



Frank Oosterholt, KWR Watercycle Research Institute

Dick van der Kooij, KWR Watercycle Research Institute

Paul van der Wielen, KWR Watercycle Research Institute

# Legionella pneumophila vindt niche in gebouwgebonden koelwatersystemen

**In de zomer van 2009 werd in ruim 30 procent van een representatieve selectie van 50 gebouwgebonden koelwatersystemen DNA aangetroffen van *Legionella pneumophila*. In de meeste van deze systemen, in zes grote steden, werd desinfectie toegepast met oxidatieve en/of niet-oxidatieve biociden. Daarom rees de vraag waarom desinfectie niet op alle momenten en/of overall in de koelwatersystemen effectief is. Bij nadere inspectie van een selectie van tien van deze koelwatersystemen in de zomer van 2011 zijn onvoldoende onderscheidende criteria gevonden tussen de systemen om deze vraag te kunnen beantwoorden. Wel is de aanwezigheid van *L. pneumophila* bevestigd, ondanks de relatief koele zomer. Gebouwgebonden koelwatersystemen vormen dus een potentiële besmettingsbron en beter beheer is noodzakelijk. Dat laatste kan voor een deel worden bereikt met eenvoudige aanvullende maatregelen.**

Natte recirculerende koelwatersystemen vormen een belangrijke bron voor groei en verspreiding van legionellabacteriën. Bij dit type koelwatersystemen wordt meestal een onderscheid gemaakt tussen industriële en gebouwgebonden koelwatersystemen. Gebouwgebonden koelwatersystemen zorgen voor de afvoer van overtollige warmte uit gebouwen naar de buitenlucht, bijvoorbeeld warmte uit de luchtbehandeling of van warmteproducerende processen in gebouwen (denk aan datacenters). Uit onderzoek blijkt dat gebouwgebonden koelwatersystemen een groter risico vormen voor de omgeving dan industriële koelwatersystemen<sup>1)</sup>. Dat heeft te maken met het minder goed georganiseerde beheer van de eerstgenoemde systemen. De gebouwgebonden systemen bevinden zich bovendien vaker in bewoond gebied, waardoor verspreiding van en blootstelling aan legionellabacteriën een groter risico vormt. Het is niet bekend hoe het risico op verspreiding van legionellabacteriën door gebouwgebonden koelwatersystemen zich verhoudt tot bijvoorbeeld het risico van drinkwater- en warmwatersystemen. Voor bepaalde categorieën van laatstgenoemde systemen worden in het Drinkwaterbesluit en in de Regeling Legionellapreventie in drinkwater en warm tapwater

maatregelen (risicoanalyse en beheersplan) en controles voorgeschreven. Voor gebouwgebonden koeltoeren ontbreekt vergelijkbare regelgeving.

In twee opeenvolgende studies voor de Inspectie Leefomgeving & Transport (ILT, voorheen VROM Inspectie) onderzocht KWR de aanwezigheid van *L. pneumophila* in gebouwgebonden koelwatersystemen. De studie in 2009/2010 draaide om de vraag of en in welke mate *L. pneumophila* kan worden aangetoond in deze systemen. In de tweede studie (2010/2011) is vooral gekeken naar de achterliggende oorzaken van de aanwezigheid van *L. pneumophila* en naar antwoord op de vraag waarom desinfectie van koelwater de aanwezigheid van *L. pneumophila* in koelwatersystemen niet altijd uitsluit.

## Opzet onderzoek

Basis voor het onderzoek in 2009/2010 vormden de op dat moment geregistreerde koelwatersystemen in zes grote steden (Amsterdam, Rotterdam, Den Haag, Utrecht, Enschede en Hengelo). Gebouwgebonden koelwatersystemen worden meestal met drinkwater gevoed. Onderscheid is gemaakt tussen steden met drinkwater bereid uit oppervlaktewater (Amsterdam, Rotterdam en Den Haag) en steden met drinkwater uit

grondwater (Utrecht, Hengelo en Enschede). Aan de beheerders van de geregistreerde koelwatersystemen is een vragenlijst toegezonden op basis waarvan een selectie is gemaakt van in totaal 50 gebouwgebonden koelwatersystemen. Naast een evenredige verdeling over de zes steden op basis van het aantal geregistreerde systemen is daarbij gelet op het type koelwatersysteem (verdampingscondensor, kruisstroomkoeler of tegenstroomkoeler) en het bouwjaar, zodat een representatieve dataset van gebouwgebonden koelwatersystemen in Nederland is verkregen.

De geselecteerde systemen zijn vervolgens zonder voorafkondiging en samen met het bevoegd gezag (gemeente) bezocht, waarbij het koelwater is bemonsterd en geanalyseerd op *L. pneumophila*. Via vragenlijsten zijn aanvullende gegevens verzameld over de koelwatersystemen, zoals het beheer en onderhoud, de desinfectie, de dimensionering van de toren historische analysedata van *Legionella*.

In de vervolgstudie (2010/2011) zijn 16 systemen geselecteerd uit de 50 eerder onderzochte koelwatersystemen: acht systemen waarin *L. pneumophila* was aangetroffen en acht systemen waarin dat niet het geval was. Deze 16 koelwatersystemen zijn opnieuw bezocht voor een aanvullende

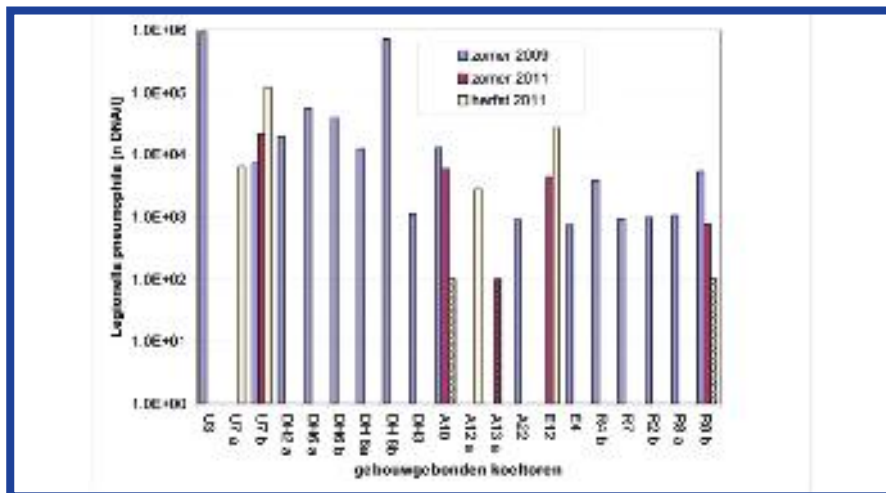
bemonstering zonder vooraankondiging en onder begeleiding van het bevoegd gezag. Op basis van de nieuwe analysesresultaten is vervolgens een verdere selectie gemaakt van tien koelwatersystemen, waarvan in vijf systemen wel en in vijf systemen geen *L. pneumophila* is aangetroffen. Deze tien koelwatersystemen zijn vervolgens bezocht voor inspectie en een uitgebreid interview met de beheerder.

### Microbiologische en chemische analyses

Voor het onderzoek is gebruik gemaakt van een voorkeursvolgorde voor de bemonstering van koelwatersystemen die eerder is toegepast voor industriële koeltorens<sup>2)</sup>. De bemonstering van het vallende water onder het koeltorenpakket heeft hierbij de voorkeur. Wanneer dat in de praktijk niet lukt, wordt getracht een schepmonster uit het koelwaterbassin te nemen. Wanneer ook dat niet lukt, wordt de bemonstering van het koelwater via een monsternamapunt bij de koeltoren uitgevoerd. De koelwatermonsters zijn onderzocht op aanwezigheid van *L. pneumophila* met behulp van een kwantitatieve PCR-methode (qPCR) conform ontwerp-NEN 6254. Deze methode bleek geschikt voor de analyse van de koelwatermonsters<sup>3)</sup>. In een beperkt deel (36 procent) is de aanwezigheid van *Legionella* ook onderzocht via de kweekmethode (NEN 6265:2007 met MWY-medium), waarna verder is getypeerd. Daarnaast zijn de monsters geanalyseerd op ATP en een aantal standaard fysisch-chemische parameters, zoals pH, geleidbaarheid, kalkkoolzuur evenwicht en de gehalten vrij chloor en organische stof.

### Resultaten onderzoek 2009/2010

Uit monsters van 50 koelwatersystemen, genomen in de zomer van 2009, is met qPCR in 16 van de 50 systemen (32 procent) de aanwezigheid aangetoond van DNA van *L. pneumophila*. In vijf systemen lag het gehalte tussen 1.000 en 10.000 DNA-kopieën per liter en in zeven systemen zelfs boven 10.000 DNA-kopieën. Het aantreffen van DNA van *L. pneumophila* duidt op onvoldoende beheersing van de groei van *L. pneumophila* in (delen van) koelwatersystemen met continue dosering van een desinfectiemiddel. Van de 16 monsters waarin DNA is aangetroffen, zijn vier monsters ook onderzocht volgens de kweekmethode. Bij één van die monsters kon de levensvatbaarheid van *L. pneumophila* worden bevestigd.



Afb. 1: *L. pneumophila* in onderzochte gebouwgebonden koelwatersystemen bepaald met de qPCR-methode. De gearceerde balk betekent aangetoond, maar niet nader gekwantificeerd.

Uit de historische analysegegevens van de geselecteerde koelwatersystemen bleek dat in 36 procent van de systemen al eerder *Legionella* is aangetoond met de kweekmethode (NEN 6265). Het ATP-gehalte van het koelwater, het type koelwatersysteem, de temperatuur van het koelwater, het type desinfectie en het desinfectierégime bleken niet significant te verschillen tussen de koelwatersystemen met en zonder *L. pneumophila*. Het gehalte organische stof (NPOC) was in de koelwatersystemen met *L. pneumophila* significant hoger dan in de systemen zonder *Legionella*. In alle onderzochte systemen werd ten tijde van het onderzoek één of andere vorm van desinfectie toegepast. Bij het merendeel van de onderzochte systemen werd een oxiderend of niet oxiderend biocide gedoseerd (92 procent), terwijl in de overige systemen een fysische techniek, zoals UV-desinfectie, werd toegepast. Het toepassen van een desinfectie geeft dus geen garantie voor afwezigheid van *L. pneumophila* in gebouwgebonden koelwatersystemen. Dit is opmerkelijk omdat desinfectie in koelwatersystemen moet worden beschouwd als het belangrijkste instrument voor het legionellabeheer. Bij periodieke dosering van een desinfectiemiddel is de vraag of de groei van *L. pneumophila* optrad voordat het desinfectiemiddel wordt gedoseerd (en met de qPCR gedode cellen worden aangetoond) en/of dat deze groei optrad tijdens de dosering. Om antwoord te vinden op de vraag wanneer desinfectie van koelwatersystemen wel en niet effectief is, is

aanbevolen om de desinfectieprocedures van gebouwgebonden koelwatersystemen in de praktijk nader onder de loep te nemen.

### Resultaten onderzoek 2010/2011

Na selectie van 16 koelwatersystemen uit de 50 eerder onderzochte koelwatersystemen is in de relatief koele en natte zomer van 2011 in vijf van de 16 (31 procent) geselecteerde koelwatersystemen opnieuw *L. pneumophila* aangetoond via qPCR. Bij de daaropvolgende bemonstering in de relatief warme oktobermaand is in zes van de tien geselecteerde koelwatersystemen *L. pneumophila* aangetoond. Daarbij werd de aanwezigheid van levensvatbare legionellabacteriën in vijf van de zes systemen met de kweekmethode bevestigd. Uiteindelijk kon slechts in drie van de 16 onderzochte koelwatersystemen bij alle drie de monsternemingen (inclusief die uit 2009/2010) *L. pneumophila* worden aangetoond (zie afbeelding 1). Omgekeerd werd ook bij slechts drie van de 16 systemen bij alle drie monsternemingen geen *L. pneumophila* aangetoond. Dit betekent dat op enig moment in 13 van de 16 geselecteerde koelwatersystemen (DNA van) *L. pneumophila* is aangetroffen. Deze resultaten bevestigen dat het aantreffen van *L. pneumophila* voor een deel afhankelijk is van de dynamiek van het systeem, maar ook dat de bacterie in de meeste gebouwgebonden koelwatersystemen op enig moment aanwezig was. Dit betekent dat natte gebouwgebonden koelwatersystemen potentiële besmettingsbronnen voor *L. pneumophila* zijn.

Doseerinstallaties voor conditioneringschemicaliën op drie locaties: uniformiteit maar ook detailverschillen in het beheer.



Uit de uitgevoerde inspecties en interviews blijkt dat voor het onderhoud van de onderzochte koelwatersystemen altijd gebruik werd gemaakt van externe waterbehandelingsfirma's. Met hen sluit men meestal contracten af waarbij gemiddeld eens per maand intensief gecontroleerd wordt. Deze aanpak leidt overigens tot een vrij uniform desinfectieregime bij de gehele selectie van koelwatersystemen, waarbij gebruik wordt gemaakt van standaardchemicaliën voor desinfectie (zie foto's). In meer dan de helft van de gevallen gaat het om niet-oxidatieve biociden, zoals isothiazool-, imidazolidine- en cyaanacetamideverbindingen. Mede op grond van deze uniformiteit en de wisselende analyseresultaten per individueel systeem hebben de inspecties niet de gewenste onderscheidende criteria opgeleverd die antwoord kunnen geven op de tweede onderzoeksvraag. De inspecties hebben wel geleerd dat goede procedures (beschrijving van wie, wat, waar, wanneer en hoe vaak?) nog steeds de achilleshiel vormen van de beheerplannen. Deze plannen bevatten over het algemeen (te) veel tekst terwijl de essentiële procedures erin ontbreken.

### Discussie en conclusies

Ondanks strikt gehanteerde en gestandaardiseerde desinfectieregimes is in het koelwater van gebouwgebonden koelwatersystemen vrij algemeen DNA van *L. pneumophila* aangetoond met de qPCR-methode.

Ongeacht of dit DNA van levensvatbare bacteriën afkomstig is of niet, betekent dit dat op enig moment op enige positie in het koelwatersysteem vermeerdering van *L. pneumophila* optrad. Falen van het beheer of de controle op de goede werking kan dan al snel leiden tot een potentiële besmettingsbron. In dat opzicht heeft dit onderzoek vooral een signaalfunctie. Door de toepassing van een desinfectieregime zullen veel eigenaars in de veronderstelling verkeren dat hun systeem voldoende wordt beheerd en groei van *L. pneumophila* niet optreedt. Dit onderzoek toont aan dat dit niet altijd het geval is. Door variaties in de temperatuur en bedrijfsvoering en de complexe constructie heeft een koelwatersysteem voortdurend aandacht nodig. Dit hoeft niet op voorhand ingewikkeld te zijn. Dagelijkse controle van de temperatuur en de geleidbaarheid en wekelijkse controle van de TOC-concentratie en het ATP-gehalte van het koelwater geven informatie over de dynamiek van het koelsysteem. Aan de temperatuur en de geleidbaarheid kunnen bovendien vrij eenvoudig alarmeringen worden gekoppeld die de attentiewaarde verder verhogen. Ondertussen moeten waterbehandelingsfirma's hun desinfectieprogramma's nog eens kritisch onderzoeken op effectiviteit tegen aanwezigheid van *L. pneumophila*. In de warme zomers van 2002, 2006 en 2010 was het aantal gerapporteerde gevallen van legionellapneumonie in Nederland duidelijk

hoger dan in andere jaren<sup>4</sup>. Tevens bleek dat van het overgrote deel van de gevallen geen besmettingsbron kon worden opgespoord en dat legionellabacteriën in leidingwaterinstallaties meestal behoren tot de ongevaarlijke soort *Legionella anisa*<sup>5</sup>. Deze gegevens samen met de genoemde onderzoeksresultaten kunnen erop wijzen dat natte gebouwgebonden koelwatersystemen een belangrijke besmettingsbron vormen. Nader onderzoek naar de rol van natte koeltorens als potentiële besmettingsbron en een betere beheersing van de groei van legionellabacteriën daarin zijn dus van belang.

### LITERATUUR

- 1) Oesterholt F. en P. Konings (2001) Omvang en preventie van vermeerdering van *Legionella* in koeltorens en luchtbehandelingsapparatuur. Elsevier.
- 2) Oesterholt F., L. Paping, H. Veenendaal en D. van der Kooij (2009). Combinatie van qPCR en specifieke kweekmethode efficiënt voor screening proceswatermonsters op *Legionella*. H<sub>2</sub>O nr. 24.
- 3) Wullings B., G. Wubbels, H. Veenendaal en D. van der Kooij (2007). Snelle, kwantitatieve detectie van *L. pneumophila* met qPCR. H<sub>2</sub>O nr. 5.
- 4) Bijkerk P., E. van Lier, C. Swaan en M. Kretzschmar (2011). Staat van infectieziekten in Nederland 2010. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Rapport 2102211007/2011.
- 5) Van der Kooij D., G. Wubbels en G. Veenendaal (2007). Legionellabacteriën in leidingwaterinstallaties behoren meestal tot de ongevaarlijke soort *Legionella anisa*. H<sub>2</sub>O nr. 5.

advertentie



Dit is de toekomst van watertechnologie

# Watercampus Leeuwarden

**KIJK**  
dat is 't mooie van LEEUWARDEN

Zuiver water binnen handbereik. Het lijkt zo vanzelfsprekend, maar het is dé uitdaging voor de toekomst. De beschikbaarheid van zoet water staat wereldwijd onder druk terwijl de waterbehoefte explosief groeit. Dit vraagt in de hele watersector om innovatieve oplossingen en nieuwe technieken.

De Watercampus Leeuwarden neemt hierin het voortouw. Wetenschappers uit alle delen van de wereld doen op de Watercampus onderzoek naar oplossingen op het gebied van o.a. drinkwaterproductie en afvalwaterzuivering.

De Watercampus biedt bedrijven, kennisinstellingen en onderwijsinstellingen alle voorwaarden om kennis te bundelen en innovatie mogelijk te maken. Hiermee is Leeuwarden hard op weg om de Europese hoofdstad van watertechnologie te worden.

**Meer informatie?**  
Kijk op [www.wetsus.nl](http://www.wetsus.nl) of [www.wateralliance.nl](http://www.wateralliance.nl)




## ONLINE VEILING

wegens het overtuiging zijn van een installatie van

### WATERSCHAP BRABANTSE DELTA

RWZI Nieuwveer – Zimpro fabriek  
(Thermische slibbehandelingsinstallatie)  
Biezenstraat 7 – 4823 ZJ Breda

---

**2 HYDR. HORIZ. FILTERPERSEN** "Rexroth" (2005), cap. 300 bar; hogedruk zuigpomp "Hammelmann" (2007), cap. 50 kW, zuiger-ø 65 mm; 5 hydr. biofilters "Willett&Co"; **thermische naverbrandingsinstallatie** "Inodes", cap. 205-410 Nm<sup>3</sup>/uur; **schone verbrandingsinstallatie** "Bekaert/CEB" (2004), cap. 0.1 - 3.5 Mw, temp. -32 tot 120 °C;

**3 HOGEDRUK LUCHTCOMPRESSOREN:** 2x "Atlas Copco" 3HX2T (2006), cap. 30 bar en "Engels und Konrad" BV.35.260.170.85, cap. 28 bar; 3 schroefcompressoren "Grassair" S.127.10 en S16.7; **2 olie / biogas stoomboilers** "Nem", cap. 1310 kg/uur en "Standard Fasel" Condor, cap. 2500 kg/uur; verwarmingsketel "Remeha" P420/9 (2006); 9 afzuigunits "Colasit";

**2 RVS DUBBELE VERT. WARMTEWISSELAARS** w.o. "RAR", cap. 30 bar, temp. 200 °C; 2 rvs reactoren, vol. 6 kub, tijdspanne 30 min; 3 hogedruk pompen "Geho", cap. 28-29 bar; **centrifugaal-/draaizuigerpompen**; dig. stroommeters; rotatie slib zeeffilter;

**2 HALKRANEN** "Stahl" (2006), cap. 3000 kg, bereik 10.630 mm en 15.780 mm v.v. elektr. hijskettingen;

---

**SLUITING: woe 19 DECEMBER** vanaf 14.00 uur

---

Bezichtiging: vrijdag 14 december van 10.00 tot 16.00 uur  
**FOTO'S / Catalogus op onze website**

---

**TROOSTWIJK**  
[www.TroostwijkAuctions.com](http://www.TroostwijkAuctions.com)