STAND VAN ZAKEN

Infecties door recreatie in oppervlaktewater

HUIDIGE EN TOEKOMSTIGE RISICO'S OP TRANSMISSIE IN NEDERLAND

Franciska M. Schets en Ana Maria de Roda Husman

Een slechte microbiologische kwaliteit van oppervlaktewater dat door grote groepen mensen wordt gebruikt voor recreatieve doeleinden kan leiden tot veel ziektegevallen.

Microbiologische verontreiniging kan van verschillende bronnen afkomstig zijn, zowel humaan als dierlijk fecaal, maar kan ook optreden door vermeerdering van natuurlijk voorkomende micro-organismen.

In Europa is de Europese Zwemwaterrichtlijn van toepassing op alle officiële zwemlocaties. Op deze locaties moet de waterkwaliteit regelmatig gecontroleerd worden en aan eisen voor maximale fecale verontreiniging voldoen.

In Nederland zijn de meest voorkomende gezondheidsklachten die samenhangen met recreatiewater echter huidklachten, veelal zwemmersjeuk, veroorzaakt door *Trichobilharzia*, een parasiet die niet van fecale oorsprong is.

Het aantal ziekte-uitbraken in een zomer houdt sterk verband met het aantal dagen met een maximum temperatuur van 25°C of hoger.

Naast de invloed van het klimaat op recreatiewater gerelateerde ziekteverwekkers, speelt ook het menselijk gedrag een rol; de uitkomst van de wisselwerking tussen deze en andere factoren is vooralsnog onzeker.

Oppervlaktewater wordt gebruikt voor veel recreatieve doeleinden, zoals zwemmen, varen, surfen en duiken. Verblijven op of in het water is een favoriet tijdverdrijf over de hele wereld. In de Verenigde Staten, met ongeveer 300 miljoen inwoners, maken mensen per jaar naar schatting zo'n 928 miljoen dagtochten naar het strand.[1] In Nederland, met een bevolking van ongeveer 16 miljoen mensen, werden in 2006-2007 zo'n 6,7 miljoen dagtochten naar de kust en 2,8 miljoen dagtochten naar stranden bij binnenwateren gemaakt (bron: http://statline.cbs.nl). Het water zorgt voor verfrissing en verkoeling, inspanning of rust.

Doordat oppervlaktewater door grote groepen mensen wordt gebruikt, kan een slechte waterkwaliteit –in chemisch en microbiologisch opzicht – leiden tot veel ziektegevallen.[2] In dit artikel ligt de nadruk op de microbiologische kwaliteit van oppervlaktewater en laten wij de chemische kwaliteit, hoewel die zeker belangrijk is, buiten beschouwing.

MICROBIOLOGISCH VERONTREINIGD OPPERVLAKTEWATER

FECALE VERONTREINIGING

Microbiologische verontreiniging van oppervlaktewater gebeurt continu, maar de omvang en de gevolgen ervan

Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Centrum voor Zoönosen en Omgevingsmicrobiologie, Bilthoven.
Dr. F.M. Schets, microbioloog water en gezondheid;
prof.dr. A.M. de Roda Husman, viroloog.
Contactpersoon: dr. F.M. Schets (ciska.schets@rivm.nl).

verschillen van plaats tot plaats en fluctueren in de loop van de tijd. Verontreiniging kan van verschillende bronnen afkomstig zijn.
Verontreiniging door humane activiteiten kan optreden door directe inbreng van fecaliën, bijvoorbeeld tijdens het zwemmen,[3] of wanneer afvalwater van boten – zowel plezier- als beroepsvaart – op het oppervlaktewater wordt geloosd. Indirecte humane verontreiniging is ook mogelijk wanneer geheel of gedeeltelijk gezuiverd afvalwater van rioolwaterzuiveringen op het oppervlaktewater wordt geloosd.[2] Daarnaast kunnen verontreinigingspieken ontstaan door riooloverstorten als gevolg van zware regenval, waarbij onbehandeld rioolwater in het oppervlaktewater terecht komt en voor een directe stijging van de microbiologische besmetting zorgt.[4] Bij rioolwaterzuiveringen in Nederland wordt dit zoveel mogelijk ondervangen.
Recreatiewater kan ook microbiologisch besmet raken door fecaal materiaal van dierlijke oorsprong. Dit kan rechtstreeks in het water terechtkomen, bijvoorbeeld wanneer een grote groep vogels op een recreatieplas overnacht,[5] of indirect bij afspoeling van mest van landbouwgrond.[6] Huisdieren kunnen ook bijdragen aan de fecale besmetting van recreatiewater, bijvoorbeeld wanneer honden op het strand hun behoefte doen en hun feces in het water wordt gespoeld.[7]

NATUURLIJKE FLORA

De microbiologische kwaliteit van zwemwater kan ook achteruit gaan door vermeerdering van micro-organismen die niet uit feces afkomstig zijn.[2] In oppervlaktewater komt een grote populatie micro-organismen voor, die de natuurlijke microbiologische flora vormt. Sommige van deze micro-organismen zijn humaan pathogene bacteriën die zich bij verhoogde watertemperatuur in het water vermeerderen en uitgroeien tot hoeveelheden die schadelijk zijn voor de gezondheid van de mens.[2] In gematigde klimaatzones, zoals in Nederland, komen deze verhoogde watertemperaturen voornamelijk in de zomer voor. Deze omstandigheden vallen dus samen met een toegenomen gebruik van recreatiewater gedurende de zomervakantie en resulteren zo in extra blootstelling en ziekte.
Andere van nature voorkomende organismen vermeerderen zich in oppervlaktewater onder invloed van veranderde hoeveelheden nutriënten in het water als gevolg van humane activiteiten. Zo stimuleren verhoogde fosfaatconcentraties in het water, veroorzaakt door afspoeling van bemeste landbouwgrond, de groei van blauwalgen.[8] Maatregelen om de invloed van menselijke activiteiten te verminderen daarentegen kunnen de waterkwaliteit zodanig verbeteren dat populaties van zoetwaterslakken, die fungeren als tussengastheer voor vogelschistosomen, floreren en zo bijdragen aan een toegenomen reproductie van parasieten die huidklachten bij zwemmers kunnen veroorzaken.

ZWEMWATERWETGEVING

In Europa is de Europese Zwemwaterrichtlijn van kracht.[9] Deze is van toepassing op alle zogenaamde officiële zwemlocaties die door de EU-lidstaten bij de Europese Commissie zijn aangemeld. Op deze locaties dient de waterkwaliteit regelmatig gecontroleerd te worden en aan bepaalde eisen te voldoen. De mate van fecale verontreiniging van het water moet onder wettelijk vastgestelde grenzen liggen. Daarom worden regelmatig de aantallen zogenaamde fecale indicatorbacteriën (*Escherichia coli* en intestinale enterococcen) in het water vastgesteld. Deze fecale indicatorbacteriën zijn geen ziekteverwekkers, maar hun aanwezigheid toont aan dat het water fecaal verontreinigd is en dat er mogelijk ziekteverwekkers uit feces aanwezig zijn.
De resultaten van deze monitoring dienen aan de Europese Commissie gemeld te worden. Hiernaast verplicht de Zwemwaterrichtlijn de lidstaten de meetresultaten aan het publiek kenbaar te maken. In Nederland wordt op de meeste officiële zwemlocaties eens per 2 weken gemeten en wordt informatie over de zwemwaterkwaliteit voor alle zwemlocaties weergegeven op de website www.zwemwater.nl. Sinds 1 mei 2014 bestaat er ook een app voor smartphones waarmee dezelfde informatie kan worden geraadpleegd.
De wettelijke eisen aan de zwemwaterkwaliteit hebben echter geen betrekking op ziekteverwekkers die níet uit feces afkomstig zijn, terwijl deze in Nederland de meest voorkomende gezondheidsklachten – voornamelijk huidklachten – veroorzaken.

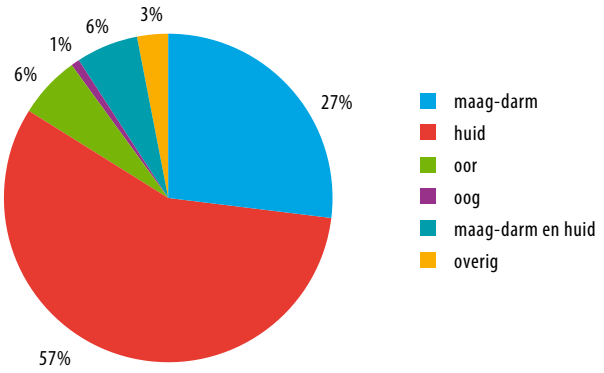
ZIEKTEGEVALLEN DOOR RECREATIE IN OPPERVLAKTEWATER

Het RIVM inventariseert sinds 1990 jaarlijks hoeveel ziektegevallen die mogelijk te maken hebben met recreatie in oppervlaktewater worden gemeld bij provincies en GGD'en gedurende het zwemseizoen (1 mei-1 oktober).[10,11] Van 1991 tot en met 2013 registreerden de provincies en GGD'en in totaal 1582 incidenten, waarbij een incident gedefinieerd is als een groep van ziektebeelden geassocieerd met recreatiewater, geïsoleerd in plaats en tijd. Toepassing van de definitie van een 'waterborne outbreak' zoals die door het CDC wordt gehanteerd (dat wil zeggen: 2 of meer personen met dezelfde gezondheidsklachten die op dezelfde tijd en plaats contact hadden met hetzelfde recreatiewater), resulteert in 1055 gemelde ziekte-uitbraken in deze periode. Er moet rekening mee gehouden worden dat het werkelijke aantal

ziektegevallen als gevolg van recreatie in oppervlaktewater hoger is, aangezien niet alle mensen die gezondheidsklachten krijgen na recreatie in oppervlaktewater daar melding van maken, hetzij omdat hun klachten mild en kortdurend zijn, of doordat zij niet aan recreatiewater als de veroorzaker van hun klachten denken.
Volgens de RIVM-inventarisatie hadden de patiënten voornamelijk huidklachten, gevolgd door maag-darmklachten. Combinaties van maag-darm- en huidklachten, oorklachten, oogklachten en overige klachten werden in veel mindere mate gemeld (figuur 1). Het aantal ziekteuitbraken hield sterk verband met het aantal dagen met een maximumtemperatuur van 25°C of hoger in een zomer (figuur 2).[11] In warme zomers zwemmen meer mensen, maar worden mensen ook blootgesteld aan water waarin meer ziekteverwekkers voorkomen. De microbiologische waterkwaliteit kan achteruit gaan doordat grote aantallen mensen meer vuil in het water brengen en doordat sommige micro-organismen bij verhoogde watertemperatuur in het water vermeerderen.

VEROORZAKERS: PATHOGENEN IN RECREATIEWATER

Infecties met wateroverdraagbare pathogenen verlopen meestal mild, maar kunnen ook asymptomatisch verlopen of juist leiden tot ernstige ziekte.[2] Wateroverdraagbare pathogenen kunnen bacteriën, virussen, parasieten, amoeben of algen zijn. Ze kunnen op verschillende manieren overgedragen worden, bijvoorbeeld door het inslikken van water dat besmet is met pathogene bacteriën, virussen of parasieten uit humane of dierlijke feces, of doordat huid, oren of ogen in contact komen met besmet water.
Overzichten van wateroverdraagbare pathogenen zijn te vinden in publicaties van de Wereldgezondheidsorganisatie en het RIVM.[2,12] Er is een draaiboek van de Landelijke Coördinatie Infectieziekten met achtergrondinformatie over infectieziekten die gerelateerd zijn aan recreatie in oppervlaktewater en aanwijzingen voor een stapsgewijze aanpak van deze ziekten, bestemd voor GGD'en.[13] In dit artikel gaan wij nader in op 3 veroorzakers van ziektegevallen die gerelateerd zijn aan recreatie in het oppervlaktewater en die nu in Nederland van belang zijn of dat in de toekomst kunnen worden: *Trichobilharzia* (de veroorzaker van zwemmersjeuk), darmpathogenen, en *Vibrio*.



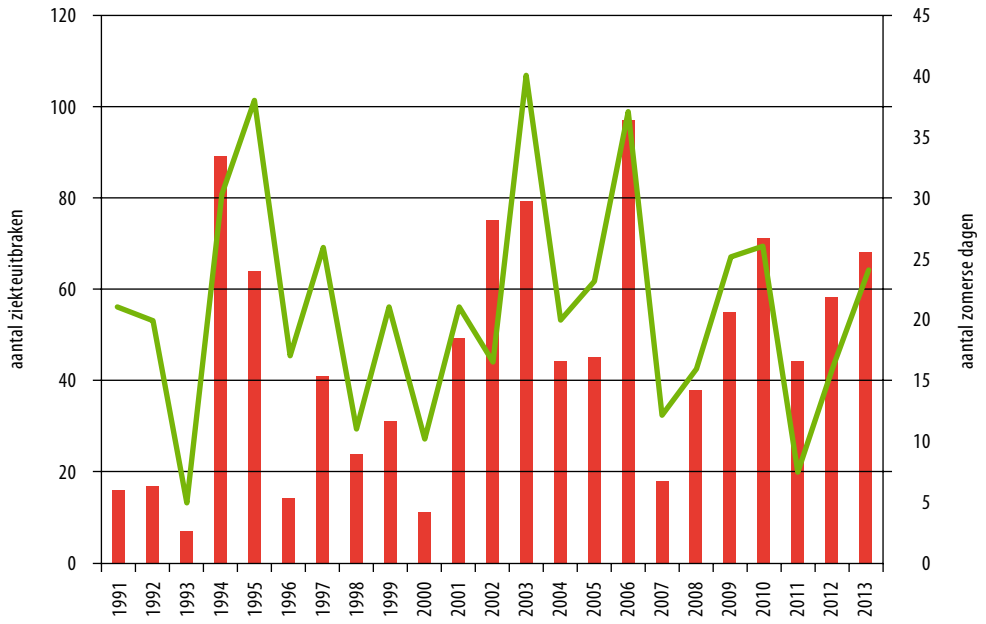
FIGUUR 1 In Nederland gerapporteerde gezondheidsklachten die zijn gerelateerd aan het verblijf in recreatiewater, over de periode 1991-2013. Weergegeven zijn de typen gezondheidsklachten als percentage van het totaal.

ZWEMMERSJEUK

In Nederland bestaat de meerderheid van de ziekte-uitbraken die te maken hebben met recreatiewater uit huidaandoeningen.[11] Bij veel van deze uitbraken hadden de patiënten zwemmersjeuk ('cercariën-dermatitis'). Zwemmersjeuk ontstaat wanneer cercariën (larven) van de parasiet *Trichobilharzia* de humane huid proberen binnen te dringen. Watervogels zijn de eindgastheer van de parasiet en in de oppervlakkige lagen van de humane huid sterven de cercariën, daarbij een allergische reactie veroorzakend die hoofdzakelijk resulteert in jeuk, rode vlekken en bulten.[14]
Als tussengastheer voor de parasiet fungeren zoetwaterslakken. Vaak is slechts een gering percentage van de slakken in een recreatieplas besmet, en hoewel enkele besmette slakken voor grote aantallen cercariën in het water kunnen zorgen, is de aanwezigheid van de parasiet hierdoor lastig aan te tonen. Doordat cercariën in het water een korte levensduur hebben en door de wind worden meegevoerd, mogelijk van het blootstellings- en bemonsteringspunt af, vereist onderzoek van het zwemwater een mate van timing die men niet altijd in de hand heeft. Incidenteel wordt echter *Trichobilharzia* aangetoond, hetzij in slakken, hetzij in water, waarmee de diagnose 'zwemmersjeuk' aannemelijk wordt gemaakt.[10,15,16]

DARMPATHOGENEN

Na huidklachten komen maag-darmklachten het meest voor. Bij dergelijke uitbraken wordt door de verantwoordelijke instanties vaak herhaald onderzoek naar fecale indicatoren uitgevoerd en soms wordt gericht gezocht naar specifieke darmpathogenen als *Campylobacter*, *Cryptosporidium* of norovirussen. Veroorzakers van dergelijke uitbraken worden echter zelden in het water gevonden.[11] Uitbraken van maag-darmklachten kunnen ook een andere blootstellingsroute dan zwemwater hebben, zoals de consumptie van besmet voedsel. Wanneer het onderzoek enkele dagen na de start van de uitbraak plaatsvindt, zijn de darmpathogenen al in aantal afgeno-



FIGUUR 2 Vergelijking van in Nederland gerapporteerde ziekte-uitbraken die gerelateerd waren aan recreatiewater (rode staven) en het aantal zomerse dagen per zomer (groene lijn) over de periode 1991-2013. Zomerse dagen zijn gedefinieerd als dagen met een maximumtemperatuur van ≥ 25°C (bron: www.knmi.nl)

men door verspreiding, verdunning of afsterving, wat de detectie beperkt.

VIBRIO-INFECTIES

In de warme zomer van 2006 werd in Noord-West Europa een opvallende toename van het aantal watergerelateerde *Vibrio*-infecties waargenomen, ook in Nederland. Hier werden 3 gevallen van infecties met *V. alginolyticus* gerapporteerd. Onderzoek toonde aan dat *V. alginolyticus* aanwezig was in de Oosterschelde, waarin alle patienten gezwommen hadden.[17] In 2009 werd het geval onderzocht van een wondinfectie die aan zwemwater gerelateerd was. Zowel uit de geïnfecteerde wond als uit het water in de Binnenschelde, waarin de patiënt had gezwommen en gewond was geraakt, werd *V. cholerae* non-O1/O139 aangetroffen.[18]

Onderzoek naar *Vibrio* in Nederlandse zwemwateren gedurende de periode 2009-2012 toonde aan dat *Vibrio* spp. op alle onderzochte zwemlocaties aanwezig waren, zij het per locatie in variabele concentraties en soortensamenstelling (Schets FM, schriftelijke mededeling, 2014).[18] De meest voorkomende soorten waren *V. alginolyticus*, *V. parahaemolyticus* en *V. cholerae* non-O1/O139. *Vibrio*-soorten werden vaker gevonden bij hogere watertemperatuur. Bij doorlopend onderzoek naar het aantal patiënten dat in Nederland een *Vibrio*-infectie oploopt door zwemmen in oppervlaktewater wordt slechts een gering aantal patiënten per jaar geïdentificeerd.[18]

KLIMAATVERANDERING EN INFECTIES DOOR RECREATIEWATER

Als gevolg van de wereldwijde opwarming van de aarde verandert het klimaat in Nederland. Tussen 1901 en 2013 is de gemiddelde temperatuur in De Bilt met 1,8 °C gestegen. In de nieuwste klimaatscenario's voorspelt het KNMI dat de temperatuur blijft stijgen en dat hete zomers vaker voorkomen. In de zomers zal de intensiteit van extreme regenval toenemen.[19] Als gevolg van deze veranderingen behoren de volgende scenario's voor de 3 bovengenoemde pathogenen tot de mogelijkheden.

MEER ZWEMMERSJEUK?

In warmer water versnelt de ontwikkeling van *Trichobilharzia* in zoetwaterslakken, waardoor meer cercariën worden uitgescheiden. Verhoogde watertemperaturen kunnen daarnaast resulteren in dichtere populaties van algen, waardoor deze slakken meer voedsel tot hun beschikking hebben. Dit kan resulteren in grotere slakkenpopulaties en dus meer tussengastheren voor *Trichobilharzia*. Daarnaast neemt, als gevolg van opwarming van de aarde, de migratie van vogels naar het zuiden af en worden bepaalde trekvogels standvogels; dit leidt gedu-

rende langere perioden tot de aanwezigheid van de gastheer voor de parasiet, wat resulteert in een verlengd replicatieseizoen.[20] In dit scenario kan het aantal gevallen van zwemmersjeuk onder invloed van klimaatverandering toenemen.

AFNAME DARMPATHOGENEN OF PIEKCONCENTRATIES?

Darmpathogenen die het aquatische milieu binnenkomen door uitscheiding in feces van geïnfecteerde gastheren, kunnen zich niet buiten die gastheren vermenigvuldigen en worden in het milieu gereduceerd door inactivatie en verwijdering. Hogere watertemperaturen kunnen leiden tot een hogere inactivatiesnelheid.[21] Daarnaast kan toegenomen UV-straling uit zonlicht schade aan het DNA van verschillende wateroverdraagbare pathogenen veroorzaken waardoor zij afsterven.[22]
Een afname van darmpathogenen kan een gunstig effect op de zwemwaterkwaliteit hebben. De verwachte intensievere regenval tijdens zomers kan echter leiden tot meer riooloverstorten en meer afspoeling van het land, waardoor vaker piekconcentraties van humane en dierlijke darmpathogenen in zwemwater kunnen optreden. Het effect van toegenomen inactivatie door UV-straling en verhoogde watertemperaturen wordt naar verwachting overschaduwd door deze piekconcentraties.[21]

MEER KANS OP *VIBRIO*-INFECTIES?

De verwachte verhoging van de watertemperatuur kan de groei van wateroverdraagbare pathogenen die van nature in Nederland voorkomen, zoals *Vibrio* spp., stimuleren. Een verhoogde atmosferische temperatuur kan bovendien leiden tot langdurigere opwarming van het oppervlaktewater, waardoor dergelijke ziekteverwekkers zich gedurende langere perioden kunnen vermeerderen en gedurende langere tijd in hoge concentraties in het water aanwezig kunnen zijn. Daarnaast kunnen *Vibrio* spp. die momenteel geen serieus gezondheidsprobleem vormen in West-Europa, zoals *V. vulnificus*, profiteren van de veranderende klimaatomstandigheden en hier een habitat vinden. Op dit moment is het aantal gerapporteerde gevallen van *Vibrio*-infecties als gevolg van contact met recreatiewater in Nederland gering, maar stijgende aantallen lijken geassocieerd met warmere zomers.[17]

COMPLEX SAMENSPEL

Klimaatverandering heeft waarschijnlijk een effect op watergerelateerde infectieziekten. Steeds vaker wordt echter onderkend dat dit een complex samenspel van verschillende factoren is, waaronder de wisselwerking tussen pathogeen en mens, met een onzekere uitkomst.[23,24] Verandering wordt verwacht, maar in welke mate en in welke richting is niet of nauwelijks te voorspellen, omdat ook andere factoren dan het klimaat een rol spelen,[24] zoals het menselijk gedrag.
Als gevolg van de verwachte temperatuurstijging kunnen mensen meer gaan zwemmen. Dit kan invloed hebben op de zwemwaterkwaliteit doordat zwemmers meer pathogenen in het water brengen. In dit scenario kunnen meer mensen vaker of langer blootgesteld worden aan water van mindere kwaliteit, mogelijk resulterend in meer ziekte. Daarnaast dragen nieuwe trends, zoals de aanleg van waterpartijen in stedelijk gebied, voor recreatieve doeleinden maar ook als tijdelijke waterberging bij wateroverlast, mogelijk bij aan toegenomen blootstelling en gezondheidsrisico's.[25]
Extreme hitte kan er echter ook toe leiden dat mensen binnen blijven in gebouwen met airconditioning of de schaduw opzoeken, waardoor het gebruik van oppervlaktewater als zwemwater afneemt en de blootstelling geringer wordt. Over het effect van klimaatverandering op het menselijk gedrag is nog onvoldoende bekend.[26]

LEERPUNTEN

- **Oppervlaktewater dat gebruikt wordt om in te zwemmen kan microbiologisch verontreinigd raken door fecaliën van mens en dier, maar ook door vermeerdering van natuurlijk voorkomende micro-organismen, zoals *Vibrio*-soorten en blauwalgen.**
- **Zwemwaterwetgeving is gericht op bescherming van zwemmers tegen gezondheidsklachten die worden veroorzaakt door darmpathogenen.**
- **In Nederland zijn huidklachten en maag-darmklachten de meest voorkomende gezondheidsklachten die gerelateerd zijn aan recreatie in oppervlaktewater.**
- **De huidklachten betreffen vaak zwemmersjeuk, veroorzaakt door de parasiet *Trichobilharzia*; de veroorzakers van maag-darmklachten worden zelden in het zwemwater gedetecteerd.**
- **Klimaatverandering heeft waarschijnlijk een effect op water-gerelateerde infectieziekten, maar het is niet goed te voorspellen of dit een toename of afname zal zijn.**

Belangenconflict en financiële ondersteuning: geen gemeld.

Aanvaard op 13 augustus 2014

Citeer als: Ned Tijdschr Geneeskd. 014 ;158:A7969

> KIJK OOK OP WWW.NTVG.NL/A7969

LITERATUUR

1 Economic Statistics for NOAA 2005, Fourth Edition. Washington DC: National Oceanographic Atmospheric Association (NOAA); USA, 2005.
2 Guidelines for safe recreational water environments. Volume 1, Coastal and fresh waters. Genève:World Health Organization (WHO); 2003.
3 Gerba CP. Assessment of enteric pathogen shedding by bathers during recreational activity and its impact on water quality. Quant Microbiol. 2000;2:55-68.
4 Marsalek J, Rochfort Q. Urban wet-weather flows: sources of fecal contamination impacting on recreational waters and threatening drinking-water sources. J Toxicol Environ Health A. 2004;67:1765-77.
5 Graczyk TK, Majewska AC, Schwab KJ. The role of birds in dissemination of human waterborne enteropathogens. Trends Parasitol. 2008;24:55-9.
6 Medema GJ, Schijven JF. Modelling the sewage discharge and dispersion of *Cryptosporidium* and *Giardia* in surface water. Water Res. 2001;35:4307-16.
7 Wright ME, Solo-Gabriele HM, Elmir S, Fleming LE. Microbial load from animal feces at a recreation beach. Marine Poll Bull. 2009;58:1649-56.
8 Smith VH, Schindler DW. Eutrophication science: where do we go from here? Trends Ecol Evol. 2009;24:201-7.
9 Richtlijn 2006/7/EG van het Europees parlement en de raad van 15 februari 2006 betreffende het beheer van de zwemwaterkwaliteit en tot intrekking van Richtlijn 76/160/EEG. Publicatieblad van de Europese Unie. 2006; L64:37-51.
10 Schets FM, De Roda Husman AM. Recreatiewater gerelateerde gezondheidsklachten in de zomers van 2012 en 2013 - Resultaten en evaluatie van de nieuwe digitale zwemwaterenquête. Infect Bull. 2014;5:168-72.
11 Schets FM, De Roda Husman AM, Havelaar AH. Disease outbreaks associated with untreated recreational water use. Epidemiol Infect. 2011;139:1114-25.
12 De Roda Husman AM, Schets FM. Climate change and recreational waterrelated infectious diseases. Rapport nr 330400002. Bilthoven: RIVM; 2010.
13 Landelijke Coordinatie Infectieziektebestrijding (LCI). Draaiboek Infectieziekten gerelateerd aan recreatie in oppervlaktewater. Bilthoven: RIVM; 2011.
14 Horák P, Kolářová L, Adema CM. Biology of the schistosome genus *Trichobilharzia*. Adv Parasitol. 2002;52:155-233.
15 Schets FM, Lodder WJ, Van Duynhoven YTHP, De Roda Husman AM. Cercarial dermatitis in the Netherlands caused by *Trichobilharzia* spp. J Water Health. 2008;06:187-95.
16 Schets FM, Lodder WJ, De Roda Husman AM. Confirmation of the presence of *Trichobilharzia* by examination of water samples and snails following reports of cases of cercarial dermatitis. Parasitol. 2010;137:77-83.
17 Schets FM, Van den Berg HHJL, Demeulemeester AA, et al. *Vibrio alginolyticus*-infecties na zwemmen in de Oosterschelde. Ned Tijdschr Med Microbiol. 2008; 16:26-8.
18 Schets FM, Van den Berg HHJL, Marchese A, Garbom S, De Roda Husman AM. Potentially human pathogenic vibrios in marine and fresh bathing waters related to environmental conditions and disease outcome. Int J Hyg Environ Health. 2011;214:399-406.
19 KNMI. 14 klimaatscenario's voor Nederland; Leidraad voor professionals in klimaatadaptatie. De Bilt: KNMI; 2014.
20 Mas-Coma S, Valero MA, Bargues MD. Climate change effects on trematodiases, with emphasis on zoonotic fascioliasis and schistosomiasis. Vet Parasitol. 2009;163:264-80.
21 Schijven JF, De Roda Husman AM. Effect of climate changes on waterborne disease in The Netherlands. Water Sci Technol. 2005;51:79-87.
22 Boyle M, Sichel C, Fernández-Ibáñez P, Arias-Quiroz GB, Iriarte-Puña M, Mercado A, et al. Bactericidal effect of solar water disinfection under real sunlight conditions. Appl Environ Microbiol 2008;74:2997-3001.
23 Braks MAH, De Roda Husman AM. Dimensions of effects of climate change on water-transmitted infectious diseases. Air Water Borne Dis. 2013;2:1-8.
24 Sterk A, Schijven J, De Nijs T, De Roda Husman AM. Direct and indirect effects of climate change on the risk of infection by water-transmitted pathogens. Environ Sci Technol. 2013;47:12648-60.
25 De Man-Van der Vliet H. Best urban water management practices to prevent waterborne infectious diseases under current and future scenarios [proefschrift]. Utrecht: Universiteit Utrecht; 2014.
26 Suk JE, Ebi KL, Vose D, Wint W, Alexander N, Mintiens K, et al. Indicators for tracking European vulnerabilities fot the risk of infectious disease transmission due to climate change. Int J Environ Res Public Health. 2014;11:2218-35.