



Legionella bij rwzi's

GERTJAN MEDEMA, KIWA WATER RESEARCH
 PAUL ROELEVELD, STOWA
 BART WULLINGS, KIWA WATER RESEARCH
 DICK VAN DER KOOIJ, KIWA WATER RESEARCH

STOWA heeft een studie laten uitvoeren naar de aanwezigheid van Legionella op rioolwaterzuiveringsinstallaties. Dat gebeurde onder meer door metingen in het rioolwater en in de lucht. De gehalten Legionella in de lucht op rwzi-onderdelen met de meeste aerosolvorming liggen lager dan in situaties waar Legionella-infecties optraden. Het optreden van legionellose onder rwzi-medewerkers is daarmee niet uitgesloten, maar wel onwaarschijnlijk. Nevenopbrengst van deze studie was een inschatting van het risico op darminfecties via de omgevingslucht op rwzi's. Voor deze ziekteverwekkers lag het berekende infectierisico van rwzi-medewerkers duidelijk hoger dan van de algemene bevolking. Beheersmaatregelen die aerosolvorming voorkomen of de blootstelling daaraan beperken, beperken ook het risico op alle biologische agentia (darmpathogenen, endotoxines en Legionella).

Naar aanleiding van de betreurenswaardige Legionella-epidemie in Bovenkarspel in februari 1999, is in Nederland veel aandacht geschonken aan waterinstallaties waar Legionella voor kan komen en mogelijk infecties kan veroorzaken¹. Door de Arbeidsinspectie zijn rioolwaterzuiveringsinstallaties in beginsel als risicovol bestempeld. In overleg met het Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, het Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu, de Unie van Waterschappen, RIZA, RIVM en STOWA, is daarom besloten een brancheonderzoek uit te voeren om de risico's voor blootstelling aan Legionella op rwzi's te inventariseren. Het onderzoek werd in opdracht van de STOWA uitgevoerd door Kiwa en is begeleid door een commissie met vier waterschappen, RIZA, het Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid en STOWA.

Het onderzoek

Hoofddoel van de studie was te onderzoeken of Legionella ook in rioolwater in Nederland voorkomt en, indien aanwezig, het vaststellen van het niveau van blootstelling van medewerkers van zuiveringsinstallaties van communaal afvalwater. Daarbij werd in kaart gebracht waar en in welke mate bij de zuivering van communaal afvalwater micro-organismen via aerosolvorming in de omgevingslucht worden gebracht.

Risico-analyse

Op een geselecteerd aantal locaties is vastgesteld of en in welke mate Legionella voor-

komt in (gedeeltelijk behandeld) communaal afvalwater en in de omgevingslucht van de zuivering. Met behulp van deze gegevens en een enquête, over frequentie en duur van verblijf van medewerkers van een zuiveringsinstallatie op de verschillende locaties, is een inschatting gemaakt van de mate van blootstelling. Deze is vergeleken met de mate van blootstelling op andere locaties, zoals die in de literatuur is beschreven om een indruk te geven van het gezondheidsrisico voor het personeel van rwzi's. De informatie uit de literatuur is beperkt en vrij kwalitatief: Legionella komt voor in rioolwater en in de lucht boven beluchtingsbassins^{2),3),4)}. Een inschatting van



Aërosolbemonstering.

het risico op basis van deze gegevens is onvoldoende betrouwbaar. De literatuur geeft wel aan dat Legionella lang overleeft in aerosolen (een half uur of langer, afhankelijk van de relatieve luchtvochtigheid)^{5),6)}, in ieder geval veel langer dan nodig is om de tijd tussen bron en rwzi-medewerker te overbruggen. Bij medewerkers van een awzi is Pontiac-fever door Legionella aangetoond na onderhoudswerkzaamheden aan een slibindikker⁷⁾. Dat geeft aan dat infectie via deze route mogelijk is.

Mate van aerosolvorming

Op een aantal geselecteerde rwzi's zijn op meerdere locaties metingen uitgevoerd in water en omgevingslucht van de indicatororganismen koloniegetal 22°C, bacteriën van de coligroep, F-RNA fagen en sporen van sulfietreducerende clostridia. Op een aantal locaties op deze rwzi's zijn (sterk) verhoogde concentraties van deze micro-organismen in de lucht aangetoond. Deze locaties (geclassificeerd in onderstaand schema) zijn nader

concentratie micro-organismen in de lucht	locatie
zeer sterk verhoogd	het roostergoedgebouw de ruimte boven afgedekte oxidatiebedden
sterk verhoogd	in sommige zeebandpersruimtes, met name bij reinigingswerkzaamheden bij oppervlaktebeluchting nabij de vijzel bij het sproeien van compostfilters
verhoogd	bij beltenbeluchters de ruimte voor aanmaak van PE in de filtraatkelder in sommige zeebandpersruimtes en slibontwateringsruimtes bij compostfilters

onderzocht op aanwezigheid van *Legionella* in water en lucht.

Tijdens dit onderzoek zijn methoden ontwikkeld voor het kunnen aantonen van *Legionella* in afvalwater en in lucht. Uit de toepassing bleek dat er niet één meest geschikte methode bestaat. Met de conventionele kweekmethode is geen *Legionella* aangetroffen, maar die werd op veel locaties ook sterk gehinderd door overgroei. De DFA-methode overschat waarschijnlijk de concentratie *Legionella* in deze matrices. De PCR-methode heeft voor deze studie de meest bruikbare resultaten opgeleverd.

Legionella in afvalwater en aerosolen

Legionella is aanwezig in afvalwater en in de omgevingslucht op de meeste locaties van een rwzi. Vanwege de detectie met PCR is het niet zeker dat het levensvatbare, infectieuze *Legionella* betreft, maar het is plausibel om aan te nemen dat minstens een deel daarvan levensvatbaar en infectieus is. De gehalten, gemeten met de PCR-methode, kunnen worden gezien als 'worst-case' schatting. Het gehalte *Legionella* verschilt per rwzi; op twee rwzi's werd *Legionella* niet aangetroffen in de lucht en op drie rwzi's wel. De gehalten *Legionella pneumophila* varieerden van 0,56 tot 56 per kubieke meter.

De mate van aerosolisatie gemeten met de PCR-methode is consistent met die gemeten aan het koloniegetal 22°C, een indirecte indicatie van de juistheid van de PCR-gegevens over aerosolisatie van *Legionella*.

Vanuit de resultaten van de enquête is bekend hoe vaak en hoe lang rwzi-medewerkers op de verschillende locaties aanwezig zijn. Grote verschillen treden hierbij op, wat betekent dat ook grote verschillen bestaan in

de mate van blootstelling aan aerosolen. Deze zijn meegenomen in de verdere analyse.

Blootstelling rwzi-medewerkers

Uit de *Legionella*-gehalten in de omgevingslucht en de aanwezigheid van de medewerkers is per locatie de blootstelling berekend. Die is vervolgens gesommeerd om de totale blootstelling van rwzi-medewerkers te bepalen. De gemiddelde blootstelling lag op 2,3 *Legionella* per dag en de maximale blootstelling op 37 *Legionella* per dag.

Uitgaande van de 'worst-case' benadering met de PCR-methode, is het gehalte *Legionella pneumophila* in de lucht laag in vergelijking met de aantallen (gekweekt) in de lucht uit airconditioners en rondom koeltorens, waarvan bekend is dat daar *Legionella*-infecties optraden^{8),9),10),11)}. Als daarbij in acht genomen wordt dat de PCR het gehalte infectieuze *Legionella pneumophila* waarschijnlijk overschat, betekent dit dat een risico op legionellose voor rwzi-medewerkers niet aannemelijk is. Geheel uitsluiten van dit risico is op basis van deze studie echter niet mogelijk.

In acht moet worden genomen dat bij de keuze van de onderzoekslocaties is gestreefd naar het geven van een zo representatief mogelijk beeld voor de sector. De resultaten kunnen echter niet zonder meer naar alle individuele locaties worden vertaald. Op locaties waar de gehalten *Legionella* hoger zouden kunnen liggen dan gevonden in deze studie (met name locaties met hogere watertemperatuur, bijvoorbeeld als gevolg van koelwaterlozingen of in hydroforen die in de zomerperiode kunnen opwarmen), zijn aanvullende metingen noodzakelijk voor het beoordelen van het gezondheidsrisico.

Onderzoek naar andere biologische agentia

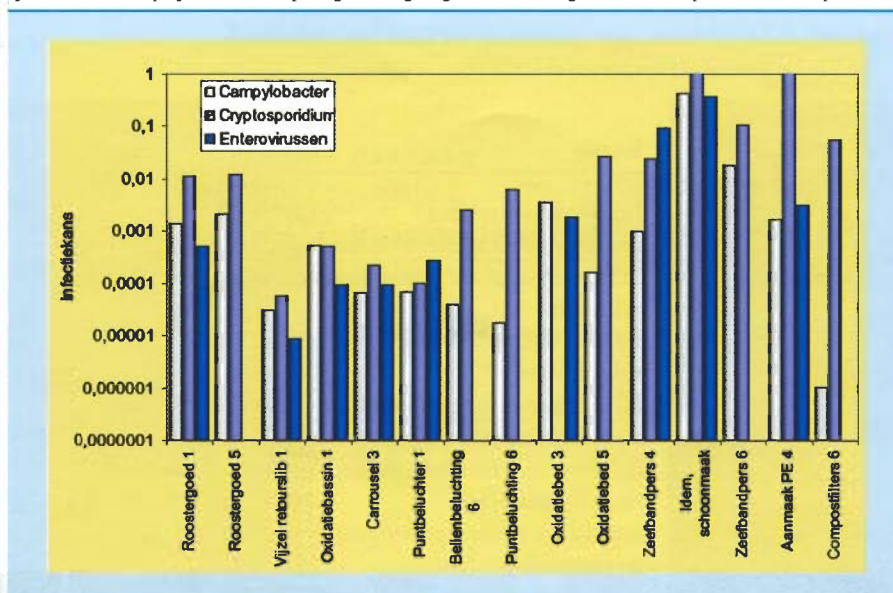
Bij deze studie werd veel kennis verzameld over aerosolisatie van micro-organismen op rwzi's. Omdat algemeen bekend is dat rioolwater besmet is met een grote verscheidenheid aan ziekteverwekkers, is in dit onderzoek tevens een inventarisatie uitgevoerd naar het risico van blootstelling aan een aantal andere biologische agentia (darmpathogenen). Over het voorkomen van deze ziekteverwekkers in Nederlands rioolwater was uit andere studies al voldoende informatie om, gecombineerd met de gegevens over aerosolisatie uit deze studie, een eerste inschatting van het blootstellingsrisico te maken.

Darmpathogenen komen zeer algemeen voor in afvalwater^{12),13),14)}. Uitgaande van de metingen aan bacteriën van de coligroep, F-specifieke RNA-fagen en sporen van sulfietreducerende clostridia kan worden gesteld dat fecale ziekteverwekkers op rwzi's in de lucht worden gebracht. Door kwantitatieve gegevens over pathogenen in rioolwater uit de literatuur en van de aerosolisatie van de modelorganismen met elkaar te combineren, is de concentratie darmpathogene *Campylobacter*, enterovirussen en *Cryptosporidium* in de lucht berekend.

Met de gegevens over de duur en frequentie van het verblijf van medewerkers op de diverse locaties is de blootstelling van de medewerkers berekend. De blootstelling aan deze ziekteverwekkers blijkt, zeker voor een deel van de medewerkers en op een aantal locaties, aanzienlijk. De blootstelling treedt vooral op bij het schoonspuiten van installaties en het sproeien van de compostfilters, maar ook in het roostergebouw, boven een afgedekt oxidatiebed, de ruimte voor aanmaak van PE en de zeebandpersruimte.

Uit deze studie blijkt dat het aannemelijk is dat rwzi-medewerkers via aerosolen worden blootgesteld aan ziekteverwekkers van fecale herkomst, zoals *Campylobacter*, enterovirussen en *Cryptosporidium* (en waarschijnlijk nog een aantal anderen). Met de gegevens van blootstelling en dosis-responsrelaties is de kans op infectie van rwzi-medewerkers berekend. Daarbij is aangenomen dat tien procent van de ingeademde micro-organismen uiteindelijk in infectieuze vorm in het maag-darmkanaal terecht komt. Vanwege het ontbreken van literatuur hierover is de juistheid van deze aanname niet te staven. Het berekende infectierisico is per locatie weergegeven in afbeelding 1. Duidelijk is dat het risico per locatie verschilt. Op sommige locaties (aanmaak PE, zeebandpersruimte op een doorsnee-moment en tijdens de schoonmaak) ligt het infectierisico voor alle

Afb. 1: Kans op infectie met darmpathogenen als gevolg van blootstelling aan aerosolen op diverse locaties op een rwzi.



onderzochte ziekteverwekkers relatief hoog. Het totale infectierisico (alle locaties en ziekteverwekkers tezamen) voor rwzi-medewerkers komt daardoor hoger uit dan het risico voor de gemiddelde Nederlander¹⁵). Blootstelling aan deze klasse ziekteverwekkers vindt op een rwzi natuurlijk ook plaats door direct contact met slib en afvalwater. Deze laatste worden door algemene hygiëne beperkt. De blootstelling via aerosolen levert dus, met name via een beperkt aantal locaties en aan een deel van de medewerkers, een verhoogd risico op gezondheidsklachten op.

Bescherming inpassen in KAM-beleid

De bevindingen van dit onderzoek moeten worden gewogen binnen het kader van het ARBO-besluit en de bestaande regelingen (bijvoorbeeld voor werken in afgesloten ruimtes) en het totale beleid ten aanzien van biologische agentia. De verantwoordelijkheid hiervoor ligt bij de waterschappen, die samen met de Arbeidsinspectie en ARBO-diensten een zowel in termen van gezondheidsbescherming als realiseerbaarheid verantwoord beleid en eventuele beheersmaatregelen kunnen opstellen. Vanuit de resultaten van dit onderzoek liggen er een aantal overwegingen die daar mede richting aan kunnen geven. Beperking van de vorming van en blootstelling aan aerosolen betekent een vermindering van het risico op darminfecties, maar reduceert tegelijkertijd ook de blootstelling aan endotoxines en *Legionella*. Deze studie¹⁶) geeft aan waar veel aerosolvorming en blootstelling plaatsvindt (tijdens schoonmaakwerkzaamheden, roostergoedgebouw, boven afgedekte oxidatiebedden) en de resultaten kunnen dus worden gebruikt om gericht blootstellingsbeperkende maatregelen te nemen. ■

LITERATUUR

- 1) Berbee R. (1999). *Legionella* in oppervlaktewater, in koelwater, in rwzi's, in....; waar eigenlijk niet?. RIZA-rapport 99.057. ISBN 90.3695.2867.
- 2) Palmer C., Y. Tsai, C. Pasztko-Kolva, C. Mayer en R. Sangermano (1993). Detection of *Legionella* species in sewage and oceanwater by polymerase chain reaction, direct fluorescent-antibody and plate culture methods. *Applied and Environmental Microbiology* nr. 59, pag. 3618-3624.
- 3) Roll B. en R. Fujioka (1995). Detection of *Legionella* bacteria in sewage by polymerase chain reaction and standard culture method. *Water Science and Technology* nr. 31, pag. 409-416.
- 4) Pascual L., S. Perz-Luz, A. Amo, C. Moreno, D. Apraiz en V. Catalan (2001). Detection of *Legionella pneumophila* in bioaerosols by polymerase chain reaction. *Can. J. Microbiol.* nr. 47, pag. 341-347.
- 5) Hambleton P., M. Broster, P. Dennis, R. Henstridge, R. Fitzgeorge en J. Conlan (1983). Survival of virulent *Legionella pneumophila* in aerosols. *J. Hyg.* nr. 90, pag. 451-460.
- 6) Dennis P. en J. Lee (1988). Differences in aerosol survival between pathogenic and non-pathogenic strains of *Legionella pneumophila* serogroup 1. *J. Appl. Bacteriol.* nr. 65, pag. 135-141.
- 7) Gregersen P., K. Grunnet, S. Uldum, B. Andersen en H. Madsen (1999). Pontiac fever at a sewage treatment plant in the food industry. *Scand. J. Work Environ. Health* nr. 25, pag. 291-295.
- 8) Bollin G., J. Plouffe, M. Para en B. Hackman (1985). Aerosols containing *Legionella pneumophila* generated by shower heads and hot-water faucets. *Appl. Environ. Microbiol.* nr. 50, pag. 1128-1131.
- 9) Dennis P., A. Wright, D. Rutter, J. Death en B. Jones (1984). *Legionella pneumophila* in aerosols in shower baths. *J. Hyg (Camb.)* nr. 93, pag. 349-353.
- 10) Breiman R., W. Cozen, B. Fields, T. Mastro, S. Carr, J. Spika en L. Mascola (1990). Role of air sampling in investigation of an outbreak of legionnaires' disease associated with exposure to aerosols from an evaporative condenser. *J. Inf. Dis.* nr. 161, pag. 1257-1261.
- 11) Tyndall R., J. Solomon en S. Christenson (1985). Legionnaires' disease bacteria in power plant cooling systems: downtime report. Oak Ridge National Laboratory, Tennessee (USA).
- 12) Medema G.-J., W. Hoogenboezem, H. Ketelaars, J. Schijven en G. Rijs (2001). *Cryptosporidium* en *Giardia*: voorkomen in rioolwater, mest en oppervlaktewater met zwemmen drinkwaterfunctie. RIWA-rapport.
- 13) Roda Husman A. de (2001). Virussen in H₂O. H₂O nr. 8, pag. 18-20.
- 14) Koenraad P. (1995). Prevalence of *Campylobacter* in Dutch sewage purification plants. PhD thesis Landbouwniversiteit Wageningen.
- 15) Wit M. de, M. Koopmans, L. Kortbeek, W. Wannet, J. Vinje, F. van Leusden, A. Bartelds en Y. van Duynhoven (2001). Sensor: a population-based cohort study on gastroenteritis in the Netherlands: incidence and etiology. *Am. J. Epidemiol.* nr. 154, pag. 666-674.
- 16) Medema G.-J., D. Koot en D. van der Kooij (2002). Risico van blootstelling aan *Legionella* op rwzi's....en aan andere biologische agentia. STOWA-rapport 2002-16.