4RISK | OMGEVINGS RISICO MANAGEMENT

# Rapportage trillingsmetingen

## Verkeerstrillingen

## 30 km/h gebied Schil Dordrecht

| Opdrachtgever | Kenmerk | Behandeld door | Datum |
|---|---|---|---|
| Gemeente Dordrecht<br>Cluster Wijken<br>Postbus 8<br>3300 AA Dordrecht | 17AD002<br>Revisie C | Dhr. P.A.M. Baarendse | 20-12-2018 |
| | | Gecontroleerd door: | |
| | | Dhr. J. Forman,<br>NIVRE-re<br>Monitoring Bouw & Infra | |

voor de Bouw, Infra en Civiele techniek

Management System ISO 9001:2015
TÜVRheinland CERTIFIED
www.tuv.com ID 0000034893

4Risk B.V. Limaweg 17 2743 CB Waddinxveen T 085 5000 444 E info@4risk.nl
BIC RABO NL 2U IBAN NL92 RABO 0306 8272 47 KvK 64429571 BTW NL855662827B01

WWW.4RISK.NL

Op onze overeenkomst zijn de DNR 2011 Voorwaarden van toepassing op 3 juli 2013 gedeponeerd ter griffie van de Rechtbank te Amsterdam onder nummer 56/2013.

# INHOUDSOPGAVE:


1 INLEIDING. 2

2 GEGEVENS MONITORING. 2

3 MEETAPPARATUUR. 2

4 BEOORDELING TRILLINGEN. 3

4.1 SBR-RICHTLIJN A. 3

4.2 SBR-RICHTLIJN B. 4

5 MEETLOCATIES. 5

6 MEETRESULTATEN. 7

6.1 PRESENTATIE. 7

6.2 OPMERKINGEN. 7

6.3 ANALYSE EN TOETSING. 7

7 SAMENVATTING EN CONCLUSIES. 9

BIJLAGEN. 10

# 1 Inleiding.

4RISK BV heeft opdracht ontvangen van Gemeente Dordrecht om trillingsmetingen uit te voeren ten behoeve van de aanleg van verkeerdrempels voor het project “30 km/h gebied Schil” te Dordrecht.

Het doel van de trillingsmetingen is om een beeld te krijgen van trillingen die worden veroorzaakt door passerend verkeer over een verkeersdrempel. De trillingsmetingen zijn tevens ter aanvulling op de eerder door IFCO Funderingsexpertise opgestelde trillingsprognose met kenmerk R17AD002.001_B.PB_prognose.

De trillingsmetingen zijn uitgevoerd onder procescertificaat BRL 5023 d.d. 02-01-2013 “Het proces van het meten van trillingen”. Er is gemeten conform richtlijn deel A “Schade aan gebouwen” van Stichting Bouw Research (SBR-A) en richtlijn deel B “Hinder voor personen in gebouwen” (SBR-B).

In deze rapportage wordt verslag gedaan over de trillingsmetingen en worden de meetresultaten getoetst aan SBR-A en SBR-B.

# 2 Gegevens monitoring.

De metingen zijn opgedeeld in een nulmeting en een vervolgmeting. Bij de nulmeting zijn de trillingen gemeten in woningen in de situatie dat er nog geen drempels waren aangebracht. Bij de vervolgmeting is gemeten in dezelfde woningen in de situatie dat er drempels ter hoogte van de woningen waren geplaatst.

De nulmeting is uitgevoerd van 10 t/m 16 september 2018 op 3 locaties (6 woningen).
De vervolgmeting is uitgevoerd van 10 t/m 17 oktober 2018 op 2 locaties (4 woningen).

De opzet van de meting was om op 3 locaties te meten, waarbij na de nulmeting 3 drempels zouden worden geplaatst. In de praktijk zijn echter 2 drempels geplaatst, zodat bij de vervolgmeting op 2 locaties is gemeten.

De meetsystemen zijn door een meetdeskundige van 4RISK geplaatst en hebben gedurende de meetperiode dag en nacht continu gemeten. Dagelijks werd rond 12:30 uur door elk meetsysteem een status e-mail verzonden naar 4RISK ter controle van een juiste werking.

# 3 Meetapparatuur.

De trillingsmetingen zijn uitgevoerd met de Profound *VIBRA*$^{+}$, welke zowel de trillingsamplitude in x-, y- en z-richting alsmede de bijbehorende dominante frequentie vastlegt. Elk meetsysteem is gecodeerd met een nummer dat begint met VB. De *VIBRA*$^{+}$ meet volledig conform SBR-richtlijn A en SBR-richtlijn B. De frequentie is bepaald volgens methode I van SBR-A. Per ingestelde intervaltijd van 10 seconden wordt de meest relevante meetwaarde opgeslagen. Het betreft die waarde die zich het dichtst bij de grenslijn van de gekozen gebouwcategorie bevindt dan wel deze het meest overschrijdt.

# 4 Beoordeling trillingen.

## 4.1 SBR-richtlijn A.

Met betrekking tot het aspect "schade aan gebouwen" worden de trillingen beoordeeld aan de hand van SBR-richtlijn A (SBR-A). Deze richtlijn is van toepassing op trillingen met een dominante frequentie tussen de 1 en 100 Hz. In SBR-A wordt onderscheid gemaakt in verschillende typen metingen, namelijk een indicatieve, een beperkte en een uitgebreide meting. Tevens wordt onderscheid gemaakt in verschillende typen trillingen, namelijk kortdurende, herhaald kortdurende en continue trillingen. En als laatste wordt onderscheid gemaakt in drie categorieën bouwwerken, namelijk categorie 1, 2 en 3.

In onderhavige rapportage wordt uitgegaan van de versie uit 2006, omdat deze ook is gehanteerd in de door IFCO Funderingsexpertise opgestelde trillingsprognose voor dit project. In 2017 is een nieuwe versie van SBR-richtlijn A verschenen. Het verschil met de versie uit 2006 is met name de benoeming van de verschillende categorieën bouwwerken. De grenswaarden voor de trillingen zijn niet gewijzigd. Voor nadere beschrijving van de verschillende categorieën en meetwijzen conform SBR-A wordt verwezen naar hoofdstuk 5 in het document R17AD002.001_B.PB_prognose.

*Vergelijking categorie-indeling nieuwe SBR-richtlijn A: 2017 met oude SBR-richtlijn A (2006):*

| ***Categorie SBR-A : 2017*** | ***Gevoeligheid SBR-A : 2017*** | ***Categorie SBR-A : 2006*** |
|---|---|---|
| *Categorie 1* | *Normaal* | *Categorie 1* |
| | *Gevoelig / monument* | ---------- |
| *Categorie 2* | *Normaal* | *Categorie 2* |
| | *Gevoelig / monument* | *Categorie 3* |

In onderhavige rapportage wordt uitgegaan van panden in categorie 2 en 3 overeenkomstig SBR-A: 2006.

De metingen zijn uitgevoerd als indicatieve trillingsmetingen. Bij dit type metingen zijn de strengste grenswaarden van toepassing.

Trillingen veroorzaakt door passerend verkeer zijn volgens SBR-A herhaald kortdurende trillingen.

In tabel 4-1 staan voor het meest maatgevend frequentiegebied de toelaatbare waarden uitgaande van herhaald kortdurende trillingen bij uitvoering van een indicatieve trillingsmeting.

**TABEL 4-1 : Toelaatbare herhaald kortdurende trillingen in mm/s bij een indicatieve trillingsmeting**

| Onderdeel | 1-10 Hz | 15 Hz | 20 Hz | 25 Hz | 30 Hz | 35 Hz | 40 Hz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| categorie 1 | 8,33 | 9,38 | 10,42 | 11,46 | 12,50 | 13,54 | 14,58 |
| categorie 2 | 2,08 | 2,60 | 3,13 | 3,65 | 4,17 | 4,69 | 5,21 |
| categorie 3 | 1,25 | 1,51 | 1,77 | 2,03 | 2,29 | 2,55 | 2,81 |

Volgens SBR-A is de kans op trillingsschade < 1 % in het geval de trillingen kleiner zijn dan de uit de richtlijn af te leiden toelaatbare waarden. Wanneer de trillingen voldoen aan de waarden uit SBR-richtlijn A, is het onwaarschijnlijk dat als gevolg van trillingen schade optreedt. Dit wil niet zeggen dat bij overschrijding van de grenswaarden er zeker wel schade optreedt.

## 4.2 SBR-richtlijn B.

Met betrekking tot het aspect "hinder voor personen" worden de trillingen beoordeeld aan de hand van SBR-richtlijn B (SBR-B). In SBR-B wordt onderscheid gemaakt in de duur van de periode waarin de trillingen voorkomen, te weten een lange en een korte periode. Wanneer sprake is van een lange periode wordt tevens onderscheid gemaakt in gebouwfuncties, dag- en nachtperioden, type trillingen en bestaande of nieuwe situaties. In het onderhavige geval is uitgegaan van een lange periode (meer dan 3 maanden) en herhaald voorkomende trillingen.

In tabel 4-2 worden de streefwaarden voor herhaald voorkomende trillingen gegeven over lange perioden in gebouwen, uitgaande van een bestaande situatie (geen verkeersdrempel / nulmeting).

**TABEL 4-2 : Streefwaarden voor bestaande situaties gedurende een lange periode**

| Gebouwfunctie | dag & avond (7:00 uur - 19:00 uur - 23:00 uur) | | | nacht (23:00 uur - 7:00 uur) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | A1 | A2 | A3 | A1 | A2 | A3 |
| 1. Gezondheidszorg | 0,20 | 0,80 | 0,10 | 0,20 | 0,40 | 0,10 |
| 2. Wonen | 0,20 | 0,80 | 0,10 | 0,20 | 0,40 | 0,10 |
| 3. Onderwijs en kantoor | 0,30 | 1,20 | 0,15 | 0,30 | 1,20 | 0,15 |
| 4. Bijeenkomst | 0,30 | 1,20 | 0,15 | 0,30 | 1,20 | 0,15 |
| 5. Kritische werkruimte | 0,10 | 0,10 | ---- | 0,10 | 0,10 | ---- |

In tabel 4-3 worden de streefwaarden voor herhaald voorkomende trillingen gegeven over lange perioden in gebouwen, uitgaande van een nieuwe situatie (na aanleg verkeerdrempel / vervolgmeting).

**TABEL 4-3 : Streefwaarden voor nieuwe situaties gedurende een lange periode**

| Gebouwfunctie | dag & avond (7:00 uur - 19:00 uur - 23:00 uur) | | | nacht (23:00 uur - 7:00 uur) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | A1 | A2 | A3 | A1 | A2 | A3 |
| 1. Gezondheidszorg | 0,10 | 0,40 | 0,05 | 0,10 | 0,20 | 0,05 |
| 2. Wonen | 0,10 | 0,40 | 0,05 | 0,10 | 0,20 | 0,05 |
| 3. Onderwijs en kantoor | 0,15 | 0,60 | 0,07 | 0,15 | 0,60 | 0,07 |
| 4. Bijeenkomst | 0,15 | 0,60 | 0,07 | 0,15 | 0,60 | 0,07 |
| 5. Kritische werkruimte | 0,10 | 0,10 | ---- | 0,10 | 0,10 | ---- |

A1 = onderste streefwaarde voor de trillingssterkte ($v_{eff, max}$) [dimensieloos].
A2 = bovenste streefwaarde voor de trillingssterkte ($v_{eff, max}$) [dimensieloos].
A3 = streefwaarde voor de kwadratisch gemiddelde effectieve waarde ($v_{per}$) [dimensieloos].

Volgens SBR-B mogen de trillingen voor personen in het algemeen als toelaatbaar worden beschouwd als wordt voldaan aan één van de volgende twee voorwaarden:

1. De $v_{eff, max}$ in een ruimte moet kleiner zijn dan A1.

of

2. De $v_{eff, max}$ in een ruimte moet kleiner zijn dan A2, waarbij $v_{per}$ kleiner is dan A3.

Omdat grenswaarden voor trillingshinder niet scherp gedefinieerd kunnen worden, wordt in SBR-richtlijn B gesproken over streefwaarden. Als de trillingssterkte onder deze streefwaarden blijft, mag verwacht worden dat er in de meeste situaties geen hinder zal optreden.

Het verschil in streefwaarden tussen een bestaande en nieuwe situatie heeft te maken met het feit dat bij een bestaande situatie sprake is van een zekere mate van gewenning.

# 5 Meetlocaties.

In tabel 5-1 is aangegeven waar de trillingsmetingen zijn uitgevoerd.

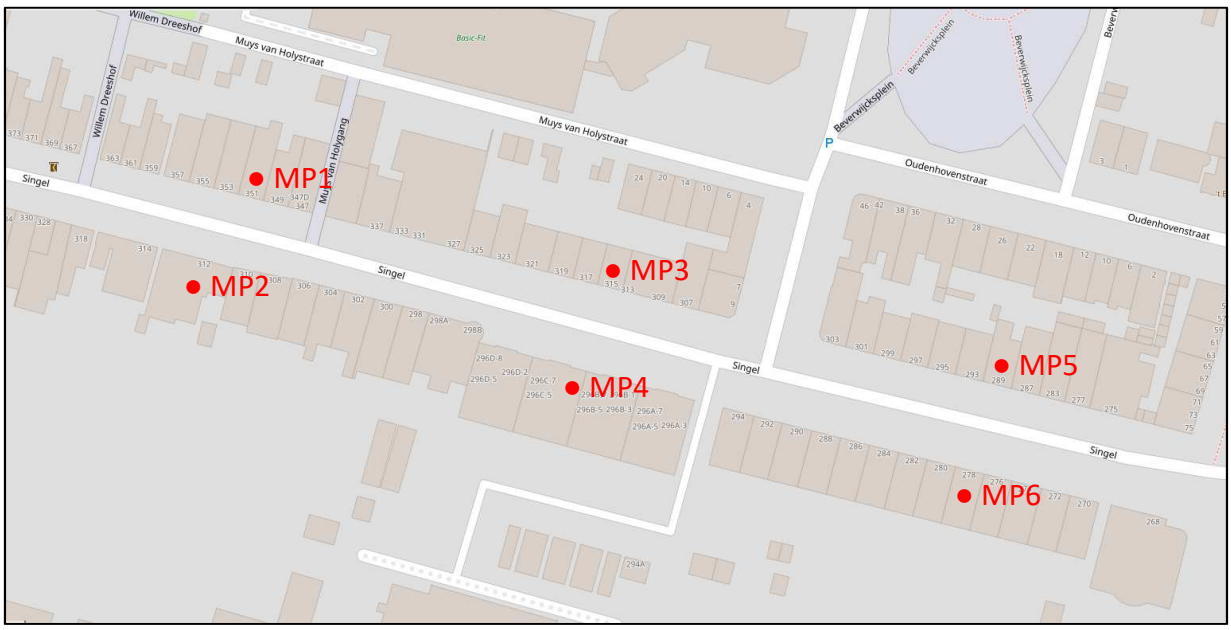
**TABEL 5-1 : Meetlocaties trillingsmetingen**

| Meetpunt | Meetsysteem | Adres | Meetlocatie | Meetwijze |
|---|---|---|---|---|
| 1A | VB511 | Albert Cuypsingel 351 | souterrain nabij voorgevel | SBR-A |
| 1B | VB515 | Albert Cuypsingel 351 | balkon voorgevel, 1e etage | SBR-B |
| 2A | VB2037 | Albert Cuypsingel 312 | kantoor nabij voorgevel, bgg | SBR-A |
| 2B | VB2134 | Albert Cuypsingel 312 | kinderkamer midden, 1e etage | SBR-B |
| 3A | VB417 | Albert Cuypsingel 315 | woonkamer nabij voorgevel, bgg | SBR-A |
| 3B | VB430 | Albert Cuypsingel 315 | voorkamer, 2e etage | SBR-B |
| 4A | VB513 | Albert Cuypsingel 296 C1 | woonkamer nabij voorgevel, bgg | SBR-A |
| 4B | VB2132 | Albert Cuypsingel 296 C1 | hal nabij voordeur, bgg | SBR-B |
| 5A | VB493 | Albert Cuypsingel 289 | woonkamer nabij voorgevel, bgg | SBR-A |
| 5B | VB494 | Albert Cuypsingel 289 | meterkast nabij voordeur, bgg | SBR-B |
| 6A | VB407 | Albert Cuypsingel 278 | souterrain nabij voorgevel | SBR-A |
| 6B | VB412 | Albert Cuypsingel 278 | slaapkamer voorzijde, 1e etage | SBR-B |

Tijdens de nulmeting is gemeten op de meetpunten 1 t/m 6.
Tijdens de vervolgmeting is gemeten op de meetpunten 1 t/m 4.

Bij het meten conform SBR-A wordt het meetsysteem geplaatst aan de constructie van het pand ter hoogte van het begane grondniveau (bgg). Bij het meten conform SBR-B wordt het meetsysteem geplaatst op een vloerveld, waarbij zo min mogelijk hinder wordt ondervonden van de bewegingen van mensen in die ruimte.

In onderstaande figuur 1 zijn de meetlocaties in een kaart aangegeven.




*Figuur 1: locatie trillingsmeters (kaart: OpenStreetMap.org)*

De afstand van de betreffende panden tot aan de weg bedraagt gemiddeld circa 4 à 5 m.

In tabel 5-2 is op basis van de beschikbare informatie van de gemeente en de bouwkundige opnamen door 4RISK op 18, 19, 20 en 26 september 2018 aangegeven in welke categorie bouwwerk uit SBR-A de panden worden geplaatst. Tevens is de funderingswijze aangegeven.

**TABEL 5-2 : Categorie bouwwerk conform SBR-A.**

| Meetpunt | Adres | Categorie SBR-A | Funderingswijze |
|---|---|---|---|
| 1 | Albert Cuypsingel 351 | 2 | palen |
| 2 | Albert Cuypsingel 312 | 3 | palen |
| 3 | Albert Cuypsingel 315 | 2 | palen |
| 4 | Albert Cuypsingel 296 C1 | 2 | palen |
| 5 | Albert Cuypsingel 289 | 3 | palen |
| 6 | Albert Cuypsingel 278 | 3 | palen |

Panden in een redelijke tot goede bouwkundige staat worden geplaatst in categorie 2. Panden met een monumentale status en/of panden in een slechte bouwkundige staat worden geplaatst in categorie 3.

De panden aan de Albert Cuypsingel 312 en 278 zijn monumenten.

# 6 Meetresultaten.

## 6.1 Presentatie.

De meetresultaten van de trillingsmetingen worden als bijlage aan dit rapport toegevoegd. Per meetpunt en meetperiode worden de volgende grafieken gepresenteerd:

1. De trillingssterkte $v_{top,i}$ [mm/s] op de verticale as tegen de tijd [dagen] op de horizontale as.
2. De trillingssterkte $v_{top,i}$ [mm/s] op de verticale as tegen de frequentie [Hz] op de horizontale as. In deze grafiek zijn voor de meetpunten 1A, 2A, 3A, 4A, 5A en 6A de toelaatbare trillingswaarden uit SBR-A voor een gebouw in categorie 2 en 3 als lijn weergegeven, uitgaande van herhaald kortdurende trillingen en een indicatieve meting.

*Voor de meetpunten 1B, 2B, 3B, 4B, 5B en 6B worden aanvullend de volgende grafieken gepresenteerd:*

3. De effectieve waarde van de trillingssterkte $v_{eff,max}$ [-] en de $v_{per}$ [-] op de verticale as tegen de tijd op de horizontale as.
4. De effectieve waarde van de trillingssterkte $v_{eff,max}$ [-] en de $v_{per}$ [-] over de gehele meetperiode op de verticale as tegen de tijd in daguren van de gehele meetperiode op de horizontale as.

## 6.2 Opmerkingen.

- De *VIBRA*$^{+}$ registreert alle trillingen, ook trillingen die niet door passerend verkeer worden veroorzaakt. Hierbij kan gedacht worden aan werkzaamheden en bewegingen van personen ter plaatse van de meetpunten, het aanstoten van de meetsensor, het dichtvallen van een deur, enzovoorts.
- Trillingen veroorzaakt door passerend verkeer zijn volgens SBR-A herhaald kortdurende trillingen. De frequenties van deze trillingen liggen in het algemeen vaak tussen 2 en 20 Hz.
- Uit ervaring is gebleken dat trillingen met zeer lage frequenties (< circa 1 à 2 Hz) en trillingen met zeer hoge frequenties (> circa 60 Hz) vaak worden veroorzaakt door een zeer lokale trillingsbron of door het aanstoten van de meetsensor door iets of iemand.

## 6.3 Analyse en toetsing.

Voor het bepalen van de maximum trillingen die zijn veroorzaakt door het verkeer, zijn de meetresultaten van de verschillende meetpunten met elkaar vergeleken en nader geanalyseerd. Op basis van deze analyse zijn per meetpunt en meetperiode de maximum gemeten trillingen bepaald, welke naar alle waarschijnlijkheid zijn veroorzaakt door het verkeer. Bij twijfel over piekwaarden van gemeten trillingen zijn deze beschouwd als trillingen door verkeer.

**Meting conform SBR-A**

In tabel 6-1 worden de maximum trillingen van de nulmeting vermeld voor de meetpunten 1A, 2A, 3A, 4A, 5A en 6A, welke naar verwachting zijn veroorzaakt door verkeer. Deze waarden worden getoetst aan SBR-A.

**TABEL 6-1 : Maximum trillingen door verkeer tijdens nulmeting conform SBR-A**

| Meetpunt | Maximum trilling | | | | Voldoet aan SBR-A | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | datum | tijdstip | grootte ($v_{top,i}$) | frequentie | categorie 2 | categorie 3 |
| 1A | 12-09-2018 | 11:37 uur | 0,26 mm/s | 6,5 Hz | ja | ja |
| 2A | 12-09-2018 | 11:37 uur | 0,22 mm/s | 9,5 Hz | ja | ja |
| 3A | 13-09-2018 | 22:48 uur | 0,23 mm/s | 1,5 Hz | ja | ja |
| 4A | 13-09-2018 | 22:48 uur | 0,23 mm/s | 3,5 Hz | ja | ja |
| 5A | - | - | < 0,20 mm/s | - | ja | ja |
| 6A | 10-09-2018 | 7:40 uur | 0,24 mm/s | 4,0 Hz | ja | ja |

In tabel 6-2 worden de maximum trillingen van de vervolgmeting vermeld voor de meetpunten 1A, 2A, 3A en 4A, welke naar verwachting zijn veroorzaakt door verkeer. Deze waarden worden getoetst aan SBR-A.

| TABEL 6-2 : Maximum trillingen door verkeer tijdens vervolgmeting conform SBR-A | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Meetpunt | Maximum trilling | | | | Voldoet aan SBR-A | |
| | datum | tijdstip | grootte ($v_{top,i}$) | frequentie | categorie 2 | categorie 3 |
| 1A | 12-10-2018 | 7:47 uur | 0,81 mm/s | 4,0 Hz | ja | ja |
| 2A | 12-10-2018 | 7:47 uur | 0,63 mm/s | 3,5 Hz | ja | ja |
| 3A | 10-10-2018 | 11:29 uur | 0,93 mm/s | 5,0 Hz | ja | ja |
| 4A | 10-10-2018 | 11:29 uur | 0,50 mm/s | 2,5 Hz | ja | ja |

**Meting conform SBR-B**

In de meetresultaten van de metingen conform SBR-B is bij een aantal meetpunten een grote variatie in trillingen zichtbaar. Met name bij de meetpunten 1, 3 en 6. Dit komt doordat bij SBR-B over het algemeen wordt gemeten op een vloer en niet aan een stijf punt van de constructie. Hierdoor worden trillingen die niet door verkeer worden veroorzaakt ook sneller gemeten. Het is derhalve lastig om éénduidig aan te geven wanneer en welke trillingen zijn veroorzaakt door verkeer.

In tabel 6-3 worden de maximum trillingen van de nulmeting vermeld voor de meetpunten 1B, 2B, 3B, 4B, 5B en 6B, welke naar verwachting zijn veroorzaakt door verkeer. Deze waarden worden getoetst aan SBR-B.

| TABEL 6-3 : Maximum trillingen door verkeer tijdens nulmeting conform SBR-B (bestaande situatie) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Meetpunt | Maximum trilling | | | | Voldoet aan SBR-B |
| | datum | tijdstip | grootte $v_{top,i}$ | $v_{eff,\ max}$ | ($v_{eff,\ max}$ < 0,8) |
| 1B | - | - | < 1,30 mm/s | < 0,70 | ja |
| 2B | 12-09-2018 | 11:13 uur | 0,33 mm/s | 0,15 | ja |
| 3B | - | - | < 1,00 mm/s | < 0,50 | ja |
| 4B | 14-09-2018 | 14:11 uur | 0,57 mm/s | 0,19 | ja |
| 5B | - | - | < 0,20 mm/s | < 0,10 | ja |
| 6B | 11-09-2018 | 11:03 uur | 1,10 mm/s | 0,41 | ja |

In tabel 6-4 worden de maximum trillingen van de vervolgmeting vermeld voor de meetpunten 1B, 2B, 3B en 4B, welke naar verwachting zijn veroorzaakt door verkeer. Deze waarden worden getoetst aan SBR-B.

| TABEL 6-4 : Maximum trillingen door verkeer tijdens vervolgmeting conform SBR-B (nieuwe situatie) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Meetpunt | Maximum trilling | | | | Voldoet aan SBR-B |
| | datum | tijdstip | grootte $v_{top,i}$ | $v_{eff,\ max}$ | ($v_{eff,\ max}$ < 0,4) |
| 1B | 12-10-2018 | 7:47 uur | 0,92 mm/s | 0,34 | ja |
| 2B | 12-10-2018 | 7:47 uur | 0,62 mm/s | 0,21 | ja |
| 3B | - | - | < 1,00 mm/s | < 0,30 | ja |
| 4B | 16-10-2018 | 20:35 uur | 0,38 mm/s | 0,15 | ja |

*In de tabellen zijn voor enkele meetpunten geen datum en tijdstip ingevuld, omdat het hier lastig is om te bepalen op welke dag en tijdstip precies de hoogste trillingen door verkeer zijn gemeten. Hier is voor de gehele periode aangegeven wat de maximum gemeten trillingen door verkeer zijn geweest.*

*Het toetsen van de meetresultaten aan SBR-B wordt gedaan op basis van de waarde A2, omdat A1 vrijwel nooit maatgevend is en A3 in deze situatie in alle gevallen voldoet. Toetsing aan SBR-B in de tabellen is van toepassing voor de dag- en avondperiode. Bij de algehele toetsing aan SBR-B zijn ook de streefwaarden voor de nachtperiode beschouwd.*

# 7 Samenvatting en conclusies.

**Situatie zonder verkeersdrempel**
Op basis van de resultaten van de trillingsmetingen, uitgevoerd van 10 t/m 16 september 2018, wordt de kans aanvaardbaar klein geacht dat door trillingen door verkeer trillingsschade aan de betreffende panden is ontstaan.

Op basis van de resultaten van de trillingsmetingen, uitgevoerd van 10 t/m 16 september 2018, worden de trillingen door verkeer op grond van SBR-richtlijn B in de betreffende panden voor personen als toelaatbaar beschouwd.

**Situatie met verkeersdrempel**
Op basis van de resultaten van de trillingsmetingen, uitgevoerd van 10 t/m 17 oktober 2018, wordt de kans aanvaardbaar klein geacht dat door trillingen door verkeer trillingsschade aan de betreffende panden is ontstaan.

Op basis van de resultaten van de trillingsmetingen, uitgevoerd van 10 t/m 17 oktober 2018, worden de trillingen door verkeer op grond van SBR-richtlijn B in de betreffende panden voor personen als toelaatbaar beschouwd.

**Samenvattend**
Op basis van de uitgevoerde trillingsmetingen kan worden geconcludeerd dat de grenswaarden van SBR-richtlijn A en richtlijn B door trillingen door passerend verkeer in de oude en nieuwe situatie niet worden overschreden.

Waddinxveen, 20 december 2018,

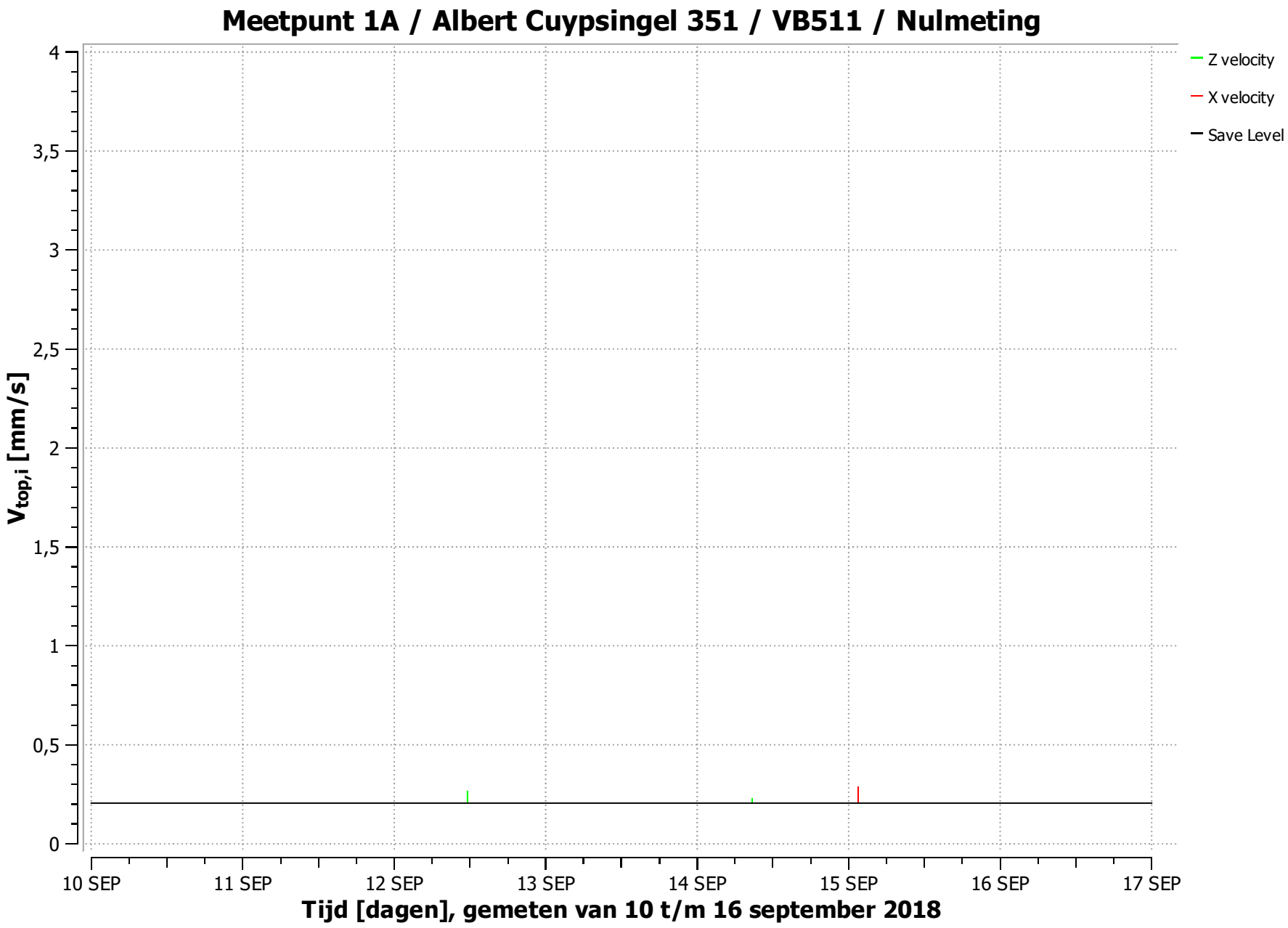
P.A.M. Baarendse
4RISK

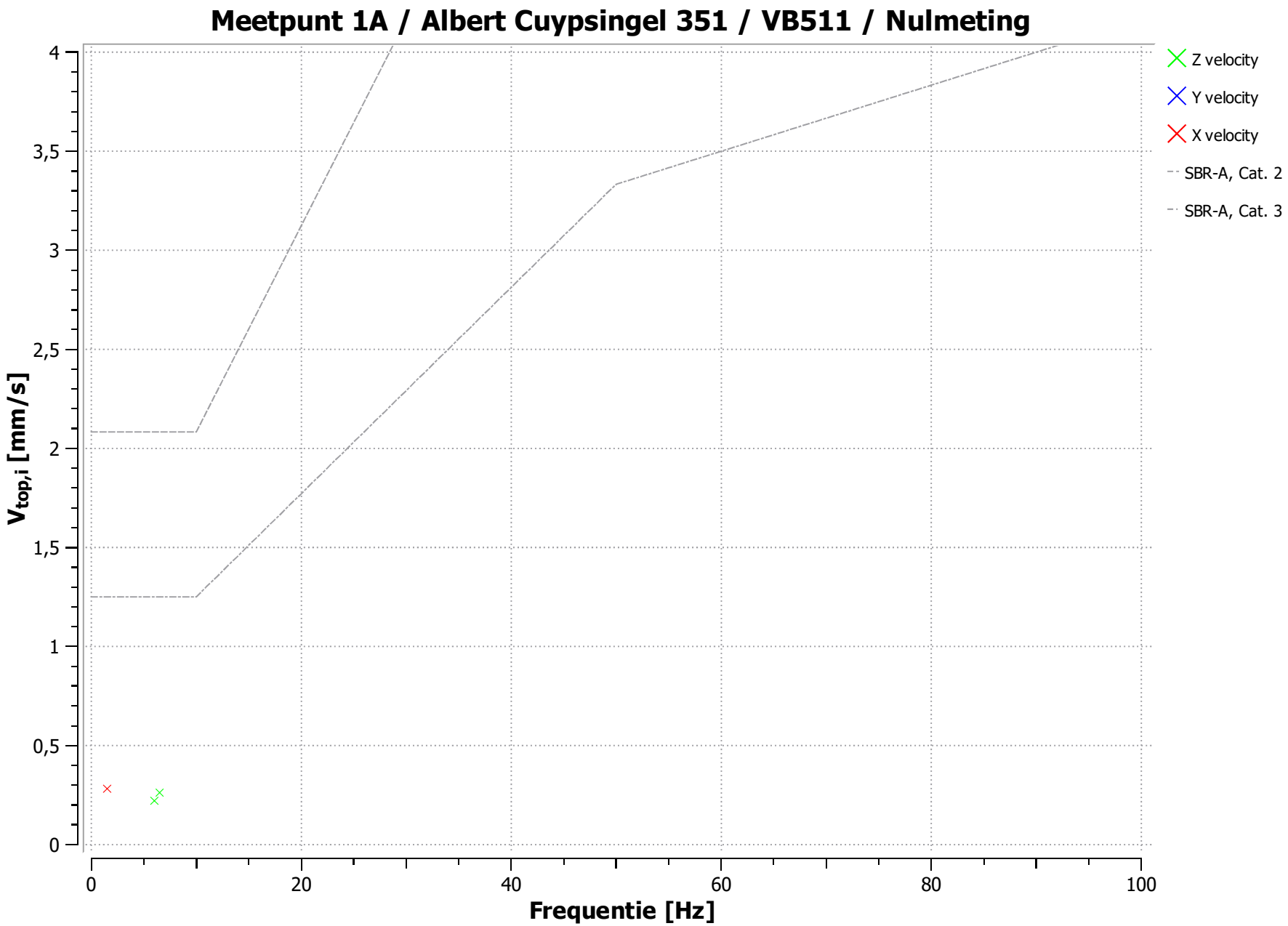
## Bijlagen.

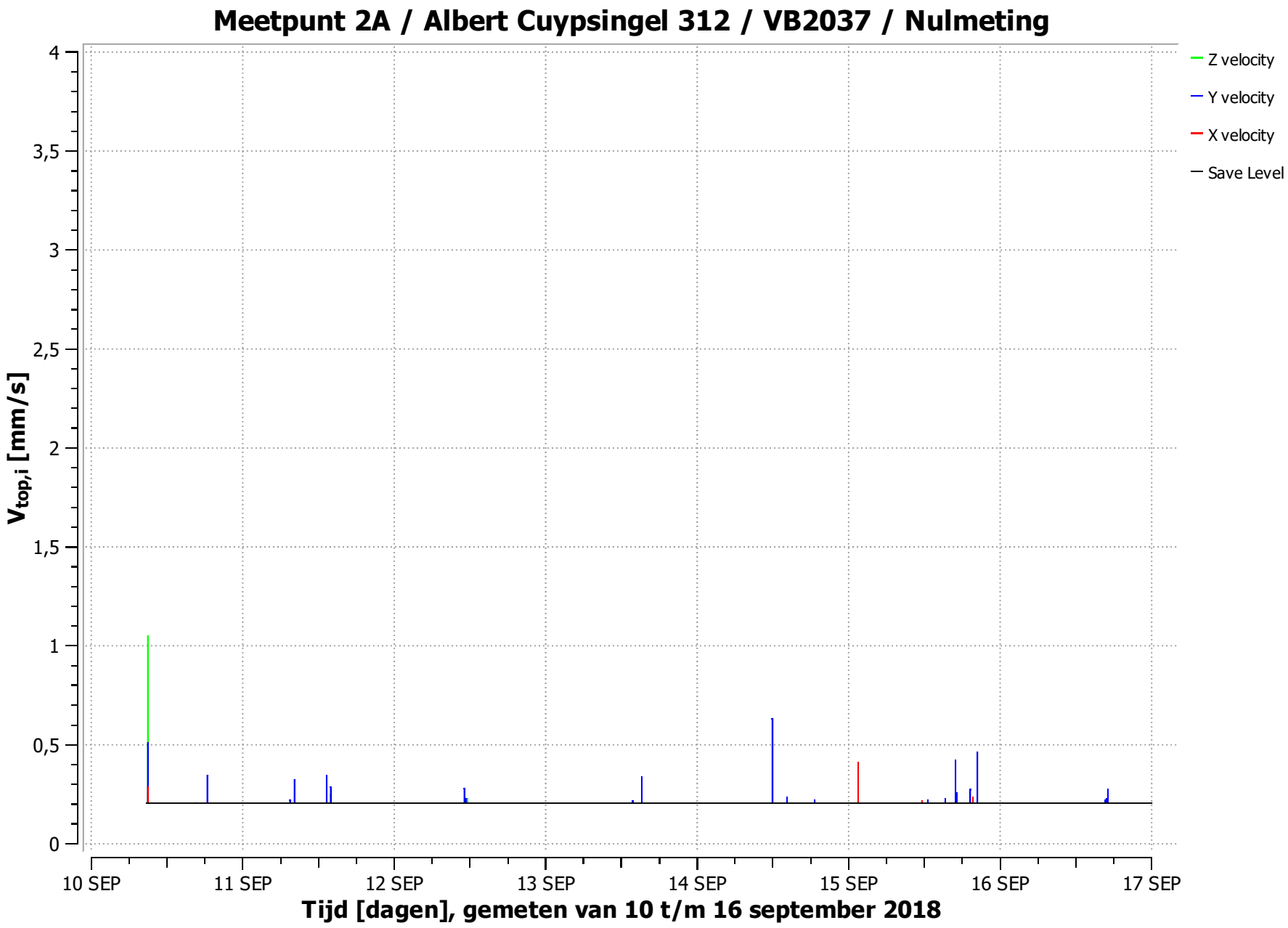
I. Resultaten trillingsmetingen, nulmeting, SBR-A
II. Resultaten trillingsmetingen, nulmeting, SBR-B
III. Resultaten trillingsmetingen, vervolgmeting, SBR-A
IV. Resultaten trillingsmetingen, vervolgmeting, SBR-B

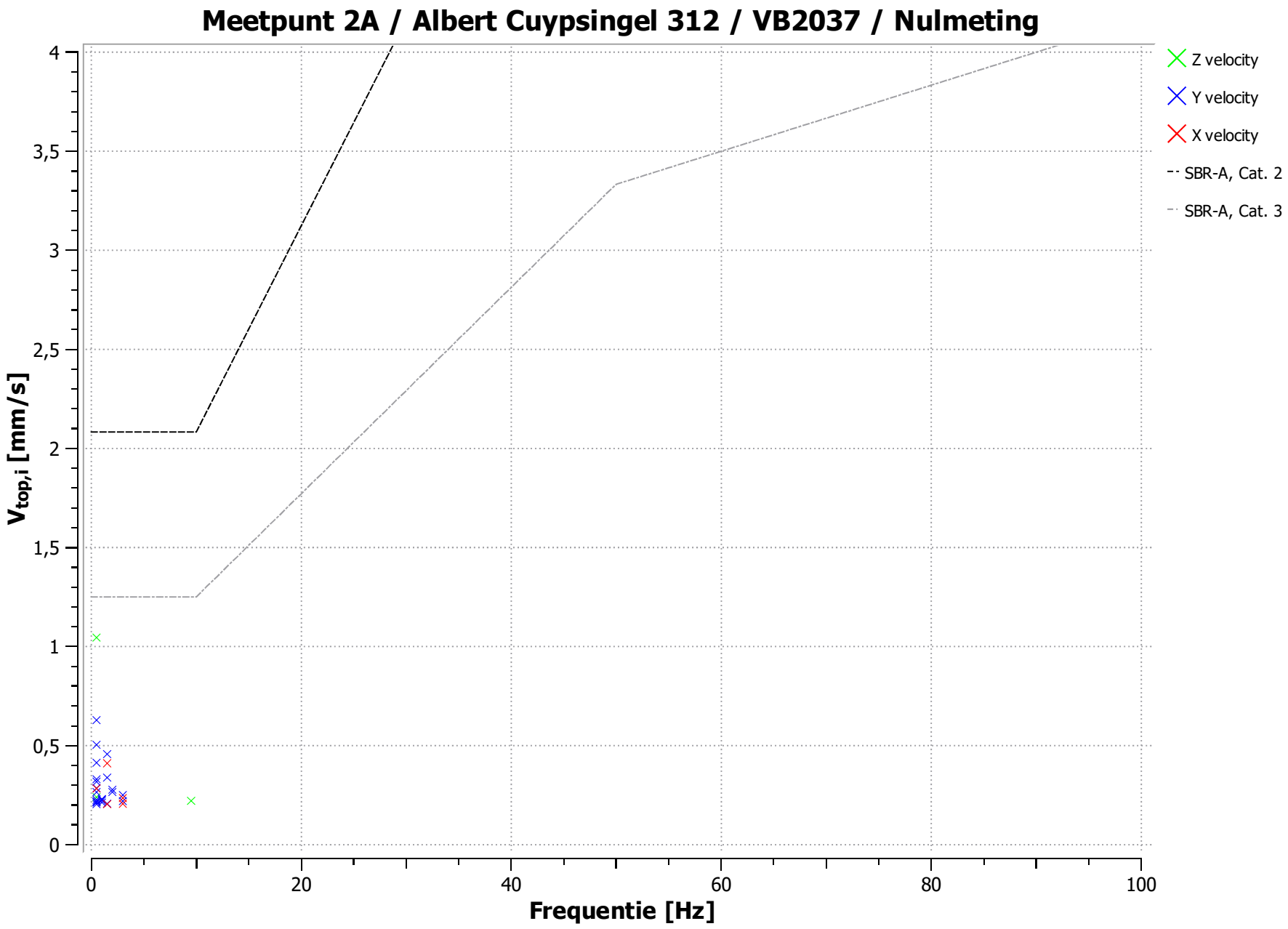
# BIJLAGE I

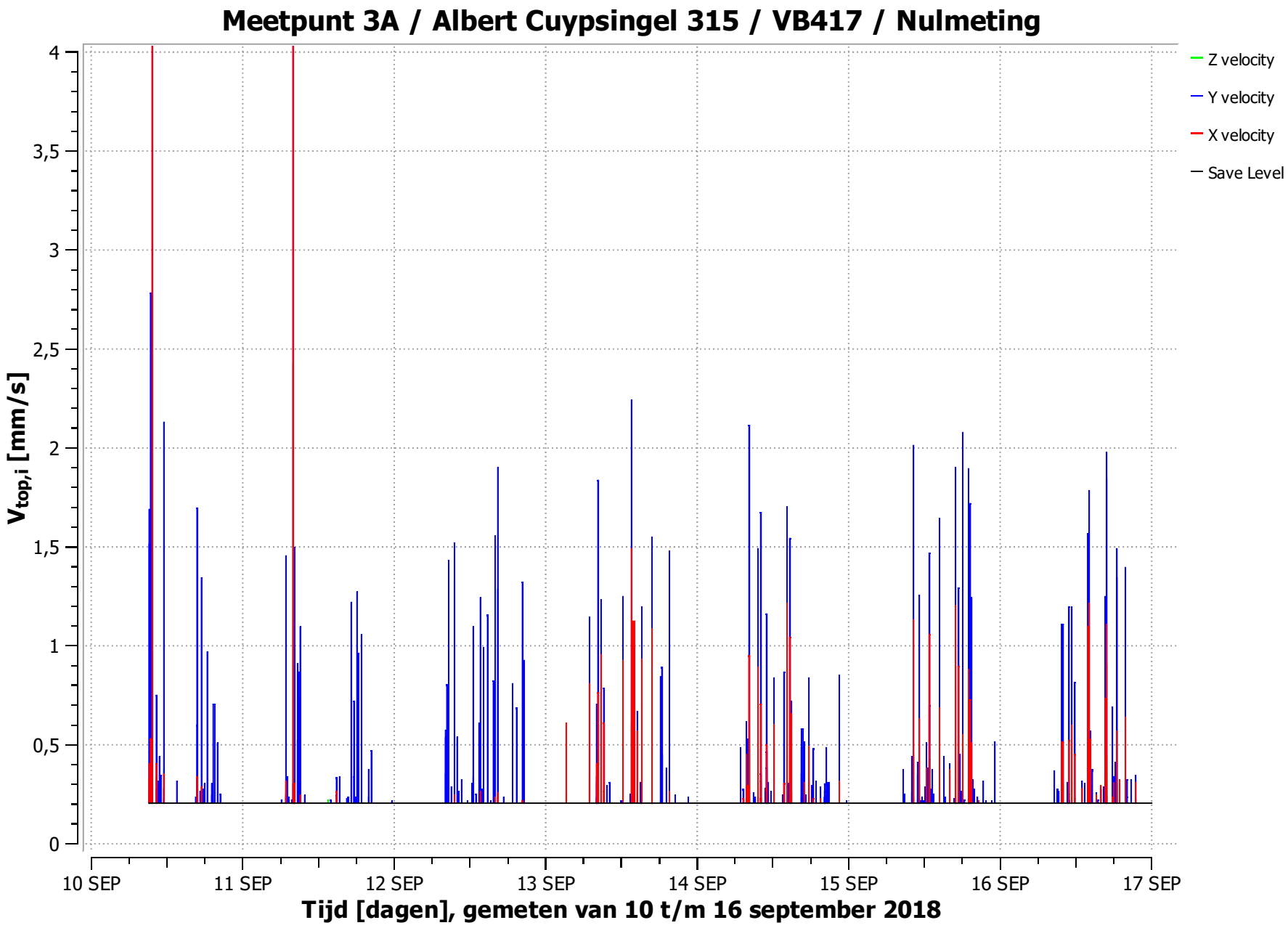
## Resultaten trillingsmetingen, nulmeting, SBR-A

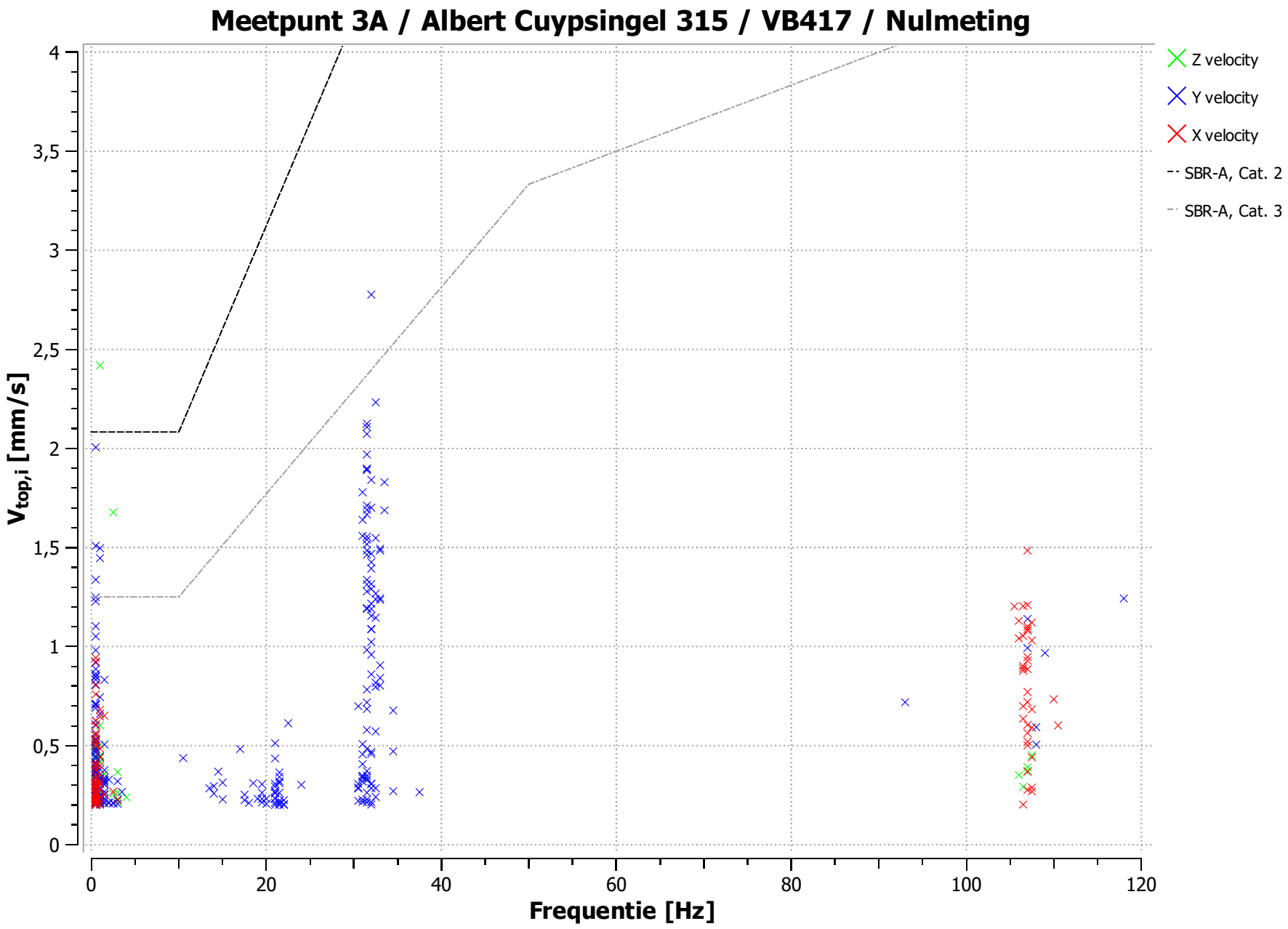

Meetpunt 1A / Albert Cuypsingel 351 / VB511 / Nulmeting
Z velocity
X velocity
Save Level
$V_{top,i}$ [mm/s]
4
3,5
3
2,5
2
1,5
1
0,5
0
10 SEP
11 SEP
12 SEP
13 SEP
14 SEP
15 SEP
16 SEP
17 SEP
Tijd [dagen], gemeten van 10 t/m 16 september 2018

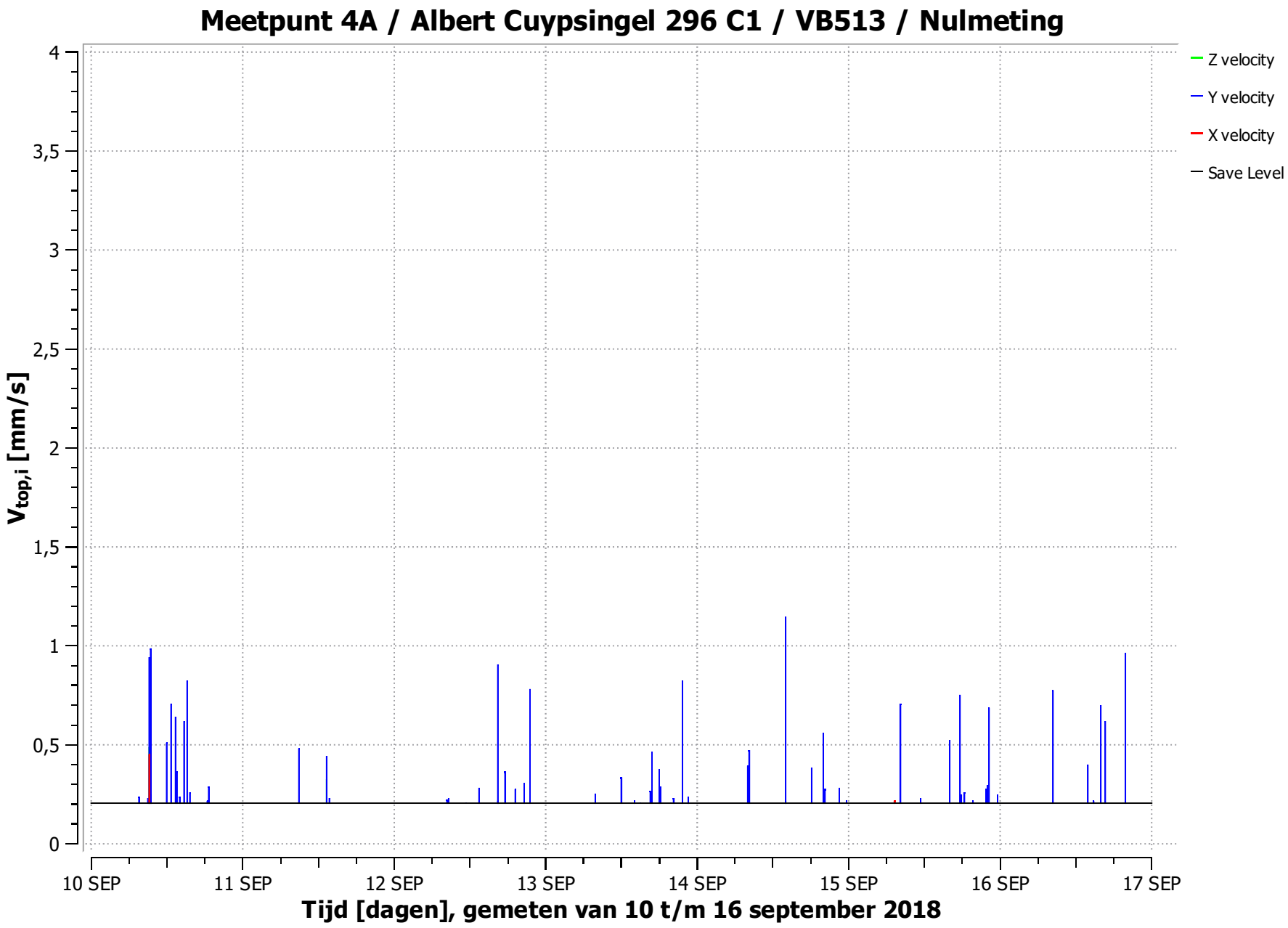

Meetpunt 1A / Albert Cuypsingel 351 / VB511 / Nulmeting
$V_{top,i}$ [mm/s]
4
3,5
3
2,5
2
1,5
1
0,5
0
0
20
40
60
80
100
Frequentie [Hz]
Z velocity
Y velocity
X velocity
SBR-A, Cat. 2
SBR-A, Cat. 3

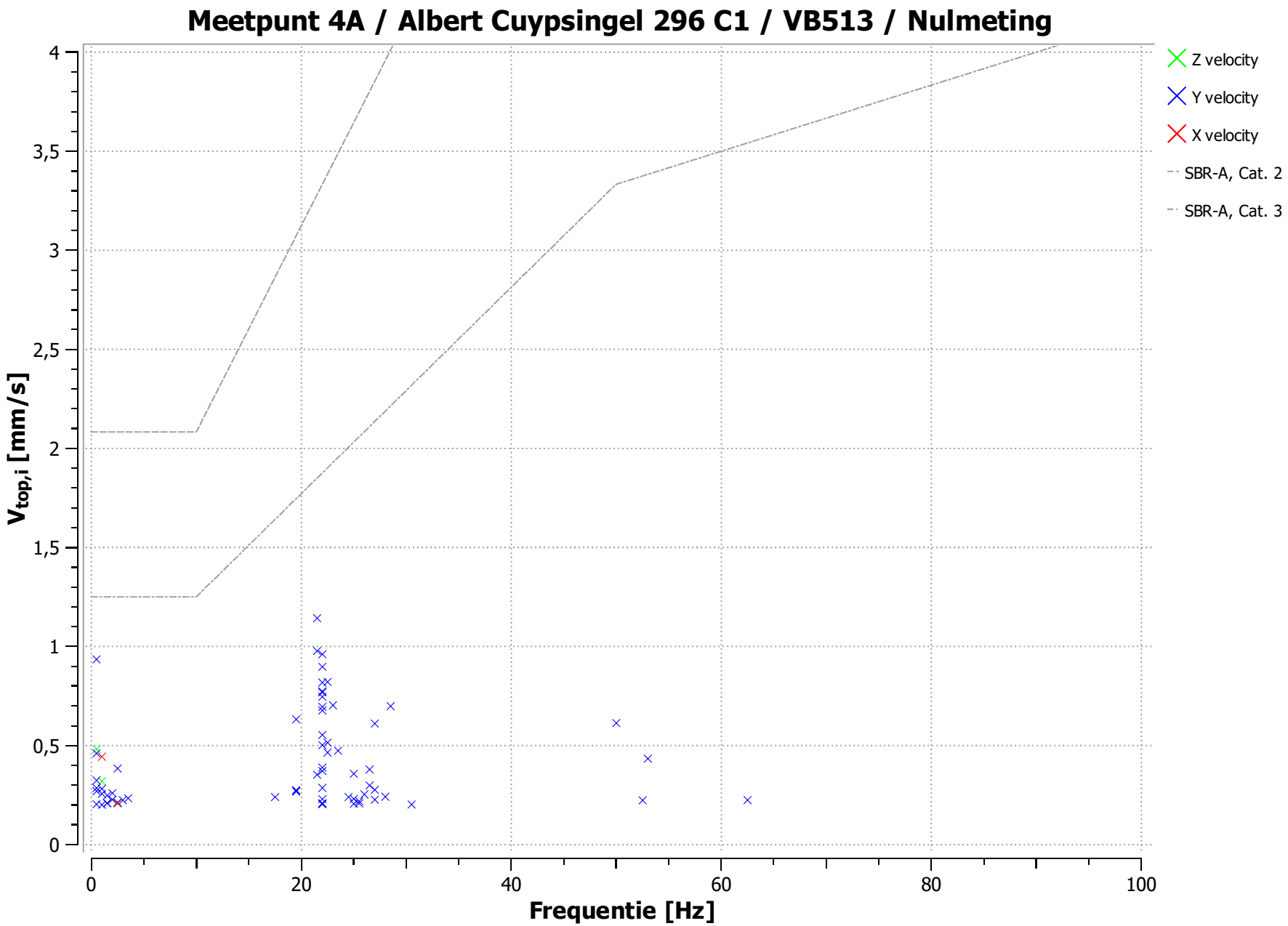

Meetpunt 2A / Albert Cuypsingel 312 / VB2037 / Nulmeting
Z velocity
Y velocity
X velocity
Save Level
$V_{top,i}$ [mm/s]
4
3,5
3
2,5
2
1,5
1
0,5
0
10 SEP
11 SEP
12 SEP
13 SEP
14 SEP
15 SEP
16 SEP
17 SEP
Tijd [dagen], gemeten van 10 t/m 16 september 2018

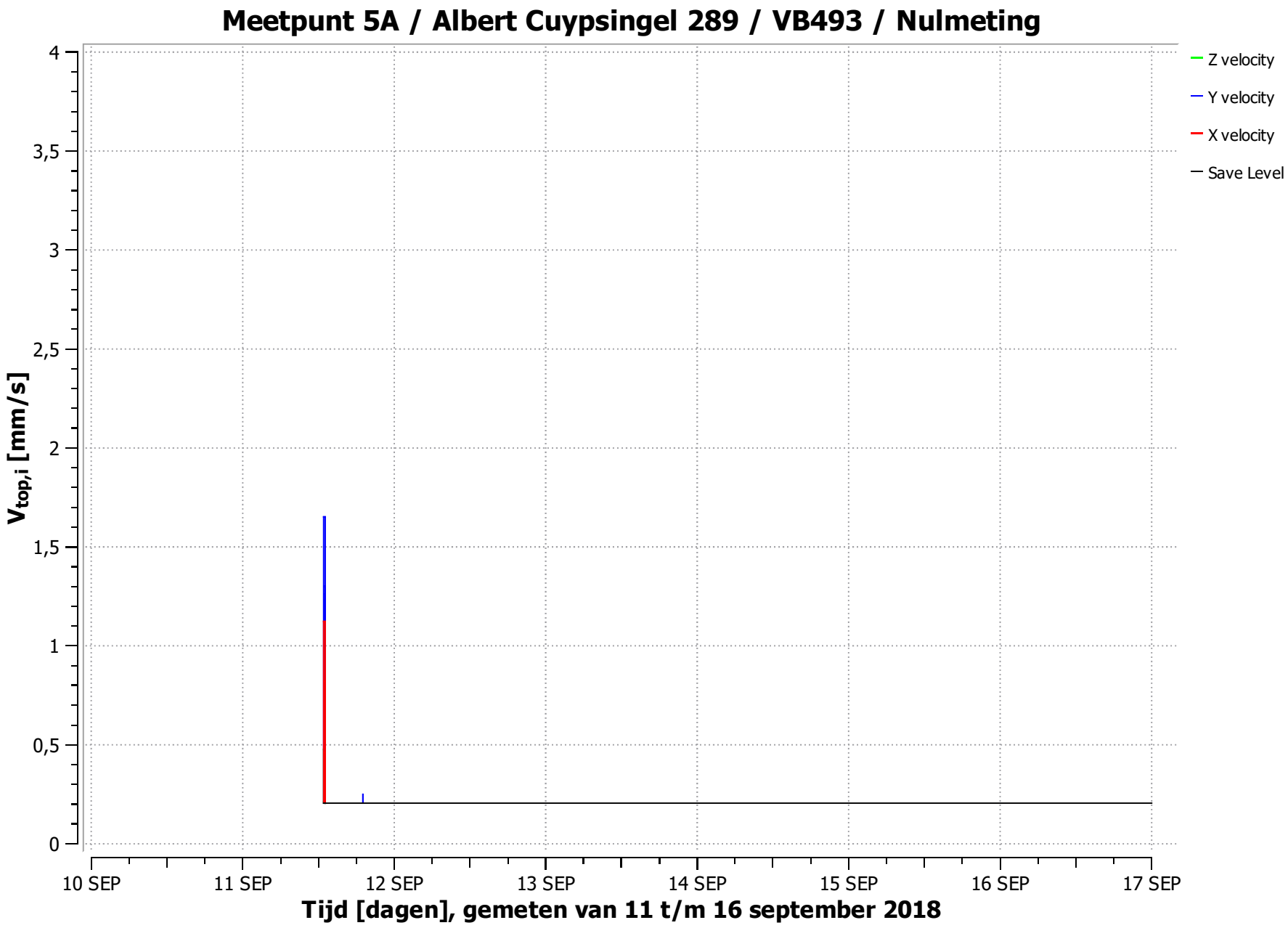

Meetpunt 2A / Albert Cuypsingel 312 / VB2037 / Nulmeting
Z velocity
Y velocity
X velocity
SBR-A, Cat. 2
SBR-A, Cat. 3
$V_{top,i}$ [mm/s]
Frequentie [Hz]
0
0,5
1
1,5
2
2,5
3
3,5
4
0
20
40
60
80
100

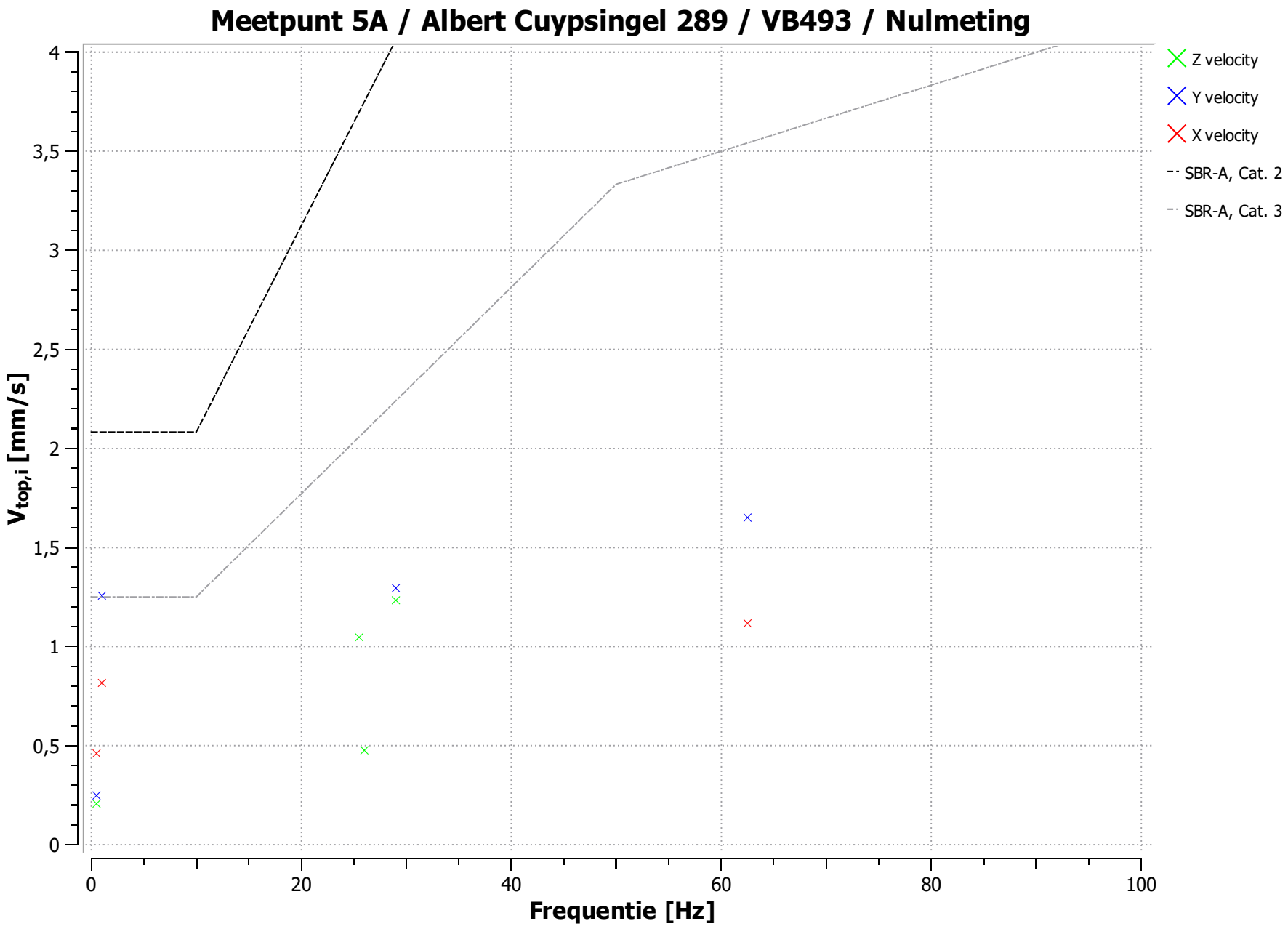

Meetpunt 3A / Albert Cuypsingel 315 / VB417 / Nulmeting
Z velocity
Y velocity
X velocity
Save Level
$V_{top,i}$ [mm/s]
0
0,5
1
1,5
2
2,5
3
3,5
4
10 SEP
11 SEP
12 SEP
13 SEP
14 SEP
15 SEP
16 SEP
17 SEP
Tijd [dagen], gemeten van 10 t/m 16 september 2018

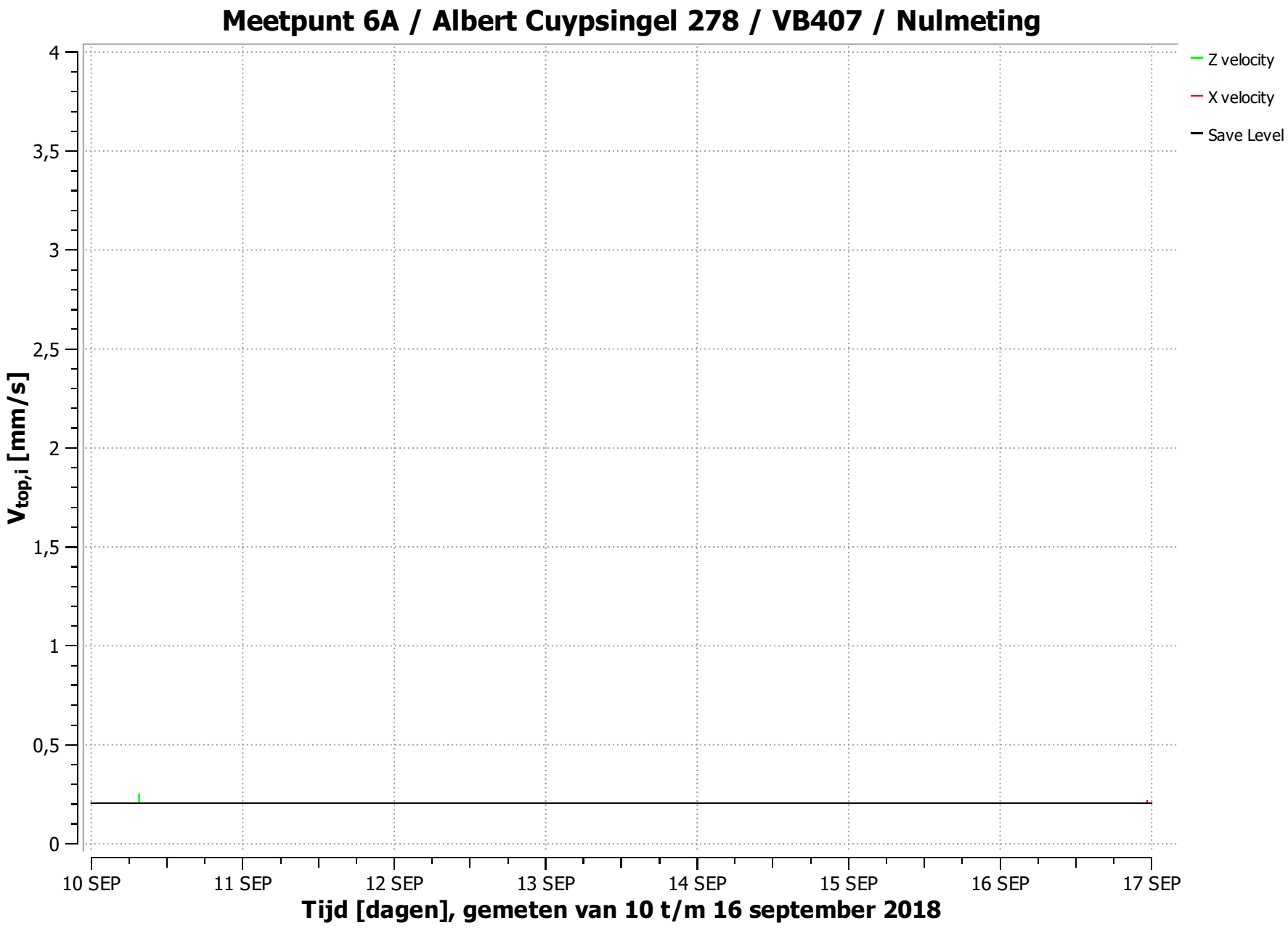

Meetpunt 3A / Albert Cuypsingel 315 / VB417 / Nulmeting
Z velocity
Y velocity
X velocity
SBR-A, Cat. 2
SBR-A, Cat. 3
$V_{top,i}$ [mm/s]
Frequentie [Hz]
0
0,5
1
1,5
2
2,5
3
3,5
4
0
20
40
60
80
100
120

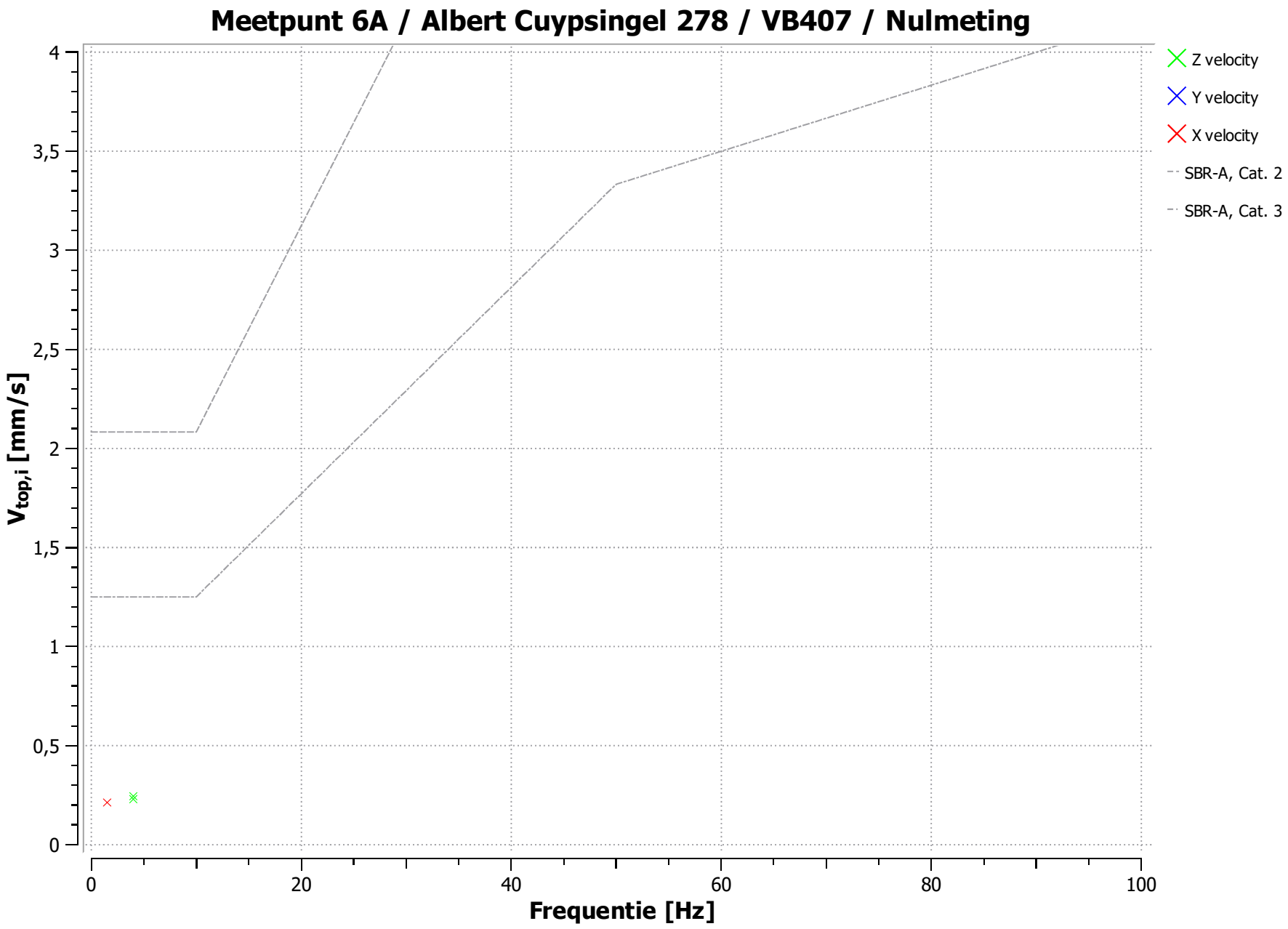

Meetpunt 4A / Albert Cuypsingel 296 C1 / VB513 / Nulmeting
Z velocity
Y velocity
X velocity
Save Level
$V_{top,i}$ [mm/s]
4
3,5
3
2,5
2
1,5
1
0,5
0
10 SEP
11 SEP
12 SEP
13 SEP
14 SEP
15 SEP
16 SEP
17 SEP
Tijd [dagen], gemeten van 10 t/m 16 september 2018


Meetpunt 4A / Albert Cuypsingel 296 C1 / VB513 / Nulmeting
$V_{top,i}$ [mm/s]
4
3,5
3
2,5
2
1,5
1
0,5
0
0
20
40
60
80
100
Frequentie [Hz]
Z velocity
Y velocity
X velocity
SBR-A, Cat. 2
SBR-A, Cat. 3


Meetpunt 5A / Albert Cuypsingel 289 / VB493 / Nulmeting
Z velocity
Y velocity
X velocity
Save Level
$V_{top,i}$ [mm/s]
4
3,5
3
2,5
2
1,5
1
0,5
0
10 SEP
11 SEP
12 SEP
13 SEP
14 SEP
15 SEP
16 SEP
17 SEP
Tijd [dagen], gemeten van 11 t/m 16 september 2018

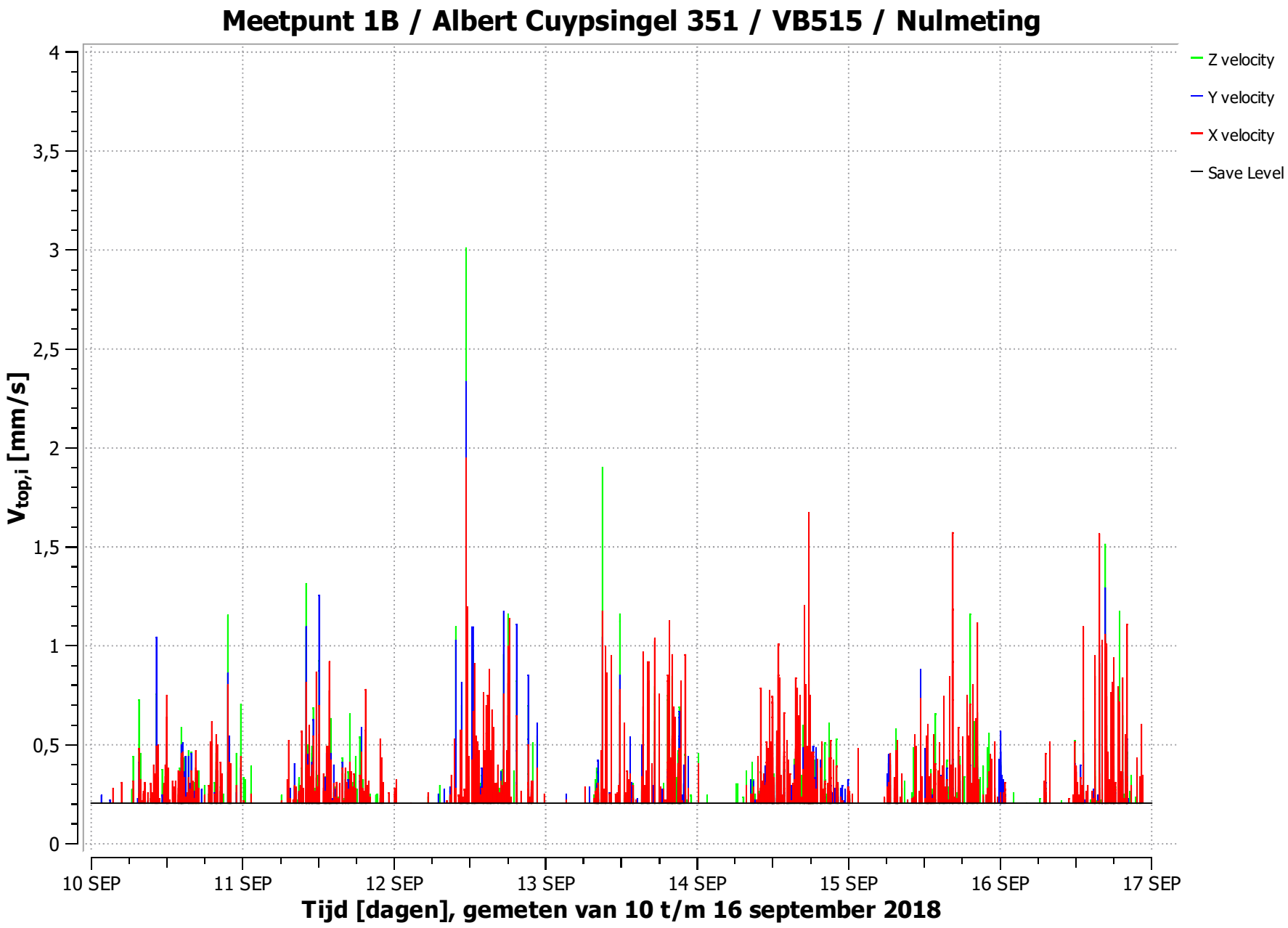

Meetpunt 5A / Albert Cuypsingel 289 / VB493 / Nulmeting
$V_{top,i}$ [mm/s]
Frequentie [Hz]
0
0,5
1
1,5
2
2,5
3
3,5
4
0
20
40
60
80
100
Z velocity
Y velocity
X velocity
SBR-A, Cat. 2
SBR-A, Cat. 3

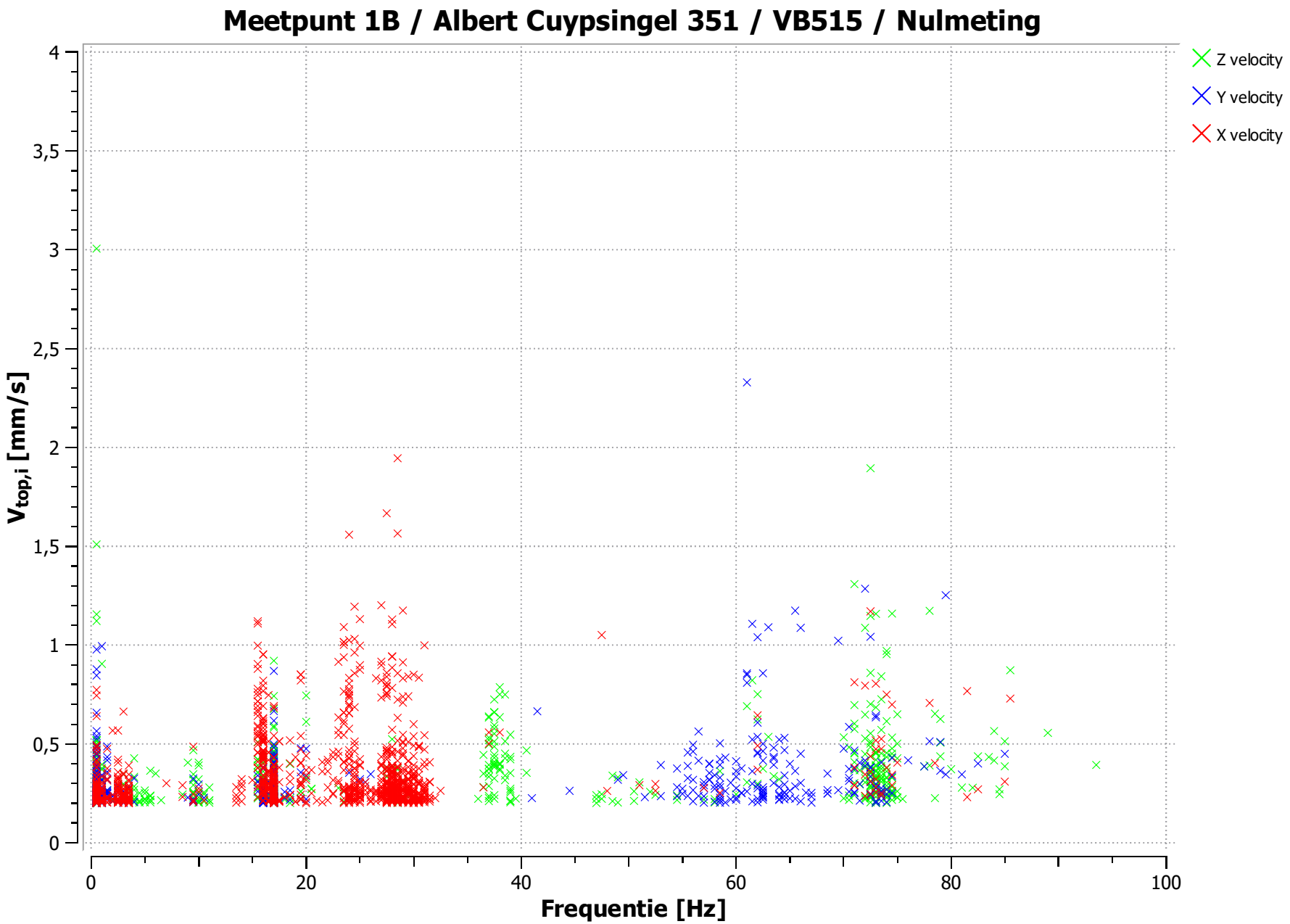

Meetpunt 6A / Albert Cuypsingel 278 / VB407 / Nulmeting
Z velocity
X velocity
Save Level
4
3,5
3
2,5
2
1,5
1
0,5
0
$V_{top,i}$ [mm/s]
10 SEP
11 SEP
12 SEP
13 SEP
14 SEP
15 SEP
16 SEP
17 SEP
Tijd [dagen], gemeten van 10 t/m 16 september 2018

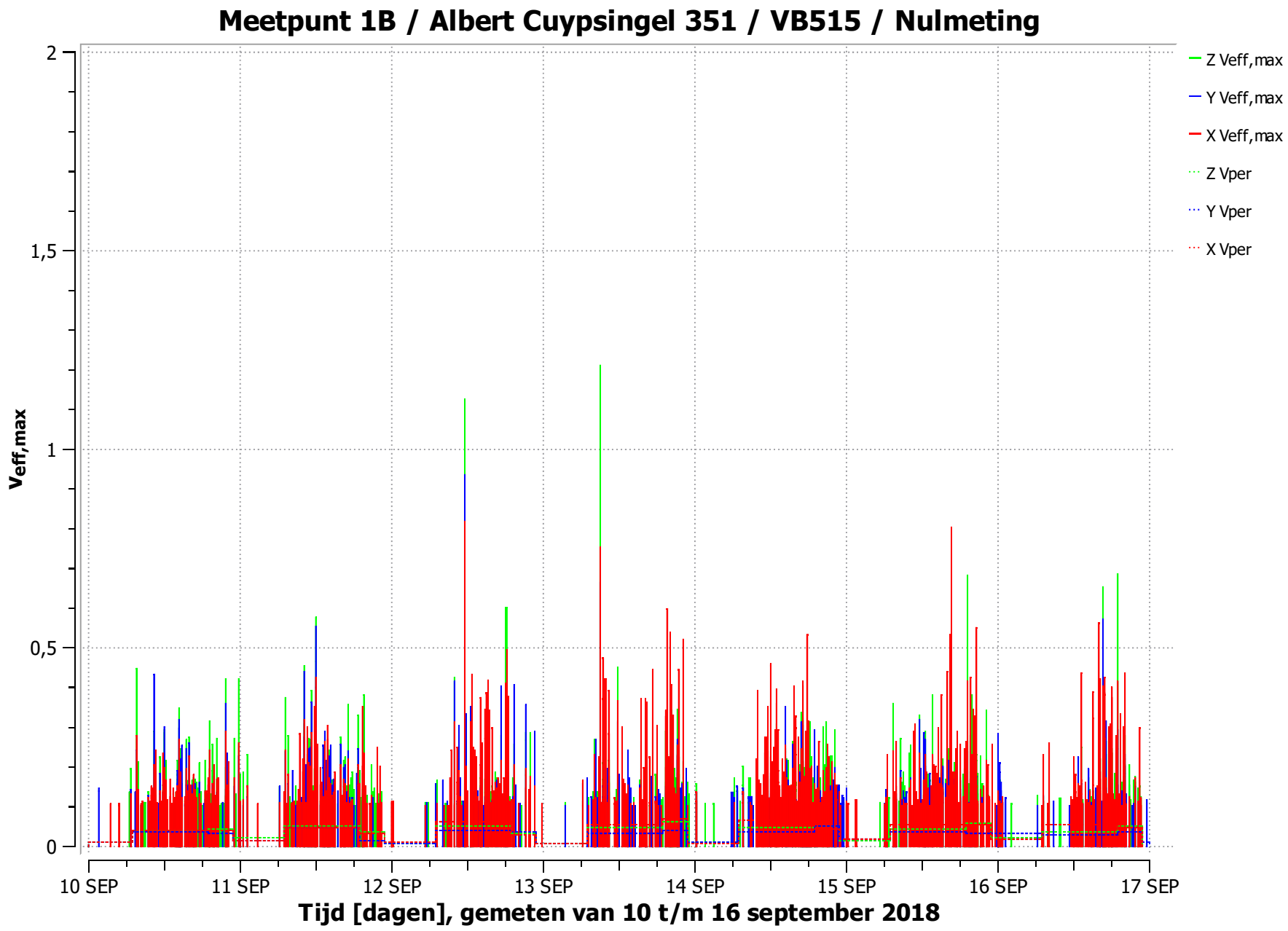

Meetpunt 6A / Albert Cuypsingel 278 / VB407 / Nulmeting
Z velocity
Y velocity
X velocity
SBR-A, Cat. 2
SBR-A, Cat. 3
$V_{top,i}$ [mm/s]
Frequentie [Hz]
0
0,5
1
1,5
2
2,5
3
3,5
4
0
20
40
60
80
100

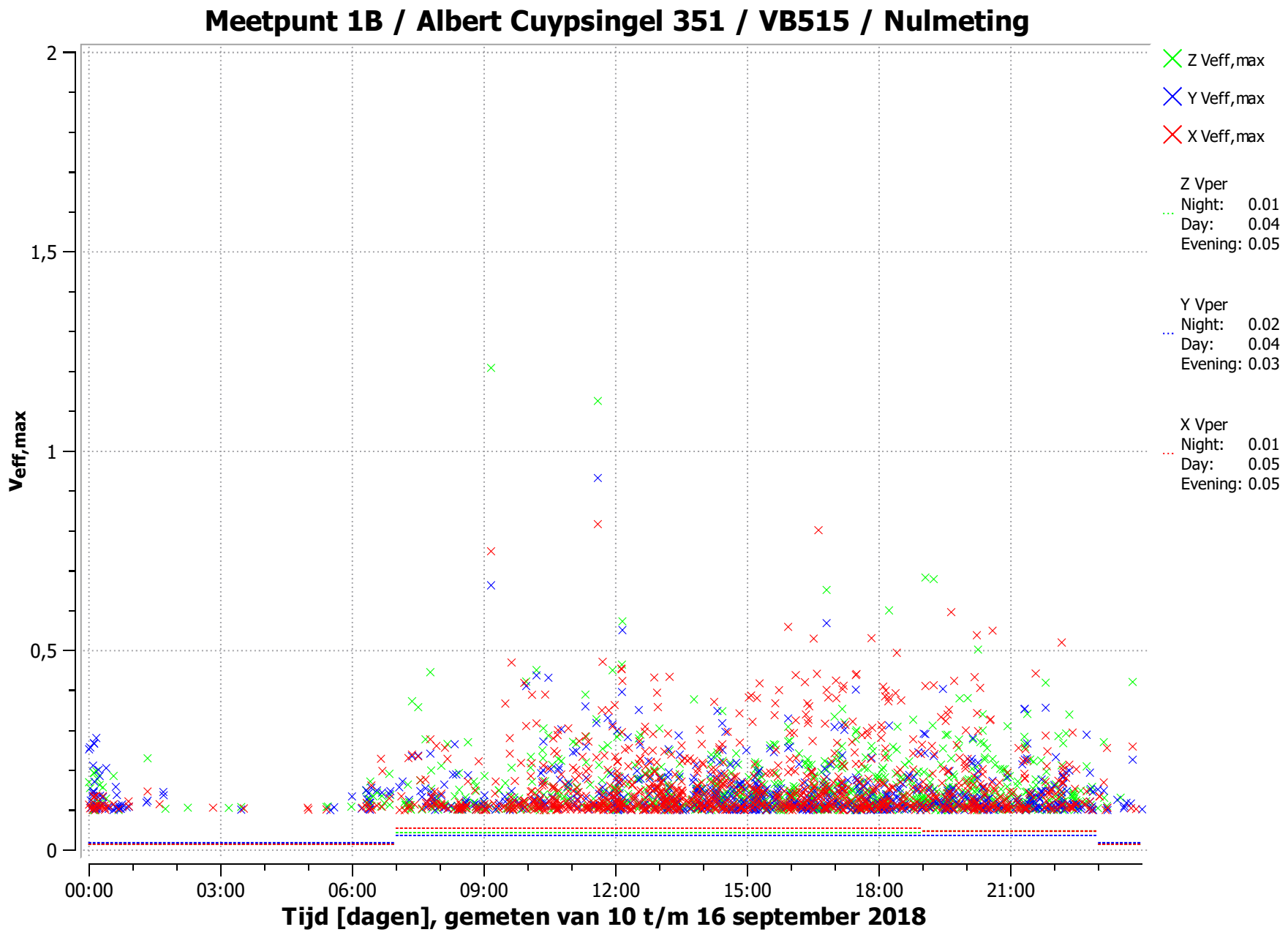
# BIJLAGE II

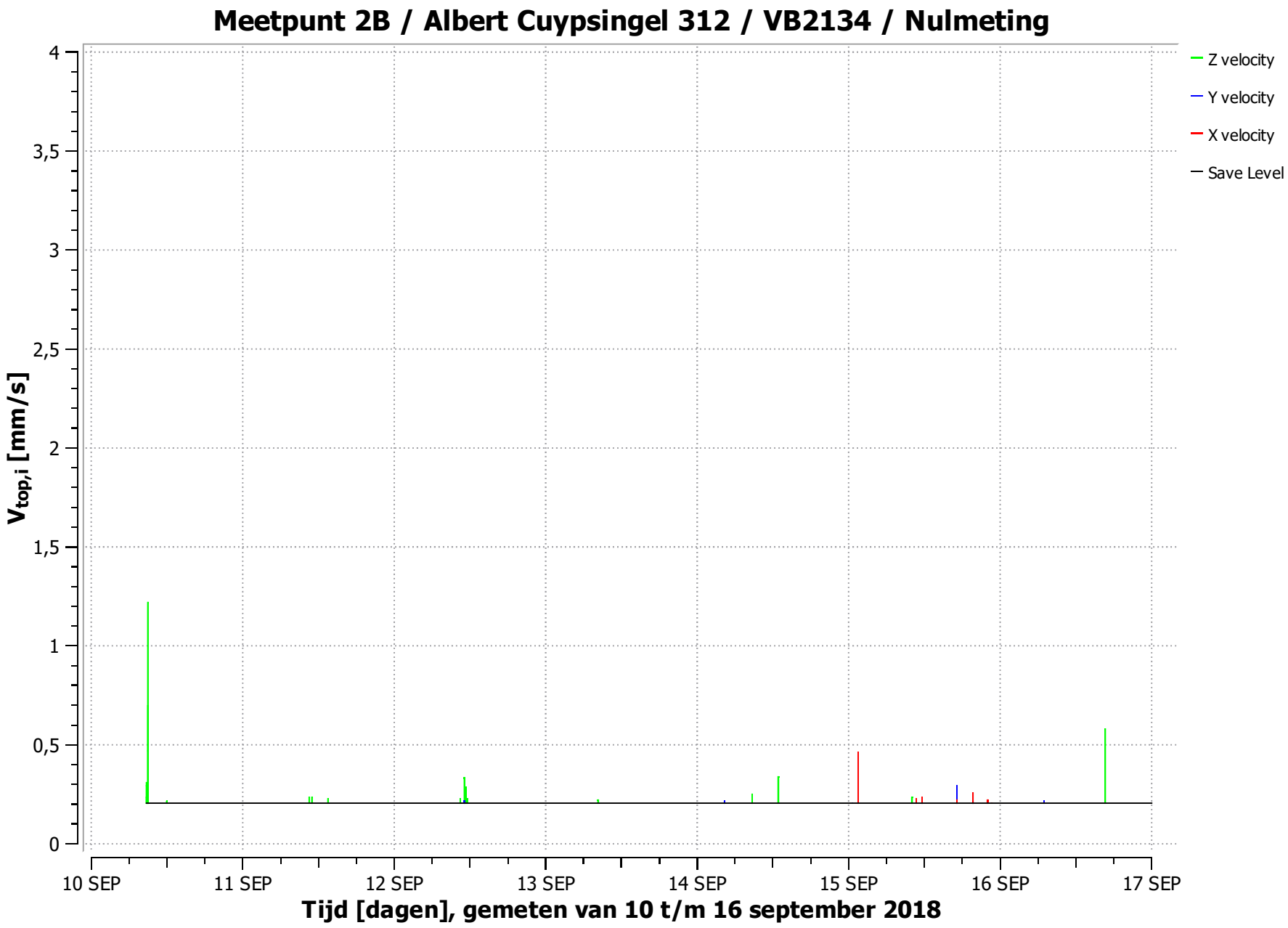
## Resultaten trillingsmetingen, nulmeting, SBR-B

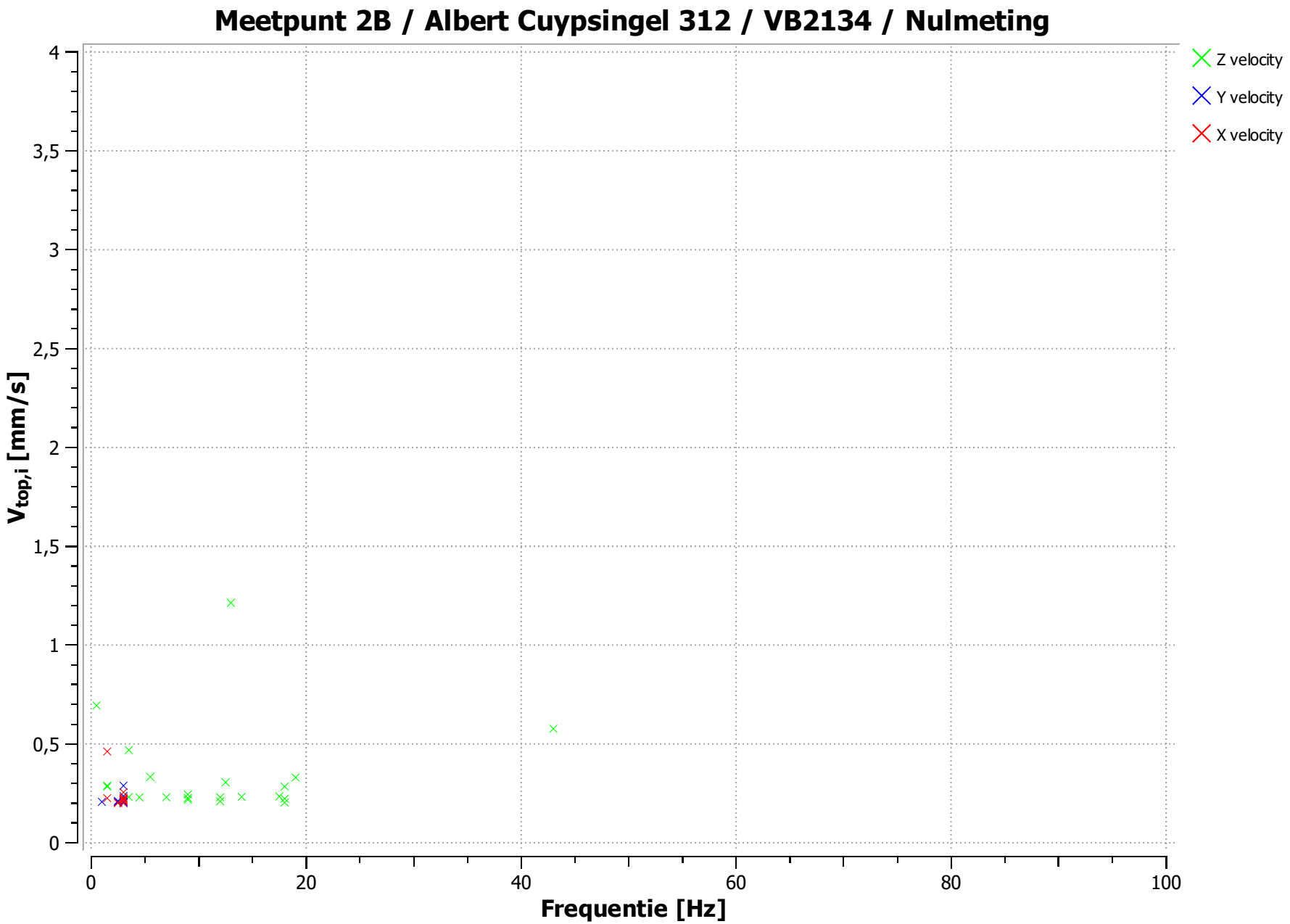

Meetpunt 1B / Albert Cuypsingel 351 / VB515 / Nulmeting
Z velocity
Y velocity
X velocity
Save Level
$V_{top,i}$ [mm/s]
4
3,5
3
2,5
2
1,5
1
0,5
0
10 SEP
11 SEP
12 SEP
13 SEP
14 SEP
15 SEP
16 SEP
17 SEP
Tijd [dagen], gemeten van 10 t/m 16 september 2018

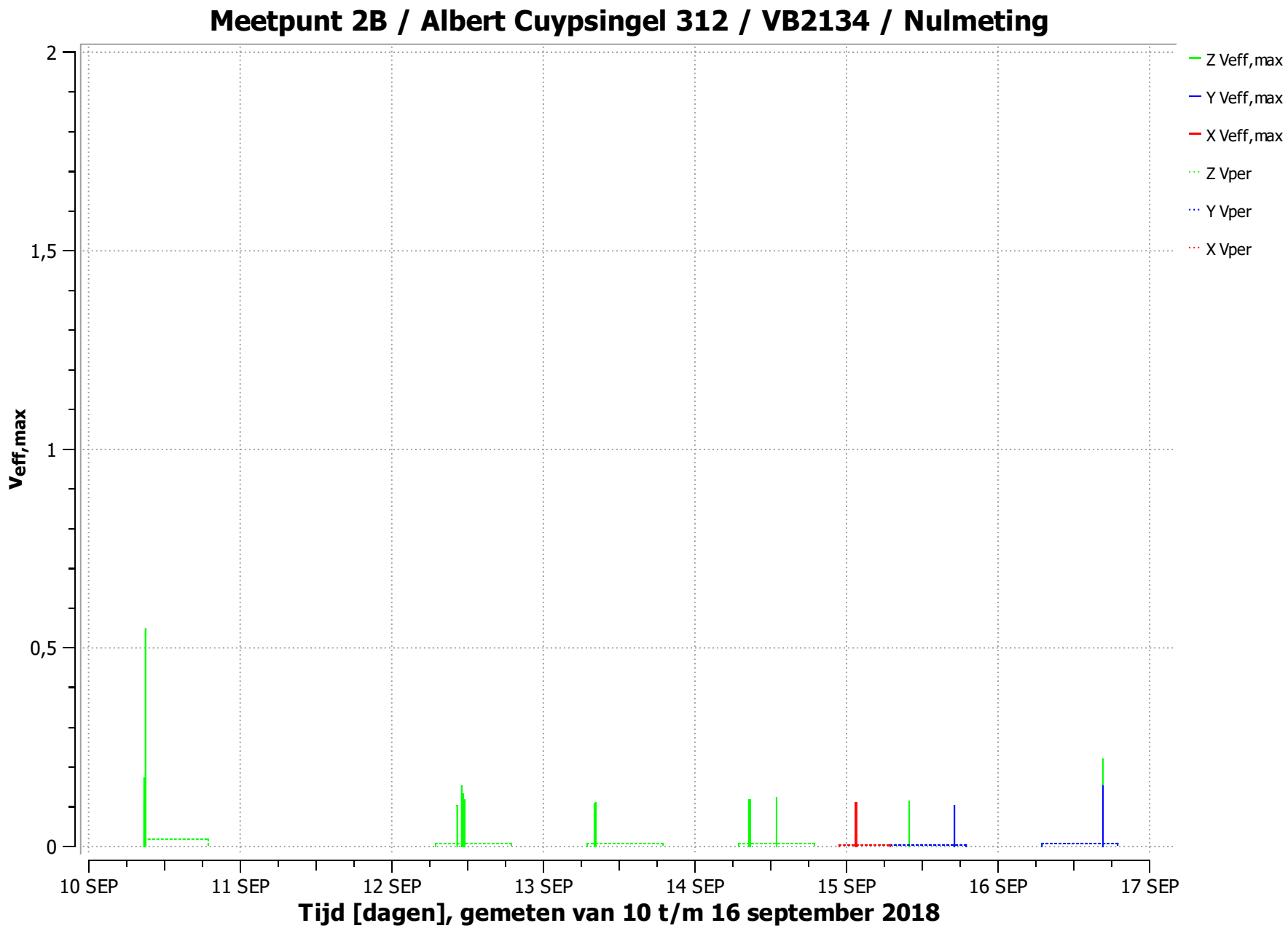

Meetpunt 1B / Albert Cuypsingel 351 / VB515 / Nulmeting
Z velocity
Y velocity
X velocity
$V_{top,i}$ [mm/s]
0
0,5
1
1,5
2
2,5
3
3,5
4
0
20
40
60
80
100
Frequentie [Hz]

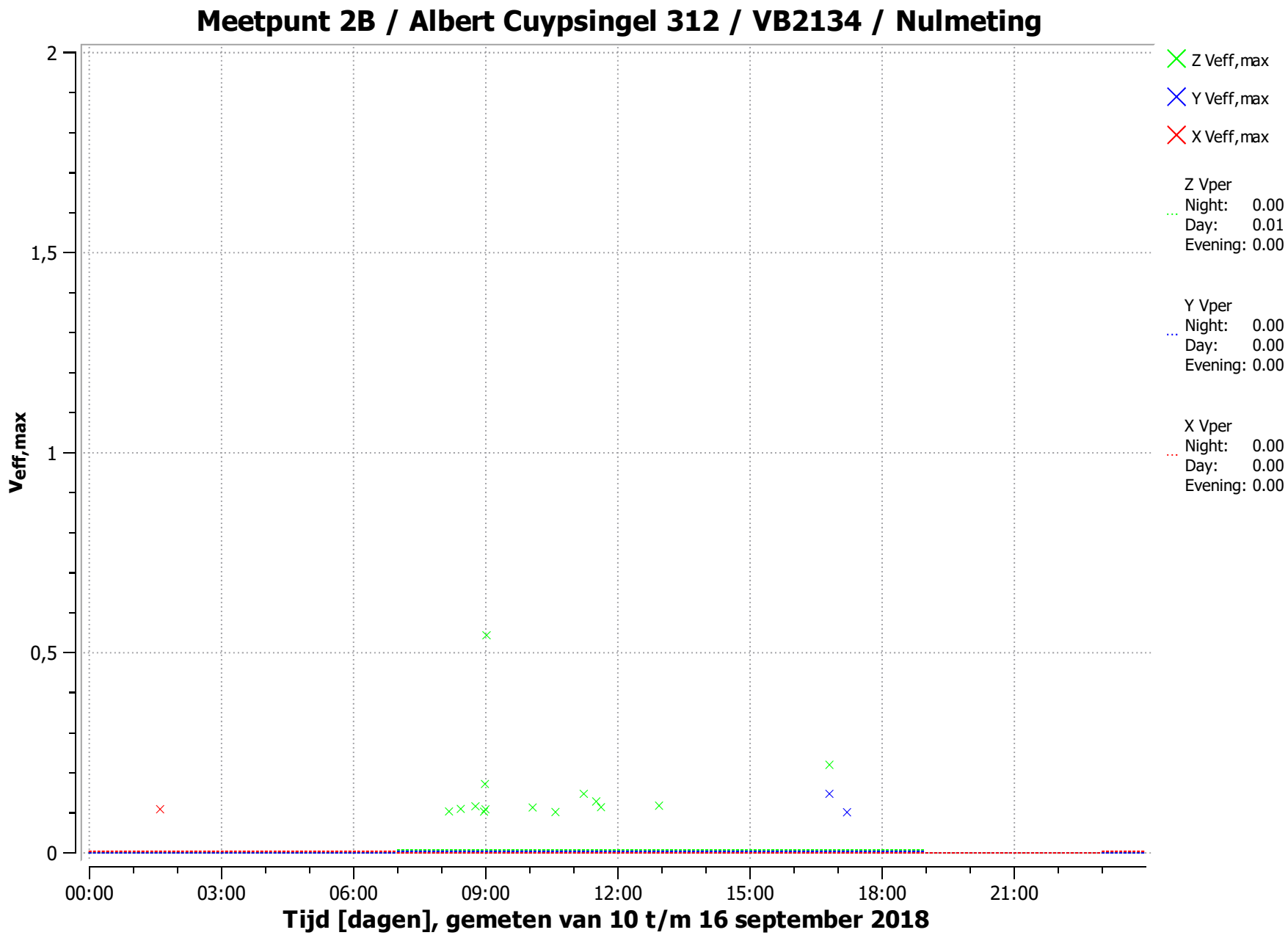

Meetpunt 1B / Albert Cuypsingel 351 / VB515 / Nulmeting
Veff,max
2
1,5
1
0,5
0
10 SEP
11 SEP
12 SEP
13 SEP
14 SEP
15 SEP
16 SEP
17 SEP
Tijd [dagen], gemeten van 10 t/m 16 september 2018
Z Veff,max
Y Veff,max
X Veff,max
Z Vper
Y Vper
X Vper

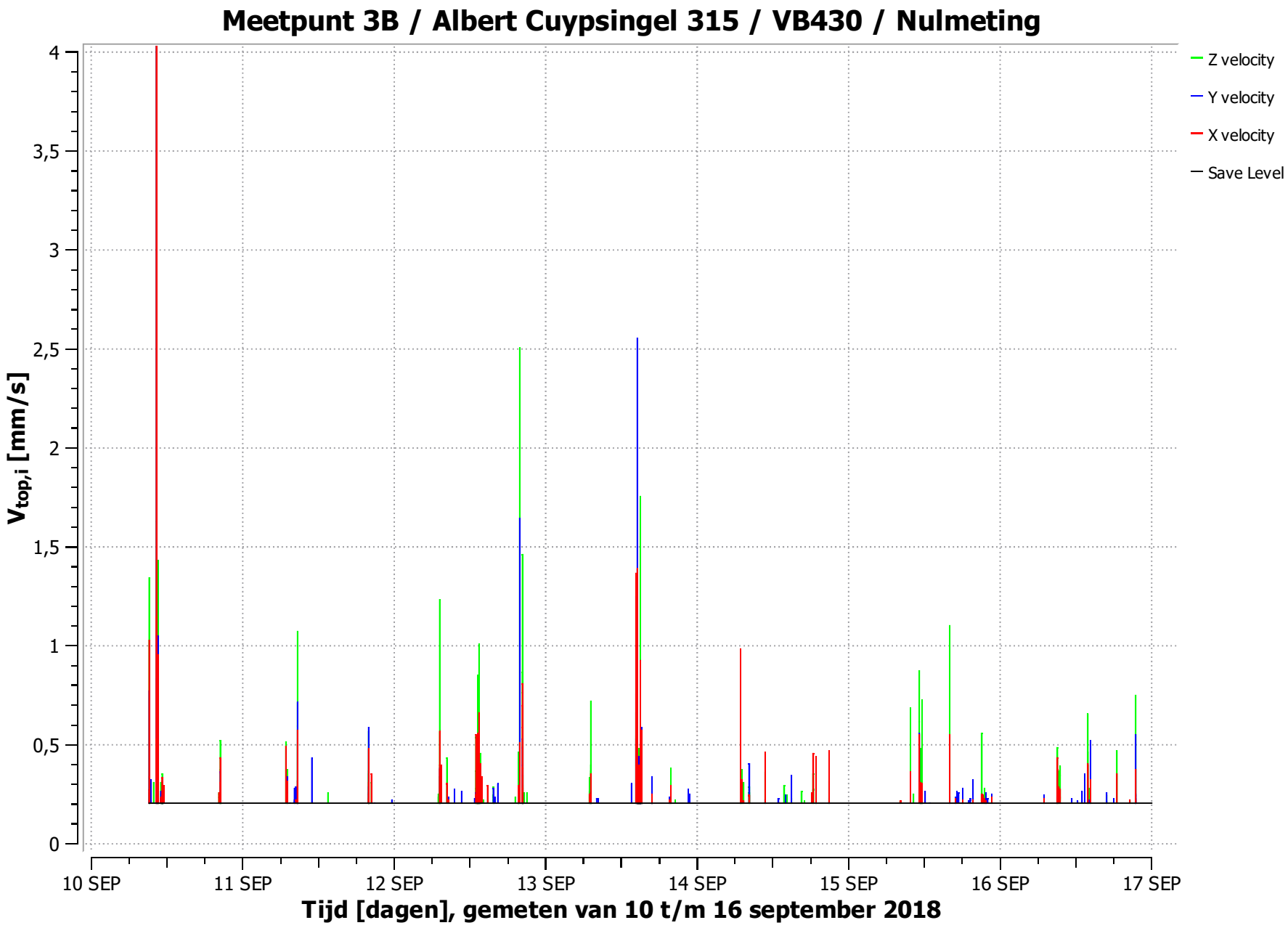

Meetpunt 1B / Albert Cuypsingel 351 / VB515 / Nulmeting
Veff,max
2
1,5
1
0,5
0
00:00
03:00
06:00
09:00
12:00
15:00
18:00
21:00
Tijd [dagen], gemeten van 10 t/m 16 september 2018
Z Veff,max
Y Veff,max
X Veff,max
Z Vper
Night: 0.01
Day: 0.04
Evening: 0.05
Y Vper
Night: 0.02
Day: 0.04
Evening: 0.03
X Vper
Night: 0.01
Day: 0.05
Evening: 0.05

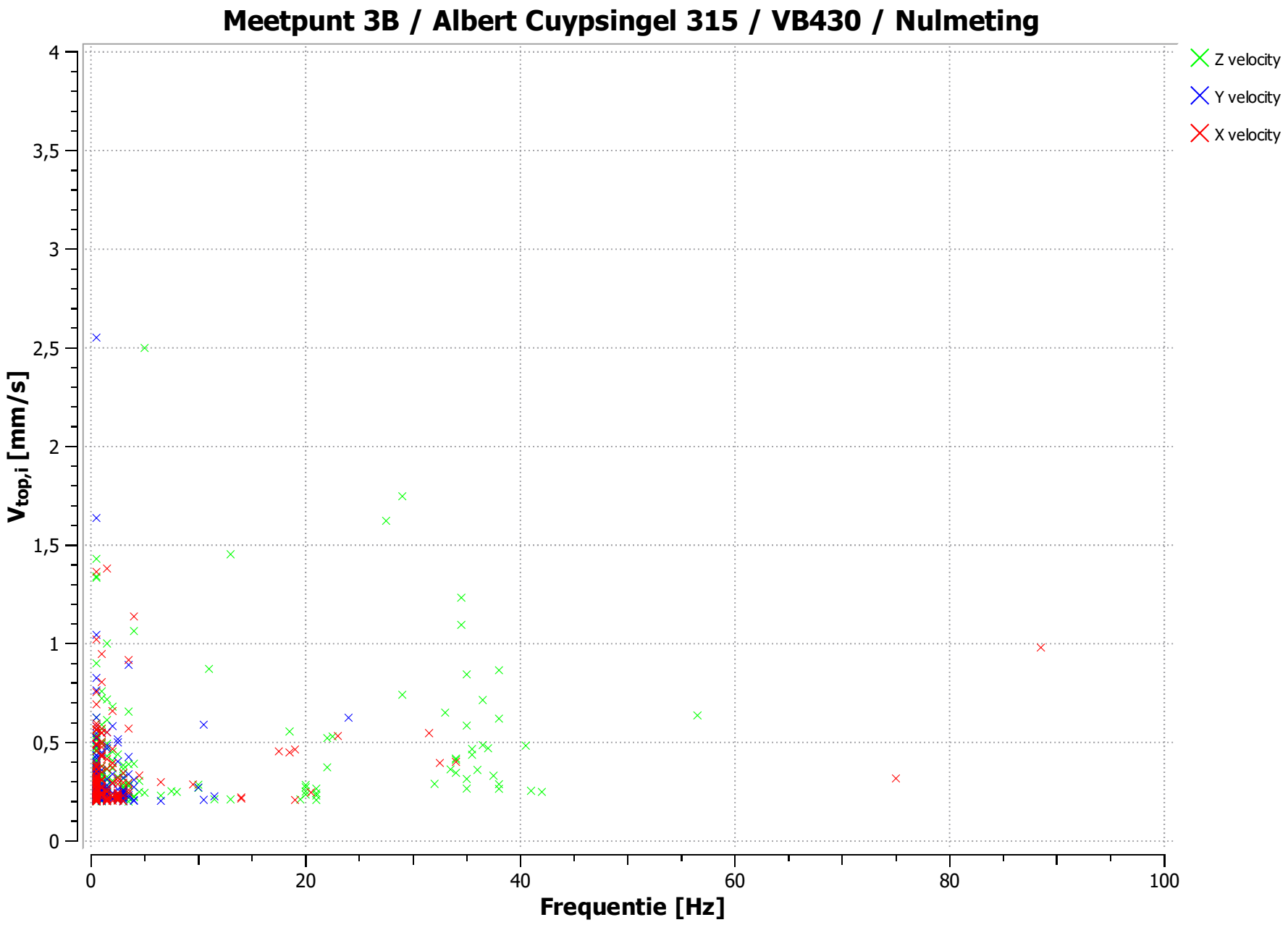

Meetpunt 2B / Albert Cuypsingel 312 / VB2134 / Nulmeting
Z velocity
Y velocity
X velocity
Save Level
$V_{top,i}$ [mm/s]
4
3,5
3
2,5
2
1,5
1
0,5
0
10 SEP
11 SEP
12 SEP
13 SEP
14 SEP
15 SEP
16 SEP
17 SEP
Tijd [dagen], gemeten van 10 t/m 16 september 2018

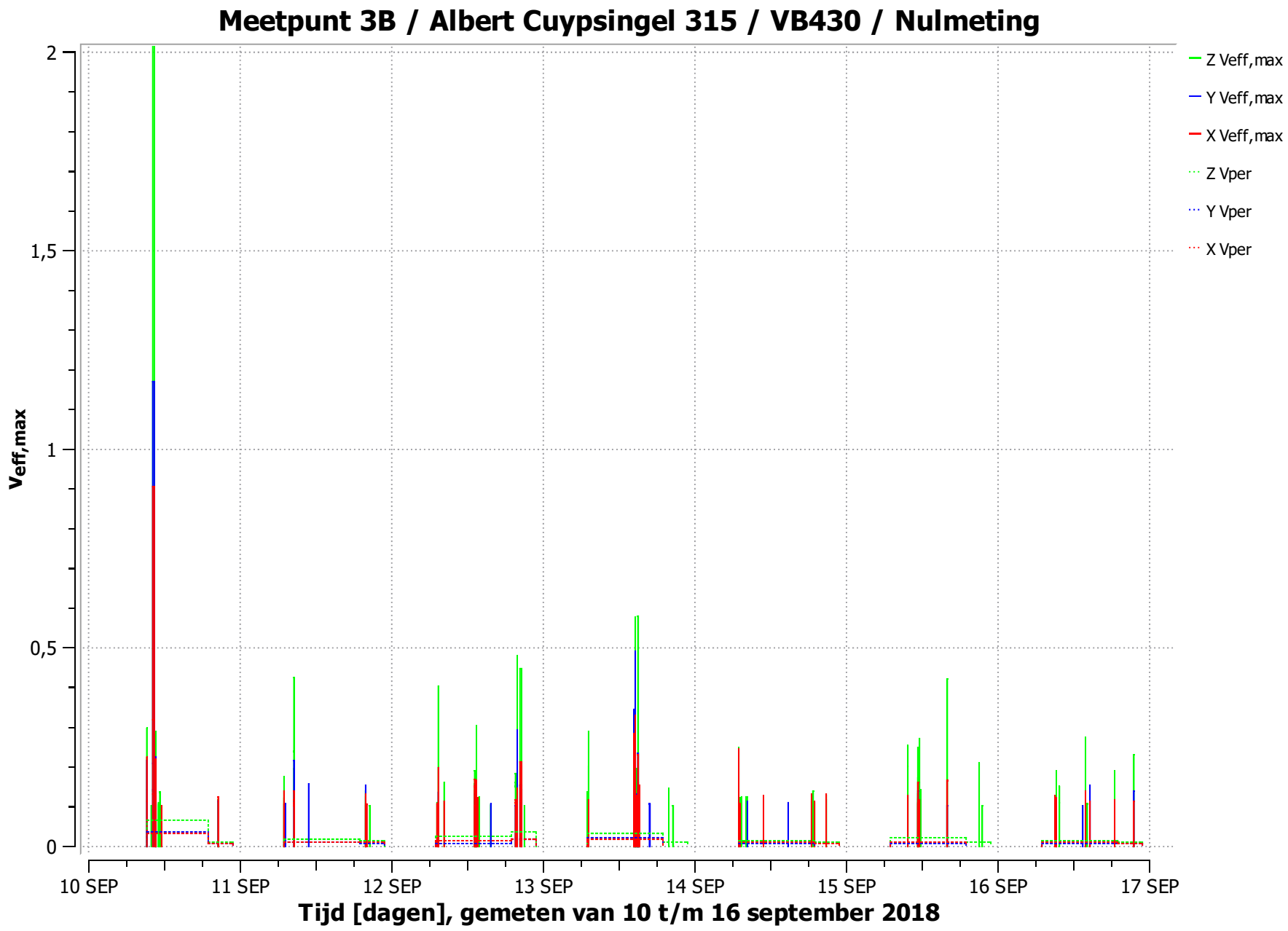

Meetpunt 2B / Albert Cuypsingel 312 / VB2134 / Nulmeting
Z velocity
Y velocity
X velocity
$V_{top,i}$ [mm/s]
Frequentie [Hz]
0
0,5
1
1,5
2
2,5
3
3,5
4
0
20
40
60
80
100


Meetpunt 2B / Albert Cuypsingel 312 / VB2134 / Nulmeting
Veff,max
2
1,5
1
0,5
0
10 SEP
11 SEP
12 SEP
13 SEP
14 SEP
15 SEP
16 SEP
17 SEP
Tijd [dagen], gemeten van 10 t/m 16 september 2018
Z Veff,max
Y Veff,max
X Veff,max
Z Vper
Y Vper
X Vper

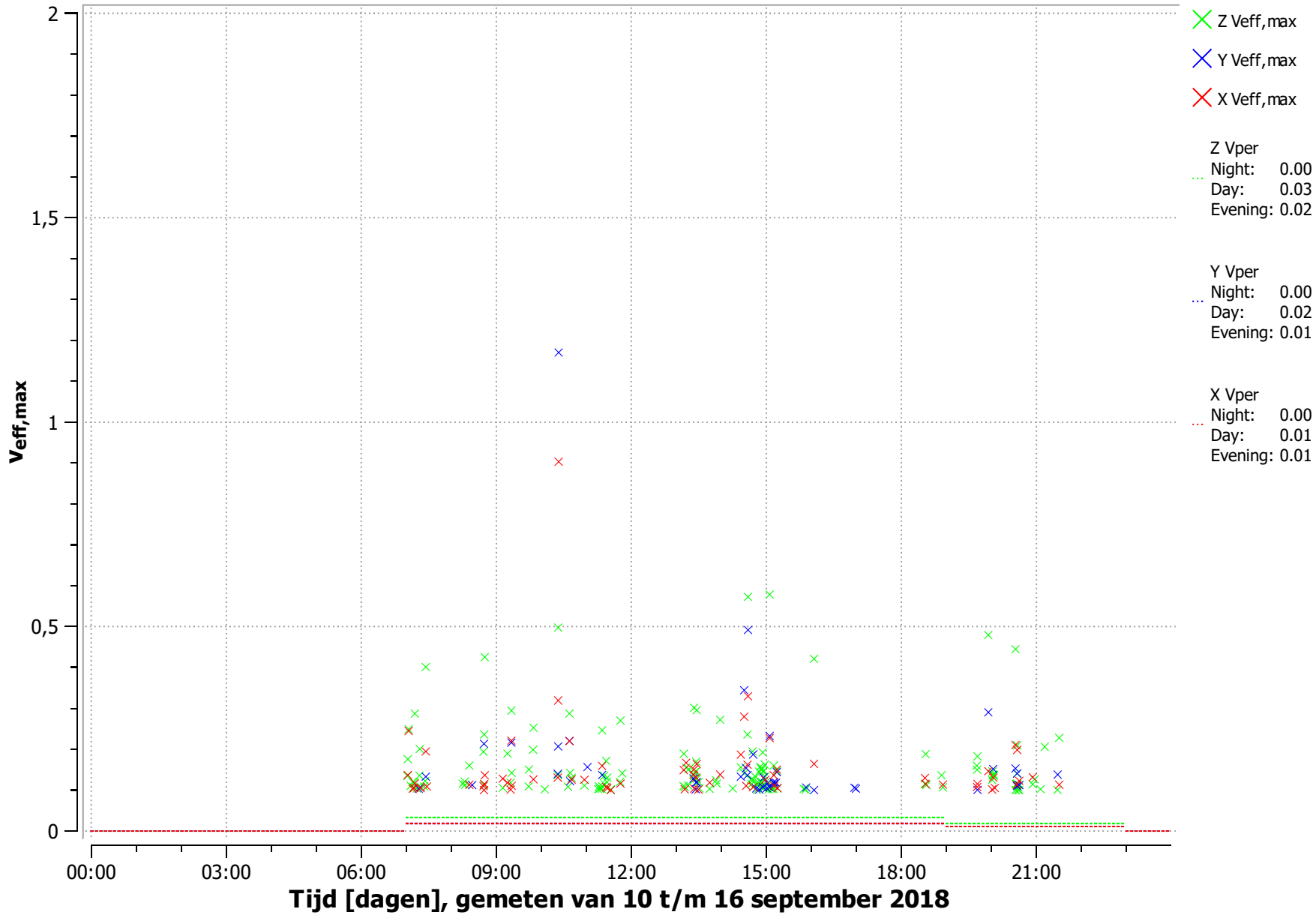

Meetpunt 2B / Albert Cuypsingel 312 / VB2134 / Nulmeting
Veff,max
2
1,5
1
0,5
0
00:00
03:00
06:00
09:00
12:00
15:00
18:00
21:00
Tijd [dagen], gemeten van 10 t/m 16 september 2018
Z Veff,max
Y Veff,max
X Veff,max
Z Vper
Night: 0.00
Day: 0.01
Evening: 0.00
Y Vper
Night: 0.00
Day: 0.00
Evening: 0.00
X Vper
Night: 0.00
Day: 0.00
Evening: 0.00

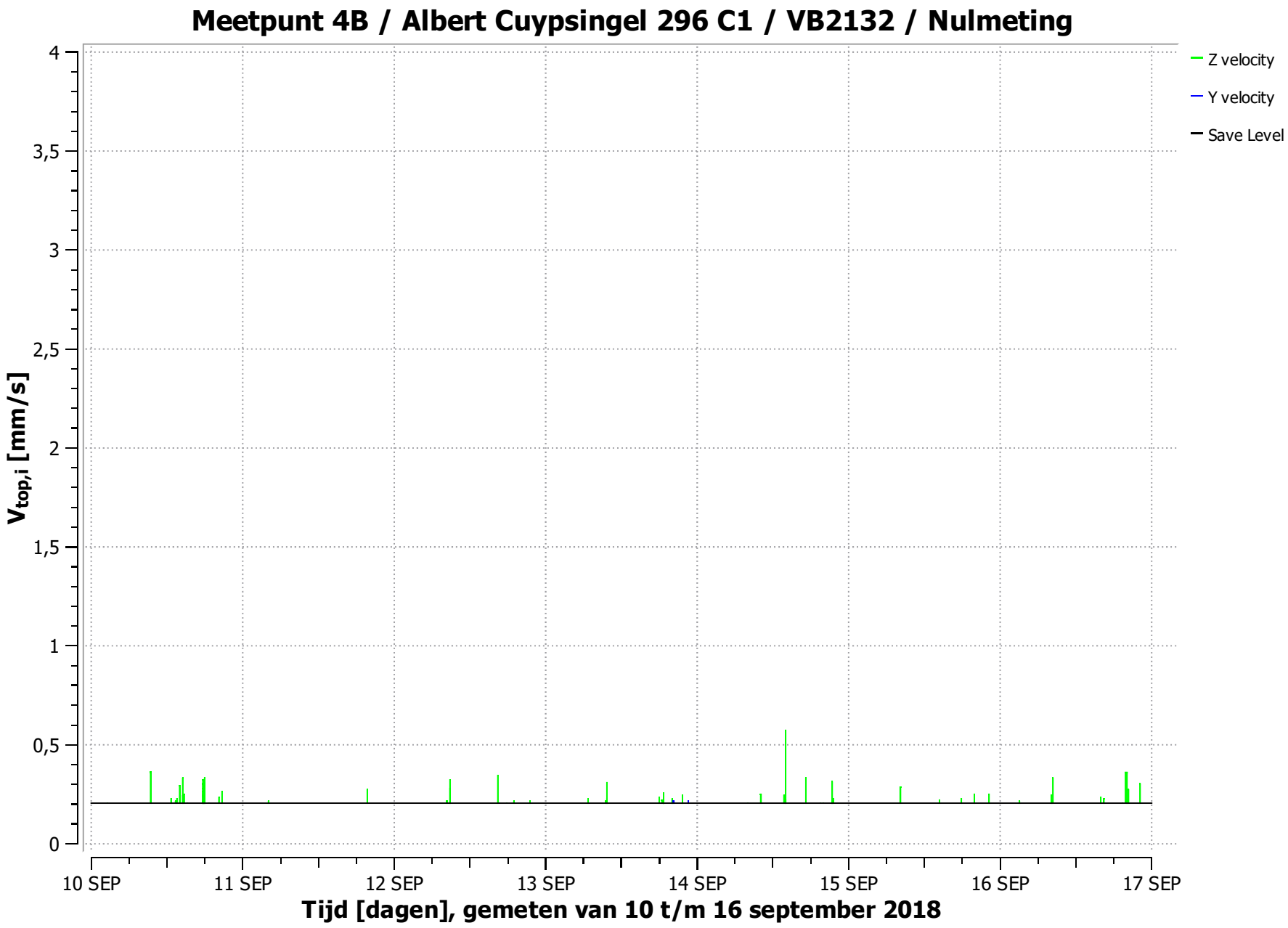

Meetpunt 3B / Albert Cuypsingel 315 / VB430 / Nulmeting
Z velocity
Y velocity
X velocity
Save Level
$V_{top,i}$ [mm/s]
0
0,5
1
1,5
2
2,5
3
3,5
4
10 SEP
11 SEP
12 SEP
13 SEP
14 SEP
15 SEP
16 SEP
17 SEP
Tijd [dagen], gemeten van 10 t/m 16 september 2018

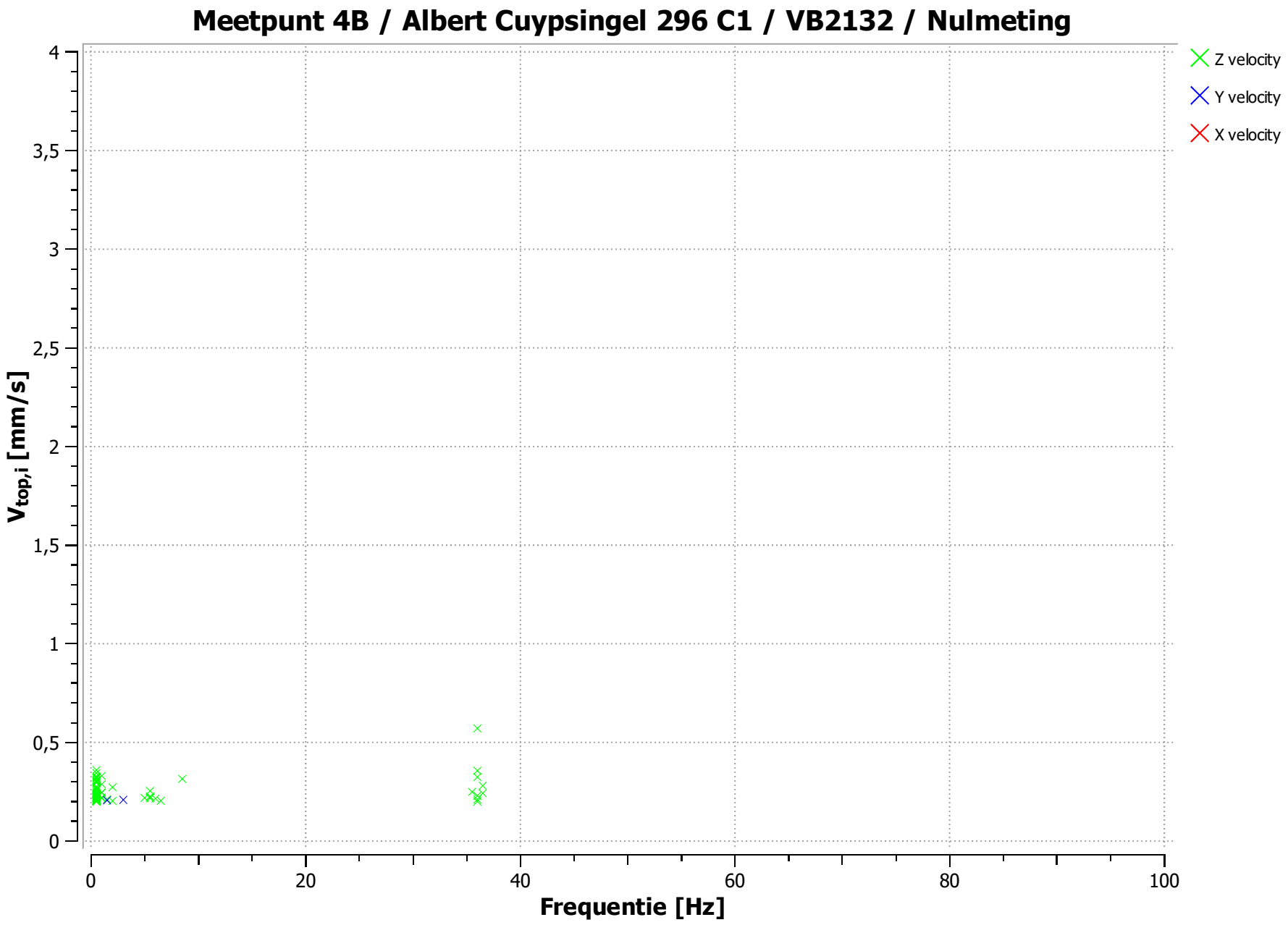

Meetpunt 3B / Albert Cuypsingel 315 / VB430 / Nulmeting
Z velocity
Y velocity
X velocity
$V_{top,i}$ [mm/s]
Frequentie [Hz]
0
0,5
1
1,5
2
2,5
3
3,5
4
0
20
40
60
80
100

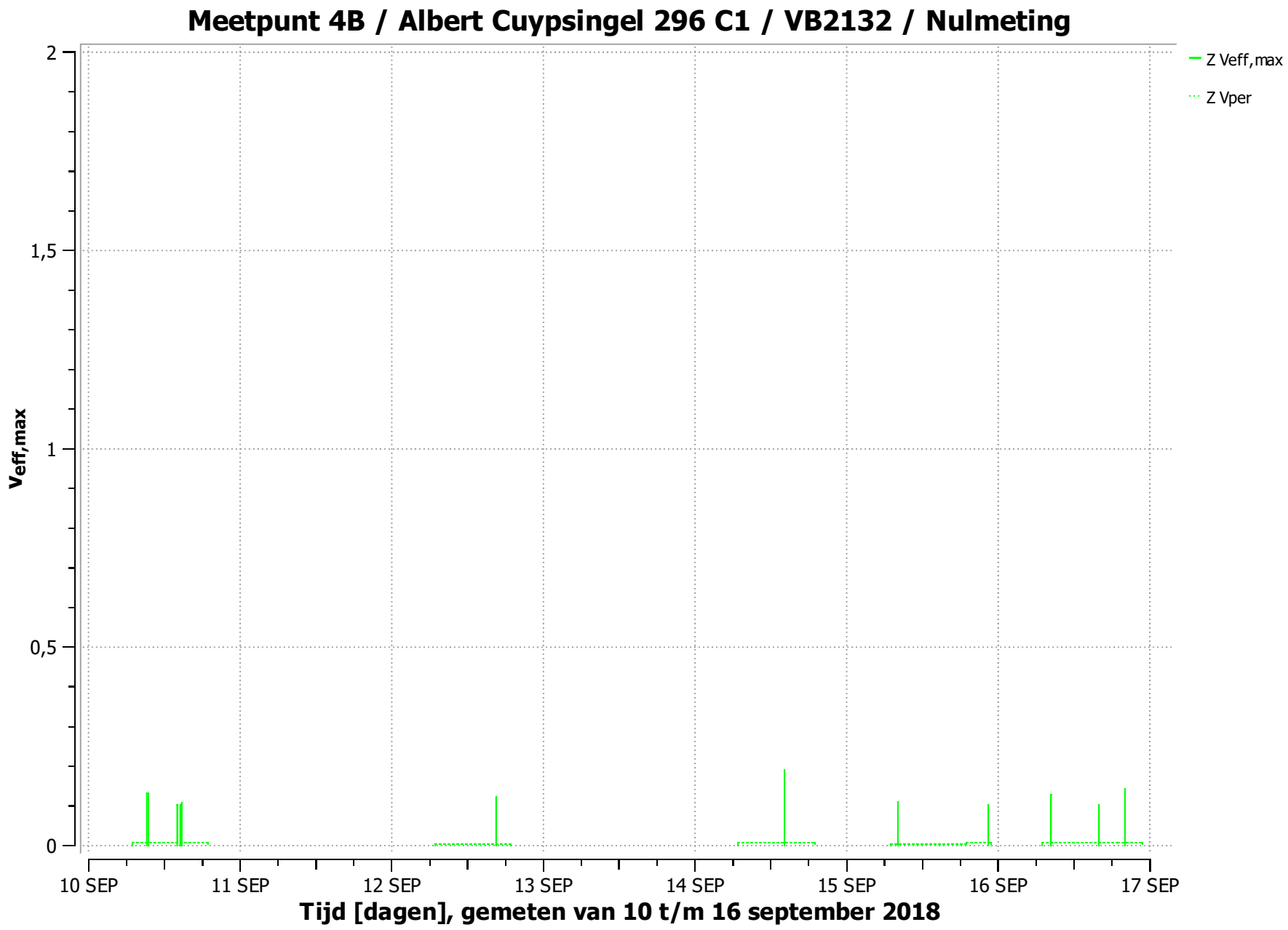

Meetpunt 3B / Albert Cuypsingel 315 / VB430 / Nulmeting
Veff,max
2
1,5
1
0,5
0
10 SEP
11 SEP
12 SEP
13 SEP
14 SEP
15 SEP
16 SEP
17 SEP
Tijd [dagen], gemeten van 10 t/m 16 september 2018
Z Veff,max
Y Veff,max
X Veff,max
Z Vper
Y Vper
X Vper

# Meetpunt 3B / Albert Cuypsingel 315 / VB430 / Nulmeting

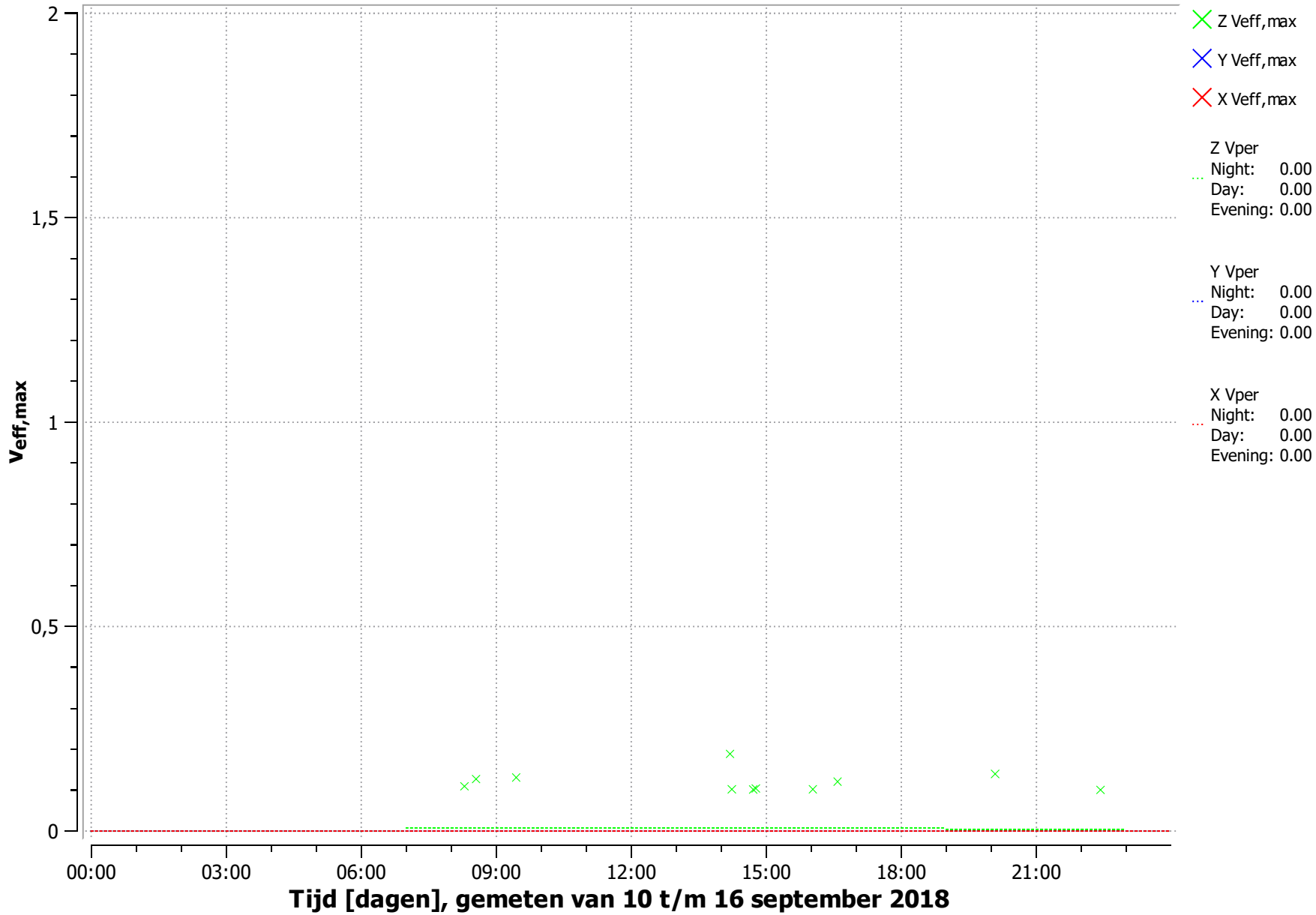


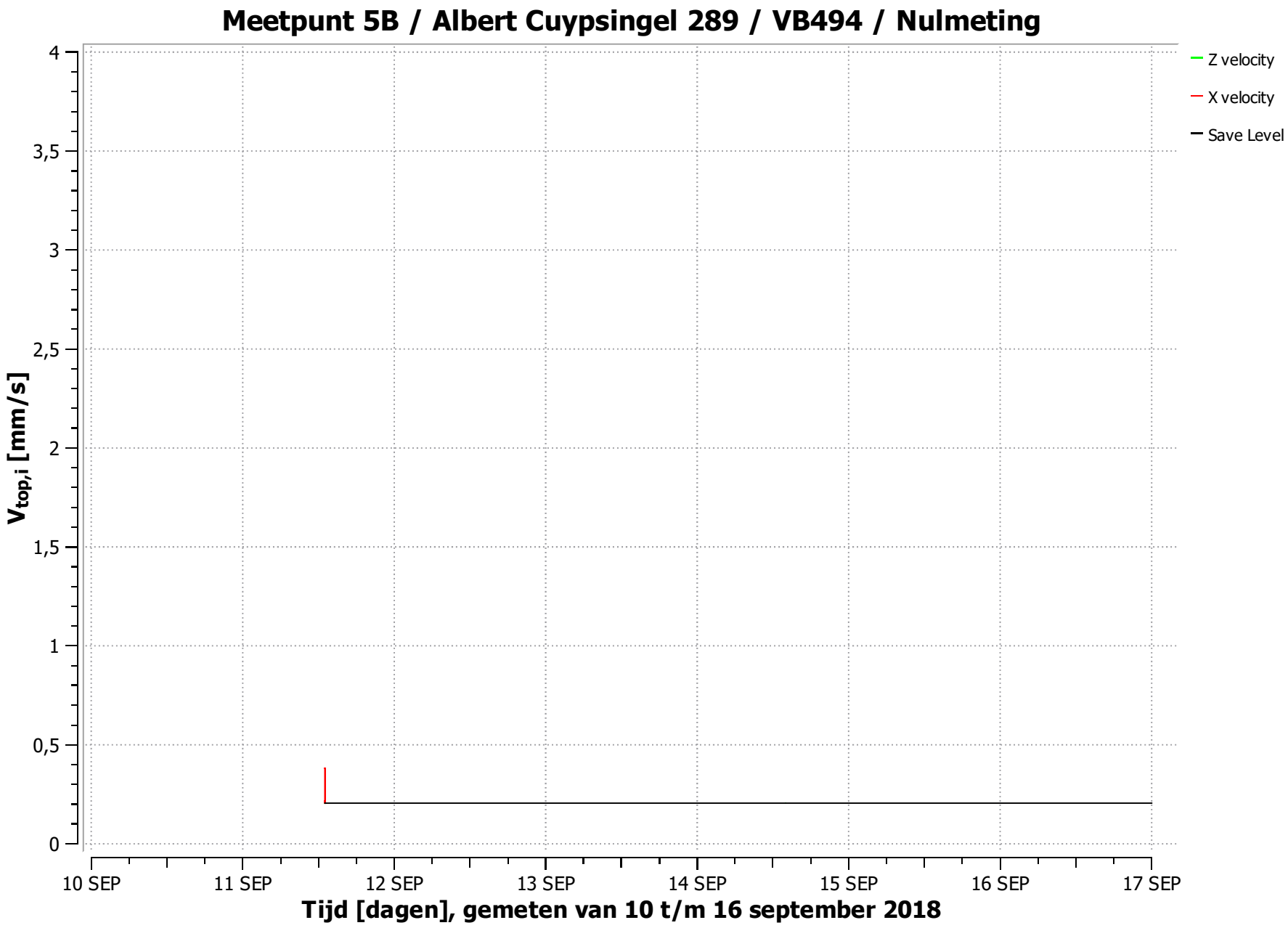

Meetpunt 4B / Albert Cuypsingel 296 C1 / VB2132 / Nulmeting
Z velocity
Y velocity
Save Level
$V_{top,i}$ [mm/s]
4
3,5
3
2,5
2
1,5
1
0,5
0
10 SEP
11 SEP
12 SEP
13 SEP
14 SEP
15 SEP
16 SEP
17 SEP
Tijd [dagen], gemeten van 10 t/m 16 september 2018

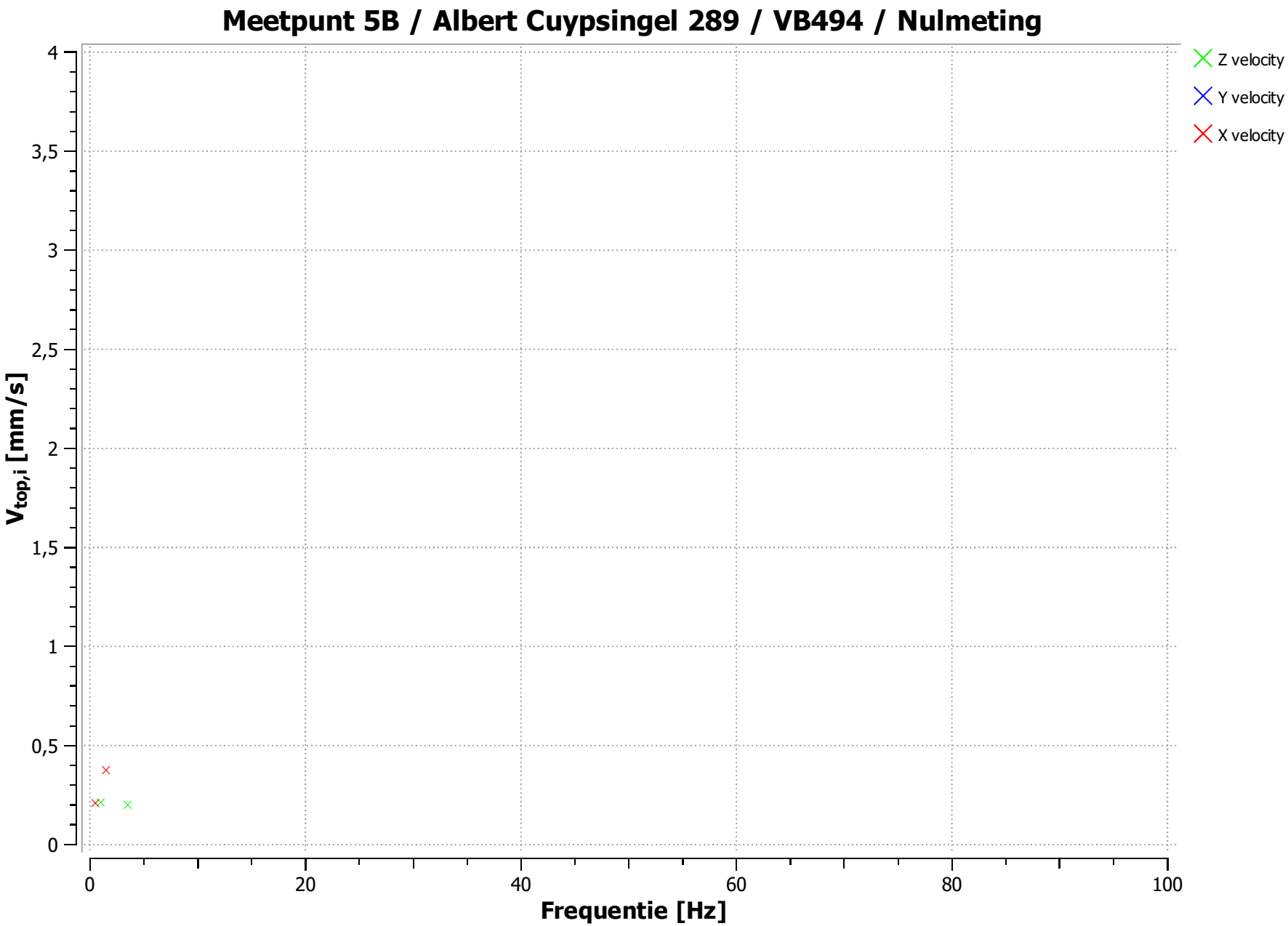

Meetpunt 4B / Albert Cuypsingel 296 C1 / VB2132 / Nulmeting
Z velocity
Y velocity
X velocity
$V_{top,i}$ [mm/s]
4
3,5
3
2,5
2
1,5
1
0,5
0
0
20
40
60
80
100
Frequentie [Hz]

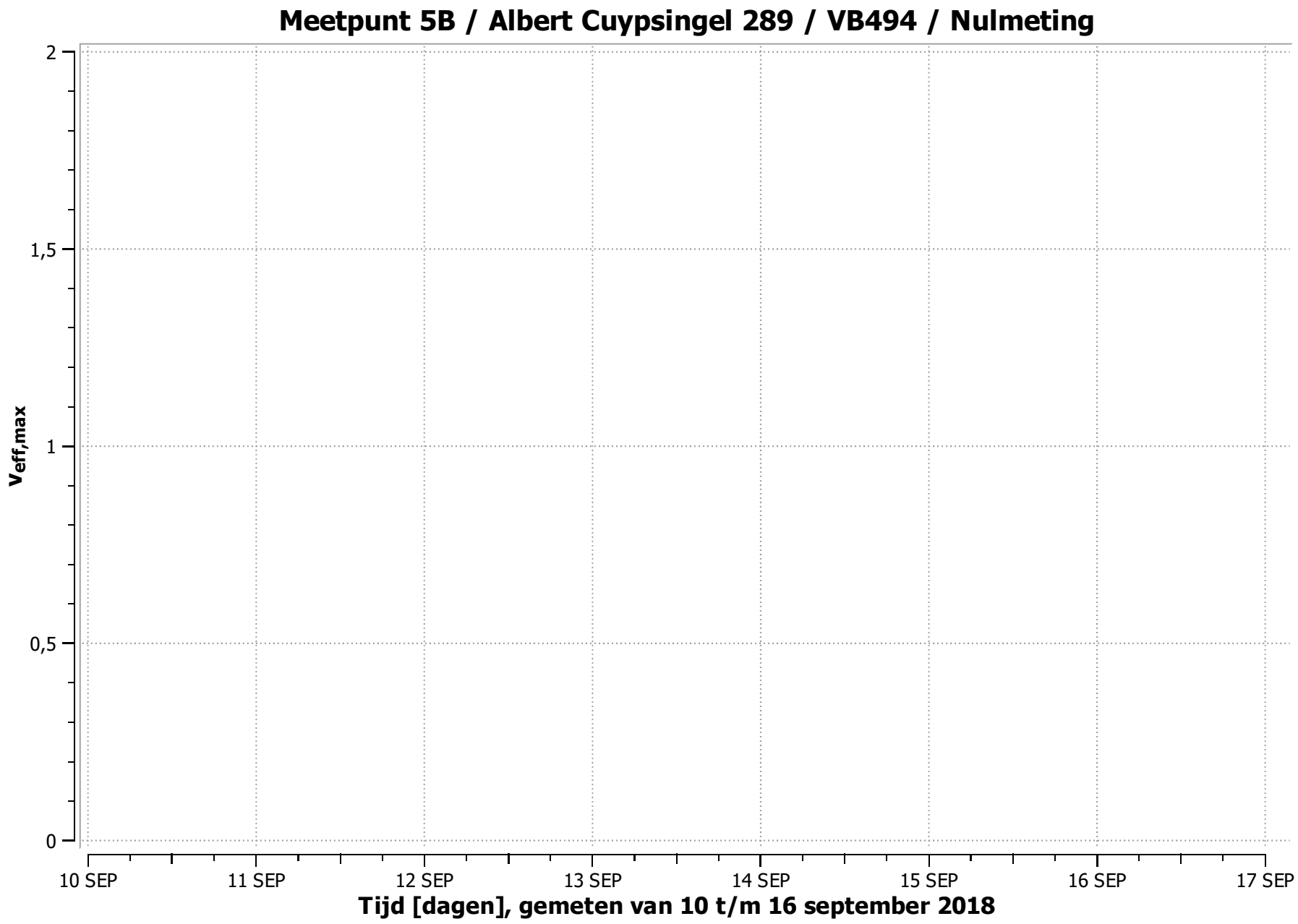

Meetpunt 4B / Albert Cuypsingel 296 C1 / VB2132 / Nulmeting
Z Veff,max
Z Vper
Veff,max
2
1,5
1
0,5
0
10 SEP
11 SEP
12 SEP
13 SEP
14 SEP
15 SEP
16 SEP
17 SEP
Tijd [dagen], gemeten van 10 t/m 16 september 2018

# Meetpunt 4B / Albert Cuypsingel 296 C1 / VB2132 / Nulmeting

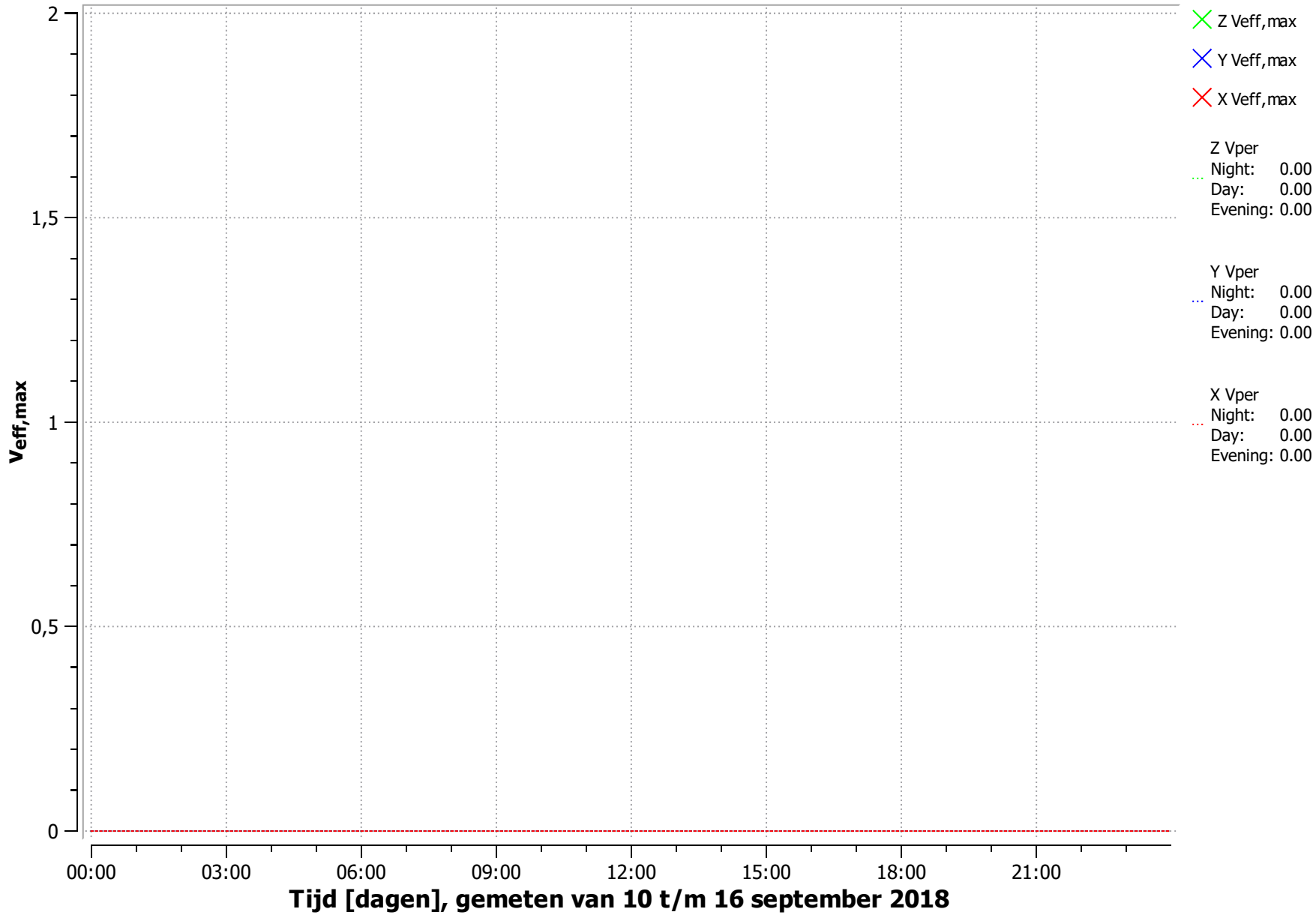


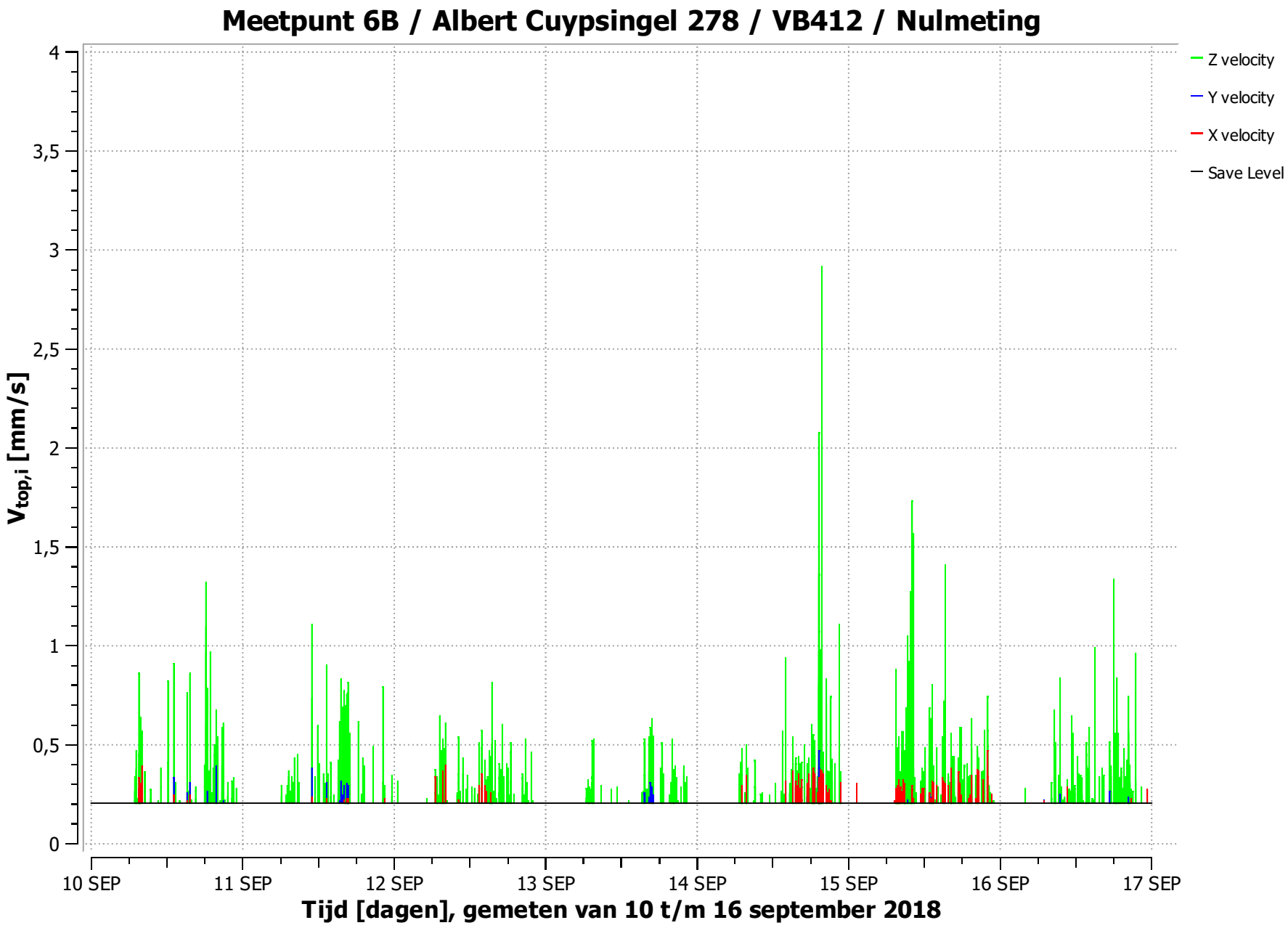

Meetpunt 5B / Albert Cuypsingel 289 / VB494 / Nulmeting
Z velocity
X velocity
Save Level
$V_{top,i}$ [mm/s]
4
3,5
3
2,5
2
1,5
1
0,5
0
10 SEP
11 SEP
12 SEP
13 SEP
14 SEP
15 SEP
16 SEP
17 SEP
Tijd [dagen], gemeten van 10 t/m 16 september 2018

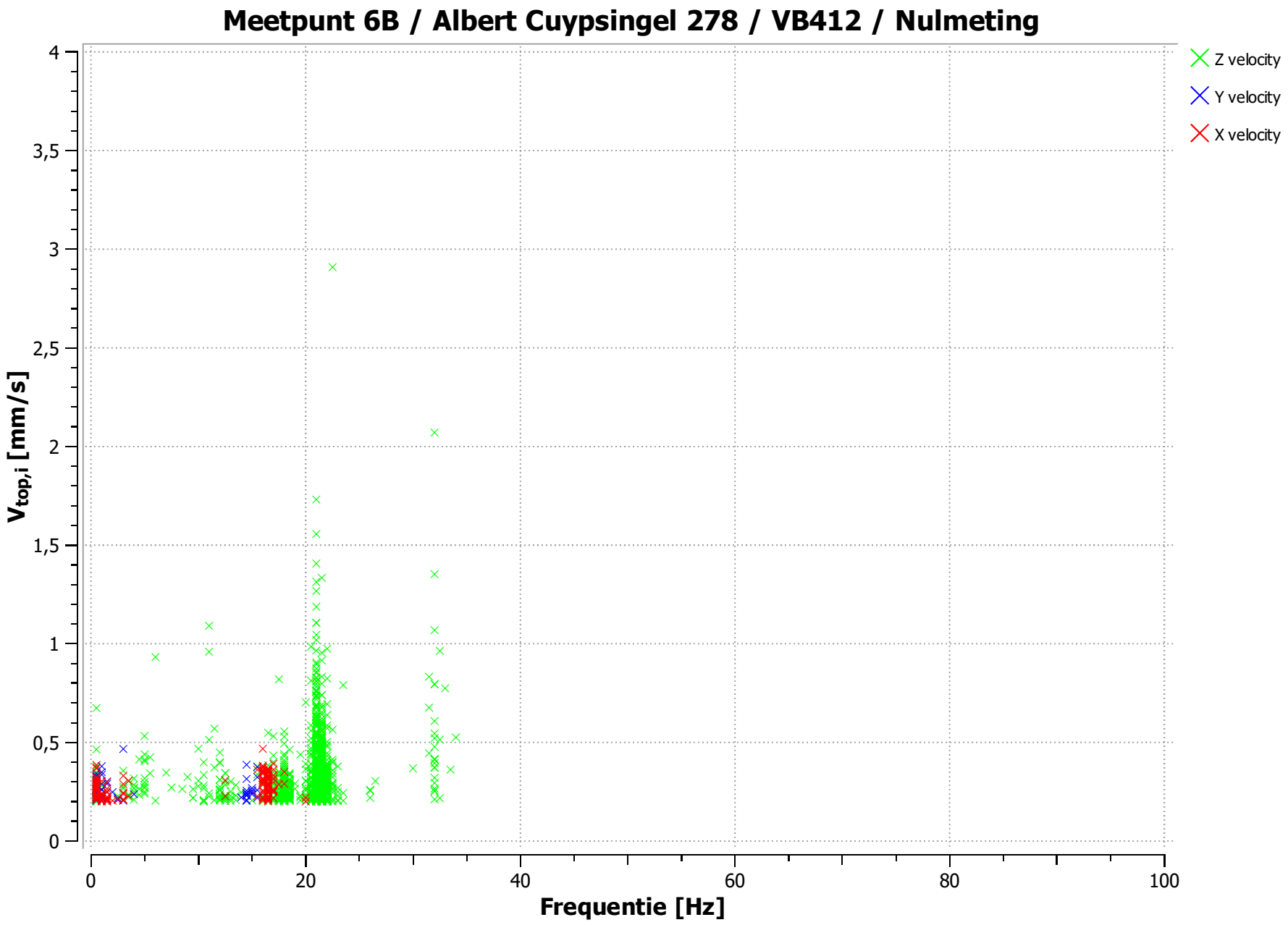

Meetpunt 5B / Albert Cuypsingel 289 / VB494 / Nulmeting
Z velocity
Y velocity
X velocity
$V_{top,i}$ [mm/s]
4
3,5
3
2,5
2
1,5
1
0,5
0
0
20
40
60
80
100
Frequentie [Hz]

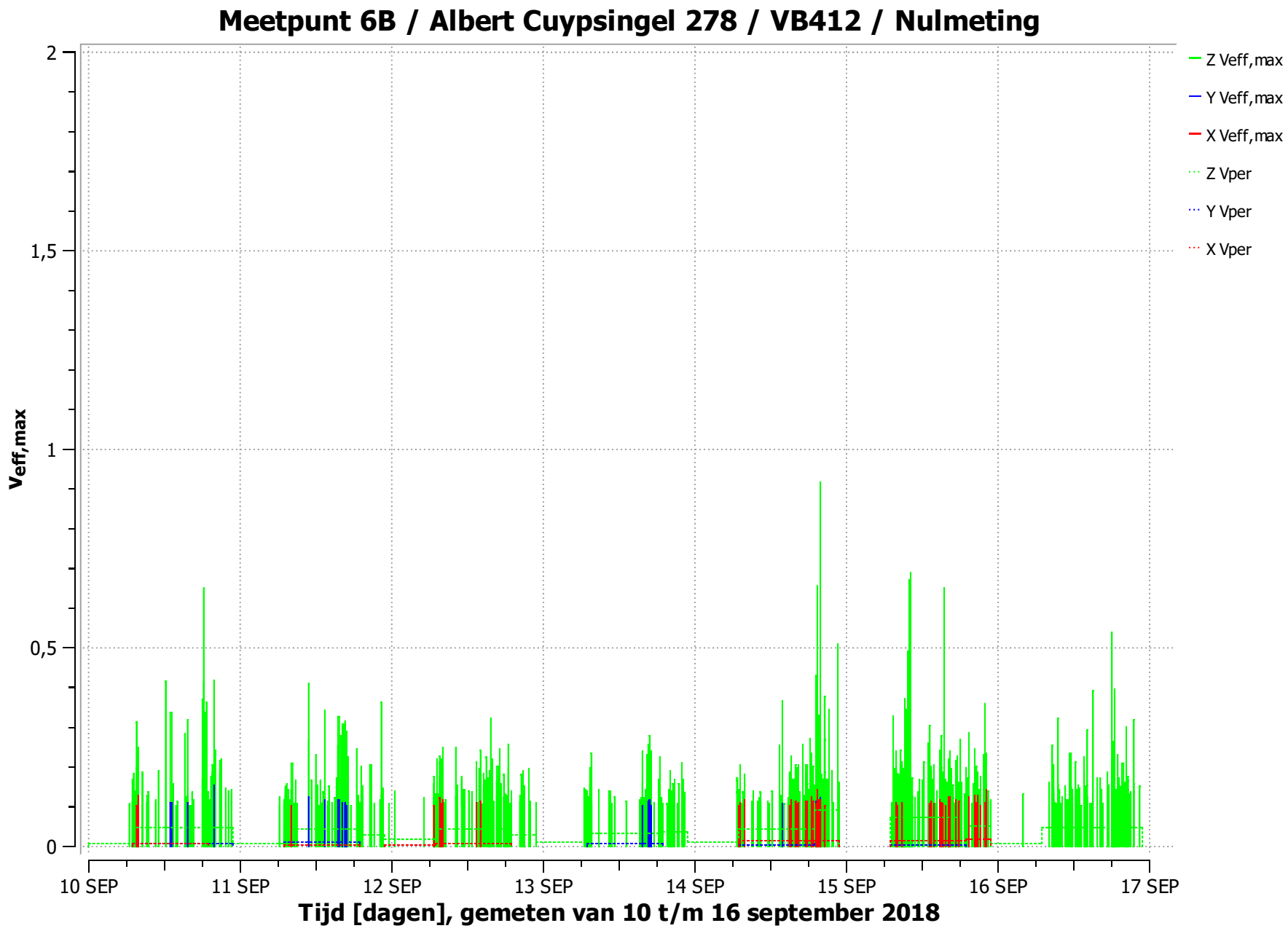

Meetpunt 5B / Albert Cuypsingel 289 / VB494 / Nulmeting
Veff,max
2
1,5
1
0,5
0
10 SEP
11 SEP
12 SEP
13 SEP
14 SEP
15 SEP
16 SEP
17 SEP
Tijd [dagen], gemeten van 10 t/m 16 september 2018

# Meetpunt 5B / Albert Cuypsingel 289 / VB494 / Nulmeting

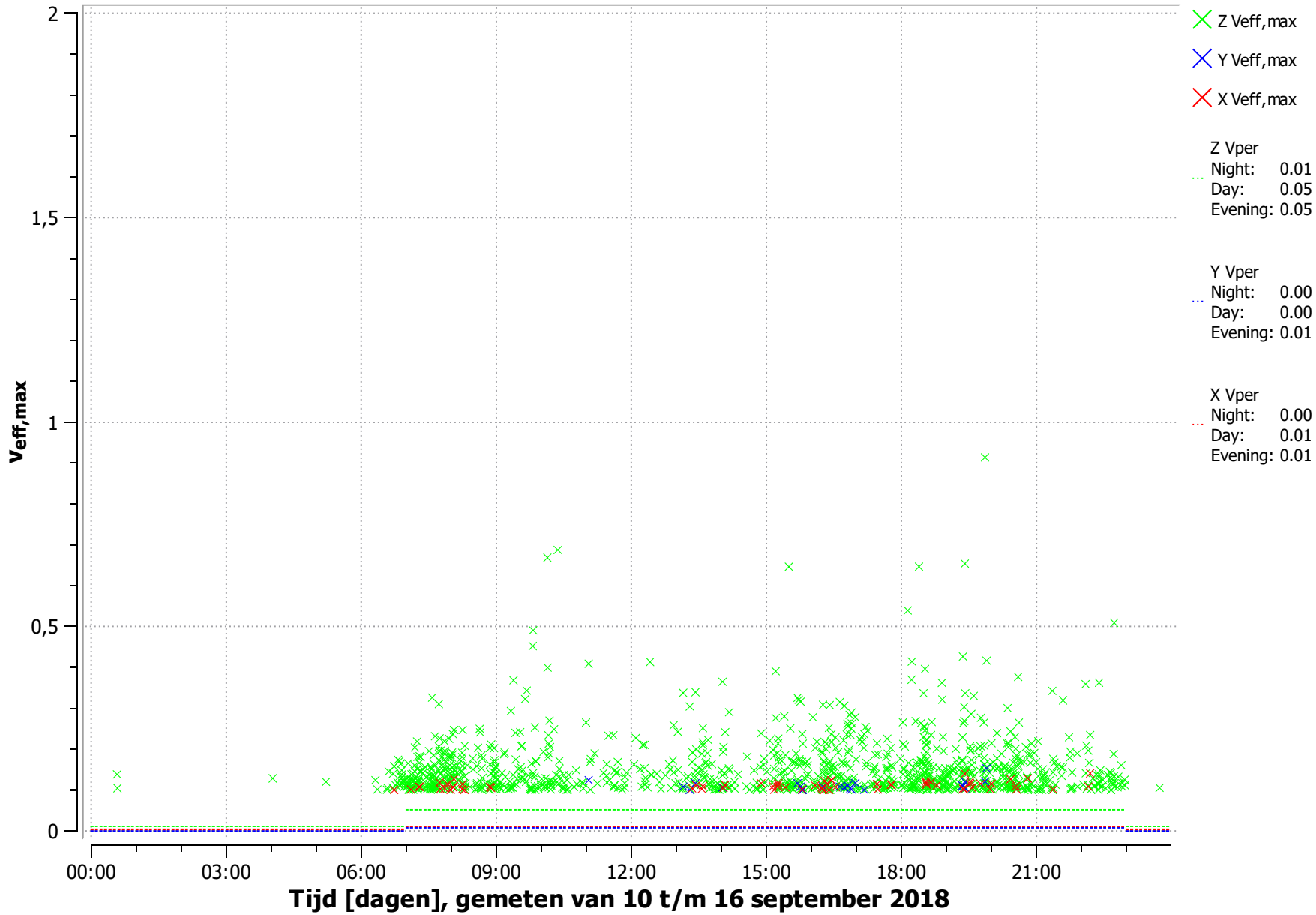



Meetpunt 6B / Albert Cuypsingel 278 / VB412 / Nulmeting
Z velocity
Y velocity
X velocity
Save Level
$V_{top,i}$ [mm/s]
4
3,5
3
2,5
2
1,5
1
0,5
0
10 SEP
11 SEP
12 SEP
13 SEP
14 SEP
15 SEP
16 SEP
17 SEP
Tijd [dagen], gemeten van 10 t/m 16 september 2018


Meetpunt 6B / Albert Cuypsingel 278 / VB412 / Nulmeting
Z velocity
Y velocity
X velocity
$V_{top,i}$ [mm/s]
4
3,5
3
2,5
2
1,5
1
0,5
0
0
20
40
60
80
100
Frequentie [Hz]

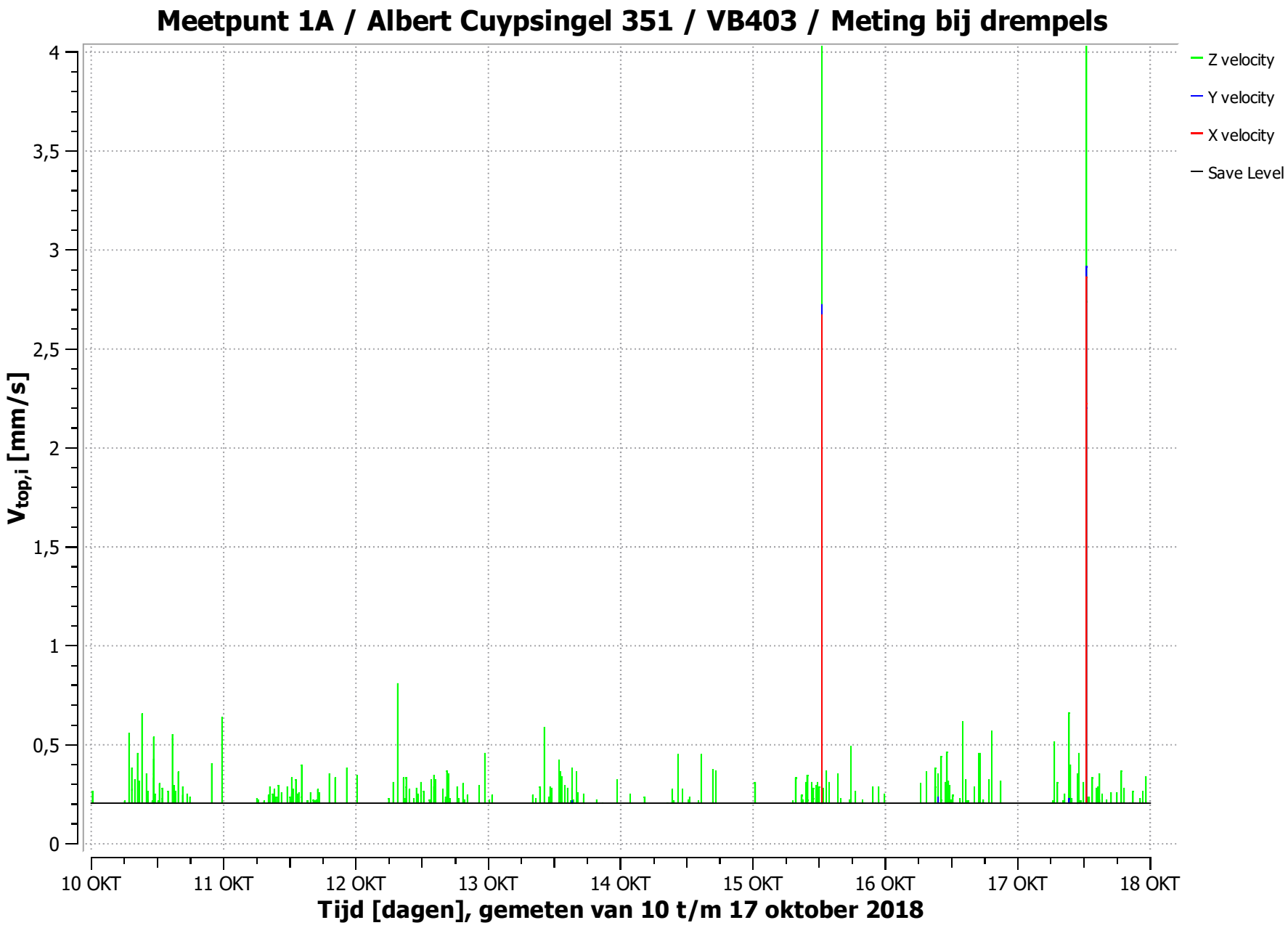

Meetpunt 6B / Albert Cuypsingel 278 / VB412 / Nulmeting
Veff,max
2
1,5
1
0,5
0
10 SEP
11 SEP
12 SEP
13 SEP
14 SEP
15 SEP
16 SEP
17 SEP
Tijd [dagen], gemeten van 10 t/m 16 september 2018
Z Veff,max
Y Veff,max
X Veff,max
Z Vper
Y Vper
X Vper

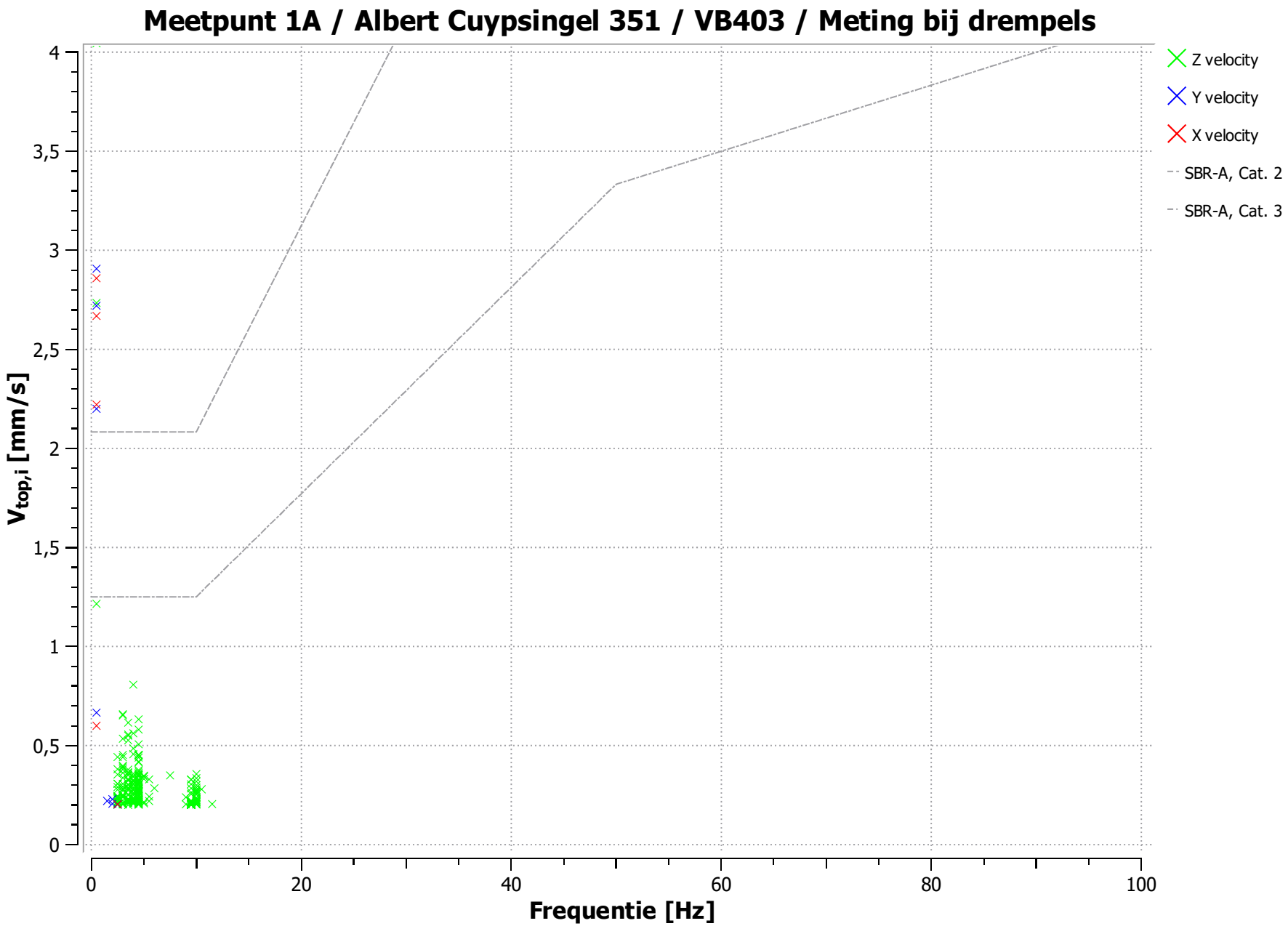
# Meetpunt 6B / Albert Cuypsingel 278 / VB412 / Nulmeting

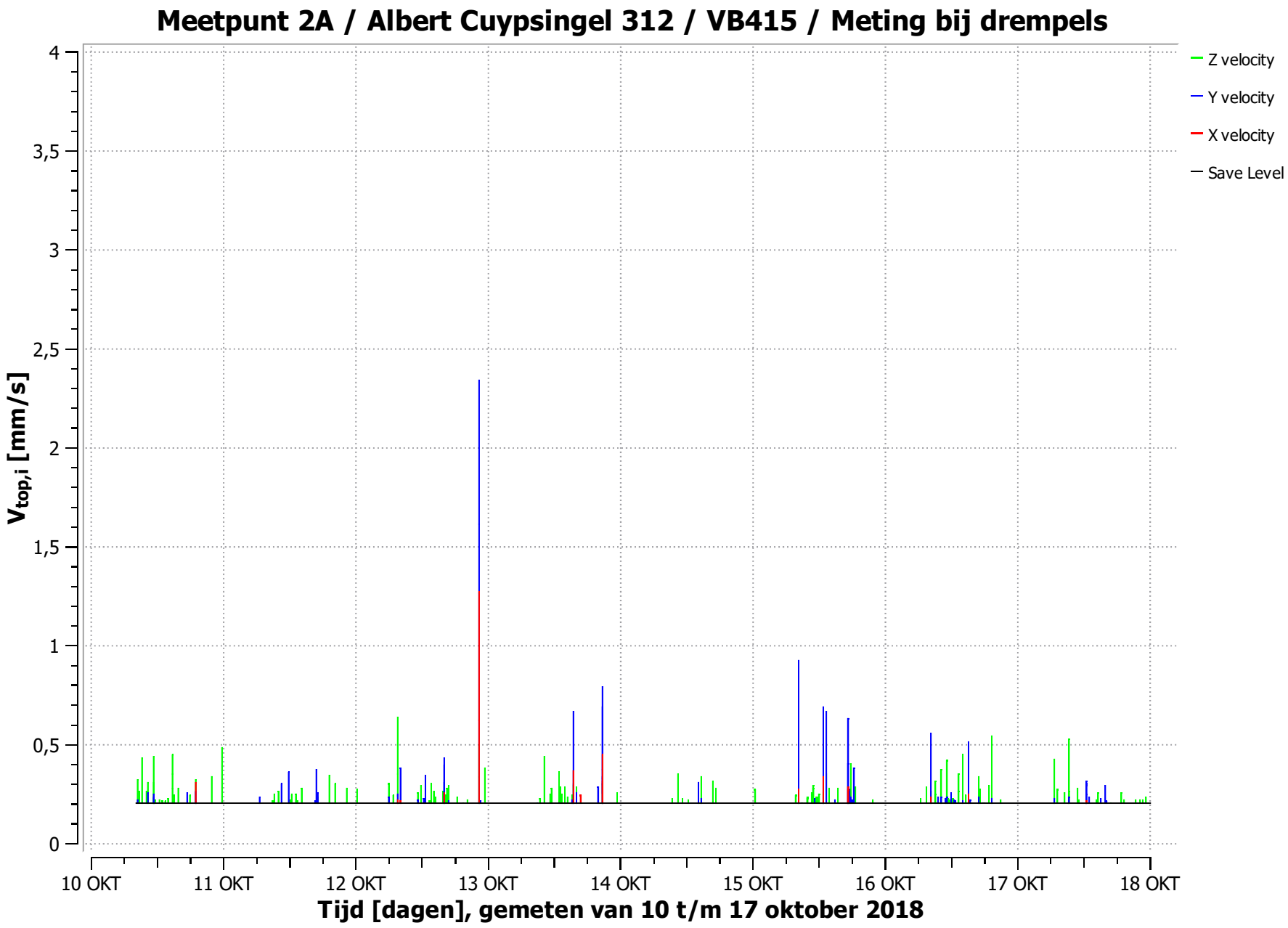


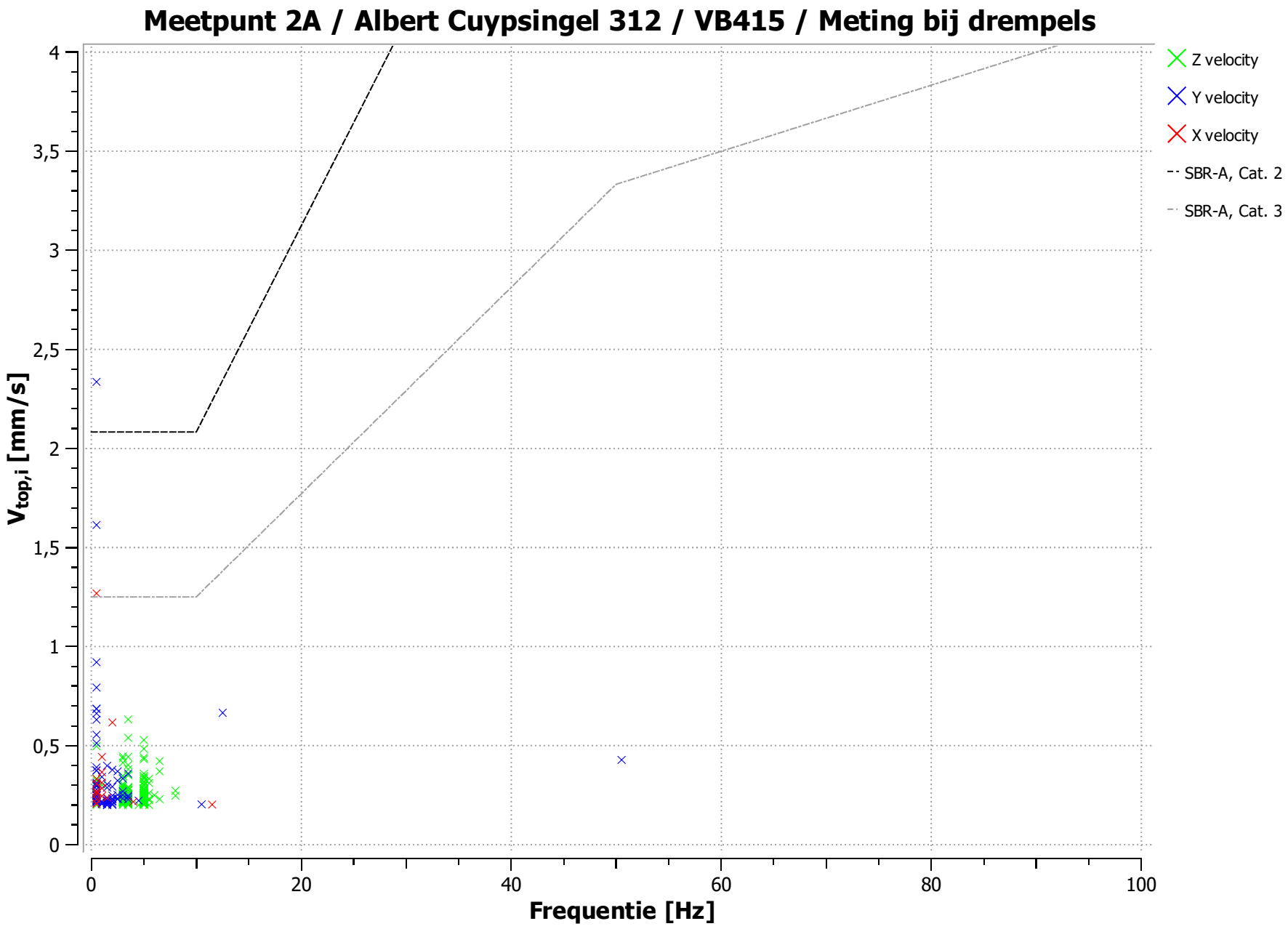
# BIJLAGE III

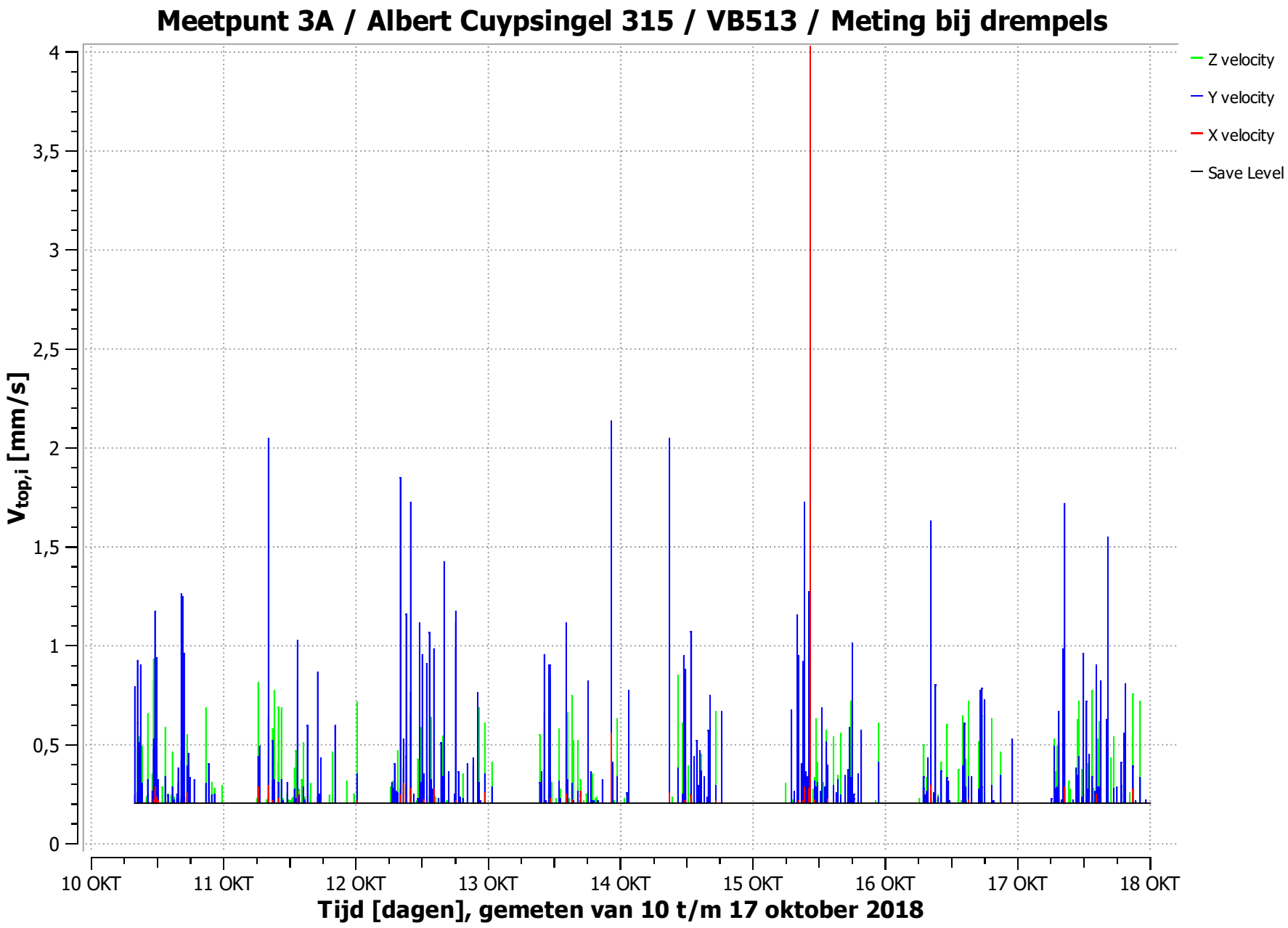
## Resultaten trillingsmetingen, vervolgmeting, SBR-A

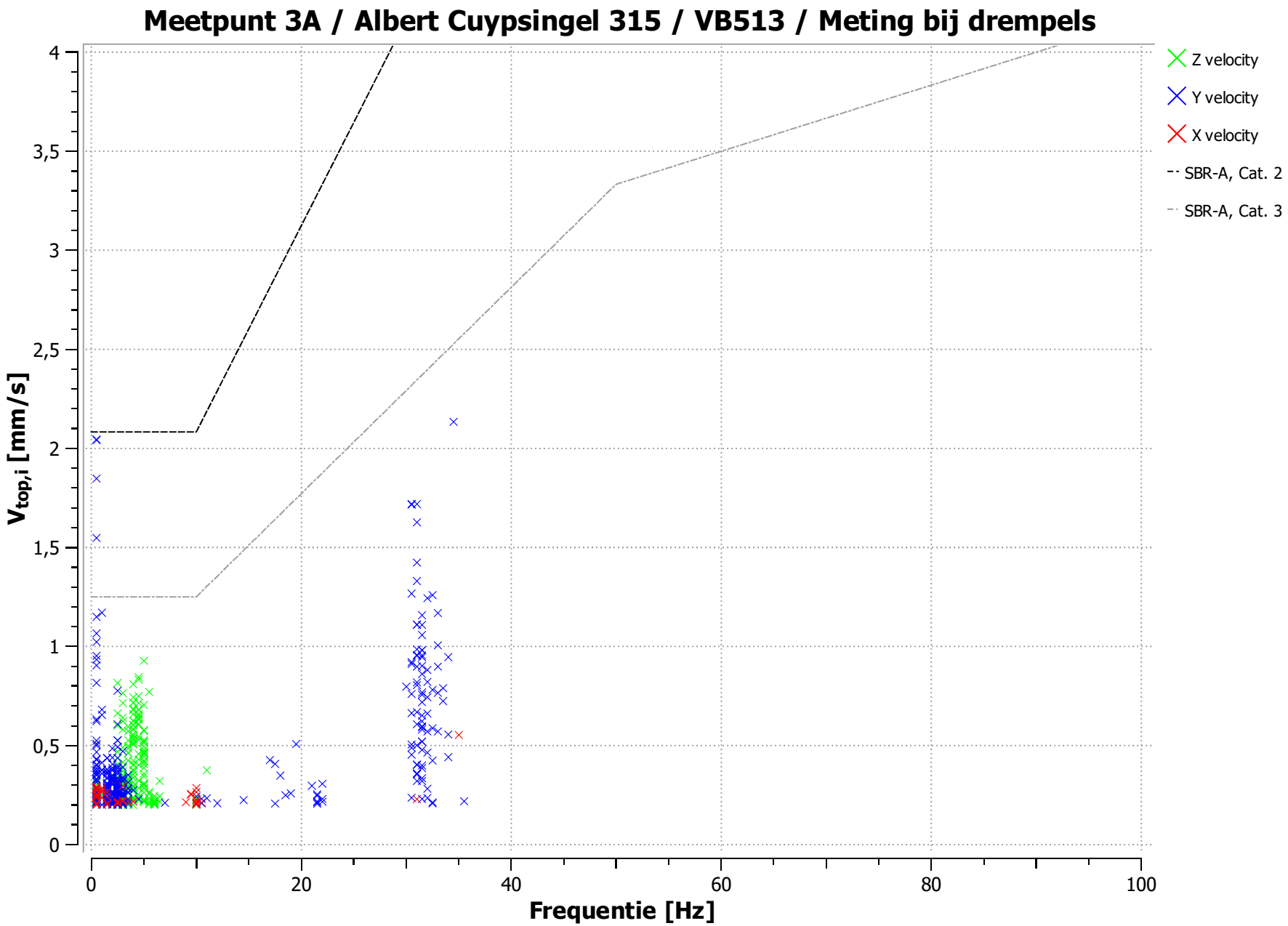

Meetpunt 1A / Albert Cuypsingel 351 / VB403 / Meting bij drempels
Z velocity
Y velocity
X velocity
Save Level
$V_{top,i}$ [mm/s]
4
3,5
3
2,5
2
1,5
1
0,5
0
10 OKT
11 OKT
12 OKT
13 OKT
14 OKT
15 OKT
16 OKT
17 OKT
18 OKT
Tijd [dagen], gemeten van 10 t/m 17 oktober 2018

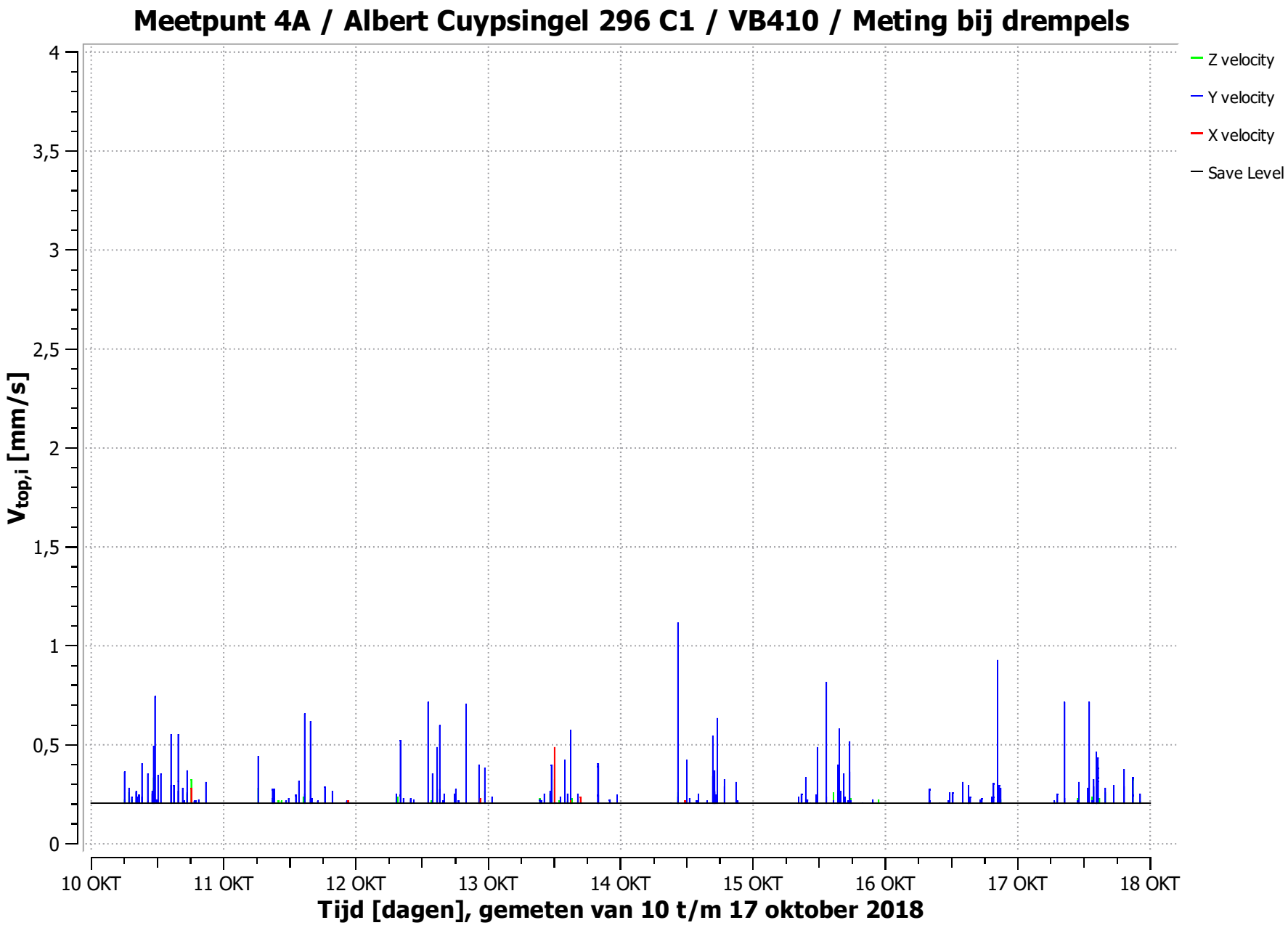

Meetpunt 1A / Albert Cuypsingel 351 / VB403 / Meting bij drempels
Z velocity
Y velocity
X velocity
SBR-A, Cat. 2
SBR-A, Cat. 3
$V_{top,i}$ [mm/s]
Frequentie [Hz]
0
0,5
1
1,5
2
2,5
3
3,5
4
0
20
40
60
80
100

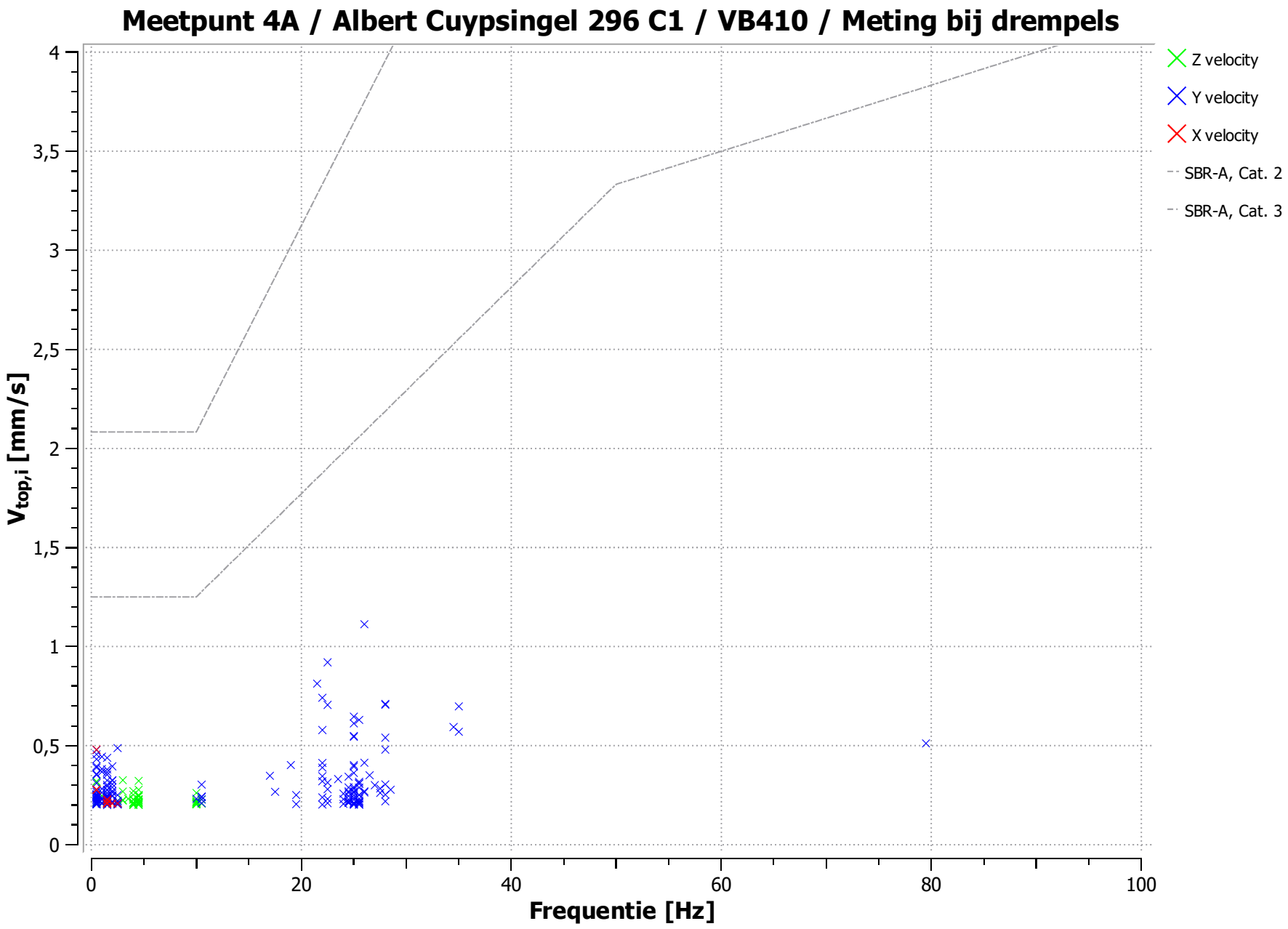

Meetpunt 2A / Albert Cuypsingel 312 / VB415 / Meting bij drempels
Z velocity
Y velocity
X velocity
Save Level
$V_{top,i}$ [mm/s]
4
3,5
3
2,5
2
1,5
1
0,5
0
10 OKT
11 OKT
12 OKT
13 OKT
14 OKT
15 OKT
16 OKT
17 OKT
18 OKT
Tijd [dagen], gemeten van 10 t/m 17 oktober 2018


Meetpunt 2A / Albert Cuypsingel 312 / VB415 / Meting bij drempels
Z velocity
Y velocity
X velocity
SBR-A, Cat. 2
SBR-A, Cat. 3
$V_{top,i}$ [mm/s]
Frequentie [Hz]
0
0,5
1
1,5
2
2,5
3
3,5
4
0
20
40
60
80
100


Meetpunt 3A / Albert Cuypsingel 315 / VB513 / Meting bij drempels
Z velocity
Y velocity
X velocity
Save Level
$V_{top,i}$ [mm/s]
0
0,5
1
1,5
2
2,5
3
3,5
4
10 OKT
11 OKT
12 OKT
13 OKT
14 OKT
15 OKT
16 OKT
17 OKT
18 OKT
Tijd [dagen], gemeten van 10 t/m 17 oktober 2018

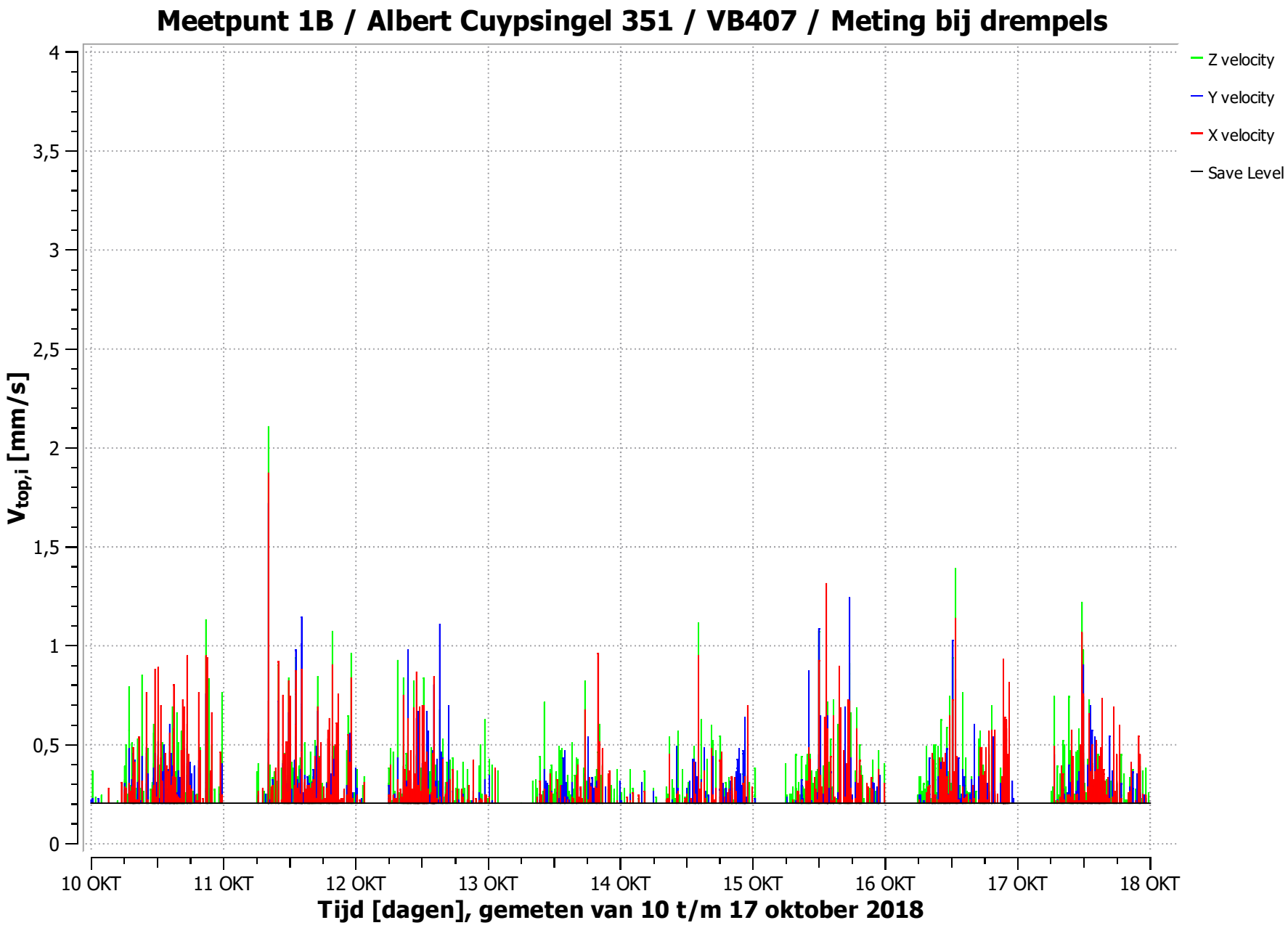

Meetpunt 3A / Albert Cuypsingel 315 / VB513 / Meting bij drempels
Z velocity
Y velocity
X velocity
SBR-A, Cat. 2
SBR-A, Cat. 3
$V_{top,i}$ [mm/s]
Frequentie [Hz]
0
0,5
1
1,5
2
2,5
3
3,5
4
0
20
40
60
80
100

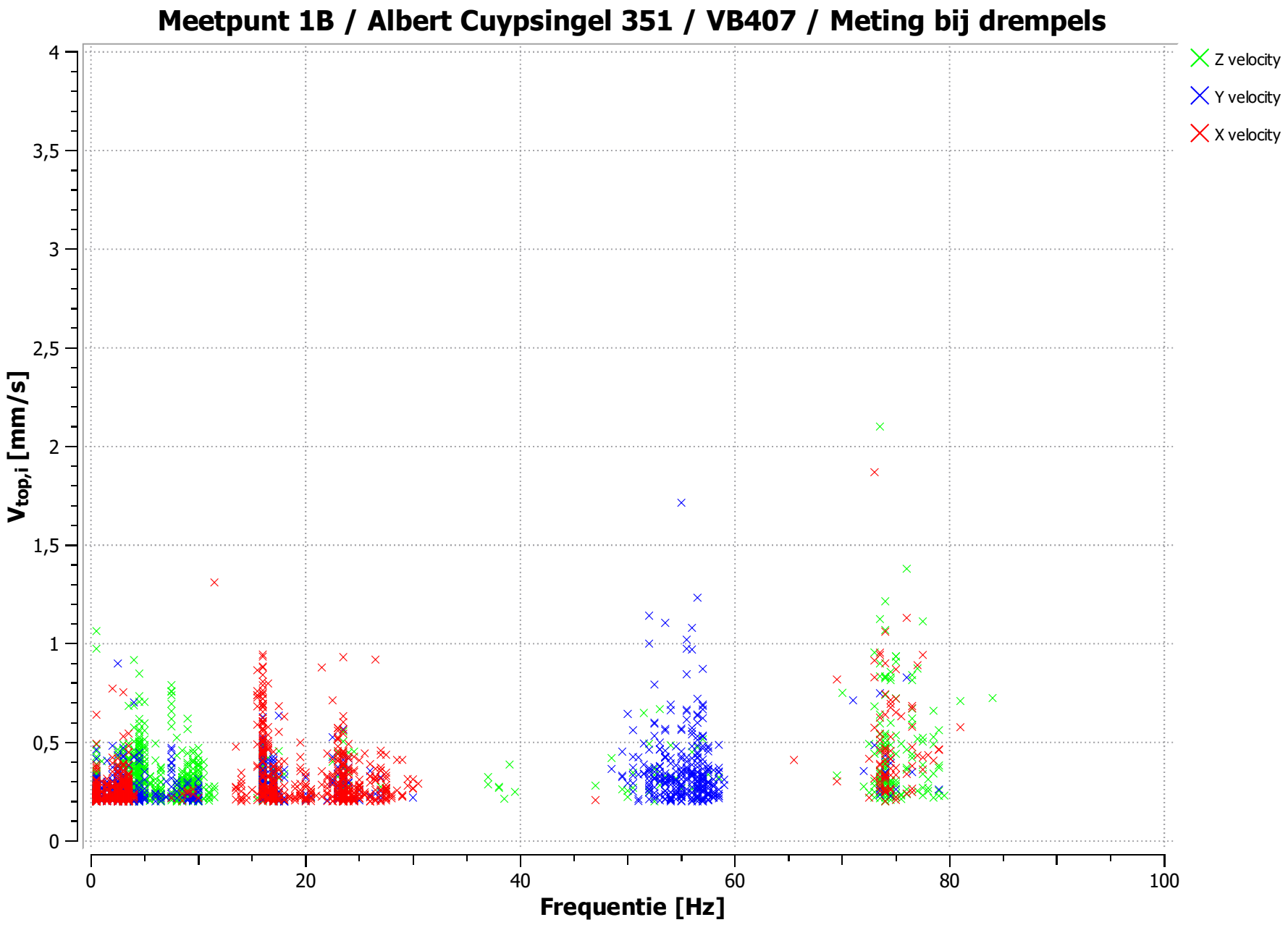

Meetpunt 4A / Albert Cuypsingel 296 C1 / VB410 / Meting bij drempels
Z velocity
Y velocity
X velocity
Save Level
$V_{top,i}$ [mm/s]
4
3,5
3
2,5
2
1,5
1
0,5
0
10 OKT
11 OKT
12 OKT
13 OKT
14 OKT
15 OKT
16 OKT
17 OKT
18 OKT
Tijd [dagen], gemeten van 10 t/m 17 oktober 2018

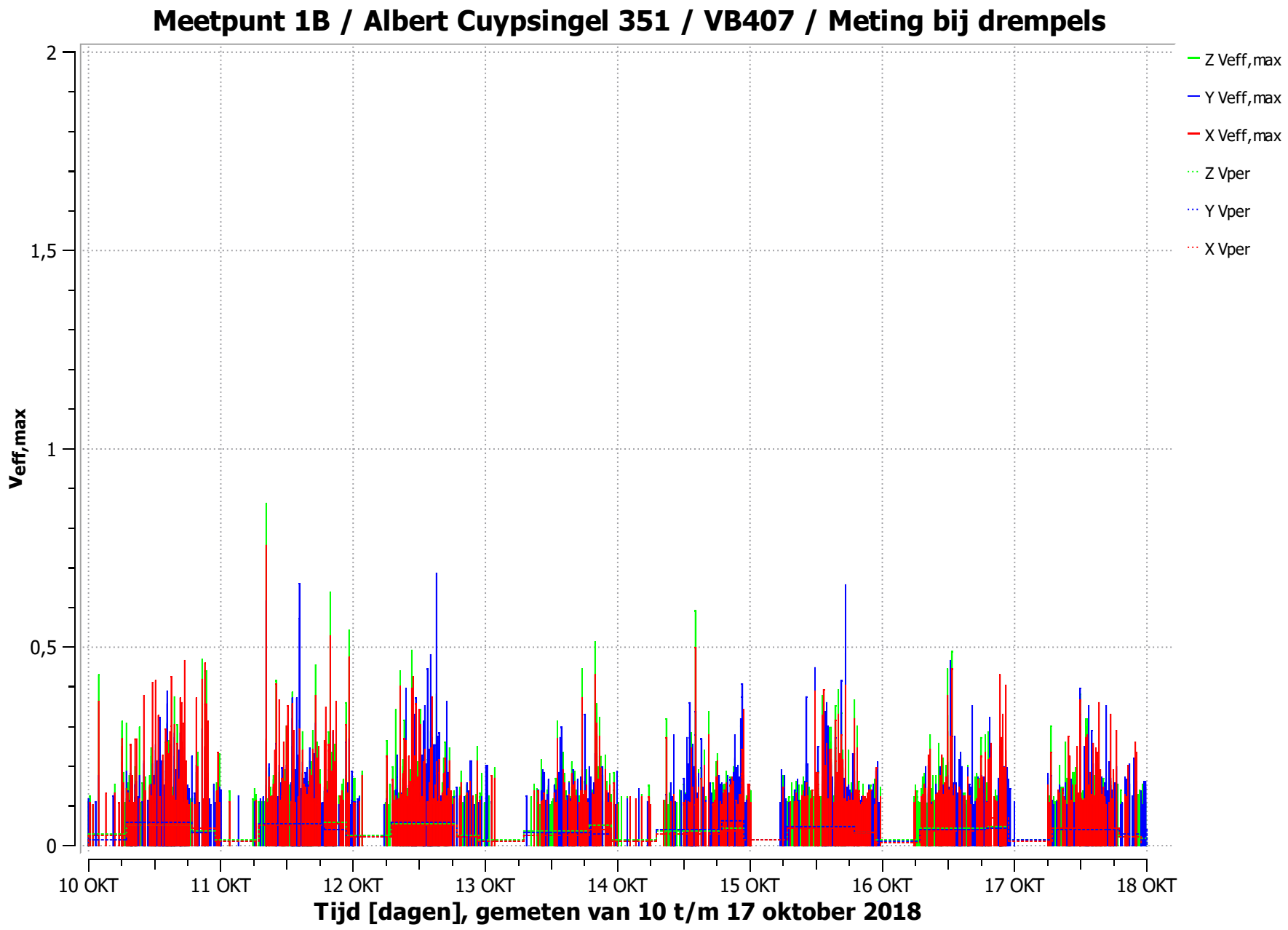

Meetpunt 4A / Albert Cuypsingel 296 C1 / VB410 / Meting bij drempels
Z velocity
Y velocity
X velocity
SBR-A, Cat. 2
SBR-A, Cat. 3
$V_{top,i}$ [mm/s]
Frequentie [Hz]
0
0,5
1
1,5
2
2,5
3
3,5
4
0
20
40
60
80
100

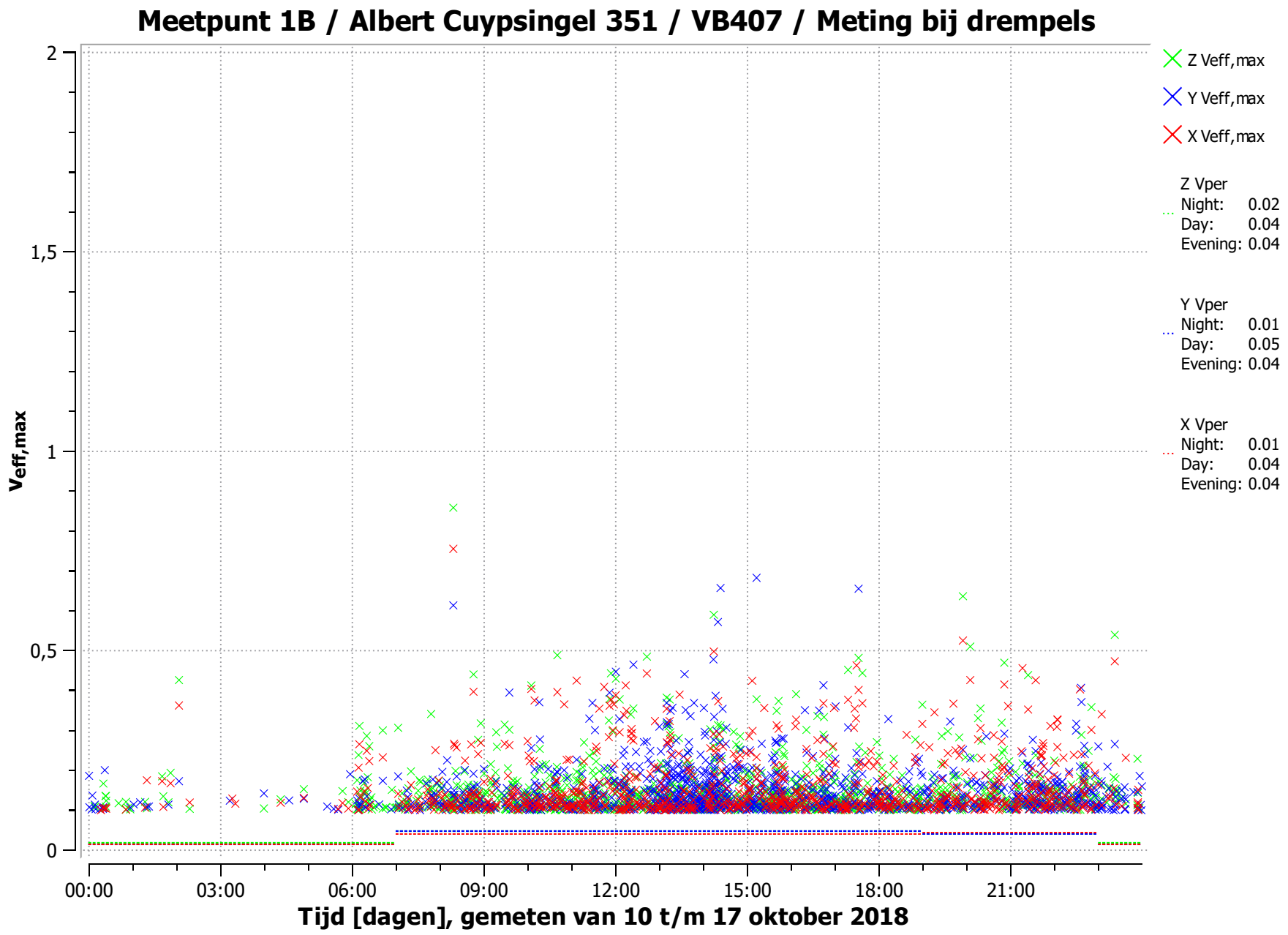
# BIJLAGE IV

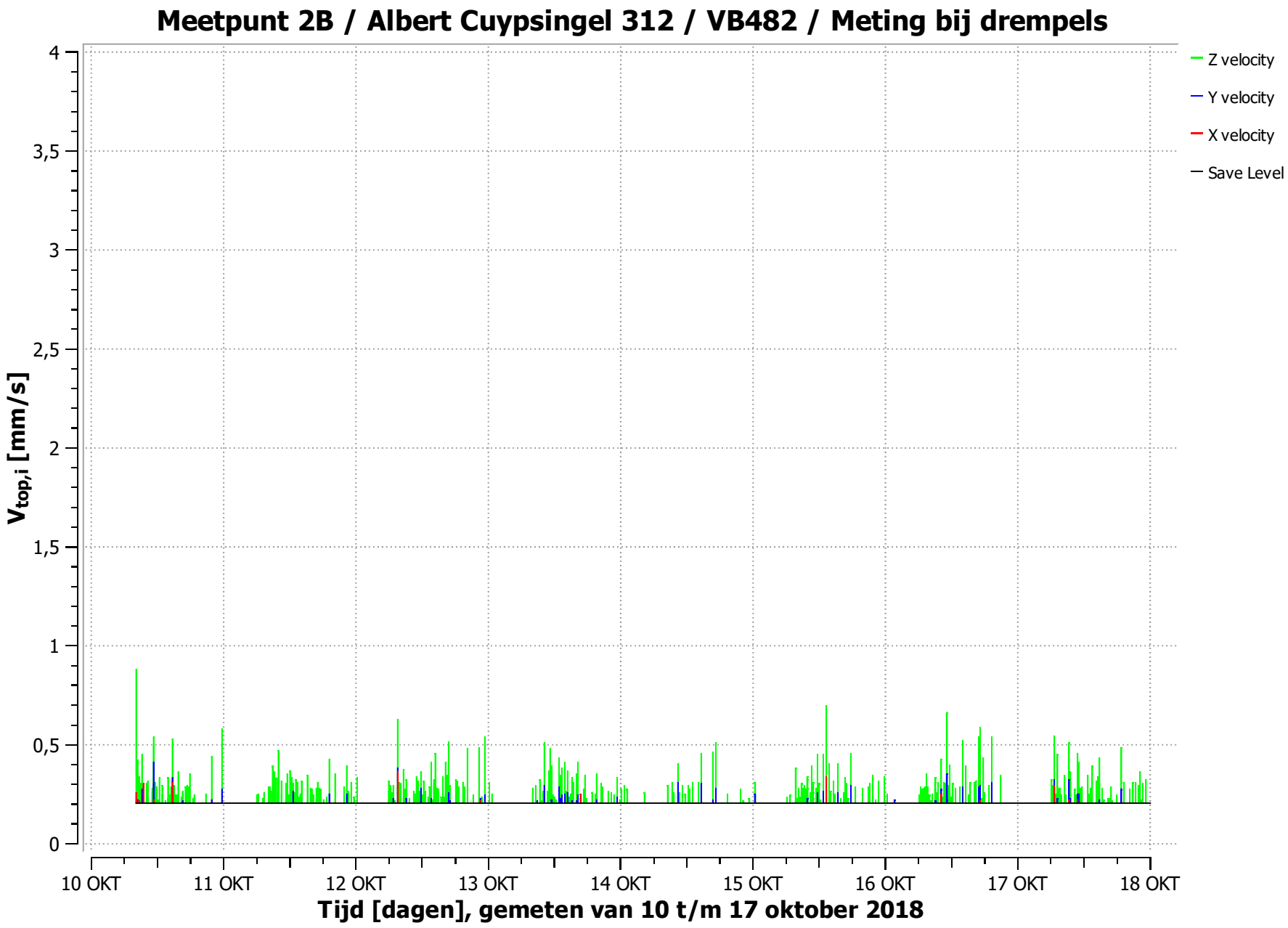
## Resultaten trillingsmetingen, vervolgmeting, SBR-B

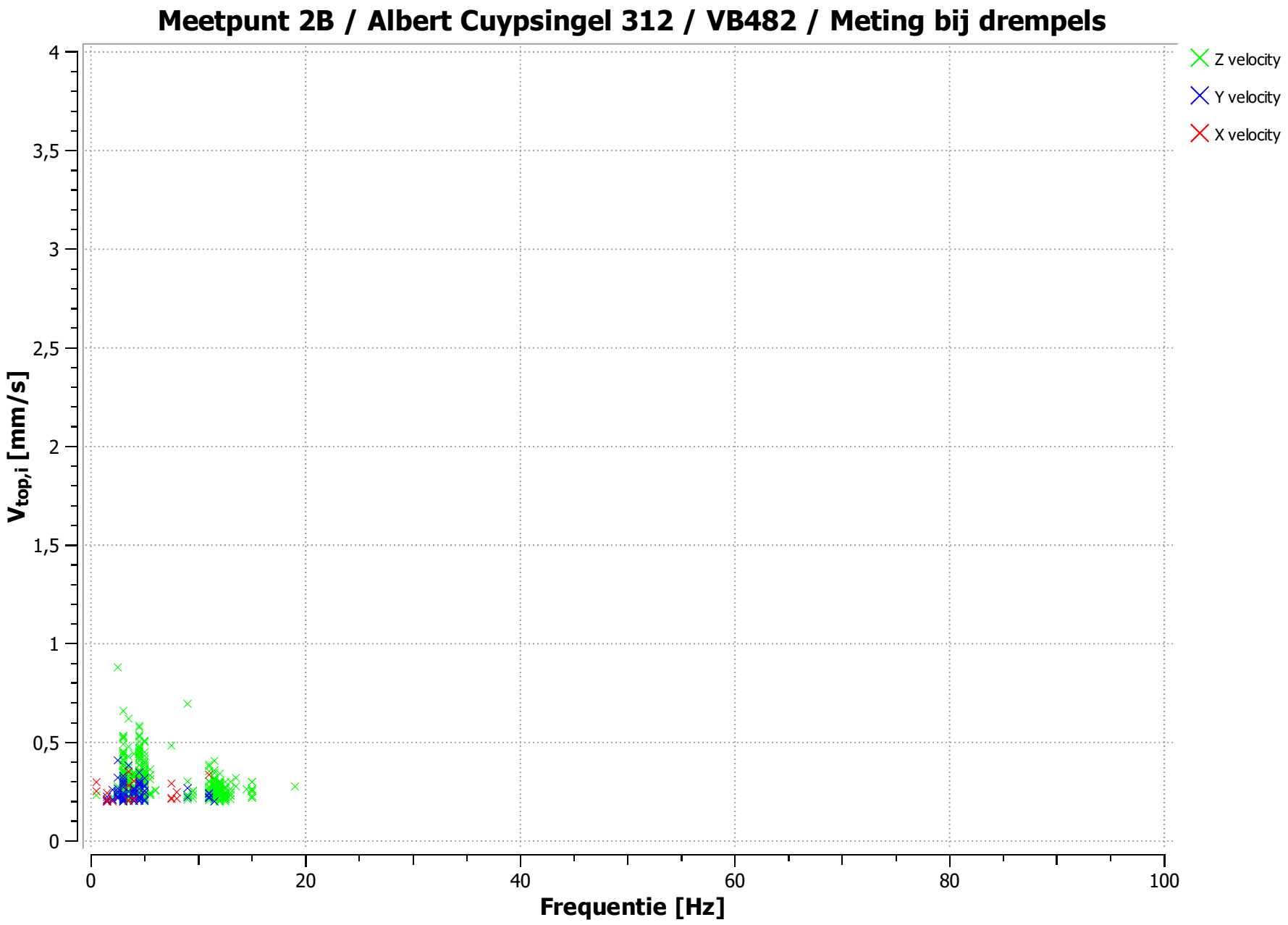

Meetpunt 1B / Albert Cuypsingel 351 / VB407 / Meting bij drempels
Z velocity
Y velocity
X velocity
Save Level
$V_{top,i}$ [mm/s]
4
3,5
3
2,5
2
1,5
1
0,5
0
10 OKT
11 OKT
12 OKT
13 OKT
14 OKT
15 OKT
16 OKT
17 OKT
18 OKT
Tijd [dagen], gemeten van 10 t/m 17 oktober 2018

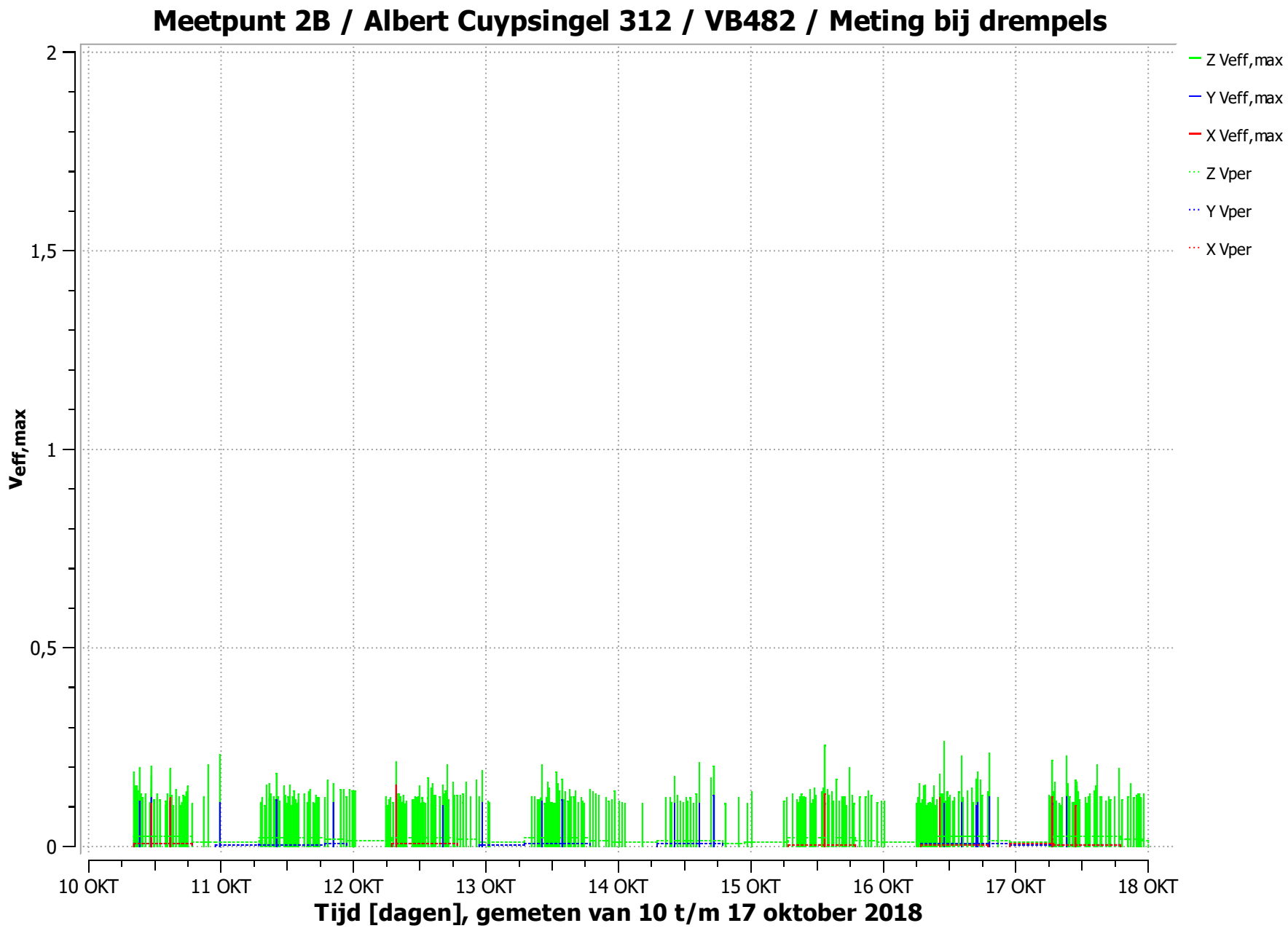

Meetpunt 1B / Albert Cuypsingel 351 / VB407 / Meting bij drempels
Z velocity
Y velocity
X velocity
$V_{top,i}$ [mm/s]
Frequentie [Hz]
0
0,5
1
1,5
2
2,5
3
3,5
4
0
20
40
60
80
100


Meetpunt 1B / Albert Cuypsingel 351 / VB407 / Meting bij drempels
Veff,max
2
1,5
1
0,5
0
10 OKT
11 OKT
12 OKT
13 OKT
14 OKT
15 OKT
16 OKT
17 OKT
18 OKT
Tijd [dagen], gemeten van 10 t/m 17 oktober 2018
Z Veff,max
Y Veff,max
X Veff,max
Z Vper
Y Vper
X Vper

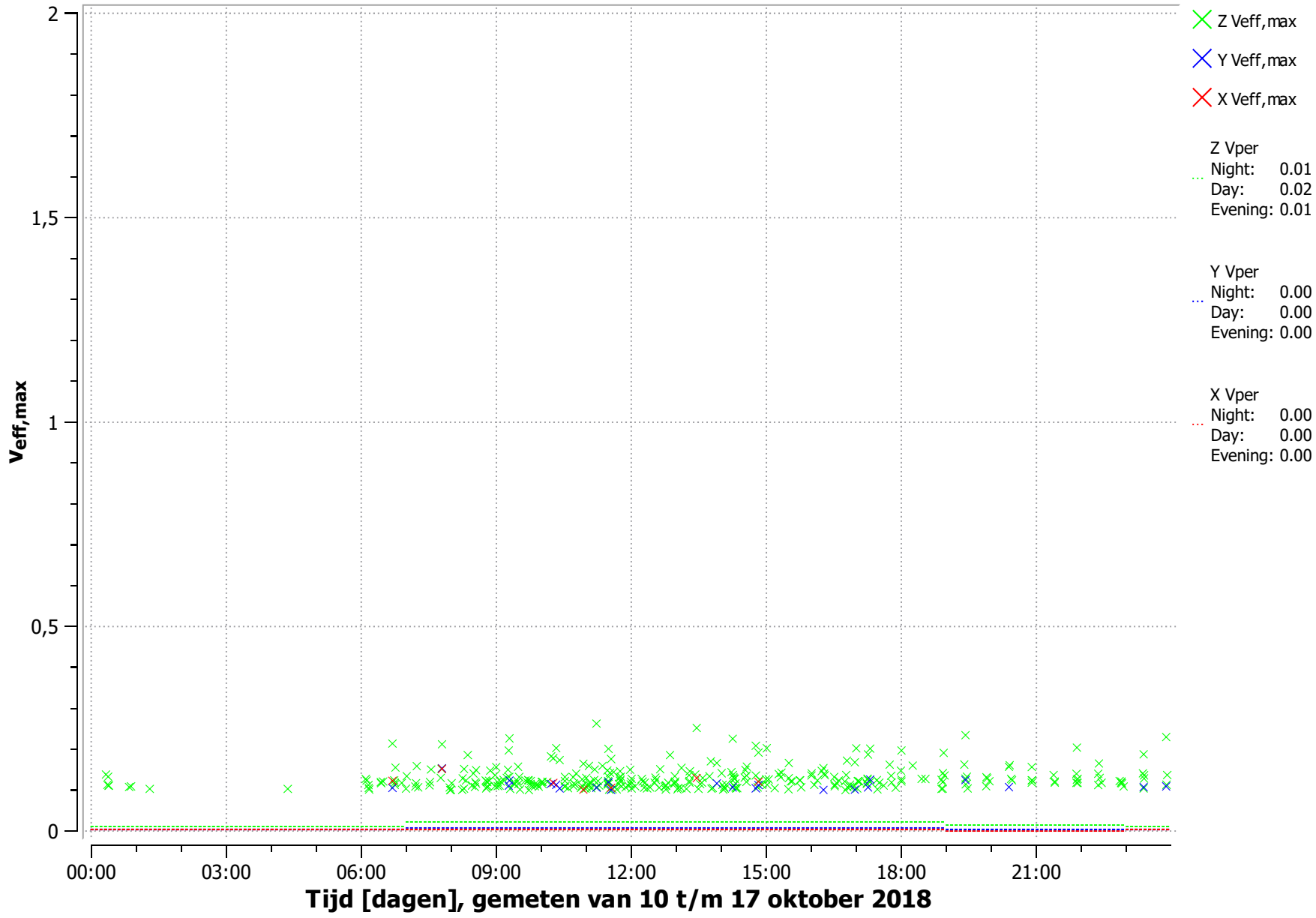

Meetpunt 1B / Albert Cuypsingel 351 / VB407 / Meting bij drempels
Veff,max
2
1,5
1
0,5
0
00:00
03:00
06:00
09:00
12:00
15:00
18:00
21:00
Tijd [dagen], gemeten van 10 t/m 17 oktober 2018
Z Veff,max
Y Veff,max
X Veff,max
Z Vper
Night: 0.02
Day: 0.04
Evening: 0.04
Y Vper
Night: 0.01
Day: 0.05
Evening: 0.04
X Vper
Night: 0.01
Day: 0.04
Evening: 0.04

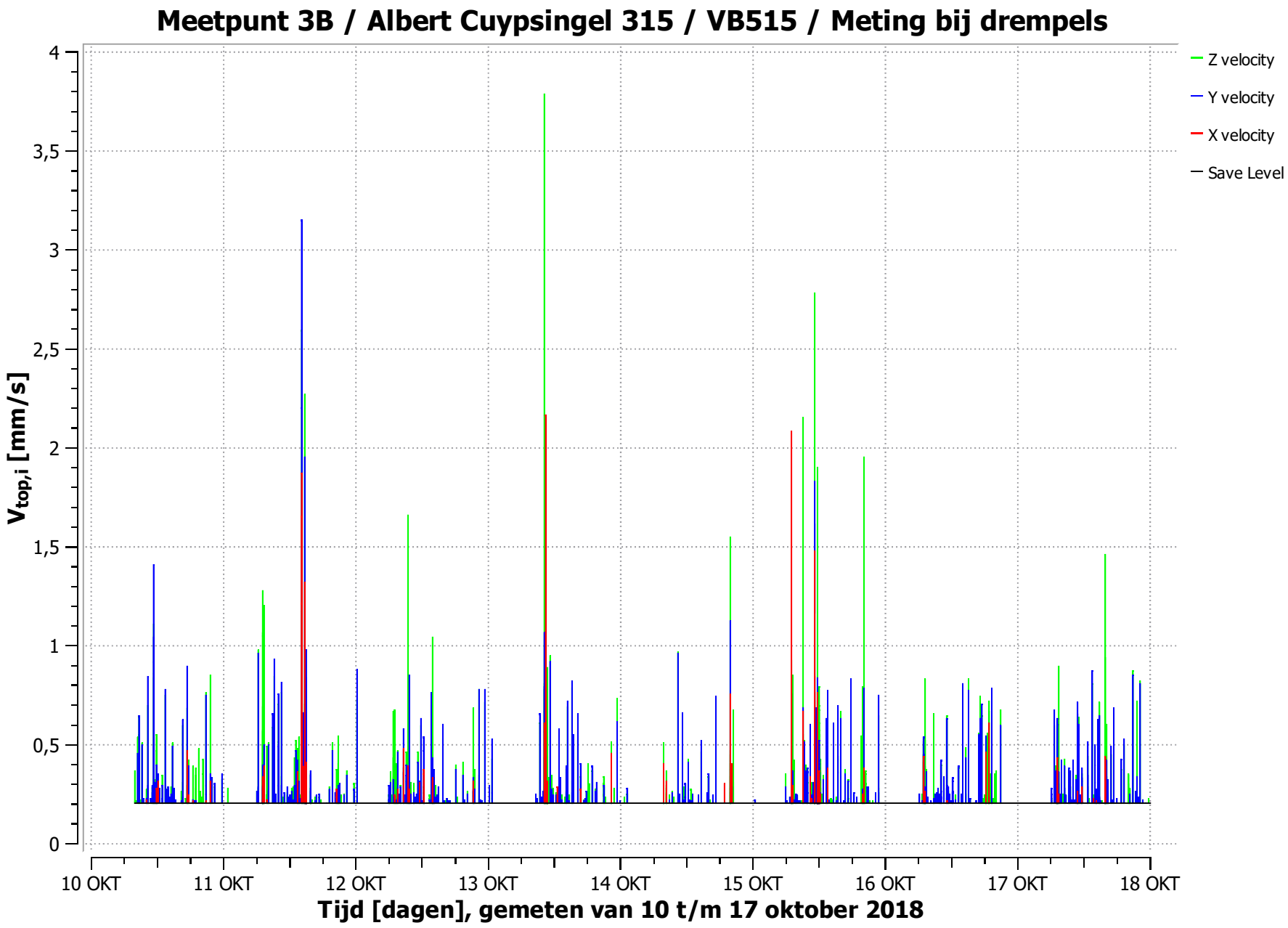

Meetpunt 2B / Albert Cuypsingel 312 / VB482 / Meting bij drempels
Z velocity
Y velocity
X velocity
Save Level
$V_{top,i}$ [mm/s]
4
3,5
3
2,5
2
1,5
1
0,5
0
10 OKT
11 OKT
12 OKT
13 OKT
14 OKT
15 OKT
16 OKT
17 OKT
18 OKT
Tijd [dagen], gemeten van 10 t/m 17 oktober 2018

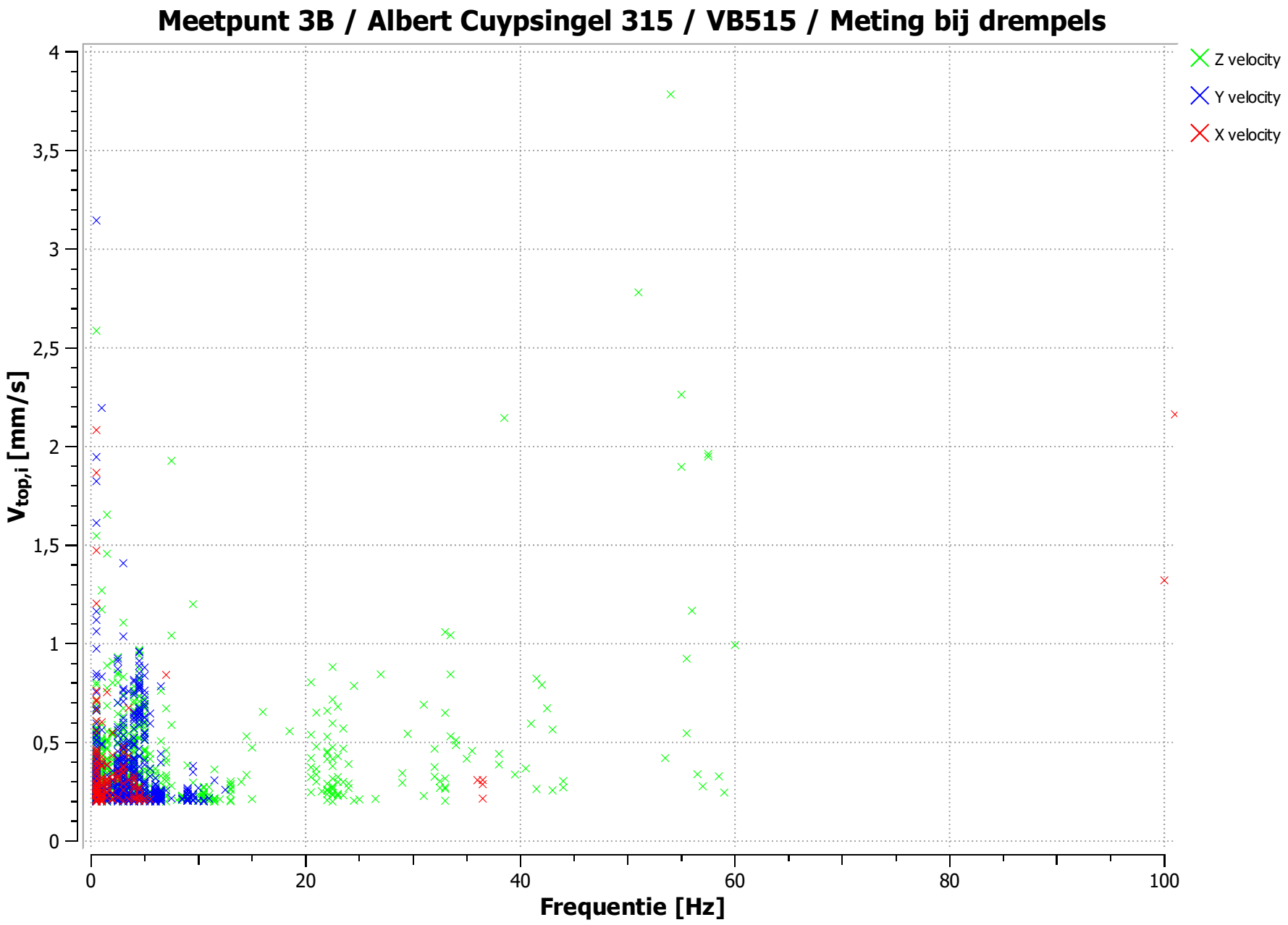

Meetpunt 2B / Albert Cuypsingel 312 / VB482 / Meting bij drempels
Z velocity
Y velocity
X velocity
$V_{top,i}$ [mm/s]
4
3,5
3
2,5
2
1,5
1
0,5
0
0
20
40
60
80
100
Frequentie [Hz]

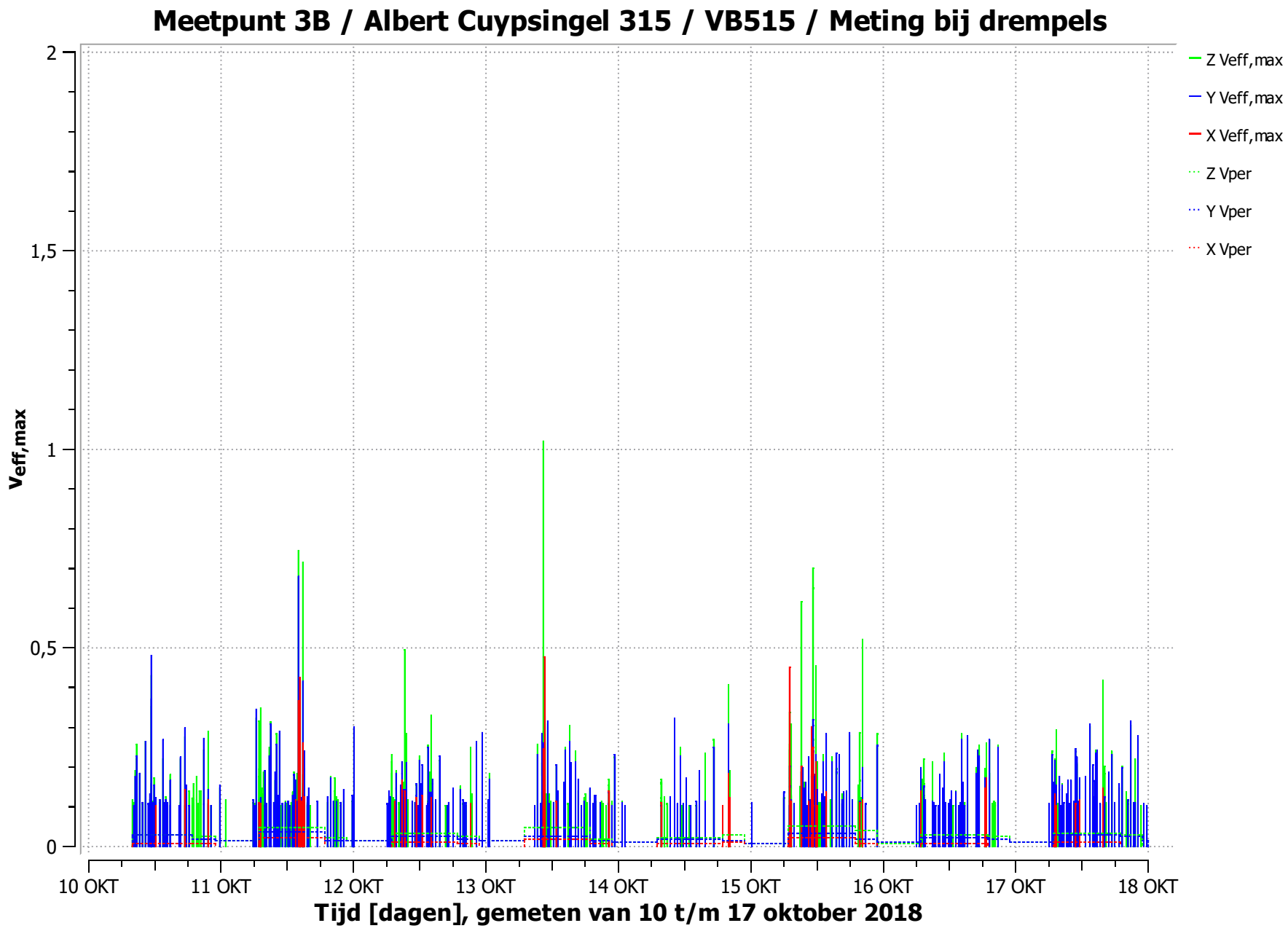

Meetpunt 2B / Albert Cuypsingel 312 / VB482 / Meting bij drempels
Veff,max
2
1,5
1
0,5
0
10 OKT
11 OKT
12 OKT
13 OKT
14 OKT
15 OKT
16 OKT
17 OKT
18 OKT
Tijd [dagen], gemeten van 10 t/m 17 oktober 2018
Z Veff,max
Y Veff,max
X Veff,max
Z Vper
Y Vper
X Vper

# Meetpunt 2B / Albert Cuypsingel 312 / VB482 / Meting bij drempels

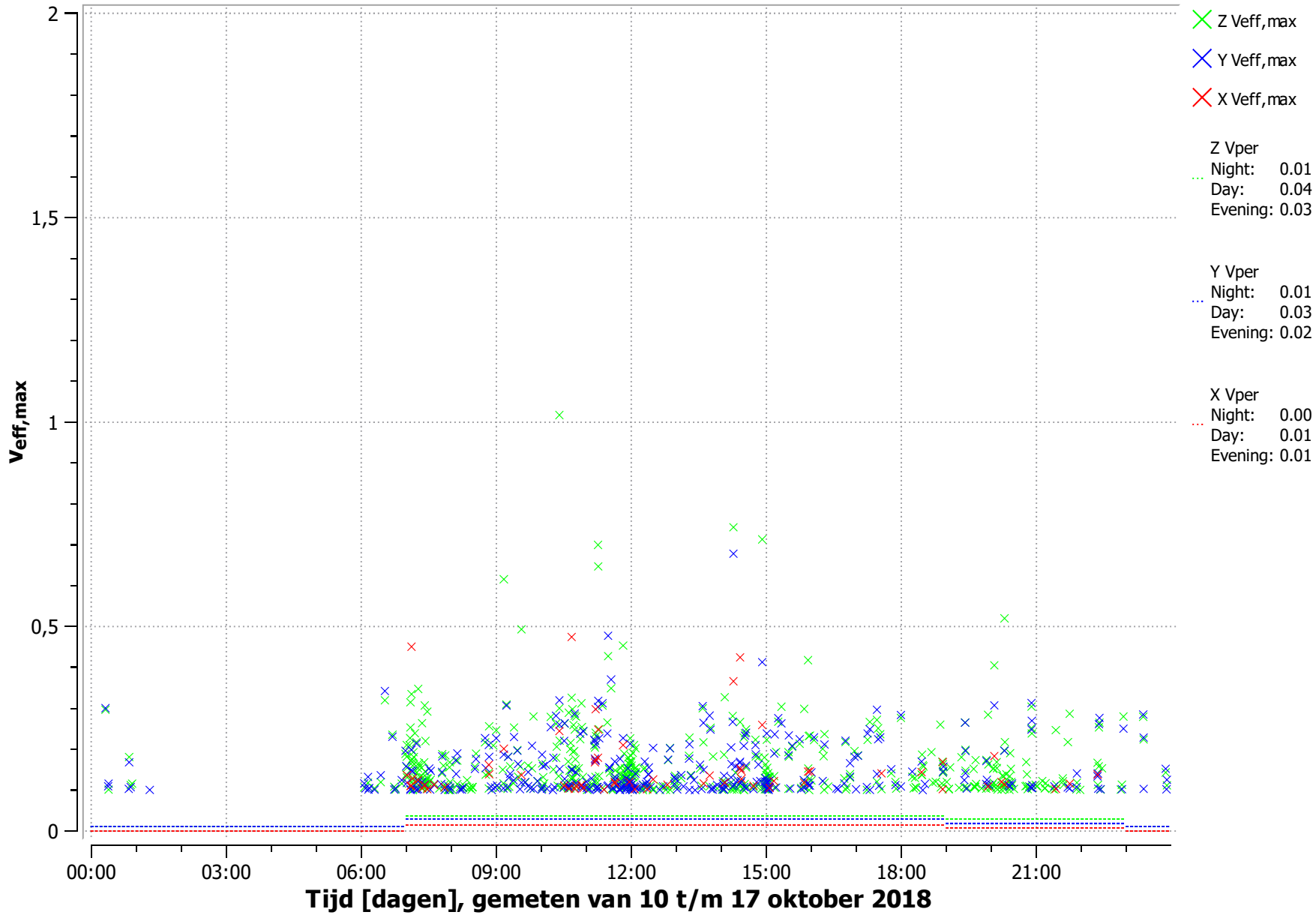


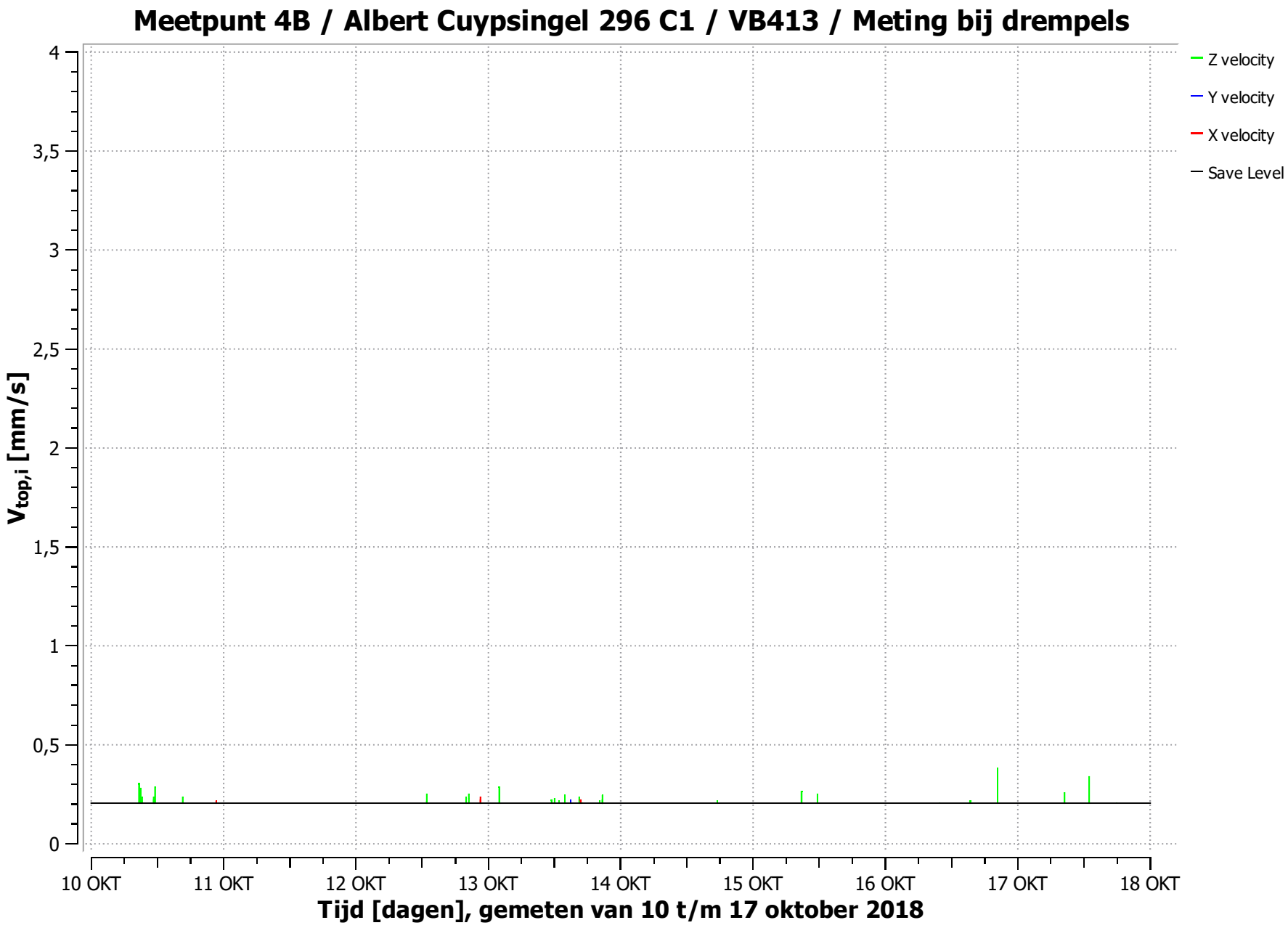

Meetpunt 3B / Albert Cuypsingel 315 / VB515 / Meting bij drempels
Z velocity
Y velocity
X velocity
Save Level
$V_{top,i}$ [mm/s]
0
0,5
1
1,5
2
2,5
3
3,5
4
10 OKT
11 OKT
12 OKT
13 OKT
14 OKT
15 OKT
16 OKT
17 OKT
18 OKT
Tijd [dagen], gemeten van 10 t/m 17 oktober 2018

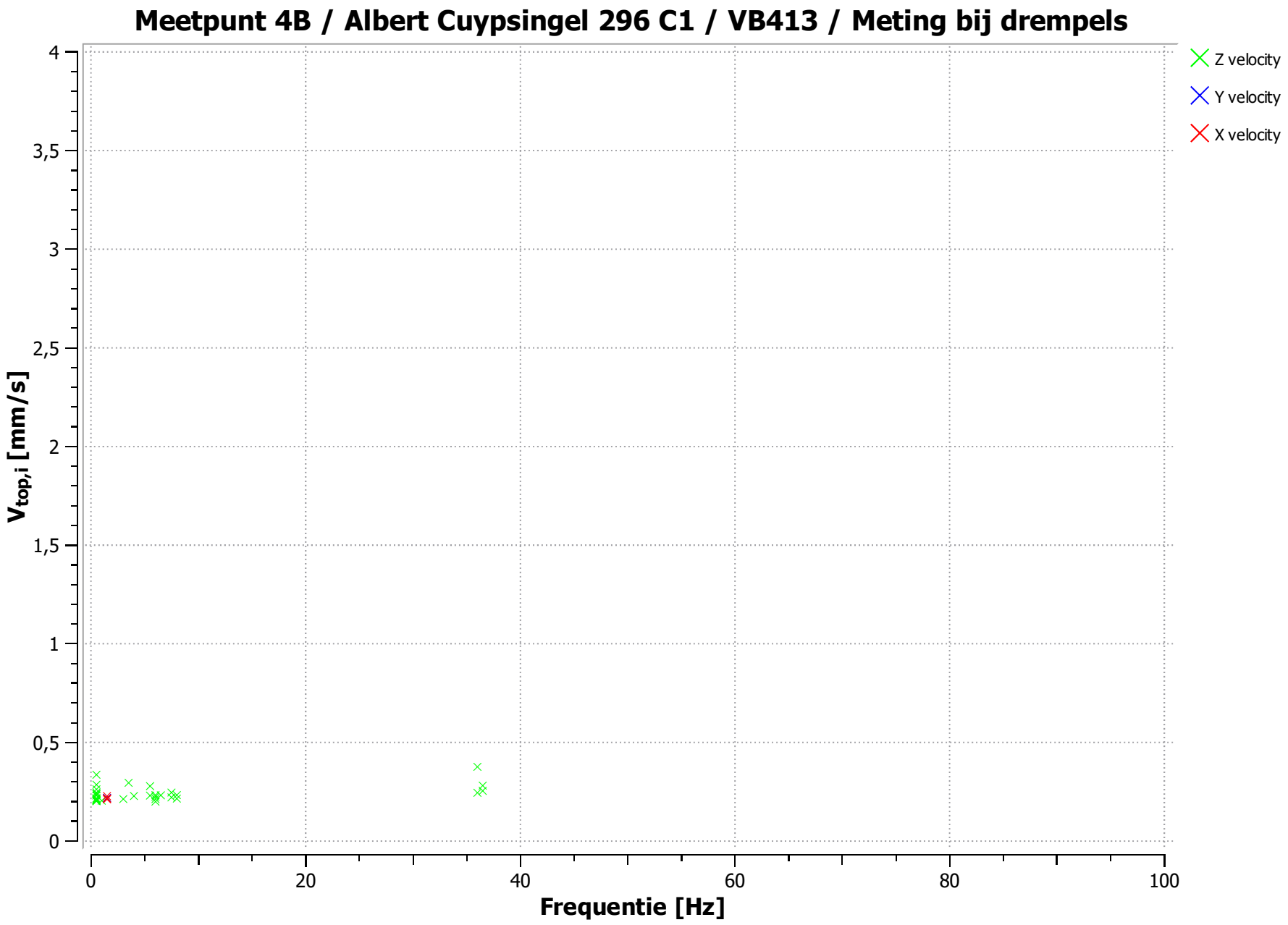

Meetpunt 3B / Albert Cuypsingel 315 / VB515 / Meting bij drempels
Z velocity
Y velocity
X velocity
$V_{top,i}$ [mm/s]
Frequentie [Hz]
0
0,5
1
1,5
2
2,5
3
3,5
4
0
20
40
60
80
100

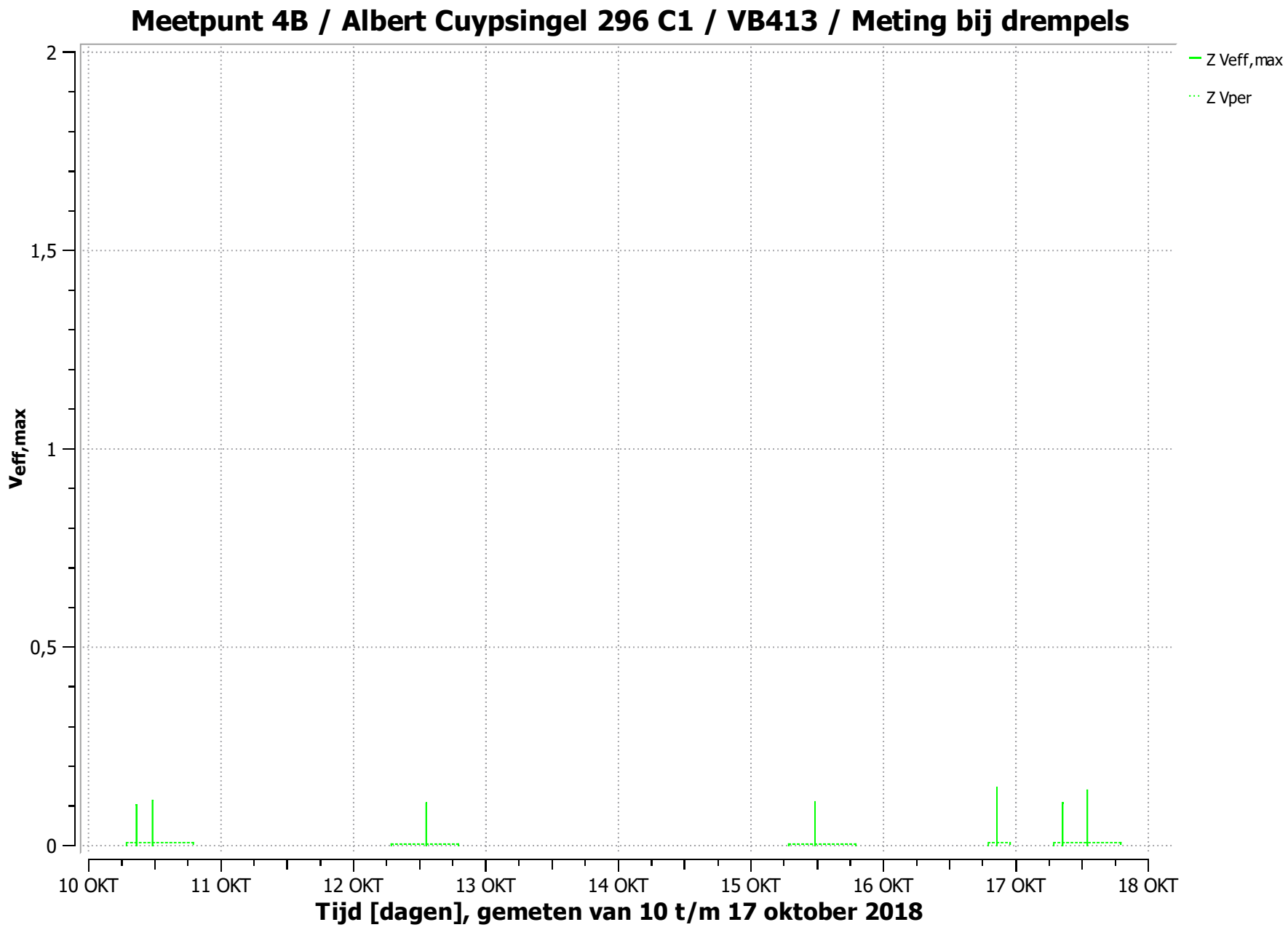
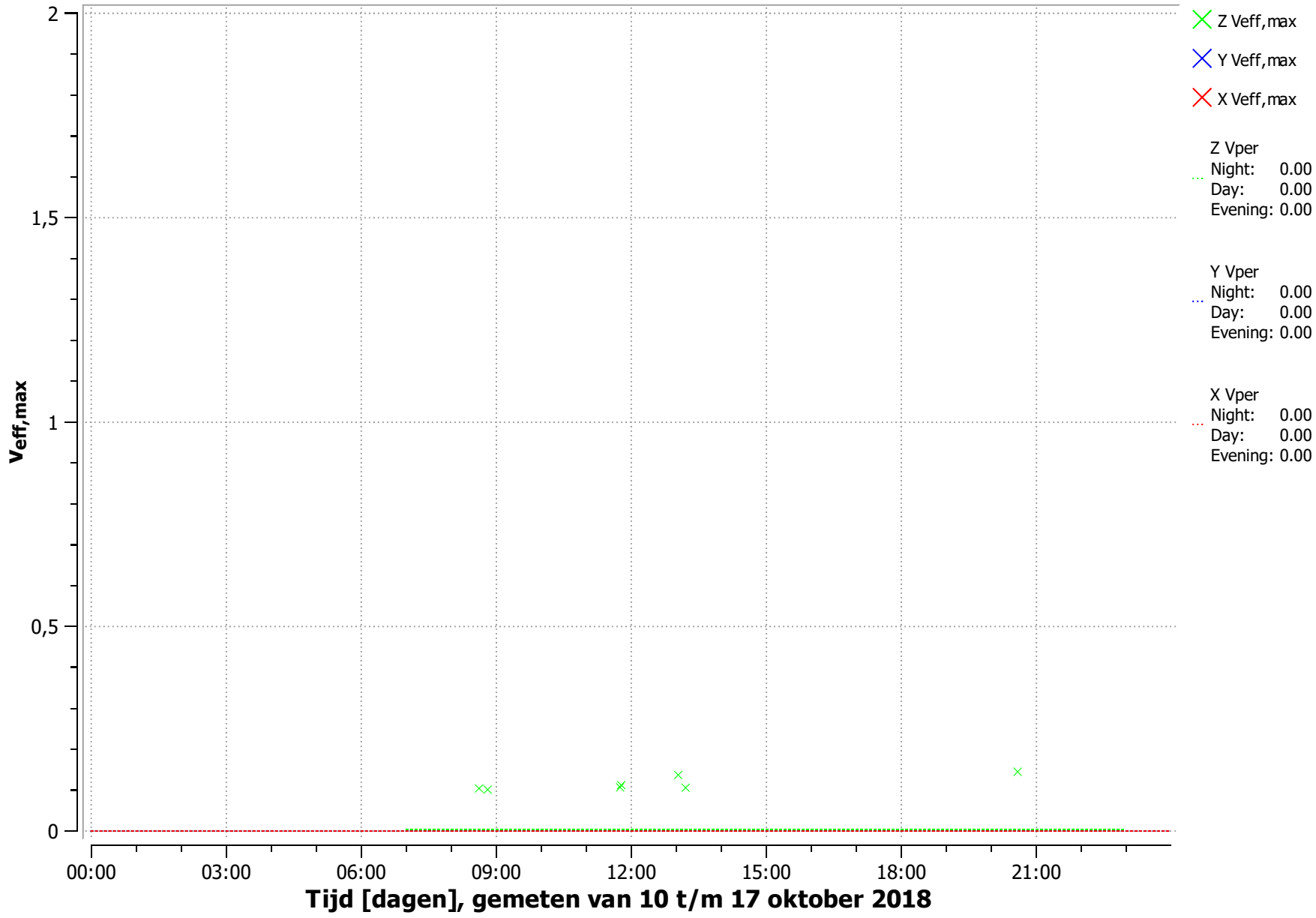

Meetpunt 3B / Albert Cuypsingel 315 / VB515 / Meting bij drempels
Veff,max
2
1,5
1
0,5
0
10 OKT
11 OKT
12 OKT
13 OKT
14 OKT
15 OKT
16 OKT
17 OKT
18 OKT
Tijd [dagen], gemeten van 10 t/m 17 oktober 2018
Z Veff,max
Y Veff,max
X Veff,max
Z Vper
Y Vper
X Vper

# Meetpunt 3B / Albert Cuypsingel 315 / VB515 / Meting bij drempels




Meetpunt 4B / Albert Cuypsingel 296 C1 / VB413 / Meting bij drempels
Z velocity
Y velocity
X velocity
Save Level
$V_{top,i}$ [mm/s]
4
3,5
3
2,5
2
1,5
1
0,5
0
10 OKT
11 OKT
12 OKT
13 OKT
14 OKT
15 OKT
16 OKT
17 OKT
18 OKT
Tijd [dagen], gemeten van 10 t/m 17 oktober 2018


Meetpunt 4B / Albert Cuypsingel 296 C1 / VB413 / Meting bij drempels
Z velocity
Y velocity
X velocity
$V_{top,i}$ [mm/s]
4
3,5
3
2,5
2
1,5
1
0,5
0
0
20
40
60
80
100
Frequentie [Hz]


Meetpunt 4B / Albert Cuypsingel 296 C1 / VB413 / Meting bij drempels
Veff,max
2
1,5
1
0,5
0
10 OKT
11 OKT
12 OKT
13 OKT
14 OKT
15 OKT
16 OKT
17 OKT
18 OKT
Tijd [dagen], gemeten van 10 t/m 17 oktober 2018
Z Veff,max
Z Vper

# Meetpunt 4B / Albert Cuypsingel 296 C1 / VB413 / Meting bij drempels