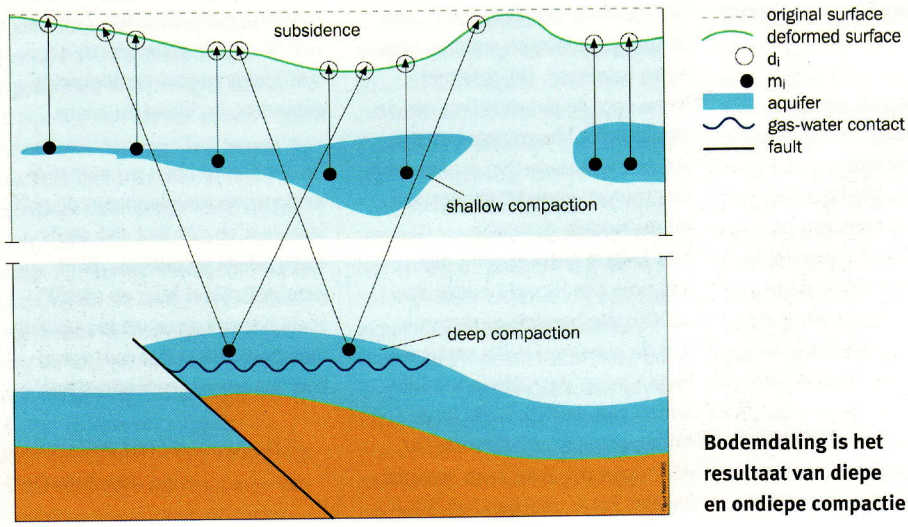
# Wat bodemdaling laat zien over een gasveld

Nauwkeurige en lange meetreeksen van de bodemdaling in Nederland, met name in Noord-Nederland, zijn belangrijk om de snelheid van de beweging te controleren en om te achterhalen waardoor de daling optreedt. Ligt de oorzaak op een paar kilometer diepte door de winning van gas, in de bovenste tientallen meters van de bodem door bemaling, of komt het door zoutwinning. Karakteristieken van een gasveld worden gebruikt om een schatting te maken hoe snel en over wat voor oppervlakte de bodem zal dalen. Maar met de grote hoeveelheid gegevens uit waterpassingen en satellietwaarnemingen die nu beschikbaar zijn, wordt het steeds aantrekkelijker andersom te werken: bodemdaling als bron van informatie om de karakteristieken van een gasreservoir te bepalen. Je rekent als het ware achteruit.

Natuurlijke bodemdaling, waar de mens geen enkele verantwoordelijkheid voor draagt, vindt plaats. Maar vergeleken met daling door menselijk handelen is de natuurlijke daling in Nederland bijna te verwaarlozen. De belangrijkste oorzaken van bodemdaling waar de mens verantwoordelijk voor is, liggen voor de ondiepe ondergrond in bemaling, waardoor er klink en oxidatie optreedt in klei- en veenlagen. En in de klassieke zoutwinning op enkele honderden meters diepte, zoals al meer dan honderd jaar in Twente gebeurt. In de diepe ondergrond zijn de winning van gas of zout (bij Harlingen wordt zout gewonnen op een diepte van 2500 meter) oorzaken van bodemdaling.




**Bodemdaling is het resultaat van diepe en ondiepe compactie**

## Waterpasnet

Peter Fokker, natuurkundige bij TNO Bouw en Ondergrond: "Om bodemdaling te meten zijn vanaf begin jaren 60 van de vorige eeuw systematisch waterpasmetingen verricht met behulp van ongeveer vierduizend vaste peilmerken – bouten in bruggen of huizen – die geacht worden stabiel te zijn. Sinds de jaren negentig worden ook metingen verricht met behulp van satellieten, wat zorgt voor een hogere meetdichtheid. Het waterpasnet heeft 1 tot 2 peilmerken per vierkante kilometer; satellieten maken in landelijk gebied gebruik van 0 tot 10 stabiele reflectoren (het dak van een huis, de bazaltblokken van een dijk), tot meer dan 100 in stedelijke gebieden. Ook zijn de metingen veel frequenter. De waterpasmetingen worden eens in de twee tot vijf jaar uitgevoerd, de satellieten komen iedere 35 dagen over. De omgeving van Alkmaar is een goed voorbeeld van wat satellietgegevens laten zien. Daar wordt gas tijdelijk opgeslagen in uitgeputte gasvelden. Bij piekbehoefte

is dat gas dan snel beschikbaar. Aan de satellietmetingen is duidelijk te zien wanneer de velden vol zitten of leeg zijn."
"We weten van welke factoren bodemdaling afhankelijk is," gaat Fokker verder, "maar we weten vaak niet hoe belangrijk elke factor is op elke plek. Om dat te ontrafelen hebben wij een model gebouwd dat de bijdrage van de verschillende componenten combineert. In dit model hebben we ons beperkt tot de belangrijkste, namelijk bodemdaling in de eerste tientallen meters van de ondergrond en bodemdaling door gaswinning. Iedere factor wordt fysisch beschreven. Voor de oxidatie van veen zijn we uitgegaan van een constante oxidatiesnelheid met een bijbehorende compactie van de veenlaag. We hebben een bekende relatie gebruikt tussen het verlagen van de grondwaterstand, bijvoorbeeld door een peilbesluit, en de mate van compactie van het sediment. Uitgangspunt was verder dat ondiepe compactie direct, zonder vertraging, aan het oppervlak leidt tot bodemdaling en dat die bodemdaling alleen lokaal optreedt."

## Vierkant gasveld

Bodemdaling door gaswinning wordt veroorzaakt door compactie van de gashoudende laag doordat de druk in het gesteente afneemt door de winning van gas. Het 'zetten' van de laag wordt direct doorgegeven naar het aardoppervlak onder een hoek van zo'n 45 graden weg van het gasveld. Hoe groter het veld en hoe dieper, des te groter dus het oppervlak dat daalt. Fokker: "Wij zijn begonnen met het bouwen van een simpel model met een uitwiggende veenlaag en een vierkant gasveld. Daarna hebben we een model gebouwd dat de bodemdaling beschrijft gebaseerd op een echt gasveld. We hebben alle fysische factoren verwerkt die invloed hebben op de bodemdaling – druk, dikte van de gashoudende lagen, etc. Wij hebben ook de invloed die de factoren op elkaar hebben meegenomen. Er zitten altijd fouten in meetgegevens, maar door dat te doen, is het model veel nauwkeuriger geworden. Hoe dieper bijvoorbeeld het veld ligt, hoe compacter het gesteente is, en hoe minder samendrukbaar. Of hoe groter de permeabiliteit, hoe sneller het gas geproduceerd wordt, hoe sneller de druk in het veld zakt. Als het gas gemakkelijk stroomt, kan het water dat zich onder het gasveld bevindt sneller omhoogkomen, waardoor ook onder het gasveld de druk zakt. Dat draagt weer bij aan de daling."

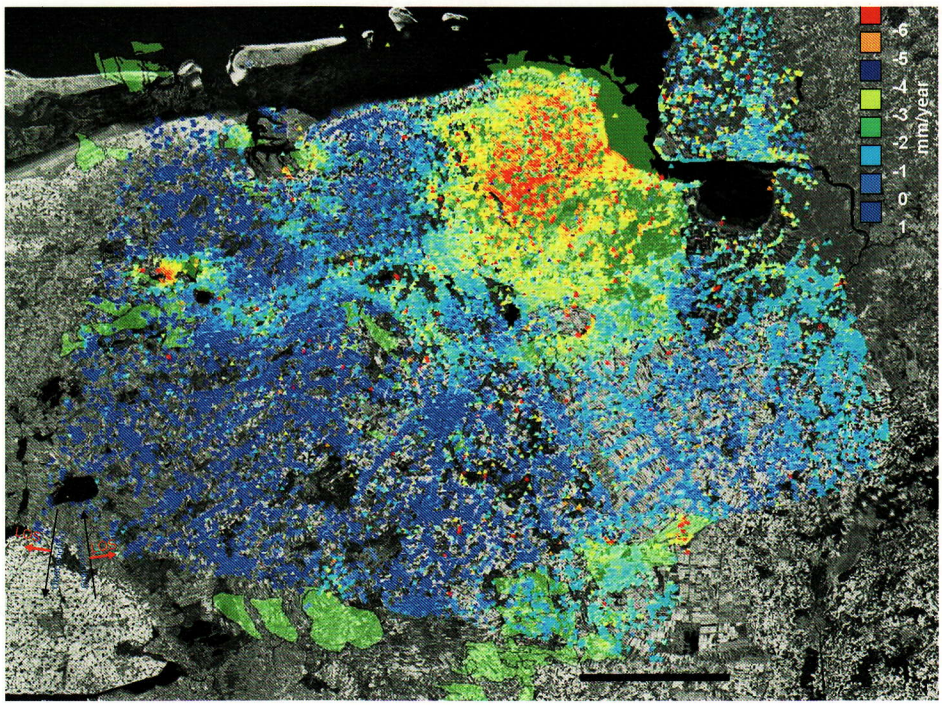
## Inversie – achteruit modelleren

Vernieuwend is om via inversie – achteruit modelleren – bodemdaling te gebruiken als bron van informatie voor de ondergrond, zoals de karakteristieken van een gasveld. "Denk aan Newton die, volgens de overlevering, de zwaartekracht ontdekte doordat er een appel uit een boom viel op zijn hoofd. Weet je dat massa's elkaar aantrekken en weet je hoe groot de zwaartekracht van de aarde is, dan kun je, als je weet hoe hoog een appel in een boom hangt, uitrekenen met welke snelheid hij op je hoofd komt en hoe lang hij daar over doet. Is het fenomeen zwaartekracht nog duister, dan is met een serie 'appel valt uit boom' -proefjes vast te stellen dat er zoiets als zwaartekracht bestaat, dat die een constante waarde heeft, en hoe groot die dan wel is. Precies zo krijgen we een beter inzicht in de opbouw van de ondergrond. Waterpas- en satellietgegevens geven ons de kans om toekomstscenario's beter door te rekenen."
Naast het achteruit, of invers modelleren van gasvelden, wordt bij TNO gewerkt aan het verzamelen van aan bodemdaling gerelateerde data en het maken van een serie historische kaarten waarin de bodemdaling vanaf 1955 in perioden van vijf jaar verwerkt wordt. In de jaren 70, 80 en 90 springt de bodemdaling in Groningen sterk in het oog. Maar er valt meer op. Vanaf de jaren 80, toen de bemaling in Zuid-Limburg om de steenkolenmijnen droog te houden gestopt was, is het gebied waar steenkool gewonnen werd weer aan het stijgen. Het grondwater stijgt, de mijngangen lopen vol met water, de waterdruk in het gesteente neemt toe en het gebied komt omhoog.

## Expertisecentrum

Fokker: "De historische kaarten met de onderliggende gegevens, de toepassing van inversie-methodes en het doorrekenen van toekomstscenario's zijn de drie belangrijkste activiteiten op het moment. Er gebeurt heel veel in Nederland, bij Deltares, bij TNO, bij de TU-Delft, in de olie- en gasindustrie, bij de waterschappen. Dat moet tegen de achtergrond van klimaatverandering en nog intensiever gebruik van de ondergrond op elkaar afgestemd worden. Het gaat over veiligheid, toekomstig gebruik en over grote bedragen die nodig zijn om schade door bodemdaling te vergoeden. Het is belangrijk om te weten wat er gebeurt met dijken, wat de effecten zijn van veranderingen in de grondwaterstand. In Nederland speelt deze problematiek sterk. Internationaal is er aandacht voor, maar Nederland loopt voorop met onderzoek, kennisontwikkeling en gegevens verzamelen.
Al die kennis en ervaring zou in een expertisecentrum gebundeld moeten worden, waar het onderzoek samenkomt en gecoördineerd wordt, zodat we onze kennis ook internationaal kunnen inzetten."

Aukjen Nauta




Bron: R.F. Hanssen, TU Delft

**Bodemdaling boven het Groningen gasveld, gemeten met PS-InSAR.**