



GPS-meting Zuidwal 2022

Rapportage van de GPS-meting Zuidwal 2022

projectnummer 0477694.100
definitief
12 september 2022

GPS-meting Zuidwal 2022

Rapportage van de GPS-meting Zuidwal 2022

projectnummer 0477694.100

definitief
12 september 2022

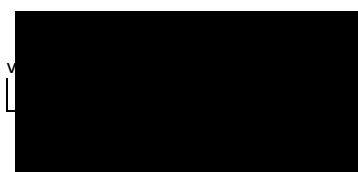
Opdrachtgever

Vermilion Energy B.V.
Postbus 71
8860 AB HARLINGEN

Gecontroleerd:



datum	beschrijving
12 september 2022	definitief



Inhoudsopgave

Blz.

1	Inleiding	1
2	Historie	3
2.1	Hydrostatische waterpassing	3
2.2	GPS-meettechniek	3
3	Metingen	5
3.1	GPS-waarnemingen	5
3.2	Waterpassing voor opbouw GPS-antenne	6
3.3	Waterpassing na demontage GPS-antenne	8
3.4	Weersomstandigheden	8
4	Verwerking	9
4.1	GPS-meting	9
4.2	Waterpassing	10
4.3	Combinatie GPS- en Waterpasmetingen	10
4.4	Scheefstand	11
5	Aansluiting en herberekening hydrostatische metingen	12
6	Combinatie Hydrostatische waterpassingen en GPS-metingen	14
6.1	Differentiestaat	14
7	Analyse en conclusie	16
8	Referenties	17

Bijlagen

Bijlage 1 Antennekalibratie AR25 GPS-antenne
 Bijlage 2 Resultaten GPS-metingen Zuidwal
 Bijlage 3 Move3 resultaten aansluitingsmetingen
 Bijlage 4 Overzicht meetpunten boven-/onderdek
 Bijlage 5 Foto's peilmerken en meetpunten
 Bijlage 6 Historische gegevens 005C0022 en 005C0023
 Bijlage 7 Vizerlijncontrole

1 Inleiding

Vermilion Energy B.V. (hierna te noemen Vermilion) heeft in de Waddenzee op circa 17 km ten westen van Harlingen, naast de vaargeul 'Inschot' gas gewonnen. Deze gaswinning vond plaats in de concessie Zuidwal op het gasproductieplatform PE-ZW-PA (hier na te noemen Zuidwal).



Figuur 1 Gasproductieplatform Zuidwal (PE-ZW-PA)

In het kader van de concessievoorwaarden, overeenkomstig het meetplan Zuidwal worden de peilmerken 005C0022 en 005C0023, gevestigd op het onderdek, periodiek gemeten. Doel van deze meting is het monitoren of er een bodemdaling optreedt rondom het platform.



Figuur 2 Overzichtsfoto hoogtemerken 005C0022 en 005C0023 (onderzijde dek gasproductieplatform)

De metingen vinden plaats sinds 1988 en werden tot en met 2005 uitgevoerd met hydrostatische waterpassingen. Vanaf 2005 is deze meettechniek gewijzigd en worden GNSS (hierna GPS metingen genoemd)¹ en waterpasmetingen uitgevoerd.

Om de hoogtemerken 005C0022 en 005C0023 in hoogte te bepalen worden periodiek de onderstaande meetwerkzaamheden uitgevoerd:

- Hoogtebepaling van het platform door middel van GPS-metingen
- Het uitvoeren van secundaire waterpassingen bij op- en afbouw tussen de GPS-antenne en de hoogtemerken 005C0022 en 005C0023
- Het uitvoeren van een scheefstandmeting voor het bovendek van het platform
- Het vereffenen van de waterpasmetingen
- Postprocessing van de ruwe GPS-data
- Het combineren van de resultaten van de GPS- en de waterpasmetingen
- Het rapporteren van de bovengenoemde werkzaamheden

De werkzaamheden, uitgevoerd tussen 12 en 27 juli 2022, vormen de 5^e GPS-herhalingsmeting en zijn een vervolg op de in 2019 uitgevoerde GPS-meting [1]. Voor de postprocessing van de ruwe GPS-data heeft Antea Group samengewerkt met 06-GPS vanwege haar GPS-postprocessing expertise.

Met deze werkzaamheden wordt uitvoering gegeven, overeenkomstig het goedgekeurde 'Meetplan Zuidwal', aan het gestelde in artikel 31, mijnbouwbesluit 2002². Hierbij is de procedure gevolgd die met ingang van 18 augustus 2005 is vastgesteld door Staatstoezicht op de Mijnen (hierna te noemen SodM) en de Rijkswaterstaat afdeling Centrale Informatievoorziening (hierna te noemen RWS-CIV).

¹ GNSS = Global Navigation Satellite Systems; GPS= Global Positioning System

² Artikel 31, mijnbouwbesluit 2002: Geeft de wet- en regelgeving weer met betrekking tot de uitvoering en rapportage van metingen als gevolg van bodembewegingen veroorzaakt door mijnbouwwerkzaamheden.

2 Historie

2.1 Hydrostatische waterpassing

In de jaren 1988, 1991, 1994 en 1999 zijn, de op het platform aanwezige, peilmerken 005C0022 en 005C0023 met hydrostatische waterpassingen in hoogte bepaald (NAP³). De hoogtemetingen zijn destijds uitgevoerd door de toenmalige Meetkundige Dienst van Rijkswaterstaat ⁴ met het meetschip 'Niveau'. Rijkswaterstaat heeft het meetschip 'Niveau' uit de vaart gehaald met als gevolg dat de methode van hydrostatisch waterpassen niet meer door RWS-CIV wordt uitgevoerd.

In december 2005 zijn door Antea Group de peilmerken 005C0022 en 005C0023 eveneens met een hydrostatische waterpassing in hoogte (NAP) bepaald [2]. Daarbij is gebruik gemaakt van een bestaande stalen 3" buisleiding (glycolleiding) welke vanaf het gasbehandelingscentrum in Harlingen naar het productieplatform loopt. In Harlingen is de meting destijds aangesloten op het ondergronds merk 000A4020 waarbij technische ondersteuning is verleend door RWS-CIV.

In 2013 heeft een herberekening plaatsgevonden van de hydrostatische metingen 1988 tot en met 1999 (zie hoofdstuk 5).

2.2 GPS-meettechniek

Aangezien de in 2005 toegepaste meetmethode van hydrostatisch waterpassen een omvangrijke operatie bleek, is er in 2006 een andere inwinmethode onderzocht. De mogelijkheid om voor de monitoring gebruik te maken van een GPS-meting volgens de 'Static meetmethode' werd onderzocht en haalbaar geacht.

Bij een GPS-meting wordt een GPS-antenne geplaatst op een meetpaal welke gesitueerd is op het dek van het platform. De locatie van de GPS-antenne wordt berekend in een netwerk van minimaal 3 in RD- (XY) en NAP (Z)-coördinaten bekende vaste GPS-referentiestations. De keuze voor deze oplossing houdt in dat de hoogte van het te kiezen meetpunt op het platform niet rechtstreeks kan worden bepaald maar achteraf met een postprocessing bepaald moet worden.

In april 2006 is door Antea Group een eerste GPS-meting met een Leica AT502 antenne uitgevoerd op meetlocatie Zuidwal. Doel van deze meting was destijds het bepalen van een uitgangspositie (referentie) voor deze meetlocatie.

Het ARP⁵ van de GPS-ontvanger is door een secundaire kringwaterpassing verbonden met de NAP-peilmerken 005C0022 en 005C0023, zodat de hoogte van deze peilmerken kon worden bepaald.

³ NAP: Normaal Amsterdams Peil

⁴ Meetkundige dienst van Rijkswaterstaat: is nu RWS-CIV

⁵ ARP: Antenne Referentie Punt

Alle herhalingsmetingen zijn uitgevoerd met een Leica AR25 choke-ring antenne vanwege haar zeer goede Multipath reductie volgens onderstaand tijdspad:

- | | |
|---------------------------------------|---------------|
| ▪ 1 ^e GPS-herhalingsmeting | Oktober 2011 |
| ▪ 2 ^e GPS-herhalingsmeting | Februari 2013 |
| ▪ 3 ^e GPS-herhalingsmeting | Februari 2017 |
| ▪ 4 ^e GPS-herhalingsmeting | Mei 2019 |
| ▪ 5 ^e GPS-herhalingsmeting | Juli 2022 |



Figuur 4 Meetlocatie Zuidwal met een Leica AR25 choke-ring antenne (meting oktober 2011)

Het ARP van de GPS-ontvanger is eveneens door een secundaire waterpassing verbonden met de NAP-peilmerken 005C0022 en 005C0023, zodat de hoogte voor deze punten kon worden bepaald.

3 Metingen

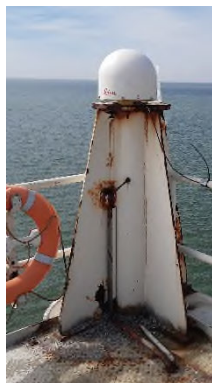
In de periode juli 2022 is de 5^e GPS-herhalingsmeting uitgevoerd, identiek aan de meting uitgevoerd in 2019.

3.1 GPS-waarnemingen

De GPS-antenne is op 12 juli 2022 geïnstalleerd op exact dezelfde locatie (meetlocatie Zuidwal⁶) als de voorgaande GPS-herhalingsmetingen. Hierbij is de GPS-antenne, type Leica AR25, geplaatst op 5/8 schroefdraad welke is aangebracht op een stalen constructie; zuidoostzijde platform.

Aansluitend is de GPS-meting gestart en heeft de GPS-antenne gedurende 16 dagen data gelogd. Een GPS-ontvanger, gesitueerd aan het hekwerk in de nabijheid van de meetlocatie, heeft de data geregistreerd. Daarvoor werd door de GPS-ontvanger, type Leica 1200, continu om de 15 seconden data opgeslagen.

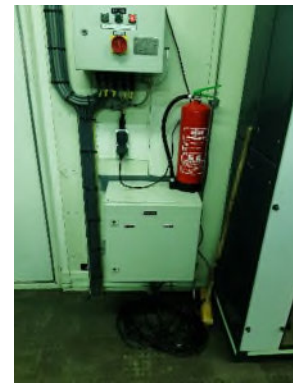
De stroomtoevoer gedurende de GPS-meting heeft plaatsgevonden door middel van een netaansluiting (zie figuur 7) vanuit de binnenzijde van het productieplatform.



Figuur 5 Meetlocatie Zuidwal GPS-met een Leica AR25-choke ring antenne (meting mei 2022)



Figuur 6 GPS-ontvanger Leica 1200



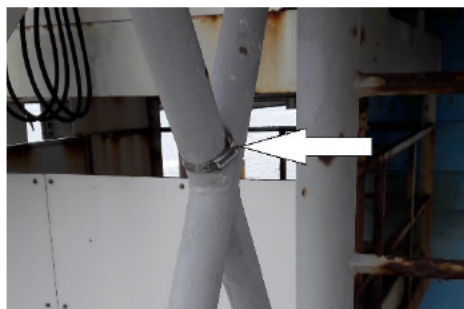
Figuur 7 Netspanning aansluiting binnen in het productieplatform

⁶ Meetlocatie Zuidwal: ARP genaamd in de Move3 berekening

3.2 Waterpassing voor opbouw GPS-antenne

Voorafgaand aan de plaatsing van de GPS-antenne is op 12 juli 2022 een secundaire kringwaterpassing uitgevoerd tussen het ARP van de GPS-antenne en de peilmerken 005C0022 en 005C0023. In deze waterpassing, uitgevoerd met een Leica DNA03 digitaal waterpastoestel, zijn eveneens 4 referentiepunten (10, 11, 12 en 13) opgenomen. Doel van deze referentiepunten is het bepalen van de scheefstand van het platform.

Om het hoogteverschil van het platform te overbruggen tussen het boven- (locatie ARP en de referentiepunten 10, 11, 12 en 13) en het onderdek (locatie peilmerken 005C0022 en 005C0023) is gebruik gemaakt van 3 hulppunten genaamd HP1 (zie figuur 8), HP2 (zie figuur 9) en HP3 (zie figuur 10)⁷.



Figuur 8 HP1 (bovenkant slangklem)



Figuur 9 HP2
(bovenkant schroef)



Figuur 10 HP3
(bovenkant schroef)

Alle metingen zijn gecontroleerd uitgevoerd waarbij elke sectie, tussen 2 meetpunten, gewaterpast is in een heen- en teruggang volgens de waterpasmethodek Achter-Voor. De aflezingen vinden plaats door het instrument en worden digitaal opgeslagen waardoor lees- en schrijffouten worden vermeden.

In bijlage 4 worden overzichtstekeningen weergegeven van de peilmerken en meetpunten welke zijn gemeten inclusief de meetopzet. De gemeten peilmerken en meetpunten worden per meetpunt in bijlage 5 gepresenteerd met een foto.

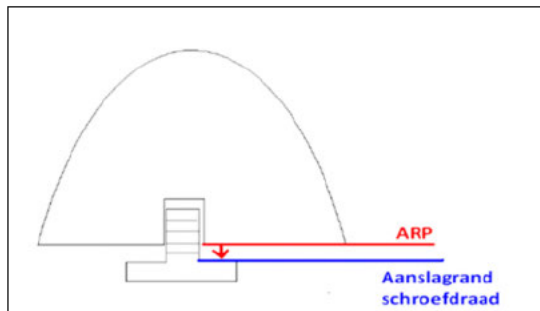
Kalibratie

Jaarlijks wordt het instrument (digitaal waterpastoestel) gecontroleerd door een erkend instituut of leverancier. Het kalibratierapport is bijgevoegd in bijlage 7. Om de kwaliteit van de meting te waarborgen is het digitaal waterpasinstrument voorafgaand aan de waterpassingen gecontroleerd op de hoofdvoorwaarde. Deze rapportage vindt u eveneens in bijlage 7.

⁷ HP3 is alleen gebruikt bij de waterpassingen voorafgaand aan demontage

ARP

Het Antenne Referentie Punt (ARP) van de GPS-antenne wordt voor deze meetlocatie (XY-positie) gevormd door het middelpunt van het schroefdraad. De hoogtecomponent (Z) wordt gevormd door de onderkant van de GPS-antenne. Doordat de GPS-antenne vastgedraaid wordt tot de aanslag (flens van het schroefdraad) valt het ARP en de aanslagrand van het schroefdraad samen (zie figuur 10 en 11).



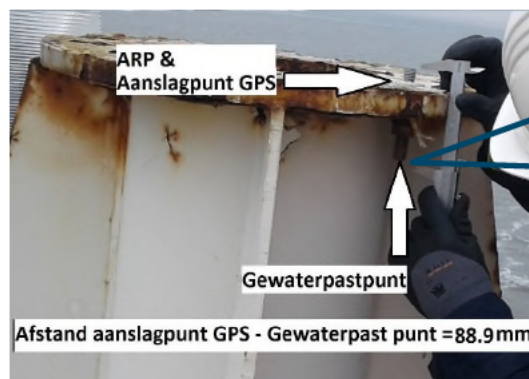
Figuur 10 Schets ARP/Aanslagrand



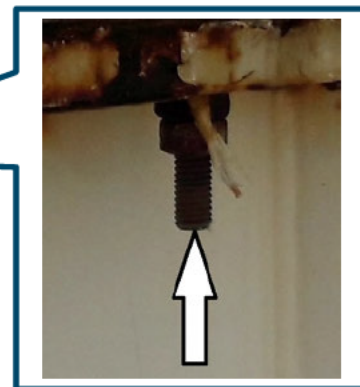
Figuur 11 Detail ARP

In verband met de hoogte van de meetlocatie ten opzichte van het platform en de gebruikte invarbaak (1 meter invarbaak) is er in de aansluitende waterpassing gekozen voor een ander ARP-meetpunt (onderkant schroefdraad). In de meting is dit meetpunt ARP genoemd.

Het verschil tussen het ARP (aanslagrand van het schroefdraad) en onderkant schroefdraad is tijdens de montage van de GPS-antenne bepaald met een doorgaande waterpassing en bedraagt 88.9 mm (zie figuur 12).



Figuur 12 Meetpunt voor de aansluitende waterpassing



3.3 Waterpassing na demontage GPS-antenne

Op 27 juli 2022 zijn de afsluitende waterpassingen uitgevoerd, identiek aan de meetmethodiek weergegeven in paragraaf 3.2 *Waterpassing voor opbouw GPS-antenne*.

3.4 Weersomstandigheden

In de onderstaande tabel 1 worden de weersomstandigheden weergegeven ten tijde van de werkzaamheden (periode 12 tot en met 27 juli 2022). De gegevens zijn afkomstig van het KNMI-weerstation Vlieland dat gesitueerd is in de nabijheid van het productieplatform.

Datum	Luchttemp.(°C)	Neerslag(mm)	Wind (Bft)	Windrichting	Bewolking	Opmerking
12-7-2022	20.3	0.0	4	ZZW	Vrijwel geheel bewolkt	- Montage antenne - Start loggen GPS-data - Uitvoeren waterpassing
13-7-2022	18.5	0.0	4	NW	Zwaar bewolkt	
14-7-2022	16.4	0.1	4	NW	Bewolkt	
15-7-2022	17.2	0.8	4	W	Zwaar bewolkt	
16-7-2022	15.7	0.2	4	NNW	Bewolkt	
17-7-2022	17.4	0.0	2	ZZW	Vrijwel geheel bewolkt	
18-7-2022	22.1	0.0	3	Z	Zwaar bewolkt	
19-7-2022	25.7	0.0	3	ZO	Zonnig	
20-7-2022	22.1	0.2	5	ZW	Half bewolkt	
21-7-2022	17.3	13.5	4	NNW	Geheel bewolkt	
22-7-2022	15.9	0.1	3	NNW	Geheel bewolkt	
23-7-2022	17.8	0.0	3	W	Bewolkt	
24-7-2022	21.7	0.1	5	ZZW	Vrijwel geheel bewolkt	
25-7-2022	20.0	0.1	5	WZW	Zwaar bewolkt	
26-7-2022	16.7	0.1	5	NNW	Geheel bewolkt	
27-7-2022	15.9	0.1	3	N	Bewolkt	- Demontage antenne - Eind loggen GPS-data - Uitvoeren waterpassing

Tabel 1 Weersomstandigheden gedurende de werkzaamheden

4 Verwerking

4.1 GPS-meting

Absolute antenne kalibratie

Nauwkeurige GPS metingen vereisen een goede kennis van de ontvangstkarakteristieken van de gebruikte GPS-antenne. Hiervoor is door Geo++ van de gebruikte AR25 chokering antenne een absolute antennekalibratie uitgevoerd.

Een bevestiging dat deze kalibratie is uitgevoerd is opgenomen met een kalibratierapport in bijlage 1. De daadwerkelijke gegevens van deze kalibratie zijn ten allen tijden op te vragen bij Antea Group.

Berekening ARP

De post-processing tot ETRS89-coördinaten van het ARP voor de GPS-locatie Zuidwal is door 06-GPS uitgevoerd met het Geo++ softwarepakket GNSMART. De GPS-locatie Zuidwal wordt berekend binnen een referentienetwerk van 10 referentiestationen, rondom de meetlocatie, van het 06-GPS referentienetwerk. Eveneens zijn in de berekening de AGRS⁸ stations Terschelling en vanaf 2013 ook Vlieland opgenomen. Eveneens is in de berekening het referentiestation 'Zweins' meegenomen.

De resultaten van deze postprocessing zijn opgenomen in tabel 2 en als een verwerkingsrapport in bijlage 2. De berekeningen zijn op dezelfde wijze uitgevoerd als in vergelijkbare metingen (zie ook het document 'Rapportage van de GPS-meting Zuidwal 2019').

Resultaten GPS-meting ZUIDWAL - PLATFORM PE-ZW-PA				
Datum	Methode	ETRS89-hoogte (m)	Diff. (mm)	Cum diff. (mm)
06-05-2006	GPS	59.0305		
25-10-2011	GPS	59.0047	-25.8	-25.8
05-02-2013	GPS	58.9989	-5.8	-31.6
15-02-2017	GPS	58.9950	-3.9	-35.5
15-05-2019	GPS	58.9910	-4.0	-39.5
27-07-2022	GPS	58.9857	-5.3	-44.8

Tabel 2 ETRS89 hoogten in tijd berekend voor het ARP (Meetlocatie Zuidwal)

⁸ AGRS: Actief GPS Referentie Systeem dat gebruikt wordt als referentie voor het RD en ETRS89 coördinatenstelsel in Nederland.

4.2 Waterpassing

De aansluitende waterpassingen, voor opbouw en na demontage van de GPS-antenne, zijn in Move3 getoetst en vereffend volgens de Delftse rekenmethode Kleinste Kwadraten. Via deze rekenmethode vindt toetsing plaats van het meetnet als geheel (F-toets) en toetsing van de waarnemingen afzonderlijk (W-toets).

Ten opzichte van het ARP zijn de hoogteverschillen bepaald voor de peilmerken op het onderdek (005C0022 en 005C0023) en de referentiepunten ten behoeve van de scheefstandmeting op het bovendeck (10, 11, 12 en 13). Het ARP van de GPS-antenne is gehanteerd als referentiepunt.

Hoogteverschillen ten opzichte van het ARP					
Puntnummer	Omschrijving	Meting Voor Opbouw (m)	Meting Na demontage (m)	Gemiddeld (m)	Vershil (M2 - M1) (m)
ARP	AntenneReferentiePunt				
10	Dekmeetpunt	-1.4534	-1.4525	-1.4530	0.0009
11	Dekmeetpunt	-1.4624	-1.4624	-1.4624	0.0000
12	Dekmeetpunt	-1.4580	-1.4578	-1.4579	0.0002
13	Dekmeetpunt	-1.4525	-1.4519	-1.4522	0.0006
005C0022	Peilmerk	-10.0204	-10.0202	-10.0203	0.0002
005C0023	Peilmerk	-10.1050	-10.1049	-10.1050	0.0001

Tabel 3 Resultaten uit Move3 van de waterpassingen voor de hoogteverschillen tussen de peilmerken op het onderdek, de referentiepunten ten behoeve van de scheefstandmeting op het bovendeck en het ARP van de GPS-antenne.

4.3 Combinatie GPS- en Waterpasmetingen

De gewaterpaste hoogteverschillen, tabel 3, zijn gecombineerd met de in hoogte bepaalde ETRS89 coördinaten voor het ARP (zie tabel 2). Dit resulteert in ETRS89 hoogtewaarden voor de peilmerken gesitueerd op het onder- (peilmerken 005C0022 en 005C0023) en het bovendeck (referentiepunten 10, 11, 12 en 13 ten behoeve van de scheefstand). De combinatie van de GPS- en waterpasmetingen wordt in de onderstaande tabel 4 weergegeven.

Combinatie Waterpas- en GPS-meting 2022				
Peilmerk	Omschrijving	ETRS89-hoogte ARP Referentiepunt (m)	Hoogteverschil ARP-peilmerk (m)	ETRS89-hoogte Hoogtemerk (m)
ARP	AntenneReferentiePunt	58.9857		
10	Dekmeetpunt		-1.4530	57.5328
11	Dekmeetpunt		-1.4624	57.5233
12	Dekmeetpunt		-1.4579	57.5278
13	Dekmeetpunt		-1.4522	57.5335
005C0022	Peilmerk		-10.0203	48.9654
005C0023	Peilmerk		-10.1050	48.8808

Tabel 4 Resultaten GPS-meting gecombineerd met waterpasmeting meting 2022

4.4 Scheefstand

Aanvullend op de GPS-meting is in 2006 besloten extra meetpunten op het bovendek van het platform te plaatsen. Deze meetpunten (10, 11, 12 en 13) dienen het eventueel kantelen van het platform te kunnen aantonen en bestaan met uitzondering van het meetpunt 11 (uitstekende schroef) uit PVS-slagankers. In bijlage 4 worden de locaties van deze meetpunten inclusief de locatie van de GPS-antenne weergegeven in een schets en gepresenteerd met een foto in bijlage 5.

De resultaten van de huidige meting (2022) ten behoeve van de scheefstandmeting van het platform zijn verwerkt in de onderstaande tabellen 5 en 6. Het meetpunt 10 is daarbij aangehouden als referentiepunt.

Resultaten Scheefstandmeting							
Meetpunt	2006 NAP (m)	Herleid mm	2011 NAP (m)	Herleid mm	2013 voorl NAP (m)	2013 ETRS89 (m)	Herleid mm
10	15.8690	0.0	15.8465	0.0	15.8471	57.5461	0.0
11	15.8711	2.1	15.7980	-48.5	15.7984	57.4974	-48.7
12	15.8663	-2.7	15.8424	-4.1	15.8427	57.5417	-4.4
13	15.8689	-0.1	15.8468	0.3	15.8479	57.5469	0.8

Resultaten Scheefstandmeting						
Meetpunt	2017 ETRS89 (m)	Herleid mm	2019 ETRS89 (m)	Herleid mm	2022 ETRS89 (m)	Herleid mm
10	57.5437	0.0	57.5420	0.0	57.5328	0.0
11	57.5340	-9.7	57.5331	-8.9	57.5233	-9.5
12	57.5387	-5.0	57.5378	-4.2	57.5278	-5.0
13	57.5444	0.7	57.5432	1.2	57.5335	0.8

Tabel 5 Resultaten verkregen uit de scheefstandmeting

Scheefstand						
	2006 mm	2011 mm	2013 mm	2017 mm	2019 mm	2022 mm
Noord-Zuid						
10-11	-2.1	48.5	48.7	9.7	8.9	9.45
13-12	2.6	4.4	5.2	5.7	5.4	5.7
West-Oost						
10-13	0.1	-0.3	-0.8	-0.7	-1.2	-0.8
11-12	4.8	-44.4	-44.3	-4.7	-4.6	-4.5

Wijziging scheefstand					
	2011 - 2006 mm	2013-2011 mm	2017-2013 mm	2019-2017 mm	2022-2019 mm
Noord-Zuid					
10-11	nulm.	0.2	nulm.	-0.8	0.6
13-12	1.8	0.8	0.5	-0.3	0.3
West-Oost					
10-13	-0.4	-0.5	0.1	-0.4	0.4
11-12	nulm.	0.1	nulm.	0.1	0.1

Tabel 6 Differenties referentiepunten ten behoeve van de kanteling van het platform

5 Aansluiting en herberekening hydrostatische metingen

In augustus 2013 is er aanvullend een onderzoek uitgevoerd [3] op de historische meetgegevens van de NAP-peilmerken 005C0022 en 005C0023. Hiervoor zijn de berekeningen/meetgegevens voor de periode 1988 2005 opgevraagd bij RWS-CIV en nader onderzocht met de onderstaande vragen:

- Hoe is de hoogtebepaling tot stand gekomen
- Hoe zijn de verschillende metingen aangesloten
- Hoe is er een enkelvoudige aansluiting naar het ondergrondse merk 000A4020 gegenereerd

Met herberekeningen in Move3 zijn de opgevraagde meetgegevens opnieuw berekend ten opzichte van alle in het project voorkomende ondergrondse merken (alle OM's) en afzonderlijk ten opzichte van een individueel ondergronds merk. Onderstaande tabellen 7 en 8 geven de resultaten weer van deze uitgevoerde herberekeningen.

Datum	Project-id	Methode	NAP hoogte 005C0022 uit publicatie (m)	Aansluitwijze			
				Alle OM (m)	000A4020 (m)	000A2732 (m)	000A4051 (m)
1-9-1988*	279H09	Hydrost	7,3651*	7,3628	7,3611	7,3620	
1-9-1991	279=18=NAP	Hydrost.	7,3590	7,3591		7,3555	7,3690
15-9-1994	344=01=NAP	Hydrost.	7,3373	7,3361	7,3406	7,3345	7,3393
24-11-1999	373=31=NAP	Hydrost.	7,3080	7,3083	7,3104	7,3087	7,3065
10-6-2005**		Hydrost	7,3010		7,3010		

Tabel 7 Resultaten herberekening peilmerk 005C0022

Datum	Project-id	Methode	NAP hoogte 005C0023 uit publicatie (m)	Aansluitwijze			
				Alle OM (m)	000A4020 (m)	000A2732 (m)	000A4051 (m)
1-9-1988*	279H09	Hydrost	7,3651*	7,2786	7,2768	7,2778	
1-9-1991	279=18=NAP	Hydrost.	7,3590	7,2741		7,2705	7,2840
15-9-1994	344=01=NAP	Hydrost.	7,3373	7,2516	7,2561	7,2500	7,2548
24-11-1999	373=31=NAP	Hydrost.	7,3080	7,2238	7,2259	7,2242	7,2220
10-6-2005**		Hydrost	7,2170		7,2170		

Tabel 8 Resultaten herberekening peilmerk 005C0023

- * De NAP gepubliceerde hoogte van de nulmeting (1-9-1988) is gecorrigeerd met -0,0024 m. Dit is gelijk aan het verschil tussen de in 2005 herberekende waarde (herziening NAP 2005) van de 1^e herhalingsmeting (01-09-1991) en de overeenkomstige niet herberekende waarde.
- ** De gegevens van de meting van 10-06-2005 zijn afkomstig van de door Antea Group uitgevoerde hydrostatische waterpassing.

Geconcludeerd werd na uitvoering van de herberekeningen dat de resultaten overeenkomen met de door RWS-CIV gepubliceerde historische NAP-gegevens. De individuele aansluitingen per ondergronds merk geven echter ten opzichte van de NAP-publicatie verschillen oplopend tot 10 mm. Er is gekozen om de herberekening voor de metingen van Zuidwal aan te sluiten op het ondergronds merk 000A4020. Hiervoor is gekozen omdat dit ondergrondse meetmerk (000A4020), behalve in de eerste herhalingsmeting, in alle metingen is opgenomen [3]. Na deze herberekening zijn de differenties opnieuw bepaald.

6 Combinatie Hydrostatische waterpassingen en GPS-metingen

6.1 Differentiëestaat

De gecombineerde resultaten van de uitkomsten voor de Hydrostatische waterpassingen (periode 1988 tot en met 2006) en de GPS-metingen (periode 2006 tot en met heden) zijn weergegeven in de onderstaande differentiëestaat. Hierin zijn de weergegeven NAP-waarden in [3] aangevuld met de berekende waarden voor de GPS-metingen en is de berekening van de 2022 meting toegevoegd.

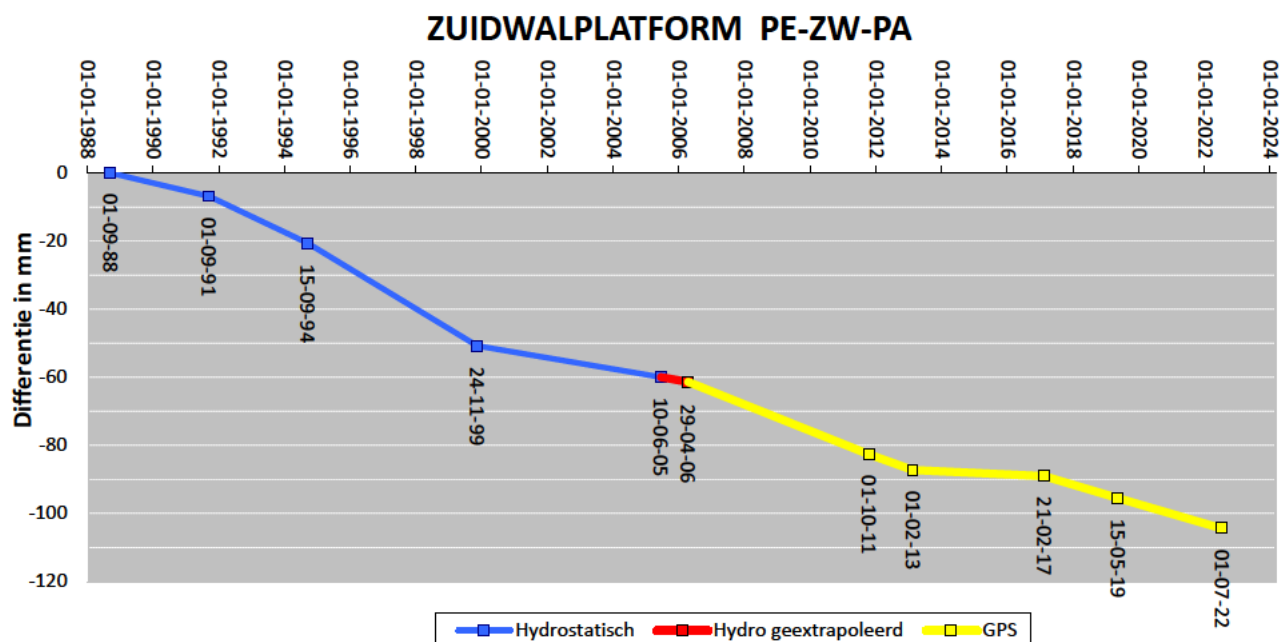
DIFFERENTIËSTAAT ZUIDWAL - PLATFORM PE-ZW-PA									
Datum	Methode	005C0022				005C0023			
		NAP-Hoogte (m)	ETR89-Hoogte (m)	Diff. (mm)	Cum diff. (mm)	NAP-hoogte (m)	ETR89-Hoogte (m)	Diff. (mm)	Cum diff. (mm)
01-09-1988	Hydrost	7.3611			0.0	7.2768			0.0
01-09-1991*	Hydrost.	7.3546		-6.5	-6.5	7.2695		-7.3	-7.3
15-09-1994	Hydrost.	7.3406		-14.0	-20.5	7.2561		-13.4	-20.7
24-11-1999	Hydrost.	7.3104		-30.2	-50.7	7.2259		-30.2	-50.9
10-6-2005**	Hydrost.	7.3010		-9.4	-60.1	7.2170		-8.9	-59.8
29-04-2006***	Hydrost	7.2995		-1.5	-61.6	7.2156		-1.4	-61.2
29-04-2006	GPS	7.3039			-61.6	7.2193			-61.2
22-10-2011	GPS	7.2826		-21.3	-82.9	7.1980		-21.3	-82.5
01-02-2013	GPS	7.2780	48.9825	-4.6	-87.5	7.1935	48.8980	-4.5	-87.0
21-02-2017	GPS		48.9806	-1.9	-89.4		48.8963	-1.7	-88.7
15-05-2019	GPS		48.9742	-6.4	-95.8		48.8897	-6.6	-95.3
27-07-2022	GPS		48.9654	-8.8	-104.6		48.8808	-8.9	-104.3

Tabel 9 Differenties Zuidwal platform (PE-ZW-PA)

Toelichting op de tabel:

- *) De gegevens van de Nulmeting (1-9-1988) zijn gecorrigeerd met -0.0024 m. Dit is gelijk aan het verschil tussen de herberekende waarde van de 1^e hermeting (01-09-1999) en de overeenkomstige niet herberekende waarde.
- **) Omdat in de hydrostatische meting van 01-09-1991 het aansluitpunt 000A4020 niet is opgenomen, is de differentie voor 1991 bepaald t.o.v. het aansluitpunt 000A2732. Dit punt is namelijk zowel in de meting van 1988 als in de meting van 1991 opgenomen.
- ***) De periode tussen de 1^e GPS-(referentie)meting en de laatste Hydrostatische meting is overbrugd door voor de datum van de 1^e GPS-meting een hoogte te berekenen door het hoogteverschil tussen de laatste twee hydrostatische metingen te extrapoleren. Deze hoogte is cursief weergegeven.

De gemiddelde differenties van de peilmerken 005C0022 en 005C0023 zijn eveneens weergegeven in onderstaande grafiek.



Grafiek 1 Gemiddelde differenties peilmerken 005C0022 en 005C0023

7 Analyse en conclusie

De berekende differenties voor de peilmerken 005C0022 en 005C0023 zijn -8.8 mm (005C0022) en -8.9 mm (005C0023) gedaald in de periode mei 2019 – juli 2022.

De totale daling in 2022 voor de peilmerken 005C0022 en 005C0023 is respectievelijk -104.6 (005C0022) en -104.3 mm (005C0023) ten opzichte van de nulmeting uitgevoerd in 1988.

De hydrostatische waterpassingen (1998 – 2005) zijn berekend in steeds wisselende waterpasnetwerken met diverse, soms ver weg liggende, aansluitpunten. De periode waarin deze metingen hebben plaatsgevonden waren eveneens wisselend. Hierdoor kunnen de werkelijke bewegingen op de tussenliggende tijdstippen afwijken van de in het rapport getoonde bewegingen.

Vanwege de bijzondere omstandigheden (ligging van het platform in de Waddenzee en de wijziging van de meetmethode) wordt de hoogte van het Zuidwal-platform sinds 2006 niet meer gekoppeld aan één stabiel referentiepunt. Vanaf dat jaar wordt de hoogte gekoppeld aan meerdere onafhankelijke referentiestations waardoor een betrouwbaarder beeld wordt verkregen. Indien bij toekomstige herhalingsmetingen, van dezelfde meetmethode en dezelfde onafhankelijke referentiestations gebruik wordt gemaakt kan een goed inzicht van de stabiliteit worden verkregen van de peilmerken op het Zuidwal-platform.

8 Referenties

- [1] GPS-meting Zuidwal 2019, Rapportage van de GPS-meting Zuidwal 2019, kenmerk: 453247, d.d. 14 juni 2019, Antea Group B.V.

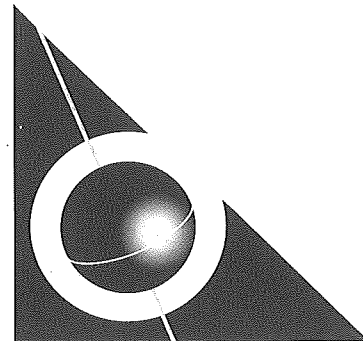
- [2] Project Zuidwal, Deformatiemeting 2005, kenmerk: 17690-150600, d.d. 29 november 2005, Ingenieursbureau Oranjewoud B.V.

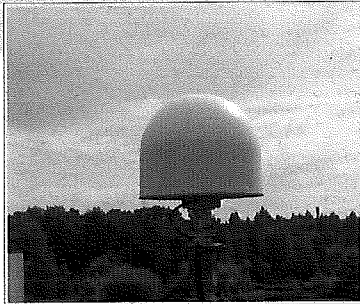
- [3] Rapport: Aanvullend geodetisch onderzoek Zuidwal, kenmerk: 0262994.00, d.d. augustus 2013, Ingenieursbureau Oranjewoud B.V.

Bijlage 1 Antennekalibratie AR25 GPS-antenne

Absolute Antenna Calibration

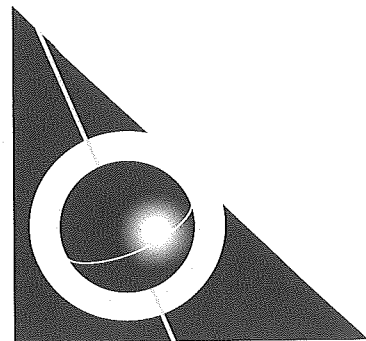
(Characteristics of Antenna Type)



Method	
Geo++®-GNPCV Real-Time Calibration	
Antenna Data	
Manufacturer	: Leica Geosystems AG
Antenna Type	: AR25
Product Number	: 01018079
IGS-Naming	: LEIAR25 LEIT
Radome Data	
Manufacturer	: Leica Geosystems AG
Radome Type	: AR25 Radome
Product Number	: n/a
IGS-Naming	: LEIT
Antenna Reference Point (ARP)	
Horizontal Position	: rotation axis, center of 5/8" thread
Vertical Position	: lowest point of antenna body, 5/8" thread
North Mark	
north mark on bottom side of antenna, cable connector points north	
Remarks	
	

Absolute Antenna Calibration

(Individual Characteristics of Antenna)



Antenna Data

Manufacturer	:	Leica Geosystems AG
Antenna Type	:	AR25
Product Number	:	01018079
Serial Number	:	09150010
IGS Naming	:	LEIAR25 LEIT

Radome Data

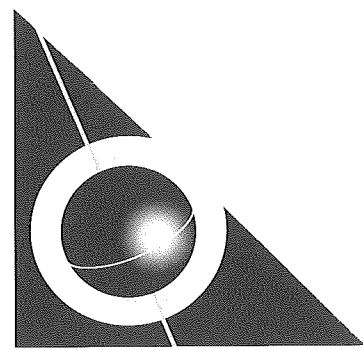
Manufacturer	:	Leica Geosystems AG
Radome Type	:	AR25 Radome
Product Number	:	n/a
Serial Number	:	n/a
IGS-Naming	:	LEIT

Calibration Characteristics

GNSS System	:	GPS
Date	:	2009-08-21
Number of Calibrations	:	2
Setup-ID	:	0
Number of Frequencies	:	2
Customer	:	Leica Geosystems b.v. NL-2292 JC Wateringen
Elevation Increment	:	5°
Azimuth Increment	:	5°

PCV Characteristics

- absolute 3D offsets
- absolute PCV
- PCV from 0° to 90° elevation
- elevation and azimuth dependent PCV
- free of any multipath influence



Conditions for Antenna Calibration

The Geo++[®]-Method for Absolute Antenna Calibration operates the GNSS antenna to be calibrated on a robot and a second near-by reference station. The second GNSS system consisting of an antenna (normally an Ashtech Choke Ring with Radome) and a standard GNSS receiver is provided by Geo++[®] GmbH / GeoService[®] for the period of calibration and is included in the price.

Generally, standard cables, mount and GNSS receiver available at Geo++[®] GmbH / GeoService[®] GmbH are used with the antenna to be calibrated. The default interfacing at the GNSS antenna is a 5/8" thread.

A GNSS receiver must be made available by the customer, if the antenna cannot be operated with a standard GNSS receiver or if a particular GNSS receiver shall be used. Any special cables, cable connectors and/or mounts to be considered in the calibration must be provided by the customer. The robot used for the automated field calibration is limited with respect of antenna weight and dimensions. In case of having any doubts on the required equipment, this has to be clarified with technical staff beforehand.

Absolute Antenna Calibrations require the **provision** of the following equipment **by the customer**:

- 1.) completely functioning GNSS antenna (to be calibrated)
- 2.) any documentation on GNSS antenna
(geometry, definition of geometric Antenna Reference Point ARP)
- 3.) if applicable, antenna cable (10 meter) and/or connector to N adapter
- 4.) if applicable, DIN adapter or 5/8" screw/interface for mounting antenna

The antenna calibration is no verification of antenna functioning or positioning performance, because only high elevation satellites are used and the antenna is tilted and rotated. Calibrations performed with no completely functioning antennas will be charged.

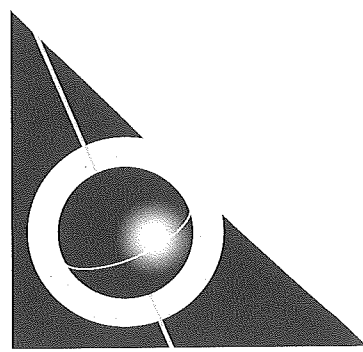
An appointment for the actual time period of calibrations is required and must be agreed upon with the technical staff. The period of time required for a single antenna calibration including handling and evaluation takes approximately 1 to 2 weeks. In case of several antennas within one order, handling is reduced and every additional calibration requires roughly one day. Nevertheless, due to the complexity of the system, fixed deadlines cannot be guaranteed. Please consider this for your disposition. It is absolutely necessary to contact Geo++[®] GmbH / GeoService[®] GmbH before sending any antenna.

The results will be delivered approx. 1 to 2 weeks after final measurements. The result of the antenna calibration is a type description, for each antenna a calibration protocol and absolute offsets as well as absolute elevation and azimuth dependent PCV in the Geo++[®] format. This format is directly readable for the current versions of the Geo++[®] software packages. In addition the results are provided in the international Antenna Exchange Format ANTEX. On the antenna housing, a label will be attached showing the calibration date and, if necessary, the orientation direction used in the calibration.

The **calibration result** has to be used for the processing of data that is observed with the calibrated antenna. It is allowed to publish the results. It is, however, proposed to advise on the loss of quality while applying the corrections for other antennas and to apply rigorous computed type means using below given guideline.

The calibration data is used for the analysis of antenna model series and where appropriate used in the computation of type means of the Geo++[®] GNPCVDB database.

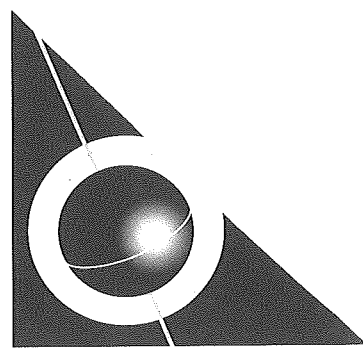
A **Description of the Antenna Calibration** with explanations about the calibration procedure can be made available on request.



The methods for antenna calibration are continuously advanced and optimised. The conditions shown above represent the state-of-the-art at the time this text was written.

Guideline text for providing the individual result of a GNSS antenna calibration:

The results of the calibration are only valid for the individual antenna. The high accuracy of the absolute field calibration with a robot revealed significant individual differences in model series. Therefore, the high quality is lost while using the individual calibration for other antennas. An analysis of the antenna model series and the rigorous computation of a type mean from extensive calibration data for use with a not individually calibrated antenna is only recommended using the complete variance-covariance matrix. Type means from such a computation are provided under <http://www.gnpcvdb.geopp.de/>.



Description of Antenna Calibration

Geodetic and precise GNSS measurements make the exact knowledge of the reception characteristics of the used GNSS antennas and therefore a calibration necessary.

Generally, it is differentiated between the antenna offset and the phase center variations (PCV), while the antenna offset represents a kind of mean influence of the phase center variations.

The applied Geo++[®] calibration method determines the absolute antenna offset in horizontal and vertical position as well as absolute elevation and azimuth dependent PCV for both frequencies. The resulting PCV are completely independent from the used reference antenna and allow the complete modeling of the receiving characteristic of the antenna. This is required for a combined use of different GNSS antenna types or for differently orientated antennas. In addition, an analysis of the phase center variations and judgment of the general quality and receiving characteristics of the antenna are possible (azimuth dependency).

Basic aspects of the applied absolute field calibration in real-time are:

- absolute offsets and absolute PCV through observation configuration
- special approach with inclined and rotated antenna (robot)
- elimination of multipath
- coverage of the complete elevation range from 0° to 90°
- coverage of complete antenna hemisphere
- significant determination of PCV using a large number of different antenna orientations
- weather independent measurements
- simultaneous estimation of L1 and L2 PCV for GNSS
- at least two redundant calibrations for individual antenna

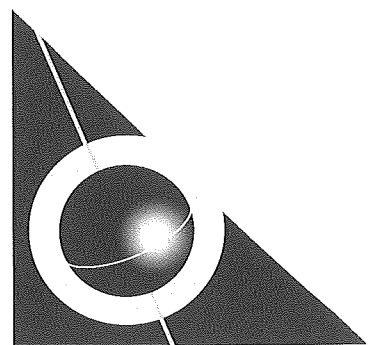
Basic concept of the calibration method is a separation between multipath and phase center variation. A special observation procedure with different antenna orientations is used for the determination of absolute PCV and for multipath elimination.

The processing is done in real-time. Therefore the complete results are directly available after the calibration. The calibration covers the complete receiving area of the antenna down to elevation angles of 0 degree. Hence, antenna calibrated with this method are suited for *All-In-View* applications (e.g. use on reference stations).

The result is stored in an absolute antenna calibration file, which contains absolute horizontal and vertical offset as well as absolute elevation and azimuth dependent corrections for the calibrated antenna. It can be arranged, that instead of elevation and azimuth dependent corrections only elevation dependent without azimuth dependency are derived. The antenna height must be measured up to the antenna reference point (ARP) of the calibration.

The procedures for the antenna calibration are under steady development and progress. The presented method represents the state-of-the-art technique at writing.

Format of Geo++[®] PCV Antenna File



1. NAME

Geo++[®] antenna file

2. DESCRIPTION

The following text describes the format of the Geo++[®] antenna files.

Antenna files may contain information on the three dimensional antenna phase center offsets and antenna phase center variations (PCV). The PCV can be elevation dependent or both, elevation and azimuth dependent.

3. File Format

The format of the Geo++[®] antenna file uses keywords to indicate different information. Comment lines are allowed and do have a '#' as the first sign of the line. However, comment lines are not allowed within a data section (i.e. the data section, which are labeled with the keyword VARIATIONS L1= and/or VARIATIONS L2=).

The meaning of the keywords is described in the following. The '=' sign is part of the keyword and is not separated by a blank from the previous alphanumerical character.

TYPE=

is an alphanumerical description of the antenna type. The TYPE= entry generally contains the IGS naming convention consisting of Antenna code and IGS Antenna Dome code.

NO OF FREQUENCIES=

indicates the number of frequencies, which follow in the Geo++[®] antenna file. For dual frequency antenna the entry is "2", for single frequency antenna "1".

OFFSETS L1=

contains the L1 offsets of the phase center in north, east and height component for the L1 frequency. The unit of the values is in meter [m]. The three numbers are separated by a blank.

OFFSETS L2=

contains the L2 offsets of the phase center in north, east and height component for the L2 frequency. The unit of the values is in meter [m]. The three numbers are separated by a blank.

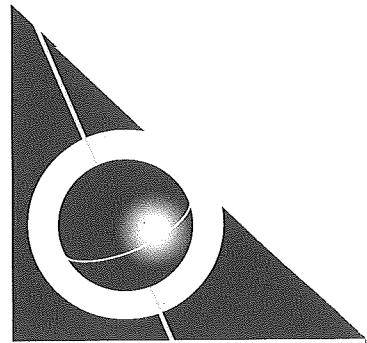
ELEVATION INCREMENT=

is the increment of elevation of the PCV. The unit of the increment is degree [deg]. The increment can be individually selected, however, a common value for the ELEVATION INCREMENT= is 5 deg.

AZIMUTH INCREMENT=

is the increment of azimuth of the PCV. The unit of the increment is degree [deg]. The increment can be individually selected, however, a common value for the AZIMUTH INCREMENT= is 5 deg. An increment of 0° specifies a file with only elevation dependent PCV.

Format of Geo++[®] PCV Antenna File



VARIATIONS L1=

is followed in the next line by the actual PCV values of L1. The lines contain PCV values sorted by increasing elevations from 0 to 90 deg. The number of PCV values within the line is determined by "columns: 90/(elevation increment)+1". For just an elevation dependent data set, only one line of PCV correction is given. Additional azimuth dependent PCV follow in a new line. The corresponding number of lines is determined by "rows: 360/(azimuth increment)+1" and starts from 0 deg and ends with 360 deg azimuth. The row for 0 deg has to be repeated for the 360 deg row. The PCV values are given in units of meter [m].

VARIATIONS L2=

is followed in the next line by the actual PCV values of L2. The lines contain PCV values sorted by increasing elevations from 0 to 90 deg. The number of PCV values within the line is determined by "columns: 90/(elevation increment)+1". For just an elevation dependent data set, only one line of PCV correction is given. Additional azimuth dependent PCV follow in a new line. The corresponding number of lines is determined by "rows: 360/(azimuth increment)+1" and starts from 0 deg and ends with 360 deg azimuth. The row for 0 deg has to be repeated for the 360 deg row. The PCV values are given in units of meter [m].

STANDARD DEVIATIONS L1=

is followed in the next line by the standard deviation (1 sigma) of PCV values from the complete spherical harmonic model for the L1 frequency. The same format as for PCV is used. Refer to „VARIATIONS L1=“. This entry is optional.

STANDARD DEVIATIONS L2=

is followed in the next line by the standard deviation (1 sigma) of PCV values from the complete spherical harmonic model for the L2 frequency. The same format as for PCV is used. Refer to „VARIATIONS L2=“. This entry is optional.

4. DIFFERENCES to IGS/NGS FORMAT

The Geo++[®] antenna files are different to PCV definition at IGS in the following aspects:

- all values given in meter (instead of mm in IGS)
- all parameters (offset and PCV) with the same sign convention (opposite to IGS)
- sign of PCV (opposite to IGS)
- PCV listed starting from 0 to 90 deg elevation (opposite to IGS)

The Geo++[®] sign of the PCV originates from the intention to have consistent corrections for offset and PCV. The offsets of the phase center (PC) are added. Therefore the PCV should be added to a range or phase range as well. This defines the sign of the PCV in the Geo++[®] antenna file, which is opposite to the IGS.

Bijlage 2 Resultaten GPS-metingen Zuidwal

Resultaten GPS-metingen Zuidwal

In opdracht van: Antea Group

datum: 20 mei 2019
auteur: ir. Frank Dentz, 06-GPS
goedkeuring: ir. Jean-Paul Henry, 06-GPS
versie: 1.3

06-GPS B.V.
Kubus 11
3364 DG Sliedrecht
Tel.: 0184 – 44 89 00
Fax: 0184 – 44 89 09

e-mail: info@06-gps.nl
internet: www.06-gps.nl

Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	3
2	Meetopzet	3
3	Foutenbronnen & interpretatie resultaten	5
4	Resultaten GPS-metingen	6
4.1	1 ^o meting (06-05-2006).....	6
4.2	2 ^o meting (25-10-2011).....	7
4.3	3 ^o meting (05-02-2013).....	8
4.4	4 ^o meting (15-02-2017).....	9
4.5	5 ^o meting (15-05-2019).....	10
Bijlage A	Coördinaten GPS-stations.....	11

1 Inleiding

Op het productieplatform 'Zuidwal', midden in de Waddenzee tussen Vlieland en Harlingen, vind gaswinning plaats. Als gevolg hiervan wordt er in het gebied random dit platform bodemdaling verwacht. Oranjewoud heeft de opdracht gekregen deze bodemdaling te monitoren. Hiertoe plaatst Oranjewoud periodiek een GPS opstelling op het platform. De eerste keer gebeurde dit in 2006. In 2011 heeft een eerste herhalingsmeting plaats gevonden. In de jaren daarna hebben nog enkele herhalingsmetingen plaats gevonden. De statische GPS-data die wordt verzameld, wordt door OG-GPS verwerkt met het Geo++ softwarepakket GNSMART. Dit rapport bevat de resultaten van de GPS metingen.

2 Meetopzet

De meetopstelling bestaat uit een Leica AT502 antenne (2006) of Leica AR25 antenne met dome (latere metingen) en een Leica GPS-ontvanger. Van de AR25 antenne is een Geo++ absolute antenne kalibratie uitgevoerd en een kalibratierapport geleverd (inclusief antennefile). Zuidwal wordt berekend binnen een netwerk van referentiestations, zie Fig. 1.



Fig. 1. Locaties monitor station Zuidwal te midden van de referentiestations.

Voor de berekening wordt gebruik gemaakt van 10 referentiestations; 8 stations uit het eigen netwerk van OG-GPS en 2 AGRS stations (Terschelling en Vlieland). Fig. 2 geeft een overzicht van het referentienetwerk met de onderlinge afstanden tussen de stations. De ETRS89 coördinaten van de stations zijn gebaseerd op de Kadaster certificatie van 2011. Ten opzichte van deze publicatie zijn de coördinaten wel onderling vereffend door deze in een lange, aparte berekening met GNSMART een geringe vrijheid te geven. De vereffende coördinaten van de referentiestations worden tijdens de berekening van Zuidwal en Zweins vastgehouden. OG-GPS zal de coördinaten van de referentiestations echter periodiek opnieuw berekenen om eventuele autonome bewegingen te kunnen detecteren.

De benaderde coördinaten van Zuidwal krijgen een a priori standaardafwijking van 5 mm in de horizontale positie en 10 mm in de hoogte toegekend. Deze vrijheid is nodig om de positiefilters in GNSMART naar de juiste positie en hoogte te laten convergeren. De standaardafwijking van de hoogte na berekening met GNSMART ligt op submillimeter niveau.

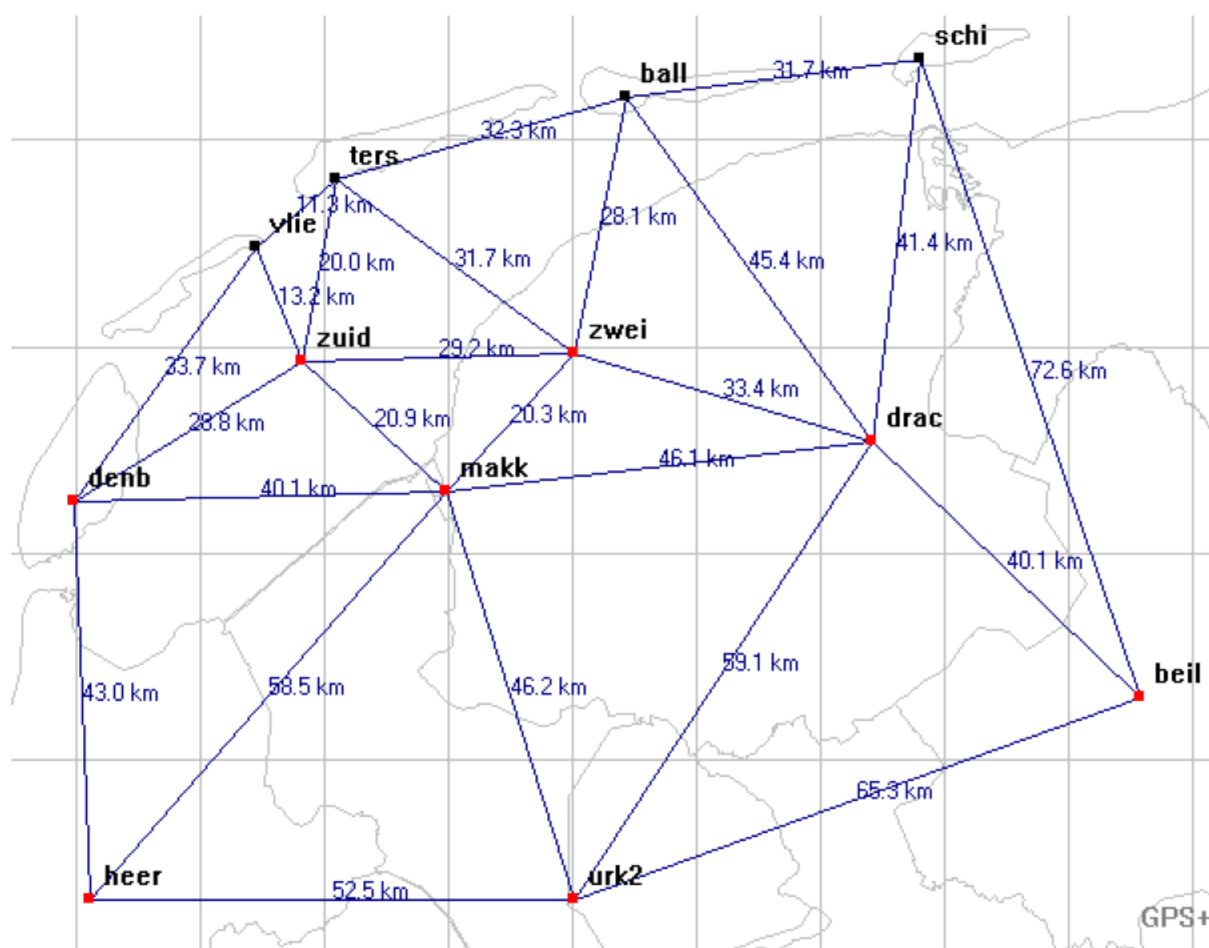


Fig. 2. Referentienetwerk t.b.v. berekening Zuidwal (zuid) en Zweins (zwei).

3 Foutenbronnen & interpretatie resultaten

De GPS-stations Zuidwal en Zweins worden samen met de referentiestations opgenomen in de netwerkmodellering van GNSMART (GNNET). Binnen GNNET worden alle foutenbronnen, zoals ionosfeer, troposfeer, baan- en klokfouten nauwkeurig gemodelleerd. Aan de hand van deze modellering is het mogelijk een nauwkeurige coördinaat te berekenen voor ieder (onbekend) station binnen het netwerk. Hiertoe moet het onbekende station wel een a priori standaardafwijking toegekend krijgen, zodat de positiefilters in GNNET de coördinaten kunnen laten convergeren.

Een andere foutenbron zijn fasecentrum variaties, zie Fig. 3. Om deze variaties van meerdere millimeters te elimineren is het noodzakelijk de GPS antenne te laten kalibreren. Het kalibratie model wordt meegenomen in de berekening in GNSMART. Omdat de fasecentrum variaties azimut afhankelijk zijn is het belangrijk dat de GPS antenne altijd op het noorden wordt georiënteerd.

Per uur geeft GNNET een oplossing voor de best passende coördinaat. De resultaten van de gehele tijdserie kunnen worden weergegeven in een grafiek, zie hoofdstuk 4 voor enkele voorbeelden. Hierin valt af te lezen dat de berekening een iteratief proces is; de eerste 48 uur is de grafiek zeer grillig, waarna de positie zich geleidelijk stabiliseert rond één waarde. De belangrijkste reden voor de iteratieve proces is het oplossen van fouten door multipad. Fouten door multipad variëren over de dag door de veranderende satellietconstellatie. Omdat de satellietconstellatie zich na één siderische dag herhaalt, herhalen de multipad effecten zich ook na één siderische dag. Door minimaal 2 siderische dagen waar te nemen kunnen multipad effecten vrijwel geheel worden geëlimineerd. In de plots is terug te zien dat na 48 uur de eindcoördinaat inderdaad al tot op een mm genaderd is.

Uit berekeningen met continue monitoring voor de NAM blijkt dat het 95% betrouwbaarheidsinterval van de resultaten uit GNNET ligt op 1.2 mm voor de hoogte. Met andere woorden, 95% van de berekende hoogtes schommelt na 48 uur op en neer binnen een bandbreedte van 2.4 mm. Deze schommeling wordt veroorzaakt door meerdere factoren, de voornaamste zijn:

- Verschil in initiële waarden van diverse filters.
- Restfouten in de atmosferische modellering en satellietbanen.
- 'Near field' invloeden op het fasecentrum, bijvoorbeeld regen en sneeuw.
- Bodembeweging door variërende grondwaterstanden.
- Meetruis.

Door een wat langere tijdserie te meten is het echter wel mogelijk dit schommelleffect uit te middelen, waardoor submillimeter nauwkeurigheid gehaald kan worden.

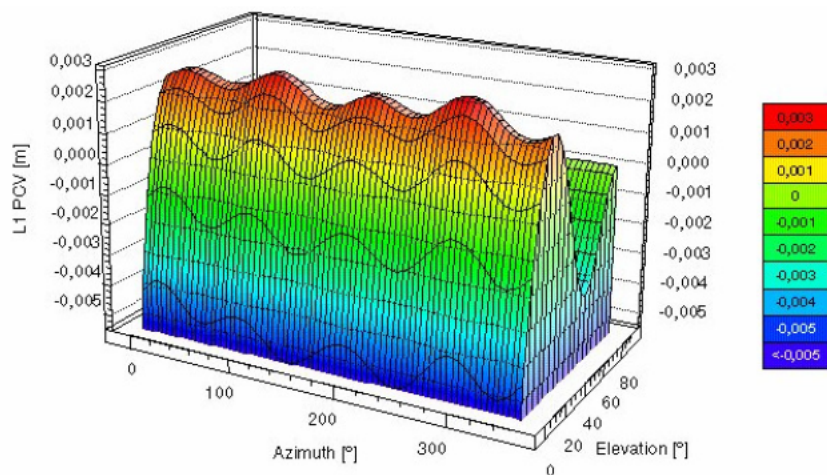


Fig. 3. Fasecentrum variaties van een Leica AR25 antenne (L1).

4 Resultaten GPS-metingen

4.1 1^e meting (06-05-2006)

De 1^e meting (nulmeting) heeft plaatsgevonden van 14 april t/m 6 mei 2006. Zie de onderstaande tabel voor de bijbehorende antennekalibratie en start- en einddatum van de tijdreeks:

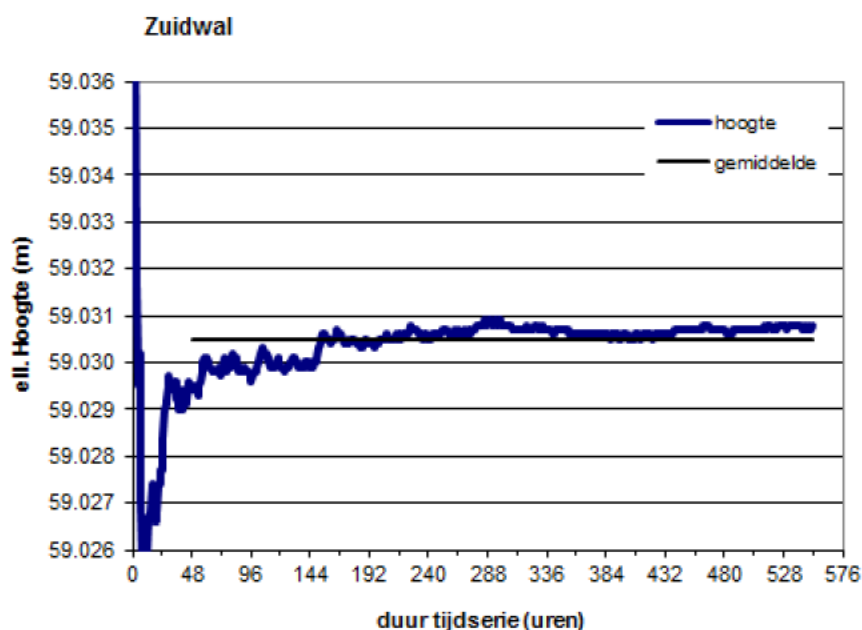
Station	Ant. kalibratie	Startdatum	Einddatum
Zuidwal	leiat502.ant	14-04-2006	06-05-2006

De onderstaande tabel bevat de berekende coördinaten van Zuidwal in ETRS89. Vanwege de convergentietijd betreft dit gemiddelden vanaf 48 uur. De grafiek onderaan deze bladzijde laten de schommeling in de hoogte zien gedurende processing in GNNET, de zwarte lijn geeft het gemiddelde vanaf 48 uur weer.

station	N				E		h ARP	σ h
Zuidwal	53	11	10.70172	5	9	56.72192	59.0305	0.0003

Opgemerkt moet worden dat gedurende de berekening geen gebruik is gemaakt van de referentiestationen Heerhugowaard en Makkum, omdat deze stations in 2006 nog niet bestonden. Ook is voor de referentiestationen van OG-GPS gedurende de verwerking een 'gppnullantenna' toegepast i.p.v. individuele kalibratiebestanden. Dit is gedaan omdat de betreffende data was opgeslagen in rcm-formaat, waarin de fasecentrumcorrecties volgens de individuele modellen reeds waren toegepast.

Daarnaast is voor de Leica at502 antenne op Zuidwal geen individuele antennekalibratie uitgevoerd, wat een afwijking in de hoogte van een paar mm kan veroorzaken.



4.2 2^e meting (25-10-2011)

De 2^e meting heeft plaatsgevonden van 18 t/m 25 oktober 2011. Zie de onderstaande tabel voor de bijbehorende antennekalibratie en start- en einddatum van de tijdreeks:

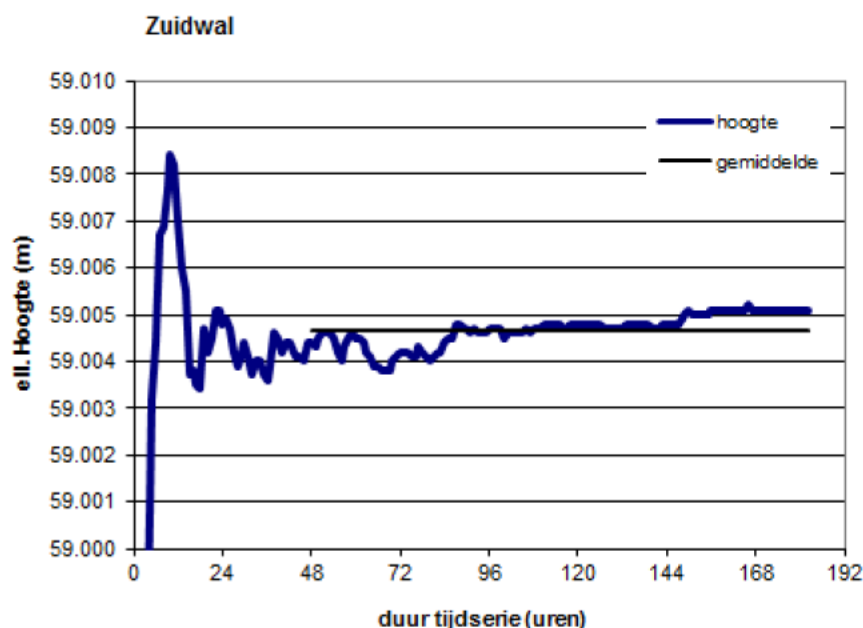
Station	Ant. kalibratie	Startdatum	Einddatum
Zuidwal	09150010.ant	18-10-2011	25-10-2011

De onderstaande tabel bevat de berekende coördinaten van Zuidwal in ETRS89. Vanwege de convergentietijd betreft dit gemiddelden vanaf 48 uur. Het hoogteverschil ten opzichte van de eerste meting is toegevoegd in de laatste kolom. De grafiek onderaan deze bladzijde laten de schommeling in de hoogte zien gedurende processing in GNNET, de zwarte lijn geeft het gemiddelde vanaf 48 uur weer.

station	N				E		h ARP	σh	Δh
Zuidwal	53	11	10.70191	5	9	56.72170	59.0047	0.0003	-0.0258

Ten opzichte van de eerste meting zijn de referentiestations 'texe' en 'urk_' verdwenen. Deze zijn vervangen door respectievelijk 'denb' en 'urk2'. De coördinaatverschillen tussen de oude en de nieuwe stations zijn doormiddel van basislijnberekeningen vastgelegd. Hierdoor zijn de coördinaten van de nieuwe stations bepaald met mm-nauwkeurigheid ten opzichte van de oude stations. Daarnaast is AGRS-station 'vlie' (Vlieland) toegevoegd.

Uit continue monitoring voor de NAM is gebleken dat station 'drac' (Drachten) 6 mm is gezakt tussen 2006 en 2010. Terschelling is gedurende die periode ca. 5 mm in horizontale richting gedeformeerd. Ten behoeve van de berekening van Zuidwal zijn de coördinaten van 'drac' en 'ters' gecorrigeerd met genoemde waarden.



4.3 3^e meting (05-02-2013)

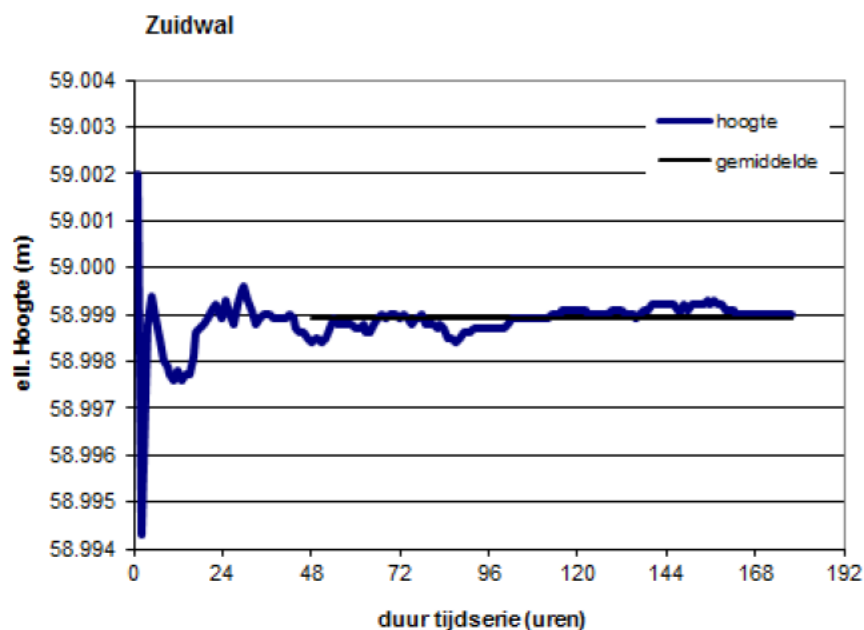
De 3^e meting heeft plaatsgevonden van 29 januari t/m 5 februari 2013. Zie de onderstaande tabel voor de bijbehorende antennekalibratie en start- en einddatum van de tijdreeks:

Station	Ant. kalibratie	Startdatum	Einddatum
Zuidwal	09150010.ant	29-01-2013	05-02-2013

De onderstaande tabel bevat de berekende coördinaten van Zuidwal in ETRS89. Vanwege de convergentietijd betreft dit gemiddelden vanaf 48 uur. Het hoogteverschil ten opzichte van de eerste meting is toegevoegd in de laatste kolom. De grafiek onderaan deze bladzijde laten de schommeling in de hoogte zien gedurende processing in GNNET, de zwarte lijn geeft het gemiddelde vanaf 48 uur weer.

station	N				E		h ARP	σ h	Δ h
Zuidwal	53	11	10.70197	5	9	56.72167	58.9989	0.0002	-0.0316

De coördinaten van de referentiestations zijn ongewijzigd gebleven ten opzichte van de tweede meting.



4.4 4^e meting (15-02-2017)

De 4^e meting heeft plaatsgevonden van 9 t/m 15 februari 2017. Op verzoek van het SodM wordt GPS-stations Zweins voortaan meegenomen in de berekening. Zie de onderstaande tabel voor de bijbehorende antennekalibratie en start- en einddatum van de tijdreeks:

Station	Ant. Kalibratie	Startdatum	Einddatum
Zuidwal	09150010.ant	09-02-2017	15-02-2017
Zweins	leiax1202gg.ant	09-02-2017	15-02-2017

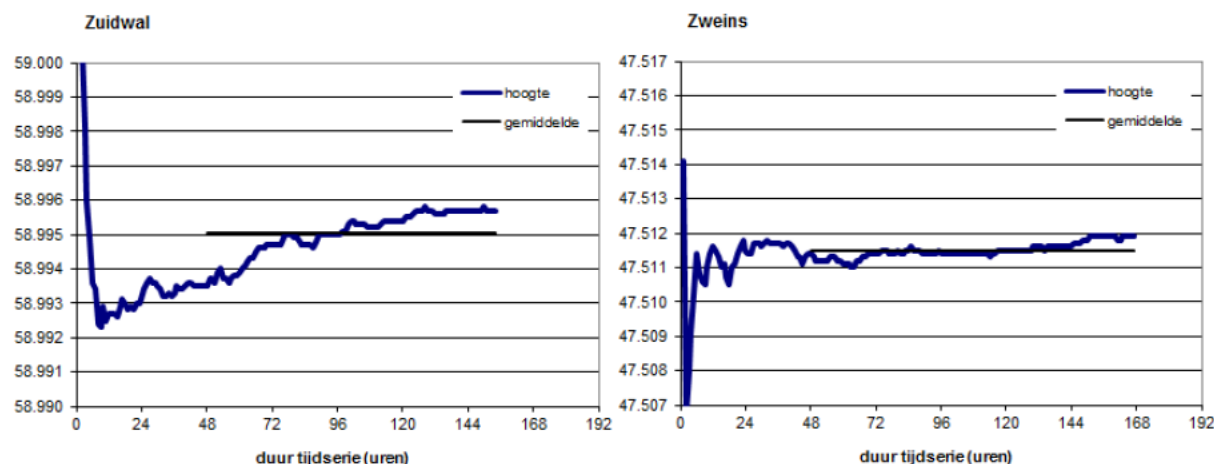
De onderstaande tabel bevat de berekende coördinaten van Zuidwal en Zweins in ETRS89. Vanwege de convergentietijd betreft dit gemiddelden vanaf 48 uur. Het hoogteverschil ten opzichte van de eerste meting is toegevoegd in de laatste kolom. De grafiek onderaan deze bladzijde laten de schommeling in de hoogte zien gedurende processing in GNNET, de zwarte lijn geeft het gemiddelde vanaf 48 uur weer.

Station	N			E		h ARP	σ h	Δ h	
Zuidwal	53	11	10.70207	5	9	56.72162	58.9950	0.0006	-0.0355
Zweins	53	11	39.64308	5	36	9.90965	47.5115	0.0002	0.0013

Gedurende 2015 en 2016 heeft, op AGRS-station Vlieland na, op alle gebruikte referentiestationen een antennewissel plaatsgevonden. Dit maakte het noodzakelijk om ook opnieuw de coördinaten van deze stations vast te stellen. Hierbij is er voor gekozen voortaan gebruik te maken van het referentienetwerk + coördinaten welke gebruikt wordt voor de Antea projecten Harlingen / Barradeel. GPS-station Zweins maakt ook deel uit van deze projecten. De berekende coördinaten van Zweins kunnen dus één op één vergeleken worden tussen dit project en de projecten Harlingen / Barradeel.

De metingen 1 t/m 3 in dit rapport zijn herberekend met de referentiestation coördinaten uit de projecten Harlingen / Barradeel.

Vanwege de toevoeging van GPS-station Zweins worden vanaf de 4^e meting ook de referentiestationen Beilen en Schiermonnikoog toegepast.



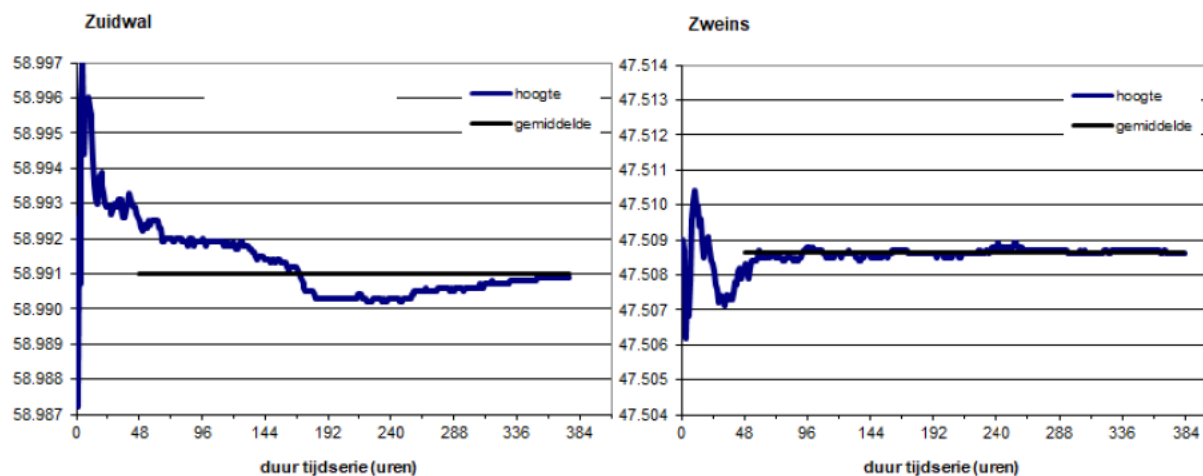
4.5 5^e meting (15-05-2019)

De 5^e meting op Zuidwal heeft plaatsgevonden van 30 april t/m 15 mei 2019. Op verzoek van het SodM wordt ook GPS-stations Zweins meegenomen in de berekening. Zie de onderstaande tabel voor de bijbehorende antennekalibratie en start- en einddatum van de tijdreeks:

Station	Ant. Kalibratie	Startdatum	Einddatum
Zuidwal	09150010.ant	30-04-2019	15-05-2019
Zweins	leiar10.atx	30-04-2019	15-05-2019

De onderstaande tabel bevat de berekende coördinaten van Zuidwal en Zweins in ETRS89. Vanwege de convergentietijd betreft dit gemiddelden vanaf 48 uur. Het hoogteverschil ten opzichte van de eerste meting is toegevoegd in de laatste kolom. De grafiek onderaan deze bladzijde laten de schommeling in de hoogte zien gedurende processing in GNNET, de zwarte lijn geeft het gemiddelde vanaf 48 uur weer.

Station	N			E		h ARP	σ h	Δ h	
Zuidwal	53	11	10.70197	5	9	56.72167	58.9910	0.0007	-0.0395
Zweins	53	11	39.64306	5	36	9.90954	47.5086	0.0001	-0.0016





Datum
20 mei 2019

Titel
Resultaten GPS-metingen Zuidwal

Versie
1.3

Pagina
11 van 13

Bijlage A Coördinaten GPS-stations

Referentiestations, vereffende coördinaten 06-05-2006

Station	naam	eigenaar	status	Date	N ETRS89 (° ' ")			E ETRS89 (° ' ")			ell.h. (m)	ant.h. (m)	ARP (m)	ant. calibratiefile
ball	ballum	06-GPS	fixed	6-5-2006	53	26	29.58834	5	41	15.66997	54.5435	0.101	54.6445	gppnullantenna.atx
drac	drachten	06-GPS	fixed	6-5-2006	53	6	31.75454	6	4	58.04651	56.3506	0.147	56.4976	gppnullantenna.atx
ters	terschelling	AGRS	fixed	6-5-2006	53	21	45.84903	5	13	9.78801	56.0955	0.000	56.0955	trm29659.00.ant
texe	texel	06-GPS	fixed	6-5-2006	53	3	13.77455	4	47	52.30129	59.5478	0.148	59.6958	gppnullantenna.atx
urk	urk	06-GPS	fixed	6-5-2006	52	40	6.57516	5	35	39.75348	52.7574	0.098	52.8554	gppnullantenna.atx

Resultaten 06-05-2006

Station	naam	eigenaar	status	datum	N ETRS89 (° ' ")			E ETRS89 (° ' ")			ell.h. (m)	ant.h. (m)	Δh (m)	ant. calibratiefile
zuid	zuidwal	Antea Group	relaxed	6-5-2006	53	11	10.70172	5	9	56.72192	59.0305	0.000		leiat502.ant

Referentiestations, vereffende coördinaten 29-01-2012

Station	naam	eigenaar	status	datum	N ETRS89 (° ' ")			E ETRS89 (° ' ")			ell.h. (m)	ant.h. (m)	ARP (m)	ant. calibratiefile
ball	ballum	06-GPS	fixed	11-5-2006	53	26	29.58834	5	41	15.66997	54.5435	0.101	54.6445	2170556.ant
beil	beilen	06-GPS	fixed	29-1-2012	52	51	37.49853	6	30	54.37356	71.3723	0.099	71.4713	2170563.ant
denb	den burg	06-GPS	fixed	29-1-2012	53	3	1.09866	4	47	54.66720	54.3604	0.148	54.5084	2170573.ant
drac	drachten	06-GPS	fixed	29-1-2012	53	6	31.75468	6	4	58.04635	56.3444	0.147	56.4914	2170593.ant
heer	heerhugowaard	06-GPS	fixed	29-1-2012	52	39	52.85657	4	49	28.49279	60.2812	0.147	60.4282	tps cr.g3 tps.sh.ant
makk	makkum	06-GPS	fixed	29-1-2012	53	3	36.43450	5	23	50.91258	59.4094	0.147	59.5564	3830141.ant
schi	schiermonnikoog	06-GPS	fixed	29-1-2012	53	28	38.43914	6	9	44.16420	50.8066	0.148	50.9546	2170643.ant
ters	terschelling	AGRS	fixed	29-1-2012	53	21	45.84880	5	13	9.78819	56.0955	0.000	56.0955	trm29659.00.ant
urk2	urk	06-GPS	fixed	29-1-2012	52	39	49.41050	5	36	8.55273	54.3903	0.148	54.5383	3830190.ant
vlie	vlieland	AGRS	fixed	29-1-2012	53	17	46.40407	5	5	30.68420	53.4649	0.000	53.4649	383-0605.atx



Datum
20 mei 2019

Titel
Resultaten GPS-metingen Zuidwal

Versie
1.3

Pagina
12 van 13

Resultaten 25-10-2011

Station	naam	eigenaar	status	datum	N ETRS89 (° ' ")			E ETRS89 (° ' ")			ell.h. (m)	ant.h. (m)	Δh (m)	ant. calibratiefile
zuid	zuidwal	Antea Group	relaxed	25-10-2011	53	11	10.70191	5	9	56.72170	59.0047	0.000	-0.0258	09150010.ant

Resultaten 29-01-2012

Station	naam	eigenaar	status	datum	N ETRS89 (° ' ")			E ETRS89 (° ' ")			ell.h. (m)	ant.h. (m)	Δh (m)	ant. calibratiefile
zwei	zweins	Antea Group	relaxed	29-1-2012	53	11	39.64291	5	36	9.90980	47.5102	0.000		leiax1202gg.ant

Resultaten 05-02-2013

Station	naam	eigenaar	status	datum	N ETRS89 (° ' ")			E ETRS89 (° ' ")			ell.h. (m)	ant.h. (m)	Δh (m)	ant. calibratiefile
zuid	zuidwal	Antea Group	relaxed	5-2-2013	53	11	10.70197	5	9	56.72167	58.9989	0.000	-0.0316	09150010.ant

Referentiestations, vereffende coördinaten 11-10-2016

Station	naam	eigenaar	status	datum	N ETRS89 (° ' ")			E ETRS89 (° ' ")			ell.h. (m)	ant.h. (m)	ARP (m)	ant. calibratiefile
ball	ballum	06-GPS	fixed	11-10-2016	53	26	29.58838	5	41	15.66999	54.5410	0.101	54.6420	762-11923.atx
beil	beilen	06-GPS	fixed	11-10-2016	52	51	37.49859	6	30	54.37355	71.3830	0.099	71.4713	762-11910.atx
denb	den burg	06-GPS	fixed	11-10-2016	53	3	1.09862	4	47	54.66710	54.3701	0.148	54.5181	762-11920.atx
drac	drachten	06-GPS	fixed	11-10-2016	53	6	31.75481	6	4	58.04633	56.3559	0.147	56.4914	762-11924.atx
heer	heerhugowaard	06-GPS	fixed	11-10-2016	52	39	52.85664	4	49	28.49268	60.2827	0.147	60.4297	762-11877.atx
makk	makkum	06-GPS	fixed	11-10-2016	53	3	36.43460	5	23	50.91259	59.4112	0.147	59.5582	762-11919.atx
schi	schiermonnikoog	06-GPS	fixed	31-7-2015	53	28	38.43903	6	9	44.16433	50.8032	0.148	50.9512	2170643.ant
ters	terschelling	AGRS	fixed	11-10-2016	53	21	45.84875	5	13	9.78826	56.0983	0.000	56.0983	726700.atx
urk2	urk	06-GPS	fixed	11-10-2016	52	39	49.41052	5	36	8.55275	54.3931	0.148	54.5411	762-11916.atx
vlie	vlieland	AGRS	fixed	29-1-2012	53	17	46.40407	5	5	30.68420	53.4649	0.000	53.4649	383-0605.atx



Datum
20 mei 2019

Titel
Resultaten GPS-metingen Zuidwal

Versie
1.3

Pagina
13 van 13

Resultaten 15-02-2017

Station	naam	eigenaar	status	datum	N ETRS89 (° ' ")			E ETRS89 (° ' ")			ell.h. (m)	ant.h. (m)	Δh (m)	ant. callibratiefile
zuid	zuidwal	Antea Group	relaxed	15-2-2017	53	11	10.70207	5	9	56.72162	58.9950	0.000	-0.0355	09150010.ant
zwei	zweins	Antea Group	relaxed	15-2-2017	53	11	39.64308	5	36	9.90965	47.5115	0.000	0.0013	leiax1202gg.ant

Referentiestations, vereffende coördinaten 23-11-2018

Station	naam	eigenaar	status	datum	N ETRS89 (° ' ")			E ETRS89 (° ' ")			ell.h. (m)	ant.h. (m)	ARP (m)	ant. callibratiefile
ball	ballum	06-GPS	fixed	11-10-2016	53	26	29.58838	5	41	15.66999	54.5410	0.101	54.6420	762-11923.atx
beil	beilen	06-GPS	fixed	11-10-2016	52	51	37.49859	6	30	54.37355	71.3830	0.099	71.4820	762-11910.atx
denb	den burg	06-GPS	fixed	23-11-2018	53	3	1.77422	4	48	10.09342	56.3028	0.148	56.4508	762-11327.atx
drac	drachten	06-GPS	fixed	11-10-2016	53	6	31.75481	6	4	58.04633	56.3559	0.147	56.5029	762-11924.atx
heer	heerhugowaard	06-GPS	fixed	11-10-2016	52	39	52.85664	4	49	28.49268	60.2827	0.147	60.4297	762-11877.atx
makk	makkum	06-GPS	fixed	11-10-2016	53	3	36.43460	5	23	50.91259	59.4112	0.147	59.5582	762-11919.atx
schi	schiermonnikoog	06-GPS	fixed	31-7-2015	53	28	38.43903	6	9	44.16433	50.8032	0.148	50.9512	2170643.ant
ters	terschelling	AGRS	fixed	11-10-2016	53	21	45.84875	5	13	9.78826	56.0983	0.000	56.0983	726700.atx
urk2	urk	06-GPS	fixed	11-10-2016	52	39	49.41052	5	36	8.55275	54.3931	0.148	54.5411	762-11916.atx
vlie	vlieland	AGRS	fixed	5-8-2014	53	17	46.40407	5	5	30.68420	53.4649	0.000	53.4649	383-0605.atx

Resultaten 15-05-2019

Station	naam	eigenaar	status	datum	N ETRS89 (° ' ")			E ETRS89 (° ' ")			ell.h. (m)	ant.h. (m)	Δh (m)	ant. callibratiefile
zuid	zuidwal	Antea Group	relaxed	15-5-2019	53	11	10.70197	5	9	56.72167	58.9910	0.000	-0.0395	09150010.ant
zwei	zweins	Antea Group	relaxed	15-5-2019	53	11	39.64306	5	36	9.90954	47.5086	0.000	-0.0016	leiar10.atx

Bijlage 3 Move3 resultaten aansluitingsmetingen

Bijlage 3 Move3 resultaten aansluitingsmetingen

Waterpassing voor opbouw GPS-antenne meting

MOVE3 Versie 4.5.0 (x64)

Verkenning en Vereffening van Geodetische Netwerken

www.MOVE3.nl

(c) 1993-2020 Sweco Nederland B.V.

477694_WP_GPS-antenne - opbouw

09-08-2022 15:12:09

1D pseudo kleinste kwadraten netwerk -- Projectie : RD -- Ellipsoïde :
Bessel 1841

PROJECT

R:\00475000\00477694\3 - Verwerking\WP bij opbouw\477694_WP_GPS-antenne -
opbouw.prj

STATIONS

Aantal (gedeeltelijk) bekende stations	1
Aantal onbekende stations	8
Totaal	9

WAARNEMINGEN

Hoogteverschillen	20
Bekende coördinaten	1
Totaal	21

ONBEKENDEN

Coördinaten	9
Totaal	9

Aantal voorwaarden	12
--------------------	----

VEREFFENING

Aantal iteraties	0
Max coord correctie in laatste iteratie	0.0000 m

TOETSING

Alfa (meer dimensionaal)	0.1707
Alfa 0 (een dimensionaal)	0.0100
Beta	0.80
Kritieke waarde W-toets	2.58
Kritieke waarde T-toets (3 dimensionaal)	2.83
Kritieke waarde T-toets (2 dimensionaal)	3.81
Kritieke waarde F-toets	1.37

F-toets	0.551 Geaccepteerd
---------	--------------------

VARIANTIE COMPONENT ANALYSE

	Variantie	Redundantie
Terrestrisch	0.551	12.0
Hoogteverschillen	0.551	12.0
Bekende coördinaten	0.000	0.0

PROJECTIE EN ELLIPSOIDE CONSTANTEN

Projectie	RD
Lengte oorsprong/centrale meridiaan	5 23 15.50000 0
Breedte oorsprong	52 09 22.17800 N
Projectie schaalfactor	0.999907900
Translatie Oost	155000.0000 m
Translatie Noord	463000.0000 m
Ellipsoide	Bessel 1841
Halve lange as	6377397.1550 m
Inverse afplatting	299.152812800

INVOER BENADERDE TERRESTRISCHE COÖRDINATEN

Station	X Oost (m)	Y Noord (m)	Hoogte (m)	Id.Sa XY (m)	Id.Sa h (m)
10	0.0000	40.0000	-1.4534	0.0000	0.0000
11	0.0000	0.0000	-1.4624	0.0000	0.0000
12	10.0000	0.0000	-1.4580	0.0000	0.0000
13	10.0000	40.0000	-1.4525	0.0000	0.0000
5C22	-5.0000	29.0000	-10.0204	0.0000	0.0000
5C23	-5.0000	30.0000	-10.1050	0.0000	0.0000
ARP	-3.0000	0.0000	-0.0889*	0.0000	0.0000 bekend
HP1	-6.0000	29.5000	-9.4643	0.0000	0.0000
HP2	-0.5000	30.5000	-1.4511	0.0000	0.0000

INVOER STANDAARDAFWIJKINGEN VAN BEKENDE STATIONS

Station	Sa X Oost (m)	Sa Y Noord (m)	Sa Hoogte (m)
ARP			0.0001* bekend

INVOER WAARNEMINGEN

	Station	Richtpunt	St ih (m)	Rp ih (m)	Aflezings	Sa
DH	ARP	11			-1.37360	0.00023 m
SH	ARP	11			42.126	m
DH	11	ARP			1.37342	0.00023 m
SH	11	ARP			42.140	m
DH	11	12			0.00427	0.00022 m
SH	11	12			39.511	m
DH	12	11			-0.00435	0.00022 m
SH	12	11			39.504	m
DH	5C22	HP1			0.55611	0.00007 m
SH	5C22	HP1			4.632	m
DH	HP1	5C22			-0.55600	0.00007 m
SH	HP1	5C22			4.623	m
DH	HP1	5C23			-0.64059	0.00008 m
SH	HP1	5C23			5.683	m
DH	5C23	HP1			0.64068	0.00008 m
SH	5C23	HP1			5.669	m
DH	5C23	5C22			0.08456	0.00008 m
SH	5C23	5C22			5.188	m
DH	5C22	5C23			-0.08474	0.00008 m
SH	5C22	5C23			5.191	m
DH	HP1	HP2			8.01326	0.00016 m
SH	HP1	HP2			20.042	m
DH	HP2	HP1			-8.01313	0.00019 m
SH	HP2	HP1			29.042	m
DH	12	13			0.00539	0.00022 m
SH	12	13			38.944	m

DH	13	12	-0.00560	0.00022 m
SH	13	12	38.949	m
DH	13	10	-0.00082	0.00023 m
SH	13	10	42.140	m
DH	10	13	0.00097	0.00023 m
SH	10	13	42.128	m
DH	10	HP2	0.00225	0.00014 m
SH	10	HP2	15.393	m
DH	HP2	10	-0.00219	0.00014 m
SH	HP2	10	15.391	m
DH	HP2	ARP	1.36216	0.00018 m
SH	HP2	ARP	27.547	m
DH	ARP	HP2	-1.36226	0.00018 m
SH	ARP	HP2	27.560	m

VEREFFENDE COORDINATEN (pseudo kleinste kwadraten netwerk)

Station	Coördinaat	Corr (m)	Sa (m)
10 Hoogte	-1.4534	0.0000	0.0002
11 Hoogte	-1.4624	0.0000	0.0002
12 Hoogte	-1.4580	0.0000	0.0002
13 Hoogte	-1.4525	0.0000	0.0002
5C22 Hoogte	-10.0204	0.0000	0.0002
5C23 Hoogte	-10.1050	0.0000	0.0002
ARP Hoogte	-0.0889*	0.0000	0.0001
HP1 Hoogte	-9.4643	0.0000	0.0002
HP2 Hoogte	-1.4511	0.0000	0.0002

TOETSING VAN BEKENDE COORDINATEN

Station	MDB (m)	BNR	W-toets	Gs fout (m)	T-toets	Gs fout (m)
ARP Hoogte	99.9999	999.9				

ABSOLUTE STANDAARD ELLIPSEN

Station	A (m)	B (m)	A/B	Phi (gon)	Sa Hgt (m)
---------	-------	-------	-----	-----------	------------

RELATIEVE STANDAARD ELLIPSEN

Station	A (m)	B (m)	A/B	Psi (gon)	Sa Hgt (m)
ARP	11				0.0001
11	12				0.0001
5C22	HP1				0.0000
HP1	5C23				0.0000
5C23	5C22				0.0000
HP1	HP2				0.0001
12	13				0.0001
13	10				0.0001
10	HP2				0.0001
HP2	ARP				0.0001

VEREFFENDE WAARNEMINGEN

	Station	Richtpunt	Vereff wn	Corr	Sa
DH	ARP	11	-1.37348	-0.00012	0.00014 m
DH	11	ARP	1.37348	-0.00006	0.00014 m
DH	11	12	0.00434	-0.00007	0.00014 m
DH	12	11	-0.00434	-0.00001	0.00014 m
DH	5C22	HP1	0.55603	0.00008	0.00004 m
DH	HP1	5C22	-0.55603	0.00003	0.00004 m
DH	HP1	5C23	-0.64066	0.00007	0.00005 m
DH	5C23	HP1	0.64066	0.00002	0.00005 m
DH	5C23	5C22	0.08463	-0.00007	0.00005 m
DH	5C22	5C23	-0.08463	-0.00011	0.00005 m
DH	HP1	HP2	8.01321	0.00005	0.00012 m
DH	HP2	HP1	-8.01321	0.00008	0.00012 m

DH	12	13	0.00553	-0.00014	0.00014 m
DH	13	12	-0.00553	-0.00007	0.00014 m
DH	13	10	-0.00086	0.00004	0.00014 m
DH	10	13	0.00086	0.00011	0.00014 m
DH	10	HP2	0.00223	0.00002	0.00009 m
DH	HP2	10	-0.00223	0.00004	0.00009 m
DH	HP2	ARP	1.36223	-0.00007	0.00012 m
DH	ARP	HP2	-1.36223	-0.00003	0.00012 m

TOETSING VAN WAARNEMINGEN

Station	Richtpunt	MDB	MDBn	Red	BNR	W-toets	Gs	fout	T-toets	Gs	fout
DH ARP	11	0.00099	m	4.4	60	2.8	-0.71				
DH 11	ARP	0.00099	m	4.4	60	2.8	-0.31				
DH 11	12	0.00097	m	4.4	60	2.8	-0.43				
DH 12	11	0.00097	m	4.4	60	2.8	-0.04				
DH 5C22	HP1	0.00032	m	4.2	65	2.5	1.26				
DH HP1	5C22	0.00032	m	4.2	65	2.5	0.57				
DH HP1	5C23	0.00034	m	4.1	68	2.3	1.03				
DH 5C23	HP1	0.00034	m	4.1	68	2.3	0.28				
DH 5C23	5C22	0.00033	m	4.2	67	2.4	-1.03				
DH 5C22	5C23	0.00033	m	4.2	67	2.4	-1.75				
DH HP1	HP2	0.00083	m	5.3	41	4.1	0.53				
DH HP2	HP1	0.00083	m	4.4	59	2.8	0.53				
DH 12	13	0.00096	m	4.4	59	2.8	-0.82				
DH 13	12	0.00096	m	4.4	59	2.8	-0.43				
DH 13	10	0.00099	m	4.4	60	2.8	0.23				
DH 10	13	0.00099	m	4.4	60	2.8	0.63				
DH 10	HP2	0.00064	m	4.7	54	3.2	0.17				
DH HP2	10	0.00064	m	4.7	54	3.2	0.43				
DH HP2	ARP	0.00083	m	4.5	57	3.0	-0.53				
DH ARP	HP2	0.00083	m	4.5	57	3.0	-0.20				

Waterpassing na demontage GPS-antenne

MOVE3 Versie 4.5.0 (x64)

Verkenning en Vereffening van Geodetische Netwerken

www.MOVE3.nl

(c) 1993-2020 Sweco Nederland B.V.

477694_WP_GPS-antenne - demontage

09-08-2022 15:13:52

1D pseudo kleinste kwadraten netwerk -- Projectie : RD -- Ellipsoïde :
 Bessel 1841

PROJECT

R:\00475000\00477694\3 - Verwerking\WP bij demontage\477694_WP_GPS-
 antenne - demontage.prj

STATIONS

Aantal (gedeeltelijk) bekende stations	1
Aantal onbekende stations	9
Totaal	10

WAARNEMINGEN

Hoogteverschillen	22
Bekende coördinaten	1
Totaal	23

ONBEKENDEN

Coördinaten	10
Totaal	10

Aantal voorwaarden	13
--------------------	----

VEREFFENING

Aantal iteraties	0
Max coord correctie in laatste iteratie	0.0000 m

TOETSING

Alfa (meer dimensionaal)	0.1831
Alfa 0 (een dimensionaal)	0.0100
Beta	0.80
Kritieke waarde W-toets	2.58
Kritieke waarde T-toets (3 dimensionaal)	2.83
Kritieke waarde T-toets (2 dimensionaal)	3.81
Kritieke waarde F-toets	1.34
F-toets	0.621 Geaccepteerd

VARIANTIE COMPONENT ANALYSE

	Variantie	Redundantie
Terrestrisch	0.621	13.0
Hoogteverschillen	0.621	13.0
Bekende coördinaten	0.000	0.0

PROJECTIE EN ELLIPSOIDE CONSTANTEN

Projectie	RD
Lengte oorsprong/centrale meridiaan	5 23 15.50000 0
Breedte oorsprong	52 09 22.17800 N
Projectie schaalfactor	0.999907900
Translatie Oost	155000.0000 m
Translatie Noord	463000.0000 m
Ellipsoide	Bessel 1841
Halve lange as	6377397.1550 m
Inverse afplatting	299.152812800

INVOER BENADERDE TERRESTRISCHE COÖRDINATEN

Station	X Oost (m)	Y Noord (m)	Hoogte (m)	Id.Sa XY (m)	Id.Sa h (m)
10	0.0000	40.0000	-1.4525	0.0000	0.0000
11	0.0000	-0.0000	-1.4624	0.0000	0.0000
12	10.0000	0.0000	-1.4578	0.0000	0.0000
13	10.0000	40.0000	-1.4519	0.0000	0.0000
5C23	-5.0000	29.0000	-10.1049	0.0000	0.0000
5C22	-5.0000	30.0000	-10.0202	0.0000	0.0000
ARP	-3.0000	0.0000	-0.0889*	0.0000	0.0000 bekend
HP1	-6.0000	29.5000	-9.4641	0.0000	0.0000
HP2	-0.5000	27.5000	-1.4508	0.0000	0.0000
HP3	10.0000	27.0000	-1.4438	0.0000	0.0000

INVOER STANDAARDAFWIJKINGEN VAN BEKENDE STATIONS

Station	Sa X Oost (m)	Sa Y Noord (m)	Sa Hoogte (m)
ARP			0.0001* bekend

INVOER WAARNEMINGEN

	Station	Richtpunt	St ih (m)	Rp ih (m)	Aflezings	Sa
DH	11	12			0.00454	0.00011 m
SH	11	12			9.273	m
DH	12	11			-0.00470	0.00011 m
SH	12	11			9.288	m
DH	11	ARP			1.37360	0.00011 m
SH	11	ARP			9.619	m
DH	ARP	11			-1.37345	0.00011 m
SH	ARP	11			9.623	m
DH	ARP	HP2			-1.36192	0.00018 m
SH	ARP	HP2			27.567	m
DH	HP2	ARP			1.36197	0.00018 m
SH	HP2	ARP			27.566	m
DH	13	10			-0.00056	0.00013 m
SH	13	10			14.595	m
DH	10	13			0.00064	0.00013 m
SH	10	13			14.586	m
DH	10	HP2			0.00166	0.00013 m
SH	10	HP2			14.812	m
DH	HP2	10			-0.00177	0.00013 m
SH	HP2	10			14.819	m
DH	HP3	13			-0.00797	0.00014 m
SH	HP3	13			15.416	m
DH	13	HP3			0.00814	0.00014 m
SH	13	HP3			15.414	m
DH	HP3	12			-0.01407	0.00018 m
SH	HP3	12			27.285	m
DH	12	HP3			0.01403	0.00018 m
SH	12	HP3			27.289	m
DH	HP1	5C23			-0.64060	0.00009 m
SH	HP1	5C23			6.242	m
DH	5C23	HP1			0.64081	0.00009 m
SH	5C23	HP1			6.235	m
DH	HP1	5C22			-0.55603	0.00008 m
SH	HP1	5C22			5.155	m
DH	5C22	HP1			0.55611	0.00008 m
SH	5C22	HP1			5.151	m
DH	5C22	5C23			-0.08464	0.00008 m
SH	5C22	5C23			5.715	m
DH	5C23	5C22			0.08472	0.00008 m
SH	5C23	5C22			5.719	m
DH	HP1	HP2			8.01328	0.00016 m
SH	HP1	HP2			20.390	m
DH	HP2	HP1			-8.01338	0.00016 m
SH	HP2	HP1			20.141	m

VEREFFENDE COORDINATEN (pseudo kleinste kwadraten netwerk)

Station	Coördinaat	Corr (m)	Sa (m)
10 Hoogte	-1.4525	0.0000	0.0002
11 Hoogte	-1.4624	0.0000	0.0001
12 Hoogte	-1.4578	0.0000	0.0001
13 Hoogte	-1.4519	0.0000	0.0002
5C23 Hoogte	-10.1049	0.0000	0.0002
5C22 Hoogte	-10.0202	0.0000	0.0002
ARP Hoogte	-0.0889*	0.0000	0.0001
HP1 Hoogte	-9.4641	0.0000	0.0002
HP2 Hoogte	-1.4508	0.0000	0.0002
HP3 Hoogte	-1.4438	0.0000	0.0002

TOETSING VAN BEKENDE COORDINATEN

Station	MDB (m)	BNR	W-toets	Gs fout (m)	T-toets	Gs fout (m)
ARP Hoogte	99.9999	999.9				

ABSOLUTE STANDAARD ELLIPSEN

Station	A (m)	B (m)	A/B	Phi (gon)	Sa Hgt (m)
---------	-------	-------	-----	-----------	------------

RELATIEVE STANDAARD ELLIPSEN

Station	Station	A (m)	B (m)	A/B	Psi (gon)	Sa Hgt (m)
11	12					0.0001
11	ARP					0.0001
ARP	HP2					0.0001
13	10					0.0001
10	HP2					0.0001
HP3	13					0.0001
HP3	12					0.0001
HP1	5C23					0.0000
HP1	5C22					0.0000
5C22	5C23					0.0000
HP1	HP2					0.0001

VEREFFENDE WAARNEMINGEN

	Station	Richtpunt	Vereff wn	Corr	Sa
DH	11	12	0.00461	-0.00007	0.00007 m
DH	12	11	-0.00461	-0.00009	0.00007 m
DH	11	ARP	1.37354	0.00006	0.00007 m
DH	ARP	11	-1.37354	0.00009	0.00007 m
DH	ARP	HP2	-1.36191	-0.00001	0.00011 m
DH	HP2	ARP	1.36191	0.00006	0.00011 m
DH	13	10	-0.00062	0.00006	0.00009 m
DH	10	13	0.00062	0.00002	0.00009 m
DH	10	HP2	0.00170	-0.00004	0.00009 m
DH	HP2	10	-0.00170	-0.00007	0.00009 m
DH	HP3	13	-0.00807	0.00010	0.00009 m
DH	13	HP3	0.00807	0.00007	0.00009 m
DH	HP3	12	-0.01402	-0.00005	0.00011 m
DH	12	HP3	0.01402	0.00001	0.00011 m
DH	HP1	5C23	-0.64072	0.00012	0.00005 m
DH	5C23	HP1	0.64072	0.00009	0.00005 m
DH	HP1	5C22	-0.55606	0.00003	0.00005 m
DH	5C22	HP1	0.55606	0.00005	0.00005 m
DH	5C22	5C23	-0.08466	0.00002	0.00005 m
DH	5C23	5C22	0.08466	0.00006	0.00005 m
DH	HP1	HP2	8.01333	-0.00005	0.00011 m
DH	HP2	HP1	-8.01333	-0.00005	0.00011 m

TOETSING VAN WAARNEMINGEN

	Station	Richtpunt	MDB	MDBn	Red	BNR	W-toets	Gs fout	T-toets	Gs fout
DH	11	12	0.00049 m	4.7	54	3.2	-0.88			
DH	12	11	0.00049 m	4.7	54	3.2	-1.18			
DH	11	ARP	0.00050 m	4.6	54	3.2	0.79			
DH	ARP	11	0.00050 m	4.6	54	3.1	1.10			
DH	ARP	HP2	0.00079 m	4.4	62	2.7	-0.07			
DH	HP2	ARP	0.00079 m	4.4	62	2.7	0.42			
DH	13	10	0.00061 m	4.6	56	3.0	0.59			
DH	10	13	0.00061 m	4.6	56	3.0	0.22			
DH	10	HP2	0.00061 m	4.6	56	3.0	-0.36			
DH	HP2	10	0.00061 m	4.6	56	3.0	-0.73			
DH	HP3	13	0.00062 m	4.5	57	3.0	1.02			
DH	13	HP3	0.00062 m	4.5	56	3.0	0.64			
DH	HP3	12	0.00079 m	4.4	62	2.7	-0.38			

GPS-meting Zuidwal 2022

Rapportage van de GPS-meting Zuidwal 2022

projectnummer 0477694.100

12 september 2022

Vermilion Energy B.V.

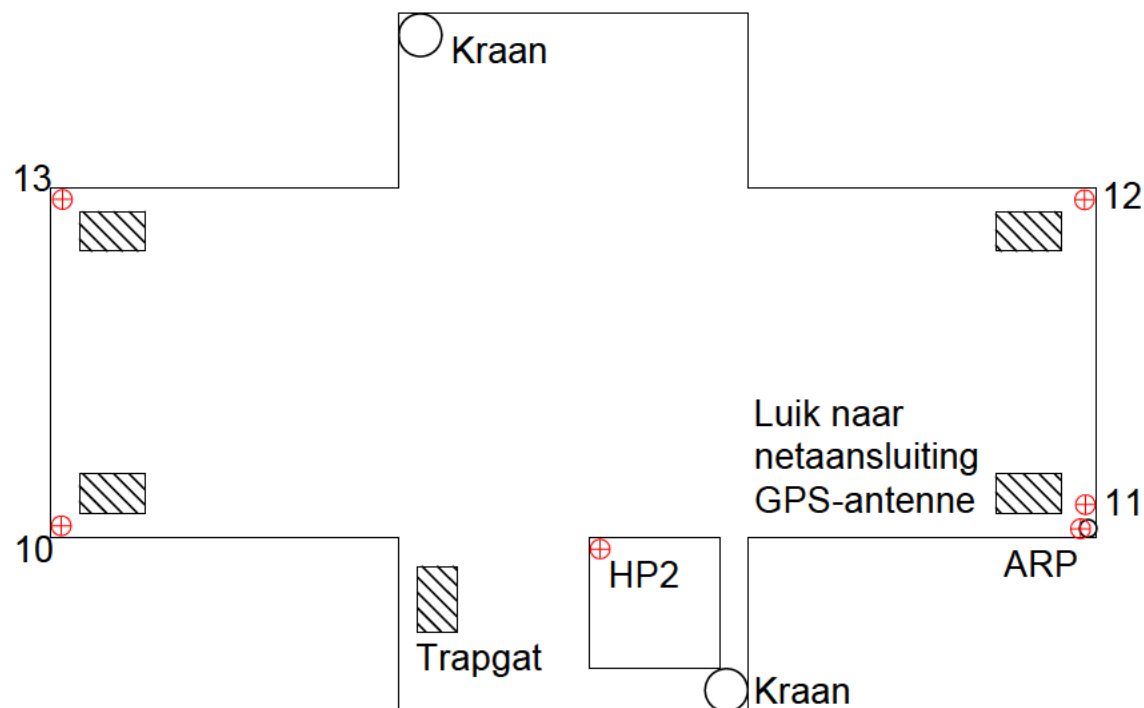


DH	12	HP3	0.00079	m	4.4	62	2.7	0.10
DH	HP1	5C23	0.00036	m	4.1	68	2.3	1.69
DH	5C23	HP1	0.00036	m	4.1	68	2.3	1.23
DH	HP1	5C22	0.00033	m	4.2	65	2.5	0.42
DH	5C22	HP1	0.00033	m	4.2	65	2.5	0.84
DH	5C22	5C23	0.00035	m	4.2	67	2.4	0.37
DH	5C23	5C22	0.00035	m	4.2	67	2.4	0.81
DH	HP1	HP2	0.00076	m	4.8	50	3.4	-0.45
DH	HP2	HP1	0.00076	m	4.8	50	3.4	-0.45

Bijlage 4 Overzicht meetpunten boven- /onderdek

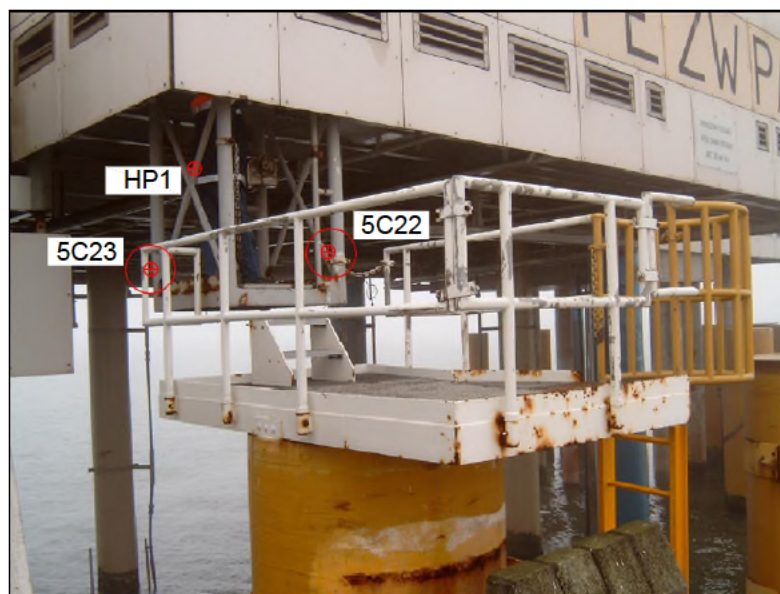
Bovendek

Schaal: variabel



Onderdek

Schaal: variabel



Legenda

-  Luik
-  11 Meetpunt

D0	10-05-2017	Definitief	JS
Nr	Datum	Wijziging	Tek

Vermilion Energy B.V.

GPS-meting ZUIDWAL 2017

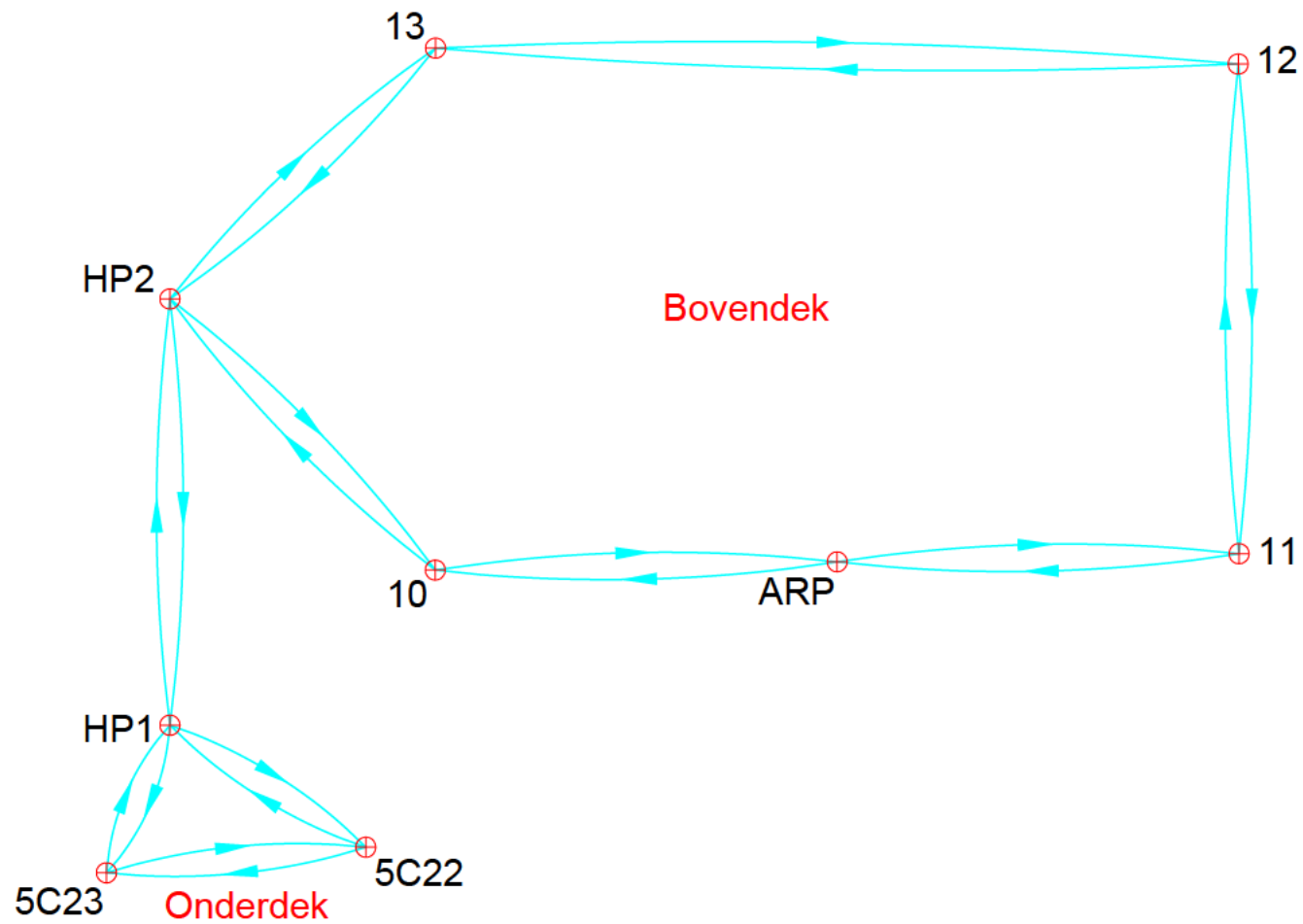
Overzicht meetpunten

Tekeningnummer
411176-S1

Tekenaar
J. Sikken
Projectleider
P. Meinders
Status
Definitief
www.anteagroup.nl

Schaal
Variabel
Formaat
A4
1 IN 2
Wijz. nr.
D0





D0	10-05-2017	DEFINITIEF	JS
Nr	Datum	Wijziging	Tek

Legenda

-  Waterpassectie + richting
-  11 Deformatiemeetpunt

Vermilion Energy B.V.

GPS-meting ZUIDWAL 2017

Meetopzet

Tekeningnummer
411176-S1

Tekenaar
J. Sikken

Projectleider
P. Meinders

Status
Definitief

www.anteagroup.nl

Schaal
Variabel

Formaat
A4

2 IN 2

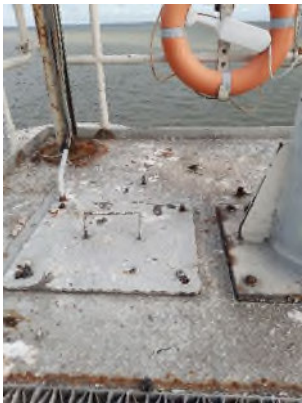
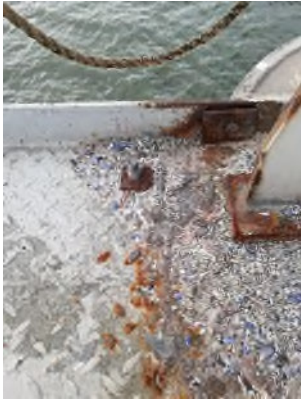
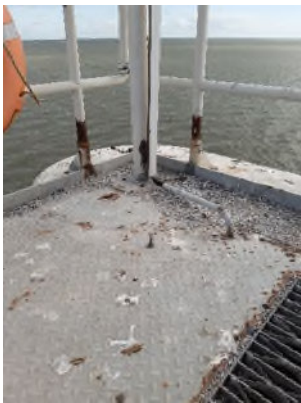
Wijz.nr.

D0



Bijlage 5 Foto's peilmerken en meetpunten

Bijlage 5 Foto's peilmerken en meetpunten

Meetpunt 10 (PVS-slaganker) 	Meetpunt 11 (Uitstekende schroef) 
Meetpunt 12 (PVS-slaganker) 	Meetpunt 13 (PVS-slaganker) 
Meetpunt HP 1 (Schroef op slangklem) 	Meetpunt HP 2 (Bovenkant schroef oostzijde platform) 

**Meetpunt HP 3 (Bovenkant schroef
westzijde platform)**



Meetpunt 005C0022 (Peilmerk)



Meetpunt 005C0023 (Peilmerk)



**Bijlage 6 Historische gegevens 005C0022 en
005C0023**

Bijlage 6 Historische gegevens 005C0022 en 005C0023

HISTORISCH OVERZICHT

BLAD 005C

MEETKUNDIGE DIENST
 VAN DE RIJKSWATERSTAAT

DATUM VAN UITGIFTE 20111205

MERK ID	DATUM WATERPASS.	PROJECT ID	OWP	HGTE=NAP+H IN M	I I S P S T	VERSCH. IN MM	DS IN A MM/JR G	Zuidweal-platform
005C0022	1987-09-01	279H09	2	7.3675	N N		N	1988-09-01
005C0022	1991-08-19	279=18=NAP	2	7.3590	N J		N	1991-09-01
005C0022	1991-09-01	279H18	2	7.3614	N N		N	
005C0022	1993-11-25	344=01=NAP	2	7.3373	N J	-21.7	-9.5	1994-09-15
005C0022	1994-08-15	342W00H	2	7.3399	N N		N	
005C0022	1994-08-15	342W00	2	7.3399	N N		N	
005C0022	2001-06-29	373W31	2	7.3298	N N		N	
005C0022	2001-06-30	373=31=NAP	2	7.3080	J J	-29.3	-3.9	1999-11-24
005C0023	1987-09-01	279H09	2	7.2832	N N		N	1988-09-01
005C0023	1991-08-19	279=18=NAP	2	7.2740	N J		N	1991-09-01
005C0023	1991-09-01	279H18	2	7.2763	N N		N	
005C0023	1993-11-25	344=01=NAP	2	7.2528	N J	-21.1	-9.3	1994-09-15
005C0023	1994-08-15	342W00H	2	7.2553	N N		N	
005C0023	1994-08-15	342W00	2	7.2554	N N		N	
005C0023	2001-06-29	373W31	2	7.2453	N N		N	
005C0023	2001-06-30	373=31=NAP	2	7.2235	J J	-29.3	-3.9	1999-11-24

Toelichting op het historisch overzicht van het NAP.

Ten behoeve van de NAP herziening op 01-januari 2015 zijn alle relevante waterpassingen van de laatste 15 jaar opnieuw vereffend. Alle publicabele peilmerken krijgen hierdoor een herziene hoogte. Omdat veel peilmerken meerdere keren zijn gewaterpast in de laatste 15 jaar, staan er ook meerdere herziene hoogten in het historisch overzicht.

De projecten met een herziene hoogte (nieuwe NAP) zijn herkenbaar aan het (=) teken in het project-id. (zie kolom project-id). Voorbeeld: project 279H18 levert hoogten in het oude NAP. Het project 279=18=NAP is de zelfde waterpassing berekend in het nieuwe NAP. Voor de historie moet u alleen naar de hoogten in het oude NAP kijken. Bent u alleen geïnteresseerd in de laatste 15 jaar, dan kunt u ook alleen naar het nieuwe NAP kijken. Zie ook het JPG-bestand voor de gemiddelde verschillen per kaartblad ten gevolge van de herziening.

Algemene opmerking over het historisch overzicht.

Omdat de hoogten uit zeer diverse waterpassingen komen(kwaliteit, omvang en verschillende aansluitpunten in de vereffening), zijn deze lastig te vergelijken

Bijlage 7 Vizierlijncontrole

Bijlage 7 Vizierlijncontrole

Vizierlijncontrole

Waarnemer CvdL/JS
 Datum 12-07-2022

	Stationsnaam	Achter	Tussen	Voor	Slaglengte	dHgt	dHgt Tussen
DH	99	1.43864			17.892		
	98			1.41312	18.318		
	99		98			0.02552	
DH	98	1.39521			3.186		
	99			1.42076	33.037		
	98		99			-0.02555	
Samenvatting							
	Som Achter	21.078 m					
	Som Voor	51.355 m					
	Totaal	72.433 m					
	Sluitfout	-0.00003 m					

Waarnemer CvdL/JS
 Datum 27-07-2022

	Stationsnaam	Achter	Tussen	Voor	Slaglengte	dHgt	dHgt Tussen
DH	99	1.42900			18.728		
	98			1.43172	18.166		
	99		98			-0.00272	
DH	98	1.39899			3.233		
	99			1.39677	33.644		
	98		99			0.00222	
Samenvatting							
	Som Achter	21.961 m					
	Som Voor	51.810 m					
	Totaal	73.770 m					
	Sluitfout	-0.00050 m					

De informatie die in dit rapport is opgenomen is uitsluitend bestemd voor de geadresseerde(n) en kan persoonlijke of vertrouwelijke informatie bevatten. Gebruik van deze informatie, door anderen dan de geadresseerde(n) en gebruik door hen die niet gerechtigd zijn van deze informatie kennis te nemen, is niet toegestaan. De informatie is uitsluitend bestemd om te worden gebruikt door de geadresseerde, voor het doel waarvoor dit rapport is vervaardigd. Indien u niet de geadresseerde bent of niet gerechtigd bent tot kennisneming, is openbaarmaking, vermenigvuldiging, verspreiding en/of verstrekking van deze informatie aan derden is niet toegestaan, tenzij na schriftelijke toestemming door Antea Group en wordt u verzocht de gegevens te verwijderen en direct melding te maken bij security@anteagroup.nl. Derden, zij die niet geadresseerd zijn, kunnen geen rechten aan dit rapport ontleen, tenzij na schriftelijke toestemming door Antea Group.

Over Antea Group

Antea Group is het thuis van 1500 trotse ingenieurs en adviseurs. Samen bouwen wij elke dag aan een veilige, gezonde en toekomstbestendige leefomgeving. Je vindt bij ons de allerbeste vakspecialisten van Nederland, maar ook innovatieve oplossingen op het gebied van data, sensing en IT. Hiermee dragen wij bij aan de ontwikkeling van infra, woonwijken of waterwerken. Maar ook aan vraagstukken rondom klimaatadaptatie, energietransitie en de vervangingsopgave. Van onderzoek tot ontwerp, van realisatie tot beheer: voor elke opgave brengen wij de juiste kennis aan tafel. Wij denken kritisch mee en altijd vanuit de mindset om samen voor het beste resultaat te gaan. Op deze manier anticiperen wij op de vragen van vandaag en de oplossingen voor morgen. Al 70 jaar.

Contactgegevens

Tolhuisweg 57
8443 DV HEERENVEEN
Postbus 24
8440 AA HEERENVEEN

E. info@anteagroup.nl

www.anteagroup.nl

Copyright © 2022

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, elektronisch of op welke wijze dan ook, zonder schriftelijke toestemming van de auteurs.