

### 3 Uitvoering deformatiemetingen

#### 3.1 Meetapparatuur

Voor de deformatiemetingen wordt gebruik gemaakt van zogenaamde miniprisma's. Een voorbeeldfoto hiervan is in figuur 3 en figuur 4 weergegeven. Een prisma is een retro reflecteerde spiegel.



Figuur 3: Voorbeeldfoto miniprisma



Figuur 4: Voorbeeldfoto positie prisma's (rood omcirkeld)



De deformatiemetingen worden uitgevoerd met Robotic Total Stations (Leica TS40). Een voorbeeldfoto hiervan is in figuur 5 weergegeven.



Figuur 5: Voorbeeldfoto Robotic Totalstation Leica TS40

### 3.2 Meetmethodiek

De miniprisma's zijn op de betreffende locaties aangebracht. Het meetinstrument (Total Station) wordt met een beugel aan de muur bevestigd.

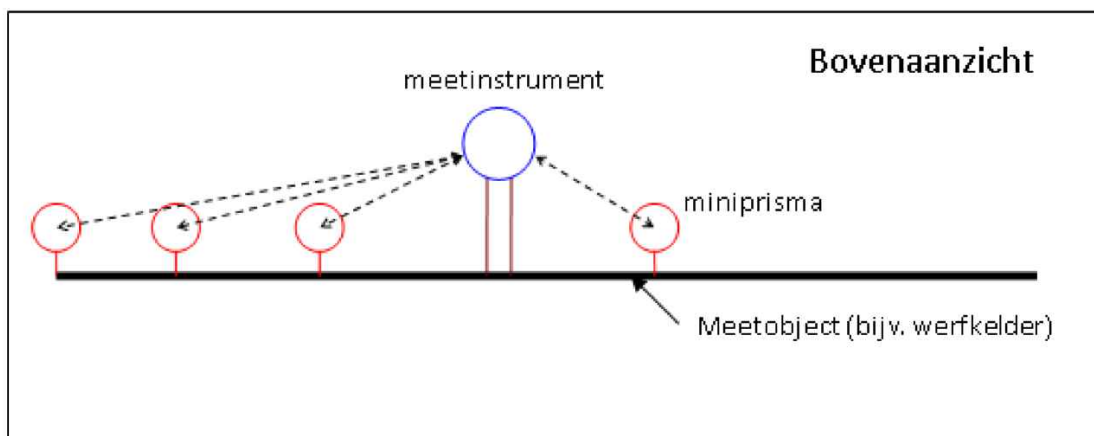
Op de zijde 11-Oost,noord zijn de meetinstrumenten in de begin fase aan overzijde geplaatst. In figuur 6 is de 3D visualisatie weergegeven. Dit is niet volledig representatief aan Utrecht, maar het idee van meten geeft op deze manier een goed beeld van de situatie die in Utrecht afspeelt.





Figuur 6: 3D visualisatie meetmethodiek

In overleg met O.G zijn 7 januari 2021 de meetinstrumenten aan de zijde geplaatst waar de werkzaamheden worden uitgevoerd. In figuur 7 hieronder is dit schematisch weergegeven.



Figuur 7: Schematische weergave meetmethodiek

### 3.3 Kenmerken van de meting:

- Meettoestel bevindt zich binnen het invloedsgebied;
- Rak 11 oostzijde, noord is met één toestel gemeten;
- Per meetronde is de positie bepaald van het meettoestel middels prisma buiten invloedsgebied (overzijde gracht);
- Alle metingen zijn met dubbele kijkerstand uitgevoerd;
- Het meettoestel heeft met een meetfrequentie van 15 minuten gemeten;
- Tijdens de werkzaamheden is er continue gemeten.
- 



- Door de meteosensor is temperatuur, luchtvochtigheid, e.d. gemeten. Vervolgens is de data hiervoor gecompenseerd.;
- Indien er meetpunten zijn vernield, verwijderd of belemmerd, zijn deze niet gemeten;
- Bij het installeren zijn de meetpunten zodanig gekozen, dat het belemmeren van de meetpunten door de werkzaamheden zoveel mogelijk wordt voorkomen;
- De uitvoerder van Beens heeft regelmatig gecontroleerd of omstanders de meetpunten belemmeren en of de meetpunten in tact waren;
- De meetresultaten zijn via een modemverbinding naar database verzonden, waarin de verwerking van de data plaatsvindt;
- Verwerkte data zijn op WePGIS server gepresenteerd ([www.wepgis.nl](http://www.wepgis.nl)).

### 3.4 Meetmomenten

De deformatiemetingen dienen conform bestek en het monitoringsplan van CRUX te worden uitgevoerd tijdens:

- aanbrengen hulpdamwanden;
- het slopen van de walmuur;
- het aanbrengen definitieve damwand;
- het verlagen van de grondwaterstand;
- het ontgraven van grond beneden het aanlegniveau van funderingen van belendingen;

De meetperiode betreft van 07-01-2021 tot 07-11-2021.

## 4 Grenswaardebepaling deformaties

In het monitoringsplan van CRUX is een indicatie van de grenswaarden en alarmwaarden weergegeven. In dit plan wordt onderscheid gemaakt tussen alarm- en grenswaarden. Hierbij zijn de grenswaarden bepaald op basis van de uitgevoerde risicoanalyses. De alarmwaarden hebben een signalerende functie. Bij het bepalen van eventuele overschrijdingen de alarm- en grenswaarden dient er rekening gehouden te worden met de nauwkeurigheid van het meetinstrument. Deze zijn in het monitoringsplan van CRUX beschreven. Daarnaast zijn er tijdens de metingen een aantal versturende invloeden die de meetresultaten wel negatief beïnvloeden maar geen daadwerkelijke zetting betekenen.

De grenswaarden welke door CRUX zijn opgegeven in het monitoringsplan [1] zijn van toepassing voor de situatie aan rak 1. In tabel 1 zijn de grenswaarden weergegeven. Deze grenswaarden en alarmwaarden gaan pas in bij het bereiken van de bouwfase of tijdens de genoemde bouwfase.

**Tabel 1 Alarm- en grenswaarden voor de verplaatsing van de werfmuur (onderzijde)**

| Bouw <span style="font-size: small;">5</span> fase                | Verticaal (Uz)   |                  | Horizontaal (Ux) |                  |
|---|------------------|------------------|------------------|------------------|
|   | Alarmwaarde [mm] | Grenswaarde [mm] | Alarmwaarde [mm] | Grenswaarde [mm] |
| Slopen kademuur (ontgraving tot ca. NAP -0,3m)                    | 3                | 4                | 3                | 4                |
| Na het bereiken van de maximale ontgravingsdiepte (ca. NAP -0,9m) | 8                | 11               | 5                | 7                |
| Eindsituatie  | 9                | 12               | 7                | 9                |



## 5 Analyse meetresultaten

### 5.1 Toelichting data

Zoals ook in paragraaf 3.3 is weergegeven, worden de meetresultaten, binnen 15 minuten na uitvoering meetronde, via een modemverbinding naar een database verzonden waarin de verwerking plaatsvindt. Hierbij wordt ook de meteosensor (temperatuur, luchtvochtigheid, e.d.) in de data verwerkt.

Zoals gesteld in het monitoringsplan van CRUX hoeft een overschrijding van een grenswaarde (vastgestelde maximale verplaatsingen) niet tot schade te leiden. De optredende verschilverplaatsingen tussen de meetpunten is hierbij van belang. Deze verschilverplaatsingen tussen de meetpunten zal door Wiertsema & Partners worden geanalyseerd. Indien er overschrijding gemeten zijn, wordt hiervan uiterlijk 1 werkdag na het meten van de betreffende data, hiervan een melding worden gemaakt, zoals beschreven in het monitoringsplan van CRUX. De melding is een weergave van de meetresultaten op het online webportal WePGIS.

### 5.2 Analyse data

De meetgegevens zijn weergegeven in bijlage 2. De punten worden om het kwartier gemeten, maar de weergave in de grafieken is een gemiddelde over de dag. Ten aanzien van de meetgegevens dienen de onderstaande punten te worden meegenomen in de beschouwing:

Hevige fluctuaties kunnen door de volgende omstandigheden veroorzaakt worden:

- Begroeiing beweegt tussen het meettoestel en het meetpunt;
- Uitstoot van warme lucht door aanwezige luchtafvoerpijpen, nabij meetpunten verstoren de metingen;
- Reflectie van metalen objecten (geplaatst door de bewoners) beïnvloeden de metingen.
- Meetpunten worden (tijdelijk) geblokkeerd, daardoor ontbreekt data.
- Reflectie van zon of kunstlicht op toestel of spiegels.

### 5.3 Begroeiing

Zoals in de conclusie is aangegeven zijn er een aantal takken van bomen afgeknipt. Deze takken hebben gedurende een tijd een spiegel belemmerd. De beide gele pijlen geven weer aan welke kant de bomen zijn gesnoeid. Het rode rondje geeft aan waar de spiegel zich bevindt (zie figuur 5.1).



Figuur 5.1: Locatie begroeiing (geel) en spiegel (rood)

### 5.4 Conclusie

Op basis van de meetresultaten, met in achtname van de in paragraaf 5.2 beschreven analyse van de meetresultaten, kan worden geconcludeerd dat de werkzaamheden uitgevoerd langs de Oudegracht rak 11-oost noordzijde, op de meeste locaties binnen de aangegeven grenswaarden zijn gebleven.

Opgemerkt dient te worden dat alle spiegels een breder verloop in de verplaatsing laten zien gedurende een aantal weken. Dit patroon is zichtbaar van maart-2021 t/m eind April 2021. Alle punten op locatie zijn gecontroleerd en er is geconstateerd dat een begroeide boom een aantal meetpunten zodanig heeft belemmerd wat voor een schijn verplaatsing op de spiegels heeft gezorgd. De boom is gesnoeid op 3-05-2021 en vanaf dat moment is te zien dat de spiegels zich weer naar hun oorspronkelijke verplaatsingen continueren. Voor het vervolg van de monitoring wordt aanbevolen om tijdens het groeiseizoen nauwlettend de spiegels in de gaten te houden of deze worden beïnvloed door begroeiing.

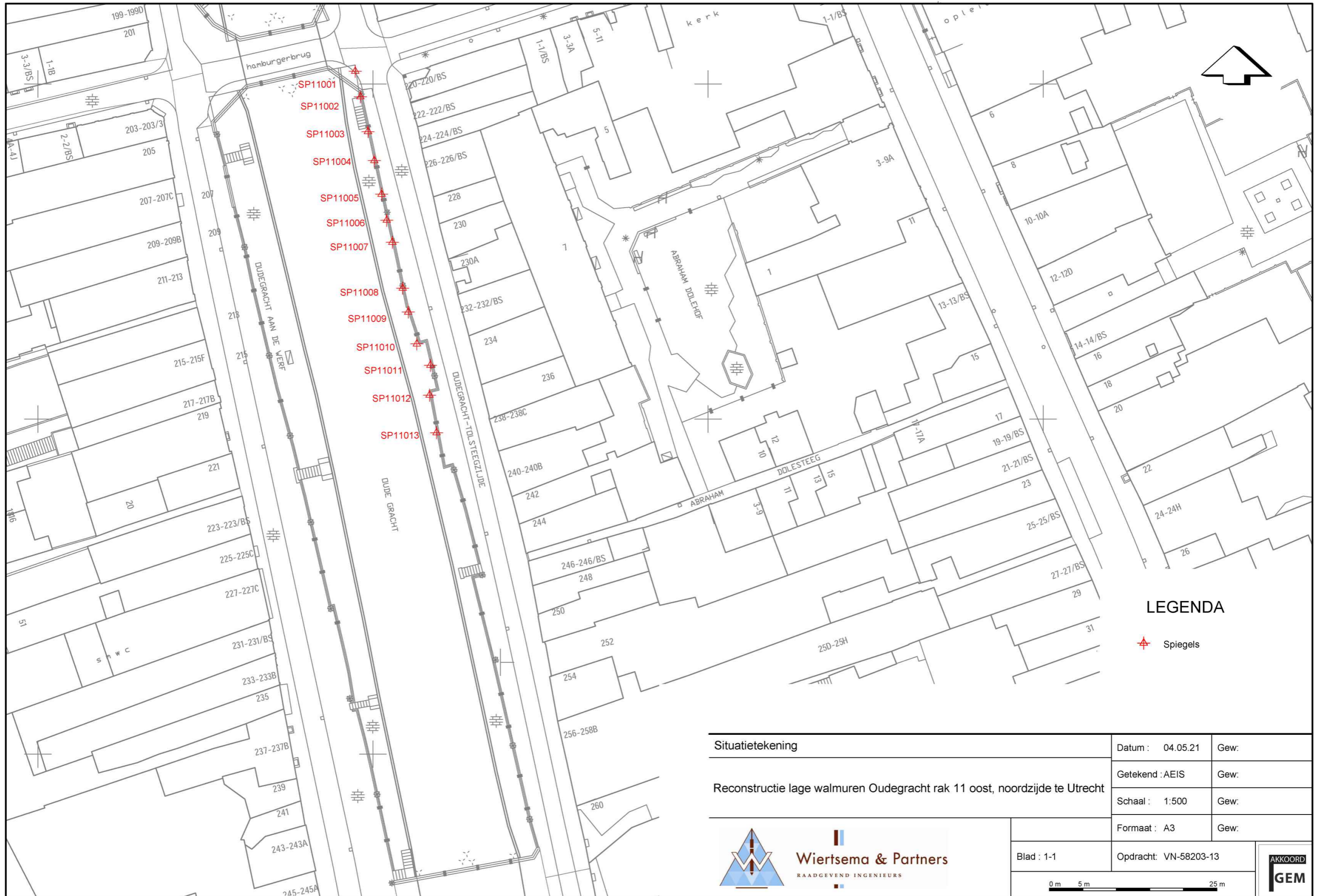
Voor de monitoring vanaf 3 mei 2021 t/m 07-11-2021 kan ook geconcludeerd worden dat de verplaatsingen binnen de aangegeven grenswaarden zijn gebleven. Een uitzondering hierop is Spiegel 11O\_013. Deze spiegel heeft in de laatste periode veel last gehad van objecten welke voor de spiegel zaten. Daarbij is de verplaatsing wel binnen de grenswaarde gebleven conform het monitoringsplan van CRUX.



# Bijlage 1







**LEGENDA**

 Spiegels

Situatietekening

Reconstructie lage walmuren Oudegracht rak 11 oost, noordzijde te Utrecht

Datum : 04.05.21 Gew:

Getekend : AEIS Gew:

Schaal : 1:500 Gew:

Formaat : A3 Gew:

Blad : 1-1

Opdracht: VN-58203-13



**Wiertsema & Partners**

RAADGEVEND INGENIEURS

0m 5m 25m



# Bijlage 2



# 11O\_001\_L, 11O\_001\_H Verpl. Hor./vert. - (AVERAGED DATA!)

Blad 16 van 28

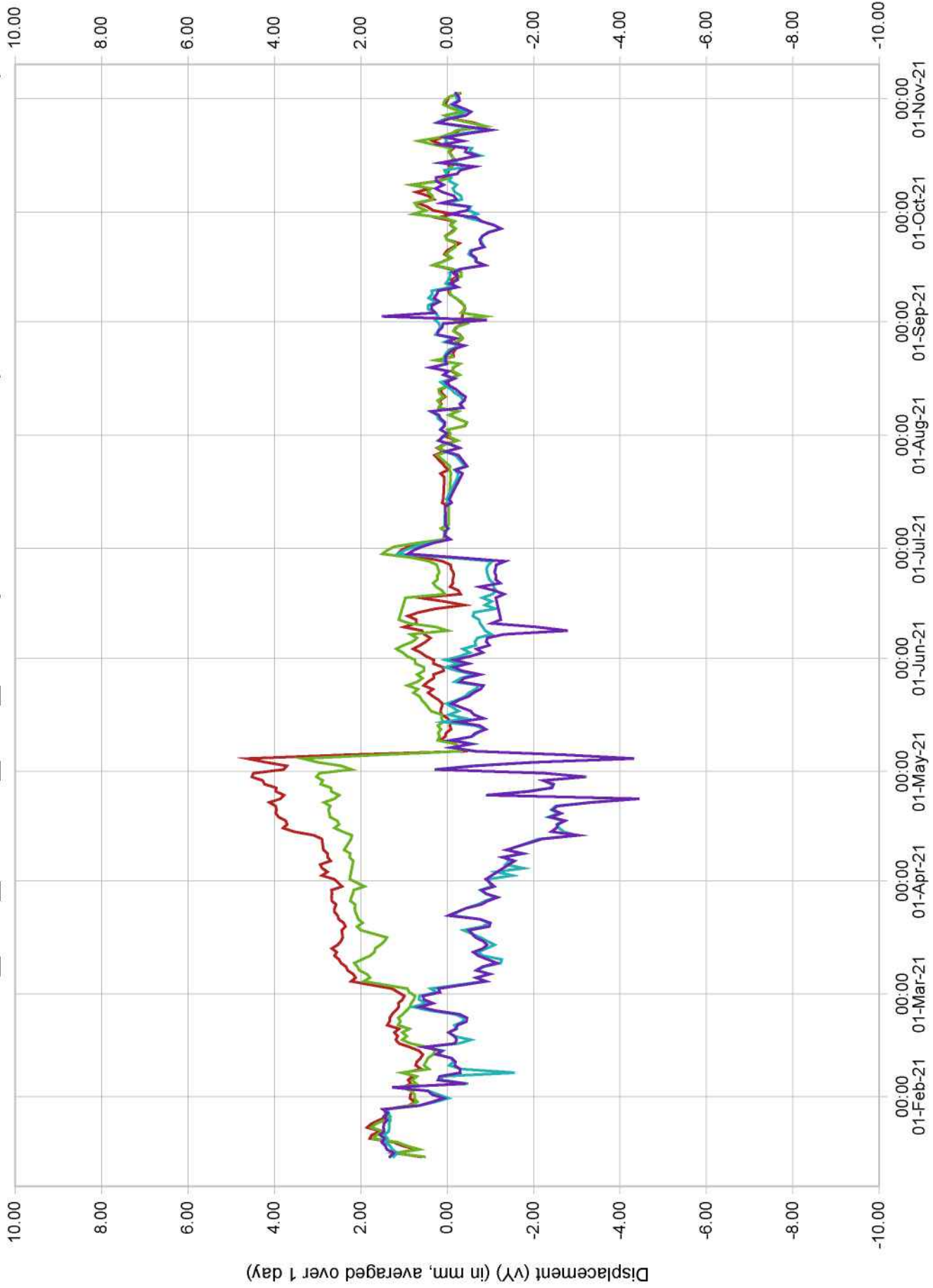
58203-13 R80172 Eindrapportage deformatiemetingen.pdf



Time



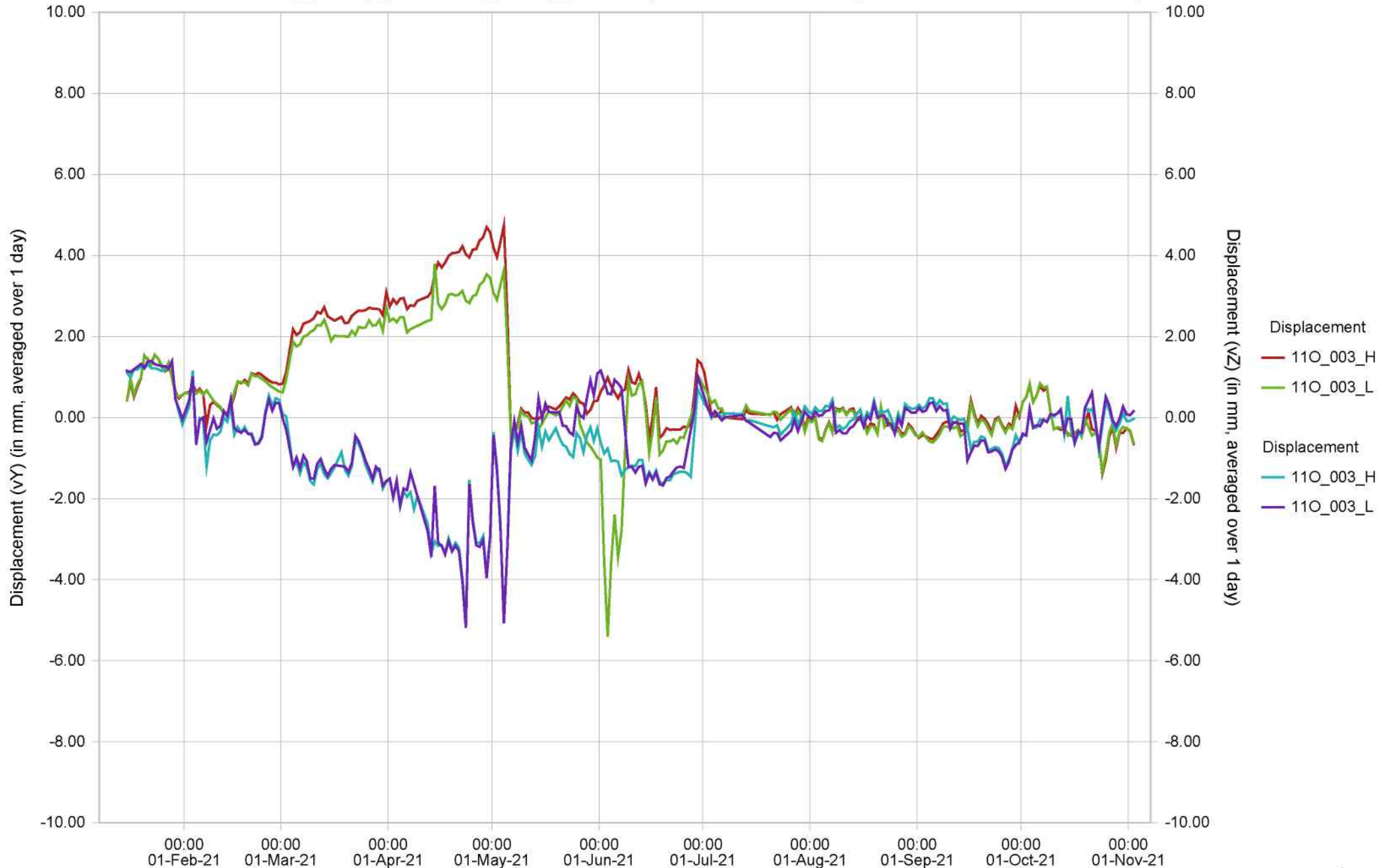
# 110\_002\_L, 110\_002\_H Verpl. Hor./vert. - (AVERAGED DATA!)



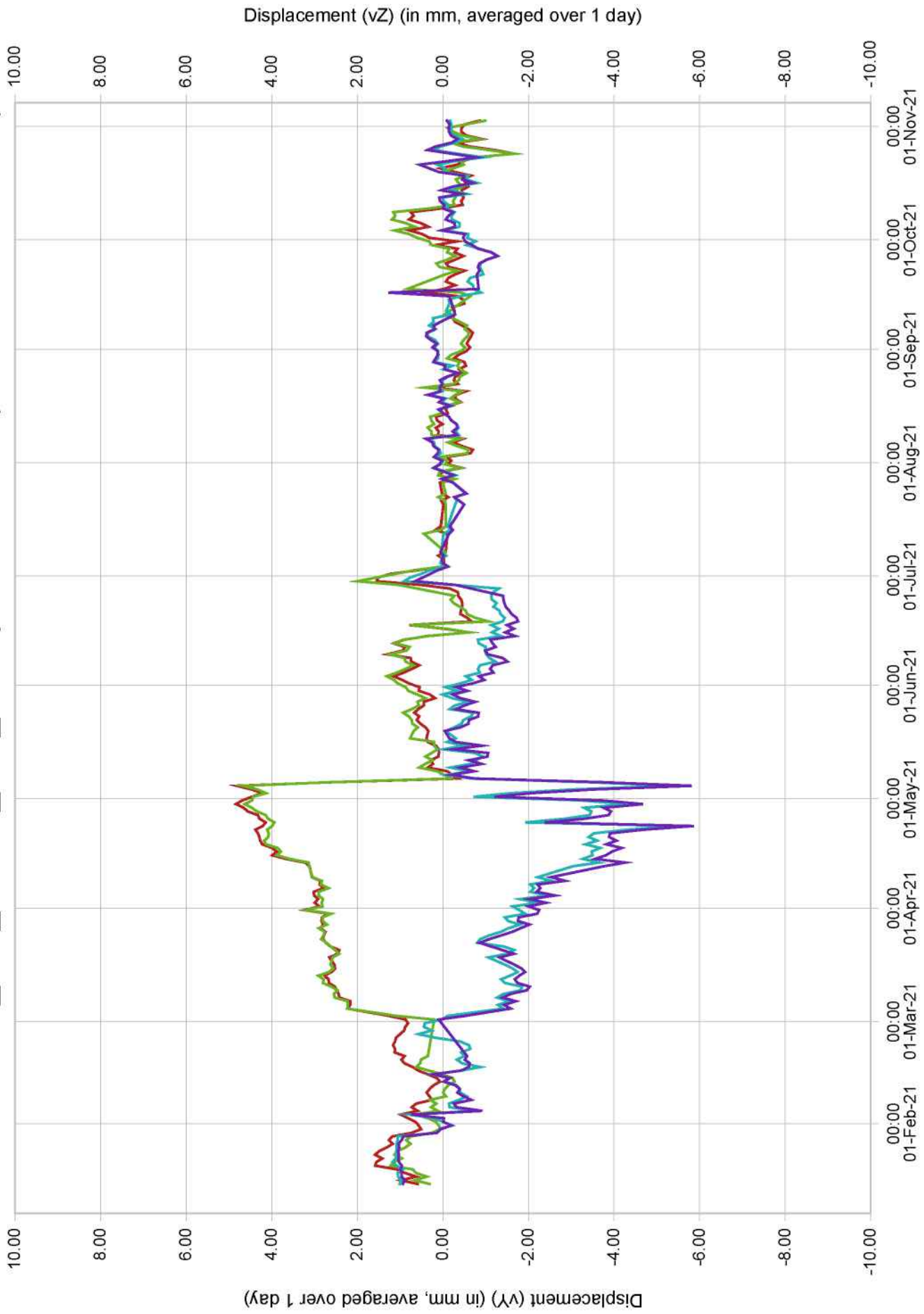
# 11O\_003\_L, 11O\_003\_H Verpl. Hor./vert. - (AVERAGED DATA!)

Blad 18 van 28

58203-13 R80172 Eindrapportage deformatiemetingen.pdf

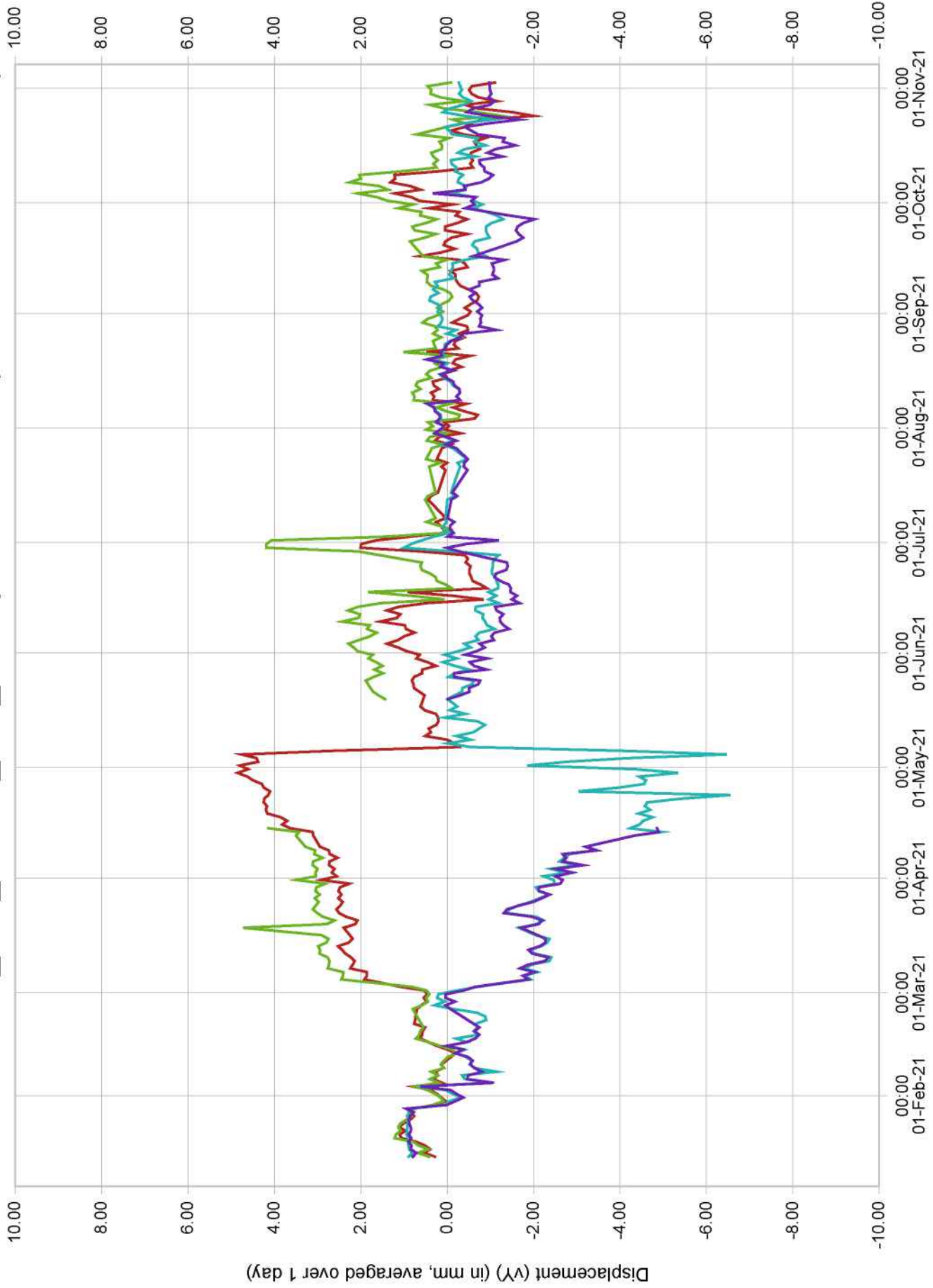


# 110\_004\_L, 110\_004\_H Verpl. Hor./vert. - (AVERAGED DATA!)

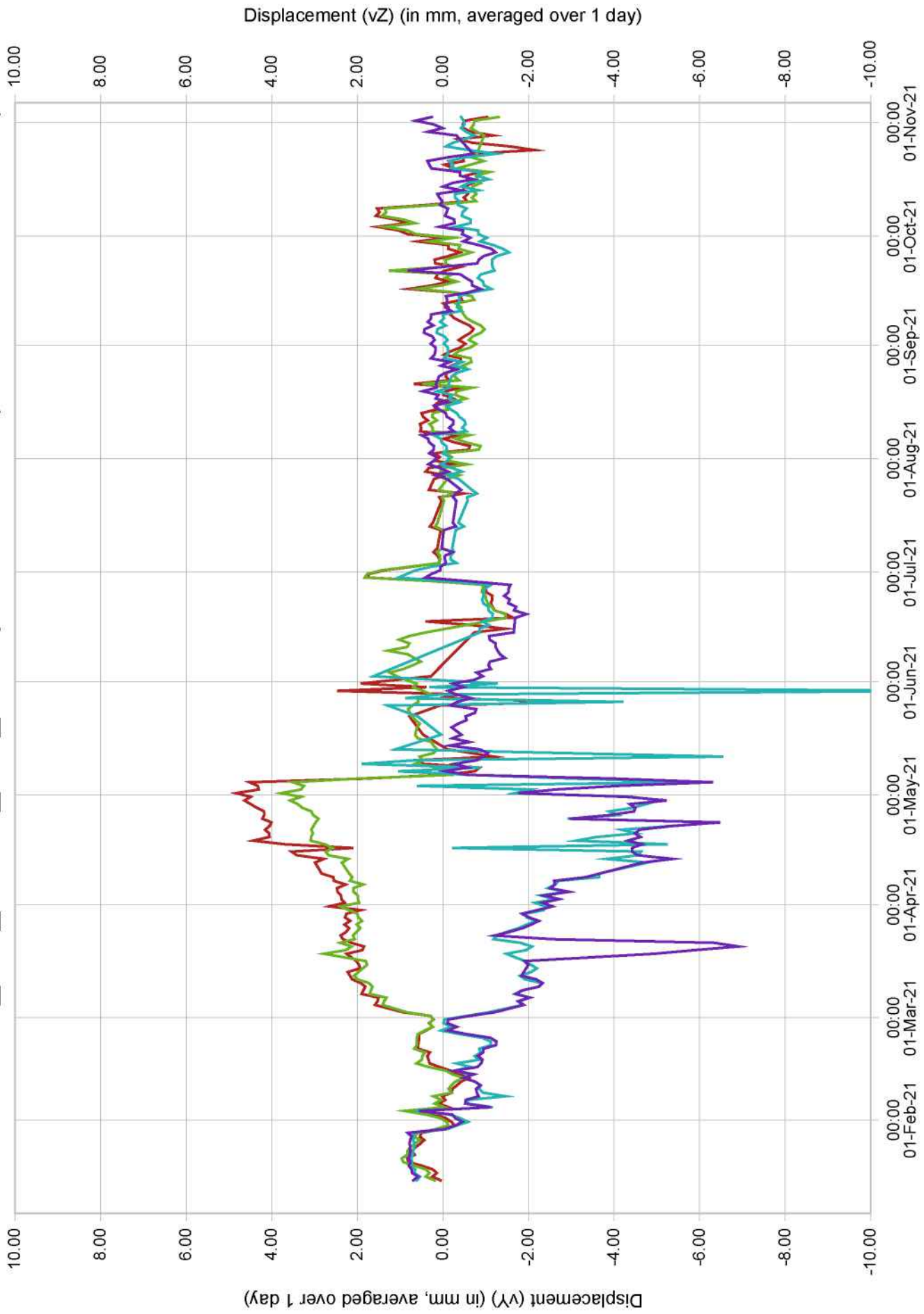




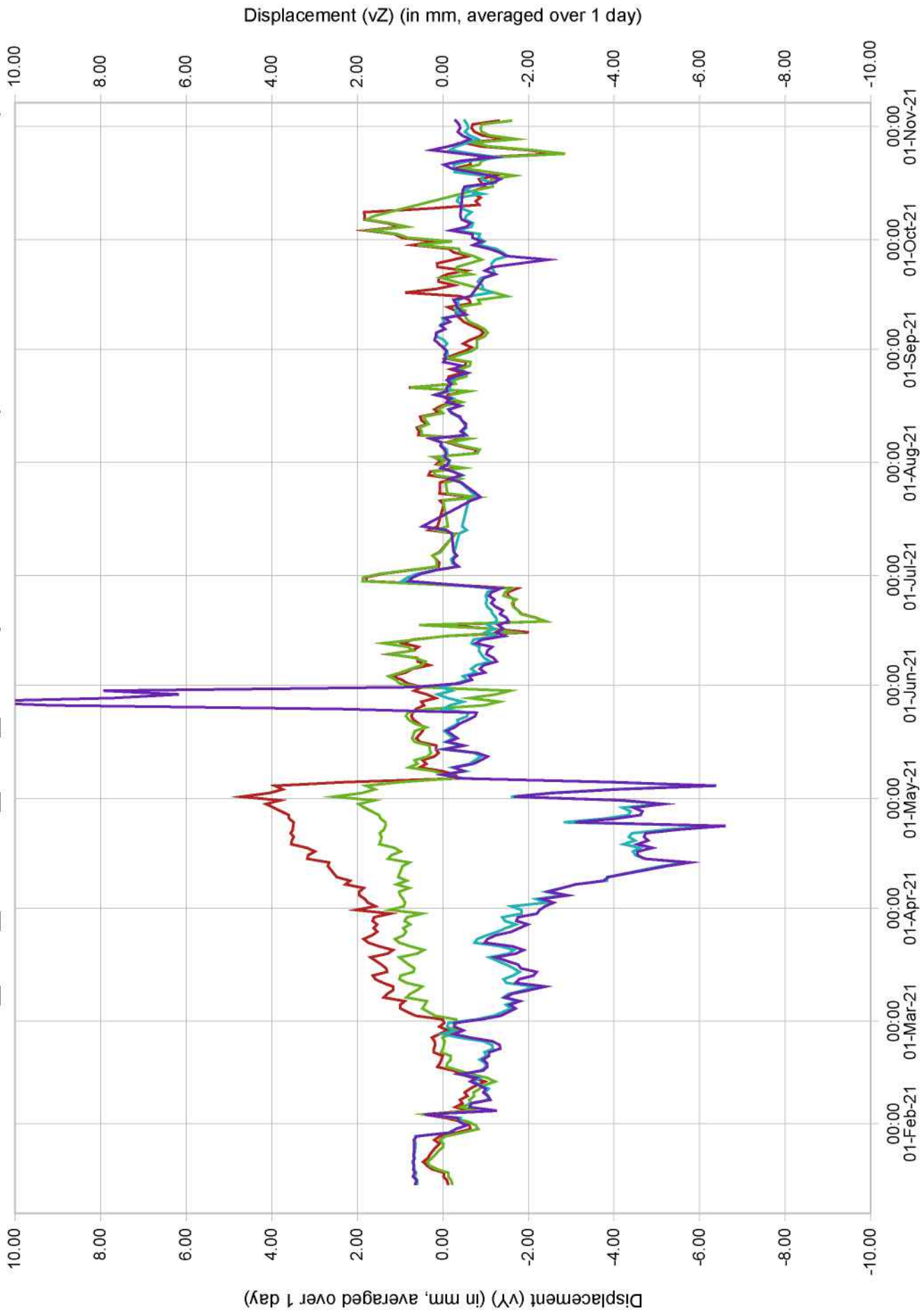
# 110\_005\_L, 110\_005\_H Verpl. Hor./vert. - (AVERAGED DATA!)



# 110\_006\_L, 110\_006\_H Verpl. Hor./vert. - (AVERAGED DATA!)

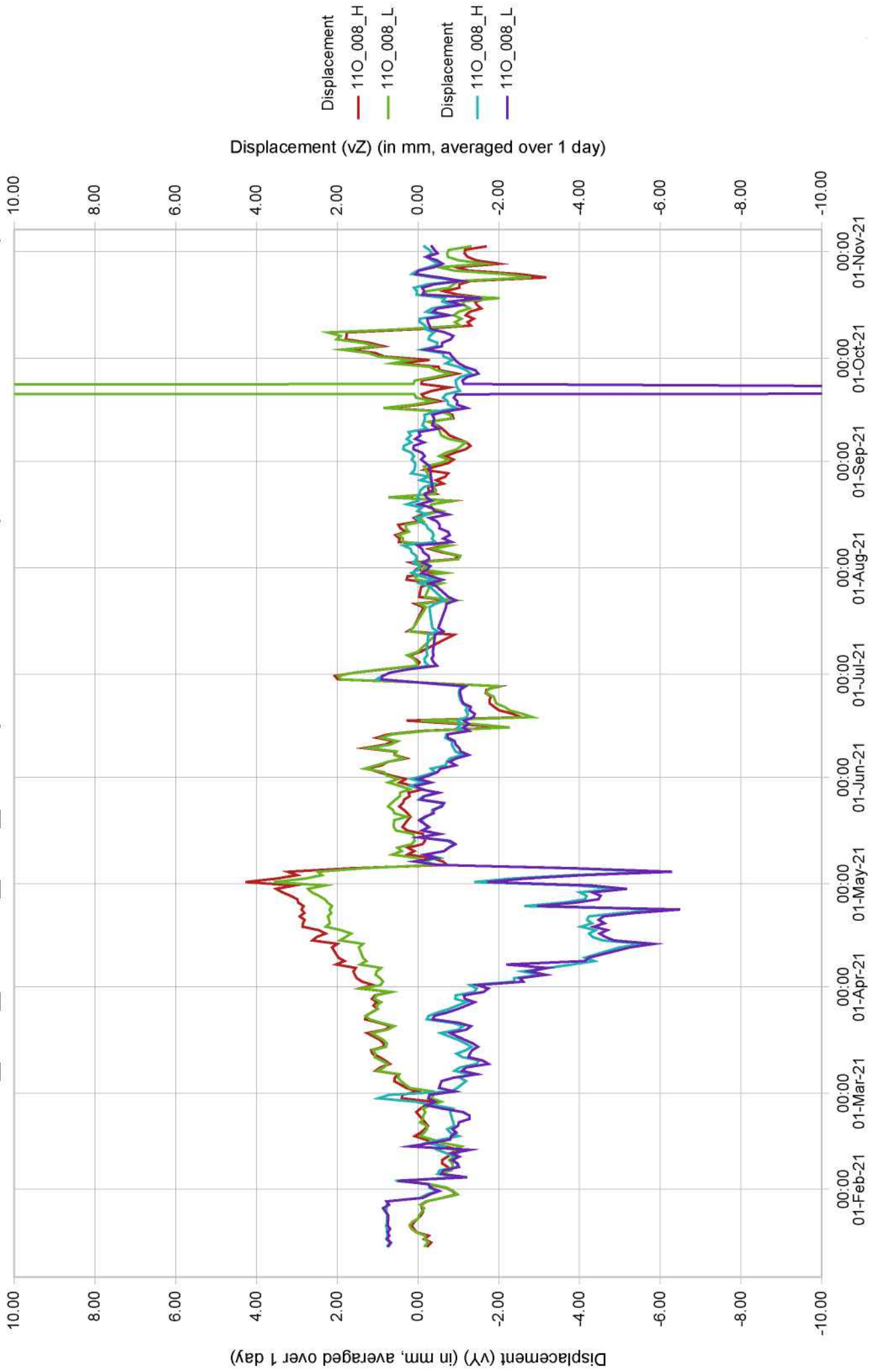


# 110\_007\_L, 110\_007\_H Verpl. Hor./vert. - (AVERAGED DATA!)

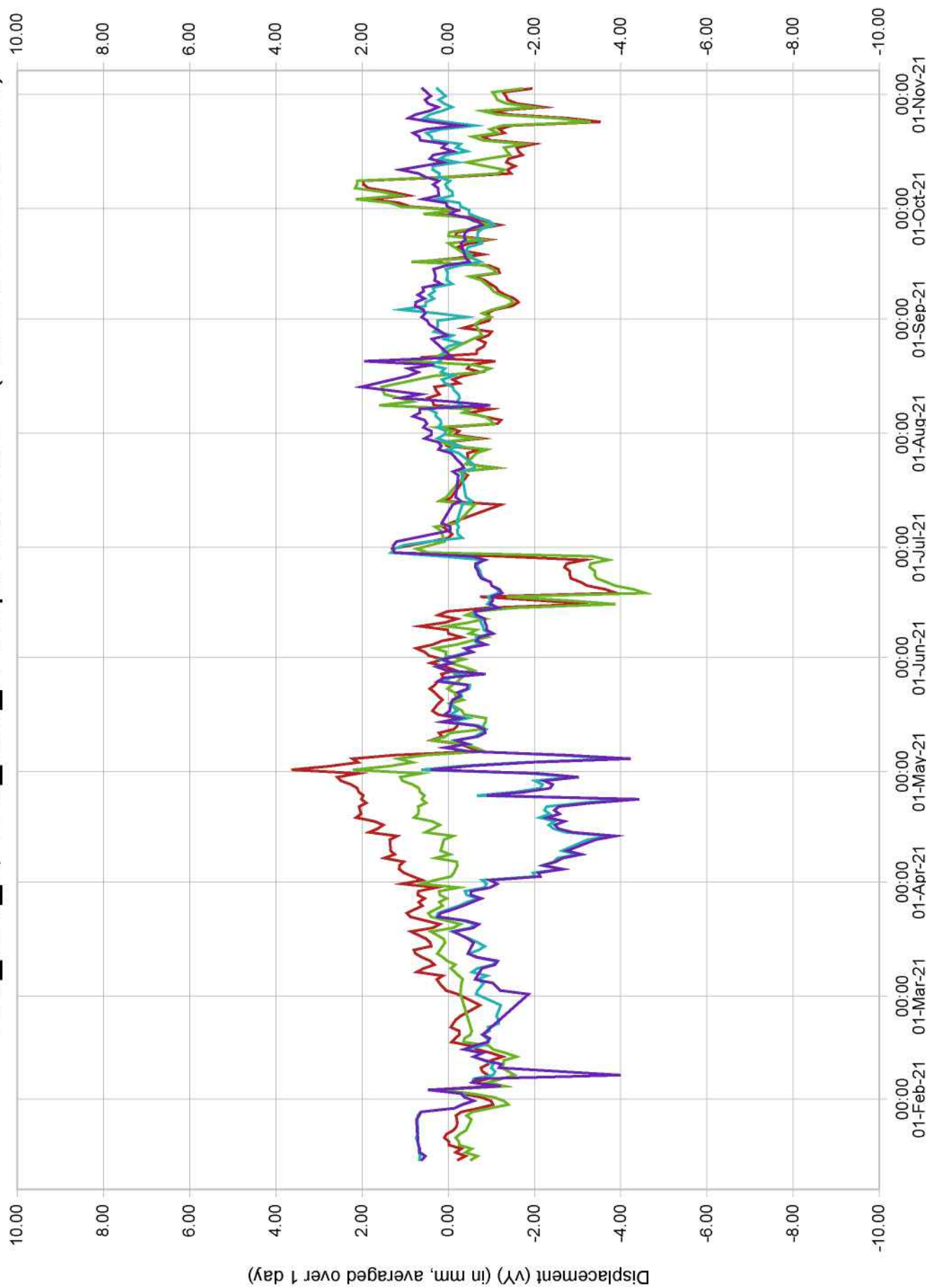




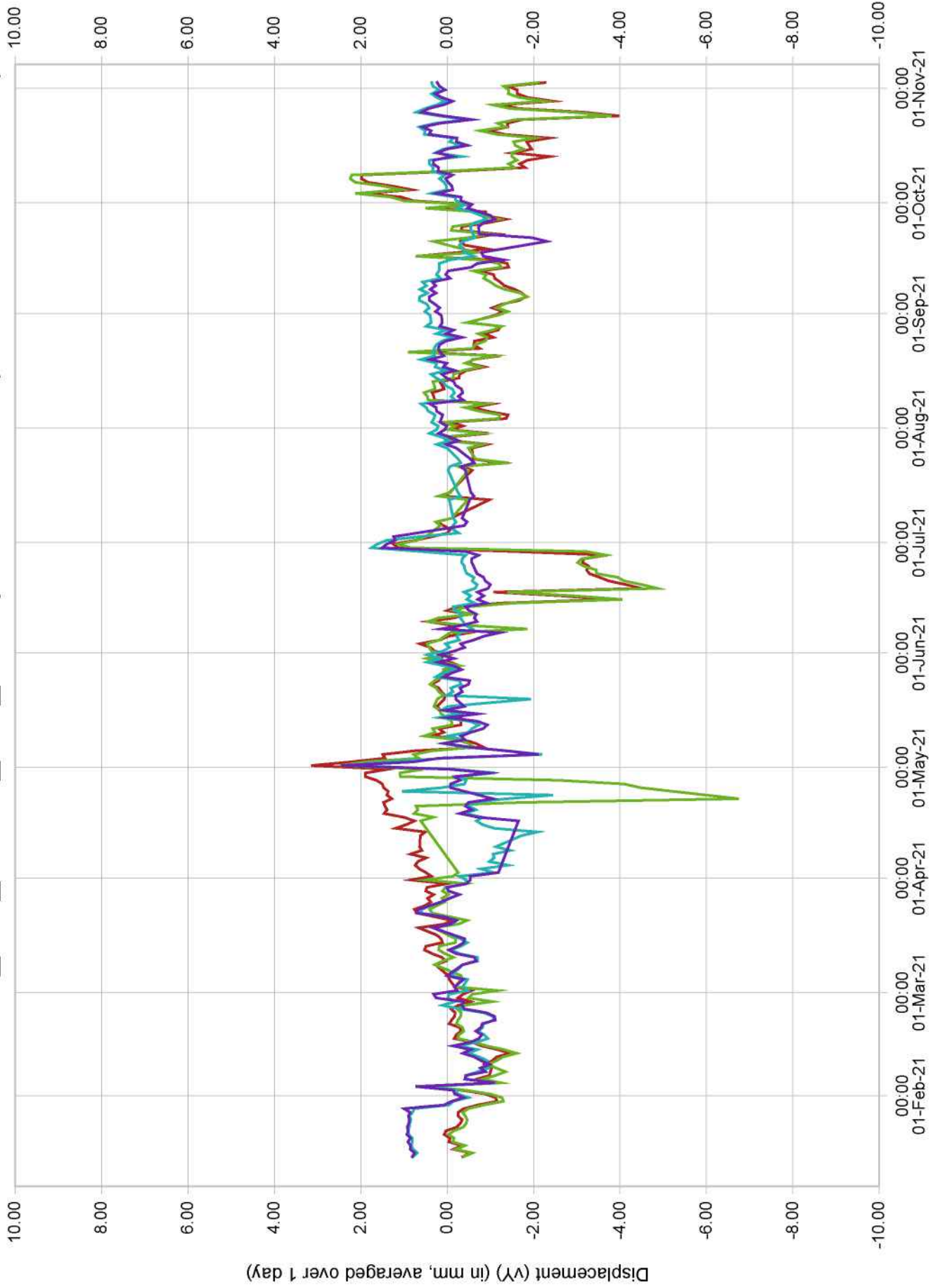
# 110\_008\_L, 110\_008\_H Verpl. Hor./vert. - (AVERAGED DATA!)



# 110\_009\_L, 110\_009\_H Verpl. Hor./vert. - (AVERAGED DATA!)



# 110\_010\_L, 110\_010\_H Verpl. Hor./vert. - (AVERAGED DATA!)

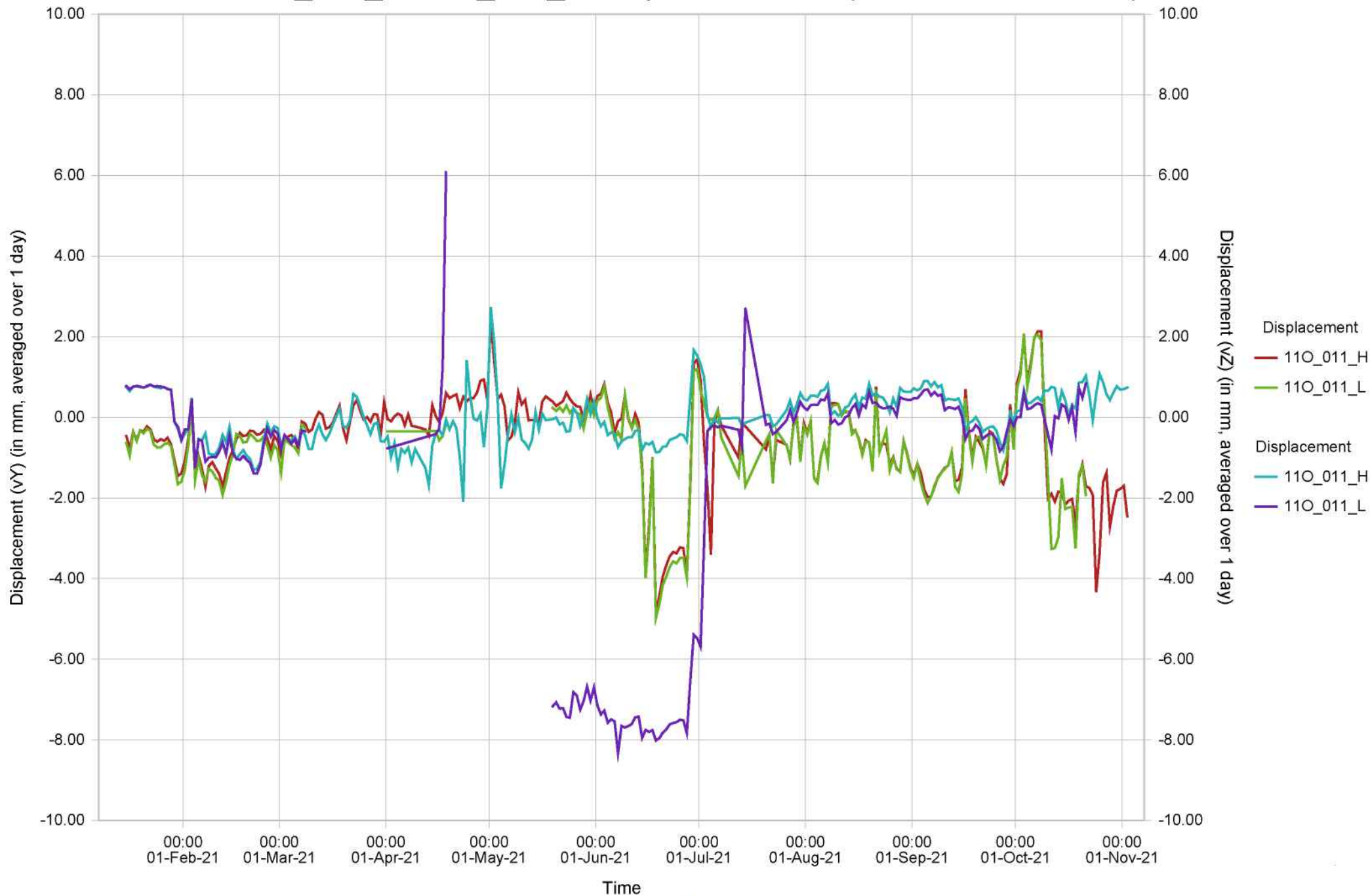




# 11O\_011\_L, 11O\_011\_H Verpl. Hor./vert. - (AVERAGED DATA!)

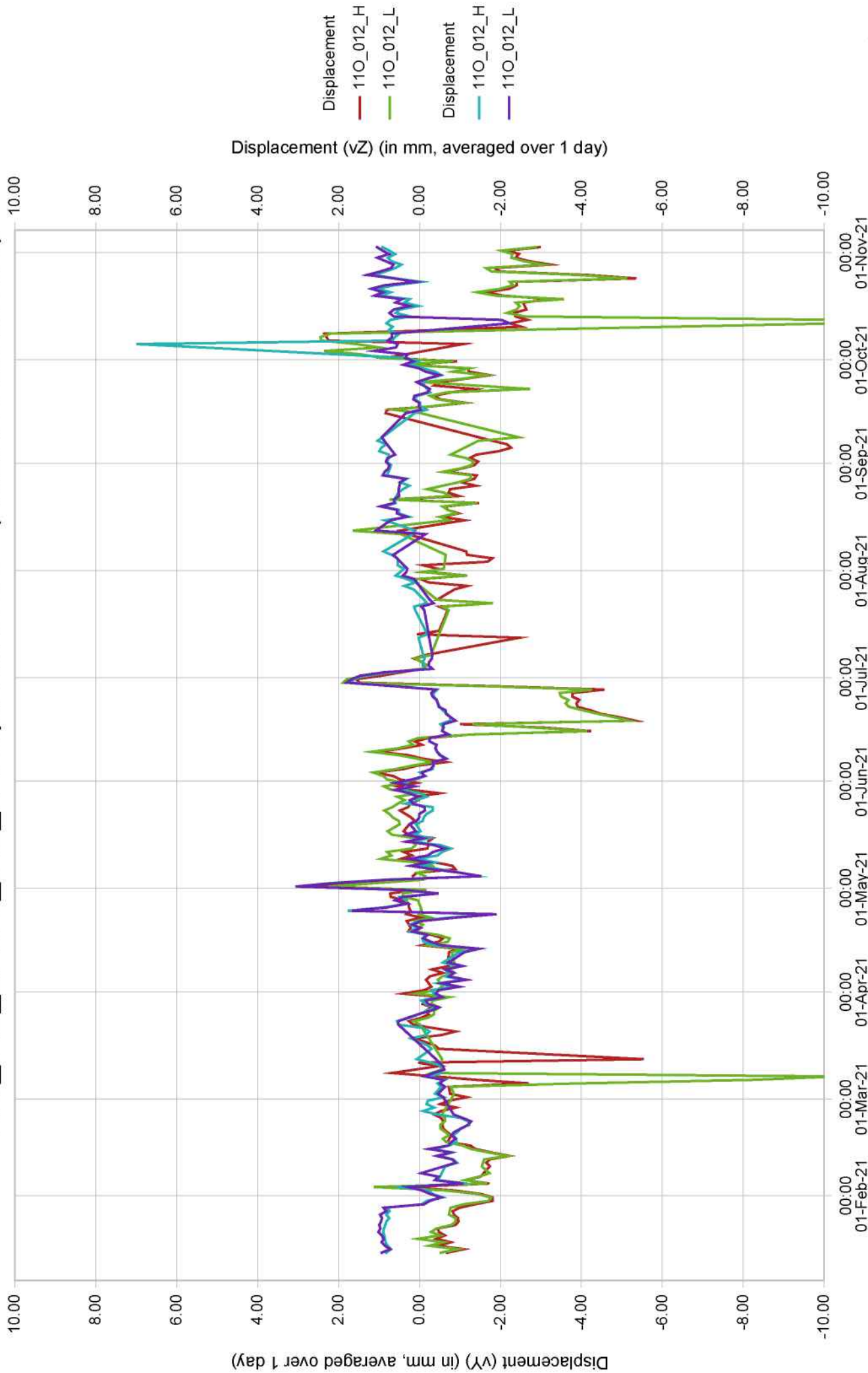
Blad 26 van 28

58203-13 R8017Z Eindrapportage deformatiemetingen.pdf



Time

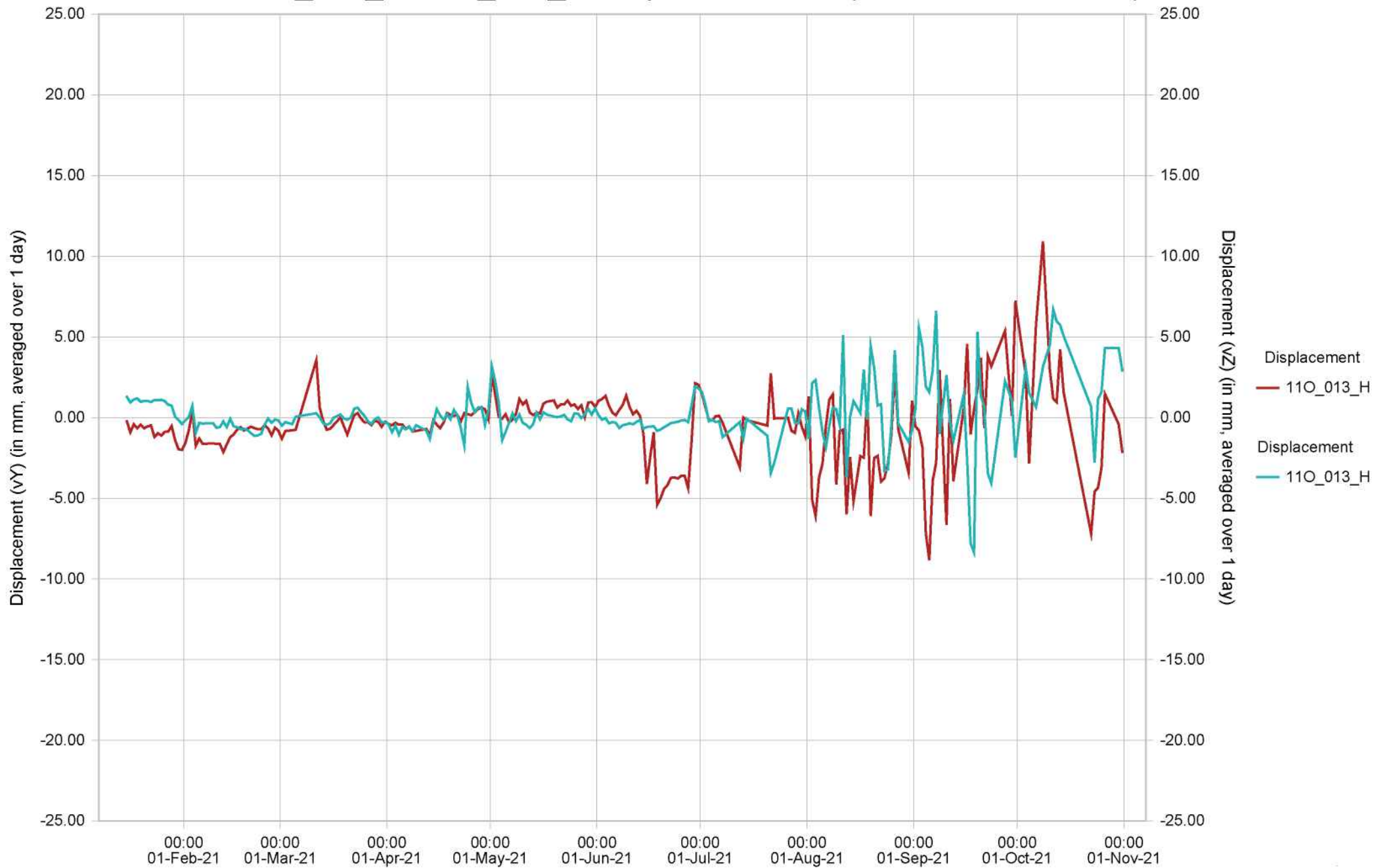
# 110\_012\_L, 110\_012\_H Verpl. Hor./vert. - (AVERAGED DATA!)



# 11O\_013\_L, 11O\_013\_H Verpl. Hor./vert. - (AVERAGED DATA!)

Blad 28 van 28

58203-13 R80172 Eindrapportage deformatiemetingen.pdf



Time