

GPS meting Langezwaag 2014

Rapportage van de 1^e GPS herhalingsmeting bij het
meetplan Langezwaag

projectnr. 269432
Revisie 01
3 juli 2014



Opdrachtgever

Vermilion Oil & Gas Netherlands B.V.
Postbus 71
8860 AB Harlingen



datum vrijgave

4-7-2014

beschrijving revisie 01

Definitief

goedkeuring

H.K. Hoentjen

vrijgave

A.J. Speelman

Revisie historie

Revisie nummer	Wijziging
01	Definitief

Inhoud CD-rom

- Antennekalibratie-files
- Move3-bestanden aansluitingsmeting
- Rapportage

Inhoud

Blz.

1	Inleiding.....	2
1.1	Meetopzet	3
1.2	Eisen aan de meetopzet	4
2	GPS meetpalen	5
2.1	Constructie	5
2.2	Kalibratie	5
3	Metingen	7
3.1	Locaties.....	7
3.2	Antennemetingen	8
3.3	Weersomstandigheden	9
4	Verwerking en resultaten.....	10
4.1	Move3 vereffening waterpasmetingen	10
4.2	Multistation berekeningen GPS metingen	11
4.3	Resultaten	11
4.4	Differentiestaat.....	13
5	Conclusies en aanbevelingen.....	14
6	Referenties	15

Bijlagen:

- Bijlage 1: Overzichtskaart deformatienet Langezwaag
- Bijlage 2: Resultaten vereffening maatvoering AR25 antennes
- Bijlage 3: Tekening AR25 choke-ring antenne
- Bijlage 4: Bevestiging uitgevoerde absolute antennekalibratie Geo++
- Bijlage 5: Foto's GPS meetlocaties
- Bijlage 6: Resultaten vereffening waterpasmetingen
- Bijlage 7: Foto's peilmerken per locatie
- Bijlage 8: Resultaten multistation berekening GPS metingen

1 Inleiding

In opdracht van Vermilion Oil & Gas Netherlands B.V. (hierna te noemen Vermilion) heeft Antea Group in mei 2014, GPS- signaleringsmetingen verricht op twee locaties in de omgeving van Langezwaag en Oranjewoud in de winningvergunning Gorredijk.

Deze metingen zijn uitgevoerd in het kader van het monitoren van bodembeweging ten gevolge van gaswinning op de locatie Langezwaag, zoals beschreven in het 'Meetplan Mijnbouwlocatie Langezwaag' [1].

De signaleringsmeting is op zichzelf een gecombineerde meting bestaande uit:

1) GPS metingen met op elke locatie een GPS meetpaal om de hoogteverschillen tussen de twee locaties te overbruggen, en 2) waterpasmetingen op elke locatie, om het hoogteverschil tussen de GPS antenne en het ondergrondse merk te bepalen. De geplande meetfrequentie, eens per jaar, is hoger dan die van de vlakdekkende waterpasmetingen (eens per 5 jaar), met als doel het tijdig signaleren van eventuele diepe bodembeweging.

Door deze GPS meting periodiek te herhalen wordt het tijdsverloop van de bodemdaling in het centrale gebied gemonitord; de GPS metingen hebben een signaleringsfunctie. Indien het resultaat van een GPS herhalingsmeting a) significant afwijkt van de resultaten ten tijde van de voorgaande vlakdekkende waterpassing (d.w.z. meer dan driemaal de standaardafwijking van de meetprecisie) en b) een bodemdaling impliceert die groter is dan de in het winningsplan opgenomen prognose, zoals uit de prognose met tijdlijn blijkt, dan zal een vlakdekkende waterpassing worden uitgevoerd.

In dit rapport worden de voorbereiding, de uitvoering en de resultaten van de tweede signaleringsmeting beschreven. Met dit rapport wordt uitvoering gegeven aan het gestelde in artikel 31, Mijnbouwbesluit 2002, met betrekking tot de uitvoering en rapportage van metingen overeenkomstig het goedgekeurde Meetplan Langezwaag. De in dit rapport getoonde resultaten betreft een momentopname van de gemeten peilmerkbeweging, hoe deze beweging zich relateert t.o.v. mijnbouw geïnduceerde bodembeweging zal door nadere analyse moeten worden bepaald.

De volgende werkzaamheden zijn verricht:

- Het uitvoeren van GPS metingen;
- Het uitvoeren van waterpasmetingen naar de nabijgelegen ondergrondse peilmerken;
- Het vereffenen van de waterpasmetingen;
- De post-processing van de ruwe GPS data;
- Het combineren van de resulterende hoogteverschillen uit GPS en waterpasmeting.

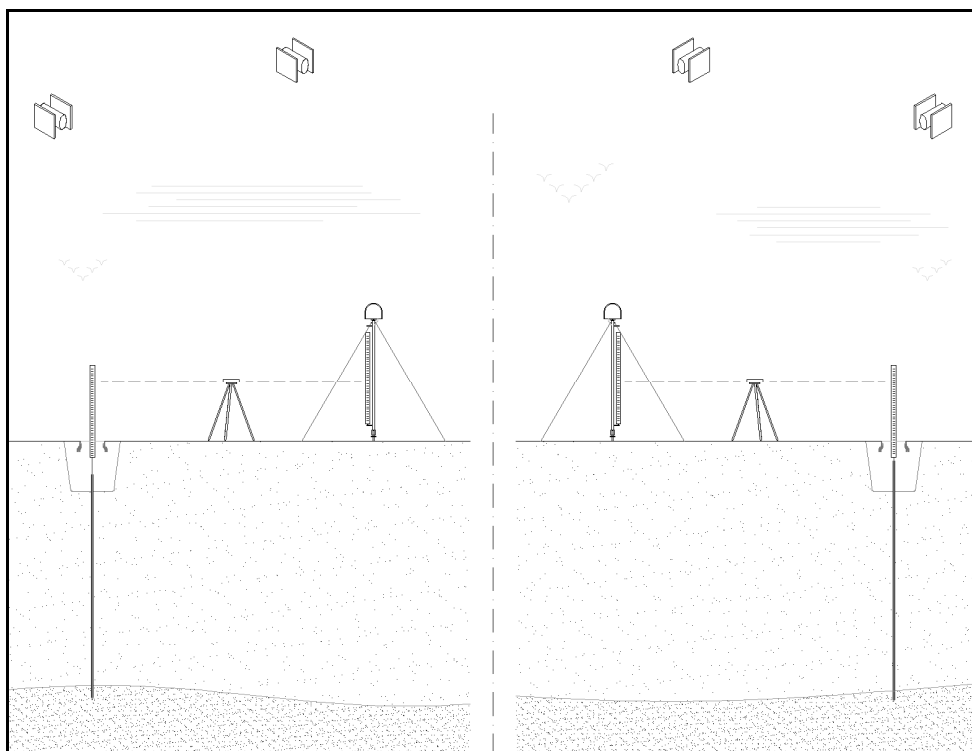
Het project is uitgevoerd onder leiding en verantwoordelijkheid van Antea Group, in samenwerking met 06-GPS vanwege haar GPS postprocessing expertise.

1.1 Meetopzet

Het volledige meetnet is beschreven, in het 'Meetregister bij het Meetplan Langezwaag' [2]. De overzichtskaart van dit meetregister, aangevuld met de locaties van de GPS stations, is in dit rapport opgenomen als bijlage 1. Op deze overzichtskaart zijn de 2 ondergrondse peilmerken weergegeven, waarbij de GPS signaleringsmetingen hebben plaatsgevonden. Ondergronds peilmerk 000A2889 is geplaatst en gemeten in de genoemde nauwkeurigheidswaterpassing. Ondergronds peilmerk 000A2070 is een bestaand ondergronds peilmerk en eveneens gemeten in deze waterpassing.

Het doel van deze tweede signaleringsmeting is het vastleggen van de huidige hoogteverschillen tussen de ondergrondse merken op de twee meetlocaties onderling (principeschets zie figuur 1) om te kunnen aantonen of er afwijkingen van het verwachte zettingpatroon zijn opgetreden.

De afstanden tussen de meetlocatie Langezwaag en Oranjewoud bedraagt hemelsbreed ca. 3 kilometer. Het meten van de hoogteverschillen vindt plaats met GPS technieken. Het meten van de hoogteverschillen op elke locatie, tussen de ondergrondse merken en de GPS antennes, vindt plaats via een secundaire nauwkeurigheidswaterpassing.



Figuur 1: Principeschets van de signaleringsmetingen met als doel het meten van de hoogteverschillen tussen de ondergrondse merken en overige peilmerken op de twee locaties. De signaleringsmetingen bestaan uit GPS metingen voor het bepalen van de hoogten (ETRS89) van de ARP's¹ van de meetpalen en uit waterpasmetingen om het hoogteverschil te bepalen tussen de peilmerken en de ARP's van de meetpalen.

¹ ARP: Antenne Referentie Punt

1.2 Eisen aan de meetopzet

De na te streven meetnauwkeurigheid van de relatieve hoogteverschillen bedraagt ca. 1-2 mm in de standaardafwijking. Daarnaast dienen de metingen te zijn ingericht om de diepe bodembeweging, ofwel de beweging van het pleistoceen in hoogte, te volgen.

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

1. Er wordt op elke locatie gebruik gemaakt van goed gefundeerde peilmerken.
2. Multipath, het (mede) ontvangen van GPS signalen via een reflecterend oppervlak en via dus een langere of onzekere loopweg, wordt zo veel mogelijk gereduceerd.
3. De GPS antenne op de meetpaal is noord gericht.
4. Het hoogteverschil tussen het antenne referentiepunt (ARP) en de omliggende diepe peilmerken vóór de GPS meting komt overeen met dat ná de GPS meting.
5. De antennemetingen op de meetpaal dienen op alle locaties met één en dezelfde baak te worden uitgevoerd.
6. De hoogten van de locaties buiten de theoretische invloedssfeer worden bepaald t.o.v. bestaande verder weg gelegen permanente GPS referentiestationen, waaronder het AGRS station bij Delft.

Aandachtspunt:

7. De GPS meetpalen² zijn gevoelig voor technische storingen, voor verstoringen door omgevingsfactoren, voor autonome zetting, en voor uitzetting door (grote) temperatuursveranderingen. Om eventuele (ver)storingen op te merken vinden er tijdens de GPS metingen controles plaats op het loggen van GPS data en worden controlemetingen uitgevoerd voorafgaand en na afloop van de GPS metingen.

²GPS meetpaal: Een paal waaraan een GPS ontvanger en een GPS antenne zijn bevestigd (voor de constructie zie par. 2.1.)

2 GPS meetpalen

2.1 Constructie

Antea Group heeft drie mobiele GPS meetpalen geconstrueerd op basis van de Leica AR25 choke-ring antenne. Er is voor de AR25 gekozen vanwege de zeer goede multipath reductie en het voorspelbare fasecentrum gedrag. Voor de constructie van de meetpalen is uitgegaan van het principe zoals dat in 2005-2006 door NAM is bedacht en geïntroduceerd. Het principe staat beschreven in onderstaande tekst.

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 geringere uitzetting bij temperatuur veranderingen. Aan de boven- en onderzijde van de mast zijn grote dopmoeren bevestigd die geschikt zijn voor het aanmeten met een waterpasbaak.

In de bovenzijde van de mast bevindt zich een massieve vaste bus met daarin 5/8 schroefdraad geplaatst. Hierop wordt de AR25 antenne 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 de schroefdraad en voor de hoogte is het de onderkant van de antenne (rode driehoek in bijlage 3). De antenne wordt beschermd door een witte kunststof radome.

Onderaan de mast bevindt zich een waterdichte kunststof kist waarin de ontvanger is geplaatst. Met de mastvoet wordt de mast vastgeklemd op een in de bodem geslagen mastpen. De mast wordt vertikaal opgericht door de top van de mast te schoren aan drie schoorpalen door middel van stalen tuidraden.

De stroomvoorziening van de ontvanger en antenne kan door middel van een tractie accu of via een netaansluiting plaatsvinden.

De antenne nummers en bijbehorende meetpaalnummers zijn als volgt:

Meetpaal	Serienummer antenne
1	9150006
2	9150005

Tabel 1: serienummers antenne

Voor de GPS metingen is gebruik gemaakt van van Leica GX1230 GG GPS/GLONASS ontvangers. De ontvangers, antennes en masten zijn van stickers voorzien met het betreffende nummer (1, 2 of 3). Voor de huidige meting is gebruik gemaakt van 2 meetpalen (1 en 2).

2.2 Kalibratie

Absolute antenne kalibratie

Nauwkeurige GNSS (Global Navigation Satellite Systems) metingen vereisen een goede kennis van de ontvangstkarakteristieken van de gebruikte antennes. Hiervoor is door Geo++ van elk van de drie AR25 antennes een absolute antennekalibratie uitgevoerd. Een bevestiging dat de kalibratie is uitgevoerd is opgenomen in bijlage 4.

Maatvoering AR25 antennes

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 is deze afstand volgens de technische specificaties van Leica gelijk aan 32 mm (bijlage 3). Bij controle door Antea Group van de drie AR25 antennes, blijkt de werkelijke maat echter *groter* dan deze waarde.

In 2010 zijn de verschillen met behulp van een Leica DNA03 bepaald, waarbij de hoogteverschillen tussen de vier punten op de rand en het ARP viermaal zijn gemeten. Vervolgens zijn de metingen vereffend met Move3 (zie bijlage 2). De resultaten zijn weergegeven in onderstaande tabel.

Antenne 1 (maten in mm)

			1006		
			34.4		
			-0.9		
1003	32.8	0.7	33.5	-1.1	34.6
			1.5		
			32.0		
			1005		
					1004

Antenne 2 (maten in mm)

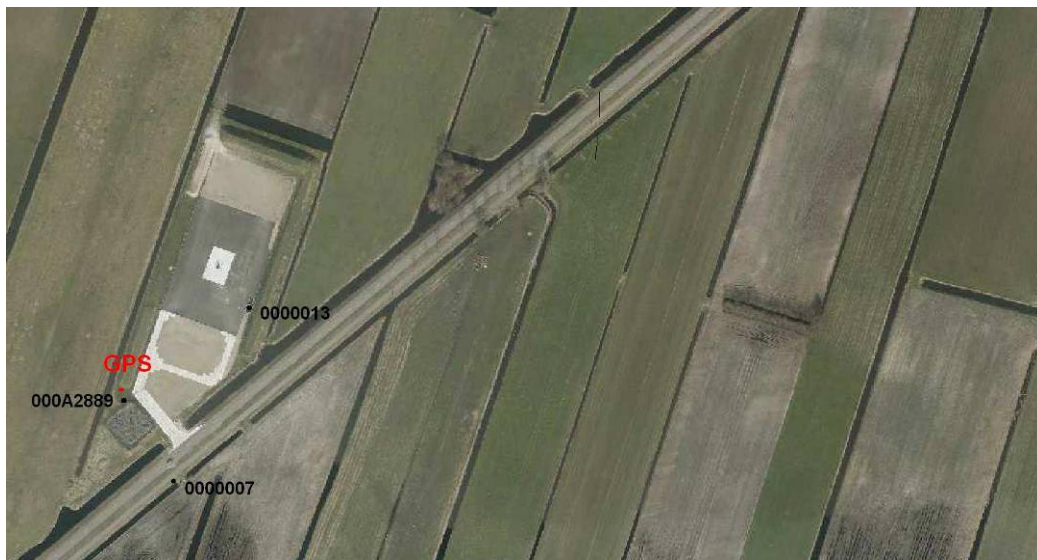
			2005		
			33.9		
			-0.4		
2004	32.0	1.6	33.6	-1.2	34.8
			0.1		
			33.5		
			2006.0		
					2003

Tabel 2: resultaten Move3 berekening hoogteverschil antennerand en ARP

3 Metingen

3.1 Locaties

De meetlocaties van de GPS metingen zijn weergegeven in relatie tot het totale deformatienet op de overzichtskaart van bijlage 1. Deze locaties, elk nabij een ondergronds peilmerk, zijn gekozen op basis van bereikbaarheid, een lage kans op verstoring of vernieling en geringe aanwezigheid van reflecterend oppervlakken. De locaties, respectievelijk locatie Langezwaag en locatie Oranjewoud zijn ook weergegeven in onderstaande figuren 2 en 3.



Figuur 2: Meetlocatie Langezwaag



Figuur 3: Meetlocatie Oranjewoud

3.2 Antennemetingen

Opbouwen meetpalen

De meetpalen zijn op 26 mei 2014 opgebouwd op de twee locaties. De meetpalen zijn als volgt geplaatst:

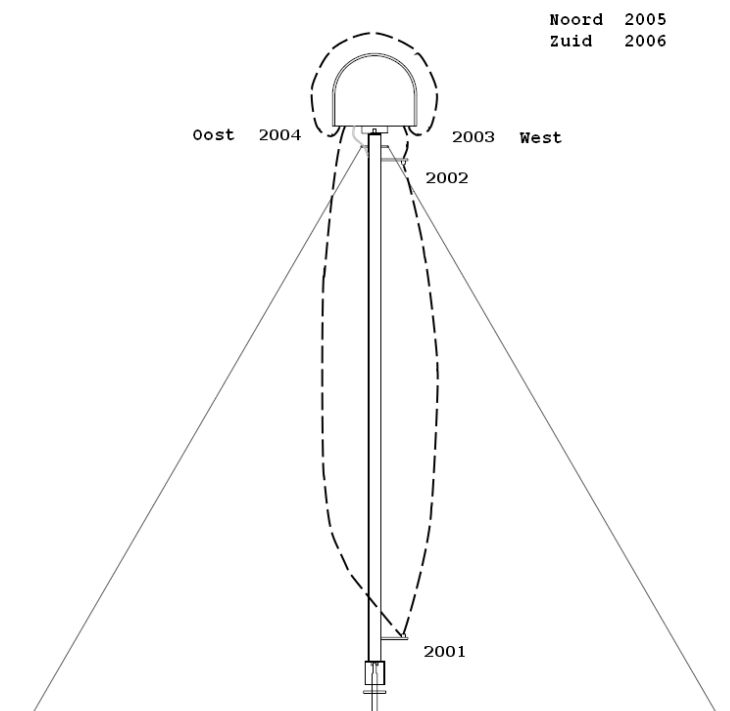
Meetpaal	Locatie	Antenne	Startdatum	Einddatum
1	Langezwaag	91500006	26-5-2014	2-6-2014
2	Oranjewoud	91500005	26-5-2014	2-6-2014

Tabel 3: Overzicht inzet meetpalen

De meetpalen zijn opgesteld op een 1,2 m lange stalen pen. De antennes zijn noordgericht. Het meten is gestart met een waarnemingsinterval van 10 seconden, een bestandsgrootte van 24-uur aan waarnemingen en een minimale elevatiehoek van 5 graden. De meetpalen zijn van elektriciteit voorzien door de eerder genoemde semi-tractie accu's op de locaties Langezwaag. Op de locatie Oranjewoud is gebruik gemaakt van netstroom.

Antennemeting na opbouw

Vervolgens is aansluitend na plaatsing een secundaire waterpassing uitgevoerd door het meten van een kring waarin opgenomen de onderste dopmoer van de meetpaal, het ondergronds peilmerk en de overige meetpunten. Deze 'antennemeting' levert de hoogteverschillen tussen de onderzijde van de GPS antenne, het ondergronds peilmerk en de overige meetpunten bij de meetlocatie. Vanaf de onderste dopmoer van de meetpaal zijn de bovenste dopmoer en vier punten op de rand van de antenne gemeten (zie figuur 4). Alle metingen zijn in heen- en teruggang tweemaal uitgevoerd.



Figuur 4: Illustratie van de gemeten secties tijdens antennemeting aan meetpaal 2 (onderbroken lijn). Daarnaast is er vanaf 2001 naar de nabijgelegen diepe merken gemeten (niet getoond).

Antennemeting voor demontage

Op 2 juni 2014 zijn op de twee locaties de afsluitende secundaire waterpassingen uitgevoerd, identiek aan de metingen bij opbouw.

Verwijderen meetpalen

Na controle van de resultaten van de afsluitende secundaire waterpassing, is op 3 juni 2014 het loggen van GPS data gestopt en zijn de meetpalen verwijderd.

3.3 Weersomstandigheden

In de periode 26 mei t/m 2 juni 2014 (2^e signaleringsmeting) waren de temperatuursverschillen in het gebied niet groot; de gemiddelde dagtemperatuur varieerde tussen 6.7 en 16.3 °C. In de totale periode was de gemiddelde temperatuur 11.8 °C. De windsnelheid was gemiddeld 2.5 Beaufort en de windrichting varieerde tussen noordwest en oost. Het was gemiddeld half tot zwaar bewolkt en er viel gemiddeld 11.2 mm neerslag. Deze waarden zijn achteraf berekend op basis van de KNMI meetserie van het nabijgelegen weerstation te Marknesse.

4 Verwerking en resultaten

4.1 Move3 vereffening waterpasmetingen

De antennemetingen bij opbouw en demontage zijn in Move3 getoetst volgens de Delftse methode van de kleinste kwadraten. Hierbij vindt toetsing plaats van het meetnet als geheel (F-toets) en toetsing van de afzonderlijke waarnemingen (W-toets). Alle metingen voldoen, er zijn vier waarnemingen geselecteerd. De resultaten zijn weergegeven in onderstaande tabellen met het ondergronds merk per locatie als referentie. De standaardafwijkingen van de getoonde waarden liggen tussen 0.2 - 0.4 mm. Bijlage 6 toont de volledige Move3 resultaten.

Meetpaal 1 Locatie Langezwaag					
Hoogteverschillen in meters t.o.v.000A2889					
Puntnummer	Omschrijving	Meting bij opbouw (M1)	Meting bij demontage (M2)	Gemiddeld	Vershil (M2 - M1)
000A2889	<i>ondergronds merk</i>	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0000007	<i>schroefanker</i>	0.2615	0.2626	0.2621	0.0011
0000013	<i>bout</i>	0.4557	0.4567	0.4562	0.0010
1001	<i>onderste bout</i>	0.3042	0.3045	0.3044	0.0003
1002	<i>bovenste bout</i>	2.9133	2.9138	2.9136	0.0005
1003	<i>antenne punt 1</i>	3.0823	3.0832	3.0828	0.0009
1004	<i>antenne punt 2</i>	3.0805	3.0814	3.0810	0.0009
1005	<i>antenne punt 3</i>	3.0829	3.0833	3.0831	0.0004
1006	<i>antenne punt 4</i>	3.0804	3.0813	3.0809	0.0009
antenne gemiddeld				3.0819	
correctie ARP1				0.0335	
ARP1	<i>antennereferentiepunt</i>			3.0485	

Tabel 4: Resultaten uit Move3 van de waterpasmetingen voor de hoogteverschillen tussen de peilmerken, de meetpunten op de meetpaal, onderkant van de antenne, correctie ARP en het ARP van de meetpaal van locatie Langezwaag.

Meetpaal 2 Locatie Oranjewoud					
Hoogteverschillen in meters t.o.v.000A2070					
Puntnummer	Omschrijving	Meting bij opbouw (M1)	Meting bij demontage (M2)	Gemiddeld	Vershil (M2 - M1)
000A2070	<i>ondergronds merk</i>	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0000014	<i>bout</i>	0.1679	0.1686	0.1683	0.0007
011D0009	<i>NAP-peilmerk</i>	0.5946	0.5945	0.5946	-0.0001
011D0173	<i>NAP-peilmerk</i>	0.9234	0.9239	0.9237	0.0005
2001	<i>onderste bout</i>	-0.3760	-0.3754	-0.3757	0.0006
2002	<i>bovenste bout</i>	2.2316	2.2319	2.2318	0.0003
2003	<i>antenne punt 1</i>	2.3992	2.3995	2.3994	0.0003
2004	<i>antenne punt 2</i>	2.3988	2.3988	2.3988	0.0000
2005	<i>antenne punt 3</i>	2.3985	2.3983	2.3984	-0.0002
2006	<i>antenne punt 4</i>	2.4006	2.4006	2.3571	0.0000
antenne gemiddeld				2.3884	
correctie ARP2				0.0336	
ARP2	<i>antennereferentiepunt</i>			2.3549	

Tabel 5: Resultaten uit Move3 van de waterpasmetingen voor de hoogteverschillen tussen de peilmerken, de meetpunten op de meetpaal, onderkant van de antenne, correctie ARP en het ARP van de meetpaal van locatie Oranjewoud.

4.2 Multistation berekeningen GPS metingen

De post-processing tot ETRS89 coördinaten van de GPS stations is door 06-GPS uitgevoerd met de GNNET (Geo++) software. De resultaten zijn opgenomen in bijlage 8. De berekeningen zijn op dezelfde wijze uitgevoerd als in vergelijkbare metingen (o.a. 'GPS signaleringsmeting Geesbrug 2011' [3]).

Resultaten multi-station berekening 2014			
locatie	ARP Meetpaal	ETRS89-hoogte (meters)	ETRS89-hoogteverschillen (meters)
Langezwaag	ARP1	44.3414	0.0000
Oranjewoud	ARP2	45.1605	0.8191

Tabel 6: ETRS89 hoogten van de diverse ARP's

4.3 Resultaten

Stabiliteit meetpalen

De antennemetingen bij opbouw en demontage (bijlage 6) zijn vergeleken ter controle op eventuele verstoring of zetting van de meetpalen. De uiteindelijke verschillen op de twee locaties tussen meting bij opbouw en de eindmeting voor demontage waren gering (zie tabel 4 en 5) en vallen ruim binnen de meettolerantie (3VL).

Combinatie waterpasmetingen en GPS

In overleg met Staatstoezicht op de Mijnen (SodM) is ervoor gekozen om de gemeten hoogteverschillen te combineren tot één resultaat. De gewaterpaste hoogteverschillen uit de antennemeting, tabellen 4 en 5, zijn gecombineerd met de door 06-GPS bepaalde hoogten in ETRS89 van de ARP's van de meetpalen van tabel 6. Dit resulteert in één waarde voor de hoogten van de peilmerken op de diverse

locaties. Voor de antennemeting zijn de gemiddelde waarden van de meting bij opbouw en de meting bij demontage gebruikt. De resultaten zijn weergegeven in tabel 7.

De hoogte van ondergronds merk 000A2070, aan de zuidwestzijde van het meetnet bij Oranjewoud, gelegen buiten de invloedsfeer van de gaswinning is bepaald in de 1^e signaleringsmeting (Nulmeting) en is als aansluitpunt gebruikt voor deze 2^e signaleringsmeting (1^e herhalingsmeting). Het verloop in de tijd van deze hoogteverschillen dient als signalering van eventuele diepe bodembeweging.

Resultaten GPS Signaleringsmeting 2014 (tov Oranjewoud)								
Locatie	Peilmerk	ETRS89- hoogte referentie punt (meters)	hoogte verschil antenne meting (meters)	ETRS89- hoogte ARP1 (meters)	hoogte verschillen uit GPS meting (meters)	ETRS89- hoogte ARP's t.o.v. referentie punt (meters)	Hoogteverschil antennemeting ARP- hoogtemerk (meters)	ETRS89- hoogte hoogtemerk (meters)
Oranjewoud	ARP2		2.3549	45.1507	0.0000		0.0000	
	000A2070	42.7958	0.0000				-2.3549	42.7958
	0000014						-2.1866	42.9641
	011D0009						-1.7603	43.3904
	011D0173						-1.4312	43.7195
Langezwaag	ARP1				-0.8191	44.3316	0.0000	
	000A2889						-3.0485	41.2831
	0000007						-2.7864	41.5452
	0000013						-2.5923	41.7393

Tabel 7: resultaten GPS metingen

De totale meetnauwkeurigheid in de berekening is 0.7 - 0.8 mm.

Om ervoor te zorgen dat de toekomstige herhalingsmetingen kunnen worden vergeleken met de waarden in tabel 8, is het van belang dat bij nog uit te voeren metingen de meetpalen op nagenoeg exact dezelfde locaties worden geplaatst. Als dit niet het geval is, worden er mogelijk modelfouten als gevolg van de onnauwkeurigheid in de bepaling van het verschil tussen geoïde en ellipsoïde in de berekening geïntroduceerd. Bij de keuze voor een andere locatie van één of meerdere meetpalen bij toekomstige herhalingsmetingen, zal voorafgaand aan deze wijziging door GPS-metingen op de 'oude' en de 'nieuwe' locatie, dit verschil moeten worden bepaald.

4.4 Differentiestaat

De resultaten van de 1^e en 2^e signaleringsmeting zijn opgenomen in onderstaande differentiestaat (onder de kolom februari 2013 en respectievelijk de kolom mei 2014), waarbij het ondergronds merk 000A2070 als referentiepunt is aangehouden. In de laatste kolom de differenties in millimeters ten opzichte van het referentiepunt.

DIFFERENTIESTAAT				
Differenties ten opzichte van ondergronds merk 000A2070				
		feb. 2013	mei 2014	diff.
locatie	peilmerk	ETRS9 hoogte(m)	ETRS9 hoogte(m)	(mm)
Oranjewoud	000A2070	42.7958	42.7958	0.0
	0000014	42.9635	42.9641	0.6
	011D0009	43.3894	43.3904	1.0
	011D0173	43.7199	43.7195	-0.5
Langezwaag	000A2889	41.2917	41.2831	-8.6
	0000007	41.5538	41.5452	-8.6
	0000013	41.7477	41.7393	-8.4

Tabel 8: Differenties t.o.v. het referentiepunt 000A2070

5 Conclusies en aanbevelingen

In februari 2013 is de 1^e signaleringsmeting (nulmeting) van een serie signaleringsmetingen uitgevoerd op locatie Langezwaag. De signaleringsmeting is een combinatie van GPS metingen en antennemetingen op twee locaties, met als doel het in de tijd volgen van het ondergronds merk en de overige peilmerken in het centrale gedeelte van de verwachte bodemdalingschotel en de buiten de theoretische invloedssfeer gelegen ondergrondse merken en overige peilmerken.

In mei 2014 is de 2^e signaleringsmeting (1^e herhalingsmeting) uitgevoerd op dezelfde locaties als bij de 1^e signaleringsmeting. Uit de gevonden verschillen tussen 1^e en 2^e signaleringsmeting blijkt dat er een peilmerk beweging van $-8.6 \text{ mm} \pm 3 \text{ mm}$ (3-sigma) heeft plaatsgevonden. Het betreft een relatieve daling van het ondergrondse merk bij Langezwaag ten opzichte van het ondergrondse merk bij Oranjewoud. De hoogteverschillen tussen de ondergrondse merken op de twee locaties tijdens de nulmeting zijn bepaald door de resultaten uit de GPS metingen en de antennemetingen te combineren. De meetnauwkeurigheid van deze hoogteverschillen liggen tussen de 0.8 en 0.9 mm.

Op basis van de dit rapport getoonde resultaten kan nog geen eenduidige conclusie worden getrokken over de opgetreden bodembeweging.

Aanbeveling:

1. Gezien de geconstateerde verschillen ten opzichte van de nulmeting stellen wij voor om in overleg met SodM te bekijken of de periode tot de volgende signaleringsmeting kan worden gehandhaafd.
2. Bij herhalingsmetingen is het van belang dat de meetpalen nagenoeg op dezelfde locatie worden geplaatst en dat de antennes op vier posities worden aangemeten.

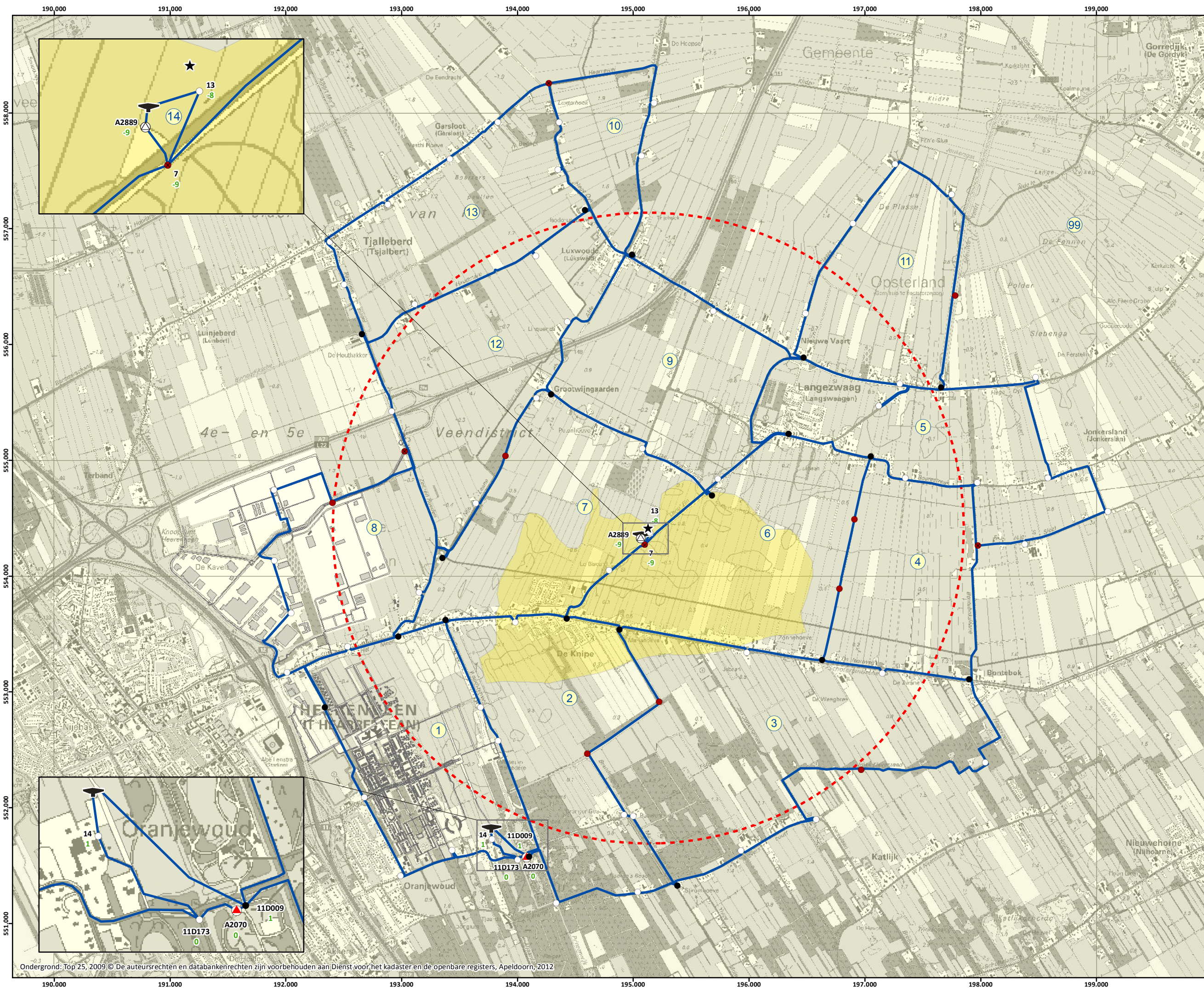
Heerenveen, juli 2014

Antea Group

6 Referenties

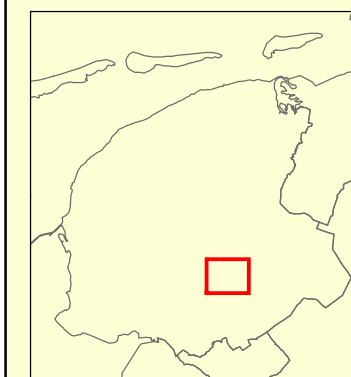
- [1] 'Meetplan Mijnbouwlocatie Langezwaag' met kenmerk 247166, rev. 00, d.d. 13 juli 2012
- [2] 'Meetregister bij het Meetplan Langezwaag', Rapportage van de nauwkeurigheds-waterpassing 2012, Vermilion Oil & Gas Netherlands B.V. met kenmerk 247166, rev. 01, d.d. januari 2013
- [3] 'GPS signaleringsmeting Geesbrug 2011', Rapportage van de 2^e GPS-signaleringsmeting bij het meetplan Geesbrug, Northern Petroleum Nederland B.V. met kenmerk 187740-02 rev. 00, d.d. december 2011

Bijlage 1: Overzichtskaart deformatienet Langezwaag



Legenda

- Traject
- Kringnummers
- Boorlocatie
- Schroefankers of palen / knooppunt
- Schroefankers of palen
- Ondergronds merk / nulpaal
- Ondergronds merk / aansluitpunt
- Hoogtemerk / knooppunt
- Hoogtemerk
- Hulp punt
- GPS-locatie
- Puntnummer
- Differentie (mm)
- Invoedsfeer Langezwaag
- Gasveld Langezwaag



SCHAAL
1:30.000

OPDRACHTGEVER
Vermilion Oil & Gas Netherlands B.V.

PROJECTOMSCHRIJVING
Tweede signaleringsmeting Langezwaag

KAARTTITEL
Overzicht differenties GPS-locaties 2014

PROJECTLEIDER
H.K. Hoentjen

GIS SPECIALIST
J.N. Unsen

DATUM
10-06-2014

FORMAAT
A3

KAARTNUMMER
269432-LZW-ODGPS-2014-0

WIJZNR
0

STATUS
Definitief



Bijlage 2: 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

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	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	Aflezing
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
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)
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
DH	2	2003			-0.03490 m
DH	2003	2004			0.00280 m
DH	2004	2005			-0.00190 m
DH	2005	2006			0.00040 m
DH	2006	2			0.03360 m
DH	2	2006			-0.03350 m
DH	2006	2005			-0.00040 m
DH	2005	2004			0.00190 m
DH	2004	2003			-0.00260 m
DH	2003	2			0.03480 m
DH	2	2003			-0.03480 m
DH	2003	2004			0.00270 m
DH	2004	2005			-0.00190 m
DH	2005	2006			0.00040 m
DH	2006	2			0.03350 m
DH	2	2006			-0.03350 m
DH	2006	2005			-0.00020 m
DH	2005	2004			0.00190 m
DH	2004	2003			-0.00280 m
DH	2003	2			0.03480 m

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 m
DH	2003	2004			0.00016 m
DH	2004	2005			0.00016 m
DH	2005	2006			0.00016 m
DH	2006	2			0.00016 m
DH	2	2006			0.00016 m
DH	2006	2005			0.00016 m
DH	2005	2004			0.00016 m
DH	2004	2003			0.00016 m
DH	2003	2			0.00016 m
DH	2	2003			0.00016 m
DH	2003	2004			0.00016 m
DH	2004	2005			0.00016 m
DH	2005	2006			0.00016 m
DH	2006	2			0.00016 m
DH	2	2006			0.00016 m
DH	2006	2005			0.00016 m
DH	2005	2004			0.00016 m
DH	2004	2003			0.00016 m
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

VEREFFENDE WAARNEMINGEN

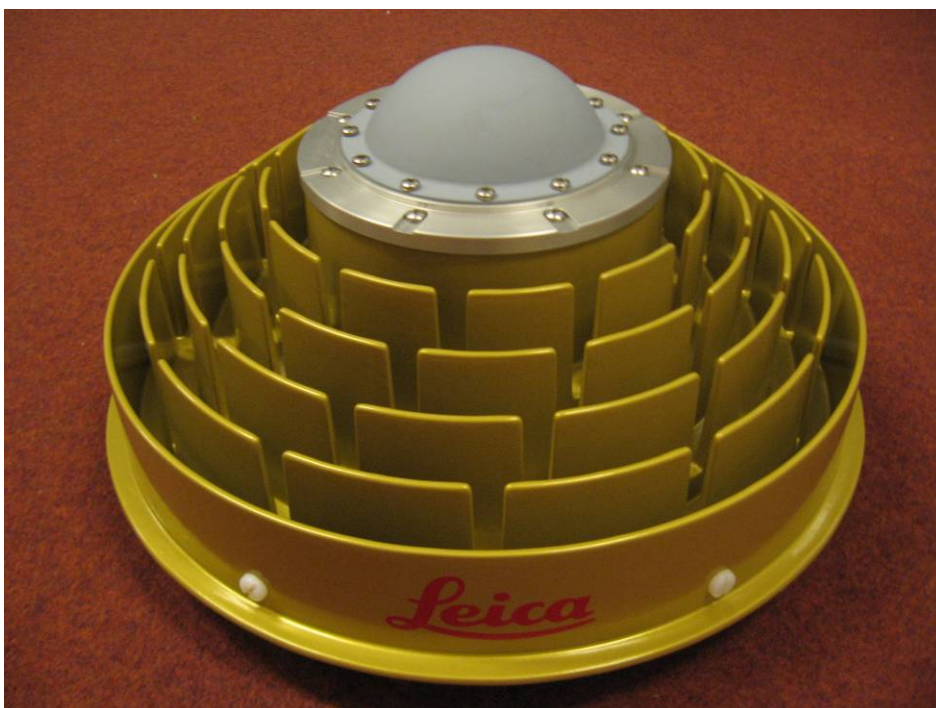
	Station	Richtpunt	Vereff wn	Corr	Sa
DH	2	2003	-0.03480	-0.00010	0.00007 m
DH	2003	2004	0.00275	0.00005	0.00007 m
DH	2004	2005	-0.00187	-0.00003	0.00007 m
DH	2005	2006	0.00037	0.00003	0.00007 m
DH	2006	2	0.03355	0.00005	0.00007 m
DH	2	2006	-0.03355	0.00005	0.00007 m
DH	2006	2005	-0.00037	-0.00003	0.00007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

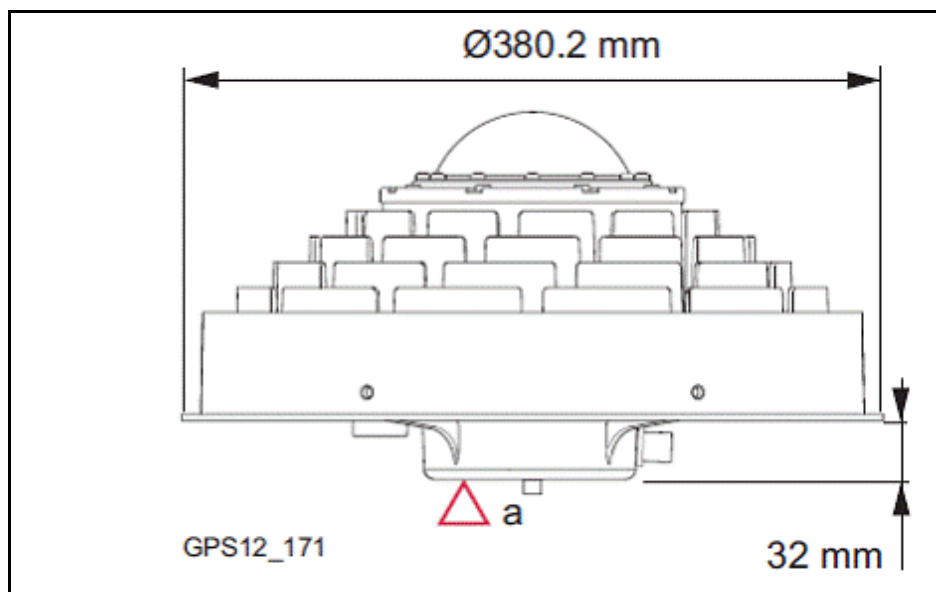
TOETSING VAN WAARNEMINGEN

	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]

Bijlage 3: Tekening AR25 choke-ring antenne

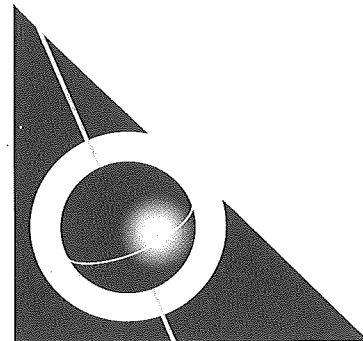


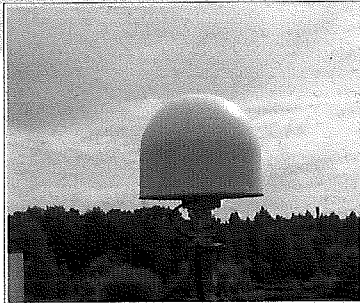


Bijlage 4: Bevestiging uitgevoerde absolute antennekalibratie Geo++

Absolute Antenna Calibration

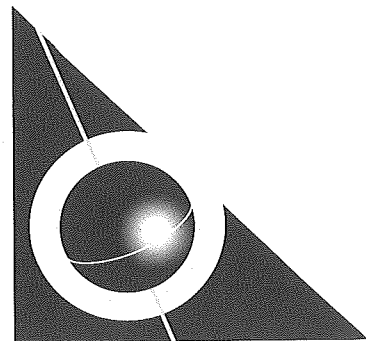
(Characteristics of Antenna Type)



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

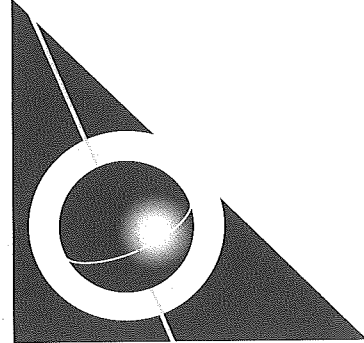
GNSS System	:	GPS
Date	:	2009-08-21
Number of Calibrations	:	2
Setup-ID	:	0
Number of Frequencies	:	2
Customer	:	Leica Geosystems b.v. NL-2292 JC Wateringen
Elevation Increment	:	5°
Azimuth Increment	:	5°

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

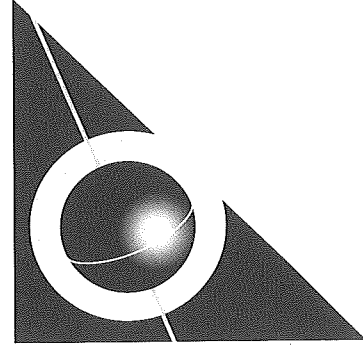
(Individual Characteristics of Antenna)



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	
<ul style="list-style-type: none">➤ 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

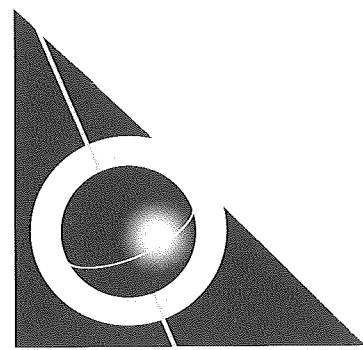
Manufacturer	:	Leica Geosystems AG
Radome Type	:	AR25 Radome
Product Number	:	n/a
Serial Number	:	n/a
IGS-Naming	:	LEIT

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.

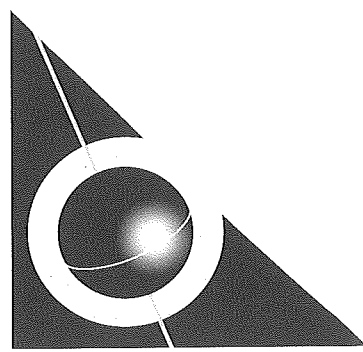
An appointment for the actual time period of calibrations is required and must be agreed upon with the technical staff. The period of time required for a single antenna calibration including handling and evaluation takes approximately 1 to 2 weeks. In case of several antennas within one order, handling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

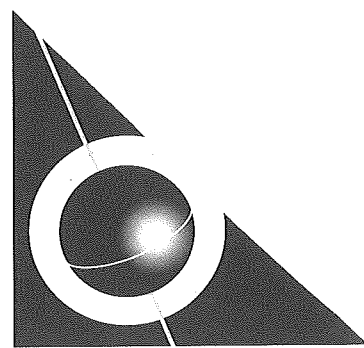
A **Description of the Antenna Calibration** with explanations about the calibration procedure can be made available on request.



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

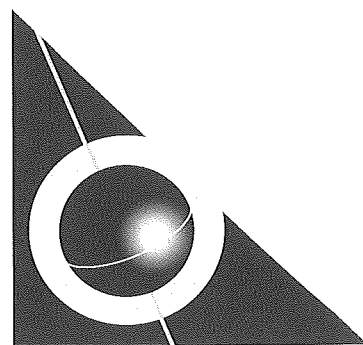
Basic concept of the calibration method is a separation between multipath and phase center variation. A special observation procedure with different antenna orientations is used for the determination of absolute PCV and for multipath elimination.

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.

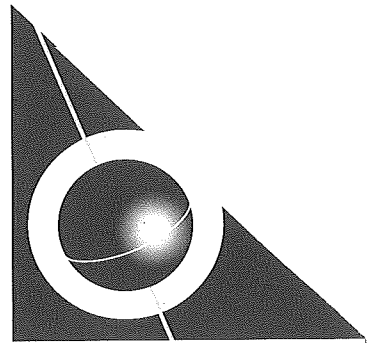
ELEVATION INCREMENT=

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

VARIATIONS L2=

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

STANDARD DEVIATIONS L1=

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

STANDARD DEVIATIONS L2=

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

4. DIFFERENCES to IGS/NGS FORMAT

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

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

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

Bijlage 5: Foto's GPS meetlocaties



meetopstelling meetpaal Langezwaag



meetopstelling meetpaal Oranjewou

Bijlage 6: Resultaten vereffening waterpasmetingen

Langezwaag Nulmeting



MOVE3 Versie 4.0.4
Verkenning en Vereffening van Geodetische Netwerken

www.MOVE3.nl

(c) 1993-2010 Grontmij

000A2889-2014-Nul
03-06-2014 10:44:45

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

PROJECT

R:\00265000\00269432\GEO\3. verwerking\Move3\Langezwaag\000A2889-2014-nul.prj

STATIONS

Aantal (gedeeltelijk) bekende stations	1
Aantal onbekende stations	10
Totaal	11

WAARNEMINGEN

Hoogteverschillen	48
Bekende coördinaten	1
Totaal	49

ONBEKENDEN

Coördinaten	11
Totaal	11

Aantal voorwaarden	38
--------------------	----

VEREFFENING

Aantal iteraties 1
Max coord correctie in laatste iteratie 0.0000 m

TOETSING

Alfa (meer dimensionaal) 0.2081
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 1.18

F-toets 0.250 geaccepteerd

VARIANTIE COMPONENT ANALYSE

	Variantie	Redundantie
Terrestrisch	0.250	38.0
Hoogteverschillen	0.250	38.0
Bekende coördinaten	0.000	0.0

PROJECTIE EN ELLIPSOIDE CONSTANTEN

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

INVOER BENADERDE TERRESTRISCHE COÖRDINATEN

Station	X Oost (m)	Y Noord (m)	Hoogte (m)	Id.Sa XY (m)	Id.Sa h (m)
1001	195061.6407 *	554319.6282 *	0.3043	0.0000	0.0000 bekend
1002	195060.0000	554320.0000	2.9135	0.0000	0.0000
1003	195060.0000	554320.0000	3.0825	0.0000	0.0000
1004	195060.0000	554320.0000	3.0806	0.0000	0.0000
1005	195060.0000	554320.0000	3.0831	0.0000	0.0000
1006	195060.0000	554320.0000	3.0805	0.0000	0.0000
0000007	195098.3900 *	554271.6800 *	0.2616	0.0000	0.0000 bekend
0000013	195144.2200 *	554378.3600 *	0.4558	0.0000	0.0000 bekend
000A2889	195066.5300 *	554326.1800 *	0.0000 *	0.0000	0.0000 bekend
HP2	195080.0000	554300.0000	0.4579	0.0000	0.0000
HP3	195060.0000	554325.0000	0.4571	0.0000	0.0000

INVOER STANDAARDAFWIJKINGEN VAN BEKENDE STATIONS

Station	Sa X Oost (m)	Sa Y Noord (m)	Sa Hoogte (m)
1001	0.0001 *	0.0001 *	bekend
0000007	0.0001 *	0.0001 *	bekend
0000013	0.0001 *	0.0001 *	bekend
000A2889	0.0001 *	0.0001 *	0.0001 * bekend

INVOER WAARNEMINGEN

Instrumenthoogte afwijking 0.0010 m

	Station	Richtpunt	St ih (m)	Rp ih (m)	Aflezing	Sa
DH	0000013	HP3			0.00130	0.00044 m
DH	HP3	0000013			-0.00130	0.00044 m
DH	0000013	HP3			0.00150	0.00044 m
DH	HP3	0000013			-0.00130	0.00044 m
DH	0000013	HP2			0.00210	0.00042 m
DH	HP2	0000013			-0.00230	0.00042 m
DH	0000013	HP2			0.00210	0.00042 m
DH	HP2	0000013			-0.00200	0.00042 m
DH	1001	000A2889			-0.30410	0.00023 m
DH	000A2889	1001			0.30410	0.00023 m
DH	1001	000A2889			-0.30420	0.00023 m
DH	000A2889	1001			0.30430	0.00023 m
DH	000A2889	HP3			0.45690	0.00040 m
DH	HP3	000A2889			-0.45710	0.00040 m
DH	000A2889	HP3			0.45730	0.00040 m
DH	HP3	000A2889			-0.45720	0.00040 m
DH	1001	1002			2.60910	0.00027 m
DH	1002	1003			0.16900	0.00027 m
DH	1003	1005			0.00070	0.00027 m
DH	1005	1004			-0.00230	0.00027 m
DH	1004	1006			-0.00020	0.00027 m
DH	1006	1001			-2.77620	0.00028 m
DH	1001	1006			2.77630	0.00028 m
DH	1006	1004			0.00000	0.00027 m
DH	1004	1005			0.00260	0.00027 m
DH	1005	1003			-0.00060	0.00027 m
DH	1003	1002			-0.16890	0.00027 m
DH	1002	1001			-2.60910	0.00027 m
DH	1001	1002			2.60920	0.00027 m
DH	1002	1003			0.16870	0.00028 m
DH	1003	1005			0.00080	0.00027 m
DH	1005	1004			-0.00230	0.00027 m
DH	1004	1006			0.00000	0.00027 m
DH	1006	1001			-2.77610	0.00028 m
DH	1001	1006			2.77620	0.00028 m
DH	1006	1004			0.00020	0.00027 m
DH	1004	1005			0.00260	0.00027 m
DH	1005	1003			-0.00020	0.00027 m
DH	1003	1002			-0.16930	0.00027 m

	Station	Richtpunt	St ih (m)	Rp ih (m)	Aflezings	Sa
DH	1002	1001			-2.60920	0.00027 m
DH	1001	0000007			-0.04260	0.00051 m
DH	0000007	1001			0.04260	0.00051 m
DH	1001	0000007			-0.04300	0.00051 m
DH	0000007	HP2			0.19630	0.00048 m
DH	HP2	0000007			-0.19620	0.00048 m
DH	0000007	HP2			0.19630	0.00048 m
DH	HP2	0000007			-0.19620	0.00048 m
DH	0000007	1001			0.04260	0.00051 m

VEREFFENDE COORDINATEN (pseudo kleinste kwadraten netwerk)

Station	Coördinaat	Corr (m)	Sa (m)
1001 Hoogte	0.3042	-0.0002	0.0002
1002 Hoogte	2.9133	-0.0002	0.0002
1003 Hoogte	3.0823	-0.0001	0.0002
1004 Hoogte	3.0805	-0.0001	0.0002
1005 Hoogte	3.0829	-0.0001	0.0002
1006 Hoogte	3.0804	-0.0001	0.0002
0000007 Hoogte	0.2615	-0.0001	0.0003
0000013 Hoogte	0.4557	-0.0001	0.0003
000A2889 Hoogte	-0.0000 *	-0.0000	0.0001
HP2 Hoogte	0.4578	-0.0001	0.0003
HP3 Hoogte	0.4571	-0.0000	0.0002

TOETSING VAN BEKENDE COORDINATEN

Station	MDB (m)	BNR	W-toets	Gs fout (m)	T-toets	Gs fout (m)
000A2889 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)
0000013	HP3					0.0002
0000013	HP2					0.0002
1001	000A2889					0.0001
000A2889	HP3					0.0002
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	0000007					0.0002
0000007	HP2					0.0002

VEREFFENDE WAARNEMINGEN

	Station	Richtpunt	Vereff wn	Corr	Sa
DH	0000013	HP3	0.00138	-0.00008	0.00020 m
DH	HP3	0000013	-0.00138	0.00008	0.00020 m
DH	0000013	HP3	0.00138	0.00012	0.00020 m
DH	HP3	0000013	-0.00138	0.00008	0.00020 m
DH	0000013	HP2	0.00210	0.00000	0.00019 m
DH	HP2	0000013	-0.00210	-0.00020	0.00019 m
DH	0000013	HP2	0.00210	0.00000	0.00019 m
DH	HP2	0000013	-0.00210	0.00010	0.00019 m
DH	1001	000A2889	-0.30418	0.00008	0.00011 m
DH	000A2889	1001	0.30418	-0.00008	0.00011 m
DH	1001	000A2889	-0.30418	-0.00002	0.00011 m
DH	000A2889	1001	0.30418	0.00012	0.00011 m
DH	000A2889	HP3	0.45710	-0.00020	0.00019 m
DH	HP3	000A2889	-0.45710	-0.00000	0.00019 m
DH	000A2889	HP3	0.45710	0.00020	0.00019 m
DH	HP3	000A2889	-0.45710	-0.00010	0.00019 m
DH	1001	1002	2.60916	-0.00006	0.00013 m
DH	1002	1003	0.16898	0.00002	0.00013 m
DH	1003	1005	0.00058	0.00012	0.00013 m
DH	1005	1004	-0.00244	0.00014	0.00012 m
DH	1004	1006	-0.00009	-0.00011	0.00013 m
DH	1006	1001	-2.77619	-0.00001	0.00013 m
DH	1001	1006	2.77619	0.00011	0.00013 m
DH	1006	1004	0.00009	-0.00009	0.00013 m
DH	1004	1005	0.00244	0.00016	0.00012 m
DH	1005	1003	-0.00058	-0.00002	0.00013 m
DH	1003	1002	-0.16898	0.00008	0.00013 m
DH	1002	1001	-2.60916	0.00006	0.00013 m
DH	1001	1002	2.60916	0.00004	0.00013 m
DH	1002	1003	0.16898	-0.00028	0.00013 m
DH	1003	1005	0.00058	0.00022	0.00013 m
DH	1005	1004	-0.00244	0.00014	0.00012 m
DH	1004	1006	-0.00009	0.00009	0.00013 m
DH	1006	1001	-2.77619	0.00009	0.00013 m
DH	1001	1006	2.77619	0.00001	0.00013 m
DH	1006	1004	0.00009	0.00011	0.00013 m
DH	1004	1005	0.00244	0.00016	0.00012 m
DH	1005	1003	-0.00058	0.00038	0.00013 m
DH	1003	1002	-0.16898	-0.00032	0.00013 m
DH	1002	1001	-2.60916	-0.00004	0.00013 m
DH	1001	0000007	-0.04266	0.00006	0.00022 m
DH	0000007	1001	0.04266	-0.00006	0.00022 m
DH	1001	0000007	-0.04266	-0.00034	0.00022 m
DH	0000007	HP2	0.19629	0.00001	0.00021 m
DH	HP2	0000007	-0.19629	0.00009	0.00021 m

	Station	Richtpunt	Vereff wn	Corr	Sa
DH	0000007	HP2	0.19629	0.00001	0.00021 m
DH	HP2	0000007	-0.19629	0.00009	0.00021 m
DH	0000007	1001	0.04266	-0.00006	0.00022 m

TOETSING VAN WAARNEMINGEN

	Station	Richtpunt	MDB	MDBn	Red	BNR	W-toets	Gs fout	T-toets	Gs fout (m)
DH	0000013	HP3	0.00203 m	4.6	79	2.1	-0.21			
DH	HP3	0000013	0.00203 m	4.6	79	2.1	0.21			
DH	0000013	HP3	0.00203 m	4.6	79	2.1	0.30			
DH	HP3	0000013	0.00203 m	4.6	79	2.1	0.21			
DH	0000013	HP2	0.00193 m	4.6	79	2.1	0.01			
DH	HP2	0000013	0.00193 m	4.6	79	2.1	-0.55			
DH	0000013	HP2	0.00193 m	4.6	79	2.1	0.01			
DH	HP2	0000013	0.00193 m	4.6	79	2.1	0.26			
DH	1001	000A2889	0.00110 m	4.7	76	2.3	0.41			
DH	000A2889	1001	0.00110 m	4.7	76	2.3	-0.41			
DH	1001	000A2889	0.00110 m	4.7	76	2.3	-0.08			
DH	000A2889	1001	0.00110 m	4.7	76	2.3	0.57			
DH	000A2889	HP3	0.00188 m	4.7	79	2.1	-0.55			
DH	HP3	000A2889	0.00188 m	4.7	79	2.1	-0.00			
DH	000A2889	HP3	0.00187 m	4.7	79	2.1	0.56			
DH	HP3	000A2889	0.00187 m	4.7	79	2.1	-0.28			
DH	1001	1002	0.00127 m	4.6	79	2.1	-0.24			
DH	1002	1003	0.00128 m	4.6	79	2.1	0.07			
DH	1003	1005	0.00127 m	4.6	79	2.1	0.48			
DH	1005	1004	0.00127 m	4.6	79	2.1	0.58			
DH	1004	1006	0.00128 m	4.6	79	2.1	-0.44			
DH	1006	1001	0.00128 m	4.6	79	2.1	-0.03			
DH	1001	1006	0.00128 m	4.6	79	2.1	0.44			
DH	1006	1004	0.00128 m	4.6	79	2.1	-0.38			
DH	1004	1005	0.00127 m	4.6	79	2.1	0.65			
DH	1005	1003	0.00127 m	4.6	79	2.1	-0.07			
DH	1003	1002	0.00128 m	4.6	79	2.1	0.34			
DH	1002	1001	0.00127 m	4.6	79	2.1	0.24			
DH	1001	1002	0.00127 m	4.6	79	2.1	0.17			
DH	1002	1003	0.00128 m	4.6	79	2.1	-1.16			
DH	1003	1005	0.00127 m	4.6	79	2.1	0.89			
DH	1005	1004	0.00127 m	4.6	79	2.1	0.58			
DH	1004	1006	0.00128 m	4.6	79	2.1	0.37			
DH	1006	1001	0.00128 m	4.6	79	2.1	0.37			
DH	1001	1006	0.00128 m	4.6	79	2.1	0.03			
DH	1006	1004	0.00128 m	4.6	79	2.1	0.44			
DH	1004	1005	0.00127 m	4.6	79	2.1	0.65			
DH	1005	1003	0.00127 m	4.6	79	2.1	1.57			
DH	1003	1002	0.00128 m	4.6	79	2.1	-1.29			
DH	1002	1001	0.00127 m	4.6	79	2.1	-0.17			
DH	1001	0000007	0.00234 m	4.6	81	2.0	0.12			

	Station	Richtpunt	MDB	MDBn	Red	BNR	W-toets	Gs fout	T-toets	Gs fout (m)
DH	0000007	1001	0.00234 m	4.6	81	2.0	-0.12			
DH	1001	0000007	0.00234 m	4.6	81	2.0	-0.75			
DH	0000007	HP2	0.00219 m	4.6	80	2.0	0.03			
DH	HP2	0000007	0.00219 m	4.6	80	2.0	0.20			
DH	0000007	HP2	0.00219 m	4.6	80	2.0	0.03			
DH	HP2	0000007	0.00219 m	4.6	80	2.0	0.20			
DH	0000007	1001	0.00234 m	4.6	81	2.0	-0.12			

[Top](#)

Langezwaag Eindmeting



MOVE3 Versie 4.0.4
Verkenning en Vereffening van Geodetische Netwerken

www.MOVE3.nl

(c) 1993-2010 Grontmij

000A2889-2014-Nul
03-06-2014 10:41:42

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

PROJECT

R:\00265000\00269432\GEO\3. verwerking\Move3\Langezwaag\000A2889-2014-eind.prj

STATIONS

Aantal (gedeeltelijk) bekende stations	1
Aantal onbekende stations	10
Totaal	11

WAARNEMINGEN

Hoogteverschillen	51
Bekende coördinaten	1
Totaal	52

ONBEKENDEN

Coördinaten	11
Totaal	11

Aantal voorwaarden	41
--------------------	----

VEREFFENING

Aantal iteraties	1
Max coord correctie in laatste iteratie	0.0000 m

TOETSING

Alfa (meer dimensionaal)	0.2223
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	1.16

F-toets	0.902 geaccepteerd
---------	--------------------

VARIANTIE COMPONENT ANALYSE

	Variantie	Redundantie
Terrestrisch	0.902	41.0
Hoogteverschillen	0.902	41.0
Bekende coördinaten	0.000	0.0

PROJECTIE EN ELLIPSOIDE CONSTANTEN

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

INVOER BENADERDE TERRESTRISCHE COÖRDINATEN

Station	X Oost (m)	Y Noord (m)	Hoogte (m)	Id.Sa XY (m)	Id.Sa h (m)
1001	195061.6407 *	554319.6282 *	0.3044	0.0000	0.0000 bekend
1002	195060.0000	554320.0000	2.9138	0.0000	0.0000
1003	195060.0000	554320.0000	3.0830	0.0000	0.0000
1004	195060.0000	554320.0000	3.0814	0.0000	0.0000
1005	195060.0000	554320.0000	3.0832	0.0000	0.0000
1006	195060.0000	554320.0000	3.0813	0.0000	0.0000
0000007	195098.3900 *	554271.6800 *	0.2621	0.0000	0.0000 bekend
0000013	195144.2200 *	554378.3600 *	0.4572	0.0000	0.0000 bekend
HP2	195080.0000	554300.0000	0.4581	0.0000	0.0000
HP3	195060.0000	554325.0000	0.4586	0.0000	0.0000
000A2889	195066.5300 *	554326.1800 *	0.0000 *	0.0000	0.0000 bekend

INVOER STANDAARDAFWIJKINGEN VAN BEKENDE STATIONS

Station	Sa X Oost (m)	Sa Y Noord (m)	Sa Hoogte (m)
1001	0.0001 *	0.0001 *	bekend
0000007	0.0001 *	0.0001 *	bekend
0000013	0.0001 *	0.0001 *	bekend
000A2889	0.0001 *	0.0001 *	0.0001 * bekend

INVOER WAARNEMINGEN

Instrumenthoogte afwijking 0.0010 m

	Station	Richtpunt	St ih (m)	Rp ih (m)	Aflezings	Sa
DH	1001	1002			2.60940	0.00028 m
DH	1002	1003			0.16980	0.00028 m
DH	1003	1005			-0.00010	0.00028 m
DH	1005	1004			-0.00150	0.00028 m
DH	1004	1006			-0.00020	0.00028 m
DH	1006	1001			-2.77680	0.00028 m
DH	1001	1006			2.77680	0.00028 m
DH	1006	1004			0.00010	0.00028 m
DH	1004	1005			0.00120	0.00028 m
DH	1005	1003			-0.00050	0.00028 m
DH	1003	1002			-0.16820	m desel
DH	1002	1001			-2.60940	0.00028 m
DH	1001	1002			2.60950	0.00028 m
DH	1002	1003			0.16920	0.00028 m
DH	1003	1005			0.00010	0.00028 m
DH	1005	1004			-0.00240	0.00028 m
DH	1004	1006			0.00010	0.00028 m
DH	1006	1001			-2.77660	0.00028 m
DH	1001	1006			2.77670	0.00028 m
DH	1006	1004			0.00000	0.00028 m
DH	1004	1005			0.00220	0.00028 m
DH	1005	1003			-0.00030	0.00028 m
DH	1003	1002			-0.16960	0.00028 m
DH	1002	1001			-2.60930	0.00028 m
DH	1001	000A2889			-0.30440	0.00024 m

	Station	Richtpunt	St ih (m)	Rp ih (m)	Aflezings	Sa
DH	000A2889	1001			0.30430	0.00024 m
DH	1001	000A2889			-0.30450	0.00024 m
DH	000A2889	1001			0.30440	0.00024 m
DH	000A2889	HP3			0.45860	0.00040 m
DH	HP3	000A2889			-0.45860	0.00040 m
DH	000A2889	HP3			0.45850	0.00040 m
DH	HP3	000A2889			-0.45850	0.00040 m
DH	1001	0000007			-0.04210	0.00051 m
DH	0000007	1001			0.04200	0.00051 m
DH	1001	0000007			-0.04240	0.00051 m
DH	0000007	1001			0.04250	0.00051 m
DH	0000007	HP2			0.19490	0.00048 m
DH	HP2	0000007			-0.19550	0.00048 m
DH	0000007	HP2			0.19640	0.00048 m
DH	HP2	0000007			-0.19620	0.00048 m
DH	0000007	HP2			0.19600	0.00048 m
DH	HP2	0000007			-0.19610	0.00048 m
DH	0000007	HP2			0.19610	0.00048 m
DH	HP2	0000007			-0.19630	0.00048 m
DH	0000013	HP3			0.00130	0.00044 m
DH	HP3	0000013			-0.00130	0.00044 m
DH	0000013	HP3			0.00150	0.00044 m
DH	HP3	0000013			-0.00130	0.00044 m
DH	0000013	HP2			0.00210	0.00042 m
DH	HP2	0000013			-0.00230	0.00042 m
DH	0000013	HP2			0.00210	0.00042 m
DH	HP2	0000013			-0.00200	0.00042 m

VEREFFENDE COORDINATEN (pseudo kleinste kwadraten netwerk)

Station	Coördinaat	Corr (m)	Sa (m)
1001 Hoogte	0.3045	0.0001	0.0002
1002 Hoogte	2.9138	-0.0000	0.0002
1003 Hoogte	3.0832	0.0002	0.0002
1004 Hoogte	3.0814	0.0000	0.0002
1005 Hoogte	3.0833	0.0001	0.0002
1006 Hoogte	3.0813	-0.0000	0.0002
0000007 Hoogte	0.2626	0.0004	0.0003
0000013 Hoogte	0.4567	-0.0005	0.0003
HP2 Hoogte	0.4586	0.0006	0.0003
HP3 Hoogte	0.4583	-0.0002	0.0002
000A2889 Hoogte	0.0000 *	0.0000	0.0001

TOETSING VAN BEKENDE COORDINATEN

Station	MDB (m)	BNR	W-toets	Gs fout (m)	T-toets	Gs fout (m)
000A2889 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	000A2889					0.0001
000A2889	HP3					0.0002
1001	0000007					0.0002
0000007	HP2					0.0002
0000013	HP3					0.0002
0000013	HP2					0.0002

VEREFFENDE WAARNEMINGEN

	Station	Richtpunt	Vereff wn	Corr	Sa
DH	1001	1002	2.60932	0.00008	0.00013 m
DH	1002	1003	0.16942	0.00038	0.00014 m
DH	1003	1005	0.00012	-0.00022	0.00013 m
DH	1005	1004	-0.00191	0.00041	0.00013 m
DH	1004	1006	-0.00013	-0.00007	0.00013 m
DH	1006	1001	-2.77681	0.00001	0.00013 m
DH	1001	1006	2.77681	-0.00001	0.00013 m
DH	1006	1004	0.00013	-0.00003	0.00013 m
DH	1004	1005	0.00191	-0.00071	0.00013 m
DH	1005	1003	-0.00012	-0.00038	0.00013 m
DH	1002	1001	-2.60932	-0.00008	0.00013 m
DH	1001	1002	2.60932	0.00018	0.00013 m
DH	1002	1003	0.16942	-0.00022	0.00014 m
DH	1003	1005	0.00012	-0.00002	0.00013 m
DH	1005	1004	-0.00191	-0.00049	0.00013 m
DH	1004	1006	-0.00013	0.00023	0.00013 m
DH	1006	1001	-2.77681	0.00021	0.00013 m
DH	1001	1006	2.77681	-0.00011	0.00013 m
DH	1006	1004	0.00013	-0.00013	0.00013 m
DH	1004	1005	0.00191	0.00029	0.00013 m
DH	1005	1003	-0.00012	-0.00018	0.00013 m
DH	1003	1002	-0.16942	-0.00018	0.00014 m
DH	1002	1001	-2.60932	0.00002	0.00013 m
DH	1001	000A2889	-0.30448	0.00008	0.00012 m
DH	000A2889	1001	0.30448	-0.00018	0.00012 m
DH	1001	000A2889	-0.30448	-0.00002	0.00012 m

	Station	Richtpunt	Vereff wn	Corr	Sa
DH	000A2889	1001	0.30448	-0.00008	0.00012 m
DH	000A2889	HP3	0.45834	0.00026	0.00018 m
DH	HP3	000A2889	-0.45834	-0.00026	0.00018 m
DH	000A2889	HP3	0.45834	0.00016	0.00018 m
DH	HP3	000A2889	-0.45834	-0.00016	0.00018 m
DH	1001	0000007	-0.04191	-0.00019	0.00022 m
DH	0000007	1001	0.04191	0.00009	0.00022 m
DH	1001	0000007	-0.04191	-0.00049	0.00022 m
DH	0000007	1001	0.04191	0.00059	0.00022 m
DH	0000007	HP2	0.19608	-0.00118	0.00016 m
DH	HP2	0000007	-0.19608	0.00058	0.00016 m
DH	0000007	HP2	0.19608	0.00032	0.00016 m
DH	HP2	0000007	-0.19608	-0.00012	0.00016 m
DH	0000007	HP2	0.19608	-0.00008	0.00016 m
DH	HP2	0000007	-0.19608	-0.00002	0.00016 m
DH	0000007	HP2	0.19608	0.00002	0.00016 m
DH	HP2	0000007	-0.19608	-0.00022	0.00016 m
DH	0000013	HP3	0.00160	-0.00030	0.00020 m
DH	HP3	0000013	-0.00160	0.00030	0.00020 m
DH	0000013	HP3	0.00160	-0.00010	0.00020 m
DH	HP3	0000013	-0.00160	0.00030	0.00020 m
DH	0000013	HP2	0.00190	0.00020	0.00019 m
DH	HP2	0000013	-0.00190	-0.00040	0.00019 m
DH	0000013	HP2	0.00190	0.00020	0.00019 m
DH	HP2	0000013	-0.00190	-0.00010	0.00019 m

TOETSING VAN WAARNEMINGEN

	Station	Richtpunt	MDB	MDBn	Red	BNR	W-toets	Gs fout	T-toets	Gs fout (m)
DH	1001	1002	0.00129 m	4.6	79	2.1	0.34			
DH	1002	1003	0.00134 m	4.8	74	2.5	1.59			
DH	1003	1005	0.00129 m	4.7	79	2.1	-0.88			
DH	1005	1004	0.00128 m	4.7	79	2.1	1.67			
DH	1004	1006	0.00129 m	4.7	79	2.1	-0.27			
DH	1006	1001	0.00129 m	4.7	79	2.1	0.04			
DH	1001	1006	0.00129 m	4.7	79	2.1	-0.04			
DH	1006	1004	0.00129 m	4.7	79	2.1	-0.14			
DH	1004	1005	0.00128 m	4.7	79	2.1	-2.89			
DH	1005	1003	0.00129 m	4.7	79	2.1	-1.56			
DH	1002	1001	0.00129 m	4.7	79	2.1	-0.34			
DH	1001	1002	0.00129 m	4.7	79	2.1	0.75			
DH	1002	1003	0.00134 m	4.8	74	2.5	-0.93			
DH	1003	1005	0.00128 m	4.7	79	2.1	-0.07			
DH	1005	1004	0.00128 m	4.7	79	2.1	-2.01			
DH	1004	1006	0.00129 m	4.7	79	2.1	0.95			
DH	1006	1001	0.00129 m	4.6	79	2.1	0.85			
DH	1001	1006	0.00129 m	4.6	79	2.1	-0.44			
DH	1006	1004	0.00129 m	4.7	79	2.1	-0.54			

	Station	Richtpunt	MDB	MDBn	Red	BNR	W-toets	Gs fout	T-toets	Gs fout (m)
DH	1004	1005	0.00128 m	4.7	79	2.1	1.19			
DH	1005	1003	0.00129 m	4.7	79	2.1	-0.75			
DH	1003	1002	0.00134 m	4.8	74	2.5	-0.75			
DH	1002	1001	0.00129 m	4.7	79	2.1	0.06			
DH	1001	000A2889	0.00115 m	4.7	77	2.3	0.36			
DH	000A2889	1001	0.00115 m	4.7	77	2.3	-0.83			
DH	1001	000A2889	0.00115 m	4.7	77	2.3	-0.11			
DH	000A2889	1001	0.00115 m	4.7	77	2.3	-0.36			
DH	000A2889	HP3	0.00187 m	4.6	79	2.1	0.72			
DH	HP3	000A2889	0.00187 m	4.6	79	2.1	-0.72			
DH	000A2889	HP3	0.00187 m	4.6	79	2.1	0.44			
DH	HP3	000A2889	0.00187 m	4.6	79	2.1	-0.44			
DH	1001	0000007	0.00233 m	4.6	82	1.9	-0.40			
DH	0000007	1001	0.00233 m	4.6	82	1.9	0.19			
DH	1001	0000007	0.00233 m	4.6	82	1.9	-1.05			
DH	0000007	1001	0.00233 m	4.6	82	1.9	1.27			
DH	0000007	HP2	0.00208 m	4.4	89	1.5	-2.64			
DH	HP2	0000007	0.00208 m	4.4	89	1.5	1.30			
DH	0000007	HP2	0.00208 m	4.4	89	1.5	0.71			
DH	HP2	0000007	0.00208 m	4.4	89	1.5	-0.26			
DH	0000007	HP2	0.00208 m	4.4	89	1.5	-0.19			
DH	HP2	0000007	0.00208 m	4.4	89	1.5	-0.04			
DH	0000007	HP2	0.00208 m	4.4	89	1.5	0.04			
DH	HP2	0000007	0.00208 m	4.4	89	1.5	-0.48			
DH	0000013	HP3	0.00202 m	4.6	80	2.1	-0.76			
DH	HP3	0000013	0.00202 m	4.6	80	2.1	0.76			
DH	0000013	HP3	0.00202 m	4.6	80	2.1	-0.25			
DH	HP3	0000013	0.00202 m	4.6	80	2.1	0.76			
DH	0000013	HP2	0.00193 m	4.6	79	2.1	0.53			
DH	HP2	0000013	0.00193 m	4.6	80	2.1	-1.07			
DH	0000013	HP2	0.00193 m	4.6	80	2.1	0.53			
DH	HP2	0000013	0.00193 m	4.6	79	2.1	-0.26			

[Top](#)

Oranjewoud Nulmeting



MOVE3 Versie 4.0.4
Verkenning en Vereffening van Geodetische Netwerken

www.MOVE3.nl

(c) 1993-2010 Grontmij

000A2070-2014-Nul
03-06-2014 12:33:07

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

PROJECT

R:\00265000\00269432\GEO\3. verwerking\Move3\Oranjewoud\000A2070-2014-nul.prj

STATIONS

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

WAARNEMINGEN

Hoogteverschillen	49
Bekende coördinaten	1
Totaal	50

ONBEKENDEN

Coördinaten	10
Totaal	10

Aantal voorwaarden	40
--------------------	----

VEREFFENING

Aantal iteraties 1
Max coord correctie in laatste iteratie 0.0000 m

TOETSING

Alfa (meer dimensionaal) 0.2177
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 1.17

F-toets 1.110 geaccepteerd

VARIANTIE COMPONENT ANALYSE

	Variantie	Redundantie
Terrestrisch	1.110	40.0
Hoogteverschillen	1.110	40.0
Bekende coördinaten	0.000	0.0

PROJECTIE EN ELLIPSOIDE CONSTANTEN

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

INVOER BENADERDE TERRESTRISCHE COÖRDINATEN

Station	X Oost (m)	Y Noord (m)	Hoogte (m)	Id.Sa XY (m)	Id.Sa h (m)
2001	193792.0233 *	551769.5685 *	-0.3762	0.0000	0.0000 bekend
2002	193790.0000	551770.0000	2.2315	0.0000	0.0000
2003	193790.0000	551770.0000	2.3992	0.0000	0.0000
2004	193790.0000	551770.0000	2.3989	0.0000	0.0000
2005	193790.0000	551770.0000	2.3985	0.0000	0.0000
2006	193790.0000	551770.0000	2.4007	0.0000	0.0000
0000014	193777.0000	551730.0000	0.1677	0.0000	0.0000
000A2070	194080.8400 *	551574.4000 *	0.0000 *	0.0000	0.0000 bekend
011D0173	194000.0000 *	551550.0000 *	0.9233	0.0000	0.0000 bekend
011D0009	194100.0000 *	551580.0000 *	0.5945	0.0000	0.0000 bekend

INVOER STANDAARDAFWIJKINGEN VAN BEKENDE STATIONS

Station	Sa X Oost (m)	Sa Y Noord (m)	Sa Hoogte (m)
---------	---------------	----------------	---------------

Station	Sa X Oost (m)	Sa Y Noord (m)	Sa Hoogte (m)
2001	0.0001 *	0.0001 *	bekend
000A2070	0.0001 *	0.0001 *	0.0001 * bekend
011D0173	0.0001 *	0.0001 *	bekend
011D0009	0.0001 *	0.0001 *	bekend

INVOER WAARNEMINGEN

Instrumenthoogte afwijking 0.0010 m

	Station	Richtpunt	St ih (m)	Rp ih (m)	Aflezings	Sa
DH	2001	2002			2.60780	0.00025 m
DH	2002	2003			0.16760	0.00025 m
DH	2003	2005			-0.00100	0.00024 m
DH	2005	2004			0.00020	0.00025 m
DH	2004	2006			0.00210	0.00025 m
DH	2006	2001			-2.77670	0.00025 m
DH	2001	2006			2.77630	0.00025 m
DH	2006	2004			-0.00170	0.00025 m
DH	2004	2005			-0.00040	0.00025 m
DH	2005	2003			0.00070	0.00024 m
DH	2003	2002			-0.16750	0.00025 m
DH	2002	2001			-2.60760	0.00025 m
DH	2001	2002			2.60770	0.00025 m
DH	2002	2003			0.16650	m desel
DH	2003	2005			0.00020	m desel
DH	2005	2004			0.00050	0.00025 m
DH	2004	2006			0.00110	0.00025 m
DH	2006	2001			-2.77630	0.00025 m
DH	2001	2002			2.60770	0.00025 m
DH	2002	2003			0.16780	0.00025 m
DH	2003	2005			-0.00080	0.00024 m
DH	2005	2004			0.00000	0.00025 m
DH	2004	2006			0.00250	0.00025 m
DH	2006	2001			-2.77710	0.00025 m
DH	2001	2006			2.77650	0.00025 m
DH	2006	2004			-0.00190	0.00025 m
DH	2004	2005			-0.00060	0.00025 m
DH	2005	2003			0.00000	0.00025 m
DH	2003	2002			-0.16640	m desel
DH	2002	2001			-2.60790	0.00025 m
DH	2001	0000014			0.54410	0.00042 m
DH	0000014	2001			-0.54410	0.00042 m
DH	2001	0000014			0.54340	0.00042 m
DH	0000014	2001			-0.54400	0.00042 m
DH	2001	0000014			0.54410	0.00042 m
DH	0000014	011D0173			0.75550	0.00089 m
DH	011D0173	0000014			-0.75530	0.00089 m
DH	0000014	011D0173			0.75590	0.00089 m
DH	011D0173	011D0009			-0.32900	0.00052 m

	Station	Richtpunt	St ih (m)	Rp ih (m)	Aflezing	Sa
DH	011D0009	011D0173			0.32880	0.00052 m
DH	011D0173	011D0009			-0.32870	0.00052 m
DH	011D0009	000A2070			-0.59450	0.00049 m
DH	000A2070	011D0009			0.59460	0.00049 m
DH	011D0009	000A2070			-0.59450	0.00049 m
DH	000A2070	2001			-0.37600	0.00101 m
DH	2001	000A2070			0.37620	0.00101 m
DH	000A2070	2001			-0.37540	0.00101 m
DH	2001	000A2070			0.37610	0.00101 m
DH	000A2070	011D0009			0.59450	0.00050 m
DH	011D0009	011D0173			0.32880	0.00052 m
DH	011D0173	0000014			-0.75580	0.00089 m
DH	0000014	2001			-0.54390	0.00042 m

VEREFFENDE COORDINATEN (pseudo kleinste kwadraten netwerk)

Station	Coördinaat	Corr (m)	Sa (m)
2001 Hoogte	-0.3760	0.0002	0.0004
2002 Hoogte	2.2316	0.0001	0.0004
2003 Hoogte	2.3992	-0.0000	0.0004
2004 Hoogte	2.3988	-0.0001	0.0004
2005 Hoogte	2.3985	-0.0000	0.0004
2006 Hoogte	2.4006	-0.0001	0.0004
0000014 Hoogte	0.1679	0.0002	0.0004
000A2070 Hoogte	0.0000 *	0.0000	0.0001
011D0173 Hoogte	0.9234	0.0001	0.0003
011D0009 Hoogte	0.5946	0.0001	0.0003

TOETSING VAN BEKENDE COORDINATEN

Station	MDB (m)	BNR	W-toets	Gs fout (m)	T-toets	Gs fout (m)
000A2070 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	0000014					0.0002
0000014	011D0173					0.0004
011D0173	011D0009					0.0002

Station	Station	A (m)	B (m)	A/B	Psi (gon)	Sa Hgt (m)
011D0009	000A2070					0.0002
000A2070	2001					0.0004

VEREFFENDE WAARNEMINGEN

	Station	Richtpunt	Vereff wn	Corr	Sa
DH	2001	2002	2.60769	0.00011	0.00010 m
DH	2002	2003	0.16755	0.00005	0.00012 m
DH	2003	2005	-0.00069	-0.00031	0.00011 m
DH	2005	2004	0.00029	-0.00009	0.00010 m
DH	2004	2006	0.00181	0.00029	0.00010 m
DH	2006	2001	-2.77663	-0.00007	0.00010 m
DH	2001	2006	2.77663	-0.00033	0.00010 m
DH	2006	2004	-0.00181	0.00011	0.00010 m
DH	2004	2005	-0.00029	-0.00011	0.00010 m
DH	2005	2003	0.00069	0.00001	0.00011 m
DH	2003	2002	-0.16755	0.00005	0.00012 m
DH	2002	2001	-2.60769	0.00009	0.00010 m
DH	2001	2002	2.60769	0.00001	0.00010 m
DH	2005	2004	0.00029	0.00021	0.00010 m
DH	2004	2006	0.00181	-0.00071	0.00010 m
DH	2006	2001	-2.77663	0.00033	0.00010 m
DH	2001	2002	2.60769	0.00001	0.00010 m
DH	2002	2003	0.16755	0.00025	0.00012 m
DH	2003	2005	-0.00069	-0.00011	0.00011 m
DH	2005	2004	0.00029	-0.00029	0.00010 m
DH	2004	2006	0.00181	0.00069	0.00010 m
DH	2006	2001	-2.77663	-0.00047	0.00010 m
DH	2001	2006	2.77663	-0.00013	0.00010 m
DH	2006	2004	-0.00181	-0.00009	0.00010 m
DH	2004	2005	-0.00029	-0.00031	0.00010 m
DH	2005	2003	0.00069	-0.00069	0.00011 m
DH	2002	2001	-2.60769	-0.00021	0.00010 m
DH	2001	0000014	0.54392	0.00018	0.00017 m
DH	0000014	2001	-0.54392	-0.00018	0.00017 m
DH	2001	0000014	0.54392	-0.00052	0.00017 m
DH	0000014	2001	-0.54392	-0.00008	0.00017 m
DH	2001	0000014	0.54392	0.00018	0.00017 m
DH	0000014	011D0173	0.75553	-0.00003	0.00037 m
DH	011D0173	0000014	-0.75553	0.00023	0.00037 m
DH	0000014	011D0173	0.75553	0.00037	0.00037 m
DH	011D0173	011D0009	-0.32886	-0.00014	0.00025 m
DH	011D0009	011D0173	0.32886	-0.00006	0.00025 m
DH	011D0173	011D0009	-0.32886	0.00016	0.00025 m
DH	011D0009	000A2070	-0.59455	0.00005	0.00023 m
DH	000A2070	011D0009	0.59455	0.00005	0.00023 m
DH	011D0009	000A2070	-0.59455	0.00005	0.00023 m
DH	000A2070	2001	-0.37604	0.00004	0.00039 m

	Station	Richtpunt	Vereff wn	Corr	Sa
DH	2001	000A2070	0.37604	0.00016	0.00039 m
DH	000A2070	2001	-0.37604	0.00064	0.00039 m
DH	2001	000A2070	0.37604	0.00006	0.00039 m
DH	000A2070	011D0009	0.59455	-0.00005	0.00023 m
DH	011D0009	011D0173	0.32886	-0.00006	0.00025 m
DH	011D0173	0000014	-0.75553	-0.00027	0.00037 m
DH	0000014	2001	-0.54392	0.00002	0.00017 m

TOETSING VAN WAARNEMINGEN

	Station	Richtpunt	MDB	MDBn	Red	BNR	W-toets	Gs fout	T-toets	Gs fout (m)
DH	2001	2002	0.00112 m	4.5	83	1.9	0.50			
DH	2002	2003	0.00118 m	4.8	75	2.4	0.26			
DH	2003	2005	0.00114 m	4.6	79	2.1	-1.42			
DH	2005	2004	0.00112 m	4.5	83	1.9	-0.39			
DH	2004	2006	0.00113 m	4.5	83	1.9	1.30			
DH	2006	2001	0.00112 m	4.5	83	1.9	-0.30			
DH	2001	2006	0.00112 m	4.5	83	1.9	-1.48			
DH	2006	2004	0.00113 m	4.5	83	1.9	0.47			
DH	2004	2005	0.00112 m	4.5	83	1.9	-0.50			
DH	2005	2003	0.00113 m	4.6	79	2.1	0.04			
DH	2003	2002	0.00118 m	4.8	75	2.4	0.21			
DH	2002	2001	0.00112 m	4.5	83	1.9	0.38			
DH	2001	2002	0.00112 m	4.5	83	1.9	0.06			
DH	2005	2004	0.00112 m	4.5	83	1.9	0.95			
DH	2004	2006	0.00113 m	4.5	83	1.9	-3.13			
DH	2006	2001	0.00112 m	4.5	83	1.9	1.48			
DH	2001	2002	0.00112 m	4.5	83	1.9	0.06			
DH	2002	2003	0.00118 m	4.8	75	2.4	1.20			
DH	2003	2005	0.00113 m	4.6	79	2.1	-0.50			
DH	2005	2004	0.00112 m	4.5	83	1.9	-1.28			
DH	2004	2006	0.00113 m	4.5	83	1.9	3.07			
DH	2006	2001	0.00112 m	4.5	83	1.9	-2.07			
DH	2001	2006	0.00112 m	4.5	83	1.9	-0.59			
DH	2006	2004	0.00113 m	4.5	83	1.9	-0.42			
DH	2004	2005	0.00112 m	4.5	83	1.9	-1.40			
DH	2005	2003	0.00114 m	4.6	79	2.1	-3.16			
DH	2002	2001	0.00112 m	4.5	83	1.9	-0.95			
DH	2001	0000014	0.00188 m	4.5	84	1.8	0.47			
DH	0000014	2001	0.00188 m	4.5	84	1.8	-0.47			
DH	2001	0000014	0.00188 m	4.5	84	1.8	-1.36			
DH	0000014	2001	0.00188 m	4.5	84	1.8	-0.21			
DH	2001	0000014	0.00188 m	4.5	84	1.8	0.47			
DH	0000014	011D0173	0.00402 m	4.5	83	1.9	-0.04			
DH	011D0173	0000014	0.00402 m	4.5	83	1.9	0.29			
DH	0000014	011D0173	0.00402 m	4.5	83	1.9	0.45			
DH	011D0173	011D0009	0.00245 m	4.7	78	2.2	-0.31			
DH	011D0009	011D0173	0.00245 m	4.7	78	2.2	-0.12			

	Station	Richtpunt	MDB	MDBn	Red	BNR	W-toets	Gs fout	T-toets	Gs fout (m)
DH	011D0173	011D0009	0.00245 m	4.7	78	2.2	0.34			
DH	011D0009	000A2070	0.00232 m	4.7	77	2.2	0.12			
DH	000A2070	011D0009	0.00232 m	4.7	77	2.2	0.11			
DH	011D0009	000A2070	0.00232 m	4.7	77	2.2	0.12			
DH	000A2070	2001	0.00452 m	4.5	85	1.7	0.05			
DH	2001	000A2070	0.00452 m	4.5	85	1.7	0.17			
DH	000A2070	2001	0.00452 m	4.5	85	1.7	0.69			
DH	2001	000A2070	0.00452 m	4.5	85	1.7	0.06			
DH	000A2070	011D0009	0.00233 m	4.7	78	2.2	-0.12			
DH	011D0009	011D0173	0.00245 m	4.7	78	2.2	-0.12			
DH	011D0173	0000014	0.00402 m	4.5	83	1.9	-0.33			
DH	0000014	2001	0.00188 m	4.5	84	1.8	0.05			

[Top](#)

Oranjewoud Eindmeting



MOVE3 Versie 4.0.4
 Verkenning en Vereffening van Geodetische Netwerken

www.MOVE3.nl

(c) 1993-2010 Grontmij

000A2070-2014-Eind
03-06-2014 11:35:42

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

PROJECT

R:\00265000\00269432\GEO\3. verwerking\Move3\Oranjewoud\000A2070-2014-eind.prj

STATIONS

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

WAARNEMINGEN

Hoogteverschillen	44
Bekende coördinaten	1
Totaal	45

ONBEKENDEN

Coördinaten	10
Totaal	10

Aantal voorwaarden	35
--------------------	----

VEREFFENING

Aantal iteraties	1
Max coord correctie in laatste iteratie	0.0000 m

TOETSING

Alfa (meer dimensionaal)	0.1932
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	1.20

F-toets	0.495 geaccepteerd
---------	--------------------

VARIANTIE COMPONENT ANALYSE

	Variantie	Redundantie
Terrestrisch	0.495	35.0
Hoogteverschillen	0.495	35.0

	Variantie	Redundantie
Bekende coördinaten	0.000	0.0

PROJECTIE EN ELLIPSOIDE CONSTANTEN

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

INVOER BENADERDE TERRESTRISCHE COÖRDINATEN

Station	X Oost (m)	Y Noord (m)	Hoogte (m)	Id.Sa XY (m)	Id.Sa h (m)
2001	193792.0233 *	551769.5685 *	-0.3762	0.0000	0.0000 bekend
2002	193790.0000	551770.0000	2.2315	0.0000	0.0000
2003	193790.0000	551770.0000	2.3992	0.0000	0.0000
2004	193790.0000	551770.0000	2.3989	0.0000	0.0000
2005	193790.0000	551770.0000	2.3985	0.0000	0.0000
2006	193790.0000	551770.0000	2.4007	0.0000	0.0000
0000014	193777.0000	551730.0000	0.1677	0.0000	0.0000
000A2070	194080.8400 *	551574.4000 *	0.0000 *	0.0000	0.0000 bekend
11D0009	194100.0000 *	551580.0000 *	0.5945	0.0000	0.0000 bekend
11D0173	194000.0000 *	551550.0000 *	0.9233	0.0000	0.0000 bekend

INVOER STANDAARDAFWIJKINGEN VAN BEKENDE STATIONS

Station	Sa X Oost (m)	Sa Y Noord (m)	Sa Hoogte (m)
2001	0.0001 *	0.0001 *	bekend
000A2070	0.0001 *	0.0001 *	0.0001 * bekend
11D0009	0.0001 *	0.0001 *	bekend
11D0173	0.0001 *	0.0001 *	bekend

INVOER WAARNEMINGEN

Instrumenthoogte afwijking 0.0010 m

	Station	Richtpunt	St ih (m)	Rp ih (m)	Aflezings	Sa
DH	2001	0000014			0.54400	0.00042 m
DH	0000014	2001			-0.54400	0.00042 m
DH	2001	0000014			0.54390	0.00042 m
DH	0000014	2001			-0.54400	0.00042 m
DH	2001	2002			2.60710	0.00028 m
DH	2002	2003			0.16730	0.00028 m
DH	2003	2005			-0.00060	0.00028 m
DH	2005	2004			0.00040	0.00028 m
DH	2004	2006			0.00190	0.00028 m

	Station	Richtpunt	St ih (m)	Rp ih (m)	Aflezing	Sa
DH	2006	2001			-2.77590	0.00028 m
DH	2001	2006			2.77610	0.00028 m
DH	2006	2004			-0.00190	0.00028 m
DH	2004	2005			-0.00050	0.00028 m
DH	2005	2003			0.00130	0.00028 m
DH	2003	2002			-0.16780	0.00028 m
DH	2002	2001			-2.60760	0.00028 m
DH	2001	2002			2.60750	0.00028 m
DH	2002	2003			0.16750	0.00028 m
DH	2003	2005			-0.00130	0.00028 m
DH	2005	2004			0.00090	0.00028 m
DH	2004	2006			0.00170	0.00028 m
DH	2006	2001			-2.77600	0.00028 m
DH	2001	2006			2.77590	0.00028 m
DH	2006	2004			-0.00200	0.00028 m
DH	2004	2005			-0.00040	0.00028 m
DH	2005	2003			0.00120	0.00028 m
DH	2003	2002			-0.16790	0.00028 m
DH	2002	2001			-2.60710	0.00028 m
DH	0000014	11D0173			0.75540	0.00089 m
DH	11D0173	0000014			-0.75550	0.00089 m
DH	0000014	11D0173			0.75440	0.00089 m
DH	11D0173	11D0009			-0.32950	0.00052 m
DH	11D0009	11D0173			0.32940	0.00052 m
DH	11D0173	11D0009			-0.32940	0.00052 m
DH	11D0009	000A2070			-0.59480	0.00048 m
DH	000A2070	11D0009			0.59470	0.00048 m
DH	11D0009	000A2070			-0.59440	0.00048 m
DH	000A2070	2001			-0.37590	0.00101 m
DH	2001	000A2070			0.37650	0.00101 m
DH	000A2070	2001			-0.37540	0.00101 m
DH	2001	000A2070			0.37490	0.00101 m
DH	000A2070	11D0009			0.59450	0.00050 m
DH	11D0009	11D0173			0.32960	0.00052 m
DH	11D0173	0000014			-0.75490	0.00089 m

VEREFFENDE COORDINATEN (pseudo kleinste kwadraten netwerk)

Station	Coördinaat	Corr (m)	Sa (m)
2001 Hoogte	-0.3754	0.0008	0.0004
2002 Hoogte	2.2319	0.0004	0.0004
2003 Hoogte	2.3995	0.0003	0.0004
2004 Hoogte	2.3988	-0.0001	0.0004
2005 Hoogte	2.3983	-0.0002	0.0004
2006 Hoogte	2.4006	-0.0001	0.0004
0000014 Hoogte	0.1686	0.0009	0.0004
000A2070 Hoogte	0.0000 *	0.0000	0.0001
11D0009 Hoogte	0.5945	0.0000	0.0002

Station	Coördinaat	Corr (m)	Sa (m)
11D0173 Hoogte	0.9239	0.0006	0.0003

TOETSING VAN BEKENDE COORDINATEN

Station	MDB (m)	BNR	W-toets	Gs fout (m)	T-toets	Gs fout (m)
000A2070 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	0000014					0.0002
2001	2002					0.0001
2002	2003					0.0001
2003	2005					0.0001
2005	2004					0.0001
2004	2006					0.0001
2006	2001					0.0001
0000014	11D0173					0.0004
11D0173	11D0009					0.0002
11D0009	000A2070					0.0002
000A2070	2001					0.0004

VEREFFENDE WAARNEMINGEN

	Station	Richtpunt	Vereff wn	Corr	Sa
DH	2001	0000014	0.54403	-0.00003	0.00020 m
DH	0000014	2001	-0.54403	0.00003	0.00020 m
DH	2001	0000014	0.54403	-0.00013	0.00020 m
DH	0000014	2001	-0.54403	0.00003	0.00020 m
DH	2001	2002	2.60727	-0.00017	0.00013 m
DH	2002	2003	0.16758	-0.00028	0.00013 m
DH	2003	2005	-0.00115	0.00055	0.00013 m
DH	2005	2004	0.00050	-0.00010	0.00013 m
DH	2004	2006	0.00182	0.00008	0.00013 m
DH	2006	2001	-2.77603	0.00013	0.00013 m
DH	2001	2006	2.77603	0.00007	0.00013 m
DH	2006	2004	-0.00182	-0.00008	0.00013 m
DH	2004	2005	-0.00050	-0.00000	0.00013 m
DH	2005	2003	0.00115	0.00015	0.00013 m
DH	2003	2002	-0.16758	-0.00022	0.00013 m
DH	2002	2001	-2.60727	-0.00033	0.00013 m
DH	2001	2002	2.60727	0.00023	0.00013 m
DH	2002	2003	0.16758	-0.00008	0.00013 m
DH	2003	2005	-0.00115	-0.00015	0.00013 m
DH	2005	2004	0.00050	0.00040	0.00013 m

	Station	Richtpunt	Vereff wn	Corr	Sa
DH	2004	2006	0.00182	-0.00012	0.00013 m
DH	2006	2001	-2.77603	0.00003	0.00013 m
DH	2001	2006	2.77603	-0.00013	0.00013 m
DH	2006	2004	-0.00182	-0.00018	0.00013 m
DH	2004	2005	-0.00050	0.00010	0.00013 m
DH	2005	2003	0.00115	0.00005	0.00013 m
DH	2003	2002	-0.16758	-0.00032	0.00013 m
DH	2002	2001	-2.60727	0.00017	0.00013 m
DH	0000014	11D0173	0.75528	0.00012	0.00037 m
DH	11D0173	0000014	-0.75528	-0.00022	0.00037 m
DH	0000014	11D0173	0.75528	-0.00088	0.00037 m
DH	11D0173	11D0009	-0.32940	-0.00010	0.00025 m
DH	11D0009	11D0173	0.32940	0.00000	0.00025 m
DH	11D0173	11D0009	-0.32940	-0.00000	0.00025 m
DH	11D0009	000A2070	-0.59453	-0.00027	0.00023 m
DH	000A2070	11D0009	0.59453	0.00017	0.00023 m
DH	11D0009	000A2070	-0.59453	0.00013	0.00023 m
DH	000A2070	2001	-0.37538	-0.00052	0.00039 m
DH	2001	000A2070	0.37538	0.00112	0.00039 m
DH	000A2070	2001	-0.37538	-0.00002	0.00039 m
DH	2001	000A2070	0.37538	-0.00048	0.00039 m
DH	000A2070	11D0009	0.59453	-0.00003	0.00023 m
DH	11D0009	11D0173	0.32940	0.00020	0.00025 m
DH	11D0173	0000014	-0.75528	0.00038	0.00037 m

TOETSING VAN WAARNEMINGEN

	Station	Richtpunt	MDB	MDBn	Red	BNR	W-toets	Gs fout	T-toets	Gs fout (m)
DH	2001	0000014	0.00197 m	4.7	77	2.3	-0.07			
DH	0000014	2001	0.00197 m	4.7	77	2.3	0.07			
DH	2001	0000014	0.00197 m	4.7	77	2.3	-0.34			
DH	0000014	2001	0.00197 m	4.7	77	2.3	0.07			
DH	2001	2002	0.00131 m	4.6	79	2.1	-0.70			
DH	2002	2003	0.00131 m	4.6	79	2.1	-1.10			
DH	2003	2005	0.00131 m	4.6	79	2.1	2.20			
DH	2005	2004	0.00131 m	4.6	79	2.1	-0.40			
DH	2004	2006	0.00132 m	4.6	79	2.1	0.30			
DH	2006	2001	0.00131 m	4.6	79	2.1	0.50			
DH	2001	2006	0.00131 m	4.6	79	2.1	0.30			
DH	2006	2004	0.00132 m	4.6	79	2.1	-0.30			
DH	2004	2005	0.00131 m	4.6	79	2.1	-0.00			
DH	2005	2003	0.00131 m	4.6	79	2.1	0.60			
DH	2003	2002	0.00131 m	4.6	79	2.1	-0.90			
DH	2002	2001	0.00131 m	4.6	79	2.1	-1.29			
DH	2001	2002	0.00131 m	4.6	79	2.1	0.89			
DH	2002	2003	0.00131 m	4.6	79	2.1	-0.30			
DH	2003	2005	0.00131 m	4.6	79	2.1	-0.60			
DH	2005	2004	0.00131 m	4.6	79	2.1	1.59			

	Station	Richtpunt	MDB	MDBn	Red	BNR	W-toets	Gs fout	T-toets	Gs fout (m)
DH	2004	2006	0.00132 m	4.6	79	2.1	-0.49			
DH	2006	2001	0.00131 m	4.6	79	2.1	0.10			
DH	2001	2006	0.00131 m	4.6	79	2.1	-0.50			
DH	2006	2004	0.00132 m	4.6	79	2.1	-0.69			
DH	2004	2005	0.00131 m	4.6	79	2.1	0.40			
DH	2005	2003	0.00131 m	4.6	79	2.1	0.20			
DH	2003	2002	0.00131 m	4.6	79	2.1	-1.29			
DH	2002	2001	0.00131 m	4.6	79	2.1	0.70			
DH	0000014	11D0173	0.00403 m	4.5	83	1.9	0.15			
DH	11D0173	0000014	0.00403 m	4.5	83	1.9	-0.27			
DH	0000014	11D0173	0.00403 m	4.5	83	1.9	-1.09			
DH	11D0173	11D0009	0.00245 m	4.7	78	2.2	-0.23			
DH	11D0009	11D0173	0.00245 m	4.7	78	2.2	0.01			
DH	11D0173	11D0009	0.00245 m	4.7	78	2.2	-0.01			
DH	11D0009	000A2070	0.00224 m	4.7	77	2.3	-0.64			
DH	000A2070	11D0009	0.00224 m	4.7	77	2.3	0.40			
DH	11D0009	000A2070	0.00224 m	4.7	77	2.3	0.32			
DH	000A2070	2001	0.00453 m	4.5	85	1.7	-0.56			
DH	2001	000A2070	0.00453 m	4.5	85	1.7	1.20			
DH	000A2070	2001	0.00452 m	4.5	85	1.7	-0.03			
DH	2001	000A2070	0.00452 m	4.5	85	1.7	-0.51			
DH	000A2070	11D0009	0.00231 m	4.7	79	2.1	-0.08			
DH	11D0009	11D0173	0.00245 m	4.7	78	2.2	0.44			
DH	11D0173	0000014	0.00402 m	4.5	83	1.9	0.47			

[Top](#)

Bijlage 7: Foto's peilmerken per locatie

Meetlocatie Langezwaag





Meetlocatie Oranjewoud





Bijlage 8: Resultaten multistation berekening GPS metingen

Resultaten GPS-metingen Langezwaag

In opdracht van: Antea Group

datum: 6 juni 2014
auteur: ir. Frank Dentz, 06-GPS
goedkeuring: ir. Jean-Paul Henry, 06-GPS
versie: 1.1

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 (14-02-2013).....	6
4.2	2 ^e meting (02-06-2014).....	7
Bijlage A	Coördinaten stations	8

1 Inleiding

In het gebied rond Langezwaag (Friesland) wordt aardgas gewonnen uit een klein voorkomen. Als gevolg hiervan wordt er in het gebied een geringe bodemdaling verwacht. Antea Group heeft de opdracht gekregen deze bodemdaling te monitoren. Voor de uitvoering heeft Antea Group GPS-meetpalen geconstrueerd, 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 OG-GPS verwerkt met het Geo++ softwarepakket GNSMART. Dit rapport bevat de resultaten van de GPS metingen.

2 Meetopzet

De GPS-meetpalen zijn uitgerust met elk een Leica AR25 antenne met dome en een Leica GX1230GG 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 of 2). Fig. 1 geeft de locaties weer waar gedurende de meetcampagne de GPS-meetpalen worden opgesteld.



Fig. 1. Locaties GPS-meetpalen; lang (Langezwaag) en oran (Oranjewoud).

Voor de berekening wordt gebruik gemaakt van hetzelfde referentienetwerk als voor de metingen rond Vinkega / De Hoeve. Dit netwerk bevat in totaal 11 referentiestations, waarvan 8 beheerd door OG-GPS, 2 door Sapos en 1 AGRS station (Westerbork). Fig. 2 geeft een overzicht van het referentienetwerk met de onderlinge afstanden tussen de stations. De ETRS89 coördinaten van de stations zijn gebaseerd op de kadaster certificatie van 2011. Ten opzichte van deze publicatie zijn de coördinaten wel onderling vereffend door deze in een lange, aparte berekening met GNSMART een geringe vrijheid te geven. De vereffende coördinaten van de referentiestations worden tijdens de berekening van de tijdelijke stations vastgehouden. OG-GPS zal de coördinaten van de referentiestations echter jaarlijks opnieuw berekenen om eventuele autonome bewegingen te kunnen detecteren. Het betreffende netwerk is voor het laatst gecontroleerd in december 2012.

De benaderde coördinaten van de tijdelijke opstellingen 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.

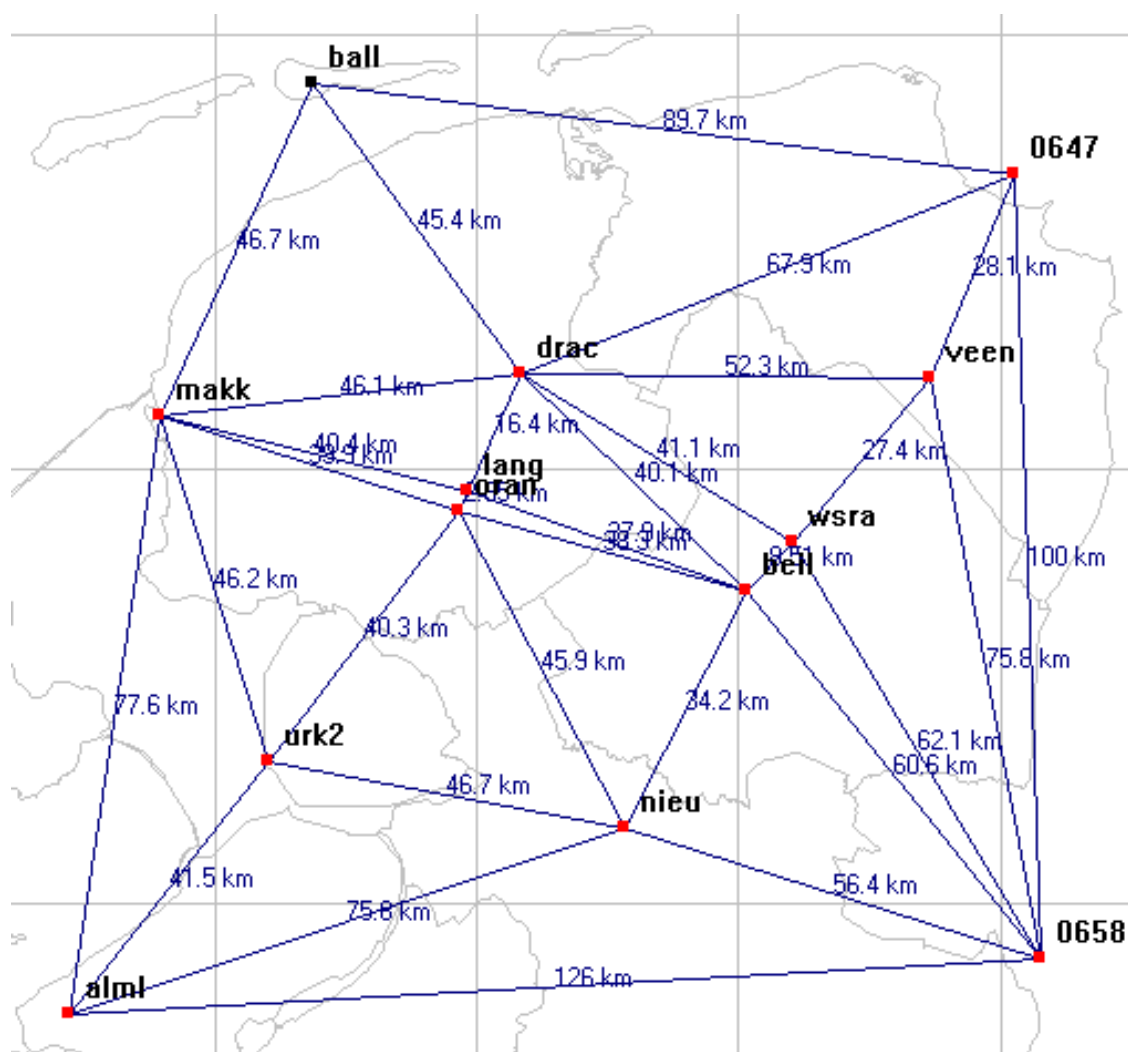


Fig. 2. Referentienetwerk t.b.v. verwerking 'tijdelijke' stations 'lang' en 'oran'.

3 Foutenbronnen & interpretatie resultaten

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

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

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

Door een wat langere tijdserie te meten is het echter wel mogelijk dit schommeleffect uit te middelen, waardoor sub-millimeter nauwkeurigheid behaald kan worden.

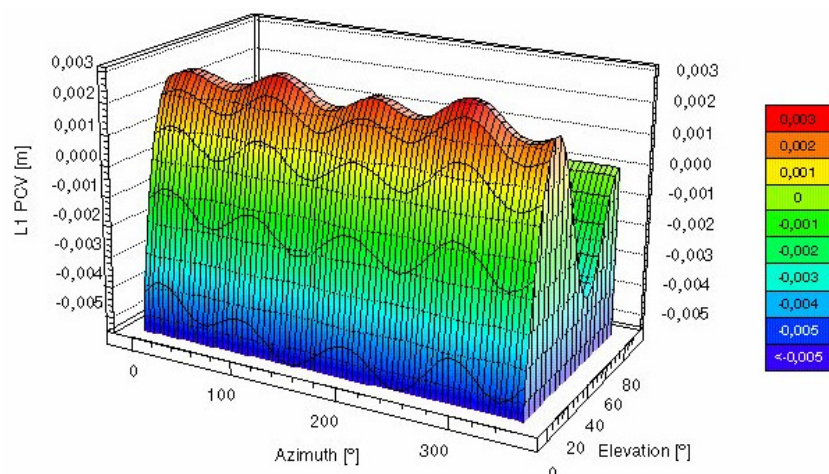


Fig. 3. Fasecentrum variaties van een Leica AR25 antenne (L1).

4 Resultaten GPS-metingen

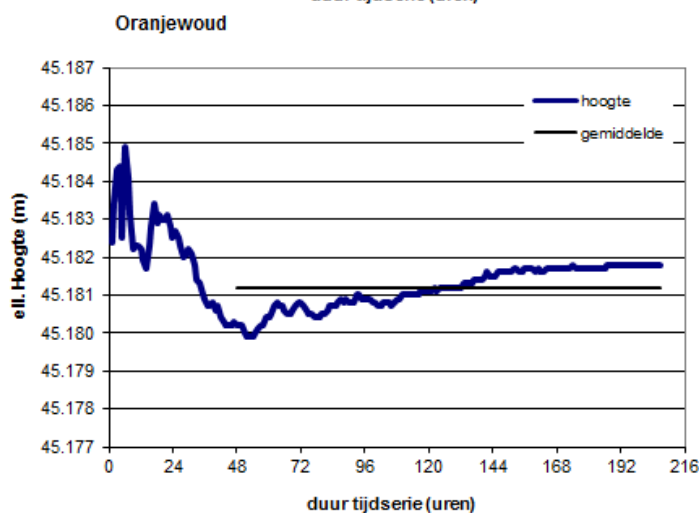
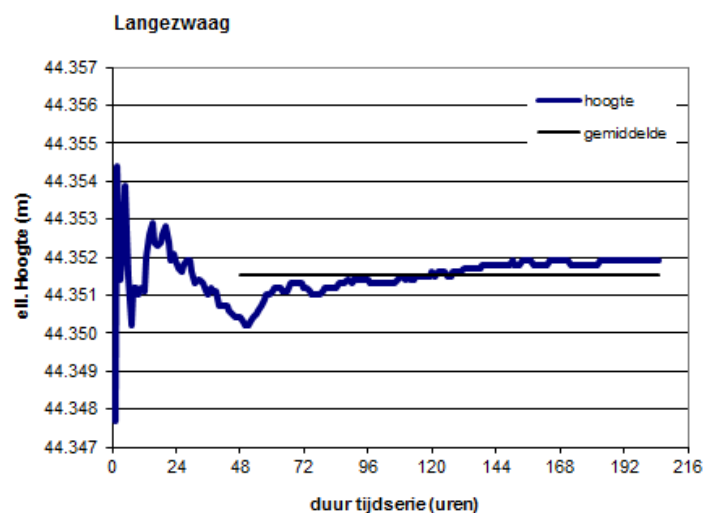
4.1 1^e meting (14-02-2013)

De 1^e meting (nulmeting) heeft plaats gevonden van 6 t/m 14 februari 2013. Zie de onderstaande tabel voor een overzicht van de stations met de bijbehorende meetpaal en start- en einddatum van de tijdserie:

Station	Paal nr	Ant. kalibratie	Startdatum	Einddatum
Langezwaag	1	09150006.ant	06-02-2013	14-02-2013
Oranjewoud	2	09150005.ant	06-02-2013	14-02-2013

De onderstaande tabel bevat de berekende coördinaten van de twee 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
Langezwaag	52	58	27.79378	05	59	00.93921	44.3515	0.0004
Oranjewoud	52	57	05.63528	05	57	51.80706	45.1812	0.0005



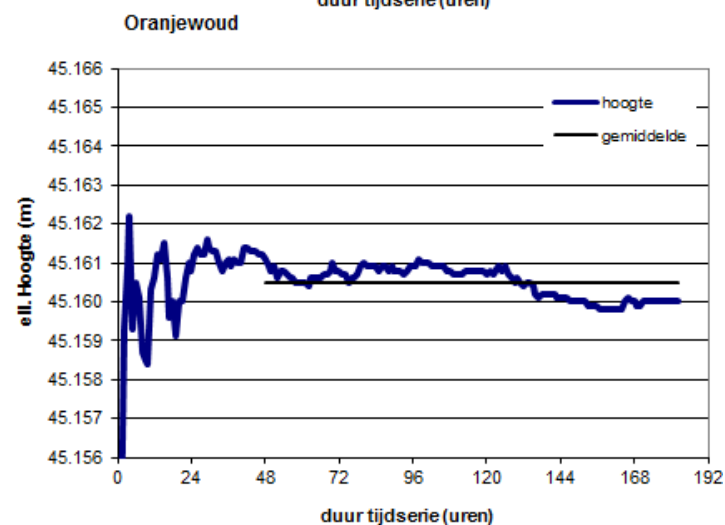
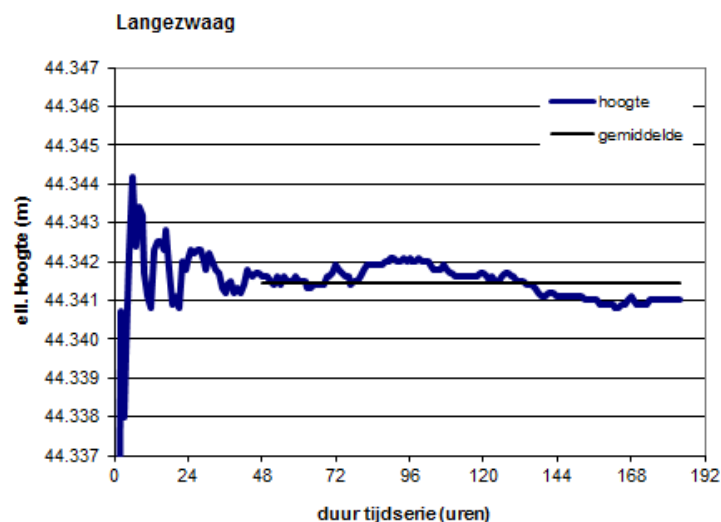
4.2 2^e meting (02-06-2014)

De 2^e meting heeft plaats gevonden van 26 mei t/m 2 juni 2014. Zie de onderstaande tabel voor een overzicht van de stations met de bijbehorende meetpaal en start- en einddatum van de tijdserie:

Station	Paal nr	Ant. kalibratie	Startdatum	Einddatum
Langezwaag	1	09150006.ant	26-05-2014	02-06-2014
Oranjewoud	2	09150005.ant	26-05-2014	02-06-2014

De onderstaande tabel bevat de berekende coördinaten van de twee 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
Langezwaag	52	58	27.79366	05	59	00.93717	44.3414	0.0004
Oranjewoud	52	57	05.63571	05	57	51.80638	45.1605	0.0004





Datum
6 juni 2014

Titel
Resultaten GPS-metingen Langezwaag

Versie
1.1

Pagina
8 van 9

Bijlage A Coördinaten stations

Coördinaten 2013

Station	naam	owner	status	Date	N ETRS89 (° ' ")			E ETRS89 (° ' ")			ell.h. (m)	ant.h. (m)	ARP (m)	ant. callibratiefile
0647	emden	SAPOS	fixed	18-12-2012	53	20	14.76810	7	1	38.98376	56.9495	0.055	57.0045	10211016.ant
0658	nordhorn	SAPOS	fixed	25-11-2011	52	26	9.55398	7	4	38.56803	80.5497	0.104	80.6537	10231048.ant
alml	almere	06-GPS	fixed	25-11-2011	52	22	17.02872	5	13	20.54530	87.8490	0.000	87.8490	3830191.ant
ball	ballum	06-GPS	fixed	18-12-2012	53	26	29.58828	5	41	15.67006	54.5420	0.101	54.6430	2170556.ant
beil	beilen	06-GPS	fixed	25-11-2011	52	51	37.49847	6	30	54.37361	71.3757	0.099	71.4747	2170563.ant
drac	drachten	06-GPS	fixed	25-11-2011	53	6	31.75463	6	4	58.04637	56.3447	0.147	56.4917	2170593.ant
makk	makkum	06-GPS	fixed	18-12-2012	53	3	36.43449	5	23	50.91263	59.4138	0.147	59.5608	3830141.ant
nieu	nieuweusen	06-GPS	fixed	18-12-2012	52	35	14.08077	6	16	57.49689	61.3684	0.148	61.5164	3830174.ant
urk2	urk	06-GPS	fixed	25-11-2011	52	39	49.41042	5	36	8.55276	54.3936	0.148	54.5416	3830190.ant
veen	veendam	06-GPS	fixed	18-12-2012	53	6	15.38219	6	51	54.03497	65.9107	0.147	66.0577	3830189.ant
wsra	westerbork	AGRS	fixed	25-11-2011	52	54	52.58944	6	36	16.20606	82.2683	0.389	82.6573	aoadm_t.ant

Station	naam	owner	status	Date	N ETRS89 (° ' ")			E ETRS89 (° ' ")			ell.h. (m)	ant.h. (m)	ARP (m)	ant. callibratiefile
lang	langezwaag	Antea Group	relaxed	14-02-2013	52	58	27.79378	5	59	00.93921	44.3515	0.000	44.3515	09150006.ant
oran	Oranjewoud	Antea Group	relaxed	14-02-2013	52	57	05.63528	5	57	51.80706	45.1812	0.000	45.1812	09150005.ant



Datum
6 juni 2014

Titel
Resultaten GPS-metingen Langezwaag

Versie
1.1

Pagina
9 van 9

Coördinaten 2014

station	naam	eigenaar	status	datum	N ETRS89 (° ' ")			E ETRS89 (° ' ")			ell.h. (m)	ant.h. (m)	ARP (m)	ant. callibratiefile
0647	emden	SAPOS	fixed	18-12-2012	53	20	14.76810	7	1	38.98376	56.9495	0.055	57.0045	10211016.ant
0658	nordhorn	SAPOS	fixed	25-11-2011	52	26	9.55398	7	4	38.56803	80.5497	0.104	80.6537	10231048.ant
alml	almere	06-GPS	fixed	25-11-2011	52	22	17.02872	5	13	20.54530	87.8490	0.000	87.8490	3830191.ant
ball	ballum	06-GPS	fixed	18-12-2012	53	26	29.58828	5	41	15.67006	54.5420	0.101	54.6430	2170556.ant
beil	beilen	06-GPS	fixed	25-11-2011	52	51	37.49847	6	30	54.37361	71.3757	0.099	71.4747	2170563.ant
drac	drachten	06-GPS	fixed	25-11-2011	53	6	31.75463	6	4	58.04637	56.3447	0.147	56.4917	2170593.ant
makk	makkum	06-GPS	fixed	18-12-2012	53	3	36.43449	5	23	50.91263	59.4138	0.147	59.5608	3830141.ant
nieu	nieuwleusen	06-GPS	fixed	18-12-2012	52	35	14.08077	6	16	57.49689	61.3684	0.148	61.5164	3830174.ant
urk2	urk	06-GPS	fixed	25-11-2011	52	39	49.41042	5	36	8.55276	54.3936	0.148	54.5416	3830190.ant
veen	veendam	06-GPS	fixed	2-6-2014	53	6	15.38237	6	51	54.03465	65.9041	0.147	66.0511	3830189.ant
wsra	westerbork	AGRS	fixed	25-11-2011	52	54	52.58944	6	36	16.20606	82.2683	0.389	82.6573	aoadm_t.ant

station	naam	eigenaar	status	datum	N ETRS89 (° ' ")			E ETRS89 (° ' ")			ell.h. (m)	ant.h. (m)	ARP (m)	ant. callibratiefile
lang	langezwaag	Antea Group	relaxed	2-6-2014	52	58	27.79366	5	59	0.93717	44.3414	0.000	44.3414	09150006.ant
oran	Oranjewoud	Antea Group	relaxed	2-6-2014	52	57	5.63571	5	57	51.80638	45.1605	0.000	45.1605	09150005.ant