



Resultaten monitoring bodembeweging Bergermeer

Maandelijkse rapportage GNSS monitoring, april
2018

(1 juni 2013 - 30 april 2018)

projectnummer 266336
definitief revisie 00
7 mei 2018

Resultaten monitoring bodembeweging Bergermeer

Maandelijkse rapportage GNSS monitoring, april 2018

(1 juni 2013 - 30 april 2018)

projectnummer 266336

definitief revisie 00
7 mei 2018

Opdrachtgever

Taqa Energy B.V.
Postbus 11550
2502 AN 's Gravenhage

datum vrijgave 7-5-2018
beschrijving revisie 00
definitief

goedkeuring
P. Meinders

vrijgave
A.J. Speelman

Inhoudsopgave

Blz.

| | | |
|----------|-----------------------------------|----------|
| 1 | Inleiding | 1 |
| 2 | Meetopzet | 1 |
| 3 | Toelichting grafieken | 1 |
| 4 | GPS stations | 2 |
| 5 | Controle referentiestation | 3 |
| 6 | Levering | 3 |
| 7 | Conclusie | 3 |

Bijlage 1 Overzichtstekening GNSS stations

Bijlage 2 Grafieken

Bijlage 3 Ruwe meetdata (XYZ) in Excelformaat

Bijlage 4 Logboek

1 Inleiding

In opdracht van Taqa Energy B.V. heeft Antea Group in 2013 een meetnet ingericht en worden sindsdien permanent GNSS metingen uitgevoerd. Deze metingen worden uitgevoerd om eventuele bodembeweging in de diepere ondergrond, die kan optreden naar aanleiding van mijnbouwactiviteiten (gasopslag - gaswinning) in het gasveld Bergermeer vast te stellen.

Deze rapportage betreft een aanvulling van meetdata over de periode 1 april 2018 t/m 30 april 2018. In de grafieken (bijlage 2) en ruwe meetdata (bijlage 3) is de gehele periode van monitoring weergegeven.

2 Meetopzet

Oorspronkelijk bestond het meetnet uit een zestal permanente GNSS stations (zie bijlage 1). Door sloop van het pand waarin monitoringsstation Taqa 2 zich bevond, is dit station per 24 januari 2017 komen te vervallen. Vanwege brand in het pand waarin monitoringsstation Taqa 3 zich bevond, is dit station per 13 oktober 2017 komen te vervallen. Er bevinden zich nu twee stations binnen de invloedssfeer en twee stations buiten de invloedssfeer van gasopslag in het Bergermeerveld. Het doel van deze metingen is om bodembeweging binnen de invloedssfeer vast te stellen ten opzichte van één of meerdere referentiestationen buiten de invloedssfeer.

De GPS stations zijn uitgerust met een Leica AR10 antenne en een Leica GR10 ontvanger. Deze ontvangers sturen dagelijks de gelogde GPS-data (15 sec. interval) naar een ftp-server. Deze GNSS-data wordt maandelijks door middel van post-processing verwerkt.

Door het niet gelijktijdig gereed zijn van de beoogde referentiestationen welke buiten de invloedssfeer staan (TAQA 1, Petten en TAQA 6, Castricum) met de overige stations, is gekozen om de metingen in eerste instantie (start meting t/m april 2014) te berekenen ten opzichte het GNSS referentie netwerk van 06-GPS (multi-baseline berekening). Zie addendum toelichting meetplan GPS monitoring Bergermeer, d.d. 6 mei 2013: Fase 1.

Voor de periode november 2013 - april 2014 zijn de metingen op twee verschillende manieren berekend (zowel multi-baseline berekening als single-baseline berekening). Zie addendum toelichting meetplan GPS monitoring Bergermeer, d.d. 6 mei 2013: Fase 2.

Vanaf mei 2014 worden de metingen berekend ten opzichte van het eigen referentiestation TAQA 1 (single-baseline berekening). Zie addendum toelichting meetplan GPS monitoring Bergermeer, d.d. 6 mei 2013: Fase 3

3 Toelichting grafieken

In de grafieken zijn de ruwe GNSS observaties weergegeven door middel van een grijze lijn. Vanaf de start van de meting tot week 43 2013 zijn hier gefilterde GNSS observaties weergegeven berekend door middel van multi-baseline berekeningen ten opzichte van een aantal stations uit een landelijk referentienetwerk. Vanaf week 43 2013 zijn de niet gefilterde ruwe GNSS observaties

weergegeven en is de berekening uitgevoerd door middel van een single-baseline berekening ten opzichte van het referentiestation TAQA 1.

Om een goede overgang tussen beide rekenmethodes te kunnen bewerkstelligen zijn er gedurende een half jaar zowel multi-baseline als single-baseline berekeningen uitgevoerd. De hierbij geconstateerde verschillen worden als 'vaste' correctiewaarde gebruikt bij de multi-baseline berekeningen. De overgang tussen beide rekenmethodes is met een symbool aangegeven in de grafieken (week 43 – 2013).

| Station | Correctie (in mm) |
|---------|-------------------|
| Taqa 2 | -6,317 |
| Taqa 3 | -5,039 |
| Taqa 4 | -5,479 |
| Taqa 5 | -10,575 |
| Taqa 6 | -12,530 |

Tabel 1: Correcties overgang multi-baseline naar single baseline berekening

Voor het berekenen van de moving average (voortschrijdend gemiddelde) van de bodembeweging wordt standaard een acht weken gemiddelde gehanteerd, vier weken voor en vier weken na de waarneming. Hierdoor worden van de eerste vier weken en de laatste vier weken van waarnemingen, geen moving average lijn in de grafieken weergegeven.

De grafiek van het station Taqa 2 is wel opgenomen in deze rapportage maar vanwege ontmanteling van dit station wordt deze grafiek niet verder aangevuld (laatste meetdag 23-01-2017). De grafiek van het station Taqa 3 is wel opgenomen in deze rapportage maar vanwege ontmanteling van dit station wordt deze grafiek niet verder aangevuld (laatste meetdag 13-09-2017).

4 GPS stations

| Naam | | Locatie | Start meting | Eind meting |
|--------|----------------------|-----------------------|-------------------|-----------------|
| TAQA 1 | referentiestation | ECN Petten | 13 september 2013 | |
| TAQA 2 | veldstation | Parkhotel Bergen | 1 juni 2013 | 24 januari 2017 |
| TAQA 3 | veldstation | Zwembad Bergen | 1 juni 2013 | 13 oktober 2017 |
| TAQA 4 | veldstation | Defensiegemaal Bergen | 13 september 2013 | |
| TAQA 5 | veldstation | Gemeentehuis Bergen | 1 juni 2013 | |
| TAQA 6 | reserve ref. station | PWN Castricum | 24 augustus 2013 | |

Tabel 3: Overzicht GPS stations

Op 24 januari is het station TAQA 2 buiten gebruik gesteld en ontmanteld. Dit in verband met de sloop van het pand waar de antenne en ontvanger zich bevonden.

Op 13 oktober is het station TAQA 3 buiten gebruik gesteld. Dit in verband met een brand op de locatie.

5 Controle referentiestation

Om de stabiliteit van het referentiestation te beoordelen wordt het referentiestation periodiek ingemeten t.o.v. een landelijk GNSS referentienetwerk. De resultaten van deze metingen zijn in onderstaande tabel weergegeven. Uit de resultaten van de berekeningen blijkt, dat het referentiepunt TAQA 1 een lichte zetting variërend tussen 0 en -2,4 mm vertoont. Dit valt binnen de norm van 4 maal de standaardafwijking van de verschillen tussen 1^e controle (nulmeting), 2^e, 3^e, 4^e, 5^e, 6^e en 7^e controle.

| | Site-code station | N ETRS89 (° ' ") | | | E ETRS89 (° ' ") | | | ARP (m) | differentie ARP (m) |
|---------------------------------|-------------------|------------------|----|---------|------------------|----|----------|---------|---------------------|
| Resultaten 06-GPS april 2014 | TAQA1 | 52 | 47 | 6,55655 | 4 | 40 | 32,88315 | 60,9521 | |
| Resultaten 06-GPS november 2014 | TAQA1 | 52 | 47 | 6,55652 | 4 | 40 | 32,88314 | 60,9524 | 0,0003 |
| Resultaten 06-GPS juli 2015 | TAQA1 | 52 | 47 | 6,55660 | 4 | 40 | 32,88321 | 60,9497 | -0,0024 |
| Resultaten 06-GPS november 2015 | TAQA1 | 52 | 47 | 6,55651 | 4 | 40 | 32,88320 | 60,9516 | -0,0005 |
| Resultaten 06-GPS juni 2016 | TAQA1 | 52 | 47 | 6,55659 | 4 | 40 | 32,88323 | 60,9515 | -0,0006 |
| Resultaten 06-GPS december 2016 | TAQA1 | 52 | 47 | 6,55649 | 4 | 40 | 32,88319 | 60,9512 | -0,0009 |
| Resultaten 06-GPS juni 2017 | TAQA1 | 52 | 47 | 6,55660 | 4 | 40 | 32,88321 | 60,9521 | 0,0000 |
| Resultaten 06-GPS februari 2018 | TAQA1 | 52 | 47 | 6,55646 | 4 | 40 | 32,88307 | 60,9505 | -0.0016 |

Tabel 3: Resultaten controle metingen

6 Levering

Maandelijks worden de resultaten berekend en geleverd aan Taqa. De levering bestaat uit de volgende producten:

- Rapportage (incl. grafieken waarin de bodembeweging is weergegeven en een logboek)
- Ruwe meetdata (XYZ) in Excel formaat (digitaal als bijlage bij de rapportage)

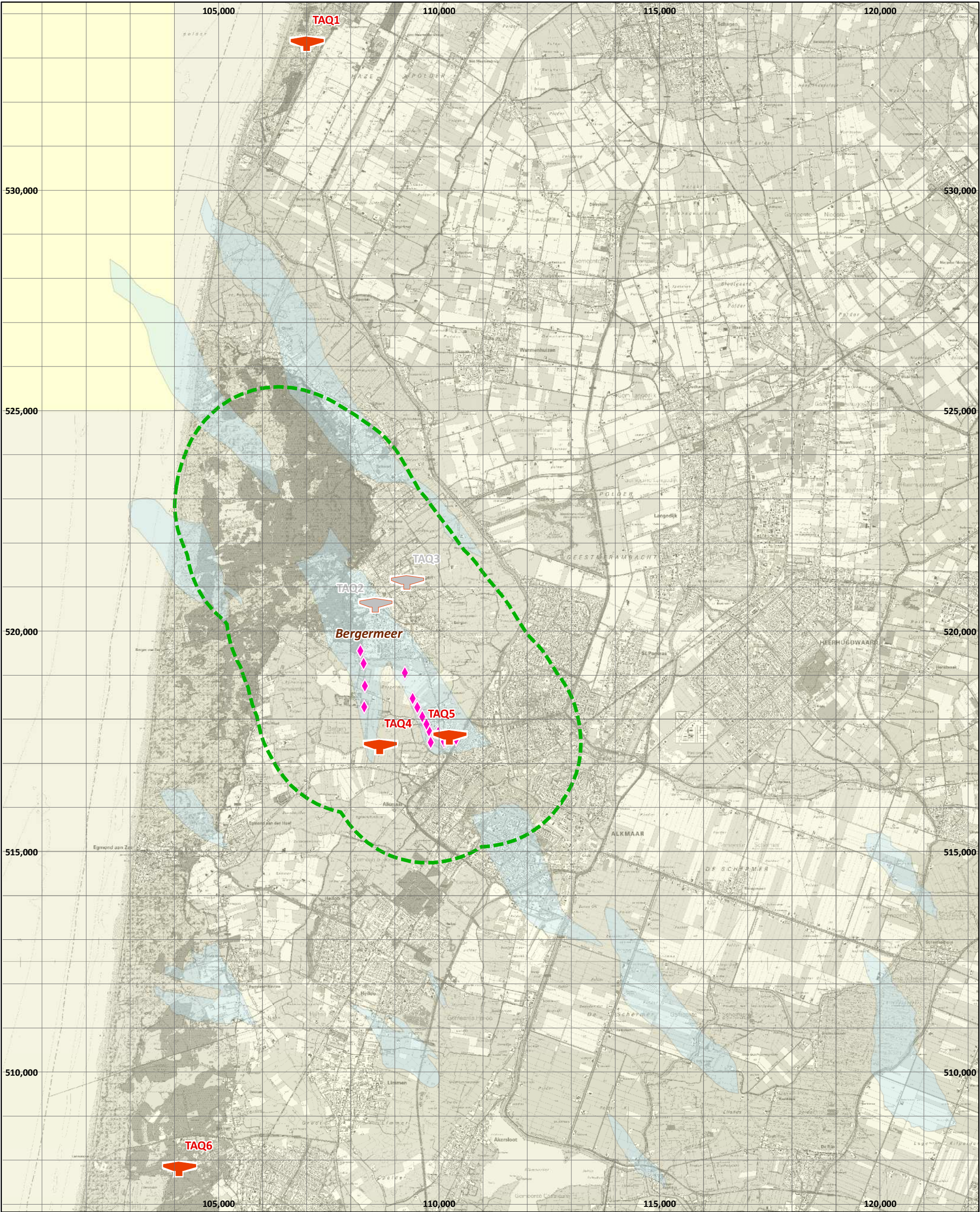
7 Conclusie

In de grafieken (bijlage 2) zijn de continue GNSS metingen per locatie weergegeven vanaf de start van de meting. Locatie TAQA 1 wordt vanaf mei 2014 als vast referentiestation gebruikt, hierdoor wordt dit station vanaf mei 2014 niet meer in grafiekvorm in deze rapportage gepresenteerd.

Op basis van de grafieken is over de gehele periode van monitoring een lichte beweging van de stations waarneembaar, variërend van -3 mm tot +19 mm (moving average lijn). De stations vertonen een min of meer vergelijkbaar gedrag waarbij van de stations binnen de invloedssfeer over de gehele periode van waarnemingen een lichte stijging waarneembaar is.

Bijlage 1 Overzichtstekening GNSS stations

247164-BA-GPS-2013-0



Legenda

Invloedsfeer en gasvelden
Invloedsfeer Bergermeer
Gasvelden 1 februari 2011
Bron: NLOG

Overig
GPS locatie
Injectieput
Vervallen GPS locatie

OPDRACHTGEVER
Taqa Energy B.V.

PROJECTOMSCHRIJVING
GPS monitoring Bergermeer

SCHAAL
1:80,000

| | |
|-------------------------------------|-------------------------------|
| KAARTTITEL GPS locaties | GIS-SPECIALIST S. Stamhuis |
| PROJECTLEIDER P. Meinders | FORMAAT A3 |
| DATUM 06-09-2013 | WUJ.NR 2 |
| KAARTNUMMER 247164-BA-GPS-2013-0 | |
| STATUS DEFINITIEF | |

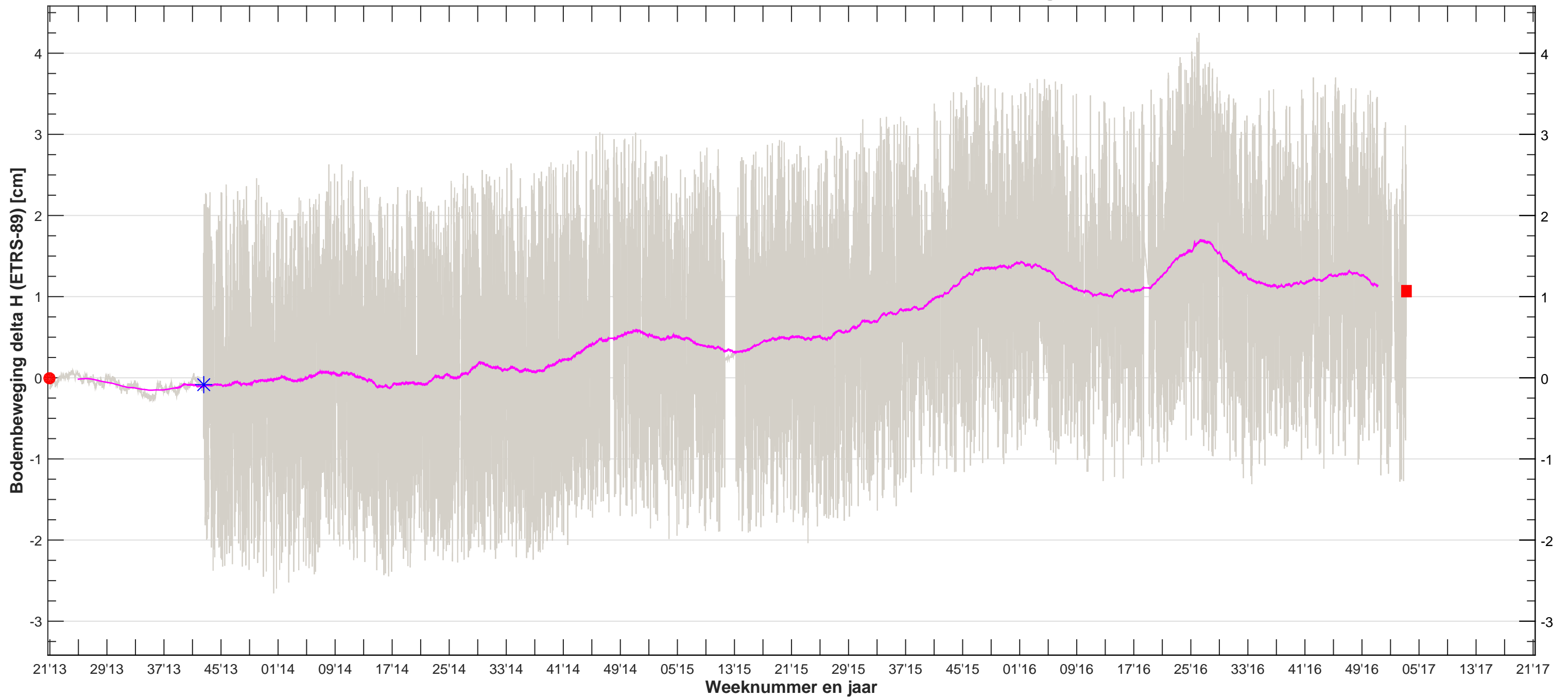
Top 25, 2009 © De auteursrechten en databankenrechten zijn voorbehouden aan Dienst voor het kadaster en de openbare registers, Apeldoorn, 2010

r:\00245000\00247164\Geo-info\ArcGIS\Kaarten\20130906-247164-BA-GPS-2013-0-0.mxd

Bijlage 2 Grafieken

Bodembeweging Bergermeer TAQA2 t.o.v. referentiestation TAQA1

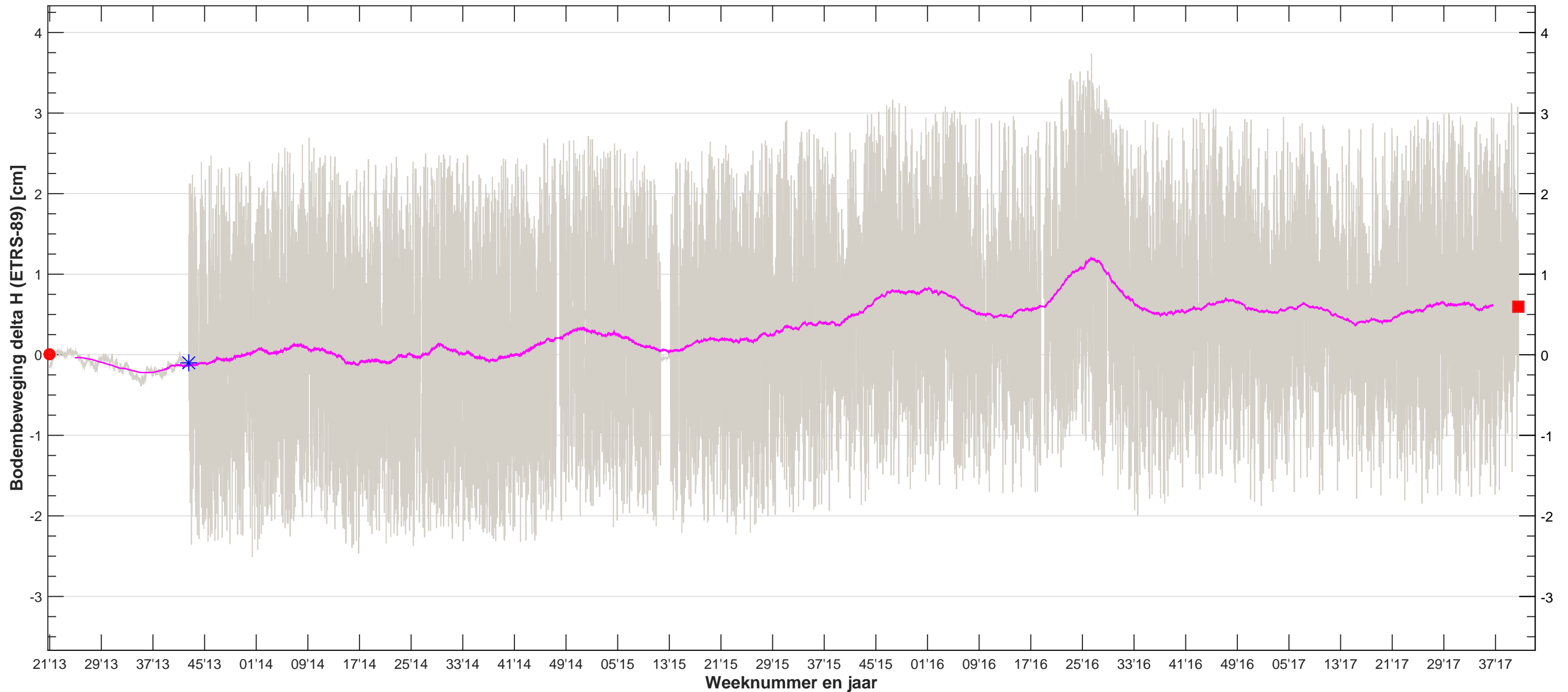
Resultaten uit permanente GPS meting



- GNSS observaties
- Moving Average 8 weken
- Start meting (multi baseline berekening)
- * Start single baseline berekening
- Einde meting 24-01-2017 (ontmanteling station, i.v.m. sloop pand)

Bodembeweging Bergermeer TAQA3 t.o.v. referentiestation TAQA1

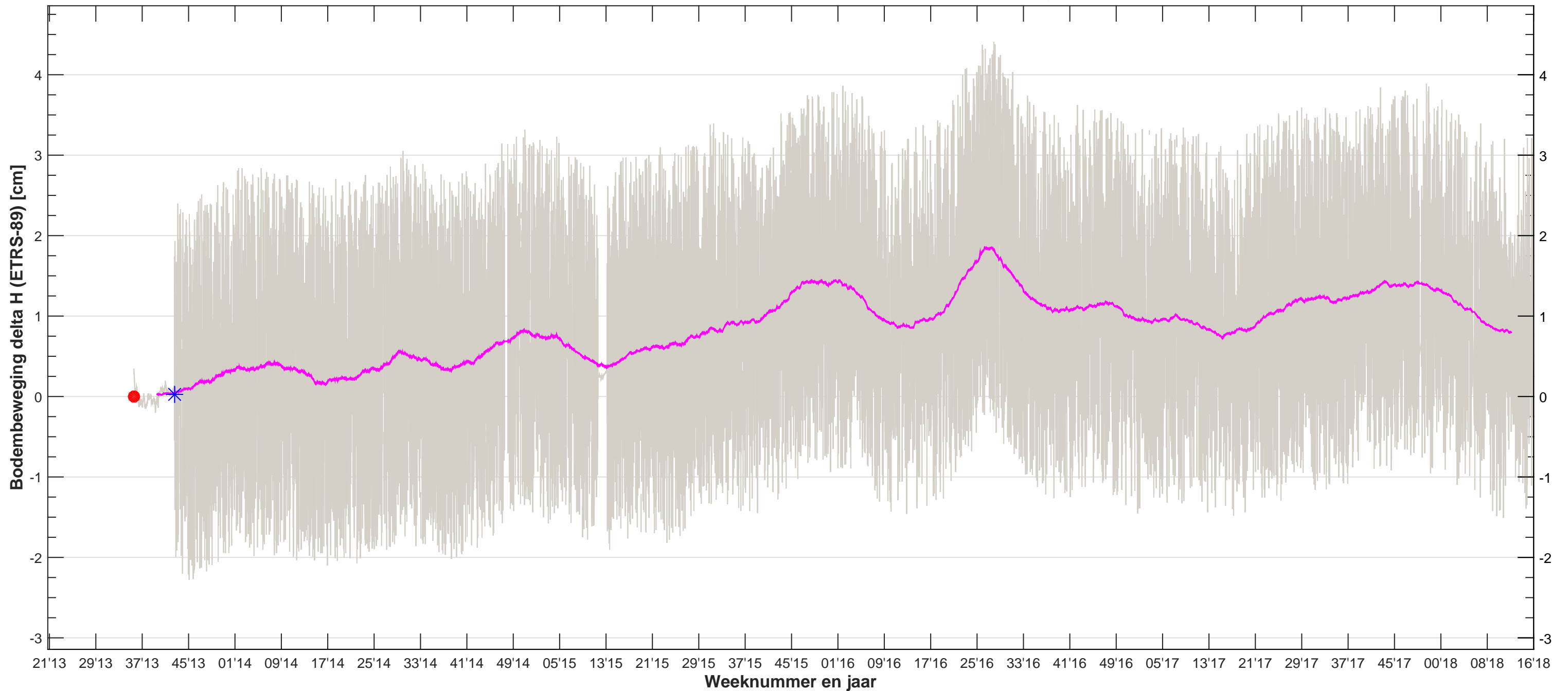
Resultaten uit permanente GPS meting



- GNSS observaties
- Moving Average 8 weken
- Start meting (multi baseline berekening)
- * Start single baseline berekening
- Einde meting 12-10-2017 (pand waar ontvanger zich bevond is door brand verwoest)

Bodembeweging Bergermeer TAQA4 t.o.v. referentiestation TAQA1

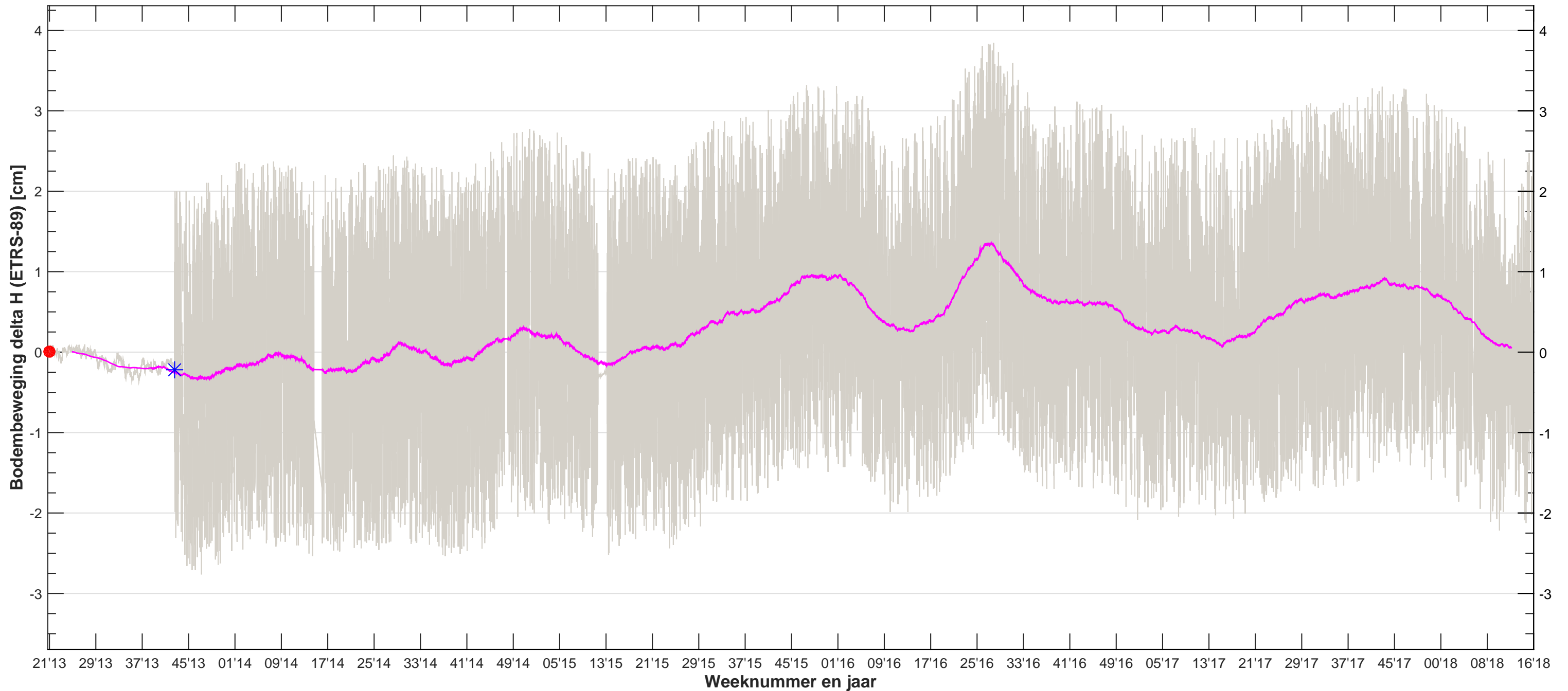
Resultaten uit permanente GPS meting



- GNSS observaties
- Moving Average 8 weken
- Start meting (multi baseline berekening)
- * Start single baseline berekening

Bodembeweging Bergermeer TAQA5 t.o.v. referentiestation TAQA1

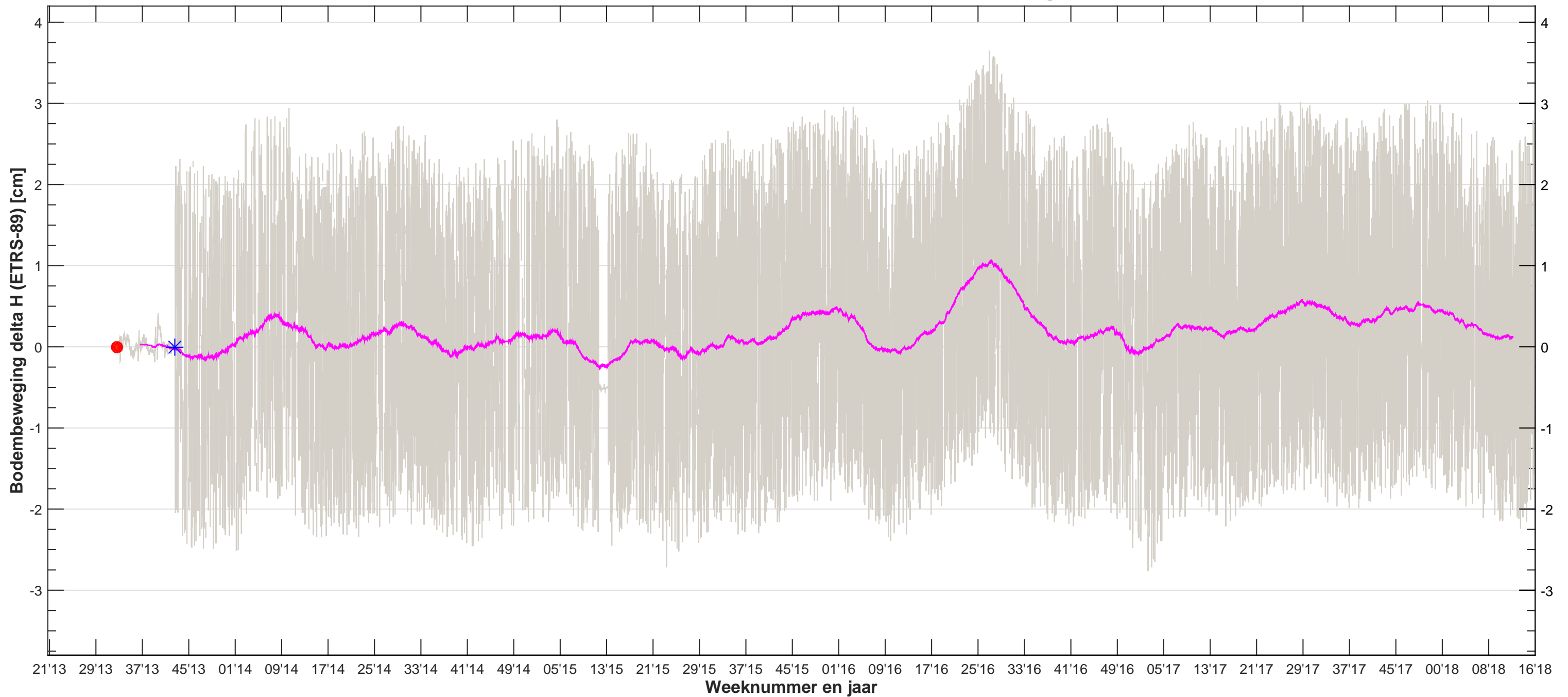
Resultaten uit permanente GPS meting



- GNSS observaties
- Moving Average 8 weken
- Start meting (multi baseline berekening)
- * Start single baseline berekening

Bodembeweging Bergermeer TAQA6 t.o.v. referentiestation TAQA1

Resultaten uit permanente GPS meting



- GNSS observaties
- Moving Average 8 weken
- Start meting (multi baseline berekening)
- * Start single baseline berekening

Bijlage 3 Ruwe meetdata (XYZ) in Excelformaat

Bijlage 3 Ruwe meetdata (XYZ) in Excelformaat

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

Bijlage 4 Logboek

| Datum | Locatie | Omschrijving |
|------------|---------|---|
| 4-4-2013 | TAQA 2 | Installatie ontvanger |
| 4-4-2013 | TAQA 3 | Installatie ontvanger |
| 4-4-2013 | TAQA 5 | Installatie ontvanger |
| 1-6-2013 | TAQA 2 | Start monitoring |
| 1-6-2013 | TAQA 3 | Start monitoring |
| 1-6-2013 | TAQA 5 | Start monitoring |
| 13-8-2013 | TAQA 1 | Installatie ontvanger |
| 13-8-2013 | TAQA 4 | Installatie ontvanger |
| 22-8-2013 | TAQA 6 | Installatie ontvanger |
| 24-8-2013 | TAQA 6 | Start monitoring |
| 10-9-2013 | TAQA 4 | Antenne diefstalproof gemaakt (hiervoor is de antenne tijdelijk verwijderd) |
| 13-9-2013 | TAQA 1 | Start monitoring (vanaf deze datum consistente waarnemingen) |
| 13-9-2013 | TAQA 4 | Start monitoring (vanaf deze datum consistente waarnemingen) |
| 1-11-2013 | Alle | Start single-baseline berekening ten opzichte van basisstation TAQA 1 (berekening voor half jaar met zowel multi-baseline als single-baseline methode) |
| 23-12-2013 | TAQA 6 | Router defect, data periode 23-12 / 9-1 wel gelogd, deze periode wordt in volgende levering berekend en gerapporteerd |
| 18-02-2014 | TAQA 6 | Antenne kabel vervangen, kabel was lek met als gevolg corrosie en slechte ontvangst |
| 18-05-2014 | TAQA 5 | Geen data gelogd 15-5-2014 / 27-5-2014 ivm interne opslag geheugenkaart / verzenden data. Probleem is opgelost evenals het niet signaleren van deze fout is verholpen. |
| 1-05-2014 | Alle | Alleen single-baseline berekening ten opzichte van basisstation TAQA 1. De hoogte is per locatie gekalibreerd ten opzichte van de berekening via het 06-GPS netwerk (multi-baseline berekening). Hierdoor wordt een sprong in de moving average voorkomen. |
| 8-12-2014 | TAQA 1 | Er is geen data gelogd van 5-12-2014 tot 7-12-2014 i.v.m. niet gemelde werkzaamheden op locatie, waardoor de stroomvoorziening was onderbroken. Aangezien het hier het referentiestation betreft, is het niet mogelijk om voor die periode voor de overige stations een resultaat te berekenen. |
| 14-4-2015 | TAQA 1 | Op 27 maart heeft er een stroomstoring plaatsgevonden in grote delen van Noord-Holland. Een aantal GPS stations zijn hierdoor die dag uitgevallen. Nadat de spanning automatisch hersteld was zijn de stations automatisch opnieuw opgestart. Na het downloaden van de GPS-data is gebleken dat er over een periode van 10 dagen geen correcte data is opgeslagen in het referentiestation Taqa 1. Voor de levering 'Maart 2015' heeft dit geen gevolgen voor de gepresenteerde moving average in de grafieken. |
| 26-05-2015 | TAQA 1 | Van 27 maart tot 7 april is er geen correcte data opgeslagen (zie opm. logboek 14-04). Om over deze periode resultaten te kunnen presenteren is deze periode berekend door gebruik te maken van GPS data van landelijke referentiestations van 06-GPS. Deze berekening geeft als resultaat dat er in deze periode geen uitzonderlijke beweging is opgetreden. |
| 25-10-2015 | Alle | In verband met de omschakeling naar de wintertijd is als gevolg van een systeemfout in de GNSS ontvangers geen processing mogelijk. Betreft enkele waarnemingen op 25 oktober. |

| | | |
|---------------|----------|--|
| 27-03-2016 | Alle | In verband met de omschakeling naar de zomertijd is als gevolg van een systeemfout in de GNSS ontvangers geen processing mogelijk. Het betreft waarnemingen op 27 maart. |
| 12-04-2016 | Alle | <i>Onderbreking data ontvangst; storing verbinding; enkele uren dataverlies</i> |
| 12-5-2016 | Taqa 2 | <i>Van 12 tot 15 mei onderbreking in de data ontvangst. Door systeemstoring / software problemen. Na resetten systeem en software zijn problemen opgelost.</i> |
| 14-05-2016 | Alle | <i>Van 14-5 tot 17-5 onderbrekingen in data ontvangst door problemen software. Na resetten systeem en software zijn problemen opgelost.</i> |
| 08-06-2016 | Taqa 1-5 | <i>8-9 juni, onderbreking in data ontvangst, enkele uren dataverlies</i> |
| 05-09-2016 | Taqa 2 | <i>Enkele uren onderbreking data ontvangst</i> |
| 30-10-2016 | Alle | In verband met de omschakeling naar de wintertijd is als gevolg van een systeemfout in de GNSS ontvangers geen processing mogelijk. Betreft enkele waarnemingen op 30 oktober. |
| 01-01-2017 | Alle | Op 1 januari slechte postprocessing resultaten. Hiervoor is nog geen oorzaak gevonden. Dit zal nader met de leverancier van de GNSS apparatuur en verwerkingssoftware geanalyseerd worden. |
| 24-01-2017 | Taqa 2 | De waarnemingen van Taqa 2 zijn gestopt op 24-01-2017 10:59 uur. Het Parkhotel waar de ontvanger en antenne zich bevonden wordt gesloopt en de apparatuur is verwijderd. |
| 13-10-2017 | Taqa 3 | De waarnemingen van Taqa 3 zijn gestopt op 13-10-2017 00:59 uur, vanwege brand in de locatie, waar de ontvanger en antenne zich bevonden (Sportcomplex De Beeck te Bergen) |
| 15-12-2017 | Alle | Vanwege uitval van TAQ1 van 13-12-2017 00.00 uur t/m 15-12-2017 09.30 uur (onderbreking in de stroomvoorziening van de GNSS ontvanger), konden er van TAQ4, TAQ5 en TAQ6 over die periode geen resultaten berekend worden. |
| 10-02-2018 | Alle | Vanwege een systeemstoring van 09-02-2018 22:59 uur t/m 10-02-2018 23:59 uur geen dataontvangst, waardoor er geen resultaten berekend konden worden. |
| 15/17-02-2018 | Alle | Vanwege een systeemstoring van 15-02-2018 05:59 uur t/m 17-02-2018 09:59 uur geen dataontvangst, waardoor er geen resultaten berekend konden worden. |
| | | |
| | | |

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 © 2015

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.