[redacted]

Analyse deformatiemetingen
Berlagebrug BRU0423 Amsterdam



In opdracht van:
Gemeente Amsterdam
Postbus 202
1000AE Amsterdam

Opgesteld door:

[redacted]

Datum: 27 oktober 2017



COLOFON

Analyse deformatiemetingen Berlagebrug

In opdracht van:
Gemeente Amsterdam
Postbus 202
1000AE Amsterdam

Opgesteld door:



projectnummer : 170198
Uitgave nr. : 1
Fase : Oplevering
Status : Definitief
Datum : 27 Oktober 2017

Vrijgave	**Prisma GeoCensus**
	Gecontroleerd en goedgekeurd:
Datum	27-10-2017

Voor vragen en/of opmerkingen aangaande dit rapport kunt u contact opnemen met



INHOUDSOPGAVE pag.

1. Algemene gegevens 4

1.1. Document versiebeheer 4

1.2. Distributielijst 4

2. Inleiding 5

3. Analyse 5

3.1. Verticaal: Bewegingen in de Z (tov NAP). 5

3.1.1. Conclusie Verticaal : 8

3.2. Horizontaal: Bewegingen in het (X,Y) vlak 8

3.2.1. Conclusie Horizontaal : 10

4. Eindconclusie 10



1. Algemene gegevens

1.1. Document versiebeheer

Versie	Datum	Gewijzigd hoofdstuk	Beschrijving wijzigingen
1.0	27-10-2017	-	Opstellen rapportage

1.2. Distributielijst

Bedrijf	Naam	Functie	Vorm	concept	definitief
Gemeente Amsterdam	[redacted]	Technisch Manager	digitaal		1
	-	-	-		-
	-	-	-		-
[redacted]	[redacted]	Projectleider	digitaal		1
					-



2. Inleiding

Door de Gemeente Amsterdam is voor de Berlagebrug aan [redacted] gevraagd om een analyse te maken op de aanwezige gegevens van deformatiemetingen van BRU0423.
Deformatiemetingen zijn een instrument om bewegingen over de jaren heen vast te leggen, hieruit eventuele trends te halen en indien nodig eventuele schade of gevaarlijke situaties voorkomen. Het doel van de analyse van BRU0423 is om de deformatie van de brug en pijlers te kunnen vaststellen over een zo lang mogelijke periode

De analyse is gemaakt op de volgende aanwezige gegevens:
- Metingen 1987 t/m 2011 in opdracht van DIVV-beheer, Gemeente Amsterdam
- Metingen na 2012 (jaarlijks) in opdracht van V&OR-beheer,
- Verticale Satelliet metingen van [redacted] (2017), met een historie van 9 jaar,

3. Analyse

Bij de analyse van de deformatiemetingen is de analyse gesplitst in 2 delen, te weten horizontaal en verticaal. De Analyse is in eerste instantie gemaakt over de gegevens van :
Metingen 1987 t/m 2011 in opdracht van DIVV-beheer, Gemeente Amsterdam &
Metingen na 2012 (jaarlijks) in opdracht van V&OR-beheer

Deze gegevens staan allemaal in het zogenaamde "Moederbestand" (Excel).
In dit bestand staan de gegevens verdeeld over 3 tabbladen.
423 1987– 2013 - lokaal stelsel (x,y,z) : 300,300, NAP (2007)
423b 2005 – 2013 - lokaal stelsel (x,y,z) : 2000,5000, NAP (2007/2009)
423C 2013 – 2017 - lokaal stelsel (x,y,z) : 2000,5000, NAP (2009)
Het verschil in deze 3 tabbladen zit in het lokale X,Y-stelsel, dat verandert van een basis X=300, Y=300 naar een basis van X=2000, Y=5000 stelsel. Daarnaast is een verschil in de referentie hoogte aangetroffen (2007 - 2009)

De deformatiedrempel is in deze analyse op 10mm gezet. Dit is de deformatiedempel die ook in het moederbestand wordt gebruikt. Deze deformatiedrempel komt overeen met 4 maal de standaardafwijking (vuistregel normaal verdeling / gaussverdeling).

3.1. Verticaal: Bewegingen in de Z (tov NAP).

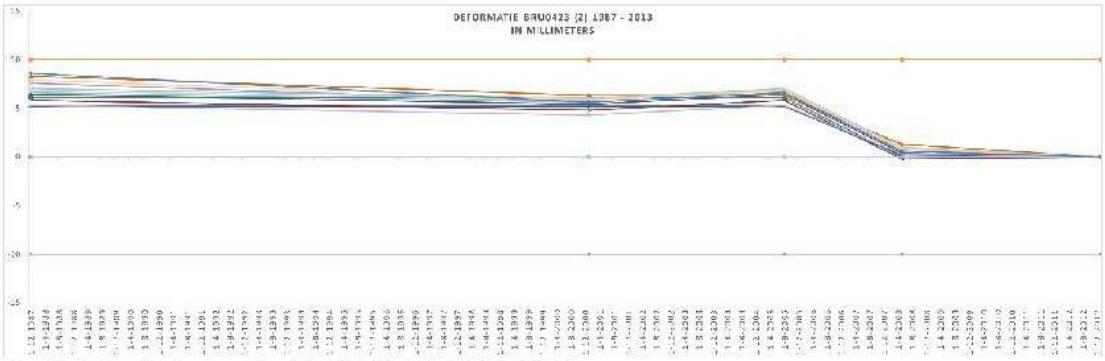
Om een goede analyse te kunnen maken is het nodig om alle coördinaten te kunnen vergelijken met elkaar. Hiervoor is naar de data gekeken en is gebleken dat 2 correcties op de data moet worden toegepast voordat alle data in het verticale vlak met elkaar kan worden vergeleken.

Correctie 1:
De waarden uit tabblad 423 zijn identiek aan 423B, in tabblad 423 staat wel data van metingen uit het jaar 1987 die niet in 423b staat. In Tabblad 423B staat een opmerking over de hoogte. Tussen 2005 en 2008 laat de deformatiemeting een groot verschil zien die een grootte heeft van ca 17 mm. De oorzaak van dit verschil is niet duidelijk en lastig exact te

achterhalen. Uit onderzoek blijkt dat de bouten die in 2005 zijn gebruikt voor de deformatiemeting een nieuwe hoogte hebben gekregen in het hoogteboek van Amsterdam voor de waarden in 2008 – het verschil is 10 mm. We kunnen aannemen dat dit verschil een reden is van de grote waarden in de tabel. In het vervolg van de analyse is de correctie van 10mm toegepast op de data van voor 2008, zodat alle waarden met elkaar vergeleken kunnen worden. het effect van deze correctie op de grote waarden van 17mm is dat deze nu 7mm zijn geworden. De oorzaak van deze zakking is niet te achterhalen.

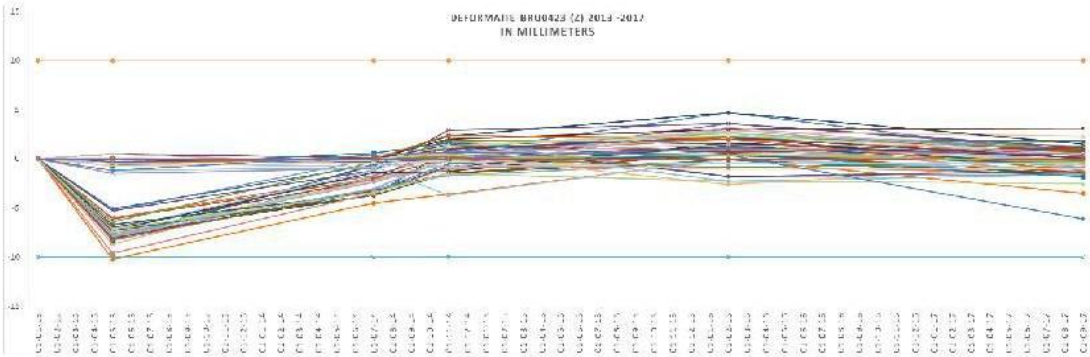
Correctie 2:
In tabblad 423C wordt de eerste herhalingsmeting van 01-05-2013 absoluut vergeleken met de meting 14-1-2013. Vervolgens worden alle herhalingsmetingen die erna komen vergeleken met de eerste herhalingsmeting. Om alle gegevens met elkaar te kunnen vergelijken is dit gecorrigeerd in de analyse, zodat alle waarden uit alle tabbladen worden vergeleken tov de meting van 14-01-2013.

Resultaat : Grafieken :
De vergelijking van de waarden zijn weergegeven in de volgende grafieken



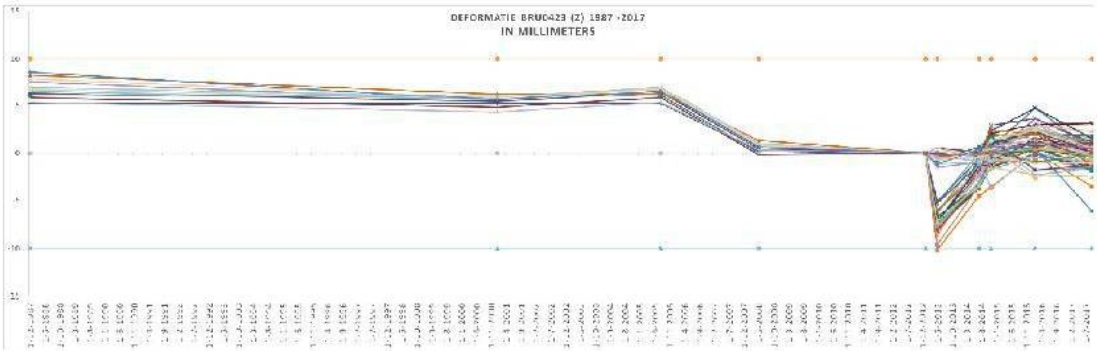
Grafiek 1 : Deformatie BRU0423 (Z) 1987-2013

Grafiek 1 laat de deformatie in het verticale vlak in millimeters van 1987-2013 zien. De dip tussen 2005 en 2008 wordt veroorzaakt door een verschil in hoogte van referentiepunten. Alle waarden vallen binnen de deformatiedrempel van 10mm (oranje en blauwe lijn).



Grafiek 2 : Deformatie BRU0423 (Z) 2013-2017

Grafiek 2 laat de deformatie in het verticale vlak in millimeters van 2013-2017 zien. Bij de eerste herhalingsmeting van 01-05-2013 laat de grafiek opvallende waarden zien. Van deze waarden is de oorzaak niet vast te stellen. De grafiek hersteld zich direct in de 2e herhalingsmeting van 16-07-2014. De opvallende waarden van de eerste herhalingsmeting vallen binnen de deformatiedrempel. Aangenomen kan worden dat deze dip een systematische fout binnen deze herhalingsmeting betreft, die daardoor buiten beschouwing moet worden gelaten in de analyse. Alle waarden vallen binnen de deformatiedrempel.



Grafiek 3 : Deformatie BRU0423 (Z) 1987-2017

Grafiek 3 laat de deformatie in het verticale vlak in millimeters van alle data zien (1987-2017) (combinatie van grafiek 1 met 2). Wat opvalt in deze grafiek is de dip in 2013 – dit is dezelfde dip zoals besproken bij grafiek 2.Alle gegevens van de Berlagebrug over het gehele tijdpad vallen binnen de deformatiedrempel.



Figuur 4 : [R3] Verticale Satelliet metingen van [redacted] (2017), met een historie van 9 jaar,

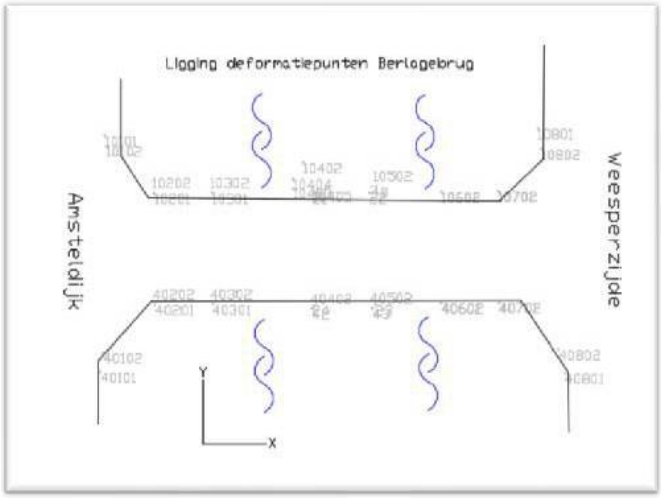
Figuur 4 laat het resultaat van de verticale Satelliet metingen zien van 2017 met een historie van 9 jaar. In dit resultaat is een duidelijk beeld te zien dat bijna alle waarden groen zijn. En tevens op een enkele waarde na rood of blauw is. Het resultaat van de Satelietmeting is dat er geen verticale deformatie is geweest van de Berlage brug.

3.1.1. Conclusie Verticaal :

Het resultaat van de diverse verticale metingen geven allemaal aan dat geen sprake is van verticale deformatie buiten de deformatiedrempel van 10mm, bij de Berlagebrug.

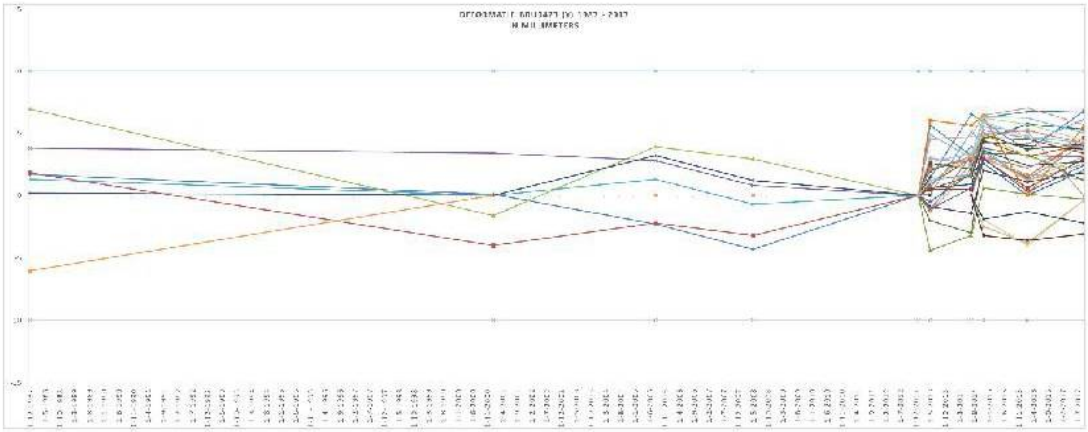
3.2. Horizontaal: Bewegingen in het (X,Y) vlak

Om een goede analyse te kunnen maken is het nodig om alle coördinaten te kunnen vergelijken met elkaar. Hiervoor is de xy data zo getransformeerd zodat alle metingen worden vergeleken met de meting van 14-1-2013 (de nulmeting van tabblad 423C en de laatste meting van 423&423b)



Figuur 5 : Deformatie in de Y as 1987-2017

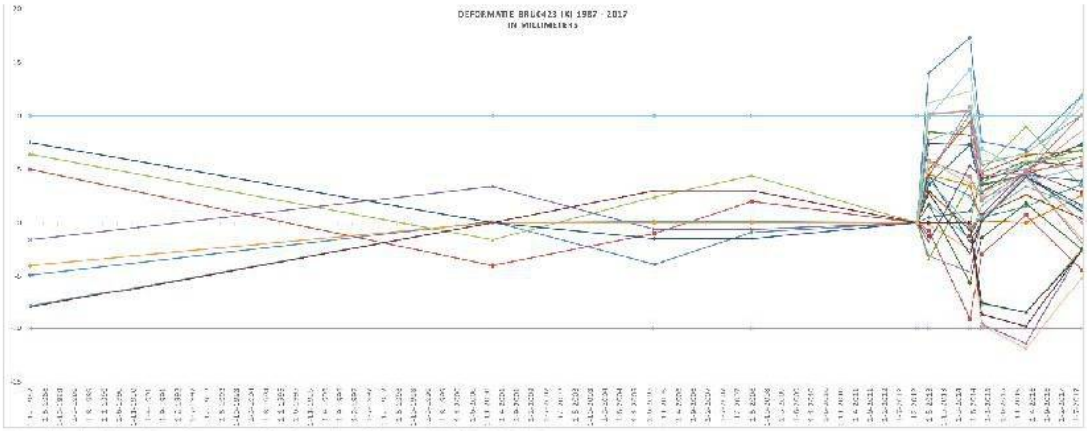
Figuur 5 laat de ligging van de deformatiepunten zien in het X-Y vlak.



Grafiek 6 : Deformatie in de Y as 1987-2017

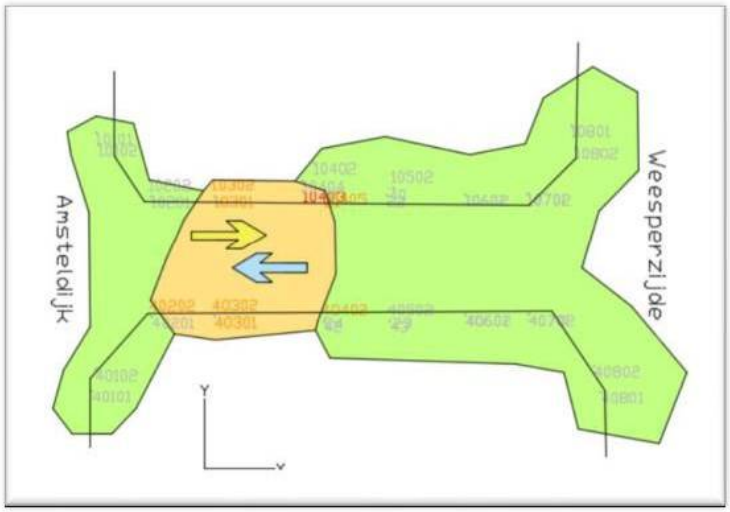
Grafiek 6 laat de deformatie in het Y vlak in millimeters zien. Voor 2013 werden voor de Berlagebrug slechts 8 punten gemeten voor de deformatiemeting. Na 2013 zijn veel punten

bijgemaakt. Alle waarden van de deformatiemetingen vallen binnen de deformatiedrempel van 10mm.



Grafiek 7 : Deformatie in de X as 1987-2017

Grafiek 7 laat de deformatie in het X vlak in millimeters zien. Voor 2013 werden voor de Berlagebrug slechts 8 punten gemeten voor de deformatiemeting. Na 2013 zijn veel punten bijgemaakt. Bijna alle waarden van de deformatiemetingen vallen binnen de deformatiedrempel van 10mm. Op een aantal deformatiepunten na. Deze 9 punten zijn verder geanalyseerd. Het gaat hier om de nummers 21, 10301,10302, 40202, 40301, 40302, 40402, 10403, 10405. Deze punten liggen geclusterd bij elkaar, zoals gepresenteerd in figuur 8.



Figuur 8

Figuur 8 laat zien welk gebied van de Berlagebrug onderhevig is aan deformaties in het X vlak. Bij de analyse is een sterk verband tussen de deformaties en de weersomstandigheden gevonden. Bij hoge temperaturen (ca 20 graden) zit de beweging richting het oosten (gele pijl in figuur 7). Bij lage temperaturen (ca 5 graden) zit de beweging naar het westen (blauwe pijl in figuur 7). De grootte van de beweging is 10 tot 17 millimeter. Deze waarden liggen buiten de deformatiedrempel.



3.2.1. Conclusie Horizontaal :

Door weersomstandigheden zit een beweging buiten de deformatiedrempel van maximaal 17 millimeter in de oost- west richting van de Berlage brug in het X vlak. Deze deformatie is op een vast gedeelte van de brug aanwezig.

4. Eindconclusie

In de analyse deformatiemetingen van de Berlage brug is als conclusie vast te stellen dat geen deformatie is opgetreden buiten de deformatiedrempel in het verticale vlak. De brug is niet onderhevig geweest aan zakkingen of stijgingen. In het horizontale vlak is een kleine deformatie opgetreden buiten de deformatiedrempel in de brug die een verband heeft met de weersomstandigheden. Deze deformatie vind plaats op een vast - gedeelte van de brug.