



Monitoring bodemdaling zoutwinning Waddenzee

Jaarrapportage 2020

projectnummer 0460023.101
definitief revisie 00
4 februari 2021

Monitoring bodemdaling zoutwinning Waddenzee

Jaarrapportage 2020

projectnummer 0460023.101

revisie 00

4 februari 2021

Opdrachtgever

Frisia Zout B.V.

Lange Lijnbaan 15

8861 NW HARLINGEN

datum vrijgave	beschrijving revisie 00	goedkeuring	vrijgave
04-02-2021	definitief	P. Meinders 	A.J. Speelman

Inhoudsopgave

	Blz.
1 Inleiding	2
2 Continue GNSS-monitoring	4
2.1 Meetprocedure- en techniek continue GNSS-monitoring	4
2.2 Verwerking GNSS-data continue GNSS-monitoring	6
2.3 Resultaten continue GNSS-monitoring	7
3 Jaarlijkse GNSS-monitoring	9
3.1 Meetprocedure- en techniek jaarlijkse GNSS-monitoring	10
3.2 Kallibratie GNSS-antennes	11
3.3 Metingen niet permanente GNSS-locaties	11
3.4 Meetchronologie niet permanente GNSS-metingen	12
3.5 Weersomstandigheden	12
3.6 Verwerking en resultaten niet permanente GNSS-metingen	13
3.7 Controle metingen permanente GNSS-stations	17
3.8 Multi-baseline berekeningen GNSS metingen	21
3.9 Combinatie waterpas- en GNSS metingen	21
3.10 Referentiepeilmerk	25
3.11 Differentiestaat	25
4 Waterpasmeting meetnet 'Harlingen-West'	28
4.1 Meetnet	28
4.2 Metingen	29
4.3 Uitvoering	29
4.4 Coördinaten	30
4.5 Toetsing en vereffening	31
4.6 Resultaten	32
5 Samenvatting	33
6 Referenties	34

Bijlage 1 Overzichtskaarten deformatienet Zoutwinning Waddenzee
Bijlage 2 Continue GNSS-monitoring Grafieken
Bijlage 3 Continue GNSS-monitoring Ruwe GNSS-meetdata in Excelformaat
Bijlage 4 Continue GNSS-monitoring Logboek
Bijlage 5 Continue GNSS-monitoring 3D impressie meetpaal
Bijlage 6 Continue GNSS-monitoring Foto's GNSS-meetlocaties
Bijlage 7 Jaarlijkse GNSS meting Differentiestaat
Bijlage 8 Jaarlijkse GNSS meting Tekening meetpaal voor jaarlijkse GNSS monitoring
Bijlage 8 Jaarlijkse GNSS meting Tekening meetpaal voor jaarlijkse GNSS monitoring
Bijlage 9 Jaarlijkse GNSS meting Kalibratierapport GNSS-antennekalibratie
Bijlage 10 Jaarlijkse GNSS meting Resultaten kalibratie antennemasten
Bijlage 11 Jaarlijkse GNSS meting Berekening waterpasmetingen (antenne meting)
Bijlage 12 Jaarlijkse GNSS meting Rapportage multi-station berekening
Bijlage 13 Differentiestaat waterpasmeting 'Harlingen-West'

1 Inleiding

In opdracht van Esco Frisia Zout B.V. (hierna te noemen Frisia) heeft Antea Group een meetnet en monitoringssysteem ingericht in de Waddenzee en langs de kuststrook, ten noordwesten van Harlingen. Aanleiding hiervoor is de zoutwinning door Frisia en de daartoe ingediende *“Gestandaardiseerde aanvraag Instemming meetplan Zoutwinning Waddenzee 2020”, Meetplan Havenmond* en het bijhorende document *‘Bijlage: Update toelichting meetplan Havenmond definitief revisie 11’* d.d. 13 juli 2018 [1]. De monitoring is onder te verdelen in een continue GNSS monitoring, een jaarlijkse ‘Wad’ meetcampagne en een jaarlijkse waterpasmeting van het meetnet Harlingen-West, het rapport is op dezelfde manier ingedeeld.

Het doel van deze monitoring is het vastleggen van een mogelijk Pleistocene bodembeweging, die kan optreden als gevolg van mijnbouwactiviteiten (zoutwinning). Het tijdsverloop van de Pleistocene bodembeweging wordt bewaakt door een continue GNSS monitoring in het diepste punt van de geprognoseerde dalingskom en een punt halverwege deze kom. Daarnaast wordt jaarlijks een GNSS-meetcampagne en een nauwkeurigheds-waterpasmeting uitgevoerd.

Continue GNSS-monitoring

Het permanente monitoringssysteem bestaat uit twee GNSS-stations in de Waddenzee en één (referentie-) GNSS-station op het vaste land (Zweins). Hierbij worden continue (hoogte-) metingen uitgevoerd. De metingen van de stations in de Waddenzee zijn gestart op 10 oktober 2018. De resultaten tot en met 31 december 2020, van de metingen van de permanente monitoringsstations, worden in deze rapportage weergegeven. De werkzaamheden en resultaten van de continue GNSS-monitoring worden in hoofdstuk 2 weergegeven.

Voor de continue GNSS-monitoring zijn de volgende werkzaamheden verricht:

- Het inrichten en operationeel maken van twee permanente GNSS stations (CGPS01 en CGPS02);
- Het continue uitvoeren van GNSS-metingen op deze locaties vanaf 10 oktober 2018;
- Het verwerken van de meetdata en het berekenen van een moving average;
- Het uitvoeren van een scheefstand meting voor de stations CGPS01 en CGPS02 (1x per jaar i.c.m. de jaarlijkse GNSS-meetcampagne);
- Het uitvoeren van controle metingen van de twee stations en de omliggende meetpunten (1x per jaar i.c.m. de jaarlijkse GNSS-meetcampagne).

Jaarlijkse GNSS-monitoring

Het meetplan omvat naast een continue monitoring, een periodieke (jaarlijkse) GNSS-meting van acht (8) aanvullende monitoringslocaties. Een nulmeting van deze acht locaties is in 2019 uitgevoerd. Een eerste herhalingsmeting van deze niet permanente stations is uitgevoerd in de periode 22-09-2020 t/m 7-10-2020 (meetpunten Waddenzee) en van 27-10-2020 t/m 4-11-2020 (meetpunten op het land). De werkzaamheden en resultaten van de jaarlijkse GNSS-monitoring worden in hoofdstuk 3 weergegeven.

Voor de jaarlijkse GNSS-monitoring zijn de volgende werkzaamheden verricht:

- Het inrichten en operationeel maken van acht meetlocaties (WPM01, WPM02, WPM04, WPM05, WPM06, WPM07, WPM08 en WPM0A4020);
- Het uitvoeren van GNSS-metingen op deze acht locaties;
- Het uitvoeren van antennemetingen (waterpassingen) bij op- en afbouw;
- Het berekenen en vereffenen van de waterpasmetingen;
- Het postprocessen van de ruwe GNSS-meetdata in samenwerking met de firma 06-GPS.

- Het combineren van de resulterende hoogteverschillen uit de GNSS- en waterpasmetingen;
- Het opstellen van een rapportage incl. differentiestaat.

Waterpasmeting Kuststrook

In de periode 29 oktober t/m 12 november 2020 is een waterpasmeting uitgevoerd van het in het meetplan aangegeven meetnet 'Harlingen-West'. Dit betreft de eerste herhalingsmeting, een nulmeting is in het najaar van 2019 uitgevoerd. Om hetzelfde referentiepunt als bij de nulmeting te kunnen gebruiken (000A2760) zijn een aantal meetkringen van de meetnetten Barradeel en Barradeel II gemeten. De waterpasmeting van deze extra meetkringen is uitgevoerd in de periode 4 t/m 15 januari 2021.

De resultaten van deze waterpasmeting zijn in deze rapportage weergegeven in hoofdstuk 4. Een overzicht van het meetnet is weergegeven in onderstaand figuur 1 en in een differentiekaart (bijlage 1b).



Figuur 1: Overzicht meetnet

Met dit rapport wordt uitvoering gegeven aan het gestelde in artikel 31, mijnbouwbesluit 2002, met betrekking tot het uitvoeren en rapporteren van metingen overeenkomstig het goedgekeurde Meetplan 'Havenmond'.

2 Continue GNSS-monitoring

De volledige meetopzet 'Zoutwinning Waddenzee' en een overzicht van het meetnet is beschreven in de *'Bijlage: Update toelichting meetplan Havenmond [1]*. Een overzicht van het waterpasmeetnet, aangevuld met de locaties van de GNSS-stations is weergegeven op een overzichtskaart (zie bijlage 1a).

Het meetnet voor de continue GNSS-monitoring bestaat uit twee permanente GNSS-stations (CGPS01 en CGPS02) welke zich binnen de geprognostiseerde invloedsfeer van zoutwinning bevinden en één permanent GNSS-station (Zweins) welke verondersteld wordt buiten de invloedsfeer van mijnbouwactiviteiten te liggen. Dit laatste station dient als het zogenaamde referentiestation en is sinds 2009 operationeel.

De GNSS-locaties CGPS01, CGPS02 en het GNSS-station Zweins zijn ingericht op de onderstaande posities:

GNSS-station CGPS01		<u>Locatie:</u> Waddenzee Coördinaten (Geografisch): Lat.: 53°12'7.5" N Long.: 5°22'34.9" E
GNSS-station CGPS02		<u>Locatie:</u> Waddenzee Coördinaten (Geografisch): Lat.: 53°12'55.0" N Long.: 5°23'19.9" E
GNSS station Zweins		<u>Locatie:</u> Rijksstraatweg 4A, Zweins Coördinaten (Geografisch): Lat.: 53°11'39.7" N Long.: 5°36'9.9" E

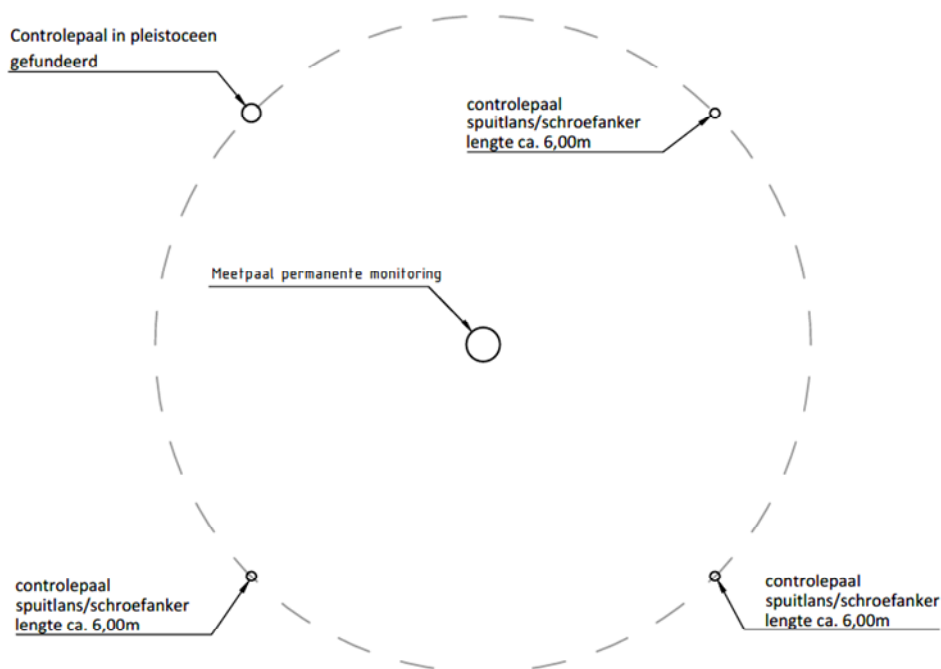
Tabel 1: Posities permanente GNSS-stations

De twee permanente GNSS-stations bestaan elk uit de volgende onderdelen:

- Een op het pleistoceen gefundeerde stalen buis. Deze stalen buis is bestand tegen invloeden van buitenaf. De buis bestaat uit een gecoate buis met een bovendeele waarop de meetapparatuur en aanvullende (energie) voorzieningen zijn bevestigd;
- GNSS ontvanger met bijbehorende antenne die bevestigd wordt op de buis;
- Internet verbinding. Deze verbinding zorgt voor het verzenden van de gemeten GNSS posities en correcties;
- Stroomvoorziening door middel van zonnepanelen;
- Signalering; radarreflector en verlichting.

In de nabije omgeving van de permanente meetpalen op het wad, zijn op beide locaties vier (4) controle palen geplaatst (1 controlepaal in pleistoceen verankerd en twee spuitlans-palen). Zie figuur2.

Tijdens de jaarlijkse meetcampagne (zie hoofdstuk 3) worden deze controlepalen gemeten en vindt er een ijking plaats van de twee permanente GNSS-stations in een landelijk referentienetwerk van GNSS-stations. Daarnaast wordt er een scheefstandsmeting van de twee permanente GNSS-stations uitgevoerd.



Figuur 2: Schematische weergave meetpunten continue monitoring

2.1 Meetprocedure- en techniek continue GNSS-monitoring

Bovenop de meetpaal, ruim acht meter boven het maaiveld (zandplaat), is een Leica AR10 GNSS-antenne geplaatst. Het ARP¹ van de antenne wordt voor wat betreft de XY-positie gevormd door het middelpunt van de GNSS-antenne (hart schroefdraad GNSS-antennestok). De onderkant van de antenne vormt de hoogtecomponent van de Leica AR10 antenne.



Figuur 3: Leica AR10 GNSS-antenne



Figuur 4: Leica GR50 GNSS-ontvanger

De Leica GR50 GNSS-ontvanger is per locatie in een systeemkast geplaatst. De connectie tussen GNSS-antenne en GNSS-ontvanger wordt gevormd met een datakabel. Door middel van vier accu's wordt het GNSS-station van voeding voorzien. De accu's worden opgeladen door vier zonnepanelen (per meetpaal). De energievoorziening wordt bewaakt door middel van een batterij monitoring systeem. Deze gegevens zijn te raadplegen via hetzelfde online-dashboard als waar de resultaten van de GNSS-monitoring te zien zijn.

De GNSS-ontvanger logt continue GNSS-data met een waarnemingsinterval van 15 sec. De gelogde GNSS-data wordt door de GNSS-ontvanger geregistreerd en stuurt deze dagelijks naar een FTP-server.

2.2 Verwerking GNSS-data continue GNSS-monitoring

De gelogde GNSS-data van CGPS01, CGPS02 en Zweins wordt via een beveiligde FTP-verbinding verzonden en opgeslagen op een centrale server van Antea Group. De data wordt vervolgens verwerkt d.m.v. een post-processing (single-baseline berekening) t.o.v. het referentiepunt (Zweins). Deze berekeningen worden uitgevoerd met de applicatie 'Leica Spider' waarmee o.a. ook de dataverbindingen en opslag van de data kan worden gecontroleerd.

De resultaten van deze baseline berekeningen zijn zogenaamde uur-waarnemingen, welke via een continu monitoringssysteem online zijn te volgen via de website:

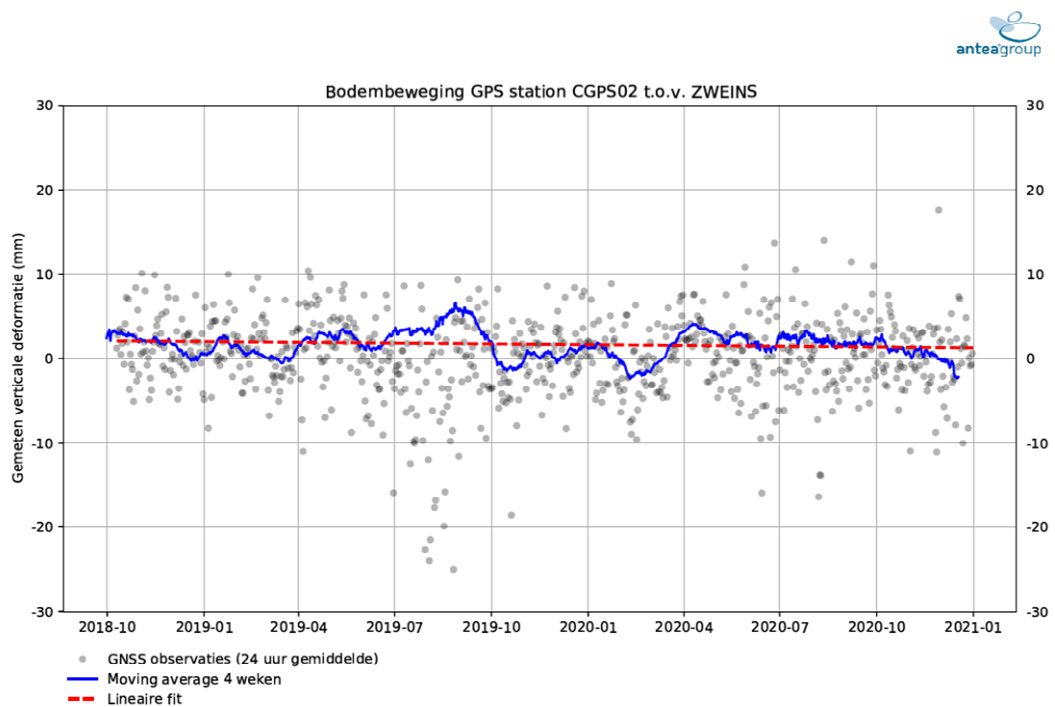
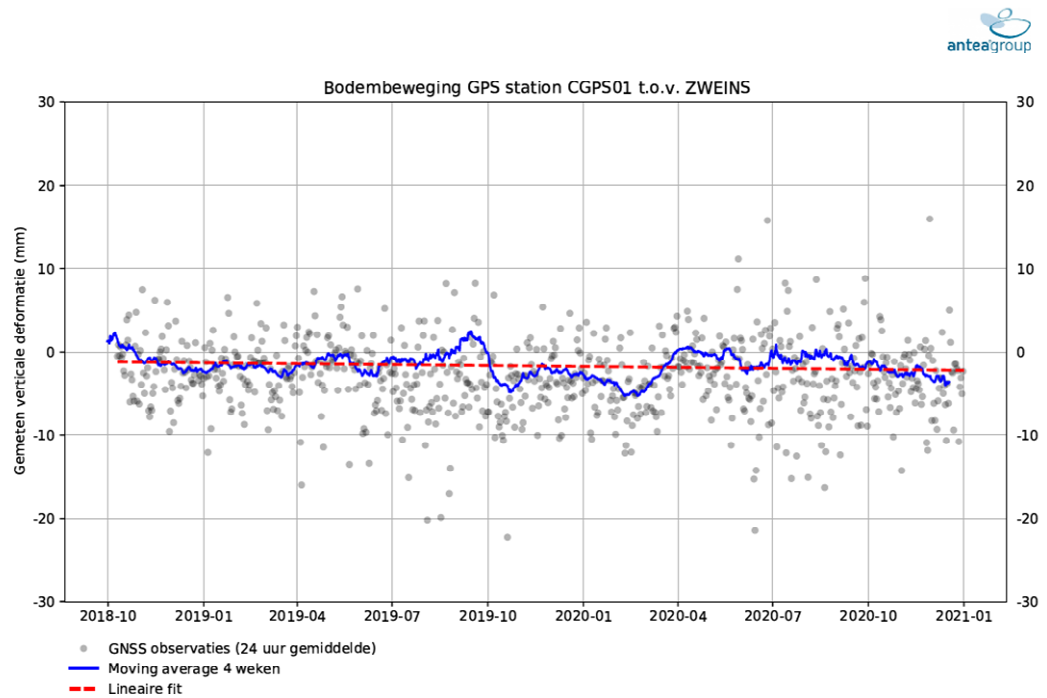
<https://sensorlab.anteagroup.nl/grafana>.

Het systeem is zodanig ingericht dat bij storingen en uitval van een GNSS-station een SMS-melding bij Antea Group binnenkomt. Via een online monitoringsdashboard is te herleiden op welke locatie de storing zich voordoet en zijn de gegevens van batterij en opladers beschikbaar.

¹ ARP: Antenne Referentie Punt

2.3 Resultaten continue GNSS-monitoring

In bijlage 2, en onderstaande figuren, zijn de waarnemingen vanaf 10 oktober 2018 tot en met 31 december 2020 gevisualiseerd. De grafiek bestaat uit de 8-uurgemiddelde GNSS-observaties, een voortschrijdend gemiddelde (moving average) over een periode van 4 weken, en een lineaire fit over de genoemde periode.



De spreiding van de 1-uurgemiddelde GNSS-observaties wordt gebruikt om de nauwkeurigheid van de metingen aan te geven. De standaarddeviatie van deze spreiding is vastgesteld voor CGPS01 en CGPS02 op 12 mm. De GNSS-observaties die buiten de 95%-bandbreedte van deze spreiding vallen (twee keer de standaarddeviatie) zijn eruit gefilterd.

De kwaliteit van de gemeten 1-uurgemiddelden (CQ-waarde) is een indicatie hoe nauwkeurig en eenduidig deze meting is. Voor het verkrijgen van de moving average en de lineaire fit zijn alleen de punten gebruikt met de beste CQ-waarde, grofweg 50% van alle 1-uurgemiddelden. Hiermee kunnen seizoensgebonden invloeden er beter uitgefilterd worden.

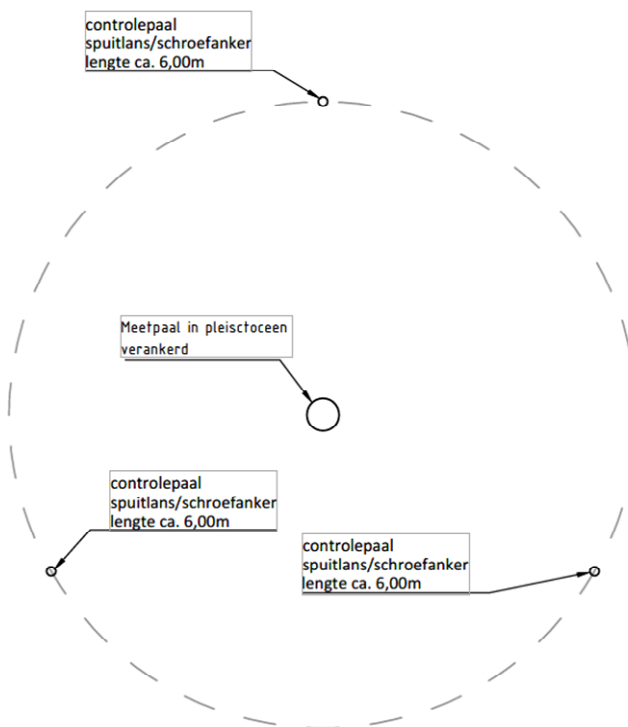
De algehele trend (lineaire fit) van de hoogte van station CGPS01 en CGPS02 zijn nagenoeg stabiel. De lineaire fit van CGPS01 laat een kleine daling zien van -0.5 mm per jaar en voor CGPS02 een kleine daling van -0.4 mm per jaar. Dit is de gemeten daling t.o.v. referentiestation Zweins.

Bij aanvang van de zoutwinning worden bovengenoemde analyses herhaald. Dan wordt opnieuw de beginhoogte van de GNSS metingen bepaald, zodat deze op nul begint. De huidige beginhoogte is bepaald aan de hand van metingen in de eerste twee weken.

3 Jaarlijkse GNSS-monitoring

Naast de in hoofdstuk 2 behandelde permanente GNSS-stations zijn in het meetplan acht (8) meetlocaties bepaald welke door middel van een periodieke (jaarlijkse) meetcampagne met mobiele GNSS-masten worden gemeten. De locatie van deze meetlocaties zijn weergegeven in de een overzichtskaart (bijlage1). Tevens worden tijdens de jaarlijkse meetcampagne de twee permanente GNSS stations geijkt.

Voor de jaarlijkse meetcampagnes zijn op vijf (5) meet-locaties in de Waddenzee clusters meetpunten aangebracht. Een cluster bestaat hierbij uit een in het pleistoceen verankerde meetpaal en drie (3) omliggende spuitlans-palen. Daarnaast zijn op drie (3) meet-locaties in de kuststrook, op het land, clusters meetpunten aangebracht. Een cluster bestaat hierbij uit een in het pleistoceen verankerde meetpaal (type Geo-Delft) en drie omliggende peilmerken (hoogtebouden) in goed gefundeerde objecten.



Figuur 6:: Schematische weergave meetpunten periodieke monitoring (Waddenzee)

3.1 Meetprocedure- en techniek jaarlijkse GNSS-monitoring

Voor het uitvoeren van de jaarlijkse GNSS- meetcampagnes heeft Antea Group vijf mobiele GNSS-meetstations geconstrueerd op basis van een Leica AR20 choke-ring antenne en een Leica GS10 ontvanger. Een dergelijk GNSS-meetstation bestaat uit een vier meter lange aluminium mast, een GNSS-antenne, een GNSS-ontvanger en een stroomvoorziening. Op twee plaatsen aan de mast zijn RVS dopmoeren aangebracht welke dienen als meetpunten en die geschikt zijn voor het aanmeten met een waterpas baak. Daarnaast zijn de masten voorzien van een signaleringslicht t.b.v. de zichtbaarheid voor de scheepsvaart.

Op de mast wordt een AR20 antenne geplaatst, de antenne wordt op de mast gedraaid tot het aanslagpunt. 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 AR20 antenne. De voet van de mast wordt geplaatst op een in het pleistoceen verankerd meetpunt (WMP01; WMP02; WMP04; WMP05 en WMP06) of op een stalen pen welke nabij het ondergrondse diep gefundeerde meetpunt in de grond wordt aangebracht (WMP07; WMP08 en WMP0A4020). Onderaan de mast bevindt zich een waterdichte kunststoffen kist waarin de GNSS-ontvanger en een accupakket wordt geplaatst.

Het is van belang dat bij elke meting dezelfde antenne op dezelfde mast geplaatst wordt. Hiervoor zijn de GNSS-antenne masten voorzien van een unieke nummering om verwisseling tussen antenne en meetpaal te voorkomen.



Figuur 7: Meetopstelling jaarlijkse GNSS monitoring

Meetpaal	Serienummer antenne	Meetlocatie
1	21274005	WPM01 + WPM07
2	21274006	WPM02 + WPM08
4	21341009	WPM04 + OA4020
5	21341010	WPM05
6	21349028	WPM06

Tabel 2: Serienummers GNSS-antennes.

3.2 Kallibratie GNSS-antennes

Absolute antenne kalibratie

Nauwkeurige GNSS-metingen vereisen een goede kennis van de ontvangstkarakteristieken van de gebruikte GNSS-antennes. Hiervoor is door GEO++ van elke AR20 GNSS-antenne een antennekalibratie uitgevoerd. De resultaten van deze kalibratie zijn vermeld in bijlage 9.

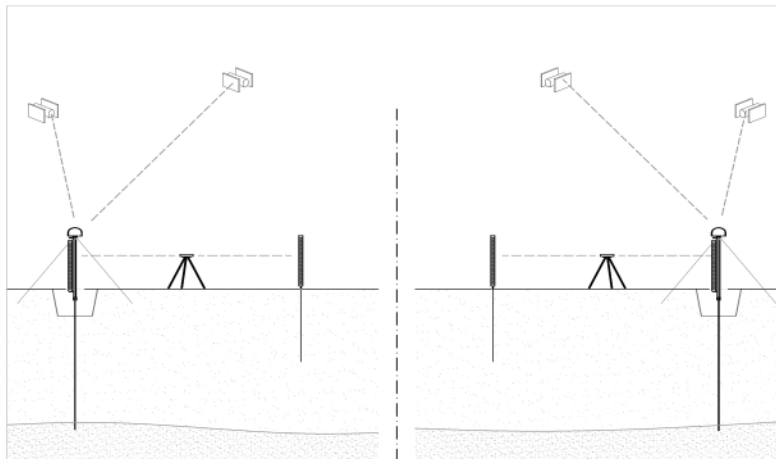
Controle meting masten en antennes

Voorafgaand en na afloop van het uitvoeren van de jaarlijkse GNSS-metingen wordt een controle meting van de twee meetpunten op de masten en de op de mast geplaatste GNSS-antennes uitgevoerd. Waarbij de onderzijde van de GNSS-antenne op vier plaatsen (Noord-, Oost-, Zuid-, en Westzijde) wordt aangemeten. De resultaten van deze controlemetingen zijn vermeld in bijlage 10.

3.3 Metingen niet permanente GNSS-locaties

De GNSS-masten zijn voor een periode van ca. zeven dagen (noord gericht) op een meetlocatie geplaatst. Er is data gelogd met een waarnemingsinterval van 10 seconden, een bestandsgrootte van 24 uur aan waarnemingen en een minimale elevatiehoek van 5 graden.

Om het hoogteverschil te bepalen tussen het ARP van de GNSS-antenne, de meetpunten op de antennemast en de omliggende controlepalen of peilmerken, is een waterpasmeting uitgevoerd tussen deze punten. Deze metingen zijn direct na het plaatsen van de antennemasten uitgevoerd en voorafgaand aan het demonteren van de masten. Door het uitvoeren van een meting aan het begin van de meetperiode en aan het eind van de meetperiode kan geconstateerd worden of er verstoringen in de meetconfiguratie zijn opgetreden. Alle metingen zijn gecontroleerd uitgevoerd in een heen- en teruggang. De resultaten van deze metingen zijn weergegeven in de tabellen 5 t/m 12.



Figuur 8: Principeschets van de jaarlijkse meetcampagne (Waddenzee) met als doel het meten van hoogteverschillen tussen de ondergrondse merken en de overige peilmerken op de meetlocaties. De jaarlijkse meetcampagne bestaat uit GNSS-metingen voor het bepalen van de hoogten (ETRS) van de ARP's van de meetpalen en uit waterpasmetingen om het hoogteverschil te bepalen tussen de peilmerken en de ARP's van de meetpalen.

3.4 Meetchronologie niet permanente GNSS-metingen

Meetpaal	Locatie	GNSS-Antenne	GNSS- ontvanger	Startdatum	Einddatum
1	WPM01	21274005	3230485	24-9-2020	2-10-2020
2	WPM02	21274006	3230491	28-9-2020	5-10-2020
4	WPM04	21341009	3230502	22-9-2020	29-9-2020
5	WPM05	21341010	3230501	23-9-2020	30-9-2020
6	WPM06	21349028	3230500	22-9-2020	29-9-2020
1	WPM07	21274005	3230485	27-10-2020	4-11-2020
2	WPM08	21274006	3230502	27-10-2020	4-11-2020
4	WPM0A4020	21341009	3230501	27-10-2020	4-11-2020

Tabel 3: Overzicht inzet GNSS-meetpalen

3.5 Weersomstandigheden

In de onderstaande tabel worden de weersomstandigheden weergegeven ten tijde van de meetcampagne. De gegevens zijn afkomstig van de KNMI weerstations Hoorn (Terschelling) en Leeuwarden gesitueerd nabij het projectgebied.

Datum	Windrichtin g	Windkracht (Bft)	Bewolking	Neerslag (mm)	Temp. Lucht (°C)
22-9-2020	ZZW	2	Half bewolkt	0,0	13,7
23-9-2020	ZZW	5	Vrijwel geheel bewolkt	2,3	17,0
24-9-2020	ZZW	5	Zwaar bewolkt	4,1	13,9
25-9-2020	ZZO	5	Zwaar bewolkt	0,1	12,1
26-9-2020	N	3	Zwaar bewolkt	5,4	12,8
27-9-2020	NO	3	Geheel bewolkt	2,4	15,4
28-9-2020	ONO	3	Geheel bewolkt	4,0	16,5
29-9-2020	WNW	3	Geheel bewolkt	2,9	15,5
30-9-2020	Z	4	Geheel bewolkt	0,2	15,5
1-10-2020	ZZO	5	Geheel bewolkt	3,8	14,0
2-10-2020	O	5	Geheel bewolkt	0,0	13,3
3-10-2020	OZO	5	Vrijwel geheel bewolkt	8,3	13,3
4-10-2020	ZZO	5	Zwaar bewolkt	0,1	11,9
5-10-2020	ZZO	5	Geheel bewolkt	18,9	11,6
27-10-2020	ZZW	5	Vrijwel geheel bewolkt	8,6	10,4
28-10-2020	ZZW	5	Vrijwel geheel bewolkt	8,1	10,5
29-10-2020	WZW	5	Vrijwel geheel bewolkt	8,8	10,9
30-10-2020	WZW	5	Geheel bewolkt	4,8	13,5
31-10-2020	ZZW	4	Geheel bewolkt	1,8	12,6
1-11-2020	ZZW	5	Geheel bewolkt	1,2	12,8
2-11-2020	ZW	6	Vrijwel geheel bewolkt	1,2	14,0
3-11-2020	WZW	5	Half tot zwaar bewolkt	4,0	9,4
4-11-2020	W	3	Licht bewolkt	0,8	8,8

Tabel 4: Weersomstandigheden gedurende de meetcampagne

3.6 Verwerking en resultaten niet permanente GNSS-metingen

Move3 vereffening (antennemetingen)

De waterpasmetingen bij opbouw en demontage van de antennemasten zijn in Move3 getoetst volgens de Delftse rekenmethode kleinste kwadraten. Hierbij vindt toetsing plaats van het meetnet als geheel (F-toets) en toetsing van de waarnemingen afzonderlijk (W-toets). In de Move3 berekeningen voor de meetlocaties op het wad zijn de in het pleistoceen verankerde meetpalen aangehouden als referentiepunt. Voor de meetlocaties op het land zijn de diep gefundeerde meetpunten aangehouden als referentiepunt. Het volledig Move3 uitvoerbestand per meetlocatie wordt getoond in bijlage 11.

Resultaten waterpasmetingen (antennemetingen)

In de onderstaande tabellen 5 t/m 12 worden de resultaten weergegeven van de antennemetingen (waterpasmeting tussen antenne, ondergronds meetmerk en overige peilmerken). De antennemetingen bij opbouw en demontage zijn vergeleken ter controle op een eventuele verstoring of zetting van de meetpalen. De gemeten waarden vallen allemaal binnen de meettoleranties.

Tijdelijk GNSS-meetstation 1 Locatie WPM01					
Hoogteverschillen in meters t.o.v. 11004					
Puntnummer	Omschrijving	Meting bij opbouw (M1)	Meting bij demontage (M2)	Gemiddeld	Verschil (M2 - M1)
		Meetdatum: 24-09-2020	Meetdatum: 02-10-2020		
11001	Controlepaal (spuitlanspaal)	0,1372	0,1373	0,1373	0,0001
11002	Controlepaal (spuitlanspaal)	0,1832	0,1832	0,1832	0,0000
11003	Controlepaal (spuitlanspaal)	0,2231	0,2229	0,2230	-0,0002
11004	Meetpunt 'pleistoceen verankerd'	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
110041	Bout onderzijde antennemast	0,7211	0,7212	0,7212	0,0001
110042	Bout bovenzijde antennemast	3,0186	3,0184	3,0185	-0,0002
Antennerand centrum gemiddeld		4,0348	4,0342	4,0345	-0,0006
Correctie ARP				0,0323	
Antenne gemiddeld	Antennereferentiepunt			4,0022	

Tabel 5: Resultaten waterpasmeting bij opbouw en demontage WPM01

Tijdelijk GNSS-meetstation 2 Locatie WPM02 Hoogteverschillen in meters t.o.v. 12004					
Puntnummer	Omschrijving	Meting bij opbouw (M1)	Meting bij demontage (M2)	Gemiddeld	Verschil (M2 - M1)
		Meetdatum: 28-09-2020	Meetdatum: 5-10-2020		
12001	Controlepaal (spuitlanspaal)	0,2306	0,2302	0,2304	-0,0004
12002	Controlepaal (spuitlanspaal)	0,2444	0,2443	0,2444	-0,0001
12003	Controlepaal (spuitlanspaal)	0,3552	0,3549	0,3551	-0,0003
12004	Meetpunt 'pleistoceen verankerd'	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
120041	Bout onderzijde antennemast	0,7211	0,7207	0,7209	-0,0004
120042	Bout bovenzijde antennemast	3,0190	3,0185	3,0188	-0,0005
Antennerand centrum gemiddeld		4,0340	4,0335	4,0337	-0,0006
Correctie ARP				0,0323	
Antenne gemiddeld	Antennereferentiepunt			4,0014	

Tabel 6: Resultaten waterpasmeting bij opbouw en demontage WPM02

Tijdelijk GNSS-meetstation 4 Locatie WPM04 Hoogteverschillen in meters t.o.v. 14004					
Puntnummer	Omschrijving	Meting bij opbouw (M1)	Meting bij demontage (M2)	Gemiddeld	Verschil (M2 - M1)
		Meetdatum: 22-09-2020	Meetdatum: 29-09-2020		
14001	Controlepaal (spuitlanspaal)	0,1921	0,1920	0,1921	-0,0001
14002	Controlepaal (spuitlanspaal)	0,2188	0,2187	0,2188	-0,0001
14003	Controlepaal (spuitlanspaal)	0,1724	0,1721	0,1723	-0,0003
14004	Meetpunt 'pleistoceen verankerd'	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
140041	Bout onderzijde antennemast	0,7216	0,7214	0,7215	-0,0002
140042	Bout bovenzijde antennemast	3,0235	3,0231	3,0233	-0,0004
Antennerand centrum gemiddeld		4,0339	4,0332	4,0335	-0,0007
Correctie ARP				0,0323	
Antenne gemiddeld	Antennereferentiepunt			4,0012	

Tabel 7: Resultaten waterpasmeting bij opbouw en demontage WPM04

Tijdelijk GNSS-meetstation 5 Locatie WPM05 Hoogteverschillen in meters t.o.v. 15004					
Puntnummer	Omschrijving	Meting bij opbouw (M1)	Meting bij demontage (M2)	Gemiddeld	Verschil (M2 - M1)
		Meetdatum: 23-09-2020	Meetdatum: 30-09-2020		
15001	Controlepaal (spuitlanspaal)	0,3219	0,3219	0,3219	0,0000
15002	Controlepaal (spuitlanspaal)	0,2242	0,2243	0,2243	0,0001
15003	Controlepaal (spuitlanspaal)	0,2333	0,2333	0,2333	0,0000
15004	Meetpunt 'pleistoceen verankerd'	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
150041	Bout onderzijde antennemast	0,7206	0,7208	0,7207	0,0002
150042	Bout bovenzijde antennemast	3,0189	3,0187	3,0188	-0,0002
Antennerand centrum gemiddeld		4,0348	4,0341	4,0344	
Correctie ARP				0,0323	
Antenne gemiddeld	Antennereferentiepunt			4,0021	

Tabel 8: Resultaten waterpasmeting bij opbouw en demontage WPM05

Tijdelijk GNSS-meetstation 6 Locatie WPM06 Hoogteverschillen in meters t.o.v. 16004					
Puntnummer	Omschrijving	Meting bij opbouw (M1)	Meting bij demontage (M2)	Gemiddeld	Verschil (M2 - M1)
		Meetdatum: 22-09-2020	Meetdatum: 29-09-2020		
16001	Controlepaal (spuitlanspaal)	0,2416	0,2414	0,2415	-0,0002
16002	Controlepaal (spuitlanspaal)	0,2106	0,2106	0,2106	0,0000
16003	Controlepaal (spuitlanspaal)	0,2447	0,2443	0,2445	-0,0004
16004	Meetpunt 'pleistoceen verankerd'	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
160041	Bout onderzijde antennemast	0,7195	0,7193	0,7194	-0,0002
160042	Bout bovenzijde antennemast	3,0177	3,0172	3,0175	-0,0005
Antennerand centrum gemiddeld		4,0331	4,0324	4,0328	-0,0006
Correctie ARP				0,0323	
Antenne gemiddeld	Antennereferentiepunt			4,0005	

Tabel 9: Resultaten waterpasmeting bij opbouw en demontage WPM06

Tijdelijk GNSS-metstation Locatie WPM07 Hoogteverschillen in meters t.o.v. 000A02908					
Puntnummer	Omschrijving	Meting bij opbouw (M1)	Meting bij demontage (M2)	Gemiddeld	Verschil (M2 - M1)
		Meetdatum: 27-10-2020	Meetdatum: 04-11-2020		
000A02908	<i>Diep gefundeerd peilmerk</i>	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
329	<i>Peilmerk (bout)</i>	1,1814	1,1811	1,1813	-0,0003
330	<i>Peilmerk (bout)</i>	1,1816	1,1814	1,1815	-0,0002
332	<i>Peilmerk (bout)</i>	1,1781	1,1780	1,1781	-0,0001
17004	<i>Tijdelijk meetpunt</i>	0,6265	0,6267	0,6266	0,0002
170041	<i>Bout onderzijde antennemast</i>	1,3479	1,3477	1,3478	-0,0002
170042	<i>Bout bovenzijde antennemast</i>	3,6451	3,6448	3,6450	-0,0003
Antennerand centrum gemiddeld		4,6613	4,6609	4,6611	-0,0004
Correctie ARP				0,0323	
Antenne gemiddeld	<i>Antennereferentiepunt</i>			4,6288	

Tabel 10: Resultaten waterpasmeting bij opbouw en demontage WPM07

Tijdelijk GNSS-metstation Locatie WPM08 Hoogteverschillen in meters t.o.v. 000A02907					
Puntnummer	Omschrijving	Meting bij opbouw (M1)	Meting bij demontage (M2)	Gemiddeld	Verschil (M2 - M1)
		Meetdatum: 27-10-2020	Meetdatum: 04-11-2020		
000A02907	<i>Diep gefundeerd peilmerk</i>	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
326	<i>Peilmerk (bout)</i>	1,0953	1,0952	1,0953	-0,0001
327	<i>Peilmerk (bout)</i>	1,5323	1,5321	1,5322	-0,0002
328	<i>Peilmerk (bout)</i>	1,4943	1,4941	1,4942	-0,0002
18004	<i>Tijdelijk meetpunt</i>	1,0109	1,0116	1,0112	0,0007
180041	<i>Bout onderzijde antennemast</i>	1,7321	1,7323	1,7322	0,0002
180042	<i>Bout bovenzijde antennemast</i>	4,0297	4,0298	4,0298	0,0001
Antennerand centrum gemiddeld		5,0449	5,0451	5,0450	0,0002
Correctie ARP				0,0323	
Antenne gemiddeld	<i>Antennereferentiepunt</i>			5,0127	

Tabel 11: Resultaten waterpasmeting bij opbouw en demontage WPM08

Tijdelijk GNSS-meetstation Locatie WPM0A4020 Hoogteverschillen in meters t.o.v. 000A4020					
Puntnummer	Omschrijving	Meting bij opbouw (M1)	Meting bij demontage (M2)	Gemiddeld	Verschil (M2 - M1)
		Meetdatum: 27-10-2020	Meetdatum: 4-11-2020		
000A4020	<i>Diep gefundeerd peilmerk</i>	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
000A5020	<i>Ondergronds merk</i>	-0,5897	-0,5897	-0,5897	0,0000
005D0072	<i>Peilmerk (bout)</i>	-0,8565	-0,8564	-0,8565	0,0001
005D0081	<i>Peilmerk (bout)</i>	-0,5272	-0,5271	-0,5272	0,0001
303	<i>Peilmerk (bout)</i>	-0,4327	-0,4327	-0,4327	0,0000
19004	<i>Tijdelijk meetpunt</i>	-0,7493	-0,7488	-0,7491	0,0005
190041	<i>Bout onderzijde antennemast</i>	-0,0281	-0,0282	-0,0282	-0,0001
190042	<i>Bout bovenzijde antennemast</i>	2,2738	2,2738	2,2738	0,0000
Antennerand centrum gemiddeld		3,2846	3,2844	3,2845	-0,0002
Correctie ARP				0,0323	
Antenne gemiddeld	<i>Antennereferentiepunt</i>			3,2522	

Tabel 12: Resultaten waterpasmeting bij opbouw en demontage WPM0A4020

3.7 Controle metingen permanente GNSS-stations

Tijdens de jaarlijkse meetcampagne worden ook de twee permanente GNSS-stations gecontroleerd. Hierbij worden de controlepalen bij de GNSS-stations, punten op de meetpaal en het antenne referentiepunt (ARP) aangemeten. Deze meting is kort na het operationeel worden van de permanente GNSS-stations voor het eerst uitgevoerd (nulmeting 2018). Een eerste herhalingsmeting is uitgevoerd in 2019, de nu uitgevoerde meting was de tweede herhalingsmeting. In de tabellen 13 en 14 worden de resultaten weergegeven van deze metingen.

Tevens vindt er een meting plaats om de scheefstand van de paal te bepalen.

De resultaten van deze scheefstandsmeting worden weergegeven in figuur 9 en 10, waarin ook de nummering van de gemeten punten is weergegeven. In tabel 15 is het verschil tussen de nulmeting en de eerste herhalingsmeting weergegeven.

Permanente meetpaal 1 Locatie CGPS01 Hoogteverschillen in meters t.o.v. 1001							
Punt- nummer	Omschrijving	0-meting (M1)	herhalings- meting 1 (M2)	Verschil (M2 - M1)	herhalings- meting 2 (M3)	Verschil (M3 - M1)	Verschil (M3 - M2)
		Meetdatum: 09-10-2018	Meetdatum: 20-08-2019		Meetdatum: 30-09-2020		
1001	<i>Meetpunt 'pleistoceen verankerd'</i>	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1002	<i>Controlepaal (spuitlanspaal)</i>	0,1310	0,1296	-0,0014	0,1278	-0,0032	-0,0018
1003	<i>Controlepaal (spuitlanspaal)</i>	-0,0011	-0,0017	-0,0006	-0,0024	-0,0013	-0,0007
1004	<i>Controlepaal (spuitlanspaal)</i>	0,1832	0,1780	-0,0052	0,1775	-0,0057	-0,0005
1005	<i>Bout op permanente meetpaal</i>	0,3341	0,3341	0,0000	0,3343	0,0002	0,0002
1006	<i>Bout op permanente meetpaal</i>	0,3124	0,3126	0,0002	0,3123	-0,0001	-0,0003
1007	<i>Bout op permanente meetpaal</i>	0,3277	0,3278	0,0001	0,3276	-0,0001	-0,0002
1008	<i>Bout onderzijde bordes</i>	8,4861	8,4856	-0,0005	8,4877	0,0016	0,0021
1009	<i>Bout onderzijde bordes</i>	8,4883	8,4882	-0,0001	8,4899	0,0016	0,0017
1010	<i>Bout onderzijde bordes</i>	8,4611	8,4565	-0,0046	8,4581	-0,0030	0,0016
1011	<i>Bout onderzijde bordes</i>	8,4520	8,4528	0,0008	8,4546	0,0026	0,0018
1012	<i>Prisma zijkant bordes</i>				8,8597	Nulmeting	
1013	<i>Prisma zijkant bordes</i>				8,8969	Nulmeting	
1014	<i>Prisma zijkant bordes</i>				8,8613	Nulmeting	
ARP1	<i>ARP aanmeting 1</i>	11,1660	11,1672		11,1650	-0,0010	-0,0022
ARP2	<i>ARP aanmeting 2</i>	11,1646	11,1660		11,1682	0,0036	0,0022
ARP3	<i>ARP aanmeting 3</i>	11,1784	11,1668				
ARP4	<i>ARP aanmeting 4</i>		11,1625				
ARP5	<i>ARP aanmeting 5</i>		11,1642				
ARP gemiddeld	<i>antennereferentiepunt</i>	11,1697	11,1653	-0,0043	11,1666	-0,0031	0,0013

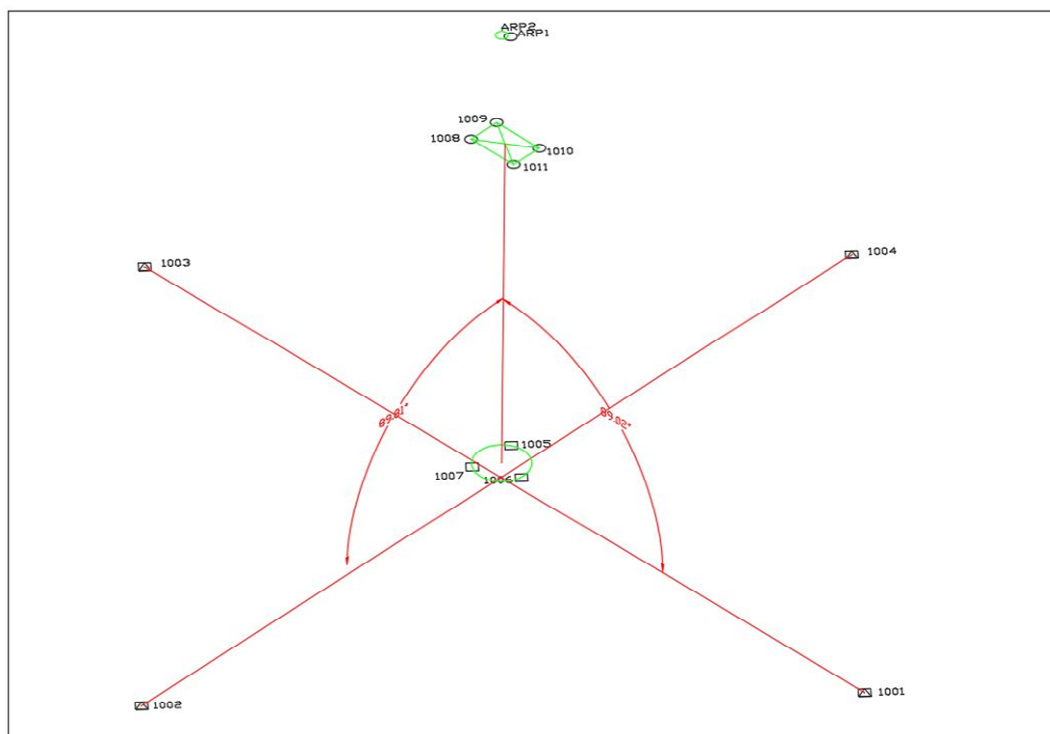
Tabel 13: Resultaten controle meting permanente meetpaal CGPS01

Permanente meetpaal 2 Locatie CGPS02 Hoogteverschillen in meters t.o.v. 2001							
Punt- nummer	Omschrijving	0-meting (M1)	herhalings- meting 1 (M2)	Verschil (M2 - M1)	herhalings- meting 2 (M3)	Verschil (M3 - M1)	Verschil (M3 - M2)
		Meetdatum: 08-10-2018	Meetdatum: 12-08-2019		Meetdatum: 01-10-2020		
2001	<i>Meetpunt 'pleistoceen verankerd'</i>	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2002	<i>Controlepaal (spuitlanspaal)</i>	0,1021	0,1007	-0,0014	0,0995	-0,0026	-0,0012
2003	<i>Controlepaal (spuitlanspaal)</i>	0,1188	0,1184	-0,0004	0,1183	-0,0005	-0,0001
2004	<i>Controlepaal (spuitlanspaal)</i>	0,0899	0,0881	-0,0018	0,0867	-0,0032	-0,0014
2005	<i>Bout op permanente meetpaal</i>	0,8264	0,8262	-0,0002	0,8308	0,0044	0,0046
2006	<i>Bout op permanente meetpaal</i>	0,8359	0,8357	-0,0002	0,8344	-0,0015	-0,0013
2007	<i>Bout op permanente meetpaal</i>	0,8264	0,8260	-0,0004	0,8235	-0,0029	-0,0025
2008	<i>Bout onderzijde bordes</i>	8,9839	8,9849	0,0010	n.g.	n.b.	n.b.
2009	<i>Bout onderzijde bordes</i>	8,9831	8,9841	0,0010	n.g.	n.b.	n.b.
2010	<i>Bout onderzijde bordes</i>	8,9725	8,9719	-0,0006	n.g.	n.b.	n.b.
2011	<i>Bout op permanente meetpaal onderzijde bordes</i>	8,9728	8,9741	0,0013	n.g.	n.b.	n.b.
2012	<i>Prisma zijkant bordes</i>				9,3430	Nulmeting	
2013	<i>Prisma zijkant bordes</i>				9,3667	Nulmeting	
2014	<i>Prisma zijkant bordes</i>				9,3670	Nulmeting	
ARP1	<i>ARP aanmeting 1</i>	11,6648	11,6572		11,6622		
ARP2	<i>ARP aanmeting 2</i>	11,6604	11,6608		11,6652		
ARP3	<i>ARP aanmeting 3</i>	11,6652	11,6648		11,6611		
ARP4	<i>ARP aanmeting 4</i>		11,6627				
ARP gemiddeld	<i>antennereferentiepunt</i>	11,6635	11,6614	-0,0021	11,6628	-0,0006	0,0015

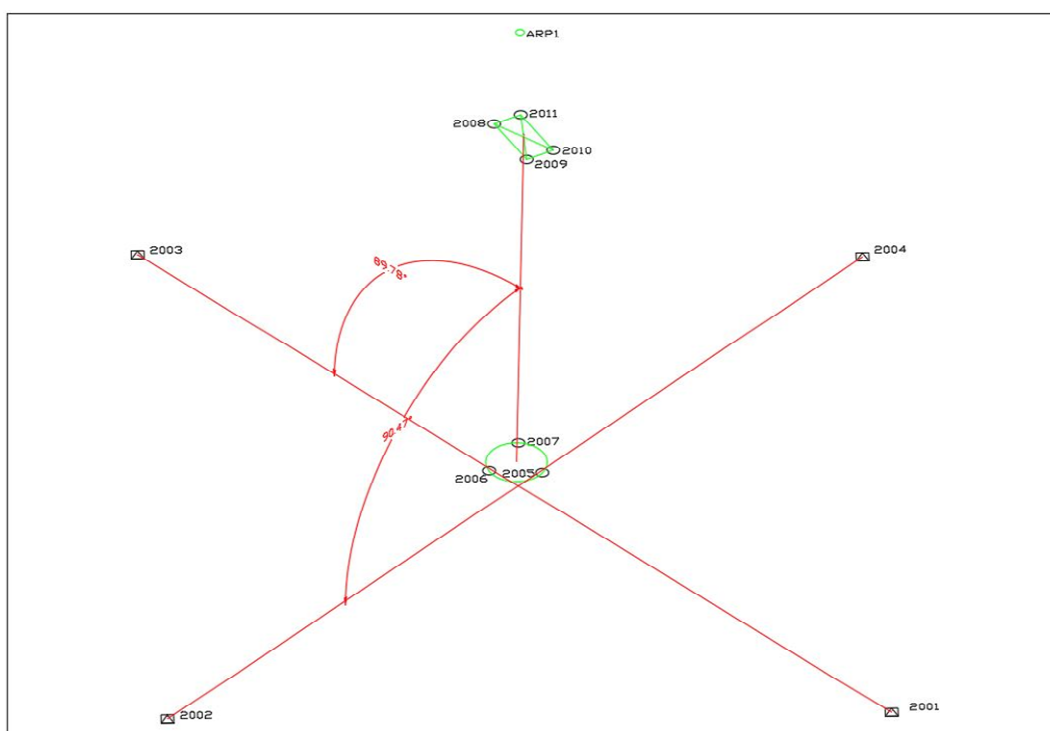
Tabel 14: Resultaten controle meting permanente meetpaal CGPS02

	Richting		2019	2020	Verschil 2019 - 2020
CGPS01	1001	1003	89,80 °	89,81 °	0,01 °
	1002	1004	89,43 °	89,02 °	-0,41 °
CGPS02	2001	2003	90,65 °	90,47 °	-0,18 °
	2002	2004	89,80 °	89,78 °	-0,02 °

Tabel 15: Tabel scheefstandsmeting CGPS01 en CGPS02



Figuur 9: Scheefstand en puntnummering meetpaal CGPS01



Figuur 10: Scheefstand en puntnummering meetpaal CGPS02

3.8 Multi-baseline berekeningen GNSS metingen

Tijdens de post-processing van de GNSS-meetdata worden door middel van een Multi-station oplossing de ETRS89 coördinaten berekend met het Geo++ softwarepakket GNSMART. Hierbij worden alle stations berekend binnen het landelijke referentienetwerk van de firma 06-GPS. De resultaten zijn weergegeven in onderstaande tabel. Voor het gehele verwerkingsrapport zie bijlage 12.

Resultaten Multi-station berekening 2020			
Locatie	ARP Meetpaal	ETRS89-hoogte (meters)	ETRS89-hoogte-verschillen (meters)
Zweins	ARP-Zweins	47,5065	0,0000
WPM0A4020	ARPWPM0A4020	51,7171	4,2106
WPM01	ARP-WPM01	45,2524	-2,2541
WPM02	ARP-WPM02	44,6135	-2,8930
WPM04	ARP-WPM04	44,3834	-3,1231
WPM05	ARP-WPM05	44,4893	-3,0172
WPM06	ARP-WPM06	44,3946	-3,1119
WPM07	ARP-WPM07	48,8014	1,2949
WPM08	ARP-WPM08	49,8270	2,3205
CGPS01	ARP-CGPS01	51,6807	4,1742
CGPS02	ARP-CGPS02	52,5505	5,0440

Tabel 16: Resultaten multi-baseline berekening

3.9 Combinatie waterpas- en GNSS metingen

De gewaterpaste hoogteverschillen uit de antennemeting, tabellen 5 t/m 12 zijn gecombineerd met de resultaten van de multi-baseline berekening van de ARP's van de meetpalen. Dit resulteert in één waarde (in ETRS89) voor de hoogten van de peilmerken op de diverse locaties. Voor de GNSS-antennemeting zijn de gemiddelde waarden van de meting bij opbouw en de meting bij demontage gebruikt. De resultaten zijn weergegeven in onderstaande tabel 17.

Resultaten jaarlijkse GNSS meting 2020 (t.o.v. Zweins)								
Locatie	Peilmerk	ETRS89- hoogte referentie punt (meters)	Hoogteverschil antennemeting ondergronds merk-ARP (meters)	ETRS89- hoogte ARP- Zweins (meters)	Hoogte verschillen uit GPS meting (meters)	ETRS89- hoogte ARP's t.o.v. referentie punt (meters)	Hoogteverschil antennemeting ARP- hoogtemerk (meters)	ETRS89- hoogte hoogtemerk (meters)
Zweins	ARP-Zweins		5,9181	47,5062	0,0000	47,5062	0,0000	47,5062
	000A2760	41,5881					-5,9181	41,5881
	3040						-5,4473	42,0589
WPM 0A4020	ARP WPM0A4020				4,2106	51,7168	0,0000	51,7168
	000A4020						-3,2522	48,4646
	000A5020						-3,8419	47,8749
	005D0072						-4,1087	47,6082
	005D0081						-3,7794	47,9375
	303						-3,6849	48,0319
	19004						-4,0013	47,7156
	190041						-3,2804	48,4365
	190042						-0,9784	50,7384
WPM01	ARP WPM01				-2,2541	45,2521	0,0000	45,2521
	11001						-3,8649	41,3872
	11002						-3,8190	41,4331
	11003						-3,7792	41,4729
	11004						-4,0022	41,2499
	110041						-3,2810	41,9711
	110042						-0,9837	44,2684
WPM02	ARP WPM02				-2,8930	44,6132	0,0000	44,6132
	12001						-3,7710	40,8422
	12002						-3,7571	40,8561
	12003						-3,6464	40,9668
	12004						-4,0014	40,6118
	120041						-3,2805	41,3327
	120042						-0,9827	43,6305
WPM04	ARP WPM04				-3,1231	44,3831	0,0000	44,3831
	14001						-3,8092	40,5739
	14002						-3,7825	40,6006
	14003						-3,8290	40,5541
	14004						-4,0012	40,3819
	140041						-3,2797	41,1034
	140042						-0,9779	43,4052

Resultaten jaarlijkse GNSS meting 2020 (t.o.v. Zweins)								
Locatie	Peilmerk	ETRS89- hoogte referentie punt (meters)	Hoogteverschil antennemeting ondergronds merk-ARP (meters)	ETRS89- hoogte ARP- Zweins (meters)	Hoogte verschillen uit GPS meting (meters)	ETRS89- hoogte ARP's t.o.v. referentie punt (meters)	Hoogteverschil antennemeting ARP- hoogtemerk (meters)	ETRS89- hoogte hoogtemerk (meters)
WPM05	ARP WPM05				-3,0172	44,4890	0,0000	44,4890
	15001						-3,6802	40,8088
	15002						-3,7779	40,7111
	15003						-3,7688	40,7202
	15004						-4,0021	40,4869
	150041						-3,2814	41,2076
	150042						-0,9833	43,5057
WPM06	ARP WPM06				-3,1119	44,3943	0,0000	44,3943
	16001						-3,7590	40,6353
	16002						-3,7899	40,6044
	16003						-3,7560	40,6383
	16004						-4,0005	40,3938
	160041						-3,2811	41,1132
	160042						-0,9830	43,4113
WPM07	ARPWPM07				1,2949	48,8011	0,0000	48,8011
	000A02908						-4,6288	44,1723
	329						-3,4475	45,3536
	330						-3,4473	45,3538
	332						-3,4507	45,3504
	17004						-4,0022	44,7989
	170041						-3,2810	45,5201
	170042						-0,9838	47,8173
WPM08	ARPWPM08				2,3205	49,8267	0,0000	49,8267
	000A02907						-5,0127	44,8141
	326						-3,9174	45,9093
	327						-3,4805	46,3463
	328						-3,5185	46,3083
	18004						-4,0015	45,8253
	180041						-3,2805	46,5463
	180042						-0,9829	48,8438

Resultaten jaarlijkse GNSS meting 2020 (t.o.v. Zweins)								
Locatie	Peilmerk	ETRS89- hoogte referentie punt (meters)	Hoogteverschil antennemeting ondergronds merk-ARP (meters)	ETRS89- hoogte ARP- Zweins (meters)	Hoogte verschillen uit GPS meting (meters)	ETRS89- hoogte ARP's t.o.v. referentie punt (meters)	Hoogteverschil antennemeting ARP- hoogtemerk (meters)	ETRS89- hoogte hoogtemerk (meters)
CGPS01	ARP CGPS01				4,1742	51,6804	0,0000	51,6804
	1001						-11,1666	40,5138
	1002						-11,0388	40,6416
	1003						-11,1690	40,5114
	1004						-10,9891	40,6913
	1005						-10,8323	40,8481
	1006						-10,8543	40,8261
	1007						-10,8390	40,8414
	1008						-2,6789	49,0015
	1009						-2,6767	49,0037
	1010						-2,7085	48,9719
	1011						-2,7120	48,9684
	1012						-2,3069	49,3735
	1013						-2,2697	49,4107
	1014						-2,3053	49,3751
CGPS02	ARP CGPS02				5,0440	52,5502	0,0000	52,5502
	2001						-11,6628	40,8874
	2002						-11,5633	40,9869
	2003						-11,5445	41,0057
	2004,0000						-11,5761	40,9741
	2005						-10,8320	41,7182
	2006						-10,8284	41,7218
	2007						-10,8393	41,7109
	2008						n.g.	n.g.
	2009						n.g.	n.g.
	2010						n.g.	n.g.
	2011						n.g.	n.g.
	2012						-2,3198	50,2304
	2013						-2,2961	50,2541
	2014						-2,2958	50,2544

Tabel 17: Resultaten jaarlijkse GNSS meting

3.10 Referentiepeilmerk

In de rapportage van 2019 is de berekening uitgevoerd ten opzichte van het ondergrondse meetmerk 000A4020. Zoals aangegeven in het 'Meetplan Havenmond' worden de aanvullende metingen berekend ten opzichte van het ondergrondse meetmerk 000A2760 (Zweins). Dit referentiepeilmerk wordt tevens gebruikt als referentiepunt voor de continue GNSS monitoring (zie hoofdstuk 2) en als referentiepunt voor het berekenen van de waterpasmeting Harlingen-West (zie hoofdstuk 4). Voor 2019 zijn de hoogtes van de meetpunten herberekend ten opzichte van het referentiepunt 000A2760.

3.11 Differentiëestaat

De nieuw berekende waarden zijn in onderstaande tabel in de kolom 'Augustus 2019' weergegeven. De resultaten van de 1^e herhalingsmeting zijn weergegeven in de kolom 'september 2020'. In de kolom 'diff' zijn de verschillen tussen de nulmeting (2019) en de nu uitgevoerde meting (2020) weergegeven. Deze differentiëestaat is ook als bijlage 7 in deze rapportage opgenomen.

Differentiëestaat jaarlijkse GNSS metingen					
Differenties t.o.v. ondergronds merk 000A2760 (Zweins)					
			Augustus 2019	September 2020	diff.
Locatie	Peilmerk		ETRS9 hoogte(m)	ETRS9 hoogte(m)	(mm)
Zweins	000A2760	Diep gefundeerd peilmerk	41,5881	41,5881	0,0
	3040	Peilmerk (bout)	42,0593	42,0589	-0,4
WPM0A4020	000A4020	Diep gefundeerd peilmerk	48,4663	48,4646	-1,7
	000A5020	Ondergronds meetmerk	47,8765	47,8749	-1,6
	005D0072	Peilmerk (bout)	47,6098	47,6082	-1,6
	005D0081	Peilmerk (bout)	47,9388	47,9375	-1,3
	303	Peilmerk (bout)	48,0333	48,0319	-1,4
WPM01	11004	Meetpunt 'pleistoceen verankerd'	41,2495	41,2499	0,5
	11001	Controlepaal (<i>spuitlanspaal</i>)	41,3887	41,3872	-1,5
	11002	Controlepaal (<i>spuitlanspaal</i>)	41,4336	41,4331	-0,4
	11003	Controlepaal (<i>spuitlanspaal</i>)	41,4738	41,4729	-0,8
WPM02	12004	Meetpunt 'pleistoceen verankerd'	40,6109	40,6118	0,9
	12001	Controlepaal (<i>spuitlanspaal</i>)	40,8432	40,8422	-1,0
	12002	Controlepaal (<i>spuitlanspaal</i>)	40,8558	40,8561	0,3
	12003	Controlepaal (<i>spuitlanspaal</i>)	40,9701	40,9668	-3,3

Differentiëstaats jaarlijkse GNSS metingen					
Differenties t.o.v. ondergronds merk 000A2760 (Zweins)					
			Augustus 2019	September 2020	diff.
Locatie	Peilmerk		ETRS9 hoogte(m)	ETRS9 hoogte(m)	(mm)
WPM04	14004	Meetpunt 'pleistoceen verankerd'	40,3824	40,3819	-0,5
	14001	Controlepaal (<i>sputlanspaal</i>)	40,5750	40,5739	-1,1
	14002	Controlepaal (<i>sputlanspaal</i>)	40,6021	40,6006	-1,5
	14003	Controlepaal (<i>sputlanspaal</i>)	40,5547	40,5541	-0,6
WPM05	15004	Meetpunt 'pleistoceen verankerd'	40,4871	40,4869	-0,2
	15001	Controlepaal (<i>sputlanspaal</i>)	40,8094	40,8088	-0,6
	15002	Controlepaal (<i>sputlanspaal</i>)	40,7133	40,7111	-2,2
	15003	Controlepaal (<i>sputlanspaal</i>)	40,7213	40,7202	-1,1
WPM06	16004	Meetpunt 'pleistoceen verankerd'	40,3941	40,3938	-0,2
	16001	Controlepaal (<i>sputlanspaal</i>)	40,6358	40,6353	-0,4
	16002	Controlepaal (<i>sputlanspaal</i>)	40,6051	40,6044	-0,6
	16003	Controlepaal (<i>sputlanspaal</i>)	40,6389	40,6383	-0,5
WPM07	000A02908	Diep gefundeerd peilmerk	44,1726	44,1723	-0,2
	329	Peilmerk (bout)	45,3525	45,3536	1,1
	330	Peilmerk (bout)	45,3541	45,3538	-0,2
	332	Peilmerk (bout)	45,3524	45,3504	-2,0
WPM08	000A02907	Diep gefundeerd peilmerk	44,8143	44,8141	-0,3
	326	Peilmerk (bout)	45,9110	45,9093	-1,7
	327	Peilmerk (bout)	46,3471	46,3463	-0,8
	328	Peilmerk (bout)	46,3082	46,3083	0,0
CGPS01	1001	Diep gefundeerd peilmerk	40,5129	40,5138	0,9
	1002	Controlepaal (<i>sputlanspaal</i>)	40,6425	40,6416	-0,9
	1003	Controlepaal (<i>sputlanspaal</i>)	40,5112	40,5114	0,2
	1004	Controlepaal (<i>sputlanspaal</i>)	40,6909	40,6913	0,4
	1005	Bout op permanente meetpaal	40,8470	40,8481	1,1
	1006	Bout op permanente meetpaal	40,8255	40,8261	0,6
	1007	Bout op permanente meetpaal	40,8407	40,8414	0,7
	1012	Prisma zijkant bordes		49,3735	Nulmeting
	1013	Prisma zijkant bordes		49,4107	Nulmeting
	1014	Prisma zijkant bordes		49,3751	Nulmeting

Differentiestaat jaarlijkse GNSS metingen					
Differenties t.o.v. ondergronds merk 000A2760 (Zweins)					
			Augustus 2019	September 2020	diff.
Locatie	Peilmerk		ETRS9 hoogte(m)	ETRS9 hoogte(m)	(mm)
CGPS02	2001	Diep gefundeerd peilmerk	40,8854	40,8874	1,9
	2002	Controlepaal (<i>sputlanspaal</i>)	40,9861	40,9869	0,7
	2003	Controlepaal (<i>sputlanspaal</i>)	41,0038	41,0057	1,8
	2004	Controlepaal (<i>sputlanspaal</i>)	40,9735	40,9741	0,5
	2005	Bout op permanente meetpaal	41,7116	41,7182	6,5
	2006	Bout op permanente meetpaal	41,7211	41,7218	0,6
	2007	Bout op permanente meetpaal	41,7114	41,7109	-0,6
	2012	Prisma zijkant bordes		50,2304	Nulmeting
	2013	Prisma zijkant bordes		50,2541	Nulmeting
	2014	Prisma zijkant bordes		50,2544	Nulmeting

4 Waterpasmeting meetnet 'Harlingen-West'

Naast de in hoofdstuk 2 beschreven 'Continue GNSS-monitoring' en de in hoofdstuk 3 beschreven 'Jaarlijkse GNSS-monitoring' is er een nauwkeurigheidswaterpasmeting uitgevoerd. Het betreft hier een waterpasmeting van een meetnet ten noorden en aan de westzijde van Harlingen. Het doel van deze waterpasmeting is het in hoogte vastleggen van peilmerken welke zich bevinden in vaste objecten en van de ondergrondse peilmerken 00A2907; 00A2908 en 00A4020. Het meetnet is weergegeven in bijlage 1.

Voor deze waterpasmeting zijn de volgende werkzaamheden verricht:

- Het uitvoeren van een secundair optische waterpasmeting van het meetnet Harlingen-West.
- Het uitvoeren van een secundair optische waterpasmeting van zes extra meetkringen van het meetnet Barradeel – Barradeel II ten behoeve van de aansluiting op het referentiepeilmerk 00A2760.
- Het uitvoeren van een tachymetrische overgangsmeting.
- Het berekenen en vereffenen van de hoogte van de gewaterpaste peilmerken.

4.1 Meetnet

Het meetnet is zodanig ontworpen dat bodemdaling aan de rand van de geprognosticeerde invloedsfeer gedetecteerd kan worden. Om deformatie te kunnen vaststellen zijn 50 peilmerken in het meetnet Harlingen-West opgenomen. Om een aansluiting op het referentiepeilmerk 00A2760 mogelijk te maken zijn de meetkringen 13, 14, 16, 31, 32 en 45 uit het meetnet Barradeel en Barradeel II gemeten. De peilmerken uit deze meetkringen zijn niet in de differentiestaat Harlingen-West opgenomen en zijn niet in de coördinatenlijst weergegeven.

Aansluitpunt

Voor het berekenen van de meting is als referentie peilmerk het ondergrondse merk 00A2760 gebruikt. Dit peilmerk wordt ook gebruikt als aansluitpunt voor de meetnetten Barradeel en Barradeel II. Dit punt is diep gefundeerd in het pleistocene zand en worden aangemerkt als stabiel punt. Dit peilmerk ligt echter op ruime afstand van het meetnet 'Harlingen-West'. Om aansluiting op hetzelfde peilmerk als de vorige meting (2019) mogelijk te maken zijn een aantal meetkringen van het meetnet Barradeel en Barradeel II aan het meetnet Harlingen-West toegevoegd en gemeten.

Kringen en trajecten

Alle hoogtemerken zijn opgenomen in gesloten kringen, een belangrijke voorwaarde om de betrouwbaarheid van de meetresultaten te kunnen toetsen. Het meetnet 'Harlingen-West' bestaat uit vier gesloten kringen. Deze kringen worden gevormd door trajecten. De trajecten bestaat uit één of meerdere secties en zijn zoveel mogelijk langs bestaande wegen gepland.

Betrouwbaarheid en precisie

De betrouwbaarheid wordt enerzijds gewaarborgd door de configuratie van het meetnet, anderzijds door het uitvoeren van herhalingsmetingen waarbij 'foutieve' waarden kunnen worden opgespoord.

De precisie wordt enerzijds gewaarborgd door de waterpassingen te laten voldoen aan de eisen van RWS-CIV voor 'secundair optische waterpassingen', anderzijds door de huidige configuratie van het meetnet.

4.2 Metingen

Secundair optische waterpassingen

De metingen zijn uitgevoerd conform de vereisten van RWS-CIV weergegeven in het document 'Productspecificaties Beheer NAP 2019' [2]. In deze voorschriften zijn de volgende toetscriteria opgenomen:

3 mm v L	Sectietolerantie in mm, L in km (toets op het verschil tussen heen- en teruggang)
1200 m	Maximum lengte van een sectie
50 m (baakafstand)	Maximale afleesafstand instrument - baak
3 m (afstandsverloop)	Maximaal verloop tussen som afstanden achter minus som afstanden voor. Deze eis is van toepassing op zowel per slag als cumulatief per sectie

Toetsing van het vrije-netwerk volgens de Delftse rekenmethode Kleinste Kwadraten, waarbij gebruik wordt gemaakt van een F- (algemene toets van het netwerk) en een W-toets (toetsing van elke waarneming afzonderlijk). Deze 2 toetsen mogen niet leiden tot een verwerping.

F-toets	$\alpha(0) = 0.01$ en $\beta = 0.80$ voor grote en kleine netwerken
W-toets	$\alpha(0) = 0.01$ en $\beta = 0.80$ voor grote en kleine netwerken

Overgangsmetingen

Door de aanwezigheid van water (> 50meter) tussen de peilmerken 005D0097 en 005D0098 kon dit traject niet gemeten worden d.m.v. een waterpasmeting. Om het hoogteverschil tussen deze peilmerken te meten is een tachymetrische overgangsmeting uitgevoerd. Deze meting is uitgevoerd conform de eisen van RWS-CIV [2].

De metingen zijn verwerkt met het RWS-CIV spreadsheet voor Tachymetrisch_overgang versie 5.0 d.d. 20081215. De uitkomsten zijn volgens voorschrift handmatig ingevoerd in Move3.

Instrumentarium

De waterpassingen zijn uitgevoerd met onderstaand instrumentarium:

- Digitaal waterpastoestel van het merk Leica, type DNA03;
 - o de afleesnauwkeurigheid is : 0.01mm;
 - o de standaardafwijking is : 0.3 mm/ $\sqrt{L}$ km (is de waarde van een kilometer enkele of gemiddelde hoogteverschil);
- 2 meter invarbaken van het merk Nedo, type GPCL2;

De DNA03, leest alle waarnemingen op de baken digitaal af en schrijft deze vervolgens naar een geheugenkaart in het waterpastoestel. Jaarlijks wordt het waterpasinstrument gecontroleerd en gekalibreerd.

4.3 Uitvoering

Er is gemeten conform de eisen van RWS-CIV voor secundair optische waterpassingen. De toetsingscriteria staan vermeld in paragraaf 4.3. De secties zijn in een heen- en teruggang gemeten. Er is gemeten volgens de methode achter-voor. De metingen van het meetnet Harlingen-West zijn uitgevoerd in de periode 29 oktober tot 12 november 2020. De metingen naar het aansluitpunt 0A2790 zijn uitgevoerd in de periode 4 januari tot 15 januari 2021.

4.4 Coördinaten

De volgende peilmerken zijn in het meetnet Harlingen-West opgenomen.

Peilmerknummer	X-coördinaat	Y-coördinaat	Opmerking
000A2760	169295,00	578595,00	
000A2907	157858,00	578747,00	
000A2908	157023,00	576980,00	
000A4020	156613,04	576552,19	
10	158500,42	580307,53	
14	158861,88	580019,57	
29	158160,04	579092,20	
30	158612,14	579819,98	
40	158265,00	576408,00	
41	157771,00	576407,00	
45	157682,14	578237,03	
46	157517,26	577812,18	
47	157157,46	577450,13	
65	158406,00	576894,00	
107	157028,68	576736,05	
326	157842,92	578769,50	
327	157928,93	578878,62	
328	157940,89	578895,88	
329	156963,13	576963,76	
330	156974,30	576967,37	
332	156971,56	576976,49	
998	158490,00	577246,00	
3042	157202,89	577277,10	
4031	158004,53	579298,36	
4032	158029,15	579286,87	
4033	158031,78	579189,31	
005D0003	156837,89	576063,35	
005D0004	157132,70	576265,90	
005D0005	157186,54	576478,23	
005D0007	157302,53	576983,16	
005D0015	158756,53	578750,97	
005D0037	157116,93	576123,56	
005D0057	158017,96	579193,76	
005D0066	157760,40	577159,98	
005D0067	158482,00	577524,70	
005D0068	156890,20	575870,40	
005D0070	158210,00	577760,00	
005D0072	156614,30	576558,30	
005D0074	158614,01	578078,86	
005D0081	156632,20	576561,60	
005D0082	158477,87	577002,97	
005D0083	158086,80	578845,90	
005D0087	158550,00	578050,00	
005D0095	156727,00	576050,00	
005D0096	156486,91	576060,44	

005D0097	156100,29	576424,34	
005D0098	156269,28	576517,31	
005D0099	156642,56	576852,57	
005D0100	156709,75	577241,13	
005D0101	157192,00	576776,00	
18901	156092,38	576453,57	hulppunt
18902	156274,78	576518,46	hulppunt
99001	158475,47	577007,95	hulppunt
99002	158205,06	577677,94	hulppunt
99003	158297,88	577755,06	hulppunt
99004	158859,47	580044,05	hulppunt
99005	156638,48	576508,15	hulppunt
99006	158024,10	579271,58	hulppunt
99007	157167,15	577413,53	hulppunt

Tabel 18: Coördinatenlijst peilmerken waterpasmeetnet Harlingen-West

4.5 Toetsing en vereffening

Voorafgaand aan de vereffening zijn de metingen getoetst aan de gestelde eisen van RWS-CIV met betrekking tot een secundaire waterpassing. Indien een meting een overschrijding had van de sectietolerantie (3 mm $\sqrt{L}$, L in km) werd de desbetreffende meting (waterpassing) hermeten.

Met behulp van de waterpassingen zijn de hoogteverschillen en de afstanden tussen de hoogtemerken bepaald in een heen en teruggang. Deze hoogteverschillen (tussen heen en teruggang) in combinatie met de afstanden en de referentiehoogte van het aansluitpunt vormen de invoer voor het vereffenings- en berekeningsprogramma Move3.

Daarna is er een eerste fase vereffening (vrije netwerkvereffening) uitgevoerd ter controle op de waarnemingen volgens de methode van de kleinste kwadraten. Hierbij is het meetnet intern getoetst als geheel (F-toets) en zijn de waarnemingen afzonderlijk (W-toets) van elkaar getoetst. Zowel de F-toets als de W-toets voldoen aan de toetsingscriteria. In geval van een verwerping werden één of meerdere secties hermeten totdat er aan de toetsingscriteria werd voldaan.

Het meetnet is aangesloten op ondergronds merk 000A2760. Als hoogte voor dit peilmerk wordt de hoogte gebruikt (0.2840+ NAP) zoals die in 1998 door RWS-CIV is vastgesteld. Een overzicht van de berekende sectiesluitfouten, kringsluitfouten en de vrije netwerkvereffening (Move3 bestanden) zijn digitaal bij deze rapportage geleverd.

Beoordeling metingen

- Alle gemeten secties en kringen hebben sluitfouten die liggen binnen de gestelde toleranties vermeld in hoofdstuk 4.2 'Secundair optische waterpassingen'.
- De eerste fase vereffening (vrije netwerk vereffening) van het meetnet met Move3, waarbij alleen de waarnemingen worden getoetst, levert geen verwerpingen op. De gedeselecteerde waarnemingen betreffen secties, die al tijdens de uitvoering van de metingen zijn hermeten.

Toetsing door RWS-CIV

De gecontroleerde bestanden van de metingen zijn conform de 'Productspecificaties Beheer NAP 2019' [2] digitaal aangeboden aan RWS-CIV. RWS-CIV heeft de aangeboden bestanden getoetst en goedgekeurd. Deze goedkeuring, geformuleerd in een brief met als onderwerp: Concessie Barradeel Havenmond 2020, (zie bijlage 8), heeft Antea Group op 20-01-2021 ontvangen.

4.6 Resultaten

De meting van het meetnet Harlingen West betreft een eerste herhalingsmeting. De gemeten waarden zijn weergegeven in een differentiestaat (bijlage 13). De gemeten differenties in de periode 2019 -2020 liggen tussen 0 en -9 millimeter. Door metingen in de toekomst te relateren aan de nulmeting en de nu uitgevoerde meting kan vastgesteld worden of er deformatie van de peilmerken is opgetreden.

5 Samenvatting

Antea Group heeft een meetnet en monitoringssysteem ingericht om bodembeweging in de Waddenzee te monitoren. Doel van deze monitoring is het vastleggen van mogelijk pleistocene bodembeweging als gevolg van diepe mijnbouwactiviteiten (zoutwinning). Deze monitoring is onder te verdelen in een continue GNSS monitoring, een jaarlijkse 'Wad' meetcampagne en een jaarlijkse waterpasmeting van het meetnet Harlingen-West.

In dit rapport (hoofdstuk 2) is de continue GNSS monitoring beschreven welke uitgevoerd wordt met twee permanente GNSS-monitoringsstations CGPS01 en CGPS02. Daarbij zijn de resultaten van het begin van de meting, oktober 2018 tot en met 31 december 2020 weergegeven. De algehele trend (lineaire fit) van de hoogte van station CGPS01 en CGPS02 is nagenoeg stabiel. De lineaire fit van CGPS01 laat een daling zien van -0.5 mm per jaar en voor CGPS02 een daling van -0.4 mm ten opzichte van het referentiestation Zweins.

Naast de continue GNSS monitoring heeft een jaarlijkse 'Wad' meetcampagne plaatsgevonden. Hierbij worden op de Waddenzee vijf clusters van meetpunten en op het land drie clusters van meetpunten in hoogte bepaald door middel van tijdelijke GNSS metingen. Tevens worden tijdens deze meetcampagne de permanente GNSS-monitoringsstation geijkt. Door de uitkomsten van onderhavige meting te vergelijken met de resultaten van de nulmeting (2019) kan vastgesteld worden of er deformatie van de meetpunten in deze clusters is opgetreden. De resultaten hiervan zijn in deze rapportage in hoofdstuk 3 vastgelegd.

In de rapportage van 2019 is de berekening uitgevoerd ten opzichte van het ondergrondse meetmerk 000A4020. Zoals aangegeven in het 'Meetplan Havenmond' worden de aanvullende metingen berekend ten opzichte van het ondergrondse meetmerk 000A2760 (Zweins). Dit referentiepeilmerk wordt tevens gebruikt als referentiepunt voor de continue GNSS monitoring (zie hoofdstuk 2) en als referentiepunt voor het berekenen van de waterpasmeting Harlingen-West (zie hoofdstuk 4).

De meetpunten op het Wad vertonen een differentie variërend tussen -0,5 en + 1,9 millimeter. De meetpunten op de drie meetlocaties op het land vertonen een beweging variërend tussen - 0,2 en -1,7 millimeter.

Tot slot is een nauwkeurigheds-waterpasmeting uitgevoerd van het meetnet Harlingen-West. In deze eerste herhalingsmeting zijn door middel van een waterpasmeting in totaal 50 peilmerken in hoogte bepaald. Door de uitkomsten van onderhavige meting te vergelijken met de resultaten van de nulmeting (2019) kan vastgesteld worden of er deformatie van de peilmerken is opgetreden. De waterpasmeting is beschreven in hoofdstuk 4, de resultaten van deze vlakdekkende waterpasmeting zijn weergegeven in een differentiestaat (bijlage 13). De differenties 2019-2020 staan tevens aangegeven op de 'Overzichtskaart differenties waterpasmeetnet Harlingen-West' (bijlage 1b).

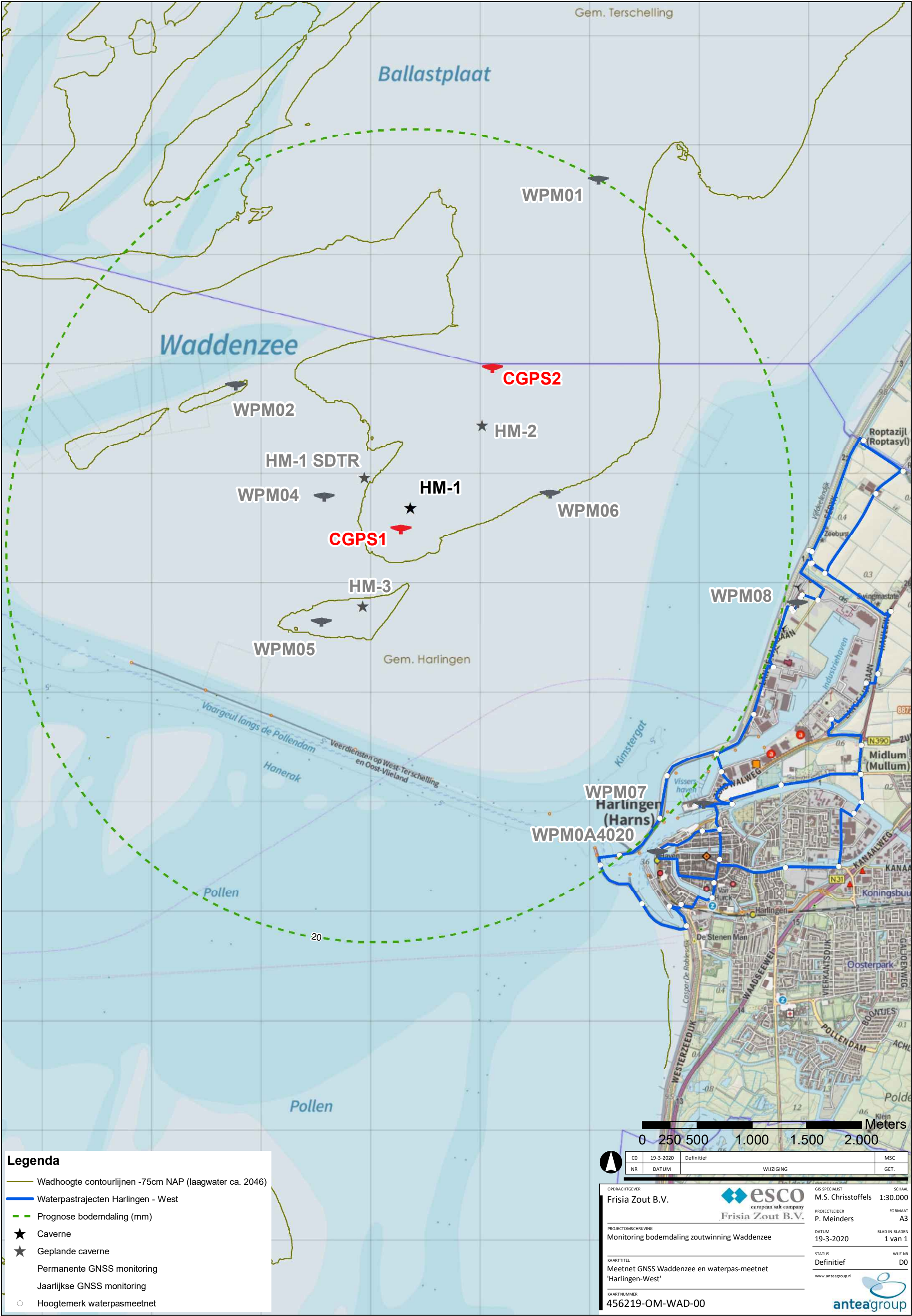
De in dit rapport gepubliceerde hoogten geven alleen de mate van de beweging van de gemeten peilmerken weer. De bijdrage aan deze beweging van een enkele oorzaak en de relatie met maaiveld- en/of bodembewegingen kan men slechts afleiden met doelgerichte verdere analyses. Dergelijke analyses vallen buiten het kader van dit rapport.

6 Referenties

- [1] *'Bijlage: Update toelichting meetplan Havenmond'* kenmerk 267807, revisie. 11, d.d. 13 juli 2018
- [2] Productspecificaties Beheer NAP 2019 d.d. 15 Januari 2019_versie 01

Bijlage 1 Overzichtskaart deformatienet Zoutwinning Waddenzee

- A. Totaal overzichtskaart meetnet GNSS metingen – waterpasmeetnet 'Harlingen-West'**
- B. Differentiekaart waterpasmeetnet 'Harlingen-West'**





- Legenda**
- Hoogtemerk
 - Hoogtemerk / knooppunt
 - ✕ Hulp punt / knooppunt
 - ▲ Ondergronds merk / aansluitpunt
 - ⊗ Ondergronds merk
 - ▲ Ondergronds merk / knooppunt
 - 12 Kringnummer
 - Waterpastraject Harlingen-West
 - Waterpastraject Barradeel II
 - 1 Differentie 2019 - 2020



esco
european salt company

Frisia Zout B.V.

OPDRACHTGEVER

Frisia Zout B.V.

PROJECTOMSCHRIJVING

Deformatiemeting
Havenmond-West 2020

KAARTTITEL

Overzichtskaart differenties 2019-2020

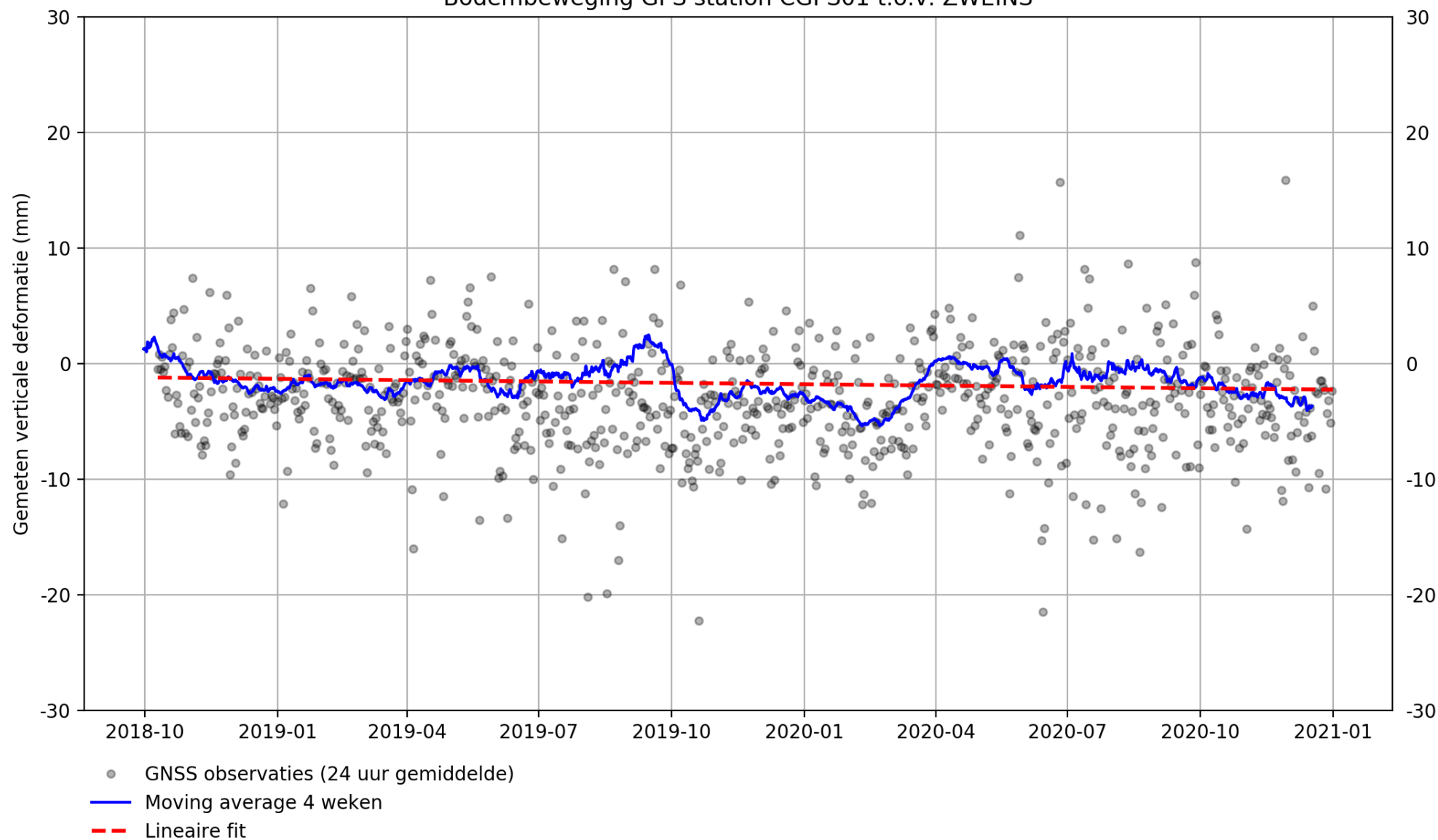
PROJECTLEIDER	GIS SPECIALIST
P. Meinders	M.S. Chrisstoffels
DATUM	FORMAAT
8-2-2021	A2
KAARTNUMMER	WIJZ.NR
460023-HW-OD-0	0
STATUS	
Definitief	



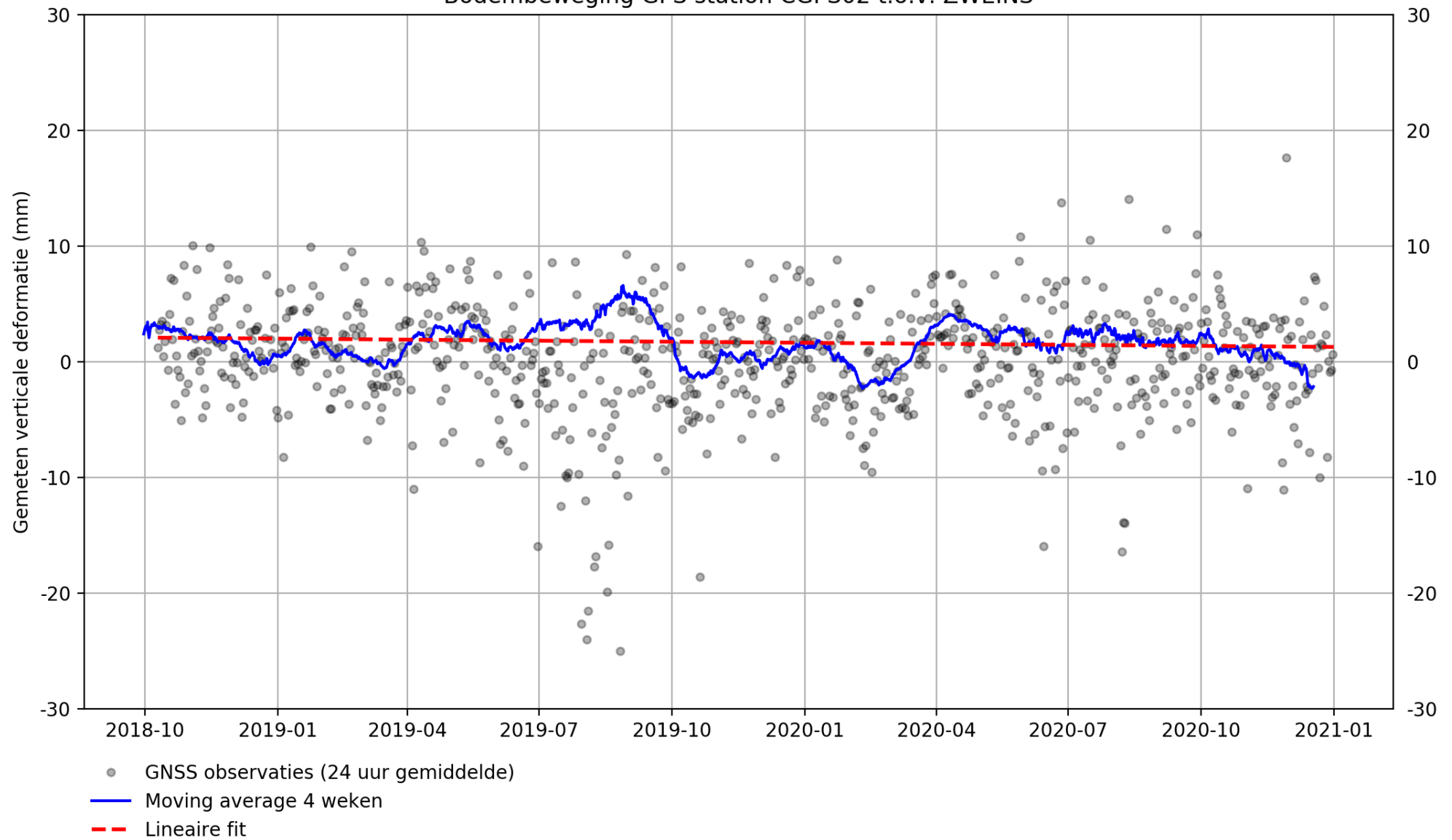
Bijlage 2 Continue GNSS-monitoring

Grafieken

Bodembeweging GPS station CGPS01 t.o.v. ZWEINS



Bodembeweging GPS station CGPS02 t.o.v. ZWEINS



Bijlage 3 Continue GNSS-monitoring
Ruwe GNSS-meetdata in Excelformaat

Bijlage 3 Continue GNSS-monitoring

Ruwe GNSS-meetdata in Excelformaat

De meetdata in Excel format behorende bij deze rapportage wordt digitaal (via e-mail) geleverd aan de opdrachtgever.

Bijlage 4 Continue GNSS-monitoring

Logboek

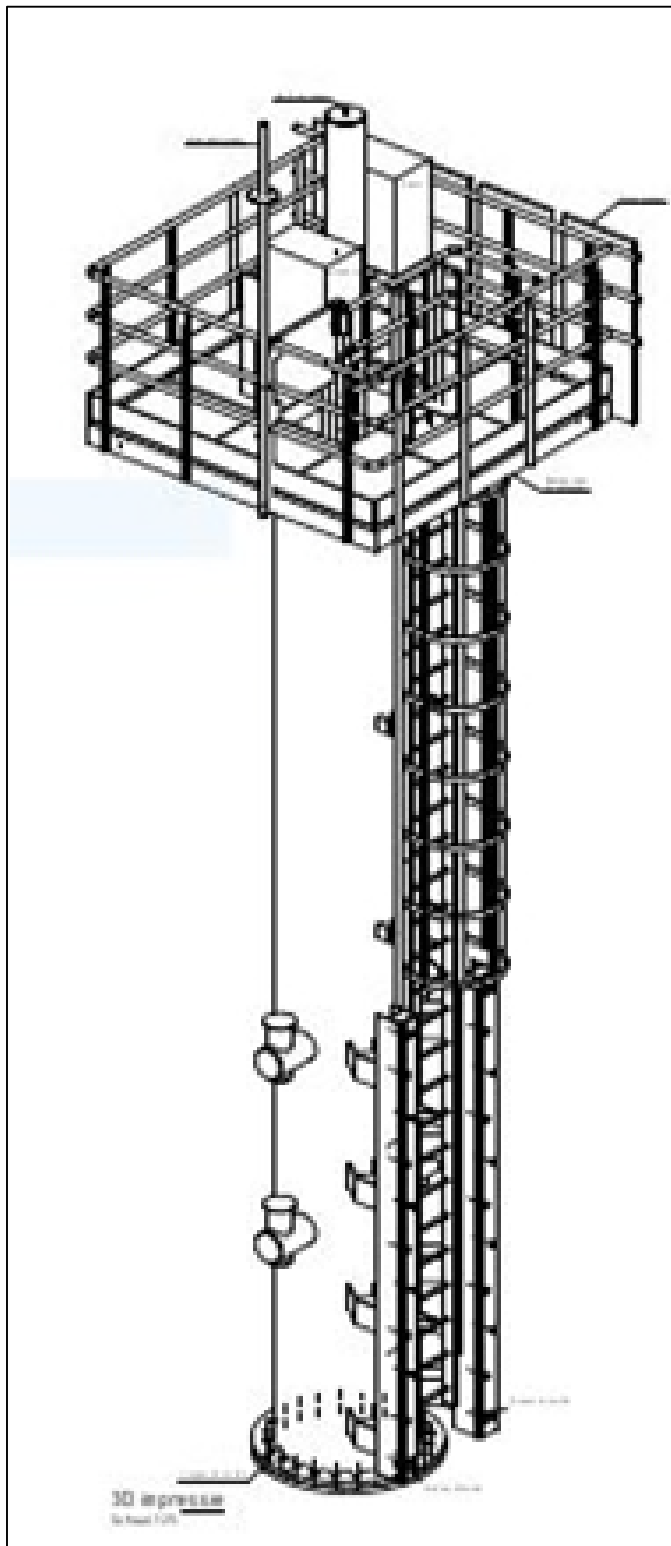
Logboek continue GNSS monitoring zoutwinning Waddenzee

Datum	GNSS-station	Omschrijving melding*
24-12-2018 t/m 27-12-2018	CGPS01 & CGPS02	<i>Onderbreking data ontvangst van 24-12-2018 1:59 t/m 27-12-2018 9:59.</i>
12-2-2019	CGPS01 & CGPS02	<i>Enkele uren onderbreking in de data ontvangst (13:59:12 - 22:59:12).</i>
26-04-2020	CGPS01 & CGPS02	<i>Onderbreking in de data ontvangst (32 uur).</i>

* Onderbrekingen in data ontvangst ≥ 6 uur worden in het logboek weergegeven

Bijlage 5 Continue GNSS-monitoring

3D impressie meetpaal



Uit: Overzichtstekening 17.1095 – 177.043 – U0 201 versie B De Boer en de Groot Civiele Werken

Bijlage 6 Continue GNSS-monitoring

Foto's GNSS-meetlocaties



Meetpaal CGPS01 bij hoog water



Meetpaal CGPS02 bij laag water

Bijlage 7 Jaarlijkse GNSS meting

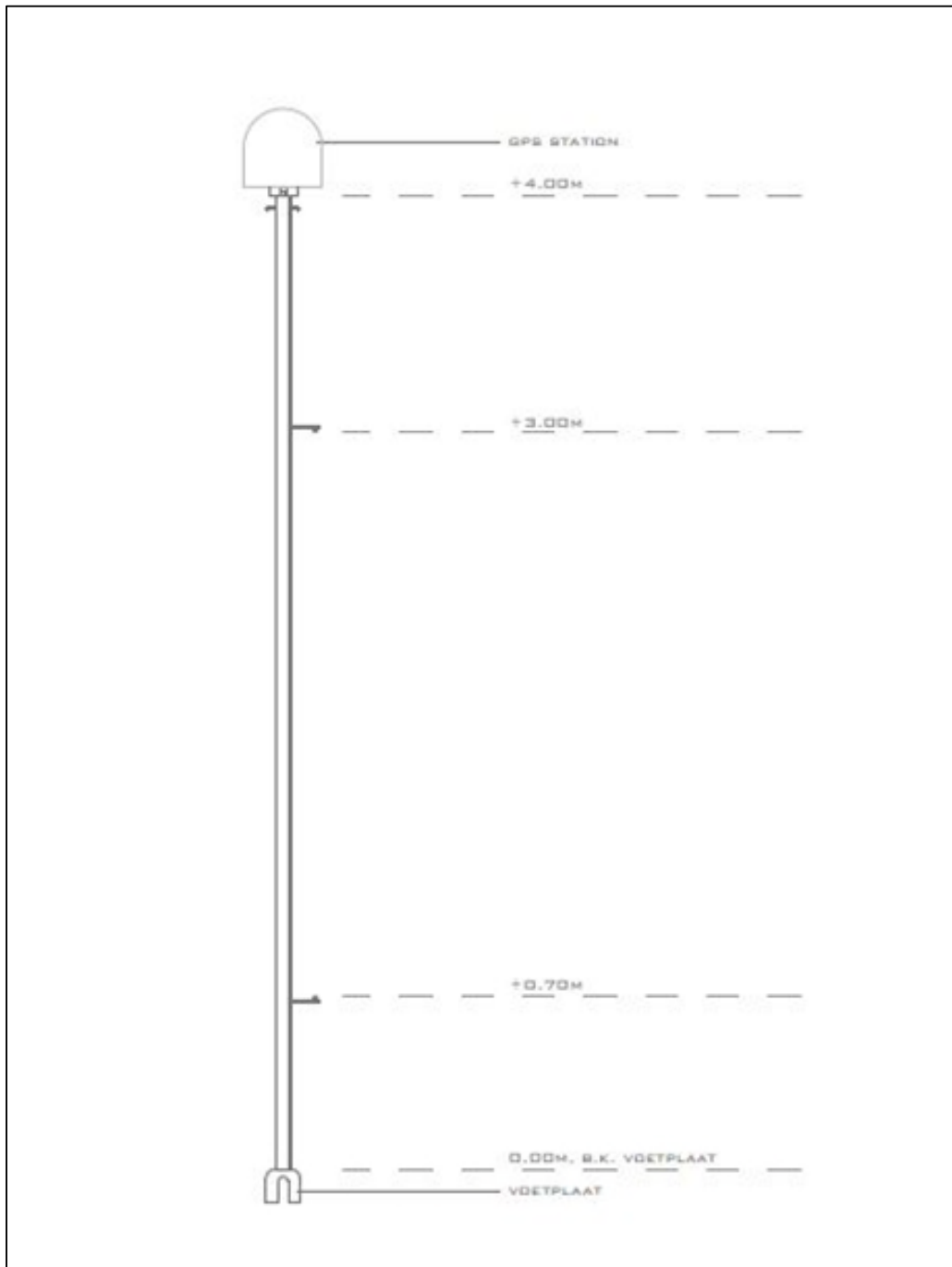
Differentiestaat

DIFFERENTIESTAAT					
Differenties t.o.v. ondergronds merk 000A2760 (Zweins)					
			Augustus 2019	September 2020	diff.
Locatie	Peilmerk		ETRS9 hoogte(m)	ETRS9 hoogte(m)	(mm)
Zweins	000A2760	Diep gefundeerd peilmerk	41,5881	41,5881	0,0
	3040	Peilmerk (bout)	42,0593	42,0589	-0,4
WPM0A4020	000A4020	Diep gefundeerd peilmerk	48,4663	48,4646	-1,7
	000A5020	Ondergronds meetmerk	47,8765	47,8749	-1,6
	005D0072	Peilmerk (bout)	47,6098	47,6082	-1,6
	005D0081	Peilmerk (bout)	47,9388	47,9375	-1,3
	303	Peilmerk (bout)	48,0333	48,0319	-1,4
WPM01	11004	Meetpunt 'pleistoceen verankerd'	41,2495	41,2499	0,5
	11001	Controlepaal (<i>sputlanspaal</i>)	41,3887	41,3872	-1,5
	11002	Controlepaal (<i>sputlanspaal</i>)	41,4336	41,4331	-0,4
	11003	Controlepaal (<i>sputlanspaal</i>)	41,4738	41,4729	-0,8
WPM02	12004	Meetpunt 'pleistoceen verankerd'	40,6109	40,6118	0,9
	12001	Controlepaal (<i>sputlanspaal</i>)	40,8432	40,8422	-1,0
	12002	Controlepaal (<i>sputlanspaal</i>)	40,8558	40,8561	0,3
	12003	Controlepaal (<i>sputlanspaal</i>)	40,9701	40,9668	-3,3
WPM04	14004	Meetpunt 'pleistoceen verankerd'	40,3824	40,3819	-0,5
	14001	Controlepaal (<i>sputlanspaal</i>)	40,5750	40,5739	-1,1
	14002	Controlepaal (<i>sputlanspaal</i>)	40,6021	40,6006	-1,5
	14003	Controlepaal (<i>sputlanspaal</i>)	40,5547	40,5541	-0,6
WPM05	15004	Meetpunt 'pleistoceen verankerd'	40,4871	40,4869	-0,2
	15001	Controlepaal (<i>sputlanspaal</i>)	40,8094	40,8088	-0,6
	15002	Controlepaal (<i>sputlanspaal</i>)	40,7133	40,7111	-2,2
	15003	Controlepaal (<i>sputlanspaal</i>)	40,7213	40,7202	-1,1
WPM06	16004	Meetpunt 'pleistoceen verankerd'	40,3941	40,3938	-0,2
	16001	Controlepaal (<i>sputlanspaal</i>)	40,6358	40,6353	-0,4
	16002	Controlepaal (<i>sputlanspaal</i>)	40,6051	40,6044	-0,6
	16003	Controlepaal (<i>sputlanspaal</i>)	40,6389	40,6383	-0,5
WPM07	000A02908	Diep gefundeerd peilmerk	44,1726	44,1723	-0,2
	329	Peilmerk (bout)	45,3525	45,3536	1,1
	330	Peilmerk (bout)	45,3541	45,3538	-0,2
	332	Peilmerk (bout)	45,3524	45,3504	-2,0

DIFFERENTIESTAAT					
Differenties t.o.v. ondergronds merk 000A2760 (Zweins)					
			Augustus 2019	September 2020	diff.
Locatie	Peilmerk		ETRS9 hoogte(m)	ETRS9 hoogte(m)	(mm)
WPM08	000A02907	Diep gefundeerd peilmerk	44,8143	44,8141	-0,3
	326	Peilmerk (bout)	45,9110	45,9093	-1,7
	327	Peilmerk (bout)	46,3471	46,3463	-0,8
	328	Peilmerk (bout)	46,3082	46,3083	0,0
CGPS01	1001	Diep gefundeerd peilmerk	40,5129	40,5138	0,9
	1002	Controlepaal (<i>sputlanspaal</i>)	40,6425	40,6416	-0,9
	1003	Controlepaal (<i>sputlanspaal</i>)	40,5112	40,5114	0,2
	1004	Controlepaal (<i>sputlanspaal</i>)	40,6909	40,6913	0,4
	1005	Bout op permanente meetpaal	40,8470	40,8481	1,1
	1006	Bout op permanente meetpaal	40,8255	40,8261	0,6
	1007	Bout op permanente meetpaal	40,8407	40,8414	0,7
	1012	Prisma zijkant bordes		49,3735	Nulmeting
	1013	Prisma zijkant bordes		49,4107	Nulmeting
	1014	Prisma zijkant bordes		49,3751	Nulmeting
CGPS02	2001	Diep gefundeerd peilmerk	40,8854	40,8874	1,9
	2002	Controlepaal (<i>sputlanspaal</i>)	40,9861	40,9869	0,7
	2003	Controlepaal (<i>sputlanspaal</i>)	41,0038	41,0057	1,8
	2004	Controlepaal (<i>sputlanspaal</i>)	40,9735	40,9741	0,5
	2005	Bout op permanente meetpaal	41,7116	41,7182	6,5
	2006	Bout op permanente meetpaal	41,7211	41,7218	0,6
	2007	Bout op permanente meetpaal	41,7114	41,7109	-0,6
	2012	Prisma zijkant bordes		50,2304	Nulmeting
	2013	Prisma zijkant bordes		50,2541	Nulmeting
	2014	Prisma zijkant bordes		50,2544	Nulmeting

Bijlage 8 Jaarlijkse GNSS meting

Tekening meetpaal voor jaarlijkse GNSS monitoring



Meetpaal voor jaarlijkse GNSS monitoring

Bijlage 9 Jaarlijkse GNSS meting
Kalibratierapport GNSS-antennekalibratie

Absolute Antenna Calibration

(Individual Characteristics of Antenna)



Antenna Data

Manufacturer : Leica Geosystems AG
Antenna Type : Multi purpose GNSS choke ring antenna (Revision 1.00)
GNSS : GPS, GLO, GAL, BDS, QZSS
Product Number : 794207
Serial number : 21274005
IGS Naming : LEIAR20 NONE

Radome Data

Manufacturer :
Radome Type :
Product Number :
Serial Number :
IGS-Naming : NONE

Calibration Characteristics

GNSS System : GPS+GLONASS*
Date : 2019-03-19
Number of Calibrations : 2
Setup-ID : 0
Number of Frequencies : 2
Customer : Leica Geosystems b.v., Turfschipper 39, 2292 JC Wateringen NL
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

Remarks

* Individual GLONASS PCV were estimated using frequency independent L1, L2 GLO calibrations.

Absolute Antenna Calibration

(Individual Characteristics of Antenna)



Antenna Data

Manufacturer : Leica Geosystems AG
Antenna Type : Multi purpose GNSS choke ring antenna (Revision 1.00)
GNSS : GPS, GLO, GAL, BDS, QZSS
Product Number : 794207
Serial number : 21274006
IGS Naming : LEIAR20 NONE

Radome Data

Manufacturer :
Radome Type :
Product Number :
Serial Number :
IGS-Naming : NONE

Calibration Characteristics

GNSS System : GPS+GLONASS*
Date : 2019-03-18
Number of Calibrations : 2
Setup-ID : 0
Number of Frequencies : 2
Customer : Leica Geosystems b.v., Turfschipper 39, 2292 JC Wateringen NL
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

Remarks

* Individual GLONASS PCV were estimated using frequency independent L1, L2 GLO calibrations.

Absolute Antenna Calibration

(Individual Characteristics of Antenna)



Antenna Data	
Manufacturer	: Leica Geosystems AG
Antenna Type	: Multi purpose GNSS choke ring antenna (Revision 1.00)
GNSS	: GPS, GLO, GAL, BDS, QZSS
Product Number	: 794207
Serial number	: 21341009
IGS Naming	: LEIAR20 NONE

Radome Data	
Manufacturer	:
Radome Type	:
Product Number	:
Serial Number	:
IGS-Naming	: NONE

Calibration Characteristics	
GNSS System	: GPS+GLONASS*
Date	: 2019-03-19
Number of Calibrations	: 2
Setup-ID	: 0
Number of Frequencies	: 2
Customer	: Leica Geosystems b.v., Turfschipper 39, 2292 JC Wateringen NL
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	

Remarks	

* Individual GLONASS PCV were estimated using frequency independent L1, L2 GLO calibrations.

Absolute Antenna Calibration

(Individual Characteristics of Antenna)



Antenna Data	
Manufacturer	: Leica Geosystems AG
Antenna Type	: Multi purpose GNSS choke ring antenna (Revision 1.00)
GNSS	: GPS, GLO, GAL, BDS, QZSS
Product Number	: 794207
Serial number	: 21341010
IGS Naming	: LEIAR20 NONE

Radome Data	
Manufacturer	:
Radome Type	:
Product Number	:
Serial Number	:
IGS-Naming	: NONE

Calibration Characteristics	
GNSS System	: GPS+GLONASS*
Date	: 2019-03-20
Number of Calibrations	: 3
Setup-ID	: 0
Number of Frequencies	: 2
Customer	: Leica Geosystems b.v., Turfschipper 39, 2292 JC Wateringen NL
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	

Remarks	

* Individual GLONASS PCV were estimated using frequency independent L1, L2 GLO calibrations.

Absolute Antenna Calibration

(Individual Characteristics of Antenna)



Antenna Data

Manufacturer : Leica Geosystems AG
Antenna Type : Multi purpose GNSS choke ring antenna (Revision 1.00)
GNSS : GPS, GLO, GAL, BDS, QZSS
Product Number : 794207
Serial number : 21349028
IGS Naming : LEIAR20 NONE

Radome Data

Manufacturer :
Radome Type :
Product Number :
Serial Number :
IGS-Naming : NONE

Calibration Characteristics

GNSS System : GPS+GLONASS*
Date : 2019-03-21
Number of Calibrations : 2
Setup-ID : 0
Number of Frequencies : 2
Customer : Leica Geosystems b.v., Turfschipper 39, 2292 JC Wateringen NL
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

Remarks

* Individual GLONASS PCV were estimated using frequency independent L1, L2 GLO calibrations.

Absolute Antenna Calibration

(Characteristics of Antenna Type)

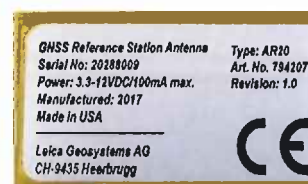


Method

Geo++®-GNPCV Real-Time Calibration

Antenna Data

Manufacturer : Leica Geosystems AG
 Antenna Type : AR20 multi purpose GNSS choke ring antenna (Revision 1.00)
 GNSS : GPS, GLO, GAL, BDS, QZSS
 Product Number : 794207
 IGS Naming : LEIAR20 NONE



Radome Data

Manufacturer :
 Radome Type :
 Product Number :
 IGS-Naming : NONE

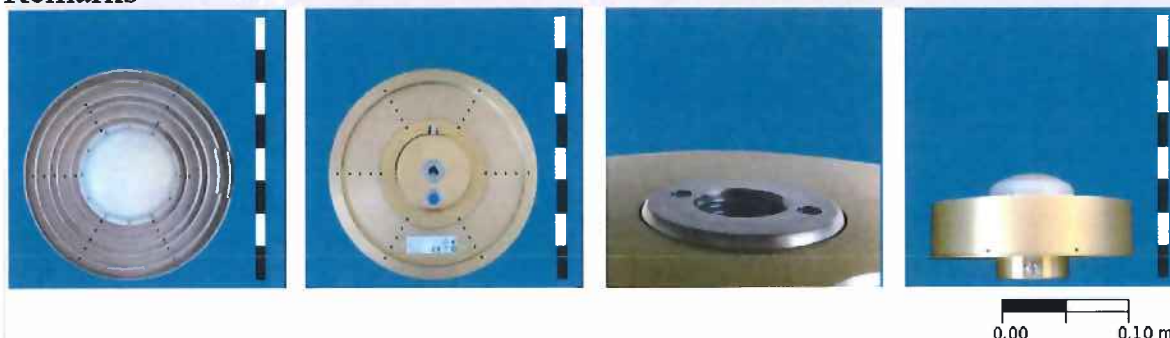
Antenna Reference Point (ARP)

Horizontal Position : rotation axis, center of 5/8" thread
 Vertical Position : (BAM) bottom of antenna mount
 IGS-ARP : (BAM) bottom of antenna mount

North Reference Point (NRP)

Description : north mark on bottom side of antenna, cable connector points north
 IGS-NRP : (NOM) north mark

Remarks



Bedingungen zur Antennenkalibrierung

Das Geo++[®]-Verfahren zur absoluten Antennenkalibrierung betreibt die zu kalibrierende GNSS Antenne auf einen Roboter und eine zweite, benachbarte Referenzstation. Die zweite GNSS Ausrüstung bestehend aus Referenzantenne (i.d.R. Leica Chokering mit Radome) und Standard GNSS Empfänger wird durch Geo++[®] GmbH / GeoService[®] GmbH für die Dauer der Kalibrierung bereitgestellt und ist im Preis enthalten.

Im Allgemeinen werden Standard-Kabel, Adapter und GNSS Empfänger, die bei Geo++[®] GmbH / GeoService[®] GmbH vorhanden sind, mit der zu kalibrierenden Antenne verwendet. Die Standardaufnahme an der GNSS Antenne ist ein 5/8" Gewinde.

Ein GNSS-Empfänger muss vom Auftraggeber bereitgestellt werden, falls die Antenne nicht mit einem Standard-GNSS-Empfänger betrieben werden kann oder ein spezieller GNSS Empfänger genutzt werden soll. Spezielle Kabel, Kabel-Anschlüsse und/oder Antennen-Adapter die bei der Kalibrierung berücksichtigt werden sollen, müssen vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt werden. Der Roboter, der für die automatische Feldkalibrierung genutzt wird, ist hinsichtlich Gewicht und Dimensionen der Antenne eingeschränkt. In Zweifelsfällen ist über die benötigte Ausrüstung vorab mit technischen Personal zu klären.

Absolute Antennenkalibrierungen erfordern die **Bereitstellung** der nachfolgenden Ausrüstung durch den Auftraggeber:

- 1.) voll funktionsfähige GNSS-Antenne (Prüfling)
- 2.) vorliegende Dokumentation zur GNSS-Antenne
(Geometrie, Definition des geometrischen Antennenbezugspunktes ARP)
- 3.) ggf. Antennenkabel (10 Meter) und/oder Adaption auf N-Anschluss
- 4.) ggf. DIN-Zapfen oder 5/8"-Gewinde/Adaption zur Montage der Antenne

Die Antennenkalibrierung ist keine Prüfung der Antennenfunktion oder Positionierungsfähigkeit, da nur Satelliten mit großer Elevation verwendet werden und die Antenne gekippt und gedreht wird. Kalibrierungen, die mit nicht voll funktionsfähigen Antennen durchgeführt wurden, werden in Rechnung gestellt.

Eine Terminabsprache für den tatsächlichen Kalibrierungszeitraum ist erforderlich und muss mit dem technischen Personal abgestimmt werden. Der notwendige Zeitbedarf für eine einzelne Antenne inkl. Abwicklung und Auswertung benötigt ca. 1-2 Wochen. Im Falle mehrerer Antennen innerhalb eines Auftrages reduziert sich die Abwicklung und jede zusätzliche Kalibrierung erfordert grob einen Tag. Trotzdem können jedoch wegen der Komplexität des Systems keine verbindlichen Termine zugesagt werden. Bitte berücksichtigen Sie dies in ihrer Disposition. Es ist zwingend notwendig Geo++[®] GmbH / GeoService[®] GmbH zu kontaktieren bevor Antennen versendet werden.

Die Lieferung der Ergebnisse erfolgt ca. 1-2 Wochen nach Abschluss der Messungen. Das Ergebnis der Antennenkalibrierung werden bestehend aus einer Typbeschreibung, einem Kalibrierungsprotokoll für jede Antenne und absolute Offsets und absolute elevations- und azimutabhängige PCV im internationalen Antennenaustauschformat ANTEX bereitgestellt. Die Antenne erhält einen Aufkleber, aus dem das Datum der Kalibrierung hervorgeht und gegebenenfalls die der Kalibrierung zu Grunde liegende Bezugsrichtung.

Die **Kalibrierungsergebnisse** sind für die Auswertung von Daten, die mit der kalibrierten Antenne gemessen werden, zu verwenden. Es wird gestattet die Ergebnisse zu veröffentlichen. Es wird jedoch vorgeschlagen auf die Qualitätsverluste bei Anwendung der Korrekturen auf andere Antennen hinzuweisen und die Verwendung von streng berechneten Typmitteln mit dem unten stehenden Hinweistext zu empfehlen.



Die Kalibrierungsdaten werden zur Analyse der Antennen-Serie und ggf. zur Berechnung von Typmittel der Geo++[®] GNPCVDB Datenbank verwendet.

Eine **Leistungsbeschreibung Antennenkalibrierung** mit Erläuterungen der Antennenkalibrierung kann auf Wunsch zur Verfügung gestellt werden.

Die Verfahren zur Antennenkalibrierung werden ständig weiterentwickelt und optimiert. Die hier genannten Bedingungen stellen den Stand zum Zeitpunkt der Drucklegung dar.

Hinweistext bei Abgabe der individuellen Ergebnisse einer GNSS-Antennenkalibrierung:

Die Ergebnisse der Kalibrierung sind nur für die individuelle Antenne gültig. Die hohe Genauigkeit der absoluten Feldkalibrierung mit Roboter hat signifikante individuelle Differenzen in Bauserien nachgewiesen. Deshalb geht die hohe Qualität bei der Verwendung einer individuellen Kalibrierung für andere Antennen verloren. Eine Analyse der Antennen-Serie und eine strenge Berechnung eines Typmittels aus umfangreichen Kalibrierungsdaten ist nur unter Berücksichtigung der vollständigen Varianz-Kovarianz für nicht individuell kalibrierte Antennen zu empfehlen. Typmittel aus derartigen Berechnungen werden unter <http://www.gnpcvdb.geopp.de/> bereitgestellt.

Leistungsbeschreibung Antennenkalibrierung

Geodätische und präzise GNSS-Messungen machen die genaue Kenntnis der Empfangseigenschaften der eingesetzten GNSS-Antennen und somit eine Kalibrierung notwendig.

Grundsätzlich wird zwischen Antennen-Offset und Phasenzentrumsvariationen (PCV) unterschieden, wobei der Antennen-Offset einen mittleren Einfluss der Phasenzentrumsvariation beschreibt.

Das eingesetzte Geo++[®]-Kalibrierungsverfahren bestimmt absolute Antennen-Offsets in Lage und Höhe sowie absolute elevations- und azimutabhängige PCV für beide Frequenzen. Die erhaltenen Ergebnisse sind vollständig unabhängig von der verwendeten Referenzantenne und erlauben die vollständige Modellierung der Empfangscharakteristik der Antenne. Dies ist erforderlich für einen gemeinsamen Einsatz von unterschiedlichen GNSS-Antennentypen oder bei unterschiedlich orientierten Antennen. Gleichzeitig ist durch die Analyse der Phasenzentrumsvariationen eine Aussage über die grundsätzliche Qualität und die Empfangseigenschaften der Antenne möglich (Azimutabhängigkeit).

Wesentliche Aspekte der eingesetzten absoluten Echtzeit-Feldkalibrierung:

- absolute Offsets und absolute PCV durch Beobachtungsanordnung
- spezielle Methodik mit geneigter und gedrehter Antenne (Roboterarm)
- Multipath Eliminierung
- Abdeckung des gesamten Elevationsbereichs von 0° bis 90°
- Abdeckung der gesamten Antennenhemisphäre
- signifikante Bestimmung der PCV durch hohe Anzahl unterschiedlicher Orientierungen
- wetterunabhängige Messungen
- simultane Bestimmung von L1 und L2 PCV für GNSS
- mindestens zwei redundante Kalibrierungen pro individueller Antenne

Grundlage des Verfahrens ist eine Trennung von Multipath und Phasenzentrumsvariationen. Zur Bestimmung absoluter PCV und zur Multipath-Eliminierung wird ein spezielles Meßverfahren mit Orientierungsänderungen eingesetzt.

Die Auswertung erfolgt in Echtzeit, so dass vollständige Ergebnisse direkt nach der Messung vorliegen. Das Verfahren deckt grundsätzlich den gesamten Empfangsbereich der Antenne bis hinab zu Elevationswinkeln von 0 Grad ab. Damit sind die nach diesem Verfahren kalibrierten Antennen für *All-In-View* Anwendungen (z.B. Einsatz auf Referenzstationen) geeignet.

Das Ergebnis ist eine absolute Antennenkalibrierungsdatei, die absolute Lage- und Höhenoffsets sowie absolute elevations- und azimutabhängige Korrekturen der kalibrierten Antenne beinhaltet. In Absprache können statt elevations- und azimutabhängiger Korrekturen auch nur vom Elevationswinkel und nicht vom Azimut abhängige Korrekturen bestimmt werden. Die Antennenhöhe ist bis zum Antennenreferenzpunkt (ARP) der Kalibrierung zu messen.

Die Verfahren zur Antennenkalibrierung werden ständig weiterentwickelt und optimiert. Die hier vorgestellten Verfahren stellen den Stand der Technik zum Zeitpunkt der Drucklegung dar.

Bijlage 10 Jaarlijkse GNSS meting

Resultaten kalibratie antennemasten

KALIBRATIE MEETPALEN FRISIA										
Lokatie:	Nesta Harlingen						Landmeters: Bert Branderhorst / Victor Alonso Bosman			
Datum:	08 September 2020						Equipment: LS-10(DW47)_TS16(TD133)_TS16(TD136)			
Meetpaal:	1					Temperatuur:	17°			
Antenne:	217-0594					Units:	meters			
Pnt.nr.:	Meting1	Meting2	Meting3	Gem.	toV Kogel	Afwijking				
Kogel	0,0849	0,0849	0,0849	0,0849	0,0000		-0,0053			-0,0034
PML	0,8061	0,8061	0,8059	0,8060	0,7212		4,0401			4,0382
PMH	3,1036	3,1039	3,1036	3,1037	3,0189					
ANT_N	4,1232	4,1232	4,1227	4,1230	4,0382	-0,0034				
ANT_O	4,1143	4,1143	4,1141	4,1142	4,0294	0,0054				
ANT_Z	4,1161	4,1163	4,1163	4,1162	4,0314	0,0034				
ANT_W	4,1248	4,1252	4,1248	4,1249	4,0401	-0,0053				
							4,0314			4,0294
							0,0034			0,0054
Ant. rand centrum gemiddeld						4,0348				
Antenne Referentie Punt (ARP)						4,0025				
Meet Punt Hoog (MPH)						3,0189				
Meet Punt Laag (MPL)						0,7212				
Controlemaat rechtstand						2,2977				
Meetpaal:	2					Temperatuur:	17°			
Antenne:	217-0545					Units:	meters			
Pnt.nr.:	Meting1	Meting2	Meting3	Gem.	toV Kogel	Afwijking				
Kogel	0,0849	0,0849	0,0849	0,0849	0,0000		-0,0009			-0,0012
PML	0,8060	0,8061	0,8060	0,8060	0,7212		4,0350			4,0353
PMH	3,1038	3,1038	3,1038	3,1038	3,0190					
ANT_N	4,1203	4,1201	4,1199	4,1201	4,0353	-0,0012				
ANT_O	4,1181	4,118	4,1177	4,1179	4,0331	0,0009				
ANT_Z	4,1177	4,1176	4,1175	4,1176	4,0328	0,0013				
ANT_W	4,1197	4,1200	4,1197	4,1198	4,0350	-0,0009				
							4,0328			4,0331
							0,0013			0,0009
Ant. rand centrum gemiddeld						4,0340				
Antenne Referentie Punt (ARP)						4,0017				
Meet Punt Hoog (MPH)						3,0190				
Meet Punt Laag (MPL)						0,7212				
Controlemaat rechtstand						2,2978				
Meetpaal:	4					Temperatuur:	17°			
Antenne:	217-0569					Units:	meters			
Pnt.nr.:	Meting1	Meting2	Meting3	Gem.	toV Kogel	Afwijking				
Kogel	0,0849	0,0849	0,0849	0,0849	0,0000		0,0005			0,0003
PML	0,8059	0,8061	0,8061	0,8060	0,7212		4,0334			4,0336
PMH	3,1079	3,1080	3,1080	3,1080	3,0231					
ANT_N	4,1183	4,1185	4,1185	4,1184	4,0336	0,0003				
ANT_O	4,1194	4,1194	4,1194	4,1194	4,0346	-0,0007				
ANT_Z	4,1188	4,1188	4,1189	4,1188	4,0340	-0,0001				
ANT_W	4,1183	4,1182	4,1182	4,1182	4,0334	0,0005				
							4,0340			4,0346
							-0,0001			-0,0007
Ant. rand centrum gemiddeld						4,0339				
Antenne Referentie Punt (ARP)						4,0016				
Meet Punt Hoog (MPH)						3,0231				
Meet Punt Laag (MPL)						0,7212				
Controlemaat rechtstand						2,3019				
Meetpaal:	5					Temperatuur:	17°			
Antenne:	217-0582					Units:	meters			
Pnt.nr.:	Meting1	Meting2	Meting3	Gem.	toV Kogel	Afwijking				
Kogel	0,0849	0,0849	0,0849	0,0849	0,0000		0,0017			0,0013
PML	0,8060	0,8057	0,8055	0,8057	0,7209		4,0331			4,0336
PMH	3,1041	3,1037	3,1038	3,1039	3,0190					
ANT_N	4,1186	4,1182	4,1184	4,1184	4,0336	0,0013				
ANT_O	4,1228	4,1220	4,1222	4,1223	4,0375	-0,0027				
ANT_Z	4,1204	4,1202	4,1195	4,1200	4,0352	-0,0004				
ANT_W	4,1181	4,1179	4,1178	4,1179	4,0331	0,0017				
							4,0352			4,0375
							-0,0004			-0,0027
Ant. rand centrum gemiddeld						4,0348				
Antenne Referentie Punt (ARP)						4,0025				
Meet Punt Hoog (MPH)						3,0190				
Meet Punt Laag (MPL)						0,7209				
Controlemaat rechtstand						2,2981				
Meetpaal:	6					Temperatuur:	17°			
Antenne:	217-0570					Units:	meters			
Pnt.nr.:	Meting1	Meting2	Meting3	Gem.	toV Kogel	Afwijking				
Kogel	0,0849	0,0849	0,0849	0,0849	0,0000		0,0006			0,0021
PML	0,8048	0,8047	0,8048	0,8048	0,7199		4,0325			4,0310
PMH	3,1028	3,1028	3,1030	3,1029	3,0180					
ANT_N	4,1159	4,1158	4,1159	4,1159	4,0310	0,0021				
ANT_O	4,1178	4,1180	4,1183	4,1180	4,0332	-0,0001				
ANT_Z	4,1205	4,1204	4,1206	4,1205	4,0357	-0,0026				
ANT_W	4,1172	4,1174	4,1174	4,1173	4,0325	0,0006				
							4,0357			4,0332
							-0,0026			-0,0001
Ant. rand centrum gemiddeld						4,0331				
Antenne Referentie Punt (ARP)						4,0008				
Meet Punt Hoog (MPH)						3,0180				
Meet Punt Laag (MPL)						0,7199				
Controlemaat rechtstand						2,2981				
Start kalibratiemeting							Einde kalibratiemeting			
Pnt.nr.:	Meting1	Meting2	Meting3	Gem	Δ Start- Einde	Gem	Meting1	Meting2	Meting3	
HP1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
Kogel	0,0849	0,0849	0,0848	0,0849	0,0000	0,0848	0,0849	0,0848	0,0848	
HP2	0,0033	0,0033	0,0033	0,0033	0,0001	0,0032	0,0033	0,0032	0,0031	
HP1	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	-0,0001	

KALIBRATIE MEETPALEN FRISIA										
Lokatie:	Nesta Harlingen					Landmeters: Bert Branderhorst / Victor Alonso Bosman				
Datum:	05 November 2020					Equipment: LS-10(DW47)_TS16(TD133)_TS16(TD136)				
Meetpaal:	1	Temperatuur:				7°				
Antenne:	217-0594	Units:				meters				
Pnt.nr.:	Meting1	Meting2	Meting3	Gem.	toV Kogel	Afwijking				
Kogel	0,1242	0,1242	0,1242	0,1242	0,0000		-0,0045		-0,0037	
PML	0,8451	0,8454	0,8454	0,8453	0,7211		4,0387		4,0378	
PMH	3,1420	3,1423	3,1424	3,1422	3,0180					
ANT_N	4,1627	4,1614	4,1621	4,1621	4,0378	-0,0037				
ANT_O	4,1548	4,1546	4,1550	4,1548	4,0306	0,0036				
ANT_Z	4,1540	4,1532	4,1542	4,1538	4,0296	0,0046				
ANT_W	4,1625	4,1629	4,1634	4,1629	4,0387	-0,0045				
Ant. rand centrum gemiddeld					4,0342		4,0296		4,0306	
Antenne Referentie Punt (ARP)					4,0019		0,0046		0,0036	
Meet Punt Hoog (MPH)					3,0180					
Meet Punt Laag (MPL)					0,7211					
Controlemaat rechtstand					2,2969					
Meetpaal:	2	Temperatuur:				7°				
Antenne:	217-0545	Units:				meters				
Pnt.nr.:	Meting1	Meting2	Meting3	Gem.	toV Kogel	Afwijking				
Kogel	0,1242	0,1242	0,1242	0,1242	0,0000		-0,0013		-0,0006	
PML	0,8447	0,8449	0,8450	0,8449	0,7206		4,0347		4,0341	
PMH	3,1424	3,1425	3,1426	3,1425	3,0183					
ANT_N	4,1582	4,1583	4,1585	4,1583	4,0341	-0,0006				
ANT_O	4,1564	4,1564	4,1564	4,1564	4,0322	0,0013				
ANT_Z	4,1567	4,1570	4,1575	4,1571	4,0328	0,0006				
ANT_W	4,1588	4,1590	4,1591	4,1590	4,0347	-0,0013				
Ant. rand centrum gemiddeld					4,0335		4,0328		4,0322	
Antenne Referentie Punt (ARP)					4,0012		0,0006		0,0013	
Meet Punt Hoog (MPH)					3,0183					
Meet Punt Laag (MPL)					0,7206					
Controlemaat rechtstand					2,2976					
Meetpaal:	4	Temperatuur:				7°				
Antenne:	217-0569	Units:				meters				
Pnt.nr.:	Meting1	Meting2	Meting3	Gem.	toV Kogel	Afwijking				
Kogel	0,1242	0,1242	0,1242	0,1242	0,0000		0,0002		0,0008	
PML	0,8453	0,8453	0,8455	0,8454	0,7211		4,0330		4,0324	
PMH	3,1463	3,1462	3,1467	3,1464	3,0222					
ANT_N	4,1566	4,1565	4,1569	4,1567	4,0324	0,0008				
ANT_O	4,1574	4,1578	4,1581	4,1578	4,0335	-0,0003				
ANT_Z	4,1580	4,1579	4,1584	4,1581	4,0339	-0,0006				
ANT_W	4,1570	4,1572	4,1576	4,1573	4,0330	0,0002				
Ant. rand centrum gemiddeld					4,0332		4,0339		4,0335	
Antenne Referentie Punt (ARP)					4,0009		-0,0006		-0,0003	
Meet Punt Hoog (MPH)					3,0222					
Meet Punt Laag (MPL)					0,7211					
Controlemaat rechtstand					2,3010					
Meetpaal:	5	Temperatuur:				7°				
Antenne:	217-0582	Units:				meters				
Pnt.nr.:	Meting1	Meting2	Meting3	Gem.	toV Kogel	Afwijking				
Kogel	0,1242	0,1242	0,1242	0,1242	0,0000		0,0015		0,0017	
PML	0,8446	0,8445	0,8447	0,8446	0,7204		4,0326		4,0323	
PMH	3,1426	3,1428	3,1428	3,1427	3,0185					
ANT_N	4,1564	4,1566	4,1567	4,1566	4,0323	0,0017				
ANT_O	4,1593	4,1600	4,1594	4,1596	4,0353	-0,0013				
ANT_Z	4,1602	4,1609	4,1596	4,1602	4,0360	-0,0019				
ANT_W	4,1565	4,1571	4,1568	4,1568	4,0326	0,0015				
Ant. rand centrum gemiddeld					4,0341		4,0360		4,0353	
Antenne Referentie Punt (ARP)					4,0018		-0,0019		-0,0013	
Meet Punt Hoog (MPH)					3,0185					
Meet Punt Laag (MPL)					0,7204					
Controlemaat rechtstand					2,2981					
Meetpaal:	6	Temperatuur:				7°				
Antenne:	217-0570	Units:				meters				
Pnt.nr.:	Meting1	Meting2	Meting3	Gem.	toV Kogel	Afwijking				
Kogel	0,1242	0,1242	0,1242	0,1242	0,0000		-0,0004		0,0016	
PML	0,8434	0,8435	0,8436	0,8435	0,7193		4,0329		4,0308	
PMH	3,1417	3,1419	3,1419	3,1418	3,0176					
ANT_N	4,1550	4,1551	4,1550	4,1550	4,0308	0,0016				
ANT_O	4,1559	4,1557	4,1557	4,1558	4,0315	0,0009				
ANT_Z	4,1589	4,1587	4,1588	4,1588	4,0346	-0,0021				
ANT_W	4,1574	4,1564	4,1575	4,1571	4,0329	-0,0004				
Ant. rand centrum gemiddeld					4,0324		4,0346		4,0315	
Antenne Referentie Punt (ARP)					4,0001		-0,0021		0,0009	
Meet Punt Hoog (MPH)					3,0176					
Meet Punt Laag (MPL)					0,7193					
Controlemaat rechtstand					2,2983					
Start kalibratiemeting							Einde kalibratiemeting			
Pnt.nr.:	Meting1	Meting2	Meting3	Gem	Δ Start- Einde	Gem	Meting1	Meting2	Meting3	
HP1	0,0000	0,0000	0,0000		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
Kogel	0,1242	0,1240	0,1240		-0,0002	0,1242	0,1242	0,1242	0,1243	
HP2	0,0057	0,0053	0,0054		-0,0002	0,0057	0,0057	0,0056	0,0058	
HP1	0,0003	-0,0001	0,0000		0,0001	0,0000	-0,0001	-0,0001	0,0001	

KALIBRATIE GEGEVENS MEETMASTEN - WADMETING 2020

Meetmast	MPL	MPH	Cont. maat	ARP	ARP-MPH	Antennenr.	Datalogger	Opmerking
1	0,7211	3,0184	2,2973	4,0022	0,9837	217-0594		
Δ gemiddelde - meting 1	-0,0001	-0,0004		-0,0003				
Δ gemiddelde - meting 2	0,0001	0,0004		0,0003				
2	0,7209	3,0186	2,2977	4,0014	0,9828	217-0545		
Δ gemiddelde - meting 1	-0,0003	-0,0003		-0,0003				
Δ gemiddelde - meting 2	0,0003	0,0003		0,0003				
4	0,7212	3,0226	2,3015	4,0012	0,9786	217-0569		
Δ gemiddelde - meting 1	0,0000	-0,0005		-0,0003				
Δ gemiddelde - meting 2	0,0000	0,0005		0,0003				
5	0,7206	3,0188	2,2981	4,0021	0,9834	217-0582		
Δ gemiddelde - meting 1	-0,0003	-0,0003		-0,0004				
Δ gemiddelde - meting 2	0,0003	0,0003		0,0004				
6	0,7196	3,0178	2,2982	4,0005	0,9827	217-0570		
Δ gemiddelde - meting 1	-0,0003	-0,0002		-0,0003				
Δ gemiddelde - meting 2	0,0003	0,0002		0,0003				

HISTORISCH OVERZICHT CALIBRATIES MEETMASTEN

Meetmast 1	MPL	MPH	Cont. maat	ARP	ARP-MPH	Antennenr.	Datalogger	Opmerking
2019	0,7209	3,0180	2,2971	4,0023	0,9843	217-0594		Gemiddelde waarde over het betreffende jaar
2020	0,7211	3,0184	2,2973	4,0022	0,9837	217-0594		Gemiddelde waarde over het betreffende jaar
2021								
Meetmast 2	MPL	MPH	Cont. maat	ARP	ARP-MPH	Antennenr.	Datalogger	Opmerking
2019	0,7211	3,0187	2,2977	4,0019	0,9832	217-0545		Gemiddelde waarde over het betreffende jaar
2020	0,7209	3,0186	2,2977	4,0014	0,9828	217-0545		Gemiddelde waarde over het betreffende jaar
2021								
Meetmast 4	MPL	MPH	Cont. maat	ARP	ARP-MPH	Antennenr.	Datalogger	Opmerking
2019	0,7210	3,0225	2,3016	4,0021	0,9795	217-0569		Gemiddelde waarde over het betreffende jaar
2020	0,7212	3,0226	2,3015	4,0012	0,9786	217-0569		Gemiddelde waarde over het betreffende jaar
2021								
Meetmast 5	MPL	MPH	Cont. maat	ARP	ARP-MPH	Antennenr.	Datalogger	Opmerking
2019	0,7208	3,0186	2,2979	4,0025	0,9838	217-0582		Gemiddelde waarde over het betreffende jaar
2020	0,7206	3,0188	2,2981	4,0021	0,9834	217-0582		Gemiddelde waarde over het betreffende jaar
2021								
Meetmast 6	MPL	MPH	Cont. maat	ARP	ARP-MPH	Antennenr.	Datalogger	Opmerking
2019	0,7195	3,0177	2,2982	4,0018	0,9841	217-0570		Gemiddelde waarde over het betreffende jaar
2020	0,7196	3,0178	2,2982	4,0005	0,9827	217-0570		Gemiddelde waarde over het betreffende jaar
2021								

Bijlage 11 Jaarlijkse GNSS meting

Berekening waterpasmetingen

Bijlage 11 Jaarlijkse GNSS meting

Berekening waterpasmetingen (antenne meting)

De berekening van de waterpasmetingen (Move3 bestanden) behorende bij dit project worden digitaal geleverd bij deze rapportage. De resultaten zijn vermeld in tabel 5 t/m 14 in deze rapportage.

Bijlage 12 Jaarlijkse GNSS meting

Rapportage multi-station berekening

Resultaten GPS-metingen Havenmond

In opdracht van: Antea Group

datum: 11 november 2020
auteur: ir. Frank Dentz, 06-GPS
goedkeuring: ir. Jean-Paul Henry, 06-GPS
versie: 1.1

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

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

Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	3
2	Meetopzet	3
3	Foutenbronnen & interpretatie resultaten	5
4	Resultaten GPS-metingen	6
4.1	1 ^e meting (27-09-2019).....	6
4.2	2 ^e meting (04-11-2020).....	8
Bijlage A	Coördinaten stations	11

1 Inleiding

In de Waddenzee ten noordwesten van Harlingen vindt bodemdaling plaats als gevolg van zoutwinning. Antea Group monitort deze bodemdaling met behulp van een tweetal permanente GPS stations en meerdere tijdelijke GPS-opstellingen. Deze stations bevinden zich merendeels binnen de bodemdalingskom. Antea Group laat de hoogten van alle stations eenmaal per jaar berekenen binnen het netwerk van OG-GPS. OG-GPS verwerkt de GPS data met het Geo++ softwarepakket GNSMART. Dit rapport bevat de resultaten van de nulmeting.

2 Meetopzet

De tijdelijke GPS-meetpalen (meetpunten wpm1 t/m wpm8 en 4020) zijn uitgerust met elk een Leica AR20 antenne. Van elk van de AR20 antennes is een Geo++ absolute antennekalibratie uitgevoerd en een kalibratierapport geleverd (inclusief antennefiles). De permanente stations cgp1 en cgp2 zijn voorzien van een Leica AR10 antenne, waarvoor tijdens de berekening een typegemiddelde kalibratie wordt toegepast. Fig. 1 geeft de locaties weer waar gedurende de meetcampagne de GPS-meetpalen worden opgesteld.



Fig. 1. Locaties GPS opstellingen Antea Group.

Fig. 2. Referentienetwerk t.b.v. monitoring bodemdaling 'Havenmond'.

3 Foutenbronnen & interpretatie resultaten

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

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

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

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

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

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

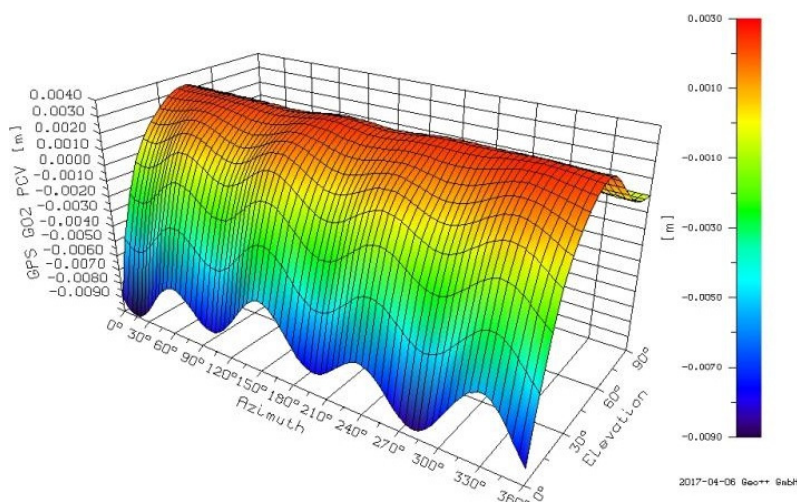


Fig. 3. Fasecentrum variaties van een Leica AR20 antenne.

4 Resultaten GPS-metingen

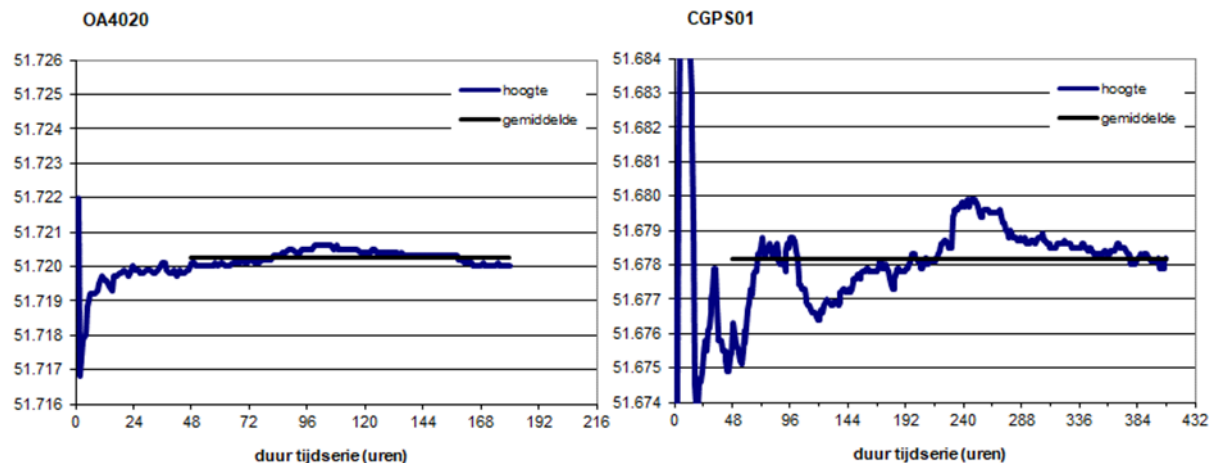
4.1 1^e meting (27-09-2019)

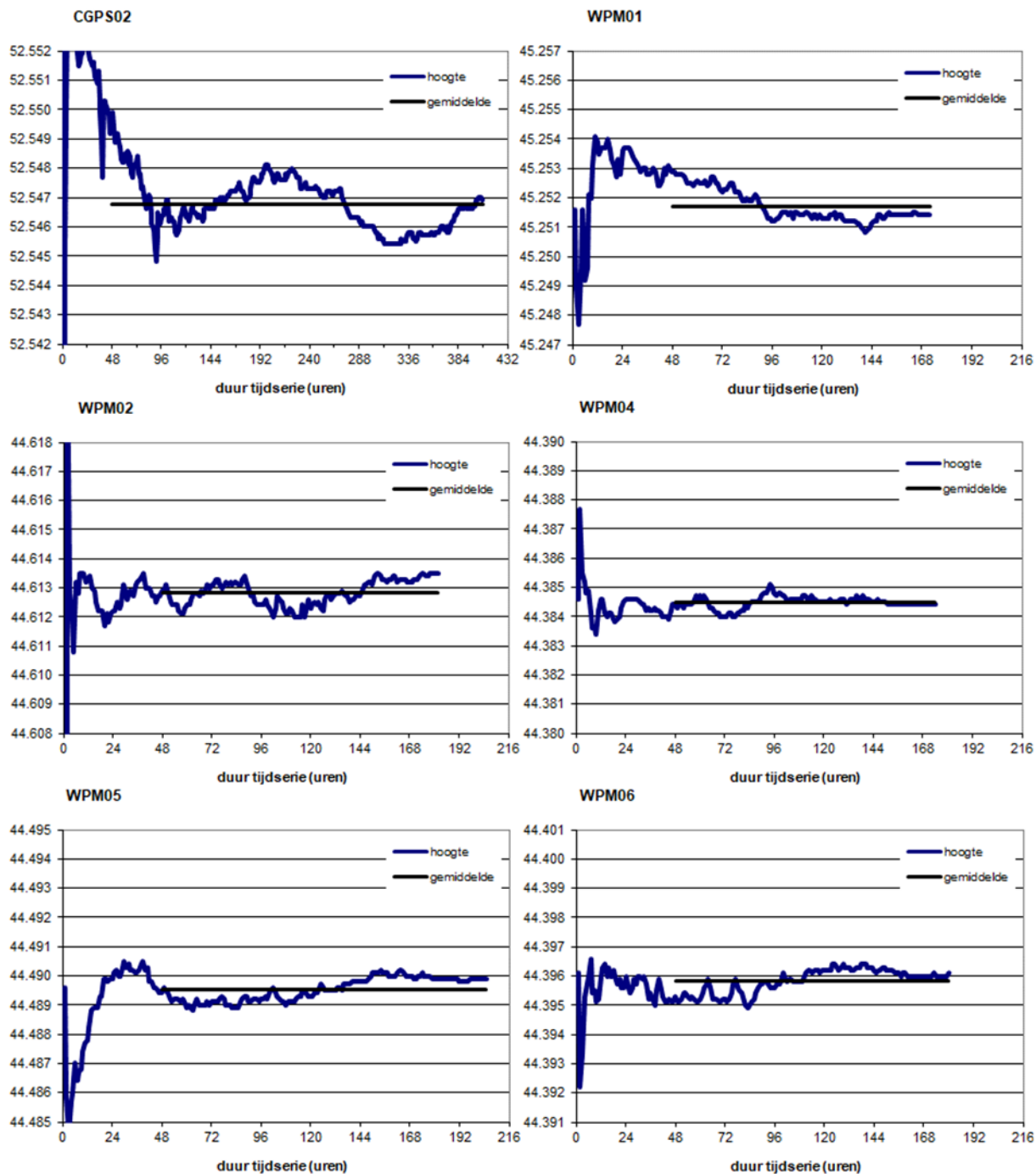
De 1^e meting (nulmeting) heeft plaatsgevonden tussen 4 augustus en 27 september 2019. Zie de onderstaande tabel voor een overzicht van de stations met de bijbehorende antenne en start- en einddatum van de tijdreeks:

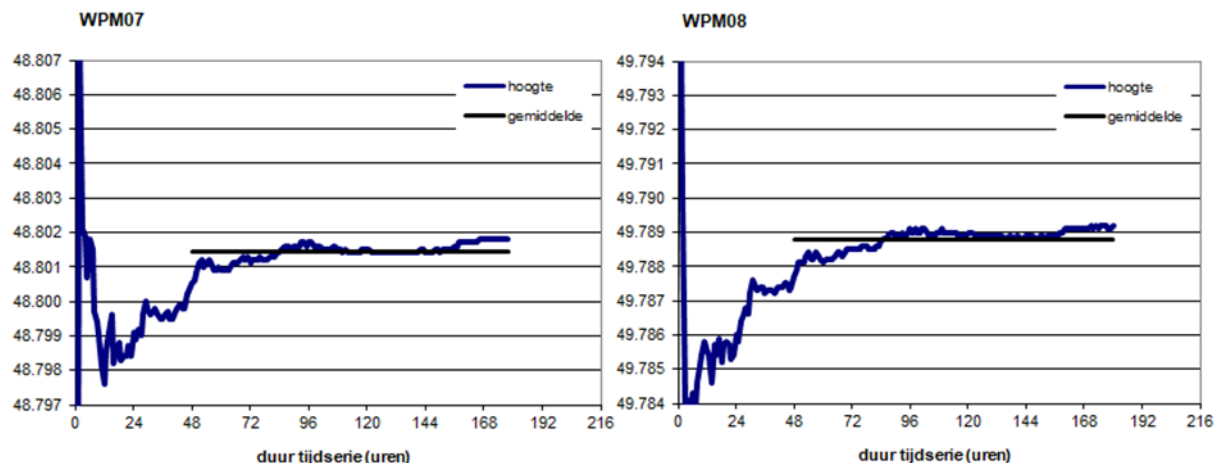
Station	meetpaal	Ant. kalibratie	Startdatum	Einddatum
OA4020	4	21341009.atx	20-09-2019	27-9-2019
CGPS01	-	leiar10.atx	05-08-2019	21-8-2019
CGPS02	-	leiar10.atx	05-08-2019	21-8-2019
WPM01	1	21274005.atx	04-08-2019	11-8-2019
WPM02	2	21274006.atx	06-08-2019	13-8-2019
WPM04	4	21341009.atx	14-08-2019	21-8-2019
WPM05	5	21341010.atx	08-08-2019	16-8-2019
WPM06	6	21349028.atx	09-08-2019	16-8-2019
WPM07	1	21274005.atx	17-09-2019	24-9-2019
WPM08	2	21274006.atx	17-09-2019	24-9-2019

De onderstaande tabel bevat de berekende coördinaten van de monitorstations 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	N		E		h ARP		σh
OA4020	53	10	31.80950	5 24	40.94467	51.7203	0.0002
CGPS01	53	12	7.53195	5 22	34.79912	51.6782	0.0009
CGPS02	53	12	54.94280	5 23	19.89021	52.5468	0.0009
WPM01	53	13	50.65456	5 24	12.11978	45.2517	0.0005
WPM02	53	12	49.85699	5 21	13.47397	44.6128	0.0004
WPM04	53	12	16.98635	5 21	57.03067	44.3845	0.0002
WPM05	53	11	39.99064	5 21	55.75714	44.4895	0.0004
WPM06	53	12	17.92496	5 23	48.16649	44.3958	0.0004
WPM07	53	10	46.07710	5 25	3.65997	48.8014	0.0003
WPM08	53	11	45.43771	5 25	49.83152	49.7888	0.0003







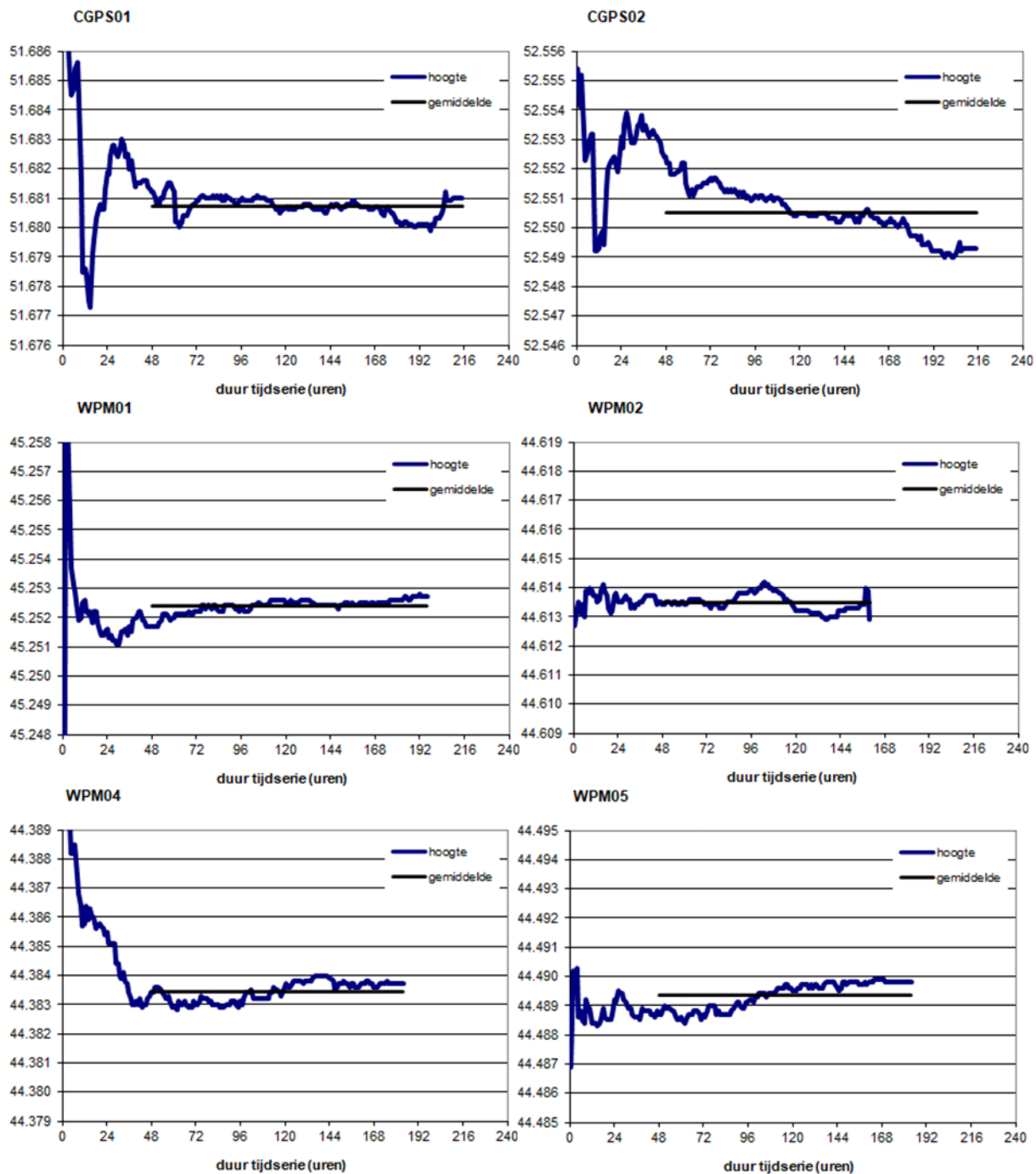
4.2 2^e meting (04-11-2020)

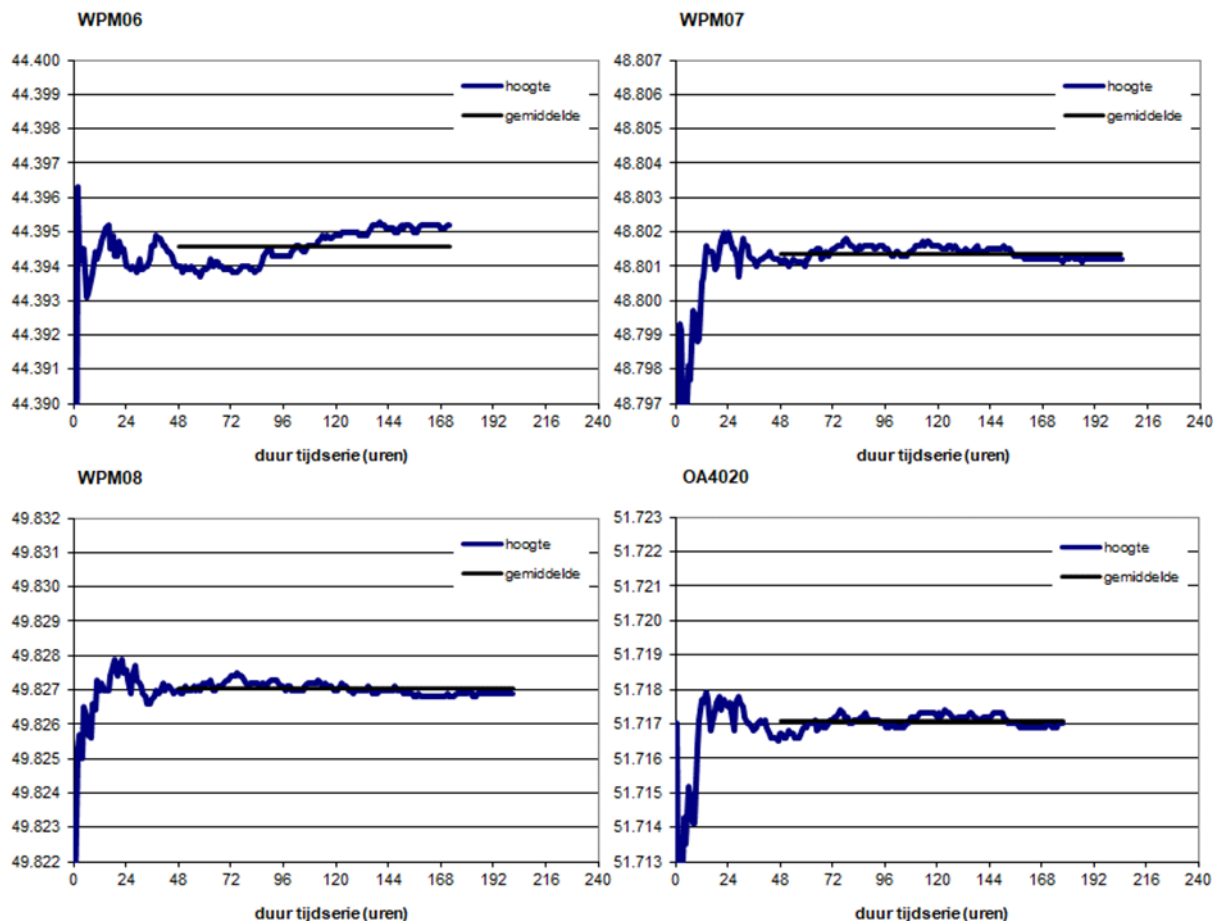
De 2^e meting heeft plaatsgevonden tussen 20 september en 4 november 2020. Zie de onderstaande tabel voor een overzicht van de stations met de bijbehorende antenne en start- en einddatum van de tijdreeks:

Station	meetpaal	Ant. kalibratie	Startdatum	Einddatum
OA4020	4	21341009.atx	27-10-2020	03-11-2020
CGPS01	-	leiar10.atx	20-09-2020	28-09-2020
CGPS02	-	leiar10.atx	20-09-2020	28-09-2020
WPM01	1	21274005.atx	24-09-2020	02-10-2020
WPM02	2	21274006.atx	28-09-2020	05-10-2020
WPM04	4	21341009.atx	22-09-2020	29-09-2020
WPM05	5	21341010.atx	23-09-2020	30-09-2020
WPM06	6	21349028.atx	22-09-2020	29-09-2020
WPM07	1	21274005.atx	27-10-2020	04-11-2020
WPM08	2	21274006.atx	27-10-2020	04-11-2020

De onderstaande tabel bevat de berekende coördinaten van de monitorstations 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			N		E		h ARP	σ h	Δ h
OA4020	53	10	31.80993	5	24	40.94387	51.7171	0.0002	-0.0032
CGPS01	53	12	7.53195	5	22	34.79910	51.6807	0.0003	0.0025
CGPS02	53	12	54.94281	5	23	19.89017	52.5505	0.0008	0.0037
WPM01	53	13	50.65420	5	24	12.12014	45.2524	0.0002	0.0007
WPM02	53	12	49.85741	5	21	13.47247	44.6135	0.0003	0.0007
WPM04	53	12	16.98685	5	21	57.03007	44.3834	0.0003	-0.0011
WPM05	53	11	39.99069	5	21	55.75838	44.4893	0.0005	-0.0002
WPM06	53	12	17.92436	5	23	48.16496	44.3946	0.0005	-0.0012
WPM07	53	10	46.07639	5	25	3.66005	48.8014	0.0002	0.0000
WPM08	53	11	45.93271	5	25	50.38815	49.8270	0.0002	0.0382





Bijlage A Coördinaten stations

coördinaten referentiestation 21-08-2019

Station	naam	eigenaar	status	datum	N ETRS89 (° ' ")			E ETRS89 (° ' ")			ell.h. (m)	ant.h. (m)	Δh (m)	ant. callibratiefile
ball	ballum	06-GPS	fixed	11-10-2016	53	26	29.58838	5	41	15.66999	54.5410	0.101	0.0000	762-11923.atx
beil	beilen	06-GPS	fixed	11-10-2016	52	51	37.49859	6	30	54.37355	71.3830	0.099	0.0000	762-11910.atx
denb	den burg	06-GPS	fixed	23-11-2018	53	3	1.77422	4	48	10.09342	56.3028	0.148	0.0000	762-11327.atx
drac	drachten	06-GPS	fixed	11-10-2016	53	6	31.75481	6	4	58.04633	56.3559	0.147	0.0000	762-11924.atx
heer	heerhugowaard	06-GPS	fixed	21-8-2019	52	39	52.85672	4	49	28.49271	60.2827	0.147	0.0000	762-11877.atx
makk	makkum	06-GPS	fixed	11-10-2016	53	3	36.43460	5	23	50.91259	59.4112	0.147	0.0000	762-11919.atx
schi	schiermonnikoog	06-GPS	fixed	21-8-2019	53	28	38.43898	6	9	44.16433	50.8011	0.148	-0.0021	2170643.ant
ters	terschelling	AGRS	fixed	21-8-2019	53	21	45.84868	5	13	9.78836	56.0957	0.000	-0.0026	726700.atx
urk2	urk	06-GPS	fixed	11-10-2016	52	39	49.41052	5	36	8.55275	54.3931	0.148	0.0000	762-11916.atx
vlie	vlieland	AGRS	fixed	21-8-2019	53	17	46.40406	5	5	30.68418	53.4627	0.000	-0.0022	383-0605.atx

coördinaten monitorstations 27-09-2019

Station	naam	eigenaar	status	datum	N ETRS89 (° ' ")			E ETRS89 (° ' ")			ell.h. (m)	ant.h. (m)	Δh (m)	ant. callibratiefile
4020	OA4020	Antea Group	relaxed	27-9-2019	53	10	31.80950	5	24	40.94467	51.7203	0.000		21341009.atx
cgp1	CGPS01	Antea Group	relaxed	21-8-2019	53	12	7.53195	5	22	34.79912	51.6782	0.000		leiar10.atx
cgp2	CGPS02	Antea Group	relaxed	21-8-2019	53	12	54.94280	5	23	19.89021	52.5468	0.000		leiar10.atx
wpm1	WPM01	Antea Group	relaxed	11-8-2019	53	13	50.65456	5	24	12.11978	45.2517	0.000		21274005.atx
wpm2	WPM02	Antea Group	relaxed	13-8-2019	53	12	49.85699	5	21	13.47397	44.6128	0.000		21274006.atx
wpm4	WPM04	Antea Group	relaxed	21-8-2019	53	12	16.98635	5	21	57.03067	44.3845	0.000		21341009.atx
wpm5	WPM05	Antea Group	relaxed	16-8-2019	53	11	39.99064	5	21	55.75714	44.4895	0.000		21341010.atx
wpm6	WPM06	Antea Group	relaxed	16-8-2019	53	12	17.92496	5	23	48.16649	44.3958	0.000		21349028.atx
wpm7	WPM07	Antea Group	relaxed	24-9-2019	53	10	46.07710	5	25	3.65997	48.8014	0.000		21274005.atx
wpm8	WPM08	Antea Group	relaxed	24-9-2019	53	11	45.43771	5	25	49.83152	49.7888	0.000		21274006.atx

Datum
11 november 2020

Titel
Resultaten GPS-metingen Havenmond

Versie
1.1

Pagina
12 van 12

coördinaten referentiestations 05-10-2020

Station	naam	eigenaar	status	datum	N ETRS89 (° ' ")			E ETRS89 (° ' ")			ell.h. (m)	ant.h. (m)	Δh (m)	ant. callibratiefile
ball	ballum	06-GPS	fixed	5-10-2020	53	26	29.58839	5	41	15.67000	54.5424	0.101	0.0014	762-11923.atx
beil	beilen	06-GPS	fixed	5-10-2020	52	51	37.49861	6	30	54.37354	71.3856	0.099	0.0026	762-11910.atx
denb	den burg	06-GPS	fixed	23-11-2018	53	3	1.77422	4	48	10.09342	56.3028	0.148	0.0000	762-11327.atx
drac	drachten	06-GPS	fixed	5-10-2020	53	6	31.75487	6	4	58.04635	56.3552	0.147	-0.0007	762-11924.atx
heer	heerhugowaard	06-GPS	fixed	5-10-2020	52	39	52.85667	4	49	28.49272	60.2808	0.147	-0.0019	762-11877.atx
makk	makkum	06-GPS	fixed	11-10-2016	53	3	36.43460	5	23	50.91259	59.4112	0.147	0.0000	762-11919.atx
schi	schiermonnikoog	06-GPS	fixed	5-10-2020	53	28	38.43894	6	9	44.16431	50.8035	0.148	0.0003	2170643.ant
ters	terschelling	AGRS	fixed	5-10-2020	53	21	45.84866	5	13	9.78837	56.0985	0.000	0.0002	726700.atx
urk2	urk	06-GPS	fixed	11-10-2016	52	39	49.41052	5	36	8.55275	54.3931	0.148	0.0000	762-11916.atx
vlie	vlieland	AGRS	fixed	21-8-2019	53	17	46.40406	5	5	30.68418	53.4627	0.000	-0.0022	383-0605.atx

coördinaten monitorstations 04-11-2020

Station	naam	eigenaar	status	datum	N ETRS89 (° ' ")			E ETRS89 (° ' ")			ell.h. (m)	ant.h. (m)	Δh (m)	ant. callibratiefile
4020	OA4020	Antea Group	relaxed	3-11-2020	53	10	31.80993	5	24	40.94387	51.7171	0.000	-0.0032	21341009.atx
cgp1	CGPS01	Antea Group	relaxed	28-9-2020	53	12	7.53195	5	22	34.79910	51.6807	0.000	0.0025	leiar10.atx
cgp2	CGPS02	Antea Group	relaxed	28-9-2020	53	12	54.94281	5	23	19.89017	52.5505	0.000	0.0037	leiar10.atx
wpm1	WPM01	Antea Group	relaxed	2-10-2020	53	13	50.65420	5	24	12.12014	45.2524	0.000	0.0007	21274005.atx
wpm2	WPM02	Antea Group	relaxed	5-10-2020	53	12	49.85741	5	21	13.47247	44.6135	0.000	0.0007	21274006.atx
wpm4	WPM04	Antea Group	relaxed	29-9-2020	53	12	16.98685	5	21	57.03007	44.3834	0.000	-0.0011	21341009.atx
wpm5	WPM05	Antea Group	relaxed	30-9-2020	53	11	39.99069	5	21	55.75838	44.4893	0.000	-0.0002	21341010.atx
wpm6	WPM06	Antea Group	relaxed	29-9-2020	53	12	17.92436	5	23	48.16496	44.3946	0.000	-0.0012	21349028.atx
wpm7	WPM07	Antea Group	relaxed	4-11-2020	53	10	46.07639	5	25	3.66005	48.8014	0.000	0.0000	21274005.atx
wpm8	WPM08	Antea Group	relaxed	4-11-2020	53	11	45.93271	5	25	50.38815	49.8270	0.000	0.0382	21274006.atx

**Bijlage 13 Differentiestaat waterpasmetering
'Harlingen - West'**

Hoogte- merk	Nulmeting		November 2020					
	Maand/ jaar nul- meting	Hoogte nulmeting t.o.v. NAP (m)	Hoogte t.o.v. NAP (m)	Diff. (mm)	Hoogte t.o.v. NAP (m)	Diff. (mm)	Hoogte t.o.v. NAP (m)	Diff. (mm)
				Cumul.diff. nulmeting (mm)		Cumul.diff. nulmeting (mm)		Cumul.diff. nulmeting (mm)
000A4020	nov-19	6,988	6,986	-2				
000A2907	nov-19	3,385	3,382	-3				
000A2908	nov-19	2,706	2,705	-1				
005D0003	nov-19	3,399	3,395	-3				
005D0004	nov-19	1,721	1,720	-2				
005D0005	nov-19	2,012	2,011	-1				
005D0007	nov-19	2,114	2,115	0				
005D0015	nov-19	0,815	0,810	-5				
005D0037	nov-19	2,699	2,695	-3				
005D0057	nov-19	0,815	0,810	-5				
005D0066	nov-19	2,255	2,255	0				
005D0067	nov-19	0,954	0,952	-2				
005D0068	nov-19	3,655	3,653	-2				
005D0070	nov-19	5,470	5,469	-2				

Hoogte-merk	Nulmeting		November 2020					
	Maand/ jaar nul- meting	Hoogte nulmeting t.o.v. NAP (m)	Hoogte t.o.v. NAP (m)	Diff. (mm)	Hoogte t.o.v. NAP (m)	Diff. (mm)	Hoogte t.o.v. NAP (m)	Diff. (mm)
				Cumul.diff. nulmeting (mm)		Cumul.diff. nulmeting (mm)		Cumul.diff. nulmeting (mm)
005D0072	nov-19	6,132	6,130	-2				
005D0081	nov-19	6,461	6,459	-2				
005D0082	nov-19	0,650	0,649	-1				
005D0083	nov-19	4,784	4,780	-3				
005D0087	nov-19	4,952	4,943	-9				
005D0095	nov-19	4,531	4,528	-3				
005D0096	nov-19	4,513	4,511	-3				
005D0097	nov-19	4,756	4,753	-3				
005D0098	nov-19	5,275	5,273	-2				
005D0099	nov-19	6,750	6,748	-2				
005D0100	nov-19	7,872	7,869	-3				
005D0101	nov-19	2,109	2,109	0				
0000010	nov-19	0,989	0,984	-5				
0000014	nov-19	2,086	2,078	-8				

Hoogte- merk	Nulmeting		November 2020					
	Maand/ jaar nul- meting	Hoogte nulmeting t.o.v. NAP (m)	Hoogte t.o.v. NAP (m)	Diff. (mm)	Hoogte t.o.v. NAP (m)	Diff. (mm)	Hoogte t.o.v. NAP (m)	Diff. (mm)
				Cumul.diff. nulmeting (mm)		Cumul.diff. nulmeting (mm)		Cumul.diff. nulmeting (mm)
0000029	nov-19	0,794	0,789	-5				
0000030	nov-19	1,391	1,386	-5				
0000040	nov-19	0,779	0,779	0				
0000041	nov-19	0,863	0,862	-1				
0000045	nov-19	5,573	5,569	-4				
0000046	nov-19	6,142	6,138	-3				
0000047	nov-19	2,934	2,933	-2				
0000065	nov-19	0,770	0,770	0				
0000107	nov-19	1,668	1,667	-1				
0000326	nov-19	4,481	4,477	-4				
0000327	nov-19	4,917	4,913	-3				
0000328	nov-19	4,878	4,875	-3				
0000329	nov-19	3,888	3,886	-2				
0000330	nov-19	3,888	3,886	-2				

Hoogte- merk	Nulmeting		November 2020					
	Maand/ jaar nul- meting	Hoogte nulmeting t.o.v. NAP (m)	Hoogte t.o.v. NAP (m)	Diff. (mm)	Hoogte t.o.v. NAP (m)	Diff. (mm)	Hoogte t.o.v. NAP (m)	Diff. (mm)
				Cumul.diff. nulmeting (mm)		Cumul.diff. nulmeting (mm)		Cumul.diff. nulmeting (mm)
0000332	nov-19	3,885	3,883	-2				
0003042	nov-19	4,182	4,182	0				
0004031 D31	nov-19	9,586	9,577	-9				
0004032 D32	nov-19	1,238	1,231	-7				
0004033 D33	nov-19	0,027	0,018	-8				

Over Antea Group

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

Contactgegevens

Tolhuisweg 57
8443 DV HEERENVEEN
Postbus 24
8440 AA HEERENVEEN

www.anteagroup.nl

Copyright © 2019

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.