

Rare reeksen

Evenals de collega's De Louw, Stuurman en Van der Meij (Stromingen, jrg 10, nr 2) ben ik in de loop van de jaren een aantal hoog-frequente periodieke grondwaterstandfluctuaties tegengekomen waarvan de oorzaken niet of slechts gedeeltelijk duidelijk zijn, maar die gezien hun karakter en grootte zeker niet als ruis afgedaan kunnen worden. Nadere studie van deze bewegingen zal ons inzicht in de fysica achter de interactie tussen het water in de ondergrond en omgevingsfactoren aanzienlijk kunnen verdiepen. Als bijdrage aan de discussie volgen hierbij enkele van mijn – deels gepubliceerde – ervaringen met deze 'rariteiten'.

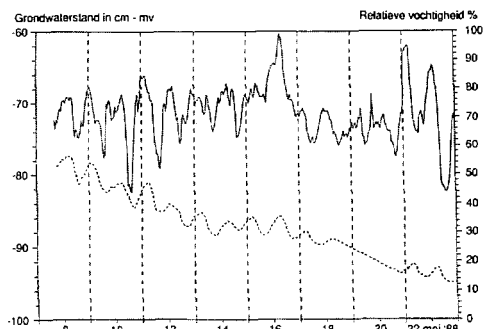
Co de Vries

Aanvulling op Rare reeks 1:

Dagelijkse fluctuaties in het freatisch vlak op Schiermonnikoog

Herhaaldelijk is bij veldwerk op de Waddeneilanden door de Vrije Universiteit op verscheidene plaatsen een dagelijkse gang in ondiep freatisch grondwater geconstateerd. In de loop van de dag daalt het freatisch vlak enkele centimeters om vroeg in de avond weer te gaan stijgen (figuur 1). De golfbeweging is enkeldaags en er doet zich geen dagelijkse verschuiving van maxima en minima voor, zodat invloed van het oceanisch getij als verklaring uitgesloten kan worden. De voor de hand liggende verklaring dat overdag de verdamping de waterstand doet dalen en dat gedurende de nacht aanvulling optreedt door kwel voldoet niet. Vaak zet de daling al direct na zonsopgang in, terwijl op de strandvlakte van Schiermonnikoog, waar het verschijnsel vele jaren is waargenomen, er geen sprake van een kwelstroming blijkt te zijn. De fluctuaties

gingen zelfs door nadat er - na regenval - een naar benedengerichte grondwaterbeweging was geconstateerd.



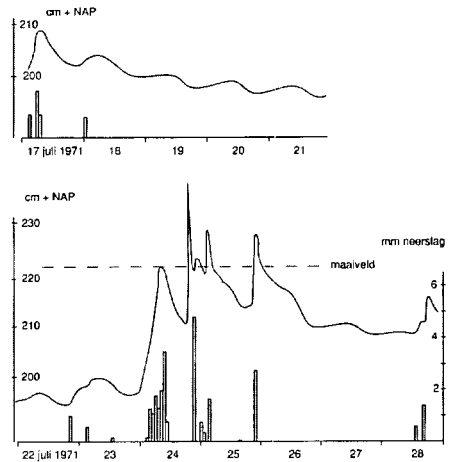
Figuur 1: Grondwaterstanden (streeplijn) en relatieve luchtvochtigheid op de strandvlakte van Schiermonnikoog ten westen van paal 10, van 8-23 mei 1988. (Waarnemingen Vrije Universiteit).

Opmerkelijk is dat het verschijnsel zich sterk voordoet bij heldere nachten met weinig wind, waarbij de luchtvochtigheid hoog is, dauw neerslaat en er mogelijk condensatie in de bovenste bodemlaag plaats vindt. Het verantwoordelijke proces lijkt onderdrukt te worden, of verdwijnt zelfs, bij lage luchtvochtigheid en turbulentie (bijvoorbeeld op 18-20 mei 1988). Als verklaring voor de fluctuaties zou gedacht kunnen worden aan het capillair binnendringen van vocht waardoor de vochtspanning wordt verlaagd zodat capillair water naar de grondwater spiegel zakt. Een andere mogelijkheid zou kunnen zijn dat 's nachts de capillaire spanning boven het freatisch vlak daalt, doordat de dagelijkse stijging van de temperatuur aan het oppervlak met een halve dag vertraging de capillaire zone op circa 30 cm diepte bereikt. Voorts zou het proces dat De Louw e.a. (2004) suggereren, namelijk een stijging van de absolute luchtvochtigheid in de bodem door capillaire opstijging en temperatuursverhoging overdag, gevolgd door condensatie gedurende de nacht, hier ook zeer wel een rol kunnen spelen.

Een relatie met de variatie in luchtdruk

kon niet worden aangetoond; de barometerstand laat overigens ook geen duidelijke dagelijkse gang zien. De gevoeligheid van de grondwaterdruk voor spanningsveranderingen in de onverzadigde zone blijkt uit het feit dat op de strandvlakte een aantal malen het zogenaamde 'Lisse-effect' is waargenomen. Hiermee wordt bedoeld het verschijnsel dat na lichte regenval de druk op het freatisch vlak zodanig toe nam, dat het niveau in de peilbuis tot boven maaiveld steeg (figuur 2). Dit fenomeen werd voor het eerst door Volkersz (1929) te Lisse waargenomen. De verklaring voor dit effect is dat het binnendringende vocht het volume ingesloten lucht zodanig verkleint, dat de druk hierin toeneemt en de druk op het freatisch vlak wordt verhoogd. Professor Thal Larsen, die in 1931 als eerste het Lisse-effect beschreef en verklaarde, nam overigens te Wageningen ook een dagelijkse gang in het freatisch vlak waar. Hij schreef het verschijnsel toe aan een verlaging van de capillaire spanning door dauwvorming. Men zou zich kunnen afvragen of de dagelijkse gang in het freatisch vlak verwant zou kunnen zijn aan het proces dat het Lisse-effect veroorzaakt, waarbij dauwvorming de neerslag vertegenwoordigt.

Overigens is het enkeldaagse effect slechts het gevolg van een eerste-orde-proces. Vaak doet zich vroeg in de middag gedurende enige tijd een vertraging in de daling of zelfs een lichte stijging in de grondwaterstand voor. Een verklaring zou kunnen zijn dat de capillaire opstijging stagneert doordat nabij het oppervlak de capillaire zuigspanning door de temperatuursverhoging verlaagd wordt, terwijl tevens het capillair geleidingsvermogen afneemt door uitdroging. Voorts zou de druk op het freatisch vlak verhoogd kunnen worden door het uitzetten van de bodemlucht als gevolg van de temperatuursverhoging in de bovenste bodemlaag.



Figuur 2: Grondwaterstand op de strandvlakte van Schiermonnikoog ten westen van paal 10, van 17-21 juli 1971. Neerslag op 24-25 juli leidde tot het Lisse-effect met 'artesische druk'. (Waarnemingen Pieter Tollenaar, Vrije Universiteit)

Het is duidelijk dat wij hier te maken hebben met een complex van processen als gevolg van de dagelijkse variatie in meteorologische omstandigheden, waarbij de dagelijkse gang zich manifesteert in een dagelijkse fluctuatie van het freatisch vlak.

Rare reeks 3: Getijbewegingen in de woestijn

Door het stabiele klimaat en de geringe voeding van het grondwater doen zich in (semi-)aride gebieden soms hoogfrequente signalen voor die op onze breedten door seizoenale effecten worden gemaskeerd, maar waarvan de onderliggende processen onder specifieke omstandigheden ook hier een niet-verwaarloosbare invloed op het grondwater kunnen hebben.

Zo ontdekte ik in het semi-aride Botswana in veel putten dagelijks optredende complexe fluctuaties met een maximale variatie van circa 25 cm. Al snel rees het vermoeden van een combinatie van aard- en atmosferische getijden. Het aardgetij wordt