



Meetregister bij het meetplan De Blesse - Blesdijke - Sonnega

Rapportage van de satelliet radar
interferometrie 2024

Antea Group

Understanding today.
Improving tomorrow.

projectnummer 0492088.100
concept revisie 00
5 juni 2024

Meetregister bij het meetplan De Blesse - Blesdijke - Sonnega

Rapportage van de satelliet radar interferometrie 2024

projectnummer 0492088.100

concept revisie 00

5 juni 2024



Opdrachtgever

Vermilion Energy Netherlands B.V.

Postbus 71

8860 AB HARLINGEN

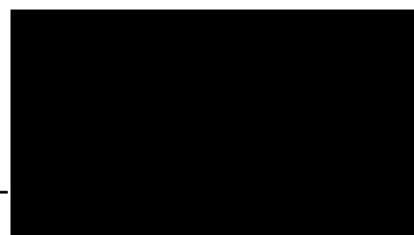


datum

5 juni 2024

beschrijving

Concept revisie 00



Inhoudsopgave

1.	Inleiding	4
2.	Meetmethodiek	5
2.1	Onderzoeksopzet	5
3.	Resultaten PS-InSAR	6
3.1	Databronnen	6
3.2	Puntselectie en representatieve bodembeweging	7
3.3	Resultaat per gridcel (verticale component)	9
3.4	Resultaat per peilmerkgebied (verticale component)	10
3.5	Opmerking	10
3.6	Interpretatie	11
3.7	Toekomstige analyses	11
4.	Waterpas meetnet	12
5.	Samenvatting	13
6.	Referenties	14

Bijlage 1 Bodembewegingskaart 2019 - 2024 per gridcel

Bijlage 2 Bodembewegingskaart 2019 - 2024 per peilmerkgebied

Bijlage 3 Differentiestaat

Bijlage 4 Factual Report on InSAR Processing (SkyGeo)

Bijlage 5 InSAR meetdata

Bijlage 6 Overzichtstekening vervallen peilmerken waterpas meetnet

1. Inleiding

In opdracht van Vermilion Energy B.V. (hierna te noemen Vermilion) heeft Antea Group een satelliet radar interferometrie (InSAR) studie uitgevoerd voor de gasvoorkomens De Blesse, Blesdijke en Sonnega. De studie is uitgevoerd in het kader van het *'Meetplan 2024 De Blesse – Blesdijke –Sonnega'* [ref. 1] en bevindt zich in de winnings-vergunning Gorredijk – Steenwijk.

Doel van de werkzaamheden is het kunnen vaststellen of er bodemdaling door gaswinning is opgetreden in het gebied, globaal gesitueerd tussen Steenwijk en Wolvega (Zuidoost Friesland) gedurende de periode 2019- 2024 en deze te vergelijken met de meetgegevens uit voorgaande studies welke sinds 1999 zijn uitgevoerd. Deze voorgaande metingen zijn uitgevoerd op basis van nauwkeurigheidswaterpassing waarbij voor de berekening peilmerk 016D0058 is gebruikt als aansluitpunt (referentiepunt). Dit meetnet betreft een gecombineerd meetnet van De Blesse, Blesdijke en Sonnega [ref. 2].

Het nu voorliggende rapport vormt het officiële en openbare meetregister en vormt de derde herhalingsmeting voor het deel 'De Blesse' en 'Blesdijke' en een tweede herhalingsmeting voor het deel 'Sonnega' en is uitgevoerd op basis van satelliet radar interferometrie data (InSAR). Deze InSAR meting wordt gerelateerd aan vorige (waterpas-) metingen, hiermee wordt inzicht verkregen in de opgetreden bodembeweging .

Door nu gebruik te maken van PS-InSAR technieken (Persistent Scatterers satelliet radar interferometrie) wordt geen fysiek gebruik gemaakt van de peilmerken in het waterpasmeetnet. Om het waterpasmeetnet in stand te houden wordt het meetnet gecontroleerd op de aanwezigheid en meetbaarheid van de peilmerken. Controle van deze peilmerken in het waterpasmeetnet wordt beschreven in hoofdstuk 4.

Met dit rapport wordt uitvoering gegeven aan het gestelde in artikel 31.1, Mijnbouwbesluit 2002. Tevens zijn de aanbevelingen van het Staatstoezicht op de Mijnen (SodM) meegenomen betreffende de overgang naar de InSAR studie zoals verwoord in haar inspectiebrief van 5 september 2023. Aanleiding voor deze aanbeveling is de door Antea Group in 2022 uitgevoerde studie waarin de eerder uitgevoerde meetmethodiek op basis van nauwkeurigheidswaterpassing is vergeleken met meettechniek op basis van satelliet radar interferometrie [ref. 3].

2. Meetmethodiek

In 1999 werd het meetnet De Blesse vastgesteld en werd een nulmeting uitgevoerd. In 2009 werd een eerste herhalingsmeting uitgevoerd. In 2010 is het meetnet Blesdijke vastgesteld en is er een nulmeting uitgevoerd. Het meetnet Sonnega is in 2015 vastgesteld. De nulmeting van het meetnet Sonnega is gelijktijdig uitgevoerd met de 1^e herhalingsmeting van het meetnet Blesdijke. In 2019 zijn de drie meetnetten samengevoegd en als één meetnet gemeten.

Het meetnet heeft een zodanig omvang dat het de geprognoseerde invloedssfeer omvat en strekt zich uit tot ca. 1 kilometer buiten deze invloedssfeer.

Voor het berekenen van de waterpasmeting (2019) is peilmerk 016D0058 gebruikt als aansluitpunt (referentiepunt). Dit peilmerk bevindt zich aan de rand van het meetnet en wordt verondersteld buiten de invloedssfeer van gaswinning te liggen.

Door nu gebruik te maken van PS-InSAR technieken wordt geen fysiek gebruik gemaakt van de peilmerken in het waterpasmeeetnet en aansluitpunt.

2.1 Onderzoekopzet

SkyGeo heeft de 1^e fase InSAR processing uitgevoerd via de Persistent Scatterer Interferometry (PSI) processing aanpak. Met de PSI-aanpak zijn schattingen gedaan van Persistent Scatterers (PS), Weak Scatterers (WS) en Distributed Scatterers (DS). WS-punten waren voorheen een subset van PS-punten, maar van minder goede kwaliteit, en worden nu apart geclassificeerd. Een eventuele bodembeweging wordt altijd bepaald ten opzichte van een referentie punt of vlak. Er is gekozen de punten buiten de invloedssfeer van de mijnbouwactiviteiten te kiezen als referentievlak. Dit is gedaan om een autonome bodembeweging te kunnen onderscheiden van een mogelijke bodemdaling door mijnbouwactiviteiten.

Een detaillering van de uitgevoerde data processing in deze fase is weergegeven in bijlage 4 (SkyGeo Factual Processing Report).

Antea Group heeft een aanvullende analyse uitgevoerd op deze data in relatie tot de eerdere studies naar gasvoorkomens in het gebied. Voor de periode van 2019-2024 is een bodembewegingskaart gemaakt. Daarnaast is er een ruimtelijke aansluiting bepaald met de peilmerken zodat de differentiestaat opgebouwd uit de eerder op basis van nauwkeurigheidswaterpassing uitgevoerde herhalingsmetingen, is voortgezet.

3. Resultaten PS-InSAR

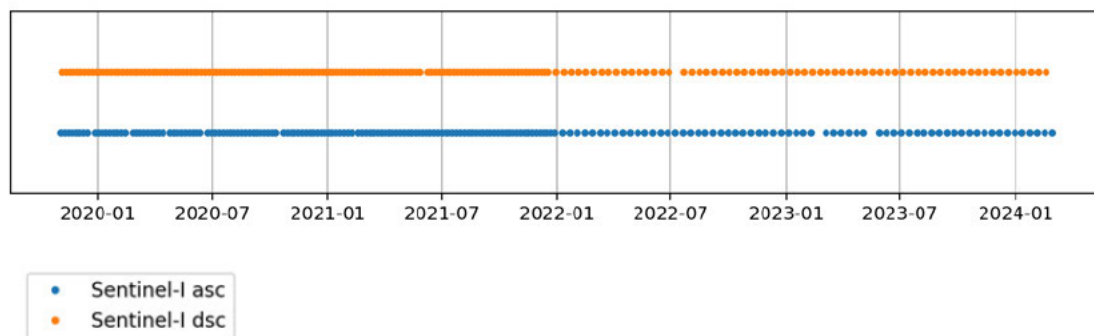
3.1 Databronnen

Er is gebruik gemaakt van de openbaar beschikbare Sentinel-1 (ESA) datasets in de opgaande (asc) en neergaande (dsc) baan. Omdat Distributed Scatter (DS) punten weinig zeggen over de beweging van de diepe bodem, zijn alleen Persistent Scatter (PS) en Weak Scatter (WS) punten gebruikt. De onderliggende satellietdatasets zijn vrij beschikbaar. Tot 23 december 2021 is het interval waarover gemeten wordt zes (6) dagen, daarna (vanwege het uitvallen van een satelliet) elke twaalf (12) dagen.

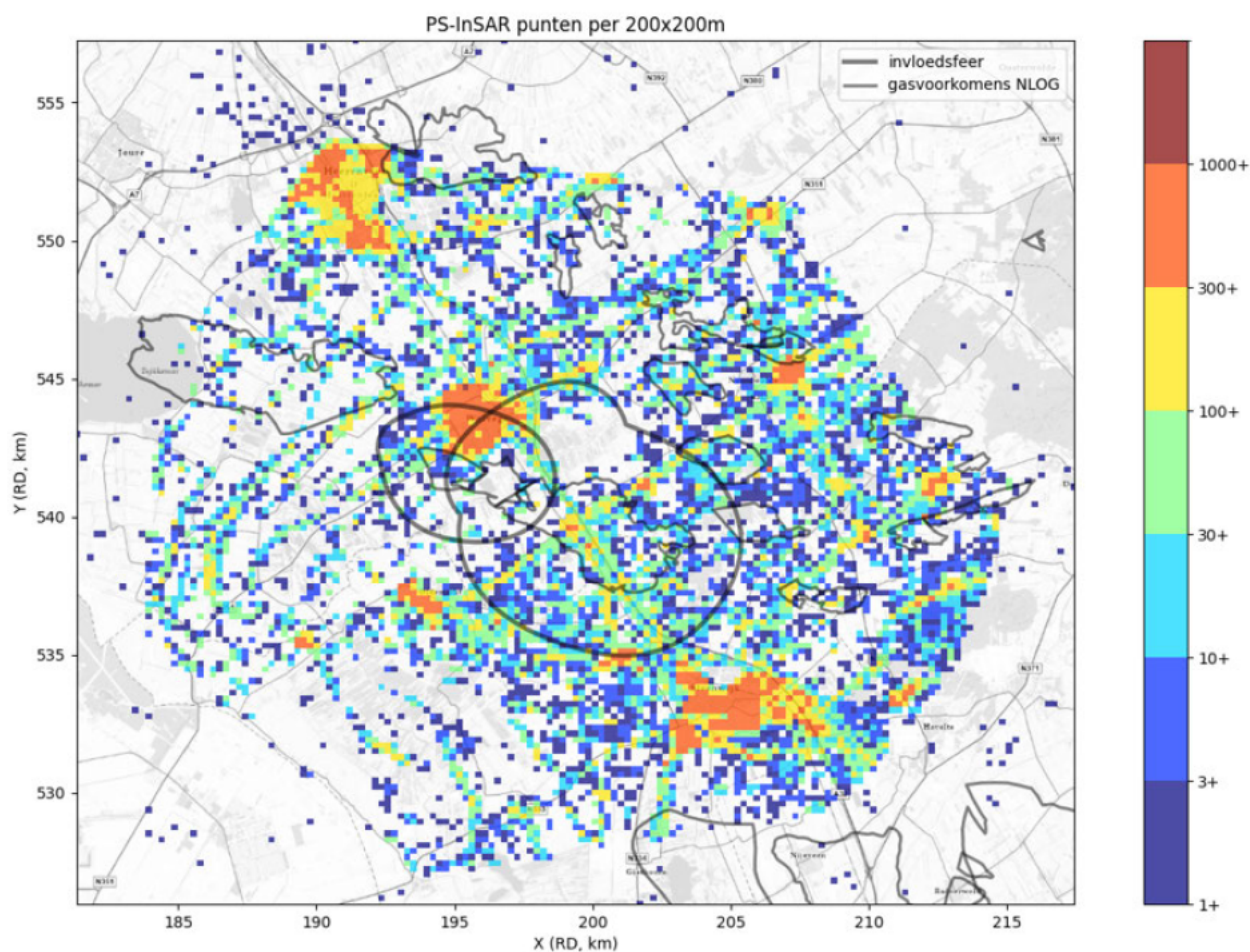
Satelliet	Van	Tot	Hoeveelheid punten (PS+WS)	Tijdsinterval
Sentinel-1 opgaand (asc)	3-nov-2019	28-feb-2024	194157	6-12 dagen
Sentinel-1 neergaand (dsc)	5-nov-2019	18-feb-2024	235186	6-12 dagen

Tabel 1

Onderstaande grafiek toont de momentopnames voor beide satellieten.



Het volgende figuur geeft een overzicht van de ruimtelijke dekking van de PS- en WS-punten van de Sentinel-1 satellieten in het onderzoeksgebied. Met daarin aangegeven de gasvoorkomens en de geprognoseerde invloedsfeer.



Figuur 1: PS-InSAR punten per 200x200 meter

Het referentienetwerk is bepaald uit PS-punten met een hoge kwaliteitscore (>0.9) in een gebied die 5 km verder naar buiten ligt dan het studiegebied. Dit 5 km buitengebied is in bovenstaande kaart ook te zien.

3.2 Punselectie en representatieve bodembeweging

Omdat InSAR alleen de beweging aan het vanuit de ruimte zichtbare oppervlak van de aarde kan meten is de geobserveerde bodembeweging een resultaat van beweging van de diepe ondergrond, de ondiepe ondergrond en gebouwde omgeving. Er is daarom gekozen alleen de PS-punten en WS-punten te gebruiken en niet met Distributed Scatter (DS) punten te werken. PS-punten en WS-punten zijn van oorsprong veelal harde punten, DS-punten zijn veelal gecombineerde reflecties op het zachte maaiveld. De harde punten zullen gedeeltelijk gefundeerd zijn in de iets diepere ondergrond. Daarnaast, door ook gebruik te maken van een referentienetwerk van punten buiten de invloedsfeer kunnen de grootschalige autonome dalingen er zoveel als mogelijk worden uitgehaald.

De punselectie en het kiezen van representatieve punten is tot stand gekomen in onderling overleg met SkyGeo en de overleg en de ervaring uit eerdere meetregisters (Waalwijk 2023) [ref. 3].

Samengevat worden de volgende 4 stappen doorlopen:

- 1) De bodembeweging, gemeten in de kijkrichting van de satellieten, ook wel line-of-sight (LOS) genoemd, worden gefilterd op kwaliteit, de seizoensbeweging wordt eruit gefilterd, en een totale beweging wordt berekend over de gehele meetperiode in plaats van met losse epochen werken.
- 2) Aggregatiegebieden worden gedefinieerd voor verdere analyse in een grid-formaat of peilmerkgebied-formaat.
- 3) Representatieve waarden worden geselecteerd per aggregatiegebied per satellietbaan.
- 4) De bewegingen in de kijkrichting van de satellieten worden omgezet in een horizontale en verticale component t.o.v. het maaiveld, zoals te zien in onderstaand figuur

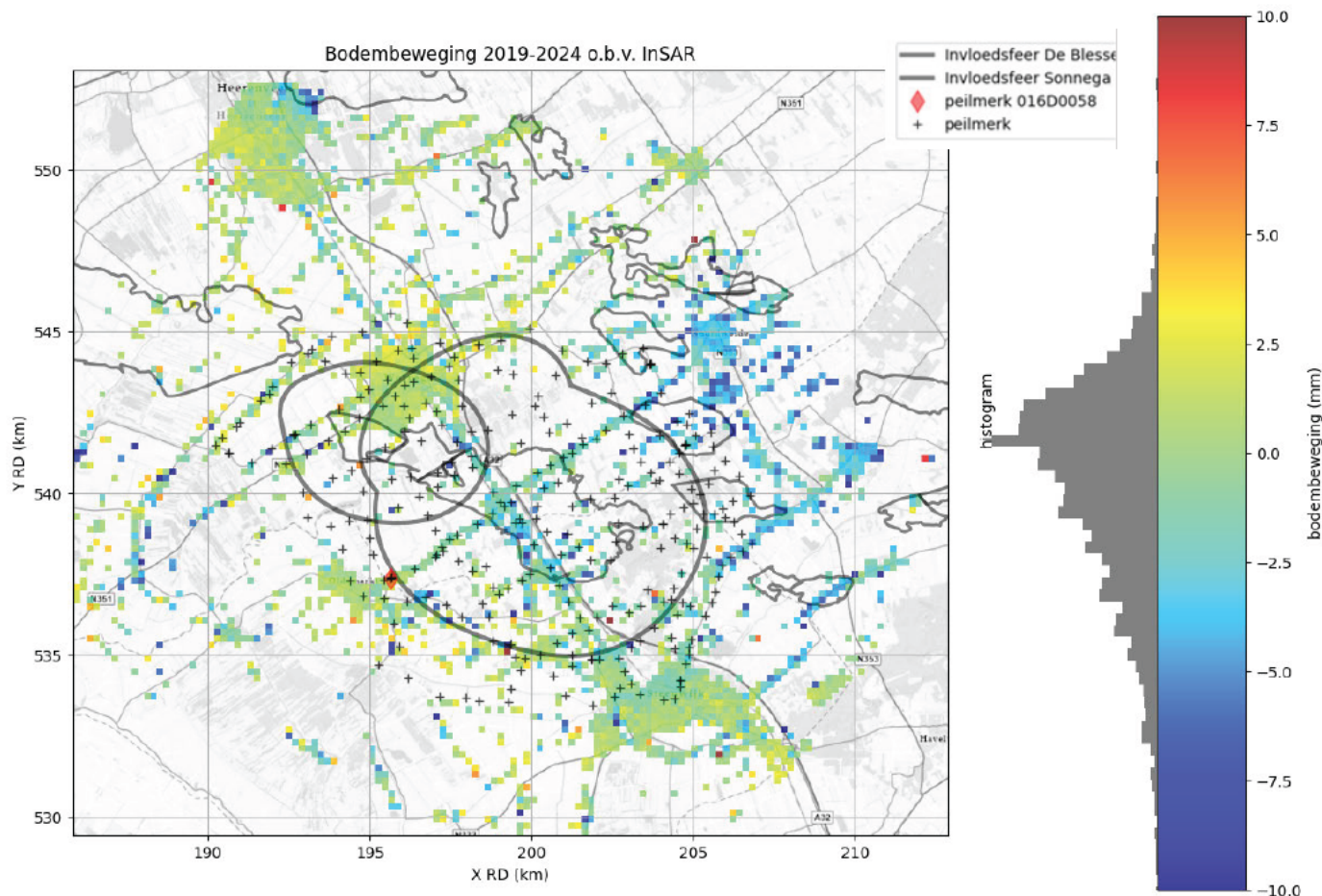
Hieronder in meer detail de genomen stappen:

- 1) **Kwaliteitscore en Line-of-sight (LOS)**
 - a) Alleen PS-punten en WS-punten met een kwaliteit-score van 0.5 en hoger worden gebruikt. Dit zijn 75% (asc) en 80% (dsc) van alle PS- en WS-punten die hieraan voldoen. Voor elk punt wordt door SkyGeo een kwaliteits-score meegegeven. Deze score geeft aan hoe goed de tijdserie overeenkomt met de gebruikte modellen en is daardoor een indicatie van de signaal-ruis verhouding. De kwaliteitscore is o.a. afhankelijk van het aantal beelden, locatie, track geometrie, gebruikte modellen. (zie verder paragraaf 3.5: Opmerking)
 - b) Per punt wordt de seizoensinvloed uit de tijdsmeting gehaald. Dit wordt gedaan door een fit te maken met een eerste orde lineaire component en een oscillerende component met een periode van 1 jaar. De seizoen component wordt dan afgetrokken van het tijd-signaal. Het is belangrijk op te merken dat vanaf 23 december 2021 de meetfrequentie is gehalveerd als gevolg van het uitvallen van één van de twee satellieten. Om te voorkomen dat de fit meer gewicht geeft aan de periode vóór het uitvallen, worden alle metingen vanaf die tijd gedupliceerd.
 - c) De uiteindelijke LOS beweging over de totale periode wordt bepaald door de gemiddelde hoogte van de laatste 12 weken af te trekken van de gemiddelde hoogte van de eerste 12 weken.
- 2) **Aggregatie gebieden en representatieve waarden**
 - a) In dit rapport kijken we naar twee type aggregatiegebieden:
 - o Gridcellen: vaste, niet-overlappende, uniform verspreide 200x200m gridcellen
 - o Peilmerkgebieden: gebieden worden gedefinieerd binnen een radius van 500m om alle peilmerkpunten heen
 - b) Alle punten uit stap 1 die binnen een bepaald gebied liggen, worden gebruikt om een representatieve waarde te bepalen voor een gebied. Gebieden met minder dan n=5 punten in óf de neergaande satellietbaan óf de opgaande satellietbaan worden niet verder meegenomen in de analyse.
 - c) Een representatieve beweging per aggregatiegebied per satellietbaan over de gehele meetperiode wordt gekozen door de mediaan van de in stap-1c) bepaalde totale beweging te nemen voor alle punten binnen het aggregatiegebied.
- 3) **Decompositie**

Er wordt een horizontale en verticale decompositie gedaan van het signaal, identiek aan de methode als beschreven in [ref. 5]. Het LOS signaal van zowel de opgaande als neergaande satellietbanen wordt gecombineerd en verwerkt tot een horizontale en verticale component van de beweging t.o.v. het maaiveld.

3.3 Resultaat per gridcel (verticale component)

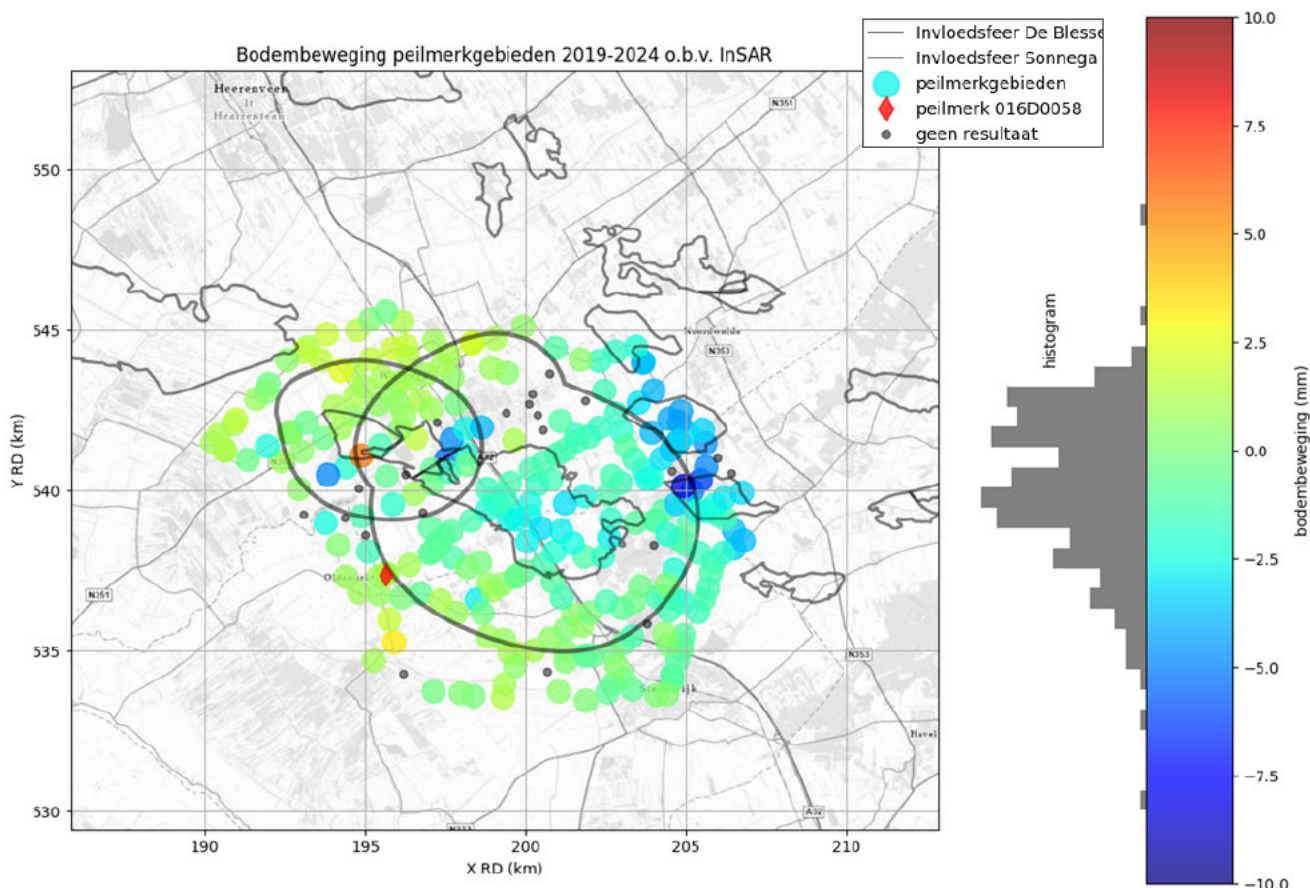
In onderstaande afbeelding wordt de totale verticale bodembeweging weergegeven tussen eind 2019 en begin 2024.



Figuur 2: Bodembeweging 2019 – 2024 in mm/jaar per gridcel

3.4 Resultaat per peilmerkgebied (verticale component)

In onderstaande afbeelding wordt de totale verticale bodembeweging weergegeven tussen eind 2019 en begin 2024.



Figuur 3: Bodembeweging 2019 – 2024 in mm/jaar per peilmerkgebied

Alle in 2019 gemeten peilmerkengebieden (292) staan op de kaart. Er zijn 21 peilmerkgebieden waarvan er óf in de opgaande óf in de neergaande satellietbaan minder dan n=5 punten bevinden en dus niet meegenomen zijn in de analyse.

3.5 Opmerking

De drempel van de kwaliteit-score wordt gekozen voor een goede balans tussen hoeveelheid uitbijters en de hoeveelheid punten die samen de grootschalige bodembeweging kunnen tonen. Het verlagen van de drempel zorgt voor meer beschikbare punten, maar introduceert ook meer uitbijters (losse punten die niet hetzelfde patroon geven als de meerderheid eromheen). In een eerdere studie [Waalwijk 2023] is gebleken dat ook punten met lagere kwaliteit scores dezelfde grootschalige bodembeweging patronen laten zien. Er is gekozen om als drempel 0.50 aan te houden, omdat de gebruikte analysemethode robuust genoeg is tegen deze uitbijters. Hierdoor zijn er meer punten beschikbaar om grootschalige bodembeweging aan te tonen.

3.6 Interpretatie

De resultaten geven een goed beeld van de bodembeweging van de 4-jarige periode van het gebied ten opzichte van elkaar. De gebruikte analyse die per aggregatiegebied één representatieve verticale beweging bepaald, laat een vloeiende bodembeweging over het gehele gebied zien.

Duidelijk te zien is het volgende:

1. In het oosten van het studiegebied is een sterkere daling te zien ten opzichte van de rest van het studiegebied. Zoals ook aangegeven op de kaarten, liggen hier andere gasvelden als geïdentificeerd in de NLOG-data. De meeste peilmerkgebieden daar liggen tussen de -2 en -5 mm. Deze dalende gebieden liggen binnen het gebied waarin het referentienetwerk wordt opgebouwd. Gevolg hiervan is dat het referentievlak, het nulpunt, hiermee omlaag wordt getrokken. Ten noorden, westen en zuiden van de invloedssfeer is te zien dat de bodem omhoog beweegt ten opzichte van het referentievlak. De meeste peilmerkgebieden daar liggen tussen de 0 en +2 mm.
2. Binnen de invloedssfeer van gasvoorkomen 'De Blesse' is een kleine dalingskom te zien ten opzichte van de rest van het studiegebied. De meeste peilmerkgebieden recht boven het gasvoorkomen 'De Blesse' liggen tussen -2 en -3 mm. De verdere analyse hiervan ligt buiten de scope van dit rapport.
3. De dekking van de Sentinel-1 PS- en WS-punten zijn onvoldoende om rond meerdere peilmerkpunten een resultaat te tonen. Vooral in het groengebied 'Lendevallei', ten zuidoosten van Wolvega is er helemaal geen dekking (ook niet van DS-punten).

3.7 Toekomstige analyses

Omdat voor deze periode (2019 – 2024) het hoogteverschil is bepaald tussen de laatste 12 weken en de eerste 12 weken van de meetreeks, is het aan te raden voor een toekomstige InSAR analyse ook weer de laatste 12 weken van de huidige meetreeks mee te nemen. Zo kan het toekomstige hoogteverschil in de tijd aangesloten worden met dit hoogteverschil.

4. Waterpas meetnet

Momenteel heeft er nog geen controle van het waterpasmeetnet plaatsgevonden. Na goedkeuring van de InSAR studie wordt een controle ronde uitgevoerd en de resultaten hiervan opgenomen in de definitieve versie van het Meetregister.

5. Samenvatting

In opdracht van Vermilion Energy B.V. heeft Antea Group een satelliet radar interferometrie (InSAR) studie uitgevoerd voor de gasvoorkomens De Blesse, Blesdijke en Sonnega. De studie is uitgevoerd in het kader van het Meetplan 2024 De Blesse – Blesdijke - Sonnega en vormt het officiële en openbare meetregister.

Voor deze studie is Sentinel-1 InSAR data gebruikt om de bodembeweging binnen en buiten de invloedssfeer van de mijnbouwactiviteiten van Vermilion in De Blesse, Blesdijke en Sonnega te bepalen over de periode van 2019 - 2024. Daarnaast is aansluiting gezocht bij de peilmerk differentiestaten uit de eerdere (waterpas-) herhalingsmetingen.

Op basis van deze studie kan worden vastgesteld dat:

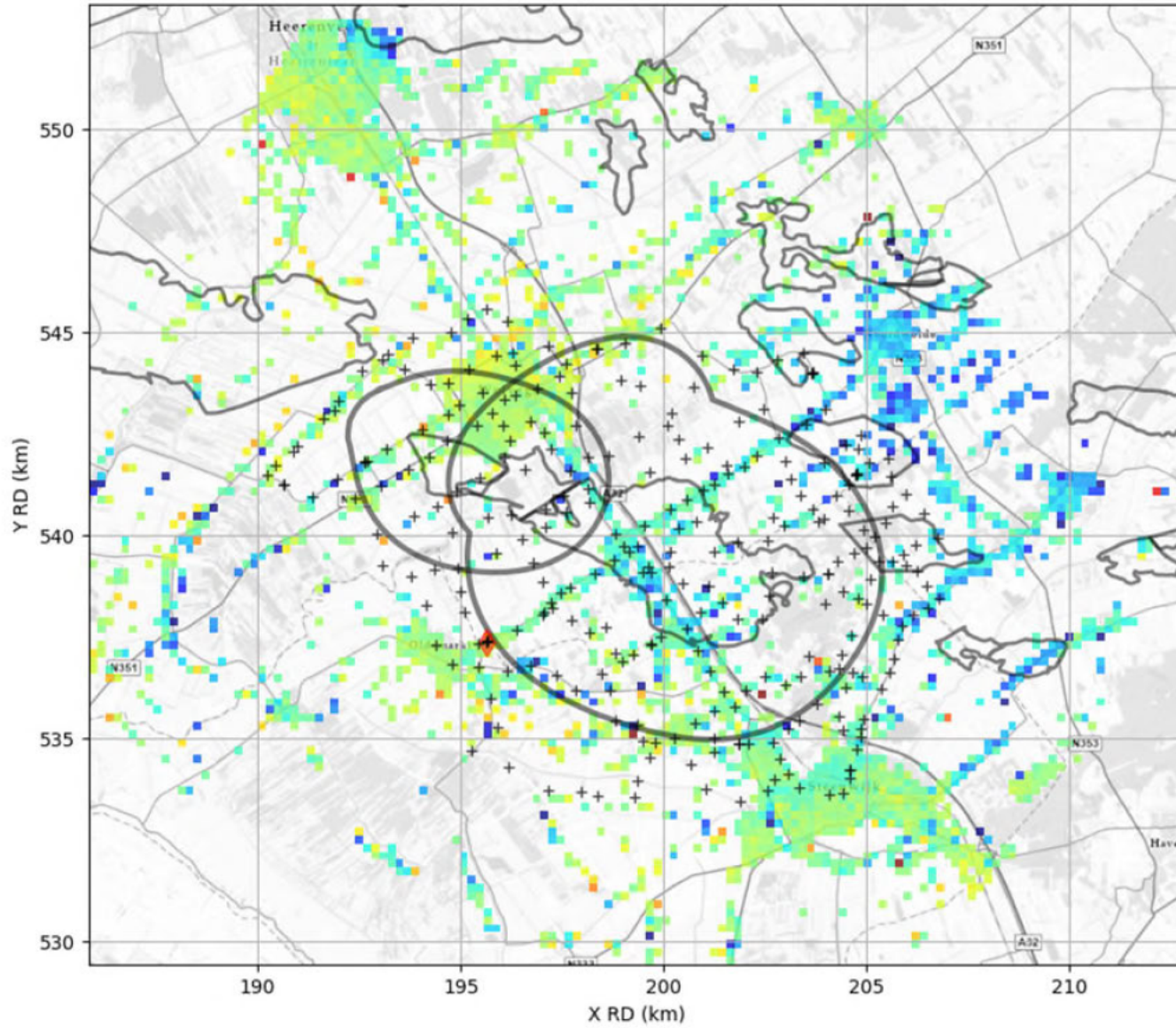
1. De gebruikte analysemethode een goed en vloeiend beeld geeft van de grootschalige bodembeweging ten opzichte van het referentiegebied.
2. Daling wordt geobserveerd boven en rond de bestudeerde gasvoorkomens, en andere NLOG geïndexeerde voorkomens in het studiegebied en het referentiegebied.
3. De geobserveerde daling boven gasvoorkomen 'De Blesse' tussen de 2-3 millimeter is ten opzichte van het referentievlak.
4. De dekking van Sentinel-1 InSAR punten niet voldoende is om voor alle peilmerkgebieden een bodembeweging te geven.

6. Referenties

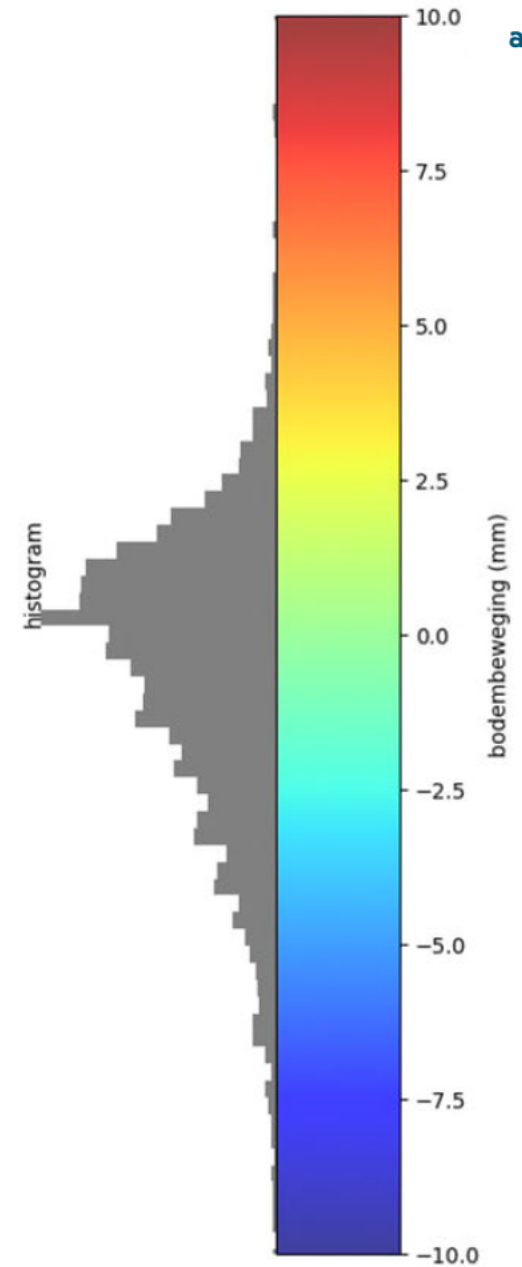
- [1] Meetplan 2024 De Blesse, Blesdijke en Sonnega, versie 1; d.d. 20 oktober 2023
- [2] Meetregister bij het meetplan De Blesse – Blesdijke – Sonnega; Rapportage van de nauwkeurigheidswaterpassing 2019; kenmerk: 0456029.100; d.d. 2 maart 2020
- [3] Meetregister bij het meetplan Waalwijk; rapportage van satelliet radar interferometrie Waalwijk 2022; kenmerk: 0479846.100; rev02; d.d. 18 januari 2023.
- [4] Meetregister bij het meetplan Waalwijk; rapportage van satelliet radar interferometrie Waalwijk 2023; kenmerk: 0488970; rev00; d.d. 23 januari 2024.
- [5] Samieie-Esfahany et al. Proc. 'Fringe 2009 Workshop', Frascati, Italy, 30 November – 4 December 2009 (ESA SP-677, March 2010)
- [6] Geodetische basis voor Mijnbouw (Industrieleidraad ter Geodetische bepaling van bodembeweging als gevolg van mijnbouwactiviteiten), d.d. 14-december 2011 versie 1.0

**Bijlage 1 Bodembewegingskaart 2019 - 2024 per
gridcel**

Bodembeweging 2019-2024 o.b.v. InSAR

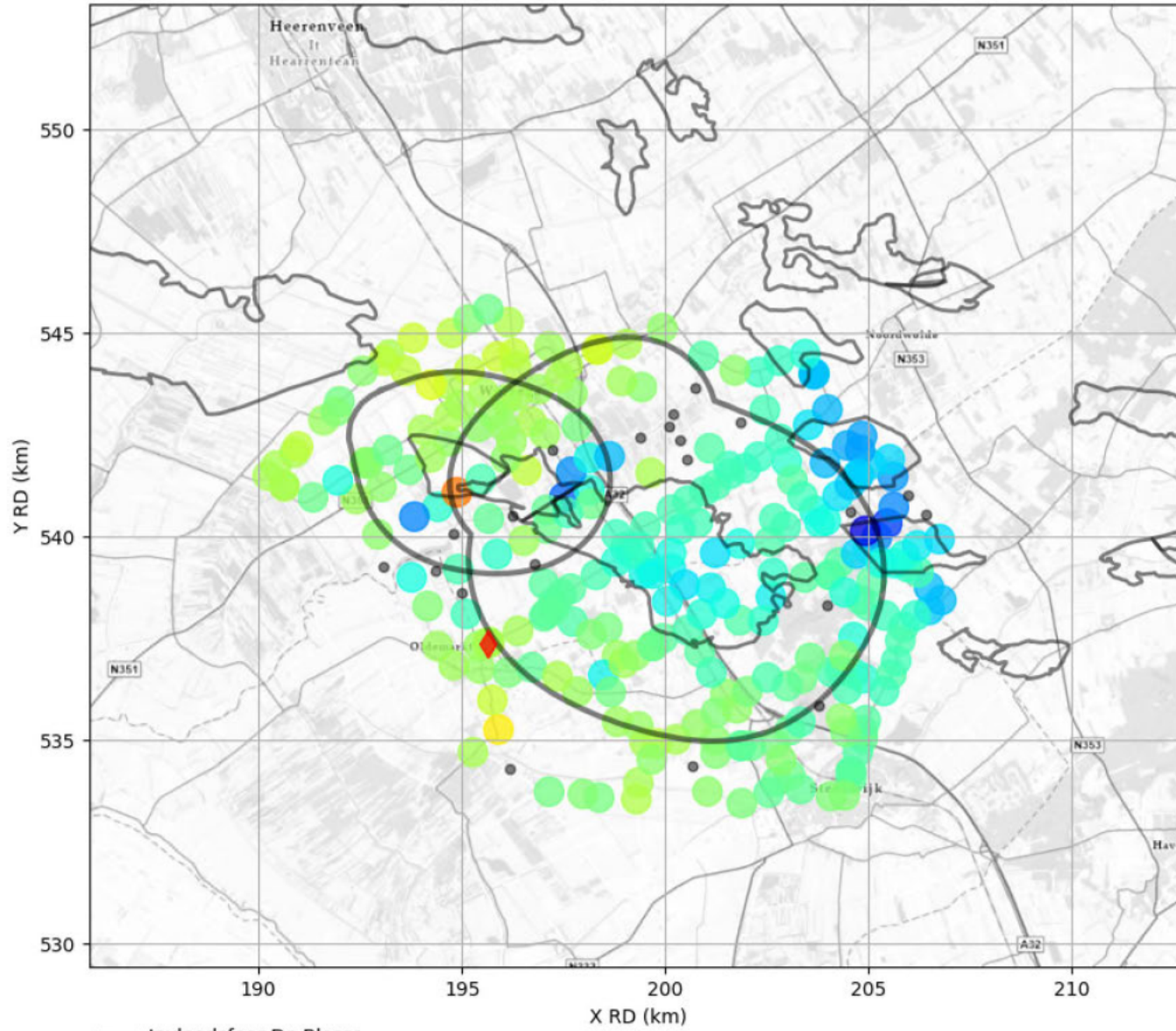


- Invloedsfeer De Blesse
- Invloedsfeer Sonnega
- ◆ peilmerk 016D0058
- + peilmerk



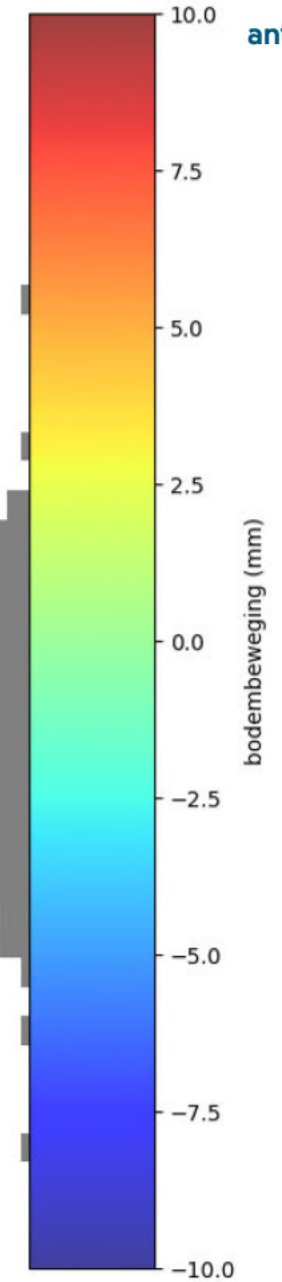
**Bijlage 2 Bodembewegingskaart 2019 - 2024 per
peilmerkgebied**

Bodembeweging peilmerkgebieden 2019-2024 o.b.v. InSAR



- Invloedsfeer De Blesse
- Invloedsfeer Sonnega
- peilmerkgebieden
- ◆ peilmerk 016D0058
- geen resultaat

histogram



Bijlage 3 Differentiestaat

peilmerk nummer	jaar nulmeting	nulmeting NAP (m)	2009 NAP (m)	2010 NAP (m)	2015 NAP (m)	2019 NAP (m)	2024 InSAR (m) *	Diff. (mm) nulmeting - 2024	Diff. (mm) 2019 - 2024
1	dec-19	7,152				7,152	7,151	-0,9	-0,9
2	dec-19	9,717				9,717	9,716	-1,1	-1,1
3	dec-19	5,583				5,583	5,580	-2,1	-2,1
4	dec-19	3,812				3,812	3,807	-4,6	-4,6
5	dec-19	5,475				5,475	5,469	-6,3	-6,3
6	dec-19	5,876				5,876	5,871	-4,8	-4,8
7	okt-99	3,403	3,393			3,393	3,392	-10,3	-0,8
8	dec-19	4,217				4,217	4,213	-4,6	-4,6
9	dec-19	3,406				3,406			
12	okt-99	8,818	8,798			8,792	8,791	-26,7	-1,2
13	dec-19	1,887				1,887	1,883	-3,8	-3,8
14	dec-19	1,559				1,559	1,558	-1,3	-1,3
20	okt-99	1,658	1,654			1,656	1,655	-3,1	-1,3
23	okt-99	3,404	3,385			3,382	3,379	-24,4	-2,5
24	dec-19	3,082				3,082	3,079	-2,3	-2,4
25	dec-19	3,586				3,586	3,583	-2,4	-2,4
26	dec-19	5,953				5,953			
66	okt-99	2,560	2,553			2,554	2,553	-6,8	-0,8
77	dec-19	3,901				3,901			
88	okt-99	3,844	3,838			3,840	3,839	-4,8	-1,1
99	okt-99	5,992	5,984			5,985	5,985	-6,2	-0,1
104	dec-10	0,500		0,500	0,504	0,504	0,505	5,3	1,3
109	dec-10	1,082		1,082	1,085	1,084	1,085	2,7	0,4
115	dec-10	0,228		0,228	0,227	0,224	0,219	-8,9	-5,5
118	dec-10	0,392		0,392	0,391	0,388			
119	dec-10	-0,143		-0,143	-0,143	-0,145			
120	dec-10	-0,353		-0,353	-0,352	-0,356			
121	dec-10	-0,433		-0,433	-0,432	-0,435	-0,437	-4,3	-2,5
122	dec-10	-0,419		-0,419	-0,417	-0,419			
123	dec-10	-0,393		-0,393	-0,391	-0,392	-0,392	1,6	0,4
124	dec-10	0,040		0,040	0,040	0,039			
125	dec-10	0,120		0,120	0,119	0,114	0,113	-6,5	-0,6
127	dec-10	0,029		0,029	0,031	0,030	0,032	2,9	1,7
128	dec-10	-0,059		-0,059	-0,057	-0,057		58,7	
129	dec-10	0,344		0,344	0,347	0,346	0,346	1,9	-0,1
130	dec-10	-0,244		-0,244	-0,242	-0,243			
131	dec-10	0,065		0,065	0,068	0,068	0,069	3,4	0,5
133	dec-10	0,076		0,076	0,078	0,077	0,078	1,8	0,4
134	dec-10	-0,038		-0,038	-0,036	-0,037	-0,037	1,2	0,0
135	dec-10	0,525		0,525	0,528	0,530	0,532	6,4	2,0
136	dec-10	0,506		0,506	0,508	0,510	0,512	6,6	2,0
137	dec-10	1,919		1,919	1,920	1,920	1,921	1,8	1,2
138	dec-10	2,033		2,033	2,033	2,034	2,035	1,9	1,2
141	dec-19	1,681				1,681			
144	dec-19	0,863				0,863	0,859	-3,5	-3,5
148	dec-19	2,198				2,198	2,196	-2,0	-2,0
149	dec-19	2,834				2,834	2,831	-3,4	-3,4
150	dec-19	0,168				0,168	0,167	-1,0	-1,0
151	dec-19	-0,102				-0,102			
152	dec-19	-0,267				-0,267			
155	dec-19	0,920				0,920	0,916	-3,5	-3,5
156	dec-19	2,831				2,831	2,827	-3,3	-3,3
1010	okt-99	5,599	5,596			5,598	5,599	-0,1	0,7
1040	mrt-15	0,052			0,052	0,052	0,054	1,3	1,2
1050	mrt-15	0,615			0,615	0,615	0,616	1,0	1,2
2424	okt-99	3,311	3,291			3,286	3,283	-27,8	-2,6

peilmerknummer	jaar nulmeting	nulmeting NAP (m)	2009 NAP (m)	2010 NAP (m)	2015 NAP (m)	2019 NAP (m)	2024 InSAR (m) *	Diff. (mm) nulmeting - 2024	Diff. (mm) 2019 - 2024
2525	okt-99	3,501	3,481			3,473	3,470	-30,5	-2,7
000A2885	dec-19	0,343				0,343	0,339	-3,7	-3,7
000A2886	dec-19	1,711				1,711	1,707	-3,4	-3,4
016B0001	dec-10	3,368		3,368	3,369	3,368	3,369	0,8	1,0
016B0004	okt-99	6,933	6,927			6,931	6,931	-2,0	0,2
016B0009	dec-19	3,165				3,165	3,164	-0,7	-0,7
016B0010	okt-99	2,578	2,573	2,577	2,577	2,576	2,575	-3,3	-0,8
016B0023	okt-99	2,394	2,379	2,383	2,380	2,377	2,375	-18,6	-1,3
016B0026	okt-99	2,020	2,002	2,006	2,001	1,999	1,997	-22,7	-1,6
016B0028	okt-99	4,688	4,666			4,659	4,657	-31,4	-2,6
016B0032	dec-10	1,541		1,541	1,541	1,538			
016B0039	mrt-15	1,056			1,056	1,054	1,055	-1,2	1,1
016B0040	dec-10	1,787		1,787	1,789	1,788	1,788	1,4	0,4
016B0041	dec-10	1,623		1,623	1,623	1,622	1,622	-0,7	0,4
016B0044	okt-99	1,023	1,001	1,007	1,001	0,989	0,987	-36,4	-2,3
016B0047	mrt-15	0,303			0,303	0,278	0,279	-24,1	0,7
016B0049	dec-10	2,041		2,041	2,041	2,038	2,039	-1,8	0,5
016B0053	dec-10	2,033		2,033	2,035	2,035	2,035	1,9	0,7
016B0055	dec-10	1,785		1,785	1,788	1,788	1,789	3,3	0,8
016B0056	mrt-15	0,911			0,911	0,910	0,912	1,0	1,6
016B0057	dec-10	2,296		2,296	2,298	2,298	2,300	3,9	1,8
016B0059	dec-10	1,265		1,265	1,267	1,266	1,267	2,0	1,2
016B0093	dec-10	0,992		0,992	0,994	0,993	0,993	0,9	-0,3
016B0097	dec-10	2,177		2,177	2,179	2,179	2,180	2,6	0,4
016B0119	dec-19	3,285				3,285	3,286	1,2	1,2
016B0144	mrt-15	0,382			0,382	0,378	0,377	-4,2	-0,2
016B0146	mrt-15	0,434			0,434	0,432	0,432	-1,5	0,3
016B0150	mrt-15	0,639			0,639	0,640	0,641	2,1	1,6
016B0167	dec-10	2,819		2,819	2,821	2,822	2,823	3,8	1,2
016B0170	dec-19	1,590				1,590	1,590	0,5	0,5
016B0171	okt-99	2,778	2,764	2,767	2,762	2,761	2,759	-18,6	-1,3
016B0172	dec-10	1,176		1,176	1,177	1,175	1,173	-3,7	-2,0
016B0179	mrt-15	1,059			1,059	1,058	1,060	1,1	1,9
016B0180	mrt-15	-0,038			-0,038	-0,056	-0,055	-16,8	1,0
016B0184	dec-10	1,211		1,211	1,213	1,213	1,214	3,0	0,9
016B0185	okt-99	0,691	0,680	0,684	0,683	0,680	0,679	-11,7	-0,5
016B0186	okt-99	0,345	0,330	0,334	0,331	0,325	0,324	-21,0	-0,4
016B0187	okt-99	4,651	4,644	4,648	4,647	4,646	4,645	-6,1	-0,7
016B0188	dec-10	0,782		0,782	0,783	0,780	0,786	3,3	5,7
016B0189	mrt-15	1,076			1,076	1,076	1,076	-0,2	0,2
016B0190	dec-10	5,413		5,413	5,415	5,414	5,415	2,6	0,9
016B0192	dec-10	1,563		1,563	1,566	1,566	1,567	3,9	1,2
016B0199	mrt-15	-0,152			-0,152	-0,154	-0,155	-2,7	-0,4
016B0201	dec-10	0,754		0,754	0,754	0,751	0,750	-4,2	-1,3
016B0204	okt-99	3,032	3,019	3,024	3,021	3,019	3,018	-13,4	-0,9
016B0205	dec-19	-0,106				-0,106	-0,105	1,0	1,0
016B0209	dec-10	0,475		0,475	0,475	0,471	0,467	-8,2	-4,6
016B0211	dec-19	1,001				1,001	1,002	0,9	0,9
016B0215	mrt-15	-0,237			-0,237	-0,239	-0,238	-0,6	1,1
016B0219	dec-10	1,965		1,965	1,968	1,967	1,968	2,6	0,5
016B0220	mrt-15	0,751			0,751	0,750	0,751	0,1	1,6
016B0221	dec-10	1,121		1,121	1,122	1,119	1,114	-6,3	-4,9
016B0222	mrt-15	0,386			0,386	0,385	0,383	-3,8	-2,3
016B0223	dec-10	0,755		0,745	0,745	0,745	0,743	-12,0	-1,5
016B0224	jul-09	1,696	1,696	1,699	1,694	1,692	1,690	-5,4	-1,6
016B0225	okt-99	0,374	0,372	0,376	0,377	0,376	0,373	-1,4	-2,6

peilmerknummer	jaar nulmeting	nulmeting NAP (m)	2009 NAP (m)	2010 NAP (m)	2015 NAP (m)	2019 NAP (m)	2024 InSAR (m) *	Diff. (mm) nulmeting - 2024	Diff. (mm) 2019 - 2024
016B0226	jul-09	1,635	1,635	1,640	1,639	1,637	1,636	0,4	-1,4
016B0227	jul-09	0,750	0,750	0,753	0,751	0,749	0,748	-1,8	-0,9
016B0228	okt-99	2,241	2,221	2,224	2,219	2,216	2,214	-26,9	-1,7
016B0229	okt-99	2,283	2,267	2,269	2,264	2,262	2,260	-23,0	-2,1
016B0230	okt-99	1,897	0,189		1,897	1,894	1,895	-2,2	1,1
016B0231	jul-09	0,210	0,210	0,213	0,213	0,212	0,212	2,2	0,8
016B0232	dec-10	1,716		1,716	1,718	1,719	1,720	4,4	0,9
016B0233	dec-10	1,353		1,353	1,357	1,358	1,360	6,2	1,9
016B0234	dec-10	1,127		1,127	1,131	1,131	1,132	4,9	1,7
016B0235	dec-10	2,090		2,090	2,093	2,092	2,093	3,5	1,0
016B0236	dec-10	1,681		1,681	1,684	1,684	1,685	4,1	1,1
016B0237	dec-10	1,414		1,414	1,416	1,416	1,417	3,4	1,1
016B0238	dec-10	2,267		2,267	2,270	2,270	2,271	3,9	0,9
016B0239	dec-10	1,972		1,972	1,974	1,974	1,975	3,2	0,7
016B0240	dec-10	3,167		3,167	3,169	3,170	3,170	3,2	0,8
016B0241	dec-10	0,758		0,758	0,761	0,760	0,760	1,4	-0,4
016B0242	dec-10	1,306		1,306	1,308	1,307	1,305	-0,8	-1,3
016B0243	dec-10	-0,115		-0,115	-0,119	-0,125	-0,126	-10,1	-0,7
016B0244	dec-10	-0,200		-0,200	-0,201	-0,205	-0,206	-6,8	-1,9
016B0245	dec-10	2,592		2,592	2,586	2,585	2,583	-8,9	-1,8
016B0246	dec-10	1,502		1,502	1,506	1,505	1,506	3,6	1,1
016B0247	dec-10	0,035		0,035	0,036	0,035	0,032	-3,7	-3,8
016B0261	mrt-15	0,701			0,701	0,701	0,703	1,6	1,3
016B0262	mrt-15	0,725			0,725	0,726	0,725	0,3	-0,3
016B0263	mrt-15	0,399			0,399	0,397	0,397	-2,2	0,2
016B0265	mrt-15	1,061			1,061	1,060	1,063	2,3	2,4
016B0266	mrt-15	0,180			0,180	0,179	0,181	0,2	1,7
016B0267	mrt-15	2,408			2,408	2,402	2,403	-4,7	0,9
016B0270	dec-19	0,717				0,717	0,717	0,2	0,2
016B0271	dec-19	2,016				2,016	2,017	1,4	1,4
016B0272	dec-19	2,569				2,569	2,570	1,0	1,0
016D0041	dec-19	0,138				0,138	0,139	1,1	1,1
016D0045	dec-19	2,435				2,435	2,436	0,7	0,7
016D0047	dec-19	3,405				3,405	3,405	0,1	0,1
016D0052	dec-19	4,378				4,378	4,378	-0,2	-0,2
016D0053	okt-99	3,845	3,842			3,846	3,847	1,2	0,9
016D0057	dec-19	2,173				2,173	2,174	0,7	0,7
016D0058	dec-10	3,221		3,221	3,221	3,221	3,222	1,1	1,1
016D0061	okt-99	4,360	4,355			4,353	4,354	-6,1	0,5
016D0062	okt-99	6,908	6,898			6,897	6,897	-10,9	-0,4
016D0063	okt-99	7,584	7,572			7,571	7,570	-13,4	-0,9
016D0095	dec-19	5,063				5,063	5,066	3,2	3,2
016D0117	okt-99	5,035	5,026			5,025	5,025	-10,2	-0,4
016D0127	dec-19	4,832				4,832	4,834	1,9	1,9
016D0128	dec-19	2,045				2,045	2,045	0,8	0,8
016D0162	dec-19	2,877				2,877	2,878	0,7	0,7
016D0177	dec-19	2,374				2,374	2,375	0,6	0,6
016D0178	dec-19	4,575				4,575	4,574	-0,6	-0,6
016D0186	dec-19	6,415				6,415	6,416	1,1	1,1
016D0187	dec-19	8,398				8,398	8,400	1,4	1,4
016D0204	dec-19	5,106				5,106	5,107	1,1	1,1
016D0205	dec-19	7,449				7,449	7,450	0,9	0,9
016D0206	dec-19	1,491				1,491	1,492	0,4	0,4
016D0207	dec-19	-0,743				-0,743	-0,743	-0,2	-0,2
016D0208	dec-19	-0,380				-0,380			
016D0209	dec-19	2,674				2,674	2,675	0,9	0,9

peilmerknummer	jaar nulmeting	nulmeting NAP (m)	2009 NAP (m)	2010 NAP (m)	2015 NAP (m)	2019 NAP (m)	2024 InSAR (m) *	Diff. (mm) nulmeting - 2024	Diff. (mm) 2019 - 2024
016D0211	dec-19	-0,393				-0,393	-0,393	-0,2	-0,2
016D0212	dec-19	0,169				0,169	0,169	0,2	0,2
016E0001	okt-99	8,848	8,833			8,832	8,830	-18,1	-1,3
016E0007	dec-19	2,022				2,022	2,021	-1,3	-1,3
016E0010	okt-99	9,370	9,351			9,345	9,342	-27,6	-3,1
016E0012	okt-99	9,164	9,144			9,140	9,137	-26,1	-2,1
016E0013	okt-99	9,301	9,281			9,274	9,271	-29,7	-2,8
016E0014	okt-99	9,982	9,963			9,961	9,959	-23,1	-2,6
016E0016	okt-99	7,215	7,201			7,196	7,193	-21,3	-2,8
016E0019	dec-19	2,591				2,591	2,590	-1,2	-1,2
016E0020	dec-19	4,779				4,779	4,778	-1,0	-1,0
016E0023	dec-19	2,398				2,398	2,395	-3,5	-3,5
016E0027	okt-99	2,278	2,708			6,163	6,161	3882,6	-1,9
016E0033	dec-19	10,379				10,379	10,378	-0,9	-0,9
016E0035	dec-19	10,750				10,750	10,746	-3,4	-3,4
016E0043	okt-99	3,082	3,073	3,077	3,074	3,072	3,071	-11,4	-1,4
016E0044	okt-99	3,344	3,332			3,334	3,333	-11,2	-1,4
016E0047	okt-99	5,904	5,899			5,900	5,898	-6,2	-1,6
016E0048	okt-99	4,173	4,167			4,164	4,162	-10,8	-2,5
016E0049	dec-19	6,338				6,338	6,329	-8,3	-8,3
016E0058	okt-99	3,432	3,430	3,436	3,437	3,434	3,432	-0,3	-1,6
016E0059	okt-99	2,733	2,731			2,728	2,727	-6,0	-0,9
016E0061	dec-19	4,515				4,515	4,512	-3,0	-3,0
016E0062	dec-19	4,641				4,641	4,638	-3,3	-3,3
016E0063	dec-19	5,859				5,859	5,856	-3,2	-3,3
016E0068	okt-99	2,204	0,220			2,205	2,203	-0,9	-1,7
016E0069	dec-19	1,820	2,204			1,820	1,817	-3,0	-3,0
016E0070	dec-19	3,141				3,141	3,136	-4,2	-4,2
016E0089	dec-19	2,779				2,779	2,776	-2,2	-2,2
016E0166	okt-99	5,643	5,634			5,630	5,629	-13,7	-1,2
016E0181	dec-19	10,506				10,506	10,505	-1,1	-1,1
016E0187	dec-19	2,158				2,158	2,156	-1,7	-1,7
016E0188	dec-19	1,563				1,563	1,562	-1,4	-1,5
016E0190	okt-99	2,974	2,970			2,973	2,972	-2,3	-1,6
016E0195	dec-19	2,171				2,171	2,167	-3,8	-3,8
016E0198	okt-99	9,023	9,010			9,011	9,009	-13,4	-1,9
016E0215	dec-19	3,369				3,369	3,370	0,4	0,4
016E0223	okt-99	6,280	6,260			6,257	6,255	-25,4	-2,7
016E0227	dec-19	3,457				3,457	3,455	-1,1	-1,1
016E0228	jul-09	1,943	1,943	1,947	1,946	1,943	1,941	-2,0	-1,4
016E0252	okt-99	2,031	2,027	2,033	2,034	2,030	2,029	-2,2	-1,4
016E0253	okt-99	2,312	2,311	2,316	2,318	2,316	2,315	2,8	-1,0
016E0254	okt-99	0,361	0,353	0,356	0,353	0,346			
016E0255	okt-99	-0,383	-0,382	-0,378	-0,375	-0,377			
016E0256	jul-09	0,311	0,311	0,316	0,318	0,315			
016E0264	dec-19	2,674				2,674	2,670	-3,9	-3,9
016E0266	dec-19	3,294				3,294	3,290	-4,3	-4,3
016E0267	dec-19	2,975				2,975	2,973	-1,7	-1,7
016E0269	dec-19	3,305				3,305	3,301	-4,4	-4,4
016E0276	okt-99	2,803	2,799			2,800	2,798	-4,8	-1,5
016E0277	okt-99	3,084	3,081			3,084	3,082	-2,2	-1,8
016E0278	okt-99	3,013	3,002			3,001	2,998	-14,6	-2,5
016E0279	okt-99	3,263	3,247			3,242	3,239	-23,9	-3,1
016E0280	okt-99	2,757	2,745			2,740	2,738	-18,2	-1,8
016E0281	dec-19	2,900				2,900	2,896	-3,8	-3,8
016E0282	dec-19	3,918				3,918	3,916	-1,8	-1,8

peilmerk nummer	jaar nulmeting	nulmeting NAP (m)	2009 NAP (m)	2010 NAP (m)	2015 NAP (m)	2019 NAP (m)	2024 InSAR (m) *	Diff. (mm) nulmeting - 2024	Diff. (mm) 2019 - 2024
016E0283	dec-19	4,623				4,623	4,621	-2,3	-2,3
016E0284	dec-19	3,569				3,569	3,566	-2,9	-2,9
016E0285	dec-19	4,956				4,956	4,953	-2,4	-2,4
016E0286	dec-19	2,153				2,153	2,151	-1,6	-1,6
016E0287	dec-19	4,927				4,927	4,925	-2,2	-2,2
016E0288	dec-19	3,761				3,761	3,757	-3,6	-3,6
016E0299	dec-19	3,091				3,091	3,087	-3,3	-3,3
016E0306	dec-19	1,627				1,627	1,625	-1,3	-1,3
016E0309	dec-19	2,552				2,552			
016E0311	dec-19	3,790				3,790	3,788	-2,2	-2,2
016E0319	dec-19	2,324				2,324	2,323	-1,9	-2,0
016E0332	dec-19	4,476				4,476	4,473	-2,5	-2,5
016E0333	dec-19	2,609				2,609	2,606	-3,2	-3,2
016E0334	dec-19	3,880				3,880	3,879	-1,4	-1,4
016E0335	dec-19	2,707				2,707	2,705	-2,5	-2,5
016G0069	dec-19	0,170				0,170	0,171	0,4	0,4
016G0070	dec-19	1,156				1,156	1,155	-0,7	-0,7
016G0071	dec-19	5,616				5,616	5,617	0,1	0,1
016G0085	dec-19	7,438				7,438	7,439	0,4	0,4
016G0086	dec-19	17,617				17,617	17,616	-0,7	-0,8
016G0089	dec-19	0,774				0,774	0,774	-0,9	-0,9
016G0091	dec-19	2,144				2,144	2,143	-0,6	-0,6
016G0092	dec-19	1,078				1,078	1,077	-0,7	-0,7
016G0093	dec-19	1,174				1,174	1,173	-1,0	-1,0
016G0109	dec-19	3,732				3,732	3,731	-0,5	-0,5
016G0112	dec-19	2,895				2,895			
016G0116	dec-19	1,074				1,074	1,074	-0,4	-0,4
016G0117	dec-19	1,337				1,337	1,336	-1,0	-1,0
016G0128	dec-19	13,395				13,395	13,396	0,5	0,5
016G0135	dec-19	2,634				2,634	2,632	-2,1	-2,1
016G0137	dec-19	2,007				2,007	2,006	-1,1	-1,1
016G0139	dec-19	2,251				2,251	2,249	-1,4	-1,4
016G0161	dec-19	12,716				12,716	12,716	0,2	0,2
016G0165	dec-19	1,785				1,785	1,785	-0,4	-0,5
016G0167	dec-19	10,073				10,073	10,075	1,1	1,1
016G0168	dec-19	13,238				13,238	13,239	0,6	0,6
016G0169	dec-19	14,160				14,160	14,160	0,1	0,1
016G0172	okt-99	7,046	7,037			7,038	7,037	-9,2	-0,9
016G0181	dec-19	1,157				1,157	1,156	-0,9	-0,9
016G0208	dec-19	3,895				3,895	3,895	-0,2	-0,2
016G0237	dec-19	14,258				14,258	14,259	0,5	0,5
016G0248	dec-19	0,062				0,062	0,062	-0,1	-0,1
016G0269	dec-19	5,665				5,665	5,665	0,2	0,2
016G0289	dec-19	16,166				16,166	16,165	-0,5	-0,5
016G0290	dec-19	17,503				17,503	17,503	-0,7	-0,8
016G0291	dec-19	9,507				9,507	9,506	-1,5	-1,5
016G0292	dec-19	1,418				1,418	1,417	-1,2	-1,2
016G0293	dec-19	1,340				1,340	1,338	-1,5	-1,5
016G0311	dec-19	2,806				2,806	2,805	-1,3	-1,3
016G0312	dec-19	2,597				2,597	2,595	-1,8	-1,8
016G0313	dec-19	2,665				2,665	2,663	-1,3	-1,4
016G0314	dec-19	2,390				2,390	2,389	-1,4	-1,4
016G0315	dec-19	2,622				2,622	2,622	0,5	0,5
016G0317	dec-19	3,696				3,696	3,695	-1,3	-1,3
016G0318	dec-19	14,204				14,204	14,204	-0,3	-0,3
016G0326	dec-19	1,939				1,939	1,939	0,2	0,2

peilmerk nummer	jaar nulmeting	nulmeting NAP (m)	2009 NAP (m)	2010 NAP (m)	2015 NAP (m)	2019 NAP (m)	2024 InSAR (m) *	Diff. (mm) nulmeting - 2024	Diff. (mm) 2019 - 2024
016G0341	dec-19	15,519				15,519	15,519	-0,1	-0,1
016G0342	dec-19	3,829				3,829	3,829	-0,2	-0,3
016G0343	dec-19	5,195				5,195	5,194	-0,7	-0,8
016G0344	dec-19	12,512				12,512	12,511	-1,2	-1,2
016G0345	dec-19	2,035				2,035			
016G0346	dec-19	2,419				2,419	2,420	0,3	0,3
016G0347	dec-19	0,708				0,708	0,708	-0,7	-0,7
016G0348	dec-19	-0,322				-0,322	-0,322	0,0	0,0

* De waarden in 'kolom 2024 InSAR (mm)' zijn de gemiddelde waarden van de met InSAR technieken bepaalde hoogte van een 'peilmerkget'.
 Waarbij als 'peilmerkgebied' een gebied met een straal van 500 meter rondom het betreffende peilmerk is aangehouden.
 Het betreft hierbij dus niet de exacte hoogte van het desbetreffende peilmerk.

**Bijlage 4 Factual Report on InSAR Processing
(SkyGeo)**

De Blesse

Factual Report on InSAR Processing

1 Document status

1.1 Overview

Title	Factual Report
Timestamp	29-Apr-2024 13:50 GMT
Customer	Antea
Viewer	De Blesse

1.2 Layers

This factual report covers the following InSAR datasets, available as layers for De Blesse:

1. S1 Dsc
2. S1 Asc

Contents

1 Document status	2
1.1 Overview	2
1.2 Layers	2
2 Area of interest	4
3 Observation period	5
3.1 Timespan	5
3.2 Satellites	5
4 Data delivery and file conventions	6
4.1 InSAR datasets	6
4.2 Other datasets	6
5 Quality assurance	7
Appendices	8

2 Area of interest

In Figure 1, the red outline indicates the area covered by InSAR measurements, which is approximately 494.56 km². Note: This area may deviate from the processed area.

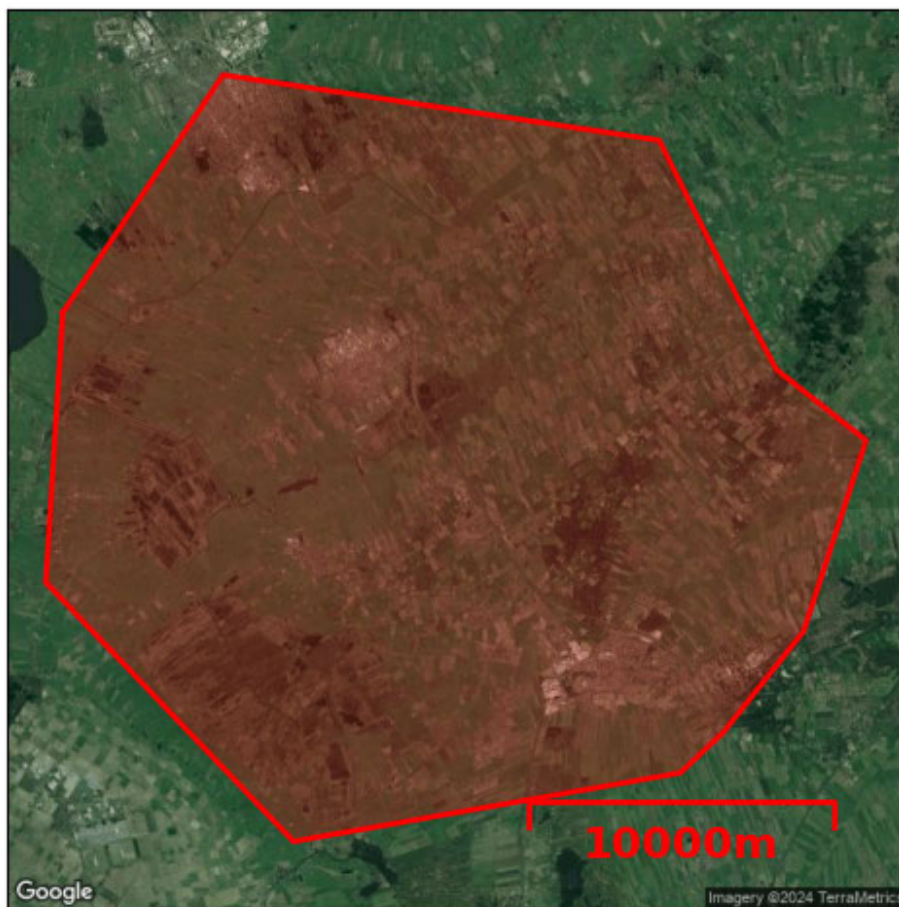


Figure 1: Measurement area, overlaid on Google Earth

3 Observation period

3.1 Timespan

The deformation is analyzed for the period 03 November 2019 to 28 February 2024, see figure 2.

Dataset	Satellite	Period	Images	Median time interval
S1 Dsc	Sentinel-1	05-11-2019 - 18-02-2024	194	6
S1 Asc	Sentinel-1	03-11-2019 - 28-02-2024	190	6

3.2 Satellites

The satellites and orbits used to acquire these sets are described in the table(s) below:

Satellite	Sentinel-1
Pass direction	ascending
Incidence angle	[31.33967509637153, 33.636881279787396]
Resolution	13.24m x 3.71m
Satellite	Sentinel-1
Pass direction	descending
Incidence angle	[38.11401751195254, 40.24946759019428]
Resolution	13.23m x 3.5m

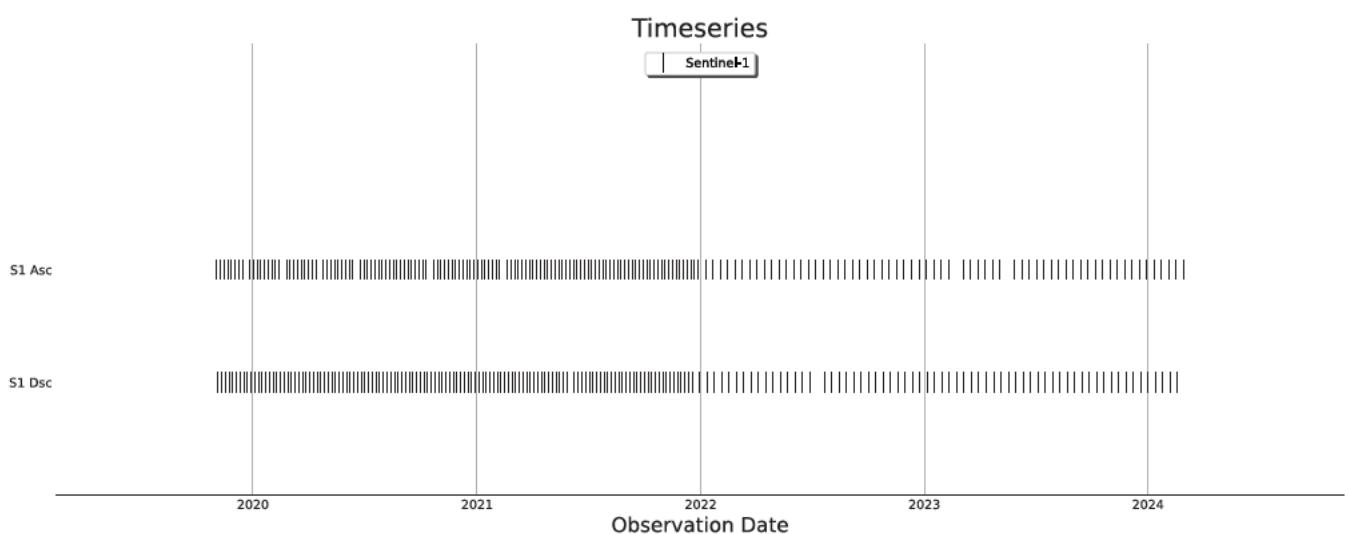


Figure 2: The temporal baseline, a graphical view of the images used for each dataset.

4 Data delivery and file conventions

The data described in this factual report is delivered in standardized file formats.

4.1 InSAR datasets

The InSAR datasets can be downloaded from the portal in Comma Separated Values (CSV) format. Their naming is different from the title they have in the portal:

S1 Dsc	fullpixel_nl_antea_s1_dsc_t37_v6_20240408103746.csv
S1 Asc	fullpixel_nl_antea_s1_asc_t15_v4_20240406001925.csv

These files contain all the data that is displayed in the portal. Each CSV file contains a single-line header containing the abbreviated descriptions of the corresponding column contents. The following columns can be used in the datasets:

pnt_ampconsist	Measure of consistency of the amplitude signal	[-]
pnt_demheight	Height according to SRTM w.r.t. ellipsoid	[m] (WGS84)
pnt_demheight_high	Height according to high resolution DEM as stated in .json file w.r.t. ellipsoid	[m] (WGS84)
pnt_enscoh	Measure of fit between 0-1 of the estimated deformation and modelled observation	[-]
pnt_flags	Indication of type of point, in the order of: used for reference (0), DS (1), PS(2), should be visualized (3)	[-]
pnt_geoid	Geoid height w.r.t. ellipsoid	[m] (WGS84)
pnt_height	Z-coordinate of the observation w.r.t. ellipsoid	[m] (WGS84)
pnt_id	Unique code of point	[-]
pnt_inciangle	Incidence angle of the radar wave at the observation	[-]
pnt_lat	Latitude-coordinate of observation	[deg] (WGS84)
pnt_line	Range coordinate in the radar image	[-]
pnt_linear	Linear deformation	[m/year]
pnt_lon	Longitude-coordinate of observation	[deg] (WGS84)
pnt_pixel	Azimuth coordinate in the radar image	[-]
pnt_quadratic	Quadratic model term in the deformation	[m/yr ²]
pnt_quality	Relative quality of observation	[-]
pnt_seasonal_cos	Cosinus seasonal model term in the deformation	[m]
pnt_seasonal_sin	Sinus seasonal model term in the deformation	[m]
d_<date>	The cumulative deformation at <date>	[m]
a_<date>	The magnitude of the amplitude at <date>	[dB]

4.2 Other datasets

The other datasets – often maps derived from postprocessing InSAR datasets – can be downloaded from the portal as well. These datasets are delivered in ESRI Shapefile format.

Note: Please make sure to download all files for a dataset, i.e., the shp, cpj, prj, qix, qpj and shx files. The ESRI shapefile format can be opened by all GIS packages including the free QGIS software.

5 Quality assurance

Before final delivery to the online portal, all data sets have been checked and approved on the following points:

- Data Delivery:
 - Checked if the data is available to the customer using his/her login details on the web portal
 - Checked if the measurement point locations correspond with background optical images
 - Checked if the desired coordinate system is present in delivered files
- Data Completeness:
 - Area of interest delivered
 - Time series delivered
 - Satellite source data used
- Data Quality:
 - Checked for validity of point quality cut-off level
 - Checked for measurements in 'unlikely' locations such as on water, canopy, etc.
 - Checked for unlikely values, e.g., minimum and maximum deformations or height estimates
 - Checked for signs of a 'trend' in deformation over the area of interest
 - Checked validity of measurement reference location(s)
 - Checked if geo-referencing was applied correctly
 - Checked for signs of side lobes being reported as measurement points
- Data Verification:
 - Checked the correspondence with a DEM
 - Checked quality of applied DEM-based 'high/low' separation
 - Checked for consistency in linear deformation rates, point quality, point density, etc. with other and/or external datasets.

The delivered datasets are checked and approved on these points.

The InSAR datasets are made with the following software:

- DORIS - TU Delft
- PyAntares version: 0.0.0

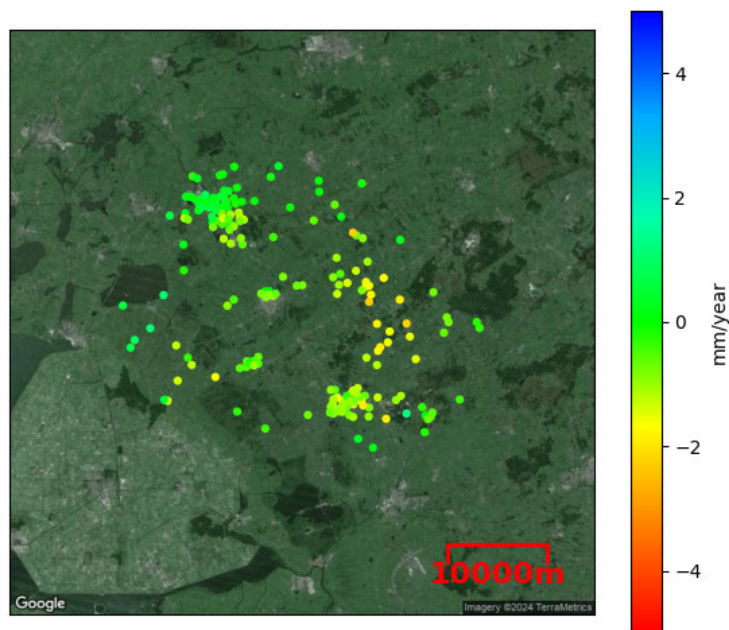
Appendices

S1 Dsc

Number of scatterers	637885			
Deformation direction	line of sight			
Data statistics		Linear rate [mm/yr]	Height [m]	Quality [-]
	1 st Percentile	-36.47	37.44	0.40
	Average	-2.72	45.70	0.61
	99 th Percentile	17.37	61.04	0.95
Model components	Linear (applied), Quadratic (applied), Seasonal (applied)			

Referencing

The default methodology is used. A spatial reference is determined from a selection of high quality InSAR points (the "network") and reduced to a virtual reference point by taking a (weighted) average. This is a plot showing the linear deformation rates of all 190 reference points:



Atmospheric disturbance modeling

Kriging based on data-derived spatial variogram analysis. The kriging is based on the primary and secondary networks. Arclengths are set on a case-dependent basis, and are based on the customer provided a-priori information on deformation characteristics and DEM variations.

Internal Production ID	58812ab12dbc2da0c27767ff62f1cf9da9515353
-------------------------------	--

S1 Asc

Number of scatterers	651113			
Deformation direction	line of sight			
Data statistics		Linear rate [mm/yr]	Height [m]	Quality [-]
	1 st Percentile	-41.14	37.51	0.40
	Average	-4.42	45.46	0.58
	99 th Percentile	17.95	59.19	0.94
Model components	Linear (applied), Quadratic (applied), Seasonal (applied)			
Referencing	<p>The default methodology is used. A spatial reference is determined from a selection of high quality InSAR points (the "network") and reduced to a virtual reference point by taking a (weighted) average. This is a plot showing the linear deformation rates of all 163 reference points:</p>			
Atmospheric disturbance modeling	<p>Kriging based on data-derived spatial variogram analysis. The kriging is based on the primary and secondary networks. Arclengths are set on a case-dependent basis, and are based on the customer provided a-priori information on deformation characteristics and DEM variations.</p>			
Internal Production ID	ba857df759ba046df14eca8579d7c87d82bdc666			

Bijlage 5 InSAR meetdata

(digitaal bijgevoegd)

Bijlage 6 Overzichtstekening vervallen peilmerken waterpas meetnet

(wordt later toegevoegd)

Over Antea Group

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

Contactgegevens

Tolhuisweg 57
8443 DV Heerenveen
Postbus 24
8440 AA Heerenveen

Copyright ©

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

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

www.anteagroup.nl