



Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu
*Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport*

Surveillance van **legionellose** in Nederland

Overzicht van clusters, bronnen en omgevingsfactoren
tussen 2013-2022

Surveillance van legionellose in Nederland

Overzicht van clusters, bronnen en omgevingsfactoren tussen
2013-2022

RIVM-rapport 2024-0036

Colofon

© RIVM 2024

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), de titel van de publicatie en het jaar van uitgave.

DOI 10.21945/RIVM-2024-0036

D.F.M. Reukers (auteur), RIVM
A.A. Bartels (auteur), RIVM
A.C. Mulder (auteur), RIVM
D.S.F. Berry (auteur), RIVM
S. Euser (auteur), Streeklab Haarlem
C. Laarman (auteur), RIVM
H. van den Berg (auteur), RIVM
A.B. van Gageldonk-Lafeber (auteur), RIVM
P.S. Brandsema (auteur), RIVM

Contact:

Daphne Reukers

Centrum Epidemiologie en Surveillance van Infectieziekten

Daphne.Reukers@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van het Ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport in het kader van de onderzoeksvraag '10 jaar legionellosemeldingen en clusters', projectnummer V/170013/23/RS en in nauw verband met de projecten 'Epidemiologie en surveillance van Respiratoire infecties' (projectnummer V/150207/23/RI), Gezonder Klimaat (S/020015/01/GK) en Ruimtelijke Risico's Infectieziekten (L/114004/22/AA).

Dit is een uitgave van:

**Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu**

Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven

Nederland

www.rivm.nl

Publiekssamenvatting

Surveillance van legionellose in Nederland

Overzicht van clusters, bronnen en omgevingsfactoren tussen 2013-2022

Als mensen met legionellabacteriën besmet raken, kunnen ze daar soms een longontsteking van krijgen. Sinds 2013 is het aantal meldingen van longontstekingen, bij mensen die in Nederland zijn besmet, meer dan verdubbeld: van 180 meldingen in 2013 naar 484 in 2022. In 2021 was er zelfs een piek van 555 meldingen.

Mensen kunnen met legionellabacteriën besmet raken als zij deze bacterie inademen via hele kleine waterdruppeltjes. Een belangrijke verklaring van de stijging lijken de weersomstandigheden te zijn. Er zijn namelijk meer meldingen geweest in de jaren met warmere en nattere zomers. Tijdens vochtige, bewolkte weersomstandigheden kunnen legionellabacteriën namelijk langer overleven in de lucht en zich daardoor verder verspreiden. De laatste jaren komt de ziekte ook in de winter vaker voor dan tien jaar geleden. Het is waarschijnlijk dat dit ook in de winter met weersomstandigheden te maken heeft. Dit blijkt uit onderzoek van het RIVM.

Mensen onder de 40 jaar worden zelden ziek van legionellabacteriën. Sommige groepen mensen hebben juist een grotere kans om een ernstige longontsteking te krijgen. Deze risicogroepen zijn ouderen, mensen met aandoeningen aan de luchtwegen, zoals COPD, mensen met een lagere afweer en rokers. Een deel van de stijging van het aantal meldingen is te verklaren omdat er meer ouderen zijn.

Er zijn verschillende typen van de legionellabacterie. De meeste mensen worden ziek door *Legionella pneumophila*. Het onderzoek laat zien dat patiënten tussen 2013 en 2022 vooral besmet zijn via bronnen die water vernevelen in de buitenlucht. Denk aan afvalwaterzuiveringsinstallaties en 'natte koeltorens' (waterinstallaties die nodig zijn voor de airconditioning in vooral grote gebouwen, zoals kantoortorens en ziekenhuizen). Meer onderzoek is nodig om helder te krijgen hoe groot de invloed is van bronnen in de buitenlucht op de gestegen meldingen. En of ook andere bronnen hier invloed op hebben.

Het RIVM adviseert beleidsmakers om risicogroepen via voorlichting bewuster te maken van het risico op legionellabesmetting. Het is bijvoorbeeld belangrijk het warme water bij de CV-ketel of boiler in te stellen op minimaal 60 graden Celsius. Ook is het belangrijk bubbelbaden goed te onderhouden, omdat ze een bekende besmettingsbron zijn.

Kernwoorden: *legionella*, veteranenziekte, surveillance, verneveling, longontsteking, bronopsporing, *Legionella pneumophila*

Synopsis

Surveillance of legionellosis in the Netherlands

Overview of clusters, sources and environmental factors between 2013 and 2022

When people become infected with *Legionella* bacteria, they can sometimes develop pneumonia. Since 2013, the number of reports of pneumonia caused by *Legionella* in the Netherlands has more than doubled: from 180 cases in 2013 to 484 in 2022. In 2021, there was even a peak of 555 reported cases.

People can become infected with *Legionella* bacteria if they inhale this bacteria via very small water droplets. An important explanation for this increase seems to be the weather conditions. More reports are made during years with warmer and wetter summers. During humid, cloudy weather conditions, *Legionella* bacteria can survive longer in the air and therefore spread further. However, in recent years more reports are made in the winter as well compared to 10 years ago. It is likely that weather conditions also play a role in winter. This is evident from an overview by RIVM.

People under the age of 40 rarely become ill from *Legionella* bacteria. Some groups of people are more likely to develop severe pneumonia. These risk groups are the elderly, people with respiratory diseases such as COPD, people with a weakened immune system and smokers. Part of the increase in the number of reports can be explained by the fact that there are more elderly people.

There are different types of *Legionella* bacteria. Most people become ill from *Legionella pneumophila*. This overview shows that people are mainly infected via sources that emit water droplets into the open air, such as wastewater treatment plants and 'wet cooling towers' (water installations that are needed for air conditioning in large buildings, such as office towers and hospitals). More research is needed to explain the influence of environmental sources on the increase in the number of reports and to find out whether there are other sources that contribute.

RIVM advises policymakers to increase awareness among risk groups about *Legionella* infections. For example, increase awareness on the importance of setting hot water heaters or boilers to at least 60 degrees Celsius. In general, it is important to maintain hot tubs properly, because they are a known source of infection.

Keywords: *legionella*, legionnaires' disease, surveillance, aerosols, pneumonia, source tracing, *Legionella pneumophila*

Inhoudsopgave

Samenvatting — 9

2 Introductie — 11

- 2.1 Diagnostiek — 11
- 2.2 Meldplicht en bronopsporing — 12
- 2.3 *Legionella* in Nederland — 12
- 2.4 Aanleiding van dit rapport — 13
- 2.5 Doel van dit rapport — 13
- 2.6 Leeswijzer — 14

3 Methode — 15

- 3.1 Surveillance van legionellose — 15
- 3.2 Dataverzameling — 15
 - 3.2.1 Bronopsporing — 15
 - 3.2.2 Bronbemonstering — 15
 - 3.2.3 Clusterherkenning — 17
- 3.3 Databronnen — 18
 - 3.3.1 Osiris — 18
 - 3.3.2 Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS) — 19
- 3.4 Data-analyse — 19
 - 3.4.1 Afbakening en casus definitie — 19
 - 3.4.2 Land van besmetting en setting — 20
 - 3.4.3 Epidemiologische analyses — 21
 - 3.4.4 Analyse van bronopsporing en clusters — 22

4 Epidemiologie van legionellose in Nederland 2013-2022 — 23

- 4.1 Kernpunten — 23
- 4.2 Trends in legionellapneumonie — 23
 - 4.2.1 Beschrijving van patiënten met legionellapneumonie opgelopen in Nederland — 24
 - 4.2.2 Setting van patiënten met legionellapneumonie opgelopen in Nederland — 25
 - 4.2.3 Diagnostiek van patiënten met legionellapneumonie opgelopen in Nederland — 26
 - 4.2.4 Seizoenspatroon van legionellapneumonie meldingen opgelopen in Nederland — 26
 - 4.2.5 Nederlandse patiënten met legionellapneumonie opgelopen in het buitenland — 29

5 Analyse van bronopsporing tussen 2013 en 2022 — 31

- 5.1 Kernpunten — 31
- 5.2 Overzicht bronopsporing — 32
- 5.3 Analyse van *Legionella* species, serogroepen en sequence types — 36
 - 5.3.1 Klinische isolaten — 36
 - 5.3.2 Omgevingsisolaten — 37
 - 5.3.3 Sequence types in klinische en omgevingsisolaten — 38

6 Clusters en uitbraken tussen 2013 en 2022 — 41

- 6.1 Bubbelpaden en sauna's — 41
 - 6.1.1 Kernpunten — 41

6.1.2	Achtergrond — 42
6.1.3	Patiënten en clusters met bubbelbad of sauna als potentiële bron — 42
6.1.4	Resultaten bemonstering en matches per brontype — 44
6.2	Natte koeltorens en AWZI's — 45
6.2.1	Kernpunten — 45
6.2.2	Achtergrond — 45
6.2.3	Patiënten, clusters en bemonsteringen gerelateerd aan natte koeltorens en AWZI's — 48
7	Discussie — 51
7.1	Legionellose in Nederland vergeleken met andere Europese landen — 51
7.2	Legionella pneumophila vs. L. non-pneumophila — 52
7.3	Mogelijke oorzaken stijging aantal meldingen van legionellose — 53
7.4	Risicovolle bronnen — 54
7.5	Invloed van weersomstandigheden op de stijging van het aantal meldingen — 56
7.6	Aandachtspunten bronopsporing — 57
7.7	Inzichten voor het legionellapreventiebeleid — 60
8	Conclusie en aanbevelingen — 63
8.1	Conclusie — 63
8.2	Aanbevelinge — 64
8.2.1	Aanbevelingen voor onderzoek — 64
8.2.2	Aanbevelingen voor beleid en voorlichting — 65
	Referenties — 69
	Begrippenlijst — 77
	Annex A Tabellen — 81
	Annex B Casuïstiek — 103

Samenvatting

Legionellose is een ziekte die wordt veroorzaakt door de legionellabacterie. Niet iedereen wordt ziek na blootstelling aan *Legionella*. De meeste mensen krijgen na blootstelling geen klachten of slechts milde klachten. Sommige mensen ontwikkelen een longontsteking, oftewel legionellapneumonie (LP), ook wel bekend als de veteranenziekte. De afgelopen tien jaar zien we een forse toename van het aantal patiënten die LP in Nederland hebben opgelopen. Dit rapport beschrijft welke besmettingsbronnen en omgevingsfactoren van invloed zijn geweest op de toename. Er wordt aan de hand van de gegevens uit de bronopsporing van de GGD en de data van de bemonsteringen van de Bronopsporings Eenheid Legionellapneumonie (BEL), een duiding gegeven voor de stijging tussen 2013 en 2022.

Tussen 2013 en 2022 is er een ruime verdubbeling van het aantal meldingen van LP waarbij de infectie werd opgelopen in Nederland: van 180 meldingen in 2013 naar 484 in 2022, met een piek van 555 meldingen in 2021. Het is aannemelijk dat vergrijzing een rol speelt in de toename. De risicogroepen voor LP zijn ouderen, mensen met aandoeningen aan de luchtwegen, zoals COPD, mensen met een lagere afweer en rokers. In dit rapport wordt geschat dat de toename van het aantal ouderen in Nederland ongeveer een vijfde deel van de stijging sinds 2013 kan verklaren. Ook de incidentie van LP opgelopen in Nederland binnen alle leeftijdsgroepen is toegenomen. Dit betekent dat niet alleen de omvang van de risicogroep toeneemt, maar dat er ook relatief meer mensen uit die risicogroepen legionellapneumonie krijgen. Vergrijzing kan dus maar een deel van de toename verklaren.

De legionellosemeldingen volgen een seizoenspatroon met een piek in het aantal meldingen tijdens de zomermaanden. Uit onderzoek is bekend dat er een relatie is tussen bepaalde weersomstandigheden en een toename in het aantal legionellosegevallen. Gezien deze relatie met weersomstandigheden en het seizoenspatroon lijkt de belangrijkste reden voor de stijging een toename van de verspreiding van legionellabacteriën in de buitenlucht door omgevingsbronnen te zijn, zoals natte koeltorens en AWZI's. Het is niet aannemelijk dat de invloed van weersomstandigheden op het aantal meldingen voornamelijk te relateren is aan waterinstallaties die alleen in binnenruimtes vernevelen. De stijging van het aantal meldingen in de afgelopen 10 jaar kon ook niet worden gerelateerd aan de aanpassing van de diagnostiek of een andere registratiewijze van de meldingen.

Er is een verschillende verdeling van de soorten *Legionella* die voorkomen bij de patiënten en de bemonsterde omgevingsbronnen. Bij de patiëntenisolaten is 86% een *Legionella pneumophila* serogroep 1, maar bij de omgevingsisolaten is dit maar 30%. Om een genotypische match te kunnen maken, wordt de bacterie uit het monster van de patiënt vergeleken met de bacterie uit monsters uit potentiële besmettingsbronnen. Als de gevonden bacteriën uit het monster van de patiënt genotypisch niet te onderscheiden zijn van de bacterie uit monsters uit potentiële besmettingsbronnen spreken we van een match

en dus een bevestigde bron van besmetting. Wanneer wordt gekeken naar de genotypering van patiëntisolaten komt *Legionella pneumophila* serogroep 1 ST47 het meeste voor. In de bemonsterde bronnen werd ST47 slechts negen keer gevonden en wordt *Legionella pneumophila* serogroep 1 ST1 het vaakst gevonden. De verhouding en verschillen in species en ST-types is weinig veranderd sinds het overzicht van 2002-2012. De mismatch tussen de patiënten en de bemonsterde bronnen suggereert dat mogelijk belangrijke omgevingsbronnen nog worden gemist. Het verschil kan mogelijk ook worden verklaard, doordat meer ziekmakende (virulente) genotypes maar in lage concentraties aanwezig zijn en bij omgevingsbemonstering niet goed worden gedetecteerd. Tussen 2013 en 2022 zijn er 51 genotypische matches gemaakt. De meeste genotypische matches tussen een patiënt en een positief bemonsterde bron werden gevonden bij biologische afvalwaterzuiveringsinstallaties (AWZI's) met watertemperaturen tussen 30 en 38 graden Celsius: 17 van de 51 matches (33%). Bij 71% van de positief bemonsterde AWZI's werd *L. pneumophila* serogroep 1 aangetoond. In het kader van verduurzaming is de verwachting dat het aantal warme biologische AWZI's met biogasproductie in de toekomst zal toenemen. Hierdoor zal ook mogelijk het risico op blootstelling aan *Legionella* toenemen.

Omdat bubbelbaden en sauna's relatief vaak positief werden bemonsterd, zijn deze bronnen eind 2017 toegevoegd aan de BEL bemonsteringscriteria. Tussen 2013 en 2022 zagen we dat het aandeel dat positief is voor *L. pneumophila* het hoogst was in de bemonsteringen van bubbelbaden, zowel openbaar (67%) als privé/particulier (41%). Er zijn in deze periode 6 matches gemaakt met privé-bubbelbaden, zowel bij privéwoningen als bij vakantiehuisjes. Het is onduidelijk of dit samenhangt met toegenomen gebruik van deze, al dan niet opblaasbare, bubbelbaden. Helaas zijn exacte cijfers over een mogelijke toename van de verkoop van deze privé-bubbelbaden niet bekend.

Voor natte koeltorens is sinds 2010 een verplichting om legionellapreventie uit te voeren. Voor AWZI's is op dit moment alleen een handreiking legionellapreventie beschikbaar. Dit rapport ondersteunt het belang van de voorgenomen toevoeging aan het Bal (Besluit activiteiten leefomgeving) van legionellapreventie voor risicovolle waterinstallaties, zoals biologische AWZI's. Daarnaast is het belangrijk dat risicogroepen zich bewust zijn van het risico op een *Legionella* besmetting bij bekende brontypes. Het is belangrijk de CV-ketel voor het warme water in te stellen op minimaal 60 graden Celsius. Daarnaast is goed onderhoud van privé-apparatuur zoals bubbelbaden, apneuapparatuur en andere vernevelende apparatuur belangrijk, omdat ze een bekende besmettingsbron zijn. Tot slot is het wenselijk dat fabrikanten van (risicovolle) waterinstallaties zorgen voor duidelijke en effectieve onderhoudsinstructies om legionellagroei en -verspreiding zo veel mogelijk te beperken. En het is wenselijk dat tijdens het ontwerp van nieuwe waterinstallaties, of overige producten waarin water wordt gebruikt, wordt bepaald of er mogelijk risico is op groei en verspreiding van *Legionella* en dat er bij materiaalkeuze rekening gehouden wordt met biofilmvorming.

1 Introductie

Legionellose is een ziekte die wordt veroorzaakt door de legionellabacterie. Niet iedereen wordt ziek na blootstelling aan *Legionella*. De meeste mensen krijgen geen klachten of slechts milde klachten. Sommige mensen ontwikkelen een longontsteking, oftewel legionellapneumonie (veteranenziekte). De tijd tussen besmetting en start van symptomen (incubatietijd) van legionellapneumonie ligt meestal tussen de twee tot tien dagen. Mensen lopen meer risico op legionellapneumonie bij ouderdom, verminderde afweer of als ze roken. In uitzonderlijke gevallen kan *Legionella* een ernstig verloopende ziekte veroorzaken zonder dat er sprake is van pneumonie (extra-pulmonale legionellose). Pontiac fever is ook een vorm van legionellose, waarbij korte tijd na besmetting griepachtige klachten ontstaan, meestal met spontaan herstel binnen enkele dagen.

De legionellabacterie kan in water en grond aanwezig zijn, vaak in lage concentraties. In waterinstallaties, zoals leidingwater, natte koeltorens of afvalwaterzuiveringsinstallaties (AWZI's), kunnen hogere concentraties zitten (Steinert, Hentschel and Hacker 2002; National Academies of Sciences 2019; Walser, Gerstner et al. 2014). Als het water uit deze installaties wordt verneveld kunnen aerosolen (zeer kleine waterdruppeltjes) met legionellabacteriën worden ingeademd en vervolgens ziekte (legionellose) veroorzaken. Het is ook mogelijk om legionellose te krijgen door tuinieren, als zeer kleine gronddeeltjes met legionellabacteriën worden ingeademd. Iemand met een legionella-besmetting is niet besmettelijk voor andere mensen. Er zijn ruim zestig verschillende *Legionella* soorten (species) bekend, welke niet allemaal ziekmakend zijn. Ziekte wordt vooral veroorzaakt door de soort *Legionella pneumophila*, waarbij serogroep 1 het meest wordt aangetoond bij patiënten.

1.1 Diagnostiek

Diagnostiek gebeurt in de meeste gevallen door het aantonen van antigeen in de urine. Deze methode is betrouwbaar voor het aantonen van *Legionella pneumophila* serogroep 1, maar toont infecties door andere serogroepen en andere *Legionella* species meestal niet aan. Andere serogroepen en *Legionella* species kunnen wel worden aangetoond door een sputumkweek of PCR. Hiervoor is echter sputum of materiaal van de lage luchtwegen nodig, en dat is niet voor alle patiënten beschikbaar. Materiaal uit de hoge luchtwegen, zoals bijvoorbeeld een keelwab, is niet geschikt voor het betrouwbaar aantonen van *Legionella* via kweek of PCR. Ook de speciale condities van de legionellakweek (de bacterie groeit niet in de kweek die standaard wordt ingezet) en het feit dat de uitslag pas na 5 tot 7 dagen beschikbaar is, beperkt het gebruik van de kweek in de klinische praktijk. Bij ongeveer 20% van alle gemelde legionellosepatiënten is er een positieve kweek beschikbaar (RIVM, 2023; Den Boer, Euser et al. 2015). Kweken is echter van groot belang voor de bronopsporing, zodat de bacterie uit het monster van de patiënt vergeleken kan worden met de bacterie uit monsters uit potentiële besmettingsbronnen. Als de gevonden bacteriën uit deze monsters genotypisch niet van elkaar te

onderscheiden zijn spreken we van een match en dus een bevestigde bron van besmetting.

1.2 Meldplicht en bronopsporing

Legionellose is een meldingsplichtige ziekte in Nederland sinds 1987 omdat de bacterie soms uitbraken kan veroorzaken. Dat betekent dat artsen en laboratoria verplicht zijn deze ziekte bij diagnose te melden aan de lokale GGD, die dit vervolgens rapporteert aan het RIVM (Bijkerk, Haringhuizen et al. 2008). Voor alle meldingsplichtige ziekten geldt dat er een systeem bestaat van surveillance onder verantwoordelijkheid van het RIVM in samenwerking met GGD'en. Ook in het kader van internationale verplichtingen ([ECDC](#), WHO) vindt deze surveillance plaats. Vanuit het oogpunt van bescherming van de volksgezondheid is het verder wenselijk dat bronnen van legionellabesmetting worden opgespoord. De GGD is verantwoordelijk voor de bronopsporing in de eigen regio en werkt hierbij samen met de Bronopsporings Eenheid Legionellapneumonie (BEL) die in het Streeklaboratorium in Haarlem is gevestigd. Bij bronopsporing identificeert de GGD mogelijke bronnen waaraan de patiënt kan zijn blootgesteld. Vervolgens kan de GGD bij potentiële bronnen onderzoek (laten) doen, zoals de aanwezigheid en naleving van een legionellabeheersplan nagaan of potentiële bronnen laten bemonsteren op aanwezigheid van *Legionella*.

1.3 *Legionella* in Nederland

Tot 1998 werden jaarlijks circa 45 gevallen van legionellose gemeld (Versteegh, Brandsema et al. 2007). In 1999 was er een grote uitbraak van legionellapneumonie onder bezoekers en werknemers bij een consumentenbeurs bij de West-Friese Flora in Bovenkarspel. Er overleden 21 van de 188 patiënten (Den Boer, Yzerman et al. 2002). Een tentoongesteld bubbelbad was de meest waarschijnlijke bron. Dit was destijds één van de grootste legionella-uitbraken wereldwijd. Deze uitbraak heeft in Nederland geleid tot veel onderzoek en regelgeving op het gebied van legionellapreventie.

Na het beschikbaar komen van de urineantigeentest (UAG) voor *Legionella* in 1998, en de grote uitbraak in 1999, werd vaker diagnostiek gedaan naar de ziekte en steeg het aantal meldingen naar een hoger niveau. In de periode 2002-2012 waren er rond de 200 tot 300 legionellosemeldingen per jaar, waarvan ongeveer de helft in Nederland werd opgelopen (binnenlandse patiënten) (Versteegh, Brandsema et al. 2007, Brandsema, Dijkstra et al. 2013). In 2006 was er een uitbraak van 31 patiënten met een koeltoren als besmettingsbron (van den Hoek, IJzerman en Coutinho, 2006). In de jaren 2006 en 2010 was er een forse piek in het aantal sporadische (niet uitbraak gerelateerde) patiënten die de ziekte in Nederland hadden opgelopen (respectievelijk 295 en 322 binnenlandse LP-patiënten). Aanvullende analyses laten zien dat deze stijging in 2006 en 2010 te relateren was aan bepaalde weeromstandigheden, waarbij een lange warme periode werd gevolgd door hevige regenval (Karagiannis, Brandsema en van der Sande 2009, Brandsema, Euser et al. 2014). Het vorige 10-jaarsoverzicht over de periode augustus 2002 en augustus 2012 toont de resultaten van de bronopsporing van in totaal 1.991 legionellosepatiënten die de besmetting waarschijnlijk in Nederland hadden opgelopen (Den Boer, Euser et al. 2015). In totaal werd in die periode 47% van alle genoemde

potentiële bronnen bemonsterd. In 7% van de bemonsterde bronnen werd *Legionella pneumophila* serogroep 1 (Lp1) aangetoond. Twee genotypen van Lp1, ST47 en ST62, kwamen voor bij 48% van de patiënten, maar deze genotypen werden zelden aangetoond bij bronbemonstering (0,9%).

In de genoemde 10-jaars periode was 13% van de patiënten onderdeel van een cluster, dat wil zeggen dat twee of meer patiënten waren blootgesteld aan eenzelfde locatie in een periode van twee jaar. In totaal werden 105 clusters gevonden en de meest voorkomende clusterlocaties waren tuincentra en ziekenhuizen/zorginstellingen. Hoewel sauna's en hotels minder vaak gerapporteerd werden als blootstellingsbron, waren deze locaties relatief vaak betrokken bij een cluster. Bij ziekenhuizen en sauna's toonde de bemonstering vaak Lp1 aan. Bij clusterlocaties werd vaker Lp1 aangetoond (20%) dan bij niet-clusterlocaties (6%). Bij tuincentra was de bemonstering vrijwel altijd negatief.

Bij 392 patiënten (20%) was een kweek beschikbaar, zodat het mogelijk was om de legionellabacterie van de patiënt te vergelijken met de bacterie die werd gevonden in de bemonsterde bronnen. Bij 41 van de 392 patiënten (11%) was het DNA-profiel (ST-type, sequenced based typing) van de legionellabacterie identiek (genotypische match), en zij werden gematcht met 38 bronnen. Hierbij zijn de 7 patiënten met een isolaat die een match waren met de koeltoren die een uitbraak veroorzaakte in 2006 niet meegerekend. Voor het merendeel van de patiënten in deze 10-jaars periode bleef de bron van besmetting, ondanks bemonstering, onbekend.

1.4 Aanleiding van dit rapport

De afgelopen tien jaar zien we een forse toename van het aantal sporadische patiënten die de ziekte in Nederland hebben opgelopen (Reukers, van Asten et al. 2022). Het gebruikelijke seizoenspatroon van legionellapneumonie toont een toename van het aantal patiënten in de zomermaanden. In recente jaren zien we naast een hogere incidentie in de zomer, ook een hoger aantal meldingen in de winter. Het merendeel van de gemelde patiënten betreft sporadische patiënten, waarbij de bron van besmetting, ondanks brononderzoek, onbekend blijft. Dat roept de vraag op welke bronnen gerelateerd zijn aan deze stijgende incidenties.

1.5 Doel van dit rapport

In dit rapport wordt aan de hand van de gegevens van de bronopsporing, waaronder de data verkregen door de bemonsteringen van BEL, een duiding gegeven voor de stijging tussen 2013 en 2022. Voor de periode 2013-2022 wordt in kaart gebracht welk deel van de gemelde patiënten met legionellapneumonie (LP) gerelateerd kan worden aan verschillende omgevingsbronnen. Er wordt onderzocht of de stijgende trend verklaard kan worden door een verandering in blootstelling aan bronnen en bepaalde activiteiten (o.a. tuinieren, gebruik van jacuzzi). Voor de patiënten waarvan een klinisch isolaat beschikbaar was, wordt beschreven wat de verdeling is van de verschillende *Legionella* species, serogroepen en ST-types, met een duiding van de belangrijkste types in relatie tot het voorkomen van deze types bij verschillende bronnen. Middels beschrijving en analyse van

clusters wordt meer inzicht gegeven in de bijdrage van verschillende bronnen aan de toename in het aantal meldingen, met specifieke aandacht voor clusters bij bubbelbaden en sauna's en geografische clusters bij natte koeltorens en AWZI's. Een buitenlandse reis blijft ook een risicofactor, maar wordt in dit rapport grotendeels buiten beschouwing gelaten. Deze rapportage zal zich voornamelijk richten op de patiënten die legionellapneumonie in Nederland hebben opgelopen en de gerelateerde bronnen.

1.6 Leeswijzer

Dit rapport begint met een beschrijving van de methode van de surveillance van legionellose in Nederland in hoofdstuk 2. In dit hoofdstuk komt onder andere naar voren hoe de data wordt verzameld, welke bronnen we hiervoor gebruiken en hoe de data wordt geanalyseerd. Vervolgens geeft hoofdstuk 3 een overzicht van de trends en epidemiologie van de legionellosemeldingen in Nederland tussen 2013 en 2022. In hoofdstuk 4 worden de resultaten uit de bronopsporing gepresenteerd, zoals de verschillende bronnen die door patiënten genoemd zijn in de vragenlijst, de bronnen die zijn bemonsterd en eventuele matches. Dit hoofdstuk bevat ook een overzicht van de verdeling van de verschillende *Legionella* species, serogroepen en ST-types die gevonden zijn in de patiënt- en omgevingsisolaten. De clusters gerelateerd aan bubbelbaden en sauna's en de geografische clusters gerelateerd aan natte koeltorens en afvalwaterzuiveringen tussen 2013 en 2022 worden beschreven in hoofdstuk 5. Tenslotte wordt in de discussie (hoofdstuk 6) duiding gegeven aan de resultaten gepresenteerd in dit rapport. Het rapport wordt afgesloten met een conclusie en aanbevelingen voor beleid en onderzoek.

2 Methode

2.1 Surveillance van legionellose

Het continu en systematisch verzamelen, analyseren, interpreteren en duiden van gegevens over infectieziekten, zoals legionellose, noemen we surveillance. Surveillance is nodig om passende maatregelen te kunnen nemen om zoveel mogelijk ernstige ziekte (legionellapneumonie) te voorkomen en bestrijden (surveillance is data voor actie). De GGD heeft de regie bij de bronopsporing (zie 2.2.1 Bronopsporing). Het RIVM kijkt, in samenwerking met BEL, vervolgens regio overstijgend naar de meldingen en verzorgt de Europese rapportages aan ECDC. Naast jaarlijkse rapportages is er een doorlopende rapportage van reisgerelateerde legionellapneumonie aan het Europese Netwerk voor surveillance van reisgerelateerde legionellapneumonie (ELDSNet, ECDC). Dit houdt in dat Nederlandse of buitenlandse accommodaties die door patiënten tijdens de incubatietijd werden bezocht gemeld worden aan [ELDSNet](#), en dat meldingen uit andere landen worden ontvangen en worden opgevolgd volgens de Europese procedures.

2.2 Dataverzameling

2.2.1 Bronopsporing

Tijdens de bronopsporing vraagt de GGD aan de hand van een gestructureerde vragenlijst naar activiteiten en locaties waar de patiënt tijdens de incubatietijd (14 dagen voor de eerste ziektedag) mogelijk werd blootgesteld aan verneveld water of tuinaarde. Deze activiteiten en locaties zijn potentiële besmettingsbronnen. De vragenlijst levert vaak meerdere potentiële bronnen op: bijvoorbeeld de douche thuis, het gebruik van een tuinslang, een bezoek aan een sauna, het gebruik van een autowasstraat en een werkadres. Daarnaast kan de GGD nagaan of er bepaalde installaties, zoals natte koeltorens, industriële afvalwaterzuiveringen of rioolwaterzuiveringen, bekend zijn in de woon- of werkomgeving van de patiënt, omdat deze ook een besmettingsbron kunnen zijn (zie hoofdstuk 5.3). De lijst van potentiële bronnen zegt nog weinig over wat de werkelijke bron van besmetting is. Daarvoor is aanvullend brononderzoek nodig zoals het nemen van (water)monsters bij potentiële bronnen, soms aangevuld met epidemiologische analyses.

2.2.2 Bronbemonstering

Mogelijke besmettingsbronnen worden door BEL bemonsterd als er sprake is van:

- 1) een cluster (zie paragraaf 2.2.3. Clusterherkenning) of
- 2) een patiënt met een positieve kweek (en tenminste één potentiële bron buitenshuis) of
- 3) een patiënt die tijdens de incubatietijd verbleef in een ziekenhuis of zorginstelling (mogelijk zorggerelateerde infectie)
Vanaf eind 2017 is daaraan toegevoegd:
- 4) een patiënt die een sauna heeft bezocht of in dan wel nabij een bubbelbad was.

Bij de bemonstering is het streven om monsters te nemen bij alle potentiële bronnen, ongeacht of dit volgens de wetgeving [prioritaire of niet-prioritaire leidingwaterinstallaties](#) zijn of bronnen op privéadressen.

Bemonstering bij bubbelbaden en sauna's

Tot eind 2017 werden sauna's en openbare bubbelbaden alleen bemonsterd als er sprake was van een cluster van tenminste twee patiënten die in een periode van twee jaar waren blootgesteld aan deze potentiële bron. Omdat dit brontype echter relatief vaak positief werd bemonsterd en er vaker clusters werden gevonden, is eind 2017 het BEL-bemonsteringscriterium verruimd, en wordt zo mogelijk bij iedere patiënt die blootstelling aan een sauna of bubbelbad noemt, bemonsterd (Euser, Brandsema en Ruijs 2018). Dit geldt ook voor bubbelbaden in de privésetting.

Desondanks is het bemonsteren van een bubbelbad niet altijd mogelijk, door ontbreken van toestemming van de eigenaar van het bad, of doordat het bad al is verwijderd of geleegd en schoongemaakt, en soms zelfs al is verkocht. De baden die wel bemonsterd kunnen worden, zijn soms al extra gedesinfecteerd voor de monsternamen. Bij baden die al geleegd zijn, kunnen soms nog monsters (swabs) worden afgenomen uit de luchtgaten of de vulslang. Bij bemonstering van sauna's en zwembaden worden vaak ook potentiële bronnen bemonsterd die onderdeel zijn van het leidingwatersysteem, zoals de douches en onderhoudsapparatuur (bijvoorbeeld een hogedrukspuit).

Bemonstering van koeltorens en AWZI's

De standaard methode om *Legionella* aan te tonen in water is de kweekmethode (NEN-EN-ISO 11731:2017). Omdat water van koeltorens en AWZI's veel andere micro-organismen (stooflora) bevatten, is voorbehandeling van de monsters nodig om deze stooflora te onderdrukken (matrix B en C van de NEN-EN-ISO 11731:2017). Door de voorbehandeling kan soms maar een klein volume worden onderzocht, en de behandeling kan ertoe leiden dat de legionellabacteriën worden gedood en niet groeien op een kweekplaat. Hierdoor is de kweekmethode bij dit watertype veel minder gevoelig dan bij het kweken van drinkwater. Afhankelijk van de voorbehandeling ligt de detectiegrens op minimaal 10.000 kolonievormende eenheden per liter (KVE/L), en soms zelfs op 100.000 KVE/L bij AWZI's (Caicedo, Rosenwinkel et al. 2019). Wanneer er sprake is van overgroei door de stooflora is de aanwezigheid van *Legionella* niet te bepalen. Dat betekent niet dat het monster als negatief kan worden beschouwd. Ook bij een negatief monster kan niet met zekerheid gesteld worden dat er geen *Legionella* aanwezig is. Er kan wel worden geconcludeerd dat de concentratie *Legionella* voor de afgenomen watermonsters onder de detectiegrens ligt.

Er kunnen ook luchtmonsters worden genomen om *Legionella* aan te tonen in de lucht. Hiervoor zijn echter nog geen gestandaardiseerde protocollen en is nog te weinig informatie om de detectiegrens te bepalen. Er moet met veel factoren rekening worden gehouden, waaronder de locatie van de monsternamen en de weersomstandigheden (Lodder, van den Berg et al. 2019).

De interpretatie van de uitslagen van de water- en luchtmonsters bij afvalwaterzuiveringen en koeltorens is soms lastig. Als een bemonsterde bron positief is voor *Legionella pneumophila*, maar er zijn geen klinische

isolaten van patiënten beschikbaar om de typering te vergelijken, dan blijft het onzeker of de besmettingsbron van de patiënten daadwerkelijk is geïdentificeerd. Daarnaast is het mogelijk dat verschillende legionellavarianten aanwezig zijn in een bron. Een meer ziekmakende (virulente) stam kan bijvoorbeeld in een veel lagere concentratie aanwezig zijn dan een andere weinig/minder ziekmakende legionellastam, maar door die lage concentratie niet aangetoond worden. Bij de patiënten wordt dan de ziekmakende stam gevonden/aangetoond, terwijl deze ziekmakende variant vanwege de lage concentratie in de bron niet aangetoond kan worden. Een AWZI kan dus virulente *L. pneumophila* bevatten zonder dat dit wordt gedetecteerd. Implementatie van de beheersmaatregelen bij AWZI's kunnen soms moeilijk en kostbaar zijn. Hierdoor kan er weerstand zijn om maatregelen uit te voeren. Een maatregel die bij koeltorens wordt toegepast is desinfectie. Dit is echter niet mogelijk bij een AWZI. Bij een AWZI kunnen wel beheersmaatregelen genomen worden om verspreiding van aerosolen naar de omgeving te beperken. Dit kan door het afdekken van het beluchtingsbassin en het aanpassen van het type beluchting. Ook zijn maatregelen wenselijk om verspreiding van de legionellabacterie via het water uit de AWZI (effluent) naar de omgeving te beperken. Wanneer na het nemen van deze (eventueel tijdelijke) maatregelen geen nieuwe patiënten meer worden gezien, kan dit, bij het ontbreken van een genotypische match, een extra onderbouwing geven dat het toch om de bron van de uitbraak ging. Bij grotere clusters kan ook modellering aanvullende onderbouwing geven van de locatie van de bron.

2.2.3 Clusterherkenning

Alle potentiële besmettingsbronnen die door patiënten worden genoemd tijdens de bronopsporing door de GGD, worden door BEL geregistreerd in een database (LP-GIS). Het doel van deze registratie is om (regio overstijgende) clusters te herkennen, oftewel meerdere patiënten die zijn blootgesteld aan dezelfde bron. Bij de meeste legionellose patiënten is er sprake van een op zich zelf staande infectie zonder clustering in tijd of plaats (sporadische gevallen). Bij de surveillance en de bronopsporing wordt actief gezocht naar clustering, aangezien dit een aanwijzing kan geven voor de mogelijke besmettingsbron. Er zijn verschillende soorten clusters:

- Een locatiecluster: twee of meer patiënten in een periode van twee jaar die tijdens de 14 daagse incubatietijd werden blootgesteld aan dezelfde potentiële bron.
- Een geografisch cluster: drie of meer patiënten binnen zes maanden woonachtig binnen een straal van één kilometer (zie 2.2.3.1 Geografisch cluster of uitbraak).
- Een accommodatiecluster (logiesverblijf): twee of meer patiënten in een periode van twee jaar die binnen 10 dagen voor de eerste ziektedag in een zelfde accommodatie verbleven.

Het accommodatiecluster (logiesverblijf) is een locatiecluster welke wordt gebruikt door [FLDSNet](#) bij de Europese surveillance van reisgerelateerde legionellose. Voor de herkenning van accommodatieclusters wordt internationaal samen gewerkt en de patiënten kunnen gemeld worden door verschillende landen. Gezien de strenge internationale opvolgprocedures bij een accommodatiecluster,

wordt hier een striktere periode van blootstelling (2-10 dagen) gehanteerd, om de kans op een toevalsbevinding kleiner te maken. Bij de nationale surveillance wordt uitgegaan van een ruimere periode (2-14 dagen), omdat dit de gevoeligheid van de clusterdetectie groter maakt. Het vinden van een cluster is een aanwijzing voor een mogelijk verhoogd risico op een legionellabesmetting, maar vormt nog geen bewijs voor de besmettingsbron.

Geografisch cluster of uitbraak

Met een incidentie van circa 3 per 100.000 inwoners is legionellapneumonie (incidentie zonder in het buitenland opgelopen legionellapneumonie) een relatief weinig voorkomende ziekte. In een korte tijd drie patiënten dicht bij elkaar is opvallend, en kan een signaal zijn van een beginnende uitbraak. Alhoewel er dan ook nog sprake kan zijn van toeval. Vanaf 2002 is het bemonsteringscriterium van BEL voor een geografisch cluster *'3 of meer patiënten in een halfjaar woonachtig binnen een straal van 1 kilometer'* (zie 2.2.3). Met de veranderende epidemiologie van legionellose werden steeds vaker lokale verheffingen van het aantal meldingen gezien die wat betreft afstand en periode niet voldoen aan het genoemde criterium. Twee langdurige uitbraken met patiënten in een groter gebied lieten in 2017 zien dat bronopsporing ook in deze situaties wenselijk is. In de periode 2013-2022 zijn dergelijke uitbraken een aantal keer nader onderzocht en worden in dit rapport ook een geografisch cluster genoemd. Het ging dan om een hoger aantal meldingen dan gebruikelijk in een geografisch gebied, en/of een duidelijke verhoging van de lokale incidentie ten opzichte van de landelijke incidentie. Er is echter geen eenduidige definitie die voor alle situaties passend is. Ook de ECDC-richtlijn voor een uitbraak (≥ 5 patiënten in een woonplaats in 1 jaar) volstond niet altijd. De beoordeling of er sprake is van een mogelijke uitbraak is vooral maatwerk, omdat de situatie in een stad anders is dan in een landelijk gebied met weinig inwoners. Wanneer het aantal patiënten snel toeneemt of de toename van het aantal patiënten lang aanhoudt, spreken we meestal van een uitbraak. De afbakening van een geografisch cluster en welke patiënten onderdeel zijn van een cluster, kan soms ook lastig zijn. In de periode 2013-2022 is bij een uitbraak een aantal keer geografische modellering ingezet om de meest waarschijnlijke locatie van de bron aan te tonen. De basis van het hierbij gebruikte wiskundige model is ook gebruikt bij bronopsporing tijdens de Q-koorts epidemie in Nederland in 2007-2011 (van Leuken, Havelaar et al. 2013). Verder kan bij bronopsporing d.m.v. geografische modellering informatie over windrichting en een attack rate berekening per bron van toegevoegde waarde zijn (Pijnacker, Brandsema et al. 2024).

2.3 Databronnen

2.3.1 Osiris

Na vaststelling van de diagnose bij een patiënt melden artsen en medisch microbiologische laboratoria dit aan de GGD. De GGD meldt dit vervolgens via Osiris (een online registratiesysteem voor meldingsplichtige ziekten) aan het CIb/RIVM, en start een onderzoek voor bronopsporing. Een legionellose melding in Osiris bevat informatie over het ziektebeeld, eerste ziektedag, datum en methode van diagnostiek, beperkte (gepseudonimiseerde) gegevens over de patiënt

zoals geboortejaar, postcodecijfers, geslacht en potentiële risicofactoren, en informatie uit de bronopsporingsvragenlijst. Met behulp van deze bronopsporingsvragenlijst wordt de blootstelling aan potentiële bronnen bij de patiënt uitgevraagd, zoals tuinieren, gebruik van apneuapparaat (tegen slaapapneu), bezoek aan een sauna, etc.

LP-GIS

Naast de monsters uit de bronbemonstering (zie 2.2), worden indien beschikbaar ook klinische isolaten (de bacterie die uit het sputum wordt gekweekt) van legionellose patiënten door medisch microbiologische laboratoria voor typering en genotypering ingestuurd naar het Streeklaboratorium voor de Volksgezondheid Kennemerland in Haarlem. Het Streeklab doet dienst als legionella-referentielaboratorium en is de locatie waar de Bronopsporingseenheid legionellapneumonie (BEL) is ondergebracht. Alle patiëntisolaten worden in Haarlem getypeerd met sequence-based typing. De typeringsinformatie van de bronbemonsteringen en de klinische isolaten wordt geregistreerd in LP-GIS en gedeeld met de GGD en het CIb/RIVM.

- 2.3.2 *Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS)*
Bevolkingsaantallen, demografische en geografische gegevens zijn afkomstig uit CBS-Statline (<http://statline.cbs.nl>).

2.4 Data-analyse

Voor de analyse in dit rapport zijn de Osirisdata gebruikt zoals beschikbaar op 8 september 2023. Alle meldingen, inclusief meldingen met status 'gefiatteerd' (dat wil zeggen nog niet definitief), zijn meegenomen. Aangezien Osiris een dynamisch systeem is, kunnen door latere aanvullingen en correcties van GGD'en nog kleine verschillen ontstaan met cijfers die eerder werden gerapporteerd.

- 2.4.1 *Afbakening en casus definitie*
Voor deze rapportage werden alle Osirismeldingen van legionellose met een eerste ziektedag tussen 2013 en 2022 geanalyseerd. Als de eerste ziektedag onbekend was, werd deze geschat als diagnosedatum minus mediane diagnosevertraging (5 dagen). De term legionellose omvat zowel een mild ziektebeeld door *Legionella*, zoals pontiac fever, als een longontsteking door *Legionella*, oftewel legionellapneumonie (veteranenziekte). De meldingsplicht in Nederland geldt voor legionellose met een passend ziektebeeld, wat vooral neerkomt op legionellapneumonie (LP). Dit omvat 99,7% procent van de meldingen in de periode 2013-2022. Voor afstemming van dit rapport op de Europese rapportages werden meldingen die niet voldeden aan de Europese casus definitie voor legionellapneumonie buiten de aanvullende analyse gelaten. De [Europese casus definitie](#) voor een bevestigde of waarschijnlijke legionellapneumonie is:
- 1) Een radiologisch en/of klinische bevestigde longontsteking
EN
 - 2) relevante diagnostiek positief voor *Legionella*:
 - a. Sputumkweek
 - b. Urineantigeen test
 - c. PCR op sputum/BAL, longweefsel of normaal steriele locatie

d. Significante titerstijging specifiek voor *L. pneumophila* serogroep 1

In 2019 en 2020 zijn meldingen op basis van een enkele PCR swab geëxcludeerd. PCR op monsters van de bovenste luchtwegen, zoals uitstrijkjes, werden in Osiris in 2019 en 2020 gerapporteerd vanuit één enkel laboratorium dat later een mogelijk specificiteitsprobleem rapporteerde. Deze meldingen zijn in deze jaren daarom niet meegenomen, tenzij de diagnose werd bevestigd met een tweede PCR. In 2021 en 2022 zijn meldingen met een PCR op basis van een enkele swab daarentegen wel geïnccludeerd in de totale aantallen. (Reukers, van Asten et al. 2022)

Een diagnose door middel van het aantonen van een eenmalig hoge titer die niet specifiek bepaald is tegen *L. pneumophila* serogroep 1 (sg1) voldoet niet aan de Europese casus definitie. De meest gangbare titerbepaling in Nederland is echter niet specifiek voor sg1, zodat deze meldingen vanaf 2014 eveneens buiten de verdere analyse zijn gehouden, tenzij specifiek serologie tegen sg 1 werd gemeld. Verder zijn ook eventuele buitenlandse passanten, d.w.z. patiënten die niet woonachtig zijn in Nederland, volgens de Europese afspraken geëxcludeerd in de analyses in dit rapport.

2.4.2 Land van besmetting en setting

De indeling van legionellapneumonie patiënten naar land van besmetting is gebaseerd op informatie van de bronopsporing tijdens de incubatieperiode (14 dagen voor de eerste ziektedag). Als eerste wordt gekeken of de patiënt waarschijnlijk in Nederland of in het buitenland is besmet:

- “**(Reisgerelateerd) Buitenland**”: als er sprake was van een reis naar het buitenland in de periode van 2 tot en met 10 dagen voor de eerste ziektedag en er geen andere bevestigde bron is aangetoond in Nederland. Besmetting in het buitenland is dan het meest waarschijnlijk, al kan niet worden uitgesloten dat een besmetting in Nederland werd opgelopen als de patiënt een deel van de incubatietijd in Nederland verbleef.
- “**In Nederland opgelopen**”: als er tijdens de 2-10 daagse incubatieperiode geen sprake was van een reis naar het buitenland.
- “**Onbekend**”: als onbekend is of patiënt tijdens de incubatieperiode naar het buitenland heeft gereisd

Vervolgens worden de patiënten met een in Nederland opgelopen legionellapneumonie verder ingedeeld naar een specifiekere plaats van besmetting. Wanneer geen besmettingsbron kan worden aangetoond wordt de categorie gebaseerd op de plaats waar de patiënt verbleef tijdens de incubatieperiode. De gebruikte indeling is vergelijkbaar met de indeling voor ‘setting’ van het European Legionnaires’ Disease Surveillance Network (ELDSNet):

- “**Reisgerelateerd (Binnenland)**”: als er sprake was van een reis met overnachting binnen Nederland in de periode van 2 tot en met 10 dagen voor de eerste ziektedag.
- “**Nosocomiaal**”: bij een verblijf in een ziekenhuis tijdens de gehele 2 tot en met 10 dagen voor de eerste ziektedag (of een korter verblijf waarbij sprake is van een cluster in het ziekenhuis)

of een passend waterisolaat (d.w.z. legionella species en serogroep overeenkomend met de ziekteverwekker)).

- **“Zorggerelateerd”**: bij een verblijf in een zorginstelling, tijdens de gehele 2 tot en met 10 dagen voor eerste ziektedag (of een korter verblijf waarbij sprake is van een cluster in de zorginstelling of een passend waterisolaat (d.w.z. legionella species en serogroep overeenkomend met de ziekteverwekker)). Tijdens dit verblijf bezocht de patiënt geen andere plekken buiten de zorginstelling.
- **“Community Acquired Assumed”**: dit betreft alle overige patiënten.

Om aan te sluiten bij de Europese rapportage wordt sinds 2016 bij de indeling van setting niet meer de 14 daagse incubatietijd aangehouden, maar de meest gebruikelijke incubatietijd van 2-10 dagen, tenzij er duidelijke aanwijzingen zijn voor een andere bron binnen 14 dagen (zoals bevestiging van een bron bij een uitbraak of een genotypische match).

Soms zijn er bij een melding meerdere categorieën van toepassing. In dat geval wordt gekozen voor de meest waarschijnlijke setting, waarbij zo mogelijk aanvullende informatie (bijvoorbeeld over risico's van een bron, het moment van blootstelling ten opzichte van de mediane incubatietijd, resultaten van bemonstering, eventuele clustering en gerelateerde ziektegevallen) wordt meegewogen.

2.4.3 *Epidemiologische analyses*

Met een epidemische curve wordt het verloop van het aantal meldingen in de tijd weergegeven, waarbij de patiënten zijn ingedeeld in maand en jaar van de eerste ziektedag en uitgesplitst naar land van besmetting. Om de trend visueel weer te geven wordt er een figuur gepresenteerd met het aantal meldingen per maand over de 10-jaars periode met een 12-maandelijks lopend gemiddelde. Deze wordt bepaald door het gemiddeld aantal meldingen in de 6 maanden ervoor en erna te berekenen per maand. Door het 12-maandelijks gemiddelde te berekenen vallen seizoens- en toevallige invloeden weg, waardoor een trendlijn ontstaat. Meldingen worden verder beschreven naar leeftijd, geslacht, roken en onderliggend lijden, diagnostische methode, tijd tot diagnose, ziekenhuisopname, overlijden en setting. Leeftijd is berekend als jaar van eerste ziektedag minus geboortjaar. Incidentie is berekend door het aantal legionellose patiënten te delen door de populatie in een specifieke periode en regio gebaseerd op de bevolkingsaantallen in CBS statline. De verwachte toename van het aantal binnenlandse legionellapneumonie patiënten tussen 2013 en 2022 is berekend op basis van de bevolkingsgroei en vergrijzing in de algemene populatie, gecorrigeerd voor de incidentie per 10-jarige leeftijdsgroep. De incidentie per 100.000 inwoners per 10-jarige leeftijdsgroep in 2022 is vermenigvuldigd met de absolute toename in de bevolking per 10-jarige leeftijdsgroep tussen 2013 en 2022, vervolgens gedeeld door 100.000 en voor alle leeftijdsgroepen bij elkaar opgeteld kom je uit op de verwachte totale toename van het aantal binnenlandse LP-patiënten in 2022. Dit aantal gedeeld door het totale aantal binnenlandse LP-patiënten in 2022 geeft de procentuele toename.

2.4.4 *Analyse van bronopsporing en clusters*

Naast data uit Osiris zijn in dit rapport ook gegevens van BEL uit LP-GIS opgenomen in deze rapportage. De Osiris data en de BEL data zijn aan elkaar gekoppeld door middel van het unieke Osiris patiëntnummer dat aanwezig is in beide databestanden. De bronbemonsteringen zijn ook gekoppeld aan één of meerdere patiënten door middel van dit Osirisnummer. De bemonsterde bronnen zijn ingedeeld in de verschillende categorieën, zoals ze in de [Osiris vragenlijst](#) zijn genoemd. Één patiënt kan meerdere potentiële bronnen noemen in Osiris en er kunnen meerdere brontypes zijn bemonsterd. Iedere genoemde en/of bemonsterde bron is meegenomen in de analyses. Alle data is middels beschrijvende analyse samengevat.

3 Epidemiologie van legionellose in Nederland 2013-2022

Dit hoofdstuk bevat de epidemiologie van de legionellosemeldingen in Nederland tussen 2013 en 2022. Het overgrote merendeel van de legionellosemeldingen (>97%) betreft legionellapneumonie. Dit hoofdstuk zal zich daarom focussen op de patiënten die voldeden aan de casusdefinitie voor legionellapneumonie en bevat alleen de resultaten van de vragenlijst uit Osiris.

3.1 Kernpunten

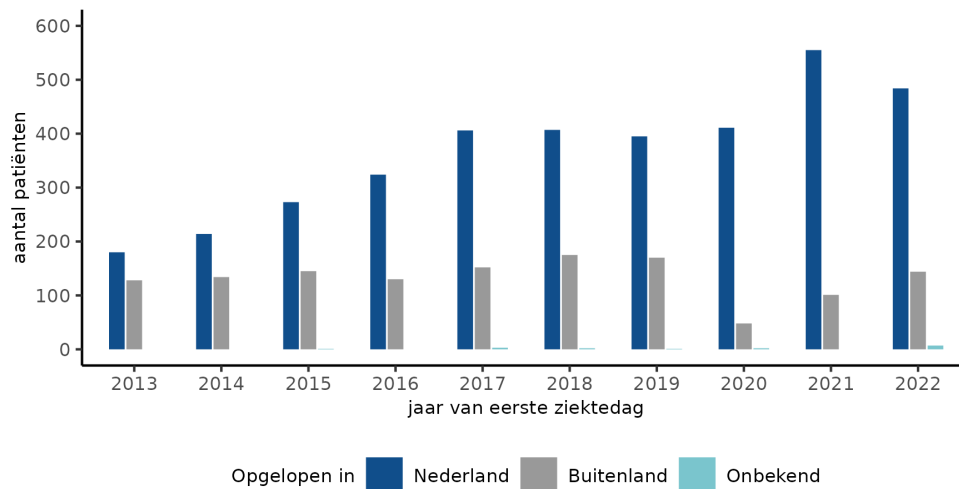
- In totaal werden in de periode 2013-2022 5.136 legionellosemeldingen ontvangen, waarvan 97% voldeed aan de casusdefinitie voor legionellapneumonie (n=4.992) en 73% daarvan was opgelopen in Nederland (n=3649).
- In 2022 is het totaal aantal legionellapneumonie meldingen opgelopen in Nederland (n=484) meer dan verdubbeld ten opzichte van tien jaar eerder (2013; n=180).
- De hoogste totale incidentie per jaar van legionellapneumonie opgelopen in Nederland werd geobserveerd in 2021 (3,2 per 100.000 inwoners, n=555). In 2013 was dit 1,1 per 100.000 inwoners (n=180).
- Het aantal patiënten dat waarschijnlijk tijdens een buitenlandse reis is besmet laat geen stijgende trend zien over de jaren.
- De toename van het aantal legionellapneumonie patiënten tussen 2013 en 2022 is vooral te verklaren door een toename van het aantal patiënten dat de infectie in Nederland heeft opgelopen met name in de zomermaanden. Dit is hoogstwaarschijnlijk gerelateerd aan specifieke weersomstandigheden (warmer weer in combinatie met hevige regenval).
- Er is in de periode 2013-2022 geen grote verschuiving zichtbaar in de leeftijdsverdeling van het aantal legionellapneumonie patiënten. Hoewel het aantal ziekenhuisopnames stijgt en het aantal gerapporteerde overlijdens is verdubbeld, blijft het aandeel meldingen met ziekenhuisopnames en sterfte in de hele periode vergelijkbaar.
- Het merendeel van de meldingen betreft patiënten van 50 jaar of ouder (88%). De incidentie van legionellapneumonie opgelopen in Nederland per 100.000 inwoners is echter toegenomen in alle leeftijdsgroepen.
- De urine-antigeentest is de meest gebruikte diagnostische methode en het aandeel patiënten met deze test blijft over de jaren redelijk stabiel (85-93%). Alleen het aandeel patiënten dat uitsluitend met PCR is gemeld als methode van diagnostiek steeg van 3% in 2013 naar 10% in 2022.

3.2 Trends in legionellapneumonie

Het RIVM heeft tussen 2013 en 2022 5.136 meldingen van een infectie door de legionellabacterie (legionellose) ontvangen. Hiervan voldoen 4.992 (97%) legionellosemeldingen aan de EU casusdefinitie, waarbij de longontsteking door de legionellabacterie werd veroorzaakt bij een inwoner van Nederland (legionellapneumonie) (Annex A Tabel 1). Dit is

een stijging van 45% ten opzichte de voorgaande tien jaar, 2002-2012 toen 3447 legionellapneumonie patiënten werden gemeld. Het jaar 2013 telde 308 patiënten met een legionellapneumonie (LP), wat vergelijkbaar was met het aantal in 2011 en 2012 toen er respectievelijk 312 en 304 LP-meldingen waren. In de jaren na 2013 is er een stijging zichtbaar in het jaarlijkse aantal LP-patiënten. Alleen in 2020, het eerste jaar van de COVID-19 pandemie, was het totaal aantal LP-patiënten beduidend lager dan het jaar ervoor. Dit komt vooral door het relatief lage aantal patiënten dat LP in het buitenland opliep (Figuur 3.1). In 2022 is het totale aantal LP-patiënten (N=635) verdubbeld ten opzichte van tien jaar eerder (Figuur 3.1). Het merendeel van de patiënten in 2013-2022 liep LP binnen Nederland op (N=3.649, 73%). Het aandeel in Nederland opgelopen LP steeg van 58% van alle LP-meldingen in 2013 naar 76% in 2022. De incidentie van in Nederland opgelopen LP was het hoogst in 2021 met 3,2 patiënten per 100.000 inwoners. (Annex A Tabel 2) Dit is bijna een verdrievoudiging met 2013 toen deze incidentie 1,1 per 100.000 inwoners was.

Figuur 3.1 Totaal aantal patiënten met legionellapneumonie per jaar naar land van besmetting (Nederland of buitenland) tussen 2013 en 2022 (bron: Osiris)



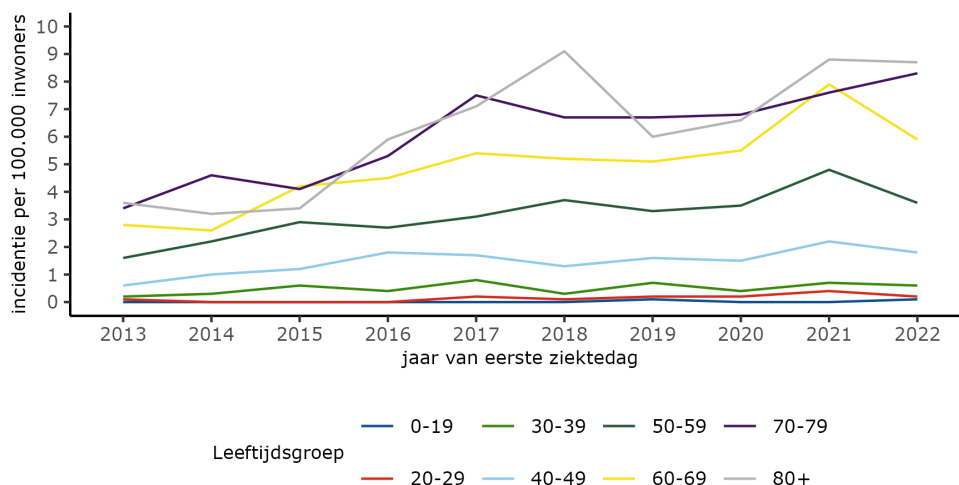
3.2.1 Beschrijving van patiënten met legionellapneumonie opgelopen in Nederland

Vrijwel alle binnenlandse LP-patiënten zijn opgenomen geweest in het ziekenhuis (98%). Informatie omtrent IC-opname is sinds juli 2019 beschikbaar in Osiris. Van de binnenlandse LP-patiënten die tussen 2019 en 2022 opgenomen zijn geweest, is deze informatie bekend bij 90% van de meldingen en hiervan werd 25% opgenomen op de IC. IC-opname werd gemeld in alle leeftijdsgroepen. Het aantal binnenlandse LP-meldingen waarbij overlijdens werd gerapporteerd is toegenomen. In de periode 2013-2015 werden jaarlijks tussen de 11 en 15 overlijdens gemeld, terwijl dit in de periode 2020-2022 met 30 tot 33 overlijdens per jaar circa twee keer hoger lag. Het percentage sterfte aan legionellapneumonie dat gerapporteerd werd in de periode 2013-2022 bleef echter stabiel: bij circa 6% van de binnenlandse LP-patiënten tussen 2013 en 2022 werd een overleden gemeld in Osiris. Het aandeel mannen bij de patiënten die LP binnen Nederland hebben opgelopen varieert tussen 66% (2013) en 77% (2014). In de afgelopen

jaren was tenminste de helft van alle binnenlandse LP-patiënten 60 jaar of ouder. De mediane leeftijd was 65 met een interkwartielafstand van 56 tot 74 jaar. De incidentie per 100.000 inwoners van legionellapneumonie opgelopen in Nederland is in alle leeftijdsgroepen toegenomen. In de leeftijdsgroepen vanaf 50 jaar en ouder is de incidentie het meest toegenomen. (Figuur 3.2)

De bevolking is tussen 2013 en 2022 toegenomen en vergrijsd (CBS). Van 2013 tot 2022 is het aantal mensen in de leeftijd van 45 tot 65 jaar met 2% toegenomen en het aantal 65-plussers met 25%. De grootste toename werd gezien in de leeftijdsgroep van 70-79 jaar met 40%. Gecorrigeerd voor de incidentie per 10-jarige leeftijdsgroep (zie Annex A Tabel 2) zou er door de bevolkingsgroei tussen 2013 en 2022 een verwachte toename zijn van 65 patiënten. Vergrijzing en bevolkingstoename verklaart daarmee een toename van 13% (65/484) van de binnenlandse patiënten in 2022 ten opzichte van 2013.

Figuur 3.2 Incidentie per 100.000 inwoners van patiënten met legionellapneumonie opgelopen in Nederland tussen 2013 en 2022 per leeftijdsgroep en jaar van eerste ziektedag (bron: Osiris)



Naast leeftijd als risicofactor zijn ook gegevens bekend over de risicofactoren roken en onderliggend lijden. Het gaat dan enkel om onderliggend lijden welke het risico op LP verhogen, zoals bijvoorbeeld diabetes, verminderde afweer, long- of nierziekte. Tussen 2013 en 2022 had 48% van de patiënten onderliggend lijden en 50% was roker. Bij minder dan 1% van de patiënten was er geen sprake van een risicofactor, inclusief de leeftijd (40 jaar of ouder). (Annex A Tabel 2)

3.2.2

Setting van patiënten met legionellapneumonie opgelopen in Nederland
 Voor de jaarlijkse Europese rapportage van legionellosemeldingen aan ECDC, wordt iedere patiënt ingedeeld in een bepaalde "Setting". Dit geeft weer in welke situatie of omstandigheid de patiënt hoogstwaarschijnlijk de legionellabesmetting heeft opgelopen (zie Hoofdstuk 2 Methode). De setting "Community Acquired Assumed" is de meest voorkomende setting bij binnenlandse LP-patiënten (89%) (Annex A Tabel 2). Een kleine groep LP-patiënten (8%) liep de besmetting mogelijk op tijdens een binnenlandse reis met overnachting.

Bij 44 (1%) binnenlandse LP-patiënten had de setting tussen 2013 en 2022 betrekking op verblijf in een zorginstelling en bij 13 (<1%) binnenlandse LP-patiënten was de besmetting (waarschijnlijk) in het ziekenhuis opgelopen (nosocomiale infectie). Voor het merendeel van de patiënten die de legionellapneumonie in een setting gerelateerd aan verblijf in een zorginstelling opliep kon geen potentiële bron worden bevestigd.

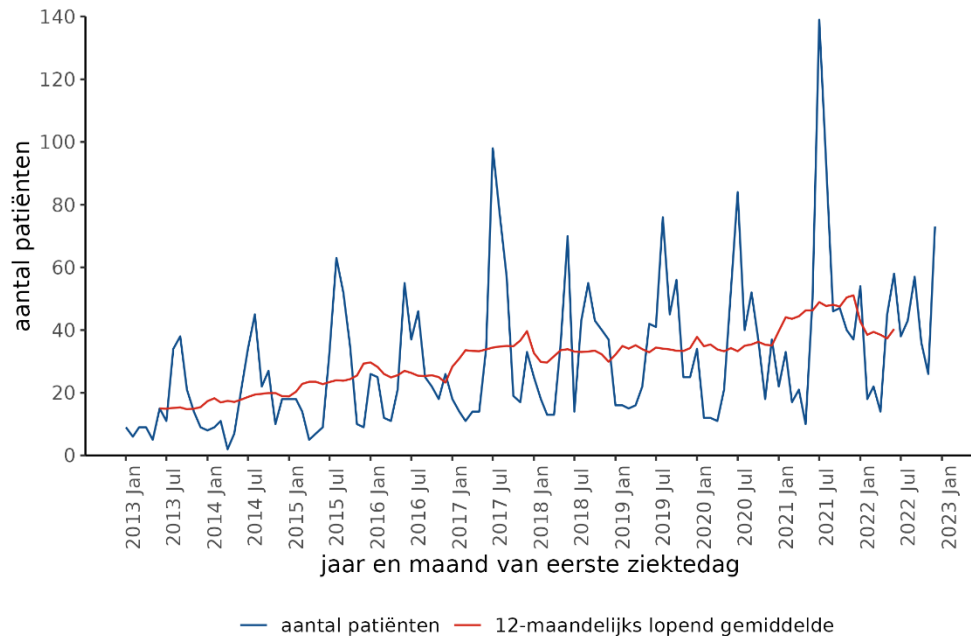
3.2.3 *Diagnostiek van patiënten met legionellapneumonie opgelopen in Nederland*

De urineantigeen test, welke positief was bij 85 tot 93% van de binnenlandse LP-patiënten, is alle jaren de meest gebruikte diagnostische methode (Annex A tabel 2). Het aantal patiënten waarbij de diagnostiek via een positieve kweek wordt bevestigd stijgt gedurende de hele periode. In 2013 waren er 26 patiënten met een positieve kweek en in 2022 is dit aantal gestegen tot 100 patiënten. Ook het aantal meldingen waarbij de diagnose is bevestigd via PCR stijgt van 26 meldingen in 2013 (15%) naar 127 meldingen in 2021 (23%) en 110 in 2022 (23%). Doordat de PCR methode steeds vaker wordt gebruikt, worden mogelijk meer patiënten gediagnosticeerd. PCR is namelijk gevoeliger dan de kweekmethode, en de methode toont ook *Legionella* soorten en serogroepen aan, die door de urineantigeen test worden gemist. Bij 10% van de binnenlandse LP-patiënten (n=364) is in Osiris uitsluitend PCR gemeld als methode van diagnostiek, en dit aandeel steeg van 3% in 2013 (n=11) naar 10% in 2022 (n=57). De diagnose bij deze patiënten zou mogelijk gemist zijn zonder de PCR. Daarnaast werd bij een klein aandeel van de patiënten (n=36, 1%) diagnostiek gedaan door het aantonen van afweerstoffen tegen *L. pneumophila* (serologie). Dit percentage nam af van 2% in 2013 naar <1% in 2022. Bovendien was er naast de serologie voor veel patiënten aanvullende bevestiging via een andere diagnostische methode (n=18).

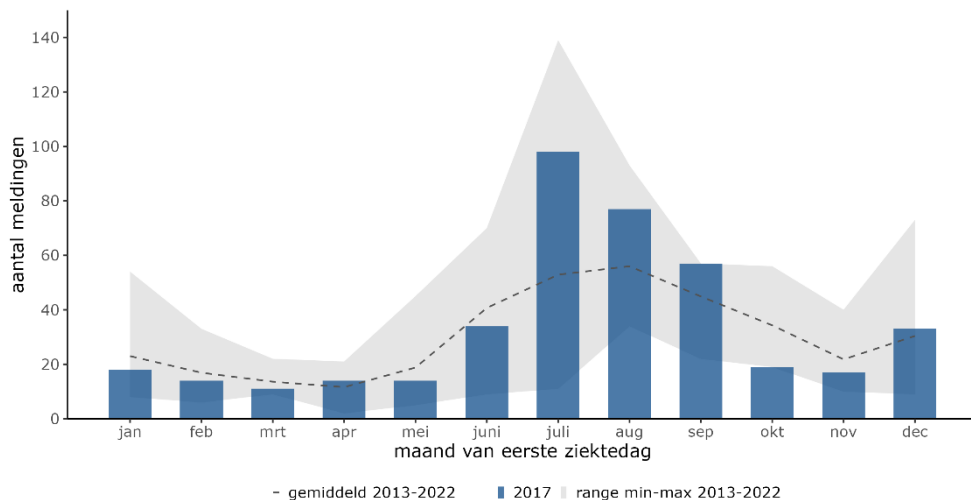
3.2.4 *Seizoenspatroon van legionellapneumonie meldingen opgelopen in Nederland*

De legionellosemeldingen volgen een seizoenspatroon met een piek in het aantal meldingen tijdens de zomermaanden (**Figuur 3.3**). Van legionellose verheffingen in de zomer is uit onderzoek bekend dat er een associatie is met veel regenval en warm vochtig weer (Pampaka, Gomez-Barroso et al. 2022). Ook voor de situatie in Nederland werden dergelijke analyses gedaan, waarbij weersomstandigheden een piek in de meldingen in 2006 en in 2010 kon verklaren (Karagiannis, Brandsema en van der Sande 2009, Brandsema, Euser et al. 2014).

Figuur 3.3 Totaal aantal patiënten met legionellapneumonie opgelopen in Nederland per maand en het 12-maandelijkse lopend gemiddelde tussen 2013 en 2022 (bron: Osiris)



Figuur 3.4 Totaal aantal patiënten met legionellapneumonie opgelopen in Nederland per maand in 2017 en het gemiddelde aantal meldingen en de range tussen 2013 en 2022 (bron: Osiris)

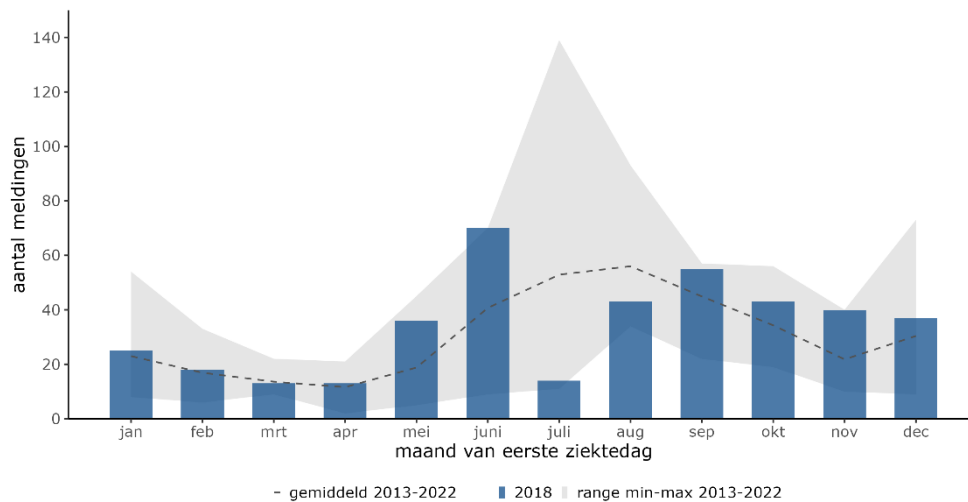


In 2017 werd tussen juni en augustus een sterke toename geobserveerd na een periode met hoge temperaturen in mei en juni en veel regenval in juli (Figuur 3.4) (Reukers, van Asten et al. 2018). Het aantal binnenlandse patiënten lag hoger dan verwacht op basis van het patroon in de voorgaande jaren.

In 2021 werd een opvallend hoog aantal meldingen gedaan van binnenlandse patiënten met een eerste ziekte dag in juli (Figuur 3.6). Aangezien de stijging ontstond kort na het opheffen van de lockdown vanwege de COVID-19 pandemie, waarbij zwembaden en sportscholen

weer werden heropend, werd in de meldingen onderzocht of er een samenhang kon zijn. Echter minder dan 5% van de patiënten in de maand juli meldde een bezoek aan een openbare ruimte, zoals een sauna, zwembad, openbaar bubbelbad of sportschool. Er zijn geen aanwijzingen dat de stijging gerelateerd was aan stilstaand water van openbare ruimtes. De stijging werd hoogstwaarschijnlijk veroorzaakt door omgevingsbronnen en de [weersomstandigheden](#) in juni, waarin het relatief warm was, maar er lokaal ook veel neerslag viel (Reukers, van Asten et al. 2022).

Figuur 3.5 Totaal aantal patiënten met legionellapneumonie opgelopen in Nederland per maand in 2018 en het gemiddelde aantal meldingen en de range tussen 2013 en 2022 (bron: Osiris)

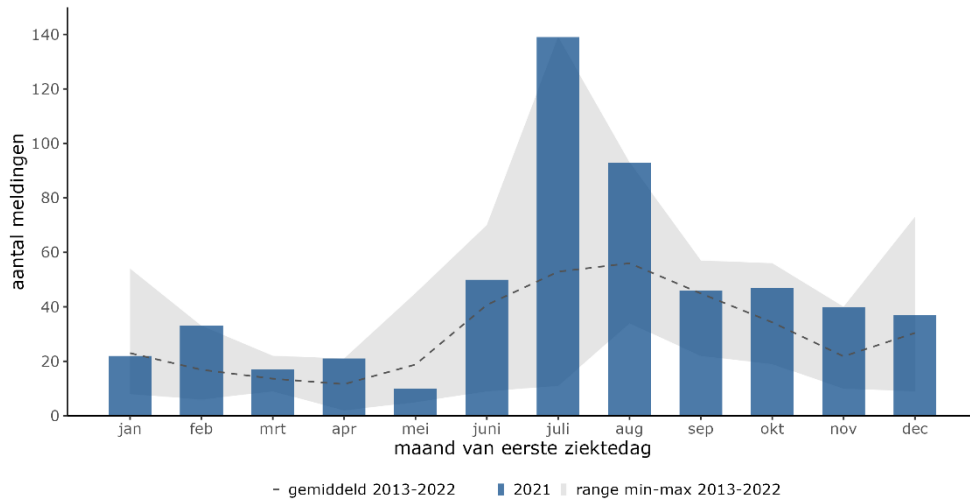


In 2018 waren er opvallend weinig meldingen in de zomer maar juist meer meldingen dan verwacht in de eerste helft van het jaar en in de periode van september tot december (Figuur 3.5). Het lage aantal meldingen in de zomer van 2018 was hoogstwaarschijnlijk een gevolg van het zonnige weer met hoge temperaturen en de [droogte in deze periode](#). (Reukers, van Asten et al. 2019).

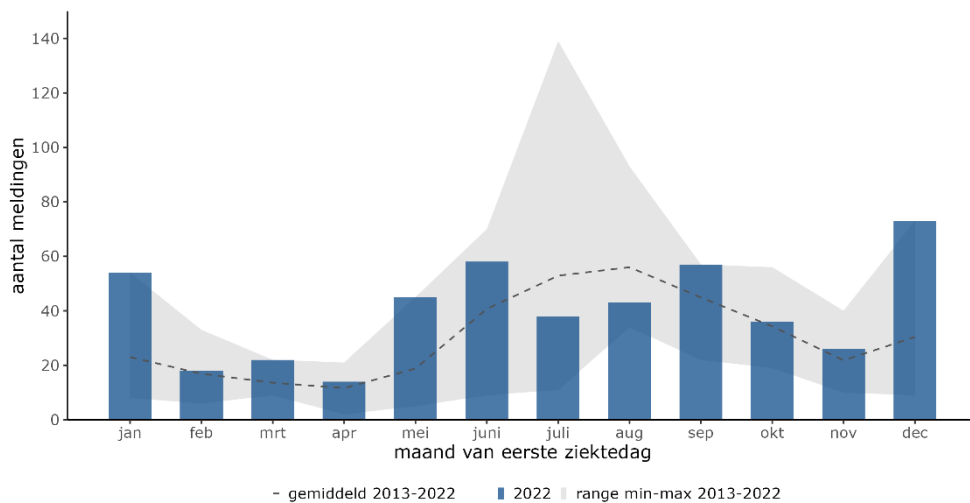
In recente jaren wordt ook steeds vaker een opvallend hoog aantal meldingen in de winter gezien, een periode die traditioneel weinig meldingen kende. Hoewel er variatie is per jaar, lag het aantal meldingen in de eerste vijf jaar, (2013-2017) op gemiddeld 16 meldingen in januari en waren er gemiddeld 19 meldingen in de maand december. In de daaropvolgende vijf jaars-periode (2018-2022) is het maandgemiddelde gestegen naar 30 meldingen in januari en 42 in december. De maand januari was vooral hoog in 2020 en 2022, terwijl de december maanden hoger dan gemiddeld waren in 2017, 2018 en 2020-2022, met een uitschieter van 54 meldingen in januari 2022 en 73 meldingen in december 2022 (Figuur 3.4 t/m 3.7).

Tijdens deze verheffingen in de winter zijn geen gemeenschappelijke bronnen gevonden. Weersinvloeden kunnen mogelijk een rol spelen, januari [2020](#) en [2022](#) waren relatief warm met korte periodes van neerslag. Dit vermoeden is echter nog niet met wetenschappelijk onderzoek bevestigd, omdat bij de weeranalyses van de eerdere verheffingen in Nederland de winterperiodes niet zijn meegenomen. Hiervoor waren destijds te weinig meldingen in de winter.

Figuur 3.6 Totaal aantal patiënten met legionellapneumonie opgelopen in Nederland per maand in 2021 en het gemiddelde aantal meldingen en de range tussen 2013 en 2022 (bron: Osiris)



Figuur 3.7 Totaal aantal patiënten met legionellapneumonie opgelopen in Nederland per maand in 2022 en het gemiddelde aantal meldingen en de range tussen 2013 en 2022 (bron: Osiris)



3.2.5

Nederlandse patiënten met legionellapneumonie opgelopen in het buitenland

27% (10-42%) van alle Nederlandse LP-patiënten tussen 2013 en 2022 hebben de infectie waarschijnlijk in het buitenland opgelopen (**Annex A Tabel 1**). Het aantal LP-patiënten met een reisgeschiedenis naar het buitenland was relatief stabiel tussen 2013 en 2019. In die periode zagen we tussen de 128-175 LP-patiënten met buitenlandse reis per jaar. Tijdens de COVID-19-pandemie was dit wegens de reisbeperkingen aanzienlijk minder, met respectievelijk slechts 48 (10%) en 101 (15%) LP-patiënten met buitenlandse reis in 2020 en 2021. Het aandeel LP-patiënten met een reisgeschiedenis naar het buitenland nam in 2022 weer toe, maar was nog niet zo hoog als voor de COVID-19-pandemie. Een vergelijkbaar aandeel buitenlandse LP-patiënten was roker (40%) en/of had een onderliggende ziekte (33%), vergeleken met de

binnenlandse LP-patiënten (roken 48%, onderliggende ziekte 49%). Ook het aandeel mannelijke patiënten verschilde weinig: van alle buitenlandse LP-patiënten tussen 2013 en 2022 was 68% man, versus 72% van alle binnenlandse LP-patiënten in deze periode (Annex A Tabel 3).

Het aandeel patiënten van 40-49 jaar en 50-59 jaar was hoger onder patiënten met een buitenlandse reis (13% en 27%) dan onder de binnenlandse patiënten (8% en 21%). Het aandeel patiënten van 70-79 jaar en 80+ jaar was daarentegen lager onder patiënten met een buitenlandse reis (21% en 5%) vergeleken met de binnenlandse LP-patiënten (24% en 14%).

Ziekenhuisopname was zowel onder LP-patiënten met een buitenlandse reis als binnenlandse LP-patiënten hoog: nagenoeg 95% van de buitenlandse LP-patiënten werd opgenomen (waarvan 18% IC), vergeleken met 98% van de binnenlandse patiënten (waarvan 24% IC) (Annex A Tabel 3).

Het aandeel patiënten dat overleed was ruim drie keer hoger in binnenlandse gevallen (6%) dan in gevallen met reizen naar het buitenland (2%) (Annex A Tabel 2 en 3).

4 Analyse van bronopsporing tussen 2013 en 2022

De resultaten van de bronopsporing van patiënten met legionellapneumonie (LP) opgelopen in Nederland in de jaren 2013-2022 worden in dit hoofdstuk beschreven. Dit bevat zowel de resultaten van de vragenlijst uit Osiris, als de gegevens van de bronbemonstering uitgevoerd door BEL. Daarnaast wordt er een overzicht gegeven van de verschillende *Legionella* species, serogroepen en sequence types die zijn gevonden in zowel de klinische als de omgevingsisolaten.

4.1 Kernpunten

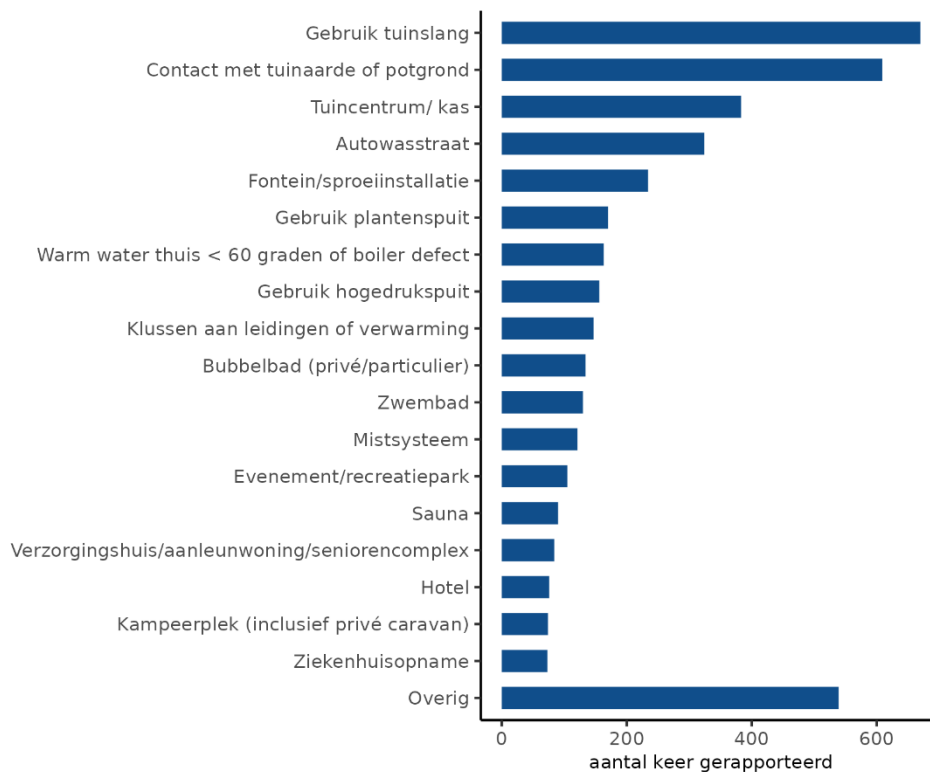
- Het brontype die bij de bronopsporing het vaakst door patiënt wordt herkend en gemeld als mogelijke besmettingsbron in Osiris tussen 2013 en 2022 was het gebruik van de douche/drinkwaterinstallatie op huisadres (90%) gevolgd door het gebruik van een tuinslang (18%) en contact met tuinaarde of potgrond (17%).
- Het vaakst bemonsterd waren de douche/drinkwaterinstallatie op huisadres (n=314), koeltorens (n=118), autowasstraten (n=67), AWZI's (n=63) en tuinentra (n=63).
- Tuinslangen worden niet vaak genoemd als bemonsterd, maar worden echter door BEL vaak geregistreerd onder een huisbemonstering van het douche/drinkwatersysteem.
- De brontypes (met tenminste 5 bemonsteringen) die het vaakst positief waren voor *L. pneumophila* waren bubbelbaden openbaar (67%) en privé/particulier (41%), werk – industriële locatie/proceswater (38%), AWZI's (35%), werk – drinkwatersysteem (29%) en kampeerplek (inclusief privé caravan) (29%).
- Bij 51 van de 693 (7%) patiënten werd een genotypische match met een besmettingsbron gevonden. Dit is 1,4% van het totaal aantal LP-patiënten (N=3.649). De meeste genotypische matches tussen een patiënt en een positief bemonsterde bron werden gevonden bij afvalwaterzuiveringen: 17 van de 51 matches (33%). Voor 14 (27%) patiënten was er een match met douche/drinkwaterinstallaties, en voor 10 (20%) patiënten betrof de match een bad.
- In 92% (n=638) van de klinische isolaten opgestuurd naar BEL voor typering werd *Legionella pneumophila* gevonden, waarvan in 93% (n=596) een serogroep 1 is aangetoond (86% van alle getypeerde klinische isolaten).
- In de bemonsteringen positief voor *Legionella* (32%), werd *Legionella anisa* het vaakst aangetoond (n = 153, 15% van alle omgevingsisolaten, 47% van alle positieve omgevingsisolaten), gevolgd door *Legionella pneumophila* serogroep 1 (n = 97, 9% van alle omgevingsisolaten, 30% van alle positieve omgevingsisolaten).
- ST47 komt het meeste voor in de klinische isolaten met *L. pneumophila* serogroep 1 (n=192, 30%). In de bemonsterde bronnen werd ST47 slechts negen keer gevonden (6% van de

omgevingsisolaten) en wordt ST1 het vaakst gevonden (n=17, 12%).

4.2 Overzicht bronopsporing

In Annex A Tabel 4 worden de potentiële bronnen weergegeven die de GGD heeft gerapporteerd in Osiris. Deze potentiële bronnen kunnen zijn genoemd door patiënten of door de GGD zijn toegevoegd als het een omgevingsbron betreft (bijvoorbeeld natte koeltorens). In deze tabel staan ook de door BEL bemonsterde bronnen tussen 2013 en 2022. Zowel de bronnen genoemd in Osiris als de bemonsterde bronnen zijn potentiële (of mogelijke) bronnen. Het is dus nog niet zeker of een van deze bronnen verantwoordelijk is voor de besmetting. Alleen wanneer een genotypische match gevonden is tussen een patiëntisolaat en een isolaat uit een bemonsterde bron (omgevingsisolaat) is er sprake van een bewezen bron. Hieronder volgt een overzicht van de meest genoemde bronnen in Osiris, welke bronnen vervolgens het vaakst zijn bemonsterd en bij welke brontypes de (meeste) matches zijn gevonden, om meer inzicht te krijgen in de bijdrage van deze bronnen aan de toename in het aantal meldingen.

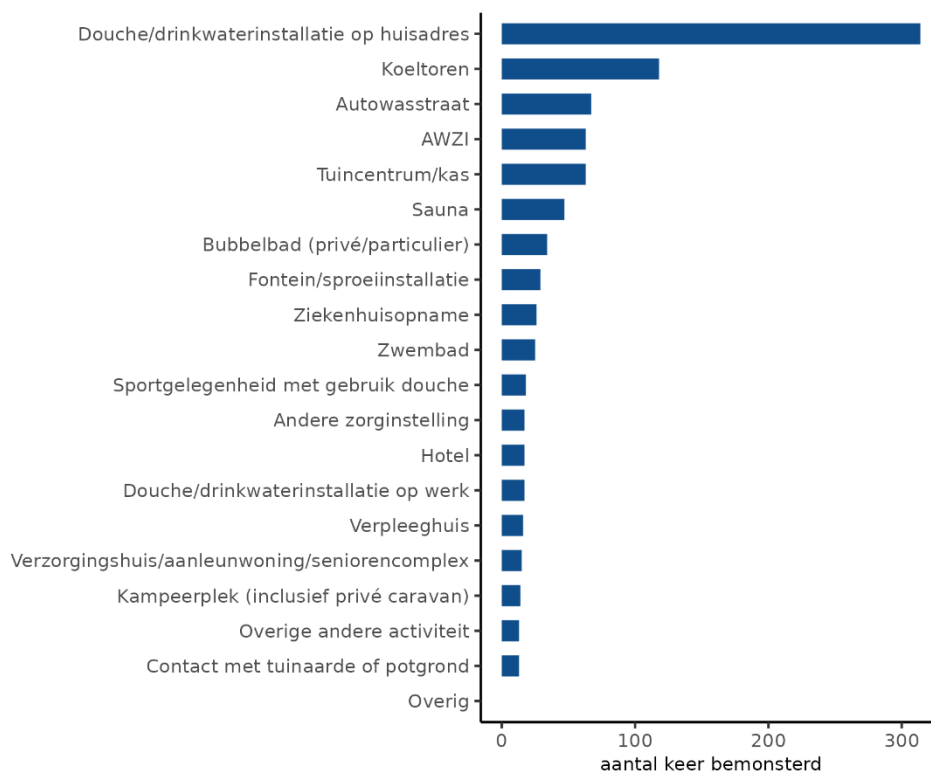
Figuur 4.1 Aantal gerapporteerde brontypes in Osiris door patiënten met legionellapneumonie opgelopen in Nederland tussen 2013 en 2022. Een patiënt kan meerdere bronnen rapporteren, de 18 vaakst voorkomende bronnen zijn hier weergegeven. Zie Annex A Tabel 4 voor andere potentiële bronnen die onder "Overig" vallen. (bron: Osiris)



Voetnoot: Douche/drinkwaterinstallatie op huisadres is in deze figuur buiten beschouwing gelaten, omdat deze niet expliciet wordt benoemd in Osiris. Er is aangenomen dat alle patiënten zijn blootgesteld aan het drinkwatersysteem op het thuisadres met uitzondering van patiënten die gereisd hebben of in het ziekenhuis lagen tijdens de incubatieperiode (14 dagen voor de eerste ziektedag). Dit betreft 3277 patiënten (89,8%).

De meest gemelde mogelijke besmettingsbronnen door binnenlandse LP-patiënten in Osiris tussen 2013 en 2022 waren het gebruik van de douche/drinkwaterinstallatie op huisadres (90%), het gebruik van een tuinslang (18%), contact met tuinaarde of potgrond (17%), een bezoek brengen aan een tuincentrum of kas (11%), autowasstraat (9%) en blootstelling aan een fontein of sproei installatie (6%) (Figuur 4.1, Annex A Tabel 4).

Figuur 4.2 Aantal door BEL bemonsterde besmettingsbronnen tussen 2013 en 2022. De 18 vaakst bemonsterde bronnen zijn hierin weergegeven. Zie Annex A Tabel 4 voor andere bemonsterde bronnen die onder "Overig" vallen. (bron: BEL)



In totaal zijn er door BEL 1.015 bemonsteringen bij potentiële bronlocaties gedaan in de jaren 2013-2022 (Annex A Tabel 4). Sommige locaties zijn meerdere keren bemonsterd. Van de 3277 douche/drinkwaterinstallatie op het huisadres, de meest genoemde bron, werd bijna 10% bemonsterd. Dit vormt 31% van het totaal aantal bemonsteringen. (Figuur 4.2) Tuinslangen en tuinaarde worden niet vaak genoemd als bemonsterd, maar zijn wel veel genoemde bronnen. Deze worden echter door BEL vaak geregistreerd onder een huisbemonstering van het douche/drinkwatersysteem. Bemonsteringen van tuinslangen en tuinaarde kunnen daarom niet goed worden onderscheiden (met uitzondering van de matches). Bemonstering van tuinaarde of potgrond werd slechts 13 keer geregistreerd. Dit is 2% van het aantal keer dat tuinaarde of potgrond werd genoemd als mogelijke bron en 1% van alle bemonsteringen. Van de daarna meest genoemde potentiële bronnen in Osiris, namelijk bezochte tuincentra/kassen en autowasstraten, zijn respectievelijk 16% en 20% bemonsterd. Daarmee vormen deze bronnen respectievelijk 6% en 7% procent van het totaal

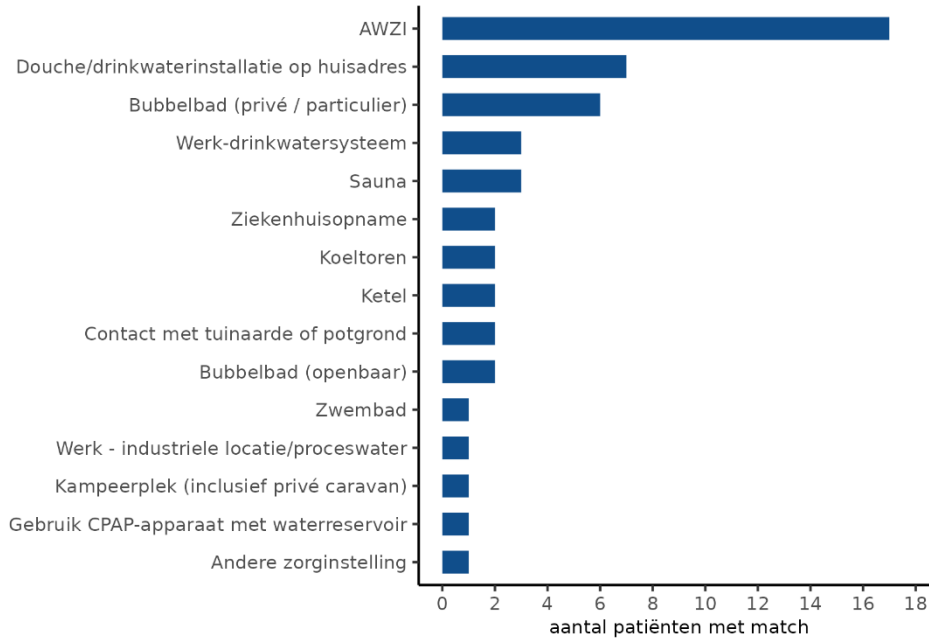
aantal bemonsteringen. Sauna's worden minder vaak genoemd als mogelijke bron, maar deze werden wel vaak bemonsterd. Deze bron werd door 2,5% van de patiënten genoemd (n=90), en er werden 47 bemonsteringen bij een sauna gedaan. Er kunnen meerdere patiënten gekoppeld zijn aan eenzelfde sauna. In totaal vormt de saunabemonstering 5% van het totaal aantal bemonsteringen. Koeltorens en AWZI's zijn vaker bemonsterd dan dat deze als potentiële bron in Osiris zijn geregistreerd. Deze bronnen zijn voor de patiënt meestal niet herkenbaar, maar als er een verhoogd aantal patiënten in een gebied is, wordt er door de GGD actief naar deze potentiële bronnen gezocht om deze te bemonsteren. Van alle bemonsteringen door BEL in de periode 2013-2022 betrof 12% een natte koeltoren en 6% een afvalwaterzuivering.

In totaal was er voor 693 (19%) patiënten met een positieve kweek, een klinisch isolaat beschikbaar dat gedeeld is met BEL voor typering (Annex A Tabel 5, zie paragraaf 4.3). Voor 253 (37%) van deze patiënten was ook een omgevingsisolaat beschikbaar uit potentiële bronnen bemonsterd door BEL. Bij 51 van deze 253 (20%) patiënten werd een genotypische match met een besmettingsbron gevonden. Dit is 1,4% van het totaal aantal LP-patiënten (N=3.649).

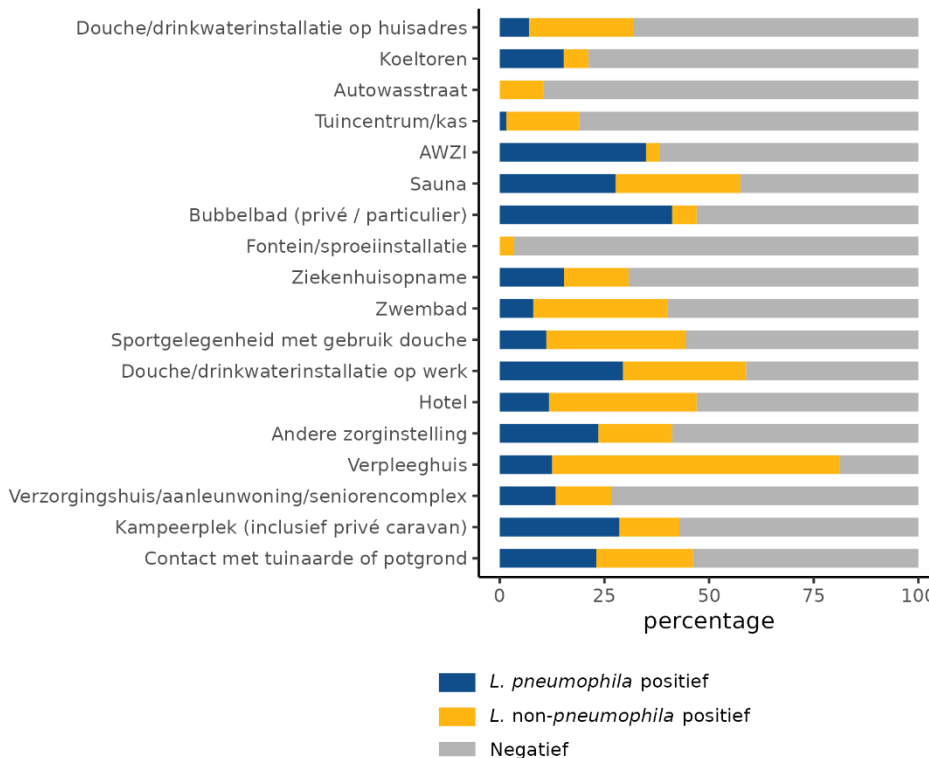
De meeste genotypische matches tussen een patiënt en een positief bemonsterde bron werden gevonden bij afvalwaterzuiveringen: 17 van de 51 matches (33%) (Figuur 4.3, Annex A Tabel 4 en Tabel 6). Deze matches werden gevonden bij 5 IWZI's en 1 RWZI. Bij 4 locaties ging het om clusters welke worden toegelicht in Hoofdstuk 5. Verder werden 14 van de 51 patiënten (27%) gematcht aan douche/drinkwaterinstallaties, waarvan 6 op een privé adres, 3 bij een ziekenhuis of zorginstelling en 3 op een werk-gerelateerde locatie (Annex A Tabel 4 en Tabel 6). Voor 10 patiënten betrof de match een bad (Annex A Tabel 6). Dit was voor 6 matches een privé-bubbelbad, 2 matches een openbaar bubbelbad en 2 voetenbaden in een wellnesslocatie (sauna) (Annex A Tabel 6).

Soms werden patiënten aan twee aan elkaar gerelateerde bronnen op een locatie gematcht, zoals een vulslang en bad of twee punten in een huisbemonstering zoals een tuinslang en de buitenkraan (leidingsysteem). Volgens de regelgeving in de periode 2013-2022 geldt voor 9 van de 51 matches (18%) dat het een prioritaire locatie betrof (Annex A Tabel 6). Daarnaast werden er 3 matches gevonden met natte koeltorens en was er één match met het water van een koelreservoir op de werklocatie (Euser, Boogmans et al. 2014). Verder was er een match met een apneuapparaat (CPAP) (Stolk, Russcher et al. 2016). De meeste matches werden gemaakt met een *Legionella pneumophila* serogroep 1 (43 van de 51 matches). Voor 2 patiënten met een *Legionella longbeachae* isolaat werd een match gevonden met potgrond. Verder was er nog een match met een *Legionella pneumophila* sg2, sg3, sg4, tweemaal sg6 en een sg7-14.

Figuur 4.3 Aantal patiënten waarbij een match werd gevonden tussen patiëntisolaat en omgevingsisolaat per type bron in de periode 2013-2022 (bron: BEL)



Figuur 4.4 De resultaten van de door BEL bemonsterde besmettingsbronnen, de 18 vaakst bemonsterde bronnen zijn hierin weergegeven. Indien een bemonstering positief is voor zowel *L. pneumophila* als *L. non-pneumophila*, is deze meegeteld onder *L. pneumophila*. (bron: BEL)



Ongeveer een derde van de bemonsteringen is positief getest op *Legionella* species (n=320, 33%, Annex A Tabel 7). Van alle bemonsteringen tussen 2013 en 2022 werd in 201 (20%) monsters een *Legionella non-pneumophila* gevonden, in 92 (9%) *Legionella pneumophila* serogroep 1 en in 65 (6%) één of meerdere *Legionella pneumophila* serogroepen 2-14. Per type bron zijn wel opmerkelijke verschillen in het aandeel bronnen waarbij *L. pneumophila* serogroep 1 dat wordt gevonden (Figuur 4.4). Bij de 314 bemonsterde woningen werd bij 8% *L. pneumophila* gevonden, en bij 4% betrof dit serogroep 1. Dit percentage is veel lager dan de bemonsteringen bij wellnesslocaties, waar bij 23% van de sauna's en bij 38% van de privé-bubbelbaden *L. pneumophila* serogroep 1 werd aangetoond. Ook bij AWZI's werd met 27% relatief vaak *L. pneumophila* serogroep 1 aangetoond. Bij sommige veel bemonsterde brontypes, zoals tuincentra, autowasstraten en fontein, werd helemaal geen *L. pneumophila* serogroep 1 aangetoond. Annex A Tabel 7 geeft een overzicht van de bemonsteringsresultaten per bron.

4.3 Analyse van *Legionella* species, serogroepen en sequence types

Als een klinisch isolaat beschikbaar is, wordt deze gekweekt en getypeerd om te achterhalen welke legionellabacterie de infectie bij een patiënt heeft veroorzaakt. Voor de bronopsporing is het ook belangrijk dat er een klinisch isolaat van een patiënt beschikbaar is, omdat de typering hiervan vervolgens vergeleken kan worden met de typering van isolaten uit de omgevingsbronnen en er vervolgens een match gemaakt kan worden. Bovendien geeft de beschrijving van de klinische en omgevingsisolaten een beeld van de verdeling van de verschillende *Legionella* varianten als ziekteverwekker in patiënten en in de bemonsterde bronnen. Bij ongeveer 80% van de patiënten is echter geen positief klinisch isolaat beschikbaar.

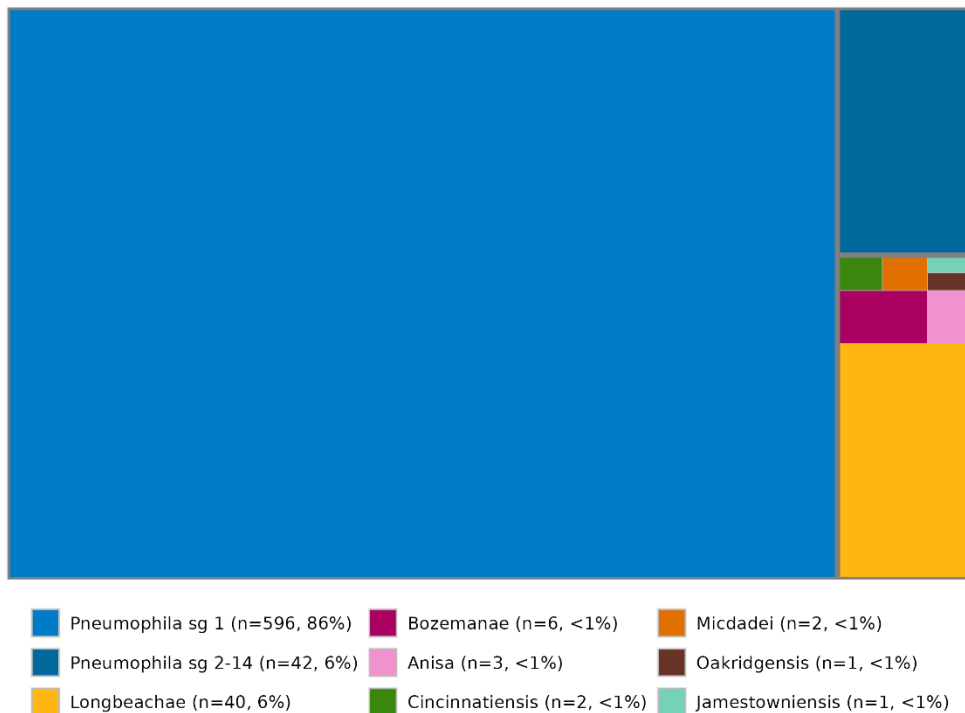
De legionellabacterie groeit niet in de standaard (banale) kweek die voor luchtweginfecties wordt ingezet, maar moet op speciaal medium worden ingezet. Er is materiaal uit de lage luchtwegen (sputum of BAL) nodig voor een kweek en veel LP-patiënten hebben geen productieve hoest, waardoor dit materiaal niet beschikbaar is. Bovendien duurt het circa 5 dagen voordat de kweek positief is. Hierdoor blijft de kweek in de klinische setting vaak achterwege als de patiënt al door een andere methode is gediagnosticeerd zoals de urineantigeentest (UAG) of de PCR. De gevoeligheid van de kweek ligt tussen de 50 en 80% (Phin, Parry-Ford et al. 2014), wat lager is dan de gevoeligheid van de UAG en de PCR op een lage luchtwegmonster. Een belangrijk voordeel van de kweek is echter dat deze methode, in tegenstelling tot de UAG, alle *Legionella* species en *L. pneumophila* serogroepen kan aantonen.

4.3.1 Klinische isolaten

Tussen 2013 en 2022 is er bij 1.664 (46%) van de 3649 binnenlandse patiënten met legionellapneumonie in Osiris geregistreerd dat er een kweek is ingezet. Bij iets minder dan de helft (741, 45%) was deze kweek positief voor *Legionella* spp. Dit betekent dat er een positief klinisch isolaat beschikbaar was voor ongeveer 20% van de binnenlandse LP-patiënten. Het merendeel van deze isolaten werd ingestuurd naar het referentielab (BEL) voor verdere typering. In totaal waren er 693 klinische isolaten beschikbaar bij het referentielab BEL

voor typering. Dit is 93% van de positieve kweken die gemeld zijn in Osiris en 19% van het totaal aantal gemelde binnenlandse LP-patiënten. Hieronder worden de resultaten beschreven op basis van de 693 isolaten die door BEL zijn getypeerd. Annex A Tabel 8 laat zien dat in 92% (n=638) van de klinische isolaten *Legionella pneumophila* werd gevonden, waarvan in 93% (n=596) een serogroep 1 is aangetoond (86% van alle getypeerde klinische isolaten). Onder de *Legionella non-pneumophila species* (8% van alle isolaten) was *Legionella longbeachae* de meest voorkomende (6% van alle getypeerde klinische isolaten, 73% van de isolaten positief voor een *Legionella non-pneumophila spp*). (Figuur 4.5)

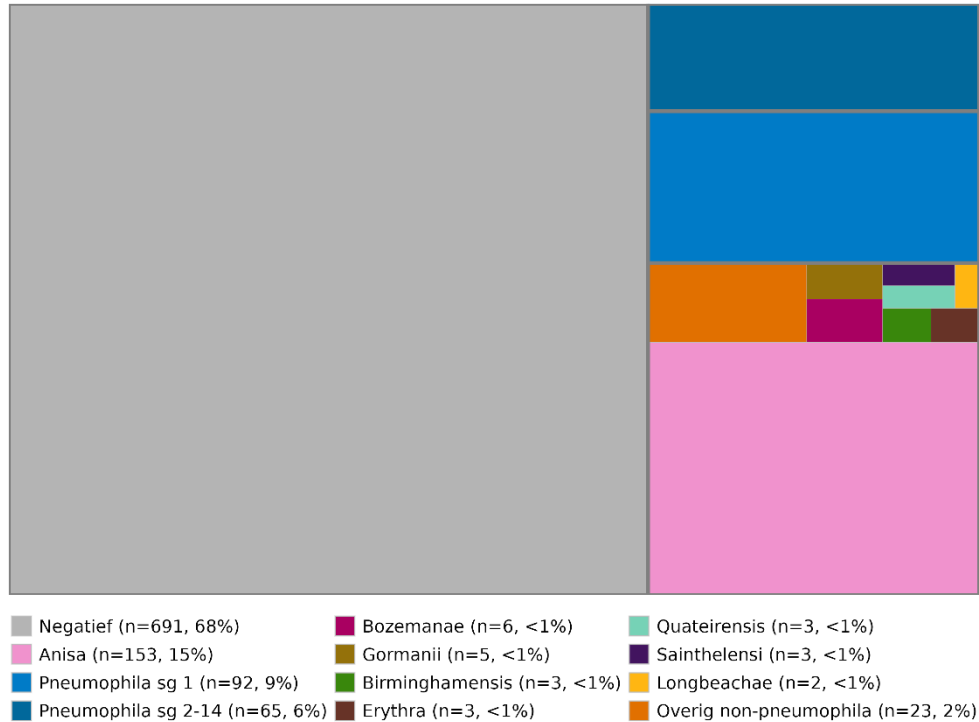
Figuur 4.5 Verdeling van *Legionella* species en serogroepen in de uitslagen van de typering van patiëntisolaten ontvangen en getypeerd door BEL tussen 2013 en 2022 (bron: BEL)



4.3.2 Omgevingsisolaten

Vanuit BEL zijn er bij 1.015 potentiële bronnen een bemonstering uitgevoerd over de periode 2013-2022. Van deze bemonsteringen werd bij 324 bemonsteringen (32%) *Legionella* aangetoond. *Legionella anisa* werd het vaakst aangetoond (n = 153, 15% van alle omgevingsisolaten, 47% van alle positieve omgevingsisolaten), gevolgd door *Legionella pneumophila* serogroep 1 (n = 97, 9% van alle omgevingsisolaten, 30% van alle positieve omgevingsisolaten). Ter vergelijking waren er maar 3 klinische isolaten met *L. anisa*. *Legionella longbeachae* had onder omgevingsisolaten een duidelijk lager aandeel (n = 2, 0,2%) dan in de klinische isolaten. In 19 van de 324 positieve bemonsteringen werd meer dan één *Legionella* soort aangetoond. 18 bemonsteringen daarvan bevatten naast *L. pneumophila*, ook *L. non-pneumophila*, waarvan het merendeel (n = 8, 42%) *L. anisa* was. Één bemonstering bevatte 2 *L. non-pneumophila* soorten: *L. bozemanii* en *L. gormanii*. (Figuur 4.6)

Figuur 4.6 Resultaten typering van bemonsteringen afgenomen en getypeerd door BEL tussen 2013 en 2022 (bron: BEL)



Voetnoot: Een monster kan positief zijn voor meerdere species en/of serogroepen, het percentage geeft het aandeel van het totaal aantal bemonsteringen aan (n=1015) en telt daarom niet op tot 100%.

4.3.3 Sequence types in klinische en omgevingsisolaten

Om vast te stellen of een positief bemonsterde bron, daadwerkelijk de bron van besmetting is, wordt de legionellabacterie van de patiënt op DNA-niveau vergeleken met de legionellabacterie uit de mogelijke bron. Hiervoor wordt in de periode 2013 – 2022 meestal de moleculaire typeringmethode sequenced based typing (SBT) gebruikt. Dit is een internationaal gestandaardiseerde methode die de DNA volgorde van 7 virulentie en huishoudgenen van de *L. pneumophila* bacterie vergelijkt. De uitkomst van de SBT-analyse is een genotype, ofwel ST-type, welke voor de meeste ST-types goed bruikbaar is voor epidemiologische vergelijkingen. Internationaal zijn er van *Legionella pneumophila* serogroep 1, al meer dan 3000 verschillende sequentietyperingen (ST-types) bekend en de verdeling van veel voorkomende ST-types verschilt per land of regio (Genevra, Chastang et al. 2020).

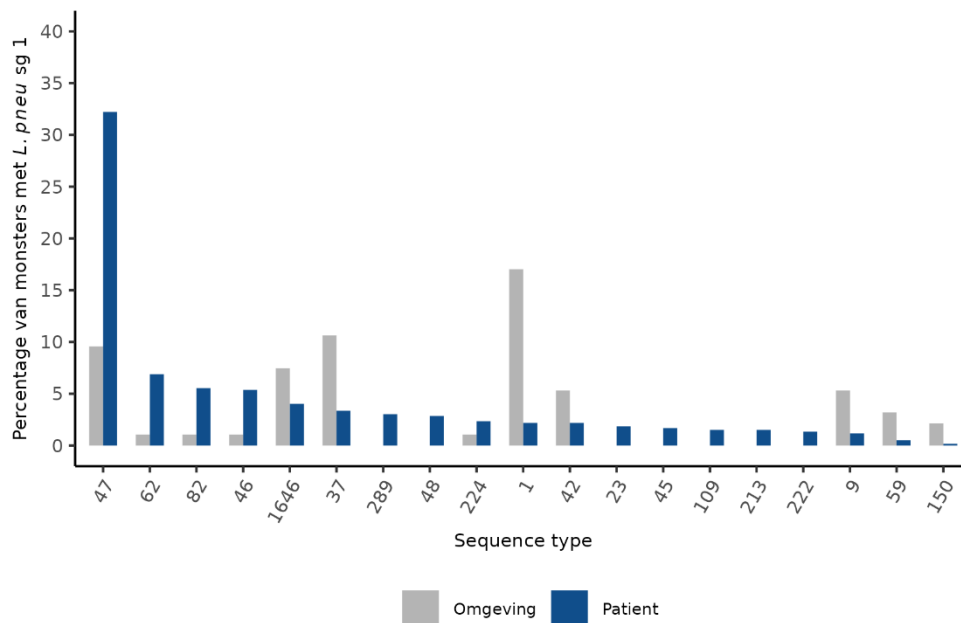
Zowel Annex A Tabel 8 als Figuur 4.7 laten zien dat *L. pneumophila* serogroep 1 sequence type (ST) 47 met 192 isolaten (30%) het meeste voorkomt in de klinische isolaten tussen 2013 en 2022. In de bemonsterde bronnen werd ST47 slechts negen keer gevonden (6% van de omgevingsisolaten). Zeven van de 9 omgevingsisolaten met ST47 werden gevonden in bemonsteringen van privé-bubbelbaden, de andere twee werden gevonden in een AWZI en een douche/drinkwaterinstallatie op het huisadres.

Na ST47 zijn de meest voorkomende ST-types bij de klinische isolaten ST62 (n=41, 6%), ST82 (n=33, 5%) en ST46 (n=32, 5%). In de omgevingsbronnen werden deze typering slechts enkele keren

aangetoond. Het genotype ST62 werd twee keer aangetoond en ST82 en ST46 beiden slechts één maal. Het is opmerkelijk dat dit steeds een prive-wellness betrof, en 1 keer een prive bubbelbad met buitendouche bij een accommodatie. In de omgevingsisolaten wordt *L. pneumophila* serogroep 1 sequence type 1 het meest gevonden (n=17, 12%). ST1 is een relatief veel voorkomend type in water en dit type werd dan ook gevonden in een verscheidenheid aan bronbemonsteringen; douche/drinkwaterinstallatie op huisadres (N=4), sauna (N=3), koeltoren (N=3), andere zorginstelling (N=2) en eenmaal in een verpleeghuis, ziekenhuis, AWZI, schip en bij een tandartspraktijk. Bij de patiënten in de periode 2013-2022 was slechts 2% (n=13) van de klinische isolaten ST1.

(bron: BEL)

Figuur 4.7 Verdeling van ST-types van L. pneumophila serogroep 1 bij de klinische isolaten van binnenlandse patiënten met legionellapneumonie en de omgevingsisolaten uit de bronbemonstering.



Na ST1 was ST37 het meest gevonden ST-type in de omgevingsisolaten (n=10, 7%). Zes van de 10 omgevingsisolaten met ST37 werden gevonden in 2022, waarvan er 5 behoren tot een [cluster](#) gerelateerd aan recent geïnstalleerde CV-ketels waarvoor de NVWA op 13 juli 2023 een [veiligheidswaarschuwing](#) heeft uitgegeven. Verder valt op dat ST1646 alleen is gevonden in bemonsteringen van AWZI's. Dit ST-type werd gevonden bij 24 klinische isolaten (4%) en in 5 verschillende AWZI's. Van de non-serogroep 1 types komt *L. pneumophila* serogroep 3 sequence type 2441 ook redelijk vaak voor in omgevingsisolaten (N=8, 1%) en wordt het vaakst gevonden in bemonsteringen van douche/drinkwaterinstallatie op huisadres (N=4), maar is ook tweemaal gevonden in een andere accommodatie en eenmaal in zowel een bemonstering van een AWZI als een openbaar bubbelbad. Er waren 6 klinische isolaten van het type ST2441 (0,9%).

5 Clusters en uitbraken tussen 2013 en 2022

In dit hoofdstuk worden de clusters en uitbraken tussen 2013 en 2022 beschreven. Daarbij wordt specifiek aandacht gegeven aan clusters in de categorieën 'Bubbelbaden en sauna's' en 'Natte koeltorens en AWZI's', vanwege het hogere aantal clusters bij deze categorieën. Er wordt beschreven hoe vaak locaties uit deze categorieën gemeld zijn in de Nederlandse surveillance data als potentiële bron van besmetting bij sporadische legionellose patiënten en bij clusters in de periode 2013 tot 2022. Het overzicht is beperkt tot de meldingen van patiënten met een LP opgelopen in Nederland, de zogenaamde binnenlandse patiënten. Wanneer men tijdens de incubatietijd bij een potentiële bron (in de buurt) is geweest, is dit nog geen bewijs dat dit ook de bron van besmetting is. Meerdere patiënten die zijn blootgesteld (een cluster) aan dezelfde potentiële bron of aanvullend microbiologisch onderzoek kunnen aanvullend bewijs leveren over de mogelijke besmettingsbron. Dit hoofdstuk bevat zowel de resultaten van de vragenlijst uit Osiris, als de gegevens van de bronopsporing uitgevoerd door BEL.

5.1 Bubbelbaden en sauna's

5.1.1 Kernpunten

- Van de binnenlandse LP-patiënten noemt 4,7% blootstelling aan een bubbelbad. Dit is hoger dan het aandeel zwembad (3,6%) en sauna (2,4%).
- Vooral privé-bubbelbaden worden vaak genoemd (4%) en dit aantal nam toe in de periode 2013-2022.
- Binnenlandse patiënten die in een vakantieverblijf in Nederland waren, rapporteerden vaker een privé-bubbelbad als potentiële bron (10%) dan binnenlandse patiënten zonder verblijf in een vakantieverblijf. Hoewel dit een privé-bubbelbad wordt genoemd, zijn de vakantiegasten voor onderhoud afhankelijk van een andere partij.
- Er waren in de periode 2013-2022 5 clusters bij bubbelbaden en 10 clusters bij sauna's. Hierbij waren resp. 17 en 42 patiënten betrokken.
- Bij de helft van de bemonsterde bubbelbaden werd *Legionella pneumophila* aangetoond.
- Het aandeel matches bij bubbelbaden en sauna's is hoger dan bij andere bronnen. Wanneer een klinisch isolaat beschikbaar is, en de locatie kan worden bemonsterd, wordt bij resp. 24% van de bubbelbaden, en 19% van de sauna's een genotypische match met een patiënt gemaakt.
- Er zijn ook meldingen van legionellapneumonie en legionellose (zonder pneumonie) onder kinderen en in jongere leeftijdsgroepen bij blootstelling aan een bubbelbad.
- Bij 7 bubbelbaden in 2013-2022 werd het type ST47 aangetoond. Dit ST-type wordt zelden in andere bronnen gevonden en is het meest gevonden ST-type bij patiënten.

5.1.2 *Achtergrond*

In dit rapport wordt de term bubbelbad gebruikt. Andere termen die vaak worden gebruikt voor dit type baden zijn spa, jacuzzi, hottub of whirlpool. Het gaat om baden, vaak geschikt voor meerdere personen, waarbij lucht in het bad wordt geblazen waardoor bubbels ontstaan. Als de bubbels aan het oppervlakte komen, barst de bubbel, waarbij aerosolen ontstaan (Bouwknegt, Schijven et al. 2013).

Legionellabacteriën die in het water aanwezig zijn kunnen op deze manier in de lucht terechtkomen. Meestal is de watertemperatuur ingesteld op een gunstige temperatuur voor legionellagroei.

Bubbelbaden kunnen in sauna's staan, maar ook in de badkamer bij mensen thuis. De baden kunnen ook in de buitenlucht staan. Tot slot zijn er ook bubbelbaden die opblaasbaar zijn en tijdelijk worden gebruikt. Als het bad gevuld wordt met water waarin *Legionella* aanwezig is of als er nog een biofilm met *Legionella* in de luchtleidingen aanwezig is kunnen de legionellabacteriën zich vermeerderen en worden verspreid naar de lucht.

Met sauna's worden locaties bedoeld waar vaak naast enkele sauna ruimtes, ook verschillende baden aanwezig kunnen zijn en waarbij waterverneveling plaatsvindt zoals aanwezigheid van douchevoorzieningen, bubbelbaden en/of sproei-installaties.

Bubbelbaden zijn een bekende bron van legionellabesmetting en uitbraken van legionellose. In een internationaal overzichtsartikel van uitbraken worden 19 uitbraken beschreven in de periode 2006 tot 2017 waarbij een bubbelbad de bron van besmetting was, met totaal 319 bevestigde patiënten met legionellapneumonie (LP) en 433 patiënten met de mildere vorm (Pontiac fever (PF)) (Hamilton, Prussin et al. 2018). Ook de grootste legionellose uitbraak in Nederland, Flora Bovenkarspel in 1999, werd veroorzaakt door een bubbelbad (Den Boer, Yzerman et al. 2002). Bij deze uitbraak werd onder de bezoekers van de flora in totaal 286 zieken gemeld, waarvan 206 bezoekers met klinische verschijnselen van pneumonie, en 29 overlijdens (Den Boer, Bosman et al. 2001). Bij een deel van deze patiënten ontbrak een thoraxfoto ter bevestiging of was geen laboratoriumdiagnostiek gedaan. Er waren 188 patiënten die voldeden aan de casusdefinitie opgesteld voor deze uitbraak en in deze groep overleden 21 patiënten. (Den Boer, Yzerman et al. 2002). Het bubbelbad dat deze uitbraak veroorzaakte, stond tentoongesteld op een expositie, waardoor er veel bezoekers die in de buurt van het bad kwamen werden blootgesteld. Er zijn meer uitbraken beschreven, waarbij mensen in de omgeving van het bad besmet raakten, zonder zelf het bad te gebruiken. Dit is zelfs mogelijk op grotere afstand van het bad, hoewel dit wel uitzonderlijk is (Sanchez-Buso, Guiral et al. 2015; Gumá, Drasar et al. 2023). Bubbelbaden zijn ook vaak te vinden bij sauna's en zwembaden, welke ook beschreven worden in dit hoofdstuk. Bij een sauna/wellnesscomplex zijn er naast bubbelbaden ook andere soorten faciliteiten, zoals diverse soorten baden en douches met mogelijke risico's op legionellabesmetting.

5.1.3 *Patiënten en clusters met bubbelbad of sauna als potentiële bron* *Bubbelbaden*

Van 2013 tot en met 2022 waren er 159 binnenlandse patiënten (4,7%) die blootstelling aan een bubbelbad als potentiële bron noemden. Het aandeel patiënten dat een openbaar bubbelbad noemt (0,7%) ligt veel

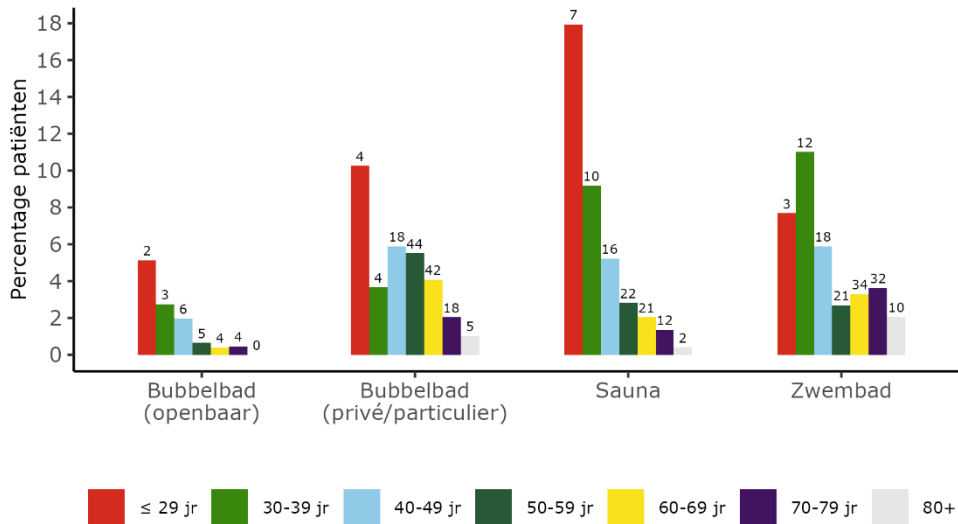
lager dan het aandeel dat een privé-bubbelbad bij een woning of vakantiewoning noemt (4,0%). Er was een toename van het aantal patiënten met een bubbelbad in privé-setting als potentiële bron. (Annex A Tabel 9) Bubbelbaden tijdens saunabezoek zijn hierbij niet meegerekend. Het aandeel patiënten met een binnenlandse reis en blootstelling aan een privé-bubbelbad is met 9,9% ruim hoger dan het aandeel bij patiënten zonder reis (2,9%). Het is aannemelijk dat het hierbij vaak om bubbelbaden bij vakantieverblijven gaat. Er waren 5 clusters bij bubbelbaden in privé-setting met in totaal 17 gerelateerde patiënten. Twee van de clusters bij privé-bubbelbaden waren bij gehuurde vakantiehuizen in Nederland. Er was 1 cluster bij een openbaar bubbelbad op het dakterras van een hotel. (Annex A Tabel 10) Bij 36 van de 158 patiënten die blootstelling aan een bubbelbad rapporteerden was een klinisch isolaat beschikbaar, en bij 28 patiënten met een isolaat werden potentiële bronnen bemonsterd. Bij 6 van deze patiënten ($6/28=21\%$) werd een genotypische match gemaakt met een bubbelbad. Dit betrof 3 vakantiehuizen met een privé-bubbelbad en 3 bubbelbaden bij woonhuizen. Daarnaast was er een match bij 2 openbare bubbelbaden die zijn ingedeeld onder de locatie sauna (1 match) en onder locatie zwembad (1 match).

In de periode 2013-2022 overleden 10 van de 134 personen (7,4%) die blootstelling hadden aan een privé-bubbelbad (70% man, mediane leeftijd 72 jaar met range tussen 59 en 80 jaar). Bijna de helft van deze overleden patiënten was blootgesteld aan een bubbelbad bij een accommodatie. Van de 28 personen met een privé-bubbelbad die een binnenlandse reis hadden gemaakt en dus waarschijnlijk een privé-bubbelbad bij een vakantieaccommodatie hadden, overleden 4 patiënten (14%). Zie Annex B Casuïstiek voor meer informatie over de verschillende clusters en uitbraken gerelateerd aan bubbelbaden en sauna's.

Sauna

Er waren 90 binnenlandse patiënten (2,4%) die in de periode 2013 t/m 2022 het bezoek van een sauna meldden als potentiële bron. Het aandeel patiënten dat een sauna bezocht ligt met 18% het hoogste in de leeftijdsgroep tot 30 jaar (Figuur 5.1). In totaal waren er 10 clusters bij een sauna, waarbij 42 patiënten betrokken waren (Annex A Tabel 10). Hiervan waren 3 clusters, met totaal 20 gerelateerde patiënten, bij privé-wellness locaties. Bij 19 van de 90 patiënten die een sauna bezochten was een klinisch isolaat beschikbaar, en bij 16 van deze patiënten met een isolaat werden potentiële bronnen bemonsterd. Bij 3 van deze 16 patiënten (19%) werd een genotypische match gevonden bij een saunalocatie. Er overleden 4 patiënten van de 90 patiënten (4,4%) die een sauna hadden bezocht.

Figuur 5.1 Percentage van binnenlandse patiënten met legionellapneumonie per leeftijdsgroep dat blootstelling aan een bubbelbad of bezoek aan een sauna of zwembad noemt tussen 2013 en 2022 (bron: Osiris)



Cijfers boven de kolommen zijn het aantal binnenlandse patiënten met legionellapneumonie per leeftijdsgroep dat blootstelling aan dat brontype benoemt.

Zwembaden

In totaal waren er 130 binnenlandse patiënten (3,6%) in de periode 2013-2022 die een zwembad bezochten tijdens de incubatieperiode. De leeftijdsgroep 30-39 jaar noemt het vaakst het bezoek van een zwembad (11%) (Figuur 4.1). Er waren geen clusters bij zwembaden. Bij 25 van de 130 patiënten die een zwembad bezochten was een klinisch isolaat beschikbaar en bij 17 patiënten werden potentiële bronnen bemonsterd. Bij 2 van deze 17 patiënten (12%) werd een genotypische match gevonden, waarvan 1 met de douche van een openbaar zwembad, en bij 1 patiënt werd een match gevonden met een eerder genoemd bubbelbad op een zwembadlocatie. Er zijn 4 van de 130 patiënten die een zwembad bezochten overleden (3%).

5.1.4

Resultaten bemonstering en matches per brontype

Er werden 42 bubbelbaden bemonsterd en bij de helft werd *Legionella pneumophila* aangetoond. Bij 9 bemonsterde bubbelbaden werd een match met de patiënt gevonden (21%). Het betrof 7 bubbelbaden in privésetting, waarvan 3 in het privé-gedeelte van een accommodatie. Daarnaast was er match van 2 openbare bubbelbaden (een club met bubbelbaden en bubbelbad bij een zwembad). In de periode 2013-2022 werd bij 7 bubbelbaden de typering ST47 aangetoond. Dit type werd naast de 7 bubbelbaden slechts eenmaal aangetoond in leidingwater en eenmaal in een AWZI. Bij 1 van 7 bubbelbaden met ST47 is een match gemaakt met een klinisch isolaat. Bij de andere 6 bubbelbaden met ST47 waren er geen klinisch isolaten beschikbaar om te vergelijken. Er waren 46 saunabemonsteringen, maar sommige sauna's werden meerdere malen bemonsterd. Het betrof dus minder dan 46 verschillende saunalocaties. Bij ruim de helft (56%) van de saunabemonsteringen werd *Legionella* aangetoond, waarvan 26% *L. pneumophila*. Verder werd bij 3 verschillende sauna's een match gevonden (7% van de saunabemonsteringen). De matches bij sauna's

werd 1 keer gevonden in een voetenbad, 1 keer in zowel een voetenbad als een bubbelbad en een koudwaterslang, en 1 keer in een swab van een vulslang.

Bij de 25 zwembaden die zijn bemonsterd was het aandeel positieve bemonsteringen en het aandeel *L. pneumophila* lager. Hier werd bij 40% van de bemonsteringen *Legionella* aangetoond, maar dit was vaak *L. non-pneumophila*. Bij twee van de 25 zwembaden (8%) werd *L. pneumophila* gevonden. Er werd 1 match gevonden (4%) met de douches van een zwembad. Bij 6 van de 13 bovengenoemde matches (46%) betrof het een prioritaire locatie, waar wettelijke eisen gelden voor legionellapreventie.

5.2 Natte koeltorens en AWZI's

5.2.1

Kernpunten

- Omgevingsbronnen zoals koeltorens en AWZI's worden zelden voor sporadische LP-patiënten bemonsterd. Opsporing en bemonstering van deze bronnen wordt vooral gedaan als er sprake is van een lokale toename van LP-patiënten (een geografisch cluster of uitbraak).
- In de periode 2013-2022 werden 3 koeltorens via een match bevestigd als bron van besmetting. Het betrof een uitbraak met 19 patiënten in 2021, een cluster van 3 patiënten in 2019, en een sporadische patiënt.
- Bij een uitbraak met 17 patiënten was een koeltoren de vermoedelijke bron, maar dit kon niet via een match worden bevestigd.
- AWZI's zijn pas sinds 2017/2018 goed in beeld als potentiële bron.
- Er waren 3 uitbraken waarbij een AWZI als bron werd bevestigd via een match en modellering. Het betrof 1 langdurige uitbraak met patiënten van 2013 tot 2018 met circa 35 patiënten (Son), een uitbraak bij Boxtel met 14 patiënten, en een uitbraak bij Houten met 15 patiënten. Daarnaast waren er nog 2 kleinere clusters waarbij een match met een AWZI werd gevonden.
- Sinds 2018 werden tenminste 8 geografische clusters onderzocht waarbij een AWZI een aannemelijke bron was, omdat een hoge concentratie *L. pneumophila* serogroep 1 werd aangetoond. Bevestiging als bron was niet mogelijk omdat klinische isolaten ontbraken.
- Bij 15% van de koeltoren bemonsteringen en 35% van de AWZI bemonsteringen werd *Legionella pneumophila* aangetoond.
- *Legionella pneumophila* serogroep 1 ST1646 wordt het vaakst aangetoond in de bemonsteringen bij een AWZI. Verder werd bij 1 AWZI, die de bron was van een cluster, ST47 aangetoond. Dit ST-type wordt het meest bij LP-patiënten in Nederland gevonden.

5.2.2

Achtergrond

Omgevingsbronnen zijn vaak niet zichtbaar of herkenbaar voor de patiënt zelf. Voorbeelden zijn natte koeltorens, AWZI's en sproeisystemen voor stofbeheersing. Dit zijn bronnen die onder gunstige weersomstandigheden mensen op verdere afstand mensen kunnen besmetten. Van AWZI's en natte koeltorens is vastgesteld dat besmetting tot op meerdere kilometers mogelijk is ('langeafstandbron').

Het is voor de patiënt dan ook vaak niet mogelijk deze bronnen te noemen, behalve als ze zich nog herinneren vlak bij bijvoorbeeld een AWZI te zijn geweest. Het is aan de GGD om deze bronnen in de leefomgeving van de patiënt te identificeren, onder meer door vragen te stellen over het gedrag of bepaalde activiteiten die ze hebben ondernomen tijdens de incubatietijd.

Natte koeltorens

Natte koeltorens zijn waterinstallaties die gebruikt worden bij de klimaatbeheersing in grote gebouwen zoals ziekenhuizen, datacenters en kantoorloftoren. Koeltorens zijn onderdeel van de luchtkoeling (airconditioning). Natte koeltorens kunnen ook worden gebruikt om een industrieel proces te koelen zoals energiecentrales en staalproductie. Het koelmedium van een natte koeltoren is water. Het water neemt warmte op van de te koelen condensor of industrieel proces en in een koeltoren wordt dit water 'teruggekoeld' door het water heel fijn te sproeien op een koelpakket en vervolgens via een ventilator lucht door dit pakket te trekken. Hierdoor verdampt een deel van het water en daalt de temperatuur van het water. Bij dit proces komen aerosolen vrij en kunnen legionellabacteriën in de buitenlucht worden verspreid.

Uitbraken bij natte koeltorens

Natte koeltorens zijn internationaal gezien de meest voorkomende bron van uitbraken van legionellapneumonie. In een overzichtsartikel van uitbraken in de periode 2006-2017, bleken koeltorens de bron van besmetting te zijn bij 40% van de uitbraken waarbij een bron kon worden geïdentificeerd. Dit kunnen zowel kleine als grote uitbraken zijn. Over een periode van elf jaar werden internationaal 41 uitbraken door koeltorens gepubliceerd, waarbij ruim 2000 bevestigde patiënten met legionellapneumonie. Daarbij was 60% van de uitbraak gerelateerde overlijdens herleidbaar tot een koeltorenuitbraak. (Hamilton, Prussin et al. 2018) Bovendien is aannemelijk dat een deel van de niet-uitbraak gerelateerde patiënten door een koeltoren wordt besmet (Ricketts, Joseph et al. 2012). Uitbraken door koeltorens worden niet uitsluitend gezien in warme landen, maar ook in koude landen en soms ook in de winter. De transmissie afstand is meestal beperkt tot 1 á 2 km, maar kan variëren van een paar honderd meter tot mogelijk 12 km (Walser, Gerstner et al. 2014). In Nederland was de grootste uitbraak door een natte koeltoren in 2006 in Amsterdam. Bij deze uitbraak werden 31 mensen ziek en overleden 3 patiënten (Sonder, van den Hoek et al. 2008).

Afvalwaterzuiveringsinstallaties

Een afvalwaterzuiveringsinstallatie (AWZI) zuivert afvalwater zo veel mogelijk van schadelijke stoffen zodat lozing op het oppervlaktewater mogelijk is. Er worden AWZI's gebruikt bij industriële bedrijven (industriële waterzuivering; IWZI's) en voor de zuivering van huishoudelijk water (rioolwaterzuivering; RWZI's). Er zijn verschillende technieken mogelijk, zoals een fysisch-chemisch zuiveringsproces, een biologisch zuiveringsproces of combinaties hiervan. LP-uitbraken met een AWZI als bron zijn alleen beschreven bij de biologische afvalwaterzuiveringen. Deze zuiveringen gebruiken bacteriën om ammonium om te zetten naar stikstof. Voor een goed proces is het noodzakelijk dat de temperatuur tussen de 30 en 38 °C is en er zuurstof

wordt toegevoegd. De ideale temperatuur en aanwezige voedingsstoffen kunnen er voor zorgen dat er hoge concentraties *Legionella pneumophila* in het afvalwater aanwezig zijn. Door het toevoegen van lucht aan het water ontstaan er luchtbelllen die, vergelijkbaar met bubbelbaden, knappen aan het oppervlak waardoor legionellabacteriën in de lucht komen. De legionellabacteriën kunnen ook via het gezuiverde water worden verspreid naar bijvoorbeeld een andere waterzuivering of naar het oppervlaktewater. Als dit water wordt verneveld komen de legionellabacteriën via die route in de lucht.

Uitbraken bij afvalwaterzuiveringen

Afvalwaterzuiveringen (AWZI's) zijn veel minder lang in beeld als potentiële bron van legionella infecties dan koeltorens. Voordat de eerste uitbraak door een AWZI in Nederland in 2017 werd ontdekt, waren er slechts enkele internationale publicaties over casuïstiek rond een afvalwaterzuivering. Bij 4 situaties ging het om werknemers bij een AWZI. Deze patiënten waren dus dicht bij de afvalwaterzuivering geweest. Bij 3 andere situaties werden omwonenden van een AWZI ziek, maar werd in de oorspronkelijke publicatie een koeltoren of gaswasser beschouwd als de besmettingsbron. Bovendien was er bij 2 van deze uitbraken ook verspreiding van *Legionella* via rivierwater, waardoor nog andere bronnen betrokken konden zijn (Bartels, van Leerdam et al. 2019). De rol van AWZI's bij het besmetten van omwonenden was daardoor in eerste instantie niet duidelijk, en bleek soms pas jaren later uit aanvullend onderzoek. Mogelijk waren er meer uitbraken door AWZI's, maar door onbekendheid is deze bron zelden meegenomen in uitbraakonderzoek.

Wel waren er diverse publicaties over het aantonen van legionellabacteriën in AWZI's. Zo toonde een Noorse studie in 2014 aan dat bij 16% van de 33 onderzochte AWZI's *Legionella* species kweekbaar waren, en bij 9% *Legionella pneumophila*. Daarbij werden hoge concentraties *Legionella* gevonden tot 10^8 KVE/L. Met de PCR methode werd in deze studie bij 46% van de AWZI's *Legionella pneumophila* aangetoond (Lund, Fonahn et al. 2014). In een Nederlandse studie werden in 2018 vergelijkbare kweekresultaten gevonden. Op basis van risicokenmerken, zoals warm water of type industrie, werden 85 biologische AWZI's bemonsterd. Bij 15 van de 85 bemonsterde AWZI's werd via kweek *Legionella* aangetoond, en bij 13 AWZI's (15%) was dit *Legionella pneumophila* (van den Berg, Lodder et al. 2023). De legionellabacteriën in de AWZI kunnen via de aerosolen die ontstaan bij het beluchtingsproces naar de omgeving verspreiden. Ook is verspreiding naar de omgeving mogelijk via het water of een andere AWZI waarop het effluent wordt geloosd.

Opvallend is de grote transmissie-afstand die wordt gezien bij de uitbraken door AWZI's die tot nu toe bekend zijn. De uitbraak bij het Franse Pas-de-Calais waarbij 86 mensen een legionellapneumonie opliepen en 18 mensen overleden, wordt vaak aangehaald om de afstand van verspreiding door een natte koeltoren te illustreren (Nguyen, Ilef et al. 2006). Bij deze uitbraak werden ziektegevallen gezien tot tenminste zes en mogelijk twaalf kilometer afstand. Maar een recente publicatie van deze uitbraak waarbij de pluim en de koeltoren werd gemodelleerd, laat zien dat juist de afvalwaterzuivering een grote rol speelde (Wallet, Fontenay and Cabanes 2022). De pluim van de koeltoren kwam veel minder ver (circa 2 km) dan de pluim van de

afvalwaterzuivering (tenminste 6 km), en deze laatste pluim kwam overeen met de locaties van de patiënten op afstand. Ook bij de uitbraken in Nederland die in dit rapport beschreven worden, werd een grotere afstand van verspreiding gezien. Met een luchtverspreidingsmodel onderzocht het RIVM in 2019 het risico op ziekte door legionellabacteriën afkomstig uit AWZI's. Daaruit bleek dat LP-patiënten in de periode 2013-2018 meer waren blootgesteld aan aerosolen afkomstig van AWZI's dan een controlegroep (Vermeulen, Brandsema et al. 2019).

5.2.3 *Patiënten, clusters en bemonsteringen gerelateerd aan natte koeltorens en AWZI's*

Natte koeltorens

In de jaren 2013 t/m 2022 waren er 29 binnenlandse LP-patiënten (0,8%) waarbij de GGD blootstelling aan een koeltoren als potentiële bron in Osiris noemde (Annex A Tabel 4).

In de periode 2002 – 2012 werden slechts 43 bemonsteringen gedaan bij natte koeltorens. Dit was minder dan 3% van alle bemonsteringen (Den Boer, Euser et al. 2015). In periode 2013-2022 is dit aantal toegenomen naar 118 bemonsteringen (12%) en bij 15% werd een *Legionella pneumophila* aangetoond (n=18, Annex A Tabel 7). Er waren 6 clusters (mogelijk) gerelateerd aan koeltorens met in totaal 52 gerelateerde patiënten (Annex A Tabel 11). Bij 2 van de 6 clusters (KC1 en KC2) werd de koeltoren bevestigd als bron door middel van een match tussen een klinisch isolaat en een omgevingsisolaat van de koeltoren. Er was een match met type *Legionella pneumophila* serogroep 1 ST150 en een match met ST1. Verder zijn er een verscheidenheid aan *Legionella* species, waaronder verschillende *Legionella pneumophila* serogroepen en sequence types, gevonden in de bemonsteringen van koeltorens (zie Annex A Tabel 12). Zie Annex B Casuïstiek voor meer informatie over de verschillende clusters en uitbraken gerelateerd aan koeltorens.

AWZI's

In de jaren 2013 t/m 2022 waren er 31 binnenlandse LP-patiënten (0,8%) waarbij de GGD blootstelling aan een AWZI als potentiële bron in Osiris noemde (Annex A Tabel 4). Er zijn 63 bemonsteringen bij AWZI's uitgevoerd tussen 2013 en 2022 (6%) en bij 35% van de bemonsteringen werd een *Legionella pneumophila* aangetoond (n=22, Annex A Tabel 7). Er waren 12 clusters (mogelijk) gerelateerd aan een AWZI met in totaal 120 gerelateerde patiënten (Annex A Tabel 11). Bij 5 van de 12 clusters (AC1-5 en 1 losstaande patiënt) werd de AWZI bevestigd als bron door middel van een match tussen een klinisch isolaat en de bemonstering van de AWZI. Er was 4 keer een match met type *Legionella pneumophila* serogroep 1 ST1646, 1 match met ST47 en 1 match met ST42. Een van de matches met ST1646 ging om één patiënt, zonder cluster van gerelateerde patiënten, die zowel is gematched met de AWZI als een nabijgelegen koeltoren. Zie Annex B Casuïstiek voor meer informatie over de verschillende clusters en uitbraken gerelateerd aan AWZI's.

Verder zijn er een verscheidenheid aan *Legionella* species, waaronder verschillende *Legionella pneumophila* serogroepen en sequence types, gevonden in de bemonsteringen van AWZI's (zie Annex A Tabel 12). In een kwart van de bemonsteringen bij AWZI's positief voor *Legionella*

pneumophila is serogroep 1 ST1646 gevonden. ST1646 is totaal op 9 verschillende locaties gevonden. Dit waren 4 industriële AWZI's en 2 rioolwaterzuiveringen, en 2 keer oppervlaktewater bij een besmette AWZI en 1 koeltoren nabij een besmette AWZI. Van de patiëntisolaten positief voor *Legionella pneumophila*, werd in 4% (n=24) ook ST1646 gevonden (Annex A Tabel 8).

6 Discussie

6.1 Legionellose in Nederland vergeleken met andere Europese landen

In de periode 2013-2022 zijn er in Nederland in totaal 5.136 patiënten met legionellose gemeld, waarvan 3.649 (73%) patiënten met legionellapneumonie (LP) die de infectie in Nederland hebben opgelopen (binnenlandse meldingen). Er is in deze periode een duidelijke stijging te zien van het aantal binnenlandse LP-meldingen, van 180 in 2013 naar 484 in 2022, met een piek van het aantal meldingen in 2021 (n=555). Het aantal LP-meldingen van Nederlandse patiënten die in het buitenland zijn besmet is in de afgelopen 10 jaar redelijk stabiel gebleven. Met uitzondering van de jaren 2020 en 2021, waarin een duidelijke daling te zien was die vrijwel zeker te wijten is aan de reisbeperkingen als gevolg van de COVID-19-pandemie.

Ook in de rest van Europa wordt een stijging gezien van het aantal legionellosemeldingen. De hoogste Europese incidentie werd gezien in 2021 met 2,4 meldingen per 100.000 inwoners (ECDC 2023). De Nederlandse incidentie voor 2021 (3,8 per 100.000 inwoners) was vergelijkbaar met landen zoals België, Frankrijk en Denemarken, maar hoger dan in bijvoorbeeld Duitsland. Dit kan komen door verschillen in de diagnostiek tussen landen. Vanwege het gerichte antibioticabeleid in Nederland, waarbij de standaard antibioticabehandeling voor pneumonie niet effectief is tegen de legionellabacterie, wordt in Nederland mogelijk meer diagnostiek naar *Legionella* ingezet dan in andere landen. In sommige landen zijn fluorochinolonen de eerste keus behandeling bij pneumonie en deze groep antibiotica is wel werkzaam tegen *Legionella*. Daarnaast zijn er ook binnen sommige landen opvallende regionale verschillen zichtbaar, wat kan duiden op verschillen in incidentie door aanwezigheid van bepaalde virulente legionellastammen in water of grond, of met meteorologische verschillen.

Het seizoenspatroon, met een piek van de meldingen in de zomer, wordt ook gezien in andere Europese landen. Ook de risicogroepen voor legionellapneumonie en de verhouding in diagnostische methodes in de meeste andere Europese landen zijn vergelijkbaar met die in Nederland. In 2021 was 91% van het totaal aantal Europese patiënten 45 jaar of ouder en 89% van de patiënten was gediagnosticeerd middels een urineantigeen test. Gemiddeld heeft 11% van de patiënten een positieve kweek, waarvan de overgrote meerderheid een *L. pneumophila* heeft (96 % in 2021). In Nederland ligt het aandeel patiënten met positieve kweek (20%) boven het Europese gemiddelde. Van de Nederlandse kweekpositieve patiënten heeft 92% een *Legionella pneumophila* isolaat. Bij 86 % van de kweekpositieve patiënten betrof het *L. pneumophila* serogroep 1, welke ook via de urineantigeen test (UAG) aangetoond kan worden. In de resultaten is te zien dat 14% van de patiënten geen *L. pneumophila* serogroep 1 heeft. Daarom is het belangrijk dat naast de UAG ook andere methoden voor diagnostiek, zoals kweek en PCR, worden ingezet. Voor deze diagnostiek is dan wel sputum nodig. Denemarken laat zien dat dit mogelijk is, aangezien daar bijna 40% van de patiënten een positieve kweek heeft en 80-90% een positieve PCR (Uldum, Schjoldager et al. 2022).

6.2 Legionella pneumophila vs. L. non-pneumophila

Het vergelijken van de *Legionella*-soorten (species) en sequence types (ST) laat zien dat er een groot verschil is in wat wordt gevonden in patiëntisolaten ten opzichte van omgevingsisolaten. In de patiëntisolaten afgenomen tussen 2013 en 2022 werd in meer dan 90% van de isolaten een *Legionella pneumophila* aangetoond. Van de overige *Legionella non-pneumophila* species werd bij meer dan de helft een *Legionella longbeachea* aangetoond. Van deze laatste species is bekend dat deze voornamelijk wordt overgedragen via gronddeeltjes, zoals potgrond en tuinaarde. In het vorige Nederlandse overzicht van 2002-2012 was 99% van de patiëntisolaten *L. pneumophila* (Den Boer, Euser et al. 2015). Dit verschil kan verklaard worden door een kleine toename tussen 2013-2022 van patiënten met deze meest voorkomende non-*pneumophila* soort, de *L. longbeachae*. Het is niet duidelijk of het hogere aantal meldingen van patiënten met *L. longbeachae* het resultaat is van ontwikkelingen in de diagnostiek, of dat het een daadwerkelijke toename betreft.

In de omgevingsisolaten afgenomen bij de bemonstering van potentiële bronnen is vaker een *L. non-pneumophila* dan een *L. pneumophila* aangetoond (respectievelijk 20% en 14%). In driekwart van de isolaten met een non-*pneumophila* species is *L. anisa* aangetoond. Terwijl deze species heel weinig voorkomt bij patiënten (0,4%) en ook is er tussen 2013-2022 geen match geweest met *L. anisa*. De Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT) ziet in Nederland toe op de naleving van de regels voor legionellapreventie in drinkwater. De verhouding in de meldingen die de ILT heeft ontvangen van positieve monsters van leidingwaterinstallaties is nog meer tegengesteld. Van de meldingen die de ILT tussen 2020 en 2023 ontving was 97% positief voor *L. non-pneumophila* (op basis van ruim 27.000 meldingen). Dus bij ongeveer 3% van de meldingen ging het om *L. pneumophila* (nog niet gepubliceerde data ILT). Deze data tonen aan dat blootstelling aan *L. non-pneumophila* via leidingwaterinstallaties geregeld plaatsvindt. Echter, tot op heden is nog nooit een patiënt gelinkt aan locaties waar de aanwezigheid van *L. non-pneumophila* in leidingwaterinstallaties is gemeld bij de ILT.

Binnen de *L. pneumophila* serogroepen wordt serogroep 1 het vaakst aangetoond in zowel de patiënt- (93%) als de omgevingsisolaten (69%). Er zijn vervolgens wel verschillen in de sequence types (ST) die worden aangetoond binnen de serogroep 1; in patiëntisolaten komt ST47 het meest voor (30%), met op de tweede plek ST62 (6%), in omgevingsisolaten komt ST1 het meeste voor (12%) met ST37 op de tweede plek (7%; voor de helft gerelateerd aan een [cluster](#) rondom CV-ketels). Anders dan een kleine toename van *L. longbeachae*, zijn de verhouding en verschillen in species en ST-types in de verschillende isolaten over de jaren verder niet duidelijk veranderd. Ditzelfde beeld werd ook in een vorig overzicht over 2002-2012 al gezien (Den Boer, Euser et al. 2015). Ondanks dat maar 20% van de patiënten een positieve kweek heeft, zijn er geen aanwijzingen dat er veel onderrapportage is van non-*pneumophila* species in patiëntisolaten. Een studie uit Denemarken, waar ruim 40% van de patiënten een positieve sputumkweek had liet eveneens een laag aandeel (4,5%) *L. non-pneumophila* zien in de patiëntisolaten (Svarrer and Uldum 2012).

Gezien deze resultaten is het aannemelijk dat *L. non-pneumophila* in leidingwaterinstallaties, maar waarschijnlijk ook in andere waterinstallaties, geen grote risicofactor is voor legionellose bij patiënten en daarom geen voorname rol speelt bij de toename van het aantal meldingen in recente jaren.

6.3 Mogelijke oorzaken stijging aantal meldingen van legionellose

De stijging van het aantal meldingen van mensen die in Nederland besmet zijn kan een aantal oorzaken hebben.

Als eerste speelt de [vergrijzing](#) van de populatie een rol. De toename van het aantal ouderen verklaart een stijging van 13% van de binnenlandse patiënten in 2022 ten opzichte van 2013. De verwachting is dat het aantal 65-plussers de komende jaren nog meer zal toenemen wat gepaard zal gaan met een verdere toename in het aantal mensen met ouderdomsziekten en andere onderliggende aandoeningen en daarmee dus een toename in het aantal mensen met een hoger risico voor legionellapneumonie. Maar de resultaten in dit rapport laten ook zien dat de incidentie per leeftijdsgroep stijgt met de jaren. Dit betekent dat niet alleen de omvang van de risicogroep toeneemt, maar dat er in verhouding ook steeds meer mensen uit die risicogroepen legionellapneumonie krijgen. Deze resultaten laten zien dat vergrijzing van de populatie maar een deel van de toename kan verklaren. Behalve het toenemen van de omvang van de risicogroep van ouderen, blijven zij ook langer thuis wonen. Per 1 januari 2015 is de [Wet langdurige zorg](#) in werking getreden. Deze wet maakt het mogelijk om mensen langer thuis te laten wonen door een budget voor thuiszorg beschikbaar te stellen. Dit heeft er toe geleid dat bijna alle [verzorgingshuizen](#) zijn verdwenen. Uit de resultaten komt echter niet duidelijk naar voren dat langer thuis wonen tot een hoger risico leidt dan verblijf in een verzorgingshuis. In het verleden zijn ook matches met verzorgingshuizen gemaakt. De 8 matches met woningen zijn verspreid over de periode van 10 jaar gemaakt, alhoewel het merendeel na 2018. Twee van deze matches waren gerelateerd aan een bijzonder [cluster](#) waarbij *L. pneumophila* was geïntroduceerd in de warmwaterinstallatie door een CV-ketel.

Een beperking van deze resultaten is dat woningen van patiënten niet altijd worden bemonsterd. Als uit het vraaggesprek met de patiënt blijkt dat de eigen woning de enige waarschijnlijk bron is wordt er meestal niet bemonsterd. Hierdoor is een onderschatting mogelijk van het aantal thuisadressen als bron voor legionellose. In een eerdere onderzoeksperiode tussen 2002 en 2012, werd echter bij het merendeel (84%) van de 1991 patiënten de woning bemonsterd (Den Boer, Euser et al. 2012). Bij minder dan 1% werd een match gevonden met het leidingwatersysteem van de woning (7 woningen). Afgezien van het bijzondere [cluster](#) rond bepaalde CV-ketels, lijkt het risico op besmetting in de eigen woning in de afgelopen tien jaar onveranderd laag te zijn gebleven.

Er zijn geen aanwijzingen dat veranderingen in de diagnostiek een groot deel van de stijging van het aantal meldingen kan verklaren. Bij de diagnostiek is te zien dat het gebruik van de PCR-test iets stijgt over de jaren. Voordeel van de PCR in vergelijking met de urineantigeen test (UAG-test) is dat ook andere *Legionella pneumophila* serogroepen en andere *Legionella* species kunnen worden aangetoond en daarmee

eventuele onderdiagnostiek van legionellapneumonie kan verkleinen. In Nieuw-Zeeland, waar *Legionella longbeachae* een vaker voorkomende ziekteverwekker is, vond men na routinematige invoering van de PCR-test een veel hogere ziektelast door *Legionella* en vooral door *L. longbeachae* (Graham, Harte et al. 2023). In de osirismeldingen worden ieder jaar ook enkele meldingen gedaan op basis van een PCR op een bovenste luchtwegmonster, zoals een neus/keelwab. Dit materiaal heeft een erg lage gevoeligheid voor *Legionella* en lijkt daarom niet geschikt om een legionellainfectie uit te sluiten (Maze, Slow et al. 2014, Robert, Lhommet et al. 2018). Het is in dit rapport niet onderzocht waarom bij deze patiënten een PCR op een swab werd gedaan. Wanneer dit is gedaan ter vervanging van de UAG-test, zou dit juist de onderdiagnostiek kunnen vergroten. In de internationale literatuur wordt voor de surveillance geen toegevoegde waarde gezien voor het gebruik van een PCR op een swab.

Aangezien bij het merendeel van de legionellosemeldingen naast de PCR nog andere diagnostiek werd gerapporteerd, kan de toename van PCR als diagnostische methode hooguit enkele procenten van de stijging verklaren. In 2013 werden verder dezelfde technieken gebruikt als in 2022, het merendeel van de patiënten werd alleen bevestigd middels UAG-test en in ongeveer 20% van de gevallen (ook) via kweek. De verhouding tussen bevestiging met UAG of met kweek is tussen 2013 en 2022 ongeveer hetzelfde gebleven. Het aantal isolaten is wel gestegen over de jaren, maar deze stijging was evenredig met de stijging van het aantal meldingen. Dit maakt aannemelijk dat het om een reële stijging gaat, die niet enkel door gewijzigde diagnostiek kan worden verklaard. Ook de werkwijze voor het melden van een patiënt met een bevestigde legionellapneumonie is niet gewijzigd. Verder is in 2011 de antibioticakeuze in de richtlijn voor pneumonie in de eerste lijn gewijzigd naar amoxicilline; een middel dat niet effectief is tegen *Legionella*. Het is niet uitgesloten dat dit enig effect heeft op het aantal ziekenhuisopnames door legionellapneumonie, maar de wijziging kan niet de kortdurende piekmomenten in het aantal meldingen verklaren. Gezien de associatie tussen verheffingen van legionellosemeldingen met specifieke weersomstandigheden lijkt de meest aannemelijke verklaring dat de stijging vooral is toe te schrijven aan een toename van de verspreiding van legionellabacteriën via omgevingsbronnen. Er is mogelijk meer overdracht van legionellabacteriën uit (nieuwe) bronnen naar mensen die in de omgeving van deze bron zijn geweest. Vooral afvalwaterzuiveringsinstallaties (AWZI's) hebben tussen 2017 en 2022 gezorgd voor meerdere clusters. Een nadere duiding van de omgevingsbronnen en de relatie met het weer volgt in paragraaf 6.4.

6.4 Risicovolle bronnen

De meeste genotypische matches zijn gemaakt met AWZI's (17 van de 51 matches; 33%). Op het huisadres of privé-logeeradres van de patiënten zijn er in totaal 11 matches, waarvan 8 met de (leiding)waterinstallaties van de woning (douche/drinkwater en [CV-ketel](#)) en 3 met een privé-bubbelbad op het huisadres. Andere bronnen in de eigen woonomgeving waren een apneuapparaat en werken met grond (tuinieren). Overige bronnen waren natte koeltorens, voetenbaden, bubbelbaden bij vakantiehuisen, sauna's en zwembaden, en leidingwaterinstallaties van werklocaties, zorginstellingen en een

zwembad. De bronnen waarmee een match is gemaakt komen grotendeels overeen met eerdere publicaties (Orkis, Harrison et al. 2018; van Heijnsbergen, Schalk et al. 2015; National Academies of Sciences, Health and Medicine Division et al. 2019; ECDC 2023). Bij alle bevestigde bronnen zijn maatregelen genomen om de verhoogde concentratie te verwijderen.

Opvallend ten opzichte van de internationale publicaties is het hoge aantal matches met AWZI's in Nederland. Dit heeft mogelijk meerdere oorzaken. Er is na 2017 meer aandacht gekomen voor het risico van AWZI's na de twee uitbraken bij Boxtel en Son (Loenenbach, Beulens et al. 2018, Vermeulen, Brandsema et al. 2019). Tot 2017 keken GGD'en en het RIVM voor mogelijke omgevingsbronnen vooral naar natte koeltorens in de omgeving. Nu wordt er ook naar AWZI's in de omgeving gekeken. In omliggende landen lijkt nog minder aandacht te zijn voor deze potentiële bron, alhoewel daar ook uitbraken zijn geweest gerelateerd aan AWZI's (Caicedo, Rosenwinkel et al. 2019). Nederland heeft, na Malta, de hoogste [bevolkingsdichtheid](#) van Europa, waardoor het waarschijnlijker is dat een risicovolle AWZI aanwezig is nabij een woonkern. In 2019 heeft het RIVM de luchtverspreiding van AWZI's onderzocht. Uit die studie bleek dat patiënten met legionellapneumonie meer aan aerosolen van AWZI's waren blootgesteld dan controlepersonen uit de bevolking. (Vermeulen, Brandsema et al. 2019, Vermeulen, Brandsema et al. 2021)

Daarnaast worden in het kader van de energietransitie steeds meer AWZI's aangepast voor biogasproductie ([CBS](#)). Hierdoor neemt de kans op blootstelling aan infectieuze legionellabacteriën uit deze waterinstallaties toe. De biogasproductie introduceert een warme stap in de AWZI, waardoor omstandigheden ontstaan waarin *Legionella* goed kan groeien. Via de beluchtingsstap van de AWZI kan *Legionella* via aerosolen naar de omgeving verspreiden, waarbij verspreiding over langere afstand mogelijk is. De AWZI uitbraken die in dit rapport worden beschreven vonden bijna allemaal plaats bij een AWZI die recent was aangepast voor biogasproductie.

In een studie van het RIVM werden de kenmerken van 778 AWZI's in Nederland beoordeeld en ingedeeld naar risico op *Legionella* groei en verspreiding. Vervolgens werden 85 AWZI's met gemiddeld tot hoog risico bemonsterd. Bij 15 (18%) van de bemonsterde AWZI's werd via kweek *Legionella* aangetoond, en bij 13 AWZI's betrof dit *L. pneumophila* (van den Berg, Lodder et al. 2023). Verder is het opvallend dat ST47, het ST-type dat het vaakst gevonden wordt bij patiënten, ook is aangetoond in een AWZI. Het type werd daarnaast ook gevonden in een mestvergister met een installatie vergelijkbaar met een AWZI (van den Berg, Lodder et al. 2023). Nader onderzoek is echter nodig in welke mate biologische AWZI's verantwoordelijk zijn voor de stijging in het aantal legionellosemeldingen.

Tussen 2013 en 2022 zijn er 6 matches gemaakt tussen legionellose-patiënten en privé-bubbelbaden, zowel bij privéwoningen als bij vakantiehuisjes. Wellicht hangt dit samen met toegenomen gebruik van deze, al dan niet opblaasbare, bubbelbaden. Exacte cijfers over een toename van het aantal privé-bubbelbaden in Nederland zijn echter niet bekend. Wel blijkt uit een recent artikel dat bubbelbaden ook mensen in de omgeving kan besmetten (Gumá, Drasar et al. 2023). In deze situatie zijn mensen tot op 500 meter besmet met *L. pneumophila* en hebben vervolgens een longontsteking ontwikkeld. Het is dus mogelijk

dat mensen in de omgeving worden besmet, zonder dat ze zelf gebruik hebben gemaakt van het bubbelbad. Aandacht voor het regelmatig en goed reinigen en desinfecteren van het bubbelbad is daarom noodzakelijk. Hierbij ook rekening houden met achterblijvend water in de niet-zichtbare luchtleidingen van het bad.

Gezien de invloed van de weersomstandigheden op een toename van het aantal LP-patiënten (zie paragraaf 6.5), is de vraag of er nog andere omgevingsbronnen zijn die nog niet geïdentificeerd zijn. Potentiële bronnen kunnen zijn: sproei-installaties voor irrigatie, schoonmaken of stofbeheersing, luchtbevochtigers voor het verhogen van de luchtvochtigheid en mistsystemen voor koeling of decoratie, of machines voor onderhoud aan wegen, riolering of infrastructuur, waarbij water wordt gesproeid. Hiervoor zijn tot op heden echter nog geen matches gemaakt. Daarnaast kan nog gedacht worden aan activiteiten waarbij gronddeeltjes kunnen verstuiven, zoals bij installaties van composteerbedrijven of bedrijven met grondverzet. Een mogelijkheid is ook opspattend regenwater op autowegen. Het RIVM heeft in een eerdere studie *Legionella* aangetoond in regenwaterplassen en in een Japanse studie werd bij luchtbemonstering nabij wegen in 75% van de monsters DNA van *Legionella* aangetoond (van Heijnsbergen, de Roda Husman et al. 2014, Kanatani, Watahiki et al. 2021). Andere potentiële bronnen zijn waterinstallaties waarmee leidingwater wordt hergebruikt en daarna verneveld. Dit zijn activiteiten die in de toekomst mogelijk vaker voorkomen in het kader van verduurzaming en de energietransitie. Echter, tot op heden is ook met deze waterinstallaties geen match gemaakt.

6.5 Invloed van weersomstandigheden op de stijging van het aantal meldingen

Hoewel er weinig matches zijn kan op basis van de resultaten, weergegevens en wetenschappelijke publicaties geconcludeerd worden dat de stijging van het aantal patiënten voornamelijk lijkt te worden veroorzaakt door bronnen die vernevelen in de buitenlucht. Een toename van het aantal meldingen volgt meestal in een vochtige periode die is voorafgegaan door een warme periode (Pampaka, Gomez-Barroso et al. 2022). In Nederland is dit onder meer duidelijk te zien in 2017 en 2021. Eerder is voor de stijging in 2010 een correlatie met het weer gelegd (Brandsema, Euser et al. 2014). Ook volgen de meldingen een seizoenspatroon met een duidelijke piek in de zomermaanden. Indien de overdracht voornamelijk door leidingwaterinstallaties of andere vernevelende waterinstallaties in binnenruimtes zou plaatsvinden zou een minder duidelijk seizoenspatroon te verwachten zijn. Deze installaties worden namelijk het hele jaar door gebruikt en invloed van het weer is (zeer) beperkt. Hooguit vindt in de zomer enige opwarming plaats van het koude water. *L. pneumophila* wordt echter vooral in het warmwatersysteem aangetoond (National Academies of Sciences, Health and Medicine Division et al. 2019; van der Wielen, Wierenga et al. 2021).

Weersomstandigheden kunnen ook zo zijn dat er in een bepaalde periode minder LP-patiënten zijn dan verwacht. In 2018 was van juni tot en met medio augustus een droge en zeer zonnige periode. In plaats van de verwachte piek in de zomermaanden was in dit jaar het aantal meldingen in de zomer juist laag. Een verklaring hiervoor is dat

legionella door bronnen in de buitenlucht, zoals koeltorens en AWZI's, niet ver kon worden verspreid door de sterke UV-straling van de zon en de zeer lage luchtvochtigheid. Bij deze omstandigheden is het ook niet aannemelijk dat de sterke daling is veroorzaakt door een afname van verneveling in binnenruimtes.

In 2020 tot en met 2022 waren vanwege de COVID-19-pandemie voor langere periode veel collectieve leidingwaterinstallaties niet in gebruik vanwege lockdowns (kantoren, scholen, sportverenigingen, zwembaden, horeca, etc.). Zowel tijdens als vlak na de lockdowns werd er geen waarneembaar effect gezien in het aantal legionellosemeldingen van mensen die in Nederland besmet zijn. Dit duidt er op dat deze collectieve leidingwaterinstallaties niet een voorname bron zijn van legionellose. Wel werd een waarneembare daling gezien in het aantal mensen dat in het buitenland ziek werd door *Legionella*. Dit is vrijwel zeker toe te schrijven aan de reisbeperkingen.

Naar verwachting stijgt het aantal legionellosemeldingen de komende jaren verder. Vanwege [klimaatverandering](#) neemt het aantal momenten van zeer droge periodes afgewisseld met zeer natte periodes toe. Hierdoor neemt ook de kans op overdracht van *Legionella* van de bron in de omgeving naar de mens toe. Ook is de verwachting dat in kader van waterbesparing en duurzaamheid er meer risicovolle waterinstallaties worden toegepast waarmee het risico op verspreiding van legionellabacteriën in de omgeving toeneemt. Zo is de verwachting dat het aantal warme [biologische AWZI's](#), waarin ideale omstandigheden zijn voor legionellagroei, gaat toenemen. Ook kan het aantal momenten waarop gesproeid wordt in de omgeving toenemen (landbouw, stofbeheersing) en zal leidingwater vaker worden hergebruikt om water te besparen. Tot slot wordt vanuit energiebesparing gepleit voor het verlagen van de warmwatertemperatuur (van Wolferen 2019). Hierdoor neemt het risico op legionellose bij vooral de risicogroep (oudere mensen met onderliggend lijden) toe. Het blijft dan ook van belang in kaart te brengen wat potentiële bronnen zijn en hoe het risico op legionellose zoveel mogelijk kan worden beperkt.

6.6 Aandachtspunten bronopsporing

De huidige methode van bronopsporing bij sporadische LP patiënten leunt sterk op het vraaggesprek van de GGD met de patiënt. Bij een aanzienlijk deel van de patiënten wordt de vragenlijst afgenomen bij familie (heteroanamnese), omdat de patiënt te ziek is voor het vraaggesprek. Deze familieleden zijn wellicht niet op de hoogte van alle activiteiten. Er kan ook sprake zijn van recall bias (het niet herinneren van alle activiteiten en locaties) en door de beperkingen van heteroanamneses zullen soms bronnen in het vraaggesprek worden gemist. De vragenlijst die de GGD gebruikt voor de bronopsporing is lange tijd sterk gericht geweest op badwater en leidingwater-gerelateerde bronnen. Met deze focus komen omgevingsbronnen die over een langere afstand verspreiden minder snel in beeld. De opsporing van omgevingsbronnen zoals koeltorens en AWZI's vraagt om een andere aanpak waarvoor vaak verdiepende epidemiologische analyses nodig zijn. Om dit op een meer routinematige manier te kunnen doen, zijn aanvullende online analyse tools nodig die ook door de GGD gebruikt kunnen worden. Ook is een goede registratie van AWZI's en koeltorens voor de bronopsporing essentieel. Om meer zicht te krijgen

in de bijdrage van diverse omgevingsbronnen en de opsporing van nieuwe bronsoorten zijn echter ook ecologische studies nodig. Om verhoogde risico's bij bepaalde risicovolle producten beter te herkennen kan overwogen worden om meer informatie over producttypes en merken te registreren bij de bronopsporing. Of dit in de praktijk haalbaar en zinvol is, zal echter eerst verkent moeten worden. Tussen 2013 en 2022 zijn er 51 matches gemaakt waardoor een besmettingsbron bevestigd kon worden. Een hoger aantal is gewenst, maar door verschillende factoren is een genotypische match lastig te maken. Niet van elke patiënt is sputum beschikbaar om op kweek te zetten en als deze wel beschikbaar is, is het niet altijd mogelijk om *Legionella* te detecteren. Een positieve kweek van een potentiële bron is noodzakelijk om te kunnen typeren. Het nemen van een watermonster is een momentopname. Hierdoor kan het zijn dat legionellabacteriën die wel in de waterinstallatie aanwezig zijn niet terecht zijn gekomen in de monsternamefles. Ook is het mogelijk dat het water zo vuil is dat het niet mogelijk is om legionellabacteriën te kweken. Het watermonster uit de potentiële bron kan meerdere ST bevatten. Het is hierdoor mogelijk dat de ST die geïsoleerd is bij de patiënt wordt gemist. Ook kunnen er tijdelijke bronnen zijn die niet meer kunnen worden geïdentificeerd en bemonsterd (bijvoorbeeld tijdelijke sproei-installaties, of bubbelbaden en apneuapparaten (CPAP) die al zijn gedesinfecteerd of al zijn weg gedaan).

Mogelijk dat in de toekomst door verbeterde bemonsterings- en detectietechnieken meer positieve monsters en ST's kunnen worden vastgesteld waardoor het percentage genotypische matches toeneemt. Ook blijft het noodzakelijk om aandacht te vragen voor het afnemen van sputum voor kweek bij patiënten die met urineantigeen testen of PCR zijn gediagnosticeerd. Het identificeren van nieuwe bronnen blijft een belangrijk onderdeel van de bronopsporing. Echter, vanwege de vele factoren die van invloed zijn op het maken van een genotypische match is het niet de verwachting dat de komende jaren het aantal genotypische matches sterk zal toenemen.

Een andere mogelijkheid is om bij bemonstering meer specifiek te kijken naar virulentiegenen (bijvoorbeeld MAb3/1 positiviteit) van de aanwezige legionellabacteriën (Buchholz, Jahn et al. 2020). Dit biedt minder zekerheid bij bevestiging van een bron, maar kan voor de surveillance bijvoorbeeld inzicht geven in hoe vaak virulente legionellavarianten voorkomen in bepaalde brontypes. Verder is de techniek voor typering inmiddels verder ontwikkeld. Geavanceerde typeringstechnieken, zoals whole genome sequencing (WGS), worden inmiddels standaard gebruikt. Dit kan van toegevoegde waarde zijn om in specifieke situaties de werkelijke bron van besmetting te kunnen aanwijzen (Pijnacker, Brandsema et al. 2024). Met WGS kunnen ook attributiestudies worden gedaan, waarbij de typeringsgegevens worden gebruikt om te bepalen hoe groot de bijdrage van verschillende bronnen is. Voor *Legionella* is een dergelijke analyse nog niet eerder gedaan. Voor deze analyses zijn echter veel meer isolaten uit verschillende omgevingsbronnen nodig voor typering. Op dit moment zijn er waarschijnlijk nog niet genoeg isolaten beschikbaar van alle verschillende brontypen.

Verbeteren onderscheid tussen locatie, reservoir en potentiële bron

De huidige systematiek voor het noteren van (potentiële) bronnen is niet consistent. Afhankelijk van de situatie wordt of de locatie, of het waarschijnlijke reservoir of de potentiële bron genoteerd.

Bijvoorbeeld: eind 2017 zijn jacuzzi's (bubbelbaden) en sauna's toegevoegd aan de BEL-criteria (Euser, Brandsema and Ruijs 2018). Jacuzzi's zijn bewezen bronnen waarvan is onderzocht dat verspreiding van *Legionella* plaatsvindt door het 'knappen' van de luchtbellen aan het wateroppervlak (Bouwknegt, Schijven et al. 2013; National Academies of Sciences, Health and Medicine Division et al. 2019). Met een saunaruimte (droog of nat) is zo ver bekend geen genotypische match gemaakt. Met de term 'sauna' wordt in dit geval echter de hele locatie bedoeld waar een saunabedrijf is gevestigd en een match is gemaakt met een reservoir of bron zoals de leidingwaterinstallatie of een bubbelbad. Sauna's als locatie zijn regelmatig gelinkt aan patiënten. Verwarrend is echter dat de bron op deze locatie een bubbelbad kan zijn. In Osiris wordt echter 'sauna' als (mogelijke) bron genoteerd en niet 'bubbelbad'.

Een ander voorbeeld is het noteren van het waarschijnlijke reservoir in plaats van de bron. Er is een genotypische match gemaakt met een vulslang die gebruikt wordt voor het vullen van een bubbelbad. Het bubbelbad was negatief. De vraag is of de vulslang ook de daadwerkelijke bron is of dat het bubbelbad toch de bron is maar op moment van monsternamen geen *Legionella* kon worden gedetecteerd. Een vergelijkbare vraag geldt voor twee matches met voetenbaden. Was daar sprake van transmissie door verneveling bij (alleen) die voetenbaden of is toevallig daar *Legionella* aangetoond en was de vernevelende bron elders op de locatie. Voor de drie werkgerelateerde matches was ook niet duidelijk wat de bron was. De patiënten zijn gematcht met het leidingwater, maar onduidelijk is of blootstelling heeft plaatsgevonden door directe verneveling (door personeelsdouche) of door vernevelende apparatuur (o.a. gebruik van hogedrukreiniger). Het consistent noteren van bronnen, reservoirs en locaties is van belang, omdat de gegevens van de bronopsporing worden gebruikt voor beleid op gebied van legionellabestrijding en -preventie.

Legionellabestrijding is vooral gericht op het elimineren van bronnen. Het elimineren van reservoirs is niet altijd haalbaar en proportioneel. Ook legionellapreventie is vooral gericht op het beperken van legionellagroei in en/of -verspreiding via potentiële bronnen. Soms geldt dat ook voor reservoirs (bijvoorbeeld vervangen van vulslangen), maar meestal zijn preventieve maatregelen bij reservoirs niet proportioneel en haalbaar aangezien *Legionella* van nature aanwezig is in grond en water. Bij bemonsteren van reservoirs, zoals vulslangen en niet vernevelende voetenbaden, is het aan te bevelen te noteren waar en hoe op de locatie het water wordt verneveld en dat te noteren als potentiële bron. Bijvoorbeeld als er een genotypische match is gemaakt met de slang die gebruikt wordt voor het vullen van een bubbelbad. De patiënt is niet blootgesteld aan verneveling door deze slang, omdat deze slang niet werd gebruikt vlak voor of tijdens het bezoek van de patiënt of niet sproeit (alleen een straal water). Dan kan de vulslang worden genoteerd als reservoir en het bubbelbad als de waarschijnlijke bron.

Voor de interpretatie van het risico is daarnaast ook de locatie van belang, vanwege de populatie die op een locatie wordt blootgesteld. Zo

is het risico van een douche bij een sportzaal, niet gelijk aan het risico van een douche bij een ziekenhuis of bij een hotel. Ook voor beleidsmakers en handhaving kan het noodzakelijk zijn een locatie te benoemen. Het is echter van belang dat de potentiële bronnen het uitgangspunt zijn.

6.7 Inzichten voor het legionellapreventiebeleid

De bronopsporingsresultaten van 2013 tot en met 2022 ondersteunen grotendeels het huidige preventiebeleid en de voorgestelde wijzigingen van de regelgeving. Voor prioritare leidingwaterinstallatie (o.a. ziekenhuizen en zwembaden), natte koeltorens en bubbelbaden in zwembaden/wellnesscentra gelden regels voor het uitvoeren van legionellapreventie. Voor deze waterinstallaties zijn in Nederland matches gemaakt en ook internationaal gelden deze waterinstallaties als een bron voor legionellose (Orkis, Harrison et al. 2018; van Heijnsbergen, Schalk et al. 2015; National Academies of Sciences, Health and Medicine Division et al. 2019; European Centre for Disease Prevention and Control 2023). Voor AWZI's is op dit moment alleen een [handreiking legionellapreventie](#) beschikbaar. Het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) is echter voornemens voor deze waterinstallaties regels voor legionellapreventie op te nemen in het [Besluit activiteiten leefomgeving](#) (Bal). Gezien de hoeveelheid matches in Nederland en risico op verspreiding van *Legionella* is landelijke regelgeving en registratie van deze waterinstallaties gewenst. Daarnaast blijft het wenselijk om de registratie van natte koeltorens te verbeteren. Deze worden nu dikwijls niet bemonsterd, omdat nog steeds niet alle natte koeltorens in beeld zijn (Schets, Schalk et al. 2016). Dat is ook een belemmering om bij een uitbraak snel maatregelen te kunnen nemen.

Niet voor alle prioritare leidingwaterinstallaties zijn matches gemaakt in de periode 2013 en 2022. Voor sommige prioritare leidingwaterinstallaties zijn wel in eerdere jaren in Nederland of in het buitenland matches gemaakt (o.a. hotels, truckstops). Voor asielzoekerscentra (AZC) en gebouwen met een celfunctie, beiden prioritare leidingwaterinstallaties, is in Nederland niet eerder een match gemaakt. Het RIVM ziet gebouwen met een celfunctie op dit moment daarom niet als een verhoogd risico ([RIVM 2019](#); 'risico-indeling'). Na publicatie van de 'risico-indeling' is er een studie gepubliceerd waarin de leidingwaterinstallatie van een Italiaanse gevangenis de bron lijkt te zijn voor twee gedetineerden met legionellose (Fasciana, Mascarella et al. 2019). Zo ver bekend is dit de enige internationale studie waarbij de leidingwaterinstallatie van een gebouw met celfunctie verantwoordelijk is voor een legionellosecluster. Het ministerie van IenW heeft gebouwen met een celfunctie toegevoegd omdat de Nederlandse overheid verantwoordelijk is voor de gedetineerden. AZC's staan wel in de categorie met verhoogd risico voor legionellose. Er is echter nog nooit een match gemaakt met de leidingwaterinstallatie van een AZC of bij een noodopvanglocatie. Ook is een AZC zelden genoemd als potentiële bron. Bij een evaluatie van de lijst met risicovolle waterinstallaties kan worden overwogen deze locaties te verplaatsen naar de lage risicocategorie.

De resultaten van de bronopsporing zorgt niet voor nieuwe inzichten met betrekking tot leidingwaterinstallaties die nu in de lage

risicocategorie staan en niet-prioritair zijn (bijv. een sportlocatie). Niet-prioritaire leidingwaterinstallaties zijn regelmatig bemonsterd in kader van bronopsporing, maar konden zelden tot nooit worden gelinkt aan patiënten. De kans op legionellose door te douchen of op andere manier het leidingwater te vernevelen bij sportverenigingen, gymzalen, kantoren en scholen blijft klein. Het uitvoeren van legionellapreventie zoals verwoord in [hoofdstuk 4 van het drinkwaterbesluit](#) is daardoor niet proportioneel bij deze locaties.

Het ministerie van IenW is voornemens om bij leidingwaterinstallaties de normstelling te wijzigen van minder dan 100 KVE/L ziekmakende *Legionella spp.* naar minder dan 100 KVE/L *Legionella pneumophila* ([Kamerbrief november 2021](#)). Zoals beschreven in paragraaf 6.4 is de kans op legionellose door *L. non-pneumophila* via leidingwater zeer klein. De kans hierop is vooral aanwezig in de eigen woonomgeving van de patiënt en in het ziekenhuis (Chambers, Slow et al. 2021). Het RIVM adviseert wel om voor ziekenhuizen de normstelling van minder dan 100 KVE/L ziekmakende *Legionella spp.* te behouden. Op basis van de resultaten van 10 jaar bronopsporing en internationale publicaties is er onvoldoende onderbouwing om monitoring op alle *Legionella spp.* te behouden voor de andere prioritaire locaties.

Het is voor privéwoningen niet uitvoerbaar en proportioneel om legionellapreventie te verplichten en beheersmaatregelen te laten nemen zoals opgenomen in [hoofdstuk 4 van het drinkwaterbesluit](#). Wel kan worden overwogen om mensen uit de risicogroep proactief te wijzen op preventieve maatregelen die de bewoner zelf kan nemen zoals de CV-ketel voor warm water op minimaal 60 graden Celsius te houden en regelmatig het warme water te gebruiken. Ook kan worden geadviseerd periodiek, ongeveer elke 2 a 3 jaar, de doucheslang en -kop te vervangen en de planten in de tuin zonder sproeikop water te geven. Op de [RIVM-website](#) worden meer adviezen gegeven.

Het is ook aan te bevelen om in de handleiding van risicovolle vernevelende apparatuur zoals een apneuapparaat (CPAP) en (opblaasbaar) bubbelbad expliciet aandacht te besteden aan legionellapreventie en de verkopende partij de koper/gebruiker te wijzen op de risico's van *Legionella* en het belang van goed onderhoud. Voor vakantiehuizen die bedrijfsmatig worden verhuurd, maar nu niet als prioritair worden gezien, kan worden overwogen of die gelijk kunnen worden gesteld aan prioritaire bed & breakfast-locaties. Vooral de risico's van de bubbelbaden bij deze locaties verdienen aandacht, aangezien daarbij 4 matches werden gevonden.

In paragraaf 6.2 is besproken dat het aannemelijk is dat het aantal risicovolle bronnen de komende jaren toeneemt. Er komen naar verwachting meer waterinstallaties en innovaties waarmee schone energie wordt geproduceerd (energietransitie) of water wordt bespaard. Hierdoor is het mogelijk dat er gunstige omstandigheden ontstaan voor legionellagroei en -verspreiding, zoals onder meer bij vergistingsinstallaties van biologische AWZI's waarmee biogas wordt geproduceerd. Het is aan te raden om bij innovaties waarbij water (indirect) wordt verneveld via een korte risicoanalyse te bepalen of er risico's zijn op verspreiding van legionellabacteriën naar de omgeving. Het is hierdoor mogelijk vroegtijdig een inschatting van het risico te maken en waar nodig aanpassingen te maken in het ontwerp of in de positie van waterinstallatie op de locatie.

7 Conclusie en aanbevelingen

7.1 Conclusie

Het aantal meldingen van legionellapneumonie opgelopen in Nederland is de afgelopen 10 jaar meer dan verdubbeld. Deze stijging kan deels verklaard worden door een toename van het aantal mensen die kunnen worden gerekend tot de risicogroep, waaronder ouderen (vergrijzing). Gezien de relatie met weersomstandigheden en het seizoenspatroon lijkt de belangrijkste reden voor de stijging echter een toename van de verspreiding van legionellabacteriën in de buitenlucht door omgevingsbronnen te zijn, zoals natte koeltorens en AWZI's. In de zomerperiode is er meestal een piek in het aantal meldingen. Ook voor de winterperiode is er een stijging te zien in het aantal meldingen, maar de relatie met de weersomstandigheden in de winter heeft nog aanvullende analyse nodig.

Het is niet aannemelijk dat de invloed van weersomstandigheden op het aantal meldingen voornamelijk te relateren is aan waterinstallaties die alleen in binnenruimtes vernevelen. De maatregelen die genomen zijn tijdens de COVID-19-pandemie lijken dit te onderbouwen. In deze periode waren er meerdere keren sluitingen of beperkte bezettingen van onder meer werkplekken, scholen, sportlocaties, pretparken, zwembaden en horecavoorzieningen. Deze sluitingen hebben niet geleid tot veranderingen in het aantal meldingen en een wezenlijk ander seizoenspatroon. De stijging van het aantal meldingen in de afgelopen 10 jaar kon ook niet worden gerelateerd aan de aanpassing van de diagnostiek of een andere registratiewijze van de meldingen.

Het aantal bemonsteringen van potentiële bronnen is de afgelopen 10 jaar ook toegenomen. Dit komt deels door de stijging van het aantal meldingen van legionellose, maar ook doordat de BEL-criteria eind 2017 zijn uitgebreid met sauna's en bubbelbaden. Hierdoor zijn er vanaf 2018 meer bemonsteringen op deze locaties uitgevoerd en ook matches gemaakt. Dit kan echter niet de hele stijging van het aantal meldingen verklaren en ook niet de relatie met de weersomstandigheden.

Bij meer dan 90% van de legionellapneumonie-meldingen is de legionellasoort *L. pneumophila* de verwekker, voornamelijk *L. pneumophila* serogroep (sg) 1. Overige patiënten werden voor het merendeel ziek van de soort *L. longbeachae*. De afgelopen 10 jaar werd elk jaar een vergelijkbare verhouding tussen *L. pneumophila* en *L. non-pneumophila* gezien. De verhouding tussen legionellasoorten bij de bemonsterde potentiële bronnen (omgevingsisolaten) verschilt van patiëntisolaten. De meest getypeerde soort in omgevingsisolaten is *Legionella anisa*, gevolgd door *L. pneumophila* sg 1. Ook de verdeling van veel voorkomende sequence types (ST's) tussen patiëntisolaten en omgevingsisolaten is zeer verschillend. Het meest voorkomende ST-type bij patiënten (ST47) wordt vrijwel niet in leidingwatermonsters gevonden, maar werd wel gevonden in bubbelbaden (en grond bij een bubbelbad), en in AWZI's. Het meest voorkomende ST-type in leidingwater (ST1) wordt maar bij een klein percentage van de patiënten gevonden. De mismatch tussen omgevings- en patiëntisolaten wijst er

mogelijk op dat bronnen nog niet zijn geïdentificeerd en/of dat er beperkingen zijn in het brononderzoek en de diagnostiek.

De resultaten van 10 jaar brononderzoek ondersteunen de voorgenomen toevoeging van regels aan het Bal om verspreiding van legionellabacteriën door AWZI's naar de omgeving te beperken. Ook de toekomstige wijziging van de regelgeving voor leidingwaterinstallaties om de focus te verleggen naar *L. pneumophila* wordt door de resultaten in dit rapport ondersteund. Hoewel bij vooral imuungecompromitteerde patiënten de eigen woonomgeving de bron kan zijn, is het niet uitvoerbaar en proportioneel om bij deze locaties regels voor legionellabeheer op te leggen. Wel kan worden overwogen om deze risicogroep voor te lichten over de risico's op blootstelling aan *Legionella* en welke handelingen het risico op blootstelling kan beperken. Tot slot is het raadzaam fabrikanten van (risicovolle) waterinstallaties te wijzen op hun verantwoordelijkheid om legionellagroei en -verspreiding zo veel mogelijk te beperken. Bijvoorbeeld door in het ontwerp en bij de materiaalkeuze rekening te houden met biofilmvorming, en door duidelijke én effectieve onderhoudsinstructies mee te leveren waarin gebruikers worden gewezen op het belang deze instructie uit te voeren zodat het risico op blootstelling aan *Legionella* wordt beperkt.

7.2 Aanbevelingen

7.2.1 *Aanbevelingen voor onderzoek*

De relatie van de weersomstandigheden, omgevingsbronnen en een toename in het aantal meldingen is al vaak aangetoond. Het blijft daarentegen nog onduidelijk welk aandeel van de sporadische patiënten kunnen worden toegeschreven aan deze omgevingsbronnen en welke bronnen hierbij de belangrijkste rol spelen. Daarvoor is een zogenoemde bronattributie-studie nodig, waarbij dit met behulp van wiskundige modellen onderzocht kan worden en daarbij rekening gehouden kan worden met verschillende factoren, zoals weer, mate van stedelijkheid, industrie in de omgeving en andere ruimtelijke associaties, en de typering van patiënt- en omgevingsisolaten. Voor de bronattributie is het noodzakelijk om meer omgevingsisolaten te verzamelen en te typeren uit verschillende soorten bronnen. Waaronder mogelijke bronnen die nog niet of zelden eerder zijn bemonsterd, zoals sproei-installaties voor irrigatie of stofbeheersing en opspattend regenwater.

Voor een betere duiding van de blootstelling aan potentiële bronnen, zoals bijvoorbeeld bezoek aan sauna, tuinieren of gebruik van tuinslang, kan de blootstelling van patiënten worden vergeleken met de blootstelling bij personen uit de algemene bevolking. Sinds 2008 wordt er driemaal per jaar een vragenlijst afgenomen bij een representatieve steekproef van personen uit de algemene Nederlandse bevolking om de gemiddelde blootstelling aan potentiële risicofactoren voor verschillende gastro-intestinale, voedselgerelateerde en luchtweginfecties vast te stellen (Friesema, van Gageldonk-Lafeber en van Pelt, 2015). De vragenlijst bevat een aantal vergelijkbare vragen uit de Osiris vragenlijst over een deel van de mogelijke bronnen. Deze gegevens kunnen worden gebruikt voor een patiënt-control studie met als doel te ontdekken welke blootstellingen mogelijk een verhoogd risico op legionellose met zich mee brengen.

In de afgelopen 10 jaar waren er vaker verheffingen van het aantal legionellosemeldingen in de winter, waarbij het aannemelijk was dat de weersomstandigheden een rol speelden. Aangezien in eerder onderzoek de winterperiode buiten beschouwing is gelaten, is er meer onderzoek nodig om dit te bevestigen (Karagiannis, Brandsema en van der Sande 2009, Brandsema, Euser et al. 2014). Dit kunnen we doen door de eerdere weermodellen uit te breiden met de gegevens in de winter.

Verder zijn er nog vragen over de specifieke omstandigheden waarbij *Legionella* over langere afstand kan verspreiden. Meer kennis hierover kan bijdragen aan het nemen van de juiste preventieve maatregelen.

7.2.2 *Aanbevelingen voor beleid en voorlichting*

Uit de discussie en conclusie van 10 jaar bronopsporing volgen een aantal aanbevelingen om met name bij de risicogroep de kans op legionellose te verlagen.

- *Faciliteer of initieer het geven van voorlichting aan risicogroepen over maatregelen om legionellagroei te beperken.*

Uit de resultaten van de bronopsporing tussen 2013 en 2022 blijkt dat er verschillende bronnen zijn in de woonomgeving. Naast gebruik van douches zijn dat bubbelbaden die zowel binnen als in de tuin worden gebruikt, gebruik van apneuapparatuur en werken met grond (tuinieren). Voor gezonde personen zijn de risico's in eigen omgeving laag. Aan de hoog risicogroep van mensen met onderliggend lijden (met name immuungecompromiteerden) zou door bijvoorbeeld de zorgverlener voorlichting kunnen worden gegeven over de risico's van het gebruik van een bubbelbad, voorlichting over het onderhoud van een apneuapparaat, het op 60 graden Celsius houden van de CV-ketel, de thermostatische mengkraan periodiek te reinigen en de doucheslang en -kop periodiek te vervangen. Daarnaast kan tuinaarde worden bevochtigd voor gebruik om stofvorming te voorkomen. Voor een aantal van deze adviezen is voorlichting voor de algemene bevolking zinvol, zoals het onderhoud van bubbelbaden en de temperatuur van de CV-ketel. Als uitgangspunt kunnen de adviezen op [website](#) van het RIVM worden genomen.

- *Stel eisen aan materialen waarmee biofilmvorming wordt beperkt*

Uit de resultaten blijkt dat er meerdere clusters en matches zijn bij bubbelbaden. Ook met apparatuur zoals apneuapparaten en met tuinslangen, vulslangen en doucheslangen zijn matches gemaakt. Een aantal keer werd de *Legionella* niet gevonden in het watermonster, maar wel in een swab welke genomen werd van het materiaal. Het is mogelijk dat voor deze bronnen materialen zijn gebruikt waarmee de groei van biofilm wordt bevorderd, zoals leidingen of badwaterbassins gemaakt van PE en PVC-P (van der Wielen, Wierenga et al. 2021). Van der Wielen en collega's evalueerden in opdracht van het ministerie van Infrastructuur en Milieu (IenW) de regelgeving over legionellapreventie in leidingwaterinstallaties. Het rapport uit 2021 adviseert om de wetenschappelijke inzichten over biomassaproductiepotentie (BPP) op te nemen in de wetgeving en toe te passen bij leidingmaterialen. De gevonden matches in dit rapport ondersteunen dit advies. Aanvullend kan worden

onderzocht of het mogelijk is om deze BBP-materiaal eisen ook op te leggen bij bepaalde andere risicovolle producten.

- *Zorg voor duidelijke en effectieve gebruiks- en onderhoudsinstructies, zodat blootstelling aan Legionella wordt beperkt.*

Voor het beperken van legionella in waterinstallaties en -apparatuur is regulier onderhoud van belang. Voor bubbelbaden is het bijvoorbeeld noodzakelijk de luchtleidingen te reinigen en desinfecteren. In deze leidingen kan water achterblijven waardoor biofilmvorming kan plaatsvinden. Het is van belang dat risicogroepen, maar ook andere kopers van (opblaasbare) bubbelbaden, gewezen worden op de infectierisico's en het belang van regulier onderhoud. Ook is het wenselijk dat de onderhoudsmaatregelen bewezen effectief en uitvoerbaar zijn. Informeer gebruikers van apneuapparatuur over het belang om geen kraanwater of mineraalwater te gebruiken maar flessen gedestilleerd water of afgekoeld gekookt kraanwater. Daarnaast is regulier onderhoud van de apparatuur van belang.

- *Zorg dat verspreiding van legionellabacteriën over langere afstand door waterinstallaties wordt beperkt*

Natte koeltorens en AWZI's kunnen mensen besmetten tot op meerdere kilometers en deze waterinstallaties hebben meerdere uitbraken van legionellose veroorzaakt. Voor natte koeltorens is sinds 2010 een verplichting om legionellapreventie uit te voeren. Deze regels zijn sinds 1 januari 2024 opgenomen in het Besluit activiteiten leefomgeving (Bal). Voor AWZI's is het ministerie van IenW voornemens om ook regels voor legionellapreventie op te nemen in het Bal. Vanuit volksgezondheidsrisico is het gewenst dat er beter inzicht komt in de locatie van alle risicovolle AWZI's en dat er wordt bepaald of bij deze AWZI's *L. pneumophila* in het afvalwater aanwezig is. Het is belangrijk om daarin ook installaties voor biomassavergisting en mestvergisting mee te nemen, waarbij vergelijkbare risico's op legionellagroei en verspreiding zijn. Voor natte koeltorens bestaat al een meldplicht, maar de registratie hiervan kan ook verbeterd worden. Niet alle natte koeltorens zijn namelijk goed in beeld (Schets, Schalk et al. 2016). Daarnaast is het van belang dat de sector die AWZI's ontwerpt en bouwt, als ook de bedrijven die AWZI's gebruiken, rekening houden met legionellagroei en -verspreiding en daarop anticiperen.

- *Zorg dat tijdens het ontwerp van nieuwe waterinstallaties wordt bepaald of er een verhoogd risico is op legionellose*

De 17 matches met biologische AWZI's vanaf 2016 is een voorbeeld van een innovatie waarbij geen rekening is gehouden met de risico's voor legionellose. Tijdens het ontwerp van deze installatie was ook niet bekend dat *Legionella pneumophila* in deze installaties tot hoge concentraties kon groeien en naar de omgeving kon worden verspreid. Echter, ervaringen met en kennis over AWZI's kunnen worden toegepast voor toekomstige innovaties waarbij water wordt gebruikt en (indirect) wordt verneveld. Het is aan te bevelen bij het ontwerp van een waterinstallatie (of waterhoudend apparaat) of bij de toelating of vergunningverlening voor de waterinstallatie te toetsen of groei en verspreiding van *Legionella pneumophila* mogelijk is.

Belangrijke factoren zijn onder meer een watertemperatuur tussen de 30 en 38 graden Celsius en voedingsrijk water (Bartels, van Leerdam et al. 2019). Een voorbeeld van recente innovaties waarbij een verhoogd risico op legionellagroei en -verspreiding verwacht kan worden bij verkeerd ontwerp of onvoldoende onderhoud, zijn [douches waarmee warm water wordt hergebruikt](#).

Referenties

- Bartels AA, van Leerdam RC, Lodder WJ, Vermeulen LC and van den Berg HHJL. (2019).** "Inventarisatie van legionellarisico's bij afvalwaterzuiveringsinstallaties." Retrieved Mei 2024, from <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2019-0061.pdf>.
- Bhopal RS, Fallon RJ, Buist EC, Black RJ and Urquhart JD (1991).** "Proximity of the home to a cooling tower and risk of non-outbreak Legionnaires' disease." *Bmj* **302**(6773): 378-383.
- Bijkerk P, Haringhuizen GB, van der Plas SM, Siebbeles MF, Timen A, van 't Veen A, van Vliet JA and Westerhof GR (2008).** Melden van infectieziekten conform de Wet publieke gezondheid (2008), Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu RIVM.
- Bouwknegt M, Schijven JF, Schalk JA and de Roda Husman AM (2013).** "Quantitative risk estimation for a Legionella pneumophila infection due to whirlpool use." *Risk Anal* **33**(7): 1228-1236.
- Brandsema PS, Dijkstra F, Euser SM, van Gageldonk-Lafeber AB, de Lange MMA, Meijer A, Slump E and van der Hoek W (2013).** Jaarrapportage Surveillance Respiratoire Infectieziekten 2012. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu RIVM. 150207001.
- Brandsema PS, Euser SM, Karagiannis I, Den Boer JW and Van Der Hoek W (2014).** "Summer increase of Legionnaires' disease 2010 in The Netherlands associated with weather conditions and implications for source finding." *Epidemiol Infect* **142**(11): 2360-2371.
- Buchholz U, Jahn HJ, Brodhun B, Lehfeld AS, Lewandowsky MM, Reber F, Adler K, Bochmann J, Förster C, Koch M, Schreiner Y, Stemmler F, Gagell C, Harbich E, Bärwolff S, Beyer A, Geuß-Fosu U, Hänel M, Larscheid P, Murajda L, Morawski K, Peters U, Pitzing R, von Welczeck A, Widders G, Wischnewski N, Abdelgawad I, Hinzmann A, Hedeler D, Schilling B, Schmidt S, Schumacher J, Zuschneid I, Atmowihardjo I, Arastéh K, Behrens S, Creutz P, Elias J, Gregor M, Kahl S, Kahnert H, Kimmel V, Lehmke J, Migaud P, Mikolajewska A, Moos V, Naumann MB, Pankow W, Scherübl H, Schmidt B, Schneider T, Stocker H, Suttorp N, Thiemig D, Gollnisch C, Mannschatz U, Haas W, Schaefer B, Lück C (2020).** Source attribution of community-acquired cases of Legionnaires' disease-results from the German LeTriWa study; Berlin, 2016-2019. *PLoS One*. **15**(11):e0241724.
- Caicedo C, Rosenwinkel KH, Exner M, Verstraete W, Suchenwirth R, Hartemann P and Nogueira R (2019).** "Legionella occurrence in municipal and industrial wastewater treatment plants and risks of reclaimed wastewater reuse: Review." *Water Res* **149**: 21-34.

Chambers ST, Slow S, Scott-Thomas A, Murdoch DR (2021). "Legionellosis Caused by Non-Legionella pneumophila Species, with a Focus on *Legionella longbeachae*." Microorganisms. **31**;9(2):291.

Coscollá M, Fenollar J, Escribano I and González-Candelas F (2010). "Legionellosis outbreak associated with asphalt paving machine, Spain, 2009." Emerg Infect Dis **16**(9): 1381-1387.

David S, Mentasti M, Lai S, Vaghji L, Ready D, Chalker VJ and Parkhill J (2018). "Spatial structuring of a Legionella pneumophila population within the water system of a large occupational building." Microb Genom **4**(10).

Den Boer JW, Bosman A, van Steenberghe J, van den Hof S, Hahné S, Boshuizen H and Conyn-Van Spaendonck MA (2001). Een legionella-epidemie onder bezoekers van een beurs in Bovenkarspel 1. Beschrijving van de epidemie 2. Patiënt-controle onderzoek naar de bron. RIVM. **rapport 213690 004**.

Den Boer JW, Euser SM, Brandsema P, Reijnen L and Bruin JP (2015). "Results from the National Legionella Outbreak Detection Program, the Netherlands, 2002-2012." Emerg Infect Dis **21**(7): 1167-1173.

Den Boer JW, Yzerman EP, Schellekens J, Lettinga KD, Boshuizen HC, Van Steenberghe JE, Bosman A, Van den Hof S, Van Vliet HA, Peeters MF, Van Ketel RJ, Speelman P, Kool JL and Conyn-Van Spaendonck MA (2002). "A large outbreak of Legionnaires' disease at a flower show, the Netherlands, 1999." Emerg Infect Dis **8**(1): 37-43.

European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC) (2023). Legionnaires' disease. Annual Epidemiological Report for 2021. Stockholm: ECDC.

Euser S, Brandsema P and Ruijs WLM (2018). "Aanpassing van de BEL-bemonsteringscriteria." Infectieziekten bulletin **29**(9).

Euser SM, Boogmans B, Brandsema P, Wouters M and Den Boer JW (2014). "Legionnaires' disease after using an industrial pressure test pump: a case report." J Med Case Rep **8**: 31.

Fasciana T, Mascarella C, Distefano SA, Calà C, Capra G, Rampulla A, Di Carlo P, Palermo M and Giammanco A (2019). "Cluster of Legionnaires' Disease in an Italian Prison." Int J Environ Res Public Health **16**(11).

Friesema IH, van Gageldonk-Lafeber AB and van Pelt W (2015). "Extension of traditional infectious disease surveillance with a repeated population survey." Eur J Public Health **25**(1): 130-134.

Ginevra C, Chastang J, David S, Mentasti M, Yakunin E, Chalker VJ, Chalifa-Caspi V, Valinsky L, Jarraud S, Moran-Gilad J; ESCMID Study Group for Legionella Infections (ESGLI) (2020). "A real-time PCR for specific detection of the Legionella pneumophila serogroup 1 ST1 complex." *Clin Microbiol Infect.* **26**(4):514.e1-514.e6. PMID: 31525518.

Graham FF, Harte D, Zhang J, Fyfe C, Baker MG (2023). Increased Incidence of Legionellosis after Improved Diagnostic Methods, New Zealand, 2000-2020. *Emerg Infect Dis.* **29**(6):1173-1182.

Gumá M, Drasar V, Santandreu B, Cano R, Afshar B, Nicolau A, Bennassar M, Del Barrio J, Crespi P and Crespi S (2023). "A community outbreak of Legionnaires' disease caused by outdoor hot tubs for private use in a hotel." *Front Microbiol* **14**: 1137470.

Hamilton KA, Prussin AJ, 2nd, Ahmed W and Haas CN (2018). "Outbreaks of Legionnaires' Disease and Pontiac Fever 2006-2017." *Curr Environ Health Rep* **5**(2): 263-271.

Kanatani JI, Watahiki M, Kimata K, Kato T, Uchida K, Kura F, Amemura-Maekawa J, Isobe J (2021). Detection of Legionella species, the influence of precipitation on the amount of Legionella DNA, and bacterial microbiome in aerosols from outdoor sites near asphalt roads in Toyama Prefecture, Japan. *BMC Microbiol.* **21**(1):215.

Karagiannis I, Brandsema P and van der Sande MA (2009). "Warm, wet weather associated with increased Legionnaires' disease incidence in The Netherlands." *Epidemiol Infect* **137**(2): 181-187.

Lodder WJ, van den Berg HHJL, van Leerdam RC and de Roda Husman AM. (2019). "Potentiële maatregelen tegen verspreiding van Legionella uit afvalwaterzuiveringsinstallaties." Retrieved Mei 2024, from <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2019-0194.pdf>.

Loenenbach AD, Beulens C, Euser SM, van Leuken JPG, Bom B, van der Hoek W, Husman AMR, Ruijs WLM, Bartels AA, Rietveld A, den Boer JW and Brandsema PS (2018). "Two Community Clusters of Legionnaires' Disease Directly Linked to a Biologic Wastewater Treatment Plant, the Netherlands." *Emerg Infect Dis* **24**(10): 1914-1918.

Lund V, Fonahn W, Pettersen JE, Caugant DA, Ask E and Nysaeter A (2014). "Detection of Legionella by cultivation and quantitative real-time polymerase chain reaction in biological waste water treatment plants in Norway." *J Water Health* **12**(3): 543-554.

Maze MJ, Slow S, Cumins AM, Boon K, Goulter P, Podmore RG, Anderson TP, Barratt K, Young SA, Pithie AD, Epton MJ, Werno AM, Chambers ST, Murdoch DR (2014). Enhanced detection of Legionnaires' disease by PCR testing of induced sputum and throat swabs. *Eur Respir J.* **43**(2):644-6.

National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine; Health and Medicine Division; Division on Earth and Life Studies; Board on Population Health and Public Health Practice; Board on Life Sciences; Water Science and Technology Board; Committee on Management of Legionella in Water Systems (2019).

Management of Legionella in Water Systems. Washington (DC), National Academies Press (US) PMID: 32200596.

Nguyen TM, Ilef D, Jarraud S, Rouil L, Campese C, Che D, Haeghebaert S, Ganiayre F, Marcel F, Etienne J and Desenclos JC (2006). "A community-wide outbreak of legionnaires disease linked to industrial cooling towers--how far can contaminated aerosols spread?" J Infect Dis **193**(1): 102-111.

Orkis LT, Harrison LH, Mertz KJ, Brooks MM, Bibby KJ and Stout JE (2018). "Environmental sources of community-acquired legionnaires' disease: A review." International Journal of Hygiene and Environmental Health **221**(5): 764-774.

Pampaka D, Gomez-Barroso D, Lopez-Perea N, Carmona R and Portero RC (2022). "Meteorological conditions and Legionnaires' disease sporadic cases-a systematic review." Environ Res **214**(Pt 4): 114080.

Petzold M, Ehricht R, Slickers P, Pleischl S, Brockmann A, Exner M, Monecke S and Lück C (2017). "Rapid genotyping of Legionella pneumophila serogroup 1 strains by a novel DNA microarray-based assay during the outbreak investigation in Warstein, Germany 2013." Int J Hyg Environ Health **220**(4): 673-678.

Phin N, Parry-Ford F, Harrison T, Stagg HR, Zhang N, Kumar K, Lortholary O, Zumla A and Abubakar I (2014). "Epidemiology and clinical management of Legionnaires' disease." Lancet Infect Dis **14**(10): 1011-1021.

Pijnacker R, Brandsema P, Euser S, Vahidnia A, Kuiters A, Limaheluw J, Schout C, Haj Mohammad G and Raven S (2024). "An outbreak of Legionnaires' disease linked to a municipal and industrial wastewater treatment plant, The Netherlands, September–October 2022." Eurosurveillance **29**(20): 2300506.

Reukers DFM, van Asten L, Brandsema PS, Dijkstra F, Hendriksen JMT, Hooiveld M, Jongenotter F, de Lange MMA, Teirlinck AC, Willekens G, Meijer A and van Gageldonk-Lafeber AB (2022). Annual report Surveillance of COVID-19, influenza and other respiratory infections in the Netherlands: winter 2021/2022. Surveillance van COVID-19, griep en andere luchtweginfecties: winter 2021/2022, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu RIVM.

Reukers DFM, van Asten L, Brandsema PS, Dijkstra F, Donker GA, van Gageldonk-Lafeber AB, Hooiveld M, de Lange MMA, Marbus S, van den broek I, Meijer A and van der Hoek W (2018). Annual report Surveillance of influenza and other respiratory infections: Winter 2017/2018. Surveillance van griep en andere luchtweginfecties: winter 2017/2018, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu RIVM, 10.21945/rivm-2018-0049.

Ricketts KD, Joseph CA, Lee JV and Wilkinson P (2012). "Wet cooling systems as a source of sporadic Legionnaires' disease: a geographical analysis of data for England and Wales, 1996-2006." J Epidemiol Community Health **66**(7): 618-623.

Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM). (2023). "LCI richtlijn legionellose." Retrieved 29-april-2024, from <https://lci.rivm.nl/richtlijnen/legionellose>.

Robert S, Lhommet C, Le Brun C, Garot D, Legras A, Mankikian J, Goudeau A (2018). Diagnostic performance of multiplex PCR on pulmonary samples versus nasopharyngeal aspirates in community-acquired severe lower respiratory tract infections. J Clin Virol. **108**:1-5.

Sanchez-Buso L, Guiral S, Crespi S, Moya V, Camaro ML, Olmos MP, Adrian F, Morera V, Gonzalez-Moran F, Vanaclocha H and Gonzalez-Candelas F (2015). "Genomic Investigation of a Legionellosis Outbreak in a Persistently Colonized Hotel." Front Microbiol **6**: 1556.

Schalk JA, Euser SM, van Heijnsbergen E, Bruin JP, den Boer JW and de Roda Husman AM (2014). "Soil as a source of Legionella pneumophila sequence type 47." Int J Infect Dis **27**: 18-19.

Schets FM, Schalk JAC, van de Veerdonk PAM, Bartels A and Versteegh JFM. (2016). "Natte koeltorens: registratie, toezicht en handhaving in verband met legionellapreventie." Retrieved May 2024, from <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2016-0109.pdf>.

Shivaji T, Sousa Pinto C, San-Bento A, Oliveira Serra LA, Valente J, Machado J, Marques T, Carvalho L, Nogueira PJ, Nunes B and Vasconcelos P (2014). "A large community outbreak of Legionnaires disease in Vila Franca de Xira, Portugal, October to November 2014." Euro Surveill **19**(50): 20991.

Sonder GJ, van den Hoek JA, Bovée LP, Aanhane FE, Worp J, Du Ry van Beest Holle M, van Steenberghe JE, den Boer JW, Ijzerman EP and Coutinho RA (2008). "Changes in prevention and outbreak management of Legionnaires disease in the Netherlands between two large outbreaks in 1999 and 2006." Euro Surveill **13**(38).

Steinert M, Hentschel U and Hacker J (2002). "Legionella pneumophila: an aquatic microbe goes astray." FEMS Microbiol Rev **26**(2): 149-162.

Stolk JM, Russcher A, van Elzakker EP and Schippers EF (2016). "[Legionella pneumonia after the use of CPAP equipment]." Ned Tijdschr Geneeskd **160**: A9855.

Svarrer CW and Uldum SA (2012). "The occurrence of Legionella species other than Legionella pneumophila in clinical and environmental samples in Denmark identified by mip gene sequencing and matrix-assisted laser desorption ionization time-of-flight mass spectrometry." Clin Microbiol Infect **18**(10): 1004-1009.

Uldum SA, Schjoldager LG, Baig S, Cassell K (2022). A Tale of Four Danish Cities: Legionella pneumophila Diversity in Domestic Hot Water and Spatial Variations in Disease Incidence. International Journal of Environmental Research and Public Health. **19**(5):2530.

van den Berg H, Lodder W, Bartels A, Brandsema P, Vermeulen L, Lynch G, Euser S and de Roda Husman AM (2023). "Legionella detection in wastewater treatment plants with increased risk for Legionella growth and emission." J Water Health **21**(9): 1291-1302.

van den Hoek JA, IJzerman EP and Coutinho RA (2006). "Legionella-uitbraak in Amsterdam: koeltoren als bron. [Legionella outbreak in Amsterdam: a cooling tower as the source]." Ned Tijdschr Geneeskd **150**(33): 1808-1811.

van der Wielen PWJJ, Wierenga W, Oosterhold F, Oostdijk A and van der Werff A (2021). Met recht naar een doeltreffender legionellapreventie. KWR Water Research Institute, Nieuwegein, Nederland.

van Heijnsbergen E, de Roda Husman AM, Lodder WJ, Bouwknecht M, Docters van Leeuwen AE, Bruin JP, Euser SM, den Boer JW, Schalk JA (2014). Viable Legionella pneumophila bacteria in natural soil and rainwater puddles. J Appl Microbiol. **117**(3):882-90.

van Heijnsbergen E, Schalk JAC, Euser SM, Brandsema PS, den Boer JW and de Roda Husman AM (2015). "Confirmed and Potential Sources of Legionella Reviewed." Environmental Science & Technology **49**(8): 4797-4815.

van Leuken JP, Havelaar AH, van der Hoek W, Ladbury GA, Hackert VH and Swart AN (2013). "A model for the early identification of sources of airborne pathogens in an outdoor environment." PLoS One **8**(12): e80412.

van Steenberg JE, Slijkerman FA and Speelman P (1999). "The first 48 hours of investigation and intervention of an outbreak of legionellosis in the Netherlands." Euro Surveill **4**(11): 111-115.

van Wolferen J (2019). "Mogelijkheden voor het verlagen van de vereiste temperatuur van warm tapwater - onderzoek t.b.v. motie Van der Lee (34 902)." Van Wolferen Research Rapport 2019-006

Vermeulen LC, Brandsema PS, van de Kassteele J, Bom BCJ, van den Berg HHJL and de Roda Husman AM (2019). "Mogelijke luchtverspreiding van Legionella door afvalwaterzuiveringsinstallaties: een patiënt-controle onderzoek." Retrieved Mei 2024, from <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2019-0195.pdf>.

Vermeulen LC, Brandsema PS, van de Kassteele J, Bom BCJ, Sterk HAM, Sauter FJ, van den Berg HHJL, de Roda Husman AM (2021). Atmospheric dispersion and transmission of Legionella from wastewater treatment plants: A 6-year case-control study. *Int J Hyg Environ Health*. **237**:113811.

Versteegh JFM, Brandsema PS, van der Aa NGFM, Dik HHJ and de Groot GM (2007). Evaluatie van legionellapreventie Waterleidingwet. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu RIVM, 703719020.

Wallet F, Fontenay L and Cabanes PA (2022). "Probabilistic Analysis of a French Legionellosis Outbreak Shows Potential Role of Wastewater Basin." *Microorganisms* **10**(2).

Walser SM, Gerstner DG, Brenner B, Höller C, Liebl B and Herr CE (2014). "Assessing the environmental health relevance of cooling towers--a systematic review of legionellosis outbreaks." *Int J Hyg Environ Health* **217**(2-3): 145-154.

Yang Z, Chen LA, Yang C, Gu Y, Cao R, Zhong K (2013). Portable ultrasonic humidifier exacerbates indoor bioaerosol risks by raising bacterial concentrations and fueling pathogenic genera. *Indoor Air*. **32**(1):e12964.

Yiallourous PK, Papadouri T, Karaoli C, Papamichael E, Zeniou M, Pieridou-Bagatzouni D, Papageorgiou GT, Pissarides N, Harrison TG, Hadjidemetriou A (2013). First outbreak of nosocomial Legionella infection in term neonates caused by a cold mist ultrasonic humidifier. *Clin Infect Dis*. **57**(1):48-56.

Begrippenlijst

Aerosolen	Zeer kleine vaste of vloeibare deeltjes die zweven in de lucht. Waterinstallaties kunnen wateraerosolen produceren waarmee Legionella kan meeliften. Dit kan door sproeien, beluchten van water (bijvoorbeeld bubbelbaden) of mistvormers.
Afvalwaterzuiveringsinstallatie (AWZI)	Een installatie die afvalwater zuivert door middel van mechanische, biologische en/of chemische processen. Dit kunnen industriële (IWZI) of rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI) zijn.
Beheersmaatregelen	Maatregelen om de legionellagroei te voorkomen of te beheersen. Bijvoorbeeld door thermisch beheer (pasteurisatie/temperatuurmanagement), fysisch beheer (filters en UV), elektrochemisch beheer (koper/zilver-ionisatie) of chemisch beheer (chloor). Het nemen van maatregelen om verspreiding van <i>Legionella</i> te voorkomen kan ook worden gezien als beheersmaatregel.
Bemonstering (op <i>Legionella</i>)	Het nemen van monsters bij potentiële besmettingsbronnen van een patiënt om te testen op aanwezigheid van de legionellabacterie. Het betreft meestal watermonsters, maar ook swabs van leiding- of waterbassinwand, of grond- of luchtmonsters zijn mogelijk. Eén bemonstering kan bestaan uit meerdere monsters op 1 locatie (bijvoorbeeld meerdere tappunten in een woning of meerdere douches en baden bij een saunacomplex). Voor 1 patiënt kunnen meerdere bronlocaties worden bemonsterd. Bij clusters of uitbraken kunnen meerdere patiënten gelinkt zijn aan één bron.
Bronopsporing	Onderzoek om te achterhalen waar een patiënt met legionellapneumonie mogelijk besmet is geraakt met de legionellabacterie. Hierbij wordt in kaart gebracht waaraan de patiënt tijdens de incubatietijd is blootgesteld.
Brononderzoek	Als vervolg op de bronopsporing kan er bij potentiële bronnen onderzoek plaatsvinden, zoals bemonstering van de bron, onderzoeken van de risico's bij de bron of er kunnen maatregelen worden geadviseerd om de bron te elimineren.
Cluster	Meerdere patiënten die aangeven binnen de incubatietijd bij eenzelfde locatie (locatiecluster) of logiesverblijf (accomodatiecluster) te zijn geweest binnen een periode van twee jaar of

	een verhoogd aantal patiënten in een specifiek geografisch gebied (geografisch cluster)
Community Acquired	Infectie die niet is opgelopen tijdens reizen, of tijdens een verblijf in het ziekenhuis of zorginstelling. Een van de categorieën van specifieke plaats van besmetting (Setting) volgens de indeling van het European Legionnaires' Disease Surveillance Network (ELDSNet).
Epidemiologie	Onderzoeken en beschrijven van het voorkomen en verspreiden van (infectie)ziekte in tijd, plaats en persoon.
Industriële afvalwaterzuiveringsinstallatie (IWZI)	Een installatie die enkel industrieel afvalwater zuivert door middel van mechanische, biologische en/of chemische processen.
Kolonievormende eenheden per liter (KVE/L)	Een maat voor aantonen van de aanwezigheid van legionellabacteriën in een liter watermonster.
Kweek	Werkwijze om mogelijk aanwezige bacteriën in een omgevingsmonster of klinisch materiaal onder gunstige en gecontroleerde omstandigheden te laten uitgroeien op een voedingsbodem. Eventueel aanwezige bacteriën groeien uit tot zichtbare koloniën en kunnen zo worden geteld en/of getypeerd.
<i>Legionella</i>	Gramnegatieve staafvormige bacterie van het geslacht <i>Legionellaceae</i> .
<i>Legionella</i> species (<i>L.</i> spp)	Soort of soorten binnen de familie van de legionellabacteriën. Het geslacht <i>Legionella</i> wordt onderverdeeld in meer dan 60 verschillende <i>Legionella</i> soorten. Een voorbeeld is <i>Legionella pneumophila</i> .
<i>Legionella non-pneumophila</i> (<i>L. non-pneumophila</i>)	<i>Legionella</i> species (soort/soorten) die niet behoren tot de specifieke soort <i>L. pneumophila</i> . Een aantal voorbeelden zijn <i>Legionella longbeachae</i> , <i>Legionella anisa</i> en <i>Legionella bozemanii</i> . Sommige <i>non-pneumophila</i> species kunnen ook legionellose veroorzaken.
<i>Legionella pneumophila</i> (<i>L. pneumophila</i>)	Legionellabacterie van de specifieke soort <i>pneumophila</i> . Deze soort (of species) is de meest voorkomende ziekteverwekker van legionellapneumonie.
Legionellapneumonie (LP)	Ziektebeeld met longontsteking door infectie met de legionellabacterie. Wordt ook wel veteranenziekte genoemd.
Legionellapreventie	Het voorkomen van ziektegevallen door het nemen van maatregelen, waardoor het risico op legionellose afneemt.
Legionellose	Infectie met de legionellabacterie. Ziektebeeld kan variëren van griepachtige klachten (Pontiac fever) tot zware longontsteking (legionellapneumonie/veteranenziekte).

Match	Het genotype (ST-type) van de legionellabacterie die geïsoleerd werd bij een patiënt is identiek aan de legionellabacterie die geïsoleerd werd in een bron. Aangezien 1 omgevingsbron soms aan meerdere patiënten kan worden gelinkt, is het aantal gematchte bronnen niet gelijk aan het aantal gematchte patiënten .
Meldingsplichtige ziekte	Een infectieziekte die volgens de Wet publieke gezondheid na diagnose gemeld moet worden aan de GGD.
Monitoring (van systemen)	Het (continu) controleren van (beheers)maatregelen en van het behoud van gewenste waarden. Dit kan bijvoorbeeld door het controleren van: de temperatuur, de pH en de aanwezigheid van <i>Legionella</i> in water door het nemen van watermonsters.
Natte koeltoren	Waterinstallaties die gebruikt worden bij de klimaatbeheersing in grote gebouwen (ziekenhuizen, datacenters, kantoortorens) of het koelen van industriële processen (energiecentrales, staalproductie).
Nosocomiaal	Infectie die in het ziekenhuis is opgelopen.
Polymerase Chain Reaction (PCR)	Laboratoriumtechniek om stukjes DNA te vermeerderen, zodat het mogelijk is specifieke DNA-delen aan te tonen.
Pontiac Fever (PF)	Griepachtig ziektebeeld zonder longontsteking, waarbij de klachten ontstaan binnen 12 tot 48 uur na blootstelling aan de legionellabacterie. Wordt meestal alleen herkend bij een cluster.
Prioritaire locaties	Prioritaire locaties zijn plekken waar de volksgezondheid een verhoogd risico loopt als er legionellabacteriën in het drinkwater zitten. Eigenaars en beheerders van bedrijven of organisaties die onder "prioritaire instellingen" valt moeten aan legionellapreventie doen.
Rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI)	Een installatie die gemeentelijk (communaal) afvalwater zuivert van huishoudens en bedrijven door middel van mechanische, biologische en/of chemische processen.
Sequence based typing (SBT)	Moleculaire typeringsmethode voor <i>Legionella pneumophila</i> om onderscheid te maken naar genotypisch profiel (ST-type). De methode bepaald de DNA-volgorde van 7 virulentie- en huishoudelijke genen van de bacterie. Internationaal gestandaardiseerde methode van de European Society for Clinical Microbiology Study Group on <i>Legionella</i> Infections (ESGLI).
Sequence type (ST)	Genotypisch profiel van de legionellabacterie.
Serogroep (sg)	Onderverdeling binnen een bacteriesoort op basis van bepaalde antigeenkenmerken. <i>Legionella pneumophila</i> kan worden

	onderverdeeld in 14 of 15 serogroepen, waarbij serogroep 1 de meeste ziekte veroorzaakt.
Serologie	Een laboratoriumtechniek gebaseerd op aanwezigheid van antistoffen om in het bloed te kunnen aantonen of iemand een infectie heeft (gehad)
Setting	Categorieën voor patiënten met legionellapneumonie naar een specifieke plaats van besmetting. De gebruikte indeling is vergelijkbaar met de indeling van het European Legionnaires' Disease Surveillance Network (ELDSNet).
Sporadische ziektegeval	Losstaande patiënt, d.w.z. niet aan een uitbraak of cluster gerelateerd.
Sputum/Broncho-alveolaire lavage (BAL)	Vocht/slijm vanuit de lagere luchtwegen, verkregen door diep ophoesten (sputum) of opgezogen door een buigzame slang (BAL). Bij diagnostiek op <i>Legionella</i> kan dit klinische materiaal (vocht/slijm) worden gebruikt voor kweek of PCR.
Surveillance	Het systematisch verzamelen, analyseren, interpreteren en duiden van gegevens over infectieziekten.
Typering	Laboratoriumtechniek om op DNA-niveau een onderscheid te maken binnen één bacteriesoort naar genotypisch/DNA-profiel (ST-type).
Uitbraak (van legionellose of legionellapneumonie)	Meer ziektegevallen in een specifiek geografisch gebied (of specifieke populatie) dan gebruikelijk in een bepaalde tijdsperiode, waarbij sprake is van een vermoedelijke of bewezen gemeenschappelijke bron van besmetting.
Urineantigeen test (UAG) op <i>Legionella</i>	Een laboratoriumtechniek om in de urine te kunnen aantonen of iemand legionellose heeft veroorzaakt door <i>Legionella pneumophila</i> serogroep 1. Deze test toont legionellose veroorzaakt door andere <i>L. pneumophila</i> serogroepen meestal niet aan. Andere <i>L. species</i> worden niet aangetoond.
Verheffing (van legionellose of legionellapneumonie)	Een sterke toename van het aantal ziektegevallen, vaak sterker dan gebruikelijk is in een bepaalde tijdsperiode en/of gebied.
Veteranenziekte	Ziektebeeld met longontsteking door infectie met de legionellabacterie. De medische term hiervoor is legionellapneumonie.
Waterinstallatie	Waterhoudend apparaat, bassin of samenstel van waterhoudende onderdelen. Bijvoorbeeld leidingwaterinstallatie, bubbelbad, natte koeltoren, AWZI, fontein, mistvernevelaar, apneuapparatuur. In dit rapport kan waar waterinstallatie staat ook 'waterhoudend apparaat' worden gelezen.

Annex A Tabellen

Tabel 1 Aantal legionellosemeldingen in de periode 2013–2022, incidentie en land van besmetting (bron: Osiris)

Jaar van eerste ziektedag	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Totaal
Aantal legionellosemeldingen	310	370	438	468	575	594	587	475	669	650	5136
Buitenlandse passant	0	7	5	6	7	10	8	2	0	11	56
Voldoet niet aan EU casus definitie ^a	2	22	14	8	7	0	13	12	0	4	82
Geen pneumonie	0	3	1	2	2	0	4	1	0	1	14
Eenmalige hoge titer	2	12	13	6	5	0	1	1	0	3	43
Enkel PCR op neus- en/of keelwat ^b	0	0	0	0	0	0	8	10	14	11	43
Totaal geëxcludeerd	2	22	19	14	14	10	21	14	0	15	131
Totaal geïncludeerd	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)
Aantal gemelde patiënten met legionellapneumonie	308 (100)	348 (100)	419 (100)	454 (100)	561 (100)	584 (100)	566 (100)	461 (100)	656 (100)	635 (100)	4992 (100)
% verschil met jaar ervoor	+6%	+13%	+20%	+8%	+24%	+4%	-3%	-19%	+42%	-3%	
Incidentie per 100.000 inwoners	1,8	2,1	2,5	2,7	3,3	3,4	3,3	2,6	3,8	3,6	
Land van besmetting ^c											
In Nederland opgelopen	180 (58)	214 (61)	273 (65)	324 (71)	406 (72)	407 (70)	395 (70)	411 (89)	555 (85)	484 (76)	3649 (73)
Buitenland	128 (42)	134 (39)	145 (35)	130 (29)	152 (27)	175 (30)	170 (30)	48 (10)	101 (15)	144 (23)	1327 (27)
Onbekend	0 (0)	0 (0)	1 (<1)	0 (0)	3 (1)	2 (<1)	1 (<1)	2 (<1)	0 (0)	7 (1)	16 (<1)

^a Voor afstemming op de Europese rapportages werden meldingen zonder pneumonie en meldingen van buitenlandse passanten buiten de aanvullende analyse gelaten. Een diagnose door middel van het aantonen van een eenmalig hoge titer die niet specifiek bepaald is tegen *L. pneumophila* serogroep 1 voldoet niet aan de Europese casusdefinitie. Een patiënt kan aan meerdere criteria voldoen waardoor de melding niet aan de Europese casusdefinitie voldoet. Het totale aantal geëxcludeerde meldingen bestaat uit het totale aantal buitenlandse passanten en het totale aantal meldingen dat niet aan de Europese casusdefinitie voldoet. Zie Hoofdstuk 2 Methode.

^b In 2019 en 2020 zijn meldingen op basis van een enkele PCR swab geëxcludeerd. PCR op monsters van de bovenste luchtwegen (URTS), zoals uitstrijkjes, werden in Osiris in 2019 en 2020 gerapporteerd vanuit één enkel laboratorium dat later een mogelijk specificiteitsprobleem rapporteerde.

Deze meldingen zijn in deze jaren daarom niet meegenomen, tenzij de diagnose werd bevestigd met een tweede PCR. In 2021 en 2022 zijn meldingen met een PCR op basis van een enkele swab daarentegen wel geïncludeerd in de totale aantallen. (Reukers, van Asten et al. 2022)

^c Tot 2016 werd een ziektegeval geïnclassificeerd als "buitenlandse reis" als er sprake was van een reis naar het buitenland in de periode van 2 tot en met 14 dagen voor de eerste ziektedag en er geen andere bevestigde bron is aangetoond in Nederland. Vanaf 2016 is die periode gewijzigd en is alleen een reis in de periode 2 tot en met 10 dagen voor de eerste ziektedag geïnclassificeerd als "buitenlandse reis", met uitzondering van ziektegevallen die in de periode van 11 tot en met 14 dagen voor de eerste ziektedag naar het buitenland hebben gereisd en gelinkt waren aan een cluster in het buitenland. Deze classificatie heeft dus impact op het aantal ziektegevallen dat voorafgaand aan 2016 als "buitenlandse reis" werden beschouwd, en sinds 2016 als "in Nederland opgelopen" infecties zijn aangemerkt. Het gaat hierbij echter om kleine getallen. Zie Hoofdstuk 2 Methode.

Tabel 2 Aantal meldingen van patiënten met legionellapneumonie opgelopen in Nederland in de periode 2013–2022, klinische en epidemiologische achtergrond, sterfte, diagnostiek en incidentie (bron: Osiris)

Jaar van eerste ziektedag	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Totaal
Aantal binnenlandse patiënten met legionellapneumonie	180	214	273	324	406	407	395	411	555	484	3649
Achtergrond	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)
Bevestiging legionellapneumonie ^a											
Bevestigd	170 (94)	202 (94)	257 (94)	301 (93)	376 (93)	373 (92)	371 (94)	378 (92)	498 (90)	434 (90)	3.360 (92)
Waarschijnlijk	10 (6)	12 (6)	16 (6)	23 (7)	30 (7)	34 (8)	24 (6)	33 (8)	57 (10)	50 (10)	289 (8)
Geslacht: Man	119 (66)	164 (77)	194 (71)	236 (73)	286 (70)	303 (74)	293 (74)	302 (73)	386 (70)	343 (71)	2626 (72)
Mediane leeftijd (Q1-Q3)	66 (56-75)	63 (55-74)	63 (54-71)	64 (55-73)	65 (55-75)	66 (57-76)	65 (56-74)	65 (57-74)	65 (55-73)	67 (58-76)	65 (56-74)
Leeftijdsgroep											
0-19 jaar	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (<1)	0 (0)	2 (1)	0 (0)	0 (0)	1 (<1)	4 (<1)
20-29 jaar	2 (1)	1 (<1)	1 (<1)	1 (<1)	5 (1)	3 (1)	4 (1)	4 (1)	8 (1)	5 (1)	34 (1)
30-39 jaar	5 (3)	6 (3)	12 (4)	9 (3)	17 (4)	7 (2)	15 (4)	10 (2)	16 (3)	13 (3)	110 (3)
40-49 jaar	15 (8)	23 (11)	27 (10)	39 (12)	36 (9)	28 (7)	33 (8)	30 (7)	43 (8)	34 (7)	308 (8)
50-59 jaar	37 (21)	53 (25)	70 (26)	67 (21)	77 (19)	92 (23)	84 (21)	89 (22)	123 (22)	92 (19)	784 (21)
60-69 jaar	56 (31)	52 (24)	87 (32)	95 (29)	112 (28)	108 (27)	107 (27)	117 (28)	169 (30)	128 (26)	1031 (28)
70-79 jaar	40 (22)	56 (26)	51 (19)	69 (21)	104 (26)	98 (24)	102 (26)	107 (26)	122 (22)	137 (28)	886 (24)
80+ jaar	25 (14)	23 (11)	25 (9)	44 (14)	54 (13)	71 (17)	48 (12)	54 (13)	74 (13)	74 (15)	492 (13)
Risicofactor											
Roken	92 (51)	119 (56)	151 (55)	187 (58)	207 (51)	198 (49)	197 (50)	195 (47)	276 (50)	214 (44)	1836 (50)
Onderliggend lijden	77 (43)	113 (53)	109 (40)	152 (47)	212 (52)	192 (47)	178 (51)	211 (51)	272 (49)	242 (50)	1758 (48)
Geen (jonger dan 40, geen roken en geen onderliggend lijden)	1 (<1)	1 (<1)	3 (1)	2 (<1)	1 (<1)	2 (<1)	5 (1)	1 (<1)	4 (<1)	3 (<1)	23 (<1)
Onbekend	7 (4)	3 (1)	5 (2)	4 (1)	2 (<1)	5 (1)	3 (1)	6 (1)	12 (2)	8 (2)	55 (2)
Ziekenhuisopname											
Ja	177 (98)	212 (99)	270 (99)	323 (100)	397 (98)	401 (99)	390 (99)	402 (98)	538 (97)	472 (98)	3528 (98)
Nee	3 (2)	2 (1)	3 (1)	1 (<1)	7 (2)	6 (1)	5 (1)	7 (2)	17 (3)	11 (2)	62 (2)

Jaar van eerste ziektedag	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Totaal
Aantal binnenlandse patiënten met legionellapneumonie	180	214	273	324	406	407	395	411	555	484	3649
Achtergrond	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)
Onbekend	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2 (<1)	0 (0)	0 (0)	2 (<1)	0 (0)	1 (<1)	5 (<1)
IC opname^b											
Ja	-	-	-	-	-	-	82 (30)	96 (23)	116 (21)	113 (23)	405 (24)
Nee	-	-	-	-	-	-	186 (67)	297 (72)	415 (75)	349 (72)	1239 (72)
Onbekend	-	-	-	-	-	-	8 (3)	18 (4)	24 (4)	22 (5)	73 (4)
X-thorax bevestigde pneumonie											
Ja	167 (93)	202 (94)	260 (95)	313 (97)	391 (96)	382 (94)	381 (96)	395 (96)	509 (92)	453 (94)	3453 (95)
Nee, alleen klinisch vastgesteld	2 (1)	5 (2)	5 (2)	4 (1)	6 (1)	10 (2)	5 (1)	8 (2)	23 (4)	17 (4)	39 (1)
Onbekend	11 (6)	7 (4)	8 (3)	7 (2)	9 (3)	15 (4)	9 (3)	8 (2)	23 (4)	14 (2)	111 (3)
Overleden											
Ja	15 (8)	11 (5)	11 (4)	20 (6)	28 (7)	28 (7)	16 (4)	31 (8)	30 (6)	33 (7)	223 (6)
Nee	163 (91)	200 (94)	261 (96)	304 (94)	375 (92)	378 (93)	378 (96)	379 (92)	524 (94)	447 (92)	3409 (93)
Onbekend	2 (1)	3 (1)	1 (<1)	0 (0)	3 (1)	1 (<1)	1 (<1)	1 (<1)	1 (<1)	4 (1)	17 (<1)
Setting											
Community Acquired Assumed	167 (93)	184 (86)	244 (89)	300 (93)	355 (87)	363 (89)	351 (89)	387 (94)	515 (93)	438 (90)	3304 (91)
Binnenlandse reis	12 (7)	20 (9)	24 (9)	17 (5)	45 (11)	35 (9)	38 (10)	19 (5)	39 (7)	34 (7)	283 (8)
Nosocomiaal	1 (<1)	4 (2)	2 (1)	0 (0)	1 (<1)	0 (0)	2 (1)	2 (<1)	0 (0)	1 (<1)	13 (<1)
Zorggerelateerd	0 (0)	6 (3)	3 (1)	7 (2)	5 (1)	5 (1)	4 (1)	3 (1)	1 (<1)	10 (2)	44 (1)
Onbekend	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	4 (1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (<1)	5 (<1)
Diagnostiek											
Positieve urine antigeen test (UAG)	167 (93)	194 (91)	249 (91)	289 (89)	363 (89)	357 (88)	355 (90)	353 (86)	479 (86)	412 (85)	3218 (88)
Legionella kweek ingezet (Ja)	75 (42)	102 (48)	118 (43)	162 (50)	181 (45)	200 (49)	196 (50)	180 (44)	247 (45)	203 (42)	1664 (46)
Positieve kweek	26 (14)	41 (19)	53 (19)	69 (21)	73 (18)	84 (21)	87 (22)	95 (23)	113 (20)	100 (21)	741 (20)

Jaar van eerste ziektedag	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Totaal
Aantal binnenlandse patiënten met legionellapneumonie	180	214	273	324	406	407	395	411	555	484	3649
Achtergrond	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)
<i>waarvan L. pneu sg1^c</i>	25 (96)	36 (88)	47 (89)	61 (88)	61 (84)	67 (80)	71 (82)	78 (82)	95 (84)	81 (81)	622 (84)
Positieve PCR	26 (14)	29 (14)	44 (16)	65 (20)	78 (19)	77 (19)	84 (21)	91 (22)	127 (23)	110 (23)	731 (20)
<i>alleen PCR^d</i>	7 (4)	9 (4)	13 (5)	21 (6)	27 (7)	34 (8)	24 (6)	32 (8)	57 (10)	50 (10)	274 (10)
Positieve serologie (viervoudige titerstijging)	4 (2)	5 (2)	5 (2)	4 (1)	6 (1)	3 (1)	3 (1)	1 (<1)	3 (1)	2 (<1)	36 (1)
Incidentie per 100.000 inwoners	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
Totaal binnenlandse patiënten	1,1	1,3	1,6	1,9	2,4	2,4	2,3	2,4	3,2	2,8	
Per geslacht											
Man	1,4	2,0	2,3	2,8	3,4	3,6	3,4	3,5	4,4	3,9	
Vrouw	0,7	0,6	0,9	1,0	1,4	1,2	1,2	1,2	1,9	1,6	
Per leeftijdsgroep											
0-19 jaar	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	
20-29 jaar	0,1	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1	0,2	0,2	0,4	0,2	
30-39 jaar	0,2	0,3	0,6	0,4	0,8	0,3	0,7	0,4	0,7	0,6	
40-49 jaar	0,6	1,0	1,2	1,8	1,7	1,3	1,6	1,5	2,2	1,6	
50-59 jaar	1,6	2,2	2,9	2,7	3,1	3,7	3,3	3,5	4,8	3,6	
60-69 jaar	2,8	2,6	4,2	4,5	5,4	5,2	5,1	5,5	7,9	5,9	
70-79 jaar	3,4	4,6	4,1	5,3	7,5	6,7	6,7	6,8	7,6	8,3	
80+ jaar	3,6	3,2	3,4	5,9	7,1	9,1	6,0	6,6	8,8	8,7	

^a Bevestigde en waarschijnlijke legionellapneumonie vastgesteld volgens de [Europese casusdefinitie](#) (Uitvoeringsbesluit van de Commissie, 2012). Er is sprake van een bevestigde legionellapneumonie indien de diagnostiek middels urine antigeentest of kweek is uitgevoerd. Er is sprake van een waarschijnlijke legionellapneumonie indien diagnostiek middels PCR of serologie is uitgevoerd. Zie Hoofdstuk 2 Methode.

^b Percentage gebaseerd op het aantal patiënten waarvoor deze specifieke informatie beschikbaar was. Vanaf juli 2019 is opname op de Intensive Care Unit (ICU) geregistreerd in Osiris.

^c Percentage van het aantal positieve kweken.

^d Geen andere diagnostische methode gerapporteerd in Osiris.

Tabel 3 Aantal meldingen van patiënten met legionellapneumonie opgelopen in het buitenland in de periode 2013–2022, klinische en epidemiologische achtergrond, sterfte en diagnostiek (bron: Osiris)

Jaar van eerste ziektedag	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Totaal
Aantal buitenlandse patiënten met legionellapneumonie	128	134	145	130	152	175	170	48	101	144	1327
Achtergrond	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)
Geslacht: Man	84 (66)	91 (68)	98 (68)	91 (70)	113 (74)	115 (66)	113 (66)	38 (79)	65 (64)	105 (73)	913 (69)
Mediane leeftijd (Q1-Q3)	60 (52-68)	60 (50-68)	61 (53-68)	61 (55-70)	61 (52-69)	62 (56-71)	64 (55-72)	60 (54-70)	59 (53-68)	65 (54-72)	61 (53-70)
Leeftijdsgroep											
0-19 jaar	0 (0)	0 (0)	1 (1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	3 (2)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	4 (<1)
20-29 jaar	0 (0)	0 (0)	1 (1)	0 (0)	1 (1)	0 (0)	0 (0)	1 (2)	3 (3)	0 (0)	6 (<1)
30-39 jaar	3 (2)	5 (4)	4 (3)	5 (4)	3 (2)	2 (1)	6 (4)	2 (4)	0 (0)	6 (4)	36 (3)
40-49 jaar	24 (19)	23 (17)	20 (14)	18 (14)	22 (14)	22 (13)	15 (9)	2 (4)	13 (13)	14 (10)	173 (13)
50-59 jaar	35 (27)	39 (29)	42 (29)	31 (24)	42 (28)	46 (26)	43 (25)	17 (35)	35 (35)	40 (28)	370 (28)
60-69 jaar	39 (30)	39 (29)	53 (37)	41 (32)	47 (31)	57 (33)	51 (30)	11 (23)	28 (28)	32 (22)	398 (30)
70-79 jaar	23 (18)	20 (15)	19 (13)	30 (18)	28 (18)	38 (22)	40 (24)	11 (23)	20 (20)	44 (31)	273 (21)
80+ jaar	4 (3)	8 (6)	5 (3)	5 (6)	9 (6)	10 (6)	12 (7)	4 (8)	2 (2)	8 (6)	67 (5)
Risicofactor											
Roken	67 (52)	68 (51)	73 (50)	58 (45)	57 (38)	68 (39)	72 (42)	26 (54)	40 (40)	55 (38)	584 (44)
Onderliggend lijden	31 (24)	41 (31)	52 (36)	39 (30)	51 (34)	64 (37)	52 (31)	14 (29)	32 (32)	50 (35)	426 (32)
Geen (jonger dan 40, geen roken en geen onderliggend lijden)	0 (0)	2 (1)	0 (0)	1 (<1)	2 (1)	0 (0)	5 (3)	1 (2)	2 (2)	2 (1)	15 (1)
Ziekenhuisopname											
Ja	122 (95)	130 (97)	139 (96)	126 (94)	143 (96)	168 (94)	159 (96)	46 (93)	94 (93)	138 (96)	1265 (95)
Nee	6 (5)	4 (3)	6 (4)	4 (6)	9 (4)	7 (6)	11 (4)	2 (7)	7 (7)	5 (3)	61 (5)
Onbekend	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (1)	1 (<1)
IC opname ^a											
Ja	-	-	-	-	-	-	20 (17)	15 (31)	15 (15)	23 (16)	71 (18)
Nee	-	-	-	-	-	-	85 (73)	29 (60)	77 (76)	114 (79)	296 (74)
Onbekend	-	-	-	-	-	-	12 (10)	4 (8)	9 (9)	7 (5)	32 (8)

Jaar van eerste ziektedag	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Totaal
Aantal buitenlandse patiënten met legionellapneumonie Overleden	128	134	145	130	152	175	170	48	101	144	1327
Ja	2 (2)	2 (1)	2 (1)	0 (0)	2 (1)	1 (1)	6 (4)	0 (0)	1 (1)	4 (3)	20 (2)
Nee	126 (98)	132 (99)	143 (99)	130 (100)	150 (99)	174 (99)	164 (96)	48 (100)	100 (99)	140 (97)	1307 (98)

^a Percentage gebaseerd op het aantal patiënten waarvoor deze specifieke informatie beschikbaar was. Vanaf juli 2019 is opname op de Intensive Care Unit (ICU) geregistreerd in Osiris.

Tabel 4 Overzicht van bronopsporing bij binnenlandse patiënten met legionellapneumonie tussen 2013 en 2022, aantal en percentage gemeld door patiënt per bron, aantal en percentage bemonsterd per bron en aantal matches per bron (bron: Osiris, BEL)

Mogelijke besmettingsbron Locaties	Gemeld door patiënt (in Osiris) ^{a, b} N=3649 n (%)	Bemonsteringen (door BEL) ^b N=1015 n (%)	Match ^c	
			Patiënten N=51 n	Bronnen N=40 n
Bubbelbad en wellness				
Openbaar bubbelbad	24 (0,7)	6 (0,6)	2	2
Privé-bubbelbad	134 (3,7)	34 (3,3)	6	6
Sauna / wellness	90 (2,5)	47 (4,6)	3	3
Zwembad	130 (3,6)	25 (2,5)	1	1
Douche/drinkwaterinstallatie				
Douche/drinkwaterinstallatie op huisadres ^d	3277 (89,8)	314 (30,9)	6	6
Sportgelegenheid met gebruik douche	64 (1,8)	18 (1,8)		
Zonbank/fitness met gebruik douche	5 (0,1)	-		
Sproei- en mistsystemen				
Tuincentrum/kas	383 (10,5)	63 (6,2)		
Autowasstraat	324 (8,9)	67 (6,6)		
Fontein / sproei installatie	234 (6,4)	29 (2,9)		
Mistsysteem	121 (3,3)	11 (1,1)		
Luchtbevochtiger	18 (0,5)	-		
Tandarts	14 (0,4)	8 (0,8)		
Langeafstandsbronnen ^e				
Koeltoren	29 (0,8)	118 (11,6)	3	3
Afvalwaterzuivering (AWZI)	31 (0,8)	63 (6,2)	17	6
Overige industriële locatie/proceswater (excl. werklocatie)	-	3 (0,3)		
Werk				
Douche/drinkwaterinstallatie	-	17 (1,7)	3	3
Industriële locatie/proceswater	-	8 (0,8)	1	1
Overig werk	-	5 (0,5)		
Overig				
Evenement/recreatiepark ^f	105 (2,9)	6 (0,6)		
Douche/drinkwaterinstallatie	-	8 (0,8)		
Anders	534 (14,6)	5 (0,5)		
Activiteiten	n (%)	n (%)	n	n
Tuin				
Gebruik tuinslang ^g	670 (18,4)	-		
Contact met tuinaarde of potgrond	609 (16,7)	13 (1,3)	2	2
Gebruik plantenspuit	170 (4,7)	-		
Gebruik hogedrukspuit	156 (4,3)	4 (0,4)		

Mogelijke besmettingsbron Locaties	Gemeld door patiënt (in Osiris) ^{a, b}	Bemonsteringen (door BEL) ^b	Match ^c	
	N=3649 n (%)	N=1015 n (%)	Patiënten N=51 n	Bronnen N=40 n
Huis				
Warm water thuis < 60 graden of boiler defect	163 (4,5)	-		
CV-ketel	-	2 (0,2)	2	2
Klussen aan leidingen of verwarming	147 (4,0)	-		
Ontluchten centrale verwarming	58 (1,6)			
Overig				
Gebruik CPAP apparaat met waterreservoir	50 (1,4)	3 (0,3)	1	1
Anders	425 (11,6)	2 (0,2)		
Binnenlandse reis	n (%)	n (%)	n	n
Hotel	76 (2,1)	17 (1,7)		
Kampeerplek (inclusief privé caravan)	74 (2,0)	14 (1,4)	1	1
Privé verblijf/familie	73 (2,0)	7 (0,7)		
Gehuurde accommodatie	8 (0,2)	8 (0,8)		
Schip	8 (0,2)	3 (0,3)		
Andere accommodatie	60 (1,6)	11 (1,1)		
Ziekenhuis of andere gezondheidszorginstelling	n (%)	n (%)	n	n
Verzorgingshuis / aanleunwoning / seniorencomplex	84 (2,3)	15 (1,5)		
Ziekenhuisopname	73 (2,0)	26 (2,6)	2	2
Dagopname	60 (1,6)	2 (0,2)		
Andere zorginstelling	19 (0,5)	17 (1,7)	1	1
Verpleeghuis	18 (0,5)	16 (1,6)		

^a Totaal aantal gemelde mogelijke bronnen van legionellabesmetting door binnenlandse patiënten met legionellapneumonie tussen 2013 en 2022. Patiënten kunnen meerdere mogelijke bronnen rapporteren en dus meer dan 1 keer voorkomen in dit overzicht. Deze aantallen zijn gebaseerd op de bronopsporingsinterviews zoals afgenomen door de GGD-en bij de patiënten of hun familie, die vervolgens gemeld worden in Osiris. Voor een deel van de patiënten was het niet mogelijk om blootstelling aan bronnen vast te stellen, omdat het bronopsporingsinterview niet mogelijk was.

^b Percentage van het totaal aantal patiënten in Osiris (N=3649) of van het totaal aantal bemonsteringen (N=1015).

^c Het aantal matches is op twee manieren weergegeven: het totaal aantal patiënten die per bron zijn gematcht en het totaal aantal verschillende bemonsteringen per brontype waarbij een match is gevonden. Een positieve bemonstering bij een bron kan namelijk matches met meerdere patiënten.

^d Er is aangenomen dat alle patiënten zijn blootgesteld aan het drinkwatersysteem op het thuisadres met uitzondering van patiënten die gereisd hebben of in het ziekenhuis lagen tijdens de incubatieperiode (14 dagen voor de eerste ziektedag).

^e Langeafstandsbronnen (koeltorens en AWZI's) zijn gemeld door de GGD, deze bronnen worden normaliter niet zelf door de patiënt herkend en gemeld.

^f Onder evenementen vallen ook musea en amusements- en dierenparken

^g Bemonsteringen van tuinslangen worden geregistreerd onder douche/drinkwaterinstallatie op huisadres.

Tabel 5 Overzicht van aantal binnenlandse patiënten met legionellapneumonie met een klinisch isolaat met typering, omgevingsbemonstering en mogelijke genotypische match tussen 2013 en 2022 (bron: BEL)

	Aantal patiënten n (% ^c)	Percentage van totaal aantal patiënten (N=3649)
Totaal aantal patiënten	3649 (100)	
Klinisch isolaat met typering beschikbaar^a	693 (19)	19
Klinisch isolaat met typering beschikbaar en omgevingsbemonstering uitgevoerd^b	253 (37)	6,9
waarvan positief bemonsterd	146 (58)	4
met genotypische match	51 (35)	1,4

^a Hier zijn alleen unieke patiënten die geregistreerd zijn in zowel Osiris als BEL data meegenomen.

^b Dit aantal is de som van het aantal unieke patiënten waarbij ook omgevingsbemonstering is uitgevoerd.

^c Dit is het percentage van het aantal patiënten in de categorie van de cel erboven.

Tabel 6 Overzicht van aantal binnenlandse patiënten met legionellapneumonie met een genotypische match per type waterinstallatie tussen 2013 en 2022 (bron: BEL)

Type waterinstallatie	Leiding-water	Baden of zwembader	Proces-water	Overig	Totaal
Besmettingsbron	N	N	N	N	N
Prioritaire instelling					
Sauna		3		1	4
Zwembad	1	1			2
Ziekenhuis	2				2
Zorginstelling	1				1
Totaal prioritair	4	4		1	9
Niet-prioritaire instelling					
Douche/drinkwaterinstallatie op huisadres	8	3			11
AWZI			17		17
Koeltoren			3		3
Werk	3			1	4
Tuinaarde of potgrond				2	2
CPAP apparaat met waterreservoir				1	1
Privé camper of caravan				1	1
Privé verblijf (vakantiehuis)		3			3
Totaal niet-prioritair	11	6	20	5	42
Totaal	15	10	20	6	51

Voetnoot: Voor enkele patiënten was er een match met meer dan 1 brontype op eenzelfde locatie. Om dubbeltelling van de patiënten in de tabel te voorkomen zijn deze maar bij 1 brontype meegerekend. Het gaat om de volgende bronnen: 1) Een patiënt werd gematcht met zowel de AWZI als de koeltoren, deze is meegerekend onder AWZI. 2) Vier patiënten werden gematcht met zowel een tuinslang/vulslang/buitendouche op huisadres en het bubbelbad. Deze zijn meegerekend onder Douche/drinkwaterinstallatie op huisadres en

verdeeld onder Leidingwater (N=2) en Baden of zwembad (N=2). 3) Bij 1 patiënt werd een match gevonden bij de koeltoren van een ziekenhuis en is meegerekend onder koeltoren.

Tabel 7 Overzicht van bemonsteringsresultaten per mogelijke besmettingsbron tussen 2013 en 2022 (bron: BEL)

Besmettingsbron (totaal aantal bemonsteringen)	Bemonsteringen positief voor <i>L. spp</i> ^{a, b}				Totaal negatief n (%)
	Totaal positief n (%)	<i>L. non-pneu</i> n (%)	<i>L. pneumophila</i>		
			sg1 n (%)	sg2-14 n (%)	
Bubbelbad en wellness					
Openbaar bubbelbad (6)	5 (83)	2 (33)	3 (50)	3 (50)	1 (17)
Privé-bubbelbad (34)	16 (50)	2 (6)	12 (38)	3 (9)	18 (50)
Sauna / wellness (47)	27 (57)	16 (34)	11 (23)	4 (9)	20 (43)
Zwembad (25)	9 (36)	7 (28)	2 (8)	0 (0)	16 (64)
Douche/drinkwaterinstallatie					
Douche/drinkwaterinstallatie op huisadres (314)	100 (32)	78 (25)	12 (4)	13 (4)	214 (68)
Sportgelegenheid met gebruik douche (18)	7 (39)	5 (28)	2 (11)	0 (0)	11 (61)
Sproei- en mistsystemen					
Tuincentrum/kas (63)	12 (19)	11 (17)	0 (0)	1 (2)	51 (81)
Autowasstraat (67)	7 (10)	7 (10)	0 (0)	0 (0)	60 (90)
Fontein / sproei installatie (29)	1 (3)	1 (3)	0 (0)	0 (0)	28 (97)
Tandarts (8)	4 (50)	4 (50)	1 (13)	0 (0)	4 (50)
Langeafstandsbronnen					
Koeltoren (118)	25 (21)	10 (8)	7 (6)	12 (10)	93 (79)
Afvalwaterzuivering (AWZI) (63)	24 (38)	5 (8)	17 (27)	11 (17)	39 (61)
Werk					
Douche/drinkwaterinstallatie (17)	10 (59)	5 (29)	2 (12)	3 (18)	7 (41)
Industriële locatie/proceswater (8)	5 (63)	2 (25)	3 (38)	0 (0)	3 (38)
Overig					
Douche/drinkwaterinstallatie (8)	2 (25)	2 (25)	0 (0)	0 (0)	6 (75)
Activiteiten	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
Contact met tuinaarde of potgrond (13)	6 (46)	4 (33)	1 (8)	3 (25)	7 (58)
Gebruik hogedrukspuit (4)	1 (25)	1 (25)	0 (0)	0 (0)	3 (75)
CV-ketel (2)	2 (100)	0 (0)	2 (100)	0 (0)	0 (0)
Gebruik CPAP apparaat met waterreservoir (3)	1 (33)	0 (0)	1 (33)	0 (0)	2 (67)
Binnenlandse reis	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
Hotel (17)	8 (47)	6 (35)	0 (0)	2 (12)	9 (53)
Kampeervek (inclusief privé caravan) (14)	6 (43)	2 (14)	2 (14)	2 (14)	8 (57)
Privé verblijf/familie (7)	1 (14)	1 (14)	0 (0)	0 (0)	6 (86)
Gehuurd accommodatie (8)	3 (38)	2 (25)	1 (13)	0 (0)	5 (63)
Schip (3)	2 (67)	1 (33)	2 (67)	0 (0)	1 (33)
Andere accommodatie (11)	5 (45)	3 (27)	0 (0)	3 (27)	6 (55)
Ziekenhuis of andere gezondheidszorginstelling	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
Verzorgingshuis / aanleunwoning / seniorencomplex (15)	4 (27)	2 (13)	2 (13)	0 (0)	11 (73)

Besmettingsbron (totaal aantal bemonsteringen)	Bemonsteringen positief voor <i>L. spp</i> ^{a, b}				Totaal negatief n (%)
	Totaal positief n (%)	<i>L. non-pneu</i> n (%)	<i>L. pneumophila</i>		
			sg1 n (%)	sg2-14 n (%)	
Ziekenhuisopname (26)	8 (31)	4 (15)	2 (8)	2 (8)	18 (70)
Dagopname (2)	1 (50)	1 (50)	0 (0)	0 (0)	1 (50)
Andere zorginstelling (17)	7 (41)	4 (24)	4 (24)	0 (0)	10 (59)
Verpleeghuis (16)	13 (81)	11 (69)	1 (6)	1 (6)	3 (19)
Totaal	320 (33)	201 (20)	92 (9)	65 (6)	663 (67)

Voetnoot: Bronnen zonder positieve bemonsteringen of die onder een categorie "Anders" vallen zijn uit dit overzicht gelaten. *L. spp* = *Legionella* species; *L. non-pneu* = *Legionella non-pneumophila*; *L. pneumophila* = *Legionella pneumophila*; *sg* = serogroep

^a Een bemonstering kan positief zijn voor meerdere species en/of serogroepen, maar telt binnen iedere species of serogroep maar 1 keer mee.

^b Percentage van het totaal aantal bemonsteringen per bron.

Tabel 8 Overzicht van *Legionella* species en serogroepen van isolaten van binnenlandse patiënten met legionellapneumonie per periode 2013-2015, 2016-2019 en 2020-2022 en omgevingsisolaten van bronbemonstering voor alle jaren (2013-2022) (bron: BEL)

Jaar van eerste ziektedag	Patiëntisolaten				Omgevingsisolaten
	Alle jaren 2013-2022	2013-2015	Periode 2016-2019	2020-2022	Alle jaren 2013-2022
Totaal aantal isolaten	N (%) ^{a,b} 693 (100)	N (%) ^{a,b} 115 (100)	N (%) ^{a,b} 296 (100)	N (%) ^{a,b} 282 (100)	N (%) ^{a,b} 1015 (100)
<i>Legionella pneumophila</i>					
serogroep 1	596 (86)	105 (91)	250 (84)	241 (85)	97 (10)
serogroep 2	7 (1)	1 (1)	3 (1)	3 (1)	8 (1)
serogroep 2-14	1 (0)	0 (0)	1 (0)	0 (0)	2 (<1)
serogroep 3	12 (2)	0 (0)	5 (2)	7 (2)	16 (2)
serogroep 4	2 (0)	1 (1)	1 (0)	0 (0)	8 (1)
serogroep 5	2 (0)	0 (0)	1 (0)	1 (0)	8 (1)
serogroep 6	6 (1)	1 (1)	5 (2)	0 (0)	21 (2)
serogroep 7-14	12 (2)	1 (1)	4 (1)	7 (2)	18 (2)
serogroep onbekend	55 (8)	6 (5)	26 (9)	23 (8)	0 (0)
Totaal	638 (92)	109 (95)	270 (91)	259 (92)	141 (14)
<i>Legionella non-pneumophila</i>					
<i>L. longbeachae</i>	40 (6)	4 (3)	22 (7)	14 (5)	2 (<1)
<i>L. bozemanii</i>	6 (1)	1 (1)	1 (<1)	4 (1)	6 (1)
<i>L. anisa</i>	3 (<1)	0 (0)	2 (1)	1 (<1)	153 (15)
<i>L. cincinnatiensis</i>	2 (<1)	1 (1)	0 (0)	1 (<1)	0 (0)
<i>L. micdadei</i>	2 (<1)	0 (0)	0 (0)	2 (1)	0 (0)
<i>L. jamestowniensis</i>	1 (<1)	0 (0)	1 (0)	0 (0)	0 (0)
<i>L. oakridgensis</i>	1 (<1)	0 (0)	0 (0)	1 (<1)	1 (<1)
<i>L. gormanii</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	5 (1)
<i>L. birminghamensis</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	3 (<1)
<i>L. erythra</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	3 (<1)
<i>L. quateirensis</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	3 (<1)
<i>L. sainthelensi</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	3 (<1)
<i>L. rubrilucens</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2 (<1)
<i>L. dumoffi</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (<1)
<i>L. feeleii</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (<1)
<i>L. jordanis</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (<1)
<i>L. moravica</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (<1)
<i>L. parisiensis</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (<1)
<i>L. qingyii</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (<1)
<i>L. waltersii</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (<1)
onbekend	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	13 (1)
Totaal	55 (8)	6 (5)	26 (9)	23 (8)	201 (20)
Sequence types	N (%)^c	N (%)^c	N (%)^c	N (%)^c	N (%)^c
<i>L. pneu</i> serogroep 1					
47	192 (30)	35 (32)	93 (34)	64 (24)	9 (6)
62	41 (6)	8 (7)	16 (6)	17 (7)	2 (1)
82	33 (5)	4 (4)	16 (6)	13 (5)	1 (1)

Jaar van eerste ziektedag	Patiëntisolaten				Omgevingsisolaten Alle jaren 2013-2022
	Alle jaren 2013-2022	Periode			
	N (%) ^{a,b}	2013-2015 N (%) ^{a,b}	2016-2019 N (%) ^{a,b}	2020-2022 N (%) ^{a,b}	
Totaal aantal isolaten	693 (100)	115 (100)	296 (100)	282 (100)	1015 (100)
46	32 (5)	6 (6)	11 (4)	15 (6)	1 (1)
1646	24 (4)	5 (5)	13 (5)	6 (2)	7 (5)
37	20 (3)	5 (5)	8 (3)	7 (3)	10 (7)
289	18 (3)	0 (0)	3 (1)	15 (6)	0 (0)
48	17 (3)	2 (2)	6 (2)	9 (3)	0 (0)
224	14 (2)	0 (0)	6 (2)	8 (3)	1 (1)
1	13 (2)	3 (3)	4 (1)	6 (2)	17 (12)
42	13 (2)	5 (5)	4 (1)	4 (2)	6 (4)
23	11 (2)	1 (1)	6 (2)	4 (2)	0 (0)
45	10 (2)	3 (3)	1 (0,4)	6 (2)	0 (0)
109	9 (1)	3 (3)	6 (2)	0 (0)	0 (0)
213	9 (1)	2 (2)	1 (<1)	6 (2)	0 (0)
222	8 (1)	0 (0)	3 (1)	5 (2)	0 (0)
9	7 (1)	1 (1)	2 (1)	4 (2)	5 (4)
59	3 (<1)	2 (2)	1 (<1)	0 (0)	4 (3)
150	1 (<1)	0 (0)	1 (<1)	0 (0)	2 (1)
Nieuw (in aanvraag)	24 (4)	1 (1)	1 (<1)	22 (8)	4 (3)
Andere types	121 (19)	18 (17)	44 (16)	30 (12)	30 (21)
L. pneu non- serogroep 1					
sg 2, ST39	2 (<1)	1 (1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
sg 2, ST3101	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2 (1)
sg 3, ST2441	6 (1)	0 (0)	3 (1)	3 (1)	8 (1)
sg4, ST1361	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2 (1)
sg4, ST909	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2 (1)
sg 6, ST114	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2 (1)
sg 6, ST187	2 (<1)	0 (0)	2 (1)	0 (0)	0 (0)
sg 7-14, ST1223	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2 (1)
sg 7-14, ST3101	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2 (1)
Nieuw (in aanvraag)	7 (1)	1 (1)	1 (<1)	5 (2)	1 (1)
Andere types	18 (3)	1 (1)	11 (4)	6 (2)	32 (3)

Voetnoot: *L. pneu* = *Legionella pneumophila*; *L. pneumophila* = *Legionella pneumophila*;

sg = serogroep; *ST* = sequence type

^a Een monster kan positief zijn voor meerdere species en/of serogroepen

^b Percentage van het totaal aantal getypeerde monsters

^c Percentage van het totaal aantal monsters waarin *Legionella pneumophila* is aangetoond

Tabel 9 Overzicht aantal binnenlandse patiënten met legionellapneumonie dat blootstelling aan een bubbelbad, sauna of zwembad als mogelijk bron noemt in de periodes 2013-2015, 2016-2019 en 2020-2022, en verdeeld naar setting en het aantal overlijdens (bron: Osiris)

Jaar van eerste ziektedag	Alle jaren	2013-2015	2016-2019	2020-2022
Meldingen met als mogelijke bron	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)
Openbaar bubbelbad	24 (0,7%)	6 (0,9%)	8 (0,5%)	10 (0,7%)
Privé-bubbelbad	135 (4,0%)	27 (4,0%)	49 (3,2%)	58 (4,0%)
Bubbelbad (Totaal) ^a	159 (4,7%)	34 (5,1 %)	57 (3,7%)	68 (4,7%)
Sauna / wellness	90 (2,5%)	14 (2,1%)	48 (3,1%)	28 (1,9%)
Zwembad	130 (3,6)	28 (4,2%)	65 (4,2%)	37 (2,6%)
Setting ^b	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)
Community Acquired				
Openbaar bubbelbad	15 (0,5%)	6 (1,0%)	5 (0,4%)	4 (0,3%)
Privé-bubbelbad	107 (3,2%)	22 (3,7%)	32 (2,3%)	53 (4,0%)
Sauna / wellness	80 (2,4%)	14 (2,4%)	42 (3,1%)	24 (1,8%)
Zwembad	113 (3,4%)	25 (4,2%)	53 (3,9%)	35 (2,6%)
Binnenlandse reis				
Openbaar bubbelbad	9 (3,2%)	-	3 (2,2%)	6 (6,5%)
Privé-bubbelbad	28 (9,9%)	6 (10,7%)	17 (12,6%)	5 (5,4%)
Sauna / wellness	10 (3,5%)	-	6 (4,4%)	4 (4,3%)
Zwembad	15 (5,3%)	3 (5,4%)	10 (7,4%)	2 (2,2%)
Zorggerelateerd				
Openbaar bubbelbad	-	-	-	-
Privé-bubbelbad	-	-	-	-
Sauna / wellness	-	-	-	-
Zwembad	2 (2,8%)	-	2 (11,8%)	-
Aantal overlijdens ^c				
Openbaar bubbelbad	-	-	-	-
Privé-bubbelbad	10 (7,5%)	2 (7,4%)	3 (6,1%)	5 (8,6%)
Sauna / wellness	4 (4,4%)	1 (7,1%)	3 (6,3%)	-
Zwembad	4 (3,1%)	2 (7,1%)	2 (3%)	-

^a Aantal en percentage meldingen met blootstelling aan een bubbelbad (exclusief wellness) van het totaal aantal binnenlandse meldingen. Blootstelling is nog geen bewijs dat het om de bron gaat.

^b Percentage van het aantal meldingen binnen een setting (Community Acquired, binnenlandse reis of zorggerelateerd).

^c Percentage overlijdens ten opzichte van aantal meldingen met dit type blootstelling.

Tabel 10 Overzicht van clusters gerelateerd aan blootstelling aan een bubbelbad of wellness in de periode 2013-2022 (bron: Osiris, BEL)

Jaar	ClusterID	Aantal patiënten met		Aantal patiënt isolaten ^a	Locatie ^b	Bemonsterd	Omgevingsisolaat			Waar werd <i>Lpneu</i> aangetoond en waarmee match (m)	Match
		Legionella-pneumonie	Pontiac fever				<i>L. non-pneu</i>	<i>L. pneumophila</i>			
							sg1	sg2-14			
2012	Bc1	2		1	Privé bubbelbad	Ja		ST23	sg5, 7-14	Bubbelbad (m)	ST23
2013	Bc2	2	6	0	Privé bubbelbad	Ja		ST47		Bubbelbad (m) en grond (m)	
2013	Bc3	2		0	Privé bubbelbad	Ja		ST260		Bubbelbad	
2014	Sc1	2		1	Openbare wellness	Ja	√	ST59, ST1, ST177		Voetenbad (m), douche, schoonmaakslang	ST59
2016, 2019, 2021-2022	Sc2	7		0	Privé wellness	Ja		ST62	sg6 ST242	Bubbelbad, douche	
2016-2017	Sc3	3		-	Openbare wellness	ja	√			nvt	
2017-2018	Sc4	2		1	Openbare wellness	ja	√			nvt	
2018	Bc45	3	1	1	Vakantiewoning met bubbelbad	Ja		ST2020		Vulslang bubbelbad (m)	ST2020
2018-2021	Sc5g	4		1	Openbare wellness	Ja				nvt	
2018-2023	Sc6	8		1	Openbare wellness	Ja	√	ST170		2019: Tappunt hogedruk spuit	

Jaar	ClusterID	Aantal patiënten met		Aantal patiënt isolaten ^a	Locatie ^b	Bemonsterd	Omgevingsisolaat			Waar werd <i>Lpneu</i> aangetoond en waarmee match (m)	Match
		Legionella-pneumonie	Pontiac fever				<i>L. non-pneu</i>	<i>L. pneumophila</i>			
								sg1	sg2-14		
2016, 2019, 2020	Sc7	6		1	Openbare wellness	Ja		ST2386 ST1		Voetenbad (m), koude doucheslang (m), bubbelbad (m), wastafel nvt	ST2386
2018	Sc8	2		1	Openbare wellness	Ja					
2021	Sc9	2	4	-	Privé wellness	Ja		ST46		Bubbelbad	
2021	Bc5	2		1	Privé bubbelbad	Ja					
2021-2022	Bc6	3		-	Bubbelbad dakterras hotel	Ja		ST644		Bubbelbad en vulslang	
2022	Bc7	2		-	Vakantiewoning met bubbelbad	Ja		ST47		Tuinslang/vulslang	
2021-2022	Sc10	5	1	-	Privé wellness	Ja	√	ST62		Zwembad	
2015 ^c	Kroatië	2	9	-	Bubbelbad vakantiewoning (buitenland)						
2019 ^c	Frankrijk	8		Onbekend	Bubbelbad vakantiewoning (buitenland)						

Voetnoot: Zie Annex B Casuïstiek voor een beschrijving van enkele van deze clusters. *L. non-pneu* = *Legionella non-pneumophila*; *L. pneumophila* = *Legionella pneumophila*; sg = serogroep; ST = sequence type

^a Aantal isolaten beschikbaar bij het referentielab. Als er geen patiëntisolaat beschikbaar is, kan er geen match met een bron worden gemaakt.

^b Met privé-wellness wordt bedoeld een privé-ruimte die gehuurd kan worden bij een wellnesslocatie. Dit betreft dus geen privé-setting.

^c Betreft Nederlandse patiënten met buitenlandse reis. Zie toelichting bij casuïstiekbeschrijving.

Tabel 11 Overzicht van geografische clusters in de periode 2013-2022 (bron: Osiris, BEL)

Jaar	ClusterID	Bemonstering positief voor ^a <i>L. pneu</i> sg1 (++) en/of non-sg1 (+)			Overig	Klinisch isolaat ^b geen (-), aanwezig (+), meerdere/zelfde typering (++), meerdere/andere typering (+/+)	Match ^c geen (-), match (+), match met meerdere patiënten (++)	ST- type match	Modellering	Aantal patiënten (waarvan matches)	Meest waarschijnlijke bron
		AWZI's	Koeltoren(s)								
Uitbraken of geografische clusters waarbij een bevestigde of waarschijnlijke bron is gevonden											
2013- 2018	AC1 Son	++/+	-	++	++/+	++	ST1646	+		Circa 35 (7 match)	IWZI ++
2016- 2017	AC2 Boxtel	++	-	++/+	++/+	++	ST1646	+		14 (5 match)	IWZI ++
2018	AC3	++/+	++/+	-	++	++	ST1646	+/-		15 (3 match)	RWZI
2019	AC4 Nijverdal	++	-	-	+	+	ST47	nvt		4 (1 match)	IWZI ++
2019	KC1	nvt	++	++	++/++	+	ST150	nvt		3 (1 match)	Koeltoren++
2021	KC2 Amsterdam	-	++		+/+	+	ST1			19 (1 match)	Koeltoren +
2022	AC5 Houten	++	-	-	++/+	+	ST42	+		15 (1 match)	RWZI ++, IWZI +
2020	1 patiënt, geen cluster *	++	++	nvt	+	+	ST1646	nvt		1 (1 match)	IWZI +, Koeltoren +
Uitbraken of geografische clusters waarbij een vermoedelijke bron is gevonden											
2019	GC7	+	++	-	-	nvt		+/-		7	Koeltoren +/- AWZI +/-
2020	GC9 2,	+	+	-	-	nvt		nvt		5	Vergister RWZI Koeltorens
2021	GC10	++/+	-	nvt	-	nvt		nvt		4	Onbekend

Jaar	ClusterID	Bemonstering positief voor ^a <i>L. pneu</i> sg1 (++) en/of non-sg1 (+)			Klinisch isolaat ^b geen (-), aanwezig (+), meerdere/zelfde typering (++), meerdere/andere typering (+/+)	Match ^c geen (-), match (+), match met meerdere patiënten (++)	ST- type match	Modellering	Aantal patiënten (waarvan matches)	Meest waarschijnlijke bron
		AWZI's	Koeltoren(s)	Overig						
2021	GC11	++	-	-	+/+	-		+/-	12	IWZI +/- IWZI +/-
2021	GC13 Schijndel	++	++/+	++/+	++	-		+	17	Koeltoren +/-
2022	GC14	++	+	-	-	nvt		nvt	3	RWZI +/-
2022	GC15	++/+	-	-	-	nvt			5	RWZI +/-
Uitbraken of geografische clusters waarbij geen bron is gevonden										
2016	GC1	nvt	-	-	-	-		nvt	5	Onbekend
2015- 2017	GC2	nvt	nvt	-	++	nvt		nvt	5+3	Onbekend
2016	GC3	-	+	-	+	-		nvt	6-10	Onbekend
2017	GC4	-	-	-	+	nvt		nvt	7	Onbekend
2016+ 2018	GC5	++/+	-	-	++/+	-		-	6 + 8	Onbekend
2018	GC6	-	+		++/+	-		-	8	Onbekend
2019	GC8	+	nvt	-	+	nvt		+/-	7	Onbekend
2021	GC12	-	nvt	nvt	-	nvt		+/-	6	Onbekend
2022	GC16	nvt	nvt	nvt	+	nvt		nd	10	Onbekend

Voetnoot: Zie Annex B Casuïstiek voor een beschrijving van enkele van deze clusters. *L. non-pneu* = *Legionella non-pneumophila*; *L. pneu* = *Legionella pneumophila*; sg = serogroep; ST = sequence type

^a nvt betekent dat er niet is bemonsterd; - geen *Legionella pneumophila* aangetoond; + *Legionella pneumophila* non-sg 1 aangetoond; ++ *Legionella pneumophila* serogroep 1 aangetoond

^b - geen klinisch isolaat beschikbaar; + klinisch isolaat beschikbaar; ++ meerdere klinische isolaten beschikbaar met zelfde typering; +/+ meerdere isolaten beschikbaar met verschillende typering

^c - typering van omgevingsisolaat en klinisch isolaat komen niet overeen; + typering van omgevingsisolaat en klinisch isolaat zijn een match; ++ typering van omgevingsisolaat is een match met meerdere klinische isolaten

Tabel 12 Overzicht van *Legionella* species, serogroepen en sequence types van isolaten positief voor *Legionella* spp van omgevingsisolaten uit de bronbemonstering van lange afstandsbronnen (2013-2022) (bron: BEL)

Brontype	Isolaten uit bemonsteringen van	
	Koeltorens N (%) ^{a,b}	AWZI''s N (%) ^{a,b}
Totaal aantal isolaten positief voor <i>Legionella</i> spp	25 (100)	24 (100)
<i>Legionella pneumophila</i>		
serogroep 1	7 (28)	17 (71)
serogroep 2	1 (4)	1 (5)
serogroep 3	2 (8)	2 (9)
serogroep 4	0 (0)	2 (9)
serogroep 5	2 (8)	2 (9)
serogroep 6	4 (16)	3 (14)
serogroep 7-14	6 (24)	3 (14)
Totaal	18 (72)	22 (92)
<i>Legionella non-pneumophila</i>		
<i>L. anisa</i>	4 (16)	0 (0)
<i>L. birminghamensis</i>	2 (8)	0 (0)
<i>L. erythra</i>	2 (8)	0 (0)
<i>L. bozemanii</i>	1 (4)	1 (4)
<i>L. feeleii</i>	0 (0)	1 (4)
<i>L. gormanii</i>	0 (0)	1 (4)
<i>L. jordanis</i>	0 (0)	1 (4)
<i>L. parisiensis</i>	0 (0)	1 (4)
<i>L. rubrilans</i>	1 (4)	0 (0)
Totaal	8 (40)	5 (8)
Sequence types	N (%)^c	N (%)^c
<i>L. pneu serogroep 1</i>		
1	3 (12)	1 (5)
42	0 (0)	1 (5)
47	0 (0)	1 (5)
59	1 (4)	0 (0)
60	1 (4)	0 (0)
150	1 (4)	0 (0)
477	0 (0)	1 (5)
604	0 (0)	1 (5)
1646	0 (0)	6 (27)
1783	1 (4)	
2678	0 (0)	2 (9)
3153	0 (0)	1 (5)
Nieuw (in aanvraag)	0 (0)	1 (5)
<i>L. pneu non-serogroep 1</i>		
sg 2, ST1409	1 (4)	0 (0)
sg 2, ST3101	0 (0)	1 (5)
sg 3, ST3101	1 (4)	0 (0)
sg 3, ST2441	0 (0)	1 (5)
sg 3, ST3093	0 (0)	1 (5)
sg4, ST763	0 (0)	1 (5)
sg5, ST2375	1 (4)	0 (0)
sg5, ST2376	1 (4)	0 (0)
sg5, ST1146	0 (0)	1 (5)
sg 6, ST110	1 (4)	0 (0)

Brontype	Isolaten uit bemonsteringen van	
	Koeltorens N (%) ^{a,b}	AWZI's N (%) ^{a,b}
Totaal aantal isolaten positief voor <i>Legionella</i> spp	25 (100)	24 (100)
sg 6, ST886	1 (4)	0 (0)
sg 6, ST1971	1 (4)	0 (0)
sg6, ST3098	0 (0)	1 (5)
sg 7-14, ST1223	1 (4)	0 (0)
sg 7-14, ST3101	1 (4)	1 (5)
sg 7-14, ST3106	0 (0)	1 (5)
Nieuw (in aanvraag)	0 (0)	1 (5)

Voetnoot: *L. pneu* = *Legionella pneumophila*; *L. pneumophila* = *Legionella pneumophila*;
sg = serogroep; *ST* = sequence type

^a Een monster kan positief zijn voor meerdere species en/of serogroepen

^b Percentage van het totaal aantal monsters waarin *Legionella* spp is aangetoond

^c Percentage van het totaal aantal monsters waarin *Legionella pneumophila* is aangetoond

Annex B Casuïstiek

Hieronder worden een aantal illustratieve situaties uit de casuïstiek beschreven (voorbeelden, niet uitputtend), afkomstig uit de bronopsporing bij legionellosepatiënten. Alle clusters met een sauna, zwembad of bubbelbad als locatie staan in Annex A Tabel 10. Alle clusters met een langeafstandsbron (koeltoren, AWZI) als locatie staan in Annex A Tabel 11.

Bubbelbaden en wellness

2013

Eén tot 2 dagen na gebruik van een privé-bubbelbad in de tuin, worden 8 personen van een familie ziek. Bij 2 personen (in de leeftijdsgroep 30-40 jaar en 50-60 jaar) wordt een legionellapneumonie vastgesteld, en bij 6 personen past het ziektebeeld bij Pontiac Fever (waarvan 3 PF bevestigd met positieve serologie, en 3 zonder laboratoriumbevestiging). Allen worden met antibiotica behandeld. Het bubbelbad was onderhouden met desinfecterend middel. Bij bemonstering was het bad al gereinigd en was het water vervangen. Desondanks kon *Legionella pneumophila* sg1 ST47 worden aangetoond. Later werden ook tuinmonsters genomen door RIVM en werd ook ST47 aangetoond in de grond rondom het bubbelbad (Schalk, Euser et al. 2014). Een match

was niet mogelijk omdat er geen klinisch isolaat van de patiënten beschikbaar was voor vergelijking.

Bijzonderheden: De omvang van het cluster bij een privé-bubbelbad en het aantonen van ST47 in het bad en de grond rondom. ST47 is het meest voorkomende type bij patiënten, en is in de periode 2002-2022 slechts eenmaal in leidingwater aangetoond.

2017

Een persoon in de leeftijd van 50-60 jaar overlijdt na een verblijf in Nederland in een 10-persoons vakantiehuisje met jacuzzi en sauna. Er wordt een genotypische match gemaakt met het bubbelbad van het vakantieverblijf. Onderhoud en desinfectie van het bubbelbad werd door de verhuurder neergelegd bij de huurders, want via een briefje werd de gasten verzocht om een chloortablet in de jacuzzi te doen.

Bijzonderheden: De incubatietijd bij deze casus was langer dan gebruikelijk: 15-18 dagen. Deze periode wordt meestal niet meegenomen bij de bronopsporing. (Mogelijk wordt een deel van de besmettingen door bubbelbaden dus gemist in de surveillance). Ook blijkt uit de casus dat er geen adequaat onderhoud was.

2018

Er worden 4 personen ziek na verblijf bij een Nederlandse vakantiewoning met bubbelbad in de tuin. Bij 3 personen wordt legionellapneumonie bevestigd. Bij de 4^e persoon werd wel met pneumonie in het ziekenhuis opgenomen, maar hierbij werd geen diagnostiek op *Legionella* gedaan. Twee van de patiënten waren zelf niet in het bad geweest. Hoewel het bad kort voor de bemonstering was gedesinfecteerd, werd de ziekmakende legionellastam toch aangetoond

bij de vulslang van het bubbelbad (genotypische match). De attack rate van legionellapneumonie onder de 12 volwassenen gasten was 33%.

Bijzonderheden: De 4 patiënten zijn afkomstig uit 2 verschillende reisgezelschappen, met een totaal van 15 gasten. In de periode tussen deze reisgezelschappen verbleef nog een buitenlands gezelschap in de vakantiewoning, waardoor er ook internationaal een waarschuwing werd verstuurd.

2020

In 2020 worden 2 personen ziek die op dezelfde dag een sauna bezochten. Deze grote sauna was ook een clusterlocatie met 2 patiënten in 2016 en 2 patiënten in 2019. Bij bemonstering in 2016 en 2019 werden lage concentraties van *L. pneumophila* sg1 gevonden met 2 ST-types (ST1 en ST2386). De aangetoonde concentratie Legionella was onder de wettelijk toegestane norm. In 2016 en 2019 was echter geen patiëntmateriaal beschikbaar om te vergelijken. In 2020 was de bemonstering van de sauna negatief. Er was echter wel een patiënt isolaat beschikbaar en deze was een match met de ST2386 die in eerdere jaren was gevonden bij het voetenbad en een bubbelbad.

Bijzonderheden: De gevonden concentraties waren lager dan de wettelijk toegestane norm in alle jaren, maar toch werden meerdere patiënten aan de sauna gelinkt over een langere tijd. Het is vaker beschreven in de literatuur dat een zelfde legionella typering over een jarenlange periode kan worden aangetoond in een installatie (David, Mentasti et al. 2018). Verder is opvallend dat dit het derde cluster bij een sauna is, waarbij de stam die gematcht is aan de patiënt in een voetenbad werd gevonden.

2016-2022

In de periode van 2016-2022 bezochten 7 patiënten tijdens de incubatietijd eenzelfde privé-wellness locatie. Bemonstering in 2016 toonde *L. pneumophila* sg1 aan bij een jacuzzi en *L. pneumophila* sg6 bij de douches. Hoewel bij latere bemonsteringen werd geen legionella meer aangetoond, is het wel opvallend dat er zoveel patiënten gerelateerd kunnen worden aan een kleine locatie met relatief weinig bezoekers. Er is enkel epidemiologisch bewijs. Er waren geen klinische isolaten beschikbaar zodat een match niet mogelijk was.

Bijzonderheden: In Annex A Tabel 10 zijn 3 privé-wellness locaties beschreven met meerdere patiënten. Een privé-wellness heeft vanwege de geringe omvang, een klein aantal bezoekers in vergelijking met andere openbare saunacomplexen. Dit duidt op een relatief hoge attack rate en mogelijk hoger risico.

Kinderen en bubbelbaden

Hoewel legionellapneumonie zelden wordt gezien bij kinderen, waren er in de periode 2012 -2022 twee clusters rond bubbelbaden waarbij meerdere Nederlandse kinderen ziek werden. Het betrof beiden clusters bij een accommodatie in het buitenland, dus deze meldingen en andere buitenlandse clusters zijn niet opgenomen in de overige cijfers in dit rapport. Een vergelijkbare situatie is echter ook in Nederland denkbaar. Om die reden volgt een beschrijving van deze bijzondere clusters: In 2015 was er een cluster van bij een camping in Kroatië, waarbij 5 Nederlandse gezinnen betrokken waren. In totaal hadden 11 personen het bubbelbad gebruikt die bij een stacaravan van één van de families

hoorde. Bij 1 volwassene en 1 kind werd een legionellapneumonie bevestigd. Daarnaast waren er 9 patiënten, waaronder 8 kinderen, met Pontiac fever.

Een vergelijkbare situatie was er in 2019 bij een cluster van legionellapneumonie en Pontiac fever op een Franse camping waarbij elf campinggasten ziek werden. Bij dit cluster waren in totaal acht Nederlanders betrokken waarvan vijf kinderen betrof, die allen dezelfde jacuzzi van een vakantiewoning hadden gebruikt.

Bijzonderheden: Een besmet bubbelbad kan ook bij gezonde kinderen een legionellapneumonie of Pontiac fever veroorzaken. Dit kan komen door de hoge blootstellingsdosis (Bouwknegt, Schijven et al. 2013).

Koeltorens en afvalwaterzuiveringsinstallaties

Onderstaand worden de meest uitbraken door koeltorens en AWZI's in de periode 2013-2022 beschreven. Een aanvullend overzicht van de uitbraken en de geografische clusters wordt getoond in Annex A Tabel 11.

Uitbraken of geografische clusters waarbij een bevestigde of waarschijnlijke bron is gevonden

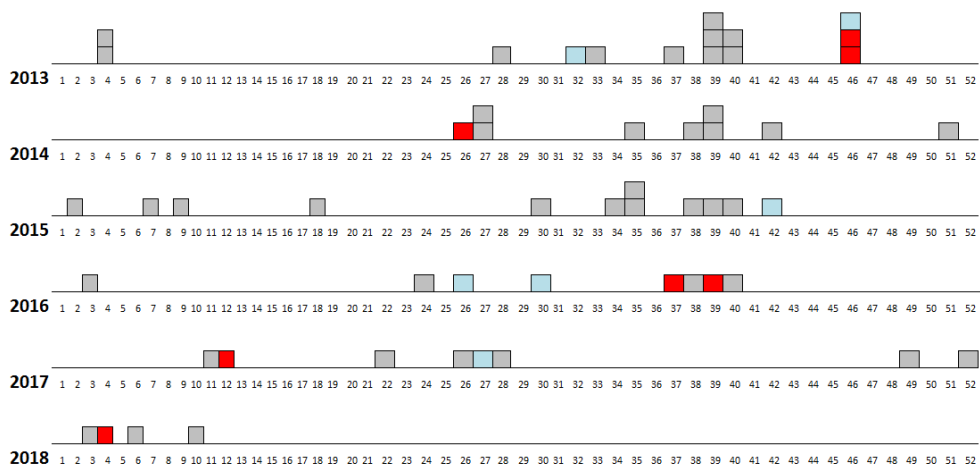
2013-2018: uitbraak door IWZI bij Eindhoven/Son (AC1)

In November 2013 werd een toename van het aantal LP-patiënten gesignaleerd in de omgeving van Eindhoven en Son. In totaal werden van juli t/m half november 15 patiënten gemeld in en nabij Eindhoven, terwijl er in voorgaande jaren, 2008-2012, in dit gebied tussen de 2 en 4 patiënten per jaar gemeld werden. De stijging kon niet worden verklaard door een wijziging in diagnostiek. Daarop werd een uitbraakonderzoek gestart. Aangezien bij veel patiënten naast de eigen woning geen andere potentiële bron kon worden aangewezen, ging de verdenking uit naar een natte koeltoren. Er bleek geen goede registratie van natte koeltorens beschikbaar te zijn, waardoor gerichte bemonstering van alle koeltorens in het gebied niet mogelijk was. Ook na bemonstering van woonhuizen en enkele andere bronnen (zoals een autowasstraat en een fontein), kon geen bron worden bevestigd. Na november 2013 werden geen nieuwe patiënten gemeld en werd het uitbraakonderzoek gesloten. Typering van klinische isolaten van de vier patiënten waarbij een positieve legionellakweek beschikbaar was, toonde bij twee van de vier patiënten een *Legionella pneumophila* serogroep 1 van hetzelfde sequentietype (ST-type) aan: ST1646. Dit was een nieuw ST-type, d.w.z. dit type was nog niet eerder in Europa aangetoond.

Hoewel er na afronding van het uitbraakonderzoek gedurende 7 maanden lang geen nieuwe LPMeldingen waren, bleef in de periode 2014 t/m eerste kwartaal van 2018 het aantal patiënten in de regio hoger dan gebruikelijk met 8 tot 12 LP-patiënten per jaar. De patiënten waren verspreid over een groot gebied van circa 10 kilometer. Het type ST1646 werd ook gevonden bij een deel van de nieuwe patiënten (7 van de 16 klinische isolaten), wat een indicatie was voor een voortdurende bron. De epidemische curve toonde min of meer een sporadisch patroon (af en toe een patiënt) en er waren geen grote clusters met veel patiënten in korte tijd (Figuur B.1). Daarom werd gedacht aan een intermitterende bron, zoals een koeltoren die slechts incidenteel aan is,

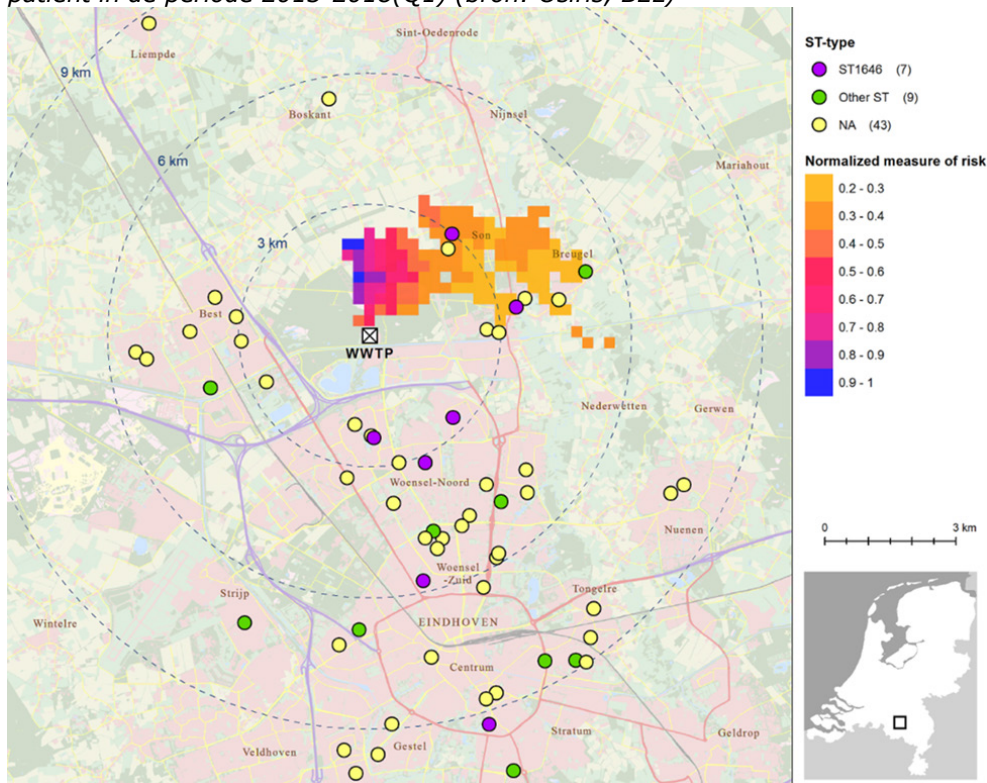
of een heel ander soort (mobiele) bron. Ondanks enkele bemonsteringen van bronnen in de periode 2014-2017 werd geen bron gevonden. Een doorbraak kwam toen er bij Boxtel in 2017 een afvalwaterzuivering met hetzelfde ST-type als besmettingsbron was gevonden. Geografische analyse van de uitbraak in omgeving Eindhoven gaf aan dat de meest waarschijnlijke locatie van de bron ten noorden van Eindhoven was (Figuur B.2). Hier bleek in de gemeente Son een industriële afvalwaterzuivering bij een destructiebedrijf te staan, welke werd bemonsterd in maart 2018. In deze AWZI werd *Legionella pneumophila* serogroep 1 ST1646 aangetoond in een concentratie van 80.000.000 KVE/L. De traditionele AWZI van het bedrijf was in 2012-2013 aangepast voor de productie van biogas uit de organische afvalstoffen. Hiertoe was een vergistingsstap toegevoegd met proceswater rond de 38 graden (anaerobe zuivering). Er waren ook koeltorens op deze locatie, maar hierin werd geen *Legionella* aangetoond.

Figuur B.1 Epidemische curve van legionellosemeldingen naar week van eerste ziektedag, die verband houden met het cluster in Eindhoven/Son van 2013-2018 (bron: Osiris)



De koeltorens waren niet eerder bemonsterd voor het uitbraakonderzoek, omdat deze niet bekend waren bij de omgevingsdienst van Eindhoven. Omdat het bedrijf een zogenaamde 'BRZO-locatie' was, stonden de koeltorens onder toezicht bij een andere omgevingsdienst. Hoewel de koeltorens bij bemonstering negatief waren, is niet uitgesloten dat deze op andere momenten tijdens de uitbraak toch een rol hebben gespeeld in de verspreiding van legionella. De koeltorens staan dicht bij de AWZI, en kunnen daardoor besmet raken.

Figuur B.2 Resultaat van geografische modellering van de verheffing in Eindhoven/Son gebaseerd op de 6-cijferige postcode van de woning van de patiënt in de periode 2013-2018(Q1) (bron: Osiris, BEL)



Voetnoot: De kleur van de cirkel toont of er een klinisch isolaat was van ST1646 (paars) of ander ST-type (groen) of geen klinisch isolaat (geel). De locatie met de hoogste measure of risk (de 'hotspot') is de meest waarschijnlijke locatie van de bron. (van Leuken, Havelaar et al. 2013) WWTTP = waste-water treatment plant (afvalwaterzuivering); ST = sequence type.

Als maatregel voor de uitbraak werd het beluchtingsbassin van de AWZI afgedekt. Ook werden de filters van het effluent gecontroleerd, aangezien er een lage concentratie ST1646 was aangetoond in een lokale waterloop waarop de AWZI loost. Na de afdekking van de AWZI kon bij luchtmetingen geen legionella meer worden aangetoond. Na het nemen van deze maatregelen, daalde het aantal patiënten naar het gebruikelijke niveau van voor de uitbraak.

Totaal werden in de periode 2013 tot en met Q1-2018 58 LP-patiënten gemeld in deze regio. Het ging om 38 mannen en 20 vrouwen en de mediane leeftijd was 69 jaar. Bij 59% van de patiënten werd onderliggend lijden gemeld en 47% was roker. Er overleden 4 van de 58 patiënten (7%).

Om de vraag te beantwoorden hoeveel patiënten in deze meerjarige periode toegeschreven kunnen worden aan de AWZI, kan een schatting worden gemaakt door het gebruikelijke sporadische patroon in de periode vóór de uitbraak (2008-2012) te vergelijken met het aantal patiënten in de uitbraak periode (2013- Q1-2018). In de uitbraakperiode werden in de 10 kilometer rond de AWZI totaal 58 patiënten gemeld die geen waarschijnlijke besmetting in het buitenland hadden. Volgens het epidemiologische patroon van voor de uitbraak waren er 2-4 patiënten per jaar, oftewel een verwacht aantal tussen de 10 en 21 patiënten in de periode 2013-Q1-2018. Volgens deze eenvoudige schatting kunnen circa

37 tot 48 patiënten toegeschreven worden aan de AWZI. Bij deze schatting is overigens niet gecorrigeerd voor een landelijk stijgende LP-incidentie. Het aantal patiënten kan ook geschat worden op basis van de ST-typering, wat leidt tot een vergelijkbare uitkomst. Er waren 7 klinische isolaten met ST1646. Gemiddeld is een klinisch isolaat beschikbaar voor circa 20% van de patiënten, dus het werkelijke aantal patiënten kan 5 keer hoger worden geschat, op circa 35 patiënten. Bij deze uitbraak is verspreiding van Legionella tot waarschijnlijk 6 kilometer afstand van de AWZI gevonden. De transmissieafstand beschrijft de afstand waarop Legionellabacteriën uit een bron tot besmettingen van personen in de omgeving hebben geleid. Eén van de LP-patiënten met een klinisch isolaat met ST1646 was in de incubatietijd niet dichtbij de AWZI geweest dan 3 kilometer. Dit impliceert een transmissie-afstand van tenminste 3 kilometer. De attack rate analyse geeft echter aan dat er transmissie was tot tenminste 6 kilometer afstand. Een attack rate (AR) beschrijft het aantal ziektegevallen ten opzichte van de blootgestelde populatie. Daarbij verwacht je een hoge AR dicht bij de bron (hoge blootstelling), en een afname van de AR met de afstand. Tot 2 kilometer afstand werden echter geen ziektegevallen gezien, aangezien dit voornamelijk industrieterrein en natuur- en recreatiegebied en winkelgebied was met weinig inwoners. Al zijn er mogelijk wel passanten op deze afstand besmet geraakt. Op de afstand van 2 tot 3 kilometer werd de hoogste AR gevonden en deze was 6 keer hoger dan de landelijke incidentie. Op 3 tot 6 kilometer afstand was de AR nog drie keer hoger dan verwacht. De complete berekening is te vinden in Vermeulen, Brandsema et al. 2019.

Bijzonderheden: 1). De uitbraak ontstond na aanpassing van de AWZI (toevoeging anaerobe installatie voor biogasproductie). 2). De lange duur van de uitbraak. Na een initiële verheffing in 2013 was er een aanhoudend verhoogde incidentie met een sporadisch patroon in de periode 2014-2017. 3). De transmissie afstand was tenminste 3 maar waarschijnlijk 6 kilometer. 4). Mogelijke koeltorens en AWZI's van BRZO locaties in een gebied kunnen onder een andere omgevingsdienst vallen.

2016-2017: uitbraak door AWZI bij Boxtel (AC2)

In 2016 en 2017 werden in totaal 14 patiënten gemeld die een link hadden met de plaats Boxtel: zes patiënten in het najaar van 2016 en acht patiënten in de tweede helft van 2017. Aangezien er in de voorgaande tien jaar slechts 1 niet-reisgerelateerde LP patiënt uit Boxtel was gemeld, stelde de GGD onderzoek in naar dit cluster. Het ging om 11 inwoners, 2 werknemers van het industrieterrein en 1 bezoeker. Uit de vragenlijst voor bronopsporing kwam geen gezamenlijke bron van blootstelling naar voren. Bij vijf van de veertien patiënten werd hetzelfde Legionella ST-type gevonden als in de regio Eindhoven: ST1646. Bemonstering van mogelijke bronnen, waaronder een fontein, 5 natte koeltorens en een luchtwasser, leverden in 2016 en 2017 geen positief resultaat op. Na onderzoek van de GGD, in samenwerking met de omgevingsdienst en het RIVM, werd een industriële afvalwaterzuivering (IWZI) bij een grote slachterij op het industrieterrein gevonden als zeer waarschijnlijke bron. De IWZI was in de zomer van 2015 was aangepast voor biogasproductie. Deze IWZI had 3 open compacte beluchtingsbassins van circa 9 meter hoog met een temperatuur rond de 35° C en nutriënt-rijk afvalwater. In de beluchtingstank en het effluent werden hoge concentraties *L.*

pneumophila sg1, ST1646 (tot 10^9 KVE/L) aangetoond, en dit was een genotypische match met de klinische isolaten van de patiënten. Ook in luchtmetingen werd ST1646 aangetoond. Bij de natte koeltoren en twee luchtwassers naast deze IWZI werd geen *Legionella* aangetoond. In de RWZI van Boxtel, waarop het effluent werd geloosd, werd eveneens *L. pneumophila* sg1, ST1646 aangetoond, maar in een lagere concentratie (100.000 KVE/L in het influent van de RWZI, 2000 KVE/L in de beluchting en 20.000 KVE/L in de rivier). Bij de IWZI werd met spoed een overkapping gebouwd, om verdere verspreiding van aerosolen naar de omgeving te voorkomen. Defecten in de membraanfilters van de IWZI werden hersteld, om verdere besmetting vanuit het effluent op de RWZI te voorkomen. In de periode hierna werden geen nieuwe LP patiënten uit Boxtel gemeld. De tijdelijke overkapping is later vervangen voor een definitieve overkapping, inclusief luchtafvoer met UV-desinfectie. Aanvullende analyse met een model voor verspreiding van aerosolen door de lucht, ondersteunde de locatie van de industriële afvalwaterzuivering als meest waarschijnlijke bron van besmetting (Loenenbach, Beulens et al. 2018). Eén patiënt met een genotypische match had de woning tijdens de incubatietijd niet verlaten. Deze patiënt woonde op 1,6 kilometer van de IWZI. Meer details van dit uitbraakonderzoek zijn beschreven door Loenenbach, Beulens et al. 2018.

Bijzonderheden: 1. Dit was de eerste uitbraak in Nederland waarbij een industriële AWZI als meest waarschijnlijke bron is geïdentificeerd. Internationaal is dit de eerste uitbraak met verspreiding door een AWZI tot grotere afstand zonder aannemelijke verspreiding door andere verspreiders zoals een koeltoren of rivier. Hoewel een rol voor de koeltoren niet helemaal kan worden uitgesloten zijn koeltorens in de omgeving herhaaldelijk bemonsterd zonder dat *Legionella* werd aangetoond. Ook de rol van de RWZI bij de transmissie kan niet helemaal worden uitgesloten, maar de resultaten van de modellering, en de lagere concentraties *Legionella* maken dit minder waarschijnlijk. 2. De uitbraak ontstond na aanpassing van de AWZI (toevoeging anaerobe installatie voor biogasproductie). 3. De transmissie afstand bedroeg tenminste 1,6 km en alle patiënten woonden of werkten binnen een afstand van 2 kilometer van de industriële AWZI. 4. De lange duur van de uitbraak. De uitbraak bestond uit 2 clusters met tussentijds een half jaar zonder LP meldingen. Dit laat zien dat een AWZI een langdurig aanhoudende bron kan zijn, als er geen maatregelen worden genomen.

2018: cluster hoogstwaarschijnlijk door RWZI (AC3)

In het najaar van 2018 was er een verhoogde incidentie van Legionellapneumonie in Tilburg en omgeving. Bij 3 patiënten uit deze woonplaats werd ST1646 aangetoond. Dit was aanleiding om de nabijgelegen RWZI te bemonsteren. Deze RWZI was recent aangepast met een warme deelstroom voor biogasproductie. In het voorjaar van 2017 was deze installatie opgestart waarbij slib afkomstig van de IWZI van het destructiebedrijf uit Son was gebruikt. In de RWZI werden concentraties tot 2×10^7 KVE/L *Legionella pneumophila* sg1, ST1646 aangetoond. In november 2018 werd de beluchting van de RWZI afgedekt om verspreiding van aerosolen te voorkomen. Aanvullend werd UV-desinfectie ingezet. Ook in het effluent van een IWZI van een voedselverwerkend bedrijf van deze plaats werd ST1646 aangetoond.

De patiënten met een genotypische match van ST1646, woonden tenminste op 2,5 kilometer afstand van de RWZI. De modellering van de luchtverspreiding gaf geen eenduidige uitkomsten om één van de bronnen aanvullend te bevestigen. Een 4^e klinisch isolaat van ST1646 werd gevonden bij een LP patiënt in een naastgelegen plaats. Deze patiënt was echter niet dicht bij de besmette RWZI en IWZI geweest dan 6,5 kilometer afstand. Het is onduidelijk of de RWZI of IWZI uit Tilburg voor deze patiënt de bron was. In de woonplaats van deze patiënt werd ook nog een hoge concentratie (70×10^6 KVE/L) *Legionella pneumophila* sg1 aangetoond in een koeltoren naast een IWZI van een voedselverwerkingsbedrijf en *L. pneumophila* sg6 bij een biomassavergister. Dit betrof andere ST-types.

Bijzonderheden: 1. Hetzelfde ST-type wordt gevonden in meerdere afvalwaterzuiveringen. Het is aannemelijk dat de RWZI besmet is door gebruik van besmet slib. 2. Vermoedelijke transmissieafstand van tenminste 2,5 kilometer.

2019: uitbraak door IWZI bij Nijverdal (AC4)

In Nijverdal wordt in augustus 2019 een geografisch cluster gezien. In korte tijd worden 3 LP-patiënten gemeld, en enkele weken later wordt nog een LP patiënt gemeld. Er is 1 klinisch isolaat beschikbaar. Vanwege dit cluster wordt een natte koeltoren, een rioolwaterzuivering (RWZI) en een industriële afvalwaterzuivering (IWZI) bij een textielbedrijf bemonsterd. Bij de IWZI wordt in de beluchtingstank 60.000 KVE/L *Legionella pneumophila* serogroep 1 aangetoond. De typering betreft ST47 en dit is een match met het klinische isolaat van een patiënt. Daarnaast worden in de IWZI hoge concentraties *L. pneumophila* sg2 en sg4 aangetoond (1000.000 KVE/L). Alle patiënten woonden binnen 2 kilometer afstand van de IWZI. Bij de bemonsterde koeltoren en RWZI wordt geen *Legionella* aangetoond. In overleg met de omgevingsdienst worden bij het bedrijf maatregelen genomen om verspreiding van *Legionella* naar de omgeving te voorkomen.

Bijzonderheden: Een match met ST47. Het is bijzonder dat ST47 in een omgevingsbron wordt gevonden. Dit specifieke ST-type is het meest voorkomende type bij patiënten, maar wordt zelden gevonden in omgevingsbronnen (Annex A Tabel 9).

2020: cluster hoogstwaarschijnlijk door RWZI (GC9)

In een periode van 2 maanden worden 4 inwoners en een bezoeker van een kleine plaats gemeld met legionellapneumonie. Bij 2 bedrijven wordt *L. pneumophila* sg7-14 aangetoond in meerdere koeltorens (tot 40.000 KVE/L). Ook in de rioolwaterzuivering (RWZI) wordt een hoge concentratie (30.000.000 KVE/L) *Legionella pneumophila* sg 7-14 aangetoond met hetzelfde ST-type als de koeltorens. Aangezien het een RWZI betreft zonder warme deelstroom (er is dus geen warm water), is sterke groei van *Legionella* in de RWZI minder waarschijnlijk. Bovendien wordt een concentratie van 1.000.000 KVE/L wordt gevonden in het inkomende afvalwater (influent) van de RWZI. Daarom wordt gezocht naar een bron die besmet water naar de RWZI loost. Er wordt een voedselproducerend bedrijf met een vergistingsinstallatie voor biogasproductie gevonden en bemonsterd. In het afvalwater, welke op het riool wordt geloosd, wordt een hoge concentratie *L. pneumophila* sg1 gevonden (100.000 KVE/L). Mogelijk heeft dit afvalwater de RWZI

besmet. Er zijn geen klinische isolaten van patiënten beschikbaar om te vergelijken met de isolaten van de omgevingsbronnen. De patiënten waren gediagnosticeerd middels een urine antigeentest, wat betekent dat ze waarschijnlijk besmet waren door een *Legionella pneumophila* sg1. Het is mogelijk dat deze meer virulente serogroep ook in de bemonsterde koeltorens of de RWZI aanwezig was, in een lagere concentratie, dan de *Legionella* sg7-14. Bij bemonstering worden bij de kweekmethode mogelijk niet alle aanwezige *Legionella* varianten aangetoond, maar worden vooral de legionella varianten aangetoond die in hoogste concentratie aanwezig is. Gezien het beperkt aantal patiënten was het niet mogelijk om geografische modellering te doen.

Bijzonderheden: *Legionella* besmetting van een (koude) RWZI door een biomassavergister. Zowel de koeltorens als de RWZI kunnen een bron van besmetting zijn geweest. Geen klinische isolaten aanwezig voor het bevestigen van de bron.

2020: cluster door koeltoren (KC2)

In augustus 2019 was er een uitbraak in Amsterdam die waarschijnlijk veroorzaakt werd door een natte koeltoren. Nadat een werknemer was gediagnosticeerd met legionellose, werd de koeltoren door de werkgever bemonsterd en direct uitgeschakeld. In de koeltoren werd een *Legionella pneumophila* serogroep 1, ST1. Deze was iidentiek aan het isolaat van een patiënt. Het betrof echter een ST-type dat relatief vaak in water gevonden wordt, zodat deze genotypische match een andere besmettingsbron niet uitsluit. Geografische modellering wees echter de omgeving van deze koeltoren aan als meest waarschijnlijke bronlocatie. In totaal waren er 19 patiënten gerelateerd aan deze uitbraak, waarvan 17 patiënten in het ziekenhuis werden opgenomen. De snelle actie van de werkgever heeft mogelijk een grotere uitbraak voorkomen, aangezien er op dat moment pas enkele patiënten gediagnosticeerd en gemeld waren en er van een uitbraakonderzoek op dat moment nog geen sprake was.

2022: uitbraak door RWZI (AC5)

In de plaats Houten en omgeving werd een verhoogd aantal LP patiënten gemeld in de maanden september en oktober 2022. Het ging om vijftien patiënten, waarbij er van drie patiënten een klinisch isolaat beschikbaar was. Mogelijke bronnen werden in kaart gebracht en bemonsterd, waaronder een fontein, een mistsysteem van een supermarkt, een vernevelingskanon tegen stofvorming bij een bedrijf, een IWZI en RWZI. Volgens de registratie waren er geen natte koeltorens. De modellering wees op een bron ten zuidwesten van Houten, passend bij de locatie van een Industriële afvalwaterzuivering (IWZI) en de rioolwaterzuivering (RWZI). Bij bemonstering werden in zowel de IWZI en de RWZI een hoge concentratie *Legionella pneumophila* aangetoond (tussen de 2000 en 20.000.000 KVE/L). In beide AWZI's werd *L. pneumophila* sg1 ST2679 gevonden, welke geen match was met de beschikbare klinische isolaten. Ook *L. pneumophila* sg6 werd in beide installaties aangetoond. In de RWZI werd ook *L. pneumophila* sg1 ST42 aangetoond, welke een genotypisch match was met één van de drie patiënten. Aanvullende DNA analyse (whole genome sequency analyse met cgMLST) gaf verdere bevestiging dat deze ST42 van de patiënt en de RWZI identiek waren (Pijnacker,

Brandsema et al. 2024). Bij twee andere patiënten was het isolaat een *L. pneumophila* ST82, welke niet werd aangetoond in een bron. Het is mogelijk dat deze variant in een lagere concentratie in een AWZI aanwezig was dan andere Legionella varianten, waardoor deze niet werd gedetecteerd. Dit is al vaker beschreven bij uitbraken van Legionella (Petzold, Ehricht et al. 2017). De IWZI betrof een relatief kleine installatie welke bestond uit een combinatie van een anaeroob proces met warm afvalwater (tussen de 30-38°C) en een beluchtingstank. De anaerobe installatie was circa twee jaar eerder toegevoegd, en was wegens operationele problemen enkele keren opnieuw opgestart. De RWZI had geen arme deelstroom. Omdat de temperatuur van het afvalwater in deze RWZI minder dan 25°C is, is sterke groei van Legionella in de RWZI niet waarschijnlijk. In beide AWZI's werd dezelfde Legionella variant aangetroffen en de Legionella concentratie in de RWZI nam snel af na het stop zetten van de beluchting in de IWZI. Daarom is het meest aannemelijke scenario dat Legionella uit de IWZI de RWZI besmette, waarna legionella via aerosolen vanuit de IWZI en RWZI naar de omgeving werden verspreid. Aanvullende windanalyse liet zien dat de RWZI, die een veel groter beluchtingsvolume heeft dan de IWZI, waarschijnlijk een grotere rol speelde in de transmissie dan de IWZI. Als maatregelen om de uitbraak te stoppen werd de beluchtingstank van de IWZI direct gestopt, en werd UV desinfectie toegepast op het effluent. Tien dagen (incubatietijd) na het stoppen van de IWZI werden geen nieuwe patiënten meer gemeld. De RWZI kon niet worden stopgezet, maar het beluchtingsbassin werd gedeeltelijk overkapt.

Bijzonderheden/leerpunten: Waarschijnlijk hebben beide AWZI's een rol gespeeld in de verspreiding. Een 'koude' RWZI' kan door besmet effluent een belangrijke bron van transmissie worden. Dit betekent dat het belangrijk is om ook bij een RWZI zonder warme deelstroom te monitoren op Legionella risico, met speciale aandacht op risico van besmetting via influent.

Uitbraken of geografische clusters waarbij een vermoedelijke bron is gevonden

2019: geografisch cluster met onbekende bron (GC7)

In 2019 was er een geografisch cluster met 7 LP patiënten in een periode van een half jaar in een middelgrote stad. Er werden acht koeltorens en een AWZI bemonsterd. Bij drie koeltorens werd Legionella aangetoond, waaronder een concentratie van 33.333 KVE/L *L. pneumophila* serogroep 1 (ST6). Naast deze variant werden bij de koeltorens drie *Legionella non-pneumophila* species aangetoond (*L. anisa*, *L. jordanis* en *L. bozemanii*). In de AWZI wordt tot 1000.000 KVE/L *L. pneumophila* sg3 (ST2441) aangetoond. Er waren geen klinische isolaten beschikbaar om te vergelijken met de isolaten van de omgevingsbronnen. De koeltoren was de meest waarschijnlijke bron, maar zonder klinische isolaten blijft dit onzeker.

2019: geografisch cluster met onbekende bron (GC8)

In een periode 5 maanden worden 7 LP patiënten gemeld bij een relatief kleine plaats. Er is één klinisch isolaat beschikbaar: *L. pneumophila* sg1, ST47. Koeltorens en AWZI's in de omgeving worden door de GGD samen met de omgevingsdienst in kaart gebracht. De RWZI wordt bemonsterd

en hierin wordt *L. pneumophila* sg7-14 aangetoond. De bron van besmetting blijft onduidelijk.

2021: geografisch cluster met onbekende bron (GC11)

In 2021 was er een geografisch cluster met 12 LP patiënten in een maand tijd rondom een grote stad. Er werd een koeltoren, een RWZI en een IWZI bemonsterd. In de monsters van de IWZI (aeration pond en effluent) werden hoge concentraties *L. pneumophila* sg1 (tot 10.000.000 KVE/L) gevonden. Het betreft een nieuw ST-type die nog in aanvraag is. In ditzelfde gebied zijn in voorgaande jaren ook incidenteel hogere incidenties waargenomen, maar een bron van besmetting blijft onduidelijk.

Dit is een uitgave van:

**Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu**

Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven

Nederland

www.rivm.nl

oktober 2024

De zorg voor morgen
begint vandaag