

# Deformatiemetingen

reconstructie lage walmuren Oudegracht Rak 3 oost en  
9 oost NZ te Utrecht

meetresultaten rak 3 oostzijde

VN-58203-5 | 31 augustus 2017





# Wiertsema & Partners

RAADGEVEND INGENIEURS

Raadgevend Ingenieursbureau  
Wiertsema & Partners B.V.  
Feithspark 6, 9356 BZ Tolbert  
Postbus 27, 9356 ZG Tolbert  
Tel.: 0594 51 68 64  
Fax: 0594 51 64 79  
E-mail: [info@wieritsema.nl](mailto:info@wieritsema.nl)  
Internet: [www.wiertsema.nl](http://www.wiertsema.nl)

Onderwerp: reconstructie lage walmuren Oudegracht Rak 3 oost en 9 oost te Utrecht  
Projectnummer: VN-58203-5  
Opdrachtgever: Beens Groep  
Postbus 6  
8280 AA Genemuiden  
Nr. opdrachtgever: bestek 142 SW 12  
Datum: 31 augustus 2017

Versie	Datum	Omschrijving wijziging
1	31 augustus 2017	

Opgesteld door:	
Handtekening:	10 
Documentnummer:	R51991
Status:	definitief
Vrijgegeven door:	ing. 



**Wiertsema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS

## Inhoudsopgave

## blad

<b>1</b>	<b>Inleiding.....</b>	<b>4</b>
1.1	Aanleiding en doel .....	4
1.2	Kwaliteitswaarborging .....	4
1.3	Leeswijzer .....	4
<b>2</b>	<b>Locaties meetpunten .....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Uitvoering deformatiemetingen.....</b>	<b>6</b>
3.1	Meetapparatuur .....	6
3.2	Meetmethodiek.....	8
3.3	Kenmerken van de meting:.....	8
3.4	Meetmomenten .....	9
<b>4</b>	<b>Grenswaardebepaling deformaties.....</b>	<b>10</b>
<b>5</b>	<b>Analyse meetresultaten.....</b>	<b>11</b>
5.1	Toelichting data .....	11
5.2	Analyse data .....	11
5.3	Conclusie .....	11

### Bijlagen:

- 1      Situatietekening
- 2      Meetresultaten



**Wiertsema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS

# 1 Inleiding

In opdracht van Beens Groep te Genemuiden heeft Raadgevend Ingenieursbureau Wiertsema & Partners bv deformatiemetingen uitgevoerd, tijdens het project *bouwkuipen t.b.v. reconstructie lage walmuren Oudegracht Rak 3 oost en 9 oost NZ*, te Utrecht. Deze werkzaamheden maken onderdeel uit van het project *reconstructie lage walmuren Oudegracht Rak 3 oost en 9 oost, NZ* te Utrecht.

## 1.1 Aanleiding en doel

De deformatiemetingen zijn een onderdeel van de totale monitoring aan Rak 3 oost tijdens het kadeherstel.

Het doel van de deformatiemetingen is het monitoren van deformaties in de X, Y en Z richting van de werfkelders.

## 1.2 Kwaliteitswaarborging

De werkzaamheden zijn verricht onder ons kwaliteitssysteem NEN-EN-ISO-9001 en ons milieu-managementsysteem NEN-EN-ISO-14001. Wiertsema & Partners B.V. is in het bezit van een VGM-beheersysteem VCA\*\*.

## 1.3 Leeswijzer

In dit rapport word de werkwijze en de resultaten van de deformatiemetingen beschreven en nader toegelicht. Voor de beoordelingen van de meetresultaten worden de volgende uitgangspunten gehanteerd;

- [1] Monitoringsplan van CRUX (RA13193b2, d.d. 6-9-2013) hierin zijn de deformatiemetingen beschreven in paragraaf 4.1.2, 4.2 en 4.3. Conform deel 3 van het bestek (art. 01.26.02);
- [2] Monitoringsplan deformatiemetingen; Wiertsema & Partners (58203-5 R49087 d.d. 03-04-2017).

In dit rapport worden de deformatiemeting aan de kademuur in X, Y en Z-richting beoordeeld de volgende onderdelen worden beschreven:

- Meetlocaties meetpunten deformatiemetingen;
- Uitvoering deformatiemetingen;
- Grenswaarden zettingen;
- Analyseren van de meetresultaten.

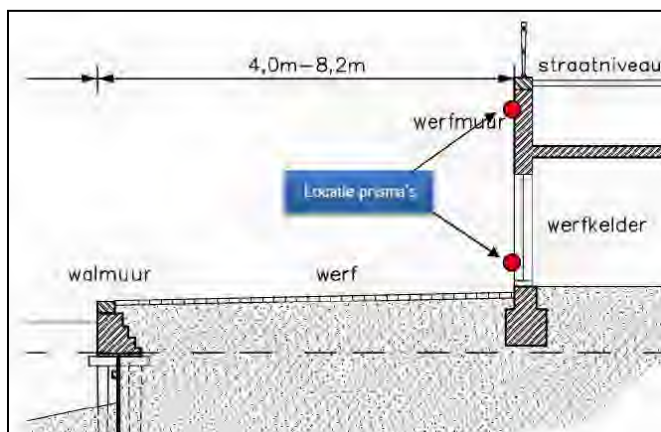
Naast de deformatiemetingen worden er ook hoogtemetingen aan de woningen aan de Oude gracht uitgevoerd. Op de reeds bestaande scheuren zijn scheurmeters geplaatst. In dit rapport wordt enkel de uitgevoerde deformatiemetingen van rak 3 oost behandeld.

In de bijlagen zijn situatietekening en meetresultaten opgenomen.



## 2 Locaties meetpunten

In het monitoringsplan van CRUX [1] zijn de meetlocaties beschreven en schematisch weergegeven in een figuur. Deze figuur is hieronder overgenomen.



*Figuur 1: locaties prisma's op de werfmuur [Bron: Monitoringsplan CRUX RA13193b2]*

De prisma's op de werfkelderdermuur (buitenzijde) zijn om de ca. 5 meter zowel boven als onderaan de werfkelderdermuur geplaatst. Prisma's zijn zo geplaatst dat er tijdens de werkzaamheden voldoende zicht voor het meetequipement (Total Station) op de meetprisma is. Op de situatietekening staan de monitoringspunten weergegeven. Extra informatie betreffende de meetpunten foto's e.d. zijn op WePGIS beschikbaar. (Voor gebruik WePGIS zie rapport Handleiding WePGIS 58203-1 R20091 d.d. 12 maart 2014).

De locaties van de meetpunten zijn weergegeven in de situatietekening (bijlage 1).



### 3 Uitvoering deformatiemetingen

#### 3.1 Meetapparatuur

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



*Figuur 3: Voorbeeldfoto miniprisma*



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

De deformatiemetingen worden uitgevoerd met een Robotic Total Stations (Leica TCA 1800). Een voorbeeldfoto hiervan is in figuur 5 weergegeven.



**Wiertsema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS



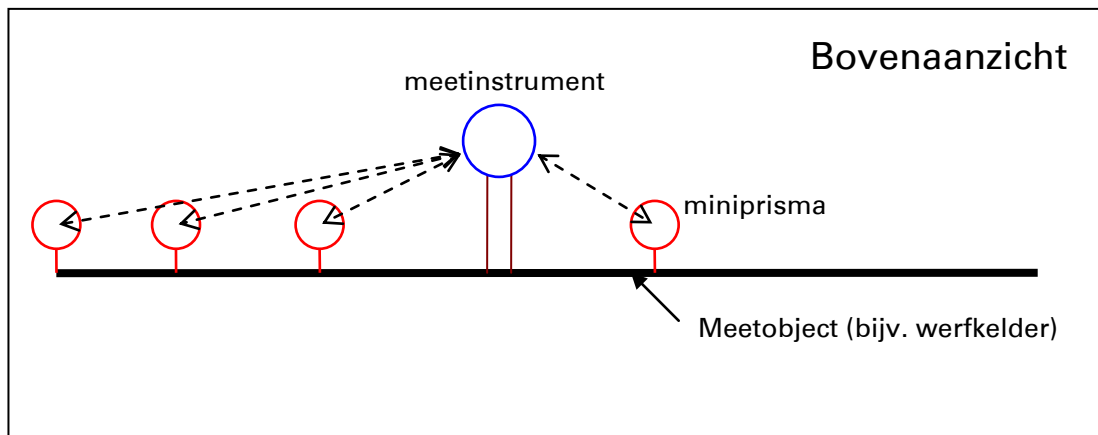
*Figuur 5: Voorbeeldfoto Robotic Totalstation Leica TCA 1800*



### 3.2 Meetmethodiek

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

Gezien het risico dat de renovatiewerkzaamheden het meetwerk belemmeren, zal het meetinstrument aan dezelfde zijde worden geplaatst, als de werkzaamheden worden uitgevoerd. In figuur 6 hieronder is dit schematisch weergegeven.



Figuur 6: Schematische weergave meetmethodiek

### 3.3 Kenmerken van de meting:

- Meettoestel bevindt zich in invloedsgebied;
- Rak 3 oostzijde is in zijn geheel uitgevoerd en met 2 toestellen gemeten
- Per meetronde is de positie bepaald van het meettoestel middels prisma buiten invloedsgebied (overzijde gracht);
- Alle metingen zijn met dubbele kijkerstand uitgevoerd;
- Toestel heeft met een meetfrequentie van 15 minuten gemeten;
- Tijdens de werkzaamheden is er continue gemeten. Werktijden 7:00 tot 17:30 uur;
- Buiten werktijden is er niet gemeten;
- In de weekenden is er niet 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 dusdanig worden 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 trekken van houten funderingspalen;
- het aanbrengen definitieve damwand;
- het verlagen van de grondwaterstand;
- het ontgraven van grond beneden het aanlegniveau van funderingen van belendingen;
- het trekken van hulpdamwand.

De meetperiode betreft van 03-04-2017 tot 10-05-2017.

## 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 werfmuur op 3,5m afstand van de renovatie werkzaamheden. Bij rak 3 oost is deze afstand minimaal 4,0m. In tabel 1 zijn de grenswaarden weergegeven

omschrijving	Positie spiegel	Voor trekken hulpdamwand		Tijdens trekken hulpdamwand	
		Uy [mm]	Ux [mm]	Uy [mm]	Ux [mm]
werfmuur 3,5m afstand.	Hoog	(-2) -3	(4) 5	(-9) -11	(5) 6
	Laag	(-2) -3	(4) 5	(-10) -12	(5) 7

Tabel 1: Overzicht grenswaarden

Uy [mm] = verticale verplaatsing

Ux [mm] = horizontale verplaatsing richting de gracht

De waarde Uy geeft evt. zetting weer. In bijlage 2 is deze waarde vZ (mm) benoemd.

In bijlage 2 is eveneens de verschilzetting rZ (rotatie) tussen twee meetpunten weergegeven. Hierbij wordt de waarde: vZ(mm) ten opzichte van voorgaande punt vergeleken. De weergegeven data betreft een gemiddelde van alle uitgevoerde metingen.

## 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 *verschil*verplaatsingen tussen de meetpunten is hierbij van belang. Deze *verschil*verplaatsingen 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. Ten aanzien van de meetgegevens dienen de onderstaande punten te worden meegenomen in de beschouwing:

- Door de ontbrekende of incorrecte data, wordt de rotatie (af-en-toe) incorrect weergegeven. In de meetperiode is data van het meetpunt verstoord geweest, door waarschijnlijk begroeiing, wat tussen het meettoestel en het meetpunt bewoog.

Ontbrekende of incorrecte data kunnen door de volgende omstandigheden veroorzaakt worden:

- o Begroeiing beweegt tussen het meettoestel en het meetpunt;
- o Uitstoot van warme lucht door aanwezige luchtafvoerpijpen, nabij meetpunten verstoren de metingen;
- o Reflectie van metalen objecten (geplaatst door werfkeldereigenaren) beïnvloeden de metingen.
- o Meetpunten worden (tijdelijk) geblokkeerd daardoor ontbreekt data.
- o De rotatie wordt door verschilzetting van twee meetpunten berekend. Als er door bovenstaande corrupte data ontstaat, zal dit in de rotatie berekening doorwerken.
- o Reflectie van zon of kunstlicht op toestel of spiegels.

### 5.3 Conclusie

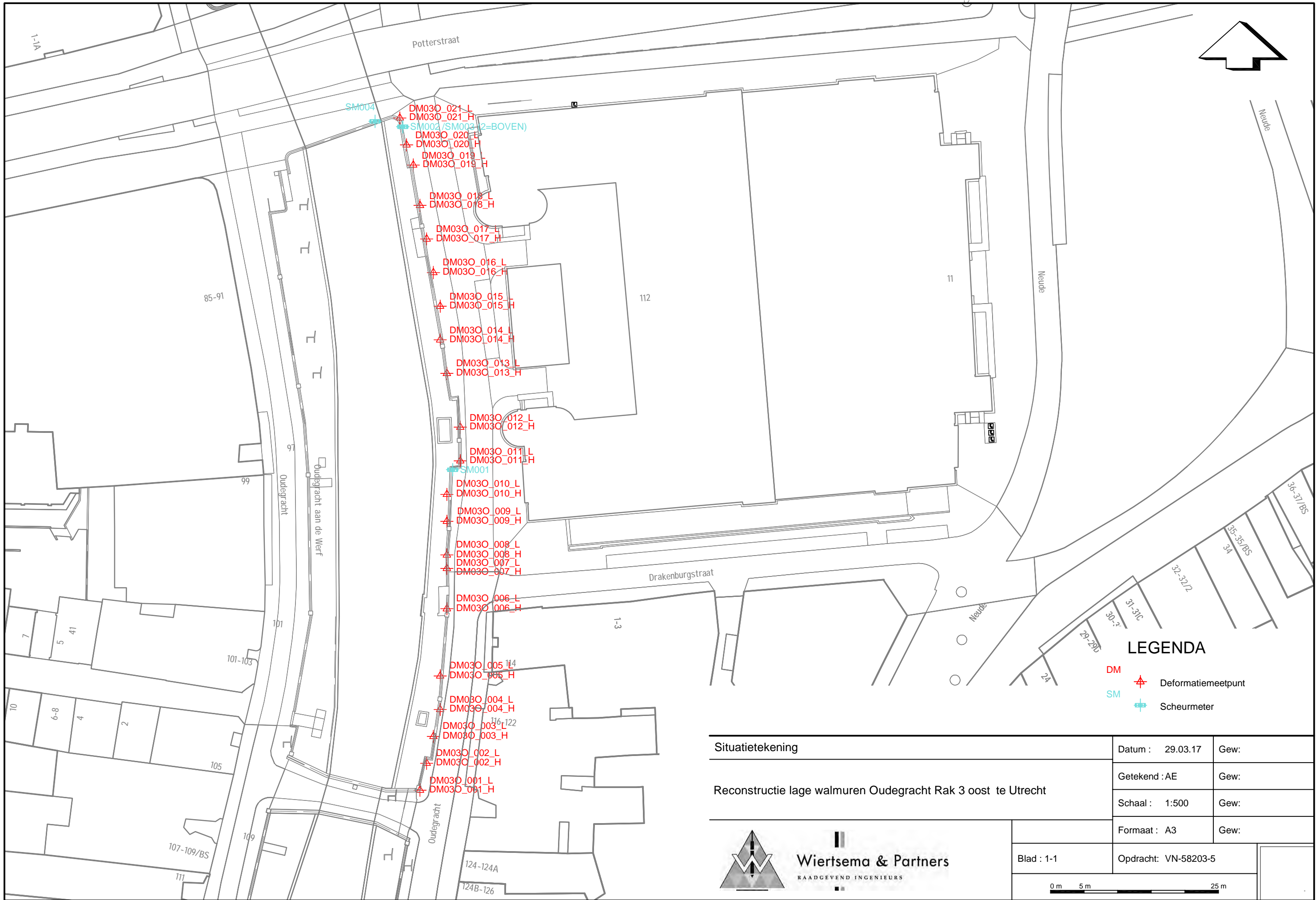
Op basis van de meetresultaten, met in achtneming van de in paragraaf 5.2 beschreven analyse van de meetresultaten, kan worden geconcludeerd dat de werkzaamheden uitgevoerd langs de Oudegracht rak 3 oost, binnen de aangegeven alarmwaarden zijn gebleven en daarmee schade, ten gevolge van de werkzaamheden, ontstaan door te veel deformaties, kan worden uitgesloten.



# Bijlage 1



  
**Wiertsema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS





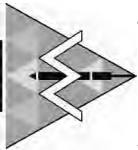
# Bijlage 2



**Wiertsema & Partners**  
RAADGEVEND INGENIEURS

03O\_001-002 Verpl. Hor./vert. - (AVERAGED DATA!)

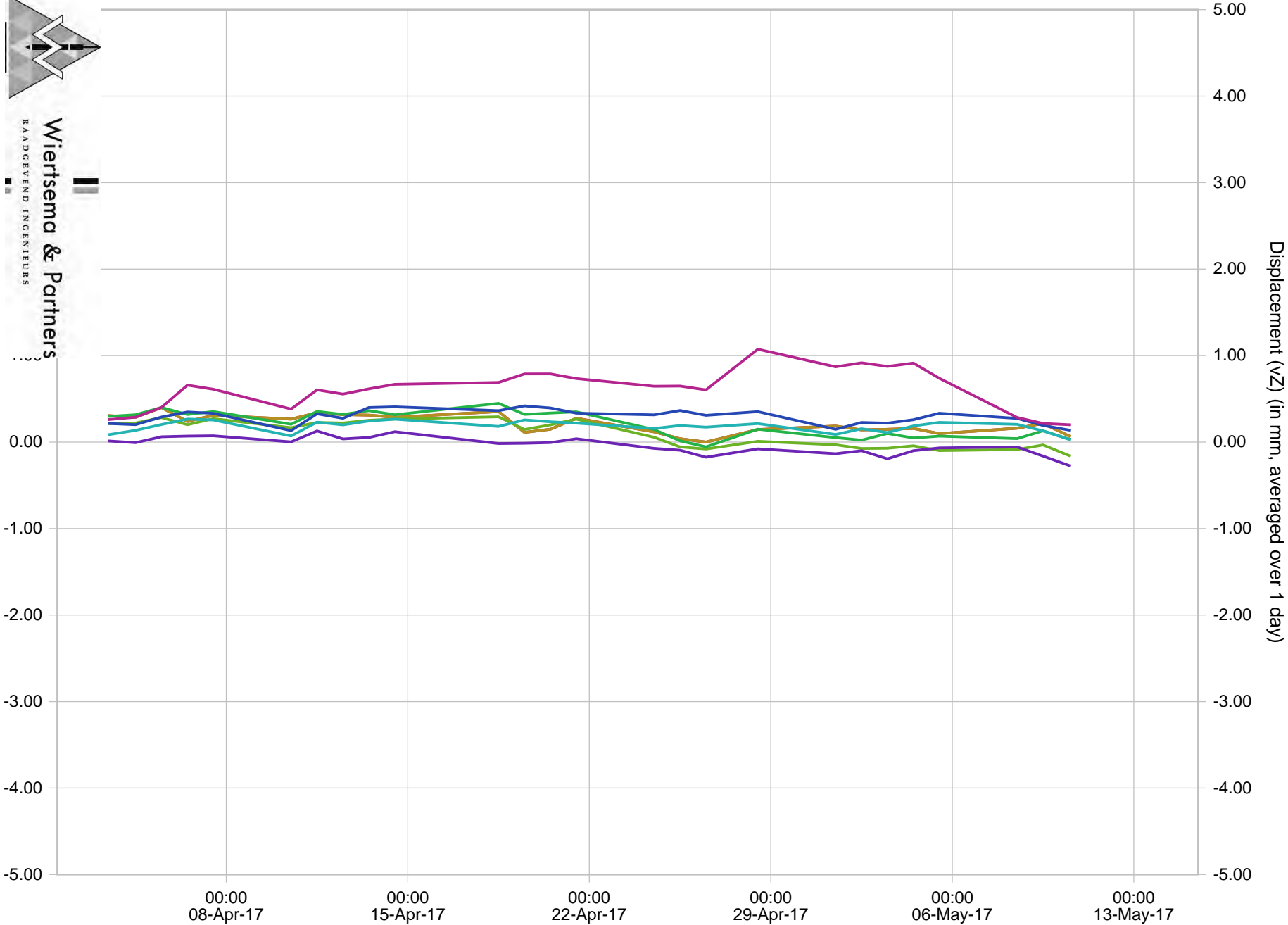
Blad 15 van 35



Wiersma & Partners  
RAADGEVEND INGENIEURS

Displacement (vZ) (in mm, averaged over 1 day)

58203-5 R51991 Deformatiemetingen.pdf

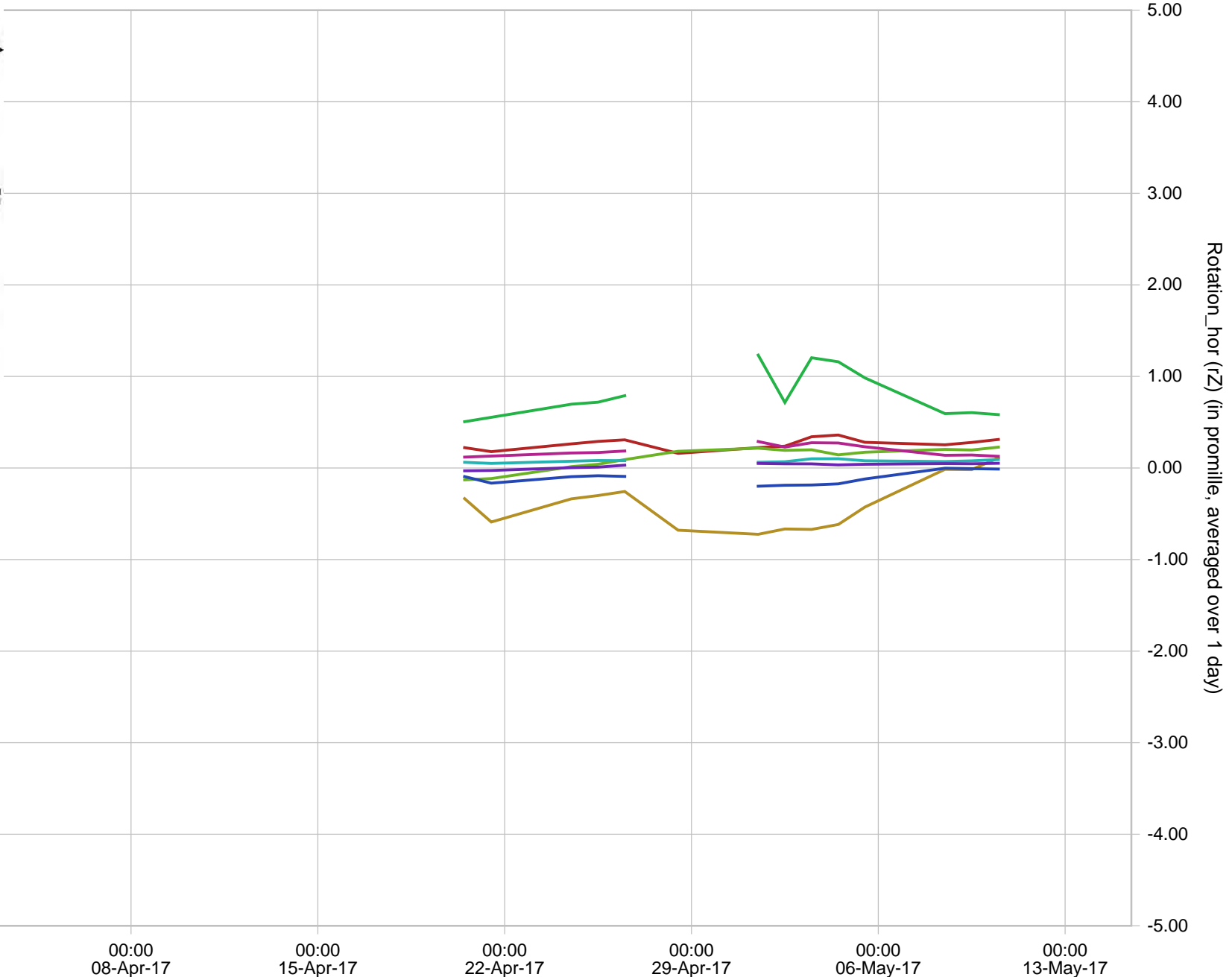


03O\_001-002 Verschil en rot. - (AVERAGED DATA!)

Blad 16 van 35

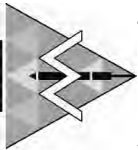
dDisplacement\_hor (bZ) (in mm, averaged over 1 day)

58203-5 R51991 Deformatiemetingen.pdf



03O\_003-004 Verpl. Hor./vert. - (AVERAGED DATA!)

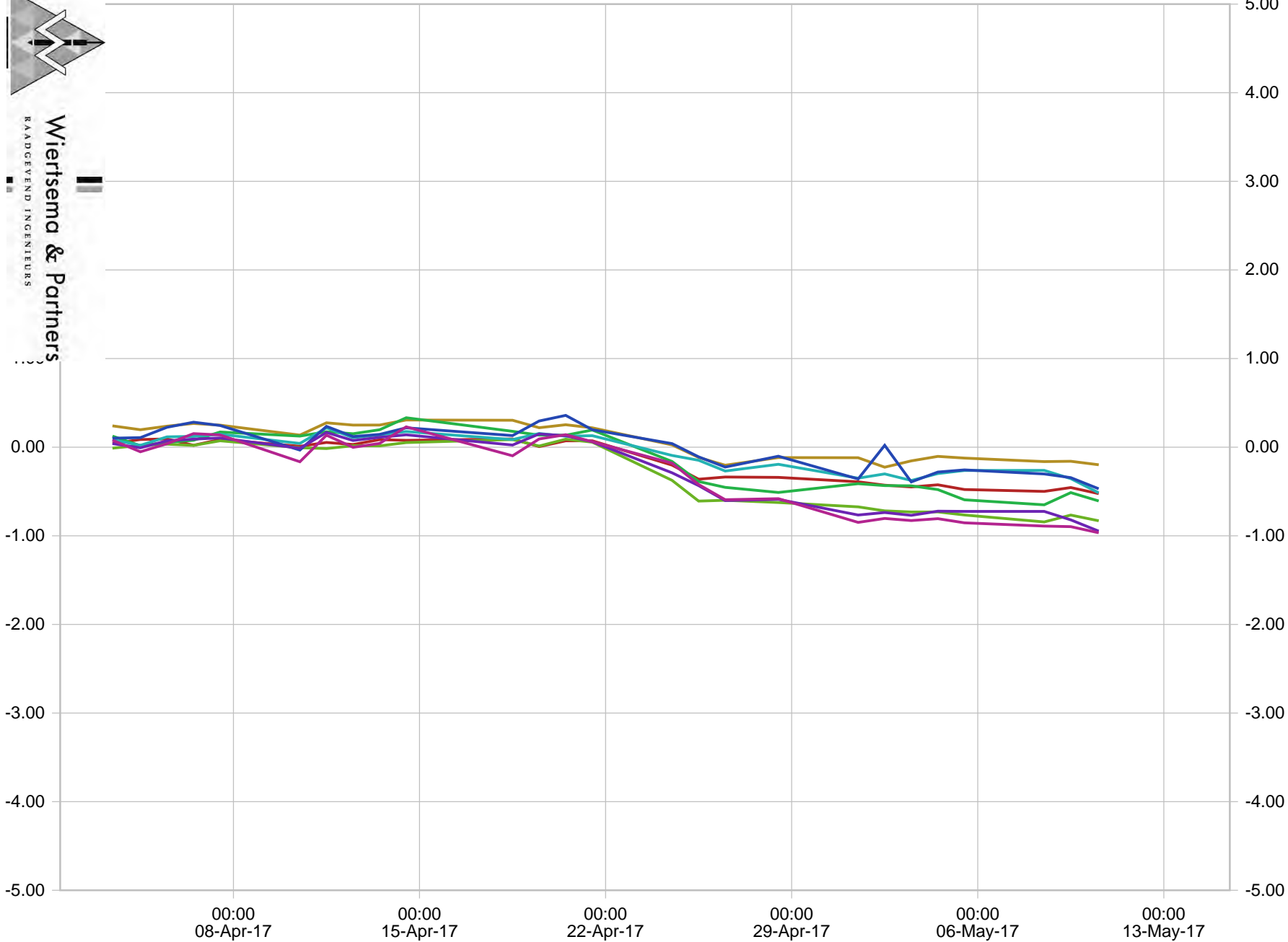
Blad 17 van 35



Wiersma & Partners  
RAADGEVEND INGENIEURS

Displacement (vZ) (in mm, averaged over 1 day)

58203-5 R51991 Deformatiemetingen.pdf



Time

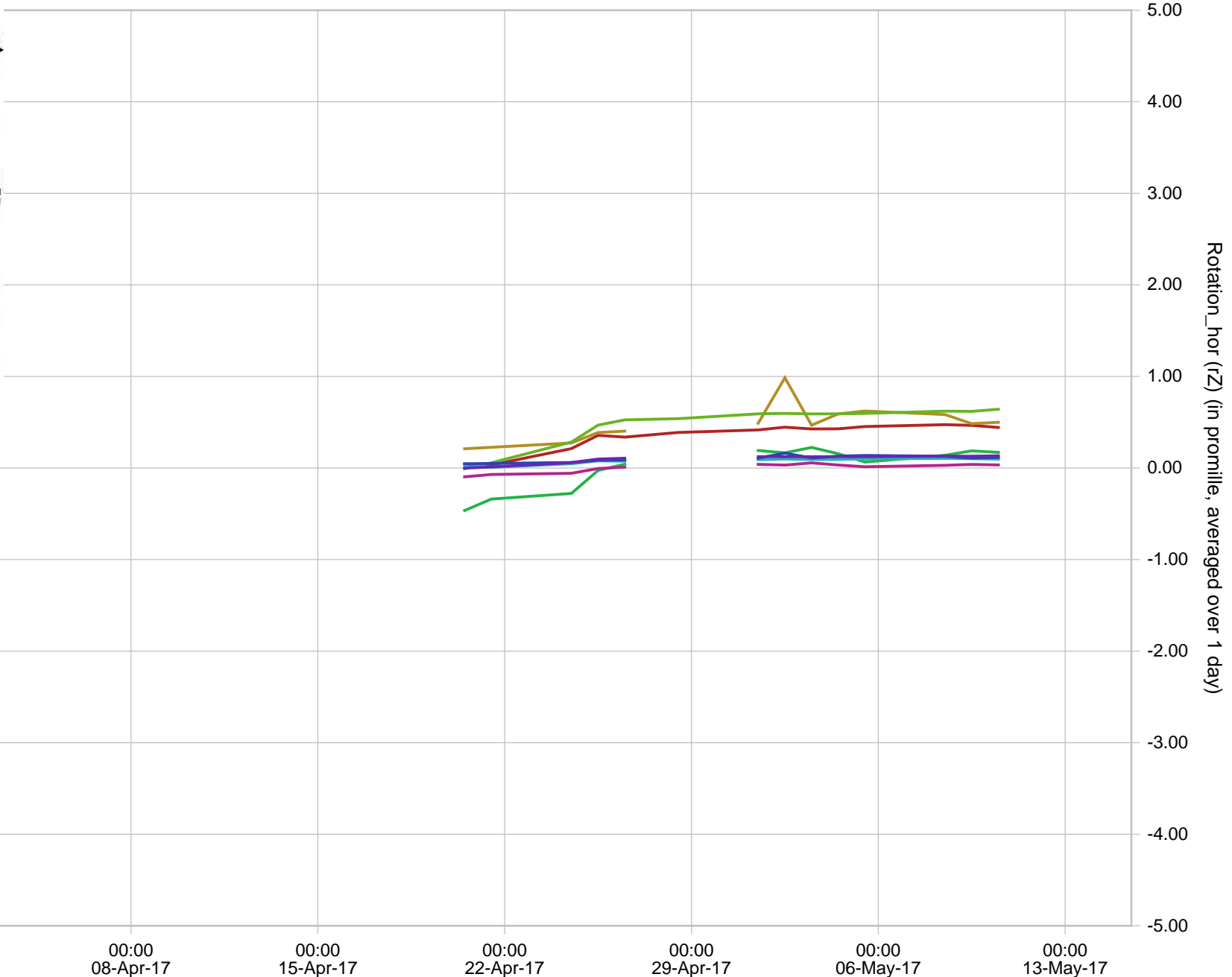


03O\_003-004 Verschil en rot. - (AVERAGED DATA!)

Blad 18 van 35

dDisplacement\_hor (bZ) (in mm, averaged over 1 day)

58203-5 R51991 Deformatiemetingen.pdf



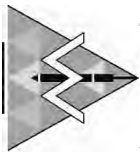


03O\_005-006 Verpl. Hor./vert. - (AVERAGED DATA!)

Blad 19 van 35

Displacement (vZ) (in mm, averaged over 1 day)

58203-5 R51991 Deformatiemetingen.pdf



Wiersma & Partners  
RAADGEVEND INGENIEURS

00:00 01-Apr-17 00:00 08-Apr-17 00:00 15-Apr-17 00:00 22-Apr-17 00:00 29-Apr-17 00:00 06-May-17 00:00 13-May-17

Time



Displacement (vZ) (in mm, averaged over 1 day)

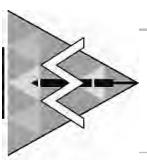
- Displacement
- 03O\_005\_H
  - 03O\_005\_L
  - 03O\_006\_H
  - 03O\_006\_L
- Displacement
- 03O\_005\_H
  - 03O\_005\_L
  - 03O\_006\_H
  - 03O\_006\_L

03O\_005-006 Verschil en rot. - (AVERAGED DATA!)

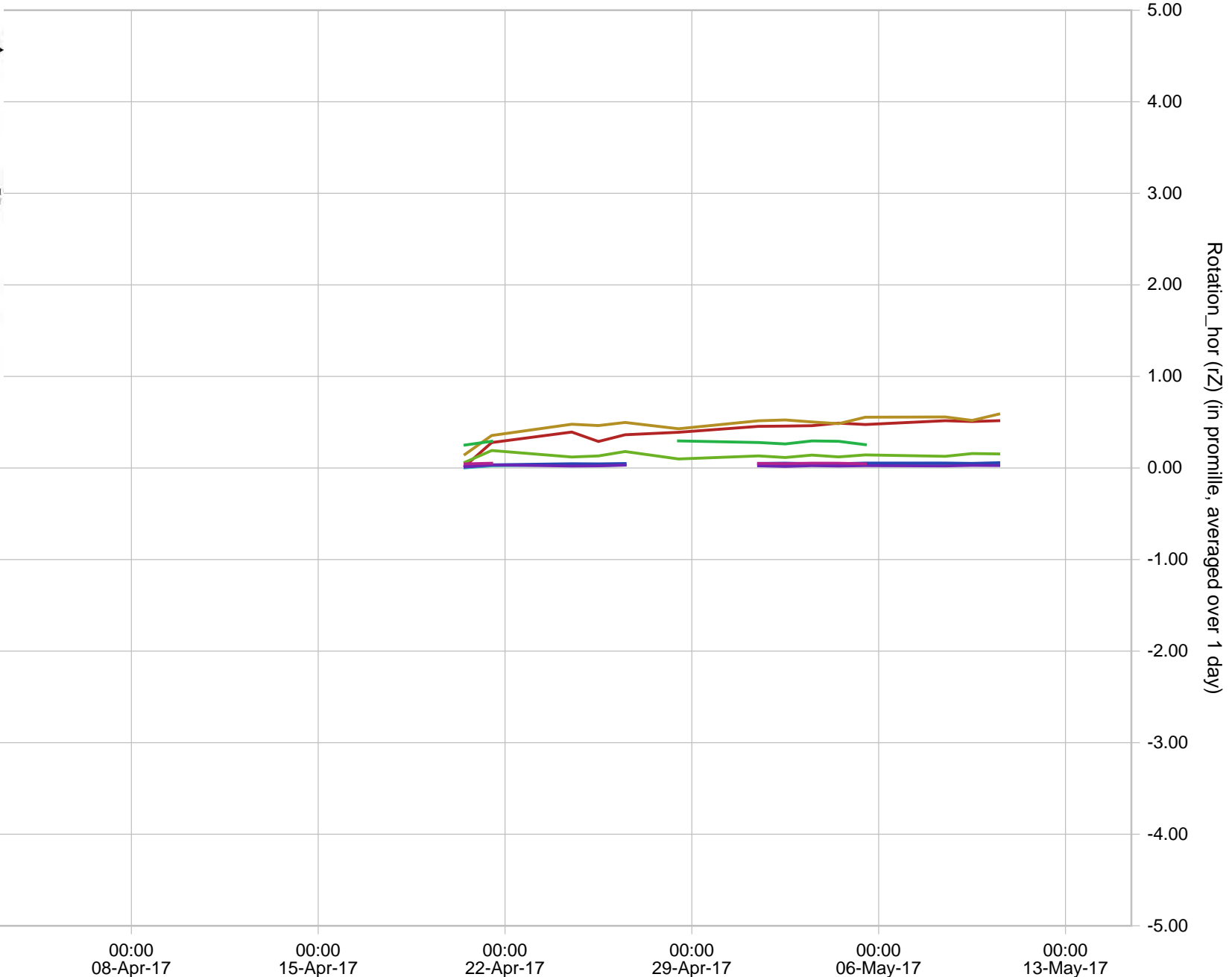
Blad 20 van 35

dDisplacement\_hor (bZ) (in mm, averaged over 1 day)

58203-5 R51991 Deformatiemetingen.pdf



Wiersma & Partners  
RAADGEVEND INGENIEURS



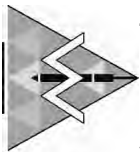
Time



03O\_007-008 Verpl. Hor./vert. - (AVERAGED DATA!)

Blad 21 van 35

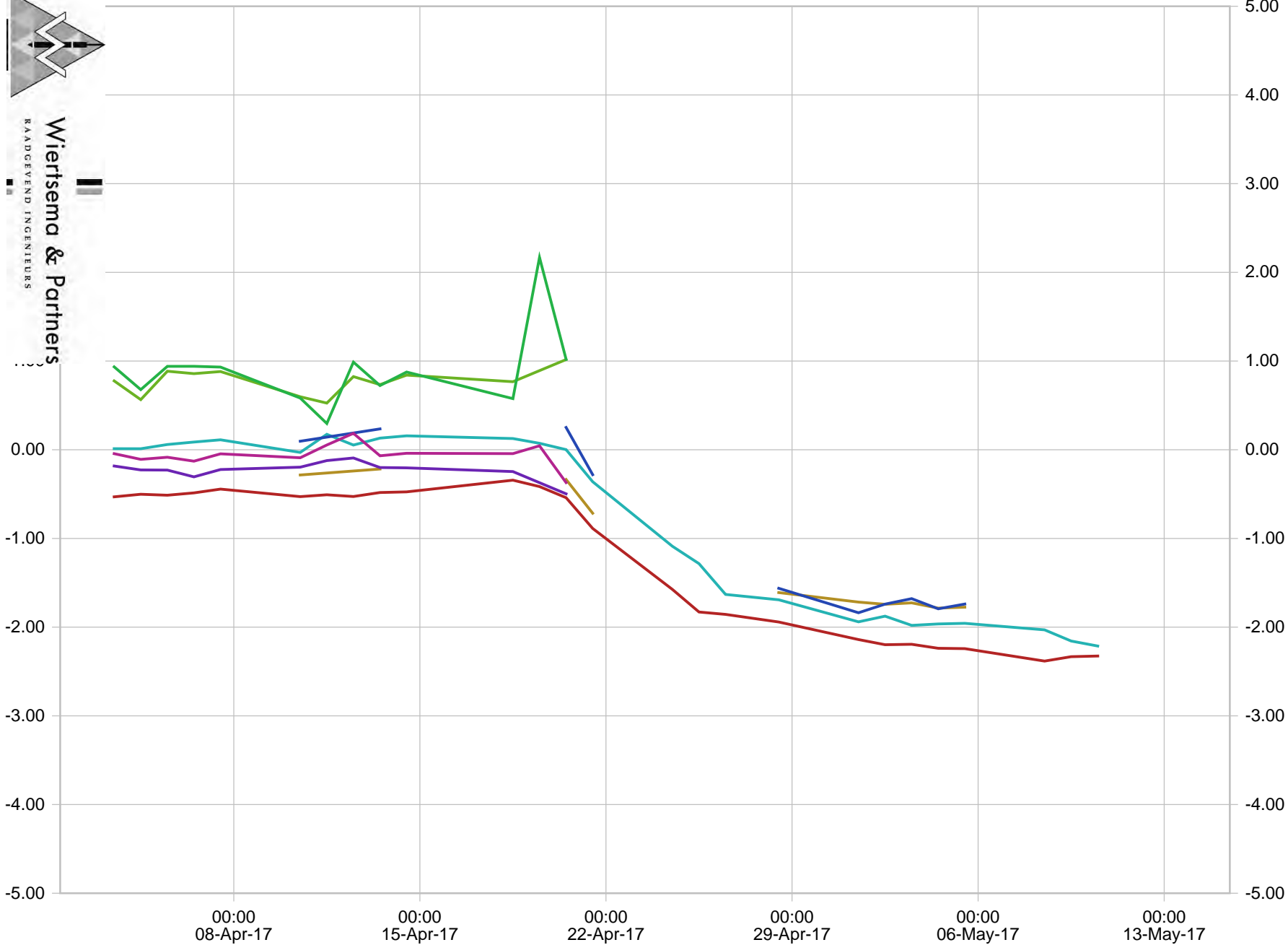
58203-5 R51991 Deformatiemetingen.pdf



Wiersma & Partners  
RAADGEVEND INGENIEURS

Displacement (vY) (in mm, averaged over 1 day)

Displacement (vZ) (in mm, averaged over 1 day)



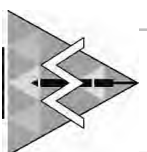
Time



03O\_007-008 Verschil en rot. - (AVERAGED DATA!)

Blad 22 van 35

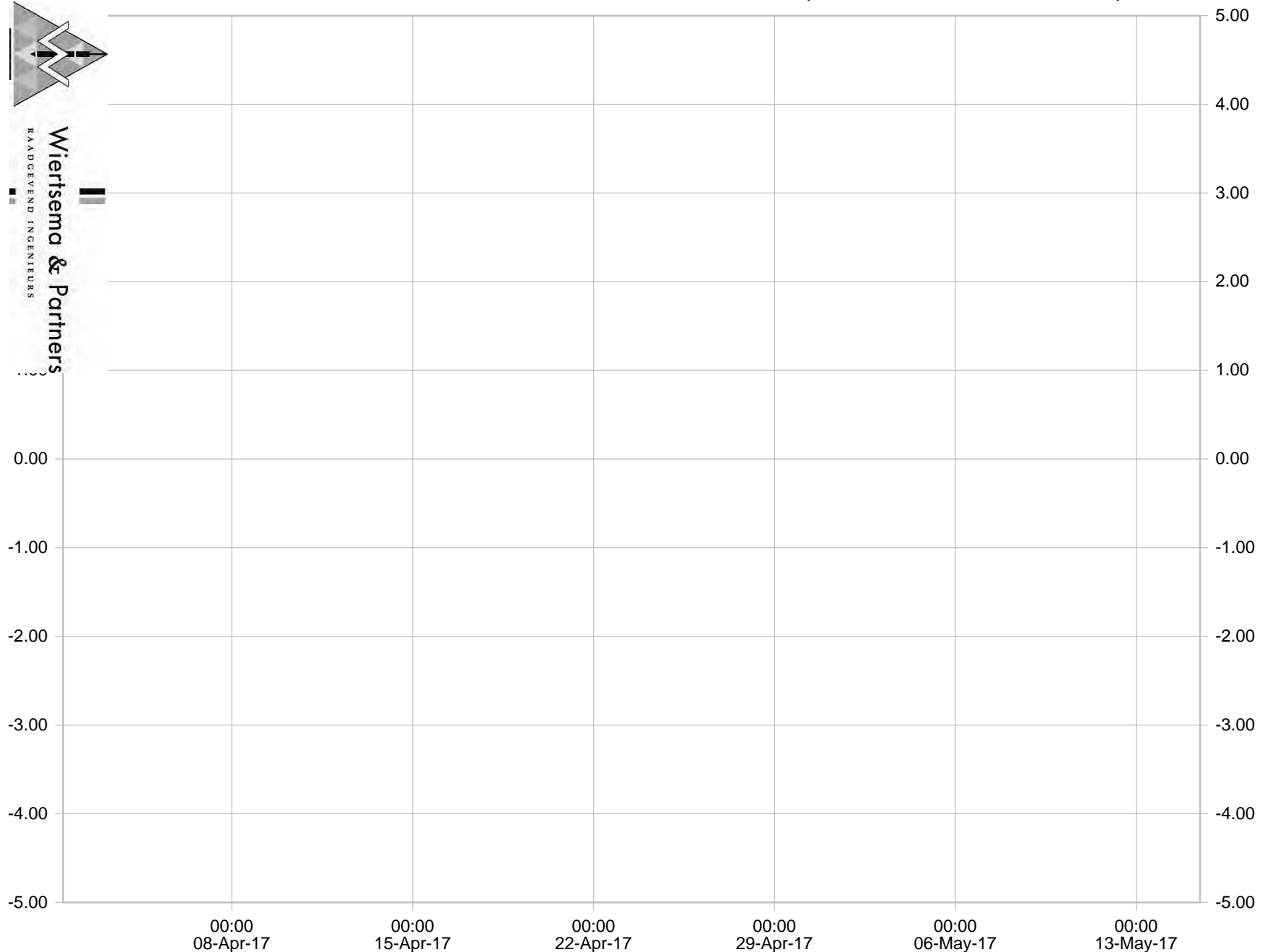
58203-5 R51991 Deformatiemetingen.pdf



Wiersma & Partners  
RAADGEVEND INGENIEURS

dDisplacement\_hor (bZ) (in mm, averaged over 1 day)

Rotation\_hor (rZ) (in promille, averaged over 1 day)



- dDisplacement\_hor
  - 03O\_AB\_007\_H
  - 03O\_AB\_007\_L
  - 03O\_AB\_008\_H
  - 03O\_AB\_008\_L
- Rotation\_hor
  - 03O\_AB\_007\_H
  - 03O\_AB\_007\_L
  - 03O\_AB\_008\_H
  - 03O\_AB\_008\_L

Time

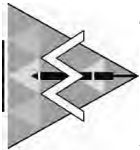


03O\_009-010 Verpl. Hor./vert. - (AVERAGED DATA!)

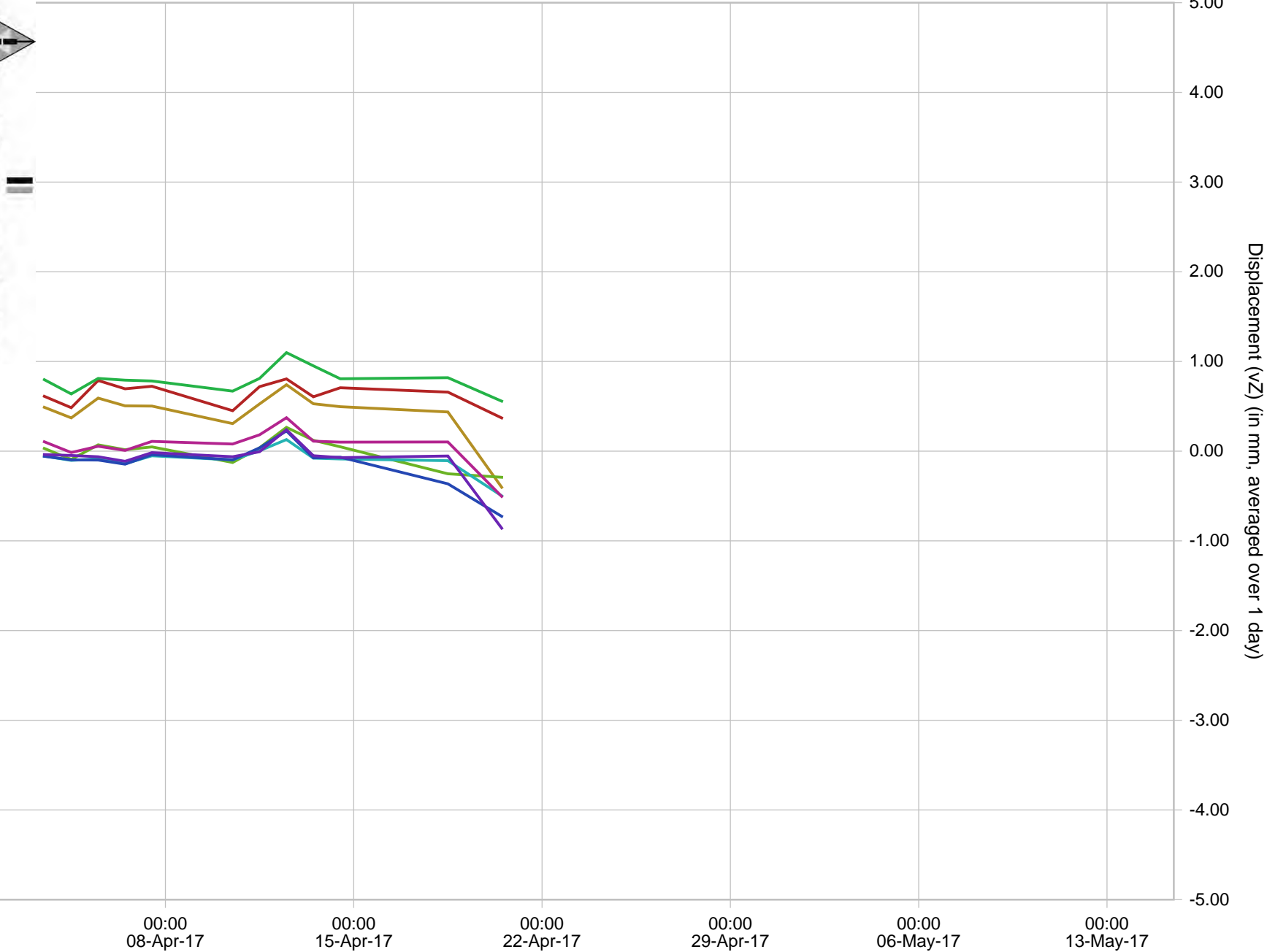
Blad 23 van 35

Displacement (vZ) (in mm, averaged over 1 day)

58203-5 R51991 Deformatiemetingen.pdf



Wiersma & Partners  
RAADGEVEND INGENIEURS

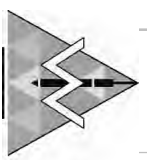




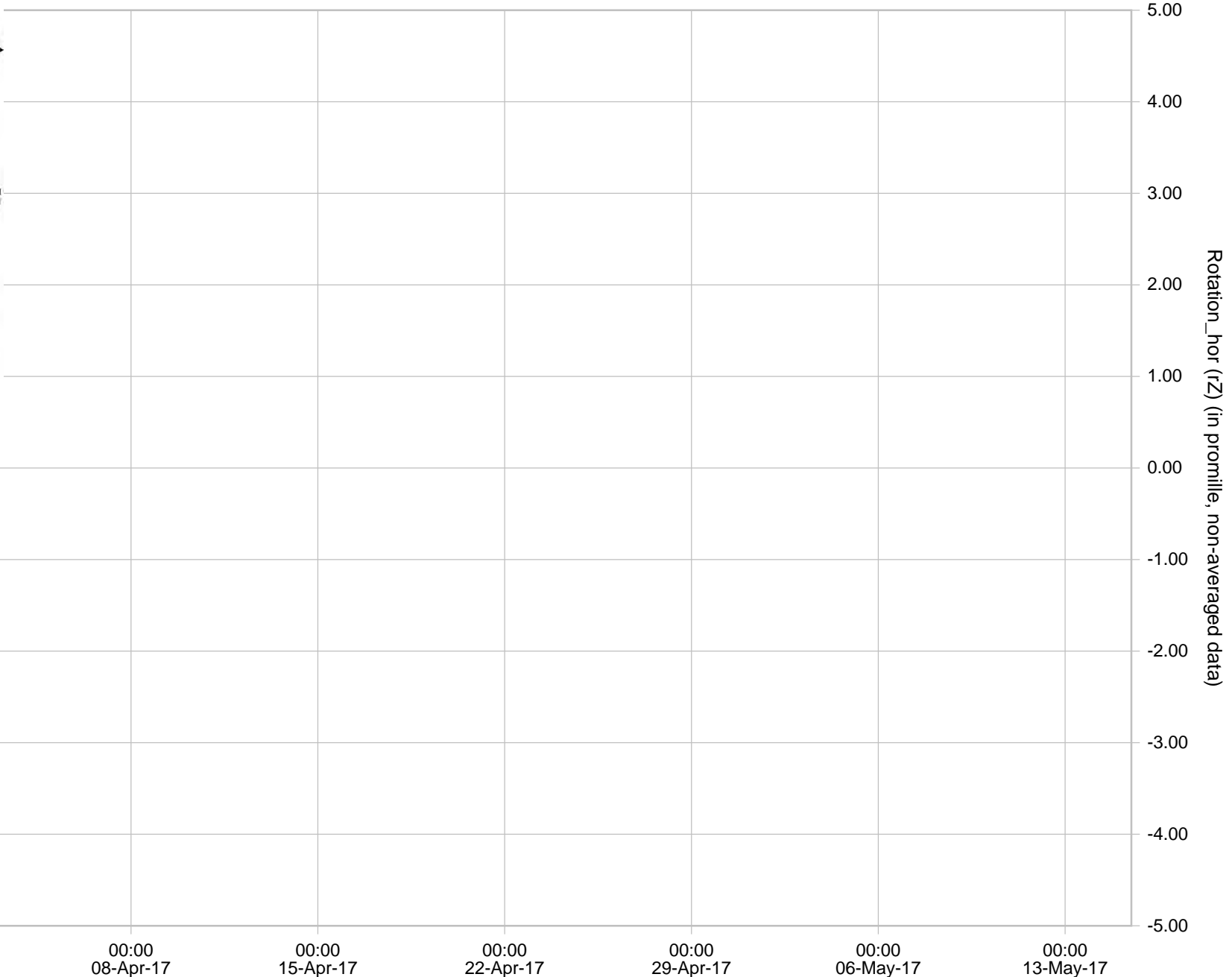
03O\_009-010 Verschil en rot.

Blad 24 van 35

58203-5 R51991 Deformatiemetingen.pdf



Wiersma & Partners  
RAADGEVEND INGENIEURS

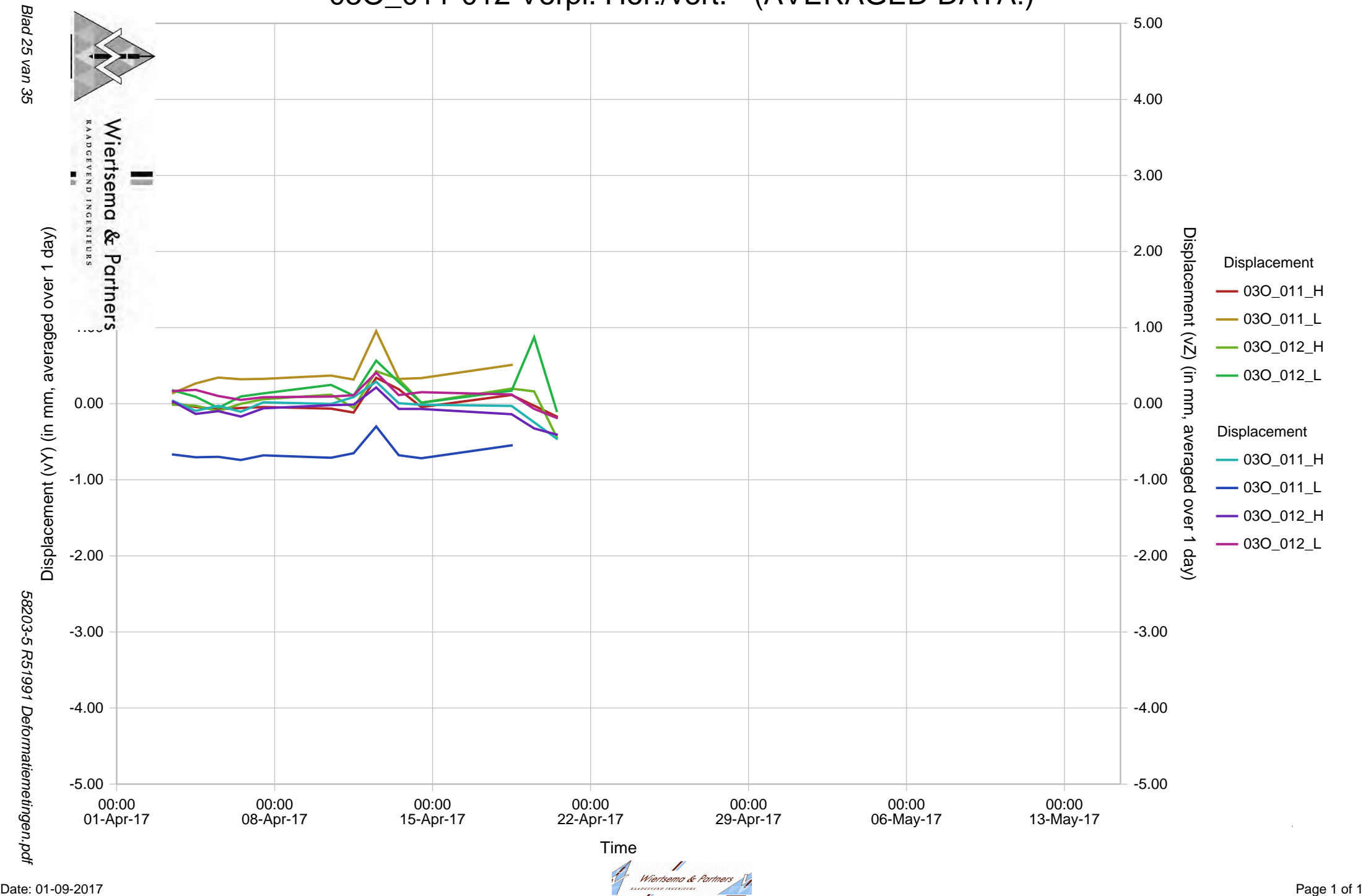


Rotation\_hor (rZ) (in promille, non-averaged data)

- dDisplacement\_hor
  - 03O\_AB\_009\_H
  - 03O\_AB\_009\_L
  - 03O\_AB\_010\_H
  - 03O\_AB\_010\_L
- Rotation\_hor
  - 03O\_AB\_009\_H
  - 03O\_AB\_009\_L
  - 03O\_AB\_010\_H
  - 03O\_AB\_010\_L



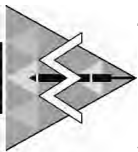
03O\_011-012 Verpl. Hor./vert. - (AVERAGED DATA!)



03O\_011-012 Verschil en rot.

Blad 26 van 35

58203-5 R51991 Deformatiemetingen.pdf



Wiersma & Partners  
RAADGEVEND INGENIEURS

dDisplacement\_hor (bz) (in mm, non-averaged data)

Rotation\_hor (rz) (in promille, non-averaged data)

dDisplacement\_hor

03O\_AB\_011\_H

03O\_AB\_011\_L

03O\_AB\_012\_H

03O\_AB\_012\_L

Rotation\_hor

03O\_AB\_011\_H

03O\_AB\_011\_L

03O\_AB\_012\_H

03O\_AB\_012\_L

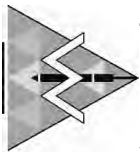
Time



03O\_013-014 Verpl. Hor./vert. - (AVERAGED DATA!)

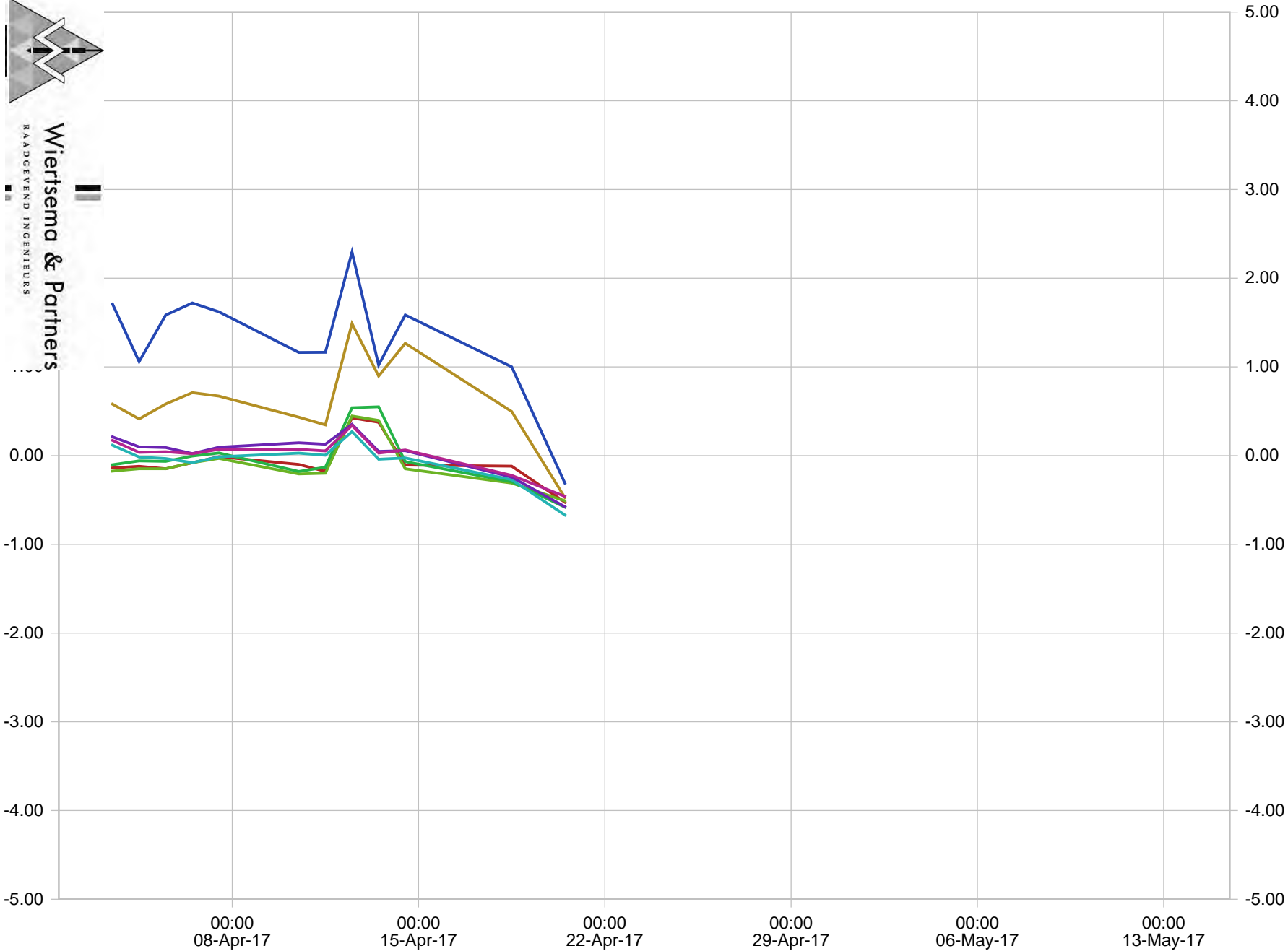
Blad 27 van 35

58203-5 R51991 Deformatiemetingen.pdf



Wiersma & Partners  
RAADGEVEND INGENIEURS

Displacement (vZ) (in mm, averaged over 1 day)



Time

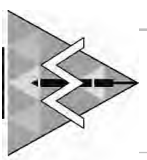


03O\_013-014 Verschil en rot. - (AVERAGED DATA!)

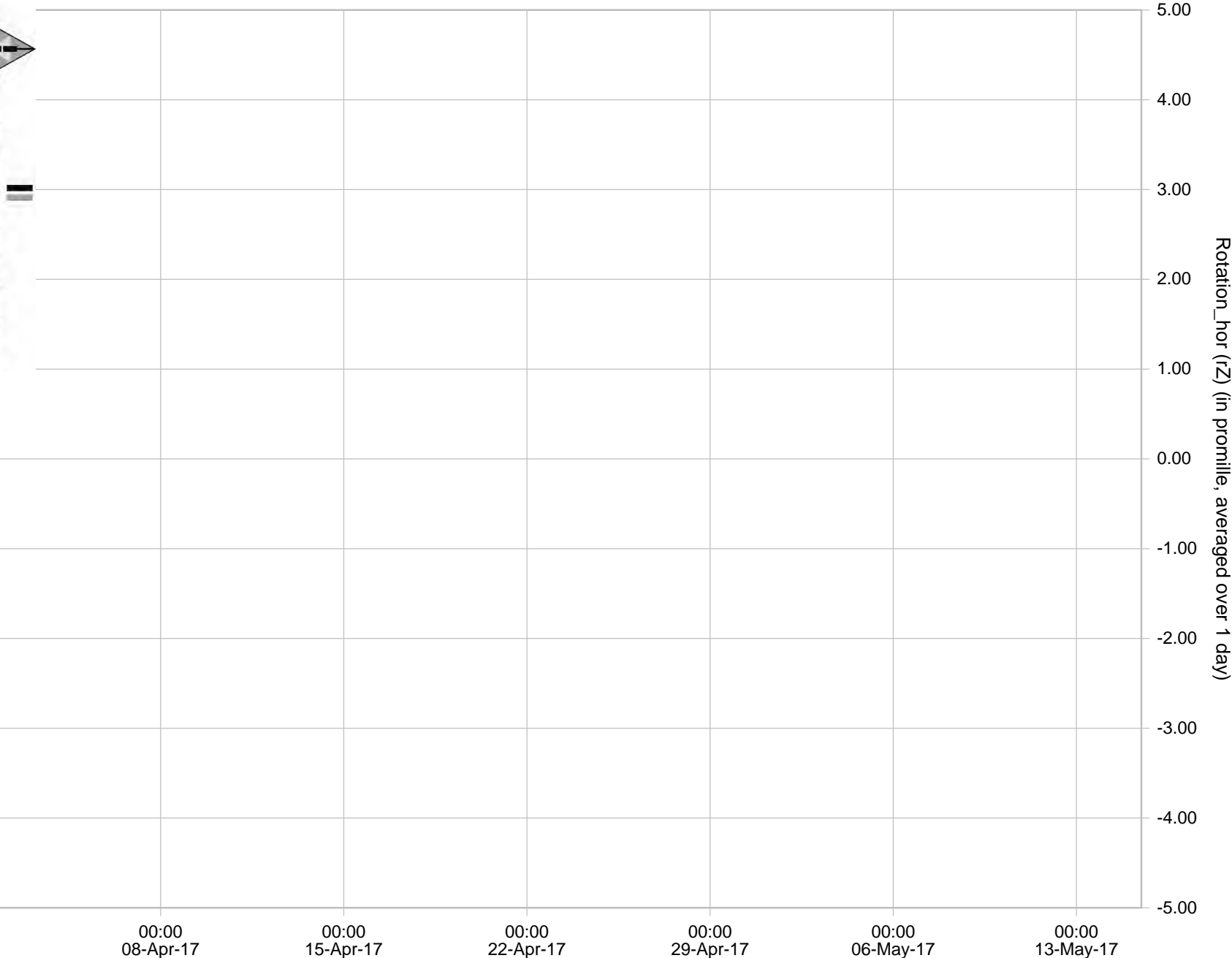
Blad 28 van 35

dDisplacement\_hor (bZ) (in mm, averaged over 1 day)

58203-5 R51991 Deformatiemetingen.pdf



Wiersma & Partners  
RAADGEVEND INGENIEURS



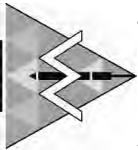
- dDisplacement\_hor
- 03O\_AB\_013\_H
  - 03O\_AB\_013\_L
  - 03O\_AB\_014\_H
  - 03O\_AB\_014\_L
- Rotation\_hor
- 03O\_AB\_013\_H
  - 03O\_AB\_013\_L
  - 03O\_AB\_014\_H
  - 03O\_AB\_014\_L





03O\_015-016 Verpl. Hor./vert. - (AVERAGED DATA!)

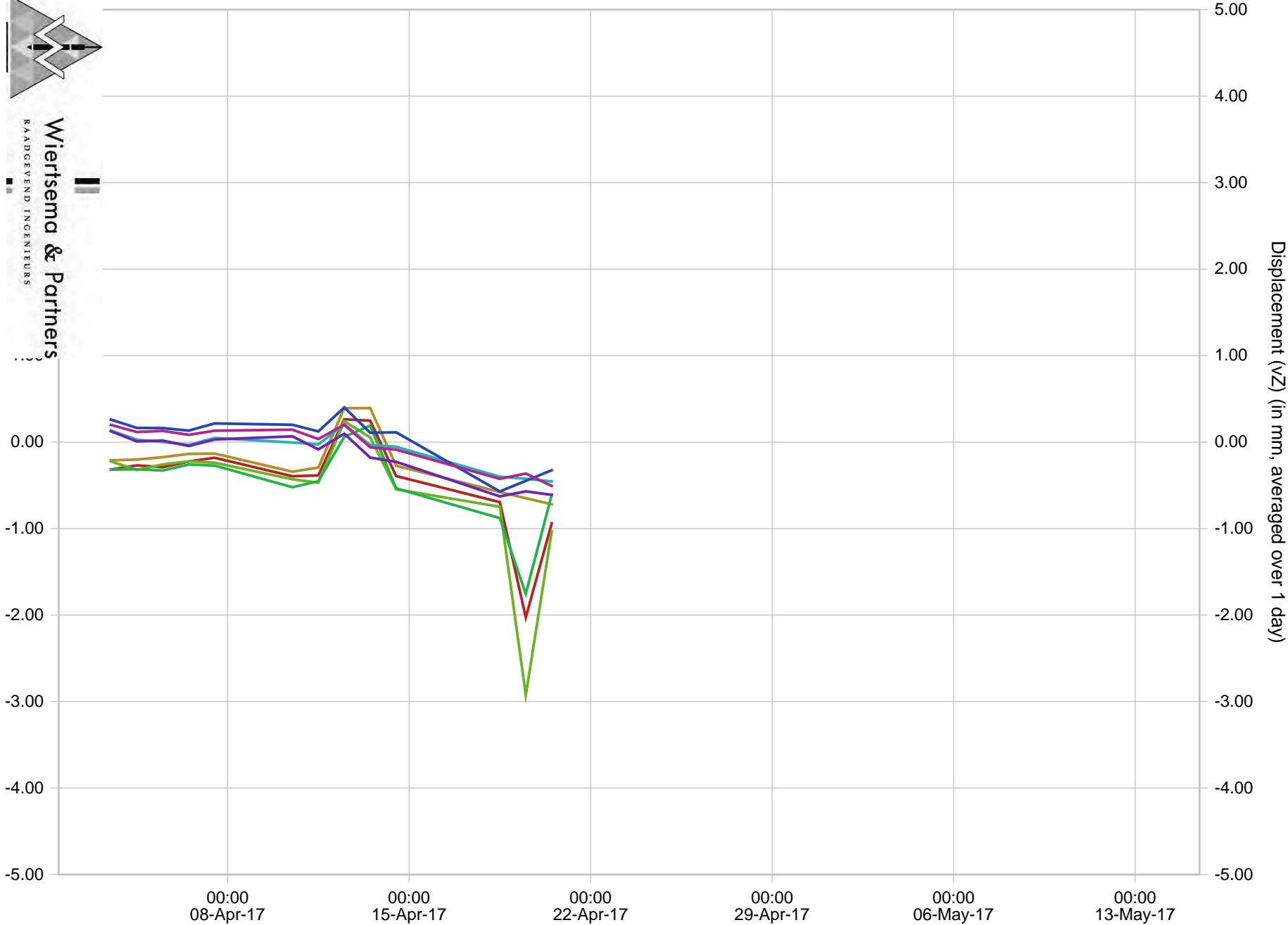
Blad 29 van 35



Wiersma & Partners  
RAADGEVEND INGENIEURS

Displacement (vZ) (in mm, averaged over 1 day)

58203-5 R51991 Deformatiemetingen.pdf



Time

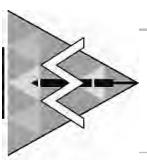


03O\_015-016 Verschil en rot. - (AVERAGED DATA!)

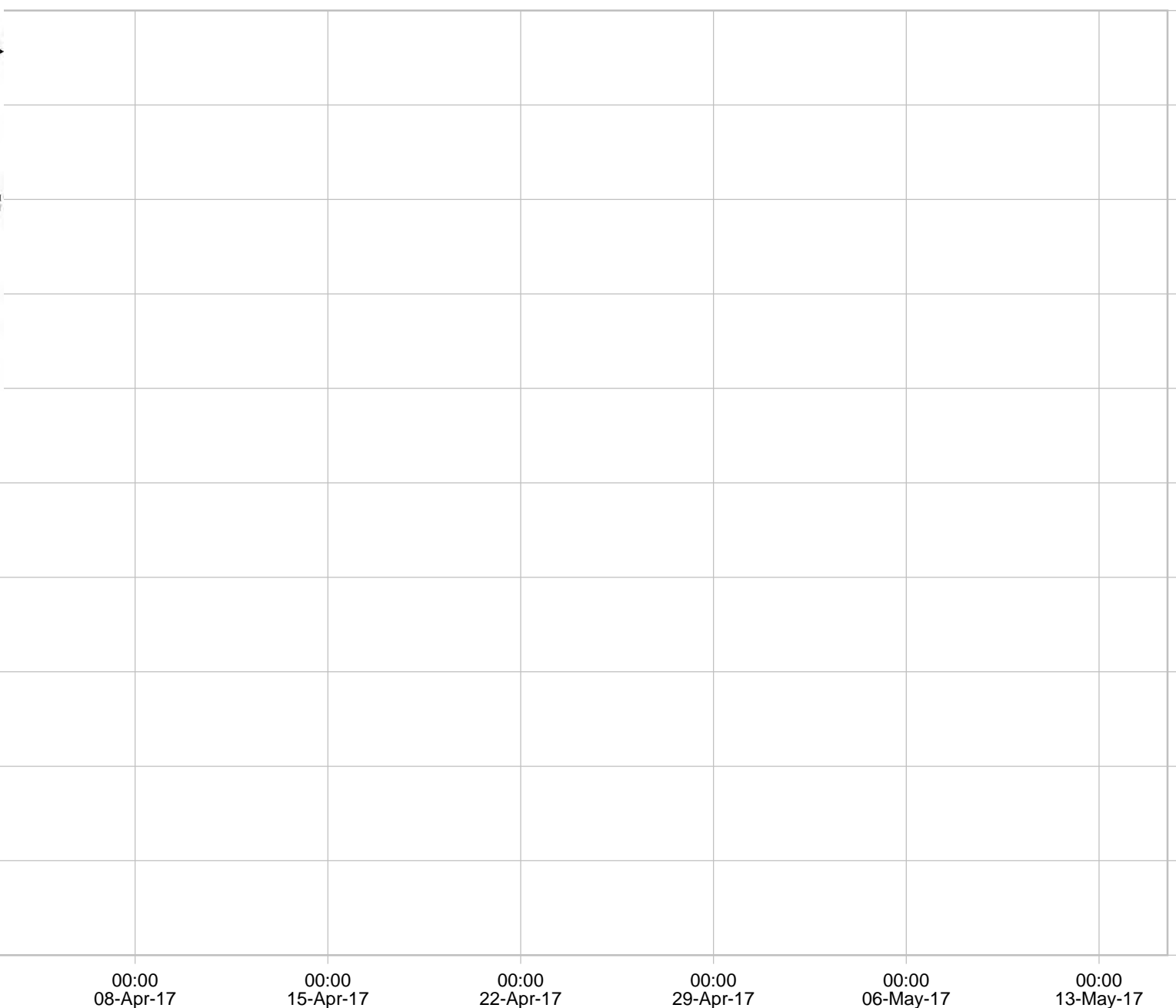
Blad 30 van 35

dDisplacement\_hor (bZ) (in mm, averaged over 1 day)

58203-5 R51991 Deformatiemetingen.pdf



Wiersma & Partners  
RAADGEVEND INGENIEURS

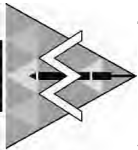


- dDisplacement\_hor
- 03O\_AB\_015\_H
  - 03O\_AB\_015\_L
  - 03O\_AB\_016\_H
  - 03O\_AB\_016\_L
- Rotation\_hor
- 03O\_AB\_015\_H
  - 03O\_AB\_015\_L
  - 03O\_AB\_016\_H
  - 03O\_AB\_016\_L



03O\_017-018 Verpl. Hor./vert. - (AVERAGED DATA!)

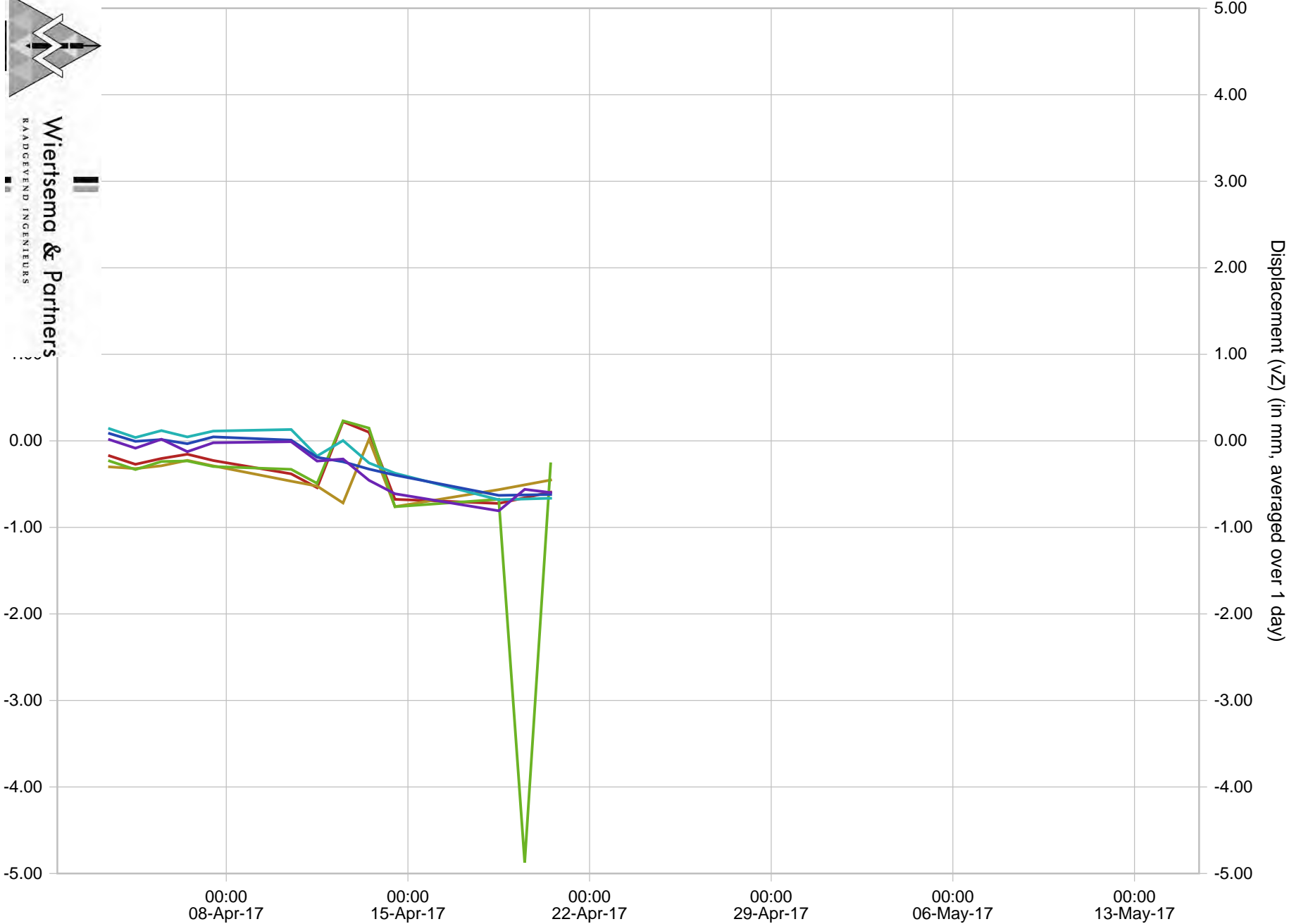
Blad 31 van 35



Wiersma & Partners  
RAADGEVEND INGENIEURS

58203-5 R51991 Deformatiemetingen.pdf

Displacement (vZ) (in mm, averaged over 1 day)



Time

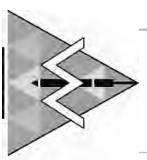


03O\_017-018 Verschil en rot. - (AVERAGED DATA!)

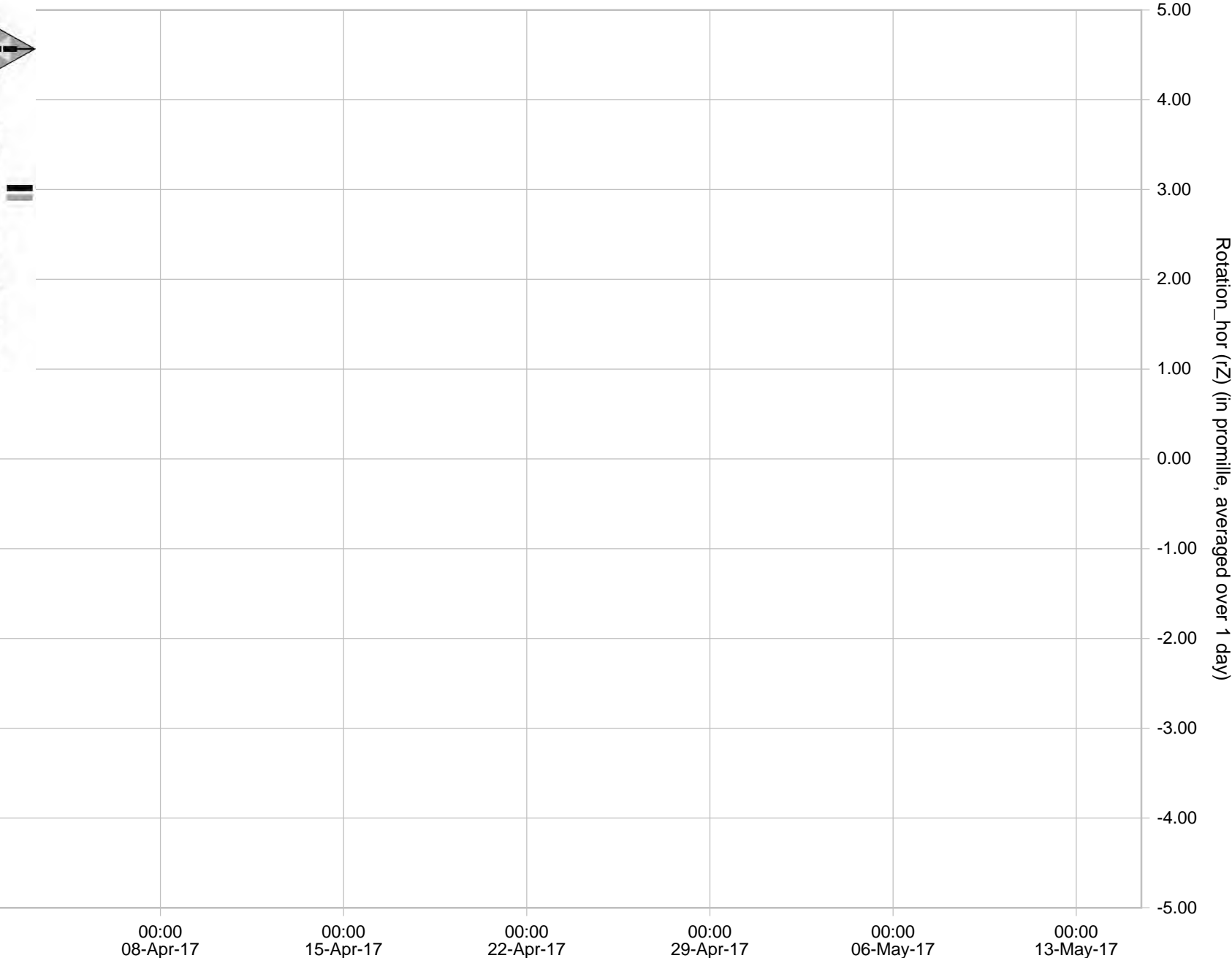
Blad 32 van 35

dDisplacement\_hor (bZ) (in mm, averaged over 1 day)

58203-5 R51991 Deformatiemetingen.pdf



Wiersma & Partners  
RAADGEVEND INGENIEURS

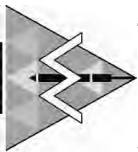


- dDisplacement\_hor
- 03O\_AB\_017\_H
  - 03O\_AB\_017\_L
  - 03O\_AB\_018\_H
  - 03O\_AB\_018\_L
- Rotation\_hor
- 03O\_AB\_017\_H
  - 03O\_AB\_017\_L
  - 03O\_AB\_018\_H
  - 03O\_AB\_018\_L



03O\_019-020 Verpl. Hor./vert. - (AVERAGED DATA!)

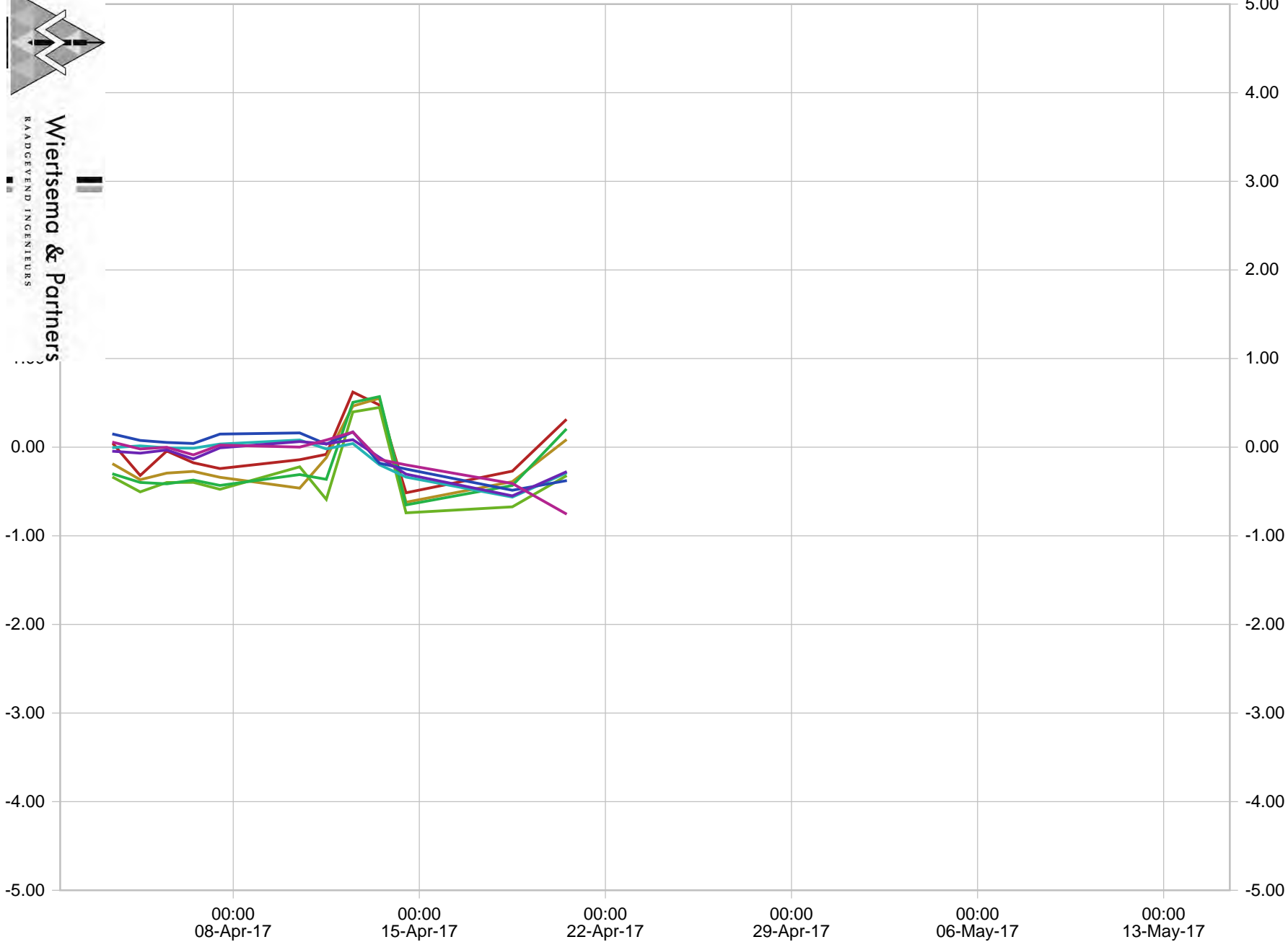
Blad 33 van 35



Wiersma & Partners  
RAADGEVEND INGENIEURS

Displacement (vZ) (in mm, averaged over 1 day)

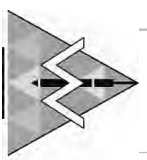
58203-5 R51991 Deformatiemetingen.pdf



03O\_019-020 Verschil en rot. - (AVERAGED DATA!)

Blad 34 van 35

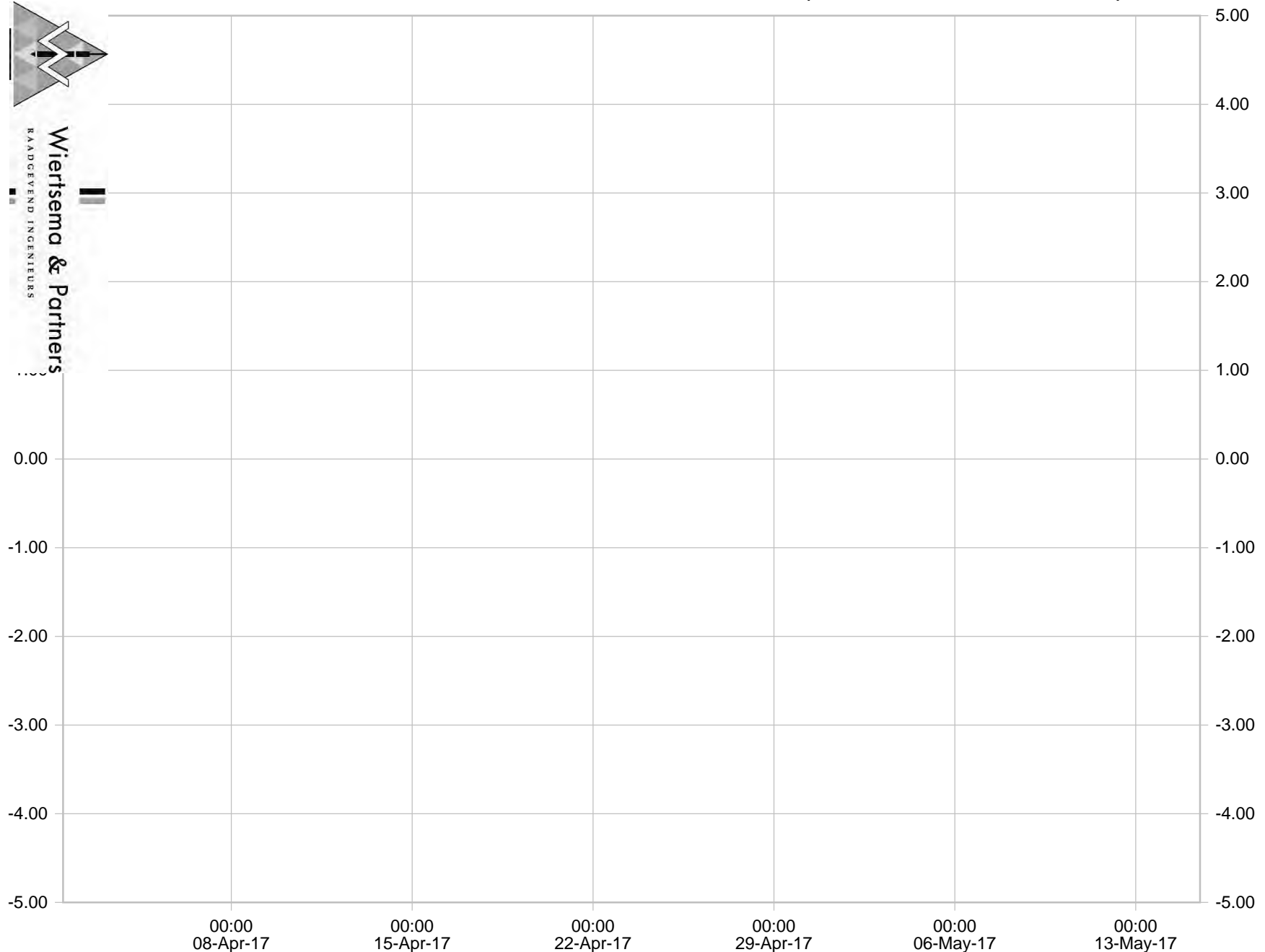
58203-5 R51991 Deformatiemetingen.pdf



Wiersma & Partners  
RAADGEVEND INGENIEURS

dDisplacement\_hor (bZ) (in mm, averaged over 1 day)

Rotation\_hor (rZ) (in promille, averaged over 1 day)



- dDisplacement\_hor
  - 03O\_AB\_019\_H
  - 03O\_AB\_019\_L
  - 03O\_AB\_020\_H
  - 03O\_AB\_020\_L
- Rotation\_hor
  - 03O\_AB\_019\_H
  - 03O\_AB\_019\_L
  - 03O\_AB\_020\_H
  - 03O\_AB\_020\_L



03O\_021 Verpl. Hor./vert. - (AVERAGED DATA!)

Blad 35 van 35

58203-5-R51991 Deformatiemetingen.pdf

