Meetrapport

Opdrachtgever:	Ingenieursbureau Amsterdam
Referentie:	BRG0501-Brouwersgracht-Meetrapportage-H02.docx
Datum:	11 december 2019

Titel document:	Meetrapport
Ondertitel document:	
Referentie:	BRG0501-Brouwersgracht-Meetrapportage-H02.docx
Revisie:	1
Datum:	11 december 2019
Opdrachtgever:	Ingenieursbureau Amsterdam
Projectnummer opdrachtgever:	AI 2018-0512
Project:	Amsterdam, AI2018-0512 Mon.risicovol.Rakken

Opgesteld door: 5.1,2,e 5.1,2,e

Gecontroleerd door: 5.1,2,e

Goedgekeurd door: 5.1,2,e 5.1,2,e

Alle rechten voorbehouden
Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van BouwRisk B.V.

Samenvatting

In opdracht van de gemeente Amsterdam is op 9 december 2019 een deformatie-meting in X, Y en Z uitgevoerd van rak BRG0501, aan de Brouwersgracht. Het betreft hierbij de 2e herhalingsmeting van de kade. Het doel van de meting is om te kunnen aantonen of er eventuele deformaties zijn opgetreden.

Meting	Datum
Nulmeting	14-06-2019
1e herhalingsmeting	16-09-2019
2e herhalingsmeting	09-12-2019

De tachymetrie is uitgevoerd met een tachymeter van het merk Leica, de type TCRP1201+. De waterpassing is uitgevoerd met een Leica DNA03.

Conclusie

X-Y-verschillen (deformatiedrempel)	Er zijn geen deformatiemeetpunten die de deformatiedrempel van 5 mm hebben overschreden.
X-Y-verschillen (signaal- en grenswaarde t.o.v. vorige meting)	Er zijn geen deformatiemeetpunten die de signaal- en grenswaarde van respectievelijk 5 en 10 mm t.o.v. de vorige meting hebben overschreden.
X-Y-verschillen (signaal- en grenswaarde t.o.v. nulmeting)	Er zijn geen deformatiemeetpunten die de signaal- en grenswaarde van respectievelijk 20 en 25 mm t.o.v. de nulmeting hebben overschreden.
Z-verschillen (Deformatiedrempel)	Er zijn geen deformatiemeetpunten die de deformatiedrempel van 2,5 mm hebben overschreden.
Z-verschillen (signaal- en grenswaarde t.o.v. vorige meting)	Er zijn geen deformatiemeetpunten die de signaal- en grenswaarde van respectievelijk 5 en 10 mm t.o.v. de vorige meting hebben overschreden.
Z-verschillen (signaal- en grenswaarde t.o.v. nulmeting)	Er zijn geen deformatiemeetpunten die de signaal- en grenswaarde van respectievelijk 20 en 25 mm t.o.v. de nulmeting hebben overschreden.

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.

Inhoudsopgave

1	**Inleiding**	**5**
1.1.	Beschrijving object	5
1.2.	Uitgevoerde werkzaamheden	6
2	**Meetinstrumentarium**	**7**
2.1.	Meetinstrumentarium en meetnauwkeurigheid	7
2.2.	Hulpmiddelen	7
2.3.	Temperatuurbepaling	9
3	**Verslag metingen**	**10**
3.1.	Meetopzet	10
3.2.	Opmerkingen	10
3.3.	Wijzigingen in het meetnet	10
3.4.	Weersomstandigheden	11
4	**Verslag berekeningen**	**12**
4.1.	Uitgangspunten	12
4.2.	Verwerking meting	14
5	**Analyse**	**18**
5.1.	Opmerkingen	18
5.2.	Bijzonderheden tijdens de meting	18
5.3.	Eindconclusie	18

1 Inleiding

In opdracht van de gemeente Amsterdam is op 9 december 2019 een deformatie-meting in X, Y en Z uitgevoerd van rak BRG0501, aan de Brouwersgracht. Het betreft hierbij de 2e herhalingsmeting van de kade. Het doel van de meting is om te kunnen aantonen of er eventuele deformaties zijn opgetreden.

1.1. Beschrijving object

Rak	BRG0501
Straat	Brouwersgracht
Huisnummers	29-59
Monitoring aan	Kademuur

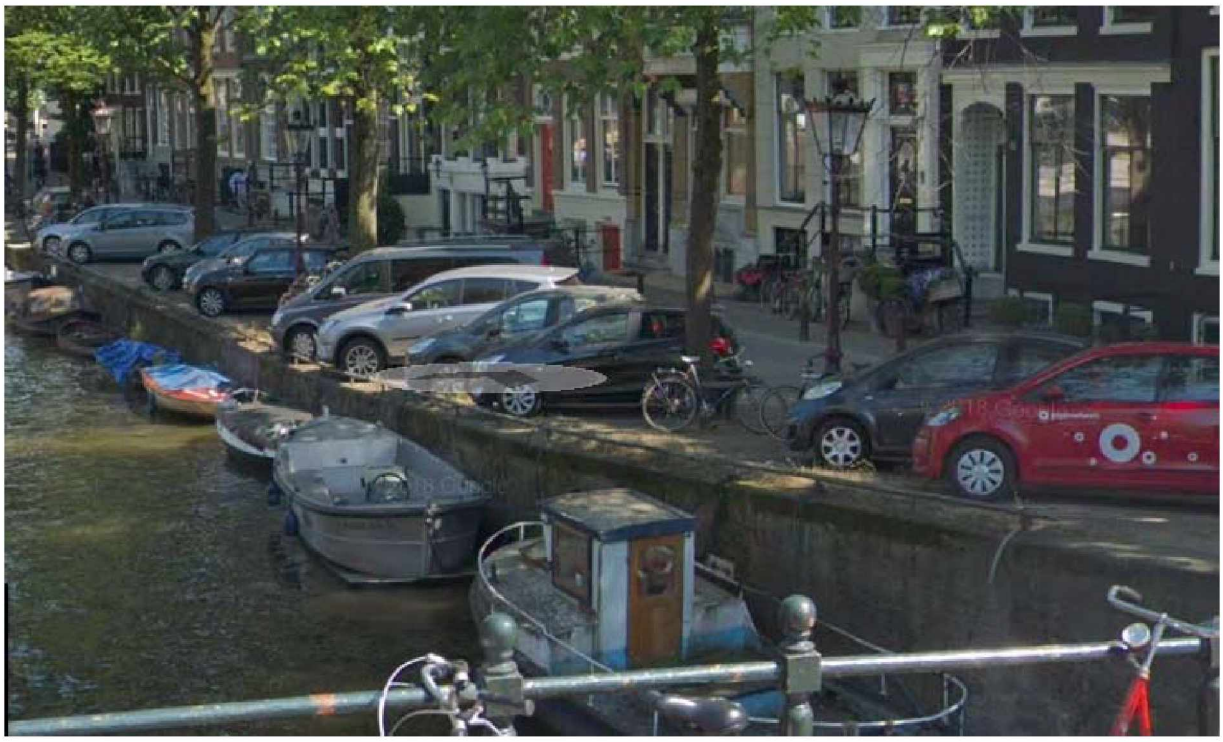

Foto 1: Overzichtsfoto rak BRG0501

1.2. Uitgevoerde werkzaamheden

De volgende werkzaamheden zijn voor deze herhalingsmeting verricht:

- Het aanbrengen van meetpunten in de kade.
- Het uitvoeren van een XY-meting ter constatering van horizontale deformatie.
- Het uitvoeren van een nauwkeurigheidswaterpassing op de deformatiemeetpunten bovenin de kademuren.
- Het verwerken van de meetgegevens.
- Analyse van de berekeningsresultaten en de verschillen t.o.v. de nulmeting.
- Het maken van een meetrapport en grafieken.

2 Meetinstrumentarium

2.1. Meetinstrumentarium en meetnauwkeurigheid

Voor de XY-meting is gebruik gemaakt van een tachymeter van het merk Leica type TCRP1201+:

standaardafwijking (vast) horizontale rand	0.0003 gon
standaardafwijking (vast) verticale rand	0.0003 gon
standaardafwijking (var.) horizontale rand	0.00004 gon*km
standaardafwijking (var.) verticale rand	0.00004 gon*km
standaardafwijking afstandmeting	1 mm + 2 ppm

Voor de Z-meting van de deformatiemeetpunten en het aansluiten op het N.A.P. is gebruik gemaakt van een waterpasinstrument van het merk Leica, type DNA03.

afleesnauwkeurigheid	0.01 mm
standaardafwijking	1.0 mm/√ km

2.2. Hulpmiddelen

De deformatiemeetpunten bovenin (de deksteen van) de kademuren zijn verzekerd door middel van messing meetbouten met centergaatje (Foto 2). Waar de kademuur hoger is dan 1.50 m, zijn aan de verticale delen van de kademuren kunststof meetreflectoren geplaatst (foto 3+4). Van de haakse wandreflectoren wordt slechts één zijde meegenomen in de meting.



Foto 2: Messing meetbout

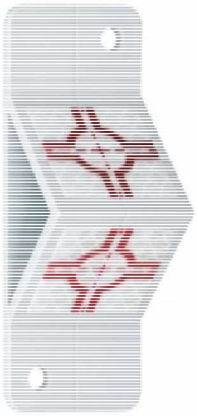

Foto 3: Haakse wandreflector

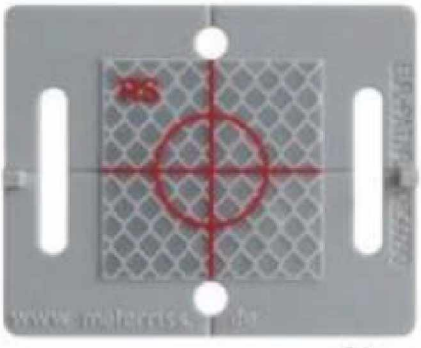

Foto 4: Vlakke wandreflector

Voor het tachymetrisch inmeten van de messing meetbouten in de kademuren is een meetstaafje gebruikt van 10 cm in combinatie met een Leica GMP111-0 miniprisma met prismaconstante 17,5 mm (foto 5). Waar het niet mogelijk was om een punt laag te meten is gebruik gemaakt van een meetstaaf van 130 cm in combinatie met een Leica GPR121 rondprisma (prismaconstante 0 mm). De kunststof meetreflectoren in de verticale delen van de kademuur hebben een prismaconstante van 34,4 mm. Voor de overige richtpunten zijn statieven met stelschroevenblokken gebruikt in combinatie met een Leica GPR121 rondprisma (foto 6).



Foto 5 : Leica GMP111-0 miniprisma



Foto 6: Leica GPR121 rondprisma

De punten bovenin de kademuren zijn gewaterpast met een waterpasinstrument van het merk Leica, type DNA03, i.c.m. een aluminium baak.

De messing meetbouten zijn voorzien van een centergaatje. Voor de XY-metingen is het centergaatje plaatsbepalend. Voor de punten in het verticale deel is hart sticker plaatsbepalend voor zowel XY als Z.

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

2.3. 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 gemeten.



Foto 7: Thermometer TQC TE1000

3 Verslag metingen

3.1. Meetopzet

3.1.1. Beschrijving meetpunten

Bovenin de kademuur zijn 11 messing meetbouten geplaatst. Van de punten bovenin de deksteen bevindt zich op de kop van het boutje een centergaatje. Dit gaatje wordt gebruikt als zijnde het deformatiepunt. In het verticale delen (hoger dan 1.50 m) zijn 11 meetreflectoren geplaatst.

3.1.2. Horizontale deformatie

De XY-meting is uitgevoerd als een relatieve deformatiemeting. De X-as staat loodrecht op de Y-as. De positieve X-as volgt de kademuur en is bepaald door de punten 1001 en 1011. De oorsprong van het plaatselijke assenstelsel bevindt zich bij deformatiepunt 1001, zodanig dat de positieve Y-as haaks op de kademuur in de richting van de openbare ruimte gericht is.

Alle deformatiemeetpunten zijn vanuit 2 vrije standplaatsen in 2 kijkerstanden gemeten.

3.1.3. Verticale deformatie

De Z-meting van de deformatieboutjes is middels een doorgaande waterpassing in heen- en teruggang uitgevoerd. Hierbij is deformatiemeetpunt 1001 aangehouden als basispunt.

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

3.2. Opmerkingen

Geen opmerkingen

3.3. Wijzigingen in het meetnet

Vanwege obstructie was het niet mogelijk om meetpunt 1001-2, 1009-1 en 1011-2 te meten tijdens deze herhalingsmeting.

3.4. Weersomstandigheden

De XY-meting en de waterpassing zijn uitgevoerd op 9 december 2019 onder de onderstaande weersomstandigheden.

Datum	Windrichting*	Windkracht*	Bewolking*	Temp. Constr.	Temp. Lucht	Luchtdruk*
20191209	WNW	4 Bft	Zwaar bewolkt	6,9 °C	9 °C	1003.6 hPA

* meteogegevens van het KNMI weerstation Schiphol (http://projects.knmi.nl/klimatologie/daggegevens/)

Meteogegevens van het KNMI-weerstation Schiphol, incl. 4 dagen voorafgaand aan de XY-meting:

Datum	Temperatuur
05-12-2019	2,2 °C
06-12-2019	7,3 °C
07-12-2019	9,5 °C
08-12-2019	9,3 °C
09-12-2019	6,5 °C
Gemiddeld	6,9 °C

4 Verslag berekeningen

4.1. Uitgangspunten

4.1.1. XY-meting

Voor de berekening van het meetnet zijn de onderstaande punten aangehouden als uitgangspunt:

Puntnr	X-coördinaat lokaal stelsel	Y-coördinaat lokaal stelsel
1001	2000,0000	5000,0000
1002	2010,3331	5000,0840
1003	2018,8863	5000,0940
1004	2027,7151	5000,0586
1005	2040,8007	5000,0554
1006	2046,8001	5000,0589
1007	2056,7398	5000,0470
1008	2065,7287	5000,1504
1009	2074,5313	5000,1449
1010	2082,2540	5000,1410
1011	2094,0752	5000,0000

4.1.2. Z-meting

Uitgangspunten Nulmeting:

N.A.P.-peilmerk 26080007 ronde bout met opschrift NAP (0)

De muurcoördinaten : X = - 0011 Y = + 0032

Hoogte : + 1,552 m N.A.P.

Meetdatum : 2018

N.A.P.-peilmerk 26080006 Singel 76 (x = zijkant van de linker pilaster van de ingang y = boven het rechte gedeelte van de plint)

De muurcoördinaten : X = - 0071 Y = + 0052

Hoogte : + 2,186 m N.A.P.

Meetdatum : 2018

Uitgangspunt kringwaterpassing 2e herhalingsmeting:

Deformatiemeetpunt	1001
Hoogte	+ 2.0026 N.A.P.
Meetdatum	2019-06-14

4.2. Verwerking meting

4.2.1. Opmerkingen
Geen opmerkingen

4.2.1.1. XY-meting
In de eerste fase berekening zijn 0 van de 385 waarnemingen gedeselecteerd (<10 %).

Er blijven nog genoeg waarnemingen over om zowel de gevraagde precisie als betrouwbaarheid te halen en te waarborgen.

4.2.1.2. Z-meting
Bij de berekening van de gesloten kringwaterpassing, met als aansluitpunt 1001, zijn geen waarnemingen gedeselecteerd.

4.2.2. Nauwkeurigheid coördinaatberekening

4.2.2.1. XY-meting
Stap 1 (1e fase vereffening)

In het berekeningsresultaat van de vrije netwerkvereffening zijn de standaardafwijkingen van de deformatiemeetpunten in de XY-meting 1,1 mm.

Stap 2 (2e fase vereffening, gewogen aansluiting)

Bij de 2e fase vereffening is aangesloten op alle punten bovenin de kademuur. Vervolgens is een gewogen vereffening uitgevoerd waarbij de standaardafwijking gesteld is op 2,1 mm en de schaalfactor vast gezet op 1.

4.2.2.2. Z-meting
In de relatieve Z-meting, aansluitpunt is punt 1001, zijn de standaardafwijkingen van de berekende deformatiemeetpunten kleiner dan 1.3 mm.

Daarmee voldoet de kwaliteit van de meting aan de eisen, gesteld in de Productspecificaties Deformatiemeting Kunstwerken versie: 30 mei 2017.

4.2.3. Overzicht gebruikte parameters toetsing en vereffening

4.2.3.1. XY-meting

Kansmodel stations vereffening	X en Y, stap 1	σ = 0.1 mm
	X en Y, stap 2	σ = 2.1 mm
	Centreerafwijking	1 mm
	Instrumenthoogte	0,5 mm
Kansmodel waarnemingen – Richting	Absoluut	6 dmgon
	Relatief	0,3 dmgon/km
Kansmodel waarnemingen – Afstand	Absoluut	2 mm
	Relatief	2 ppm
Toetsing en vereffening	Fase	Aansluiting gewogen
	Schaal vast op	1
	Onbetrouwbaarheidsdrempel	Alfa = 5%
	Onderscheidingsvermogen	Beta = 80%

4.2.3.2. Z-meting

Kansmodel stations vereffening	Hoogte	σ = 0,1 mm
Kansmodel waarnemingen	Enkel hoogteverschil (absoluut, NAP-aansluiting) Enkel hoogteverschil (absoluut, kring-waterpassing) Enkel hoogteverschil (relatief)	σ = 0.0 mm/√km σ = 0.1 mm/√km σ = 1.41 mm/√km
Toetsing en vereffening	Fase	Aansluiting pseudo
	Onbetrouwbaarheidsdrempel	Alfa = 0,1%
	Onderscheidingsvermogen	Beta = 80%

4.2.3.3. Kwaliteitscontrole

Resultaat van de XY-coördinaatberekening	Standaardafwijking X- en Y-coördinaat	≤ 2,5 mm (1e fase)
Resultaat van de Z-coördinaatberekening	Standaardafwijking Z-coördinaat	< 1,3 mm

4.2.4. Resultaten van de 2e herhalingsmeting

4.2.4.1. Resultaten XYZ-meting

In de onderstaande lijst zijn de resultaten van de relatieve XYZ-meting weergegeven.

Alle deformatiemeetpunten bovenin de kademuur zijn daarbij gebruikt als aansluitpunten voor de XY-meting.

Het deformatiepunt 1001 is daarbij gebruikt als aansluitpunt voor de Z-meting.

Meetpunt	Richting	Nulmeting HH0 [m]	Datum	16-09-2019 HH1 [m]	HH1-HH0 [mm]	HH1 HH1-HH0 [mm]	09-12-2019 HH2 [m]	HH2-HH0 [mm]	HH2 HH2-HH1 [mm]
1001	**X**	**2000,0000**	24-06-2019	2000,0003	0,3	0,3	**2000,0030**	3,0	2,7
	Y	**5000,0000**		5000,0006	0,6	0,6	**5000,0014**	1,4	0,8
	Z	2,0026		2,0026	0,0	0,0	2,0026	0,0	0,0
1001-1	X	1996,7413	24-06-2019	1996,7419	0,6	0,6	1996,7449	3,6	3,0
	Y	5000,0432		5000,0456	2,4	2,4	5000,0464	3,2	0,8
	Z	1,9385		1,9391	0,6	0,6	1,9384	-0,1	-0,7
1001-2	X	1996,7225	24-06-2019						
	Y	5000,0438							
	Z	0,4137							
1002	**X**	**2010,3331**	24-06-2019	2010,3324	-0,7	-0,7	**2010,3342**	1,1	1,8
	Y	**5000,0842**		5000,0843	0,1	0,1	**5000,0839**	-0,3	-0,4
	Z	1,1054		1,1047	-0,7	-0,7	1,1059	0,5	1,2
1002-1	X	1999,9765	24-06-2019	1999,9772	0,7	0,7	1999,9795	3,0	2,3
	Y	5000,0845		5000,0854	0,9	0,9	5000,0863	1,8	0,9
	Z	1,6382		1,6384	0,2	0,2	1,6386	0,4	0,2
1002-2	X	1999,9505	24-06-2019				1999,9528	2,3	2,3
	Y	5000,0845					5000,0853	0,8	0,8
	Z	0,3858					0,3869	1,1	1,1
1003	**X**	**2018,8867**	24-06-2019	2018,8859	-0,8	-0,8	**2018,8871**	0,4	1,2
	Y	**5000,0949**		5000,0937	-1,2	-1,2	**5000,0932**	-1,7	-0,5
	Z	0,6891		0,6886	-0,5	-0,5	0,6897	0,6	1,1
1003-1	X	2010,3064	24-06-2019	2010,3061	-0,3	-0,3	2010,3083	1,9	2,2
	Y	5000,1772		5000,1770	-0,2	-0,2	5000,1769	-0,3	-0,1
	Z	0,8354		0,8355	0,1	0,1	0,8369	1,5	1,4
1003-2	X	2010,2878	24-06-2019	2010,2878	0,0	0,0	2010,2906	2,8	2,8
	Y	5000,1744		5000,1746	0,2	0,2	5000,1746	0,2	0,0
	Z	-0,1160		-0,1151	0,9	0,9	-0,1141	1,9	1,0
1004	**X**	**2027,7151**	24-06-2019	2027,7147	-0,4	-0,4	**2027,7157**	0,6	1,0
	Y	**5000,0587**		5000,0582	-0,5	-0,5	**5000,0583**	-0,4	0,1
	Z	0,6166		0,6157	-0,9	-0,9	0,6169	0,3	1,2

Meetpunt	Richting	Nulmeting HH0 [m]	Datum	16-09-2019 HH1 [m]	HH1-HH0 [mm]	HH1 HH1-HH0 [mm]	09-12-2019 HH2 [m]	HH2-HH0 [mm]	HH2 HH2-HH1 [mm]
1005	**X**	**2040,8005**	24-06-2019	2040,8014	0,9	0,9	**2040,8020**	1,5	0,6
	Y	**5000,0555**		5000,0550	-0,5	-0,5	**5000,0552**	-0,3	0,2
	Z	0,6421		0,6416	-0,5	-0,5	0,6429	0,8	1,3
1006	**X**	**2046,7998**	24-06-2019	2046,8011	1,3	1,3	**2046,8008**	1,0	-0,3
	Y	**5000,0594**		5000,0583	-1,1	-1,1	**5000,0586**	-0,8	0,3
	Z	0,6386		0,6375	-1,1	-1,1	0,6391	0,5	1,6
1007	**X**	**2056,7399**	24-06-2019	2056,7400	0,1	0,1	**2056,7398**	-0,1	-0,2
	Y	**5000,0473**		5000,0471	-0,2	-0,2	**5000,0470**	-0,3	-0,1
	Z	0,6298		0,6284	-1,4	-1,4	0,6300	0,2	1,6
1008	**X**	**2065,7285**	24-06-2019	2065,7285	0,0	0,0	**2065,7279**	-0,6	-0,6
	Y	**5000,1510**		5000,1507	-0,3	-0,3	**5000,1498**	-1,2	-0,9
	Z	0,7683		0,7669	-1,4	-1,4	0,7688	0,5	1,9
1008-1	X	2065,7174	24-06-2019	2065,7185	1,1	1,1	2065,7185	1,1	0,0
	Y	5000,2425		5000,2421	-0,4	-0,4	5000,2408	-1,7	-1,3
	Z	0,4544		0,4553	0,9	0,9	0,4567	2,3	1,4
1009	**X**	**2074,5312**	24-06-2019	2074,5311	-0,1	-0,1	**2074,5303**	-0,9	-0,8
	Y	**5000,1452**		5000,1451	-0,1	-0,1	**5000,1452**	0,0	0,1
	Z	1,0060		1,0049	-1,1	-1,1	1,0065	0,5	1,6
1009-1	X	2074,5413	24-06-2019	2074,5411	-0,2	-0,2			
	Y	5000,2890		5000,2883	-0,7	-0,7			
	Z	0,7704		0,7713	0,9	0,9			
1010	**X**	**2082,2539**	24-06-2019	2082,2540	0,1	0,1	**2082,2520**	-1,9	-2,0
	Y	**5000,1411**		5000,1407	-0,4	-0,4	**5000,1401**	-1,0	-0,6
	Z	1,3273		1,3263	-1,0	-1,0	1,3274	0,1	1,1
1010-1	X	2082,2188	24-06-2019	2082,2197	0,9	0,9	2082,2176	-1,2	-2,1
	Y	5000,2689		5000,2654	-3,5	-3,5	5000,2671	-1,8	1,7
	Z	1,0287		1,0289	0,2	0,2	1,0301	1,4	1,2
1011	**X**	**2094,0752**	24-06-2019	2094,0749	-0,3	-0,3	**2094,0715**	-3,7	-3,4
	Y	**5000,0000**		5000,0004	0,4	0,4	**5000,0014**	1,4	1,0
	Z	2,1378		2,1375	-0,3	-0,3	2,1388	1,0	1,3
1011-1	X	2094,1793	24-06-2019	2094,1784	-0,9	-0,9	2094,1760	-3,3	-2,4
	Y	5000,1056		5000,1045	-1,1	-1,1	5000,1060	0,4	1,5
	Z	1,7079		1,7091	1,2	1,2	1,7101	2,2	1,0
1011-2	X	2094,2420	24-06-2019						
	Y	5000,1302							
	Z	0,0049							

5 Analyse

5.1. Opmerkingen

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

Voor wat betreft de werkelijke verplaatsing t.o.v. de omgeving (in absolute zin) kunnen geen conclusies getrokken worden.

De deformatiedrempel voor horizontale deformaties is gesteld op 5 mm.

De deformatiedrempel voor verticale deformaties is gesteld op 2,5 mm.

Dit houdt in dat wordt aangenomen met een zekerheid van 80%, dat sprake is van deformatie indien verplaatsingen van de deformatiepunten van meer dan 5 mm respectievelijk 2,5 mm zijn.

5.2. Bijzonderheden tijdens de meting

Geen bijzonderheden.

5.3. Eindconclusie

X-Y-verschillen (deformatiedrempel)	Er zijn geen deformatiemeetpunten die de deformatiedrempel van 5 mm hebben overschreden.
X-Y-verschillen (signaal- en grenswaarde t.o.v. vorige meting)	Er zijn geen deformatiemeetpunten die de signaal- en grenswaarde van respectievelijk 5 en 10 mm t.o.v. de vorige meting hebben overschreden.
X-Y-verschillen (signaal- en grenswaarde t.o.v. nulmeting)	Er zijn geen deformatiemeetpunten die de signaal- en grenswaarde van respectievelijk 20 en 25 mm t.o.v. de nulmeting hebben overschreden.
Z-verschillen (Deformatiedrempel)	Er zijn geen deformatiemeetpunten die de deformatiedrempel van 2,5 mm hebben overschreden.
Z-verschillen (signaal- en grenswaarde t.o.v. vorige meting)	Er zijn geen deformatiemeetpunten die de signaal- en grenswaarde van respectievelijk 5 en 10 mm t.o.v. de vorige meting hebben overschreden.
Z-verschillen (signaal- en grenswaarde t.o.v. nulmeting)	Er zijn geen deformatiemeetpunten die de signaal- en grenswaarde van respectievelijk 20 en 25 mm t.o.v. de nulmeting hebben overschreden.