

Infiltratiegebied Kieftenvlak in het Noordhollands Duinreservaat

1. Algemene beschouwing

In de eerste helft van de twintigste eeuw kon in de provincie Noord-Holland vrijwel al het voor de openbare drinkwatervoorziening nodige water uit de duinen onttrokken worden. Hier bevindt zich tot ca. 200 m — NAP een holoceen en pleistoceen, bovenin veelal fijnzandig, pakket waarvan de hydrologische basis gevormd wordt door vrijwel ondoorlatende tertiaire afzettingen.

Op diverse niveaus bevinden zich slecht-doorlatende lagen, waarvan de geohydro-

jaarlijkse onttrekking was omstreeks 1950 de zoetwaterlens beduidend dunner geworden, de dikte van de brakke zone toegenomen, en ook in horizontale zin het zoute en brakke water dichter bij de winputten gekomen.

Infiltratiegebied Castricum

In 1957 werden bij Castricum de eerste ervaringen opgedaan met kunstmatige infiltratie in het freatische (bovenste) pakket. Het hiertoe benodigde water werd — en wordt nog steeds — in Jutphaas aan het Lekkanaal onttrokken, voorgezuiverd met behulp van o.a. snelfiltratie en recent ook coagulatie. Daarna wordt het via pijpleidingen aangevoerd. Na beluchting door middel van een 'watervalletje' wordt het met een snelheid van zo'n 35 cm per dag geïnfiltrerd in een stelsel van evenwijdige panden. Na een ondergrondse verblijftijd van gemiddeld ca. 6 weken wordt het met in rijen opgestelde ondiepe bronnen weer opgepompt. Het hoofddoel was, het evenwicht tussen zoet- en zoutwaterpotentialen, zowel in horizontale als in verticale zin, te kunnen herstellen.

Het tweede oogmerk bestond uit de kwaliteitsverbetering tijdens de ondergrondse passage, welke beter én betrouwbaarder is dan met andere zuiveringsprocessen bereikt kon worden. Bovendien blijken hierbij de temperatuur- en kwaliteitsvariaties van het aangevoerde water sterk gedempt te worden. De jaarlijkse temperatuurvariatie, welke van het aangevoerde water maximaal zo'n 20 °C bedraagt, wordt gedempt tot ca. 7 °C.



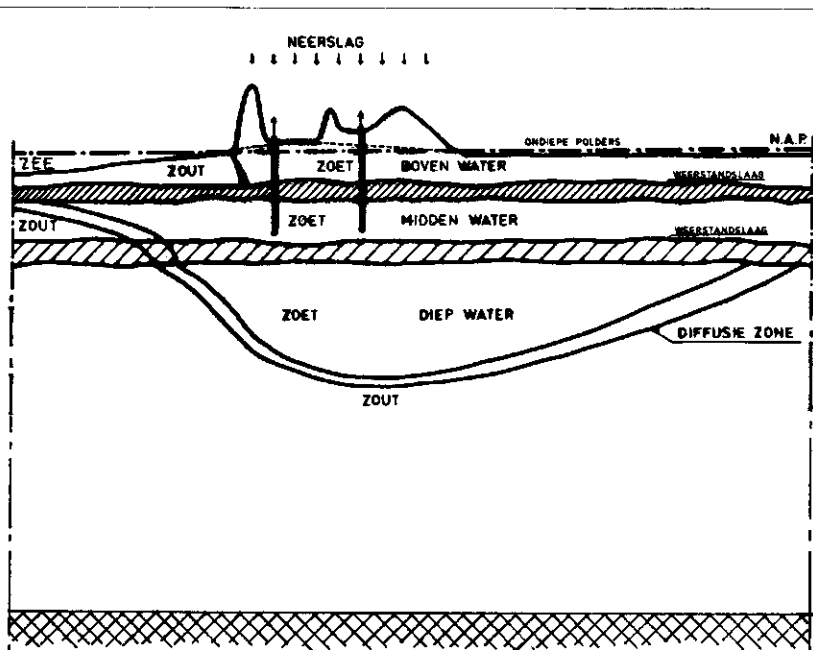
IR. R. J. WILDSCHUT
Hydroloog PWN

logische weerstand van plaats tot plaats sterk varieert. Ten noorden van het Noordzeekanaal komt vrij algemeen tussen ca. 15 en 20 m — NAP een klei- en veenpakket voor, terwijl zich op diepten tussen meestal ca. 35 en 45 m een glaciële leemlaag bevindt.

Dus kunnen geohydrologisch in principe drie watervoerende pakketten onderscheiden worden.

De door inziigende nuttige neerslag gevormde zoetwaterlens reikte omstreeks 1910 in het dungebied bij Castricum tot ca. 110 à 120 m — NAP. Hieronder bevond zich, na een vrij scherpe overgang, vrijwel zout water. Door de sindsdien steeds toenemende

Afb. 1 - Verticale doorsnede ter plaatse van de duinen.



Een calamiteitsvoorraad is noodzakelijk

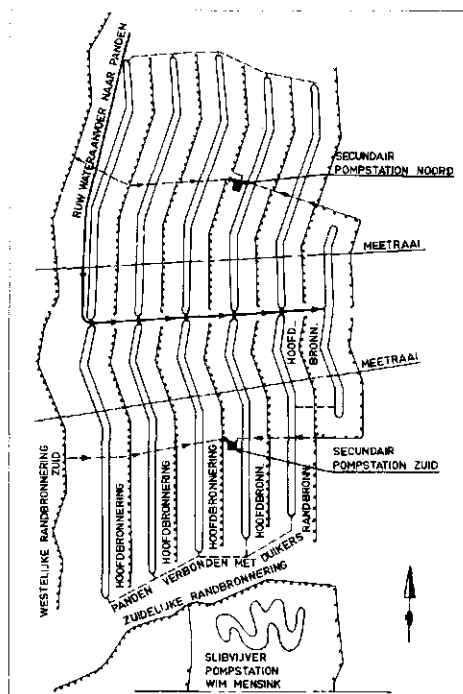
In de afgelopen jaren heeft de zuiverings-techniek van oppervlaktewater een hoge vlucht genomen. Dit betekende enerzijds dat een behandeling zoals chemische coagulatie betrouwbaarder werd. Echter, het relatief toenemende gebruik van oppervlaktewater leverde ook een bezwaar. Namelijk, indien een ernstige verontreiniging van bijv. de Rijn zou optreden, zou er een groot aandeel van de beschikbare bronnen voor waterbereiding onbruikbaar zijn geworden. Pas nadat de betreffende oppervlaktewaters weer voldoende ververst zijn, kan deze drinkwaterbereiding weer starten. Met andere woorden: er dient ter overbrugging een noodvoorraad aanwezig te zijn. Bij winning uit een rivier als de Rijn zal een overbruggingsperiode van enkele weken toereikend zijn. Bij winning uit het IJsselmeer kunnen hiermee maanden gemoeid zijn.

Het bijkomende voordeel van een infiltratiegebied is dat, in geval van een calamiteit, hier in de ondergrond een reservevoorraad voor weken aanwezig is. In geval van nood wordt hierop ingeteerd. Zodra mogelijk wordt de grondwaterstand daarna weer op peil gebracht. Deze veranderingen in de grondwaterstand zijn kortstondig, terwijl door een juiste opzet beïnvloedingen naar buiten het infiltratiegebied volledig kunnen worden voorkomen.

2. Nieuw infiltratiegebied: Kieftenvlak

Door de voortdurende groei van de vraag naar water zouden in 1976-1977 de infiltratie- en nazuiveringsmiddelen hun maximale capaciteit bereikt hebben, terwijl — naar verwachting — omstreeks 1980-1981 ook de voorzuivering te Jutphaas een grens aan de groei zal stellen. De in Castricum met infiltratie opgedane ervaringen waren zeer positief. Daarom werd besloten tot de aanleg van het nieuwe infiltratiegebied 'Kieftenvlak'. Door dit te voeden met water uit Jutphaas, wordt de PWN waterlevering tot 1980 veilig gesteld. Daarna zal, door de groeiende vraag in het zuidelijk deel der provincie het rivierwater daar nodig zijn. Voor de daaropvolgende jaren is voor levering naar de infiltratiegebieden Castricum en Kieftenvlak naar een andere bron uitgezien. Daarom wordt momenteel bij Enkhuizen een bezinkbekken annex voorzuivering gebouwd. Evenals in Jutphaas zal dit water behandeld worden met behulp van o.a. chemische coagulatie, daarna volgt upflowfiltratie. De eindcapaciteit bedraagt 110 miljoen m³/jr.

Een gedeelte hiervan zal als halffabriek aan industrieën geleverd worden; 43 miljoen m³/jr is voor het PWN ten noorden van het Noordzeekanaal bestemd.



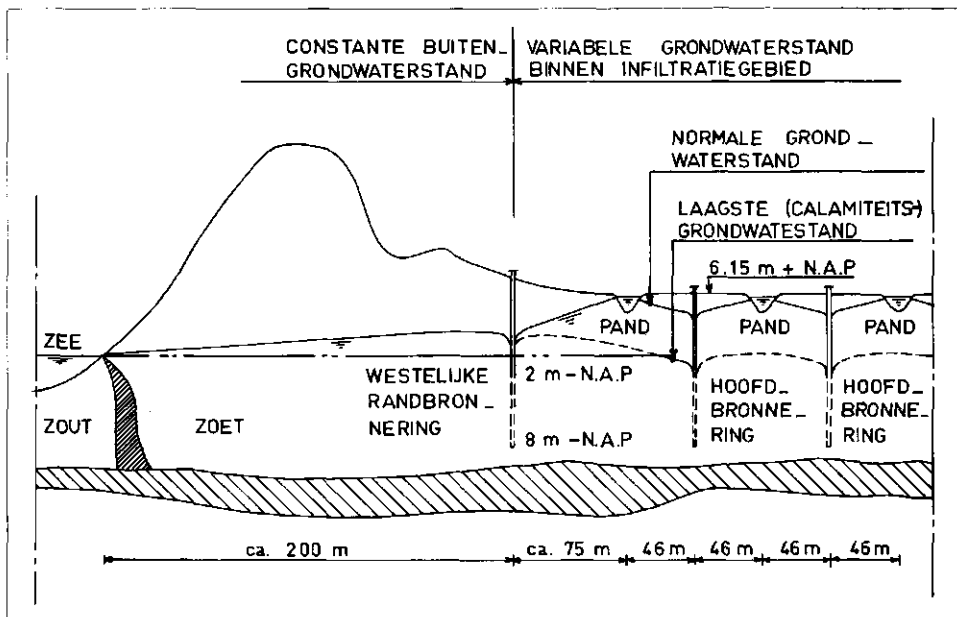
Afb. 2 - Indeling infiltratiegebied 'Het Kieftenvlak'.

Ontwerpgegevens Kieftenvlak

Het ontwerp is gebaseerd op de volgende basisgegevens:

- Het beschikbare terreinoppervlak is ca. 600 x 1000 m².
- De gewenste gemiddelde verblijftijd in de ondergrond bedraagt 40 dagen.
- Tijdens eventuele stagnatie van de aanvoer dient toch minstens twee weken op volle capaciteit doorgepompt te kunnen worden — en wel zonder de grondwaterstanden in de omgeving te beïnvloeden!

Afb. 3 - Doorsnede infiltratie- en onttrekkingsstelsel.



Geohydrologie

Na het uitvoeren van verkenningsboringen, aanvullende diepsonderingen en enkele pompproeven bleek het gebied als volgt schematiseerbaar te zijn.

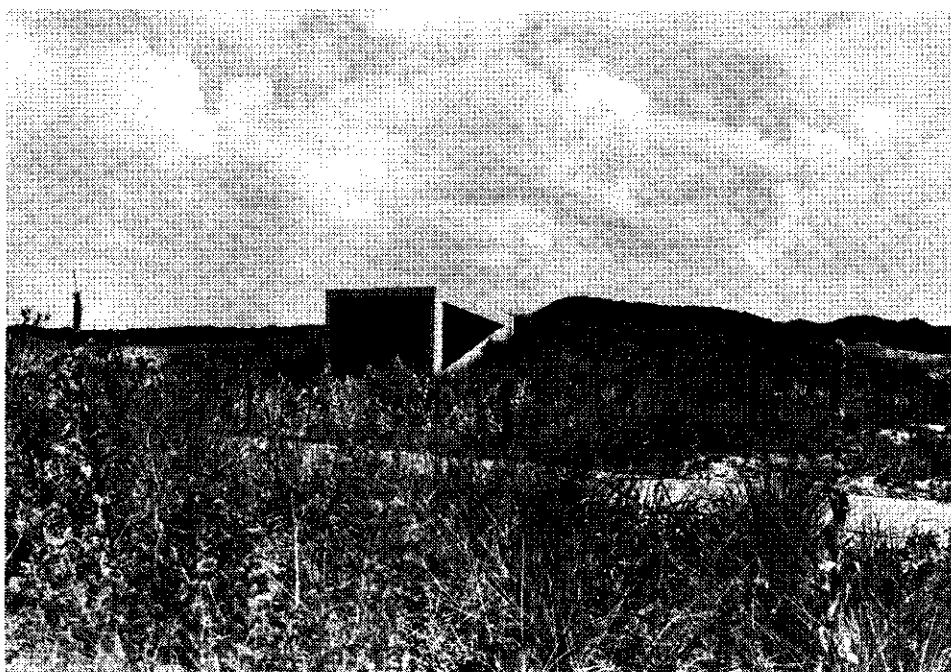
— Van maaiveld (6,15 + NAP) tot 8 m — NAP bevindt zich een pakket fijn duinzand. De horizontale doorlatendheidscoëfficiënt ca. 4 à 15 m/d, en de bergingscoëfficiënt $\mu = 0,21$.

— Van 8 tot 20 m — NAP werd een pakket zeer fijn zand met klei- en veenlenzen aangetroffen. De weerstand tegen verticale waterbeweging van dit pakket bedraagt minstens 6 jaar.

Voor het doorlaatvermogen van het gehele watervoerende pakket kan $kD = 140 \text{ m}^2/\text{d}$ aangehouden worden.

Indeling en dimensionering

De hoofdopzet van het infiltratiesysteem bestaat uit infiltratiepanden met rijen vacuümbronnen ertussen. De vacuümbronnen zijn aangesloten op centrale zuigleidingen. De meest economische afmetingen van de onderdelen werden met behulp van een optimalisatieberekening vastgesteld; de bereikbare jaarcapaciteit werd bepaald op 14 miljoen m³. Het infiltratiegebied is onderverdeeld in een onafhankelijk, maar aansluitend noordelijk en zuidelijk gedeelte, elk met een oppervlakte van ca. 500 x 600 m². Op de oost-west gelegen scheidingslijn hiertussen bevindt zich de centrale aanvoerleiding, waaruit elk van de elf, noord-zuid gelegen panden via een eigen Cipoletti meetoverlaat wordt gevoed en belucht. De panden meten ca. 15 x 500 m, en zijn ca. 1 m diep. Aan de uiteinden zijn de panden (bij nor-



Afb. 4 - Secundair pompstation.

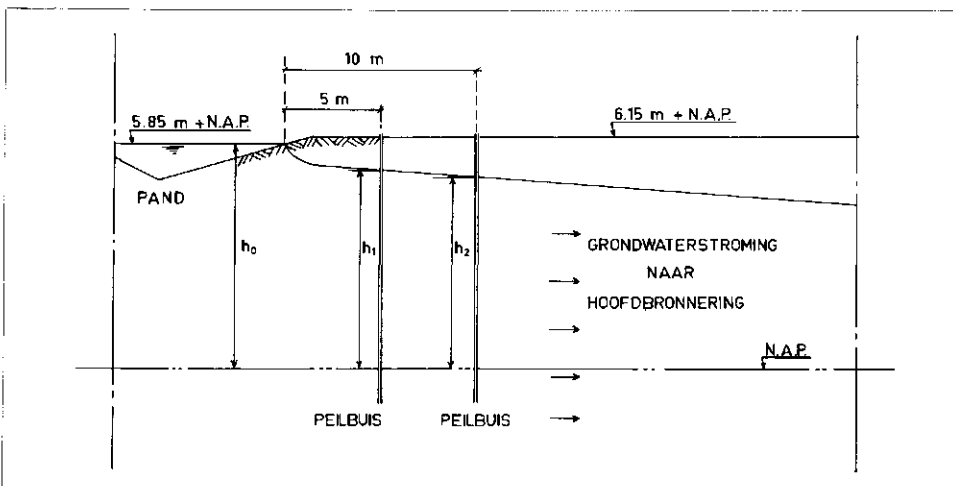
maal bedrijf) verbonden door duikers. Deze zijn afsluitbaar voor het geval een pand geïsoleerd (bijv. drooggezet) moet worden. De hoofdbronneringen (tussen elke 2 panden) bevinden zich alle op 46 m h.o.h. van de naburige panden. Het hoofdbronneringssysteem bestaat uit vacuümbronnen Ø 57/63 PVC. De pompfilters bevinden zich van 2 tot 8 m — NAP, en staan 15 m uit elkaar. In het centrum van zowel het 'noordelijk deel' als het 'zuidelijk deel' bevindt zich een ondergronds pompstation waar alle centrale zuigleidingen van het noordelijke resp. zuidelijke deel samen komen. Hier staan de vacuümketels en de pompen opgesteld. Door de ondergrondse plaatsing van de pompen, samen met de grote aanlegdiepte van alle zuigleidingen (ruim 2 m onder maaiveld) kon een zo groot mogelijk bergend vermogen verkregen worden. In geval van een stagnatie van de wateraanvoer kan nu in korte tijd de grondwaterstand binnen het gebied worden verlaagd, en daarmee gedurende minstens 2 à 2½ week de productie voortgezet blijven worden.

Vrijwel geheel rondom het bovenbeschreven infiltratie- en onttrekkingssysteem is een randbronnering aanwezig, welke buiten dit gebied de natuurlijke grondwaterstand handhaaft. Dit is aan de westzijde ca. 4 à 5 m onder het normale niveau (5,85 m + NAP) in de panden. Ook de randbronneringen worden 'bediend' door het bijbehorende noordelijke en zuidelijke (ondergrondse) pompstation (zie afb. 4). In ieder van deze pompstations staan pompen opgesteld met capaciteiten van ca. 450 m³/h, ca. 230 m³/h en ca. 115 m³/h

welke elkaar kunnen aanvullen. De zuidelijke randbronnering wijkt enigszins af van het bovengenoemde, deze wordt nl. rechtstreeks bemalen door pompen in het hoofdpompstation. Vanuit deze twee ondergrondse pompstations (secundaire pompstations genaamd) wordt alle water naar het zuidelijker gelegen hoofdpompstation 'Wim Mensink' geparst. Hier ondergaat het water een nazuivering, en wordt daarna het distributienet ingepompt.

Het infiltratiegebied omvat 504 pompputten. Om het stromingsbeeld gedetailleerd te kunnen vaststellen zijn 63 van deze pompputten voorzien van een peilbuis in de omstorting, zijn er 66 afzonderlijke peilputten, en is elk der 11 panden voorzien van een peilschaal. Bovendien zijn er speciale chemische en hydrologische meetraaien

Afb. 5 - Detail meetstelsel pandverstopping.



ingericht, waarover verderop nader ingegaan zal worden.

Verstopping van pandbodems en pompputten

Het te infiltreren water kan nog een zeer geringe hoeveelheid zwevende bestanddelen, voornamelijk slib, bevatten. Dit zal, samen met afstervende algenresten in de bovenste millimeters van de pandbodem afgevangen worden, en kan na geruime tijd een weerstandslaagje opbouwen. Wordt de weerstand te groot, dan wordt het tijd om dit laagje te verwijderen.

Om onafhankelijk van het infiltratie- en onttrekkingsdebiet, bij stationaire stroming de weerstand van de pandbodem te kunnen vaststellen, zijn over het gehele infiltratiegebied twee meetraaien, loodrecht op de panden, ingericht. In deze raaien bevinden zich langs alle pandeovers op zowel 5 als 10 m van de hoogwaterlijn een peilbuis. Bij stationaire stroming zal, ongeacht de grootte van onttrekkings- en infiltratie-

debieten de verhouding $\frac{h_0 - h_1}{h_1 - h_2}$ constant zijn.

Een afwijking van deze verhouding na verloop van tijd is een maat voor de verstopping van de pandbodem.

Een ander aandacht vragend verschijnsel betreft de verwachte verstopping van pompputten. Op diepere niveaus in het watervoerende pakket is ijzerhoudend water aanwezig en juist onder het freatische vlak zuurstofhoudend water. Deze beide watertypen ontmoeten elkaar bij de put, en vermengen. Het ijzer vlokt uit en vormt na jaren een, pompfilter verstoppende, ijzernerslag.

Dit chemisch-bacteriologische proces werd in samenwerking met het KIWA voor het infiltratiegebied Castricum nagegaan*.

*) Zie hiervoor KIWA mededeling nr. 38.

Indien het zuurstof bevattende grondwater en het ijzer bevattende grondwater volledig gescheiden gewonnen zouden worden, dan zou het wellicht mogelijk zijn om de putverstopping te voorkomen, dan wel de frequentie van regeneratie te verminderen. Hieromtrent wordt momenteel in Castricum een oriënterend onderzoek uitgevoerd. Om de bedrijfszekerheid niet in gevaar te brengen, worden vooralsnog alle pompputten eenmaal per jaar met behulp van een mobiele installatie geregenereerd. Hierbij wordt de put beurtelings afgepompt en geperst met drukken tot ca. 5 à 15 m.w.k. Door dit regelmatig te doen wordt deze 'ijzerslam' verwijderd vóórdat verharding optreedt. Proefondervindelijk kan voor een aantal putten wellicht in een later stadium de regeneratiefrequentie gereduceerd worden.

Hydrologische en chemische meetraaien

In het infiltratiegebied zijn, buiten het in het voorgaande beschreven waarnemingsnet, twee speciale meetraaien ingericht. Een ervan maakt een gedetailleerde hydrologische opname mogelijk tussen een centraal gelegen pand en aangrenzende pompputtenreeks. De andere biedt gelegenheid in chemisch opzicht het water te volgen. Deze beide meetraaien bestaan elk uit drie boringen: één ter plaatse van de kruin van het talud langs het pand, één op ca. 14 m 'stroomafwaarts' en een derde dicht bij de reeks pompputten. De hydrologische meetraai is voorzien van drie peilfilters op diverse diepten in elk van de boorgaten, en elektrodenkabels ten behoeve van verblijftijdsbepalingen. De chemische meetraai is op overeenkomstige afstanden tussen pand en puttenrij opgesteld. Hierin zijn op diverse diepten proeffilters geïnstalleerd welke via voldoende diep ingegraven vrijvervalleidingen rechtstreeks vanuit een nabijgelegen secundair pompstation bemonsterd kunnen worden. De hydrologische en chemische meetraaien zijn niet gecombineerd ten einde onderlinge beïnvloedingen uit te sluiten.

Bedrijfsvoering

In principe zullen zowel de infiltraties als de onttrekkingen in het infiltratiegebied zo gelijkmatig en constant mogelijk plaatsvinden. Piekverbruiken worden opgevangen met kelders en waterwinningen elders. De 'sturing' van het infiltratiegebied vindt als volgt plaats:
 Begonnen wordt met de gewenste afpompsdebiëten van de hoofdbronneringen vast te stellen. Naar aanleiding daarvan wordt dagelijks het infiltratiedebiet bijgesteld, zodanig dat de gewenste waterstanden in de panden zo goed mogelijk

gehandhaafd blijven. Elke twee weken worden van het peilbuizennet in en om het gebied de grondwaterstanden opgenomen. Dit leidt o.a. zonedig tot een correctie van de afpompingen van de randbronneringen; zodanig, dat de grondwaterstanden buiten het infiltratiegebied onafhankelijk blijven van het regime daarbinnen. Zoals genoemd, kunnen de debieten van zowel hoofd- als randbronneringen trapsgewijs geregeld worden door het bijzetten resp. afzetten van pompen van ca. 115, 230 en 450 m³/h. Door regelmatig een lichte pomp in- en uit te schakelen, kunnen zonder energieverlies gemiddelde afpompsdebiëten tussen de bovengenoemde schakeltrappen in gerealiseerd worden.

Samengevat kan worden gesteld dat het op deze wijze mogelijk is om, uitgaande van voorgezuiverd rivierwater, met een minimum aan doseringen een drinkwater van optimale en vrij constante samenstelling, en hoge betrouwbaarheid te verkrijgen.

