

RIJKSINSTITUUT VOOR VOLKSGEZONDHEID EN MILIEU
BILTHOVEN

Rapport nr. 289202013

**Enterovirusconcentraties bij innamepunten van
oppervlaktewater voor de bereiding van drinkwater**

J.J.H. Theunissen, P.J. Nobel¹, R. van de Heide,
H.A.M. de Bruin, D. van Veenendaal¹, W.J. Lodder, J.F.
Schijven, G.J. Medema¹, D. van der Kooij¹.

maart 1998

¹ Kiwa NV; Onderzoek en advies, Postbus 1072, 3440 BB Nieuwegein

Dit onderzoek werd verricht in opdracht en ten laste van Kiwa NV onder projectnummer 289202: Watermicrobiologie

Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), Postbus 1, 3720 BA Bilthoven,
telefoon: 030 - 274 91 11, fax: 030 - 274 29 71

VERZENDLIJST

- 1 Directeur Kiwa Onderzoek en Advies, Ir F.J. Schulting
- 2 DGM, Directie Drinkwater
- 3 Plv. directeur Generaal Milieubeheer
- 4 Hoofdinspecteur Milieuhygiëne
- 5-18 Hoofden Laboratoria DELTAN, DZH, GWA, GWG, PWN, WBB, WBE , WML, WMN, WMO, WOG, WRK, WZHO
- 19-31 Alle RIMH's
- 32 Prof Dr J. de Jong, Hoofdingenieur-directeur RIZA
- 33-44 Prof Dr Ir D. van der Kooij, secretaris werkgroep Microbiologische methoden waterkwaliteitsbeoordeling
- 45 Drs W. Denneman, Kiwa
- 46 Ir J.H. Peters, Kiwa
- 47 Ir H. Vinkers, Kiwa
- 48 Ir J.P. van de Eem, Kiwa
- 49 Drs M. van Rooij, Kiwa
- 50 Depot van Nederlandse publicaties en Nederlandse Bibliografie
- 51 Directie RIVM
- 52 Prof Dr Ir D. Kromhout, Directeur Sector 2
- 53 Dr A.M. Henken (MGB/RIVM)
- 54 Dr A.H. Havelaar (MGB/RIVM)
- 55 Drs K.A. Mooijman (MGB/RIVM)
- 56 Dr E.J.T.M. Leenen (MGB/RIVM)
- 57 Dr E. G. Evers (MGB/RIVM)
- 58 Ir A.H.M. Bresser (LWD/RIVM)
- 59 Ir J.H.C. Mülschlegel (LWD/RIVM)
- 60 Ir J. Hrubec (LWD/RIVM)
- 61 Ir J.F.M. Versteegh (LWD/RIVM)
- 62 Dr M.P.G. Koopmans (LIO/RIVM)
- 63 Dr F.J.J. Brinkmann (IEM/RIVM)
- 64-73 Auteurs.
- 74 SBD/Voorlichting en Public Relations
- 75 Bureau Rapportenregistratie
- 76-96 Reserve t.b.v. Bureau rapportenbeheer
- 97 Bibliotheek RIVM

Inhoudsopgave

VERZENDLIJST	2
SAMENVATTING	4
SUMMARY	5
1. INLEIDING	6
2. MATERIAAL EN METHODE	8
2.1 Concentratie van watermonsters (methode tot 1984)	8
2.2 Concentratie van watermonsters (methode 1984-heden)	8
2.3 Celkweek	8
2.4 Enterovirus detectie en enumeratie volgens de plaque overlay methode (tot 1984)	9
2.5 Enterovirus detectie en enumeratie volgens de plaque overlay methode (1984-heden)	9
2.6 Typering	9
3. RESULTATEN	10
4. CONCLUSIES	13
5. AANBEVELINGEN	14
LITERATUUR	15
Bijlage	16

SAMENVATTING

In dit rapport worden alle meetgegevens van enterovirussen in oppervlaktewater, dat dient als grondstof voor de drinkwaterbereiding, samengevat voor de periode 1978 – 1996. De meeste metingen hebben plaatsgehad in het stroomgebied van de grote rivieren in midden Nederland, gedurende de winterperiode. Gedurende deze periode bereiken de concentraties hun maximale waarden.

De enterovirusconcentratie was in de grote rivieren gemiddeld 0,4 tot 3 per liter met een maximum van 13 per liter. In de overige grote oppervlaktewateren (IJsselmeer, Haringvliet, Drentsche Aa) was de concentratie gemiddeld 0,014 tot 0,022 per liter en maximaal 0,45 per liter.

Uitgaande van een maximaal toelaatbare concentratie van $1,83 \times 10^{-7}$ virussen per liter in drinkwater (infectierisico van 10^{-4} per persoon per jaar) kan een indicatie voor de benodigde verwijdering voor de bereiding van drinkwater worden afgeleid. Deze bedraagt voor oppervlaktewater uit het stroomgebied van de grote rivieren, gemiddeld 6-7 logeenheden en maximaal 8 logeenheden. Voor de bedrijven die gebruik maken van overig oppervlaktewater als bron is de benodigde verwijdering gemiddeld 5 en maximaal 6 logeenheden.

Geadviseerd wordt op die lokaties waar tot op heden geen of onvoldoende gegevens voor handen zijn metingen te verrichten. Het betreft hier lokaties in Limburg waarvoor metingen in de Maas noodzakelijk zijn, lokaties in Gelderland (metingen in Rijn en bij innamepunt Weerseloseweg), een lokatie in Overijssel (metingen bij innamepunt Engelsewerk) en in Zeeland (metingen in het Haringvliet en polderwater Braakman).

Summary

This report summarises all measured enterovirus concentrations in surface waters, which are used as source for drinking water production, for the period 1978-1996. Most of these measurements were performed in the large rivers during the winter period, when concentrations reach maximum levels.

In the large rivers enterovirus concentrations were on average 0.4-3.0 per litre, reaching a maximum of 13 per litre. In other large surface waters (IJsselmeer, Haringvliet, Drentsche Aa) concentrations were on average 0.014-0.022 per litre, reaching a maximum of 0.45 per litre.

An indication of the treatment required to produce safe drinking water from surface water can be derived assuming a maximum allowable concentration of 1.83×10^{-7} viruses per litre in drinking water (risk of infection of 10^{-4} per person per year). The required treatment was on average 6-7 log units, with a maximum of 8 log units for surface water from the large rivers. For other surface waters the required treatment amounted to 5 log units on average and 6 at maximum.

Measurements at the following sites are still needed: sites in the River Meuse in Limburg, in the River Rhine and at Weerseloseweg (both in Gelderland), one site in Overijssel (Engelsewerk) and two sites in Zeeland (Haringvliet and the Braakman polder water).

1 INLEIDING

Door een groeiende behoefte aan drinkwater van goede kwaliteit enerzijds en de verdrogingsproblematiek als gevolg van grondwaterwinning anderzijds, denken de waterleidingbedrijven in Nederland bij uitbreiding van de wincapaciteit vooral in oppervlaktewater als grondstof voor de drinkwaterbereiding. In oppervlaktewater is echter de concentratie ziekteverwekkende micro-organismen, waaronder virussen, in de regel aanzienlijk hoger dan in grondwater. Immers in oppervlaktewater vinden, in tegenstelling tot grondwater, lozingen van al dan niet gezuiverd rioolwater plaats. De Nederlandse rioolwaterzuiveringen lijken weliswaar in staat om de enterovirussen in huishoudelijk afvalwater voor meer dan 90% te elimineren (Havelaar *et al.*, 1995). Toch zijn lozingen van huishoudelijk afvalwater alsmede import via de wateren uit Duitsland en België de belangrijkste bronnen van enterovirussen in Nederlands oppervlaktewater (Schijven *et al.*, 1995). De aanwezigheid van enterovirussen stelt eisen aan de zuivering van oppervlaktewater voor de bereiding van drinkwater. Volgens de huidige waterleidingwet mogen er geen ziekteverwekkende micro-organismen in drinkwater voorkomen. Momenteel is bij het ministerie van VROM een beleidsstandpunt in wording, waarin deze eis operationeel vertaald wordt in een normstelling op basis van een acceptabel risiconiveau. Uitgegaan wordt van een maximaal infectierisico van 10^{-4} per persoon per jaar (zoals opgenomen in de conceptnotitie “infectierisico van virussen en parasitaire protozoa in water” van VROM). De maximale jaargemiddelde concentratie in drinkwater voor het meest infectieuze virus, rotavirus, bedraagt dan $1,83 \times 10^{-7}$ virussen per liter. Aangezien deze virusconcentratie in drinkwater niet meetbaar is, dient de drinkwaterkwaliteit afkomstig van een bepaalde zuivering geschat te worden uit gegevens over de kwaliteit van het ruwe water en de mate van verwijdering tijdens de zuivering. De ruwwater kwaliteit is o.a. afhankelijk van de lokatie in Nederland, het seizoen en de temperatuur (Schijven *et al.*, 1995).

Sinds midden jaren 70 is eerst bij Kiwa NV te Nieuwegein en later in een samenwerkingsverband tussen Kiwa NV en het RIVM, onderzoek gedaan naar het voorkomen van enterovirussen in oppervlaktewater dat wordt gebruikt voor de productie van drinkwater. In de periode tot 1984 was de virusdetectiemethode nog in ontwikkeling. In 1984 werd de detectiemethode dusdanig gestandaardiseerd dat de resultaten van 1984 tot heden met elkaar vergelijkbaar zijn. Tijdens en na de ontwikkeling van de detectiemethode werden op een aantal punten, waar oppervlaktewater wordt ingenomen voor de bereiding van drinkwater, metingen verricht naar de concentratie enterovirussen. Een gedeelte van deze metingen werd reeds eerder samengevat (van Olphen *et al.*, 1984; Havelaar *et al.*, 1993; Schijven *et al.*, 1995).

Dit rapport geeft een overzicht van alle meetresultaten van enterovirusconcentraties, verricht bij oppervlaktewater inname punten vanaf 1984 en van enkele lokaties van vòòr 1984. Er wordt een samenvatting gegeven van typering van de gewonnen enterovirussen van 1979-1981. Aan de hand van deze concentraties kan de benodigde zuiveringscapaciteit berekend worden met als uitgangspunt een infectierisico van 10^{-4} per persoon per jaar (Havelaar *et al.*, 1995). Alle monsters werden in de winterperiode genomen. De concentratie is dan het hoogst. Er werd niet gekeken naar de invloed van regenwateroverstort. In Nederland is ook onderzoek gedaan naar het effect van de zuiveringsstappen (Havelaar *et al.*, 1995). Ook wordt aangegeven van welke lokaties in Nederland niet voldoende meetgegevens beschikbaar zijn. Mede op grond van de

VEWIN Aanbevelingen (Anoniem, 1993) en het rapport Herziening Normen Waterleidingbesluit (van Dijk-Looijaard, 1993), waarin 5-jaarlijks onderzoek naar virussen in de grondstof wordt geadviseerd, is aanvullend onderzoek op genoemde lokaties wenselijk.

2 MATERIAAL EN METHODE

2.1 Concentrering van watermonsters (methode tot 1984)

Het volume van de monsters genomen in de Rijn bij Lobith was 0,5 tot 1 liter. Deze monsters werden op pH 3,5-4 gebracht m.b.v een zoutzuuroplossing. Vervolgens werd $MgCl_2$ toegevoegd tot een eindconcentratie van 0,05 mol/l. Hierna werd gefiltreerd door een Millipore 0.45 μm membraanfilter waarna werd geëlueerd met 3% beefextract oplossing. Het eluaat werd, na toevoegen van een mengsel van antibiotica en amphotericine B (van Olphen, 1981), rechtstreeks geënt op BGM cellen [rendement, op basis poliovirus spike experimenten juli-sept 1980: 51% (range 30-75%)]. Het volume van de monsters genomen in het Haringvliet bedroeg 70-400 liter. Deze monsters werden onder toevoegen van HCl (pH 3,5-4) en $MgCl_2$ (0,05 mol/l) gefiltreerd over een Balston kaarsfilter met een poriegrootte van 8 μm . Hierna werd geëlueerd met 3% beefextract oplossing. Het eluaat werd gereconcentreerd door organische flocculatie. Hierbij werd met behulp van 2 mol/l HCl bij pH 3,5-4 vlokvorming in het eluaat tot stand gebracht. Het uitgevlokte materiaal werd, als geen directe verwerking plaatsvond, ingevroren bij -70°C. Na ontdooien werden de vlokken neergeslagen door centrifugatie bij 3000xg. Het sediment werd opgenomen in fosfaatbuffer (0,15 mol/l Na_2HPO_4 ; pH 9). Na toevoegen van een mengsel van antibiotica en amphotericine B (van Olphen, 1981) werd de oplossing geneutraliseerd en geënt. [totaal rendement filtratie, elutie en flocculatie 41% (range 12-70%); experimenten aug-nov 1978].

2.2 Concentrering van watermonsters (methode 1984-heden)

Watermonsters van ca 200-1200 liter werden volgens een tweetrapsconcentratie methode, zoals beschreven door van Olphen *et al.* (1989) geconcentreerd. Samengevat: water werd met een snelheid van maximaal 450 l/uur, na dosering van 0,5 M zoutzuur tot een pH waarde van 3,8 en dosering van 4.17 M $MgCl_2$ tot een waarde van 0,05 M, door een geplooide, negatief geladen filterkaars gefiltreerd. Na elutie van de aan het filter geabsorbeerde virussen met 3% Tris buffer-beefextract oplossing pH 9,0 werd gereconcentreerd door middel van ultrafiltratie bij een druk van 3 bar door een cellulose-acetaat filter met een NMWL-waarde van 10000 [totaal rendement filtratie, elutie en ultrafiltratie 90% (meer dan 50%); filter ingangcontroles juli-aug 1995]

2.3 Celkweek

De virussen werden gekweekt op Buffalo Green Monkey niercellen. De cellijn (passage 43 tot en met 55) werd aangehouden in plastic flessen (150 cm^2 ; Costar) en in een weekcyclus gekweekt in Medium 199 met Hank's zouten (Life Technologies) gesupplementeerd met 0,05% bicarbonaat (Life Technologies), 10% foetaal calf serum (FCS) (Sanbio), 100 IU/ml penicilline en 100 mg/ml streptomycine (beide Life Technologies) (van Olphen *et al.*, 1989).

2.4 Enterovirus detectie en enumeratie volgens de plaque overlay methode (tot 1984)

Van het monster-antibioticum mengsel werd 1,5 ml geënt per fles van 75 cm² (Costar) die een confluente monolaag van BGM cellen bevatte. Na 1 uur adsorbtietijd werd een 0,9% Bacto agar (Difco), 0,15% bicarbonaat, 7% FCS, 0,02 mol/l Hepes, 100 IU penicilline, 100 mg/ml streptomycine en 5 mg/ml bevattend Eagle's modification of minimal essential medium met Earl's zouten (Life Technologies) over de celmonolaag aangebracht. Na 9 dagen kweek werd een tweede laag aangebracht die bestond uit een oplossing van 0,9% agar en 0,03% neutraal rood (Sigma) in phosphate buffered saline (PBS) (8 g/l NaCl; 0,2 g/l KCl; 1,15 g/l Na₂HPO₄; 0,2 g/l NaH₂PO₄, pH 7,3). Ongeveer 24 uur later werden de virusplaques geteld.

2.5 Enterovirus detectie en enumeratie volgens de plaque overlay methode (1984-heden)

De detectie van virussen volgens de plaque overlay, werd uitgevoerd zoals eerder beschreven (van Olphen *et al.*, 1989). Samengevat: na een contacttijd van 1 uur met een mix van antibiotica en amphotericine B, werd 1,5 ml van het monster-antibioticum mengsel geënt per fles van 75 cm² (Costar) die een confluente monolaag van BGM cellen bevatte. Na 2 uur adsorbtietijd werd een 0,9% Bacto agar (Difco), 0,2% bicarbonaat, 10% FCS, 100 IU penicilline en 100 mg/ml streptomycine bevattend Medium 199 met Earl's zouten (Life Technologies) over de celmonolaag aangebracht. Na 9 dagen kweek werd een tweede laag aangebracht die bestond uit een oplossing van 0,9% agar en 0,03% neutraal rood (Sigma) in phosphate buffered saline (PBS) (8 g/l NaCl; 0,2 g/l KCl; 1,15 g/l Na₂HPO₄; 0,2 g/l NaH₂PO₄, pH 7,3). Ongeveer 24 uur later werden de virusplaques geteld.

2.6 Typering

Enterovirussen, gemeten in oppervlaktewater in de periode januari 1979 tot en met mei 1981, werden getypeerd zoals beschreven in Van Olphen *et al.* (1984). Ook zijn isolaten van metingen van Inlaat de Gijster (Van Olphen *et al.*, 1992) en van het Amsterdam-Rijnkanaal / de Bethunepolder in 1990 getypeerd.

3 RESULTATEN

De punten waar in Nederland oppervlaktewater wordt ingenomen voor de bereiding van drinkwater zijn weergegeven in tabel 1. Tevens is de oppervlaktewaterbron en het betreffende waterleidingbedrijf in deze tabel opgenomen. De innamepunten zijn ingedeeld aan de hand van de zuivering (direct, (duin) infiltratie of oeverfiltratie). Op de lokatie Heel vindt momenteel nog geen inname van oppervlaktewater voor de bereiding van drinkwater plaats. Zuivering van water uit het Lateraal kanaal is op deze lokatie echter in voorbereiding. In deze tabel zijn per lokatie het rekenkundig gemiddelde, de minimale en de maximale concentratie enterovirussen weergegeven, alsmede het aantal uitgevoerde metingen. De individuele metingen van de enterovirusconcentraties in oppervlaktewater staan vermeld in de bijlage.

De innamepunten voor drinkwaterbereiding zijn gegeven met daarachter de bijbehorende monsterlokatie, die op korte afstand stroomopwaarts van de innamepunten ligt en waarvan uit modellering van de verspreiding van enterovirussen valt af te leiden dat de gemeten concentraties ook voor deze innamepunten representatief zijn (Schijven *et al.*, 1996).

In de grote rivieren (Rijn- en Maasstroomgebied) liggen de gemeten concentraties minimaal in het bereik van 0,04 tot 0,3 pvp/l, gemiddeld van 0,9 tot 3 pvp/l en maximaal van 1,2 tot 13 pvp/l.

In de Rijn bij Lobith werden in 1995 veel lagere concentraties gemeten dan in de periode van 1981. In 1981 was enerzijds de methodiek nog niet vergelijkbaar met die van na 1984, anderzijds werden de metingen in 1995 in de zomer uitgevoerd, wanneer de concentraties waarschijnlijk onder andere als gevolg van de hogere watertemperatuur (meer inactivatie) lager zijn dan in de winter (De metingen van 1981 waren in de eerste helft van dat jaar verricht). De gemeten concentraties in het IJsselmeer en het Haringvliet, alsmede in de Drentsche Aa zijn lager dan in de grote rivieren: een minimum lager dan 0,003 tot 0,007 pvp/l, gemiddeld 0,014 tot 0,063 pvp/l en maximaal 0,034 tot 0,45 pvp/l.

De enterovirusconcentraties gemeten in oppervlaktewater in de periode 1979-1981 staan vermeld in Van Olphen *et al.* (1984). Deze concentraties zijn niet gebruikt in het hier gegeven overzicht. Isolaten van de metingen uit die periode zijn wel getypeerd. De resultaten van deze typering zijn overgenomen uit Van Olphen *et al.* (1984) en staan vermeld in tabel 2. Coxsackievirussen kwamen het meeste voor, maar ook het aandeel poliovirussen was aanzienlijk. Deze poliovirussen, gemeten in monsters van de Rijn en de Maas, betroffen vooral vaccinstammen van orale vaccins, zoals gebruikt in Duitsland en België (Sabin-like), maar ook wild type (Non Sabin-like) werd gevonden. Uit een later onderzoek (van der Avoort *et al.*, 1995) bleek, dat de poliostammen, die de polio-epidemie in Nederland in 1992-1993 hebben veroorzaakt, in oppervlaktewater (Lek) aanwezig waren, nog voordat de epidemie was gesignaleerd.

Van 221 isolaten van enteric virussen uit monsters van Inlaat de Gijster in de winter van 1984/1985 (Van Olphen *et al.*, 1992) werden er 50 (23%) als Coxsackie B getypeerd, 2 (1%) als Echovirus en 169 (76%) als reovirussen. Polio- en Enterovirus-typen waren niet aanwezig in deze monsters. Van twee monsters (90-17 en 90-19 van de monsterlokatie Loenen) werden elk 21 isolaten getypeerd. Hierbij werden 2 van de 42 (5%) getypeerd als Enterovirus en 40 van de 42 (95%) als Coxsackie B. Een verdere subtypering werd niet gedaan.

Tabel 1 Concentraties van enterovirussen [pvp/l] in oppervlaktewater bij innamepunten voor de bereiding van drinkwater.

Innamepunt	Waterl.-bedrijf	Monsterlokatie	Minimum	Gemiddelde	Maximum	N ¹⁾
<i>Directe zuivering</i>						
Loenderveen	GWA	A'dam-Rijnkanaal bij Loenen + Bethunepolder	0,062	0,38	1,2	12
Brabantse Biesbosch	WBB	Inlaat Gijster + Bergsche Maas bij Keizersveer	0,23	2,8	10	18
Andijk	PWN	Andijk, IJsselmeer	0,0050	0,018	0,034	5
De Punt	GWG	Drentsche Aa	1990 0,021 1991 0,0030 1995 <0,0033 1996 0,0067	0,041 0,031 0,063 ³⁾ 0,034 ³⁾	0,073 0,11 0,36 0,45	25
Braakman	DELTAN	Polderwater	- ²⁾	-	-	-
<i>(Duin)infiltratie</i>						
Andelse Maas	DZH	Andelse Maas	-	-	-	-
Haringvliet ⁵⁾	DELTAN	Haringvliet	<0,0030	0,014 ³⁾	0,24	9
Nieuwegein, WRK I en II, Lekkanaal	WRK	Lekkanaal bij Nieuwegein (inlaat WRK) + Lek bij Vianen	0,30	1,8	13	15
Enkhuizen, WRK III	WRK	Andijk, IJsselmeer	0,0050	0,018	0,034	5
Weerseloseweg ⁴⁾	WMO	Twentekanaal	-	-	-	-
<i>Oeverfiltratie</i>						
Tolkamer, Lobith ⁵⁾	WOG	Rijn bij Lobith	1981 <0,033 1995 0,040	1,4 ³⁾ 0,09	4,4 0,13	23 2
Engelsewerk	WMO	IJssel	-	-	-	-
Remmerden, Nederrijn	WMN	Rijn bij Remmerden	0,20	1,0	2,6	12
Alphen aan de Rijn, Hoorn	WZHO	Oude Rijn	-	-	-	-
Hazerswoude	WZHO	Oude Rijn	-	-	-	-
Lent	WMG	Waal	-	-	-	-
Nieuwe Marktstraat, Nijmegen	NUON-Zuid	Waal	-	-	-	-
Tiel	WMG	Waal	-	-	-	-
Lexmond, De Laak	WZHO	Lek bij Nieuwegein (inlaat WRK) + Lek bij Vianen	0,30	1,8	13	15
Schoonhoven	WZHO	Lek	-	-	-	-
Berg Ambacht, Dijklaan	WZHO	Lek	-	-	-	-
Berg Ambacht, Rodenhuis	WZHO	Lek	-	-	-	-
Lekkerkerk, Schuwacht	WZHO	Lek	-	-	-	-
Nieuw Lekkerland, De Put	WZHO	Lek	-	-	-	-
Itteren-Borgharen	WML	Maas	-	-	-	-
Roosteren	WML		-	-	-	-
Zwijndrecht, Noordpark	WZHO	Oude Maas bij Zwijndrecht	<0,10	0,9 ³⁾	3,2	12
Zwijndrecht, Ringdijk	WZHO					
's Gravendeel, Dordtsche Kil	WBE					
H.-I.-Ambacht, Crezeepolder	WZHO	Noord	-	-	-	-
Ridderkerk, Kievitsweg	WZHO	Noord	-	-	-	-
Hardinxveld, 't Kromme Gat	WZHO	Boven Merwede	-	-	-	-
Dordrecht, Wantij-/Stadspark	WBE	Wantij	-	-	-	-
Dordrecht, Kop van het Land	WBE		-	-	-	-
Dordrecht, Baanhoekweg	WBE		-	-	-	-
<i>Plannen oeverfiltratie</i>						
Heel, Lateraal Kanaal	WML	Lateraal Kanaal	-	-	-	-
Eindhoven	NRE	Zuid-Willemsvaart	-	-	-	-
Vechterweerd	WMO	Overijsselse Vecht	-	-	-	-
<i>Plannen diepinfiltratie</i>						
PIM	WOB	Maas	-	-	-	-
OEDI	WMN	Lek	-	-	-	-

¹⁾N = aantal metingen; ²⁾- = geen metingen verricht; ³⁾Mediaan; ⁴⁾Sinds kort in deelstroom ook directe zuivering van oppervlaktewater; ⁵⁾Metingen van vóór 1984.

Tabel 2 Typering van 228 virus-isolaten uit 41 monsters oppervlaktewater van 1979-1981
(Van Olphen et al., 1984).

Virus type		Aantal	Percentage per subtype	Percentage per type
Poliovirus 1	NSL	2	0,88%	
	SL	2	0,88%	1,8%
Poliovirus 2	Int	1	0,44%	
	SL	36	16%	16%
Poliovirus 3	NSL	1	0,44%	
	SL	15	7%	7%
Coxsackievirus	A9	2	0,88%	
	B2	5	2,2%	
	B3	11	4,8%	
	B4	24	11%	
	B5	41	18%	
	B6	1	0,44%	37%
Echovirus	1	6	2,6%	
	7	7	3,1%	
	9	1	0,4%	
	11	13	5,7%	
	31	1	0,4%	12%
Enterovirus (NT)		8	3,5%	3,5%
Reovirus 1,2 en 3		27	12%	12%
NT	A	16	7,0%	
	B	8	3,5%	11%
Totaal		228	100%	100%

NSL, Non-Sabin-like (wild); SL, Sabin-like (vaccin stam); Int, intermediair; NT, niet-typeerbaar; NT-A geneutraliseerd door paardensera; NT-B geneutraliseerd door apenserum,

4 CONCLUSIES

De meeste metingen hebben plaatsgehad in het stroomgebied van de grote rivieren in midden Nederland. De enterovirusconcentratie in de grote rivieren wordt voor een belangrijk deel bepaald door de aanvoer vanuit het buitenland (Schijven *et al*, 1995). De meeste metingen hebben plaatsgehad in de winterperiode. De inactivatie van virussen bij lage temperatuur is gering (Yates en Ouyang, 1992). Gedurende deze periode bereiken de concentraties maximale waarden als gevolg van lage watertemperatuur, gecombineerd met een laag debiet (Schijven *et al.*, 1995).

Het Nederlandse oppervlaktewater kan op basis van enterovirusconcentratie worden onderverdeeld in twee categorieën: Het stroomgebied van de grote rivieren (exclusief IJsselmeer en Haringvliet) met een gemiddelde enterovirusconcentratie van 0,4 tot 3 per liter en maxima tot 13 per liter en het overige oppervlaktewater (inclusief IJsselmeer, Haringvliet, Drentsche Aa) met een gemiddelde enterovirusconcentratie van 0,014 tot 0,022 per liter en maxima tot 0,45 per liter.

Op basis van een maximaal toelaatbare concentratie van $1,83 \times 10^{-7}$ virussen per liter in drinkwater (infectie-risico van rotavirus 10^{-4} per persoon per jaar) kan een indicatie voor de benodigde verwijdering voor de bereiding van drinkwater worden afgeleid. Deze bedraagt voor drinkwater met oppervlaktewater uit het stroomgebied van de grote rivieren als bron, gemiddeld 6-7 logeenheden en maximaal 8 logeenheden. Voor de bedrijven die gebruik maken van overig oppervlaktewater als bron is de benodigde verwijdering gemiddelde 5 en maximaal 6 logeenheden.

5 AANBEVELINGEN

Metingen van de instroom van virussen over het gehele jaar, bij Eijsden (Maas) en Lobith (Rijn) zijn nog nodig. Metingen zijn ook nodig ter karakterisering van innamepunten langs de grote rivieren: Itteren/Borgharen, Roosteren en Heel (allen WML), Andelse Maas (DZH), Lent en Tiel (beide WMG) en Nijmegen (NUON Zuid).

Dergelijke metingen geven, als ze uitgevoerd worden in een periode van een geheel jaar, tevens ondersteuning aan de validatie van de beschrijving van de waterkwaliteit van het gehele stroomgebied met behulp van emissie- en verspreidingsmodellen (Schijven *et al.*, 1995).

Buiten het stroomgebied van de grote rivieren zijn, met uitzondering van het innamepunt Drentsche Aa (GWG) en het innamepunt IJsselmeer (PWN) geen of onvoldoende meetgegevens van enterovirusconcentraties aanwezig. Meetprioriteit, naast bepaling van de instroom via Maas en Rijn, bestaat in volgorde op basis van verwachte concentraties en verwijderingsrendement van zuivering voor de innamepunten: Weerseloseweg (WMO), Engelsewerk (WMO), Haringvliet (DELTAN) en polderwater Braakman (DELTAN). De enterovirusconcentratie in oppervlaktewater dat niet onder invloed van de grote rivieren staat kan voor een groot deel worden bepaald door overstort van rioolwater als gevolg van regenval. Een goede inschatting van de enterovirusconcentratie in deze regio's is alleen mogelijk bij meetprogramma's die zich uitstrekken over de periode van tenminste een jaar, waarbij metingen na rioolwater overstort in het meetprogramma zijn opgenomen.

LITERATUUR

- Anoniem, Aanbevelingen van de VEWIN voor het bedrijfsbeleid in technisch-hygiënisch opzicht. VEWIN, Rijswijk, 1984.
- van Dijk-Looijaard, AM. Herziening Normen Waterleidingbesluit. Kiwa-rapport SW) 93.340, Nieuwegein, 1993
- Havelaar AH, van Olphen M, Drost YC. F-specific RNA bacteriophages are adequate model organisms for enteric viruses in fresh water. *Appl Environ Microbiol* 1993;59:2956-2962.
- Havelaar AH, van Olphen M, Schijven JF. Removal and inactivation of viruses by drinking water treatment processes under full scale conditions. *Wat. Sci. Tech.* 1995; 31: 55-62.
- Van Olphen M. Virologisch onderzoek van drinkwater. Rapport, KIWA mededelingen nr 69; 1981.
- Van Olphen M, Kapsenberg JG, van de Baan E, Kroon WA. Removal of enteric viruses from surface water at eight waterworks in the Netherlands. *Appl Env Microbiol* 1984; 47:927-932.
- Van Olphen M, van de Baan E, de Bruin HAM. Onderzoek naar virusreductie bij opslag van Maaswater in spaarbekkens bij het waterwinningsbedrijf Brabantse Biesbosch. Rapport. KIWA nr SWE 89.013. 1989.
- Van Olphen M, van de Baan E, Kapsenberg JG, Van Breemen LWCA. Virusverwijdering bij opslag van Maaswater in spaarbekkens. *H2O* 1992; 20:550-555.
- Schijven JF, Medema GJ, de Nijs ACM, Elzenga JG. Emissie en verspreiding van *Cryptosporidium*, *Giardia* en enterovirussen via huishoudelijk afvalwater. . Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven 1996; Rapport nr. 2892020014.
- van der Avoort HGAM, Reimerink JJH, Ras A, Mulders MN, van Loon AM. Isolation of epidemic poliovirus from sewage during the 1992-3 type 3 outbreak in the Netherlands. *Epidemiology and infection* 1995; 114: 481-491.
- Yates MV, Ouyang Y. VIRTUS, a model of virus transport in unsaturated soils. *Appl Environ Microbiol* 1992; 58: 1609-1616.

BIJLAGE

Individuele concentratiemetingen van enterovirussen in oppervlaktewater.

Lokatie	Datum	Monster- nummer	Concentratie pvp/l	Onderzocht volume (l)
Amsterdam Rijnkanaal bij Loenen + Bethunepolder (1:1)	29/11/89	89-90	0,26	121
	06/12/89	89-92	0,079	341
	13/12/89	89-96	0,062	353
	20/12/89	89-98	1,2	29
	03/01/90	90-1	0,072	305
	10/01/90	90-3	0,088	126
	24/01/90	90-7	0,17	141
	31/01/90	90-9	0,34	50
	07/02/90	90-11	1,1	27
	21/02/90	90-14	0,71	48
	28/02/90	90-17	0,32	139
	07/03/90	90-19	0,16	122
	Inlaat Gijster	23/11/83	83-195	0,23
07/12/83		83-204	2,3	7,8
20/12/83		83-212	1,4	13,9
04/01/84		84-1	3,0	7,1
18/01/84		84-14	2,3	10,7
01/02/84		84-22	5,2	4,4
15/02/84		84-35	1,9	12,4
28/03/84		84-63	0,95	22,0
11/04/84		84-74	1,6	17,7
21/11/84		84-114	0,74	14,9
23/01/85		85-1	3,6	5,9
20/02/85		85-5	2,0	8,6
10/04/85		85-9	1,3	17,8
Bergse Maas bij Keizersveer	16/02/94	94-10	2,3	58
	02/03/94	94-14	10	3,9
	09/03/94	94-16	1,9	21,4
	16/03/94	94-18	1,6	14,6
	23/03/94	94-20	7,6	5,8
IJsselmeer bij Andijk	19/01/94	94-2	0,032	157
	26/01/94	94-4	0,0070	146
	02/02/94	94-6	0,012	168
	09/02/94	94-8	0,0050	195
	23/02/94	94-12	0,034	238
GWG "De Punt"	05/12/90	90-57	0,073	137,0
	12/12/90	90-60	0,021	385,0
	19/12/90	90-63	0,030	271
	09/01/91	91-1	0,11	95
	16/01/91	91-4	0,030	111
	23/01/91	91-7	0,080	128
	06/02/91	91-10	0,0040	223
	13/02/91	91-13	0,0030	357
	20/02/91	91-16	0,0031	319
	27/02/91	91-19	0,020	105
	06/03/91	91-22	0,0070	135
	27/03/91	91-25	0,020	496
	06/11/95	95-57	<0,0033	300

Individuele concentratiemetingen van enterovirussen in oppervlaktewater (vervolg).

	20/11/95	95-58	0,36	54,9
	04/12/95	95-65	0,063	300
	08/01/96	96-1	0,010	300
	05/02/96	96-6	0,0067	300
	04/03/96	96-12	0,0097	207
	01/04/96	96-21	0,24	300
	22/04/96	96-22	0,022	275
	29/05/96	96-24	0,45	72,7
	24/06/96	96-25	0,010	300
	19/08/96	96-29	<0,047	21,5
	16/09/96	96-31	0,26	34,3
	11/11/96	96-32	0,097	300
Haringvliet	03/09/80		<0,0030	330
	15/10/80		<0,0050	200
	10/12/80		<0,014	70
	06/01/81		0,050	200
	11/02/81		0,24	90
	03/03/81		0,031	260
	07/04/81		0,048	230
	06/05/81		0,010	100
	02/06/81		<0,0031	320
Lekkanaal bij Nieuwegein (Inlaat WRK)	17/11/87	87-91	0,40	10
	15/12/87	87-94	13	2,2
	05/01/88	88-1	0,50	10
	09/02/88	88-18	0,70	10
	22/03/88	88-31	0,30	10
	15/11/88	88-42	0,46	19,7
	13/12/88	88-51	0,56	19,6
	10/01/89	89-4	0,87	19,6
	31/01/89	89-16	0,30	19,9
	07/03/89	89-30	1,4	14,4
Lek bij Vianen	02/08/89	89-59	1,5	11,64
	27/09/89	89-85	0,67	19,27
	13/06/90	90-28	3,3	8,44
	01/08/90	90-35	0,88	19,24
	12/09/90	90-51	2,2	19,61
Lobith	15/01/81	479	4,4	0,45
	29/01/81	499	<1,7	0,6
	04/02/81	502	3,3	0,6
	21/01/81	491	1,8	0,55
	21/01/81	492	3,4	0,55
	02/01/81	493	1,7	0,6
	12/02/81	511	<2,5	0,4
	18/02/81	516	1,8	0,55
	26/02/81	521	1,3	1,6
	26/03/81	552	1,2	0,85
	26/03/81	553	1,0	1
	01/04/81	557	<1,4	0,7
	01/04/81	558	<1,1	0,9

	09/04/81	571	<0,50	2
	09/03/81	530	<1,7	0,6

Individuele concentratiemetingen van enterovirussen in oppervlaktewater (vervolg).

	13/03/81	535	<1,7	0,6
	18/03/81	540	<1,7	0,6
	18/03/81	541	1,4	0,7
	16/04/81	577	<0,50	2
	24/04/81	582	0,50	2
	28/04/81	590	<0,56	1,8
	07/05/81	588	<0,4	2,5
	13/05/81	598	<0,33	3
	12/07/95	95-40	0,040	200
	26/07/95	95-48	0,13	200
Rijn bij Remmerden	08/10/86	86-41	0,81	9,9
	05/11/86	86-49	2,6	7,8
	03/12/86	86-56	1,6	9,7
	17/12/86	86-64	1,5	8,5
	14/01/87	87-6	2,1	8,2
	04/02/87	87-14	0,91	9,9
	25/02/87	87-20	0,31	9,7
	18/03/87	87-25	1,2	9,7
	08/04/87	87-30	0,52	9,7
	06/05/87	87-37	0,20	9,8
	20/05/87	87-42	0,21	9,6
	03/06/87	87-44	0,26	7,7
Oude Maas bij Zwijndrecht	15/10/86	86-42	1,2	8,8
	29/10/86	86-44	0,87	8,1
	26/11/86	86-51	2,3	8,0
	10/12/86	86-57	3,2	9,7
	07/01/87	87-1	1,1	8,2
	28/01/87	87-7	2,8	8,5
	18/02/87	87-15	0,72	9,7
	04/03/87	87-21	1,0	9,9
	01/04/87	87-26	0,60	9,9
	22/04/87	87-33	<0,10	9,9
	13/05/87	87-38	0,20	10,0
	10/06/87	87-45	0,30	10,0
Maas bij Eysden	05/07/89	89-47	4,8	19,01
	30/08/89	89-71	<0,010	9,67
	02/08/95	95-52	0,048	167
	19/07/95	95-44	0,81	18,5