

DR. IR. J. C. VAN DAM

**WATERHUISHOUDING EN
HYDROLOGIE**

WATERHUISHOUDING EN HYDROLOGIE

REDE

UITGESPROKEN BIJ DE AANVAARDING
VAN HET AMBT VAN GEWOON HOOG-
LERAAR IN DE WATERBOUWKUNDE AAN
DE TECHNISCHE HOGESCHOOL TE DELFT
OP WOENSDAG 18 DECEMBER 1968

DOOR

DR. IR. J. C. VAN DAM



UITGEVERIJ WALTMAN - HIPPOLYTUSBUURT 4 - DELFT

*Mijne heren Curatoren,
mijnheer de Rector Magnificus,
mijne heren Hoogleraren,
dames en heren Lectoren, Docenten en Leden van de Wetenschappelijke Staf,
dames en heren Leden van de Technische en de Administratieve Staf,
dames en heren Studenten,
en voorts gij allen, die door uw aanwezigheid blijkt geeft van uw zeer gewaardeerde belangstelling,*

Zeer geachte toehoorders,

Het is in onze hogeschool een goede traditie dat een nieuw benoemde hoogleraar een rede uitspreekt ter gelegenheid van zijn ambtsaanvaarding en het onderwerp daarvoor kiest in verband met zijn vakgebied. Bij deze traditie sluit ik mij gaarne aan om met u enige ogenblikken te wijden aan het onderwerp „Waterhuishouding en hydrologie”.

Dat deze rede eerst thans, bijna een half jaar na mijn ambtsaanvaarding, kan worden uitgesproken vindt zijn oorzaak in het grote aantal dergenen wier intrede aan de mijne voorafging.

Waterhuishouding is, bewust of onbewust, reeds sedert de oudste tijden bedreven. Denken wij slechts aan de bevoeiingen langs de Nijl in het oude Egypte, de grondwaterwinning door middel van khanats of watertunnels in Perzië, het transport van water over de imposante aquaducten die de Romeinen ons op vele plaatsen nalieten en voorts aan de windmolens die door onze Hollandse voorvaders zijn gebouwd om het hoofd boven water te kunnen houden.

De oudste vormen van waterhuishouding waren uitsluitend gebaseerd op praktische ervaring en intuïtie. In de loop der tijden zijn de praktische ervaringen aangevuld met de theoretische kennis van de vloeistofmechanica en met de kennis van de hydrologische grondslagen.

Waterhuishouding - zoals mijn vakgebied wordt aangeduid - is dus zeker niet een geheel nieuwe tak van techniek of wetenschap. Het vak is evenwel uitgegroeid tot een zodanige omvang

dat de instelling van een afzonderlijke leerstoel hiervoor aan de afdeling der weg- en waterbouwkunde van onze hogeschool noodzakelijk bleek. Deze groei van het vakgebied moet enerzijds worden toegeschreven aan de sterke toename van het aantal belanghebbenden, de mensen op aarde, en aan de hogere, veelal ook tegenstrijdige, eisen die de mens stelt aan zijn leefmilieu, waarvan het water een essentieel element uitmaakt. Anderzijds moet zij worden toegeschreven aan de verdieping van de kennis van en het inzicht in de hydrologie, mede als gevolg van de ontwikkeling van nieuwe methoden van onderzoek.

Het onderwerp waterhuishouding is ook de leek zeer vertrouwd als gevolg van de grote publiciteit die het geniet in de pers, op de radio en de televisie. Wij, Nederlanders, behoeven daarbij slechts te denken aan de grote werken van onze eeuw, de Zuiderzeewerken en de Deltawerken, welke beiden een belangrijk element van waterhuishouding in zich bergen. Uit het buitenland spreken berichten van overstroming en droogte, beiden soms met rampzalige gevolgen, ons sterk aan.

Op 6 mei 1968 kondigde de Raad van Europa te Straatsburg op plechtige wijze en met veel publiciteit het „Handvest van het water” af. Daarmee onderstreepte zij, in voor ieder begrijpelijke taal, de onontbeerlijkheid, voor ieder onzer en voor onze samenleving als geheel, van het kostbare goed water en de daaruit voor ieder voortvloeiende plicht tot het rein houden daarvan.

Binnenkort zal een door onze minister van verkeer en waterstaat uit te brengen nota de waterhuishouding van Nederland weer eens in het voetlicht van de publieke belangstelling van ons volk plaatsen.

Waterhuishouding omvat zowel de afvoer van water van plaatsen en op tijden waar het ons in te overvloedige mate toekomt alsook de toevoer van water naar de plaatsen en in de mate en de kwaliteit waarin het voor uiteenlopende doeleinden wordt verlangd.

In ons, als nat bekend staande, land heeft de afvoer van overtollig water heel lang centraal gestaan. Allengs kwam ook de bestrijding van de verzilting meer en meer naar voren. Door de toenemende omvang van enkele bronnen van verzilting werd

een felle wedloop ontketend met de ontwikkeling van technieken ter bestrijding en ter verwijdering van zout water. Afdoende bestrijding van de verzilting is een noodzakelijke voorwaarde voor de mogelijkheid tot aanvoer van zoet water ter voorziening van bevolking, industrie en landbouw.

De eerste openbare watervoorzieningen in ons land kwamen merkwaardigerwijze eerst in de tweede helft van de vorige eeuw tot stand en wel als reactie op enkele epidemieën. Zelfs in de eerste helft van onze eeuw heeft de totstandkoming van de openbare watervoorziening ten plattelande nog veel overtuigingskracht gevergd. Thans is de situatie geheel anders. Door de stijging van de waterbehoefte, die deels het gevolg is van de bevolkingstoename, deels van de voortgaande stijging van het hoofdelijk verbruik is de aktiviteit nu gericht op de vergroting van de winningscapaciteit, mede door het aanspreken van tot dusver niet geëxploiteerde bronnen. Door de voortgaande industrialisatie groeit ook de industriële waterbehoefte, die thans nog van dezelfde orde van grootte is als de waterbehoefte van onze bevolking doch naar schatting binnen enkele decennia een veelvoud daarvan zal bedragen.

Het gebruikte en daardoor meestal verontreinigde water kan veelal niet straffeloos ter plaatse worden geloosd. Daardoor ontstaan vraagstukken van zuivering, van doorspoeling en van afvoer over grotere afstand, bijvoorbeeld naar zee. De vaststelling van het minimum toelaatbare debiet voor waterlopen hangt hiermee samen en zal gebaseerd moeten zijn op een vergelijking van de technische en economische aspecten van de verschillende oplossingen. De reinhouding van onze oppervlaktewateren is niet alleen van primair belang voor de volksgezondheid; ze is evenzeer bepalend voor de mogelijkheden tot visserij en recreatie en voor het landschappelijk schoon.

De watervoorziening van de landbouw kwam in ons land vooral na de tweede wereldoorlog sterk in de belangstelling te staan en ook heden ten dage neemt het aantal beregeningsinstallaties nog voortdurend toe.

De belangen van de scheepvaart vereisen zekere waterstanden ter verzekering van voldoende vaardiepte. Voor de handhaving van de waterstanden kunnen zekere debieten vereist zijn.

Een geheel nieuw aspect van waterhuishouding is dat van de lozing van warmte door industrieën en thermische of nucleaire

centrales via koelwater. Reeds thans valt te voorzien dat de debieten die in de komende decennia voor koeling van de Nederlandse elektriciteitscentrales benodigd zullen zijn, naar huidige technische maatstaven gerekend, de beschikbare rivierafvoeren zullen overtreffen.

Buiten onze landsgrenzen kunnen zich in het algemeen soortgelijke vraagstukken voordoen, zij het dat het accent en de importantie daar vaak geheel anders liggen door andere eisen en andere mogelijkheden welke beide onder meer samenhangen met de klimatologische gesteldheid en de bodemgesteldheid ter plaatse. Dit geldt in sterke mate voor de behoefte aan water voor bevoeiing.

De hoogwaterbescherming die in ons vlakke land voornamelijk door dijken wordt gerealiseerd kan elders worden bewerkstelligd door de aanleg van reservoirs waarin hoogwatergolven tijdelijk worden geborgen.

Een ander aspekt van waterhuishouding dat in Nederland, op een kleine uitzondering na, niet aan de orde is, is dat der energie-opwekking door waterkracht. Daar waar het water 's nachts door goedkope elektrische energie teruggepompt kan worden, wordt de detailwaterhuishouding nog gekompliceerder.

Bij projekten van enige omvang zijn veelal meerdere belangen in het geding. Soms kan, door de aanleg van werken en de wijze van manipuleren met die werken, de waterhuishouding zodanig worden ingericht, dat deze belangen gelijktijdig worden gediend. In andere gevallen zal een zo goed mogelijk compromis moeten worden gezocht.

Enkele opmerkingen mogen hier niet achterwege blijven. In de eerste plaats deze: in het voorgaande is zowel gesproken over de afvoer van een teveel aan water als ook over de aanvoer van water. Bij de realisering van projekten op het terrien van de waterhuishouding gaat het steeds om hoeveelheden water of debieten en de daarmee samenhangende waterstanden. De bepaling hiervan is een gewichtige zaak. Ze dient enerzijds te steunen op een frequentieanalyse, anderzijds op een verantwoorde keuze van de ontwerpfrequentie, welke keuze afhankelijk is van de doelstelling. Het is geen zeldzaamheid dat de stoot tot de uitvoering van een projekt, al of niet onder druk van de

publieke opinie, wordt gegeven door het voorkomen van een overstroming, een nat jaar of een zeer droog jaar of een snelle opeenvolging van zulke gebeurtenissen. Hoe zeer dit ook ten gunste kan zijn van de totstandkoming van zulke projekten, men mag nimmer uit het oog verliezen dat ook na de totstandkoming daarvan natte of droge tijden kunnen voorkomen met kansen van voorkomen kleiner dan de ontwerpfrequentie, zodat dan niet of niet ten volle aan de wensen voldaan kan worden.

De tweede opmerking betreft de, niet beoogde, beïnvloeding van de waterhuishouding als gevolg van verdichting van oppervlakken zoals door urbanisatie en bij de aanleg van wegen en vliegvelden, als gevolg van ontgronding en als gevolg van ontbossing. Deze ingrepen kunnen noodzaken tot werken of maatregelen tot herstel of zelfs verbetering van de waterhuishouding.

Als bronnen voor de wateronttrekking staan ons in het algemeen ter beschikking grondwater en oppervlaktewater; het oppervlaktewater al of niet na opslag in reservoirs, spaarbekkens of in de bodem. Zoals in elke huishouding geldt ook in de waterhuishouding dat waar de middelen, het water, schaars zijn tot een zuinig gebruik of zelfs hergebruik zal moeten worden overgegaan. Dit geldt voor de afzonderlijke industrie die zich, ter beperking van het waterverbruik, kan toeleggen op waterbesparende produktiemethoden en kan overgaan tot recirculatie binnen het bedrijf of interne recirculatie. Het geldt evenzeer op grotere schaal waarvoor men de term externe recirculatie zou kunnen bezigen. Externe recirculatie vindt in feite reeds plaats wanneer een aantal bedrijven of bevolkingscentra achtereenvolgens water aan een zelfde rivier onttrekken en het na gebruik wederom daarin lozen. Een voorbeeld behoeft ik nauwelijks te noemen. Het is duidelijk dat deze wijze van recirculatie alleen dan mogelijk is als elke gebruiksfase wordt gevolgd door een voldoende mate van zuivering. Het komt ook voor dat water na gebruik en zuivering aan de bodem wordt toegevoegd, zij het eerst na het treffen van de nodige technische voorzieningen. Zo wordt reeds in een aantal kustgebieden ter wereld afvalwater in de bodem gepompt teneinde daarmee een barrière te vormen en in stand te houden tegen verzilting van het grondwater bij toenemende grondwaterwinning. Het komt ook reeds voor dat in de bodem teruggevoerd water wederom voor men-

selijke konsumptie aan de bodem wordt onttrokken. Om psychologische redenen wordt dan veelal gesproken van vernieuwd, verjongd of geregenereerd water. Voorbeelden hiervan vinden we in Zuid-Californië. In Israël worden voorbereidingen getroffen voor hergebruik van stedelijk afvalwater dat na een voorbehandeling tot infiltratie zal worden gebracht en vervolgens aan de bodem zal worden onttrokken.

Het water dat in de landbouw wordt verbruikt verdampt en komt dus niet voor hergebruik ter beschikking. De besparing moet hier worden gevonden in beperking van de verliezen door wegzijging in de bodem en door verdamping tijdens het transport, in een geschikte keuze van gewassen en in toepassing van waterbesparende irrigatietechnieken. De wegzijgingsverliezen uit open leidingen kunnen worden beperkt door bekleding van die leidingen. Door toepassing van gesloten leidingen worden tevens de verdampingsverliezen tijdens het transport teniet gedaan. Het ligt voor de hand dat grotere waterbesparingen geëffectueerd zullen worden naarmate de noodzaak daartoe groter wordt en ook naarmate de mogelijkheden daartoe ruimer worden zoals door toepassing van kunststoffolies respectievelijk kunststofleidingen. Als modern voorbeeld van een waterbesparende irrigatietechniek kan de in Israël toegepaste druppelirrigatie worden genoemd. Daarbij wordt het water, soms zelfs met daarin opgeloste kunstmeststoffen, toegevoerd door over de oppervlakte uitgelegde plastic slangen voorzien van gaatjes ter plaatse van de planten.

Uit het voorgaande moge duidelijk zijn geworden dat de beschikbaarheid van water, door de mogelijkheid tot toepassing van tal van kunstgrepen, een rekbaar begrip is geworden. In hoeverre deze kunstgrepen zullen moeten worden toegepast moet evenwel van geval tot geval worden afgewogen tegen het alternatief van wateraanvoer van verre, waar het mogelijk in ruimere mate voorhanden is.

Bij dit alles heb ik mij tot dusver beperkt tot de conventionele bronnen van zoet water, het zoete grondwater en het zoete oppervlaktewater. Dit betoog zou onvolledig zijn als daarnaast niet de niet-conventionele bronnen werden aangestipt. Als zodanig zijn te noemen ontzouting van zout en brak water, maar evenzeer de kunstmatige opwekking van regen en de

kunstmatige reductie van verdampingsverliezen van water- en landoppervlakken.

Over ontzouting wordt veel geschreven, zowel in vakkringen als door leken. Naar gelang de gezichtskring van de auteur varieert de mening ten aanzien van de toepassing van ontzouting in de toekomst van zeer optimistisch tot zeer pessimistisch. Voor aride gebieden liggen de kaarten inderdaad anders dan voor humide gebieden. Ook de, al of niet vermeende, beschikbaarheid van goedkope energie is van grote invloed op de meningen over de toekomst van de ontzouting. Zo is het bijvoorbeeld denkbaar dat de voor ontzouting benodigde energie geleverd kan worden door verbranding van stedelijk afval, waardoor twee doelen tegelijk kunnen worden gediend. Ook het vrijkomen van bijprodukten als zouten kan van belang zijn. Hieruit volgt dat verschillende procédés van ontzouting perspectieven kunnen bieden onder verschillende omstandigheden. Van geval tot geval zal onder ogen moeten worden gezien hoe de verhoudingen liggen. Daarbij dient men tevens, afhankelijk van de kwaliteit van het voor ontzouting beschikbare ruwe water en van de bestemming van het te produceren zoete water, de vereiste mate van voor- en nabehandeling in de beschouwing te betrekken.

Hoe het zij, de grootste ontzouter is en blijft stellig de natuur zelf. De huidige produktie van zoet water door ontzouting verhoudt zich tot de natuurlijke verdamping van zeewater ongeveer als een druppel tot een emmer. Door toename van de waterbehoefte enerzijds en verdere ontwikkeling van de ontzoutingstechnieken anderzijds groeit deze druppel wellicht tot een vingelhoed vol. Maar vervolgens zal een andere beperkende faktor haar invloed doen gelden, en wel die van het transport dat vereist is om meer landinwaarts gelegen gebieden te voorzien van aan de kust geproduceerd zoet water.

Hier zij nog vermeld dat de perspectieven voor ontzouting ten behoeve van de drink- en bedrijfswatervoorziening in Nederland thans worden bestudeerd door een daartoe ingestelde commissie. Als bronnen van ruw water worden zowel brak als zout grond- en oppervlaktewater bestudeerd.

Ten slotte moge worden aangestipt dat ontzouting ook kan worden aangewend als derde fase van waterzuivering, als het erom gaat afvalwater terug te winnen.

De tweede niet-conventionele bron is die van de kunstmatige opwekking van regen door het uitstrooien, uit vliegtuigen of helikopters, van condensatiekernen in wolken. Deze techniek is onder meer in India en in Israël met succes toegepast. Voorwaarde is evenwel de aanwezigheid van wolken.

Kunstmatige reductie van de verdampingsverliezen van een wateroppervlak kan worden bewerkstelligd door het aanbrengen van een monomoleculaire film van een vette alcoholverbinding op het wateroppervlak. Hoewel hiermee bij experimenten op diverse plaatsen in de wereld bemoedigende resultaten zijn verkregen zullen er nog een aantal praktische problemen moeten worden opgelost alvorens economisch verantwoorde toepassing op praktijkschaal mogelijk wordt.

De beschikbare hoeveelheid water in aride gebieden kan vergroot worden door de oppervlakteafvoer in onbegroeide gebieden te doen toenemen ten koste van infiltratie en de daarop volgende verdamping. Dit kan worden bereikt door verdichting van het oppervlak bijvoorbeeld door chemische behandeling. Experimenten hebben reeds veelbelovende resultaten opgeleverd.

Bij de snelle ontwikkelingen die zich in het huidige bestel van onze samenleving voltrekken geldt meer dan ooit de noodzaak tot vooruitzien en tot het opmaken van plannen op langere termijn opdat alle nog uit te voeren voorzieningen harmonisch passen in de makrostructuur van de waterhuishouding in de toekomst. De grondslag daarvan zal moeten worden gevormd door een inventarisatie van huidige en toekomstige eisen en behoeften naast een raming van de capaciteit van de huidige en de potentiële bronnen van waterwinning. Deze bronnen dienen gereserveerd en veilig gesteld te worden. Wettelijke regelingen zijn daartoe onontbeerlijk. Diverse landen hebben dit reeds ingezien en zich er toe gezet basisplannen samen te stellen voor de gehele waterhuishouding of voor het watervoorzieningsaspect daarvan. Dit geldt voor de ons omringende landen België, Duitsland, Engeland en Frankrijk en vele anderen. Ook in ons land wordt in opdracht van onze minister van Sociale Zaken en Volksgezondheid hard gewerkt aan de opstelling van een basisplan voor de watervoorziening van bevolking en industrie, passend in het totaalbeeld van de waterhuishouding van

Nederland waarvoor onze minister van Verkeer en Waterstaat verantwoordelijk is.

Vermeldenswaard is ook de aktiviteit die op het terrein van de waterhuishouding aan de dag wordt gelegd door diverse organen van internationale samenwerking, zoals de Organisatie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling te Parijs en de Economische Commissie voor Europa van de Verenigde Naties te Genève, welke laatste onlangs een orgaan voor waterhuishouding en waterverontreinigingsvraagstukken heeft ingesteld.

Elk basisplan en elk projekt op het gebied van de waterhuishouding zal, voor wat de bronnen en de uitgangstoestand betreft, moeten steunen op een analyse van hydrologische gegevens in de bestaande situatie. Maar hoe onontbeerlijk gegevens ook zijn, alleen met kennis van zaken kan daaruit worden afgeleid tot welke effecten onze ingrepen zullen leiden. Ten aanzien van beiden, de gegevens zowel als de kennis, liggen er nog grote werkterreinen braak. Het is dan ook verheugend dat UNESCO, de wetenschappelijke en kulturele organisatie van de Verenigde Naties, het initiatief heeft genomen tot het hydrologisch tienjarenplan dat in 1965 is gestart. Terzijde zij vermeld, dat het bij het einde van dit tienjarenplan in 1974 ongeveer drie eeuwen geleden zal zijn dat de Franse fysici PERRAULT en MARIOTTE de grondslag legden voor de hydrologie. Het hydrologisch tienjarenplan behelst zowel een programma van normale hydrologische waarnemingen, waartoe over de gehele wereld nieuwe hydrologische waarnemingsstations zijn ingericht, als ook fundamenteel onderzoek in vele landen en voorts de opleiding van hydrologen. Ten aanzien van dit laatste punt prijzen wij ons gelukkig dat in samenwerking met onze hogeschool een Internationale Cursus voor Hydrologen in Delft is gevestigd.

Aangekomen bij de hydrologie zou ik thans enkele ogenblikken willen wijden aan enige recente ontwikkelingen van deze wetenschap en de daarbij ten dienste staande methoden van onderzoek.

Voor het verzamelen van hydrologische gegevens zijn in recente tijden diverse nieuwe technieken tot ontwikkeling gekomen, zoals het gebruik van radio-aktieve merkstoffen ter

bepaling van de grootte van rivier- en beekafvoeren en voor het vervolgen van water dat door de ondergrond tot afstroming komt en voorts het gebruik van de neutronen-sonde ter bepaling van de waterberging in de vorm van bodemvocht.

Luchtfoto's kunnen ons veel leren over de kondities van het aardoppervlak die van belang zijn voor de processen van infiltratie en afstroming van neerslag en voor de verdamping. Als jonge loot aan de stam van luchtfotografie zijn de zogenaamde „remote sensing”-technieken in opkomst, waartoe onder meer de infrarood-fotografie behoort. Deze technieken vinden hun oorsprong veelal in militaire toepassingen en de ruimtevaart. De hierdoor ontstane en nog te ontwikkelen mogelijkheden tot het verkrijgen van informatie ter aanvulling van hydrologische kennis verdienen de aandacht.

Het onderzoek in kleine zogenaamde experimentele stroomgebieden is gaande op vele plaatsen in de wereld, zo ook op enige plaatsen in ons land. Het verdiept ons fundamenteel inzicht in het proces van neerslag en afstroming over het aardoppervlak en door de doorlatende lagen van de bodem, onder uiteenlopende kondities van topografie, bodemgesteldheid en klimaat. Dit is van uitermate groot belang omdat we toch eigenlijk moeten erkennen dat de relatie tussen neerslag en afvoer en in het bijzonder de grootte van de tijdelijke en blijvende waterverliezen tot de onderontwikkelde terreinen van de hydrologie behoren.

Met de intrede van de computer is de parametrische hydrologie, ook wel aangeduid als fysische, dynamische, deterministische of analytische hydrologie, tot ontwikkeling gekomen. Daarbij wordt een stroomgebied beschreven als een mathematisch-fysisch model van parallel en in serie geschakelde reservoirs en kanalen met zodanige bergings- en afvoer karakteristieken dat waargenomen afvoergolven op welhaast volmaakte wijze kunnen worden gerekonstrueerd. Het is niet verwonderlijk dat de hydroloog die zich op dit terrein begeeft weldra in wiskundig gezelschap verkeert. Voor praktische toepassing doet zich evenwel nog de moeilijkheid voor van de kennis van de verliezen die onder uiteenlopende omstandigheden van stroomgebied en klimaat van de bruto neerslag moeten worden afgetrokken om tot de netto neerslag te komen. Bovendien ontbreekt nog de relatie tussen eerder genoemde bergings- en afvoer karakteris-

tieken en de eigenschappen van de stroomgebieden in werkelijkheid. Toch lijken de mathematisch-fysische modellen aantrekkelijker dan de door sommige onderzoekers gebezigde zuivere mathematische modellen, waarbij elke relatie met het fysisch gebeuren ontbreekt.

Naast de parametrische hydrologie mag de stochastische hydrologie niet onvermeld blijven als moderne ontwikkeling. Daarbij treffen hydroloog en statisticus elkaar. De stochastische hydrologie maakt deel uit van de statistische hydrologie. En wel gaat het hierbij met name om de opeenvolging van hydrologische waarnemingen.

Sprekende over hydrologie heb ik mij tot dusver in hoofdzaak bepaald tot de hydrologie van het oppervlaktewater. Thans zou ik enkele ogenblikken willen stilstaan bij de hydrologie van het grondwater, de geo-hydrologie. Het regiem van het water in de bodem wordt uiteraard en in hoge mate bepaald door de opbouw van het systeem, waarin het water zich bevindt en beweegt, de bodem. Dit systeem kan van plaats tot plaats zeer sterk verschillen. In eigen land zijn we zeer vertrouwd met een bodem opgebouwd uit sedimenten, maar elders hebben we veelal te doen met rotsbodem waarin het water zijn weg kan vinden door een labyrint van grotere en kleinere spleten of, weer elders, met kalksteen waarin door oplossing grillig gevormde stroomkanalen zijn ontstaan. Deze opsomming is geenszins volledig, maar beoogt slechts aan te geven hoezeer het noodzakelijk is het systeem te leren kennen, teneinde te kunnen bevroeden hoe de weg van het water kan zijn en hoe snel deze weg afgelegd kan worden. Informatie door de geoloog is hierbij onontbeerlijk, evenals kwantitatieve gegevens omtrent de doorlatendheden en weerstanden van de bodem, zoals onder meer uit pompproeven kunnen worden afgeleid. Behalve het systeem is ook de inhoud van het systeem van groot belang, te weten de aanwezigheid van zoet en zout grondwater of, meer in het algemeen, de chemische samenstelling van het grondwater. Onze kennis van de geohydrologie is evenwel eerst volledig als ook de mate van aanvulling door de neerslag en de relatie met het oppervlaktewater, drainerend of infiltrerend, bekend zijn. Daartoe zijn waterbalansstudies en grondwaterstandwaarnemingen vereist.

Na deze opsomming moet worden geconstateerd dat bij de

behandeling van geohydrologische vraagstukken het knelpunt zeker niet ligt bij een tekort aan fundamentele kennis van de grondwatermechanica en de mathematische behandeling daarvan. Het inzicht in de onderlinge relatie van zoet en zout grondwater behoort nog tot de verworvenheden van deze eeuw en het einde van de vorige eeuw. Veeleer ligt het knelpunt bij de kennis van het systeem in werkelijkheid, de bodem, en de inhoud daarvan. Boringen, aangevuld met pompproeven, kunnen ons veel leren, maar ze zijn kostbaar. Het aantal boringen kan derhalve vrijwel altijd en overal slechts beperkt zijn. Het is daarom verheugend, dat in het bijzonder sedert de vijftiger jaren, de toepassing en nadere ontwikkeling van geofysische methoden voor geohydrologisch onderzoek op gang is gekomen. De geofysische opsporingsmethoden waren eerder tot ontwikkeling gekomen ten behoeve van de exploratie van erts en olie. In vele landen, waaronder het onze, wordt de geo-elektrische methode van onderzoek met succes toegepast, terwijl onder bepaalde omstandigheden ook seismisch en gravimetrisch onderzoek nuttige aanwijzingen kunnen geven. Geofysisch onderzoek is, in vergelijking tot boringen goedkoop en kan snel worden verricht. Met nadruk dient erop gewezen te worden dat het geofysisch onderzoek de boringen nimmer kan vervangen, maar slechts aanvullen. Het aantal boringen kan evenwel gereduceerd worden en de plaats daarvan kan effectiever worden gekozen. De ontwikkeling van geofysisch boorgatonderzoek voor geohydrologische doeleinden is nog in volle gang. Door het meten van de grootte van een aantal fysische eigenschappen van de bodem worden elkaar aanvullende gegevens verkregen die steeds minder twijfels openlaten voor een juiste geohydrologische interpretatie.

Voorts mag niet onvermeld blijven het thermisch onderzoek van de bovenste aardlagen waardoor kwelzones kunnen worden gelokaliseerd.

Werd bij de hiervoor genoemde methoden van geohydrologisch onderzoek reeds het terrein van de fysicus betreden, eens te meer geldt dit voor de ouderdomsbepaling van water door isotopenonderzoek. Uit de ouderdom van het grondwater kunnen konklusies worden getrokken omtrent de herkomst van het water en de mate van aanvulling van het grondwater door de neerslag.

Gezien de tijd die ons is bemeten moeten we het voor wat het vakgebied betreft hierbij laten. Gaarne zou ik nog enkele woorden willen wijden aan de taak die mij is opgedragen en met de vervulling waarvan inmiddels een aanvang is gemaakt.

Het belangrijkste aspekt van mijn taak is het toerusten van jonge mensen met die kennis en dat inzicht dat is vereist voor een goede beoefening van het vak waterhuishouding. De vraag naar hydrologisch geschoolde civiel-ingenieurs is reeds groot en neemt nog steeds toe. Zowel in eigen land als in de veel wijdere wereld van ontwikkelingslanden wachten grote taken voor degenen aan wie ik mijn kennis mag overdragen. Gaarne zal ik omgekeerd mijn kennis verrijken en vernieuwen met de ervaringen die zij weer zullen opdoen.

Naast en ter ondersteuning van mijn onderwijstaak hoop ik, zowel door het verrichten als door het stimuleren van onderzoek, bij te dragen tot de verdere ontwikkeling van de hydrologie. Ondanks de stroomversnelling waarin zij zich thans bevindt staat de hydrologie nog slechts aan het begin van haar ontwikkeling en vormt als zodanig een uitdaging voor beoefenaars van en docenten in deze wetenschap. Het totstandkomen van proefschriften die wezenlijk bijdragen tot de verdieping van onze kennis zal ik dan ook van harte stimuleren.

Aan het einde van mijn betoog past mij allereerst een woord van oprechte dank aan Hare Majesteit de Koningin die mij heeft willen benoemen tot gewoon hoogleraar in de waterbouwkunde.

Mijne Heren Curatoren van deze Technische Hogeschool,

Voor het vertrouwen dat u, blijkens uw voordracht, in mij stelt ben ik u zeer erkentelijk. Ik zal mij geheel inzetten om de mij toevertrouwde taak naar beste vermogen te vervullen.

Mijne Heren Leden van de Senaat,

Het is mij een voorrecht in uw midden te worden opgenomen. De persoonlijke kontakten die ik reeds met enkelen uit uw grote

aantal mocht hebben, hebben mij getuigd van uw grote collegialiteit. Gaarne zal ik op eigen wijze tot de goede collegiale sfeer bijdragen.

Mijne Heren Hoogleraren en Lectoren van de Afdeling der Weg- en Waterbouwkunde.

Het is een wonderbare ervaring te worden opgenomen in uw gezelschap, waarvan enkelen nog mijn leermeesters zijn geweest. De prettige wijze waarop u mij bent tegemoetgetreden heeft mij de baan geëffend tot het onderhouden van de kontakten waartoe onze vakgebieden leiden. Ik hoop het mijne bij te dragen tot continuering van de goede verstandhouding die onze afdeling sinds jaar en dag kenmerkt.

Waarde Volker,

Dat ik mij afzonderlijk tot u richt vindt zijn oorzaak in de wonderlijke loop van het leven. Slechts vijftien maanden nadat ik de, onder uw leiding staande, Dienst voor de Waterhuishouding van Rijkswaterstaat had verlaten troffen wij elkaar hier weer. Ik meen dat de mogelijkheden die u mij heeft geboden tot ont-plooiing in onderzoek, onderwijs en technische missies in het buitenland hier mede aan ten grondslag liggen.

Waarde Mostertman,

Onze kontakten gaan terug tot de eerste jaren van het bestaan van de onder uw leiding staande Internationale Cursussen, alhier. Al docerende in deze cursussen heb ik ervaren dat de docent daarvan zeker zoveel leert als de student. Voor de mij door u geboden mogelijkheden dank ik u vanaf deze plaats. De uitwisseling van kennis binnen uw instituut zal ik gaarne continueren.

Waarde Koefoed,

Deze gelegenheid roept bij mij aangename herinneringen op aan de promotie tot doctor in de technische wetenschap die ik onder uw leiding aan deze hogeschool heb mogen volbrengen.

Waarde Huisman,

Ik voorzie dat onze reeds lang bestaande kontakten nog zullen groeien op het vlak waar gezondheidstechniek en waterhuishouding elkaar ontmoeten, dat is daar waar waterkwaliteit en -kwantiteit aan de orde komen. Ik verheug me daarop.

Dames en Heren Leden van de Wetenschappelijke, Technische en Administratieve Staven.

Zoals een goede waterhuishouding slechts mogelijk is bij een juiste bediening van de kunstwerken, zo is ook een goede opleiding van waterbouwkundige ingenieurs slechts gewaarborgd bij een juist samenspel van en met de wetenschappelijke, technische en administratieve begeleiders van de stroom van ingenieurs in opleiding. De hulpvaardigheid die ik van een aantal uwer reeds heb mogen ondervinden geeft mij de verzekering dat dit samenspel inderdaad aanwezig is.

Geachte van Rooijen,

Ruim anderhalf jaar geleden aanvaardde ik mijn leidinggevende taak bij het opstellen van de basisplannen voor de toekomstige watervoorziening voor bevolking en industrie door het onder uw directie staande Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening. U noch ik konden toen vermoeden dat onze samenwerking van zo korte duur zou zijn. Alvorens het ambt van gewoon hoogleraar te aanvaarden heb ik mij terdege afgevraagd of ik mijn boeiende post bij uw instituut daarvoor wel zou verlaten. Voor de ruime opvattingen waarvan u blijk gaf toen dit toch het geval was ben ik u zeer erkentelijk. Moge het resultaat van mijn huidige werk in een verdere toekomst en op ruimere schaal ten goede komen aan de openbare watervoorziening van ons land.

Dames en Heren, Medewerkers bij het Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening,

Voor de prettige samenwerking die ik van een ieder uwer heb mogen ondervinden ben ik u ten zeerste dankbaar. Aan uw fascinerende taak zult u zeker nog veel arbeidsvreugde beleven.

Dames en Heren Studenten,

De traditie wil dat ik mij het laatst tot u richt. Met plezier zal ik mij inzetten om u te onderwijzen in de waterhuishouding en de hydrologische grondslagen daarvan. Velen uwer zullen ongetwijfeld een werkterrein vinden in de ontwikkelingslanden. Mijn streven zal er dan ook op gericht zijn om u naast inzicht in de fundamentele aspecten een zo breed mogelijk overzicht van het vakgebied te geven, dus ook voor andere klimaten en bodemgesteldheden dan in ons kleine land. Degenen onder u die zich de moeite getroosten om zich serieus in dit vak te verdiepen kan ik verzekeren dat hun moeite ruimschoots beloond zal worden door de voldoening van de praktijk of het onderzoek waarin zij zich zullen begeven.

Ik dank u voor uw aandacht.