

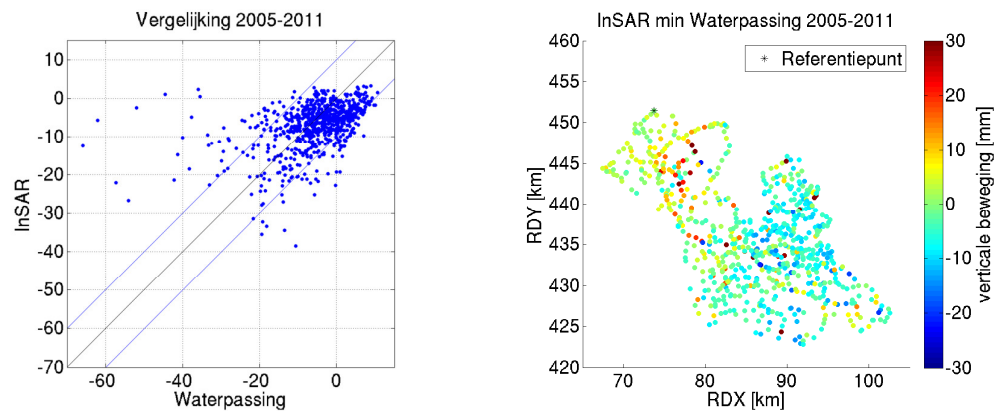
Bijlage 2c: Onderbouwing en Validatie volgens Industriëleidraad “Geodetische basis voor Mijnbouw”

(behorend bij meetplan Zuid-Holland 2017, uitgevoerd voor meetplan 2014)

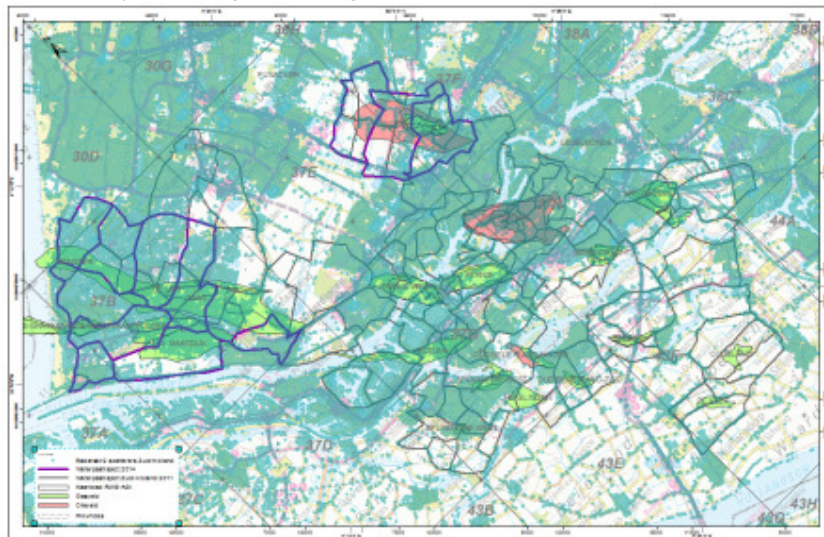
Onderbouwing gebruik InSAR

Wat betreft InSAR, zijn tot op heden drie opeenvolgende tijdseries beschikbaar van opnames van de satellieten ERS (4/1992-1/2001), Envisat (7/2003-9/2010) en Radarsat-2 (vanaf 6/2010). De opnamefrequentie van het gebied door Radarsat-2 is 24 dagen. De meetpunten zijn de zogenaamde Persistent Scatterers (PS), welke een consistente reflectie vertonen in de tijd, en hoofdzakelijk corresponderen met bouwwerken in het terrein (PS-InSAR).

Het voordeel van InSAR is de grote ruimtelijke en temporele waarnemingsfrequentie. Ook wat betreft precisie is de toepassing van InSAR gunstiger ten opzichte van enkele waterpastrajecten over een groot gebied. Voor het meetgebied Zuid-Holland is een vooronderzoek uitgevoerd, waarin de hoogteverschillen tussen 2005 en 2011 van alle peilmerken ten opzichte van het referentiepunt Monster zijn berekend. Daarbij is voor de InSAR-hoogteverschillen de mediaan van de verticale beweging van alle PS in een straal van 400 m om een peilmerk genomen.



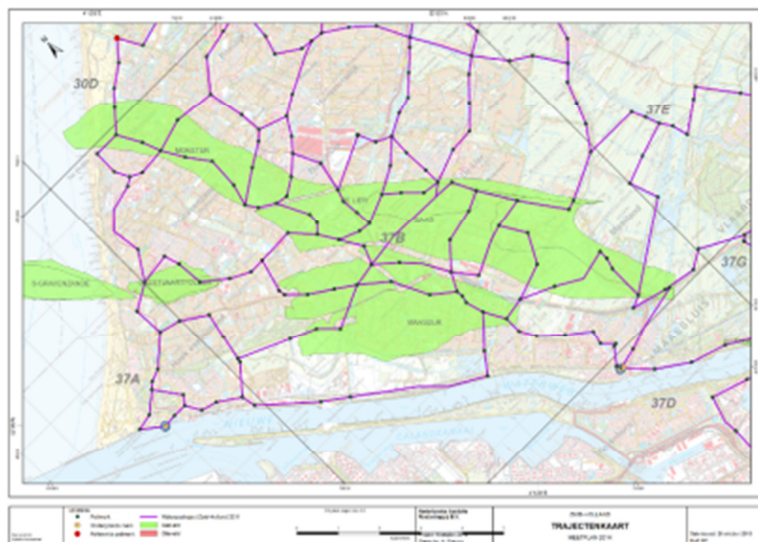
Uit de vergelijking blijkt, dat 83% van de afwijkingen kleiner zijn dan 10 mm. Uitschieters zijn in veel gevallen verklaarbaar door afwijkend dalingsgedrag van bebouwing en infrastructuur in het gebied. Zo kan een waterpas-peilmerk aan een gebouw een ander dalingsgedrag vertonen dan een dichtbijgelegen snelweg met een groot aantal PS.



Figuur 1: Ruimtelijke bedekking met Persistent Scatterers in Zuid-Holland op basis van beelden van neergaande Radarsat-2 baan, incl. waterpastraject 2011 en validatie waterpastraject 2014.

Validatie volgens Industriëleidraad “Geodetische basis voor Mijnbouw”

Gezien de uitgestrektheid van het gebied en de vele velden, is ter validatie een gebied beschouwd van de velden Gaag, Maasdijk, 's Gravenzande, Monster, De Lier en Geestvaartpolder, welke beschreven zijn in het winningsplan Gaag-Monster.



		Criterium A	Criterium B	Criterium C
Diameter veld	15 x 5 km	< 15 km	> 15 km	
Nominale diepte veld	1.3 – 3.5 km			
Totaal te verwachten bodembeweging	> 5cm (1989-2025)	< 5 cm	> 5cm	
Verwacht verloop beweging in de tijd	Consistent	Consistent	Variabel	
Gebruiksruimte : maximale snelheid	Geen limiet	geen limiet	wel limiet	
Komvorm	Vloeiend			
Punt dichtheid	1-1.5 punt/km ²	< x PS/km ²	> x PS/km ²	
Andere oorzaken / beweging meetpunten	>1 mm/jaar	<1 mm/jaar	>1 mm/jaar	> 1 winning
Onzekerheid reservoirgedrag	<20% (Beschikbare historie 17 jaren)	< 20%	> 20%	

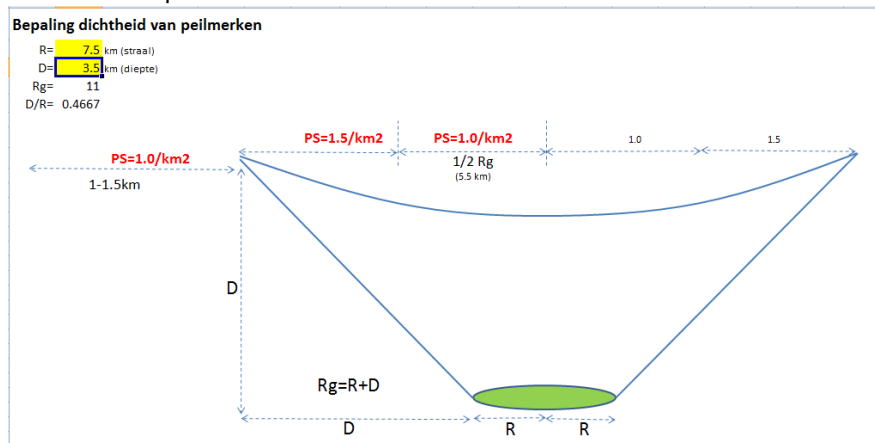
STURENDE FACTOREN						MEETTECHNIEK	
ruimtelijk bereik	totale bodembeweging	temporeel patroon	gebruiksruimte	andere oorzaken; beweging meetpunten	superpositie	PS dichtheid in ruimte	PS dichtheid in tijd; meerduidigheden oplosbaar
>10 km	> 5 cm	consistent	nee	<1 mm/jaar	ja	≥ vereist	ja
>10 km	> 5 cm	consistent	nee	<1 mm/jaar	nee	≥ vereist	ja
>10 km	> 5 cm	consistent	nee	>1 mm/jaar	ja	≥ vereist	ja
>10 km	> 5 cm	consistent	nee	>1 mm/jaar	nee	≥ vereist	ja

Input parameters

0=niet nodig (meetpunten)/niet geschikt (meettechnieken/analyse)						
1=uit te voeren (indien of/of keuze: 1a, 1b, 1c, ...)						
3=ter controle						
STRATEGIE voor GECLASSIFICEERDE SCENARIO'S						
Extra aandacht diep gefundeerde punten	WP	InSAR	GPS	WP nulmeting + 1 locatie GPS	Analyse Vrije netwerk vereffening	Analyse Ruimte/Tijd
0	1a	1b	0	0	3	1
0	1a	1b	0	0	3	1
1	1a	1b	0	0	3	1
1	1a	1b	0	0	3	1

Resultaat van meest geschikte meetmethode/analyse

Dichtheid van peilmerken



Voor de bepaling van de dichtheid is uitgegaan van de grootste straal ($1/2 \times 15\text{km}$) en grootste diepte (3.5km)

Dichtheid bepaald met ArcGIS

Buffer_km	Oppervlakte_km	Peilmerken	pm_per_km	Richtlijn	PS	PS per km
0.0 km	38.5	61	1.6	1.0	9635	250
0 - 3.5km	202	141	0.6	1.5	22508	95
3.5 – 5.0km	238	36	0.1	1.0	12079	36

De velden beslaan een vrij langgerekt gebied, waardoor een eenduidige bepaling van de benodigde peilmerken niet volgens de beschreven methode mogelijk is. Als pragmatische oplossing is een buffer van 0km rondom de velden gebruik als 1e buffer ($1/2 R_g$). Het aantal peilmerken in dit gebied volstaat volgens de richtlijn (1.6 vs. 1.0 pm/km²). De volgende buffer ($1/2$ tot $1 R_g$) geeft een peilmerkdictheid die kleiner is dan de richtlijn, evenals het gebied buiten de $1 R_g$ buffer. Dit wordt mede veroorzaakt door de moeilijk toegankelijke industriële gebieden en watergangen.

Voor InSAR is het aantal persistent scatterers (PS) talrijk. In het verleden is aangetoond, dat een groot aantal peilmerken een sterk variabel gedrag vertonen. Een grotere temporele en spatiële bemonstering is aan te bevelen. InSAR is derhalve beter geschikt voor het bepalen van het deformatiegedrag.

Het beschouwde gebied is slechts een deel van de, in dit meetplan beschouwde velden, maar de InSAR processing wordt voor het gehele gebied uitgevoerd.

Gezien de geconstateerde variatie van deformatie per peilmerk is een ruimte/tijd analyse aan te bevelen, waarbij zowel waterpassing- als InSAR metingen geïntegreerd worden verwerkt.