



## **Waterkwaliteitscheck: rekening houden met de microbiologische waterkwaliteit bij klimaatadaptatie en verduurzaming**

*Jeroen van Leuken (Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu), Ciska Schets (Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu), Heleen de Man (Sanitas-Water, Ana Maria de Roda Husman (Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Universiteit Utrecht)*

**In veel steden worden projecten opgezet om duurzamer met water om te gaan en de gevolgen van klimaatverandering op te vangen. Daarnaast kunnen nieuwe waterconcepten de beleving van de openbare ruimte en de gezondheid van mensen in de stad bevorderen. Een risico daarbij is dat mensen gezondheidsklachten kunnen krijgen na contact met microbiologisch verontreinigd stedelijk water. Het is daarom belangrijk om bij stedelijk-waterprojecten rekening te houden met microbiologische risico's. Om dit te ondersteunen ontwikkelt het RIVM een microbiologische waterkwaliteitscheck voor stedelijk water voor gemeenten, GGD'en, waterschappen, adviesbureaus en andere belanghebbenden.**

Gemeenten staan voor de uitdaging om de stedelijke leefomgeving aan te passen aan toenemende hittestress en wateroverlast door een veranderend klimaat. Ook willen veel gemeenten duurzamer omgaan met regen-, afval- en oppervlaktewater als onderdeel van een circulaire economie. Zo worden bijvoorbeeld oude watergangen opnieuw geopend, worden waterkringlopen gesloten en waterspeelplaatsen, speelvijvers, wadi's en waterpleinen aangelegd [1].

Deze ontwikkelingen kunnen ertoe leiden dat mensen op een andere manier in contact komen met water in de stedelijke omgeving. Naast de positieve effecten op het gebied van klimaatadaptatie en duurzaamheid, kunnen ze ook de leefbaarheid in de stad en de gezondheid van de stedelijke bevolking bevorderen. Mensen voelen zich bijvoorbeeld prettiger in een stedelijke ruimte met meer water, bewegen meer of zoeken verkoeling bij het water.

Er kunnen echter ook negatieve effecten voor de gezondheid optreden wanneer het stedelijk water microbiologisch van onvoldoende kwaliteit is. Door contact met verontreinigd water (huidcontact, inslikken of inademen) kunnen mensen blootgesteld worden aan ziekteverwekkende bacteriën, virussen, protozoa, amoeben of algen. In dat geval kunnen infecties in het maagdarmkanaal, in de luchtwegen of op de huid optreden [2]

Het is daarom van belang om bij het plannen, ontwerpen, realiseren en beheren van stedelijke waterprojecten - naast de beoogde voordelen - rekening te houden met mogelijke gezondheidsrisico's. Om GGD'en, waterschappen, gemeenten, adviesbureaus en andere belanghebbenden hierin te ondersteunen, wordt gewerkt aan een microbiologische waterkwaliteitscheck voor stedelijk water [3]. Hiertoe is allereerst geïnventariseerd welke mogelijke

microbiologische verontreinigingsbronnen en volksgezondheidsrisico's bestaan voor in Nederland toegepaste nieuwe en bestaande stedelijk-waterconcepten.

De komende jaren zal de microbiologische waterkwaliteitscheck samen met belanghebbenden verder ontwikkeld worden tot een breed inzetbaar instrument voor de kwantitatieve of kwalitatieve schatting van gezondheidsrisico's van stedelijk waterconcepten, vergelijkbaar met het risicoraamwerk dat ook voor drinkwater wordt toegepast.

### **Microbiologische risicoanalyse**

In Nederland wordt aan de kwaliteit van het drinkwater een belangrijke gezondheidseis gesteld: op jaarbasis mogen niet meer dan 1 op de 10.000 mensen ziek worden van de consumptie van gezuiverd drinkwater. Dit wordt bewaakt met een microbiologische risicoanalyse [4]. Er zijn daarentegen geen gezondheidscriteria geformuleerd voor het hergebruik van afvalwater en het gebruik van stedelijk water. Ongezuiverd afvalwater bevat doorgaans grote aantallen ziekteverwekkers, die door overstorten en fout aangesloten hemelwateruitlaten in het stedelijk water terecht kunnen komen [5], [6]. Zo werd in 2015 31 procent van de deelnemers aan de Amsterdam CitySwim ziek, (mede) doordat riooloverstorten het grachtenwater hadden verontreinigd met ongezuiverd rioolwater [7]. Ook gezuiverd afvalwater kan nog grote aantallen ziekteverwekkers bevatten [6]. Daarnaast kunnen door afspoeling van ontlasting van bijvoorbeeld honden en vogels ziekteverwekkers in het stedelijk water terecht komen. Ook kunnen ziekteverwekkers voorkomen in bijvoorbeeld fontein en waterspeelplaatsen die niet goed ontworpen zijn of niet goed beheerd worden [1], [8].

Door het uitvoeren van een microbiologische risicoanalyse volgens een vast stramien wordt duidelijk (a) welke verontreinigingsbronnen de microbiologische waterkwaliteit negatief (kunnen) beïnvloeden, (b) welke gezondheidsrisico's dat tot gevolg kan hebben voor mensen die aan dat stedelijk water blootgesteld worden en (c) welke maatregelen genomen kunnen worden om deze risico's te beperken. Een dergelijke risicoanalyse is in de praktijk al onderdeel van drinkwaterveiligheidsplannen [9], sanitatieveiligheidsplannen [10], zwemwaterprofielen [11], *sanitary profiling* van kweekgebieden voor schelpdieren [12] en het beoordelen van risico's in de voedselproductieketen [13].

Met een risicobeoordeling voor stedelijk water kunnen per concept alle facetten in kaart gebracht worden, zoals de ligging, functie, inrichting, omgeving, hydrologie, bedoeld en onbedoeld gebruik door mensen en de eventuele aanwezigheid van verontreinigingsbronnen. Bij een kwalitatieve benadering worden kritieke punten geïdentificeerd en onder de aandacht gebracht. Bij een kwantitatieve benadering worden aanvullend monsters genomen om de aantallen ziekteverwekkers te bepalen en daarmee de eventuele gezondheidsrisico's te kunnen schatten.

### **Relevante wateroverdraagbare infectieziekten**

#### ***Ziekteverwekkers afkomstig van mensen en dieren***

Ziekteverwekkers uit menselijke of dierlijke ontlasting kunnen door inname van verontreinigd water maagdarmklachten veroorzaken, zoals diarree en overgeven. In sommige gevallen kunnen ernstige infecties optreden [2]. Voorbeelden zijn de bacteriën *Campylobacter*, *Salmonella*, *Shigella* en de ziekteverwekkende variant van *Escherichia coli*. Deze bacteriën kunnen zich alleen vermenigvuldigen in mensen en dieren en niet in het water. In het water neemt de concentratie geleidelijk af door

afsterving, sedimentatie en verdunning. Daarnaast kunnen ratten met hun urine *Leptospira*-bacteriën uitscheiden, die leptospirose kunnen veroorzaken. Deze ziekte leidt meestal tot milde griepachtige klachten, maar kan ook een ernstig beloop hebben, zoals bij de ziekte van Weil [14]. De belangrijkste wateroverdraagbare virussen afkomstig uit menselijke en dierlijke ontlasting zijn norovirus, enterovirus, rotavirus, hepatitis A-virus, hepatitis E-virus en adenovirus. Norovirus veroorzaakt bij mensen acute maagdarmklachten met heftig braken en diarree. Humane enterovirusinfecties kunnen leiden tot milde luchtweginfecties (verkoudheid), maagdarmklachten, hand-, voet- en mondziekte of ernstige hersenvliesontsteking. Rotavirus veroorzaakt maagdarmklachten, terwijl hepatitis A een acute infectie van de lever is. Adenovirussen kunnen maagdarm-, luchtweg- of oogklachten veroorzaken [15,16].

Parasitaire protozoa (eencellige micro-organismen) kunnen zich alleen in een gastheer (bijvoorbeeld een mens of dier) vermenigvuldigen. Wel kunnen cysten (ingekapselde koloniën) gevormd worden die gedurende lange tijd in het milieu kunnen overleven doordat ze ongevoelig zijn voor extreme milieuomstandigheden. De meest relevante soorten voor de waterkwaliteit zijn *Cryptosporidium parvum*, *Cryptosporidium hominis* en *Giardia lamblia*. Zij veroorzaken milde tot ernstige maagdarmklachten bij mensen. *Giardia*-infecties kunnen soms chronisch worden en *Cryptosporidium*-infecties kunnen bij kwetsbare groepen levensbedreigend zijn [17,18]. De parasiet *Trichobilharzia* wordt door watervogels uitgescheiden en kan zwemmersjeuk veroorzaken, gekenmerkt door jeukende rode bulten op de huid [19].

### **Ziekteverwekkers die van nature in water voorkomen**

Ziekteverwekkende bacteriën die van nature in water voorkomen, hebben geen mens of dier nodig om zich te kunnen vermenigvuldigen. Verhoogde watertemperaturen kunnen dan ook leiden tot hoge concentraties. Voorbeelden zijn de bacteriën *Pseudomonas aeruginosa* (de veroorzaker van buitenoorontsteking) en verschillende *Vibrio*-soorten, die maagdarm-, huid-, en oorklachten kunnen veroorzaken. Ook *Legionella* komt van nature voor in water en kan zich in kunstmatige watersystemen zeer goed vermenigvuldigen. *Legionella* kan milde tot ernstige longontsteking veroorzaken [20]. Ook vrij-levende amoeben behoren tot de natuurlijke aquatische flora, zoals *Hartmannella*, die in symbiose leeft met *Legionella*.

Blauwalgen, ten slotte, behoren tot de natuurlijke algenpopulatie in water. Bij watertemperaturen tussen de 20 en 30 °C, weinig wind en regen, weinig stroming en hoge fosfaat- en stikstofconcentraties kunnen ze zich sterk vermeerderen. Afsterving kan vervolgens leiden tot stinkende drijflagen die overlast voor zwemmers en omwonenden veroorzaken. Blootstelling aan deze drijflagen kan leiden tot maagdarm-, luchtweg-, huid- en oogklachten [21].

### **Risico-inventarisatie**

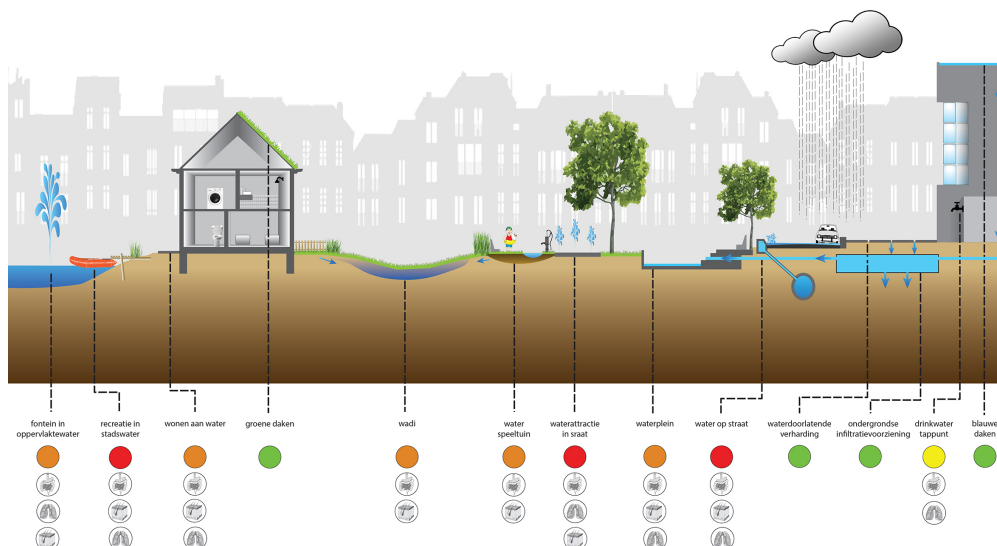
Afbeelding 1 toont de onderzochte stedelijk-waterconcepten die de effecten van klimaatverandering kunnen opvangen of zorgen voor een duurzamere omgang met water. Direct of indirect contact met water van de concepten gericht op duurzaamheid is bijna altijd mogelijk [3]. Hetzelfde geldt voor de waterconcepten gericht op klimaatadaptatie. Alleen voor concepten gericht op waterberging of

verkoeling die zich onder de grond of op daken bevinden, is direct contact niet aannemelijk. Bij onderhoud of reparatie kunnen mensen mogelijk wel contact met dit water hebben [22].



Afbeelding 1. Mogelijke blootstelling van burgers en/of professionals aan verschillende stedelijk waterconcepten

Voor de klimaatadaptatieconcepten waar contact met water mogelijk is, toont afbeelding 2 de waarschijnlijkheid dat gezondheidsklachten optreden en welke dat potentieel zijn. Deze waarschijnlijkheid is bepaald door het al dan niet in de literatuur beschreven zijn van uitbraken door blootstelling aan ziekteverwekkers en het al dan niet beschikbaar zijn van microbiologische waterkwaliteitsgegevens [3].

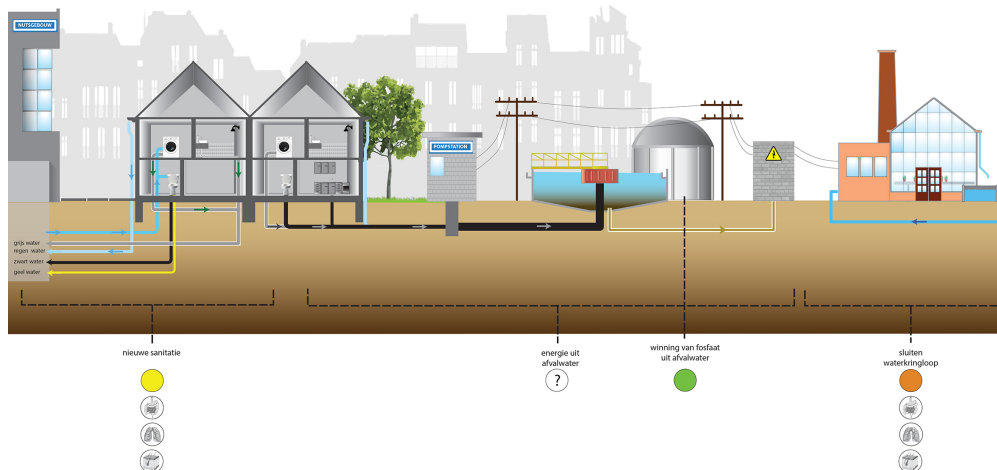


Afbeelding 2. Microbiologische risico's bij blootstelling aan water van verschillende stedelijk waterconcepten gericht op klimaatadaptatie. De gekleurde bollen duiden op de waarschijnlijkheid van gezondheidsklachten (wit: onbekend; groen: nihil; geel: gering; oranje: gemiddeld; rood: groot)

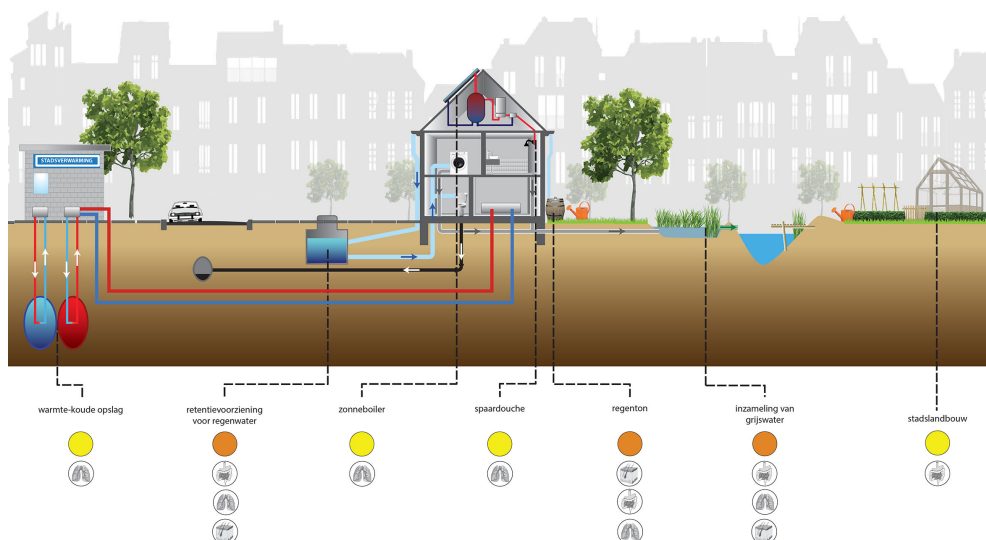
Uit afbeelding 2 blijkt dat de klimaatadaptatieconcepten met een gemiddelde of grote waarschijnlijkheid kunnen leiden tot negatieve gezondheidseffecten, zoals maagdarmklachten, huidklachten en luchtwegklachten. Voor al deze concepten, met uitzondering van drinkwatertappunten, zijn waterkwaliteitsgegevens beschikbaar die de aanwezigheid van ziekteverwekkers aantonen (gemiddelde risico's). Voor water op straat, recreatie in stadswater en waterattracties in de straat (zoals bedriegertjes) zijn bovendien uitbraken, ook in Nederland, beschreven in de wetenschappelijke literatuur (grote risico's). Bij deze concepten dient tevens opgemerkt te worden dat het vaak kinderen betreft die blootgesteld worden.

Voor de duurzaamheidsconcepten waar contact met water mogelijk is, tonen de afbeeldingen 3 (met afvalwater als bron voor grondstoffen) en 4 (op huishoudelijk niveau) de waarschijnlijkheid van het optreden van gezondheidsklachten. Hieruit blijkt dat voor deze concepten de waarschijnlijkheid dat er negatieve gezondheidseffecten optreden gering tot gemiddeld is. Voor de meeste concepten zijn in de literatuur geen uitbraken beschreven (geringe risico's). Wel zijn in sommige gevallen, zoals bij het inzamelen van grijs water of het opvangen van regenwater, waterkwaliteitsgegevens beschikbaar die laten zien dat het water ziekteverwekkers kan bevatten (gemiddelde risico's).

In de literatuur [3] is voor alle onderzochte concepten ook informatie aanwezig over de waterkwaliteit door inzicht te geven in het type ingangswater (leiding-, regen-, grond-, oppervlakte- of afvalwater) en of er behandeling van dit water plaatsvindt. Ook wordt aangegeven welke microbiologische processen kunnen plaatsvinden in het water waardoor gezondheidsrisico's kunnen ontstaan.



Afbeelding 3. Microbiologische risico's bij blootstelling aan water van verschillende stedelijk-waterconcepten gericht op duurzaamheid waarbij het afvalwater als bron voor grondstoffen gebruikt wordt. Zie afbeelding 2 voor de betekenis van de gekleurde bollen



Afbeelding 4. Microbiologische risico's bij blootstelling aan water van verschillende stedelijk-waterconcepten gericht op duurzaamheid op huishoudelijk niveau. Zie afbeelding 2 voor de betekenis van de gekleurde bollen

### Voorbeeld: waterspeelplaats Zuiderpret, Den Haag

In 2017 is een kwalitatieve waterkwaliteitscheck uitgevoerd van waterspeelplaats Zuiderpret in de gemeente Den Haag [1]. Deze waterspeelplaats is een natuurspeelplaats in het Zuiderpark, waar kinderen in een stromende beek kunnen spelen. Bij de waterspeelplaats is tijdens een veldbezoek een kwalitatieve risico-inventarisatie uitgevoerd. De belangrijkste bron van mogelijke ziekteverwekkers in de beek is fecale verontreiniging. Problemen met zwemmersjeuk en blauwalgen zijn echter niet te verwachten vanwege de continue beweging van het water. De geconstateerde verbeterpunten zijn: (a) zorgen voor een goede doorstroming van het water door regelmatig planten- en algengroei te verwijderen; (b) bewaken van de hygiëne rondom de beek; (c) regelmatig

toetsen van de waterkwaliteit; en (d) duidelijk communiceren aan bezoekers van de waterspeelplaats door met borden aan te geven dat het water in de beek geen drinkwater is.

## Conclusies

Samengevat laat deze risico-inventarisatie zien dat maagdarm-, luchtweg- of huidklachten kunnen optreden door contact met stedelijk water dat ingezet wordt voor waterberging, verkoeling of uit duurzaamheidsoverwegingen. De waarschijnlijkheid dat gezondheidsklachten optreden varieert per concept en ook het type klachten varieert. De kans op gezondheidsklachten is groter wanneer mensen makkelijk in direct contact met het water komen, wat vaak het geval is bij open voorzieningen als wadi's, waterspeeltuinen, regentonnen en fontein.

Bij het plannen en ontwerpen van stedelijk-waterconcepten is tot dusver weinig aandacht besteed aan mogelijke gezondheidsklachten veroorzaakt door in het water aanwezige ziekteverwekkers. Deze inventarisatie op basis van microbiologische waterkwaliteitsgegevens en wetenschappelijke literatuur laat zien dat het bij veel concepten belangrijk is om in het ontwerp en bij onderhoud rekening te houden met aan water gerelateerde gezondheidsklachten. Daarom pleit het RIVM ervoor om bij het realiseren van nieuwe stedelijk-waterconcepten rekening te houden met de microbiologische waterkwaliteit, zoals al het geval is voor onder meer drink-, afval- en zwemwater.

## Doorkijk

Tijdens een symposium dat het RIVM in 2017 organiseerde om de waterkwaliteitscheck onder de aandacht te brengen, bleek dat de deelnemers het belang van aandacht voor de microbiologische waterkwaliteit in de stad erkenden. Het RIVM werkt momenteel samen met belanghebbenden, zoals GGD's, waterschappen, gemeenten en adviesbureaus, aan een breed beschikbaar instrument voor het uitvoeren van de microbiologische waterkwaliteitscheck voor stedelijk water. Eén van de programma's waarbinnen de waterkwaliteitscheck ontwikkeld wordt, is de onderzoekslijn 'Klimaatbestendige Stad' van het Nationaal Kennis- en Innovatieprogramma Water en Klimaat (NKWK).

## Referenties

1. Schets, F.M., Man H. de (2017). *Risico-inventarisatie waterspeelplaats Zuiderpret, Den Haag*. Bilthoven, RIVM.  
[http://www.rivm.nl/Documenten\\_en\\_publicaties/Wetenschappelijk/Rapporten/2017/Juni/Risico\\_inventarisatie\\_waterspeelplaats\\_Zuiderpret\\_Den\\_Haag](http://www.rivm.nl/Documenten_en_publicaties/Wetenschappelijk/Rapporten/2017/Juni/Risico_inventarisatie_waterspeelplaats_Zuiderpret_Den_Haag)
2. Schets, F.M., De Roda Husman, A.M. (2017). Gezondheidsklachten door recreatiewater in de zomers van 2014, 2015 en 2016; Vooral veel kinderen met klachten. *Infectieziektenbulletin* 2017;6.  
[http://www.rivm.nl/Documenten\\_en\\_publicaties/Algemeen\\_Actueel/Uitgaven/Infectieziekten\\_Bulletin/Jaargang\\_28\\_2017/Juni\\_2017/Inhoud\\_juni\\_2017/Gezondheidsklachten\\_door\\_rec](http://www.rivm.nl/Documenten_en_publicaties/Algemeen_Actueel/Uitgaven/Infectieziekten_Bulletin/Jaargang_28_2017/Juni_2017/Inhoud_juni_2017/Gezondheidsklachten_door_rec)

- [eatiewater in de zomers van 2014 2015 en 2016 Vooral veel kinderen met klachten](#)
3. Schets, F.M., Man, H. de, Leuken, J.P.G. van, De Roda Husman, A.M. (2017). *De “waterkwaliteitscheck” voor nieuwe en bestaande stedelijk water concepten; Het belang van aandacht voor de microbiologische kwaliteit van water in de stad*. Bilthoven, RIVM. [http://www.rivm.nl/Documenten\\_en\\_publicaties/Wetenschappelijk/Rapporten/2017/Maart/De\\_waterkwaliteitscheck\\_voor\\_nieuwe\\_en\\_bestaande\\_stedelijk\\_waterconcepten\\_Het\\_belan\\_g\\_van\\_aandacht\\_voor\\_de\\_microbiologische\\_kwaliteit\\_van\\_water\\_in\\_de\\_stad](http://www.rivm.nl/Documenten_en_publicaties/Wetenschappelijk/Rapporten/2017/Maart/De_waterkwaliteitscheck_voor_nieuwe_en_bestaande_stedelijk_waterconcepten_Het_belan_g_van_aandacht_voor_de_microbiologische_kwaliteit_van_water_in_de_stad)
  4. Schijven, J.F., Teunis, P.F.M., Rutjes, S.A., Bouwknecht, M., De Roda Husman, A.M. (2011). QMRAspot: A tool for Quantitative Microbial Risk Assessment from surface water to potable water. *Water Res.* 2011;45: 5564–5576.
  5. Lodder, W.J., De Roda Husman, A.M. (2005). Presence of Noroviruses and Other Enteric Viruses in Sewage and Surface Waters in The Netherlands. *Appl Environ Microbiol.* 2005;71: 1453–1461.
  6. Schmitt, H. et al. (2017). *Bronnen van antibioticaresistentie in het milieu en mogelijke maatregelen* Bilthoven, RIVM. [http://www.rivm.nl/Documenten\\_en\\_publicaties/Wetenschappelijk/Rapporten/2017/Juli/Bronnen\\_van\\_antibioticaresistentie\\_in\\_het\\_milieu\\_en\\_mogelijke\\_maatregelen](http://www.rivm.nl/Documenten_en_publicaties/Wetenschappelijk/Rapporten/2017/Juli/Bronnen_van_antibioticaresistentie_in_het_milieu_en_mogelijke_maatregelen)
  7. <https://www.amsterdamcityswim.nl/info/veiligheid-en-gezondheid>, geraadpleegd op 23 augustus 2017.
  8. Man, H. de et al. (2014) Human exposure to endotoxins and fecal indicators originating from water features. *Water Res.* 2014;51: 198–205.
  9. Davison, A. et al. (2005). *Water Safety Plans: Managing drinking-water quality from catchment to consumer*. Geneva, Switzerland; [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/wsp170805.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/wsp170805.pdf)
  10. WHO (2015). *Sanitation Safety Planning: Manual for safe use and disposal of wastewater, greywater and excreta* Geneva, Switzerland [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/publications/ssp-manual/en/](http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/ssp-manual/en/)
  11. Europese Unie (2006). 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 <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006L0007&from=NL>
  12. Lee, R., Kay, D., Wyer, M., Murray, L., Stapleton, C. (2010). *Sanitary profiling of shellfish harvesting areas. Safe Management of shellfish and harvest waters*. Geneva, Switzerland: IWA Publishing. [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/emerging/sanitary\\_profiling.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/emerging/sanitary_profiling.pdf)
  13. Nederlandse Voedsel en Waren Autoriteit (2017). *Hygienecodes/HACCP* <https://www.nvwa.nl/onderwerpen/hygienecodes-haccp>
  14. Goris, M.G.A., Boer, K.R., Duarte, T.A.T.E., Kliffen, S.J., Hartskeerl, R.A. (2014) Trends in humane leptospirose in Nederland 1925-2008. *Infectieziektenbulletin* 26: 37–40. [http://www.rivm.nl/Documenten\\_en\\_publicaties/Algemeen\\_Actueel/Uitgaven/Infectieziekten\\_Bulletin/Jaargang\\_26\\_2015/Februari\\_2016/Inhoud\\_Februari\\_2015/Trends\\_in\\_humane\\_leptospirose\\_in\\_Nederland\\_1925\\_2008](http://www.rivm.nl/Documenten_en_publicaties/Algemeen_Actueel/Uitgaven/Infectieziekten_Bulletin/Jaargang_26_2015/Februari_2016/Inhoud_Februari_2015/Trends_in_humane_leptospirose_in_Nederland_1925_2008)
  15. Jiang, S.C. (2006). Human Adenoviruses in Water: Occurrence and Health Implications: A Critical Review. *Environ Sci Technol.* 40: 7132–7140.
  16. Wyn-Jones, A.P., Sellwood, J. (2001). Enteric viruses in the aquatic environment. *J Appl*



*Microbiol.* 91: 945–962.

17. Thompson, R.C.A. (2004). The zoonotic significance and molecular epidemiology of Giardia and giardiasis. *Vet. Parasitol.* 126: 15–35.
18. Fayer, R. (2004). Cryptosporidium: a water-borne zoonotic parasite. *Vet. Parasitol.* 126: 37–56.
19. Schets, F.M., De Roda Husman, A.M., Havelaar, A.H. (2011). Disease outbreaks associated with untreated recreational water use. *Epidemiol. Infect.* 139: 1114–1125.
20. Borella, P., Guerrieri, E., Marchesi, I., Bondi, M., Messi, P. (2005). Water ecology of Legionella and protozoan: environmental and public health perspectives. *Biotechnology Annual Review.*
21. Chorus, I., Falconer, I.R., Salas, H.J., Bartram, J. (2000). Health risks caused by freshwater cyanobacteria in recreational waters. *J. Toxicol. Environ. Heal. Part B.* 3.
22. Beelen, P. van, Schijven, J.F., De Roda Husman, A.M., Aa, N.G.F.M. van der, Otte, P.F. (2011). *De mogelijke risico's van warmte- en koudeopslag voor de grondwaterkwaliteit* Bilthoven, RIVM. [http://www.rivm.nl/Documenten\\_en\\_publicaties/Wetenschappelijk/Rapporten/2011/juni/Een\\_literatuurstudie\\_naar\\_de\\_mogelijke\\_risico\\_s\\_van\\_warmte\\_en\\_koudeopslag\\_voor\\_de\\_grondwaterkwaliteit](http://www.rivm.nl/Documenten_en_publicaties/Wetenschappelijk/Rapporten/2011/juni/Een_literatuurstudie_naar_de_mogelijke_risico_s_van_warmte_en_koudeopslag_voor_de_grondwaterkwaliteit)