Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

MEETRAPPORT

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

Opdrachtgever: Rijkswaterstaat		
Beheerder	: RWS NN / NN district West	
Complex	: Prinses Margriettunnel	Opdr.nr.: Z31165206 en C200501642
Rijksweg	: 7	Opgesteld door :
Kilometer	: 127.0 + 53	[redacted] 5.1.2.e
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 Margriettunnel gesitueerd in de Rijksweg A7 (traject Sneek – Joure) te Uitwellingerga. Het complex Prinses Margriettunnel 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.

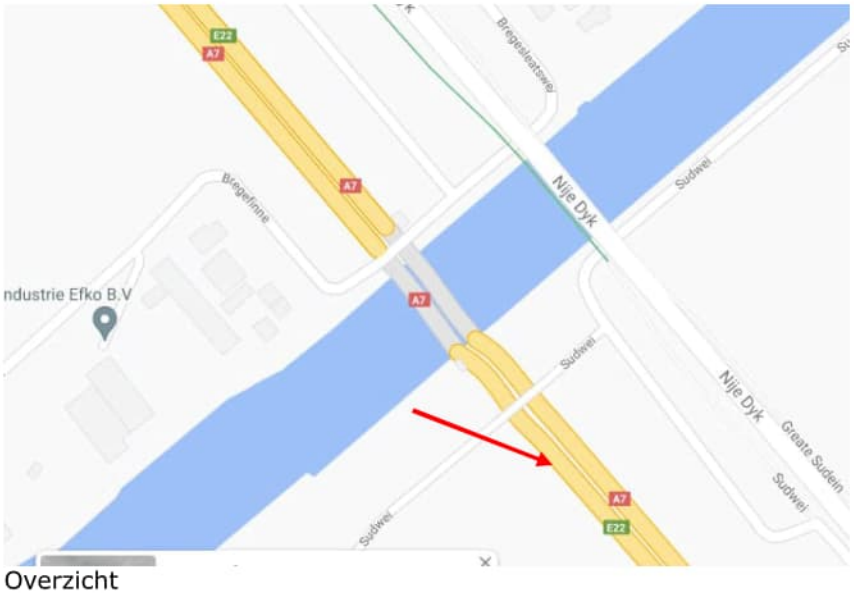
N.B.
De meting is zodanig opgezet dat bij overschrijding van de deformatiedrempel met 80% zekerheid kan worden gesteld dat vervorming is opgetreden.
Deze overschrijding van de deformatiedrempel is niet een waarde die aangeeft wat wel en niet toelaatbaar is voor het betreffende kunstwerk. Die conclusie 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 Margriettunnel en viadukt Prinses Margriettunnel
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 Margriettunnel gezien vanuit het Noorden

Aquaduct en Viadukt Prinses Margriettunnel 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 vertitale 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 dwangcentreringen 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. Constr.	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 3e 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 : σ = 7.5 mm.
  - Y : σ = 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 : σ = 0.1 mm.
- Kansmodel waarnemingen
  - Absoluut hoogteverschil : σ = 0.1 mm.
  - Enkel hoogteverschil : σ = 1.0 mm./√km.
- Toetsing en vereffening:
  - Fase : Aansluiting pseudo
  - Onbetrouwbaarheidsdrempel : Alfa = 0,1%
  - Onderscheidingsvermogen : Beta = 80%

7.4 Resultaten van de Nulmeting en de 3e Herhalingsmeting

Resultaten XYZ-meting

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

	Referentiemeting			3e Herhalingsmeting Meetdatum: 20210601			Verschillen t.o.v. Referentiemeting		
Pnr	**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

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

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

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 +7ºC		3e Herhalingsmeting Meetdatum : 20210601 Temp. Constructie +18ºC	
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 3e 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 gezekerd 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

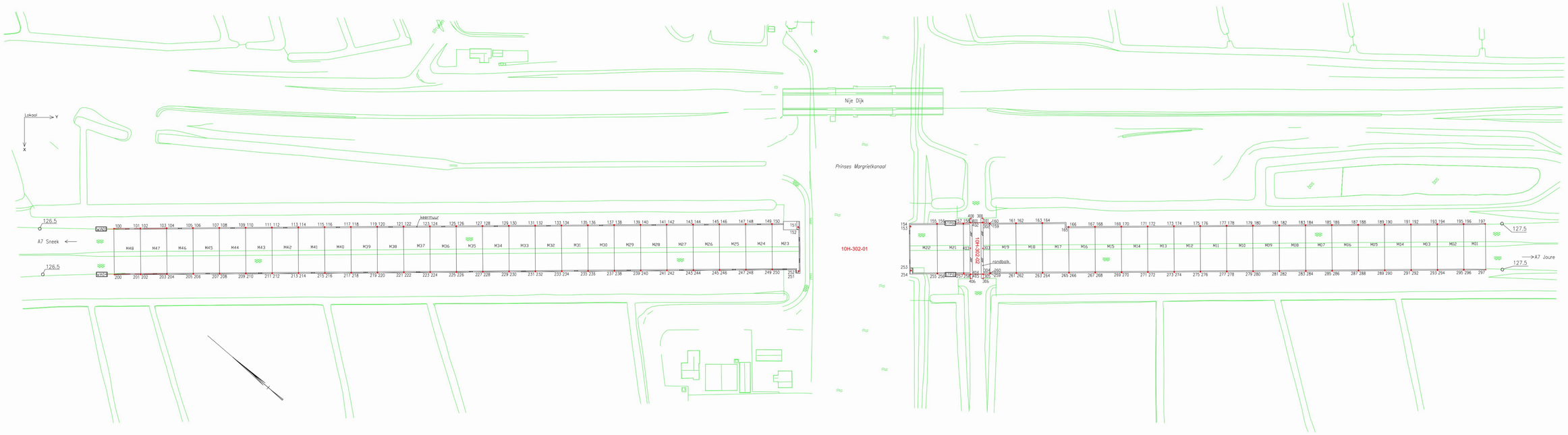
Deformatiemeetpunten 201 en 202

Deformatiemeetpunten 253 en 254

Bijlage 2: Liggingsplan, Vastmeetschetsen en Deformatiegrafieken

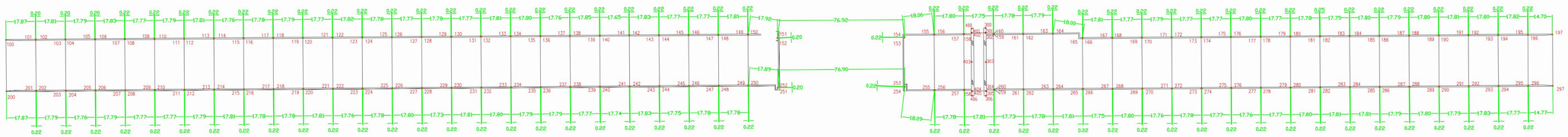
LIGGINGSPLAN

schaal 1:1000



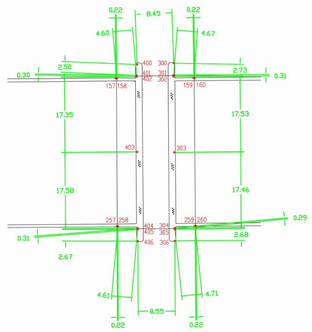
VASTMEETSCHETSEN

schaal 1:1000



VASTMEETSCHETSEN detail

schaal 1:500



LEGENDA

103	meetpunt = messing bout met centerpunt t.b.v. XYZ-meting
STP 02	aanduiding steunpunt
	beton
	klinkerverharding
	asfalt
	water
HM118,3Re	hectometrering

Rijkswaterstaat Ministerie van Infrastructuur en Milieu	dienst Noord-Nederland Wegendistrict Wegendistrict Friesland	Rijkswaterstaat Data-ICT-Dienst Team DSDR Derde Werelddreef 1 Postbus 5023 2600 GA Delft	
BEHEEROBJECTCODE+VOLGNUMMER METING : 10H-302-(01+02)-01			laatst gewijzigd : datum 2013-04-08
COMPLEXNAAM : Prinses Margriettunnel BEHEEROBJECTNAAM : Prinses Margriettunnel en Viadukt BEHEEROBJECTOMSCHRIJVING : **Aquaduct onder Prinses Margrietkanaal en viaduukt over z. afrit**			behoort bij : **Uggiplatten en Vastmeetschetsen** in 11 bladen, bladnr. 1
getekend	datum 2012-11-08	projectcode	tekening
gecontroleerd	datum 2012-11-29	dossiercode	formaat A0
vrijgegeven	datum 2012-11-29	dienstcode	schaal 1:1000
status DEFINITIEF	versie 1.0	reg.nr. 10H-302-(01+02)-01-LV	

5.1.2.0

LEGENDA BIJ DEFORMATIEGRAFIEKEN

Meting	Symbool	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

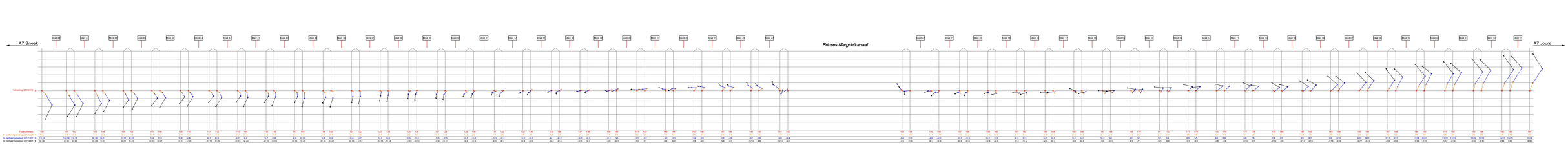
VERKLARING BIJ DE ZETTINGSGRAFIEKEN
- De grafieken geven de afwijkingen weer op schaal 1:1.
- Bijgeschreven zijn de afwijkingen tussen de Nulmeting en de herhalingsmetingen.

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 lengte-richting van het kunstwerk.

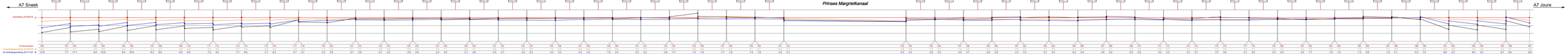
Herplaatst punt
- Een herplaatst punt heeft achter het puntnummer een lettertoevoeging "A", "B", "C",.
- De coördinaatverschillen van een herplaatst punt, t.o.v. de vorige meting, zijn NIET te bepalen. De coördinaten van een herplaatst punt zijn daarom gecorrigeerd met de coördinaatverschillen van het 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".



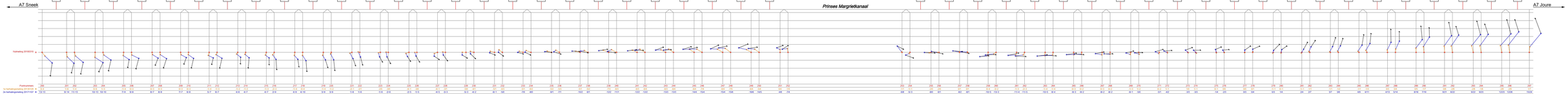
Rijkswaterstaat
Water en Mobiliteit in Friesland

Schaal 1 : 500	Format : 2100 x 297		Onderwerp :
Datum : 2021/04/16	Blad : 1 van 11		Dalhoofdstapvlot XY
Tijdn 2022-07-02z03	Prinses Margriekanaal		Profiel 159 - 197



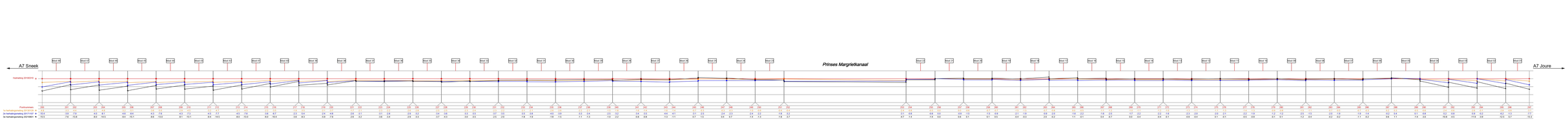
Rijkswaterstaat
Water en Ofwerkeer in Nieuwlaar

Schaal 1: 500	Formaat : 2100 x 297		Onderwerp :
Datum : 2021/06/18	Blad : 4 van 11		Dwarsprofielpeilbuis Z
Tijdn 202-07-02z03	Prinses Margrietkanaal		Profiel 150 - 197



Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

Schaal 1: 500	Formaat: 2100 x 297		Onderwerp: -
Datum: 2021/06/18	Blad: 5 van 11		Dwarsprofielpeilvak XY
Tijd: 2022-07-02z03	Prinses Margriekanaal		Profiel 235 - 297

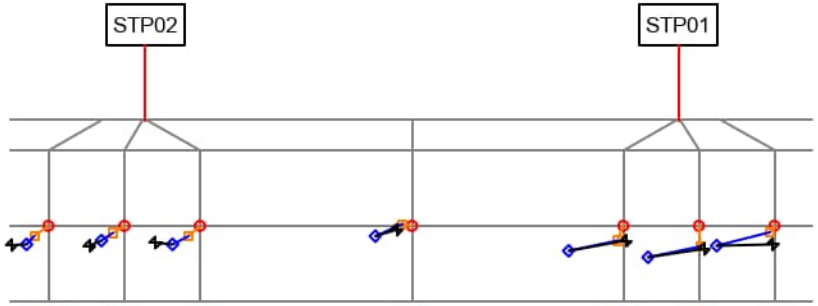


Schaal 1: 500	Formaat : 2100 x 297
Datum : 2021/08/18	Blad : 8 van 11
Tijd: 352-07->352-09	Prinses Margrietkanaal

Rijkswaterstaat
Water en Mobiliteit in Nieuwlaat

Onderwerp :
Dwarsprofielpunten Z

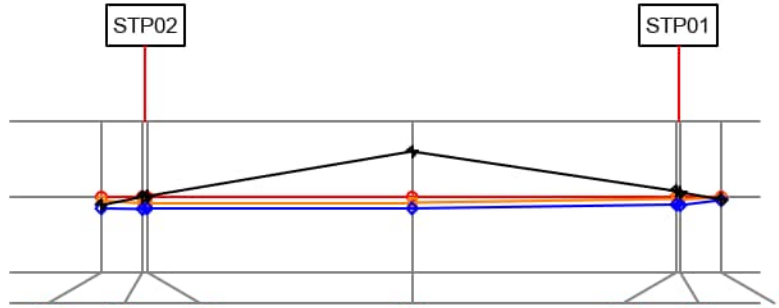
Profiel 200 - 297



Nulmeting 20100310							
Puntnummers	300	301	302	303	304	305	306
1e herhalingsmeting 20130129	-2/-1	-1/-1	-1/-1	-1/0	-1/-2	0/-3	-1/-1
2e herhalingsmeting 20171107	-3/-2	-3/-2	-4/-2	-5/-1	-7/-3	-7/-4	-8/-3
3e herhalingsmeting 20210601	-5/-2	-5/-3	-6/-2	-2/-1	0/-2	1/-3	0/-2

Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

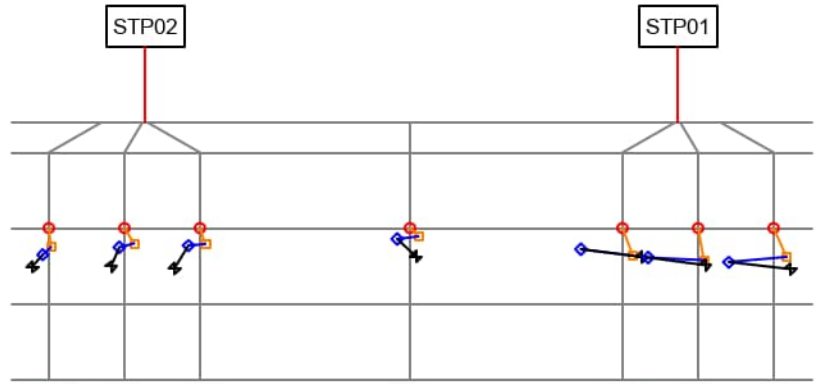
Schaal 1: 500	Formaat : A4L	Onderwerp :
Datum : 2021-06-18	Blad : 7 van 11	Deformatieprofiel XY
10H-302-(01+02)-03	Prinses Margriettunnel	Profiel 300 - 306



Nulmeting 20100310							
Puntnummers	300	301	302	303	304	305	306
1e herhalingsmeting 20130129	-0.5	-0.8	-0.7	-0.7	-0.2	-0.3	-0.1
2e herhalingsmeting 20171107	-1.5	-1.6	-1.5	-1.5	-1.0	-1.1	-0.4
3e herhalingsmeting 20210601	-1.1	0.0	0.1	6.0	0.8	0.6	-0.3

Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

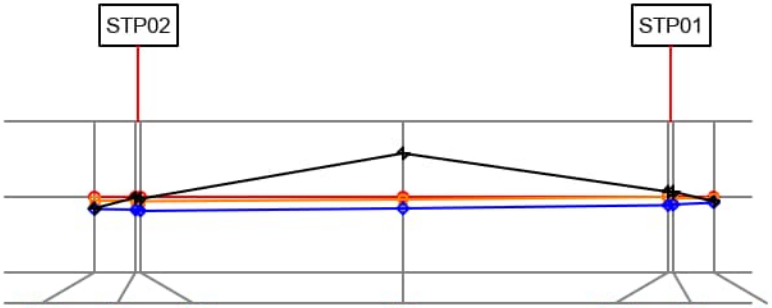
Schaal 1: 500	Formaat : A4L	Onderwerp :
Datum : 2021-06-18	Blad : 8 van 11	Deformatieprofiel Z
10H-302-(01+02)-03	Prinses Margriettunnel	Profiel 300 - 306



Nulmeting 20100310							
Puntnummers	400	401	402	403	404	405	406
1e herhalingsmeting 20130129	0/-2	1/-2	1/-2	1/-1	1/-4	1/-4	2/-4
2e herhalingsmeting 20171107	-1/-3	-1/-2	-1/-2	-2/-1	-5/-3	-7/-4	-6/-4
3e herhalingsmeting 20210601	-2/-5	-2/-5	-3/-5	1/-4	3/-4	1/-5	2/-5

Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

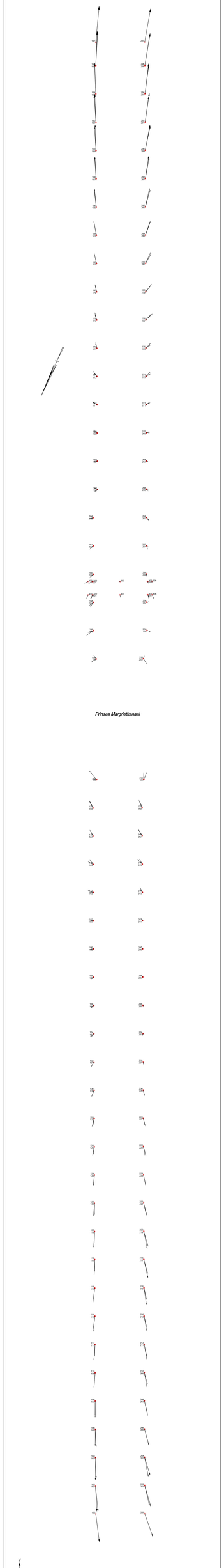
Schaal 1: 500	Formaat : A4L	Onderwerp :
Datum : 2021-06-18	Blad : 9 van 11	Deformatieprofiel XY
10H-302-(01+02)-03	Prinses Margriettunnel	Profiel 400 - 406



Puntnummers	400	401	402	403	404	405	406
Nulmeting 20100310							
1e herhalingsmeting 20130129	-0.5	-0.5	-0.6	-0.3	0.0	-0.1	-0.1
2e herhalingsmeting 20171107	-1.6	-1.7	-1.8	-1.5	-1.1	-1.0	-0.7
3e herhalingsmeting 20210601	-1.5	-0.1	-0.2	5.8	0.7	0.7	-0.6

Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

Schaal 1: 500	Formaat : A4L	Onderwerp :
Datum : 2021-06-18	Blad : 10 van 11	Deformatieprofiel Z
10H-302-(01+02)-03	Prinses Margriettunnel	Profiel 400 - 406



Rijkswaterstaat **Middelen en Infrastructuur Waterbeheer**		
Schaal: 1:500	Formaat: 297 x 2100	Onderwerp: -
Datum: 2012-06-18	Blad: 11 van 11	Overzicht XY
10h-202-07-r02v03	Prinses Margrietkanaal	Laddik aanvoerlijn