

# RIVM helpt Jordanië met kennis over microbiële verwijdering door oeverfiltratie

Het NATO Science for Peace-project 'Riverbank filtration in Jordan' onderzoekt oeverfiltratie in Jordanië als een potentiële effectieve en goedkope technologie voor de productie van water voor irrigatie, industriële toepassing en als voorbehandeling in de drinkwaterproductie. Kennisoverdracht vormt een belangrijk onderdeel van dit project. In dat kader brachten Jack Schijven en Harold van den Berg van het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) dit voorjaar een bezoek aan de Jordan University of Science and Technology (JUST). Tijdens dit bezoek werden microbiologische technieken geïmplementeerd en kon effectieve verwijdering van micro-organismen door oeverfiltratie worden aangetoond.

Jordanië wordt wereldwijd beschouwd als één van de tien droogste landen. De beschikbare hoeveelheid water die hergebruikt kan worden, is de laatste decennia drastisch afgenomen, terwijl de bevolking snel groeit (negende qua snelheid wereldwijd in de periode 1998-2002). Jordanië telt drie grote rivieren (Jordan, Yarmouk en Zarqa), waarvan alleen het waterwin-gebied van de Zarqa geheel in Jordanië ligt. Deze rivier wordt feacaal verontreinigd door lozingen van behandeld en onbehandeld rioolwater en afspoeling van het land. Boeren gebruiken het rivierwater direct voor irrigatie van gewassen. Rauwe consumptie van deze gewassen vormt daarom een gevaar voor de volksgezondheid. De gezondheidsrisico's kunnen worden gereduceerd door het rivierwater eerst te zuiveren met behulp van oeverfiltratie<sup>1)</sup>. Hierbij wordt het water uit de rivier enkele meters door de oever gepompt, zodat micro-organismen worden verwijderd door middel van filtratie (zie afbeelding 1).

Het NATO-project 'Riverbank filtration in Jordan' duurt drie jaar en wordt uitgevoerd door de Jordan University of Science and Technology (JUST) in Irbid, de waterautoriteit van Jordanië (WAJ) in Amman en vertegenwoordigers van de NATO-landen: Louisiana State University en University of Rhode Island (beide in de Verenigde Staten) en het RIVM in Nederland.

In september 2007 werd een proeflocatie voor oeverfiltratie aan de Zarqa ter hoogte van Jerash opgezet. Hierbij werden enkele meetputten en één productieput geslagen. Na het doseren van keukenzout in de rivieroever op vijf meter horizontale afstand van de productieput (met een capaciteit van tien kubieke meter per uur) werd 73

procent van het geïnjecteerde zout in het opgepompte water teruggevonden. Uit deze test werd de transporttijd van het rivierwater tot de pompput bekend en verder werd duidelijk dat het opgepompte water hoofdzakelijk uit rivierwater bestaat en niet uit grondwater.

Jack Schijven en Harold van den Berg van het RIVM bezochten Jordanië om microbiologische technieken te implementeren, de efficiëntie van oeverfiltratie te onderzoeken op basis van de verschillen in concentraties micro-organismen in het rivierwater (hoog) en in het water uit de productieput (laag) en om kennis over te dragen van modellering van verwijdering van micro-organismen door bodempassage<sup>2)</sup> en kwantitatieve microbiologische risicoschattingen (QMRA)<sup>3)</sup>. Gezien de fecale verontreiniging van het rivierwater werden watermonsters onderzocht op *E. coli* en bacteriofagen als indicatororganismen voor respectievelijk pathogene bacteriën en virussen. Ook in de QMRA van de Nederlands drinkwaterbedrijven worden deze indicatororganismen gebruikt om de zuiveringsefficiëntie te berekenen voor de indexpathogenen enterovirussen en *Campylobacter*. Deze zuiveringsefficiëntie wordt meegenomen in de schatting van het infectierisico<sup>4)</sup>.

De Zarqa en de rioolwaterzuiveringsinstallatie Kerbith Al-Samra werden bemonsterd om de fecale verontreiniging te bepalen. De Zarqa werd bemonsterd ter hoogte van de oeverfiltratielocatie en 25 kilometer stroomopwaarts daarvan. De rwzi Kerbith Al-Samra, 40 kilometer stroomopwaarts van de oeverfiltratielocatie, werd op drie plekken in de zuivering bemonsterd: onbehandeld, primair behandeld en tertiair behandeld rioolwater. Om de efficiëntie van de oeverfiltratie te bepalen, werd water van zowel de rivier als de productieput bemonsterd.

Bepaling van de concentraties van *E. coli* en enterococci werd uitgevoerd door middel van membraanfiltratie volgens ISO 9308-1 en ISO 7899-2<sup>5),6)</sup> en die van F-specifieke bacteriofagen en somatische colifagen volgens ISO 10705-1 en -2<sup>7),8)</sup>.

Voor concentratiebepaling van somatische *Salmonella*-fagen werd een protocol gevolgd dat gebaseerd is op ISO 10705-1. Water uit de productieput werd voor het onderzoek van bacteriofagen geconcentreerd van vijf liter naar tien milliliter met behulp van filtratie en flocculatie.

## Fecale verontreiniging

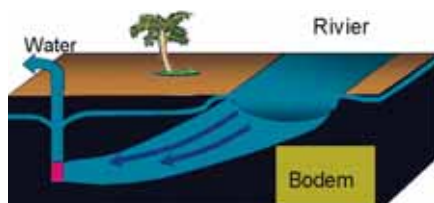
De hoogste concentraties micro-organismen ( $10^5$ - $10^7$  deeltjes per 100 ml) werden gemeten in onbehandeld en primair behandeld rioolwater. Deze concentraties zijn kenmerkend voor rioolwater<sup>9),10)</sup>. De verwijdering van *E. coli* en enterococci door primaire zuivering (sedimentatie) was verwaarloosbaar. De secundaire zuiveringsstap bestond uit actief slibbehandeling met beluchting en sedimentatie en de tertiaire zuiveringsstap betrof chlorering. In het tertiair gezuiverde rioolwater werden geen of weinig bacteriën gedetecteerd. De totale verwijdering van *E. coli* en enterococci door de rioolwaterzuivering bedroeg respectievelijk 5,9 en 3,7<sup>10)</sup> log. Ook in het rivierwater 25 kilometer stroomopwaarts van de oeverfiltratielocatie werden geen of weinig micro-organismen aangetoond, mogelijk veroorzaakt door de nog aanwezige chloorresiduen in het rivierwater. Opvallend was dat de concentratie van micro-organismen in het rivierwater bij de oeverfiltratielocatie, zowel bacteriën als bacteriofagen, aanzienlijk hoger was dan 25 kilometer stroomopwaarts. Dit was een aanwijzing voor nog andere bronnen die het rivierwater feacaal verontreinigen.

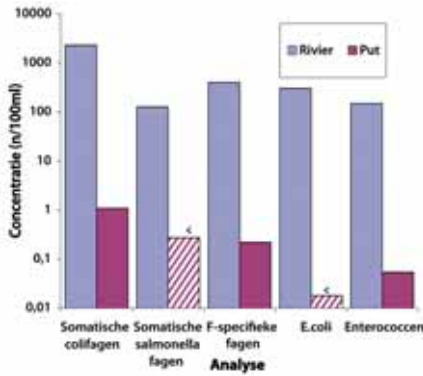
De concentraties van alle micro-organismen in de rivier bij de oeverfiltratielocatie lagen bij een latere monsternamen ongeveer honderd keer lager dan bij een eerdere monsternamen. Dit verschil kan verklaard worden door de weersomstandigheden: de eerste bemonstering was direct na een periode van hevige regenval, terwijl de tweede serie monsters genomen was nadat het drie dagen droog bleef.

## Efficiëntie van oeverfiltratie

Op één van de dagen werd het water uit de rivier en de put alleen onderzocht op

Afb. 1: Oeverfiltratie schematisch weergegeven.





Afb. 2: Concentraties van de bacteriën en bacteriofagen.

bacteriofagen. In tien milliliter water uit de pompput werden geen bacteriofagen aangetoond. Daarom was het noodzakelijk om bij de volgende bemonstering grotere volumina water te concentreren voor de bepaling van lage bacteriofaagconcentraties. In de tweede serie werden elke 30 minuten (tussen 10.00 en 12.00 uur) watermonsters uit de rivier (50 ml) en de put (5 liter) genomen. De concentraties micro-organismen in de rivier waren voor de vijf genomen monsters nagenoeg gelijk, zodat de gegevens van de genomen monsters gecombineerd konden worden. Hetzelfde gold voor de vijf genomen monsters van het water uit de pompput. De concentraties van de bacteriën en bacteriofagen zijn weergegeven in afbeelding 2. Aan één van de monsters uit de pompput werd de bacteriofaag PRD1 toegevoegd om het rendement van de concentratiemethode te bepalen. Het rendement van de methode bedroeg 9,1 procent, waarmee de concentraties van de bacteriofagen in de geconcentreerde monsters werden gecorrigeerd.

In de put werd geen *E. coli* gedetecteerd in 5,6 liter en geen somatische *Salmonella*-fagen in 4,1 liter water. De verwijdering van *E. coli* door oeverfiltratie was minimaal 4,2<sup>10</sup> log en van de somatische *Salmonella*-fagen minimaal 2,7<sup>10</sup> log. De verwijdering van enterococcen door oeverfiltratie bedroeg 3,4<sup>10</sup> log en van somatische colifagen en F-specifieke bacteriofagen 3,3<sup>10</sup> log (zie de tabel).

### Discussie en conclusie

Het bezoek van het RIVM aan Jordanië was succesvol voor wat betreft de implementatie

### micro-organisme

- E. coli*
- Enterococcen
- Somatische colifagen
- Somatische salmonellafagen
- F-specifieke bacteriofagen

### verwijdering (log10)

<i>E. coli</i>	>4,2
Enterococcen	3,4
Somatische colifagen	3,3
Somatische salmonellafagen	>2,7
F-specifieke bacteriofagen	3,3

van de microbiologische technieken en het bepalen van de efficiëntie van oeverfiltratie.

De eerder beschreven microbiologische technieken, inclusief het concentreren van monsters van vijf liter, zijn nu operationeel op het laboratorium van de Jordan University of Science and Technology. De technieken kunnen nog verder worden geoptimaliseerd door onder andere aanschaf van nieuwe apparatuur, verbetering van de planning van de werkzaamheden en het gebruik van kwaliteitscontroles.

De rwzi Al-Samra behandelt veel van het afvalwater van Amman. Daarom zou het riverwater belangrijk in kwaliteit moeten zijn verbeterd sinds deze rioolwaterzuiveringsinstallatie in werking trad. In dit onderzoek kwam echter naar voren dat er desondanks nog steeds een sterke fecale belasting van het riverwater bestaat door andere bronnen. Door oeverfiltratie op de proeflocatie werden fecale indicatorbacteriën en bacteriofagen met 3,3-3,4<sup>10</sup> logeenheden verwijderd. Dit is een significante verbetering van de microbiologische kwaliteit van het water. Wanneer water na oeverfiltratie wordt gebruikt voor de irrigatie van gewassen in plaats van het water direct uit de rivier, is het microbiologische risico voor de volksgezondheid 2.000 tot 2.500 keer kleiner.

Momenteel wordt een productieput op tien meter van de oever aangesloten en een nieuwe pomp (met een capaciteit van 50 kubieke meter per uur) geïnstalleerd. Met behulp van een zouttracertest kunnen hydrologische parameters, zoals transporttijd en verdunning, worden bepaald voor de nieuwe situatie. Vervolgens kan de efficiëntie van de oeverfiltratie bepaald worden aan de hand van fecale indicatororganismen in het rivierwater. Door dosering van hoge aantallen PRD1 (een somatische *Salmonella*-

faag, die slecht aan zand hecht en daardoor een conservatief surrogaatvirus is) kan tot 8<sup>10</sup> log virusverwijdering worden aangetoond. Deze virusdosering in combinatie met de eerdergenoemde microbiologische analyses vormen een onderdeel van de training door het RIVM van de laboratoria van de universiteit van Jordanië en de waterautoriteit van het land.

**Harold van den Berg en Jack Schijven**  
(Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu)

**Ismail Saadoun en Qotaiba Ababneh**  
(Jordan University of Science and Technology)

### NOTEN

- Schijven J., P. Berger en I. Miettinen (2002). Removal of pathogens, surrogates, indicators and toxins using bank filtration. In: Riverbank filtration: understanding contaminant biogeochemistry and pathogen removal. Kluwer Academic Publishers.
- Schijven J. (2001). Virus removal from groundwater by soil passage - Modeling, field and laboratory experiments. PhD-Thesis TU Delft.
- Teunis P., G-J. Medema, L. Kruidenier en A. Havelaar (1997). Assessment of the risk of infection by *Cryptosporidium* or *Giardia* in drinking water from a surface water source. Water Research nr. 6, pag. 1333-1346.
- VROM-inspectie (2005). Inspectierichtlijn - Analyse microbiologische veiligheid drinkwater. Artikelcode 5318.
- NEN-EN-ISO 9308-1 (2000). Water - Detectie en enumeratie van *Escherichia coli* en bacteriën van de coligr groep - deel 1: methode met membraanfiltratie.
- NEN-EN-ISO 7899-2 (2000). Water - Detectie en telling van enterococcen - deel 2: membraanfiltratiemethode.
- NEN-EN-ISO 10705-1 (2001). Water - Detectie en telling van bacteriofagen - deel 1: telling van F-specifieke RNA-bacteriofagen.
- NEN-EN-ISO 10705-2 (2001). Water - Detectie en telling van bacteriofagen - deel 2: telling van somatische colifagen.
- Payment P., R. Plante en P. Cejka (2001). Removal of indicator bacteria, human enteric viruses, *Giardia* cysts, and *Cryptosporidium* oocysts at a large wastewater primary treatment facility. Can. J. Microbiol. nr. 3, pag. 188-193.
- Lodder W. en A. de Roda Husman (2005). Presence of noroviruses and other enteric viruses in sewage and surface waters in The Netherlands. Appl. Environ. Microbiol. nr. 3, pag. 1453-1461.

Rioolwaterzuiveringsinstallatie Kerbith-Al-Samra.



Oeverfiltratielocatie in de Zarqa-rivier.

