



# 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](mailto:info@wieritsema.nl)  
Internet: [www.wiertsema.nl](http://www.wiertsema.nl)

## Trillingsmetingen

Rak 1-oost, t.b.v reconstructie lage walmuren

Oudegracht te Utrecht

Betreft: aanbrengen tijdelijke en definitieve damwand (zuidelijke deel)

VN-58203-3 | 9 oktober 2017





# Wiertsema & Partners

RAADGEVEND INGENIEURS

Raadgevend Ingenieursbureau  
Wiertsema & Partners bv  
Feithspark 6, 9356 BZ Tolbert  
Postbus 27, 9358 ZG Tolbert  
Tel.: 0594 51 68 64  
Fax: 0594 51 64 79  
E-mail: info@wieritsema.nl  
Internet: www.wiertsema.nl

Onderwerp: reconstructie lage walmuren Oudegracht Rak 1 oost + 3 west + 4 west te Utrecht  
Onderdeel: Trillingsmeten tijdens werkzaamheden rak 1-oost (zuidelijke deel)  
Projectnummer: VN-58203-3  
Opdrachtgever: Beens Groep  
Postbus 6  
8280 AA Genemuiden  
Nr. opdrachtgever: bestek 142 SW 12  
Datum: 9 oktober 2017

Opgesteld door:	
Handtekening:	
Documentnummer:	R52736
Status:	definitief
Vrijgegeven door:	ing. 



**Wiertsema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS

## Inhoudsopgave

## blad

<b>1</b>	<b>Inleiding .....</b>	<b>4</b>
1.1	Projectonderdeel .....	4
1.2	Leeswijzer .....	4
<b>2</b>	<b>Beschikbare gegevens .....</b>	<b>5</b>
2.1	Meetmethode .....	5
2.2	Meetlocaties.....	5
2.3	Geotechnische gegevens .....	5
<b>3</b>	<b>Beoordeling .....</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>Uitvoering.....</b>	<b>7</b>
<b>5</b>	<b>Meetresultaten en conclusie .....</b>	<b>8</b>
5.1	Meetresultaten en conclusies.....	8

### Bijlagen:

- 1 Situatietekening
- 2 Meetresultaten (zuidelijke deel 03-03-2016 t/m 15-06-2016)



**Wiertsema & Partners**  
RAADGEVENDE INGENIEUR



## 1 Inleiding

In opdracht van Beens Groep te Genemuiden heeft Raadgevend Ingenieursbureau Wiertsema & Partners bv trillingsmetingen uitgevoerd ten behoeve van de reconstructie lage walmuren Oudegracht Rak 1 (oost) te Utrecht.

### 1.1 Projectonderdeel

De metingen vonden plaats tijdens het aanbrengen van de tijdelijk en definitieve damwand ter plaatse van Rak 1-oost (zuidelijke deel) ten behoeve van het bovengenoemde project. De trillingsmetingen zijn verricht conform het Monitoringsplan trillingen (versie 1) R37891 d.d. 8-9-2015.



Figuur 1: locatie rak 1

De locatie is schematisch hierboven in figuur 1, weergegeven. Hierin is de rode lijn de damwandlijn van de damwand.

### 1.2 Leeswijzer

Na de inleiding in dit eerste hoofdstuk worden in het tweede hoofdstuk de beschikbare gegevens beschreven. Hierna volgt in hoofdstuk 3 de beoordeling van de meetresultaten en in hoofdstuk 4 wordt de uitvoering beschreven. In hoofdstuk 5 staan de meetresultaten en volgt de conclusie.

In de bijlagen zijn de situatietekening en de resultaten van de metingen opgenomen.



**Wiertsema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS

## 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 heiverken ten behoeve van betonpalen de frequenties zich in het algemeen in het gebied tussen circa 10 en 20 Hz bevinden. Bij heiverken 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).



**Wiertsema & Partners**  
adviesbureau voor  
geotechniek

### 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 aantal meer- 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 V y/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 omende 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 of beperkte metingen zijn deze 17,5% (1/1,6) of 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 meerkosten, per te monitoren object (o.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.e.w. de beoordeling van trillingen:

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

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	1,61	0,91
	20	1,77	1,06

Op 16 mei 2014 is door IBU besloten dat de grenswaarde voor de trillingen met een factor 2 verhoogd kan worden. Deze verhoging is vervolgens doorgevoerd.



Wiertsema & Partners

ARCHITECTEN-INGENIEURSBUREAU

## 4 Uitvoering

De metingen zijn verricht in de periode tussen 3 maart en 15 juni 2016, met behulp van twee veldcomputers, met elke één 3D gefoon. De metingen zijn verricht met Axilog typenummer 167 en 205. De metingen zijn uitgevoerd tijdens aanbrengen van de tijdelijke en definitieve damwand van het zuidelijke deel van (Rak 1 oost).

De gefoons zijn geplaatst in de directe nabijheid van de werkzaamheden aan de naastgelegen panden/walmuren. 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

De meetlocaties zijn weergegeven in de bijlage 2 en 3 van de resultaten van de trillingsmetingen. De resultaten van meetset 167 zijn niet in de bijlagen gepresenteerd. Door onverklaarbare redenen is de data in de meetset beschadigd en daardoor niet beschikbaar.

Verdere specificaties van de uitgevoerde werkzaamheden kunnen door Beens b.v. worden verstrekt.





## 5 Meetresultaten en conclusie

De resultaten van de trillingsmetingen zijn weergegeven in bijlage 2 en 3 zie de onderstaande tabel 5.1.

Tabel 5.1 resultaten trillingsmetingen

Bijlage	Werkzaamheden
2	Aanbrengen tijdelijke damwand
3	Aanbrengen definitieve damwand

### 5.1 Meetresultaten en conclusies

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. Als voorbeeld bij een frequentie van 0-10 Hz is het trillingsniveau van 1,25 verhoogd naar 2,50 mm/sec. Tijdens de werkzaamheden van Rak 1-oost is dezelfde verhoogde grenswaarde toegepast. In de grafiek zijn zowel oorspronkelijke als de verhoogde grenswaarde weergegeven.

De trillingsmetingen zijn uitgevoerd tijdens het drukken van de tijdelijke en definitieve damwand. De trillingen, veroorzaakt door het middels een Silent Piler drukken van damwanden kunnen gekarakteriseerd kunnen worden als zijnde herhaald kortdurende trillingen. Voor de andere werkzaamheden kunnen de zelfde grenswaarden aangehouden worden dit geeft dit geen problemen met de beoordeling van de meetresultaten.

In de grafieken in de bijlage (2 en 3) 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. 10 a 20 mm/s, en zijn niet veroorzaakt door de werkzaamheden.

De overschrijdingen van de grenswaarde, is dusdanig minimaal geweest (aantal punten boven de zwarte lijn (onderste grafiek bijlage 2 en 3) is zeer beperkt in verhouding met de meetperiode) dat de kans op schade, t.g.v. teveel trillingen ons inziens uiterst gering is.



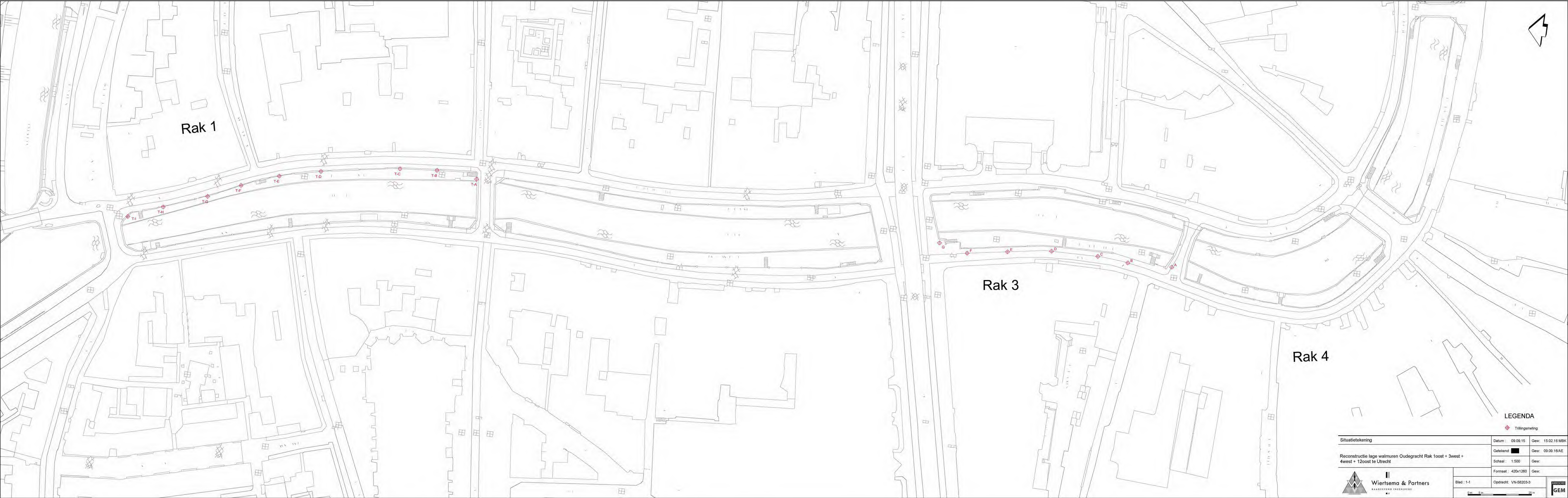


# Bijlage 1



  
**Wiertsema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS





LEGENDA

Trillingsmeting

Situatietekening	Datum: 09.09.15	Gew: 15.02.16 MBK
	Getekend:	Gew: 09.09.16/AE
Reconstructie lage walmuren Oudegracht Rak 1 oost + 3west + 4west + 12oost te Utrecht	Schaal: 1:500	Gew:
	Formaat: 420x1260	Gew:
 Wiertsema & Partners RAADGEVEND INGENIEUR	Blad: 1-1	Opdracht: VN-58203-3
	 0m 5m 25m	



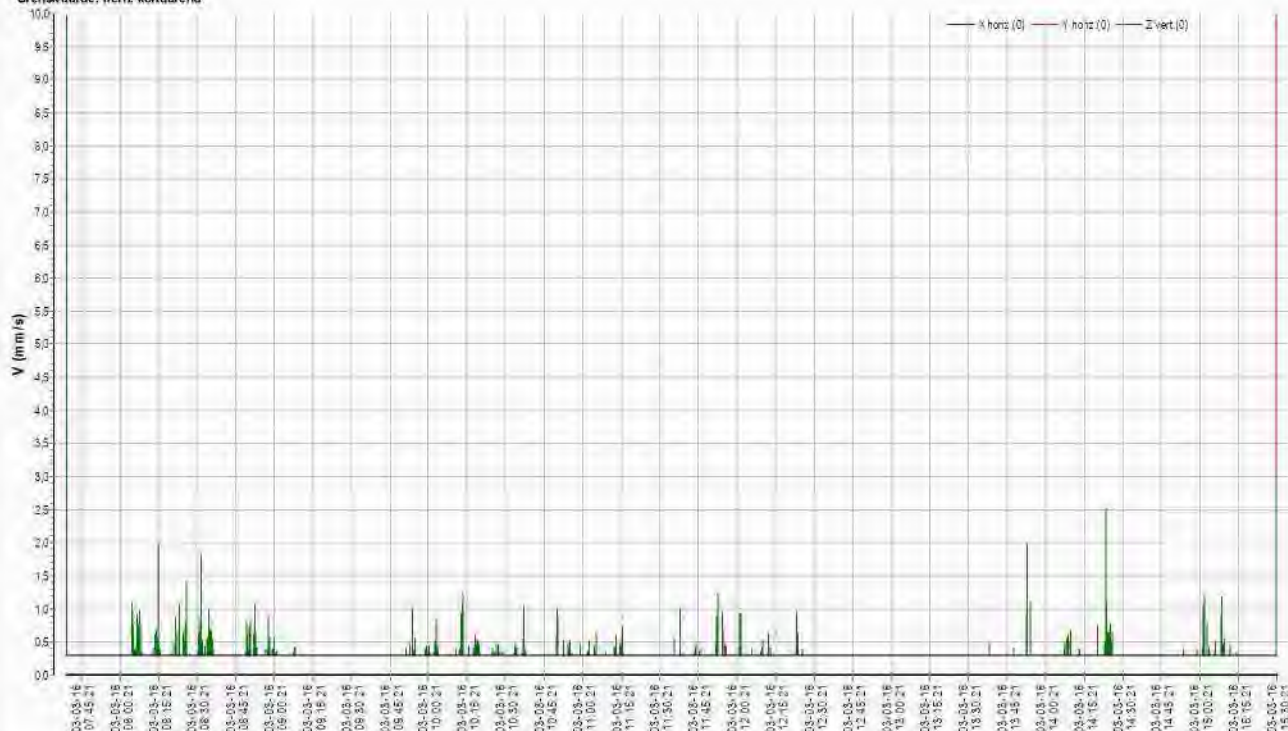
# Bijlage 2



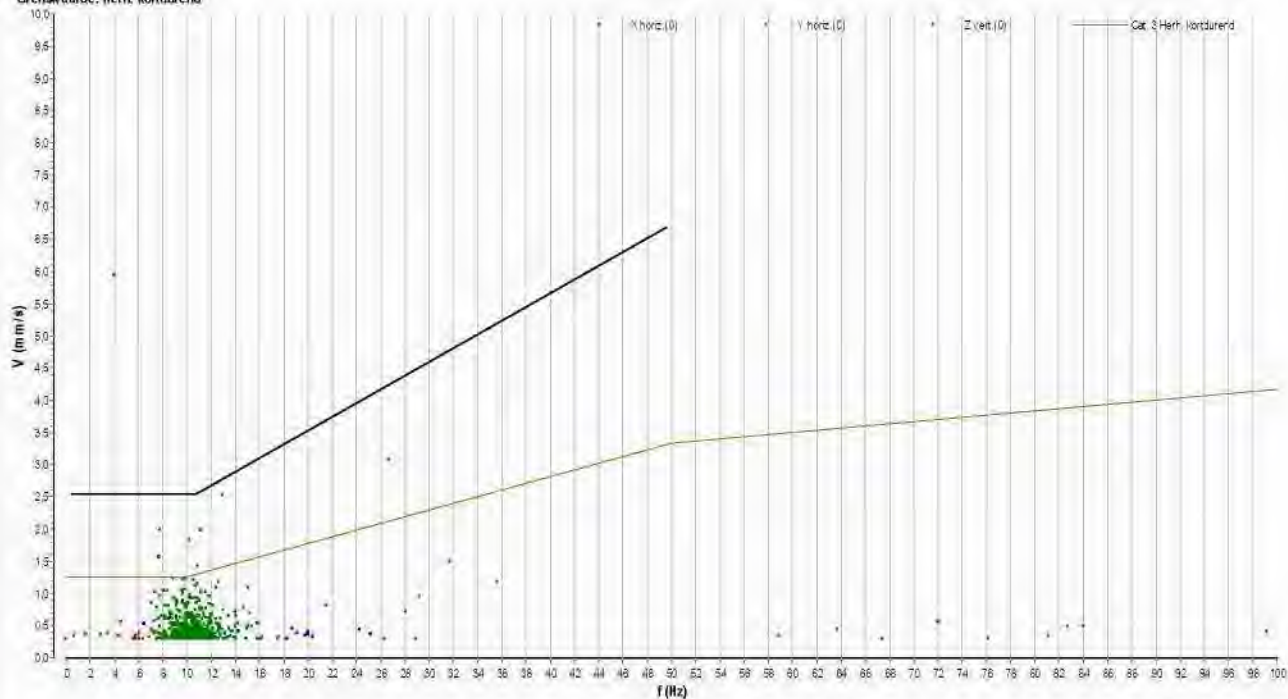
  
**Wiertsema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS



Grenswaarde: Herh. kortdurend



Grenswaarde: Herh. kortdurend



Kast 205 – d.d. 03-03-2016  
Meting ter plaatsen van Oudegracht 48



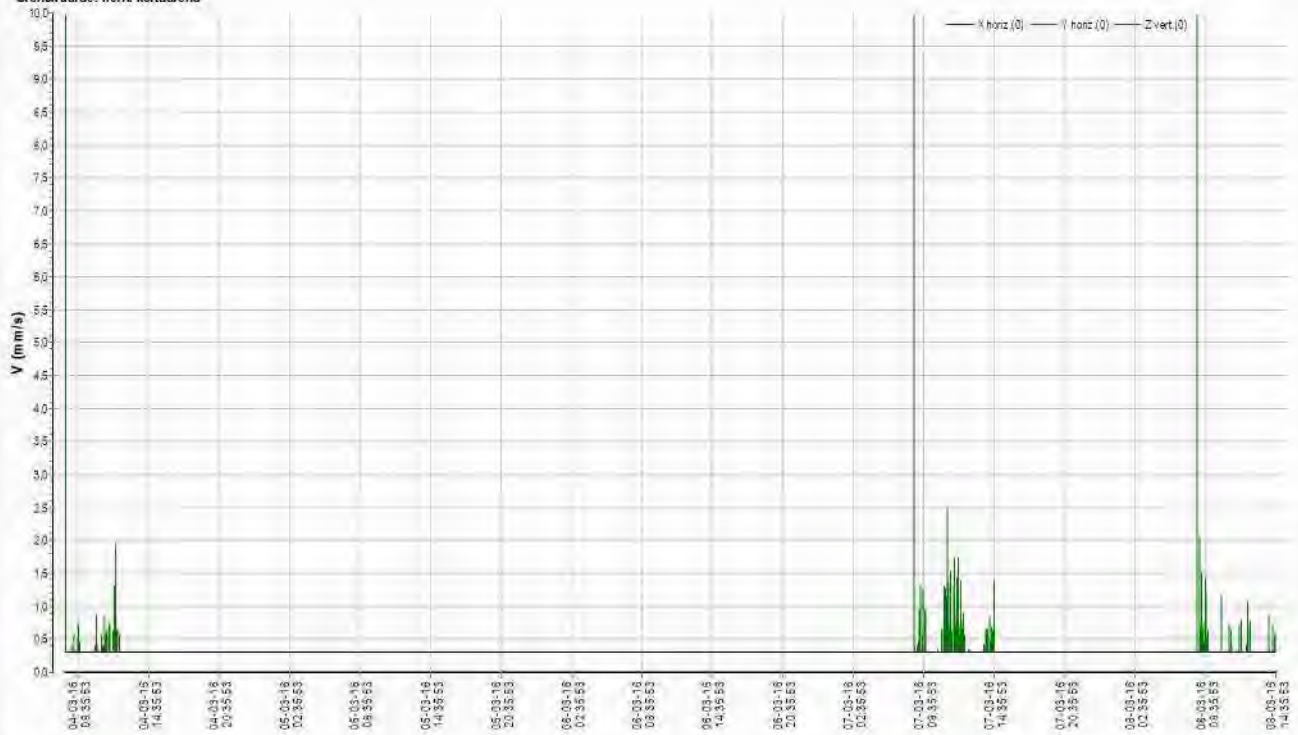
**Wiertsema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS

Resultaten Trillingsmetingen

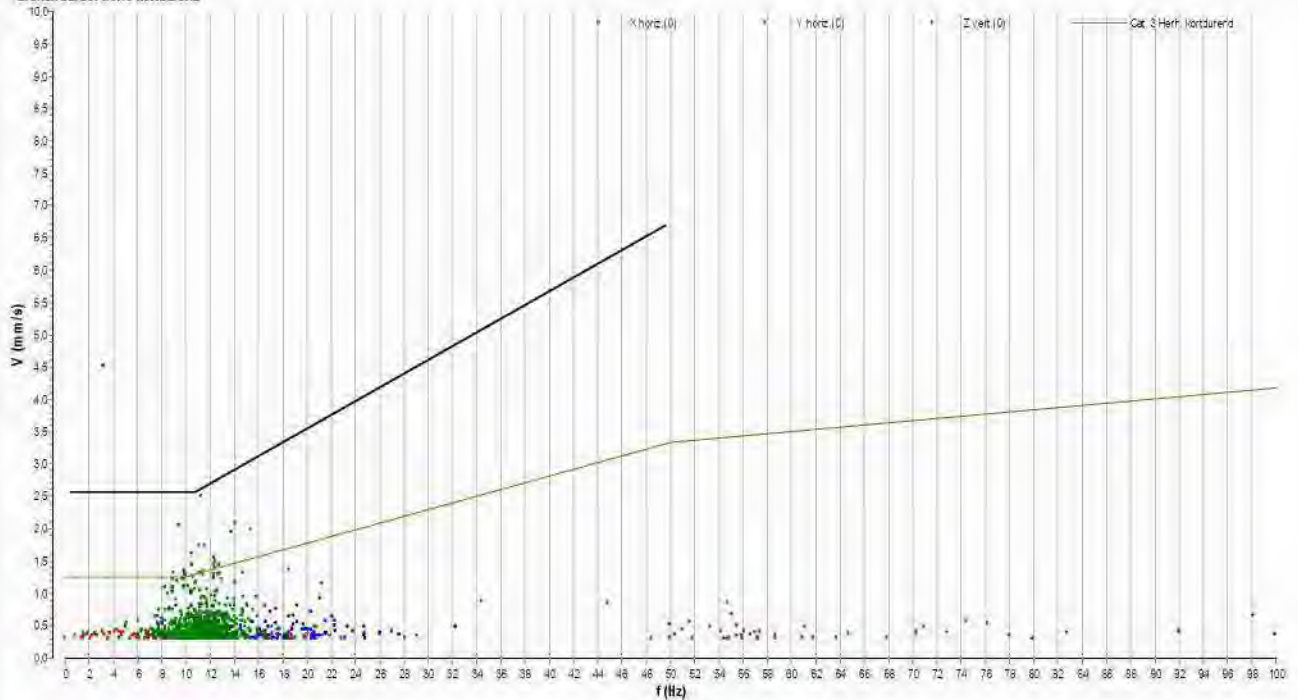
Project: VN-58203-3  
Rak 1 oost

AKKOORD  
**GEM**

Grenswaarde: Herh. kortdurend



Grenswaarde: Herh. kortdurend



Kast 205 – d.d. 04-03-2016 t/m 08-03-2016  
Meting ter plaatsen van Oudegracht 36



**Wiertsema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS

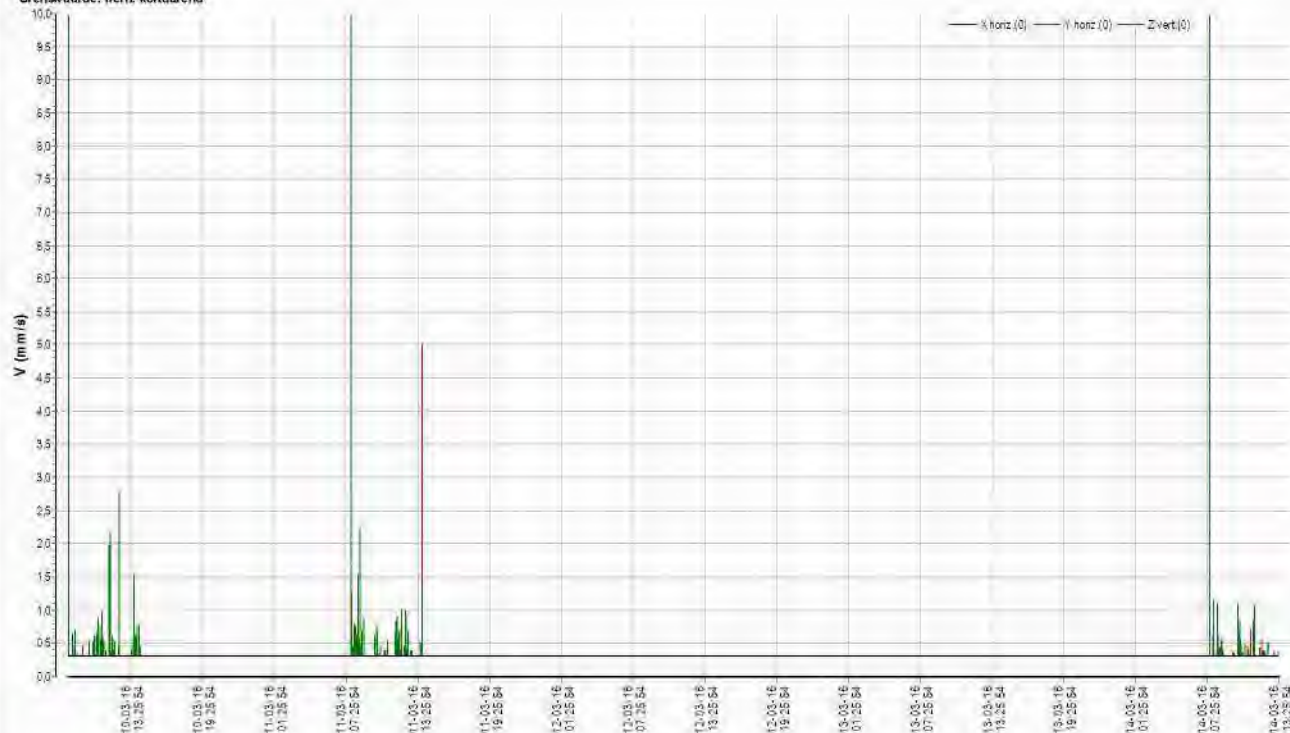
Resultaten Trillingsmetingen

Project: VN-58203-3  
Rak 1 oost

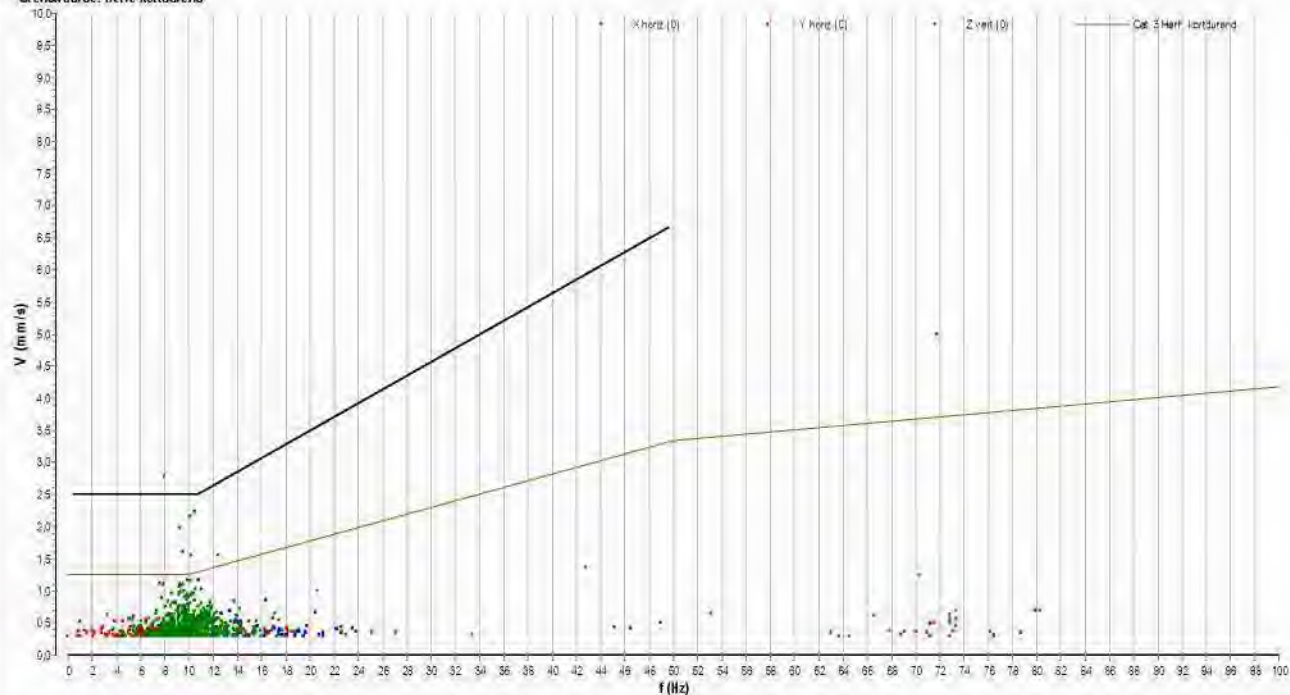
AKKOORD  
**GEM**



Grenswaarde: Herh. kortdurend



Grenswaarde: Herh. kortdurend



Kast 205 – d.d. 10-03-2016 t/m 14-03-2016  
Meting ter plaatsen van Oudegracht 24



**Wiertsema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS

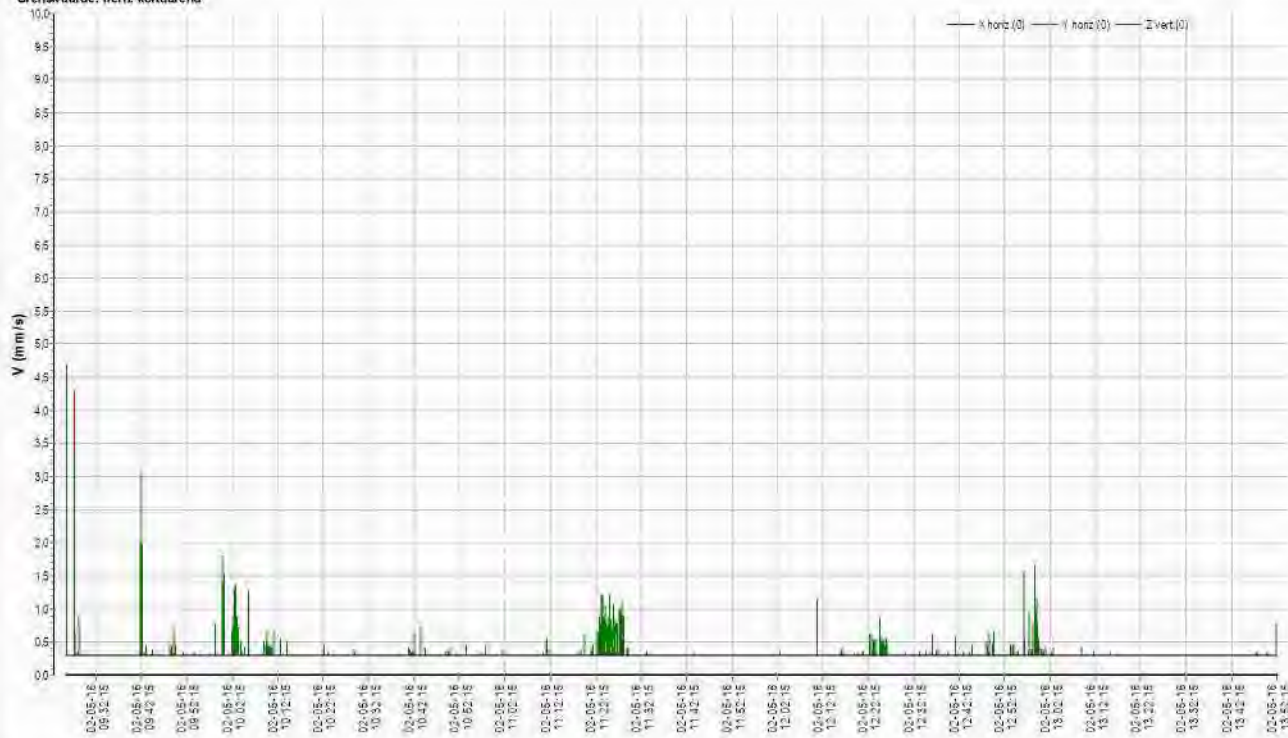
Resultaten Trillingsmetingen

Project: VN-58203-3  
Rak 1 oost

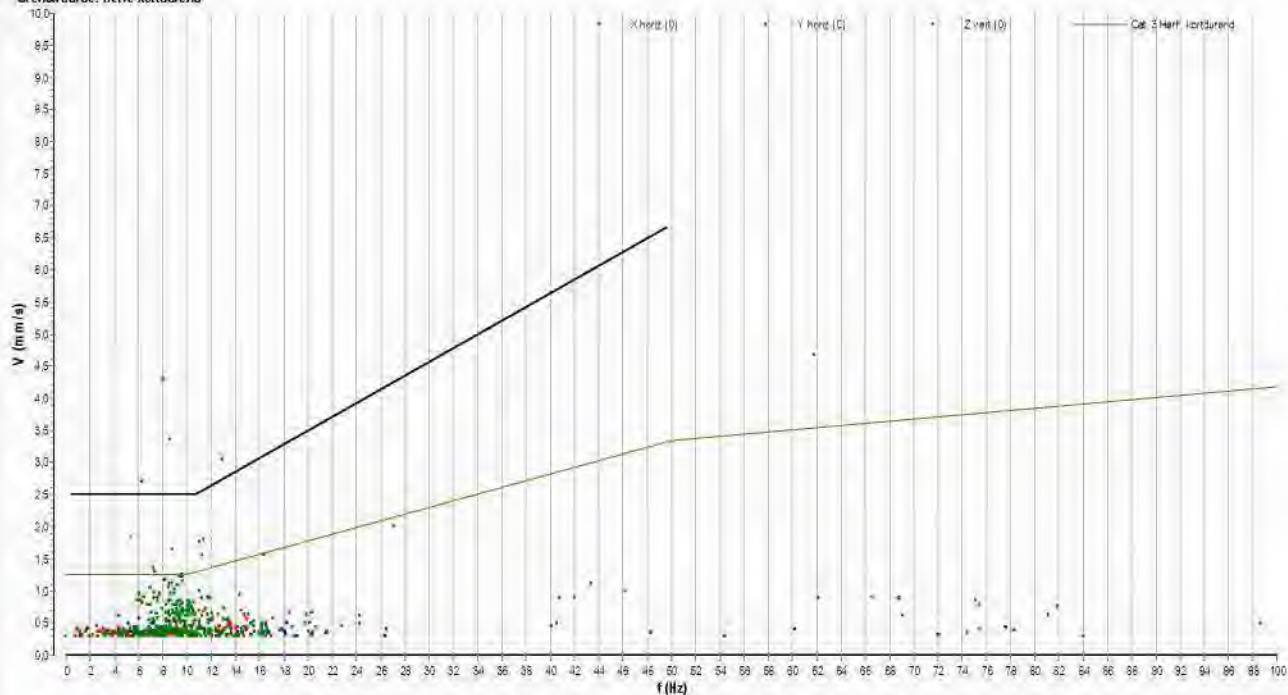
AKKOORD  
**GEM**



Grenswaarde: Herh. kortdurend



Grenswaarde: Herh. kortdurend



Kast 205 – d.d. 02-05-2016  
Meting ter plaatsen van Oudegracht 50



**Wiertsema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS

Resultaten Trillingsmetingen

Project: VN-58203-3  
Rak 1 oost

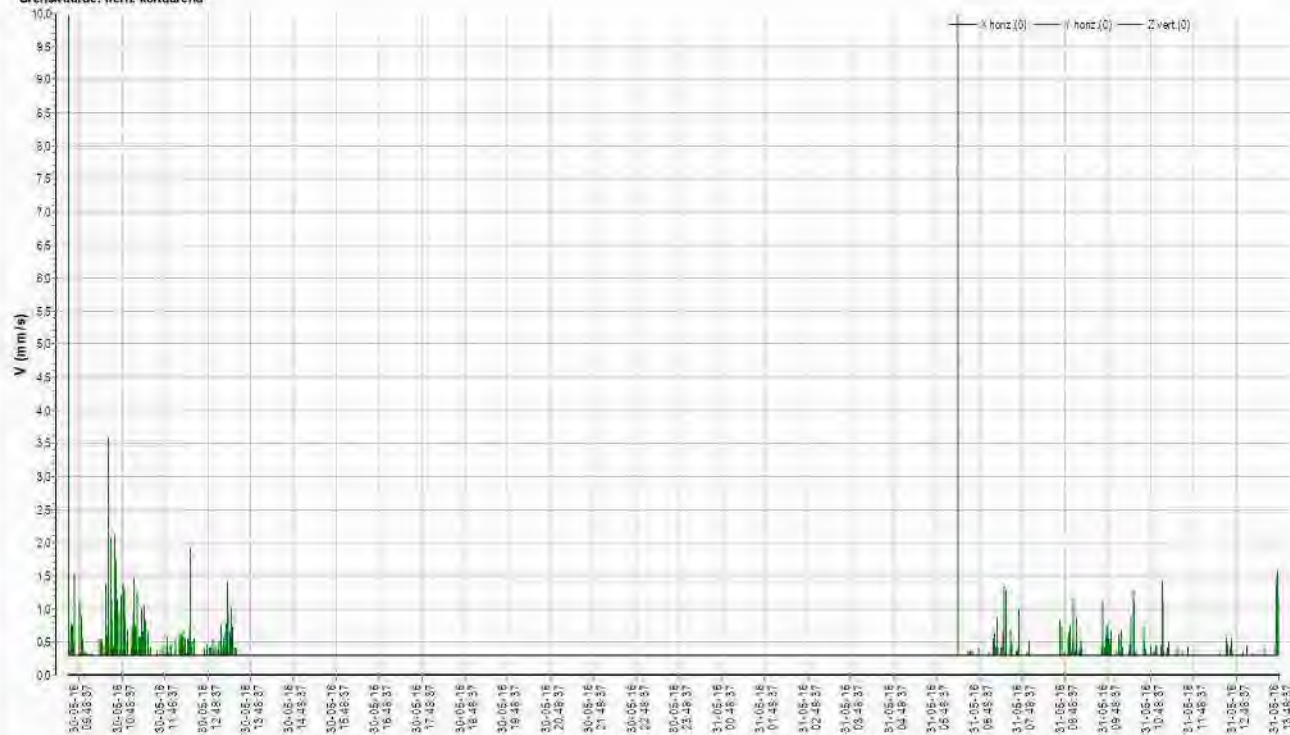
AKKOORD  
**GEM**

# Bijlage 3

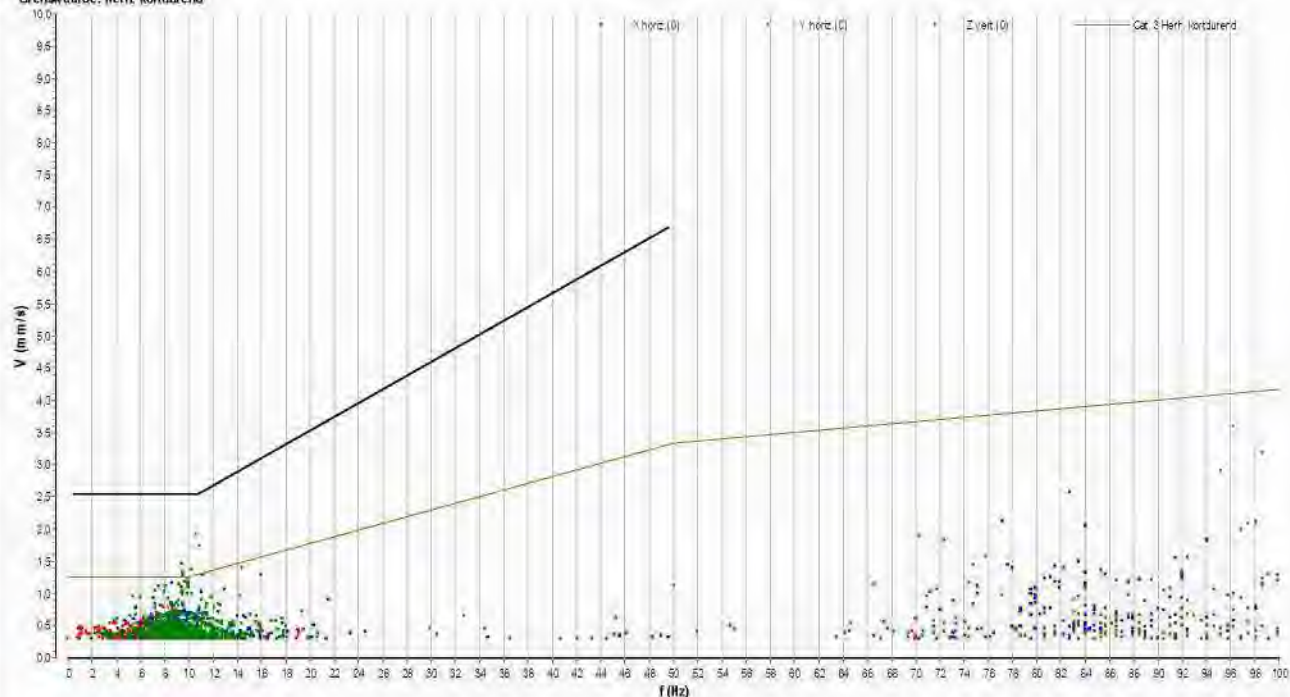


**Wiertsema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS

Grenswaarde: Herh. kortdurend



Grenswaarde: Herh. kortdurend



Kast 205 – d.d. 30-05-2016 t/m 31-05-2016  
Meting ter plaatsen van Oudegracht 20



**Wiertsema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS

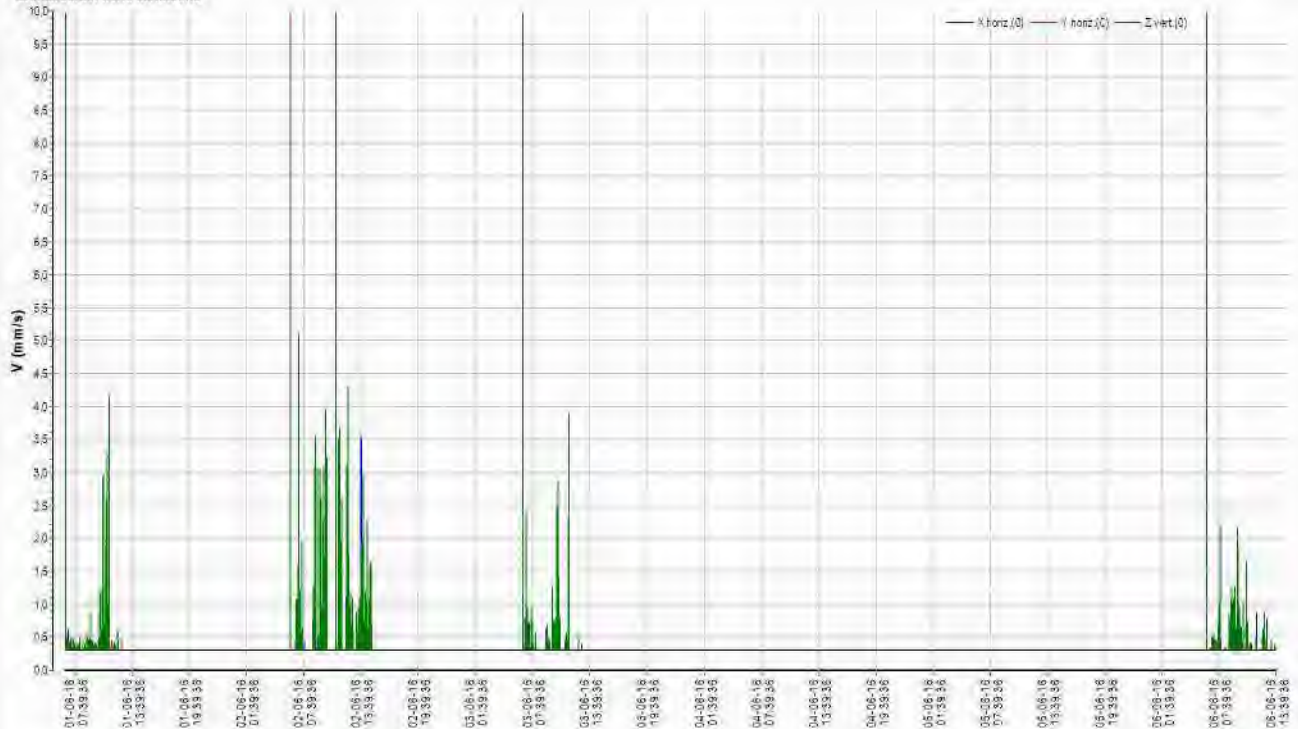
Resultaten Trillingsmetingen

Project: VN-58203-3  
Rak 1 oost

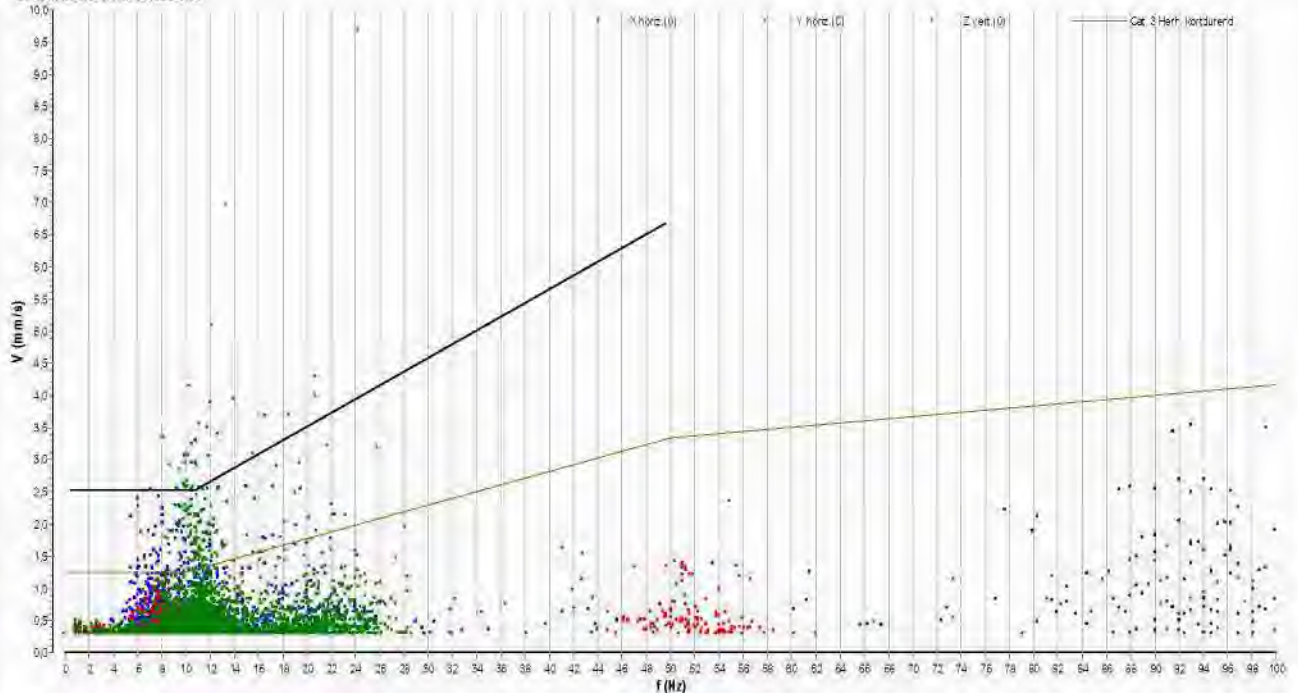
AKKOORD  
**GEM**



Grenswaarde: Herh. kortdurend



Grenswaarde: Herh. kortdurend



Kast 205 – d.d. 01-06-2016 t/m 06-06-2016  
Meting ter plaatsen van Oudegracht 30



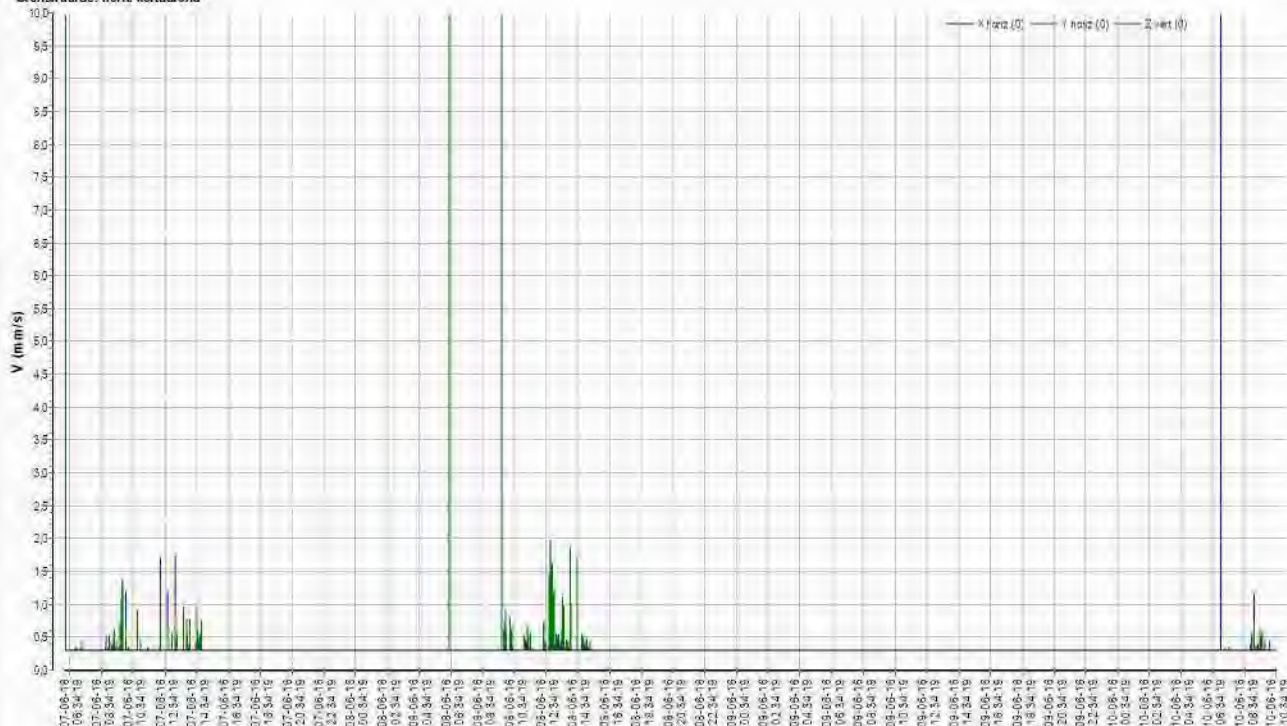
**Wiertsema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS

Resultaten Trillingsmetingen

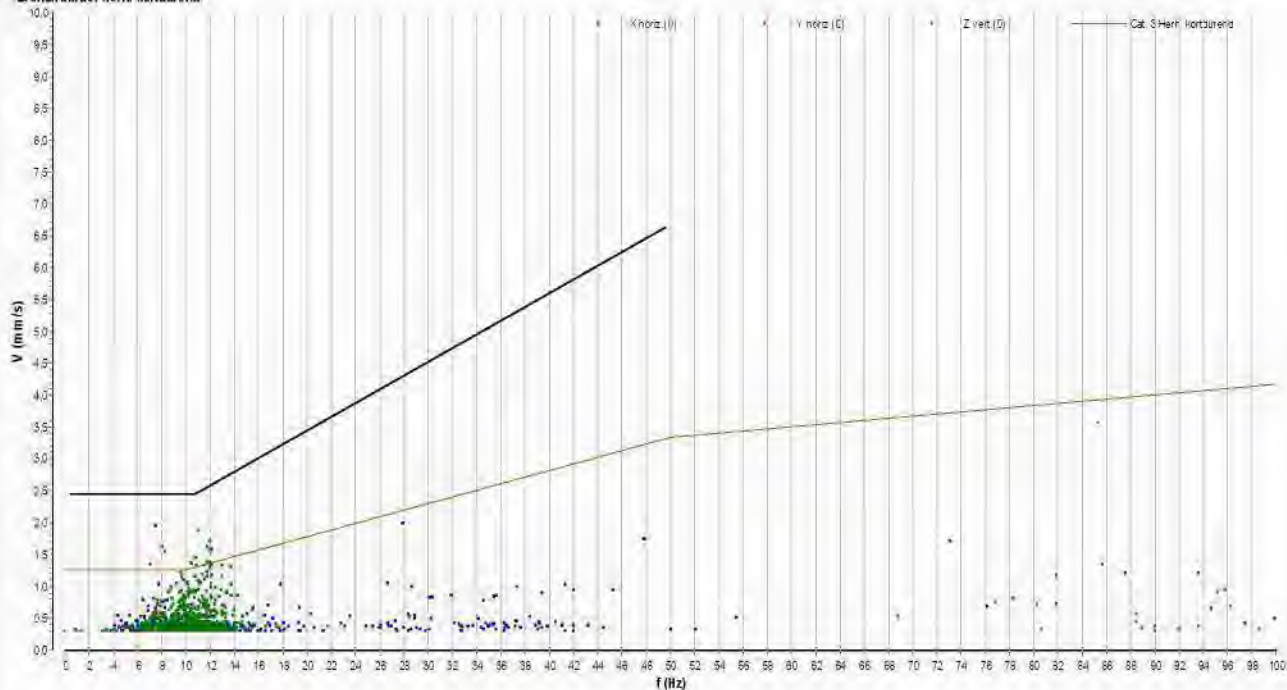
Project: VN-58203-3  
Rak 1 oost

AKKOORD  
**GEM**

Grensvaarde: Herh. kortdurend



Grensvaarde: Herh. kortdurend



Kast 205 – d.d. 07-06-2016 t/m 10-06-2016  
Meting ter plaatsen van Oudegracht 42



**Wiertsema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS

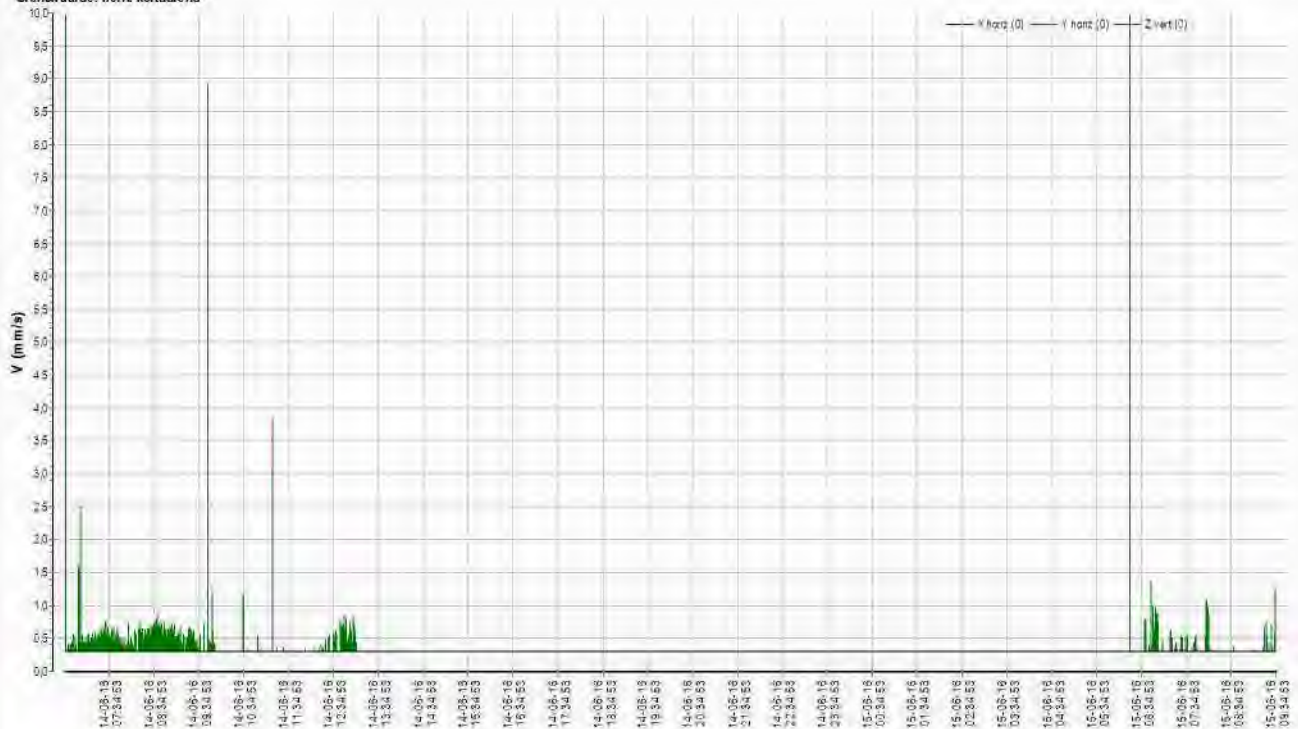
Resultaten Trillingsmetingen

Project: VN-58203-3  
Rak 1 oost

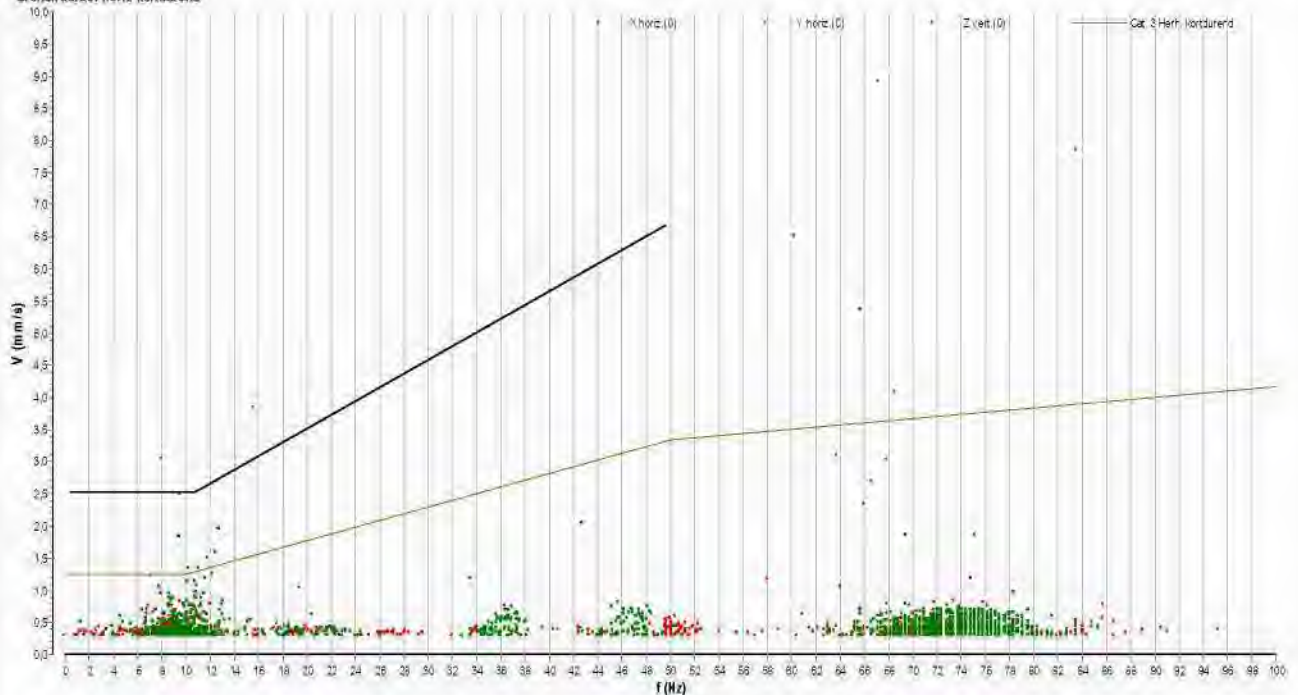
AKKOORD  
**GEM**



Grenswaarde: Herh. kortdurend



Grenswaarde: Herh. kortdurend



Kast 205 – d.d. 14-06-2016 t/m 15-06-2016  
Meting ter plaatsen van Jacobibrug



**Wiertsema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS

Resultaten Trillingsmetingen

Project: VN-58203-3  
Rak 1 oost

AKKOORD  
**GEM**