

Inrichting TCE-installatie pompstation Zeist

ontworpen dat het bed nog iets verhoogd kan worden.

Door de koolfilters na de reeds bestaande zuivering te plaatsen, is in het systeem nu ook een torenbeluchter ingebouwd, die diende om het gehalte aan kooldioxide te reduceren.

In de praktijk blijkt deze beluchter 50 % van het TCE uit het ruwe water te verwijderen, hetgeen dus een positieve invloed heeft op de looptijden en op eventuele hoge gehalten in de toekomst.

Daar slechts één torenbeluchter het TCE-houdende water verwerkt — de andere dient om het nog goede grondwater te beluchten en te ontzuren — blijkt dat afhankelijk van de windrichting en dergelijke de TCE-houdende lucht uit deze beluchter deels aangezogen wordt door de andere, waardoor een geringe toeneming van het TCE-gehalte in het nog goede water valt waar te nemen. Maatregelen om in deze situatie verbetering te brengen, zijn in voorbereiding.

Inleiding

In het vorige artikel is uitgebreid ingegaan op de proeven verricht onder supervisie van het WMN-laboratorium, om te komen tot een optimale verwijdering van trichlooretheen (TCE) uit het grondwater. Deze proeven resulteerden in een aantal specifieke gegevens, aan de hand waarvan een technisch ontwerp voor de installatie kon worden opgezet. Het bestuderen van deze gegevens, door een daartoe ingestelde projectgroep (tevens belast met de technische uitvoering van de installaties),



ING J. SPEYER
Waterleidingbedrijf
Midden-Nederland

leidde tot het onderzoek naar alternatieve ontwerpen, waaruit een keuze moest worden gemaakt. In de volgende hoofdstukken wordt nader ingegaan op deze alternatieven en de criteria, die bij de keuze zijn gehanteerd.

Specifieke gegevens

De projectgroep, waarin opgenomen de vakdisciplines Bouwkunde, Werktuigbouw en Elektrotechniek, beschikte bij de start van haar activiteiten over de volgende specifieke gegevens:

1. De filtratie te baseren op een capaciteit van 100 l/s (360 m³/h).
2. Filtratie over actief kool; met een filterbeddikte van 3,00 m, te verdelen over twee in serie geschakelde filtereenheden, elk met een beddikte van 1,50 m.
3. De maximale filtratiesnelheid is bepaald op 4,2 mm/s (15 m/h).
4. Gesloten filtratiesysteem.
5. Eenvoudige omschakeling van de volgorde van de in punt 2 genoemde filtereenheden. Bij het bereiken van een bepaalde verzadigingsgraad in het als eerste geschakelde filter, moet hierin het filtermateriaal worden vervangen en wordt deze filtereenheid als tweede in de serie geschakeld.
6. Er moet worden gerekend op het spoelen van de filtereenheden met water en lucht in verband met een mogelijke weerstandstoename als gevolg van afzetting van ijzer- en mangaanoxyden in het filterbed. De spoelwateraansluiting kan tevens worden gebruikt bij het vullen van het filter, alsook bij het leeghalen.
7. Er moet worden gerekend op een

vermoedelijke bedrijfstijd van de installatie van zeker 20 jaar.

8. Gegevens terzake filterbodem, aantal spoeloppotten, plaats en aantal monsterpunten.

Onderzoek naar alternatieven

Dit onderzoek richtte zich in hoofdzaak op een viertal onderwerpen, namelijk:

1. Het aantal van twee in serie geschakelde filtereenheden.
2. De vormgeving van het gebouw, waarin de installaties zijn ondergebracht.
3. Op welke plaats de actief-koolfiltratie moet worden ingepast in de bestaande installaties.
4. De routing van de kool. Hieronder wordt verstaan het geheel van activiteiten t.b.v. het vullen en leeghalen van filtereenheden, transport en reactivatie van de kool etc.

Resultaten, conclusies van het onderzoek naar alternatieven

1. *Het aantal van twee in serie geschakelde filtereenheden*

Uit de specifieke gegevens volgt, dat bij een capaciteit van 100 l/s en een maximale filtersnelheid van 4,2 mm/s, nodig is een totaal filteroppervlak van 24 m² voor de als eerste geschakelde filters en voor de als tweede geschakelde filters.

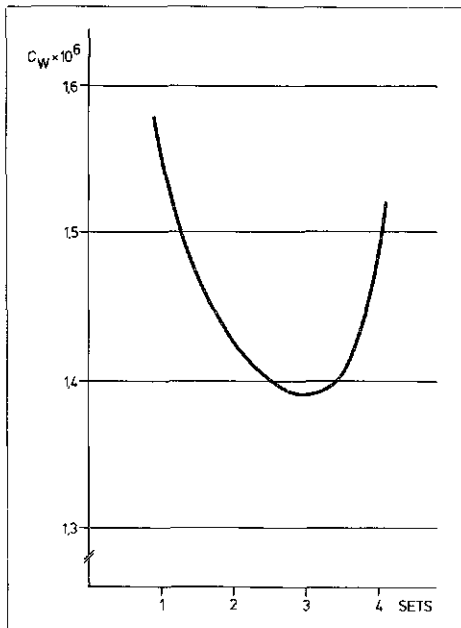
Het onderzoek werd bepaald op het vergelijken van 1, 2, 3 en 4 sets van elk twee in serie geschakelde filtereenheden, met een oppervlakte per eenheid van resp. 24, 12, 8 en 6 m².

Gekozen is voor het uitvoeren van de filtereenheden in staal (ketels) op grond van een grotere flexibiliteit van de installatie dan bij een betonconstructie. Bovendien, gelet op het tijdelijke karakter van het geheel, is een toepassing van stalen ketels elders, nadat de TCE verwijdering kan worden beëindigd, mogelijk.

Een kostenvergelijking tussen stalen ketels met een voor actief-koolfiltratie passende bekleding en ketels in roestvrijstaal ligt duidelijk in het voordeel van de stalen ketel. De investeringskosten, waaronder begrepen de ketels, leidingen, appendages etc. en de exploitatiekosten zijn, voor de in het voorgaande genoemde 4 mogelijkheden, berekend naar contante waarde. Het resultaat is in de afb. 1 en 2 aangegeven.

Uit deze afbeeldingen blijkt, dat 3 sets van elk 2 ketels, zowel qua investering als qua exploitatiekosten het meest aantrekkelijk is. De volgende factoren zijn eveneens bij de keuzebepaling betrokken:

— bedrijfsonderbreking a.g.v. het leeghalen en vullen van een ketel met kool;



Afb. 1 - Contante waarde investering.

- bedrijfsonderbreking i.v.m. het spoelen van een ketel;
- storingsmogelijkheden, zowel technisch als chemisch;
- flexibiliteit van de installatie.

De mogelijkheid met 1 of 2 sets kan, wanneer rekening wordt gehouden met deze factoren, aanleiding geven tot geheel of gedeeltelijk buiten werking stellen van de installaties. Ononderbroken bedrijf blijft, eventueel met een lagere capaciteit, mogelijk indien wordt gekozen voor 3 of 4 sets. De keuze is bepaald op 3 sets van twee filterketels, in hoofdzaak op grond van de laagste investerings- en exploitatiekosten.

2. Vormgeving van het gebouw.

In verband met het tijdelijke karakter van het gebouw met de installaties, is uitgaande van een aantal criteria, een keuze gemaakt uit 3 modellen (zie afb. 3a, b, c).

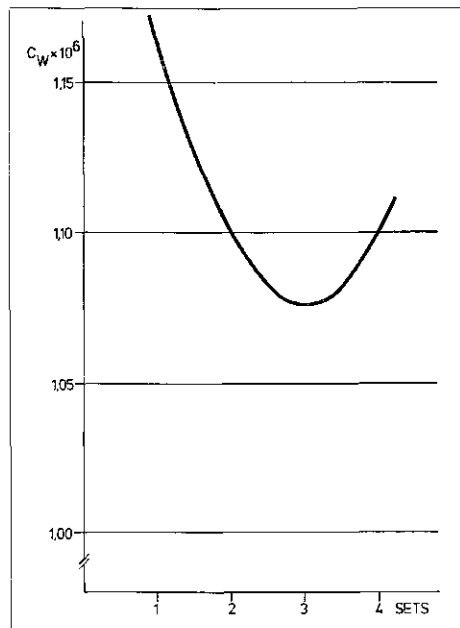
Afb. 3a - Een betonnen bak, waarin de installaties zijn ondergebracht, met een opbouw geheel in overeenstemming met de reeds bestaande gebouwen.

Afb. 3b - Als het eerste model, echter zonder opbouw.

Afb. 3c - De ketels plaatsen op een eenvoudige fundatie, de leidingen c.a. voor het grootste deel in de grond, de appendages bereikbaar.

Bij de keuzebepaling uit deze drie modellen zijn de volgende criteria gehanteerd:

- investeringskosten;
- de nodige bouwtijd;
- aanpassing aan de omgeving;
- werkomstandigheden bij het in bedrijf



Afb. 2 - Contante waarde exploitatie.

- zijn van de installaties;
- bereikbaarheid van de installaties;
- onderhoud aan installaties;
- onderhoud aan het gebouw;
- bescherming tegen invloeden van buiten;
- de mogelijkheid van het aanbrengen van wijzigingen;
- functioneren van de installaties.

Het is duidelijk, dat voor een aantal van deze criteria exacte cijfers zijn vast te stellen. Deze kunnen dan onderling worden vergeleken.

Voor een groot deel kunnen deze criteria echter slechts subjectief worden benaderd. Hierbij speelt heel duidelijk een rol het verschil in benadering vanuit de exploitatie-sector met die vanuit de nieuwbouw.

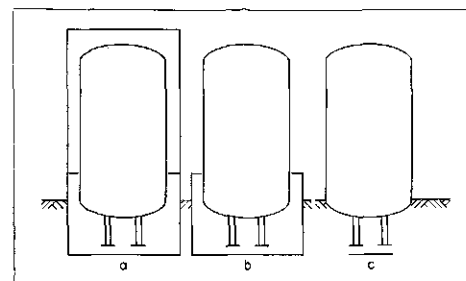
Uitvoerig zijn met de verschillende vakdisciplines en betrokken afdelingshoofden de criteria besproken.

Tenslotte werd de definitieve keus bepaald op het model volgens afb. 3b.

3. De plaats van de actief-koolinstallatie

De vraag, op welke plaats in de bestaande installatie op het pompstation, de actief-

Afb. 3 - Modellen van het gebouw.



koolfiltratie moet worden ingevoegd, moest nog worden beantwoord.

Het is daartoe nodig aan te geven uit welke componenten de bestaande installaties zijn samengeseld. De aard en de volgorde van deze componenten zijn als volgt:

- 2 groepen onderwaterpompen;
- 2 parallelle beluchtingen t.b.v. CO₂ uitdrijving;
- 1 tussenkelder;
- 2 LD-pompen, die aanzuigen uit de tussenkelder en het water brengen op de filterketels;
- 8 stalen filterketels, t.b.v. ontijzering en ontmanganing;
- 2 reinwaterkelders, gekoppeld;
- 1 HD-pompinstallatie.

In schema is het pompstation Zeist in afb. 4 aangegeven.

Bij de keuze van de plaats van de actief-koolinstallatie moest ervan worden uitgegaan, dat geen ontijzering of ontmanganing in de koolfilters plaats vindt. De consequenties van het wel toelaten van deze Fe- en Mn-afzetting in de koolfilters zijn namelijk:

- de koolfilters moeten regelmatig worden gespoeld, waardoor de bedopbouw wordt verstoord; er treedt menging op (tenzij het bed wordt gefixeerd).

- het is niet duidelijk op welke wijze de Fe- en Mn-afzetting op de kool plaats vindt. Het is niet onwaarschijnlijk dat reactivatie van de kool nadelig wordt beïnvloed. Fe- en Mn-resten in gereactiveerde kool kunnen nadelig werken op de adsorptie van TCE;

- op grond van beide genoemde consequenties mag een kortere looptijd worden verwacht.

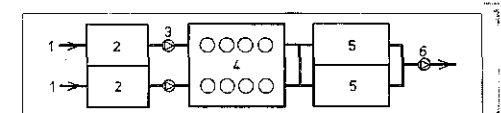
De volgende mogelijkheden konden verder worden bestudeerd:

1. Een extra ontijzerings- en ontmanganingsinstallatie plaatsen vóór de koolfiltratie, vervolgens alle water over de bestaande installaties (zie afb. 5).

2. Een extra ontijzerings- en ontmanganingsinstallatie plaatsen na de beluchting en vóór de koolfiltratie. De beide beluchtingen

Afb. 4 - Schema pompstation.

1. aanvoer van putten;
2. beluchting met tussenkelder;
3. LD-pompen;
4. akdolifilters;
5. reinwaterkelder;
6. HD-pompen.



moeten worden gescheiden, bovendien moet in de tussenkelder een gesloten scheiding worden aangebracht (zie afb. 6).

3. De ontijzering en ontmanging van het TCE-vrije water vindt plaats in 5 van de 8 filterketels, terwijl in de 3 overige filterketels de zuivering plaats vindt van het TCE-houdende water.

Vervolgens wordt het water uit de laatste 3 ketels over de actiefkoolfilters geleid. Ook hierbij moeten de beluchtingen worden gescheiden (zie afb. 7).

Op grond van investering, veiligheid en capaciteitsruimte en de bestaande filterinstallatie is gekozen voor de oplossing zoals gegeven in afb. 7.

De volgende maatregelen moesten derhalve worden getroffen:

- het scheiden van de beluchtingen.
- het dichtmaken van de scheidingswand in de tussenkelder.
- het aanpassen van de LD-pompen.

Opgesteld waren 2 pompen elk met een capaciteit van 140 l/s. Voor de TCE-lijn werd de capaciteit vastgesteld op 100 l/s, voor TCE-vrije lijn werd de capaciteit bepaald op 200 l/s.

— Drie filterketels isoleren van de bestaande installaties. De afvoer van deze ketels brengen naar de actief-koolfiltratie.

4. De routing van de kool

Hierbij zijn de volgende variabelen belicht.

— Kool is verkrijgbaar in niet of wel reactiveerbare uitvoering. In het eerste geval moet transport plaatsvinden naar een verbrandingsinstallatie, in het tweede geval transport naar een reactivatie-inrichting. Uit de proeven door het WMN-laboratorium is, op grond van een langere looptijd, de keuze bepaald op reactiveerbare kool.

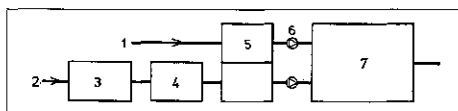
— Een reserve voorraad kool t.b.v. één filter op het pompstation aanwezig of wachten op nieuwe aanvoer. Dat kan zijn een gereactiveerde lading of een levering op bestelling.

— De aanvoer op het pompstation van kool in bulk of in zakken. Dit betekent of een opslagsilo of een ruimte t.b.v. opslag in zakken.

— De beladen kool direct afvoeren of opslaan in een silo op het pompstation.

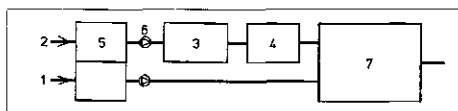
Om nu onafhankelijk te zijn van een externe planning en transport met het oogmerk zo veel mogelijk een ononderbroken bedrijf te voeren, is gekozen voor de routing zoals aangegeven in afb. 8.

Onmiddellijk nadat een set doorslag vertoont, wordt de inhoud van de als eerste geschakelde ketel in de, in de installatie opgenomen silo gepompt. De reservevoor-

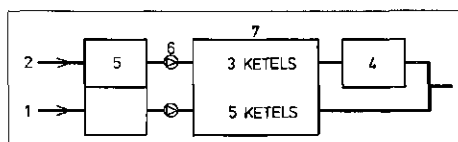


Afb. 5.

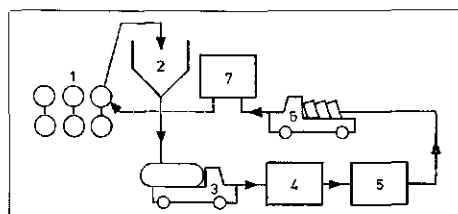
1. TCE-vrij water;
2. TCE-bevattend water;
3. extra ontijzering;
4. koolfiltratie;
5. beluchting;
6. LD-pompen;
7. akdolitfiltratie.



Afb. 6 - Nummers als bij afb. 5.

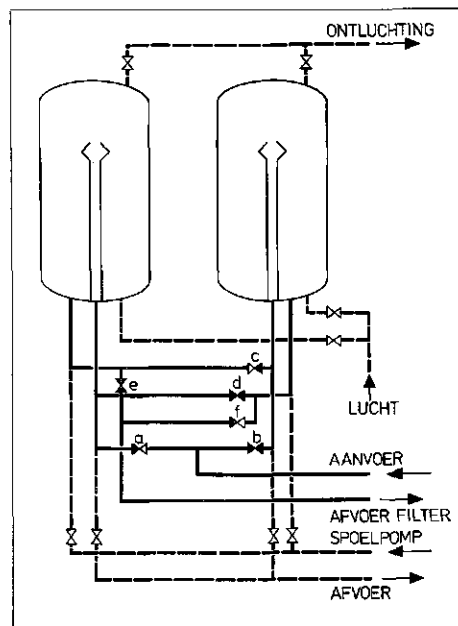


Afb. 7 - Nummers als bij afb. 5.



Afb. 8 - Routing kool.

1. koolfilters;
2. silo;
3. bulktransport;
4. reactivatie;
5. verpakking;
6. transport;
7. opslag.



Afb. 9 - Leidingsysteem silo.

raad, aanwezig in zakken, wordt in de ketel gebracht. De set wordt omgeschakeld, d.w.z. het voorfilter wordt nafilter, het laatste filter is dan gevuld met onbeladen kool.

Inmiddels kan transport plaatsvinden van de beladen kool uit de silo naar de reactivatie-inrichting. Nadat reactivatie heeft plaatsgevonden wordt deze charge weer in zakken op het pompstation aangevoerd en vormt op die manier de reservevoorraad voor een volgende ketel.

Het leidingsysteem per set filters

Bij het ontwerp van het leidingsysteem per set filters moest worden rekening gehouden met het volgende:

a. Per set wisselen het voor- en nafilter telkens nadat in het voorfilter een nieuwe charge is gebracht. Hiertoe zijn centraal bediende wisselkleppen aangebracht. Met één commando (schakelaar) worden de 6 wisselkleppen elektro-pneumatisch tegelijk omgeschakeld.

b. Elke ketel moet kunnen worden gespoeld. Dit spoelen is nodig bij het vullen van de ketel met nieuw of gereactiveerd materiaal en in het geval dat door een niet volledige ontijzering en ontmanging van de voorgeschakelde filterunit een weerstandstoename optreedt in de koolfilters. Voor het spoelen, dat zeer incidenteel zal plaatsvinden, zijn handbediende vlinderkleppen gemonteerd.

Het leidingschema is in afb. 9 aangegeven.

De werking is als volgt: het water uit de akdolietketels passeert klep a (klep b staat dicht), komt in ketel I, doorloopt het filterbed, passeert klep c (kleppen e en d staan dicht), doorloopt ketel II, passeert klep f en wordt via de afvoerleiding naar de reinwaterkelder geleid.

Als ketel I voorfilter is, staan de kleppen a, c en f open, b, d en e dicht. Als ketel II voorfilter wordt, zijn de standen van de kleppen omgekeerd.

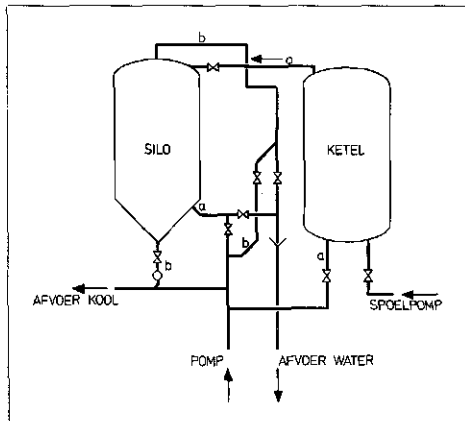
Het leidingsysteem silo

De volgende functies moeten worden gerealiseerd:

- een voorraad kool uit een filter wordt in de silo gebracht;
- de in de silo aanwezige voorraad wordt in het bulktransport overgebracht.

In afb. 10 is het leidingschema van de silo aangegeven.

Door middel van een aparte pomp of door gebruik te maken van de spoelpomp wordt kool met water in de silo gepompt. Het overtollige water wordt afgevoerd, de kool



Afb. 10 - Leidingstelsel silo.

wordt door roestvrijstalen zeven tegengehouden (route a). Het leeghalen van de silo geschiedt volgens route b.

Het vullen van de ketels

Hiervoor wordt gebruik gemaakt van een ejecteur, die gevoed wordt door een pomp van voldoende druk en capaciteit. De zakken met actief kool worden in de ejecteur geleegd en de kool wordt door het water meegenomen naar de filterketel.

Bijzondere voorzieningen

- Aan de ketels, op verschillende hoogten in het filterbed, zijn monsterkranen aangebracht, uitgevoerd in roestvaststaal, om de belading van de kool op verschillende hoogten te controleren.
- Periodiek wordt de weerstand gemeten van de bovenste laag van het koolfilter om na te gaan of de akdolitketels enige doorslag vertonen.
- Monsternamenpunten zijn aangebracht vóór en direct na elke ketel.
- Een noodchloring is mogelijk. Direct na het vullen van een ketel worden bacteriologische monsters genomen. Aan de hand van de uitslag van deze monsters wordt bepaald of er gechloord dient te worden.
- De aanvoerleiding van de TCE bevattende putten, kan direct worden overgeschakeld naar het riool in het geval van calamiteiten. De afscherming van de andere putten blijft dan gewaarborgd.
- Het effluent van de gehele TCE-installatie kan eveneens op het riool worden geschakeld, indien de kwaliteit dit eist.
- Per set is afvoer op het riool mogelijk, terwijl de twee andere sets in normaal bedrijf kunnen worden gehouden.
- Het spoelwater van de filters, opgenomen in de TCE-lijn, wordt afgevoerd via het riool om infiltratie van TCE-houdend

water in de bodem te voorkomen. Dit geldt ook voor het water dat gebruikt wordt bij het leeghalen van een ketel en van de silo.

i. Per ketel kan de hoeveelheid water worden gemeten. Hiermee kan de verdeling van het water over de sets worden gecontroleerd, bovendien is de hoeveelheid water, die een ketel passeert tot doorslag wordt geconstateerd, een belangrijk gegeven.

Eerste praktijkervaringen

De installatie is op 1 december 1978 in werking gesteld.

Het effluent voldeed aan de gestelde norm $< 1 \mu\text{g}$ TCE per liter en kon derhalve in de reinwaterkelder worden gebracht.

De beluchtingen van het TCE-vrije en het TCE bevattende water zijn naast elkaar opgesteld. Bij de beluchting van het TCE bevattende water wordt een bepaald percentage TCE, ca. 50 %, aan het water onttrokken en door de ventilator afgevoerd. Bij bepaalde weersomstandigheden, o.a. de windrichting en -sterkte zijn belangrijke factoren, wordt deze afgevoerde lucht weer aangezogen door de andere beluchting, waardoor in dit systeem toename van het TCE gehalte plaats vindt. Methoden worden onderzocht om deze beïnvloeding (lucht-kortsluiting) te beperken. Regelmatige controle blijkt nodig t.a.v. het vlak blijven van het filterbed in de koolfilters. Onder invloed van het inkomende water blijken de lichte kooldeeltjes te verplaatsen (kuilvorming) waardoor looptijden korter kunnen worden. Ook hiervoor dienen voorzieningen te worden getroffen.

Kosten

De totale bouwkosten, inclusief de werktuigbouwkundige en elektrotechnische installaties, de terreinleidingen c.a. bedragen ca. f 1.350.000,—.

De jaarlijkse kosten voor exploitatie, afschrijving enz. kunnen worden bepaald op f 150.000,—, terwijl de jaarlijkse kosten ten gevolge van het actief kool kunnen worden gesteld op f 60.000,—. Dit betekent dat de prijs per m³ voor het gehele pompstation, d.i. omgerekend over ca. $4,5 \cdot 10^6$ m³ per jaar, waarvan ca. $2 \cdot 10^6$ m³ per jaar TCE houdend water, wordt verhoogd met ca. 4,5 cent.



Agenda

28 maart t/m 1 april 1979, Frankfurt: ISH '79. Inl.: Messe und Ausstellungsgesellschaft mbH, ZB IV-3, Postfach 970126, D-6000 Frankfurt am Main 97.

9 - 10 april 1979, Delft: Vakantieleergang Corrosie. Inl.: Ned. Corrosiecentrum.

9 t/m 11 april 1979, Oxford: WRC congres 'River Pollution Control'. Inl.: WRC, Medmenham Laboratory, P.O. Box 16, Marlow, Bucks SL7 2 HD, England.

23 t/m 27 april 1979, Mexico City. Inl.: III Congreso Mundial Sobre Aprovechamientos Hidraulicos Comité Organizador, P.O. Box 19-434, Mexico, D.F.

8 - 11 mei 1979, Dordrecht: vaktentoonstelling 'Fabrieksefficiency'. Inl.: Tentech Internationaal BV, Waalhaven ZZ 44, 3088 HJ Rotterdam, tel. (010) 299655.

9 - 11 mei 1979, Salzburg: Wasserfachliche Aussprachetagung DVGW, BGW, OVGW, OWWV. Inl.: DVGW, Postfach 5250, D-6236 Eschborn 1, Bondsrepubliek Duitsland.

14 t/m 18 mei 1979, Dortmund: Symposium 'Künstliche Grundwasseranreicherung'. Inl.: dr. Karlheinz Schmidt, Institut für Wasserforschung Dortmund, Zum Kellerbach, D-5840 Schwerte 1-Geisecke, BRD.

22 en 23 mei 1979, Brussel: Studiedagen Waterleidingbedrijven NAVEWA. Inl.: Int. Conferentiecentrum, B-1020 Brussel, tel. 02/478.48.60.

28 mei t/m 3 juni, Corsica: 59e congres Association Générale des Hygiénistes et Techniciens Municipaux. Inl.: AGHTM, 9 rue de Phalsbourg, 75954 Paris Cedex 17.

29 - 31 mei 1979, Basel: zevende Arbeitstagung IAWR.

28 mei t/m 31 mei 1979, Amsterdam: Congres 'Suikerindustrie en het milieu'. Inl.: drs. W. Visser, Suikerstichting Nederland, Postbus 7498, 1007 JL Amsterdam.

28 mei t/m 3 juni 1979, Corsica: 59e congres 9 rue de Phalsbourg, 75854 Paris Cedex 17.

9 - 13 oktober 1979, Budapest: Hydrologengcongres 'hergebruik van water voor de watervoorziening'. Inl.: Mayar Hidrológiai Társaság, H-1372 Budapest, V., Kossuth L. tér 6-8. IV. 425. Telefon Nr.: 121-470, 113-250/224, 225. Telex: 22-5792 MTE SZ.

8 t/m 15 november 1979, Utrecht, Jaarbeurs: Vakbeurs INVIA '79. Inl.: Jaarbeurs, Utrecht, tel. (030) 914914.

28 t/m 31 mei 1980, Cleveland, Ohio, USA: 'IFAC symposium on water and related land resource systems'. Inl.: IFAC-Water Systems 1980, c/o AGU Meetings, American Geophysical Union, 1909 K Street, NW, Washington, DC 20006.