

Onderzoek naar de oorzaak van te lage grondwaterstanden in stedelijk gebied

Den Haag centrum

In het centrum van Den Haag bleek bij het vooronderzoek voor de renovatie van enige monumenten en andere oude panden dat de houten paalfunderingen ernstig waren aangetast. Daarnaast traden verzakkingen op bij op staal gefundeerde panden.

Meting van de grondwaterstand en de hoogte van de bovenzijde van het funderingshout toonde droogstand van het funderingshout van de panden aan.



IR. N. BORREMAN
Wareco
Amsterdam

Samenvatting

De gevolgen van verlaging van de grondwaterstand in oude woonwijken zijn algemeen bekend. Droogstand van houten paalfunderingen leidt tot aantasting van het funderingshout (paalrot). In zettingsgevoelige gebieden zal maaiveldsaling optreden, waardoor sneller moet worden opgehoogd en wegen frequenter moeten worden onderhouden. Bovendien kan door toename van negatieve kleeft op funderingspalen de fundering worden overbelast.

Het is daarom zaak de oorzaak van verlaging van de grondwaterstand op te sporen en maatregelen te treffen. In twee onlangs afgeronde studies in Gouda en Den Haag bleek lekkage van het rioolstelsel de oorzaak te zijn van grondwaterstandsverlaging en de bijbehorende schade. Veel riolen in Nederland verkeren in slechte staat en lekken, waardoor de grondwaterstand wordt verlaagd. De overeenkomst tussen de gevallen in Gouda en Den Haag is, dat de lekkage niet met (video-)inspectie kon worden vastgesteld. Met een geohydrologisch onderzoek bleek de oorzaak van de lekkage te kunnen worden bewezen en de hoeveelheid lekwater te kunnen worden geschat. In Gouda werd de te verwachten grondwaterstand na reparatie van de lekkage berekend. Berekend werd dat na reparatie van de riolering aanvullende maatregelen noodzakelijk zouden zijn.

De grondwaterstand bevond zich plaatselijk meer dan een meter beneden het peil van het nabij gelegen open water. De meest voor de hand liggende oorzaak van de lage grondwaterstand was lekkage van het nabij gelegen diepe transportriool: een betonnen buis 1000 x 1500 mm in het Buitennom, uitmondend in een gemetseld riool circa 2000 x 2000 mm in de Prinsegracht en de Lijnbaan.

De grondwaterstand bij de riolering was echter aanzienlijk hoger dan het water-niveau in de riolering.

Het riool kon door de grote afmetingen visueel worden geïnspecteerd.

Volledig leegzetten van de buizen was echter alleen met een ingrijpende omleiding van het rioolwater mogelijk.

Uit de inspectie van het voor ongeveer een vijfde deel gevulde riool bleek nauwelijks lekkage op te treden. De kap van de betonnen rioolbuis was aangetast maar alleen bij de naden trad plaatselijk enig grondwater naar binnen.

Deze lekkage was te klein om de oorzaak te kunnen zijn van de grondwaterstandsverlaging. Het gemetseld riool had geen zichtbare lekkage.

Besloten werd een geohydrologisch onderzoek uit te voeren met de bedoeling

de oorzaak van de lage grondwaterstand vast te stellen en een oplossing aan te dragen.

Bodemopbouw

Op basis van bestaande gegevens en aanvullende grondboringen werd de bodemopbouw beschreven.

In afb. 1 is de gemiddelde bodemopbouw van het gebied opgenomen.

Het zand van maaiveld (circa 0,80 m +NAP) tot 5 m -NAP is goed doorlatend en vormt het eerste watervoerend pakket.

Het op veel plaatsen afgegraven Hollandveen kan ten behoeve van de geohydrologische schematisatie worden verwaarloosd.

Op de meeste plaatsen in Den Haag vormt het Basisveen een slecht water-doorlatende scheiding tussen het eerste en tweede watervoerend pakket. In diepe boringen in het gebied wordt het Basisveen echter niet aangetroffen.

De scheiding tussen het eerste en tweede watervoerend pakket wordt hierdoor gevormd door kleiige zeezanden op 5 tot 8 m -NAP.

Mogelijke oorzaken

Theoretisch waren de mogelijke oorzaken voor de lage grondwaterstand:

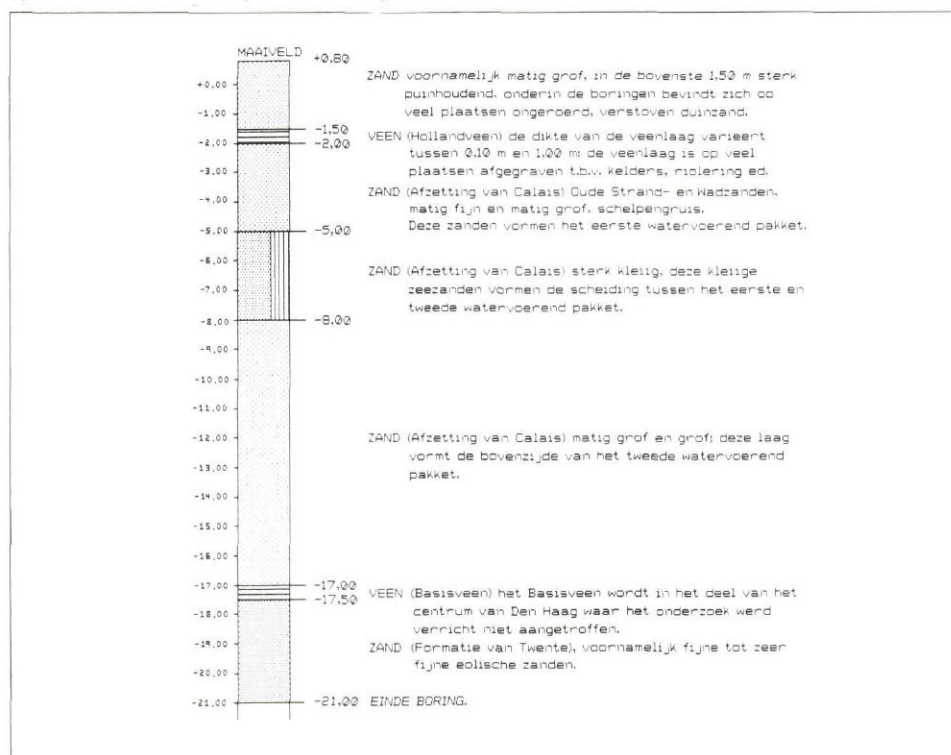
1. een (illegale) grondwateronttrekking,
2. inzijging van grondwater naar het tweede watervoerend pakket,
3. lekkage van de riolering.

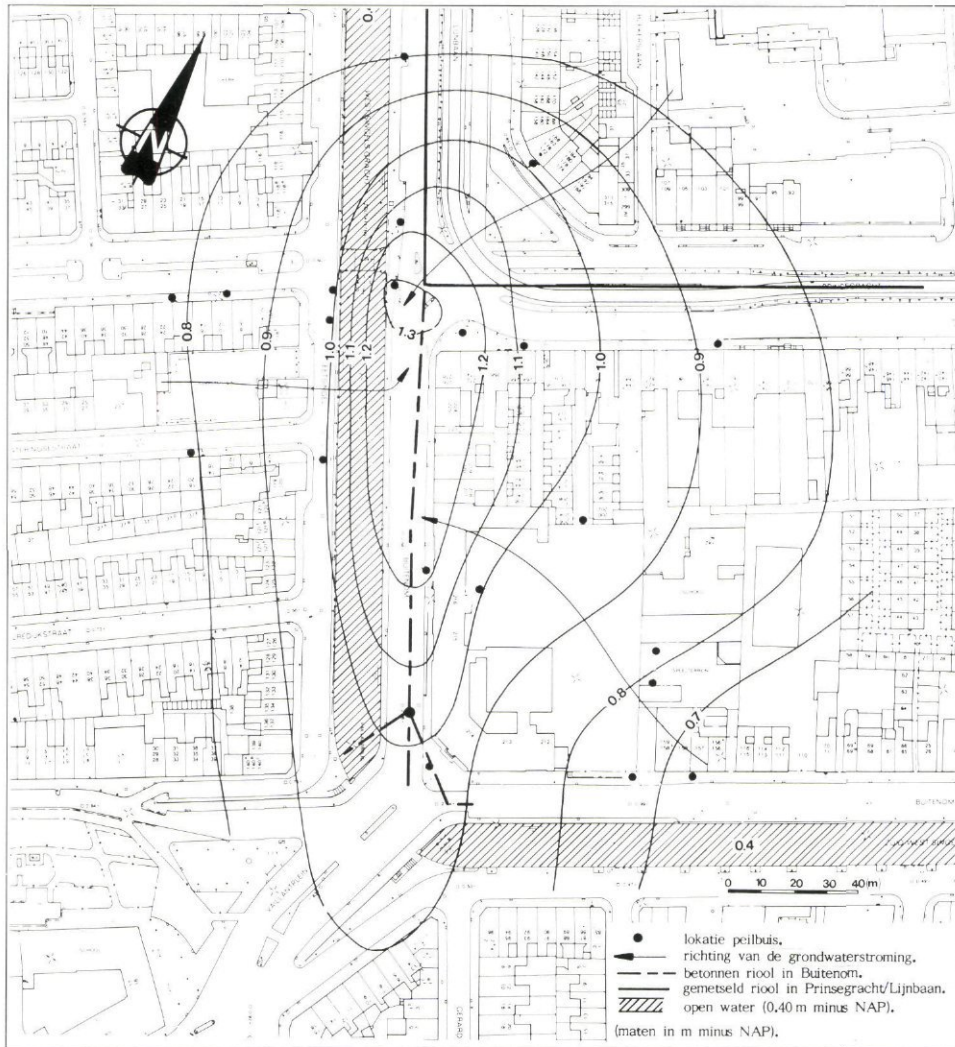
1. (illegale) Grondwateronttrekking

Er werd een peilbuizenet in het gebied geplaatst. Op basis van de grondwaterstandsmetingen werden isohypsenkaarten getekend (zie afb. 2).

Uit de isohypsenkaarten bleek de laagste grondwaterstand ter plaatse van de riolering voor te komen.

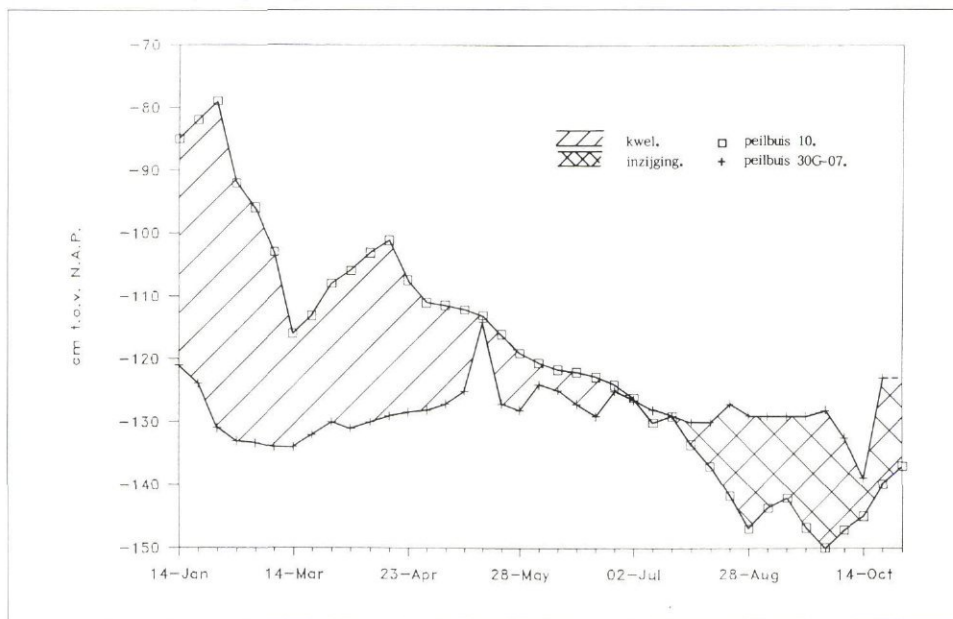
Afb. 1 - Gemiddelde bodemopbouw Den Haag-Centrum.





Afb. 2 - Isohypsenkaart 26 maart 1987 in het eerste watervoerend pakket.

Afb. 3 - Tijdstijghoogtelijnen van peilbuis 10 (eerste watervoerend pakket) en peilbuis 30G-07 (tweede watervoerend pakket) van januari tot november 1987.



Op basis van de isohypsenkaarten kon een (illegale) grondwateronttrekking als oorzaak van de lage grondwaterstand worden geëlimineerd.

2. Inzijing naar het tweede watervoerend pakket

De C-waarde van de waterscheidende kleiige zeezanden op 5 tot 8 m -NAP is sterk wisselend en klein. In de literatuur komen C-waarden van 100-300 dagen voor. De laag wordt in alle boringen en sonderingen in het gebied aangetroffen. De kleiige zeezanden worden niet door de diep gelegen riolering geperforeerd.

In afb. 3 zijn de tijdstijghoogtelijnen van een peilbuis in het eerste watervoerend pakket (boven de kleiige zeezanden) en een peilbuis in het tweede watervoerend pakket (onder de kleiige zeezanden) opgenomen. Uit deze afbeelding blijkt van januari tot juli een kwel op te treden en van juli tot november inzijsing.

De correlatie tussen beide meetreeksen blijkt gering te zijn ($r^2 = 0,013$).

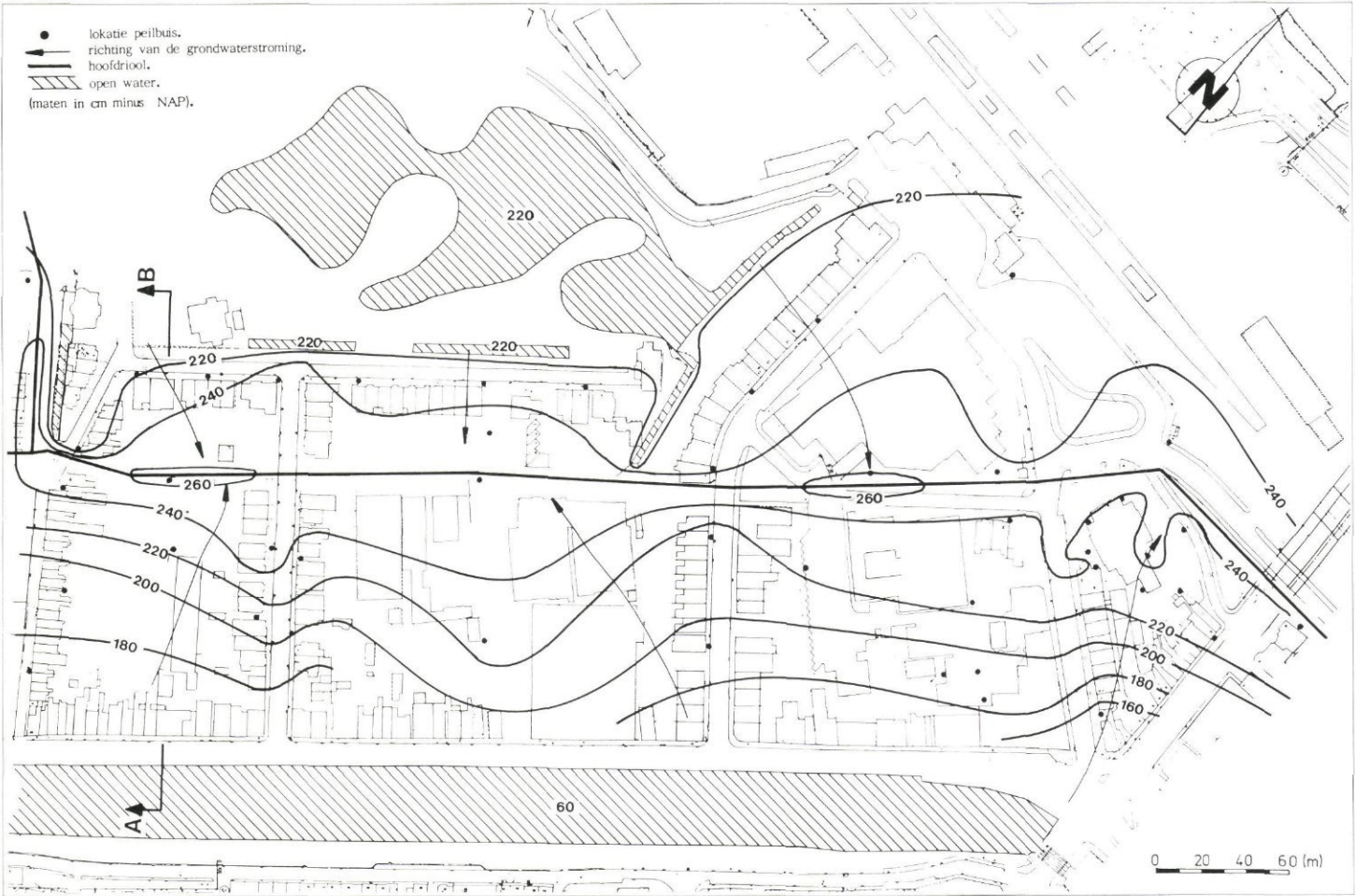
Op basis van bovenstaande werd geconcludeerd dat inzijsing van grondwater naar diepere watervoerende pakketten de extreem lage grondwaterstand niet veroorzaakt.

In een ongestoorde situatie (zonder te lage grondwaterstand) heerst in het gebied een inzijsingssituatie. Gezien de geringe weerstand van de waterscheidende kleiige zeezanden moet derhalve ook in ongestoorde situatie rekening worden gehouden met een lager freatische grondwaterpeil dan het peil van het open water.

3. Lekkage van de riolering

Door eliminatie van andere mogelijke oorzaken bleef lekkage van de riolering als enige oorzaak over. Uit het isohypsenpatroon kon worden geconcludeerd dat de lekkage in de betonnen riolbuis optrad, met het zwaartepunt ter plaatse van de aansluiting op het gemetselde riool. Met een stationaire berekening werd de totale lek op minimaal drie kubieke meter per uur berekend. Een dermate grote lekkage leek gezien de inspectie echter niet aannemelijk.

Op grond van bovenstaande resultaten, en gezien de plaatselijk vergevorderde aantasting van de bovenzijde van de riolbuis besloot de gemeente Den Haag de betonnen riolering te renoveren door het inbrengen van een binnenmantel. Vlak voor de renovatie was het mogelijk de geheel lege buis te inspecteren. Bij deze inspectie bleek inderdaad ernstige lekkage door een scheur van circa twee meter lengte aan de onderzijde van



Afb. 4 - Isohypsenaart 24 mei 1987.

de rioolbuis ter plaatse van de verdachte kruising. De grootte van de lek kon provisorisch worden gemeten met een maatbeker en een chronometer. De lek werd op grond van deze meting op circa 3,5 kubieke meter per uur geschat.

Gouda

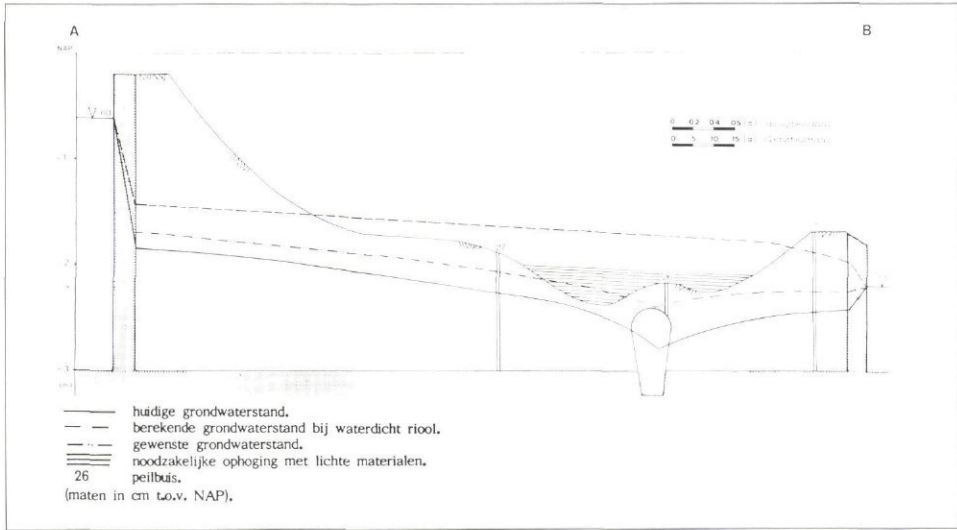
De bodem in de gemeente Gouda is zeer zettingsgevoelig als gevolg van dikke slappe veen- en kleilagen in de bodem. Naast aantasting van houten paalfunderingen heeft grondwaterstandsverlaging hierdoor in Gouda daling van het maaiveld tot gevolg. In het westelijk deel van de wijk Nieuwe Park in Gouda bleken zeer lage grondwaterstanden voor te komen. Het verdachte bemalen hoofddriool was echter slechts enige jaren geleden voor een groot deel voorzien van een kunststof binnenmantel. Video-inspectie van de leiding toonde geen ernstige gebreken aan.

Het geohydrologisch onderzoek had een vergelijkbare aanpak als in Den Haag. In afb. 4 is een isohypsenkaart van het gebied weergegeven. Hieruit werd geconcludeerd dat de riolering over de

hele lengte lek moest zijn. Gezien het niveau van het grondwater in de rioolsleuf werd vastgesteld dat niet noodzakelijkerwijs het hoofddriool maar de daarop aangesloten, veelal particuliere riolen lekten. Met een video-inspectie van het hoofddriool was vanzelfsprekend niet te zien of

een op het riool aangesloten leiding afvalwater of grondwater toevoerde. Ontgraving van een aantal particuliere aansluitingen toonde inderdaad ernstige lekkage aan. Lekkage van het rioolsysteem was in Gouda echter niet de enige oorzaak. Geconcludeerd werd dat door de vele

Afb. 5 - Profiel A-B (zie afb. 4).



bouwactiviteiten in een deel van de wijk het oppervlak onverhard terrein sterk is afgenomen. Het gevolg hiervan is dat een groter deel van de neerslag dan vroeger, rechtstreeks naar het riool wordt afgevoerd en niet meer naar het grondwater percoleert.

Een belangrijk vervolg van het onderzoek in Gouda betrof de effecten van reparatie van de lekkages.

De wijk wordt begrensd door twee evenwijdige waterlopen. Hierdoor kon de grondwaterstroming eenvoudig analytisch worden berekend met de formules van Dupuis.

Op grond van de berekeningen werd vastgesteld dat het volledig dichten van de lekkages in de rioolbuis ernstige wateroverlast tot gevolg zou hebben. Dit wordt geïllustreerd met de schematische doorsnede in afb. 5. Op grond van deze bevindingen zijn aanvullende maatregelen opgesteld in de vorm van:

- een drainage in de riolsleuf (eventueel met regelbaar drainageniveau);
- een drainage met regelbaar drainageniveau in een langs het gebied gelegen laaggelegen straat;
- ophogen van een aantal binnen-terreinen met lichte ophoogmaterialen.

Conclusie

In de praktijk blijkt dat met geohydrologisch onderzoek de oorzaken van te lagen grondwaterstanden goed kunnen worden vastgesteld. Vooral in die gevallen waar (video-)inspectie van verdachte riolen geen uitsluitsel geeft over lekkage of wanneer meerdere oorzaken van te lage grondwaterstanden een rol lijken te spelen.

Daarnaast kan het onderzoek uitsluitsel geven over de effecten van eventuele maatregelen. De gewenste grondwaterstanden kunnen worden vastgesteld en er ontstaat vooraf zicht op ongewilde neven-effecten van grondwaterstandsverhogende maatregelen.

• • •

Ontwikkelingssamenwerking resulteert in 'Manual on aquatic ecotoxicology'

In het kader van de ontwikkelingssamenwerking met India is begin dit jaar in nauwe samenwerking met TNO, DBW/RIZA, en DGM door het RIVM een cursus aquatische ecotoxicologie verzorgd in India. De duur van de cursus was ongeveer drie weken en er waren deelnemers (40 uit een totaal van 240 inschrijvingen) uit alle delen van India. De syllabus die door de docenten verzorgd was, is bijgesteld en herschreven en is thans uitgegeven in boekvorm (*Manual on aquatic ecotoxicology*). Dit 'Manual' is verdeeld in een aantal secties. De eerste sectie omvat enige algemene inleidingen. Ray en Vishwanathan geven de stand van zaken in India weer. Schönherr plaatste de Nederlandse inspanning in het bredere kader van de internationale samenwerking, nu vooral ook op het terrein van de milieuproblematiek en met het oog op het Brundtland-rapport. Kroes plaatst de ontwikkelingen in de risico-devaluatie gericht op de mens naast de ontwikkelingen in de ecotoxicologie. De samengang tussen blootstellingen van mens en milieu aan elementen uit het milieu worden er in zichtbaar gemaakt. Ten slotte is er een korte inleiding in de ecotoxicologie gericht op de volgende secties (De Kruijf).

In de tweede sectie, *Environmental Chemistry*, gaan Kramer en Bruggeman na een inleiding van Van de Meent in op fysische en chemische aspecten van zowel de stoffen als de aquatische omgeving. Vervolgens behandelen Van de Meent (uitwisselingsprocessen), Bruggeman (transformatieprocessen), Seth (biodegradatie) en Kramer (speciatie) enige belangrijke processen. In een drietal hoofdstukken gaat Van de Meent in op de principes van modellering, de actuele beschrijving van het gebruik van eenvoudige modellen en samen met Kramer op de toepassing van speciatie-modellen. Tenslotte is er een hoofdstuk over monsterneming en analyse (Kramer).

De derde sectie is gericht op 'Aquatic toxicology', waarbij in een tiental hoofdstukken alle belangrijke elementen in de aquatische toxicologie de revue passeren. Slooff gaat naast een algemene inleiding in op risico-evaluatie, Van Leeuwen behandelt naast shortterm en longterm testing de statistische evaluatie en samen met Hermens QSAR's. De Kruijf, De Zwart en Bruggeman behandelen

respectievelijk het classificeren van stoffen, multispecies testen en bio-accumulatie.

In een vierde sectie, *The field*, wordt een introductie gegeven in ecosystemen en ecotoxicologie (De Kock), ecologische en waterkwaliteitsdoelstellingen (De Kruijf) en sedimentverontreiniging (Van de Guchte en Van Leeuwen).

De vijfde sectie, *Monitoring*, omvat zowel theoretische aspecten (De Kruijf resp. Kramer) als meer praktische aspecten (verwoord in bijdragen door resp. De Zwart, Van de Guchte, De Kock en De Kruijf). Een bijdrage is vooral gericht op biomonitoring activiteiten in internationale kaders (Van de Guchte). In een drietal bijdragen geven enkele Indiase docenten hun ervaringen weer.

De zesde sectie omvat slechts één hoofdstuk en dat betreft een inleiding op project management (De Kruijf).

De zevende sectie, *Laboratory protocols*, betreft uitsluitend protocols opgesteld door de Indiase demonstrators (12 bijdragen), maar in vele gevallen ook bruikbaar in veel breder kader. De sectie wordt ingeleid door een bijdrage van dr. A. S. Murty.

In een slotsectie wordt een lijst met vervolgliteratuur verstrekt. Dit boek, dat noodzakelijkerwijs een zeer beknopt beeld geeft van alle elementen uit de aquatische ecotoxicologie, is bedoeld voor een breed publiek dat op een of andere wijze betrokken is bij waterverontreiniging.

De volledige titel enz. is: *Manual on aquatic ecotoxicology*, edited by H. A. M. de Kruijf, D. de Zwart, P. N. Viswanathan, and P. K. Ray; published by Allied Publishers Private Ltd., Delhi, 332 pages. Het boek zal vanaf januari verkrijgbaar zijn bij Kluwer Academic Publishers, Dordrecht en ongeveer f 60,- tot f 80,- gaan kosten. Nadere informatie is zowel daar verkrijgbaar als bij het RIVM (ondergetekende) of een der andere auteurs.

Zowel de cursus als de uitgave van dit boek (als onderdeel van deze cursus) zijn mede mogelijk gemaakt door het directoraat-generaal Internationale Samenwerking van het Ministerie van Buitenlandse Zaken (DGIS).

H. A. M. de Kruijf
RIVM