

Voorstudie KT - 08

# Legionellapreventie fonteinen in binnenopstelling

uitgave 2009



## Voorstudie KT-08 Legionellapreventie fonteinen in binnenopstelling

4 november 2009

J. van Wolferen, TNO

#### **Disclaimer**

Niets uit dit rapport mag worden verveelvoudigd en / of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook, zonder schriftelijke toestemming van TVVL. TVVL, auteur(s) en overigen die aan de samenstelling van dit rapport hebben medegewerkt, hebben een zo groot mogelijke zorgvuldigheid betracht zowel bij het verzamelen als bij het verwerken en opstellen van deze gegevens. Nochtans sluiten zij iedere aansprakelijkheid uit voor schade die mocht voortvloeien uit het gebruik van deze gegevens.

## Voorstudie Legionellapreventie Fonteinen in binnenopstelling

### Opdrachtgevers

TVVL  
Postbus 311  
3830 AJ Leusden  
Tel. (033) 434 57 50  
Fax. (033) 461 38 30  
www <http://www.tvvl.nl/>

### Opdrachtnemer

TNO Bouw en Ondergrond - Apeldoorn  
Postbus 342  
7300 AH Apeldoorn  
Tel. 088 8 66 22 19  
Fax. 088 8 66 22 48  
www <http://www.tno.nl/>

### Samenstelling van de TVVL werkgroep KT-08 “Voorstudie Legionellapreventie Fonteinen in binnenopstelling”

De heer K.J. Baas	Aquacare Europe B.V. te 'S-HERTOGENBOSCH
De heer ing. J.C. Dijkgraaf	DWA Installatie- en energie- advies te BODEGRAVEN
De heer M. van Es	Waterkunst te BARENDRECHT
De heer A. Helbig	Stadbeheer Gemeente Groningen te GRONINGEN
De heer L. Koop	Aquastyle B.V. te RIDDERKERK
De heer L. Kramer	Aquamar te URK
De heer ing. O.W.W. Nuijten	ISSO te ROTTERDAM
De heer ing. R.T.P. van Roon	Rijksgebouwendienst Directie Advies & Architecten te HAARLEM
De heer ing. W.G. van der Schee	Wolter & Dros B.V. te AMERSFOORT
De heer C.H.J. Uytdewilligen	Fountain World te ENSCHEDE
de heer J. van Wolferen	TNO te APELDOORN (rapporteur)

## Inhoudsopgave

Inhoudsopgave.....	4
1. Inleiding.....	5
1.1 Aanleiding.....	5
1.2 Doelstelling.....	6
1.3 Leeswijzer.....	6
2. Wettelijke voorschriften, verantwoordelijkheden, risicofactoren.....	7
2.1 Wettelijke voorschriften.....	7
2.2 Verantwoordelijkheden voor beheer.....	7
2.3 Risicofactoren.....	8
3. Opbouw en bedrijfswijze fonteinen.....	9
3.1 Inleiding.....	9
3.2 Principe fonteinen.....	9
3.3 Varianten.....	11
3.4 Waterbehandeling bij fonteinen.....	13
4. Bedrijfscondities, risicofactoren en risicoanalyse.....	15
4.1 Inleiding.....	15
4.2 Aërosolvorming.....	15
4.3 Bedrijfscondities en risicofactoren.....	15
4.3.1 Waterkwaliteit.....	15
4.3.2 Watertemperatuur.....	16
4.3.3 Stilstand en stagnatie.....	17
4.4 Samenvatting van de risico's.....	17
5. Legionellaveilig ontwerp en beheer.....	18
5.1 Inleiding.....	18
5.2 Richtlijnen Legionellaveilig installatieontwerp.....	18
5.3 Algemene beheersmaatregelen.....	19
5.4 Beheersconcepten.....	20
5.5 Selectie beheersconcepten.....	28
6. Werkwijze Risicoanalyse en Beheersmaatregelen.....	30
6.1 Inleiding.....	30
6.2 Werkwijze.....	30
6.3 Beoordeling aërosolvorming.....	30
6.4 Risicobeoordeling.....	30
6.5 Beheersmaatregelen m.b.t. Legionellapreventie.....	31
6.6 Algemene richtlijnen voor de permanente drinkwateraansluiting.....	32
6.7 Algemene beheersmaatregelen.....	32
7. Beheersplan.....	33
8. Referenties.....	35
9. Begrippenlijst.....	36
Bijlage 1 Legionella-bacteriën: eigenschappen, aanwezigheid in waterinstallaties en beheersmaatregelen.....	39
Bijlage 2 Registratielijsten t.b.v. beheer.....	46
Bijlage 3 Registratielijst beheersmaatregelen van periodiek uit te voeren werkzaamheden t.b.v. logboek 50	
Bijlage 4 Maatregelen bij <i>Legionella</i> -concentraties boven de grenswaarde.....	51

## **1. Inleiding**

### **1.1 Aanleiding**

Begin 2003 is, op basis van de Arbo-wet, artikel 5 en het Arbo-Besluit artikel 4.85; 4.86 en 4.87-1 door het ministerie van Sociale zaken de “Beleidsregel Legionellapreventie” geformuleerd. Deze beleidsregel betreft:

1. Natte koeltorens
2. Luchtbehandelingsinstallaties met waterbevochtigers
3. Andere (niet-leidingwaterinstallaties) die water in aërosolvorm kunnen brengen.

In december 2004 is AI-blad-32 verschenen waarin de Beleidsregel wordt toegelicht. Het AI-blad is een instrument dat aangeeft hoe inspecteurs, werkgevers en werknemers in de praktijk kunnen omgaan met de Beleidsregel. De landelijke richtlijnen met betrekking tot Legionellapreventie in leidingwater liggen vast in ISSO-publicaties 55.1 en 55.2.

In de installatiesector is behoefte gesignaleerd aan nadere uitwerking Legionellapreventie bij de volgende gebouwgebonden systemen:

1. Natte koeltorens (gevoed met leidingwater)
2. Luchtbehandelingsinstallaties met waterbevochtigers
3. Klimaatbeheersingsruimtes
4. Sierwater waaronder fonteinen (onderdeel beregeningsinstallaties in AI-32)

Daarom is in opdracht van VROM en Uneto-VNI ISSO-publicatie 55.3 ontwikkeld met tot nu toe als onderdelen Legionellapreventie in koeltorens en luchtbehandelingsinstallaties met waterbevochtiging t.b.v. gebouwen. Over onderdeel 4, sierwater, is nog onvoldoende informatie.

In de Notitie “Toezichtstructuur legionellapreventie” en de brief waarmee deze op 29 maart 2005 aan de Tweede Kamer is aangeboden (TK 2004-2005, 28499, nr 2), is vermeld dat het Legionellatoezicht op sierwater (w.o. fonteinen) en speelwater in openbare ruimten nog niet is geregeld en dat hierover nog nader overleg zal plaatsvinden.

Sierwater komt voor in bedrijven, kantoren, restaurants, tuincentra, etcetera, of in de openbare ruimte van gebouwen waar meerdere bedrijven gehuisvest zijn (bijvoorbeeld de woonboulevard Arena te Amsterdam).

Een werkgroep met deelnemers vanuit VWS, SZW, VROM, RIVM, GGD Rotterdam, het Deskundigenberaad Zwemwater, ISSO, de Voedsel en Warenautoriteit, Infomil en Omegam heeft over dit onderwerp een notitie samengesteld [11]. De notitie bevat een eerste inventarisatie van zowel de gezondheidsrisico's, mogelijke preventieve maatregelen en het huidige wettelijk kader bij sierwater (w.o. fonteinen) speelwater. De notitie geeft o.a. aan dat in water van sierwater en fonteinen soms grote hoeveelheden Legionella worden aangetroffen. Er zijn wereldwijd voorbeelden van sterfgevallen die toe te wijzen zijn aan Legionella in dit soort installaties. De notitie geeft eveneens een globale indicatie van mogelijke maatregelen om de risico's te reduceren.

Desondanks is over sierwater, waaronder fonteinen nog onvoldoende informatie beschikbaar. Een voorstudie zou hierover duidelijkheid moeten geven. Op basis van het voorstudierapport kan de rapporteur ISSO-55.3 uitbreiden met het onderdeel sierwater waaronder fonteinen.

## 1.2 Doelstelling

Opstellen van een TVVL-voorstudierapport “Legionellapreventie in sierwater en fonteinen in de gebouwde omgeving” met een *inventarisatie* van de huidige stand van zaken m.b.t. de volgende punten.

- Toegepaste systemen
- Risicoverhogende factoren
- Bedrijfscondities (watertemperaturen, verversingsgraad, stilstandsperiodes)
- Methoden voor Legionellaveilig beheer
- Milieuaspecten bij chemische desinfectie
- Richtlijnen van fabrikanten m.b.t. Legionellaveilig beheer
- Verantwoordelijkheden

De studie richt zich op fonteinen en verwante systemen zoals waterschermen, voor zowel de professionele als consumentenmarkt in binnenopstelling<sup>1</sup>, die gevoed worden met leidingwater of water van vergelijkbare microbiologische kwaliteit. Systemen waarbij water valt of stroomt langs een wand met (tropische) planten vallen hierbuiten, evenals systemen die met oppervlaktewater worden gevoed.

## 1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 worden de wettelijke voorschriften, de verantwoordelijkheden en de risicofactoren besproken.

In hoofdstuk 3 wordt de huidige praktijk van opbouw en samenstelling van fonteinen en de eventuele toepassing van waterbehandeling besproken. In hoofdstuk 4 wordt aangegeven welke bedrijfscondities en risicofactoren in praktijk kunnen optreden en welke risico's hierdoor kunnen ontstaan. In hoofdstuk 5 worden vervolgens de verschillende methoden voor Legionellaveilig ontwerp en beheer op een rij gezet.

In hoofdstuk 6 wordt vervolgens de methode gegeven waarmee voor een concrete situatie een Legionella risicoanalyse wordt gemaakt en zonodig de vereiste beheersmaatregelen worden bepaald. In hoofdstuk 7 wordt aangegeven hoe de beheersmaatregelen tot een beheersplan worden verwerkt.

---

<sup>1</sup> Binnenopstelling in de ruimte of patio (dus geen windinvloeden)

## 2. Wettelijke voorschriften, verantwoordelijkheden, risicofactoren

### 2.1 Wettelijke voorschriften

De volgende wettelijke voorschriften zijn van toepassing op of hebben raakvlakken met de Legionellapreventie in sierfonteinen in binnenopstelling:

- Arbo regelgeving [4]  
Begin 2003 is, op basis van de Arbo-wet, artikel 5 en het Arbo-Besluit artikel 4.85; 4.86 en 4.87-1 door het ministerie van Sociale zaken de “Beleidsregel Legionellapreventie” geformuleerd. Deze beleidsregel betreft:
  - Natte koeltorens
  - Luchtbehandelingsinstallaties met waterbevochtigers
  - Andere (niet-leidingwaterinstallaties) die water in aërosolvorm kunnen brengen.Deze Arbo-regel is de enige wetgeving die van toepassing is op Legionellapreventie in sierfonteinen. Bij fonteinen met aërosolvorming (vallen onder het 3<sup>e</sup> streepje) dienen maatregelen te worden genomen om Legionellavorming te voorkomen. Deze maatregelen zijn doeltreffend als het water in de fontein minder dan 100 kve/liter legionellabacteriën bevat (art 4 – Arbo BR 4.87). De Arbo regels schrijven een risico-inventarisatie en –evaluatie (risicoanalyse) voor om te bepalen of aan bovenstaande eis wordt voldaan (art 5 – Arbo BR 4.87). Als hieruit blijkt dat dit niet het geval is dienen maatregelen te worden genomen. Deze worden hieronder verder uitgewerkt. Het bepalen van de verantwoordelijkheden wordt in paragraaf 2.2 besproken.
- AI 32 – Legionella [5]  
In dit Arbo Informatieblad wordt de Arbo Beleidsregel Legionellapreventie verder uitgewerkt.
- Zorgplicht  
In de Wet Milieubeheer en de Waterleidingwet en het Waterleidingbesluit wordt een zorgplicht opgelegd aan de gebouweigenaar/-exploitant. De Wet Milieubeheer kan van toepassing zijn als de fontein is opgesteld in publieke ruimten, zoals winkelcentra of de publieke ruimte in overheidsgebouwen.  
Als een zorgplicht van toepassing is kan in de uitwerking worden aangesloten bij de ARBO regelgeving. Voor meer informatie wordt verwezen naar de website <http://www.zorgplicht-legionella.nl/content/>.
- NEN 1006 [12]  
Deze norm heeft alleen betrekking op drinkwater en daarmee op de aansluiting van een fontein op het drinkwaternet.
- Water werkbladen [13]  
De water werkbladen zijn een uitwerking van NEN 1006 en hebben daarmee dezelfde werkingssfeer.

### 2.2 Verantwoordelijkheden voor beheer

De wetgeving legt alle verantwoordelijkheden m.b.t. Arbo-zaken volledig bij de werkgever. De vraag is hoe dit uitpakt met de Legionellapreventie van zowel koeltorens, luchtbevochtigers en sierfonteinen, aangezien het zelden voorkomt dat uitsluitend medewerkers van één bedrijf worden “blootgesteld” aan deze faciliteiten.

- Eén bedrijf.  
Dit is een situatie die eigenlijk zelden voortkomt. Veel bedrijven besteden tegenwoordig specifiek werk uit (schoonmaak, catering, beveiliging) waardoor in één ruimte medewerkers van meerdere bedrijven actief zijn.
- Meerdere bedrijven.  
In veel situaties waar een fontein is opgesteld zijn meerdere bedrijven betrokken (bv centrale hal van een groot kantoor met meerdere bedrijven). In dat geval is de verantwoordelijkheid niet duidelijk.
- Gebouwen voor beurzen, tentoonstellingen, evenementen.



### 2.3 Risicofactoren

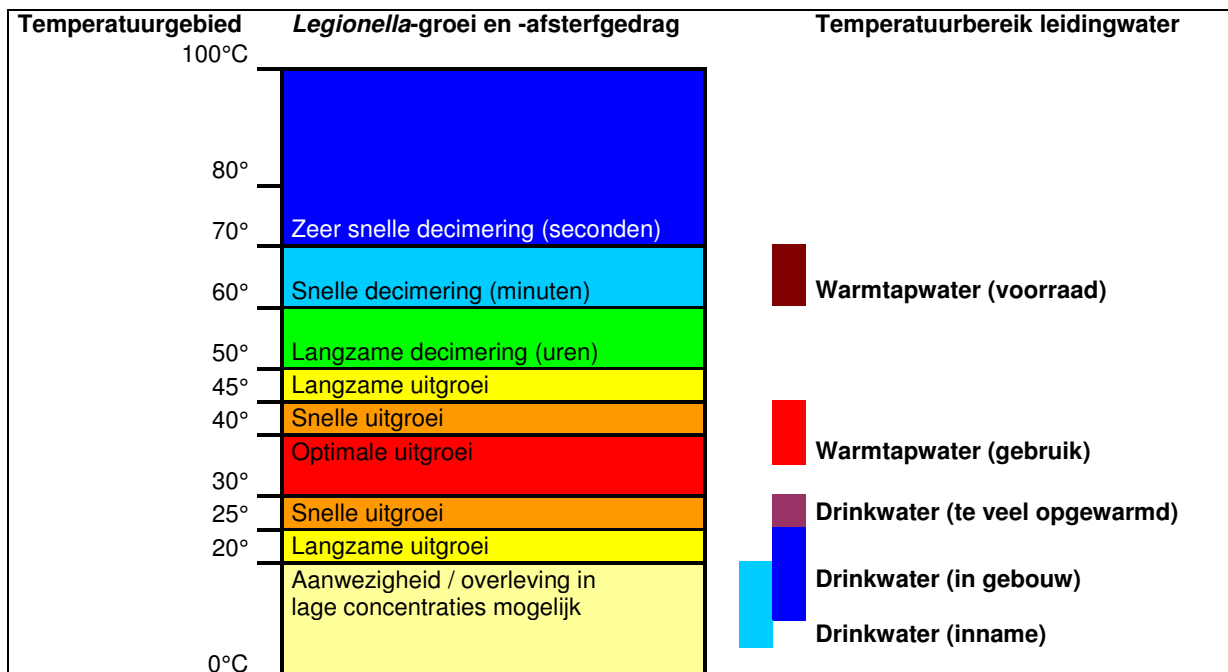
De eerste risicofactor is aërosolvorming. Bij aërosolvorming ontstaan fijne waterdruppels (1 – 10 micrometer). Deze waterdruppels blijven enige tijd in de lucht zweven en komen bij inademen diep in de longen. De waterdruppels kunnen de Legionellabacterie vervoeren en diep in de longen brengen, waar vervolgens infectie optreedt.

Fontein zonder aërosolvorming vormen daarom geen Legionella-*risico*. Als dit eenmaal is vastgesteld zijn geen verdere maatregelen vereist.

Bij fontein met aërosolvorming dient een risicoinventarisatie en –evaluatie (risicoanalyse) te worden opgesteld. Om tot een juiste risicoanalyse te komen is kennis vereist van de omstandigheden waarbij *Legionella* groeit dan wel afsterft. Het betreft de volgende risicofactoren (zie **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** voor verdere toelichting):

– *Watertemperatuur*

De watertemperatuur heeft grote invloed op het groei- en afsterfgedrag van *Legionella*, zoals hieronder weergegeven.



Figuur 1. Invloed van temperatuur op Legionella groei- en afsterfgedrag x

– *Sediment en biofilm*

*Legionella* leeft bij voorkeur in sediment (bezinksel) en biofilm (slijmlaag) in de installatie waar volop voedingsstoffen aanwezig zijn. Biofilm biedt daarnaast wellicht bescherming tegen kortstondige temperatuurverhoging en/of desinfectiemiddelen. Vanuit de biofilm komt *Legionella* in het water.

– *Verblijftijd water*

De legionellaconcentratie in het water kan bij een verblijftijd van enige dagen of langer stijgen, mits er voor groei gunstige temperaturen heersen.

– *Stilstand / stagnatie van het water*

Stilstaand water vergroot de kans op het ontstaan van biofilm, die als voedingsbron en bescherming van legionellabacteriën fungeert. De legionellaconcentratie kan in stilstaand water stijgen, mits er voor groei gunstige temperaturen heersen.

### **3. Opbouw en bedrijfswijze fonteinen**

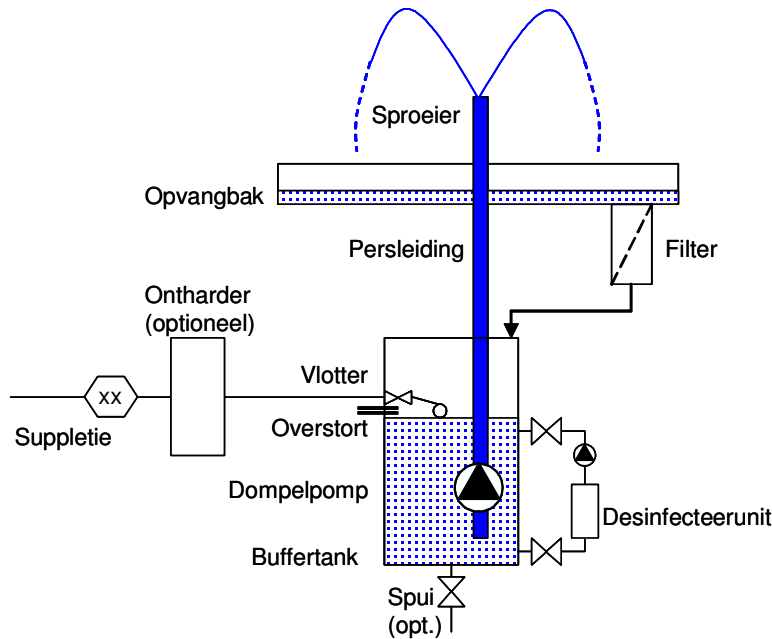
#### **3.1 Inleiding**

In dit hoofdstuk wordt een beschrijving gegeven van de huidige praktijk ten aanzien van de opbouw van fonteinen en de hierbij toegepaste waterbehandeling. Deze beschrijving omvat zowel gewenste als wellicht ongewenste praktijken.

#### **3.2 Principe fonteinen**

Grote fonteinen zijn samengesteld uit de volgende componenten (zie Figuur 2):

- Aansluitleiding met beveiliging naar buffertank. De beveiliging kan op twee manieren zijn uitgevoerd:
  - vlotter naar buffertank (onderbroken aansluiting), in combinatie met een overstort op de juiste hoogte (conform onderstaande tekening)
  - vlotter naar buffertank, zonder overstort, plus beveiliging in aansluitleiding (CA of EA)
- Grof filter in de aansluitleiding (zelden toegepast)
- Ontharder in de aansluitleiding (optioneel bij hoge hardheid van het suppletiewater en/of als kalkaanslag ongewenst is) – hierbij is een zwaardere beveiliging in de toevoerleiding vereist.
- Buffertank (eventueel ondergronds)
- Overstort (optioneel)
- Dompelpomp met persleiding naar sproeiers
- Eén of meer bekkens e.d. waarin/op het spuitende water valt, eventueel in cascades e.d. (niet in schema)
- Opvangbak (diameter = 2 maal de spuihoogte)
- Filter in de retourleiding van opvangbak naar buffertank.
- Zelfstandig circulatiesysteem met kleine pomp en desinfecteerunit, gekoppeld aan buffertank.
- Spuivoorziening aan buffertank (handbediend). Het is ook mogelijk de tank via de sproeier te spuien door deze tijdelijk aan te sluiten op het riool.



Figuur 2. Globaal schema opbouw sierfontein met buffertank.

Bij normaal gebruik van de fontein verzorgt de pomp de circulatie naar de sproeier. Het water valt in de opvangbak en komt via het filter terug in de buffertank. Als de pomp wordt uitgeschakeld loopt de opvangbak leeg in de buffertank.

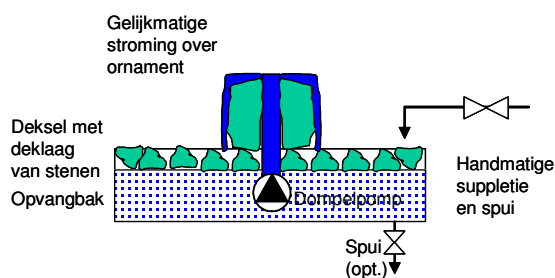
Tijdens bedrijf treedt waterverlies op door verdamping en spatverliezen. Dit wordt automatisch aangevuld door een afsluiter die met een vlotter bediend wordt. Suppletiewater kan vooraf worden onthard.

Aan de buffertank kan een apart circuit zijn gekoppeld voor desinfectie. Dit kan permanent worden bedreven; ook als de fontein zelf is uitgeschakeld.

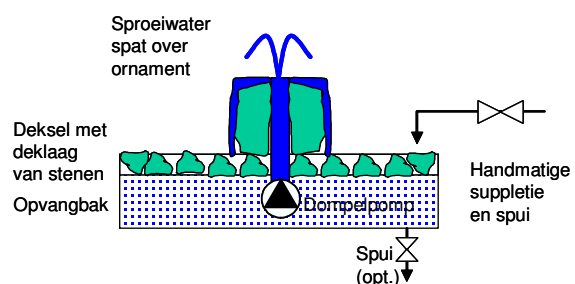
De spuivoorziening wordt gebruikt voor verversing van het water.

Een veel eenvoudiger systeem wordt toegepast voor waterornamenten. Deze zijn in de regel direct boven de opvangbak geplaatst. De bak is voorzien van een waterdoorlatend deksel, dat afgewerkt is met bv stenen. Bijvullen gebeurt handmatig, in veel gevallen met een brandslang.

Bij een deel van deze ornamenten wordt vanuit de kop een gelijkmatige stroming over het ornament verkregen, waarbij geen druppelvorming optreedt. Er zijn ook ornamenten met een sproeikop.



Figuur 3. Globaal schema opbouw eenvoudige sierfontein (waterornament) zonder buffertank met gelijkmatige stroming.



Figuur 4. Globaal schema opbouw eenvoudige sierfontein (waterornament) zonder buffertank met sproeikop.

Bij normaal gebruik van de fontein verzorgt de pomp de circulatie naar de kop. Het water stroomt over het ornament en via de stenen in de opvangbak.

De waterinhoud is bescheiden. Door leveranciers wordt wekelijkse verversing aanbevolen; of dit ook gebeurt is niet bekend. Dit dient handmatig te gebeuren. Als geen spuivoorziening aanwezig is kan het water worden afgevoerd door het via de sproeikop en een slang af te voeren naar het riool.

### 3.3 Varianten

Fonteinen zijn er in vele uitvoeringen. Hieronder wordt een impressie gegeven.

Figuur 5 geeft een voorbeeld van een fontein zonder bekkens e.d.

Een variant hierop is de fontein die is voorzien van één of meer bekkens e.d. waarin/op het water valt, eventueel in cascades e.d. Bij deze typen is de (verticale) sproeier veelal vervangen door zijwaarts gerichte sproeiers. (Figuur 6).

Daarnaast zijn er uiteenlopende fantasierijke modellen mogelijk met vele sproeiers, zoals in Figuur 7.

De productie van grotere en kleinere waterdruppeltjes - en daarmee van een aërosol van water - lijkt voor al deze typen fonteinen met spuitend, vallend en kletterend water evident.

Een aparte categorie vormen de vaak kleinere fonteinen (waterornamenten), zoals afgebeeld in Figuur 8. Bij een deel hiervan zal het water uitsluitend gladjes over het oppervlak stromen waarbij geen aërosolvorming kan optreden.

In combinatie met fonteinen kan een bijzonder belichting worden toegepast. Deze kan o.a. onder het wateroppervlak worden gemonteerd (Figuur 5).



Figuur 5. Voorbeelden van een fontein met opvangbak, zonder cascades en sierbekkens



Figuur 6. Voorbeeld van een fontein met bekken



Figuur 7. Voorbeeld fontein



Figuur 8. Voorbeelden van kleine fonteinen (waterornamenten) (site Broekema sierbestrating)

### 3.4 Waterbehandeling bij fonteinen

Een belangrijk aandachtspunt bij fonteinen is de waterkwaliteit. In deze rapportage worden alleen fonteinen die gevoed worden met drinkwater of een vergelijkbare waterkwaliteit behandeld. Tijdens bedrijf wordt het water vervuild doordat allerlei materiaal uit de lucht. Een deel hiervan belandt op de bodem van de opvangbak en de buffertank. Het organisch materiaal veroorzaakt algvorming en kan Legionellagroei mogelijk maken. Tevens kan indikking van het water optreden door verdamping van water. Hierdoor kan o.a. kalkafzetting optreden, vooral als het (onbehandelde) suppletiewater veel kalk bevat.

Om de waterkwaliteit op peil te houden worden de volgende vormen van waterbehandeling toegepast:

- Voorbehandeling van het suppletiewater.
- Behandeling van het (circulerende) water.
- Verversing.
- Reiniging.

Deze punten worden hieronder uitgewerkt.

#### **Voorbehandeling van het suppletiewater.**

De voorbehandeling van het suppletiewater kan de volgende maatregelen omvatten bij fonteinen met een vaste wateraansluiting:

- Ontharden.  
Ontharden is vereist als de hardheid van het suppletiewater hoog is of als de materialen van de fontein gevoelig zijn voor kalkaanslag (glas).

- Filter.  
Filters worden zelden toegepast op het suppletiewater. Alleen als het drinkwater veel organisch materiaal bevat zou een (micro?)filter zinvol zijn.

Bij fonteinen en ornamenten zonder vaste wateraansluiting wordt het water meestal via een brandslang toegevoerd.

#### **Behandeling van het (circulerende) water.**

Tijdens bedrijf wordt het water vervuild door allerlei materiaal uit de lucht. De behandeling van het (circulerende) water kan de volgende maatregelen omvatten:

- Filter.  
In de retourleiding van de opvangbak naar het reservoir wordt een grof filter toegepast. Als dit filter verstopt raakt dan wordt de pomp uitgeschakeld door een maximum niveau schakelaar in de opvangbak om overstroming hiervan te voorkomen. Toepassing van een fijn filter heeft geen zin omdat dat snel dichtloopt.
- Desinfectie.  
Desinfectie kan vereist zijn om algvorming en Legionellagroei tegen te gaan maar wordt slechts zelden toegepast. Hiervoor worden momenteel de volgende technieken toegepast:
  - UV
  - Waterstofperoxide dosering
  - Chloorhoudende middelenDeze middelen kunnen continue worden toegepast/gedoseerd in een circulatieleiding naast de buffertank. Een alternatief is het regelmatig handmatig toevoegen van chloortabletten. Elektrochemische technieken (anodische oxidatie en koper/zilver-ionisatie) worden niet toegepast.
- Zandfilter.  
In de circulatieleiding voor desinfectie kan tevens een zandfilter worden toegepast, waarmee organisch materiaal wordt afgevangen.

Bij waterornamenten wordt geen waterbehandeling toegepast, behalve regelmatig / wekelijks spuien en verversen. Eventueel wordt aan het water enig chloor toegevoegd.

#### **Verversing.**

Door verdamping van water kan indikking van het water optreden. Door spuien en verversen van het water wordt dit teniet gedaan, waarbij tevens organisch materiaal in het water wordt afgevoerd. Eventueel toegevoegde chemicaliën worden dan mee-verwijderd, zodat deze opnieuw gesuppleerd moeten worden. Het spuien wordt meestal één- à tweemaal per jaar handmatig uitgevoerd. Automatisch spuien en verversen wordt alleen in duurdere fonteinen toegepast.

#### **Reiniging.**

Tijdens bedrijf verzamelt zich vuil op de bodem van de opvangbak en de buffertank. Dit wordt verwijderd door het gehele systeem te laten leeglopen en te reinigen. In de praktijk komt het voor dat pas gereinigd wordt als een fontein niet meer goed functioneert.

## 4. Bedrijfscondities, risicofactoren en risicoanalyse

### 4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt een risicoanalyse gemaakt voor fonteinen ten aanzien van Legionella. Daarvoor wordt eerst ingegaan op de aerosolvorming. Daarna wordt een beschrijving gegeven van de bedrijfscondities die bij fonteinen kunnen optreden. Aansluitend daarop wordt een samenvatting van de risico's gegeven.

### 4.2 Aërosolvorming

Zoals eerder gesteld vormen fonteinen zonder aerosolvorming geen Legionella-risico.

Uit het voorgaande overzicht is gebleken dat er typen fonteinen zijn waarbij het water uitsluitend gladjes over het oppervlak stroomt. Bij deze typen, voornamelijk de waterornamenten, zal geen aerosolvorming optreden en is geen Legionellapreventie vereist.

Bij alle andere typen fonteinen die water sproeien zal enige aerosolvorming optreden. Zelfs als de hoeveelheid water die als aerosol in lucht komt klein is, kan dit in binnenruimten toch tot een permanente aanwezigheid van aerosol leiden. Voor al deze typen geldt dat Legionellapreventie vereist is.

### 4.3 Bedrijfscondities en risicofactoren

Voor alle typen fonteinen met aerosolvorming is een analyse van de bedrijfscondities vereist om de risicofactoren voor Legionellavorming en -groei vast te stellen.

#### 4.3.1 Waterkwaliteit

Voor de waterkwaliteit zijn de volgende aspecten van belang:

– Kwaliteit inname water.

Nederlands drinkwater bevat in de regel geringe hoeveelheden organisch materiaal en micro-organismen.

Toepassing van filters vermindert de organische belasting. Ultra-filters kunnen micro-organismen weren, maar lijken gezien het volgende punt weinig zinvol. Alleen als het water veel organisch materiaal bevat zou de toepassing van filters zinvol kunnen zijn. Toepassing van filters vereist goed onderhoud (tijdig en regelmatig spoelen/vervangen) omdat vervuilde filters het risico juist vergroten.

Ontharden is vereist als de hardheid van het suppletiewater hoog is of als de materialen van de fontein gevoelig zijn voor kalkaanslag (glas).

In tegenstelling tot sommige andere landen wordt in Nederland het drinkwater niet chemisch behandeld (chloreren).

– Vervuiling via de lucht .

Een fontein “wast” de lucht. Door het “wassen” van de lucht neemt het water allerlei stoffen en micro-organismen op, inclusief Legionella. Dit is vergelijkbaar met wat in koeltorens en circulerende bevochtigingssystemen gebeurt. Dit effect is sterker in buitenopstelling en sterker naarmate de fontein meer straal/nevel produceert.

Op deze wijze kan iedere fontein ook na reiniging en verversing snel opnieuw vervuild raken. Deze vervuilingroute is van groter belang voor de waterkwaliteit in de fontein dan de kwaliteit van het inname water, als hiervoor (onbehandeld) drinkwater wordt gebruikt.

– Vervuiling door afgifte materiaal van de fontein.

Afhankelijk van de toegepaste materialen kan materiaal van het leidingwerk, bassin e.d. in het water oplossen. Tevens kan het materiaal een voedingsbodem en ondergrond zijn voor de ontwikkeling van biofilm.

Een aantal, vooral zachtere, kunststoffen vormt in de regel een betere voedingsbodem voor biofilm



en Legionella dan RVS en koper. Op dit terrein heeft Kiwa het nodige onderzoek gedaan naar het biofilmvormingspotentieel van uiteenlopende leidingmaterialen, zoals RVS, koper en diverse kunststoffen. Wellicht kunnen de resultaten van dit onderzoek worden toegepast voor fonteynen, afhankelijk van o.a. het materiaalgebruik bij fonteynen.

- Indikking.  
Door verdamping en ander waterverlies is suppletie van water vereist. Hierdoor treedt indikking van de aanwezige mineralen op.
- Verversing.  
Om indikking te beperken wordt het water verversed. Hierbij wordt in de regel een deel gespuid en gelijktijdig vers water gesuppleerd. Deze werkwijze leidt ertoe dat de aanwezige micro-organismen verdund worden.
- Biofilm.  
Op alle grensvlakken van water kan zich na verloop van tijd een biofilm vormen. Deze vormt de voedingsbodem waarin Legionella zich kan vermenigvuldigen. Tevens biedt de biofilm Legionella bescherming tegen kortdurende extreme temperaturen, chemicaliën en droogte. De biofilm en het water wisselen Legionella uit.
- Sedimentvorming.  
Op de bodem van de opvangbak en de buffertank en in eventueel aanwezige bekkens kan sedimentvorming ontstaan op de plaatsen met stil water. Sediment bevordert de biofilmvorming.
- Kalkaanslag.  
Afhankelijk van het kalkgehalte van het suppletiewater kan kalkaanslag ontstaan. Ook de kalkaanslag bevordert de biofilmvorming.

#### Conclusies:

- Als het suppletie water veel organisch materiaal bevat kan de toepassing van filters zinvol zijn. Toepassing van filters vereist goed onderhoud (tijdig en regelmatig spoelen/vervangen) omdat vervuilde filters het risico juist vergroten.
- Zelfs als met schoon drinkwater wordt gestart zullen na enige tijd allerlei mineralen, organisch materiaal en micro-organismen in het water aanwezig zijn.
- Verversen en/of filteren van het water is vereist om het indikken van mineralen en organisch materiaal tegen te gaan.
- Sediment en kalkaanslag kunnen de vorming van biofilm bevorderen.
- Reeds aanwezige biofilm en micro-organismen in de biofilm worden niet verminderd door verversing van het water. Bij regelmatig verversen van het water wordt de aanwezigheid van micro-organismen in het water wel verminderd.

#### 4.3.2 Watertemperatuur

De watertemperaturen worden vooral bepaald door omgevingsfactoren, zoals:

- Ruimtetemperaturen (zomer - winter)  
Hierbij gaat het zowel om de temperatuur rond de fontein als de temperatuur rond de buffertank. Als deze tank in een technische ruimte is opgesteld met andere (verwarmings)apparatuur kan de temperatuur daar snel oplopen tot boven 25°C.
- Zoninstraling (voornamelijk in de zomer) op de fontein en opvangbak.
- Hot spots ten gevolge van:
  - Belichting - ingebouwde spots aan de onderzijde van de bak hebben de meeste impact.
  - Verwarmingssysteem - cv-leidingen en/of warmteafgifte (vloerverwarming, radiatoren).

Door verdamping wordt warmte aan het water onttrokken. Ook bij suppletie kan kouder water worden toegevoerd.

Dit kan tot zeer uiteenlopende temperaturen leiden. Gezien de opstellingsplaats zal de temperatuur meestal 20 °C of hoger zijn.

De temperatuur in de opvangbak en de buffertank kan eenvoudig worden gemeten.

#### **4.3.3 Stilstand en stagnatie**

Stilstand en stagnatie kunnen op de volgende manieren optreden:

- Bedrijfsonderbreking – de fontein wordt bv 's nachts uitgeschakeld; hierbij kan de circulatie over de desinfectie ingeschakeld blijven
- Dode einden in het leidingwerk – bij een goed ontwerp en uitvoering hoeft dit niet voor te komen. Ook een peilglas of spuileiding (tussen aansluiting op buffertank en afsluiter) is een dood eind.
- Stilstaand water in delen van opvangbak en de buffertank en eventuele bekkens. Ook dit is zterk afhankelijk van het ontwerp. De meeste kans op stilstand is in de onderste en bovenste lagen van de buffertank.

#### **4.4 Samenvatting van de risico's**

Bij de typen fonteinen waarbij het water uitsluitend gladjes over het oppervlak stroomt, voornamelijk de waterornamenten, zal geen aërosolvorming optreden en is geen Legionellapreventie vereist.

Bij alle andere typen fonteinen die water sproeien zal enige aërosolvorming optreden. Voor al deze typen geldt dat Legionellapreventie vereist is.

Het algemene beeld is dat in vrijwel alle fonteinen in binnenopstelling, zonder verdere maatregelen, voldoende risicofactoren aanwezig zijn om tot de aanwezigheid en doorgroei van Legionella te leiden.

- Temperatuur: de temperatuur zal meestal 20 °C of hoger zijn en gedurende kortere of langere tijd boven 25°C zijn.
- Verblijftijd: langdurig – meer dan een week.
- Stilstand: in stille delen van opvangbak en de buffertank en bij bedrijfsonderbreking in het gehele reservoir en in eventuele bekkens.
- Waterkwaliteit: na verloop van tijd zijn er zonder verdere maatregelen volop voedingsstoffen en micro-organismen in het water aanwezig.

## **5. Legionellaveilig ontwerp en beheer**

### **5.1 Inleiding**

Hieronder worden eerst de richtlijnen voor een Legionella-veilig ontwerp gegeven. Voor fonteinen met aërosolvorming wordt daarna het principe van een aantal beheersconcepten besproken, waarbij de sterke en zwakke punten worden aangegeven. Tenslotte wordt een eerste selectie van geschikte beheersconcepten gemaakt.

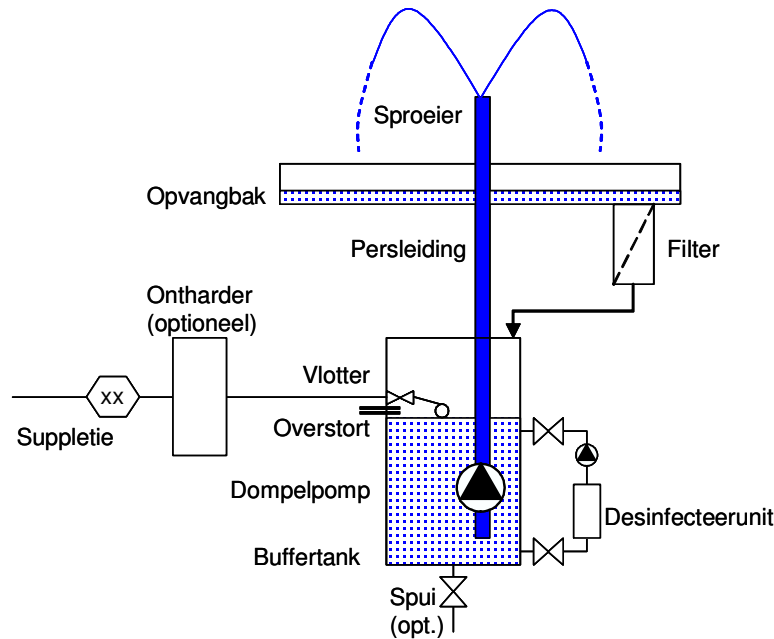
### **5.2 Richtlijnen Legionellaveilig installatieontwerp**

Het ontwerp van de fontein dient o.a. gericht te zijn op een schoon ontwerp, waarbij een goede doorstroming met water en een goede bereikbaarheid van alle watervoerende delen t.b.v. eventuele reiniging voorop staat. Hoge temperaturen en hot spots dienen te worden vermeden.

Aandachtspunten:

- Geen dode einden in leidingen e.d.
- Geen dode hoeken in de opvangbak en buffertank.
- Goede bereikbaarheid van alle watervoerende delen t.b.v. eventuele reiniging
- Geen hotspots in de opvangbak t.g.v. spots e.d. om de fontein te verlichten.
- Geen ongewenste opwarming van de fontein en opvangbak door invallend zonlicht.
- Geen ongewenste opwarming van de opvangbak en buffertank door verwarmingslichamen in de opstellingsruimte of hoge temperaturen van de opstellingsruimte (bijvoorbeeld vloerverwarming direct onder de opvangbak of een buffertank in een warme kelderruimte met installaties).
- De materiaalkeuze heeft invloed op de biofilmvorming en Legionellagroei. Voor een aantal metalen en kunststoffen zijn hierover gegevens bekend voor toepassing in leidingwater. Voor bijvoorbeeld natuursteen zijn geen gegevens bekend. Het is de vraag of hier op dit moment richtlijnen voor te geven zijn.

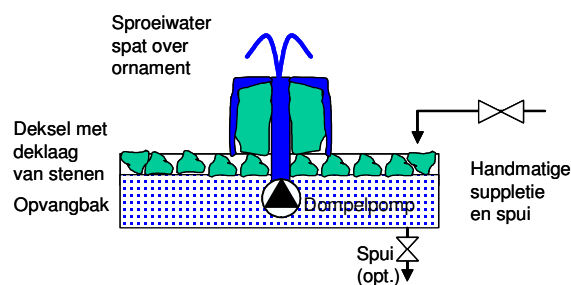
Als deze richtlijnen gevolgd (kunnen) worden volstaat een thermisch beheersconcept. Anders zijn aanvullende maatregelen vereist.



Figuur 9. Globaal schema opbouw sierfontein met buffertank.

In aanvulling hierop gelden de volgende richtlijnen voor de permanente drinkwateraansluiting:

- De beveiliging van de drinkwateraansluiting aan de buffertank dient te voldoen aan de eisen van Water-werkblad 3.8 [13]. Het water in de fontein, buffertank e.d. behoort tot vloeistofklasse 5. Hiervoor zijn alleen de beveiligingseenheden AA, AB en AD toereikend. Een vlotter naar de buffertank (onderbroken aansluiting) in combinatie met een overstort op de juiste hoogte (conform de tekening) geeft voldoende beveiliging. De overstort dient te voldoen aan de eisen van Water-werkblad 4.2 [13].
- Als in de toevoer een ontharder of andere voorbehandeling van het drinkwater wordt toegepast behoort het water tot vloeistofklasse 3/4. Voor klasse 3 zijn de beveiligingseenheden AA, AB, AC, AD, AF, AG, BA, CA GA en GB toereikend. In de meeste situaties zal een beveiligingseenheid CA (terugstroombeveiliging met verschildrukzone – niet controleerbaar) het meest handzaam zijn.



Figuur 10. Globaal schema opbouw eenvoudige sierfontein (waterornament) zonder buffertank met sproeikop.

### 5.3 Algemene beheersmaatregelen

- Filter.  
In de retourleiding van de opvangbak naar het reservoir dient een grof filter te worden toegepast. Als dit filter verstopt raakt dient de pomp te worden uitgeschakeld door een maximum niveau

schakelaar in de opvangbak om overstroming hiervan te voorkomen.  
Toepassing van een fijn filter heeft geen zin omdat dat snel dichtloopt.  
Het filter dient wekelijks, eventueel maandelijks, te worden gereinigd.

- Zandfilter.  
In een circulatieleiding over de buffertank kan een zandfilter worden toegepast, waarmee organisch materiaal wordt afgevangen. Dit kan gecombineerd worden met een vorm van desinfectie.  
Dit filter dient regelmatig (maandelijks) te worden gereinigd (gespoeld).
- Vlotter en overstort.  
Als een vlotter en overstort worden toegepast dienen deze minimaal eenmaal per jaar te worden gecontroleerd en zonodig gereinigd.
- De gehele fontein dient minimaal tweemaal per jaar volledig te worden gereinigd, waarbij al het water wordt ververs. Reinigen omvat het (handmatig) verwijderen van bezinsel en sediment en het verwijderen van kalkafzetting op de watervoerende delen door toevoeging van zuur.

## 5.4 Beheersconcepten

Voor fontein met aerosolvorming zijn de volgende beheersconcepten mogelijk:

### Thermisch

Uitgangspunt is dat de watertemperatuur onder 20°C blijft, waarbij Legionellagroei zeer beperkt is. Anders dient al het water wekelijks te worden ververs. Hierbij worden de volgende maatregelen toegepast:

- Watertemperatuur onder 20°C. Alleen spui en suppletie ter voorkoming van indikking.
- Watertemperatuur boven 20°C: wekelijks verversing van de gehele watervoorraad.  
Hierbij zal nooit alle water ververs worden en zal ook de eventueel aanwezige biofilm niet aangetast worden. Maar de Legionella in het water wordt geheel geloost, waardoor voor minimaal één week een Legionella-veilige situatie ontstaat.

Voordelen:

- Eenvoudig concept.
- De wekelijkse verversing kan eenvoudig worden geautomatiseerd, waarbij het volledig verversen afhankelijk kan zijn van de gemeten watertemperatuur.
- Energiegebruik nihil.

Nadelen (bij temperaturen boven 20°C):

- Fontein met een grote waterinhoud hebben bij wekelijkse verversing een hoog watergebruik.
- Bij handmatige verversing zijn wekelijks beheersmaatregelen vereist.

Als continue temperaturen boven 20°C optreden kan een vorm van koeling worden overwogen. Als de restwarmte nuttig kan worden gebruikt kan dit een technisch en economisch goed concept zijn.

### Fysisch – Ultrafiltratie voor sproeier

Uitgangspunt is dat bacteriën uit het circulerende water worden gefilterd, voordat het naar de sproeier(s) gaat. Hiervoor is ultrafiltratie vereist, met een poriegrootte van 0,01 tot 0,1 micron. Hiermee worden onopgeloste deeltjes, bacteriën en grote virussen verwijderd.

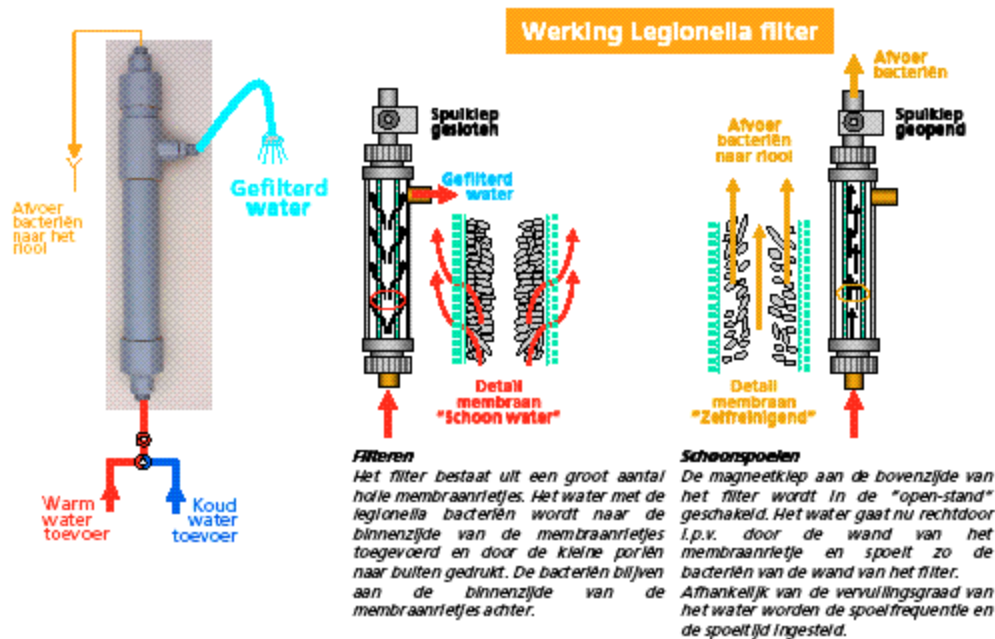
Voordelen:

- Eenvoudig concept.

Nadelen:

- Grote filters en hoog energiegebruik van de pomp bij grote waterstromen.
- Filters zullen snel verstopt raken, dit concept vereist goede voorzieningen voor regelmatig (wekelijks) schoonspoelen van de filters.
- Regelmatige vervanging van filters vereist.

- Legionella-veiligheid direct afhankelijk van goed functioneren filter; bij lekkage kan acuut risico ontstaan. Lekdetectie is niet goed mogelijk.



Figuur 11. Werking Legionella filter. Door periodiek te spoelen worden de opgeloste stoffen afgevoerd zonder het filter te verstopen.

### Fysisch – UV voor sproeier

Uitgangspunt is dat bacteriën in het circulerende water met UV licht worden afgedood, voordat het naar de sproeier(s) gaat. De UV-lamp dient permanent te zijn ingeschakeld als de fontein in bedrijf is. Met een sensor kan worden gecontroleerd of de UV-eenheid naar behoren functioneert; anders wordt de fontein uitgezet.

Voordelen:

- Eenvoudig concept.
- Eenvoudig te automatiseren controle op goed functioneren.  
Niet bekend of ook de minimum lichtintensiteit kan worden bewaakt.

Nadelen:

- Sterke UV-lamp vereist om voldoende afdoding op hoge waterhoeveelheid te verkrijgen.
- Grote lamp veroorzaakt relatief hoog energiegebruik.
- Regelmatig reinigen van de UV-lamp(en) vereist.
- Vragen over afdoende werking (zie hieronder).

Bij toepassing van een voorgeschakeld filter zijn dezelfde voor- en nadelen van kracht als bij filters zonder UV.

### Opmerking tav afdoende werking UV

Bij UV behandeling worden legionellabacteriën die zich vrij in de waterstroom bevinden geïnactiveerd door bestraling met UV licht met een golflengte van circa 254 nm. Het is niet duidelijk of Legionella die zich in amoeben, protozoa of plukjes biofilm bevindt eveneens wordt geïnactiveerd. Vooral nog wordt er van uitgegaan dat dit niet of onvoldoende gebeurt.

Daarom zou een voorgeschakeld filter met een poriegrootte van maximaal 1 micron absoluut toegepast kunnen worden<sup>2</sup>, waarmee deze stoffen worden tegengehouden. Dit filter heeft een verwijderingscapaciteit van 99,98%, single open en “O”-ringen als afdichting(en). Daarnaast moeten de filters voldoen aan het gestelde in NEN-EN 13443-2.

De UV-apparatuur bestaat in de regel uit een UV-lamp in een beschermende kwartsbuis, omstroomt door het water.

De dosis UV straling is het product van de beschikbare lichtintensiteit en de tijdsduur van blootstelling. De lichtintensiteit kan geleidelijk afnemen door veroudering van de lamp en kalkafzetting op de kwartsbuis. Vervuiling van het water kan eveneens de lichtintensiteit verminderen. De intensiteit van het UV-licht kan worden gecontroleerd met een UV-sensor. Als de waarde onder de ingestelde grenswaarde daalt wordt een alarm gegeven. Een meer eenvoudige beveiliging geeft een signaal als de UV-lamp defect is.

### **Fysisch – UV als desinfecteerunit naast buffertank**

Uitgangspunt is dat bacteriën in het water in de buffertank met UV licht worden afgedood, door permanente circulatie van water uit de buffertank over een desinfecteerunit; ook als de fontein is uitgeschakeld. Met een sensor kan worden gecontroleerd of de UV-eenheid naar behoren functioneert; anders wordt de fontein uitgezet.

Voordelen:

- Eenvoudig concept.
- Kleinere UV-eenheid vereist dan bij “UV voor sproeiers”.
- Eenvoudig te automatiseren controle op goed functioneren.  
Niet bekend of ook de minimum lichtintensiteit kan worden bewaakt.
- Energiegebruik naar verwachting relatief laag.

Nadelen:

- Met dit concept wordt de hoeveelheid Legionella in het water beperkt maar wordt eventuele Legionella-groei in de buffertank of elders niet aangepakt. Ook de hoeveelheid organisch materiaal is het systeem wordt niet verminderd.
- Regelmatig reinigen van de UV-lamp(en) vereist.

Door een zandfilter op te nemen in het desinfecteer-circuit wordt organisch materiaal afgevoerd waardoor de biofilm en Legionella in de buffertank voedingsstoffen worden ontnomen. Een zandfilter dient wekelijks of maandelijks te worden gespoeld.

### **Fysisch –Ultrasoon / Sonoxide**

De Sonoxide stelt bacteriën bloot aan laag energetisch, hoog frequent ultrasoon geluid. Het ultrasoon geluid van de Sonoxide zorgt ervoor dat er biochemische processen op gang komen die zorgen dat de bacteriën binnen een aantal uur sterven. Als gevolg van de biochemische processen maken de bacteriën 'messengers' aan die het voor elkaar krijgen dat andere bacteriën ook sterven. Dat betekent dat niet alle bacteriën direct door het ultrasone geluid aangepakt hoeven te worden, omdat die al sterven door contact met een 'messenger'.

---

<sup>2</sup> De kleinste cysten van protozoa hebben een diameter van minimaal 4 micron (mondelijke informatie referent).

De diameters van de protozoa zelf zijn groter. Op basis van deze informatie is een poriediameter van de voorfilters van 2 um voldoende voor het tegenhouden van protozoa en hun cysten.

Voor wat betreft de door protozoa gevormde vacuoles is de beschikbare informatie beperkt. Op basis van een literatuurreferentie blijkt dat de grootte van de vacuoles ook gelijk is of groter is dan 2 micron. Gezien de geringe omvang van vacuoles die kleiner of gelijk zijn dan 2 micron is het uitgangspunt van het College van Deskundigen voor de BRL K 14010-1 voor deze beoordelingsrichtlijn dat eventuele Legionella die zich binnen de vacuoles bevinden worden, bestreden door middel van de UV-apparatuur.

Onbekend is of dit systeem afdoende werkt voor toepassing in fonteinen.

Voordelen:

- Eenvoudig concept.
- Eenvoudig te automatiseren controle op goed functioneren.

Nadelen:

- De effectiviteit is nog onbekend.
- Met dit concept wordt de hoeveelheid Legionella in het water beperkt maar wordt eventuele Legionella-groei in de buffertank of elders niet aangepakt. Ook de hoeveelheid organisch materiaal is het systeem wordt niet verminderd.
- Energiegebruik kan relatief hoog zijn.

### **Fysisch – VRTX**

De VRTX-technologie werkt met een kleine vacuümkamer waardoor het te behandelen water met een hoge snelheid naar binnen wordt gezogen. Het vacuüm onttrekt kooldioxide aan het chemische evenwicht in het water waardoor de opgeloste kalkverbindingen veranderen in een vaste verbinding die niet meer aan de wanden van de waterleidingen hecht. Daarnaast ontstaat in de vacuümkamer, heel even op microniveau, een temperatuur van 5.000 °C waardoor bacteriën, zoals Legionella en E-coli's worden vernietigd.

Voordelen:

- Eenvoudig te automatiseren controle op goed functioneren.
- Door plaatsing van een (zand) filter na de VRTX unit kan ook de hoeveelheid organisch materiaal in het systeem worden verminderd.

Nadelen:

- Met dit concept wordt de hoeveelheid Legionella in het water beperkt maar wordt eventuele Legionella-groei in de buffertank of elders niet aangepakt.
- Relatief hoog energiegebruik.
- Beperking van het geluid is in binnenopstelling een aandachtspunt.

### **Elektrochemisch - koper/zilver-ionisatie**

Bij koper/zilver-ionisatie worden via elektrolytische weg koper- ( $\text{Cu}^{2+}$ ) en zilverionen ( $\text{Ag}^+$ ) in het water gebracht. Hierbij wordt gebruik gemaakt van een doorstroomcel waarin elektroden van koper, zilver of een koper-zilver-legering zijn aangebracht. Het doseren van koper- en zilverionen aan het water wordt veelal proportioneel gestuurd op basis van de water-volumestroom. Dit gebeurt door de stroom door de cel te regelen. Voor fonteinen kan de apparatuur als desinfecteerunit parallel aan de buffertank worden geplaatst.

Het desinfecterend effect berust op twee mechanismen:

- koperionen tasten de integriteit van het celmembraan aan (maken de celwand kapot).
- zilverionen tasten de celeiwitten van micro-organismen aan.

De mate van desinfectie is afhankelijk van de concentratie van de ionen en van de aard en conditie van de micro-organismen. Een hoge zuurgraad vermindert de werking van de techniek omdat de oplosbaarheid van koper en in mindere mate zilver vermindert. Bij een pH boven 7,5 neemt de hoeveelheid  $\text{Cu}^{2+}$  af ten gunste van  $\text{Cu}^+$ , dat minder toxisch is. Bij zilver is dit effect minder sterk. Kalkafzetting op de elektroden vermindert de afgifte van koper en zilver. Bij een hoge hardheid van het water is dit effect het sterkste. Dit kan worden verminderd door regelmatige ompoling van de elektroden. Regelmatige reiniging van de elektroden is daarnaast vereist. Door het gebruik worden de elektroden geleidelijk kleiner. Regelmatige vervanging is daarom vereist.

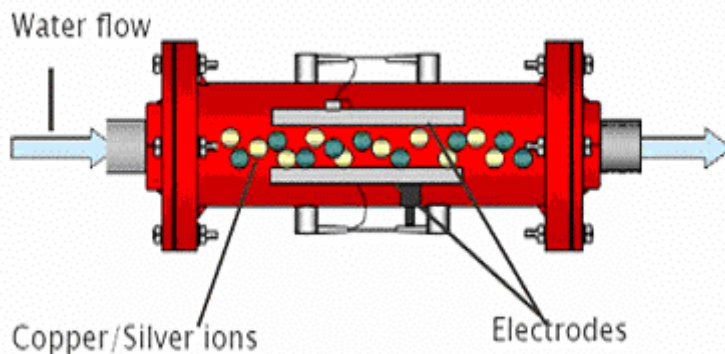
Voordelen:



- Effectieve werking in het gehele systeem, waardoor ook de Legionella en biofilm in de opvangbak en buffertank worden aangepakt.
- De zogenaamde depotwerking heeft tot gevolg dat bij een kortdurende storing of uitschakeling van de apparatuur de Legionella-veiligheid van het systeem intact blijft.
- Eenvoudig te automatiseren controle op goed functioneren.
- Niet corrosief.
- Geen vorming van giftige of explosieve gassen.
- Energiegebruik naar verwachting relatief laag.

Nadelen:

- Door deze methode komen extra koper en zilver in het afvalwater terecht, waardoor het milieu wordt belast.
- Kans op verkleuring water en materiaal van de fontein (zwarte aanslag).



Figuur 12. Doorstroomcel met elektroden die koper- en zilver-ionen afgeven aan het water.

### Elektrochemisch - anodische oxidatie

Bij anodische oxidatie worden in het water aanwezige zouten door elektrolyse omgezet in desinfecterende stoffen, zoals vrij chloor. Om dit te bevorderen kan hiervoor zout worden toegevoegd. Anodische oxidatie wordt op verschillende manieren toegepast en onder verschillende namen op de markt gebracht, waaronder verwante technieken als elektrolyse.

Van deze techniek bestaan momenteel de volgende toepassingen:

- Voorgevormd vrij chloor (elektrolyse).  
Hierbij wordt in een apart watercircuit door elektrolyse uit een geconcentreerde zoutoplossing (NaCl) een oplossing aangemaakt met relatief hoge concentraties vrij chloor ( $\text{Cl}_2 - \text{HOCl}$ ). Deze oplossing wordt vervolgens met een doseerpomp toegevoegd aan het te behandelen water. De elektrolyse apparatuur bestaat uit twee elektroden die zijn gescheiden door een semi-permeabel membraan. Hierbij passeert het water eerst de anode, waar actief chloor en zuurstofradicalen gevormd worden. Via een reactiekamer en eventueel een actief koolfilter stroomt het water langs de kathode waar de pH weer wordt geneutraliseerd en hydroxyl-ionen worden gevormd.
- Ter plaatse gevormd vrij chloor.  
Hierbij bevindt de elektrolyse-apparatuur zich in een waterstroom. Zonodig wordt zout toegevoegd aan het water voor de elektrolyse, echter sommige elektrolysesystemen hebben geen zoutdosering nodig. De elektrolyse apparatuur kan bestaan uit verschillende elektroden in één doorstroomcel.

Het desinfecterend effect van vrij chloor (=  $\text{OCI}^-$  plus  $\text{HOCl}$ ) berust op de oxiderende werking ervan. Onderchlorig zuur ( $\text{HOCl}$ ) is elektrisch neutraal en kan relatief eenvoudig celwanden passeren. Door

reactie met enzymen (vervanging van waterstof door chloor) worden deze dusdanig vervormd dat een cel wordt uitgeschakeld. Bij  $\text{pH} < 7,5$  is  $\text{HOCl}$  de dominante vorm en bij  $\text{pH} > 7,5$  is  $\text{OCl}^-$  dat. Omdat drinkwater in Nederland meestal een  $\text{pH} > 7,5$  heeft, is de toepassing van chloor voor de desinfectie van drinkwater in feite *niet optimaal*.

De vorming van vrij chloor in in het water wordt veelal proportioneel gestuurd op basis van de water-volumestroom. Dit gebeurt door de stroom door de cel te regelen. Meer geavanceerde systemen hebben ook een bijkomende fijnregeling m.b.v. een vrij chloor selectieve probe. Het vrij chloorgehalte dient onder  $0,5 \text{ mg/l}$  te blijven. Een hoge zuurgraad vermindert de werking van de techniek, omdat de werking van chloor dan afneemt.

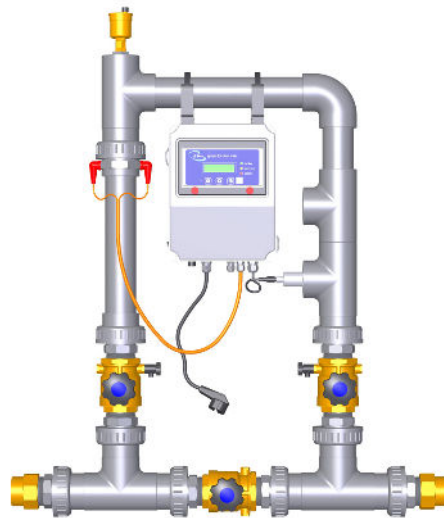
Kalkafzetting op de elektroden vermindert het functioneren. Bij een hoge hardheid van het water is dit effect het sterkste. Dit kan worden verminderd door regelmatige ompoling van de elektroden. Regelmatige reiniging van de elektroden (uitnemen en poetsen) is daarnaast vereist. Kalkafzetting kan tevens worden vermeden door waterontharding. Bij elektrodiagramalyse is bij ompoling tevens omschakeling van de waterstroom vereist. Bij elektrodiagramalyse wordt standaard waterontharding toegepast.

#### Voordelen:

- Effectieve werking in het gehele systeem, waardoor ook de Legionella en biofilm in de opvangbak en buffertank worden aangepakt.
- Eenvoudig te automatiseren controle op goed functioneren.
- Energiegebruik naar verwachting relatief laag.

#### Nadelen:

- Corrosie van installatiedelen.  
Kunststoffen zijn ongevoelig voor de vrijkomende chemicaliën. Eventueel toegepaste metalen verbindingstukken kunnen wel gevoelig zijn voor corrosie.  
Koper vormt na enige tijd een oxidehuid, die bescherming biedt tegen verdere corrosie. Nieuwe leidingen en oudere leidingen waarvan de oxidehuid door reiniging is verwijderd zijn gevoelig voor corrosie. Ook RVS leidingen zijn in principe kwetsbaar voor corrosie.  
De leverancier van de apparatuur dient aan te geven welke materialen zonder corrosieprobleem gecombineerd kunnen worden met deze techniek.



Figuur 13. Voorbeeld elektrodiagnostiek in een apart watercircuit en inpassing in drinkwatersysteem.

#### **Chemisch non-biocide – CoolPuck® - CoolPool**

CoolPuck is een mengsel van zouten dat opgelost wordt in water. Het tast de structuur van de biofilm aan, waardoor deze loskomt van zijn ondergrond en fijn verdeeld raakt. Het is geen biocide, zodat Legionella en andere bacteriën niet direct worden afgedood. Door het verwijderen van de biofilm verliezen de bacteriën hun voedingsbodem en de bescherming tegen biocides.

Coolpuck dient gebruikt te worden in combinatie met oxiderende biocides, die aan effectiviteit winnen omdat de bacteriën zonder biofilm minder beschermd zijn.

Coolpuck wordt eens per week als tablet aan het water toegevoegd.

Voordelen:

- Eenvoudig concept.
- Geen energiegebruik.
- Geen corrosie.

Nadelen:

- Handmatige toediening.

#### **Chemisch biocide – Ozon (O<sub>3</sub>)**

Ozon is een sterke oxidant waarmee water wordt gedesinfecteerd. Het wordt ter plekke gemaakt in speciale apparatuur, die de ozon in een deelstroom toevoert aan het water in de buffertank.

Voordelen:

- Geheel geautomatiseerde apparatuur, met storingsmelding.

Nadelen:

- Reageert krachtig met vele stoffen, waaronder metalen.
- Ozon is in de binnenlucht ongewenst.
- Relatief hoog energiegebruik.

#### **Chemisch biocide - Waterstofperoxide (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)**

Waterstofperoxide is een sterke oxidant waarmee water wordt gedesinfecteerd. Het is voor deze toepassing in een gestabiliseerde vorm op de markt onder de merknamen Herlisil, Huwa-San Tr-50 en Care-Oxyl. Door combinatie met een “drager” komt de waterstofperoxide geleidelijk vrij.

Waterstofperoxide kan goed worden gecombineerd met een UV-desinfectie-unit in de by-pass. De dosis waterstofperoxide kan dan verlaagd worden.

Het middel dient minimaal wekelijks te worden toegevoerd. Dit kan met een injectiepomp worden geautomatiseerd.

**Voordelen:**

- Geen vorming van giftige gassen.
- De dosering is eenvoudig.
- Energiegebruik nihil.

**Nadelen:**

- Reageert krachtig met vele stoffen, waaronder metalen.
- Het product is niet brandbaar, maar werkt brandbevorderend op brandbare stoffen, met kans op explosie.
- Onder invloed van licht kan dissociatie optreden, waarbij H<sub>2</sub> en O<sub>2</sub> gevormd worden en een explosief gasmengsel ontstaat. Het middel dient op een donkere en koele plaats te worden bewaard.
- Bij een hogere temperatuur verlies het middel zijn werking sneller; dit effect is afhankelijk van het merk.
- De concentratie van waterstofperoxide in een oplossing wordt langzaam lager ten gevolge dissociatie.
- Bij gebruik dient men contact te vermijden, in het bijzonder met ogen en luchtwegen.

**Chemisch biocide - Natriumhypochloriet (NaClO)**

Natriumhypochloriet is een oxidant waarmee micro-organismen, zoals bacteriën, worden gedood. In lage concentraties staat het bekend als chloorbleekwater of chloorbleekloog. Natriumhypochloriet ontleedt bij verhitting, bij contact met zuren en onder invloed van licht en sommige metalen, waarbij giftige en bijtende gassen, onder andere chloorgas, worden gevormd. Natriumhypochloriet is een sterk oxidatiemiddel en reageert met brandbare en reducerende stoffen. Natriumhypochlorietoplossing in water is een zwakke base. Het is niet brandbaar.

Natriumhypochloriet kan niet worden gecombineerd met UV omdat door UV het middel snel wordt afgebroken en zijn werking verliest.

Het middel dient minimaal wekelijks te worden toegevoerd.

**Voordelen:**

- Het kan eenvoudig en zonder druk worden opgeslagen en vervoerd als het ter plaatse wordt aangemaakt.
- De dosering is eenvoudig.
- Het transport en de opslag zijn veilig.
- De desinfectie met natriumhypochloriet is even effectief als de desinfectie met chloorgas. Bij het gebruik van natriumhypochloriet is er sprake van residuale desinfectie.
- Energiegebruik nihil.

**Nadelen:**

- Natriumhypochloriet is een gevaarlijke en corrosieve stof door o.a. de vorming van chloorgas. Bij gebruik dient men contact te vermijden, in het bijzonder met ogen en luchtwegen.
- Chemische belasting spuiwater.

- Vorming vrij chloorgas.

Het middel wordt ook in een opgeloste, en volgens opgave van de fabrikant stabiele en goed hanteerbare vorm op de markt gebracht (productnaam Hadex). Het middel wordt dan in jerrycans van 25 liter geleverd, waarbij het minimaal één jaar houdbaar is.

De dosering is bij een nieuwe watervoorraad 2 liter per 50 m<sup>3</sup> water. Na 30 dagen is het middel uitgewerkt en is een nieuwe dosis nodig van 1 liter per 50 m<sup>3</sup> water.

### **Chemisch biocide - Calciumhypochloriet (Ca(ClO)<sub>2</sub>)**

Calciumhypochloriet is een oxidant die vergelijkbaar is met Natriumhypochloriet.

Ook calciumhypochloriet kan niet worden gecombineerd met UV omdat door UV het middel snel wordt afgebroken en zijn werking verliest.

Het middel dient minimaal wekelijks te worden toegevoerd.

Calcium hypochloriet is commercieel beschikbaar in een droge of vloeistof vorm. In droge vorm is het beschikbaar als poeder, granules, tabletten of pellets. Het middel is zeer goed oplosbaar in water. Vanwege zijn oxidatieve capaciteit moet calcium hypochloride worden opgeslagen op een koele, droge plaats, verwijderd van andere chemicaliën, in corrosiebestendige containers.

Voordelen:

- Eenvoudig te hanteren (poeder, tabletten)
- De dosering is eenvoudig.
- Het transport en de opslag zijn veilig.
- De desinfectie is even effectief als de desinfectie met chloorgas.
- Energiegebruik nihil.

Nadelen:

- Calciumhypochloriet is een gevaarlijke en corrosieve stof door o.a. de vorming van chloorgas. Bij gebruik dient men contact te vermijden, in het bijzonder met ogen en luchtwegen.
- Chemische belasting spuiwater.
- Vorming vrij chloorgas.

### **Gecombineerde technieken**

Combinatie van technieken kan een vermindering van het biocidegebruik en een verhoging van de effectiviteit veroorzaken. De volgende combinaties worden genoemd:

- Ozon en waterstofperoxide
- Ozon en UV
- Coolpuck met biocide (ozon, waterstofperoxide, natriumhypochloriet, calciumhypochloriet)

De claims ten aanzien van de voordelen van deze combinaties zijn voor zover bekend nog niet kwantitatief onderbouwd.

Een nadeel van de toepassing van twee technieken is dat het aantal beheersmaatregelen toeneemt, zoals het toevoegen van middelen en/of het onderhoud van apparatuur (UV, ozongenerator, doseerapparatuur).

## **5.5 Selectie beheersconcepten**

Voor niet-aërosolvormende fonteynen is geen beheersconcept vereist m.b.t. Legionellapreventie.

Voor de aërosolvormende fonteinen is de volgende selectie gemaakt op basis van de beschikbare informatie:

- Bij watertemperaturen onder de 20°C, incidenteel boven de 20°C en/of bij kleine volumes (< 100 liter): Thermisch beheersconcept  
Motivatie: meest robuuste en eenvoudige concept, laag waterverbruik, geen randapparatuur, geen gebruik van chemicaliën, energiegebruik nihil.
- Bij watertemperaturen boven de 20°C, incidenteel boven de 25°C en grote volumes (> 100 liter):
  - UV (met zandfilter) in apart circuit naast buffertank  
Motivatie: robuust, relatief eenvoudig, weinig onderhoud.
  - Waterstofperoxide – mits de gebruikte materialen hiertegen bestand zijn.  
Motivatie: werking in gehele systeem, eenvoudige handmatige dosering (vergt wekelijks onderhoud) of geautomatiseerd met een injectiepomp, energiegebruik nihil.
  - Natrium- / calciumhypochloriet – mits de gebruikte materialen hiertegen bestand zijn en de chloorgasvorming nihil is.  
Motivatie: werking in gehele systeem, eenvoudige handmatige dosering, vergt wekelijks onderhoud, energiegebruik nihil.
- Bij watertemperaturen boven de 25°C en grote volumes (> 100 liter):
  - Waterstofperoxide (mits de gebruikte materialen hiertegen bestand zijn) bij voorkeur in combinatie met een UV-desinfectieunit in een by-pass over de voorraadtank.  
Motivatie: werking in gehele systeem, eenvoudige handmatige dosering (vergt wekelijks onderhoud) of geautomatiseerd met een injectiepomp.

Chemicaliën mogen alleen worden gebruikt als *voor deze toepassing* een vergunning is verkregen van het Ctgb. De site van het Ctgb geeft een actueel overzicht van toegestane chemicaliën.

Overige overwegingen bij selectie:

- Ultrafiltratie voor de sproeier geeft veel beheer (reiniging, vervanging) en een naar verwachting relatief hoog energiegebruik.
- UV voor de sproeier vereist relatief grote apparatuur met een relatief hoog energiegebruik.
- De kwaliteiten van Sonoxide zijn nog onvoldoende bekend.
- VRTX heeft een relatief hoog energiegebruik.
- De elektrochemische technieken (koper/zilver en anodische oxidatie) zijn minder goed bruikbaar in een omgeving met een hoge organische belasting.
- Ozon heeft een relatief hoog energiegebruik.

## **6. Werkwijze Risicoanalyse en Beheersmaatregelen**

### **6.1 Inleiding**

De risico's worden in hoofdzaak door twee factoren bepaald:

- Wel/niet aërosolvorming – zonder aërosolvorming geen risico's en hoeft geen verder actie te worden ondernomen.
- Waterkwaliteit en temperatuur – deze combinatie bepaalt het risico voor fonteinen met aërosolvorming.

Hieronder wordt achtereenvolgens de werkwijze, de beoordeling van aërosolvorming, de risicobeoordeling en de beheersmaatregelen behandeld.

Afgesloten wordt met de algemene richtlijnen voor de permanente drinkwateraansluiting en algemene beheersmaatregelen die nauw verbonden zijn met het Legionellaveilig ontwerp en beheer.

### **6.2 Werkwijze**

Werkwijze voor specifieke risicoanalyse:

- 1 Beoordeling of aërosolvorming optreedt.  
Zonder aërosolvorming kan de risicoanalyse worden beëindigd en zijn geen specifieke beheersmaatregelen vereist.  
Met aërosolvorming dient de risicoanalyse te worden voorgezet met de volgende stap en zijn specifieke beheersmaatregelen vereist.
- 2 Beoordeling risico m.b.t. ontwikkeling Legionella
  - installatietekeningen - beoordelen op dode einden en hot/spots;
  - bedrijfswijze tav suppleren, verversen, reinigen;
  - temperatuurmeting.

### **6.3 Beoordeling aërosolvorming**

Bij aërosolvorming ontstaan fijne waterdruppels (1 – 10 micrometer).

- Niet-aërosolvormende fonteinen.  
Geen aërosolvorming bij fonteinen waarbij het water uitsluitend gladjes over het oppervlak stroomt. Dit betreft voornamelijk de waterornamenten. Waterornamenten die water versproeien moeten als aërosolvormend worden beschouwd.
- Aërosolvormende fonteinen.  
Deze fonteinen kenmerken zich door één of meerdere sproeikoppen, waarmee het water in de lucht wordt gespoten en/of een vormgeving waardoor het water vrij valt.

### **6.4 Risicobeoordeling**

Het ontwerp van de fontein dient o.a. gericht te zijn op een schoon ontwerp, waarbij een goede doorstroming met water en een goede bereikbaarheid van alle watervoerende delen t.b.v. eventuele reiniging voorop staat. Hoge temperaturen en hot spots dienen te worden vermeden.

De risicofactoren zijn:

1. Ongewenste opwarming van de fontein en opvangbak door invallend zonlicht.
2. Ongewenste opwarming van de opvangbak en buffertank door verwarmingslichamen in de opstellingsruimte of hoge temperaturen van de opstellingsruimte (bijvoorbeeld vloerverwarming direct onder de opvangbak of een buffertank in een warme kelderruimte met installaties).
3. Hotspots in de opvangbak t.g.v. spots e.d. om de fontein te verlichten.
4. Dode einden in leidingen e.d.
5. Dode hoeken in de opvangbak en buffertank.

6. De kwaliteit van het toevoerwater.

Om het effect van de eerste twee factoren te beoordelen is temperatuurmeting vereist. Hierbij dient rekening te worden gehouden met verschillen tussen zomer en winter. De gemiddelde temperatuur is de basis voor de risicobeoordeling (zie Tabel 1).

Voor de temperatuurmeting is plaatsing van een temperatuuropmeter in de buffertank gewenst; op een eenvoudig bereikbare plaats. Bij aanwezigheid van een GBS wordt een digitale temperatuuropmeter met koppeling aan het GBS en trendopslag/-signalering aanbevolen.

Indien hotspots aanwezig zijn dient de temperatuur ter plaatse te worden bepaald. Deze hogere temperatuur dient dan als uitgangspunt van de risicobeoordeling te worden genomen.

Dode einden en dode hoeken dienen bij voorkeur te worden aangepakt. Als dat niet mogelijk is dient de risicobeoordeling één stap op te schuiven (bv van geen/gering risico naar risico).

De kwaliteit van het toevoerwater is niet bepalend, mits dit (behandeld) drinkwater is. Bij toepassing van andere typen water dient de risicobeoordeling één stap op te schuiven.

### 6.5 Beheersmaatregelen m.b.t. Legionellapreventie

In onderstaande tabel zijn de beheersmaatregelen mbt legionellapreventie samengevat, op basis van de uitkomst van de risicoanalyse.

Tabel 1. Beoordeling en maatregelen

Watertemperatuur (gemiddeld of bij hotspot)	Risicobeoordeling op basis van watertemperatuur	Maatregelen
tot 20°C, incidenteel tot 25°C	Geen/gering risico	Thermisch beheer. Bij watertemperaturen boven 20°C dient minimaal eens per week het water geheel te worden verversd.
tot 25°C, incidenteel tot boven 25°C	Risico	Kleine watervolumes (< 100 liter): Thermisch beheer. Bij watertemperaturen boven 20°C dient minimaal eens per week het water geheel te worden verversd.
		Minimaal 2 maal per jaar: <ul style="list-style-type: none"> <li>– monsternamen en analyse m.b.t. Legionella.</li> <li>– reinigen en desinfecteren</li> </ul> Grote watervolumes (> 100 liter): <ul style="list-style-type: none"> <li>– UV desinfectie-unit in by-pass van de voorraadtank</li> <li>– Waterstofperoxide</li> <li>– Natrium / calciumhypochloriet</li> </ul> Minimaal 2 maal per jaar: <ul style="list-style-type: none"> <li>– monsternamen en analyse m.b.t. Legionella</li> <li>– reinigen en desinfecteren (met hetzelfde middel in hogere concentratie)</li> </ul>



Watertemperatuur (gemiddeld of bij hotspot)	Risicobeoordeling op basis van watertemperatuur	Maatregelen
boven 25°C	Groot risico	Waterstofperoxide en UV desinfectie-unit in by-pass van de voorraadtank  Minimaal 4 maal per jaar: <ul style="list-style-type: none"><li>- monsternamen en analyse m.b.t. Legionella.</li><li>- reinigen en desinfecteren (met hetzelfde middel in hogere concentratie)</li></ul>

Chemicaliën mogen alleen worden gebruikt als *voor deze toepassing* een vergunning is verkregen van het Ctgb. De site van het ctgb geeft een actueel overzicht van toegestane chemicaliën.

## 6.6 Algemene richtlijnen voor de permanente drinkwataansluiting

In aanvulling hierop gelden de volgende richtlijnen voor de permanente drinkwataansluiting:

- De beveiliging van de drinkwataansluiting aan de buffertank dient te voldoen aan de eisen van Water-werkblad 3.8 [13]. Het water in de fontein, buffertank e.d. behoort tot vloeistofklasse 5. Hiervoor zijn alleen de beveiligingseenheden AA, AB en AD toereikend. Een vlotter naar de buffertank (onderbroken aansluiting) in combinatie met een overstort op de juiste hoogte (conform de tekening) geeft voldoende beveiliging. De overstort dient te voldoen aan de eisen van Water-werkblad 4.2 [13].
- Als in de toevoer een ontharder of andere voorbehandeling van het drinkwater wordt toegepast behoort het water tot vloeistofklasse 3/4. Voor klasse 3 zijn de beveiligingseenheden AA, AB, AC, AD, AF, AG, BA, CA GA en GB toereikend. In de meeste situaties zal een beveiligingseenheid CA (terugstroombeveiliging met verschilddrukzone – niet controleerbaar) het meest handzaam zijn.

## 6.7 Algemene beheersmaatregelen

- Filter.  
In de retourleiding van de opvangbak naar het reservoir dient een grof filter te worden toegepast. Als dit filter verstopt raakt dient de pomp te worden uitgeschakeld door een maximum niveau schakelaar in de opvangbak om overstroming hiervan te voorkomen. Toepassing van een fijn filter heeft geen zin omdat dat snel dichtloopt. Het filter dient wekelijks, eventueel maandelijks, te worden gereinigd.
- Zandfilter.  
In een circulatieleiding over de buffertank kan een zandfilter worden toegepast, waarmee organisch materiaal wordt afgevangen. Dit kan gecombineerd worden met een vorm van desinfectie. Dit filter dient regelmatig (maandelijks) te worden gereinigd (gespoeld).
- Vlotter en overstort.  
Als een vlotter en overstort worden toegepast dienen deze minimaal eenmaal per jaar te worden gecontroleerd en zonodig gereinigd.
- De gehele fontein dient minimaal tweemaal per jaar volledig te worden gereinigd, waarbij al het water wordt verversd.

## 7. Beheersplan

Als afsluiting van de risicoanalyse wordt een beheersplan opgesteld. Dit omvat de volgende onderdelen:

- Taken en bevoegdheden.  
Het beheersplan bevat een overzicht van taken en bevoegdheden t.a.v. het beheer van de fontein. In Bijlage 2 wordt hiervoor een format gegeven. Dit overzicht dient jaarlijks te worden herzien of bevestigd.
- Belangrijke adressen.  
Het beheersplan bevat een lijst met de contactgegevens van alle belangrijke partijen. In Bijlage 2 wordt hiervoor een format gegeven. Deze lijst dient jaarlijks te worden herzien of bevestigd.
- Risicoanalyse, beheersmaatregelen en installatietekeningen.  
Het beheersplan bevat de resultaten van de risico-analyse, een overzicht van de gekozen beheersmaatregelen en installatietekeningen van de fontein.
- Beheerinstructie.  
Basis voor het opstellen van de beheersinstructie is de uitgevoerde risicoanalyse. Ten einde een Legionellaveilige situatie te bereiken dan wel te behouden zijn na de risicoanalyse de beheersmaatregelen bepaald. Voor de meeste maatregelen zijn door de leveranciers de te nemen acties aangegeven. Per beheersmaatregel dient te worden aangegeven aan wie de taken en bevoegdheden zijn opgedragen en met welke frequentie zij dienen te worden uitgevoerd. Hiervoor kunnen registratielijsten worden gebruikt. In Bijlage 2 wordt hiervoor een format gegeven, zie Tabel 2 voor een voorbeeld.
- Maatregelen bij *Legionella*-concentraties boven de grenswaarde.  
Tenslotte bevat het beheersplan een overzicht van te nemen maatregelen als *Legionella*-concentraties boven de grenswaarde zijn aangetroffen. In Bijlage 4 wordt hiervan een voorbeeld gegeven.

Het beheersplan is de basis voor het opstellen en bijhouden van een logboek, waarin de uitvoering van beheersmaatregelen wordt bijgehouden. Dit omvat o.a.:

- Registratielijsten.  
Hiervoor kunnen registratielijsten worden gebruikt. In Bijlage 3 wordt hiervoor een format gegeven, zie Tabel 3 voor een voorbeeld.
- De resultaten van de monsternamen en analyse.  
Bij te hoge concentraties *Legionella* wordt tevens vastgelegd welke maatregelen genomen zijn om dit te verhelpen.
- Aanpassingen.  
De uitvoering van aanpassingen aan de fontein en de bijbehorende technische installatie wordt hierin bijgehouden.

Tabel 2. Demo registratielijst beheersinstructie (frequentie als voorbeeld).

<b>Beheersmaatregel</b>	<b>Uitvoering</b>		
	<b>Omschrijving</b>	<b>Frekwentie</b>	<b>Naam en functie uitvoerder</b>
Temperatuurmeting buffertank	wekelijks	xxx	yyy
Controleren / bijvullen ontharder	wekelijks	xxx	yyy
Reinigen grof filter	wekelijks	xxx	yyy
Controleren functioneren UV	wekelijks	xxx	yyy
Monsternamen en analyse	2 maal per jaar – voor het reinigen	aaa geeft opdracht aan bedrijf	xxx
Reinigen gehele fontein	2 maal per jaar – na monsternamen en analyse	aaa geeft opdracht aan bedrijf	xxx



Aard	Controleren / bijvullen ontharder		
Frequentie	eens per week		
Uitvoerder	xxx		
<i>Beheersmaatregelen</i>		<i>Registratie uitvoering</i>	
<b>Omschrijving</b>	<b>Datum</b>	<b>Paraaf</b>	<b>Resultaat / Opmerkingen</b>
controle	21/8	xx	bijgevuld
controle	28/8	xx	bijgevuld
controle			
controle			

## 8. Referenties

1. Ashrae journal  
May 1999.
2. Handhavingsplan Legionella,  
VWS, 1999
3. Legionella in oppervlaktewater in koelwater, in RWZI's  
RIZA, november 1999
4. Arbo-Besluit artikel 4.85; 4.86 en 4.87-1  
Ministerie van Sociale zaken, 2003.
5. AI-blad 32 Legionella  
SDU, Den Haag, 2004
6. ISSO-publicatie 55.1 Handleiding Legionellapreventie in leidingwater  
ISSO, Rotterdam, 2005
7. ISSO-publicatie 55.2 Handleiding Legionellapreventie in leidingwater, zorgplicht  
ISSO, Rotterdam, 2005
8. ISSO-ublicatie 55.3 Handleiding Legionellapreventie in Klimaatinstallaties  
ISSO, Rotterdam, 2008
9. Praktijkboek Gezonde Gebouwen
10. Handboek Vuil,  
in opdracht van ORSIMA  
IVAM, Amsterdam, december 2005
11. Notitie "Sierwater, speelwater en bubbelbaden"  
VROM-DGT, W. Reinhold, 2006
12. NEN 1006  
NEN, Delft
13. Waterwerkbladen  
Kiwa, Rijswijk, 2007

## 9. Begrippenlijst

### **Aërosol**

In lucht gedispergeerde (vernevelde) waterdeeltjes met een diameter van 1 tot 10 micrometer. Uiterst fijne nevel van waterdeeltjes in de lucht met een diameter van 1 tot 10 micrometer. [verbetervoorstel, afgeleid uit de omschrijving van Van Dale: Uiterst fijne nevel van vaste of vloeibare deeltjes in de atmosfeer of in een ander gas.]

### **Anodische oxidatie**

Het door middel van electrolyse omzetten van in het water aanwezige stoffen in oxiderende en/of desinfecterende stoffen (deze stoffen worden gevormd aan de anode). Onderscheiden worden anodische oxidatie zonder dosering van keukenzout, anodische oxidatie met dosering van keukenzout en elektrodiagramalyse

### **Beheerplan**

Document, met informatie over de fontein, met een beschrijving van de beheeractiviteiten voor het in standhouden van de kwaliteit van de installatie. Indien van toepassing, is het legionellabeheersplan daarin opgenomen.

### **Beheersconcept**

De techniek en/of de werkwijze waarmee de uitgroei van legionellabacteriën in de collectieve leidingwaterinstallatie wordt voorkomen c.q. beheerst.

### **Biocide**

Werkzame stof of preparaat dat één of meer werkzame stoffen bevat, bestemd of aangewend om een schadelijk organisme te vernietigen, af te schrikken, onschadelijk te maken, de effecten daarvan te voorkomen of het op andere wijze langs chemische of biologische weg te bestrijden, niet zijnde een gewasbeschermingsmiddel en opgenomen in bijlage V bij richtlijn 98/8/EG.

### **Biofilm**

Populatie van micro-organismen in een matrix van slijm, die aan het inwendige oppervlak van een installatiegedeelte gehecht is.

### **Chemische techniek voor desinfectie []**

Techniek waarbij een desinfectiemiddel of –middelen aan het water worden toegevoegd bij een in bedrijf zijnde installatie. Hieronder vallen ook technieken waarbij de actieve bestanddelen direct in de waterstroom (in situ) worden geproduceerd. Uitgezonderd zijn alle elektro-chemische technieken.

### **CT-waarde**

De CT-waarde is een - aan een bepaald micro-organisme gebonden - maat voor de werking van een chemisch desinfectiemiddel. De CT-waarde is het product van de concentratie van het desinfectiemiddel en de contacttijd en moet in relatie worden gezien met een bepaalde “log-verwijdering”.

Voorbeeld: Voor *Legionella pneumophila* geldt bij desinfectie met natriumhypochloriet bij een pH = 8 en een temperatuur van 20 °C een CT-waarde van een aantal mg.min/l voor 3log-verwijdering.

### **Depotwerking**

Het verschijnsel dat een desinfecterend middel zijn werking nog enige tijd behoudt nadat de vorming of dosering van dit middel is beëindigd. De depotwerking wordt veroorzaakt doordat het middel wordt opgenomen in de biofilm en/of neerslaat op de binnenzijde van leidingen en andere apparatuur.

### **Desinfectie**

Het op zodanige wijze behandelen dat *Legionella*-bacteriën en eventuele andere aanwezige micro-organismen (biofilm) uit het water en zo mogelijk ook aan de oppervlakte van alle watervoerende onderdelen gedood worden.

Bij plaatselijke desinfectie wordt uitsluitend het voorbijstromend water gedesinfecteerd.

Bij systeemdesinfectie wordt (een deel van) een installatie gedesinfecteerd.

Correctieve desinfectie betreft desinfectie van (delen van) een leidingwaterinstallatie nadat concentraties van *Legionella* boven de wettelijke norm zijn aangetroffen.

Preventieve desinfectie betreft desinfectie van (delen van) een leidingwaterinstallatie teneinde aanhechting en groei van *Legionella* te voorkomen en eventueel aanwezige *Legionella* en biofilm af te doden.

### **Dode leiding**

Leidinggedeelte waarin geen doorstroming met leidingwater plaatsvindt doordat bijvoorbeeld op het uiteinde van dit leidinggedeelte geen tappunten zijn aangesloten.

### **Drinkwater**

Leidingwater, bestemd of mede bestemd om te drinken.

### **Drinkwaterinstallatie**

Leidingwaterinstallatie voor de afname van drinkwater.

### **Elektro-chemische techniek voor desinfectie**

Techniek waarbij desinfecterende stoffen uit het water worden gevormd of aan het water worden toegevoegd door middel van een spanningsverschil over twee of meer elektroden (anode en kathode) bij een in bedrijf zijnde installatie.

### **Elektrodiafragmalysie**

Vorm van anodische oxidatie waarbij gebruik wordt gemaakt van een verzadigde zoutoplossing in onthard water en waarbij anode en kathode van elkaar gescheiden zijn door een keramisch membraan.

### **Fysische techniek**

Techniek waarbij geen desinfectiemiddelen aan het water worden toegevoegd bij een in bedrijf zijnde leidingwaterinstallatie. Hierna omschreven als apparatuur.

### **GBS**

Gebouw Beheer Systeem. Systeem voor de geautomatiseerde besturing en controle van installaties voor verwarming, koeling, luchtbehandeling, watervoorziening en mogelijk andere functies.

### **Gevaarlijk toestel**

Toestel dat naar zijn aard nadelige gevolgen voor de kwaliteit van het leidingwater kan opleveren.

### **Hot spot**

Plaats waar het water van de fontein kan opwarmen tot boven 25°C.

### **Koper/zilver-ionisatie**

Het langs elektrolytische weg in het water brengen van desinfecterende koper- ( $\text{Cu}^{2+}$ ) en zilverionen ( $\text{Ag}^{+}$ ) onder gebruikmaking van een doorstroomcel met verschillende elektroden van koper en zilver of twee gelijke elektroden van een koperzilverlegering.

### **kve**

Letterlijk: Kolonie vormende eenheid. Het aantal kolonie vormende eenheden per volume (zowel per liter als per milliliter gegeven), zoals bepaald in een analyse, veelal met kweektechniek.

### **Legionellabeheersplan**

Document, met informatie over de fontein en het beheersconcept, met de uitkomsten van de risicoanalyse met betrekking tot legionella, en met de uit te voeren maatregelen waarmee de uitgroei van legionellabacteriën in de fontein wordt voorkomen c.q. beheerst.

### **Beheersconcept**

De techniek en/of de werkwijze waarmee de uitgroei van legionellabacteriën in de collectieve leidingwaterinstallatie wordt voorkomen c.q. beheerst.

### **Leidingwater**

Water, bestemd om te drinken, te koken, voedsel te bereiden of andere huishoudelijke doeleinden.

Opmerking 1: Leidingwater kan zijn drinkwater, warmtapwater of huishoudwater.

Opmerking 2: De definitie van leidingwater wijkt af van de definitie uit de waterleidingwet. De reden hiervoor is dat naast het aan derden ter beschikking stellen van leidingwater door een waterleidingbedrijf of een collectieve watervoorziening, ook water uit individuele huishoudwaterinstallaties onder leidingwater valt.

### **Leidingwaterinstallatie**

Installatie, bestaande uit leidingen, fittingen, waterbehandelingstoestellen en andersoortige toestellen waarmee leidingwater wordt afgenomen. Met een leidingwaterinstallatie wordt bedoeld een collectieve watervoorziening, collectief leidingnet en/of een woninginstallatie.

### **Legionella-bacterie**

Bacterie behorende tot het geslacht *Legionella*.

### **Micro (MF)- en ultrafiltratie (UF)**

Technieken waarbij leidingwater onder druk door een membraan worden geperst waarbij gesuspendeerde vaste stoffen, bacteriën en virussen (in geval van UF) achterblijven op het membraan. De poriëgrootte bij microfiltratiemembranen varieert van 0,1 tot 1 micron. De poriëgrootte van ultrafiltratiemembranen varieert van 0,01 tot 0,1 micron.

### **Reinigen**

Het verwijderen van bezinsel, sediment en (kalk)afzetting van de (oppervlakte van) watervoerende onderdelen van (delen van) een leidingwaterinstallatie.

### **Relevante Hoeveelheden Inadembare Aërosolen**

Een kwalitatieve omschrijving van de situatie waarin een dusdanige hoeveelheid aërosolen vrijkomt dat mensen geïnfecteerd kunnen worden met *Legionella* als dat in het water aanwezig zou zijn. Afgekort RHIA.

### **Sediment**

Bezinsel of afzetting uit het water.

### **Tappunt**

Plaats waar het leidingwater beschikbaar komt voor gebruik.

### **UV-behandeling**

De techniek waarbij passerend leidingwater wordt belicht met ultraviolet licht bij een golflengte van 254 nm.

### **Uittapleiding**

Een leiding waardoor leidingwater direct, zonder enige vorm van circulatie, aan één of meer tappunten ter beschikking wordt gesteld.

## **Bijlage 1 Legionella-bacteriën: eigenschappen, aanwezigheid in waterinstallaties en beheersmaatregelen**

*Deze bijlage is een bewerking van bijlage 2 uit ISSO 55.1:2005.*

### **Eigenschappen van Legionella**

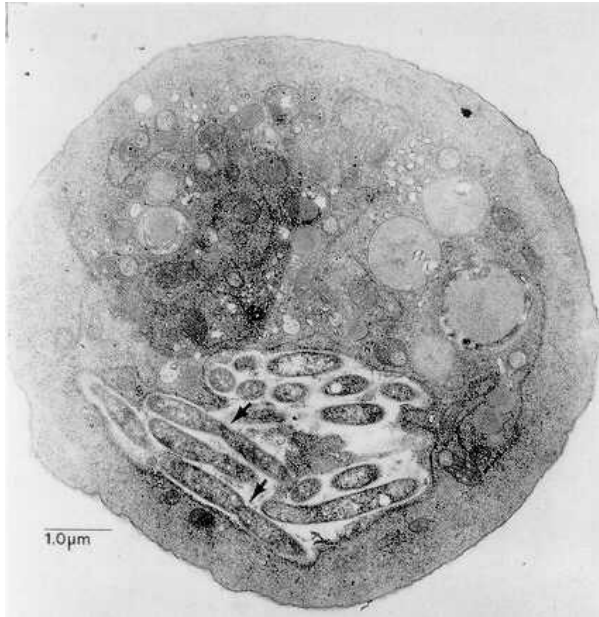
In 1980 bleek dat *Legionella*-bacteriën, de enkele jaren daarvoor ontdekte veroorzakers van de zogenaamde veteranenziekte (legionellose), zich ook kunnen vermeerderen in warmtapwatersystemen. Het meest frequent wordt in dergelijke systemen de soort *Legionella pneumophila* aangetroffen, waarvan serogroep 1 de voornaamste veroorzaker van legionellose is. Ook andere serogroepen en vertegenwoordigers van andere *Legionella*-soorten, waarvan er inmiddels meer dan 40 zijn beschreven, kunnen ziekte veroorzaken.

*Legionella*'s zijn staafvormige, beweeglijke bacteriën (figuur B1.1) die alleen groeien in aanwezigheid van zuurstof. Ze komen wijd verbreid voor in oppervlaktewater. Vermeerdering treedt met name op in slijm laagjes ('biofilms') op oppervlakken in contact met water, in sediment en in aanwezigheid van algen. Bepaalde soorten protozoën en amoeben, die zich voeden met bacteriën van de biofilm, dienen als gastheer voor *Legionella* (figuur B1.2). *Legionella*-bacteriën stellen hoge eisen aan hun voeding. Naast organische verbindingen, die dienen als bron voor energie en/of koolstof, zijn ijzerverbindingen en een tiental verschillende aminozuren nodig. Het temperatuurtraject voor groei ligt tussen 20 en 50 °C, met een optimum tussen 30 en 40 °C. In figuur B1.3 is dit grafisch weergegeven.

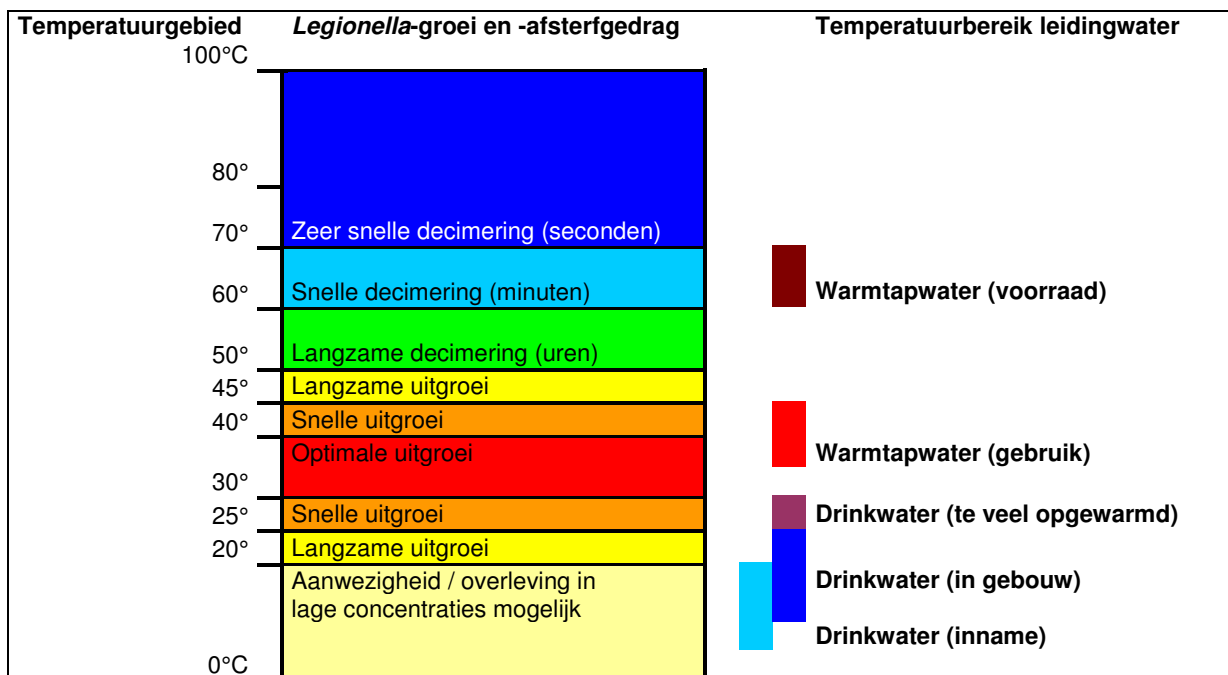


*Figuur B1.1. Legionella bacteriën*





Figuur B1. 2. Foto met een elektronenmicroscop van *Legionella pneumophila* serogroep 1 tijdens het delen (pijlen) in een holte van een amoebe (*Hartmannella veriformis*) (X 18.500). Met dank aan Barry S. Fields, Centers for Disease Control.



Figuur B1.3. Groei- en afsterfgedrag *Legionella*

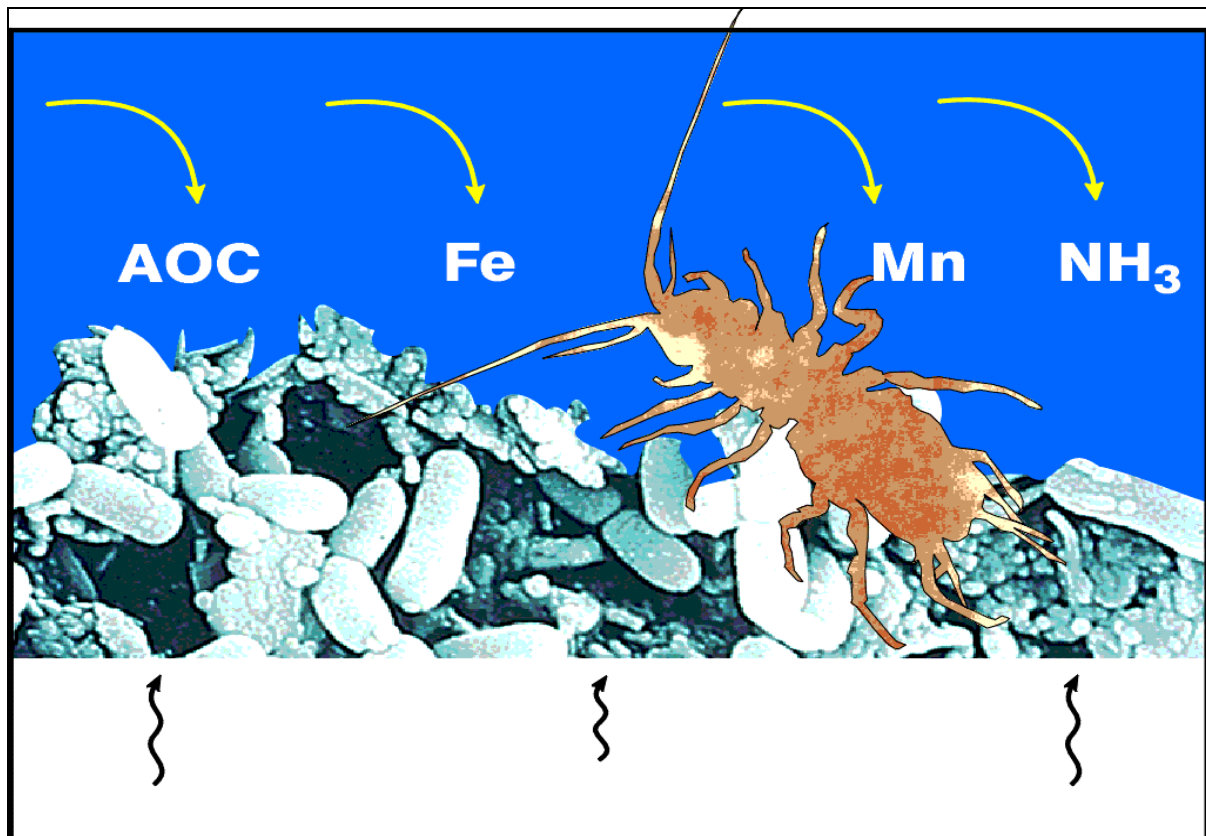
### Detectiemethoden

De traditionele wijze waarop het aantal levensvatbare *Legionella*-bacteriën per volume-eenheid water wordt vastgesteld is door kweken op een semi-selectieve voedingsbodem bij 37 °C. Dit wordt beschreven in een norm en richtlijn [5, 6]. Deze methode geeft pas een week na monsternamen de uitslag. Met deze methode wordt uitsluitend de aanwezigheid van levende en kweekbare *Legionella* onderzocht.

In aanvulling op deze methode kan het serotype en eventueel het DNA-profiel worden bepaald. Dit wordt gebruikt om in geval van ziekte de herkomst van de ziekteverwekker op te sporen en de besmettingsroute op te helderen.

De laatste jaren is een aantal nieuwe methoden ontwikkeld die gebruik maken van uiteenlopende moleculaire technieken. Een deel van deze technieken verkeert nog in het experimentele stadium maar de ontwikkelingen gaan hard en een aantal methoden wordt reeds op de markt aangeboden.

Om de bacteriologische reinheid van drinkwater te bepalen wordt veelal het kiemgetal bepaald. Dit kiemgetal is een maat voor de aanwezigheid van een groot aantal uiteenlopende bacteriën. Omdat *Legionella* een afwijkende voedingsbodem vereist wordt het niet met deze methode waargenomen. De hoogte van het kiemgetal geeft daarom geen indicatie voor de aanwezigheid van *Legionella*.



Figuur B1.4. Biofilm op leidingwand (bron: KIWA)

### Aanwezigheid in waterinstallaties

In tal van watersystemen, waaronder drinkwaterinstallaties, warmtapwatersystemen, koeltorens, luchtbevochtigers en whirlpools, zijn *Legionella*'s aangetoond. In drinkwater zoals aan de hoofdkraan wordt geleverd liggen de aantallen vrijwel altijd beneden de detectiegrens (< 50 kolonievormende eenheden, kve/l). Toch wordt aangenomen dat drinkwater een belangrijke besmettingsbron is voor binneninstallaties. In warmtapwatersystemen kunnen hoge aantallen aanwezig zijn (tot meer dan  $10^6$  kve/l), als gevolg van vermeerdering die optreedt bij de hierboven genoemde temperaturen.

### Biofilm en sediment

Biofilmvorming en accumulatie van sediment, in combinatie met de verblijftijd van het water in een installatie, zijn mede bepalend voor de mate waarin vermeerdering van *Legionella* optreedt. Biofilmvorming wordt veroorzaakt door de groei van bacteriën op oppervlakken in contact met water (figuur B1.4). Voedingsstoffen voor deze groei zijn aanwezig in het water, en/of afkomstig van materialen in contact met water. De populatie van micro-organismen bestaat uit één of meerdere soorten bacteriën, maar in veel gevallen ook schimmels en gisten, algen en protozoën. De biofilm bevat sporenelementen, afvalproducten van het metabolisme (de stofwisseling) van de micro-organismen, en door de micro-organismen afgescheiden stoffen zoals exopolysacchariden. Biofilm en sediment vormen vervolgens een voedingsbodem voor *Legionella*. De biofilm groeit door

vermenigvuldiging van de micro-organismen in alle richtingen waar gunstige groeicondities zijn. Hierdoor kan biofilm ook tegen de heersende stroomrichting van leidingwater in groeien. Keerkleppen verhinderen wel de vrije uitwisseling van met *Legionella* besmet leidingwater maar zijn niet in staat de biofilm te weren als die groeit langs een leidingwand. Tussen de biofilm en het water treedt uitwisseling van *Legionella*-bacteriën op. Hierdoor kan na desinfectie het beeld ontstaan dat de installatie *Legionella*-vrij is, terwijl dat alleen voor het water maar niet voor de biofilm geldt. Na één of twee weken wordt dan weer *Legionella* aangetroffen in het water die afkomstig is uit de biofilm.

### **Legionellose**

Inademing van aërosolen van water met *Legionella*-bacteriën kan legionellose tot gevolg hebben, waarbij de natuurlijke afweer wordt ondermijnd door vermeerdering van *Legionella*'s in de macrofagen (witte bloedlichaampjes). De twee vormen van legionellose zijn: *Legionella*-pneumonie, een ernstige vorm van longontsteking, en Pontiac-fever, een minder ernstige, griepachtige aandoening. Legionellose is waargenomen in tal van landen in Europa, en ook in de Verenigde Staten, in Canada en in Australië. Personen met verminderde weerstand vormen de belangrijkste risicogroep. Andere risicoverhogende factoren zijn:

- roken;
- alcoholgebruik;
- hogere leeftijd;
- mannen (factor 2,5 meer kans dan vrouwen).

Daarom worden onder meer in ziekenhuizen ziektegevallen waargenomen, waarbij ook de aanwezigheid van uitgestrekte (warm)tapwatersystemen een belangrijke oorzaak is. In 1986 is legionellose in Nederland aangifteplichtig geworden.

Begin 1999 deed zich een uitzonderlijke situatie voor toen meer dan 200 gevallen van legionellose optraden onder bezoekers van een tentoonstelling, waarvan 17 (bewezen) met dodelijke afloop. Aangetoond werd dat een tentoongestelde whirlpool de bron was van de besmetting [7]. Gevallen van legionellose zijn waargenomen bij *Legionella*-concentraties boven 1000 kve per liter, maar ook bij lagere aantallen is besmetting niet uit te sluiten. Een grenswaarde afgeleid van een geaccepteerd infectierisico kan (nog) niet worden gegeven. Factoren die vaststelling van een grenswaarde bemoeilijken zijn met name:

- de diverse serogroepen en stammen vertonen grote verschillen in virulentie;
- grote verschillen in gevoeligheid tussen personen;
- overdracht via aërosolen;
- protozoën spelen mogelijk een rol bij de overdracht van *Legionella*.

Zekerheidshalve wordt voor water bestemd voor huishoudelijk gebruik uitgegaan van een grenswaarde van 100 kve per liter water. Beneden dit niveau is de kans op infectie waarschijnlijk verwaarloosbaar, terwijl overschrijding een signaal is dat vermeerdering is opgetreden.

### **Risicofactoren**

Preventie van legionellose vereist een effectieve bestrijding van *Legionella*-bacteriën in waterinstallaties. Hierbij kan onderscheid worden gemaakt tussen maatregelen waarmee vermeerdering wordt verhinderd en maatregelen waarmee de aanwezige micro-organismen worden verwijderd of gedood. Verhinderen van vermeerdering betekent het elimineren van factoren die vermeerdering bevorderen. Risicofactoren voor het optreden van vermeerdering van *Legionella* in watersystemen zijn:

- Een *watertemperatuur* tussen 20 en 50 °C. De optimale temperatuur voor vermeerdering ligt tussen 30 en 40 °C.

- Een lange verblijftijd van het water in de installatie. In een uitgestrekte installatie waarin het water relatief lang verblijft, kan bij temperaturen in het groeitraject een sterkere toename van de aantallen *Legionella*-bacteriën in het water optreden.
- Stilstand (stagnatie) van het water. Periodieke stilstand (dagen tot weken) van het water in (delen van) de installatie bevordert bij temperaturen in het groeitraject de vermeerdering van *Legionella*-bacteriën.
- De vorming van biofilm en sediment. De biofilmvormende eigenschappen van watertypen en ook van materialen lopen sterk uiteen. Mede als gevolg van de complexiteit van de interacties tussen water en materialen, en het ontbreken van kwantitatieve informatie over de relatie tussen biofilmvorming en groei van *Legionella*, kan nog geen criterium voor de beoordeling van materialen op basis van groeibevordering worden gegeven.

Bij de beoordeling van de kans op vermeerdering van *Legionella* in bestaande installaties (risicoanalyse) zijn (combinaties van) de bovengenoemde factoren maatgevend. Dit wil zeggen dat de gehele installatie wordt getoetst aan deze aspecten. Informatie over de temperatuur van het water is hierbij steeds van doorslaggevend betekenis.

### Thermische beheersmaatregelen

Om het risico van vermeerdering van *Legionella* in warmtapwaterinstallaties en ook in koudwaterinstallaties zoveel mogelijk te beperken dient bij het ontwerp zodanig rekening te worden gehouden met de bovengenoemde risicofactoren, dat meervoudige barrières tegen vermeerdering aanwezig zijn. Handhaving van de watertemperatuur op minimaal 60 °C tot de tappunten is in de regel een effectieve, eenvoudig toepasbare en controleerbare, bestrijdingsmaatregel in warmtapwaterinstallaties, en als zodanig aanbevolen door de Gezondheidsraad. Boven 50 °C treedt afdoding van *Legionella* op en een temperatuur van 60 °C veroorzaakt binnen enkele minuten een reductie van 90%. Situaties waarbij in (delen van) warmtapwaterinstallaties structureel temperaturen in het groeitraject heersen zijn ongewenst.

Is dit onvermijdelijk dan is tussen de betreffende component, bijvoorbeeld een voorraadvat, en het tappunt een barrière nodig waarmee een reductie van tenminste een factor 1000 kan worden gerealiseerd. Bij naverwarming op 60 °C in bijvoorbeeld een pasteurisatievat is hiervoor een contacttijd van tenminste 10 minuten nodig; bij 65 °C één minuut en bij 70 °C tien seconden. Hierbij wordt alleen de *Legionella* in het doorstromende water aangepakt.

Periodieke opwarming tot een hoge temperatuur (> 60 °C) is een andere thermische beheersmaatregel voor situaties waarin handhaving van een temperatuur boven 60 °C niet continu mogelijk is. Een dergelijke maatregel heeft tot doel om de *Legionella*'s in het water, de biofilm en in het sediment te doden. *Legionella*-concentraties in de biofilm zijn hoger dan in het water. Wekelijks opwarmen tot 60 °C gedurende 20 minuten is een afdoende maatregel. Bij een hogere temperatuur is een kortere standtijd afdoende; bijvoorbeeld 10 minuten bij 65 °C of 5 minuten bij 70 °C. Voor circulatiesystemen en voorraadvaten wordt het water gedurende de standtijd op de gewenste temperatuur gebracht. Voor uittapleidingen wordt de temperatuurverhoging gerealiseerd door continue of interval doorstroming of door externe verwarming (b.v. trace heating).

temperatuur	standtijd t.b.v. preventieve thermische desinfectie (wekelijks toepassen)	naverwarmingstijd t.b.v. plaatselijke pasteurisatie (bij doorstroming)
60 °C	20 minuten	10 minuten
65 °C	10 minuten	1 minuut
70 °C	5 minuten	10 seconden

In koudwaterinstallaties dient de temperatuur niet hoger te worden dan 25°C en bij voorkeur onder 20°C te blijven. Als langdurige stilstand van koud water optreedt, kan eventueel aanwezige *Legionella* geleidelijk hoge concentraties bereiken, met name als de temperatuur van het koude water oploopt. Om dit te vermijden dient het beheer erop gericht te zijn dat alle leidingen / tappunten regelmatig,

minimaal eens per week, doorspoeld worden met koud water. Dit geldt eveneens voor mengwaterinstallaties met korte uittapleidingen, waarbij gespoeld wordt met mengwater. Dit spoelen leidt niet tot afdoding van *Legionella* in biofilm maar voorkomt oplopende concentraties in het water.

Beperken van de verblijftijd van het water, voorkómen van stagnatie, en beperking van de vorming van biofilms en sediment zijn maatregelen die naast de maatregelen met betrekking tot temperatuur worden genomen. Deze maatregelen liggen voornamelijk in de ontwerpsfeer van de installatie. Toepassing van materialen die afbreekbare stoffen afgeven en/of aan sterke corrosie onderhevig zijn, met als gevolg versterkte vorming van biofilms en sediment, dient te worden vermeden. Periodiek schoonmaken van de installatie, bijvoorbeeld het verwijderen van sediment uit voorraadvaten, is in bepaalde situaties een noodzakelijke beheersmaatregel. Daarnaast kan ontkalken noodzakelijk zijn, omdat kalkafzetting een goede ondergrond biedt voor biofilm.

### **Alternatieve beheersmaatregelen**

In de technisch-wetenschappelijke literatuur worden voor het inactiveren/afdoden/weren van *Legionella*-bacteriën alternatieve werkwijzen beschreven, zoals het gebruik van desinfecterende middelen (chloor, chloordioxide, chlooramine, ozon, waterstofperoxide, zilver etc) en fysische methoden (microfilter, UV-straling).

Momenteel heeft thermische beheer de voorkeur. Soms is thermisch beheer om technische of financiële redenen niet mogelijk. Dan kunnen ander beheersconcepten nodig zijn om de Legionellarisico's te beheersen. In Nederland ontbreekt momenteel een norm of richtlijn voor de beoordeling van deze methoden. In opdracht van het ministerie van VROM wordt gewerkt aan de ontwikkeling van een beoordelingsrichtlijn. In bijlage 8 wordt ter informatie een overzicht gegeven van de meest genoemde alternatieve beheersmaatregelen.

Desinfectiemiddelen kunnen ook als correctieve maatregel worden toegepast.

### **Correctieve maatregelen**

Correctieve maatregelen zijn nodig wanneer het aantal *Legionella* bacteriën voortdurend of frequent hoger is dan 100 kve/l. Ook hierbij staan het verwijderen van biofilm en afdoding van *Legionella* in biofilms centraal. Spoelen met water met een hoge temperatuur of het gebruik van stoom kan het gewenste effect hebben. Daarnaast kan een chemische behandeling noodzakelijk zijn. De hierbij gebruikte middelen dienen goedgekeurd te zijn in het kader van de Bestrijdingsmiddelenwet. Ook het correctief gebruik van chemicaliën wordt in bijlage 8 besproken.

Na het uitvoeren van correctieve maatregelen dient zowel binnen twee dagen na het uitvoeren van de maatregelen (optie) als twee tot vier weken later middels monstername en -analyse het effect te worden beoordeeld. Met name in zwaar vervuilde installaties kan het voorkomen dat de bacterie hardnekkig is. Hiervoor kunnen verschillende oorzaken zijn:

- dode leidingen;
- niet goed doorspoelde leidingen;
- dikke biofilm, die niet in één keer verwijderd wordt / kan worden;
- grotere resistentie van biofilm dan *Legionella* tegen temperatuurbehandeling.

Het eerste punt kan alleen verholpen worden door alsnog alle dode leidingen te verwijderen of af te doppen. De overige drie punten vergen een herhaling van de desinfecterende maatregelen.

### **Andere micro-organismen**

In waterinstallaties kunnen naast *Legionella* ook andere ongewenste micro-organismen zich vermeerderen. Hiertoe behoren met name *Mycobacterium*-soorten, *Pseudomonas*-soorten en bepaalde typen protozoa en amoeben (*Acanthamoeba*, *Naegleria*). Het is aannemelijk dat maatregelen ter bestrijding van *Legionella* ook effectief zijn tegen deze en andere micro-organismen.

### Literatuur

1. Besluit tot wijziging van het Waterleidingbesluit en het Besluit hygiëne en veiligheid badinrichtingen en zwemgelegenheden (preventie van legionella in leidingwater) (Stb. 2004, 576)  
VROM, Den Haag, december 2004  
Internet: <http://www.overheid.nl>
2. NEN 1006:2002, Algemene voorschriften voor leidingwaterinstallaties (AVWI-2002),  
NEN, Delft, januari 2002
3. VEWIN-Werkbladen 2004  
VEWIN, Rijswijk, juli 2004 (verkrijgbaar bij de stichting SEI, Zoetermeer)
4. ISSO 55 - Tapwaterinstallaties in woon- en utiliteitsgebouwen - deel 1 - basisboek  
ISSO, Rotterdam, 2000
5. NEN 6265:1991 NL – Bacteriologisch onderzoek van water – Onderzoek naar de aanwezigheid en het aantal kolonievormende eenheden (kve) van *Legionellabacteriën*,  
NEN, Delft, 1991  
NEN 6265:1991/A1:2003 NL – Bacteriologisch onderzoek van water – Onderzoek naar de aanwezigheid en het aantal kolonievormende eenheden (kve) van *Legionellabacteriën*  
NEN, Delft, 2003
6. NPR 6266:1991 NL – Bacteriologisch onderzoek van water – Toelichting bij het onderzoek naar de aanwezigheid en het aantal kolonievormende eenheden (kve) van *Legionella*-bacteriën volgens NEN 6265  
NEN, Delft, 1991
7. Onderzoek naar de bron van een epidemie van legionellose na de Westfriese Flora in Bovenkarspel, RIVM rapport 21 3690 003  
J.W. den Boer, E. Yzerman, J. Schellekens, J.P. Bruin, W. van Leeuwen, K. Mooijman, H.R. Veenendaal, A.M.C. Bergmans, A.N. van Zee, H. Thijssen, M.A.E. Conyn-Van Spaendonck  
RIVM, Bilthoven, 1999

## Bijlage 2 Registratielijsten t.b.v. beheer

### Registratielijst taken en bevoegdheden

#### Voor uitvoering *Legionella*-preventie in fontein t.b.v. beheersplan

Deze lijst dient minimaal éénmaal per jaar te worden gecontroleerd en zondig bijgewerkt.  
 Alle op de lijst genoemde personen dienen een kopie te ontvangen.  
 Hiervoor dient te worden getekend.

Vastgelegd door	
Functie	
Datum	
Handtekening	

<i>Naam en functie</i>	<i>Naam en functie vervanger</i>	<i>Taken en bevoegdheden</i>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Eindverantwoording Legionella-preventie</i></li> <li>- <i>Vastleggen taken en bevoegdheden voor uitvoering Legionella-preventie in fontein.</i></li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Beschikbaar stellen van geld en middelen voor het uitvoeren van een risicoanalyse en het opstellen van een beheersplan.</i></li> <li>- <i>Beschikbaar stellen van geld en middelen voor het uitvoeren van installatieaanpassingen.</i></li> <li>- <i>Beschikbaar stellen van geld en middelen voor het uitvoeren van beheersmaatregelen</i></li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Beheer fontein.</i></li> <li>- <i>Aanpassen registratielijst diverse instellingen.</i></li> <li>- <i>Informatieverstrekking t.b.v. risicoanalyse en beheersplan.</i></li> <li>- <i>(Doen) uitvoeren installatieaanpassingen.</i></li> <li>- <i>(Doen) uitvoeren beheersmaatregelen.</i></li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Uitvoeren beheersmaatregelen:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>controle temperaturen</i></li> <li>- <i>monstername en analyse m.b.t. Legionella</i></li> <li>- <i>kalibratie temperatuuropnemers</i></li> <li>- <i>uitvoering / beheer Legionellapreventie</i></li> <li>- <i>specifieke maatregelen bij in/uit bedrijf nemen van (delen van) de installatie</i></li> </ul> </li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Interne en externe communicatie in geval Legionella is aangetroffen bij monstername of bij vermoeden van Legionella besmetting.</i></li> </ul>

## **Registratielijst diverse instellingen**

### **Voor uitvoering Legionella-preventie in fontein t.b.v. beheersplan**

Deze lijst dient minimaal éénmaal per jaar te worden gecontroleerd en zondig bijgewerkt.  
 Hiervoor dient te worden getekend.

Vastgelegd door	
Functie	
Datum	
Handtekening	

<b>Algemene gegevens diverse instellingen</b>		
<i>Waterleidingbedrijf</i>	<i>naam</i>	
	<i>contactpersoon</i>	
	<i>adres</i>	
	<i>telefoon / fax</i>	
	<i>E-mail</i>	
	<i>opmerkingen</i>	
<i>Toezichthouder in de zin van de wettelijke regeling Legionella-preventie</i>	<i>naam</i>	
	<i>contactpersoon</i>	
	<i>adres</i>	
	<i>telefoon / fax</i>	
	<i>E-mail</i>	
	<i>opmerkingen</i>	<i>Houdt toezicht op naleving wet- en regelgeving.</i>
<i>GGD</i>	<i>naam</i>	
	<i>contactpersoon</i>	
	<i>adres</i>	
	<i>telefoon / fax</i>	
	<i>E-mail</i>	
	<i>opmerkingen</i>	<i>Adviseert toezichthouder Voert bron- en contactonderzoek uit bij optreden Legionellose (veteranenziekte)</i>
<i>Installateur</i>	<i>naam</i>	
	<i>contactpersoon</i>	
	<i>adres</i>	
	<i>telefoon / fax</i>	
	<i>E-mail</i>	
	<i>opmerkingen</i>	



<b>Algemene gegevens diverse instellingen</b>		
<i>Leverancier fontein</i>	<i>naam</i>	
	<i>contactpersoon</i>	
	<i>adres</i>	
	<i>telefoon / fax</i>	
	<i>E-mail</i>	
	<i>opmerkingen</i>	
<i>Laboratorium Legionella-onderzoek</i>	<i>naam</i>	
	<i>contactpersoon</i>	
	<i>adres</i>	
	<i>telefoon / fax</i>	
	<i>E-mail</i>	
	<i>opmerkingen</i>	Analyseert watermonsters t.b.v. koloniegetal en Legionella
<i>Onderhoud 1</i>	<i>contactpersoon</i>	
	<i>adres</i>	
	<i>telefoon / fax</i>	
	<i>E-mail</i>	
	<i>opmerkingen</i>	
<i>Onderhoud 2</i>	<i>contactpersoon</i>	
	<i>adres</i>	
	<i>telefoon / fax</i>	
	<i>E-mail</i>	
	<i>opmerkingen</i>	
<i>Overig</i>	<i>contactpersoon</i>	
	<i>adres</i>	
	<i>telefoon / fax</i>	
	<i>E-mail</i>	
	<i>opmerkingen</i>	
<i>Overig</i>	<i>contactpersoon</i>	
	<i>adres</i>	
	<i>telefoon / fax</i>	
	<i>E-mail</i>	
	<i>opmerkingen</i>	





## **Bijlage 4 Maatregelen bij *Legionella*-concentraties boven de grenswaarde**

### Doel

Hieronder wordt beschreven welke maatregelen moeten worden genomen nadat een te hoge concentratie *Legionella* is vastgesteld.

### Werkwijze

Als bij monsternamen en analyse een *Legionella*-concentratie boven de grenswaarde van 100 kve/l is vastgesteld dienen in elk geval de volgende maatregelen te worden genomen:

- Inlichten van de toezichthouder (ARBO dienst), en – indien de ARBO dienst dit nodig vindt – de GGD;
- Bij concentraties boven 1.000 kve/l dienen onmiddellijk maatregelen te worden genomen om eventuele besmetting van mensen te voorkomen. De fontein wordt uitgeschakeld.
- Bij concentraties boven 1.000 kve/l dienen in principe alle werknemers / bezoekers / gebruikers in de voorafgaande periode van 14 dagen te worden geïnformeerd. Als dit niet goed mogelijk is kan dit via de media gebeuren. Afstemmen met de GGD.
- Bij concentraties onder 1.000 kve/l zijn de twee bovengenoemde maatregelen niet vereist.
- Onmiddellijk begin met de reiniging en desinfectie van de leidingwaterinstallatie.
- Controleren en zonodig herzien van de risicoanalyse, zonodig aanpassen installatie en zonodig aanpassen beheersplan.
- Nadat het uitvoeren van de twee bovengenoemde maatregelen aantonen middels monsternamen en analyse dat het leidingwater aan de eisen voldoet, waarna de installatie weer kan worden vrijgegeven.
- Na 30 dagen opnieuw controleren door middel van monsternamen en analyse.



Korenmolenlaan 4  
3447 GG Woerden  
Telefoon: 088 401 06 20

[info@tvvl.nl](mailto:info@tvvl.nl) | [www.tvvl.nl](http://www.tvvl.nl)

