

Advies groep Economische
Zaken
Princetonlaan 6
Postbus 80015
3508 TA Utrecht

www.tno.nl

T +31 30 256 42 56
F +31 30 256 44 75
info-BenO@tno.nl

TNO-rapport

TNO-034-UT-2009-02318/A

Addendum bij het rapport "PS-InSAR-analyse van de bodemdaling in Noordwest-Friesland"

Datum	24 november 2009
Auteur(s)	Mevr. Dr. A.G. Muntendam-Bos Prof. Dr. Ir. R.F. Hanssen Mevr. Dr. K. van Thienen-Visser Ir. S. Samiei-Esfahany
Opdrachtgever	Ministerie van Economische zaken
Projectnummer	034.20773
Aantal pagina's	107 (incl. bijlagen)
Aantal bijlagen	3

Alle rechten voorbehouden. Niets uit dit rapport mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor onderzoeksopdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

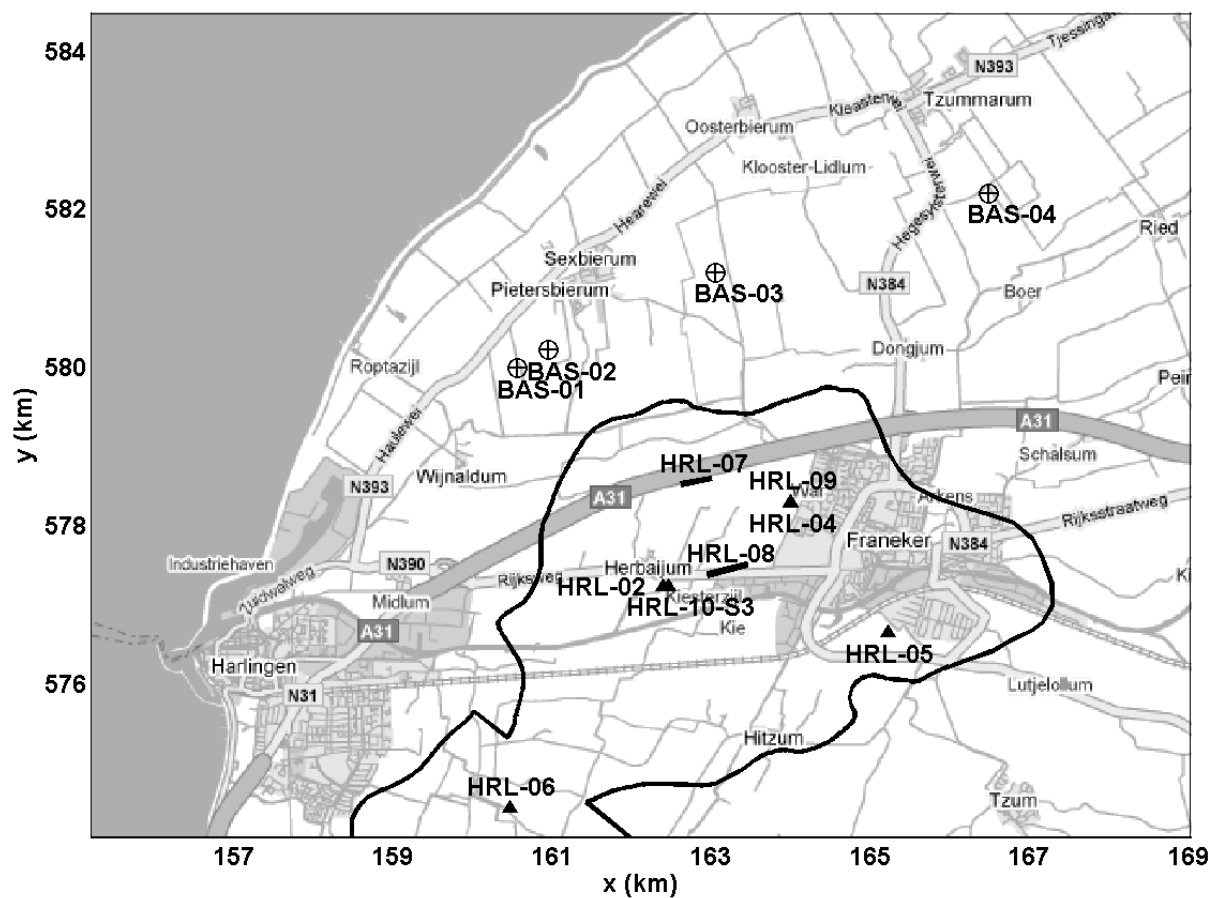
Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

© 2009 TNO

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
2	Data	7
3	Consistentie tussen peilmerk en PS-InSAR data.....	28
4	Additionele peilmerk data	50
5	Bodemdaling Noordwest-Friesland	56
A	Overzicht gebruikte data.....	83
A.1	Radar data	83
A.2	Peilmerk data	85
B	Ruimtelijke consistentie PSI en peilmerkdata in 2004 en 2005	93
C	Invloed horizontale beweging op de bodemdalings-schatting.....	101

1 Inleiding



Figuur 1-1. Overzichtskarta van het studiegebied met het Harlingen (Chalk) gasveld als contour, de verticale putten als zwarte driehoeken en de horizontale putten als dikke zwarte lijnen. Verder zijn ook de BAS zoutcavernes aangegeven. Dezelfde symbolen zullen in alle figuren gebruikt worden.

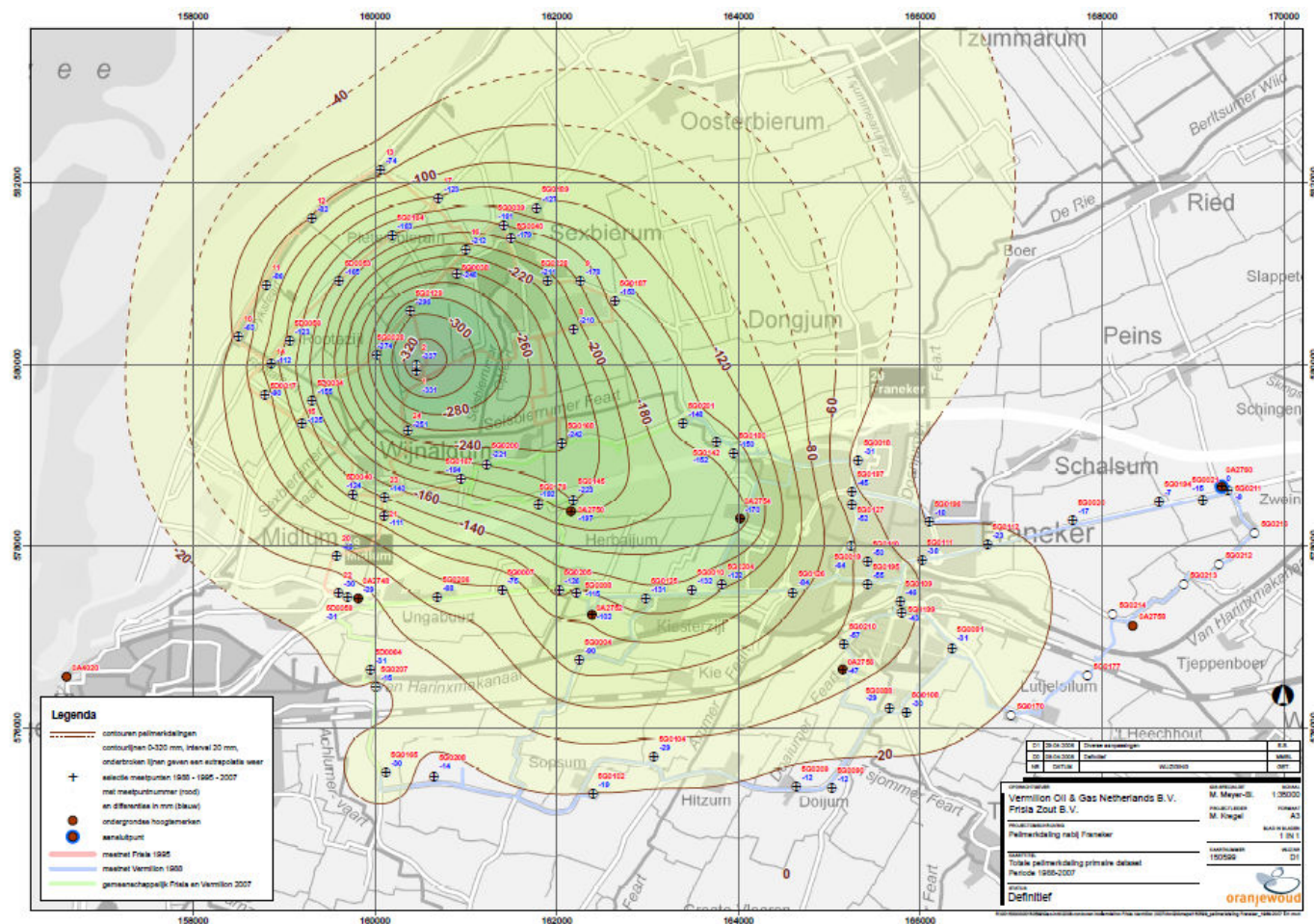
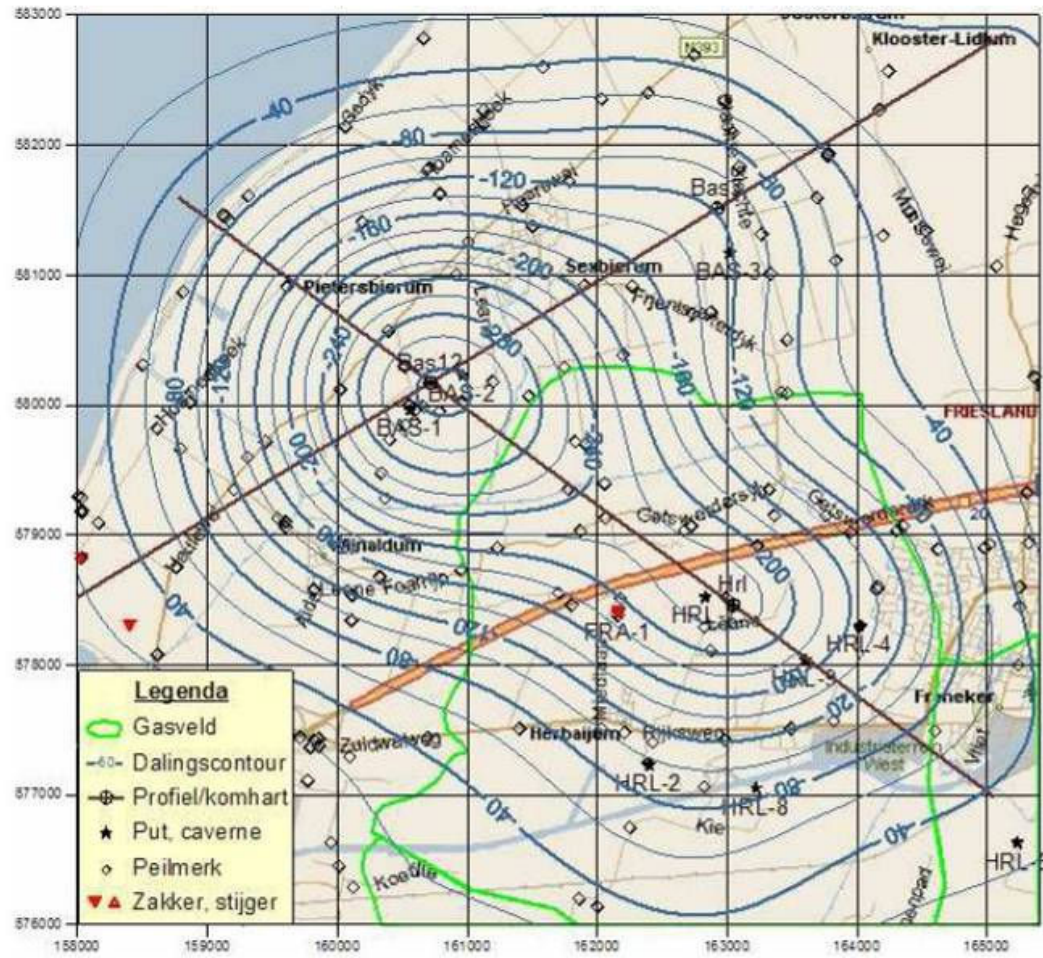


Figure 1-2: Totale peilmerkdaling primaire dataset tussen 1988 en 2006 (Oranjewoud, 2007)

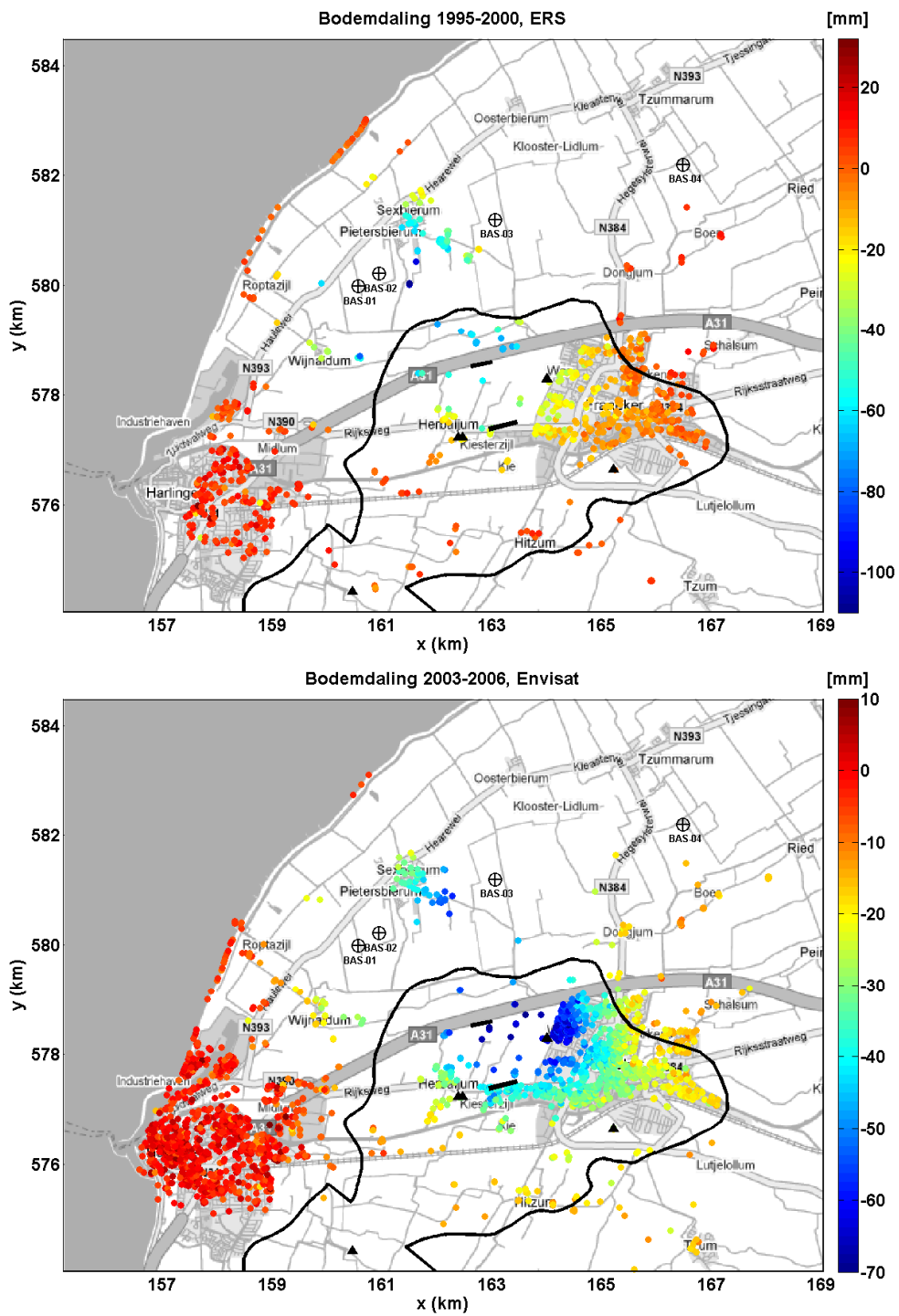


Figuur 1-3: Totaal gemeten bodemdaling over de periode 1988-2007 in mm (Houtenbos, 2008).

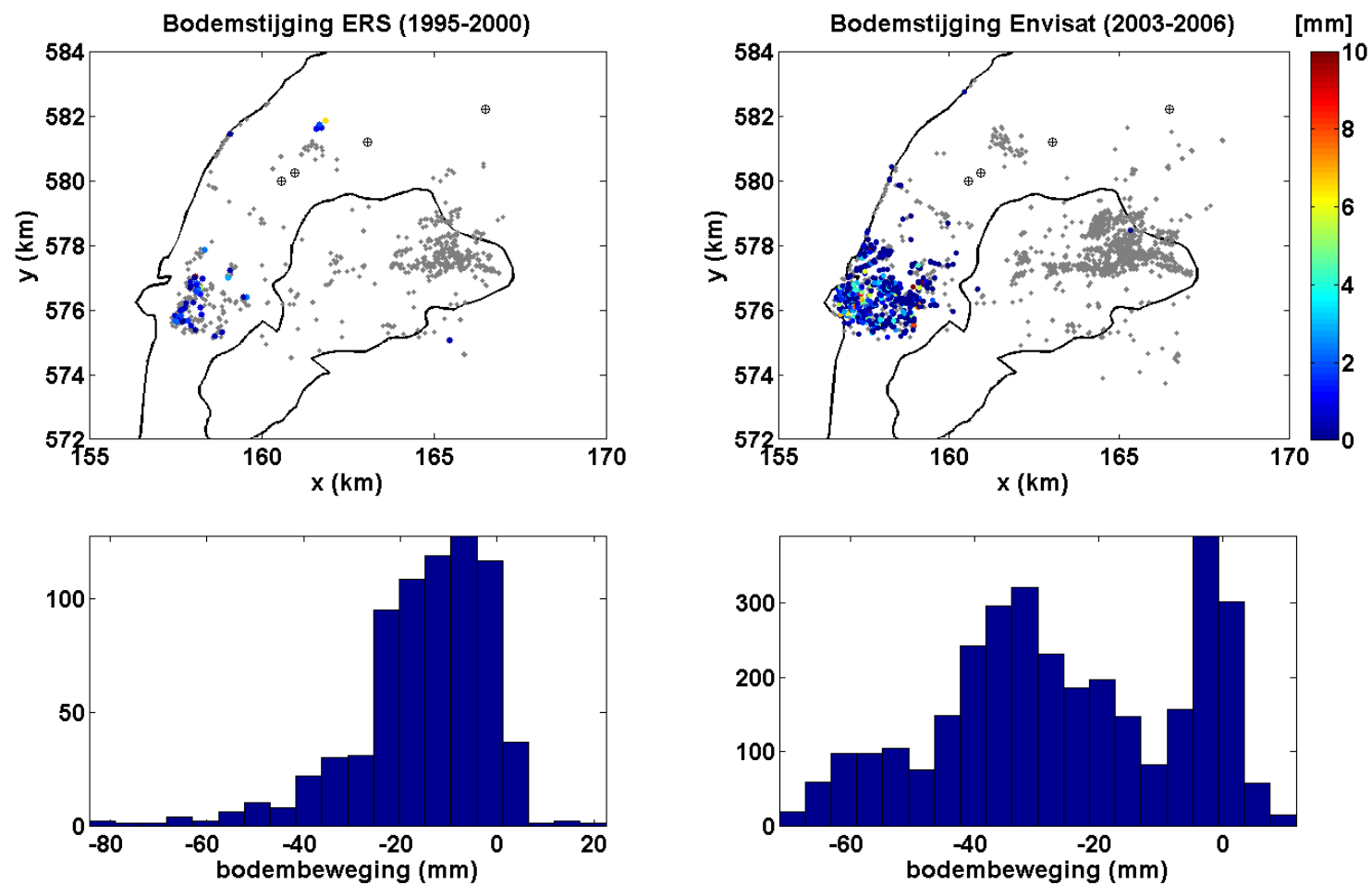
2 Data



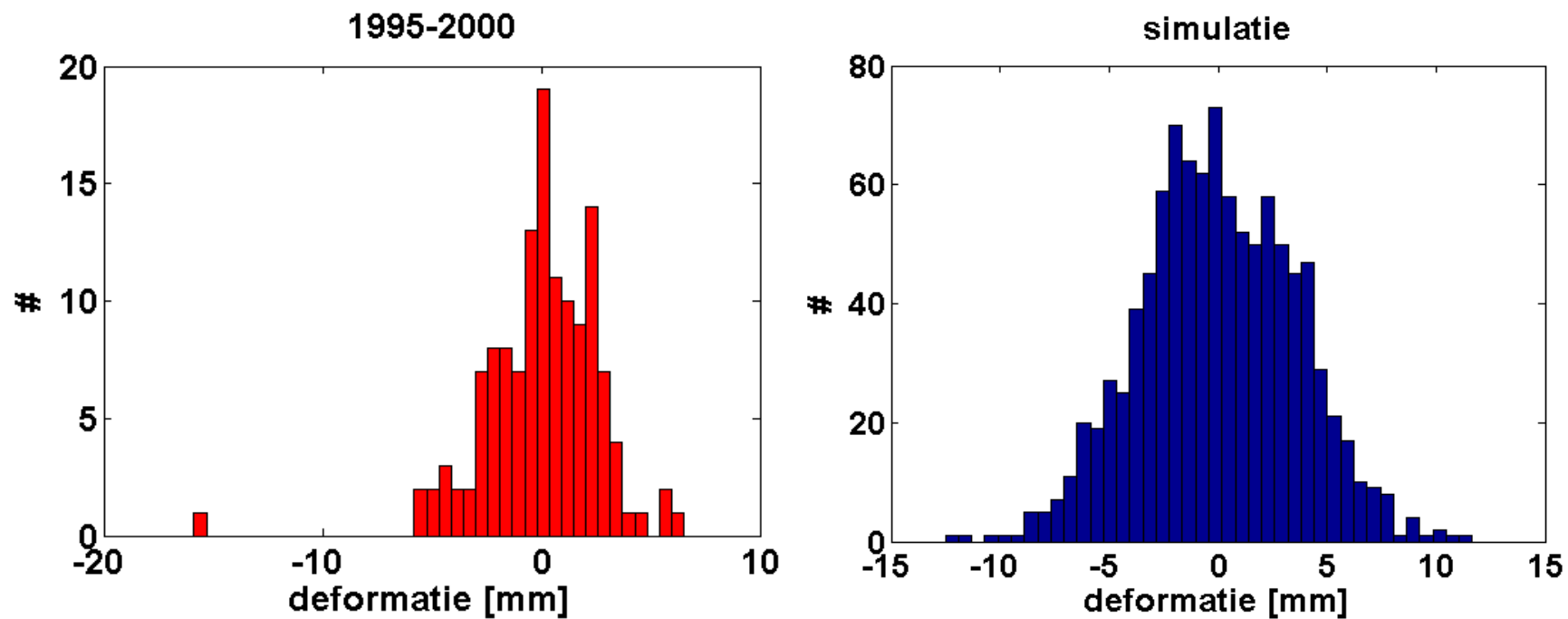
Figuur 2-1. Ligging van de radar satellietbeelden ('frames') over noordwest Friesland. Het gebied is vanuit twee dalende banen (links, frames 423 en 151) en twee stijgende banen (rechts, frames 29 en 258) waargenomen. Van elk beeld is een tijdserie beschikbaar vanuit de satellieten ERS-1, ERS-2 en Envisat. Het aantal beelden dat daadwerkelijk door de satellieten is opgenomen is aangegeven in Tabel 2-1.



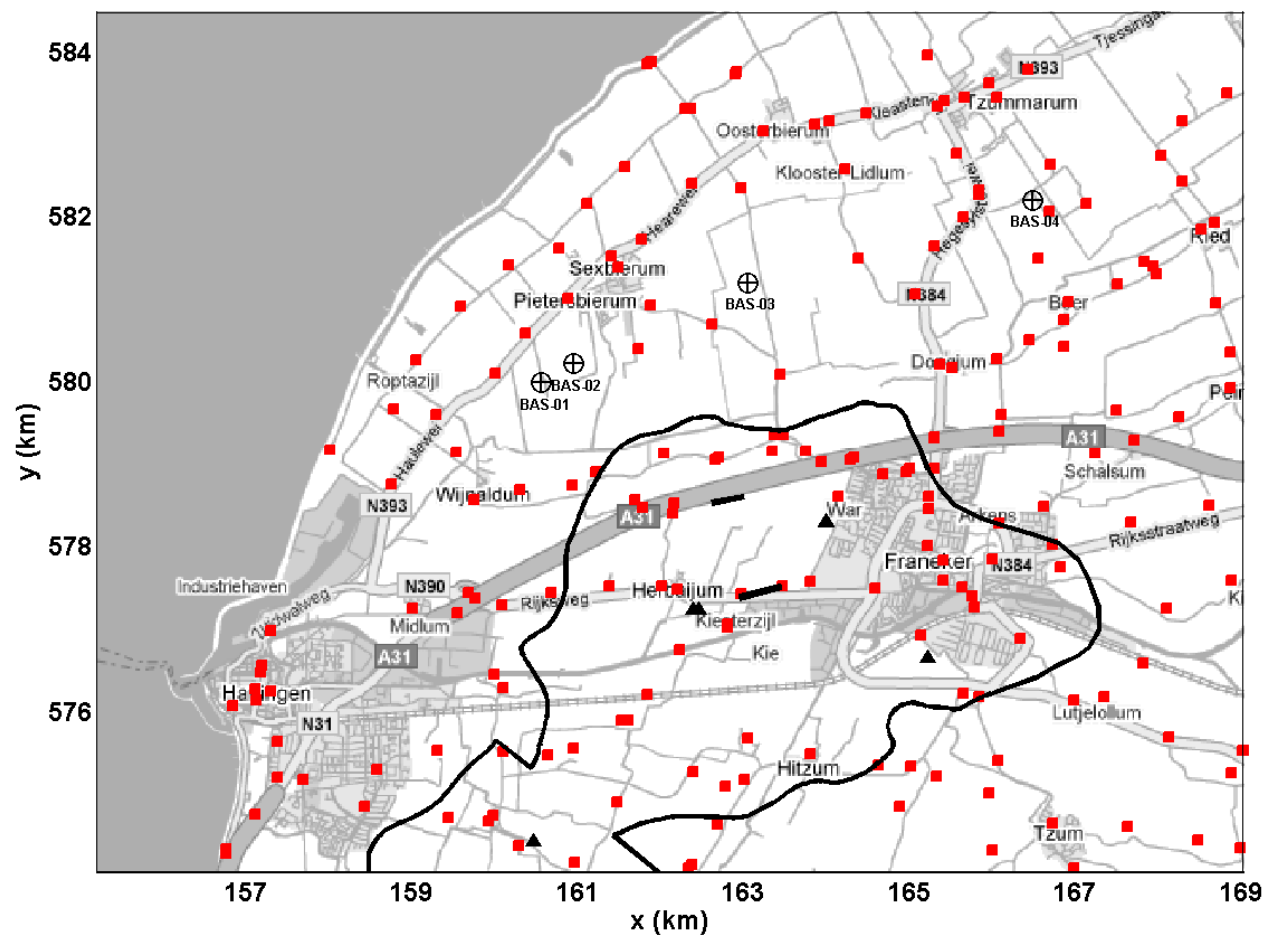
Figuur 2-2. Voorbeeld van de radarmetingen van bodemdaling (mm) tussen 1995 en 2000 (ERS-2 satelliet, ca. 800 metingen) en tussen 2003 en 2006 (Envisat satelliet, ca. 3000 metingen). De contour geeft het Harlingen gasveld aan. Duidelijk is te zien hoe het dalingsgebied zich uitbreid naar het zuidoosten.



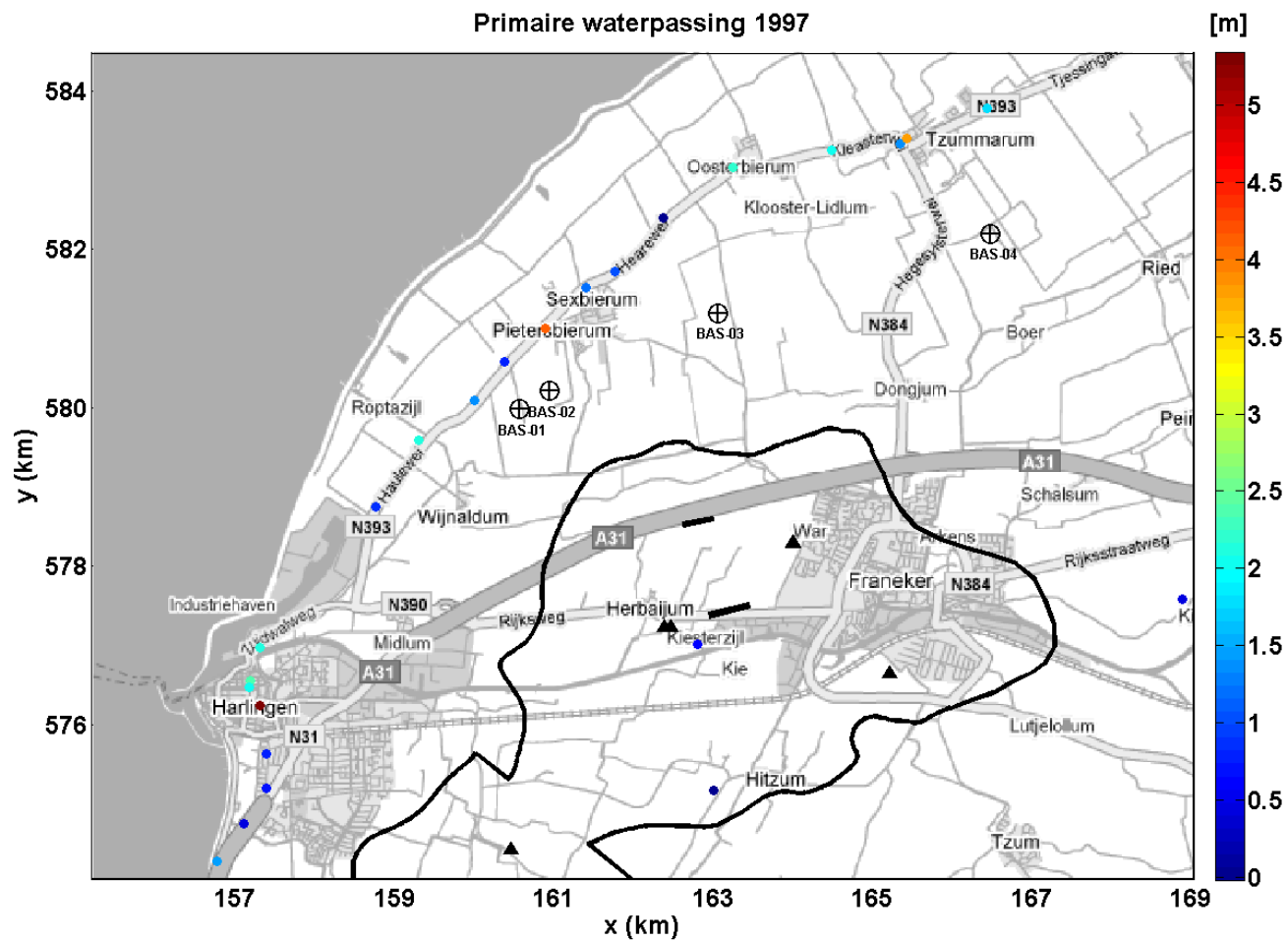
Figuur 2-3. Vermeende bodemstijging in de ERS-2 en Envisat data (boven) in millimeters en histogram van de bodembeweging (mm) in de ERS-2 en Envisat data (onder). Negatieve bodembeweging is bodemdaling en positieve bodembeweging is bodemstijging.



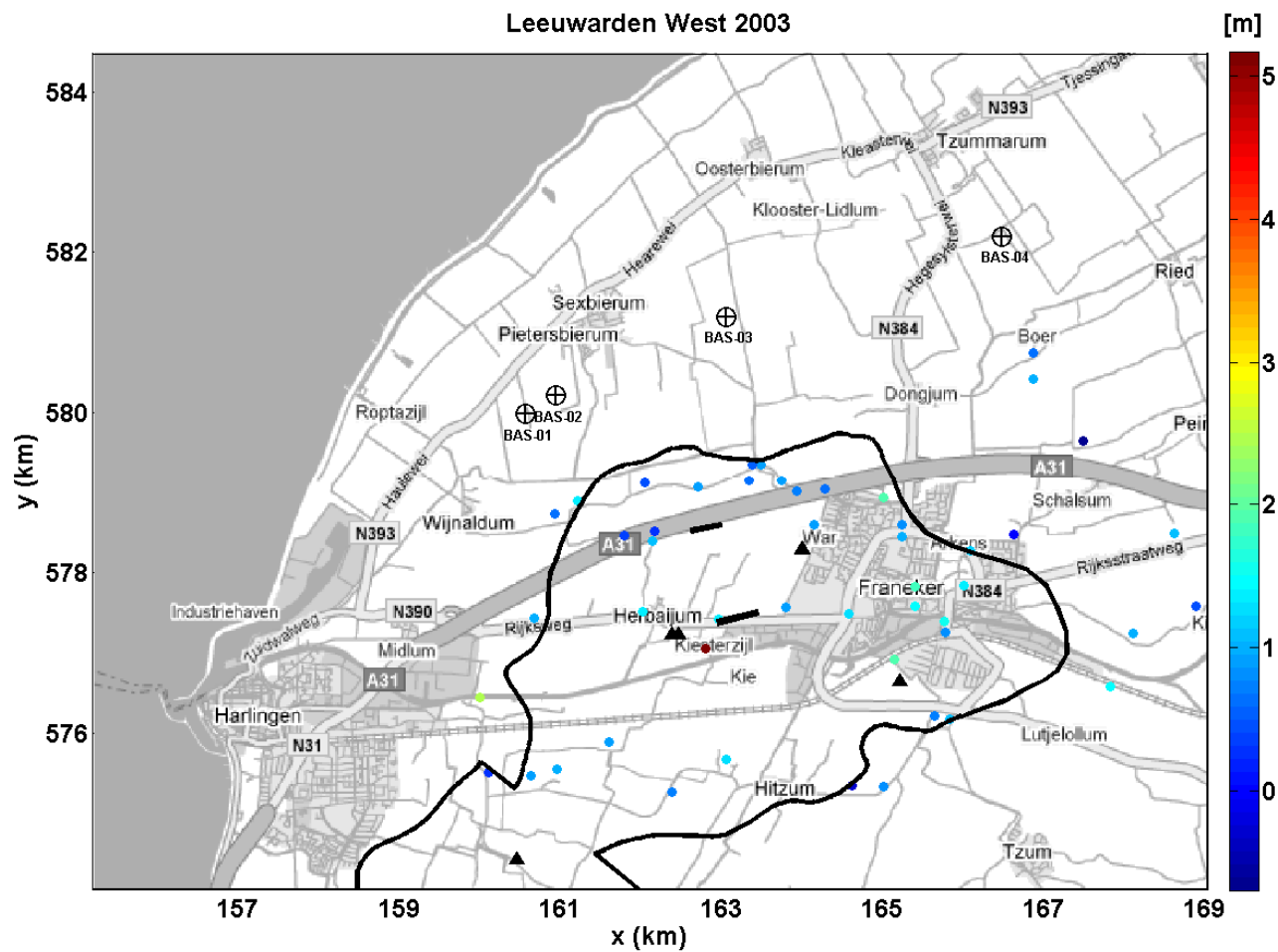
Figuur 2-4. Links: Waargenomen histogram voor de stad Harlingen aan cumulatieve deformatie (1995-2000) uit radarmetingen. Rechts: Gesimuleerde verdeling van cumulatieve deformatie van 1000 punten met een verwachtingswaarde 0 en een standaardafwijking van 2,5 mm voor elke double-difference waarneming. Hieruit volgt dat het waargenomen 'stijgings'signaal niet als significant mag worden beschouwd, zolang het stijgingssignaal ook ruimtelijk normaal is verdeeld.



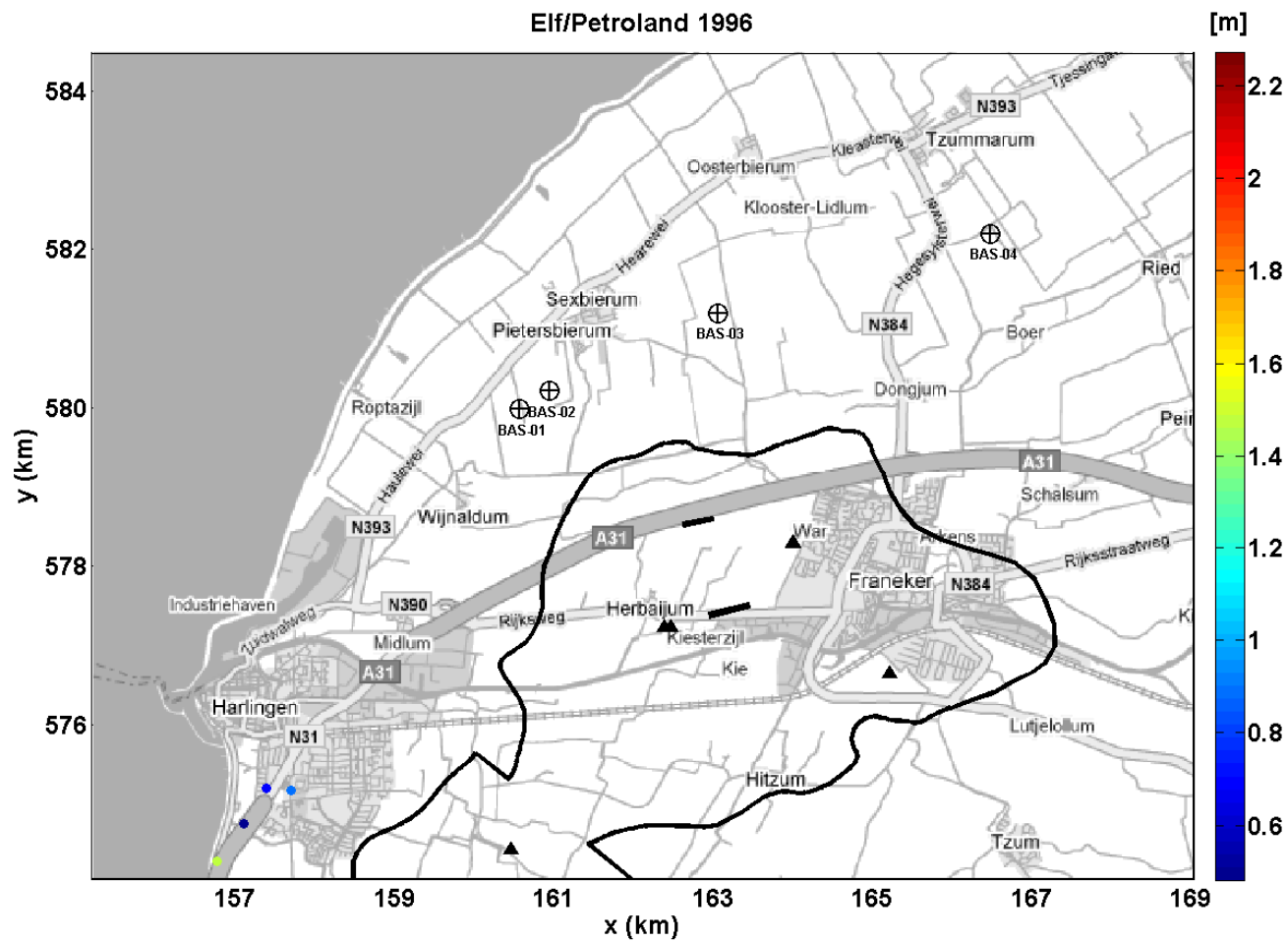
Figuur 2-5. De locaties van de peilmerken en de contouren van het Harlingen gasveld. Niet alle punten zijn op alle epochen waargenomen.



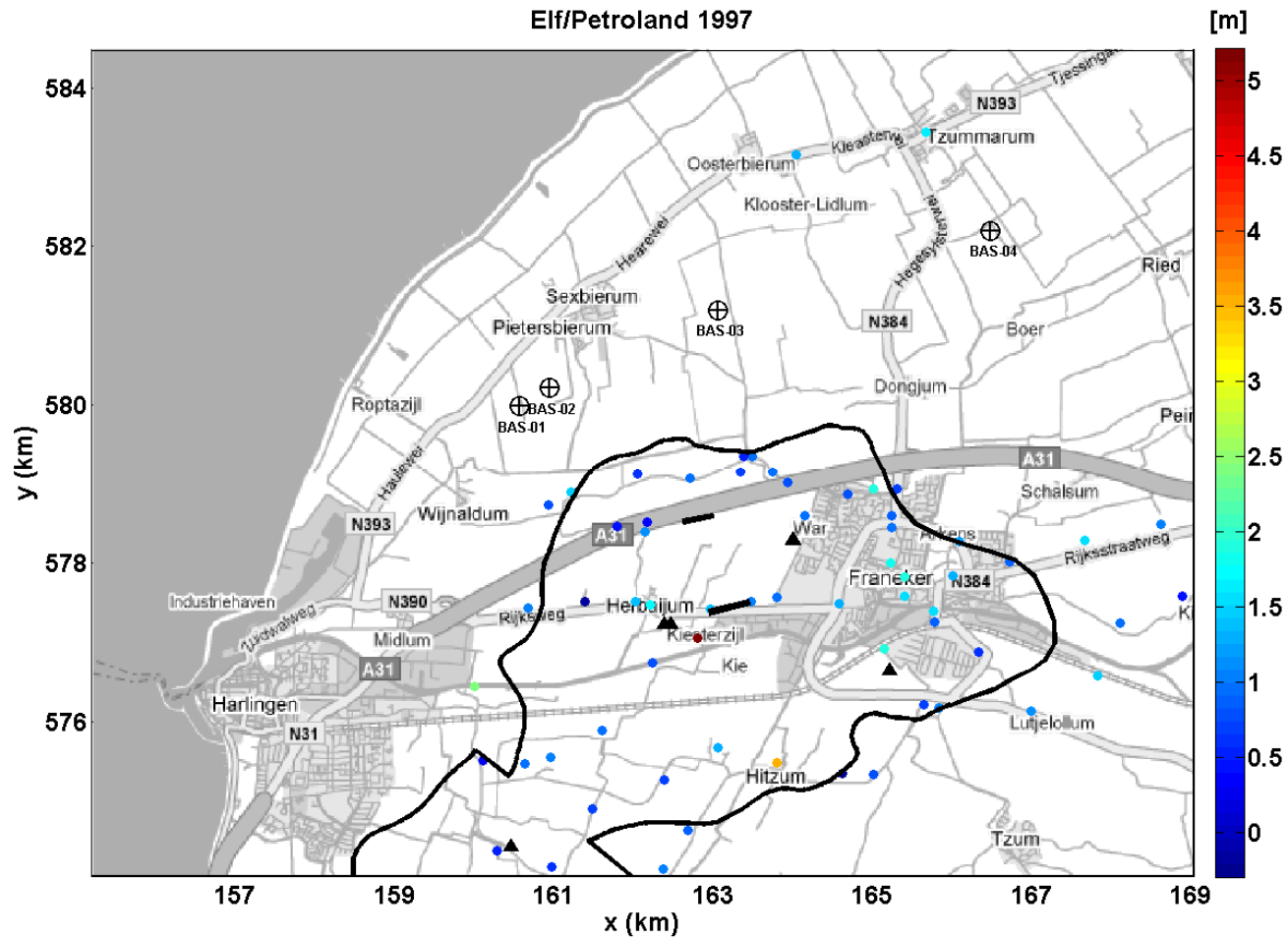
Figuur 2.6. Bovenste figuur.



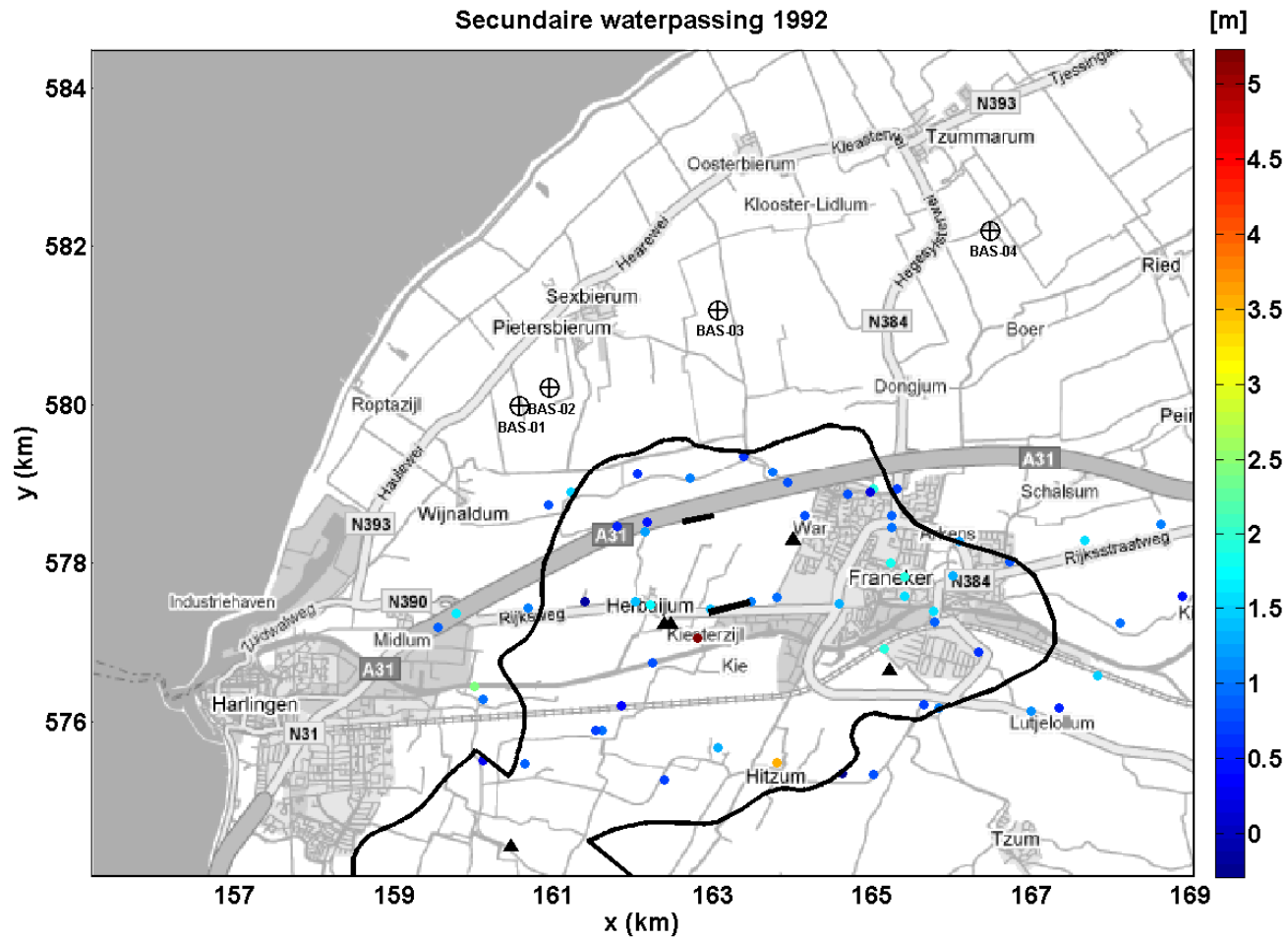
Figuur 2-6. Locatie van de peilmerken gebruikt in de primaire waterpassing in 1997 en een secundaire waterpassing voor het district Leeuwarden west in 2003. De aangegeven hoogten (m) geven de gemeten hoogten van de lokale peilmerkbouten aan.



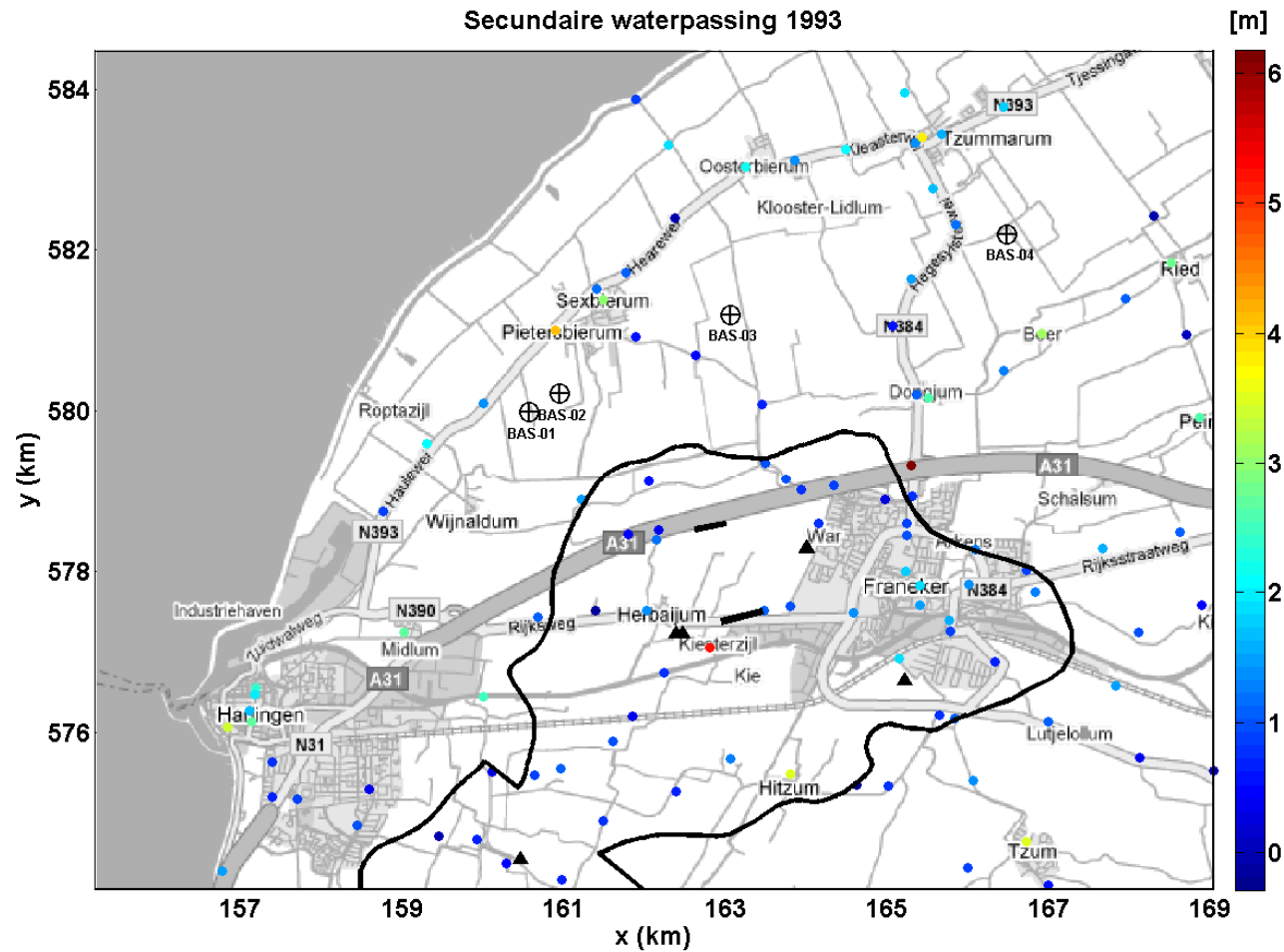
Figuur 2-7. Bovenste figuur.



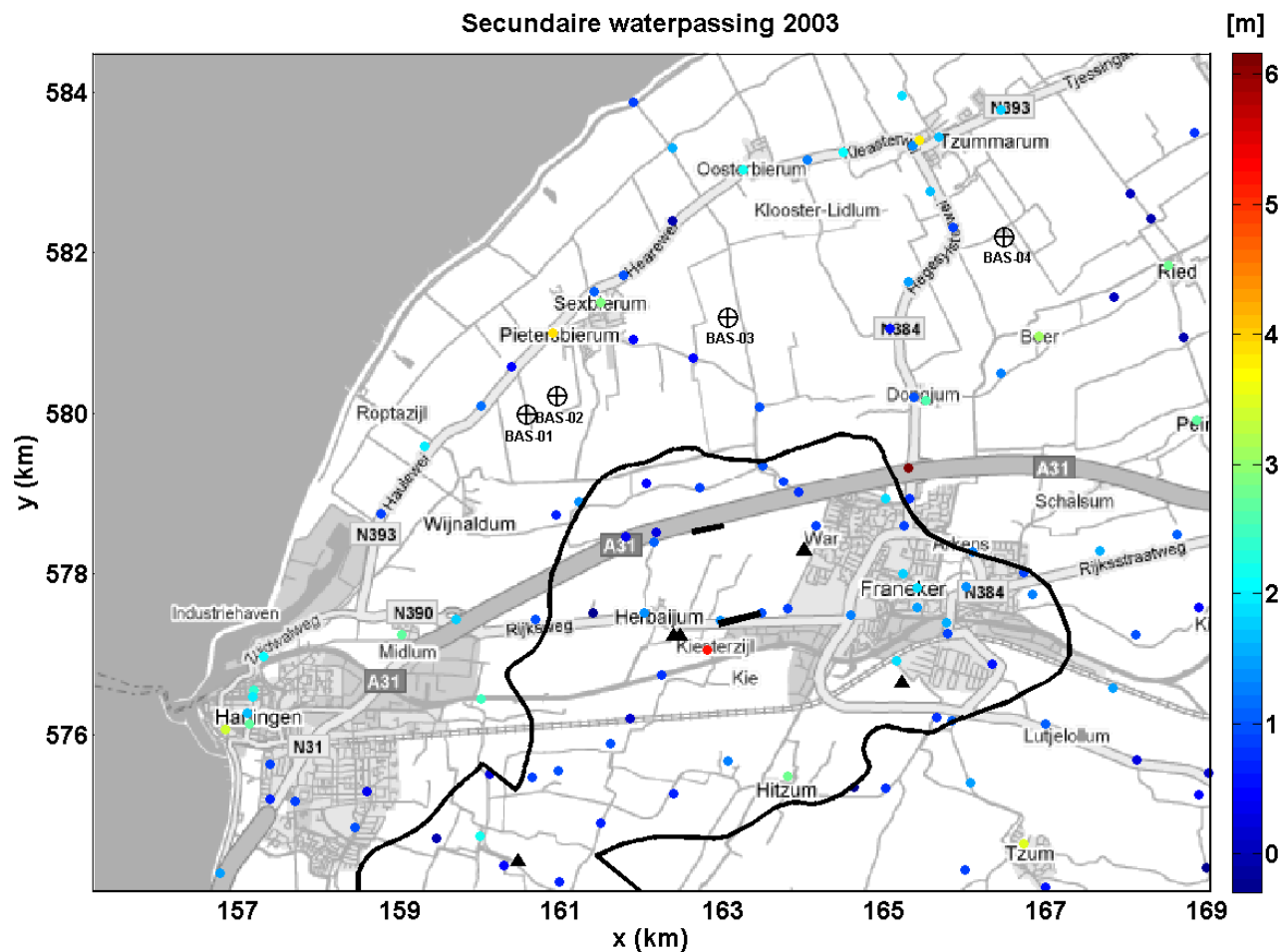
Figuur 2-7. Locatie van de peilmerken gebruikt in de waterpassingen voor Elf Petroland in 1996 en 1997. De aangegeven hoogten (m) geven de gemeten hoogten van de lokale peilmerkbouten aan.



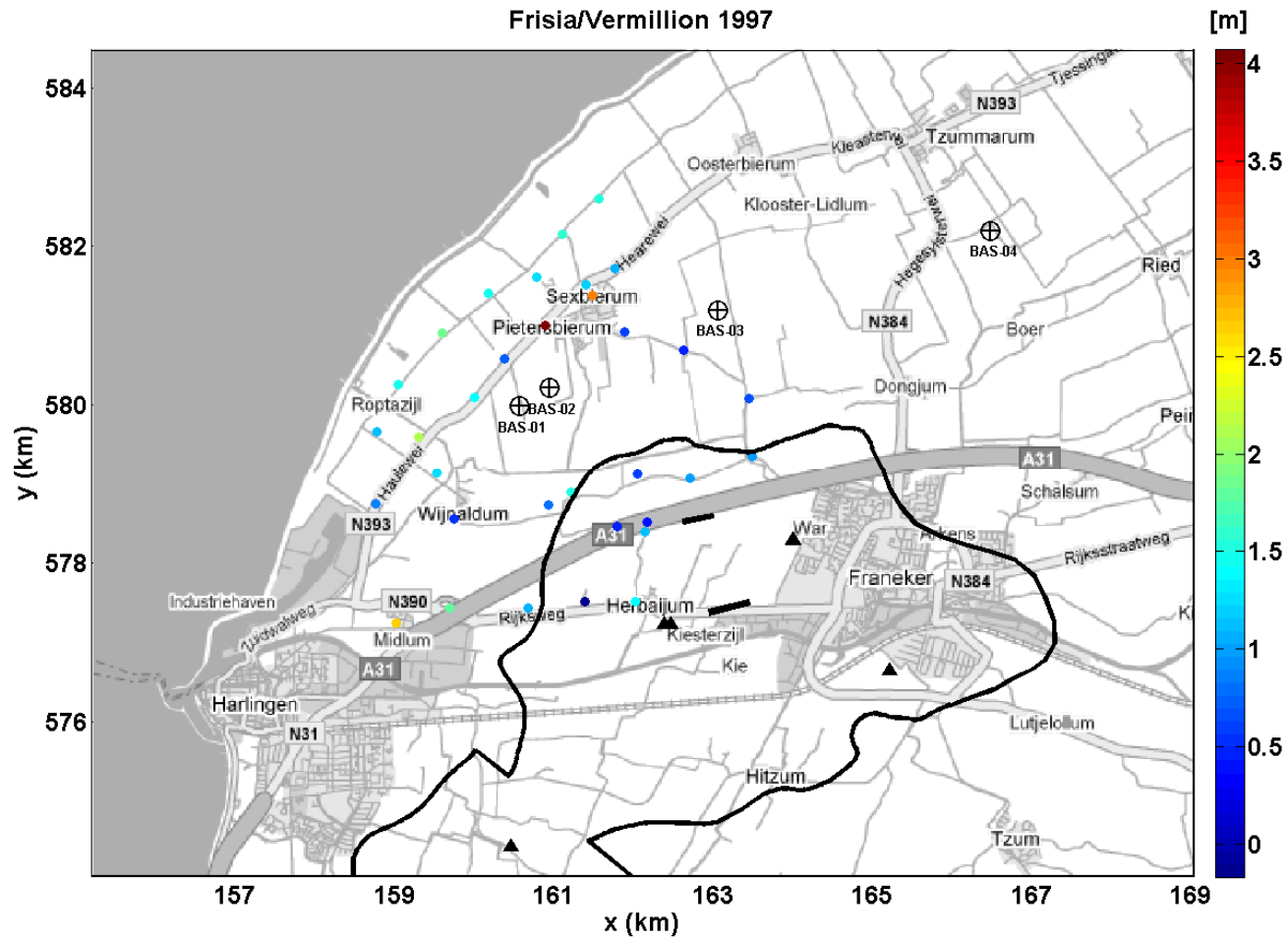
Figuur 2-8. Bovenste figuur.



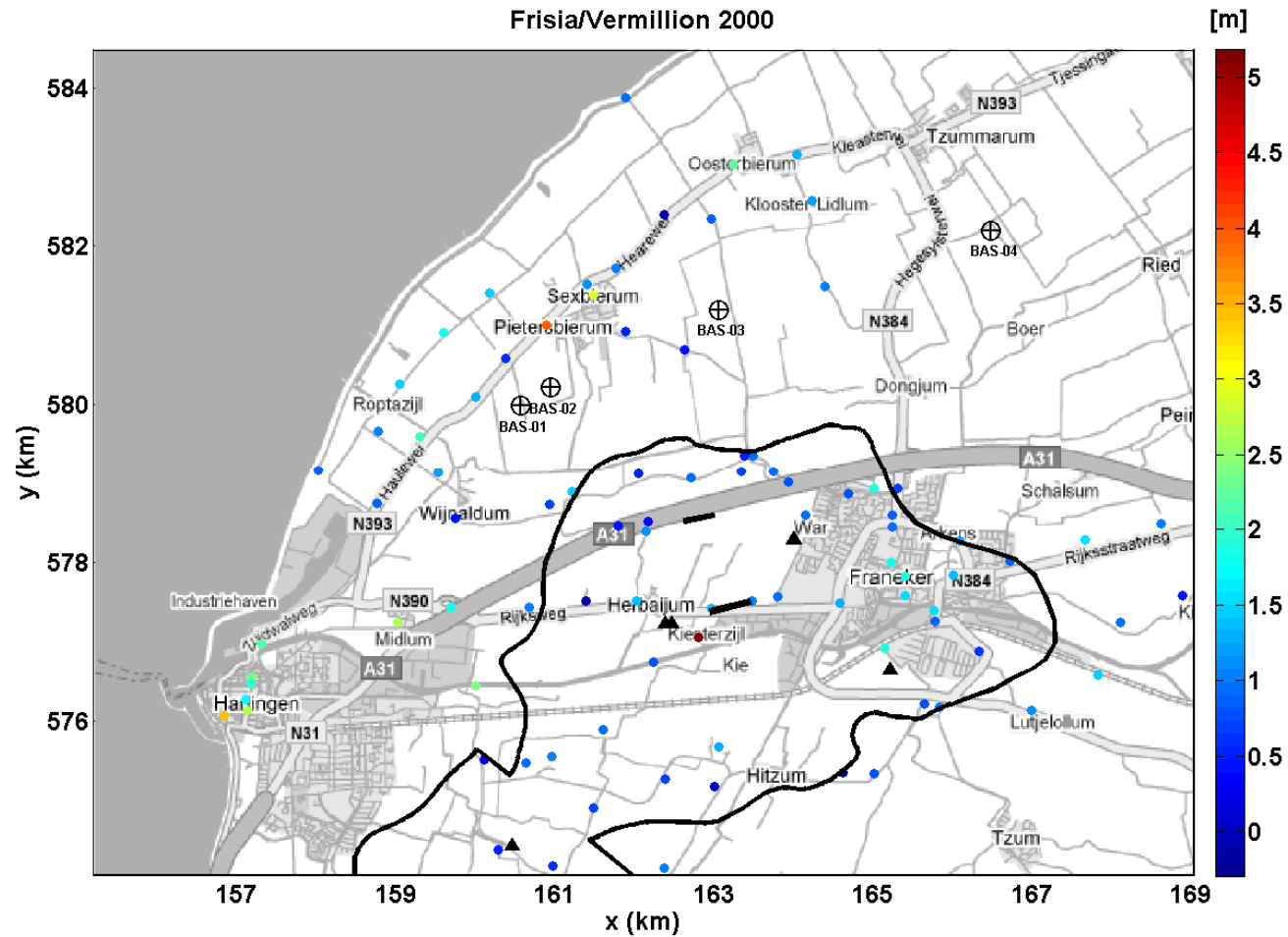
Figuur 2-8. Locatie van de peilmerken gebruikt in de secundaire waterpassingen in 1992 en 1993. De datadichtheid in 1993 is voldoende om te gebruiken voor de bepaling van de daling in de periode voor 2000 en om een betere daling te bepalen over het gasveld. De aangegeven hoogten (m) geven de gemeten hoogten van de lokale peilmerkbouten aan.



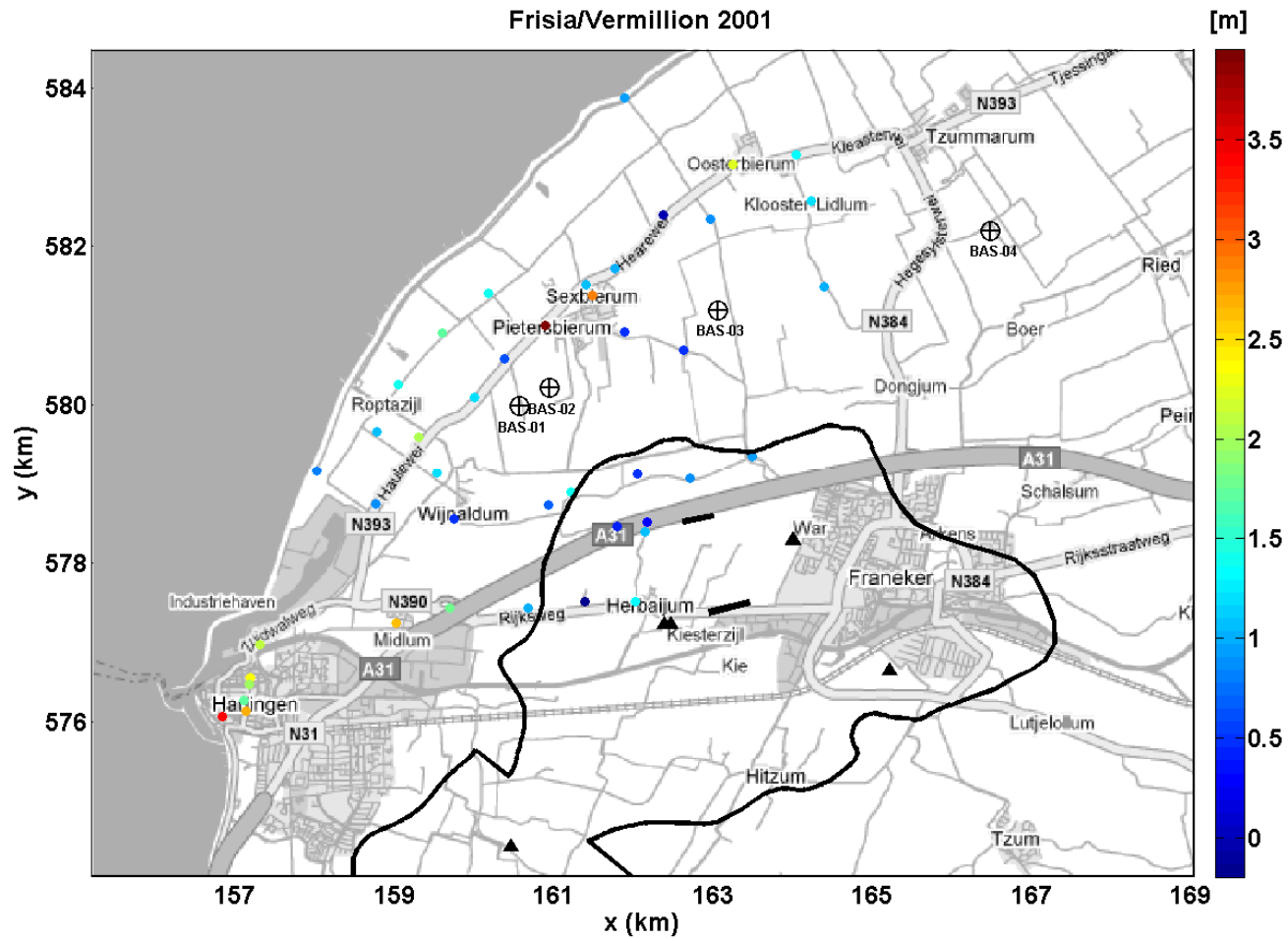
Figuur 2-9. Locatie van de peilmerken gebruikt in de secundaire waterpassingen in 1998 en 2003. De datadichtheid in 1998 en 2003 is voldoende om te gebruiken voor de bepaling van de daling in de periode voor 2000 en om een betere daling te bepalen over het gasveld. De aangegeven hoogten (m) geven de gemeten hoogten van de lokale peilmerkbouten aan.



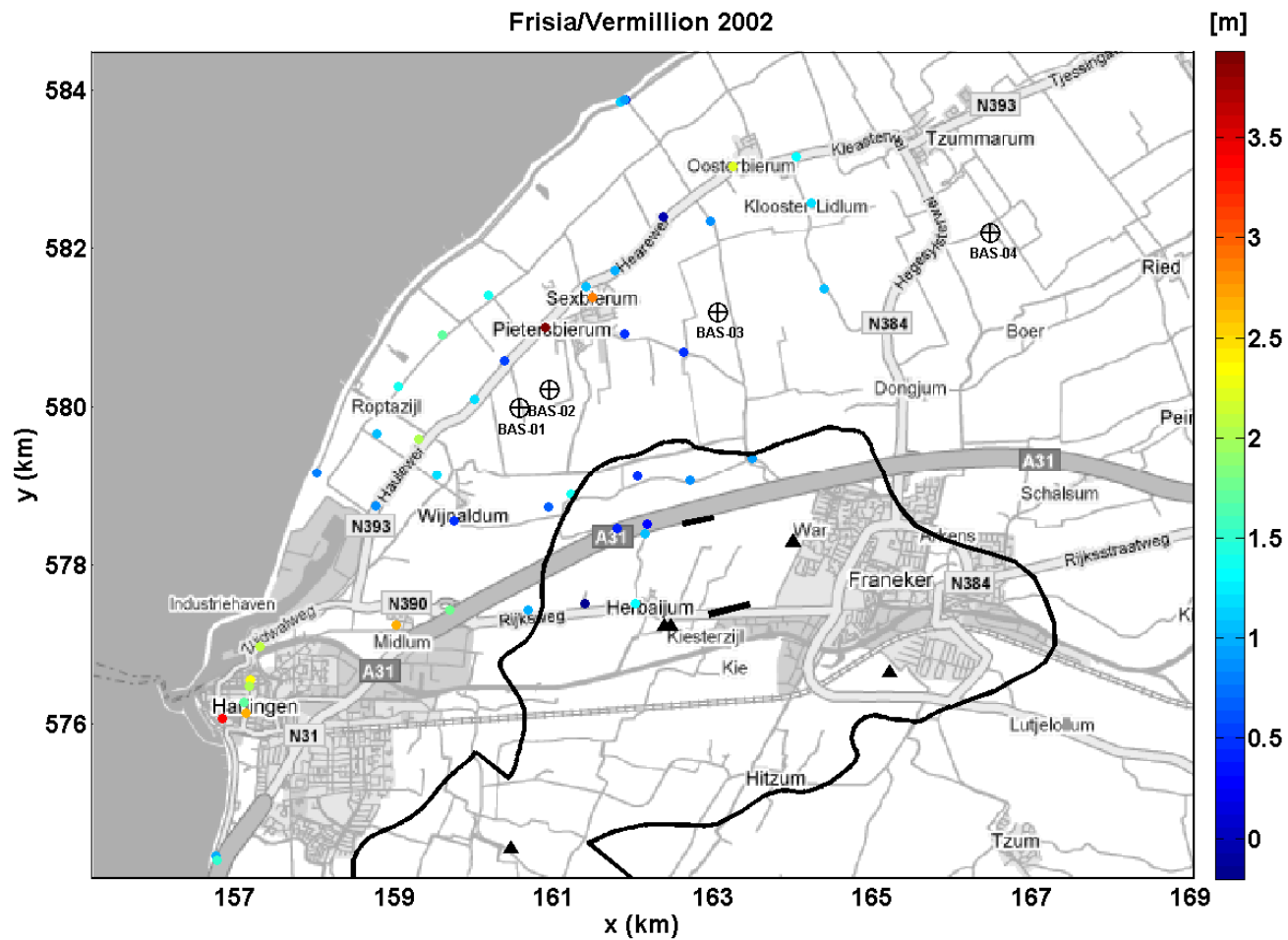
Figuur 2-10. Bovenste figuur.



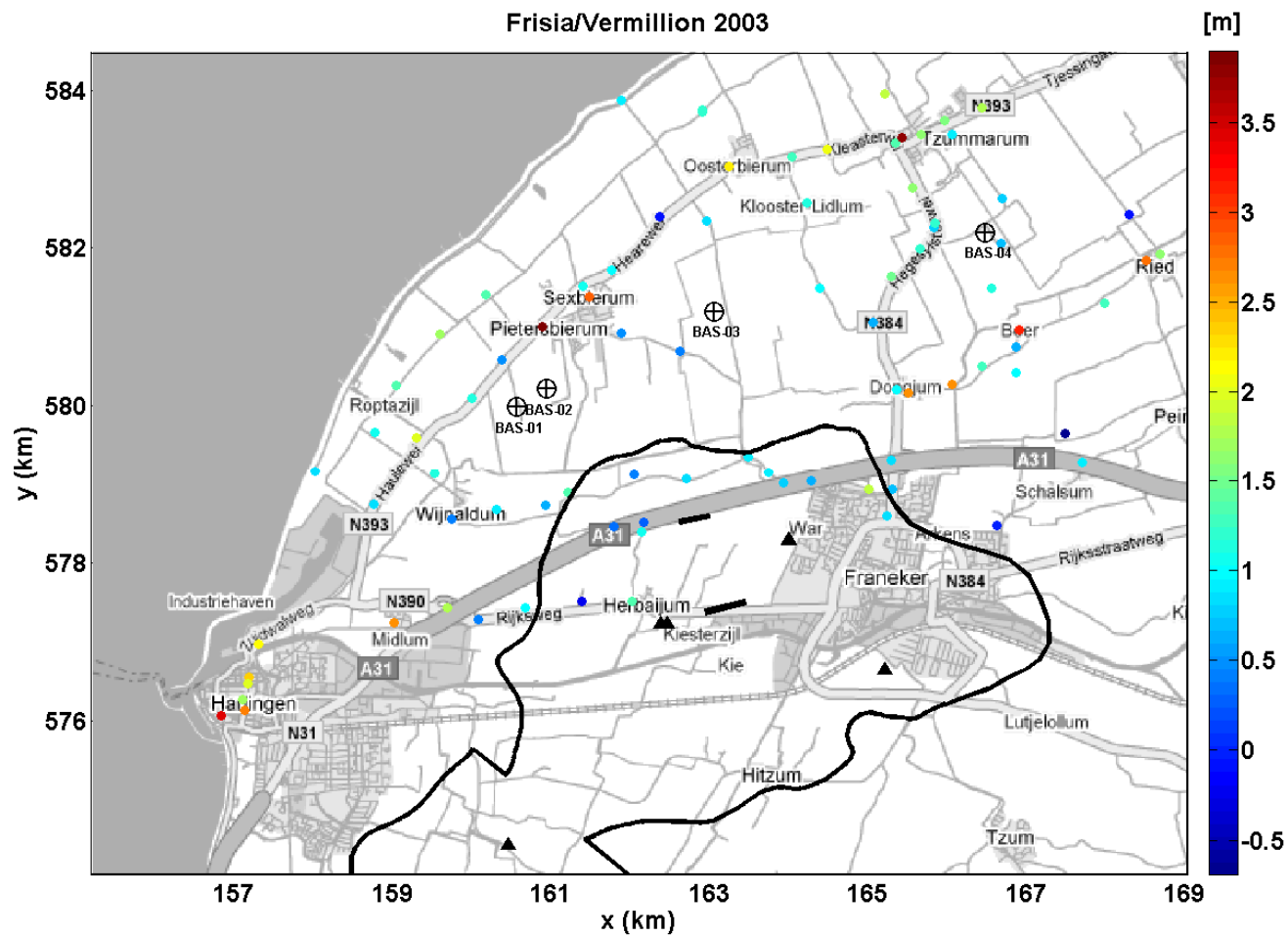
Figuur 2-10. Locatie van de peilmerken gebruikt in de waterpassingen voor Frisia en Vermillion in 1997 en 2000. De data dichtheid boven het Harlingen gasveld is redelijk in 2000. De aangegeven hoogten (m) geven de gemeten hoogten van de lokale peilmerkbouten aan.



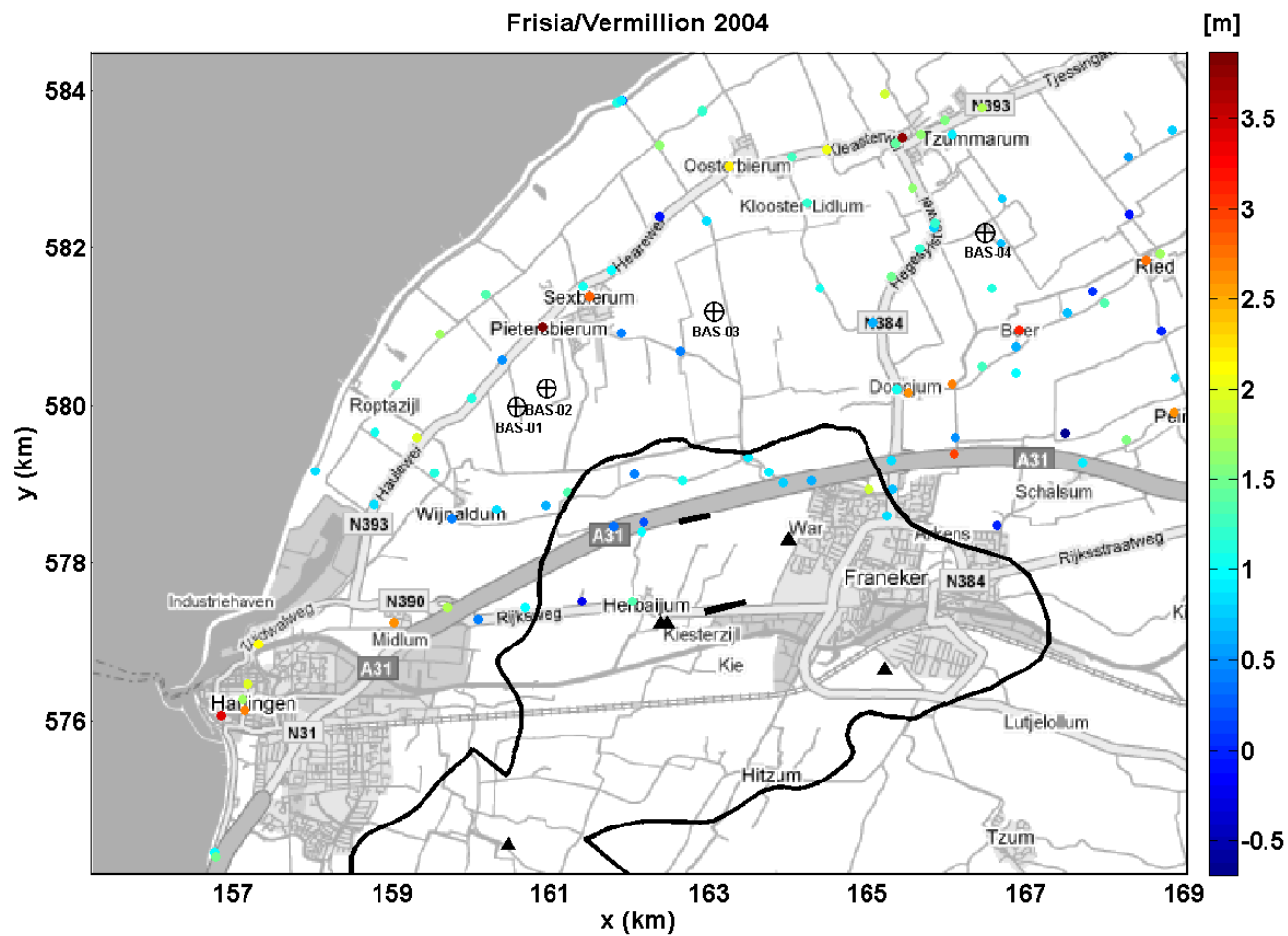
Figuur 2-11. Bovenste figuur.



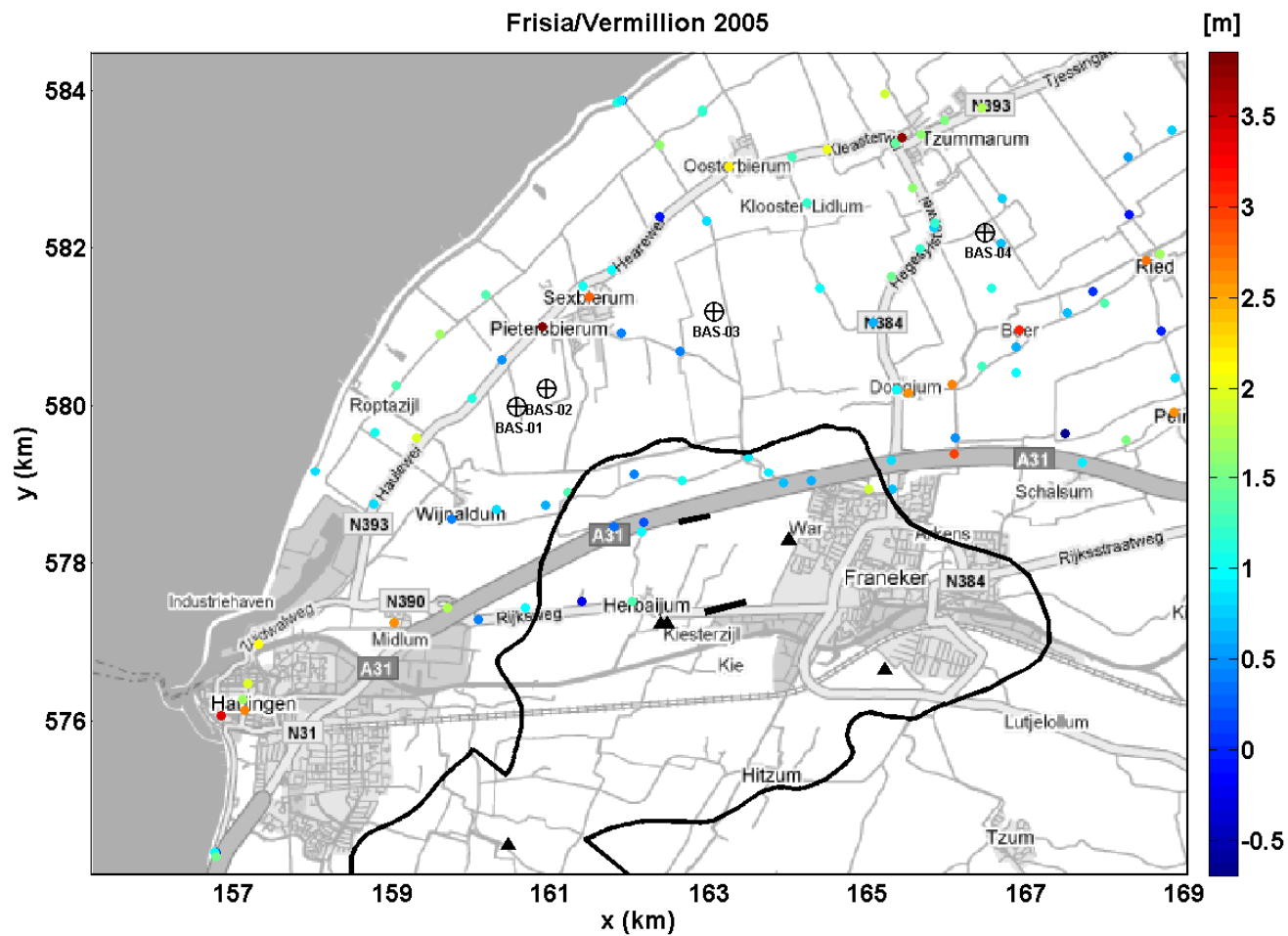
Figuur 2-11. Locatie van de peilmerken gebruikt in de waterpassingen voor Frisia en Vermillion in 2001 en 2002. De aangegeven hoogten (m) geven de gemeten hoogten van de lokale peilmerkbouten aan.



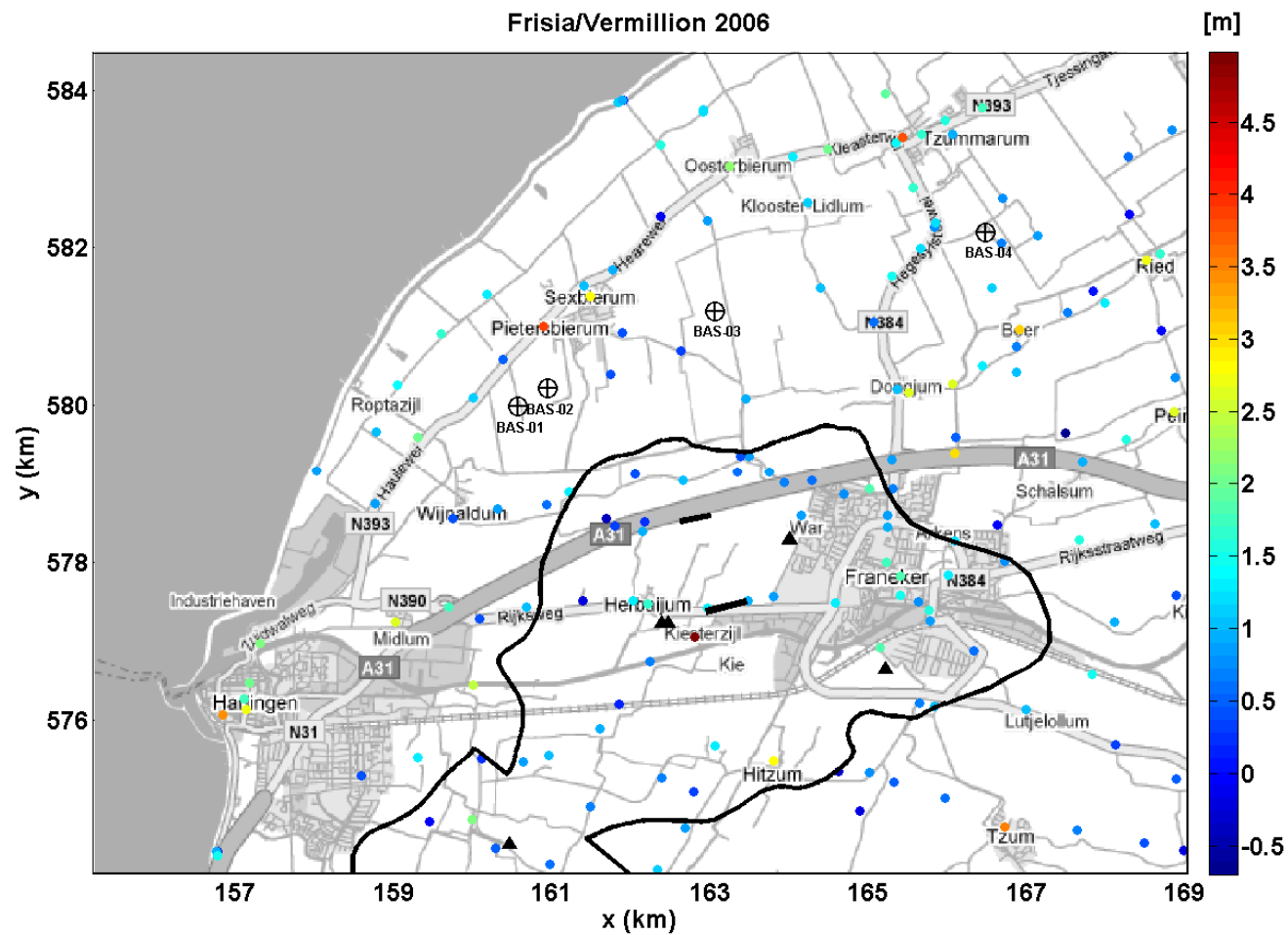
Figuur 2-12. Bovenste figuur.



Figuur 2-12. Locatie van de peilmerken gebruikt in de waterpassingen voor Frisia en Vermillion in 2003 en 2004. De aangegeven hoogten (m) geven de gemeten hoogten van de lokale peilmerkbouten aan.

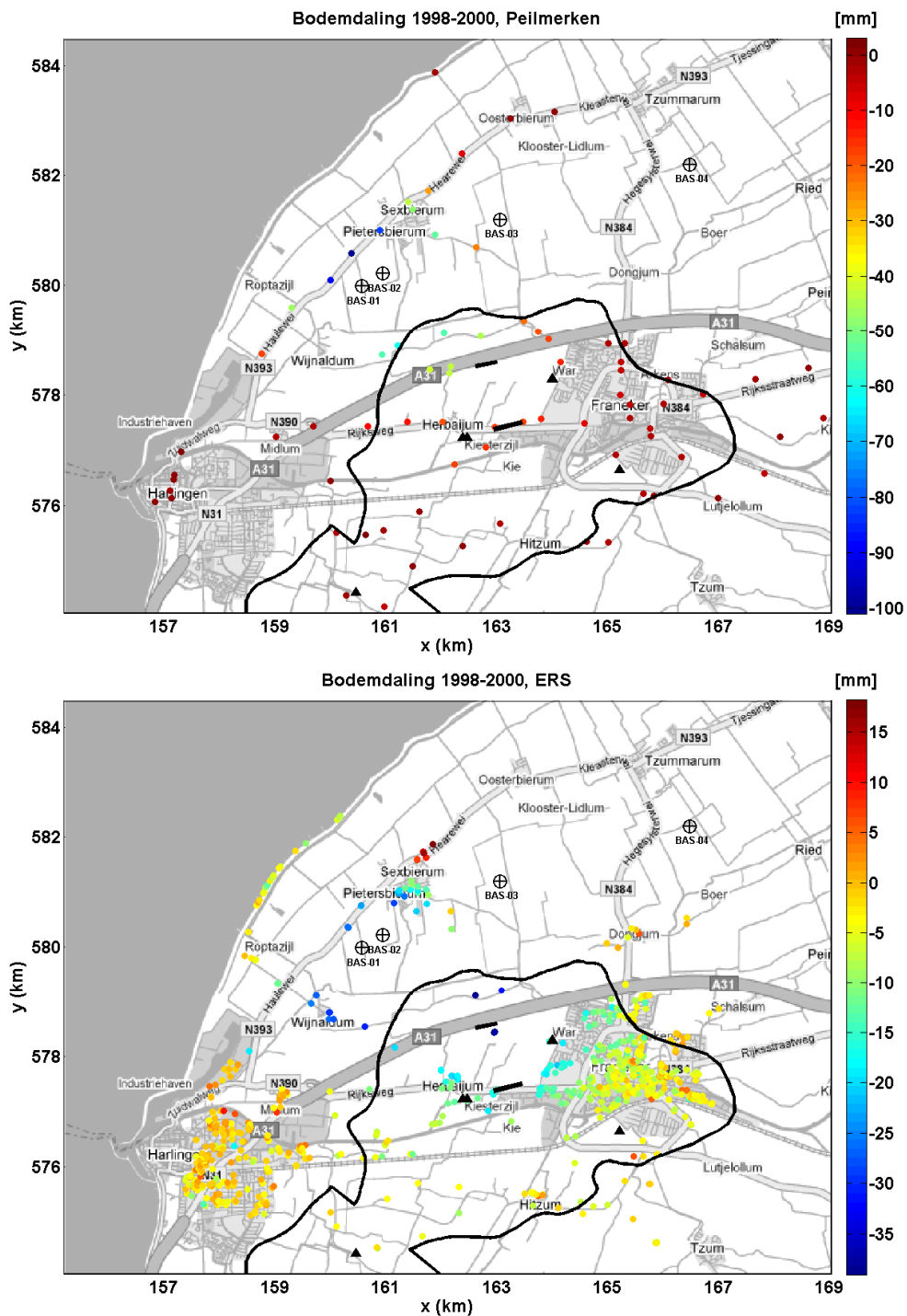


Figuur 2-13. Bovenste figuur.

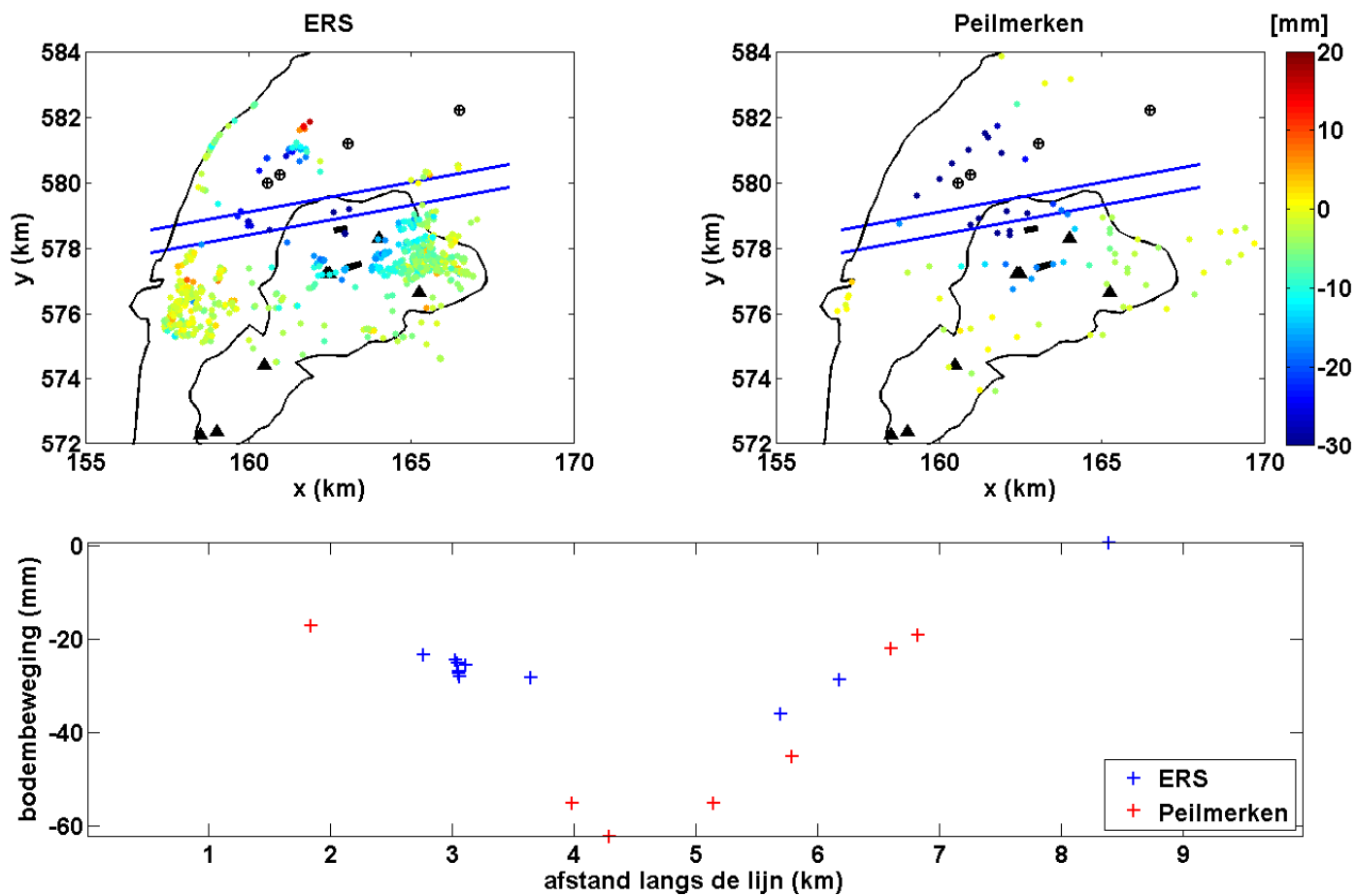


Figuur 2-13. Locatie van de peilmerken gebruikt in de waterpassingen voor Frisia en Vermillion in 2005 en 2006. De data dichtheid boven het Harlingen gasveld is redelijk in 2000, maar pas in 2006 echt op orde. De aangegeven hoogten (m) geven de gemeten hoogten van de lokale peilmerkbouten aan.

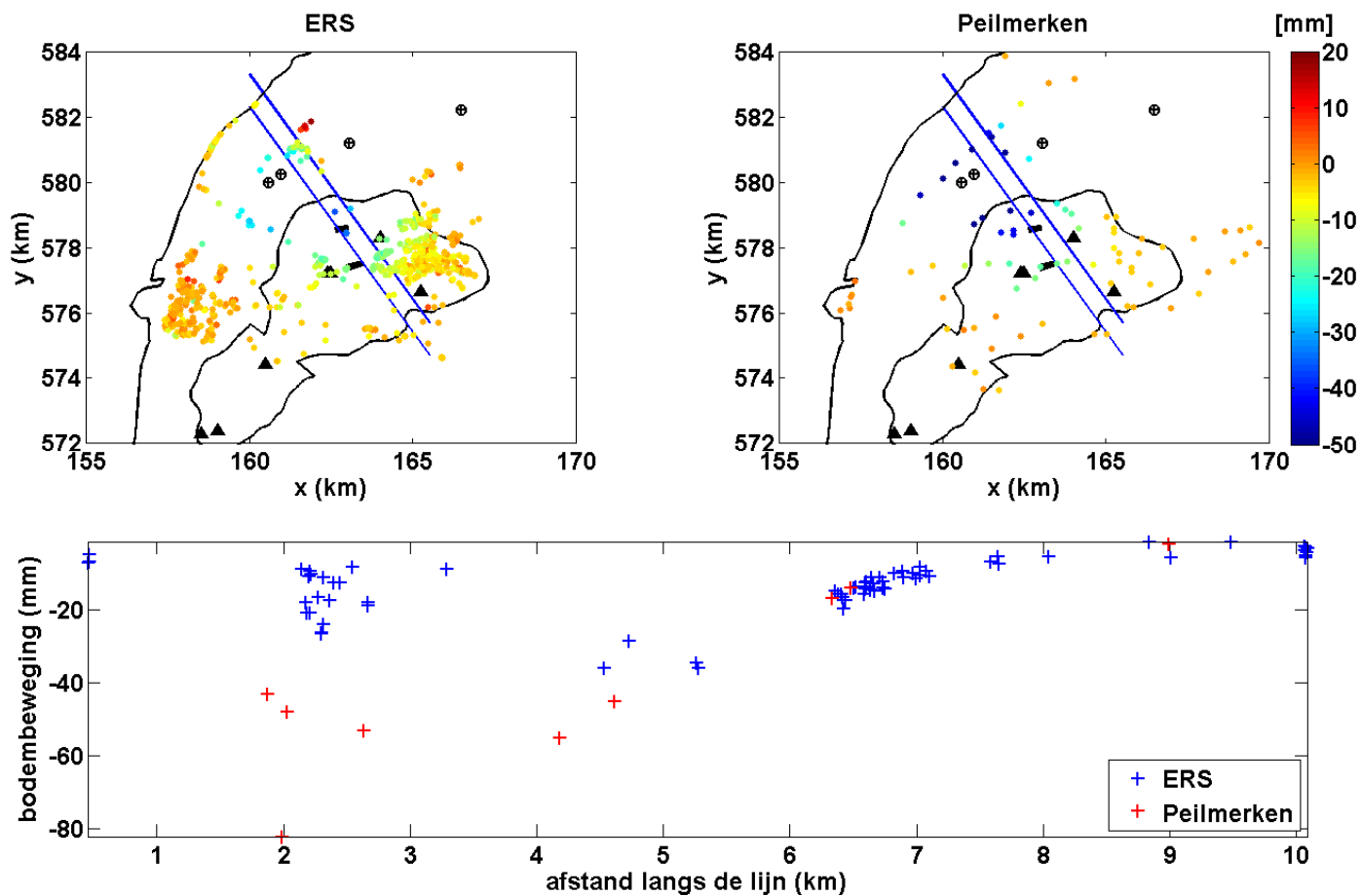
3 Consistentie tussen peilmerk en PS-InSAR data



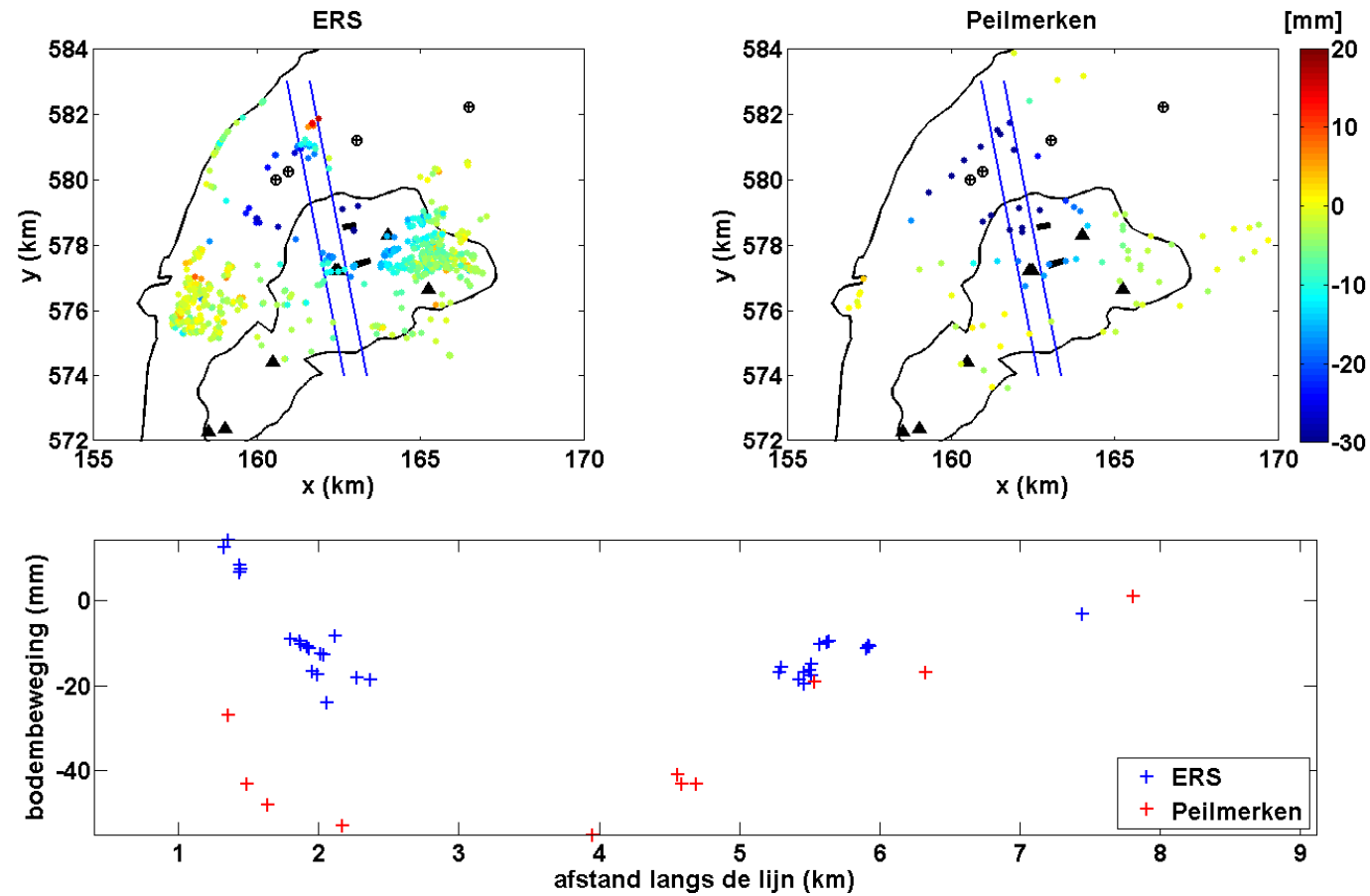
Figuur 3-1: Bodemdaling (mm) geobserveerd bij de peilmerken (links) en de ERS radarpunten onder de nulhypothese (rechts) tussen 1998 en 2000.



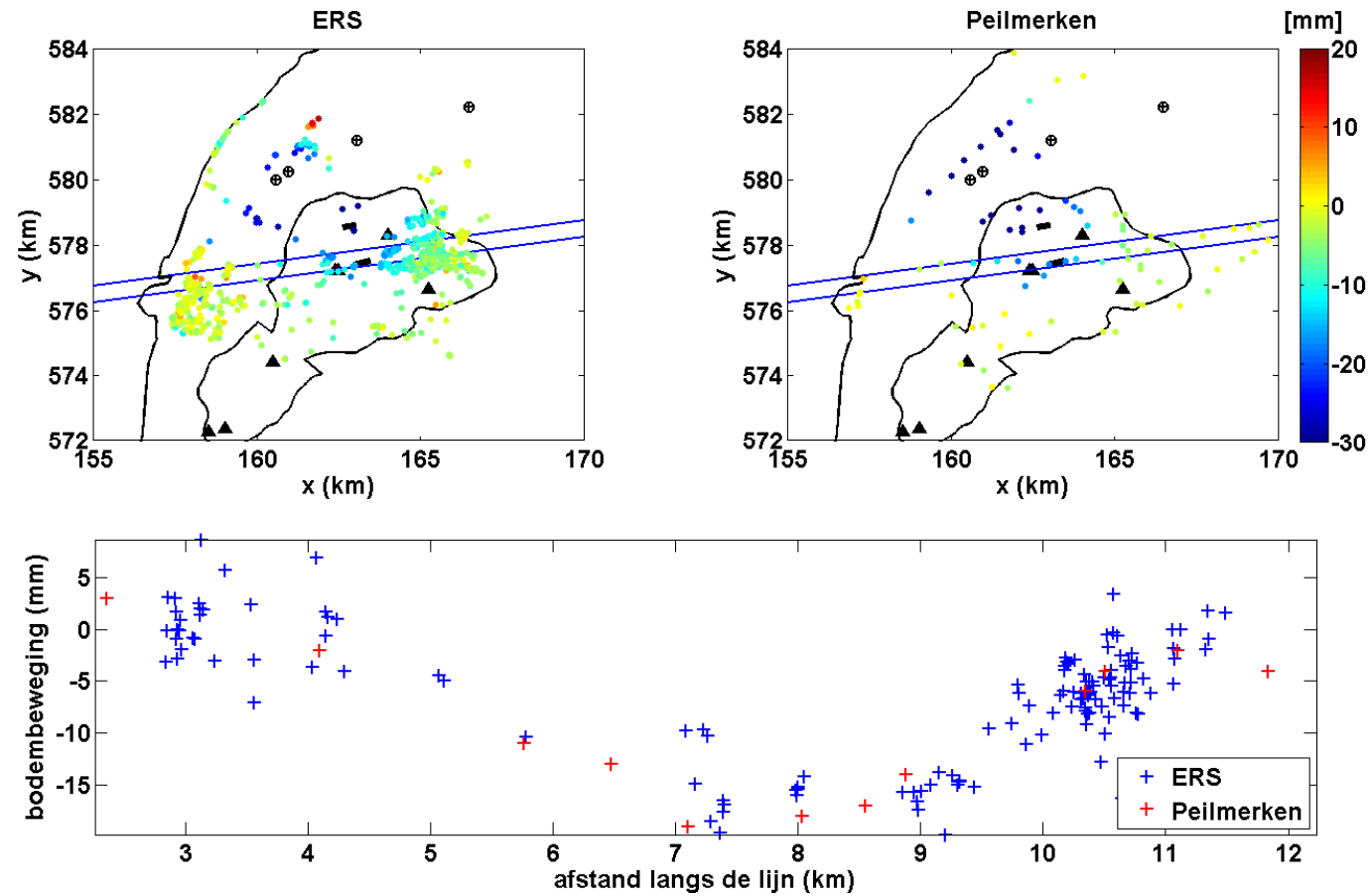
Figuur 3-2. Bodemdaling (mm) geobserveerd met radar (links) en waterpassingen (rechts) tussen 1998 en 2000, onder de nulhypothese van lineaire deformatie. Daaronder een profiel waarin alle peilmerken en PSI in een band met een breedte van ca 350 m worden meegenomen. Merk op dat er een willekeurige verticale verschuiving tussen beide profielen bestaat, die niet fysisch geïnterpreteerd kan worden.



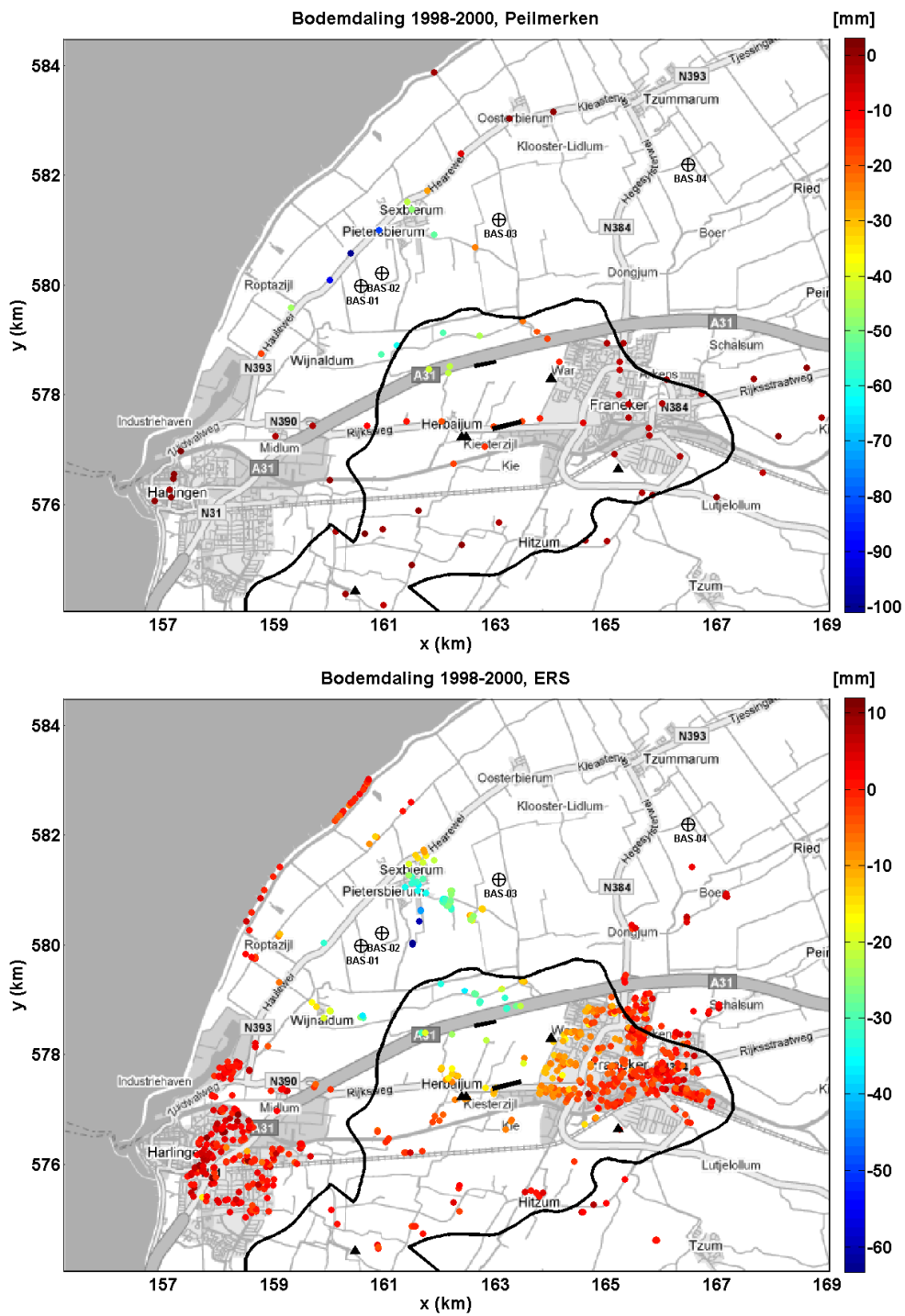
Figuur 3-3. Bodemdaling (mm) geobserveerd met radar (links) en waterpassingen (rechts) tussen 1998 en 2000, onder de nulhypothese van lineaire deformatie. Daaronder een profiel waarin alle peilmerken en PSI in een band met een breedte van ca 500 m worden meegenomen. Hieruit blijkt dat het gedrag van de punten te zeer niet-lineair is in dit tijdvak, wat resulteert in fouten in de fasemeerduidigheden, zie linkerkant van het profiel bij Sexbierum, waarbij de radarmetingen exact een halve golflengte van het radarsignaal (28 mm) is verschoven. Merk op dat de differentiële verschillen in bodemdaling wel acceptabel zijn. Merk tevens op dat deze resultaten cumulatieve deformatie betreffen, dus het verschil van twee radarmetingen in de tijd. De variantie van de radardata is daarom gelijk aan de som van de varianties van de enkele metingen (Voor ERS wordt de standaardafwijking van het verschil 3.8 mm).



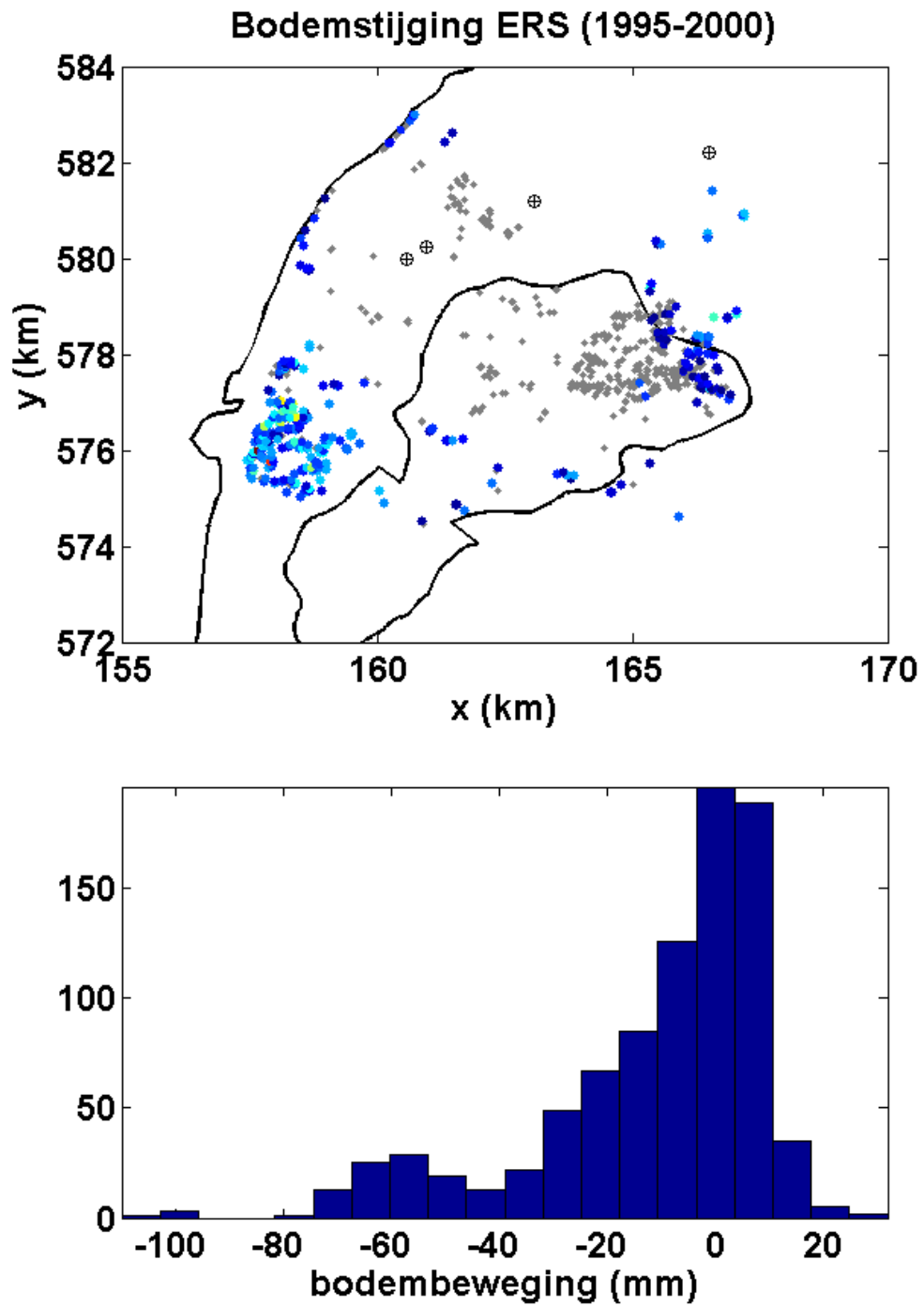
Figuur 3-4. Bodemdaling (mm) geobserveerd met radar (links) en waterpassingen (rechts) tussen 1998 en 2000, onder de nulhypothese van lineaire deformatie. Daaronder een profiel waarin alle peilmerken en PSI in een band met een breedte van ca 350 m worden meegenomen. De willekeurige verticale verschuiving tussen beide profielen, zoals genoemd in Figuur 3-2, kan de verticale verschuiving van de radarpunten aan de linkerzijde van het profiel niet verklaren.



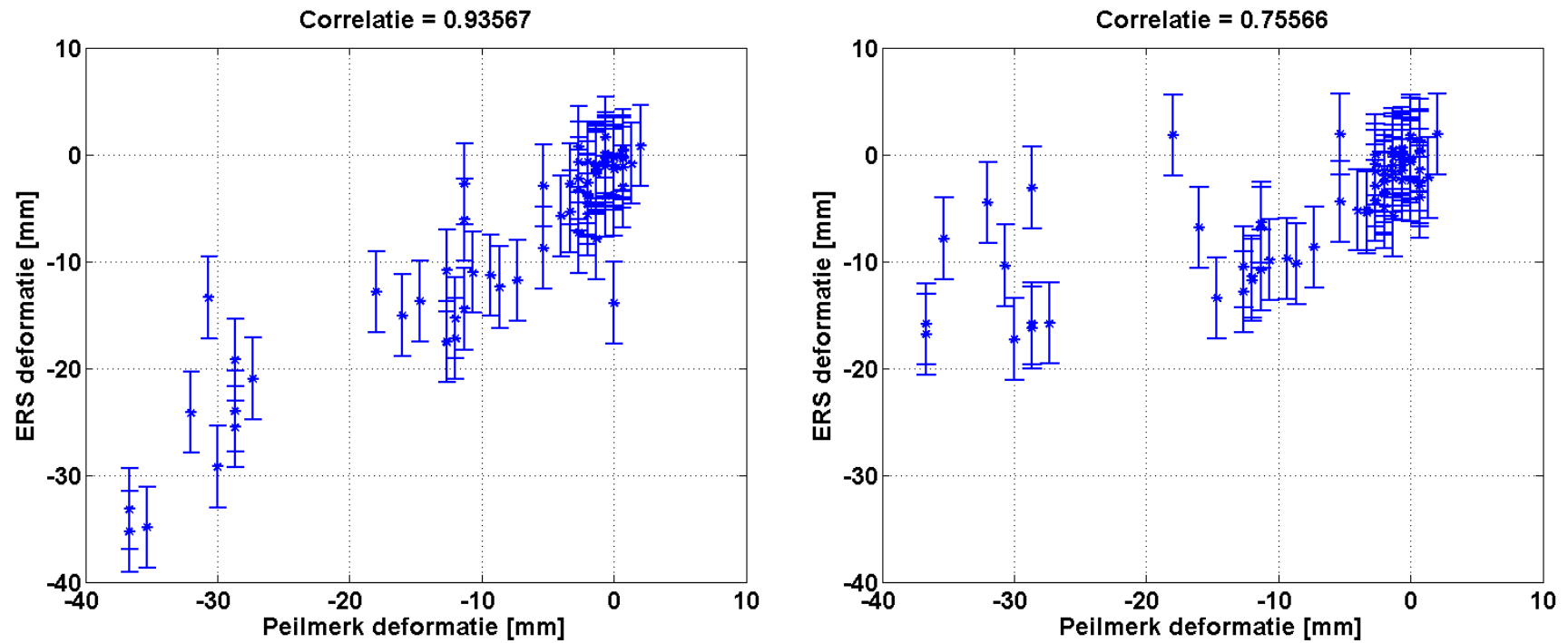
Figuur 3-5. Bodemdaling (mm) geobserveerd met radar (links) en waterpassingen (rechts) tussen 1998 en 2000, onder de nulhypothese van lineaire deformatie. Daaronder een profiel waarin alle peilmerken en PSI in een band met een breedte van ca 250 m worden meegenomen.



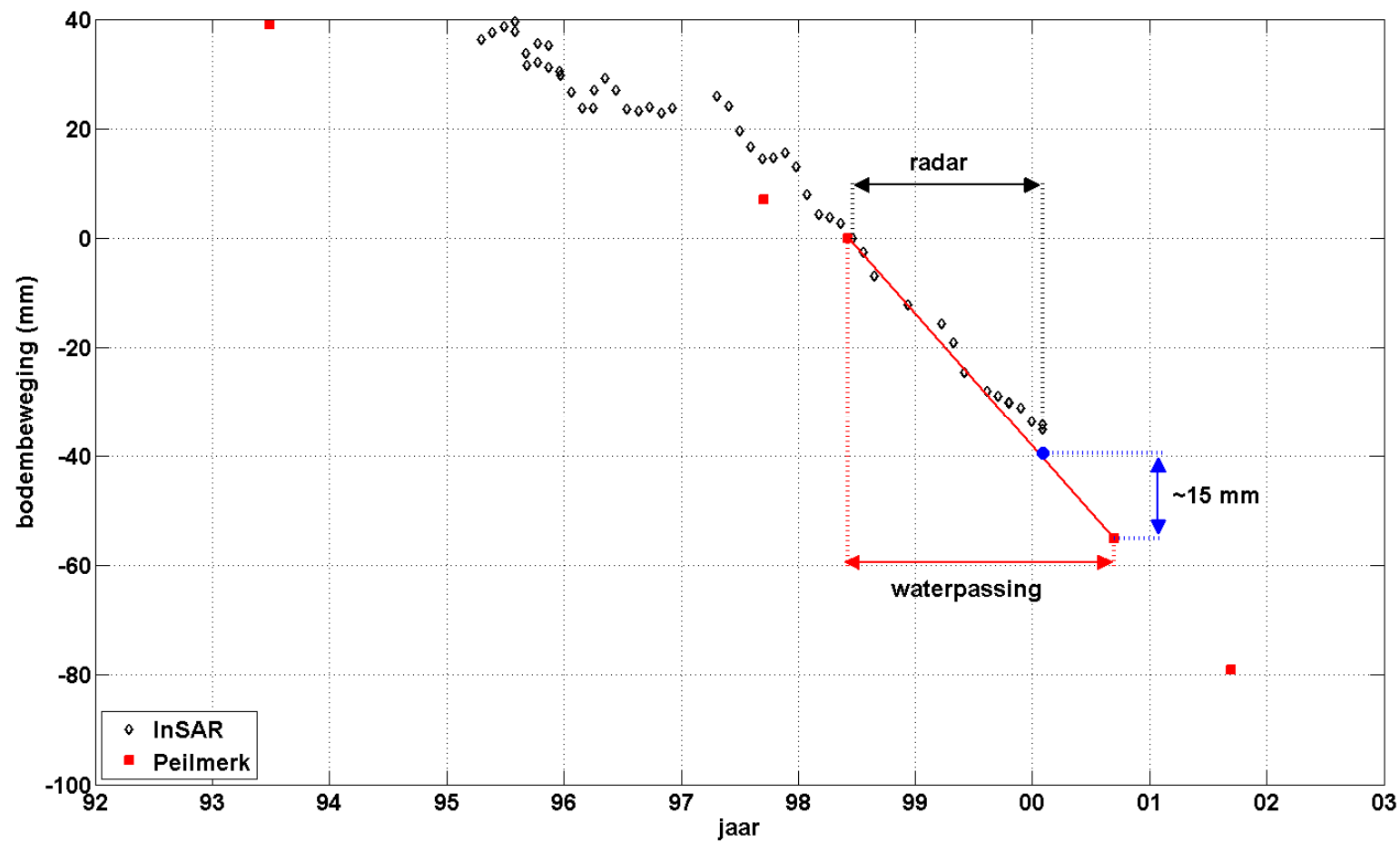
Figuur 3-6. Bodemdaling (mm) geobserveerd bij de peilmerken (links) en de radarpunten onder de 2° orde polynoom hypothesewerking (rechts) tussen 1998 en 2000.



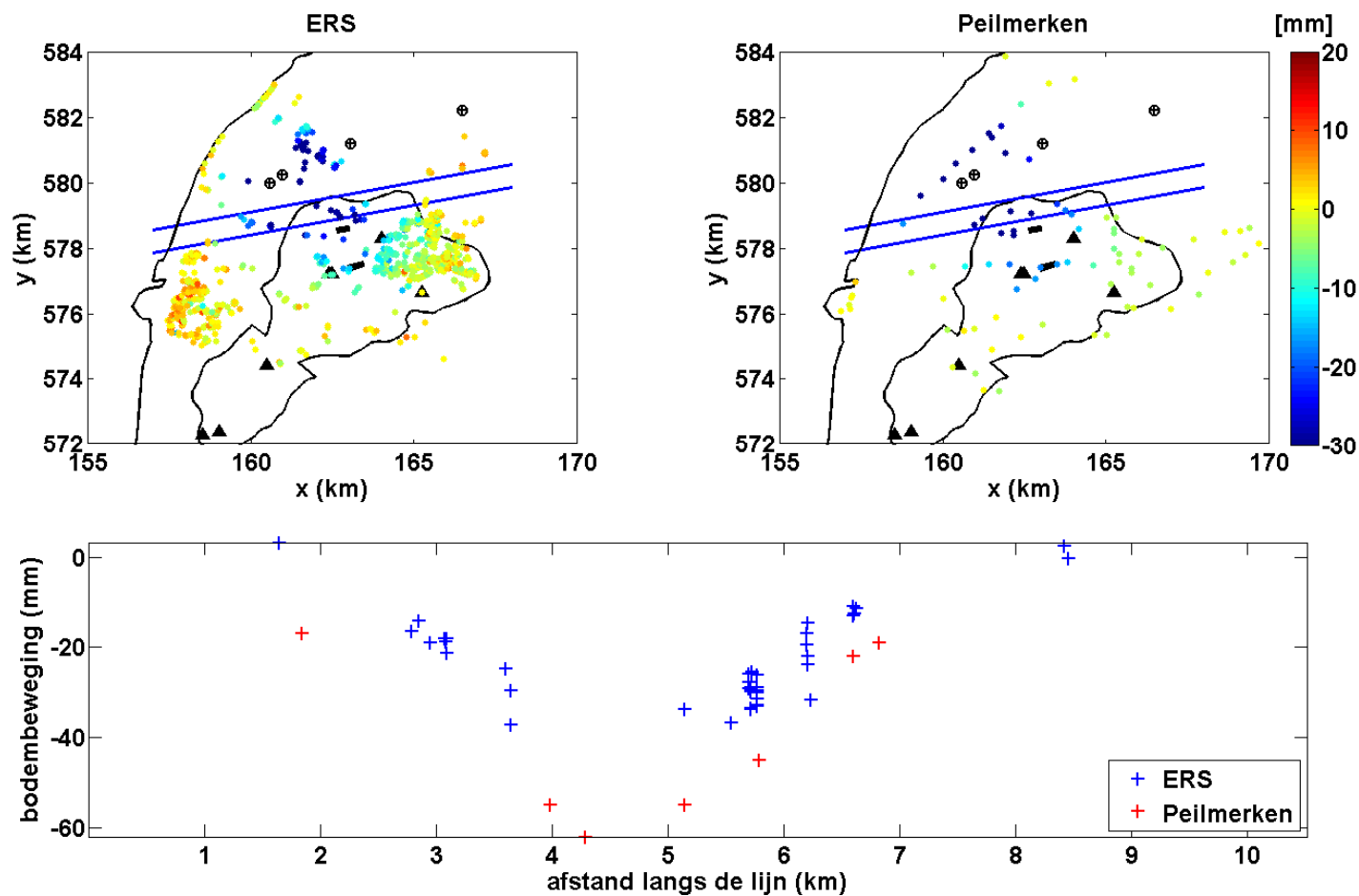
Figuur 3-7. Gebieden met vermeende bodemstijging in de opnieuw geproceste ERS-2 data (boven) en histogram van de bodembeweging (onder). Negatieve bodembeweging is bodemdaling en positieve bodembeweging is bodemstijging. Uit de analyse in paragraaf 2.4 blijkt dat deze stijging als niet-significant dient te worden aangemerkt.



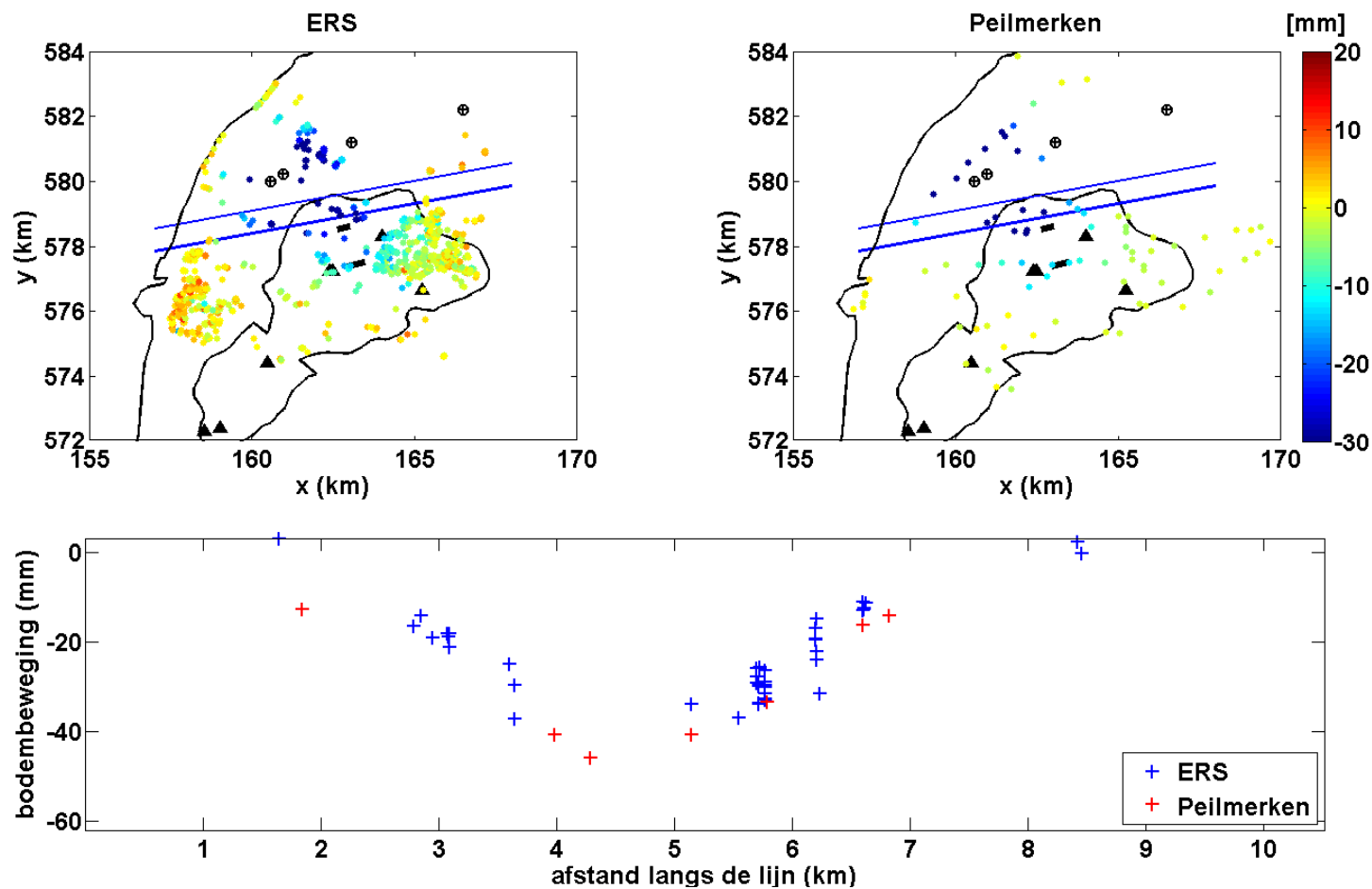
Figuur 3-8. Scatterplot tussen waterpassingen (horizontal) en PSI radar voor de ERS tijdreeks, van de cumulatieve deformatie tussen 1998 en 2000. Rechts, initiële resultaten (nulhypothese), correlatie van 0.76. Links, resultaten onder de alternatieve (polynoom) hypothese, correlatie van 0.94. Merk op dat de foutenmarges van de waterpasmelingen niet zijn aangegeven, maar van dezelfde orde van grootte zijn als de foutenmarges van de radarmetingen (sigma 2,5 mm).



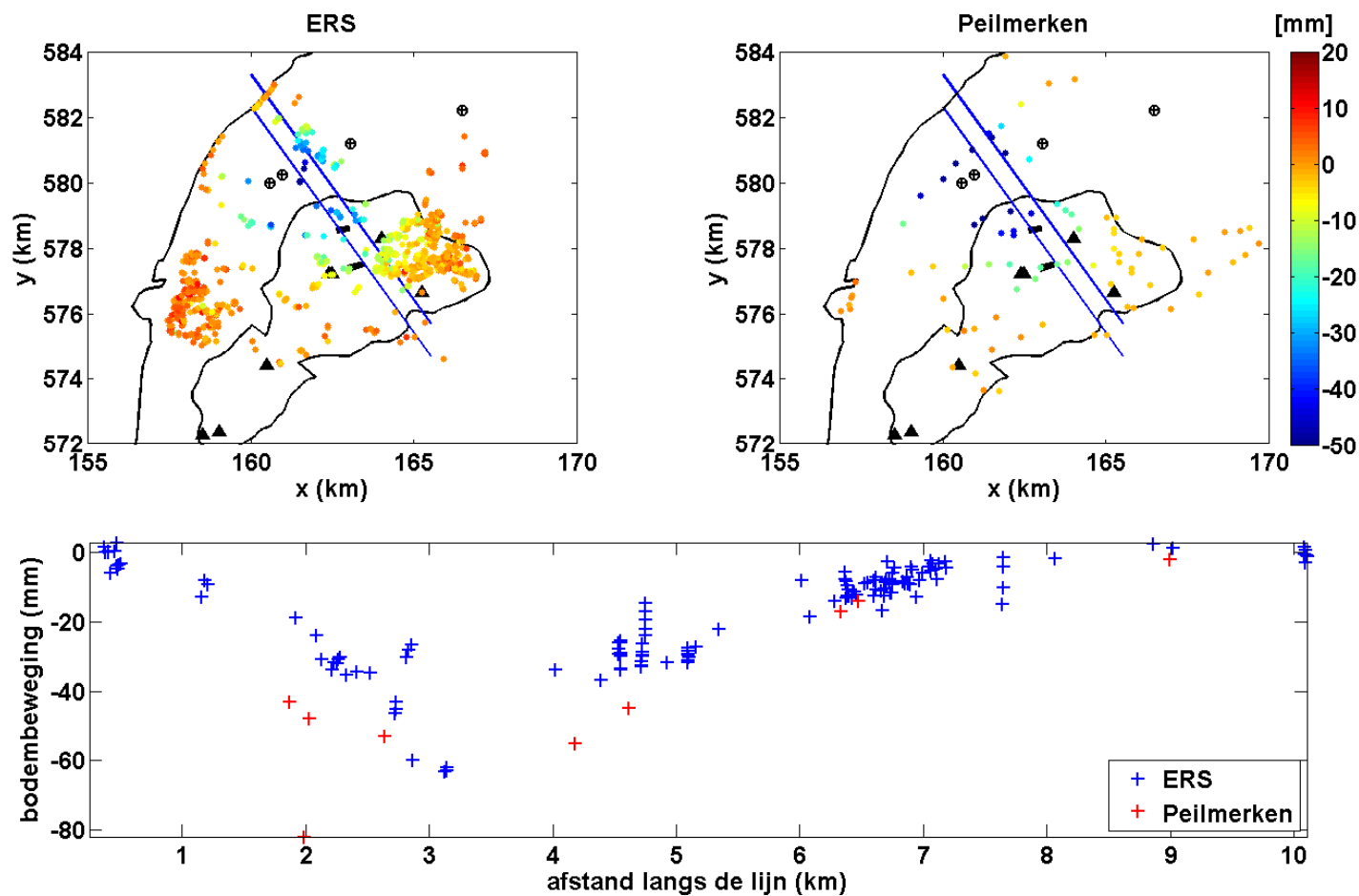
Figuur 3-9. De tijdserie van de ERS radar data en de waterpassing data. Het tijdsverschil tussen de waterpassing en de ERS radar data is ongeveer 7 maanden. De correctiefactor voor dit tijdsverschil is ongeveer 15 mm voor dit peilmerkpunt.



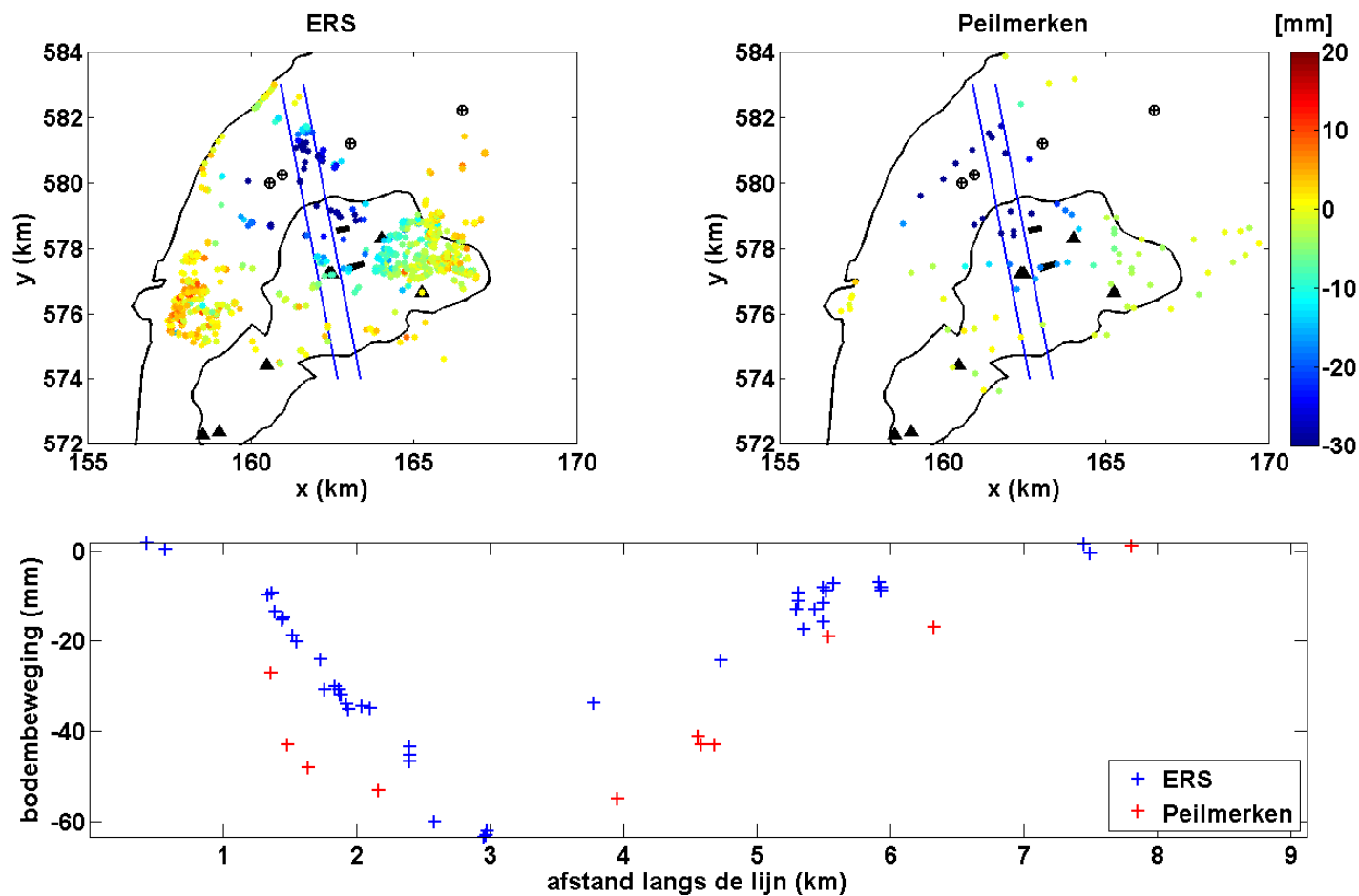
Figuur 3-10. Bodemdaling (mm) geobserveerd met radar (links) en waterpassingen (rechts) tussen 1998 en 2000, onder de alternatieve hypothese van lineaire deformatie. Daaronder een profiel waarin alle peilmerken en PSI in een band met een breedte van ca 350 m worden meegenomen.



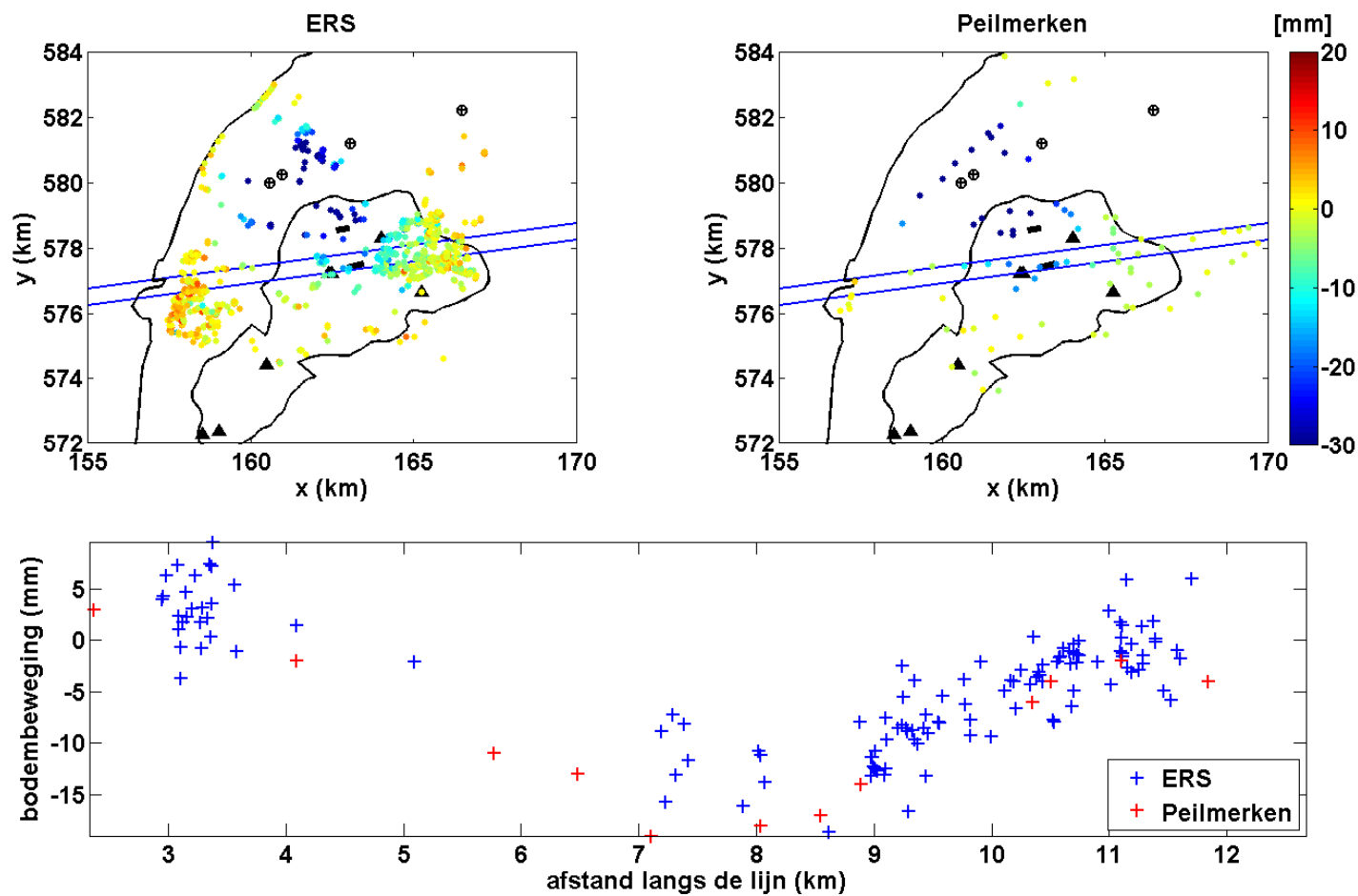
Figuur 3-11. Bodemdaling (mm) geobserveerd met radar (links) en waterpassingen (rechts) tussen 1998 en 2000, onder de alternatieve hypothese van lineaire deformatie. Daaronder een profiel waarin alle peilmerken en PSI in een band met een breedte van ca 350 m worden meegenomen. De peilmerken zijn gecorrigeerd voor het 7 maanden tijdsverschil onder aanname van lineaire bodembeweging voor vergelijking met Figuur 3-10.



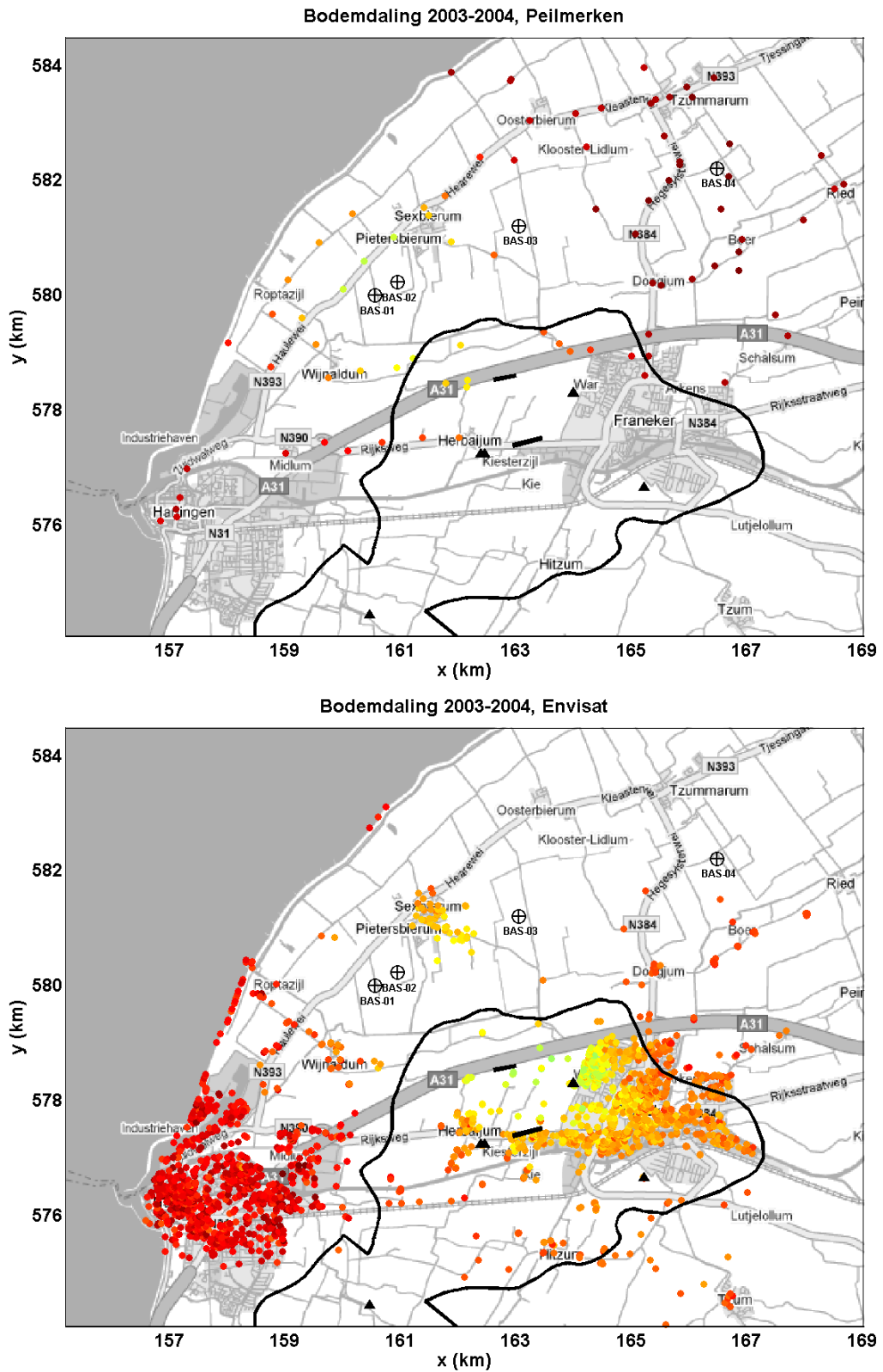
Figuur 3-12. Bodemdaling (mm) geobserveerd met radar (links) en waterpassingen (rechts) tussen 1998 en 2000, onder de alternatieve hypothese van lineaire deformatie. Daaronder een profiel waarin alle peilmerken en PSI in een band met een breedte van ca 500 m worden meegenomen.



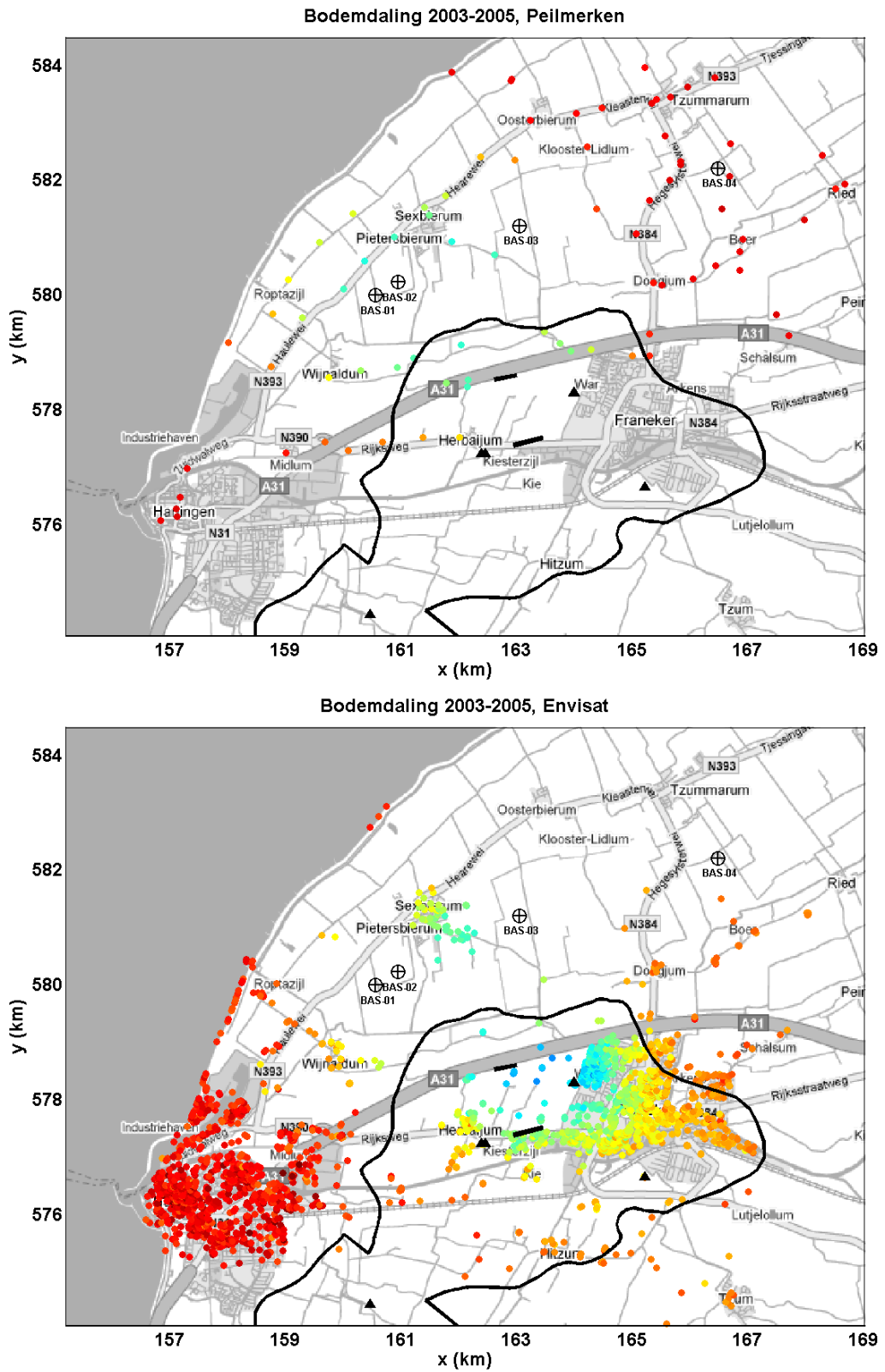
Figuur 3-13. Bodemdaling (mm) geobserveerd met radar (links) en waterpassingen (rechts) tussen 1998 en 2000, onder de alternatieve hypothese van lineaire deformatie. Daaronder een profiel waarin alle peilmerken en PSI in een band met een breedte van ca 350 m worden meegenomen.



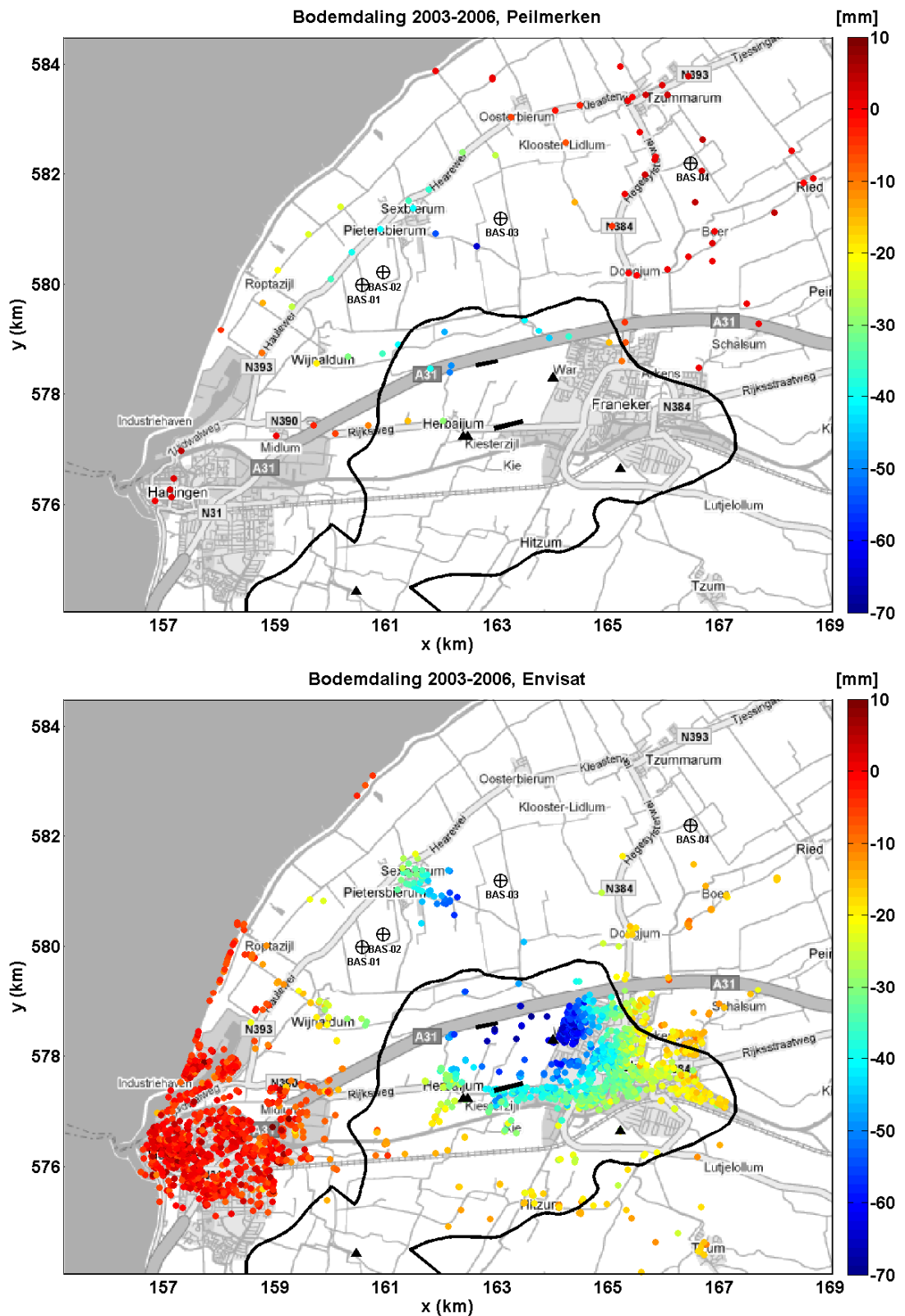
Figuur 3-14. Bodemdaling (mm) geobserveerd met radar (links) en waterpassingen (rechts) tussen 1998 en 2000, onder de alternatieve hypothese van lineaire deformatie. Daaronder een profiel waarin alle peilmerken en PSI in een band met een breedte van ca 250 m worden meegenomen 2003-2006: Peilmerk data & Envisat PS-InSAR data



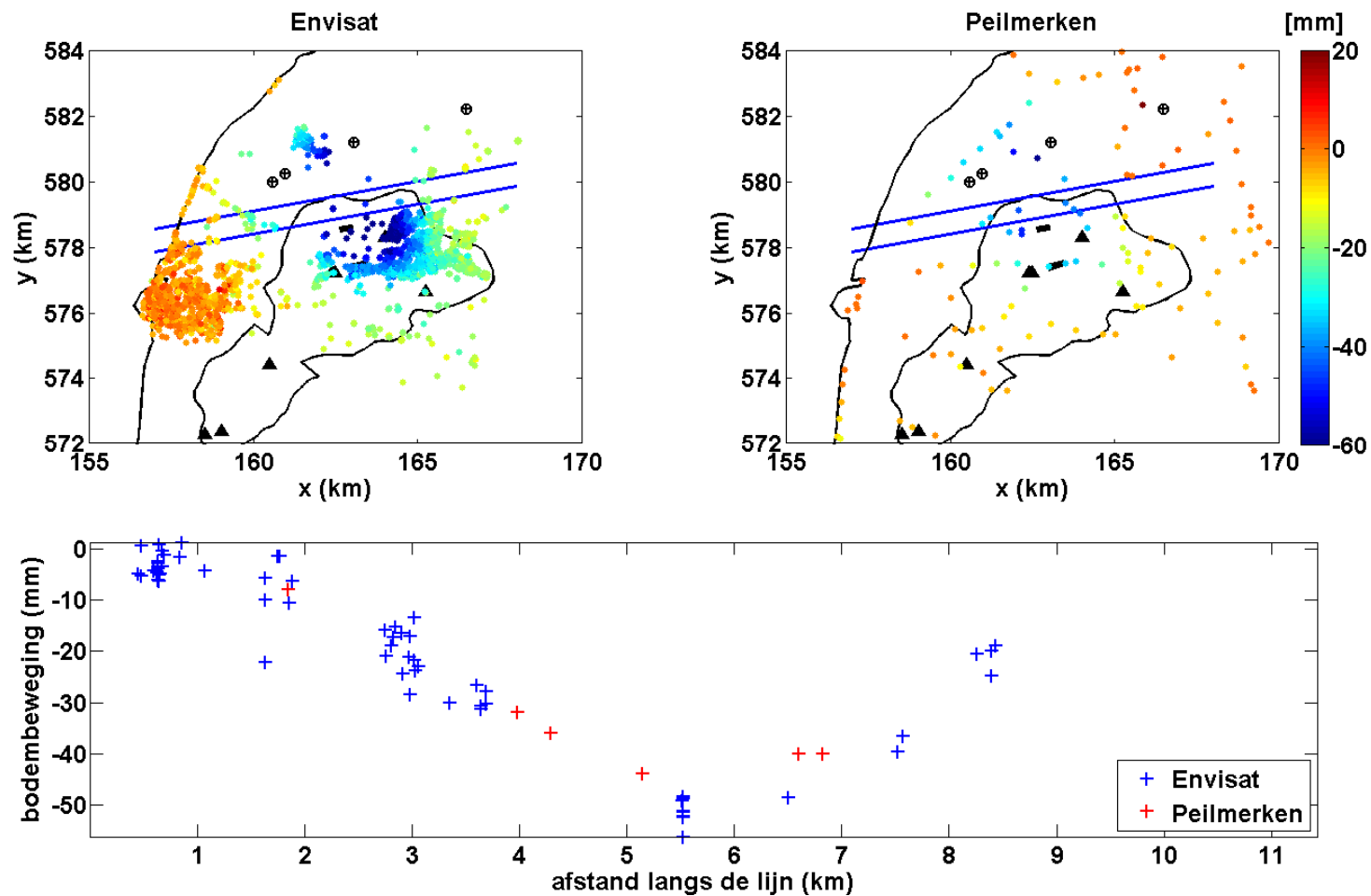
Figuur 3-15. 2003-2004



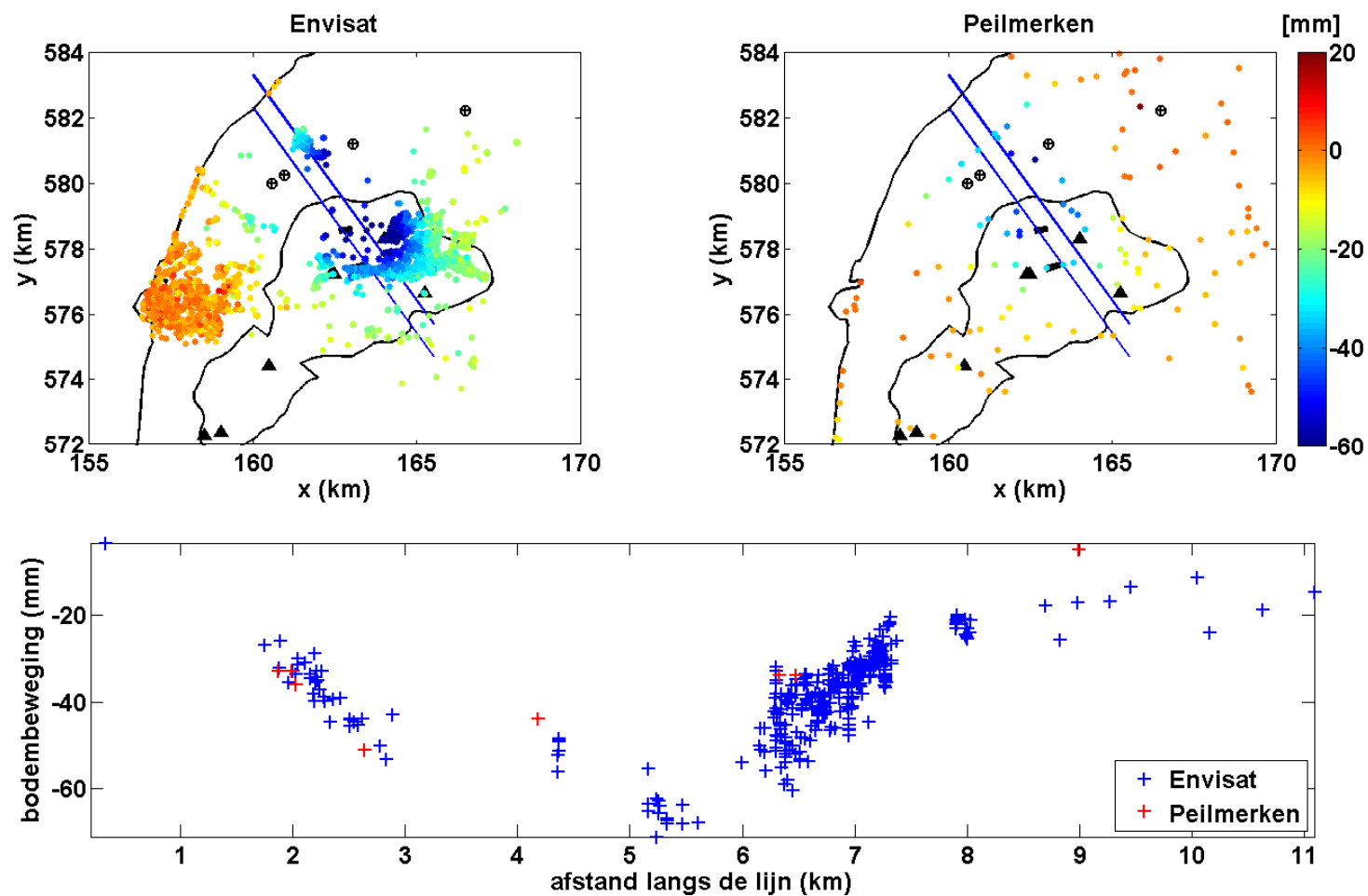
Figuur 3-15. 2003-2005



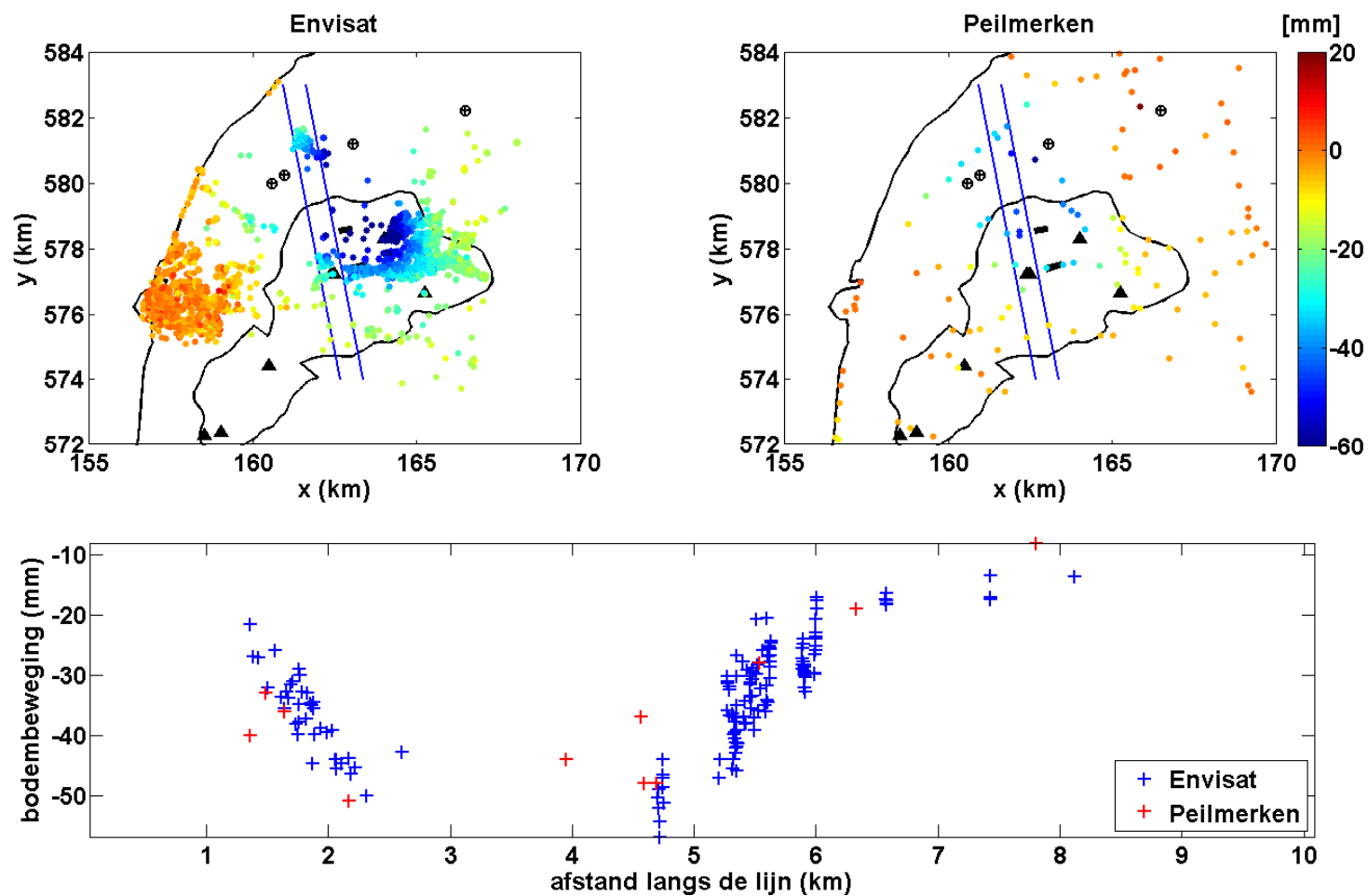
Figuur 3-15. Boven: Bodemdaling geobserveerd met waterpassing van de peilmerken in de periode 2003-2006. Onder: Bodemdaling gemeten met radar voor hetzelfde tijdinterval



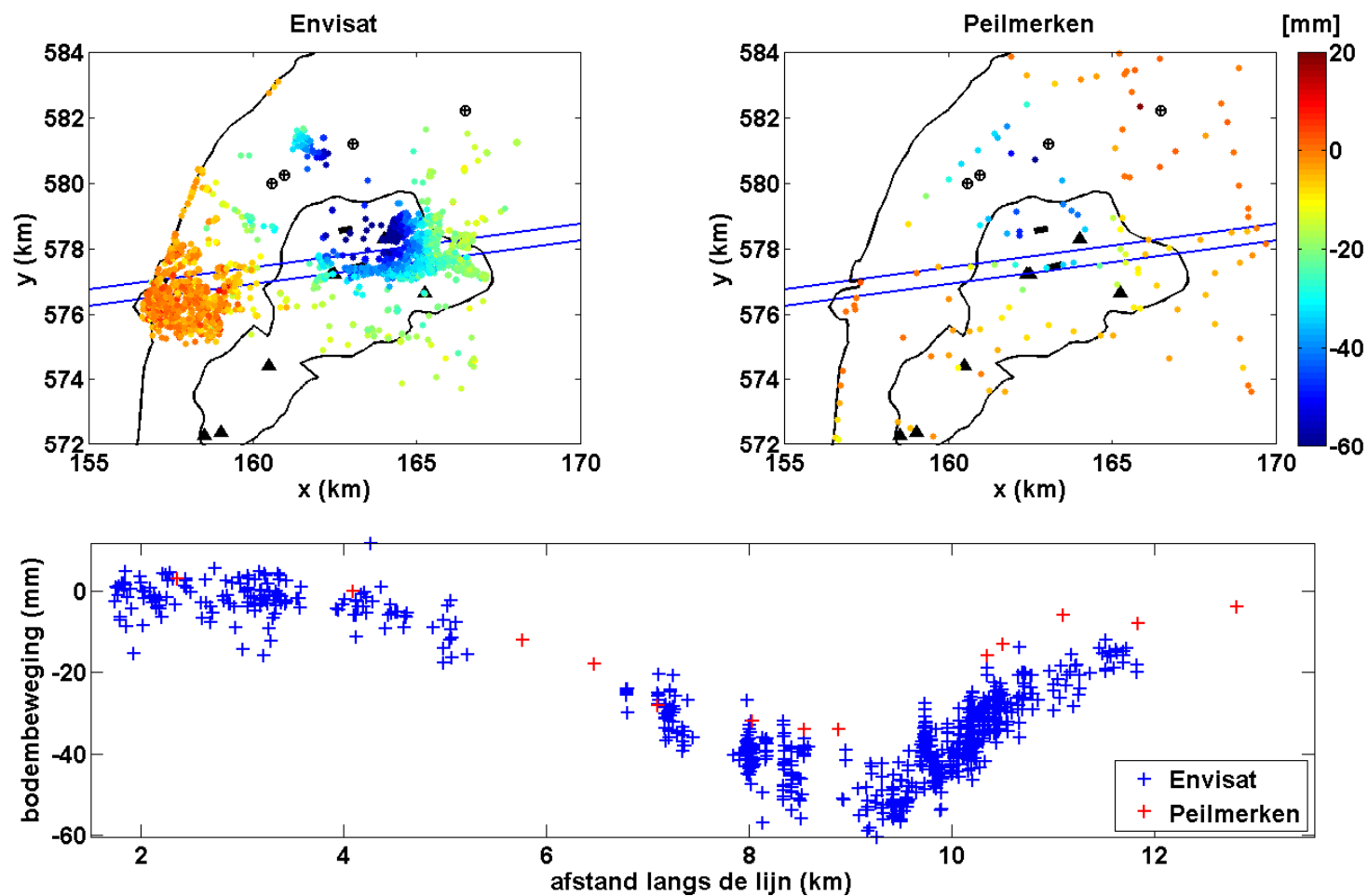
Figuur 3-16. Bodemdaling (mm) geobserveerd met radar (links) en waterpassingen (rechts) tussen 2003 en 2006, onder de nulhypothese van lineaire deformatie. Daaronder een profiel waarin alle peilmerken en radarpunten in een band met een breedte van ca 350 m worden meegenomen.



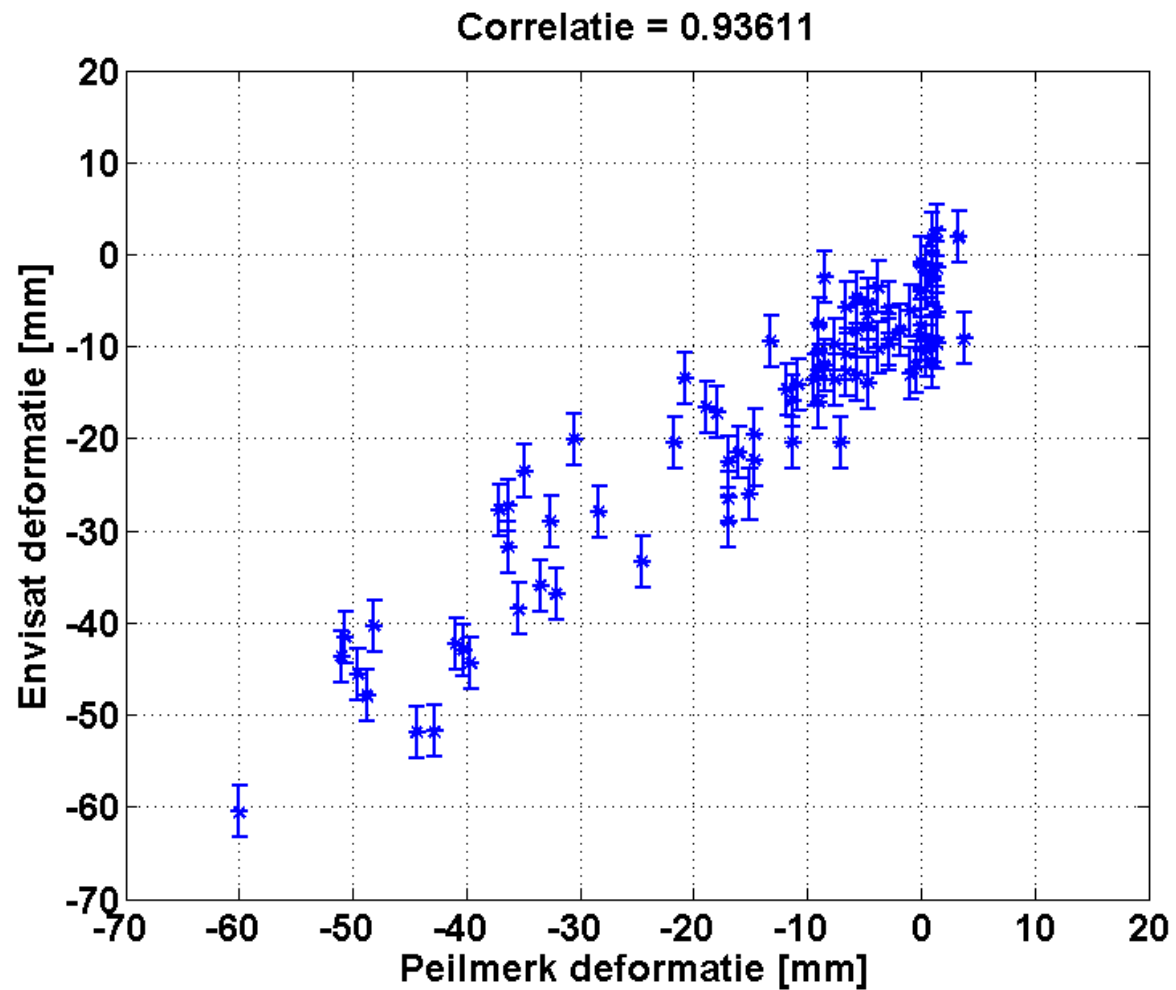
Figuur 3-17. Bodemdaling (mm) geobserveerd met radar (links) en waterpassingen (rechts) tussen 2003 en 2006, onder de nulhypothese van lineaire deformatie. Daaronder een profiel waarin alle peilmerken en radarpunten in een band met een breedte van ca 500 m worden meegenomen. De spreiding van de radardata ter hoogte van 6–7,5 km worden veroorzaakt door de verschillen binnen de gebruikte breedte van het profiel en niet door meetonzekerheid.



Figuur 3-18. Bodemdaling (mm) geobserveerd met radar (links) en waterpassingen (rechts) tussen 2003 en 2006, onder de nulhypothese van lineaire deformatie. Daaronder een profiel waarin alle peilmerken en radarpunten in een band met een breedte van ca 350 m worden meegenomen.

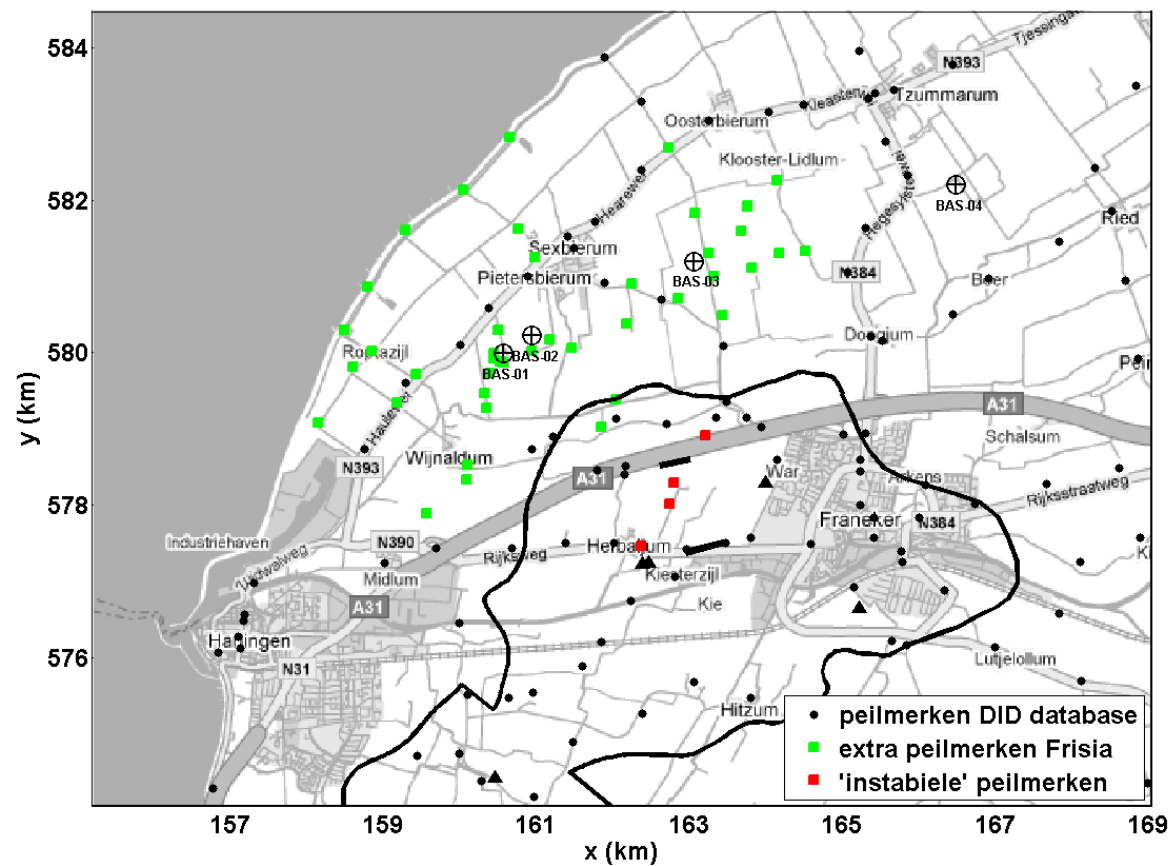


Figuur 3-19. Bodemdaling (mm) geobserveerd met radar (links) en waterpassingen (rechts) tussen 2003 en 2006, onder de nulhypothese van lineaire deformatie. Daaronder een profiel waarin alle peilmerken en radarpunten in een band met een breedte van ca 250 m worden meegenomen.

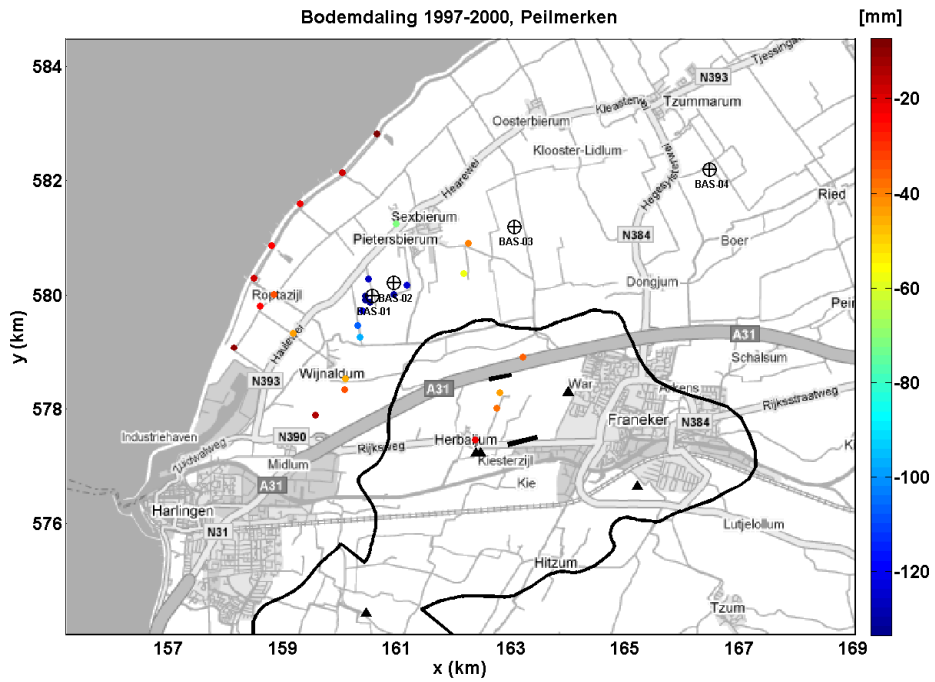


Figuur 3-20. Scatterplot tussen waterpassing en radar (Envisat) van de cumulatieve deformatie tussen 2003 en 2006. Merk op dat de foutenmarges van de waterpasmetingen niet zijn aangegeven, maar van dezelfde orde van grootte zijn als de foutenmarges van de radarmetingen (sigma 2,5 mm).

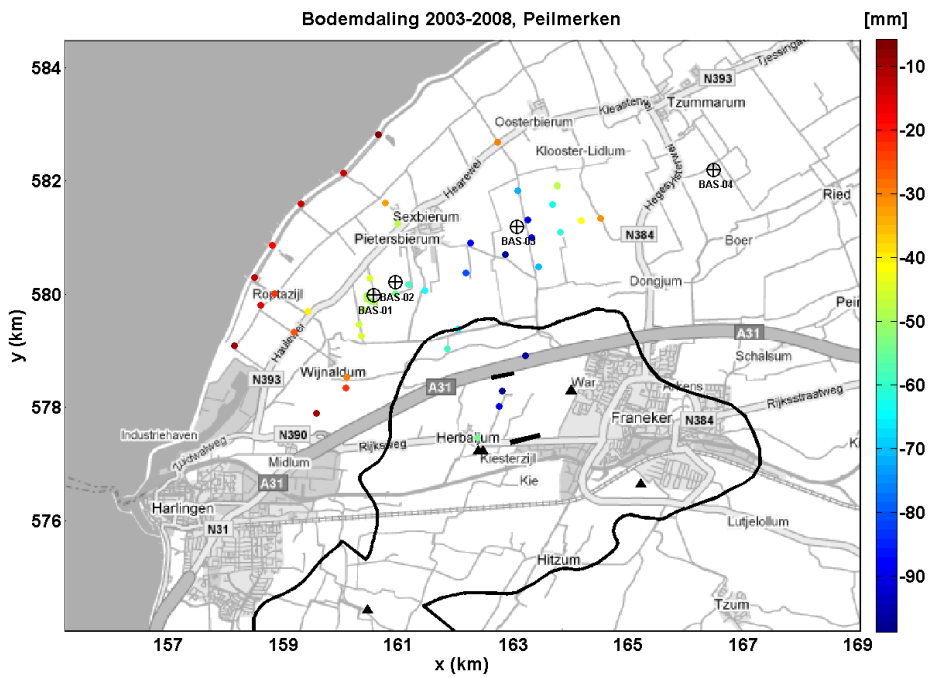
4 Additionele peilmerk data



Figuur 4-1. Locaties van de extra peilmerken.

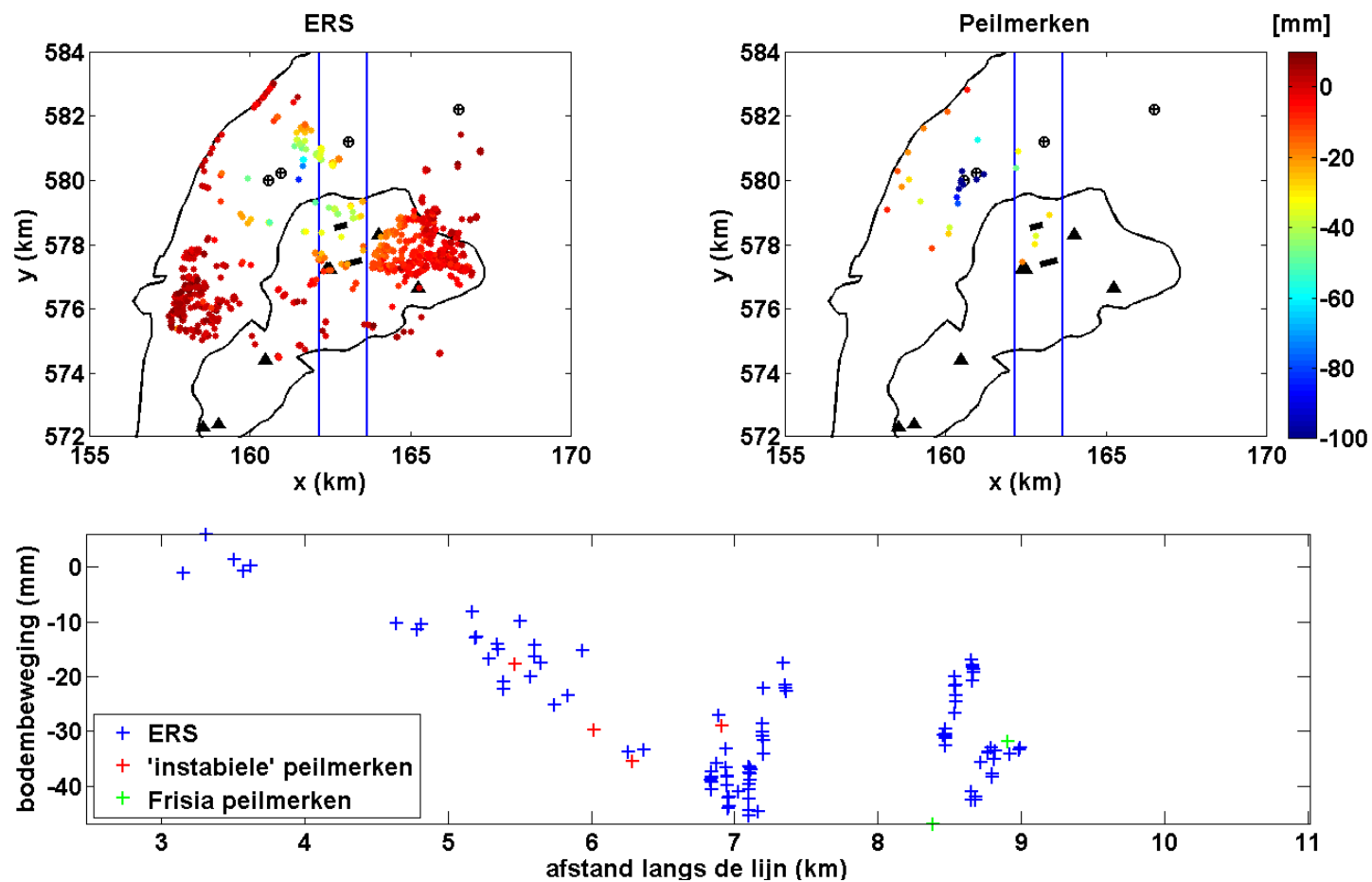


a)

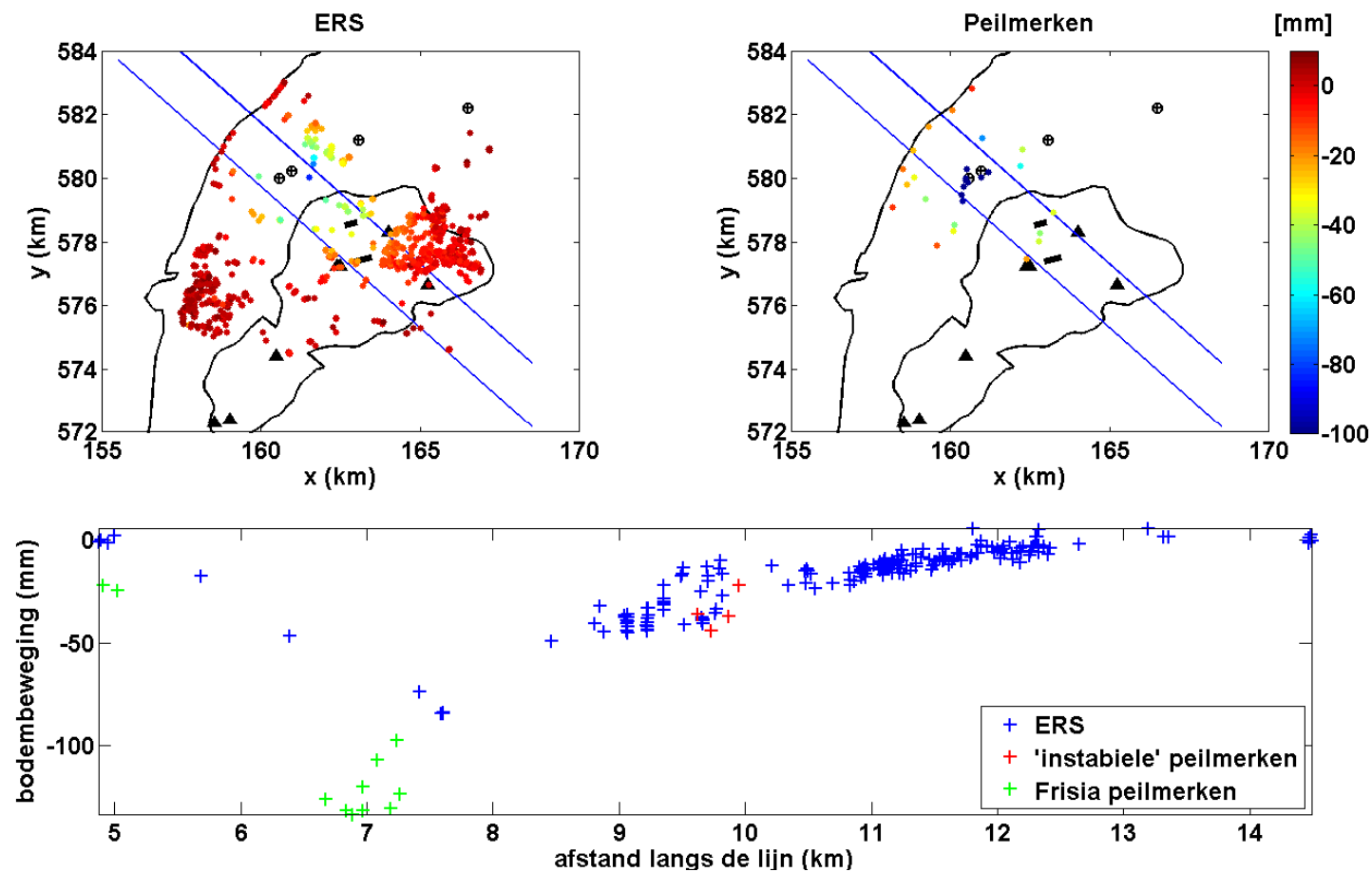


b)

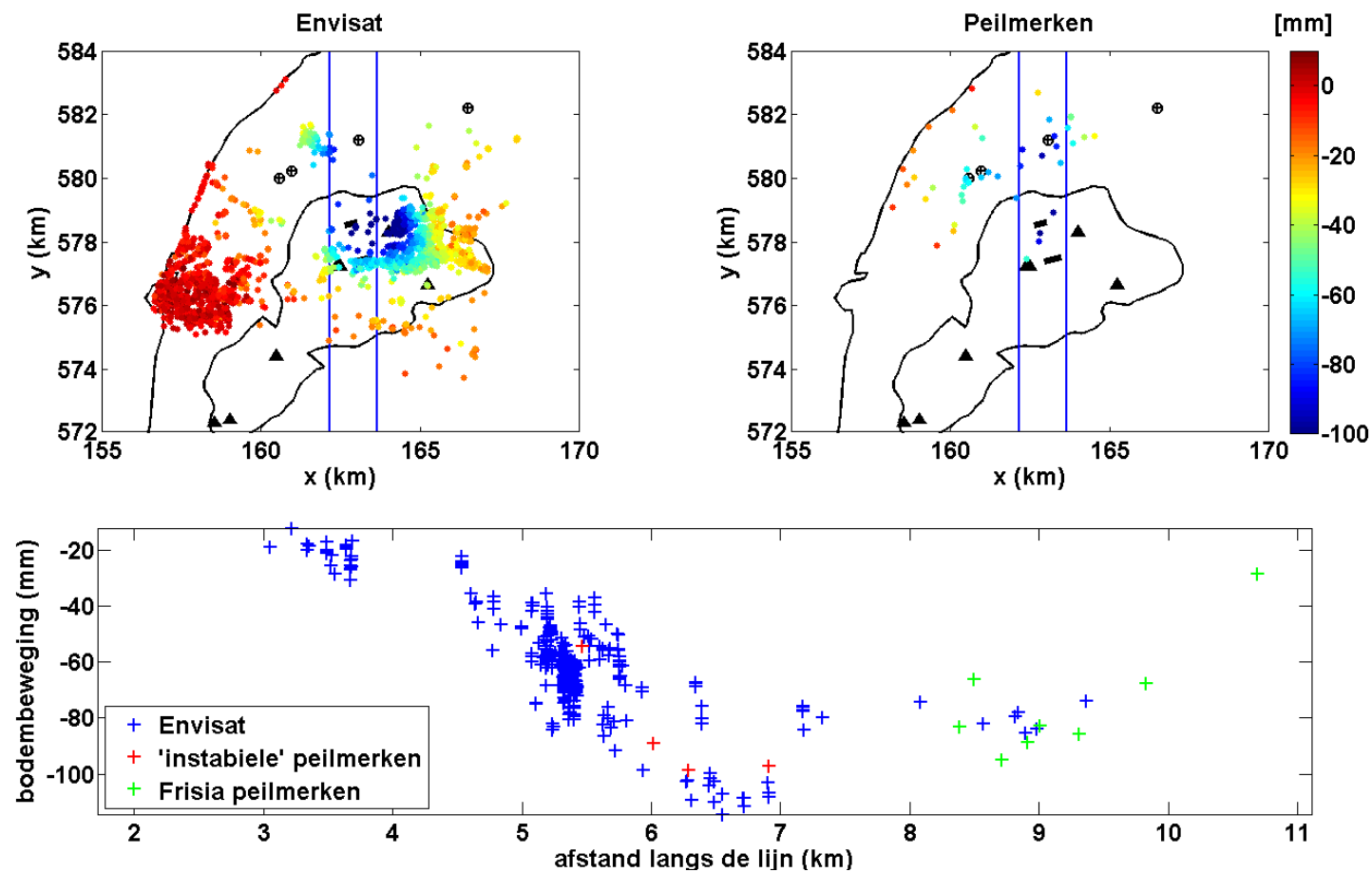
Figuur 4-2. a) Bodemdaling tussen 1997 en 2000 voor de DID peilmerken, de extra peilmerken van Frisia en de verworpen peilmerken van Vermillion. b) Bodemdaling tussen 2003 en 2008 voor de extra peilmerken van Frisia en de eerder instabiel veronderstelde peilmerken van Vermillion.



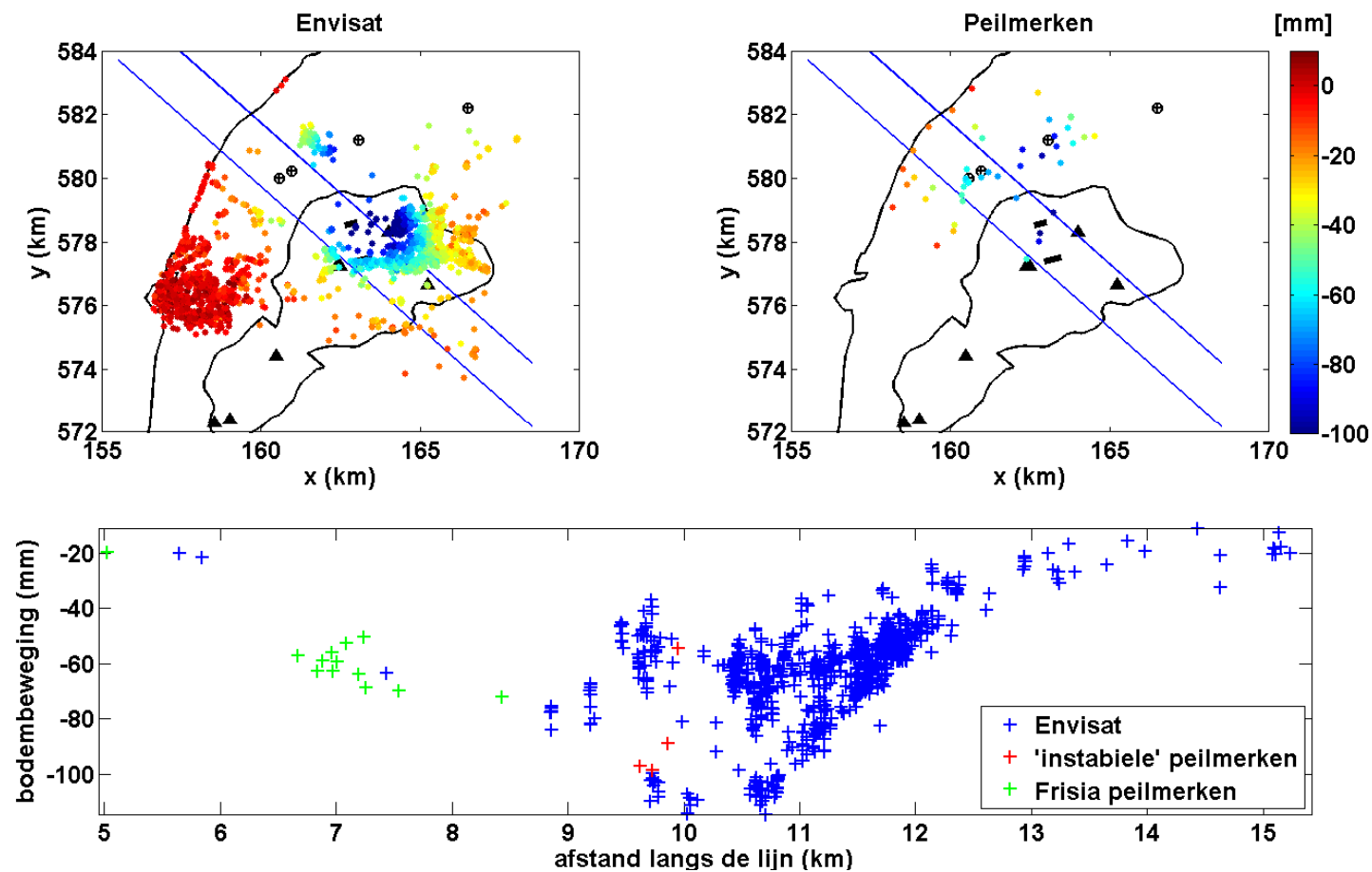
Figuur 4-3. Bodemdaling (mm) geobserveerd met radar (links) en waterpassingen (rechts) tussen 1997 en 2000, onder de polynoom hypothes. Daaronder een profiel waarin alle peilmerken en radarpunten in een band met een breedte van ca 550 m worden meegenomen.



Figuur 4-4. Bodemdaling (mm) geobserveerd met radar (links) en waterpassingen (rechts) tussen 1997 en 2000, onder de polynoom hypothese. Daaronder een profiel waarin alle peilmerken en radarpunten in een band met een breedte van ca 1000 m worden meegenomen.

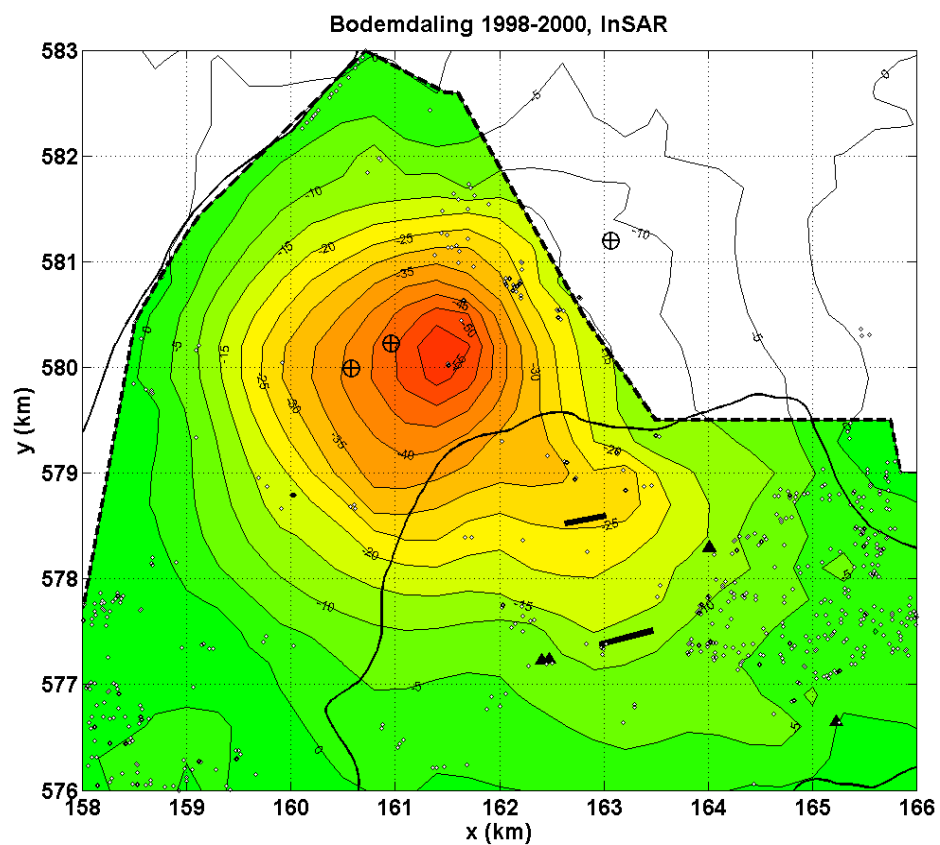


Figuur 4-5. Bodemdaling (mm) geobserveerd met radar (links) en waterpassingen (rechts) tussen 2003 en 2008, onder de nulhypothese van lineaire deformatie. Daaronder een profiel waarin alle peilmerken en radarpunten in een band met een breedte van ca 750 m worden meegenomen. De waterpassingen zijn gecorrigeerd (lineaire interpolatie) voor verschillende begindatum (8 maanden).

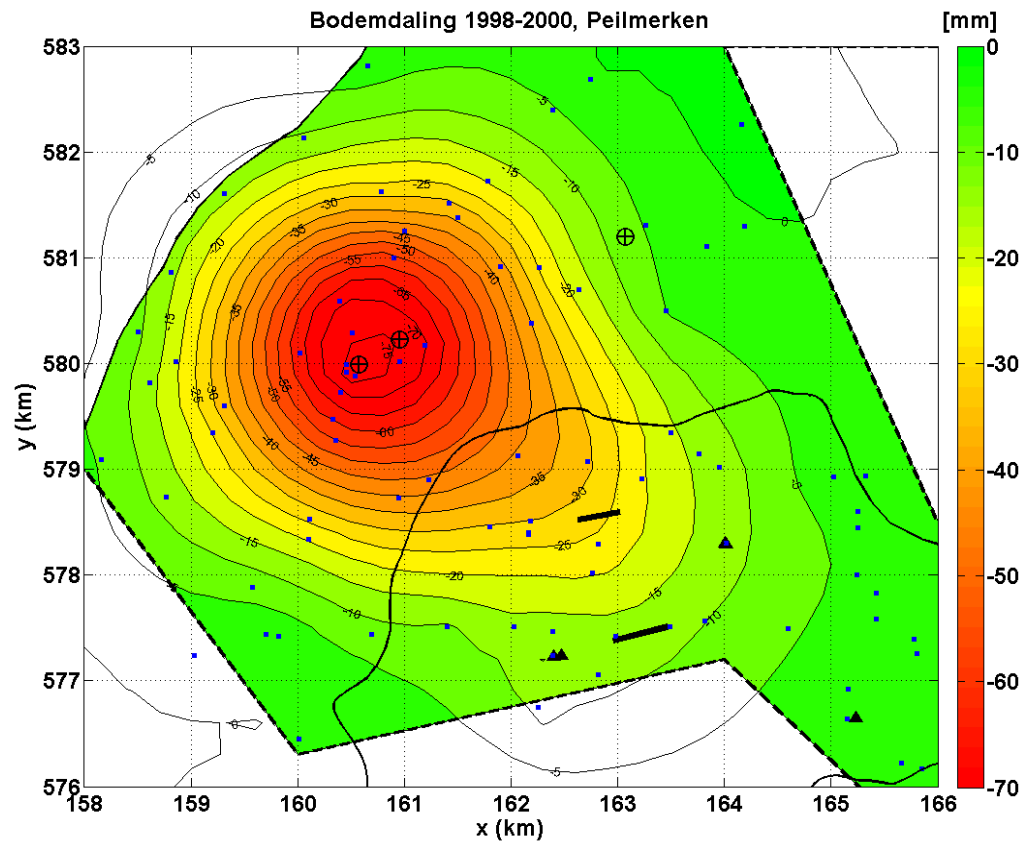


Figuur 4-6. Bodemdaling (mm) geobserveerd met radar (links) en waterpassingen (rechts) tussen 2003 en 2008, onder de nulhypothese van lineaire deformatie. Daaronder een profiel waarin alle peilmerken en radarpunten in een band met een breedte van ca 1000 m worden meegenomen. De waterpassingen zijn gecorrigeerd (lineaire interpolatie) voor verschillende begindatum (8 maanden).

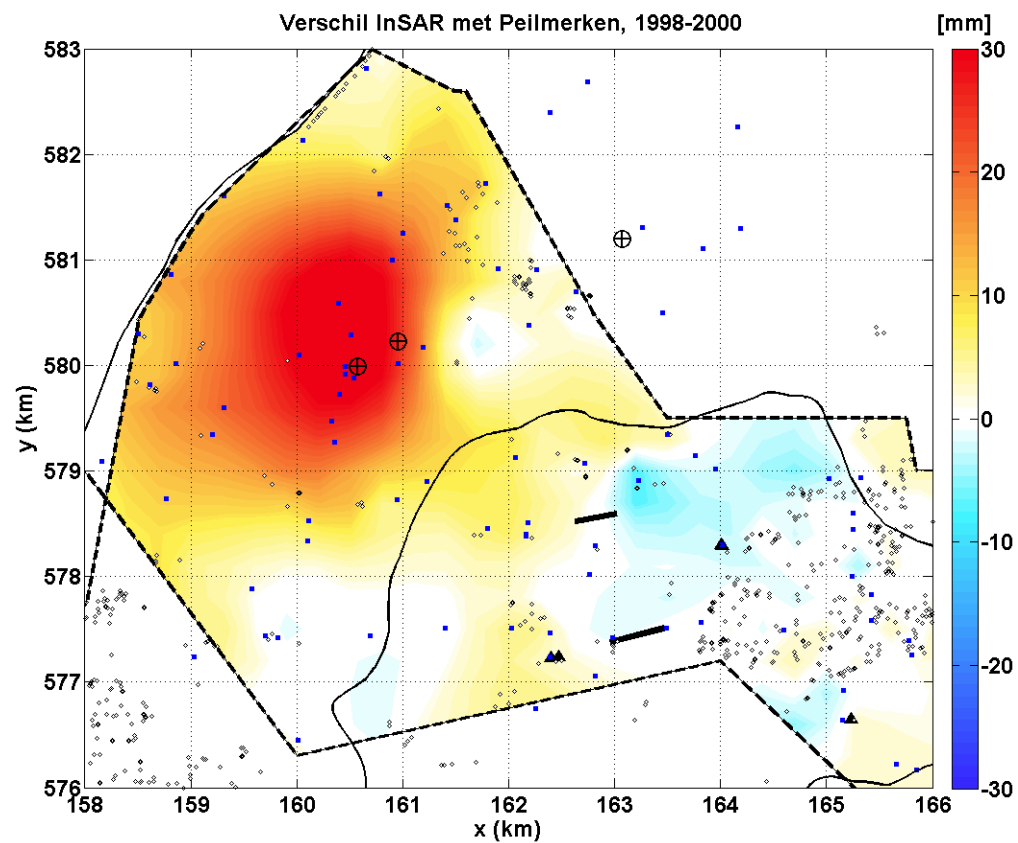
5 Bodemdaling Noordwest-Friesland



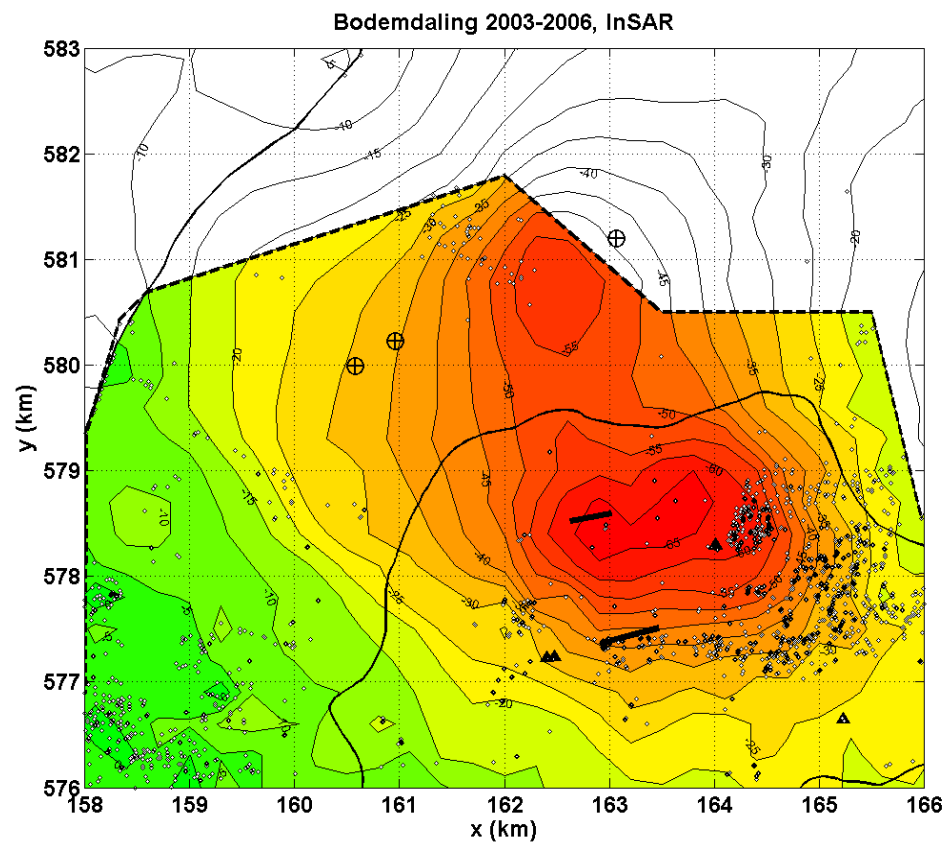
Figuur 5-1. Linker figuur.



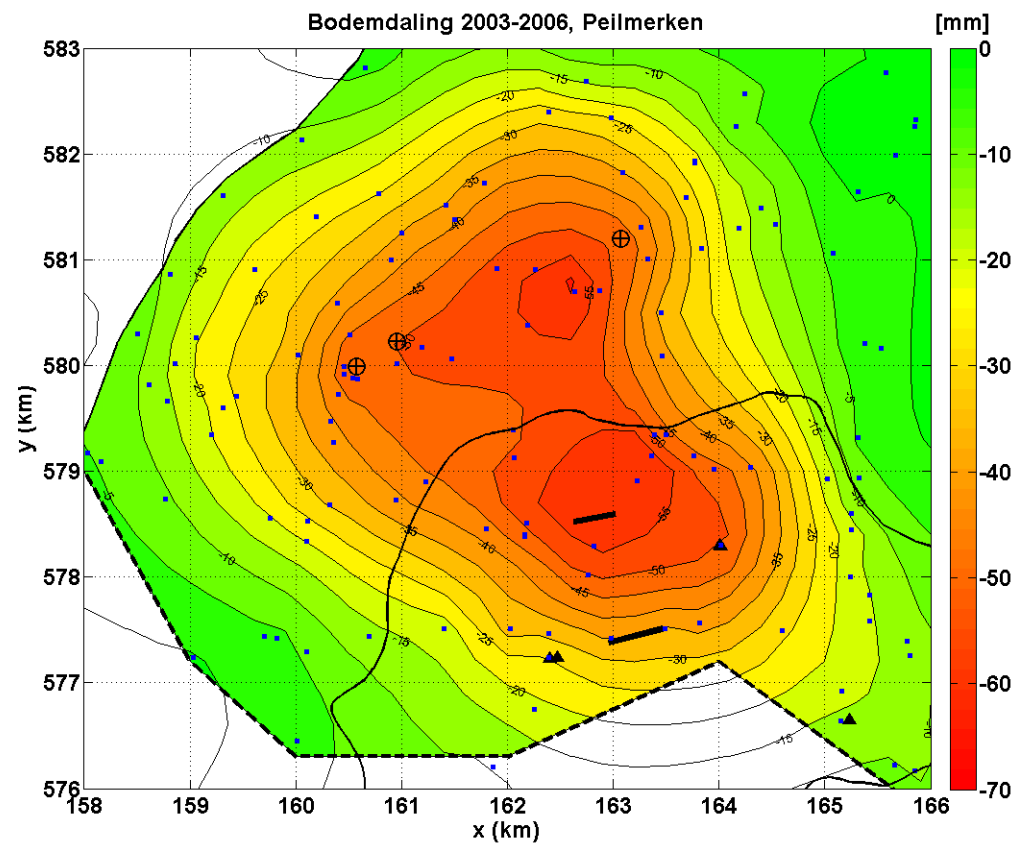
Figuur 5-1. Middelste figuur.



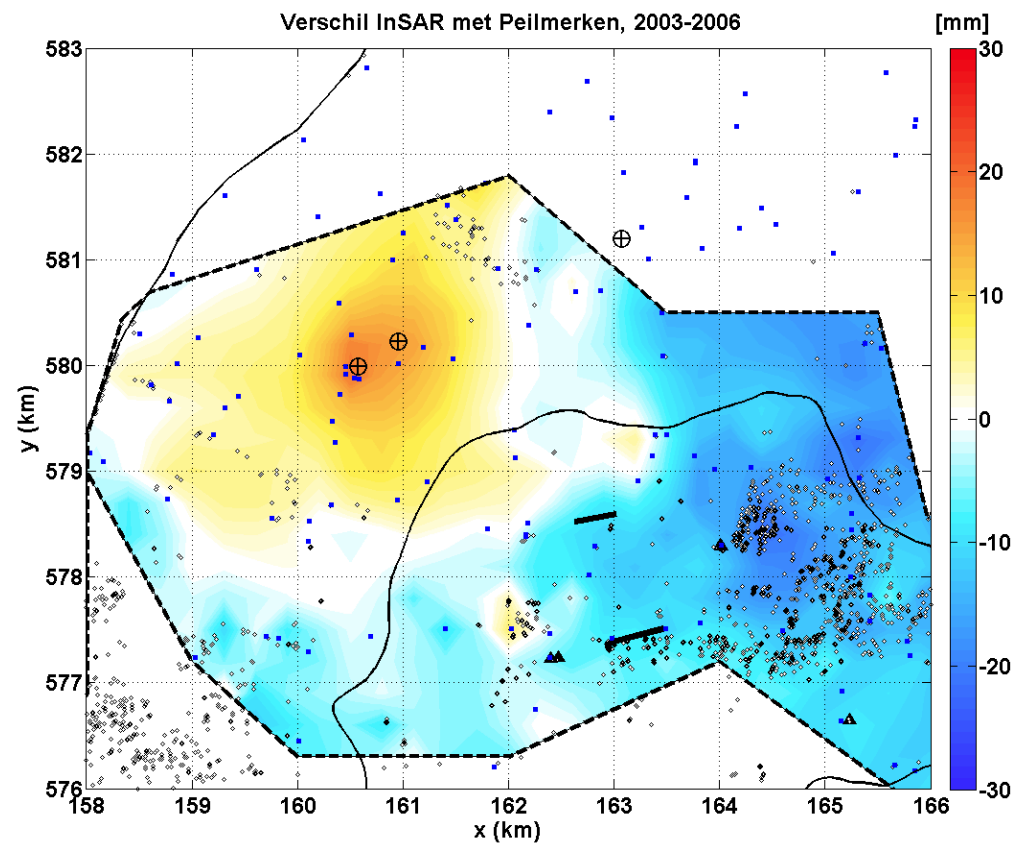
Figuur 5-1. Geïnterpoleerde bodemdaling van de PSI data (links) en de peilmerkdata (midden) voor de periode 1998-2000. De peilmerk locaties worden weergegeven met blauwe veirkanten ende PSI punten met grijze diamanten. De rechterfiguur geeft het verschil tussen deze interpolaties. Duidelijk is te zien dat de peilmerken 30 mm meer daling laten zien bij de zoutcavernes BAS-1/2, terwijl de PSI data 7 mm meer daling laat zien boven het Harlingen gasveld. De extra daling ten oosten van BAS-3 is in deze periode niet realistisch aangezien daar geen PSI scatterers geobserveerd zijn.



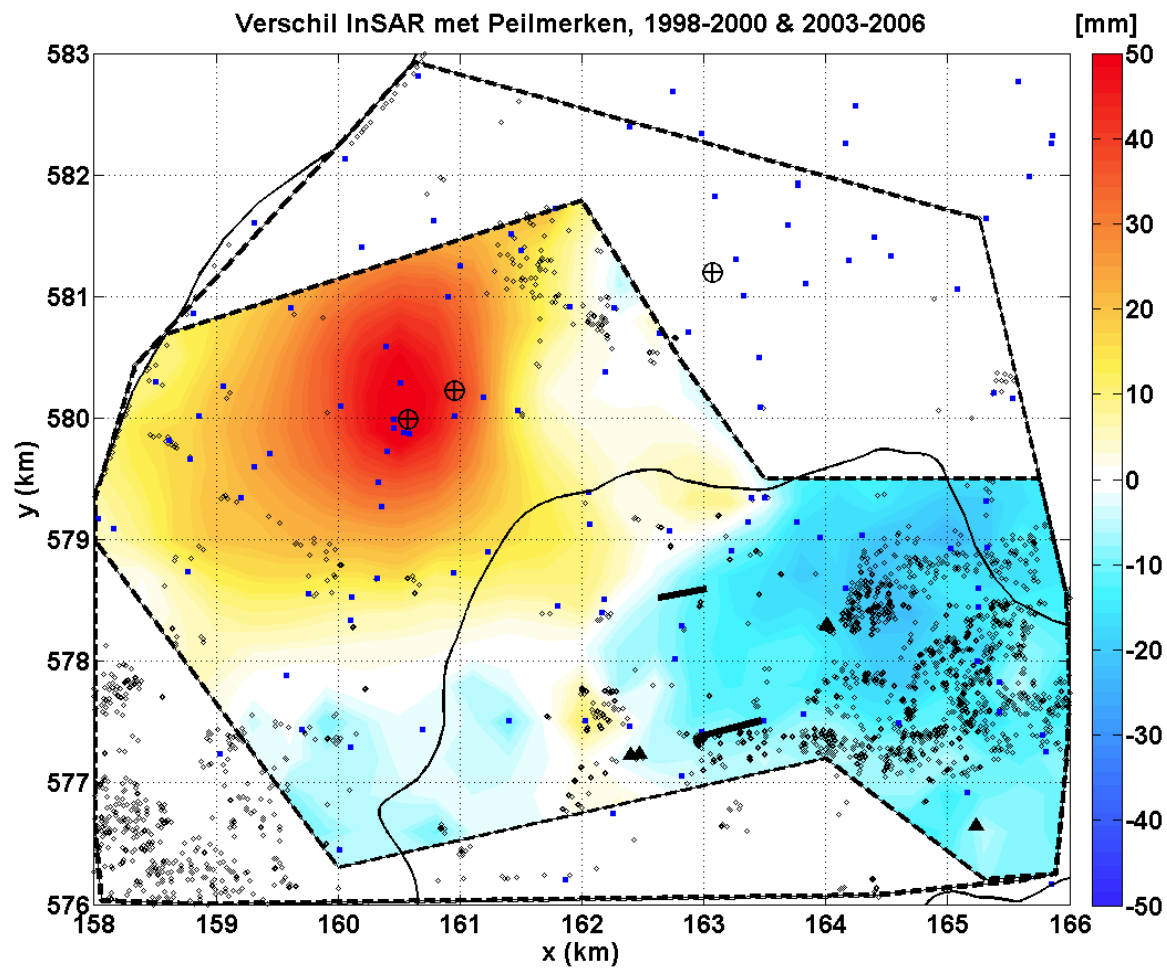
Figuur 5-2. Linker figuur.



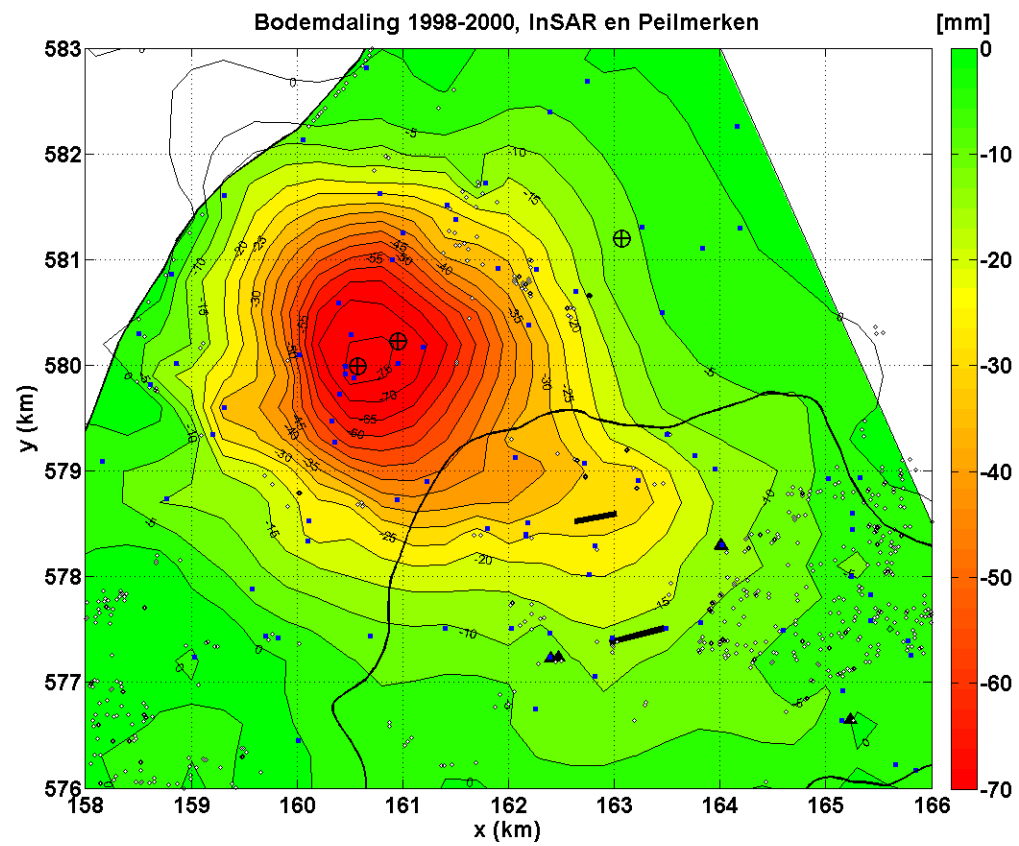
Figuur 5-2. Middelste figuur.



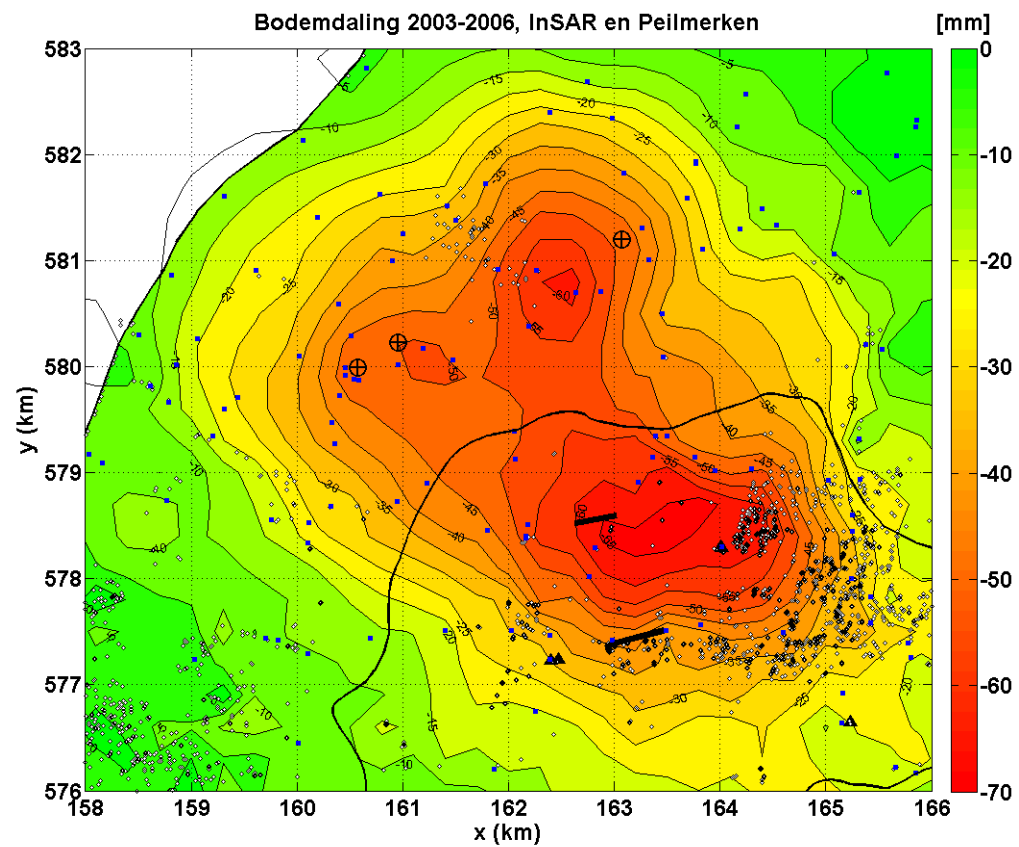
Figuur 5-2. Geïnterpoleerde bodemdaling van de PSI data (links) en de peilmerkdata (midden) voor de periode 2003-2006. De peilmerk locaties worden weergegeven met blauwe veirkanten en de PSI punten met grijze diamanten. De rechterfiguur geeft het verschil tussen deze interpolaties. De peilmerken laten 18,5 mm meer daling zien bij de zoutcavernes BAS-1/2, terwijl de PSI data ruim 21 mm meer daling laat zien boven het Harlingen gasveld. De extra daling ten oosten van BAS-3 is in deze periode wederom niet realistisch aangezien daar geen PSI scatterers geobserveerd zijn.



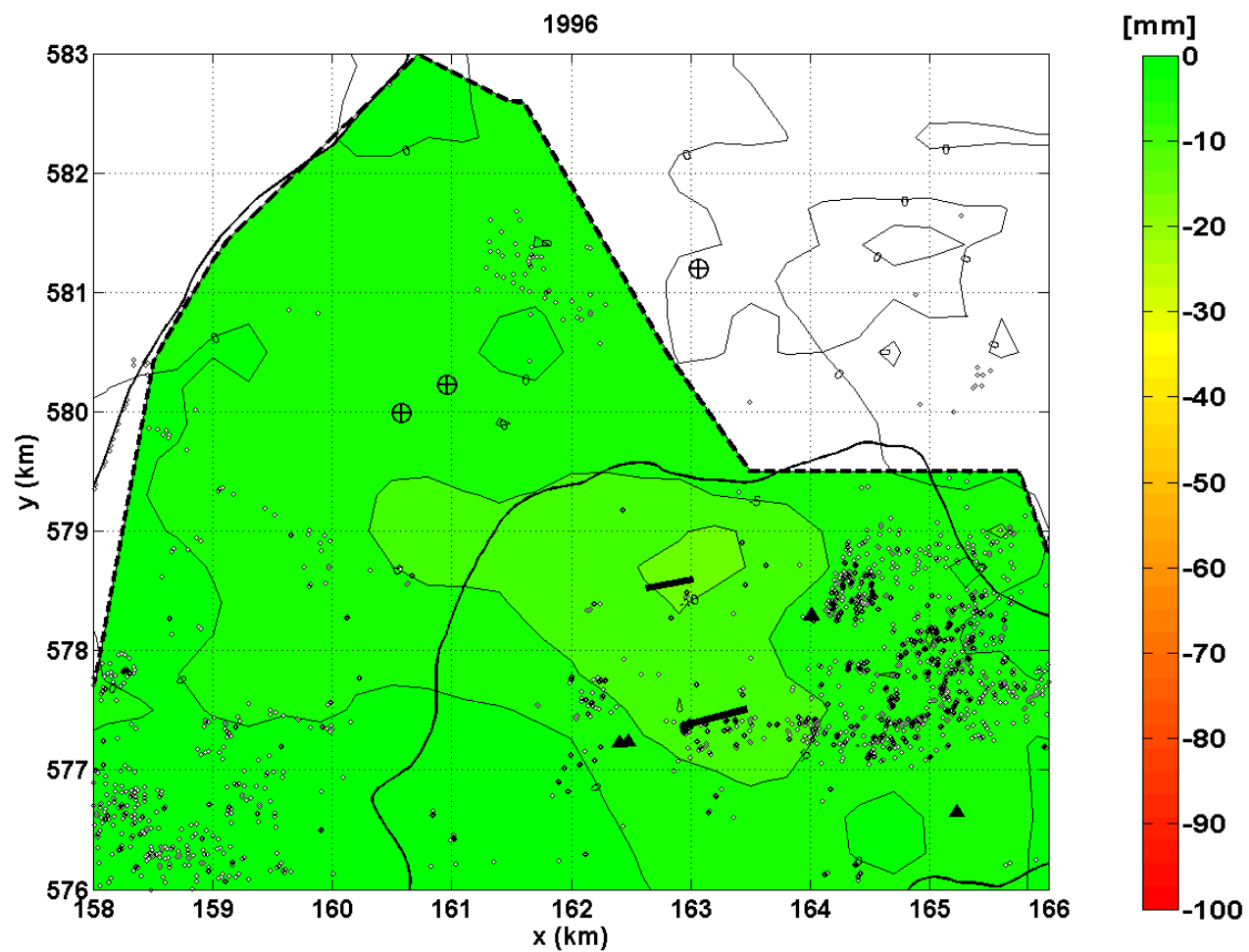
Figuur 5-3. Ruimtelijke verdeling van het cumulatieve verschil tussen de PSI- en peilmerkdaling over de tijdvakken 1998 - 2000 en 2003 - 2006.



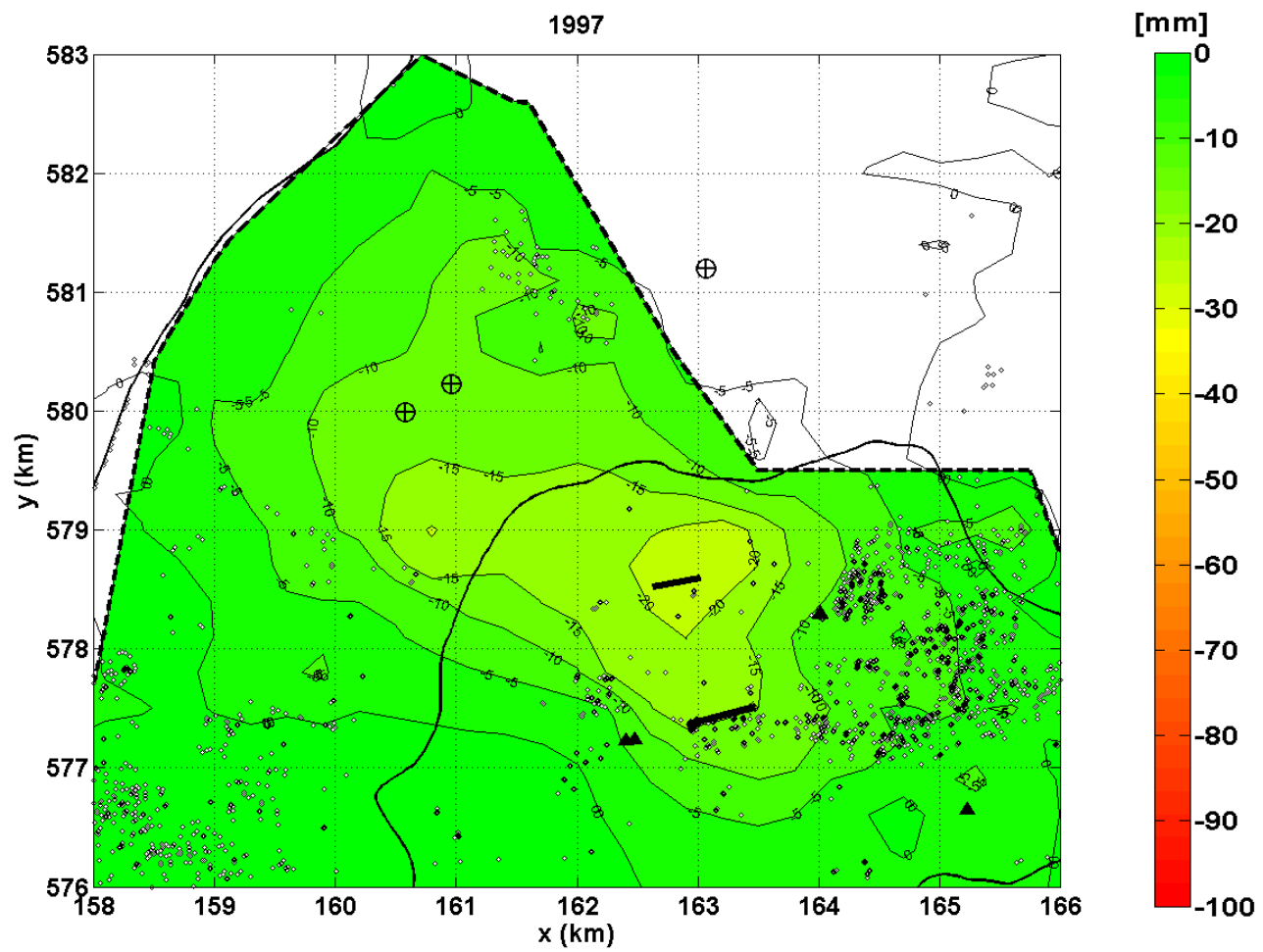
Figuur 5-4. 1998-2000



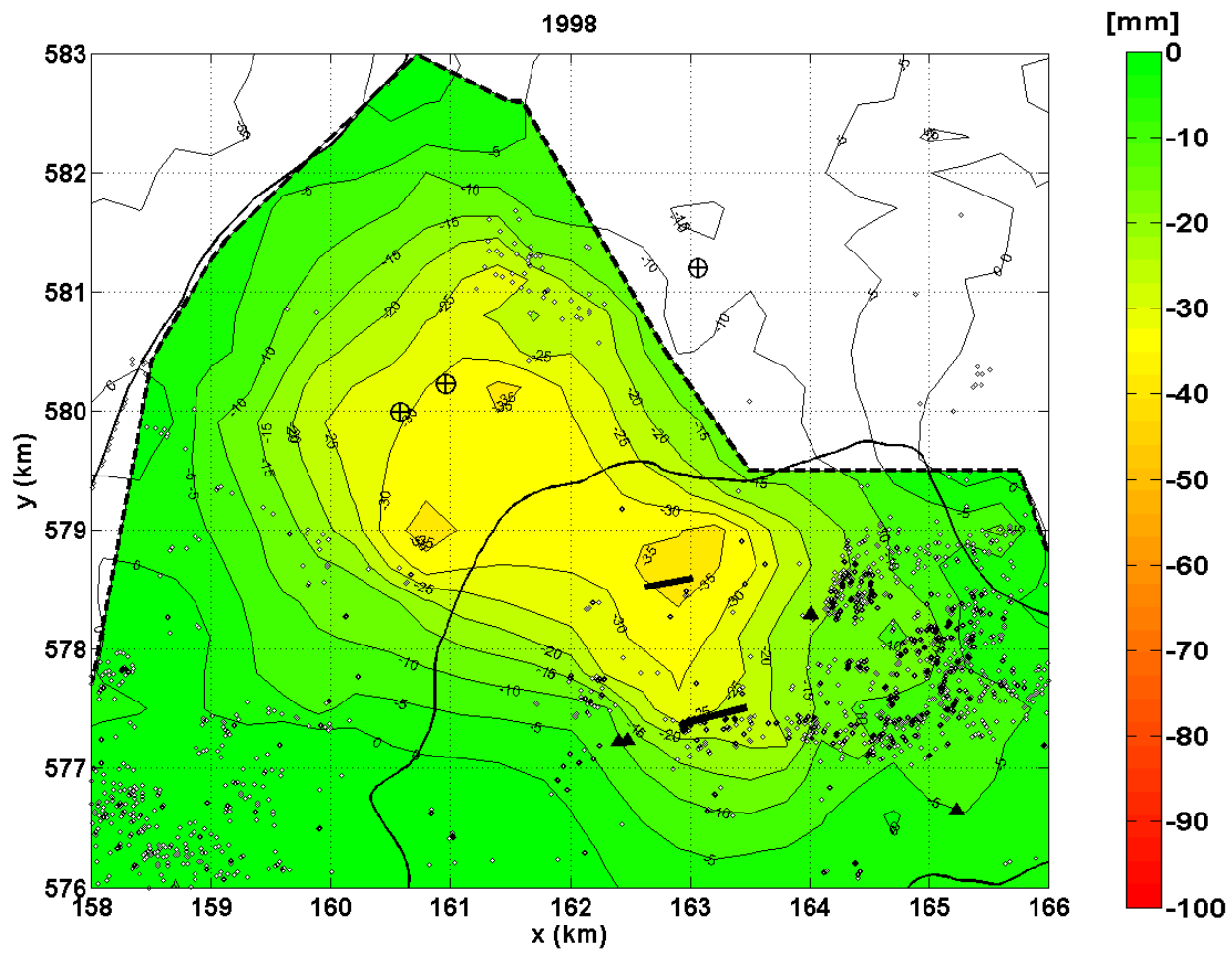
Figuur 5-4. Geïnterpoleerde bodemdaling van de PSI en de peilmerkdatta samen voor links de periode 1998-2000 en rechts de periode 2003 en 2006. De blauwe vierkanten geven de locaties van de gebruikte peilmerken terwijl de grijze diamanten de lokaties van de gebruikte PSI scatterers weergeven.



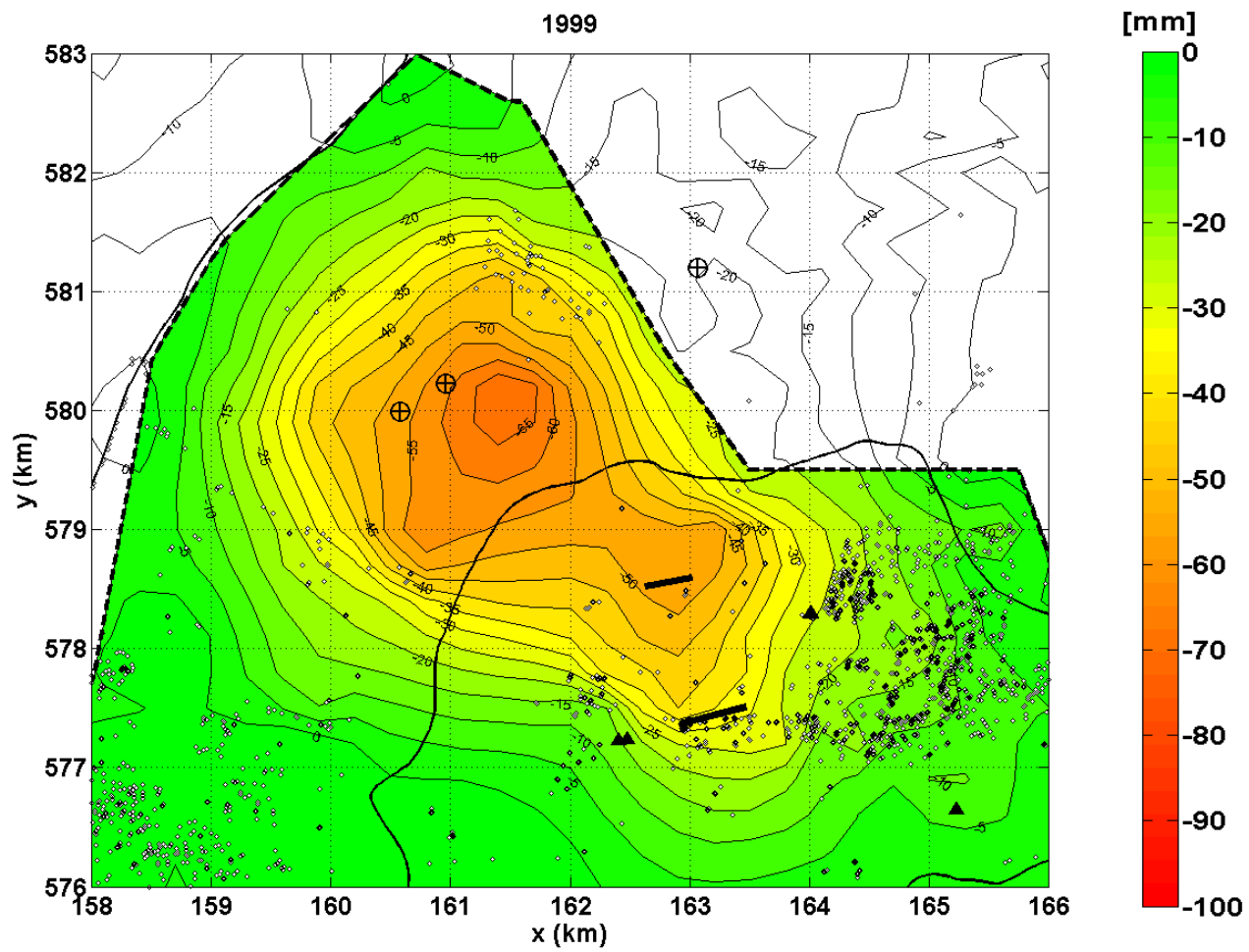
Figuur 5-5. 1996



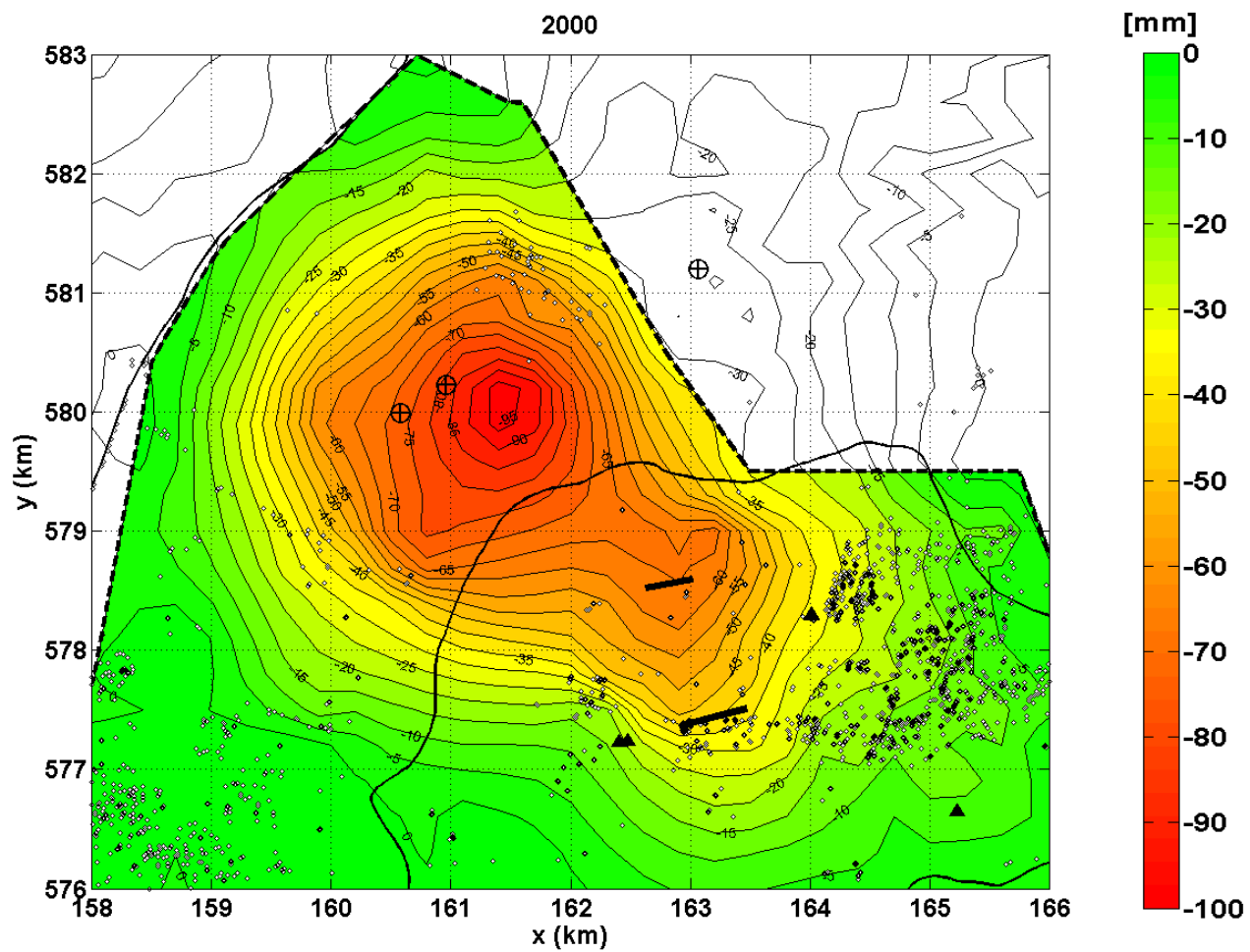
Figuur 5-5. 1997



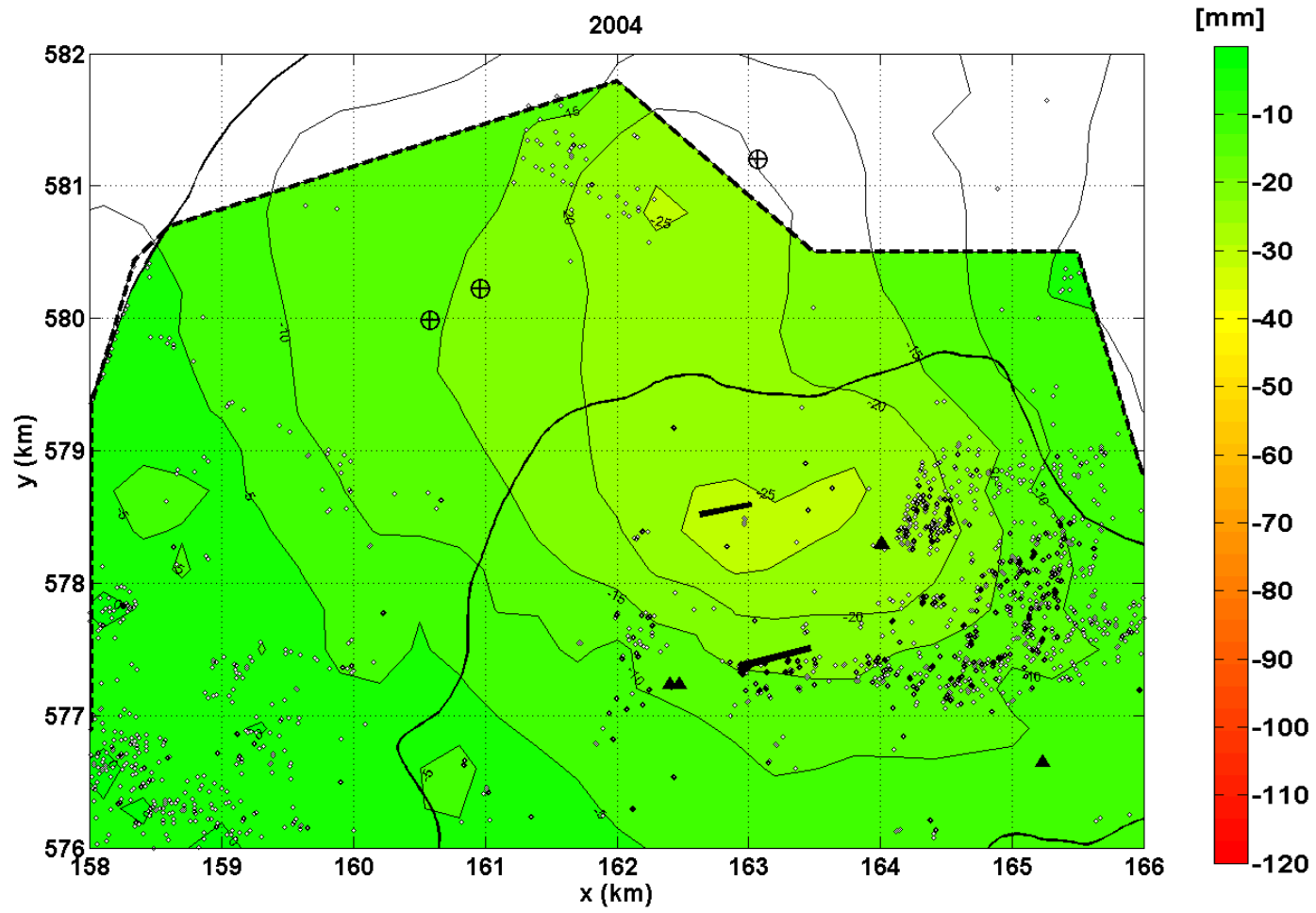
Figuur 5-5. 1998



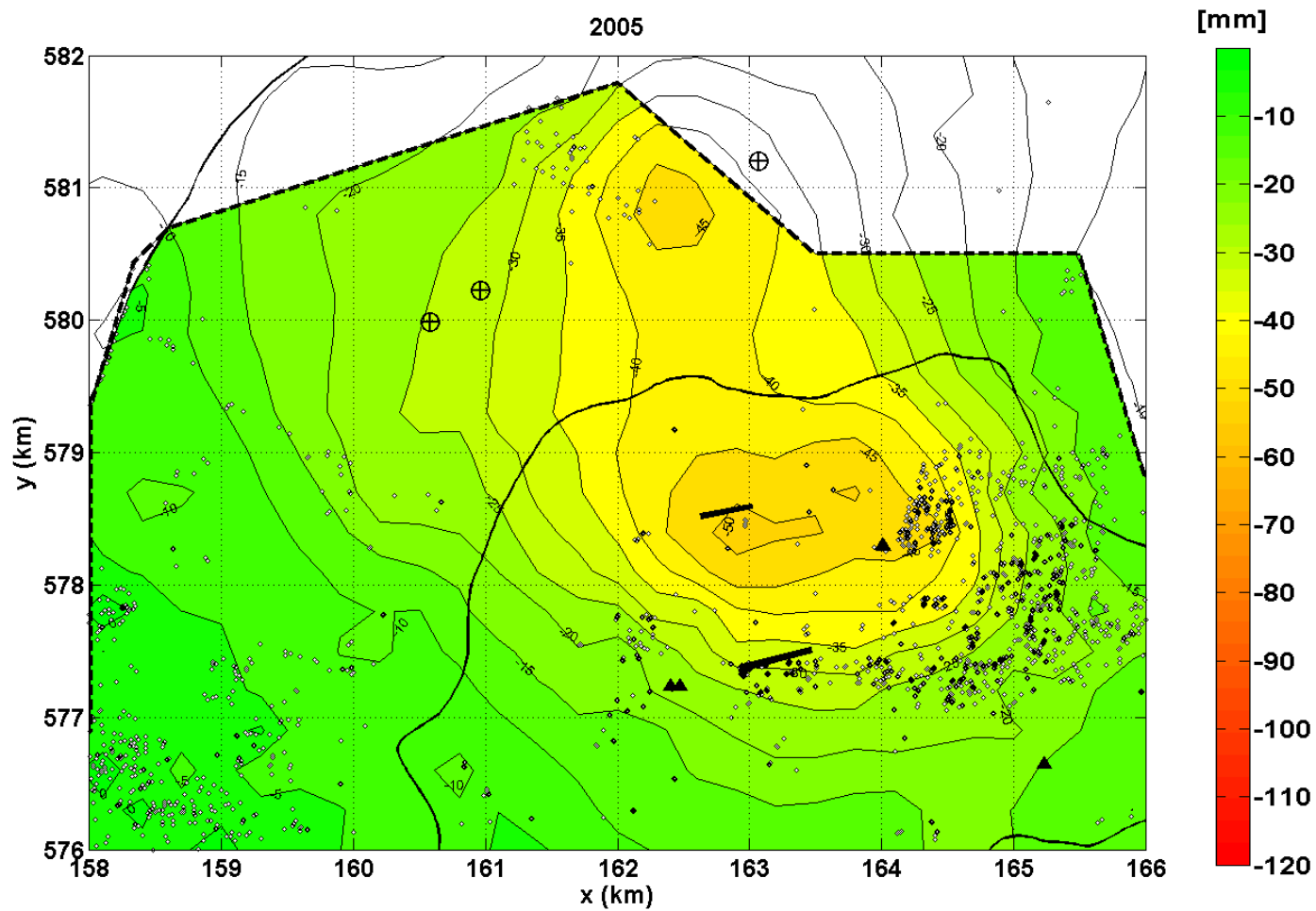
Figuur 5-5. 1999



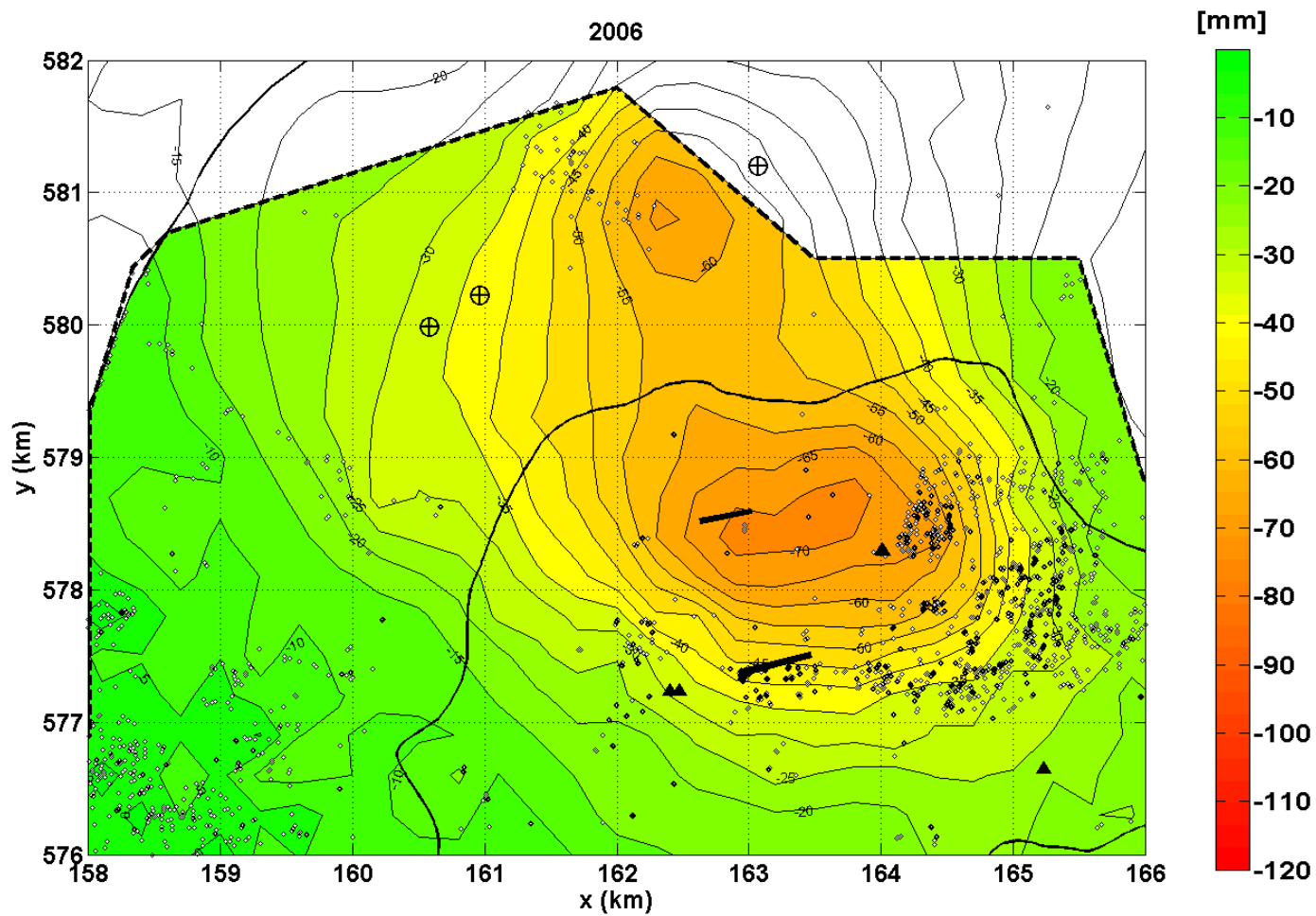
Figuur 5-5. Geïnterpoleerde cumulatieve daling geobserveerd door de ERS2 satelliet aan PSI scatterers in de periode 1995 tot 2000. De grijze diamanten geven de locaties van de PSI scatterers.



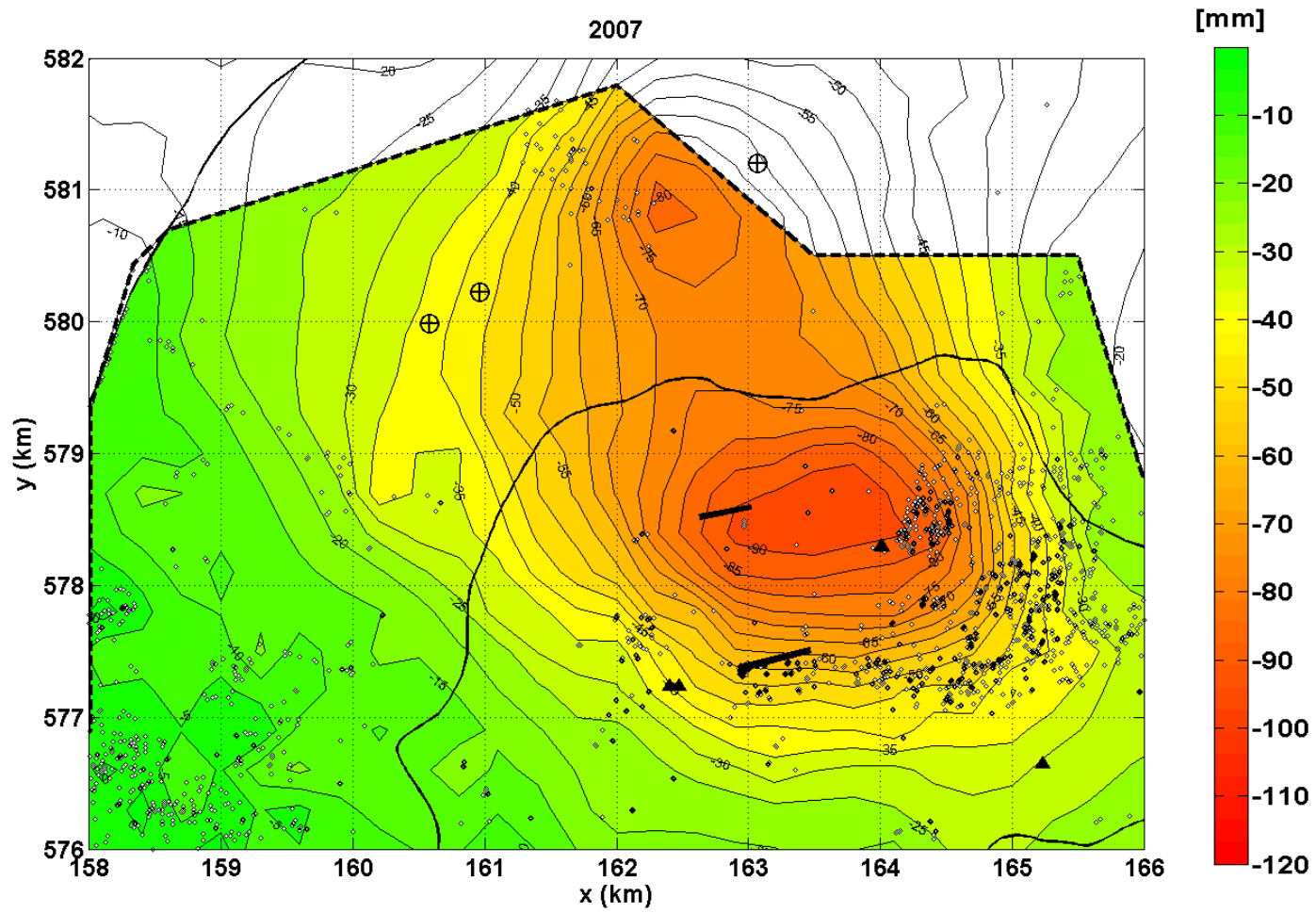
Figuur 5-6. 2004



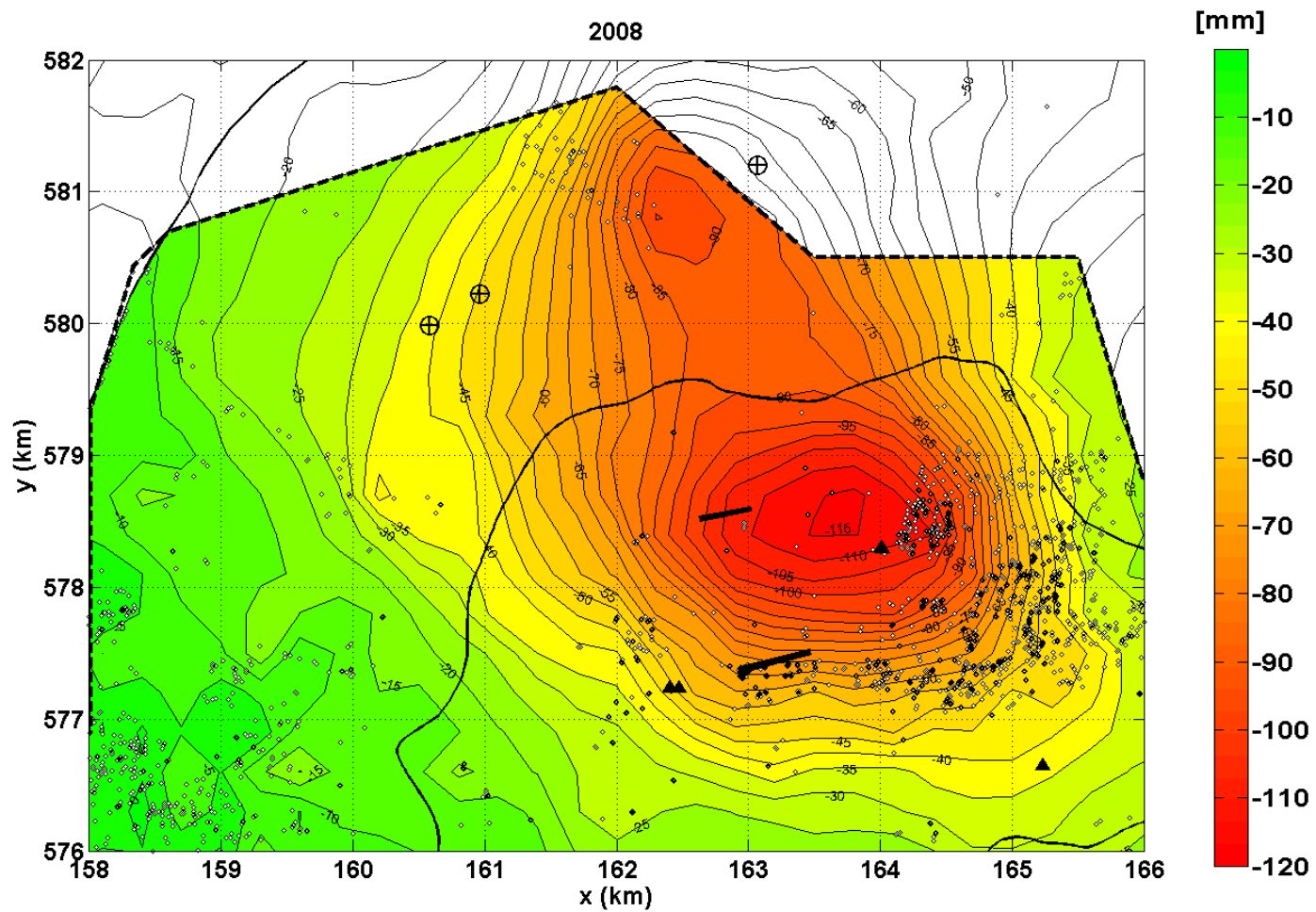
Figuur 5-6. 2005



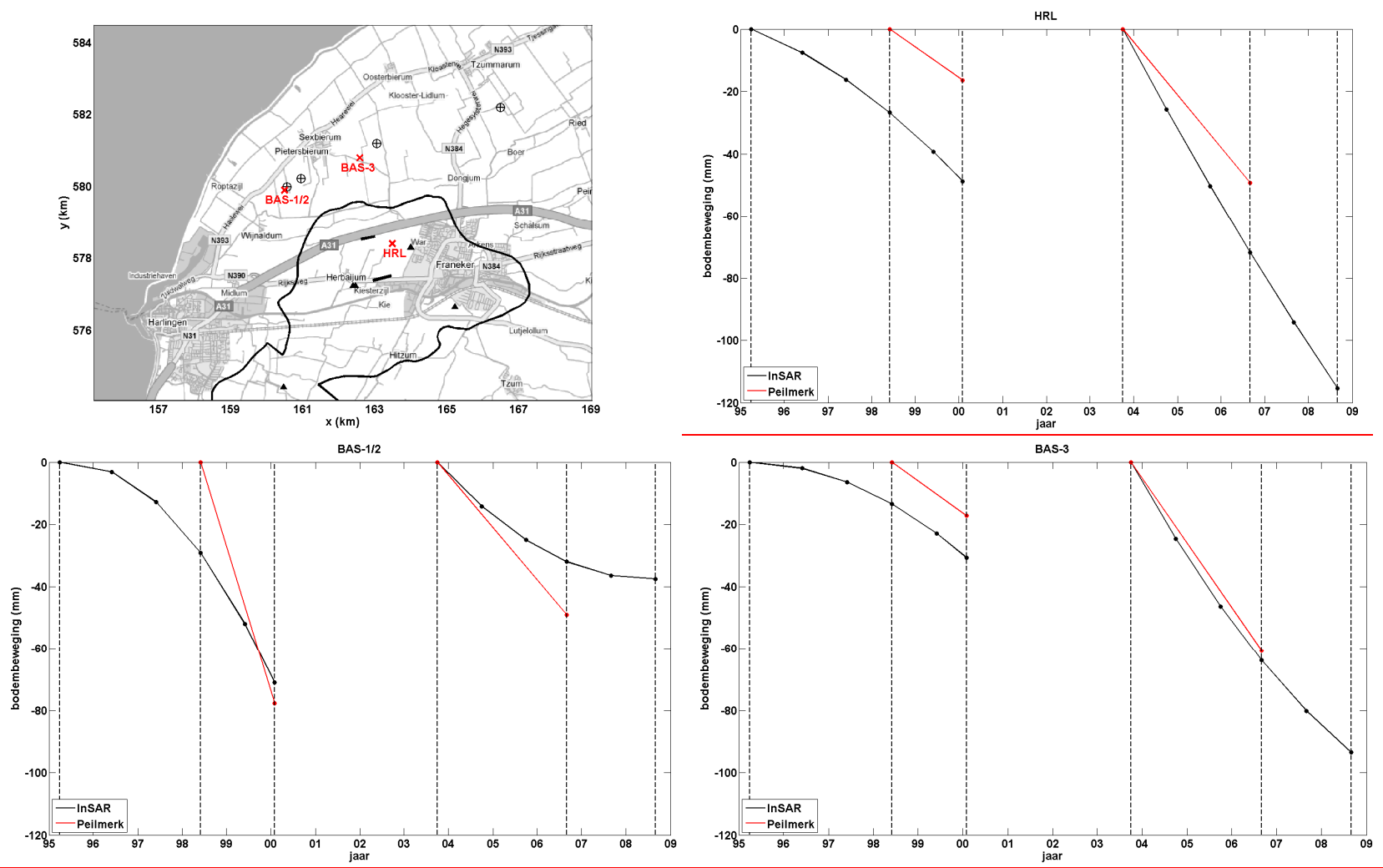
Figuur 5-6. 2006



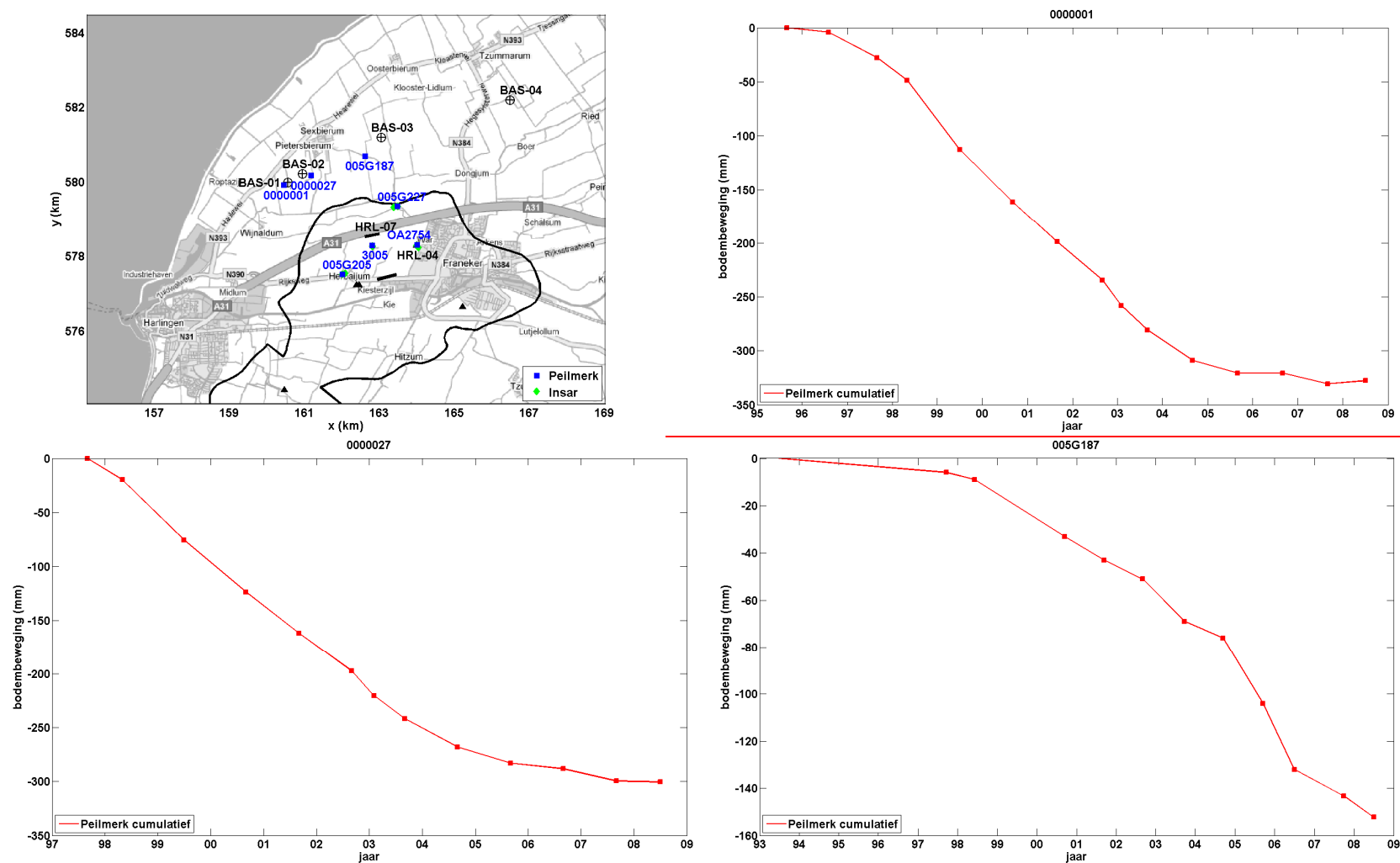
Figuur 5-6. 2007



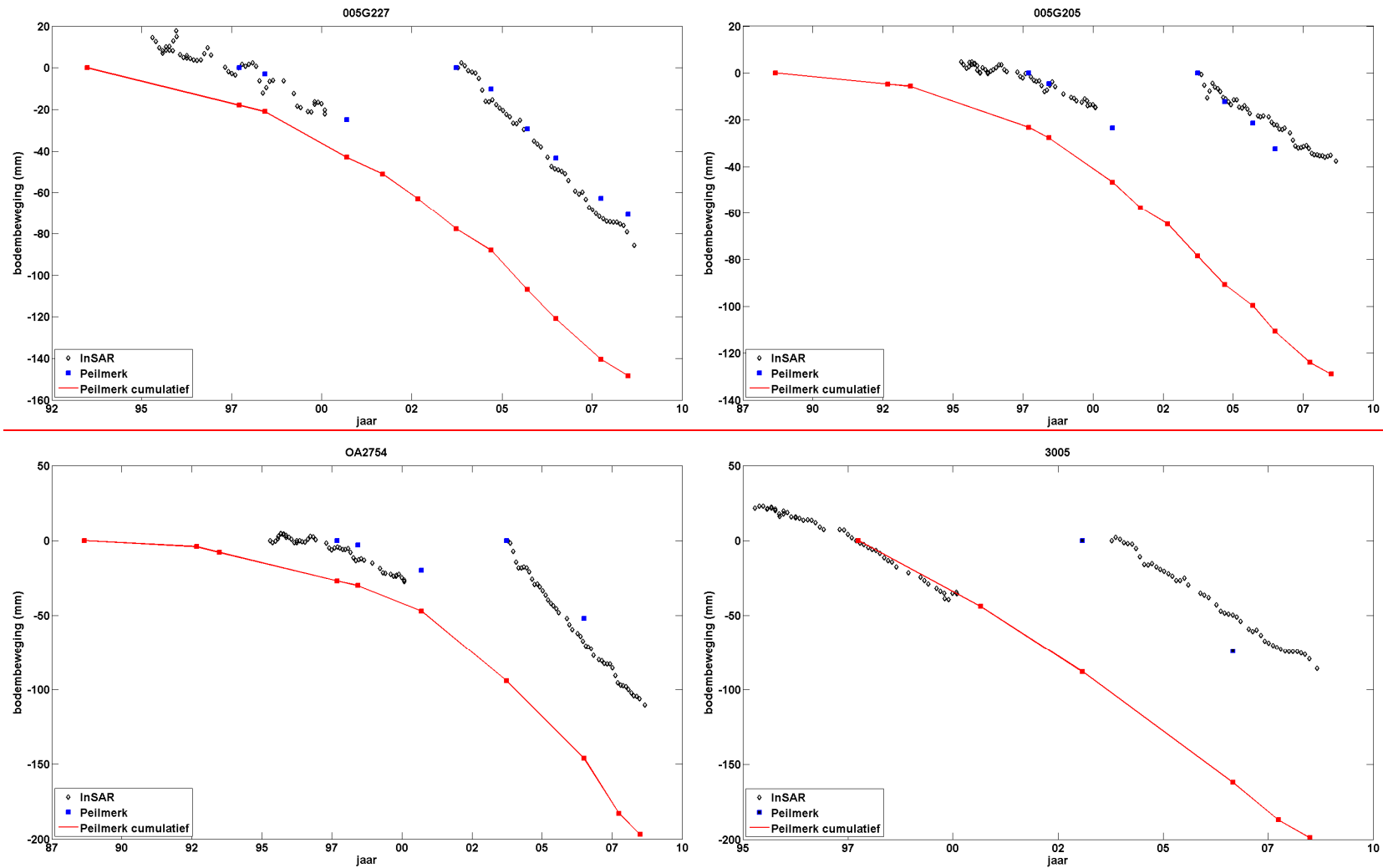
Figuur 5-6. Geïnterpoleerde cumulatieve daling geobserveerd door de Envisat satelliet aan PSI scatterers in de periode 2003 tot 2008. De grijze diamanten geven de locaties van de PSI scatterers.



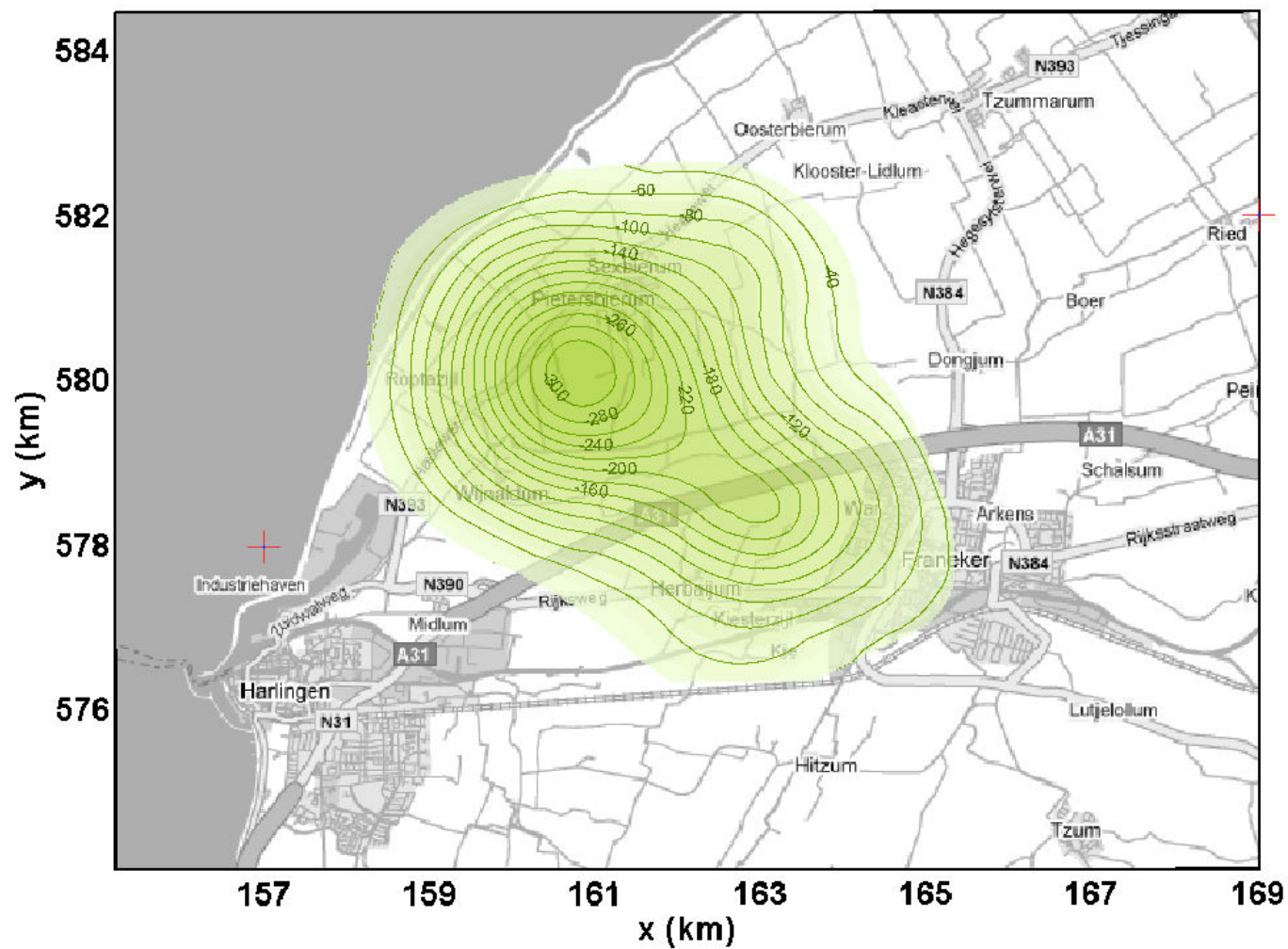
Figuur 5-7. Daling vs. tijd van de geïnterpoleerde bodemdaling in de 3 diepste punten van de bodemdalingkom bij BAS-1/2, tussen Pietersbierum en BAS-3 en bij het Harlingen gasveld (HRL)



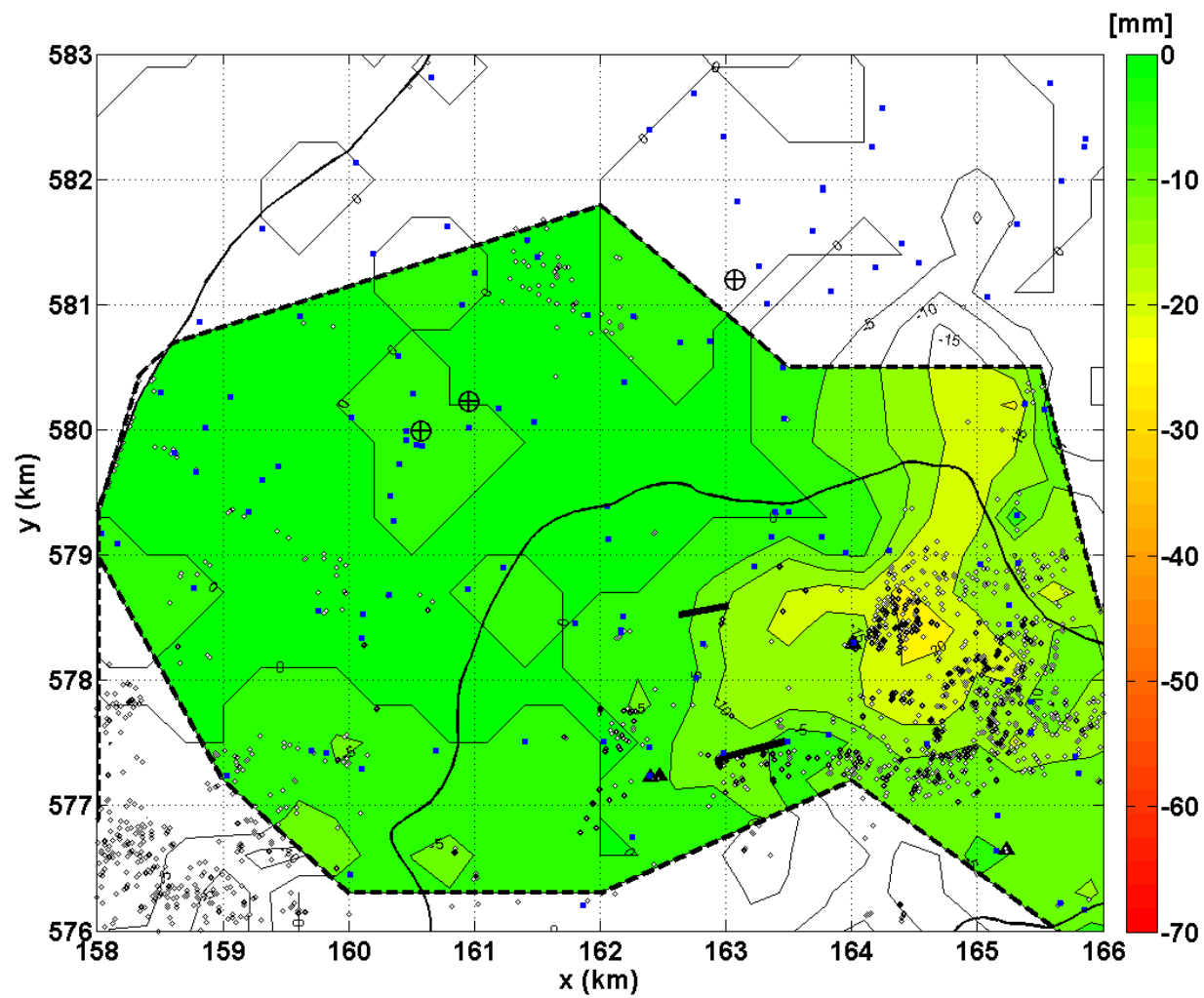
Figuur 5-8: Volledige tijdsree van de peilmerken 000001 (bij BAS-1), 000027 (bij BAS-2) en 005G187 (tussen Pietersbierum en BAS-3).



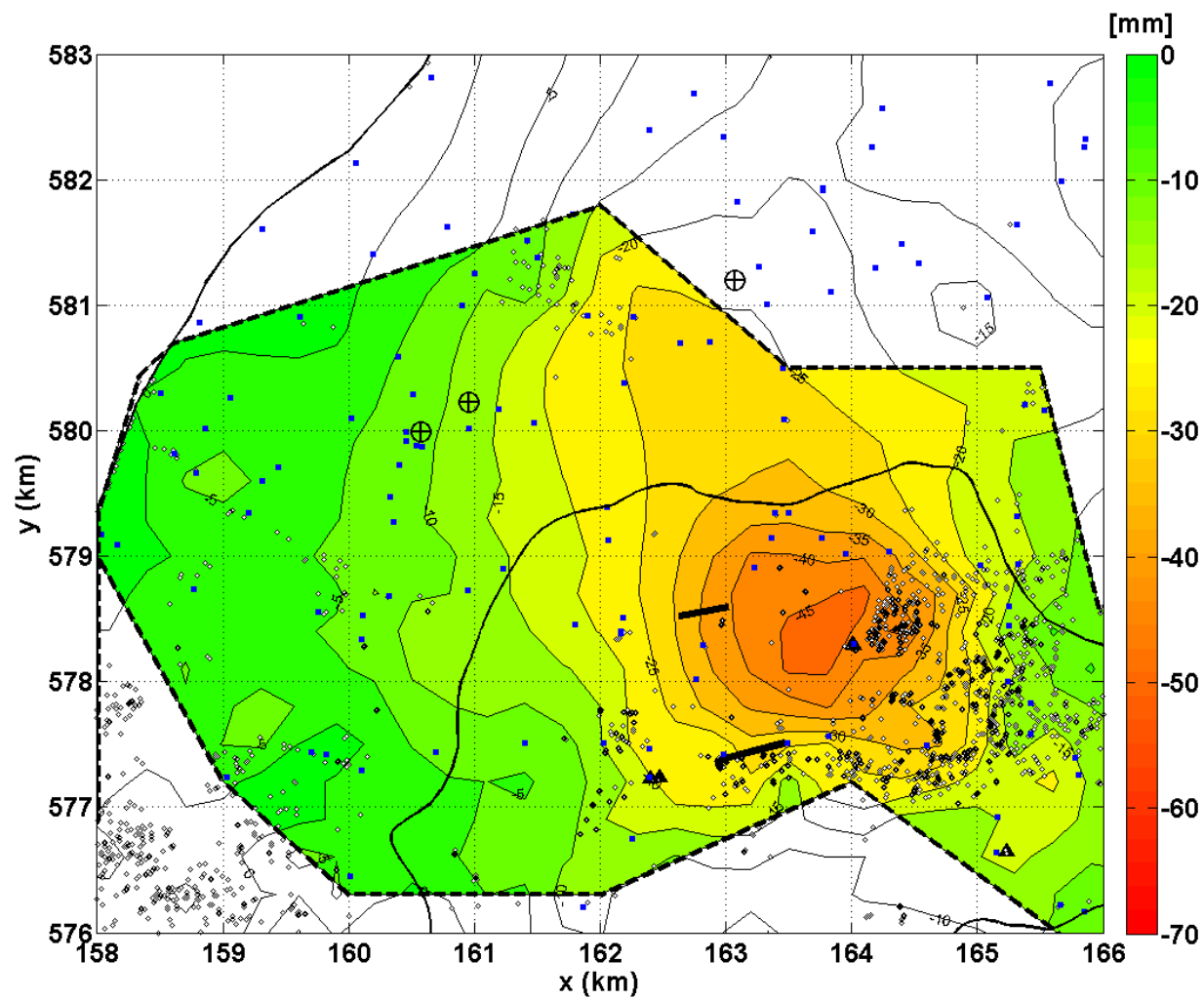
Figuur 5-9: Volledige tijdseries van de peilmerken 005G227, 005G205, 0A2754 en 3005 (rood), de daling van de nabij gelegen PSI scatterers (grijze diamanten), en de peilmerkdaling in het met de InSAR corresponderende tijdvak (blauwe vierkantjes). Locaties van de peilmerken gegeven in de kaart van Figuur 5.8.



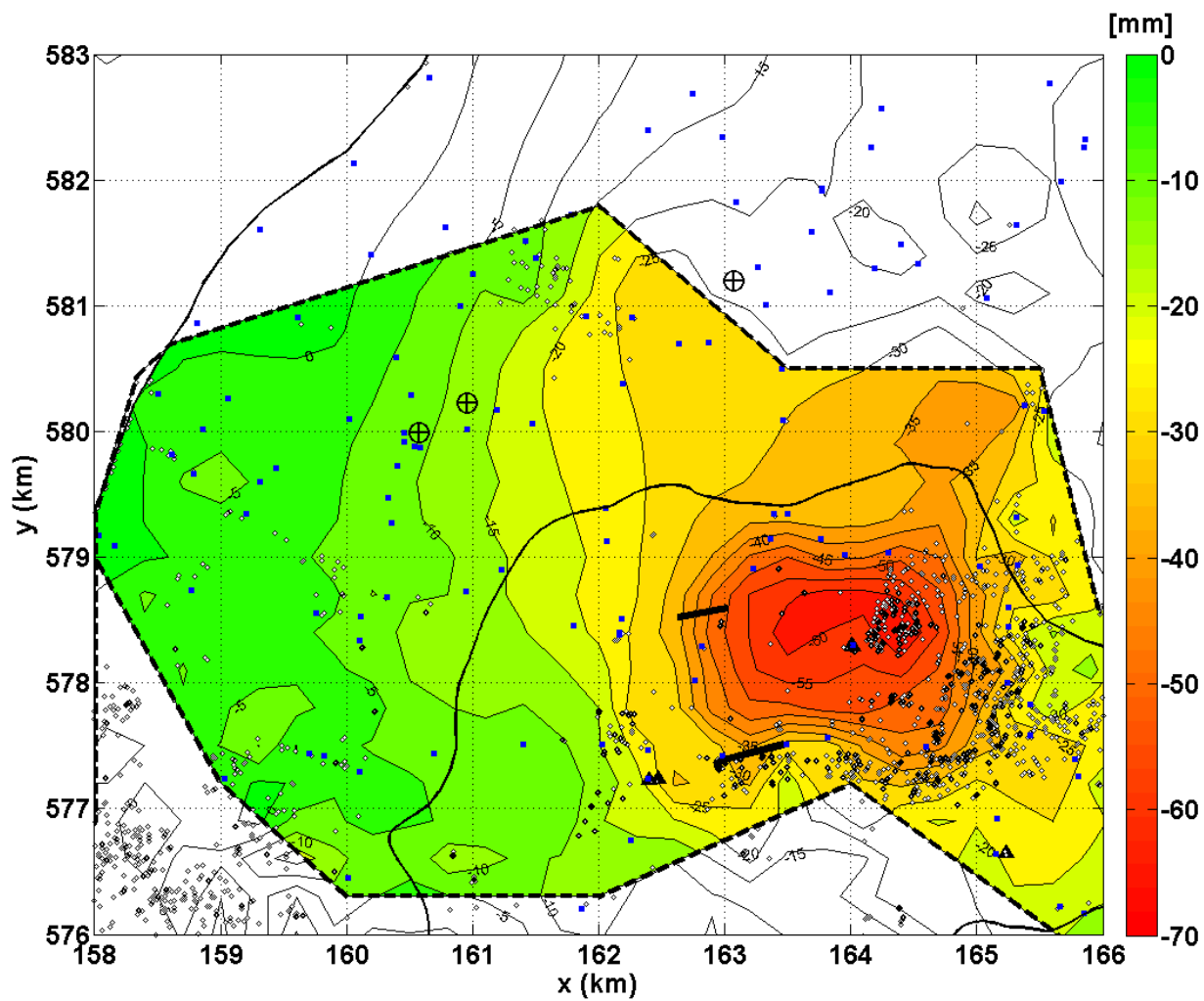
Figuur 5-10: Totaal gemeten bodemdaling over de periode 1988-2006 in mm (Houtenbos, 2008).



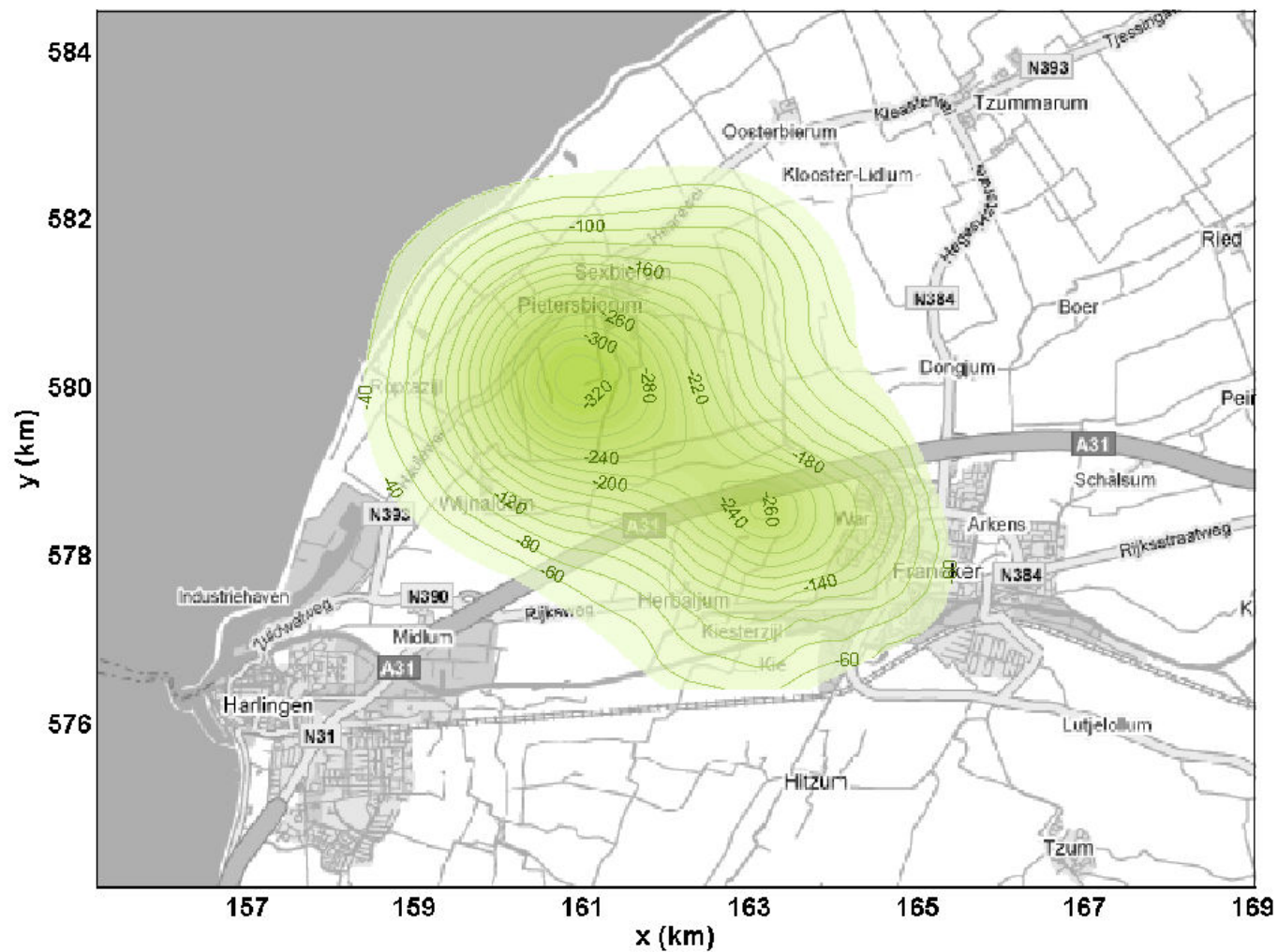
Figuur 5-11: Cummulatief verschil tussen de geïntegreerde daling van peilmerken en InSAR met de peilmerk daling in de periode 1998-2000 en de geïntegreerde daling van de peilmerken en de InSAR met de peilmerk daling in de periode 2003-2006.



Figuur 5-12: Geinterpoleerde daling van de PSI scatterers tussen 2006 en 2008.



Figuur 5-13: Geinterpoleerde totale extra daling gemeten in de PSI scatterers in de periode 1998-2008. (houd er rekening mee dat dit een minimale schatting is aangezien de additionele daling in de periode 2000-2003 niet vastgesteld kon worden).



Figuur 5-14. Totale geïnterpoleerde bodemdaling in Noordwest-Friesland tussen 1988 en 2008 gebaseerd op geïnterpoleerde peilmerkaling tussen 1988 en 2006 en geïnterpoleerde extra daling van PSI scatterers tussen 1998-2000 en 2003-2008.

A Overzicht gebruikte data

A.1 Radar data

Tabel A1: De gebruikte ERS data

Orbit (ERS1/2)	Date	Btemp
19678	20-APR-1995	-1.9205
20179	25-MAY-1995	-1.8247
20680	29-JUN-1995	-1.7288
21181	03-AUG-1995	-1.6329
01508	04-AUG-1995	-1.6301
21682	07-SEP-1995	-1.5370
2009	08-SEP-1995	-1.5342
22183	12-OCT-1995	-1.4411
02510	13-OCT-1995	-1.4384
22684	16-NOV-1995	-1.3452
03011	17-NOV-1995	-1.3425
23185	21-DEC-1995	-1.2493
03512	22-DEC-1995	-1.2466
23686	25-JAN-1996	-1.1534
24187	29-FEB-1996	-1.0575
24688	04-APR-1996	-0.9616
05015	05-APR-1996	-0.9589
25189	09-MAY-1996	-0.8658
06017	14-JUN-1996	-0.7671
26191	18-JUL-1996	-0.6740
07019	23-AUG-1996	-0.5753
07520	27-SEP-1996	-0.4795
08021	01-NOV-1996	-0.3836
08522	06-DEC-1996	-0.2877
10526	25-APR-1997	0.0959
11027	30-MAY-1997	0.1918
11528	04-JUL-1997	0.2877
12029	08-AUG-1997	0.3836
12530	12-SEP-1997	0.4795
13031	17-OCT-1997	0.5753
13532	21-NOV-1997	0.6712
14033	26-DEC-1997	0.7671
14534	30-JAN-1998	0.8630
15035	06-MAR-1998	0.9589
15536	10-APR-1998	1.0548
16037	15-MAY-1998	1.1507
16538	19-JUN-1998	1.2466

17039	24-JUL-1998	1.3425
17540	28-AUG-1998	1.4384
19043	11-DEC-1998	1.7260
20546	26-MAR-1999	2.0137
21047	30-APR-1999	2.1096
21548	04-JUN-1999	2.2055
22550	13-AUG-1999	2.3973
23051	17-SEP-1999	2.4932
43225	21-OCT-1999	2.5863
23552	22-OCT-1999	2.5890
24053	26-NOV-1999	2.6849
24554	31-DEC-1999	2.7808
44728	03-FEB-2000	2.8740
25055	04-FEB-2000	2.8767
10025 (Master)	21-MAR-1997	0

Tabel A2: De gebruikte Envisat data

Envisat	Date	Btemp
08493	15-OCT-2003	-2.0137
08994	19-NOV-2003	-1.9178
09495	24-DEC-2003	-1.8219
09996	28-JAN-2004	-1.7260
10497	03-MAR-2004	-1.6301
10998	07-APR-2004	-1.5342
11499	12-MAY-2004	-1.4384
12000	16-JUN-2004	-1.3425
12501	21-JUL-2004	-1.2466
13002	25-AUG-2004	-1.1507
13503	29-SEP-2004	-1.0548
14004	03-NOV-2004	-0.9589
14505	08-DEC-2004	-0.8630
15006	12-JAN-2005	-0.7671
15507	16-FEB-2005	-0.6712
16008	23-MAR-2005	-0.5753
16509	27-APR-2005	-0.4795
17010	01-JUN-2005	-0.3836
17511	06-JUL-2005	-0.2877
18012	10-AUG-2005	-0.1918
19515	23-NOV-2005	0.0959
20016	28-DEC-2005	0.1918
20517	01-FEB-2006	0.2877
21519	12-APR-2006	0.4795
22020	17-MAY-2006	0.5753
22521	21-JUN-2006	0.6712

23022	26-JUL-2006	0.7671
23523	30-AUG-2006	0.8630
24024	04-OCT-2006	0.9589
24525	08-NOV-2006	1.0548
25527	17-JAN-2007	1.2466
26028	21-FEB-2007	1.3425
26529	28-MAR-2007	1.4384
27030	02-MAY-2007	1.5342
27531	06-JUN-2007	1.6301
28032	11-JUL-2007	1.7260
28533	15-AUG-2007	1.8219
29034	19-SEP-2007	1.9178
29535	24-OCT-2007	2.0137
30036	28-NOV-2007	2.1096
30537	02-JAN-2008	2.2055
31038	06-FEB-2008	2.3014
31539	12-MAR-2008	2.3973
32040	16-APR-2008	2.4932
32541	21-MAY-2008	2.5890
33042	25-JUN-2008	2.6849
34044	03-SEP-2008	2.8767
19014	19-OCT-2005	0

A.2 Peilmerk data

Tabel A3: Coördinaten van de peilmerken gebruikt in de vergelijking met de InSAR

id	x-coord (km)	y-coord (km)	id	x-coord (km)	y-coord (km)
005D3	156.8500	576.0700	005G171	168.1400	575.6900
005D4	157.1200	576.2700	005G177	167.8400	576.5800
005D5	157.1900	576.4800	005G179	161.8000	578.4600
005D7	157.3200	576.9800	005G180	163.9500	579.0200
005D12	159.0300	577.2400	005G184	169.1500	578.9700
005D15	158.7700	578.7400	005G187	162.6400	580.7000
005D34	159.3100	579.6000	005G189	161.7800	581.7200
005D37	157.1400	576.1300	005G194	168.6300	578.4900
005D38	157.2000	576.5600	005G195	165.4200	577.5800
005D59	159.7000	577.4400	005G196	166.1000	578.2700
005G2	168.9000	575.2600	005G197	165.2500	578.6000
005G4	162.2500	576.7500	005G198	162.8200	577.0600
005G7	161.4000	577.5100	005G199	165.8000	577.2600
005G10	163.4900	577.5100	005G200	161.2300	578.9000
005G18	165.3200	578.9400	005G203	164.1600	578.6000
005G19	165.2400	578.0000	005G204	163.8200	577.5700
005G20	167.6800	578.2800	005G205	162.0300	577.5100
005G21	169.1100	578.5100	005G206	160.6900	577.4400
005G22	169.9900	578.7000	005G207	160.0100	576.4500

005G27	168.8800	579.9200	005G208	160.6500	575.4700
005G28	160.0200	580.1000	005G209	164.6400	575.3500
005G32	165.3800	580.2100	005G210	165.1600	576.9200
005G33	165.5300	580.1600	005G211	169.3900	578.6100
005G34	166.4600	580.5000	005G212	169.2900	577.8000
005G35	166.9300	580.9700	005G213	168.9000	577.5800
005G38	160.9000	581.0000	005G214	168.1200	577.2500
005G39	161.4200	581.5200	005G216	169.6800	578.1400
005G40	161.5000	581.3800	005G217	165.0200	578.9300
005G45	168.5300	581.8500	005G219	162.1600	578.4000
005G52	163.2600	583.0400	005G220	161.6200	575.8900
005G53	164.5000	583.2500	005G221	162.3900	582.4000
005G54	165.4400	583.4000	005G224	168.3100	582.4200
005G57	165.2300	583.9600	005G227	163.5000	579.3500
005G88	165.6600	576.2200	005G228	161.9000	580.9200
005G90	165.0300	575.3400	005G230	165.6800	583.4400
005G91	166.3500	576.8800	005G231	164.0500	583.1500
005G92	165.3100	581.6400	005G234	163.8200	575.4800
005G93	165.8600	582.3200	005G235	161.8600	576.2000
005G101	160.9700	575.5500	005G260	168.7100	580.9500
005G102	162.4000	575.2700	005G272	168.8500	583.5000
005G104	163.0700	575.6800	005G273	167.8500	581.4500
005G108	165.8500	576.1700	005G274	162.3800	583.3000
005G109	165.7800	577.3900	005G275	163.4600	580.0900
005G110	165.4200	577.8300	010B43	156.6400	572.1800
005G111	166.0200	577.8400	010B44	158.4400	572.7000
005G112	166.7400	578.0200	010B45	158.8400	572.5200
005G113	165.0800	581.0600	010B106	156.7800	574.2800
005G115	165.3600	583.3300	010B107	156.7000	573.8100
005G116	166.4500	583.7800	010B108	156.6600	573.2900
005G125	162.9800	577.4200	010B109	156.6200	572.7800
005G126	164.6000	577.4900	010B110	156.5600	572.2300
005G127	165.2500	578.4500	010B124	159.4600	574.7100
005G129	160.3900	580.5900	010B132	159.5400	572.2600
005G132	161.9000	583.8700	010B146	160.0000	574.7400
005G135	165.5800	582.7700	010E72	161.7100	573.6200
005G138	169.1600	579.2200	010E79	166.7400	574.6500
005G142	163.7600	579.1500	010E115	161.4900	574.9000
005G143	163.3600	579.1500	010E132	161.2500	573.6800
005G145	162.1800	578.5100	010E173	160.3000	574.3800
005G165	160.1200	575.5100	010E183	160.9800	574.1800
005G167	160.9500	578.7300	010E195	169.1500	573.8400
005G168	162.0600	579.1300	010E196	169.2400	573.6300
005G169	162.7200	579.0700	010E202	169.0000	574.3500
005G170	167.0000	576.1400			

Tabel A4: Bodemdaling van de peilmerken gebruikt voor de vergelijking met de InSAR data

id	1998	2000	Δ (2000-1998)	2003	2006	Δ (2006-2003)
005D3	3.3990	3.4000	0.0010	3.3980	3.3990	0.0010
005D4	1.7180	1.7170	-0.0010	1.7170	1.7170	0.0000
005D5	2.0080	2.0090	0.0010	2.0080	2.0080	0.0000
005D7	2.1070	2.1100	0.0030	2.1070	2.1100	0.0030
005D12	2.6610	2.6590	-0.0020	2.6520	2.6520	0.0000
005D15	0.8740	0.8570	-0.0170	0.8300	0.8220	-0.0080
005D34	2.1140	2.0680	-0.0460	2.0050	1.9860	-0.0190
005D37	2.6910	2.6920	0.0010	2.6920	2.6930	0.0010
005D38	2.3520	2.3520	0.0000	2.3500		
005D59	1.8070	1.8040	-0.0030	1.7930	1.7880	-0.0050
005G2	0.4690			0.4640	0.4620	-0.0020
005G4	0.7560	0.7390	-0.0170	0.7140	0.6950	-0.0190
005G7	-0.1750	-0.1880	-0.0130	-0.2110	-0.2290	-0.0180
005G10	1.0340	1.0170	-0.0170	0.9810	0.9470	-0.0340
005G18	0.7270	0.7240	-0.0030	0.7150	0.7070	-0.0080
005G19	1.7700	1.7640	-0.0060	1.7490	1.7330	-0.0160
005G20	1.5680	1.5670	-0.0010	1.5620	1.5580	-0.0040
005G21	0.9880	0.9880	0.0000	0.9840	0.9780	-0.0060
005G22	0.6730				3.8130	
005G27	2.6370			2.6320	2.6330	0.0010
005G28	1.3460	1.2560	-0.0900	1.1460	1.1180	-0.0280
005G32	1.0210			1.0140	1.0140	0.0000
005G33	2.6210			2.6160	2.6160	0.0000
005G34	1.2950			1.2910	1.2930	0.0020
005G35	3.1140			3.1090	3.1110	0.0020
005G38	4.0660	3.9840	-0.0820	3.8870	3.8540	-0.0330
005G39	1.1550	1.1120	-0.0430	1.0540	1.0210	-0.0330
005G40	2.9770	2.9290	-0.0480	2.8650	2.8290	-0.0360
005G45	2.7520			2.7500	2.7520	0.0020
005G52	2.2290	2.2290	0.0000	2.2220	2.2150	-0.0070
005G53	2.0630			2.0530	2.0500	-0.0030
005G54	3.7800			3.7750	3.7750	0.0000
005G57	1.8890			1.8830	1.8840	0.0010
005G88	0.7360	0.7340	-0.0020	0.7250	0.7160	-0.0090
005G90	0.7850	0.7830	-0.0020	0.7820	0.7770	-0.0050
005G91	0.6190	0.6160	-0.0030	0.6090	0.6020	-0.0070
005G92	1.5020			1.4950	1.4960	0.0010
005G93	1.1910			0.9060	1.1870	0.2810
005G101	1.0160	1.0150	-0.0010	1.0070	1.0000	-0.0070
005G102	0.7060	0.7070	0.0010	0.7000	0.6920	-0.0080
005G104	1.3200	1.3180	-0.0020	1.3080	1.3000	-0.0080
005G108	1.0660	1.0650	-0.0010	1.0550	1.0460	-0.0090
005G109	1.5780	1.5740	-0.0040	1.5630	1.5530	-0.0100
005G110	1.8670	1.8630	-0.0040	1.8510	1.8380	-0.0130
005G111	1.3360	1.3340	-0.0020	1.3240	1.3180	-0.0060
005G112	0.8270	0.8230	-0.0040	0.8150	0.8070	-0.0080

005G113	0.6020			0.5980	0.5940	-0.0040
005G115	1.3780			1.3740	1.3750	0.0010
005G116	1.7600			1.7590	1.7610	0.0020
005G125	1.3830	1.3650	-0.0180	1.3310	1.2990	-0.0320
005G126	1.3140	1.3060	-0.0080	1.2850	1.2620	-0.0230
005G127	0.9760	0.9710	-0.0050		0.9440	
005G129	0.7200	0.6190	-0.1010	0.5050	0.4720	-0.0330
005G132	0.9160	0.9150	-0.0010	0.9080	0.9090	0.0010
005G135	1.6430			1.6410	1.6410	0.0000
005G138	1.0080			1.0020	1.0020	0.0000
005G142	0.9600	0.9410	-0.0190	0.9000	0.8600	-0.0400
005G143		0.6600	0.6600		0.5580	
005G145	0.3610	0.3180	-0.0430	0.2520	0.2040	-0.0480
005G165	0.2520	0.2490	-0.0030	0.2400	0.2370	-0.0030
005G167	0.7770	0.7220	-0.0550	0.6460	0.6140	-0.0320
005G168	0.5810	0.5260	-0.0550	0.4440	0.4000	-0.0440
005G169	0.9640	0.9190	-0.0450	0.8490		
005G170	1.0860	1.0860	0.0000	1.0810	1.0760	-0.0050
005G171	0.3150			0.3080	0.3020	-0.0060
005G177	1.4990	1.4950	-0.0040	1.4910	1.4850	-0.0060
005G179	0.4650	0.4240	-0.0410	0.3620	0.3250	-0.0370
005G180	0.8010	0.7830	-0.0180	0.7430	0.7010	-0.0420
005G184	1.4890			1.4880	1.4890	0.0010
005G187	0.4870	0.4630	-0.0240	0.4270	0.3640	-0.0630
005G189	1.0390	1.0120	-0.0270	0.9760	0.9360	-0.0400
005G194	1.0600	1.0600	0.0000	1.0570	1.0530	-0.0040
005G195	1.5120	1.5090	-0.0030	1.4950	1.4820	-0.0130
005G196	1.2290	1.2280	-0.0010	1.2230	1.2190	-0.0040
005G197	0.8590	0.8540	-0.0050	0.8430	0.8320	-0.0110
005G198	5.2020	5.1860	-0.0160	5.1570		
005G199	0.8530	0.8500	-0.0030	0.8390	0.8280	-0.0110
005G200	1.4910	1.4290	-0.0620	1.3440	1.3080	-0.0360
005G203	0.9310	0.9170	-0.0140	0.8840	0.8500	-0.0340
005G204	0.9310	0.9170	-0.0140	0.8840	0.8500	-0.0340
005G205	1.3810	1.3620	-0.0190	1.3260	1.2980	-0.0280
005G206	1.0410	1.0300	-0.0110	1.0090	0.9970	-0.0120
005G207	2.4400	2.4400	0.0000	2.4340	2.4320	-0.0020
005G208	0.9060	0.9080	0.0020	0.9010	0.8960	-0.0050
005G209	-0.2930	-0.2940	-0.0010	-0.2970	-0.3030	-0.0060
005G210	1.9070	1.9040	-0.0030	1.8890	1.8730	-0.0160
005G211	1.0800	1.0770	-0.0030	1.0730	1.0720	-0.0010
005G212	0.8650	0.8640	-0.0010	0.8610	0.8590	-0.0020
005G213	0.4350	0.4330	-0.0020	0.4300	0.4260	-0.0040
005G214	0.9860	0.9860	0.0000	0.9820	0.9770	-0.0050
005G216	1.1510	1.1520	0.0010	1.1500	1.1500	0.0000
005G217	1.9030	1.9010	-0.0020	1.8790	1.8630	-0.0160
005G219	1.1380	1.0950	-0.0430	1.0300	0.9820	-0.0480
005G220	0.9570	0.9580	0.0010	0.9500	0.9410	-0.0090
005G221	-0.0340	-0.0420	-0.0080	-0.0610	-0.0880	-0.0270

005G224	-0.0550			-0.0570	-0.0560	0.0010
005G227	0.9790	0.9570	-0.0220	0.9190	0.8790	-0.0400
005G228	0.5750	0.5220	-0.0530	0.4500	0.3990	-0.0510
005G230	1.6440			1.6410	1.6430	0.0020
005G231	1.2980	1.2980	0.0000	1.2930	1.2910	-0.0020
005G234	2.8150			2.8060	2.7990	-0.0070
005G235	0.1320			0.1180	0.1090	-0.0090
005G260				-0.0510	-0.0500	0.0010
005G272				0.7590	0.7580	-0.0010
005G273				0.0720	0.0690	-0.0030
005G274				1.5970	1.5930	-0.0040
005G275				1.0030	0.9660	-0.0370
010B43	0.5570			0.5570	0.5450	-0.0120
010B44	2.0880			2.0780	2.0740	-0.0040
010B45	1.9930			1.9790	1.9730	-0.0060
010B106	1.4770			1.4760	1.4760	0.0000
010B107	1.4070			1.4040	1.4030	-0.0010
010B108	1.2970			1.2920	1.2880	-0.0040
010B109	1.2050			1.1990	1.1910	-0.0080
010B110	1.2950			1.2910	1.2830	-0.0080
010B124	-0.0260			-0.0360	-0.0370	-0.0010
010B132	2.2650			2.2550	2.2530	-0.0020
010B146	2.1370			2.1280	2.1250	-0.0030
010E72	0.6930	0.6890	-0.0040	0.6770	0.6730	-0.0040
010E79	3.5380			3.5350	3.5320	-0.0030
010E115	0.7140	0.7150	0.0010	0.7050	0.7000	-0.0050
010E132	1.0940	1.0950	0.0010	1.0830	1.0770	-0.0060
010E173	0.4970	0.4960	-0.0010	0.4790	0.4680	-0.0110
010E183	0.6480	0.6440	-0.0040	0.6330	0.6320	-0.0010
010E195	0.3750			0.3770	0.3770	0.0000
010E196	0.3480			0.3490	0.3490	0.0000
010E202				-0.2230	-0.2300	-0.0070

Tabel A5: Coördinaten van de verworpen peilmerken van Vermillion.

id	x-coord (km)	y-coord (km)
3001	163.225	578.909
3003	162.386	577.465
3005	162.817	578.29
3006	162.76	578.02

Tabel A6: Bodemdaling van 1997 tot 2008 van de verworpen peilmerken van Vermillion.

id	okt-97	sep-00	feb-03	sep-06	okt-07	jul-08
3001	1.466	1.430	1.390	1.319	1.292	1.281
3003	1.068	1.046	1.025	0.986	0.971	0.964
3005	0.540	0.496	0.452	0.378	0.353	0.341
3006	0.383	0.346	0.309	0.243	0.222	0.209

Tabel A7: Coördinaten van de extra peilmerken van Frisia.

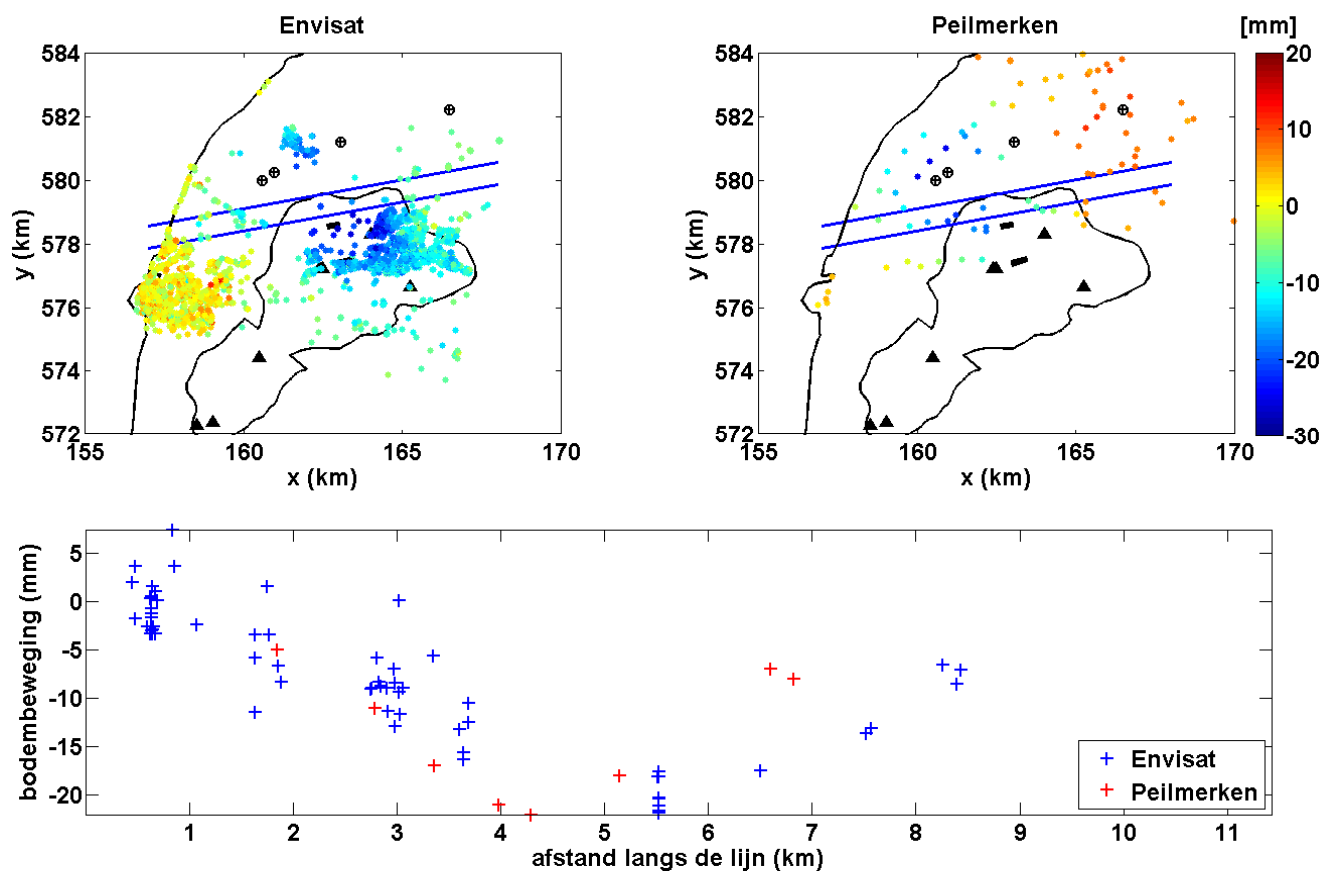
id	x-coord (km)	y-coord (km)	id	x-coord (km)	y-coord (km)
1	160.46	579.921	36	160.51	580.293
2	160.458	579.992	39	160.54	579.88
8	162.19	580.381	49	164.16	582.264
9	162.26	580.909	50	164.19	581.298
10	158.5	580.302	51	163.83	581.106
11	158.81	580.865	52	163.45	580.495
12	159.31	581.604	53	163.26	581.31
13	160.06	582.137	55	162.74	582.686
14	158.86	580.014	56	160.78	581.62
15	159.2	579.342	62	159.44	579.713
16	161	581.252	63	160.58	579.869
20	159.58	577.888	66	164.53	581.337
21	160.1	578.336	67	163.77	581.912
23	160.11	578.529	68	163.77	581.93
24	160.36	579.276	69	161.47	580.065
27	161.19	580.176	70	162.05	579.389
28	160.96	580.02	71	162.87	580.71
29	158.16	579.087	72	163.33	581.006
30	158.61	579.815	73	163.09	581.828
32	160.66	582.817	74	163.69	581.591
33	160.4	579.73	78	161.86	579.027
35	160.33	579.471			

Tabel A8: Bodemdaling van 1995 tot 2008 van de extra peilmerken van Frisia.

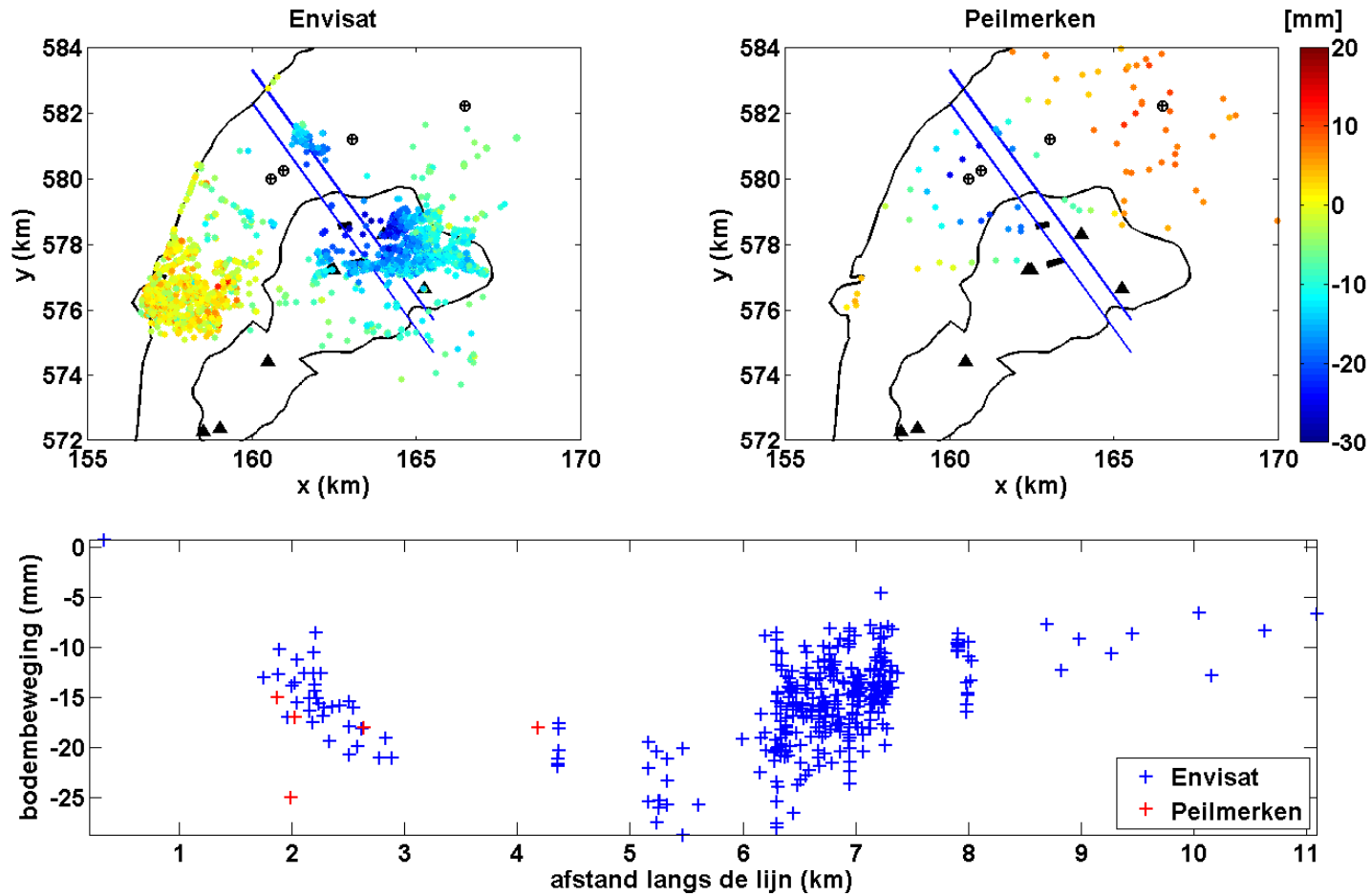
id	sep-95	aug-96	sep-97	mei-98	jul-99	sep-00	sep-01	sep-02	feb-03	sep-03	sep-04	sep-05	sep-06	sep-07	jul-08
1	0.8417	0.8374	0.8138	0.7929	0.7291	0.6804	0.6429	0.6074	0.5836	0.5611	0.5328	0.5211	0.5211	0.511	0.514
2	0.9839	0.9772	0.9516	0.9307	0.8689	0.8201	0.7818	0.7451	0.7212	0.6979	0.6696	0.6577	0.6576	0.6468	0.648
8	1.1979	1.1975	1.1873	1.1789	1.152	1.1292	1.1109	1.0926	1.077	1.0622	1.0487	1.0246	1.0067	0.9884	0.982
9	0.9469	0.9477	0.939	0.9341	0.915	0.8996	0.8862	0.8724	0.8605	0.8475	0.8376	0.8127	0.7907	0.7684	0.76
10	1.0562	1.0561	1.0507	1.0443	1.0363	1.0334	1.0248	1.0167	1.0103	1.0087	1.0032	0.999	1.0024	0.9931	0.996
11	1.4069	1.4053	1.3982	1.3927	1.3794	1.3737	1.3634	1.3531	1.3452	1.3407	1.3362	1.3291	1.3314	1.321	1.323
12	1.4325	1.4302	1.4216	1.4177	1.4043	1.3993	1.3915	1.3801	1.3737	1.3675	1.3648	1.3579	1.3579	1.3509	1.354
13	1.3487	1.3464	1.3388	1.3341	1.3227	1.3199	1.3116	1.3021	1.2956	1.2906	1.2892	1.2796	1.2812	1.2747	1.277
14	2.2196	2.2172	2.2071	2.1995	2.1839	2.1725	2.1616	2.1486	2.1405	2.1332	2.123	2.1145	2.1176	2.1077	2.11
15	2.0928	2.0928	2.0835	2.0753	2.0569	2.0402	2.029	2.012	2.0028	1.9959	1.9846	1.974	1.9769	1.9677	1.97
16	0.6696	0.6674	0.6527	0.6419	0.6077	0.581	0.5568	0.533	0.5168	0.5042	0.4848	0.4738	0.47	0.4574	0.457
20	-0.9473	-0.947	-0.9513	-0.9554	-0.9627	-0.9651	-0.9698	-0.9771	-0.9831	-0.9845	-0.9856	-0.9938	-0.99	-0.9959	-0.994
21	0.8492	0.8484	0.8381	0.8323	0.8159	0.8043	0.7945	0.7804	0.7689	0.7623	0.7547	0.7437	0.7448	0.7379	0.74
23	0.0931	0.0934	0.0845	0.0765	0.0553	0.0386	0.0252	0.0072	-0.0042	-0.0167	-0.0275	-0.0383	-0.0382	-0.0465	-0.046
24	-0.529	-0.53	-0.5461	-0.5633	-0.6068	-0.6435	-0.6715	-0.7022	-0.7224	-0.7372	-0.7603	-0.7719	-0.7712	-0.7802	-0.781
27			0.4623	0.4424	0.3867	0.3386	0.3006	0.265	0.2419	0.2207	0.1943	0.1794	0.1741	0.1629	0.162
28			0.629	0.6068	0.5482	0.4982	0.4569	0.4218	0.3966	0.3761	0.3486	0.3347	0.333	0.3237	0.322
29			0.835	0.8331	0.8284	0.8257	0.8209	0.8138	0.8115	0.8099	0.8056	0.8015	0.8049	0.7982	0.801
30			1.4688	1.4638	1.4531	1.4442	1.4376	1.4275	1.4224	1.4163	1.4113	1.4042	1.408	1.3978	1.401
32			-0.0271	-0.0315	-0.0377	-0.0344	-0.0384	-0.0421	-0.0488	-0.0501	-0.0482	-0.0539	-0.052	-0.0588	-0.056
33			-0.3957	-0.4166	-0.4708	-0.5156	-0.5519	-0.5856	-0.6097	-0.628	-0.6548	-0.6661	-0.6651	-0.6746	-0.675
35			-0.208	-0.2263	-0.2747	-0.315	-0.346	-0.3783	-0.4007	-0.4169	-0.4424	-0.4532	-0.4526	-0.462	-0.462
36			0.2161	0.1954	0.1371	0.0898	0.0514	0.0164	-0.006	-0.0282	-0.0547	-0.0662	-0.0656	-0.0765	-0.073
39			1.2464	1.2259	1.1644	1.1147	1.0759	1.0386	1.0144	0.9919	0.9636	0.9511	0.9504	0.9403	0.941

49				-0.7568	-0.756	-0.7551	-0.752	-0.7543	-0.7577	-0.7588	-0.7531	-0.76	-0.7639	-0.7774	
50				0.7708	0.7689	0.7703	0.7733	0.7707	0.7669	0.7646	0.7705	0.7586	0.7477	0.7292	0.723
51				-0.7133	-0.7157	-0.7147	-0.7126	-0.7163	-0.7197	-0.7228	-0.7177	-0.7358	-0.7546	-0.7762	-0.783
52				1.0044	0.9984	0.9979	0.997	0.9912	0.9852	0.9817	0.9825	0.9625	0.9432	0.9199	0.912
53				-0.0753	-0.0816	-0.0821	-0.0842	-0.089	-0.0948	-0.0991	-0.0997	-0.1254	-0.1521	-0.1799	-0.19
55				-0.5594	-0.5589	-0.5591	-0.5601	-0.5644	-0.5668	-0.5686	-0.5672	-0.5672	-0.5818	-0.5943	-0.598
56				1.1997	1.1773	1.1602	1.143	1.1269	1.1138	1.1046	1.0912	1.0823	1.0819	1.0712	1.072
62					1.6197	1.6003	1.5819	1.5576	1.5447	1.5394	1.5201	1.5097	1.5099	1.502	1.499
63					1.2245	1.176	1.1373	1.1012	1.0767	1.0551	1.0275	1.016	1.0156	1.0062	1.007
66								0.6043	0.6013	0.5977	0.605	0.595	0.5888	0.5743	0.567
67								0.8801	0.8774	0.8745	0.878	0.8647	0.8509	0.8328	0.827
68								0.6158	0.6138	0.6078	0.6132	0.5992	0.585	0.5657	0.561
69								0.8424	0.8198	0.8018	0.7762	0.7608	0.7546	0.7407	0.739
70								-0.5005	-0.5166	-0.5323	-0.5508	-0.5683	-0.5775	-0.5945	-0.599
71								0.6273	0.6193	0.6101	0.6064	0.5784	0.5511	0.5243	0.513
72								-0.0507	-0.0578	-0.0623	-0.0623	-0.087	-0.1135	-0.1408	-0.15
73								0.5798	0.576	0.5724	0.573	0.5527	0.5315	0.5079	0.501
74								-0.1544	-0.1593	-0.1627	-0.1586	-0.1765	-0.1957	-0.2176	-0.226
78										-0.5215	-0.5384	-0.555	-0.5622	-0.5774	-0.581

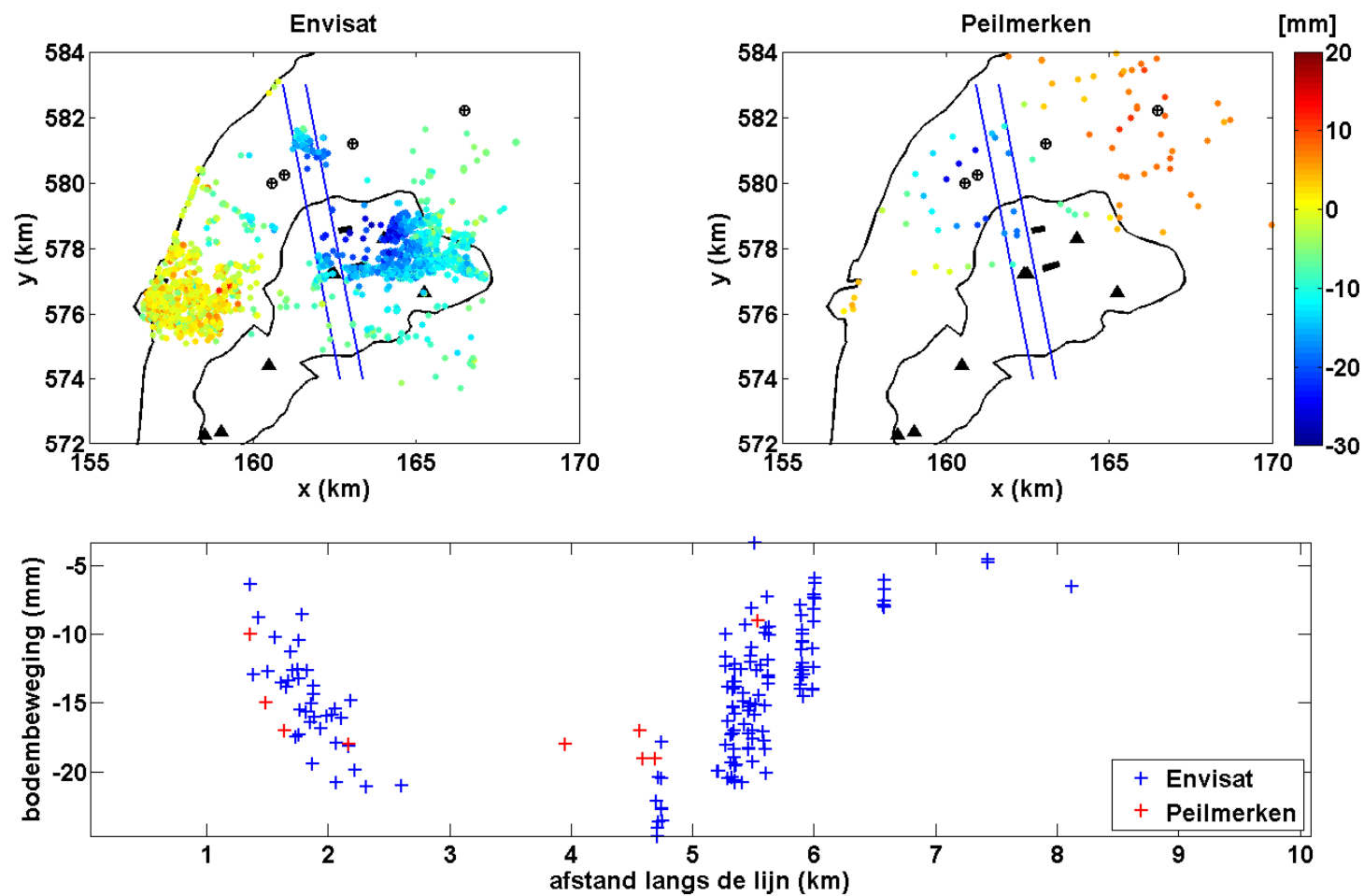
B Ruimtelijke consistentie PSI en peilmerkdata in 2004 en 2005



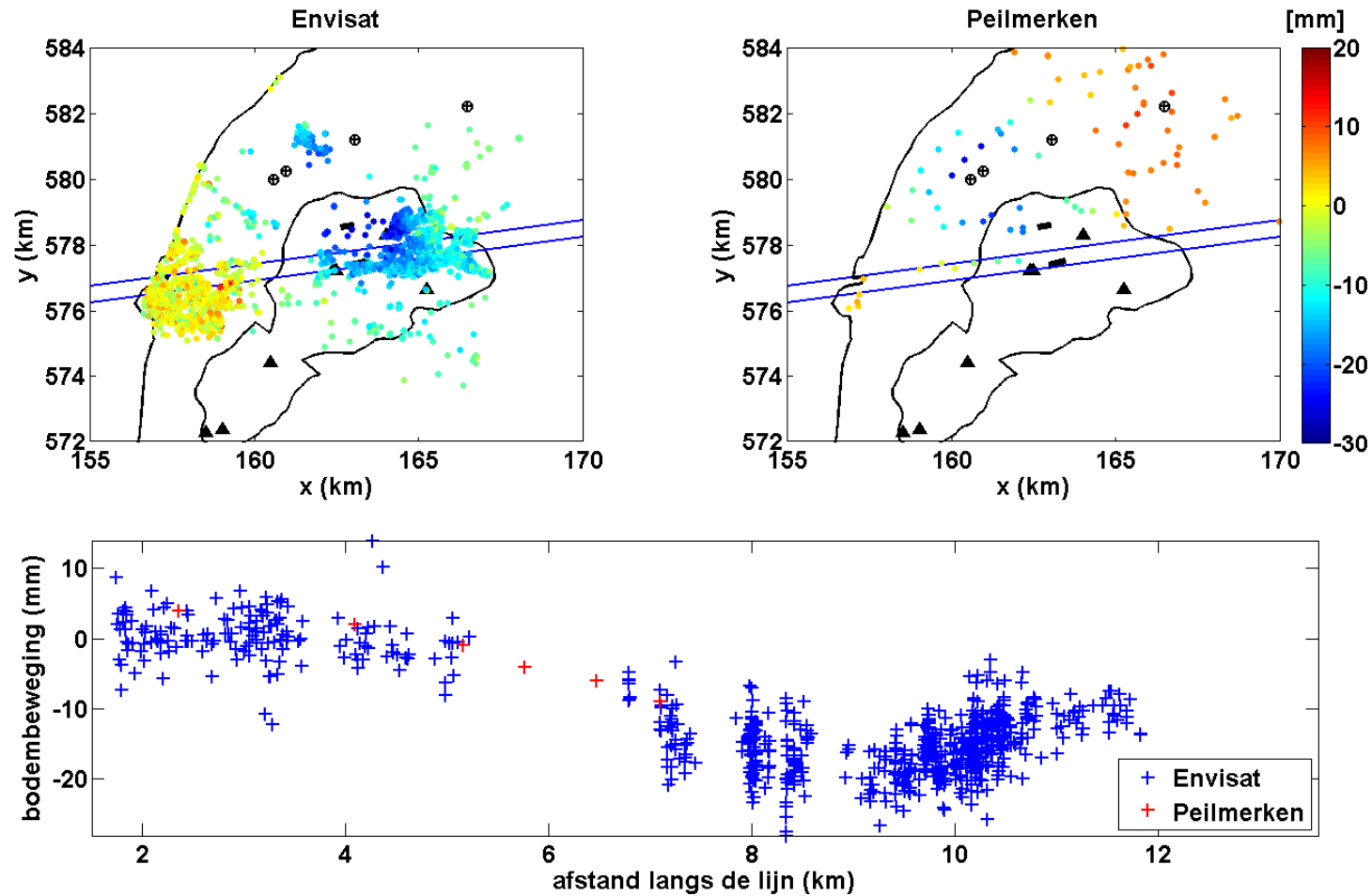
Figuur B-1. Bodemdaling (mm) geobserveerd met radar (links) en waterpassingen (rechts) tussen 2003 en 2004, onder de nulhypothese van lineaire deformatie. Daaronder een profiel waarin alle peilmerken en radarpunten in een band met een breedte van ca 350 m worden meegenomen.



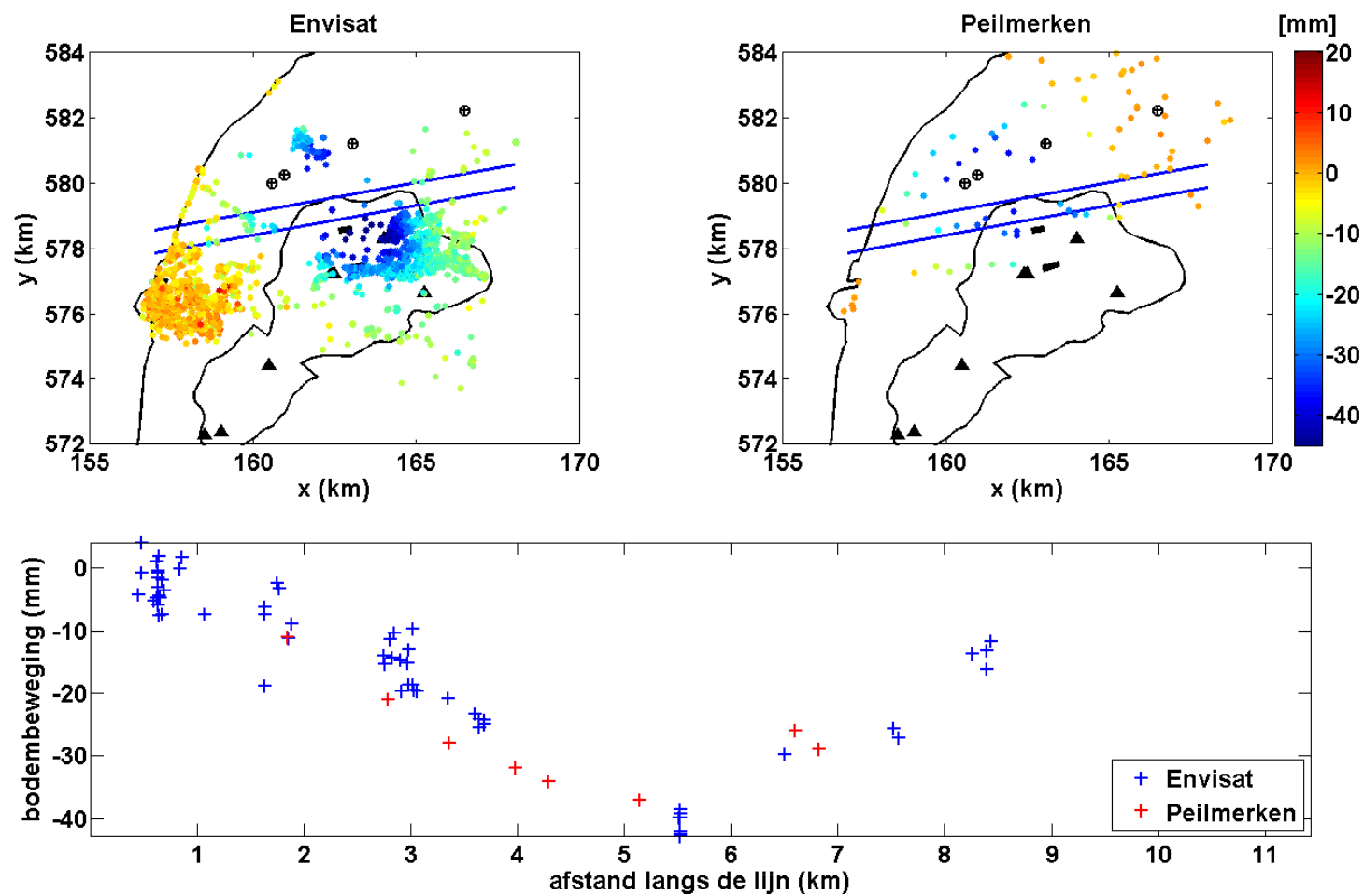
Figuur B-2. Bodemdaling (mm) geobserveerd met radar (links) en waterpassingen (rechts) tussen 2003 en 2004, onder de nulhypothese van lineaire deformatie. Daaronder een profiel waarin alle peilmerken en radarpunten in een band met een breedte van ca 500 m worden meegenomen.



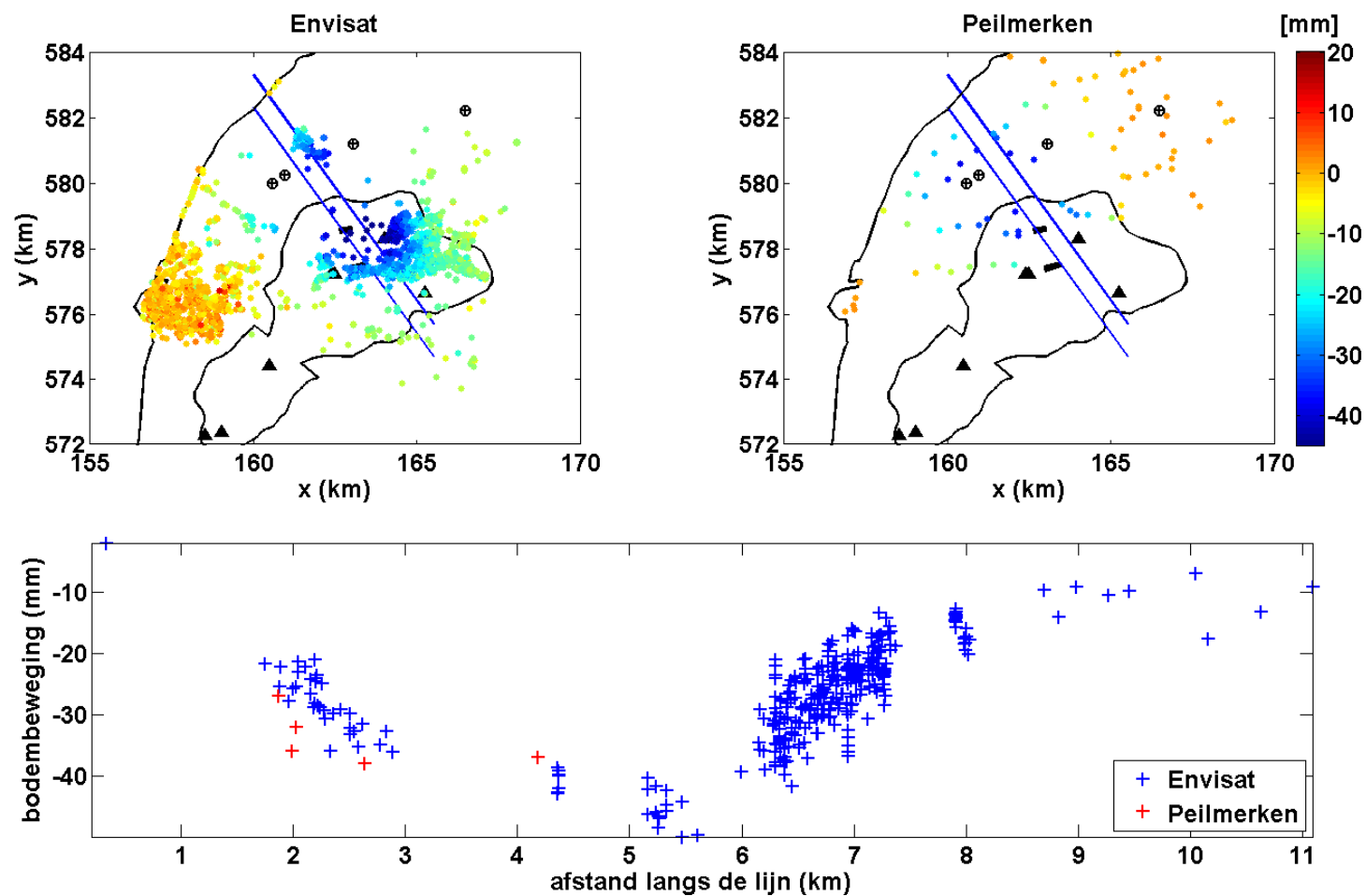
Figuur B-3. Bodemdaling (mm) geobserveerd met radar (links) en waterpassingen (rechts) tussen 2003 en 2004, onder de nulhypothese van lineaire deformatie. Daaronder een profiel waarin alle peilmerken en radarpunten in een band met een breedte van ca 350 m worden meegenomen.



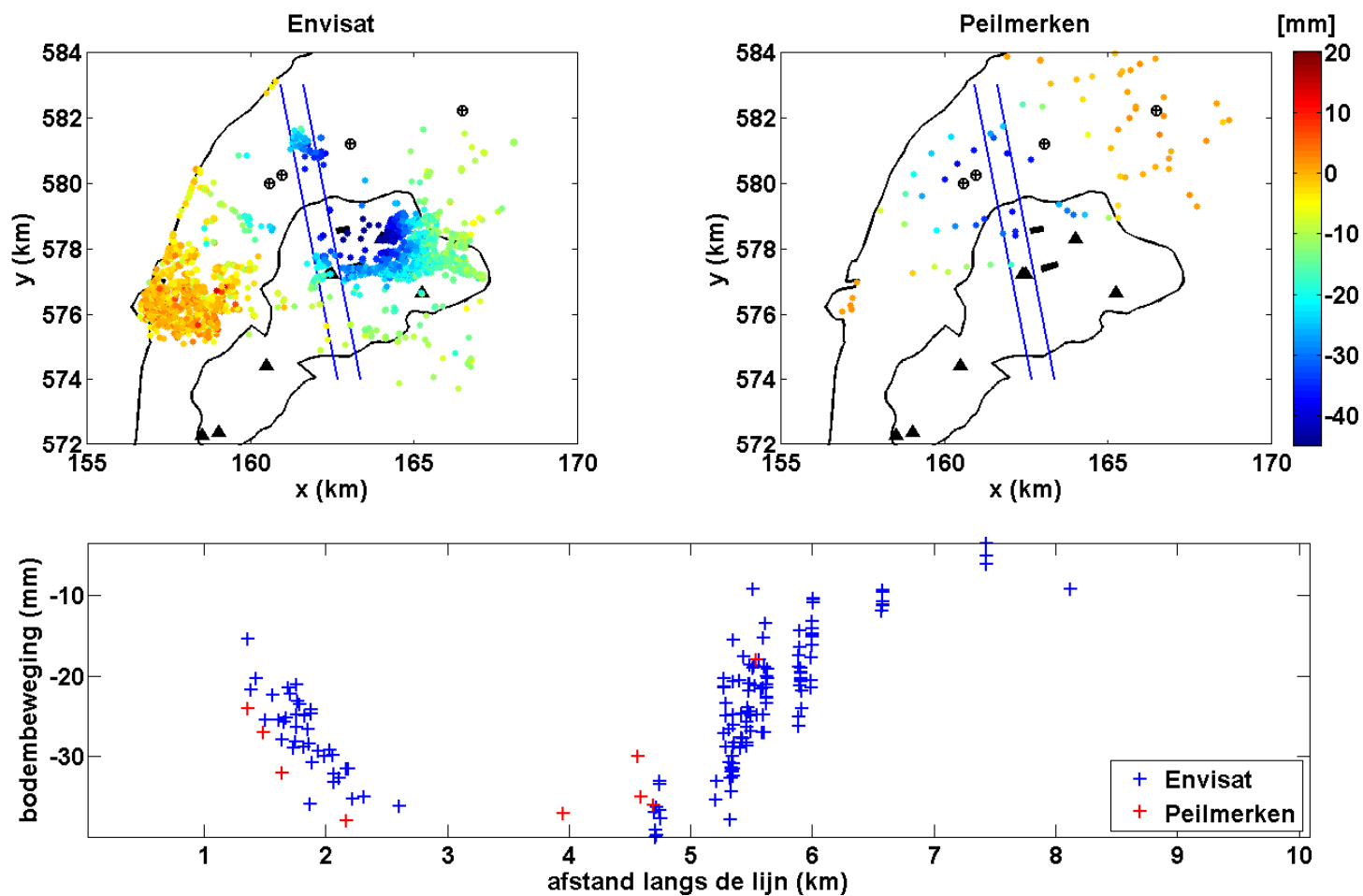
Figuur B-4. Bodemdaling (mm) geobserveerd met radar (links) en waterpassingen (rechts) tussen 2003 en 2004, onder de nulhypothese van lineaire deformatie. Daaronder een profiel waarin alle peilmerken en radarpunten in een band met een breedte van ca 250 m worden meegenomen.



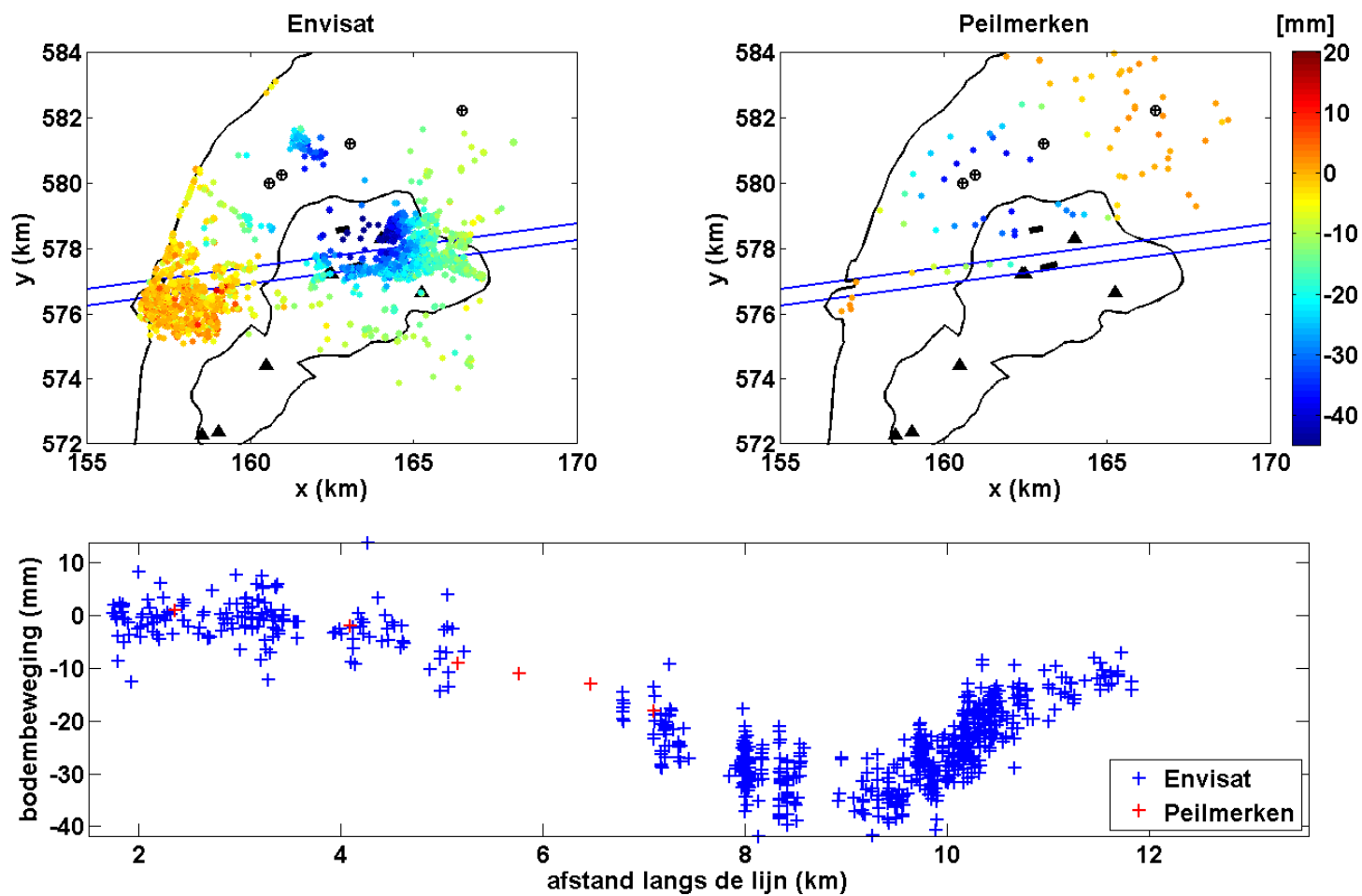
Figuur B-5. Bodemdaling (mm) geobserveerd met radar (links) en waterpassingen (rechts) tussen 2003 en 2005, onder de nulhypothese van lineaire deformatie. Daaronder een profiel waarin alle peilmerken en radarpunten in een band met een breedte van ca 350 m worden meegenomen.



Figuur B-6. Bodemdaling (mm) geobserveerd met radar (links) en waterpassingen (rechts) tussen 2003 en 2005, onder de nulhypothese van lineaire deformatie. Daaronder een profiel waarin alle peilmerken en radarpunten in een band met een breedte van ca 500 m worden meegenomen.

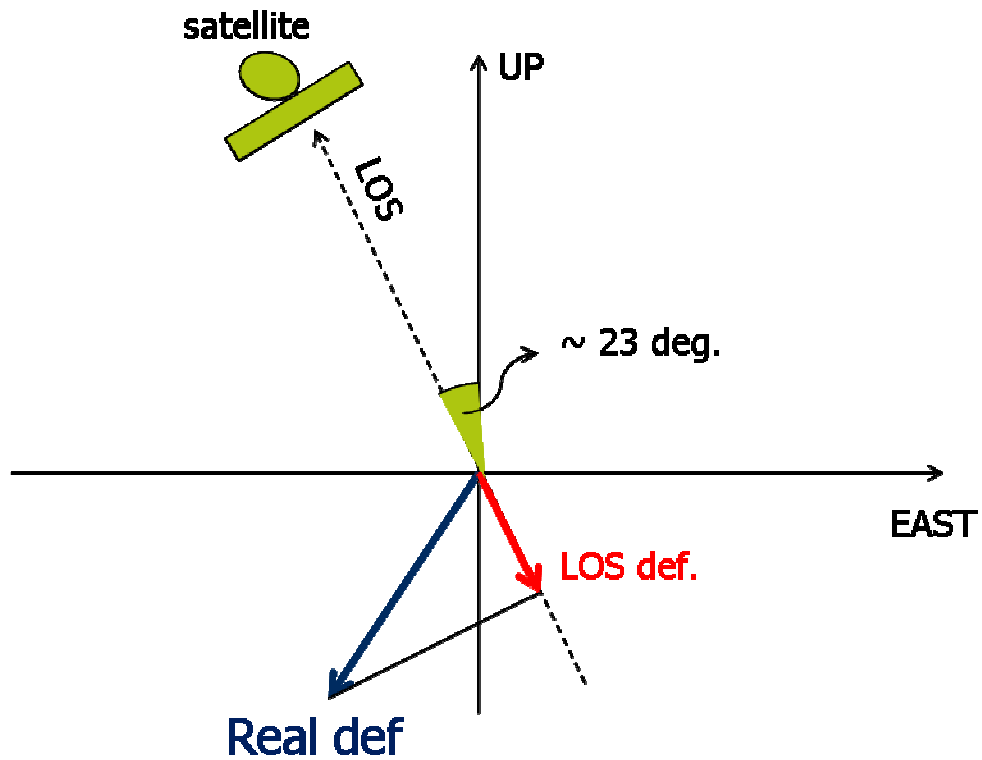


Figuur B-7. Bodemdaling (mm) geobserveerd met radar (links) en waterpassingen (rechts) tussen 2003 en 2005, onder de nulhypothese van lineaire deformatie. Daaronder een profiel waarin alle peilmerken en radarpunten in een band met een breedte van ca 350 m worden meegenomen.

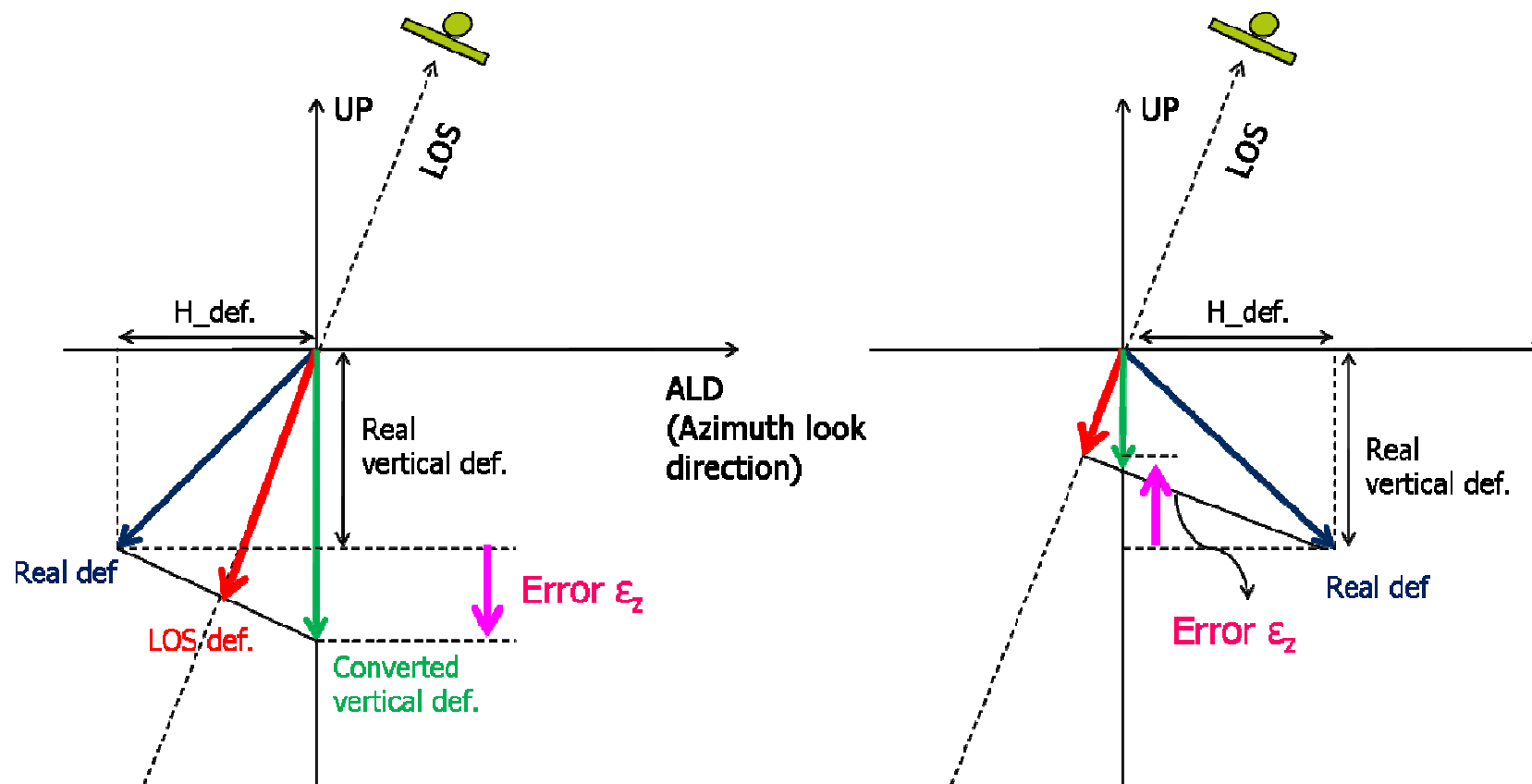


Figuur B-8. Bodemdaling (mm) geobserveerd met radar (links) en waterpassingen (rechts) tussen 2003 en 2005, onder de nulhypothese van lineaire deformatie. Daaronder een profiel waarin alle peilmerken en radarpunten in een band met een breedte van ca 250 m worden meegenomen.

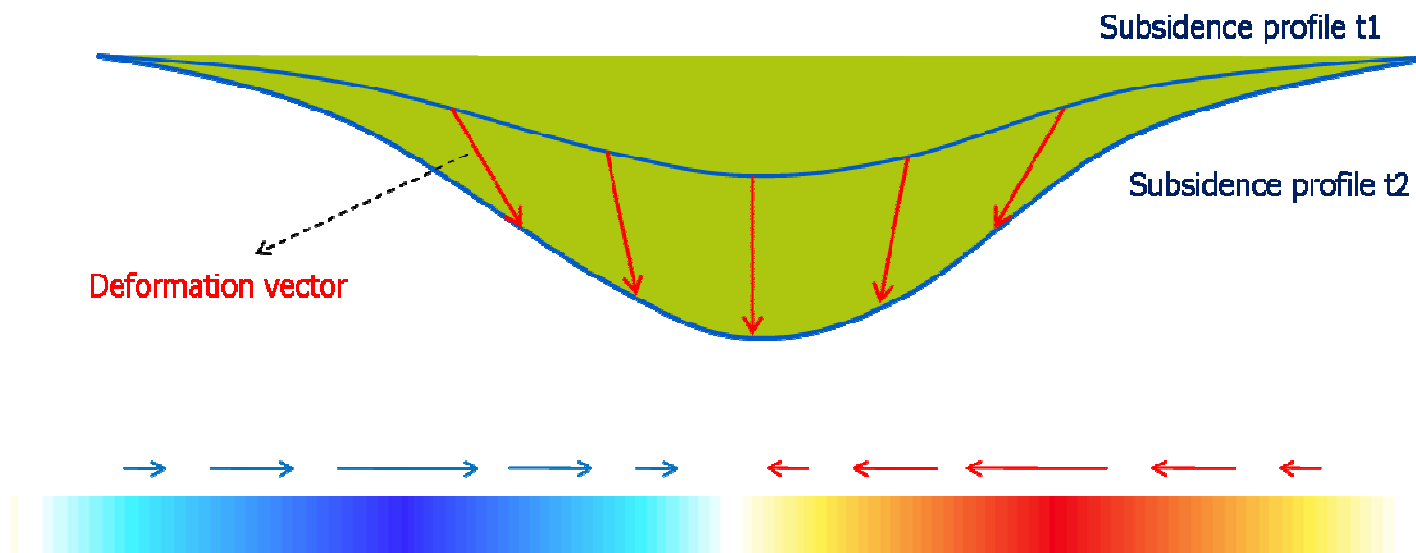
C Invloed horizontale beweging op de bodemdalings-schatting



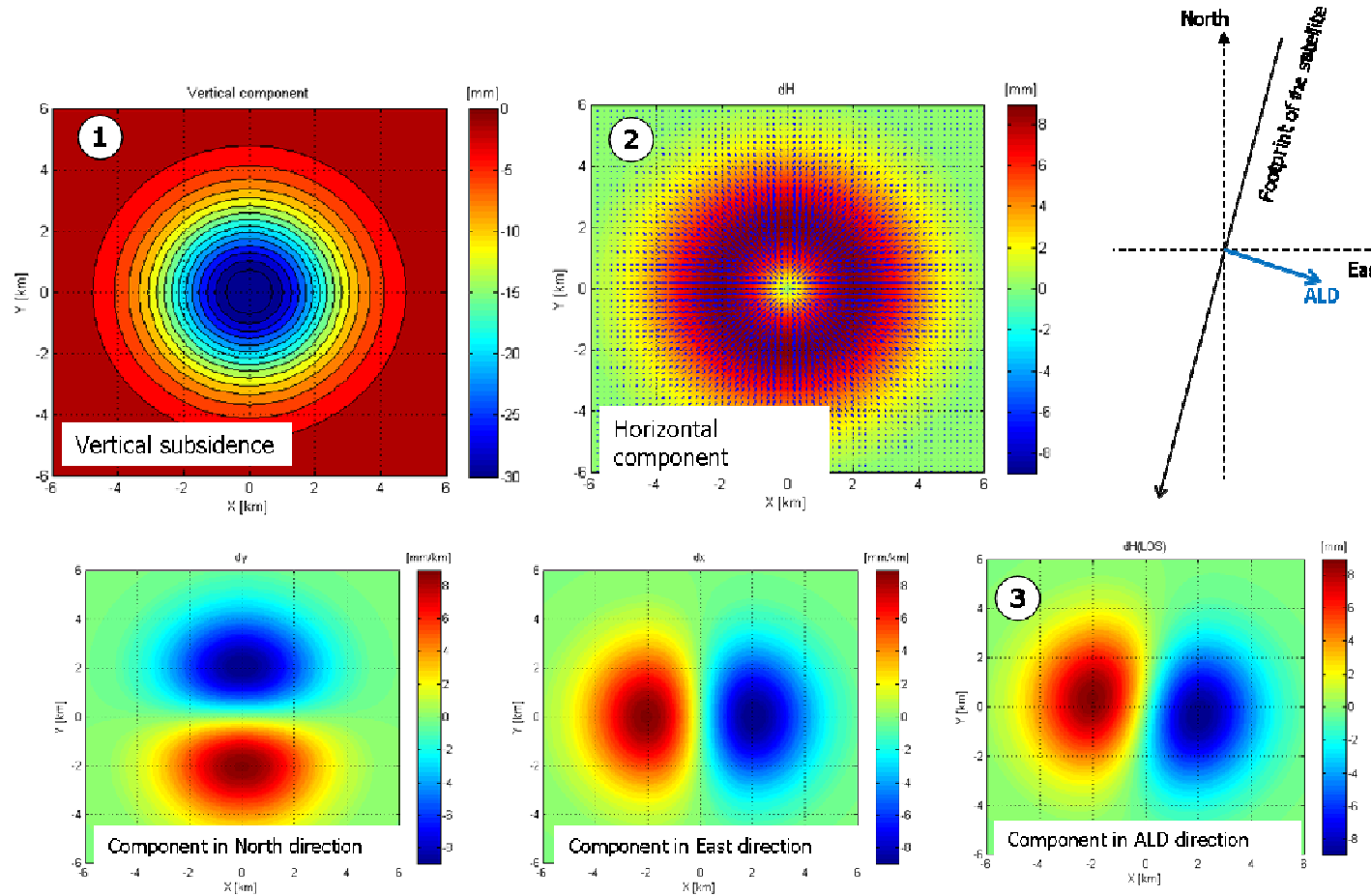
Figuur C-1. Projectie van een deformatievector (Real def) met een component in oostelijke en verticale component op de kijkrichting van de satelliet (line-of-sight; LOS).



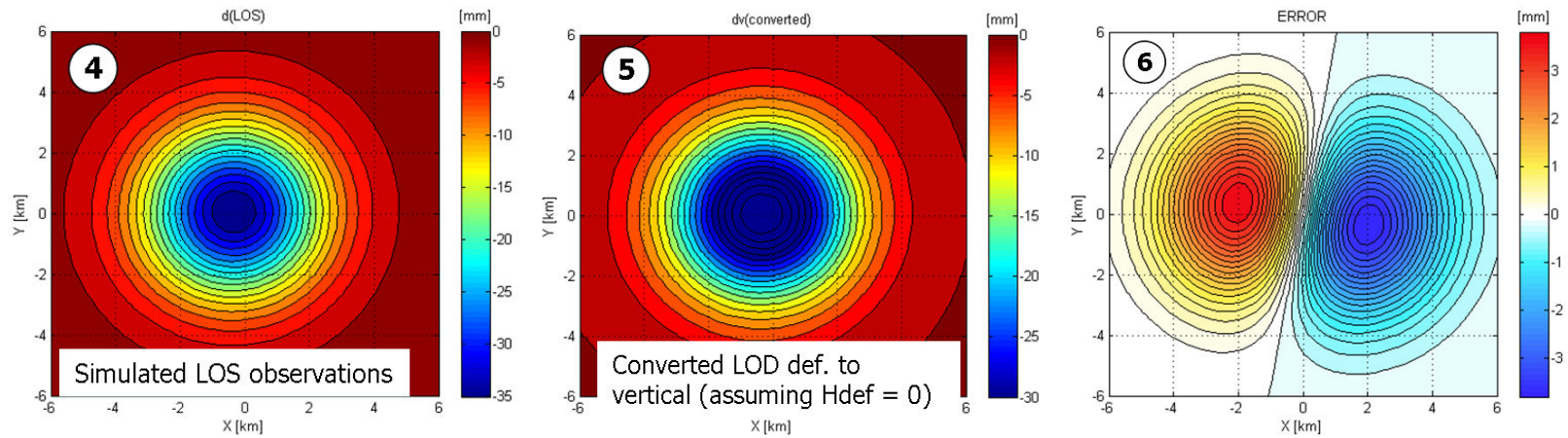
Figuur C-2. Invloed van een niet-meegenomen horizontale bewegingscomponent op de schatting van de bodemdaling. Links een deformatie met een horizontale component in het verlengde van de kijkrichting ('van de satelliet af'). De werkelijke (blauwe) vector wordt geprojecteerd op de kijkrichting (rode LOS vector). Abusievelijk aangenomen dat er geen horizontale bewegingscomponent is wordt de LOS vector op de verticaal afgebeeld (groene component). In vergelijking met de werkelijke verticale bewegingscomponent leidt dit dus tot een overschatting van de bodemdaling. Rechts; deformatie met een horizontale component in de richting van de satelliet ('naar de satelliet toe'). De werkelijke (blauwe) vector wordt geprojecteerd op de kijkrichting (rode LOS vector). Abusievelijk aangenomen dat er geen horizontale bewegingscomponent is wordt de LOS vector op de verticaal afgebeeld (groene component). In vergelijking met de werkelijke verticale bewegingscomponent leidt dit dus tot een onderschatting van de bodemdaling.



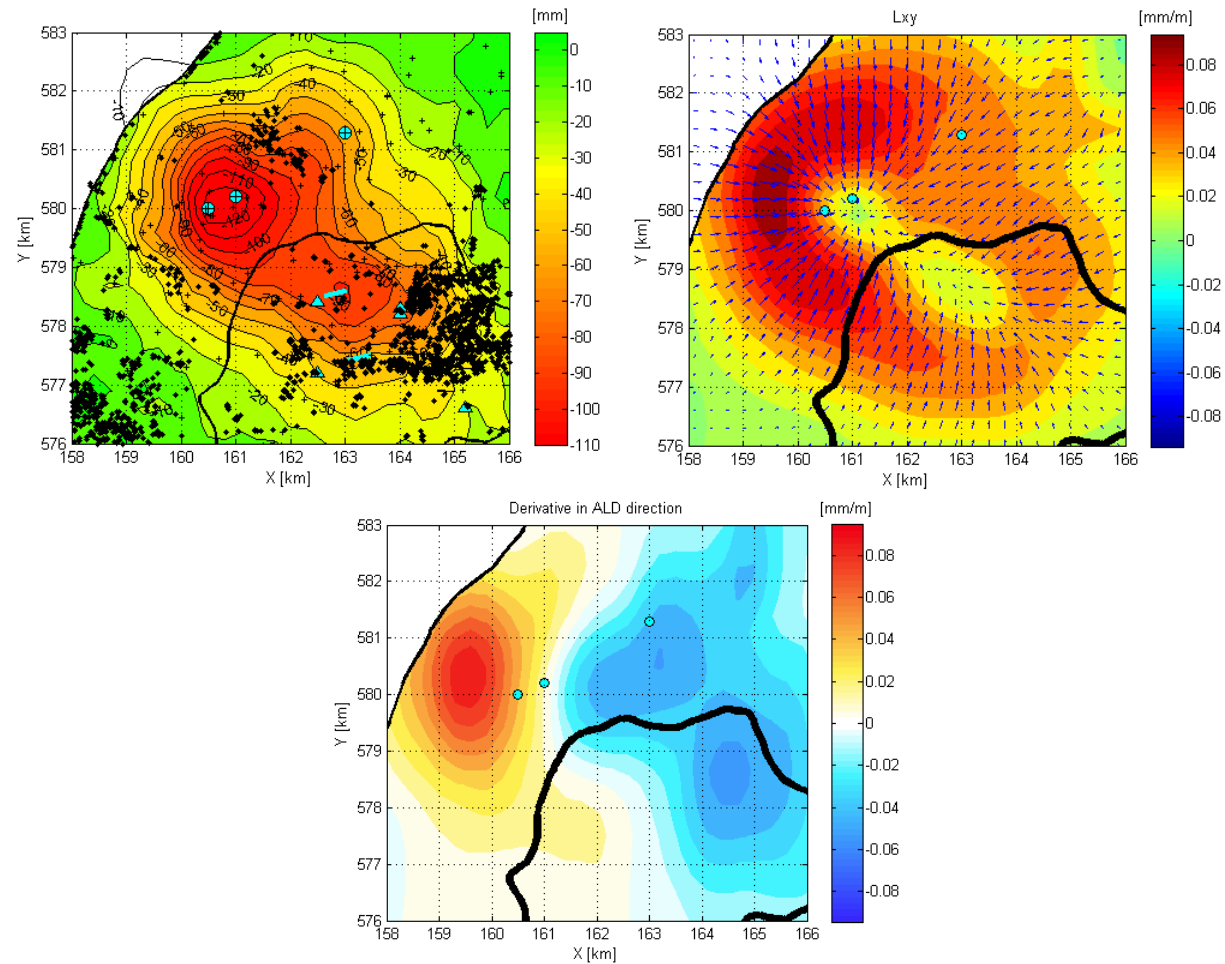
Figuur C-3. Model van een bodemdalingskom, met voortschrijdende bodemdaling tussen tijdstip t1 en t2. Hieruit is duidelijk dat de horizontale bewegingscomponent nul is op het diepste punt van de kom en bij de randen van de kom, en dat deze maximaal is halverwege de kom.



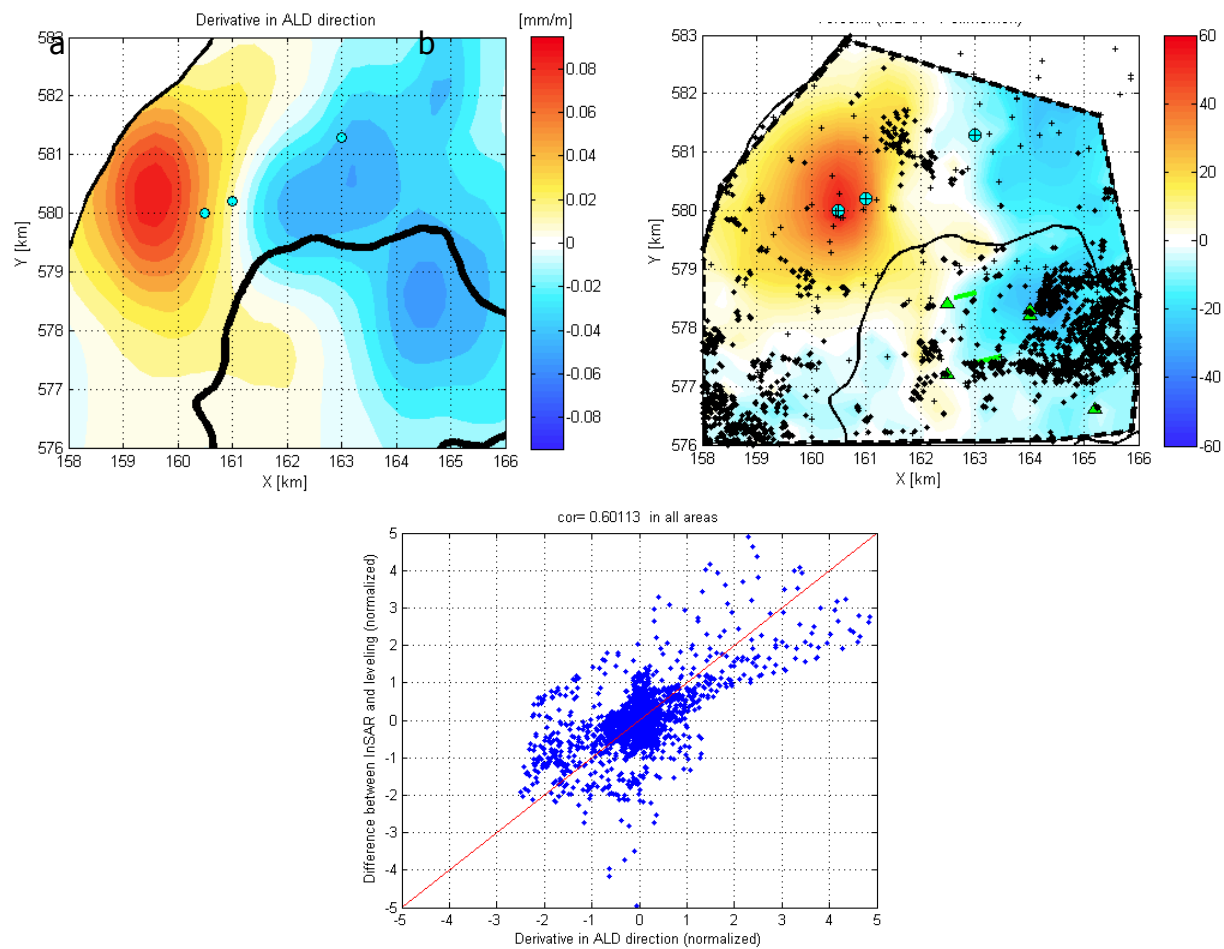
Figuur C-4. Model van een bodemdalingskom in bovenaanzicht. (1) verticale component. (2) horizontale component met magnitude (kleur) en richting (vectoren). (3) waargenomen horizontale component in de kijkrichting van de satelliet.



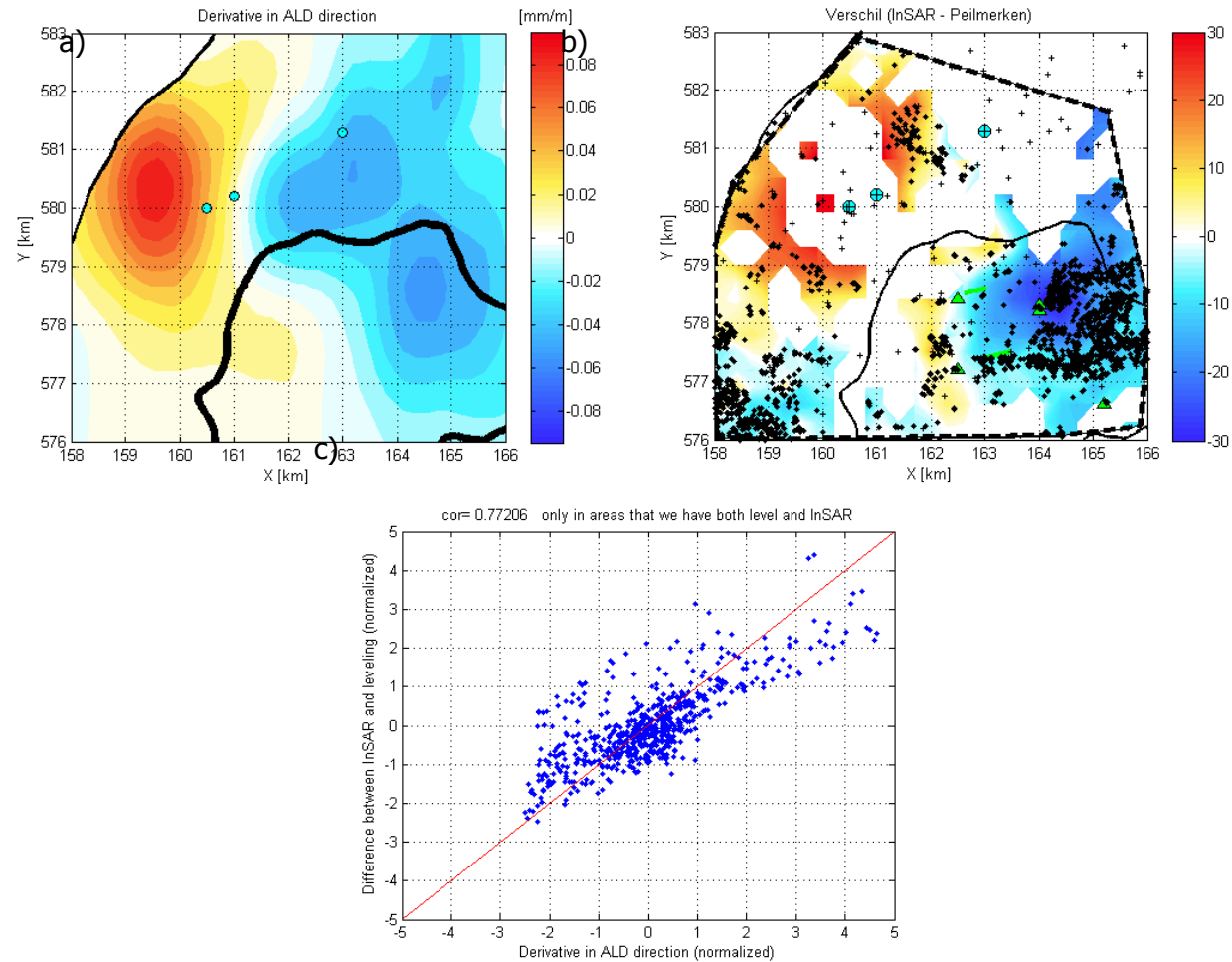
Figuur C-5. Projectie van de bodemdaling (verticale) en de horizontale componenten in de kijkrichting van de satelliet (4). Dit is het signaal zoals het waargenomen zou worden door de satelliet. Subfiguur (5) toont het geschatte verticale signaal onder de abusievelijke aanname dat er geen horizontale deformatie zou zijn. In subfiguur (6) wordt vervolgens getoond welke fout hierbij gemaakt zou worden in de schatting van de verticale beweging.



Figuur C-6. Links: het uit InSAR en waterpassingen geïnterpoleerde deformatiesignaal, waarbij bij InSAR de aanname van puur verticale deformatie is gedaan. Rechts: eerste afgeleide van het linkerbeeld, zowel qua magnitude (kleur) als richting (vector). Onder; projectie van de horizontale component in de azimuth look direction, (de horizontale projectie van de kijkrichting van de satelliet).



Figuur C-7. a) De invloed van een mogelijke horizontale deformatiecomponent op de InSAR bodemdalingsschatting, zie Figuur C-6 (rechts). b) Het verschil signaal tussen InSAR (stippen) en waterpassing (kruisen). c) Scatterplot van beide signalen, met een correlatiecoëfficiënt van 0.60.



Figuur C-8. a) De invloed van een mogelijke horizontale deformatiecomponent op de InSAR bodemdalingsschatting, zie Figuur C-6 (rechts). b) Het verschil signaal tussen InSAR (stippen) en waterpassing (kruisen), alleen getoond rond die locaties waar zich zowel InSAR- als waterpaspunten bevinden. Hierdoor wordt de invloed van interpolatiefouten sterk verminderd. c) Scatterplot van beide signalen, met een correlatiecoëfficiënt van 0.77.