



MEETRAPPOR

DEFORMATIEMETING

PRINSES MARGRIETTUNNEL EN VIADUCT PRINSES MARGRIETUNNEL

10H-302-(01+02)-03

PRINSES MARGRIETTUNNEL

**Aquaduct onder het Prinses Margrietkanaal en
Viadukt over de zuidelijke afrit**

OPNAMEDATUM : 20210601

Versie: 20210804

5.1.2.e

| | | |
|------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|
| Opdrachtgever: Rijkswaterstaat | | |
| Beheerder | : RWS NN / NN district West | |
| Complex | : Prinses Margrietunnel | Opdr.nr.: Z31165206 en C200501642 |
| Rijksweg | : 7 | Opgesteld door : |
| Kilometer | : 127.0 + 53 | |
| Stichtingsjaar | : 1974 | IV-Infra bv |
| RWS Centrale Informatievoorziening | | |

Inhoud

| | |
|---|-----------|
| 1. SAMENVATTING EN CONCLUSIE | 2 |
| 2. TOELICHTING | 4 |
| 3. OBJECTVERKENNING | 6 |
| 4. MEETINSTRUMENTARIUM EN MEETNAUWKEURIGHEID, MEETMETHODIEK | 8 |
| 4.1 MEETINSTRUMENTARIUM EN MEETNAUWKEURIGHEID | 8 |
| 4.2 TEMPERATUURBEPALING | 8 |
| 4.3 MEETMETHODIEK | 9 |
| 5. UITGANGSPUNTEN | 11 |
| 6. UITVOERING METING | 16 |
| 6.1 OPMERKINGEN | 16 |
| 6.2 WIJZIGINGEN IN HET MEETNET | 16 |
| 6.3 WEERSOMSTANDIGHEDEN | 17 |
| 6.4 VERKEERSMAATREGELEN | 17 |
| 7. VERWERKING METING | 18 |
| 7.1 OPMERKINGEN | 18 |
| 7.2 NAUWKEURIGHEID COÖRDINAATBEREKENING | 18 |
| 7.3 OVERZICHT GEBRUIKTE PARAMETERS TOETSING EN VEREFFENING | 19 |
| 7.4 RESULTATEN VAN DE NULMETING EN DE 3E HERHALINGSMETING | 20 |
| 8. ANALYSE VAN COÖRDINAATVERSCHILLEN | 26 |
| 8.1 OPMERKINGEN | 27 |
| 8.2 ANALYSE VAN DE 3E HERHALINGSMETING | 27 |
| 8.3 AANWIJZINGEN T.B.V. VOLGENDE HERHALINGSMETINGEN | 27 |
| 9. VERIFICATIE EN EINDCONCLUSIE | 30 |
| BIJLAGE 1 FOTO'S | 31 |
| BIJLAGE 2: LIGGINGSPLAN, VASTMEETSCHETSEN EN DEFORMATIEGRAFIEKEN | 33 |

1. SAMENVATTING EN CONCLUSIE

Samenvatting:

Iv-Infra bv heeft een deformatiemeting uitgevoerd voor het complex Prinses Margrietunnel gesitueerd in de Rijksweg A7 (traject Sneek – Joure) te Uitwellingerga. Het complex Prinses Margrietunnel omvat een aquaduct onder het Prinses Margrietkanaal en een viaduct gesitueerd over de rijksweg A7 zuidwaarts van het Prinses Margrietkanaal.

De uitgevoerde deformatiemeting betreft de 3e herhalingsmeting en is overdag uitgevoerd in de periode 31 mei t/m 3 juni 2021. De werkzaamheden bestonden uit het uitvoeren van een objectverkenning, uitvoeren van een relatieve XY- en het uitvoeren van een relatieve Z-meting. Er zijn 210 deformatiemeetpunten gemeten.

Conclusie:

X- en Y-verschillen

De meting is goed gecontroleerd gemeten en er zijn in de meting geen overschrijdingen van de tolerantie. De deformatiedrempel van 10 mm wordt door meerdere deformatiemeetpunten overschreden. Het betreffen de deformatiemeetpunten met name aan het begin en eind van de tunnelbak.

De Y-richting is de lengterichting van de tunnelbak. De X-richting is de breedterichting van de tunnelbak.

In de X-richting hebben 2 punten de deformatiedrempel overschreden, dit zijn 151 en 200. Het maximale X-verschil is respectievelijk -10 mm en + 10 mm.

In de Y-richting hebben 95 punten de deformatiedrempel overschreden. Gezien de grote hoeveelheid punten die het betreft worden alleen de mootnummers vermeld van de punten waarop de overschrijding heeft plaatsgevonden:

Moot 01 t/m 11 en moot 34 t/m 48. Bij moot 1 bedraagt het maximale Y-verschil +46 mm (punt 197) en bij moot 48 is het maximale Y-verschil -36 mm. Het totale lengteverschil in Y-richting bedraagt 46 mm + 36 mm = 82 mm. Dit is de afstand die de tunnel langer is geworden t.o.v. de start van de metingen in 2010.

In de Y-richting hebben ook de punten 149, 151 en 249 de deformatiedrempel overschreden. In alle gevallen is het verschil positief en maximaal 12 mm.

Een gedetailleerd overzicht met alle verschillen is opgenomen in paragraaf 7.4 van dit rapport.

Conclusie: Er wordt aangenomen, dat er **significante deformatie** is opgetreden.

Z-verschillen

De meting is goed gecontroleerd gemeten en er zijn in de meting geen overschrijdingen van de tolerantie. De deformatiedrempel van 5 mm wordt door meerdere deformatiemeetpunten overschreden. Het betreffen de deformatiemeetpunten met name aan het begin en eind van de tunnel.

In Z-richting hebben 54 punten de deformatiedrempel overschreden.

Voor 3 punten betreft dit een stijging. Punt 145 is punt op de wand van de tunnelbak en heeft een stijging van +5.5 mm. De punten 303 en 403 zijn punten in het veldmidden van het viaduct over de tunnelbak. De maximale stijging voor deze punten is +6.0 mm.

Voor 51 punten betreft dit een daling. Gezien de grote hoeveelheid punten die het betreft worden alleen de mootnummers vermeld met de punten waarop de overschrijding heeft plaatsgevonden:

Moot 01 t/m Moot 04 en moot 38 tm moot 48. De maximale daling is 19 mm

Een gedetailleerd overzicht met alle verschillen is opgenomen in paragraaf 7.4 van dit rapport.

Conclusie: Er wordt aangenomen, dat er **significante deformatie** is opgetreden.

Voegverschillen

Er zijn in de berekening geen overschrijdingen van de tolerantie. De deformatie drempel van 10 mm wordt niet overschreden.

Conclusie: Er wordt aangenomen, dat er **geen significante deformatie** is opgetreden

Eindconclusie:

Er wordt aangenomen, dat er **significante deformatie** is opgetreden.

N.B.

De meting is zodanig opgezet dat bij overschrijding van de deformatiedrempel met 80% zekerheid kan worden gesteld dat vervorming is opgetreden.

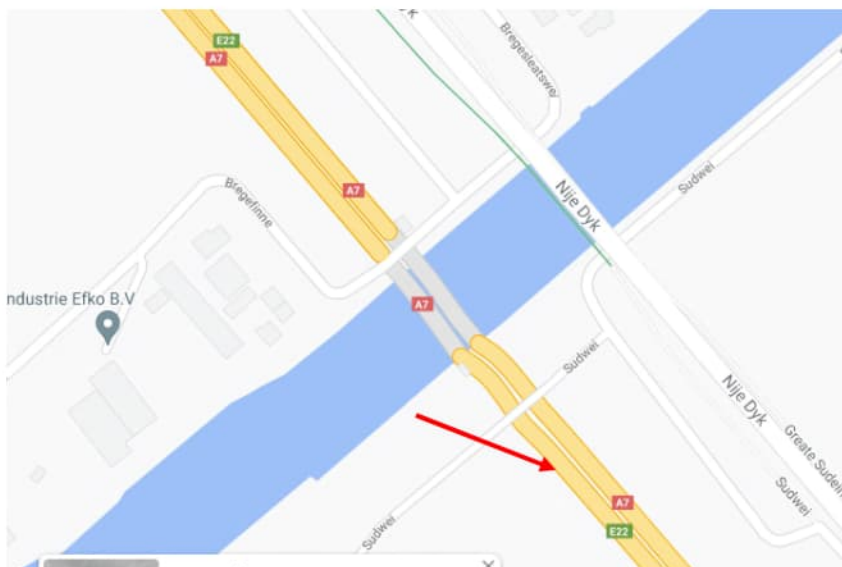
Deze overschrijding van de deformatiedrempel is niet een waarde die aangeeft wat wel en niet toelaatbaar is voor het betreffende kunstwerk. Die conclusie dient door een kunstwerkdeskundige te worden getrokken.

2. TOELICHTING

In opdracht van RWS GPO en CIV is op 1 juni 2021 door Iv-Infra bv een deformatiemeting uitgevoerd van ondergenoemd kunstwerk. Het betreft de 3e herhalingsmeting. Het doel van de meting is het vastleggen van de huidige situatie van het kunstwerk om te kunnen aantonen of er eventuele deformaties zijn opgetreden.

Het kunstwerk heeft de volgende gegevens:

| | |
|---------------------|---|
| Beheerobjectcode | : 10H-302-(01+02) |
| Objectnaam | : Prinses Margrietunnel en viadukt Prinses Margrietunnel |
| Object Omschrijving | : Aquaduct onder het Prinses Margrietkanaal en viadukt over de zuidelijke afrit |
| Stichtingsjaar | : 1974 |
| Eigenaar | : RWS NN / NN district West |
| Beheerder | : RWS NN / NN district West |



Overzicht



Aquaduct Prinses Margrietunnel gezien vanuit het Noorden



Aquaduct en Viadukt Prinses Margrietunnel gezien vanuit het Zuiden



Luchtfoto

De volgende werkzaamheden werden voor deze 3e Herhalingsmeting verricht:

- verkenning van het object.
- controle van het meetnet.
- uitvoeren van een XY-meting ter constatering van horizontale deformatie.
- uitvoeren van een nauwkeurigheidswaterpassing ter constatering van verticale deformatie.
- verwerken van de meetgegevens.
- analyse van de berekeningsresultaten en de verschillen ten opzichte van de Nulmeting
- maken van het meetrapport.
- maken van deformatiegrafieken.

Aan de Opdrachtgever worden de volgende producten geleverd:

- originele meetbestanden;
 - MOVE3-bestanden met de berekeningen van de metingen;
 - Excel-bestanden met daarin de resultaten van de metingen;
 - meetrapport als Word-document en PDF-document;
 - tekeningen van het Liggingsplan en de Vastmeetschetsen als *.dwg- en *.pdf-bestanden;
 - tekeningen van de deformatiegrafieken als *.dwg- en *.pdf-bestanden;
 -
- De deformatiemeting en de verwerking daarvan voldoen aan de eisen gesteld in de projectspecificaties, NVI (Nota van Inlichtingen) en de "Productspecificaties Deformatiemeting Kunstwerken, versie 1 juni 2020" van de Centrale Informatievoorziening;

3. OBJECTVERKENNING

Meetnet

Geen aanpassingen. Alle punten zijn nog aanwezig

Terreininventarisatie

Diverse deformatiemeetpunten (155 t/m 158 en 255 t/m 258) zijn moeilijk bereikbaar i.v.m. bosschages.

Veiligheid

Er zijn geen specifieke veiligheidsmaatregelen nodig.

Voor de deformatiemeetpunten 153, 154, 251, 252, 253 en 254 is valbescherming nodig. Bevestigingsogen hiervoor zijn aanwezig (zie paragraaf 6.1 Opmerkingen).

Voor het bereiken van sommige deformatiemeetpunten in de 100- en 200-serie is een trapje nodig

Objecten in en over het water

Er zijn geen beperkingen vanwege scheepvaartverkeer.

Er zijn geen restricties m.b.t. toegankelijkheid of meettijden.

Contactgegevens bij uitvoering

Niet van toepassing. Wel melden aan beheerder.

4. MEETINSTRUMENTARIUM en MEETNAUWKEURIGHEID, MEETMETHODIEK

4.1 Meetinstrumentarium en Meetnauwkeurigheid

XY-meting

Voor de XY-meting is gebruik gemaakt van een tachymeter van het merk Leica, type TS15:

- standaardafwijking (vast) horizontale rand : 0.0003 gon
- standaardafwijking (vast) verticale rand : 0.0003 gon
- standaardafwijking (var.) horizontale rand : 0.00003 gon*km
- standaardafwijking (var.) verticale rand : 0.00003 gon*km
- standaardafwijking afstandmeting : 1 mm + 1.5 ppm

Z-meting

Voor de **Z-meting** van de deformatiemeetpunten is gebruik gemaakt van een waterpasinstrument van het merk Leica, type DNA03

- de afleesnauwkeurigheid is : 0.01 mm
- de standaardafwijking is : 1.41 mm/□ km (is de waarde van een kilometer gemiddelde hoogteverschil).

GNSS-meting

Het betreft hier een herhalingsmeting.

4.2 Temperatuurbepaling

Bij aanvang en na afronding van de meting is de temperatuur van de lucht en de constructie bepaald met een thermometer van het merk TQC type TE1000.

Zowel de temperatuur van de lucht en de constructie zijn uit de wind en uit de zon gemeten.



Thermometer TQC TE1000

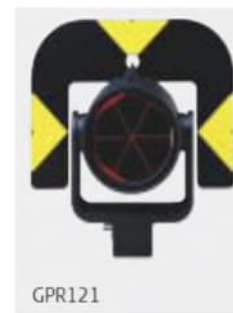
4.3 Meetmethodiek

Horizontale deformatie:

De XY-meting is uitgevoerd als een relatieve deformatiemeting vanuit een plaatselijk opgebouwd coördinatenstelsel. De oorsprong van dit coördinatenstelsel betreft het deformatiemeetpunt 100 gesitueerd noordwestelijke vleugelmuur van de tunnelbak. De X-as staat loodrecht op de Y-as en bevindt zich haaks op de rijksweg A7 en evenwijdig aan het Prinses Margrietkanaal. De Y-as loopt evenwijdig aan de lengterichting van het kunstwerk door de deformatiemeetpunten 100 en 197.

Alle XY-deformatiemeetpunten van het kunstwerk zijn minimaal 3 x tachymetrisch ingemeten in 2 kijkerstanden vanuit 15 tijdelijke standplaatsen (2001 tot en met 2016) met twee Leica TS15. De complete meting is uitgevoerd met toepassing van gedwongen centrering.

Voor het inmeten van de deformatiemeetpunten is een kort meetstaafje gebruikt i.c.m. een Leica GMP111 miniprisma (prismaconstante +17.5 mm). Voor de richtpunten 2001 t/m 2015 zijn statieven met stelschroevenblokken gebruikt i.c.m. een Leica GRZ122 360° prisma (prismaconstante +23.1 mm). De Leica GPR121 rondprisma (prismaconstante 0 mm) is gebruikt i.c.m. statieven en stelschroefblokken bij de overige richtpunten.



De gebruikte prisma's (links GMP111 miniprisma, midden GRZ122 360° prisma, rechts GPR121 rondprisma) bij deze deformatiemeting

Verticale deformatie:

De Z-meting van de deformatieboutjes is middels een doorgaande waterpassing in heen- en teruggang uitgevoerd. Hierbij is deformatiemeetpunt 256 aangehouden als basispunt.

Eveneens zijn er verbindingen gewaterpast tussen 2 deformatiemeetpunten, elk gelegen op een vleugelmuur van de tunnelbak ter weerszijde van de rijksweg.

Voor de messing meetbouten is de bovenzijde van de bout maatgevend voor de hoogte.

Scheefstand van pijlers:

Niet van toepassing.

Voegberekening:

De voegafstanden zijn uit de tachymetrie bepaald. Hierbij is de afstand berekend uit de tachymetrische berekende coördinaten van de XY-meting, van telkens twee ter weerszijden van de voeg gelegen deformatiemeetpunten.



Voeg 151-152

GNSS-meting:

Niet van toepassing. Het betreft hier een herhalingsmeting.

5. UITGANGSPUNTEN

XY-meting

Voor de berekening van het meetnet zijn de onderstaande deformatiemeetpunten in de berekening aangehouden als uitgangspunt.

| Pnr | X | Y |
|-----|-----------|-----------|
| 100 | 2000,0000 | 5000,0000 |
| 101 | 1999,8585 | 5017,8254 |
| 102 | 1999,8616 | 5018,0254 |
| 103 | 1999,7882 | 5035,8289 |
| 104 | 1999,7898 | 5036,0281 |
| 105 | 1999,7163 | 5053,8300 |
| 106 | 1999,7186 | 5054,0268 |
| 107 | 1999,6475 | 5071,8492 |
| 108 | 1999,6423 | 5072,0482 |
| 109 | 1999,5846 | 5089,8600 |
| 110 | 1999,5853 | 5090,0938 |
| 111 | 1999,5171 | 5107,8579 |
| 112 | 1999,5214 | 5108,0648 |
| 113 | 1999,4523 | 5125,8820 |
| 114 | 1999,4536 | 5126,0860 |
| 115 | 1999,3994 | 5143,8573 |
| 116 | 1999,4003 | 5144,0567 |
| 117 | 1999,3297 | 5161,8670 |
| 118 | 1999,3313 | 5162,1095 |
| 119 | 1999,2540 | 5179,8755 |
| 120 | 1999,2586 | 5180,0775 |
| 121 | 1999,2021 | 5197,8855 |
| 122 | 1999,2036 | 5198,0864 |
| 123 | 1999,1367 | 5215,9004 |
| 124 | 1999,1369 | 5216,1027 |
| 125 | 1999,0744 | 5233,9018 |
| 126 | 1999,0725 | 5234,1049 |
| 127 | 1999,0097 | 5251,9009 |
| 128 | 1999,0101 | 5252,0992 |
| 129 | 1998,9424 | 5269,9054 |
| 130 | 1998,9444 | 5270,1076 |
| 131 | 1998,8794 | 5287,9086 |
| 132 | 1998,8793 | 5288,1102 |
| 133 | 1998,8093 | 5305,9274 |
| 134 | 1998,8072 | 5306,1280 |
| 135 | 1998,7495 | 5323,9558 |
| 136 | 1998,7505 | 5324,1566 |
| 137 | 1998,6825 | 5341,9363 |
| 138 | 1998,6840 | 5342,1406 |
| 139 | 1998,6139 | 5359,9964 |
| 140 | 1998,6135 | 5360,1959 |
| 141 | 1998,5435 | 5377,8823 |
| 142 | 1998,5466 | 5378,0835 |

| Pnr | X | Y |
|-----|-----------|-----------|
| 143 | 1998,4772 | 5395,9236 |
| 144 | 1998,4764 | 5396,1226 |
| 145 | 1998,4075 | 5413,8947 |
| 146 | 1998,4068 | 5414,0962 |
| 147 | 1998,3718 | 5431,9037 |
| 148 | 1998,3726 | 5432,1037 |
| 149 | 1998,3002 | 5449,9242 |
| 150 | 1998,2984 | 5450,1304 |
| 151 | 2000,5069 | 5468,0416 |
| 152 | 2000,7074 | 5468,0391 |
| 153 | 2000,4388 | 5544,9249 |
| 154 | 2000,1966 | 5544,9185 |
| 155 | 1998,6550 | 5562,8279 |
| 156 | 1998,6541 | 5563,0558 |
| 157 | 1998,5518 | 5580,8861 |
| 158 | 1998,5524 | 5581,0859 |
| 159 | 1998,4931 | 5598,8217 |
| 160 | 1998,4944 | 5599,0247 |
| 161 | 1998,4204 | 5616,8242 |
| 162 | 1998,4198 | 5617,0263 |
| 163 | 1998,3254 | 5634,8345 |
| 164 | 1998,3212 | 5635,0383 |
| 165 | 2001,1057 | 5652,8354 |
| 166 | 2001,1054 | 5653,0363 |
| 167 | 2001,0367 | 5670,8722 |
| 168 | 2001,0358 | 5671,0736 |
| 169 | 2000,9491 | 5688,8638 |
| 170 | 2000,9457 | 5689,0670 |
| 171 | 2000,8694 | 5706,8658 |
| 172 | 2000,8712 | 5707,0664 |
| 173 | 2000,7976 | 5724,8490 |
| 174 | 2000,7995 | 5725,0482 |
| 175 | 2000,7412 | 5742,8498 |
| 176 | 2000,7457 | 5743,0514 |
| 177 | 2000,6497 | 5760,8723 |
| 178 | 2000,6492 | 5761,0710 |
| 179 | 2000,5922 | 5778,8757 |
| 180 | 2000,5903 | 5779,0786 |
| 181 | 2000,5142 | 5796,8876 |
| 182 | 2000,5120 | 5797,0877 |
| 183 | 2000,4402 | 5814,8949 |
| 184 | 2000,4387 | 5815,0900 |
| 185 | 2000,3687 | 5832,8989 |
| 186 | 2000,3655 | 5833,0956 |
| 187 | 2000,2923 | 5850,9143 |
| 188 | 2000,2898 | 5851,1145 |
| 189 | 2000,2103 | 5868,9231 |
| 190 | 2000,2120 | 5869,1240 |
| 191 | 2000,1398 | 5886,9681 |
| 192 | 2000,1397 | 5887,1708 |
| 193 | 2000,0727 | 5904,9758 |

| Pnr | X | Y |
|-----|-----------|-----------|
| 194 | 2000,0734 | 5905,1784 |
| 195 | 2000,0107 | 5923,0261 |
| 196 | 2000,0064 | 5923,2272 |
| 197 | 2000,0000 | 5938,0060 |
| 200 | 2031,3321 | 5000,1457 |
| 201 | 2031,3013 | 5017,9934 |
| 202 | 2031,3041 | 5018,1938 |
| 203 | 2031,2491 | 5035,9813 |
| 204 | 2031,2486 | 5036,1804 |
| 205 | 2031,1763 | 5053,9792 |
| 206 | 2031,1761 | 5054,1828 |
| 207 | 2031,1222 | 5071,9773 |
| 208 | 2031,1212 | 5072,1765 |
| 209 | 2031,0596 | 5089,9599 |
| 210 | 2031,0596 | 5090,1616 |
| 211 | 2030,9911 | 5107,9549 |
| 212 | 2030,9907 | 5108,1573 |
| 213 | 2030,9277 | 5125,9558 |
| 214 | 2030,9253 | 5126,1900 |
| 215 | 2030,8571 | 5144,0040 |
| 216 | 2030,8584 | 5144,2060 |
| 217 | 2030,7791 | 5162,0042 |
| 218 | 2030,7785 | 5162,2068 |
| 219 | 2030,7079 | 5179,9975 |
| 220 | 2030,7080 | 5180,2179 |
| 221 | 2030,6415 | 5198,0332 |
| 222 | 2030,6386 | 5198,2312 |
| 223 | 2030,5724 | 5215,9987 |
| 224 | 2030,5704 | 5216,2002 |
| 225 | 2030,5050 | 5234,0158 |
| 226 | 2030,5074 | 5234,2407 |
| 227 | 2030,4359 | 5252,0256 |
| 228 | 2030,4348 | 5252,2254 |
| 229 | 2030,3694 | 5270,0095 |
| 230 | 2030,3677 | 5270,2100 |
| 231 | 2030,3021 | 5288,0199 |
| 232 | 2030,3025 | 5288,2199 |
| 233 | 2030,2335 | 5306,0477 |
| 234 | 2030,2342 | 5306,2476 |
| 235 | 2030,1607 | 5324,0465 |
| 236 | 2030,1604 | 5324,2467 |
| 237 | 2030,1011 | 5342,0736 |
| 238 | 2030,0966 | 5342,2744 |
| 239 | 2030,0172 | 5360,0572 |
| 240 | 2030,0170 | 5360,2590 |
| 241 | 2029,9499 | 5378,0112 |
| 242 | 2029,9493 | 5378,2169 |
| 243 | 2029,8775 | 5396,0078 |
| 244 | 2029,8722 | 5396,2382 |
| 245 | 2029,7914 | 5414,0505 |
| 246 | 2029,7924 | 5414,2504 |

| Pnr | X | Y |
|-----|-----------|-----------|
| 247 | 2029,7181 | 5432,0375 |
| 248 | 2029,7182 | 5432,2388 |
| 249 | 2029,6396 | 5450,0188 |
| 250 | 2029,6380 | 5450,2453 |
| 251 | 2030,8230 | 5468,2134 |
| 252 | 2030,6321 | 5468,2085 |
| 253 | 2030,3756 | 5545,0446 |
| 254 | 2030,5753 | 5545,0355 |
| 255 | 2032,7367 | 5562,9784 |
| 256 | 2032,7349 | 5563,1773 |
| 257 | 2032,6807 | 5580,9897 |
| 258 | 2032,6829 | 5581,1892 |
| 259 | 2032,6182 | 5598,9913 |
| 260 | 2032,6219 | 5599,1911 |
| 261 | 2032,5401 | 5616,9646 |
| 262 | 2032,5399 | 5617,1619 |
| 263 | 2032,4835 | 5634,9706 |
| 264 | 2032,4862 | 5635,1710 |
| 265 | 2032,4322 | 5652,9969 |
| 266 | 2032,4366 | 5653,2020 |
| 267 | 2032,3818 | 5670,9730 |
| 268 | 2032,3825 | 5671,1728 |
| 269 | 2032,3120 | 5688,9945 |
| 270 | 2032,3109 | 5689,1951 |
| 271 | 2032,2514 | 5706,9688 |
| 272 | 2032,2538 | 5707,1694 |
| 273 | 2032,1922 | 5724,9734 |
| 274 | 2032,1895 | 5725,1740 |
| 275 | 2032,0957 | 5742,9717 |
| 276 | 2032,0941 | 5743,1729 |
| 277 | 2032,0494 | 5760,9532 |
| 278 | 2032,0557 | 5761,1549 |
| 279 | 2031,9910 | 5778,9497 |
| 280 | 2031,9933 | 5779,1520 |
| 281 | 2031,9214 | 5796,9741 |
| 282 | 2031,9240 | 5797,1731 |
| 283 | 2031,8561 | 5814,9907 |
| 284 | 2031,8552 | 5815,1907 |
| 285 | 2031,7963 | 5833,0280 |
| 286 | 2031,7960 | 5833,2291 |
| 287 | 2031,7361 | 5851,0380 |
| 288 | 2031,7354 | 5851,2403 |
| 289 | 2031,6587 | 5869,0684 |
| 290 | 2031,6601 | 5869,2754 |
| 291 | 2031,5952 | 5887,0730 |
| 292 | 2031,5985 | 5887,2713 |
| 293 | 2031,5337 | 5905,1316 |
| 294 | 2031,5338 | 5905,3264 |
| 295 | 2031,4575 | 5923,1320 |
| 296 | 2031,4579 | 5923,3313 |
| 297 | 2031,3314 | 5938,1478 |

| Pnr | X | Y |
|-----|-----------|-----------|
| 300 | 1995,0388 | 5594,2859 |
| 301 | 1997,7818 | 5594,2027 |
| 302 | 1998,0828 | 5594,2083 |
| 303 | 2015,6118 | 5594,2924 |
| 304 | 2033,0611 | 5594,3482 |
| 305 | 2033,3428 | 5594,3616 |
| 306 | 2036,0351 | 5594,3893 |
| 400 | 1995,1154 | 5585,6988 |
| 401 | 1997,8288 | 5585,6921 |
| 402 | 1998,1320 | 5585,6874 |
| 403 | 2015,5016 | 5585,7542 |
| 404 | 2033,0591 | 5585,8219 |
| 405 | 2033,3644 | 5585,8394 |
| 406 | 2036,0469 | 5585,8290 |

Z-meting

Uitgangspunt herhalingsmeting:

Deformatiemeetpunt : 256.
Hoogte : +1.1432 m N.A.P.
Meetdatum : 2010-03-10

6. UITVOERING METING

6.1 Opmerkingen

Voorafgaand aan de uitvoering van de metingen is het instrumentarium gecontroleerd op de juiste instellingen en eventueel gejusteerd. De gemeten afstanden zijn gecorrigeerd voor temperatuur en luchtdruk.

Er is een relatieve XY-meting uitgevoerd, waarbij alle deformatiemeetpunten bepaald zijn vanuit 17 standplaatsen. De Z-meting bestaat uit een relatieve waterpassing over alle deformatiemeetpunten op het kunstwerk.

We hebben 2 achtereenvolgende dagen gemeten met een overlap, lange afstanden en hebben 3 statieven laten staan. Daarnaast zijn alle dwangcentrerings heen en terug gemeten. Hierbij hebben we in 4 slagen de afstand van de tunnel overbrugd.

Grote hoogteverschillen in de kunstwerken maakten het nodig met valbescherming te werken. De bevestigingsogen zijn tijdens de nulmeting in 2010 geplaatst.



Bevestigingsogen voor de valbeschermingen aan de weg langs het kanaal over de tunnel (links) en aan de kant van de tunnel onder het kanaal (rechts)

6.2 Wijzigingen in het meetnet en de uitvoering van de meting

Er zijn geen wijzigingen aangebracht aan het meetnet.

6.3 Weersomstandigheden

| Datum | Wind-richting | Wind-kracht | Bewolking | Temp . Const r. | Temp. Lucht | Lucht-druk | puntnummers | XYZ, XY, of Z |
|----------|---------------|-------------|--------------|-----------------|-------------|------------|--------------------|---------------|
| 20210531 | O | 2 Bft | half bewolkt | 20°C | 21°C | 1025 hPa | 100-158 200-258 | XY |
| 20210601 | ZO | 2 Bft | onbewolkt | 21°C | 22°C | 1017 hPa | 158-197 258-297 | XY |
| 20210602 | ZO | 2 Bft | bewolkt | 20°C | 20°C | 1016 hPa | alle | WP |

6.4 Verkeersmaatregelen

Voor het uitvoeren van deze deformatiemeting waren geen verkeersmaatregelen noodzakelijk.

7. VERWERKING METING

7.1 Opmerkingen

De Z-grafieken laten bijzondere sprongen zien bij 117-118 en bij 145. Dit zijn dermate opvallende verschillen t.o.v. van de trend. RWS CIV heeft een controlewaterpassing uitgevoerd over de punten 114-115-116-117-118-119-120-121-122 en 143-144-145-146-147-148. Uitkomst hiervan is dat de resultaten van de controlemeting geheel overeenkomen met de resultaten van deze 3^e herhalingsmeting.

Omdat de tunnel langer is geworden moet bij de gewogen aansluitingsberekening de standaardafwijking voor de XY-coördinaten erg verruimd moet worden, daardoor heeft de X-richting de neiging om te gaan zwabberen. Hierdoor worden onterecht bij veel deformatiemeetpunten X-verschillen geconstateerd groter dan de deformatiedrempel. In werkelijkheid zijn deze verschillen er niet. Om deze onterechte verschillen in de X-richting te voorkomen wordt voor de standaardafwijking van alle aansluitingspunten, voor de X-coördinaten een waarde van 7,5 mm ingevoerd, zodat de "tunnel" (alle X-coördinaten) in dwarsrichting gefixeerd blijft.

7.2 Nauwkeurigheid coördinaatberekening

Vrije Netwerkvereffening

De volgende toetsingscriteria zijn bij de vrije netwerkvereffening gehanteerd:

Precisie coördinaten:

- De standaardafwijking van de vereffende XY-coördinaten $\sigma_{x,y} \leq 2.5$ mm
- De standaardafwijking van de vereffende Z-coördinaten $\sigma_z \leq 1.25$ mm

Het betreft hier een herhalingsmeting.

XY-meting

In het berekeningsresultaat van de vrije netwerkvereffening, genoemd in de productspecificaties § D.5.3 Stap 2 van de verwerking van de Nulmeting en stap 1 van de verwerking van de herhalingsmeting, zijn de standaardafwijkingen van de deformatiemeetpunten in de XY-meting ≤ 1.9 mm.

Bij deze herhalingsmeting zijn bij de berekening de deformatiemeetpunten 120 en 177 als basispunten aangehouden.

De schaalfactoren bij deze vrije netwerkvereffening zijn 0.9999415 en 0.9999468

Aansluitings vereffening XY.

In overleg met CIV is er een gewogen berekening uitgevoerd waarbij voor specifiek deze lange vaste constructie (open tunneldelen) gekozen wordt om de voor de bekende coördinaten de volgende standaardafwijking te hanteren $x = 7,5$ mm en de $y = 25$ mm.

Ter controle van de betrouwbaarheid van resultaten is de meting gecontroleerd op onderstaande punten.

| Gecontroleerde punten | Voldaan? |
|--|----------|
| 1. In de vereffening komen geen verwerpingen van waarnemingen meer voor | Ja |
| 2. Redundantie: het percentage dat de redundantie aangeeft, is groter dan 25 | Ja |
| 3. BNR (Bias to Noise Ratio): de waarden voor BNR zijn van dezelfde orde van grootte | Ja |
| 4. De BNR-waarde is niet groter dan 10 | Ja |
| 5. MDBn (Minimal Detectable Bias): De grenswaarde is maximaal 10 | Ja |

| | |
|---|----|
| 6. In de meting komen geen slecht gecontroleerde of ongecontroleerde waarnemingen voor (ook wel aangeduid als "vrije waarnemingen") | Ja |
|---|----|

Tabel 1: Controle betrouwbaarheid

Z-meting

In de vrije vereffening van de Z-meting, is het aansluitpunt (deformatiemeet)punt 256 en zijn de standaardafwijkingen van de berekende deformatiemeetpunten ≤ 1.2 mm.

Conclusie

De kwaliteit van de meting voldoet aan de eisen, gesteld in de Productspecificaties Deformatiemeting Kunstwerken versie: 1 juni 2020.

7.3 Overzicht gebruikte parameters toetsing en vereffening

XY-meting

- Kansmodel stations vereffening:
 - X : $\sigma = 7.5$ mm.
 - Y : $\sigma = 25$ mm.
 - Centreerafwijking : 1 mm
 - Instrumenthoogte : 1 mm
- Kansmodel waarnemingen:
 - Richting :
 - Absoluut : 6 dmgon
 - Relatief : 0.3 dmgon/km
 - Afstand :
 - Absoluut : 1 mm.
 - Relatief : 2 ppm.
- Toetsing en vereffening:
 - Fase : Aansluiting gewogen (3)
 - Onbetrouwbaarheidsdrempel : Alfa = 5%
 - Onderscheidingsvermogen : Beta = 80%
- Schaalfactor : vast

Z-meting

- Kansmodel stations vereffening:
 - Hoogte : $\sigma = 0.1$ mm.
- Kansmodel waarnemingen
 - Absoluut hoogteverschil : $\sigma = 0.1$ mm.
 - Enkel hoogteverschil : $\sigma = 1.0$ mm./ $\sqrt{\text{km}}$.
- Toetsing en vereffening:
 - Fase : Aansluiting pseudo
 - Onbetrouwbaarheidsdrempel : Alfa = 0,1%
 - Onderscheidingsvermogen : Beta = 80%

7.4 Resultaten van de Nulmeting en de 3^e Herhalingsmeting

Resultaten XYZ-meting

In de onderstaande tabel zijn de resultaten van de relatieve XYZ-meting weergegeven. alle deformatiemetpunten zijn daarbij gebruikt als aansluitpunt.

| Pnr | Referentiemeting | | | 3e Herhalingsmeting Meetdatum: 20210601 | | | Verschillen t.o.v. Referentiemeting | | |
|-----|------------------|-----------|--------|--|-----------|--------|-------------------------------------|---------------------|---------------------|
| | X | Y | Z | X | Y | Z | ΔX in mm | ΔY in mm | ΔZ in mm |
| 100 | 2000,0000 | 5000,0000 | 1,0062 | 2000,0047 | 4999,9640 | 0,9872 | 5 | -36 | -19 |
| 101 | 1999,8585 | 5017,8254 | 1,0576 | 1999,8602 | 5017,7927 | 1,0450 | 2 | -33 | -13 |
| 102 | 1999,8616 | 5018,0254 | 1,0460 | 1999,8649 | 5017,9927 | 1,0278 | 3 | -33 | -18 |
| 103 | 1999,7882 | 5035,8289 | 1,0613 | 1999,7882 | 5035,8000 | 1,0465 | 0 | -29 | -15 |
| 104 | 1999,7898 | 5036,0281 | 1,0548 | 1999,7908 | 5036,0016 | 1,0370 | 1 | -27 | -18 |
| 105 | 1999,7163 | 5053,8300 | 1,0908 | 1999,7162 | 5053,8088 | 1,0801 | 0 | -21 | -11 |
| 106 | 1999,7186 | 5054,0268 | 1,0779 | 1999,7197 | 5054,0035 | 1,0615 | 1 | -23 | -16 |
| 107 | 1999,6475 | 5071,8492 | 1,0826 | 1999,6474 | 5071,8305 | 1,0723 | 0 | -19 | -10 |
| 108 | 1999,6423 | 5072,0482 | 1,0711 | 1999,6423 | 5072,0268 | 1,0557 | 0 | -21 | -15 |
| 109 | 1999,5846 | 5089,8600 | 1,0880 | 1999,5834 | 5089,8433 | 1,0774 | -1 | -17 | -11 |
| 110 | 1999,5853 | 5090,0938 | 1,0778 | 1999,5838 | 5090,0742 | 1,0641 | -1 | -20 | -14 |
| 111 | 1999,5171 | 5107,8579 | 1,1042 | 1999,5166 | 5107,8428 | 1,0917 | -1 | -15 | -13 |
| 112 | 1999,5214 | 5108,0648 | 1,0999 | 1999,5201 | 5108,0445 | 1,0843 | -1 | -20 | -16 |
| 113 | 1999,4523 | 5125,8820 | 1,1067 | 1999,4506 | 5125,8674 | 1,0962 | -2 | -15 | -11 |
| 114 | 1999,4536 | 5126,0860 | 1,0959 | 1999,4511 | 5126,0659 | 1,0839 | -3 | -20 | -12 |
| 115 | 1999,3994 | 5143,8573 | 1,1122 | 1999,3974 | 5143,8424 | 1,1016 | -2 | -15 | -11 |
| 116 | 1999,4003 | 5144,0567 | 1,1077 | 1999,3978 | 5144,0375 | 1,0953 | -3 | -19 | -12 |
| 117 | 1999,3297 | 5161,8670 | 1,1136 | 1999,3297 | 5161,8518 | 1,1107 | 0 | -15 | -3 |
| 118 | 1999,3313 | 5162,1095 | 1,1060 | 1999,3306 | 5162,0892 | 1,1003 | -1 | -20 | -6 |
| 119 | 1999,2540 | 5179,8755 | 1,1260 | 1999,2535 | 5179,8598 | 1,1198 | 0 | -16 | -6 |
| 120 | 1999,2586 | 5180,0775 | 1,1328 | 1999,2575 | 5180,0570 | 1,1263 | -1 | -21 | -6 |
| 121 | 1999,2021 | 5197,8855 | 1,1358 | 1999,2022 | 5197,8704 | 1,1350 | 0 | -15 | -1 |
| 122 | 1999,2036 | 5198,0864 | 1,1354 | 1999,2023 | 5198,0696 | 1,1336 | -1 | -17 | -2 |
| 123 | 1999,1367 | 5215,9004 | 1,1333 | 1999,1359 | 5215,8874 | 1,1316 | -1 | -13 | -2 |
| 124 | 1999,1369 | 5216,1027 | 1,1365 | 1999,1356 | 5216,0886 | 1,1345 | -1 | -14 | -2 |
| 125 | 1999,0744 | 5233,9018 | 1,1465 | 1999,0734 | 5233,8917 | 1,1453 | -1 | -10 | -1 |
| 126 | 1999,0725 | 5234,1049 | 1,1420 | 1999,0703 | 5234,0932 | 1,1407 | -2 | -12 | -1 |
| 127 | 1999,0097 | 5251,9009 | 1,1472 | 1999,0081 | 5251,8915 | 1,1463 | -2 | -9 | -1 |
| 128 | 1999,0101 | 5252,0992 | 1,1443 | 1999,0073 | 5252,0882 | 1,1423 | -3 | -11 | -2 |
| 129 | 1998,9424 | 5269,9054 | 1,1457 | 1998,9392 | 5269,8977 | 1,1443 | -3 | -8 | -1 |
| 130 | 1998,9444 | 5270,1076 | 1,1424 | 1998,9411 | 5270,0989 | 1,1402 | -3 | -9 | -2 |
| 131 | 1998,8794 | 5287,9086 | 1,1482 | 1998,8761 | 5287,9032 | 1,1474 | -3 | -5 | -1 |
| 132 | 1998,8793 | 5288,1102 | 1,1446 | 1998,8754 | 5288,1034 | 1,1432 | -4 | -7 | -1 |
| 133 | 1998,8093 | 5305,9274 | 1,1525 | 1998,8043 | 5305,9240 | 1,1515 | -5 | -3 | -1 |
| 134 | 1998,8072 | 5306,1280 | 1,1527 | 1998,8031 | 5306,1228 | 1,1514 | -4 | -5 | -1 |
| 135 | 1998,7495 | 5323,9558 | 1,1445 | 1998,7450 | 5323,9539 | 1,1435 | -5 | -2 | -1 |
| 136 | 1998,7505 | 5324,1566 | 1,1470 | 1998,7466 | 5324,1526 | 1,1461 | -4 | -4 | -1 |
| 137 | 1998,6825 | 5341,9363 | 1,1488 | 1998,6787 | 5341,9354 | 1,1480 | -4 | -1 | -1 |
| 138 | 1998,6840 | 5342,1406 | 1,1549 | 1998,6807 | 5342,1379 | 1,1541 | -3 | -3 | -1 |
| 139 | 1998,6139 | 5359,9964 | 1,1512 | 1998,6103 | 5359,9967 | 1,1509 | -4 | 0 | 0 |
| 140 | 1998,6135 | 5360,1959 | 1,1459 | 1998,6078 | 5360,1948 | 1,1443 | -6 | -1 | -2 |
| 141 | 1998,5435 | 5377,8823 | 1,1425 | 1998,5365 | 5377,8840 | 1,1422 | -7 | 2 | 0 |
| 142 | 1998,5466 | 5378,0835 | 1,1418 | 1998,5392 | 5378,0847 | 1,1417 | -7 | 1 | 0 |
| 143 | 1998,4772 | 5395,9236 | 1,1418 | 1998,4692 | 5395,9276 | 1,1413 | -8 | 4 | 0 |
| 144 | 1998,4764 | 5396,1226 | 1,1428 | 1998,4706 | 5396,1228 | 1,1438 | -6 | 0 | 1 |
| 145 | 1998,4075 | 5413,8947 | 1,1388 | 1998,4005 | 5413,8987 | 1,1443 | -7 | 4 | 6 |
| 146 | 1998,4068 | 5414,0962 | 1,1447 | 1998,4022 | 5414,1018 | 1,1463 | -5 | 6 | 2 |
| 147 | 1998,3718 | 5431,9037 | 1,1452 | 1998,3673 | 5431,9120 | 1,1462 | -5 | 8 | 1 |
| 148 | 1998,3726 | 5432,1037 | 1,1472 | 1998,3686 | 5432,1111 | 1,1484 | -4 | 7 | 1 |
| 149 | 1998,3002 | 5449,9242 | 1,1382 | 1998,2948 | 5449,9343 | 1,1384 | -5 | 10 | 0 |
| 150 | 1998,2984 | 5450,1304 | 1,1401 | 1998,2941 | 5450,1388 | 1,1405 | -4 | 8 | 0 |

10H-302-(01-02)-03
PRINSES MARGRIETTUNNEL

| | | | | | | | | | |
|-----|-----------|-----------|--------|-----------|-----------|--------|-----|-----|-----|
| 151 | 2000,5069 | 5468,0416 | 2,0196 | 2000,4972 | 5468,0533 | 2,0191 | -10 | 12 | -1 |
| 152 | 2000,7074 | 5468,0391 | 1,9740 | 2000,7009 | 5468,0399 | 1,9711 | -6 | 1 | -3 |
| 153 | 2000,4388 | 5544,9249 | 2,0236 | 2000,4351 | 5544,9294 | 2,0187 | -4 | 5 | -5 |
| 154 | 2000,1966 | 5544,9185 | 2,0457 | 2000,1899 | 5544,9138 | 2,0443 | -7 | -5 | -1 |
| 155 | 1998,6550 | 5562,8279 | 1,1647 | 1998,6474 | 5562,8257 | 1,1630 | -8 | -2 | -2 |
| 156 | 1998,6541 | 5563,0558 | 1,1615 | 1998,6447 | 5563,0495 | 1,1599 | -9 | -6 | -2 |
| 157 | 1998,5518 | 5580,8861 | 1,1538 | 1998,5461 | 5580,8820 | 1,1532 | -6 | -4 | -1 |
| 158 | 1998,5524 | 5581,0859 | 1,1492 | 1998,5483 | 5581,0798 | 1,1471 | -4 | -6 | -2 |
| 159 | 1998,4931 | 5598,8217 | 1,1511 | 1998,4885 | 5598,8182 | 1,1499 | -5 | -4 | -1 |
| 160 | 1998,4944 | 5599,0247 | 1,1602 | 1998,4896 | 5599,0195 | 1,1604 | -5 | -5 | 0 |
| 161 | 1998,4204 | 5616,8242 | 1,1521 | 1998,4159 | 5616,8218 | 1,1530 | -5 | -2 | 1 |
| 162 | 1998,4198 | 5617,0263 | 1,1505 | 1998,4149 | 5617,0215 | 1,1504 | -5 | -5 | 0 |
| 163 | 1998,3254 | 5634,8345 | 1,1457 | 1998,3199 | 5634,8325 | 1,1465 | -5 | -2 | 1 |
| 164 | 1998,3212 | 5635,0383 | 1,1490 | 1998,3149 | 5635,0362 | 1,1497 | -6 | -2 | 1 |
| 165 | 2001,1057 | 5652,8354 | 1,1392 | 2001,1007 | 5652,8381 | 1,1391 | -5 | 3 | 0 |
| 166 | 2001,1054 | 5653,0363 | 1,1475 | 2001,1014 | 5653,0327 | 1,1480 | -4 | -4 | 0 |
| 167 | 2001,0367 | 5670,8722 | 1,1476 | 2001,0316 | 5670,8723 | 1,1484 | -5 | 0 | 1 |
| 168 | 2001,0358 | 5671,0736 | 1,1441 | 2001,0313 | 5671,0730 | 1,1458 | -5 | -1 | 2 |
| 169 | 2000,9491 | 5688,8638 | 1,1418 | 2000,9447 | 5688,8672 | 1,1425 | -4 | 3 | 1 |
| 170 | 2000,9457 | 5689,0670 | 1,1396 | 2000,9403 | 5689,0677 | 1,1392 | -5 | 1 | 0 |
| 171 | 2000,8694 | 5706,8658 | 1,1455 | 2000,8634 | 5706,8704 | 1,1430 | -6 | 5 | -2 |
| 172 | 2000,8712 | 5707,0664 | 1,1501 | 2000,8651 | 5707,0699 | 1,1490 | -6 | 4 | -1 |
| 173 | 2000,7976 | 5724,8490 | 1,1509 | 2000,7924 | 5724,8565 | 1,1491 | -5 | 7 | -2 |
| 174 | 2000,7995 | 5725,0482 | 1,1579 | 2000,7954 | 5725,0523 | 1,1568 | -4 | 4 | -1 |
| 175 | 2000,7412 | 5742,8498 | 1,1531 | 2000,7396 | 5742,8580 | 1,1540 | -2 | 8 | 1 |
| 176 | 2000,7457 | 5743,0514 | 1,1579 | 2000,7436 | 5743,0572 | 1,1580 | -2 | 6 | 0 |
| 177 | 2000,6497 | 5760,8723 | 1,1446 | 2000,6472 | 5760,8823 | 1,1444 | -2 | 10 | 0 |
| 178 | 2000,6492 | 5761,0710 | 1,1449 | 2000,6468 | 5761,0780 | 1,1442 | -2 | 7 | -1 |
| 179 | 2000,5922 | 5778,8757 | 1,1398 | 2000,5901 | 5778,8854 | 1,1384 | -2 | 10 | -1 |
| 180 | 2000,5903 | 5779,0786 | 1,1394 | 2000,5882 | 5779,0864 | 1,1382 | -2 | 8 | -1 |
| 181 | 2000,5142 | 5796,8876 | 1,1404 | 2000,5114 | 5796,8998 | 1,1377 | -3 | 12 | -3 |
| 182 | 2000,5120 | 5797,0877 | 1,1425 | 2000,5089 | 5797,1009 | 1,1402 | -3 | 13 | -2 |
| 183 | 2000,4402 | 5814,8949 | 1,1353 | 2000,4368 | 5814,9129 | 1,1338 | -3 | 18 | -2 |
| 184 | 2000,4387 | 5815,0900 | 1,1421 | 2000,4353 | 5815,1081 | 1,1411 | -3 | 18 | -1 |
| 185 | 2000,3687 | 5832,8989 | 1,1442 | 2000,3660 | 5832,9211 | 1,1438 | -3 | 22 | 0 |
| 186 | 2000,3655 | 5833,0956 | 1,1471 | 2000,3631 | 5833,1186 | 1,1486 | -2 | 23 | 2 |
| 187 | 2000,2923 | 5850,9143 | 1,1344 | 2000,2903 | 5850,9419 | 1,1345 | -2 | 28 | 0 |
| 188 | 2000,2898 | 5851,1145 | 1,1378 | 2000,2882 | 5851,1420 | 1,1388 | -2 | 28 | 1 |
| 189 | 2000,2103 | 5868,9231 | 1,1289 | 2000,2091 | 5868,9562 | 1,1263 | -1 | 33 | -3 |
| 190 | 2000,2120 | 5869,1240 | 1,1161 | 2000,2097 | 5869,1548 | 1,1144 | -2 | 31 | -2 |
| 191 | 2000,1398 | 5886,9681 | 1,0891 | 2000,1383 | 5887,0047 | 1,0741 | -1 | 37 | -15 |
| 192 | 2000,1397 | 5887,1708 | 1,0910 | 2000,1374 | 5887,2050 | 1,0813 | -2 | 34 | -10 |
| 193 | 2000,0727 | 5904,9758 | 1,0821 | 2000,0710 | 5905,0159 | 1,0665 | -2 | 40 | -16 |
| 194 | 2000,0734 | 5905,1784 | 1,0914 | 2000,0719 | 5905,2176 | 1,0818 | -2 | 39 | -10 |
| 195 | 2000,0107 | 5923,0261 | 1,0961 | 2000,0126 | 5923,0704 | 1,0812 | 2 | 44 | -15 |
| 196 | 2000,0064 | 5923,2272 | 1,1181 | 2000,0089 | 5923,2704 | 1,1140 | 3 | 43 | -4 |
| 197 | 2000,0000 | 5938,0060 | 1,0872 | 2000,0044 | 5938,0522 | 1,0755 | 4 | 46 | -12 |
| 200 | 2031,3321 | 5000,1457 | 1,0751 | 2031,3425 | 5000,1162 | 1,0596 | 10 | -29 | -15 |
| 201 | 2031,3013 | 5017,9934 | 1,1186 | 2031,3075 | 5017,9677 | 1,1110 | 6 | -26 | -8 |
| 202 | 2031,3041 | 5018,1938 | 1,1006 | 2031,3120 | 5018,1667 | 1,0868 | 8 | -27 | -14 |
| 203 | 2031,2491 | 5035,9813 | 1,1012 | 2031,2539 | 5035,9570 | 1,0932 | 5 | -24 | -8 |
| 204 | 2031,2486 | 5036,1804 | 1,0788 | 2031,2556 | 5036,1573 | 1,0643 | 7 | -23 | -15 |
| 205 | 2031,1763 | 5053,9792 | 1,1285 | 2031,1815 | 5053,9603 | 1,1191 | 5 | -19 | -9 |
| 206 | 2031,1761 | 5054,1828 | 1,1067 | 2031,1817 | 5054,1621 | 1,0916 | 6 | -21 | -15 |
| 207 | 2031,1222 | 5071,9773 | 1,1147 | 2031,1262 | 5071,9612 | 1,1061 | 4 | -16 | -9 |
| 208 | 2031,1212 | 5072,1765 | 1,1003 | 2031,1256 | 5072,1570 | 1,0873 | 4 | -19 | -13 |
| 209 | 2031,0596 | 5089,9599 | 1,1095 | 2031,0638 | 5089,9452 | 1,1014 | 4 | -15 | -8 |
| 210 | 2031,0596 | 5090,1616 | 1,0955 | 2031,0632 | 5090,1421 | 1,0824 | 4 | -20 | -13 |
| 211 | 2030,9911 | 5107,9549 | 1,1091 | 2030,9944 | 5107,9398 | 1,0997 | 3 | -15 | -9 |
| 212 | 2030,9907 | 5108,1573 | 1,0979 | 2030,9941 | 5108,1376 | 1,0834 | 3 | -20 | -15 |
| 213 | 2030,9277 | 5125,9558 | 1,1154 | 2030,9312 | 5125,9415 | 1,1074 | 4 | -14 | -8 |
| 214 | 2030,9253 | 5126,1900 | 1,0994 | 2030,9286 | 5126,1705 | 1,0864 | 3 | -19 | -13 |
| 215 | 2030,8571 | 5144,0040 | 1,1199 | 2030,8607 | 5143,9886 | 1,1139 | 4 | -15 | -6 |

10H-302-(01-02)-03
PRINSES MARGRIETTUNNEL

| | | | | | | | | | |
|-----|-----------|-----------|--------|-----------|-----------|--------|----|-----|-----|
| 216 | 2030,8584 | 5144,2060 | 1,1074 | 2030,8615 | 5144,1845 | 1,0970 | 3 | -21 | -10 |
| 217 | 2030,7791 | 5162,0042 | 1,1169 | 2030,7843 | 5161,9861 | 1,1133 | 5 | -18 | -4 |
| 218 | 2030,7785 | 5162,2068 | 1,1087 | 2030,7837 | 5162,1830 | 1,1004 | 5 | -24 | -8 |
| 219 | 2030,7079 | 5179,9975 | 1,1353 | 2030,7135 | 5179,9785 | 1,1294 | 6 | -19 | -6 |
| 220 | 2030,7080 | 5180,2179 | 1,1362 | 2030,7125 | 5180,1953 | 1,1283 | 5 | -23 | -8 |
| 221 | 2030,6415 | 5198,0332 | 1,1279 | 2030,6461 | 5198,0165 | 1,1253 | 5 | -17 | -3 |
| 222 | 2030,6386 | 5198,2312 | 1,1269 | 2030,6421 | 5198,2154 | 1,1237 | 4 | -16 | -3 |
| 223 | 2030,5724 | 5215,9987 | 1,1238 | 2030,5750 | 5215,9867 | 1,1202 | 3 | -12 | -4 |
| 224 | 2030,5704 | 5216,2002 | 1,1274 | 2030,5731 | 5216,1863 | 1,1240 | 3 | -14 | -3 |
| 225 | 2030,5050 | 5234,0158 | 1,1287 | 2030,5069 | 5234,0047 | 1,1258 | 2 | -11 | -3 |
| 226 | 2030,5074 | 5234,2407 | 1,1282 | 2030,5107 | 5234,2287 | 1,1249 | 3 | -12 | -3 |
| 227 | 2030,4359 | 5252,0256 | 1,1220 | 2030,4379 | 5252,0167 | 1,1183 | 2 | -9 | -4 |
| 228 | 2030,4348 | 5252,2254 | 1,1213 | 2030,4374 | 5252,2149 | 1,1170 | 3 | -11 | -4 |
| 229 | 2030,3694 | 5270,0095 | 1,1218 | 2030,3709 | 5270,0023 | 1,1188 | 1 | -7 | -3 |
| 230 | 2030,3677 | 5270,2100 | 1,1242 | 2030,3696 | 5270,2022 | 1,1207 | 2 | -8 | -4 |
| 231 | 2030,3021 | 5288,0199 | 1,1255 | 2030,3027 | 5288,0166 | 1,1230 | 1 | -3 | -2 |
| 232 | 2030,3025 | 5288,2199 | 1,1253 | 2030,3036 | 5288,2153 | 1,1233 | 1 | -5 | -2 |
| 233 | 2030,2335 | 5306,0477 | 1,1242 | 2030,2336 | 5306,0457 | 1,1224 | 0 | -2 | -2 |
| 234 | 2030,2342 | 5306,2476 | 1,1233 | 2030,2335 | 5306,2443 | 1,1214 | -1 | -3 | -2 |
| 235 | 2030,1607 | 5324,0465 | 1,1186 | 2030,1606 | 5324,0463 | 1,1168 | 0 | 0 | -2 |
| 236 | 2030,1604 | 5324,2467 | 1,1178 | 2030,1619 | 5324,2446 | 1,1163 | 2 | -2 | -1 |
| 237 | 2030,1011 | 5342,0736 | 1,1201 | 2030,1000 | 5342,0747 | 1,1190 | -1 | 1 | -1 |
| 238 | 2030,0966 | 5342,2744 | 1,1219 | 2030,0963 | 5342,2738 | 1,1206 | 0 | -1 | -1 |
| 239 | 2030,0172 | 5360,0572 | 1,1276 | 2030,0155 | 5360,0610 | 1,1266 | -2 | 4 | -1 |
| 240 | 2030,0170 | 5360,2590 | 1,1290 | 2030,0153 | 5360,2585 | 1,1268 | -2 | -1 | -2 |
| 241 | 2029,9499 | 5378,0112 | 1,1280 | 2029,9489 | 5378,0145 | 1,1272 | -1 | 3 | -1 |
| 242 | 2029,9493 | 5378,2169 | 1,1281 | 2029,9470 | 5378,2195 | 1,1273 | -2 | 3 | -1 |
| 243 | 2029,8775 | 5396,0078 | 1,1207 | 2029,8745 | 5396,0142 | 1,1194 | -3 | 6 | -1 |
| 244 | 2029,8722 | 5396,2382 | 1,1205 | 2029,8690 | 5396,2416 | 1,1194 | -3 | 3 | -1 |
| 245 | 2029,7914 | 5414,0505 | 1,1293 | 2029,7875 | 5414,0575 | 1,1300 | -4 | 7 | 1 |
| 246 | 2029,7924 | 5414,2504 | 1,1248 | 2029,7860 | 5414,2566 | 1,1263 | -6 | 6 | 2 |
| 247 | 2029,7181 | 5432,0375 | 1,1369 | 2029,7127 | 5432,0465 | 1,1373 | -5 | 9 | 0 |
| 248 | 2029,7182 | 5432,2388 | 1,1420 | 2029,7134 | 5432,2467 | 1,1427 | -5 | 8 | 1 |
| 249 | 2029,6396 | 5450,0188 | 1,1363 | 2029,6353 | 5450,0291 | 1,1349 | -4 | 10 | -1 |
| 250 | 2029,6380 | 5450,2453 | 1,1367 | 2029,6354 | 5450,2518 | 1,1354 | -3 | 7 | -1 |
| 251 | 2030,8230 | 5468,2134 | 2,0214 | 2030,8265 | 5468,2220 | 2,0196 | 3 | 9 | -2 |
| 252 | 2030,6321 | 5468,2085 | 1,9825 | 2030,6322 | 5468,2170 | 1,9788 | 0 | 8 | -4 |
| 253 | 2030,3756 | 5545,0446 | 2,0096 | 2030,3772 | 5545,0486 | 2,0049 | 2 | 4 | -5 |
| 254 | 2030,5753 | 5545,0355 | 2,0232 | 2030,5794 | 5545,0284 | 2,0218 | 4 | -7 | -1 |
| 255 | 2032,7367 | 5562,9784 | 1,1494 | 2032,7414 | 5562,9775 | 1,1480 | 5 | -1 | -1 |
| 256 | 2032,7349 | 5563,1773 | 1,1432 | 2032,7396 | 5563,1754 | 1,1432 | 5 | -2 | 0 |
| 257 | 2032,6807 | 5580,9897 | 1,1432 | 2032,6841 | 5580,9907 | 1,1438 | 3 | 1 | 1 |
| 258 | 2032,6829 | 5581,1892 | 1,1366 | 2032,6845 | 5581,1879 | 1,1367 | 2 | -1 | 0 |
| 259 | 2032,6182 | 5598,9913 | 1,1437 | 2032,6187 | 5598,9870 | 1,1438 | 1 | -4 | 0 |
| 260 | 2032,6219 | 5599,1911 | 1,1520 | 2032,6214 | 5599,1882 | 1,1525 | -1 | -3 | 1 |
| 261 | 2032,5401 | 5616,9646 | 1,1516 | 2032,5425 | 5616,9637 | 1,1512 | 2 | -1 | 0 |
| 262 | 2032,5399 | 5617,1619 | 1,1530 | 2032,5413 | 5617,1566 | 1,1527 | 1 | -5 | 0 |
| 263 | 2032,4835 | 5634,9706 | 1,1422 | 2032,4860 | 5634,9674 | 1,1442 | 3 | -3 | 2 |
| 264 | 2032,4862 | 5635,1710 | 1,1470 | 2032,4898 | 5635,1666 | 1,1468 | 4 | -4 | 0 |
| 265 | 2032,4322 | 5652,9969 | 1,1399 | 2032,4353 | 5652,9958 | 1,1410 | 3 | -1 | 1 |
| 266 | 2032,4366 | 5653,2020 | 1,1351 | 2032,4390 | 5653,1991 | 1,1350 | 2 | -3 | 0 |
| 267 | 2032,3818 | 5670,9730 | 1,1424 | 2032,3838 | 5670,9733 | 1,1428 | 2 | 0 | 0 |
| 268 | 2032,3825 | 5671,1728 | 1,1441 | 2032,3856 | 5671,1710 | 1,1434 | 3 | -2 | -1 |
| 269 | 2032,3120 | 5688,9945 | 1,1433 | 2032,3154 | 5688,9961 | 1,1433 | 3 | 2 | 0 |
| 270 | 2032,3109 | 5689,1951 | 1,1470 | 2032,3156 | 5689,1948 | 1,1466 | 5 | 0 | 0 |
| 271 | 2032,2514 | 5706,9688 | 1,1459 | 2032,2561 | 5706,9724 | 1,1455 | 5 | 4 | 0 |
| 272 | 2032,2538 | 5707,1694 | 1,1490 | 2032,2594 | 5707,1718 | 1,1489 | 6 | 2 | 0 |
| 273 | 2032,1922 | 5724,9734 | 1,1477 | 2032,1978 | 5724,9794 | 1,1468 | 6 | 6 | -1 |
| 274 | 2032,1895 | 5725,1740 | 1,1515 | 2032,1954 | 5725,1767 | 1,1511 | 6 | 3 | 0 |
| 275 | 2032,0957 | 5742,9717 | 1,1462 | 2032,1019 | 5742,9784 | 1,1463 | 6 | 7 | 0 |
| 276 | 2032,0941 | 5743,1729 | 1,1448 | 2032,1000 | 5743,1764 | 1,1447 | 6 | 4 | 0 |
| 277 | 2032,0494 | 5760,9532 | 1,1450 | 2032,0566 | 5760,9611 | 1,1445 | 7 | 8 | 0 |
| 278 | 2032,0557 | 5761,1549 | 1,1446 | 2032,0644 | 5761,1626 | 1,1437 | 9 | 8 | -1 |

10H-302-(01-02)-03
PRINSES MARGRIETTUNNEL

| | | | | | | | | | |
|------------|-----------|-----------|--------|-----------|-----------|--------|----|-----------|------------|
| 279 | 2031,9910 | 5778,9497 | 1,1432 | 2031,9988 | 5778,9597 | 1,1431 | 8 | 10 | 0 |
| 280 | 2031,9933 | 5779,1520 | 1,1418 | 2032,0003 | 5779,1599 | 1,1419 | 7 | 8 | 0 |
| 281 | 2031,9214 | 5796,9741 | 1,1389 | 2031,9285 | 5796,9866 | 1,1377 | 7 | 12 | -1 |
| 282 | 2031,9240 | 5797,1731 | 1,1407 | 2031,9309 | 5797,1879 | 1,1403 | 7 | 15 | 0 |
| 283 | 2031,8561 | 5814,9907 | 1,1378 | 2031,8626 | 5815,0091 | 1,1376 | 6 | 18 | 0 |
| 284 | 2031,8552 | 5815,1907 | 1,1385 | 2031,8609 | 5815,2080 | 1,1383 | 6 | 17 | 0 |
| 285 | 2031,7963 | 5833,0280 | 1,1362 | 2031,8023 | 5833,0500 | 1,1351 | 6 | 22 | -1 |
| 286 | 2031,7960 | 5833,2291 | 1,1397 | 2031,8012 | 5833,2526 | 1,1395 | 5 | 24 | 0 |
| 287 | 2031,7361 | 5851,0380 | 1,1453 | 2031,7403 | 5851,0668 | 1,1459 | 4 | 29 | 1 |
| 288 | 2031,7354 | 5851,2403 | 1,1433 | 2031,7403 | 5851,2662 | 1,1444 | 5 | 26 | 1 |
| 289 | 2031,6587 | 5869,0684 | 1,1477 | 2031,6648 | 5869,1011 | 1,1463 | 6 | 33 | -1 |
| 290 | 2031,6601 | 5869,2754 | 1,1479 | 2031,6666 | 5869,3062 | 1,1449 | 6 | 31 | -3 |
| 291 | 2031,5952 | 5887,0730 | 1,1154 | 2031,6006 | 5887,1104 | 1,1046 | 5 | 37 | -11 |
| 292 | 2031,5985 | 5887,2713 | 1,1259 | 2031,6030 | 5887,3036 | 1,1214 | 5 | 32 | -4 |
| 293 | 2031,5337 | 5905,1316 | 1,1001 | 2031,5384 | 5905,1706 | 1,0882 | 5 | 39 | -12 |
| 294 | 2031,5338 | 5905,3264 | 1,1204 | 2031,5385 | 5905,3617 | 1,1165 | 5 | 35 | -4 |
| 295 | 2031,4575 | 5923,1320 | 1,0896 | 2031,4640 | 5923,1728 | 1,0771 | 6 | 41 | -13 |
| 296 | 2031,4579 | 5923,3313 | 1,1071 | 2031,4646 | 5923,3722 | 1,1014 | 7 | 41 | -6 |
| 297 | 2031,3314 | 5938,1478 | 1,0858 | 2031,3389 | 5938,1904 | 1,0725 | 7 | 43 | -13 |
| 300 | 1995,0388 | 5594,2859 | 1,1283 | 1995,0339 | 5594,2834 | 1,1272 | -5 | -2 | -1 |
| 301 | 1997,7818 | 5594,2027 | 1,1521 | 1997,7772 | 5594,2001 | 1,1521 | -5 | -3 | 0 |
| 302 | 1998,0828 | 5594,2083 | 1,1631 | 1998,0769 | 5594,2061 | 1,1632 | -6 | -2 | 0 |
| 303 | 2015,6118 | 5594,2924 | 1,2758 | 2015,6097 | 5594,2919 | 1,2818 | -2 | -1 | 6 |
| 304 | 2033,0611 | 5594,3482 | 1,1562 | 2033,0615 | 5594,3463 | 1,1570 | 0 | -2 | 1 |
| 305 | 2033,3428 | 5594,3616 | 1,1432 | 2033,3435 | 5594,3586 | 1,1438 | 1 | -3 | 1 |
| 306 | 2036,0351 | 5594,3893 | 1,1274 | 2036,0349 | 5594,3869 | 1,1271 | 0 | -2 | 0 |
| 400 | 1995,1154 | 5585,6988 | 1,1467 | 1995,1132 | 5585,6937 | 1,1452 | -2 | -5 | -2 |
| 401 | 1997,8288 | 5585,6921 | 1,1640 | 1997,8270 | 5585,6870 | 1,1639 | -2 | -5 | 0 |
| 402 | 1998,1320 | 5585,6874 | 1,1667 | 1998,1286 | 5585,6821 | 1,1665 | -3 | -5 | 0 |
| 403 | 2015,5016 | 5585,7542 | 1,2769 | 2015,5024 | 5585,7505 | 1,2827 | 1 | -4 | 6 |
| 404 | 2033,0591 | 5585,8219 | 1,1509 | 2033,0617 | 5585,8181 | 1,1516 | 3 | -4 | 1 |
| 405 | 2033,3644 | 5585,8394 | 1,1433 | 2033,3654 | 5585,8345 | 1,1440 | 1 | -5 | 1 |
| 406 | 2036,0469 | 5585,8290 | 1,1262 | 2036,0491 | 5585,8236 | 1,1256 | 2 | -5 | -1 |

Resultaten controle op afstand tussen voegen.

| Referentie | | | 2e Herhalingsmeting Meetdatum : 20171107 Temp. Constructie +7°C | | 3e Herhalingsmeting Meetdatum : 20210601 Temp. Constructie +18°C | |
|------------|---|--------|---|--|--|--|
| Voegnr. | afstand berekend uit XY-coördinaten d_{ref} in m | Meting | Voegnr. | verschil tussen berekende afstanden d_2-d_{ref} in mm | Voegnr. | verschil tussen berekende afstanden d_3-d_{ref} in mm |
| 101-102 | 0,200 | 0 | 101-102 | 2 | 101-102 | 0 |
| 103-104 | 0,199 | 0 | 103-104 | 4 | 103-104 | 2 |
| 105-106 | 0,197 | 0 | 105-106 | 2 | 105-106 | -2 |
| 107-108 | 0,199 | 0 | 107-108 | 0 | 107-108 | -3 |
| 109-110 | 0,234 | 0 | 109-110 | 0 | 109-110 | -3 |
| 111-112 | 0,207 | 0 | 111-112 | -2 | 111-112 | -5 |
| 113-114 | 0,204 | 0 | 113-114 | -2 | 113-114 | -6 |
| 115-116 | 0,199 | 0 | 115-116 | -1 | 115-116 | -4 |
| 117-118 | 0,243 | 0 | 117-118 | -2 | 117-118 | -5 |
| 119-120 | 0,202 | 0 | 119-120 | -1 | 119-120 | -5 |
| 121-122 | 0,201 | 0 | 121-122 | 0 | 121-122 | -2 |
| 123-124 | 0,202 | 0 | 123-124 | 1 | 123-124 | -1 |
| 125-126 | 0,203 | 0 | 125-126 | 0 | 125-126 | -2 |
| 127-128 | 0,198 | 0 | 127-128 | -1 | 127-128 | -2 |
| 129-130 | 0,202 | 0 | 129-130 | 0 | 129-130 | -1 |
| 131-132 | 0,202 | 0 | 131-132 | -1 | 131-132 | -1 |
| 133-134 | 0,201 | 0 | 133-134 | 0 | 133-134 | -2 |
| 135-136 | 0,201 | 0 | 135-136 | 0 | 135-136 | -2 |
| 137-138 | 0,204 | 0 | 137-138 | 0 | 137-138 | -2 |
| 139-140 | 0,200 | 0 | 139-140 | 1 | 139-140 | -1 |
| 141-142 | 0,201 | 0 | 141-142 | 1 | 141-142 | -1 |
| 143-144 | 0,199 | 0 | 143-144 | 1 | 143-144 | -4 |
| 145-146 | 0,202 | 0 | 145-146 | 1 | 145-146 | 2 |
| 147-148 | 0,200 | 0 | 147-148 | 0 | 147-148 | -1 |
| 149-150 | 0,206 | 0 | 149-150 | -1 | 149-150 | -2 |
| 151-152 | 0,201 | 0 | 151-152 | 0 | 151-152 | 4 |
| 153-154 | 0,242 | 0 | 153-154 | 1 | 153-154 | 3 |
| 155-156 | 0,228 | 0 | 155-156 | -1 | 155-156 | -4 |
| 157-158 | 0,200 | 0 | 157-158 | -1 | 157-158 | -2 |
| 159-160 | 0,203 | 0 | 159-160 | -1 | 159-160 | -2 |
| 161-162 | 0,202 | 0 | 161-162 | 1 | 161-162 | -2 |
| 163-164 | 0,204 | 0 | 163-164 | 1 | 163-164 | 0 |
| 165-166 | 0,201 | 0 | 165-166 | -1 | 165-166 | -6 |
| 167-168 | 0,201 | 0 | 167-168 | 1 | 167-168 | -1 |
| 169-170 | 0,203 | 0 | 169-170 | 0 | 169-170 | -3 |
| 171-172 | 0,201 | 0 | 171-172 | 0 | 171-172 | -1 |
| 173-174 | 0,199 | 0 | 173-174 | 0 | 173-174 | -3 |
| 175-176 | 0,202 | 0 | 175-176 | 0 | 175-176 | -2 |
| 177-178 | 0,199 | 0 | 177-178 | 0 | 177-178 | -3 |

| | | | | | | |
|---------|-------|---|---------|----|---------|----|
| 179-180 | 0,203 | 0 | 179-180 | 1 | 179-180 | -2 |
| 181-182 | 0,200 | 0 | 181-182 | 1 | 181-182 | 1 |
| 183-184 | 0,195 | 0 | 183-184 | 2 | 183-184 | 0 |
| 185-186 | 0,197 | 0 | 185-186 | 2 | 185-186 | 1 |
| 187-188 | 0,200 | 0 | 187-188 | 4 | 187-188 | 0 |
| 189-190 | 0,201 | 0 | 189-190 | 3 | 189-190 | -2 |
| 191-192 | 0,203 | 0 | 191-192 | 1 | 191-192 | -2 |
| 193-194 | 0,203 | 0 | 193-194 | 2 | 193-194 | -1 |
| 195-196 | 0,201 | 0 | 195-196 | 2 | 195-196 | -1 |
| 201-202 | 0,200 | 0 | 201-202 | 1 | 201-202 | -1 |
| 203-204 | 0,199 | 0 | 203-204 | 3 | 203-204 | 1 |
| 205-206 | 0,204 | 0 | 205-206 | 2 | 205-206 | -2 |
| 207-208 | 0,199 | 0 | 207-208 | -1 | 207-208 | -3 |
| 209-210 | 0,202 | 0 | 209-210 | -1 | 209-210 | -5 |
| 211-212 | 0,202 | 0 | 211-212 | 0 | 211-212 | -5 |
| 213-214 | 0,234 | 0 | 213-214 | -1 | 213-214 | -5 |
| 215-216 | 0,202 | 0 | 215-216 | -2 | 215-216 | -6 |
| 217-218 | 0,203 | 0 | 217-218 | -2 | 217-218 | -6 |
| 219-220 | 0,220 | 0 | 219-220 | 0 | 219-220 | -4 |
| 221-222 | 0,198 | 0 | 221-222 | 2 | 221-222 | 1 |
| 223-224 | 0,202 | 0 | 223-224 | 0 | 223-224 | -2 |
| 225-226 | 0,225 | 0 | 225-226 | 1 | 225-226 | -1 |
| 227-228 | 0,200 | 0 | 227-228 | 1 | 227-228 | -2 |
| 229-230 | 0,201 | 0 | 229-230 | 1 | 229-230 | -1 |
| 231-232 | 0,200 | 0 | 231-232 | 1 | 231-232 | -1 |
| 233-234 | 0,200 | 0 | 233-234 | 0 | 233-234 | -1 |
| 235-236 | 0,200 | 0 | 235-236 | 0 | 235-236 | -2 |
| 237-238 | 0,201 | 0 | 237-238 | 0 | 237-238 | -2 |
| 239-240 | 0,202 | 0 | 239-240 | -1 | 239-240 | -4 |
| 241-242 | 0,206 | 0 | 241-242 | 1 | 241-242 | -1 |
| 243-244 | 0,230 | 0 | 243-244 | 0 | 243-244 | -3 |
| 245-246 | 0,200 | 0 | 245-246 | 0 | 245-246 | -1 |
| 247-248 | 0,201 | 0 | 247-248 | 1 | 247-248 | -1 |
| 249-250 | 0,227 | 0 | 249-250 | -1 | 249-250 | -4 |
| 251-252 | 0,191 | 0 | 251-252 | 3 | 251-252 | 3 |
| 253-254 | 0,200 | 0 | 253-254 | 1 | 253-254 | 3 |
| 255-256 | 0,199 | 0 | 255-256 | 1 | 255-256 | -1 |
| 257-258 | 0,200 | 0 | 257-258 | -1 | 257-258 | -2 |
| 259-260 | 0,200 | 0 | 259-260 | 2 | 259-260 | 1 |
| 261-262 | 0,197 | 0 | 261-262 | -1 | 261-262 | -4 |
| 263-264 | 0,200 | 0 | 263-264 | 1 | 263-264 | -1 |
| 265-266 | 0,205 | 0 | 265-266 | 0 | 265-266 | -2 |
| 267-268 | 0,200 | 0 | 267-268 | 0 | 267-268 | -2 |
| 269-270 | 0,201 | 0 | 269-270 | 0 | 269-270 | -2 |
| 271-272 | 0,201 | 0 | 271-272 | 1 | 271-272 | -1 |
| 273-274 | 0,201 | 0 | 273-274 | 0 | 273-274 | -3 |
| 275-276 | 0,201 | 0 | 275-276 | -1 | 275-276 | -3 |
| 277-278 | 0,202 | 0 | 277-278 | 1 | 277-278 | 0 |
| 279-280 | 0,202 | 0 | 279-280 | 1 | 279-280 | -2 |
| 281-282 | 0,199 | 0 | 281-282 | 3 | 281-282 | 2 |
| 283-284 | 0,200 | 0 | 283-284 | 1 | 283-284 | -1 |
| 285-286 | 0,201 | 0 | 285-286 | 2 | 285-286 | 2 |

| | | | | | | |
|---------|-------|---|---------|----|---------|----|
| 287-288 | 0,202 | 0 | 287-288 | 1 | 287-288 | -3 |
| 289-290 | 0,207 | 0 | 289-290 | 3 | 289-290 | -2 |
| 291-292 | 0,198 | 0 | 291-292 | 1 | 291-292 | -5 |
| 293-294 | 0,195 | 0 | 293-294 | 0 | 293-294 | -4 |
| 295-296 | 0,199 | 0 | 295-296 | 2 | 295-296 | 0 |
| 301-302 | 0,301 | 0 | 301-302 | -1 | 301-302 | -1 |
| 304-305 | 0,282 | 0 | 304-305 | 0 | 304-305 | 0 |
| 401-402 | 0,303 | 0 | 401-402 | -1 | 401-402 | -2 |
| 404-405 | 0,306 | 0 | 404-405 | -1 | 404-405 | -2 |

Resultaten GNSS-meting

N.V.T. Het betreft hier een herhalingsmeting

Resultaten controle scheefstand van pijlers.

N.V.T.

8. ANALYSE VAN COÖRDINAATVERSCHILLEN

8.1 Opmerkingen

Deze meting is bedoeld om een eventuele vervorming van het kunstwerk vast te stellen (in relatieve zin).

Voor wat betreft de werkelijke verplaatsing ten opzichte van de omgeving (in absolute zin) kunnen geen conclusies worden getrokken.

De deformatiedrempel voor horizontale deformaties is gesteld op 10 mm.

De deformatiedrempel voor verticale deformaties is gesteld op 5 mm.

Dit houdt in dat wordt aangenomen met een zekerheid van 80%, dat er sprake is van relatieve of absolute deformatie, indien de verschillen in XY- en Z-coördinaten van deformatiemeetpunten groter zijn dan 10 mm respectievelijk 5 mm.

Vermeld hier de overige bijzonderheden die tijdens de meting en de verwerking zijn geconstateerd en die van invloed kunnen zijn op de grootte van de berekende verschillen en de deformatie-analyse. Dit is van belang om de gevonden verschillen te kunnen beoordelen en interpreteren.

8.2 Analyse van de 3^e Herhalingsmeting

Conclusie:

X- en Y-verschillen

De meting is goed gecontroleerd gemeten en er zijn in de meting geen overschrijdingen van de tolerantie. De deformatiedrempel van 10 mm wordt door meerdere deformatiemeetpunten overschreden. Het betreffen de deformatiemeetpunten met name aan het begin en eind van de tunnelbak.

De Y-richting is de lengterichting van de tunnelbak. De X-richting is de breedterichting van de tunnelbak.

In de X-richting hebben 2 punten de deformatiedrempel overschreden, dit zijn 151 en 200. Het maximale X-verschil is respectievelijk -10 mm en + 10 mm.

In de Y-richting hebben 95 punten de deformatiedrempel overschreden. Gezien de grote hoeveelheid punten die het betreft worden alleen de mootnummers vermeld met de punten waarop de overschrijding heeft plaatsgevonden:

Moot 01 t/m 11 en moot 34 t/m 48 Bij moot 1 bedraagt het maximale y-verschil +46 mm (punt 197) en bij moot 48 is het maximale Y-verschil -36 mm. Het totale lengte verschil in Y-richting bedraagt 46 mm + 36 mm= 82 mm. Dit is de afstand die de tunnel langer is geworden t.o.v. de start van de metingen in 2010.

In de Y-richting hebben ook de punten 149, 151 en 249 de deformatiedrempel overschreden. In alle gevallen is het verschil positief en maximaal 12 mm.

Een gedetailleerd overzicht met alle verschillen is opgenomen in paragraaf 7.4 van dit rapport.

Conclusie: Er wordt aangenomen, dat er **significante deformatie** is opgetreden.

Z-verschillen

De meting is goed gecontroleerd gemeten en er zijn in de meting geen overschrijdingen van de tolerantie. De deformatiedrempel van 5 mm wordt door meerdere deformatiemeetpunten overschreden. Het betreffen de deformatiemeetpunten met name aan het begin en eind van de tunnel.

In Z-richting hebben 54 punten de deformatiedrempel overschreden.

Voor 3 punten betreft dit een stijging. Punt 145 is punt op de wand van de tunnelbak en heeft een stijging van +5.5 mm. De punten 303 en 403 zijn punten in het veldmidden van het viaduct over de tunnelbak. De maximale stijging voor deze punten is +6.0 mm.

Voor 51 punten betreft dit een daling. Gezien de grote hoeveelheid punten die het betreft worden alleen de mootnummers vermeld met de punten waarop de overschrijding heeft plaatsgevonden:

Moot 01 t/m Moot 04 en moot 38 t/m moot 48. De maximale daling is 19 mm

Een gedetailleerd overzicht met alle verschillen is opgenomen in paragraaf 7.4 van dit rapport.

Conclusie: Er wordt aangenomen, dat er **significante deformatie** is opgetreden.

Voegverschillen

Er zijn in de berekening geen overschrijdingen van de tolerantie. De deformatie drempel van 10 mm wordt niet overschreden.

Conclusie: Er wordt aangenomen, dat er **geen significante deformatie** is opgetreden

Eindconclusie:

Er wordt aangenomen, dat er **significante deformatie** is opgetreden.

8.3 Aanwijzingen t.b.v. volgende herhalingsmetingen

Aanbevelingen en adviezen uit het bij dit meetrapport behorende Adviesrapport (indien aanwezig) dienen bij volgende herhalingsmeting te worden meegenomen.

De standplaatsen dienen bij een volgende herhalingsmeting zorgvuldig gekozen te worden zodanig dat per tunnelbak maximaal een kwart aantal deformatiemeetpunten gemeten kan worden.

Voor deze deformatiemeting waren geen verkeersmaatregelen noodzakelijk. Wel is er een meldingsplicht bij de wegbeheerder.

Er dient onder alle omstandigheden veilig gewerkt te worden. Dit betekent dat in alle gevallen het te gebruiken materiaal gezeurd wordt zodanig dat bij een windvlaag of in een moment van onoplettendheid geen (meet)materiaal/gereedschap etc. in de tunnelbak kan vallen, in het verkeer. Op een enkele locatie moet gebruik worden gemaakt van valbescherming. De zekeringsogen hiervoor zijn aanwezig.

Om de gevraagde nauwkeurigheid te halen zal, afhankelijk van de gekozen meetopzet, het nodig zijn ook een hoofdnet te meten.

.Voor de volgende herhalingsmeting moet er bij de gewogen aansluitingsberekening, om het zwabberen in de breedterichting tegen te gaan, voor de X-coördinaten een kleinere standaardafwijking worden ingevoerd dan voor de Y-coördinaten. Dit om te voorkomen dat er onterecht deformaties in de X-richting worden gepresenteerd.

9. Verificatie en eindconclusie

Verificatie

De metingen en berekeningen zijn gecontroleerd a.d.h.v. checklijsten en voldoen aan de product- en projectspecificaties. Voor een uitgebreide beschrijving van het verificatieproces wordt verwezen naar het verificatierapport.

Eindconclusie kwaliteit

De metingen voldoen aan de product- en projectspecificaties en aanvullende vraagspecificaties. De resultaten van de uiteindelijke XYZ-coördinaten van de meetpunten voldoen aan de productspecificaties.

Bijlage 1 Foto's

Onderstaande foto's overgenomen uit vorig meetrapport



Betonrot bij deformatiemeetpunt 104



Opname van een deformatiemeetpunt met een trapje



Deformatiemeetpunten 151 en 152



Deformatiemeetpunten 201 en 202

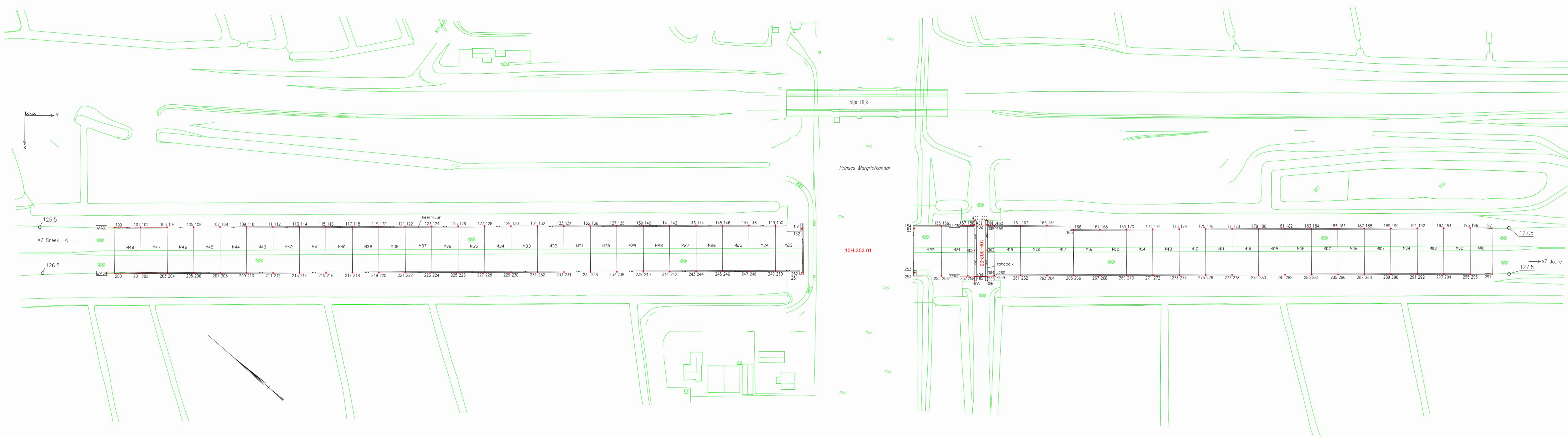


Deformatiemeetpunten 253 en 254

Bijlage 2: Liggingsplan, Vastmeetschetsen en Deformatiegrafieken

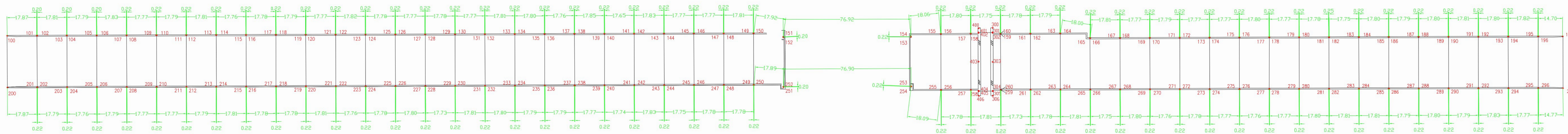
LIGGINGSPLAN

schaal 1:1000



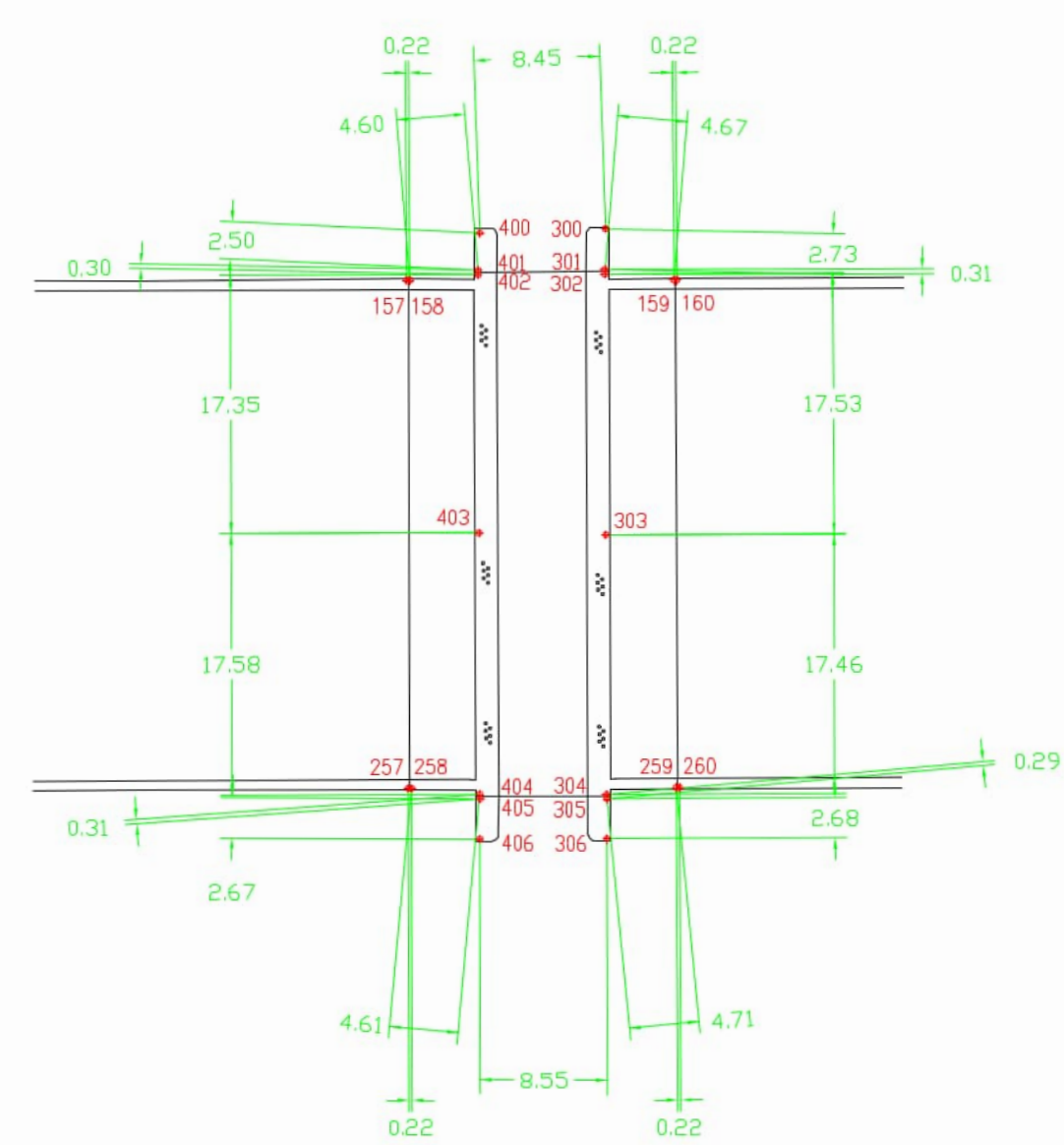
VASTMEETSCHETSEN

schaal 1:1000



VASTMEETSCHETSEN detail

schaal 1:500



LEGENDA

- meetpunt = meeting bout met centerpunt t.b.v. XYZ-meting
- beton
- oondulding steunpunt
- klinkerverharding
- asfalt
- water
- HM118,38a hectometring

| | | | |
|---|--|--|--|
| | | dienst Noord-Nederland wijkgebied West- en Oost-Nederland | Rijkswaterstaat Data-ICT Dienst Team DSOB Derde Wereldstraat 1 Postbus 5023 2600 GA Delft |
| BEHEEROBJECTCODE+VOLGNUMMER METING : 10H-302-(01+02)-01 | | | |
| COMPLEXNAAM : Prinses Margrietkanaal | | | |
| BEHEEROBJECTNAAM : Prinses Margrietkanaal en Vaasdam | | | |
| BEHEEROBJECTOMSCHRIJVING : Aquaduct onder Prinses Margrietkanaal en vaasdam over a. afrit | | | |
| getekend gecontroleerd vrijgegeven | datum datum datum | projectcode dossiercode dienstcode | tekening formaat schaal status |
| | 2012-11-08 2012-11-29 2012-11-29 | 10H-302-01 10H-302-01 10H-302-01 | A0 1:1000 10H-302-(01+02)-01-LV |

LEGENDA BIJ DEFORMATIEGRAFIEKEN

| Meting | Symbol | Datum | Windrichting | Windsterkte | Bewolking | Temp. Constr. | Temp. Lucht |
|--------|--------|----------|--------------|-------------|---------------|---------------|-------------|
| 0 | ◦ | 20100310 | NO | 2 Bft | bewolkt | +3°C | +4°C |
| 1 | ◻ | 20130129 | ZW | 4 Bft | zwaar bewolkt | n.g. | +5°C |
| 2 | ◊ | 20171107 | ZZO | 2 Bft | bewolkt | +7°C | +8°C |
| 3 | ⚡ | 20210601 | O | 2 | half bewolkt | +18°C | +19°C |

VERKLARING BIJ DE ZETTINGSGRAFIEKEN

- De grafieken geven de afwijkingen weer op schaal 1:1.
- Bijgeschreven zijn de afwijkingen tussen de Nulmeting en de herhalingsmetingen.

Verticale afwijkingen in zettingsgrafiek

- Alle afwijkingen zijn weergegeven in mm t.o.v. de Nulmeting.
- Een positieve waarde wijst op een afwijking naar boven t.o.v. de Nulmeting.

Horizontale afwijkingen in zettingsgrafiek

- Alle afwijkingen zijn weergegeven in mm t.o.v. de Nulmeting.
- Een positieve X-waarde wijst op een afwijking, t.o.v. de Nulmeting, in dwarsrichting naar rechts, gezien in de richting van de oplopende puntnummering. Dus loodrecht op de lengterichting van het kunstwerk.
- Een positieve Y-waarde wijst op een afwijking, t.o.v. de Nulmeting, in de richting van de oplopende puntnummering, dus in de lengterichting van het kunstwerk.

Herplaatst punt

- Een herplaatst punt heeft achter het puntnummer een lettertoevoeging "A", "B", "C",.
- De coördinaatverschillen van een herplaatst punt, t.o.v. de vorige meting, zijn NIET te bepalen. De coördinaten van een herplaatst punt zijn daarom gecorrigeerd met de coördinaatverschillen van het oorspronkelijke punt van de vorige meting t.o.v. de Nulmeting.
- Bij de herhalingsmeting, waar het punt is herplaatst, staat in de kolom met verschilwaarden de tekst "NULM".

Bijgeplaatst punt

- Een in een latere meting toegevoegd punt heeft de lettertoevoeging "T".
- De coördinaatverschillen t.o.v. de Nulmeting zijn op de plaats van een bijgeplaatst punt onbekend.
- Bij de herhalingsmeting, waar het punt is bijgeplaatst, staat in de kolom met verschilwaarden de tekst "NULM".

Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

BEHEEROBJECTCODE+VOLGNUMMER METING : 10H-302-(01+02)-03

laatst gewijzigd :

COMPLEXNAAM : Prinses Margrietunnel

datum 2021-06-18

BEHEEROBJECTNAAM : Prinses Margrietunnel

In 11 bladen, bladnr. 2

BEHEEROBJECTOMSCHRIJVING: Aquaduct onder het Prinses Margrietkanaal

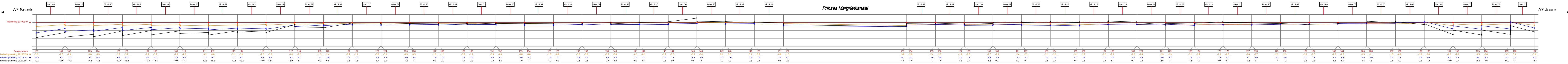
formaat: A4

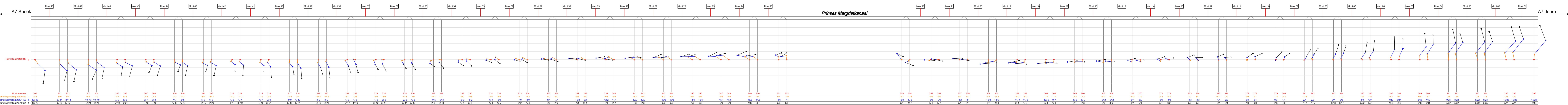
status

DEFINITIEF

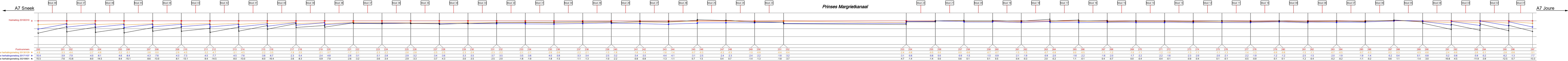
versie 1.0

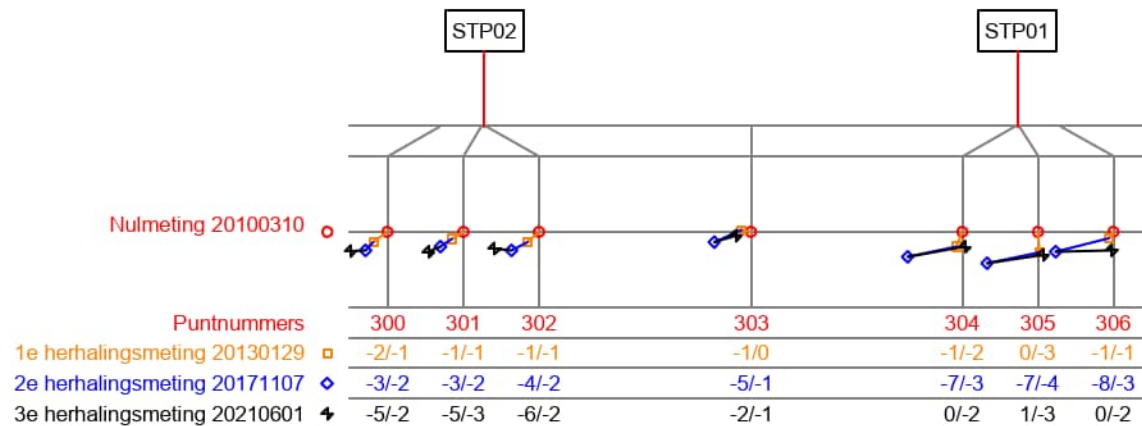
reg.nr. 10H-302-(01+02)-03-ZG





| Puntnummers | 200 | 201 | 202 | 203 | 204 | 205 | 206 | 207 | 208 | 209 | 210 | 211 | 212 | 213 | 214 | 215 | 216 | 217 | 218 | 219 | 220 | 221 | 222 | 223 | 224 | 225 | 226 | 227 | 228 | 229 | 230 | 231 | 232 | 233 | 234 | 235 | 236 | 237 | 238 | 239 | 240 | 241 | 242 | 243 | 244 | 245 | 246 | 247 | 248 | 249 | 250 | 251 | 252 | 253 | 254 | 255 | 256 | 257 | 258 | 259 | 260 | 261 | 262 | 263 | 264 | 265 | 266 | 267 | 268 | 269 | 270 | 271 | 272 | 273 | 274 | 275 | 276 | 277 | 278 | 279 | 280 | 281 | 282 | 283 | 284 | 285 | 286 | 287 | 288 | 289 | 290 | 291 | 292 | 293 | 294 | 295 | 296 | 297 |
|------------------------------|--------|-------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|
| 1e herhalingsmeting 20100310 | -3,4 | -1,6 | -1,4 | -0,4 | -1,3 | -1,4 | -0,3 | -0,3 | -0,3 | -0,3 | -0,3 | -1,4 | -1,3 | -1,2 | -1,2 | -1,3 | -2,3 | -1,4 | -0,4 | -1,4 | -1,2 | -2,1 | -2,1 | -2,0 | -3,0 | -4,1 | -3,0 | -4,1 | -3,1 | -5,0 | -4,1 | -5,1 | -4,3 | -5,1 | -4,2 | -5,2 | -5,3 | -5,1 | -5,2 | -7,3 | -6,3 | -6,3 | -6,4 | -6,3 | -6,4 | -6,4 | -7,5 | -6,4 | -5,4 | -0,4 | -1,5 | -1,1 | -1,1 | -2,0 | -2,0 | -0,1 | -0,1 | -0,4 | -3,2 | -1,3 | -2,3 | -1,4 | -1,4 | -0,3 | -0,2 | -0,3 | -0,2 | -1,3 | -1,2 | -0,2 | -1,1 | -1,0 | -1,1 | -1,1 | -1,2 | -1,1 | -1,1 | -1,1 | -1,1 | -0,5 | -1,7 | -0,8 | -2,8 | -2,8 | -1,7 | | | | | | | | | | | | | |
| 2e herhalingsmeting 20171107 | 13/-13 | 9/-14 | 11/-13 | 10/-13 | 10/-10 | 7/-9 | 6/-8 | 8/-7 | 8/-8 | 7/-7 | 6/-8 | 5/-7 | 6/-7 | 4/-6 | 4/-7 | 4/-7 | 2/-9 | 4/-9 | 4/-10 | 3/-9 | 3/-9 | 1/-8 | 1/-8 | -1/-6 | -2/-6 | -2/-5 | -1/-5 | -4/-5 | -3/-3 | -5/-3 | -4/-2 | -6/-1 | -5/0 | -7/0 | -8/0 | -9/1 | -7/1 | -10/2 | -8/1 | -12/2 | -11/1 | -12/2 | -12/2 | -13/3 | -13/3 | -14/4 | -15/4 | -15/4 | -15/6 | -16/6 | -14/5 | -4/6 | -7/4 | -6/8 | -5/3 | -8/0 | -9/1 | -8/2 | -8/1 | -10/5 | -13/3 | -11/4 | -11/5 | -10/5 | -9/4 | -9/3 | -9/2 | -8/2 | -8/2 | -6/1 | -5/0 | 0/3 | 0/4 | 0/3 | 1/4 | 2/4 | 2/7 | 3/7 | 3/8 | 4/9 | 4/11 | 4/13 | 5/14 | 8/16 | 7/19 | 9/21 | 8/22 | 9/22 | 9/23 | 12/23 | 12/26 | 15/24 | | | | | | |
| 3e herhalingsmeting 20210618 | 10/-29 | 6/-26 | 8/-27 | 5/-24 | 7/-23 | 5/-19 | 6/-21 | 4/-16 | 4/-19 | 4/-15 | 4/-20 | 3/-15 | 3/-20 | 4/-14 | 3/-19 | 4/-15 | 3/-21 | 5/-18 | 5/-24 | 6/-19 | 5/-23 | 5/-17 | 4/-16 | 3/-12 | 3/-14 | 2/-11 | 3/-12 | 2/-9 | 3/-11 | 1/-7 | 2/-8 | 1/-3 | 1/-5 | 0/-2 | -1/-3 | 0/0 | 2/-2 | -1/1 | 0/-1 | -2/4 | -2/-1 | -1/3 | -2/3 | -3/6 | -3/3 | -4/7 | -6/6 | -5/9 | -5/8 | -4/10 | -3/7 | 3/9 | 0/8 | 2/4 | 4/7 | 5/-1 | 5/-2 | 3/1 | 2/-1 | 1/4 | -1/-3 | 2/-1 | 1/5 | 3/-3 | 4/4 | 3/-1 | 2/3 | 2/0 | 3/-2 | 3/2 | 5/0 | 5/4 | 6/2 | 6/6 | 6/3 | 6/7 | 6/4 | 7/8 | 9/8 | 8/10 | 7/8 | 7/12 | 7/15 | 6/18 | 6/17 | 6/22 | 5/24 | 4/29 | 5/26 | 6/33 | 6/31 | 5/37 | 5/32 | 5/39 | 5/35 | 6/41 | 7/41 | 7/43 |





Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

Schaal 1: 500

Datum : 2021-06-18

10H-302-(01+02)-03

Formaat : A4L

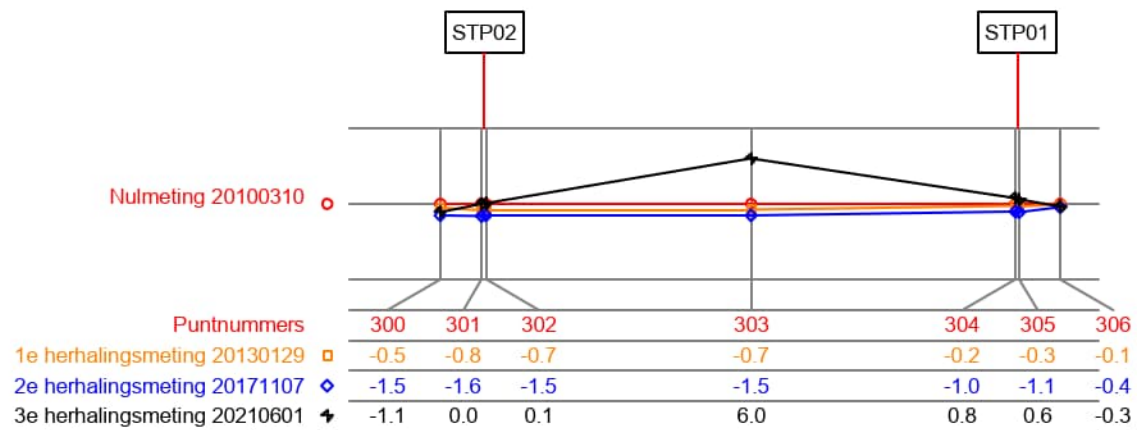
Blad : 7 van 11

Prinses Margrietunnel

Onderwerp :

Deformatieprofiel XY

Profiel 300 - 306



Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

Schaal 1: 500

Datum : 2021-06-18

10H-302-(01+02)-03

Formaat : A4L

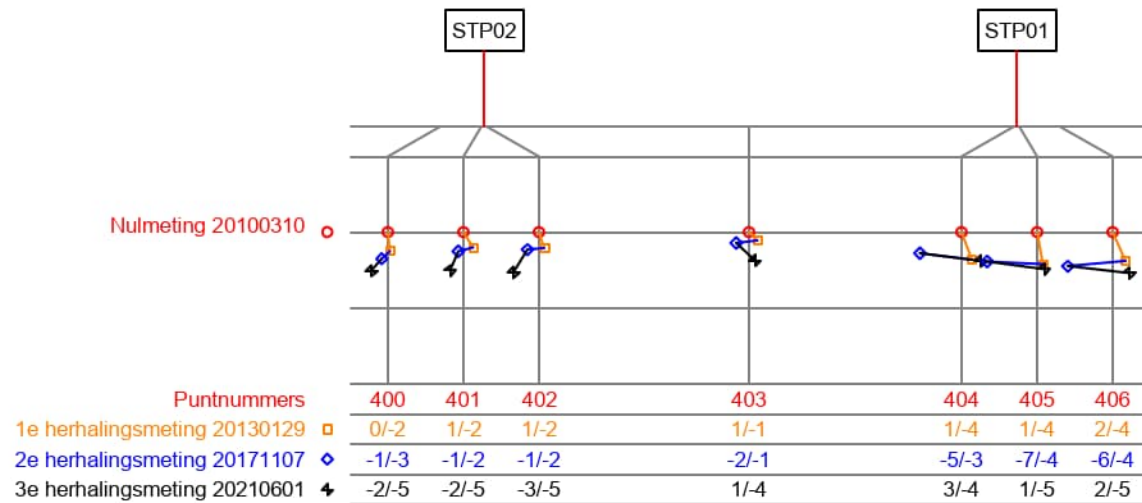
Blad : 8 van 11

Prinses Margrietunnel

Onderwerp :

Deformatieprofiel Z

Profiel 300 - 306



Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

Schaal 1: 500

Datum : 2021-06-18

10H-302-(01+02)-03

Formaat : A4L

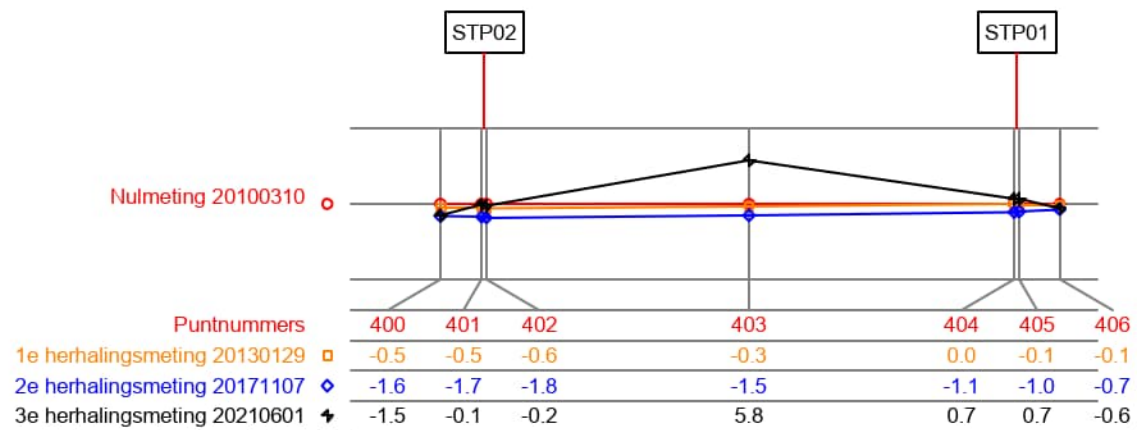
Blad : 9 van 11

Prinses Margrietunnel

Onderwerp :

Deformatieprofiel XY

Profiel 400 - 406



Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

Schaal 1: 500

Datum : 2021-06-18

10H-302-(01+02)-03

Formaat : A4L

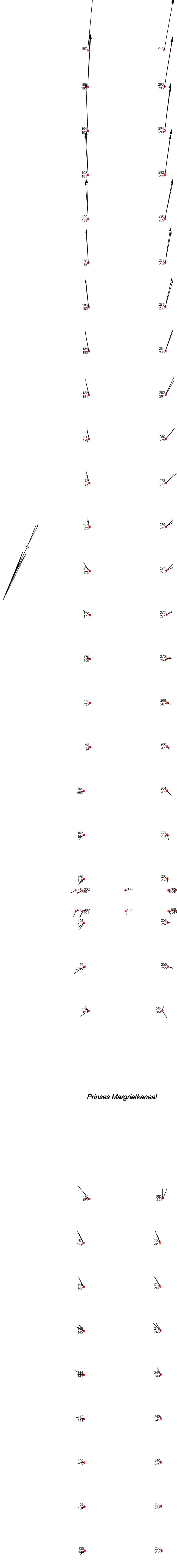
Blad : 10 van 11

Prinses Margrietunnel

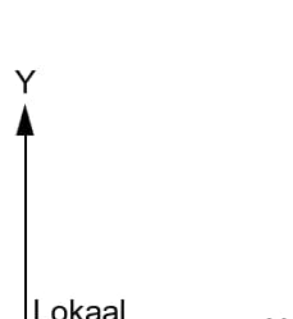
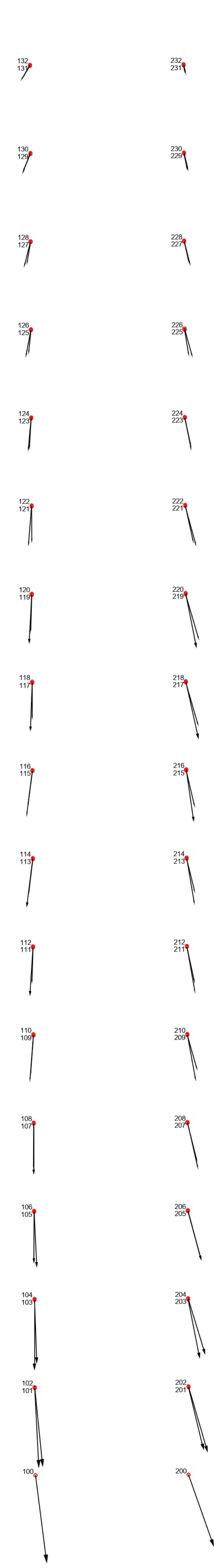
Onderwerp :

Deformatieprofiel Z

Profiel 400 - 406



Prinses Margrietkanaal



| | |
|--|--------------------------|
| Rijkswaterstaat Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat | |
| Schaal 1: 500 | Formaat : 297 x 2100 |
| Datum : 2021-06-18 | Blad : 11 van 11 |
| 10H-302-(01+02)-03 | Prinses Margrietkanaal |
| | Onderwerp : Overzicht XY |
| | Laatste deformatie |