



Meetregister bij het meetplan Waalwijk

Rapportage van satelliet radar interferometrie
Waalwijk 2023

Antea Group

Understanding today.
Improving tomorrow.

projectnummer 0488970
definitief revisie 00
23 januari 2024

Meetregister bij het meetplan Waalwijk

Rapportage van satelliet radar interferometrie Waalwijk 2023

projectnummer 0488970
definitief revisie 00
23 januari 2024

Opdrachtgever

Vermilion Energy Netherlands B.V.
Postbus 71
8860 AB HARLINGEN



datum	beschrijving
23 januari 2024	definitief



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	8
3.3	Resultaat 2018-2023 per gridcel	8
3.4	Resultaat 2018-2023, per peilmerkgebied	10
4	Waterpas meetnet	12
4.1	Controle meetnet	12
4.2	Instandhouding van het waterpas meetnet	12
5	Samenvatting	14
6	Referenties	15

Bijlage 1 Bodembewegingskaart 2018 – 2023 per gridcel

Bijlage 2 Bodembewegingskaart 2018 – 2023 per peilmerkgebied

Bijlage 3 Differentiestaat

Bijlage 4 Factual Report on InSAR Processing (SkyGeo)

Bijlage 5 InSAR meetdata (digitaal bijgevoegd)

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 Waalwijk-Noord, Sprang Loon op Zand en Loon op Zand Zuid. De studie is uitgevoerd in het kader van het Meetplan 2023 Waalwijk (versie 2 dd. 9 mei 2023) en bevindt zich in de winnings-vergunning Waalwijk.

Doel van de werkzaamheden is het kunnen vaststellen of er bodemdaling is opgetreden in het gebied, globaal gesitueerd tussen Wijk en Aalburg en Tilburg gedurende de periode 2018- 2023 en omvat de voorkomens Waalwijk Noord, Sprang, Loon op Zand en Loon op Zand Zuid. Het nu voorliggende rapport vormt het officiële en openbare meetregister en is de vijfde herhalingsmeting voor de winningsvergunning Waalwijk. Het rapport sluit aan op de studie in het kader van Meetregister Waalwijk 2018 (22 november 2018) [ref. 1].

Met dit rapport wordt uitvoering gegeven aan het gesteld 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. 2].

2 Meetmethodiek

In 1991 is het eerste waterpas meetnet opgezet in overleg tussen de mijnbouwmaatschappij (destijds Clyde Petroleum Exploratie B.V.) en SodM op basis van het te exploiteren gasvoorkomen Waalwijk. Na uitbreiding van de winning uit de gasvoorkomens Sprang en Loon op Zand is het meetnet in 1995 uitgebreid aan de zuidzijde (tot in Tilburg). Na het in gebruik nemen van de winningslocatie Waalwijk North-3, welke meer noordoostelijk ligt dan de winningslocatie WWN-01 en WWN-02 is het meetnet in 2001 aan de noordoostzijde uitgebreid. Tot slot heeft In 2013 heeft nogmaals een kleine uitbreiding plaats gevonden in zuidelijke richting.

Het meetnet strekt zich uit tot buiten de invloedssfeer voor bodemdaling van de voornoemde gasvoorkomens. De metingen van 1991, 1995 en 2001 zijn berekend ten opzichte van aansluitpunten buiten de invloedssfeer. In 2013 is in overleg met SodM besloten om over te gaan naar een berekening waarbij gebruik wordt gemaakt van één aansluitpunt (peilmerk 000A2870), dit in overeenstemming met de destijds afgesproken richtlijnen. Controle van het in voorgaande herhalingsmetingen gebruikte waterpasmeetnet wordt beschreven in hoofdstuk 4.

In onderhavig studie is voor het eerst in dit gebied voor de PS-InSAR (Persistent Scatterers satelliet radar interferometrie) methode gekozen mede vanwege het grote oppervlak aan zogenaamde 'harde topografie' met goede reflectie eigenschappen. Hierdoor is een veel hogere ruimtelijke dichtheid van meetpunten te bereiken dan het aantal peilmerken bij een nauwkeurigheds-waterpassing en sluit deze meetmethode aan bij de Industriëleidraad 'Geodetische basis voor Mijnbouw' [ref. 3]. Daarnaast is er voldoende data beschikbaar voor vergelijk en als referentie buiten de invloedssfeer van de gaswinning.

2.1 Onderzoeksopzet

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) en Distributed Scatterers (DS). Een eventuele bodembeweging wordt altijd bepaald ten opzichte van een referentie punt of vlak. Er is gekozen de stabiele punten buiten de invloedssfeer van de mijnbouwactiviteiten te kiezen als referentienetwerk. Dit is gedaan om een autonome bodembeweging te kunnen onderscheiden van de 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 2018-2023 is een bodembewegingskaart gemaakt. Daarnaast is er een ruimtelijke aansluiting bepaald met de peilmerken zodat de differentiestaat opgebouwd uit de eerder op basis van nauwkeurigheds-waterpassing uitgevoerde herhalingsmetingen, is voortgezet.

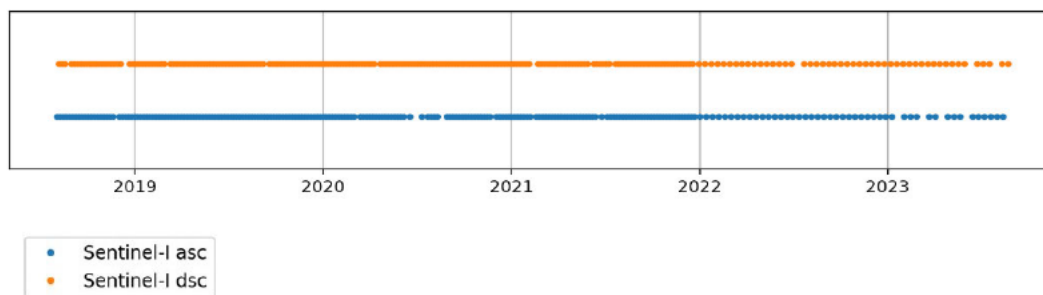
3 Resultaten PS-InSAR

3.1 Databronnen

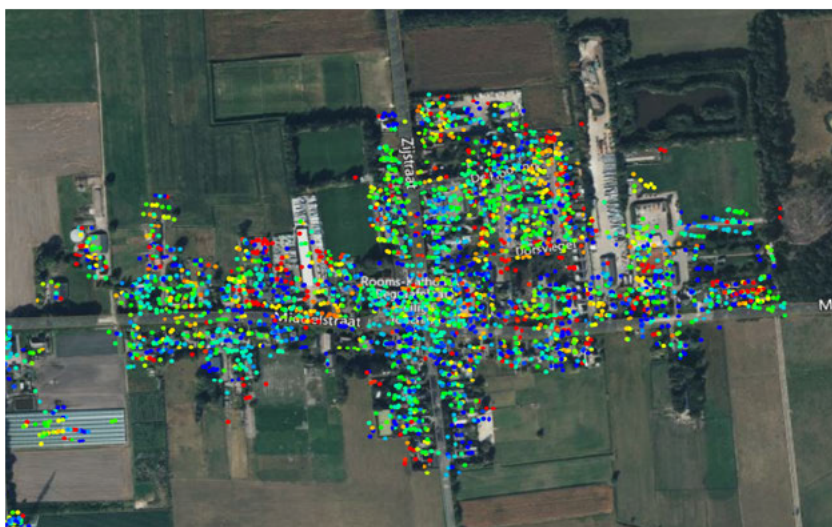
Er is gebruik gemaakt van de openbaar beschikbare Sentinel-1 (ESA) datasets in de opgaande (asc) en neergaande (dsc) baan. Alleen de Persistent Scatter (PS) punten zijn gebruikt omdat de Distributed Scatter (DS) punten weinig zullen zeggen over de diepe bodembeweging. De onderliggende satelliet-datasets 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	Tijdsinterval
Sentinel-1 opgaand	3-augustus-2018	13-augustus-2023	788k	6-12 dagen
Sentinel-1 neergaand	6-augustus-2018	22-augustus-2023	865k	6-12 dagen

Onderstaande grafiek toont de momentopnames voor de beide satellieten.

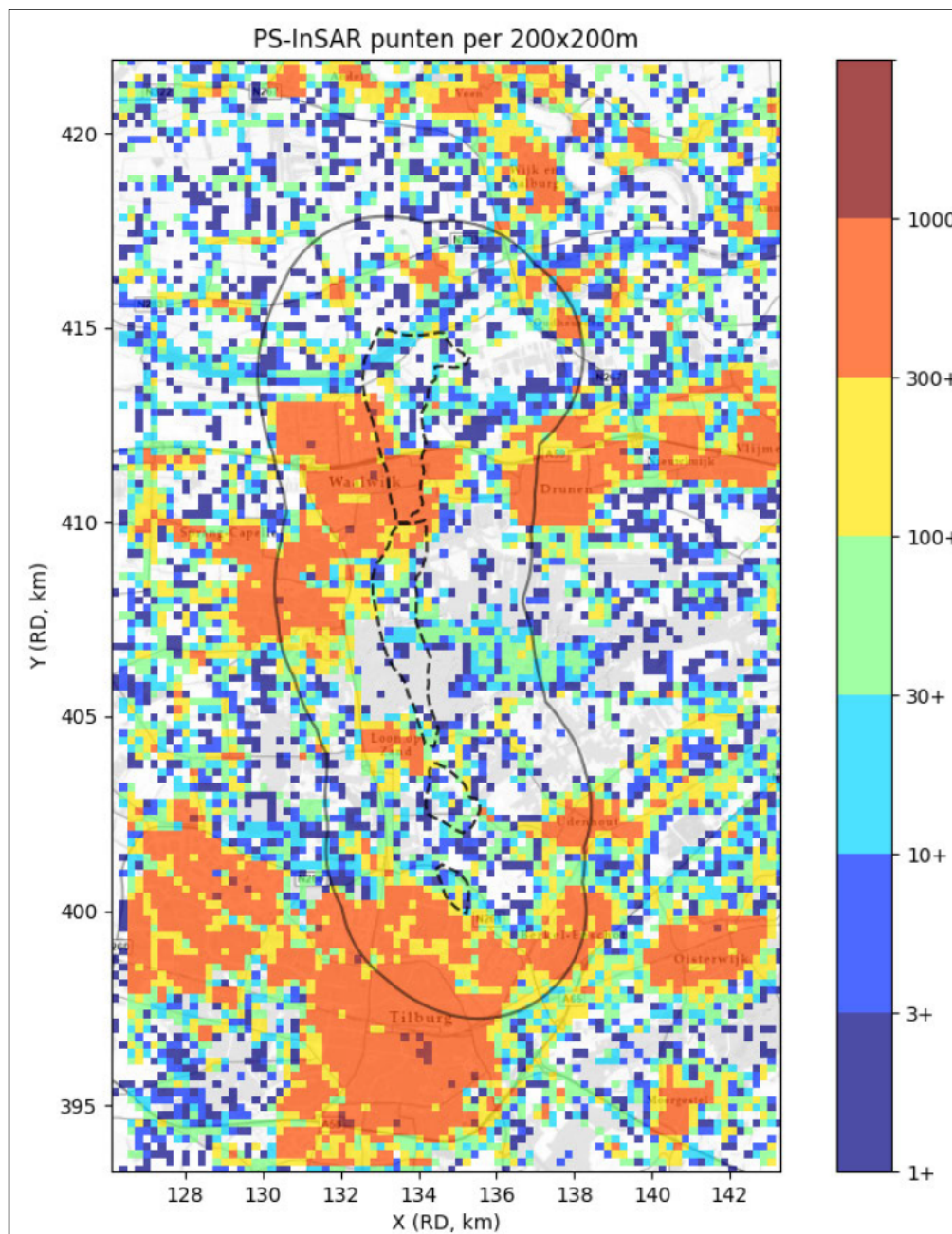


In Figuur 1 is een visualisatie gegeven van PS punten van de Sentinel-1 datasets rondom het aansluitpunt 000A2870. Te zien is dat de punt dichtheid hoog is bij zogenaamde 'harde topografie' en laag bij 'zachte topografie'.



Figuur 1: Indicatie punt dichtheid harde/zachte topografie (peilmerk 000A2870)

Figuur 2 geeft een overzicht van de ruimtelijke dekking van de PS-punten van de Sentinel-I satellieten in het onderzoeksgebied. Met daarin aangegeven de gasvoorkomens en het geprognostiseerde invloedsfeer.



Figuur 2: Ruimtelijke dekking PS-punten in het gehele onderzoeksgebied

3.2 Puntselectie 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 te gebruiken en niet met Distributed Scatter (DS) punten te werken. PS 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 stabiele punten buiten de invloedsfeer kunnen de grootschalige autonome dalingen er zoveel als mogelijk worden uitgehaald.

Er is gekozen voor een vergelijkbare puntselectie als uitgevoerd in de 2022 studie [2].
Per dataset wordt de volgende stappen doorlopen:

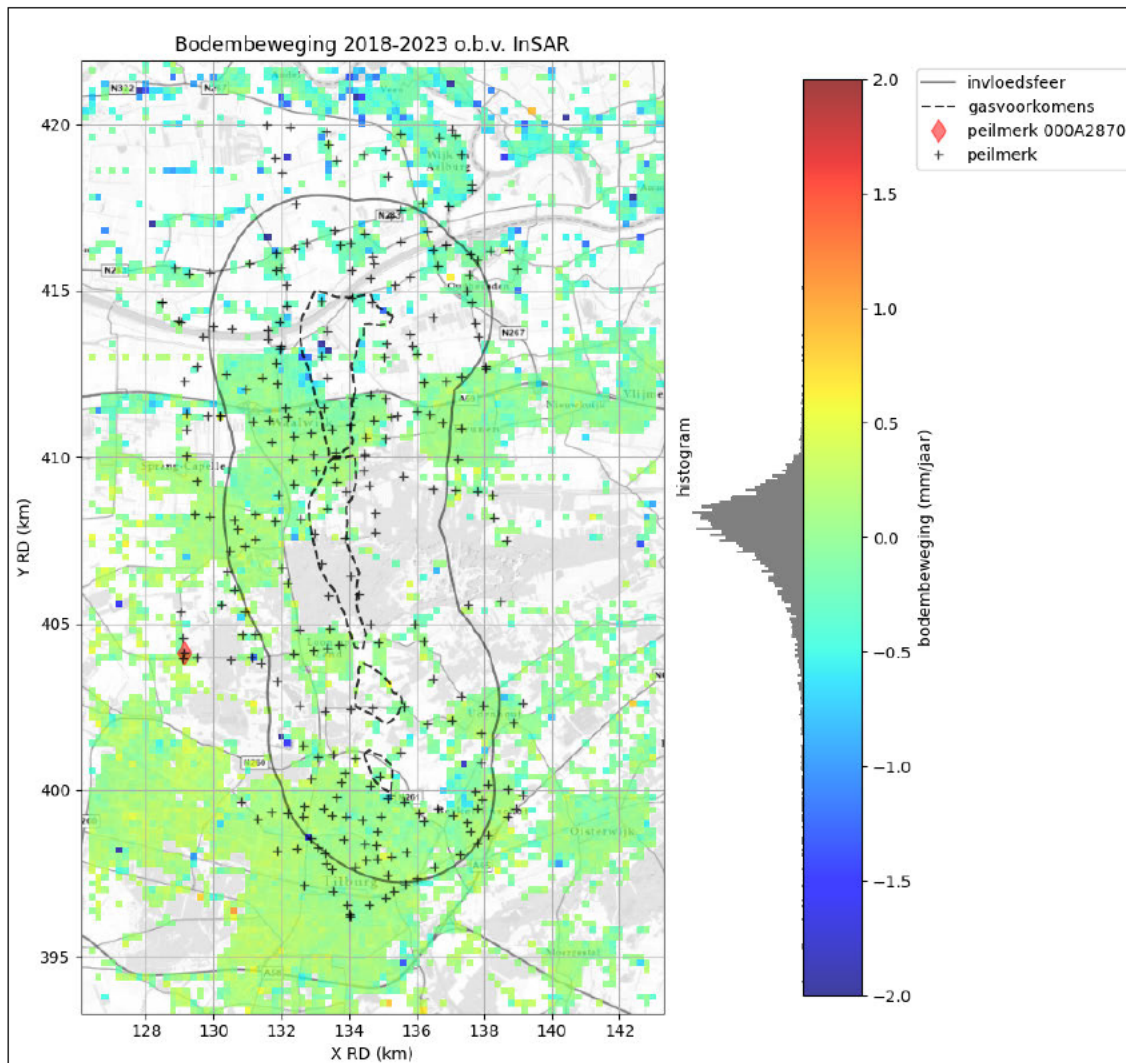
- 1) Alleen PS-punten met een kwaliteit-score van 0.6 en hoger worden gebruikt. Dit zijn 64% van alle PS-punten die hieraan voldoen. Voor elk punt wordt door SkyGeo een kwaliteits-score meegegeven. Deze score geeft aan hoe goed de tijdserie overeenkomt met de gebruikte modellen en is daardoor een indicatie van de signaal-ruis verhouding. De kwaliteitsscore is o.a. afhankelijk van het aantal beelden, locatie, track geometrie, gebruikte modellen.
- 2) De seizoen component van de bodembeweging worden verwijderd op basis van een lineaire + seizoensgebonden fit (oscillerend patroon met een periode van 1 jaar).
- 3) Correctie voor kijkhoek, uitgaande van geen horizontale beweging.
- 4) Per punt wordt het glijdende gemiddelde bepaald met een tijdsframe van 6 maanden (3 maanden er voor en 3 maanden er na).
- 5) Per punt wordt een nieuwe lineaire + seizoensgebonden fit gemaakt.

Om de uiteindelijke bodembeweging tussen 2018 en 2023 te bepalen wordt er niet met individuele PS-punten gewerkt, maar worden punten samengenomen per deelgebied:

- 6a) Het areaal wordt opgedeeld in grid-cellen met een vaste grootte van 200 bij 200 meter.
- 7a) Per grid-cel wordt mediaan genomen van alle gefitte lineaire snelheden van de punten.

3.3 Resultaat 2018-2023 per gridcel

Voor de periode van augustus 2018 tot en met augustus 2023 is er voor de gecombineerde set van databronnen (de twee Sentinel-1 datasets) een bodembewegingskaart gemaakt (fig. 3) . Deze kaart geeft de gefitte lineaire beweging snelheid aan in mm/jaar over de genoemde periode.



Figuur 3: Bodembeweging 2018 – 2023 in mm/jaar per gridcel

Voor deze kaart worden alleen grid-cellen die minstens 20 geselecteerde InSAR punten bevatten getoond. Daarnaast zijn vanwege de gekozen schaal, de grid-cellen die meer dan 2 mm/jaar zakken of stijgen afgekapt tot 2 mm/jaar. Dit laatste betreft 0.2% van alle grid-cellen waarbij deze uitschieters veelal te maken hebben met zeer lokale oorzaken.

De resulterende bodembeweging in het studiegebied ten opzichte van het bepaalde referentienetwerk is beperkt. De meeste grid-cellen laten een bodembeweging zien tussen de -0.3 mm/jaar en de +0.3 mm/jaar. De licht dalende gebieden (ca -1 mm/jaar) zijn vooral in het noorden van de kaart te zien, veelal buiten de invloedsfeer van de gasvoorkomens Waalwijk en de t.o.v. het referentiegebied licht stijgende gebieden komen met name voor in het zuidwesten.

3.4 Resultaat 2018-2023, per peilmerkgebied

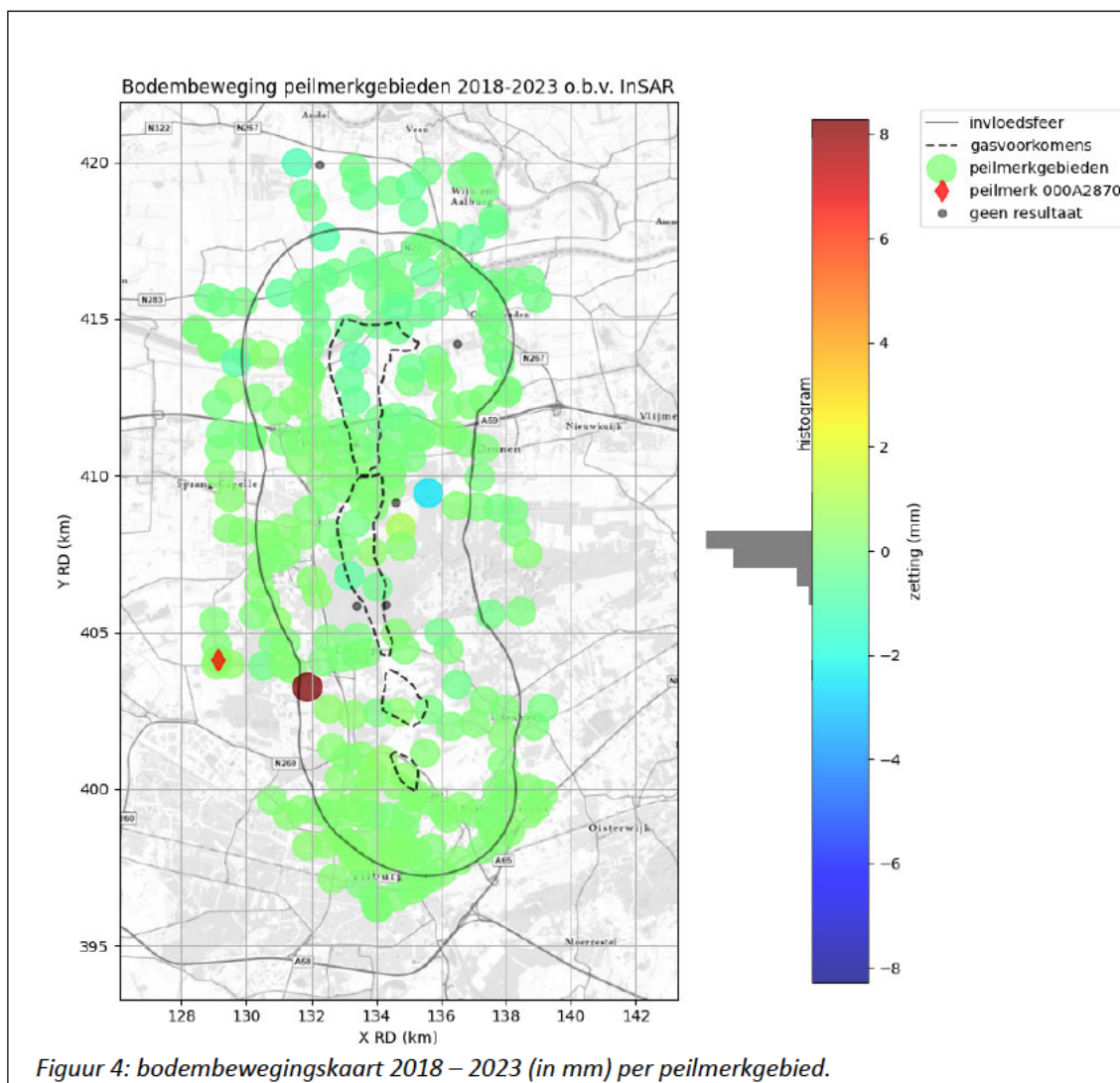
Om de aansluiting te bewerkstelligen tussen de in voorgaande studies gemeten peilmerkpunten en PS-InSAR punten zijn dezelfde stappen (1 t/m 5) doorlopen uit paragraaf 3.2.

Daarnaast zijn stappen 6a en 7a vervangen door:

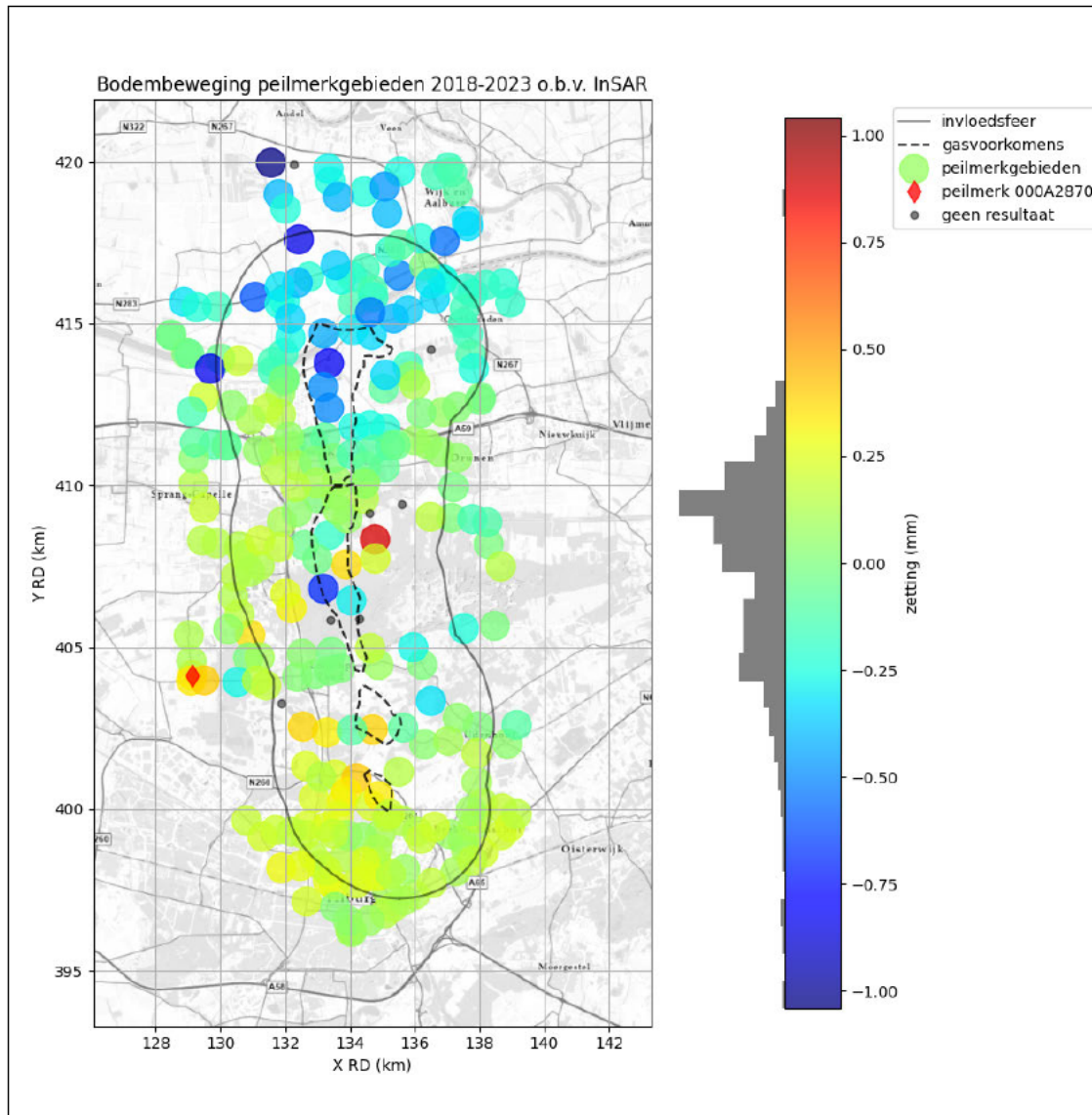
- 6b) Per peilmerk wordt een gebied gedefinieerd in een straal van 500 meter rondom het peilmerk.
- 7b) Per peilmerk-gebied wordt per epoeche de meeste representatieve bodembeweging gegeven door de ruimtelijke mediaan te nemen van alle selecteerde punten binnen dit gebied.

Slechts bij 5 van de 280 peilmerkgebieden waar zowel in 2013 als in 2018 een waterpassing is uitgevoerd zijn geen geschikte Sentinel-1 PS gevonden. Deze zijn in figuur 4 aangegeven als 'geen resultaat'. Hier kan dus geen continuering gemaakt worden.

Na deze verwerkingsstappen is de totale bodembeweging tussen 2018 en 2023 bepaald door de gemiddelde hoogtes van de InSAR observatie momenten in augustus 2018 af te trekken van de gemiddelde observaties in de maanden juli en augustus 2023. Figuur 4 geeft voor de periode de bodembewegingskaart voor de periode 2018 – 2023 op basis van bovengenoemde InSAR data-analyse per peilmerkgebied (straal 500m). en is tevens weergegeven in bijlage 2.



Op twee peilmerkgebieden na zit de totale bodembeweging over de vijfjarige periode rond de nul millimeter. In figuur 5 is dezelfde kaart te zien, waarbij de twee uitschieters (één rond de -2.5 mm, en de ander bij +8 mm) weg gefilterd voor betere zichtbaarheid van de kleine, sub-millimeter-grootte, gemeten bodembeweging.



Figuur 5: bodembewegingskaart 2018 – 2023 (in mm) per peilmerkgebied. De twee uitschieters zijn er in deze figuur gefilterd om de onderlinge verschillen te verduidelijken.

De bodemdaling over deze peilmerkgebieden zitten voornamelijk tussen de -0.5mm en +0.5mm over de gehele vijfjarige periode. In het noorden is een lichte daling te zien en in het zuidwesten een lichte stijging.

4 Waterpas meetnet

Teneinde in de toekomst, indien nodig, te kunnen terugvallen op het in voorgaande jaren aangelegde waterpasnetwerk is als onderdeel van het meetplan en onderhavig meetregister een volledige controle uitgevoerd op de aanwezigheid van alle peilmerken uit het meetnet Waalwijk 2018 [1].

4.1 Controle meetnet

Peilmerken

Het meetnet strekt zich uit tot buiten de theoretische invloedssfeer voor bodemdaling van de genoemde gasvoorkomens. In 2018 bestond het meetnet uit 321 peilmerken.

In december 2023 is het meetnet door Antea Group gecontroleerd op aanwezigheid van de peilmerken in het meetnet. Hierbij is geconstateerd dat er dertien (13) peilmerken vervallen zijn.

De lengte van een sectie (afstand tussen twee peilmerken) mag niet langer zijn dan maximaal 1200 meter (productspecificatie RWS). Door het vervallen van peilmerken overschrijden twaalf (12) secties deze lengte.

Punt dichtheid

De dichtheid van het meetnet is na controle (2023) 1,7 peilmerken per km². De punt dichtheid valt binnen de norm van 1,5 peilmerk per km² als aangegeven in het document Geodetische basis voor Mijnbouw, Industrieleidraad versie 1.0. [3].

Meetnet	Opp. invloedssfeer (km ²)	Aantal peilmerken binnen invloedssfeer	Gemiddeld aantal peilmerken per km ²
Waalwijk	133	230	1,7

Tabel 1 Peilmerk dichtheid

4.2 Instandhouding van het waterpas meetnet

Om een goede meetconfiguratie te behouden adviseren wij om totaal twaalf (12) vervallen peilmerken te vervangen. Hierbij zijn twee (2) locaties waarvan het peilmerk in 2018 reeds niet aanwezig was. vervallen. Deze peilmerken zijn destijds niet vervangen maar is voor de meting van 2018 van (tijdelijke) hulppunten gebruik gemaakt. Drie verdwenen peilmerken (44H237; 50F084; 50F143) hoeven niet vervangen te worden. In tabel 1 zijn de verdwenen peilmerken weergegeven. Een overzichtskaart is als bijlage 6 toegevoegd.

Puntnummer	Opmerking	Advies
044H0157	peilmerk verdwenen 2013 - 2018	Nieuw peilmerk plaatsen
044H0247	peilmerk verdwenen 2013 - 2018	Nieuw peilmerk plaatsen
044F0287	peilmerk verdwenen 2018 - 2023	Nieuw peilmerk plaatsen
044F0365	peilmerk verdwenen 2018 - 2023	Nieuw peilmerk plaatsen
044H0093	peilmerk verdwenen 2018 - 2023	Nieuw peilmerk plaatsen
044H0153	peilmerk verdwenen 2018 - 2023	Nieuw peilmerk plaatsen
044H0161	peilmerk verdwenen 2018 - 2023	Nieuw peilmerk plaatsen
044H0192	peilmerk verdwenen 2018 - 2023	Nieuw peilmerk plaatsen

Puntnummer	Opmerking	Advies
044H0199	peilmerk verdwenen 2018 - 2023	Nieuw peilmerk plaatsen
044H0259	peilmerk verdwenen 2018 - 2023	Nieuw peilmerk plaatsen (tussen 259 en 59)
044H0278	peilmerk verdwenen 2018 - 2023	Nieuw peilmerk plaatsen
044H0282	peilmerk verdwenen 2018 - 2023	Nieuw peilmerk plaatsen
044H0237	peilmerk verdwenen 2018 - 2023	Geen nieuw peilmerk noodzakelijk
050F0084	peilmerk verdwenen 2018 - 2023	Geen nieuw peilmerk noodzakelijk
050F0143	peilmerk verdwenen 2018 - 2023	Geen nieuw peilmerk noodzakelijk

Tabel 1: Overzicht verdwenen peilmerken

Vanwege de verspreide ligging van de vervallen peilmerken wordt geadviseerd om de nieuw aan te leggen peilmerken niet in te meten t.o.v. het aansluitpunt 00A02870 maar in hoogte te bepalen door middel van een waterpasmetering tussen twee nabij liggende peilmerken die in de periode 2013 (voorlaatste waterpasmetering) en 2018 (laatste waterpasmetering) geen of nagenoeg geen differenties vertoonden. Indien uit de waterpasmetering tussen de twee nabij gelegen peilmerken een afwijkend hoogteverschil wordt geconstateerd, dan worden ook andere omliggende peilmerken gemeten.

5 Samenvatting

In opdracht van Vermilion Energy B.V. heeft Antea Group een satelliet radar interferometrie (InSAR) studie uitgevoerd voor de gasvoorkomens Waalwijk-Noord, Sprang, Loon op Zand en Loon op Zand Zuid. De studie is uitgevoerd in het kader van het Meetplan 2023 Waalwijk en vormt het officiële en openbare meetregister (vijfde herhalingsmeting).

Voor deze studie is Sentinel-1 InSAR data gebruikt om de bodembeweging binnen en buiten de invloedssfeer van de mijnbouwactiviteiten van Vermilion in Waalwijk te bepalen over de periode van 2018 - 2023. Daarnaast is aansluiting gezocht bij de peilmerk differentiestaten uit de eerdere (waterpas-) herhalingsmetingen.

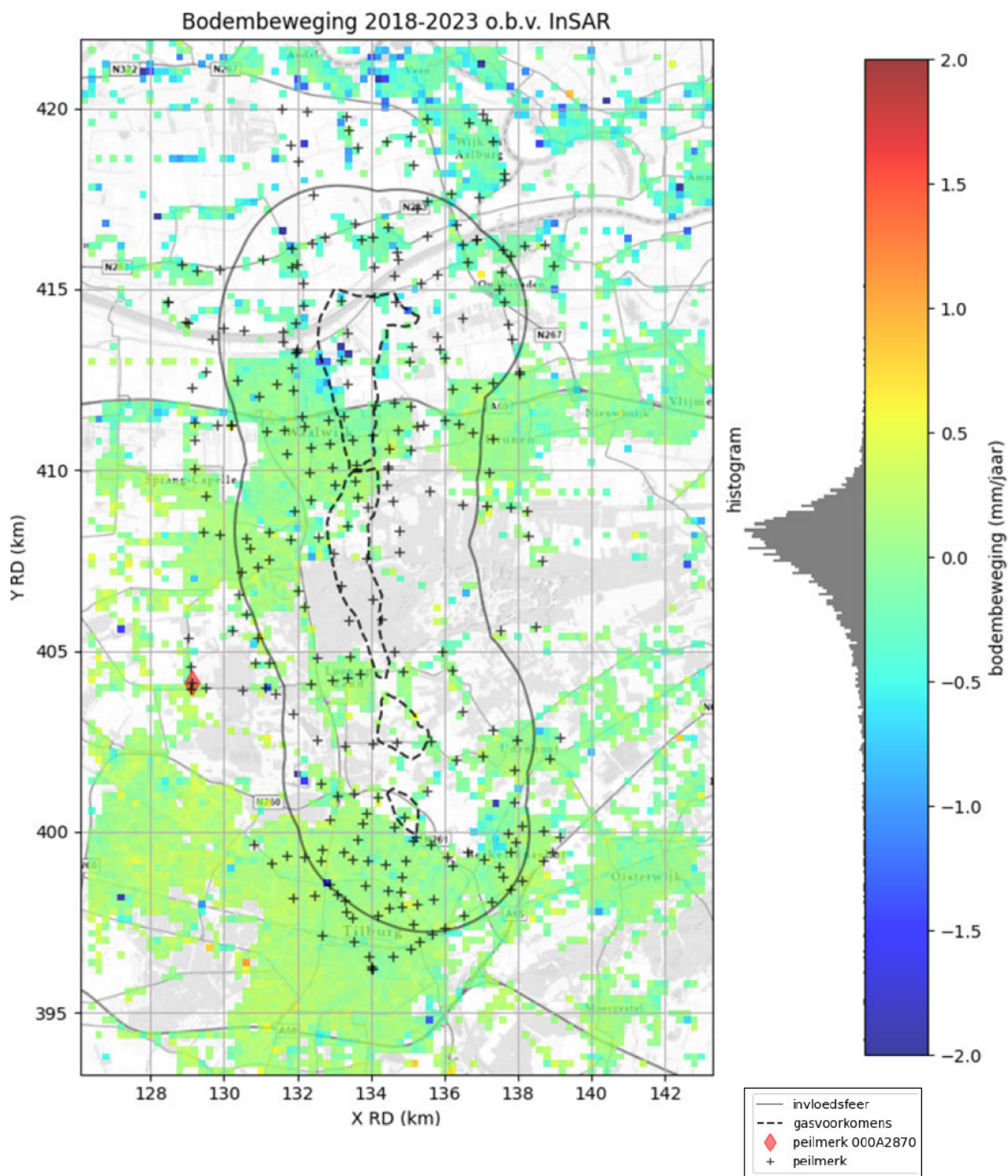
Op basis van deze studie kan worden vastgesteld dat:

1. Het gebied zich goed leent voor meettechniek op basis van satelliet radar interferometrie vanwege de aanwezige harde topografie resulterend in een hoge punt dichtheid van de InSAR PS data.
2. De resulterende bodembeweging in het studiegebied ten opzichte van het bepaalde referentienetwerk beperkt is. De meeste grid-cellen laten een bodembeweging zien tussen de -0.3 mm/jaar en de +0.3 mm/jaar. De licht dalende gebieden (ca -1 mm/jaar) zijn vooral in het noorden te zien veelal buiten de invloedssfeer van de gasvoorkomens Waalwijk en de licht stijgende gebieden met name in het zuidwesten.
3. Slechts bij 5 van de 280 peilmerkgebieden waar zowel in 2013 als in 2018 een waterpassing is uitgevoerd zijn geen geschikte Sentinel-1 PS gevonden waardoor een goede aansluiting met de voorgaande differentiestaat mogelijk is.
4. Het bestaande waterpasnetwerk is gecontroleerd en van de 321 peilmerken als gemeten in 2018 zijn 13 peilmerken vervallen. Vanwege de verspreide ligging van de vervallen peilmerken wordt geadviseerd om de nieuw aan te leggen peilmerken in hoogte vast te leggen door middel van een waterpasmeting tussen twee nabij liggende peilmerken die in de periode 2013 (voorlaatste waterpasmeting) en 2018 (laatste waterpasmeting) geen of nagenoeg geen differenties vertoonden.

6 Referenties

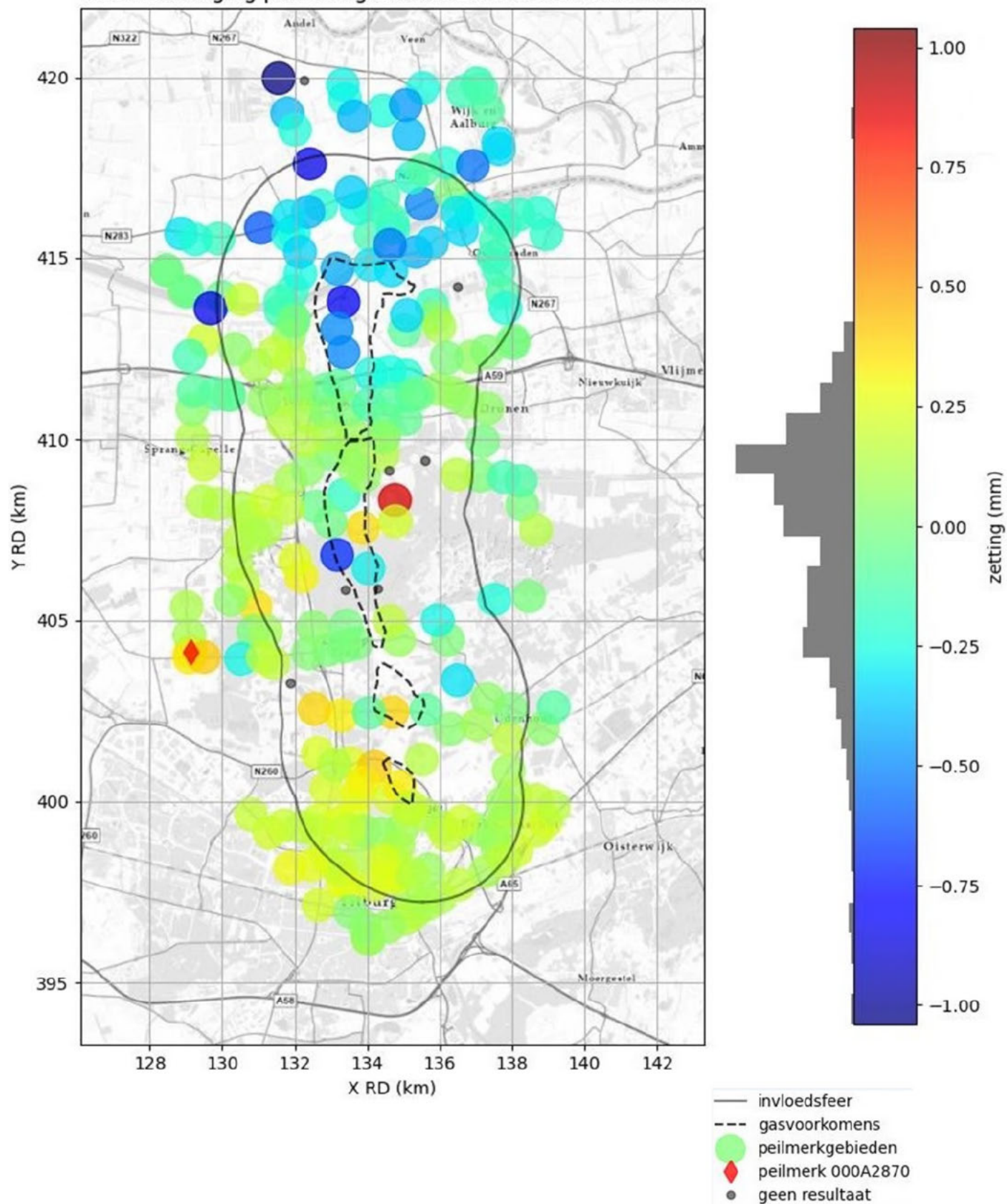
- [1] Meetregister bij het Meetplan Waalwijk; Rapportage van de nauwkeurigheidswaterpassing 2018; kenmerk: 433055; d.d. 22 november 2018.
- [2] Meetregister bij het meetplan Waalwijk; rapportage van satelliet radar interferometrie Waalwijk 2022; kenmerk: 0479846.100; rev02; d.d. 18 januari 2023.
- [3] Geodetische basis voor Mijnbouw (Industrieleidraad ter Geodetische bepaling van bodembeweging als gevolg van mijnbouwactiviteiten), d.d. 14-december 2011 versie 1.0
- [4] SkyGeo Factual Processing Report en <https://support.skygeo.com/technical-background/insar/measurement-quality/>

**Bijlage 1; Bodembewegingskaart 2018 – 2023 per
gridcel**



Bijlage 2 Bodembewegingskaart 2018 – 2023 per peilmerkgebied

Bodembeweging peilmerkgebieden 2018-2023 o.b.v. InSAR



Bijlage 3 Differentiëestaat

Peilmerk	Nulmeting NAP (m)	1995 NAP (m)	2001 NAP (m)	2013 NAP (m)	2018 NAP (m)	2023 Insar *1 (m)	Diff. (mm) nulmeting - 2023	Diff. (mm) 2018 - 2023
000A2637	14,056		14,056	14,058	14,058	14,058	2,2	0,1
000A2870	5,201	5,201	5,201	5,201	5,201	5,202	0,3	0,3
000A2883	0,723			0,723	0,729	0,729	5,6	-0,2
000A4080	6,464	6,465	6,458	6,466	6,466	6,465	1,4	-0,3
044E0017	2,342	2,338		2,341	2,345	2,345	3,7	0,0
044E0018	2,685	2,684	2,680	2,677	2,671	2,671	-13,7	0,0
044E0126	1,532	1,524	1,517	1,512	1,514	1,514	-17,9	-0,3
044E0149	1,425	1,424	1,419	1,424	1,429	1,428	3,8	-0,1
044E0219	1,168	1,169	1,165	1,168	1,171	1,171	2,7	0,0
044E0221	1,574	1,567	1,561	1,552	1,556	1,556	-18,3	-0,2
044E0222	2,055	2,054	2,050	2,053	2,057	2,057	2,1	0,2
044E0223	0,508		0,508	0,510	0,515	0,515	7,4	-0,2
044E0246	2,042		2,042	2,038	2,040	2,040	-2,0	0,0
044E0357	2,415			2,415	2,410	2,409	-5,8	-0,8
044F0006	3,446	3,443	3,437	3,433	3,435	3,435	-10,4	-0,2
044F0007	6,508	6,501	6,490	6,469	6,457	6,457	-50,7	0,0
044F0026	3,958	3,956	3,952	3,952	3,955	3,955	-3,1	-0,2
044F0028	2,217	2,215	2,209	2,209	2,211	2,211	-6,7	-0,4
044F0036	1,413	1,413	1,406	1,406	1,405			
044F0045	1,041	1,041	1,037	1,036	1,033	1,033	-8,1	-0,4
044F0046	1,902	1,901	1,897	1,899	1,899	1,899	-2,9	-0,4
044F0061	2,509	2,508	2,503	2,505	2,509	2,509	0,0	-0,2
044F0064	1,272	1,273	1,268	1,273	1,278	1,278	6,3	-0,5
044F0077	2,729		2,729	2,730	2,729	2,729	-0,3	-0,2
044F0091	4,810		4,810	4,807	4,815	4,815	4,6	-0,3
044F0094	1,673		1,673	1,673	1,677	1,677	3,7	-0,2
044F0095	6,581		6,581	6,581	6,583	6,583	2,2	-0,2
044F0096	4,109		4,109	4,113	4,120	4,120	11,2	-0,1
044F0162	1,802	1,802	1,794	1,796	1,795	1,795	-7,2	-0,2
044F0205	2,370	2,368	2,361	2,358	2,361	2,361	-9,0	0,0
044F0206	3,412	3,406	3,395	3,389	3,387	3,387	-25,7	-0,8
044F0208	6,705		6,705	6,706	6,715	6,715	10,4	-0,3
044F0244	1,984	1,993	1,984	1,982	1,982	1,981	-2,3	-0,2
044F0246	7,467	7,467	7,460	7,458	7,454	7,454	-12,7	-0,3
044F0247	1,202	1,202	1,197	1,198	1,204	1,203	1,2	-0,1
044F0255	2,214	2,212	2,208	2,208	2,210	2,210	-4,2	-0,3
044F0264	0,912		0,912	0,897	0,900	0,899	-12,5	-1,0
044F0265	2,158		2,158	2,162	2,168	2,167	8,9	-0,3
044F0266	1,935		1,935	1,923	1,927	1,926	-8,3	-0,4
044F0269	1,195		1,195	1,199	1,205	1,204	9,1	-0,3
044F0275	1,866	1,863	1,853	1,851	1,850	1,850	-16,1	-0,3
044F0277	2,198	2,195	2,189	2,185	2,188	2,188	-10,3	-0,2
044F0282	3,433	3,432	3,426	3,433	3,433	3,433	0,6	-0,2
044F0287	4,293	4,291	4,287	4,293	4,293	4,293	-0,1	-0,3
044F0288	1,170	1,167	1,161	1,160	1,160	1,159	-10,6	-0,3
044F0289	5,220	5,221	5,214	5,220	5,219	5,219	-0,7	-0,3
044F0290	4,522	4,522	4,515	4,522	4,522	4,521	-0,1	-0,2
044F0294	1,657	1,649	1,645	1,631	1,639	1,638	-18,3	-0,2
044F0295	-0,385		-0,385	-0,384	-0,379	-0,379	5,4	-0,9
044F0296	1,190		1,190	1,190	1,196	1,195	5,5	-0,4
044F0303	1,457	0,145	1,447	1,446	1,450	1,450	-6,6	-0,3
044F0309	9,376	9,377	9,371	9,374	9,382	9,382	6,0	0,0
044F0310	2,664		2,664	2,667	2,667	2,667	2,7	0,0
044F0311	1,181	1,177	1,173	1,168	1,170	1,169	-11,5	-0,6
044F0312	1,424	1,421	1,412	1,414	1,411	1,410	-13,9	-0,5
044F0313	1,960	1,957	1,951	1,951	1,951	1,951	-8,8	-0,1
044F0315	1,150	1,143	1,131	1,125	1,120	1,120	-30,9	-0,2
044F0316	0,789	0,789	0,784	0,787	0,788	0,788	-1,3	0,0
044F0317	1,490	1,493	1,482	1,488	1,489	1,489	-1,8	-0,1
044F0319	7,095	7,095	7,088	7,091	7,090	7,090	-5,1	-0,3
044F0321	1,999		1,999	2,004	2,008	2,008	9,0	-0,2
044F0322	1,947		1,947	1,946	1,952	1,952	4,9	-0,3
044F0325	3,627		3,627	3,630	3,630	3,630	3,1	-0,2
044F0333	1,769		1,769	1,773	1,777	1,777	7,2	-0,1

Peilmerk	Nulmeting NAP (m)	1995 NAP (m)	2001 NAP (m)	2013 NAP (m)	2018 NAP (m)	2023 Insar *1 (m)	Diff. (mm) nulmeting - 2023	Diff. (mm) 2018 - 2023
044F0334	3,088		3,088	3,087	3,091	3,091	2,7	-0,2
044F0338	1,750		1,750	1,752	1,754	1,755	4,9	0,2
044F0339	1,432		1,432	1,431	1,433	1,433	1,1	-0,4
044F0340	-0,489		-0,489	-0,486	-0,481	-0,481	8,1	-0,2
044F0342	1,083		1,083	1,078	1,073			
044F0343	1,834		1,834	1,828	1,829	1,829	-5,6	-0,2
044F0353	1,089		1,089	1,094	1,095	1,095	6,3	-0,2
044F0358	2,344		2,344	2,343	2,347	2,347	2,4	-0,2
044F0359	4,344		4,344	4,344	4,351	4,351	6,6	-0,6
044F0360	1,950		1,950	1,948	1,946	1,946	-3,4	0,0
044F0362	1,889		1,889	1,881	1,883	1,883	-6,1	-0,1
044F0363	1,971		1,971	1,965	1,968	1,967	-4,2	-0,4
044F0364	1,755		1,755	1,752	1,752	1,752	-3,5	-0,5
044F0365	4,563		4,563	4,554	4,551	4,551	-12,5	0,1
044F0370	2,835			2,835	2,835	2,835	-0,6	-0,2
044F0373	1,653			1,653	1,655	1,654	1,0	-0,3
044F0375	1,378			1,378	1,382	1,382	4,5	0,1
044F0376	3,062			3,062	3,066	3,065	3,3	0,0
044F0377	1,708			1,708	1,713	1,712	4,5	-0,2
044F0378	1,991			1,991	1,963	1,962	-28,7	-0,5
044F0385	1,708			1,708	1,710	1,710	1,7	-0,4
044F0399	2,532			2,532	2,536	2,536	4,1	-0,1
044F0413	1,953			1,953	1,958	1,958	4,3	-0,4
044F0472	1,427			1,427	1,429	1,429	1,3	-0,3
044F0473	2,787			2,787	2,788	2,788	0,6	-0,2
044G0029	2,874	2,873	2,871	2,872	2,875	2,875	1,4	-0,1
044G0125	5,782	5,780	5,780	5,779	5,779	5,779	-2,3	0,1
044G0129	6,341	6,340	6,339	6,336	6,335	6,335	-6,0	0,1
044G0178	2,038	2,037	2,034	2,031	2,033	2,033	-4,5	0,1
044G0179	3,352	3,351	3,350	3,348	3,350	3,350	-1,9	0,2
044G0182	2,566	2,564	2,560	2,556	2,557	2,557	-8,6	0,0
044G0235	4,913	4,914	4,911	4,910	4,910	4,910	-2,9	0,2
044G0236	4,041	4,042	4,041	4,038	4,039	4,040	-1,6	0,2
044G0269	6,831	6,831	6,831	6,830	6,830	6,830	-1,1	0,3
044G0271	7,327	7,328	7,329	7,327	7,327	7,328	0,4	0,4
044G0274	3,677	3,672	3,662	3,647	3,645	3,645	-32,0	-0,1
044G0281	0,345	0,343	0,338	0,335	0,338	0,338	-6,8	-0,1
044H0003	11,156	11,161	11,158	11,153	11,154	11,154	-1,8	0,0
044H0011	6,312	6,314	6,310	6,314	6,313	6,313	1,4	0,0
044H0018	3,635	3,637	3,633	3,634	3,634	3,634	-0,7	-0,1
044H0021	4,223	4,223	4,219	4,221	4,221	4,221	-2,1	0,1
044H0029	2,721	2,719	2,711	2,707	2,705	2,705	-15,4	0,1
044H0030	4,933	4,934	4,928	4,927	4,927	4,927	-6,4	-0,2
044H0042	2,253	2,252	2,247	2,248	2,248	2,248	-4,8	0,1
044H0043	2,974	2,975	2,969	2,968	2,967	2,967	-6,7	0,2
044H0045	4,473	4,475	4,470	4,468	4,468	4,468	-5,1	0,1
044H0050	12,237	12,239	12,236	12,234	12,235	12,235	-2,8	0,0
044H0053	13,242	13,245	13,238	13,236	13,239	13,239	-3,0	0,3
044H0054	12,984	12,988	12,981	12,974	12,976	12,976	-8,1	0,3
044H0059	2,865	2,865	2,859	2,859	2,859	2,859	-5,9	-0,1
044H0061	3,028	3,027	3,020	3,017	3,018	3,018	-10,0	-0,1
044H0063	2,924	2,924	2,919	2,918	2,919	2,919	-5,2	-0,3
044H0064	3,227	3,228	3,222	3,223	3,223	3,223	-4,5	-0,3
044H0065	10,987			10,987	10,986	10,986	-1,2	0,0
044H0071	3,132	3,133	3,129	3,130	3,130	3,130	-1,7	0,1
044H0072	3,624	3,624	3,619	3,618	3,616	3,616	-7,8	0,1
044H0082	6,330	6,331	6,327	6,328	6,327	6,327	-2,7	0,0
044H0093	12,205	12,209	12,206	12,201	12,201	12,201	-4,2	0,2
044H0094	12,080	12,084	12,080	12,075	12,076	12,076	-4,4	0,0
044H0096	9,008	9,012	9,006	9,006	9,006	9,006	-1,8	-0,2
044H0109	8,087	8,088	8,087	8,085	8,087	8,087	0,5	0,4
044H0110	9,040	9,040	9,037	9,034	9,035	9,035	-5,2	0,0
044H0112	9,876	9,877	9,875	9,873	9,874	9,874	-1,8	-0,3
044H0114	10,795	10,795	10,792	10,789	10,789	10,789	-6,3	0,0

Peilmerk	Nulmeting NAP (m)	1995 NAP (m)	2001 NAP (m)	2013 NAP (m)	2018 NAP (m)	2023 Insar *1 (m)	Diff. (mm) nulmeting - 2023	Diff. (mm) 2018 - 2023
044H0130	2,761	2,761	2,757	2,759	2,760	2,760	-1,5	0,1
044H0134	6,196	6,200	6,196	6,194	6,194	6,194	-2,5	-0,2
044H0142	1,804	1,799	1,792	1,788	1,789	1,789	-14,8	-0,1
044H0144	6,893	6,896	6,894	6,892	6,894	6,894	0,7	0,1
044H0145	5,521	5,522	5,521	5,517	5,517	5,517	-3,7	0,1
044H0147	8,909	8,909	8,908	8,905	8,907	8,907	-1,9	0,1
044H0150	13,987	13,987	13,985	13,980	13,982	13,983	-4,9	0,2
044H0152	13,005	13,009	13,006	13,001	13,003	13,003	-1,4	0,4
044H0153	12,041	12,044	12,042	12,038	12,038	12,038	-3,4	0,0
044H0154	12,107	12,112	12,108	12,106	12,107	12,107	0,7	0,1
044H0156	5,745	5,747	5,745	5,743	5,743	5,743	-1,9	-0,1
044H0159	6,943	6,944	6,941	6,941	6,941	6,941	-2,0	0,2
044H0160	6,328	6,331	6,327	6,331	6,331	6,330	2,1	-0,1
044H0161	4,804	4,806	4,799	4,800	4,800	4,800	-3,4	0,2
044H0162	2,146	2,147	2,142	2,145	2,145	2,145	-1,0	0,1
044H0167	6,641	6,643	6,642	6,640	6,641	6,642	0,4	0,1
044H0168	6,895	6,896	6,894	6,891	6,893	6,893	-2,2	0,2
044H0169	6,684	6,686	6,684	6,682	6,683	6,683	-0,7	0,2
044H0173	3,291	3,292	3,287	3,286	3,285	3,285	-5,9	0,0
044H0174	3,241	3,243	3,238	3,238	3,238	3,238	-3,2	0,1
044H0175	3,736	3,739	3,734	3,734	3,733	3,733	-3,0	0,0
044H0177	2,063	2,063	2,056	2,059	2,059	2,059	-3,9	0,0
044H0178	9,460	9,464	9,462	9,460	9,461	9,461	1,0	0,0
044H0179	9,654	9,656	9,648	9,636	9,635	9,635	-18,6	0,1
044H0183	2,053	2,050	2,043	2,040	2,042	2,042	-10,8	-0,1
044H0186	11,715	11,716	11,715	11,706	11,704	11,704	-10,5	0,1
044H0187	13,001	13,001	12,997	12,992	12,992	12,992	-8,9	0,1
044H0188	6,914	6,916	6,914	6,912	6,913	6,914	-0,5	0,1
044H0191	5,060	5,062	5,055	5,052	5,051	5,051	-8,9	0,1
044H0192	5,175	5,180	5,176	5,177	5,181			
044H0193	9,968	9,968	9,964	9,957	9,957	9,957	-10,4	0,2
044H0195	1,972	1,967	1,962	1,958	1,961	1,961	-10,8	0,2
044H0199	4,731	4,734	4,729	4,729	4,730	4,728	-3,0	-2,5
044H0205	9,923			9,923	9,921	9,921	-1,9	-0,1
044H0210	13,456	13,456	13,453	13,447	13,449	13,450	-6,1	0,3
044H0212	2,316	2,317	2,311	2,313	2,313	2,313	-2,7	0,1
044H0213	3,551	3,551	3,545	3,544	3,542	3,542	-8,9	0,0
044H0214	2,908	2,908	2,902	2,901	2,900	2,900	-8,6	0,0
044H0215	2,714	2,715	2,710	2,709	2,709	2,709	-5,5	-0,1
044H0216	2,632	2,632	2,626	2,626	2,627	2,626	-5,5	-0,1
044H0217	3,368	3,370	3,364	3,362	3,361	3,361	-6,6	-0,1
044H0218	2,850	2,853	2,848	2,848	2,847	2,847	-2,6	0,1
044H0220	4,545	4,547	4,542	4,541	4,542	4,542	-3,0	0,1
044H0222	2,139	2,141	2,135	2,136	2,136	2,136	-2,6	0,1
044H0223	4,348	4,350	4,344	4,344	4,344	4,344	-3,8	0,2
044H0224	6,624	6,629	6,623	6,621	6,620	6,621	-3,3	0,9
044H0225	7,737	7,739	7,731	7,728	7,727	7,727	-10,2	0,4
044H0226	7,090	7,092	7,088	7,088	7,087	7,087	-2,5	0,0
044H0227	9,217	9,218	9,215	9,213	9,214	9,215	-2,3	0,3
044H0228	7,645	7,645	7,644	7,642	7,644	7,644	-0,5	0,1
044H0230	9,953	9,953	9,949	9,948	9,950	9,950	-2,8	0,0
044H0231	12,502	12,504	12,503	12,501	12,502	12,502	0,1	0,0
044H0232	11,388	11,391	11,383	11,378	11,379	11,379	-8,9	-0,1
044H0233	10,305	10,309	10,303	10,299	10,301	10,300	-4,2	-0,3
044H0234	12,649	12,652	12,651	12,643	12,644	12,644	-4,5	0,2
044H0235	10,132			10,132	10,133	10,133	1,5	0,2
044H0240	7,089	7,091	7,089	7,089	7,090	7,090	0,8	-0,7
044H0241	8,811	8,814	8,810	8,812	8,813	8,812	1,4	-0,3
044H0242	7,447	7,452	7,445	7,447	7,446	7,447	-0,2	0,2
044H0244	10,755	10,760	10,758	10,756	10,757	10,758	2,3	0,2
044H0245	11,075	11,078	11,075	11,074	11,077			
044H0250	12,885	12,885	12,883	12,877	12,880	12,880	-5,2	0,3
044H0251	13,695	13,695	13,693	13,687	13,688	13,688	-7,1	0,2
044H0252	12,497	12,497	12,494	12,490	12,490	12,490	-7,2	0,2

Peilmerk	Nulmeting NAP (m)	1995 NAP (m)	2001 NAP (m)	2013 NAP (m)	2018 NAP (m)	2023 Insar *1 (m)	Diff. (mm) nulmeting - 2023	Diff. (mm) 2018 - 2023
044H0256	4,757		4,757	4,756	4,757	4,757	0,0	0,2
044H0257	6,473		6,473	6,470	6,469	6,469	-3,9	0,2
044H0258	1,717		1,717	1,721	1,720	1,720	3,3	0,0
044H0259	-0,103		-0,103	-0,103	-0,105	-0,106	-2,5	-0,5
044H0261	2,769		2,769	2,770	2,770	2,770	0,9	0,2
044H0263	11,791		11,791	11,788	11,791	11,791	0,1	0,4
044H0264	11,511		11,511	11,508	11,510	11,510	-0,2	-0,1
044H0265	4,031			4,031	4,030	4,030	-0,6	0,0
044H0268	11,694			11,694	11,695	11,695	1,1	0,1
044H0270	20,064			20,064	20,065	20,065	1,2	0,1
044H0273	6,060			6,060	6,061	6,061	0,7	-0,1
044H0274	6,092			6,092	6,093	6,092	0,4	0,0
044H0275	3,049			3,049	3,050	3,050	1,3	0,1
044H0277	12,117			12,117	12,116	12,116	-0,4	0,3
044H0278	10,284			10,284	10,286	10,286	2,5	0,3
044H0279	9,726			9,726	9,727	9,727	0,1	-0,3
044H0280	8,274			8,274	8,274	8,274	0,3	0,0
044H0281	3,544			3,544	3,543	3,543	-0,3	0,1
044H0283	1,317			1,317	1,319	1,319	1,9	0,2
044H0284	0,781			0,781	0,784	0,784	3,6	0,1
044H0286	6,092			6,092	6,092	6,092	-0,4	-0,1
044H0287	3,927			3,927	3,925	3,925	-2,3	0,1
044H0288	0,831			0,831	0,836	0,836	4,9	0,1
044H0289	6,350			6,350	6,350	6,350	0,5	0,1
044H0290	11,775			11,775	11,775	11,775	0,2	0,0
044H0291	10,912			10,912	10,914	10,915	2,4	0,4
044H0292	11,623			11,623	11,621	11,621	-1,3	0,2
044H0293	10,056			10,056	10,057	10,065	9,8	8,3
044H0294	9,827			9,827	9,760			
044H0295	1,562			1,562	1,560	1,560	-1,5	0,1
050F0079	13,082	13,082	13,078	13,076	13,076	13,076	-5,6	0,1
050F0084	14,082	14,082	14,078	14,075	14,076	14,076	-6,1	0,1
050F0093	13,294	13,294	13,289	13,284	13,284	13,284	-10,3	0,1
050F0101	12,545	12,545	12,544	12,537	12,537	12,538	-7,3	0,2
050F0102	12,712	12,712	12,709	12,704	12,704	12,705	-7,6	0,2
050F0113	18,624			18,624	18,627	18,627	2,6	0,2
050F0128	16,153	16,153	16,147	16,143	16,142	16,142	-11,0	0,1
050F0143	14,314	14,314	14,309	14,305	14,305	14,306	-7,9	0,3
050F0144	14,638	14,638	14,633	14,631	14,631	14,631	-6,3	0,3
050F0148	14,066	14,066	14,062	14,059	14,059	14,059	-6,5	0,1
050F0150	14,162	14,162	14,158	14,155	14,154	14,155	-7,6	0,2
050F0152	13,761	13,761	13,758	13,754	13,754	13,755	-5,9	0,3
050F0157	12,432	12,432	12,428	12,423	12,424	12,424	-7,8	0,1
050F0163	14,543		14,543	14,537	14,537	14,537	-6,5	0,2
050F0170	14,063	14,063	14,060	14,055	14,055	14,055	-7,7	0,2
050F0171	14,585	14,585	14,581	14,578	14,579	14,579	-5,6	0,2
050F0186	16,127	16,127	16,121	16,119	16,119	16,119	-7,1	0,1
050F0195	14,321	14,321	14,317	14,314	14,314	14,314	-7,0	0,2
050F0225	13,707	13,707	13,702	13,699	13,701	13,701	-5,6	0,2
050F0242	14,403			14,403	14,406	14,407	3,3	0,3
050F0249	14,356	14,356	14,352	14,349	14,349	14,350	-6,7	0,3
050F0251	12,206	12,206	12,202	12,198	12,197	12,197	-8,5	0,2
050F0254	13,591	13,591	13,588	13,582	13,585	13,585	-6,3	0,2
050F0259	13,363	13,363	13,359	13,352	13,351	13,351	-12,1	0,1
050F0261	12,585	12,585	12,582	12,577	12,574	12,575	-10,9	0,2
050F0263	22,766			22,766	22,769	22,769	3,2	0,2
050F0278	13,614	13,614	13,610	13,605	13,605	13,605	-9,2	0,2
050F0279	13,796	13,796	13,794	13,787	13,787	13,788	-8,7	0,2
050F0280	13,844	13,844	13,842	13,835	13,838	13,838	-5,8	0,3
050F0282	13,610	13,610	13,609	13,603	13,605	13,605	-5,3	0,3
050F0283	14,239	14,239	14,236	14,231	14,233	14,233	-6,1	0,1
050F0284	13,974	13,974	13,971	13,965	13,966	13,966	-8,6	0,1
050F0285	13,760	13,760	13,757	13,752	13,752	13,752	-7,1	0,2
050F0286	12,990	12,990	12,985	12,981	12,981	12,981	-8,9	0,1

Peilmerk	Nulmeting NAP (m)	1995 NAP (m)	2001 NAP (m)	2013 NAP (m)	2018 NAP (m)	2023 Insar *1 (m)	Diff. (mm) nulmeting - 2023	Diff. (mm) 2018 - 2023
050F0287	13,838	13,838	13,835	13,830	13,831	13,831	-7,2	0,2
050F0289	13,870	13,870	13,867	13,863	13,862	13,862	-7,8	0,1
050F0290	19,666	19,666	19,659	19,654	19,654	19,654	-11,5	0,2
050F0291	13,927	13,927	13,925	13,921	13,920	13,920	-6,6	0,1
050F0292	13,706	13,706	13,702	13,697	13,697	13,697	-8,8	0,2
050F0295	14,554	14,554	14,548	14,545	14,545	14,545	-8,6	0,0
050F0296	15,139	15,139	15,133	15,131	15,131	15,131	-8,7	0,0
050F0297	15,519	15,519	15,513	15,512	15,511	15,511	-8,2	0,1
050F0298	12,919	12,919	12,916	12,911	12,911	12,911	-7,8	0,1
050F0299	12,524	12,524	12,522	12,517	12,516	12,516	-7,3	0,1
050F0300	12,724	12,724	12,721	12,714	12,716	12,716	-8,3	0,1
050F0302	12,153	12,153	12,152	12,148	12,148	12,148	-4,9	0,1
050F0303	12,433	12,433	12,431	12,426	12,425	12,425	-7,2	0,2
050F0304	12,264	12,264	12,263	12,255	12,254	12,254	-10,1	0,1
050F0305	13,882	13,882	13,877	13,870	13,873	13,873	-8,5	0,2
050F0312	13,124		13,124	13,119	13,119	13,119	-5,2	0,2
050F0313	14,073			14,073	14,076	14,076	3,8	0,2
050F0315	12,178			12,178	12,182	12,183	4,2	0,2
050F0317	13,996			13,996	13,999	13,999	3,3	0,2
050F0329	14,704			14,704	14,706	14,706	2,1	0,1
050F0330	13,171			13,171	13,170	13,170	-0,1	0,2
050F0331	12,939			12,939	12,939	12,939	0,3	0,2
050F0332	14,143			14,143	14,145	14,145	1,9	0,2
050F0334	14,387			14,387	14,388	14,388	1,4	0,3

*1 De waarden in 'kolom 2023 Insar (mm)' zijn de gemiddelde waarden van de met Insar technieken bepaalde hoogte van een 'peilmerkgebied'.
 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

Waalwijk 2023 Factual Report

Factual Report on InSAR Processing

1 Document status

1.1 Overview

Title	Factual Report
Timestamp	25-Oct-2023 15:06 GMT
Customer	Antea
Viewer	Waalwijk 2023 Factual Report

1.2 Layers

This factual report covers the following InSAR datasets, available as layers for Waalwijk 2023 Factual Report:

1. s1 dsc t37
2. S1 asc t88

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 472.58 km². Note: This area may deviate from the processed area.

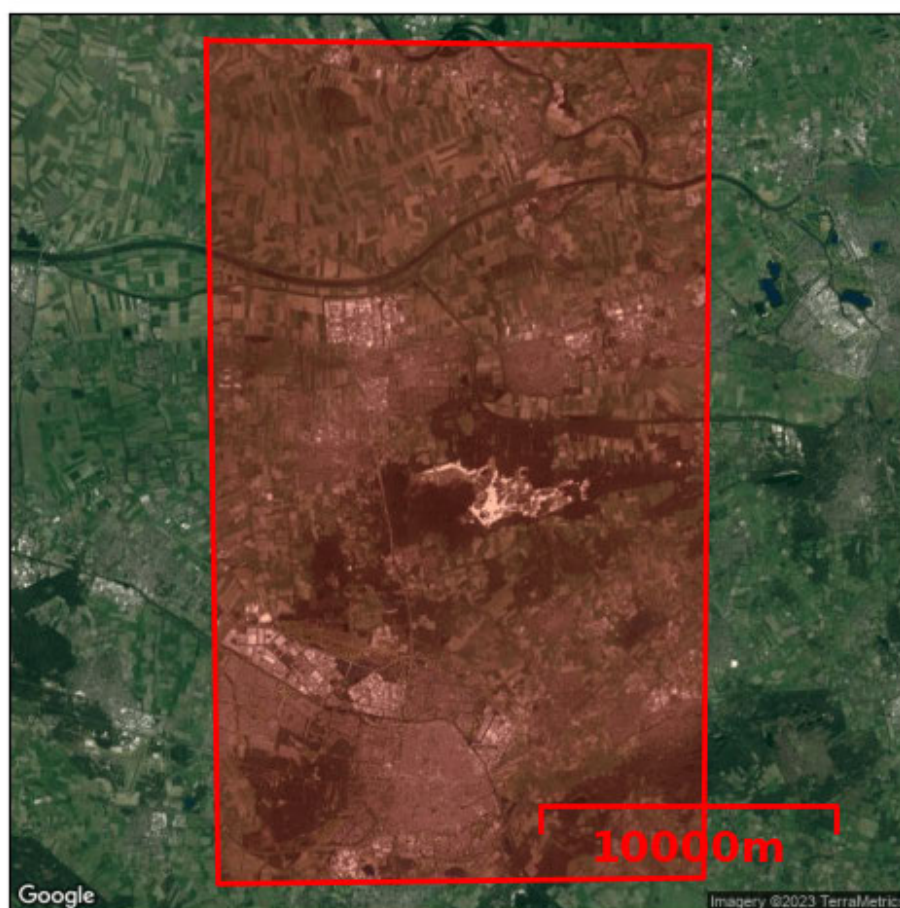


Figure 1: Measurement area, overlaid on Google Earth

3 Observation period

3.1 Timespan

The deformation is analyzed for the period 03 August 2018 to 22 August 2023, see figure 2.

Dataset	Satellite	Period	Images	Median time interval
s1 dsc t37	Sentinel-1	06-08-2018 - 22-08-2023	244	6
S1 asc t88	Sentinel-1	03-08-2018 - 13-08-2023	240	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	[35.06129263769877, 36.43388971662847]
Resolution	13.23m x 3.5m
Satellite	Sentinel-1
Pass direction	descending
Incidence angle	[41.01991435468086, 42.21382068735073]
Resolution	13.23m x 3.5m

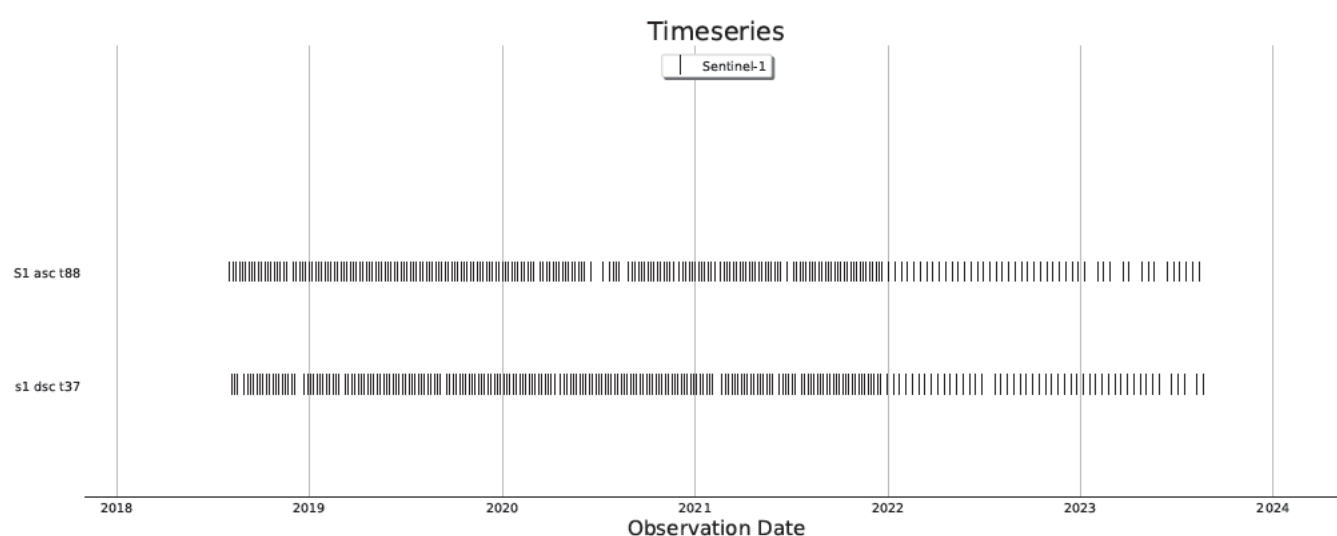


Figure 2: The temporal baseline, a graphical view of the images used for each dataset.

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 t37	full_pixel_psi_nl_brussels_s1_dsc_t37_v5.csv
S1 asc t88	full_pixel_psi_nl_brussels_s1_asc_t88_v5.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_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_incidangle	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: 2.2.0

Appendices

s1 dsc t37

Number of scatterers	1725886			
Deformation direction	line of sight			
Data statistics		Linear rate [mm/yr]	Height [m]	Quality [-]
	1 st Percentile	-11.08	41.15	0.40
	Average	-0.17	53.55	0.68
	99 th Percentile	5.22	75.68	0.97
Model components	Linear (applied), Quadratic (applied), Seasonal (applied)			
Referencing				
Type	Virtual point ¹			
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	95b91d9be6c75fe3e63c1ca8d717a4599d36e611			

¹Multiple points are used as reference

S1 asc t88

Number of scatterers	1653886			
Deformation direction	line of sight			
Data statistics		Linear rate [mm/yr]	Height [m]	Quality [-]
	1 st Percentile	-15.76	41.37	0.40
	Average	-0.30	53.38	0.65
	99 th Percentile	6.00	71.77	0.95
Model components	Linear (applied), Quadratic (applied), Seasonal (applied)			
Referencing				
Type	Virtual point ¹			
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	1e89d1562caafcc1c41df1b6b4467b5e116640fd			

¹Multiple points are used as reference

Bijlage 5 InSAR meetdata

De ruwe InSAR meetdata en berekende zettingsdata worden digitaal bij dit rapport geleverd.

Bijlage 5 InSAR meetdata

De ruwe InSAR meetdata en berekende zettingsdata worden digitaal bij dit rapport geleverd.

Bijlage 6 Overzichtstekening vervallen peilmerken waterpas meetnet

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
T. +31 6 51 54 62 31
E. info@Anteagroup.nl

Copyright © 2024

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

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

www.anteagroup.nl