

Notitie

**HaskoningDHV Nederland B.V.
Mobility & Infrastructure**

Aan: Richard Reukers, Frank van Hove en Jos van Schriek – Ten Brinke
Ingmar Eling – Slokker Vastgoed
Van: Hans Schinck – Royal HaskoningDHV
Datum: 4 oktober 2023
Kopie: Fred Wittekamp - Royal HaskoningDHV
Ons kenmerk: 9S4713-102-101 /N002/D01
Classificatie: Projectgerelateerd

Onderwerp: Beschouwing aspect trillingen Zwanenveld Nijmegen

Bijlage 1 Weergave trillingsmetingen

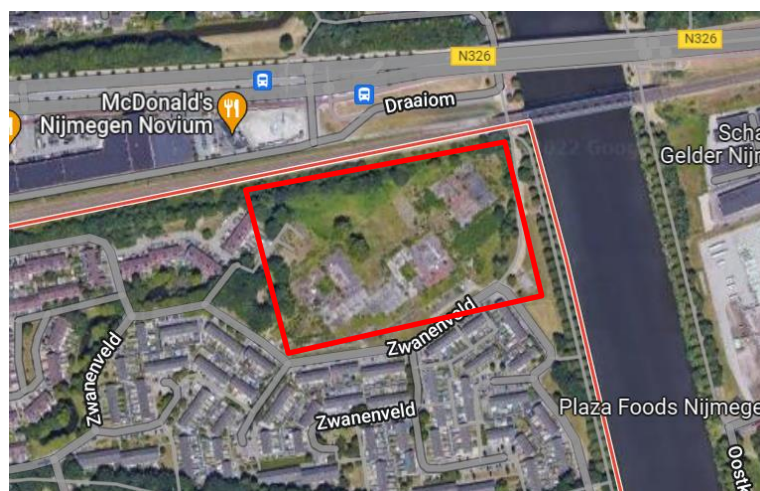
1. Inleiding

Het onderzoek zal worden uitgevoerd ter onderbouwing van het bestemmingsplan. Het project bestemmingsplan voormalig ROC Zwanenveld Nijmegen bestaat uit 9 appartementencomplexen variërend in bouwhoogte in de nabijheid van het spoor. Het aspect trillingen is in de voorliggende memo onderzocht.

Begrenzing plangebied

Zwanenveld wordt in de nabijheid van het spoor en station Nijmegen-Dukenburg gerealiseerd (zie afbeelding 1). Aan de noordkant wordt het plangebied begrensd door het spoor. In het oosten wordt het plangebied begrensd door het Maaswaalkanaal. In het zuiden en oosten wordt het plangebied begrensd door de woonwijk Zwanenveld.

Op afbeelding 1 is de locatie van het plangebied in rood bij benadering weergegeven.



Afbeelding 1: Locatie plangebied.

2. Toetsingskader trillingen

In Nederland bestaat geen *specifiek* juridisch kader voor trillingen zoals geldt voor geluid met de Wet Geluidhinder. Het juridisch kader wordt door wetgeving bepaald welke niet specifiek voor trillingen is bestemd. Het kader wordt door het onderstaande bepaald:

Partijen kunnen elkaar in geval van trillingshinder of –schade civielrechtelijk aanspreken op basis van *onrechtmatige daad*. Hierbij wordt aangetekend dat in dergelijke geschillen de rechter tegenwoordig verder kijkt dan het pure causale verband tussen trillingen en het geclaimde gevolg (hinder of schade). Van minstens even groot belang voor de uitkomst van dergelijke zaken is de mate waarin partijen deskundig zijn en zich redelijk en zorgvuldig hebben opgesteld. Partijen die terzake deskundig zijn (opdrachtgevers van grote infrastructurele werken, bouwbedrijven, grote beheerders van infrastructuur) hebben een zwaardere plicht waar het betreft het informeren van de andere partij, het instellen van onderzoeken en het overwegen van alternatieven. Het principe dat de partij die eist ook moet bewijzen geldt altijd. Maar in de praktijk wordt deze bewijsplicht door de rechter aanzienlijk lichter gewogen, zeker als de deskundige partijen zich weinig zorgvuldig hebben opgesteld.

In het ruimtelijk spoor is het kader de Wet Ruimtelijke Ordening (WRO). Voor het aspect trillingen dienen bestemmingen ruimtelijk zorgvuldig te worden gescheiden.

In 2019 is de Handreiking nieuwbouw en spoortrillingen gepubliceerd hierin is omschreven hoe binnen een zone van 100 m moet worden omgegaan en er wordt qua normstelling verwezen naar de SBR B richtlijn “*hinder voor personen in gebouwen*”. In de gebruiksfase van de infrastructuur is de SBR B richtlijn “*hinder voor personen in gebouwen*” als normstelling te hanteren. Ook is de SBR A richtlijn “*schade aan gebouwen*” als normstelling te hanteren met betrekking tot de aanlegfase. De beoordelingssystematiek in de SBR B richtlijn “*hinder voor personen in gebouwen*” kent streefwaarden.

SBR trillingsrichtlijn deel B (hinder voor personen in gebouwen)

In het geval van trillingen langs infrastructuur tijdens de gebruiksfase is richtlijn B (hinder voor personen in gebouwen) van belang.

De toetsing van de trillingsniveaus aan de SBR-richtlijn B betreft de zogenoemde $V_{\max}$ en V_{per} . De $V_{\max}$ betreft de maximale trillingssterkte die voorkomt. Deze wordt apart getoetst voor de dag/avondperiode en de nachtperiode. De V_{per} betreft de gemiddelde trillingssterkte. Ook deze waarde wordt apart bepaald en getoetst voor de dag/avondperiode en de nachtperiode. Voor de exacte definitie en bepalingsmethode van deze toetswaarden wordt verwezen naar de SBR-richtlijn.

De streefwaarden zijn erop gericht om hinder door trillingen te voorkomen of zoveel mogelijk te beperken. Overschrijding van deze streefwaarden dient dan ook zoveel mogelijk te worden vermeden. De situatie waaronder de te beoordelen trillingssterkte optreedt, is bij de afweging van de toe te laten trillingssterkte van belang. De SBR-richtlijn maakt daarbij onderscheid tussen een bestaande situatie, een nieuwe situatie en een gewijzigde situatie.

De voorliggende situatie is een nieuwe situatie in het licht van de SBR-richtlijn. In de gebouwen zijn woonfuncties aanwezig. Voor deze functies gelden de volgende streefwaarden zoals opgenomen in tabel 1.

Tabel 1: Streefwaarden (SBR-richtlijn).

Gebouwfunctie	A1	A2	A3
	(dag / avond / nacht)	(dag / avond / nacht)	(dag / avond / nacht)
Woning nieuwe situatie	0.1 / 0.1 / 0.1	0.4 / 0.4 / 0.2	0.05 / 0.05 / 0.05

Er wordt voldaan aan de streefwaarden als:

- De waarde van de maximale trillingssterkte in de ruimte ($V_{\max}$) kleiner is dan A1, of als
- De waarde van de maximale trillingssterkte van een ruimte ($V_{\max}$) kleiner is dan A2, waarbij de trillingssterkte over de beoordelingsperiode voor deze ruimte (V_{per}) kleiner is dan A3.

De eerste regel met A1 betreft de zogenoemde onderste streefwaarde. Als hieraan wordt voldaan dan is een nadere toetsing niet meer nodig.

Als er niet wordt voldaan aan de toetsingssysteematiek wat betreft streefwaarden dient afhankelijk van de omstandigheden een afweging te worden gemaakt of de te beoordelen trillingssterkte al dan niet acceptabel is. Voor deze beoordeling wordt in de SBR-richtlijn verwezen naar bijlage 5 van de SBR-richtlijn. Daarin is aangegeven dat bij overschrijding van de streefwaarden aanvullend gebruik kan worden gemaakt van de kwalificatie van hinder zoals is aangegeven in de navolgende tabel 2 (uit SBR-richtlijn, bijlage 5).

Tabel 2: Hinderclassificatie.

$V_{\max}$	Hinderkwalificatie
< 0,1	Geen hinder
0,1- 0,2	Weinig hinder
0,2 – 0,8	Matige hinder
0,8 – 3,2	Hinder
> 3,2	Ernstige hinder

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

Naast de “SBR B richtlijn Hinder voor personen” is er voor schade de “SBR-Richtlijn A schade aan gebouwen”. Voor schade is de topwaarde van de trillingssterkte V_{top} relevant. Deze schade trillingssterkte V_{top} wordt uitgedrukt in mm/s. Alhoewel het een andere grootte betreft en andere meetpunten aan een woning kan gesteld worden dat de streefwaarden voor hinder veel maatgevender (lager) zijn dan de grenswaarden voor schade. Door het hanteren van de streefwaarden voor hinder wordt voorkomen dat schade grenswaarden worden overschreden.

Vermeldenswaardig is verder dat er specifiek voor spoorse tracébesluiten de Beleidsregel Trillinghinder Spoor (Bts) bestaat.

3. Metingen trillingen

Het aspect trillingen wordt bepaald door de passages van de treinen. Ten noorden van het plangebied ligt een aantal sporen. Van 29 april t/m 5 mei 2022 zijn trillingsmetingen op locatie verricht. Voor het trillingsonderzoek zijn er maaiveldmetingen aan passages van treinen verricht. Het spoor heeft een verhoogde ligging en in de noordoosthoek van het project ligt een brug over het Maas Waal kanaal. De verwachting is dat de verhoogde ligging een andere emissie geeft dan de spoorbrug. Er wordt gekozen voor 2 meetpunten om de trillingsemissie in de nabijheid van de brug (oostzijde) en van het spoor op verhoogde ligging (westzijde) in beeld te krijgen. Het meetpunt is gekozen in de nabijheid van de footprint van de twee gebouwen aan de noordzijde van het plan gebouw P en K. Gebouw P en K liggen voor het grootste gedeelte op circa 40 m afstand van het hart dichtstbijzijnd spoor. In afbeelding 3 zijn de meetpunten weergegeven. Meetpunt MP2 is aan de oostzijde ter hoogte van de fundatie van de brug geprojecteerd. Op het terrein waren bergen grond afgezet met bouwhekken aanwezig, zie afbeelding 2.



Afbeelding 2: Bergen grond afgezet met bouwhekken.

Hierdoor waren er beperkingen voor de ligging van meetpunt MP1. Meetpunt MP1 is zover als mogelijk naar de westzijde geprojecteerd op circa 100 m afstand van meetpunt MP2.



Afbeelding 3: Situatie meetpunt MP1 en MP2.

Alle trillingsmetingen zijn conform de SBR B richtlijn “hinder voor personen in gebouwen” verricht met een vibra plus meetsysteem. Het vibra plus meetsysteem is tijdens de metingen met een sensor die drie richtingen registreert uitgerust. De sensor is op een 60 cm stalen pen die in de bodem zit bevestigd

Foto 1 t/m 2: Meetopstelling MP1 en MP2.



In bijlage 1 zijn de metingen grafisch weergegeven. De metingen zijn van 28 april t/m 5 mei 2022 verricht. In deze periode staan er 13 goederentreinpassages gepland, deze staan in tabel 3 weergegeven. Hiermee zijn de meetgegevens inclusief een relevant aantal goederentreinpassages.

Tabel 3: Geplande goederentreinpassages.

Richting	Dag – Nacht	Doorkomst Nijmegen	Doorkomst Oss	Lengte	Gewicht
Nijmegen > Oss	Do 28 april	11:42	12:01	190	515
Nijmegen > Oss	Do 28 april	13:42	14:01	120	400
Nijmegen > Oss	Do/vr	04:02	04:19	200	250
Nijmegen > Oss	Vr 29 april	10:37	10:52	140	368
Nijmegen > Oss	Vr 29 april	11:15	11:32	560	750
Nijmegen > Oss	Zo 1 mei	12*13	12:31	560	2300
Nijmegen > Oss	Ma/di	01:54	02:13	670	1500
Nijmegen > Oss	Di/wo	01:46	02:07	670	1500
Nijmegen > Oss	Di/wo	02:40	02:58	690	1885
Oss > Nijmegen	Do 28 april	13:12	13:45	560	2300
Oss > Nijmegen	Do/vr	01:08	01:30	200	800
Oss > Nijmegen	Zat 30 april	12:56	13:16	560	2300
Oss > Nijmegen	Do	21:00	21:19	200	500

In tabel 4 zijn de meetgegevens samengevat weergegeven.

Tabel 4: Trillingssnelheid in maaiveld.

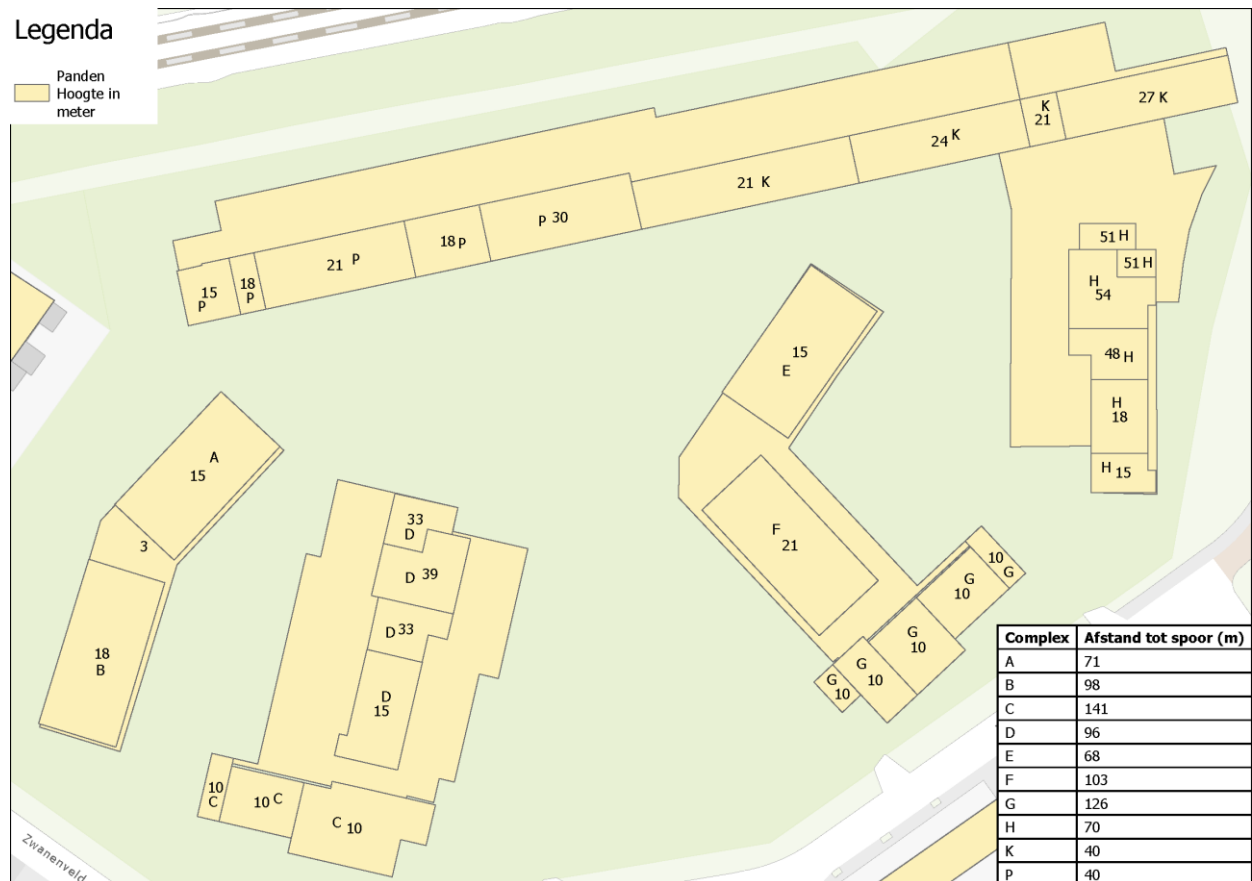
Meetpunt	MP1	MP2
	Verhoogde ligging spoor op 40 m hart spoor	Brug op 40 m hart spoor
	Alle passages	Alle passages
$V_{\text{per}} [-]$ (Gemiddeld verticale $V_{\text{max,eff}}$)	Verticaal $Z < 0,005$ Horizontaal dwars op spoor $Y < 0,15$ Horizontaal parallel aan spoor $X < 0,1$	Verticaal $Z < 0,02$ Horizontaal dwars op spoor $Y < 0,04$ Horizontaal parallel aan spoor $X < 0,06$
$V_{\text{max}} [-]$ (Maximum verticale $V_{\text{max,eff}}$)*	Verticaal $Z < 0,1$ Horizontaal dwars op spoor $Y < 0,8$ Horizontaal parallel aan spoor $X < 0,6$	Verticaal $Z < 0,2$ Horizontaal dwars op spoor $Y < 0,3$ Horizontaal parallel aan spoor $X < 0,4$

* overwegend

De verticale maximale trillingssnelheid V_{max} bedraagt ter hoogte van meetpunt 2 bij de brug overwegend maximaal 0,2 en ter hoogte van meetpunt 1 ter hoogte van het grondlichaam overwegend maximaal 0,1. De trillingen in het horizontale vlak zijn getalsmatig hoger en hebben hogere frequenties. De frequentie in verticale richting is overwegend < 10 Hz. De frequentie in horizontale richting is overwegend > 10 Hz.

5 Beschouwing trillingen in de woningen

In afbeelding 4 zijn de gebouwen met letters weergegeven. In de afbeelding zijn de hoogten van de desbetreffende delen van de complexen opgenomen met daarnaast de afstand (horizontale projectie) van het hart van het zuidelijke spoor tot het dichtstbijzijnde deel van het complex.



Afbeelding 4: Weergave gebouwen met hoogten en afstanden tot het spoor.

In tabel 5 zijn de trillingssnelheden in het maaiveld weergegeven waar de gebouwen binnen 100 m afstand aan worden blootgesteld. De hoogtes van de gebouwen en de vloervelden zijn gebaseerd op tekeningen d.d. 7-4-2023 en de vermelding dat de overspanningen van de vloervelden 5,20 m en 7,20 meter zijn (aangezien deze tekeningen nog niet gereed zijn).

Tabel 5: Trillingssnelheden gebouwen.

Gebouw		Gebouw		Trillingssnelheid meetpunt maaiveld	Trillingssnelheid maaiveld gebouw	Excitatie frequentie
Naam	Afstand r tot dichtstbijzijnde hart spoor [m]	Hoogte [m]	Trillings-richting	Vmax op 40 m	Vmax r maaiveld	fe [Hz]
A	71	15	Verticaal	0,1	0,055	<10
	71	15	Horizontaal	0,8	0,441	>10
D	96	15..39	Verticaal	0,1	0,037	<10
	96	15..39	Horizontaal	0,8	0,295	>10
E	68	15	Verticaal	0,1	0,058	<10
	68	15	Horizontaal	0,8	0,464	>10
H	70	16..54	Verticaal	0,2	0,112	<10
	70	15..54	Horizontaal	0,4	0,224	>10
K	40	21..27	Verticaal	0,1	0,100	<10
	40	21..27	Horizontaal	0,8	0,800	>10
K	40	21..27	Verticaal	0,2	0,200	<10
	40	21..27	Horizontaal	0,4	0,400	>10
P	40	15..30	Verticaal	0,1	0,100	<10
	40	15..30	Horizontaal	0,8	0,800	>10

Op basis van de publicatie “Gedrag van constructies en funderingen” is de overdrachtsverhouding H_{xf} tussen trillingen op het maaiveld en de trillingen op de fundering voor hoogbouw (> 20 m) zichtbaar in tabel 6. Voor gebouwen lager dan 20 m is voor frequenties < 10 Hz een overdrachtsverhouding van 1 [--] gehanteerd.

Tabel 6: Overdrachtsverhouding H_{xf} .

Frequentie (f)	Verticaal	Horizontaal
< 10 Hz	0,55	0,55
10-50 Hz	0,6-0,05*f	-

In de appartementencomplexen zitten massieve breedplaat betonvloeren (300 mm) met een maatgevende overspanning van 5,2 of 7,2 m. De overige overspanningen zijn minder maatgevend. Hierbij is 5,2 m de meest maatgevende overspanning qua opslingeringsfactor.

De eigenfrequentie f_e van een massief betonnen vloer met overspanning L bedraagt:

$$f_e = 130/L$$

De vergrotingsfactor H_{vf} van een vloerveld bedraagt:

$$H_{vf} = 0,4 + \sqrt{\frac{f_e}{76 \times \vartheta}}$$

ζ bedraagt 0,047 voor betonvloeren

De eigenfrequentie van een 5,2 m vloerveld is 25 Hz en de eigenfrequentie van een 7,2 m vloerveld bedraagt 18 Hz. Beide eigenfrequenties liggen ver van de excitatiefrequentie daarom vindt er geen versterking plaats.

Afstandsafname trillingen

Op grotere afstand van het spoor nemen de trillingen in het maaiveld af ten opzichte van de twee meetpunten in het maaiveld. De afname kan op basis van de empirische formule van Barkan voor trillingen in het verre veld van een homogene isotrope halfruimte worden bepaald. Voor de overdracht van trillingen door de bodem wordt gebruikgemaakt van de formule van Barkan [Vibration of soils and foundations Richart, Hall en Woods Prentice Hall 1970].

$$V_R = V_{R0} * \left[\frac{R_0}{R} \right]^n e^{-\alpha(R-R_0)}$$

Waarin:

V_R trillingssterkte (m/s) op een afstand R van de bron;

V_{R0} trillingssterkte (m/s) op een afstand R_0 van de bron;

R afstand tussen immissiepunt en de bron;

R_0 afstand tussen meetpunt en de bron;

α materiaaldemping in de bodem (1/m);

n $n = 1$ tot 2 voor P- en S-golven;

$n = 0.5$ voor R-golven.

De geometrische demping is afhankelijk van het type golf en de richting vanuit de bron waarin de trillingsuitbreiding plaatsvindt. Voor de R (Rayleigh)-golven of oppervlaktegolven ($n = 0.5$) is de geometrische demping kleiner dan voor de P-(pressure) golven of compressiegolven en de S-(shear) golven of schuifgolven.

Dit geeft voor de Rayleigh-golven op grotere afstand van de bron ten opzichte van de P- en S-golf de grootste energie (>67%). De materiaal demping α is op basis van een worst case aanname 0,01 [--] gekozen.

De metingen zijn op punten aan de noordzijde van de dichtstbijzijnde geprojecteerde gebouwen verricht. De onderstaande beschouwing is gebaseerd op de worst case afstand per gebouw (noordzijde). Dit betekent dat, indien de afstand tot het spoor groter is (zuidzijde van de gebouwen), de niveaus lager kunnen zijn. De mate van afname voor de zuidzijde van de gebouwen wordt bepaald door de formule van Barkan.

Tabel 7: Schatting trillingen Vmax vloervelden noordzijde gebouwen.

Gebouw		Excitatie frequentie		Overdracht fundering	Fundering	Eigen frequentie vloer	Opslinger factor massieve breedplaat vloer	Vloer worst case prognose incl. opslinger- factor	Vloer prognose excl. opslinger- factor	Toets waarde Vmax [dag avond nacht]	Toetsing
Naam	Trillings- richting	fe [Hz]	Afscherm effect (expert judgement) gebouw K en P	Hxf [--]	Vmax [--]	fn [Hz]	HvI [--]	Vmax [--]	Vmax [--]	Woningen	
A	Verticaal	<10	--	1	0,06	25,0	3,05	0,17		0,4 / 0,4 / 0,2	Voldoet
	Horizontaal	>10	--	1	0,00			0,00		0,4 / 0,4 / 0,2	Voldoet
D	Verticaal	<10	0,90	0,55	0,02	25,0	3,05	0,06		0,4 / 0,4 / 0,2	Voldoet
	Horizontaal	>10	0,90	0,55	0,00			0,00		0,4 / 0,4 / 0,2	Voldoet
E	Verticaal	<10	0,90	1	0,06	25,0	3,05	0,18		0,4 / 0,4 / 0,2	Voldoet
	Horizontaal	>10	0,90	1	0,00			0,00		0,4 / 0,4 / 0,2	Voldoet
H	Verticaal	<10	0,90	0,55	0,06	25,0	3,05	0,19		0,4 / 0,4 / 0,2	Voldoet
	Horizontaal	>10	0,90	0,55	0,00			0,00		0,4 / 0,4 / 0,2	Voldoet
K	Verticaal	<10	--	0,55	0,06	25,0	3,05	0,17		0,4 / 0,4 / 0,2	Voldoet
	Horizontaal	>10	--	0,55	0,00			0,00		0,4 / 0,4 / 0,2	Voldoet
K	Verticaal	<10	--	0,55	0,12	25,0	3,05	0,34	0,11*	0,4 / 0,4 / 0,2	Voldoet
	Horizontaal	>10	--	0,55	0,00			0,00		0,4 / 0,4 / 0,2	Voldoet
P	Verticaal	<10	--	0,55	0,06	25,0	3,05	0,17		0,4 / 0,4 / 0,2	Voldoet
	Horizontaal	>10	--	0,55	0,00			0,00		0,4 / 0,4 / 0,2	Voldoet

* i.v.m. ligging excitatie frequenties t.o.v. de eigenfrequentie is een opslingerfactor niet van toepassing

In tabel 7 is op basis van de maaiveldmetingen en de analytische formules een schatting gegeven van de maximaal te verwachten trillingssterkte V_{max} in de vloervelden van de woningen.

Tabel 8: Schatting trillingen V_{per} vloervelden noordzijde gebouwen.

Gebouw		Excitatie frequentie		Overdracht fundering	Fundering	Eigen frequentie vloer	Opslinger factor massieve breedplaat vloer	Vloer worst case prognose incl. opslinger- factor	Toets waarde V_{max} [dag avond nacht]	Toetsing
Naam	Trillings- richting	f_e [Hz]	Afscherm effect (expert judgement) gebouw K en P	H_{xf} [--]	V_{per} [--]	f_n [Hz]	H_{vl} [--]	V_{per} [--]	Woningen	
A	Verticaal	<10	--	1	0,003	25,0	3,05	0,008	0,05 / 0,05 / 0,05	Voldoet
	Horizontaal	>10	--	1	0,000			0,000	0,05 / 0,05 / 0,05	Voldoet
D	Verticaal	<10	0,90	0,55	0,001	25,0	3,05	0,003	0,05 / 0,05 / 0,05	Voldoet
	Horizontaal	>10	0,90	0,55	0,000			0,000	0,05 / 0,05 / 0,05	Voldoet
E	Verticaal	<10	0,90	1	0,003	25,0	3,05	0,009	0,05 / 0,05 / 0,05	Voldoet
	Horizontaal	>10	0,90	1	0,000			0,000	0,05 / 0,05 / 0,05	Voldoet
H	Verticaal	<10	0,90	0,55	0,006	25,0	3,05	0,019	0,05 / 0,05 / 0,05	Voldoet
	Horizontaal	>10	0,90	0,55	0,000			0,000	0,05 / 0,05 / 0,05	Voldoet
K	Verticaal	<10	--	0,55	0,003	25,0	3,05	0,008	0,05 / 0,05 / 0,05	Voldoet
	Horizontaal	>10	--	0,55	0,000			0,000	0,05 / 0,05 / 0,05	Voldoet
K	Verticaal	<10	--	0,55	0,011	25,0	3,05	0,034	0,05 / 0,05 / 0,05	Voldoet
	Horizontaal	>10	--	0,55	0,000			0,000	0,05 / 0,05 / 0,05	Voldoet
P	Verticaal	<10	--	0,55	0,003	25,0	3,05	0,008	0,05 / 0,05 / 0,05	Voldoet
	Horizontaal	>10	--	0,55	0,000			0,000	0,05 / 0,05 / 0,05	Voldoet

In tabel 8 is op basis van de maaiveldmetingen en de analytische formules een schatting gegeven van de maximaal te verwachten trillingssterkte V_{per} in de vloervelden van de woningen.

Maximale trillingssterkte

De maximale trillingssterkte V_{max} (0,19) in de woningen ten gevolge van de passages van de treinen voldoet naar verwachting aan de streefwaarden A1 (0,2) voor woonfunctie in de nachtperiode.

Gemiddelde trillingssterkte

Op basis van de meetwaarde van de gemiddelde trillingssterkte $V_{per,meet}$ is de verwachting dat de gemiddelde trillingssterkte V_{per} in dag-, avond- en nachtperiode in de woningen voldoet aan de streefwaarden voor een woonfunctie ($A3=0,05$).

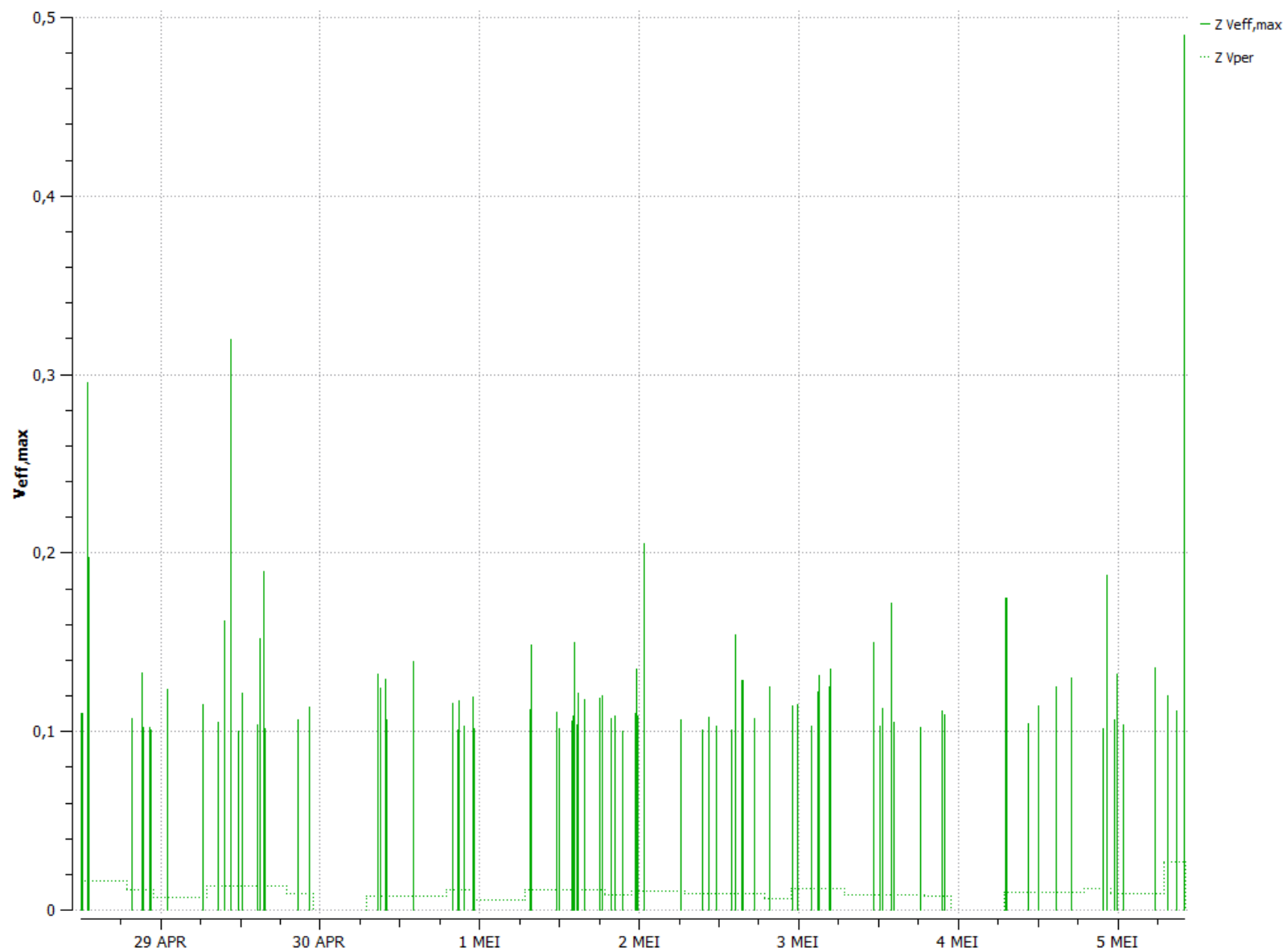
6 Samenvattende conclusie

Op basis van trillingsmetingen in het maaiveld en een worst case beschouwing voor de noordzijde van de gebouwen worden de volgende conclusies geformuleerd:

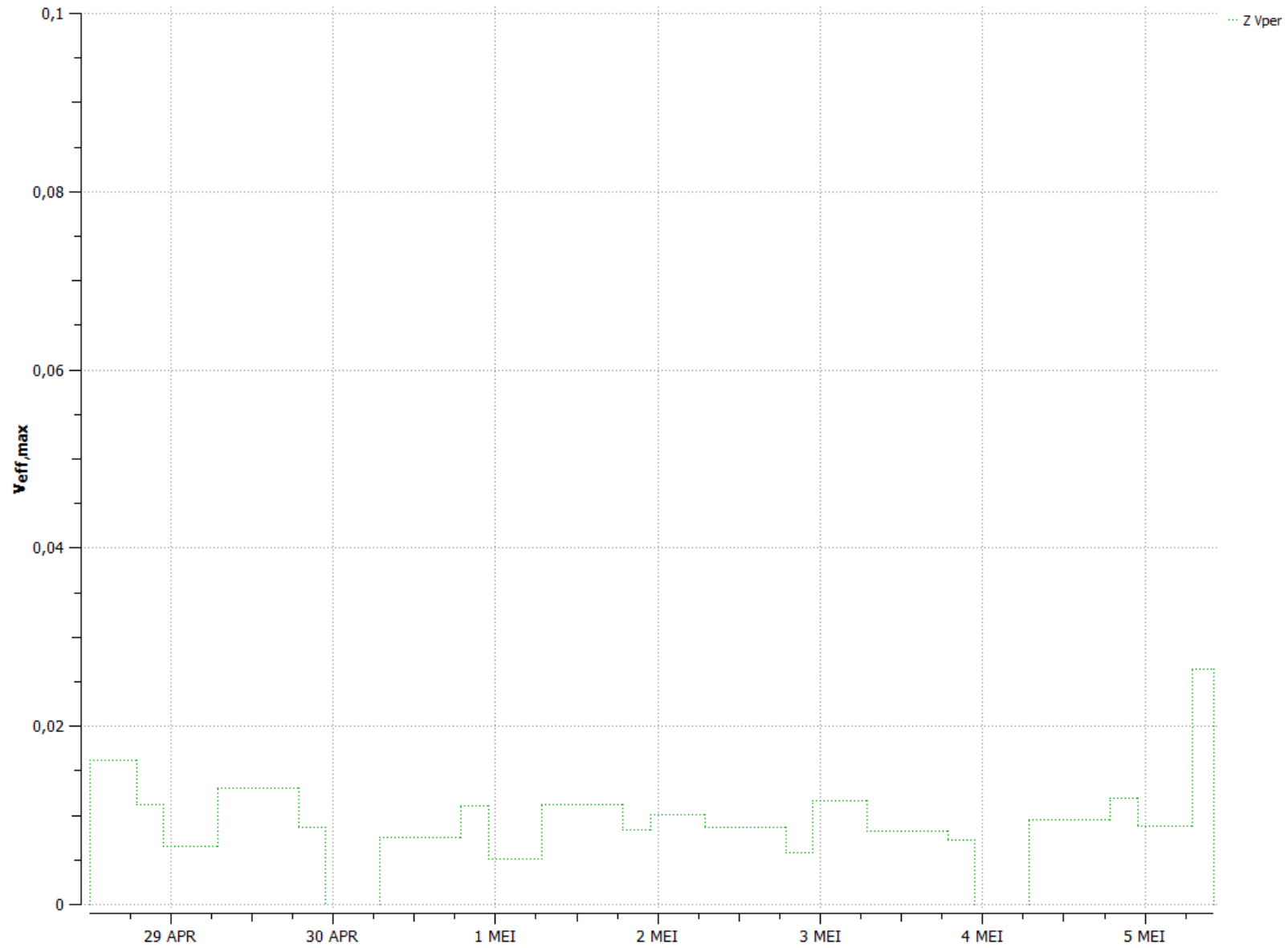
- De maximale trillingssterkte V_{max} (0,19) in de woningen ten gevolge van de passages van de treinen voldoet naar verwachting aan de streefwaarde voor de nachtperiode A2 (0,2) voor woonfunctie. Op basis van de meetwaarde van de gemiddelde trillingssterkte V_{per} , meet is de verwachting dat de gemiddelde trillingssterkte V_{per} in dag-, avond- en nachtperiode in de woningen voldoet aan de streefwaarde voor woonfunctie ($A3=0,05$);
- Hiermee voldoen de woningen op basis van het ontwerp naar verwachting aan de beoordelingssystematiek van de SBR B richtlijn "hinder voor personen in gebouwen" op basis van de systematiek in de Richtlijn nieuwbouw en spoortrillingen is geen aanvullende maatregelen beschouwing nodig.

Bijlage 1: Weergave trillingsmetingen

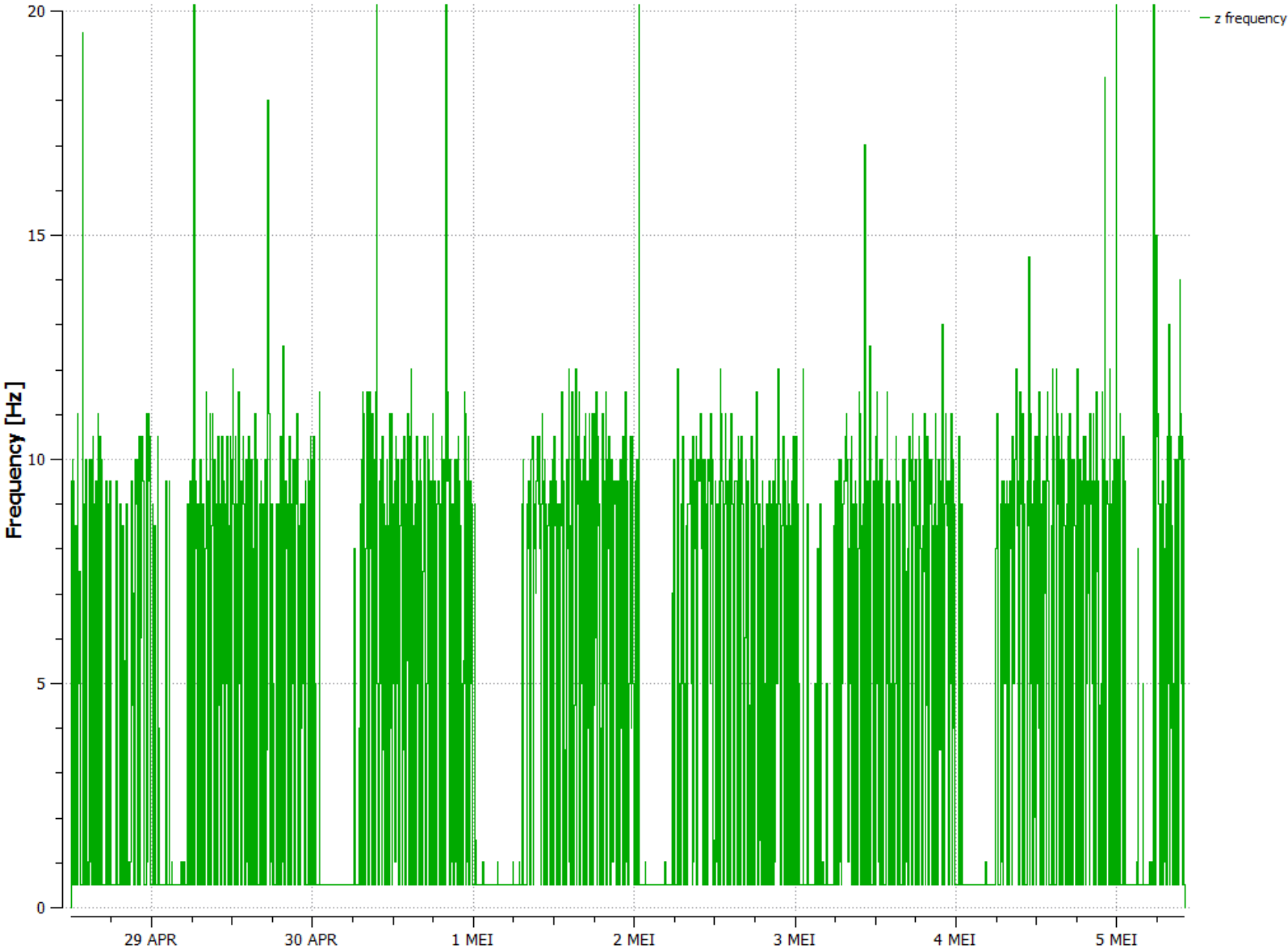
VIB02087 05-05-2022



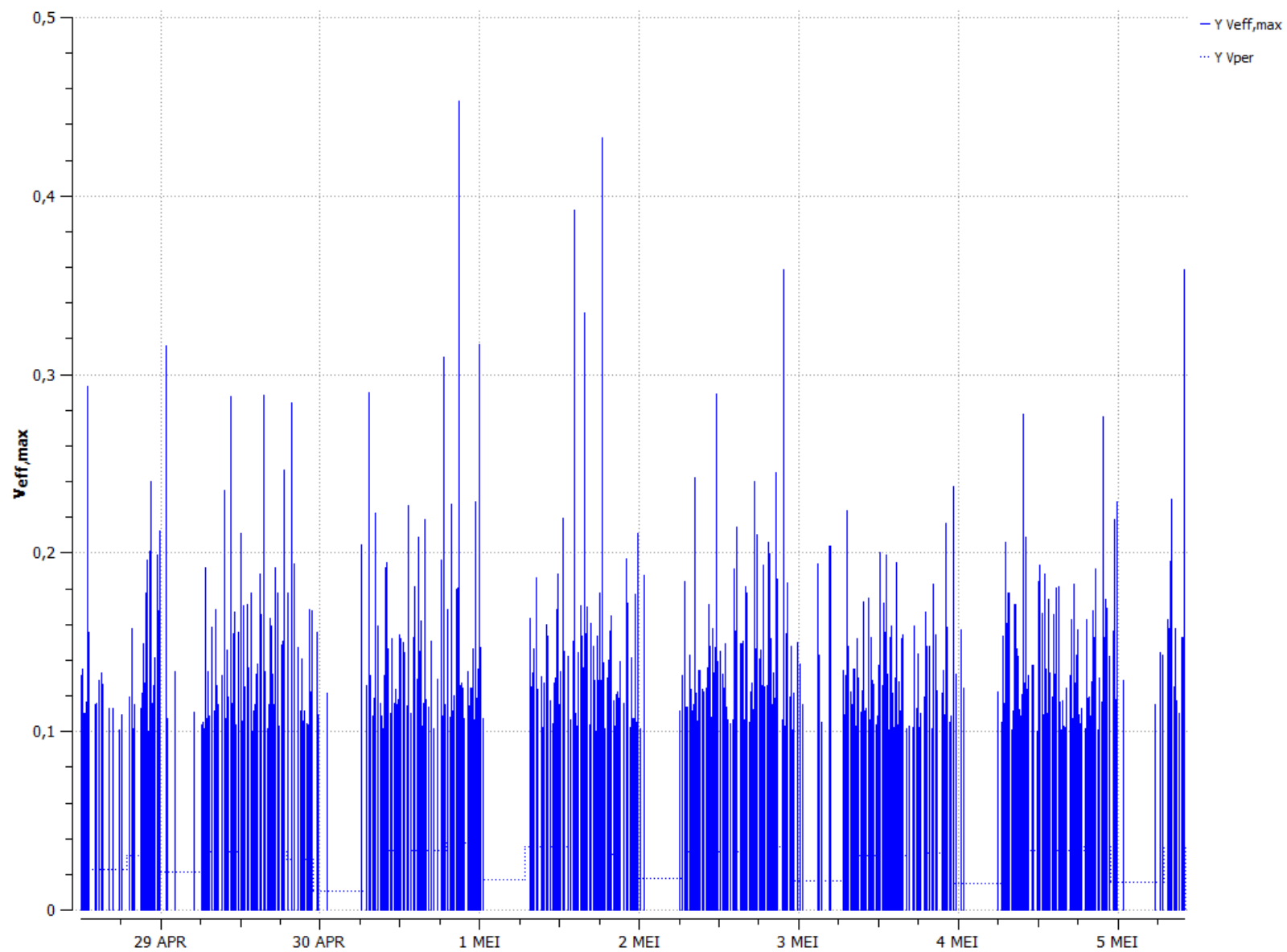
VIB02087 05-05-2022



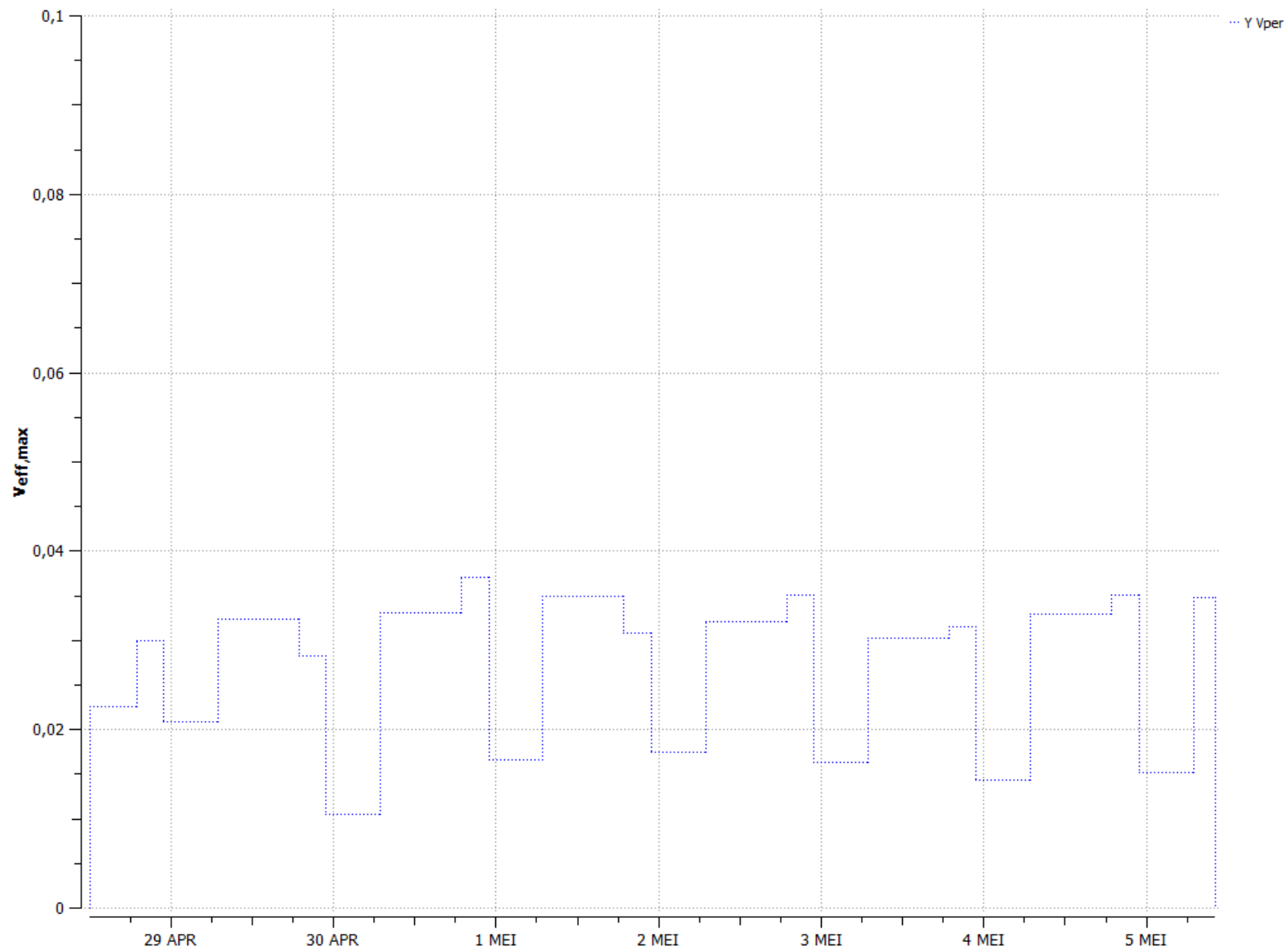
VIB02087 05-05-2022



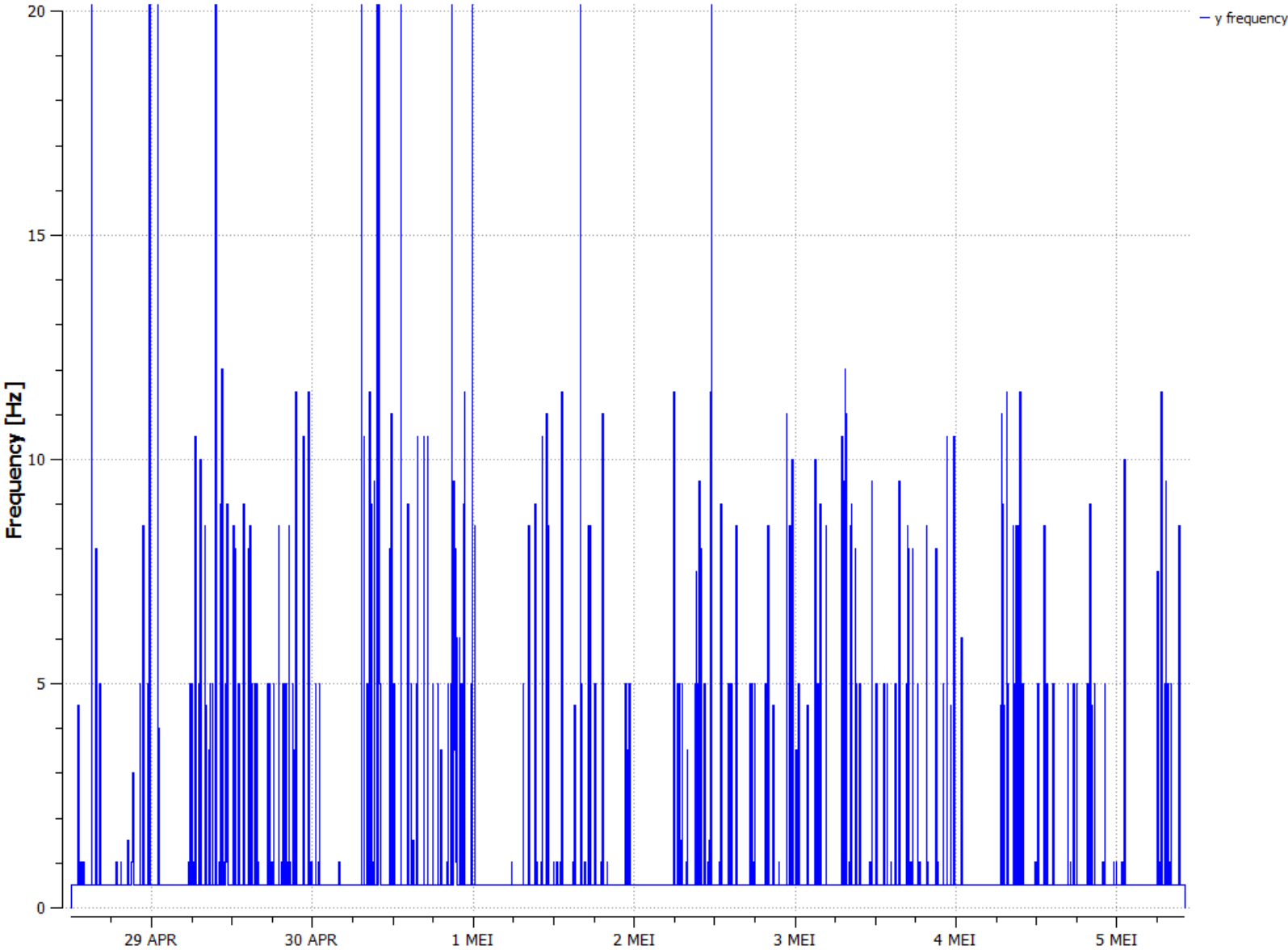
VIB02087 05-05-2022



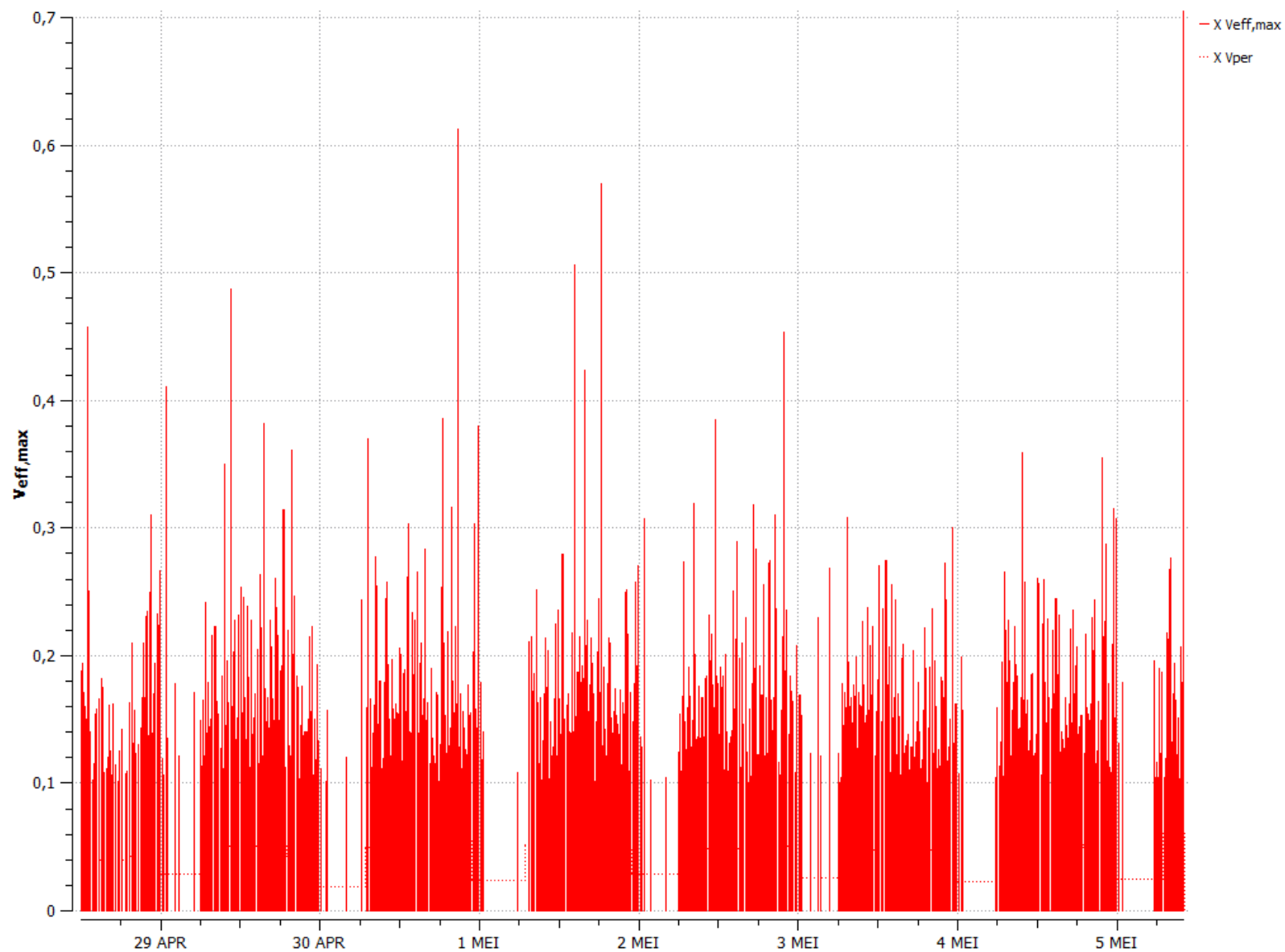
VIB02087 05-05-2022



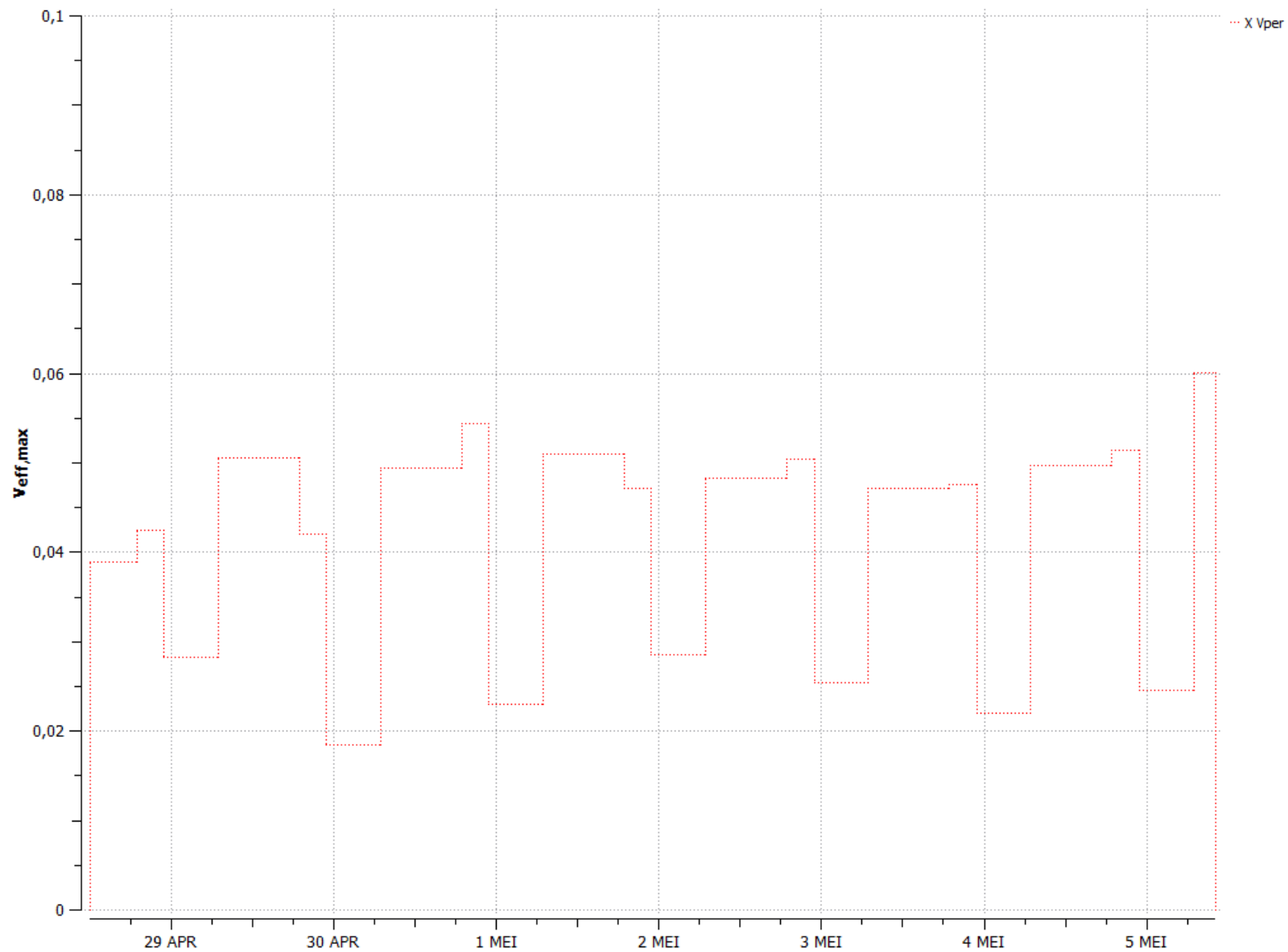
VIB02087 05-05-2022



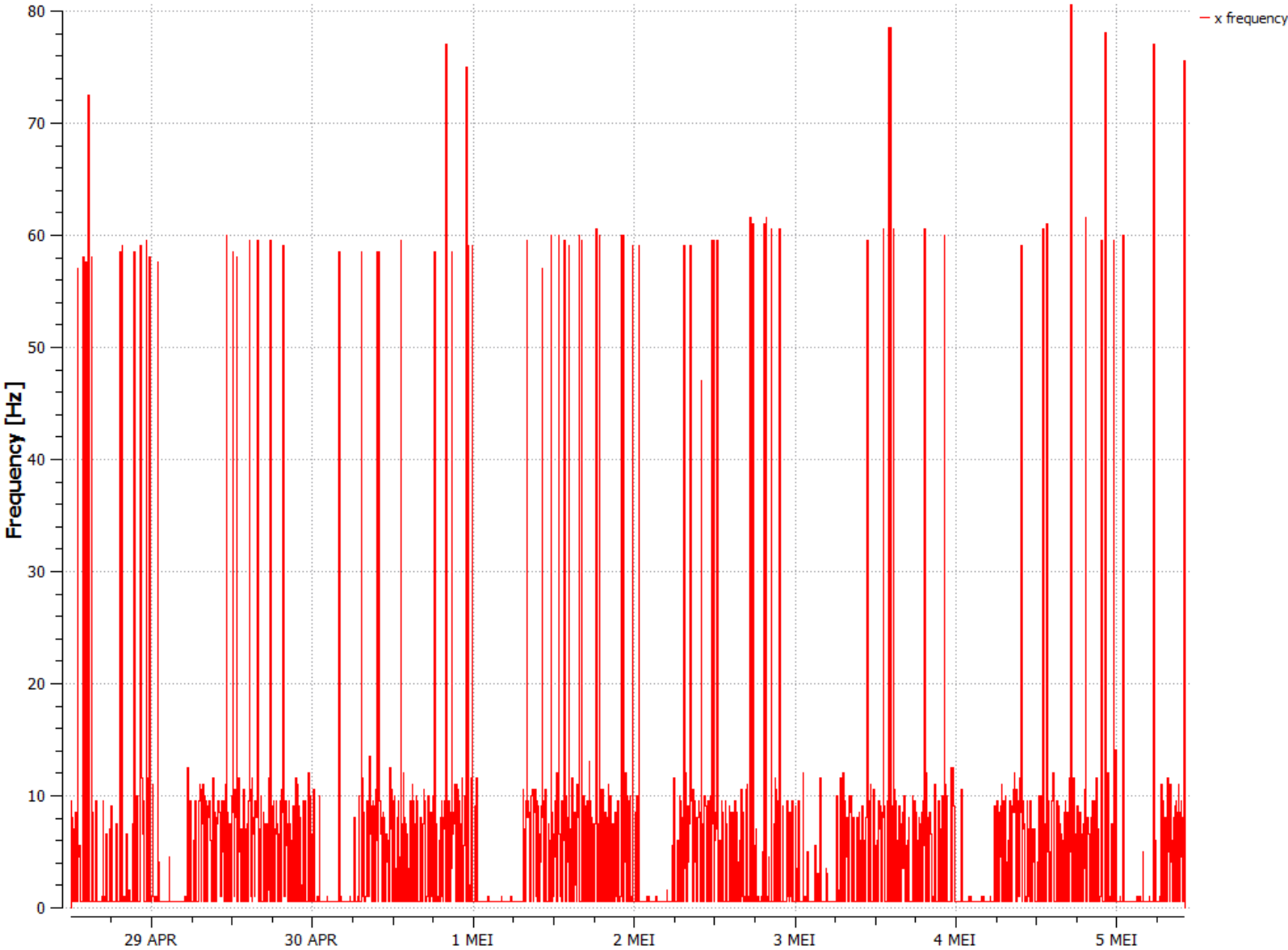
VIB02087 05-05-2022



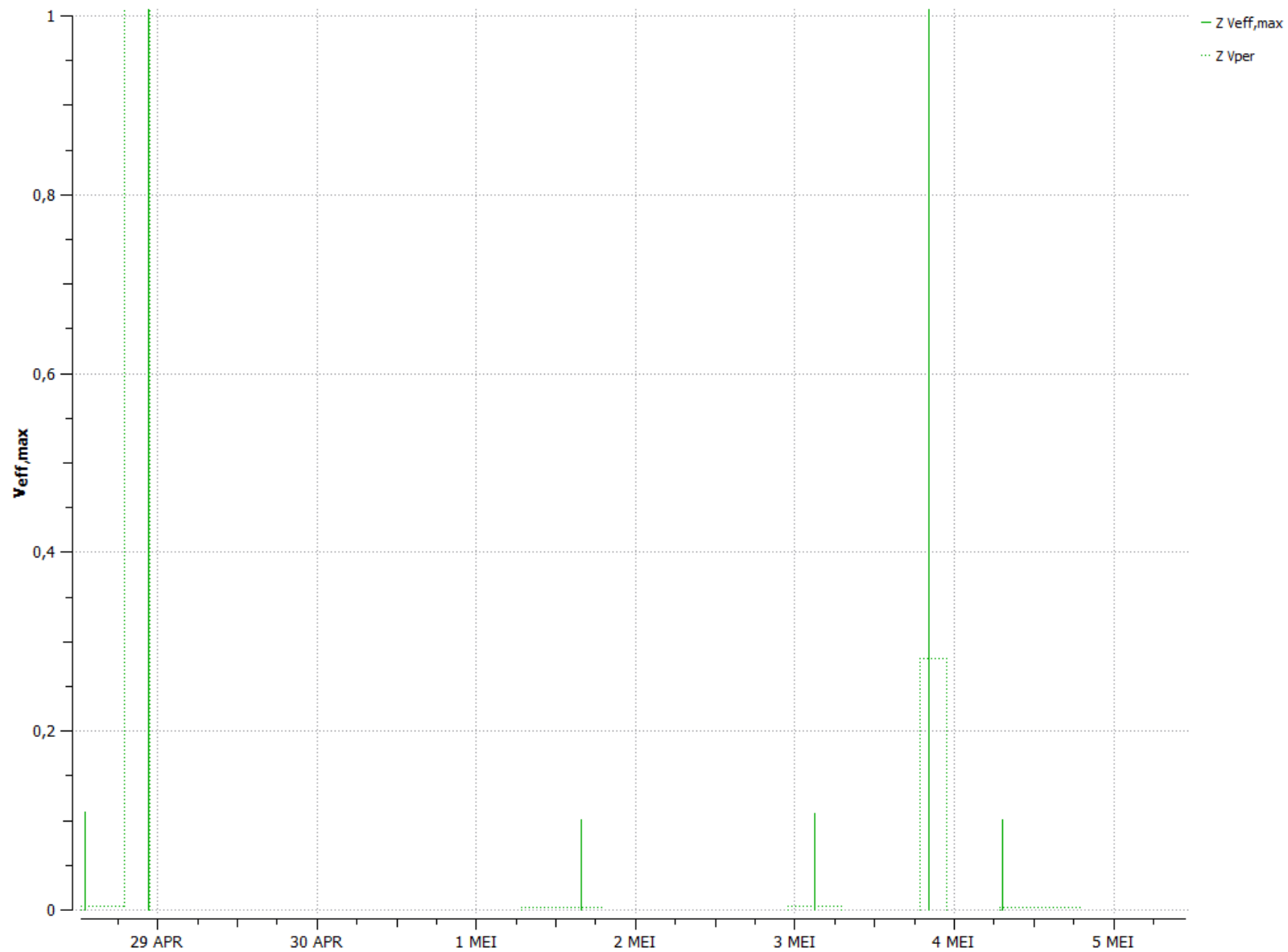
VIB02087 05-05-2022



VIB02087 05-05-2022



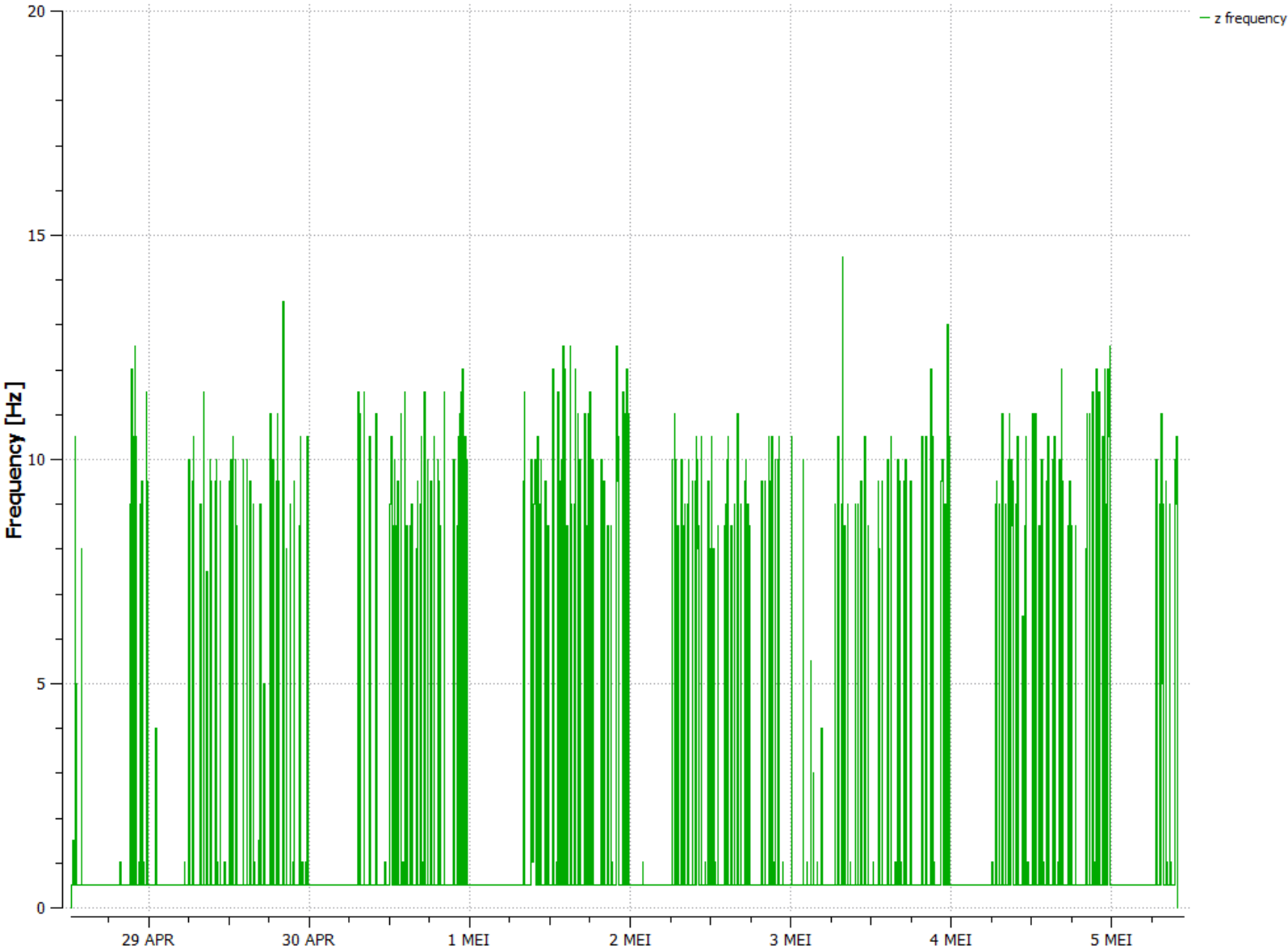
VIB03603 05-05-2022



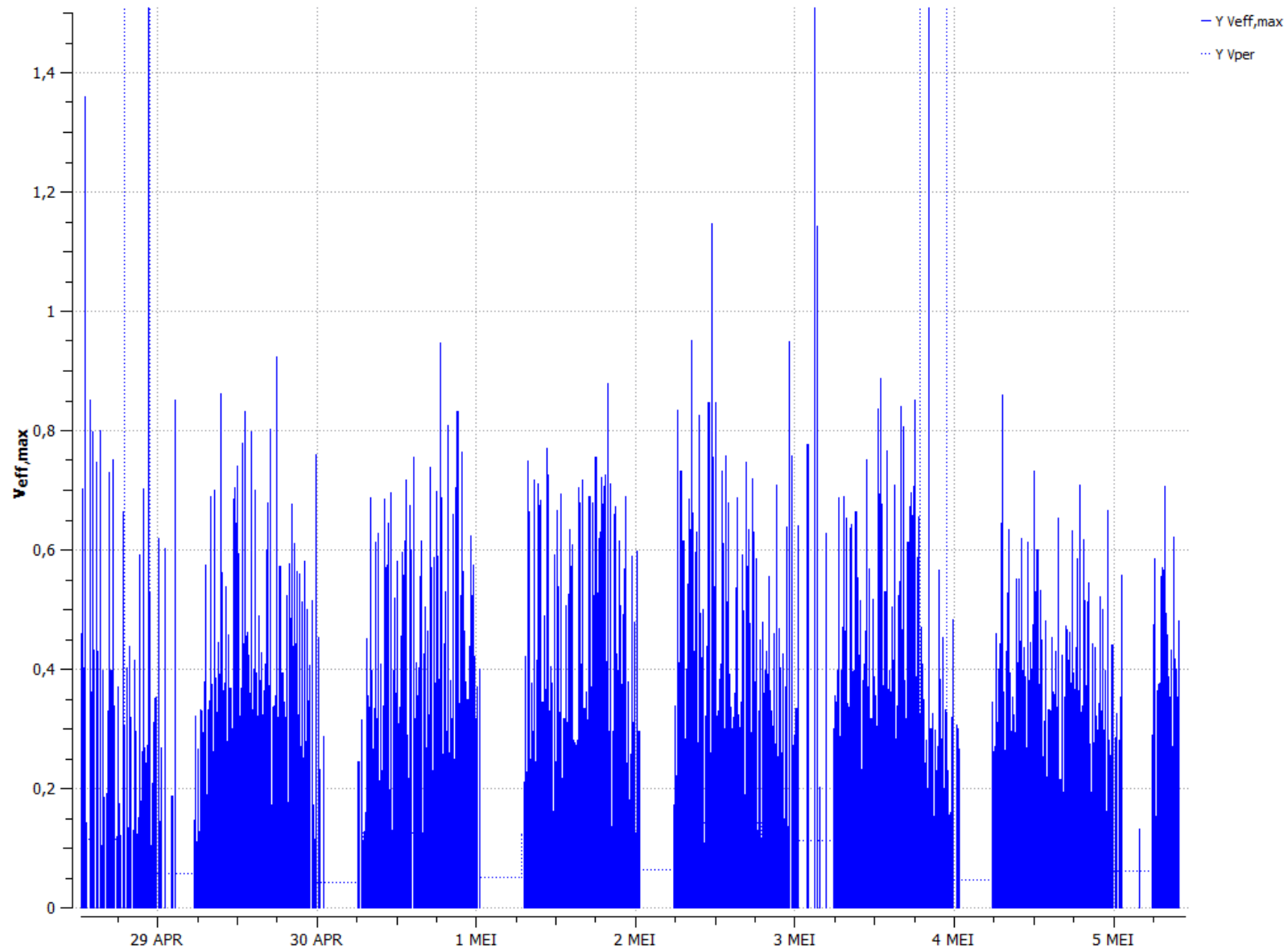
VIB03603 05-05-2022



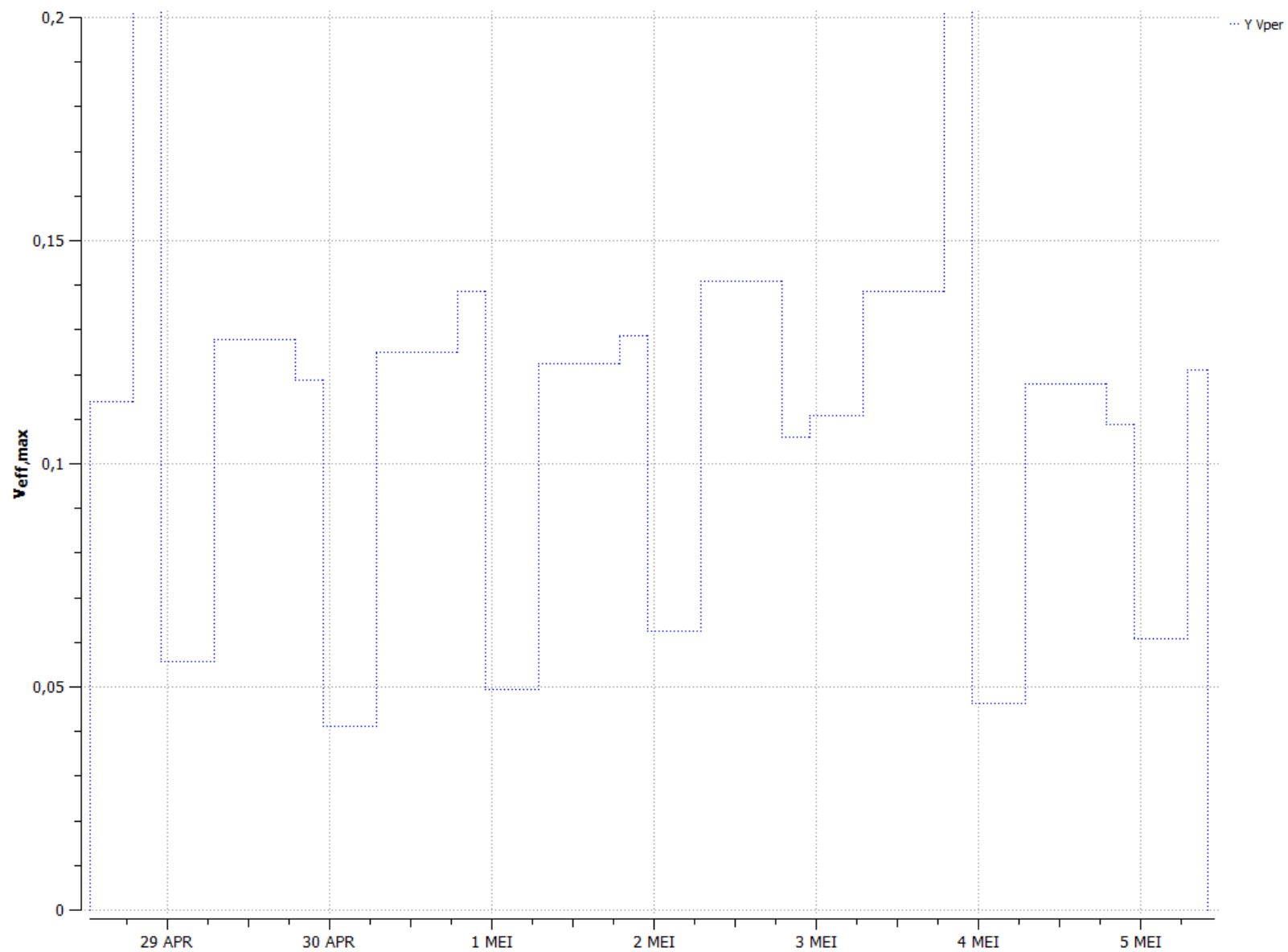
VIB03603 05-05-2022



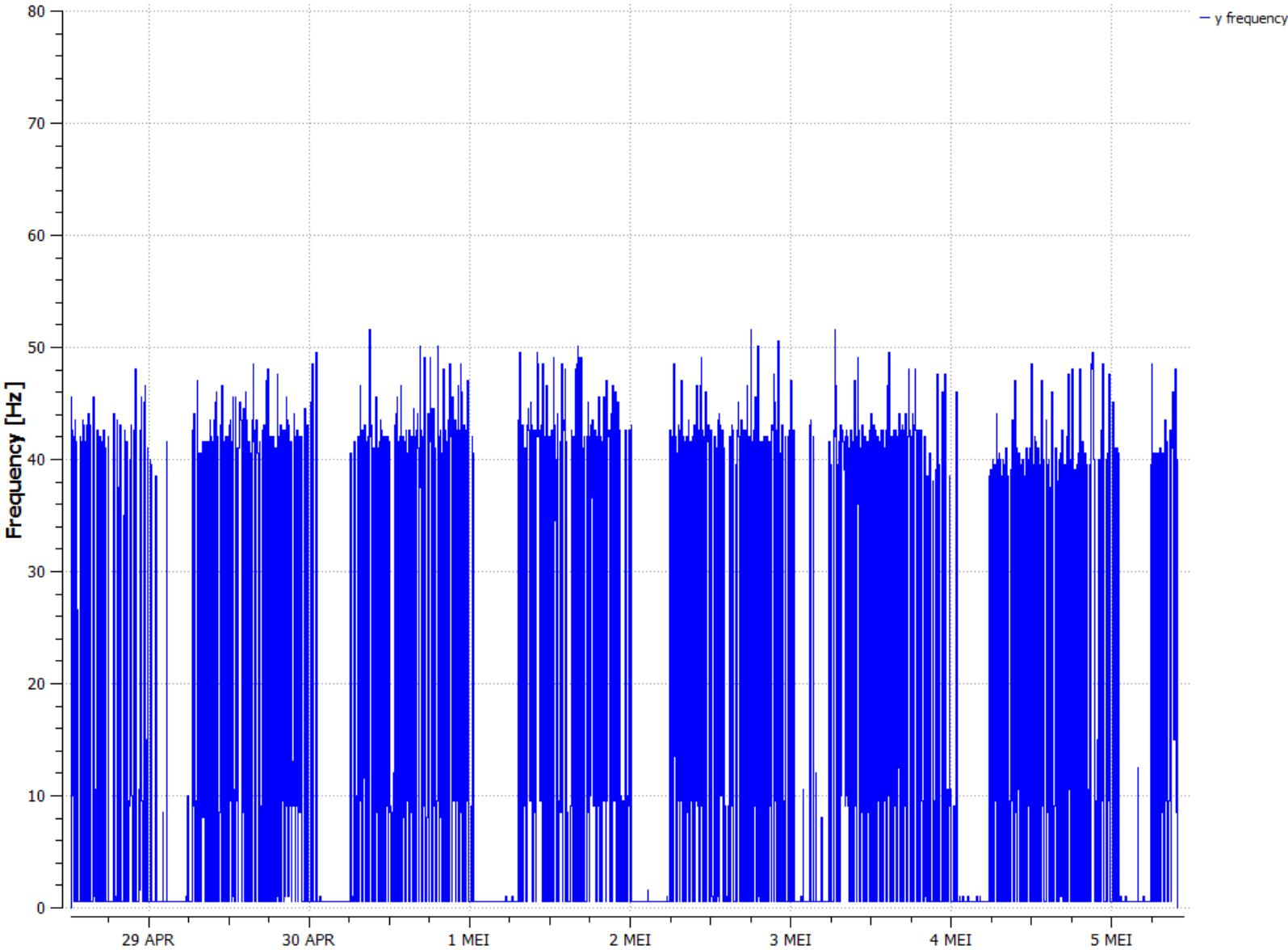
VIB03603 05-05-2022



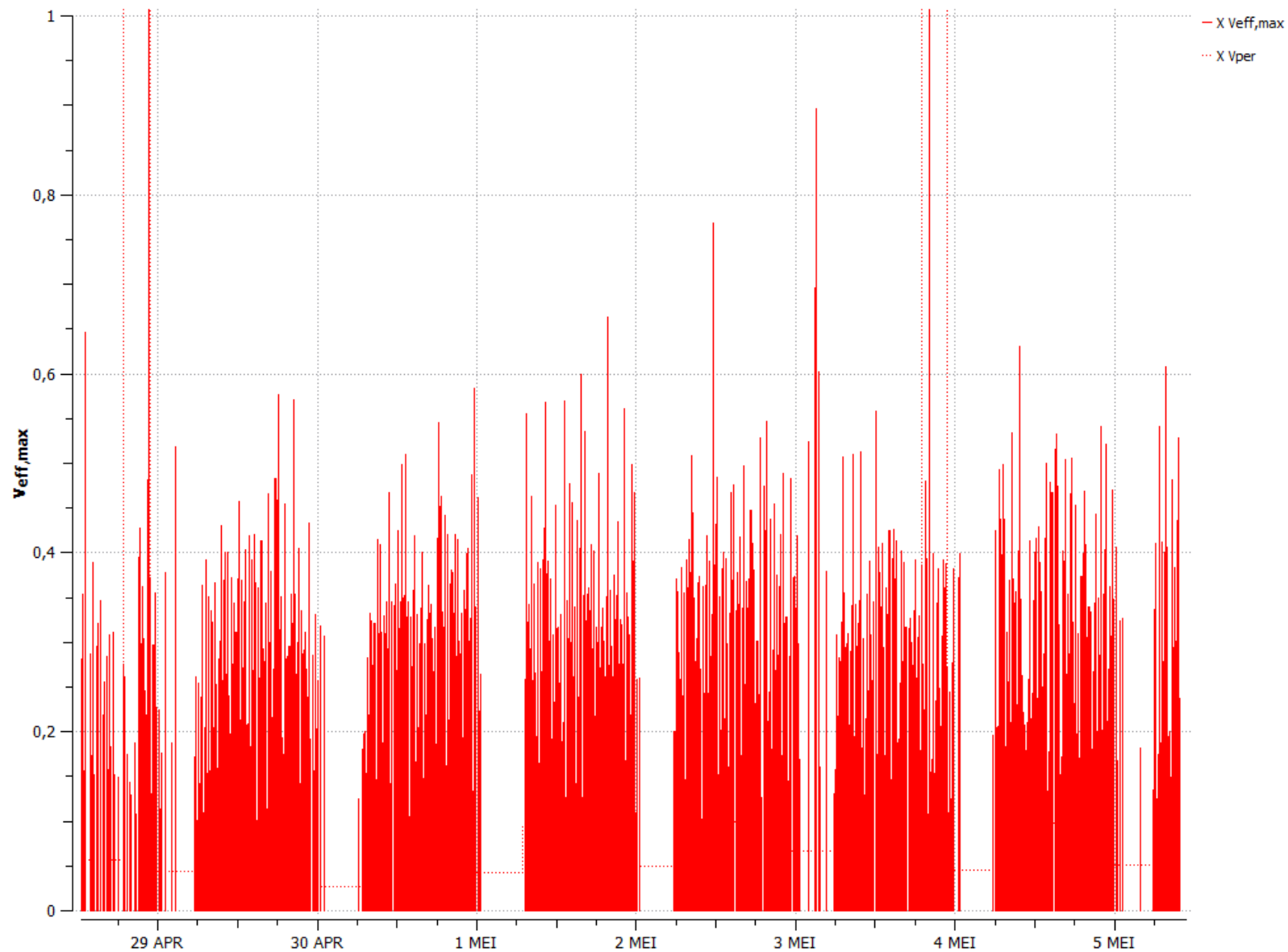
VIB03603 05-05-2022



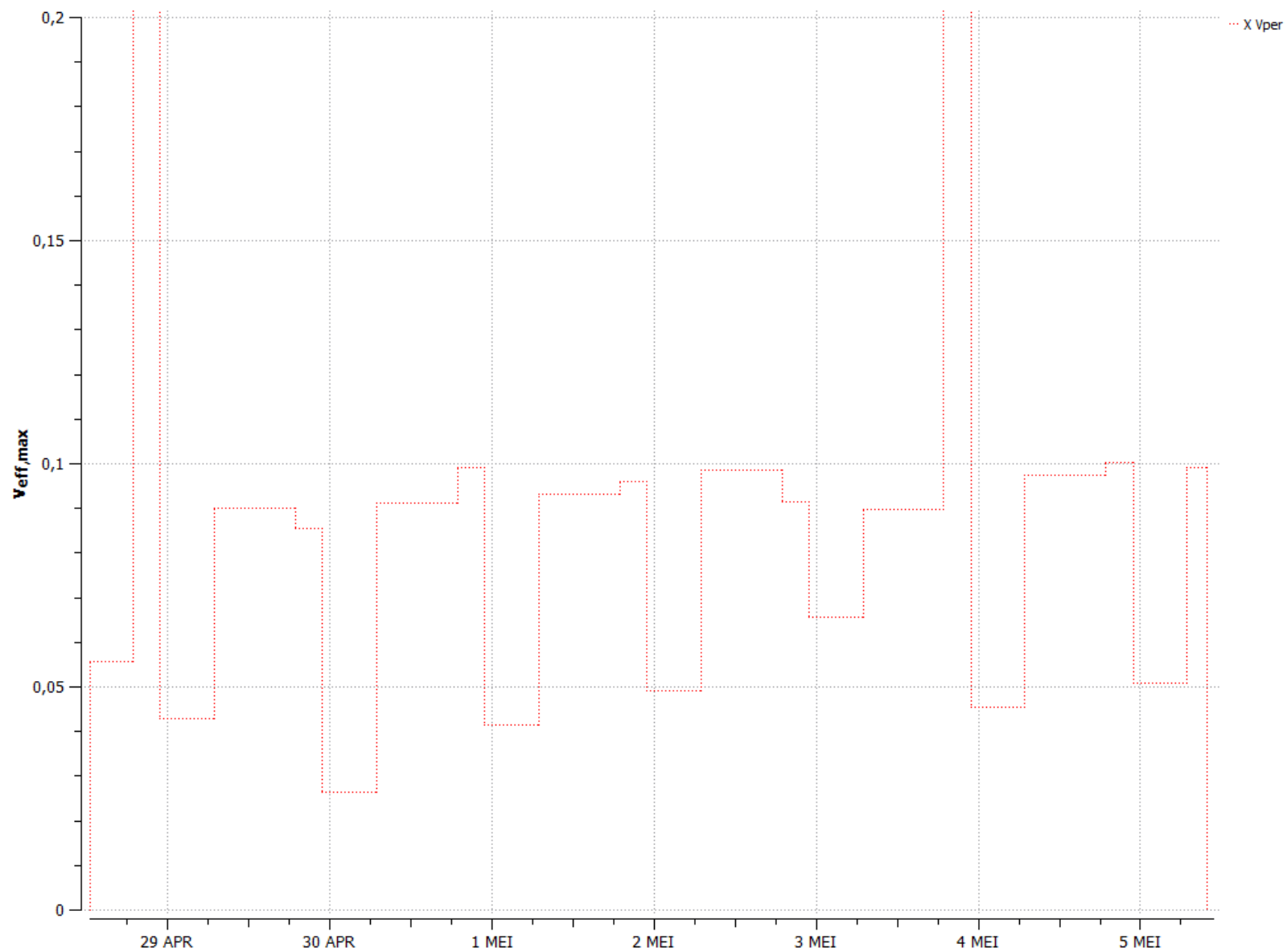
VIB03603 05-05-2022



VIB03603 05-05-2022



VIB03603 05-05-2022



VIB03603 05-05-2022

