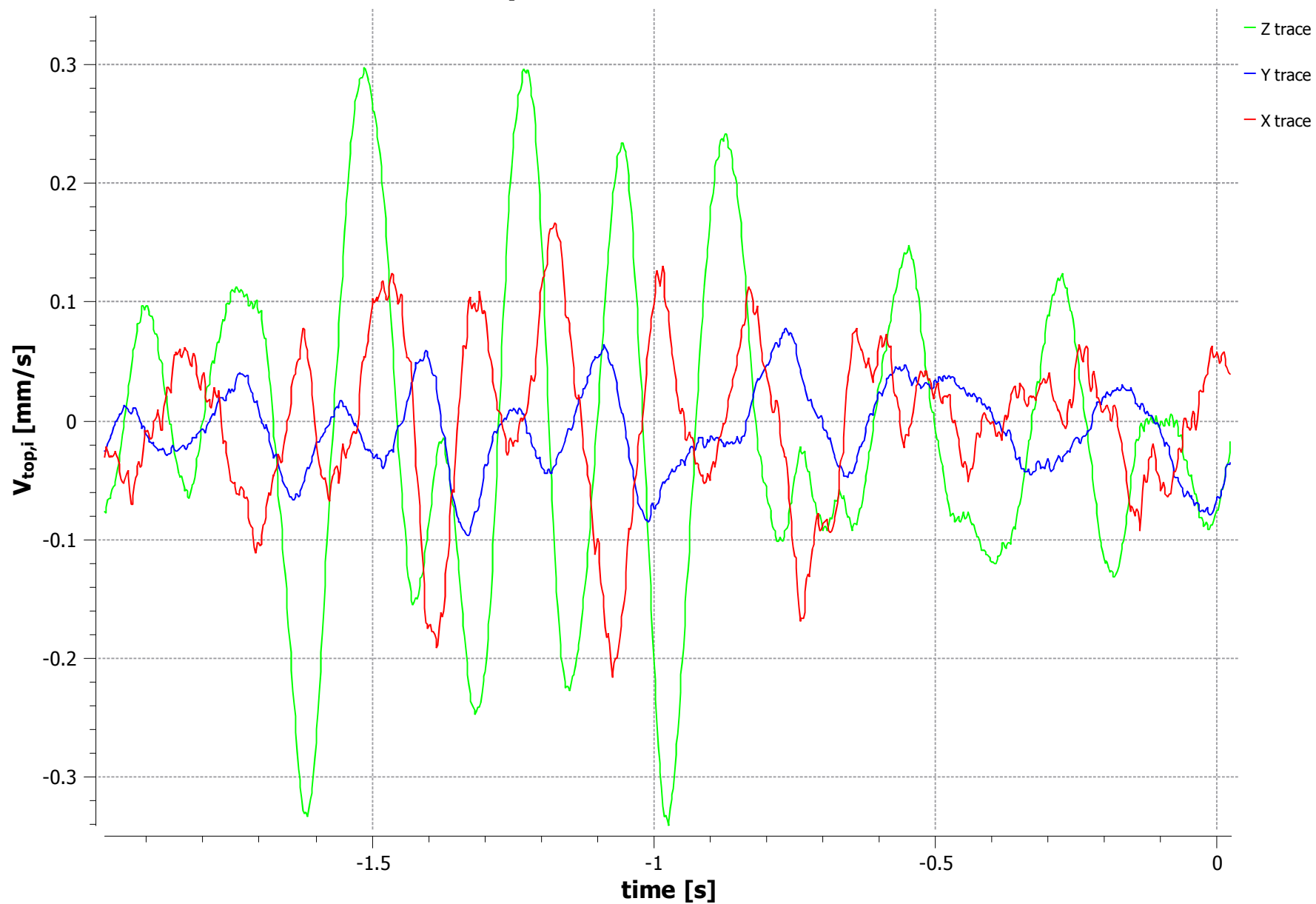
VIB00098 Tennispark 2019-09-04



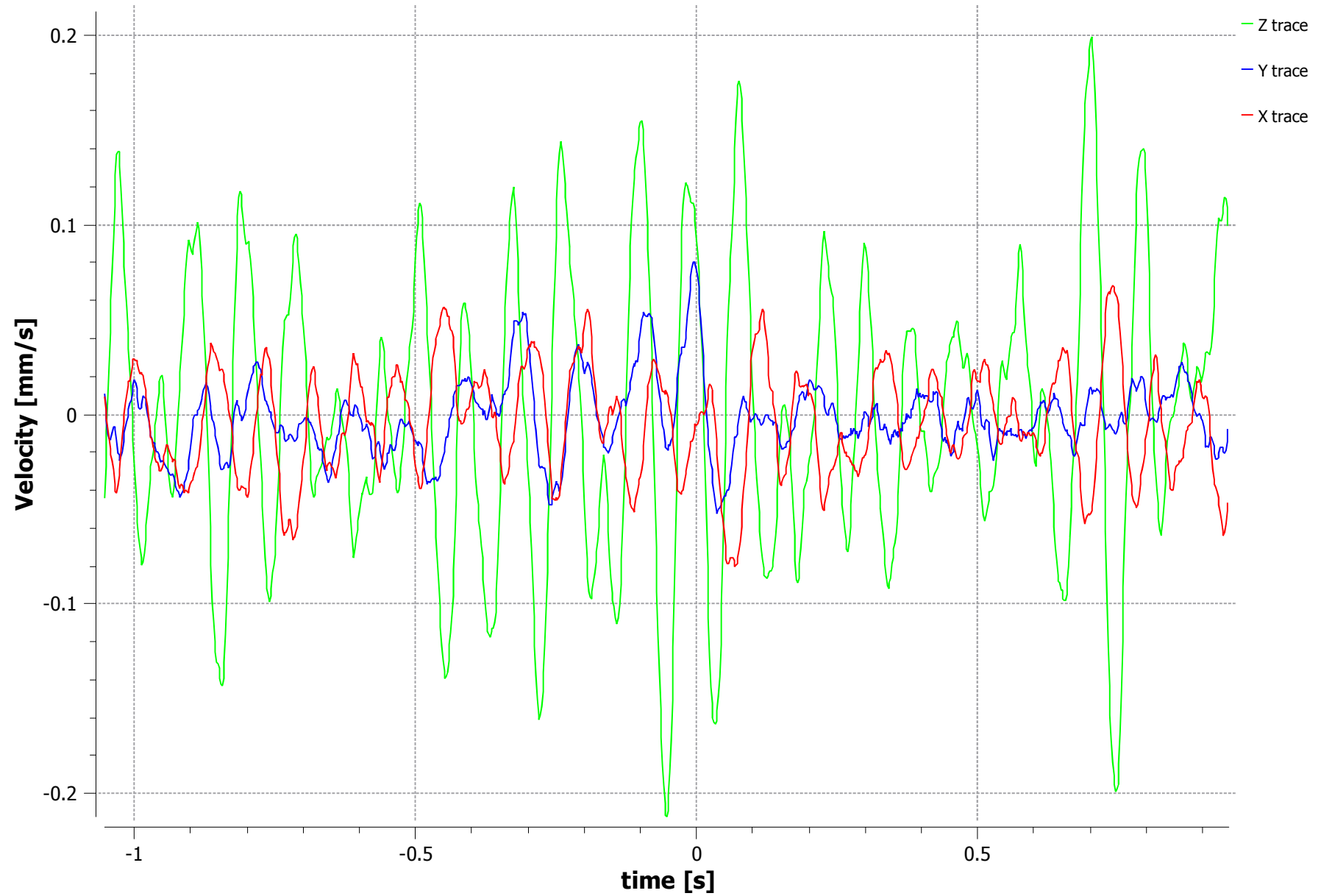
VIB00030 Tennispark 2019-10-02



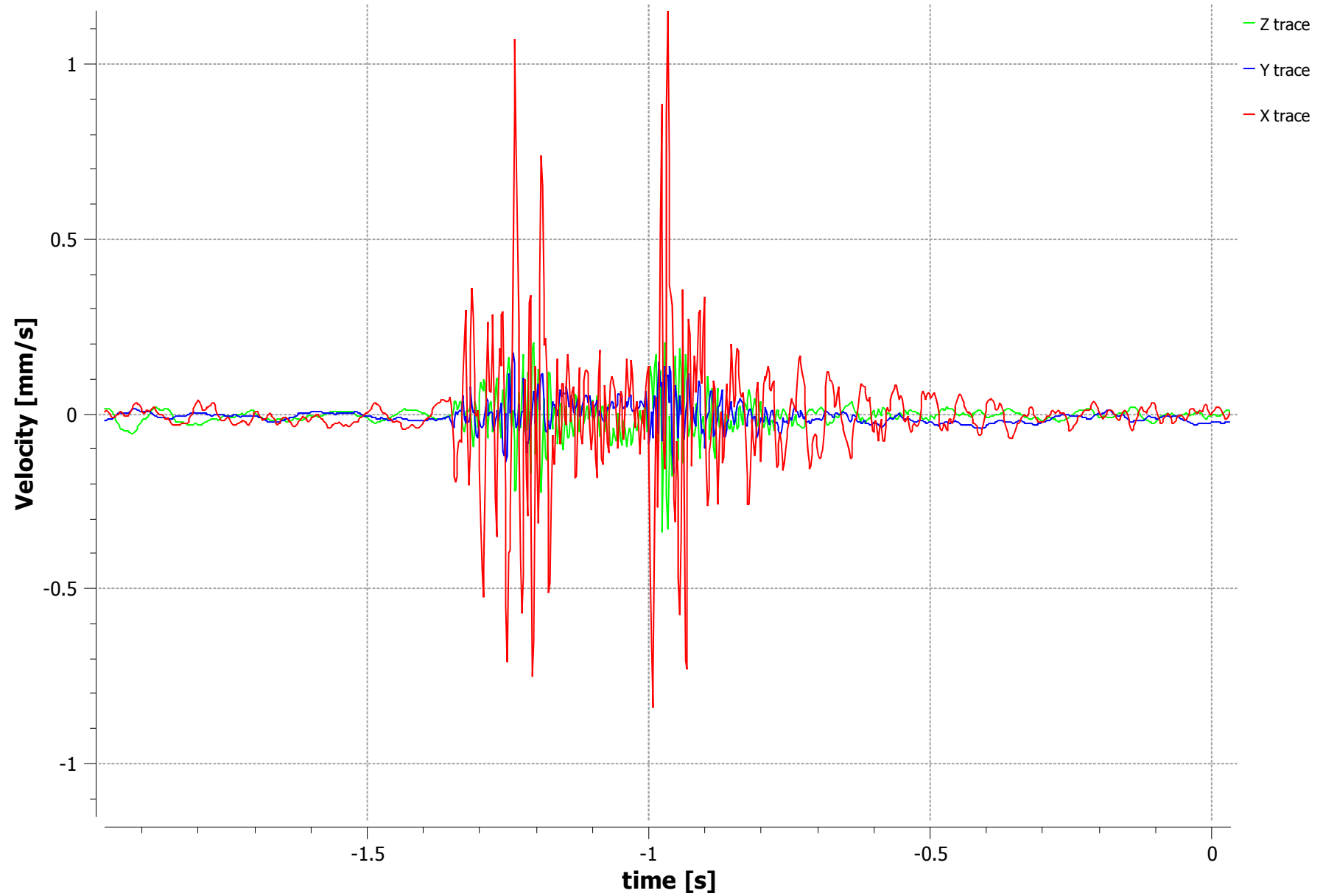
Velocity Trace: 2019-09-06 15:49:13



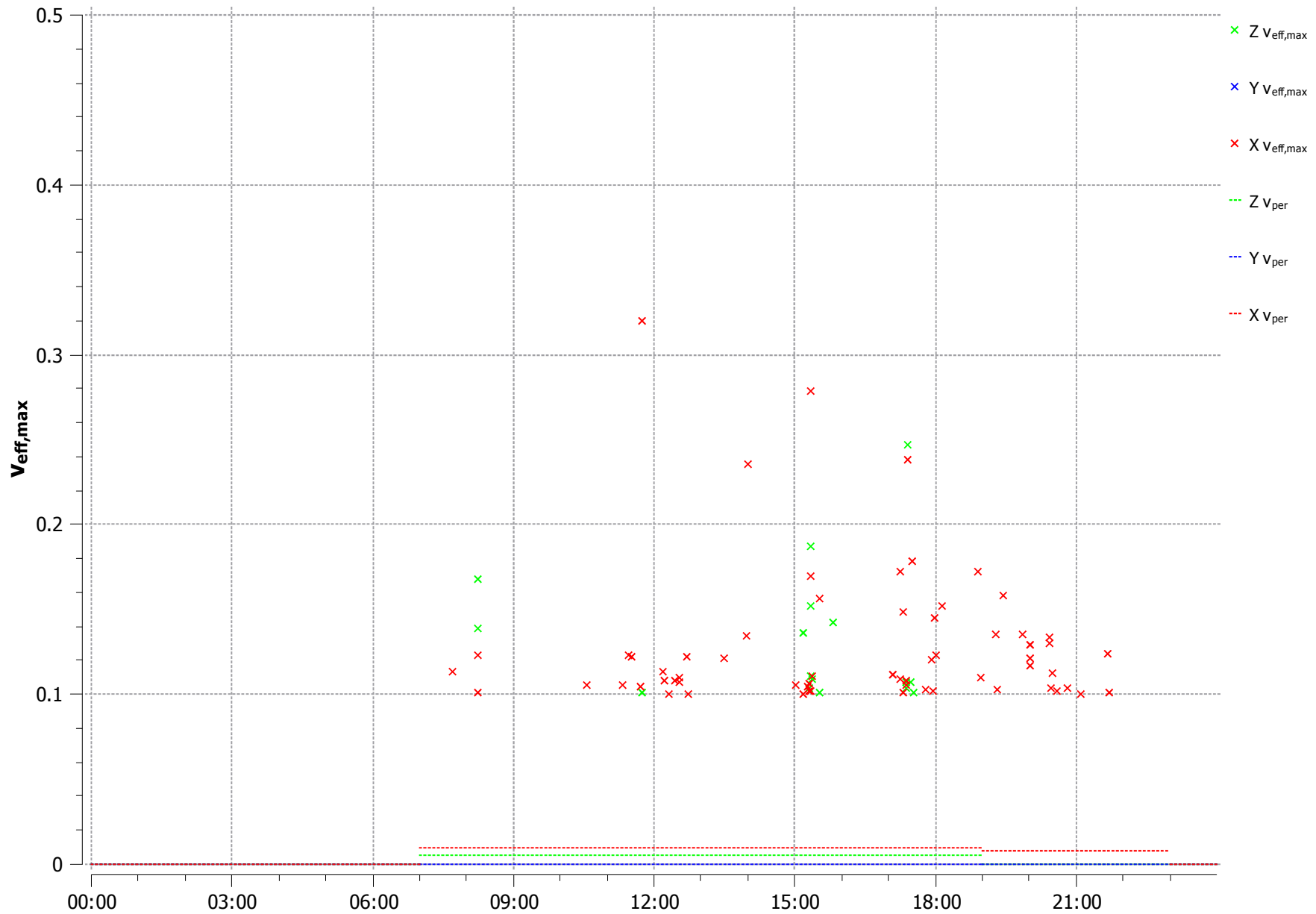
Velocity Trace: 2019-10-03 13:46:30



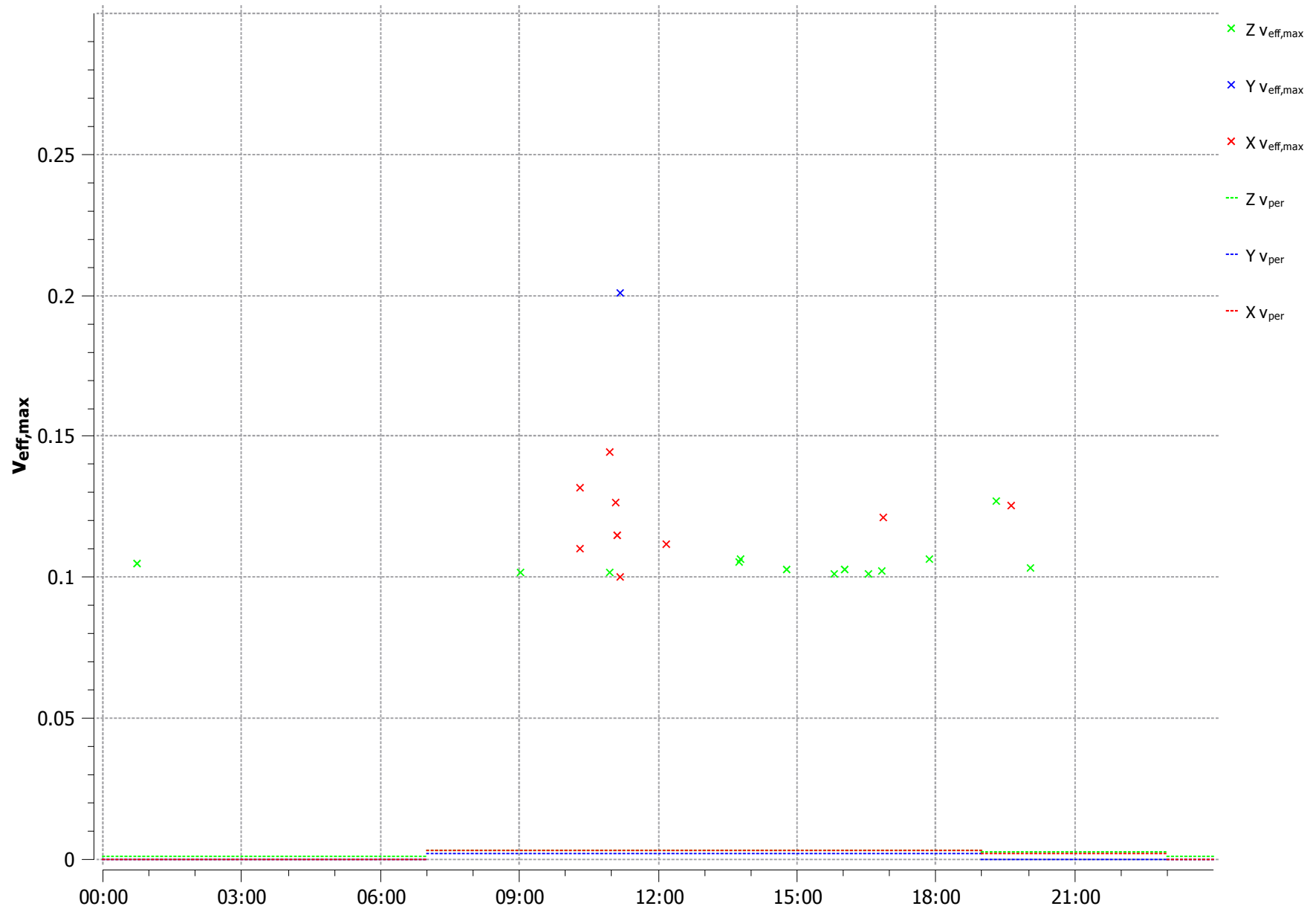
Velocity Trace: 2019-09-05 11:45:38



VIB00098 Tennispark 2019-09-04



VIB00030 Tennispark 2019-10-02



BIJLAGE 2: TEKENINGEN

Plangebied

Plangebiedsgrens

Bestemmingen

GD

Gemengd

G

Groen

M

Maatschappelijk

S

Sport

V-1

Verkeer - 1

V-2

Verkeer - 2

V-3

Verkeer - 3

WA

Water

W

Wonen

Funcitieaanduidingen

(br)

brug

(m)

maatschappelijk

(pg)

parkeergarage

(swa-1)

specifieke vorm van water - 1

(s)

sport

Bouwvlak

bouwvlak

Bouwaanduidingen

[ond]

onderdoorgang

[sba-1]

specifieke bouwaanduiding - 1

Maatvoeringaanduidingen

maatvoeringsvlak

4

maximum bouwhoogte (m)

Verklaringen

Ondergrond ontleend aan BGT 2019

02575m

Planinformatie			
Datum	Planstatus	Informatie bij	
14-04-2019	Voorontwerp	Gemaakt door	Ruimte en Duurzaamheid
Ontwerp	Vastgesteld	Locatie	Stadsdeel Nieuw West
Onherroepelijk		Formaat	A0
		Plan id	NLIMRO.0363.F1901BPGST-VO01
		Plottatum	28-5-2019
		Schaal	1:1000

BIJLAGE 3: TERMEN EN DEFINITIES VAN SBR-B

4 Termen en definities

Opmerking: de termen en definities zijn, voor zover van toepassing, in overeenstemming met NEN-ISO 2041 [3]

Amplitude-frequentie karakteristiek: de verhouding tussen ingaand en uitgaand signaal van een meetstelsel als functie van de frequentie, gegeven in een zeker frequentie-interval.

Beoordelingsperiode: een tijdsinterval waarin een dag wordt verdeeld voor de toetsing van de trillingssterkte aan de streefwaarden:

de dagperiode van 07.00 uur tot 19.00 uur;
de avondperiode van 19.00 uur tot 23.00 uur;
de nachtperiode van 23.00 uur tot 07.00 uur.

Continue trilling: een trilling die ten opzichte van de grootste trillingstijd (laagste eigenfrequentie) gedurende een lange tijd aanwezig is.

Frequentie: de reciproque van de trillingstijd.

Herhaald voorkomende trilling: kortdurende trilling door weg- of railverkeer (waaronder ook heftrucks, bulldozers, kranen op rails en dergelijke) met een repeterend karakter.

Kortdurende trilling: trilling met een kortdurend (doorgaans korter dan enkele seconden), uitdempend karakter. De trilling wordt veroorzaakt door een stootvormige excitatie.

Niet-stationaire trilling: continue trilling waarvan de sterkte als functie van de tijd niet constant is, of een kortdurende trilling.

Meetduur: tijdsduur waarin met één configuratie meetpunten een meting wordt uitgevoerd.

Meetpunt: positie waar een trillingsgrootte (versnelling, snelheid, verplaatsing) wordt gemeten.

Meetrichting: de richting waarin de trillingsgrootte (versnelling, snelheid, verplaatsing) in een meetpunt wordt gemeten.

Meting: het bepalen van de momentane waarde van de trillingsgrootte gedurende een zekere aaneengesloten tijdsduur door middel van een meetmethode.

Momentane waarde: de waarde van een variërende grootte op een zeker tijdstip.

Snelheid: een vectoriële grootte die de tijdsafgeleide van de verplaatsing weergeeft.

Stationaire trilling: continue trilling die gedurende een lange aaneengesloten periode met een constante sterkte voorkomt.

Streefwaarde: de waarde voor de trillingssterkte waarbij verwacht wordt dat er nog geen trillingshinder optreedt.

Trilling: een variatie van een grootte (verplaatsing, snelheid, versnelling) als functie van de tijd, die de beweging of de positie van een systeem beschrijft waarbij de grootte afwisselend groter en kleiner is dan een gemiddelde waarde.

Trillingssterkte (Engels: vibration severity): in het algemeen de aanduiding van de sterkte of grootte van de trilling in relatie tot het van belang zijnde trillingseffect. In het geval van hinder wordt onder de trillingssterkte verstaan de effectieve waarde van de gewogen trillingsgrootte.

Trillingstijd: de kleinste verschuiving in de tijd waarbij een periodieke tijdsfunctie met zichzelf samenvalt.

Topwaarde: de in absolute zin grootste afwijking van een grootte ten opzichte van de gemiddelde waarde gedurende een zeker tijdsinterval.

Verplaatsing: een vectoriële grootte die de verandering van een positie van een lichaam of van een punt aanduidt ten opzichte van een zekere referentie.

Versnelling: een vectoriële grootte die de tijdsafgeleide van de snelheid weergeeft

5.1 Eenheden

De te gebruiken eenheden en grootheden moeten in overeenstemming zijn met het Internationale Stelsel van Eenheden (SI), zoals vermeld in hoofdstuk 4 (tabel 6, 8 en 9) en bijlage A, beiden van NEN 999:1977, en met NEN 1000:1986.

5.2 Grootheden

In het kader van deze meet- en beoordelingsrichtlijn worden bij voorkeur de hieronder gegeven eenheden aangehouden.

- a versnelling, in m/s²
- f frequentie, in Hz
- f_e eigenfrequentie, in Hz
- g zwaartekrachtversnelling (9,81 m/s²)
- T trillingstijd, in s
- u verplaatsing, in mm
- v snelheid, in mm/s

5.3 Gehanteerde symbolen

De verder in deze richtlijn gehanteerde symbolen zijn hieronder weergegeven.

- A₁ streefwaarde voor de trillingssterkte V_{max}, dimensieloos
- A₂ maximale waarde voor de trillingssterkte V_{max}, dimensieloos
- A₃ streefwaarde voor de trillingssterkte V_{per}, dimensieloos
- f frequentie, in Hz
- f* frequentie in Hz, waarvoor φ(f) = 0
- f_{max} grensfrequentie van het laagdoorlaatfilter, in Hz
- f_{min} grensfrequentie van het hoogdoorlaatfilter, in Hz
- f_o kantelfrequentie van het wegingsfilter, f_o = 5,6 Hz
- H_{a(f)} wegingfunctie trillingsversnelling, s²/m
- H_{v(f)} wegingfunctie trillingssnelheid, s/mm
- i variabele die het interval van 30 seconden aangeeft waarin v_{eff,max,30,i} is gemeten

- N aantal aaneensluitende tijdsintervallen van 30 seconden in een beoordelingsperiode; voor de dagperiode van 07.00 tot 19.00 uur, N = 1440 voor de dagperiode van 07.00 tot 19.00 uur, N = 1440 voor de avondperiode van 19.00 tot 23.00 uur, N = 480 voor de nachtperiode van 23.00 tot 07.00 uur, N = 960
- n aantal gehele tijdsintervallen van 30 seconden binnen de duur van een meting
- t tijd, in s
- T_b totale tijdsduur dat een trillingsbron in bedrijf is in een beoordelingsperiode, in s
- T_m tijdsduur van de meting, in s
- T₀ tijdsduur van de beoordelingsperiode, in s
- τ tijdconstante, in s
- V_{max} grootste waarde van v_{eff,max} in de beschouwde ruimte, dimensieloos
- V_{per} trillingssterkte over de beoordelingsperiode behorende bij de ruimte, dimensieloos en bepaald op basis van de kwadratisch gemiddelde effectieve waarde van de maxima v_{eff,max,30,i}. Deze waarde dient uitsluitend te worden bepaald voor het meetpunt en de meetrichting waarin de grootste waarde V_{max} voor de ruimte volgens 9.7 is bepaald.
- v(t) momentane waarde van de gewogen trillingsgrootheid, dimensieloos
- v_{eff}(t) voortschrijdende effectieve waarde van de gewogen momentane trillingsgrootheid, dimensieloos
- v_{eff,max} de grootste waarde van v_{eff}(t) over de meetduur, dimensieloos
- v_{eff,max,30,i} de grootste waarde van v_{eff}(t) in een tijdsinterval van 30 seconden, dimensieloos
- v_{eff,max,stat} de statistisch bepaalde grootste waarde van v_{eff}(t) over de meetduur, dimensieloos
- v_o referentiewaarde van de wegingfunctie, v_o = 1,0 mm/s
- v_{per,meet} de kwadratisch gemiddelde effectieve waarde van v_{eff,max,30,i} over de meetperiode
- φ(f) maximale referentie fase-frequentie karakteristiek voor het meetsysteem, in graden
- φ_m(f) de fase-frequentiekarakteristiek van het meetsysteem, in graden