

**Trillingonderzoek ten gevolge van
spoortraject 651**

**Bepaling kans op hinder in nieuw te
bouwen appartementen aan de Zuid-
Oosterstraat te Tilburg**

Trillingonderzoek ten gevolge van spoortraject 651

Bepaling kans op hinder in nieuw te bouwen woningen aan de Zuid- Oosterstraat te Tilburg

Opdrachtgever : W&L Zuid Ooster BV
Parklaan 1
5061 JV Oosterwijk

Projectnummer : 20190010


Status rapport / versie nr. : Definitief 01

Datum : 27 februari 2019

Opgesteld door : ir. H.J.M. Schipperen

Gecontroleerd door : ing. Mw. G.J. Andries

Voor akkoord : ir. H.J.M. Schipperen

Paraaf : 

Versie nr.	Datum	Omschrijving	Opgesteld door	Gecontroleerd door
D01	27-02-2019	Trillingonderzoek Zuid-Oosterstraat te Tilburg; bepaling kans op hinder	ESc	MA



INHOUD		blz.
1	INLEIDING	2
2	SITUATIE	3
3	BESCHRIJVING ONDERZOEKSLOKATIE	5
4	TOETSINGSWAARDEN HINDER	7
5	OVERDRACHTSPROGNOSES INZAKE GEBOUWEN	9
	5.1 Algemeen	9
	5.2 Fundering en gebouwconstructie	9
	5.3 Vloerconstructie	10
	5.4 Cumulatie overdrachtsprognoses	11
6	TRILLINGMETINGEN	12
	6.1 Algemeen	12
	6.2 Evaluatie stoortrillingen	12
	6.3 Meetresultaten	13
	6.4 Gecorrigeerde resultaten; prognoses	15
7	TOETSING TRILLINGIMMISSIE; PROGNOSES	16
8	CONCLUSIE VAN DE PROGNOSE	19

BIJLAGEN

- 1 Lokale huidige en toekomstige situatie
- 2 Meetresultaten van de Vibra SBR⁺; Zuid-Oosterstraat 22A
- 3 Meetresultaten van de Vibra SBR⁺; Zuid-Oosterstraat 23A
- 4 Termen en definities SBR B

1 INLEIDING

In opdracht van W&L Zuid Ooster BV te Oisterwijk is een trillingtechnisch onderzoek uitgevoerd op de vloer van de begane grond van de gebouwen aan de Zuid-Oosterstraat te Tilburg ten gevolge van het spoortraject 651, betreffende het traject Tilburg-Eindhoven en Tilburg-Vught.

Ter hoogte van de Zuid-Oosterstraat wordt een nieuw bouwplan ontwikkeld waarbij (onder andere) woningen geprojecteerd zijn. Deze woningen met gevoelige ruimten kunnen onderhevig zijn aan trillingen ten gevolge van genoemd spoor.

In bijlage 1 is de lokale huidige plattegrondsituatie weergegeven met de meetlocaties in de bestaande gebouwen. Tevens is in bijlage 1 de toekomstige bebouwing weergegeven.

Aanleiding voor het onderzoek is het objectief bepalen van de kans op trillinghinder in de toekomstige situatie welke middels frequentie afhankelijke overdrachtfuncties zijn geprognoseerd vanuit de huidige (meet)situatie.

Ten behoeve van het onderzoek zijn trillingmetingen verricht conform de voorschriften uit de SBR richtlijn B: Hinder voor personen in gebouwen; meet- en beoordelingsrichtlijn augustus 2002.

Gedurende één representatieve week zijn de trillingniveaus op 2 locaties gemeten.

2 SITUATIE

De onderzoekslocatie is gelegen aan de Zuid-Oosterstraat te Tilburg.

In figuur 2.1 zijn de locaties van de 2 trillingmeetsets weergegeven op de vloer van de begane grond in de bestaande bebouwing op nr. 22A respectievelijk nr. 23A welke op circa 31 meter respectievelijk 23 meter zijn gelegen van het spoortraject 651.

Figuur 2.1: Locatie trillingmeetsets aangegeven met blauwe ster



De resultaten van het onderzoek dienen een antwoord te geven op de vraag of er kans op hinder is in de gevoelige ruimten van de toekomstige bebouwing.

In de onderhavige situatie is ervoor gekozen om gedurende 1 volle representatieve week de trillingen te meten op 2 verschillende locaties/vloeren van de huidige bebouwing waardoor een goed trillingbeeld van de lokale situatie is verkregen.

In een meetpunt is in één verticale en in twee onderling loodrechte horizontale richtingen gemeten.

De gekozen horizontale richtingen stemmen overeen met de hoofdassen van de panden. De y-richting staat loodrecht op de hoofdas van het bouwplan welke het meest nabij het spoor is geprojecteerd. De x-richting ligt parallel met hoofdas van dit bouwplan. De z-richting staat vertikaal op de vloer.

In figuur 2.2 is het aanzicht van de bestaande bebouwing gegeven.

Figuur 2.2 Aanzicht bestaande bebouwing aan de Zuid-Oosterstraat te Tilburg



3 BESCHRIJVING ONDERZOEKSLOKATIE

Ten tijde van de trillingmetingen werd representatief over het spoortraject 651 gereden. Er waren geen spoorbelemmeringen en er was geen vakantieperiode.

Het pand Zuid-Oosterstraat 22A bestaat uit een betonnen vloer met een bakstenen opbouw. Dit pand is gefundeerd op staal.

In figuur 3.1 is een foto van de interne situatie weergegeven met de trilset op de vloer.

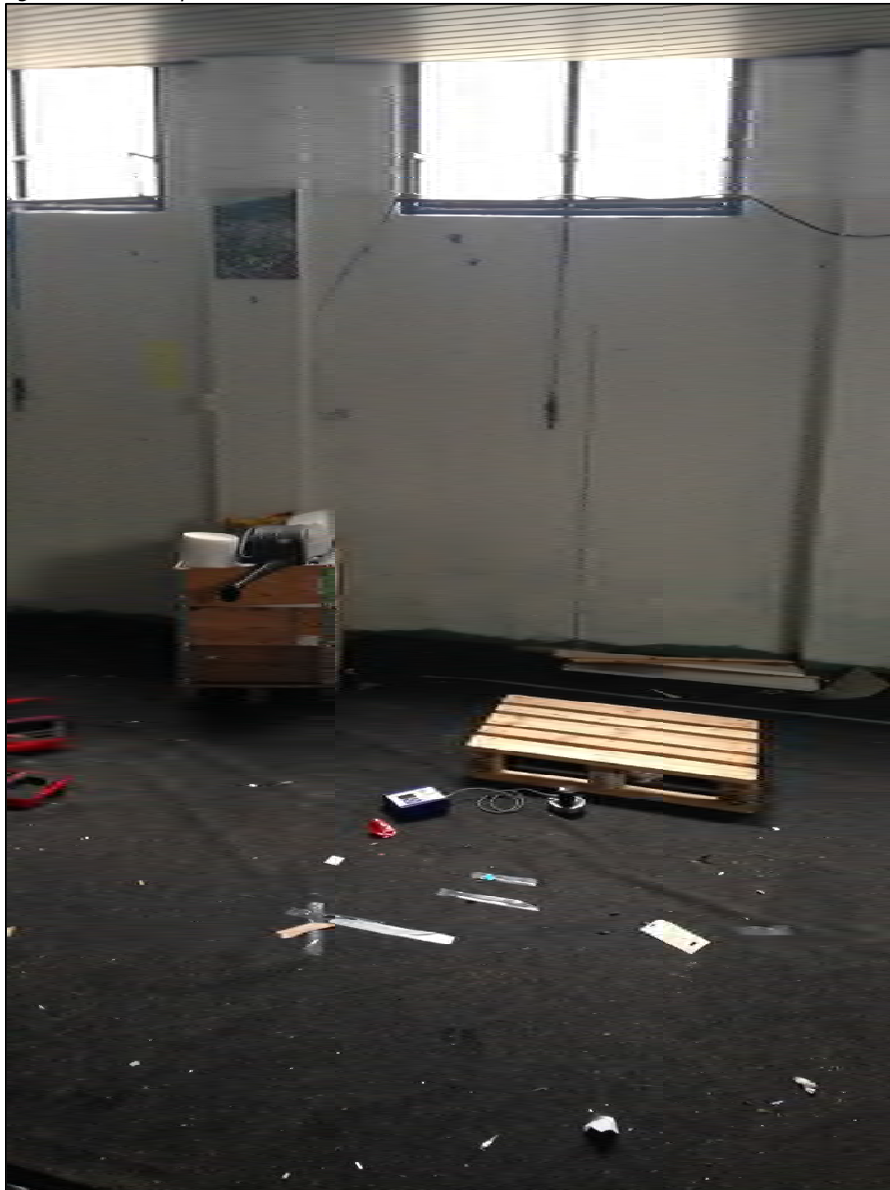
Figuur 3.1 Trilset op vloer van nr. 22A



Het pand Zuid-Oosterstraat 23A bestaat uit een betonnen vloer met een bakstenen opbouw. Dit pand is gefundeerd op staal.

In figuur 3.2 is een foto van de interne situatie weergegeven met de trilset op de vloer.

Figuur 3.2 Trilset op vloer van nr. 23A



Omdat gedurende 1 volle week is gemeten, wordt in relatie tot het laatstgenoemde gesteld dat sprake is van een representatieve meetsituatie conform de SBR B richtlijn. Conform de SBR richtlijn behoeven de resultaten dan niet statistisch verwerkt te worden.

4 TOETSINGSWAARDEN HINDER

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 trillingbron en in bestaande, gewijzigde en nieuwe situaties.

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

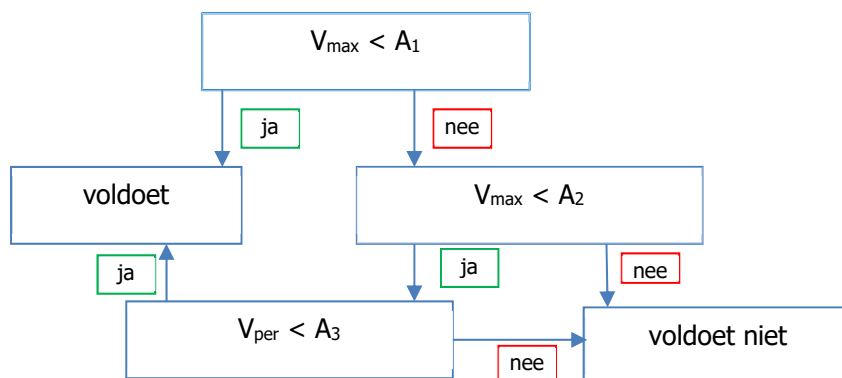
- A_1 is de onderste streefwaarde voor de trillingsterkte V_{\max} ;
- A_2 is de bovenste streefwaarde voor de trillingsterkte V_{\max} ;
- A_3 is de streefwaarde voor de (gemiddelde) trillingsterkte V_{per} .

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:

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

De wijze van beoordeling van V_{\max} en V_{per} is in onderstaand stroomschema weergegeven.



In bijlage 4 zijn termen en definities gegeven relaterend aan de SBR richtlijn B.

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 trillingbron. In de onderhavige situatie worden de optredende trillingen beschouwd als herhaald voorkomende trillingen gedurende lange tijd relaterend aan het railverkeer.

De situatie kan worden beschouwd als een nieuwe situatie; derhalve zal aan de streefwaarden voor nieuwe situaties worden getoetst.

In tabel 4.1 zijn de streefwaarden voor nieuwe situaties voor wonen opgenomen.

Tabel 4.1. Overzicht streefwaarden hinder.

Functieomschrijving gebouw	Dag/avond			Nacht		
	A ₁	A ₂	A ₃	A ₁	A ₂	A ₃
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- als nachtperiode daar het railverkeer in deze perioden plaatsvindt.

In het volgende hoofdstuk worden de trillingen in het bouwplan geprognoseerd relaterend aan de uitgevoerde trillingmetingen.

5 OVERDRACHTSPROGNOSES INZAKE GEBOUWEN

5.1 Algemeen

Trillingen worden door de bodem overgedragen aan de gebouwconstructie. De mate van trillingoverdracht hangt af van de wijze van funderen en de massa en stijfheid van het gebouw.

Maatgevend voor de toetsing is de optredende trillingsterkte in de vloer.

De constructiewijze, materiaal en overspanning van een vloer en de massabelasting bepalen de ligging van „eigen“ of resonantie frequenties van een vloerveld en de gevoeligheid voor trillingen.

De afstand van het pand Zuid-Oosterstraat 22A tot de binnenste spoorrail bedraagt circa 31 meter.

De afstand van het pand Zuid-Oosterstraat 23A tot de binnenste spoorrail bedraagt circa 23 meter.

De afstand van het bouwplan tot de binnenste spoorrail bedraagt circa 30 meter.

De fundering met betrekking tot de bestaande bebouwing betreft strokenfunderingen hetzij gemetseld of van beton (fundering op staal).

Voor de nieuwbouw wordt een strokenfundering toegepast met daaronder palen tot een diepte van circa 10 à 11 meter.

Uit het onderzoek blijkt dat de trillingen van de vloer van het pand nr. 22A optreden met bepalende dominante frequenties globaal tussen de 12 Hz en 22 HZ voor de verticale z-richting. De horizontale richtingen blijken niet relevant; zie bijlage 2.

Uit het onderzoek blijkt verder dat de trillingen van de vloer van het pand nr. 23A optreden met bepalende dominante frequenties globaal tussen de 25 Hz en 45 HZ voor de verticale z-richting. De dominante frequentie voor de horizontale y-richting ligt globaal rond de 10 Hz. De horizontale x-richting blijkt niet relevant; zie bijlage 3.

5.2 Fundering en gebouwconstructie

Bij de overgang van bodem naar gebouwfundatie treedt een verzwakking op van trillingen. Deze verzwakking wordt groter bij toenemende frequentie, waarbij de totale verzwakking zal afhangen van de spectrale verdeling. Voor laagbouw zal de verzwakking minder zijn dan voor hoogbouw. De spectrale overdrachtswaarden uit tabel 5.1 zijn gebaseerd op door TNO ontwikkelde empirische formules en eigen meetervaring.

Tabel 5.1: Trillingoverdracht van bodem naar gebouw (tertsband)

Gebouwtype	Frequentie in Hz											
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125
Laagbouw op staal	0	0	-1	-2	-3	-4	-6	-9	-9	-9	-9	-9
Laagbouw op palen	-2	-2	-3	-4	-5	-7	-9	-12	-12	-12	-12	-12
Utiliteitsbouw (4 tot 8 lagen)	-6	-6	-7	-7	-8	-9	-11	-14	-14	-14	-14	-14

Inzake het bouwplan kan worden uitgegaan van gebouwtype "Laagbouw op palen".

In de onderhavige situatie is reeds gemeten op een betonnen vloerveld van beide bestaande panden op de begane grond. De panden zijn niet onderheid. Het gebouwtype "Laagbouw op staal" komt hiermee het best overeen.

Zuid-Oosterstraat 22A

Relaterend aan gebouwtype "Laagbouw op palen" voor het bouwplan is bij ca. 12 Hz de verzwakking derhalve circa -2 dB (van 0 dB naar -2 dB); dit komt ongeveer overeen met een verlaging van de snelheid met een factor 1,26. Deze prognose van de verzwakkingscurve van de overgang van bodem naar gebouwfundatie wordt derhalve voor nr. 22A toegepast.

Zuid-Oosterstraat 23A

Relaterend aan gebouwtype "Laagbouw op palen" voor het bouwplan is bij ca. 25 Hz de verzwakking derhalve circa -2 dB (van -3 dB naar -5 dB); dit komt ongeveer overeen met een verlaging van de snelheid met een factor 1,26. Deze prognose van de verzwakkingscurve van de overgang van bodem naar gebouwfundatie wordt derhalve voor nr. 23A toegepast.

5.3 Vloerconstructie

Door resonanties zal de trillingsterkte 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 5.2. Dit geldt wanneer de afstand tot de trillingbron zeer klein is en de aanstoting slechts over een beperkt deel van de draagconstructie plaatsvindt. Een gemiddelde vloerveldversterking als functie van de frequentie is volgens tabel 5.2 gegeven.

Tabel 5.2 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 de panden is reeds in het midden van een betonnen vloerveld gemeten.

De verdiepingsvloer van het bouwplan zal tevens bestaan uit een betonnen kanaalplaatvloer.

Het is niet duidelijk of de vloeren in de gemeten panden gedempt worden door een onderliggend (dragend) zandbed. Dit effect zal overigens marginaal zijn. Een versterking zal evenwel in rekening worden gebracht.

Zuid-Oosterstraat 22A

Relaterend aan ca. 22 Hz bedraagt de versterking naar schatting circa +7 dB; dit komt ongeveer overeen met een verhoging van de snelheid met een factor 2,24. De prognose van de versterkingscurve van de rand van een vloer naar het midden van een vloer wordt in de onderhavige situatie toegepast.

Zuid-Oosterstraat 23A

Relaterend aan ca. 32 Hz bedraagt de versterking naar schatting circa +10 dB; dit komt ongeveer overeen met een verhoging van de snelheid met een factor 3,16. De prognose van de versterkingscurve van de rand van een vloer naar het midden van een vloer wordt in de onderhavige situatie toegepast.

5.4 Cumulatie overdrachtsprognoses

Zuid-Oosterstraat 22A

De prognose van de verzwakkingsfactor van de overgang van bodem naar gebouwfundatie bedraagt circa 1,26. De prognose van de versterkingsfactor van de rand van een vloer naar het midden van een vloer bedraagt circa 2,24. De overdracht geschiedt derhalve met een factor 1,78 volgend uit $(2,24/1,26)$.

Zuid-Oosterstraat 23A

De prognose van de verzwakkingsfactor van de overgang van bodem naar gebouwfundatie bedraagt circa 1,26. De prognose van de versterkingsfactor van de rand van een vloer naar het midden van een vloer bedraagt circa 3,16. De overdracht geschiedt met een factor 2,51 volgend uit $(3,16/1,26)$.

De metingen vonden plaats op circa 23 meter van het spoor terwijl het bouwplan op circa 30 meter afstand ligt. Volgens de formule van Barkan treedt hierdoor een verzwakkingsfactor op van circa 0,71. De totale overdracht geschiedt derhalve met een factor 1,78 volgend uit $(2,51*0,71)$.

6 TRILLINGMETINGEN

6.1 Algemeen

De onbemande trillingmetingen zijn uitgevoerd van vrijdagmiddag 8 februari 2019 t/m vrijdagmiddag 15 februari 2019. In tabel 6.1 is een overzicht opgenomen van de gemeten parameters.

Tabel 6.1. *Overzicht gemeten parameters.*

Meetpunt	Parameter	Parameter	Bijlage
nr. 22A	$V_{\text{eff,max}}$	V_{per}	2
nr. 23A	$V_{\text{eff,max}}$	V_{per}	3

Bij de metingen is gebruik gemaakt van de in tabel 6.2 vermelde meetapparatuur. Deze meetapparatuur voldoet aan de specificaties uit de SBR richtlijn.

Tabel 6.2. *Gebruikte meetapparatuur.*

Omschrijving	Merk	Type
Trillinganalyser	Profound	Vibra SBR+
3-D trillingopnemer	Profound	Geofoon

In figuur 6.1 is meetapparatuur in situ weergegeven.

Figuur 6.1 *Foto meetapparatuur*



6.2 Evaluatie stoortrillingen

Stoortrillingen hebben niet plaatsgevonden daar geen andere relevante oorzakelijke bronnen aanwijsbaar zijn dan ten gevolge van het railverkeer. In de meetruimten waren geen activiteiten gedurende de meetperiode. Verder heeft trace onderzoek van de pieken plaatsgehad welke een goede indicatie geeft van de oorzaak van de pieken.

6.3 Meetresultaten

Zuid-Oosterstraat 22A

In tabel 6.3 zijn de meetresultaten als maximale effectieve trillingnelheid, $V_{\text{eff,max}}$, samengevat voor de dag- en avondperiode. Zie ook bijlage 2. In de tabel zijn de hoogste meetwaarden opgenomen.

Tabel 6.3. Meetresultaten hinder; dag- en avondperiode

Meetlocatie en datum Op vloer begane grond	Hoogst optredende meetwaarden van $V_{\text{eff,max}}$		
	x-richting horizontaal	y-richting horizontaal	z-richting vertikaal
Vrijdag 8 februari (vanaf middag)	-	-	0,13
Zaterdag 9 februari	-	-	0,15
Zondag 10 februari	-	-	0,14
Maandag 11 februari	-	-	0,12
Dinsdag 12 februari	-	-	0,14
Woensdag 13 februari	-	-	0,14
Donderdag 14 februari	-	-	0,14
Vrijdag 15 februari (tot einde middag)	-	-	0,12

In tabel 6.4 zijn de meetresultaten samengevat voor de nachtperiode. Zie ook bijlage 2. In de tabel zijn eveneens de hoogste meetwaarden opgenomen.

Tabel 6.4. Meetresultaten hinder; nachtperiode

Meetlocatie en datum Op vloer begane grond	Hoogst optredende meetwaarden van $V_{\text{eff,max}}$		
	x-richting horizontaal	y-richting horizontaal	z-richting vertikaal
Vrijdag 8 februari (vanaf middag)	-	-	0,10
Zaterdag 9 februari	-	-	0,13
Zondag 10 februari	-	-	-
Maandag 11 februari	-	-	0,14
Dinsdag 12 februari	-	-	0,15
Woensdag 13 februari	-	-	0,12
Donderdag 14 februari	-	-	0,10
Vrijdag 15 februari (tot einde middag)	-	-	0,11

Zuid-Oosterstraat 23A

In tabel 6.5 zijn de meetresultaten als maximale effectieve trillingnelheid, $V_{\text{eff,max}}$, samengevat voor de dag- en avondperiode. Zie ook bijlage 3. In de tabel zijn de hoogste meetwaarden opgenomen.

Tabel 6.5. Meetresultaten hinder; dag- en avondperiode

Meetlocatie en datum	Hoogst optredende meetwaarden van $V_{\text{eff,max}}$		
	x-richting horizontaal	y-richting horizontaal	z-richting vertikaal
Vrijdag 8 februari (vanaf middag)	-	0,11	0,17
Zaterdag 9 februari	-	0,17	0,17
Zondag 10 februari	-	-	0,17
Maandag 11 februari	-	0,12	0,18
Dinsdag 12 februari	-	0,16	0,22
Woensdag 13 februari	-	0,17	0,17
Donderdag 14 februari	-	0,11	0,17
Vrijdag 15 februari (tot einde middag)	-	0,11	0,17

In tabel 6.6 zijn de meetresultaten samengevat voor de nachtperiode. Zie ook bijlage 3. In de tabel zijn eveneens de hoogste meetwaarden opgenomen.

Tabel 6.6. Meetresultaten hinder; nachtperiode

Meetlocatie en datum	Hoogst optredende meetwaarden van $V_{\text{eff,max}}$		
	x-richting horizontaal	y-richting horizontaal	z-richting vertikaal
Vrijdag 8 februari (vanaf middag)	-	-	0,14
Zaterdag 9 februari	-	0,13	0,15
Zondag 10 februari	-	-	0,12
Maandag 11 februari	-	-	0,14
Dinsdag 12 februari	-	0,12	0,18
Woensdag 13 februari	-	-	0,18
Donderdag 14 februari	-	-	0,16
Vrijdag 15 februari (tot einde middag)	-	-	0,15

6.4 Gecorrigeerde resultaten; prognoses

Zuid-Oosterstraat 22A

In tabel 6.5 respectievelijk tabel 6.6 zijn de hoogste gemeten waarden middels de overdrachtfunctie volgens paragraaf 5.4 omgerekend gegeven voor de dag- en avondperiode respectievelijk de nachtperiode.

Tabel 6.5. Gecorrigeerde resultaten hinder; dag- en avondperiode

Positie	Hoogst optredende meetwaarden van $V_{eff,max}$		
	z-richting verticaal	x-richting horizontaal	y-richting horizontaal
Vloer nieuwbouw	$0,15 * 1,78 = 0,27$	-	-

Tabel 6.6. Gecorrigeerde resultaten hinder; nachtperiode

Positie	Hoogst optredende meetwaarden van $V_{eff,max}$		
	z-richting verticaal	x-richting horizontaal	y-richting horizontaal
Vloer nieuwbouw	$0,15 * 1,78 = 0,27$	-	-

Zuid-Oosterstraat 23A

In tabel 6.7 respectievelijk tabel 6.8 zijn de hoogste gemeten waarden middels de overdrachtfunctie volgens paragraaf 5.4 omgerekend gegeven voor de dag- en avondperiode respectievelijk de nachtperiode.

Tabel 6.7. Gecorrigeerde resultaten hinder; dag- en avondperiode

Positie	Hoogst optredende meetwaarden van $V_{eff,max}$		
	z-richting verticaal	x-richting horizontaal	y-richting horizontaal
Vloer nieuwbouw	$0,22 * 1,78 = 0,39$	-	$0,17 * 1,78 = 0,30$

Tabel 6.8. Gecorrigeerde resultaten hinder; nachtperiode

Positie	Hoogst optredende meetwaarden van $V_{eff,max}$		
	z-richting verticaal	x-richting horizontaal	y-richting horizontaal
Vloer nieuwbouw	$0,18 * 1,78 = 0,32$	-	$0,13 * 1,78 = 0,23$

7 TOETSING TRILLINGIMMISSIE; PROGNOSES

Zuid-Oosterstraat 22A

De hoogste gecorrigeerde waarden voor de $V_{\text{eff,max}}$ zijn opgenomen in tabel 7.1 voor de dag- en avondperiode. De toetsing voor hinder is eveneens in tabel 7.1 gegeven voor nieuwe woningen.

Tabel 7.1. Toetsing voor hinder; dag- en avondperiode

Positie	$V_{\text{eff,max}}$ [-]	A_1^*	Toetsing	A_2^*	Toetsing	Vervolg
Vloer nieuwbouw	0,27 (z)	0,1	Voldoet niet	0,4	Voldoet	Bepaling V_{per}

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

De hoogste waarden voor de $V_{\text{eff,max}}$ zijn opgenomen in tabel 7.2 voor de nachtperiode. De toetsing voor hinder is eveneens in tabel 7.2 gegeven voor nieuwe woningen.

Tabel 7.2 Toetsing voor hinder; nachtperiode

Positie	$V_{\text{eff,max}}$ [-]	A_1^*	Toetsing	A_2^*	Toetsing	Vervolg
Vloer nieuwbouw	0,27 (z)	0,1	Voldoet niet	0,2	Voldoet niet	Maatregelen?

* waarde uit de SBR richtlijn (nachtperiode)

Resumé

Dag- en avondperiode

Uit tabel 7.1 blijkt dat de onderste streefwaarde uit de SBR richtlijn B wordt overschreden voor de dag- en avondperiode. De bovenste streefwaarde wordt niet overschreden. Bepaling van de V_{per} is opportuun en is richtingbepalend voor de mate van hinder.

De V_{per} kan uit de meetresultaten worden bepaald volgens bijlage 2 en bedraagt:

Voor de dag- en avondperiode:

$$V_{\text{per}}(z) = 0,01 * 1,78 = 0,02$$

Getoetst aan de (gemiddelde) norm $A_3 = 0,05$ treedt geen overschrijding op in de dag- en avondperiode.

Nachtperiode

Uit tabel 7.2 blijkt dat de onderste streefwaarde uit de SBR richtlijn B wordt overschreden voor de nachtperiode. De bovenste streefwaarde wordt tevens overschreden. Derhalve is de verwachting dat hinder zal optreden.

Zuid-Oosterstraat 23A

De hoogste gecorrigeerde waarden voor de $V_{\text{eff,max}}$ zijn opgenomen in tabel 7.3 voor de dag- en avondperiode. De toetsing voor hinder is eveneens in tabel 7.3 gegeven voor nieuwe woningen.

Tabel 7.3. Toetsing voor hinder; dag- en avondperiode

Positie	$V_{\text{eff,max}}$ [-]	A_1^*	Toetsing	A_2^*	Toetsing	Vervolg
Vloer nieuwbouw	0,39 (z)	0,1	Voldoet niet	0,4	Voldoet	Bepaling V_{per}

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

De hoogste waarden voor de $V_{\text{eff,max}}$ zijn opgenomen in tabel 7.4 voor de nachtperiode. De toetsing voor hinder is eveneens in tabel 7.4 gegeven voor nieuwe woningen.

Tabel 7.4 Toetsing voor hinder; nachtperiode

Positie	$V_{\text{eff,max}}$ [-]	A_1^*	Toetsing	A_2^*	Toetsing	Vervolg
Vloer nieuwbouw	0,32 (z)	0,1	Voldoet niet	0,2	Voldoet niet	Maatregelen?

* waarde uit de SBR richtlijn (nachtperiode)

Resumé

Dag- en avondperiode

Uit tabel 7.3 blijkt dat de onderste streefwaarde uit de SBR richtlijn B wordt overschreden voor de dag- en avondperiode. De bovenste streefwaarde wordt niet overschreden. Bepaling van de V_{per} is opportuun en is richtingbepalend voor de mate van hinder.

De V_{per} kan uit de meetresultaten worden bepaald volgens bijlage 3 en bedraagt:

Voor de dag- en avondperiode:
 $V_{\text{per}}(z) = (<)0,03 * 1,78 = (<)0,05$

Getoetst aan de (gemiddelde) norm $A_3 = 0,05$ treedt geen overschrijding op in de dag- en avondperiode.

Nachtperiode

Uit tabel 7.4 blijkt dat de onderste streefwaarde uit de SBR richtlijn B wordt overschreden voor de nachtperiode. De bovenste streefwaarde wordt tevens overschreden. Derhalve is de verwachting dat hinder zal optreden.

Hieronder volgt een kwalificatie van de trillinghinder op basis van de geprognosticeerde $V_{\text{eff,max}}$:

$V_{\text{max}} [-]$	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

De hinderkwalificatie in de toekomstige woningen zou "matige hinder" zijn.

8 CONCLUSIE VAN DE PROGNOSE

In opdracht van W&L Zuid Ooster BV te Oisterwijk is een trillingtechnisch onderzoek uitgevoerd op de vloer van de begane grond van de gebouwen aan de Zuid-Oosterstraat te Tilburg ten gevolge van het spoortraject 651, betreffende het traject Tilburg-Eindhoven en Tilburg-Vught.

Ter hoogte van de Zuid-Oosterstraat wordt een nieuw bouwplan ontwikkeld waarbij (onder andere) woningen geprojecteerd zijn. Deze woningen met gevoelige ruimten kunnen onderhevig zijn aan trillingen ten gevolge van genoemd spoor.

Aanleiding voor het onderzoek is het objectief bepalen van de kans op trillinghinder in de toekomstige situatie welke middels frequentie afhankelijke overdrachtfuncties zijn geprognoseerd vanuit de huidige (meet)situatie.

Uit de resultaten van het voorliggend onderzoek kan het volgende worden geconcludeerd voor de nieuwbouwwoningen.

Getoetst aan de SBR B richtlijn "Hinder voor personen in gebouwen", treedt voor nieuwe situaties in de dag- en avondperiode geen overschrijding op. In de nachtperiode treedt evenwel overschrijding op. De kwalificatie van de trillinghinder betreft "matige hinder".

Aangezien de verwachting is dat er hinder kan optreden en het een nieuwbouwproject betreft kan waarschijnlijk op relatief eenvoudige wijze de trillingoverdracht worden verminderd bijvoorbeeld door trillingswerende verticale wanden in de bodem. Een en ander kan in overleg met ProRail worden gedimensioneerd.

BIJLAGE 1

LOKALE HUIDIGE EN TOEKOMSTIGE SITUATIE

LOKALE HUIDIGE SITUATIE



LOKALE TOEKOMSTIGE SITUATIE



Gevelaanzicht spoorzijde

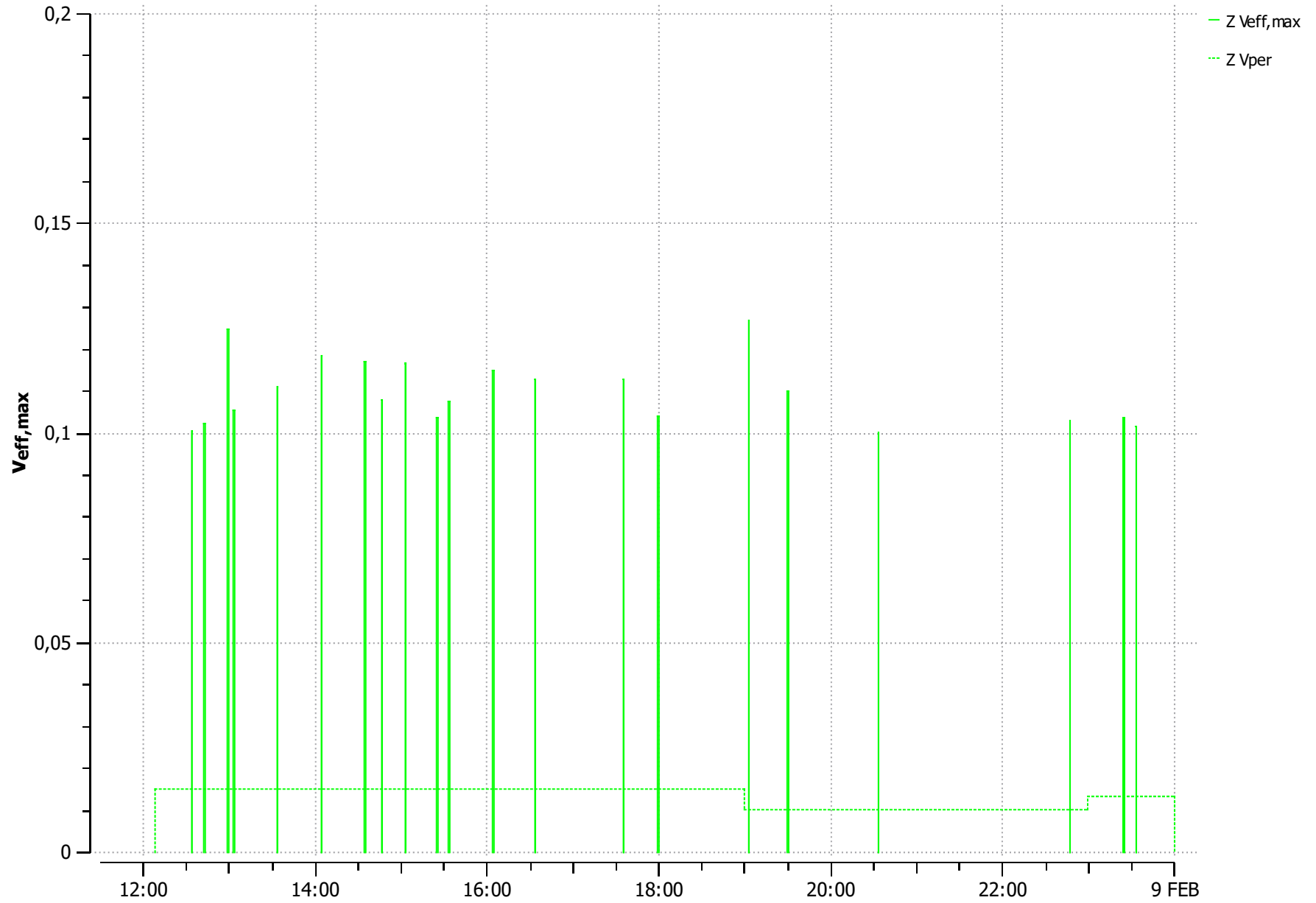


BIJLAGE 2

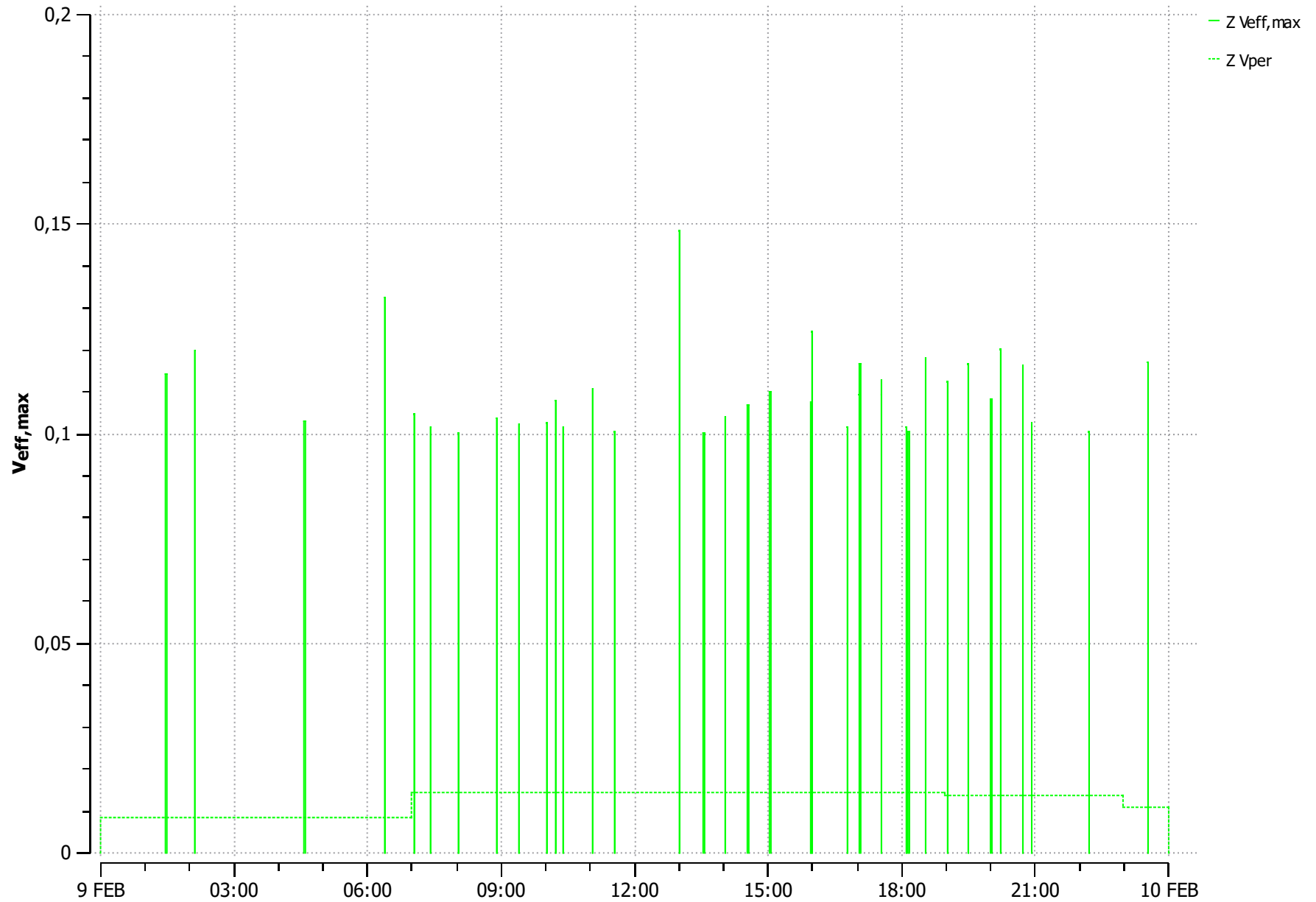
MEETRESULTATEN VAN DE VIBRA SBR⁺

ZUID-OOSTERSTRAAT 22A

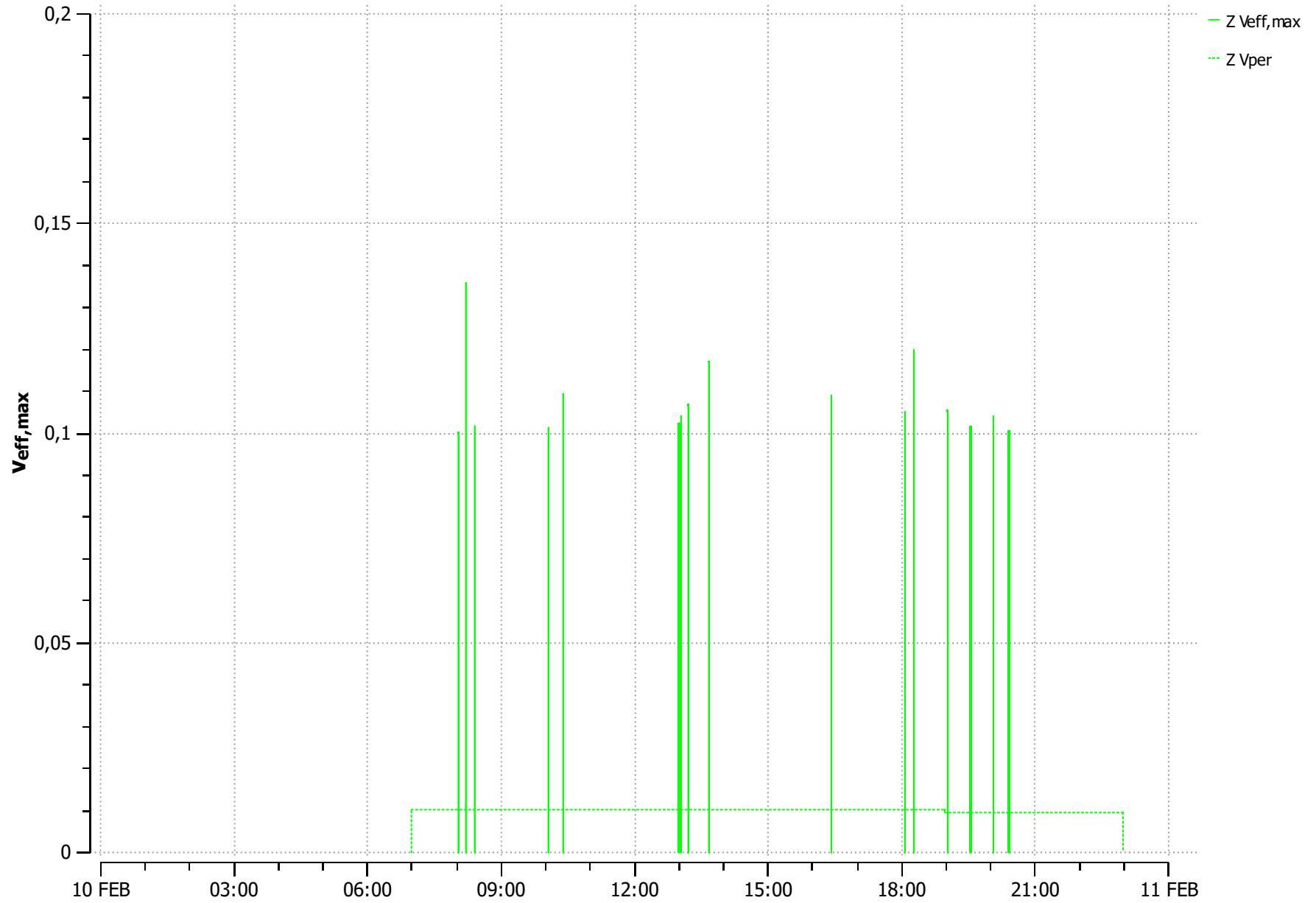
Oosterstraat 22A te Tilburg; vrijdag 8 februari 2019



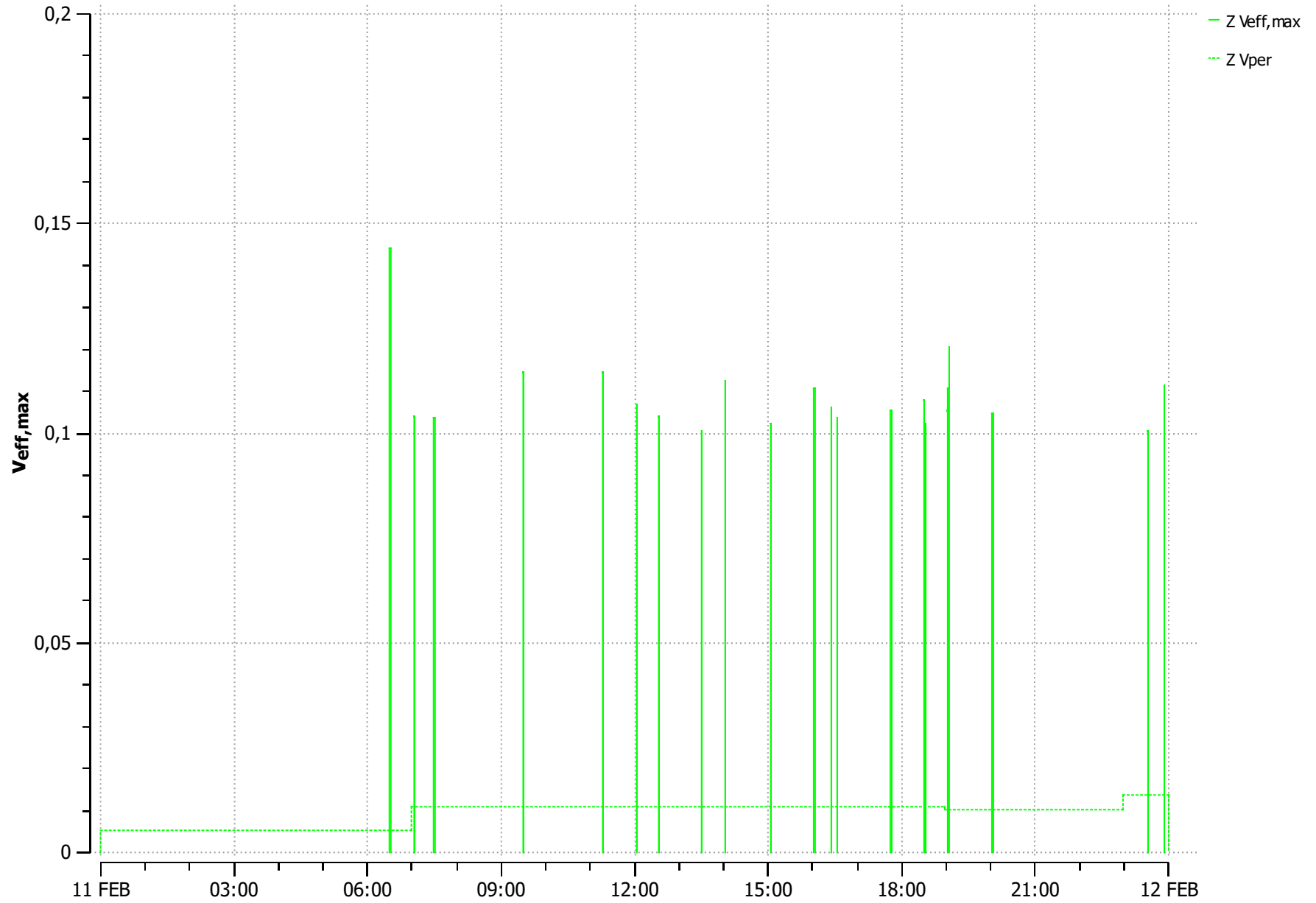
Oosterstraat 22A te Tilburg; zaterdag 9 februari 2019



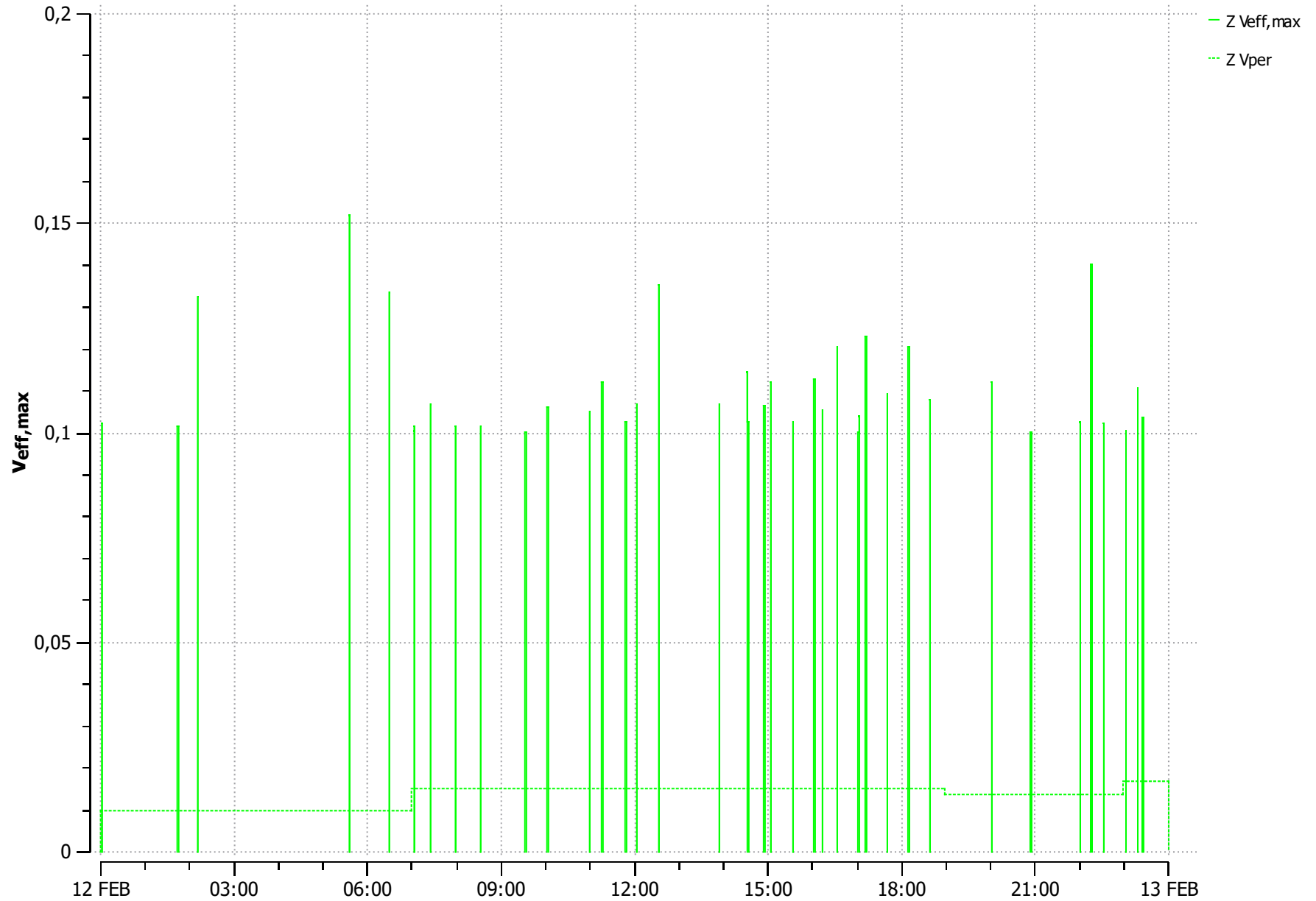
Oosterstraat 22A te Tilburg; zondag 10 februari 2019



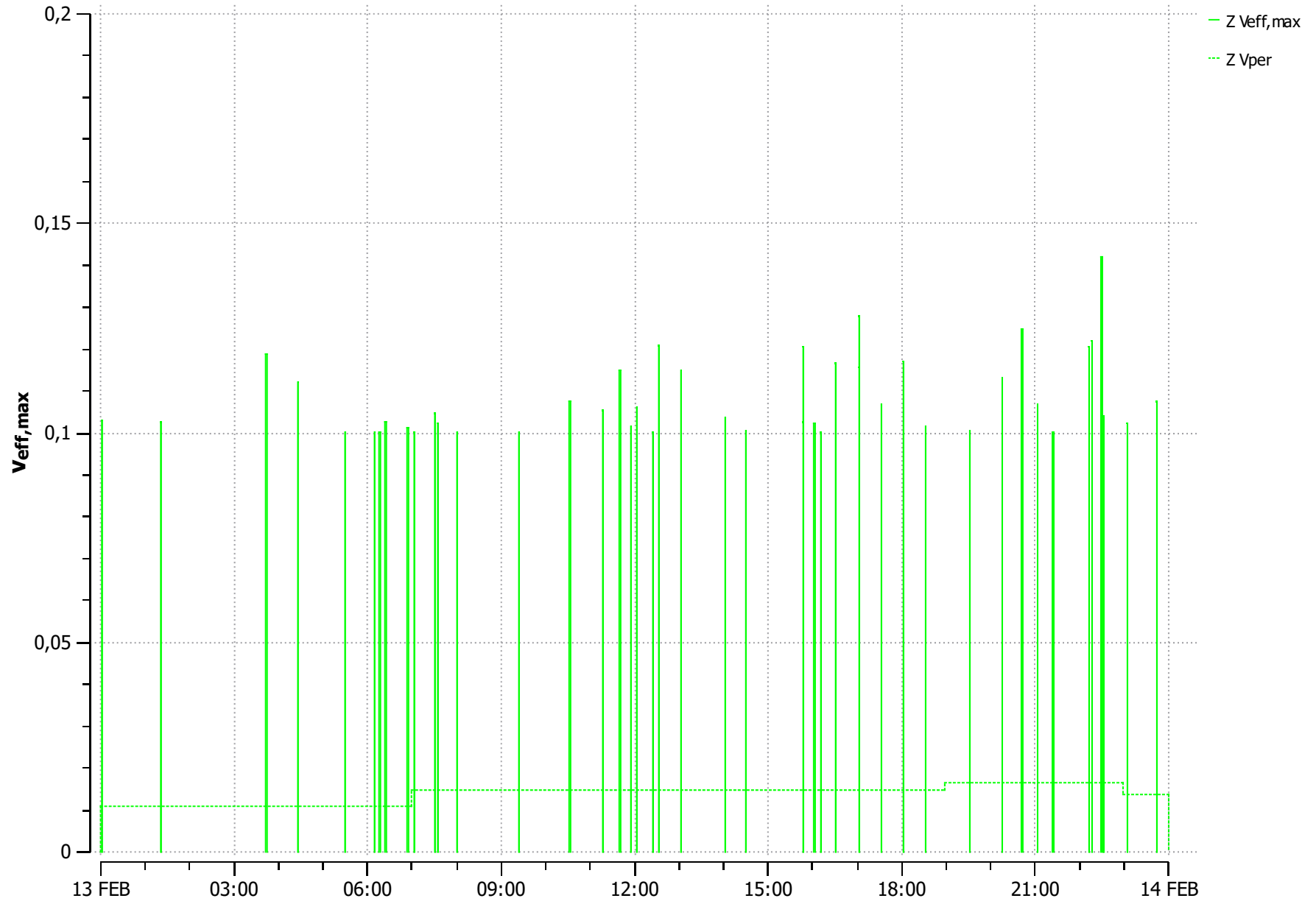
Oosterstraat 22A te Tilburg; maandag 11 februari 2019



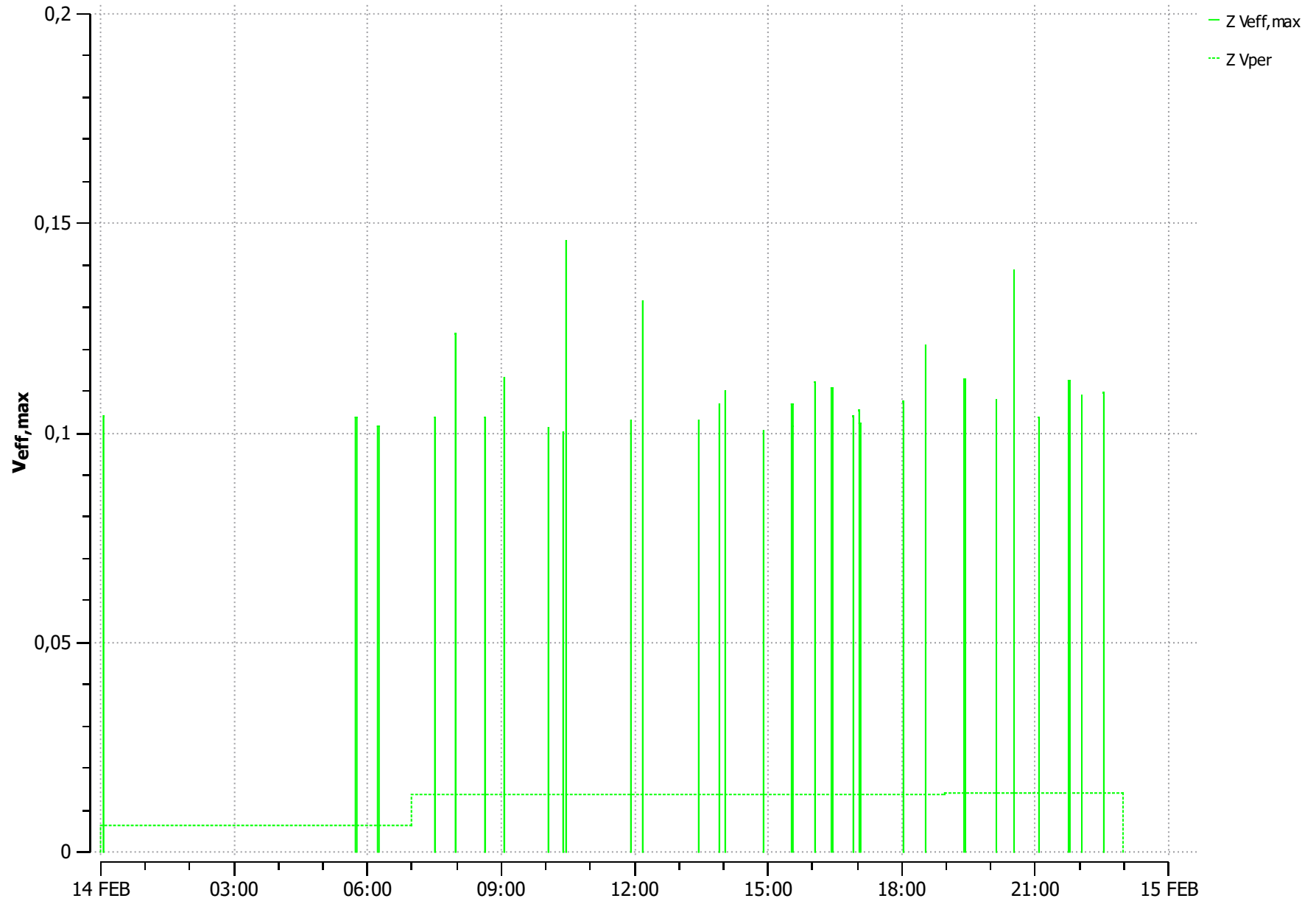
Oosterstraat 22A te Tilburg; dinsdag 12 februari 2019



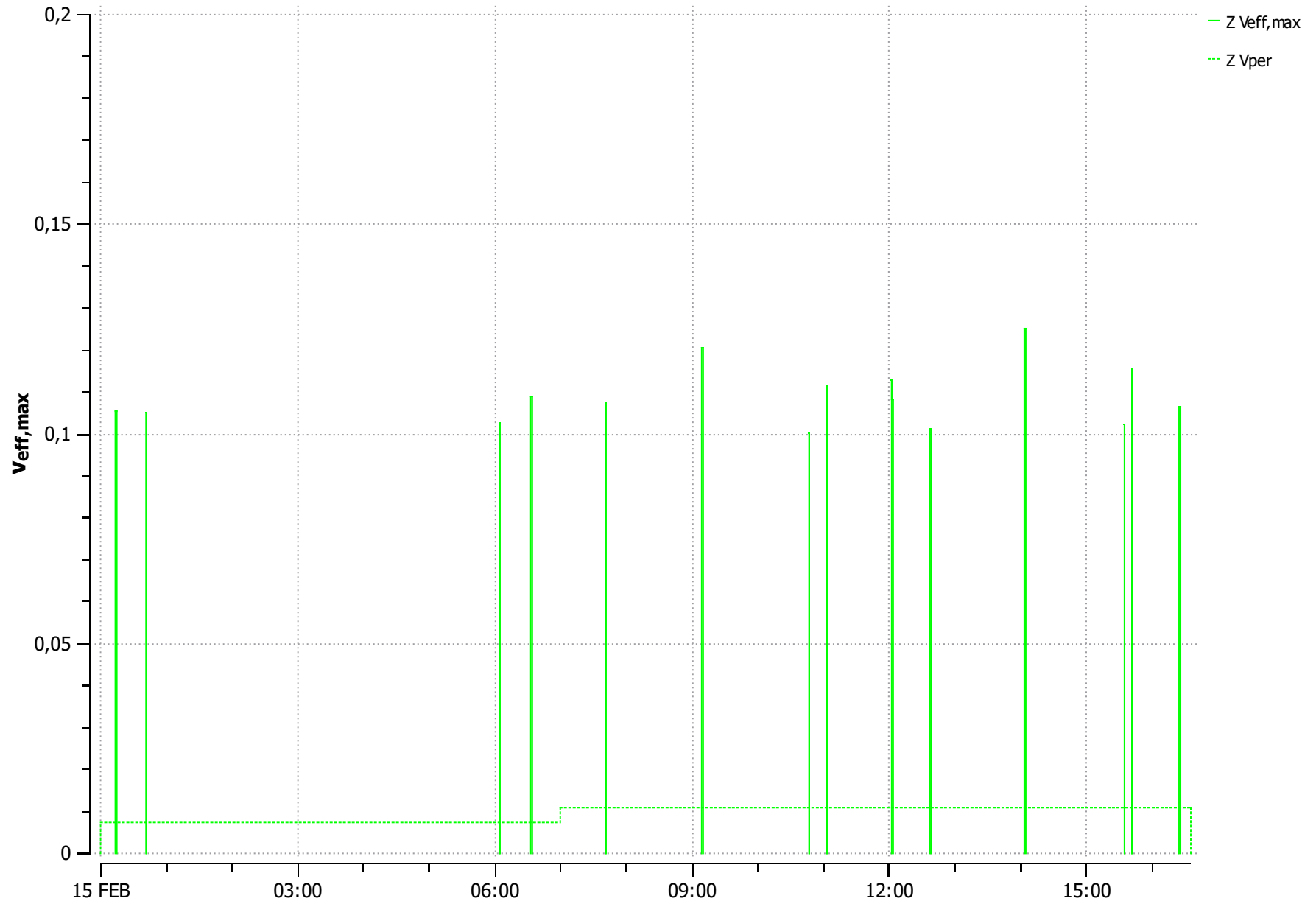
Oosterstraat 22A te Tilburg; woensdag 13 februari 2019



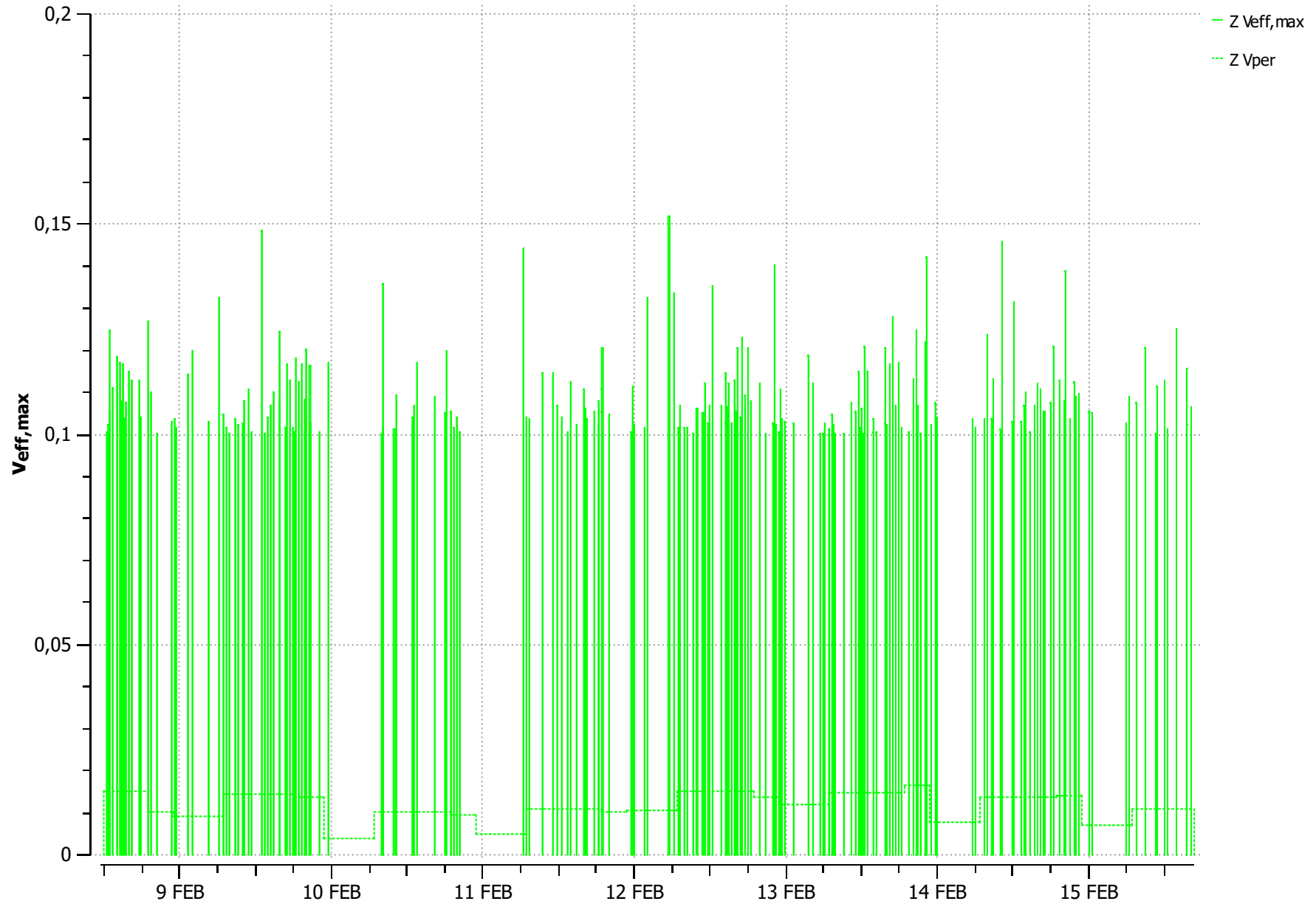
Oosterstraat 22A te Tilburg; donderdag 14 februari 2019



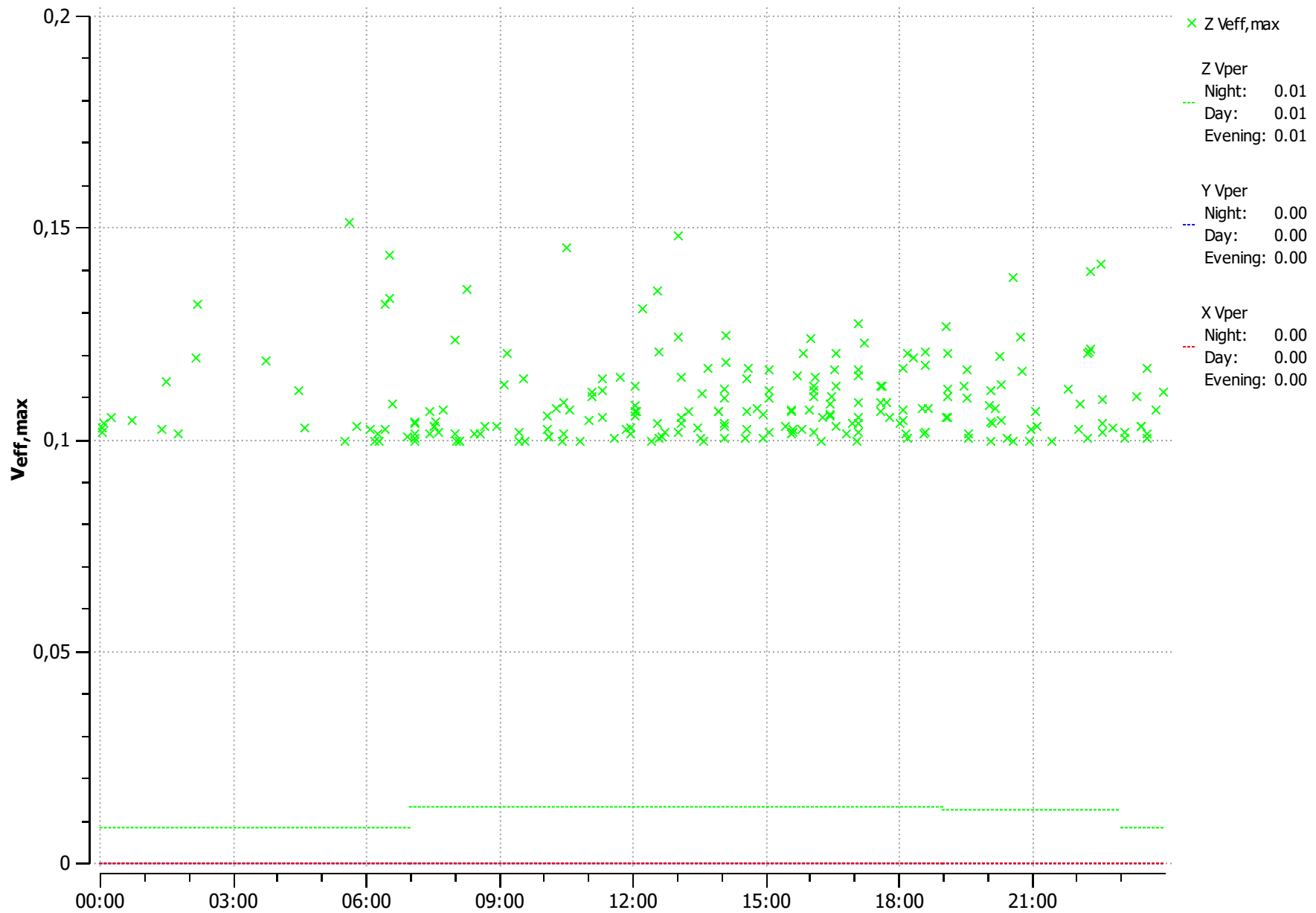
Oosterstraat 22A te Tilburg; vrijdag 15 februari 2019



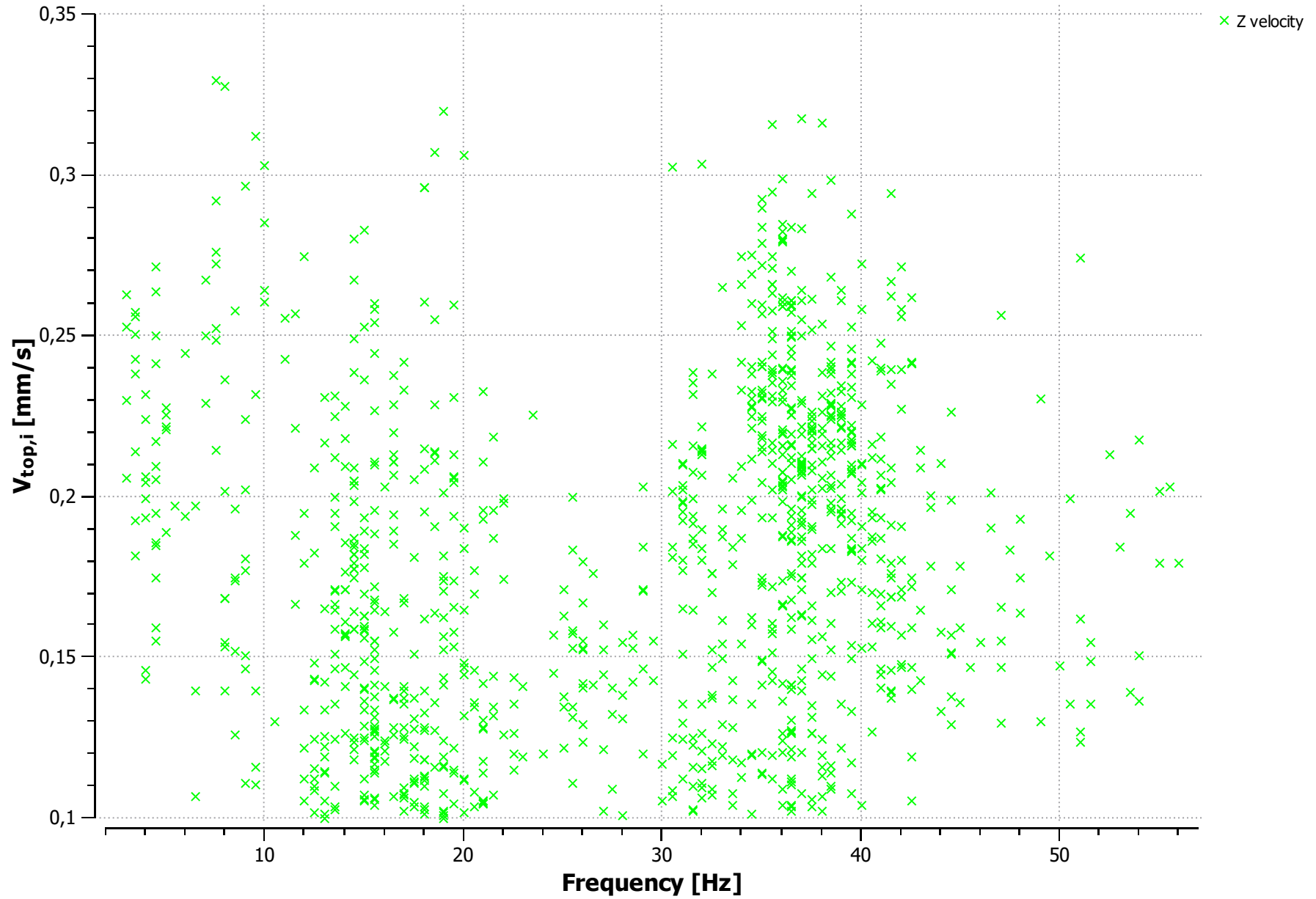
Oosterstraat 22A te Tilburg; totaalresultaten over de meetweek



Oosterstraat 22A te Tilburg; gemiddelde over de meetweek



Oosterstraat 22A te Tilburg; dominante frequenties

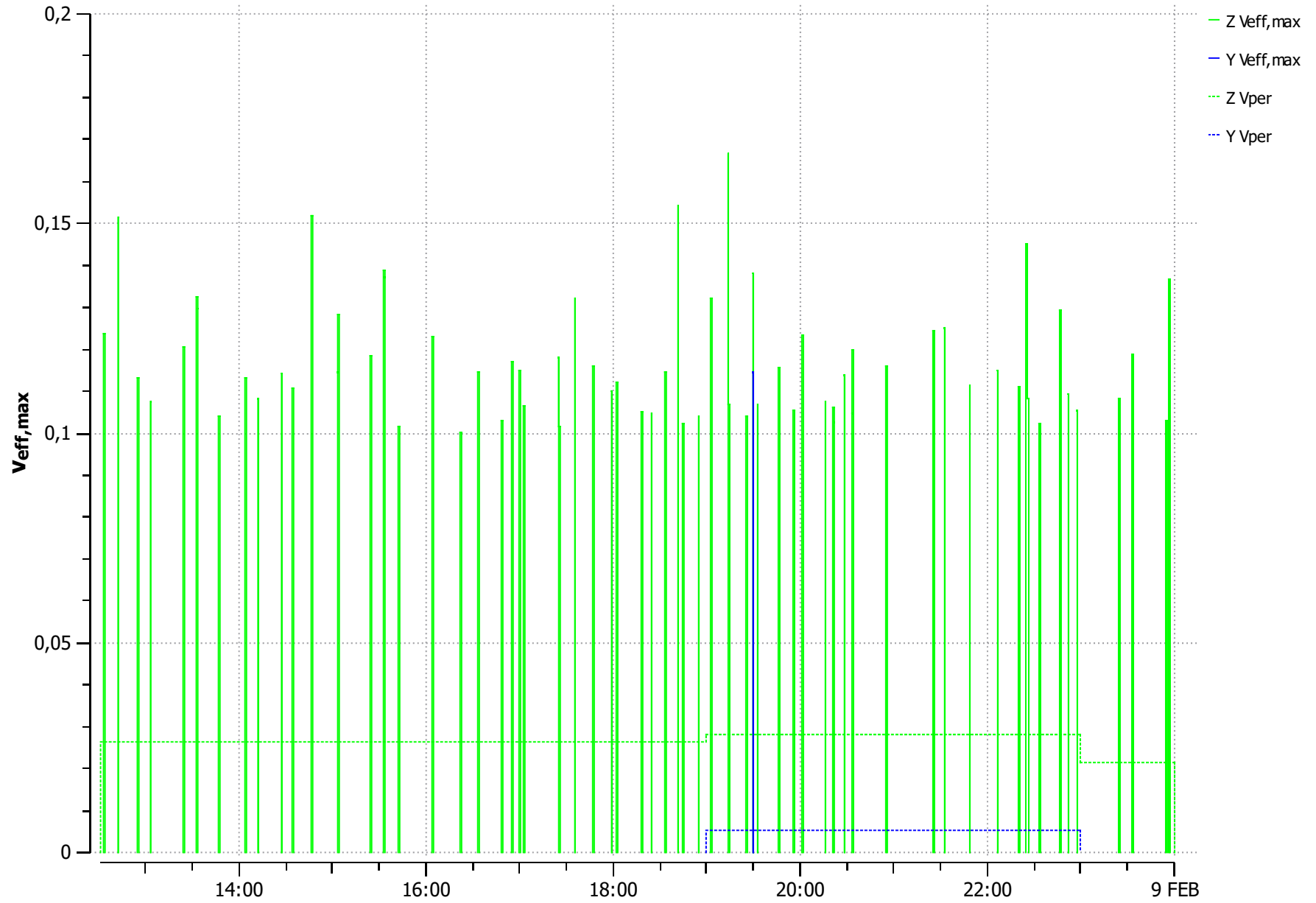


BIJLAGE 3

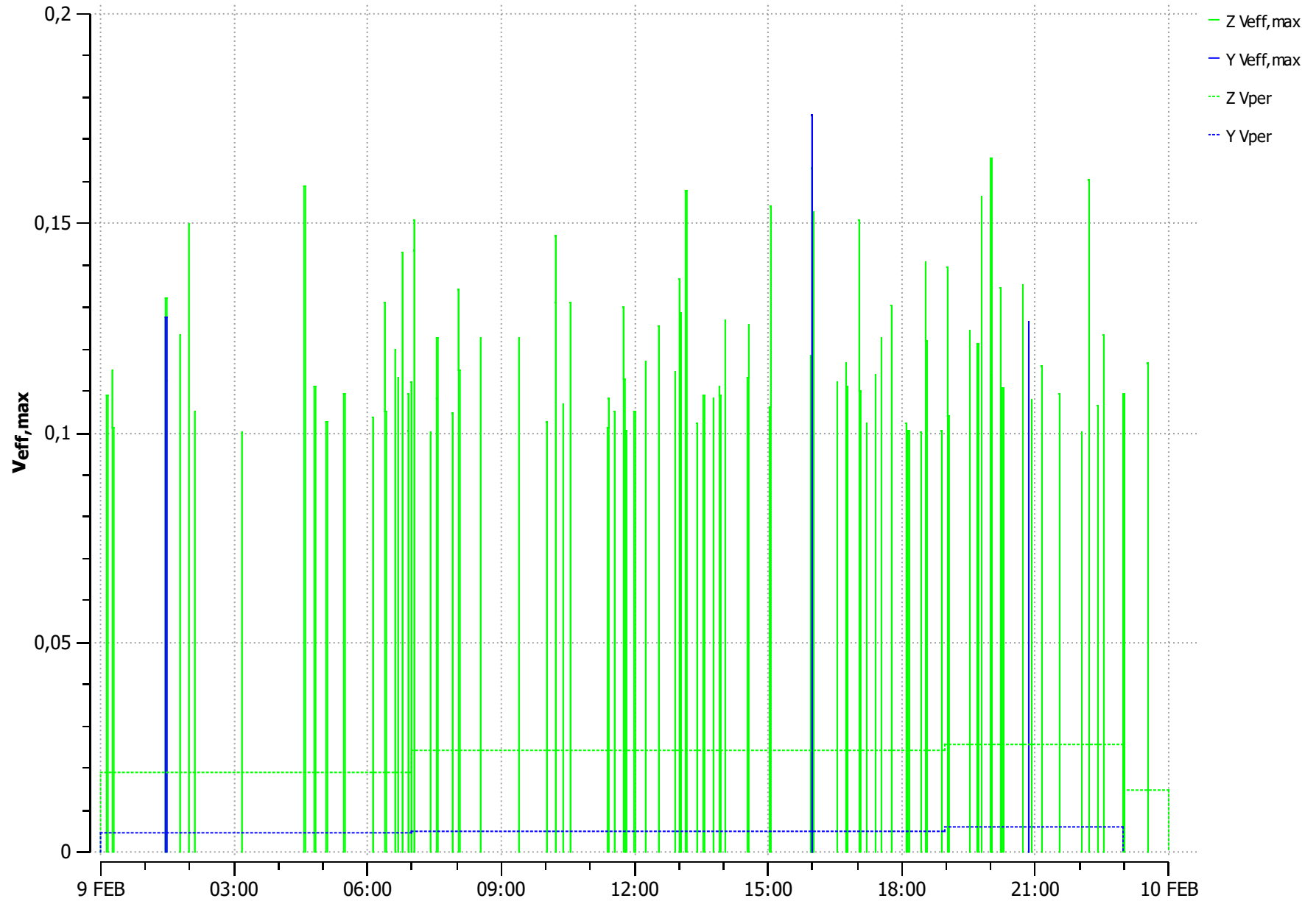
MEETRESULTATEN VAN DE VIBRA SBR⁺

ZUID-OOSTERSTRAAT 23A

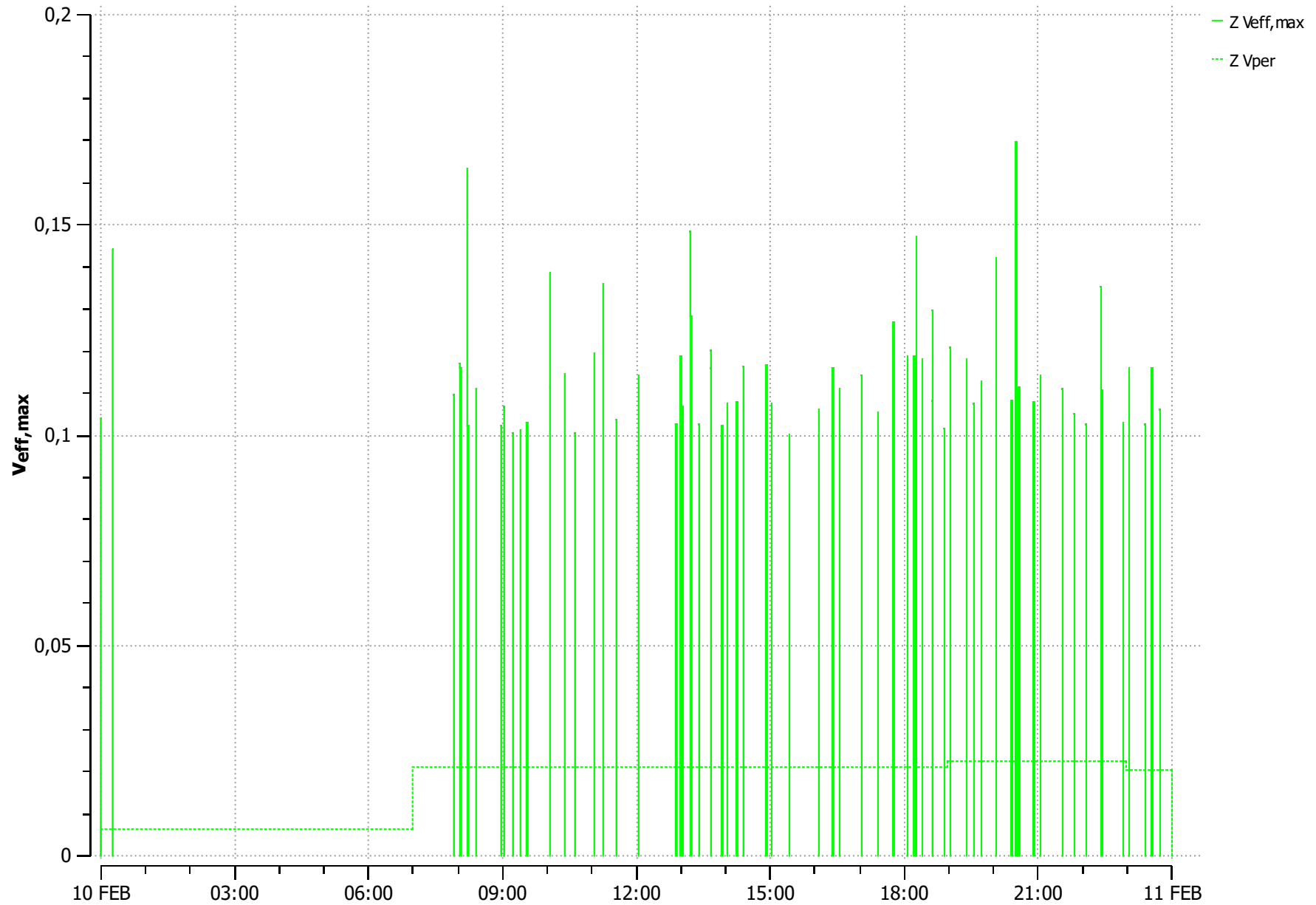
Zuid-Oosterstraat 23A; vrijdag 8 februari



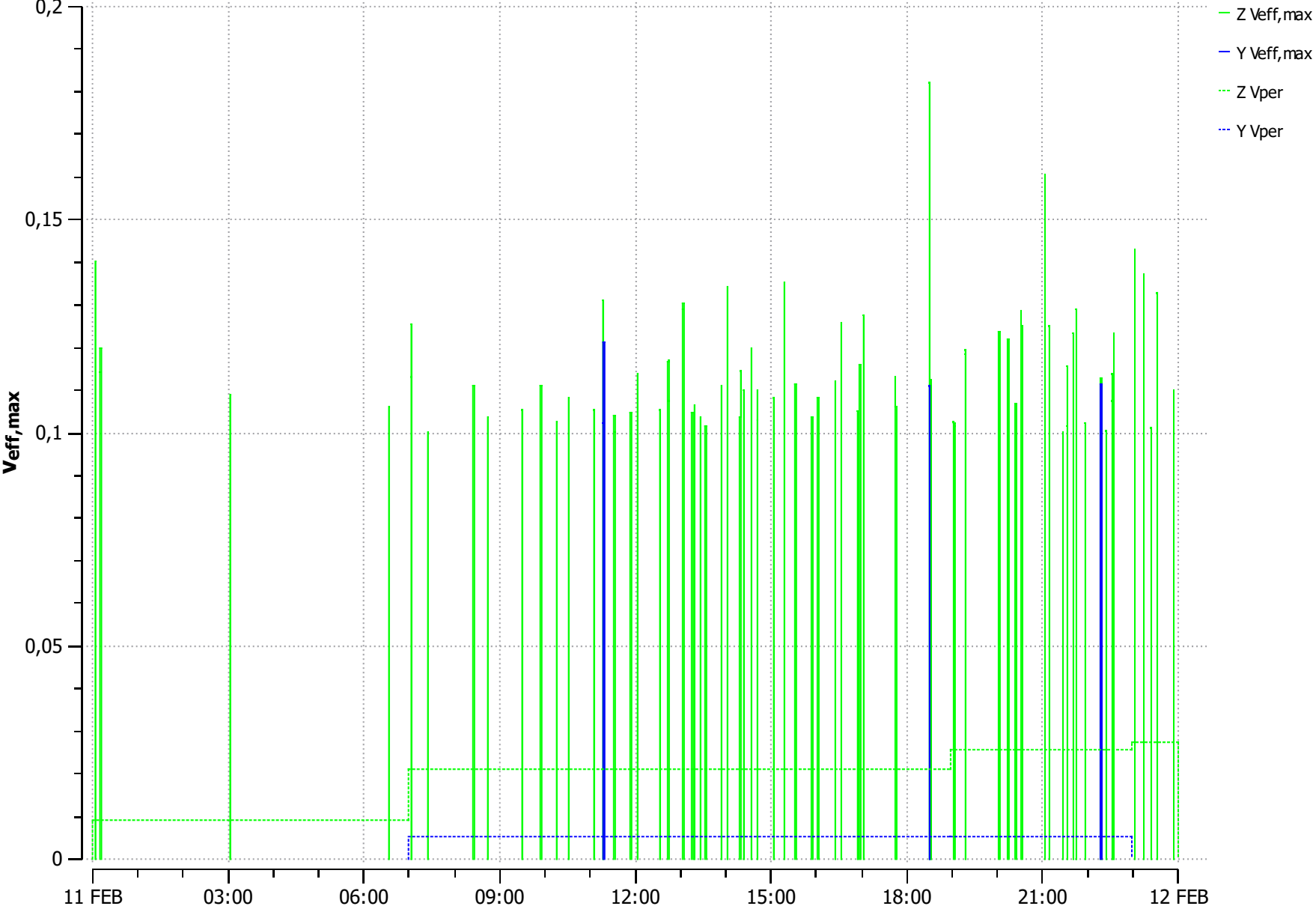
Zuid-Oosterstraat 23A; zaterdag 9 februari



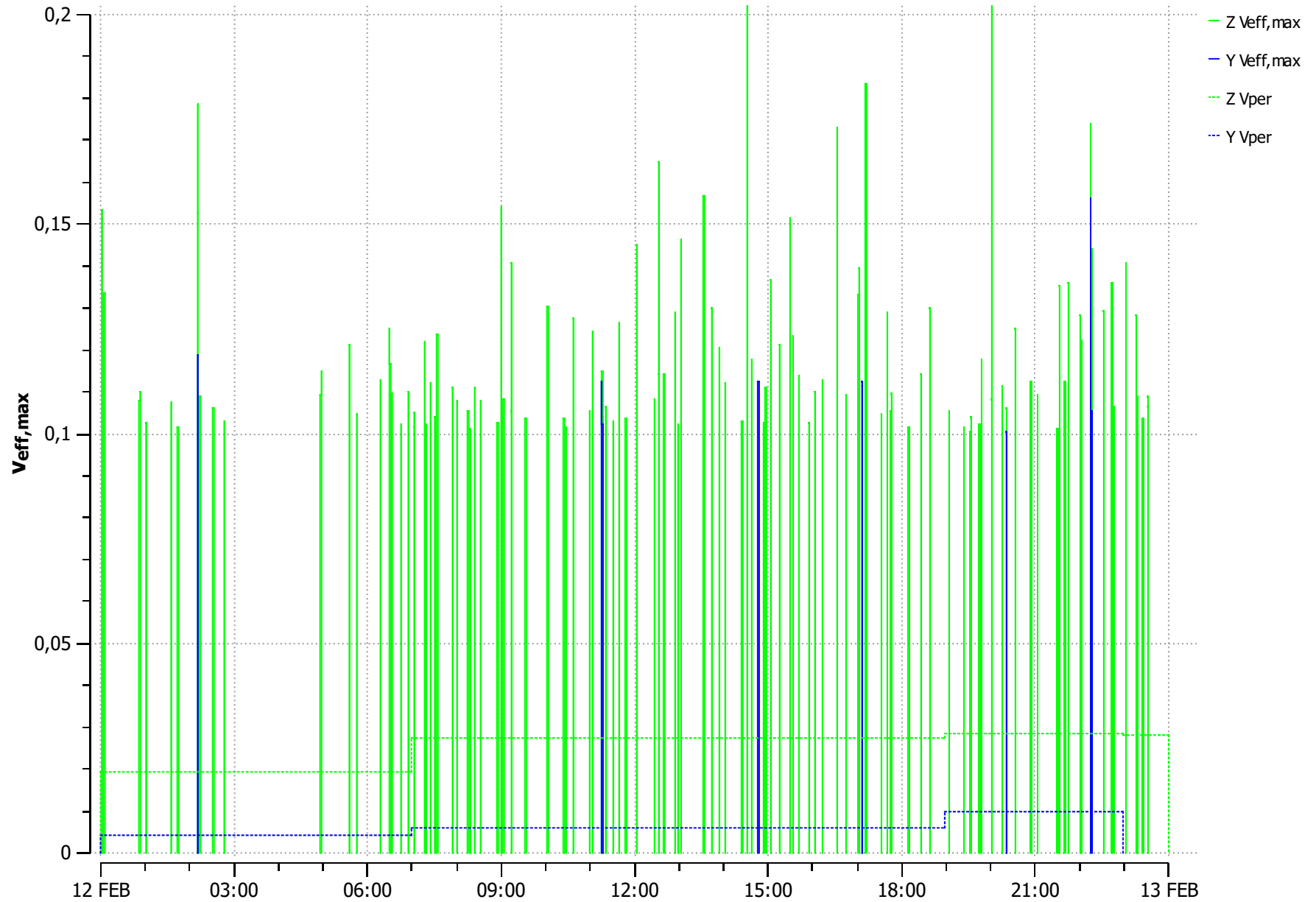
Zuid-Oosterstraat 23A; zondag 10 februari



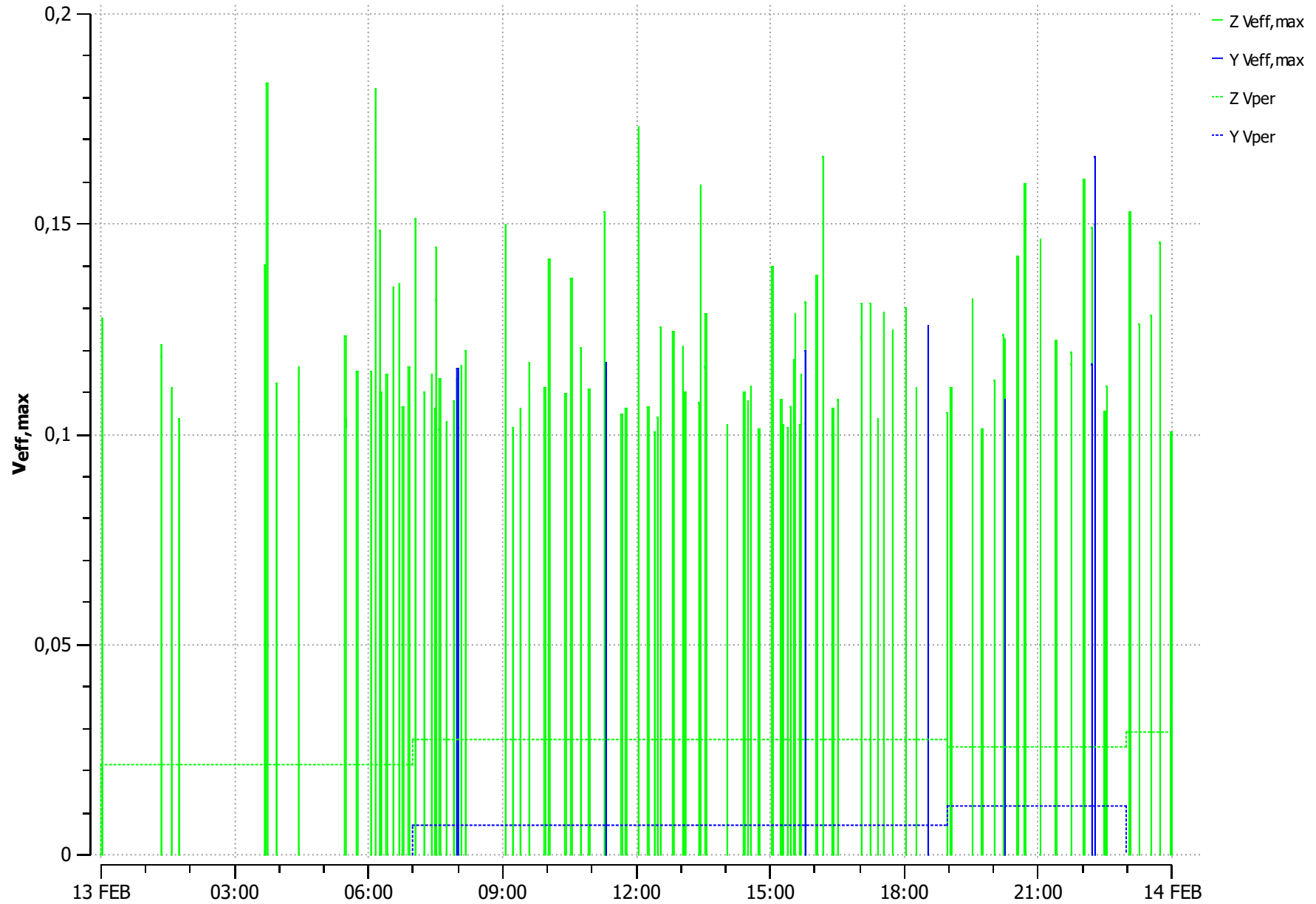
Zuid-Oosterstraat 23A; maandag 11 februari



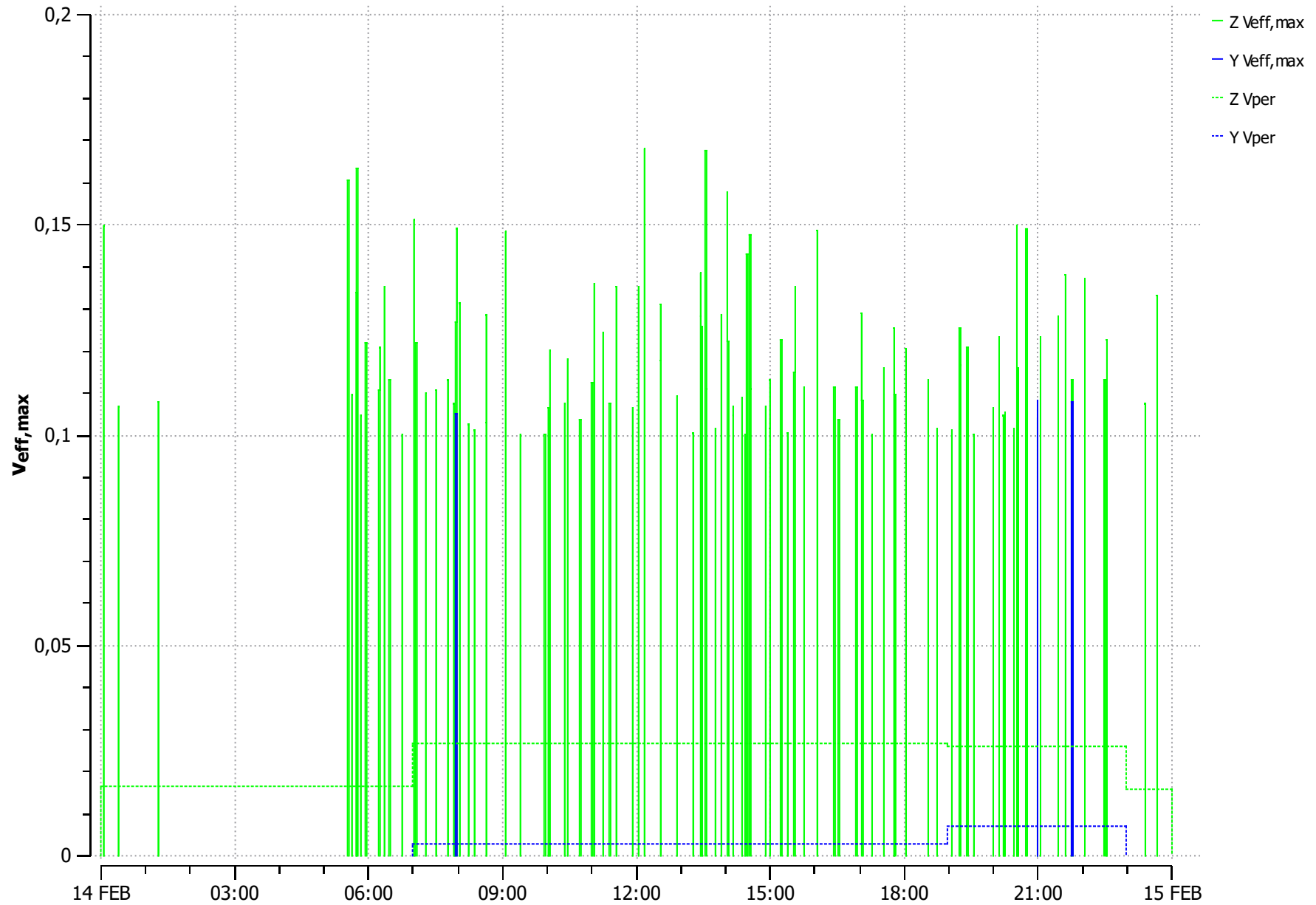
Zuid-Oosterstraat 23A; dinsdag 12 februari



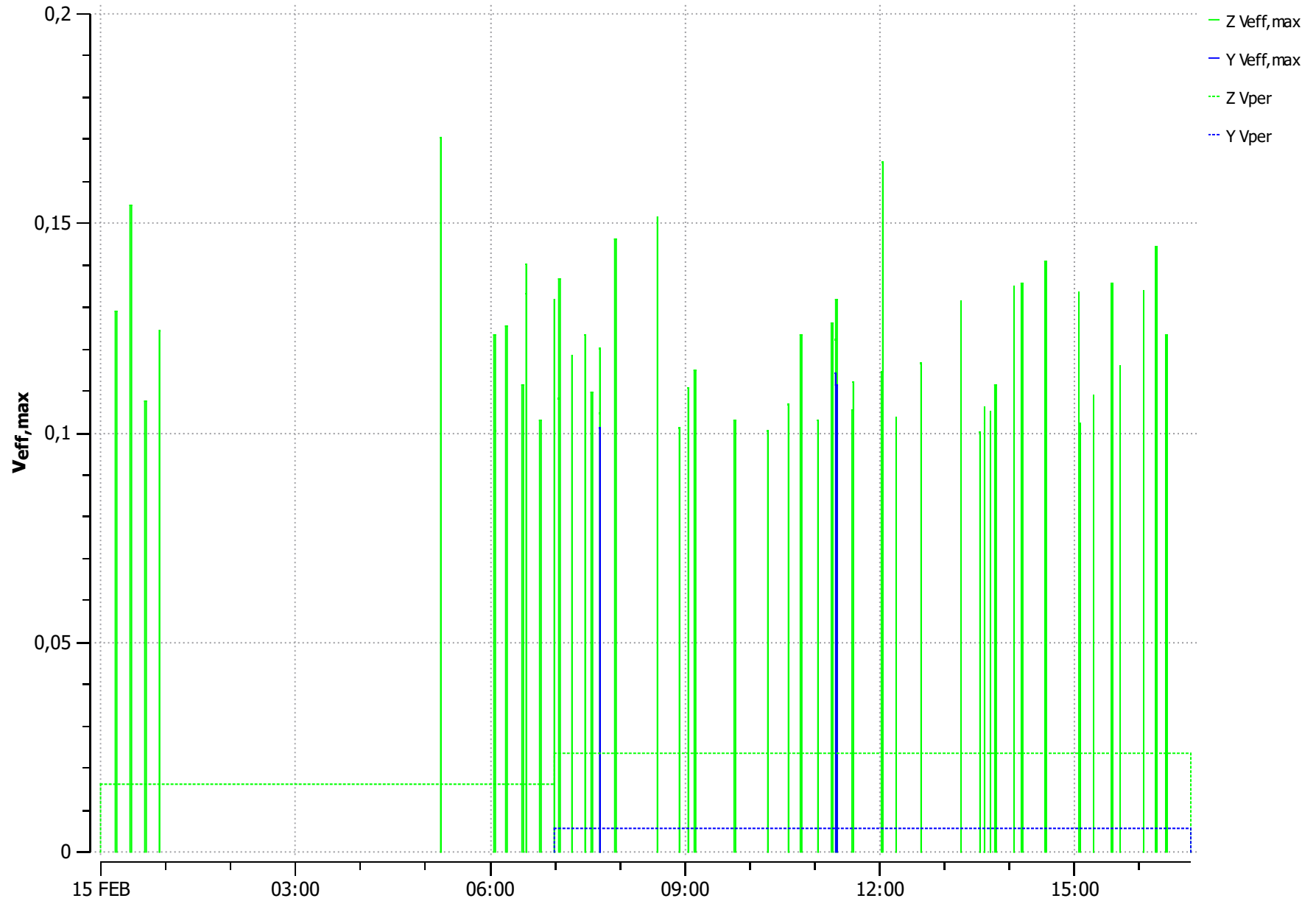
Zuid-Oosterstraat 23A; woensdag 13 februari



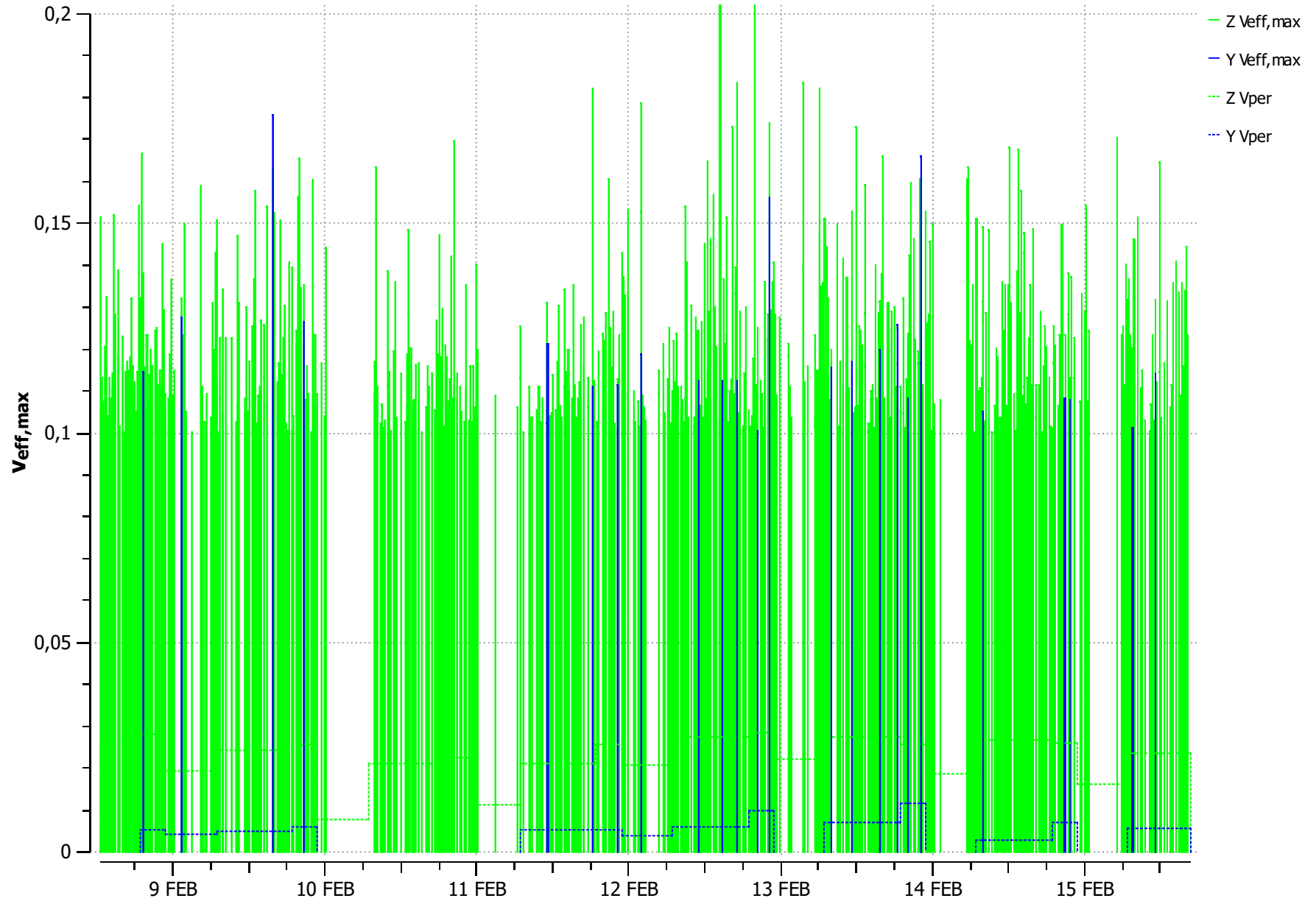
Zuid-Oosterstraat 23A; donderdag 14 februari



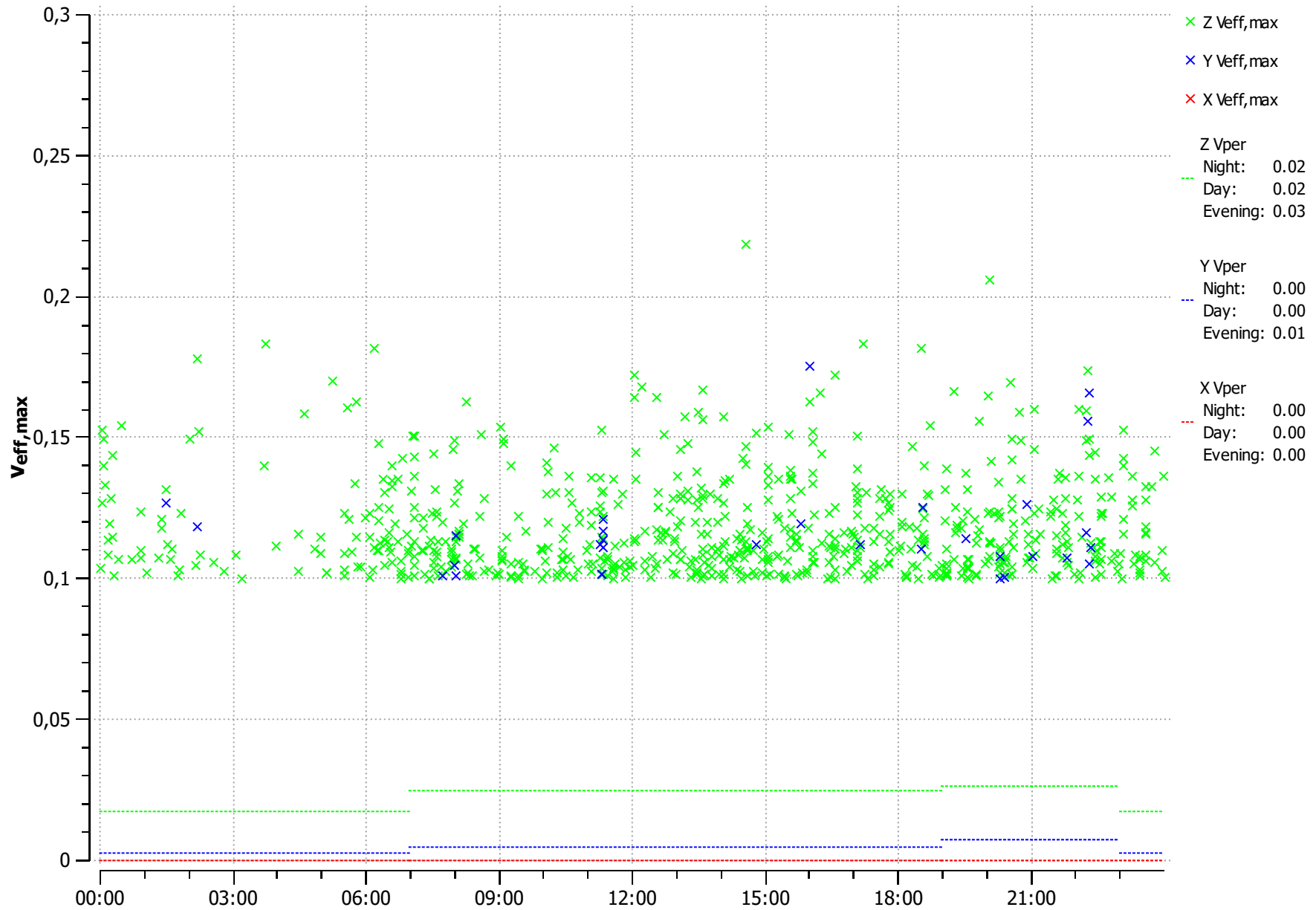
Zuid-Oosterstraat 23A; vrijdag 15 februari



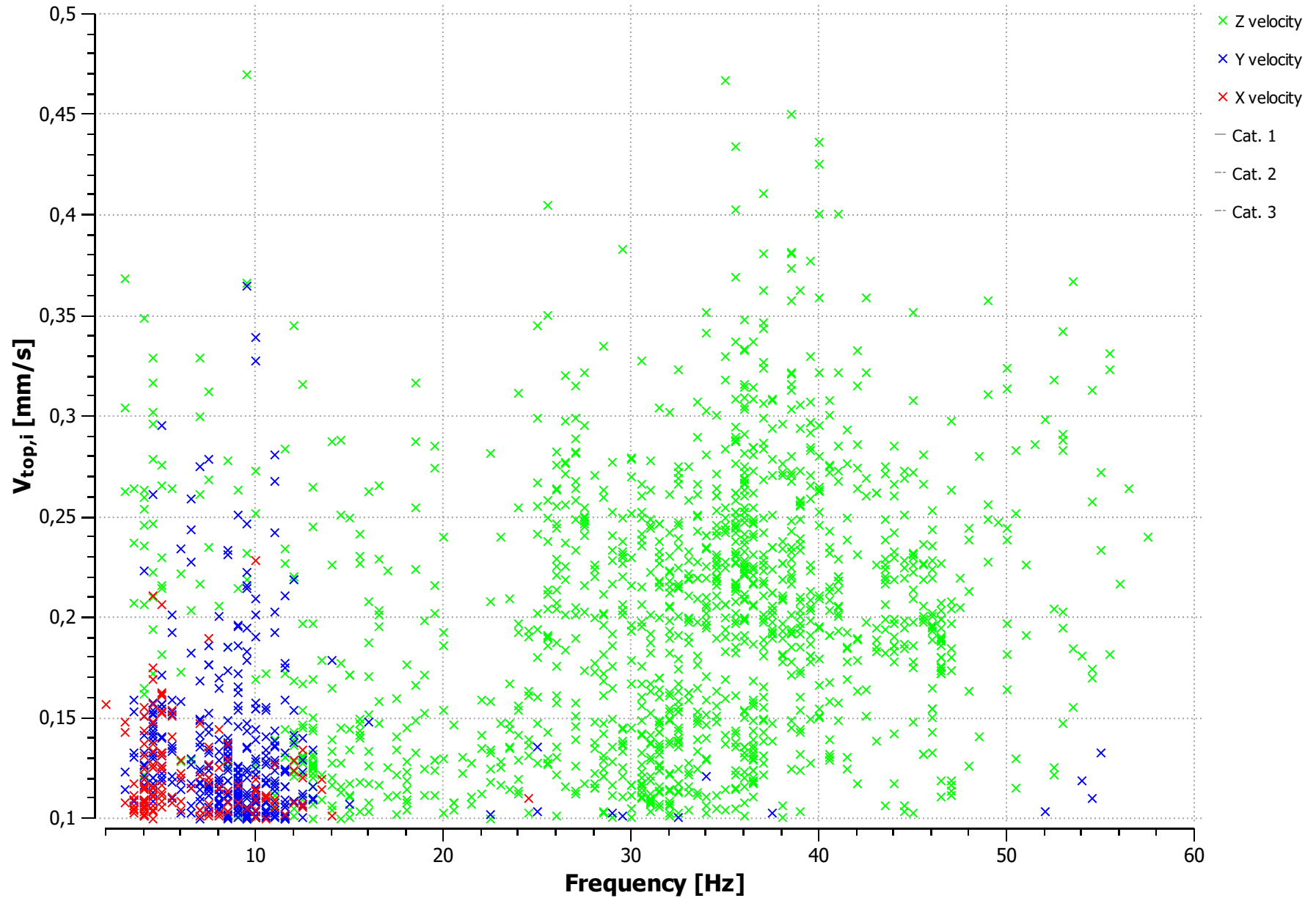
Zuid-Oosterstraat 23A; vrijdag 15 februari



Zuid-Oosterstraat 23A; gemiddelde over de meetweek



Zuid-Oosterstraat 23A; dominante frequenties



| A G E L | ruimte
a d v i s e u r s | infra
bouw
milieu

Postbus 4156
4900 CD Oosterhout
Hoevestein 20b
4903 SC Oosterhout

0162 - 456481
info@ageladviseurs.nl
www.ageladviseurs.nl