



**GNSS meting
Diever - Eesveen - Vinkega -
De Hoeve**

Rapportage van de GNSS-
signaleringsmeting 2023

Antea Group

Understanding today.
Improving tomorrow.

projectnummer 0489039.100
definitief
22 januari 2024

GNSS-meting Diever - Eesveen - Vinkega - De Hoeve

Rapportage van de GNSS-signaleringsmeting 2023

projectnummer 0489039.100
definitief
22 januari 2024

Opdrachtgever

Vermilion Energy B.V.
Postbus 71
8860 AB HARLINGEN

Gecontroleerd



datum	beschrijving
22 januari 2024	definitief



Inhoudsopgave

1.	Inleiding	4
2.	Meetopzet	5
2.1	Eisen aan de meetopzet	6
2.2	Meetchronologie	6
3.	GPS-meetpalen	8
3.1	Constructie	8
3.2	Kalibratie	9
4.	Meetlocaties	10
5.	Metingen	14
5.1	Opbouw GPS-meetpalen	14
5.2	Antennemeting na opbouw	14
5.3	Antennemeting voor demontage	15
5.4	Weersomstandigheden	15
6.	Verwerking en resultaten	16
6.1	Waterpasmetingen	16
6.2	Multistation berekeningen GPS metingen	20
6.3	Referentiepunt	20
6.4	Resultaten	20
6.5	Differentiestaat	22
7.	Samenvatting	24

Bijlagen

Bijlage 1	Overzichtskaart meetnet
Bijlage 2	Resultaten vereffening maatvoering AR25-antennes
Bijlage 3	Tekening AR25 choke ring antenne
Bijlage 4	AR25 Antenne kalibratierapporten
Bijlage 5	Foto's GPS locaties
Bijlage 6	Resultaten vereffening waterpasmetingen
Bijlage 7	Foto's peilmerken per meetlocatie
Bijlage 8	Resultaten multistation berekening GPS metingen
Bijlage 9	Differentiestaat

1. Inleiding

In opdracht van Vermilion Energy B.V. (hier na te noemen Vermilion) heeft Antea Group in november 2023 een GNSS¹ signaleringsmeting (hierna genoemd GPS-meting) uitgevoerd. De werkzaamheden zijn uitgevoerd in het kader van het 'Meetplan Diever, Eesveen, Nijensleek, Vinkega, De Hoeve, Noordwolde en Weststellingwerf 2023' in het winningsvergunningsgebied Gorredijk, Drenthe VI en Steenwijk.

Voorheen werden de GPS locaties Diever, Eesveen, Boijl en Wateren afzonderlijk van de GPS locaties Vinkega, de Hoeve en Boijl gemeten. Vanaf de meting in 2019 worden de genoemde zes locaties in één gezamenlijke meetcampagne gemeten.

Door de GPS-meting jaarlijks te herhalen, wordt het tijdsverloop van de bodembeweging in het centrale gebied bewaakt. Hierdoor hebben de GPS-metingen een signaleringsfunctie. Er zal een vlakdekkende nauwkeurigheidswaterpassing worden uitgevoerd als het resultaat van een GPS-meting:

- a. Significant afwijkt van de resultaten ten tijde van de voorgaande vlakdekkende waterpassing;
- b. Een bodemdaling impliceert die groter is dan de in het winningsplan opgenomen prognose met tijdlijn.

In dit rapport worden de voorbereiding, de uitvoering en de resultaten van de GPS-meting beschreven. Voor de GPS-locaties Boijl en Diever betreft deze GPS-meting de 6^e herhalingsmeting. Voor de GPS-locaties Wateren en Eesveen betreft deze GPS-meting de 4^e herhalingsmeting. Voor de locaties Vinkega en De Hoeve behorend bij het meetnet Vinkega-De Hoeve is dit de 7^e herhalingsmeting.

Met dit rapport wordt uitvoering gegeven aan het gestelde in artikel 31, Mijnbouwbesluit 2002, met betrekking tot de uitvoering en de rapportage van metingen overeenkomstig het goedgekeurde 'Meetplan Diever, Eesveen, Nijensleek, Vinkega, De Hoeve, Noordwolde en Weststellingwerf 2023'.

De werkzaamheden bestaan uit:

- Het uitvoeren van statische GPS-metingen op zes locaties, om het hoogteverschil tussen de locaties te bepalen;
- Het uitvoeren van antennemetingen (waterpassing) om het hoogteverschil tussen de GPS antenne en de overige peilmerken in de omgeving te bepalen. Deze metingen worden bij op- en afbouw uitgevoerd;
- Het berekenen en verwerken van de waterpasmetingen;
- Postprocessing van de ruwe GPS data;
- Het combineren van de resulterende hoogteverschillen uit de GPS- en waterpasmetingen;
- Het opstellen van een differentiestaat;
- Het opstellen van een rapportage van de bovengenoemde werkzaamheden.

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

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

¹ GNSS: Global Navigation Satellite Systems

2. Meetopzet

Het volledig meetnet behorend bij het 'Meetplan Diever, Eesveen, Nijensleek, Vinkega, De Hoeve, Noordwolde en Weststellingwerf 2019' is in dit rapport opgenomen als bijlage 1. Op deze overzichtstekening is naast de zes GPS locaties het volledig waterpasmeetnet weergegeven.

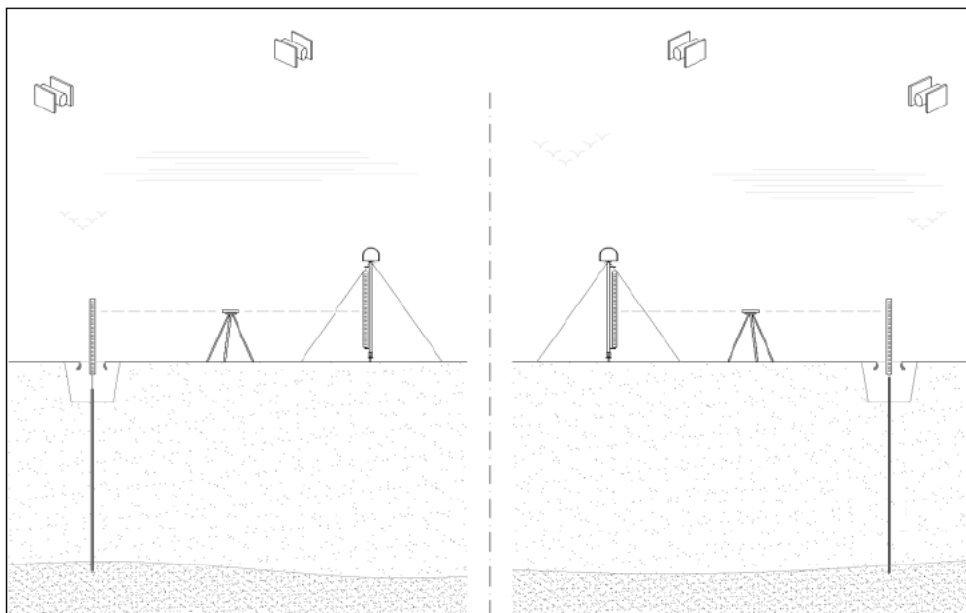
Doel van deze signaleringsmeting is het kunnen aantonen of er afwijkingen zijn opgetreden van het verwachte zettingspatroon. Daarvoor worden de huidige hoogteverschillen onderling vastgelegd tussen de GPS antenne, 'diepgefundeerde' ondergronds merken en een aantal overige peilmerken in de omgeving van de meetlocatie (principeschets zie figuur 1).

Voorafgaand aan de nulmetingen zijn de onderstaande 'diep gefundeerde' ondergrondse peilmerken geplaatst:

- Ondergronds peilmerk 000A2884 ter hoogte van meetlocatie Boijl
- Ondergronds peilmerk 000A2897 ter hoogte van meetlocatie Diever
- Ondergronds peilmerk 000A2903 ter hoogte van de meetlocatie Wateren
- Ondergronds peilmerk 000A2904 ter hoogte van meetlocatie Eesveen
- Ondergronds peilmerk 000A2885 ter hoogte van meetlocatie De Hoeve
- Ondergronds peilmerk 000A2886 ter hoogte van meetlocatie Vinkega

Deze ondergrondse peilmerken zijn ook in de genoemde vlakdekkende waterpasmetingen gemeten.

De afstand tussen de GPS-meetlocatie Wateren, gesitueerd buiten de theoretische invloedssfeer van de bodemdaling door mijnbouwactiviteiten en de overige meetlocaties varieert tussen 5 en 13 kilometer. Het meten van hoogteverschillen over deze relatief grote afstand vindt plaats met GPS technieken. Het meten van de hoogteverschillen op elke GPS-meetlocatie vindt plaats door middel van een secundaire waterpassing. Het betreft hier een waterpassing tussen het ondergronds merk, de overige peilmerken en de GPS-antenne.



Figuur 1: Principeschets van de signaleringsmetingen met als doel het meten van hoogteverschillen tussen de ondergrondse merken en de overige peilmerken op de GPS-meetlocaties. De signaleringsmetingen bestaan uit GPS metingen (bepaling hoogten in ETRS89 van de ARP's² van de meetpalen) en waterpasmetingen (bepaling hoogteverschil tussen de peilmerken en de ARP's van de meetpalen).

² ARP: Antenne Referentie punt

2.1 Eisen aan de meetopzet

De na te streven meetnauwkeurigheid van de relatieve hoogteverschillen is 1-3 mm in de standaardafwijking. Daarnaast dienen de metingen zodanig ingericht te zijn om een 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 meetlocatie gebruik gemaakt van een ondergronds merk dat aantoonbaar gefundeerd is in de top van het pleistoceen;
2. Multipath, het (mede) ontvangen van GPS-signalen via reflecterende oppervlakten en dus via 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 het ondergronds merk, voorafgaand aan en na afloop van de GPS-meting, komt overeen met elkaar;
5. De antennemetingen op de meetpaal moeten op alle meetlocaties met dezelfde baak worden uitgevoerd;
6. De hoogten van de meetlocaties buiten de theoretische invloedssfeer worden bepaald ten opzichte van bestaande verder weg gelegen permanente GPS-referentiestationen.

Aandachtspunt

De GPS-meetpalen³ zijn gevoelig voor technische storingen, verstoringen door omgevingsfactoren, autonome zetting en uitzetting door temperatuursveranderingen. Om eventuele (ver)storingen op te merken vinden er tijdens de GPS-metingen controles plaats op het loggen van de GPS-data. Derhalve worden controlemetingen uitgevoerd voorafgaand en na afloop van de GPS-metingen.

2.2 Meetchronologie

Deze signaleringsmeting is een combinatie van GPS- en antennemetingen, hier uitgevoerd op een zestal GPS-meetlocaties met als doel:

- Het in de tijd volgen van het ondergronds merk 000A2897 en de peilmerken 016F0186 en 016F0202 in het centrale gedeelte van de theoretische invloedssfeer van het gasvoorkomen Diever;
- Het in de tijd volgen van het ondergronds merk 000A2904 en de peilmerken 016G0180, 016G0332 en 016G0333 in het centrale gedeelte van de theoretische invloedssfeer van het gasvoorkomen Eesveen;
- Het in de tijd volgen van het ondergronds merk 000A2884 en de peilmerken 146, 147 en 016F130, binnen de theoretische invloedssfeer van het gasvoorkomen Diever;
- Het in tijd volgen van het buiten de theoretische invloedssfeer gelegen ondergrondse merk 000A2903 en de peilmerken 016F0097, 016F0147 en 016F0234;
- Het in tijd volgen van het ondergronds merk 000A2886 en de peilmerken 149 en 156 in het centrale gedeelte van de theoretische invloedssfeer van het gasvoorkomen Vinkega;
- Het in tijd volgen van het ondergronds merk 000A2885 en de peilmerken 144 en 155 in het centrale gedeelte van de theoretische invloedssfeer van het gasvoorkomen De Hoeve.

³ GPS-meetpaal: Een paal waaraan een GPS-ontvanger en een GPS-antenne zijn bevestigd (voor de constructie zie paragraaf 3.1)

De signaleringsmetingen in het meetnet Diever-Eesveen zijn volgens onderstaand tijdspad uitgevoerd:

- Oktober 2015; 1^e GPS signaleringsmeting (nulmeting, Boijl en Diever)
- November 2016; 2^e GPS signaleringsmeting (1^e herhalingsmeting, Boijl en Diever)
- Februari 2018; 3^e GPS signaleringsmeting (2^e herhalingsmeting, Boijl en Diever; nulmeting, Eesveen en Wateren)
- November 2019; 4^e GPS signaleringsmeting (3^e herhalingsmeting, Boijl en Diever; 1^e herhalingsmeting, Eesveen en Wateren)
- November 2020; 5^e GPS signaleringsmeting (4^e herhalingsmeting, Boijl en Diever; 2^e herhalingsmeting, Eesveen en Wateren)
- December 2021; 6^e GPS signaleringsmeting (5^e herhalingsmeting, Boijl en Diever; 3^e herhalingsmeting, Eesveen en Wateren)
- November 2023; 7^e GPS signaleringsmeting (6^e herhalingsmeting, Boijl en Diever; 4^e herhalingsmeting, Eesveen en Wateren)

De signaleringsmetingen in het meetplan Vinkega-De Hoeve zijn volgens onderstaand tijdspad uitgevoerd:

- November 2011; 1^e GPS signaleringsmeting (nulmeting)
- December 2012; 2^e GPS signaleringsmeting (1^e herhalingsmeting)
- Januari 2015; 3^e GPS signaleringsmeting (2^e herhalingsmeting)
- April 2017; 4^e GPS signaleringsmeting (3^e herhalingsmeting)
- November 2019; 5^e GPS signaleringsmeting (4^e herhalingsmeting)
- November 2020; 6^e GPS signaleringsmeting (5^e herhalingsmeting)
- December 2021; 7^e GPS signaleringsmeting (6^e herhalingsmeting)
- November 2023; 8^e GPS signaleringsmeting (7^e herhalingsmeting)

Vanaf november 2019 zijn de GPS signaleringsmetingen in de meetplannen Diever-Eesveen en Vinkega-De Hoeve gecombineerd uitgevoerd. Alle metingen zijn op dezelfde locaties en door middel van dezelfde meetmethode uitgevoerd.

3. GPS-meetpalen

3.1 Constructie

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

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

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

Onderaan de mast bevindt zich een waterdichte kunststoffen kist waarin de GPS -ontvanger is geplaatst. Met de mastvoet wordt de mast vastgeklemd op een in de bodem geslagen pen. De mast wordt verticaal opgericht door de top van de mast te schoren aan drie schoorpalen met behulp van stalen tuidraden.

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

De antennenummering en de bijbehorende meetpaalnummers zijn als volgt:

Meetpaal	Serienummer antenne
1	9150006
2	9150005
3	9150010

Tabel 1: Serienummer antenne.

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



Figuur 2 Leica AR25 GPS-antenne



Figuur 3: Leica 1200 GPS -ontvanger

3.2 Kalibratie

Absolute antenne kalibratie

Nauwkeurige GPS-metingen vereisen een goede kennis van de ontvangstkarakteristieken van de gebruikte GPS-antennes. Hiervoor is van elk van de drie AR25 antennes een antennekalibratie uitgevoerd. Een bevestiging dat deze kalibratie is uitgevoerd is opgenomen met kalibratie-rapporten in bijlage 4.

Maatvoering AR25 antenne

De afstand tussen de onderkant van de antennerand en het ARP (afslagrand schroefdraad) is nodig om de GPS resultaten met de waterpasresultaten te kunnen combineren. Voor de AR25 GPS-antenne is deze afstand volgens de technische specificaties van Leica gelijk aan 32 mm (bijlage 3). Bij een door Antea Group uitgevoerde controle van de drie AR25 GPS-antennes, blijkt de werkelijke maat echter groter dan deze waarde.

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

Antenne 1 (serienummer antenne 9150006; maten in mm)

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

Antenne 2 (serienummer antenne 9150005; maten in mm)

			2005		
			33.9		
			-0.4		
2004	32.0	1.6	33.6	-1.2	34.8
			0.1		
			33.5		
			2006		

Antenne 3 (serienummer antenne 9150010; maten in mm)

			3004		
			32.6		
			0.4		
3006	32.1	0.9	33.0	-0.9	33.9
			-0.4		
			33.4		
			3003		

Tabel 2: Resultaten Move3 berekening hoogteverschil antennerand – ARP.

4. Meetlocaties

De GPS meetlocaties van de mobiele GPS-meetpalen zijn weergegeven in relatie tot het totale deformatienet in de overzichtskaart bijgevoegd als bijlage 1. De GPS -meetlocaties, elk nabij een ondergronds peilmerk zijn gekozen op basis van:

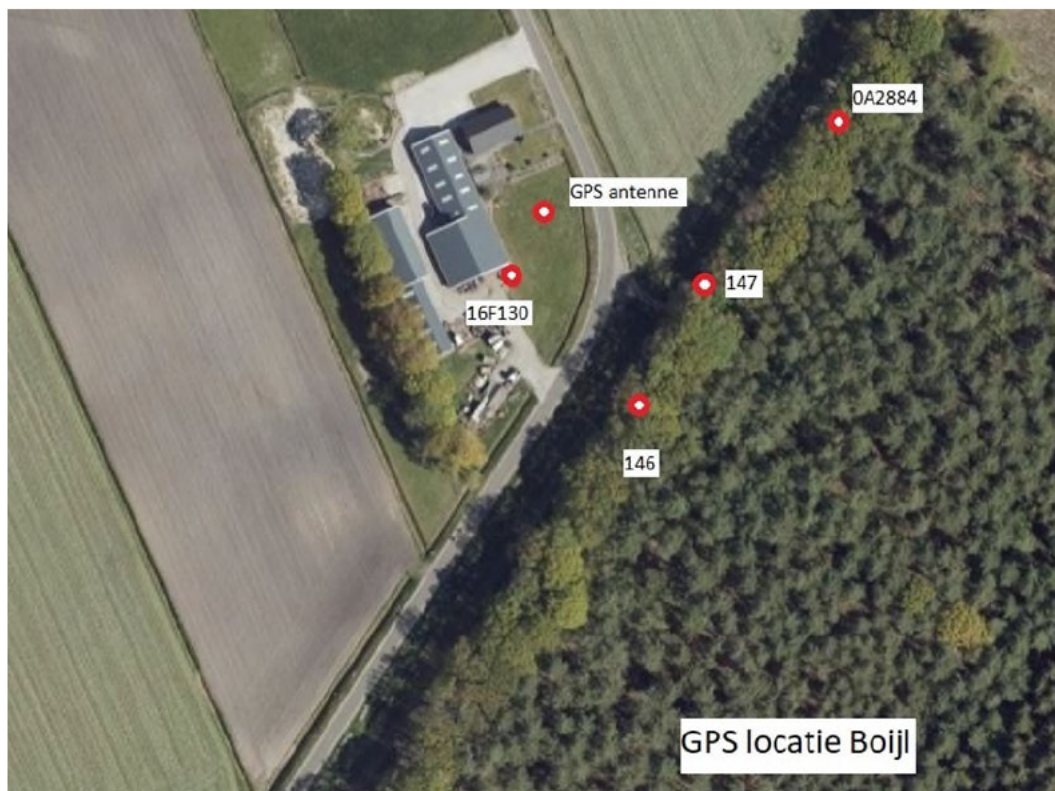
- Bereikbaarheid;
- Lage kans op verstoring of vernieling;
- Geringe aanwezigheid van reflecterende oppervlakten.

Voor deze GPS-meting zijn de meetpalen op nagenoeg exact dezelfde posities opgebouwd als bij een vorige GPS-meting. Dit is van belang om te voorkomen, dat de onnauwkeurigheid in de bepaling van het verschil tussen geoïde en ellipsoïde in de berekening wordt geïntroduceerd.

De meetlocaties, respectievelijk Wateren, Boijl, Diever, Eesveen, Wateren, De Hoeve en Vinkega worden weergegeven in de onderstaande figuren 4 t/m 9.



Figuur 4: GPS-meetlocatie Wateren.



Figuur 5: GPS-meetlocatie Boijl.



Figuur 6: GPS-meetlocatie Diever.



Figuur 7: GPS-metlocatie Eesveen.



Figuur 8: GPS-metlocatie De Hoeve



Figuur 9: GPS-metlocatie Vinkega

5. Metingen

5.1 Opbouw GPS-meetpalen

De GPS-meetpalen zijn geplaatst, opgebouwd en opgestart volgens onderstaande tabel.

Meetpaal	Locatie	Antenne	Start-/plaatsingsdatum	Einddatum
2	Boyl	9150005	6-11-2023	14-11-2023
2	Eesveen	9150005	23-10-2023	30-10-2023
3	Wateren	9150010	23-10-2023	14-11-2023
1	Diever	9150006	23-10-2023	30-10-2023
1	Vinkega	9150006	30-10-2023	6-11-2023
2	De Hoeve	9150005	30-10-2023	6-11-2023

Tabel 3 Overzicht inzet GPS-meetpalen.

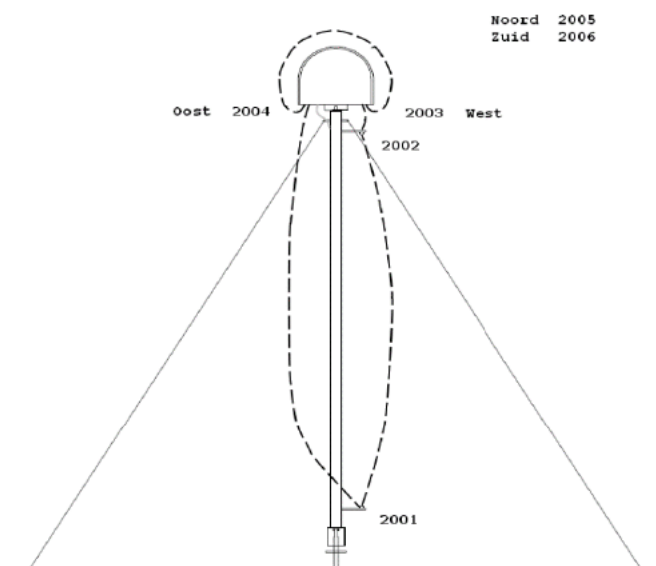
De GPS-meetpalen zijn opgesteld op een 1,2 m lange stalen grondpen waarop elke GPS-antenne noord-gericht is geplaatst. Elke meting is gestart met een waarnemingsinterval van 10 seconden, een bestandsgrootte van 24-uur aan waarnemingen en een minimale elevatiehoek van 5 graden. De GPS-meetpalen zijn van elektriciteit voorzien door de eerder genoemde semi-tractie accu's.

5.2 Antennemeting na opbouw

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

- Onderste dopmoer van de GPS-meetpaal
- Ondergronds peilmerk
- Overige peilmerken.

Met deze antennemeting worden de hoogteverschillen geleverd tussen de onderzijde van de GPS-antenne, het ondergronds merk en de overige meetpunten bij de meetlocatie. Vanaf de onderste dopmoer van de GPS-meetpaal zijn de bovenste dopmoer en vier punten op de rand van de antenne gemeten (zie figuur 10). Alle metingen zijn tweemaal gecontroleerd uitgevoerd in een heen- en teruggang.



Figuur 10: Illustratie van de gemeten secties tijdens de antennemeting aan meetpaal 2 (onderbroken lijn). Daarnaast is er vanaf 2001 naar het nabijgelegen ondergronds merk gemeten (niet getoond).

5.3 Antennemeting voor demontage

Alvorens het demonteren van de GPS-meetpalen zijn op de GPS-locaties de afsluitende waterpassingen uitgevoerd, identiek aan de meetmethodiek weergegeven in paragraaf 5.2. De resultaten zijn gecontroleerd en vervolgens is het loggen van de GPS-data per meetlocatie gestopt. Aansluitend zijn de meetpalen verwijderd.

5.4 Weersomstandigheden

In de onderstaande tabel 4 worden de weersomstandigheden weergegeven ten tijde van de werkzaamheden (periode 23-10-2023 t/m 14-11-2023). De gegevens zijn afkomstig van het KNMI weerstation Marknesse dat gesitueerd is in de omgeving van het projectgebied.

Indien een daggegevens bij het KNMI weerstation Marknesse niet beschikbaar is, is het desbetreffende daggegevens afkomstig van het KNMI weerstation Hoozeveer. Dit KNMI weerstation is eveneens gesitueerd in de omgeving van het projectgebied.

Datum	Wind-richting	Windkracht (Bft)	Bewolking	Temp. Lucht
20231023	O	3	Vrijwel geheel bewolkt	9.2 °C
20231024	Z	3	Vrijwel geheel bewolkt	11.3 °C
20231025	OZO	2	Zwaar bewolkt	9.4 °C
20231026	O	2	Vrijwel geheel bewolkt	9.3 °C
20231027	OZO	2	Geheel bewolkt	9.6 °C
20231028	ZZO	3	Geheel bewolkt	11.1 °C
20231029	ZZW	4	Zwaar bewolkt	12.5 °C
20231030	Z	3	Half tot zwaar bewolkt	11.2 °C
20231031	WZW	3	Geheel bewolkt	10.8 °C
20231101	Z	4	Vrijwel geheel bewolkt	12.0 °C
20231102	Z	5	Geheel bewolkt	11.3 °C
20231103	ZZW	5	Zwaar bewolkt	9.6 °C
20231104	ZZO	4	Geheel bewolkt	9.3 °C
20231105	ZW	3	Vrijwel geheel bewolkt	10.1 °C
20231106	ZW	4	Zwaar bewolkt	9.7 °C
20231107	ZZW	4	Zwaar bewolkt	9.2 °C
20231108	ZZW	4	Geheel bewolkt	9.3 °C
20231109	ZZW	3	Geheel bewolkt	9.2 °C
20231110	ZZW	3	Geheel bewolkt	7.3 °C
20231111	WZW	2	Half tot zwaar bewolkt	6.6 °C
20231112	ZZW	2	Vrijwel geheel bewolkt	6.0 °C
20231113	ZZW	4	Vrijwel geheel bewolkt	9.0 °C
20231114	WZW	4	Vrijwel geheel bewolkt	11.4 °C

Tabel 4: Weersomstandigheden gedurende de meetdagen

6. Verwerking en resultaten

6.1 Waterpasmetingen

Move vereffening waterpasresultaten

De antennemetingen bij opbouw en demontage zijn in Move3 getoetst volgens de Delftse rekenmethode 'Kleinste Kwadraten'. Bij deze rekenmethode vindt toetsing plaats van het meetnet als geheel (F-toets) en toetsing van de waarnemingen afzonderlijk (W-toets). In de Move3 berekeningen zijn voor de antennemetingen (waterpassingen) de ondergrondse merken aangehouden als referentiepunt.

Kwaliteitscontrole waterpasmetingen

In de onderstaande tabel 5 wordt per meetlocatie een kwaliteitsbeschrijving gegeven van de verkregen resultaten. Het volledig Move3 uitvoerbestand per meetlocatie wordt digitaal bij deze rapportage aangeleverd.

Meetlocatie	Meting	Gedeselecteerde waarnemingen	Standaardafwijking waarnemingen (in mm)	F-toets	
				Kritieke waarde	Berekende waarde
Boijl	Bij opbouw	5	< 0.2	1.090	0.723
	Bij afbouw	5	< 0.2	1.090	1.073
Eesveen	Bij opbouw	0	< 0.3	1.060	0.117
	Bij afbouw	0	< 0.2	1.050	0.264
Wateren	Bij opbouw	0	< 0.3	1.030	0.284
	Bij afbouw	2	< 0.3	1.020	0.391
Diever	Bij opbouw	0	< 0.3	1.060	0.249
	Bij afbouw	0	< 0.3	1.060	0.270
De Hoeve	Bij opbouw	0	< 0.2	1.050	0.413
	Bij afbouw	6	< 0.2	1.070	0.351
Vinkega	Bij opbouw	0	< 0.2	1.050	0.380
	Bij afbouw	4	< 0.2	1.080	0.373

Tabel 5: Kwaliteitsbeschrijving resultaten waterpasmetingen

Resultaten waterpasmetingen

In de onderstaande tabellen 6 t/m 11 worden de resultaten weergegeven van de antennemetingen (waterpasmeting tussen antenne, ondergronds meetmerk en overige peilmerken). Hierbij zijn de ondergrondse merken gesitueerd in de nabijheid van elke meetlocatie, gehanteerd als referentiepunt.

De antennemetingen bij opbouw en demontage zijn vergeleken ter controle op een eventuele verstoring of zetting van de meetpalen. De uiteindelijke verschillen op de meetlocaties tussen meting bij opbouw en de eindmeting voor demontage betreffen ≤ 1.3 mm (zie de tabellen 6 t/m 11).

Meetpaal 3 Locatie Wateren					
Hoogteverschillen in meters t.o.v. 000A2903					
Puntnummer	Omschrijving	Meting bij opbouw (M1)	Meting bij demontage (M2)	Gemiddeld	Vershil (M2 - M1)
000A2903	<i>ondergronds merk</i>	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
016F0097	<i>bout in woning</i>	1.4104	1.4109	1.4107	0.0005
016F0147	<i>bout in woning</i>	1.1146	1.1151	1.1149	0.0005
016F0234	<i>schroefanker</i>	0.6430	0.6433	0.6432	0.0003
3001	<i>onderste bout</i>	1.3019	1.3020	1.3020	0.0001
3002	<i>bovenste bout</i>	3.9141	3.9136	3.9139	-0.0005
3003	<i>antenne punt 1</i>	4.0775	4.0773	4.0774	-0.0002
3004	<i>antenne punt 2</i>	4.0814	4.0809	4.0812	-0.0005
3005	<i>antenne punt 3</i>	4.0784	4.0797	4.0791	0.0013
3006	<i>antenne punt 4</i>	4.0799	4.0795	4.0797	-0.0004
antenne gemiddeld				4.0793	
correctie ARP3				0.0330	
ARP3	<i>antennereferentiepunt</i>			4.0463	

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

Meetpaal 2 Locatie Boijl					
Hoogteverschillen in meters t.o.v. 000A2884					
Puntnummer	Omschrijving	Meting bij opbouw (M1)	Meting bij demontage (M2)	Gemiddeld	Vershil (M2 - M1)
000A2884	<i>ondergronds merk</i>	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
016F0130	<i>bout in woning</i>	0.6631	0.6633	0.6632	0.0002
0000146	<i>bout in betonpaal</i>	0.0614	0.0613	0.0614	-0.0001
0000147	<i>bout in betonpaal</i>	0.1037	0.1036	0.1037	-0.0001
2001	<i>onderste bout</i>	0.1874	0.1875	0.1875	0.0001
2002	<i>bovenste bout</i>	2.7942	2.7943	2.7943	0.0001
2003	<i>antenne punt 1</i>	2.9619	2.9622	2.9621	0.0003
2004	<i>antenne punt 2</i>	2.9595	2.9590	2.9593	-0.0005
2005	<i>antenne punt 3</i>	2.9599	2.9598	2.9599	-0.0001
2006	<i>antenne punt 4</i>	2.9612	2.9617	2.9615	0.0005
antenne gemiddeld				2.9607	
correctie ARP2				0.0336	
ARP2	<i>antennereferentiepunt</i>			2.9271	

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

Meetpaal 2 Locatie Eesveen					
Hoogteverschillen in meters t.o.v. 000A2904					
Puntnummer	Omschrijving	Meting bij opbouw (M1)	Meting bij demontage (M2)	Gemiddeld	Vershil (M2 - M1)
000A2904	<i>ondergronds merk</i>	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
016G0180	<i>bout in woning</i>	0.9387	0.9384	0.9386	-0.0003
016G0332	<i>schroefanker</i>	0.2680	0.2681	0.2681	0.0001
016G0333	<i>schroefanker</i>	0.2663	0.2664	0.2664	0.0001
2001	<i>onderste bout</i>	0.6540	0.6539	0.6540	-0.0001
2002	<i>bovenste bout</i>	3.2608	3.2612	3.2610	0.0004
2003	<i>antenne punt 1</i>	3.4288	3.4290	3.4289	0.0002
2004	<i>antenne punt 2</i>	3.4279	3.4281	3.4280	0.0002
2005	<i>antenne punt 3</i>	3.4275	3.4274	3.4275	-0.0001
2006	<i>antenne punt 4</i>	3.4296	3.4302	3.4299	0.0006
antenne gemiddeld				3.4286	
correctie ARP2				0.0336	
ARP2	<i>antennereferentiepunt</i>			3.3950	

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

Meetpaal 1 Locatie Diever					
Hoogteverschillen in meters t.o.v. 000A2897					
Puntnummer	Omschrijving	Meting bij opbouw (M1)	Meting bij demontage (M2)	Gemiddeld	Vershil (M2 - M1)
000A2897	<i>ondergronds merk</i>	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
016F0186	<i>bout in woning</i>	0.8561	0.8560	0.8561	-0.0001
016F0202	<i>bout in woning</i>	0.3458	0.3459	0.3459	0.0001
0009907	<i>meetspijker</i>	0.5902	0.5903	0.5903	0.0001
0009908	<i>meetspijker</i>	n.g.	n.g.	n.g.	n.b.
1001	<i>onderste bout</i>	0.8726	0.8727	0.8727	0.0001
1002	<i>bovenste bout</i>	3.4815	3.4816	3.4816	0.0001
1003	<i>antenne punt 1</i>	3.6503	3.6506	3.6505	0.0003
1004	<i>antenne punt 2</i>	3.6497	3.6496	3.6497	-0.0001
1005	<i>antenne punt 3</i>	3.6502	3.6503	3.6503	0.0001
1006	<i>antenne punt 4</i>	3.6502	3.6502	3.6502	0.0000
antenne gemiddeld				3.6501	
correctie ARP1				0.0335	
ARP1	<i>antennereferentiepunt</i>			3.6167	

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

Meetpaal 2 Locatie De Hoeve					
Hoogteverschillen in meters t.o.v.000A2885					
Puntnummer	Omschrijving	Meting bij opbouw (M1)	Meting bij demontage (M2)	Gemiddeld	Vershil (M2 - M1)
000A2885	<i>ondergronds merk</i>	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0000144	<i>schroefanker</i>	0.5200	0.5201	0.5201	0.0001
0000155	<i>bout in betonbak</i>	0.5779	0.5779	0.5779	0.0000
2001	<i>onderste bout</i>	0.8654	0.8654	0.8654	0.0000
2002	<i>bovenste bout</i>	3.4726	3.4720	3.4723	-0.0006
2003	<i>antenne punt 1</i>	3.6402	3.6400	3.6401	-0.0002
2004	<i>antenne punt 2</i>	3.6393	3.6385	3.6389	-0.0008
2005	<i>antenne punt 3</i>	3.6384	3.6385	3.6385	0.0001
2006	<i>antenne punt 4</i>	3.6415	3.6407	3.6411	-0.0008
antenne gemiddeld				3.6396	
correctie ARP2				0.0336	
ARP2	<i>antennereferentiepunt</i>			3.6061	

Tabel 10: Resultaten uit de Move3 berekening van de waterpasmetingen voor de hoogteverschillen tussen het in het pleistoceen geplaatste ondergrondse merk, de peilmerken, de meetpunten op de meetpaal, onderkant van de antenne, correctie ARP en het ARP van de meetpaal van locatie De Hoeve.

Meetpaal 1 Locatie Vinkega					
Hoogteverschillen in meters t.o.v.000A2886					
Puntnummer	Omschrijving	Meting bij opbouw (M1)	Meting bij demontage (M2)	Gemiddeld	Vershil (M2 - M1)
000A2886	<i>ondergronds merk</i>	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0000149	<i>bout in fundering brug</i>	1.1232	1.1232	1.1232	0.0000
0000156	<i>bout in betonbak</i>	1.1195	1.1194	1.1195	-0.0001
1001	<i>onderste bout</i>	1.5071	1.5069	1.5070	-0.0002
1002	<i>bovenste bout</i>	4.1160	4.1158	4.1159	-0.0002
1003	<i>antenne punt 1</i>	4.2845	4.2848	4.2847	0.0003
1004	<i>antenne punt 2</i>	4.2836	4.2835	4.2836	-0.0001
1005	<i>antenne punt 3</i>	4.2857	4.2853	4.2855	-0.0004
1006	<i>antenne punt 4</i>	4.2832	4.2830	4.2831	-0.0002
antenne gemiddeld				4.2842	
correctie ARP1				0.0335	
ARP1	<i>antennereferentiepunt</i>			4.2508	

Tabel 11: Resultaten uit de Move3 berekening van de waterpasmetingen voor de hoogteverschillen tussen het in het pleistoceen geplaatste ondergrondse merk, de peilmerken, de meetpunten op de meetpaal, onderkant van de antenne, correctie ARP en het ARP van de meetpaal van locatie Vinkega.

6.2 Multistation berekeningen GPS metingen

De post-processing tot ETRS89 coördinaten van de GPS-antennestations is door 06-GPS uitgevoerd met het Geo++ softwarepakket GNSMART. Voor rapportage van deze resultaten zie bijlage 8.

Resultaten multi-station berekening 2023			
Locatie	ARP Meetpaal	ETRS89-hoogte (meters)	ETRS89-hoogte verschillen (meters)
Wateren	ARP3	53.0436	0.0000
Boyl	ARP2	50.7292	-2.3144
Eesveen	ARP2	46.1474	-6.8962
Diever	ARP1	50.7261	-2.3175
De Hoeve	ARP2	45.8744	-7.1692
Vinkega	ARP1	47.9382	-5.1054

Tabel 12 ETRS89 hoogten en hoogteverschillen t.o.v. Wateren van de diverse ARP's.

6.3 Referentiepunt

Bij deze meting is conform de voorgaande GPS meting van het meetnet Diever-Eesveen en het meetnet Vinkega-De Hoeve, het ondergronds meetmerk 000A2903 (Wateren) gebruikt als referentiepunt. Als referentiehoogte voor 000A2903 is de ETRS hoogte +48.9943 m aangehouden.

6.4 Resultaten

Stabiliteit meetpalen

De antennemetingen bij opbouw en demontage (bijlage 6) zijn vergeleken met elkaar ter controle op een eventuele verstoring of zetting van de meetpalen. De uiteindelijke verschillen op de 6 meetlocaties tussen de meting bij opbouw en de meting voor demontage waren gering < 1.3 mm (zie tabel 6 t/m 11) en vallen ruim binnen de meettolerantie (3VL).

Combinatie Waterpas- en GPS-metingen

De gewaterpaste hoogteverschillen uit de antennemetingen, tabellen 6 t/m 11, zijn gecombineerd met de door 06-GPS bepaalde hoogten in ETRS89 van de ARP's van de meetpalen (tabel 12). Dit resulteert in één waarde voor de hoogten van de peilmerken op de verschillende GPS-locaties. Voor de GPS-antennemetingen zijn de gemiddelde waarden van de meting bij opbouw en de meting bij demontage gebruikt. De resultaten ten opzichte van meetlocatie Wateren zijn weergegeven in tabel 13.

Om te zorgen dat de toekomstige herhalingsmetingen kunnen worden vergeleken met de waarden in tabel 13, is het van belang dat de meetpalen op nagenoeg dezelfde locaties worden geplaatst. Als dit niet het geval is worden er mogelijk in de berekening modelfouten geïntroduceerd. Deze modelfouten zijn een gevolg van een bepalingen-onnauwkeurigheid in het verschil tussen geoïde en ellipsoïde. Bij een keuze voor een andere locatie van één of meerdere meetpalen bij toekomstige herhalings-metingen zal voorafgaand aan deze wijziging door GPS-metingen op de 'oude' en de 'nieuwe' locatie, dit verschil moeten worden bepaald.

Resultaten GPS Signaleringsmeting 2023 (t.o.v. Wateren)								
Locatie	Peilmerk	ETRS89- hoogte referentie punt Nulmeting (meters)	Hoogteverschil antennemeting ondergronds merk- ARP3 (m) (tabel 6)	ETRS89- hoogte ARP3 (meters)	Hoogte verschillen uit GPS- meting (m) (tabel 12)	ETRS89- hoogte ARP's t.o.v. referentie- punt (meters)	Hoogteverschil antennemeting ARP- hoogtemerk (meters)	ETRS89- hoogte hoogte- merk (meters)
Wateren	ARP3		4.0463	53.0406	0.0000	53.0406		
	000A2903	48.9943					-4.0463	48.9943
	016F0097						-2.6357	50.4050
	016F0147						-2.9315	50.1092
	016F0234						-3.4032	49.6375
Boyl	ARP2				-2.3144	50.7262		
	000A2884						-2.9271	47.7991
	016F0130						-2.2639	48.4623
	0000146						-2.8658	47.8605
	0000147						-2.8235	47.9028
Diever	ARP1				-2.3175	50.7231		
	000A2897						-3.6167	47.1064
	016F0186						-2.7606	47.9625
	016F0202						-3.2708	47.4523
	0009907						-3.0264	47.6967
	0009908						n.g.	n.g.
Eesveen	ARP2				-6.8962	46.1444		
	000A2904						-3.3950	42.7494
	016G0180						-2.4565	43.6880
	016G0332						-3.1270	43.0175
	016G0333						-3.1287	43.0158
De Hoeve	ARP2				-7.1692	45.8714		
	000A2885						-3.6061	42.2653
	0000144						-3.0860	42.7854
	0000155						-3.0282	42.8432
Vinkega	ARP1				-5.1054	47.9352		
	000A2886						-4.2508	43.6845
	0000149						-3.1276	44.8077
	0000156						-3.1313	44.8039

Tabel 13 Resultaten GPS-metingen.

6.5 Differentiëestaat

In onderstaande differentiëestaat (tabel 14 en 15) zijn vanwege de leesbaarheid niet alle metingen (jaren) weergegeven, de volledige differentiëestaat is opgenomen in bijlage 9.

Differentiëestaat											
Differenties ten opzichte van ondergronds merk Boyl 00A2884 (2015 - 2018) / Wateren 000A2903 (2019-2023)											
Locatie	Peilmerk	nulmeting 'ETRS89 hoogte (m)	ETRS89 hoogte (m)	diff. (mm) 2019- 2020	cum. diff. tov nulmeting (mm)	ETRS89 hoogte (m)	diff. (mm) 2020- 2021	cum. diff. tov nulmeting (mm)	ETRS89 hoogte (m)	diff. (mm) 2021- 2023	cum. diff. tov nulmeting (mm)
		okt. 2015	nov 2020			dec 2021			nov 2023		
Wateren	000A2903		48.9943	0.0	0.0	48.9943	0.0	0.0	48.9943	0.0	0.0
	016F0097		50.4047	-0.1	-0.7	50.4052	0.5	-0.2	50.4050	-0.2	-0.4
	016F0147		50.1101	-0.4	-1.9	50.1101	0.0	-1.9	50.1092	-0.9	-2.8
	016F0234		49.6373	-0.1	-0.4	49.6376	0.3	-0.1	49.6375	-0.1	-0.2
Boyl	000A2884	47.8030	47.7978	-1.5	-5.2	47.7988	1.0	-4.2	47.7991	0.3	-3.9
	016F0130	48.4668	48.4612	-1.6	-5.6	48.4621	0.9	-4.7	48.4623	0.2	-4.5
	0000146	47.8661	47.8593	-1.5	-6.8	47.8603	1.0	-5.8	47.8605	0.2	-5.6
	0000147	47.9072	47.9016	-1.3	-5.6	47.9028	1.2	-4.4	47.9028	0.0	-4.4
Diever	000A2897	47.1183	47.1077	-6.2	-10.6	47.1095	1.8	-8.8	47.1064	-3.0	-11.9
	016F0186	47.9758	47.9643	-6.3	-11.5	47.9660	1.7	-9.8	47.9625	-3.5	-13.3
	016F0202	47.4647	47.4536	-6.3	-11.1	47.4554	1.8	-9.3	47.4523	-3.1	-12.4
	0009907		47.7030	-6.2	-9.0	47.7022	-0.8	-9.7	47.6967	-5.5	-15.2
	0009908		n.g.			n.g.			n.g.		
Eesveen	000A2904		42.7485	-1.8	-3.4	42.7492	0.7	-2.7	42.7494	0.2	-2.5
	016G0180		43.6871	-1.9	-5.2	43.6878	0.7	-4.5	43.6880	0.2	-4.4
	016G0332		43.0166	-1.7	-3.3	43.0172	0.5	-2.8	43.0175	0.3	-2.5
	016G0333		43.0151	-1.6	-3.4	43.0155	0.4	-2.9	43.0158	0.3	-2.7

Tabel 14 Differenties ten opzichte van het ondergronds merk 000A2903 (GPS-locatie Wateren).

Differentiestaat													
Differenties ten opzichte van ondergronds merk Boyl 00A2884 (2011 - 2017) / Wateren 000A2903 (2019-2023)													
Locatie	Peilmerk	ETRS89 hoogte (m)	diff. (mm) 2017- 2019	cum. diff. tov nulmeting ** (mm)	ETRS89 hoogte (m)	diff. (mm) 2019- 2020	cum. diff. tov nulmeting ** (mm)	ETRS89 hoogte (m)	diff. (mm) 2020- 2021	cum. diff. tov nulmeting ** (mm)	ETRS89 hoogte (m)	diff. (mm) 2021- 2023	cum. diff. tov nulmeti ng ** (mm)
		dec 2019			nov 2020			dec 2021			nov 2023		
Boyl	000A2884	47.7993	-3.7	-3.7	47.7978	-1.5	-5.2	47.7988	1.0	-4.2	47.7991	0.3	-3.9
	016F0130	48.4628	-3.9	-5.5	48.4612	-1.6	-7.1	48.4621	0.9	-6.2	48.4623	0.2	-6.0
	0000146	47.8608	-5.0	-5.3	47.8593	-1.5	-6.8	47.8603	1.0	-5.8	47.8605	0.2	-5.6
	0000147	47.9029	-4.0	-4.2	47.9016	-1.3	-5.5	47.9028	1.2	-4.3	47.9028	0.0	-4.3
De Hoeve	000A2885	42.2749	-3.3	-7.0	42.2696	-5.3	-12.3	42.2706	0.9	-11.4	42.2653	-5.2	-16.6
	0000144	42.7950	-3.8	-8.3	42.7897	-5.3	-13.6	42.7907	1.0	-12.6	42.7854	-5.3	-17.9
	0000155	42.8522	-4.0	-9.8	42.8469	-5.3	-15.1	42.8481	1.2	-13.9	42.8432	-4.8	-18.8
Vinkega	000A2886	43.6930	-3.5	-14.3	43.6874	-5.7	-20.0	43.6901	2.7	-17.2	43.6845	-5.6	-22.8
	0000149	44.8162	-3.4	-13.9	44.8105	-5.8	-19.7	44.8133	2.9	-16.8	44.8077	-5.6	-22.4
	0000156	44.8129	n.b.	-14.3	44.8068	-6.2	-20.5	44.8100	3.2	-17.2	44.8039	-6.0	-23.3

Tabel 15 Differenties ten opzichte van het ondergronds merk 000A2903 (GPS-locatie Wateren).

- * In verband met een antennewisseling op een referentiestation welke gebruikt worden voor de multistationberekening heeft er in 2015 een herberekening plaatsgevonden (zie: 'GPS meting Vinkega en De Hoeve, Rapportage van de 4e GPS signaleringsmeting (2017, kenmerk 413261, d.d. 7 augustus 2017)'). Zie voor herberekende waarden de tabel in bijlage 9.
- ** Om de totale differentie te bepalen over de periode november 2011 tot december 2021 zijn de berekende differenties over de periode november 2011 tot januari 2015 opgeteld bij de berekende differenties van januari 2015 (herberekening) tot april 2017. Dit geldt ook voor de uitgevoerde metingen in 2019, 2020, 2021 en 2023.

7. Samenvatting

Antea Group heeft in november 2023 een GPS- (herhalings-) meting uitgevoerd in het kader van het 'Meetplan Diever, Eesveen, Nijensleek, Vinkega, De Hoeve, Noordwolde en Weststellingwerf' in het winningsvergunning gebied Gorredijk, Drenthe VI en Steenwijk.

Met behulp van een combinatie van GPS- en antennemetingen zijn de differenties bepaald tussen de nu uitgevoerde meting en voorgaande GPS metingen. De resultaten komen voort uit berekeningen t.o.v. het referentiepunt 000A2903 (Wateren). In onderstaande tabel zijn de resultaten ten opzichte van de voorgaande GPS meting (2021) en de nulmeting weergegeven.

Locatie	Peilmerk	Diff. 2021-2023 (mm)	Jaar nulmeting	Diff. t.o.v. nulmeting (mm)
Wateren	000A2903	0,0	2019	0,0
Boyl	000A2884	0,3	2011	-3,9
Diever	000A2897	-3,0	2015	-11,9
Eesveen	000A2904	0,2	2018	-2,5
De Hoeve	000A2885	-5,2	2011	-16,6
Vinkega	000A2886	-5,6	2011	-22,8

Tabel 16 Berekende differenties 2021-2023 en nulmeting – 2023 (referentiepunt Wateren)

Het doel van deze metingen is het signaleren of de resultaten significant afwijken van de voorgaande waterpasmetingen of een bodemdaling aantonen die groter is dan de in het winningsplan aangegeven prognose.

De resultaten van de nu uitgevoerde GPS meting ten opzichte van de vlakdekkende waterpasmeting voor de ondergrondse meetmerken geven verschillen van ≤ 3.1 mm. Uitzondering hierop is het ondergronds merk 000A2885 op de winningslocatie De Hoeve, dit ondergronds merk laat een verschil zien van -6.7 mm.

Locatie	Peilmerk	Vlakdekkende waterpassing	GPS-meting	Verskil vlakdekkende waterpasmeting vs GPS-meting (mm)
		Diff 2017-2022 (mm)	Diff 2017-2023 (mm)	
Wateren	000A2903	0.0	0.0	0.0
Boyl	000A2884	-4.8	-3.9	0.9
Diever	000A2897	-6.5	-9.6	-3.1
Eesveen	000A2904	-3.3	-2.5	0.8
De Hoeve	000A2885	-6.2	-12.9	-6.7
Vinkega	000A2886	-9.9	-12.0	-2.1

Tabel 16 Berekende differenties tussen de vlakdekkende waterpassingen en de uitgevoerde GPS-metingen.

Een vergelijk tussen de resultaten van de nu uitgevoerde GPS metingen en de in het winningsplan opgenomen prognose voor bodemdaling valt buiten de scope van deze rapportage.

8. Bijlagen

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

Bijlage 1: Overzichtskaart meetnet

In bijlage 1 wordt het gehele meetnet weergegeven inclusief de GPS-meetlocaties (Wateren, Boyl, Diever, Eesveen, Vinkega en De Hoeve). Tevens zijn de theoretische invloedssferen met betrekking tot de gaswinning afgebeeld.

Bijlage 2: Resultaten vereffening maatvoering AR25 antennes

Bijlage 2 toont de maatvoering resultaten voor de AR25-antennes die gebruikt zijn tijdens deze GPS-meting. De maatvoering is gemeten door middel van een waterpasmeting en berekend met Move3 voorafgaand aan het in gebruik nemen van de AR25 antennes.

Bijlage 3: Tekening AR25 choke-ring antenne

Bijlage 3 betreft een fotorapportage van een AR25 choke-ring antenne. Deze choke-ring antenne bevindt zich in het radome van de gebruikte AR25 GPS-antenne.

Bijlage 4: AR25 Antenne kalibratierapporten

Bijlage 4 geeft de kalibratierapporten inclusief de kalibratieprocedure weer van de gebruikte AR25 antennes tijdens de meting. De kalibratie van deze AR25 antennes is in 2009 uitgevoerd door Geo++. Bij onderzoek naar de ontvangstkarakteristieken van de antenne is gebleken dat het fasecentrum van de choke-ring antenne zeer stabiel is. Veranderingen bij dit type antenne in tijd zijn te verwaarlozen. Een (jaarlijkse) herkalibratie van de antennes is hierom niet noodzakelijk.

Bijlage 5: Foto's GPS locaties

In bijlage 5 worden de GPS-locaties Boyl, Diever, Eesveen, Wateren, Vinkega en De Hoeve per meetlocatie met een foto getoond. Per meetopstelling is zichtbaar hoe en waar de meetpaal exact geplaatst is tijdens de GPS-meting.

Bijlage 6: Resultaten vereffening waterpasmetingen

Bijlage 6 betreft de weergave van de Move3 berekening van de waterpasmetingen waarbij de hoogteverschillen tussen het ondergrondse merk, de peilmerken, de meetpunten op de meetpaal, onderkant van de antenne worden bepaald bij opbouw en bij demontage van de antennemast. Deze Move3 berekening wordt digitaal bij deze rapportage geleverd.

Bijlage 7: Foto's peilmerken per meetlocatie

Per meetlocatie wordt in bijlage 7 voor elk gebruikt peilmerk een overzichtsfoto getoond.

Bijlage 8: Resultaten multistation berekening GPS metingen

Het resultaat van de berekende GPS data door 06-GPS wordt weergegeven met een verwerkings-rapport in bijlage 8.

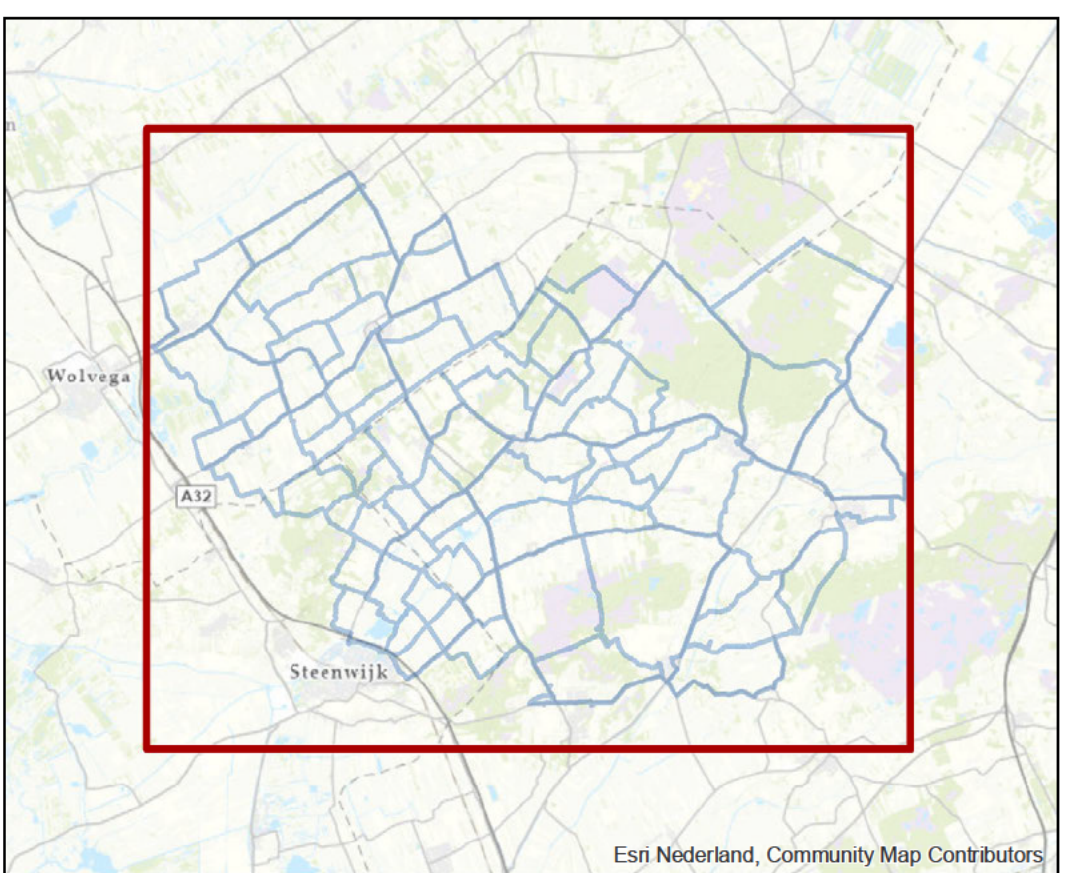
Bijlage 9: Differentiestaat

In bijlage 9 wordt de differentiestaat weergegeven.

Bijlage 1 Overzichtskaart meetnet

Legenda

- Hoogtemerk
- Hoogtemerk / knooppunt
- ⊗ Ondergronds merk
- ⚠ Ondergronds merk / aansluitpunt
- ⊗ Hulp punt
- Vervallen hoogtemerk
- 40 Kringnummer
- GPS locatie
- Meettraject waterpasmeting



SCHAAL
1:25.000

OPDRACHTGEVER
Vermilion Energy B.V.

PROJECT OMSCHRIJVING
Meetnet LDS-Diever-Vinkega-De Hoeve-Nijensleek-
Eesveen-Noordwolde Weststellingwerf

KAART TITEL
Meetnet LDS-Diever-Vinkega-De Hoeve-
Nijensleek-Eesveen-Noordwolde Weststellingwerf

PROJECTLEIDER
P. Meinders

GIS SPECIALIST
M.S. Christoffels

D A T U M

FORMAAT

22-01-2024

A0

KAARTNUMMER

WIJZ.NR

0489039-OM-001

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

datum 22 januari 2024
 projectnummer 0489039.100
 betreft GNSS-meting Diever - Eesveen - Vinkega - De Hoeve



PROJECTIE EN ELLIPSOIDE CONSTANTEN

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

INVOER BENADERDE TERRESTRISCHE COORDINATEN

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

INVOER STANDAARDAFWIJKINGEN VAN BEKENDE STATIONS

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

INVOER WAARNEMINGEN

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

INVOER STANDAARDAFWIJKINGEN VAN WAARNEMINGEN

Centreerafwijking	0.0000 m
Instrumenthoogte afwijking	0.0000 m

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

datum 22 januari 2024
 projectnummer 0489039.100
 betreft GNSS-meting Diever - Eesveen - Vinkega - De Hoeve



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

datum 22 januari 2024
 projectnummer 0489039.100
 betreft GNSS-meting Diever - Eesveen - Vinkega - De Hoeve



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

datum 22 januari 2024
 projectnummer 0489039.100
 betreft GNSS-meting Diever - Eesveen - Vinkega - De Hoeve



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]

AR25-antenne 3; serienummer 09150010

```

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

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

PROJECT

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

STATIONS

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

WAARNEMINGEN

Hoogteverschillen	20
Bekende coördinaten	1
Totaal	21

ONBEKENDEN

Coördinaten	5
Totaal	5

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

VEREFFENING

Aantal iteraties	1
Max coord correctie in laatste iteratie	0.0000 m

TOETSING

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

VARIANTIE COMPONENT ANALYSE

	Variantie	Redundantie
Terrestrisch	0.354	16.0
Hoogteverschillen	0.354	16.0

PROJECTIE EN ELLIPSOIDE CONSTANTEN

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

datum 22 januari 2024
 projectnummer 0489039.100
 betreft GNSS-meting Diever - Eesveen - Vinkega - De Hoeve



Ellipsoïde Bessel 1841
 Halve lange as 6377397.1550 m
 Inverse afplatting 299.152812800

INVOER BENADERDE TERRESTRISCHE COORDINATEN

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

INVOER STANDAARDAFWIJKINGEN VAN BEKENDE STATIONS

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

INVOER WAARNEMINGEN

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

INVOER STANDAARDAFWIJKINGEN VAN WAARNEMINGEN

Centreerafwijking 0.0000 m
 Instrumenthoogte afwijking 0.0000 m

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

datum 22 januari 2024
 projectnummer 0489039.100
 betreft GNSS-meting Diever - Eesveen - Vinkega - De Hoeve



COORDINATEN (PSEUDO KLEINSTE KWADRATEN OPLOSSING EN PRECISIE)

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

TOETSING VAN BEKENDE COORDINATEN

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

VEREFFENDE WAARNEMINGEN

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

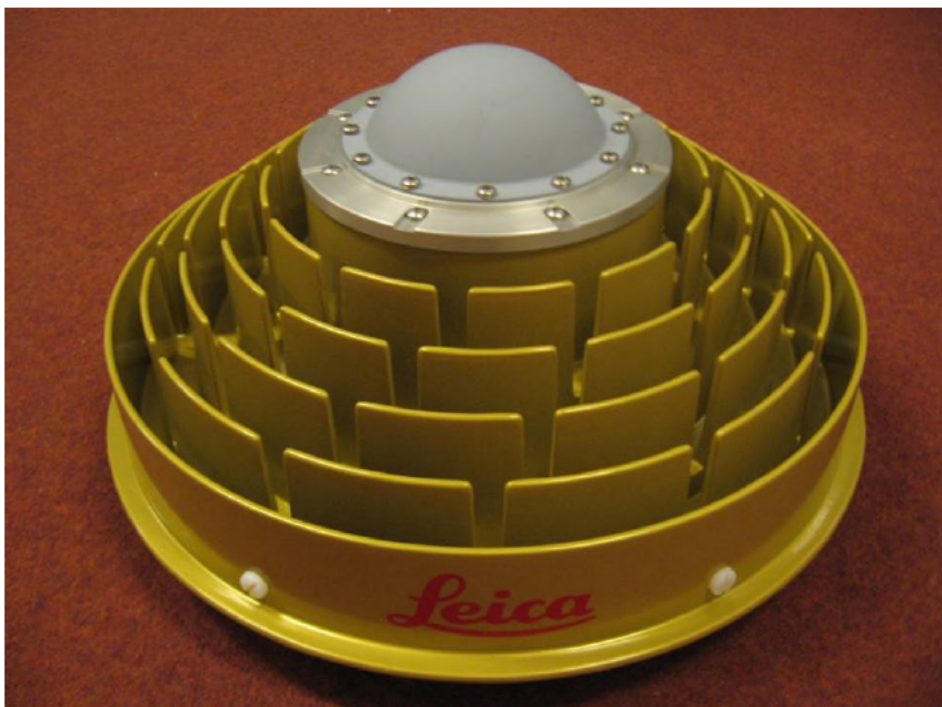
TOETSING VAN WAARNEMINGEN

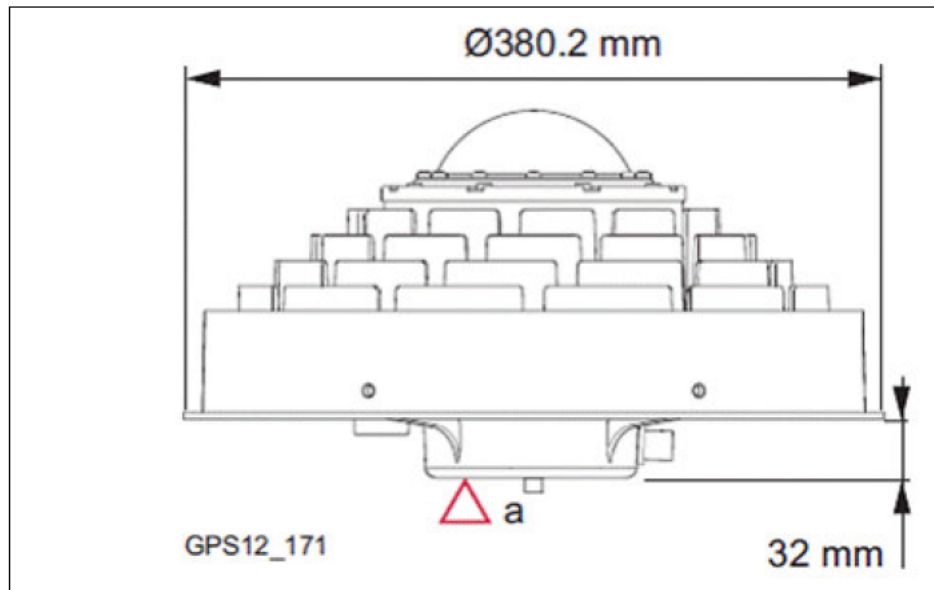
	Station	Richtpunt	MDB	Red	BNR	W-toets
DH	3	3003	0.00076 m	80	2.1	1.09
DH	3003	3004	0.00076 m	80	2.1	-0.61
DH	3004	3005	0.00076 m	80	2.1	0.75
DH	3005	3006	0.00076 m	80	2.1	-0.96
DH	3006	3	0.00075 m	80	2.1	0.41
DH	3	3006	0.00075 m	80	2.1	-0.41
DH	3006	3005	0.00076 m	80	2.1	0.27
DH	3005	3004	0.00076 m	80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

[Einde file]

Bijlage 3 Tekening AR25 choke ring antenne

datum 22 januari 2024
projectnummer 0489039.100
betreft GNSS-meting Diever - Eesveen - Vinkega - De Hoeve

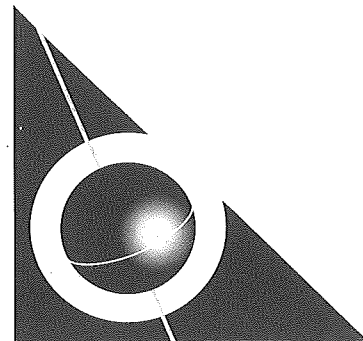


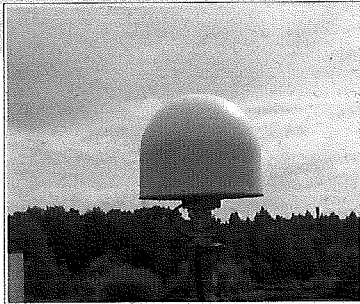


Bijlage 4 AR25 Antenne kalibratierapporten

Absolute Antenna Calibration

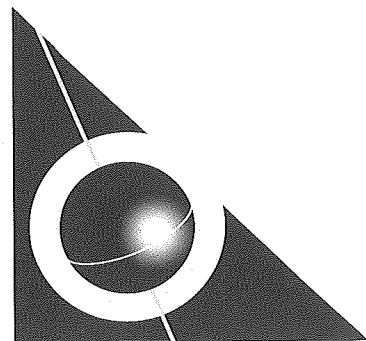
(Characteristics of Antenna Type)



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

Absolute Antenna Calibration

(Individual Characteristics of Antenna)



Antenna Data

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

Radome Data

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

Calibration Characteristics

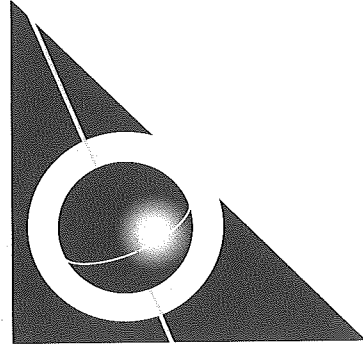
GNSS System	:	GPS
Date	:	2009-08-21
Number of Calibrations	:	2
Setup-ID	:	0
Number of Frequencies	:	2
Customer	:	Leica Geosystems b.v. NL-2292 JC Wateringen
Elevation Increment	:	5°
Azimuth Increment	:	5°

PCV Characteristics

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

Absolute Antenna Calibration

(Individual Characteristics of Antenna)



Antenna Data

Manufacturer	:	Leica Geosystems AG
Antenna Type	:	AR25
Product Number	:	01018079
Serial Number	:	09150006
IGS Naming	:	LEIAR25 LEIT

Radome Data

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

Calibration Characteristics

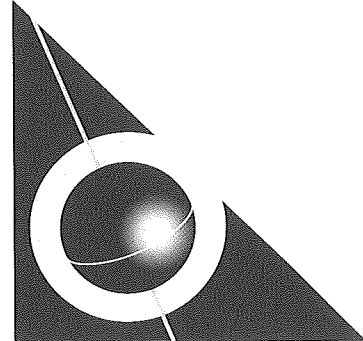
GNSS System	:	GPS
Date	:	2009-08-28
Number of Calibrations	:	2
Setup-ID	:	0
Number of Frequencies	:	2
Customer	:	Leica Geosystems b.v. NL-2292 JC Wateringen
Elevation Increment	:	5°
Azimuth Increment	:	5°

PCV Characteristics

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

Absolute Antenna Calibration

(Individual Characteristics of Antenna)



Antenna Data

Manufacturer	:	Leica Geosystems AG
Antenna Type	:	AR25
Product Number	:	01018079
Serial Number	:	09150005
IGS Naming	:	LEIAR25 LEIT

Radome Data

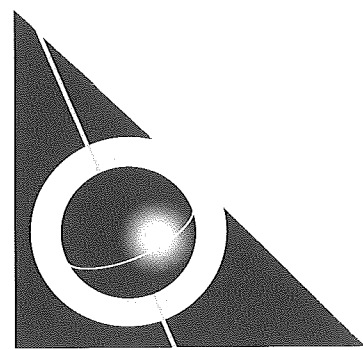
Manufacturer	:	Leica Geosystems AG
Radome Type	:	AR25 Radome
Product Number	:	n/a
Serial Number	:	n/a
IGS-Naming	:	LEIT

Calibration Characteristics

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

PCV Characteristics

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



Conditions for Antenna Calibration

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

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

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

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

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

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

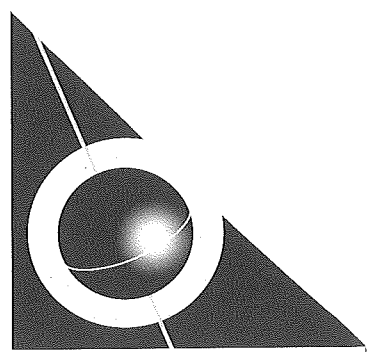
An appointment for the actual time period of calibrations is required and must be agreed upon with the technical staff. The period of time required for a single antenna calibration including handling and evaluation takes approximately 1 to 2 weeks. In case of several antennas within one order, handling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

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

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

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

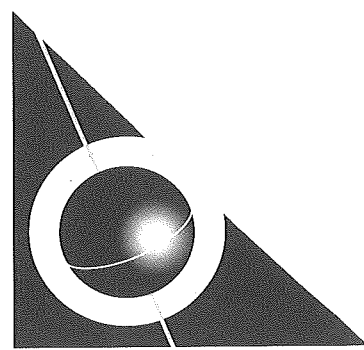
A **Description of the Antenna Calibration** with explanations about the calibration procedure can be made available on request.



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

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

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



Description of Antenna Calibration

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

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

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

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

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

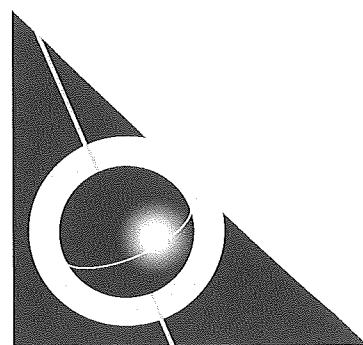
Basic concept of the calibration method is a separation between multipath and phase center variation. A special observation procedure with different antenna orientations is used for the determination of absolute PCV and for multipath elimination.

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

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

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

Format of Geo++[®] PCV Antenna File



1. NAME

Geo++[®] antenna file

2. DESCRIPTION

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

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

3. File Format

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

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

TYPE=

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

NO OF FREQUENCIES=

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

OFFSETS L1=

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

OFFSETS L2=

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

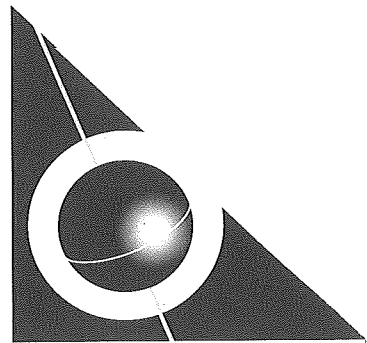
ELEVATION INCREMENT=

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

AZIMUTH INCREMENT=

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

Format of Geo++[®] PCV Antenna File



VARIATIONS L1=

is followed in the next line by the actual PCV values of L1. The lines contain PCV values sorted by increasing elevations from 0 to 90 deg. The number of PCV values within the line is determined by "columns: 90/(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 locaties



Meetopstelling meetpaal Wateren



Meetopstelling meetpaal Boijl



Meetopstelling meetpaal Eesveen



Meetopstelling meetpaal Vinkega



Meetopstelling meetpaal De Hoeve



Meetopstelling meetpaal Diever

Bijlage 6 Resultaten vereffening waterpasmetingen

Bijlage 6 Resultaten vereffening waterpasmetingen

De *'Resultaten vereffening waterpasmetingen'* zijn bestanden (Move3 bestanden) van de toetsing en vereffeningberekening van de waterpasmeting bij opbouw en afbouw (demontage) van de antennemasten. De resultaten van deze berekening zijn opgenomen in de tabellen 5 t/m 11. De Move3 bestanden worden digitaal bij deze rapportage geleverd.

Bijlage 7 Foto's peilmerken per meetlocatie

De peilmerkfoto's zijn afkomstig uit het rapport "GNSS-meting Diever – Eesveen – Vinkega – De Hoeve; Rapportage van de GNSS-signaleringsmeting 2021".

Meetlocatie Boyl



Ondergronds merk 000A2884



N.A.P.-peilmerk 016F0130



Schroefanker 146



Schroefanker 147

Meetlocatie Diever



Ondergronds merk 000A2897



N.A.P.-peilmerk 016F0186



Schroefanker 016F0202

Meetlocatie Eesveen



Ondergronds merk 000A2904



N.A.P.-peilmerk 016G0180



N.A.P.-peilmerk 016G0307



Schroefanker 016G0332



Schroefanker 016G0333

Meetlocatie Wateren



Ondergronds merk 000A2903



N.A.P.-peilmerk 016F0097



N.A.P.-peilmerk 016F0147



Schroefanker 016F0234

Meetlocatie De Hoeve



Ondergronds merk 000A2885



Peilmerk (schroefanker) 144



Peilmerk (bout) 155

Meetlocatie Vinkega



Ondergronds merk 000A2886



Peilmerk (schroefanker) 149

datum 22 januari 2024
projectnummer 0489039.100
betreft GNSS-meting Diever - Eesveen - Vinkega - De Hoeve



Peilmerk (bout) 156

Bijlage 8 Resultaten multistation berekening GPS metingen



Resultaten GPS-metingen Diever

In opdracht van: Antea Group

datum: 29 november 2023
auteur: ir. Frank Dentz, 06-GPS
goedkeuring: ir. Jean-Paul Henry, 06-GPS
versie: 1.6

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 (12-10-2015).....	6
4.2	2 ^e meting (08-12-2016).....	7
4.3	3 ^e meting (05-03-2018).....	8
4.4	4 ^e meting (10-12-2019).....	9
4.5	5 ^e meting (10-11-2020).....	10
4.6	6 ^e meting (10-12-2021).....	11
4.7	7 ^e meting (14-11-2023).....	12
Bijlage A	Coördinaten stations	13

1 Inleiding

In het gebied rond Diever (Drenthe) 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, 2 of 3). Fig. 1 geeft de locaties weer waar gedurende de meetcampagne de GPS-meetpalen worden opgesteld.



Fig. 1. Locaties GPS-meetpalen; boyl (Boijl), diev (Diever), eesv (Eesveen) en wate (Wateren).

Voor de berekening wordt gebruik gemaakt van in totaal 9 referentiestationen, waarvan 8 beheerd door OG-GPS 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 overgenomen uit het referentienetwerk dat wordt gebruikt voor bodemdalingsmetingen voor de NAM. Binnen dit netwerk worden de referentiestationen jaarlijks gecontroleerd op autonome bewegingen. Indien nodig worden op basis van deze controle de coördinaten aangepast.

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.

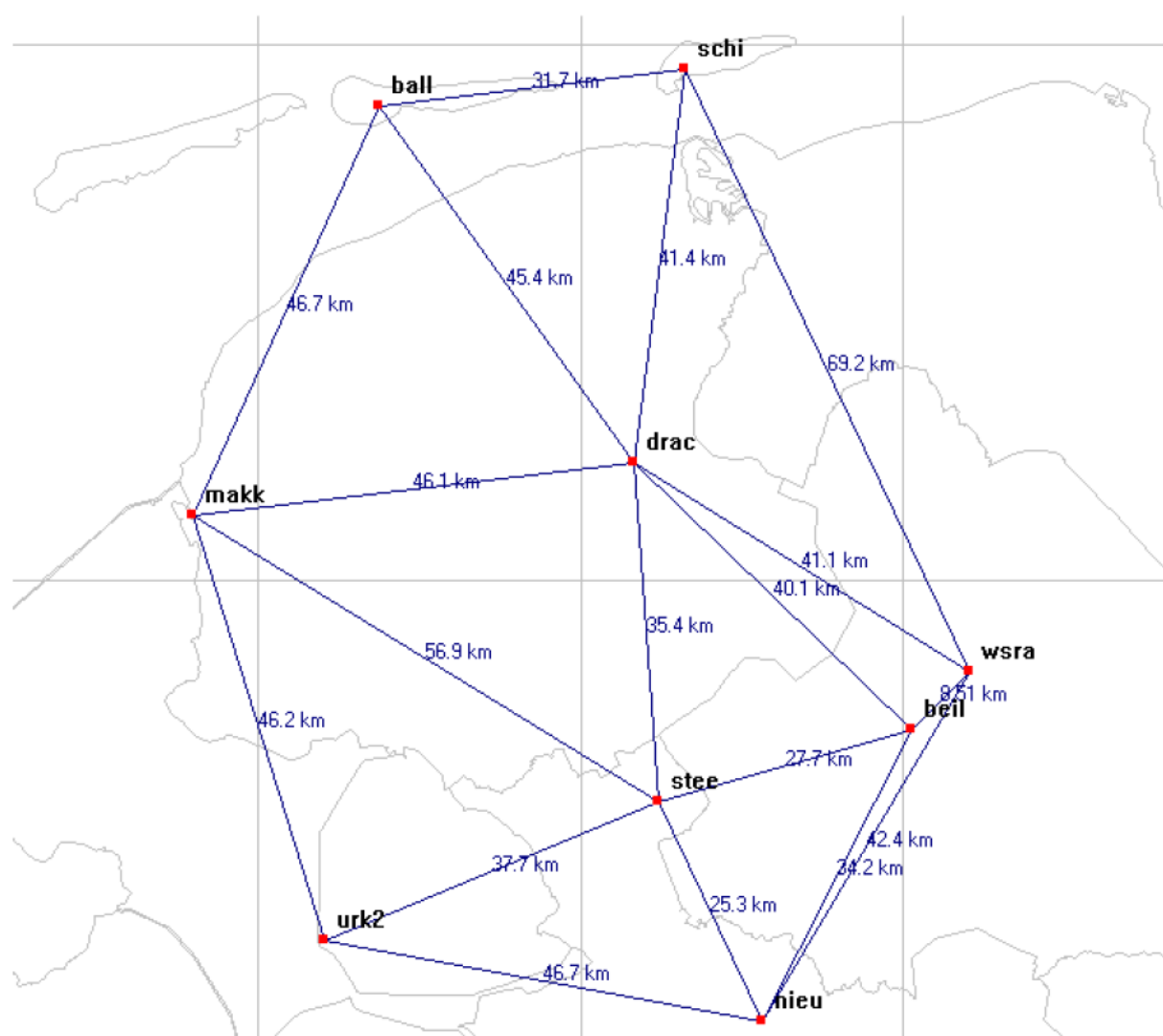


Fig. 2. Referentienetwerk t.b.v. verwerking monitorstations.

3 Foutenbronnen & interpretatie resultaten

De tijdelijke GPS opstellingen rond Diever worden samen met de referentiestationen 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.

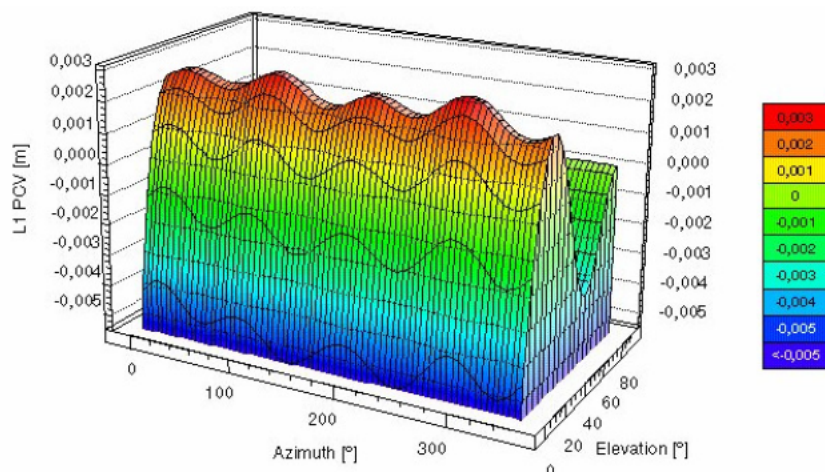


Fig. 3. Fasecentrum variaties van een Leica AR25 antenne (L1).

4 Resultaten GPS-metingen

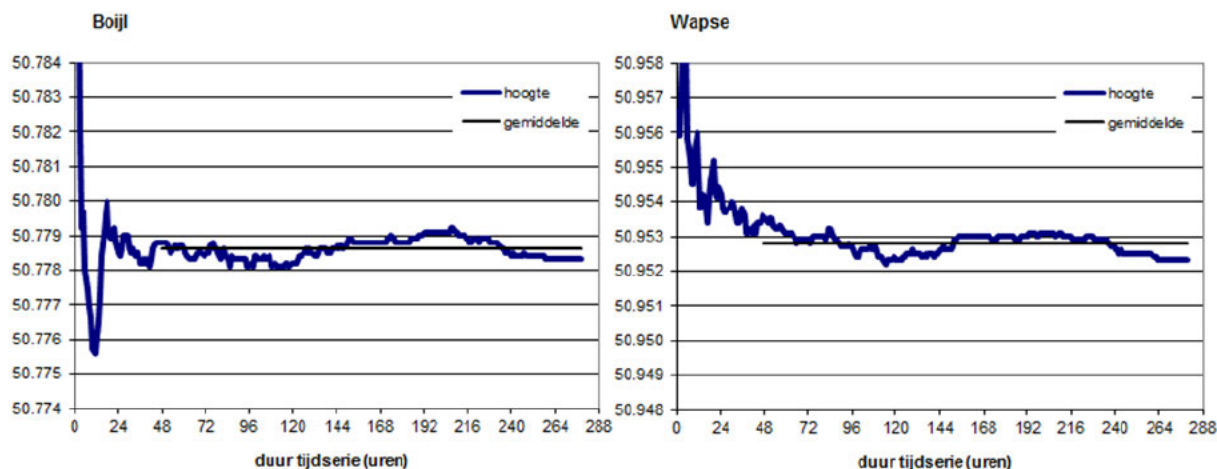
4.1 1^e meting (12-10-2015)

De 1^e meting (nulmeting) heeft plaats gevonden van 1 t/m 12 oktober 2015. 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
Boijl	1	09150006.ant	01-10-2015	12-10-2015
Diever	3	09150010.ant	01-10-2015	12-10-2015

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
Boijl	52	53	40.23379	6	12	37.68281	50.7786	0.0003
Diever	52	52	3.39375	6	14	41.17677	50.9528	0.0003



Let op! Dit zijn herberekende resultaten i.v.m. inpassing binnen het NAM-netwerk.

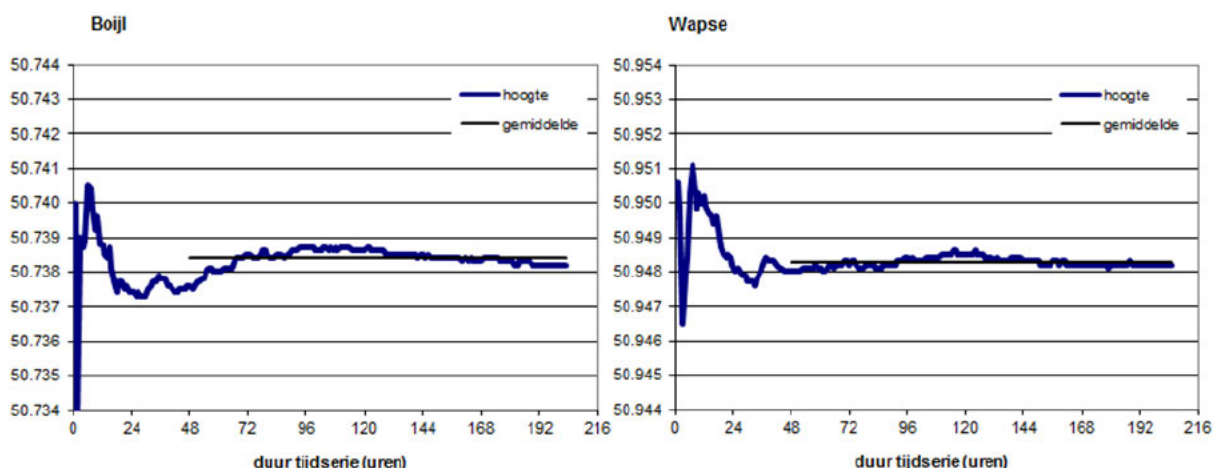
4.2 2^e meting (08-12-2016)

De 2^e meting heeft plaats gevonden van 30 november t/m 8 december 2016. 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
Boijl	1	09150005.ant	30-11-2016	08-12-2016
Diever	3	09150010.ant	30-11-2016	08-12-2016

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
Boijl	52	53	40.23445	6	12	37.68333	50.7384	0.0002
Diever	52	52	3.39402	6	14	41.17728	50.9483	0.0001



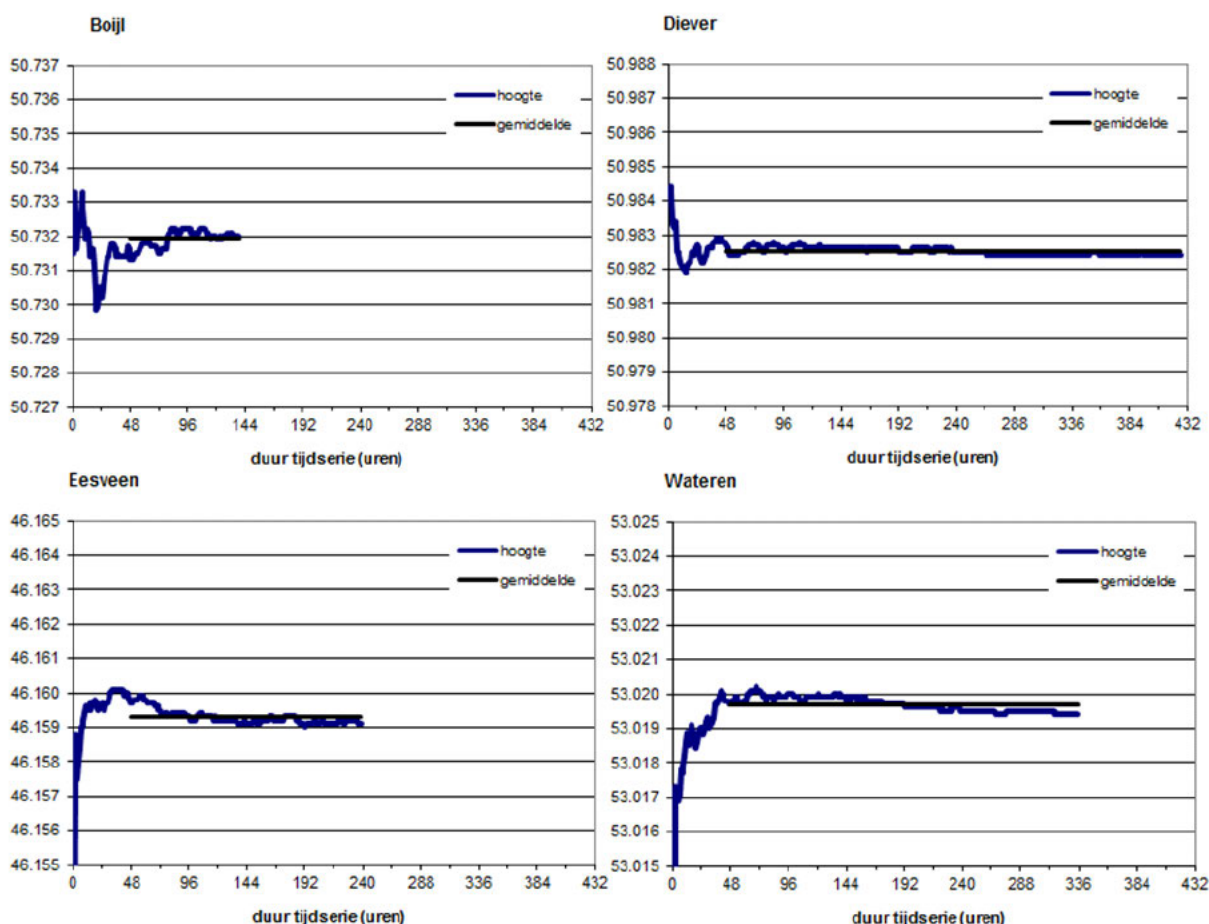
4.3 3^e meting (05-03-2018)

De 3^e meting heeft plaats gevonden van 14 februari t/m 5 maart 2018. 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
Boijl	1	09150006.ant	14-02-2018	20-02-2018
Diever	3	09150010.ant	15-02-2018	05-03-2018
Eesveen	1	09150006.ant	23-02-2018	05-03-2018
Wateren	2	09150005.ant	14-02-2018	28-02-2018

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
Boijl	52	53	40.23311	6	12	37.69783	50.7319	0.0003	
Diever	52	52	3.39104	6	14	41.18483	50.9825	0.0001	
Eesveen	52	49	11.02928	6	9	32.24685	46.1593	0.0002	
Wateren	52	54	38.48530	6	16	58.04605	53.0197	0.0002	



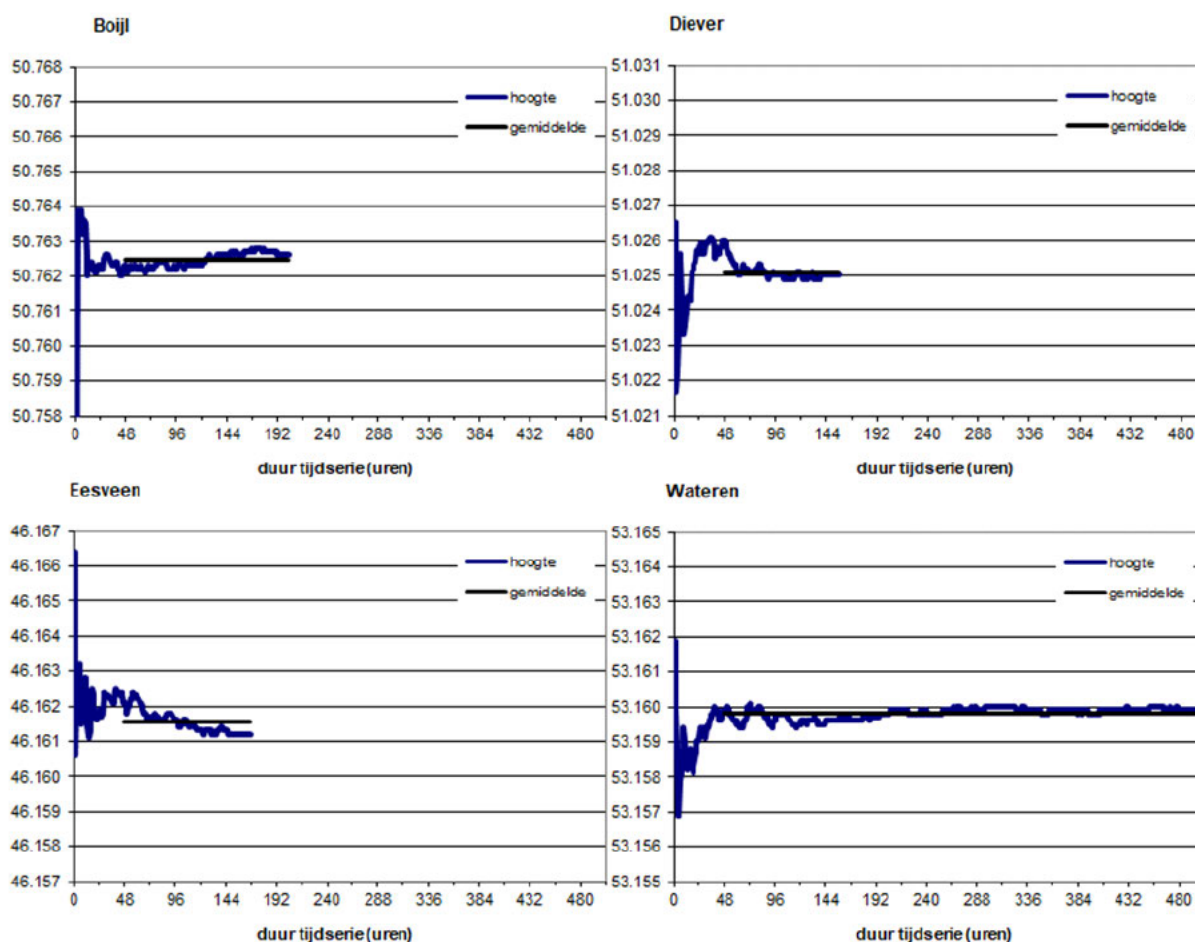
4.4 4^e meting (10-12-2019)

De 4^e meting heeft plaats gevonden van 19 november t/m 10 december 2019. 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
Boijl	2	09150005.atx	02-12-2019	10-12-2019
Diever	1	09150006.atx	20-11-2019	26-11-2019
Eesveen	2	09150005.atx	19-11-2019	26-11-2019
Wateren	3	09150010.atx	20-11-2019	10-12-2019

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
Boijl	52	53	40.28704	6	12	37.71246	50.7625	0.0002
Diever	52	52	3.38612	6	14	41.24787	51.0251	0.0002
Eesveen	52	49	11.08102	6	9	32.27728	46.1615	0.0003
Wateren	52	54	37.57721	6	16	55.44336	53.1598	0.0002



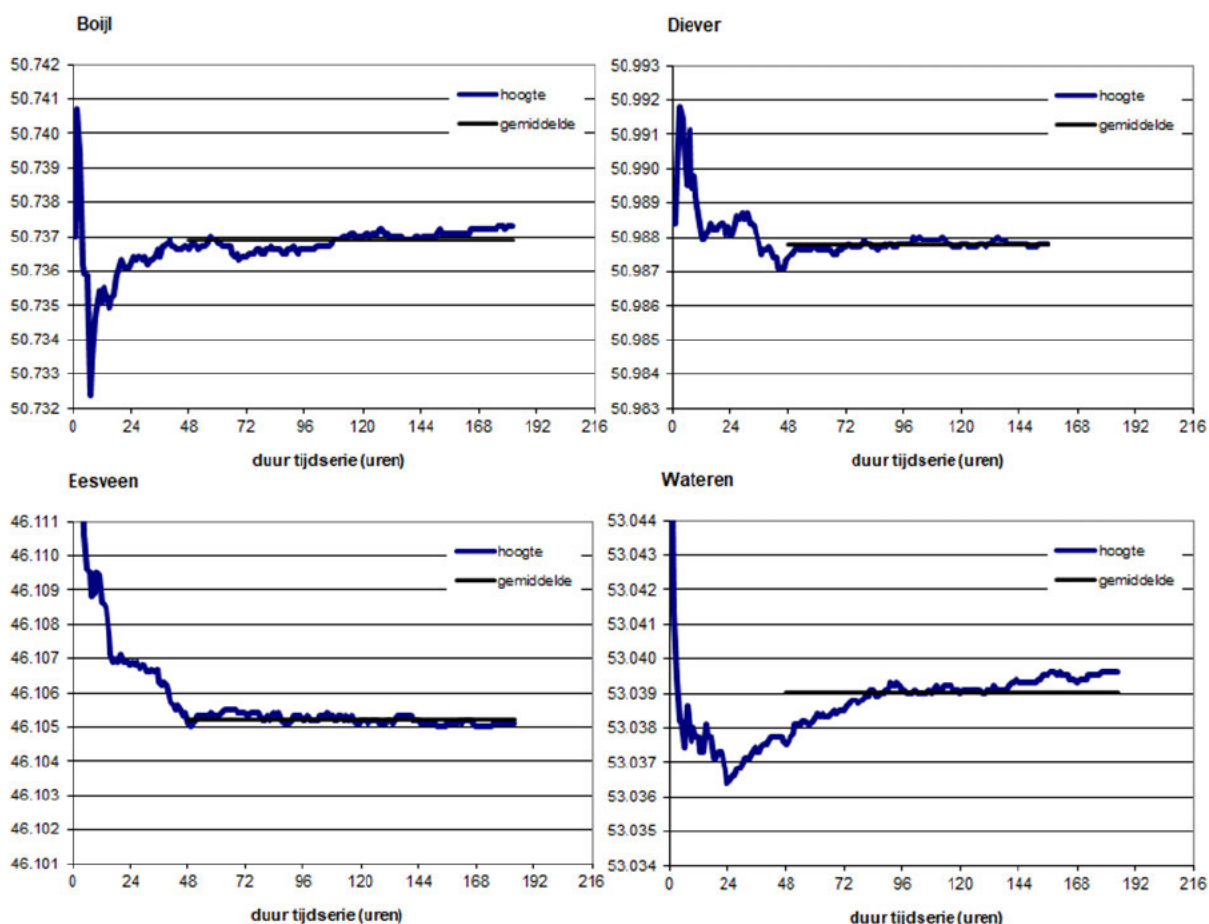
4.5 5^e meting (10-11-2020)

De 5^e meting heeft plaats gevonden van 22 oktober t/m 10 november 2020. 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
Boijl	3	09150010.atx	30-10-2020	06-11-2020
Diever	1	09150006.atx	22-10-2020	28-10-2020
Eesveen	2	09150005.atx	22-10-2020	29-10-2020
Wateren	3	09150010.atx	23-10-2020	30-10-2020

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
Boijl	52	53	40.28728	6	12	37.71202	50.7369	0.0003
Diever	52	52	3.38560	6	14	41.24949	50.9878	0.0001
Eesveen	52	49	11.08102	6	9	32.27641	46.1052	0.0001
Wateren	52	54	37.16569	6	16	55.29659	53.0390	0.0005



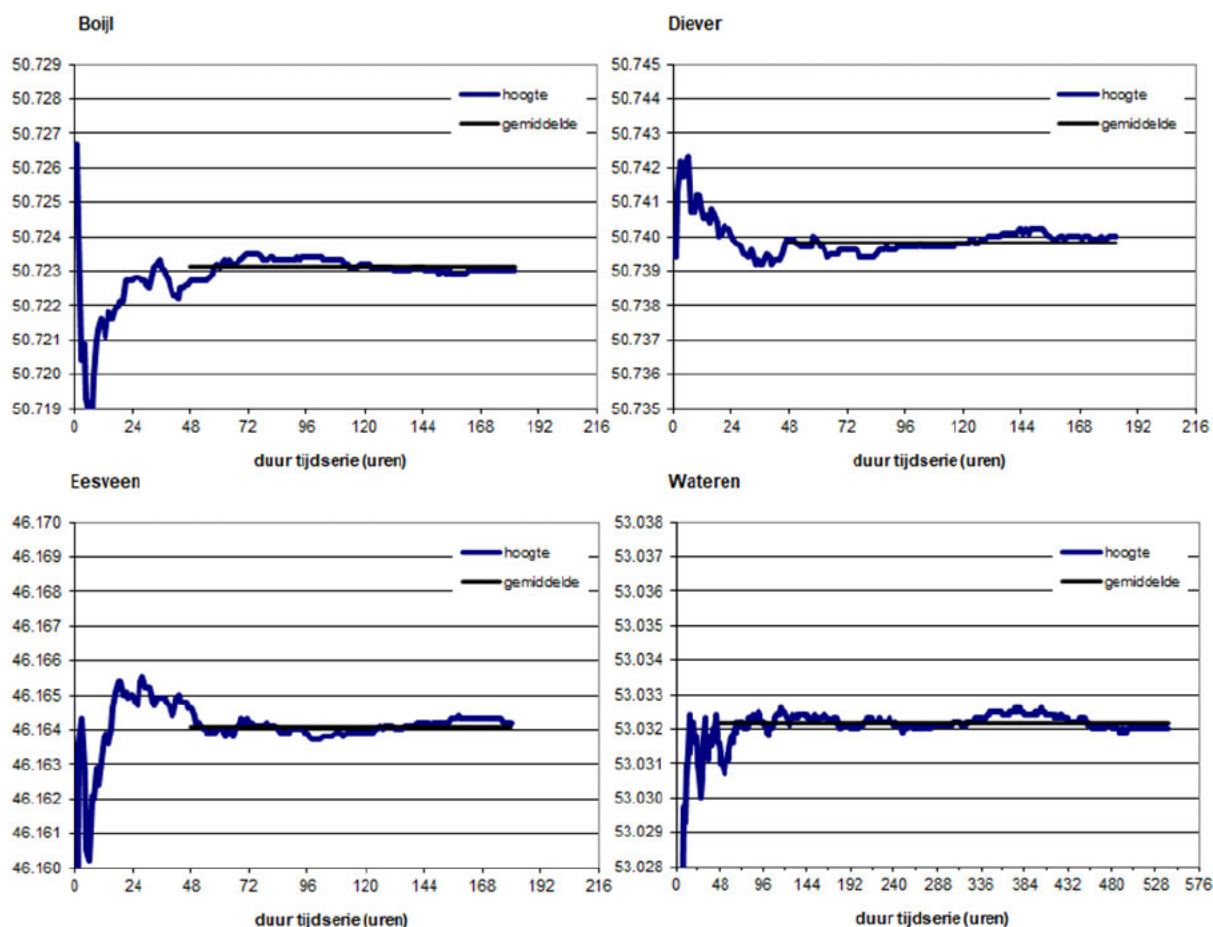
4.6 6^e meting (10-12-2021)

De 6^e meting heeft plaats gevonden van 18 november t/m 10 december 2021. 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
Boijl	2	09150005.atx	02-12-2021	09-12-2021
Diever	1	09150006.atx	19-11-2021	26-11-2021
Eesveen	2	09150005.atx	18-11-2021	25-11-2021
Wateren	3	09150010.atx	18-11-2021	10-12-2021

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
Boijl	52	53	40.28703	6	12	37.71174	50.7231	0.0002
Diever	52	52	2.69829	6	14	42.55371	50.7398	0.0002
Eesveen	52	49	11.08042	6	9	32.27745	46.1641	0.0002
Wateren	52	54	37.41523	6	16	55.04972	53.0322	0.0003



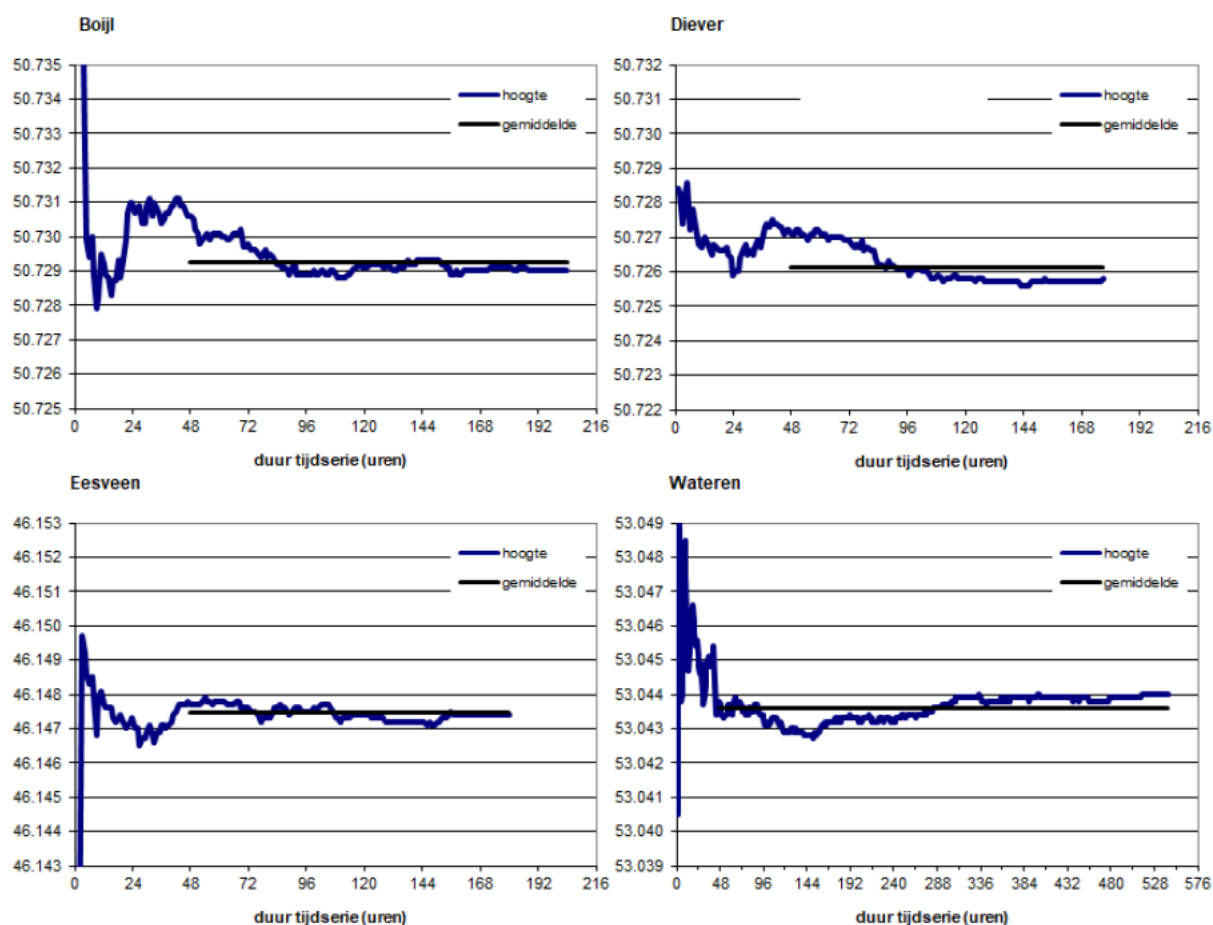
4.7 7^e meting (14-11-2023)

De 7^e meting heeft plaats gevonden van 23 oktober t/m 14 november 2023. 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
Boijl	2	09150005.atx	06-11-2023	14-11-2023
Diever	1	09150006.atx	23-10-2023	30-10-2023
Eesveen	2	09150005.atx	23-10-2023	30-10-2023
Wateren	3	09150010.atx	23-10-2023	14-11-2023

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
Boijl	52	53	40.28768	6	12	37.71050	50.7292	0.0004
Diever	52	52	2.69830	6	14	42.55492	50.7261	0.0005
Eesveen	52	49	11.08038	6	9	32.27814	46.1474	0.0002
Wateren	52	54	37.41556	6	16	55.04941	53.0436	0.0003





Datum
29 november 2023

Titel
Resultaten GPS-metingen Diever

Versie
1.6

Pagina
13 van 19

Bijlage A Coördinaten stations

Coördinaten 12-10-2015

station	naam	eigenaar	status	datum	N ETRS89 (° ' ")			E ETRS89 (° ' ")			ell.h. (m)	ant.h. (m)	ARP (m)	ant. callibratiefile
ball	ballum	06-GPS	fixed	12-10-2015	53	26	29.58835	5	41	15.67027	54.5499	0.101	54.6509	2170556.ant
beil	beilen	06-GPS	fixed	12-10-2015	52	51	37.49852	6	30	54.37391	71.3793	0.099	71.4783	2170563.ant
drac	drachten	06-GPS	fixed	12-10-2015	53	6	31.75472	6	4	58.04659	56.3471	0.147	56.4941	2170593.ant
makk	makkum	06-GPS	fixed	12-10-2015	53	3	36.43453	5	23	50.91281	59.4181	0.147	59.5651	3830141.ant
nieu	nieuwleusen	06-GPS	fixed	12-10-2015	52	35	14.08083	6	16	57.49708	61.3749	0.148	61.5229	3830174.ant
schi	schiermonnikoog	06-GPS	fixed	12-10-2015	53	28	38.43901	6	9	44.16454	50.8095	0.148	50.9575	2170643.ant
urk2	urk	06-GPS	fixed	12-10-2015	52	39	49.41048	5	36	8.55302	54.4020	0.148	54.5500	3830190.ant
wsra	westerbork	AGRS	fixed	12-10-2015	52	54	52.58952	6	36	16.20634	82.2751	0.389	82.6641	aoadm_t.ant

station	naam	eigenaar	status	datum	N ETRS89 (° ' ")			E ETRS89 (° ' ")			ell.h. (m)	ant.h. (m)	ARP (m)	ant. callibratiefile
boyl	boijl	Antea Group	relaxed	12-10-2015	52	53	40.23379	6	12	37.68281	50.7786	0.000	50.7786	09150006.ant
diev	diever	Antea Group	relaxed	12-10-2015	52	52	3.39375	6	14	41.17677	50.9528	0.000	50.9528	09150010.ant



Datum
29 november 2023

Titel
Resultaten GPS-metingen Diever

Versie
1.6

Pagina
14 van 19

Coördinaten 8-12-2016

station	naam	eigenaar	status	datum	N ETRS89 (° ' ")			E ETRS89 (° ' ")			ell.h. (m)	ant.h. (m)	ARP (m)	ant. callibratiefile
ball	ballum	06-GPS	fixed	8-12-2016	53	26	29.58838	5	41	15.67021	54.5471	0.101	54.6481	762-11923.atx
beil	beilen	06-GPS	fixed	8-12-2016	52	51	37.49852	6	30	54.37383	71.3861	0.099	71.4851	762-11910.atx
drac	drachten	06-GPS	fixed	8-12-2016	53	6	31.75474	6	4	58.04658	56.3584	0.147	56.5054	762-11924.atx
makk	makkum	06-GPS	fixed	8-12-2016	53	3	36.43453	5	23	50.91284	59.4140	0.147	59.5610	762-11919.atx
nieu	nieuwleusen	06-GPS	fixed	8-12-2016	52	35	13.93483	6	16	54.80674	61.1936	0.148	61.3416	762-11930.atx
schl	schiermonnikoog	06-GPS	fixed	12-10-2015	53	28	38.43901	6	9	44.16454	50.8095	0.148	50.9575	2170643.ant
urk2	urk	06-GPS	fixed	8-12-2016	52	39	49.41047	5	36	8.55301	54.3958	0.148	54.5438	762-11916.atx
wsra	westerbork	AGRS	fixed	12-10-2015	52	54	52.58952	6	36	16.20634	82.2751	0.389	82.6641	aoadm_t.ant

station	naam	eigenaar	status	datum	N ETRS89 (° ' ")			E ETRS89 (° ' ")			ell.h. (m)	ant.h. (m)	ARP (m)	ant. callibratiefile
boyl	boijl	Antea Group	relaxed	8-12-2016	52	53	40.23445	6	12	37.68333	50.7384	0.000	50.7384	09150005.ant
diev	diever	Antea Group	relaxed	8-12-2016	52	52	3.39402	6	14	41.17728	50.9483	0.000	50.9483	09150010.ant



Datum
29 november 2023

Titel
Resultaten GPS-metingen Diever

Versie
1.6

Pagina
15 van 19

Coördinaten 5-3-2018

station	naam	eigenaar	status	datum	N ETRS89 (° ' ")			E ETRS89 (° ' ")			ell.h. (m)	ant.h. (m)	ARP (m)	ant. callibratiefile
ball	ballum	06-GPS	fixed	8-12-2016	53	26	29.58838	5	41	15.67021	54.5471	0.101	54.6481	762-11923.atx
beil	beilen	06-GPS	fixed	5-3-2018	52	51	37.49855	6	30	54.37381	71.3874	0.099	71.4864	762-11910.atx
drac	drachten	06-GPS	fixed	5-3-2018	53	6	31.75477	6	4	58.04661	56.3593	0.147	56.5063	762-11924.atx
makk	makkum	06-GPS	fixed	5-3-2018	53	3	36.43457	5	23	50.91286	59.4136	0.147	59.5606	762-11919.atx
nieu	nieuwleusen	06-GPS	fixed	5-3-2018	52	35	13.93485	6	16	54.80675	61.1926	0.148	61.3406	762-11930.atx
schl	schiermonnikoog	06-GPS	fixed	5-3-2018	53	28	38.43900	6	9	44.16455	50.8078	0.148	50.9558	2170643.ant
urk2	urk	06-GPS	fixed	8-12-2016	52	39	49.41047	5	36	8.55301	54.3958	0.148	54.5438	762-11916.atx
wsra	westerbork	AGRS	fixed	5-3-2018	52	54	52.58957	6	36	16.20630	82.2751	0.389	82.6641	aoadm_t.ant

station	naam	eigenaar	status	datum	N ETRS89 (° ' ")			E ETRS89 (° ' ")			ell.h. (m)	ant.h. (m)	ARP (m)	ant. callibratiefile
boyl	boijl	Antea Group	relaxed	20-2-2018	52	53	40.23311	6	12	37.69783	50.7319	0.000	50.7319	09150006.ant
diev	diever	Antea Group	relaxed	5-3-2018	52	52	3.39104	6	14	41.18483	50.9825	0.000	50.9825	09150010.ant
eesv	eesveen	Antea Group	relaxed	5-3-2018	52	49	11.02928	6	9	32.24685	46.1593	0.000	46.1593	09150006.ant
wate	wateren	Antea Group	relaxed	28-2-2018	52	54	38.48530	6	16	58.04605	53.0197	0.000	53.0197	09150005.ant



Datum
29 november 2023

Titel
Resultaten GPS-metingen Diever

Versie
1.6

Pagina
16 van 19

Coördinaten 10-12-2019

station	naam	eigenaar	status	datum	N ETRS89 (° ' ")			E ETRS89 (° ' ")			ell.h. (m)	ant.h. (m)	ARP (m)	ant. callibratiefile
ball	ballum	06-GPS	fixed	1-6-2019	53	26	29.58838	5	41	15.67021	54.5459	0.101	54.6469	762-11923.atx
beil	beilen	06-GPS	fixed	1-6-2019	52	51	37.49860	6	30	54.37380	71.3884	0.099	71.4874	762-11910.atx
drac	drachten	06-GPS	fixed	1-6-2019	53	6	31.75482	6	4	58.04666	56.3593	0.147	56.5063	762-11924.atx
makk	makkum	06-GPS	fixed	1-6-2019	53	3	36.43459	5	23	50.91292	59.4136	0.147	59.5606	762-11919.atx
nieu	nieuwleusen	06-GPS	fixed	1-6-2019	52	35	13.93482	6	16	54.80675	61.1926	0.148	61.3406	762-11930.atx
sch	schiermonnikoog	06-GPS	fixed	1-6-2019	53	28	38.43891	6	9	44.16459	50.8053	0.148	50.9533	2170643.ant
urk2	urk	06-GPS	fixed	1-6-2019	52	39	49.41051	5	36	8.55299	54.3968	0.148	54.5448	762-11916.atx
wsra	westerbork	AGRS	fixed	1-6-2019	52	54	52.58962	6	36	16.20623	82.2751	0.389	82.6641	aoadm_t.ant

station	naam	eigenaar	status	datum	N ETRS89 (° ' ")			E ETRS89 (° ' ")			ell.h. (m)	ant.h. (m)	ARP (m)	ant. callibratiefile
boyl	boijl	Antea Group	relaxed	10-12-2019	52	53	40.28704	6	12	37.71246	50.7625	0.000	50.7625	09150005.atx
diev	diever	Antea Group	relaxed	26-11-2019	52	52	3.38612	6	14	41.24787	51.0251	0.000	51.0251	09150006.atx
eesv	eesveen	Antea Group	relaxed	26-11-2019	52	49	11.08102	6	9	32.27728	46.1615	0.000	46.1615	09150005.atx
wate	wateren	Antea Group	relaxed	10-12-2019	52	54	37.57721	6	16	55.44336	53.1598	0.000	53.1598	09150010.atx



Datum
29 november 2023

Titel
Resultaten GPS-metingen Diever

Versie
1.6

Pagina
17 van 19

Coördinaten 10-11-2020

station	naam	eigenaar	status	datum	N ETRS89 (° ' ")			E ETRS89 (° ' ")			ell.h. (m)	ant.h. (m)	Δh (m)	ant. callibratiefile
ball	ballum	06-GPS	fixed	30-5-2020	53	26	29.58838	5	41	15.67021	54.5459	0.101	-0.0012	762-11923.atx
beil	beilen	06-GPS	fixed	30-5-2020	52	51	37.49860	6	30	54.37380	71.3884	0.099	0.0023	762-11910.atx
drac	drachten	06-GPS	fixed	30-5-2020	53	6	31.75484	6	4	58.04664	56.3583	0.147	-0.0001	762-11924.atx
makk	makkum	06-GPS	fixed	30-5-2020	53	3	36.43459	5	23	50.91292	59.4136	0.147	-0.0004	762-11919.atx
nieu	nieuwleusen	06-GPS	fixed	30-5-2020	52	35	13.93482	6	16	54.80675	61.1926	0.148	-0.0010	762-11930.atx
sch	schiermonnikoog	06-GPS	fixed	30-5-2020	53	28	38.43889	6	9	44.16460	50.8053	0.148	-0.0042	2170643.ant
urk2	urk	06-GPS	fixed	30-5-2020	52	39	49.41051	5	36	8.55299	54.3968	0.148	0.0010	762-11916.atx
wsra	westerbork	AGRS	fixed	30-5-2020	52	54	52.58962	6	36	16.20623	82.2751	0.389	0.0000	aoadm_t.ant

station	naam	eigenaar	status	datum	N ETRS89 (° ' ")			E ETRS89 (° ' ")			ell.h. (m)	ant.h. (m)	ARP (m)	ant. callibratiefile
boyl	boijl	Antea Group	relaxed	06-11-2020	52	53	40.28728	6	12	37.71202	50.7369	0.000	50.7369	09150010.atx
diev	diever	Antea Group	relaxed	28-10-2020	52	52	3.38560	6	14	41.24949	50.9878	0.000	50.9878	09150006.atx
eesv	eesveen	Antea Group	relaxed	29-10-2020	52	49	11.08102	6	9	32.27641	46.1052	0.000	46.1052	09150005.atx
wate	wateren	Antea Group	relaxed	30-10-2020	52	54	37.16569	6	16	55.29659	53.0390	0.000	53.0390	09150010.atx



Datum
29 november 2023

Titel
Resultaten GPS-metingen Diever

Versie
1.6

Pagina
18 van 19

Coördinaten 10-12-2021

station	naam	eigenaar	status	datum	N ETRS89 (° ' ")			E ETRS89 (° ' ")			ell.h. (m)	ant.h. (m)	Δh (m)	ant. callibratiefile
ball	ballum	06-GPS	fixed	29-5-2021	53	26	29.58838	5	41	15.67021	54.5443	0.101	-0.0028	TPSCR.G5C.atx
beil	beilen	06-GPS	fixed	29-5-2021	52	51	37.49860	6	30	54.37380	71.3884	0.099	0.0023	TPSCR.G5C.atx
drac	drachten	06-GPS	fixed	29-5-2021	53	6	31.75486	6	4	58.04665	56.3583	0.147	-0.0001	TPSCR.G5C.atx
makk	makkum	06-GPS	fixed	29-5-2021	53	3	36.43459	5	23	50.91292	59.4130	0.147	-0.0010	TPSCR.G5C.atx
nieu	nieuwleusen	06-GPS	fixed	29-5-2021	52	35	13.93482	6	16	54.80675	61.1926	0.148	-0.0010	TPSCR.G5C.atx
sch	schiermonnikoog	06-GPS	fixed	29-5-2021	53	28	38.43885	6	9	44.16462	50.8053	0.148	-0.0042	2170643.ant
urk2	urk	06-GPS	fixed	29-5-2021	52	39	49.41051	5	36	8.55299	54.3968	0.148	0.0010	TPSCR.G5C.atx
wsra	westerbork	AGRS	fixed	29-5-2021	52	54	52.58962	6	36	16.20623	82.2751	0.389	0.0000	aoadm_t.ant

station	naam	eigenaar	status	datum	N ETRS89 (° ' ")			E ETRS89 (° ' ")			ell.h. (m)	ant.h. (m)	ARP (m)	ant. callibratiefile
boyl	boijl	Antea Group	relaxed	9-12-2021	52	53	40.28703	6	12	37.71174	50.7231	0.000	50.7231	09150005.atx
diev	diever	Antea Group	relaxed	26-11-2021	52	52	2.69829	6	14	42.55371	50.7398	0.000	50.7398	09150006.atx
eesv	eesveen	Antea Group	relaxed	25-11-2021	52	49	11.08042	6	9	32.27745	46.1641	0.000	46.1641	09150005.atx
wate	wateren	Antea Group	relaxed	10-12-2021	52	54	37.41523	6	16	55.04972	53.0322	0.000	53.0322	09150010.atx



Datum
29 november 2023

Titel
Resultaten GPS-metingen Diever

Versie
1.6

Pagina
19 van 19

Coördinaten 14-11-2023

station	naam	eigenaar	status	datum	N ETRS89 (° ' ")			E ETRS89 (° ' ")			ell.h. (m)	ant.h. (m)	Δh (m)	ant. callibratiefile
ball	ballum	06-GPS	fixed	3-6-2023	53	26	29.58838	5	41	15.67021	54.5436	0.101	-0.0035	TPSCR.G5C.atx
beil	beilen	06-GPS	fixed	3-6-2023	52	51	37.49860	6	30	54.37380	71.3884	0.099	0.0023	TPSCR.G5C.atx
drac	drachten	06-GPS	fixed	3-6-2023	53	6	31.75492	6	4	58.04663	56.3566	0.147	-0.0018	TPSCR.G5C.atx
makk	makkum	06-GPS	fixed	3-6-2023	53	3	36.43459	5	23	50.91292	59.4130	0.147	-0.0010	TPSCR.G5C.atx
nieu	nieuwleusen	06-GPS	fixed	3-6-2023	52	35	13.93482	6	16	54.80675	61.1904	0.148	-0.0032	TPSCR.G5C.atx
sch	schiermonnikoog	06-GPS	fixed	3-6-2023	53	28	38.43879	6	9	44.16465	50.8039	0.148	-0.0056	2170643.ant
stee	steenwijk	06-GPS	fixed	14-11-2023	52	47	30.50473	6	7	11.79338	54.4033	0.000	0.0000	TPSCR.G5C.atx
urk2	urk	06-GPS	fixed	3-6-2023	52	39	49.41051	5	36	8.55299	54.3968	0.148	0.0010	TPSCR.G5C.atx
wsra	westerbork	AGRS	fixed	3-6-2023	52	54	52.58962	6	36	16.20623	82.2751	0.389	0.0000	aoadm_t.ant

station	naam	eigenaar	status	datum	N ETRS89 (° ' ")			E ETRS89 (° ' ")			ell.h. (m)	ant.h. (m)	ARP (m)	ant. callibratiefile
boyl	boijl	Antea Group	relaxed	14-11-2023	52	53	40.28768	6	12	37.71050	50.7292	0.000	50.7292	09150005.atx
diev	diever	Antea Group	relaxed	30-10-2023	52	52	2.69830	6	14	42.55492	50.7261	0.000	50.7261	09150006.atx
eesv	eesveen	Antea Group	relaxed	30-10-2023	52	49	11.08038	6	9	32.27814	46.1474	0.000	46.1474	09150005.atx
wate	wateren	Antea Group	relaxed	14-11-2023	52	54	37.41556	6	16	55.04941	53.0436	0.000	53.0436	09150010.atx



Resultaten GPS-metingen Vinkega

In opdracht van: Antea Group

datum: 29 november 2023
auteur: ir. Frank Dentz, 06-GPS
goedkeuring: ir. Jean-Paul Henry, 06-GPS
versie: 1.7

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 (25-11-2011).....	6
4.2	2 ^e meting (18-12-2012).....	7
4.3	3 ^e meting (19-01-2015).....	8
4.4	4 ^e meting (28-04-2017).....	9
4.5	5 ^e meting (10-12-2019).....	10
4.6	6 ^e meting (10-11-2020).....	11
4.7	7 ^e meting (09-12-2021).....	12
4.8	8 ^e meting (14-11-2023).....	13
Bijlage A	Coördinaten stations	14

1 Inleiding

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

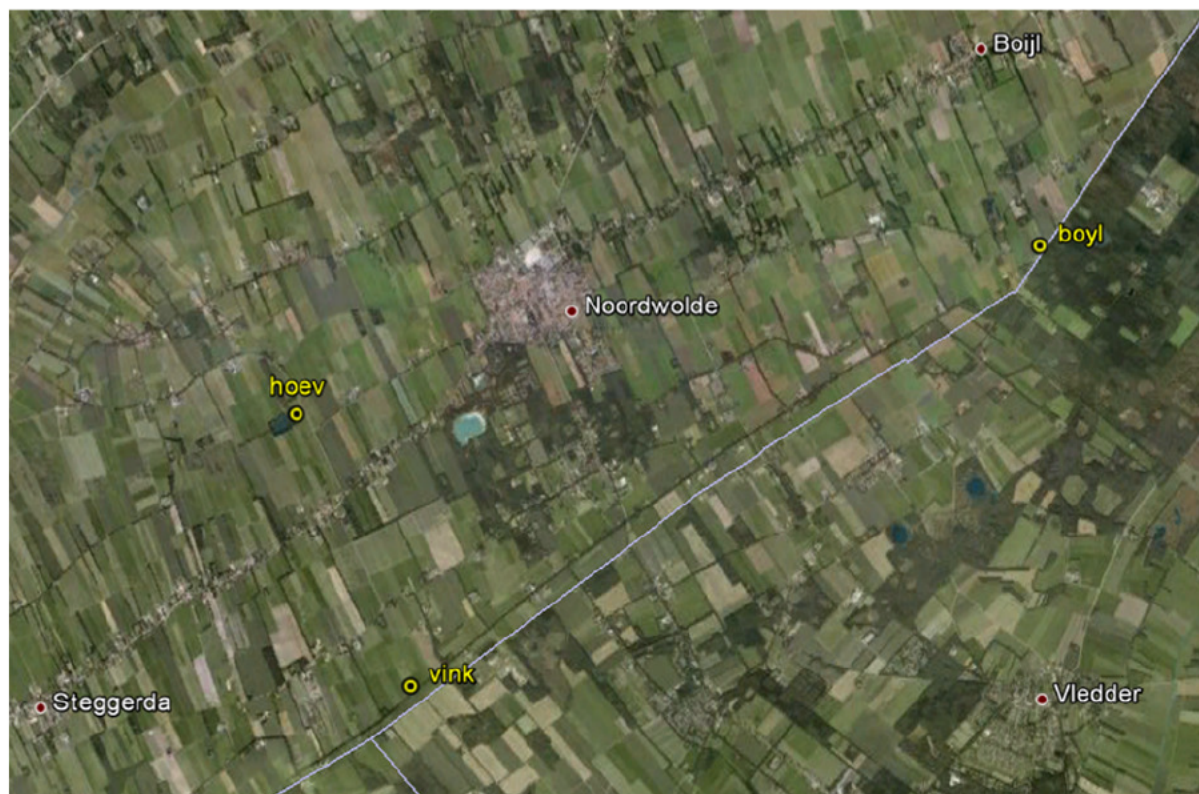


Fig. 1. Locaties GPS-meetpalen; hoev (De Hoeve), boyl (Boijl) en vink (Vinkega).

Voor de berekening wordt gebruik gemaakt van in totaal 9 referentiestationen, waarvan 8 beheerd door OG-GPS 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 overgenomen uit het referentienetwerk dat wordt gebruikt voor bodemdalingsmetingen voor de NAM. Binnen dit netwerk worden de referentiestationen jaarlijks gecontroleerd op autonome bewegingen. Indien nodig worden op basis van deze controle de coördinaten aangepast.

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.

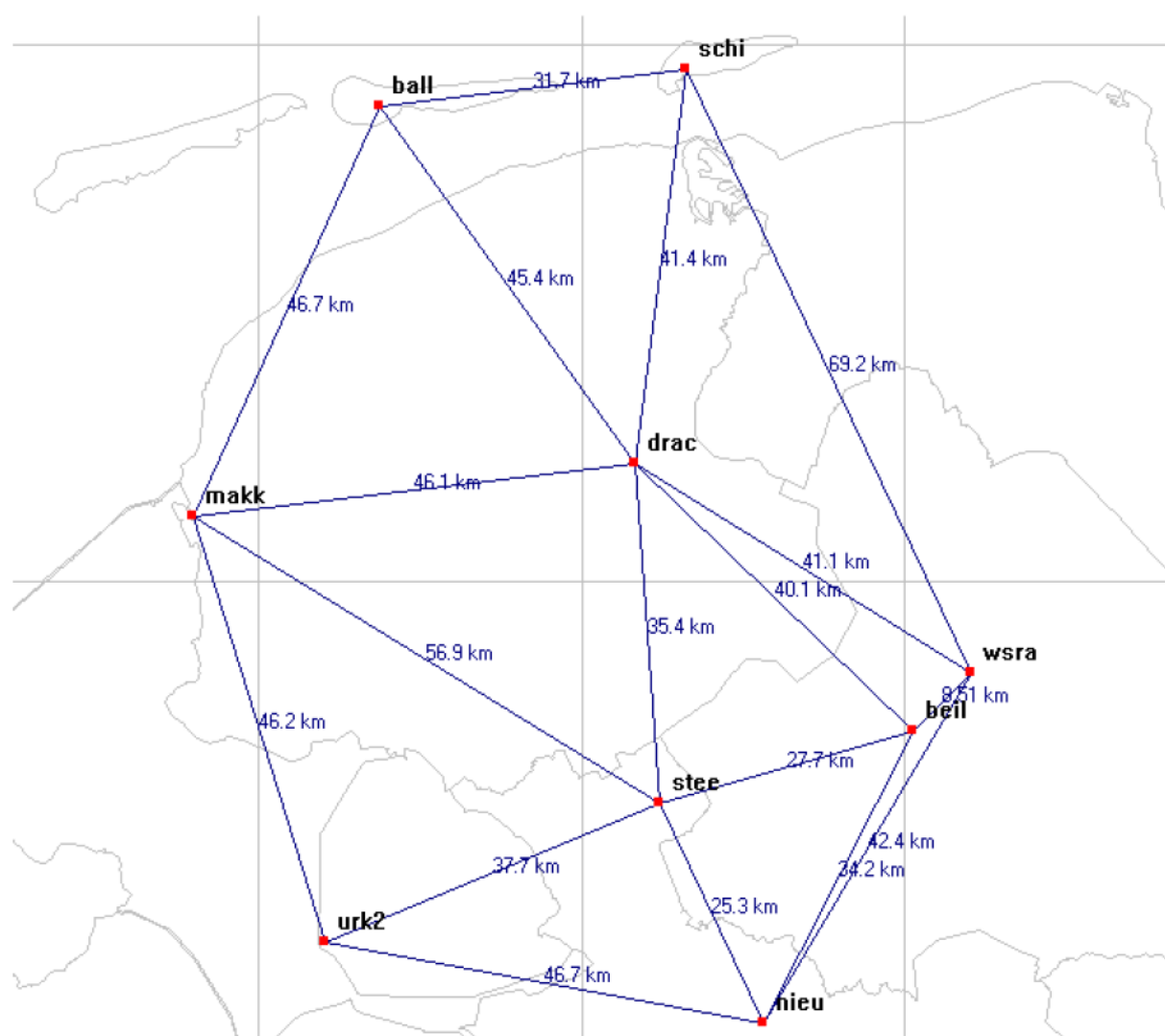


Fig. 2. Referentienetwerk t.b.v. verwerking monitorstations.

3 Foutenbronnen & interpretatie resultaten

De tijdelijke GPS opstellingen rond Vinkega 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-millimeternauwkeurigheid behaald kan worden.

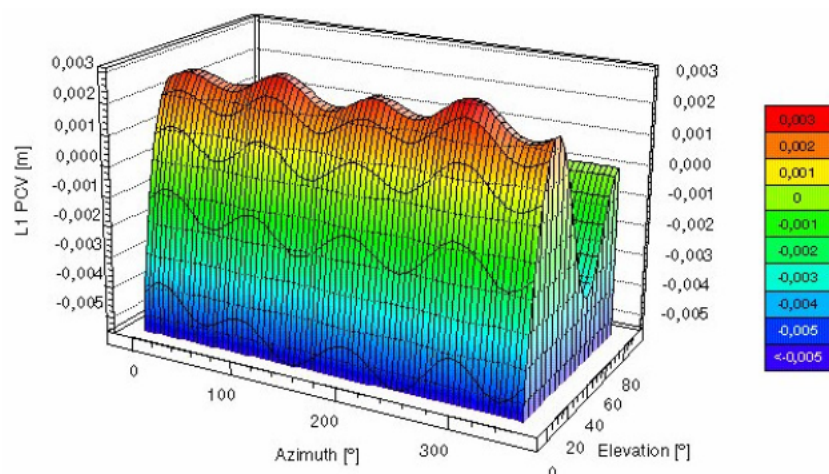


Fig. 3. Fasecentrum variaties van een Leica AR25 antenne (L1).

4 Resultaten GPS-metingen

4.1 1^e meting (25-11-2011)

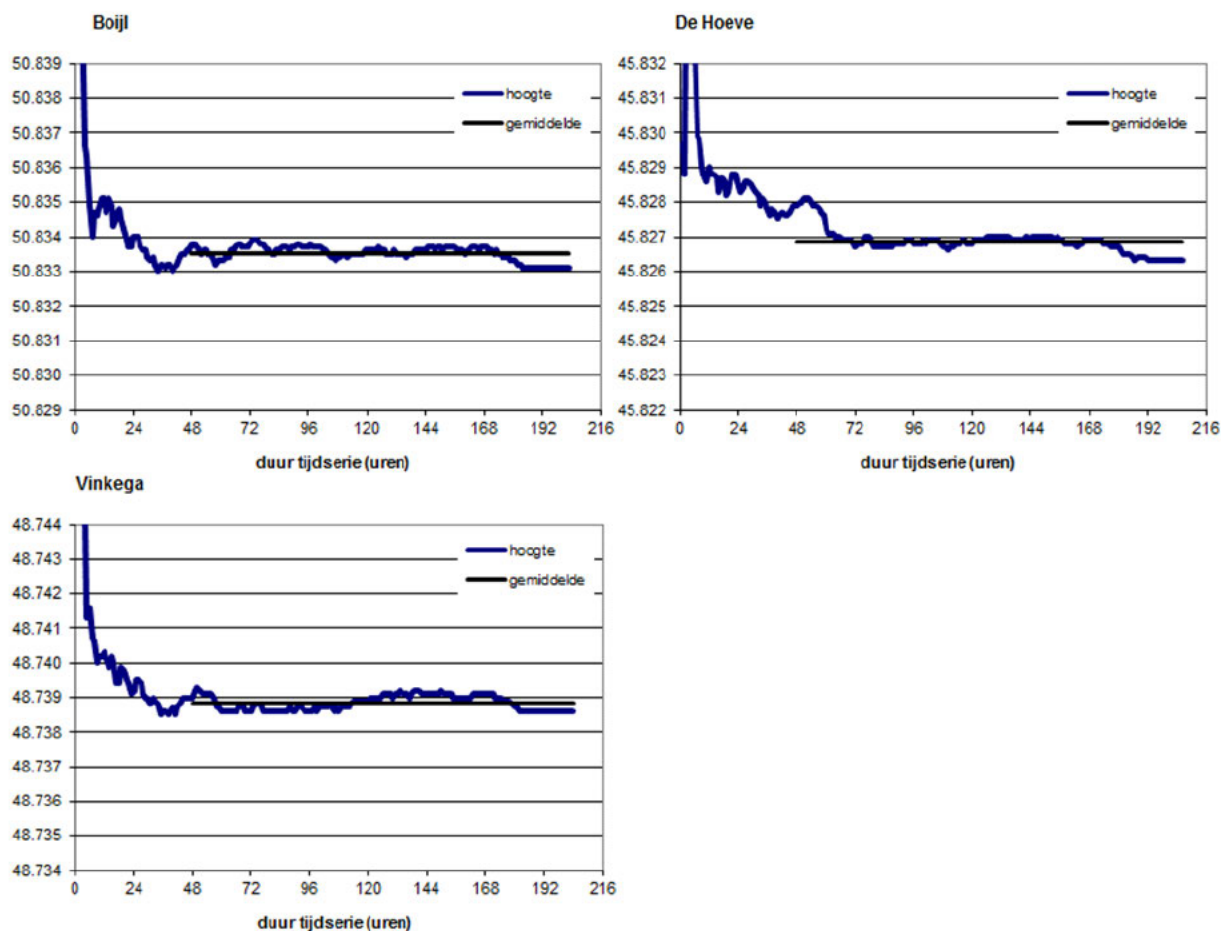
De 1^e meting (nulmeting) heeft plaats gevonden van 17 t/m 25 november 2011. Zie de onderstaande tabel voor een overzicht met per station de meetpaal en start- en einddatum van de tijdreeks:

Station	Paal nr	Ant. kalibratie	Startdatum	Einddatum
Boijl	3	09150010.ant	17-11-2011	25-11-2011
De Hoeve	1	09150006.ant	17-11-2011	25-11-2011
Vinkega	2	09150005.ant	17-11-2011	25-11-2011

De onderstaande tabel bevat de berekende coördinaten van de drie opstellingen in ETRS89. Dit betreft 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.

Let op! Dit zijn herberekende resultaten i.v.m. inpassing binnen het NAM-netwerk.

station	NB					OL		h ARP	σ h
Boijl	52	53	40.24644	6	12	37.20105	50.8335	0.0002	
De Hoeve	52	52	50.77972	6	6	35.34373	45.8269	0.0004	
Vinkega	52	51	30.95943	6	7	31.09793	48.7388	0.0002	



4.2 2^e meting (18-12-2012)

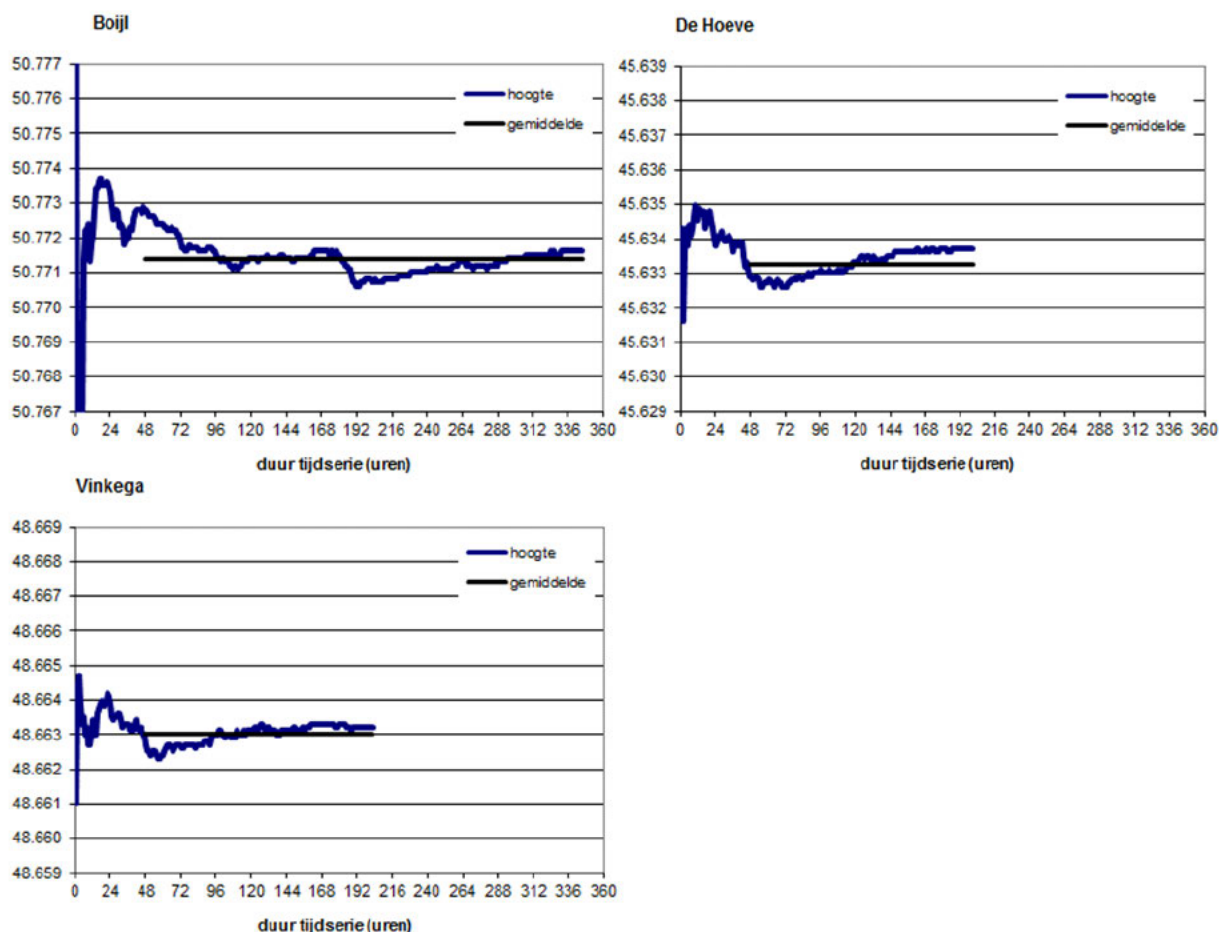
De 2^e meting heeft plaats gevonden van 4 t/m 18 december 2012. Zie de onderstaande tabel voor een overzicht van de stations met de bijbehorende meetpaal en start- en einddatum van de tijdreeks:

Station	Paal nr	Ant. kalibratie	Startdatum	Einddatum
Boijl	3	09150010.ant	04-12-2012	18-12-2012
De Hoeve	1	09150006.ant	10-12-2012	18-12-2012
Vinkega	2	09150005.ant	10-12-2012	18-12-2012

De onderstaande tabel bevat de berekende coördinaten van de drie 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.

Let op! Dit zijn herberekende resultaten i.v.m. inpassing binnen het NAM-netwerk.

station	NB					OL	h ARP	σ h
Boijl	52	53	40.23452	6	12	37.68404	50.7714	0.0004
De Hoeve	52	52	50.77984	6	6	35.33901	45.6333	0.0004
Vinkega	52	51	30.94816	6	7	31.09801	48.6630	0.0003



4.3 3^e meting (19-01-2015)

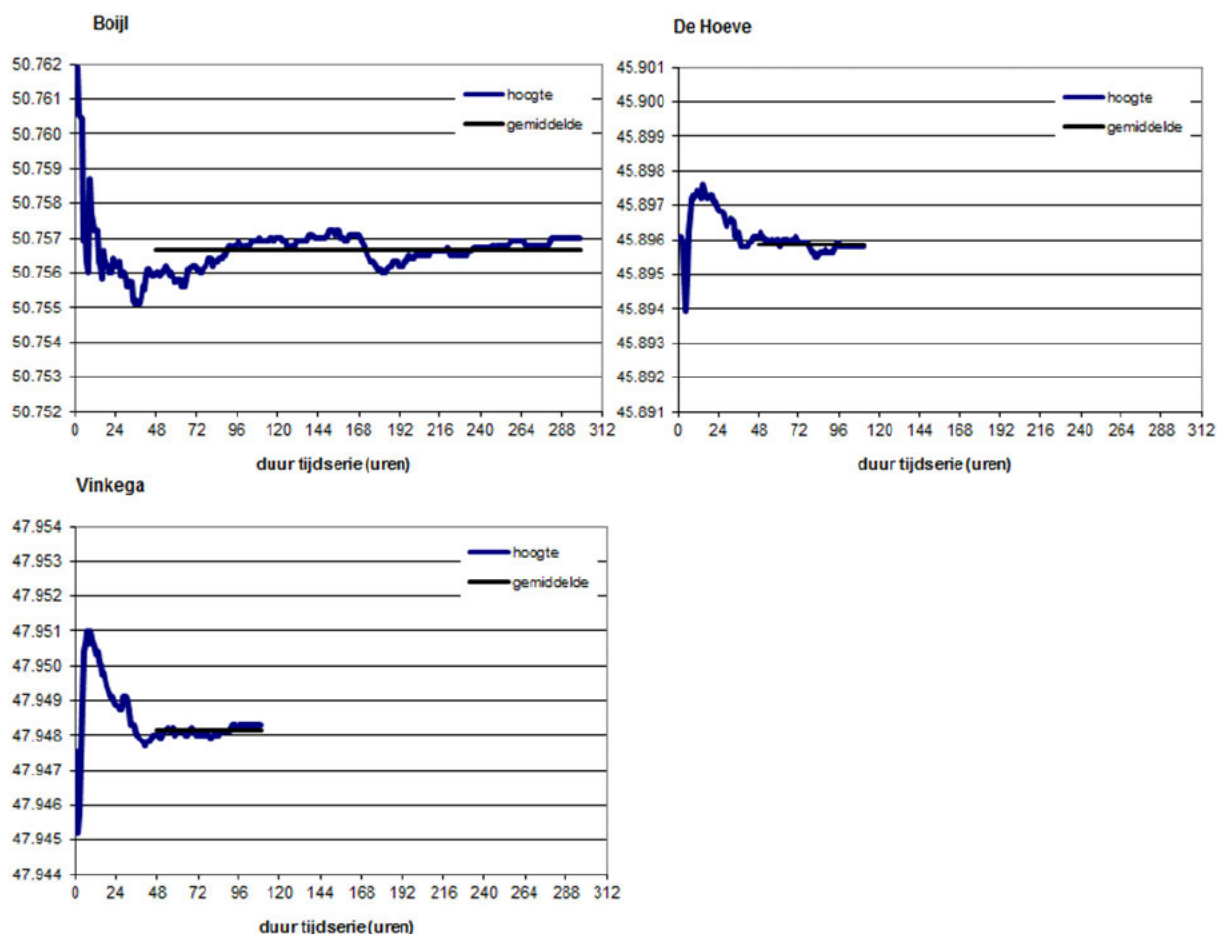
De 3^e meting heeft plaats gevonden van 7 t/m 19 januari 2015. Zie de onderstaande tabel voor een overzicht van de stations met de bijbehorende meetpaal en start- en einddatum van de tijdreeks:

Station	Paal nr	Ant. kalibratie	Startdatum	Einddatum
Boijl	3	09150010.ant	07-01-2015	19-01-2015
De Hoeve	1	09150006.ant	15-01-2015	19-01-2015
Vinkega	2	09150005.ant	15-01-2015	19-01-2015

De onderstaande tabel bevat de berekende coördinaten van de drie 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.

Let op! Dit zijn herberekende resultaten i.v.m. inpassing binnen het NAM-netwerk.

station	NB					OL	h ARP	σ h
Boijl	52	53	40.23521	6	12	37.68232	50.7566	0.0004
De Hoeve	52	52	52.38206	6	6	35.96664	45.8958	0.0002
Vinkega	52	51	31.00468	6	7	33.73706	47.9481	0.0001



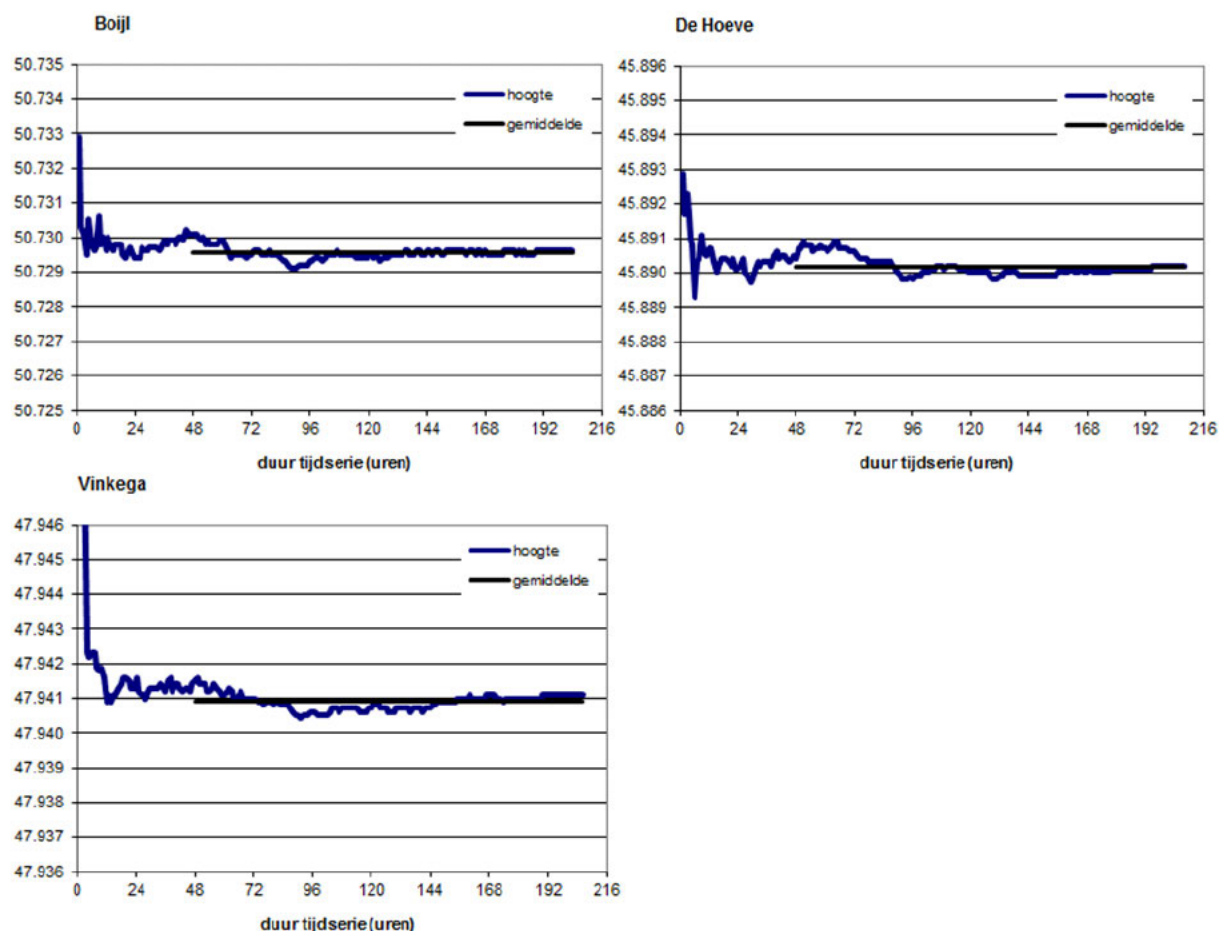
4.4 4^e meting (28-04-2017)

De 4^e meting heeft plaats gevonden van 20 t/m 28 april 2017. Zie de onderstaande tabel voor een overzicht van de stations met de bijbehorende meetpaal en start- en einddatum van de tijdreeks:

Station	Paal nr	Ant. kalibratie	Startdatum	Einddatum
Boijl	3	09150010.ant	20-04-2017	28-04-2017
De Hoeve	1	09150006.ant	20-04-2017	28-04-2017
Vinkega	2	09150005.ant	20-04-2017	28-04-2017

De onderstaande tabel bevat de berekende coördinaten van de drie 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
Boijl	52	53	40.23442	6	12	37.68343	50.7295	0.0002	
De Hoeve	52	52	52.38132	6	6	35.96604	45.8902	0.0003	
Vinkega	52	51	31.00470	6	7	33.73662	47.9409	0.0002	



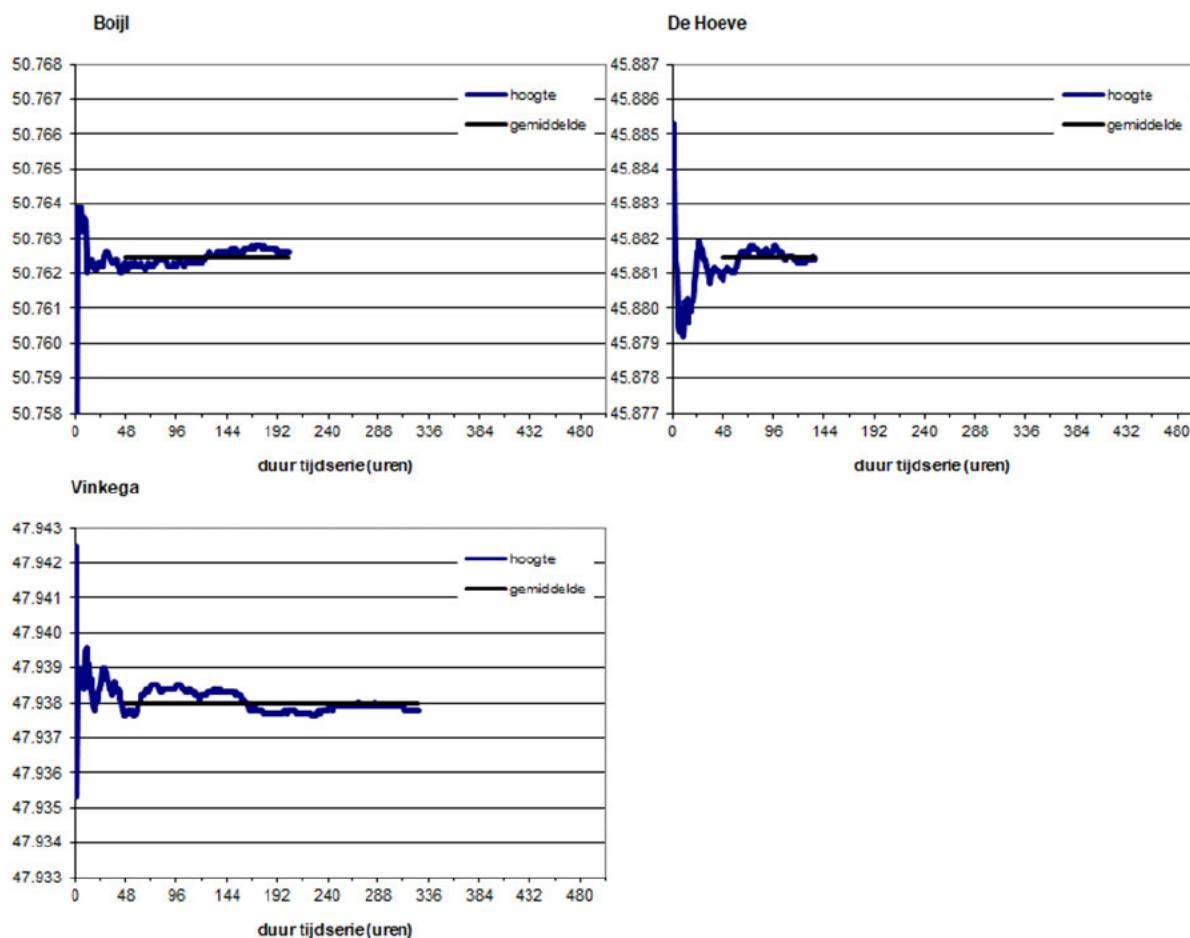
4.5 5^e meting (10-12-2019)

De 5^e meting heeft plaats gevonden van 27 november t/m 10 december 2019. Zie de onderstaande tabel voor een overzicht van de stations met de bijbehorende meetpaal en start- en einddatum van de tijdreeks:

Station	Paal nr	Ant. kalibratie	Startdatum	Einddatum
Boijl	2	09150005.atx	02-12-2019	10-12-2019
De Hoeve	2	09150005.atx	27-11-2019	02-12-2019
Vinkega	1	09150006.atx	27-11-2019	10-12-2019

De onderstaande tabel bevat de berekende coördinaten van de drie 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
Boijl	52	53	40.28704	6	12	37.71246	50.7625	0.0002
De Hoeve	52	52	52.38141	6	6	35.96706	45.8815	0.0002
Vinkega	52	51	31.00434	6	7	33.73636	47.9380	0.0003



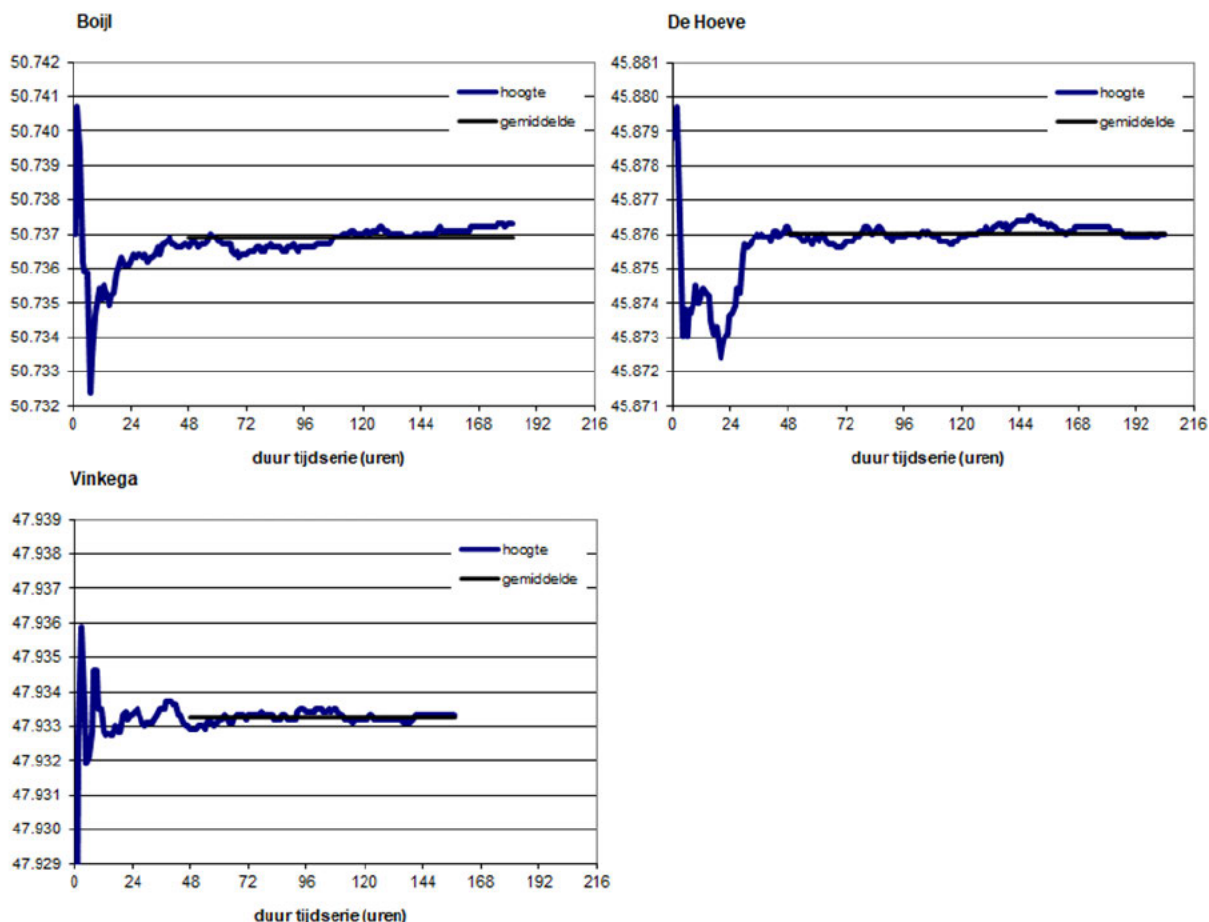
4.6 6^e meting (10-11-2020)

De 6^e meting heeft plaats gevonden van 22 oktober t/m 10 november 2020. Zie de onderstaande tabel voor een overzicht van de stations met de bijbehorende meetpaal en start- en einddatum van de tijdreeks:

Station	Paal nr	Ant. kalibratie	Startdatum	Einddatum
Boijl	3	09150010.atx	30-10-2020	06-11-2020
De Hoeve	2	09150005.atx	29-10-2020	06-11-2020
Vinkega	1	09150006.atx	04-11-2020	10-11-2020

De onderstaande tabel bevat de berekende coördinaten van de drie 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
Boijl	52	53	40.28728	6	12	37.71202	50.7369	0.0003
De Hoeve	52	52	52.38195	6	6	35.96574	45.8760	0.0002
Vinkega	52	51	31.00462	6	7	33.73639	47.9332	0.0001



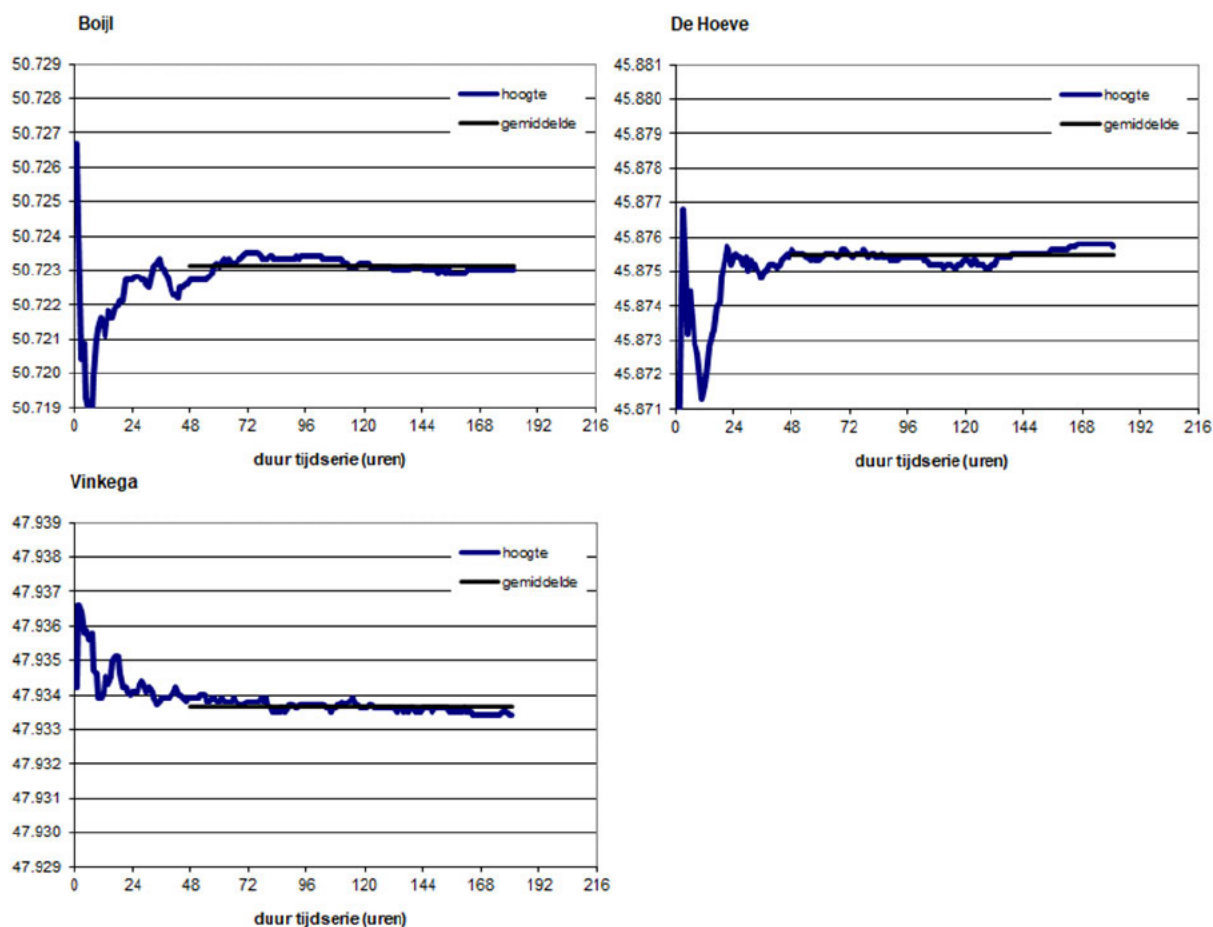
4.7 7^e meting (09-12-2021)

De 7^e meting heeft plaats gevonden van 25 november t/m 9 december 2021. Zie de onderstaande tabel voor een overzicht van de stations met de bijbehorende meetpaal en start- en einddatum van de tijdreeks:

Station	Paal nr	Ant. kalibratie	Startdatum	Einddatum
Boijl	2	09150005.atx	02-12-2021	09-12-2021
De Hoeve	2	09150005.atx	25-11-2021	02-12-2021
Vinkega	1	09150006.atx	26-11-2021	03-12-2021

De onderstaande tabel bevat de berekende coördinaten van de drie 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
Boijl	52	53	40.28703	6	12	37.71174	50.7231	0.0002	
De Hoeve	52	52	52.38119	6	6	35.96614	45.8755	0.0002	
Vinkega	52	51	31.00440	6	7	33.73727	47.9336	0.0002	



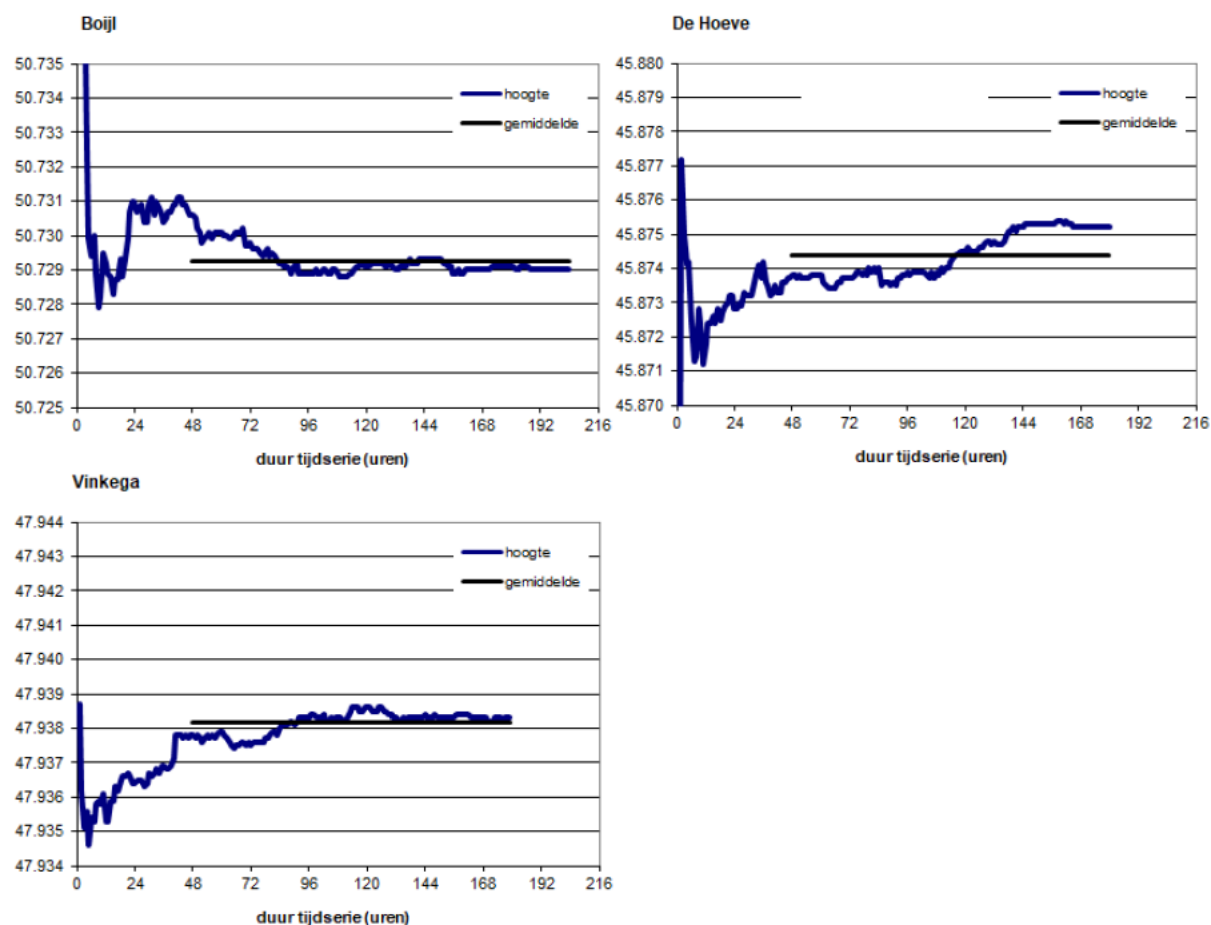
4.8 8^e meting (14-11-2023)

De 8^e meting heeft plaats gevonden van 30 oktober t/m 14 november 2023. Zie de onderstaande tabel voor een overzicht van de stations met de bijbehorende meetpaal en start- en einddatum van de tijdreeks:

Station	Paal nr	Ant. kalibratie	Startdatum	Einddatum
Boijl	2	09150005.atx	06-11-2023	14-11-2023
De Hoeve	2	09150005.atx	30-10-2023	06-11-2023
Vinkega	1	09150006.atx	30-10-2023	06-11-2023

De onderstaande tabel bevat de berekende coördinaten van de drie 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
Boijl	52	53	40.28768	6	12	37.71050	50.7292	0.0004
De Hoeve	52	52	52.38141	6	6	35.96594	45.8744	0.0007
Vinkega	52	51	31.00495	6	7	33.73626	47.9382	0.0003



Bijlage A Coördinaten stations

Coördinaten 25-11-2011

station	naam	eigenaar	status	datum	N ETRS89 (° ' ")			E ETRS89 (° ' ")			ell.h. (m)	ant.h. (m)	ARP (m)	ant. callibratiefile
ball	ballum	06-GPS	fixed	25-11-2011	53	26	29.58835	5	41	15.67027	54.5499	0.101	54.6509	2170556.ant
beil	beilen	06-GPS	fixed	25-11-2011	52	51	37.49852	6	30	54.37391	71.3793	0.099	71.4783	2170563.ant
drac	drachten	06-GPS	fixed	25-11-2011	53	6	31.75472	6	4	58.04659	56.3471	0.147	56.4941	2170593.ant
makk	makkum	06-GPS	fixed	25-11-2011	53	3	36.43453	5	23	50.91281	59.4181	0.147	59.5651	3830141.ant
nieu	nieuwleusen	06-GPS	fixed	25-11-2011	52	35	14.08083	6	16	57.49708	61.3749	0.148	61.5229	3830174.ant
sch	schiermonnikoog	06-GPS	fixed	25-11-2011	53	28	38.43901	6	9	44.16454	50.8095	0.148	50.9575	2170643.ant
urk2	urk	06-GPS	fixed	25-11-2011	52	39	49.41048	5	36	8.55302	54.4020	0.148	54.5500	3830190.ant
wsra	westerbork	AGRS	fixed	25-11-2011	52	54	52.58952	6	36	16.20634	82.2751	0.389	82.6641	aoadm_t.ant

station	paal	eigenaar	status	datum	N ETRS89 (° ' ")			E ETRS89 (° ' ")			ell.h. (m)	ant.h. (m)	ARP (m)	ant. callibratiefile
boyl	paal 3	Antea Group	relaxed	25-11-2011	52	53	40.24644	6	12	37.20105	50.8335	0.000	50.8335	09150010.ant
hoev	paal 1	Antea Group	relaxed	25-11-2011	52	52	50.77972	6	6	35.34373	45.8269	0.000	45.8269	09150006.ant
vink	paal 2	Antea Group	relaxed	25-11-2011	52	51	30.95943	6	7	31.09793	48.7388	0.000	48.7388	09150005.ant

station	paal	eigenaar	status	datum	N ETRS89 (° ' ")			E ETRS89 (° ' ")			ell.h. (m)	ant.h. (m)	ARP (m)	ant. callibratiefile
boyl	paal 3	Antea Group	relaxed	18-12-2012	52	53	40.23452	6	12	37.68404	50.7714	0.000	50.7714	09150010.ant
hoev	paal 1	Antea Group	relaxed	18-12-2012	52	52	50.77984	6	6	35.33901	45.6333	0.000	45.6333	09150006.ant
vink	paal 2	Antea Group	relaxed	18-12-2012	52	51	30.94816	6	7	31.09801	48.6630	0.000	48.6630	09150005.ant

Datum
29 november 2023

Titel
Resultaten GPS-metingen Vinkega

Versie
1.7

Pagina
15 van 19

station	paal	eigenaar	status	datum	N ETRS89 (° ' ")			E ETRS89 (° ' ")			ell.h. (m)	ant.h. (m)	ARP (m)	ant. callibratiefile
boyl	paal 3	Antea Group	relaxed	19-1-2015	52	53	40.23521	6	12	37.68232	50.7566	0.000	50.7566	09150010.ant
hoev	paal 1	Antea Group	relaxed	19-1-2015	52	52	52.38206	6	6	35.96664	45.8958	0.000	45.8958	09150006.ant
vink	paal 2	Antea Group	relaxed	19-1-2015	52	51	31.00468	6	7	33.73706	47.9481	0.000	47.9481	09150005.ant

Coördinaten 28-04-2017

station	naam	eigenaar	status	datum	N ETRS89 (° ' ")			E ETRS89 (° ' ")			ell.h. (m)	ant.h. (m)	ARP (m)	ant. callibratiefile
ball	ballum	06-GPS	fixed	8-12-2016	53	26	29.58838	5	41	15.67021	54.5471	0.101	54.6481	762-11923.atx
beil	beilen	06-GPS	fixed	8-12-2016	52	51	37.49852	6	30	54.37383	71.3861	0.099	71.4851	762-11910.atx
drac	drachten	06-GPS	fixed	8-12-2016	53	6	31.75474	6	4	58.04658	56.3584	0.147	56.5054	762-11924.atx
makk	makkum	06-GPS	fixed	8-12-2016	53	3	36.43453	5	23	50.91284	59.4140	0.147	59.5610	762-11919.atx
nieu	nieuwleusen	06-GPS	fixed	8-12-2016	52	35	13.93483	6	16	54.80674	61.1936	0.148	61.3416	762-11930.atx
schi	schiermonnikoog	06-GPS	fixed	12-10-2015	53	28	38.43901	6	9	44.16454	50.8095	0.148	50.9575	2170643.ant
urk2	urk	06-GPS	fixed	8-12-2016	52	39	49.41047	5	36	8.55301	54.3958	0.148	54.5438	762-11916.atx
wsra	westerbork	AGRS	fixed	12-10-2015	52	54	52.58952	6	36	16.20634	82.2751	0.389	82.6641	aoadm t.ant

station	paal	eigenaar	status	datum	N ETRS89 (° ' ")			E ETRS89 (° ' ")			ell.h. (m)	ant.h. (m)	ARP (m)	ant. callibratiefile
boyl	paal 3	Antea Group	relaxed	28-4-2017	52	53	40.23442	6	12	37.68343	50.7295	0.000	50.7295	09150010.ant
hoev	paal 1	Antea Group	relaxed	28-4-2017	52	52	52.38132	6	6	35.96604	45.8902	0.000	45.8902	09150006.ant
vink	paal 2	Antea Group	relaxed	28-4-2017	52	51	31.00470	6	7	33.73662	47.9409	0.000	47.9409	09150005.ant



Datum
29 november 2023

Titel
Resultaten GPS-metingen Vinkega

Versie
1.7

Pagina
16 van 19

Coördinaten 10-12-2019

station	naam	eigenaar	status	datum	N ETRS89 (° ' ")			E ETRS89 (° ' ")			ell.h. (m)	ant.h. (m)	ARP (m)	ant. callibratiefile
ball	ballum	06-GPS	fixed	1-6-2019	53	26	29.58838	5	41	15.67021	54.5459	0.101	54.6469	762-11923.atx
beil	beilen	06-GPS	fixed	1-6-2019	52	51	37.49860	6	30	54.37380	71.3884	0.099	71.4874	762-11910.atx
drac	drachten	06-GPS	fixed	1-6-2019	53	6	31.75482	6	4	58.04666	56.3593	0.147	56.5063	762-11924.atx
makk	makkum	06-GPS	fixed	1-6-2019	53	3	36.43459	5	23	50.91292	59.4136	0.147	59.5606	762-11919.atx
nieu	nieuwleusen	06-GPS	fixed	1-6-2019	52	35	13.93482	6	16	54.80675	61.1926	0.148	61.3406	762-11930.atx
sch	schiermonnikoog	06-GPS	fixed	1-6-2019	53	28	38.43891	6	9	44.16459	50.8053	0.148	50.9533	2170643.ant
urk2	urk	06-GPS	fixed	1-6-2019	52	39	49.41051	5	36	8.55299	54.3968	0.148	54.5448	762-11916.atx
wsra	westerbork	AGRS	fixed	1-6-2019	52	54	52.58962	6	36	16.20623	82.2751	0.389	82.6641	aoadm_t.ant

station	naam	eigenaar	status	datum	N ETRS89 (° ' ")			E ETRS89 (° ' ")			ell.h. (m)	ant.h. (m)	ARP (m)	ant. callibratiefile
boyl	boijl	Antea Group	relaxed	10-12-2019	52	53	40.28704	6	12	37.71246	50.7625	0.000	50.7625	09150005.atx
hoev	de hoeve	Antea Group	relaxed	2-12-2019	52	52	52.38141	6	6	35.96706	45.8815	0.000	45.8815	09150005.atx
vink	vinkega	Antea Group	relaxed	10-12-2019	52	51	31.00434	6	7	33.73636	47.9380	0.000	47.9380	09150006.atx



Datum
29 november 2023

Titel
Resultaten GPS-metingen Vinkega

Versie
1.7

Pagina
17 van 19

Coördinaten 10-11-2020

station	naam	eigenaar	status	datum	N ETRS89 (° ' ")			E ETRS89 (° ' ")			ell.h. (m)	ant.h. (m)	Δh (m)	ant. callibratiefile
ball	ballum	06-GPS	fixed	30-5-2020	53	26	29.58838	5	41	15.67021	54.5459	0.101	-0.0012	762-11923.atx
beil	beilen	06-GPS	fixed	30-5-2020	52	51	37.49860	6	30	54.37380	71.3884	0.099	0.0023	762-11910.atx
drac	drachten	06-GPS	fixed	30-5-2020	53	6	31.75484	6	4	58.04664	56.3583	0.147	-0.0001	762-11924.atx
makk	makkum	06-GPS	fixed	30-5-2020	53	3	36.43459	5	23	50.91292	59.4136	0.147	-0.0004	762-11919.atx
nieu	nieuwleusen	06-GPS	fixed	30-5-2020	52	35	13.93482	6	16	54.80675	61.1926	0.148	-0.0010	762-11930.atx
schi	schiermonnikoog	06-GPS	fixed	30-5-2020	53	28	38.43889	6	9	44.16460	50.8053	0.148	-0.0042	2170643.ant
urk2	urk	06-GPS	fixed	30-5-2020	52	39	49.41051	5	36	8.55299	54.3968	0.148	0.0010	762-11916.atx
wsra	westerbork	AGRS	fixed	30-5-2020	52	54	52.58962	6	36	16.20623	82.2751	0.389	0.0000	aoadm_t.ant

station	naam	eigenaar	status	datum	N ETRS89 (° ' ")			E ETRS89 (° ' ")			ell.h. (m)	ant.h. (m)	ARP (m)	ant. callibratiefile
boyl	boijl	Antea Group	relaxed	06-11-2020	52	53	40.28728	6	12	37.71202	50.7369	0.000	50.7369	09150010.atx
hoev	de hoeve	Antea Group	relaxed	06-11-2020	52	52	52.38195	6	6	35.96574	45.8760	0.000	45.8760	09150005.atx
vink	vinkega	Antea Group	relaxed	10-11-2020	52	51	31.00462	6	7	33.73639	47.9332	0.000	47.9332	09150006.atx

Datum
29 november 2023

Titel
Resultaten GPS-metingen Vinkega

Versie
1.7

Pagina
18 van 19

Coördinaten 09-12-2021

station	naam	eigenaar	status	datum	N ETRS89 (° ' ")			E ETRS89 (° ' ")			ell.h. (m)	ant.h. (m)	Δh (m)	ant. callibratiefile
ball	ballum	06-GPS	fixed	29-5-2021	53	26	29.58838	5	41	15.67021	54.5443	0.101	-0.0028	TPSCR.G5C.atx
beil	beilen	06-GPS	fixed	29-5-2021	52	51	37.49860	6	30	54.37380	71.3884	0.099	0.0023	TPSCR.G5C.atx
drac	drachten	06-GPS	fixed	29-5-2021	53	6	31.75486	6	4	58.04665	56.3583	0.147	-0.0001	TPSCR.G5C.atx
makk	makkum	06-GPS	fixed	29-5-2021	53	3	36.43459	5	23	50.91292	59.4130	0.147	-0.0010	TPSCR.G5C.atx
nieu	nieuwleusen	06-GPS	fixed	29-5-2021	52	35	13.93482	6	16	54.80675	61.1926	0.148	-0.0010	TPSCR.G5C.atx
sch	schiermonnikoog	06-GPS	fixed	29-5-2021	53	28	38.43885	6	9	44.16462	50.8053	0.148	-0.0042	2170643.ant
urk2	urk	06-GPS	fixed	29-5-2021	52	39	49.41051	5	36	8.55299	54.3968	0.148	0.0010	TPSCR.G5C.atx
wsra	westerbork	AGRS	fixed	29-5-2021	52	54	52.58962	6	36	16.20623	82.2751	0.389	0.0000	aoadm_t.ant

station	naam	eigenaar	status	datum	N ETRS89 (° ' ")			E ETRS89 (° ' ")			ell.h. (m)	ant.h. (m)	ARP (m)	ant. callibratiefile
boyl	boijl	Antea Group	relaxed	9-12-2021	52	53	40.28703	6	12	37.71174	50.7231	0.000	50.7231	09150005.atx
hoev	de hoeve	Antea Group	relaxed	2-12-2021	52	52	52.38119	6	6	35.96614	45.8755	0.000	45.8755	09150005.atx
vink	vinkega	Antea Group	relaxed	3-12-2021	52	51	31.00440	6	7	33.73727	47.9336	0.000	47.9336	09150006.atx



Datum
29 november 2023

Titel
Resultaten GPS-metingen Vinkega

Versie
1.7

Pagina
19 van 19

Coördinaten 14-11-2023

station	naam	eigenaar	status	datum	N ETRS89 (° ' ")			E ETRS89 (° ' ")			ell.h. (m)	ant.h. (m)	Δh (m)	ant. callibratiefile
ball	ballum	06-GPS	fixed	3-6-2023	53	26	29.58838	5	41	15.67021	54.5436	0.101	-0.0035	TPSCR.G5C.atx
beil	beilen	06-GPS	fixed	3-6-2023	52	51	37.49860	6	30	54.37380	71.3884	0.099	0.0023	TPSCR.G5C.atx
drac	drachten	06-GPS	fixed	3-6-2023	53	6	31.75492	6	4	58.04663	56.3566	0.147	-0.0018	TPSCR.G5C.atx
makk	makkum	06-GPS	fixed	3-6-2023	53	3	36.43459	5	23	50.91292	59.4130	0.147	-0.0010	TPSCR.G5C.atx
nieu	nieuwleusen	06-GPS	fixed	3-6-2023	52	35	13.93482	6	16	54.80675	61.1904	0.148	-0.0032	TPSCR.G5C.atx
schi	schiermonnikoog	06-GPS	fixed	3-6-2023	53	28	38.43879	6	9	44.16465	50.8039	0.148	-0.0056	2170643.ant
stee	steenwijk	06-GPS	fixed	14-11-2023	52	47	30.50473	6	7	11.79338	54.4033	0.000	0.0000	TPSCR.G5C.atx
urk2	urk	06-GPS	fixed	3-6-2023	52	39	49.41051	5	36	8.55299	54.3968	0.148	0.0010	TPSCR.G5C.atx
wsra	westerbork	AGRS	fixed	3-6-2023	52	54	52.58962	6	36	16.20623	82.2751	0.389	0.0000	aoadm_t.ant

station	naam	eigenaar	status	datum	N ETRS89 (° ' ")			E ETRS89 (° ' ")			ell.h. (m)	ant.h. (m)	ARP (m)	ant. callibratiefile
boyl	boijl	Antea Group	relaxed	14-11-2023	52	53	40.28768	6	12	37.71050	50.7292	0.000	50.7292	09150005.atx
hoev	de hoeve	Antea Group	relaxed	6-11-2023	52	52	52.38141	6	6	35.96594	45.8744	0.000	45.8744	09150005.atx
vink	vinkega	Antea Group	relaxed	6-11-2023	52	51	31.00495	6	7	33.73626	47.9382	0.000	47.9382	09150006.atx

Bijlage 9 Differentiestaat

Differentiestaat												
Differentialen ten opzichte van ondergronds merk Boyl 00A2884 (2011 - 2017) / Wateren 000A2903 (2019-2023)												
Locatie	Peilmerk	ETRS89 hoogte (m)	ETRS89 hoogte (m)	diff. (mm) 2011-2012	ETRS89 hoogte (m)	diff. (mm) 2012-2015	cum. diff. (mm) 2011 - 2015	ETRS89 hoogte (m) Her- berekening *	ETRS89 hoogte (m)	diff. (mm) 2015-2017	cum. diff. tov nulmeting ** (mm)	ETRS89 hoogte (m)
		nov 2011	dec 2012		jan 2015			jan 2015	apr 2017			dec 2019
Boyl	000A2884	47,7988	47,7988	0,0	47,7988	0,0	0,0	47,8030	47,8030	0,0	0,0	47,7993
	016F0130	48,4642	48,4635	-0,7	48,4626	-0,9	-1,6	48,4667	48,4667	0,0	-1,6	48,4628
	0000146	47,8620	47,8618	-0,2	47,8621	0,3	0,1	47,8662	47,8658	-0,4	-0,3	47,8608
	0000147	47,9030	47,9029	-0,1	47,9032	0,3	0,2	47,9073	47,9069	-0,4	-0,2	47,9029
De Hoeve	000A2885	42,2769	42,2760	-0,9	42,2737	-2,3	-3,2	42,2787	42,2782	-0,5	-3,7	42,2749
	0000144	42,7983	42,7972	-1,1	42,7947	-2,5	-3,6	42,7997	42,7988	-0,9	-4,5	42,7950
	0000155	42,8570	42,8554	-1,6	42,8528	-2,6	-4,2	42,8578	42,8562	-1,6	-5,8	42,8522
Vinkega	000A2886	43,7025	43,7015	-1,0	43,6972	-4,3	-5,3	43,7020	43,6965	-5,5	-10,8	43,6930
	0000149	44,8253	44,8241	-1,2	44,8201	-4,0	-5,2	44,8249	44,8196	-5,3	-10,5	44,8162
	0000156	44,8224	44,8221	-0,3	44,8182	-3,9	-4,2	44,8230	n.g.	n.b.	n.b.	44,8129

Differentiestaat													
Differentialen ten opzichte van ondergronds merk Boyl 00A2884 (2011 - 2017) / Wateren 000A2903 (2019-2023)													
Locatie	Peilmerk	ETRS89 hoogte (m)	diff. (mm) 2017-2019	cum. diff. tov nulmeting ** (mm)	ETRS89 hoogte (m)	diff. (mm) 2019-2020	cum. diff. tov nulmeting ** (mm)	ETRS89 hoogte (m)	diff. (mm) 2020-2021	cum. diff. tov nulmeting ** (mm)	ETRS89 hoogte (m)	diff. (mm) 2021-2023	cum. diff. tov nulmeting ** (mm)
		dec 2019			nov 2020			dec 2021			nov 2023		
Boyl	000A2884	47,7993	-3,7	-3,7	47,7978	-1,5	-5,2	47,7988	1,0	-4,2	47,7991	0,3	-3,9
	016F0130	48,4628	-3,9	-5,5	48,4612	-1,6	-7,1	48,4621	0,9	-6,2	48,4623	0,2	-6,0
	0000146	47,8608	-5,0	-5,3	47,8593	-1,5	-6,8	47,8603	1,0	-5,8	47,8605	0,2	-5,6
	0000147	47,9029	-4,0	-4,2	47,9016	-1,3	-5,5	47,9028	1,2	-4,3	47,9028	0,0	-4,3
De Hoeve	000A2885	42,2749	-3,3	-7,0	42,2696	-5,3	-12,3	42,2706	0,9	-11,4	42,2653	-5,2	-16,6
	0000144	42,7950	-3,8	-8,3	42,7897	-5,3	-13,6	42,7907	1,0	-12,6	42,7854	-5,3	-17,9
	0000155	42,8522	-4,0	-9,8	42,8469	-5,3	-15,1	42,8481	1,2	-13,9	42,8432	-4,8	-18,8
Vinkega	000A2886	43,6930	-3,5	-14,3	43,6874	-5,7	-20,0	43,6901	2,7	-17,2	43,6845	-5,6	-22,8
	0000149	44,8162	-3,4	-13,9	44,8105	-5,8	-19,7	44,8133	2,9	-16,8	44,8077	-5,6	-22,4
	0000156	44,8129	n.b.	-14,3	44,8068	-6,2	-20,5	44,8100	3,2	-17,2	44,8039	-6,0	-23,3

* In verband met een antennewisseling op een referentiestation welke gebruikt worden voor de multistationberekening heeft er in 2015 een herberekening plaatsgevonden (zie: 'GPS meting Vinkega en De Hoeve, Rapportage van de 4e GPS signaleringsmeting (2017, kenmerk 413261, d.d. 7 augustus 2017)')

** Om de totale differentie te bepalen over de periode november 2011 tot december 2021 zijn de berekende differenties over de periode november 2011 tot januari 2015 opgeteld bij de berekende differenties van januari 2015 (herberekening) tot april 2017. Dit geldt ook voor de uitgevoerde metingen in 2019, 2020, 2021 en 2023.

Differentiestaat														
Differenties ten opzichte van ondergronds merk Boyl 00A2884 (2015 - 2018) / Wateren 000A2903 (2019-2023)														
Locatie	Peilmerk	nulmeting 'ETRS89 hoogte (m)	ETRS89 hoogte (m)	diff. (mm) 2015-2016	ETRS89 hoogte (m)	diff. (mm) 2016-2018	cum. diff. tov nulmeting (mm)	ETRS89 hoogte (m)	diff. (mm) 2018-2019	cum. diff. tov nulmeting (mm)	ETRS89 hoogte (m)	diff. (mm) 2019-2020	cum. diff. tov nulmeting (mm)	ETRS89 hoogte (m)
		okt. 2015	dec. 2016		feb 2018			dec 2019			nov 2020			dec 2021
Wateren	000A2903				48,9943			48,9943	0,0	0,0	48,9943	0,0	0,0	48,9943
	016F0097				50,4054			50,4048	-0,6	-0,6	50,4047	-0,1	-0,7	50,4052
	016F0147				50,1120			50,1105	-1,5	-1,5	50,1101	-0,4	-1,9	50,1101
	016F0234				49,6377			49,6374	-0,3	-0,3	49,6373	-0,1	-0,4	49,6376
Boyl	000A2884	47,8030	47,8030	0,0	47,8030	0,0	0,0	47,7993	-3,7	-3,7	47,7978	-1,5	-5,2	47,7988
	016F0130	48,4668	48,4669	0,1	48,4666	-0,3	-0,2	48,4628	-3,8	-4,0	48,4612	-1,6	-5,6	48,4621
	0000146	47,8661	47,8660	-0,1	47,8660	-0,1	-0,2	47,8608	-5,2	-5,3	47,8593	-1,5	-6,8	47,8603
	0000147	47,9072	47,9070	-0,2	47,9071	0,1	-0,2	47,9029	-4,2	-4,3	47,9016	-1,3	-5,6	47,9028
Diever	000A2897	47,1183	47,1189	0,6	47,1161	-2,8	-2,2	47,1140	-2,1	-4,3	47,1077	-6,2	-10,6	47,1095
	016F0186	47,9758	47,9760	0,2	47,9713	-4,7	-4,5	47,9706	-0,7	-5,2	47,9643	-6,3	-11,5	47,9660
	016F0202	47,4647	47,4650	0,3	47,4623	-2,7	-2,4	47,4600	-2,3	-4,7	47,4536	-6,3	-11,1	47,4554
	0009907				47,7119			47,7092	-2,7	-2,7	47,7030	-6,2	-9,0	47,7022
	0009908				47,7871			n.g.			n.g.			n.g.
Eesveen	000A2904				42,7519			42,7503	-1,6	-1,6	42,7485	-1,8	-3,4	42,7492
	016G0180				43,6923			43,6890	-3,3	-3,3	43,6871	-1,9	-5,2	43,6878
	016G0332				43,0199			43,0183	-1,6	-1,6	43,0166	-1,7	-3,3	43,0172
	016G0333				43,0184			43,0167	-1,8	-1,8	43,0151	-1,6	-3,4	43,0155

Differentiestaat									
Differenties ten opzichte van ondergronds merk Boyl 00A2884 (2015 - 2018) / Wateren 000A2903 (2019-2023)									
Locatie	Peilmerk	ETRS89 hoogte (m)	diff. (mm) 2020-2021	cum. diff. tov nulmeting (mm)	ETRS89 hoogte (m)	diff. (mm) 2021-2023	cum. diff. tov nulmeting (mm)		
		dec 2021			nov 2023				
Wateren	000A2903	48,9943	0,0	0,0	48,9943	0,0	0,0		
	016F0097	50,4052	0,5	-0,2	50,4050	-0,2	-0,4		
	016F0147	50,1101	0,0	-1,9	50,1092	-0,9	-2,8		
	016F0234	49,6376	0,3	-0,1	49,6375	-0,1	-0,2		
Boyl	000A2884	47,7988	1,0	-4,2	47,7991	0,3	-3,9		
	016F0130	48,4621	0,9	-4,7	48,4623	0,2	-4,5		
	0000146	47,8603	1,0	-5,8	47,8605	0,2	-5,6		
	0000147	47,9028	1,2	-4,4	47,9028	0,0	-4,4		
Diever	000A2897	47,1095	1,8	-8,8	47,1064	-3,0	-11,9		
	016F0186	47,9660	1,7	-9,8	47,9625	-3,5	-13,3		
	016F0202	47,4554	1,8	-9,3	47,4523	-3,1	-12,4		
	0009907	47,7022	-0,8	-9,7	47,6967	-5,5	-15,2		
	0009908	n.g.			n.g.				
Eesveen	000A2904	42,7492	0,7	-2,7	42,7494	0,2	-2,5		
	016G0180	43,6878	0,7	-4,5	43,6880	0,2	-4,4		
	016G0332	43,0172	0,5	-2,8	43,0175	0,3	-2,5		
	016G0333	43,0155	0,4	-2,9	43,0158	0,3	-2,7		

Over Antea Group

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

Contactgegevens

Tolhuisweg 57
8443 DV Heerenveen
Postbus 24
8440 AA Heerenveen
E. info@Anteagroup.nl

Copyright © 2024

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

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

www.anteagroup.nl