

Bezoekadres:

Hoofdweg 76

3067 GH Rotterdam

Postadres:

Hoofdweg 76

3067 GH Rotterdam

T +31 (0)88-5152505

E info@cauberghuygen.nl

W <http://www.cauberghuygen.nl>

K.V.K. 58792562

IBAN NL71RABO0112075584

Trillingsonderzoek Spoorlaan 19 te Etten-Leur; trillingshinder spoor

Datum **7 december 2022**
Referentie **09250-56990-02**

Referentie 09250-56990-02
Rapporttitel Trillingsonderzoek Spoorlaan 19 te Etten-Leur;
trillingshinder spoor

Datum 7 december 2022

Opdrachtgever Soma Vastgoed B.V.
De Ambachten 31
4881 XZ ZUNDERT
Contactpersoon de heer W. Mattheijer

Behandeld door De heer ir. T.J.W. Scholten
Cauberg Huygen B.V.
Bezoekadres:
Hoofdweg 76
3067 GH Rotterdam
Postadres:
Hoofdweg 76
3067 GH Rotterdam
Telefoon 088-5152505

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
2	Uitgangspunten	5
2.1	Opzet onderzoek	5
2.2	Toetsingskader	5
3	Trillingsmetingen	8
3.1	Algemeen	8
3.2	Meetposities	8
3.3	Meetparameters	9
3.4	Treinen	9
4	Meetresultaten	10
4.1	Bemande meting	10
4.2	Onbemande weekmeting	11
4.3	Bespreking van de resultaten	12
5	Beoordeling	13
5.1	Beoordeling $V_{\max}$	13
5.2	Beoordeling V_{per}	14
5.3	Toekomstige situatie	14
6	Conclusie	16

Bijlagen

Bijlage I	Meetresultaten
Bijlage I-1	Verloop van $v_{\text{eff,max},30,i}$ tijdens de onbemande meting
Bijlage I-2	SBR-B gewogen tertsbanden van de top10 gemeten passages
Bijlage I-3	Top10 gemeten treinen per meetpunt
Bijlage II	Foto's

1 Inleiding

In opdracht van Soma Vastgoed is door Cauberg Huygen B.V. een trillingsonderzoek uitgevoerd in verband met het ontwikkelen van een appartementencomplex op de locatie Spoorweglaan 19 te Etten-Leur. Op die locatie is nu nog een voormalig schoolgebouw aanwezig. Het huidige gebouw ligt met een kleinste afstand van 20 meter relatief dicht bij de spoorlijn Breda - Roosendaal. Trillingen van het treinverkeer kunnen daarom tot hinder leiden voor bewoners van het toekomstige appartementencomplex. Figuur 1.1 geeft de huidige situatie weer (links) en de toekomstige situatie (rechts).



Figuur 1.1: Huidige situatie (links) en toekomstige situatie (rechts) van locatie Spoorweglaan 19 te Etten-Leur

Het doel van het onderzoek is om te bepalen of de trillingen als gevolg van het treinverkeer kunnen leiden tot hinder voor personen bij de toekomstige gebouwfunctie wonen. In eerste instantie worden daarbij ter referentie trillingsmetingen verricht en het bestaande pand.

Bij de uitvoering van de trillingsmetingen en de beoordeling van de gemeten trillingssterkte is gebruik gemaakt van de SBR meet- en beoordelingsrichtlijn deel B "Trillingen; hinder voor personen in gebouwen" uit 2006 (SBR-B). De SBR-B geeft streefwaarden voor de trillingssterkte in gebouwen ter voorkoming van hinder voor personen. Deze richtlijn is algemeen geaccepteerd ter beoordeling van de trillingen.

Voorliggende rapportage beschrijft de uitgangspunten van het onderzoek, de meetresultaten en de beoordeling van de trillingen.

2 Uitgangspunten

2.1 Opzet onderzoek

Voor de onderzoeksopzet is gekozen voor een combinatie van bemande en onbemande metingen. Daarbij is ter beoordeling van de te verwachten trillingen in de nieuwbouw, het huidige gebouw als referentie gehanteerd. Verwacht mag worden dat de trillingsniveaus in de nieuwbouw vergelijkbaar zullen zijn. Bij de beoordeling van de resultaten (hoofdstuk 5.3) wordt hier nader op ingegaan.

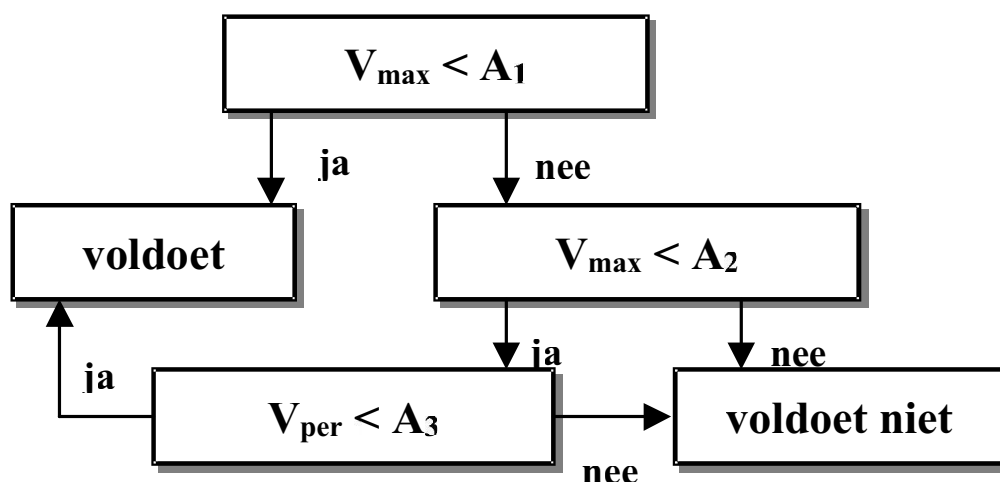
Conform de aanwijzingen in de SBR-B, zijn gedurende één week, van 25 oktober tot 1 november 2022, de trillingsniveaus vastgelegd. Gedurende de gehele periode is daarbij onbemand gemeten op een vijftal meetpunten. Bij de start van de metingen is gedurende enkele uren een bemande meting uitgevoerd om de kenmerken van de trillingen van de treinpassages te bepalen. Hiermee is onderscheid gemaakt tussen treintrillingen en stoortrillingen die bijvoorbeeld veroorzaakt worden door gebruikers en bezoekers van het gebouw.

Er is gedurende een week op maaiveld gemeten, in lijn met de dichtstbijzijnde evenwijdige gevel, op het twee punten op het fundament van het gebouw en op het midden van een tweetal vloervelden.

Bij het eind van de metingen is nog een bemande meting uitgevoerd om gedurende een korte tijd de trillingsniveaus vast te leggen in een tweetal ruimten van het kinderdagverblijf. Deze ruimten zijn relevant omdat ze in de vleugel het dichtst bij het spoor liggen. Er kon op die posities geen weekmeting worden uitgevoerd omdat enerzijds de metingen zouden worden verstoord door het gebruik van de ruimten en anderzijds omdat de meetopstelling (met een sensor in het midden van de ruimte) het gebruik ervan door het kinderdagverblijf zou verstoren.

2.2 Toetsingskader

Voor de beoordeling van de gemeten trillingssterkte is gebruik gemaakt van SBR richtlijn deel B. De beoordeling vindt plaats op basis van twee parameters namelijk $V_{\max}$ en V_{per} . De parameter $V_{\max}$ staat voor de maximale gewogen trillingssnelheid binnen een beoordelingsperiode (dag, avond en nacht). Parameter V_{per} staat voor de gemiddelde trillingssnelheid over een beoordelingsperiode. $V_{\max}$ (en eventueel V_{per}) worden op basis van metingen vastgesteld en vervolgens getoetst. De toetsing vindt plaats op basis van navolgend schema.



Uit het schema volgt dat $V_{\max}$ eerst getoetst wordt aan A_1 en A_2 alvorens V_{per} wordt bepaald en getoetst aan A_3 . A_1 is de onderste streefwaarden. Als $V_{\max}$ kleiner is dan A_1 dan is verdere beoordeling niet nodig en wordt voldaan aan SBR-B. Een verdere toetsing is dan niet nodig.

A_2 is de bovenste streefwaarde. Als $V_{\max}$ niet voldoet aan A_2 dan wordt niet aan SBR-B voldaan.

A_3 is de streefwaarde voor V_{per} , de gemiddelde trillingssterkte over een beoordelingsperiode. Als $V_{\max}$ groter is dan A_1 maar kleiner dan A_2 en V_{per} voldoet aan A_3 dan voldoet de trillingssterkte ook aan SBR-B. Als V_{per} groter is dan A_3 , dan wordt niet voldaan aan de SBR-B.

Conform SBR-B geldt dat indien de streefwaarden worden overschreden, dit de aanleiding dient te zijn tot overleg tussen de betrokken partijen. Afhankelijk van de omstandigheden kan vervolgens een afweging worden gemaakt of de te beoordelen trillingssterkte al dan niet acceptabel is.

De toetsingswaarden voor A_1 , A_2 en A_3 zijn afhankelijk van de functie van een bouwwerk, het type trilling, de situatie en het tijdstip waarop de trillingen voorkomen. Voor de functie van het gebouw wordt uitgegaan van de toekomstige situatie met woonfunctie. De trillingen zijn afkomstig van railverkeer en worden daarom geclassificeerd als herhaald voorkomend. De trillingen komen zowel in de dag- (07.00-19.00 uur), avond- (19.00-23.00 uur) als in de nachtperiode (23.00-07.00 uur) voor.

Bij de beoordeling van hinder door weg- en railverkeer maakt de SBR-B onderscheid in nieuwe situaties en bestaande situaties. Bij bestaande situaties zijn de streefwaarden hoger omdat na enige gewenning geen hinder meer wordt ervaren van de aanwezige trillingsniveaus.

In bestemmingsplannen waar sprake is van trillingen door spoorwegverkeer, wordt in het algemeen naar de SBR-B verwezen ter beoordeling van de hinder. Het is daarbij gebruikelijk om in eerste instantie te vereisen dat voldaan moet worden aan de streefwaarden voor nieuwe situaties, maar dat daarvan afgeweken mag worden als wel wordt voldaan aan de streefwaarden voor bestaande situaties én als trillingsreducerende maatregelen worden getroffen die kosteneffectief en doelmatig zijn. Ter onderbouwing van de wijziging voor het bestemmingsplan wordt aan zowel de streefwaarden voor nieuwe situaties, als aan de streefwaarden voor bestaande situaties getoetst. Onderstaande tabel 2.1 geeft de te hanteren streefwaarden weer.

Tabel 2.1: SBR-B streefwaarden voor V_{max} en V_{per} ter voorkoming van trillingshinder

Gebouwfunctie	Dag-/avondperiode			Nachtperiode		
	A_1	A_2	A_3	A_1	A_2	A_3
Wonen, nieuwe situaties	0,1	0,4	0,05	0,1	0,2	0,05
Wonen, bestaande situaties	0,2	0,8	0,1	0,2	0,4	0,1

Uit tabel 2.1 volgt dat de nachtperiode maatgevend is voor de beoordeling van de trillingen. De A_2 streefwaarde is in deze periode het laagst en bedraagt 0,2 bij nieuwe situaties en 0,4 voor bij bestaande situaties.

3 Trillingsmetingen

3.1 Algemeen

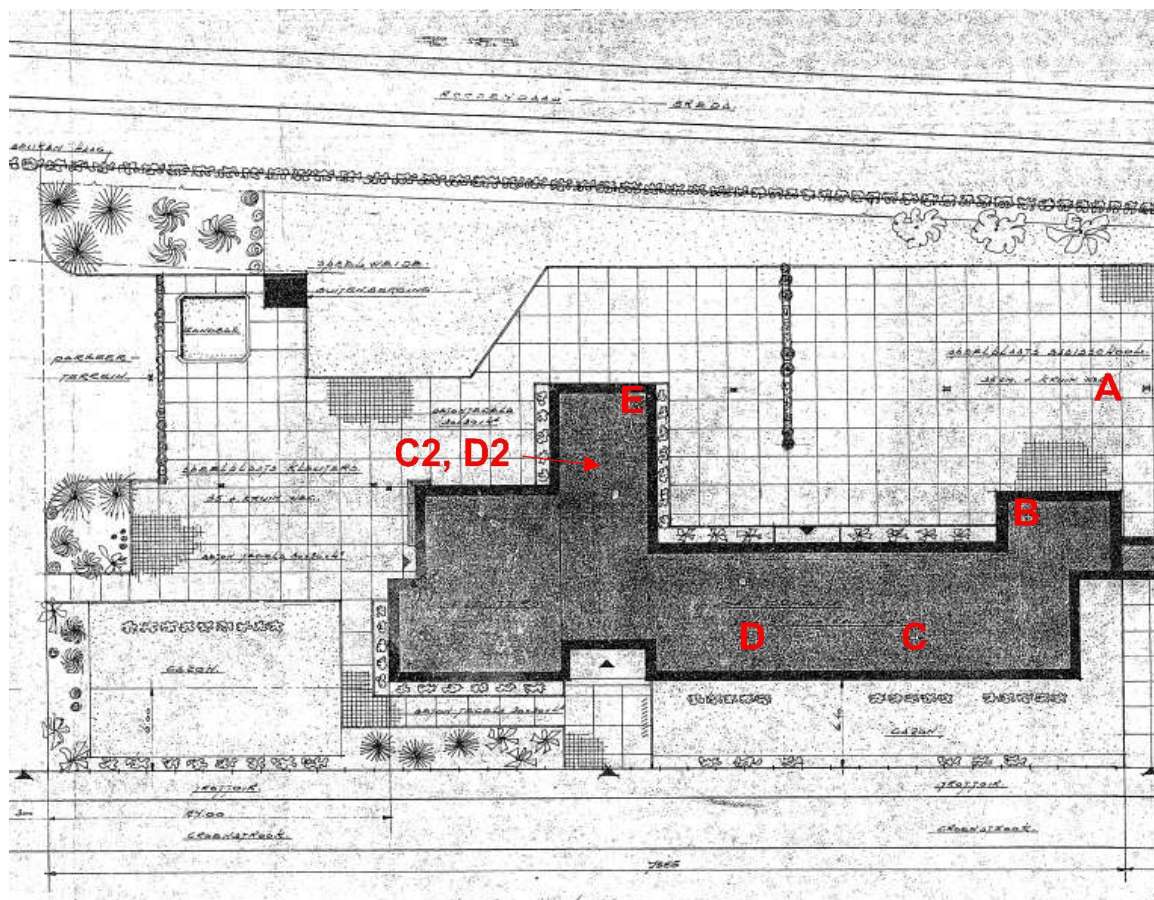
De trillingsmetingen zijn uitgevoerd van 25 oktober 2022 tot en met 1 november 2022. Bij de bemande en onbemande metingen is gebruik gemaakt van de volgende meetapparatuur:

- 5x Syscom Red Box trillingsmonitor MR3000TR.
- 5x triaxial Syscom trillingsopnemer MS2003+ (trillingsnelheid).

Alle trillingsmeters worden onderhouden op basis van het kwaliteitssysteem van Cauberg Huygen B.V. en zijn op basis van vier internet timeservers gesynchroniseerd in tijd.

3.2 Meetposities

Meetpunt A is geplaatst op het maaiveld. De meetpunten B & E zijn bij de hoeken van fundering geplaatst. Tot slot zijn twee meetpunten geplaatst op het midden van het vloerveld van de vleugel evenwijdig aan het spoor, C op de begane grond en D op de eerste verdieping. Deze meetpunten zijn aan het einde van de meetperiode verplaatst naar punten C2 en D2 ter plaatse van de vleugel haaks op, en het dichtst bij het spoor. In figuur 3.1 is een overzicht gegeven van de meetpunten. In bijlage II zijn foto's opgenomen van de geplaatste sensoren.



Figuur 3.1: Overzicht van de meetpunten

Op ieder meetpunt is de trillingssnelheid in drie richtingen gemeten:

- Horizontaal dwars op het spoor (de X-richting).
- Horizontaal evenwijdig aan het spoor (de Y-richting).
- Verticaal (de Z-richting).

3.3 Meetparameters

Elke 30 seconde is de trillingssterkte $v_{\text{eff,max},30,i}$ bepaald en vastgelegd. Dit is de hoogste effectieve trillingssterkte gemeten in de meterstand “fast”, waarbij de frequentieweging volgens de SBR-B wordt toegepast. Daarnaast zijn tijdsignalen opgeslagen van treinpassages waarvan de trillingssterkte een vooraf ingestelde drempelwaarde overschreed.

3.4 Treinen

Tijdens de bemande trillingsmetingen is vastgesteld dat dagelijks sprinters en intercity's (type Flirt, DDZ, VIRM, ICM en ICR) over het traject rijden. Daarnaast passeren er regelmatig goederentreinen met diverse ladingen (auto's, containers, ketels en kolenwagons). De intercity's stoppen bij het station, terwijl de goederentreinen op volle snelheid langs de meetlocatie rijden.

4 Meetresultaten

4.1 Bemande meting

Op 25 oktober 2022 is de bemande meting overdag uitgevoerd. Daarbij is tussen 12:45 en 15:15 het type trein genoteerd samen met het nummer van de gereden spoor en de trillingssterkte $v_{\text{eff,max}}$ gemeten op maaiveld. Het type trein is aangegeven met GT (goederentrein), sprinter of IC (intercity). De letter x, y of z geeft de dominante trillingsrichting aan. Het resultaat van de bemande metingen is te zien in tabel 4.1. De hoogste waarde per meetpunt is geel gemarkeerd.

Tabel 4.1: Resultaten van de bemande meting 25 oktober

Tijdstip	Treintype	$v_{\text{eff,max}}$ meetpunt A		$v_{\text{eff,max}}$ meetpunt B		$v_{\text{eff,max}}$ meetpunt C		$v_{\text{eff,max}}$ meetpunt D		$v_{\text{eff,max}}$ meetpunt E	
12:56	GT	0,15	Z	0,09	Z	0,09	Z	0,13	Z	0,11	Z
13:07	IC	0,08	Z	0,01	Z	0,01	Z	0,01	Z	0,02	Z
13:20	GT	0,18	Z	0,06	Z	0,05	Z	0,09	Z	0,06	Z
13:21	IC	0,05	Y	0,00		0,01	Z	0,05	X	0,01	Z
13:26	GT	0,16	Y	0,05	Z	0,05	Z	0,07	X	0,08	Z
13:36	IC	0,02	Z	0,01	Z	0,01	Z	0,02	Y	0,02	Z
13:52	IC	0,01	X	0,01	Z	0,01	Z	0,05	X	0,01	Z
14:05	GT	0,13	Z	0,05	Z	0,01	Z	0,08	X	0,06	Z
14:21	IC	0,01	X	0,02	Y	0,01	Z	0,00	Z	0,01	Z
14:33	GT	0,24	Y	0,05	Z	0,04	Z	0,06	Y	0,06	Z
14:51	IC	0,01	X	0,01	Z	0,01	Z	0,02	Z	0,01	Z
14:55	GT	0,35	Y	0,07	Z	0,03	Z	0,08	Z	0,08	Z

De hoogst gemeten trillingssterkte $v_{\text{eff,max}}$ bedroeg 0,35, in de horizontale trillingsrichting, bij meetpunt A op het maaiveld. Deze trilling is veroorzaakt door een goederentrein. De passage met het hoogste niveau op het vloerveld is 0,13 ter plaatse van meetpunt D op de eerste verdieping, ook veroorzaakt door een goederentrein.

Op 1 november is een aanvullende bemande meting uitgevoerd waarbij de meetpunten C en D zijn verplaatst naar de vleugel haaks op het spoor. Zie voor de meetpunten C2 en D2 in figuur 3.1. De meting is uitgevoerd tussen 17:45 en 19:45. De meetresultaten zijn samengevat in navolgende tabel 4.2. Ook hier is de hoogste waarde per meetpunt geel gemarkeerd.

Tabel 4.2: Resultaten van de bemande meting 1 november

Tijdstip	Treintype	$v_{eff,max}$ meetpunt A		$v_{eff,max}$ meetpunt B		$v_{eff,max}$ meetpunt C2		$v_{eff,max}$ meetpunt D2		$v_{eff,max}$ meetpunt E	
17:52	IC	0,01	X	0,01	Z	0,00		0,02	Z	0,00	
18:06	IC	0,05	Z	0,00		0,00		0,08	Z	0,01	
18:24	IC	0,01	X	0,01	Z	0,00		0,04	Z	0,00	
18:35	IC	0,05	Z	0,00		0,01	Z	0,04	Z	0,02	Z
18:53	IC	0,02	Y	0,00		0,00		0,09	Z	0,01	Z
19:08	SPR	0,09	Y	0,03	Z	0,00		0,09	Z	0,04	Z
19:15	IC	0,04	Y	0,01	Z	0,00		0,09	Z	0,01	Z
19:22	IC	0,04	X	0,01	Z	0,00		0,08	Z	0,01	Z
19:23	GT	0,43	Z	0,08	Z	0,14	Z	0,14	Z	0,14	Z
19:36	SPR	0,09	Y	0,03	Z	0,00		0,09	Z	0,04	Z

De hoogst gemeten trillingssterkte $v_{eff,max}$ bedroeg 0,43, in de verticale trillingsrichting, bij meetpunt A op het maaiveld. Deze trilling is veroorzaakt door een goederentrein. De passage met het hoogste niveau op het vloerveld is 0,14 ter plaatse van meetpunt D2 op de eerste verdieping, veroorzaakt door dezelfde goederentrein.

4.2 Onbemande weekmeting

Aansluitend op de eerste bemande meting is de onbemande meting gestart voor de gehele meetperiode. Per meetpunt is een top tien geselecteerd van de treinpassages met de hoogste trillingssterkte $v_{eff,max}$. Deze zijn weergegeven in tabel 4.3. Daarin is per meetpunt de datum en tijd van de treinpassage opgenomen (kolom links) en de $v_{eff,max}$ met de dominante trillingsrichting (kolom rechts). De meetresultaten van alle treinpassages zijn opgenomen in grafieken in bijlage I.

Tabel 4.3: Top tien passages per meetpunt tijdens de onbemande meting

$v_{eff,max}$ meetpunt A		$v_{eff,max}$ meetpunt B		$v_{eff,max}$ meetpunt C		$v_{eff,max}$ meetpunt D		$v_{eff,max}$ meetpunt E	
26-10 00:34	0,46 Z	25-10 19:43	0,12 Z	25-10 19:43	0,11 Z	25-10 20:21	0,15 Z	25-10 20:21	0,13 Z
27-10 00:53	0,45 Z	25-10 20:21	0,15 Z	25-10 20:21	0,12 Z	26-10 12:01	0,16 Z	26-10 05:08	0,14 Z
27-10 20:51	0,45 Z	26-10 20:21	0,12 Z	27-10 06:12	0,11 Z	27-10 00:53	0,16 Y	26-10 23:25	0,19 Z
28-10 13:02	0,41 Z	27-10 19:49	0,12 Z	27-10 07:59	0,12 Z	27-10 06:12	0,15 Z	27-10 07:58	0,16 Z
28-10 17:57	0,39 Z	28-10 15:55	0,12 Z	28-10 01:51	0,11 Z	27-10 12:12	0,15 Z	27-10 12:12	0,14 Z
29-10 13:23	0,45 Z	28-10 20:04	0,12 Z	28-10 15:57	0,12 Z	27-10 19:09	0,16 Z	27-10 19:49	0,15 Z
29-10 18:19	0,42 Z	28-10 20:58	0,12 Z	28-10 20:59	0,11 Z	28-10 00:58	0,15 Y	28-10 15:55	0,14 Z
31-10 10:51	0,41 Z	31-10 05:58	0,12 Y	31-10 05:59	0,11 Y	28-10 15:55	0,17 Z	29-10 00:22	0,13 Z
31-10 23:25	0,43 Y	31-10 19:47	0,15 Y	31-10 19:47	0,11 Z	29-10 00:22	0,19 Y	1-11 05:02	0,14 Z
1-11 19:22	0,43 Z	1-11 19:51	0,14 Z	1-11 19:22	0,14 Z	31-10 05:58	0,21 Y	1-11 19:22	0,14 Z

Uit de onbemande meting blijkt dat de hoogst gemeten trillingssterkte $V_{\max}$ 0,46 bedraagt in de verticale trillingsrichting ter plaatse van meetpunt A op het maaiveld. Deze trillingssterkte is gemeten tijdens een passage op 26 oktober 2022 om 00:34. De passage met het hoogste trillingssterkte $V_{\max}$ op het vloerveld is 0,21 ter plaatse van meetpunt D in horizontale richting op 31 oktober om 05:58. Dit meetpunt bevindt zich op de eerste verdieping.

4.3 Bespreking van de resultaten

De meting op punten C2 en D2 was bedoeld om zonder verstoring een indruk te verkrijgen van de trillingssterkte in de vleugel het dichtst bij het spoor. De heersende trillingsniveaus blijken daarbij slechts bij één treinpassage relevant te zijn geweest. Bij alle andere gemeten passages zijn de niveaus lager dan 0,1 en niet relevant voor de beoordeling hinder.

Op basis van de ene passage die relevant is (goederentrein) blijkt dat de overdracht van trillingen vanaf het fundament (meetpunt E) een factor 1,0 bedraagt naar zowel de begane grond vloer als naar de verdiepingsvloer. Uit de weekmeting op punt E op het fundament, blijkt dat er in totaal 3 treinpassages zijn geweest die sterkere trillingen hebben veroorzaakt dan in de bemande meting. De hoogst gemeten trillingssterkte bedraagt er 0,19. Hoewel er kort is gemeten op de vloeren in de vleugel (C2 en D2), kan op basis hiervan indicatief geconcludeerd worden dat de meetresultaten er niet op duiden dat sprake is van veel sterkere trillingen dan gemeten op punt E op het fundament. Ter indicatie van de trillingssterkte op de vloeren, wordt daarom meetpunt E meegenomen bij de toetsing aan de streefwaarden.

5 Beoordeling

5.1 Beoordeling $V_{\max}$

In tabel 5.1 zijn de meetresultaten voor de meetpunten C en D weergegeven. Deze meetpunten liggen op het midden van het vloerveld en er is gedurende een week gemeten. Daarnaast is de trillingssterkte gemeten op meetpunt E weergegeven ter indicatie van de verwachte trillingsniveaus op meetpunten C2 en D2 in de vleugel het dichtst bij het spoor. Deze laatste waarden moeten als indicatief worden gezien vanwege het beperkt aantal treinen waarvoor de overdracht vanaf het fundament is gemeten.

De eerste beoordeling van de trillingssterkte $V_{\max}$ vindt plaats op basis van de bovenste streefwaarde namelijk A_2 . Als deze waarde wordt overschreden is een verdere beoordeling niet nodig omdat er dan niet wordt voldaan aan de streefwaarden uit SBR-B. De A_2 streefwaarde voor nieuwe situaties bedraagt 0,2 in de nachtperiode en 0,4 in de dag- en avondperiode. Voor de bestaande situatie bedraagt A_2 0,4 in de nachtperiode en 0,8 in de dag- en avondperiode.

De beoordeling is weergegeven in kleuren:

$V_{\max}$ kleiner A_2 nieuwe situatie:

Er wordt voldaan aan de SBR-B en aan de gebruikelijke eisen in het bestemmingsplan. Er is geen sprake van trillingshinder

$V_{\max}$ groter dan A_2 nieuwe situatie en kleiner dan A_2 bestaande situatie:

Er wordt onder voorwaarden voldaan aan de SBR-B en de gebruikelijke eisen in het bestemmingsplan. De trillingen moeten zoveel als mogelijk worden gereduceerd maar de resterende mate van hinder is beperkt en acceptabel.

$V_{\max}$ groter dan A_2 bestaande situaties:

Er kan onder voorwaarden worden voldaan aan SBR-B maar niet aan de gebruikelijke eisen in bestemmingsplannen. Er moeten aanvullende maatregelen worden getroffen ter reductie van trillingen.

Tabel 5.1: Beoordeling $V_{\max}$

	$V_{\max}$		
	Nachtperiode	Dagperiode	Avondperiode
A_2 streefwaarde nieuw / bestaand	0,2 / 0,4	0,4 / 0,8	0,4 / 0,8
Meetpunt C	0,11	0,12	0,11 en 0,14 ¹⁾
Meetpunt D	0,21	0,17	0,16
Meetpunt C2 en D2 ²⁾	0,19	0,16	0,15

¹⁾ gemeten tijdens de bemande meting op 1 november

²⁾ Indicatief op basis van meetpunt E (fundament)

Uit tabel 5.1 blijkt dat voor meetpunt D de hoogste maximale trillingssterkte $V_{\max}$ niet voldoet aan de streefwaarde A_2 (0,2) voor nachtperiode in nieuwe situaties, maar wel ruimschoots voldoet aan A_2 (0,4) voor bestaande situaties en ook aan de A_2 (0,4) streefwaarden voor de dag en avondperiode in nieuwe situaties. De trillingssterkte voldoet op meetpunten C, C2 en D2 direct aan de strengste streefwaarde A_2 (0,2) voor nieuwe situaties in de nachtperiode.

De $V_{\max}$ waarden zijn bij nieuwe situaties voor alle meetpunten hoger dan de A_1 (0,1) streefwaarde voor nieuwe situaties. Daarom moet voor de uiteindelijke beoordeling ook de gemiddelde trillingssterkte V_{per} worden getoetst. Bij beoordeling op basis van de streefwaarden voor bestaande situaties ($A_1=0,2$) geldt dat alleen voor meetpunt D in de nachtperiode.

5.2 Beoordeling V_{per}

De gemiddelde trillingssterkte V_{per} is berekend voor de dag-, avond- en nachtperiode. Bij de berekening van V_{per} zijn conform SBR-B alleen die passages meegenomen met een $V_{\text{eff,max}}$ van 0,1 of hoger. De hoogste waarden voor V_{per} zijn per periode weergegeven in tabel 5.2.

Tabel 5.2: Beoordeling V_{per}

	V_{per}		
	Nachtperiode	Dagperiode	Avondperiode
A_3 streefwaarde nieuw / bestaand	0,05 / 0,1	0,05 / 0,1	0,05 / 0,1
Meetpunt C	0,01	0,04	0,01
Meetpunt D	0,01	0,02	0,01
Meetpunt C2 en D2 ¹⁾	0,01	0,02	0,01

¹⁾ Indicatief op basis van meetpunt E (fundament)

Uit tabel 5.2 blijkt dat de gemiddelde trillingssterkte V_{per} op alle meetpunten voldoet aan de streefwaarde A_3 in de dag-, avond- en nachtperiode voor nieuwe (en bestaande) situaties. Ook de indicatief verwachte V_{per} in de vleugel het dichtst op het spoor (C2 en D2, bepaald op basis van het meetpunt op het fundament) voldoet ruimschoots aan de A_3 streefwaarde.

5.3 Toekomstige situatie

Ter beoordeling van de kans op trillingshinder is in het huidige gebouw gemeten en zijn de daar optredende trillingsniveaus getoetst aan de SBR-B streefwaarden. De trillingsniveaus in het toekomstige gebouw zullen afwijken van die in het huidige gebouw. Als het nieuwe gebouw op relevante punten vergelijkbaar is met het huidige gebouw, is een vergelijkbare trillingssterkte te verwachten. Typische relevante punten zijn daarbij: de afstand van het spoor, de afmeting van het gebouw, de wijze van funderen en de eigenfrequentie van vloeren in het gebouw. Op de eerste 3 punten is te verwachten dat sprake is van een vergelijkbare tot gunstige situatie voor de nieuwbouw. Op het vierde punt, de vloereigenfrequentie, is dat naar verwachting niet het geval. Op basis van de metingen is geconstateerd dat sprake is van een vloereigenfrequentie van circa 20 Hz. Dat is relatief hoog en te verwachten is dat bij een normale wijze van bouwen in de nieuwbouw sprake zal zijn van een lagere eigenfrequentie. Dat zal naar verwachting leiden tot een toename van trillingsniveaus waarbij een overschrijding van de streefwaarden voor bestaande situaties niet kan worden uitgesloten.

Aanbevolen wordt daarom:

- Zeker te stellen dat de eigenfrequentie van de vloeren hoger is dan 16 Hz, of
- Aanvullend onderzoek te doen naar te verwachten trillingsniveaus in de nieuwbouw volgens het geplande ontwerp en (indien nodig) alternatieve maatregelen te treffen om de trillingen te reduceren.

Verwacht wordt dat na maatregelen met grote zekerheid kan worden voldaan aan de SBR-B streefwaarden voor bestaande situatie en mogelijk (met aanvullende maatregelen) ook aan de SBR-B streefwaarden voor nieuwe situaties. Onder de voorwaarde dat aanvullend onderzoek plaats zal vinden, kan gesteld worden dat op de toekomstige locatie kan worden voldaan aan de toetsing conform SBR-B en dat daarmee sprake zal zijn van een goed woon- en leefklimaat ten aanzien van trillingshinder door spoorwegverkeer.

6 Conclusie

Het trillingsonderzoek dat is uitgevoerd ten behoeve van de ontwikkeling van een nieuw appartementencomplex aan de Spoorlaan 19 te Etten-Leur, leidt tot de volgende conclusies:

- In het huidige gebouw wordt ruimschoots aan de SBR-B streefwaarden voor bestaande situaties voldaan en nagenoeg aan de streefwaarden voor nieuwe situaties.
- Omdat in het huidige gebouw sprake is van relatief stijve vloeren met een relatief hoge eigenfrequenties, wordt in een nieuwbouw met een gebruikelijk ontwerp (waarin de vloeren slapper zijn), een hogere trillingssterkte verwacht die mogelijk de SBR-B streefwaarden voor bestaande situaties in beperkte mate overschrijdt.
- Overschrijding van de streefwaarden voor bestaande situaties, en beperking of voorkoming van overschrijding van de streefwaarden voor nieuwe situaties, kan worden voorkomen door aanvullend onderzoek uit te voeren waarmee:
 - Ervoor gezorgd wordt dat de eerste eigenfrequentie van de vloeren hoger is dan 16 Hz, óf
 - Alternatieve maatregelen ter reductie van trillingen worden bepaald.
- Onder de voorwaarde dat aanvullend onderzoek plaats zal vinden, kan gesteld worden dat op de toekomstige locatie kan worden voldaan aan de toetsing conform SBR-B en dat daarmee sprake zal zijn van een goed woon- en leefklimaat ten aanzien van trillingshinder door spoorwegverkeer.

Cauberg Huygen B.V.

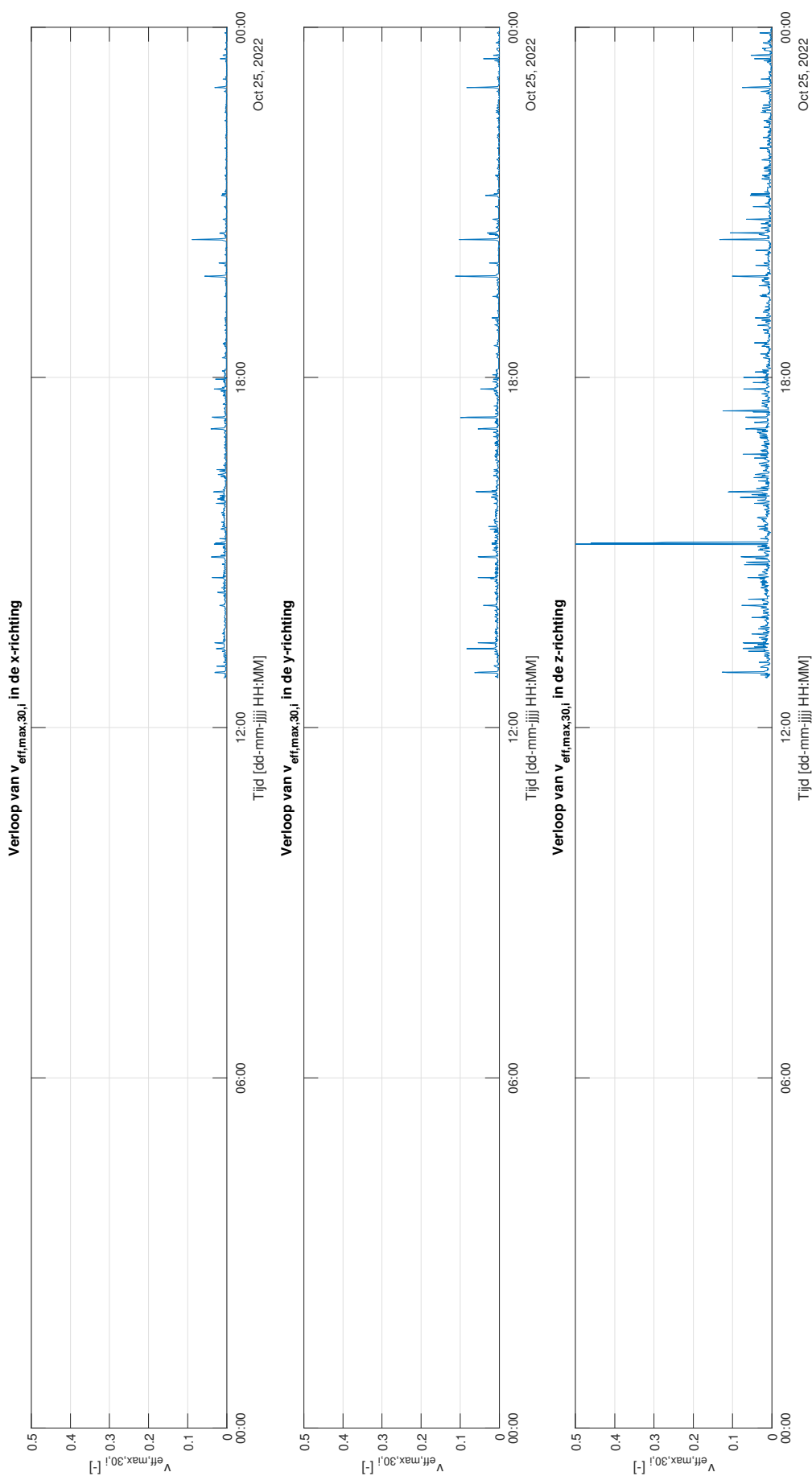


De heer ir. G.H.J. Busscher
Senior adviseur

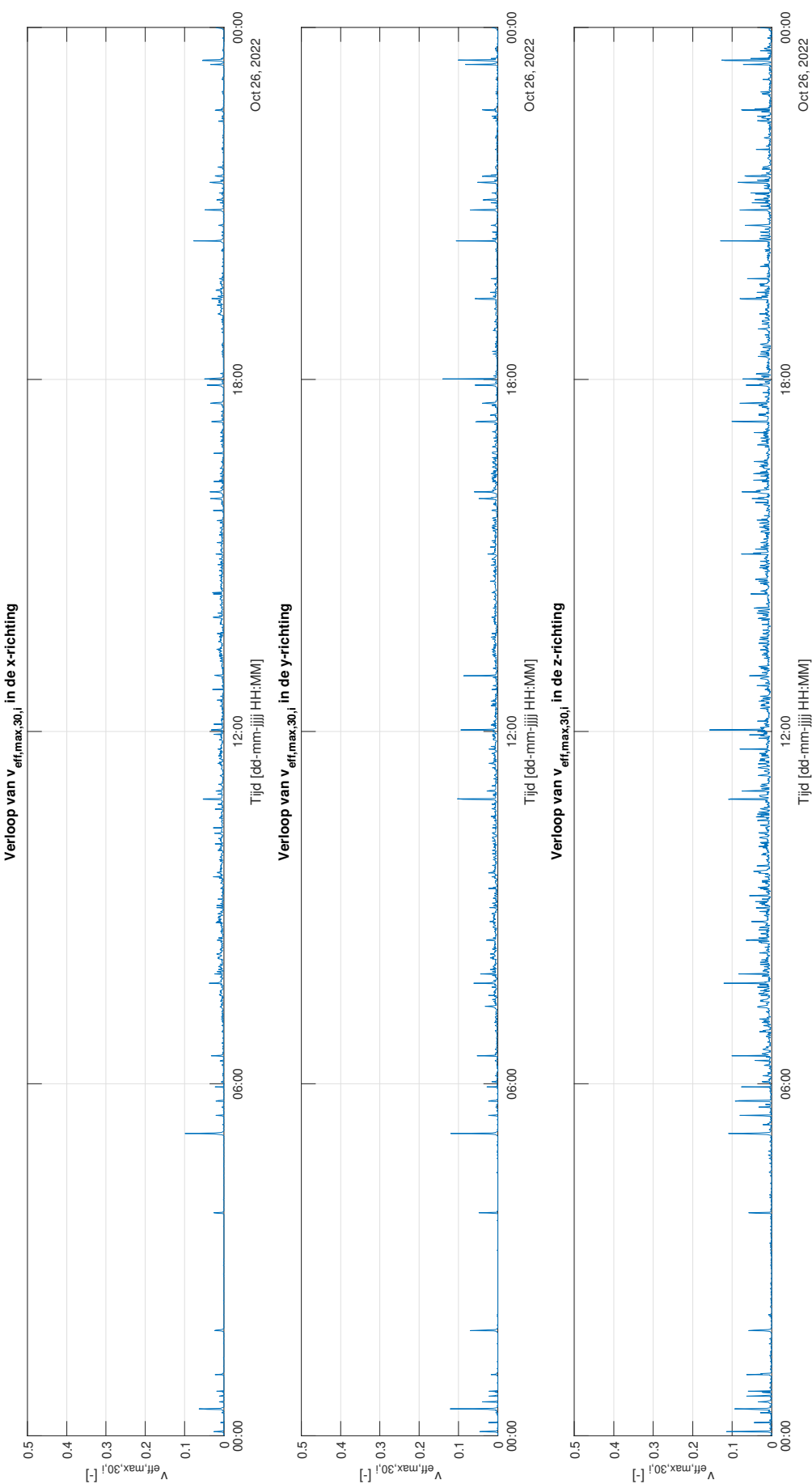
Bijlage I Meetresultaten

Bijlage I-1	Verloop van $V_{eff,max,30,i}$ tijdens de onbemande meting
Bijlage I-2	SBR-B gewogen tertsbanden van de top10 gemeten passages
Bijlage I-3	Top10 gemeten treinen per meetpunt

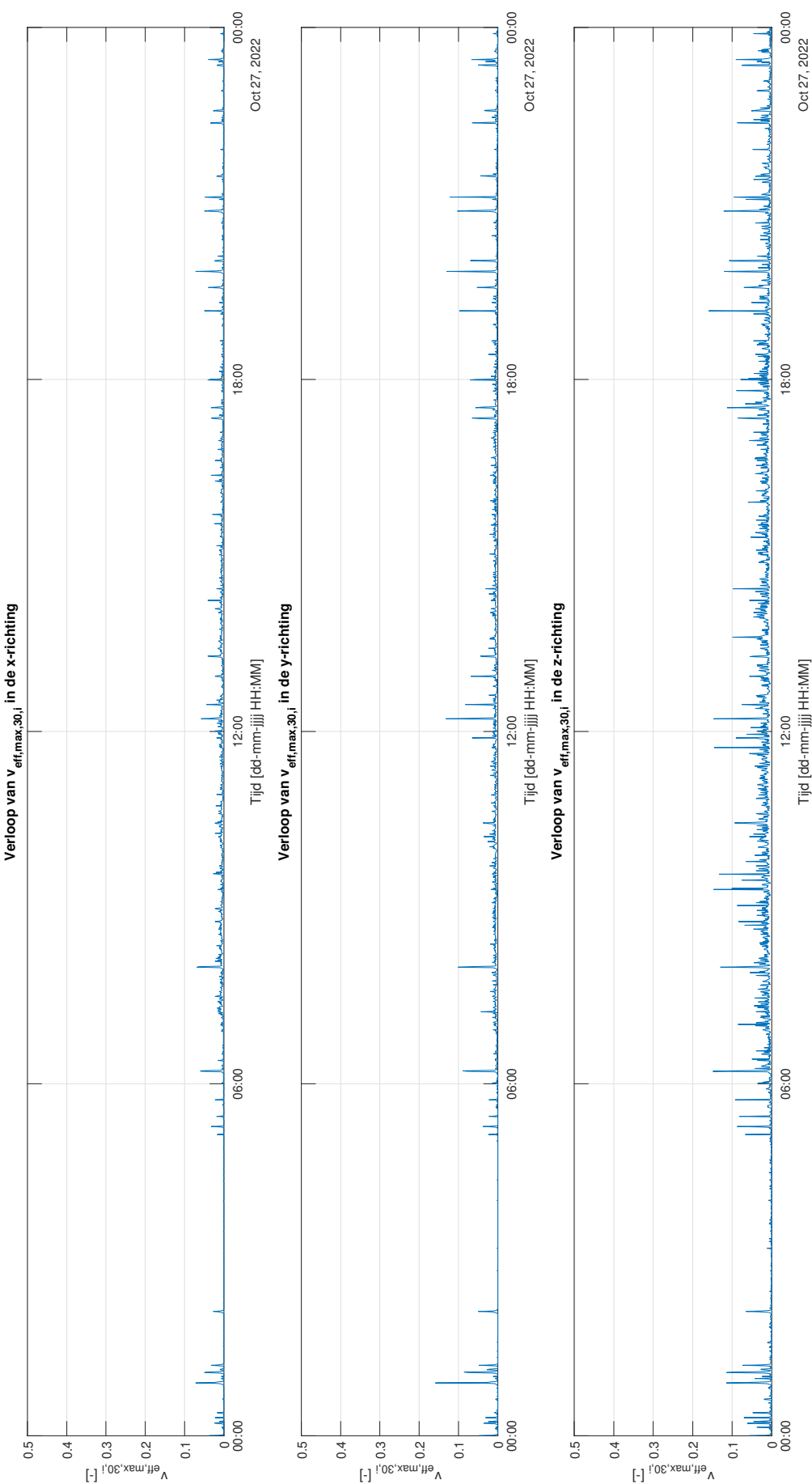
Verloop van $v_{eff,max,30,i}$ gemeten bij background MT32 EttenLeur op 25-Oct-2022



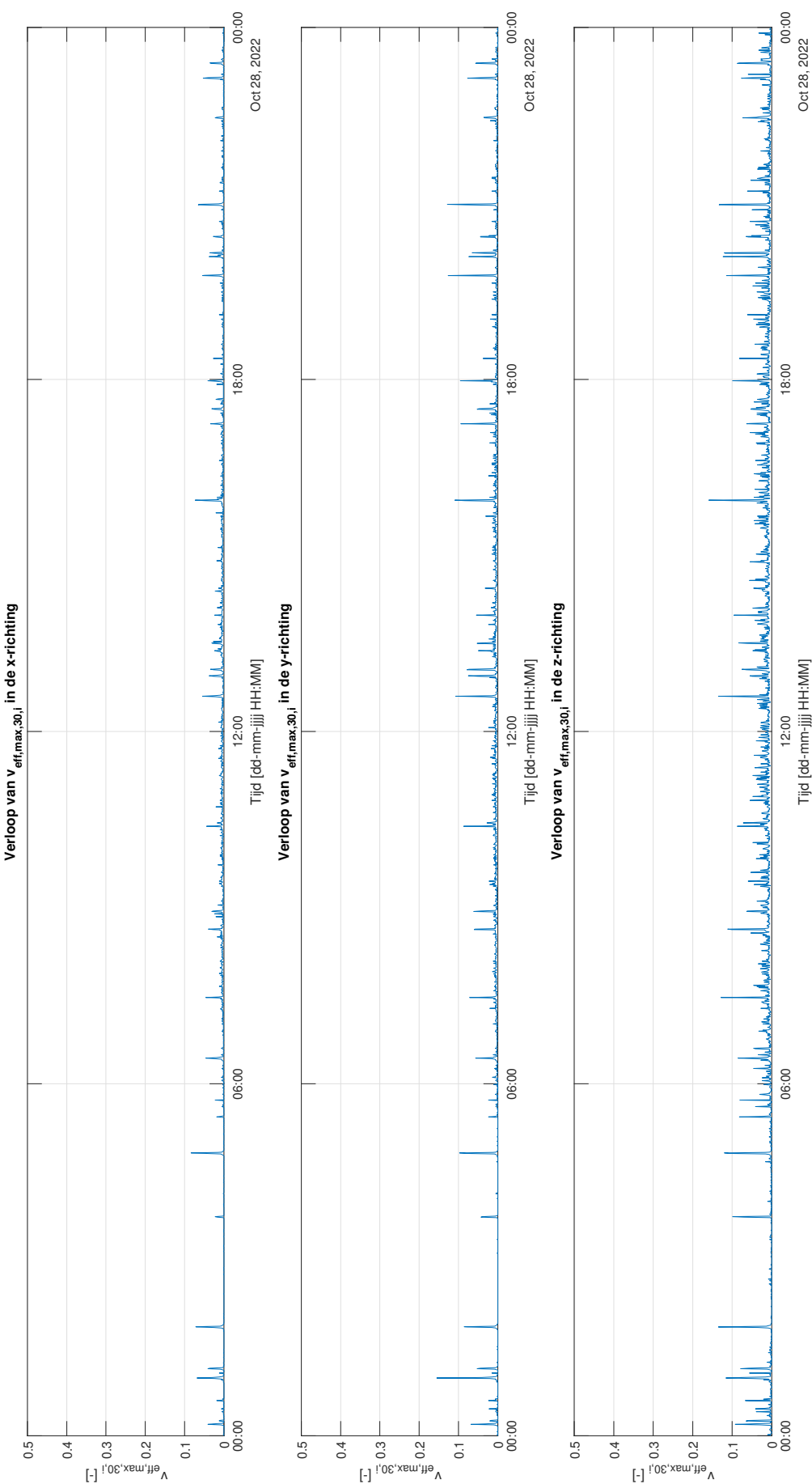
Verloop van $v_{eff,max,30,i}$ gemeten bij background MT32 EttenLeur op 26-Oct-2022



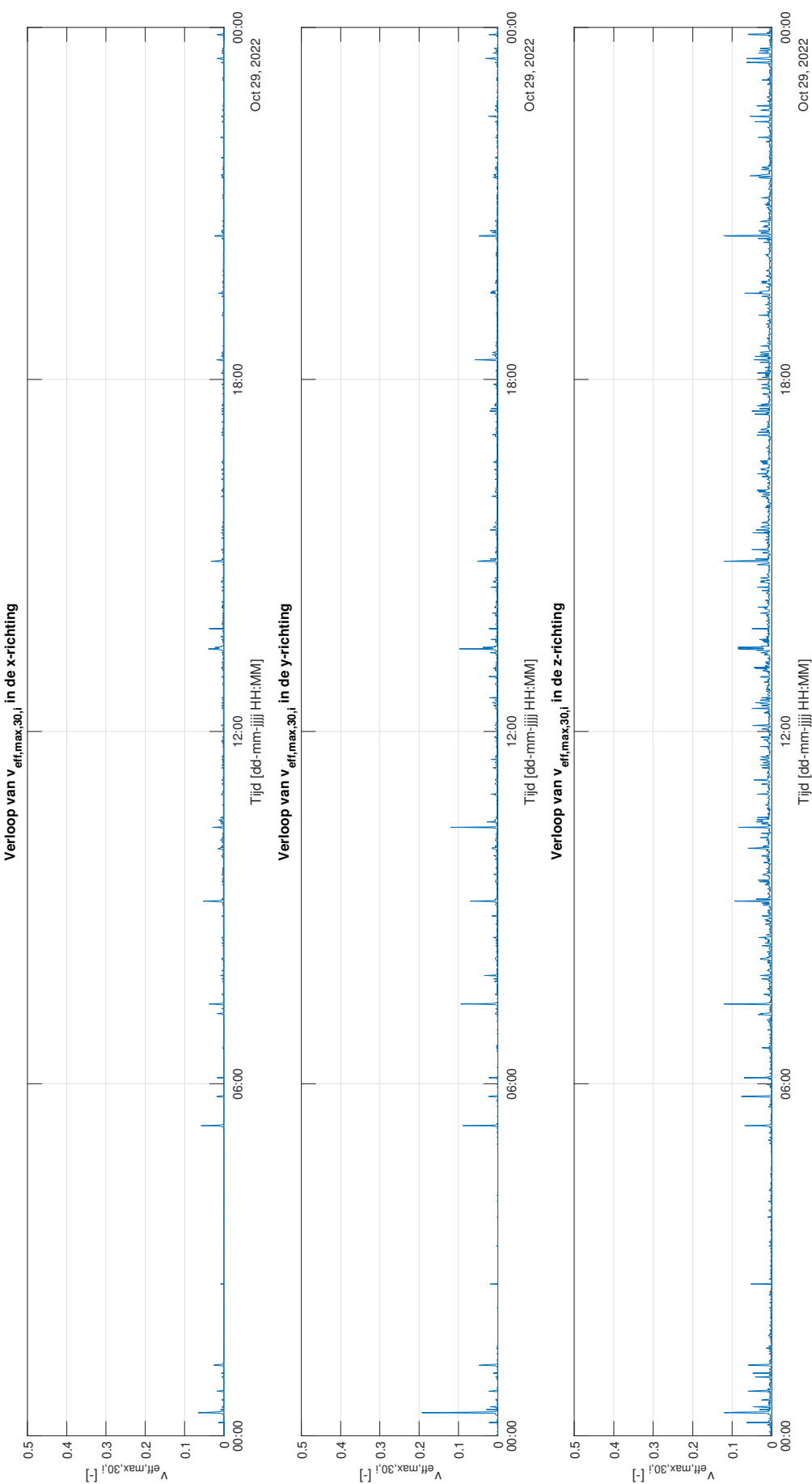
Verloop van $v_{eff,max,30,i}$ gemeten bij background MT32 EttenLeur op 27-Oct-2022



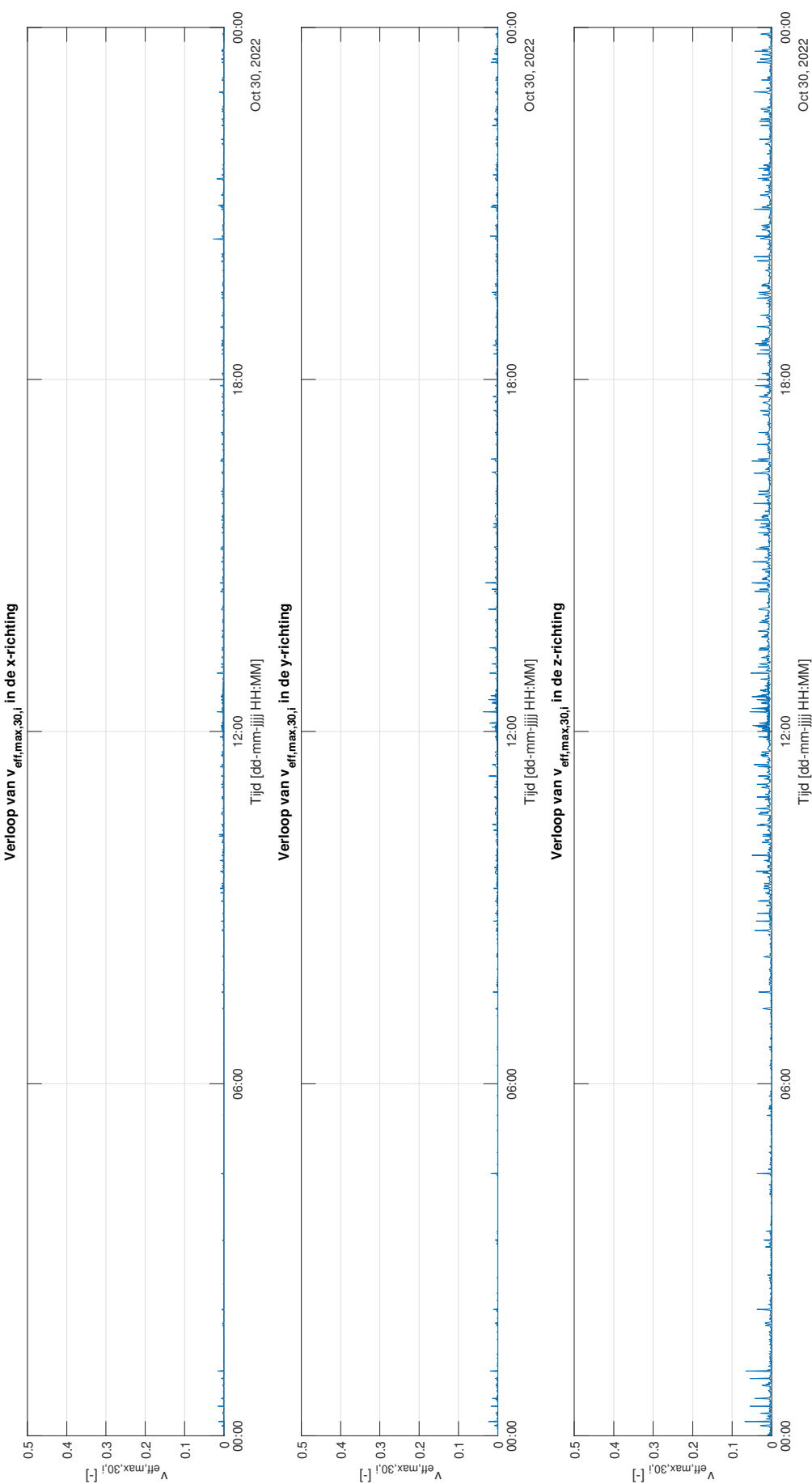
Verloop van $v_{eff,max,30,i}$ gemeten bij background MT32 EttenLeur op 28-Oct-2022



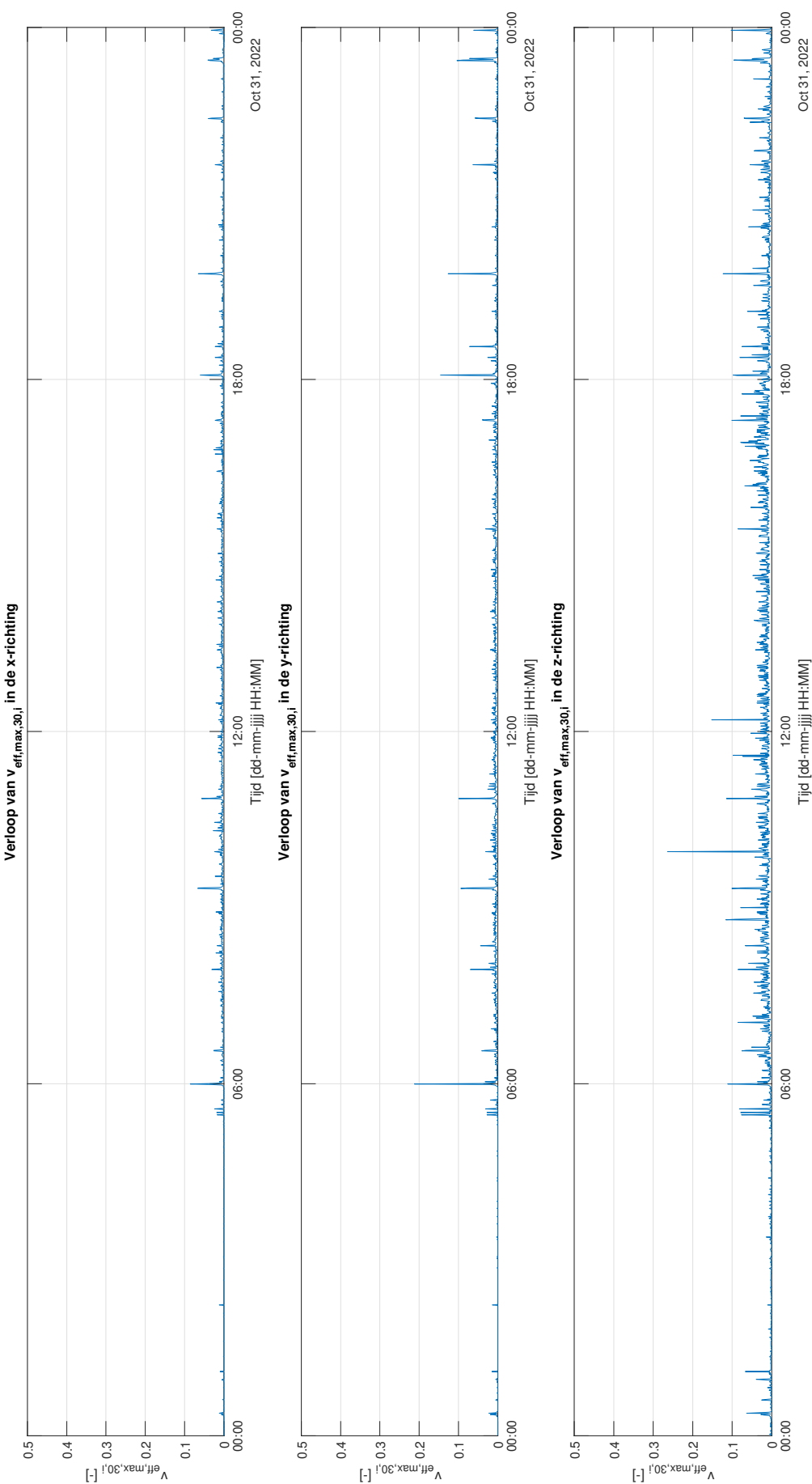
Verloop van $v_{eff,max,30,i}$ gemeten bij background MT32 EttenLeur op 29-Oct-2022



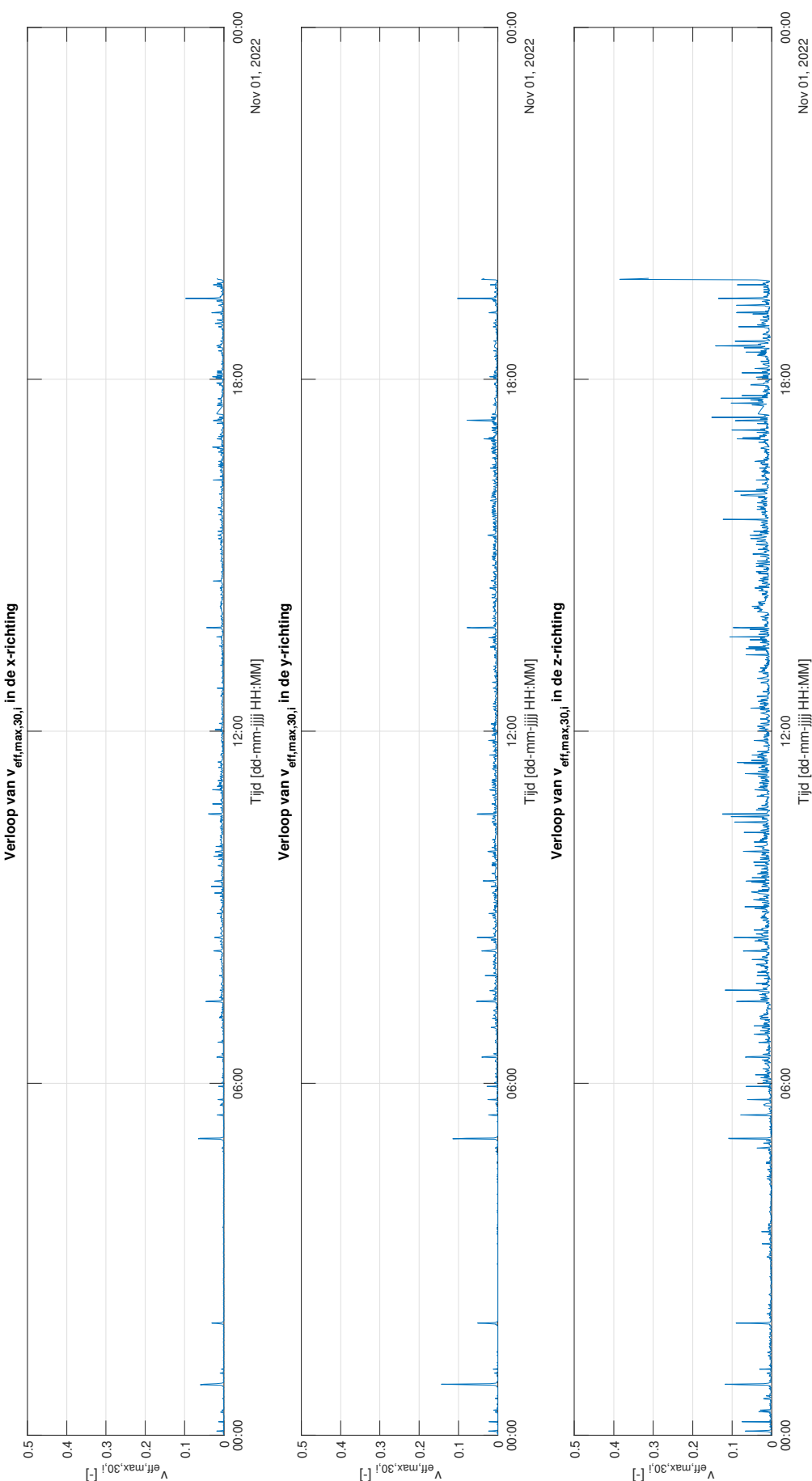
Verloop van $v_{eff,max,30,i}$ gemeten bij background MT32 EttenLeur op 30-Oct-2022



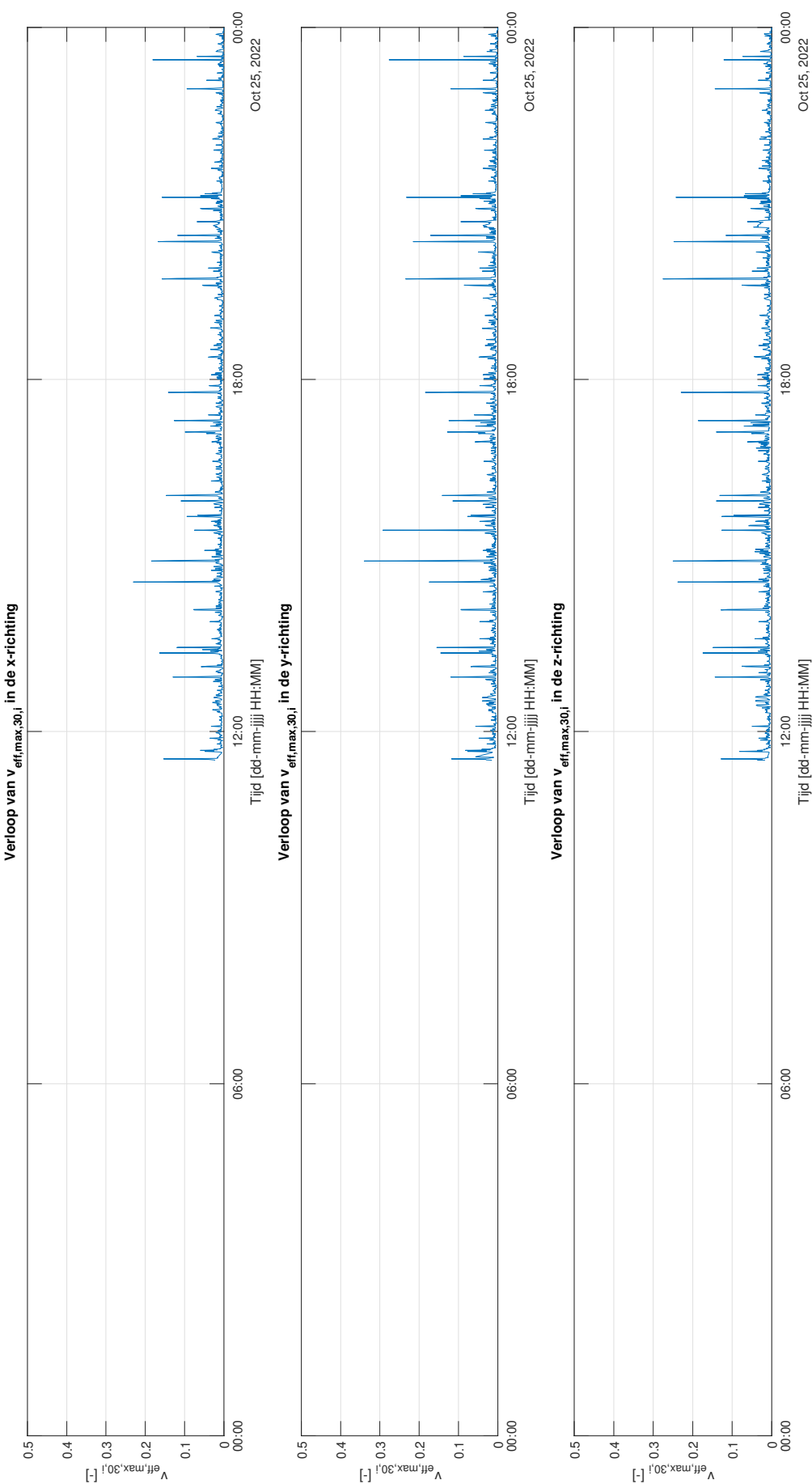
Verloop van $v_{eff,max,30,i}$ gemeten bij background MT32 EttenLeur op 31-Oct-2022



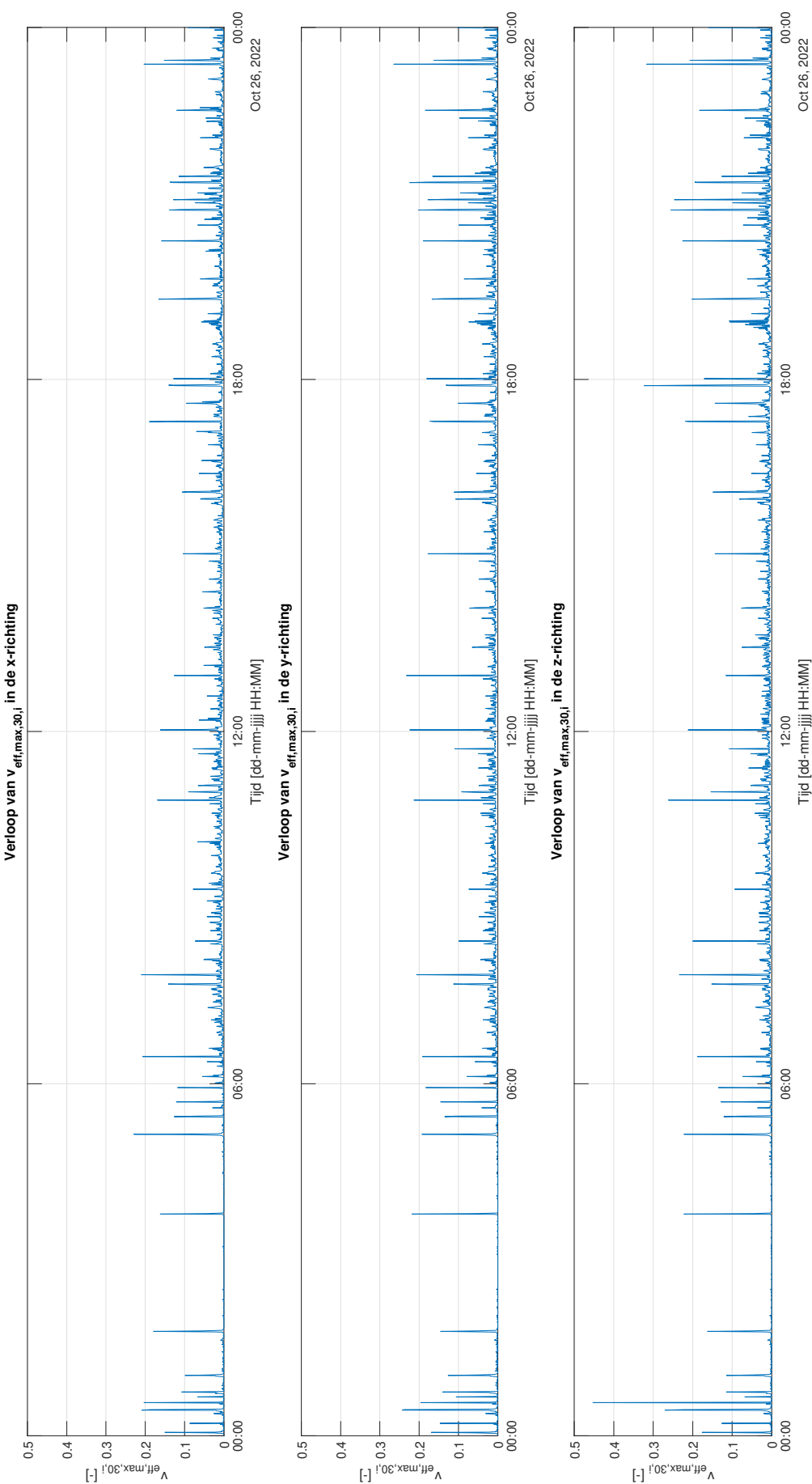
Verloop van $v_{\text{eff,max},30,i}$ gemeten bij background MT32 EitenLeur op 01-Nov-2022



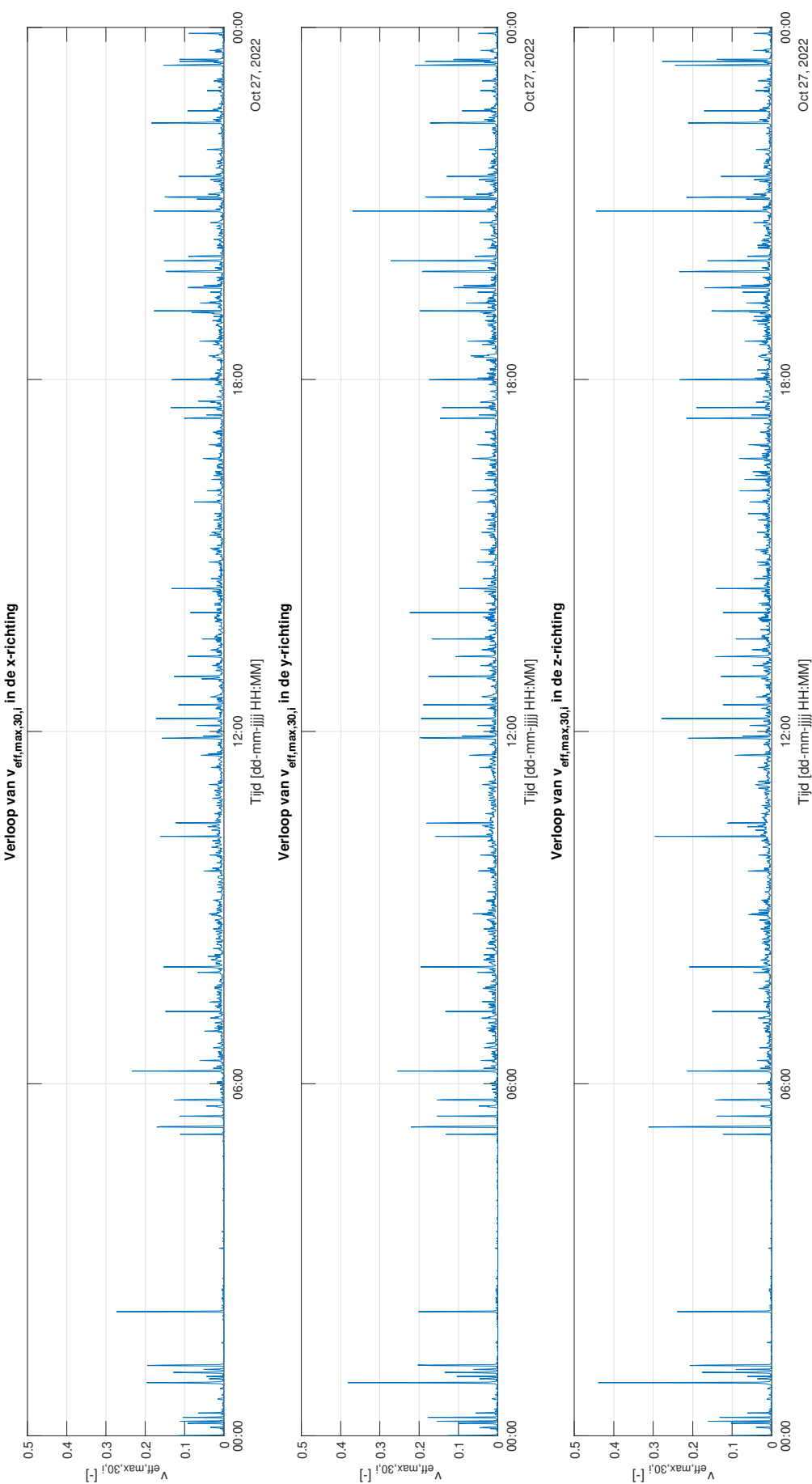
Verloop van $v_{eff,max,30,i}$ gemeten bij background MT34 EttenLeur op 25-Oct-2022



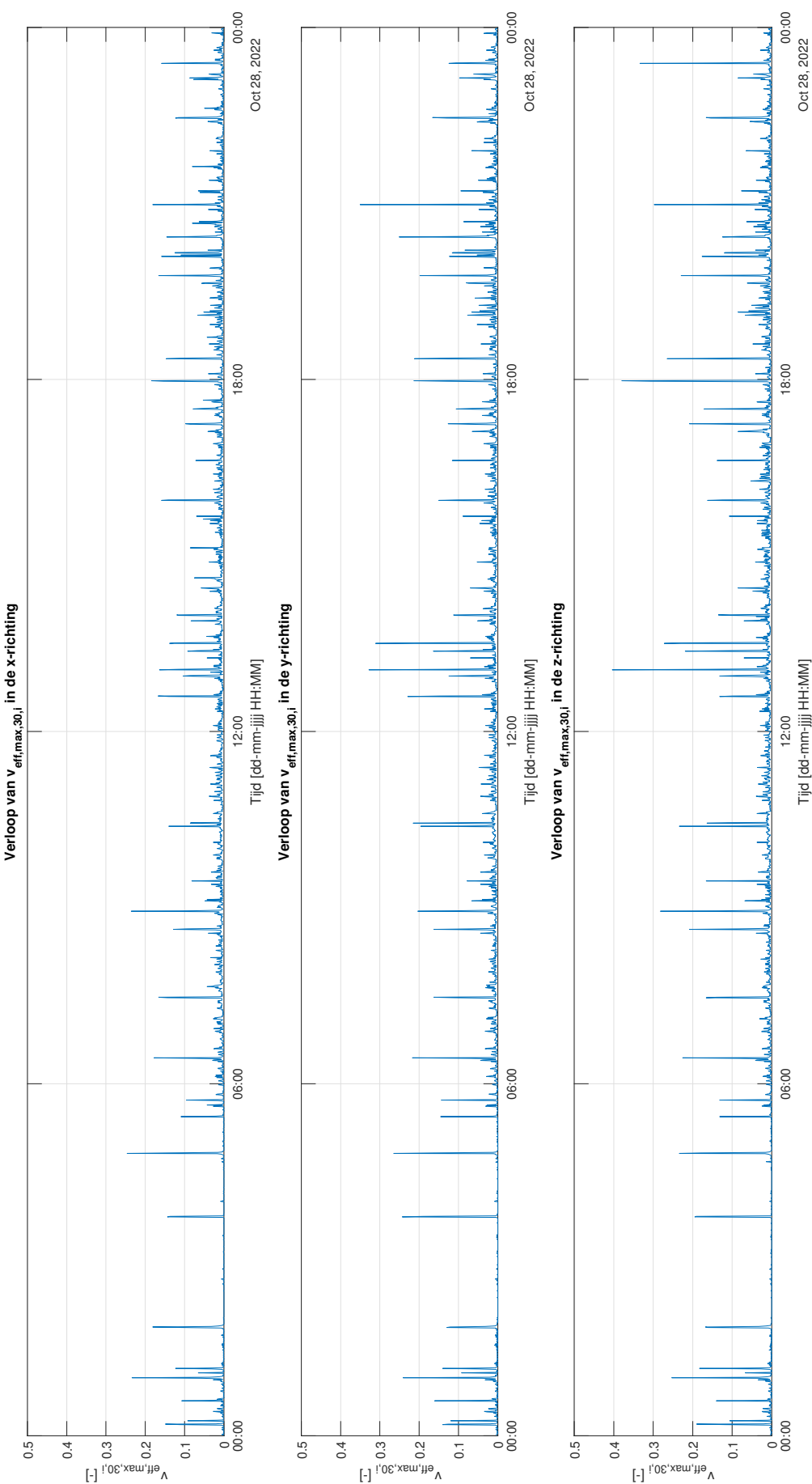
Verloop van $v_{eff,max,30,i}$ gemeten bij background MT34 EttenLeur op 26-Oct-2022



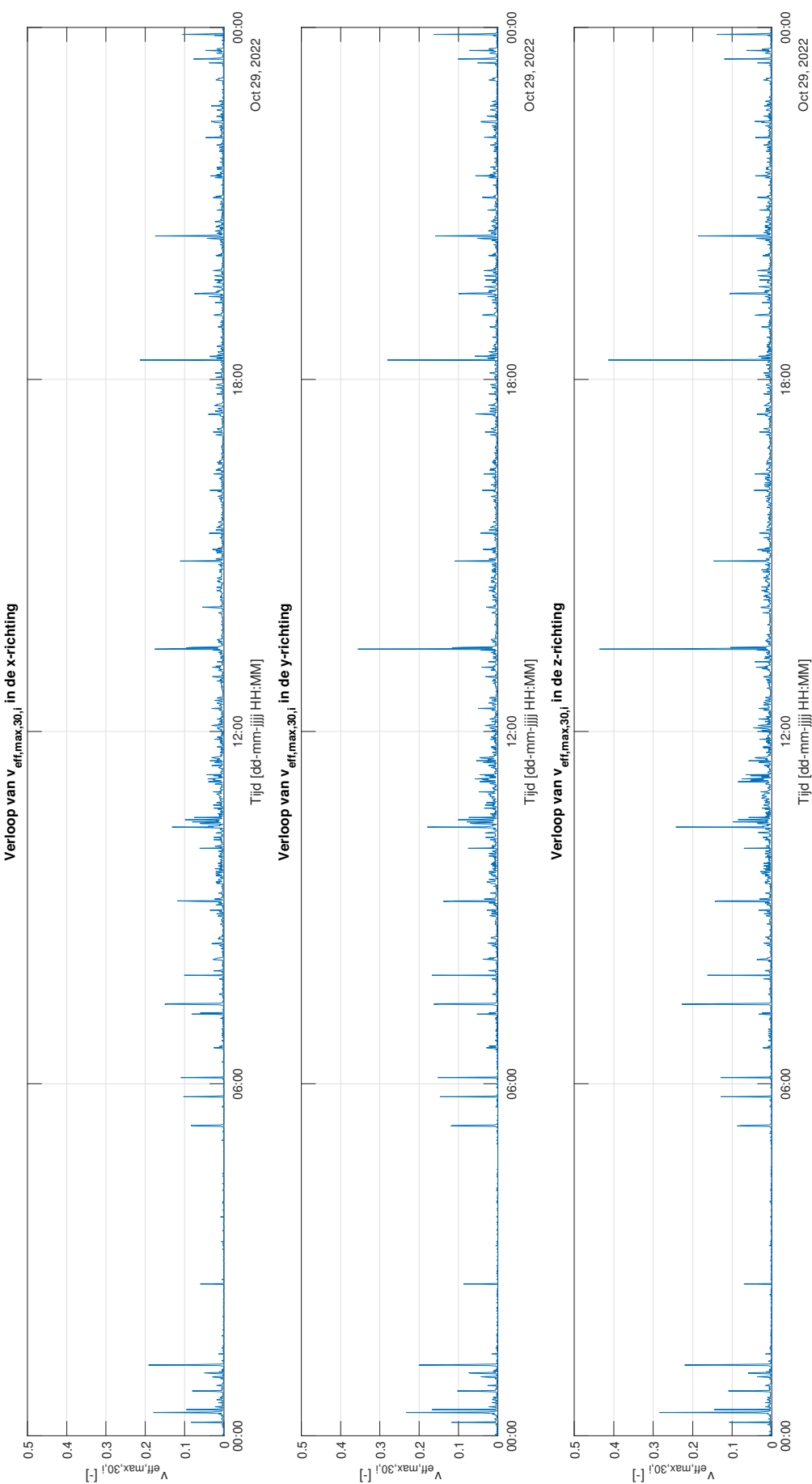
Verloop van $v_{eff,max,30,i}$ gemeten bij background MT34 EttenLeur op 27-Oct-2022



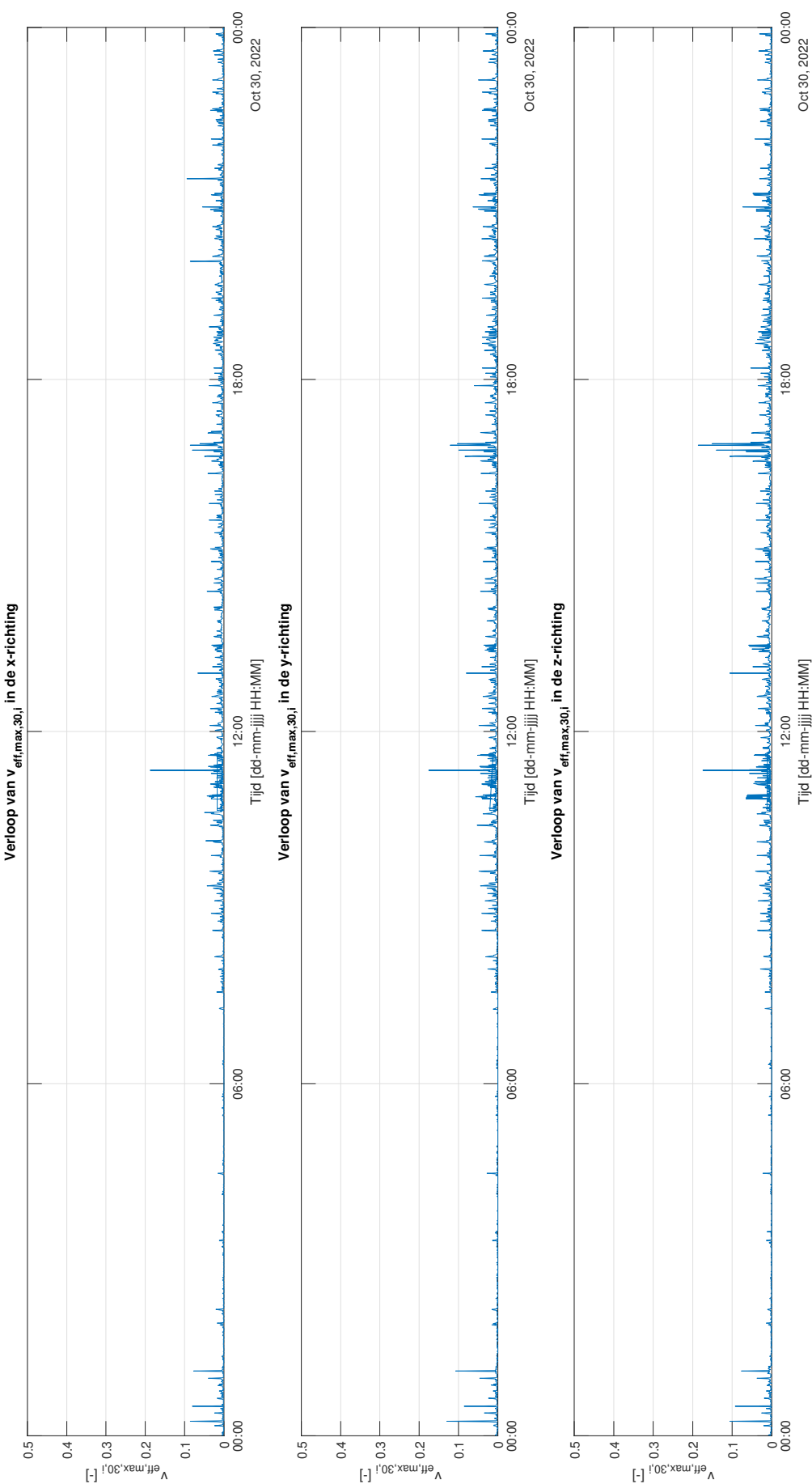
Verloop van $v_{\text{eff,max},30,i}$ gemeten bij background MT34 EttenLeur op 28-Oct-2022



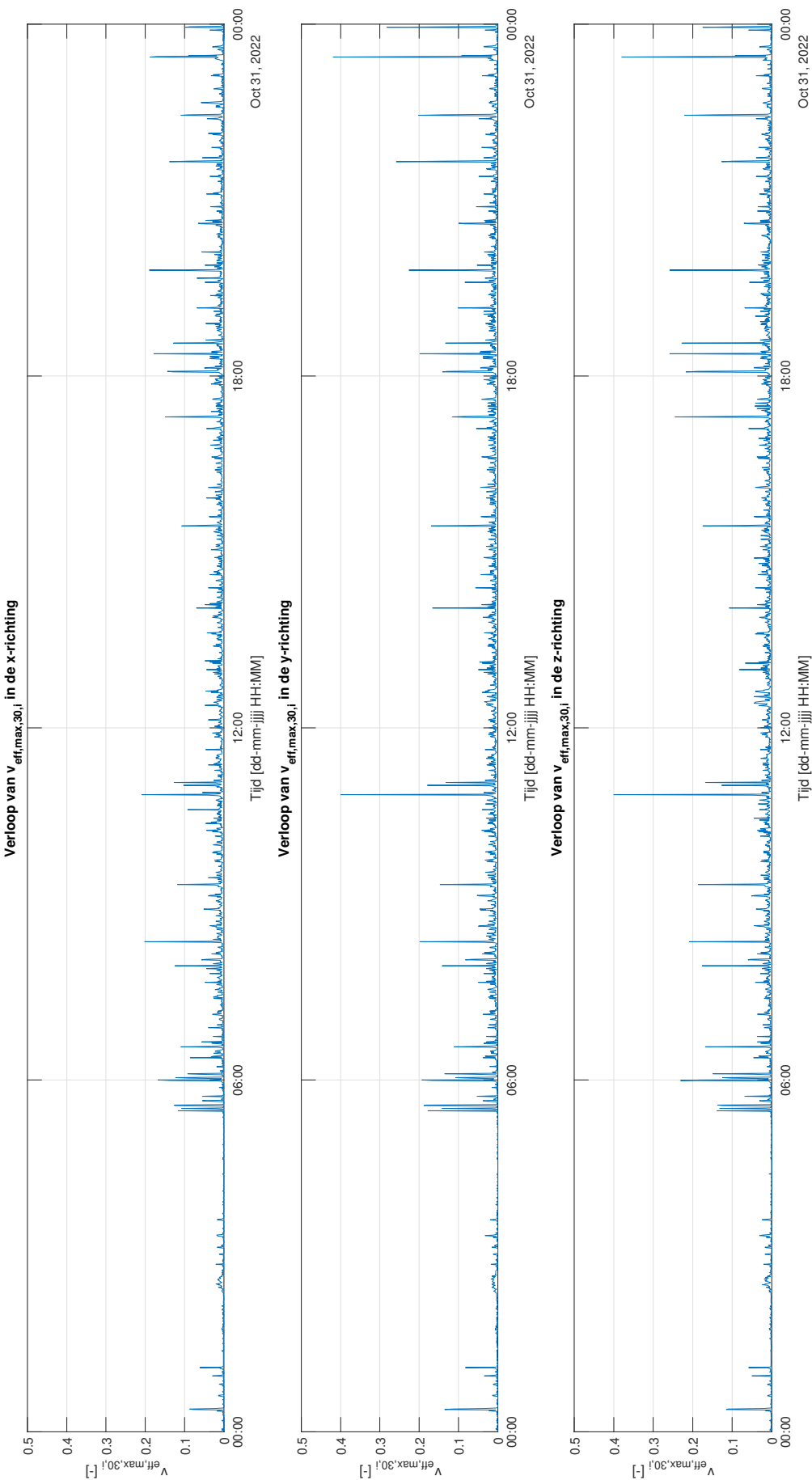
Verloop van $v_{eff,max,30,i}$ gemeten bij background MT34 EttenLeur op 29-Oct-2022



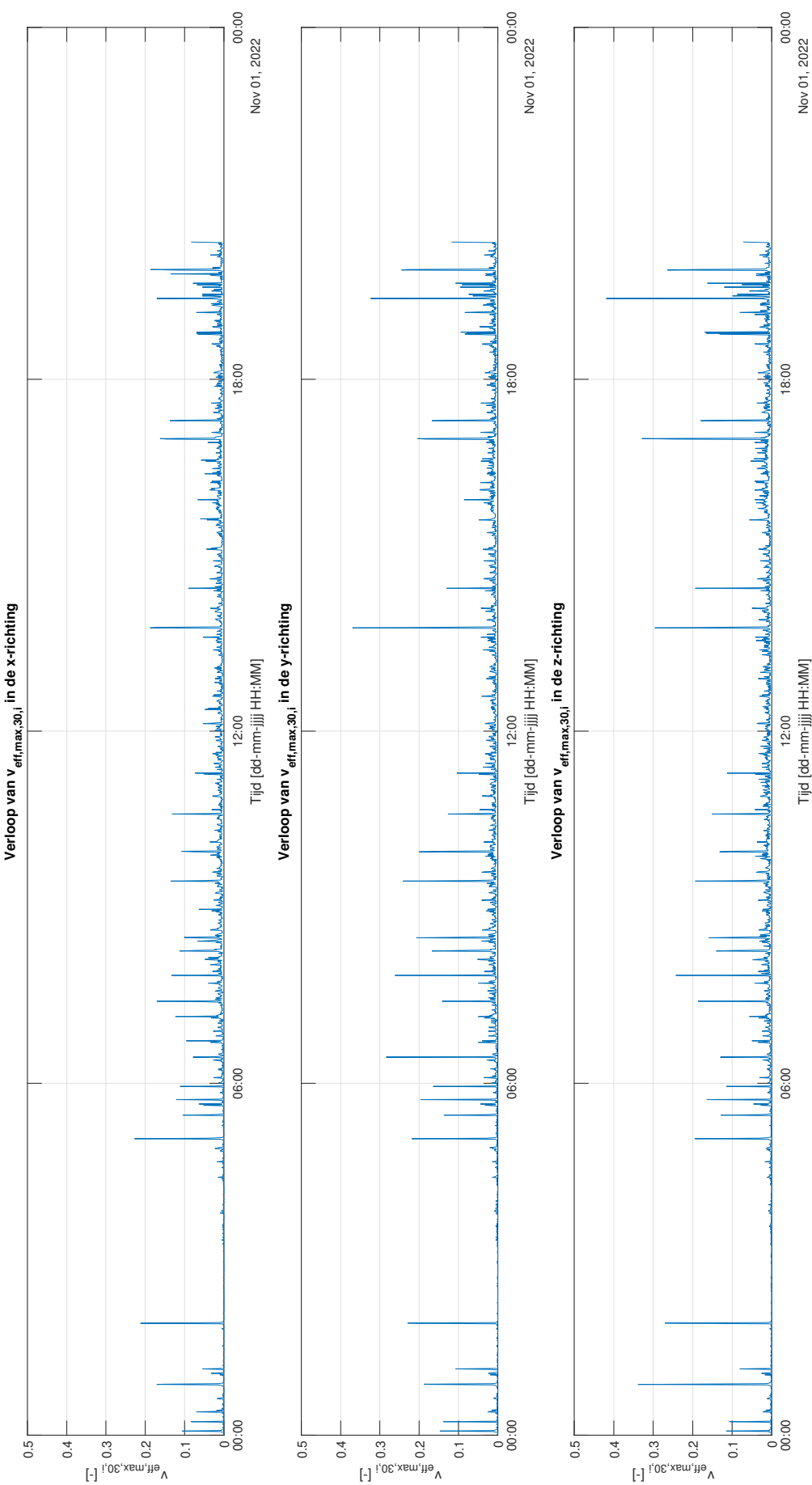
Verloop van $v_{eff,max,30,i}$ gemeten bij background MT34 EttenLeur op 30-Oct-2022



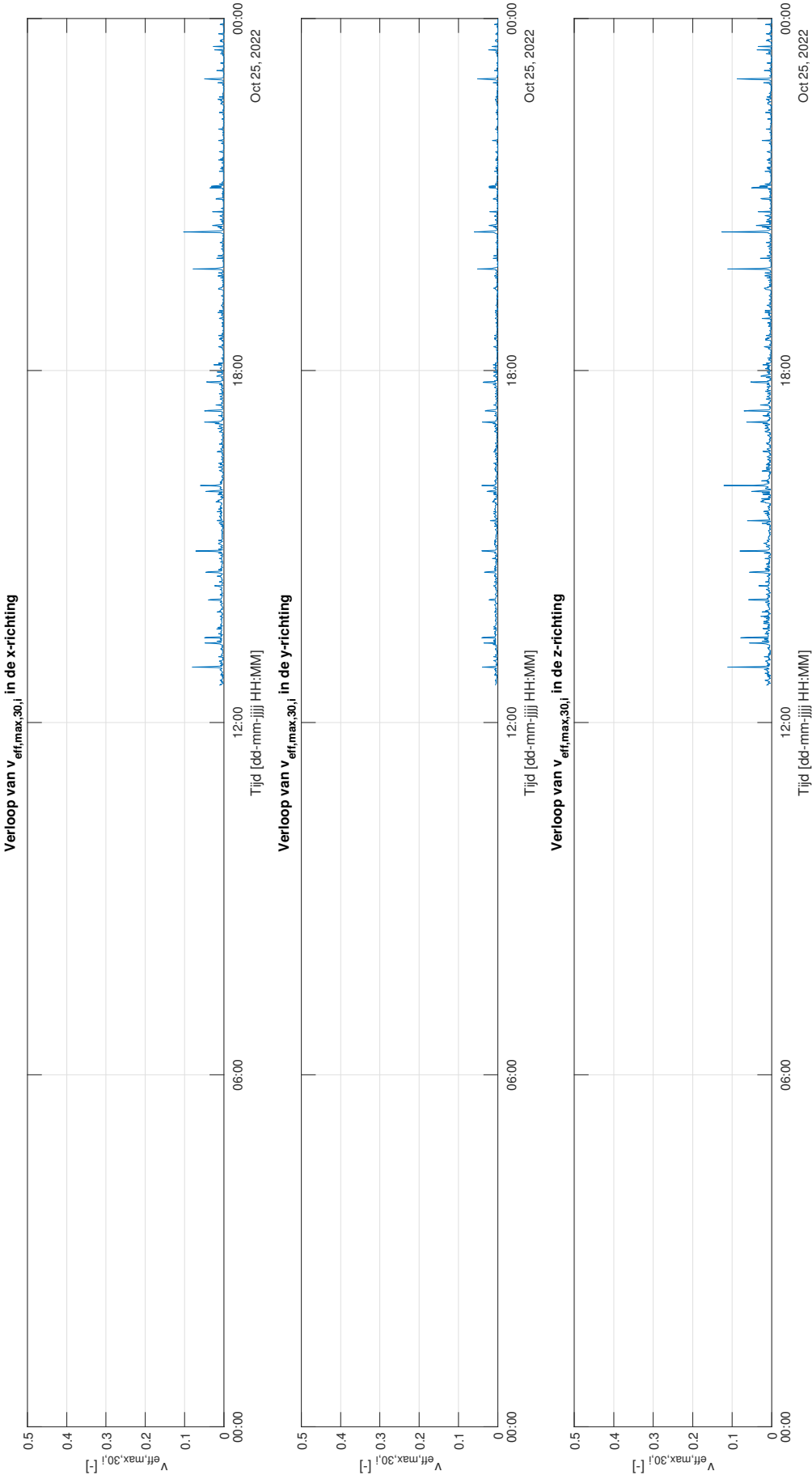
Verloop van $v_{eff,max,30,i}$ gemeten bij background MT34 EttenLeur op 31-Oct-2022



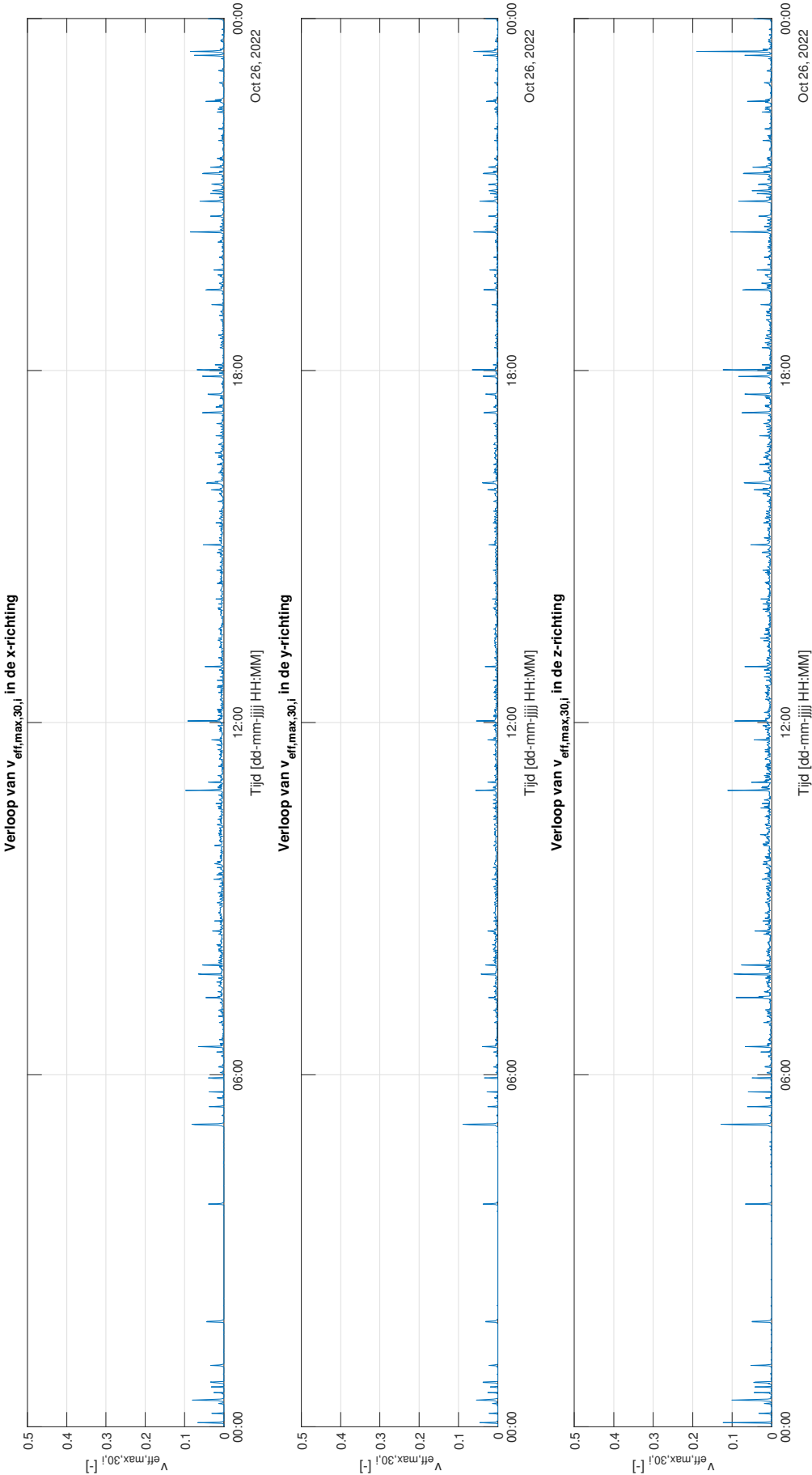
Verloop van $v_{\text{eff,max},30,i}$ gemeten bij background MT34 EitenLeur op 01-Nov-2022



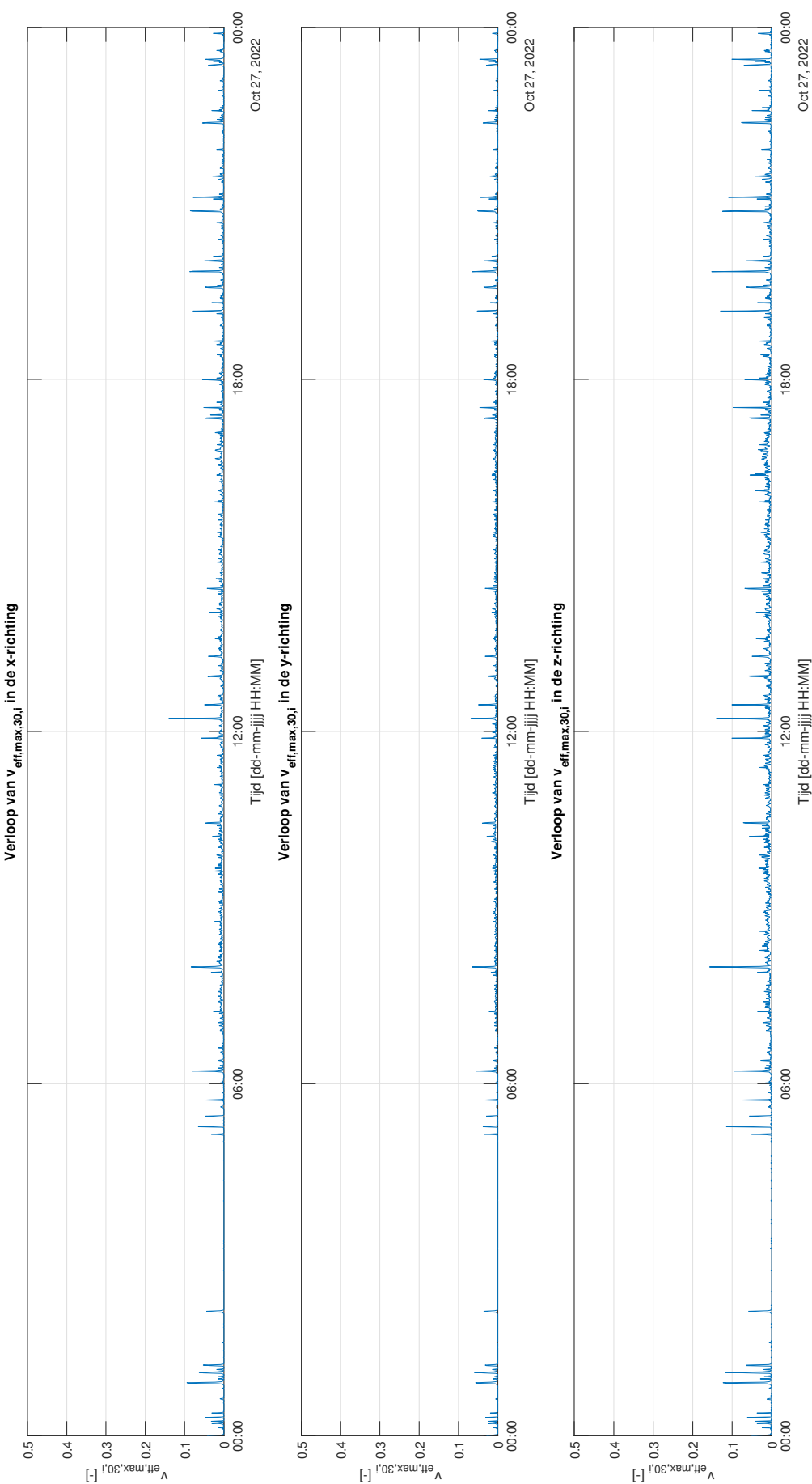
Verloop van $v_{eff,max,30,i}$ gemeten bij background MT39 EttenLeur op 25-Oct-2022



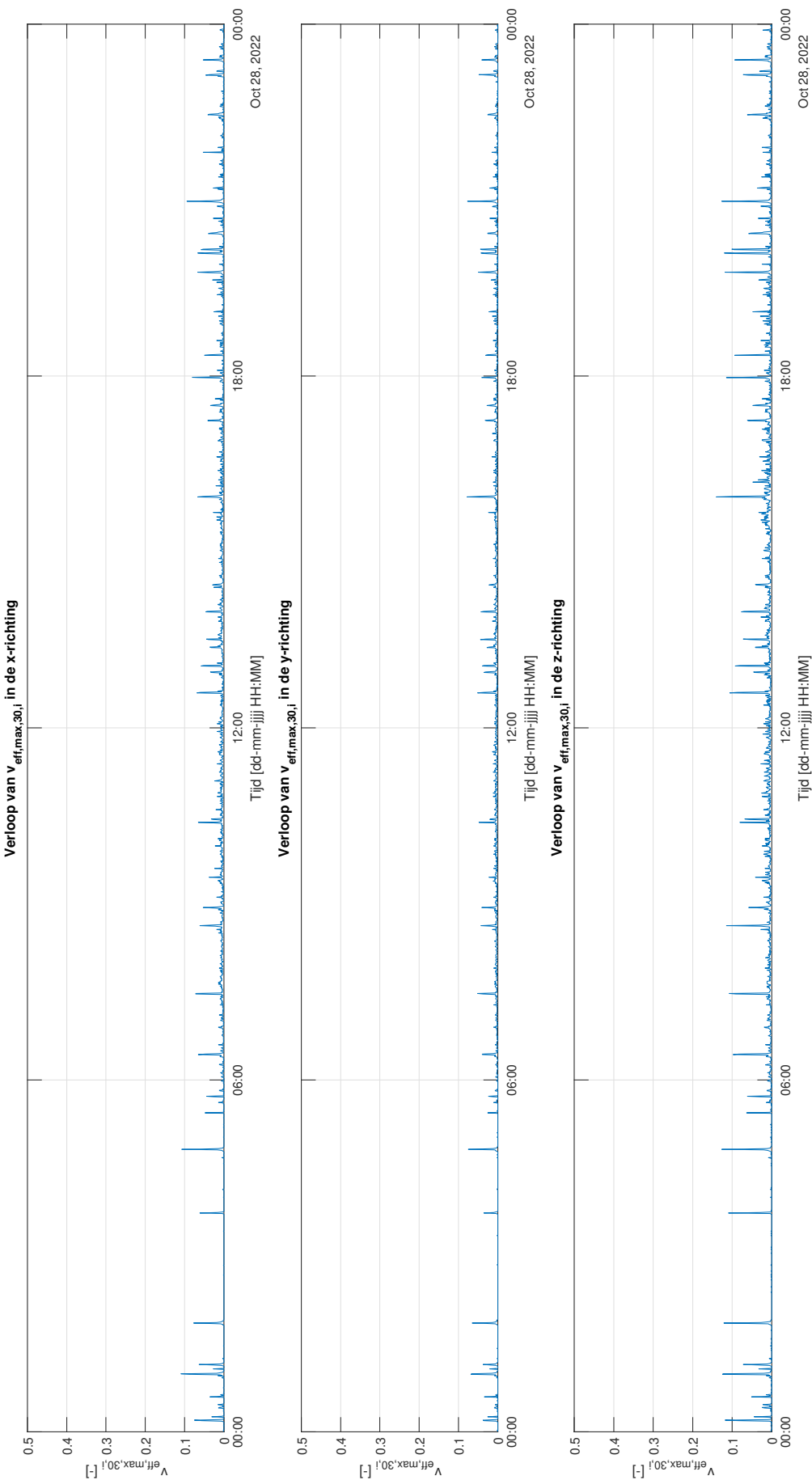
Verloop van $v_{eff,max,30,i}$ gemeten bij background MT39 EttenLeur op 26-Oct-2022



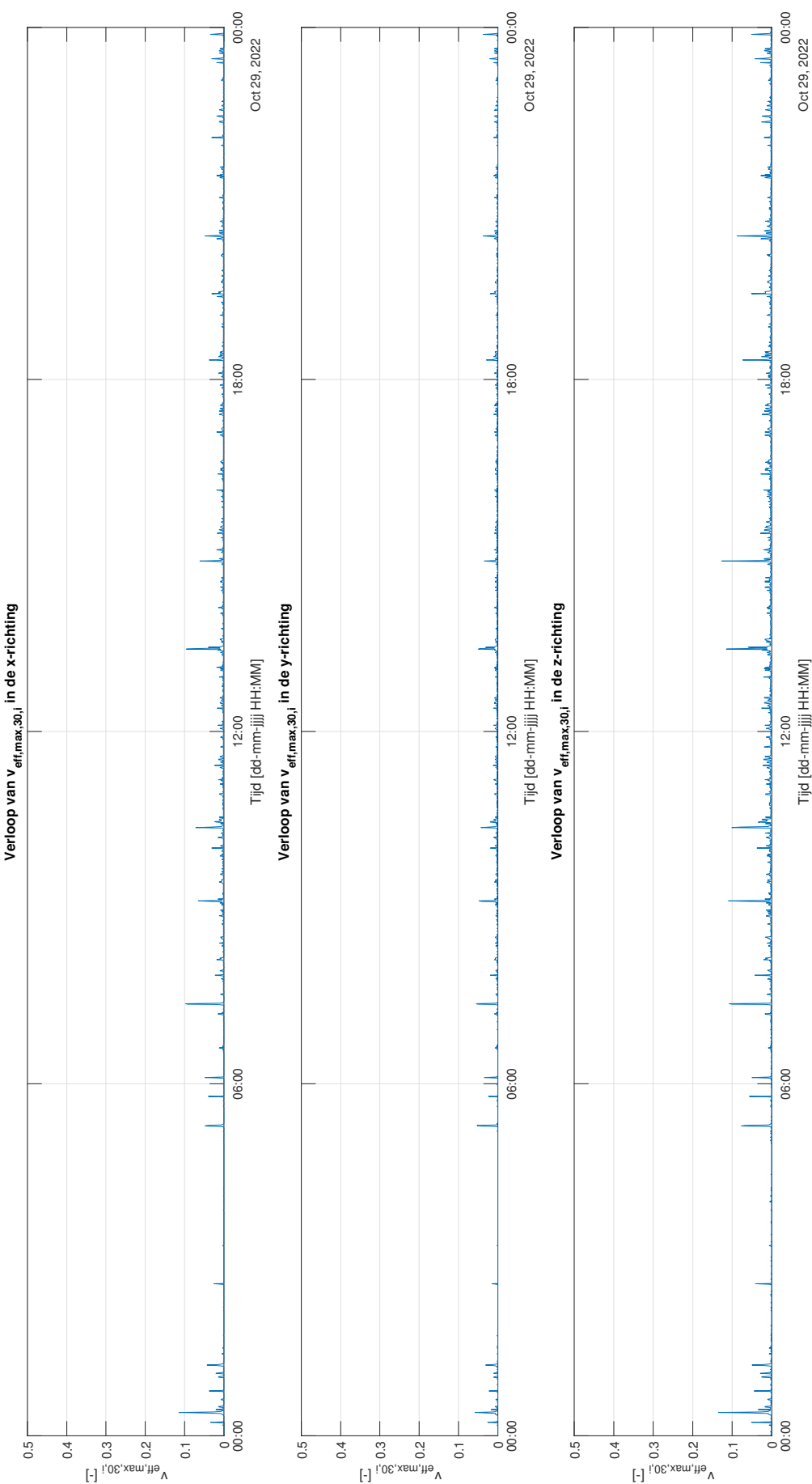
Verloop van $v_{eff,max,30,i}$ gemeten bij background MT39 EttenLeur op 27-Oct-2022



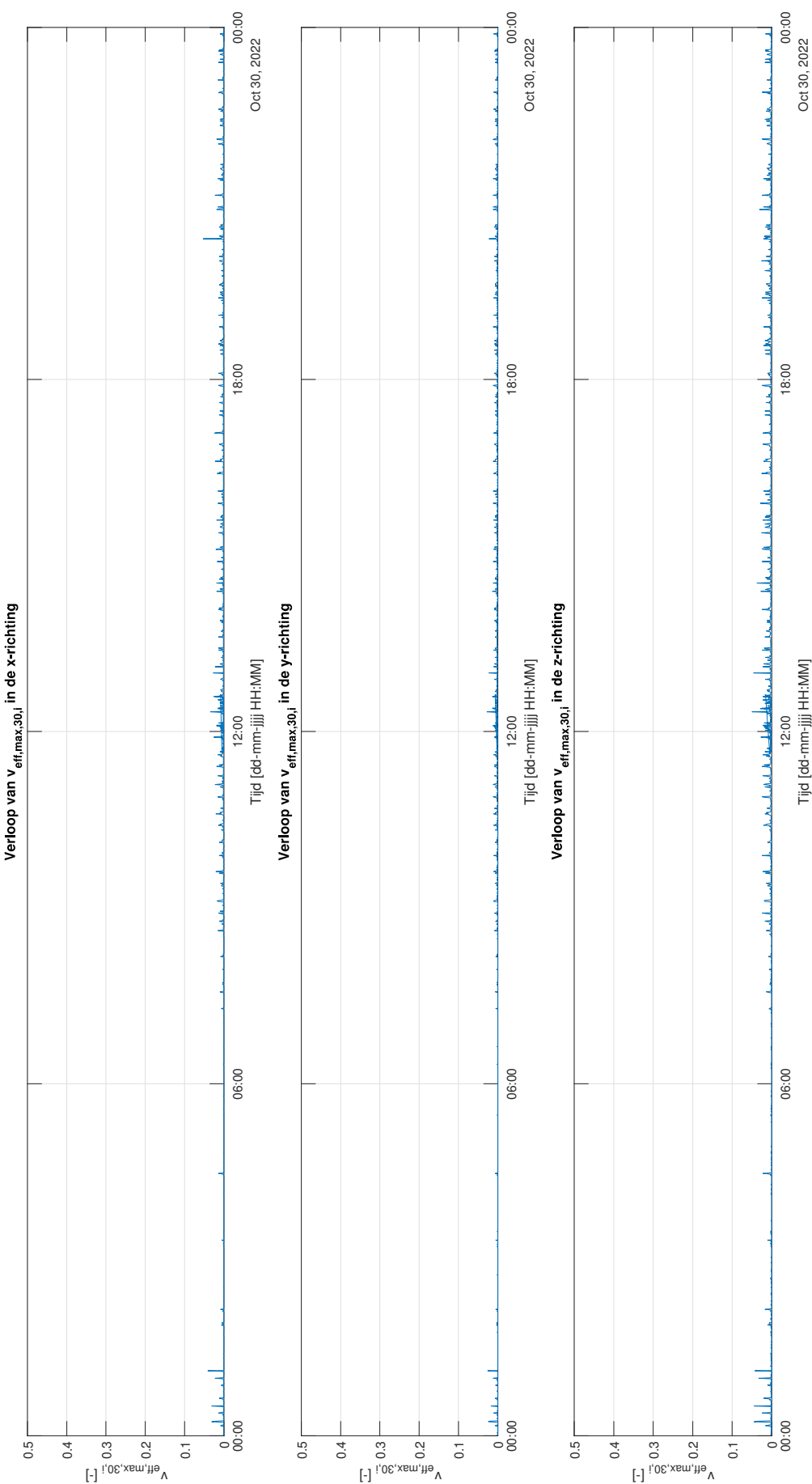
Verloop van $v_{eff,max,30,i}$ gemeten bij background MT39 EttenLeur op 28-Oct-2022



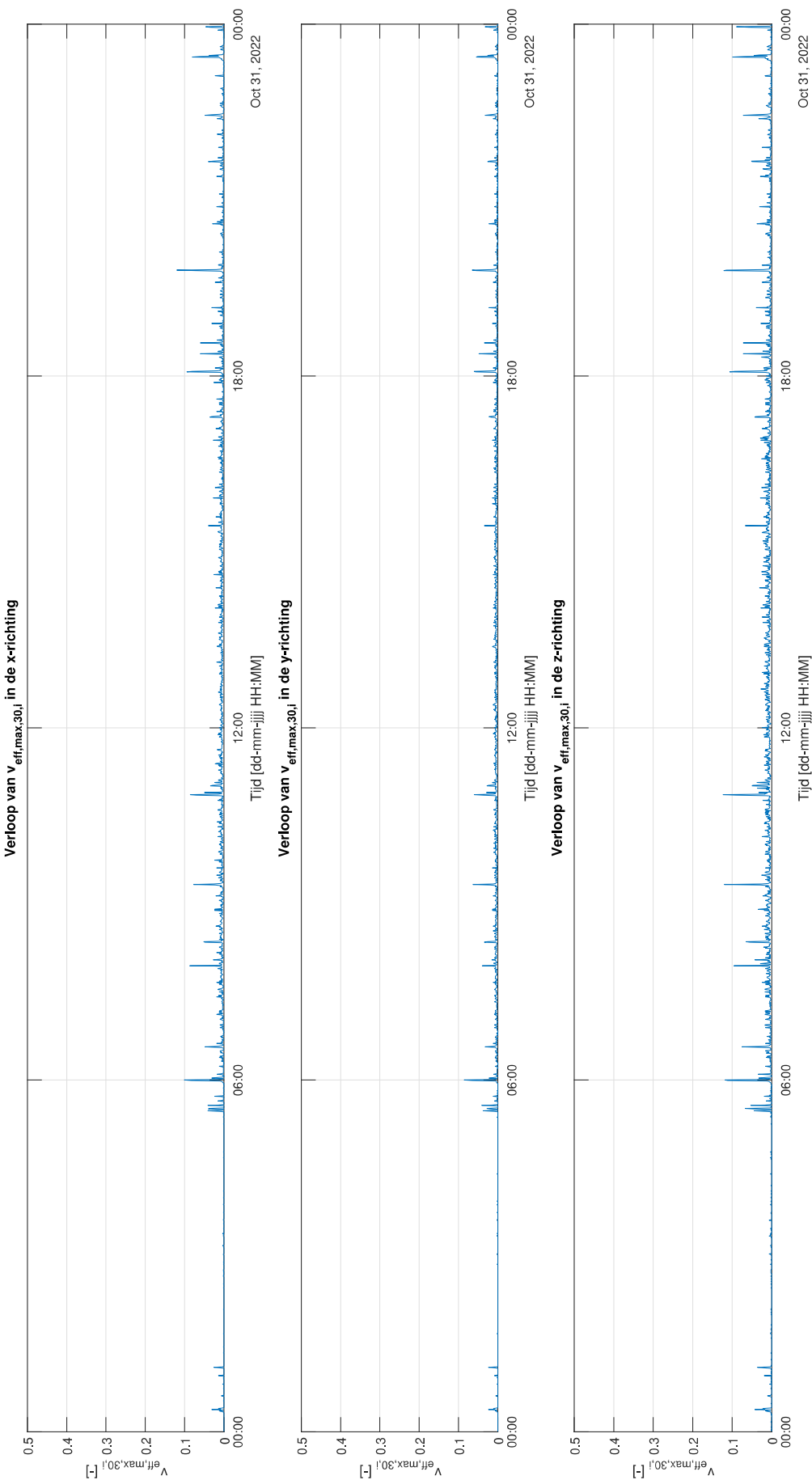
Verloop van $v_{eff,max,30,i}$ gemeten bij background MT39 EttenLeur op 29-Oct-2022



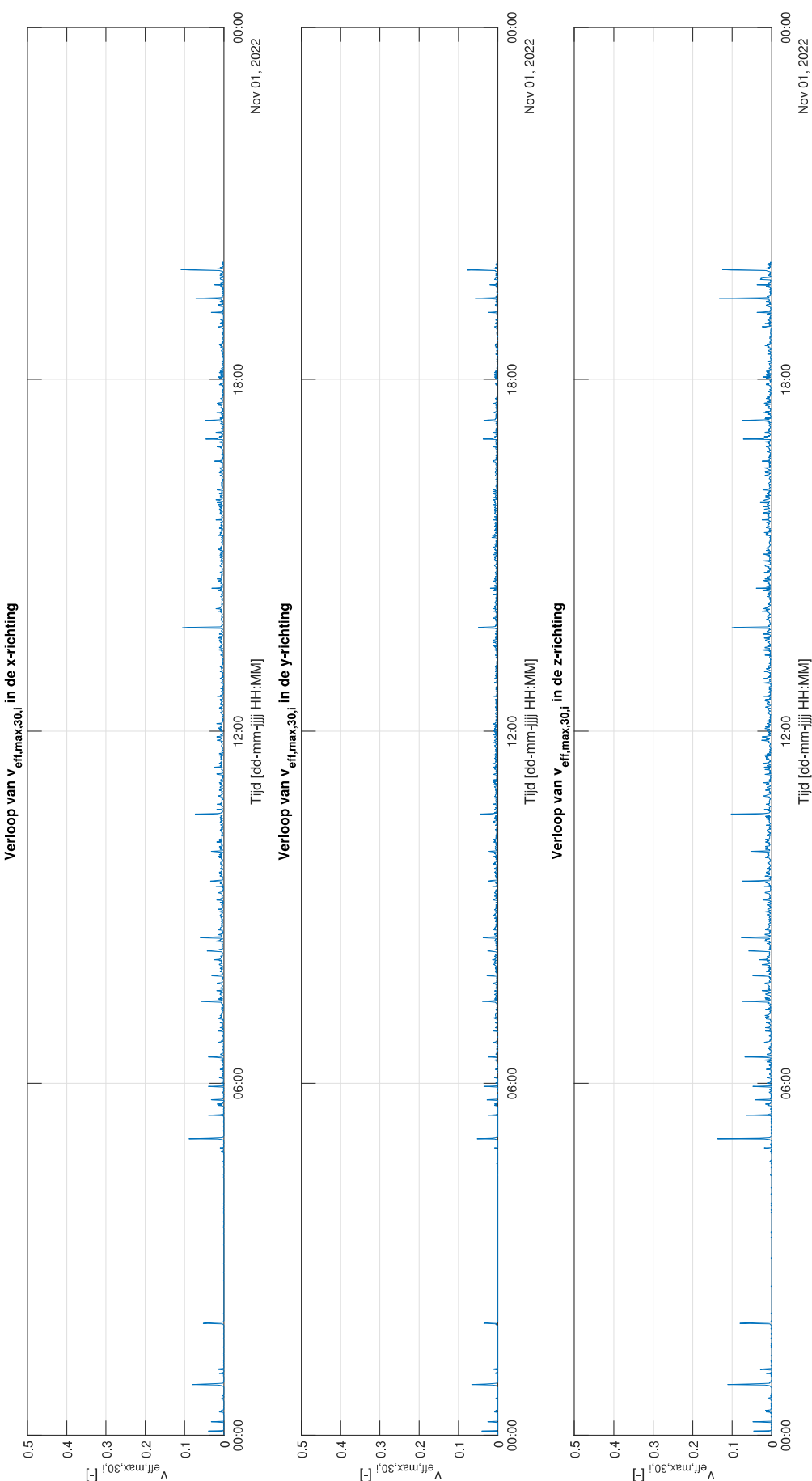
Verloop van $v_{eff,max,30,i}$ gemeten bij background MT39 EttenLeur op 30-Oct-2022



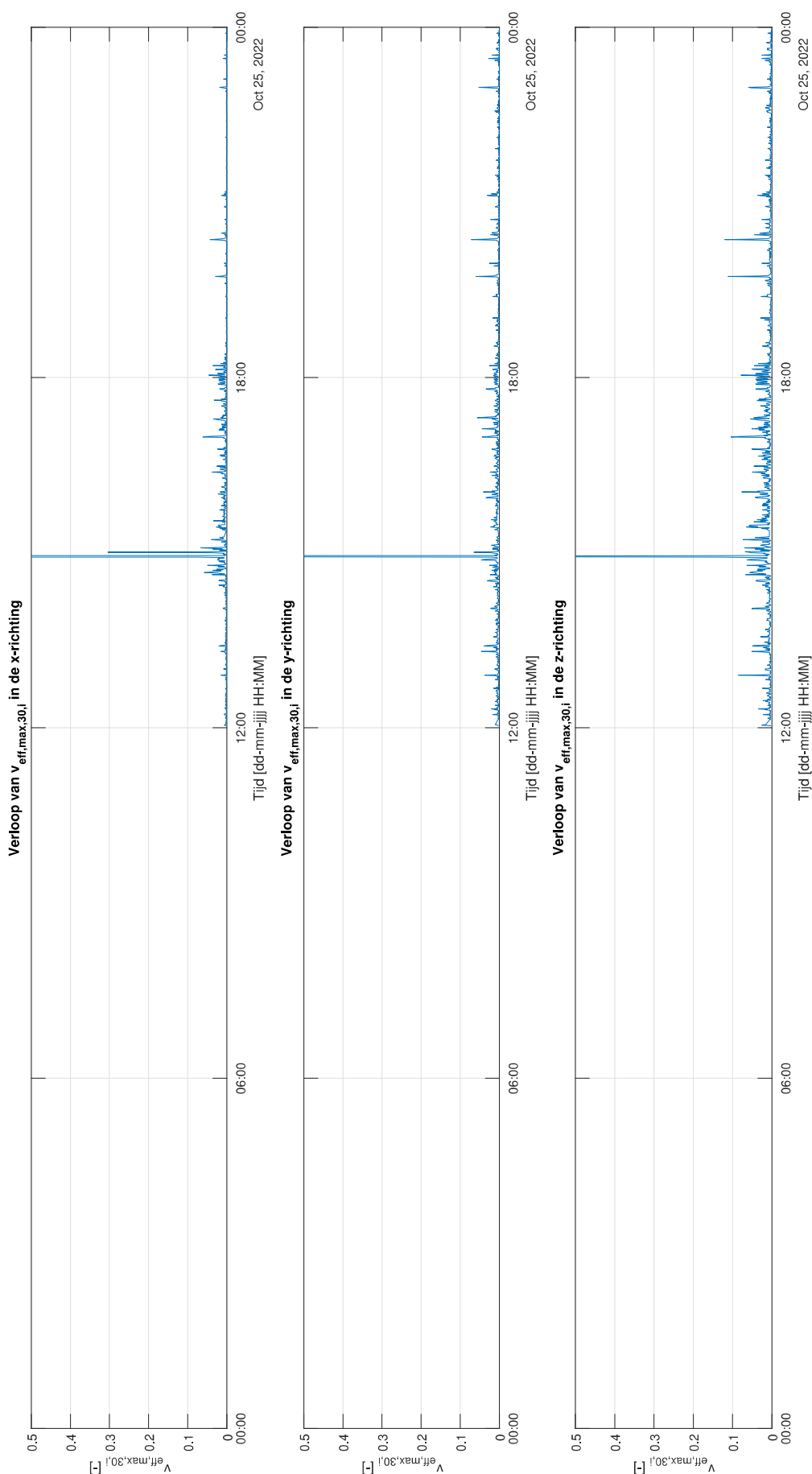
Verloop van $v_{\text{eff,max},30,i}$ gemeten bij background MT39 EttenLeur op 31-Oct-2022



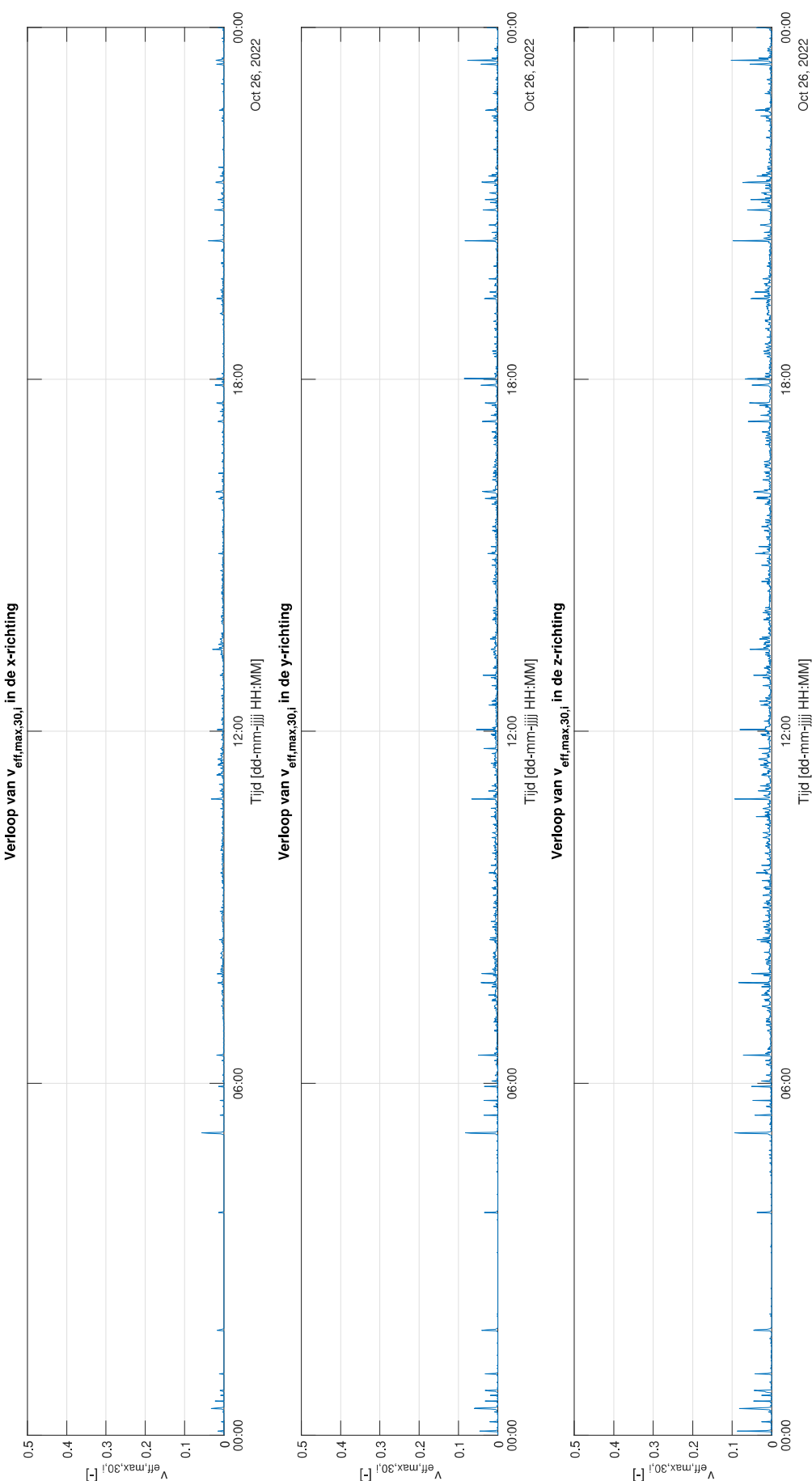
Verloop van $v_{eff,max,30,i}$ gemeten bij background MT39 EttenLeur op 01-Nov-2022



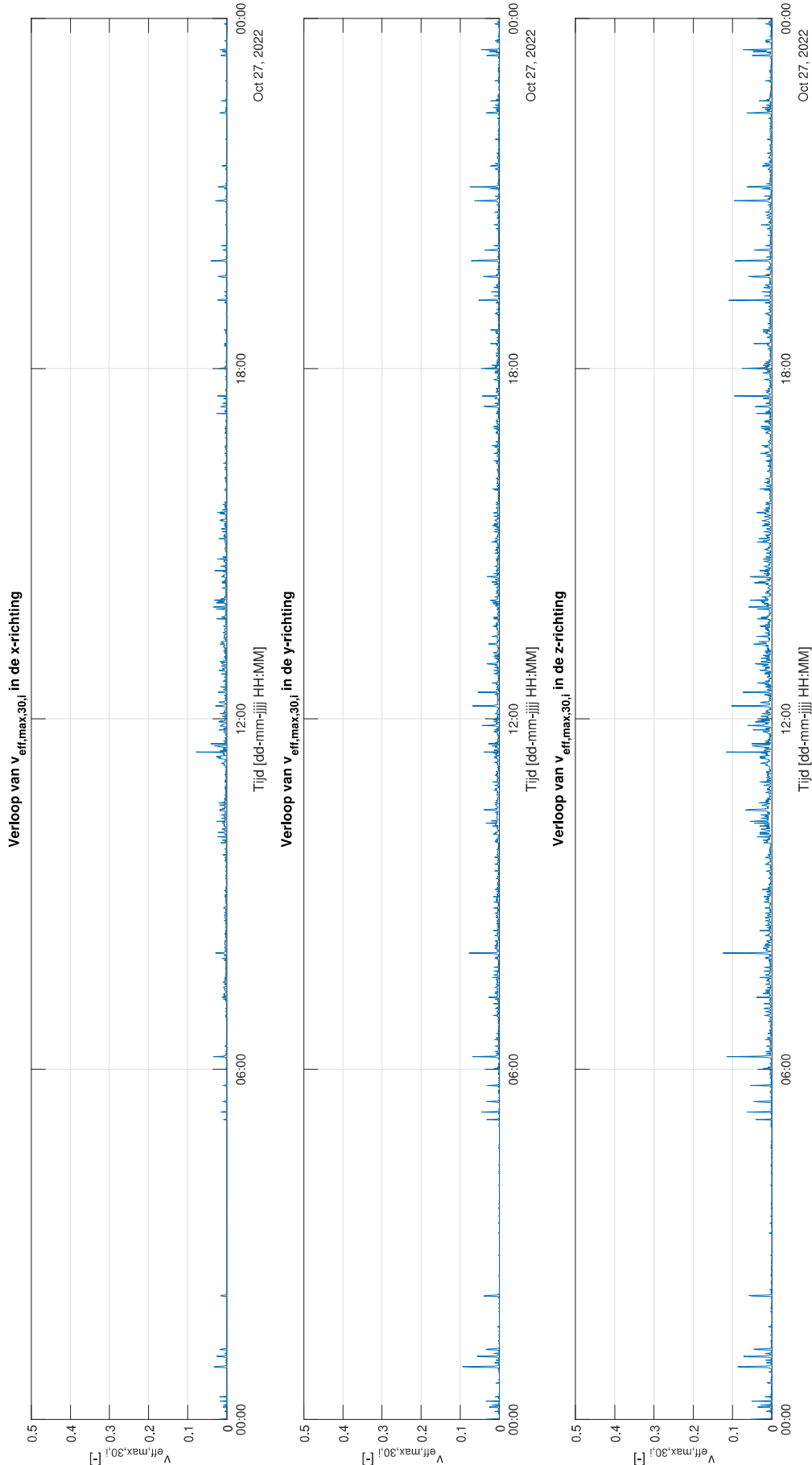
Verloop van $v_{eff,max,30,i}$ gemeten bij background ZT42 EttenLeur op 25-Oct-2022



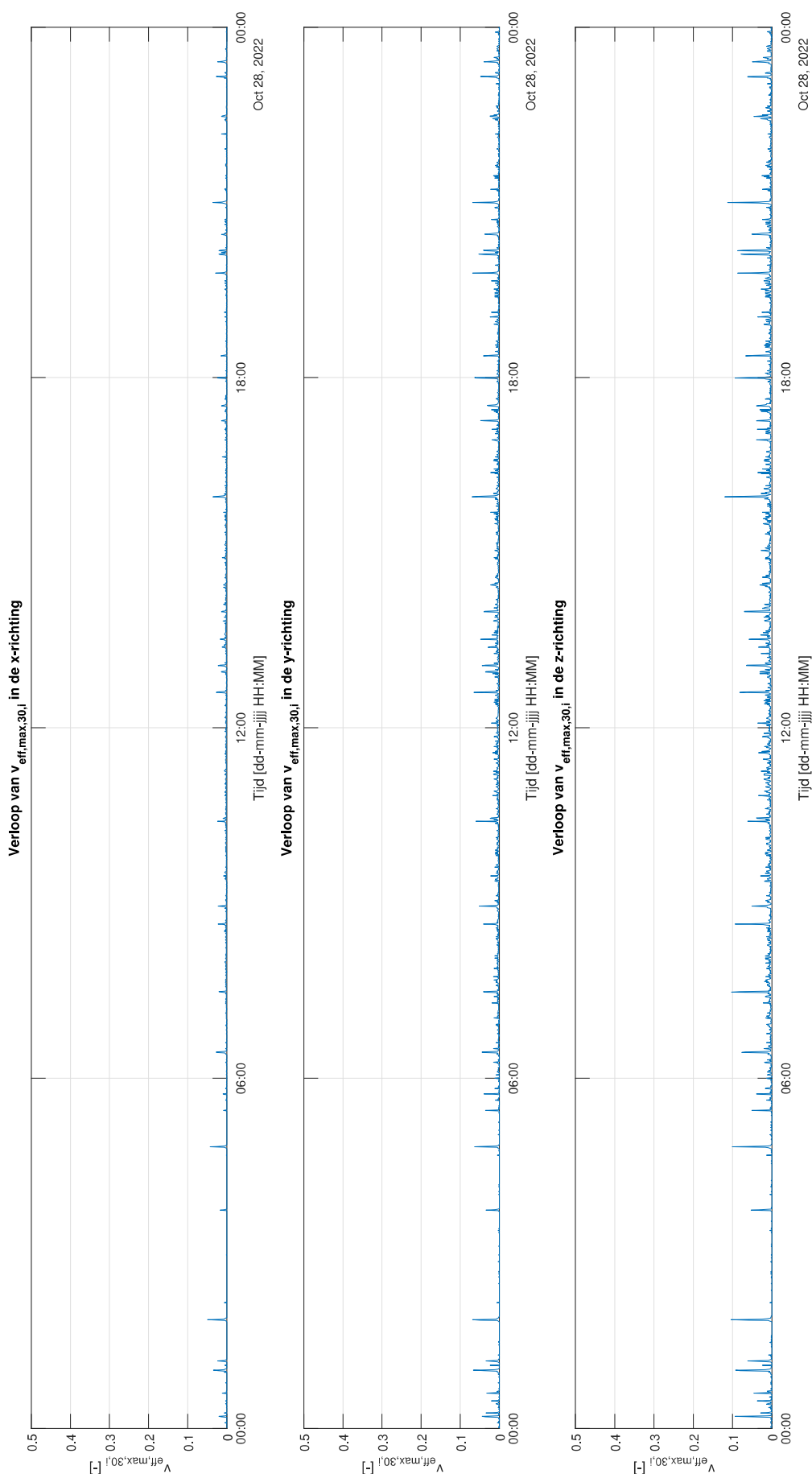
Verloop van $v_{\text{eff,max},30,i}$ gemeten bij background ZT42 EttenLeur op 26-Oct-2022



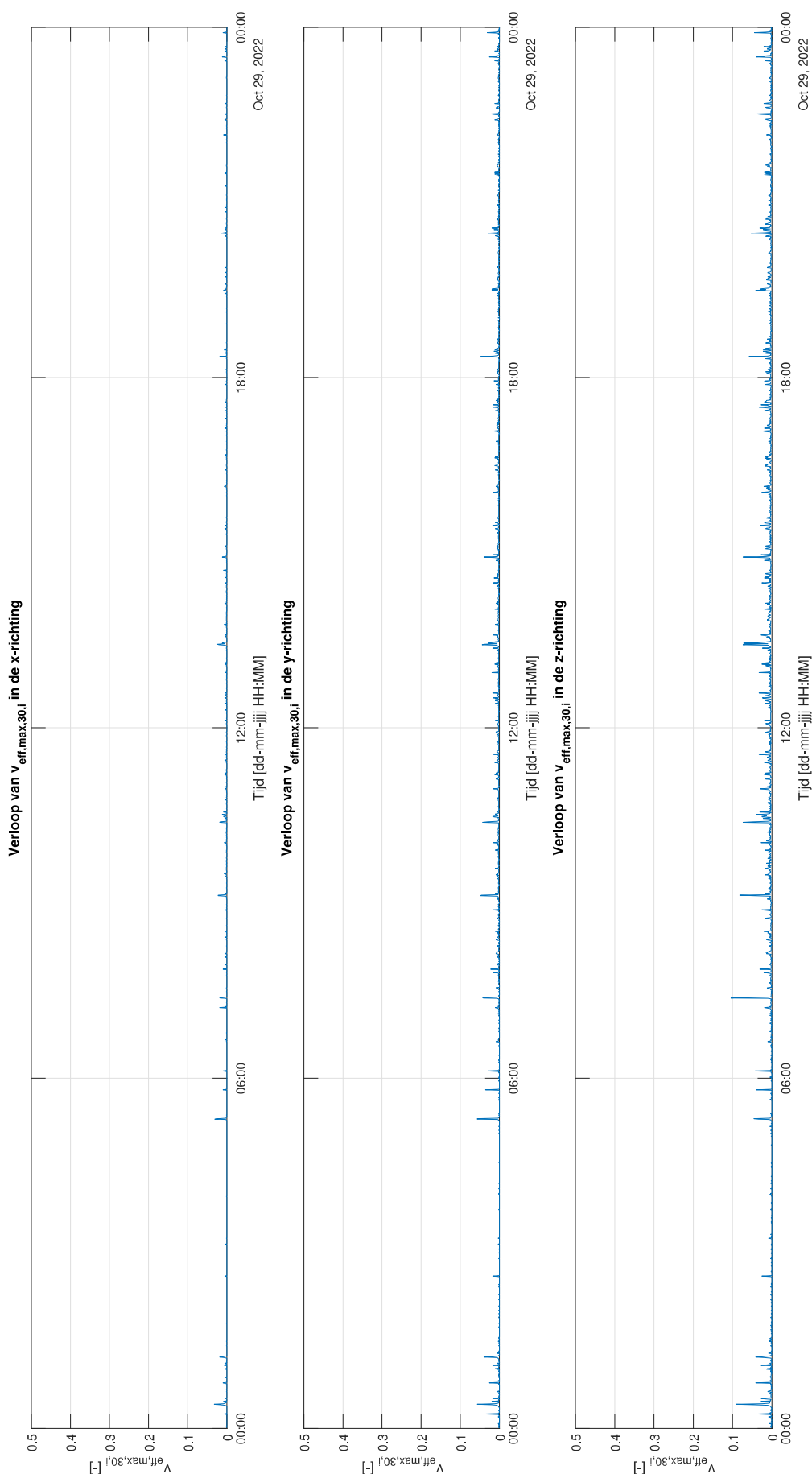
Verloop van $v_{\text{eff,max},30,i}$ gemeten bij background ZT42 EttenLeur op 27-Oct-2022



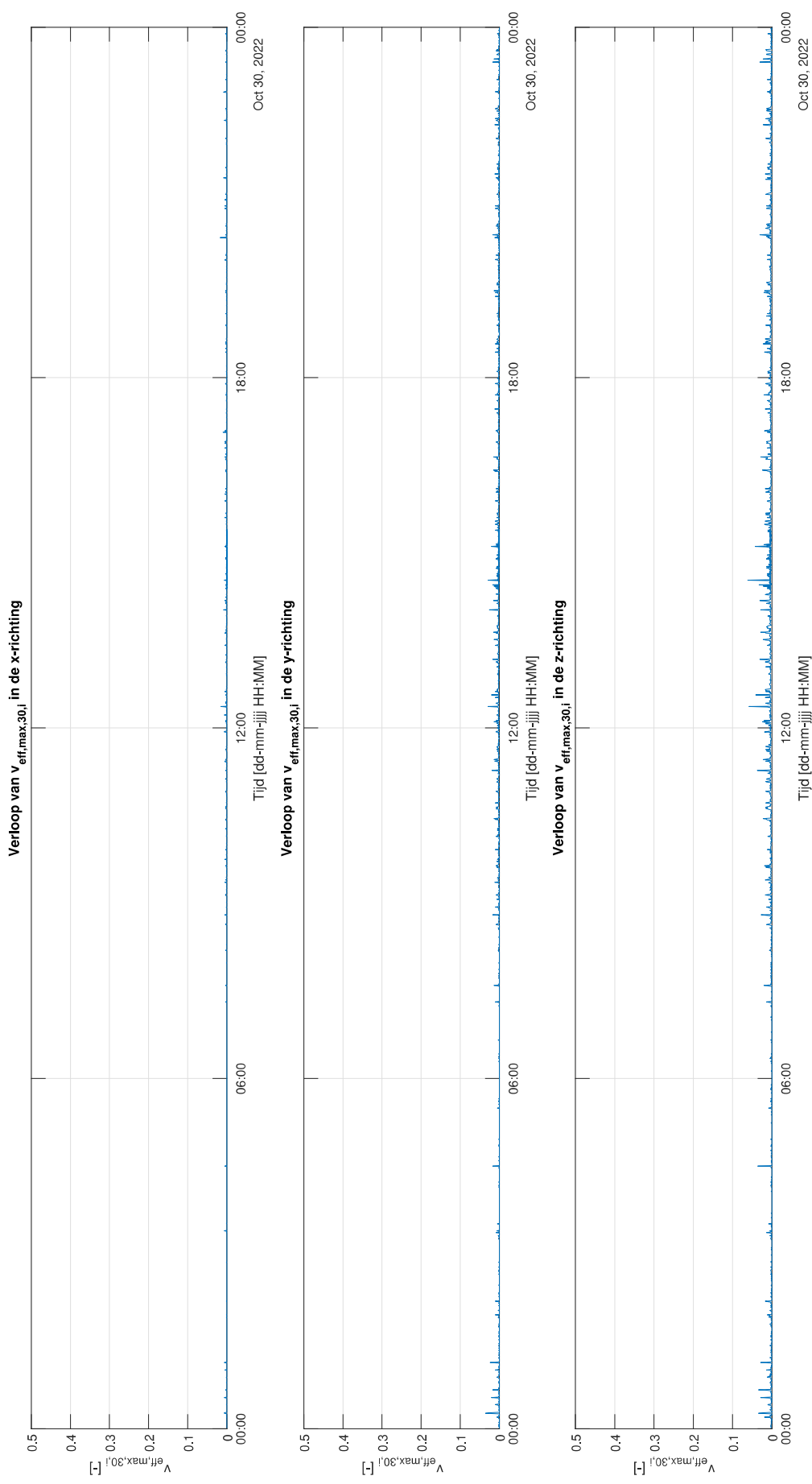
Verloop van $v_{\text{eff,max},30,i}$ gemeten bij background ZT42 EttenLeur op 28-Oct-2022



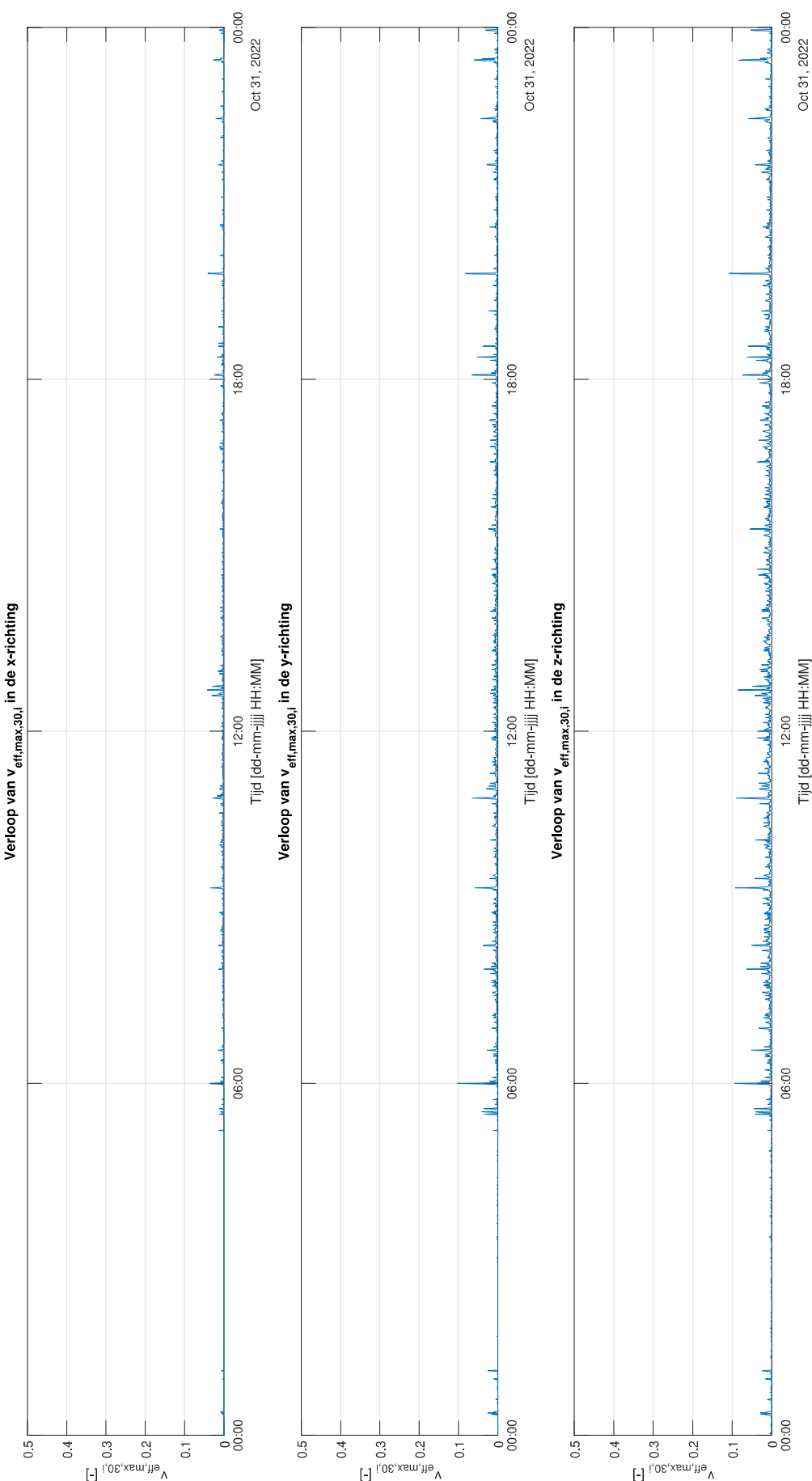
Verloop van $v_{eff,max,30,i}$ gemeten bij background ZT42 EttenLeur op 29-Oct-2022



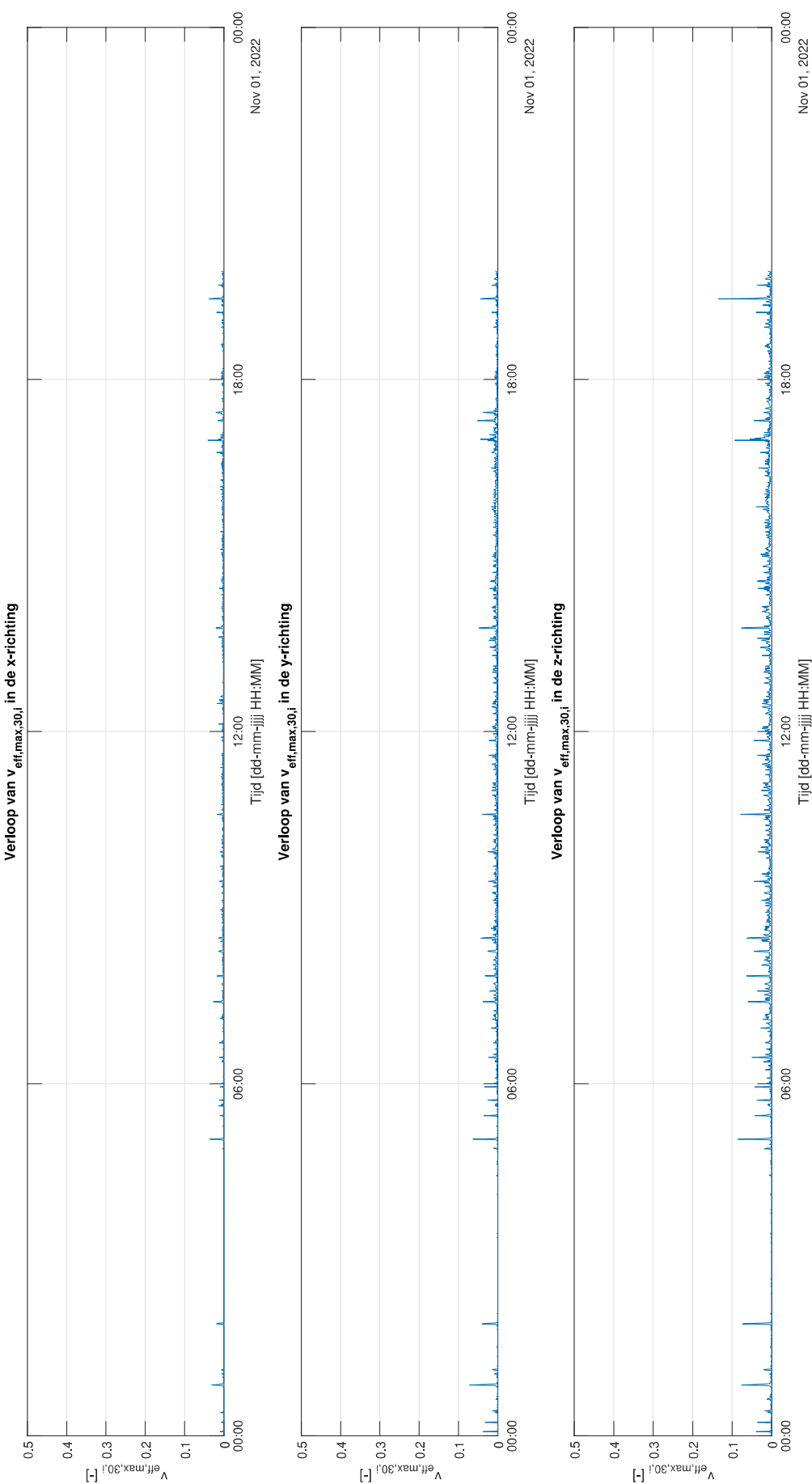
Verloop van $v_{eff,max,30,i}$ gemeten bij background ZT42 EttenLeur op 30-Oct-2022



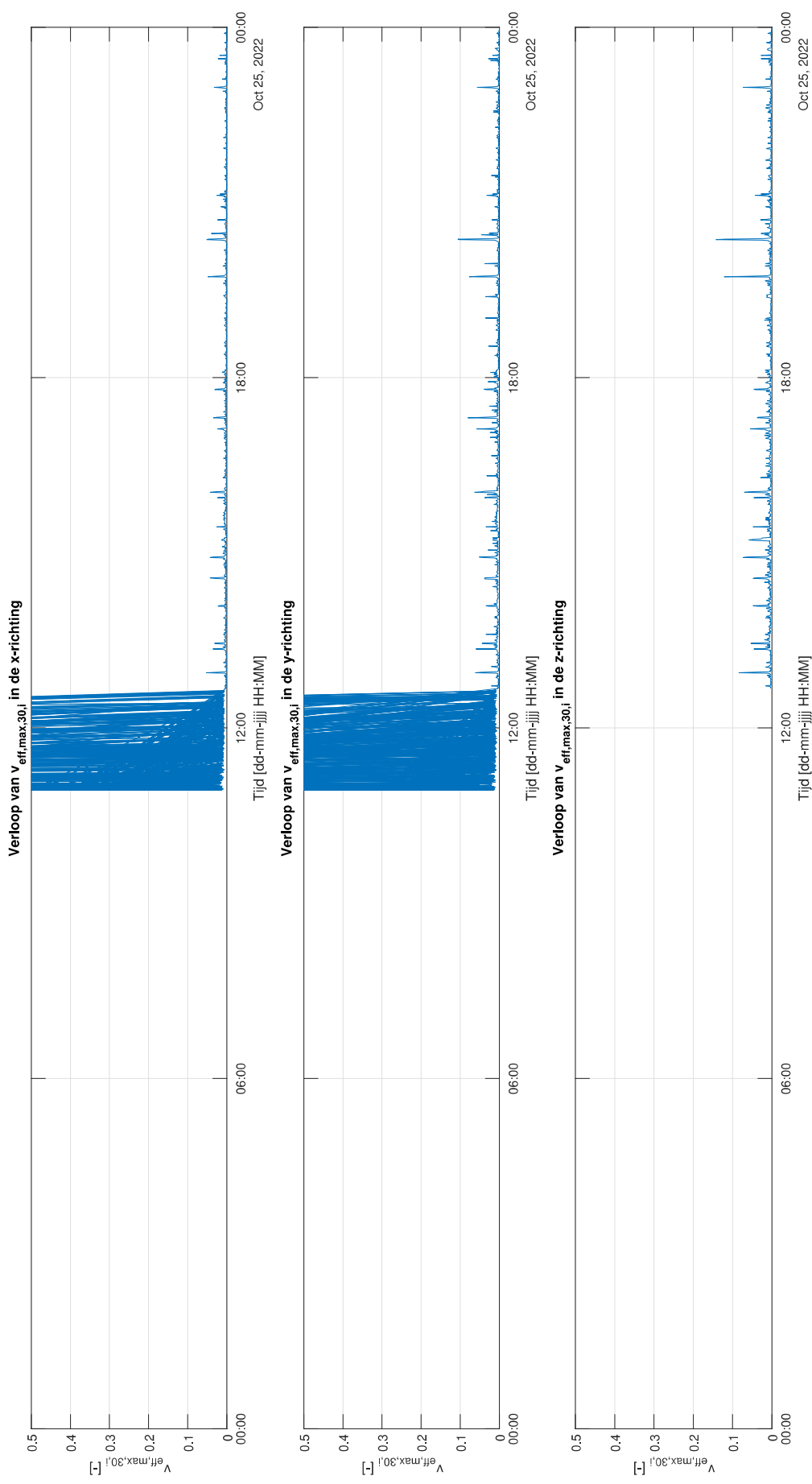
Verloop van $v_{\text{eff,max},30,i}$ gemeten bij background ZT42 EttenLeur op 31-Oct-2022



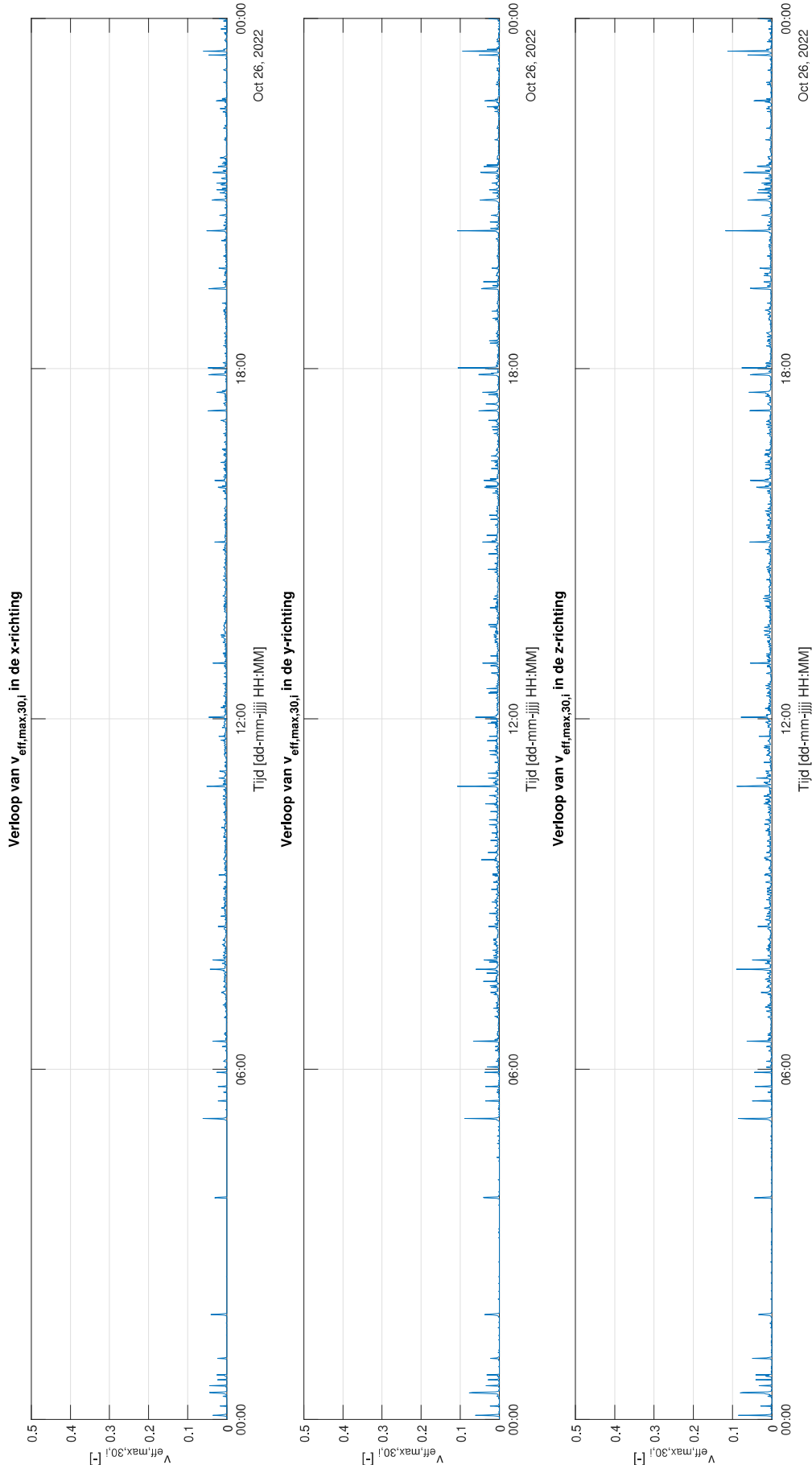
Verloop van $v_{eff,max,30,i}$ gemeten bij background ZT42 EttenLeur op 01-Nov-2022



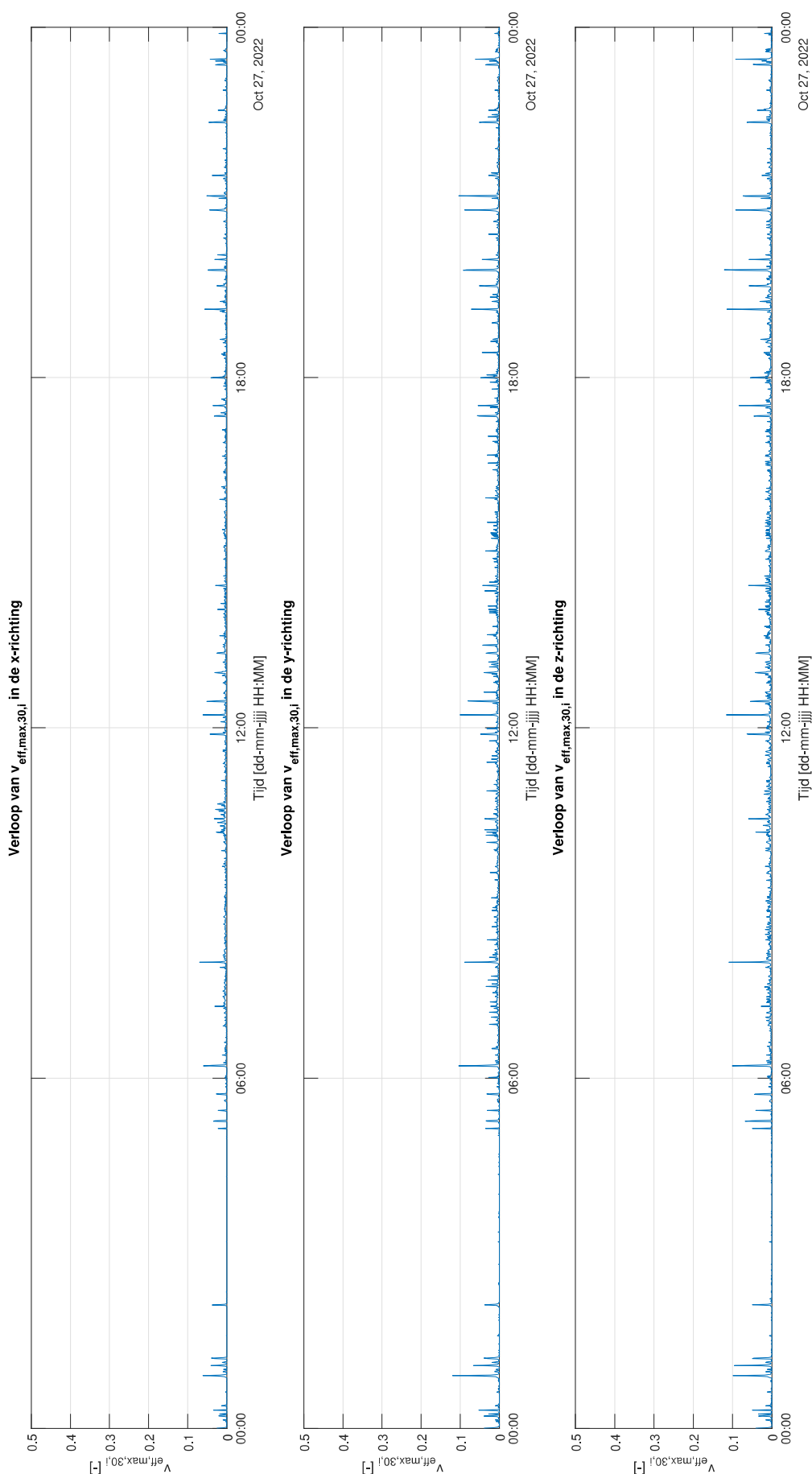
Verloop van $v_{eff,max,30,i}$ gemeten bij background ZT44 EttenLeur op 25-Oct-2022



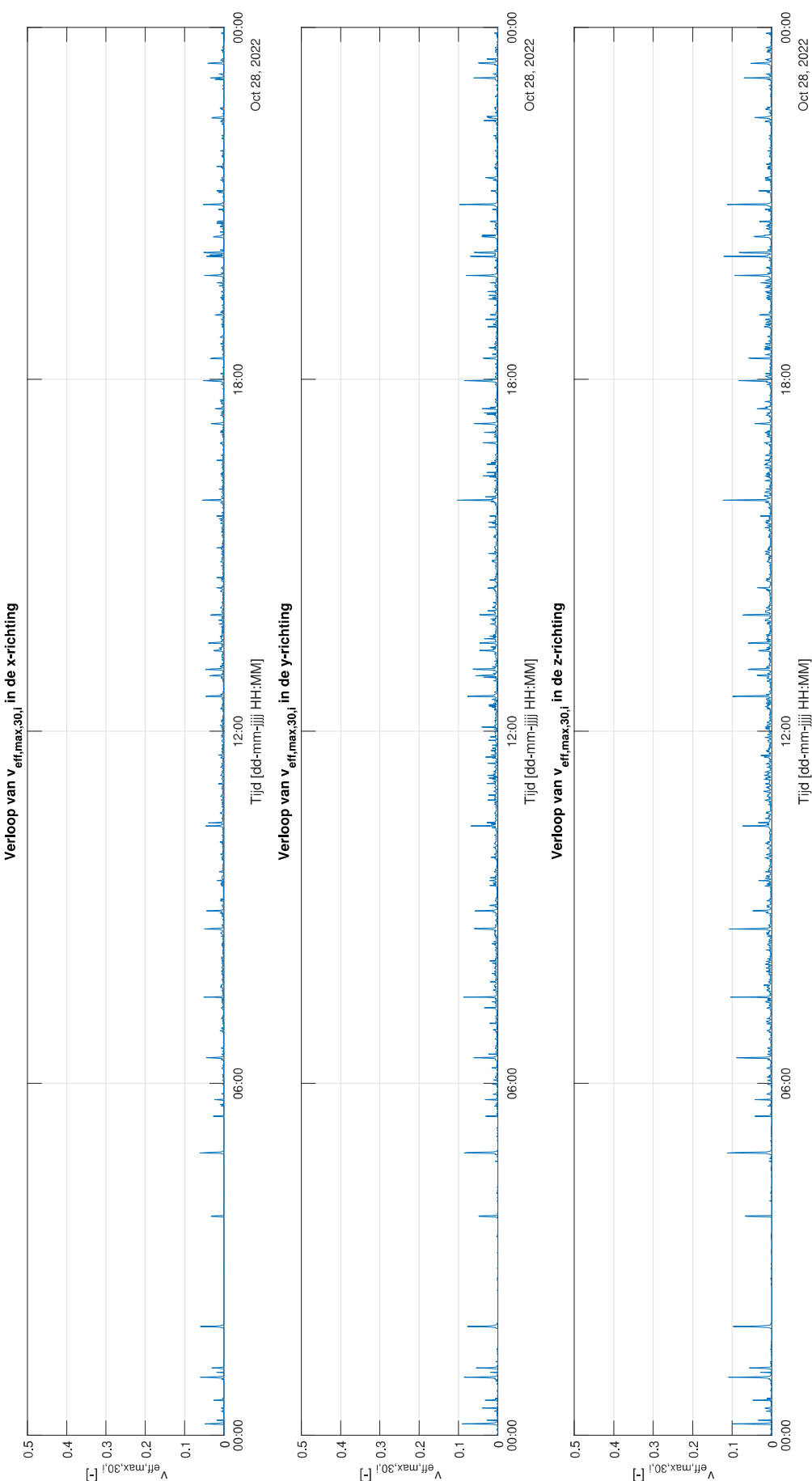
Verloop van $v_{eff,max,30,i}$ gemeten bij background ZT44 EttenLeur op 26-Oct-2022



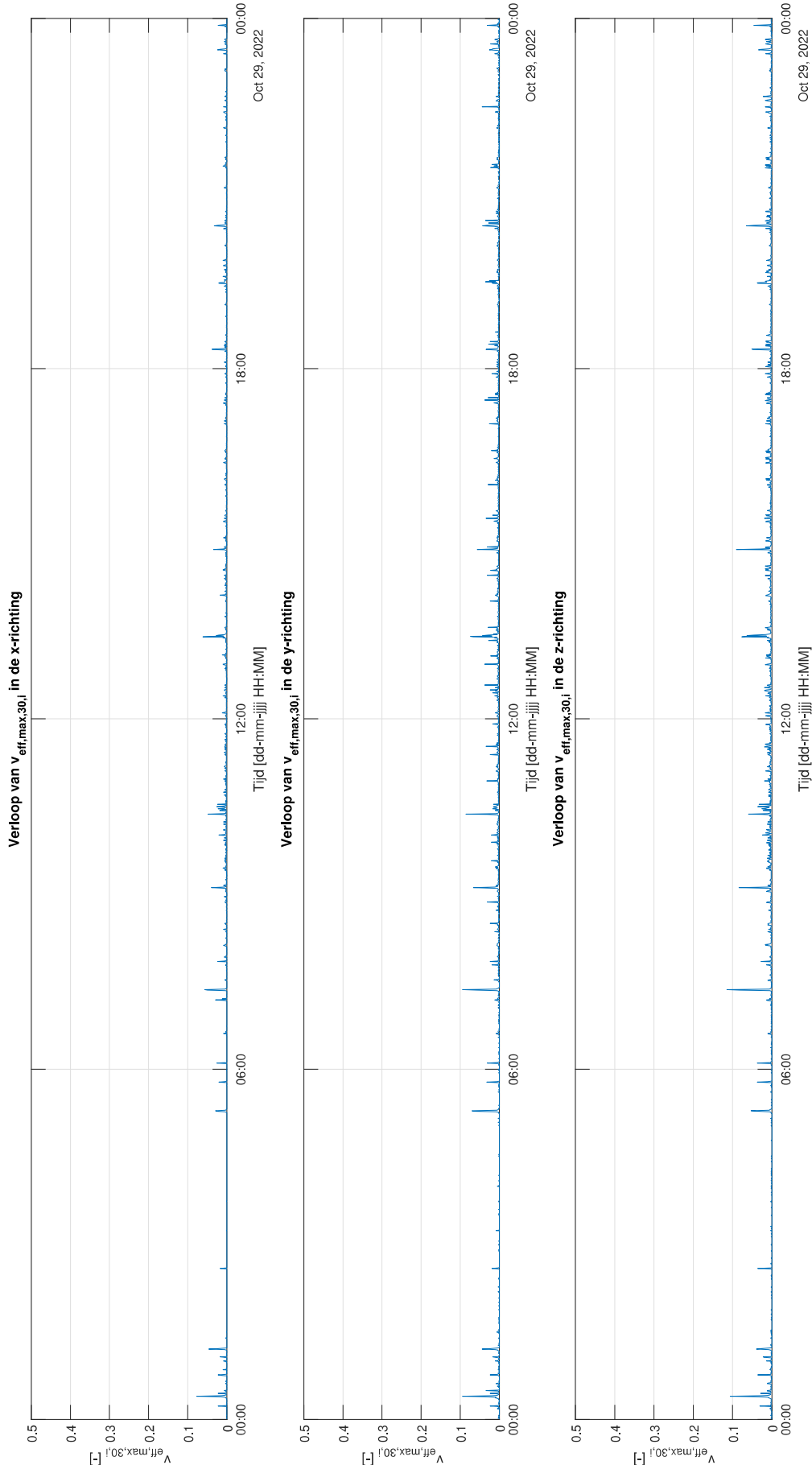
Verloop van $v_{eff,max,30,i}$ gemeten bij background ZT44 EttenLeur op 27-Oct-2022



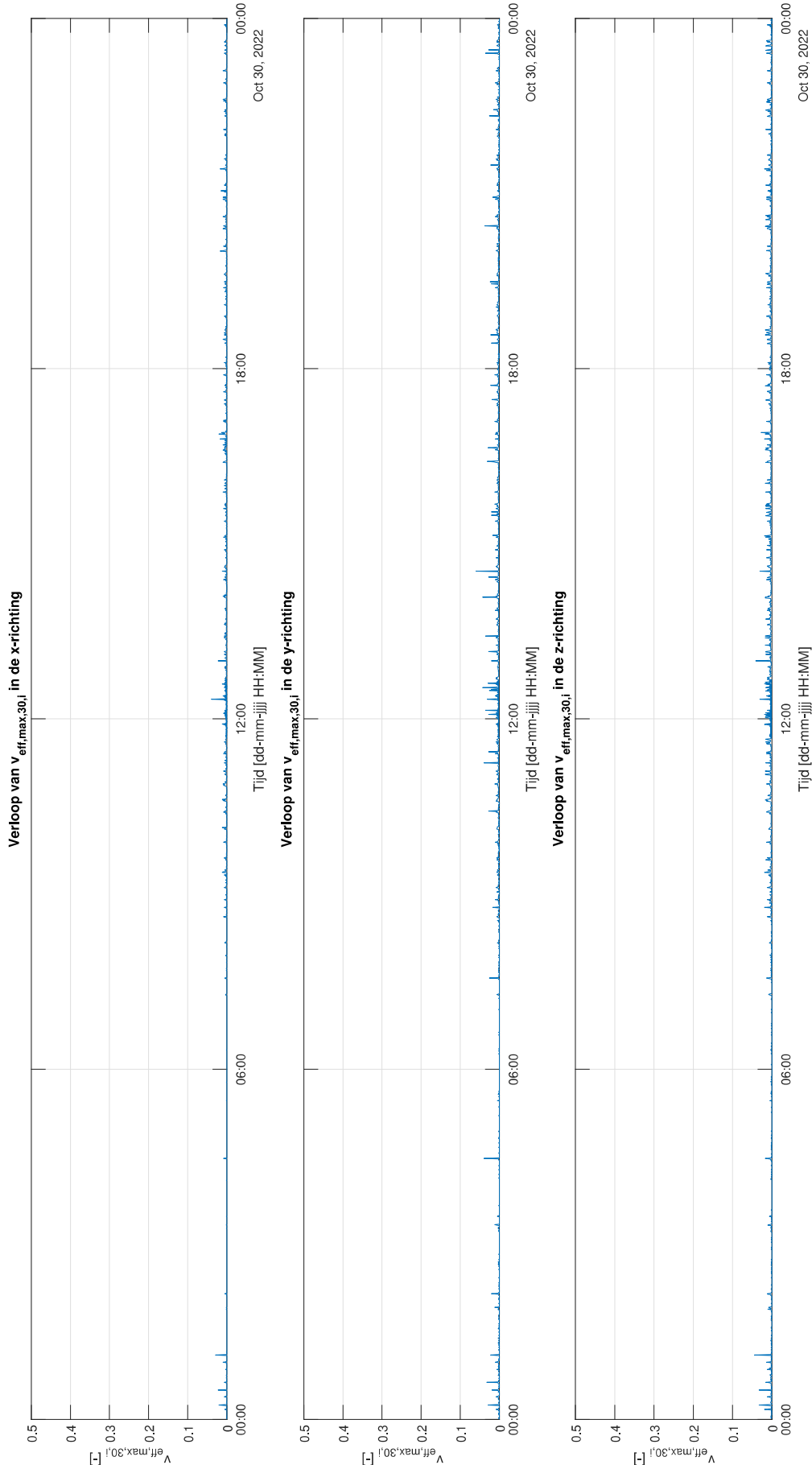
Verloop van $v_{\text{eff,max},30,i}$ gemeten bij background ZT44 EttenLeur op 28-Oct-2022



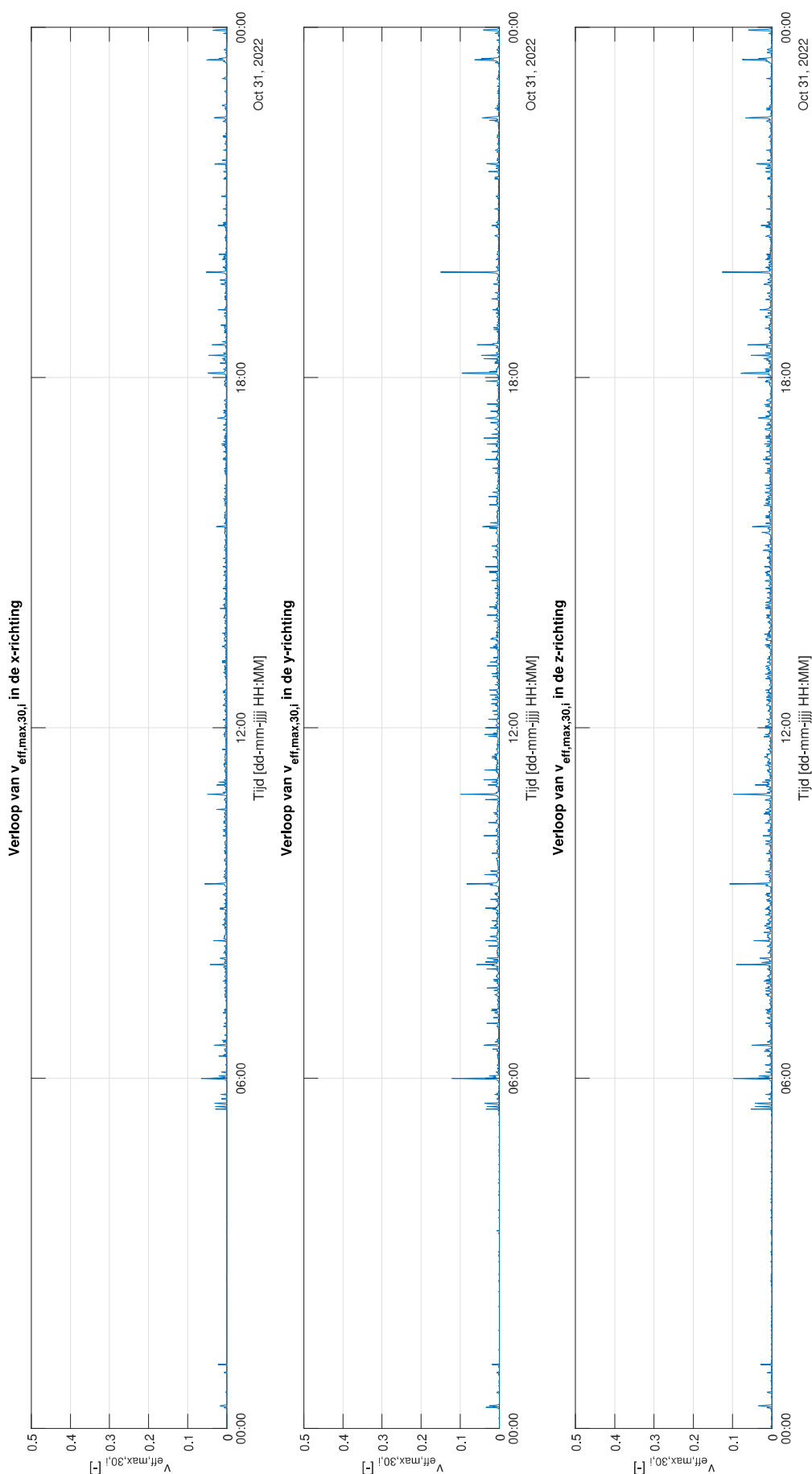
Verloop van $v_{eff,max,30,i}$ gemeten bij background ZT44 EttenLeur op 29-Oct-2022



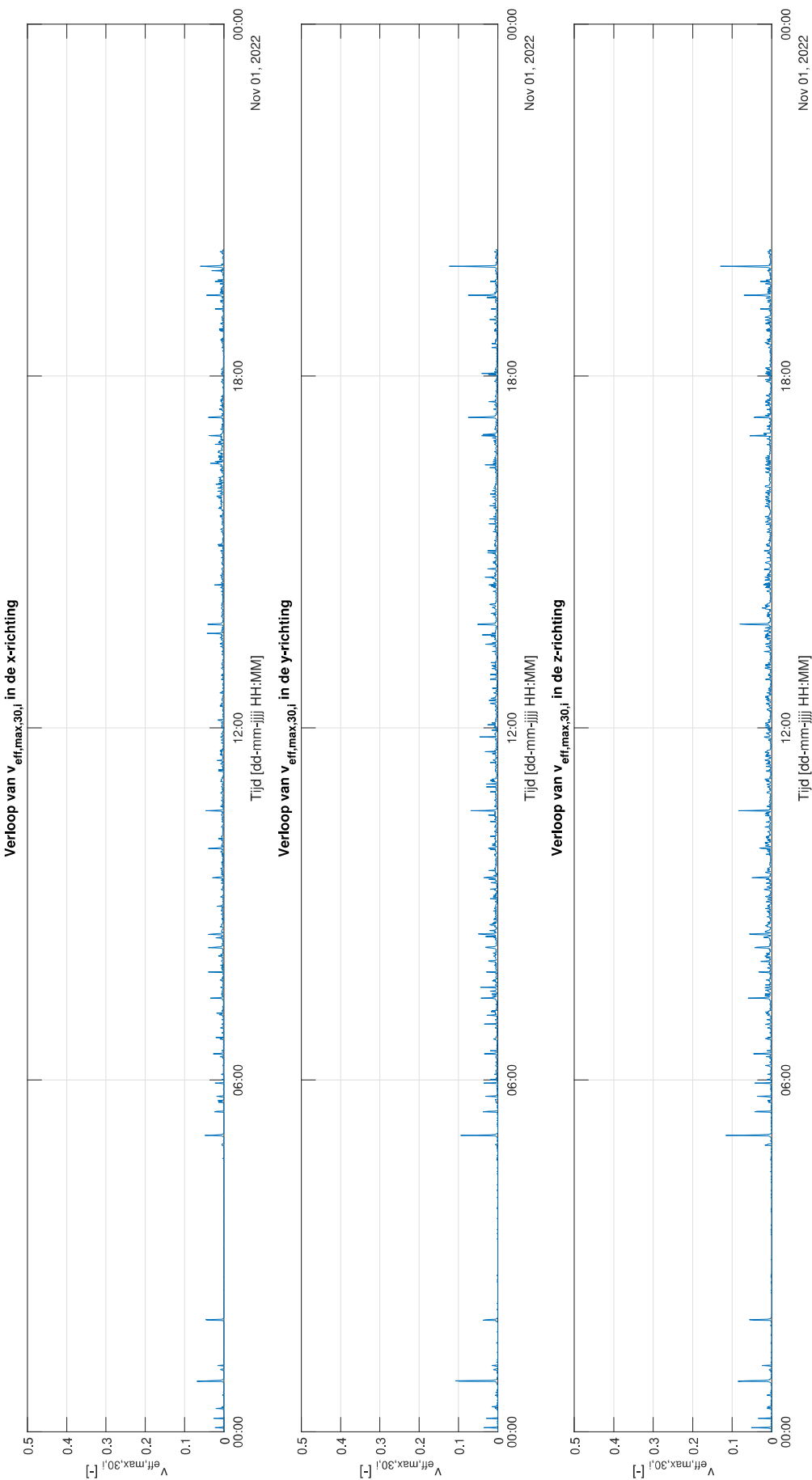
Verloop van $v_{\text{eff,max},30,i}$ gemeten bij background ZT44 EttenLeur op 30-Oct-2022



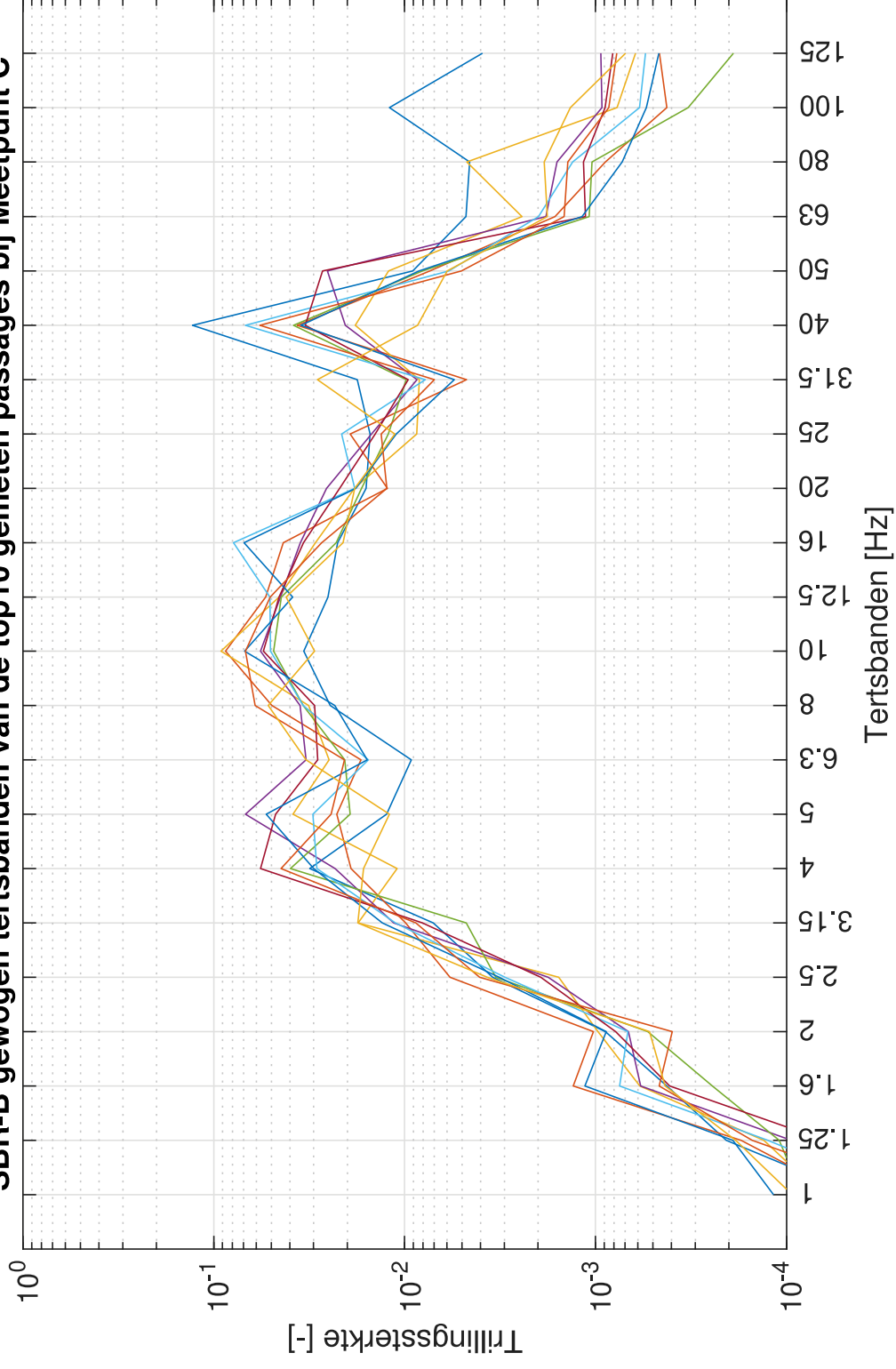
Verloop van $v_{eff,max,30,i}$ gemeten bij background ZT44 EttenLeur op 31-Oct-2022



Verloop van $v_{\text{eff,max},30,i}$ gemeten bij background ZT44 EttenLeur op 01-Nov-2022

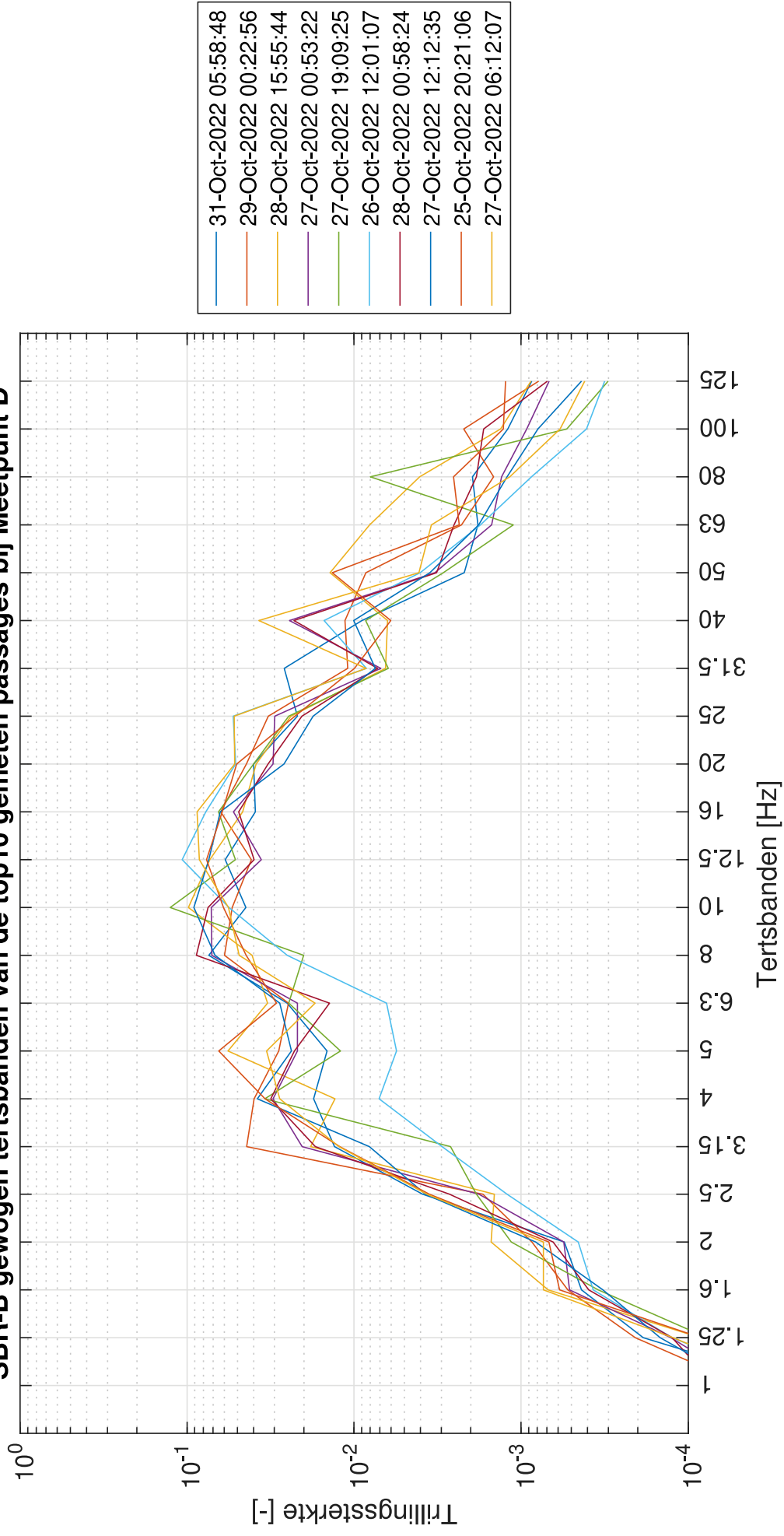


SBR-B gewogen tertsbanden van de top10 gemeten passages bij Meetpunt C

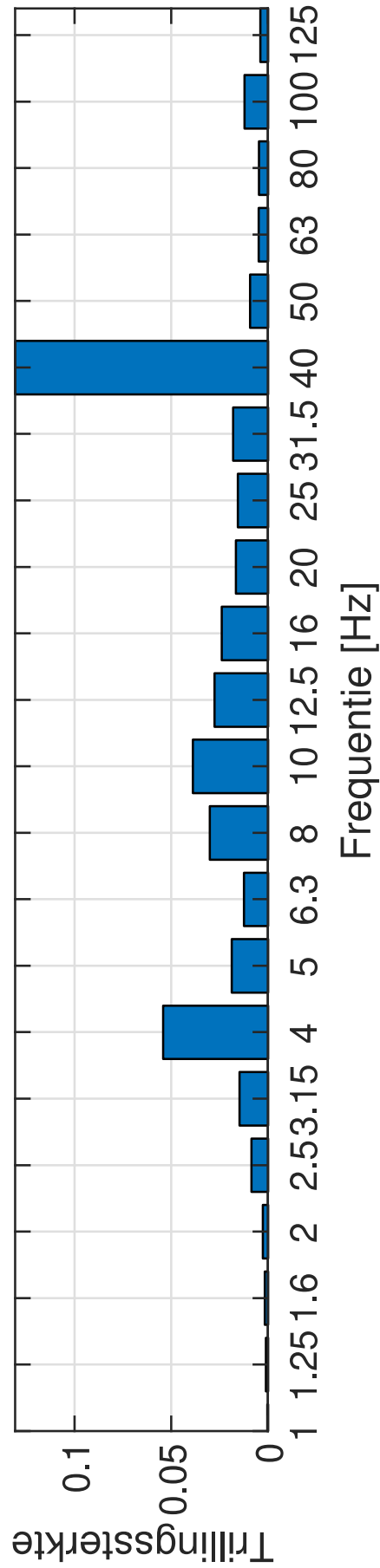
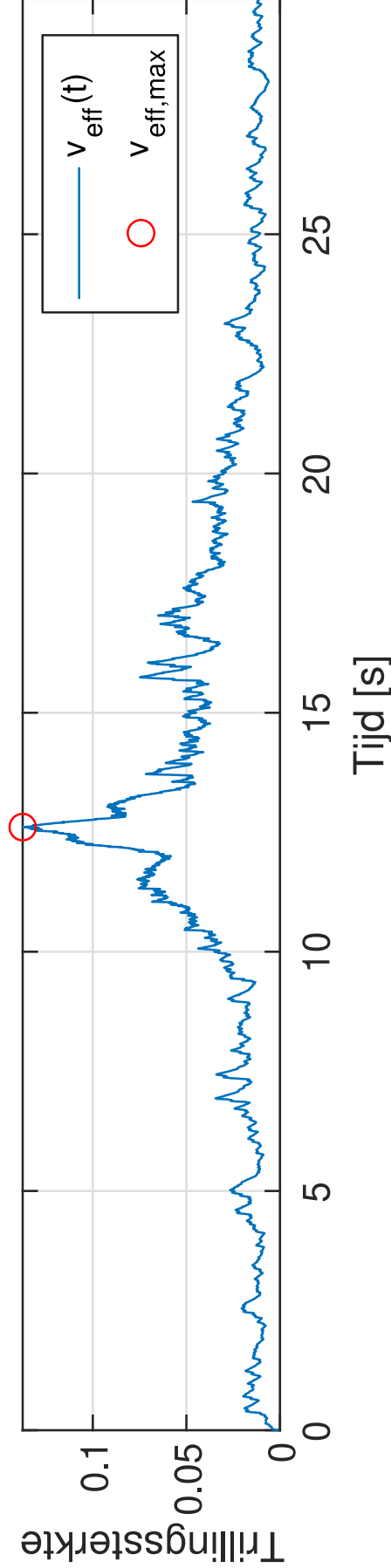
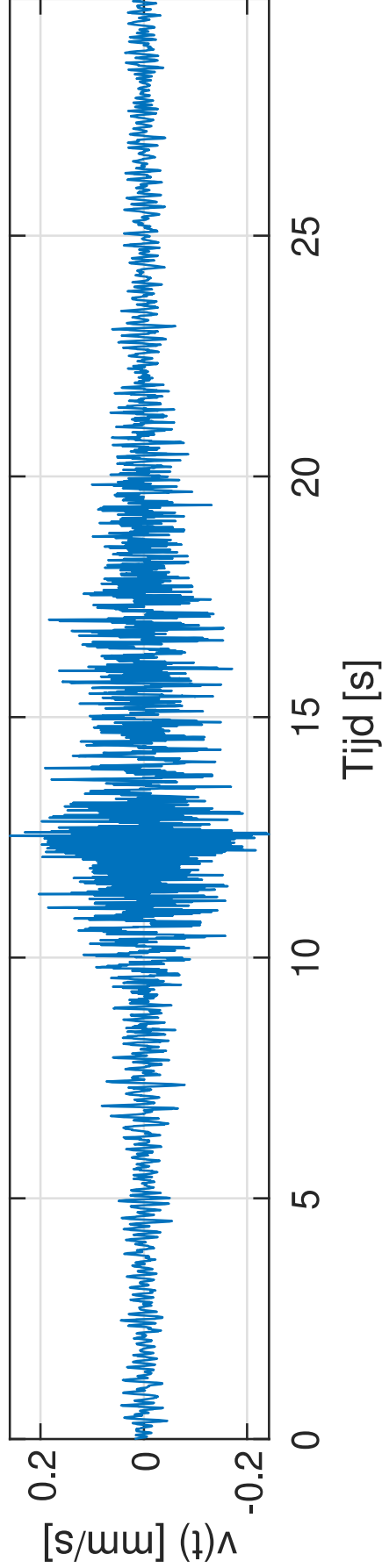


- 01-Nov-2022 19:22:11
- 27-Oct-2022 07:59:01
- 28-Oct-2022 15:57:03
- 25-Oct-2022 20:21:18
- 25-Oct-2022 19:43:25
- 27-Oct-2022 06:12:32
- 28-Oct-2022 20:59:29
- 28-Oct-2022 01:51:26
- 31-Oct-2022 19:47:37
- 31-Oct-2022 05:59:01

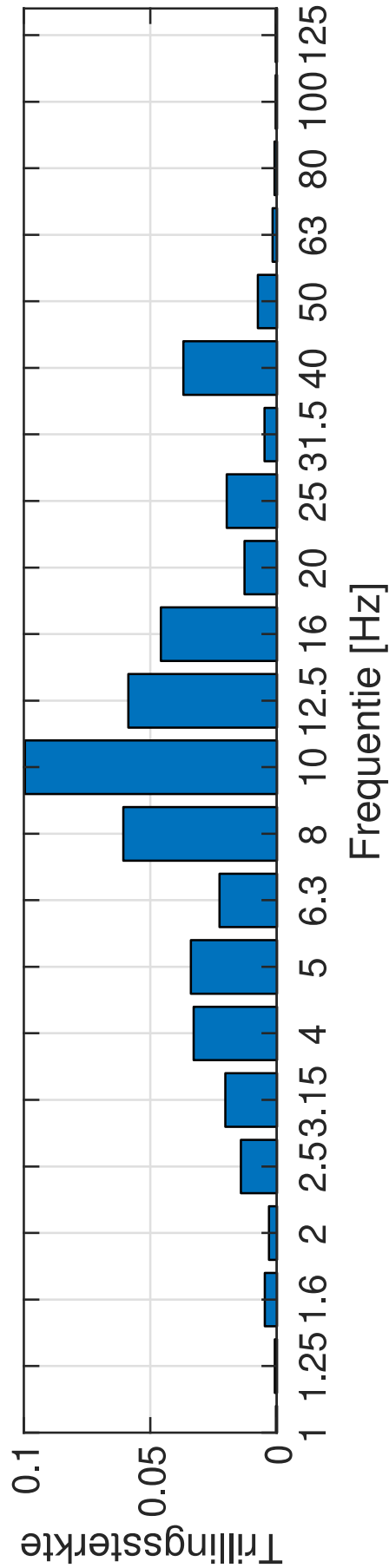
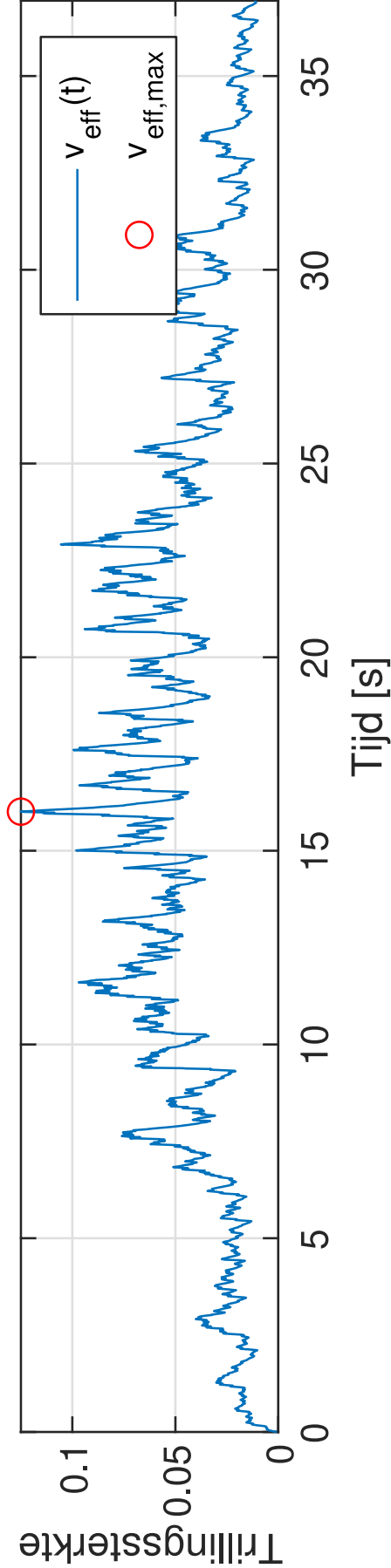
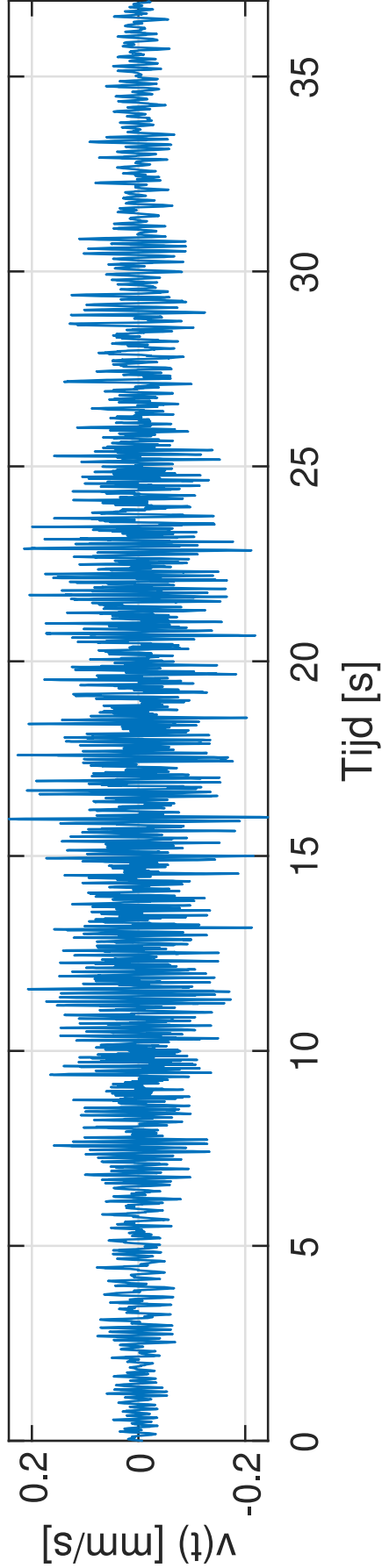
SBR-B gewogen tertsbanden van de top10 gemeten passages bij Meetpunt D



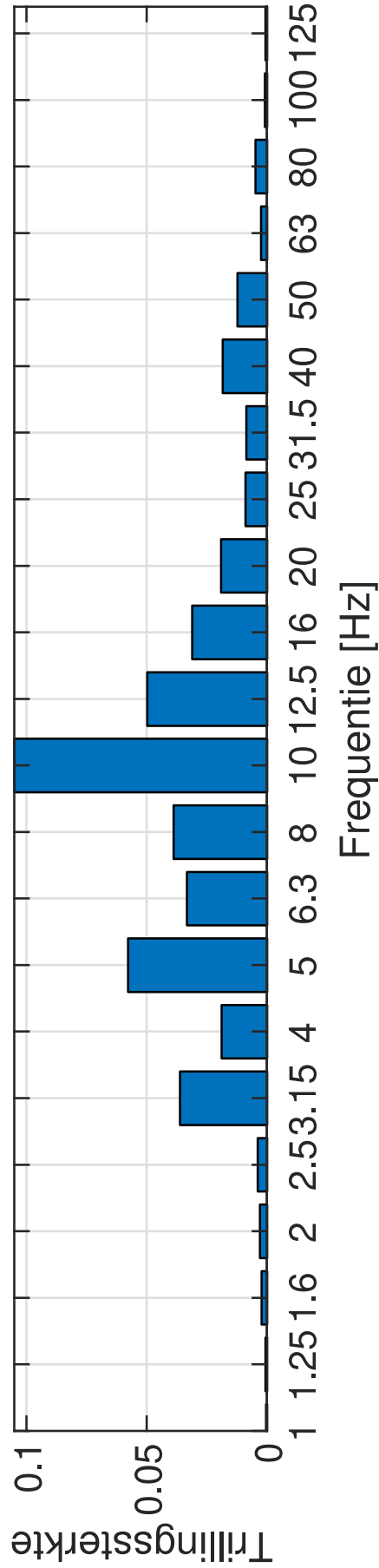
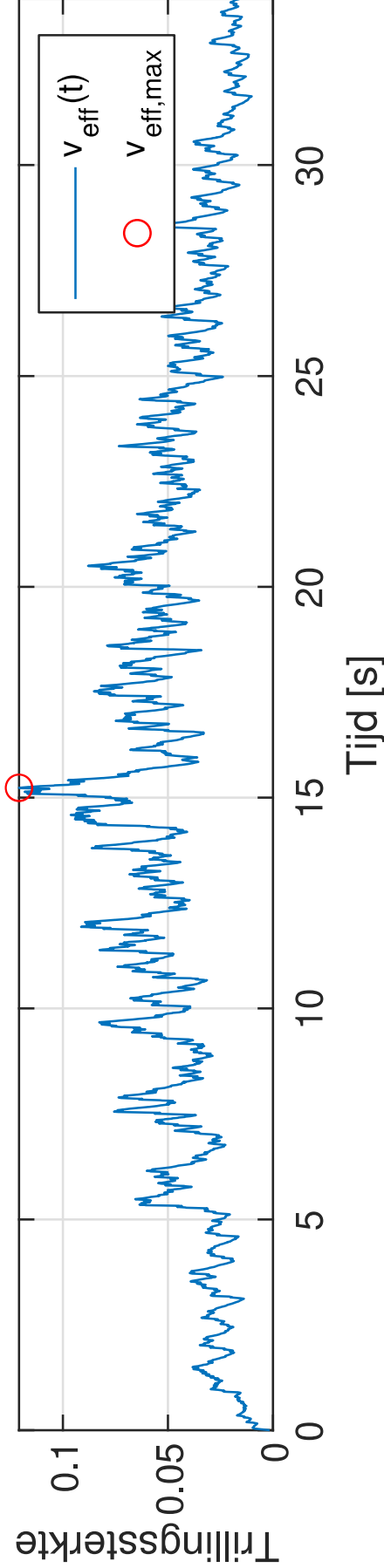
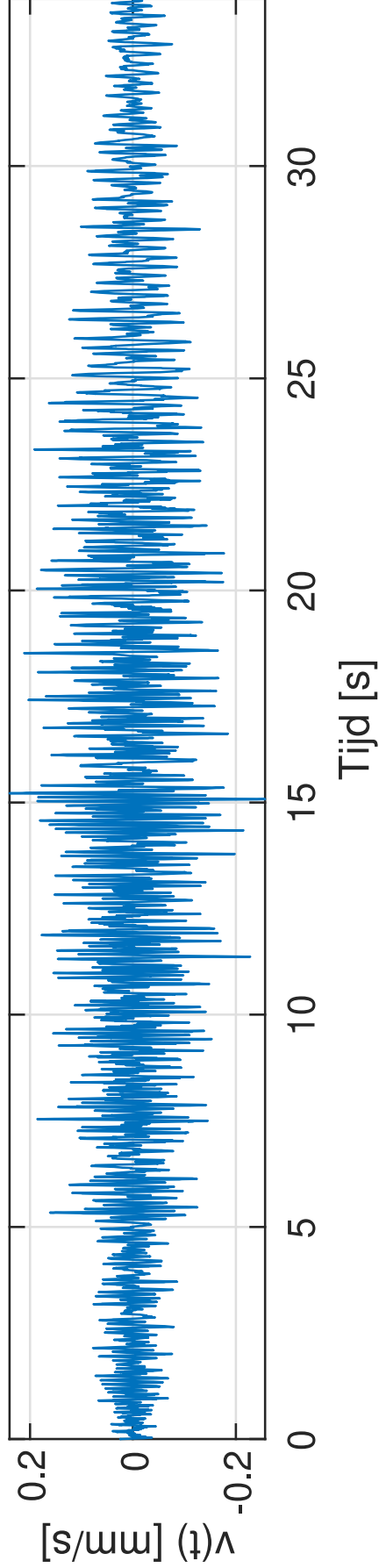
Treinpassage gemeten bij Meetpunt C om 2022-11-01 19:22



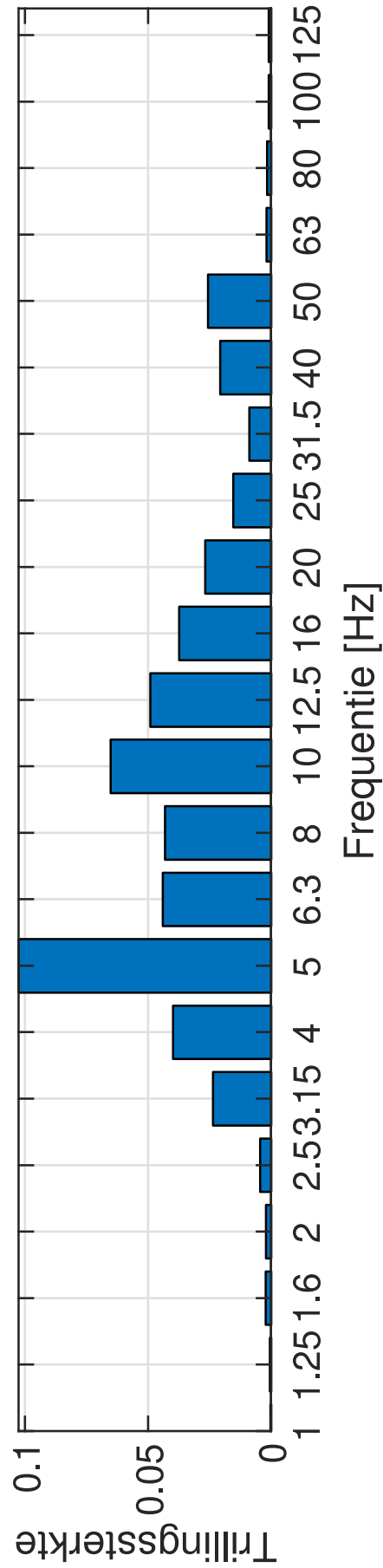
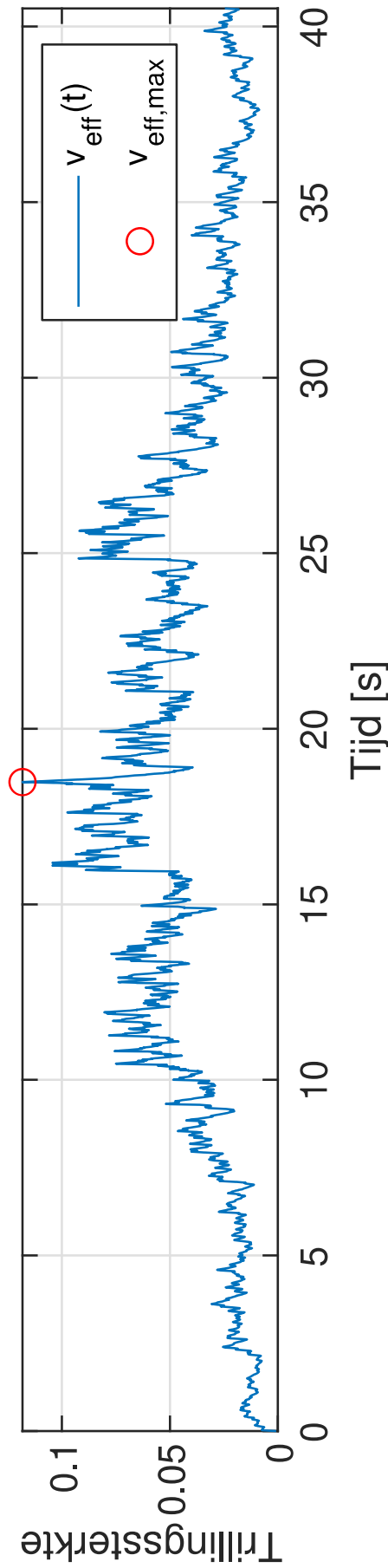
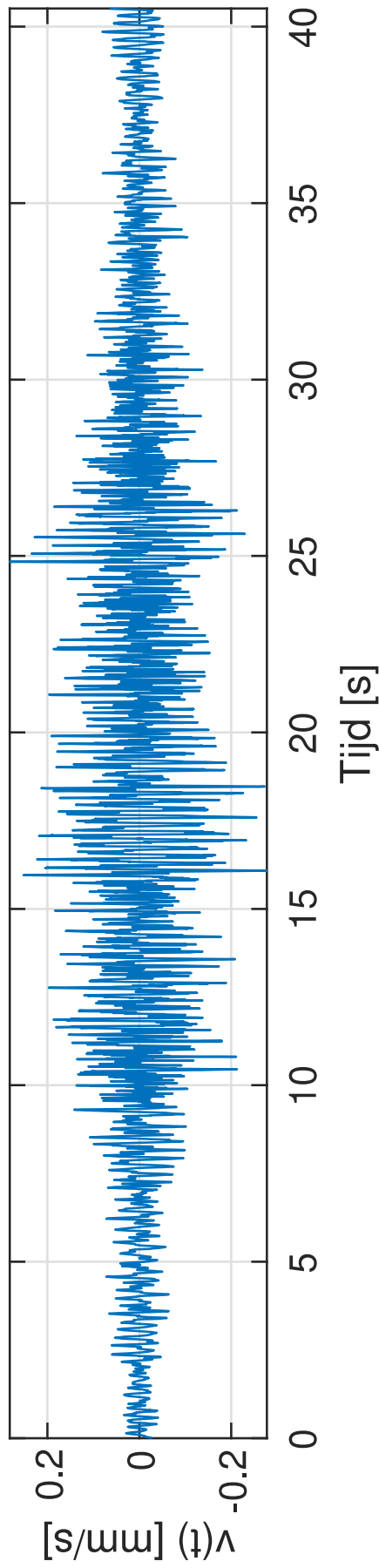
Treinpassage gemeten bij Meetpunt C om 2022-10-27 07:59



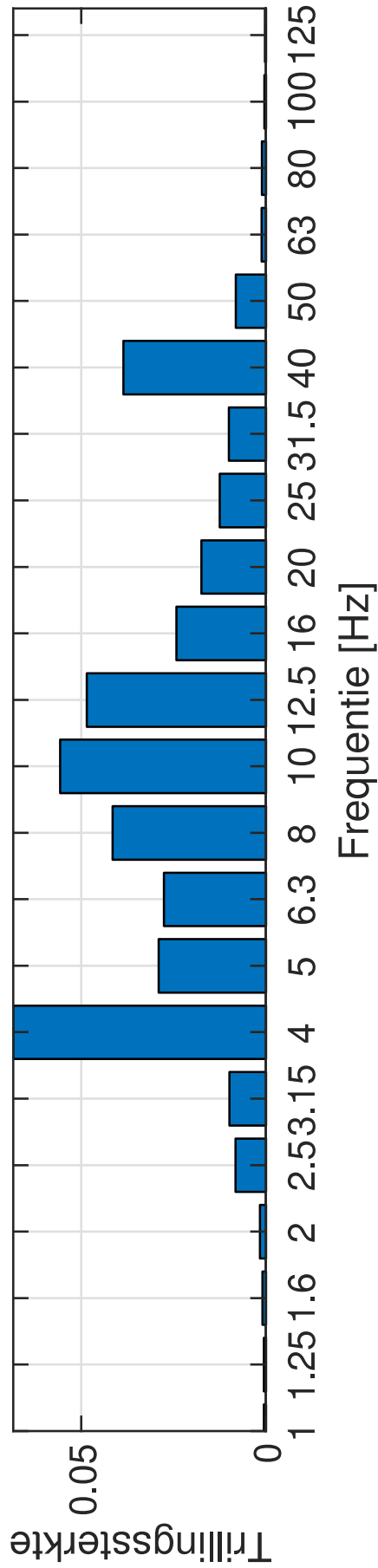
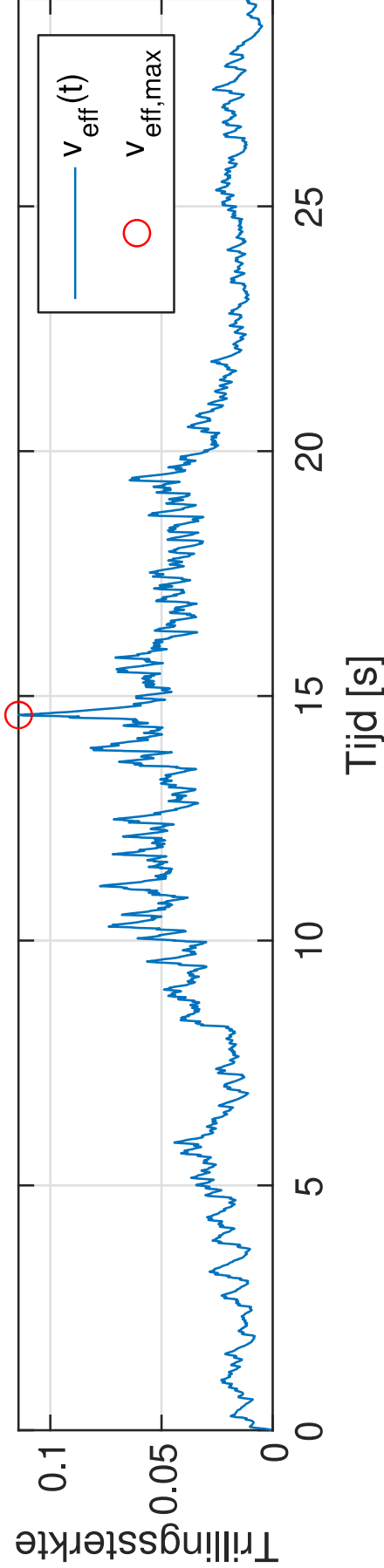
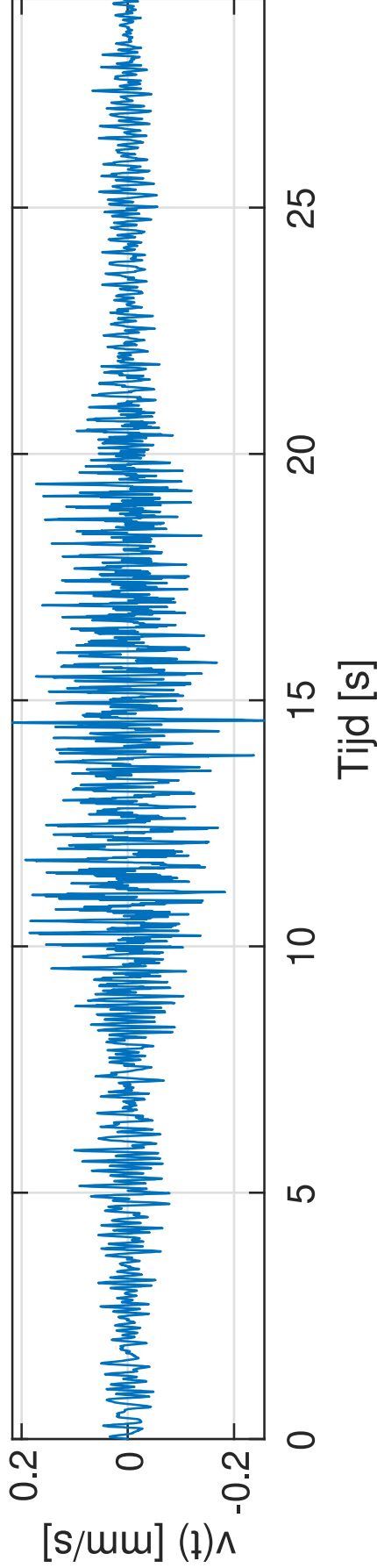
Treinpassage gemeten bij Meetpunt C om 2022-10-28 15:57



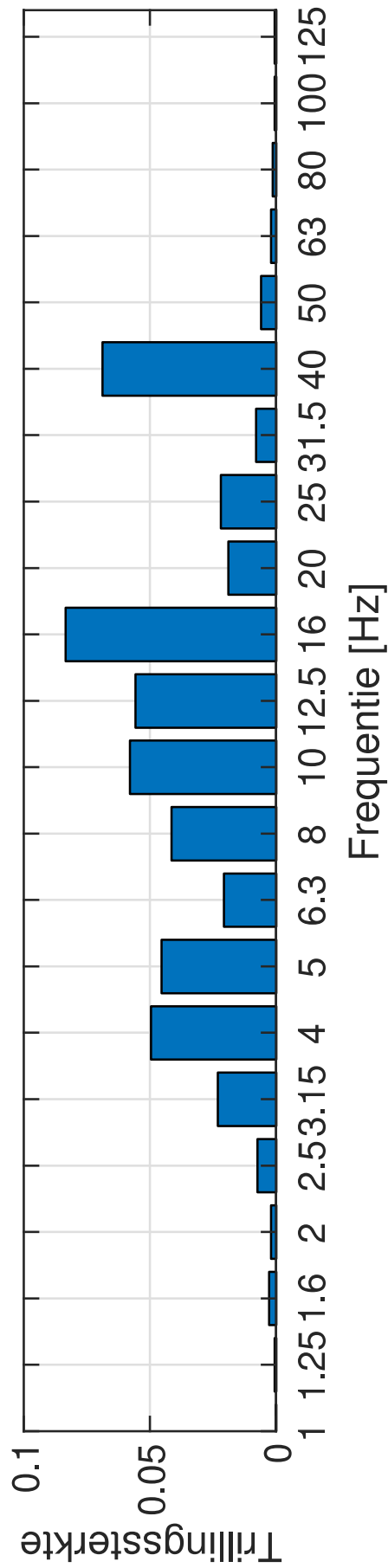
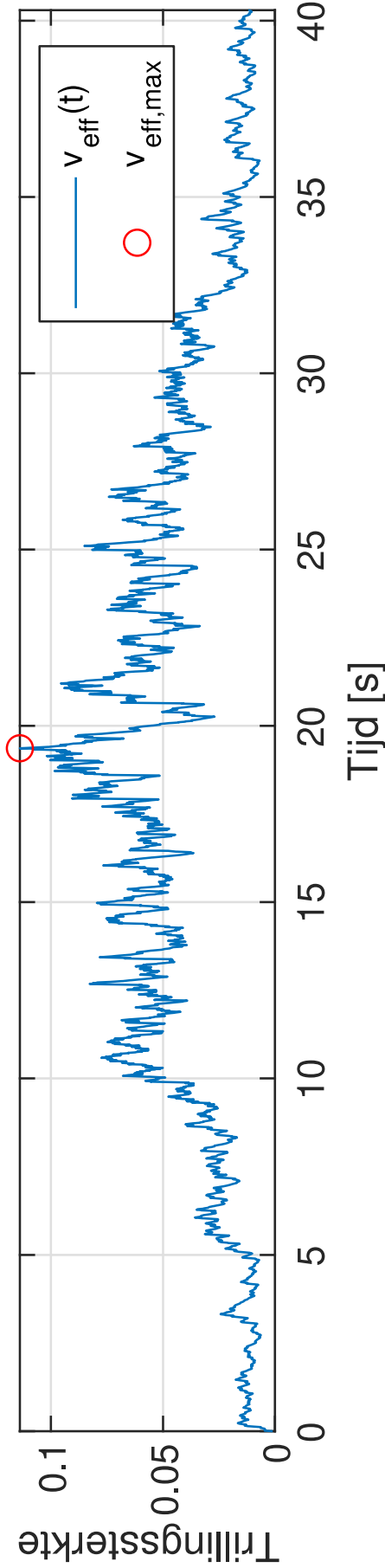
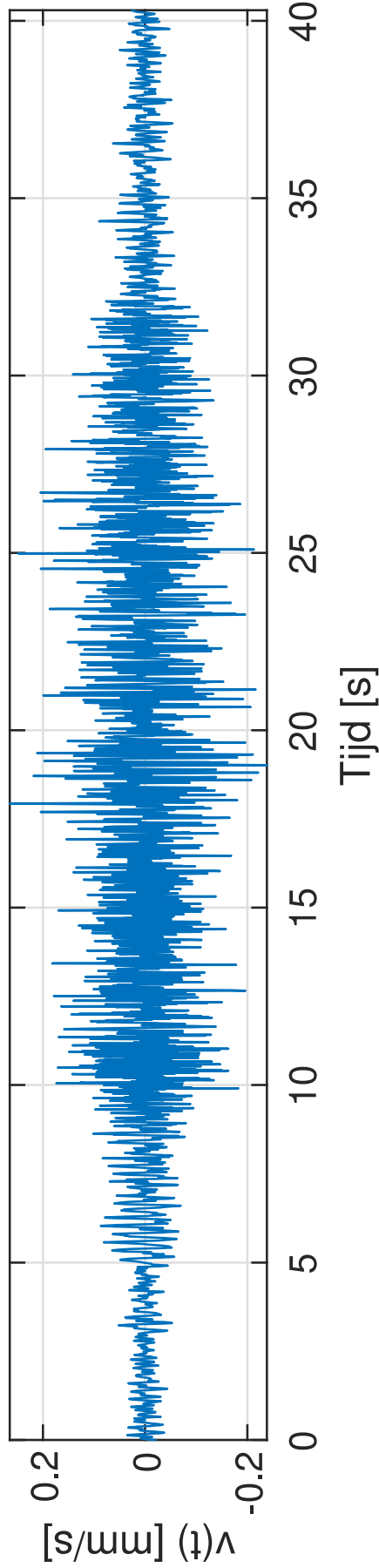
Treinpassage gemeten bij Meetpunt C om 2022-10-25 20:21



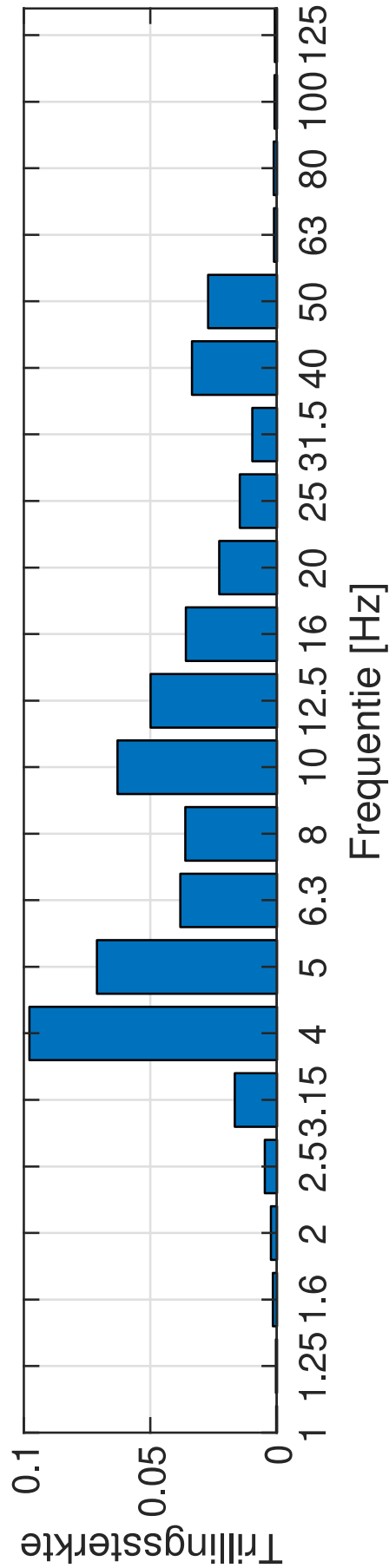
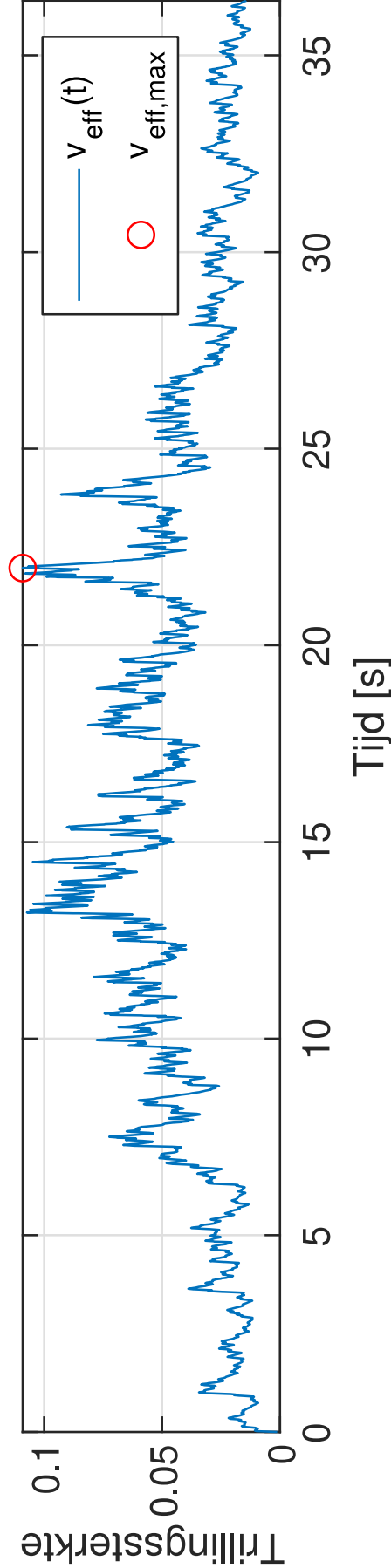
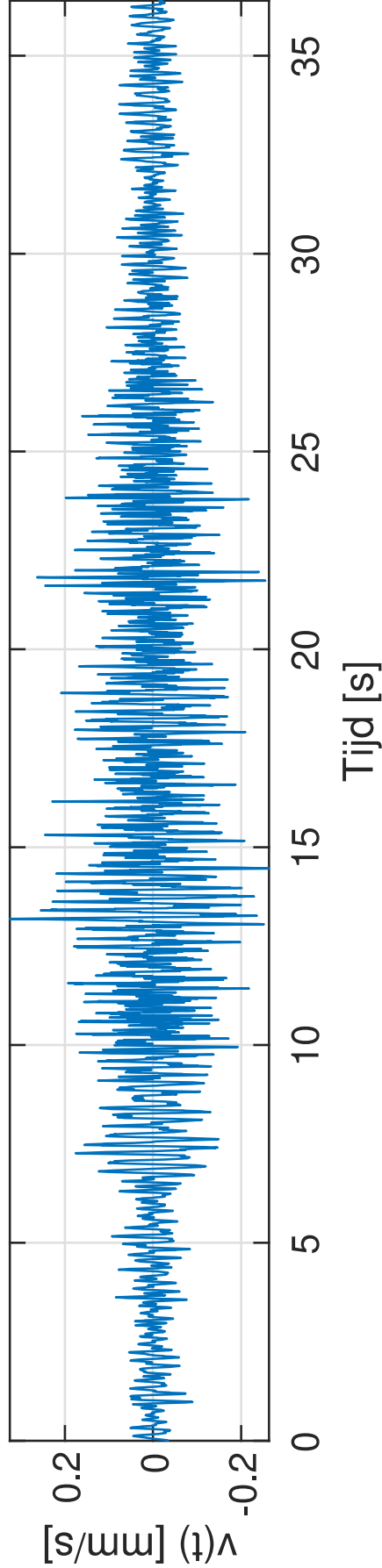
Treinpassage gemeten bij Meetpunt C om 2022-10-25 19:43



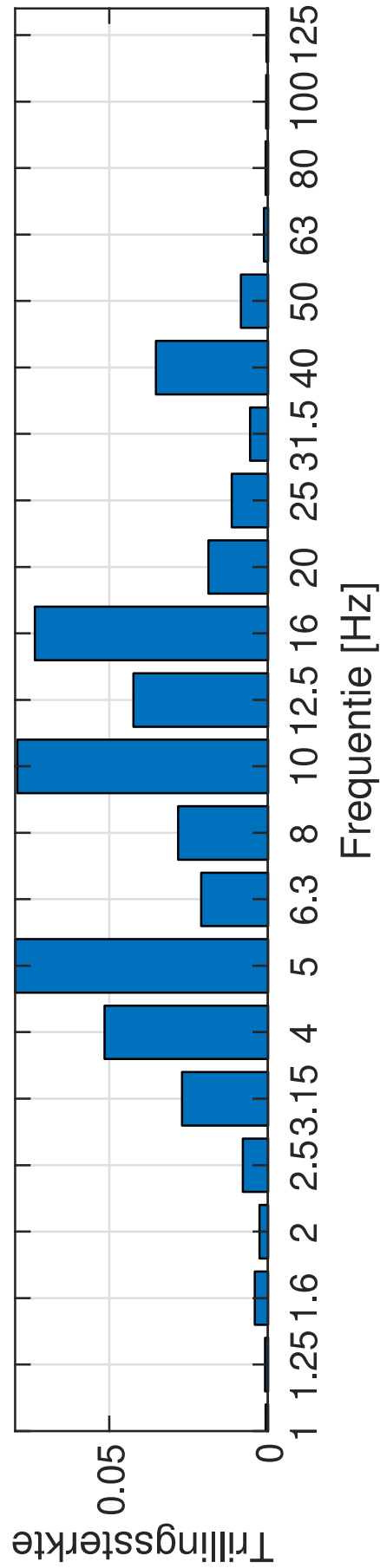
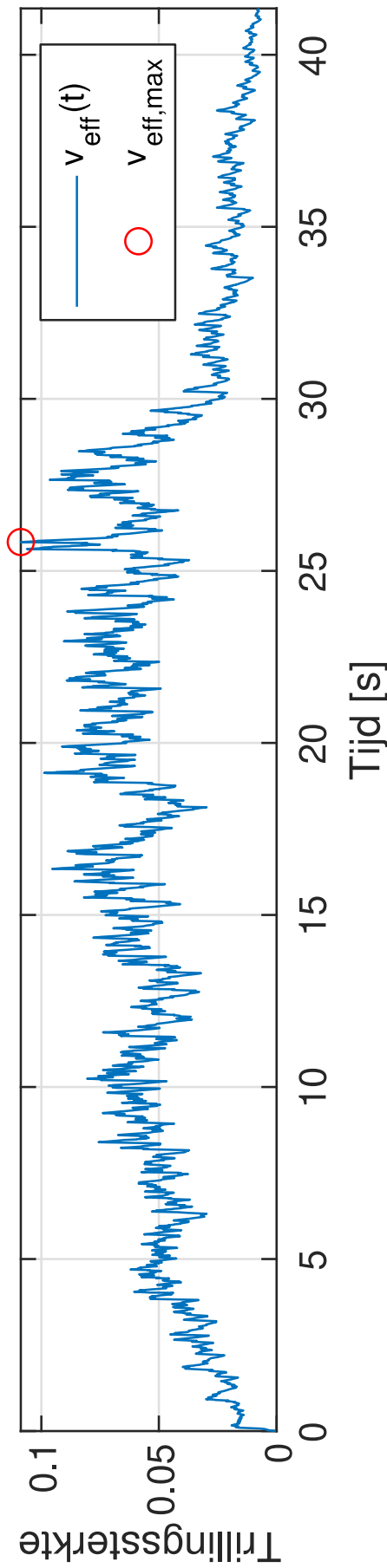
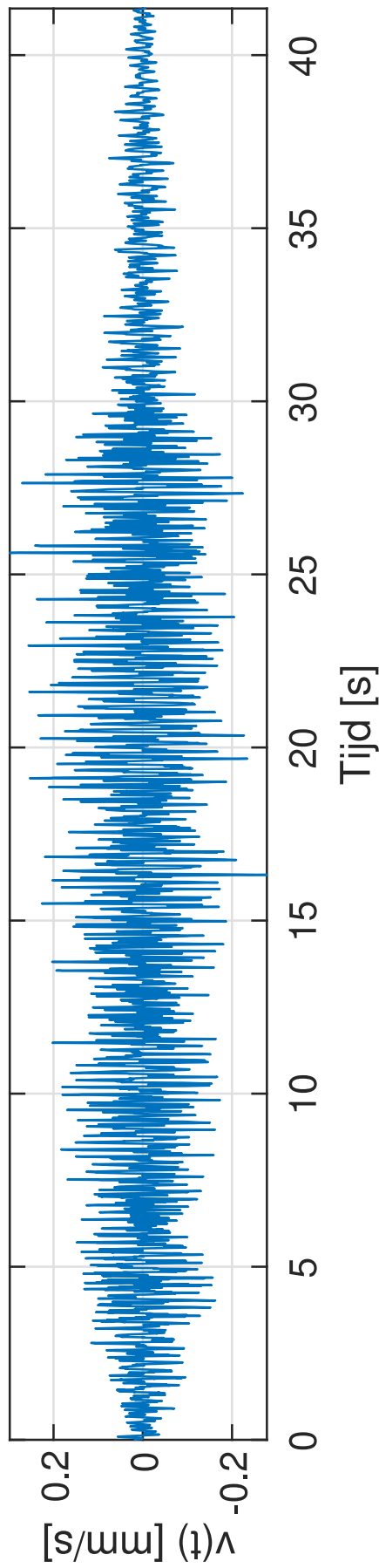
Treinpassage gemeten bij Meetpunt C om 2022-10-27 06:12



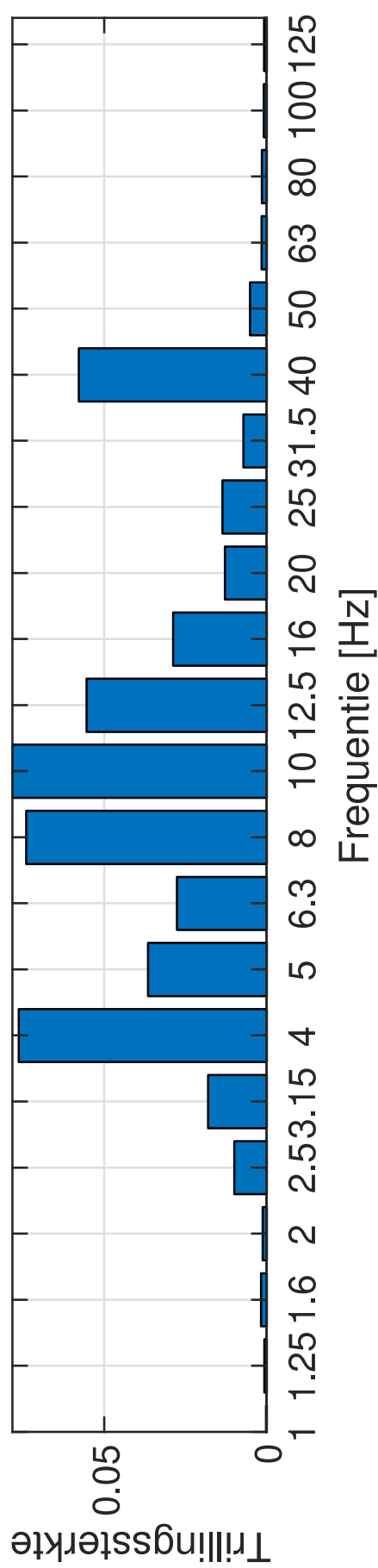
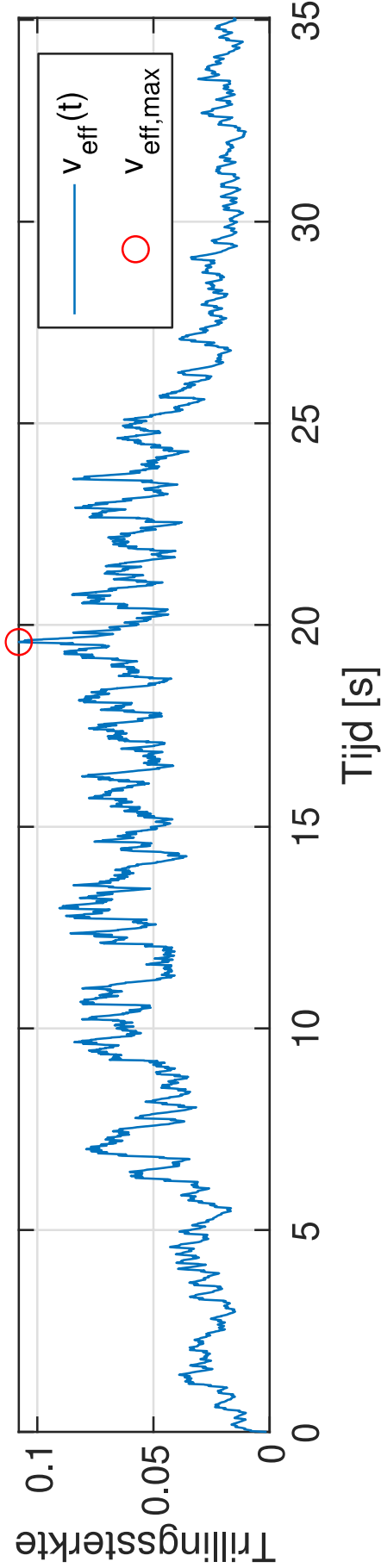
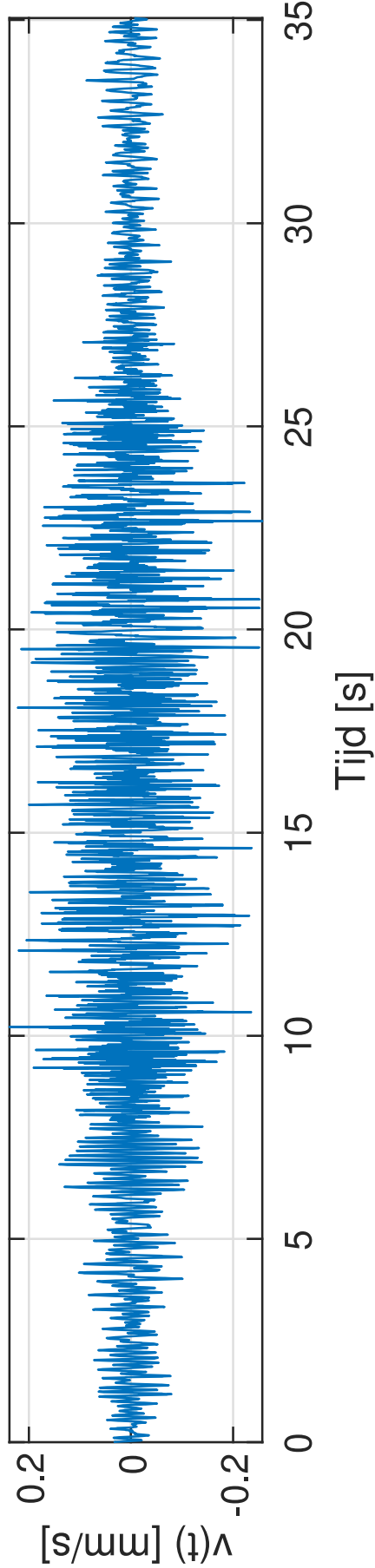
Treinpassage gemeten bij Meetpunt C om 2022-10-28 20:59



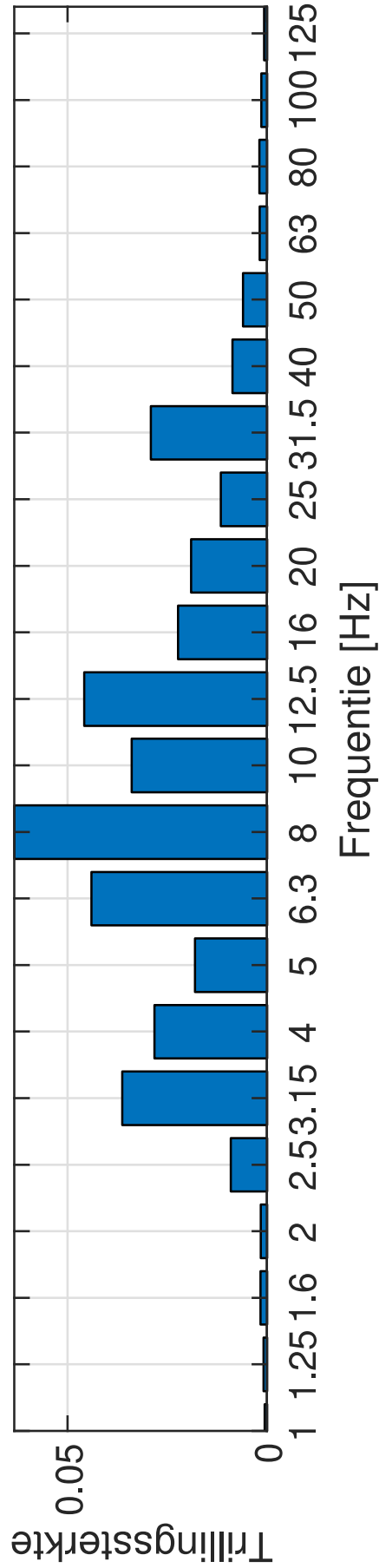
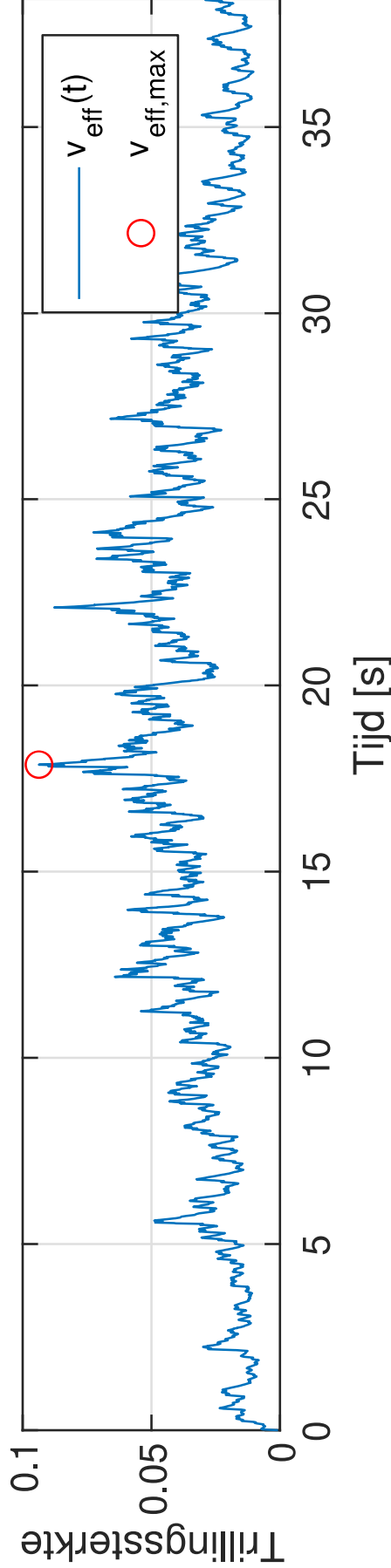
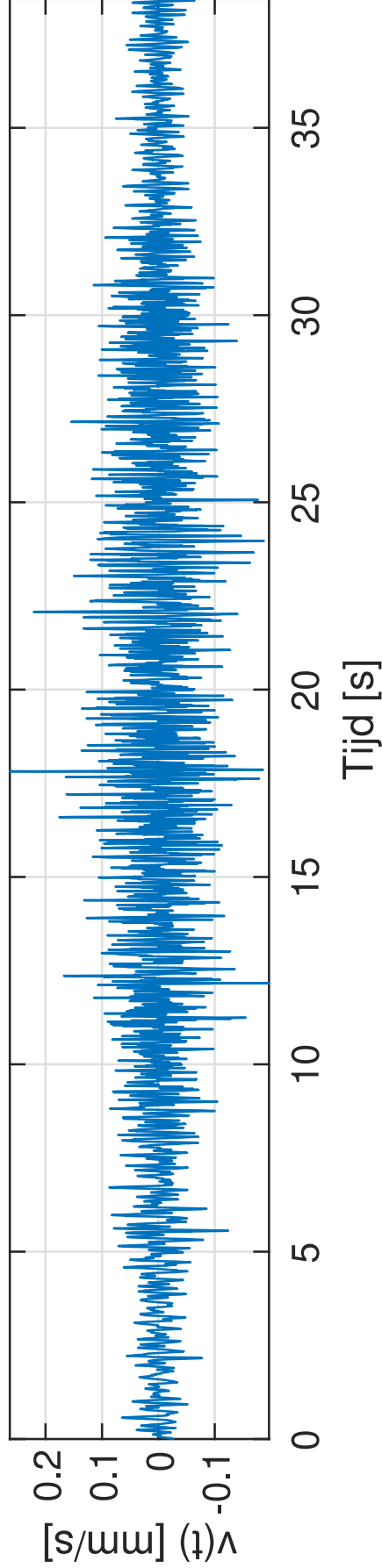
Treinpassage gemeten bij Meetpunt C om 2022-10-28 01:51



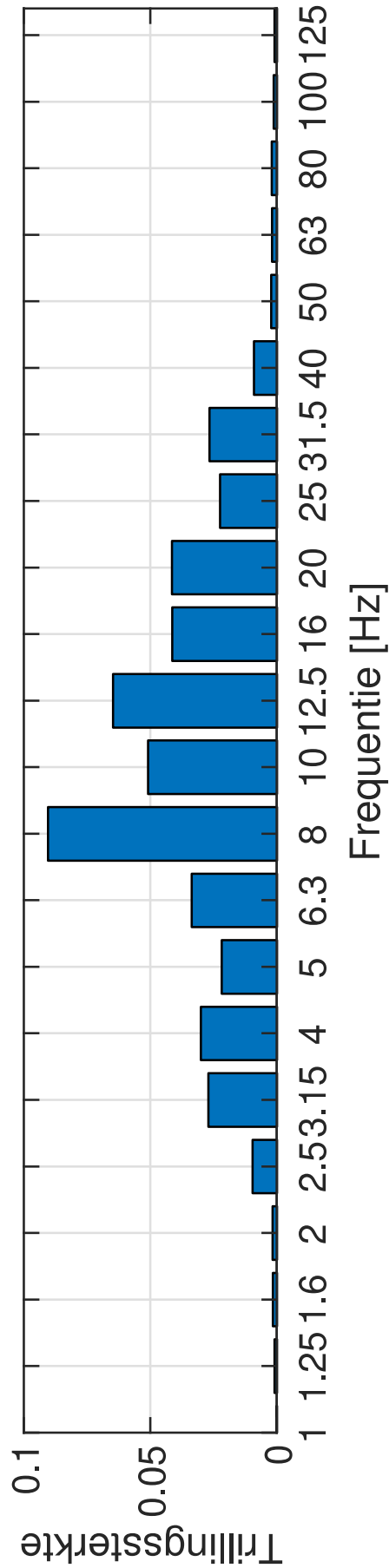
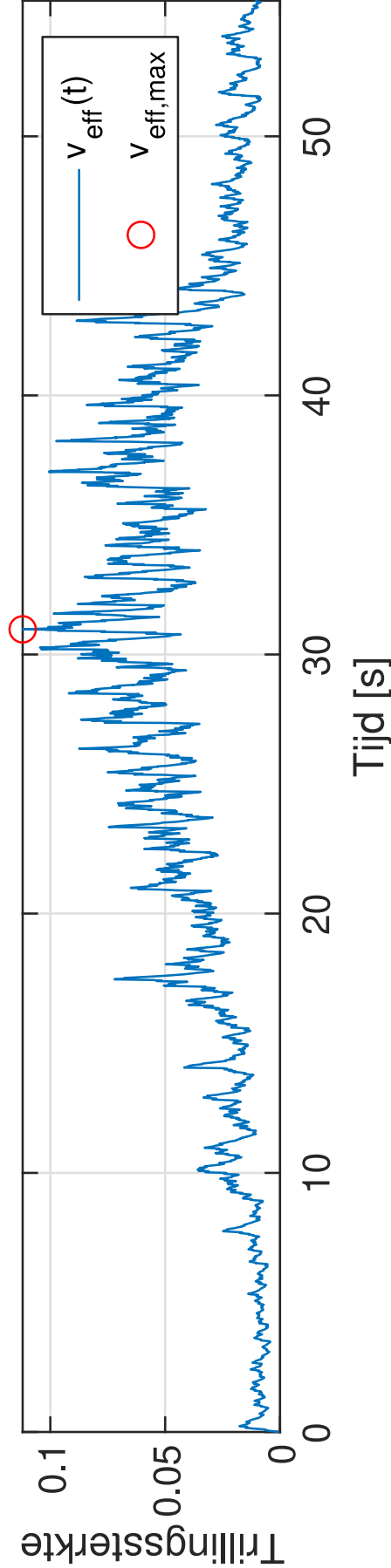
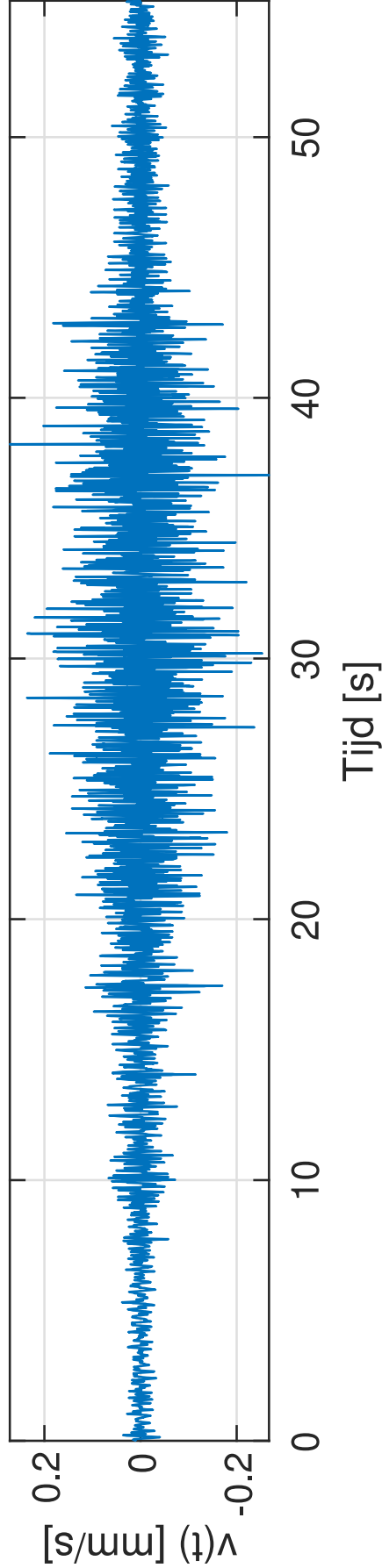
Treinpassage gemeten bij Meetpunt C om 2022-10-31 19:47



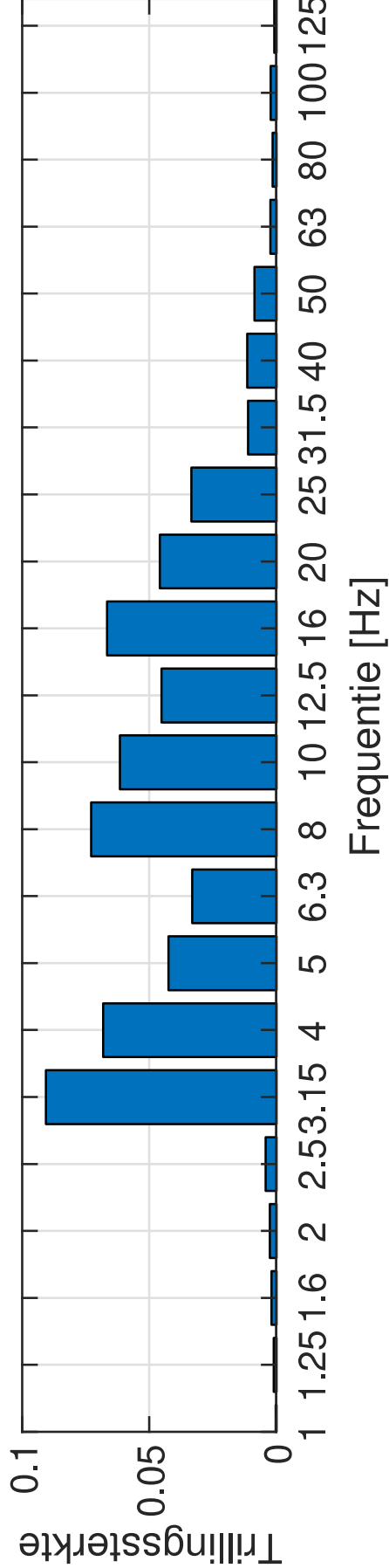
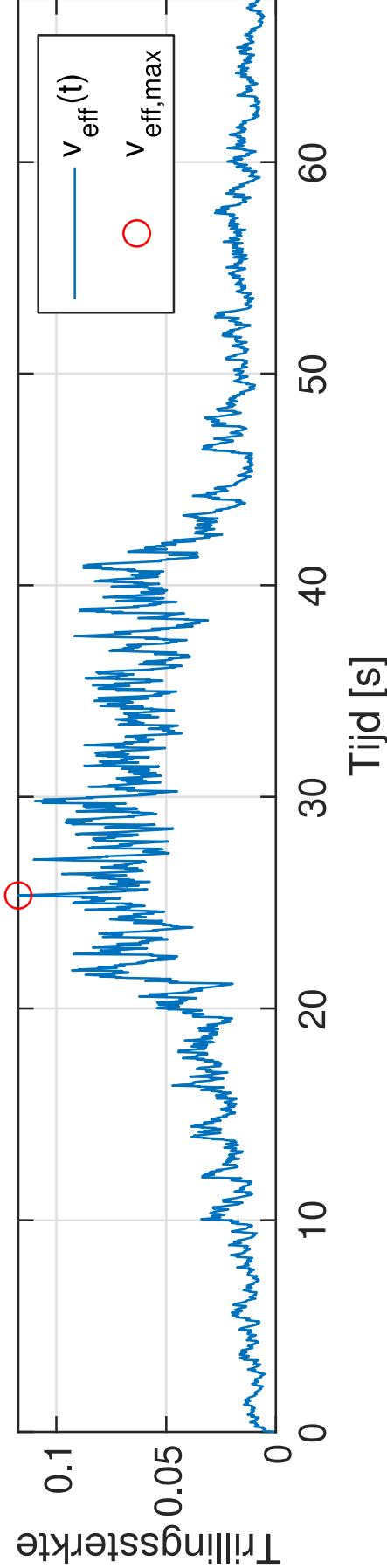
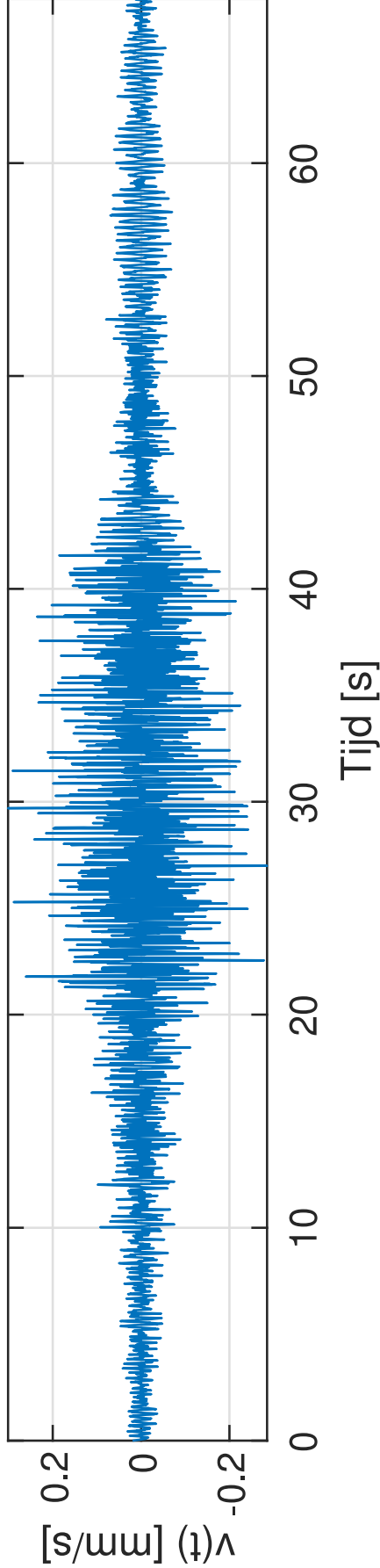
Treinpassage gemeten bij Meetpunt C om 2022-10-31 05:59



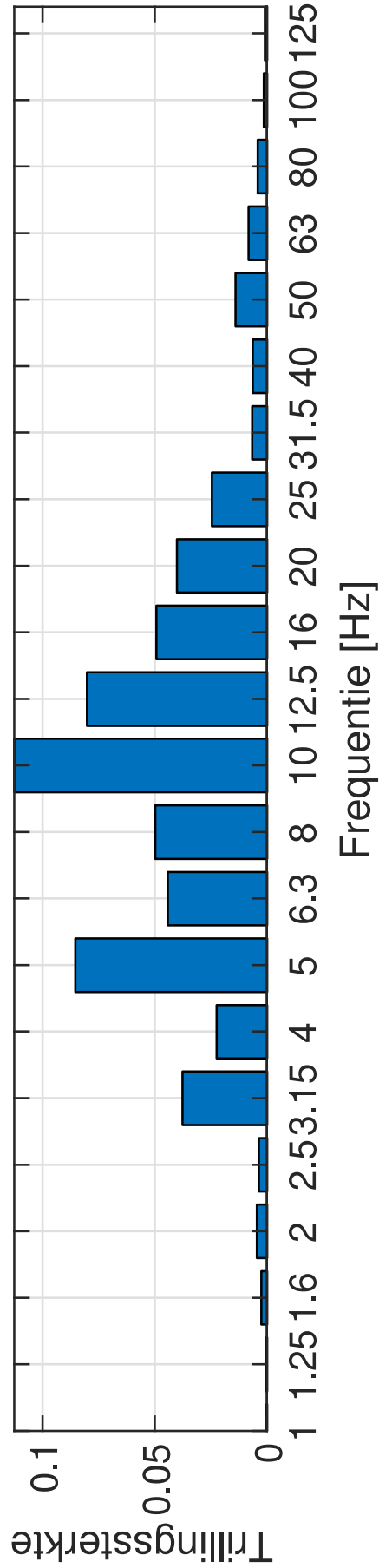
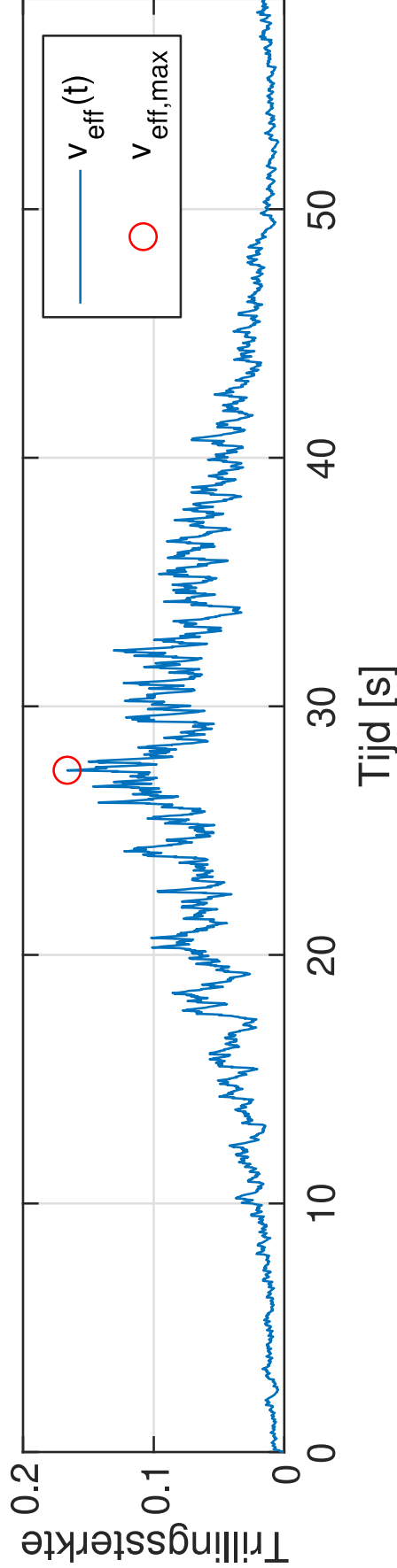
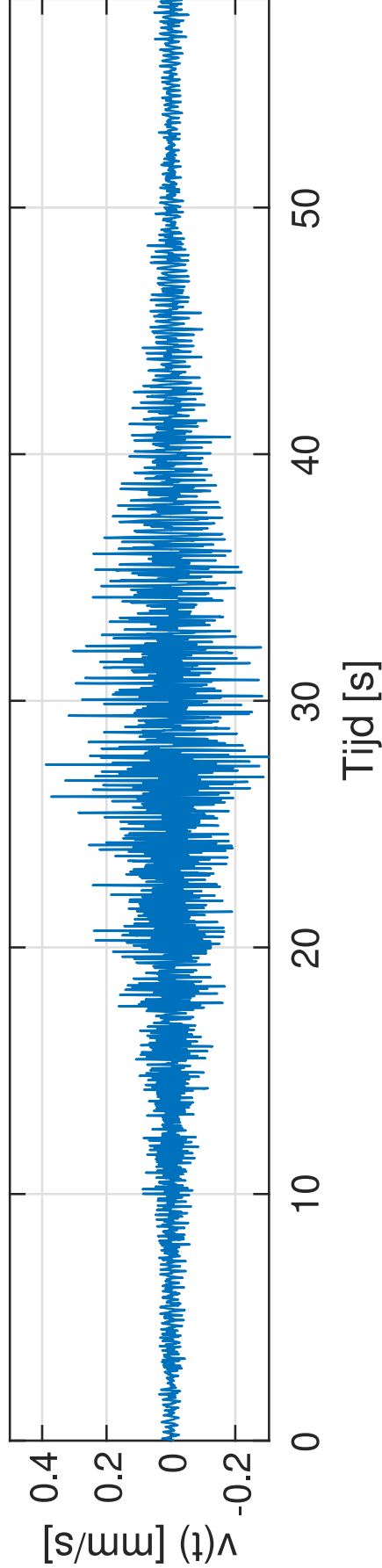
Treinpassage gemeten bij Meetpunt D om 2022-10-31 05:58



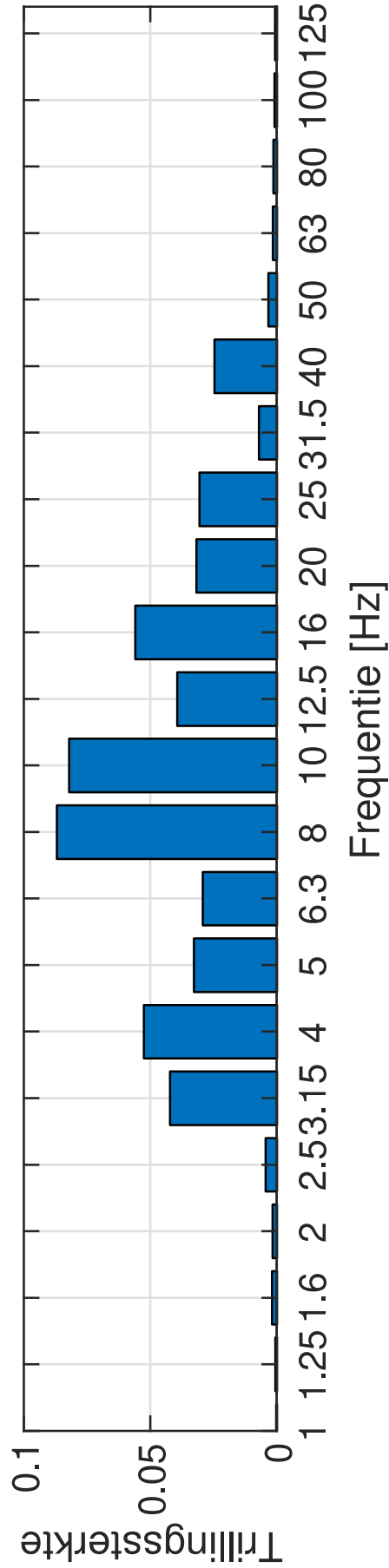
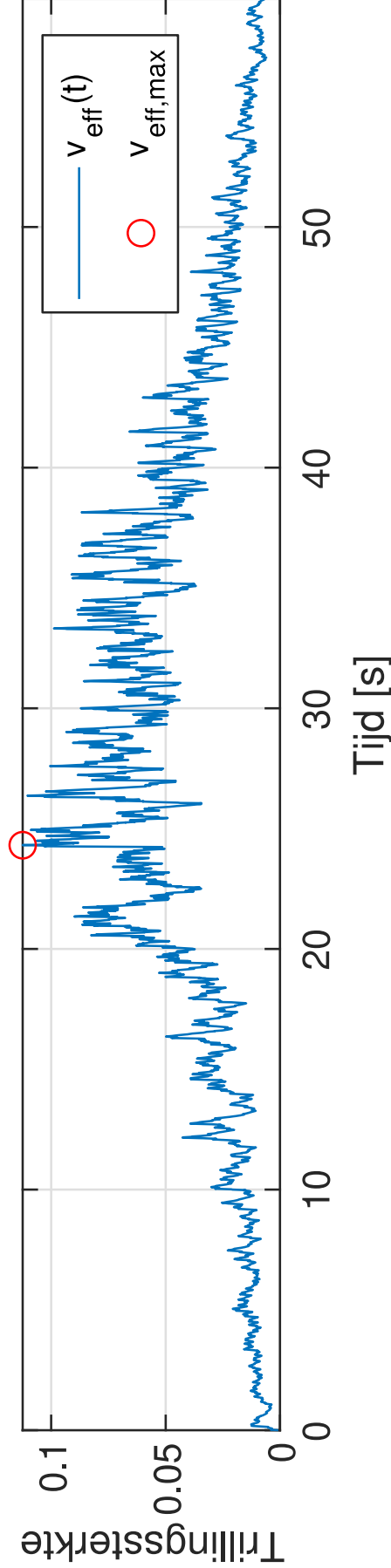
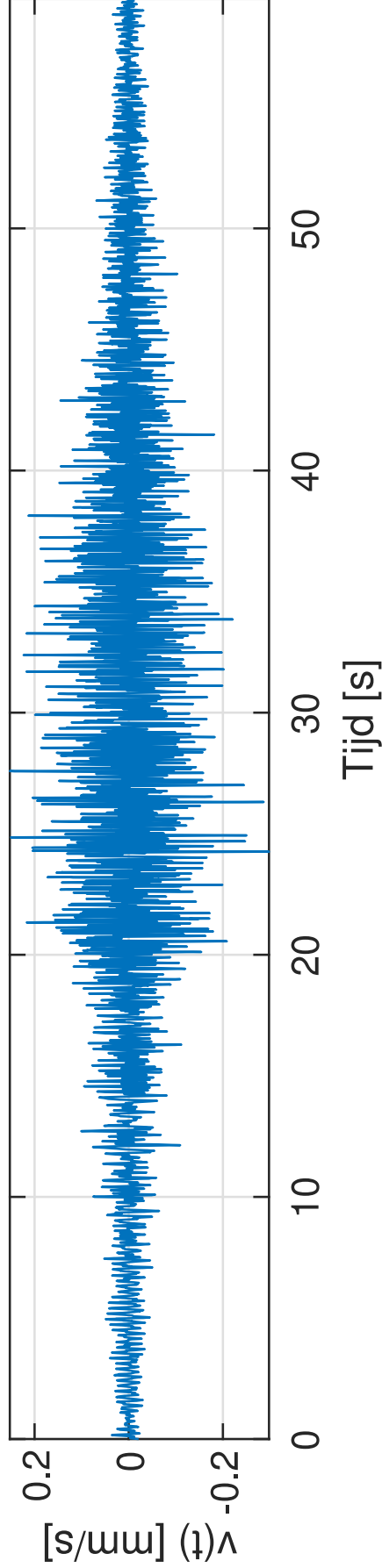
Treinpassage gemeten bij Meetpunt D om 2022-10-29 00:22



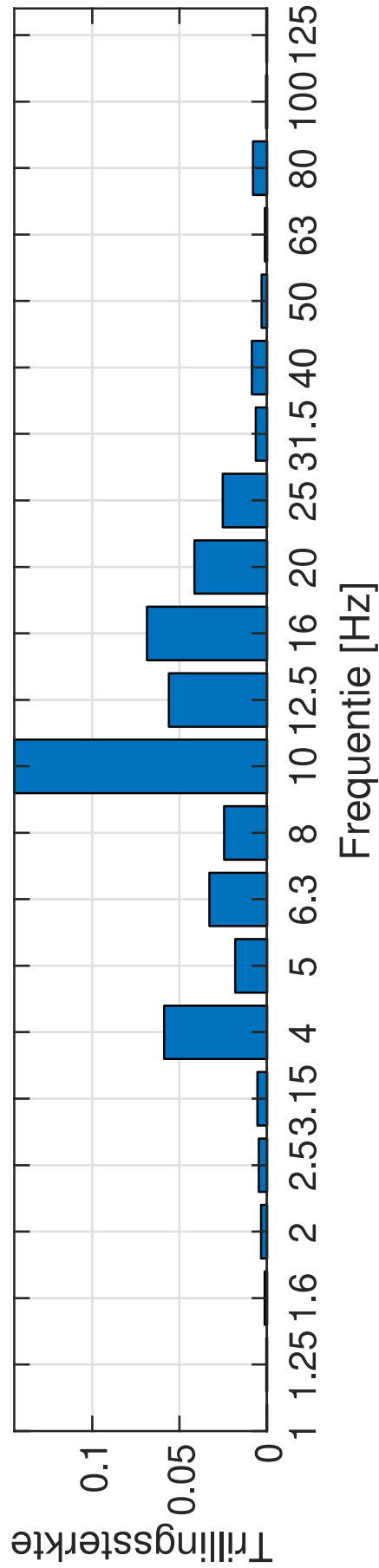
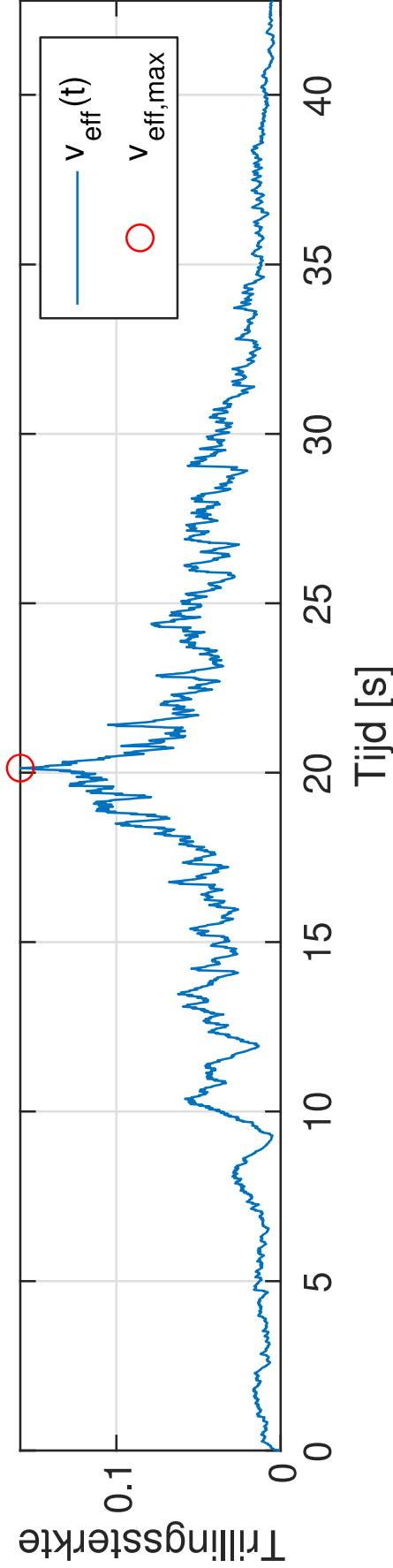
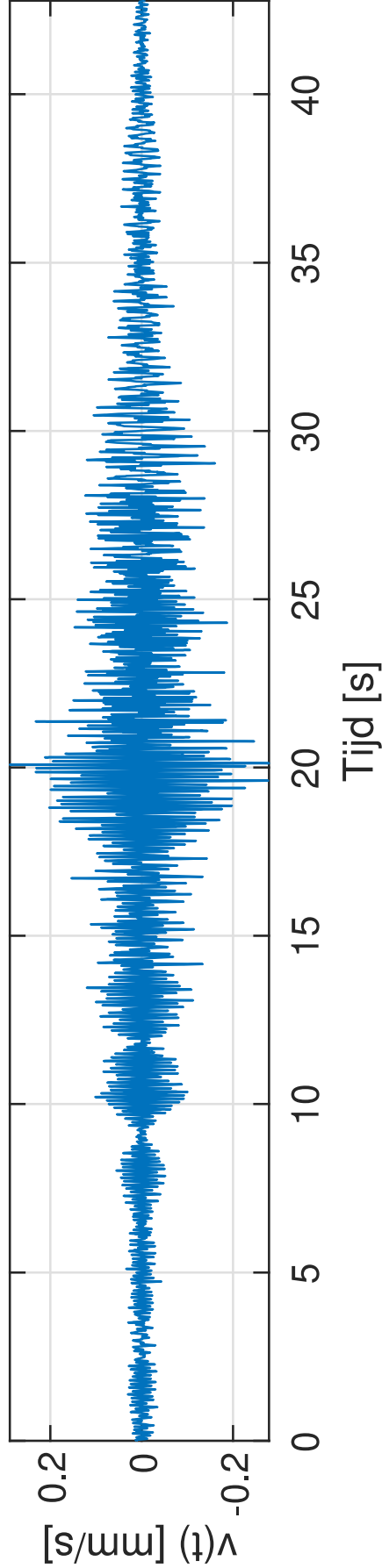
Treinpassage gemeten bij Meetpunt D om 2022-10-28 15:55



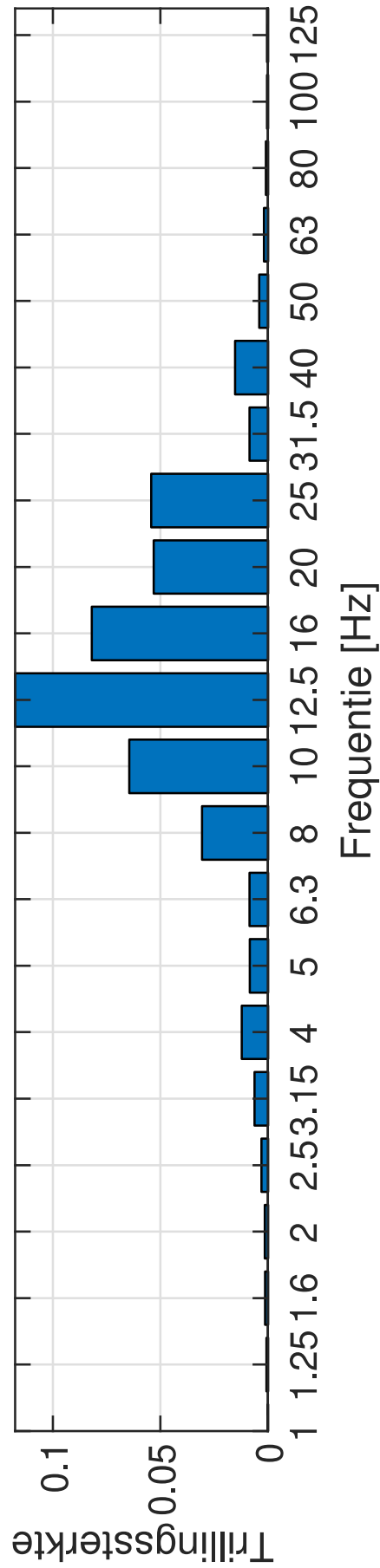
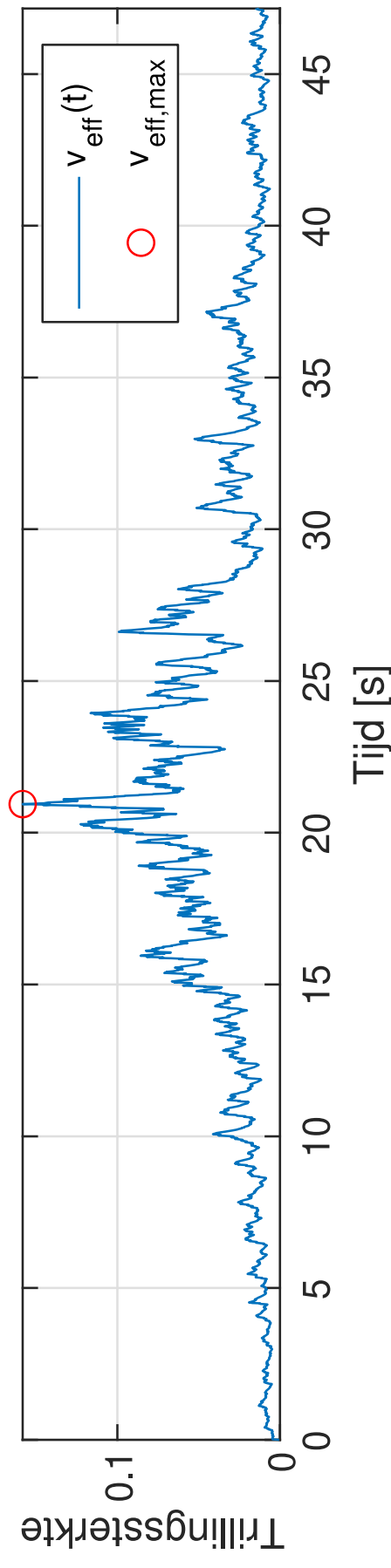
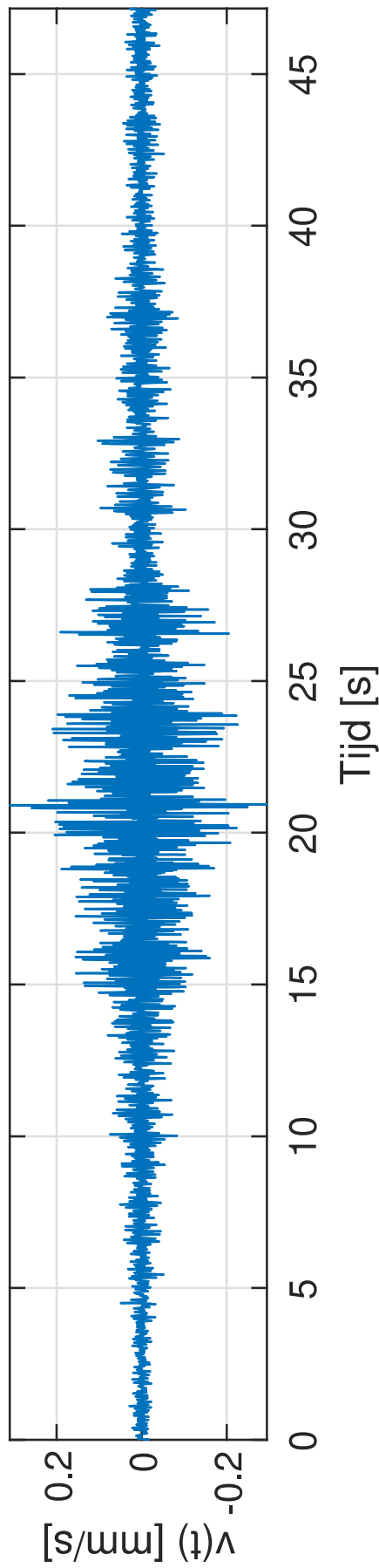
Treinpassage gemeten bij Meetpunt D om 2022-10-27 00:53



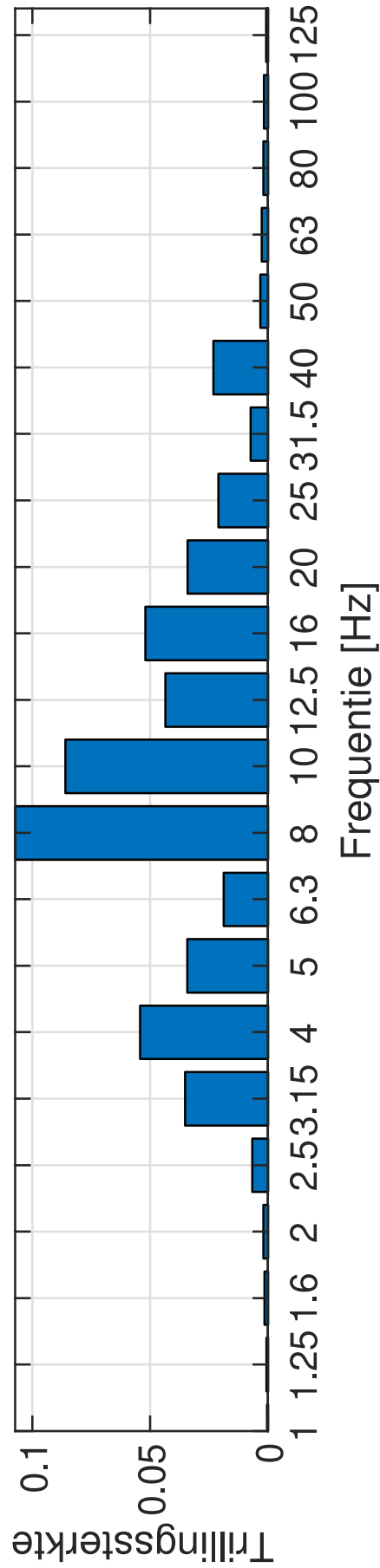
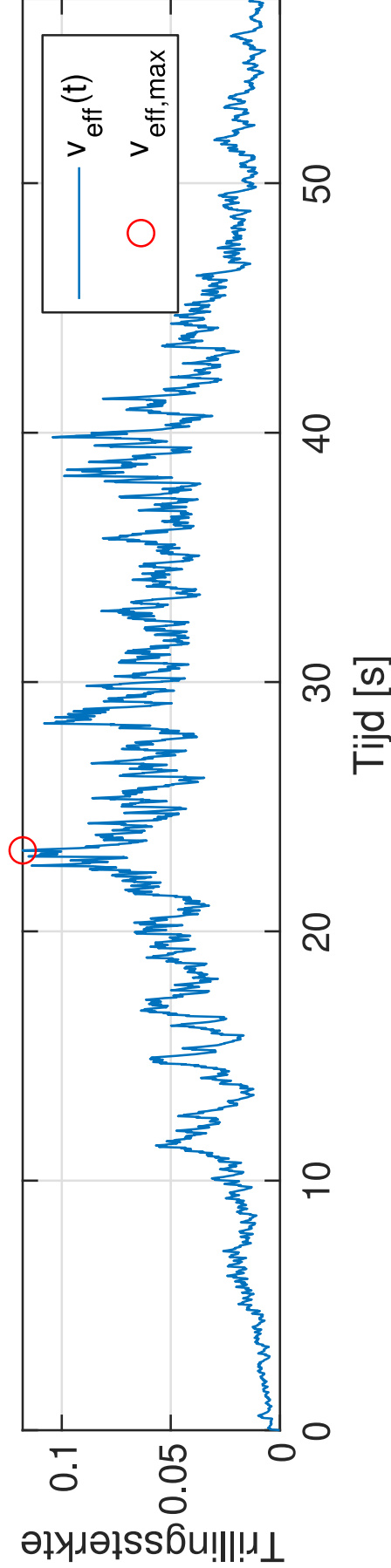
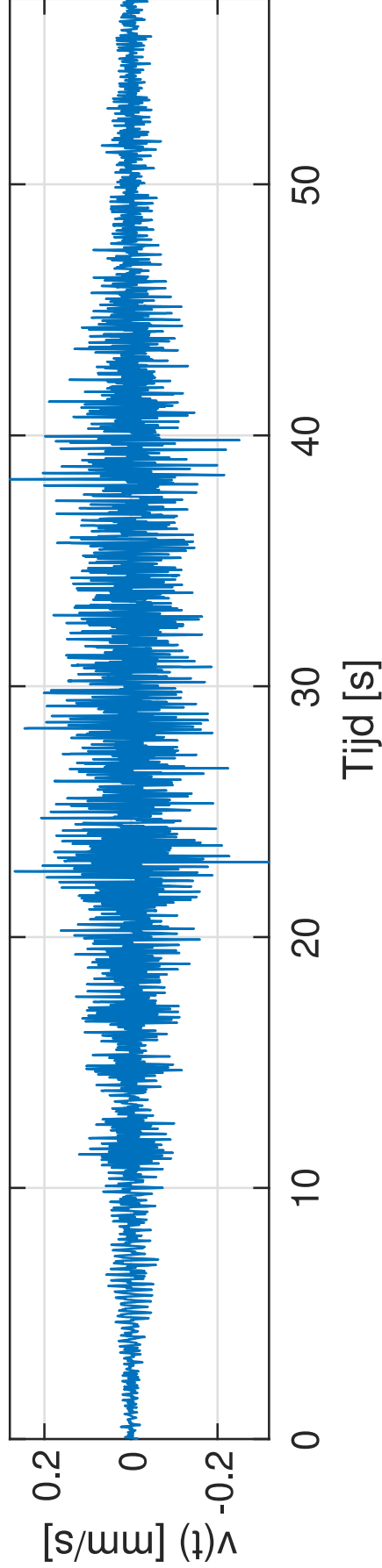
Treinpassage gemeten bij Meetpunt D om 2022-10-27 19:09



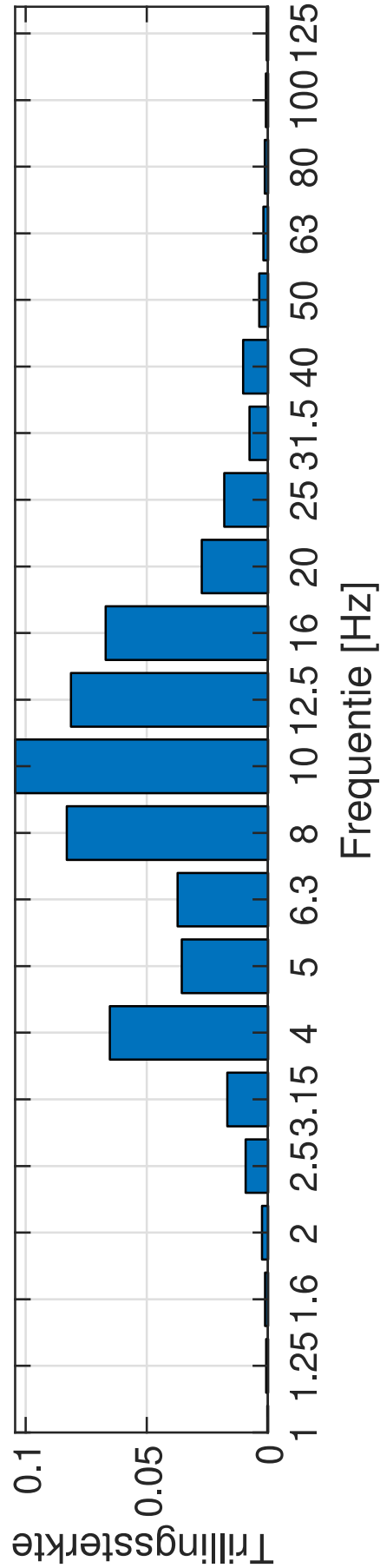
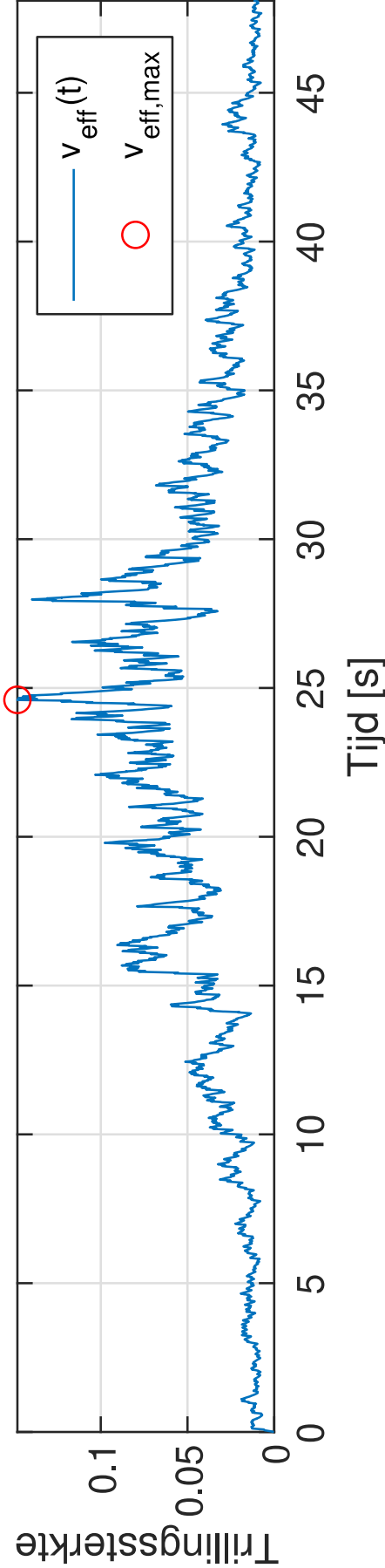
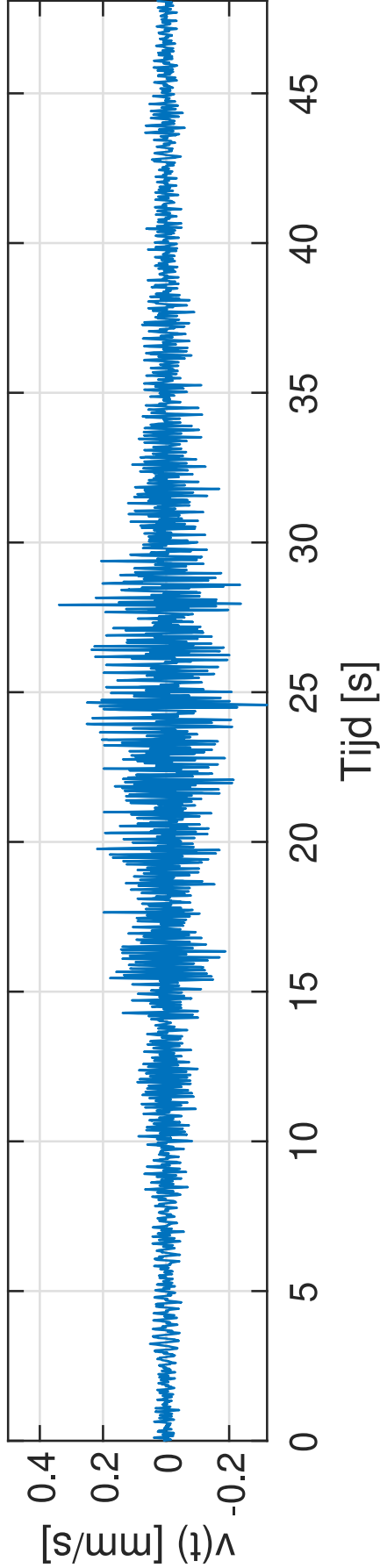
Treinpassage gemeten bij Meetpunt D om 2022-10-26 12:01



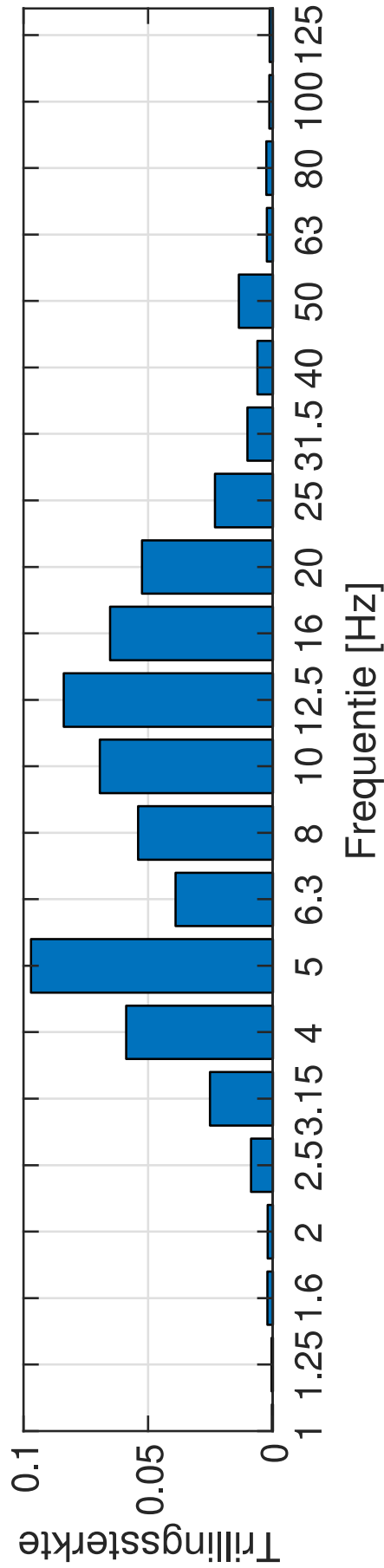
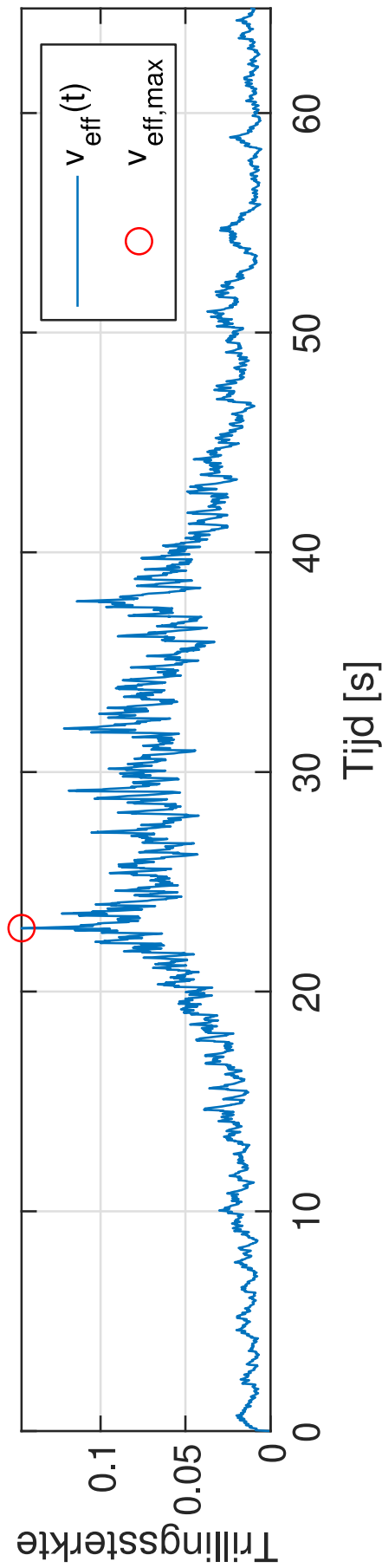
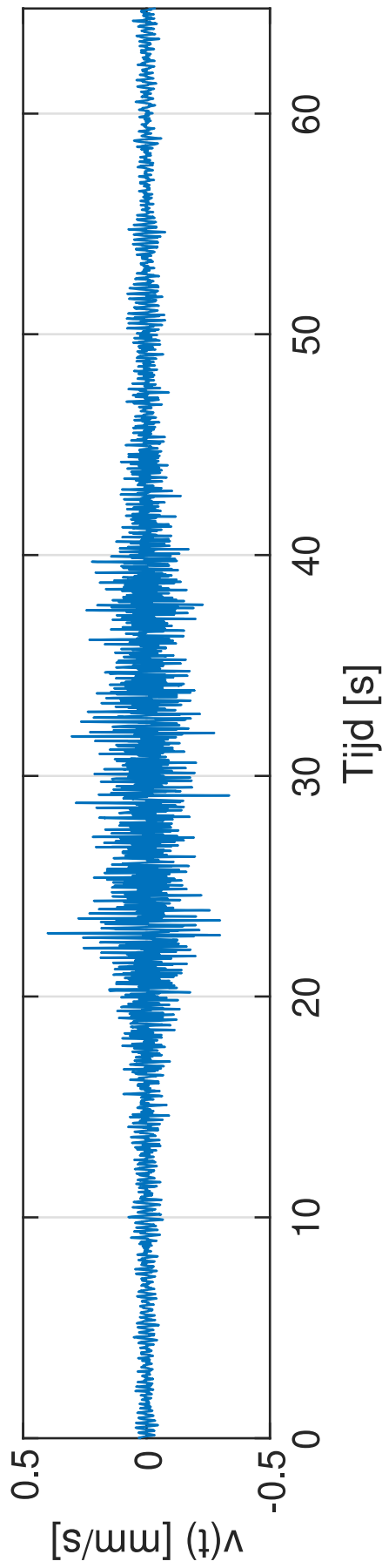
Treinpassage gemeten bij Meetpunt D om 2022-10-28 00:58



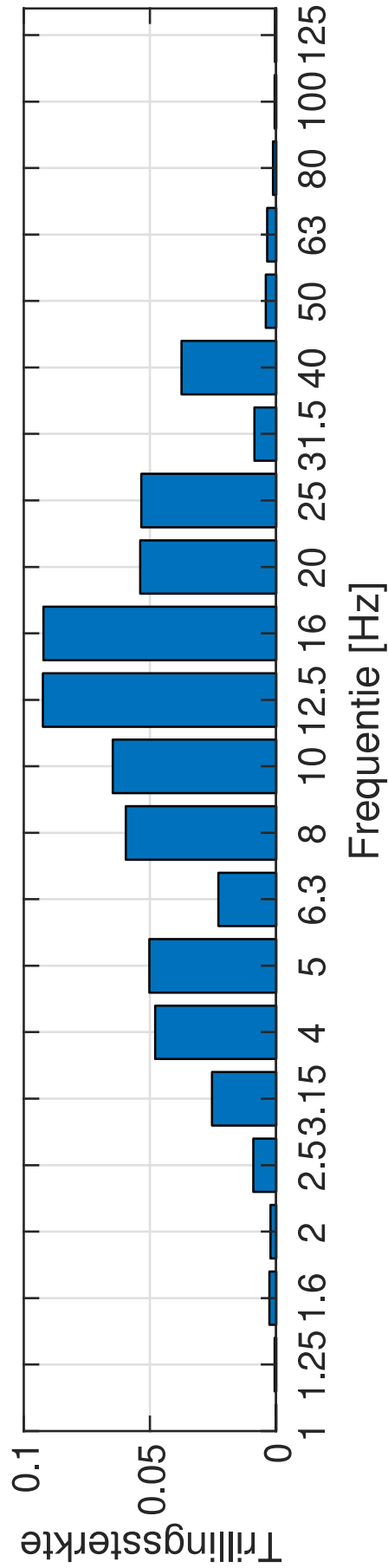
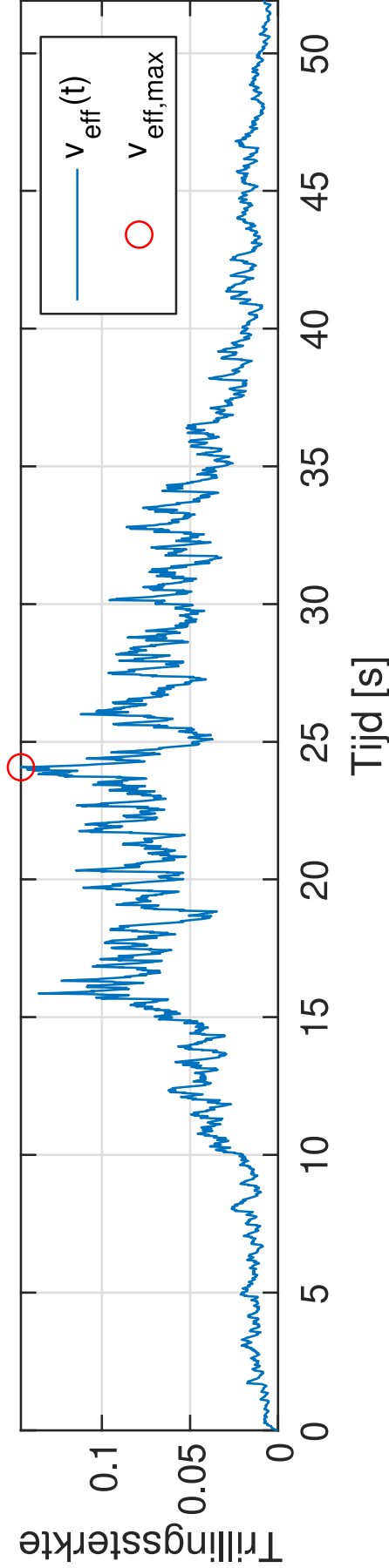
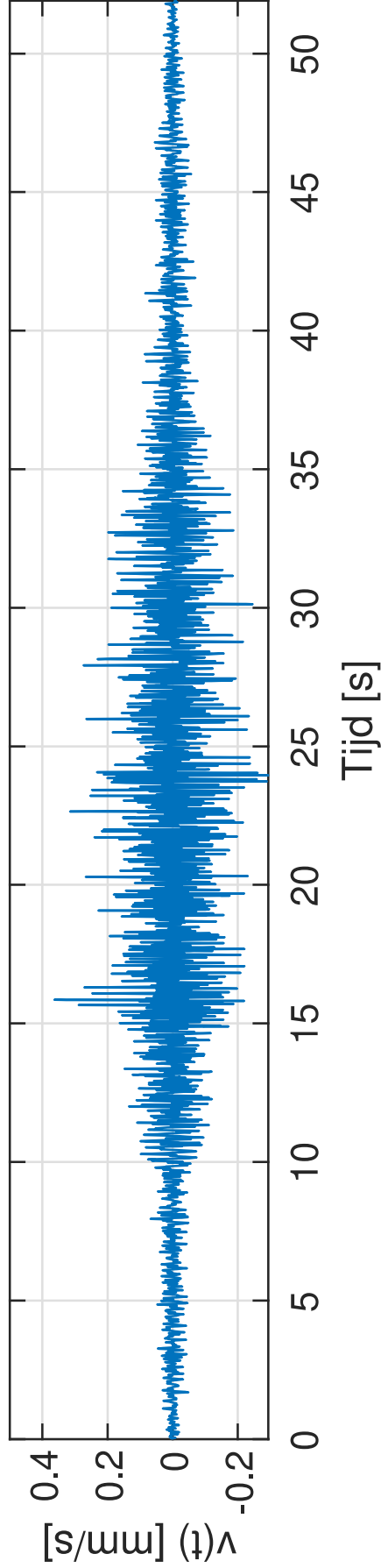
Treinpassage gemeten bij Meetpunt D om 2022-10-27 12:12



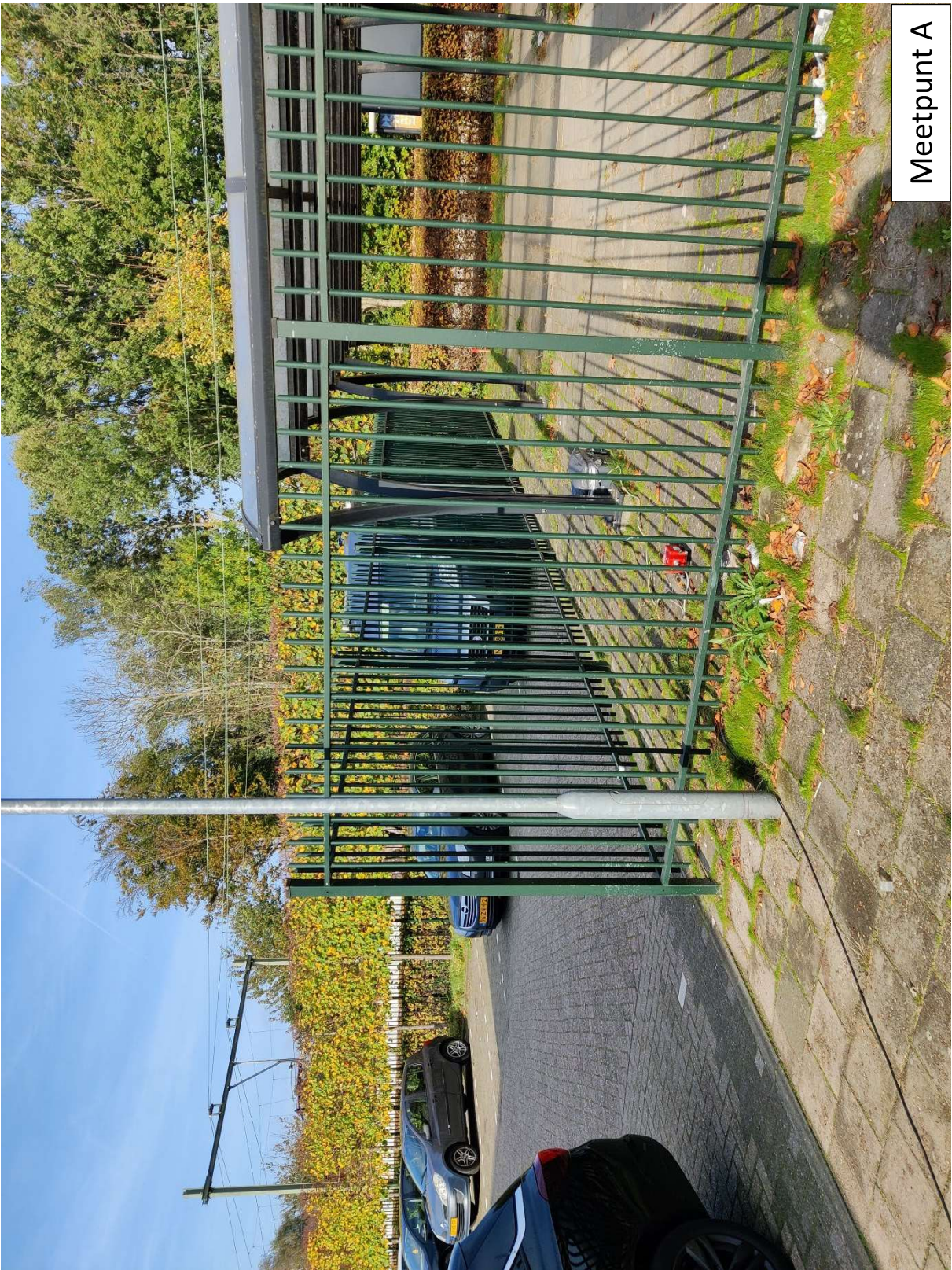
Treinpassage gemeten bij Meetpunt D om 2022-10-25 20:21



Treinpassage gemeten bij Meetpunt D om 2022-10-27 06:12



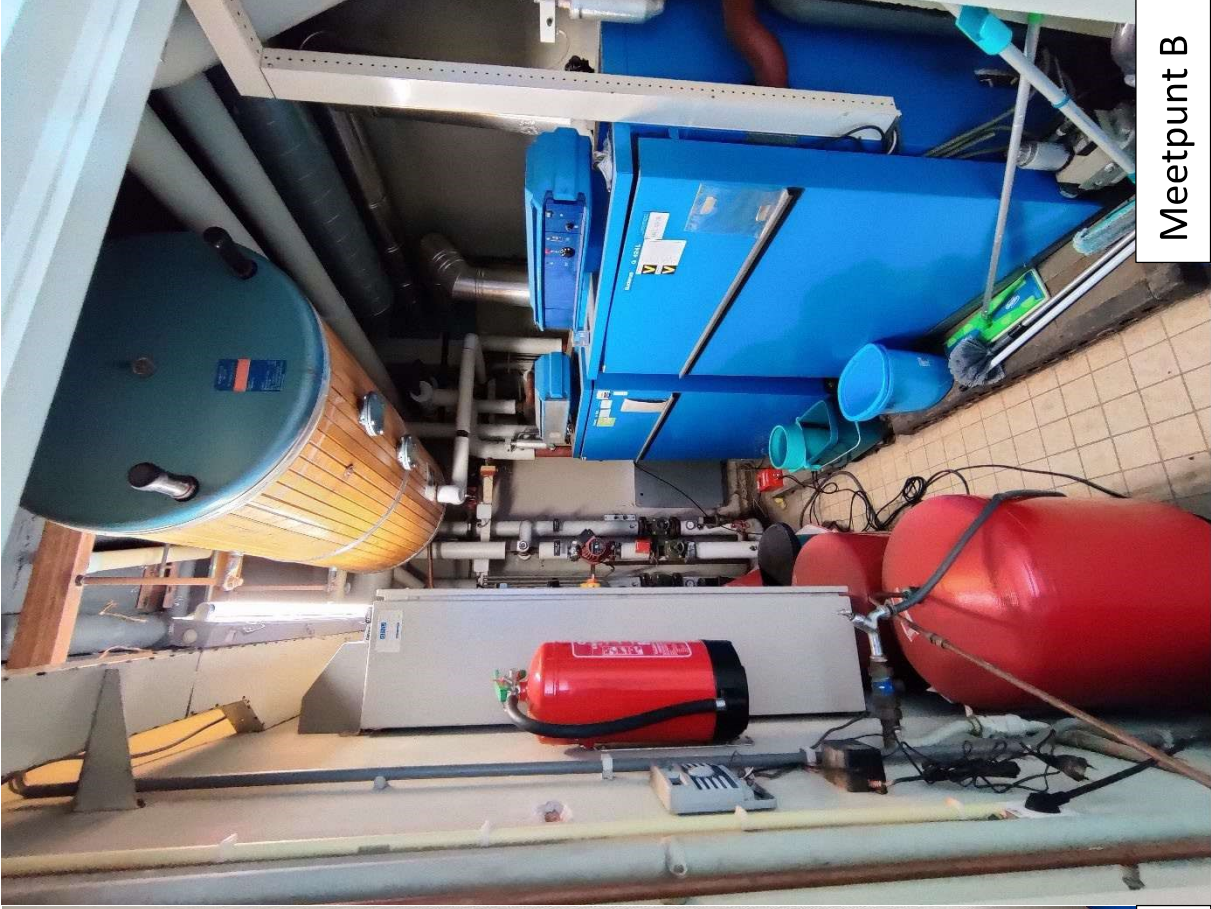
Bijlage II Foto's



Meetpunt A



Meetpunt D



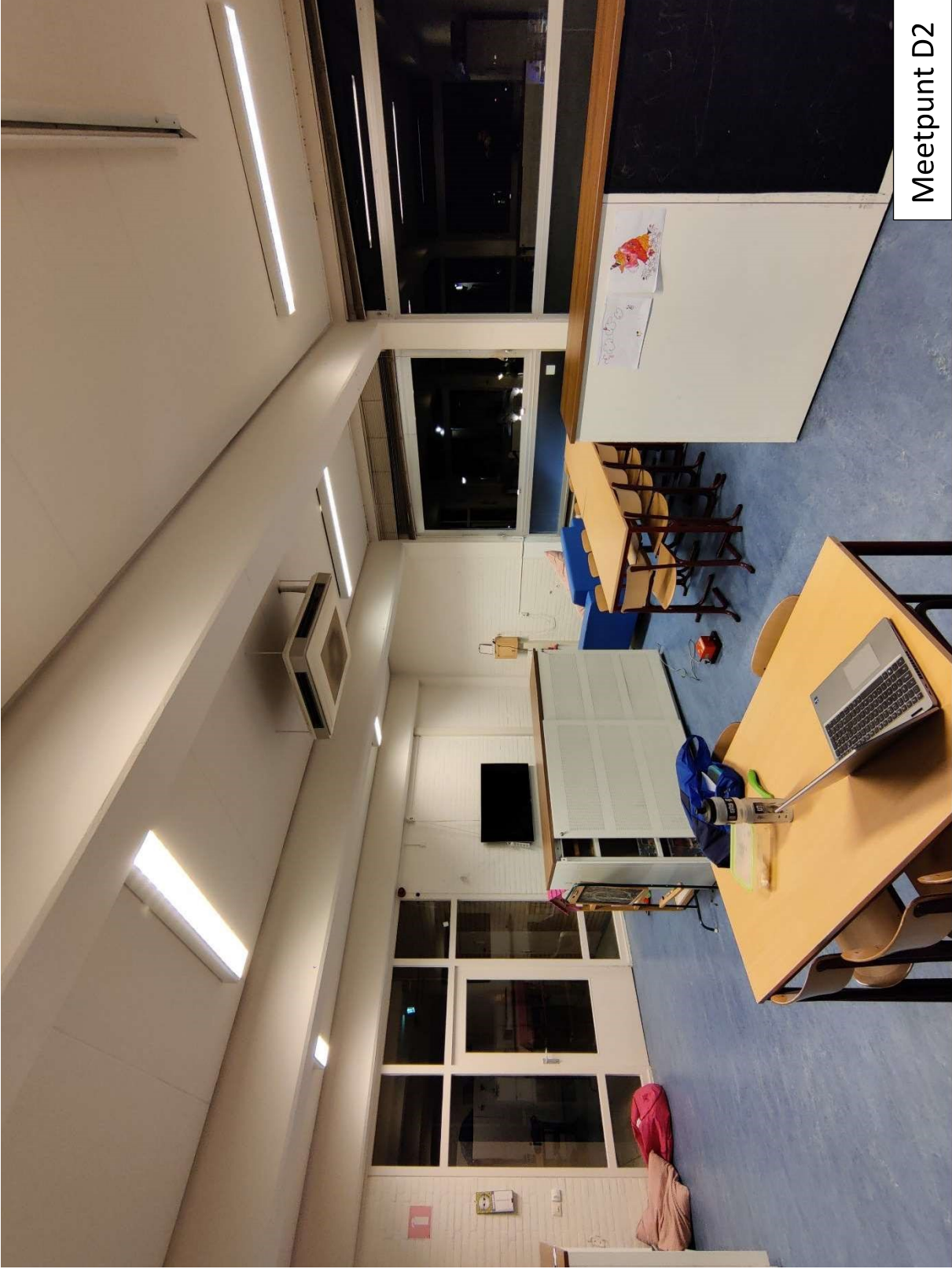
Meetpunt B



Meetpunt C



Meetpant C2 & E



Meetpunt D2