



GNSS meting Brakel - Wijk en Aalburg

Rapportage van de 5e GNSS-signaleringsmeting;
april 2018

projectnummer 0433022
revisie 00
24 juli 2018

GNSS meting Brakel - Wijk en Aalburg

Rapportage van de 5e GNSS-signaleringsmeting; april 2018

projectnummer 0433022

revisie 00
24 juli 2018

Opdrachtgever

Vermilion Energy b.v.
Postbus 71
8860 AB Harlingen

datum vrijgave	beschrijving revisie
24-07-2018	Definitief

goedkeuring
P. Meinders

vrijgave
A.J. Speelman

Inhoudsopgave

Blz.

1	Inleiding	1
2	Meetopzet	2
2.1	Eisen aan de meetopzet	3
2.2	Meetchronologie	3
3	GPS-meetpalen	5
3.1	Constructie	5
3.2	Kalibratie	6
4	Meetlocaties	7
5	Metingen	10
5.1	Opbouw GPS meetpalen	10
5.2	Antennemeting na opbouw	10
5.3	Antennemeting voor demontage	11
5.4	Weersomstandigheden	11
6	Verwerking en resultaten	12
6.1	Waterpasmetingen	12
6.2	Multistation berekeningen GPS-metingen	15
6.3	Combinatie Waterpas- en GPS-metingen	15
6.4	Differentiestaat	17
7	Conclusie	18
8	Bijlagen	19
9	Referenties	20

Bijlage 1 Overzichtskaart deformatiemeetnet Brakel - Wijk & Aalburg

Bijlage 2 Differentiestaat

Bijlage 3 Resultaten vereffening maatvoering AR25 antennes

Bijlage 4 Tekening AR25 choke-ring antenne

Bijlage 5 AR25 Antenne kalibratierapporten

Bijlage 6 Foto's GPS-meetlocaties

Bijlage 7 Resultaten vereffening waterpasmetingen

Bijlage 8 Foto's peilmerken per meetlocatie

Bijlage 9 Resultaten Multi-station berekening GPS-metingen

1 Inleiding

In opdracht van Vermilion Energy B.V. (hier na te noemen Vermilion) heeft Antea Group van 18 april t/m 2 mei 2018 een GNSS¹ signaleringsmeting (hierna genoemd GPS-meting) uitgevoerd. De werkzaamheden zijn uitgevoerd in het kader van het 'Meetplan Brakel en Wijk & Aalburg' [1] in de winningsvergunning Andel V. en betreffen de 5^e GNSS signaleringsmeting. De werkzaamheden bestaan uit:

1. Statische GPS-metingen op drie locaties, om het hoogteverschil tussen de locaties te overbruggen;
2. Waterpasmetingen op drie locaties, om het hoogteverschil tussen de GPS antenne en het ondergrondse merk te bepalen.

Door de GPS-meting periodiek te herhalen, wordt het tijdsverloop van de bodembeweging in het centrale gebied bewaakt. Hierdoor hebben de GPS-metingen een signaleringsfunctie en zijn bedoeld als aanvulling op de (tien jaarlijkse) vlakdekkende waterpasmeting van het meetnet Langezwaag. Er kan besloten worden tot het uitvoeren van extra vlakdekkende waterpas-metingen indien het resultaat van een GPS-meting:

- a. Significant afwijkt van de resultaten ten tijde van de voorgaande vlakdekkende waterpassing (dat wil zeggen meer dan 3 maal de standaardafwijking van de meetprecisie);
- b. Een bodemdaling impliceert die groter is dan de prognose zoals is opgenomen in het winningsplan.

In dit rapport worden de voorbereidings-, de uitvoeringswerkzaamheden en de resultaten van de 5^e signaleringsmeting (4^e herhalingsmeting) beschreven. Met dit rapport wordt uitvoering gegeven aan het gestelde in artikel 31, mijnbouwbesluit 2002, m.b.t. de uitvoering en de rapportage van metingen overeenkomstig het 'Meetplan Brakel en Wijk & Aalburg 2018'.

De in dit rapport opgenomen (relatieve) hoogten zijn gepresenteerd in ETRS89. Dit om een mogelijke verwarring met (absolute) NAP hoogten te voorkomen.

De volgende werkzaamheden zijn voor deze opdracht verricht:

- Het uitvoeren van GPS-metingen op vier locaties;
- Het uitvoeren van antennemetingen (waterpassingen) bij op- en afbouw;
- Het vereffenen van de waterpasmetingen;
- Postprocessing van de ruwe GPS-data;
- Het combineren van de resulterende hoogteverschillen uit de GPS- en waterpasmetingen;
- Het opstellen van een differentiestaat;
- Rapporteren van de bovengenoemde werkzaamheden.

Het project is uitgevoerd onder leiding en verantwoordelijkheid van Antea Group, en in samenwerking met O6-GPS vanwege haar GPS-postprocessing expertise.

¹ GNSS: Global Navigation Satellite Systems

2 Meetopzet

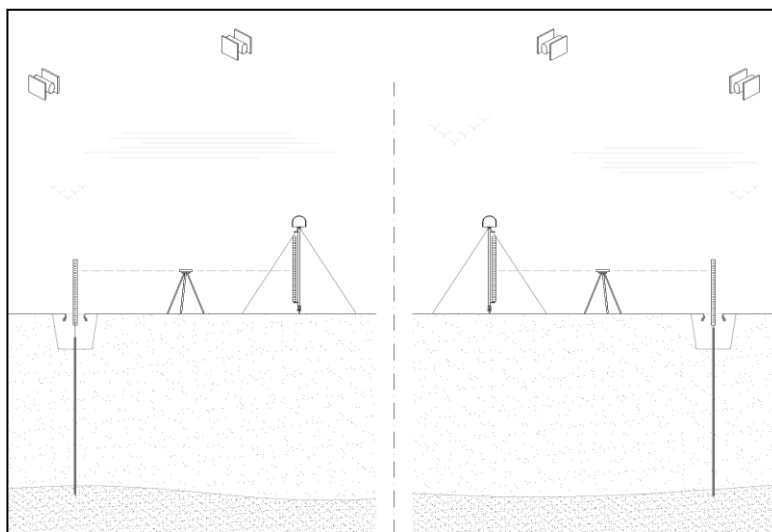
Het volledig meetnet Brakel en Wijk & Aalburg is beschreven in het 'Meetregister bij het meetplan Brakel en Wijk & Aalburg' [2]. Dit meetnet is in 2016 volledig gemeten door middel van het uitvoeren van vlakdekkende waterpasmetingen. Een overzicht, aangevuld met de locaties van de GPS-stations is weergegeven op de bijgevoegde overzichtskaart (bijlage 1).

Doel van deze onderhavige GPS-meting is het onderling vastleggen van de huidige hoogteverschillen tussen de ondergrondse merken op de vier meetlocaties (principeschets zie figuur 1). Door middel van deze vastlegging kan aangetoond worden of er zettingen zijn opgetreden in het verwachte zettingspatroon.

Er zijn voorafgaand aan de 1^e GPS-meting in 2010 vier ondergrondse merken geplaatst. Het betreft de onderstaande ondergrondse merken die tevens zijn opgenomen in de vlakdekkende waterpasmeting:

- Ondergronds merk 000A2880, geplaatst te Arkel aan de noordwestzijde van het meetnet;
- Ondergronds merk 000A2881, geplaatst te Herwijnen aan de noordoostzijde van het meetnet
- Ondergronds merk 000A2882, geplaatst op de mijnbouwlocatie Brakel (binnen de invloedsfeer van gaswinning in het centrale gebied van het gasvoorkomen Brakel);
- Ondergronds merk 000A2883, geplaatst nabij de mijnbouwlocatie Wijk en Aalburg (binnen de invloedsfeer van gaswinning in het centrale gebied van het gasvoorkomen Wijk en Aalburg).

De afstanden tussen de meetlocatie Arkel en de overige meetlocaties Brakel, Herwijnen en Wijk & Aalburg is tussen de 9 en 13 kilometer. Het meten van hoogteverschillen over deze grote afstand vindt plaats met GPS-technieken. Het meten van hoogteverschillen op elke meetlocatie, tussen het ondergronds merk, overige peilmerken en de GPS-antenne, vindt plaats via secundaire waterpassingen.



Figuur 1 Principeschets van de signalerings-metingen met als doel het meten van hoogteverschillen tussen de ondergrondse merken en de overige peilmerken op de vier meetlocaties. De signaleringsmetingen

bestaan uit GPS-metingen ter bepaling van de ARP²'s van de meetpalen en waterpasmetingen ter bepaling van het hoogteverschil tussen de peilmerken en de ARP's van de meetpalen.

2.1 Eisen aan de meetopzet

De na te streven meetnauwkeurigheid van de relatieve hoogteverschillen is 1-2 mm in de standaardafwijking. Daarnaast dienen de metingen ingericht te zijn om een diepere bodembeweging, ofwel de beweging van het pleistocene in hoogte te volgen.

Om deze hoge nauwkeurigheid en betrouwbaarheid mogelijk te maken zijn de volgende voorwaarden geformuleerd:

1. Er wordt op elke meetlocatie gebruik gemaakt van een ondergronds merk dat aantoonbaar gefundeerd is in de top van de pleistocene zandlaag;
2. Multipath, het (mede) ontvangen van GPS-signalen via reflecterende oppervlakten en dus via een langere of onzekere loopweg, wordt zoveel mogelijk gereduceerd;
3. De GPS-antenne op de meetpaal is noord gericht;
4. Het hoogteverschil tussen het antenne referentiepunt (ARP) en het ondergronds merk voorafgaand aan de GPS-meting, komt overeen met het hoogteverschil na afloop van de GPS-meting;
5. De antennemetingen op de meetpaal moeten op alle meetlocaties met dezelfde baak worden uitgevoerd;
6. De hoogten van de meetlocaties buiten de theoretische invloedssfeer worden bepaald ten opzichte van bestaande verder weg gelegen permanente GPS-referentiestations.

Aandachtspunt

De GPS-meetpalen zijn gevoelig voor technische storingen, verstoringen door omgevingsfactoren, autonome zetting en uitzetting door temperatuursveranderingen. Om eventuele (ver)storingen op te merken vinden tijdens de GPS-metingen controles plaats op het loggen van de GPS-data. Tevens worden controlemetingen uitgevoerd voorafgaand en na afloop van de GPS-metingen.

2.2 Meetchronologie

De uitgevoerde GPS-meting is een combinatie van GPS- en antennemetingen, uitgevoerd in de winningsvergunning Andel V op vier (4) meetlocaties (Arkel, Brakel, Herwijnen en Wijk & Aalburg) met als doel:

- Het in tijd volgen van de buiten de theoretische invloedssfeer gelegen ondergrondse merken 000A2880, 000A2881 en de NAP-peilmerk 038G0395, 038H0296;
- Het in tijd volgen van het ondergronds merk 000A2882 en bout 466002 in het centrale gedeelte van de theoretische invloedssfeer van het gasvoorkomen Brakel;

² ARP: Antenne Referentie punt

- Het in tijd volgen van het ondergronds merk 000A2883, het NAP-peilmerk 044F0436 en het schroefanker 28833 in het centrale gedeelte van de theoretische invloedssfeer van het gasvoorkomen Wijk & Aalburg.

De GPS-metingen zijn volgens onderstaand tijdschema uitgevoerd:

- Augustus 2010, 1^e GPS-meting (nulmeting);
- November 2011, 2^e GPS-meting (1^{ste} herhalingsmeting);
- November 2012, 3^e GPS-meting (2^{de} herhalingsmeting);
- December 2014, 4^e GPS-meting (3^e herhalingsmeting);
- April 2018, 5^e GPS-meting (4^e herhalingsmeting).

Alle metingen zijn nagenoeg op dezelfde locaties en door middel van dezelfde meetmethode uitgevoerd.

3 GPS-meetpalen

3.1 Constructie

Antea Group heeft drie mobiele GPS-meetpalen geconstrueerd op basis van een Leica AR25 choke-ring antenne. Er is voor deze Leica AR25 choke-ring antenne gekozen vanwege haar zeer goede Multipath reductie en het voorspelbare fasecentrum gedrag.

Een meetpaal bestaat uit een circa 3 meter lange RVS mast, een GPS-antenne, een GPS-ontvanger in een waterdichte bak en een stroomvoorziening. Voor de mast is gekozen voor RVS vanwege de geringe uitzetting bij temperatuursveranderingen. Aan de boven- en onderzijde van de mast zijn grote moeren bevestigd die geschikt zijn voor het aanmeten met een waterpasbaak.

In de bovenzijde van de mast bevindt zich een massieve vaste buis met daarin 5/8 schroefdraad. Hierop wordt de AR25 antenne (zie figuur 2) met choke-ring geplaatst. Zie bijlage 3 voor een schets van de choke-ring constructie. Het ARP van de antenne wordt voor wat betreft de XY positie gevormd door het middelpunt van het schroefdraad. De onderkant van de antenne vormt de hoogtecomponent van de AR25 antenne (rode driehoek in bijlage 3). De antenne wordt beschermd door een witte kunststoffen radome.

Onderaan de mast bevindt zich een waterdichte kunststoffen kist waarin de GPS-ontvanger is geplaatst. Met de mastvoet wordt de mast vastgeklemd op een in de bodem geslagen pen. De mast wordt verticaal opgericht door de top van de mast te schoren aan drie schoorpalen met behulp van stalen tuidraden. De stroomvoorziening van de GPS-ontvanger en GPS-antenne kan door middel van een tractie accu of via een netaansluiting plaatsvinden.

De antennenumering en de bijbehorende meetpaalnummers zijn als volgt:

Meetpaal	Serienummer antenne
1	9150006
2	9150005
3	9150010

Tabel 1: Serienummer antenne.

Voor de GPS metingen is gebruik gemaakt van Leica 1200 GPS-ontvangers (zie figuur 3). De GPS-ontvangers, GPS-antennes en masten zijn van stickers voorzien met het betreffende nummer (1, 2 of 3).



Figuur 2 Leica AR25 GPS-antenne



Figuur 3: Leica 1200 GPS-ontvanger

3.2 Kalibratie

Absolute antenne kalibratie

Nauwkeurige GPS-metingen vereisen een goede kennis van de ontvangstkarakteristieken van de gebruikte GPS-antennes. Hiervoor is door Geo++ van elk van de drie AR25 antennes een antennekalibratie uitgevoerd (zie voor kalibratierapporten, bijlage 5).

Maatvoering AR25 antenne

De afstand tussen de onderkant van de antennerand en het ARP (afslagrand schroefdraad) is nodig om de GPS resultaten met de waterpasresultaten te kunnen combineren. Voor de AR25 GPS-antenne is deze afstand volgens de technische specificaties van Leica gelijk aan 32 mm (bijlage 4). Bij een controle uitgevoerd door Antea Group blijkt de werkelijke maat echter *groter* dan deze waarde.

De verschilwaarden tussen de technische specificaties en de werkelijke maat zijn bepaald met behulp van een waterpassing. Met een Leica DNA03 digitaal waterpastoestel zijn de hoogteverschillen tussen de vier punten op de rand en het ARP viermaal gemeten. Vervolgens zijn de metingen vereffend met Move3 (zie bijlage 3). De verkregen resultaten worden weergegeven in tabel 2.

Antenne 1 (maten in mm)						
			1006			
			34.4			
			-0.9			
1004	34.6	-1.2	33.5	0.7	32.8	1003
			1.5			
			32.0			
			1005			
Antenne 2 (maten in mm)						
			2006			
			33.5			
			0.1			
2004	32.0	1.6	33.6	-1.3	34.8	2003
			-0.4			
			33.9			
			2005			
Antenne 3 (maten in mm)						
			3006			
			32.1			
			0.9			
3004	32.6	0.4	33.0	-0.4	33.4	3003
			-0.9			
			33.9			
			3005			

Tabel 2 Resultaten Move3 berekening hoogteverschil antennerand en ARP

4 Meetlocaties

De GPS-meetlocaties zijn weergegeven in relatie tot het totale deformatienet in de overzichtskaart bijgevoegd als bijlage 1. Deze GPS-meetlocaties, elk nabij een ondergronds merk en minimaal één peilmerk zijn in 2010 gekozen op basis van:

- Bereikbaarheid;
- Lage kans op verstoring of vernieling;
- Geringe aanwezigheid van reflecterende oppervlakten.

Voor onderhavige meting zijn de meetpalen op de meetlocaties Brakel en Herwijnen op dezelfde plaats gestationeerd als bij de vorige metingen. Voor de meetlocatie Wijk en Aalburg is de positie enkele meters gewijzigd in verband met de nieuwbouw van een bedrijfsgebouw. Voor de meetlocatie Arkel is de positie ca. 80 meter verschoven in zuidelijke richting in verband met de slechte toegankelijkheid van de oorspronkelijke meetlocatie.

De GPS-meetlocaties, respectievelijk Arkel, Brakel, Herwijnen en Wijk & Aalburg worden weergegeven in de onderstaande figuren 4, 5, 6 en 7.



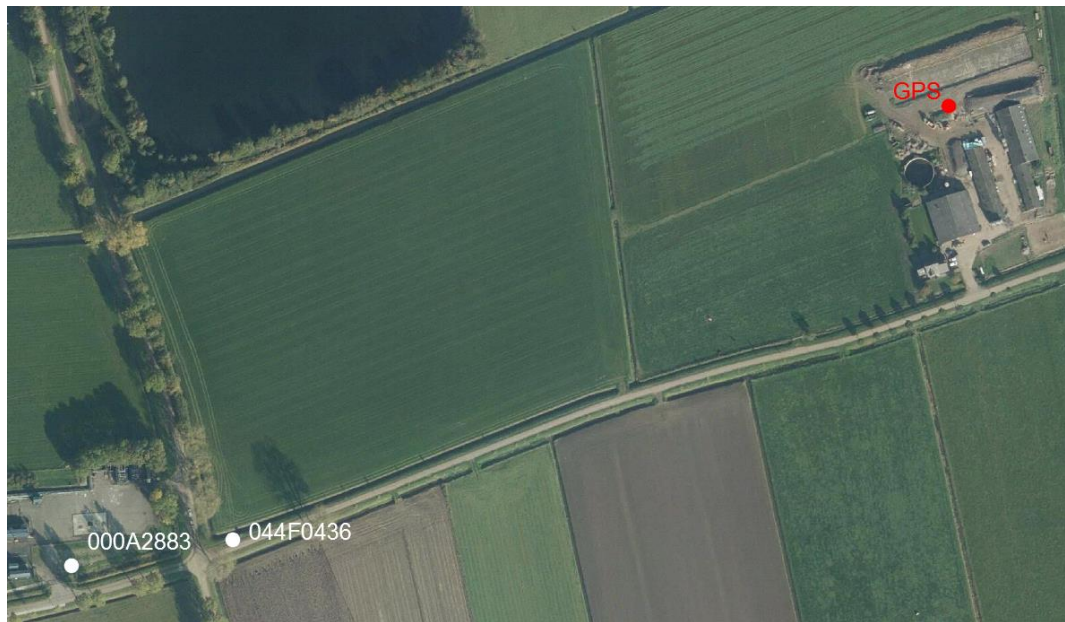
Figuur 4 Locatie Arkel



Figuur 5 Locatie Brakel



Figuur 6 Locatie Herwijnen



Figuur 7 Locatie Wijk & Aalburg

5 Metingen

5.1 Opbouw GPS meetpalen

De GPS-meetpalen zijn op 18-april 2018 opgebouwd met uitzondering van de locatie Wijk & Aalburg en als volgt geplaatst:

Meetpaal	Locatie	Antenne	Startdatum	Einddatum
1	Brakel	9150006	18-4-2018	2-5-2018
2	Arkel	9150005	18-4-2018	25-4-2018
2	Wijk en Aalburg	9150005	25-4-2018	2-5-2018
3	Herwijnen	9150010	18-4-2018	25-4-2018

Tabel 3 Overzicht inzet GPS-meetpalen

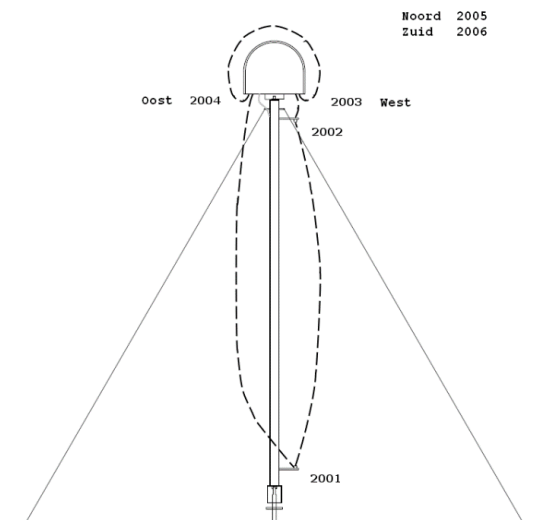
De GPS-meetpalen zijn opgesteld op een 1.2 m lange stalen pen waarop elke GPS-antenne noord-gericht geplaatst is. Elke meting is gestart met een waarnemingsinterval van 10 seconden, een bestandsgrootte van 24-uur aan waarnemingen en een minimale elevatiehoek van 5 graden. De GPS-meetpalen zijn van elektriciteit voorzien door de eerder genoemde semi-tractie accu's.

5.2 Antennemeting na opbouw

Aansluitend na plaatsing is er een secundaire kringwaterpassing uitgevoerd waarin zijn opgenomen:

- De onderste dopmoer van de GPS-meetpaal;
- Het ondergronds merk;
- De overige meetpunten.

Met deze antennemeting worden de hoogteverschillen bepaald tussen de onderzijde van de GPS-antenne, het ondergronds merk en de overige meetpunten bij de meetlocatie. Vanaf de onderste dopmoer van de GPS-meetpaal zijn de bovenste dopmoer en vier punten op de rand van de GPS-antenne gemeten (zie figuur 8). Alle metingen zijn tweemaal gecontroleerd uitgevoerd in een heen- en teruggang.



Figuur 8 Illustratie van de gemeten secties tijdens een antennemeting (onderbroken lijn). Daarnaast is er vanaf punt 2001 naar de nabijgelegen ondergrondse merken gemeten (niet getoond).

5.3 Antennemeting voor demontage

Op 25-april 2018 zijn op de meetlocaties Arkel en Herwijnen de afsluitende secundaire waterpassingen uitgevoerd, identiek aan de meetmethodiek weergegeven in paragraaf 5.2. Voor de locaties Brakel en Wijk & Aalburg werden de afsluitende secundaire waterpassingen uitgevoerd op 2-mei 2018. De resultaten zijn gecontroleerd en vervolgens is het loggen van de GPS-data per locatie gestopt. Aansluitend zijn de meetpalen verwijderd.

5.4 Weersomstandigheden

In de onderstaande tabel 4 worden de weersomstandigheden weergegeven ten tijde van de werkzaamheden (periode 18-april t/m 2-mei 2018). De gegevens zijn afkomstig van het KNMI weerstation Herwijnen dat zich in het projectgebied bevindt.

Datum	Windrichting	Windkracht (in Bft)	Bewolking	Temp. Lucht (in °C)	Luchtdruk (in hPa)
18-4-2018	OZO	2	Vrijwel geheel bewolkt	16.5	1029.5
19-4-2018	OZO	2	Half bewolkt	19.2	1025.3
20-4-2018	W	2	Half bewolkt	17.9	1022.3
21-4-2018	NO	2	Half bewolkt	15.1	1020.9
22-4-2018	ZW	2	Half tot Zwaar bewolkt	17.0	1011.4
23-4-2018	WZW	3	Zwaar bewolkt	12.2	1015.2
24-4-2018	ZW	4	Geheel bewolkt	12.6	1013.9
25-4-2018	W	4	Vrijwel geheel bewolkt	11.5	1010.7
26-4-2018	WZW	4	Zwaar bewolkt	9.8	1015.3
27-04-2018	OZO	2	Geheel bewolkt	10.6	1010.3
28-04-2018	ZW	3	Vrijwel geheel bewolkt	11.7	1009.8
29-04-2018	NNO	2	Geheel bewolkt	9.6	1006.9
30-04-2018	ZZW	3	Geheel bewolkt	9.5	998.0
1-5-2018	WZW	4	Vrijwel geheel bewolkt	8.5	1009.3
2-5-2018	ZZW	3	Half bewolkt	11.0	1010.7

Tabel 4 Weersomstandigheden gedurende de meetdagen

6 Verwerking en resultaten

6.1 Waterpasmetingen

Move vereffening waterpasresultaten

De GPS-antennemetingen bij opbouw en demontage zijn in Move3 getoetst volgens de Delftse rekenmethode kleinste kwadraten. Hierbij vindt toetsing plaats van het meetnet als geheel (F-toets) en toetsing van de waarnemingen afzonderlijk (W-toets). In de Move3 berekeningen zijn voor de antennemetingen (waterpassing) de ondergrondse merken 000A2880 (Locatie Arkel), 000A2881 (Locatie Herwijnen), 000A2882 (Locatie Brakel) en 000A2883 (Locatie Wijk & Aalburg) aangehouden als referentiepunt.

Kwaliteitscontrole waterpasmetingen

In de onderstaande tabel 5 wordt per meetlocatie een kwaliteitsbeschrijving gegeven van de verkregen resultaten. Het volledig Move3 uitvoerbestand per meetlocatie wordt getoond in bijlage 7.

Meetlocatie	Meting	Gedeselecteerde waarnemingen	Standaardafwijking waarnemingen (in mm)	F-toets	
				Kritieke waarde	Berekende waarde
Brakel	Nul	0	< 0.30	1.190	0.603
	Eind	0	< 0.30	1.200	0.473
Arkel	Nul	0	< 0.40	1.240	0.267
	Eind	0	< 0.40	1.260	0.117
Wijk & Aalburg	Nul	0	< 0.90	1.340	0.332
	Eind	0	< 0.60	1.270	0.496
Herwijnen	Nul	2	< 0.50	1.380	1.138
	Eind	2	< 0.50	1.380	0.849

Tabel 5 Kwaliteitsbeschrijving resultaten waterpasmetingen

Resultaten waterpasmetingen

In de onderstaande tabellen 6 t/m 9 worden de resultaten weergegeven van de antennemetingen (waterpasmeting tussen antenne, ondergronds meetmerk en overige peilmerken). Hierbij zijn de ondergrondse merken 000A2880 (Locatie Arkel), 000A2881 (Locatie Herwijnen), 000A2882 (Locatie Brakel) en 000A2883 (Locatie Wijk & Aalburg), gesitueerd in de nabijheid van elke meetlocatie, gehanteerd als referentiepunt.

De antennemetingen bij opbouw en demontage (bijlage 7) zijn vergeleken ter controle op een eventuele verstoring of zetting van de meetpalen. De uiteindelijke verschillen op de vier meetlocaties tussen meting bij opbouw en de eindmeting voor demontage betreffen ≤ -2.6 mm (zie tabel 6 t/m 9) en vallen binnen de meettolerantie (3VL).

Meetpaal 1 Locatie Brakel					
Hoogteverschillen in meters t.o.v. 000A2882					
Puntnummer	Omschrijving	Meting bij opbouw (M1)	Meting bij demontage (M2)	Gemiddeld	Vershil (M2 - M1)
000A2882	<i>ondergronds merk</i>	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
446002	<i>bout</i>	1.1379	1.1383	1.1381	0.0004
1001	<i>onderste bout</i>	1.2076	1.2088	1.2082	0.0012
1002	<i>bovenste bout</i>	3.8173	3.8182	3.8178	0.0009
1003	<i>antenne punt 1</i>	3.9869	3.9876	3.9873	0.0007
1004	<i>antenne punt 2</i>	3.9853	3.9863	3.9858	0.0010
1005	<i>antenne punt 3</i>	3.9875	3.9884	3.9880	0.0009
1006	<i>antenne punt 4</i>	3.9843	3.9852	3.9848	0.0009
antenne gemiddeld				3.9864	
correctie ARP1				0.0335	
ARP1	<i>antennereferentiepunt</i>			3.9530	

Tabel 6 Resultaten uit de Move3 berekening van de waterpasmetingen voor de hoogteverschillen tussen het in het pleistoceen geplaatste ondergronds merk, de peilmerken, de meetpunten op de meetpaal, onderkant van de antenne, correctie ARP en het ARP van de meetpaal van locatie Brakel.

Meetpaal 2 Locatie Arkel					
Hoogteverschillen in meters t.o.v. 000A2880					
Puntnummer	Omschrijving	Meting bij opbouw (M1)	Meting bij demontage (M2)	Gemiddeld	Vershil (M2 - M1)
000A2880	<i>ondergronds merk</i>	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
038G0395	<i>peilmerk</i>	4.1021	4.1024	4.1023	0.0003
2001	<i>onderste bout</i>	1.7879	1.7873	1.7876	-0.0006
2002	<i>bovenste bout</i>	4.3956	4.3942	4.3949	-0.0014
2003	<i>antenne punt 1</i>	4.5640	4.5626	4.5633	-0.0014
2004	<i>antenne punt 2</i>	4.5627	4.5614	4.5621	-0.0013
2005	<i>antenne punt 3</i>	4.5628	4.5615	4.5622	-0.0013
2006	<i>antenne punt 4</i>	4.5636	4.5620	4.5628	-0.0016
antenne gemiddeld				4.5626	
correctie ARP2				0.0336	
ARP2	<i>antennereferentiepunt</i>			4.5290	

Tabel 7 Resultaten uit de Move3 berekening van de waterpasmetingen voor de hoogteverschillen tussen het in het pleistoceen geplaatste ondergronds merk, de peilmerken, de meetpunten op de meetpaal, onderkant van de antenne, correctie ARP en het ARP van de meetpaal van locatie Arkel.

Meetpaal 2 Locatie Wijk en Aalburg					
Hoogteverschillen in meters t.o.v. 000A2883					
Puntnummer	Omschrijving	Meting bij opbouw (M1)	Meting bij demontage (M2)	Gemiddeld	Vershil (M2 - M1)
000A2883	<i>ondergronds merk</i>	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
044F0436	<i>peilmerk</i>	n.g.	0.5391	0.5391	-
28833	<i>schroefanker</i>	n.g.	n.g.	-	-
2001	<i>onderste bout</i>	0.2592	0.2591	0.2592	-0.0001
2002	<i>bovenste bout</i>	2.8661	2.8658	2.8660	-0.0003
2003	<i>antenne punt 1</i>	3.0333	3.0327	3.0330	-0.0006
2004	<i>antenne punt 2</i>	3.0339	3.0341	3.0340	0.0002
2005	<i>antenne punt 3</i>	3.0327	3.0327	3.0327	0.0000
2006	<i>antenne punt 4</i>	3.0355	3.0353	3.0354	-0.0002
antenne gemiddeld				3.0338	
correctie ARP2				0.0336	
ARP2	<i>antennereferentiepunt</i>			3.0002	

Tabel 8 Resultaten uit de Move3 berekening van de waterpasmetingen voor de hoogteverschillen tussen het in het pleistoceen geplaatste ondergronds merk, de peilmerken, de meetpunten op de meetpaal, onderkant van de antenne, correctie ARP en het ARP van de meetpaal van locatie Wijk & Aalburg.

Meetpaal 3 Locatie Herwijnen					
Hoogteverschillen in meters t.o.v. 000A2881					
Puntnummer	Omschrijving	Meting bij opbouw (M1)	Meting bij demontage (M2)	Gemiddeld	Vershil (M2 - M1)
000A2881	<i>ondergronds merk</i>	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
038H0296	<i>peilmerk</i>	1.2111	1.2109	1.2110	-0.0002
3001	<i>onderste bout</i>	1.3077	1.3054	1.3066	-0.0023
3002	<i>bovenste bout</i>	3.9199	3.9173	3.9186	-0.0026
3003	<i>antenne punt 1</i>	4.0830	4.0803	4.0817	-0.0027
3004	<i>antenne punt 2</i>	4.0884	4.0857	4.0871	-0.0027
3005	<i>antenne punt 3</i>	4.0855	4.0832	4.0844	-0.0023
3006	<i>antenne punt 4</i>	4.0859	4.0833	4.0846	-0.0026
antenne gemiddeld				4.0844	
correctie ARP3				0.0330	
ARP3	<i>antennereferentiepunt</i>			4.0514	

Tabel 9 Resultaten uit de Move3 berekening van de waterpasmetingen voor de hoogteverschillen tussen het in het pleistoceen geplaatste ondergronds merk, de peilmerken, de meetpunten op de meetpaal, onderkant van de antenne, correctie ARP en het ARP van de meetpaal van locatie Herwijnen.

6.2 Multistation berekeningen GPS-metingen

De post-processing tot ETRS89 coördinaten van de GPS-antennestations is door 06-GPS uitgevoerd met het Geo++ softwarepakket GNSMART. De resultaten zijn opgenomen als een verwerkingsrapport in bijlage 9. De berekeningen zijn op dezelfde wijze uitgevoerd als bij vergelijkbare metingen (o.a. 'GPS meting Brakel, Wijk en Aalburg 2014' [3]).

Resultaten Multi-station berekening 2018			
locatie	ARP Meetpaal	ETRS89- hoogte (meters)	ETRS89- hoogte- verschillen t.o.v. Arkel (meters)
Brakel	ARP1	47.8021	0.3673
Wijk en Aalburg	ARP2	47.3092	-0.1256
Arkel	ARP2	47.4348	0.0000
Herwijnen	ARP3	48.3046	0.8698

Tabel 10 ETRS89 hoogten en hoogteverschillen van de diverse ARP's

6.3 Combinatie Waterpas- en GPS-metingen

De gewaterpaste hoogteverschillen uit de antennemeting, tabellen 6, 7, 8 en 9 zijn gecombineerd met de door 06-GPS bepaalde hoogten in ETRS89 van de ARP's van de meetpalen (tabel 10). Dit resulteert in één waarde voor de hoogten van de peilmerken op de diverse locaties. Voor de GPS-antennemeting zijn de gemiddelde waarden van de meting bij opbouw en de meting bij demontage gebruikt. De resultaten ten opzichte van meetlocatie Arkel zijn weergegeven in tabel 11 (zie de volgende pagina).

Resultaten GPS Signaleringsmeting 2018 (t.o.v. Arkel)								
Locatie	Peilmerk	ETRS89- hoogte referentie punt (meters)	Hoogte verschil antenne meting (meters)	ETRS89- hoogte ARP2 (meters)	Hoogte verschillen uit GPS meting (meters)	ETRS89- hoogte ARP's t.o.v. Referentie punt (meters)	Hoogte verschil antenne meting ARP- hoogte Merk (meters)	ETRS89- hoogte Hoogte merk (meters)
Arkel	ARP2		4.5290	47.4331	0.0000	47.4331	0.0000	47.4331
	000A2880	42.9041	0.0000				-4.5290	42.9041
	038G0395						-0.4268	47.0064
Brakel	ARP1				0.3673	47.8004	0.0000	47.8004
	000A2882						-3.9530	43.8474
	446002						-2.8149	44.9855
Herwijnen	ARP3				0.8698	48.3029	0.0000	48.3029
	000A2881						-4.0514	44.2515
	038H0296						-2.8404	45.4625
Wijk en Aalburg	ARP2				-0.1256	47.3075	0.0000	47.3075
	000A2883						-3.0002	44.3073
	044F0436						-2.4611	44.8464
	28833						n.g.	-

Tabel 11 Resultaten GPS-metingen

De totale meetnauwkeurigheid in de berekening is 0.1 – 0.9 mm. Om ervoor te zorgen dat toekomstige herhalingsmetingen kunnen worden vergeleken met de waarden in tabel 11, is het van belang dat de meetpalen op nagenoeg dezelfde locaties worden geplaatst. Als dit niet het geval is worden er mogelijk in de berekening modelfouten geïntroduceerd. Deze modelfouten zijn een gevolg van een bepalingsonnauwkeurigheid in het verschil tussen geoïde en ellipsoïde.

De verplaatsing van de GPS antennes op de meetlocaties Wijk & Aalburg en Arkel (zie Hfdst. 4) zijn van dien aard dat dit geen gevolgen heeft voor de berekende resultaten.

6.4 Differentiëestaat

De resultaten van deze GPS-herhalingsmeting zijn opgenomen in de onderstaande differentiëestaat. De resultaten zijn berekend ten opzichte van het ondergronds merk 000A2880 (Locatie Arkel). In de laatste kolom zijn de cumulatieve hoogteverschillen (in millimeters) tussen nulmeting en deze 4^e signaleringsmeting weergegeven.

Differentiëestaat Differenties ten opzichte van ondergronds merk 000A2880 (Locatie Arkel)													
		aug 2010	nov 2011		nov 2012			dec 2014			apr 2018		
Locatie	Peilmerk	ETRS89 hoogte(m)	ETRS89 hoogte(m)	diff. (mm)	ETRS89 hoogte(m)	diff. (mm)	cum. diff. (mm)	ETRS89 hoogte(m)	diff. (mm)	cum. diff. (mm)	ETRS89 hoogte(m)	diff. (mm)	cum. diff. (mm)
Arkel	000A2880	42.9041	42.9041	0.0	42.9041	0.0	0.0	42.9041	0.0	0.0	42.9041	0.0	0.0
	038G0395										47.0064	Nulmeting	
Brakel	000A2882	43.8582	43.8604	2.2	43.8572	-3.3	-1.0	43.8499	-7.3	-8.3	43.8474	-2.5	-10.8
	446002										44.9855	Nulmeting	
Herwijnen	000A2881	44.2519	44.2554	3.6	44.2521	-3.3	0.3	44.2527	0.6	0.8	44.2515	-1.2	-0.3
	038H0296										45.4625	Nulmeting	
Wijk en Aalburg	000A2883	44.3056	44.3116	6.0	44.3084	-3.2	2.8	44.3071	-1.3	1.5	44.3073	0.2	1.7
	044F0436										44.8464	Nulmeting	
	28833							44.5424	Nulmeting		n.g.	-	-

Tabel 12 Differenties ten opzichte van het ondergronds merk 000A2880 (locatie Arkel)

7 Conclusie

Antea Group heeft in de periode 18-april t/m 2-mei 2018 de 5^e signaleringsmeting (4^e GPS-herhalingsmeting) uitgevoerd in het kader van het meetplan “Mijnbouwlocatie Brakel – Wijk & Aalburg” gesitueerd in de winningsvergunning Andel V. Door een combinatie van GPS- en antennemetingen zijn de ETRS89 hoogtewaarden bepaald van de ondergrondse merken 000A2880, 000A2881, 000A2882, 000A2883 en de omliggende peilmerken 044F0436, 038G0395, 038H0296, 466002 en 28833.

Ten opzichte het ondergrondse merk Arkel vertonen de ondergrondse merken binnen de invloedssfeer geringe zettingen ten opzichte van de vorige meting (2014), namelijk, een daling van -2.5 mm bij Brakel, cumulatief over de gehele meetperiode resulteert dit in een daling van -10.8 mm. Bij de locatie ‘Wijk en Aalburg’ is nagenoeg geen zetting opgetreden (+0.2 mm).

Er dient opgemerkt te worden dat de in de differentiestaat getoonde cumulatieve hoogteverschillen zich bewegen binnen de brandbreedte +/- 3 mm. Op basis van de in dit rapport getoonde resultaten kan geen eenduidige conclusie worden getrokken over de opgetreden bodembeweging.

8 Bijlagen

In dit hoofdstuk treft u een toelichting aan op de bijgevoegde bijlagen.

Bijlage 1: Overzichtskaart deformatienet Brakel – Wijk en Aalburg

In bijlage 1 wordt een overzicht gegeven van het meetnet Brakel – Wijk & Aalburg; inclusief de GPS-meetlocaties (Arkel, Brakel, Herwijnen en Wijk en Aalburg).

Bijlage 2: Differentiestaat

Bijlage 2 toont de differentiestaat waarin de resultaten van de nulmeting van de ondergrondse merken en omliggende peilmerken zijn weergegeven.

Bijlage 3: Resultaten vereffening maatvoering AR25 antennes

Bijlage 3 toont de maatvoering resultaten van de AR25-antennes die gebruikt zijn tijdens deze signaleringsmeting. De maatvoering is gemeten door middel van een waterpassing en berekend met Move3 voorafgaand aan het in gebruik nemen van de AR25 antennes.

Bijlage 4: Tekening AR25 choke-ring antenne

Bijlage 4 betreft een fotorapportage van een AR25 choke-ring antenne. Deze choke-ring antenne bevindt zich in het radome van de gebruikte AR25 GPS-antenne.

Bijlage 5: AR25 Antenne kalibratierapporten

Bijlage 5 geeft de kalibratierapporten inclusief de kallibratieprocedure weer van de gebruikte AR25 antennes tijdens deze signaleringsmeting. De kallibratie van deze AR25 antennes is in 2009 uitgevoerd bij GEO++. Bij onderzoek naar de ontvangstkarakteristieken van de antenne is gebleken dat het fasecentrum van de choke-ring antennes zeer stabiel is. Veranderingen bij dit type antenne in tijd zijn te verwaarlozen. Een (jaarlijkse) herkalibratie van de antennes is hierom niet noodzakelijk.

Bijlage 6: Foto's GPS meetlocaties

In bijlage 6 worden de GPS-meetlocaties Arkel, Brakel, Herwijnen en Wijk en Aalburg per meetlocatie met een foto getoond. Per meetopstelling is zichtbaar hoe en waar de meetpaal exact geplaatst is tijdens deze GPS-meting.

Bijlage 7: Resultaten vereffening waterpasmetingen

In bijlage 7 zijn de verkregen resultaten in de berekening weergegeven bestaand uit de originele uitvoerbestanden uit Move3.

Bijlage 8: Foto's peilmerken per meetlocatie

Per meetlocatie wordt in bijlage 8 voor elk gemeten peilmerk een foto getoond.

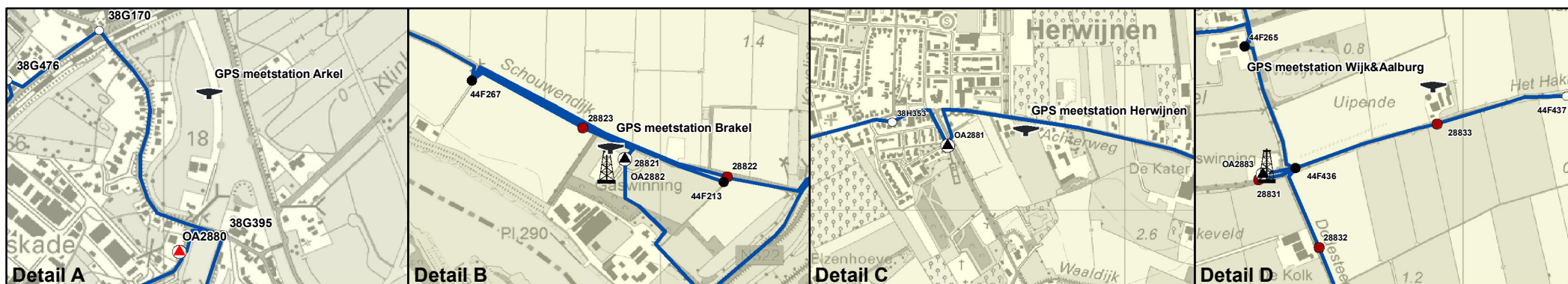
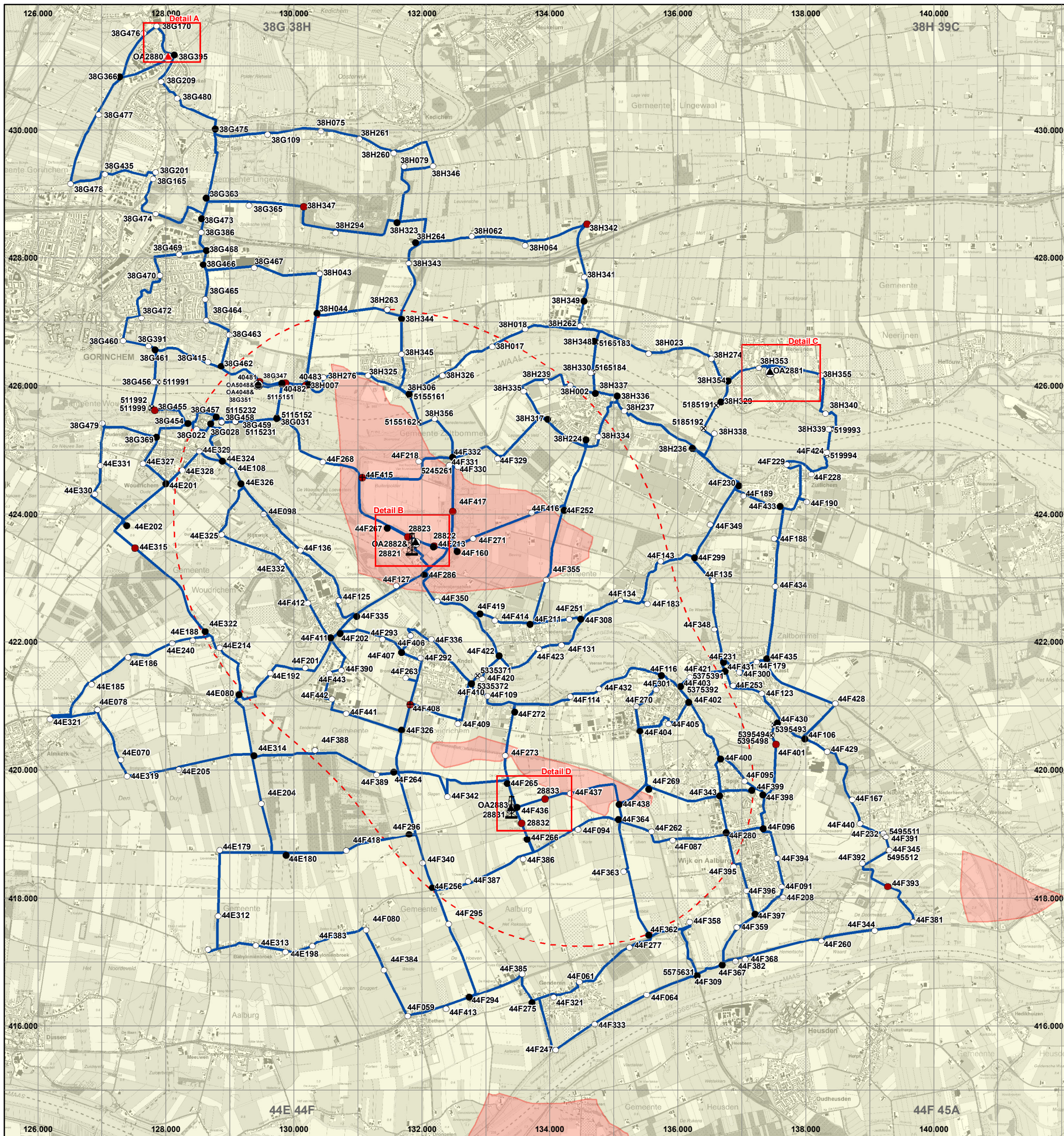
Bijlage 9: Resultaten Multistation berekening GPS-metingen

Het resultaat van de berekende GPS-data door 06-GPS wordt weergegeven met een verwerkingsrapport in bijlage 9.

9 Referenties

- [1] Meetplan – mijnbouwlocatie 'Brakel – Wijk en Aalburg', Northern Petroleum Nederland B.V., kenmerk: 187726, september 2009
- [2] 'Meetregister bij het meetplan Brakel en Wijk & Aalburg' 'Rapportage van de nauwkeurigheidswaterpassing Brakel & Wijk en Aalburg 2016', kenmerk: 407206, d.d. 7-maart 2017
- [3] 'GPS meting Brakel, Wijk en Aalburg 2014' 'Rapportage van de 3^e GPS herhalingsmeting bij het meetplan; Brakel, Wijk en Aalburg', kenmerk: 270708, d.d. 20 februari 2015

**Bijlage 1 Overzichtskaart deformatiemeetnet
Brakel - Wijk & Aalburg**



Top25, 2013 © De auteursrechten en databankenrechten zijn voorbehouden aan Dienst voor het kadaster en de openbare registers, Apeldoorn, 2014

Legenda		VERMILION OIL & GAS NETHERLANDS B.V.		KAARTTITEL Overzichtskaat deformatienet 2016	
Algemeen				PROJECTLEIDER P. Meinders	
Waterpastraject				GIS-SPECIALIST S. Stamhuis	
Invloedsfeer gaswinning				DATUM 22-03-2016	
Gasvoorkomens (info Nlog; januari 2016)				FORMAAT A3	
GPS locatie				KAARTNUMMER 407206-BWA-ME-2016-0-0	
Boorlocatie				WIJZ NR 0	
		OPDRACHTGEVER Vermilion Oil & Gas Netherlands B.V.		STATUS CONCEPT	
		PROJECTOMSCHRIJVING Meetplan Brakel-Wijk en Aalburg 2016			
Hoogtemerken, met puntnummer (zwart)					
● Hoogtemerk / knooppunt					
○ Hoogtemerk					
× Hulp punt					
● Ondergronds merk / aansluitpunt					
○ Ondergronds merk / nulpaal					
● Ondergronds merk					
● Schroefanker / knooppunt					
● Schroefanker					

Bijlage 2 Differentiestaat

Differentiestaat													
Differenties ten opzichte van ondergronds merk 000A2880 (Locatie Arkel)													
		aug 2010	nov 2011		nov 2012			dec 2014			apr 2018		
Locatie	Peilmerk	ETRS89 hoogte (m)	ETRS89 Hoogte (m)	diff. (mm)	ETRS89 Hoogte (m)	Diff (mm)	Cum. diff. (mm)	ETRS89 Hoogte (m)	diff. (mm)	cum. diff. (mm)	ETRS89 Hoogte (m)	diff. (mm)	cum. diff. (mm)
Arkel	000A2880	42.9041	42.9041	0.0	42.9041	0.0	0.0	42.9041	0.0	0.0	42.9041	0.0	0.0
	038G0395										47.0064	Nulmeting	
Brakel	000A2882	43.8582	43.8604	2.2	43.8572	-3.3	-1.0	43.8499	-7.3	-8.3	43.8474	-2.5	-10.8
	446002										44.9855	Nulmeting	
Herwijnen	000A2881	44.2519	44.2554	3.6	44.2521	-3.3	0.3	44.2527	0.6	0.8	44.2515	-1.2	-0.3
	038H0296										45.4625	Nulmeting	
Wijk en Aalburg	000A2883	44.3056	44.3116	6.0	44.3084	-3.2	2.8	44.3071	-1.3	1.5	44.3073	0.2	1.7
	044F0436										44.8464	Nulmeting	
	28833							44.5424	Nulmeting		n.g.	-	-

Bijlage 3 Resultaten vereffening maatvoering AR25 antennes

AR25-antenne 1; serienummer 09150006

```

*****
**                                     **
**               M O V E 3   Versie 3.4.3               **
**                                     **
**               Verkenning en Vereffening               **
**               van                                       **
**               3D 2D en 1D Geodetische Netwerken       **
**                                     **
**               www.MOVE3.nl                             **
**               (c) 1993-2008 Grontmij                   **
**                                     **
** 187726-ARP-corr-mast 1                                **
**                                     **
**                                     09-12-2010 13:22:29 **
*****

```

1D aangesloten netwerk vereffening (pseudo) in Lokaal (Stereografisch) projectie

PROJECT

O:\...\3-verwerking\Waterpassingen\Mast 1-ARP-meting\187726-ARP-corr-mast 1.prj

STATIONS

Aantal (gedeeltelijk) bekende stations	1
Aantal onbekende stations	4
Totaal	5

WAARNEMINGEN

Hoogteverschillen	20
Bekende coördinaten	1
Totaal	21

ONBEKENDEN

Coördinaten	5
Totaal	5

Aantal voorwaarden	16
--------------------	----

VEREFFENING

Aantal iteraties	1
Max coord correctie in laatste iteratie	0.0000 m

TOETSING

Alfa (meer dimensionaal)	0.0793
Alfa 0 (een dimensionaal)	0.0010
Beta	0.80
Kritieke waarde W-toets	3.29
Kritieke waarde F-toets	1.53
F-toets	0.273 geaccepteerd

VARIANTIE COMPONENT ANALYSE

	Variantie	Redundantie
Terrestrisch	0.273	16.0
Hoogteverschillen	0.273	16.0

PROJECTIE EN ELLIPSOIDE CONSTANTEN

Projectie	Lokaal (Stereografisch)
Lengte oorsprong/centrale meridiaan	0 00 00.00000 O
Breedte oorsprong	0 00 00.00000 N
Projectie schaalfactor	1.000000000
Translatie Oost	0.0000 m
Translatie Noord	0.0000 m
Ellipsoide	Bessel 1841
Halve lange as	6377397.1550 m
Inverse afplatting	299.152812800

INVOER BENADERDE TERRESTRISCHE COORDINATEN

Station	X Oost (m)	Y Noord (m)	Hoogte (m)	Id.Sa XY (m)	Id.Sa h (m)	
1001	0.0000	0.0000	0.0000*	0.0000	0.0000	bekend
1003	0.0000	0.0000	-0.0328	0.0000	0.0000	
1004	0.0000	0.0000	-0.0347	0.0000	0.0000	
1005	0.0000	0.0000	-0.0321	0.0000	0.0000	
1006	0.0000	0.0000	-0.0343	0.0000	0.0000	

INVOER STANDAARDAFWIJKINGEN VAN BEKENDE STATIONS

Station	Sa X Oost (m)	Sa Y Noord (m)	Sa Hoogte (m)
1001			0.0001

INVOER WAARNEMINGEN

	Station	Richtpunt	St ih	Rp ih	Aflezings
DH	1001	1003			-0.03280 m
DH	1003	1004			-0.00190 m
DH	1004	1005			0.00260 m
DH	1005	1006			-0.00240 m
DH	1006	1001			0.03430 m
DH	1001	1006			-0.03450 m
DH	1006	1005			0.00240 m
DH	1005	1004			-0.00270 m
DH	1004	1003			0.00170 m
DH	1003	1001			0.03270 m
DH	1001	1003			-0.03280 m
DH	1003	1004			-0.00170 m
DH	1004	1005			0.00270 m
DH	1005	1006			-0.00240 m
DH	1006	1001			0.03450 m
DH	1001	1006			-0.03440 m
DH	1006	1005			0.00250 m
DH	1005	1004			-0.00250 m
DH	1004	1003			0.00190 m
DH	1003	1001			0.03280 m

INVOER STANDAARDAFWIJKINGEN VAN WAARNEMINGEN

Centreerafwijking 0.0000 m
 Instrumenthoogte afwijking 0.0000 m

	Station	Richtpunt	Sa abs	Sa rel	Sa tot
DH	1001	1003			0.00016 m
DH	1003	1004			0.00016 m
DH	1004	1005			0.00016 m
DH	1005	1006			0.00016 m
DH	1006	1001			0.00016 m
DH	1001	1006			0.00016 m
DH	1006	1005			0.00016 m
DH	1005	1004			0.00016 m
DH	1004	1003			0.00016 m
DH	1003	1001			0.00016 m
DH	1001	1003			0.00016 m
DH	1003	1004			0.00016 m
DH	1004	1005			0.00016 m
DH	1005	1006			0.00016 m
DH	1006	1001			0.00016 m
DH	1001	1006			0.00016 m
DH	1006	1005			0.00016 m
DH	1005	1004			0.00016 m
DH	1004	1003			0.00016 m
DH	1003	1001			0.00016 m

COORDINATEN (PSEUDO KLEINSTE KWADRATEN OPLOSSING EN PRECISIE)

Station	Coördinaat	Corr	Sa
1001 Hoogte	0.0000*	0.0000	0.0001 m
1003 Hoogte	-0.0328	0.0000	0.0001 m
1004 Hoogte	-0.0346	0.0001	0.0001 m
1005 Hoogte	-0.0320	0.0001	0.0001 m
1006 Hoogte	-0.0344	-0.0001	0.0001 m

TOETSING VAN BEKENDE COORDINATEN

Station	MDB	BNR	W-toets
1001 Hoogte	99.9999 m	999.9	0.00

VEREFFENDE WAARNEMINGEN

	Station	Richtpunt	Vereff wn	Corr	Sa
DH	1001	1003	-0.03279	-0.00001	0.00007 m
DH	1003	1004	-0.00181	-0.00009	0.00007 m
DH	1004	1005	0.00262	-0.00002	0.00007 m
DH	1005	1006	-0.00244	0.00004	0.00007 m
DH	1006	1001	0.03441	-0.00011	0.00007 m
DH	1001	1006	-0.03441	-0.00009	0.00007 m
DH	1006	1005	0.00244	-0.00004	0.00007 m
DH	1005	1004	-0.00262	-0.00008	0.00007 m
DH	1004	1003	0.00181	-0.00011	0.00007 m
DH	1003	1001	0.03279	-0.00009	0.00007 m
DH	1001	1003	-0.03279	-0.00001	0.00007 m
DH	1003	1004	-0.00181	0.00011	0.00007 m
DH	1004	1005	0.00262	0.00008	0.00007 m
DH	1005	1006	-0.00244	0.00004	0.00007 m
DH	1006	1001	0.03441	0.00009	0.00007 m
DH	1001	1006	-0.03441	0.00001	0.00007 m
DH	1006	1005	0.00244	0.00006	0.00007 m
DH	1005	1004	-0.00262	0.00012	0.00007 m
DH	1004	1003	0.00181	0.00009	0.00007 m
DH	1003	1001	0.03279	0.00001	0.00007 m

TOETSING VAN WAARNEMINGEN

	Station	Richtpunt	MDB	Red	BNR	W-toets
DH	1001	1003	0.00075 m	80	2.1	-0.10
DH	1003	1004	0.00074 m	80	2.1	-0.63
DH	1004	1005	0.00074 m	80	2.1	-0.11
DH	1005	1006	0.00074 m	80	2.1	0.24
DH	1006	1001	0.00074 m	80	2.1	-0.80
DH	1001	1006	0.00074 m	80	2.1	-0.59
DH	1006	1005	0.00074 m	80	2.1	-0.25
DH	1005	1004	0.00073 m	80	2.1	-0.60
DH	1004	1003	0.00074 m	80	2.1	-0.77
DH	1003	1001	0.00074 m	80	2.1	-0.59
DH	1001	1003	0.00074 m	80	2.1	-0.10
DH	1003	1004	0.00074 m	80	2.1	0.77
DH	1004	1005	0.00073 m	80	2.1	0.60
DH	1005	1006	0.00074 m	80	2.1	0.24
DH	1006	1001	0.00074 m	80	2.1	0.59
DH	1001	1006	0.00074 m	80	2.1	0.10
DH	1006	1005	0.00074 m	80	2.1	0.45
DH	1005	1004	0.00074 m	80	2.1	0.81
DH	1004	1003	0.00074 m	80	2.1	0.63
DH	1003	1001	0.00074 m	80	2.1	0.10

[Einde file]

AR25-antenne 2; serienummer 09150005

```

*****
**                                     **
**               M O V E 3   Versie 3.4.3               **
**                                     **
**               Verkenning en Vereffening               **
**               van                                       **
**               3D 2D en 1D Geodetische Netwerken       **
**                                     **
**               www.MOVE3.nl                             **
**               (c) 1993-2008 Grontmij                   **
**                                     **
** 187726-ARP-corr-mast 2                                **
**                                     **
**                                     09-12-2010 13:23:40 **
*****

```

1D aangesloten netwerk vereffening (pseudo) in Lokaal (Stereografisch) projectie

PROJECT

O:\....\3-verwerking\Waterpassingen\Mast 2-ARP-meting\187726-ARP-corr-mast 2.prj

STATIONS

Aantal (gedeeltelijk) bekende stations	1
Aantal onbekende stations	4
Totaal	5

WAARNEMINGEN

Hoogteverschillen	20
Bekende coördinaten	1
Totaal	21

ONBEKENDEN

Coördinaten	5
Totaal	5

Aantal voorwaarden	16
--------------------	----

VEREFFENING

Aantal iteraties	1
Max coord correctie in laatste iteratie	0.0000 m

TOETSING

Alfa (meer dimensionaal)	0.0793
Alfa 0 (een dimensionaal)	0.0010
Beta	0.80
Kritieke waarde W-toets	3.29
Kritieke waarde F-toets	1.53
F-toets	0.205 geaccepteerd

VARIANTIE COMPONENT ANALYSE

	Variantie	Redundantie
Terrestrisch	0.205	16.0
Hoogteverschillen	0.205	16.0

PROJECTIE EN ELLIPSOIDE CONSTANTEN

Projectie	Lokaal (Stereografisch)
Lengte oorsprong/centrale meridiaan	0 00 00.00000 O
Breedte oorsprong	0 00 00.00000 N

Projectie schaalfactor 1.000000000
 Translatie Oost 0.0000 m
 Translatie Noord 0.0000 m
 Ellipsoïde Bessel 1841
 Halve lange as 6377397.1550 m
 Inverse afplatting 299.152812800

INVOER BENADERDE TERRESTRISCHE COORDINATEN

Station	X Oost (m)	Y Noord (m)	Hoogte (m)	Id.Sa XY (m)	Id.Sa h (m)	
2	0.0000	0.0000	0.0000*	0.0000	0.0000	bekend
2003	0.0000	0.0000	-0.0349	0.0000	0.0000	
2004	0.0000	0.0000	-0.0321	0.0000	0.0000	
2005	0.0000	0.0000	-0.0340	0.0000	0.0000	
2006	0.0000	0.0000	-0.0336	0.0000	0.0000	

INVOER STANDAARDAFWIJKINGEN VAN BEKENDE STATIONS

Station	Sa X Oost (m)	Sa Y Noord (m)	Sa Hoogte (m)
2			0.0001

INVOER WAARNEMINGEN

	Station	Richtpunt	St ih	Rp ih	Aflezings (m)
DH	2	2003			-0.03490
DH	2003	2004			0.00280
DH	2004	2005			-0.00190
DH	2005	2006			0.00040
DH	2006	2			0.03360
DH	2	2006			-0.03350
DH	2006	2005			-0.00040
DH	2005	2004			0.00190
DH	2004	2003			-0.00260
DH	2003	2			0.03480
DH	2	2003			-0.03480
DH	2003	2004			0.00270
DH	2004	2005			-0.00190
DH	2005	2006			0.00040
DH	2006	2			0.03350
DH	2	2006			-0.03350
DH	2006	2005			-0.00020
DH	2005	2004			0.00190
DH	2004	2003			-0.00280
DH	2003	2			0.03480

INVOER STANDAARDAFWIJKINGEN VAN WAARNEMINGEN

Centreerafwijking 0.0000 m
 Instrumenthoogte afwijking 0.0000 m

	Station	Richtpunt	Sa abs	Sa rel	Sa tot
DH	2	2003			0.00016
DH	2003	2004			0.00016
DH	2004	2005			0.00016
DH	2005	2006			0.00016
DH	2006	2			0.00016
DH	2	2006			0.00016
DH	2006	2005			0.00016
DH	2005	2004			0.00016
DH	2004	2003			0.00016
DH	2003	2			0.00016
DH	2	2003			0.00016
DH	2003	2004			0.00016
DH	2004	2005			0.00016
DH	2005	2006			0.00016
DH	2006	2			0.00016
DH	2	2006			0.00016
DH	2006	2005			0.00016
DH	2005	2004			0.00016
DH	2004	2003			0.00016

DH 2003 2 0.00016 m

COORDINATEN (PSEUDO KLEINSTE KWADRATEN OPLOSSING EN PRECISIE)

Station	Coördinaat	Corr	Sa
2 Hoogte	-0.0000*	-0.0000	0.0001 m
2003 Hoogte	-0.0348	0.0001	0.0001 m
2004 Hoogte	-0.0320	0.0001	0.0001 m
2005 Hoogte	-0.0339	0.0001	0.0001 m
2006 Hoogte	-0.0335	0.0001	0.0001 m

TOETSING VAN BEKENDE COORDINATEN

Station	MDB	BNR	W-toets
2 Hoogte	99.9999 m	999.9	0.00

VEREVENDE WAARNEMINGEN

	Station	Richtpunt	Vereff wn	Corr	Sa
DH	2	2003	-0.03480	-0.00010	0.00007 m
DH	2003	2004	0.00275	0.00005	0.00007 m
DH	2004	2005	-0.00187	-0.00003	0.00007 m
DH	2005	2006	0.00037	0.00003	0.00007 m
DH	2006	2	0.03355	0.00005	0.00007 m
DH	2	2006	-0.03355	0.00005	0.00007 m
DH	2006	2005	-0.00037	-0.00003	0.00007 m
DH	2005	2004	0.00187	0.00003	0.00007 m
DH	2004	2003	-0.00275	0.00015	0.00007 m
DH	2003	2	0.03480	0.00000	0.00007 m
DH	2	2003	-0.03480	-0.00000	0.00007 m
DH	2003	2004	0.00275	-0.00005	0.00007 m
DH	2004	2005	-0.00187	-0.00003	0.00007 m
DH	2005	2006	0.00037	0.00003	0.00007 m
DH	2006	2	0.03355	-0.00005	0.00007 m
DH	2	2006	-0.03355	0.00005	0.00007 m
DH	2006	2005	-0.00037	0.00017	0.00007 m
DH	2005	2004	0.00187	0.00003	0.00007 m
DH	2004	2003	-0.00275	-0.00005	0.00007 m
DH	2003	2	0.03480	0.00000	0.00007 m

TOETSING VAN WAARNEMINGEN

	Station	Richtpunt	MDB	Red	BNR	W-toets
DH	2	2003	0.00075 m	80	2.1	-0.69
DH	2003	2004	0.00074 m	80	2.1	0.35
DH	2004	2005	0.00075 m	80	2.1	-0.17
DH	2005	2006	0.00074 m	80	2.1	0.17
DH	2006	2	0.00074 m	80	2.1	0.35
DH	2	2006	0.00074 m	80	2.1	0.35
DH	2006	2005	0.00074 m	80	2.1	-0.17
DH	2005	2004	0.00074 m	80	2.1	0.17
DH	2004	2003	0.00074 m	80	2.1	1.04
DH	2003	2	0.00075 m	80	2.1	0.00
DH	2	2003	0.00075 m	80	2.1	-0.00
DH	2003	2004	0.00074 m	80	2.1	-0.35
DH	2004	2005	0.00075 m	80	2.1	-0.17
DH	2005	2006	0.00074 m	80	2.1	0.17
DH	2006	2	0.00074 m	80	2.1	-0.35
DH	2	2006	0.00074 m	80	2.1	0.35
DH	2006	2005	0.00074 m	80	2.1	1.21
DH	2005	2004	0.00074 m	80	2.1	0.17
DH	2004	2003	0.00074 m	80	2.1	-0.35
DH	2003	2	0.00075 m	80	2.1	0.00

[Einde file]

AR25-antenne 3; serienummer 09150010

```
*****
**                                     **
**               M O V E 3   Versie 3.4.3               **
**                                     **
**               Verkenning en Vereffening               **
**               van                                       **
**               3D 2D en 1D Geodetische Netwerken       **
**                                     **
**               www.MOVE3.nl                             **
**               (c) 1993-2008 Grontmij                   **
**                                     **
** 187726-ARP-corr-mast 3                                **
**                                     **
**                                     09-12-2010 13:24:48 **
*****
```

1D aangesloten netwerk vereffening (pseudo) in Lokaal (Stereografisch) projectie

PROJECT

O:\...\3-verwerking\Waterpassingen\Mast 3-ARP-meting\187726-ARP-corr-mast 3.prj

STATIONS

Aantal (gedeeltelijk) bekende stations	1
Aantal onbekende stations	4
Totaal	5

WAARNEMINGEN

Hoogteverschillen	20
Bekende coördinaten	1
Totaal	21

ONBEKENDEN

Coördinaten	5
Totaal	5

Aantal voorwaarden	16
--------------------	----

VEREFFENING

Aantal iteraties	1
Max coord correctie in laatste iteratie	0.0000 m

TOETSING

Alfa (meer dimensionaal)	0.0793
Alfa 0 (een dimensionaal)	0.0010
Beta	0.80
Kritieke waarde W-toets	3.29
Kritieke waarde F-toets	1.53
F-toets	0.354 geaccepteerd

VARIANTIE COMPONENT ANALYSE

	Variantie	Redundantie
Terrestrisch	0.354	16.0
Hoogteverschillen	0.354	16.0

PROJECTIE EN ELLIPSOIDE CONSTANTEN

Projectie	Lokaal (Stereografisch)
Lengte oorsprong/centrale meridiaan	0 00 00.00000 0

Breedte oorsprong 0 00 00.00000 N
 Projectie schaalfactor 1.000000000
 Translatie Oost 0.0000 m
 Translatie Noord 0.0000 m

Ellipsoïde Bessel 1841
 Halve lange as 6377397.1550 m
 Inverse afplatting 299.152812800

INVOER BENADERDE TERRESTRISCHE COORDINATEN

Station	X Oost (m)	Y Noord (m)	Hoogte (m)	Id.Sa XY (m)	Id.Sa h (m)	
3	0.0000	0.0000	0.0000*	0.0000	0.0000	bekend
3003	0.0000	0.0000	-0.0332	0.0000	0.0000	
3004	0.0000	0.0000	-0.0325	0.0000	0.0000	
3005	0.0000	0.0000	-0.0337	0.0000	0.0000	
3006	0.0000	0.0000	-0.0322	0.0000	0.0000	

INVOER STANDAARDAFWIJKINGEN VAN BEKENDE STATIONS

Station	Sa X Oost (m)	Sa Y Noord (m)	Sa Hoogte (m)
3			0.0001

INVOER WAARNEMINGEN

	Station	Richtpunt	St ih	Rp ih	Aflezings
DH	3	3003			-0.03320 m
DH	3003	3004			0.00070 m
DH	3004	3005			-0.00120 m
DH	3005	3006			0.00160 m
DH	3006	3			0.03220 m
DH	3	3006			-0.03220 m
DH	3006	3005			-0.00170 m
DH	3005	3004			0.00120 m
DH	3004	3003			-0.00080 m
DH	3003	3			0.03340 m
DH	3	3003			-0.03340 m
DH	3003	3004			0.00090 m
DH	3004	3005			-0.00140 m
DH	3005	3006			0.00180 m
DH	3006	3			0.03210 m
DH	3	3006			-0.03210 m
DH	3006	3005			-0.00190 m
DH	3005	3004			0.00140 m
DH	3004	3003			-0.00080 m
DH	3003	3			0.03340 m

INVOER STANDAARDAFWIJKINGEN VAN WAARNEMINGEN

Centreerafwijking 0.0000 m
 Instrumenthoogte afwijking 0.0000 m

	Station	Richtpunt	Sa abs	Sa rel	Sa tot
DH	3	3003			0.00016 m
DH	3003	3004			0.00016 m
DH	3004	3005			0.00016 m
DH	3005	3006			0.00016 m
DH	3006	3			0.00016 m
DH	3	3006			0.00016 m
DH	3006	3005			0.00016 m
DH	3005	3004			0.00016 m
DH	3004	3003			0.00016 m
DH	3003	3			0.00016 m
DH	3	3003			0.00016 m
DH	3003	3004			0.00016 m
DH	3004	3005			0.00016 m
DH	3005	3006			0.00016 m
DH	3006	3			0.00016 m
DH	3	3006			0.00016 m
DH	3006	3005			0.00016 m
DH	3005	3004			0.00016 m

DH	3004	3003	0.00016 m
DH	3003	3	0.00016 m

COORDINATEN (PSEUDO KLEINSTE KWADRATEN OPLOSSING EN PRECISIE)

Station		Coördinaat	Corr	Sa
3	Hoogte	0.0000*	0.0000	0.0001 m
3003	Hoogte	-0.0334	-0.0002	0.0001 m
3004	Hoogte	-0.0326	-0.0001	0.0001 m
3005	Hoogte	-0.0339	-0.0002	0.0001 m
3006	Hoogte	-0.0321	0.0001	0.0001 m

TOETSING VAN BEKENDE COORDINATEN

Station		MDB	BNR	W-toets
3	Hoogte	99.9999 m	999.9	0.00

VEREFFENDE WAARNEMINGEN

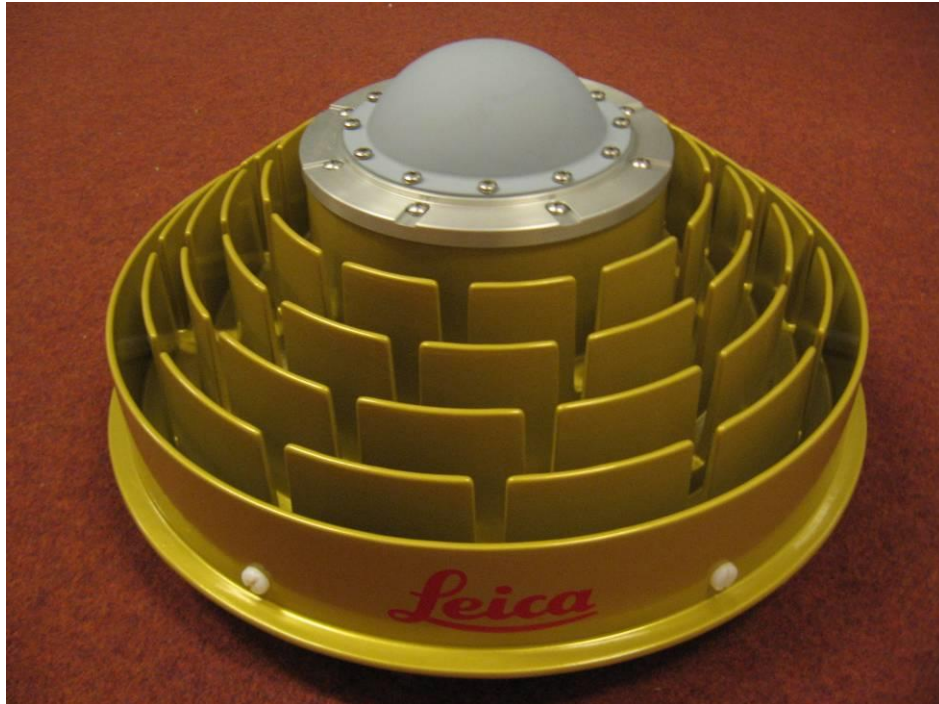
	Station	Richtpunt	Vereff wn	Corr	Sa
DH	3	3003	-0.03336	0.00016	0.00007 m
DH	3003	3004	0.00079	-0.00009	0.00007 m
DH	3004	3005	-0.00131	0.00011	0.00007 m
DH	3005	3006	0.00174	-0.00014	0.00007 m
DH	3006	3	0.03214	0.00006	0.00007 m
DH	3	3006	-0.03214	-0.00006	0.00007 m
DH	3006	3005	-0.00174	0.00004	0.00007 m
DH	3005	3004	0.00131	-0.00011	0.00007 m
DH	3004	3003	-0.00079	-0.00001	0.00007 m
DH	3003	3	0.03336	0.00004	0.00007 m
DH	3	3003	-0.03336	-0.00004	0.00007 m
DH	3003	3004	0.00079	0.00011	0.00007 m
DH	3004	3005	-0.00131	-0.00009	0.00007 m
DH	3005	3006	0.00174	0.00006	0.00007 m
DH	3006	3	0.03214	-0.00004	0.00007 m
DH	3	3006	-0.03214	0.00004	0.00007 m
DH	3006	3005	-0.00174	-0.00016	0.00007 m
DH	3005	3004	0.00131	0.00009	0.00007 m
DH	3004	3003	-0.00079	-0.00001	0.00007 m
DH	3003	3	0.03336	0.00004	0.00007 m

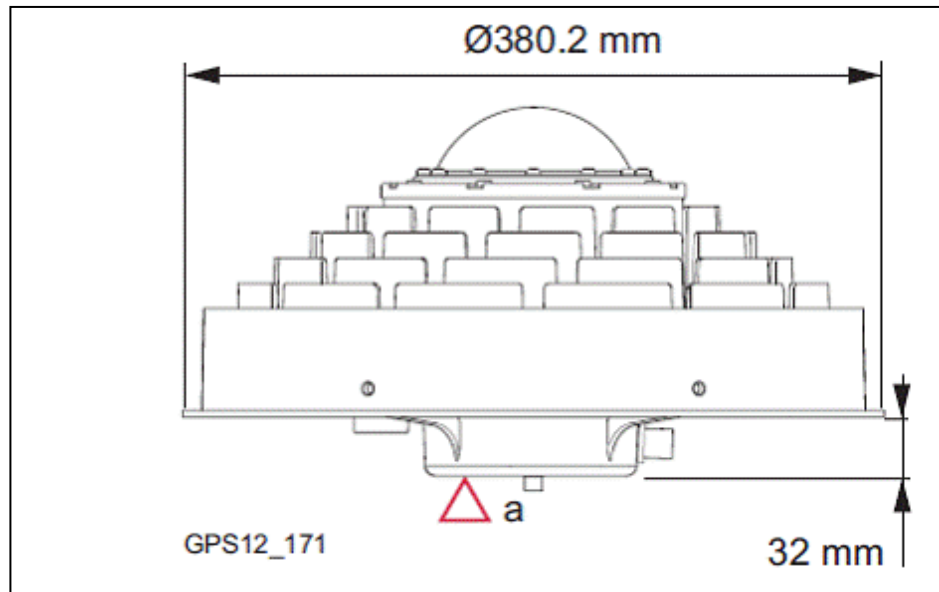
TOETSING VAN WAARNEMINGEN

	Station	Richtpunt	MDB	Red	BNR	W-toets
DH	3	3003	0.00076 m	80	2.1	1.09
DH	3003	3004	0.00076 m	80	2.1	-0.61
DH	3004	3005	0.00076 m	80	2.1	0.75
DH	3005	3006	0.00076 m	80	2.1	-0.96
DH	3006	3	0.00075 m	80	2.1	0.41
DH	3	3006	0.00075 m	80	2.1	-0.41
DH	3006	3005	0.00076 m	80	2.1	0.27
DH	3005	3004	0.00076 m	80	2.1	-0.75
DH	3004	3003	0.00076 m	80	2.1	-0.07
DH	3003	3	0.00076 m	80	2.1	0.27
DH	3	3003	0.00076 m	80	2.1	-0.27
DH	3003	3004	0.00076 m	80	2.1	0.75
DH	3004	3005	0.00076 m	80	2.1	-0.62
DH	3005	3006	0.00076 m	80	2.1	0.41
DH	3006	3	0.00075 m	80	2.1	-0.27
DH	3	3006	0.00075 m	80	2.1	0.27
DH	3006	3005	0.00076 m	80	2.1	-1.09
DH	3005	3004	0.00076 m	80	2.1	0.62
DH	3004	3003	0.00076 m	80	2.1	-0.07
DH	3003	3	0.00076 m	80	2.1	0.27

[Einde file]

Bijlage 4 Tekening AR25 choke-ring antenne

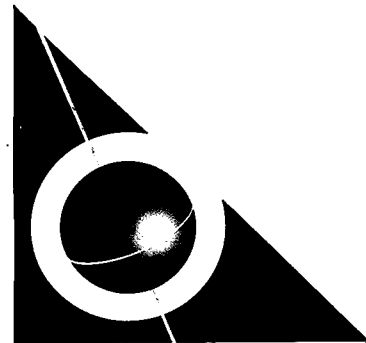




Bijlage 5 AR25 Antenne kalibratierapporten

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

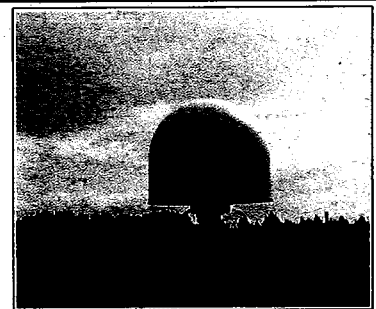
Antenna Reference Point (ARP)

Horizontal Position : rotation axis, center of 5/8" thread
Vertical Position : lowest point of antenna body, 5/8" thread

North Mark

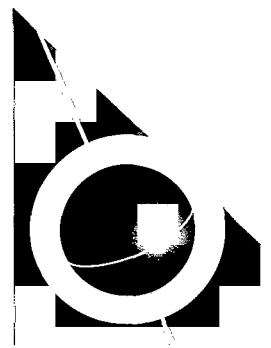
north mark on bottom side of antenna, cable connector points north

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

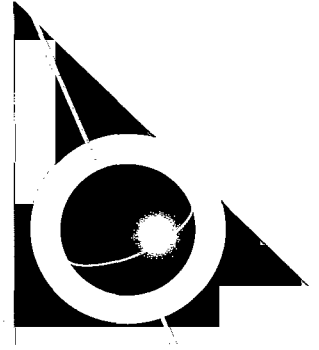
GNSS System	:	GPS
Date	:	2009-08-21
Number of Calibrations	:	2
Setup-ID	:	0
Number of Frequencies	:	2
Customer	:	Leica Geosystems b.v. NL-2292 JC Wateringen
Elevation Increment	:	5°
Azimuth Increment	:	5°

PCV Characteristics

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

Absolute Antenna Calibration

(Individual Characteristics of Antenna)



Antenna Data

Manufacturer	:	Leica Geosystems AG
Antenna Type	:	AR25
Product Number	:	01018079
Serial Number	:	09150006
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

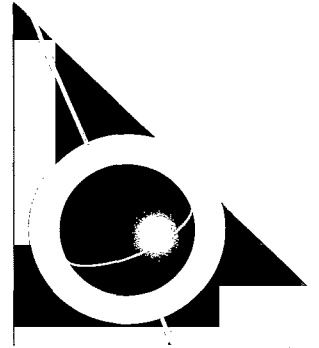
GNSS System	:	GPS
Date	:	2009-08-28
Number of Calibrations	:	2
Setup-ID	:	0
Number of Frequencies	:	2
Customer	:	Leica Geosystems b.v. NL-2292 JC Wateringen
Elevation Increment	:	5°
Azimuth Increment	:	5°

PCV Characteristics

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

Absolute Antenna Calibration

(Individual Characteristics of Antenna)



Antenna Data

Manufacturer	:	Leica Geosystems AG
Antenna Type	:	AR25
Product Number	:	01018079
Serial Number	:	09150005
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	:	2009-08-28
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.

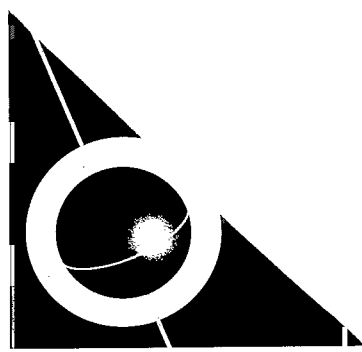
An appointment for the actual time period of calibrations is required and must be agreed upon with the technical staff. The period of time required for a single antenna calibration including handling and evaluation takes approximately 1 to 2 weeks. In case of several antennas within one order, handling 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.

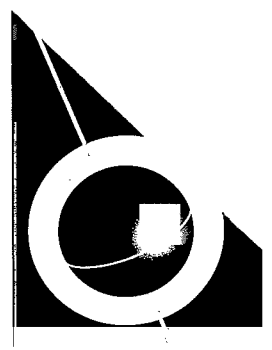
A **Description of the Antenna Calibration** with explanations about the calibration procedure can be made available on request.



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.

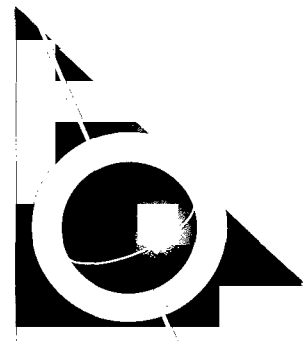
ELEVATION INCREMENT=

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: $90/(\text{elevation increment})+1$ ". 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: $360/(\text{azimuth increment})+1$ " 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: $90/(\text{elevation increment})+1$ ". 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: $360/(\text{azimuth increment})+1$ " 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 6 Foto's GPS-meetlocaties

Bijlage 6 Foto's GPS-meetlocaties



Meetopstelling locatie Arkel (bron: GPS-meting 2014)



Meetopstelling locatie Brakel



Meetopstelling locatie Herwijnen (bron: GPS-meting 2014)



Meetopstelling locatie Wijk & Aalburg (bron: GPS-meting 2014)

Bijlage 7 Resultaten vereffening waterpasmetingen

Arkel, meting bij opbouw

MOVE3 Versie 4.2.1 (x64)

Verkenning en Vereffening van Geodetische Netwerken

www.MOVE3.nl

(c) 1993-2013 Grontmij

433022-000A2880-2018-Nul

12-07-2018 09:42:40

1D pseudo kleinste kwadraten netwerk -- Projectie : Local (stereographic) --
Ellipsoïde : Bessel 1841

PROJECT

R:\00430000\00433022\3_Verwerking\Move3\Arkel_000A2880\433022-000A2880-2018-nul.prj

STATIONS

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

WAARNEMINGEN

Hoogteverschillen	40
Bekende coördinaten	1
Totaal	41

ONBEKENDEN

Coördinaten	10
Totaal	10

Aantal voorwaarden	31
--------------------	----

VEREFFENING

Aantal iteraties	0
Max coord correctie in laatste iteratie	0.0000 m

TOETSING

Alfa (meer dimensionaal)	0.1720
Alfa 0 (een dimensionaal)	0.0010
Beta	0.80
Kritieke waarde W-toets	3.29
Kritieke waarde T-toets (3 dimensionaal)	4.24
Kritieke waarde T-toets (2 dimensionaal)	5.91
Kritieke waarde F-toets	1.24

F-toets	0.267 geaccepteerd
---------	--------------------

VARIANTIE COMPONENT ANALYSE

	Variantie Redundantie	
Terrestrisch	0.267	31.0
Hoogteverschillen	0.267	31.0
Bekende coördinaten	0.000	0.0

PROJECTIE EN ELLIPSOIDE CONSTANTEN

Projectie	Local (stereographic) (Lokaal)
(Stereografisch))	
Lengte oorsprong/centrale meridiaan	0 00 00.00000 O
Breedte oorsprong	0 00 00.00000 N
Projectie schaalfactor	1.000000000
Translatie Oost	0.0000 m
Translatie Noord	0.0000 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)
2001	128095.3400	431482.7700	1.7879	0.0000	0.0000
HP2	128080.0000	431155.0000	2.5145	0.0000	0.0000
38G395	128130.0000	431170.0000	4.1021	0.0000	0.0000
2002	128095.3400	431482.7700	4.3956	0.0000	0.0000
2003	128095.3400	431482.7700	4.5640	0.0000	0.0000
2005	128095.3400	431482.7700	4.5628	0.0000	0.0000
2004	128095.3400	431482.7700	4.5627	0.0000	0.0000
2006	128095.3400	431482.7700	4.5636	0.0000	0.0000
000A2880	128033.2200	431133.3800	0.0000*	0.0000	0.0000 bekend
HP_2	128090.0000	431160.0000	2.5143	0.0000	0.0000

INVOER STANDAARDAFWIJKINGEN VAN BEKENDE STATIONS

Station	Sa X Oost (m)	Sa Y Noord (m)	Sa Hoogte (m)
000A2880			0.0001* bekend

INVOER WAARNEMINGEN

Instrumenthoogte afwijking		0.0010 m	
Station	Richtpunt	St ih	Rp ih
DH	2001	2002	Aflezings Sa
DH	2002	2003	2.60788 0.00027 m
DH	2003	2005	0.16831 0.00027 m
DH	2005	2004	-0.00106 0.00027 m
DH	2004	2006	-0.00045 0.00027 m
DH	2006	2001	0.00100 0.00027 m
DH	2001	2006	-2.77566 0.00028 m
DH	2006	2004	2.77579 0.00028 m
DH	2004	2005	-0.00095 0.00028 m
DH	2005	2003	-0.00017 0.00027 m
DH	2003	2002	0.00142 0.00027 m
DH	2002	2001	-0.16849 0.00027 m
DH	2001	2002	-2.60760 0.00027 m
DH	2002	2003	2.60776 0.00027 m
DH	2003	2005	0.16840 0.00027 m
DH	2005	2004	-0.00118 0.00027 m
DH	2004	2006	-0.00003 0.00027 m
DH	2006	2001	0.00070 0.00028 m
DH	2001	2006	-2.77561 0.00028 m
DH	2006	2004	2.77569 0.00028 m
DH	2004	2005	-0.00080 0.00027 m
DH	2005	2003	-0.00001 0.00027 m
DH	2003	2002	0.00117 0.00027 m
DH	2002	2001	-0.16833 0.00027 m
DH	2001	HP2	-2.60758 0.00027 m
DH	HP2	2001	0.72648 0.00048 m
DH	2001	HP2	-0.72669 0.00048 m
DH	HP2	2001	0.72696 0.00048 m
DH	2001	HP_2	-0.72636 0.00048 m
DH	HP_2	2001	0.72638 0.00048 m
DH	2001	HP_2	-0.72651 0.00048 m

DH	2001	HP_2	0.72612	0.00048 m
DH	HP_2	2001	-0.72635	0.00048 m
DH	HP2	000A2880	-2.51439	0.00075 m
DH	000A2880	HP2	2.51436	0.00075 m
DH	HP2	000A2880	-2.51395	0.00075 m
DH	000A2880	HP2	2.51486	0.00075 m
DH	HP_2	38G395	1.58771	0.00067 m
DH	38G395	000A2880	-4.10211	0.00063 m
DH	000A2880	38G395	4.10238	0.00063 m
DH	38G395	HP_2	-1.58756	0.00067 m

VEREFFENDE COORDINATEN (pseudo kleinste kwadraten netwerk)

Station	Coördinaat	Corr (m)	Sa (m)
2001 Hoogte	1.7879	0.0000	0.0004
HP2 Hoogte	2.5145	0.0000	0.0003
38G395 Hoogte	4.1021	0.0000	0.0004
2002 Hoogte	4.3956	0.0000	0.0004
2003 Hoogte	4.5640	0.0000	0.0004
2005 Hoogte	4.5628	0.0000	0.0004
2004 Hoogte	4.5627	0.0000	0.0004
2006 Hoogte	4.5636	0.0000	0.0004
000A2880 Hoogte	0.0000*	0.0000	0.0001
HP_2 Hoogte	2.5143	0.0000	0.0004

TOETSING VAN BEKENDE COORDINATEN

Station	MDB (m)	BNR	W-toets	Gs fout (m)	T-toets	Gs fout (m)
000A2880 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)
2001	2002					0.0001
2002	2003					0.0001
2003	2005					0.0001
2005	2004					0.0001
2004	2006					0.0001
2006	2001					0.0001
2001	HP2					0.0002
2001	HP_2					0.0002
HP2	000A2880					0.0003
HP_2	38G395					0.0004
38G395	000A2880					0.0004

VEREFFENDE WAARNEMINGEN

	Station	Richtpunt	Vereff wn	Corr	Sa
DH	2001	2002	2.60771	0.00017	0.00013 m
DH	2002	2003	0.16839	-0.00008	0.00013 m
DH	2003	2005	-0.00120	0.00014	0.00012 m
DH	2005	2004	-0.00007	-0.00038	0.00012 m
DH	2004	2006	0.00087	0.00013	0.00013 m
DH	2006	2001	-2.77568	0.00002	0.00013 m
DH	2001	2006	2.77568	0.00011	0.00013 m
DH	2006	2004	-0.00087	-0.00008	0.00013 m
DH	2004	2005	0.00007	-0.00024	0.00012 m
DH	2005	2003	0.00120	0.00022	0.00012 m
DH	2003	2002	-0.16839	-0.00010	0.00013 m
DH	2002	2001	-2.60771	0.00011	0.00013 m
DH	2001	2002	2.60771	0.00005	0.00013 m
DH	2002	2003	0.16839	0.00001	0.00013 m
DH	2003	2005	-0.00120	0.00002	0.00012 m
DH	2005	2004	-0.00007	0.00004	0.00012 m
DH	2004	2006	0.00087	-0.00017	0.00013 m
DH	2006	2001	-2.77568	0.00007	0.00013 m
DH	2001	2006	2.77568	0.00001	0.00013 m
DH	2006	2004	-0.00087	0.00007	0.00013 m
DH	2004	2005	0.00007	-0.00008	0.00012 m
DH	2005	2003	0.00120	-0.00003	0.00012 m

DH	2003	2002	-0.16839	0.00006	0.00013 m
DH	2002	2001	-2.60771	0.00013	0.00013 m
DH	2001	HP2	0.72658	-0.00010	0.00023 m
DH	HP2	2001	-0.72658	-0.00011	0.00023 m
DH	2001	HP2	0.72658	0.00038	0.00023 m
DH	HP2	2001	-0.72658	0.00022	0.00023 m
DH	2001	HP_2	0.72638	-0.00000	0.00023 m
DH	HP_2	2001	-0.72638	-0.00013	0.00023 m
DH	2001	HP_2	0.72638	-0.00026	0.00023 m
DH	HP_2	2001	-0.72638	0.00003	0.00023 m
DH	HP2	000A2880	-2.51449	0.00010	0.00033 m
DH	000A2880	HP2	2.51449	-0.00013	0.00033 m
DH	HP2	000A2880	-2.51449	0.00054	0.00033 m
DH	000A2880	HP2	2.51449	0.00037	0.00033 m
DH	HP_2	38G395	1.58780	-0.00009	0.00039 m
DH	38G395	000A2880	-4.10210	-0.00001	0.00037 m
DH	000A2880	38G395	4.10210	0.00028	0.00037 m
DH	38G395	HP_2	-1.58780	0.00024	0.00039 m

TOETSING VAN WAARNEMINGEN

	Station	Richtpunt	MDB	MDBn	Red	BNR	W-toets
DH	2001	2002	0.00128 m	4.6	79	2.1	0.70
DH	2002	2003	0.00127 m	4.6	79	2.1	-0.31
DH	2003	2005	0.00127 m	4.6	79	2.1	0.59
DH	2005	2004	0.00127 m	4.6	79	2.1	-1.56
DH	2004	2006	0.00128 m	4.6	79	2.1	0.55
DH	2006	2001	0.00128 m	4.6	79	2.1	0.10
DH	2001	2006	0.00128 m	4.6	79	2.1	0.43
DH	2006	2004	0.00128 m	4.6	79	2.1	-0.34
DH	2004	2005	0.00127 m	4.6	79	2.1	-1.00
DH	2005	2003	0.00127 m	4.6	79	2.1	0.89
DH	2003	2002	0.00127 m	4.6	79	2.1	-0.43
DH	2002	2001	0.00128 m	4.6	79	2.1	0.44
DH	2001	2002	0.00128 m	4.6	79	2.1	0.21
DH	2002	2003	0.00127 m	4.6	79	2.1	0.06
DH	2003	2005	0.00127 m	4.6	79	2.1	0.10
DH	2005	2004	0.00127 m	4.6	79	2.1	0.17
DH	2004	2006	0.00128 m	4.6	79	2.1	-0.68
DH	2006	2001	0.00128 m	4.6	79	2.1	0.30
DH	2001	2006	0.00128 m	4.6	79	2.1	0.02
DH	2006	2004	0.00128 m	4.6	79	2.1	0.27
DH	2004	2005	0.00127 m	4.6	79	2.1	-0.34
DH	2005	2003	0.00127 m	4.6	79	2.1	-0.14
DH	2003	2002	0.00127 m	4.6	79	2.1	0.23
DH	2002	2001	0.00128 m	4.6	79	2.1	0.52
DH	2001	HP2	0.00225 m	4.7	77	2.3	-0.24
DH	HP2	2001	0.00225 m	4.7	77	2.3	-0.26
DH	2001	HP2	0.00225 m	4.7	77	2.3	0.91
DH	HP2	2001	0.00225 m	4.7	77	2.3	0.53
DH	2001	HP_2	0.00225 m	4.7	77	2.3	-0.01
DH	HP_2	2001	0.00225 m	4.7	77	2.3	-0.30
DH	2001	HP_2	0.00225 m	4.7	77	2.3	-0.63
DH	HP_2	2001	0.00225 m	4.7	77	2.3	0.08
DH	HP2	000A2880	0.00345 m	4.6	80	2.1	0.15
DH	000A2880	HP2	0.00345 m	4.6	80	2.1	-0.20
DH	HP2	000A2880	0.00345 m	4.6	80	2.1	0.81
DH	000A2880	HP2	0.00345 m	4.6	80	2.1	0.55
DH	HP_2	38G395	0.00340 m	5.1	67	2.9	-0.17
DH	38G395	000A2880	0.00324 m	5.1	65	3.1	-0.02
DH	000A2880	38G395	0.00324 m	5.1	65	3.1	0.56
DH	38G395	HP_2	0.00340 m	5.1	67	2.9	0.44

Arkel, meting bij demontage

MOVE3 Versie 4.2.1 (x64)

Verkenning en Vereffening van Geodetische Netwerken

www.MOVE3.nl

(c) 1993-2013 Grontmij

433022-000A2880-2018-Eind

12-07-2018 10:54:18

1D pseudo kleinste kwadraten netwerk -- Projectie : Local (stereographic) --
 Ellipsoïde : Bessel 1841

PROJECT

R:\00430000\00433022\3_Verwerking\Move3\Arkel_000A2880\433022-000A2880-2018-eind.prj

STATIONS

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

WAARNEMINGEN

Hoogteverschillen	38
Bekende coördinaten	1
Totaal	39

ONBEKENDEN

Coördinaten	10
Totaal	10

Aantal voorwaarden	29
--------------------	----

VEREFFENING

Aantal iteraties	1
Max coord correctie in laatste iteratie	0.0000 m

TOETSING

Alfa (meer dimensionaal)	0.1608
Alfa 0 (een dimensionaal)	0.0010
Beta	0.80
Kritieke waarde W-toets	3.29
Kritieke waarde T-toets (3 dimensionaal)	4.24
Kritieke waarde T-toets (2 dimensionaal)	5.91
Kritieke waarde F-toets	1.26
F-toets	0.117 geaccepteerd

VARIANTIE COMPONENT ANALYSE

	Variantie	Redundantie
Terrestrisch	0.117	29.0
Hoogteverschillen	0.117	29.0
Bekende coördinaten	0.000	0.0

PROJECTIE EN ELLIPSOÏDE CONSTANTEN

	Local (stereographic) (Lokaal)
Projectie (Stereografisch))	
Lengte oorsprong/centrale meridiaan	0 00 00.00000 0
Breedte oorsprong	0 00 00.00000 N
Projectie schaalfactor	1.000000000
Translatie Oost	0.0000 m

Translatie Noord 0.0000 m
 Ellipsoïde Bessel 1841
 Halve lange as 6377397.1550 m
 Inverse afplatting 299.152812800

INVOER BENADERDE TERRESTRISCHE COORDINATEN

Station	X Oost (m)	Y Noord (m)	Hoogte (m)	Id.Sa XY (m)	Id.Sa h (m)
2001	128095.3400	431482.7700	0.0000	0.0000	0.0000
HP2	128080.0000	431155.0000	0.0000	0.0000	0.0000
38G395	128130.0000	431170.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2002	128095.3400	431482.7700	2.2930	0.0000	0.0000
2003	128095.3400	431482.7700	2.4614	0.0000	0.0000
2005	128095.3400	431482.7700	2.4603	0.0000	0.0000
2004	128095.3400	431482.7700	2.4602	0.0000	0.0000
2006	128095.3400	431482.7700	2.4608	0.0000	0.0000
000A2880	128033.2200	431133.3800	0.0000*	0.0000	0.0000 bekend
HP_2	128090.0000	431160.0000	0.4138	0.0000	0.0000

INVOER STANDAARDAFWIJKINGEN VAN BEKENDE STATIONS

Station	Sa X Oost (m)	Sa Y Noord (m)	Sa Hoogte (m)
000A2880			0.0001* bekend

INVOER WAARNEMINGEN

Instrumenthoogte afwijking		0.0010 m			
Station	Richtpunt	St ih	Rp ih	Aflecting	Sa
DH	2001	2002		2.60692	0.00027 m
DH	2002	2003		0.16844	0.00027 m
DH	2003	2005		-0.00116	0.00027 m
DH	2005	2004		0.00004	0.00027 m
DH	2004	2006		0.00069	0.00027 m
DH	2006	2001		-2.77493	0.00027 m
DH	2001	2006		2.77469	0.00027 m
DH	2006	2004		-0.00060	0.00027 m
DH	2004	2005		0.00018	0.00027 m
DH	2005	2003		0.00114	0.00027 m
DH	2003	2002		-0.16837	0.00027 m
DH	2002	2001		-2.60689	0.00027 m
DH	2001	2002		2.60693	0.00027 m
DH	2002	2003		0.16838	0.00027 m
DH	2003	2005		-0.00103	0.00027 m
DH	2005	2004		-0.00010	0.00027 m
DH	2004	2006		0.00076	0.00027 m
DH	2006	2001		-2.77481	0.00027 m
DH	2001	2006		2.77461	0.00027 m
DH	2006	2004		-0.00055	0.00027 m
DH	2004	2005		0.00023	0.00027 m
DH	2005	2003		0.00101	0.00027 m
DH	2003	2002		-0.16823	0.00027 m
DH	2002	2001		-2.60688	0.00027 m
DH	2001	HP2		0.72730	0.00048 m
DH	HP2	2001		-0.72788	0.00048 m
DH	2001	HP2		0.72764	0.00048 m
DH	HP2	2001		-0.72775	0.00048 m
DH	2001	HP_2		0.72766	0.00048 m
DH	HP_2	2001		-0.72772	0.00048 m
DH	HP2	000A2880		-2.51480	0.00075 m
DH	000A2880	HP2		2.51508	0.00075 m
DH	HP2	000A2880		-2.51497	0.00075 m
DH	000A2880	HP2		2.51477	0.00075 m
DH	HP_2	38G395		1.58756	0.00067 m
DH	38G395	000A2880		-4.10238	0.00064 m
DH	000A2880	38G395		4.10254	0.00064 m
DH	38G395	HP_2		-1.58734	0.00067 m

VEREFFENDE COORDINATEN (pseudo kleinste kwadraten netwerk)

Station	Coordinaat	Corr (m)	Sa (m)
2001 Hoogte	1.7873	1.7873	0.0004
HP2 Hoogte	2.5149	2.5149	0.0004

38G395	Hoogte	4.1024	4.1024	0.0004
2002	Hoogte	4.3942	2.1012	0.0004
2003	Hoogte	4.5626	2.1012	0.0004
2005	Hoogte	4.5615	2.1012	0.0004
2004	Hoogte	4.5614	2.1012	0.0004
2006	Hoogte	4.5620	2.1012	0.0004
000A2880	Hoogte	0.0000*	0.0000	0.0001
HP_2	Hoogte	2.5150	2.1012	0.0004

TOETSING VAN BEKENDE COORDINATEN

Station	MDB (m)	BNR	W-toets	Gs fout (m)	T-toets	Gs fout (m)
000A2880	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)
2001	2002					0.0001
2002	2003					0.0001
2003	2005					0.0001
2005	2004					0.0001
2004	2006					0.0001
2006	2001					0.0001
2001	HP2					0.0002
2001	HP_2					0.0003
HP2	000A2880					0.0003
HP_2	38G395					0.0004
38G395	000A2880					0.0004

VEREFFENDE WAARNEMINGEN

	Station	Richtpunt	Vereff wn	Corr	Sa
DH	2001	2002	2.60691	0.00001	0.00012 m
DH	2002	2003	0.16836	0.00008	0.00012 m
DH	2003	2005	-0.00108	-0.00008	0.00012 m
DH	2005	2004	-0.00011	0.00015	0.00012 m
DH	2004	2006	0.00066	0.00003	0.00012 m
DH	2006	2001	-2.77475	-0.00018	0.00012 m
DH	2001	2006	2.77475	-0.00006	0.00012 m
DH	2006	2004	-0.00066	0.00006	0.00012 m
DH	2004	2005	0.00011	0.00007	0.00012 m
DH	2005	2003	0.00108	0.00006	0.00012 m
DH	2003	2002	-0.16836	-0.00001	0.00012 m
DH	2002	2001	-2.60691	0.00002	0.00012 m
DH	2001	2002	2.60691	0.00002	0.00012 m
DH	2002	2003	0.16836	0.00002	0.00012 m
DH	2003	2005	-0.00108	0.00005	0.00012 m
DH	2005	2004	-0.00011	0.00001	0.00012 m
DH	2004	2006	0.00066	0.00010	0.00012 m
DH	2006	2001	-2.77475	-0.00006	0.00012 m
DH	2001	2006	2.77475	-0.00014	0.00012 m
DH	2006	2004	-0.00066	0.00011	0.00012 m
DH	2004	2005	0.00011	0.00012	0.00012 m
DH	2005	2003	0.00108	-0.00007	0.00012 m
DH	2003	2002	-0.16836	0.00013	0.00012 m
DH	2002	2001	-2.60691	0.00003	0.00012 m
DH	2001	HP2	0.72764	-0.00034	0.00023 m
DH	HP2	2001	-0.72764	-0.00024	0.00023 m
DH	2001	HP2	0.72764	0.00000	0.00023 m
DH	HP2	2001	-0.72764	-0.00011	0.00023 m
DH	2001	HP_2	0.72770	-0.00004	0.00031 m
DH	HP_2	2001	-0.72770	-0.00002	0.00031 m
DH	HP2	000A2880	-2.51492	0.00012	0.00034 m
DH	000A2880	HP2	2.51492	0.00016	0.00034 m
DH	HP2	000A2880	-2.51492	-0.00005	0.00034 m
DH	000A2880	HP2	2.51492	-0.00015	0.00034 m
DH	HP_2	38G395	1.58747	0.00009	0.00040 m
DH	38G395	000A2880	-4.10244	0.00006	0.00038 m
DH	000A2880	38G395	4.10244	0.00010	0.00038 m

DH 38G395 HP_2 -1.58747 0.00013 0.00040 m

TOETSING VAN WAARNEMINGEN

	Station	Richtpunt	MDB	MDBn	Red	BNR	W-toets
DH	2001	2002	0.00125 m	4.6	79	2.1	0.03
DH	2002	2003	0.00125 m	4.6	79	2.1	0.32
DH	2003	2005	0.00124 m	4.6	79	2.1	-0.35
DH	2005	2004	0.00124 m	4.6	79	2.1	0.63
DH	2004	2006	0.00125 m	4.6	79	2.1	0.13
DH	2006	2001	0.00125 m	4.6	79	2.1	-0.74
DH	2001	2006	0.00125 m	4.6	79	2.1	-0.25
DH	2006	2004	0.00125 m	4.6	79	2.1	0.25
DH	2004	2005	0.00124 m	4.6	79	2.1	0.30
DH	2005	2003	0.00124 m	4.6	79	2.1	0.27
DH	2003	2002	0.00125 m	4.6	79	2.1	-0.03
DH	2002	2001	0.00125 m	4.6	79	2.1	0.10
DH	2001	2002	0.00125 m	4.6	79	2.1	0.07
DH	2002	2003	0.00125 m	4.6	79	2.1	0.07
DH	2003	2005	0.00124 m	4.6	79	2.1	0.19
DH	2005	2004	0.00124 m	4.6	79	2.1	0.04
DH	2004	2006	0.00125 m	4.6	79	2.1	0.42
DH	2006	2001	0.00125 m	4.6	79	2.1	-0.25
DH	2001	2006	0.00125 m	4.6	79	2.1	-0.59
DH	2006	2004	0.00125 m	4.6	79	2.1	0.45
DH	2004	2005	0.00124 m	4.6	79	2.1	0.51
DH	2005	2003	0.00124 m	4.6	79	2.1	-0.28
DH	2003	2002	0.00125 m	4.6	79	2.1	0.56
DH	2002	2001	0.00125 m	4.6	79	2.1	0.14
DH	2001	HP2	0.00225 m	4.7	77	2.3	-0.81
DH	HP2	2001	0.00225 m	4.7	77	2.3	-0.58
DH	2001	HP2	0.00225 m	4.7	77	2.3	0.00
DH	HP2	2001	0.00225 m	4.7	77	2.3	-0.27
DH	2001	HP_2	0.00259 m	5.4	58	3.5	-0.11
DH	HP_2	2001	0.00259 m	5.4	58	3.5	-0.06
DH	HP2	000A2880	0.00346 m	4.6	80	2.1	0.17
DH	000A2880	HP2	0.00346 m	4.6	80	2.1	0.25
DH	HP2	000A2880	0.00348 m	4.6	80	2.1	-0.08
DH	000A2880	HP2	0.00348 m	4.6	80	2.1	-0.22
DH	HP_2	38G395	0.00343 m	5.1	65	3.0	0.17
DH	38G395	000A2880	0.00330 m	5.2	64	3.1	0.13
DH	000A2880	38G395	0.00330 m	5.2	64	3.1	0.19
DH	38G395	HP_2	0.00343 m	5.1	65	3.0	0.24

Brakel, meting bij opbouw

MOVE3 Versie 4.2.1 (x64)

Verkenning en Vereffening van Geodetische Netwerken

www.MOVE3.nl

(c) 1993-2013 Grontmij

433022-000A2882-2018-Nul

12-07-2018 09:14:53

1D pseudo kleinste kwadraten netwerk -- Projectie : Local (stereographic) --
 Ellipsoïde : Bessel 1841

PROJECT

R:\00430000\00433022\3_Verwerking\Move3\Brakel_000A2882\433022-000A2882-2018-nul.prj

STATIONS

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

WAARNEMINGEN

Hoogteverschillen	46
Bekende coördinaten	1
Totaal	47

ONBEKENDEN

Coördinaten	10
Totaal	10

Aantal voorwaarden	37
--------------------	----

VEREFFENING

Aantal iteraties	0
Max coord correctie in laatste iteratie	0.0000 m

TOETSING

Alfa (meer dimensionaal)	0.2033
Alfa 0 (een dimensionaal)	0.0010
Beta	0.80
Kritieke waarde W-toets	3.29
Kritieke waarde T-toets (3 dimensionaal)	4.24
Kritieke waarde T-toets (2 dimensionaal)	5.91
Kritieke waarde F-toets	1.19
F-toets	0.603 geaccepteerd

VARIANTIE COMPONENT ANALYSE

	Variantie	Redundantie
Terrestrisch	0.603	37.0
Hoogteverschillen	0.603	37.0
Bekende coördinaten	0.000	0.0

PROJECTIE EN ELLIPSOÏDE CONSTANTEN

Projectie	Local (stereographic) (Lokaal)
(Stereografisch))	
Lengte oorsprong/centrale meridiaan	0 00 00.00000 0
Breedte oorsprong	0 00 00.00000 N
Projectie schaalfactor	1.000000000
Translatie Oost	0.0000 m

Translatie Noord 0.0000 m
 Ellipsoïde Bessel 1841
 Halve lange as 6377397.1550 m
 Inverse afplatting 299.152812800

INVOER BENADERDE TERRESTRISCHE COORDINATEN

Station	X Oost (m)	Y Noord (m)	Hoogte (m)	Id.Sa XY (m)	Id.Sa h (m)
1001	131851.8900	423588.5800	1.2076	0.0000	0.0000
446002	131860.0000	423590.0000	1.1379	0.0000	0.0000
HP1	131880.0000	423570.0000	1.0945	0.0000	0.0000
1002	131850.0000	423590.0000	3.8173	0.0000	0.0000
1003	131850.0000	423590.0000	3.9869	0.0000	0.0000
1005	131850.0000	423590.0000	3.9875	0.0000	0.0000
1004	131850.0000	423590.0000	3.9853	0.0000	0.0000
1006	131850.0000	423590.0000	3.9843	0.0000	0.0000
000A2882	131897.3500	423555.9700	0.0000*	0.0000	0.0000 bekend
HP_1	131882.3972	423572.0132	1.0944	0.0000	0.0000

INVOER STANDAARDAFWIJKINGEN VAN BEKENDE STATIONS

Station	Sa X Oost (m)	Sa Y Noord (m)	Sa Hoogte (m)
000A2882			0.0001* bekend

INVOER WAARNEMINGEN

Instrumenthoogte afwijking		0.0010 m			
Station	Richtpunt	St ih	Rp ih	Aflezings	Sa
DH	1001	1002		2.60975	0.00025 m
DH	1002	1003		0.16954	0.00025 m
DH	1003	1005		0.00036	0.00025 m
DH	1005	1004		-0.00216	0.00025 m
DH	1004	1006		-0.00116	0.00025 m
DH	1006	1001		-2.77680	0.00025 m
DH	1001	1006		2.77647	0.00025 m
DH	1006	1004		0.00125	0.00025 m
DH	1004	1005		0.00263	0.00025 m
DH	1005	1003		-0.00098	0.00025 m
DH	1003	1002		-0.16957	0.00025 m
DH	1002	1001		-2.60967	0.00025 m
DH	1001	1002		2.60958	0.00025 m
DH	1002	1003		0.16995	0.00025 m
DH	1003	1005		0.00031	0.00025 m
DH	1005	1004		-0.00200	0.00025 m
DH	1004	1006		-0.00083	0.00025 m
DH	1006	1001		-2.77680	0.00025 m
DH	1001	1006		2.77679	0.00025 m
DH	1006	1004		0.00089	0.00025 m
DH	1004	1005		0.00246	0.00025 m
DH	1005	1003		-0.00063	0.00025 m
DH	1003	1002		-0.16921	0.00025 m
DH	1002	1001		-2.60990	0.00025 m
DH	1001	446002		-0.06960	0.00021 m
DH	446002	1001		0.06978	0.00021 m
DH	1001	446002		-0.06968	0.00021 m
DH	446002	1001		0.06972	0.00021 m
DH	1001	HP1		-0.11334	0.00044 m
DH	HP1	1001		0.11317	0.00044 m
DH	1001	HP1		-0.11319	0.00044 m
DH	HP1	1001		0.11231	0.00044 m
DH	1001	HP1		-0.11295	0.00044 m
DH	HP1	1001		0.11312	0.00044 m
DH	446002	HP_1		-0.04343	0.00042 m
DH	HP_1	446002		0.04334	0.00042 m
DH	446002	HP_1		-0.04387	0.00042 m
DH	HP_1	446002		0.04370	0.00042 m
DH	HP_1	000A2882		-1.09444	0.00026 m
DH	000A2882	HP_1		1.09440	0.00026 m
DH	HP_1	000A2882		-1.09438	0.00026 m
DH	000A2882	HP_1		1.09442	0.00026 m
DH	HP1	000A2882		-1.09448	0.00026 m

DH	000A2882	HP1	1.09444	0.00026 m
DH	HP1	000A2882	-1.09447	0.00026 m
DH	000A2882	HP1	1.09452	0.00026 m

VEREFFENDE COORDINATEN (pseudo kleinste kwadraten netwerk)

Station	Coordinaat	Corr (m)	Sa (m)
1001 Hoogte	1.2076	0.0000	0.0002
446002 Hoogte	1.1379	0.0000	0.0002
HP1 Hoogte	1.0945	0.0000	0.0002
1002 Hoogte	3.8173	0.0000	0.0002
1003 Hoogte	3.9869	0.0000	0.0002
1005 Hoogte	3.9875	0.0000	0.0003
1004 Hoogte	3.9853	0.0000	0.0002
1006 Hoogte	3.9843	0.0000	0.0002
000A2882 Hoogte	0.0000*	0.0000	0.0001
HP_1 Hoogte	1.0944	0.0000	0.0002

TOETSING VAN BEKENDE COORDINATEN

Station	MDB (m)	BNR	W-toets	Gs fout (m)	T-toets	Gs fout (m)
000A2882 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)
1001	1002					0.0001
1002	1003					0.0001
1003	1005					0.0001
1005	1004					0.0001
1004	1006					0.0001
1006	1001					0.0001
1001	446002					0.0001
1001	HP1					0.0002
446002	HP_1					0.0002
HP_1	000A2882					0.0001
HP1	000A2882					0.0001

VEREFFENDE WAARNEMINGEN

Station	Richtpunt	Vereff wn	Corr	Sa
DH 1001	1002	2.60976	-0.00001	
0.00012 m				
DH 1002	1003	0.16960	-0.00006	
0.00012 m				
DH 1003	1005	0.00060	-0.00024	
0.00012 m				
DH 1005	1004	-0.00228	0.00012	
0.00011 m				
DH 1004	1006	-0.00100	-0.00016	
0.00012 m				
DH 1006	1001	-2.77668	-0.00012	
0.00012 m				
DH 1001	1006	2.77668	-0.00021	
0.00012 m				
DH 1006	1004	0.00100	0.00025	
0.00012 m				
DH 1004	5	0.00228	0.00035	0.00011 m
DH 1005	1003	-0.00060	-0.00038	
0.00012 m				
DH 1003	1002	-0.16960	0.00003	
0.00012 m				
DH 1002	1001	-2.60976	0.00009	
0.00012 m				
DH 1001	1002	2.60976	-0.00018	
0.00012 m				
DH 1002	1003	0.16960	0.00035	
0.00012 m				
DH 1003	1005	0.00060	-0.00029	
0.00012 m				

DH	1005	1004	-0.00228	0.00028
0.00011 m				
DH	1004	1006	-0.00100	0.00017
0.00012 m				
DH	1006	1001	-2.77668	-0.00012
0.00012 m				
DH	1001	1006	2.77668	0.00011
0.00012 m				
DH	1006	1004	0.00100	-0.00011
0.00012 m				
DH	1004	1005	0.00228	0.00018
0.00011 m				
DH	1005	1003	-0.00060	-0.00003
0.00012 m				
DH	1003	1002	-0.16960	0.00039
0.00012 m				
DH	1002	1001	-2.60976	-0.00014
0.00012 m				
DH	1001	446002	-0.06968	0.00008
0.00010 m				
DH	446002	1001	0.06968	0.00010
0.00010 m				
DH	1001	446002	-0.06968	-0.00000
0.00010 m				
DH	446002	1001	0.06968	0.00004
0.00010 m				
DH	1001	HP1	-0.11307	-0.00027
0.00015 m				
DH	HP1	1001	0.11307	0.00010
0.00015 m				
DH	1001	HP1	-0.11307	-0.00012
0.00015 m				
DH	HP1	1001	0.11307	-0.00076
0.00015 m				
DH	1001	HP1	-0.11307	0.00012
0.00015 m				
DH	HP1	1001	0.11307	0.00005
0.00015 m				
DH	446002	HP_1	-0.04351	0.00008
0.00017 m				
DH	HP_1	446002	0.04351	-0.00017
0.00017 m				
DH	446002	HP_1	-0.04351	-0.00036
0.00017 m				
DH	HP_1	446002	0.04351	0.00019
0.00017 m				
DH	HP_1	000A2882	-1.09438	-0.00006
0.00012 m				
DH	000A2882	HP_1	1.09438	0.00002
0.00012 m				
DH	HP_1	000A2882	-1.09438	0.00000
0.00012 m				
DH	000A2882	HP_1	1.09438	0.00004
0.00012 m				
DH	HP1	000A2882	-1.09451	0.00003
0.00012 m				
DH	000A2882	HP1	1.09451	-0.00007
0.00012 m				
DH	HP1	000A2882	-1.09451	0.00004
0.00012 m				
DH	000A2882	HP1	1.09451	0.00001
0.00012 m				

TOETSING VAN WAARNEMINGEN

	Station	Richtpunt	MDB	MDBn	Red
BNR	W-toets	Gs fout	T-toets	Gs fout (m)	
DH		1001	1002	0.00118 m	4.6 79
2.1	-0.04				

DH		1002	1003	0.00118 m	4.6	79
2.1	-0.27					
DH		1003	1005	0.00118 m	4.6	79
2.1	-1.08					
DH		1005	1004	0.00117 m	4.6	79
2.1	0.54					
DH		1004	1006	0.00117 m	4.6	79
2.1	-0.71					
DH		1006	1001	0.00118 m	4.6	79
2.1	-0.52					
DH		1001	1006	0.00118 m	4.6	79
2.1	-0.94					
DH		1006	1004	0.00117 m	4.6	79
2.1	1.11					
DH		1004	1005	0.00117 m	4.6	79
2.1	1.57					
DH		1005	1003	0.00118 m	4.6	79
2.1	-1.67					
DH		1003	1002	0.00118 m	4.6	79
2.1	0.14					
DH		1002	1001	0.00118 m	4.6	79
2.1	0.39					
DH		1001	1002	0.00118 m	4.6	79
2.1	-0.79					
DH		1002	1003	0.00118 m	4.6	79
2.1	1.54					
DH		1003	1005	0.00118 m	4.6	79
2.1	-1.30					
DH		1005	1004	0.00117 m	4.6	79
2.1	1.25					
DH		1004	1006	0.00117 m	4.6	79
2.1	0.76					
DH		1006	1001	0.00118 m	4.6	79
2.1	-0.52					
DH		1001	1006	0.00118 m	4.6	79
2.1	0.48					
DH		1006	1004	0.00117 m	4.6	79
2.1	-0.49					
DH		1004	1005	0.00117 m	4.6	79
2.1	0.80					
DH		1005	1003	0.00118 m	4.6	79
2.1	-0.12					
DH		1003	1002	0.00118 m	4.6	79
2.1	1.73					
DH		1002	1001	0.00118 m	4.6	79
2.1	-0.63					
DH		1001	446002	0.00097 m	4.7	77
2.2	0.42					
DH		446002	1001	0.00097 m	4.7	77
2.2	0.56					
DH		1001	446002	0.00097 m	4.7	77
2.2	-0.02					
DH		446002	1001	0.00097 m	4.7	77
2.2	0.23					
DH		1001	HP1	0.00193 m	4.4	88
1.5	-0.67					
DH		HP1	1001	0.00193 m	4.4	88
1.5	0.25					
DH		1001	HP1	0.00193 m	4.4	88
1.5	-0.30					
DH		HP1	1001	0.00193 m	4.4	88
1.5	-1.84					
DH		1001	HP1	0.00193 m	4.4	88
1.5	0.28					
DH		HP1	1001	0.00193 m	4.4	88
1.5	0.13					
DH		446002	HP_1	0.00190 m	4.5	84
1.8	0.21					

DH		HP_1	446002	0.00190 m	4.5	84
1.8	-0.44					
DH		446002	HP_1	0.00190 m	4.5	84
1.8	-0.93					
DH		HP_1	446002	0.00190 m	4.5	84
1.8	0.49					
DH		HP_1	000A2882	0.00120 m	4.7	78
2.2	-0.25					
DH		000A2882	HP_1	0.00120 m	4.7	78
2.2	0.08					
DH		HP_1	000A2882	0.00120 m	4.7	78
2.2	0.01					
DH		000A2882	HP_1	0.00120 m	4.7	78
2.2	0.16					
DH		HP1	000A2882	0.00120 m	4.7	78
2.2	0.11					
DH		000A2882	HP1	0.00120 m	4.7	78
2.2	-0.28					
DH		HP1	000A2882	0.00120 m	4.7	78
2.2	0.15					
DH		000A2882	HP1	0.00120 m	4.7	78
2.2	0.07					

Bijlage 8 Foto's peilmerken per meetlocatie

Locatie Arkel



Ondergronds merk 000A2880 (bron: Napinfo)



Peilmerk 038G0395 (bron: Napinfo)

Locatie Brakel



Ondergronds merk 000A2882 (bron: Napinfo)



Bout 446002

Locatie Herwijnen



Ondergronds merk 000A2881 (bon: Napinfo)

Géén foto beschikbaar van het peilmerk 038H0296.

Locatie Wijk & Aalburg



Ondergronds merk 000A2883



Peilmerk 044F0436 (bon: Napinfo)

Geén foto beschikbaar van schroefanker 28833.

Bijlage 9 Resultaten Multi-station berekening GPS-metingen

Resultaten GPS-metingen Brakel

In opdracht van: Antea Group

datum:	19 juni 2018
auteur:	ir. Frank Dentz
goedkeuring:	ir. Jean-Paul Henry
versie:	1.5

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 ^e meting (17-08-2010).....	6
4.2	2 ^e meting (14-11-2011).....	7
4.3	3 ^e meting (20-03-2014).....	8
4.4	4 ^e meting (17-04-2014).....	9
4.5	5 ^e meting (02-05-2018).....	10
Bijlage A	Coördinaten GPS-stations.....	11

1 Inleiding

In het gebied rond Brakel (Gelderland) wordt door Vermilion aardgas gewonnen uit een aantal kleinere velden. Als gevolg hiervan wordt er in het gebied een geringe bodemdaling verwacht. Antea Group heeft de opdracht gekregen deze bodemdaling te monitoren. Hiertoe maakt Antea Group gebruik van drie GPS-meetpalen, welke ook bij vergelijkbare projecten worden ingezet. Deze palen zullen gedurende een GPS meetcampagne op diverse locaties in en rond het zakkingsgebied worden geplaatst. De GPS-meetpalen worden via waterpassing gerelateerd aan een aantal nabijgelegen verzekerde hoogtemerken. Op iedere meetpaal wordt statische GPS-data gelogd. Deze GPS-data wordt door 06-GPS verwerkt met het Geo++ softwarepakket GNSMART. Dit rapport bevat de resultaten van de GPS metingen.

2 Meetopzet

De drie GPS-meetpalen zijn uitgerust met elk een Leica AR25 antenne en een Leica GPS ontvanger. Van elk van de AR25 antennes is een Geo++ absolute antenne kalibratie uitgevoerd en een kalibratierapport geleverd (inclusief antennefiles). De ontvangers, antennes en masten zijn van stickers voorzien met het betreffende nummer (1, 2 of 3). Fig. 1 geeft de locaties weer waar gedurende de meetcampagne de GPS-meetpalen worden opgesteld.

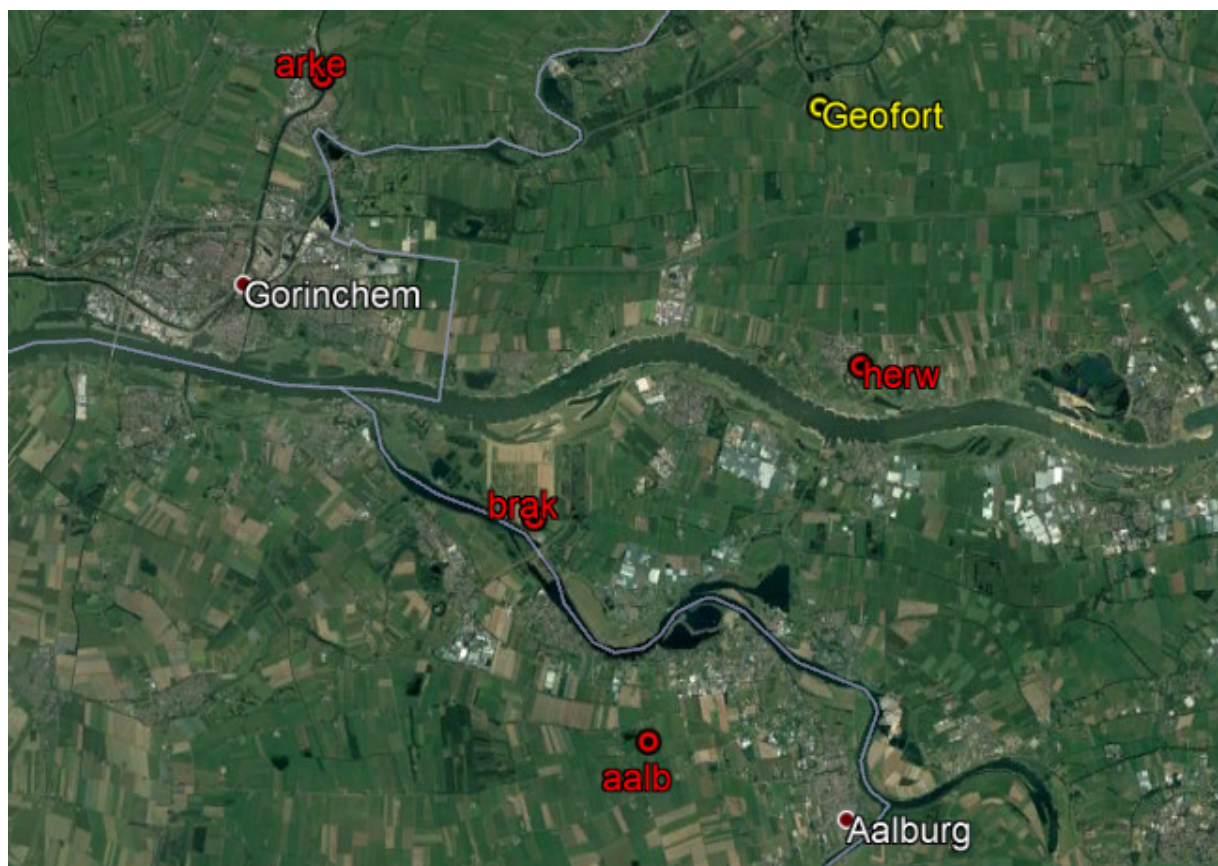


Fig. 1. Locaties GPS-meetpalen; aalb (Aalburg), arke (Arkel), brak (Brakel), herw (Herwijnen) en 06-GPS referentiestation Geofort.

Voor de berekening wordt gebruik gemaakt van 12 referentiestations uit het eigen netwerk van OG-GPS. 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 2010. 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 de tijdelijke stations vastgehouden. OG-GPS zal de coördinaten van de referentiestations echter jaarlijks opnieuw berekenen om eventuele autonome bewegingen te kunnen detecteren.

De benaderde coördinaten van de tijdelijke stations 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 sub-millimeter niveau.

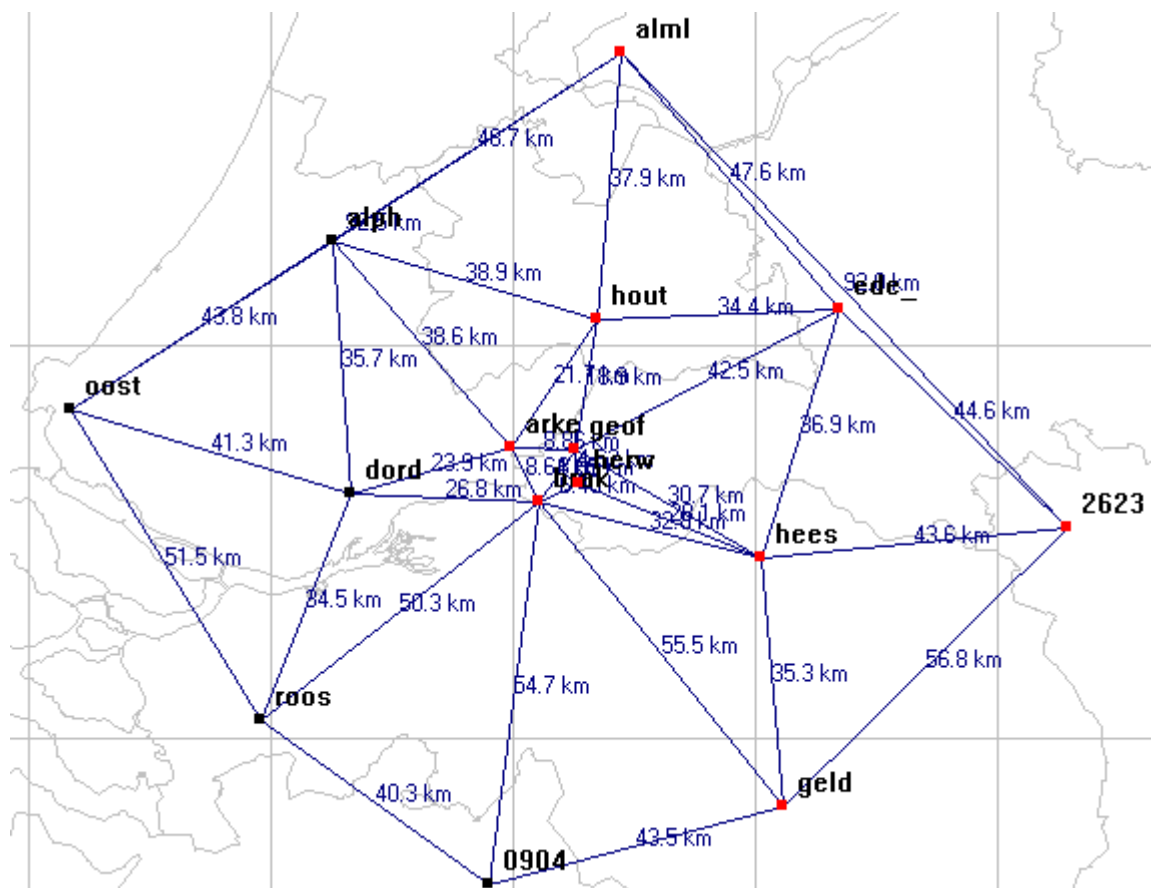


Fig. 2. Referentienetwerk t.b.v. verwerking GPS-opstellingen aalb, arke, brak en herw.

3 Foutenbronnen & interpretatie resultaten

De tijdelijke GPS-opstellingen rond Brakel 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 azimuth 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 tijdreeks 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 tijdreeks te meten is het echter wel mogelijk dit schommeleffect uit te middelen, waardoor sub-millimeternauwkeurigheid behaald kan worden.

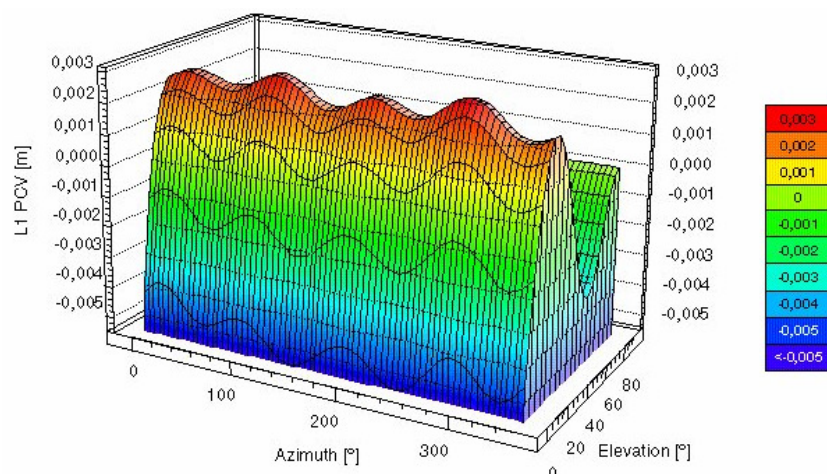


Fig. 3. Fasecentrum variaties van een Leica AR25 antenne (L1).

4 Resultaten GPS-metingen

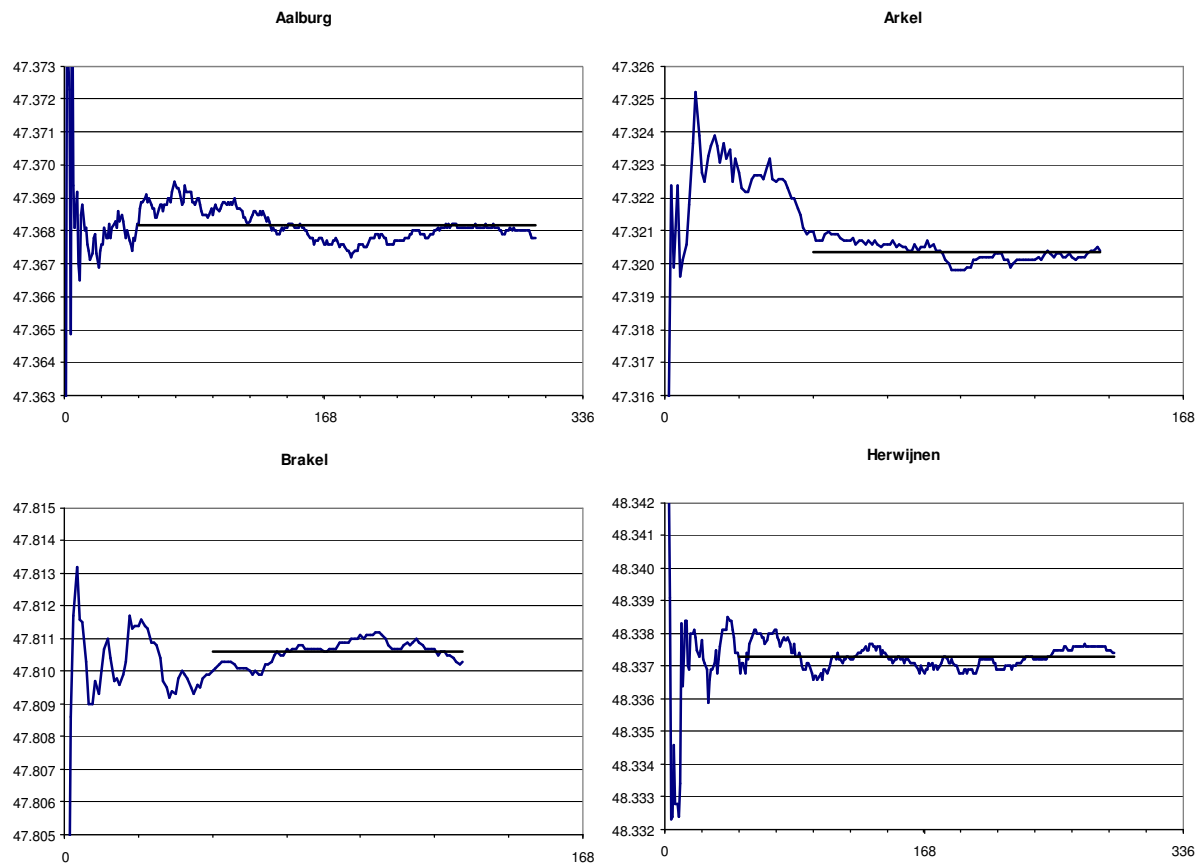
4.1 1^e meting (17-08-2010)

De 1^e meting heeft plaats gevonden van 4 t/m 17 augustus 2010. Zie de onderstaande tabel voor een overzicht van de stations met de bijbehorende meetpaal en start- en einddatum van de tijdreeks:

Station	Paal nr	Ant. kalibratie	Startdatum	Einddatum
Aalburg	2	09150005.ant	4-8-2010	17-8-2010
Arkel	3	09150010.ant	4-8-2010	10-8-2010
Brakel	3	09150010.ant	10-8-2010	17-8-2010
Herwijnen	1	09150006.ant	4-8-2010	16-8-2010

De onderstaande tabel bevat de berekende coördinaten van de vijf opstellingen in ETRS89. Vanwege de convergentietijd betreft dit gemiddelden vanaf 48 uur. De grafieken 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	NB				OL		h ARP	σ h
Aalburg	51	45	55.05972	5	4	53.71566	47.3682	0.0005
Arkel	51	52	16.47208	4	59	47.53388	47.3204	0.0003
Brakel	51	48	01.64295	5	3	5.79888	47.8106	0.0003
Herwijnen	51	49	28.73978	5	8	9.55860	48.3373	0.0003



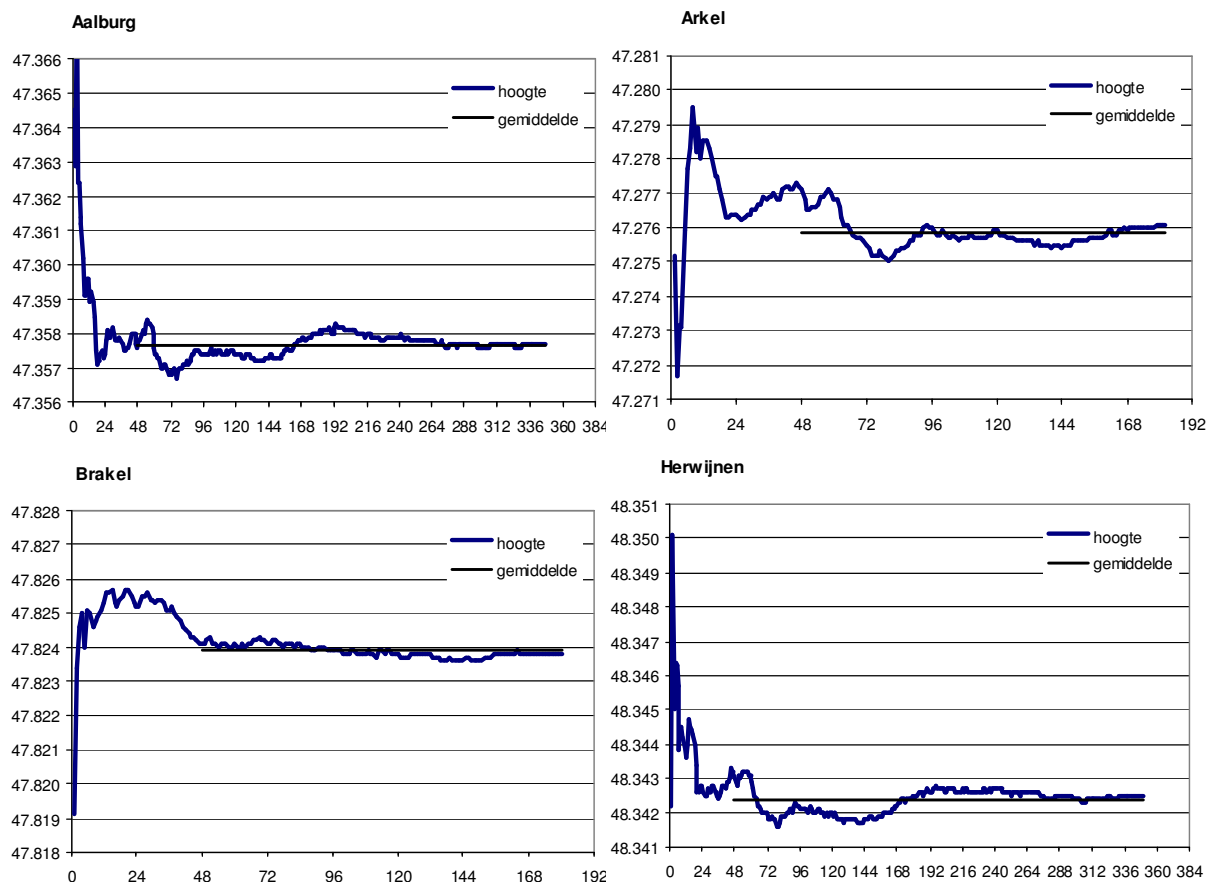
4.2 2^e meting (14-11-2011)

De 2^e meting heeft plaatsgevonden van 31 oktober t/m 14 november 2011. Zie de onderstaande tabel voor een overzicht van de stations met de bijbehorende meetpaal en start- en einddatum van de tijdreeks:

Station	Paal nr	Ant. kalibratie	Startdatum	Einddatum
Aalborg	1	09150006.ant	31-10-2011	14-11-2011
Arkel	2	09150005.ant	31-10-2011	07-11-2011
Brakel	2	09150005.ant	07-11-2011	14-11-2011
Herwijnen	3	09150010.ant	31-10-2011	14-11-2011

De onderstaande tabel bevat de berekende coördinaten van de vier opstellingen in ETRS89. Vanwege de convergentietijd betreft dit gemiddelden vanaf 48 uur. De grafieken 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	NB					OL	h ARP	σ h
Aalborg	51	45	55.06034	5	4	53.71622	47.3577	0.0003
Arkel	51	52	16.47109	4	59	47.53146	47.2759	0.0004
Brakel	51	48	01.66259	5	3	05.71803	47.8239	0.0002
Herwijnen	51	49	28.73880	5	8	09.56061	48.3424	0.0003



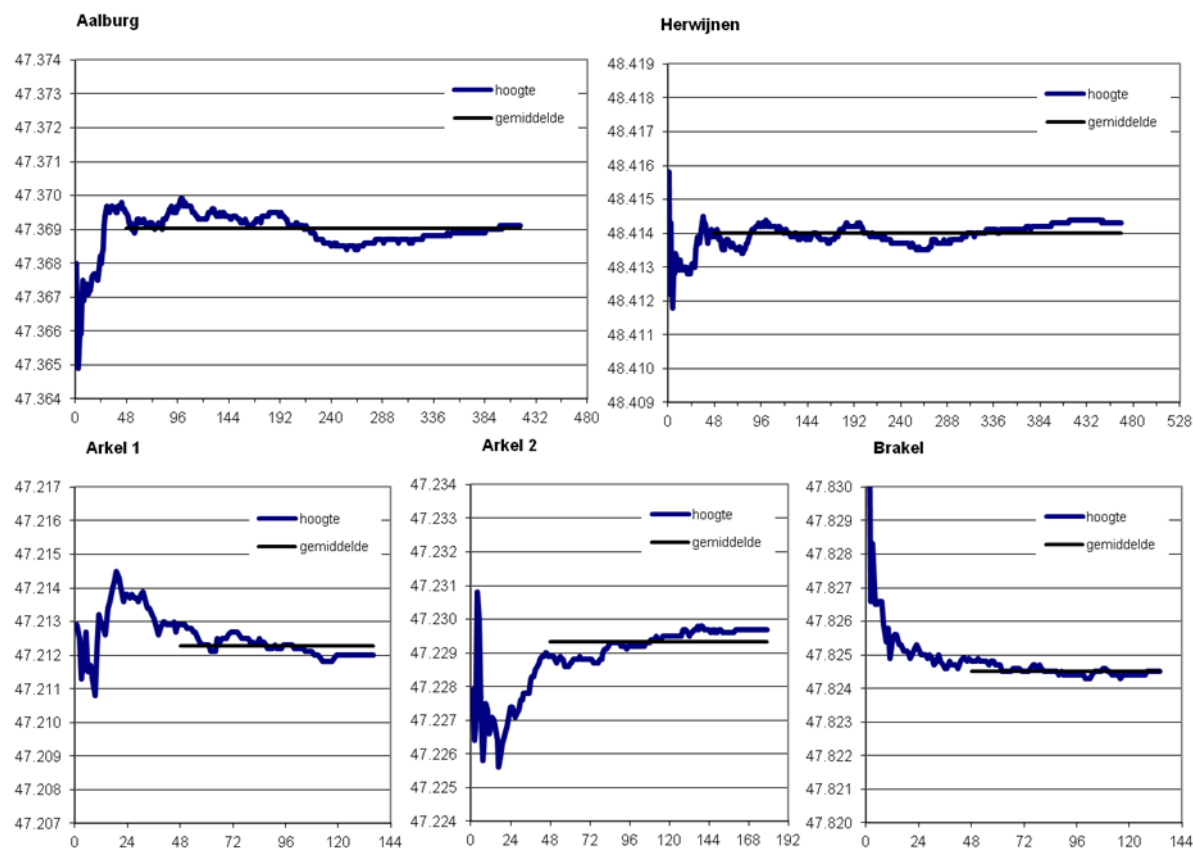
4.3 3^e meting (12-11-2012)

De 3^e meting heeft plaatsgevonden van 24 oktober t/m 12 november 2012. Omdat uit waterpassing is gebleken dat de opstelling bij Arkel met 1.5 mm is verzakt gedurende de meting, is deze meting herhaald. De resultaten van zowel de 1^e als 2^e opstelling worden weergegeven.

Station	Paal nr	Ant. kalibratie	Startdatum	Einddatum
Aalburg	1	09150006.ant	24-10-2012	10-11-2012
Arkel 1	2	09150005.ant	25-10-2012	30-10-2012
Arkel 2	2	09150005.ant	05-11-2012	12-11-2012
Brakel	2	09150005.ant	31-10-2012	05-11-2012
Herwijnen	3	09150010.ant	24-10-2012	12-11-2012

De onderstaande tabel bevat de berekende coördinaten van de vier opstellingen in ETRS89. Vanwege de convergentietijd betreft dit gemiddelden vanaf 48 uur. De grafieken 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	NB				OL		h ARP	σ h
Aalburg	51	45	55.07441	5	4	53.76168	47.3690	0.0003
Arkel 1	51	52	15.46654	4	59	47.33455	47.2123	0.0003
Arkel 2	51	52	15.46475	4	59	47.33136	47.2293	0.0004
Brakel	51	48	01.66201	5	3	05.71845	47.8245	0.0001
Herwijnen	51	49	28.83219	5	8	09.44624	48.4140	0.0003



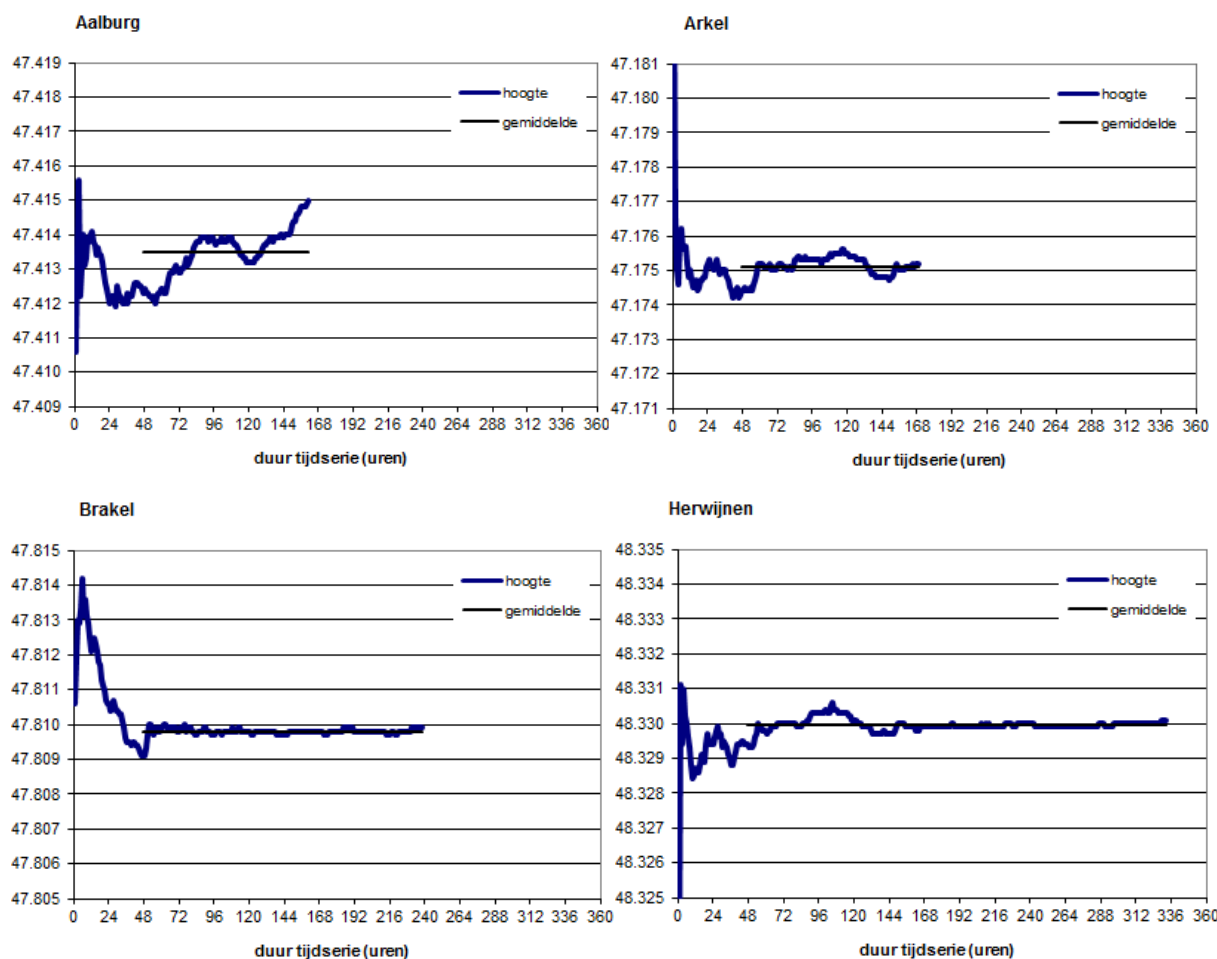
4.4 4^e meting (15-12-2014)

De 4^e meting heeft plaatsgevonden van 24 november t/m 15 december 2014. Zie de onderstaande tabel voor een overzicht van de stations met de bijbehorende meetpaal en start- en einddatum van de tijdreeks:

Station	Paal nr	Ant. kalibratie	Startdatum	Einddatum
Aalburg	2	09150005.ant	08-12-2014	15-12-2014
Arkel	2	09150005.ant	24-11-2014	01-12-2014
Brakel	1	09150006.ant	28-11-2014	08-12-2014
Herwijnen	3	09150010.ant	24-11-2014	08-12-2014

De onderstaande tabel bevat de berekende coördinaten van de vier opstellingen in ETRS89. Vanwege de convergentietijd betreft dit gemiddelden vanaf 48 uur. De grafieken 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	NB				OL		h ARP	σ h
Aalburg	51	45	52.27263	5	4	55.17245	47.4135	0.0007
Arkel	51	52	15.45973	4	59	47.32960	47.1751	0.0003
Brakel	51	48	1.66214	5	3	5.71754	47.8098	0.0001
Herwijnen	51	49	28.83274	5	8	9.44585	48.3300	0.0002



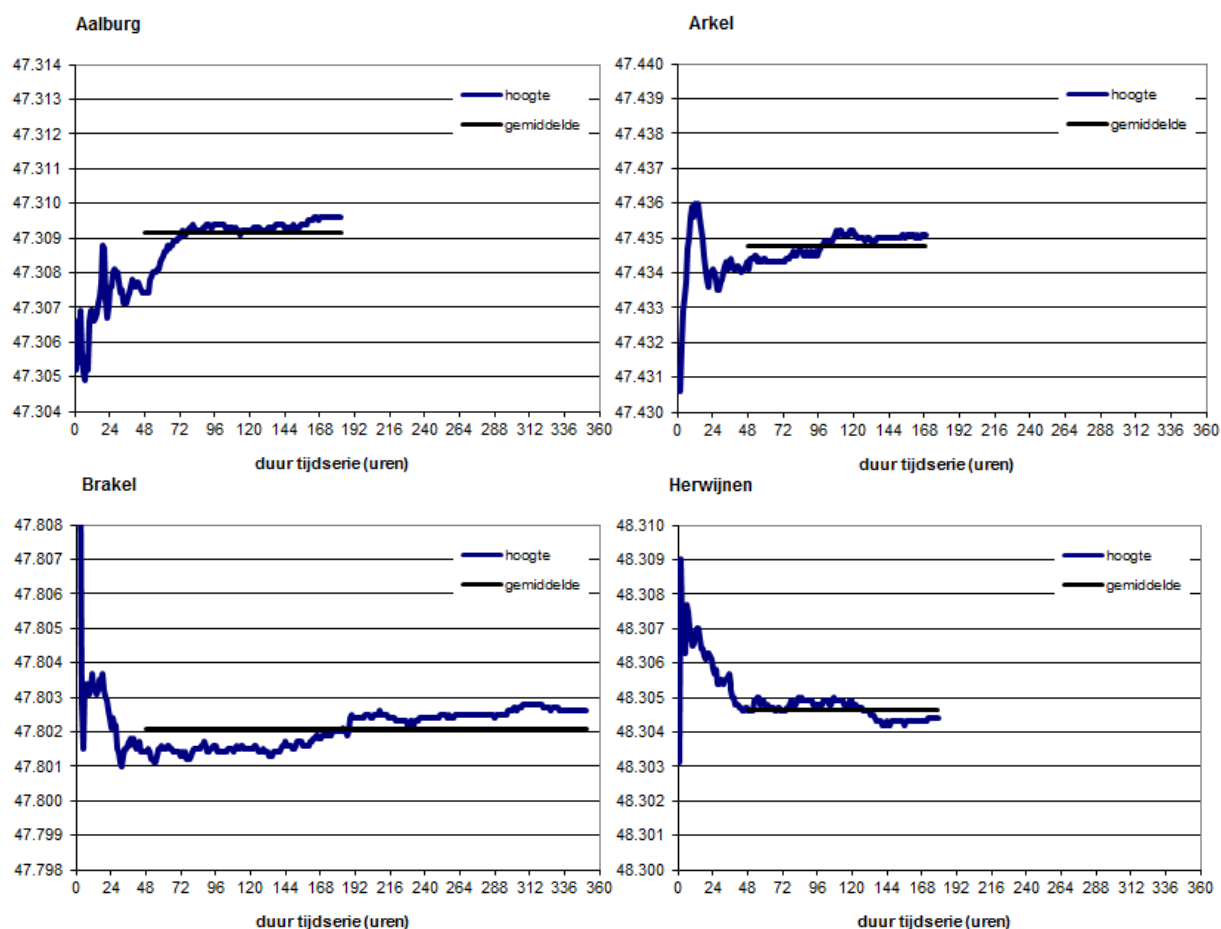
4.5 5^e meting (02-05-2018)

De 5^e meting heeft plaatsgevonden van 18 april t/m 2 mei 2018. Zie de onderstaande tabel voor een overzicht van de stations met de bijbehorende meetpaal en start- en einddatum van de tijdreeks:

Station	Paal nr	Ant. kalibratie	Startdatum	Einddatum
Aalburg	2	09150005.ant	25-04-2018	02-05-2014
Arkel	2	09150005.ant	18-04-2018	25-04-2018
Brakel	1	09150006.ant	18-04-2018	02-05-2018
Herwijnen	3	09150010.ant	18-04-2018	25-04-2018

De onderstaande tabel bevat de berekende coördinaten van de vier opstellingen in ETRS89. Vanwege de convergentietijd betreft dit gemiddelden vanaf 48 uur. De grafieken 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	NB					OL	h ARP	σ h
Aalburg	51	45	54.64981	5	4	52.10255	47.3092	0.0005
Arkel	51	52	12.89102	4	59	47.87851	47.4348	0.0003
Brakel	51	48	1.66221	5	3	5.71687	47.8021	0.0005
Herwijnen	51	49	28.73980	5	8	9.56048	48.3046	0.0003





Datum
19 juni 2018

Titel
Resultaten GPS-metingen Brakel

Versie
1.5

Pagina
11 van 15

Bijlage A Coördinaten GPS-stations

Coördinaten 2010

Station	naam	owner	status	Date	N ETRS89 (° ' ")			E ETRS89 (° ' ")			ell.h.	ant.h.	ARP	ant. kalibratie
0904	turnhout	FLEPOS	fixed	21-8-2010	51	18	46.35302	4	56	56.74403	81.3476	0.000	81.3476	leiar25.r3____leit.ant
2623	kleve	SAPOS	fixed	21-8-2010	51	46	6.36393	6	8	31.78400	104.3761	0.057	104.4331	30570632.ant
alml	almere	06-GPS	fixed	21-8-2010	52	22	17.02861	5	13	20.54524	87.8439	0.000	87.8439	3830191.ant
alph	alphen a/d rij	06-GPS	fixed	21-8-2010	52	7	52.11983	4	37	32.29199	59.6873	0.057	59.7443	3830186.ant
dord	dordrecht	06-GPS	fixed	21-8-2010	51	48	40.46903	4	39	44.93089	64.7383	0.148	64.8863	tps_cr.g3____tpsh.ant
ede_	ede	06-GPS	fixed	21-8-2010	52	2	42.89870	5	40	21.34994	84.1306	0.000	84.1306	tps_cr.g3____tpsh.ant
geld	geldrop	06-GPS	fixed	21-8-2010	51	24	43.71655	5	33	18.46785	73.2209	0.148	73.3689	2170569.ant
hees	heesch	06-GPS	fixed	21-8-2010	51	43	42.79850	5	30	45.59293	58.2780	0.147	58.4250	3830188.ant
hout	houten	06-GPS	fixed	21-8-2010	52	1	57.92826	5	10	15.26753	57.2075	0.148	57.3555	2170545.ant
oost	oostvoorne	06-GPS	fixed	21-8-2010	51	55	5.71570	4	5	13.66785	62.0252	0.098	62.1232	2170560.ant
roos	roosendaal	06-GPS	fixed	21-8-2010	51	31	24.36943	4	28	37.06960	61.4334	0.147	61.5804	2170582.ant

Station	paal nr	owner	status	Date	N ETRS89 (° ' ")			E ETRS89 (° ' ")			ell.h.	ant.h.	ARP	ant. kalibratie
aalb	mast 2	Antea Group	relaxed	17-8-2010	51	45	55.05972	5	4	53.71566	47.3682	0.000	47.3682	09150005.ant
arke	mast 3	Antea Group	relaxed	10-8-2010	51	52	16.47208	4	59	47.53388	47.3204	0.000	47.3204	09150010.ant
brak	mast 3	Antea Group	relaxed	17-8-2010	51	48	1.64295	5	3	5.79888	47.8106	0.000	47.8106	09150010.ant
herw	mast 1	Antea Group	relaxed	16-8-2010	51	49	28.73978	5	8	9.55860	48.3373	0.000	48.3373	09150006.ant

Datum
19 juni 2018

Titel
Resultaten GPS-metingen Brakel

Versie
1.5

Pagina
12 van 15

Coördinaten 2011

Station	naam	owner	status	Date	N ETRS89 (° ' ")			E ETRS89 (° ' ")			ell.h. (m)	ant.h. (m)	ARP (m)	ant. callibratiefile	
0904	turnhout	flepos	fixed	21-8-2010	51	18	46.35302	4	56	56.74403	81.3476	0.000	81.3476	leiar25.r3	leit.ant
2623	kleve	sapos	fixed	14-11-2011	51	46	6.36391	6	8	31.78395	104.3794	0.057	104.4364	30570632.ant	
alml	almere	06-GPS	fixed	21-8-2010	52	22	17.02861	5	13	20.54524	87.8439	0.000	87.8439	3830191.ant	
alph	alphen a/d rij	06-GPS	fixed	14-11-2011	52	7	52.11980	4	37	32.29196	59.6844	0.057	59.7414	3830186.ant	
dord	dordrecht	06-GPS	fixed	14-11-2011	51	48	40.46903	4	39	44.93089	64.7360	0.148	64.8840	tps_cr.g3	tpsh.ant
ede	ede	06-GPS	fixed	21-8-2010	52	2	42.89870	5	40	21.34994	84.1306	0.000	84.1306	tps_cr.g3	tpsh.ant
geld	geldrop	06-GPS	fixed	21-8-2010	51	24	43.71655	5	33	18.46785	73.2209	0.148	73.3689	2170569.ant	
hees	heesch	06-GPS	fixed	21-8-2010	51	43	42.79850	5	30	45.59293	58.2780	0.147	58.4250	3830188.ant	
hout	houten	06-GPS	fixed	21-8-2010	52	1	57.92826	5	10	15.26753	57.2075	0.148	57.3555	2170545.ant	
oost	oostvoorne	06-GPS	fixed	21-8-2010	51	55	5.71570	4	5	13.66785	62.0252	0.098	62.1232	2170560.ant	
roos	roosendaal	06-GPS	fixed	21-8-2010	51	31	24.36943	4	28	37.06960	61.4334	0.147	61.5804	2170582.ant	

Station	paal	owner	status	Date	N ETRS89 (° ' ")			E ETRS89 (° ' ")			ell.h. (m)	ant.h. (m)	ARP (m)	ant. callibratiefile
aalb	paal 1	Antea Group	relaxed	14-11-2011	51	45	55.06034	5	4	53.71622	47.3577	0.000	47.3577	09150006.ant
arke	paal 2	Antea Group	relaxed	14-11-2011	51	52	16.47109	4	59	47.53146	47.2759	0.000	47.2759	09150005.ant
brak	paal 2	Antea Group	relaxed	14-11-2011	51	48	1.66259	5	3	5.71803	47.8239	0.000	47.8239	09150005.ant
herw	paal 3	Antea Group	relaxed	14-11-2011	51	49	28.73880	5	8	9.56061	48.3424	0.000	48.3424	09150010.ant

Coördinaten 2012

Station	naam	owner	status	Date	N ETRS89 (° ' ")		E ETRS89 (° ' ")		ell.h. (m)	ant.h. (m)	ARP (m)	ant. callibratiefile	
0904	turnhout	flepos	fixed	21-8-2010	51 18	46.35302	4 56	56.74403	81.3476	0.000	81.3476	leiar25.r3	leit.ant
2623	kleve	sapos	fixed	14-11-2011	51 46	6.36393	6 8	31.78395	104.3818	0.057	104.4388	30570632.ant	
alml	almere	06-GPS	fixed	21-8-2010	52 22	17.02862	5 13	20.54532	87.8404	0.000	87.8404	3830191.ant	
alph	alphen a/d rij	06-GPS	fixed	14-11-2011	52 7	52.11980	4 37	32.29200	59.6821	0.057	59.7391	3830186.ant	
dord	dordrecht	06-GPS	fixed	14-11-2011	51 48	40.46903	4 39	44.93089	64.7383	0.148	64.8863	tps cr.g3	tpsh.ant
ede	ede	06-GPS	fixed	21-8-2010	52 2	42.89873	5 40	21.34988	84.1278	0.000	84.1278	tps cr.g3	tpsh.ant
geld	geldrop	06-GPS	fixed	21-8-2010	51 24	43.71655	5 33	18.46785	73.2209	0.148	73.3689	2170569.ant	
hees	heesch	06-GPS	fixed	21-8-2010	51 43	42.79850	5 30	45.59293	58.2780	0.147	58.4250	3830188.ant	
hout	houten	06-GPS	fixed	21-8-2010	52 1	57.92826	5 10	15.26753	57.2075	0.148	57.3555	2170545.ant	
oost	oostvoorne	06-GPS	fixed	21-8-2010	51 55	5.71570	4 5	13.66785	62.0252	0.098	62.1232	2170560.ant	
roos	roosendaal	06-GPS	fixed	21-8-2010	51 31	24.36941	4 28	37.06959	61.4357	0.147	61.5827	2170582.ant	

Station	paal	owner	status	Date	N ETRS89 (° ' ")		E ETRS89 (° ' ")		ell.h. (m)	ant.h. (m)	ARP (m)	ant. callibratiefile	
aalb	paal 1	Antea Group	relaxed	10-11-2012	51 45	55.07441	5 4	53.76168	47.3690	0.000	47.3690	09150006.ant	
ark1	paal 2	Antea Group	relaxed	30-10-2012	51 52	15.46654	4 59	47.33455	47.2123	0.000	47.2123	09150005.ant	
ark2	paal 2	Antea Group	relaxed	12-11-2012	51 52	15.46475	4 59	47.33136	47.2293	0.000	47.2293	09150005.ant	
brak	paal 2	Antea Group	relaxed	5-11-2012	51 48	1.66201	5 3	5.71845	47.8245	0.000	47.8245	09150005.ant	
herw	paal 3	Antea Group	relaxed	12-11-2012	51 49	28.83219	5 8	9.44624	48.4140	0.000	48.4140	09150010.ant	

Coördinaten 2014

station	naam	eigenaar	status	datum	N ETRS89 (° ' ")			E ETRS89 (° ' ")			ell.h. (m)	ant.h. (m)	ARP (m)	ant. callibratiefile	
0904	turnhout	Flepos	fixed	21-8-2010	51	18	46.35302	4	56	56.74403	81.3476	0.000	81.3476	leiar25.r3	leit.ant
2623	kleve	Sapos	fixed	15-12-2014	51	46	6.36396	6	8	31.78398	104.3797	0.057	104.4367		30570632.ant
alml	almere	06-GPS	fixed	21-8-2010	52	22	17.02862	5	13	20.54532	87.8404	0.000	87.8404		3830191.ant
alph	alphen a/d rij	06-GPS	fixed	15-12-2014	52	7	52.11980	4	37	32.29200	59.6842	0.057	59.7412		3830186.ant
dord	dordrecht	06-GPS	fixed	21-8-2010	51	48	40.46903	4	39	44.93089	64.7383	0.148	64.8863	tps_cr.g3	tpsh.ant
ede	ede	06-GPS	fixed	15-12-2014	52	2	42.89865	5	40	21.34977	84.1254	0.000	84.1254	tps_cr.g3	tpsh.ant
geld	geldrop	06-GPS	fixed	21-8-2010	51	24	43.71655	5	33	18.46785	73.2209	0.148	73.3689		2170569.ant
geof	geofort	06-GPS	fixed	15-12-2014	51	51	56.23780	5	7	31.18405	56.7432	0.147	56.8902		2650107.ant
hees	heesch	06-GPS	fixed	21-8-2010	51	43	42.79850	5	30	45.59293	58.2780	0.147	58.4250		3830188.ant
hout	houten	06-GPS	fixed	21-8-2010	52	1	57.92826	5	10	15.26753	57.2075	0.148	57.3555		2170545.ant
oost	oostvoorne	06-GPS	fixed	21-8-2010	51	55	5.71570	4	5	13.66785	62.0252	0.098	62.1232		2170560.ant
roos	roosendaal	06-GPS	fixed	21-8-2010	51	31	24.36941	4	28	37.06959	61.4357	0.147	61.5827		2170582.ant

station	naam	eigenaar	status	datum	N ETRS89 (° ' ")			E ETRS89 (° ' ")			ell.h. (m)	ant.h. (m)	ARP (m)	ant. callibratiefile	
aalb	Wijk & Aalburg	Antea Group	relaxed	15-12-2014	51	45	52.27263	5	4	55.17245	47.4135	0.000	47.4135		09150005.ant
arke	Arkel	Antea Group	relaxed	1-12-2014	51	52	15.45973	4	59	47.32960	47.1751	0.000	47.1751		09150005.ant
brak	Brakel	Antea Group	relaxed	8-12-2014	51	48	1.66214	5	3	5.71754	47.8098	0.000	47.8098		09150006.ant
herw	Herwijnen	Antea Group	relaxed	8-12-2014	51	49	28.83274	5	8	9.44585	48.3300	0.000	48.3300		09150010.ant

Coördinaten 2018

station	naam	eigenaar	status	datum	N ETRS89 (° ' ")			E ETRS89 (° ' ")			ell.h. (m)	ant.h. (m)	ARP (m)	ant. calibratiefile	
0904	turnhout	Flepos	fixed	21-8-2010	51	18	46.35302	4	56	56.74403	81.3476	0.000	81.3476	leiar25.r3	leit.atx
2623	kleve	Sapos	fixed	15-12-2014	51	46	6.36396	6	8	31.78398	104.3797	0.057	104.4367	30570632.atx	
alml	almere	06-GPS	fixed	2-5-2018	52	22	17.02865	5	13	20.54542	87.8455	0.000	87.8455	762-11917.atx	
alph	alphen a/d rij	06-GPS	fixed	2-5-2018	52	7	52.11980	4	37	32.29204	59.6785	0.057	59.7355	762-11623.atx	
dord	dordrecht	06-GPS	fixed	2-5-2018	51	48	40.46903	4	39	44.93089	64.7372	0.148	64.8852	762-11878.atx	
ede	ede	06-GPS	fixed	2-5-2018	52	2	42.89873	5	40	21.34968	84.0364	0.000	84.0364	762-11890.atx	
geld	geldrop	06-GPS	fixed	2-5-2018	51	24	43.71666	5	33	18.46785	73.2339	0.148	73.3819	762-11879.atx	
geof	geofort	06-GPS	fixed	2-5-2018	51	51	56.23793	5	7	31.18401	56.7460	0.147	56.8930	762-11887.atx	
hees	heesch	06-GPS	fixed	2-5-2018	51	43	42.79858	5	30	45.59295	58.2749	0.147	58.4219	762-11881.atx	
hout	houten	06-GPS	fixed	2-5-2018	52	1	57.92827	5	10	15.26760	57.2094	0.148	57.3574	762-11635.atx	
oost	oostvoorne	06-GPS	fixed	2-5-2018	51	55	5.71565	4	5	13.66797	62.0347	0.098	62.1327	762-11322.atx	
roos	roosendaal	06-GPS	fixed	2-5-2018	51	31	24.36945	4	28	37.06970	61.4435	0.147	61.5905	762-11872.atx	

station	naam	eigenaar	status	datum	N ETRS89 (° ' ")			E ETRS89 (° ' ")			ell.h. (m)	ant.h. (m)	ARP (m)	ant. calibratiefile	
aalb	Wijk & Aalburg	Antea Group	relaxed	2-5-2018	51	45	54.64981	5	4	52.10255	47.3092	0.000	47.3092	09150005.ant	
arke	Arkel	Antea Group	relaxed	25-4-2018	51	52	12.89102	4	59	47.87851	47.4348	0.000	47.4348	09150005.ant	
brak	Brakel	Antea Group	relaxed	2-5-2018	51	48	1.66221	5	3	5.71687	47.8021	0.000	47.8021	09150006.ant	
herw	Herwijnen	Antea Group	relaxed	25-4-2018	51	49	28.73980	5	8	9.56048	48.3046	0.000	48.3046	09150010.ant	

Over Antea Group

Van stad tot land, van water tot lucht; de adviseurs en ingenieurs van Antea Group dragen in Nederland sinds jaar en dag bij aan onze leefomgeving. We ontwerpen bruggen en wegen, realiseren woonwijken en waterwerken. Maar we zijn ook betrokken bij thema's zoals milieu, veiligheid, assetmanagement en energie. Onder de naam Oranjewoud groeiden we uit tot een allround en onafhankelijk partner voor bedrijfsleven en overheden. Als Antea Group zetten we deze expertise ook mondiaal in. Door hoogwaardige kennis te combineren met een pragmatische aanpak maken we oplossingen haalbaar én uitvoerbaar. Doelgericht, met oog voor duurzaamheid. Op deze manier anticiperen we op de vragen van vandaag en de oplossingen van de toekomst. Al meer dan 60 jaar.

Contactgegevens

Tolhuisweg 57
8443 DV HEERENVEEN
Postbus 24
8440 AA HEERENVEEN

www.anteagroup.nl

Copyright © 2018

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.