

# SAMENVATTING WETENSCHAPPELIJK ARTIKEL: BODEMBEWEGING AFSCHATTEN GEBASEERD OP METEOROLOGISCHE GEGEVENS MET SPAMS

2023

Het onderzoeksprogramma LOSS werkt aan de kennisbasis van bodemdaling en de gevolgen daarvan. In LOSS ontwikkelen we kennis over waarom en hoe de bodem daalt, hoe je bodemdaling kan voorspellen en welk beleid relevant is bij het omgaan ermee of voorkomen ervan. Dit is de samenvatting van de bevindingen uit de paper 'SPAMS: A New Empirical Model for Soft Soil Surface Displacement Based on Meteorological Input Data', gebaseerd op wetenschappelijk onderzoek.

Het artikel is te citeren als:

*P. Conroy, S. A. N. van Diepen, F. J. van Leijen and R. F. Hanssen, "Bridging Loss-of-Lock in InSAR Time Series of Distributed Scatterers," in IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, vol. 61, pp. 1-11, 2023.*

*Dit onderzoek is onderdeel van het NWA project Living on Soft Soils: Subsidence and Society (grantnr.: NWA.1160.18.259).*

## Samenvatting

In dit artikel laten we zien dat het mogelijk is om een ruwe (maar voor verschillende toepassingen afdoende) schatting voor de bodembeweging van het veenweidegebied te verkrijgen, slechts gebruikmakend van vier parameters. Deze vier locatie-afhankelijke parameters beschrijven de reactie van de bodem op veranderingen ten gevolge van weersinvloeden, via de grondwaterstand. Zo'n eerste-orde model met een beperkt aantal parameters is nuttig omdat dit een overbepaald schattingsprobleem geeft, met redelijk robuuste schattingen, denk aan Ockhams scheermes. Deze aanpak maakt het bijvoorbeeld mogelijk om met een techniek zoals InSAR, zelfs wanneer de tijdseries onderbroken zijn, de vier parameters te schatten. Dit kan worden uitgevoerd per perceel, en vervolgens kan daarmee de verwachte beweging worden voorspeld. We noemen het model SPAMS: a Simple PArAmeterization for the Motion of Soils.

Vele in-situ meetgegevens laten zien dat er een duidelijk verband is tussen hoogteveranderingen van het aardoppervlak en hoogteveranderingen van het (freatisch) grondwaterpeil. Tevens weten we dat de dominante oorzaken voor veranderingen in het grondwaterpeil bestaan uit neerslag en verdamping. Omdat deze twee parameters goed bekend zijn uit meteorologische data, kunnen we deze gebruiken als input in SPAMS.

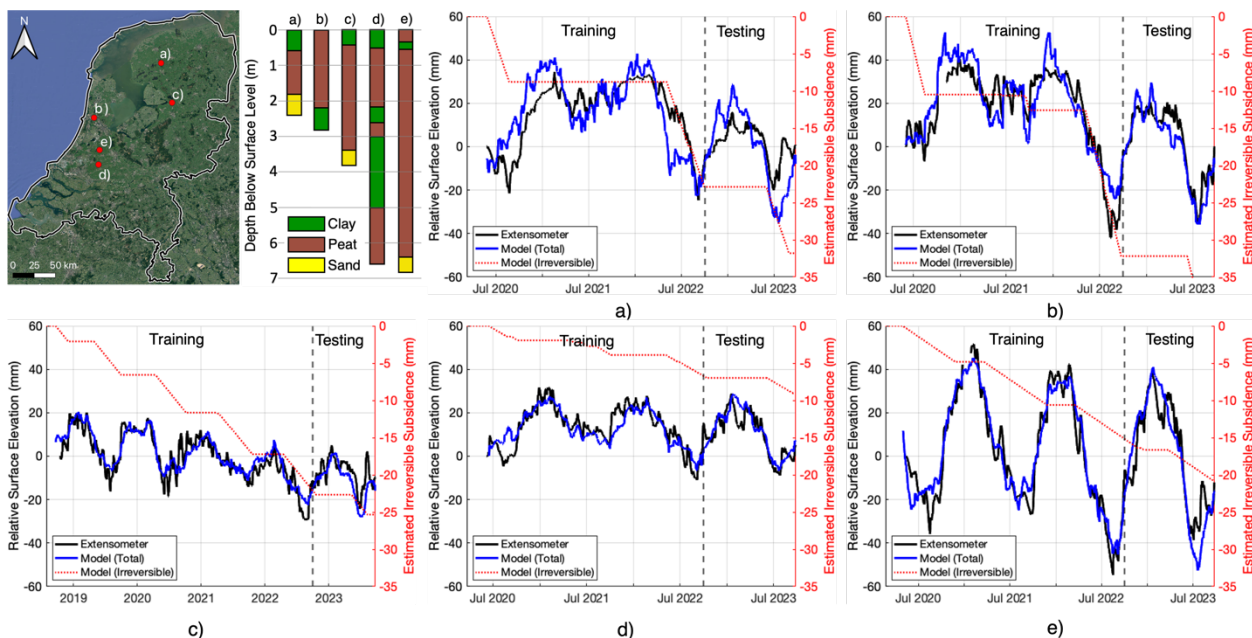
Grondwatervariabiliteit wordt simpelweg verondersteld als de som van de neerslag en verdamping, na beiden onafhankelijk te hebben vermenigvuldigd met een onbekende schaalfactor. Respectievelijk wordt hiermee wordt het effect van stijgen en dalen van de bodem weergegeven. De derde parameter representeert de irreversibele bodemdaling ten gevolge van onder andere oxidatie in de bovenste lagen. We veronderstellen dat de irreversibele component conditioneel is aan het effectief uitdrogen van de bodem, dus wanneer de verdampingscomponent dominant is over de neerslag.

Om SPAMS te completeren moet nu alleen nog de factor tijd nog worden verdisconteerd. Zachte bodems vertonen hysteresis. Dit betekent dat de beschrijvende parameters van het systeem (in dit geval bodemhoogte) niet slechts afhangen van de huidige waarden, maar ook van de voorafgaande waarden. Zo is bijvoorbeeld de bodemhoogte van vandaag niet slechts afhankelijk van de neerslag van vandaag, maar (voornamelijk) van de neerslag van de voorgaande dagen. Het systeem heeft dus een bepaalde traagheid. Deze mate van traagheid zal voor verschillende bodems anders zijn, en daarom verdisconteren we dit als de vierde onbekende parameter.

In het besef dat SPAMS een zeer grove benadering is van de inherent veel gecompliceerdere fysica van het systeem, testen we het model gebruikmakend van vijf NOBV extensometers in Nederland. De locaties zijn door het NOBV consortium gekenschetst als representatief voor verschillende soorten veenweidegebied. De sites zijn a) Aldeboarn, b) Assendelft, c) Rouveen, d) Vlist, en e) Zegveld. We gebruiken een deel van de tijdseries om het model te trainen, d.w.z. de vier onbekenden te schatten. Daarna gebruiken we het laatste jaar om de voorspellingen op basis van SPAMS te testen. In Figuur 1 wordt dit getoond.

De resultaten van SPAMS zijn voldoende om de seizonale en sub-seizonale bewegingen voor elke locatie in eerste orde af te schatten. Hoogfrequenter bewegingen zijn niet altijd met dezelfde precisie te schatten. In test site Aldeboarn zijn de verschillen het grootst. Ook hier is SPAMS echter ruim voldoende van kwaliteit om de benodigde eerste afschatting te doen.

SPAMS maakt het ons mogelijk om met behulp van satellieten per locatie de vier parameters te schatten waarmee we, in principe, voor elke locatie dynamische hoogteveranderingen kunnen voorspellen. Deze locatie-afhankelijke eerste-orde voorspellingen maken vervolgens een meer robuuste schatting van de complexe tijdseries Met InSAR mogelijk.



**FIGUUR 1 - SPAMS MODEL OUTPUT (BLAUW: TOTALE BODEMBEWEGING, ROOD: IRREVERSIBELE COMPONENT) EN IN-SITU METINGEN (ZWART) VOOR A) ALDEBOARN, B) ASSENDELFT, C) ROUVEEN, D) VLIST, E) ZEGVELD. LINKS: EXTENSOMETER LOCATIES IN ROOD, MET GESIMPLIFICEERDE HOLOCENE LITHOGRAFIEËN.**