

Forekomst af *Legionella* - risikovurdering

Vibeke From Jeppesen
Eurofins Danmark A/S

Claus Jeppesen
Fødevareregion Nordsjælland & København

Nina Pringler, Elsebeth Tvenstrup Jensen og
Søren Uldum
Statens Serum Institut

Miljøstyrelsen vil, når lejligheden gives, offentliggøre rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, finansieret af Miljøstyrelsens undersøgelsesbevilling.

Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter.

Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

Indhold

FORORD	5
SUMMARY AND CONCLUSIONS	9
1 INDLEDNING	11
2 RISIKOBESKRIVELSE (HAZARD IDENTIFICATION)	13
2.1 KARAKTERISERING AF <i>LEGIONELLA</i>	13
2.2 SYMPTOMER/KLINISK BILLEDE	13
2.3 SYGDOMSTILFÆLDE I DANMARK	14
2.4 BETINGELSER FOR VÆKST AF <i>LEGIONELLA</i>	14
2.5 FOREBYGGENDE OG AFHJÆLPENDE FORANSTALTNINGER	15
3 KARAKTERISERING AF SMITTERISIKO (HAZARD CHARACTERIZATION)	17
3.1 SMITTEVEJE	17
3.2 STATUS FOR VIDEN OM DOSIS-RESPONS	17
4 EKSPONERINGSRISIKO (EXPOSURE ASSESSMENT)	19
4.1 NATURLIGE RESERVOIRER FOR <i>LEGIONELLA</i>	19
4.2 MENNESKESKABTE ØKOLOGISKE NICHES	19
4.3 RISIKOGRUPPER OG MINIMERING AF RISIKO	20
4.4 FOREKOMST OG UDBRUD I DANMARK OG UDLANDET	20
5 RISIKOVURDERING (RISK ASSESSMENT)	23
5.1 GENEREL BETYDNING AF TID OG TEMPERATUR	23
5.2 BASSINVAND	23
5.2.1 Koldtvandsbassiner (< 28°C)	24
5.2.2 Varmtvandsbassiner (>28°C)	25
5.2.3 Spa-bade o. lign.	25
5.2.4 Soppebassiner	27
5.3 BADEVAND	27
5.3.1 Fersk badevand	27
5.3.2 Marint badevand	27
5.4 DRIKKEVAND	28
5.4.1 Velfungerende systemer	28
5.4.2 Uhensigtsmæssige systemer	28
5.4.3 Isterningmaskiner	29
5.5 VARMT VAND	30
5.5.1 Varmt brugsvand	30
5.5.2 Forblandings-/buffertanke	32
5.5.3 Solvarmeanlæg	32
5.6 KØLETÅRNE	33
5.7 BEFUGTNINGSANLÆG	33
5.8 FONTÆNER	34
5.9 ØVRIGE	35
5.10 REAKTIONSNIVEAUER	35
5.10.1 Varmt brugsvand	35
5.10.2 Køletårne	36

5.11	RISIKOVURDERINGER OG HANDLINGSPLANER SOM REDSKAB	37
5.11.1	<i>Brugsvand</i>	37
5.11.2	<i>Hoteller</i>	38
5.11.3	<i>Køletårne</i>	39
6	KONKLUSION	40
7	LITTERATURLISTE	43
8	ORDLISTE	47

Bilag A – Danske regler og vejledninger

Bilag B – Tilfælde og udbrud i udlandet

Forord

Miljøstyrelsen har udformet retningslinjer for risikovurdering af forekomsten af *Legionella* blandt andet med henblik på at vurdere, hvorvidt det vil være relevant at fastsætte officielle, myndighedsbestemte grænser for indholdet af *Legionella* i vand (kvalitetskrav).

Målet med rapporten er at give en status over relevant viden på området og derudfra at kunne foretage en mere konkret risikovurdering af en række situationer og anlæg, der er relevante under danske forhold. For at sikre enighed om vurderingen af de enkelte situationer har risikovurderingen været til høring blandt eksperter indenfor det miljø- og sundhedsfaglige område.

Det er valgt at beskrive en risikovurdering med fokus på identifikation af kritiske steder. Denne risikovurdering bygger således ikke alene på analyse af vandprøver, men primært på teknisk og mikrobiologisk viden om de enkelte anlægstyper.

Rapporten er opbygget med en del, der opsummerer viden på området (kap. 2 – 4) og som danner baggrund for risikovurderingen. Selve risikovurderingen (kap. 5) er udarbejdet som en form for opslagsbog, der skal kunne anvendes af sagsbehandlere og andre, der er ansvarlige for at vurdere risikoen for smitte med *Legionella* i en række konkrete situationer, herunder vurdere hvornår der er behov for aktion.

Det er hensigten, at den foreliggende risikovurdering bliver opdateret, når der fremkommer ny viden fra national eller international overvågning eller forskning.

Rapporten er udarbejdet af:

- Vibeke From Jeppesen, Eurofins Danmark A/S
- Claus Jeppesen, Fødevareregion Nordøstsjælland & København
- Søren Uldum, Statens Serum Institut
- Nina Pringler, Statens Serum Institut
- Elsebeth Tvenstrup Jensen, Statens Serum Institut
- Linda Bagge, Miljøstyrelsen

Høringsgruppen for projektet har været (de angivne gælder på høringstidspunktet): Niels Nielsen (Fødevarerdirektoratet), Ove Nielsen (Erhvervs- og Boligstyrelsen), Irene S. Andersen (Miljøcenter Fyn/Trekantområdet I/S), Anne Marie Balle (Miljøcenter Vestjylland), Ole Mygind (Sundhedsstyrelsen), Susanne Samuelsson (Epidemiologisk afdeling, Statens Serum Institut), Marianne Søbye (Embedslægeinstitutionen i Frederiksborg Amt).

Sammenfatning og konklusioner

Udgangspunktet for udarbejdelse af rapporten har dels været at vurdere relevansen i at fastsætte officielle, myndighedsbestemte grænser for indholdet af *Legionella* i vand (kvalitetskrav) og dels at fremstille et redskab til brug for sagsbehandlere m.fl. ved vurdering af fund af *Legionella*.

Rapporten giver først en kort opsummering af viden om sygdomsbillede, smitteveje, forekomst og risikogrupper. Hovedparten af rapporten er selve risikovurderingen i form af en gennemgang af de kilder, der vides eller mistænkes for at kunne udgøre en risiko for smitte med *Legionella*. For bassinvand, badevand, drikkevand, varmt brugsvand, køletårne, befugtningsanlæg og fontæner er de teknologiske forhold beskrevet med angivelse af en vurdering af risikoen samt angivelse af muligheder for at begrænse eventuelle u hensigtsmæssige forhold.

Det er konkluderet, at nedennævnte områder betragtes som særligt problematiske:

- dårligt vedligeholdte spa-bade
- varmtvandsystemer – især brusere - med for lave temperaturer
- dårligt vedligeholdte isterningmaskiner
- forblandingstanke
- højtryksspuling med *Legionella*-holdigt vand eller spuling af overflader med biofilm
- køletårne
- visse befugtningsanlæg.

Dansk drikkevand vurderes ikke at udgøre en risiko, da temperaturen er for lav til opformering af *Legionella*. Ligeledes findes en række andre områder at være uproblematisk – det drejer sig om:

- koldt vand bassiner i offentlige svømmehaller
- varmt vand bassiner, der kan dokumenteres vel vedligeholdte og styrede hvad angår vandbehandling, herunder desinfektion
- sø- og havbadevand
- varmt vandssystemer, der er hensigtsmæssigt udformet og som kan dokumenteres vel vedligeholdte og styrede hvad angår temperaturer.

Det er konkluderet i rapporten, at resultater af mikrobiologiske undersøgelser for forekomst af *Legionella* altid skal ses i sammenhæng med forholdene på stedet som vandtemperatur, risiko for stillestående vand, aerosoldannelse og opholdstid / eksponeringstid for personer på stedet.

På den baggrund samt på grund af manglende dosis-respons sammenhæng er det konkluderet, at der ikke skal fastsættes egentlige grænseværdier, men kun vejledende niveauer. Med egentlige grænseværdier er der risiko for meget firkantede fortolkninger, der i nogle tilfælde vil være for omfattende og i andre tilfælde for lemfældige. Fx giver fund af helt lave niveauer af *Legionella* eller endda negative fund ingen sikkerhed for, at et anlæg er risikofrit. Fundene kan være udtryk for, at anlægget er uproblematisk, men kan også blot være udtryk for intermitterende frigivelse af organismer fra biofilmen. Hvis opformeringsbetingelserne er til stede vil der være en potentiel risiko. Ét af de afsluttende

afsnit i rapporten giver således vejledende reaktionsniveauer for mikrobiologiske fund i varmt brugsvand og i køletårne.

Handlingsplaner og risikovurderinger for konkrete anlæg er beskrevet som nyttige redskaber til at forebygge forekomst og især opformering af *Legionella*. Forebyggende tiltag af denne type bør anvendes ved etablering af ny anlæg såvel som ved vurdering af allerede eksisterende anlæg. Arbejdet hermed er dog meget begrænset, når det først sikres at kravene i byggelovgivningen er opfyldt.

Summary and conclusions

The basis for preparing this report was, first, to evaluate the relevance of laying down official limits for the content of *Legionella* in water (quality criteria) defined by the authorities and second to design a tool for case officers and consultants for evaluating findings of *Legionella*.

The report is introduced with a short survey of knowledge of the clinical picture, routes of infection, occurrence and high-risk groups. The report focuses on the risk analysis itself, giving an evaluation of the individual sources that are known or suspected to present a risk of contamination with *Legionella*. The technological aspects of pool water, bathing water, drinking water, hot water, cooling towers, humidifiers and fountains are described, indicating the estimated risk and the possibility of limiting any undesirable factors.

It is concluded that the areas below are considered particularly problematic:

- Poorly maintained spa-pools
- Hot water supplies – particularly showers – operating at too low temperatures
- Poorly maintained ice cube machines
- Pre-mixing tanks for tempered water
- High-pressure cleaning with water containing *Legionella* or flushing of surfaces with biofilm
- Cooling towers
- Certain humidifiers

Danish drinking water is not considered a risk, since the temperature is too low for the growth of *Legionella*. Likewise various other areas are considered unproblematic such as:

- Public indoor swimming pools (cold water < 28 °C)
- Public indoor swimming pools (hot water > 30 °C), with documented high maintenance and control standards of water treatment, including disinfection
- Bathing water (fresh water and coastal water)
- Hot water supplies, which are designed with documented high maintenance and control standards of temperature management.

The report concludes that the results of microbiological analyses of *Legionella* should always be related to the conditions of the places such as water temperature, risk of stagnant water, formation of aerosols and persons' staying time / time of exposure.

In this light and because of missing dose response correlation it is concluded that specific limit values should not be determined – only guiding levels. With specific limit values there is a risk of very rigid interpretations which in some cases may be far too comprehensive and in others too lenient. The detection of very low numbers of *Legionella* or even negative results, for instance, is no guarantee that a system or plant is safe. The results may be a sign that the plant or system is unproblematic, but may on the other hand merely indicate intermittent liberation of the organisms from the biofilm. If the conditions for

growth are present, there is a potential risk. One of the final sections of the report, thus, indicates guiding reaction levels of microbiological detection in hot water supplies and in cooling towers.

Action plans and risk analyses of specific plants or systems are considered as useful tools for the prevention of *Legionella* and – in particular – of growth of *Legionella*. Preventive actions of this type should be taken in connection with the establishment of new plants as well as in the evaluation of existing plants. The work involved, however, is very limited once compliance with building regulations is ensured.

1 Indledning

I 1976 blev der påvist et udbrud af lungebetændelse, som resulterede i 34 dødsfald blandt 221 personer, hovedsageligt legionærer (krigsveteraner), der udviklede sygdommen efter deltagelse i et årsmøde i Philadelphia, USA. Sygdommen fik på den baggrund navnet "Legionnaires' disease" – på dansk legionærsygdom. Året efter blev en bakterie isoleret fra lungevævet fra fire af de døde krigsveteraner. Bakterien fik senere navnet *Legionella pneumophila*.

Smittekilden til udbruddet blev aldrig endeligt fastslået. Flere af de legionærer, der blev syge, havde i forvejen dårligt helbred pga. anden tilgrundliggende sygdom (hjerte/kar-lidelser eller luftvejslidelser) og/eller stort forbrug af alkohol og tobak.

Legionella findes mange steder i det vandige miljø, der omgiver os, og organismen er som sådan ikke til at udrydde. Det er derfor vigtigt at afklare: Hvor og hvornår *Legionella* udgør en risiko for mennesker? Derigennem kan man blive i stand til at igangsætte forebyggende foranstaltninger samt vurdere eventuelle fund af *Legionella*. Miljøprøver giver i sig selv kun et spinkelt grundlag for vurdering af risiko, hvorimod analyseresultater koblet med viden om organismens opformeringsbetingelser og de tekniske forhold i vandsystemerne giver et helhedsbillede, der kan anvendes til den konkrete vurdering.

Formålet med nærværende rapport er således at give baggrunden for at vurdere en række specifikke miljøers risiko for forekomst, opformering og dermed smitte med *Legionella*.

2 Risikobeskrivelse (Hazard identification)

2.1 Karakterisering af *Legionella*

Legionella er Gram-negative, aerobe, katalasepositive stave, der i miljøet er bevægelige og kun 1 – 2 µm store, hvorimod laboratoriedyrkede isolater er ubevægelige og kan være trådformede (> 20 µm).

Hidtil er der beskrevet over 40 arter tilhørende bakteriefamilien *Legionellaceae*, der kan opdeles i 60 serogrupper. Arten *L. pneumophila* kan opdeles i tre underarter og indtil videre i 15 serogrupper. Alle *Legionella* arterne kan betragtes som potentielt sygdomsfremkaldende, men det er kun et fåtal af arterne, der konkret har været årsag til sygdom hos mennesker. *L. pneumophila* er langt den hyppigste årsag til sygdom.

Man kender endvidere til fem arter, som betegnes ”*Legionella* lignende amøbe patogener” (LLAP). LLAP er genetisk relaterede til *Legionella* og flere af dem har været sat i forbindelse med sygdom, men til forskel fra *Legionella* kan LLAP ikke påvises ved traditionel dyrkning.

2.2 Symptomer/klinisk billede

Infektioner forårsaget af *Legionella*-bakterier kaldes med en fællesbetegnelse for ”legionellose” og spænder over et spektrum fra asymptomatiske infektioner til fatalt forløbende lungebetændelser, men sygdommen optræder ofte i to typiske kliniske billeder:

Legionærsygdom eller *Legionella*-pneumoni er en akut forløbende, ofte svær lungebetændelse, der efter en inkubationstid på 2 – 10 dage begynder med pludselig høj feber, kulderystelser, hovedpine og senere kommer tør hoste, åndedrætsbesvær og eventuelt påvirkning af organer som lever, nyre og centralnervesystem.

Ved undersøgelser af udbrud har man fundet, at mindre end 5% af de personer, der bliver udsat for smitten bliver syge. Dødeligheden blandt de syge varierer fra 5% ved korrekt behandling til over 30% for i forvejen svækkede personer eller personer, som behandles for sent eller slet ikke behandles.

Pontiac-feber er en influenza-lignende sygdom, som efter en inkubationstid på 1 – 2 dage overstås i løbet af 2 – 5 dage uden behandling. Sygdommen opstår efter inhalation af aerosoler, og næsten alle (>90%) af dem, der udsættes for smitte, bliver syge. I modsætning til ved legionærsygdom opformerer bakterierne ikke i lungerne.

Legionella-infektioner uden for lungerne optræder sjældent. Der er dog set tilfælde af fx sårinfektioner og hjerteklapinfektioner. Der er også set

eksempler på at blodforgiftning efter vask af sår hos immuno-supprimerede patienter kan have fatale forløb (Lowry & Tompkins, 1993; Lowry et al., 1991).

Hvor Pontiac-feber rammer såvel personer med intakt immunforsvar (fx børn og unge) som svækkede personer, ses legionærsygdom primært at ramme ældre og/eller personer med svækket immunforsvar.

En del infektioner er subkliniske, dvs. uden symptomer. Ved udenlandske undersøgelser er det vist, at forskellige erhvervsgrupper – fx tandlæger (sandsynligvis pga. aerosoldannende tandlægeudstyr) – havde højere antistoftitre overfor *Legionella* end gennemsnitsbefolkningen uden samtidig at have en større sygdomsfrekvens.

2.3 Sygdomstilfælde i Danmark

Der registreres årligt ca. 100 tilfælde af legionærsygdom i Danmark. Oftest (i ca. 50 – 60% af tilfældene) optræder sygdommen som enkeltstående tilfælde erhvervet i Danmark uden for hospitaler, men smitekilderne bliver sjældent identificeret. Dertil kommer sygdom erhvervet under rejser, typisk til Middelhavslandene (ca. 20%) samt tilfælde smittet under hospitalsophold (ca. 20%). Sygdommen medfører årligt ca. 10 – 15 dødsfald i Danmark.

Det er kun legionærsygdom, der er anmeldelsespligtig i Danmark – ikke Pontiac feber. Man ved således ikke, hvor udbredt Pontiac feber er og dens lighed med influenza gør det ikke sandsynligt, at man nogensinde vil få et overblik over udbredelsen. Selv for den anmeldelsespligtige legionærsygdom må man forvente en vis underrapportering af sygdommen, især for tilfælde, der ikke kræver indlæggelse på hospital.

Blandt *Legionella* arterne er *L. pneumophila* årsag til langt de fleste tilfælde. *L. pneumophila* serogruppe 1, der alene er ansvarlig for ca. 60% af tilfældene af legionærsygdom, er sammen med serogruppe 3 årsag til langt de fleste tilfælde i Danmark. Omkring 50% af alle danske tilfælde skyldes en speciel undergruppe af serogruppe 1 – Pontiac, der har en større virulens. Denne undergruppe, der kan give såvel legionærsygdom som Pontiac feber, påvises relativt sjældent i miljøprøver i Danmark. De hyppigst isolerede *Legionella* fra miljøprøver i Danmark er non-serogruppe 1, der betragtes som lavvirulente. Fund af *Legionella* spp. bør dog ses som indikation på risikoen for at også *Legionella pneumophila* serogruppe 1 er opformeret i systemet.

2.4 Betingelser for vækst af *Legionella*

Legionella vokser optimalt i temperaturområdet fra ca. 30 - 40°C, men kan vokse i intervallet ca. 20 - 50°C og overleve i et bredere interval.

Stillestående vand med relativt højt indhold af næringsstoffer er desuden optimalt for dannelse af biofilm og dermed for opformering af *Legionella*.

Biofilm er en opbygning af organisk materiale og mikroorganismer, som vokser på overflader i vandige miljøer og derved danner en belægning. Amøber og andre protozoer er en naturlig del af biofilm, hvor de lever af bakterier og andre mikroorganismer (de "græsser" på biofilm).

L. pneumophila lever i miljøet primært som intracellulær parasit hos amøber og andre protozoer, men bakterierne kan overleve længe extracellulært.

Den mekanisme *Legionella* udnytter som parasit i amøber med opformering intracellulært, er i store træk den samme, som er afgørende for, at *Legionella* kan parasitere humane celler (makrofager og monocytter - typisk i lungevævet) og dermed fremkalde legionærsygdom.

2.5 Forebyggende og afhjælpende foranstaltninger

I de tiltag, der gøres med henblik på at undgå *Legionella*, kan man skelne mellem de foranstaltninger, der skal forebygge etablering og vækst og de foranstaltninger, der skal reducere mængden af allerede forekommende *Legionella*.

De væsentligste faktorer til at forebygge vækst af *Legionella* i vand består i at undgå opformeringstemperaturer (20 – 50 °C), stillestående vand og høje koncentrationer af næringsstoffer for dermed at reducere biofilmdannelsen. Tilsyneladende enkle forholdsregler, som dog næsten er umulige at praktisere i varmtvandssystemer med overdimensionerede varmtvandsbeholdere og blind-ender – herunder rørføringer med mange tapsteder der ikke alle anvendes hyppigt. Forebyggelse stiller derfor store krav til design, drift og vedligeholdelse af vandsystemer. Det skal bemærkes, at en del uhensigtsmæssige indretninger vurderes ikke at leve op til kravene i byggelovgivningen.

De officielt anbefalede driftstemperaturer for varmtvandssystemer er minimum 60 °C i varmtvandsbeholder og minimum 50 °C på det enkelte tapsted. Disse anbefalinger giver dog ofte anledning til økonomiske og tekniske diskussioner. Der er ulemper ved de høje temperaturer, men set ud fra en *Legionella* sikkerhedsmæssig vinkel er der ikke mulighed for at gå på kompromis med temperaturkravet med mindre, der findes en alternativ, veldokumenteret forebyggende foranstaltning.

For vandsystemer hvor det ikke er muligt at undgå vækstbetingelser for *Legionella* samt for systemer, der allerede har højt indhold af *Legionella*, kan det være nødvendigt at anvende metoder, der direkte reducerer antallet af *Legionella* for at opnå en tilstrækkelig lav koncentration af organismen. For varmtvandssystemer i Danmark anvendes for nogle anlæg periodisk gennemskylning med meget varmt vand, fx 70°C. I andre lande anvendes almindeligvis kemisk desinfektion i form af chok-kloring med høje koncentrationer (>50 mg frit klor/liter) eller kontinuerlig kloring med lavere koncentrationer. Kemisk desinfektion anvendes i Danmark til spabade med recirkulerende vand samt fx til køletårne.

Andre beskrevne metoder er bla. ultrafiltrering, ozon-behandling samt UV-behandling med eller uden ultralyd. Ingen metode har indtil videre opnået myndighedernes godkendelse, og der er for de fleste kun begrænset dokumentation for effektiviteten i praksis.

Hvor det er vanskeligt at forbedre et helt varmtvandssystem kan man i nogle tilfælde have fordel af at koncentrere de forebyggende tiltag om kritiske tapsteder ved hjælp af regelmæssig aftapning eller lokalt placeret opvarmning, fx med varmeveksler.

For såvel varmebehandling som kemisk desinfektion gælder, at det normalt ikke er muligt fuldstændigt at eliminere biofilm i hele anlægget. Efter afbrudt behandling ses derfor vækst af *Legionella* igen, hvis betingelser for vækst er opfyldt.

3 Karakterisering af smitterisiko (Hazard characterization)

3.1 Smitteveje

Legionella smitter hyppigst ved indånding af aerosoler, men kan også smitte ved aspiration, herunder fejlsynkning. Smitte fra person-til-person er aldrig konstateret.

Aerosoler (mikroskopiske vanddråber), der indåndes, kan indeholde *Legionella* i fri form eller inden i amøber. En enkelt amøbe indeholdende et højt antal *Legionella*-bakterier kan måske være nok til at fremkalde sygdom og må derfor ses som en potentiel faktor for smittespredning. *Legionella* er når de er indlejret i amøber mere modstandsdygtige overfor fysisk/kemiske påvirkninger, som fx indtørring, og tilfælde af smittespredning over flere kilometer via luften er set.

Den anden smittevej – aspiration - er muligvis en underestimeret smittevej – især i relation til hospitalserhvervede tilfælde, hvor der er tale om svækkede personer, der ofte er sengeliggende og dermed har øget risiko for fejlsynkning (Squier et al., 2000). Indånding af aerosoler betragtes dog generelt stadig som den mest udbredte årsag. Fejlsynkning af *Legionella*-holdigt vand kan være et problem med temperaturlastet drikkevand, vand fra fx isterninger fra dårligt vedligeholdte isterningmaskiner, muligvis ved tandbørstning i varmt vand eller ved indføring af mavesonder, som forinden er blødgjort i varmt vand. Aspiration er oftest relateret til hospitaler med *Legionella*-forurenede drikkevand og det vurderes, at denne smittevej har lille betydning for raske personer.

3.2 Status for viden om dosis-respons

Der er aldrig påvist en éntydig dosis-respons sammenhæng for *Legionella* hos mennesker, idet der er set fund af høje koncentrationer af *Legionella* uden samtidig sygdom og omvendt set sygdom, hvor de efterfølgende vandprøver kun viste moderat indhold af *Legionella*. En medvirkende forklaring på dette kan være, at vandprøver ofte tages nogen tid efter patienten er smittet. Kimtallet kan på det tidspunkt være væsentlig forskelligt fra kimtallet på smittetidspunktet.

Nedenstående forhold medvirker til, at det ikke er muligt at påvise en éntydig dosis-respons sammenhæng for *Legionella*:

- bakteriernes opformering til høje antal i enkelte amøber og dermed muligvis risiko for smitte via én amøbe
- fluktuerende indhold af *Legionella* i vandet. I ledningsnet og andre vandsystemer kan fx trykstød betyde, at dele af biofilmen løsriver sig og medfører en væsentlig stigning i vandets indhold af *Legionella*.
- varierende virulens blandt forskellige *Legionella* arter og serogrupper
- varierende virulens indenfor samme type, bla. afhængig af livscyklus
- varierende modtagelighed hos forskellige personer afhængig af helbredsstatus

- normalt påvises kun dyrkbare *Legionella*, hvilket kan føre til en undervurdering af antallet
- ved PCR-metoderne detekteres såvel levende som døde bakterier, hvorved der kan ske en overvurdering af antallet.

4 Eksponeringsrisiko (Exposure assessment)

4.1 Naturlige reservoirer for *Legionella*

Legionella forekommer i ferske vandige og fugtige miljøer – herunder varme kilder, spildevand, fugtig jord, pottemuld og kompost. Sideløbende med arbejdet med nærværende risikovurdering er der foretaget en undersøgelse af forekomst af *Legionella* i dansk drikkevand (Olsen, Bagge & Jeppesen, 2003). Indholdet af *Legionella* i vandet fra vandværkerne og i koldt drikkevand i ledningsnettet udgør som forventet ikke nogen risiko. Problemerne med *Legionella* vil således først opstå, hvor der har været mulighed for vækst, som nærmere beskrevet i næste afsnit.

4.2 Menneskeskabte økologiske niches

Legionella kan fra det naturlige miljø introduceres til ledningsvand i forbindelse med fx reparationsarbejde på vandledninger, nybyggeri eller utætheder, og vil herefter kunne etablere sig i biofilm hvis forholdene er passende.

Et miljø, der opfylder de optimale vækstbetingelser for *Legionella* med lunken, stillestående vand med højt organisk indhold findes i mange menneskabte niches. Biofilm i vandige miljøer er den primære økologiske niche, hvori *Legionella* kan overleve og vokse og dermed det egentlige udgangspunkt for smitte med *Legionella*.

De fleste tilfælde af legionærsygdom kan sandsynligvis relateres til større vandsystemer i fx hospitaler, beboelseskompleser og hoteller. Det er erfaringen efter undersøgelse af et stort antal danske varmtvandsprøver, at *Legionella* har kunnet isoleres fra (næsten) alle varmtvandssystemer med for lav temperatur, dvs. < 50°C, ét eller andet sted i ledningsnettet.

Der er især risiko for smitte fra installationer, der danner store mængder aerosoler og *Legionella* kan hyppigt isoleres fra denne type tekniske installationer. Der foreligger således mange eksempler på aerosolbåren smitte fra utilstrækkeligt vedligeholdte vandinstallationer (brusere, køletårne, spabade og lignende bade, befugtningsanlæg og vandforstøvere, respirationsudstyr, vandfontæner - fx i hotelreceptioner, mm.).

Adskillige udbrud af legionellose kan føres tilbage til, at installationerne ikke har været ordentligt vedligeholdte, at de har henstået ubrugte gennem et stykke tid, hvorefter de er taget i brug uden forudgående gennemskylning eller for visse anlæg uden desinfektion (fx spabade) samt u hensigtsmæssige besparestiltag, fx reduktion af varmtvandstemperatur.

4.3 Risikogrupper og minimering af risiko

Legionærsygdom forekommer hyppigst blandt personer med underliggende sygdom og dårligt immunforsvar fx pga diabetes, kroniske lungelidelser, steroid- og/eller cytostatikabehandling, post-operative samt immunosupprimerede og organtransplanterede patienter.

Endvidere ses det, at midaldrende mænd med et stort alkohol- og/eller tobaksforbrug er en særlig risikogruppe, sandsynligvis pga deres generelt dårlige helbredstilstand kombineret med rygebelastede lunger, hvor infektionen har lettere adgang.

Risikogrupperne såvel som den øvrige del af befolkningen kan selv medvirke til at nedsætte risikoen ved at følge nedenstående forholdsregler. Anbefalinger for minimering af risiko kan bruges forebyggende, fx som oplysning til beboere i boligselskaber, udlandsrejsende eller generelt til befolkningen.

Nedsættelse af risiko kan opnås ved at:

- sikre sig, at det varme vand er varmt - mindst 60°C i varmtvandsbeholdere og mindst 50°C på det enkelte tapsted
- sikre sig, at det kolde vand er koldt, dvs. under 12°C, på det enkelte tapsted
- gennemskylle alle tapsteder, hvis vandet ikke har været brugt i en periode (dvs. stillestående vand) – fx efter fravær i week-ender eller ved rejser
- gennemskylle alle tapsteder efter reparationer, da der kan være sket en forurening eller biofilm kan have revet sig løs.
- lade vandet løbe mindst et par minutter – især fra bruseren - når man kommer til hoteller eller feriehus – og sørge for god udluftning samtidig, så der ikke opkoncentreres aerosoler
- undgå at bruge varmt vand som drikkevand eller til tandbørstning
- sikre sig, at isterningsmaskiner er ordentligt rengjorte – og eventuelt undgå indtagelse af isterninger, hvis man er særlig svækket
- sikre sig, at spa-pools og lignende i fx udlejningssommerhuse er omfattet af en fast rengørings- og desinfektionsprocedure og at vandet er tilstrækkeligt desinficeret.

4.4 Forekomst og udbrud i Danmark og udlandet

En række danske undersøgelser af varmtvandsanlæg i boligejendomme såvel som på hospitaler har afsløret *Legionella* i langt de fleste anlæg. Flere af undersøgelserne bekræfter sammenhængen mellem ikke-optimale tekniske forhold og forekomst af *Legionella*.

Udover undersøgelserne af varmtvandsanlæg i Danmark er der også foretaget en undersøgelse af en række offentlige svømmehaller. Resultaterne viste, at der ikke kunne påvises *Legionella* i koldtvasbassiner (<28°C), men derimod i 10% af bassinprøverne fra varmtvandsbassiner (> 32°C) og i 80% af prøverne af afgangsvand fra kulfiltrene til varmtvandsbassinerne. Koncentrationen af *Legionella* i selve bassin vandet lå dog lavt (10 – 100 cfu/liter).

Fra hele Europa blev der rapporteret ca. 1500 tilfælde i 1998, ca. 2000 tilfælde i både 1999 og 2000 og ca. 3500 tilfælde af legionærsygdom i 2001 til den Europæiske Legionella arbejdsgruppe (EWGLI; tal for 2002 foreligger endnu ikke). Der er således set en markant stigning i antallet af rapporterede

tilfælde gennem de sidste år. Dette kan skyldes en reel stigning i antallet, men også forhold som større opmærksomhed om sygdommen, bedre rapporteringssystemer samt det faktum at stadig flere lande indrapporterer må ses som en del af forklaringen.

Danmark har i samme periode haft et nogenlunde konstant antal på ca. 100 tilfælde om året. Danmark har gennem flere år haft den højeste registrerede forekomst af legionærsygdom i Europa med ca. 20 tilfælde pr. million indbyggere pr. år, hvor der i det øvrige Europa typisk er mellem 5 og 10 tilfælde pr. million pr. år.

Sandsynligvis er der ikke tale om, at der reelt er flere sygdomstilfælde i Danmark end i de øvrige lande i Europa. Der er nok større opmærksomhed og rapporteringen af sygdommen er mere effektiv i Danmark end i andre lande. Danmark adskiller sig fra mange andre lande ved at stort set alle tilfælde, som ikke er rejserelaterede, forekommer sporadisk over hele landet, dog tilsyneladende med en højere hyppighed i visse egne af landet. I modsætning hertil er mange af tilfældene i udlandet knyttet til større eller mindre udbrud.

I Danmark er der aldrig påvist egentlige udbrud af legionærsygdom (dvs. mere end ét tilfælde smittet fra samme kilde) uden for hospital. I Danmark er der påvist nogle få udbrud af Pontiac feber samt nogle få hospitalsudbrud med legionærsygdom. Nylige udbrud i lande vi kan sammenligne os med (Holland, Belgien, England og Norge), vidner om at risikoen for større udbrud dog også eksisterer i det nordlige Europa (Bilag B).

For de fleste større udbrud af legionærsygdom i udlandet, har man kunnet spore smitten til køletårne. Fra sådanne køletårne kan der spredes en tåge af forstøvet vand (aerosoler) til omgivelserne. I Danmark er der aldrig påvist smitte fra køletårne. Selvom udbredelsen af køletårne ikke er så stor i Danmark, som i mange andre lande, findes der dog adskillige køletårne i forbindelse med industriel køling og aircondition.

I 1994 blev 29 personer smittet fra et køletårn på et hospital i USA. Ved et nærmere studie af smitteforholdene fandt Brown *et al.* (1999) ved at studere personer, der levede, arbejdede eller var på besøg inden for et område på ca. 10 km² omkring hospitalet, at risikoen for sygdom faldt med 20% for hver 160 meters afstand fra hospitalet, men blev øget med 80% for hvert besøg på hospitalet og øget med 8% for hver time man tilbragte inden for en afstand på ca. 200 meter fra hospitalet.

For langt de fleste af de sporadiske danske tilfælde, hvor det er lykkedes at opspore smitekilden, har man kunnet spore kilden til det varme brugsvand i patientens egen bolig. Det er sandsynligvis også det varme brugsvand, der er årsag til de fleste tilfælde af smitte på hospitaler.

Ét af de tilfælde, hvor det er lykkedes at spore smitekilden til et varmtvandsanlæg, er et dansk sygdomstilfælde fra 1999, hvor en ældre mand blev ramt af en alvorlig legionella-pneumoni med lang indlæggelse til følge. *L. pneumophila* serogruppe 1, subgruppe Philadelphia blev isoleret såvel fra patienten som fra det varme vand fra patientens badeværelse i et lejlighedskompleks. Isolaterne havde samme DNA-profil og tilhørte dermed samme klon. Det varme vand på badeværelset havde en temperatur på 45°C og et indhold af *Legionella* på ca. 300.000 cfu/liter. Ved at øge temperaturen i

varmecentralen fra 50°C til 57°C steg temperaturen i det varme vand i badeværelset til 52°C. Ved en ny analyse for *Legionella* fandtes ca. 1.000 cfu/liter. Det blev valgt at øge temperaturen yderligere til 66°C i varmtvandsbeholderen og dermed 60°C på tapstedet, hvorefter *Legionella*-indholdet faldt til 10 – 20 cfu/liter. En forøgelse af temperaturen reducerede således *Legionella*-indholdet væsentligt, om end *Legionella* ikke blev fuldstændigt elimineret.

Man har påvist og undersøgt fem relativt små udbrud af Pontiac feber: i fire tilfælde kunne man spore smitten til private spabade som ikke var tilstrækkeligt desinficeret. Der var i alt 26 tilfælde af Pontiac feber i de fire udbrud – hertil kommer, at i to af udbruddene udviklede i hvert tilfælde én af de smittede egentlig legionærsygdom.

Ét udbrud af Pontiac feber med fem tilfælde har kunnet spores til en centrifugerings-procedure til koncentreret af spildevandsslam på et industrielt renseanlæg (Gregersen et al., 1999).

Der udarbejdes årligt en oversigt over danske tilfælde. Oversigten offentliggøres i EPI-NYT (www.ssi.dk).

5 Risikovurdering (Risk assessment)

I dette kapitel gennemgås en række områder, hvor den potentielle risiko for forekomst, opformering og smittespredning af *Legionella* diskuteres.

Kapitlet er tænkt som et opslagsværk til brug for sagsbehandlere og andre i forbindelse med konkrete vurderingssager.

5.1 Generel betydning af tid og temperatur

Som det fremgår af de indledende kapitler er temperaturen en helt afgørende faktor for risikoen for opformering af *Legionella*, men *Legionella* er ikke specielt hurtigtvoksende og tiden ved en given temperatur er derfor også af stor betydning.

I tabel 5.1 er angivet betydningen af forskellige temperaturer for *Legionella*. Tabellen kan bruges til en generel vurdering af risiko, hvor der ikke er mere detaljerede beskrivelser at finde i den øvrige del af kapitlet.

Det skal understreges, at man skal se på hele anlægget, idet forhold som opholdstid og temperatur i dele af anlægget kan afvige væsentligt fra de generelle driftstemperaturer og beregnede opholdstider, fx på grund af tilstedeværende blindender og andre muligheder for stilstand af vand, lokale temperaturbelastninger i dele af ledningsnet fx som følge af utilstrækkelig isolering, tidligere dannet biofilm mm.

Tabel 5.1: Generelle regler for betydning af temperatur for overlevelse, vækst og inaktivering af *Legionella*. Oplysningerne i tabellen skal ses som tommelfingerregler, da forhold som biofilm, blindender mm. også skal tages med i betragtning

Temperatur (°C)	Risikovurdering
< 20°C	Overlevelse må påregnes, men ingen opformering.
20°C - 50°C	Svag til kraftig vækst – intensiteten vil bl.a. afhænge af tiden ved disse temperaturer. Intervallet 30°C - 40°C regnes som det optimale for vækst.
>50°C	Svag til kraftig inaktivering. Se tabel 5.11 for anbefalede tid-/temperaturkombinationer til inaktivering af <i>Legionella</i> .

Det er vigtigt at være opmærksom på, at betingelser, hvor *Legionella* kan overleve kun er acceptable, såfremt der ikke forudgående har været mulighed for opformering.

5.2 Bassinvand

Ved bassinvand forstås recirkulerende vand i svømmebassiner, hvor kravet er, at vandet skal filtreres og desinficeres (Miljøstyrelsen, 1988a). Filtrering og

desinfektion af den til stadighed recirkulerende vandmængde skal ske kontinuerligt.

Det afgørende for den hygiejniske kvalitet af bassinvand er således vandbehandlingen (se tabel 5.2), herunder som den væsentligste faktor: desinfektionstrykket. Af specifik betydning for risikoen for *Legionella* er vandets temperatur samt aerosoldannelser, som nærmere beskrevet i afsnittene 3.1 og 5.1.

Tabel 5.2: Vigtige elementer for optimal vandbehandling af bassinvand (Miljøstyrelsen, 1988b; WHO, 2000, Jeppesen et al., 2000)

- Automatisk styret desinfektion (klor og pH-regulering)
- Gode cirkulationsforhold
- Kontinuerlig flokning (fældning af kolloider) og filtrering
- Regelret omsætningstid og filterhastighed
- Regelmæssig returskylning af kul- og sandfiltre
- Bundsugning
- Rensning af bassinvægge og skulperender
- Renholdelse af specielt barfodsområder
- Kontrolleret badebelastning (antal gæster og personlig hygiejne)
- Uddannelse af ansvarligt personale

De badende skal opfordres til at afvaske sig grundigt inden badning. Afvaskning fjerner sved, kosmetika, hudceller, mm. som ellers vil kunne tjene som næringsstof for bakterier og dermed bakterievækst og behov for øget klortilsætning (Miljøstyrelsen, 1988a; WHO, 2000).

Med hensyn til regler for desinfektion og bakteriologiske krav i bassinvand henvises til Miljøstyrelsens bekendtgørelse nr. 195 (1988a) samt Miljøstyrelsens vejledning nr. 3 (1988b).

5.2.1 Koldtvandsbassiner (< 28°C)

Grundet de relativt lave temperaturer må det antages, at *Legionella* ikke vil vokse eller i hvert tilfælde kun vil vokse langsomt i koldtvandsbassiner (Anon., 2001; Barker & Brown, 1994). Sammenholdt med desinfektionstrykket fra klor og pH-regulering (Miljøstyrelsen, 1988a) må det derfor vurderes, at *Legionella* ikke skal betragtes som et problem i almindelige koldtvandsbassiner med korrekt vandbehandling.

Vurderingen understøttes af resultaterne fra en mindre undersøgelse af dansk bassinvand (Jeppesen et al., 2000), der viste, at *Legionella* ikke kunne påvises i almindelige svømmebassiner med en vandtemperatur lavere end 28°C – hverken i bassinvandet eller i afgangsvandet fra kulfiltre.

Der er desuden aldrig rapporteret om udbrud som har kunnet sættes i forbindelse med brug af almindelige svømmebade (WHO, 2000).

Indholdet af frit klor skal ifølge anbefalinger fra WHO (2000) være mindst 1,0 mg frit klor/liter. Kombineret med tilstrækkelig lavt pH - gerne 7.2 - sikres klorens desinficerende effekt. Anbefalingerne skal ses i lyset af den væsentligt øgede effekt af frit klor ved lavere pH-værdier, hvor en større del af klorene forefindes som det meget aktive klorundersyring frem for de mindre aktive, dissocierede hypoklorit-ioner (se Miljøstyrelsen, 1988b; WHO, 2000).

5.2.2 Varmtvandsbassiner (>28°C)

Til forskel fra koldtvandsbassiner giver temperaturerne i varmtvandsbassiner mulighed for opformering af *Legionella*. Samtidig er disse bassiner karakteriseret ved et højere klorforbrug pga. hurtigere fordampning samt hurtigere reaktion med organisk materiale. I visse bassiner, som børne- og terapibassiner, er der desuden øget risiko for forekomst af højere koncentration af organisk materiale fra de badende (urin, fækalier og sved). På denne baggrund kan det være vanskeligere at styre desinfektionstrykket i varmtvandsbassiner.

Opholds- og dermed eksponeringstiden i varmtvandsbassiner kan i nogle tilfælde være længere end i almindelige bassiner, især for undervisningspersonale.

Normalt vil aerosoldannelsen i almindelige varmtvandsbassiner kun skyldes plasken i forbindelse med leg og må dermed betragtes som begrænset i forhold til spa-bade og tilsvarende typer bassiner.

At der kan være en potentiel risiko ses af, at der i en dansk undersøgelse (jf afsnit 4.4) blev påvist *Legionella* i vandprøverne fra 10% af de undersøgte varmtvandsbassiner (op til 100 cfu/liter) og i 80% af de undersøgte prøver af afgangsvand fra kulfiltre (med op til 35.000 cfu/liter) fra varmtvandsbassiner (Jeppesen *et al.*, 2000). De bassinprøver, der blev fundet positive for *Legionella* havde alle pH på 7.6, dvs. et relativt højt pH. Der er således en latent risiko for høje koncentrationer af *Legionella* i bassin vandet ved utilstrækkelig vandbehandling.

Samlet vurderes det, at *Legionella* udgør et potentielt problem i mangelfuldt desinficerede varmtvandsbassiner.

I varmtvandsbassiner med et indhold af frit klor på mindst 1.0 mg/liter og pH 7.2 vurderes *Legionella* ikke at udgøre en risiko. Bassiner, hvor pH-værdierne er højere eller klorindholdet lavere end angivet ovenfor, må derimod betragtes som risikobetonede i forhold til udsatte grupper (svækkede personer samt personer med meget lang opholdstid i bassinerne – især undervisningspersonale).

5.2.3 Spa-bade o.lign.

Den afgørende forskel mellem spa-bade o.lign. og øvrige varmtvandsbassiner er bobledannelsen, der bevirker såvel en spuleeffekt som kraftig aerosoldannelse. Spuleeffekten medvirker til en øget afvaskning af overfladerne hos de badende.

Dertil kommer at disse bassintyper ofte har mange nicher – herunder rør og dyser, der er vanskelige at tømme og rengøre – hvor *Legionella* vil kunne overleve og vokse.

Betydningen af et konstant højt desinfektionstryk bliver derfor endnu vigtigere i denne type bassiner. WHO (2000) anbefaler at spa-bade dagligt opvarmes til over 70°C, hvis det er svært at opretholde konstant desinfektionstryk eller hvis anvendelse af desinfektionsmidler er uønsket.

Jo flere badende, der er i spa-badene – jo større er risikoen for sygdom (WHO, 2000). I nogle offentlige svømmehaller forefindes spa-badet i et

separat rum, der er indrettet således, at der efter brug er en tvungen pause, hvor bassinet tømmes og desinficeres før det fyldes påny og åbnes for nye badegæster. Der foreligger ingen undersøgelser for forekomst af *Legionella* i denne type bassiner, men såfremt eventuelle nicher tømmes og desinficeres passende, vil det sikre mod opformering af *Legionella*. Bassinvandet skal naturligvis også være desinficeret i disse bassiner.

For spa-bade anbefales hyppigere returskylning af filtre end i øvrige bassiner (WHO, 2000) og i Danmark såvel som af EWGLI anbefales daglig returskylning af filtrene til spa-bade (Miljøstyrelsen, 1988; EWGLI, 2002).

Lokaler med spa-bade anbefales holdt velventilerede med henblik på at modvirke opkoncentrering af *Legionella*-bakterier i den indendørs luft (WHO, 2000).

Samlet vurderes det, at brug af spa-bade og lignende bassintyper kan være risikobetonet, og langt den overvejende del af de *Legionella*-tilfælde, der optræder i forbindelse med brug af svømmebade kan da også associeres til spa-bade med utilstrækkelig vandbehandling (WHO, 2000). Et andet problem er dårligt drevne bade i danske udlejningssommerhuse, hvor der er set flere tilfælde af Pontiac-feber og endda legionærsygdom (Lüttichau et al., 1999; Uldum, 2000).

WHO (2000) fremhæver den tid, der tilbringes i spa-bade eller deres omgivelser, som en specifik risikofaktor og anbefaler direkte, at gæster bør advares om, at risikoen for sygdom stiger med tiden der tilbringes i spa-badet. Ved høje koncentrationer af *Legionella* kan smitte imidlertid ske ved meget kortvarige ophold, som set ved de udbrud der har været med udstillede ikke-desinficerede spa-bade. Spa-bade, der udstilles med vand i bør derfor desinficeres på samme måde som spa-bade i brug.

I tabel 5.3 findes en opsummering af anbefalinger i forbindelse med drift af spa-bade og lignende bassintyper.

Tabel 5.3: Anbefalinger i forbindelse med drift af spa-bade og lignende bassintyper med recirkulerende vand. Tabellen skal ses som et supplement til tabel 5.2 (WHO, 2000; Miljøstyrelsen, 1988b; DS-norm, 2000; Jeppesen et al., 2000; EWGLI, 2002)

- Mindst 1.0 mg frit klor/liter og pH 7.2¹⁾
- Eget filtersystem (primært for at undgå krydskontaminering til andre bassiner)
- Omsætningstider ned til 5 – 15 minutter
- Filterhastigheder på max. 20 meter/time
- Konstant afstrømning af vand over skvulperenden
- Klart afmærkede antal siddepladser
- Minimum 3 m³ rensed vand pr. badende
- Vandet udskiftes minimum ugentligt i forbindelse med manuel rengøring²⁾
- Daglig opvarmning til minimum 70°C, såfremt der ikke kan opretholdes tilstrækkeligt desinfektionstryk ad anden vej
- Daglig returskylning af filtre
- Velventilerede rum

1. Miljøstyrelsen (1988a; 1988b) stiller krav om mindst 1.0 mg frit klor/liter og maksimalt 5.0 mg/liter med det vejledende interval 1.0 – 3.0 mg/liter. For pH er det tilladte interval 7.0 – 8.0 med 7.2 – 7.6 som det vejledende.
EU-guidelines (EWGLI, 2002) anbefaler 2.0 - 3.0 mg frit klor/liter.
2. I EU-guidelines (EWGLI, 2002) anbefales, at mindst halvdelen af vandet udskiftes dagligt.

5.2.4 Soppebassiner

Soppebassiner, hvor vandet recirkuleres og desinficeres, er omfattet af Miljøstyrelsens bekendtgørelse om bassinvand (1988a, 1988b). Dette gælder bla. både de indendørs og udendørs soppebassiner i svømmehaller.

Såfremt vandet ikke recirkuleres, skal der fra start bruges vand, der overholder drikkevandskrav.

I soppebassiner, hvor der hverken er anvendt cirkulation eller desinfektion, vil der kunne opnås temperaturer, hvor der kan være en risiko for opformering af *Legionella* – for udendørs soppebassiner vil dette være aktuelt i sommermånederne. De høje temperaturer ledsages dog udendørs af solens UV-bestråling og dermed mindskes risikoen for opformering. Hertil kommer at temperaturerne vil falde over aften/nat, hvorfor perioderne med optimale temperaturer bliver korte.

Aerosoldannelsen fra soppebassiner må vurderes som relativt lav.

Samlet konkluderes, at udendørs soppebassiner næppe vil kunne udgøre en risiko.

5.3 Badevand

Ved badevand forstås (Miljøstyrelsen, 1983) ferskvand og havvand, som er udvalgt til badevand eller i hvilket badning ikke er forbudt, og som i almindelighed anvendes til badning. Badesæsonen er defineret som perioden 1. juni til 1. september.

5.3.1 Fersk badevand

Legionella vil kunne vokse i fersk badevand, når temperaturen bliver høj nok (> 20°C). Under danske forhold vurderes det dog, at der vil være tale om relativt korte perioder, hvor temperaturen holder sig over 20°C i lang tid eller over 25°C i flere dage, og giver forudsætninger for vækst.

Sammenholdes disse temperaturforhold med betydningen af solens UV-stråler og dermed inaktivering af mikroorganismer samt den antagelse at koncentrationen af *Legionella* vil være lav vurderes det, at fersk badevand i Danmark ikke udgør en potentiel *Legionella*-risiko.

5.3.2 Marint badevand

Legionella vokser næppe i marine miljøer, men menes at kunne overleve (Lee & West, 1991; Atlas, 1999). Litteraturen på området er dog meget sparsom.

Mulige forklaringer på manglende opformering af *Legionella* er saltkoncentrationen (Lee & West, 1991), for lave temperaturer, solens UV-

stråling og/eller at *Legionella*'s værtsspecificitet er afgrænset til ferskvandsamøber (Jeppesen & Jeppesen, 2000).

Det vurderes, at *Legionella* ikke udgør en risiko i marint badevand.

5.4 Drikkevand

5.4.1 Velfungerende systemer

I litteraturen ses referencer på fund af *Legionella* i råvand til drikkevand, men det er vigtigt at huske, at langt den overvejende del af udenlandsk råvand til drikkevand, dels er overfladevand til forskel fra dansk råvand som helt overvejende stammer fra grundvandet, dels er temperaturbelastningen af råvandet i mange lande større (væsentligt højere temperatur i længere tid) end i Danmark. Denne forskel har afgørende betydning for risikoen for forekomst af *Legionella*, idet både amøber og *Legionella* har meget lettere adgangsvej til overfladevand end til grundvand.

Temperaturkravet til dansk drikkevand er max. 12°C, hvor det vurderes, at *Legionella* ikke vil kunne vokse, men dog overleve (se også afsnit 5.1). Da der ikke findes forudgående niches for opformering af *Legionella* i forbindelse med produktion af drikkevand vurderes det, at *Legionella* ikke udgør et problem i drikkevand, der i øvrigt lever op til gældende drikkevandskrav (Miljøstyrelsen, 2001b).

En undersøgelse af forekomsten af *Legionella* i dansk drikkevand (Olsen, Bagge & Jeppesen, 2004) underbygger denne konklusion.

5.4.2 Uhensigtsmæssige systemer

Uhensigtsmæssigt indrettede ledningsnet, der kan resultere i eftervækst af *Legionella*, er ledningsnet med en kombination af forhøjet koldt vandstemperatur og lavt forbrug (se afsnit 5.1) – også selv om der kun er tale om afgrænsede områder i ledningsnettet.

Forhøjede koldt vandstemperaturer i ledningsnet ses fx hvor rørføringerne til koldt og varmt vand løber i umiddelbar nærhed af hinanden uden tilstrækkelig isolering – det kan være over længere strækninger fx i de såkaldte ingeniørgange eller afgrænset fx til området tæt på tapstedet. Ligeledes øges temperaturen hvor uisolerede koldt vandsledninger løber gennem varme lokaler, hvilket bla. kan ses på nogle hoteller, hospitaler og større bygningskomplekser, hvor temperaturen på det kolde vand kan ligge over 20°C eller endda over 30°C.

Lavt vandforbrug og dermed uhensigtsmæssig henstandstid kan skyldes forhold som:

- overdimensionerede reservoirer
- overdimensionerede rørføring, hvor flowet bliver for lavt
- blindender pga. uhensigtsmæssig konstruktion
- blindender pga. tapsteder, der ikke anvendes.

Det bemærkes, at drikkevandssystemer med forhold som beskrevet ovenfor ikke overholder krav i Norm for vandinstallationer (DS 439, 2000).

Placering af de mest vandforbrugende installationer sidst på ledningsnettet kan afhjælpe nogle af ovenstående problemer.

Det kan konkluderes, at uhensigtsmæssigt konstruerede drikkevandssystemer vil kunne udgøre en kilde til *Legionella*-infektion. Problemet vurderes at være størst, hvor der er kraftig aerosoldannelse, herunder især brusere (brusevand er normalt en blanding af koldt og varmt vand). For raske personer udgør de øvrige koldtvandsinstallationer pga. den ringe aerosoldannelse ingen risiko. Derimod kan koldt vand udgøre en risiko for svækkede personer ved udsættelse for selv mindre kraftige aerosoler (fx ved vandets plasken ned i håndvasken ved vask af ansigt eller tandbørstning) eller fejlsynkning som omtalt i afsnit 3.1.

Specielt for hospitaler henvises til afsnit 5.5.1.1.

5.4.3 Isterningmaskiner

Isterningmaskiner findes typisk på hospitaler, plejehjem, hoteller og restauranter. Maskinerne kan være reservoir for *Legionella* og kilde til især hospitalsinfektioner (Brennen et al., 1999 – c.f. Squier et al., 2000; Bangsborg & Uldum, 2001).

Vandtilførslen til isterningmaskiner kan være *Legionella*-holdigt drikkevand – typisk temperaturlastet drikkevand på et hospital eller et hotel med lange ledningsnet – hvilket i sig selv kan være problematisk, men også ved forsyning med koldt drikkevand af god kvalitet kan der opstå problemer, idet maskinerne kan have nicher for eftervækst og biofilmdannelse. Vandet passerer gennem slanger, der typisk har et stort overflade/volumen-forhold. Slangerne er i de mest kritiske tilfælde fremstillet af fx plast, silicone eller gummi, der fremmer biofilmdannelsen på de indre overflader og hvis slangerne samtidig er placeret tæt på maskinens kondensator eller kompressor resulterer det i en meget uheldig opvarmning af vandet til temperaturer, der er optimale for vækst af *Legionella* og andre mikroorganismer. I nogle tilfælde er set biofilm af flere millimeters tykkelse indeni sådanne slanger og på indersiden af maskinernes reservoirer.

En anden vej for kontaminering af isterningmaskiner er fra brugerne og baglæns ind i systemet via reservoirerne samt via afløbsslanger for smeltevand. Disse smitteveje vurderes dog at være mere interessant i forhold til andre mikroorganismer end *Legionella*.

Der har i de senere år været fokus på de hygiejniske problemer i isterningmaskiner, hvilket vurderes at have ført til, at der i højere grad er blevet udviklet og indkøbt maskiner, der har et mere hygiejnisk design – inkl. materialevalg og isolering af de varmeproducerende flader. Desuden er opmærksomheden øget på vigtigheden af regelmæssig rengøring og vedligeholdelse.

Risikoen for indtagelse af *Legionella*-holdige isterninger vurderes ikke at være et problem i relation til raske personer. Derimod vurderes problemet at være alvorligt for sengeliggende patienter, der som omtalt i afsnit 3.1 har større risiko for fejlsynkning og hvor fejlsynkning af blot en enkelt amøbe med *Legionella* –bakterier måske vil kunne medføre sygdom. I mindst ét udbrud på

et hospital i Danmark har man kunnet sandsynliggøre, at smittekilden var isterninger (Bangsborg & Uldum, 2001).

5.5 Varmt vand

Energikrisen i 70'erne samt senere bevågenhed på energibesparelser har medført sænkning af temperaturerne i varmt vand og andre tiltag (fx buffertanke og vandbesparende foranstaltninger), der har haft en negativ effekt i forhold til vandets mikrobiologiske kvalitet.

5.5.1 Varmt brugsvand

I henhold til Norm for vandinstallationer (DS 439, 2000) skal boliger være forsynet med varmt vand, der i løbet af maksimalt 10 sekunder efter åbning af hanen er minimum 50°C. Overholdes dette vurderes risikoen for *Legionella* at være minimal – forudsat regelmæssigt forbrug fra tapstedet – samt at der ikke før tapstedet sker en opformering i fx blindender.

Der er på den anden side ikke tvivl om, at varmt vand, der ikke kan holdes på minimum 50°C på det enkelte tapsted vil kunne resultere i uacceptabel vækst af *Legionella*. I hvor høj grad dette får betydning for brugerne afhænger meget af distributionsformen – almindelige haner eller brusehoveder og lignende med væsentlig aerosoldannelse – samt brugernes immunstatus.

I EU-guidelines (EWGLI, 2002) anbefales, at volumen af varmtvandsreservoirer maksimalt svarer til én dags forbrug. Desuden påpeges, at det i tilfælde af flere vandreservoirer skal sikres, at der ved forbrug sker et flow gennem hver tank, så der ikke er stillestående vand i én eller flere tanke.

EWGLI (2002) anbefaler desuden, at tapsteder, herunder brusere, der ikke anvendes regelmæssigt bør fjernes. Alternativt bør de gennemskylles ugentligt i adskillige minutter. For tapsteder, der har henstået ubenyttede gennem længere tid bør vandet fra en gennemskylning føres direkte til kloak uden aerosoldannelse (evt. ved brug af extra slanger).

Som et særligt teknisk problem har bruserslanger været nævnt, da der henstår vand i bruserslangerne med risiko for opformering af *Legionella* og dermed forøget risiko ved det første vand, der kommer ud efter åbning. Dette er en problematik man på den ene side bør være meget opmærksom på, men som på den anden side nemt kan løses dels ved så vidt muligt at tømme bruserslangen efter brug, dels ved at lade det første vand løbe direkte til afløb i stedet for at bruse sig i det – som nævnt ovenfor.

Nedenstående generelle anbefalinger gives for varmt brugsvand:

- Anlægget skal være dimensioneret rigtigt i forhold til forbruget.
- Det skal være muligt at udslamme varmtvandsbeholderen. Her er det vigtigt at aftapningshanen sidder helt i bunden og at beholderen er konstrueret med konisk bund. Alternativt skal det være muligt at rengøre bunden manuelt eller mekanisk. Dette gælder dog ikke små beholdere i fx énfamiliehuse.
- Hvis der er flere varmtvandsbeholdere skal de være koblet parallelt - ikke i serie – og alle skal overholde minimumkravet på 60°C.
- Også vandet i bunden af varmtvandsbeholderen skal kunne opvarmes. EWGLI (2002) anbefaler opvarmning til 60°C 1 time dagligt.
- Temperaturen i returvand bør være 55°C, men minimum 50°C.

- Temperaturen ved tapsteder skal være minimum 50°C.
- Der skal være en fast rutine for rengøring med fjernelse af kalk, slam og rust.
- Tapsteder, herunder brusere, der ikke anvendes regelmæssigt bør overvejes fjernet. Alternativt bør de gennemskylles ugentligt i adskillige minutter. For tapsteder, der har henstået ubenyttede gennem længere tid bør vandet fra en gennemskylning føres direkte til afløb uden aerosoldannelse (evt. ved brug af extra slanger) (EWGLI, 2002).
- Efter reparationsarbejde og lignende, hvor biofilm kan være løst, anbefales det at lade vandet løbe nogle minutter, minimum til eventuelle synlige uklårheder er forsvundet.

Samlet vurderes det, at u hensigtsmæssigt opbyggede varmtvandssystemer og for lave temperaturer af det varme vand vil kunne udgøre en risiko for vækst af *Legionella*.

5.5.1.1 Hospitaler og plejehjem

Hospitaler samt plejehjem for svækkede (ældre, handicappede) kan være problematiske af flere grunde. Dels er der ofte tale om store bygningskomplekser med en blanding af nye og gamle bygninger med varmtvandsforsyning af ældre dato, hvor en total renovering der opfylder alle krav til legionellaforebyggelse vil være meget bekostelig. Dels kan en del af patienterne tilhøre særlige risikogrupper – organtransplanterede, kræftpatienter og patienter med rygerlunger, eller være nyopererede med særlig risiko for aspiration.

Der har været en udbredt anvendelse af varmt vand med for lave temperaturer pga. skoldningsrisiko, koldt vand med for høje temperaturer samt tempereret vand til lægernes håndvask. De nævnte vandtyper vurderes at kunne ligge i området 25 - 45°C, som jævnfør afsnit 2.5 og tabel 5.1 er det optimale temperaturområde for vækst af *Legionella*.

En yderligere risikofaktor på hospitaler kan være brusebade, der henstår ubrugte gennem længere tid pga. kronisk sengeliggende patienter. Herved opstår risiko for lokal opformering af *Legionella* i systemer, der efterfølgende er kraftigt aerosoldannende og kan udgøre et problem for de næste patienter. Omvendt vil sengeliggende patienter og andre patienter, der ikke tager brusebad kun i ringe grad udsættes for aerosoler, og smitte vil således stort set være begrænset til aspiration af *Legionella*-holdigt vand eller -isterninger.

Som et specifikt risikoområde på hospitaler og plejehjem er infektioner af sår i forbindelse med vandet anvendt ved badning/vask, hvis såret ikke er lukket.

Som nævnt i afsnit 4.4 fandt Statens Serum Institut ved en undersøgelse i 1995 *Legionella* i næsten alle undersøgte hospitalsanlæg, men efter en del nosokomielle tilfælde samt den generelt øgede opmærksomhed om *Legionella* er der sat en række tiltag i gang. Disse omfatter både renovering af anlæg (fjernelse af overflødige varmtvandsbeholdere og blindender, indførelse af varmevekslere og dermed mindre enheder for varmtvandsforsyning), skærpet opmærksomhed på drift og vedligeholdelse samt – i de tilfælde hvor vandkvaliteten trods ovennævnte tiltag ikke er fundet tilfredsstillende – udførlige instrukser der sikrer brug af kontrolleret vand (kogt vand, sterilt vand) til bestemte procedurer hos risikopatienter. Endvidere foregår der til

stadighed en vurdering af, om nye metoder (se afsnit 2.5) kan anvendes i sygehusene.

Der findes centrale og lokale vejledninger for hospitalerne, og ansvaret for dette område påhviler sygehusets ledelse, teknikere og den lokale hygiejneorganisation. Erfaringer fra sygehusområdet har imidlertid givet mange erfaringer om risikofaktorer for legionærsygdom og hvordan de imødegås – erfaringer der kan overføres til områder uden for hospitalerne.

Samlet vurderes det, at uhensigtsmæssige temperaturer i varmt og/eller koldt vand kombineret med hospitalers og plejehospitals svækkede patientgrupper udgør en potentiel risiko for smitte med *Legionella*.

5.5.2 Forblandings-/buffertanke

Forblandings- eller buffertanke som bruges til opbevaring af vand ved ca. 37°C i større eller mindre reservoirer inden det distribueres til tapsteder som brusebade i idrætshaller/svømmehaller, er én af de menneskeskabte nicher, der er en udløber af energikrisen. Denne løsning er meget uheldig, da den giver anledning til bakterievækst, herunder *Legionella*.

Forblandingsanlæg er i modstrid med reglerne på området, idet der i Norm for vandinstallationer (DS 439, 2000) er angivet, at anlæg skal udformes og fungere på en måde, der sikrer at risikoen for bakterievækst bliver mindst mulig. Normen udkom første gang i 1989 og reglen har været eksisterende siden da. Anlæg anlagt før 1989 og som udelukkende har været vedligeholdt (ikke ændret) er dog ikke omfattet af de nævnte regler.

Forblandingsstanke i Danmark har vist høje indhold af *Legionella* (> 100.000 cfu/liter) (Jeppesen, 2002). Brydov et al. (2001) omtaler da også disse anlæg som potentielt risikable, med mindre der er etableret særlige driftsmæssige procedurer.

Det konkluderes, at forblandingsstanke pga. vandets temperatur kombineret med den kraftigt aerosoldannende anvendelse til brusebadning udgør en væsentlig *Legionella*-risiko. Som for alle øvrige vurderinger gælder, at risikoen er størst for svækkede personer.

5.5.3 Solvarmeanlæg

Solvarmeanlæg, der anvendes af såvel private som erhverv, kan være konstrueret på mange forskellige måder og risikoen for opformering af *Legionella* afhænger af kombinationen af reservoir-størrelse, temperaturforløb samt eventuel supplerende mulighed for opvarmning af vandet i beholderen, som fx varmeveksler eller elektrisk opvarmning af varmtvandsbeholderen.

Temperaturerne i solvarmeanlæg kan i sommermånederne nå op på over 60°C, men i en dansk undersøgelse er vandtemperaturerne ved aftapning målt i intervallet 36°C - 55°C i prøver udtaget i maj til juli. Opvarmningen af beholderen såvel som det efterfølgende forløb af temperaturen bliver derfor meget afgørende for risikoen.

I nogle anlæg reguleres temperaturen alene ved en opblanding med passende mængder koldt eller varmt vand, hvorved der ikke sker en inaktivering af *Legionella*, hvorimod der i andre tilfælde sker en egentlig efter-opvarmning af

det solvarmede vand – de afgørende faktorer her bliver således hvor længe vandet opvarmes til en given temperatur (se tabel 5.11).

Miljø- og Energiministeriet (Ellehauge & Bagh, 2001) foretog en mindre sammenligning af traditionelle varmtvandsanlæg, solvarmeanlæg samt solvarmeforberedte anlæg (anlæg, der endnu ikke er sluttet til solvarme). Resultaterne af undersøgelsen viste, at *Legionella* ikke forekom i niveauer højere end ca. 2.000 cfu/liter. Desuden sås en svag tendens til, at der var flere *Legionella*-inficerede prøver blandt solvarmeanlæggene end blandt de øvrige. Der indgik dog kun otte prøver af hver prøvetype.

Det konkluderes, at solvarmeanlæg kan udgøre en potentiel risiko for smitte med *Legionella*, hvis temperaturen i beholderen ikke har været tilstrækkeligt høj og der ikke sker en efteropvarmning og dermed inaktivering af mikroorganismer. Desuden kan vandet tilføre *Legionella* til biofilm i ledningsnettet, hvor der kan være risiko for yderligere eftervækst.

5.6 Køletårne

Køletårne kan være en del af mekaniske kølesystemer. Køletårne placeres normalt i det fri, fx på taget eller på terræn. De anvendes til at nedkøle recirkulerende vand, der transporterer varme fra en kølemaskine. Under processen i køletårnet dannes og afgives aerosoler, som kan indeholde *Legionella*.

Vandet i køletårnenes reservoirer er typisk ikke i kontakt med ventilationsluften, men derimod med det omgivende udendørs miljø. Vandet sprøjtes/pumpes med mellemrum over rørføringer med luften og der dannes i den forbindelse aerosoler, der kan spredes via luften ud over bygningens omgivelser. Problemet med køletårne og opformering af *Legionella* kan forværres under varme vejrforhold.

Det konkluderes, at køletårne vil kunne udgøre en potentiel risiko, såfremt de er dårligt konstrueret, så der kan opstå betydelig biologisk vækst i tårnene, og såfremt de ikke vedligeholdes og drives forsvarligt. Anbefalingerne for brug af køletårne er brug af desinfektion (fx kloring) enten kontinuert eller med så korte intervaller, at opformering af *Legionella* undgås (fx ugentlig kloring). Det er desuden vigtigt at køletårne holdes i konstant drift. Såfremt dette ikke kan lade sig gøre, er det afgørende at de desinficeres før brug (EWGLI, 2002).

EWGLI (2002) angiver vejledende hyppigheder for prøvetagning såvel som aktionsniveauer for indhold af *Legionella* i vand fra køletårne. Disse anbefalinger er angivet i afsnit 5.10 og 5.11.

5.7 Befugtningsanlæg

Befugtningsanlæg anvendes bla. indenfor fødevarer detailhandelen til at holde en høj fugtighed ved opbevaring af frugt, grønt og pålæg, i den grafiske industri af hensyn til papiret og trykfarven, i andre industrier samt i ventilationsanlæg (air-condition). I kontormiljøer har befugtningsanlæg været anvendt af hensyn til den almindelige trivsel og visse andre hensyn. Siden 1995 har brug af befugtningsanlæg været reguleret via bygningsreglementet, der foreskriver at sådanne anlæg kun må anvendes såfremt

sikkerhedsmæssige-, produktionsmæssige-, bevaringsmæssige- eller sundhedsmæssige forhold taler herfor (By- og Boligstyrelsen, 1995).

Anlæggene øger luftfugtigheden ved at forstøve vand og dermed give kraftig aerosoldannelse, hvorfor det er af stor betydning, at vandkvalitet er god. Der findes også anlæg, der øger luftfugtigheden ved hjælp af dampbefugtning.

Anlægs-mæssigt reguleres befugtningsanlæg som nævnt gennem bygningsreglementet. En række rådgivnings- og tilsynsmyndigheder har særlige indsatsområder i vurderingen af, om der foreligger sundhedsfare – det drejer sig om: Fødevarerdirektoratet / Fødevareregionerne for detailhandelens vedkommende, Arbejdstilsynet for arbejdspladser, Embedslægeinstitutionerne sammen med kommunerne for dag- og døgninstitutioner samt Embedslægeinstitutionerne sammen med kommunerne og Erhvervs- og Boligstyrelsen for private boliger.

Der er i udlandet set udbrud af legionærsygdom fra befugtningsanlæg og regelmæssig og tilstrækkelig rengøring/desinfektion er afgørende for at reducere risikoen ved brug af anlæggene. En egentlig eliminering af risiko opnås bedst ved at bruge anlæg baseret på damp frem for på spray/aerosoler.

I 2001 blev det første danske luftbefugtningsanlæg med vand – ”ML System” - HACCP-certificeret i henhold til DS 3027. HACCP-certificering betyder, at der skal foreligge en nøje beskrivelse af opbygningen af anlægget, en risikoanalyse, kritiske styringspunkter, kravværdier mm. (DS 3027, 2002; ML, 2001). En væsentlig effekt af at have et certificeret system er, at brugerne bliver meget opmærksomme på såvel udførelse som dokumentation af drift og vedligehold.

Det konkluderes, at befugtningsanlæg med recirkulering af vand og uden tilstrækkelig desinfektion kan udgøre en risiko for smitte med *Legionella*. På denne baggrund er det vigtigt at foretage en nøje vurdering af anvendte anlæg.

5.8 Fontæner

Vand anvendt i fontæner uden recirkulation skal i Danmark opfylde kravene til drikkevand. Såfremt der anvendes recirkulation, skal vandet desinficeres.

Vandet i fontæner har en stor berøring med omgivelserne, hvilket på den ene måde har betydning for kontaminering af vandet og på den anden måde for kontaminering af omgivelser, hvis der er sket en opformering af *Legionella* bakterier i vandet. Spredning til omgivelserne sker desuden i aerosolform og er dermed problematisk for smitte med *Legionella*.

For fontæner, der er placeret indendørs vil temperaturen være relativt høj (stuetemperatur) og der kan ske en opkoncentrering af aerosoler i rummet såvel som en spredning af aerosolerne via ventilationen.

For udendørs placerede fontæner vil der ske en vis fortynding af aerosolen, men samtidig kan der ved særlige vindretninger ske spredning af smitte over længere afstande og evt. lokale opkoncentreringer.

Vandkvaliteten bliver den afgørende faktor for risikoen ved fontæner, idet kontinuerlig tilførsel af koldt drikkevand må antages at være uproblematisk,

hvorimod recirkuleret vand vil kunne resultere i høj risiko med mindre, der opretholdes et konstant højt desinfektionstryk.

5.9 Øvrige

For en række øvrige nicher kan opformering af *Legionella* ske, når de rette kombinationer af høj fugtighed og temperatur forekommer i tilstrækkeligt lang tid.

En række potentielle muligheder kan nævnes, men ny og uforudsete nicher for vækst af *Legionella* kan komme til.

- Tandlægeudstyr, hvor vandet henstår ved stuetemperatur fx over en week-end eller i ferier og derefter anvendes til skylning/forstøvning af vand under kraftig aerosoldannelse. Statens Serum Institut (CAS) og Tandlægeforeningen har udarbejdet en Dansk Standard (DS 2451-12, 2001) med anvisninger for, hvordan man bør undgå mikrobiologisk forurening i brugsvandet på tandlægeklinikker ved f.eks. periodisk automatisk klorering.
- Drivhuse og væksthuse – evt. med vandingsanlæg og sprinklere – vil have en høj luftfugtighed såvel som temperatur samtidig med, at forekomsten af amøber fra miljøet må antages at være betydelig.
- Kompost og pottemuld
- Bilvaskeanlæg – her er aerosoldannelsen høj, men er typisk fysisk adskilt fra personer.
- Højtryksspuling pga. stor aerosoldannelse og ofte lange ledninger med stillestående vand samt spuling af overflader med biofilm
- Genbrugsvand og andet sekunda-vand
- Centrifugering af spildevand/slam på rensningsanlæg
- Ledningsnet til brugsvand ført i gulve med indlagt varme

5.10 Reaktionsniveauer

I dette afsnit gennemgås udvalgte danske og udenlandske aktionsniveauer og vejledende grænseværdier, der foreligger for indholdet af *Legionella*.

5.10.1 Varmt brugsvand

Statens Serum Institut (2000) har angivet forslag til reaktionsgrænser ved påvisning af *Legionella* i varmtvandsanlæg i boliger. Reaktionsgrænserne fremgår af tabel 5.10, men det er – som tidligere nævnt i anden sammenhæng – vigtigt at være meget opmærksom på, at resultater skal tolkes i sammenhæng med vandtemperatur mm., idet fx et lavt kimal ikke i sig selv er garanti for et velfungerende anlæg.

Tabel 5.10.2: Forslag til reaktionsgrænser ved påvisning af *Legionella* i varmtvandsanlæg i boliger (fra Statens Serum Institut, 2000)

Legionella cfu/liter	Handlingskonsekvens/reaktion
10 - < 1.000	Lavt tal – dog udtryk for at legionellabakterier kan vokse i systemet.
1.000 - < 10.000	Lavt til moderat antal bakterier. Det skal overvejes, om der kan foretages enkle forbedringer af anlægget, fx driftstemperaturer, fjernelse af døde ender.
10.000 - < 100.000	Forholdvis højt bakterietal.

	Det skal overvejes, om der kan foretages forbedringer af anlægget og/eller desinfektion. Situationen overvåges.
≠00.000	Meget højt bakterietal. Anlægget bør gennemgås med henblik på afhjælpende foranstaltninger.

Grænserne er i vejledningen angivet med en række forbehold, som også kan ses af afsnit 3.2 om dosis-respons sammenhænge. Forslagene skal endvidere ses i lyset af, at der samtidig er angivet forskellige prøvetagningsteknikker ("Straksprøver" hhv. prøver taget efter gennemskylning) samt at den af Miljøstyrelsen foreskrevne laboratoriemetode (DS 3029) ofte kan resultere i resultater lige omkring 10.000 *Legionella*/liter, dvs. skillelinjen mellem, hvad der på den ene side opfattes som lav til moderat forekomst og på den anden side som forholdsvis høj forekomst.

I EU-guidelines fra EWGLI (2002) anbefales, at der ved indhold af *Legionella* på:

- 1.000 - 10.000 cfu/liter: I første omgang udtages opfølgende prøver, hvis der kun er tale om disse niveauer i én til to prøver. Såfremt det er set i alle prøver eller ses i de opfølgende prøver bør anlægget risikovurderes (evt. revurderes), ligesom desinfektion og andre afhjælpende og forebyggende foranstaltninger også skal overvejes.
- >10.000 cfu/liter: Der udtages opfølgende prøver og foretages øjeblikkeligt en risikovurdering (evt. revurdering). Desuden skal desinfektion og andre afhjælpende og forebyggende foranstaltninger overvejes.

EU-guidelines skærper således aktionerne i forhold til de danske reaktionsgrænser ved højere kimtal (> 10.000 cfu/liter) og har desuden lagt vægt på hurtigst muligt at udtage opfølgende prøver for at underbygge de første resultater.

De hollandske myndigheder (Anon., 2001) har fastsat en acceptgrænse for *Legionella* i ledningsvand på 50 cfu/liter ved tapsteder med kritisk aerosoldannelse. Denne grænse er fastsat ud fra detektionsgrænsen for hollændernes foreskrevne metode og er dermed et valg af, at der ikke accepteres nogen form for opformering af bakterierne i vandet. Grænsen vurderes dog at være lav set ud fra en risikobetragtning.

5.10.2 Køletårne

For vand fra køletårne angiver EWGLI (2002) reaktionsniveauer og forslag til aktion som beskrevet i tabel 5.10.3:

Tabel 5.10.3: Forslag til parametervalg og aktionsgrænser og -reaktioner for vand fra køletårne (EWGLI, 2002)

Kimtal 30°C (DS 6222)	<i>Legionella</i> /liter	Aktion
≠0.000 cfu	≠1.000 cfu	Ingen
10.000 – 100.000 cfu	1.000 – 10.000 cfu	Udtag øjeblikkeligt opfølgende prøve(r). Såfremt resultaterne fortsat er høje revurderes køletårnets risikovurdering samt program for drift og vedligehold.
≠00.000 cfu	≠10.000 cfu	Udtag øjeblikkeligt opfølgende prøve(r). Foretag chok-kloring eller lignende for at forebygge. Revurder køletårnets risikovurdering og kontrolforanstaltninger mhb. på afhjælpende foranstaltninger.

5.11 Risikovurderinger og handlingsplaner som redskab

I dette afsnit gennemgås udvalgte udenlandske oplæg til risikovurdering og til handlingsplaner.

Analysen for indhold af *Legionella* kan som tidligere nævnt hverken forebygge eller løse problemer med *Legionella*, men analyserne kan bruges til at:

- af- eller bekræfte problematiske forhold
- til at indkredse kilderne til problemerne
- til at verificere effekten af udførte forebyggende og afhjælpende tiltag.

Derimod kan risikovurderinger og handlingsplaner anvendes til at forebygge og løse problemer med *Legionella*.

Indledningsvis skal nævnes én meget væsentlig faktor – og en faktor, hvis betydning ofte undervurderes, nemlig personalet og personalets uddannelse. Jævnfør Petersen (2001) var uddannelse af driftspersonalet den afgørende faktor for forbedring af forholdene på Hvidovre Kommunes institutioner.

5.11.1 Brugsvand

I Holland (Anon., 2001) baserer de gældende regler sig ikke kun på acceptgrænser/aktionsniveauer, men også på udarbejdelse af risikovurderinger og handlingsplaner før ibrugtagning af anlæg til brugsvand.

Udarbejdelse af risikovurderingen inkluderer følgende hovedpunkter:

- 1) Identificering af tapsteder, hvor aerosoldannelse kan forventes
- 2) Indsamling af data for vandforsyning og ledningsnet
- 3) Klassifikation af vandforsyningens og ledningsnettets hovedfunktioner
- 4) Risikovurdering – fra hovedfunktioner til det samlede system.

Idéen med udarbejdelse af en risikovurdering og handlingsplan er dels at vurdere systemet allerede under konstruktion, men senest før ibrugtagning (revurdering af gamle anlæg), dels at få systematiseret kontrollen med anlægget – hvilke målinger skal foretages og med hvilken hyppighed?

Som en del af de hollandske regler har man angivet tid/temperatur-kombinationer for en ugentlig opvarmning af vandreservoirer med risiko for kritiske indhold af *Legionella* samt tid/temperatur-kombinationer for den efterfølgende gennemskylning af eventuelle ledningsnet. Tiderne vurderes dog at være noget teoretiske og næppe praktiserbare i virkeligheden: Ved 60°C anbefales opvarmning af reservoir i 10 minutter med 20 minutters efterfølgende gennemskylning af ledningsnet, ved 65°C anbefales tilsvarende 1 minut + 10 minutter og ved 70°C kun 10 sekunder + 5 minutter.

Af tabel 5.11 fremgår de anbefalinger, der vil være de gældende danske anbefalinger fra Miljøstyrelsen og Statens Serum Institut.

Det skal specificeres, at der altid vil være tale om vejledende tid/temperaturkombinationer for det koldeste sted i de enkelte vandsystemer. I større bygningskomplekser kan det således være nødvendigt med opvarmning på de enkelte etager for at sikre en tilstrækkelig opvarmning.

Det er også væsentligt at pointere, at opvarmningen skal ske i en sammenhæng, der sikrer, at allerede varmebehandlede tapsteder ikke risikerer at blive forurenet fra ikke-varmebehandlede tapsteder.

Tabel 5.11: Tid/temperatur-kombinationer for ugentlig opvarmning og gennemskylning af vandsystemer med risiko for kritiske indhold af *Legionella*. Værdierne er vejledende og gælder for det koldeste punkt helt frem til det enkelte tapsted.

Opvarmning til	Gennemskylningstid	OBS! Advar om skoldningsrisiko!
65°C	30 minutter	
Eller		
75°C	20 minutter	

5.11.2 Hoteller

EWGLI (2002) har opstillet følgende anbefalinger til hoteller med henblik på at reducere risikoen for legionærsygdom:

1. Udpeg én person, der er ansvarlig for kontrolprogrammet
Sørg for, at denne person er oplært/uddannet i at forebygge og kontrollere *Legionella*, og at det øvrige personale kender deres rolle i kontrolprogrammet.
2. Hold altid det varme vand varmt og i cirkulation: 50 - 60°C. Det skal være ubehageligt for hænderne.
3. Hold altid det kolde vand koldt. Det bør holdes under 20°C.
4. Lad vandet løbe fra vandhaner og brusere i nogle minutter mindst én gang om ugen i hotelværelser, der ikke bruges, og altid umiddelbart før disse værelser skal anvendes.
5. Hold bruserhoveder og vandhaner fri for kalkaflejringer.
6. Rens og desinficer regelmæssigt køletårne og rør/ledninger, der anvendes i airconditionssystemer regelmæssigt – mindst hver 6. måned.
7. Rengør og desinficér alle vandfiltre regelmæssigt – med én til tre måneders mellemrum.
8. Inspicér vandbeholdere, køletårne og tilgængeligt ledningsnet hver måned. Sørg for at dæksler og lignende er intakte og på plads.
9. Sørg for, at ændringer af systemet eller nye installationer ikke resulterer i ledningsnet med lav, uregelmæssig eller manglende vandgennemstrømning.
10. For spa-bade (inkl. whirlpools og jacuzzis) skal sikres, at:
 - Det kontinuerligt behandles med 2 – 3 mg klor pr. liter og at niveauet måles mindst tre gange om dagen.
 - Mindst halvdelen af vandet bliver udskiftet hver dag (det bemærkes dog, at de danske regler (Miljøstyrelsen, 1988a og 1988b) anbefaler mindst én gang ugentligt, dog helst dagligt ved små bassiner (< 3m³).
 - Returskylning af filtre foretages dagligt.
 - Hele systemet bliver rengjort og desinficeret én gang om ugen.
11. Før daglig optegnelse (logbog) over alle aflæsninger så som temperatur-, klor- og pH-målinger. Det skal sikres, at denne logbog checkes regelmæssigt af den ansvarlige.

5.11.3 Køletårne

EU-guidelines (EWGLI, 2002) anbefaler at der analyseres for aerobt kimalt 30°C (DS 6222) i spædevand hvert kvartal og i vand fra selve køletårnet ugentligt. Herudover anbefales kvartalsvis analyse for *Legionella* i vand fra køletårnet. Vandprøverne udtages således, at tilstedeværende desinfektionsmiddel inaktiveres.

De aerobe kimalt kan dels anvendes til en vurdering af det absolutte indhold af mikroorganismer, dels til at overvåge ændringer i vandkvaliteten, hvilken primært har interesse i desinficeret vand, da ikke-desinficeret vand må forventes at have en meget hurtig stigning i kimaltet.

6 Konklusion

Forekomst af *Legionella* skal på grund af den relative alvor ved smitte tages seriøst. I Danmark får ca. 100 personer årligt den alvorlige legionærsygdom (lungebetændelse), mens et ukendt antal bliver syge med den mindre alvorlige Pontiac-feber. Ca. 10 – 15 personer dør årligt af legionærsygdom. Der er således ikke tale om en stor og meget overhængende risiko, men problemet bør forebygges på passende vis, og der skal udvises særlig omhu overfor udsatte persongrupper, som fx syge og ældre.

Udarbejdelse af risikovurderinger med tilhørende handlingsplaner kan være omfattende, men er dog den bedste fremgangsmåde forud for ibrugtagning af nye anlæg såvel som ved vurdering af eksisterende anlæg, da det hermed i stort omfang vil være muligt at forebygge forekomsten af *Legionella* henholdsvis reagere hurtigt ved evt. forekomst. Såfremt reglerne for installation og drift er opfyldt, er der dog ikke umiddelbare problemer med forekomst af *Legionella* og derved bliver risikovurderingen af meget begrænset omfang.

Analyseresultater er således bedst egnede til at verificere effekten af gennemført egenkontrol og er ikke en måde at forebygge på. *Legionella* skal betragtes som en naturligt forekommende miljøbakterie, der ikke udgør et problem før der er opformeringsbetingelser (ferske, fugtige miljøer med ca. 25 – 45 °C) til stede.

Legionella kan smitte dels ved indånding af *Legionella*-holdige aerosoler, dels ved fejlsynkning af *Legionella*-holdigt vand, hvor indånding af aerosoler betragtes som den absolut mest udbredte smittevej.

På den baggrund udgør aerosoldannende anlæg med ovennævnte opformerings-muligheder den største risiko.

Af særligt problematiske områder kan nævnes:

- dårligt vedligeholdte spa-bade
- varmtvandsystemer – især brusere - med for lave temperaturer
- dårligt vedligeholdte isterningmaskiner
- forblandingstanke
- højtryksspuling med *Legionella*-holdigt vand eller spuling af overflader med biofilm
- køletårne
- visse befugtningsanlæg.

Dansk drikkevand vurderes ikke at udgøre en risiko, da temperaturen er for lav til opformering af *Legionella*. Ligeledes findes en række andre områder at være uproblematisk – det drejer sig om:

- koldt vand bassiner i offentlige svømmehaller
- varmt vand bassiner, der kan dokumenteres vel vedligeholdte og styrede hvad angår vandbehandling, herunder desinfektion
- sø- og havbadevand
- varmt vandssystemer, der er hensigtsmæssigt udformet og som kan dokumenteres vel vedligeholdte og styrede hvad angår temperaturer.

På baggrund af manglende dosis-respons sammenhæng må det vurderes, at fastsættelse af egentlige grænseværdier risikerer at føre til nogle meget firkantede fortolkninger, der i nogle tilfælde vil være for omfattende og i andre tilfælde for lemfældige. Fx giver fund af helt lave niveauer af *Legionella* eller endda negative fund ingen sikkerhed for, at et anlæg er risikofrit. Fundene kan være udtryk for, at anlægget er uproblematisk, men kan også blot være udtryk for intermitterende frigivelse af organismer fra biofilmen. Hvis opformeringsbetingelserne er til stede vil der således i mange tilfælde være en potentiel risiko.

7 Litteraturliste

- Adeleke A, Pruckler J, Benson R, Rowbotham T, Halablab M & Fields B (1996)** *Legionella*-Like Amebal Pathogens – Phylogenetic Status and Possible Role in Respiratory Disease. *Emerging Infect. Diseases*, 2, 225 – 230.
- Anon. (2001)** Regulation made by the Minister of Housing, Spatial Planning and Environment providing for the interim implementation of the Water Supply Act relating to the prevention of *Legionella* (Interim regulation on *Legionella* prevention in mains water) with “Annexe A” and “Explanatory memorandum”, Holland.
- Atlas RM, Williams JF & Huntington MK (1995)** *Legionella* Contamination of Dental-Unit Waters. *Appl. and Environm. Microb.*, 61, 1208 – 1213.
- Atlas RM (1999)** Minireview – *Legionella*: from environmental habitats to disease pathology, detection and control. *Environm. Microb.*, 1, 283 – 293.
- Bagh L (2001)** *Legionella* i varmtvandssystemer. Indlæg på Horisont seminar ”Bakteriefrit varmt brugsvand – hvordan?”, 20. februar, Odense Congress Center.
- Bang S, Uldum S, Hanehøj H & Jensen ET (1998)** Legionellainfektioner 1996 – 1997. *EPI-NYT*, uge 42/43.
- Bangsberg JM & Uldum S (2001)** *Legionella* infektioner: Diagnostiske og profylaktiske udfordringer. *Ugeskrift for Læger*, 4, 22. januar.
- Barker J & Brown MRW (1994)** Trojan Horses of the microbial world: protozoa and the survival of bacterial pathogens in the environment. *Microbiology*, 140, 1253 - 1259.
- Berendt RF, Young HW, Allen RG, Knutsen GL (1980)** Dose-response of guinea pigs experimentally infected with aerosols of *Legionella pneumophila*. *J Infect Dis* 141, 186 - 192.
- Berk SG, Ting RS, Turner GW & Ashburn RJ (1998)** Production of Respirable Vesicles Containing Live *Legionella pneumophila* Cells by Two *Acanthamoeba* spp. *Appl. and Environm. Microb.*, 64, 279 – 286.
- Blatt SP, Parkinson MD, Pace E, Hoffman P, Dolan D, Lauderdale P et al. (1993)** Nosocomial Legionnaires’ Disease: Aspiration as a Primary mode of Disease Acquisition. *The Amer. J. of Medicine*, 95, 16 – 22.
- Brennen C, Stout JE, Muder RR (1999) – c.f. Squier et al. (2000)** *Legionella* on ice: ice as a source for nosocomial Legionnaires’ disease.
- Brenner DJ, Steigerwalt AG & McDade JE (1979)** Classification of the legionnaires’ disease bacterium: *Legionella pneumophila*, genus novum, species nova, of the family *Legionellaceae*, familia nova. *Ann. Intern. Med.*, 90, 656 – 658.
- Brown CM, Nuorti PJ, Breiman RF, Hathcock AL, Fields BS, Lipman HB, Llewellyn GC, Hofmann J & Cetron M (1999)** A community outbreak of Legionnaires’ disease linked to hospital cooling towers: an epidemiological method to calculate dose of exposure. *International Journal of Epidemiology*, 28, 353-359.
- Brydov P, Uldum S, Pringler N & Jepsen OB (2001)** Forekomst af *Legionella* i varmvandssystem. Identifikation og risikovurdering. Miljøprojekt nr. 653. Miljøstyrelsen, Miljø- og Energiministeriet, Strandgade 29, 1401 Kbh. K.
- DS 439(2000)** Dansk Standard 439 Norm for vandinstallationer, 3. udg.
- DS 2451-12 (2001)** Styring af infektionshygiejne i sundhedssektoren - Del 12: Krav til procedurer på tandklinikker.

DS 3027 (2002) Styring af fødevarerikkerhed efter HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points) – Krav til ledelsessystem for fødevarerikkerheder og deres leverandører.

DS-3029 (2001) Vand- og miljøundersøgelse. Bestemmelse af Legionella. Opkoncentrering og kolonitælling på fast substrat. Overfladeudsæd.

Ellehaug, K. & Bagh, L. (2001) Undersøgelse af legionella i solvarmebeholdere og i traditionelle beholdere. Miljø- og Energistyrelsen, Kbh. K.

Erhvervs- og Boligstyrelsen (tidl. By- og Boligstyrelsen) (1995) Bygningsreglement nr. 4002 af 13. februar 1995 med senere ændringer, bla. Tillæg 2: Bekendtgørelse nr. 11784 af 4. januar 2001 om Legionella.

EWGLI (2002) European Guidelines for Control and Prevention of Travel Associated Legionnaires' Disease. www.ewgli.org.

Fenstersheib MD, Miller M, Diggins C, Liska S, Detwiler L, Werner SB, Lindquist D, Thacker WL & Benson RF (1990) Outbreak of Pontiac fever due to *Legionella anisa*. The Lancet, vol 336, 35 – 37.

Fields BS (1996) The molecular ecology of legionellae. Trends in Microbiology, 4, 286 – 290.

Fraser DW, Tsai TR, Orenstein W, Parkin WE, Beecham HJ, Sharrar RG et al. (1977) Legionnaires' Disease. Description of an Epidemic of Pneumonia. The New England J. of Medicine, 297, 1189 – 1197.

Gahrn-Hansen B & Uldum S (1994) Nosokomial Legionella-infektion. EPI-NYT, uge 24.

Garnet HM, Gilmore K & Liu J (1990) Legionella: An unwelcome pollutant. Environm. Tech., 11, 393 – 400.

Gregersen P, Grunnet K, Uldum SA, Andersen BH, Madsen H (1999) Pontiac fever at a sewage treatment plant in the food industry. Scand J Work Environ Health, 25, 291 – 295.

ISO 11731 (1998) Water quality – Detection and enumeration of *Legionella*. First edition.

Jeppesen C (2002) Personlig meddelelse/egne undersøgelser.

Jeppesen C, Bagge L & Jeppesen V (2000) *Legionella pneumophila* i bassinvand. Ugeskrift for Læger, 162/25, pp. 3592 – 3594, 19. juni.

Jeppesen, V. & Jeppesen, C. (2000) *Legionella pneumophila* – amøbeparasit og humanpatogen. Alimenta, 5, pp. 8-13.

Jernigan DB, Hofmann J, Cetron MS, Genese CA, Nuorti JP, Fields BS et al. (1996) Outbreak of Legionnaires' disease among cruise ship passengers exposed to a contaminated whirlpool spa. Lancet, 347, 494 – 499.

Kilvington S & Price J (1990) Survival of *Legionella pneumophila* within cysts of *Acanthamoeba polyphaga* following chlorine exposure. J. of Appl. Bact., 68, 519 – 525.

Kwaik YA, Gao L-Y, Stone BJ, Venkataraman C & Harb OS (1998) Minireview – Invasion of Protozoa by *Legionella pneumophila* and Its Role in Bacterial Ecology and Pathogenesis. Appl. and Environ. Microb., 64, 3127 – 3133.

Lee JV & West AA (1991) Survival and growth of *Legionella* species in the environment. J. of Appl. Bact. Symp. Suppl., 70, 121S – 129S.

Lin YE, Vidic RD, Stout JE & Yu VL (1998) Legionella in water distribution systems. J. Awwa, 90, 112 – 121.

Lisby, M. (2000) Personlig meddelelse, Fødevareregion Nordøstsjælland.

Lowry, P.W, Blankenship, R.J., Gridley, W., Troup, N.J. & Tompkins, L.S. (1991) A cluster of legionella sternal-wound infections due to postoperative topical exposure to contaminated tap water. The new England Journal of Medicine, 324, no. 2, 109 – 113.

- Lowry PW & Tompkins LS (1993)** Nosocomial legionellosis: A review of pulmonary and extrapulmonary syndromes. *Am. J. Infect. Control*, 21, 21 – 27.
- Lüttichau HR, Vinter CC, Uldum SA, Møller JS, Faber M & Jensen JS (1999)** Et udbrud af Pontiac-feber blandt børn og voksne efter brug af et spabad. *Ugeskr Læger* 1999; 161: 3458-62.
- Maiwald M, Helbig JH & Lück PC (1998)** Laboratory methods for the diagnosis of *Legionella* infections. *J. of Microb. Methods*, 3, 59 – 79.
- McDade JE, Shepard CC, Fraser DW, Tsai TR, Redus MA, Dowdle WR et al. (1977)** Legionnaires' Disease. Isolation of a Bacterium and Demonstration of Its Role in Other Respiratory Disease. *The New England J. of Medicine*, 297, 1197 – 1203.
- Miljøstyrelsen (1983)** Bekendtgørelse nr. 292 af 23. juni 1983 om badevand og badestrande.
- Miljøstyrelsen (1988a)** Bekendtgørelse nr. 195 af 5. april 1988 om vandkvalitet i svømmebassiner.
- Miljøstyrelsen (1988b)** Vejledning nr. 3 om Kontrol med svømmebade.
- Miljøstyrelsen (2001a)** Sådan minimerer du problemer med Legionella. Fakta og gode råd om Legionella i varmt vand. Pjece fra Miljøstyrelsen, Miljøministeriet.
- Miljøstyrelsen (2001b)** Bekendtgørelse nr. 871 af 21/9/2001 om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg.
- ML System (2001)** HACCP – Cetrificeret hygiejnestyringssystem til ML system's befugtningsanlæg. Uddybende materiale. ML system a/s, Parallelvej 2, 8680 Ry.
- Moreno C, de Blas I, Miralles F, Apraiz D & Catalan V (1997)** A simple method for the eradication of *Legionella pneumophila* from potable water systems. *Can. J. Microbiol.*, 43, 1189 – 1196.
- Newsome AL, Scott TM, Benson RF & Fields BS (1998)** Isolation of an Amoeba Naturally Harboring a Distinctive *Legionella* Species. *Appl. and Environm. Microb.*, 64, 1688 – 1693.
- O'Brien SJ, Bhopal RS (1993)** Legionnaires' disease: The infective dose paradox. *Lancet*, 342:5.
- Olsen D, Bagge L & Jeppesen VF (2004)** Undersøgelse for Legionella i drikkevand. Miljøprojekt.
- O'Mahoney MC, Stanwell-Smith RE, Tillett HE, Harper D, Hutchison JGP, Farrell ID et al. (1990)** The Stafford outbreak of Legionnaires' disease. *Epidemiol. Infect.*, 104, 361 – 380.
- Oxoid (1995)** Diagnostic Reagents. Legionella Latex Test. Unipath Limited, Basingstoke, Hampshire, England.
- Petersen CR (2001)** Praktiske erfaringer med forebyggelse af legionallproblemer i Hvidovre Kommune. Indlæg på Horisont seminar "Bakteriefrit varmt brugsvand – hvordan?", 20. februar, Odense Congress Center.
- Phillips MS & Reyn CFv (2001)** Nosocomial Infections Due to Nontuberculous Mycobacteria. *Clinical Infectious diseases*, 33, 1363 – 1374.
- Roig J, Domingo C & Morera J (1994)** Legionnaires' Disease. *Chest*, 105, 1817 – 1825.
- Ross IS, Mee BJ & Riley TV (1996)** *Legionella longbeacae* in Western Australian potting mix. *Med. J. Aust.*, 164, 703 – 704.
- Rowbotham TJ (1980)** Preliminary report on the pathogenicity of *Legionella pneumophila* for freshwater and soil amoebae. *J. Clin. Pathol.*, 33, 1179 – 1183.
- Ruef C (1998)** Nosocomial Legionnaires' disease – strategies for prevention. *J. of Microb. Methods*, 33, 81 – 91.

- Rusin PA, Rose JB, Haas CN & Gerba CP (1997)** Risk Assessment of Opportunistic Bacterial Pathogens in Drinking Water. *Rev Environ Contam Toxicol*, 152, 57 – 83.
- Squier C, Yu VL & Stout JE (2000)** Waterborne Nosocomial Infections. *Curr. Inf. Dis. Rep.*, 2, 490-496.
- Statens Serum Institut (2000)** *Legionella* i varmt brugsvand. Overvågning, udredning og forebyggelse af legionærsygdom. 1. udgave. Den Centrale Afdeling for Sygehushygiejne, Statens Serum Institut, Artillerivej 5, 2300 Kbh. S.
- Steinert M, Emödy L, Amann R & Hacker J (1997)** Resuscitation of Viable but Nonculturable *Legionella pneumophila* Philadelphia JR32 by *Acanthamoeba castellanii*. *Appl. and Environm. Microb.*, 63, 2047 – 2053.
- Stout JE, Yu VL & Best MG (1985)** Ecology of *Legionella pneumophila* within Water Distribution Systems. *Appl. and Environm. Microb.*, 49, 221 – 228.
- Stout JE, Yu VL, Yee YC, Vaccarello S, Diven W & Lee TC (1992)** *Legionella pneumophila* in residential water supplies: environmental surveillance with clinical assessment for Legionnaires' disease. *Epidemiol. Infect.*, 109, 49 – 57.
- Ta AC, Stout JE, Yu VL & Wagener MM (1995)** Comparison of Culture Methods for Monitoring *Legionella* Species in Hospital Potable Water Systems and Recommendations for Standardization of Such Methods. *J. of Clin. Microb.*, 33, 2118 – 2123.
- Thacker SB, Bennett JV, Tsai TF, Fraser DW, McDade JE, Shepard CC et al. (1978)** An Outbreak in 1965 of Severe Respiratory Illness Caused by the Legionnaires' Disease Bacterium. *The J. of Infect. Diseases*, 138, 512 – 519.
- Uldum S (2000)** Legionella-infektioner 1998. *EPI-Nyt*, 12. januar 2000.
- Uldum S (2000a)** Personlig meddelelse.
- WHO (2000)** Guidelines for safe recreational-water environments. Volume 2: Swimming pools, spas and similar recreational-water environments. Final draft.
- Woo AH, Goetz A & Yu VL (1992)** Transmission of Legionella by Respiratory Equipment and Aerosol Generating Devices. *Chest*, 1992, 102, 1586 – 1590.
- www (2002)** <http://www-sv.cict.fr/bacterio/l/legionella.html>, 2002.01.09.
- Yu VL (1993)** Could Aspiration Be the Major Mode of Transmission for *Legionella*? *The Amer. J. of Medicine*, 95, 13 – 15.
- Yu VL (1998)** Resolving the Controversy on Environmental Cultures for *Legionella*: A Modest Proposal. *Infect. Control and Hosp. Epidem.*, 19, 893 – 897.

8 Ordliste

Aerosoler: mikroskopiske vanddråber, der kan indåndes.

Amøbe: tilhører gruppen af protozoer (se dette).

Amøbecyster: hvilestadie for amøber.

Antistoffer: udtryk for den mængde antistoffer en person har dannet mod en given organisme, her *Legionella*.

Arter: underinddeler slægter af mikroorganismer.

Aspiration: Indånding eller optagelse i luftrør, bronchier eller lunger af luft, væskeformige eller faste stoffer.

Cytostatika: cellehæmmende lægemiddel, anvendes fx mod kræft.

Desinfektionstryk: Den samlede effekt af de desinficerende midler, der anvendes, fx klor og syre i bassin vand.

Dormant: hvile-stadie.

Dosis-respons: Sammenhængen mellem antal mikroorganismer og fremkaldelse af human sygdom.

Extracellulær: Uden for cellen.

Fagocytter: spise.

Flora: mikroorganisme-samfund.

Immun-supprimeret: person med undertrykt eller ødelagt immunforsvar.

Inhalation: Indånding

Intracellulær: Inde i cellen.

Klon: genetisk ens individer fremkommet fra samme individ.

LLAP: Legionella-lignende amøbepatogener.

Makrofager: Celler, der optager og fjerner henfaldent væv i organismer.

Monocyter: én type af hvide blodlegemer.

Nosokomial: smitte erhvervet på hospital.

Parasit: snylter.

Patogen: sygdomsfremkaldende.

PCR: polymerase chain reaction (typnings- og detektionsteknik).

Pneumoni: lungebetændelse.

Protozo: éncellet levende dyrisk organisme.

Serogruppe: gruppe af organismer, der har samme serologiske reaktion, dvs. reaktion overfor bestemte antistoffer.

Steroid: Binyrebarkhormon

VA-godkendelse: By- og Boligministeriets typegodkendelse af vand- og afløbsmateriel. Supplerer bygningsreglementer og skal lægges til grund ved myndighedens behandling af byggesager.

VBNC: viable but non-culturable, dvs. levende men ikke dyrkbare mikroorganismer.

Vesikel: lille blære, der bla. dannes indeni amøber.

Virulens: Bakteriens evne til at trænge ind i organismen og fremkalde sygdom.

Danske regler og vejledninger

DS 439 (2000) Dansk Ingeniørforenings norm for vandinstallationer.

DS 447 (1981) Dansk Ingeniørforenings norm for ventilationsanlæg.

By- og Boligstyrelsen (1995) Bygningsreglement nr. 4002 af 13. februar 1995 med senere ændringer, bla. Tillæg 2: Bekendtgørelse nr. 11784 af 4. januar 2001 om Legionella.

Miljøstyrelsen (1988a) Bekendtgørelse nr. 195 af 5. april 1988 om vandkvalitet i svømmebassiner.

Miljøstyrelsen (1988b) Vejledning nr. 3 om Kontrol med svømmebade.

Miljøstyrelsen (2001) Sådan minimerer du problemer med Legionella. Fakta og gode råd om Legionella i varmt vand. Miljøstyrelsen, Miljøministeriet.

Miljøstyrelsen (2001b) Bekendtgørelse nr. 871 af 21/9/2001 om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg.

Statens Serum Institut (2000) Legionella i varmt brugsvand – Overvågning, udredning og forebyggelse af legionærsygdom. En vejledning. 1. udg.

For oversigt over danske tilfælde henvises til årlig oversigt fra Statens Serum Institut. Oversigten offentliggøres i EPI-Nyt (www.ssi.dk).

Udvalgte udbrud af legionel infektion i udlandet

År	Land/sted	Sygdom	Antal syge	Antal døde	Smittekilde
1968	USA/Pontiac	Pontiac feber	144	0	Defekt klimaanlæg
1976	USA/Philadelphia	Legionærsygdom	221	34	Sandsynligvis køletårn
1988	USA (hotel)	Pontiac feber (<i>L. anisa</i>)	34	0	Indendørs fontæne
1988	Skotland/Lochgoilhead	Pontiac feber eller Lochgoilhead feber (<i>L. micdadei</i>)	170	0	Spa-bad
1999	Holland/Bovenkarspel (blomstermesse)	Legionærsygdom	242	28	Udstillet spa-bad
1999	Belgien/Kappellen (handelsmesse)	Legionærsygdom	13	4	Udstillet spa-bad
1999	UK/South Wales (hotel)	Legionærsygdom	5	0	Vandforstøver til fødevarer
2000	Australien/Melbourne	Legionærsygdom	101	4	Køletårn
2000	Japan/Ibaraki (offentligt bad)	Legionærsygdom	14	1	Badevand
2000	Spanien/Valencia	Legionærsygdom	70	2	Ét eller flere køletårne
2000-01	Frankrig/Paris (hospital)	Legionærsygdom	12	6	Varmt vand
2001	Spanien/Murcia	Legionærsygdom	460 - 800	6	Køletårn
2001	Spanien/Pamplona (hospital)	Legionærsygdom	18	3	Varmt vand
2001	Norge/Stavanger	Legionærsygdom	28	7	Køletårn
2002	Japan/syd (hot spring ressort)	Legionærsygdom	250	6	Varm kilde
2002	UK/Cumbria	Legionærsygdom	130	4	Køletårn