



Wiertsema & Partners

RAADGEVEND INGENIEURS



Raadgevend Ingenieursbureau
Wiertsema & Partners bv
Feithspark 6, 9356 BZ Tolbert
Postbus 27, 9356 ZG Tolbert
Tel.: 0594 51 68 64
Fax: 0594 51 64 79
E-mail: info@wiertsema.nl
Internet: www.wiertsema.nl

Trillingsmetingen

tijdens werkzaamheden rak 15-west, t.b.v reconstructie
lage walmuren Oudegracht te Utrecht

VN-58203-1 | 1 maart 2017





Wiertsema & Partners

RAADGEVEND INGENIEURS

Raadgevend Ingenieursbureau
Wiertsema & Partners bv
Feithspark 6, 9356 BZ Tolbert
Postbus 27, 9356 ZG Tolbert
Tel.: 0594 51 68 64
Fax: 0594 51 64 79
E-mail: info@wieritsema.nl
Internet: www.wieritsema.nl

Onderwerp: reconstructie lage walmuren Oudegracht Rak 12 t/m 15 te Utrecht
Onderdeel: trillingsmeten tijdens werkzaamheden rak 15-west
Projectnummer: VN-58203-1
Opdrachtgever: Beens Groep
Postbus 6
8280 AA Genemuiden
Nr. opdrachtgever: bestek 142 SW 12
Datum: 1 maart 2017

Opgesteld door:	
Handtekening:	1.0. 
Documentnummer:	R48245
Status:	definitief
Vrijgegeven door:	ing. 




Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

1	Inleiding	4
2	Beschikbare gegevens	5
2.1	Meetmethode	5
2.2	Meetlocaties.....	5
2.3	Geotechnische gegevens	5
3	Beoordeling	6
4	Uitvoering.....	7
5	Meetresultaten en conclusie	8

Bijlagen:

- 1 Situatietekening
- 2 Meetresultaten tijdens werkzaamheden van 14 november 2016 t/m 24 februari 2017



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

1 Inleiding

In opdracht van Beens Groep te Genemuiden heeft Raadgevend Ingenieursbureau Wiertsema & Partners bv trillingsmetingen uitgevoerd, tijdens het uitvoeren van werkzaamheden t.p.v. rak 15-west, t.b.v. de reconstructie lage walmuren Oudegracht Rak 12 t/m 15 te Utrecht.

De hierbij gerapporteerde metingen hebben plaatsgevonden tussen 14 november 2016 en 24 februari 2017.



2 Beschikbare gegevens

2.1 Meetmethode

De trillingsmetingen zijn uitgevoerd met het AXILOG-systeem van Leiderdorp Instruments dat met behulp van 'geofoons' de trillingssnelheid en de frequentie van de trillingen ter plaatse van het meetpunt continu en automatisch registreert. De geofoons kunnen, afhankelijk van het type, in twee richtingen (type 2D) of in drie richtingen (type 3D) tegelijk, versnellingen, snelheden en frequenties registreren. Overigens is in de praktijk gebleken dat bij heiwerken ten behoeve van betonpalen de frequenties zich in het algemeen in het gebied tussen circa 10 en 20 Hz bevinden. Bij heiwerken ten behoeve van damwanden (toepassen van hoogfrequent trilblok) worden de frequenties in het algemeen tussen circa 30 en 40 Hz vastgesteld.

De maximale piekwaarden van de snelheden, die in vooraf ingestelde intervallen optreden, worden tijdens de metingen getoond op de display en opgeslagen in het geheugen van de veldcomputer. De veldcomputer kan afhankelijk van zijn instellingen (o.a. interval en meetperiode) tot maximaal circa vier weken achtereenvolgend automatisch piekwaarden registreren.

Na afloop van de metingen worden de meetresultaten op kantoor vanuit de veldcomputer ingelezen in een computer en met behulp van een plotprogramma tot grafieken verwerkt.

2.2 Meetlocaties

De geofoons dienen op een zodanige manier te worden geplaatst dat zij in direct contact met de fundering van het bouwwerk staan. In de situatietekening in bijlage 1 zijn de gehanteerde meetpunten weergegeven.

2.3 Geotechnische gegevens

De geotechnische gegevens bestaan uit sonderingen, uitgevoerd door Wiertsema & Partners (referentienummer VN-55339, R18838, d.d. 25-04-2012).



3 Beoordeling

Bij de beoordeling van de meetresultaten van de trillingsmetingen is gebruik gemaakt van de normering van de Stichting Bouw Research die in 2010 een drietal meet- en beoordelingsrichtlijnen heeft uitgegeven. Hierin wordt per deel de schade aan bouwwerken, de hinder voor personen in gebouwen en de storing aan apparatuur door trillingen beschreven (SBR Richtlijn A t/m C).

Voor onderhavig project is met name de beoordeling met betrekking tot schade aan bouwwerken relevant (Richtlijn A). In SBR Richtlijn A worden waarden genoemd voor maximaal toelaatbare trillingen teneinde schade aan bouwwerken te voorkomen. In deze richtlijn wordt hiervoor onderscheid gemaakt tussen 3 categorieën bouwwerken (beton/staalconstructies, metselwerk en monumentale gebouwen of in slechte staat verkerend metselwerk) en 3 typen trillingsbronnen (continue trillingen, herhaald kortdurend, kortdurend). Daarnaast maakt de richtlijn tevens onderscheid tussen indicatieve, beperkte en uitgebreide metingen.

Voor indicatieve cq. beperkte metingen zijn deze 37,5% (1/1,6) cq. 28,6% (1/1,4) lagere trillingsniveaus toelaatbaar. Indien de geregistreerde trillingsniveaus hoger zijn dan de grenswaarden bij indicatieve metingen, adviseren wij de metingen uit te breiden. Voor het uitvoeren van uitgebreide metingen dient gedacht te worden aan minimaal 4 meetkasten, per te monitoren object (e.e.a. afhankelijk van de exacte situatie ter plaatse).

De trillingen, veroorzaakt door de boorwerkzaamheden kunnen als zijnde een herhaald kortdurende en/of continue trilling worden beschouwd. Conform het monitoringsplan van CRUX en bestek zijn de volgende punten van toepassing, t.a.v. de beoordeling van trillingen:

- Categorie 3 bebouwing;
- Indicatieve meting (met 1 meetsensoren per pand)
- Herhaald kortdurende trilling/continue trilling

Voor het uitvoeren van de trillingsmetingen gedurende het slopen van de oude kademuur zijn de bovengenoemde punten ook van toepassing. In tabel 1 zijn de grenswaarden per trillingsfrequentie weergegeven.

Tabel 3.1: grenswaarden indicatieve metingen, herhaald kortdurende trilling

Type meting	Trillingsfrequentie	Te hanteren grenswaarde volgens SBR [mm/s]	
	[Hz]	Categorie 3 / herhaald kortdurend	Categorie 3 / continue
Indicatief	0-10	1,25	0,75
	15	1,51	0,91
	20	1,77	1,06

Op 15 mei 2014 is door IBU besloten dat de grenswaarde voor de trillingen met een factor 2 verhoogd kan worden. Deze verhoging is vervolgens doorgevoerd.



4 Uitvoering

De hierbij gerapporteerde metingen zijn verricht tussen 14 november 2016 en 24 februari 2017 dat met behulp van tweeveldcomputers, met elk één 3D gefoon. De volgende Axilog typenummers zijn ingezet:

- 56
- 57

De meetsensoren zijn geplaatst door, of onder toezicht van de uitvoerder van Beens Genemuiden. De meetpunten zijn de door Wiertsema & Partners voorbereid en bepaald.

De gefoon is geplaatst in de directe nabijheid van de werkzaamheden aan de naastgelegen panden. De opdrachtgever heeft de trillingsmeters met het werk mee verplaatst en de registratie hiervan verzorgd. Per meetpunt zijn de trillingsniveaus in de verticale richting en in twee horizontale richtingen gemeten. De locaties van de gefoons zijn op de situatieschets aangegeven (zie bijlage 1). De meetrichtingen zijn als volgt te definiëren:

- x = haaks op de gevel
- y = evenwijdig aan de gevel
- z = verticaal

Gedurende de periode van 1 november t/m 3 november 2016 is de bouwkuip gerealiseerd. Bij het aanbrengen van de damwandplanken t.b.v. de bouwkuip is gebruik gemaakt van een Silent Piler, een machine welke de damwanden drukkend op de gewenste diepte brengt.

Van 14 november t/m 22 december 2016 is de bestaande kademuur gesloopt. Hiervoor zijn gaten in de oude kademuur geboord. Vervolgens is de oude kademuur vergruisd. In de periode van 9 januari t/m 24 februari zijn er stalen buispalen aangebracht. Deze werkzaamheden zijn nog niet afgerond.



5 Meetresultaten en conclusie

De resultaten van de trillingsmetingen zijn weergegeven in bijlage 2.

In bijlage 2 zijn de meetresultaten weergegeven van de meetperiode 14 november 2016 en 24 februari 2017. In deze periode is de tijdelijke damwand geplaatst, kademuur gesloopt en is er een deel van de stalen buispalen aangebracht. Al deze werkzaamheden kunnen gekarakteriseerd worden als zijnde herhaald kortdurende trillingen.

In de grafieken in de bijlage (2) dienen de beroeringen, van de trillingsmeetsensoren te worden genegeerd in de analyse van de trillingsdata. De beroeringen zijn voornamelijk bij het opstarten van de meetsystemen bewust veroorzaakt, om zodoende het functioneren van de meetsystemen te controleren. De beroeringen van de sensor hebben tot hoge pieken in de geregistreerde data geleid tot ca. 20 mm/s, en zijn niet veroorzaakt door de werkzaamheden.

De trillingen, gekarakteriseerd als zijnde herhaald kortdurende trillingen (factor 2) zoals besloten op 14 mei 2014 door IBU, hebben enkele minimale grenswaarde overschrijdingen geconstateerd (bovenste lijn; onderste grafiek bijlage 2). De overschrijdingen van de grenswaarde, is dusdanig minimaal geweest (aantal punten boven de zwarte lijn [onderste grafiek bijlage 2] is zeer beperkt) dat de kans op schade, t.g.v. teveel trillingen ons inziens uiterst gering is.



Bijlage 1



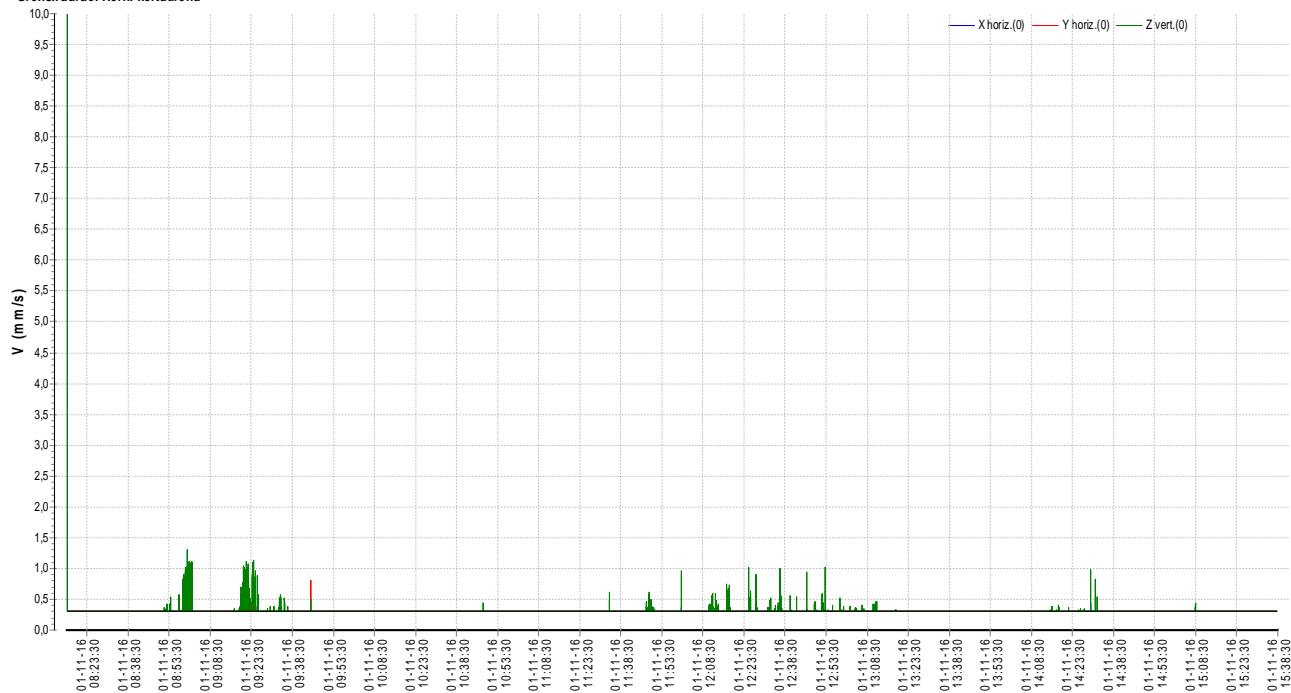

Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS

Bijlage 2

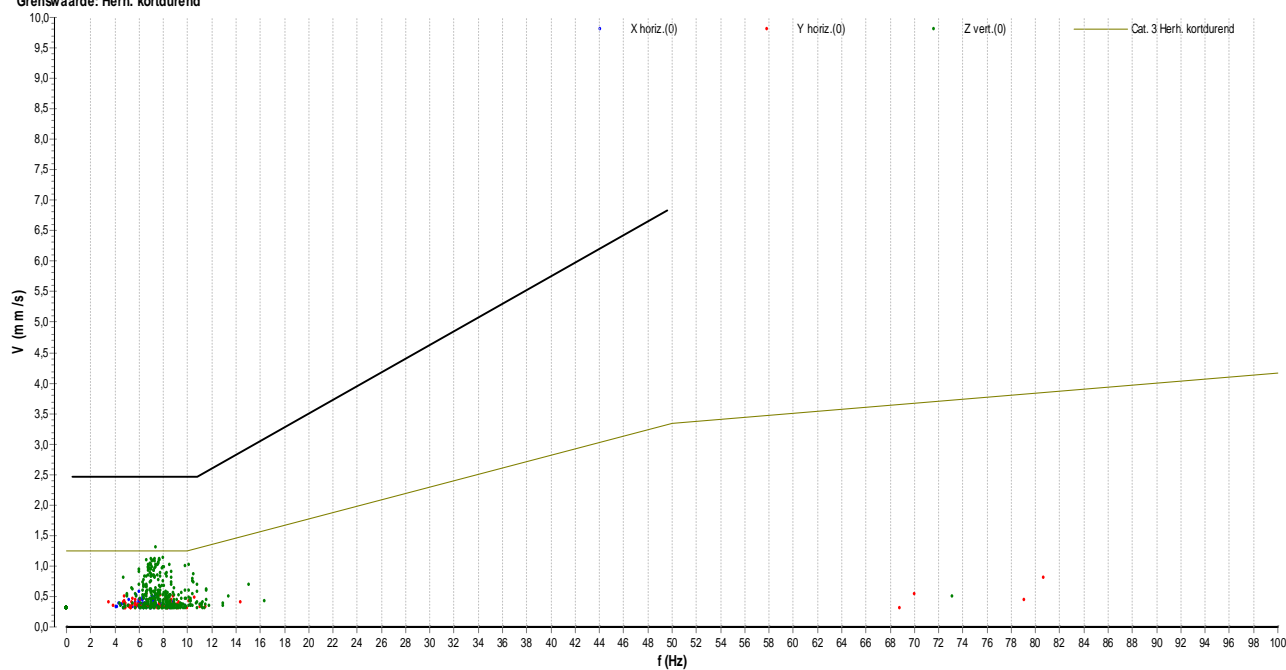



Wiertsema & Partners
RAADGEVEND INGENIEURS


Meetset 57
 Rekenwaarde: Indicatief
 Grenswaarde: Herh. kortdurend



Rekenwaarde: Indicatief
 Grenswaarde: Herh. kortdurend



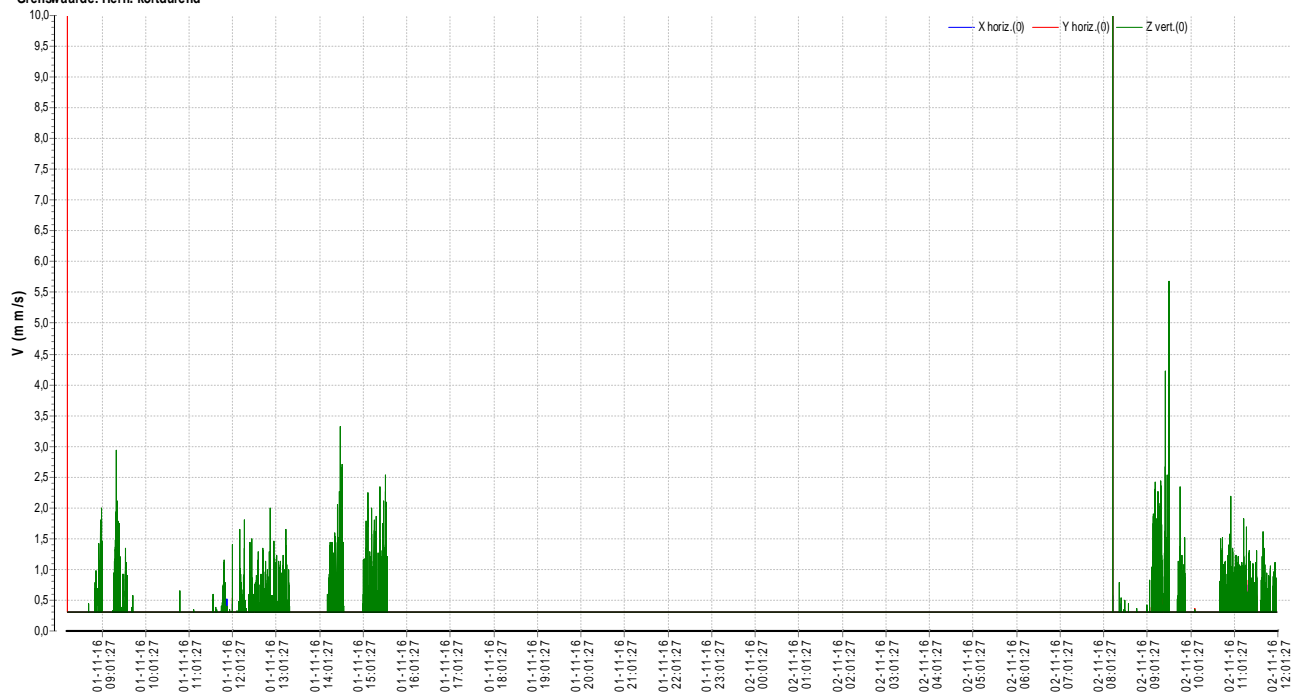
Kast 57– d.d. 1-11-2016
 Meting ter plaatsen van meetpunt 15WA

Resultaten Trillingsmetingen

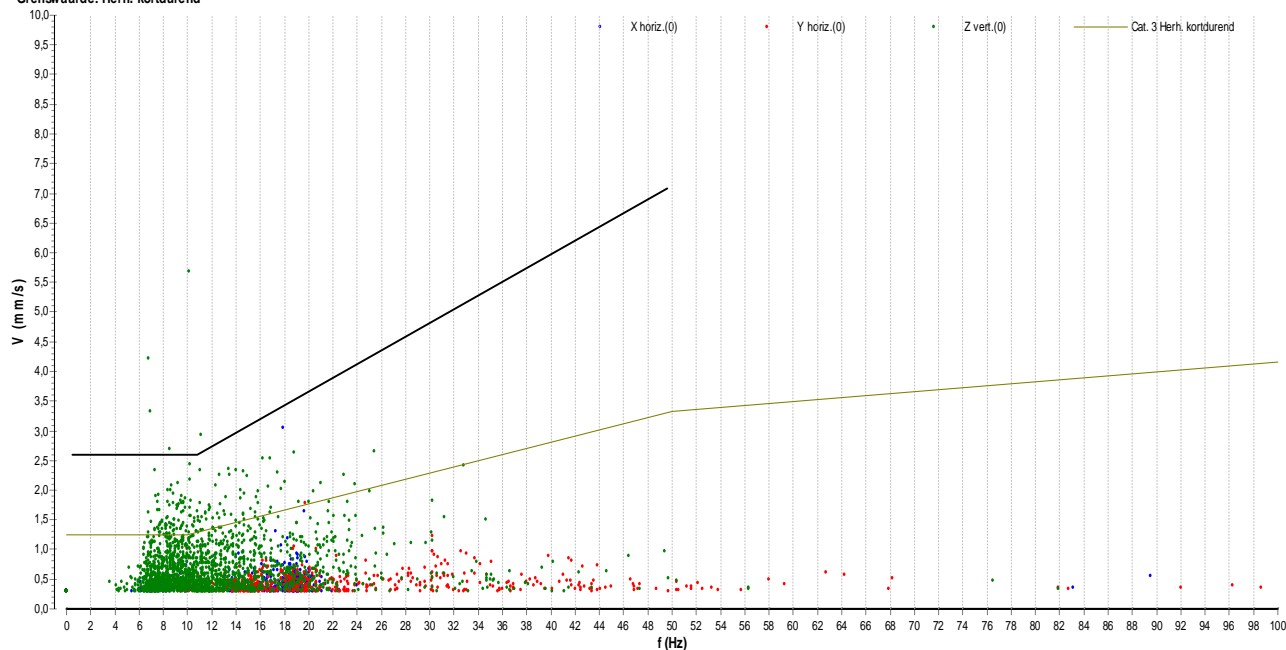
Project: VN-58203-1
 Rak 15 West



Meetset 56
 Rekenwaarde: Indicatief
 Grenswaarde: Herh. kortdurend



Meetset 56
 Rekenwaarde: Indicatief
 Grenswaarde: Herh. kortdurend



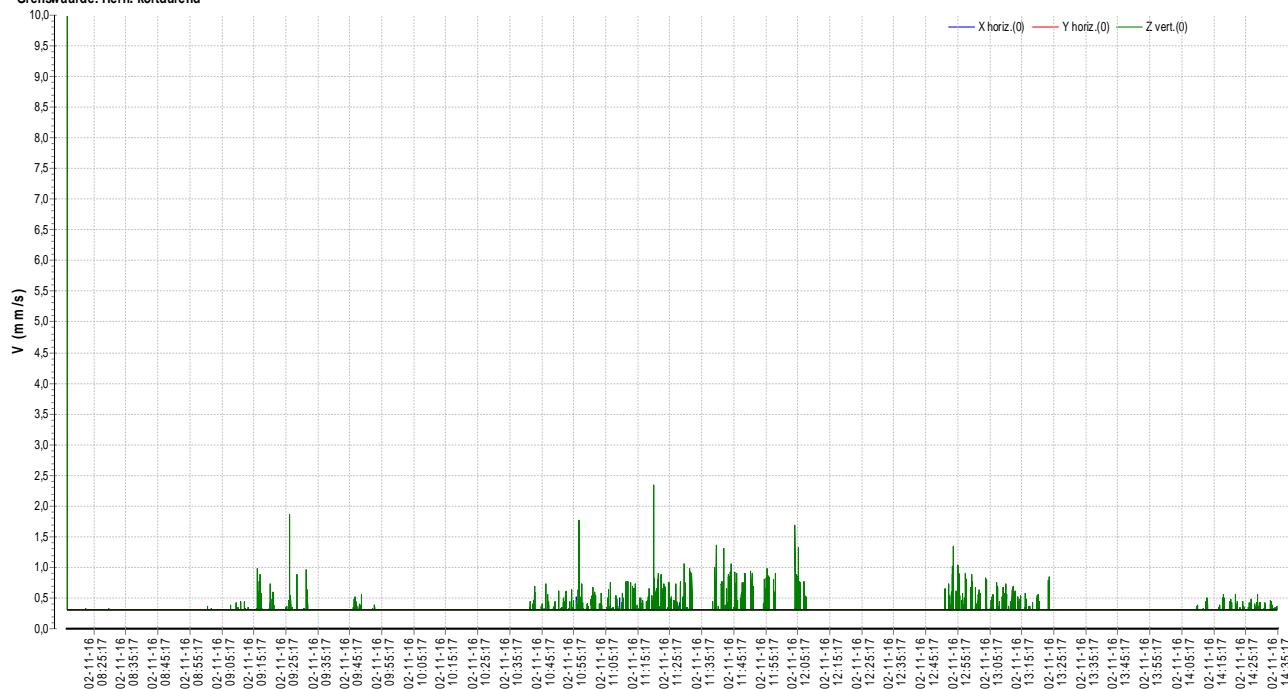
Kast 56– d.d. 1 en 2-11-2016 t/m 11:00
 Meting ter plaatsen van meetpunt 15WB

Resultaten Trillingsmetingen

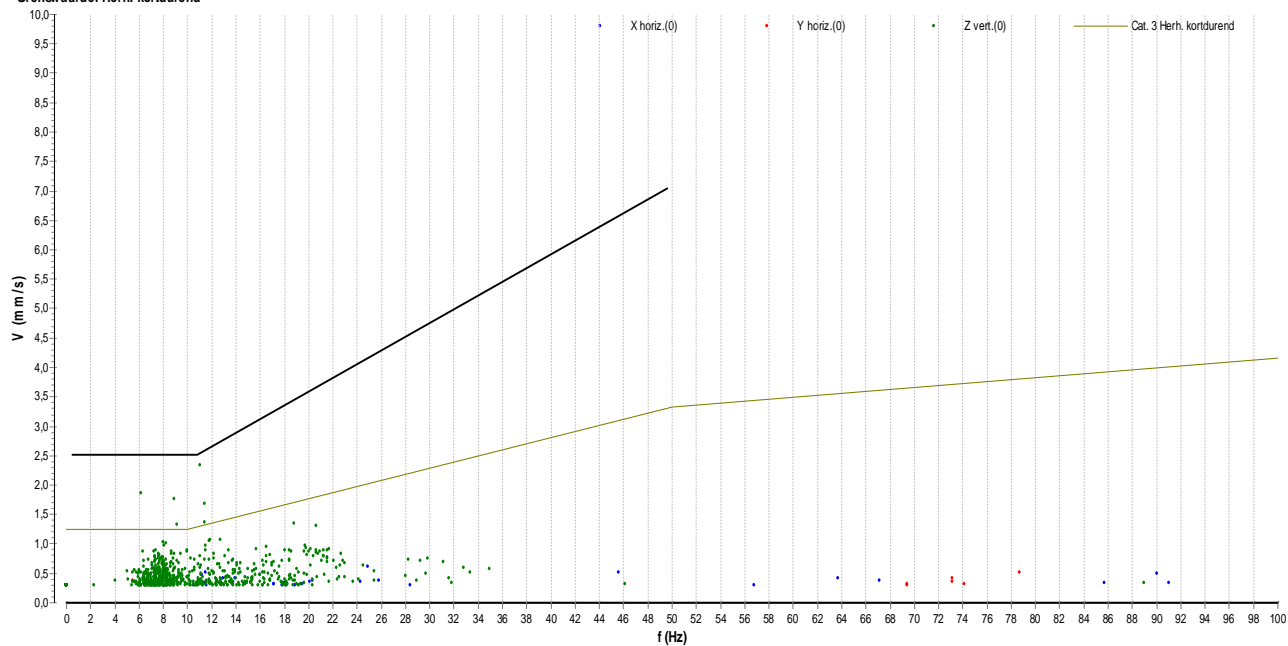
Project: VN-58203-1
 Rak 15 West



Meetset 57
 Rekenwaarde: Indicatief
 Grenswaarde: Herh. kortdurend



Meetset 57
 Rekenwaarde: Indicatief
 Grenswaarde: Herh. kortdurend



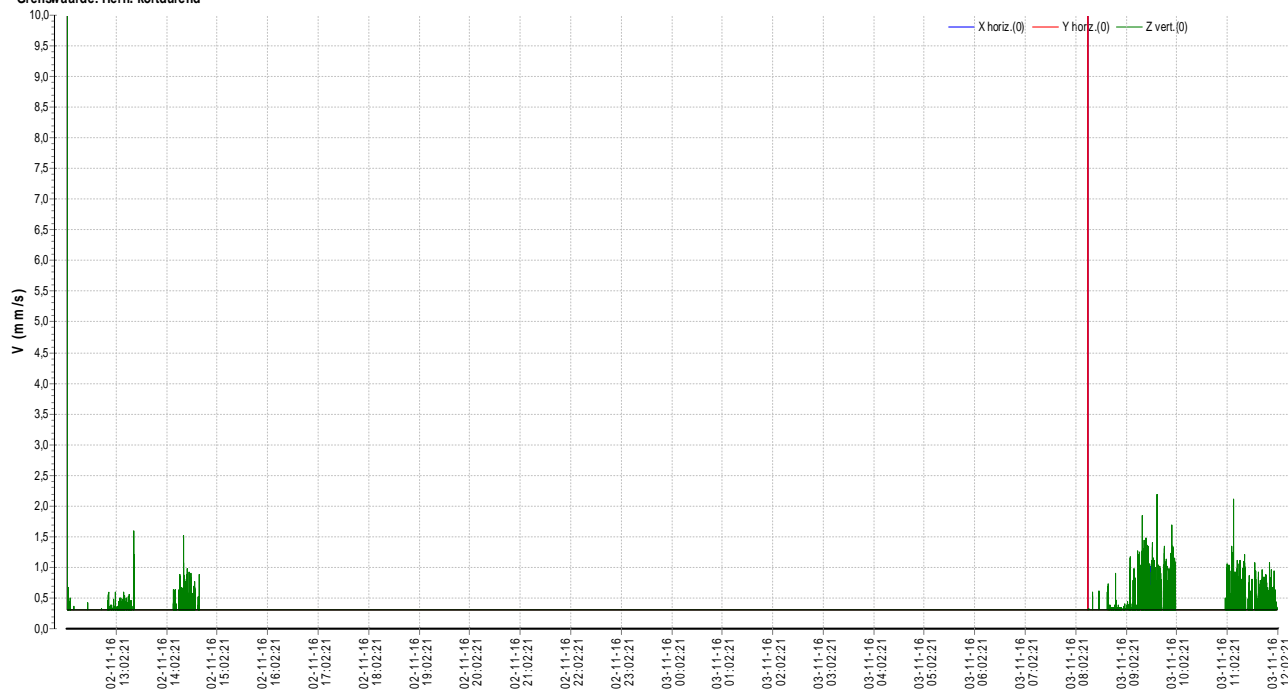
Kast 57– d.d. 2-11-2016
 Meting ter plaatsen van meetpunt 15WC

Resultaten Trillingsmetingen

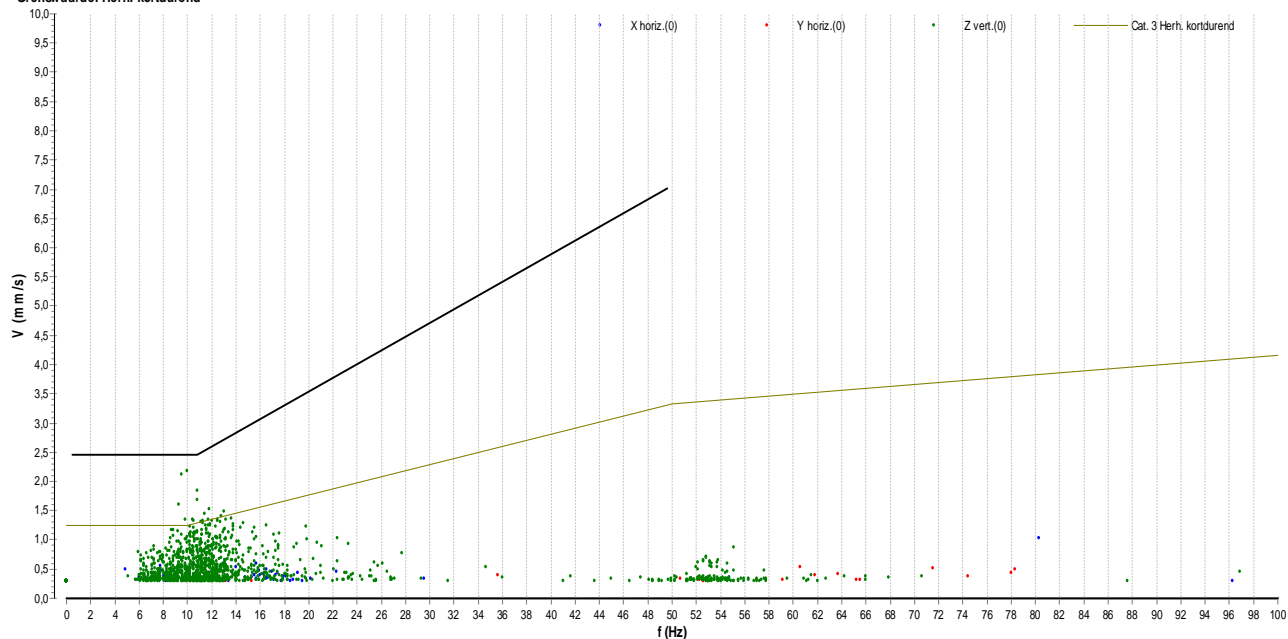
Project: VN-58203-1
 Rak 15 West



Meetset 56
 Rekenwaarde: Indicatief
 Grenswaarde: Herh. kortdurend



Meetset 56
 Rekenwaarde: Indicatief
 Grenswaarde: Herh. kortdurend



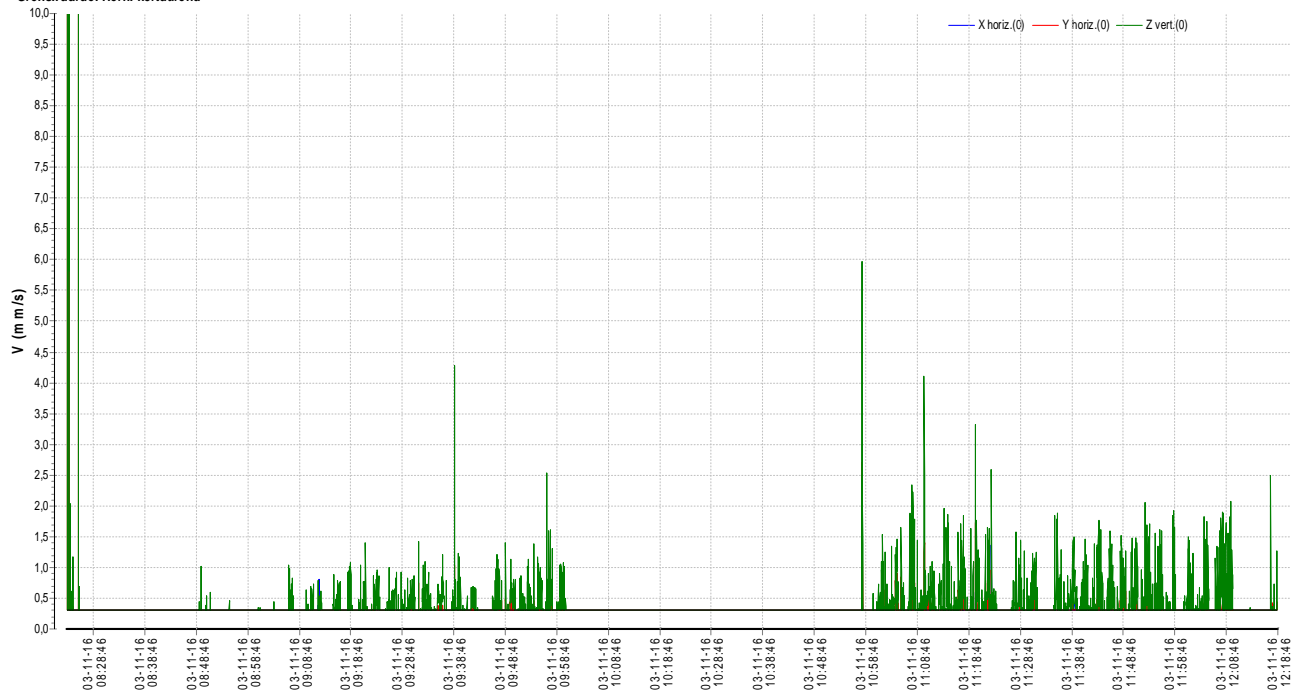
Kast 56– d.d. 2-11 vanaf 11:00 t/m 3-11-2016
 Meting ter plaatsen van meetpunt 15WD

Resultaten Trillingsmetingen

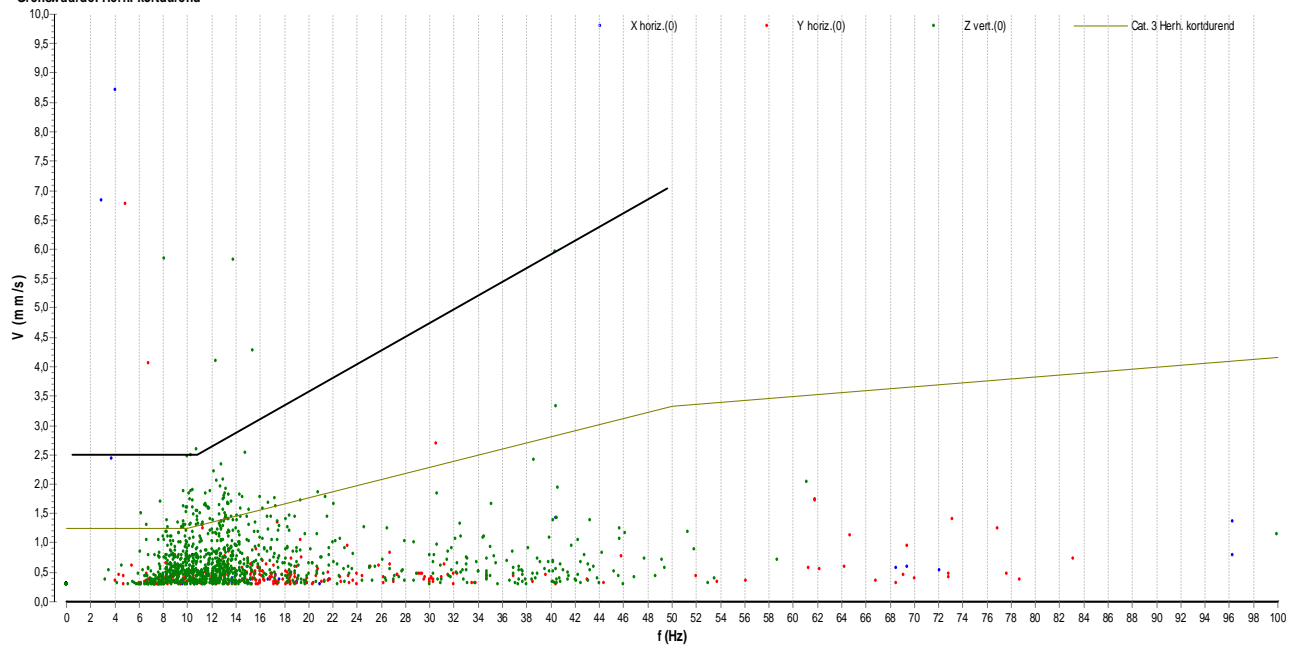
Project: VN-58203-1
 Rak 15 West



Meetset 57
 Rekenwaarde: Indicatief
 Grenswaarde: Herh. kortdurend



Meetset 57
 Rekenwaarde: Indicatief
 Grenswaarde: Herh. kortdurend



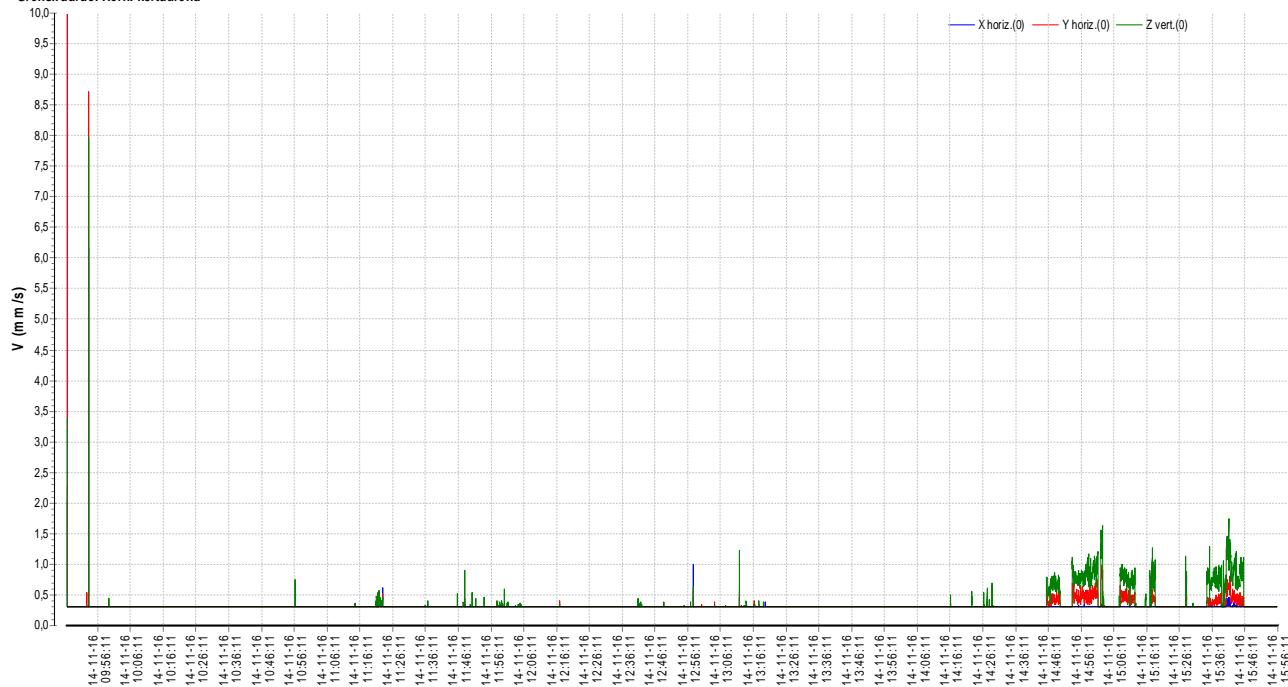
Kast 57– d.d. 3-11-2016
 Meting ter plaatsen van meetpunt 15WE

Resultaten Trillingsmetingen

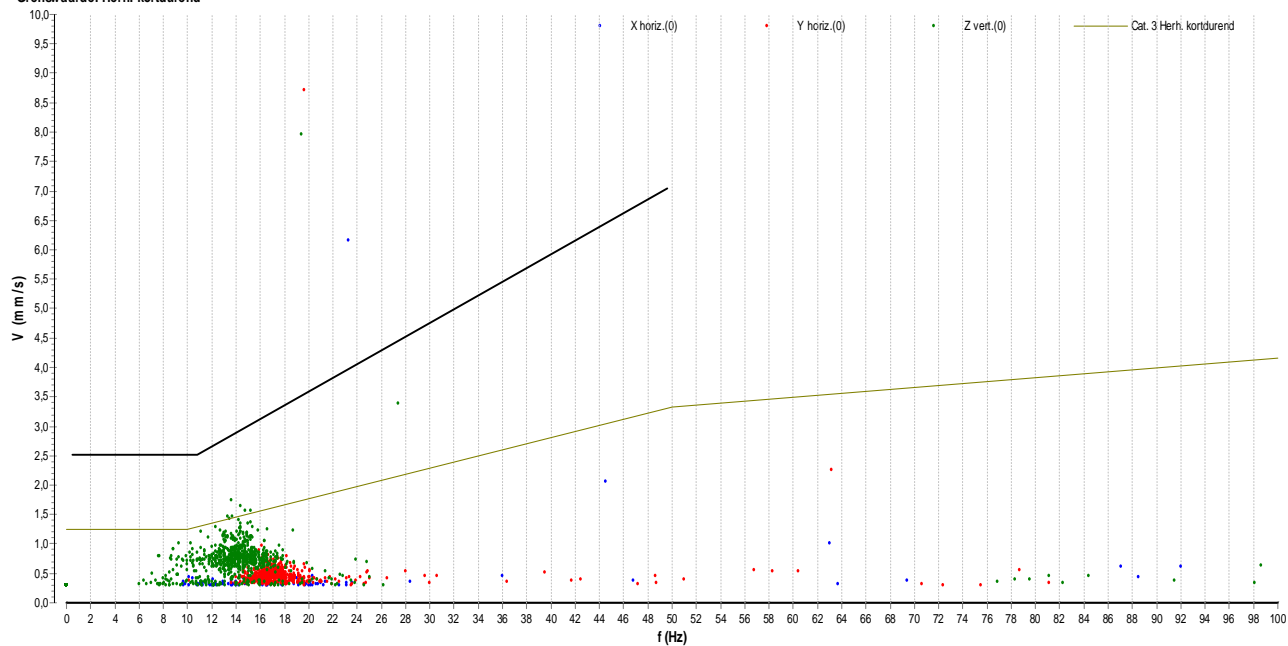
Project: VN-58203-1
 Rak 15 West



Meetset 56
 Rekenwaarde: Indicatief
 Grenswaarde: Herh. kortdurend



Meetset 56
 Rekenwaarde: Indicatief
 Grenswaarde: Herh. kortdurend



Kast 56 – d.d. 14-11-2016
 Meting ter plaatsen van meetpunt de Boog

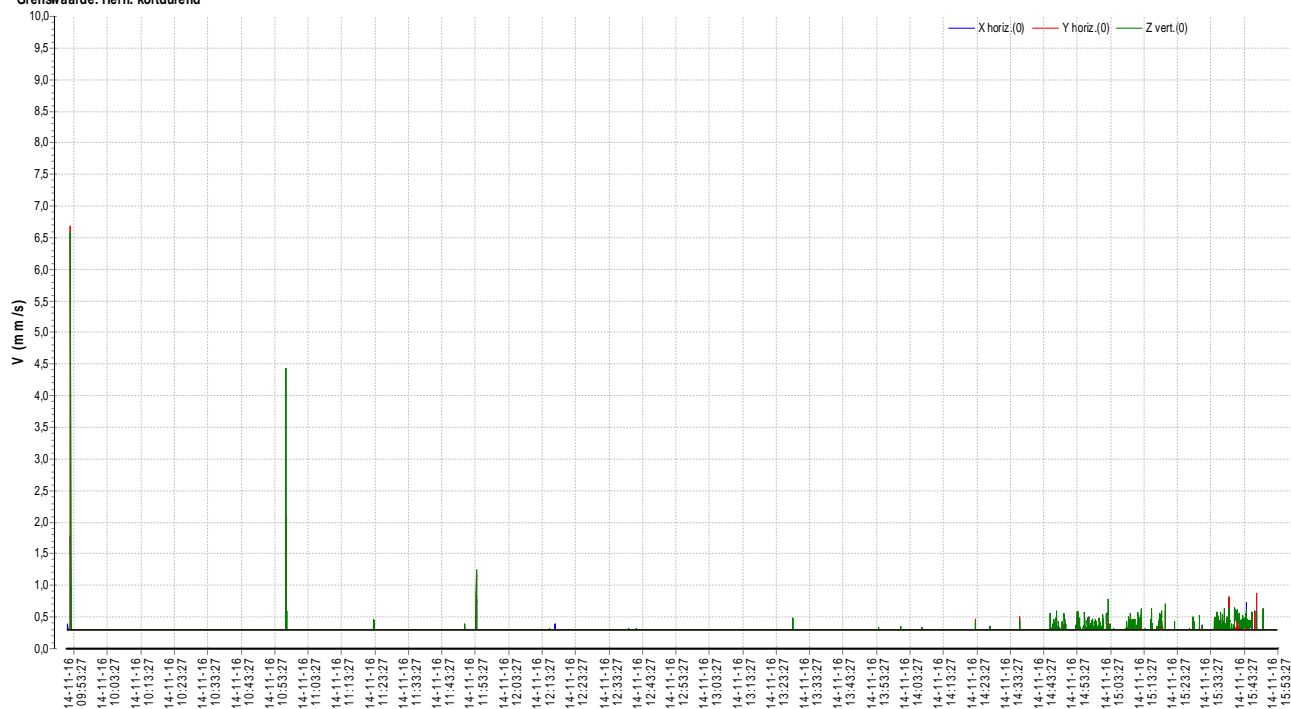
Resultaten Trillingsmetingen

Project: VN-58203-1
 Rak 15 West



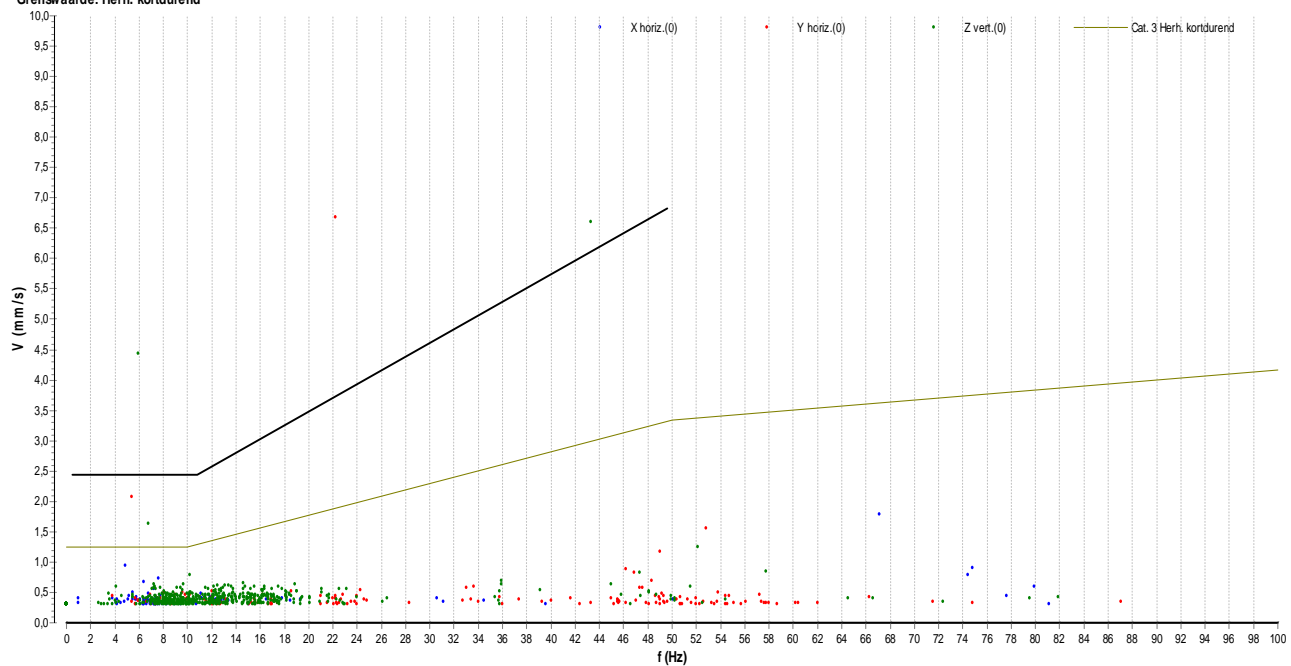
Meetset 57

Grenswaarde: Herh. kortdurend



Meetset 57

Grenswaarde: Herh. kortdurend



Kast 57– d.d. 14-11-2016

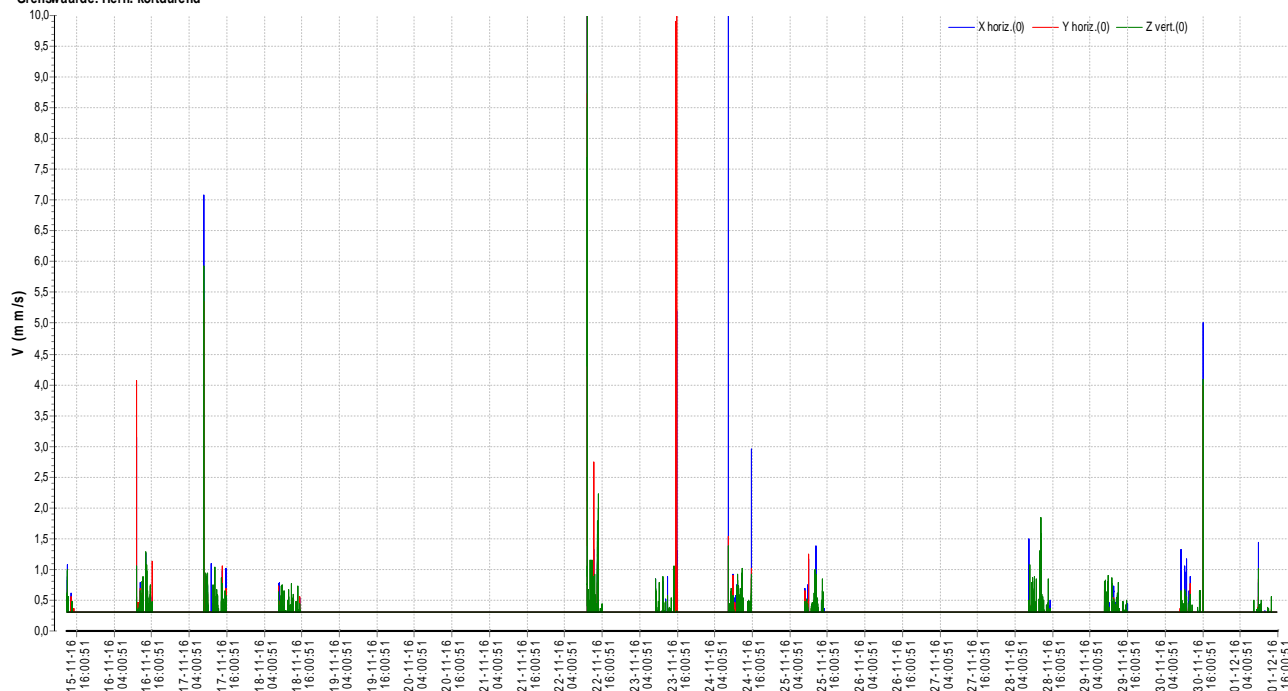
Meting ter plaatsen van meetpunt Volkersbrug

Resultaten Trillingsmetingen

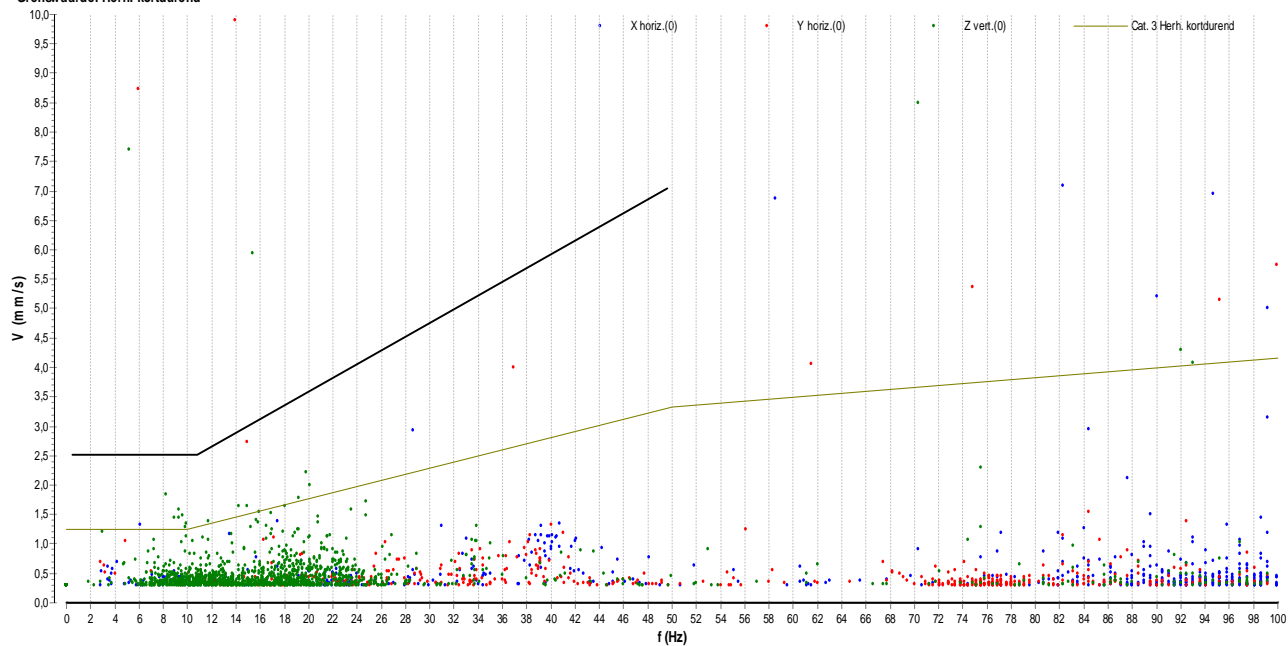
Project: VN-58203-1
Rak 15 West



Meetset 56
 Rekenwaarde: Indicatief
 Grenswaarde: Herh. kortdurend



Meetset 56
 Rekenwaarde: Indicatief
 Grenswaarde: Herh. kortdurend



Kast 56 – d.d. 15-11-2016 t/m 01-12-2016
 Meting ter plaatsen van meetpunt 15WB

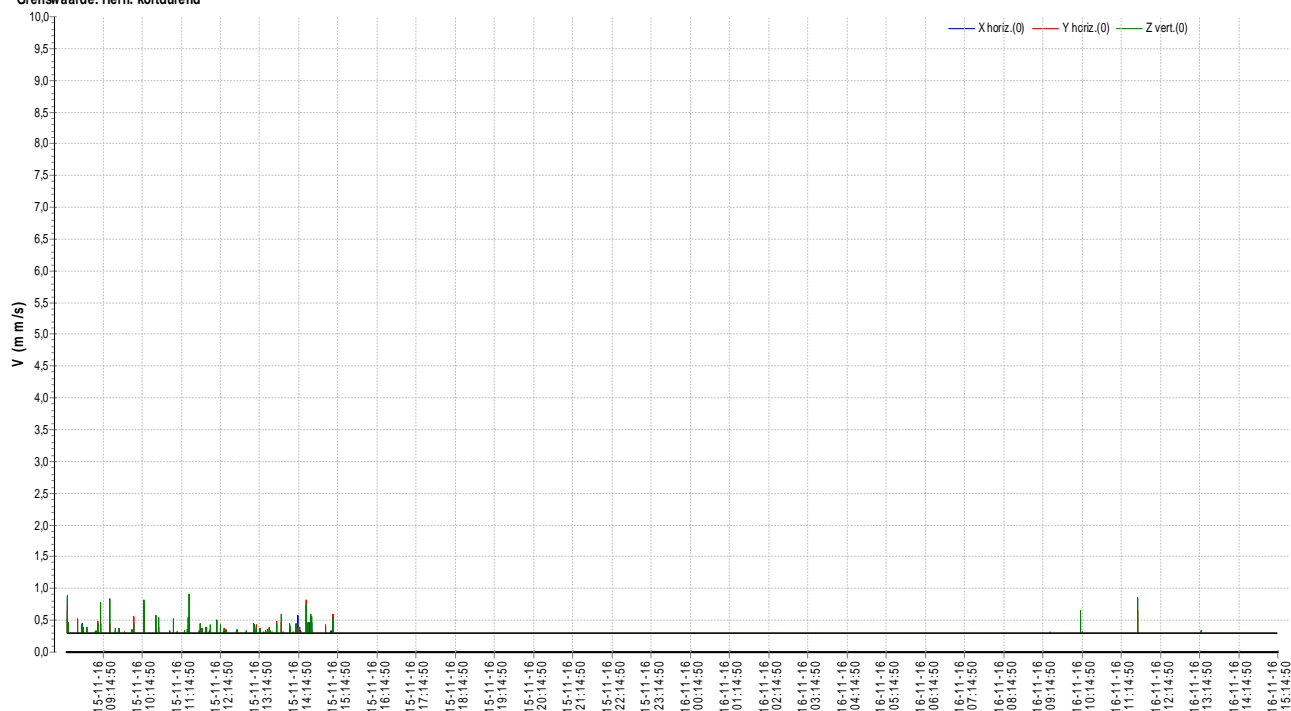
Resultaten Trillingsmetingen

Project: VN-58203-1
 Rak 15 West



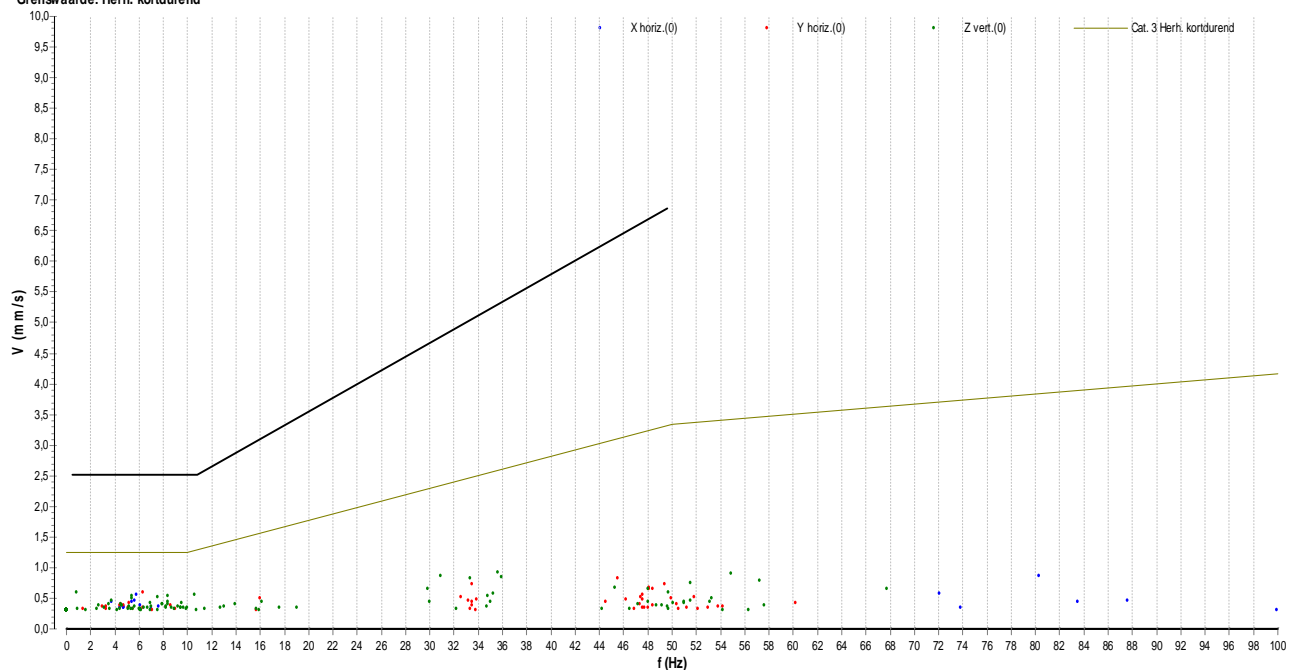
Meetset 57

Grenswaarde: Herh. kortdurend



Meetset 57

Grenswaarde: Herh. kortdurend



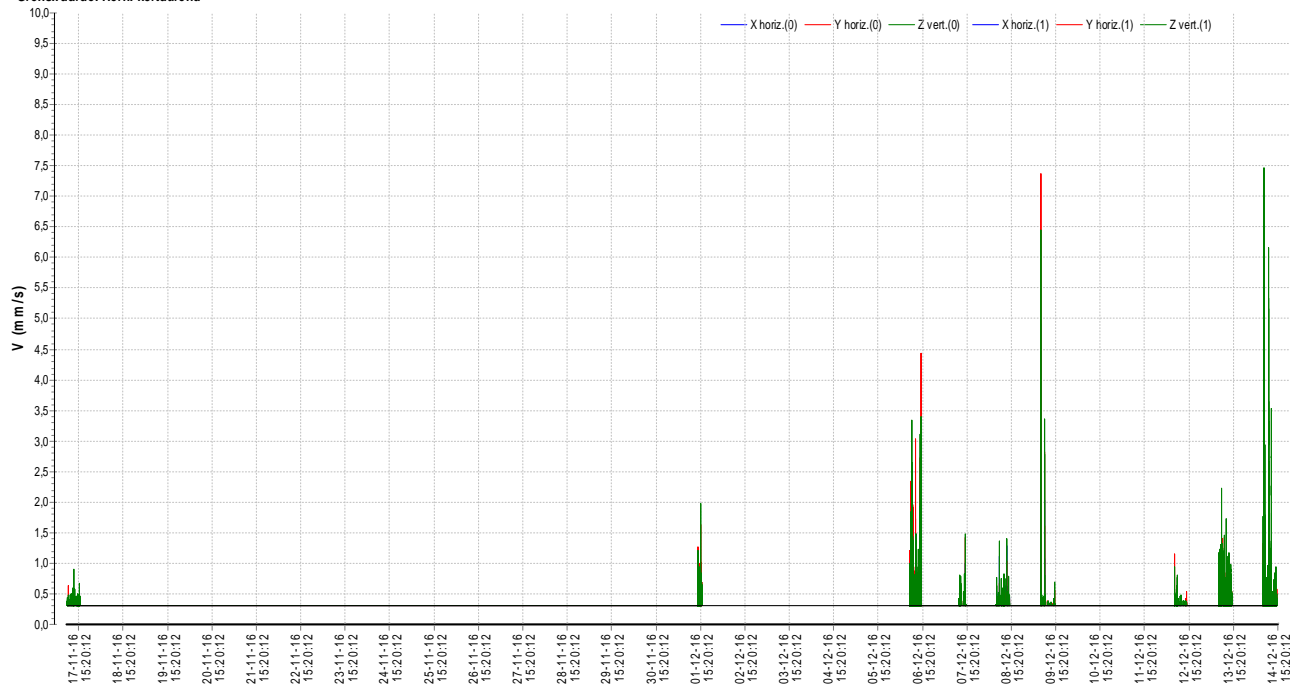
Kast 57– d.d. 15-11-2016 t/m 16-11-2016
Meting ter plaatsen van meetpunt 15WA

Resultaten Trillingsmetingen

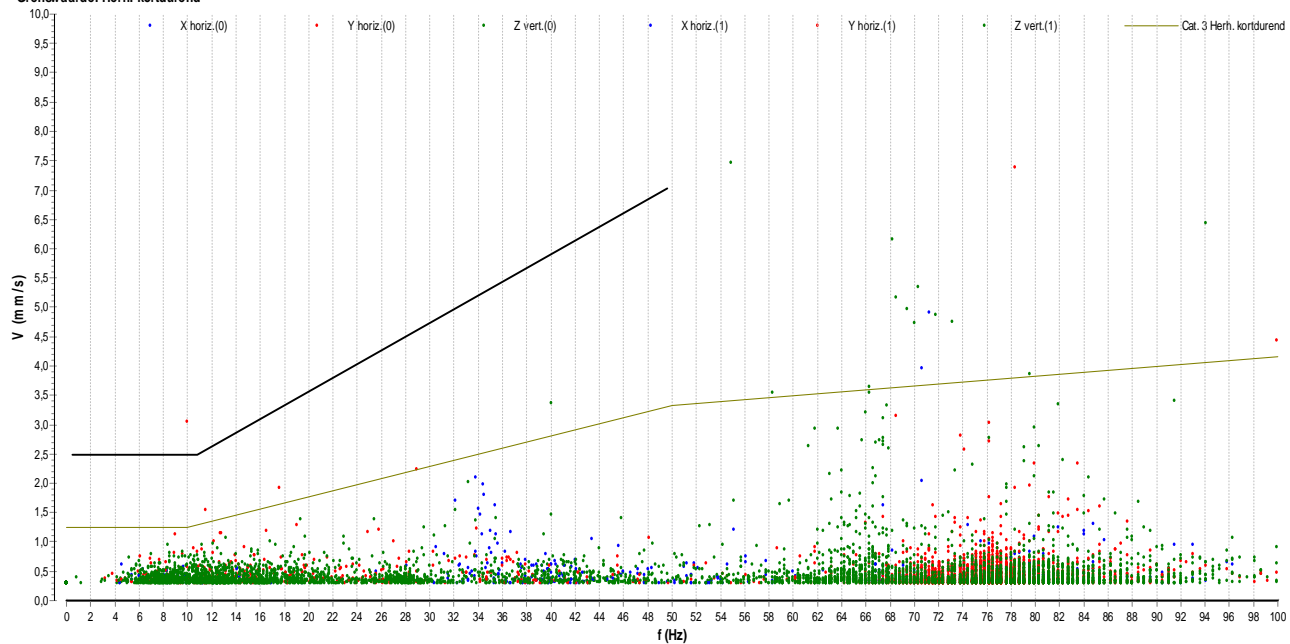
Project: VN-58203-1
Rak 15 West



Meetset 57
 Rekenwaarde: Indicatief
 Grenswaarde: Herh. kortdurend



Meetset 57
 Rekenwaarde: Indicatief
 Grenswaarde: Herh. kortdurend



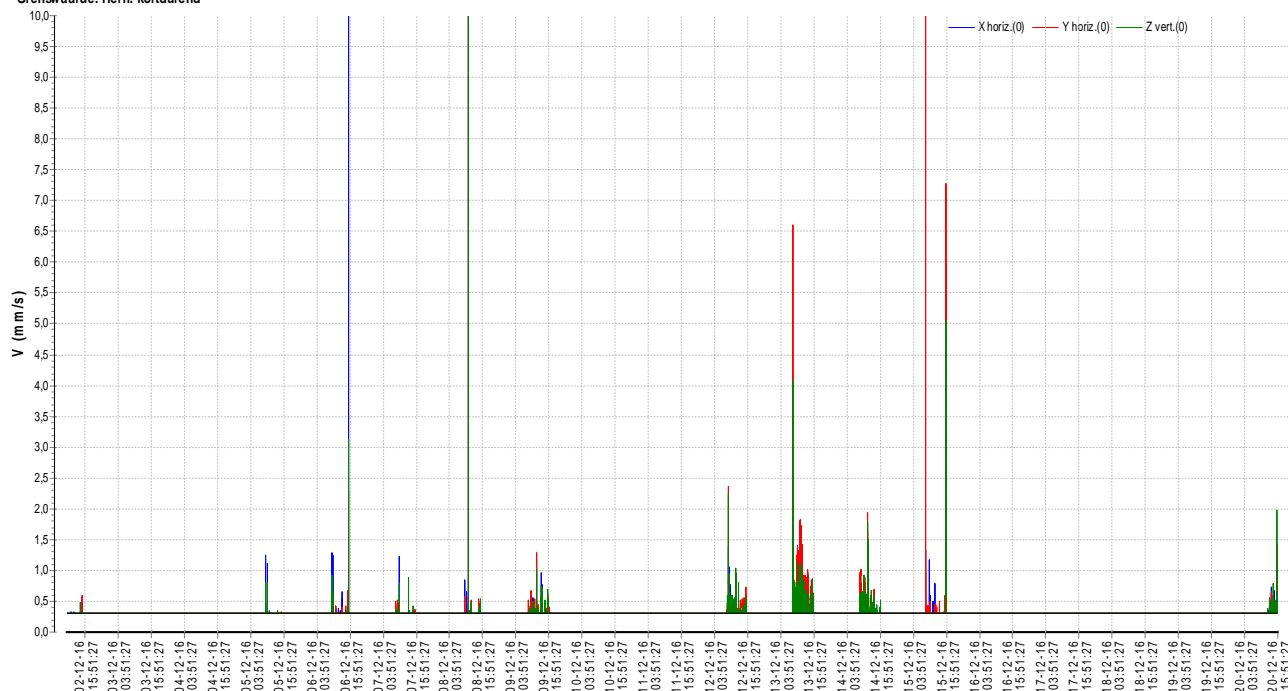
Kast 57– d.d. 17-11-2016 t/m 14-12-2016
 Meting ter plaatsen van meetpunt 15WC

Resultaten Trillingsmetingen

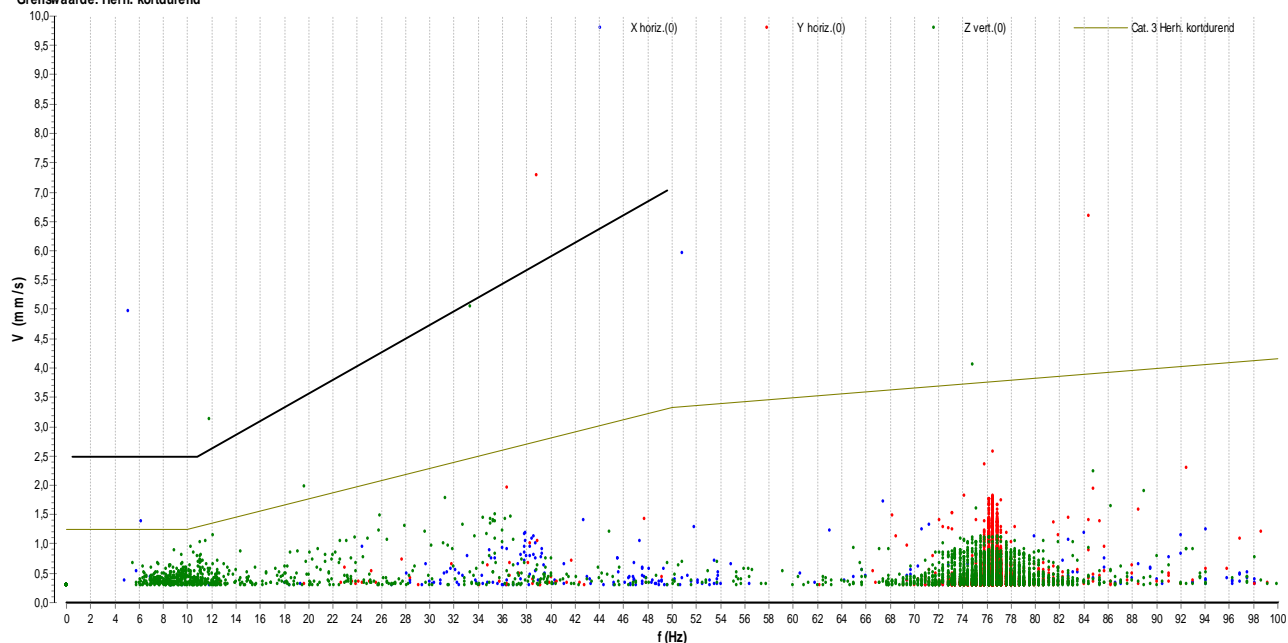
Project: VN-58203-1
 Rak 15 West



Meetset 56
 Rekenwaarde: Indicatief
 Grenswaarde: Herh. kortdurend



Meetset 56
 Rekenwaarde: Indicatief
 Grenswaarde: Herh. kortdurend



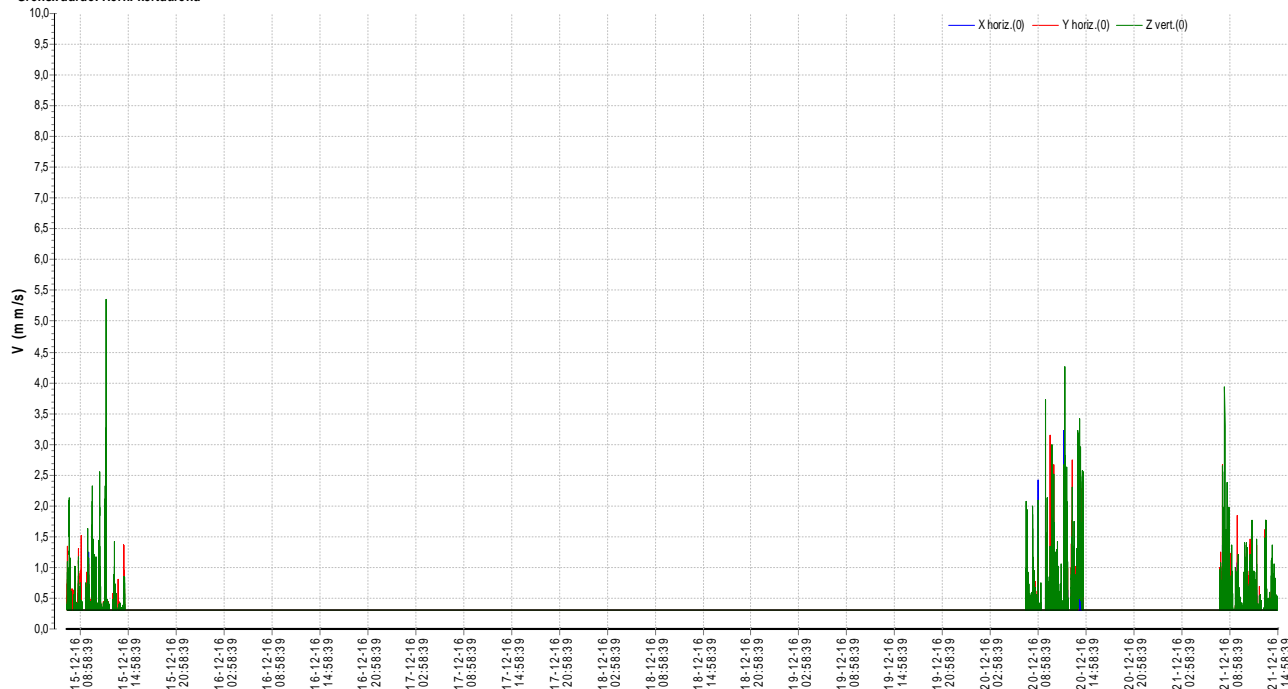
Kast 56 – d.d. 02-12-2016 t/m 20-12-2016
 Meting ter plaatsen van meetpunt 15WD

Resultaten Trillingsmetingen

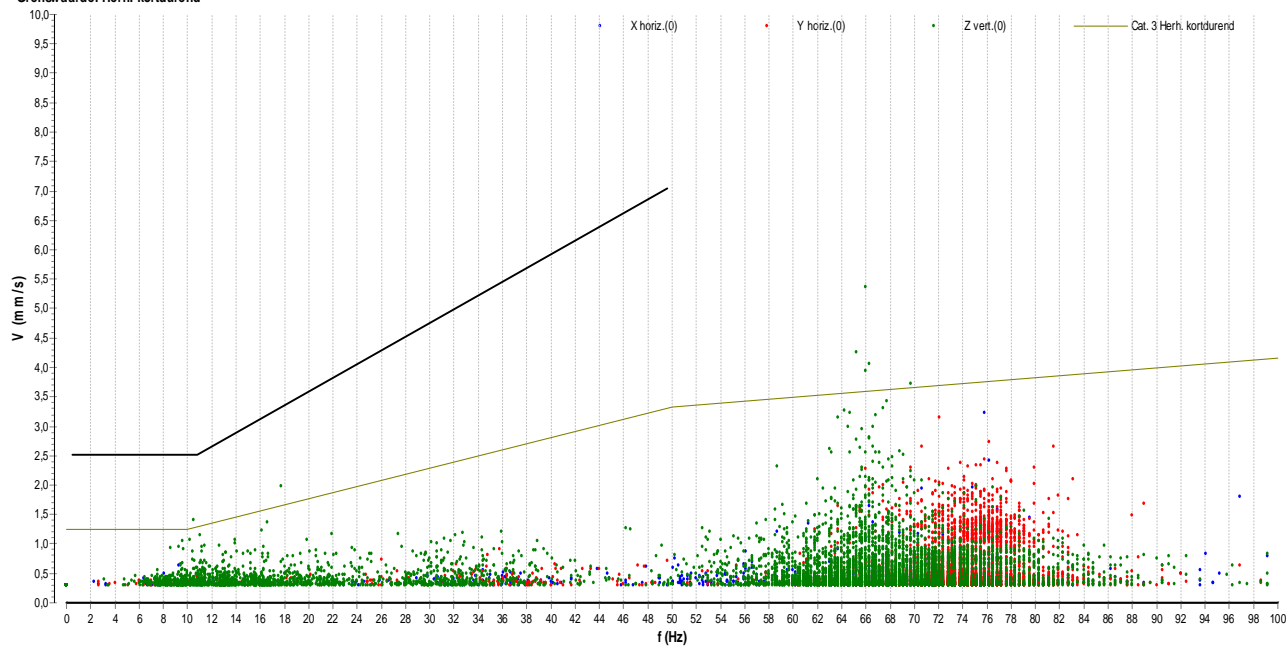
Project: VN-58203-1
 Rak 15 West



Meetset 57
 Rekenwaarde: Indicatief
 Grenswaarde: Herh. kortdurend



Meetset 57
 Rekenwaarde: Indicatief
 Grenswaarde: Herh. kortdurend



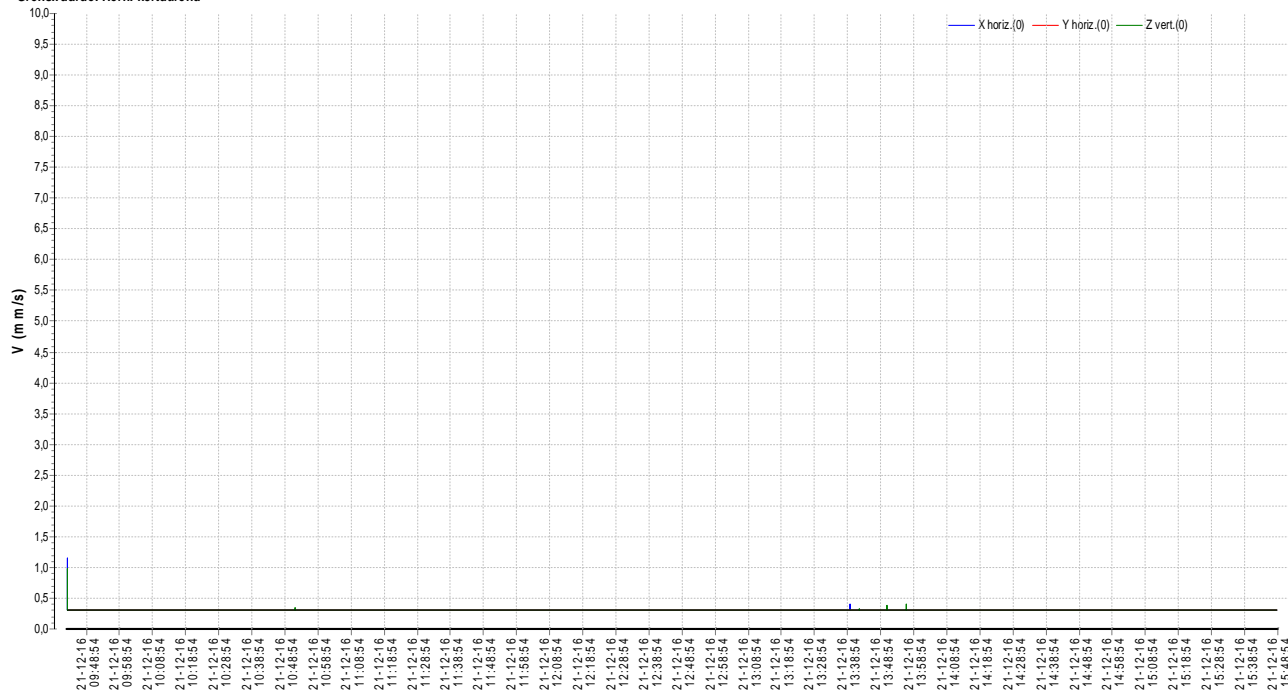
Kast 57– d.d. 15-12-2016 t/m 22-12-2016
 Meting ter plaatsen van meetpunt 15WE

Resultaten Trillingsmetingen

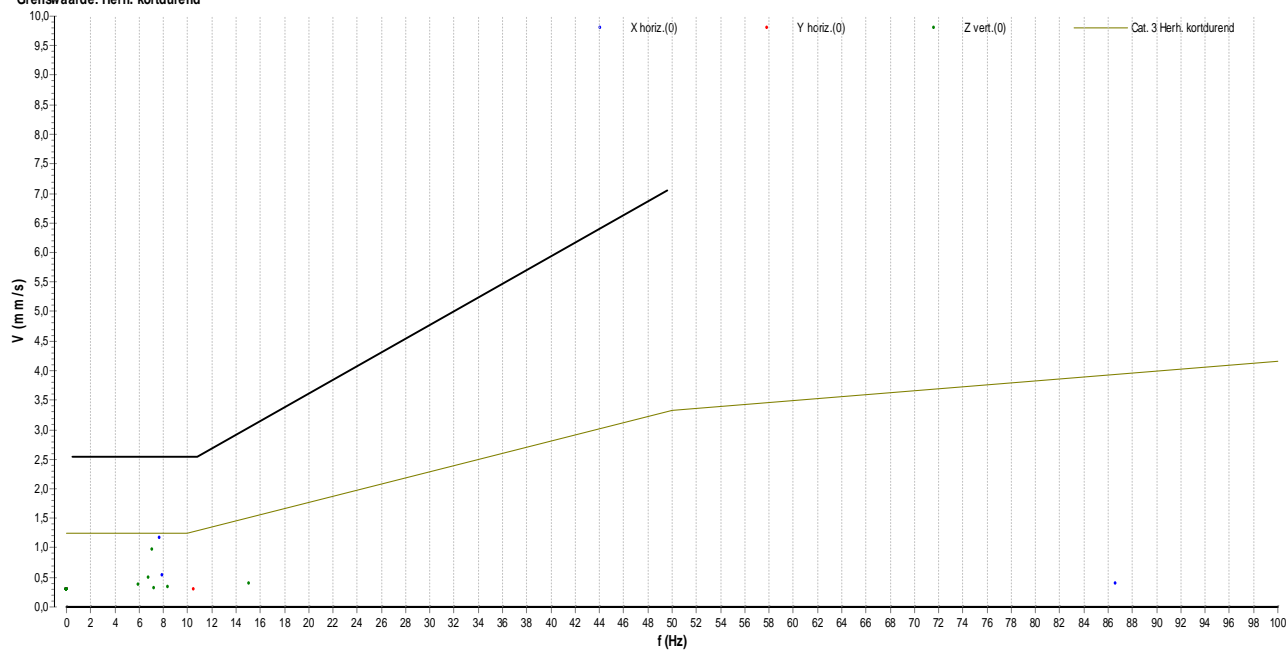
Project: VN-58203-1
 Rak 15 West



Meetset 56
 Rekenwaarde: Indicatief
 Grenswaarde: Herh. kortdurend



Meetset 56
 Rekenwaarde: Indicatief
 Grenswaarde: Herh. kortdurend



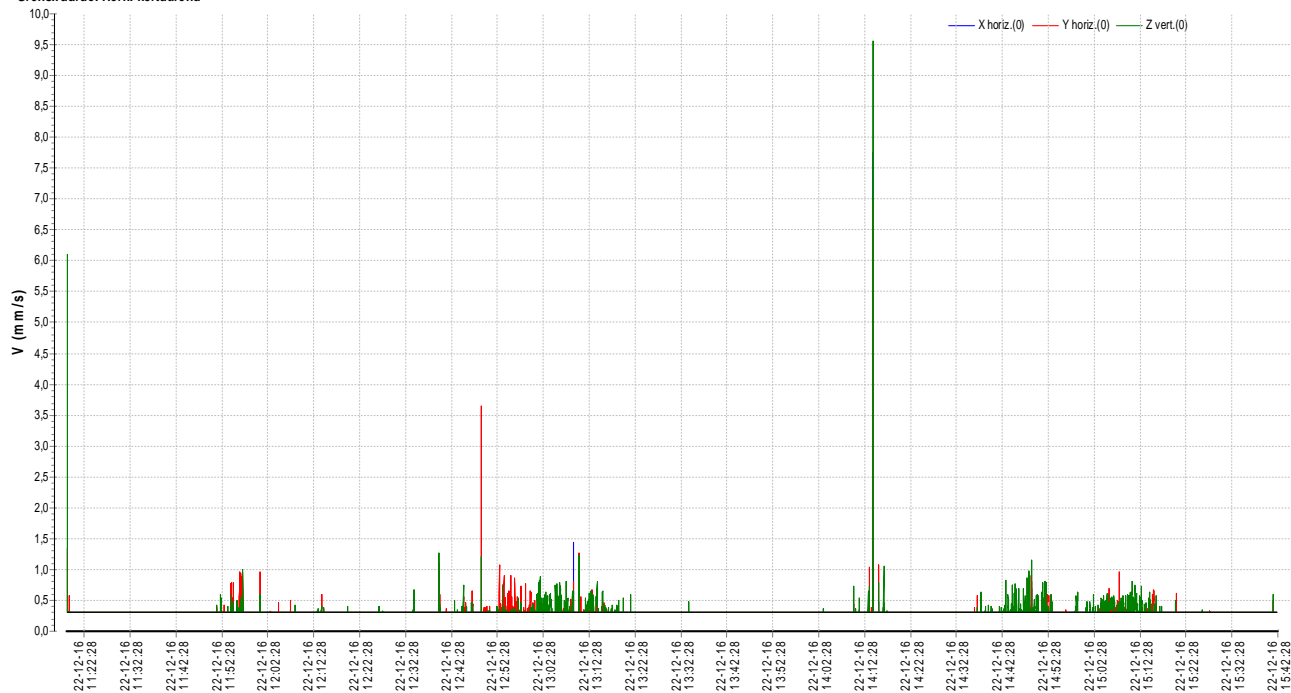
Kast 56 – d.d. 21-12-2016
 Meting ter plaatsen van meetpunt 15WA

Resultaten Trillingsmetingen

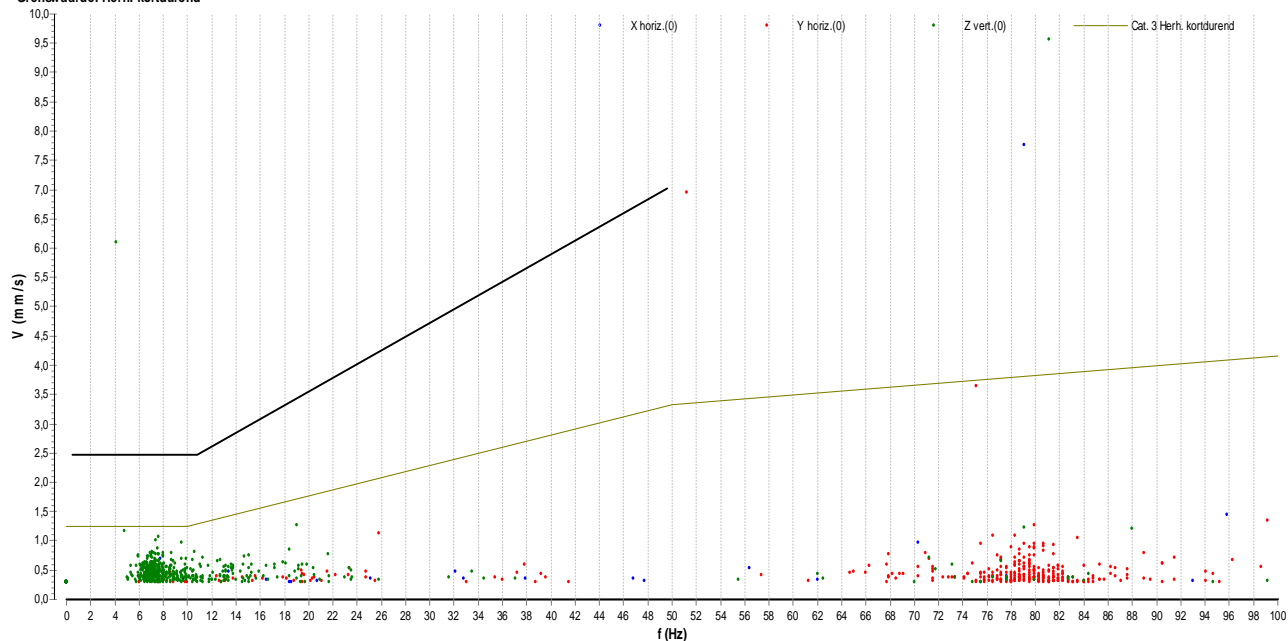
Project: VN-58203-1
 Rak 15 West



Meetset 56
 Rekenwaarde: Indicatief
 Grenswaarde: Herh. kortdurend



Meetset 56
 Rekenwaarde: Indicatief
 Grenswaarde: Herh. kortdurend



Kast 56 – d.d. 22-12-2016
 Meting ter plaatsen van meetpunt 15WB

Resultaten Trillingsmetingen

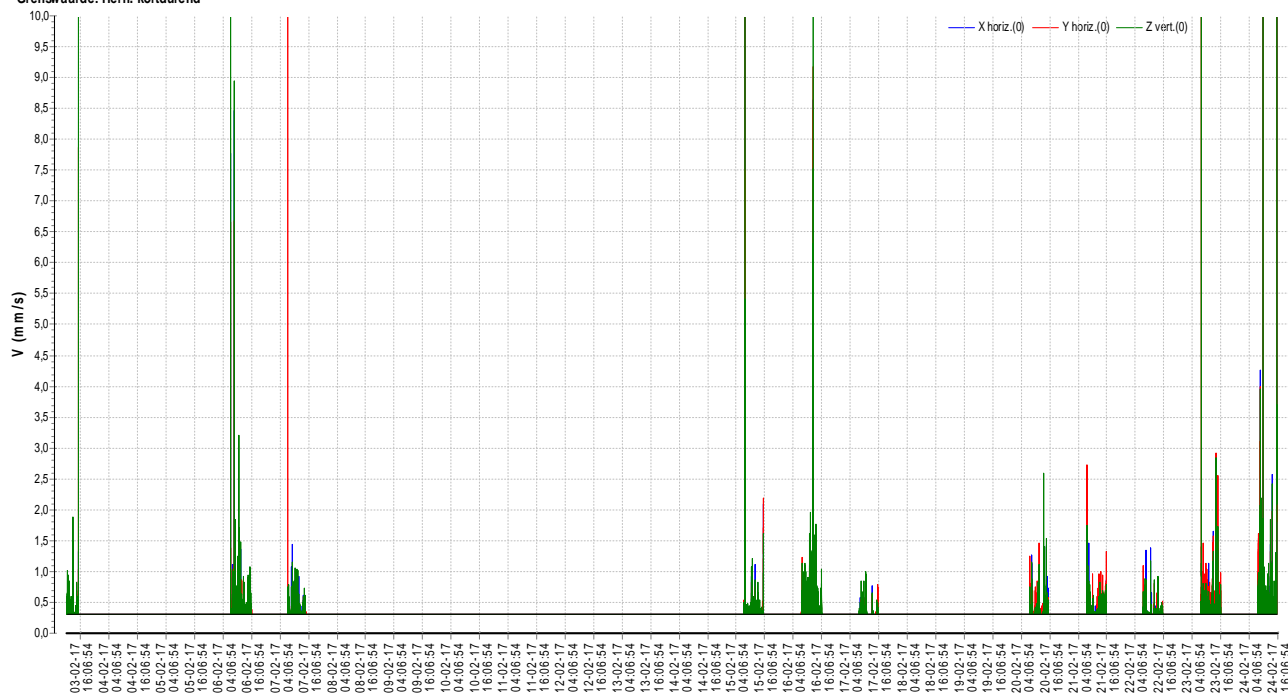
Project: VN-58203-1
 Rak 15 West



Meetset 57

Rekenwaarde: Indicatief

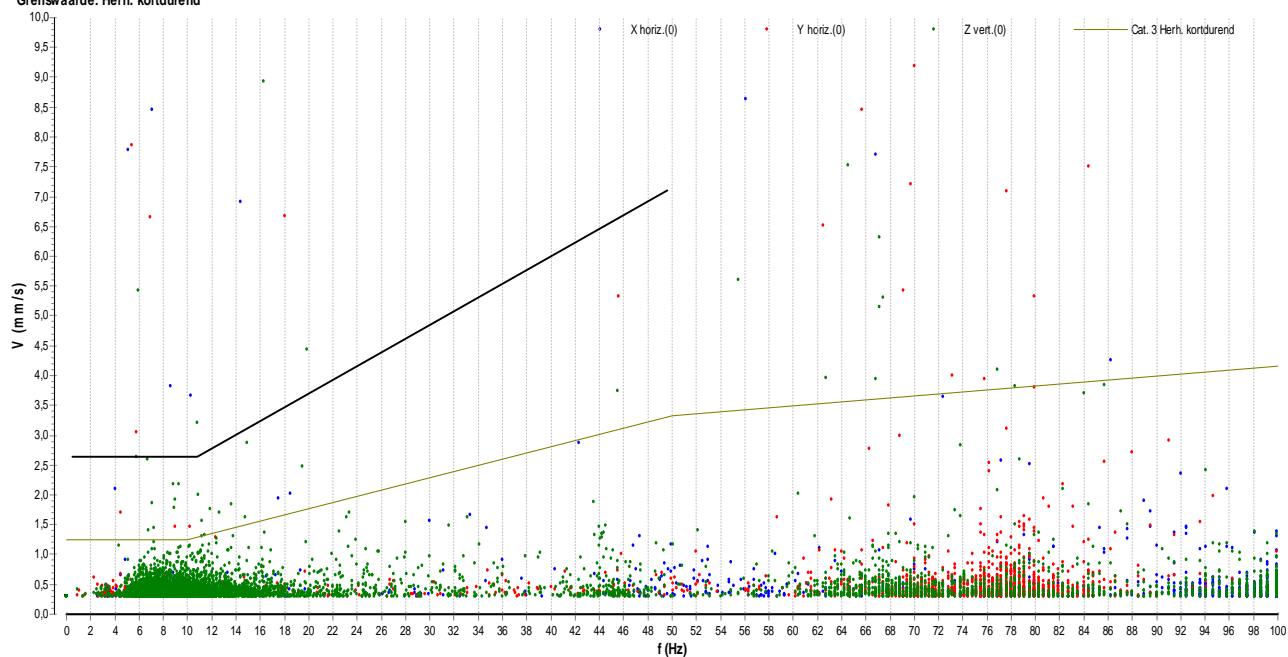
Grenswaarde: Herh. kortdurend



Meetset 57

Rekenwaarde: Indicatief

Grenswaarde: Herh. kortdurend



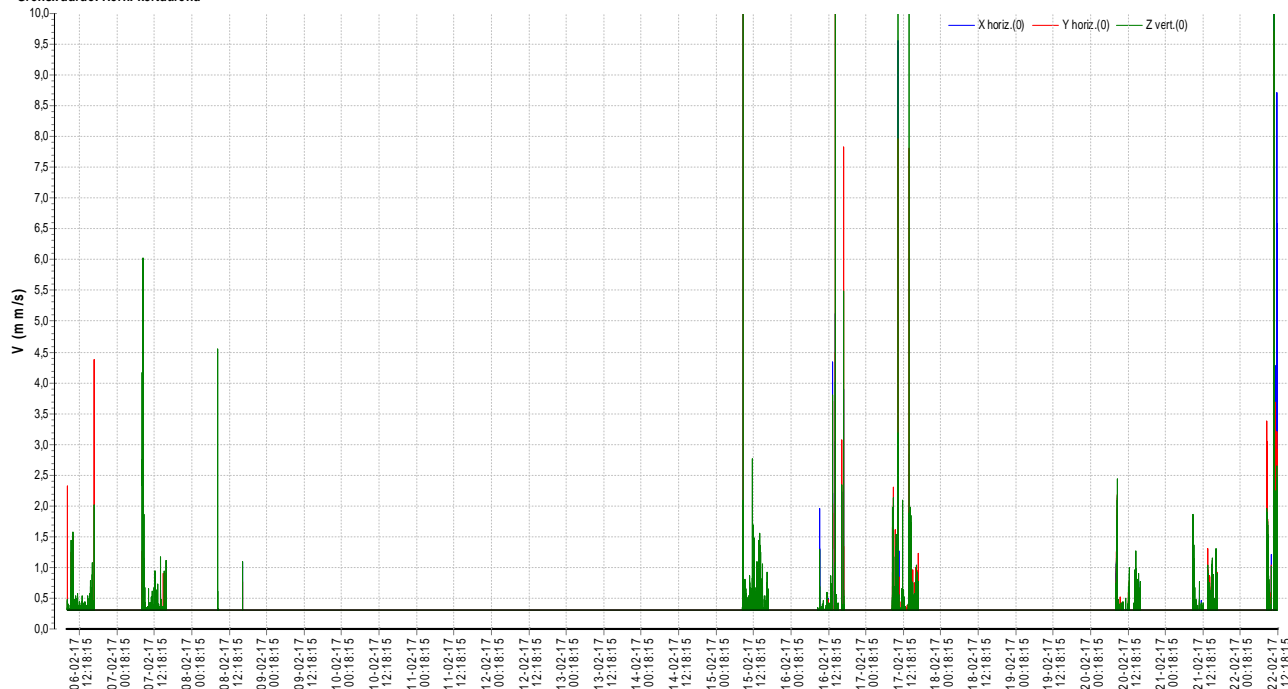
Kast 57– d.d. 2-2-2017 t/m 24-2-2017
Meting ter plaatsen van meetpunt 15WD

Resultaten Trillingsmetingen

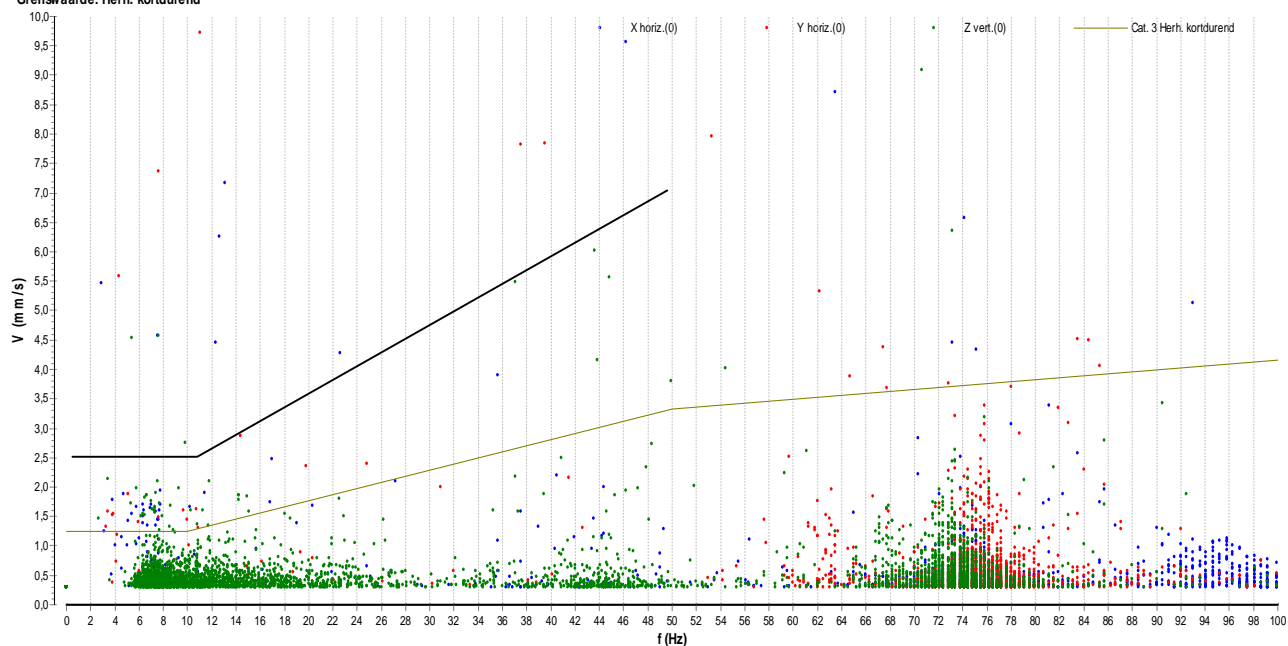
Project: VN-58203-1
Rak 15 West



Meetset 56
 Rekenwaarde: Indicatief
 Grenswaarde: Herh. kortdurend



Meetset 56
 Rekenwaarde: Indicatief
 Grenswaarde: Herh. kortdurend



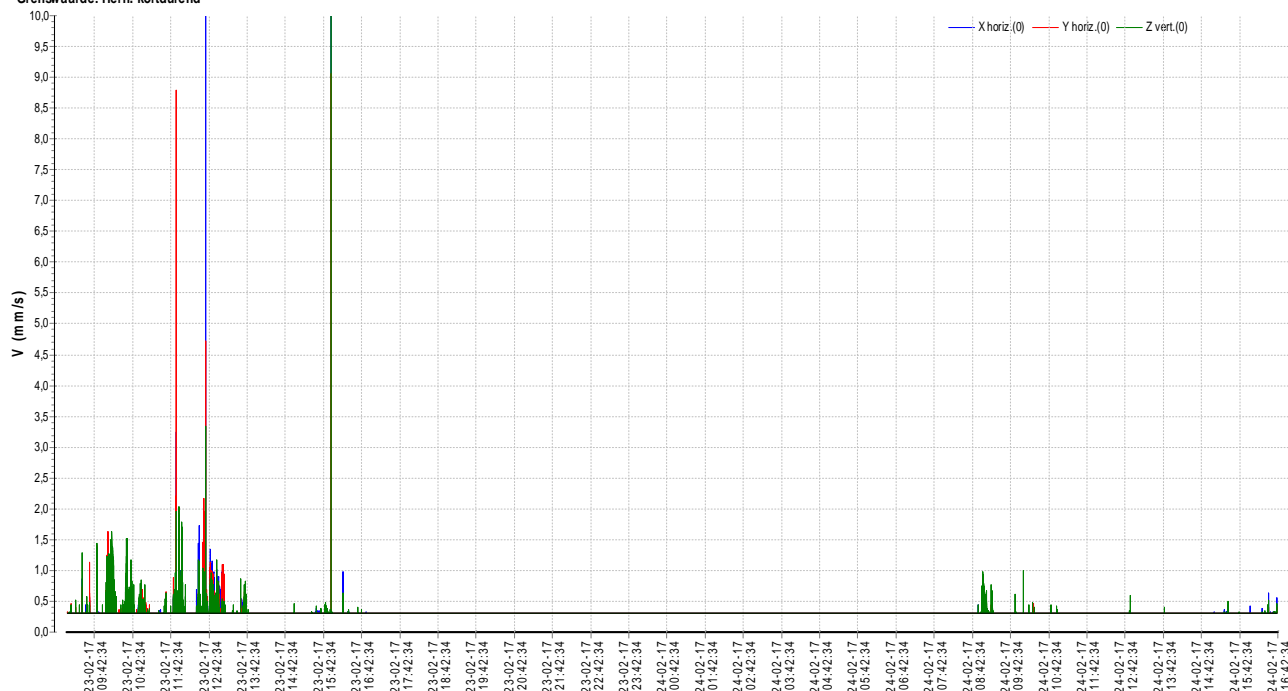
Kast 56 – d.d. 6-2-2017 t/m 22-2-2017
 Meting ter plaatsen van meetpunt 15WE

Resultaten Trillingsmetingen

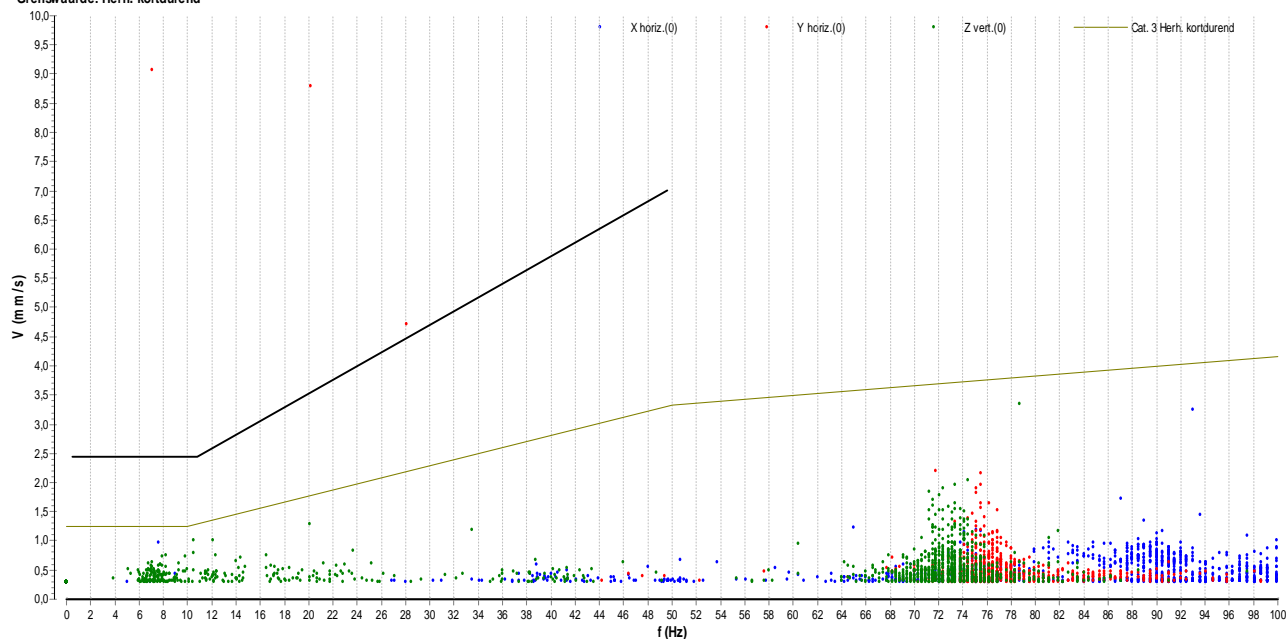
Project: VN-58203-1
 Rak 15 West



Meetset 56
 Rekenwaarde: Indicatief
 Grenswaarde: Herh. kortdurend



Meetset 56
 Rekenwaarde: Indicatief
 Grenswaarde: Herh. kortdurend



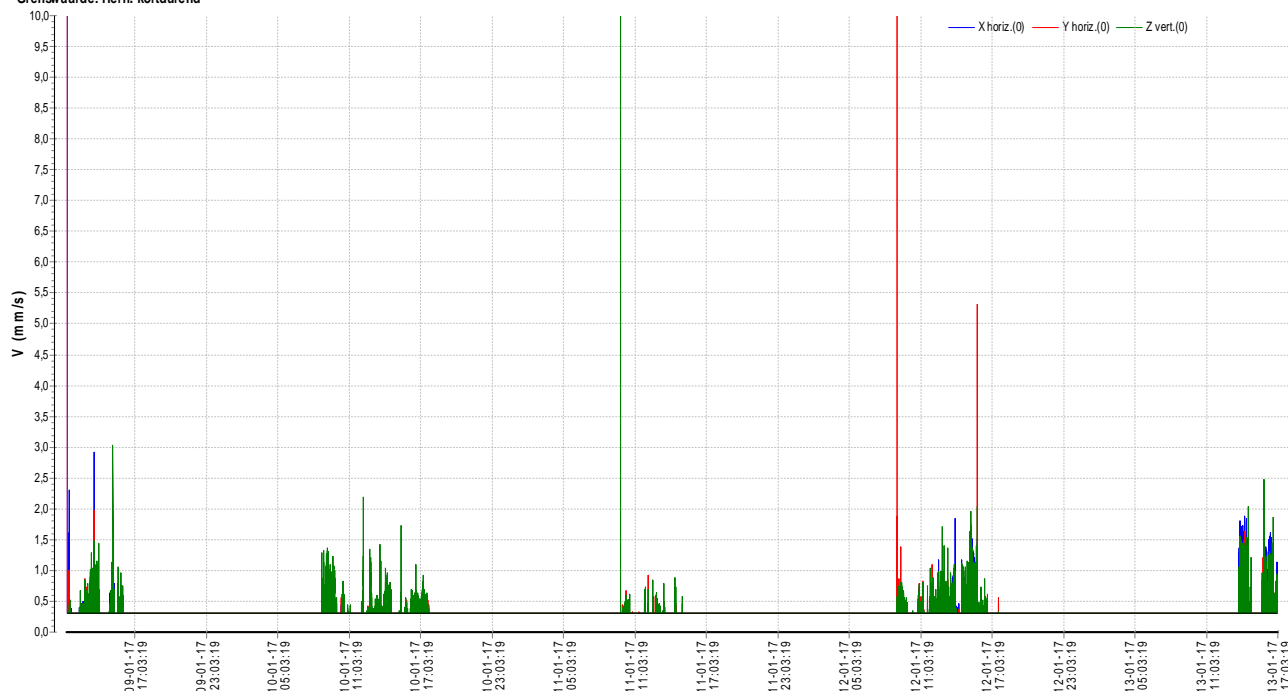
Kast 56 – d.d. 23-2-2017 t/m 24-2-2017
 Meting ter plaatsen van meetpunt 15WC

Resultaten Trillingsmetingen

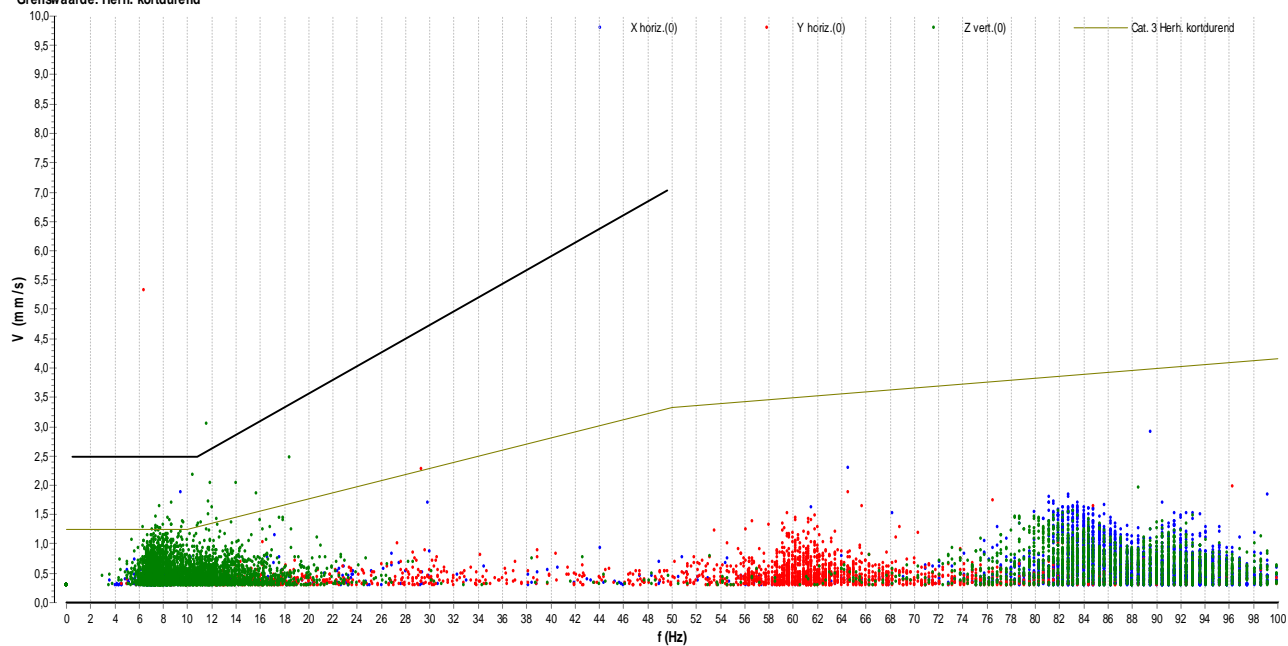
Project: VN-58203-1
 Rak 15 West



Meetset 56
 Rekenwaarde: Indicatief
 Grenswaarde: Herh. kortdurend



Meetset 56
 Rekenwaarde: Indicatief
 Grenswaarde: Herh. kortdurend



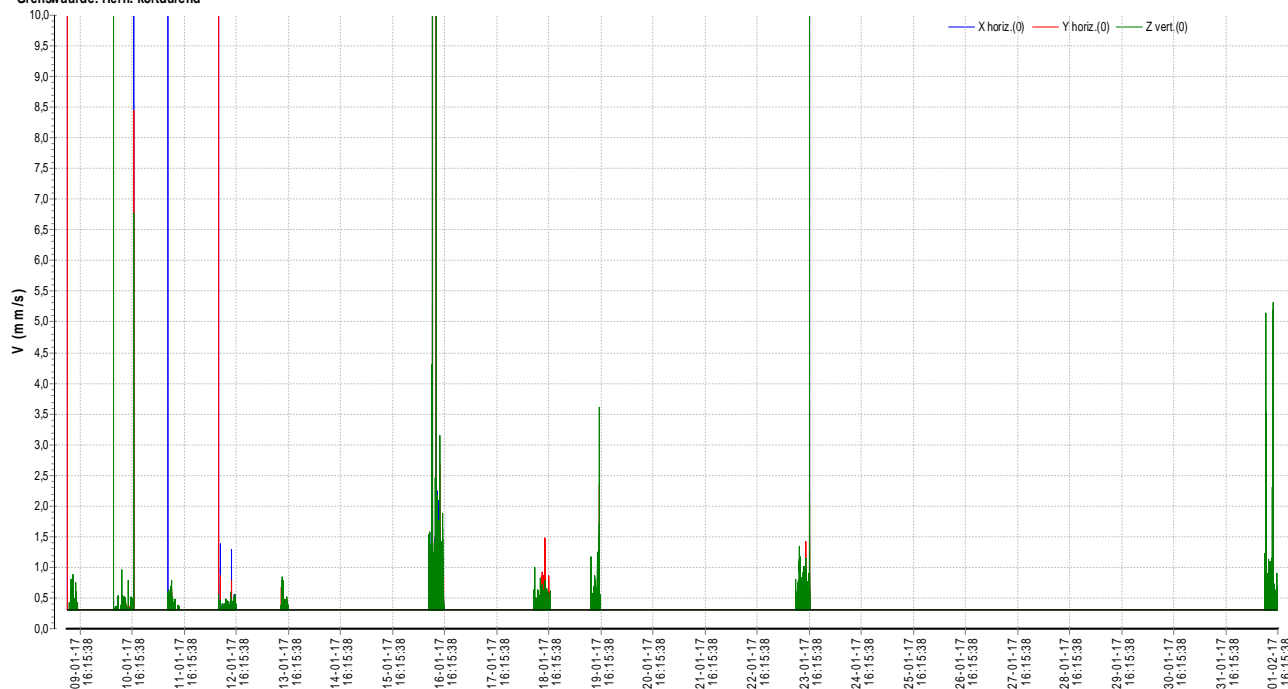
Kast 56 – d.d. 9-1-2017 t/m 13-1-2017
 Meting ter plaatsen van meetpunt 15WA

Resultaten Trillingsmetingen

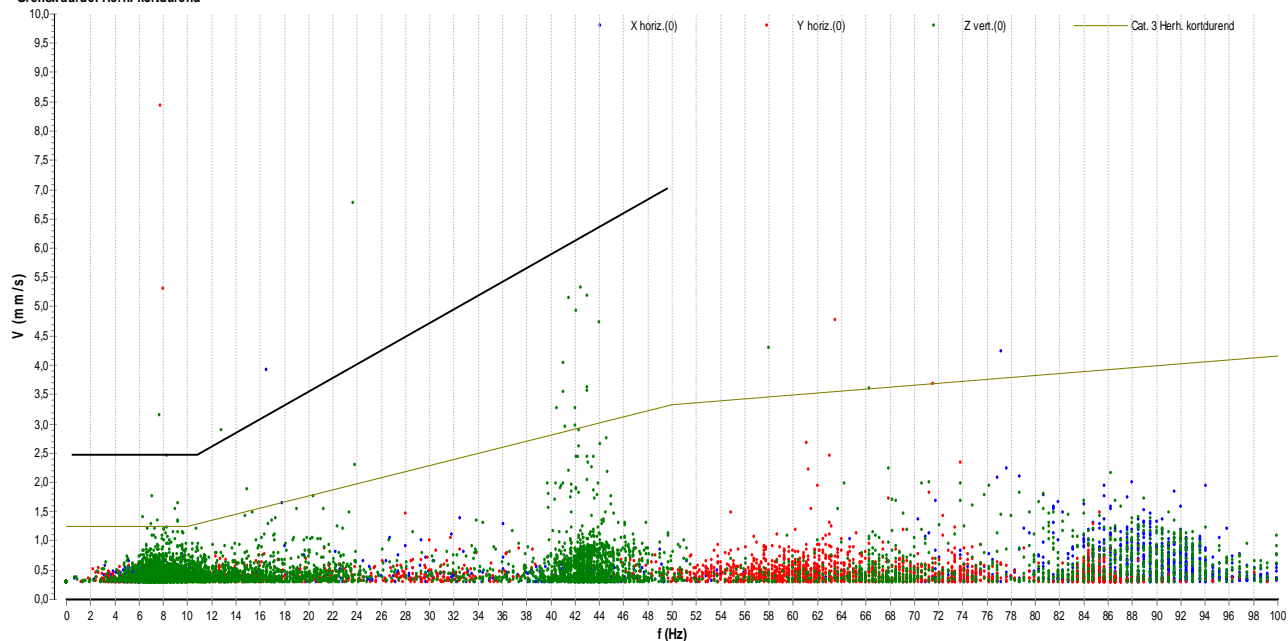
Project: VN-58203-1
 Rak 15 West



Meetset 57
 Rekenwaarde: Indicatief
 Grenswaarde: Herh. kortdurend



Meetset 57
 Rekenwaarde: Indicatief
 Grenswaarde: Herh. kortdurend



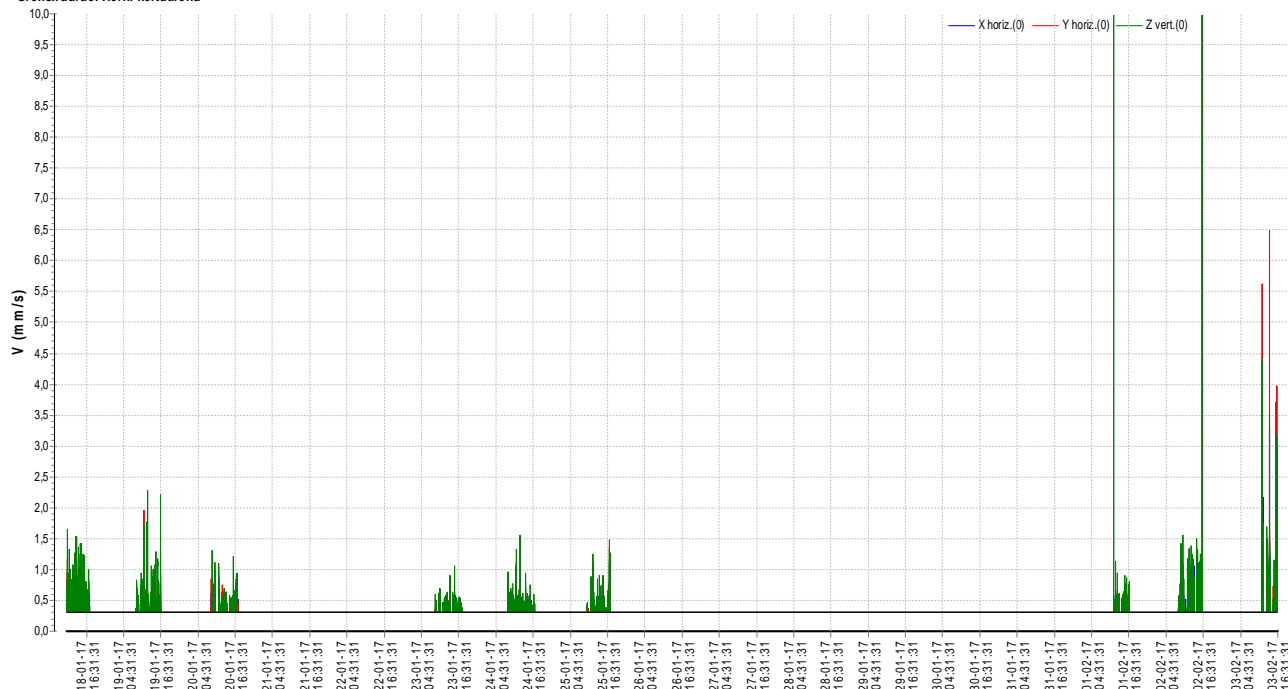
Kast 57– d.d. 9-1-2017 t/m 1-2-2017
 Meting ter plaatsen van meetpunt 15WB

Resultaten Trillingsmetingen

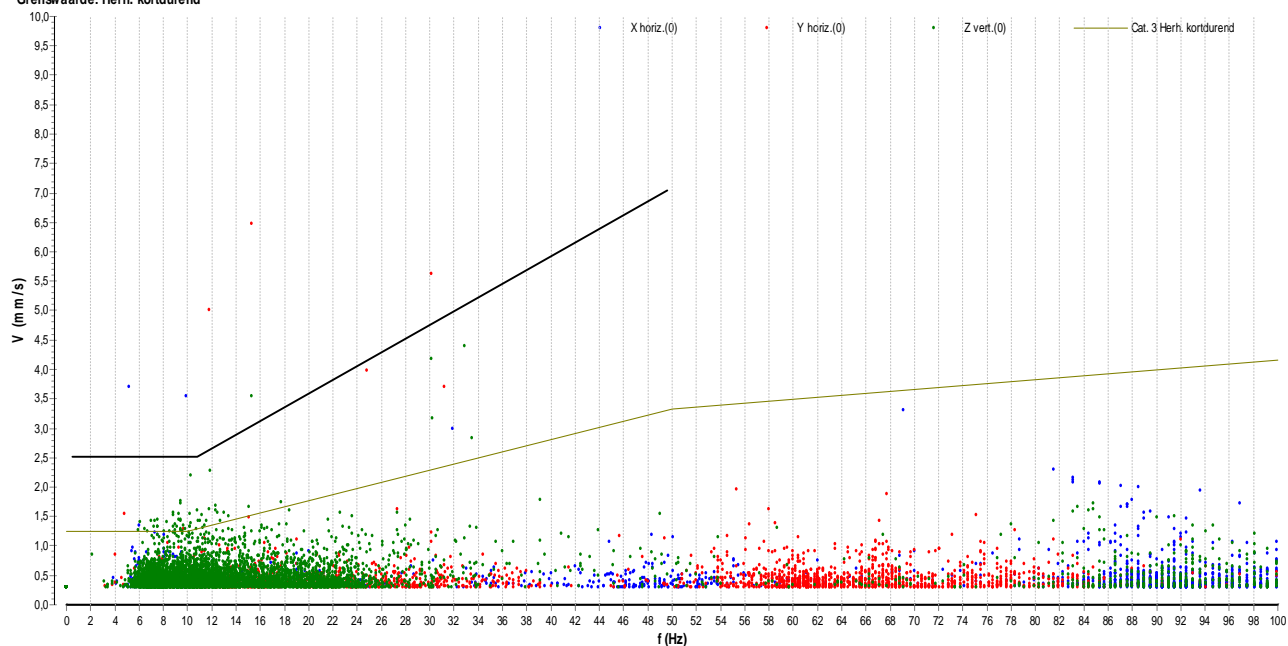
Project: VN-58203-1
 Rak 15 West



Meetset 56
 Rekenwaarde: Indicatief
 Grenswaarde: Herh. kortdurend



Meetset 56
 Rekenwaarde: Indicatief
 Grenswaarde: Herh. kortdurend



Kast 56 – d.d. 18-1-2017 t/m 3-2-2017
 Meting ter plaatsen van meetpunt 15WC

Resultaten Trillingsmetingen

Project: VN-58203-1
 Rak 15 West

