

## Geen vernatting door verzoeting

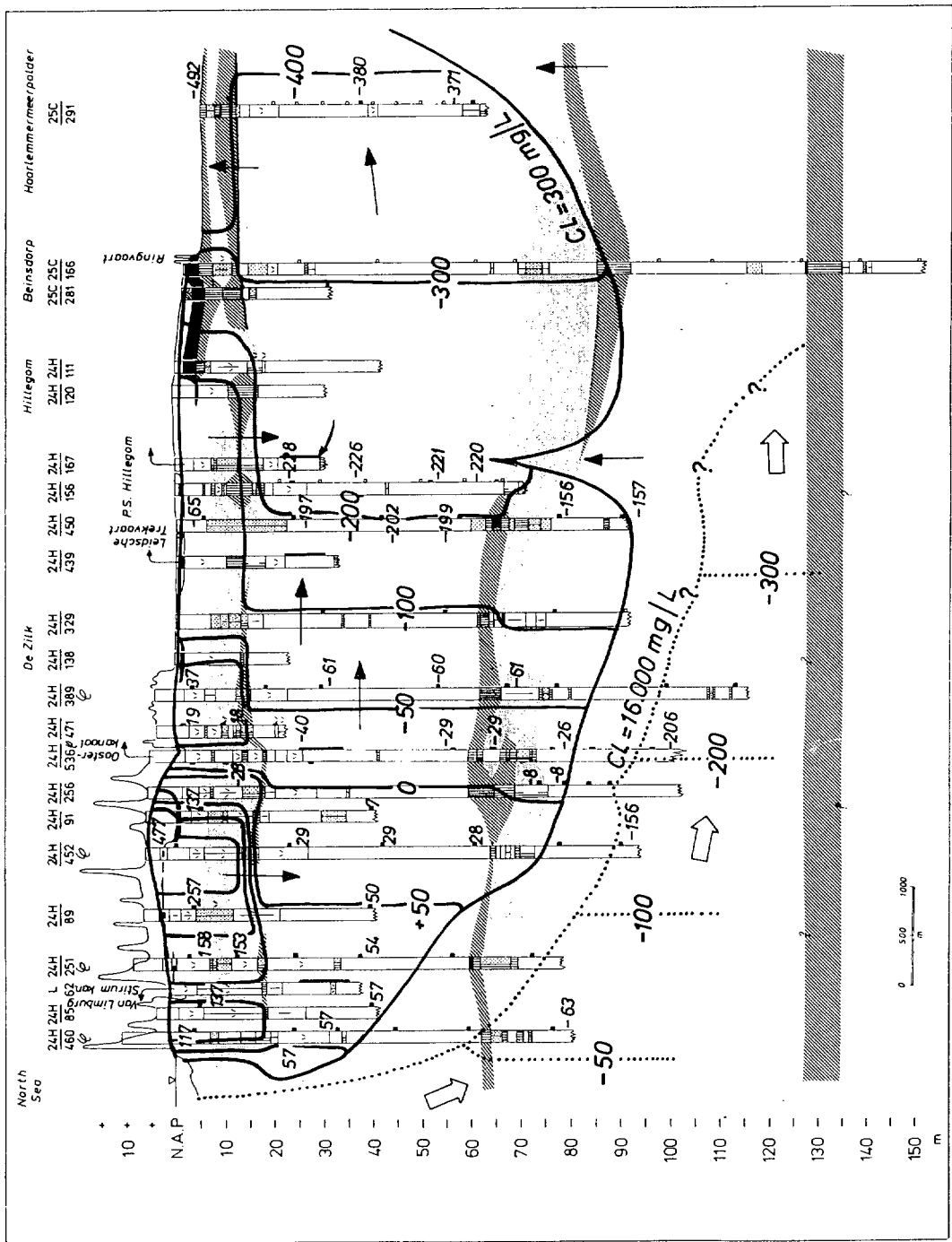
Er wordt de laatste paar jaar zeer veel gesproken en geschreven over vernatting van bollenvelden direct ten oosten van de zuidelijke helft van de Amsterdamse Waterleidingduinen tussen Zandvoort en Noordwijk. Wij hebben inmiddels in zo'n 40 rapporten de meest uiteenlopende hydrologische aspecten onder van de problematiek onder de loep genomen. Ook anderen zoals het Laboratorium voor Bloembollenonderzoek, de Hagelunie, adviesbureau A.P. Bot, de Grontmij en DLO-Staring Centrum hebben onderzoek verricht, terwijl in het komende najaar nog een studie van TNO tegemoet wordt gezien. Er is dus al heel veel veelal zeer gedegen onderzoek uitgevoerd en het gaat nog altijd door. De jongste telg aan de serie rapporten is ons eigen onderzoek (Olsthoorn, 1999) naar de vernatting door verzoeting, zoals geopperd door Van den Akker (1999) in dit blad. We hadden drie maanden nodig om wat dit fenomeen betreft de laatste steen boven water te tillen. Het resultaat luidt: "Er is geen vernatting door verzoeting in de Duin- en Bollenstreek". Het onderliggende onderzoek, dat onder meer 100 jaar simulatie met verplaatsing van dichtheidsvelden omvat, is meer waard en interessanter dan een commentaar in STROMINGEN en zal daarom afzonderlijk worden gepubliceerd. Hier wil ik me beperken tot het aspect vernatting door verzoeting, toegespitst in de Duin- en Bollenstreek rond Hillegom en De Zilk.

Er is niets mis met de theorie die door Van den Akker (1999) is gepresenteerd. Echter de omstandigheden blijken af te wijken van de gemaakte aannamen, waardoor het fenomeen hier anders uitpakt dan in het artikel van Van den Akker berekend. Ik zal proberen dit hier duidelijk te maken. De situatie wordt helder in figuur 1, ontleend aan Stuyfzand (1988, figuur 3.66). Dit betreft een uitvoerig geologisch, hydrologisch en geochemisch in kaart gebrachte

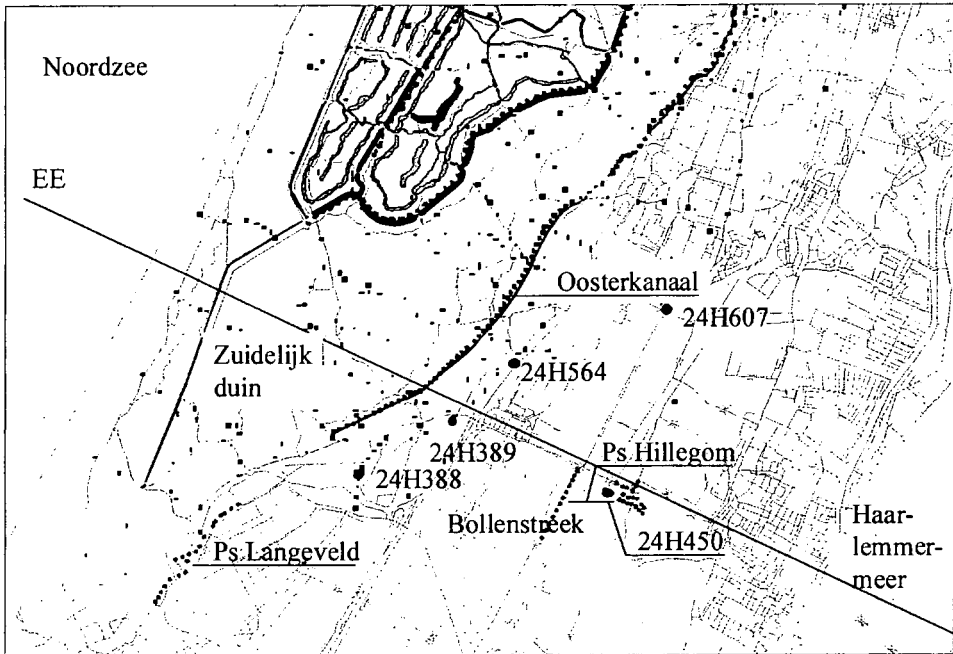
doorsnede loodrecht op de kust, midden door ons zuidelijk duin en dwars door het veel besproken bollengebied tot in de Haarlemmermeer (figuur 2). Het door ons gesimuleerde stijghoogte- en stroomlijnenbeeld van deze doorsnede blijkt overigens geheel in overeenstemming met deze op zeer veel metingen gebaseerde figuur (Olsthoorn, 1999).

Figuur 1 laat zien dat het schuin oplopende grensvlak, dat door Van den Akker in zijn analyse wordt gebruikt, zich onder de Haarlemmermeer bevindt en niet onder de bollenvelden, welke direct aan het duingebied grenzen. Onder de bollenvelden is de situatie in feite omgekeerd. Figuur 1 toont de wig zeer zout Noordzeewater, die zich weg baant in de richting van de in 1852 droog gelegde Haarlemmermeer met zijn oppervlaktewaterpeil NAP -6 m. Dit water rukt op met een snelheid in de orde van 2400 m/eeuw en zal de komende duizend jaar het brakke water, dat zich onder de Haarlemmermeer bevindt, voor een groot deel vervangen (Oude Essink, 1996). Er is dan ook geen sprake van evenwicht tussen de verschillende dichtheidszones. De scheidinglijn tussen brak en zout water onder de Duin- en Bollenstreek blijkt dus naar het oosten toe omlaag te lopen (zie 15000 mg/l lijn in figuur 1). De voortgaande verplaatsing van dit zoute Noordzeewater veroorzaakt hierdoor een geleidelijke stijging van dit grensvlak onder de Duin- en Bollenstreek. Er treedt dus een autonome verzilting op, in plaats van de op het eerste gezicht wellicht verwachte verzoeting.

Hiernaast speelt een ander fenomeen een rol, welke in figuur 1 niet goed tot uiting komt. In 1925 werden de circa 40 m diepe bronnen langs het Oosterkanaal (zie figuren 1 en 2) in bedrijf genomen. Deze putten onttrekken tot 1957 2 à 4 miljoen m<sup>3</sup>/jaar. Hierbij trad een aanmerkelijke verzilting op, waarbij brak en zout water over tientallen meters werd opgetrokken. In 1957 begon in het noordelijk duingebied de kunstmatige



**Figuur 1:** Doorsnede EE vanaf de Noordzee door het duingebied, de Bollenstreek en de Haarlemmermeer (uit Stuyfzand, 1988; zie voor de ligging figuur 2).



**Figuur 2:** Situatie: Duingebied met aangrenzend bollengebied en Haarlemmermeer. Ligging doorsnede en peilbuizen met chloridemetingen in de Bollenstreek.

infiltratie met rivierwater. De putten langs het Oosterkanaal werden daarbij terug geschroefd tot circa 1 miljoen m<sup>3</sup>/jaar. Vanaf 1964 waren zij een aantal jaren geheel uitgeschakeld, zodat de situatie zich zou kunnen herstellen. Vanaf 1971 werden de putten alleen nog sporadisch aangezet. Het pompstation Hillegom lag midden in de Bollenstreek. Het startte in 1876, bijna 50 jaar voor de diepe winning langs het Oosterkanaal. De onttrekking bedroeg tot 1957 circa 1 miljoen m<sup>3</sup>/jaar en loopt dan in 10 jaar op tot circa 1,7 miljoen m<sup>3</sup>/jaar, om verder constant te blijven tot 1982, het jaar van sluiting. Derhalve was tussen 1957 en 1982 de onttrekking van het Oosterkanaal verregaand gereduceerd, terwijl die van pompstation Hillegom met 70% werd uitgebreid. De invloed van het in 1995 gesloten, ook verziltende pompstation Langeveld ten zuiden van de Amsterdamse Waterleidingdui-

nen (figuur 2), wordt hier gemakshalve buiten beschouwing gelaten.

Aangezien de stroming van het grondwater oostwaarts is, verplaatste de opgetrokken bult brak en zout water zich na 1957 vanaf het Oosterkanaal in de richting van de Bollenstreek en pompstation Hillegom. Onderweg trad hierbij een zekere afvlakking op, maar de bult blijft desondanks grotendeels bestaan. Na staking van de onttrekking van Hillegom, 25 jaar later, begint ook deze bult brak water af te vlakken en zich te verplaatsen. Beide bulten smelten uiteindelijk aaneen en zijn nu als één enkele kilometers brede flauwe opbolling onderweg naar de Haarlemmermeer. Op dit moment ligt de top ongeveer midden tussen de duinrand en de spoorlijn Haarlem Leiden (figuur 3).

De oostwaartse verplaatsing van deze opbolling voorkwam verzoeting in de Bollenstreek vanaf 1957 en verhindert verzo-

ting gedurende zeker de komende halve eeuw. Dit aspect staat geheel los van het andere verziltende effect, namelijk het op grote diepte oprukkende zeer zoute Noordzeewater.

Alles bijeen genomen is er van verzoeting onder de Duin- en Bollenstreek geen sprake, en dus evenmin van het tweede-orde effect daarvan, namelijk, de vernatting door verzoeting. De uitgevoerde simulatie laat zien dat in de Bollenstreek sinds 1957 de diepe stijghoogte door de verplaatsing van grensvlakken circa 1,5 cm is gedaald in plaats van gestegen. Het effect op het eerste watervoerende pakket is een verlaging van ongeveer een millimeter. Dit vanwege de peilbeheersing van het oppervlaktewater en de weerstand van de scheidende laag aan de basis van het Holoceen op circa NAP -12 m. Grondwaterstandverhoging door verzoeting treedt wél op binnen het duingebied. In het midden van het duingebied bedraagt zij sinds 1957 anderhalf à twee cm, zowel freatisch als diep.

Zelfs dempen van het Oosterkanaal (waarbij de grondwaterstand plaatselijk 3 m zou stijgen!) zou de komende tientallen jaren onder de Bollenstreek geen enkele stijging van de diepe stijghoogte door verzoeting teweegbrengen. Anderzijds zal de stijghoogtetoeename door de verzoeting in het duingebied zelf in de 25 jaar na een dergelijke maatregel slechts 3 cm zijn, honderd maal zo klein als het directe effect van de maatregel. Dit geldt overigens in het algemeen: daar vernatting door verzoeting het gevolg is van menselijk ingrijpen, zoals sluiting van winningen, is het directe effect op stijghoogten ca. twee ordes groter dan het indirecte effect, dat wordt veroorzaakt door geleidelijke verplaatsing van grensvlakken. Door de plaatselijke omstandigheden, waaronder de hydrologische historie van het gebied, kan het effect blijkbaar tegengesteld zijn aan wat men in eerste instantie wellicht zou verwachten. Verschillen met de berekeningsresultaten van de analyse van

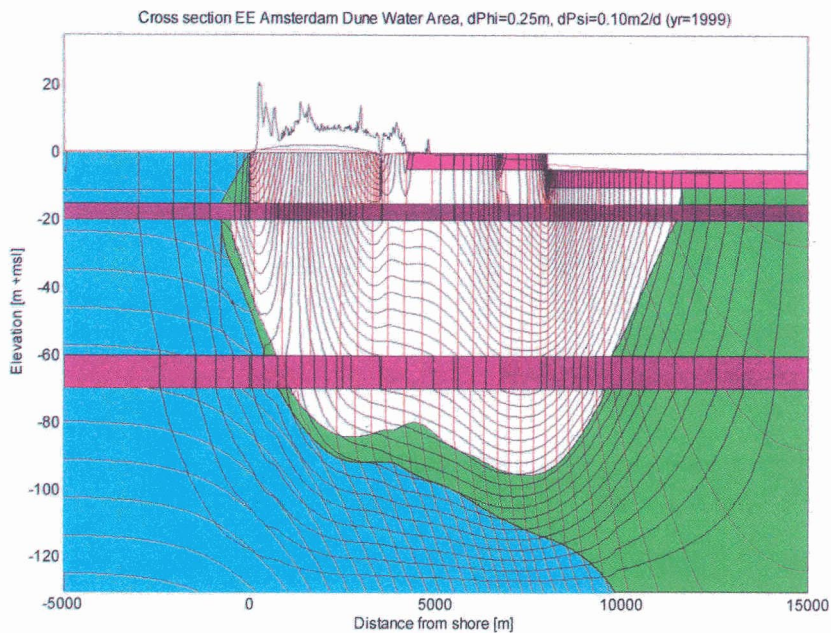
Van den Akker (1999) berusten mijns inziens tevens op het in zijn sterk vereenvoudigde benadering ontbreken van terugkoppelingen tussen stijghoogten, grensvlakverplaatsingen en de randvoorwaarden van het systeem.

Ter verificatie van het bovenstaande geeft figuur 4 het verloop van het chloridegehalte van waarnemingsfilters in de bewuste streek. Het blijkt dat bij geen enkele van de beschikbare waarnemingsfilters in de streek verzoeting optreedt, integendeel, er blijkt sprake van verzilting overeenkomstig het bovenstaande. Dankzij het uitgevoerde onderzoek zijn de redenen hiervan nu bekend.

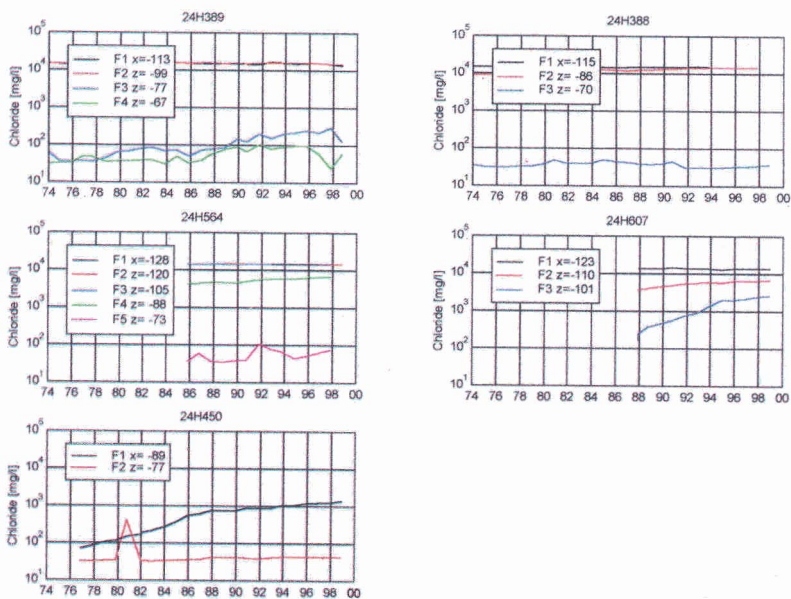
## Referenties

- Akker, C. van den (1999)** Vernatting door verzoeting; in: *Stromingen*, jrg 5, nr 2, pag 27-34.
- Olsthoorn, T.N. (1999)** Verzilting en verzoeting in het Zuidelijk duin en de Duinen Bollenstreek en de verandering van grondwaterstanden door vernattingsmaatregelen en dichtheidsstroming; Gemeentewaterleidingen, Hydrologie, 990716, 52 pag.
- Oude Essink, G.H.P. (1996)** Impact of Sea Level Rise on Groundwater Flow Regimes; proefschrift Technische Universiteit Delft, 411 pag.
- Stuyfzand, P.J. (1988)** Hydrochemie en hydrologie van de duinen en aangrenzende polders tussen Noordwijk en Zandvoort aan Zee; Kiwa, SWE 87.007, 343 pag.

*Theo Olsthoorn*  
Gemeentewaterleidingen Amsterdam



**Figuur 3:** Zoetwaterstijghoogten en stroomlijnen in doorsnede EE voor huidige situatie (1999) met restant van opbolling onder de Bollenstreek die afstroomt in oostelijke richting. Groen is brak water ( $5.000 \text{ mg Cl}^-/\text{l}$ ), blauw is zout water ( $16.000 \text{ mg Cl}^-/\text{l}$ ).



**Figuur 4:** Verloop van het chloridegehalte in beschikbare waarnemingsfilters aan de duinrand en de Bollenstreek (zie figuur 2 voor de ligging van de putten).