smittevern 8

Veileder for forebygging og kontroll av legionellasmitte fra VVS-anlegg

folkehelseinstituttet

Smittevern 8
Nasjonalt folkehelseinstitutt

Tittel:
Veileder for forebygging og kontroll av legionellasmitte fra VVS-anlegg

Publisert av :
Nasjonalt folkehelseinstitutt
Postboks 4404 Nydalen
NO-0403
Norway

Tel: 22 04 22 00
E-mail: folkehelseinstituttet@fhi.no
www.fhi.no

Omslag:
Per Kristian Svendsen

Forsidebilde:
©Image Source

Originale tekniske tegninger side 20-22:
Guide to Developing Risk Management Plans
for Cooling Tower Systems,
November 2001. State Government Victoria.
Department of Human Services.

Trykk:
Nordberg Trykk AS

Opplag:
3 000

Bestilling:
trykksak@fhi.no
Fax: +47-23 40 81 05
Tel: +47-23 40 82 00

ISSN:1500-8479
ISBN: 82-8082-061-2 trykt utgave
ISBN: 82-8082-062-0 elektronisk utgave
IN-000-2088-1

Forord

Legionellose var inntil utbruddet i Stavanger i 2001 en sjelden sykdom i Norge. Det var en vanlig oppfatning at det var for kaldt i Norge til at bakteriene kunne vokse i så store mengder at man kunne få utbrudd av denne sykdommen, som er en fryktet sykdom lenger sør i Europa. Etter utbruddet i Stavanger er dette endret.

Statens institutt for folkehelse ga i 1993 ut en veileder om "Tiltak mot Legionella-bakterier i VVS-installasjoner", etter at man på 1980-tallet påviste at legionellabakterier var tilstede i flesteparten av de kjøletårn man undersøkte. Resultatet var en meget god og praktisk anvendbar veileder, som fremdeles er et godt grunnlagsdokument for det systematiske arbeidet i VVS-installasjoner. Med gode rutiner kan man forebygge og kontrollere legionellabakterien i slike anlegg.

Etter utbruddet i Stavanger i 2001, fant man den sannsynlige kilden til utbruddet i et kjøletårn i sentrum av byen. Det ble straks klart at kjøletårnet var dårlig vedlikeholdt, og at svikt i vedlikeholdsrutiner gjorde utbruddet mulig. Den Europeiske arbeidsgruppen for reiserelatert legionellose (EWGLI) arbeidet på samme tid med felles europeiske anbefalinger for kontroll og forebygging av legionellose og ga disse ut i juli 2002. Nasjonalt folkehelseinstitutt så et klart behov for å utarbeide nye norske retningslinjer, basert på retningslinjene fra 1993 og EWGLIs anbefalinger. Denne veilederen er et resultat av dette arbeidet.

Veilederen er utarbeidet av en arbeidsgruppe ved Nasjonalt folkehelseinstitutt bestående av Egil Bjørløw (leder) fra Avdeling for infeksjonsovervåking, Jørgen Lassen fra Avdeling for næringsmiddelbårne infeksjoner og Truls Krogh og Vidar Lund fra Avdeling for vannhygiene. VVS-bransjen har bidratt aktivt i arbeidet med veilederen, i samarbeid med arbeidsgruppen ved Nasjonalt folkehelseinstitutt.

Veilederen gir retningslinjer for arbeidet med å forebygge og kontrollere legionellose i alle typer VVS-anlegg, først og fremst kjøletårn, interne vannfordelingsnett, boblebad og andre anlegg som kan tenkes å være kilder for spredning av legionellabakterier til mennesker. Veilederen er rettet mot VVS-bransjen, kommunehelsetjenesten og andre som er engasjert i arbeidet med å forebygge spredning av legionellabakterier fra VVS-anlegg til mennesker.

Retningslinjene er spesielt rettet mot større VVS-anlegg i private og offentlige bygg, sykehus, skip og offshoreinstallasjoner. Særlig viktig er det at retningslinjene følges for kjøletårn, som er installasjonstypen med størst potensiale for smittespredning, og for sykehus der det til enhver tid vil være mange personer med nedsatt immunforsvar, som er spesielt utsatt for infeksjoner.

Veilederen er en del av serien "Smittevern", som utgis av Avdeling for infeksjonsovervåking og redigeres av Preben Aavitsland.

Nasjonalt folkehelseinstitutt, desember 2003.

Geir Stene-Larsen
direktør

Innhold

1 Introduksjon 6
- 1.1 Historikk 6
- 1.2 Forekomst av legionellose i Norge 6

2 Legionellabakterien og sykdomsbilde 8
- 2.1 Bakteriens egenskaper 8
- 2.2 Smittekilder og smittemåter 8
- 2.3 Sykdomsbilde 8
- 2.4 Diagnostikk og behandling 8
- 2.5 Kommunehelsetjenestens oppfølging av et mistenkt eller bekreftet tilfelle av legionellose 9

3 Interne vannfordelingsnett 11
- 3.1 Vekstbetingelser for *Legionella* 11
  - 3.1.1 Vekstsoner 11
  - 3.1.2 Forhold som fremmer vekst av legionellabakterier, og derfor bør unngås 11
- 3.2 Oppbygning og utforming av interne vannfordelingsnett 11
  - 3.2.1 Varmt- og kaldtvannsanlegg 11
  - 3.2.2 Utforming og oppbygning 12
  - 3.2.3 Varmtvannsanlegg 12
  - 3.2.4 Styring av større varmt- og kaldtvannsanlegg 12
  - 3.2.5 Drift 12
- 3.3 Vedlikehold og vannbehandling 13
  - 3.3.1 Rengjøring og desinfeksjon 13
  - 3.3.2 Sjokkbehandling med varme 14
  - 3.3.3 Vedvarende temperatur på mellom 55 og 60°C 14
  - 3.3.4 Overvåking av temperaturprogrammet 14
  - 3.3.5 Oksiderende biocider i vannbehandling 14
  - 3.3.6 Alternative oksiderende biocider i vannbehandling 15
  - 3.3.7 Overvåking av biocidbehandling 15
  - 3.3.8 Tilsetting av sølv- og kobberioner 16
  - 3.3.9 Ultrafiolett stråling (UV-stråling) 16
  - 3.3.10 Vannbehandling i kaldtvannsanlegg 16
- 3.4 Kontroll og overvåking (unntatt enkelthusholdninger) 17
  - 3.4.1 Årlig kontroll 17
  - 3.4.2 Mikrobiologisk overvåking 17
  - 3.4.3 Prøvetaking for Legionella 17
  - 3.4.4 Tiltak ved funn av Legionella 18

4 Kjøleanlegg 19
- 4.1 Anleggskonstruksjon 19
  - 4.1.1 Kjøletårn 19
  - 4.1.2 Utforming og oppbygning 23
  - 4.1.3 Oppstart 23
  - 4.1.4 Drift 23

4.2 Vedlikehold og vannbehandling 23
4.2.1 Vedlikehold 23
4.2.2 Rengjøring og desinfeksjon 24
4.2.3 Biocider 24
4.2.4 Desinfeksjon før rengjøring 25
4.2.5 Rengjøring 25
4.2.6 Desinfeksjon etter rengjøring 26
4.3 Kontroll og overvåking 26
4.3.1 Generell overvåking 26
4.3.2 Mikrobiologisk overvåkning 26
4.3.3 Prøvetaking for Legionella 27
4.3.4 Tiltak ved funn av Legionella 27
4.3.5 Personbeskyttelse 28

5 Andre VVS-installasjoner 29
5.1 Boblebad 29
5.2 Luftfuktere 29
5.3 Medisinsk utstyr 29
5.4 Brannvernanlegg 30
5.5 Befuktningsanlegg 30
5.6 Kjøleanlegg i bil og hjem 30
5.7 Innendørs fontener 30
5.8 Bilvaskemaskiner 30

6 Ansvarsforhold og regelverk 31
6.1 Nye bygninger 31
6.2 Eksisterende bygninger 31
6.3 Oversikt over relevant regelverk 32
6.4 VVS-anlegg i sykehus 32
6.5 VVS-anlegg på skip 32
6.6 VVS-anlegg i offshoreinstallasjoner 33

7 Huskelister for ansvarshavende 34
7.1 Kjøletårn 34
7.2 Vannfordelingsnett (unntatt enkelthusholdninger) 34
7.3 Desinfeksjonskontroll 35
7.4 Andre VVS-anlegg 35

8 Ordforklaringer 36

9 Referanser 37

1 Introduksjon

1.1 Historikk

En konferanse for amerikanske krigsveteraner (legionærer) i Philadelphia i juli 1976 tok en plutselig og uventet dramatisk vending. Vendingen kom med en spredning av et stort antall tilfeller av akutt luftveisinfeksjon blant delegatene. Sykdommen angrep først og fremst eldre mennesker etter en inkubasjonstid på to til ti dager. Dødeligheten var svært høy ettersom 29 av totalt 182 som fikk sykdommen døde av den. Man fant ikke noen årsak til sykdommen, men den fikk raskt navnet "legionærsykdom". Man antok at smittestoffet kom fra en felles miljøkilde, fordi man ikke fant noen tilfeller av smitte fra person til person. En stor andel av delegatene på konferansen bodde på samme hotell, og det ble gjort en utredning som konkluderte med at smitten sannsynligvis kom fra hotellets system for luftkjøling (1). Man klarte senere å identifisere smittestoffet, etter et intensivt og omfattende laboratoriearbeid. Man fant at smittestoffet var en inntil da ukjent bakterie, og kalte denne *Legionella pneumophila* (2). Flere andre arter av legionellabakterien er senere påvist og undersøkt. Disse er ofte gitt navn etter stedet de ble funnet, for eksempel *L. longbeachae* og *L. parisiensis.* Legionellose er antakelig blitt mer vanlig etter at klimaanlegg ble mer utbredt på 1950-tallet.

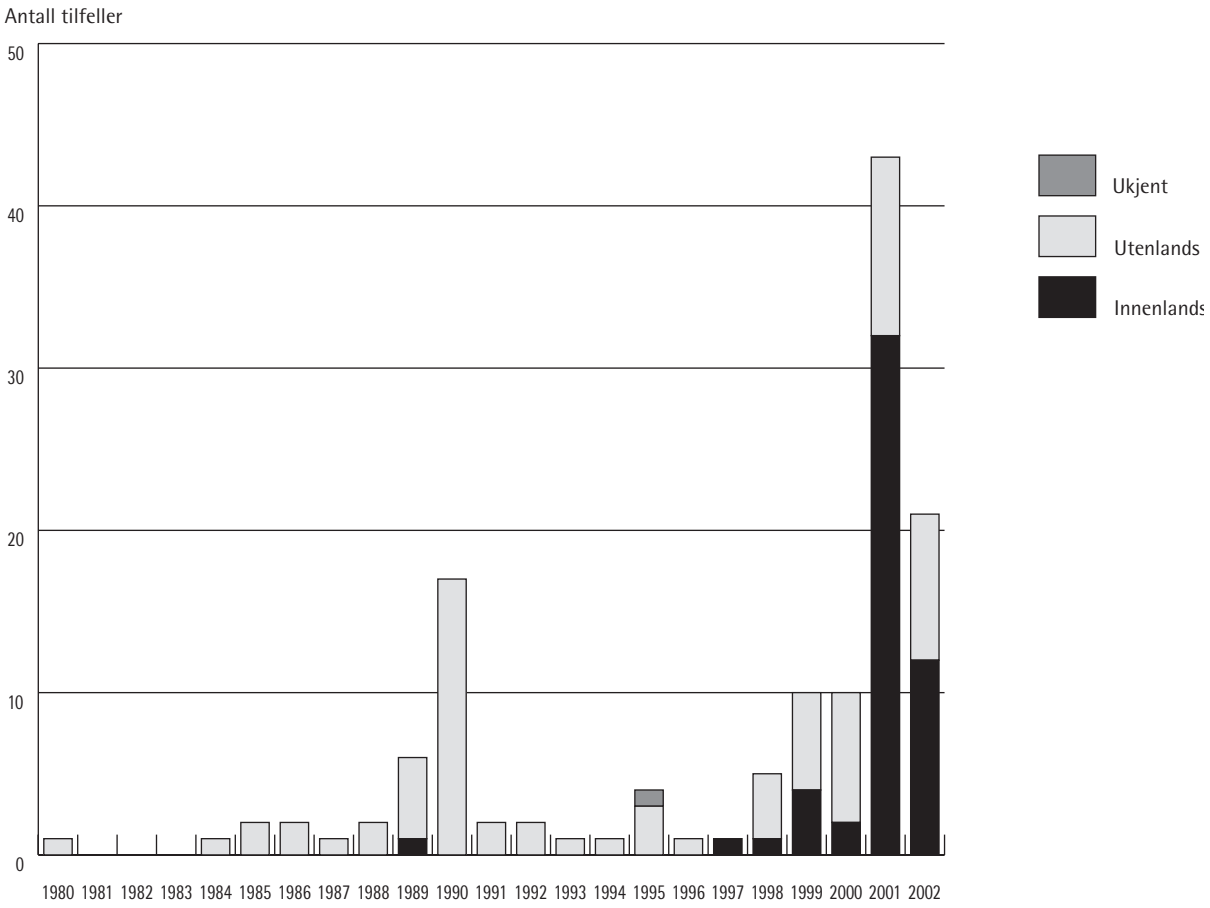
Noen få år etter utbruddet i Philadelphia ble det klart at legionellabakterier er vanlige i våte miljøer i naturen. Videre er det blitt klart at infeksjon med legionellabakterien ikke alltid gir alvorlig lungebetennelse. En akutt, kortvarig, selvbegrensende sykdom med feber og lette forkjølelsessymptomer, som kalles Pontiac-feber, skyldes også legionellabakterien. Navnet "Pontiac-feber" kommer fra et eksplosivt utbrudd av influensaliknende sykdom som skjedde i Fylkeshelsetjenestens bygning i byen Pontiac i den amerikanske delstaten Michigan i 1968. Det ble ikke kjent før i 1978 at dette utbruddet skyldtes legionellabakterien (3). Pontiac-feber er antatt å være ganske vanlig, med mindre alvorlighetsgrad, og reflekterer den høye forekomsten av antistoffer mot legionellabakterier i befolkningen (3).

Legionellose er fellesbetegnelsen på legionærsykdom og Pontiac-feber.

1.2 Forekomst av legionellose i Norge

Etter at legionærsykdom ble anerkjent i 1976, ble det diagnostisert spredte tilfeller av sykdommen i Norge hos pasienter som var smittet i utlandet. Det første tilfellet hvor pasienten ble smittet i Norge ble diagnostisert i 1992. Sykdommen har vært meldingspliktig til Meldingssystem for smittsomme sykdommer (MSIS) siden 1978. Legionellose er en sjelden diagnostisert sykdom i Norge. Før 2001 var de fleste tilfellene som ble meldt her i landet hos personer smittet i utlandet i forbindelse med opphold på hoteller og andre overnattingssteder. Foruten reiserelatert legionellose kan klynger og utbrudd forekomme som miljøsmitte og i helseinstitusjoner. Første registrerte utbrudd av sykdommen i Norge var i Stavanger i 2001 med 28 smittede, hvorav 7 døde. Også i 2002 og 2003 har det vært en økning i antall smittede innenlands, muligens på grunn av økt oppmerksomhet rundt sykdommen etter utbruddet i Stavanger i 2001, og at man har fått bedre diagnostiske hjelpemidler (påvisning i urin av antigen fra den vanligste legionella-arten). I undersøkelser fra 1988 (4) og 1993 (5) fant man legionellabakterier i omtrent halvparten av de kjøletårn der man tok prøve.

Diagnosen legionellose er vanskelig å stille, symptomene er som ved andre typer lungebetennelse, og i laboratoriet er det en teknisk utfordring. Hos mange kan symptomene være fraværende eller lette. Dette gjør at det er grunn til å tro at sykdommen er underdiagnostisert i Norge. Når man sammenlikner med våre naboland Danmark og Sverige, har Norge bemerkelsesverdig få diagnostiserte tilfeller av legionellose. I Danmark ble det i 2001 rapportert 48 innenlands smittede tilfeller (0,9 per 100.000) av legionellose, sammenliknet med 44 i Sverige (0,4 per 100.000). I Norge ble det i 2001 pga. utbruddet rapportert 32 tilfeller (0,7 per 100.000) innenlands smittede. Før 2001 har antallet variert mellom 0 og 4 tilfeller årlig smittet innenlands (0 – 0,09 per 100.000).



Figur 1: *Antall tilfeller av legionærsykdom meldt til MSIS 1980-2002. Angivelse av om smitte er skjedd innenlands eller utenlands. Kilde: MSIS.*

2 Legionellabakterien og sykdomsbilde

2.1 Bakteriens egenskaper

Legionellabakterier er vanlig forekommende i naturen og finnes i overflatevann og i jordsmonn, men konsentrasjonen er gjennomgående lav. De er gramnegative, heterotrofe, aerobe stavformede bakterier. Typisk størrelse er 2-6 x 0,5 µm. Det er til nå beskrevet 46 arter av *Legionella* og 68 undergrupper (serogrupper). Ikke alle artene er kjent for å gi sykdom hos mennesker.

En rekke faktorer innvirker på vekstforholdene for legionellabakterien.

- Legionellabakterien formerer seg best ved temperaturer mellom 20 og 45°C og synes ikke å formere seg ved temperaturer under 20°C. Den er påvist i vannsystemer med temperaturer fra 5°C og opp til 63°C. Legionellabakterien kan ved temperaturer under 20°C gå i dvale og formere seg når temperaturen stiger. Legionellabakterien vokser ved temperaturer mellom 20 og 50 grader og overlever vanligvis ikke ved temperaturer over 60°C. Det er liten variasjon med hensyn til temperaturtoleranse for de ulike legionallabakterieartene.
- Et svakt surt miljø med pH 6-7 regnes for å være mest gunstig for vekst av legionellabekterien. Legionellabakterien livnærer seg på ulike organismer som finnes i vannsystemer som amøber, alger og andre bakterier. Legionellabakterien kan også trenge inn i amøber og vokse intracellulært i disse. Disse amøbene og andre mikroorganismer kan understøtte og beskytte legionellabakterien ved å produsere biofilmer som beskytter legionellabakteriene mot desinfeksjonsmidler.
- Ved lange oppholdstider i vannsystemer, vil mindre partikler synke ned og danne avleiringer og slam. Disse avleiringene inneholder ofte næringsstoffer som mikroorganismer kan nyttiggjøre seg. Kraftig vekst av disse vil kunne gi høye konsentrasjoner av legionellabakterier dersom forholdene ellers er gunstige. Slam og avleiringer vil også føre til at desinfeksjonsmidler er mindre virksomme.
- Jern er et viktig spormetall for vekst av legionellabakterier. Natriumsalter i konsentrasjoner over 1,5 % virker hemmende på legionellabakterien og dette er antakelig grunnen til at bakterien ikke er funnet i sjøvann.

2.2 Smittekilder og smittemåter

Legionellabakterier overføres ved luftsmitte, dvs. at bakterien trekkes ned i lungene gjennom å puste inn aerosoler som inneholder bakterien fra VVS-anlegg. Bakterien kan også smitte ved aspirasjon av vann som inneholder legionellabakterier. Dette er sannsynligvis den vanligste smittemåten i sykehus.

VVS-installasjoner som kjøletårn, dusjanlegg og boblebad regnes som de viktigste smittekildene, men også andre kilder som avgir aerosoler (f.eks. sprinkleranlegg, fontener og befuktningsanlegg for frukt og grønnsaker) kan overføre bakterien. Aersoler som inneholder vanndråper med diameter under 5 µm kan lett nå de nedre luftveiene, og mindre dråpestørrelser er derfor de farligste med henblikk på legionellose. Det er ikke vist at kjøleanlegg ("air condition") i biler og hjem kan spre bakterien. Legionellabakterien overføres ikke fra person til person. Det trengs vanligvis en høy smittedose for å gi sykdom, men smittedosen vil i stor grad være avhengig av den eksponertes helsetilstand. Anerkjente risikofaktorer er alder (over 40 år), røyking, alkoholisme, alvorlig underliggende sykdom og immunsvikt.

2.3 Sykdomsbilde

Legionellabakterien gir hovedsakelig to sykdomsbilder: **Legionærsykdom** som er en alvorlig lungebetennelse med høy letalitet og **Pontiac-feber** som vanligvis gir et mildt influensaliknende sykdomsbilde uten lungebetennelse og som vanligvis ikke trenger behandling. Inkubasjonstiden for legionærsykdom er 2-10 dager, vanligvis 5-6 dager. For Pontiac-feber er inkubasjonstiden fra noen timer til seks dager (vanligvis tre dager). Mange som blir smittet med legionellabakterier utvikler milde eller ingen symptomer. Legionærsykdom kan initialt gi hodepine, muskelsmerter og slapphet. I løpet av få dager utvikles høy feber, tørrhoste og andre lungebetennelsesymptomer. Magesmerter og diaré kan forekomme. Laboratorieprøver kan vise nedsatt nyrefunksjon. Sykdommen kan ha et alvorlig forløp med en betydelig dødelighet hos eldre og immun-svekkede (opptil 30 %). Pontiac-feber gir vanligvis mer influensalikende symptomer med feber, hodepine, muskelsmerter og tretthet. Symptomene ved Pontiac-feber varer vanligvis 2-5 dager.

2.4 Diagnostikk og behandling

Legionærsykdom diagnostiseres vanligvis ved å påvise antigen i urinprøve. Denne prøven er spesifikk for *Legionella pneumophila*, serotype 1. Bakterien kan også påvises ved dyrkning fra ekspektorat eller trakealas-

pirat, og dyrkning bør alltid utføres ved utbrudd for å kunne sammenlikne med isolater fra miljøprøver. Ved blodprøver kan man påvise stigning av antistoffer i løpet av 3-6 uker. Legionærsykdom behandles med antibiotika. Erytromycin er førstehåndsmiddel ved lette infeksjoner, i alvorlige tilfeller brukes en kombinasjon av to antibiotika (vanligvis et kinolon sammen med et makrolid). Behandling er vanligvis ikke nødvendig ved Pontiac-feber. Ved Pontiac-feber er det ikke mulig å isolere bakterier fra blod- eller vevsprøver, og det finnes heller ikke antigener i urin, men det kan finnes antistoffer i blod.

2.5 Kommunehelsetjenestens oppfølging av et mistenkt eller bekreftet tilfelle av legionellose

Lege, sykepleier, jordmor eller helsesøster som mistenker eller påviser et tilfelle av legionellose skal i henhold til "MSIS- og Tuberkuloseregisterforskriften" umiddelbart varsle kommunelegen i pasientens bostedskommune. Dersom kommunelegen ikke kan varsles, skal Folkehelseinstituttet umiddelbart varsles. Kommunelegen skal varsle fylkesmannen og Folkehelseinstituttet. Varslingen bør inneholde en vurdering av hvilke eksponeringer pasienten kan ha hatt de ti siste dagene før symptomdebut. Dersom pasienten har vært på et overnattingssted – både utenlands og innenlands – i løpet av disse ti dagene bør følgende informasjon videreformidles til kommunelegen og Folkehelseinstituttet:

- navn på hotell og romnummer (evt. cruiseskip) hvor pasienten bodde
- navn på evt. turoperatør
- tidspunkt for oppholdet og sykdomsdebut

Folkehelsinstituttet formidler disse opplysningene (anonymt) til et europeisk overvåkningsnettverk som sammenlikner med tidligere meldinger fra andre land og evt. informerer videre slik at tiltak kan iverksettes på overnattingsstedet.

Smittevernansvarlig kommunelege bør, i samarbeid med miljøteknisk ekspertise, følge opp alle tilfeller hvor smitte mest sannsynlig har skjedd i kommunen. Kunstig aerosolspredning fra vannsystemer spiller en viktig rolle i spredning av legionellabakterien. Undersøkelser må derfor kartlegge hvilke slike kilder pasienten har vært eksponert for i inkubasjonstiden (2-10 dager). Aktuelle situasjoner kan være:

a) opphold på hoteller, campingplasser o.l. (dusj, varmtvann på rom, boblebad og kjøletårn
b) bruk av offentlige bad (badeland, boblebad, dusjer)
c) opphold på steder i nærheten av kjøletårn
d) opphold på helseinstitusjon
e) kontakt med andre vannsystemer som avgir aerosoler (f.eks. sprinkleranlegg, innendørs fontener og befuktningsanlegg for frukt og grønnsaker).
f) varmtvannssystem i pasientens egen bolig

Pga. den vanligvis lave temperaturen på drikkevann i Norge er det vanligvis ikke nødvendig med undersøkelse av drikkevann. Det er ikke grunnlag for tiltak overfor personer i pasientens nærmiljø bortsett fra å være oppmerksom på evt. symptomer dersom disse har vært utsatt for samme eksponering.

Første tilnærming til videre undersøkelser er å sjekke om temperaturen på varmtvannet i aktuelle lokaler er for lav. Anbefalt temperatur er minst 65°C fra bereder/varmtvanns-beholder og minst 55°C på alle tappepunkt. Deretter sjekkes vannprøver fra mulige smittekilder for høyt innhold av kimtallsbakterier (ved 36°C). En mer omfattende undersøkelse med hensyn på *Legionella* bør vurderes utført dersom de innledende analysene gir indikasjon på at legionellabakterier kan forekomme. Det er imidlertid viktig å være klar over at det kan finnes "lommer" i varmtvannssystemer hvor *Legionella* kan formere seg selv om temperaturen på vannet er innenfor anbefalte verdier og kimtallsverdiene ikke er høye.

Dersom man mistenker at smittekilden er et overnattingssted eller offentlig bad, bør det tas prøver fra dusj og varmt tappevann, og fra boblebad og kjøletårn dersom slike anlegg finnes.

Legionellabakterien vokser i stor grad intracellulært i amøber som livnærer seg på biofilm som dannes i utstyr (ledninger, kar o.l.) hvor det står vann. Det er derfor viktig også å undersøke evt. slam f.eks. i dusjhoder, varmtvannsberedere o.l. i tillegg til vannprøver.

Følgende retningslinjer for prøvetaking anbefales:

g) *Dusj/servantbatteri.* Fyll flasken opp med bare varmtvann uten å la vannet renne før prøvetaking. Skru deretter av dusjhodet og ta en penselprøve fra grumset/belegget. Dersom synlig grums/belegg ikke finnes, føres vattpinnen med roterende bevegelser over de indre flatene av dusjhodet eller dusjslangen. Er dusjen fastmontert tas prøven fortrinnsvis fra den delen av dusjhodet som vender ned. Der blir det ofte blir stående noe vann igjen. Vattpinnen stikkes deretter ned i et rør med transportmedium (f.eks. Stuarts medium).
h) *Varmtvannsbereder/-beholder:* I bunnen av berederen dannes det med tiden slam som kan være god grobunn for legionellabakterier. Vannprøve bør derfor tas gjennom tappe- eller sikkerhetsventilen, og man bør prøve å få med slamholdig vann fra bunnen av beholderen. Flasken fylles helt uten å la vannet renne på forhånd.
i) *Kjøletårn:* Vannprøve tas fortrinnsvis fra toppen av kjøletårnet. Dersom tårnet ikke er i drift, tas vannet fra bassenget i bunnen. En tilsvarende prøveflaske

fylles med slamholdig vann fra bunnen av bassenget etter at vannet/slammet ved bunnen er rørt om. Med en vattpinne tas det prøve av belegget innvendig i kjøletårnet.

Vann og slamprøvene kan etter avtale analyseres ved enkelte mikrobiologiske laboratorier.

Isolater fra pasienter og kjøletårn o.l. kan sammenliknes mht. genotype for å bekrefte at man har funnet smittekilden.

Dersom det foreligger flere mistenkte eller bekreftede tilfeller i kommunen i løpet av uker eller måneder bør muligheten for et felleskildeutbrudd vurderes. Pasientenes bevegelser de siste ti dagene før symptomdebut bør nøye kartlegges ved intervjuer med pasientene og evt. deres pårørende. Strukturerte spørreskjemaer bør benyttes. Ved å sammenlikne opplysninger fra pasientene, kan man finne fram til felles oppholdssteder hvor en mulig felleskilde kan befinne seg. Isolater fra pasientene kan også sammenliknes gjennom genotyping for å fastslå om det foreligger et felleskildeutbrudd.

3 Interne vannfordelingsnett

Med interne vannfordelingsnett regnes her fordelingsnettet for varmt og kaldt vann internt i bygninger, regnet fra vanninntaket. Det kommunale vannforsyningsnettet omtales ikke.

3.1 Vekstbetingelser for *Legionella*

3.1.1 Vekstsoner

Legionellabakterier finnes ofte i selve kaldtvannsforsyningen, selv om antallet er svært lavt, og under nivået for det som kan påvises ved vanlige dyrkingsmetoder. Vekst finner kun sted i varmtvannssystemer. Dette gjør at det er særdeles viktig at man ikke lar legionellabakterier få formere seg i distribusjons- og sirkulasjonssystemer eller i varmtvannsberedere. I ledningsnettet fra berederen faller vanntemperaturen ned mot romtemperaturen. Dette betyr at det alltid vil være en sone i ledningsnettet som har optimale vekstbetingelser for legionellabakterier. Antallet legionellabakterier i slike vekstsoner øker derfor med tiden. Vannet i blindrør og rør som ikke er i bruk vil være sakteflytende, og over lang tid vil vannet her kunne ha optimale vekstbetingelser for legionellabakterier. Kraner og dusjer som sjelden brukes kan opptre som bakteriereservoar, og disse kan avgi store mengder bakterier ut i miljøet når de en sjelden gang brukes. Studier av store vannsystemer har vist at hvert enkelt tappested kan være økologiske nisjer for vekst av legionellabakterier (6). Ulike arter og serogrupper av *Legionella* kan derfor være til stede på forskjellige steder i samme vannfordelingsnett.

3.1.2 Forhold som fremmer vekst av legionellabakterier, og derfor bør unngås

3.1.2.1 Stillestående vann

Blindrør oppstått etter ombygginger, og andre blindrør, for eksempel kraner og dusjer som brukes sjelden gir gunstige forhold for vekst av legionellabakterier, og må derfor begrenses i størst mulig grad (7;8).

3.1.2.2 Vanntemperatur

Legionella vokser best ved temperaturer mellom 20 og 45°C. I kaldtvannsystemene vil man normalt ikke få vekst av legionellabakterier når temperaturen holdes under 20°C, og vanligvis heller ikke i varmtvannet når det holdes over 55°C.

3.1.2.3 Biofilm

I biofilm er det gode forhold for vekst av legionellabakterier. Biofilm gir gode ernæringsforhold, og beskytter bakterier mot ytre påvirkninger. Tiltak for å redusere biofilm er derfor gunstig for å begrense vekst av legionellabakterier.

3.2 Oppbygning og utforming av interne vannfordelingsnett

3.2.1 Varmt- og kaldtvannsanlegg

Det finnes flere ulike typer fordelingsnett for varmt og kaldt vann.

Trykksystemer: (det vanligste i Norge) Hovedtilførselsledningen er direkte tilknyttet varmtvannsberederen. Distribusjon av varmtvann i trykksystemer kan brukes både i anlegg med sirkulasjonsledning (som vanligvis benyttes i større bygninger) og i anlegg uten sirkulasjonsledning (som vanligvis brukes i eneboliger og i mindre bygninger). I anlegg med sirkulasjonsledning går det en kontinuerlig strøm av varmtvann fra berederen gjennom distribusjonsnettet og tilbake til berederen. Hensikten er å sikre at varmtvann er raskt tilgjengelig ved tappestedene uavhengig av avstanden fra varmtvannstanken.

Gravitasjonssystemer: (sjeldent i Norge, men kan forekomme i miljøhus) Hovedtilførselsledningen eller annen vannkilde (for eksempel regnvann) forsyner bygningen med kaldt vann, som i første omgang lagres i en lagertank. Denne lagertanken for kaldtvann er beskyttet mot tilbakestrøm til hovedtilførselsledningen og sikrer jevnt trykk i hele anlegget. Kaldt vann fra denne lagertanken ledes til varmtvannsberederen der det varmes opp. Varmtvannsanlegget kan være med eller uten sirkulasjonsledning.

Varmtvannsanlegg medfører størst risiko der vekstbetingelsene for *Legionella* er best, f.eks.:

- bunnen av varmtvannsberederen der det kalde vannet kommer inn og blandes med det allerede oppvarmede vannet. Varmeelementene er vanligvis ca. 10 cm over bunnen. Det er derfor under disse et vannlag som kun blir like varmt som resten av vannet etter lang tids henstand.
- vann som blir stående i rørene mellom sirkulasjonsledningen og tappestedene (dvs. kraner eller dusjer).

Dette gjelder særlig i tilknytning til tappesteder som sjelden eller aldri brukes (disse utsettes sjelden for høye temperaturer).

Legionella er normalt tilstede i alle vannanlegg. Dette innebærer vanligvis liten helserisiko. *Legionella* vil vanligvis bare vokse i kaldtvannsanlegg og tilhørende ledningsnett når temperaturen stiger (som følge av lengre tids høye utetemperaturer), vannet er stillestående og det finnes tilstrekkelig tilgang til de nødvendige næringsstoffene.

Eksponeringsfaren for *Legionella* er ofte større i et gravitasjonsbasert varmtvannsystem. Dette skyldes blant annet at man ofte benytter åpne tanker med forholdsvis store vannvolum og fordi det kan være vanskelig å opprettholde vanntemperaturen på grunn av store variasjoner i vannforbruket. Eksponeringsfaren kan reduseres ved å gå over til trykkbaserte systemer, eller ved bare å distribuere kaldt vann, og da heller ha lokale vannvarmere med minimal eller ingen lagerkapasitet.

3.2.2 Utforming og oppbygning

Varmt- og kaldtvannsanlegg skal utformes slik at risiko for vekst av *Legionella* best mulig forhindres og kontrolleres, og slik at rengjøring og desinfeksjon blir enklest mulig.

a) Fiberpakninger, naturgummi, hamp og linfrøoljebaserte tetteprodukter må ikke brukes i kaldt- og varmtvannsanlegg i husholdninger. Materialer og tetningsmidler til bruk i interne vannfordelingsnett skal ikke gi grobunn for mikrobiologisk vekst.
b) Bruk av vannvarmere med minimal eller ingen berederkapasitet bør vurderes for fjerntliggende tappesteder som brukes lite.
c) Termostatstyrte blandebatterier må (dersom de i det hele tatt brukes) plasseres så nær tappestedet som mulig. Ideelt sett skal ikke termostatstyrte blandebatterier betjene flere tappesteder, men dersom dette likevel er tilfelle, må rørene som det blandede vannet renner gjennom være så korte som overhodet mulig. I tilfeller der termostatstyrte blandebatterier betjener flere dusjhoder, er det viktig å påse at disse dusjene gjennomspyles hyppig.

3.2.3 Varmtvannsanlegg

Varmtvannsberederens lager- og oppvarmingskapasitet bør tilpasses de normale, daglige svingninger i varmtvannsforbruket, uten temperaturfall i distribusjonsvannet fra berederen.

I tilfeller der flere varmtvannsberedere benyttes, bør de parallellkobles. For å forebygge risiko for legionellasmitte bør vannet i beredere holde minst 65°C. Alle varmtvannsberedere bør ha en dreneringsventil plassert lett tilgjengelig i bunnen av berederen, slik at slamansamlinger lett kan dreneres bort og tanken tømmes i løpet av kort tid. Det skal være et eget sluk i tilknytning til varmtvannsberederens sikkerhetsventil.

Dersom høy varmtvannstemperatur inngår som et tiltak for å begrense legionellavekst, må sirkulasjonsledningen for varmtvannet utformes slik at temperaturen på returvannet til varmtvannsberederen ligger på minimum 55°C. Rørene ut til de individuelle tappestedene for varmtvann må dimensjoneres slik at vanntemperaturen på hvert tappested kommer opp i 55°C i løpet av ett minutt etter at krana er åpnet.

I større varmtvannsberedere bør det vurderes å montere tidsstyrte sirkulasjonspumper for å forhindre at vannet i berederen legger seg i ulike temperatursjikt (dvs. at varmere vannlag legger seg over kaldere).

Ledningsnettet for varmtvann bør isoleres slik at det ikke påvirker temperaturen i ledningsnettet for kaldtvann.

3.2.4 Styring av større varmt- og kaldtvannsanlegg

3.2.4.1 Første gangs oppstart og senere gjenstart

Dersom tanken har tilstrekkelig kapasitet til å dekke vannforbruket, må ikke temperaturen på utgående vann falle til under 55°C i mer enn 20 minutter i løpet av en dag. Dersom berederen er underdimensjonert, vil vanntemperaturen falle under bruk, og tiltak kan være påkrevd. Dersom det gjøres endringer i anlegget som avviker fra de opprinnelige spesifikasjonene, må oppstartskontrollen gjentas.

Dersom en varmtvannsbereder eller annen viktig del av et varmtvannsanlegg bare står i beredskap eller har vært tatt ut av drift i mer enn en uke, må vannet i varmtvannsberederen varmes opp til mer enn 65°C i en time før det brukes. Dette måles når sirkulasjonspumpene går som normalt, ikke når vannet i systemet står stille. Dersom det er tilknyttet sirkulasjonspumper beregnet på beredskapsbruk til varmtvannskretsen, må de benyttes minst en gang per uke. Dersom anlegget behandles med biocider for å kontrollere *Legionella*, må konsentrasjonen av biocider opp på effektive nivåer i hele anlegget før det tas i bruk.

3.2.5 Drift

Alle vannfordelingsnett må rutinemessig sjekkes med hensyn til temperatur, vannforbruk, biofilm/slamdannelse og driftsforhold. Anleggets kontrollprogram skal følges opp gjennom byggets vanlige internkontrollprogram. Dette gjør det mulig å oppdage og korrigere avvik på et tidlig stadium.

Hvor ofte tilsyn og vedlikehold må foretas, avhenger av anleggets karakter og hvor stor risiko som er

forbundet med det. Alle undersøkelser og målinger må dokumenteres og må omfatte:

- tidspunkt for inspeksjonen og signatur av utførende person.
- en enkel anleggsoversikt med tegninger (både deler i og utenfor bygget) som omfatter rørledninger, eventuelle lager- og trykktanker, varmtvannsberedere, installasjoner for bløtgjøring av vannet (avherdingsfiltre), filtre, siler, pumper, alle tappesteder og andre relevante installasjoner.

3.2.5.1 Kaldtvannsystemer

Drikkevann fra den offentlige vannforsyningen leveres vanligvis til forbruker uten spor av aktivt klorholdig desinfeksjonsmiddel. I praksis vil vanntemperaturen vanligvis ligge under 20°C (0 – 8°C vinterstid og opp til 20°C om sommeren). Kaldtvannet er derfor vanligvis å betrakte som risikofritt mht. legionellabakterier. I løpet av lange, varme somre kan imidlertid det innkommende vannet noen steder komme opp i unormalt høye temperaturer.

3.2.5.2 Varmtvannsnett

I varmtvannsanlegg tilføres kaldt vann i bunnen av berederen samtidig som varmt vann distribueres fra toppen av berederen til brukerstedene i bygningen. En kontrolltermostat som regulerer varmetilførselen til varmtvannsberederen må være montert på berederen nær toppen og justert slik at temperaturen på tappevannet er konstant. Vanntemperaturen i bunnen av berederen (dvs. under varmekolben) vil vanligvis være mye lavere enn vanntemperaturen i toppen. Det må derfor sørges for at alt vannet i berederen, inkludert vannet i bunnen, varmes opp til 65°C i minimum en time hver dag. I store anlegg er en sirkulasjonspumpe som forflytter varmt vann fra toppen til bunnen av varmtvannsberederen en måte å oppnå dette på – driften av pumpen bør kontrolleres av et tidsur.

Som et alternativ har noen varmtvannsberedere spiralkolber som går helt ned til bunnen for å fremme temperaturutjevning og blanding av vannet under oppvarming.

Ideelt sett skal varmtvannsberederen ha egne rørtilkoblinger for returvannet fra sirkulasjonspumpen så nær bunnen av berederen som mulig.

3.3 Vedlikehold og vannbehandling

Det er av stor betydning å hindre begroing og ha et godt vedlikehold i hele anlegget. Virkningen av kontrolltiltakene (både temperatur- og biocidbehandling) kan reduseres vesentlig i anlegg som er forurenset med organisk (f.eks. slim) eller uorganisk materiale (f.eks. avleiringer).

Det er ønskelig med en form for avherdingskontroll i områder med hardt vann. Dette er fordi det oppstår fare for kalkavleiringer i bunnen av varmtvannsberederen ved temperaturer på mer enn 60°C.

Der det finnes enheter som normalt står i beredskap, bør det foreligge prosedyrer for å kunne sette disse inn i rutinemessig drift. Beredskapspumper bør brukes vekselvis og minst en gang i uka for å unngå stillestående vann. Ekstra varmtvannsberedere skal være tømt for vann, og det må foreligge spesifikke prosedyrer som skal følges før de tas i bruk.

Ved bruk av avherdingsfiltre og andre filtertyper er det viktig å ha gode rengjøringsrutiner, og dette oppnås best ved å følge produsentens anbefalinger. Grove filtre og siler bør sjekkes og rengjøres jevnlig for å hindre ansamlinger av organiske forurensninger.

Det bør vurderes å fjerne dusjer og kraner som ikke er i bruk. Dersom de fjernes, bør enderør saneres så langt tilbake som mulig, f.eks. til felles forsyningspunkt, sirkulasjonsledning eller andre deler av ledningsnettet som forsyner installasjoner som brukes regelmessig.

Risikoen for legionellavekst i perifere deler av bygningens vannfordelingsnett (f.eks. i blindrør utenfor rekkevidde av det varme vannet i sirkulasjonsledningen) kan begrenses til et minimum ved jevnlig bruk av de tilknyttede tappestedene. Dersom tappestedene ikke er i jevnlig bruk, vil ukentlig gjennomspyling i noen minutter kunne redusere antallet legionellabakterier som frigjøres fra tappestedet vesentlig.

Der det er vanskelig å gjennomføre ukentlig gjennomspyling bør det stillestående og potensielt smittefarlige vannet fra innsiden av dusjen/kranen, og det tilhørende blindrøret, føres til et sluk før gjennomspyling gjøres. Det er viktig at gjennomspylingen utføres med så liten aerosoldannelse som mulig, og det kan være behov for tilleggsledninger for å føre det smittefarlige vannet til sluket.

For å forhindre bakterievekst bør vannanlegget sjokkbehandles med varme (evt. kloreres) minst hver sjette måned (se avsnitt 3.3.2). På sykehus kan det være nødvendig at dette gjøres hyppigere.

3.3.1 Rengjøring og desinfeksjon

Varmtvannssystemer, og unntaksvis kaldtvannssystemer, bør rengjøres og desinfiseres under følgende omstendigheter:

a) dersom rutinemessig tilsyn viser at det er nødvendig.
b) dersom anlegget har vært ute av bruk i mer enn en måned, f.eks. et hotellanlegg i lavsesongen.
c) dersom anlegget eller deler av det har vært gjenstand for vesentlige endringer eller blitt åpnet for vedlikeholdsformål på en slik måte at det har kunnet føre til smitte.
d) under eller etter utbrudd eller mistanke om utbrudd av legionellose (men først etter at prøvetaking er gjort).

Desinfeksjon kan foretas ved bruk av kjemiske desinfeksjonsmidler eller varmebehandling. Det er av grunnleggende betydning at anlegget er rent før det desinfiseres, og at alle deler av anlegget behandles, ikke bare de partiene som er lett tilgjengelige.

3.3.2 Sjokkbehandling med varme

Sjokkbehandling ved temperaturer på 70-80°C i forholdsvis korte tidsrom er blitt brukt både som desinfeksjonsmetode i akuttsituasjoner og i forbindelse med jevnlig desinfeksjon av vannanlegg, som ledd i langsiktige kontrollprogrammer. Det anbefales sjokkbehandling minst *hver sjette måned* for å forhindre legionellavekst.

Det anbefales sjokkbehandling med varme minst hver sjette måned.

Varmedesinfeksjon gjennomføres ved å heve temperaturen i varmtvannsberederen slik at hele innholdet holder 70-80°C i tre dager. For at dette skal være virkningsfullt, må temperaturen i varmtvannsberederen være høy nok til å sikre at temperaturen ved tappesteder og andre bruksenheter ikke faller under 65°C. Hvert tappested og annen bruksenhet skal gjennomspyles i tur og orden i minst fem minutter ved full temperatur. På hvert tappepunkt bør man skru opp på fullt volum til vannet blir varmt nok, deretter kan man skru ned igjen slik at det så vidt renner fra tappepunktet. Temperaturen bør måles, for å sjekke at temperaturen blir høy nok på tappepunktene. For å oppnå virkningsfull varmedesinfeksjon, må vannanlegget være godt isolert. Noen eksperter anbefaler tømming av varmtvannstanken på forhånd, rengjøring og smittefjerning ved hjelp av klor (50 mg/l i en time eller tilsvarende), men dette kan føre til korrosjon.

Under behandlingens forløp er det vesentlig å sjekke at vanntemperaturen når eller overskrider 65°C også på fjerntliggende punkter i anlegget.

Varmebehandling er fordelaktig ved at spesialutstyr ikke er nødvendig, noe som gjør at prosedyren kan iverksettes på kort varsel såfremt anlegget har tilstrekkelig oppvarmingskapasitet. Man må være oppmerksom på at det foreligger alvorlig skoldingsfare ved så høye temperaturer.

Selv om antallet legionellabakterier kan minske etter slik behandling, vil det kunne forekomme rekolonisering av anlegget etter bare noen få uker, særlig dersom det ikke ble gjennomført andre typer tiltak samtidig.

3.3.3 Vedvarende temperatur på mellom 55 og 60°C

Ved 60°C tar det omtrent to minutter å inaktivere 90 % av en bestand av legionellabakterier. For 100 % effekt tar det mye lengre tid. Vann som sirkulerer, slik at temperaturen på hvert tappested når minst 55°C innen ett minutt etter at krana er åpnet, er den mest utbredte metode for å holde legionellabakterier under kontroll i anlegg som distribuerer varmtvann. Ved å holde temperaturen i berederen over 65°C oppnår man vanligvis dette. Dette fjerner ikke nødvendigvis alle legionellabakterier fra anlegget, men dette holder bakterieantallet på et nivå som ikke bør innebære noen smitterisiko. Forutsatt at oppvarmingskapasiteten er stor nok, er tiltaket enkelt å iverksette og lett å følge opp med kontinuerlig tilsyn. Behandlingen kan føre til at energiforbruket stiger, og det vil være økt fare skoldingfare.

3.3.4 Overvåking av temperaturprogrammet

Det anbefales at det varme vannet i varmtvannsberederen minst holder 65°C og distribueres slik at vannet i løpet av ett minutt oppnår en temperatur på minst 55°C ved tappestedene. Mye høyere temperatur bør unngås på grunn av skoldingsrisikoen. Ved 55°C er risikoen for skolding liten for de fleste mennesker, men risikoen øker hurtig med høyere temperaturer og lengre eksponeringstid. Forskjellen mellom de høyeste og laveste temperaturene som registreres ved tappestedene etter ett minutt, bør ikke overstige 4°C. Er forskjellen større, kan det tyde på at vanngjennomstrømmingen er for dårlig, at systemet er dårlig balansert, at isolasjon mangler, eller at det forekommer tilbakestrømming av kaldtvann til varmtvannsystemet.

Rutinemessig overvåking og tilsyn må alltid foretas. Når det anvendes høy temperatur for å forhindre lergionellavekst må nedenstående kontrolleres og nødvendige tiltak iverksettes ved behov (Tabell 1).

3.3.5 Oksiderende biocider i vannbehandling

3.3.5.1 Klorbehandling

Klor har også blitt brukt til behandling av varmtvannsanlegg. Ettersom den bakteriedrepende virkningen av klor er pH-sensitiv og raskt avtar ved verdier over 7, må vannets pH-verdi overvåkes og eventuelt justeres.

3.3.5.2 Sjokkbehandling med klor

Slik behandling må gjennomføres ved en vanntemperatur på høyst 30°C. Vannet tilsettes en enkeltdose klor for å oppnå konsentrasjoner av fritt tilgjengelig klor på 20-50 mg/l i hele anlegget, også på fjerntliggende punkter. Etter en eksponeringstid på minst to timer med 20 mg/l eller minst en time med 50 mg/l, tappes anlegget ned. Anlegget fylles så med friskt vann, og klornivået på avløpet justeres til en konsentrasjon på 0,5-1 mg/l før utslipp.

Restklorkonsentrasjonen i vannet etter behandlingen kan benyttes for å kontrollere at man har benyttet nok klor.

Tabell 1: *Overvåking av temperaturkontrollprogrammet.*

Frekvens	Sjekk	Standardkrav		Merknader
		Kaldt vann	Varmt vann	
Månedlig	Referanse-tappesteder	Vanntemperaturen skal være 20°C eller lavere etter at vannet har fått renne i to minutter.	Vanntemperaturen skal være minst 55°C etter at vannet har fått renne i ett minutt.	Denne kontrollen sikrer at alle ledningssløyfer fungerer etter hensikten.
Månedlig	Termostatstyrte blandebatterier (når slike er installert)		Varmtvannet som føres inn i termostatstyrte blandebatterier skal holde minst 55°C etter at vannet har fått renne i ett minutt.	Dette kan måles ved å benytte en overflatesonde for temperaturmåling.
Månedlig	Utgående vann og returvann til varmtvanns-berederen		Utgående vann må holde minst 65°C, returvann minst 55°C.	Dersom slike finnes, er termometerlommer på toppen av berederen og på returledningen nyttige punkter for nøyaktig temperaturmåling. Disse målingene kan utføres og registreres av byggets styringssystem når slike er installert.

3.3.5.3 Vedvarende klorbehandling

Dette oppnås ved kontinuerlig tilsetning av klor, vanligvis i form av kalsiumhypokloritt eller natriumhypokloritt. Den tilgjengelige mengde klor kan variere ut fra vannkvalitet, gjennomstrømning og hvor mye biofilm som finnes i anlegget. Den tilgjengelige konsentrasjonen av desinfeksjonsmidlet må ligge på mellom 1-2 mg/l. Dersom det forekommer områder med stillestående vann eller sirkulasjonsproblemer i fordelingsnettet, vil ikke klor inaktivere legionellabakteriene i disse områdene.

Selv om vedvarende klorbehandling er blitt brukt som kontrolltiltak i varmtvannsanlegg, er det vanskelig å opprettholde de påkrevde klornivåene. Videre virker klor korrosjonsfremmende, og også denne effekten øker med økende temperatur.

3.3.6 Alternative oksiderende biocider i vannbehandling

3.3.6.1 Klordioksid

Bruk av klordioksid har vært vellykket mht. kontroll av legionellabakterier i noen varmtvannsnett og kan anvendes på samme måte som klor. Det hevdes å være mer virksomt overfor biofilm. Klordioksid er i Norge ikke godkjent for tilsetning til drikkevann, det må derfor søkes om særskilt godkjenning om det ønskes benyttet.

3.3.6.2 Monokloramin

Det foreligger funn som tyder på at sykehus som bruker vann behandlet med monokloramin i stedet for klor er mindre utsatt for utbrudd av legionærsykdom og i mindre grad koloniseres med legionellabakterier. Det er mulig at behandling av varmtvannsanlegg med monokloramin kan være mer effektivt enn klorbehandling. Monokloramin virker langsommere enn klor, men effekten holder seg over lengre tid og hevdes derfor å være mer virksom overfor biofilm.

3.3.6.3 Hydrogenperoksid og sølv

Behandlingen gjennomføres ved å benytte en stabil, konsentrert løsning av hydrogenperoksid og sølv, det er således den bakteriedrepende virkningen av hver av de to komponentene og synergieffekten mellom dem som utnyttes. Teknikken er forholdsvis ny og krever ytterligere dokumentasjon i form av forsøksvirksomhet.

3.3.7 Overvåking av biocidbehandling

Når biocider benyttes i vannfordelingsnett, er det nødvendig at det foretas en grundig kontroll av biocideffekten. Dette bør gjøres minst en gang per måned.

3.3.7.1 Overvåking av oksiderende biocider (klor, klordioksid)

I de fleste anlegg er rutinemessig tilsyn og vedlikehold vanligvis tilstrekkelig, forutsatt at nedenforstående forhold sjekkes regelmessig og at alle nødvendige tiltak gjennomføres. Overvåkingen må beskrives i detalj og dokumenteres ved gjennomføring. Overvåkingen omfatter kontroll av:

a) gjenværende biocidmengde i lagertanken/berederen.
b) biociddoseringen til vannfordelingsnettet.
c) månedlig måling av biocidkonsentrasjonen ved referansetappestedene.

3.3.7.2 Overvåking av desinfeksjon med sølvioner

I de fleste anlegg er rutinemessig tilsyn og vedlikehold vanligvis tilstrekkelig, forutsatt at nedenstående forhold sjekkes regelmessig og at alle nødvendige tiltak gjennomføres. Overvåkingen må beskrives i detalj og dokumenteres ved gjennomføring. Overvåkingen omfatter kontroll av:

a) doseringen av sølvioner til vannfordelingsnettet.
b) konsentrasjonen av sølvioner sjekkes ved noen av referansetappestedene minst en gang i kvartalet.
c) konsentrasjonen av sølvioner sjekkes ved et representativt, men roterende utvalg tappesteder en gang hvert år.
d) dersom det er montert elektroder, skal det månedlig kontrolleres at disse er i god stand og frie for urenheter, såfremt det ikke benyttes en type elektroder der det ikke oppstår avleiringer eller korrosjon.
e) vannets pH og andre nødvendige analyser.

Når det ikke benyttes automatisk overvåking, kan det forekomme svingninger i sølvionekonsentrasjonen, og denne bør derfor sjekkes regelmessig.

3.3.8 Tilsetting av sølv- og kobberioner

Elektrolytisk generering av kobber- og sølvioner kan brukes til desinfisering av vann. Metaller som kobber og sølv er velkjente henholdsvis alge- og bakteriedrepende virkestoffer. De har innvirkning på celleveggen til mikroorganismen slik at cellegjennomtrengeligheten endres. Dette, sammen med forandringer i proteinstrukturen, fører til at cellene ødelegges og dør.

Kobber- og sølvioner dannes ved elektrolyse, og konsentrasjonen i vannet avhenger av strømstyrken som tilføres elektrodene. Konsentrasjoner av kobber- og sølvioner på mer enn henholdsvis 400 µg/l og 40 µg/l kan være virkningsfulle mot legionellabakterier i varmtvannsanlegg. Dersom vannet er tilstrekkelig mykt, kan konsentrasjonen av sølvioner ligge mellom 30 og 20 µg/l og fremdeles være virkningsfull, forutsatt at det opprettholdes en minimumskonsentrasjon på 20 µg/l. På et så lavt sølvionenivå kreves det imidlertid også tilstedeværelse av kobberioner for å oppnå høy nok effekt.

Anvendelse av slike desinfeksjonsmidler vil måtte vurderes grundig, og kontrollprogrammet må utformes og opprettholdes som ledd i et mer omfattende vannbehandlingsprogram. I nasjonale vannforskrifter kan det være fastsatt en maksimumsverdi for konsentrasjonen av kobber- og sølvioner i drikkevann, og i Norge er det for tiden forbud mot bruk av sølvioner i drikkevann. Det er viktig at de som installerer ioniseringsanlegg er klar over nødvendigheten av å etterleve slike forskrifter, og å holde kobber- og sølvionenivåene under de høyeste tillatte konsentrasjonene. Sølv- og kobberioner er også uønsket i avløpsvannet, og utslipp bør begrenses.

Man bør også være klar over at det i anlegg med hardt vann kan oppstå kalkavleiringer på elektrodene og slik få vansker med å opprettholde konsentrasjonen av sølvioner, med mindre det benyttes spesielle elektroder som ikke er mottakelige for avleiringer. Høye konsentrasjoner av oppløste salter kan gi utfelling av sølvsalter. Er vannet for hardt eller mykt påvirker dette pH-verdien og elektrolyseprosessen, og det er vanskelig å opprettholde konsentrasjonen av sølvioner ved pH over 7,6. Kalkavleiringer og mengden oppløste salter må derfor kontrolleres nøye slik at effektive ionenivåer opprettholdes i hele anlegget. Dette kan gjøre at også andre typer vannbehandling må benyttes i tillegg til ionebehandlingen.

Metoden er enkel å anvende og påvirkes ikke av vanntemperaturen. Ettersom større konsentrasjonssvingninger lett kan oppstå dersom ikke kontrollen er automatisert, er det nødvendig å kontrollere konsentrasjonene av de to metallene jevnlig samt å holde pH-verdien mellom 6 og 8. Teknikken passer ikke for systemer som benytter sink til katodisk beskyttelse av VVS-anlegg, fordi dette metallet deaktiverer sølvionene. Dersom behandlingen brukes på kontinuerlig basis, er det dessuten påkrevd å kontrollere at de høyeste, tillatte konsentrasjonene fastsatt i gjeldende regelverk for drikkevann ikke overskrides.

3.3.9 Ultrafiolett stråling (UV-stråling)

Bestråling med ultrafiolett lys er en alternativ metode brukt ved desinfeksjon av drikkevann. Ultrafiolett lys (med bølgelengde 254 nm) inaktiverer bakterier ved å produsere tymindimerer i arvestoffet som hemmer videre formering. Ultrafiolett lys er en desinfeksjonsmetode som har vist seg å være virkningsfull ved anvendelse nær bruksenhetene. Sjokkbehandling med varme og klorbehandling kan benyttes før ultrafiolett bestråling for å påvirke legionellabakterier som er til stede ellers i anlegget. UV-utstyr er forholdsvis enkelt å installere, har ingen uønsket innvirkning på vannets smak eller anvendelighet og skader ikke rørsystemet. UV-utstyret virker bare på vannet i det det passerer gjennom UV-utstyret. Det har derfor ingen restvirkning i vannet etterpå. Behandling har best effekt når vannet er klart, og mye partikler og høyt fargetall reduserer effekten betydelig.

Teknikken er ikke egnet som eneste metode for en hel bygning eller et helt VVS-anlegg fordi virkningen ikke vedvarer etter endt bestråling, og fordi legionellabakterier fortsatt vil være til stede i biofilm, blindrør og områder med stillestående vann.

3.3.10 Vannbehandling i kaldtvannsanlegg

Oksiderende biocider er det mest utbredte kontrolltiltaket mht. legionellabakterier i kaldtvannsanlegg. Både

klor, monokloramin og klordioksid kan benyttes, men klor er det vanligste middelet. Dersom vannet skal benyttes som drikkevann, er det viktig å påse at de nasjonale drikkevannsforskriftene etterleves. I Norge har innbyggerne normalt lav toleranse for klorsmak på drikkevann.

3.4 Kontroll og overvåking (unntatt enkelthusholdninger)

3.4.1 Årlig kontroll

Denne må omfatte:

a) Dersom det finnes lagertank for kaldtvann: Visuell sjekk av vannet og beleggdannelse på veggene på tankens innside. Dekselet skal slutte godt til og være intakt. Insektsskjermen over sikkerhetsrøret skal være hel og i god forfatning. Isolasjonen rundt tanken skal være i god forfatning. Vannets overflate må være ren og klar, og vannet skal ikke inneholde noe utfelt slam eller forurensninger. Om nødvendig må tanken rengjøres og desinfiseres, og mangler utbedres. Dersom det finnes utfelt slam eller spor etter skadedyr, må det foretas hyppigere ettersyn. Det samlede kaldtvannsforbruket måles i løpet av en vanlig dag for å fastslå om det er rimelig god gjennomstrømning i tanken og om det forekommer stillestående vann. Dersom bygningen har faste endringer i forbruksmønsteret, må målingen gjentas.
b) Tømming av varmtvannsberederen og undersøkelse av bunnen med tanke på slamdannelse. Om nødvendig må varmtvannsberederen rengjøres.
c) Gjennomgåelse av tegningene over vannfordelingsnettet for å sjekke at de er korrekte og oppdaterte - dette bør skje ved besiktigelse av rørsystemene. Tegningene må oppdateres når det gjøres strukturendringer av anlegget.
d) Kontroll med drifts- og vedlikeholdsrapportene for kaldt- og varmtvannsanlegget, at disse er lett tilgjengelige, er oppdaterte og spesifiserte med tiltak (inkludert iverksettelsesdatoer) iverksatt i løpet av det foregående året.
e) Alle forbindelser til eksterne anlegg, kjøkken, brannhydranter og kjemiske desinfiseringsanlegg m.v. noteres. All isolasjon sjekkes for mangler. Alle tappesteder som ikke brukes, bør fjernes.

3.4.2 Mikrobiologisk overvåking

Kimtallprøver (9) for rutinemessig overvåking av varmt- og kaldtvannsanlegg bør tas månedlig for å kunne gi en indikasjon på utviklingen av biofilm i rørsystemene. Dersom kimtallet stiger raskt etter en varmebehandling/rengjøring må prøvefrekvensen økes inntil man har fastlagt hvor hyppig behandlingen bør gjennomføres.

Vannledningsnett er helt lukkede anlegg, som i motsetning til kjøletårn, verken er åpne for omgivelsene eller utsatt for smitte utenfra. Ulike deler av varmt- og kaldtvannsanlegg kan likevel gi grobunn for oppblomstring av mikroorganismer. Dette kan f.eks. gi seg utslag i dårlig smak og lukt. Forhold som gir grobunn for bakterievekst, vil også kunne gi vekst av legionellabakterier. Utviklingen av kimtallet i vannet kan gi en god indikasjon på mengden biofilm i systemet.

3.4.3 Prøvetaking for Legionella

Legionellabakterien finnes i nesten alle naturlige vannkilder. Man må forvente å finne bakterien når man undersøker prøver fra vannsystemer. Den vokser vanligvis i biofilmen på rørveggene og andre flater som er i kontakt med vannet, og den kan løsne derfra periodevis, for eksempel ved endring av de hydrauliske forholdene.

Ved tilfeldige funn av legionellabakterier kan man ikke gi noen pålitelig prognose for den smittefare dette medfører, og rutineprøvetaking er derfor ikke å anbefale. Negative prøver kan gi falsk trygghet, og positive prøver trenger ikke angi reell smittefare.

Det anbefales at prøver for legionellabakterien kun tas når det foreligger mistanke om eller ved fastslått utbrudd.

Legionellabakterier formerer seg i stor grad i amøber som livnærer seg på biofilm som dannes i utstyr hvor det står vann (ledninger, kar og lignende). Det er derfor viktig å undersøke eventuelt slam i dusjhoder, varmtvannsberedere etc. i tillegg til vannprøver. Følgende retningslinjer for prøvetaking anbefales:

- Dusj/servantbatteri: Fyll flasken opp med bare varmtvann uten å la vannet renne før prøvetaking. Skru deretter av dusjhodet og ta en penselprøve fra grumset/belegget. Dersom synlig grums/belegg ikke finnes, føres vattpinnen med roterende bevegelser over de indre flatene i dusjhodet eller dusjslangen. Er dusjen fastmontert, tas prøven fortrinnsvis fra den delen av dusjhodet som vender ned, fordi det ofte blir stående noe vann igjen. Vattpinnen stikkes deretter ned i et rør med transportmedium, for eksempel Stuarts medium.
- Varmtvannsbereder/-beholder: I bunnen av berederen dannes det med tiden slam. Dette kan gi god grobunn for legionellabakterier dersom vanntemperaturen er under 60°C. Vannprøve bør derfor tas gjennom tappe- eller sikkerhetsventilen, og man bør prøve å få med slamholdig vann fra bunnen av beholderen.

Kompleksiteten i anlegget må tas med i betraktning når det avgjøres hvor mange prøver som skal tas. Dersom det er mer enn en hovedsløyfe i bygningen, må det tas prøver fra tappesteder (som beskrevet ovenfor) på hver

sløyfe. For at de skal være representative for anlegget i sin helhet, skal prøvene tas fra sirkulerende, behandlet vann og ikke fra vann som midlertidig står stille, f.eks. ved termostatstyrte blandebatterier og dusjer. Det kan være nødvendig å ta prøver fra disse også, men dette vil i så fall være som følge av en risikovurdering, f.eks. når slik apparatur brukes i lokaler hvor følsomme individer kan bli utsatt for smitte, som for eksempel i sykehus.

Analyser av vannprøver med henblikk på *Legionella* bør gjennomføres av et laboratorium med erfaring med slike undersøkelser. Tolkningen av resultatene er en spesialistoppgave, og må foretas av erfarne mikrobiologer.

3.4.4 Tiltak ved funn av Legionella

Ved rutineprøvetaking, eller ved tilfeldige funn av bakterien uten at man har hatt tilfeller av legionellose, kan man ikke si noe om smitterisikoen. Det er ikke vist at smittefaren øker ved noen bestemt konsentrasjon av legionellabakterier i vannet. Det er derfor ikke meningsfullt å gi tiltaksgrenser for bestemte legionellakonsentrasjoner.

En negativ legionellaprøve betyr *ikke* at vannfordelingsnett er risikofritt; det viktigste er at de forebyggende tiltakene er gode og blir praktisert. Negativ prøve må ikke føre til at disse blir nedvurdert.

Ved utbrudd kan prøvetaking og molekylærbiologisk analyse av påviste bakterier være en viktig del av utbruddsoppklaringen. Funn av legionellabakterier i et anlegg er ikke nok til å si at anlegget er smittekilden. Det er bare etter en grundig epidemiologisk undersøkelse og eventuelt etter sammenlignende undersøkelser mellom isolater fra hhv. pasienter og mulige smittekilder at man (eventuelt) kan sannsynliggjøre at bestemte vannfordelingsnett er den aktuelle smittekilden.

Kun ved å gjøre en fullstendig risikovurdering kan man si noe om smittefaren i vannfordelingsnett. Det er ikke nok med en (eller flere) legionellaprøve(r).

4 Kjøleanlegg

Kjøleanlegg brukes for å fjerne overskuddsvarme fra prosesser, rom eller bygninger. Utallige varianter finnes i forskjellige størrelser, med forskjellige kjølemedier og så videre.

Et kjøleanlegg består av en kjølemaskin, et system for varmeopptak fra prosesser (f.eks. kjølebatteri) og et system hvor overskuddsvarmen avgis til luft (kjøletårn, luftkjølte kondensatorer og tørrkjølere) eller vann (vannkjølte kondensatorer).

I denne veilederen er det prosessen med å kvitte seg med varmen som er av interesse. I figur 2 vises hvordan varmen opptatt fra ventilasjonsluften i et kjølebatteri avgis til det fri i et kjøletårn. Kaldt vann fra kjøleanlegget kjøler luften og det oppstår kondens i batteriet. Kondensvannet er kaldt og dreneres til sluk, slik at det ikke er fare for spredning av legionellabakterier fra dette indre systemet. En slik konstruksjon er vanlig i klimaanlegg ("air-condition").

4.1 Anleggskonstruksjon

4.1.1 Kjøletårn

I kjøletårn avgis overskuddsvarme fra prosesser og kjølemaskiner. Store luftmengder passerer gjennom kjøletårn. Luften som passerer kjøler vannet, delvis på grunn av temperaturforskjellen, og delvis ved at vann fordamper og senker vanntemperaturen. Luften drives gjennom kjøletårn enten ved hjelp av vifter eller ved hjelp av oppdriftskrefter. I Norge er kjøletårn med vifter vanligst. Kjøletårn der luften drives av oppdrift brukes i varme- og atomkraftverk og er typisk 150 meter høye. Luftkjølte varmevekslere er et alternativ til å bruke kjøletårn, dvs. ved å bruke tørrkjølere eller luftkjølte kondensatorer.

Kjøletårn kan være åpne, dvs. at det varme vannet fra prosessen sprayes ut i en luftstrøm hvor igjennom vannet kjøles. Kjøletårn kan også være lukkede, dvs. at det varme vannet som skal kjøles går i en lukket krets mens varmeveksleren overrisles med vann for å øke nedkjølingen. De fleste kjøletårn som brukes i VVS-anlegg er lukkede. Faren for vekst av legionellabakterier er absolutt tilstede i vannmagasinet som brukes til spraying av varmevekslerflatene.

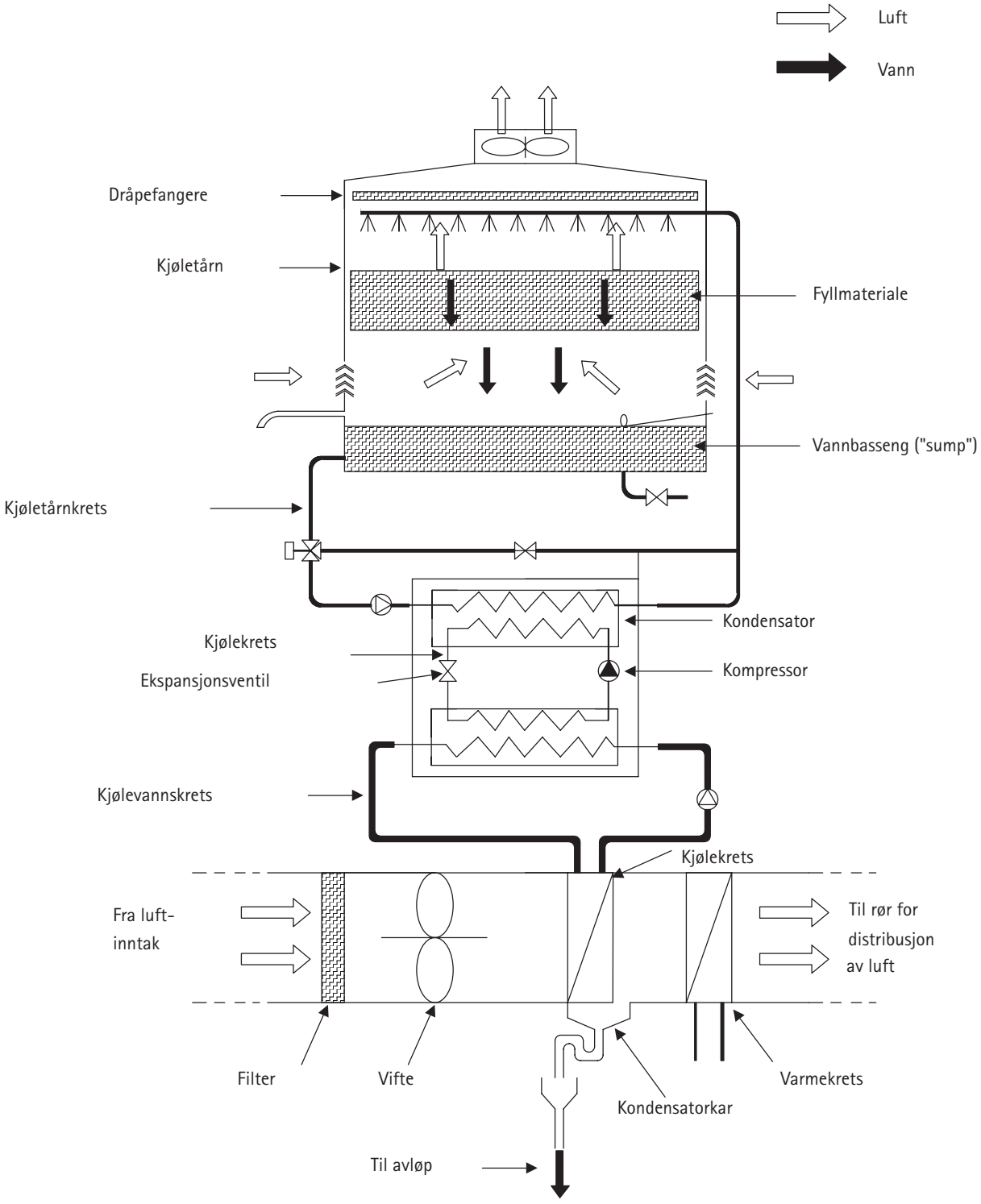
Kjøletårn plasseres oftest på tak. Store luftmengder med forurensninger og gunstige temperaturer fører til at mikroorganismer får gode vekstforhold. Dette fører til begroing i kjøletårn og derfor til:

- nedsatt funksjon, korrosjon og redusert varmeoverføring.
- økt energiforbruk.
- økt vannforbruk.
- oppblomstring av mikroorganismer som kan være skadelige. Spesielt farlig er legionellabakterien.

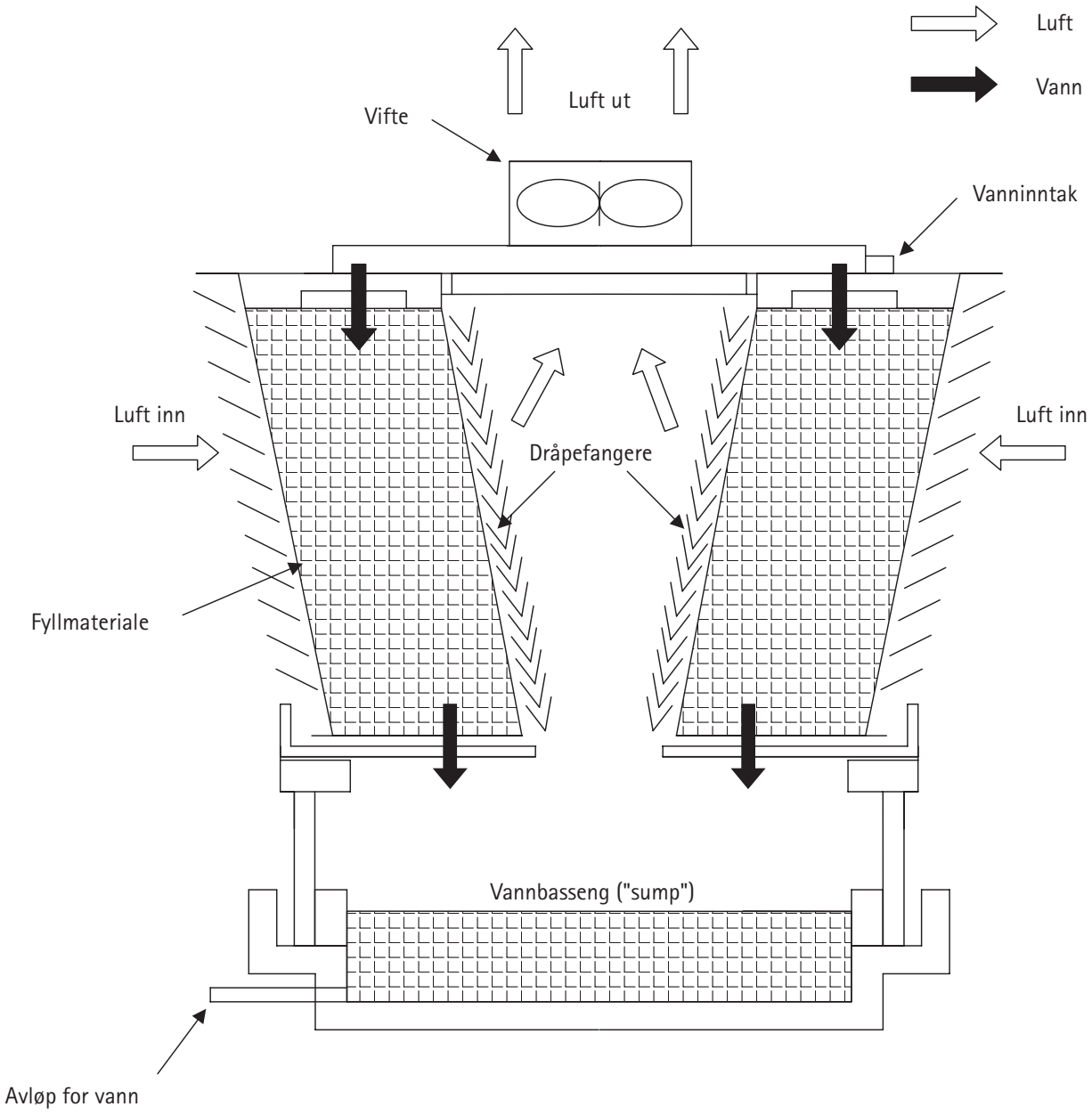
Legionellabakteriene kommer vanligvis inn i kjøletårn via nettvannet. Temperaturen i vannet i kjøletårn er vanligvis mellom 30°C og 35°C, og tilgangen på organisk materiale er god. Bakterien trives godt i biofilm, der næringstilgangen er god, og bakterien beskyttes godt mot påvirkninger fra omgivelsene.

Store luftmengder og stor hastighet fører til at dråper slynges ut av kjøletårn. Legionellabakterier kan fraktes langt fra selve kjøletårnet inni vanndråper, opptil flere kilometer. Kjøletårn er utstyrt med dråpefangere for å redusere dette problemet.

I lukkede kjøletårn er varmevekslerkretsen et lukket system. En vanlig misforståelse er at slike kjøletårn ikke kan spre legionellasmitte. Vannbehandling mot biologisk og bakteriologisk vekst i lukkede kjøletårn er imidlertid begrenset til kun å gjelde sprayvannet som sirkulerer internt i disse, i motsetning til åpne kjøletårn som er koplet til andre komponenter i kjølesystemet, slik at alle komponenter i kjølevannskretsen må rengjøres og desinfiseres. I lukkede kjøletårn må den åpne kretsen rengjøres og desinfiseres på samme måte som det åpne vannkretsløpet i åpne kjøletårn.

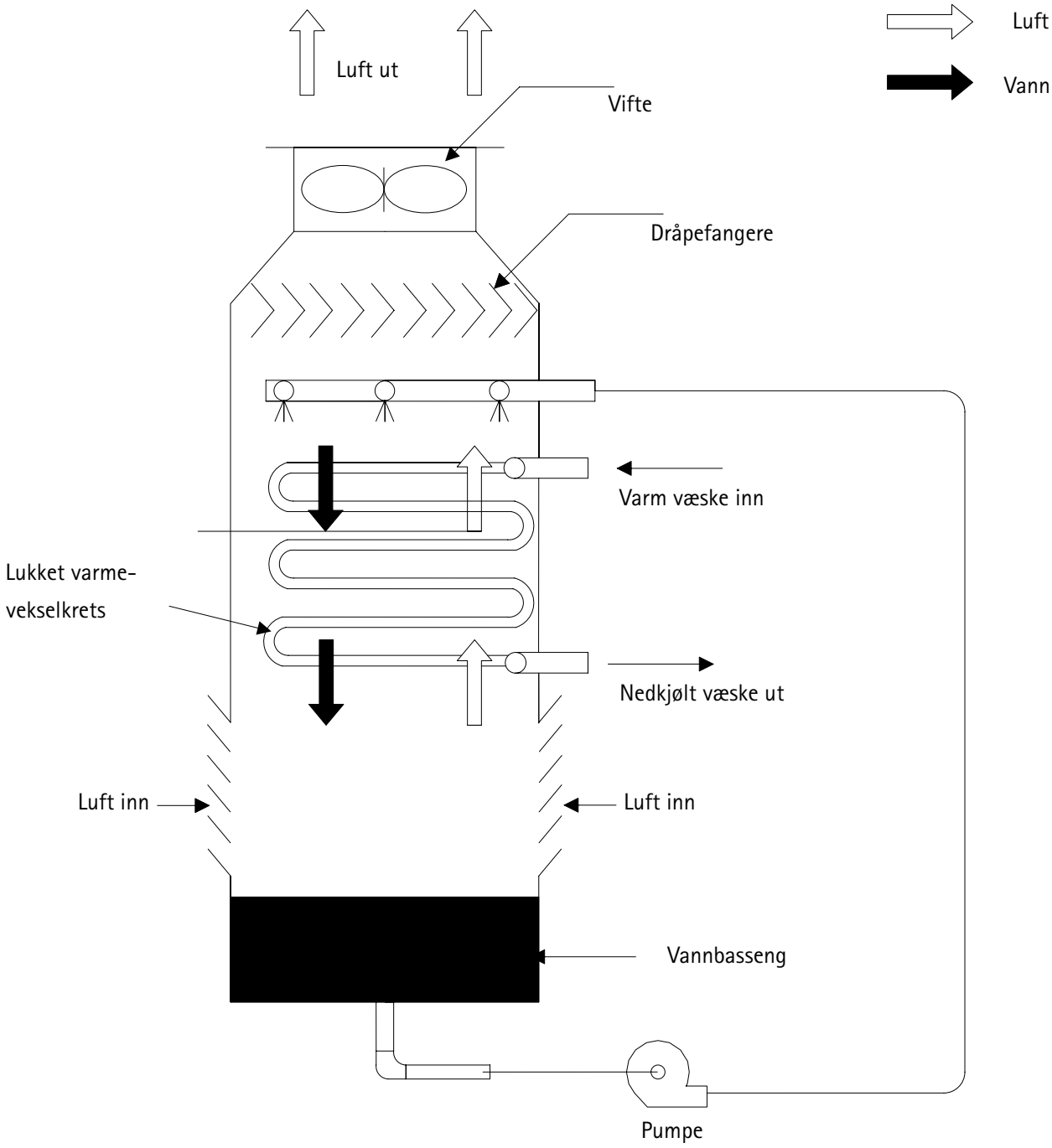


Figur 2: *Kjøleanlegg med kjøletårn, bestående av to kjølevannskretser hvor det på begge sider foregår en varmeveksling luft/vann. Det foregår en lukket veksling mellom luft og vann i ventilasjonskanalen (ingen legionellarisiko når kondens dreneres), mens det foregår en åpen veksling mellom luft og vann i kjøletårnet (betydelig risiko for vekst og spredning av legionellabakterier).*



Figur 3: *Åpent kjøletårn med vifte.*

Det er mulig å benytte alternative kjølemetoder. Tørrkjølere gjør det mulig å unngå den legionellarisiko som kjøletårn innebærer. Tørrkjølere er imidlertid betydelig dyrere og mer energi- og plasskrevende enn kjøletårn (luftkjøling er betraktelig mindre effektivt enn vannkjøling).



Figur 4: *Lukket kjøletårn (kalles også fordampningskondensatorer). Det er en lukket væskekrets og en åpen vannkrets. Siden vekslingen mellom vann og luft er åpen, kan man også fra lukkede kjøletårn få vekst og spredning av legionella-bakterier.*

4.1.2 Utforming og oppbygning

Teknisk forskrift til Plan- og bygningsloven krever at tekniske installasjoner i bygg, også kjøleanlegg, skal være slik at god energiøkonomi fremmes. Kjøletårn er en svært effektiv form for kjøleanlegg, og benyttes nettopp for å redusere vann- og energiforbruket.

Kjøleanlegg med kjøletårn må utformes slik at sikker drift, rengjøring og desinfeksjon sikres. Mange kjøleanlegg er konstruert på en lite servicevennlig måte. Rengjøring og inspeksjon er derfor ofte teknisk vanskelig. Alle nye anlegg må konstrueres slik at dette kan gjøres enkelt og effektivt.

Nye anlegg må konstrueres servicevennlig.

Kjøletårn må plasseres slik at smitterisikoen blir minst mulig. Det må tas hensyn til plassering av ventilasjonsanleggets luftinntak, dominerende vindretning, fortau m.v. på en slik måte at færrest mulig utsettes for aerosoler fra kjøletårnet. Man må ta i betraktning at smitte kan skje opptil flere kilometer fra kjøletårnet når plassering velges.

4.1.3 Oppstart

Igangsetting av kjøletårn må foregå på betryggende vis for å påse at de fungerer forskriftsmessig innenfor tillatte marginer og i henhold til leverandørens retningslinjer. Det er vesentlig at oppstartsprosessen er beskrevet på en lett forståelig og klart fastlagt måte. Ansvaret til personalet som utfører oppstartsprosessen, skal være tydelig med tids- og ressursrammer som muliggjør igangsetting av de integrerte delene av anlegget på korrekt vis. De samme forholdsreglene som tas for å forhindre og kontrollere eksponeringsfare for legionellabakterier under normal drift av kjøleanlegg, gjelder også for oppstartsprosessen (se 4.1.4, 4.2, 4.2.1 og 4.3 nedenfor).

4.1.4 Drift

Kjøleanlegg (inkludert kjøletårn) bør holdes i kontinuerlig drift såfremt det er mulig, men det er anleggets behov som styrer dette. Går det fra en uke til en måned uten at anlegget er i drift, må vannet biocidbehandles straks anlegget settes i drift igjen. Fulle igangsettingsprosedyrer er da nødvendig før anlegget kan tas i bruk. For kjøleanlegg som ikke er i kontinuerlig drift (som f.eks. kjøletårn som går i automatiske av- og på-sykluser, eller anlegg for beredskapsbruk) krever biocidbehandlingen særlig oppmerksomhet. Dette er nødvendig for å sikre at effektiv biocidkonsentrasjon opprettholdes når anlegget er i drift.

I industrielle anlegg har det tradisjonelt blitt brukt temperert vann fra kompressor for etterfylling av pumpesumper i kjøletårn. Det har blitt påvist legionellabakterier i slikt vann. Det bør derfor brukes friskt nettvann for etterfylling av pumpesumper.

Driftshåndbøker, på et *skandinavisk språk* (norsk, svensk el. dansk) må være tilgjengelige for hvert enkelt VVS-anlegg. Slike håndbøker skal på en lettfattelig måte gjøre rede for drifts- og vedlikeholdsprosedyrer slik at operatøren kan gjennomføre sine oppgaver på en trygg og effektiv måte.

Drifthåndbøker må foreligge på et skandinavisk språk (norsk, svensk el. dansk)

4.2 Vedlikehold og vannbehandling

Et fullstendig vannbehandlingsprogram basert på de fysiske og operative parametrene for kjøleanlegget og en grundig analyse av tilførselsvannet må utarbeides. Alle deler av vannbehandlings-programmet må være miljømessig akseptable og tilfredsstille lokale utslippskrav.

En rekke faktorer kan innvirke på effekten av behandlingsprogrammet: korrosjon, avleiringer, slimbelegg og mikrobiologisk aktivitet.

Alle komponenter som inngår i behandlingsprogrammet skal fortrinnsvis doseres ved hjelp av et tilpasset pumpe- eller doseringanlegg.

Vannbehandlingsprogrammet som brukes må være utførlig dokumentert. Dersom det brukes automatisk doseringsutstyr bør det være en mekanisme som viser at behandlingen faktisk pågår. Uavhengig av doseringsmetode skal både doseringshyppigheten og mengden av kjemikaliene angis, herunder kommer også:

a) resultatene av oppfølgingsprogrammet og alle nødvendige og iverksatte tiltak.
b) vanlige kontrollparametre.
c) generelle grenseverdier, med korrigerende tiltak og grenseverdier for tilfeller der driftsvilkårene for anlegget eller kvaliteten på tilførselsvannet er endret.
d) rengjørings- og desinfeksjonprosedyrer.

Når det kjemiske vannbehandlingsprogrammet eller avtappingsmekanismen styres automatisk, må det kontrolleres at anlegget drives innenfor driftsmarginene. Når ledningsevne kontrolleres, må konduktivitetscellen jevnlig rekalibreres.

4.2.1 Vedlikehold

Driftshåndboka skal omfatte et detaljert vedlikeholdsprogram med angivelse av hvor lang tid det kan gå mellom hver gang de ulike komponentene i kjølesystemet og vann sjekkes, overhales og rengjøres, og prøvetaking utføres. Det skal foreligge bestemmelser som sikrer at rette vedkommende dokumenterer gjennomføringen av alle vedlikeholdsoppgaver.

Dråpefangere krever særlig oppmerksomhet med hensyn til vedlikehold for å påse at aerosolutslipp til enhver tid holdes under kontroll. De må undersøkes, rengjøres og vedlikeholdes for å sikre at de er frie for organisk stoffer, korrosjon, avleiringer og andre avfallsstoffer. De må holdes i god stand.

4.2.2 Rengjøring og desinfeksjon

Dagens kjøletårn er ofte ikke bygget med henblikk på enkel rengjøring og desinfeksjon. Det er viktig at man ved utforming av kjøletårn tar hensyn til at rengjøring er viktig og gjør rengjøring og inspeksjon så lett som mulig.

Opprettholdelse av et virkningsfullt biocidbehandlingsprogram vil gi et ugunstig miljø for bakterier (herunder legionellabakterier) og redusere biofilmdannelsen til et minimum (10).

Anvendelse av biocider alene som kontrolltiltak må ikke forekomme. Slik behandling må inngå i et mer omfattende vannbehandlingsprogram som også inkluderer manuell og kjemisk rengjøring og desinfeksjon.

Desinfeksjon, rengjøring og manuell slamfjerning i kjøletårn må gjennomføres minst hvert halvår, men hyppigere rengjøring kan være nødvendig avhengig av lokale miljøfaktorer (som f.eks. sterkt forurenset luft) og konklusjoner trukket i risikovurderingen. Kort driftssesong kan tilsi at enkelte kjøleanlegg bare trenger rengjøring ved begynnelsen, midten og slutten av sesongen. Dersom det ved inspeksjon viser seg at anlegget bærer tydelig preg av slamoppbygning eller slimdannelse, skal det iverksettes rengjøring og desinfeksjon. Bruk av klor eller andre oksiderende biocider til desinfeksjon av kjøletårn er en effektiv desinfeksjonsmåte, forutsatt at stoffene brukes riktig.

I tillegg til slik regelmessig desinfeksjon skal kjøletårn alltid rengjøres og desinfiseres:

a) umiddelbart før anlegget settes i drift for første gang.
b) etter at anlegget har vært avstengt i en måned eller mer (en risikovurdering kan tilsi behov for rengjøring og desinfeksjon etter en driftsstans på mindre enn en måned, særlig om sommeren).
c) dersom tårnet eller andre deler av kjøleanlegget er blitt mekanisk endret/reparert på vannsiden på en måte som kan påvirke vannkvaliteten eller vannbehandlingen.
d) dersom det er tvil om kjøleanlegget er rent.
e) dersom den mikrobiologiske overvåkingen gir utslag.

Det anbefales at kjøletårn tappes ned og rengjøres minst hvert halvår.

4.2.3 Biocider

Biocider benyttes i kjøleanlegg for å holde den mikrobiologiske aktiviteten under langsiktig kontroll. De kan være oksiderende eller ikke-oksiderende. Hyppighet og mengde som skal tilsettes avhenger av den mikrobiologiske aktiviteten i anlegget.

Biocider må benyttes når riskovurderingen tilsier at det er nødvendig. Biocider bør benyttes minst mulig. I gamle anlegg må biocider ofte benyttes, da det kan være meget vanskelig å komme til for å gjøre rent.

Biocid er en generell betegnelse på desinfeksjonsmidler.

Det har blitt vist at biocider effektivt forhindrer oppblomstring av legionellabakterier når de benyttes under kontrollerte forhold som ledd i et omfattende vannbehandlingsprogram. Mange faktorer vil være med på å bestemme valget av hvilke kjemikalier som skal brukes i behandlingsprogrammet. Et vellykket behandlingsprogram er blant annet avhengig av:

a) at de ulike kjemiske komponentene lar seg kombinere.
b) at de anbefalte prosedyrene for anvendelse, oppfølging og kontroll til enhver tid følges.

Biocider tilsettes i kjøletårnbassenget eller ved innsuget til sirkulasjonspumpen, og må doseres slik at virkestoffene sirkulerer gjennom hele kjøleanlegget. I kjøleanlegg der vannet ikke nødvendigvis må innom kjøletårnet, må virkestoffet tilsettes ved innsuget til sirkulasjonspumpen.

Spesielle, overflateaktive stoffer (surfaktanter) har oppløsende virkning på biofilm og fører til at biocidene lettere kan trenge inn der det finnes slik film. I mikrobiologisk forurensede systemer som er befengt med eller lett gir grobunn for biofilm kan bruken av overflateaktive stoffer forbedre virkningen av oksiderende biocider. De fleste ikke-oksiderende biocidsammensetninger inneholder allerede overflateaktive stoffer som fremmer virkestoffenes yteevne.

Datablad må foreligge for alle kjemikalier som benyttes i vannbehandling av kjøletårn. For biocider som benyttes for å kontrollere legionellabakterier, må leverandøren kunne framlegge dokumentasjon som godtgjør virkningen.

4.2.3.1 Oksiderende biocider

Klor og brom kan tilsettes for å oppnå et innhold av fritt klor eller fritt brom. Dette er et mål på fritt stoff, dvs. hypokloritt/hypobromitt (HOCl/HOBr) og hypoklorittioner/hypobromittioner (OCl^-/OBr^-). Doseringen må være høy nok til å sikre at det i returvannet opprettholdes en kontinuerlig konsentrasjon i området 0,5-1 mg/l for fritt klor/klordioksid og 1,0-2,0 mg/l for fritt

brom. En mengde på mer enn 2 mg/l fritt klor/brom bør unngås (unntatt i spesielle rengjøringsperioder) fordi dette kan øke korrosjonen i anlegget. Virkningen av klor reduseres i betydelig grad ved alkaliske pH-verdier, og klortilsetningen og virketiden må tilpasses i forhold til dette. Problemet kan overvinnes ved kontinuerlig dosering. Det er tilrådelig å anvende oksiderende biocider på kontinuerlig basis, men om det benyttes sjokkbehandling må det effektive konsentrasjonsnivået opprettholdes i minst fire timer per døgn. I større industrianlegg må doseringen baseres på vannets omløpstid i systemet. Doseringen må her foregå over en viss tid, fra noen minutter til flere timer, evt. på kontinuerlig basis, avhengig av hvordan kjøleanlegget drives.

For mindre systemer vil kjemikalietilsetningen vanligvis være basert på anleggets volum. Anleggstype og vannets kjemiske egenskaper vil innvirke på hvilken tilsetningsmetode som skal velges for å oppnå best mulig mikrobiologisk kontroll. Når kjemikalietilsetningen stanses, tapes mengden av fritt stoff raskt, og anlegget vil på nytt kunne infiseres og gi gode forhold for ny oppblomstring av mikroorganismer, spesielt hvis biofilm fortsatt er tilstede.

Oksiderende biocider benyttes også for desinfeksjon i enkelttilfeller (akutt behov) og som ledd i det rutinemessige rengjøringsprogrammet. Ved tidvis desinfeksjon kan det benyttes mye høyere doser, opp til 50 mg/l.

Oksiderende biocider har den fordelen at konsentrasjonene lett kan overvåkes ved hjelp av enkle kjemiske tester som kan utføres på stedet. Oksiderende biocider er forholdsvis billige og lette å nøytralisere i forbindelse med mikrobiologisk overvåking og håndtering av kjemikalierester. Den viktigste ulempen er at de kan forårsake korrosjon og at virkningen er ph-avhengig (spesielt med hensyn til klor).

4.2.3.2 Ikke-oksiderende biocider

Ikke-oksiderende biocider er i sin alminnelighet mer stabile og har lengre virkning enn oksiderende biocider. Konsentrasjonen vil også her reduseres over tid på grunn av vann som forsvinner fra anlegget, og på grunn av nedbrytning av de aktive stoffene.

For å oppnå en konsentrasjon av ikke-oksiderende biocider som er nødvendig for å drepe mikroorganismer, bør ikke-oksiderende biocider gis som sjokkbehandling, men kan i noen tilfeller tilsettes på kontinuerlig basis. Hyppighet og mengde vil være avhengig av anleggets volum, halveringstid og eksponeringstid av biocidet. Alt dette må tas i betraktning for å oppnå den biocidkonsentrasjonen som er høy nok for å drepe mikroorganismene. I anlegg som har forholdsvis små vannvolumer og høy fordampning, er det av særlig betydning at disse parametrene bestemmes nøyaktig. I anlegg der konsentrasjonen kan opprettholdes over lang tid vil halveringstida for biocidet være mest avgjørende.

I et biocidprogram med ikke-oksiderende biocider bør det inngå to biocider som brukes vekselvis. Når biocidkonsentrasjonen er blitt redusert til et ikke-effektivt nivå, vil man kunne få ny bakterievekst. Virkningen av ikke-oksiderende biocider kan begrenses av vannets pH. Dette må det tas hensyn til slik at man sikrer et effektivt biocidprogram. Følgende punkter er viktige for å kunne velge et hensiktsmessig behandlingsprogram med ikke-oksiderende biocider:

- oppholdstid og halveringstid for virkestoffene i anlegget,
- mikrobiologiske bestander i anlegget,
- smittekilder internt i anlegget,
- forsiktighetsregler for håndtering,
- utslippsbegrensninger.

4.2.4 Desinfeksjon før rengjøring

Før rengjøring må vannet i kjøleanlegget desinfiseres (ved hjelp av oksiderende biocider som klor, brom eller klordioksid) for å begrense rengjøringspersonalets eksponering for legionellabakterier til et minimum. Klortilsetning kan skje ved å tilsette enten en løsning av natriumhypokloritt eller en forbindelse av klorisocyanurat i form av hurtigoppløselige tabletter for å oppnå en konsentrasjon av fritt klor på minst 5 mg/l. Natriumhypoklorittløsninger inneholder vanligvis 10-12 % tilgjengelig klor og hurtigoppløselige tabletter inneholder 50-55 tilgjengelig klor. Det bør også anvendes et overflateaktivt stoff som forsterker virkningen av klortilsetningen (for eksempel kan surfaktanten natrium laurylsulfat brukes).

Klorbehandlet vann som inneholder 5 mg/l fritt klor skal sirkulere gjennom anlegget i fem timer uten at viftene går, og en konsentrasjon på minst 5 mg/l fritt klor opprettholdes hele tiden. Man må passe på å få behandlet dråpefangerne og andre fuktige flater som ikke kommer i kontakt med det sirkulerende vannet. Dersom pH-verdien i anlegget overstiger 8, må konsetrasjonen av fritt klor være i størrelsesorden 15-20 mg/l for å oppnå tilfredsstillende desinfeksjonseffekt. Anlegget må til slutt avklorereres, og vannet avtappes.

4.2.5 Rengjøring

Manuell rengjøring gjøres etter desinfeksjonen av tårnet. Alle tilgjengelige områder i tårnet og tilhørende installasjoner vaskes grundig. Om det lar seg gjøre, tas fyllmaterialet ut minst en gang i året, helst hver sjette måned. Er ikke dette mulig, kan det være nødvendig å bruke andre måter for å rengjøre fyllmaterialet. Tilgjengelige områder i tårnet og fyllmaterialet skal spyles godt, men rengjøringsmetoder som medfører kraftig vannsprut, f.eks. høytrykksspyling, bør unngås.

Er dette ikke mulig, bør rengjøringen gjennomføres når bygningen er tom for mennesker, eller dersom det alltid er mennesker i bygningen, med lokal inneslutning av anlegget.

Rengjøringspersonalet må bruke passende åndedrettsvern (se avsnitt 4.3.5 nedenfor). Personalet må ha trening i bruken av utstyret, og utstyret må være godt vedlikeholdt.

Avleiringer og andre avfallsstoffer i tårnet og distribusjonssystemet som ikke lar seg fjerne ved vanlig rengjøring, kan løses opp ved bruk av kjemiske stoffer. Dersom dette ikke er mulig, må det rutinemessige tilsynet og vannkvalitetskontrollene gjøres spesielt grundig.

Anlegget gjennomskylles inntil vannet som føres til sluk blir klart (så klart som mulig).

4.2.6 Desinfeksjon etter rengjøring

Når rengjøringsarbeidet er ferdig, må anlegget igjen fylles og kloreres slik at det opprettholdes et minimumsnivå på minst 5 mg/l fritt klor i fem timer med avslått vifte. Dette må kontrolleres hver time for å påse at konsentrasjonen er minst 5 mg/l i hele dette tidsrommet. Bruk av surfaktanter forsterker virkningen av klortilsetningen. Er anleggets volum større enn 5m^3, må vannet så avkloreres, tappes ut og anlegget skylles og på nytt fylles med friskt vann som tilsettes vannbehandlingskjemikalier, inkludert biocider.

Kontinuerlig opprettholdelse av en fri klorrest på minst 5 mg/l i minst fem timer anses for å være det beste virkemiddelet. Det kan det være nødvendig med kompromissløsninger i tilfeller der anlegget ikke kan tas ut av drift over tilstrekkelig lang tid til at en slik operasjon kan gjennomføres. Under slike omstendigheter kan det være akseptabelt å forkorte for- og etterkloreringstiden samtidig som konsentrasjonen av fritt klor økes, f.eks. til 50 mg/l i en time eller 25 mg/l i to timer. Dette bør bare gjøres dersom vedkommende som gjennomfører arbeidet har erfaring med denne framgangsmåten, ettersom det er større risiko for å skade anlegget med slike konsentrasjoner.

Før vannet føres til sluk, kan det være behov for avklorering for å oppfylle lokale miljøkrav og unngå skader på det offentlige ledningsnettet.

4.3 Kontroll og overvåking

4.3.1 Generell overvåking

Det skal føres rutinemessig kontroll av både etterfyllingsvann og kjølevann for å sikre vedvarende effekt av behandlingsprogrammet. Der det er nødvendig for å kunne opprettholde en god nok vannkvalitet, må det avtappes en del vann. Hyppigheten og omfanget av slikt tilsyn vil være avhengig av hvordan anlegget drives, men det anbefales tilsyn minst en gang i uka for å sikre korrekt dosering og avtapping.

Mange oppgaver knyttet til det rutinemessige tilsynet må utføres på stedet og forutsetter at personalet har erfaring og kompetanse. Enhver laboratorieundersøkelse, som f.eks. påvisning av legionellabakterier ved bakteriekultur, bør utføres av laboratorier som har erfaring med de aktuelle undersøkelsene.

Når det gjøres funn som viser endringer i vannkjemien, f.eks. relatert til pH-verdi og/eller ledningsevne, kan det være nødvendig å korrigere vannkvaliteten eller anleggets driftsvilkår. Det må også vurderes om vann bør tappes av og erstattes med friskt vann. Spesielt er dette viktig dersom vannet har så høyt kalkinnhold at det er risiko for avleiring av kalk m.v. på anleggets overflate. Slike kalkavleiringer vil nemlig ha en porøs struktur som vil kunne inneholde nok bakterier til å gi en umiddelbar reinfeksjon etter rengjøring og desinfisering. Videre bør konsentrasjonene av de kjemiske virkestoffene måles, som f.eks. avleirings- og korrosjons-hemmende midler og oksiderende biocider. Det er ikke praktisk gjennomførbart å måle konsentrasjonen av ikke-oksiderende biocider på stedet. Hvor stor mengde ikke-oksiderende biocider som behøves, må derfor beregnes ut fra anleggets volum og virkestoffenes halveringstid i anlegget. Andre sider ved behandlingsprogrammet (f.eks. den mikrobiologiske aktiviteten) må også overvåkes.

4.3.2 Mikrobiologisk overvåkning

Forholdene som oppstår i et kjøleanlegg i drift, gir et miljø som kan føre til oppblomstring av mikroorganismer. Vanntemperaturen, pH-verdien, næringstilførselen (tilgjengelig mengde organisk stoff), tilgangen på oppløst oksygen, karbondioksid, sollys og de store overflatene bidrar samlet til å fremme veksten av mikroorganismer som f.eks. amøber, alger, sopp og bakterier (inkludert legionellabakterier). Både fastsittende (biofilm) og frittflytende bakterier (planktonske bakterier) må holdes under kontroll ved å bruke et effektivt vannbehandlingsprogram.

Overvåkingsprogrammet må omfatte rutinemessig prøvetaking og undersøkelse mht. tilstedeværelse av aerobe bakterier ved å foreta kimtallsundersøkelser. Påvisning av legionellabakterier er både dyrt, tar lang tid og er teknisk komplisert. Man kan ikke ut fra påvisninger av legionellabakterier i kjøleanlegg, eller fravær av legionellabakterier i prøvene, gi noen pålitelig prognose for potensiell smittefare for mennesker, heller ikke kan man si noe om framtidig legionellaforekomst i anlegget (11).

Tabell 3: *Typiske kontroller som kan være nødvendige for å sikre god drift. Slike kontrolltiltak må fastsettes for hvert enkelt anlegg etter en forutgående risikovurdering.*

Parameter	Etterfyllingsvann	Kjølevann
	Hyppighet	
Ledningsevne, mS/m (Total mengde oppløste salter)	Månedlig	Månedlig
Stoffer med veksthemmende virkning, inhibitornivå, mg/l	-	Månedlig
Oksiderende biocider, mg/l	-	Månedlig
pH	Kvartalsvis	Månedlig
Kimtall	Ved etterfylling	Månedlig (ukentlig dersom dip-slide brukes)
Legionellabakterier	-	Ved utbrudd av legionellose

I en australsk undersøkelse som fulgte mange kjøletårn gjennom hele sommersesongen, var det ikke mulig å finne noen systematisk sammenheng mellom prøvene tatt av vannfasen i samme kjøletårn fra uke til uke (12). Dette stemmer bra overens med at antallet i vannfasen har direkte sammenheng med hvor mye av den fastsittende biofilmen som har løsnet i tiden like før prøvetakingen gjennomføres. En slik løsriving fører til umiddelbar økning i antallet legionellabakterier i vannfasen, men disse vil fanges opp igjen av biofilmen i løpet av forholdsvis kort tid.

Tabell 4: *Tiltaksnivåer ved mikrobiologisk prøvetaking (9) fra kjøletårn*

Kimtall, Antall/ml ved 36°C*	Nødvendige tiltak
10.000 eller mindre	Anlegg under kontroll
10.000 til 100.000	**Revisjon av kontrollprogrammet** Resultatet må bekreftes ved umiddelbar ny prøvetaking. Dersom det gjøres tilsvarende funn igjen, må kontrolltiltakene og risikovurderingen gjennomgås på nytt med tanke på virkningsfulle mottiltak.
100.000 eller mer	**Iverksettelse av mottiltak –** Det må umiddelbart tas nye prøver fra anlegget. Deretter bør anlegget for sikkerhets skyld "sjokkbehandles" med et hensiktsmessig biocid. Risikovurderingen og kontrolltiltakene må gjennomgås på nytt med tanke på virkningsfulle mottiltak.

* Kimtallprøver fra kjøletårn bør analyseres ved 30°C dersom dette er praktisk mulig (samme tiltaksgrenser).

Kimtallsundersøkelser er billige, raske og teknisk enkle å utføre. Basert på kimtallsundersøkelser kan man gjøre en god vurdering av de generelle vekstbetingelser for bakterier i anlegget (13-15). Det anbefales derfor at det tas månedlige prøver (ukentlige dersom dip-slide-metoden benyttes) for kimtallsundersøkelser, for dermed å kunne følge bakteriekonsentrasjonene og sette inn tiltak dersom det er nødvendig. Prøve må tas oftere dersom man etter en risikovurdering finner det nødvendig. Kimtallsbestemmelser gjøres vanligvis etter ISO 6222 (9).

4.3.3 Prøvetaking for Legionella

Rutinemessig prøvetaking for legionellabakterier anses normalt ikke som nødvendig, anbefales kun dersom det etter risikovurdering blir avdekket forhold som gjør dette påkrevet.

Ved utbrudd tas det prøver som en del av utbruddsoppklaringen. Prøvetakings- og analysemetoden skal være i samsvar med ISO 11731 (19), og biocider må nøytraliseres før prøvetaking om mulig. Prøver må tas så nær varmekilden som mulig. Det må tas prøver både fra vannfasen og fra fuktige overflater hvor det kan løsrives vanndråper til luften. Det må tas både vannprøver og penselprøver.

Legionellabakterier formerer seg i amøber som livnærer seg på biofilm som dannes i installasjoner hvor det står vann (ledninger, kar o.l.). Det er derfor viktig å undersøke slam i tillegg til vannprøver. Følgende retningslinjer for prøvetaking anbefales:

- Vannprøve tas fortrinnsvis fra toppen av kjøletårnet. Dersom tårnet ikke er i drift, tas vannprøve fra bassenget i bunnen. En tilsvarende prøveflaske fylles med slamholdig vann fra bunnen av bassenget etter at vannet/slammet ved bunnen er rørt om. Med vattpinne tas det prøve av belegget innvendig i kjøletårnet.

Prøvene bør undersøkes av laboratorier som har erfaring med isolasjon av legionellabakterier fra vann. Laboratoriet bør ha en nedre teoretisk grense for påvisning av legionellabakterier som ikke overstiger 100 legionellabakterier per liter.

4.3.4 Tiltak ved funn av Legionella

En negativ legionellaprøve betyr *ikke* at kjøleanlegget er risikofritt; det viktigste er at de forebyggende tiltakene er gode og blir praktisert. Negativ prøve må ikke føre til at disse blir nedvurdert.

Det er ikke mulig å finne noen direkte sammenheng mellom mengden legionellabakterier i prøver tatt av

vannet i et kjøletårn og hvilken smitterisiko kjøletårnet representerer (11;12). Det er derfor ikke satt opp noen grenseverdier for legionellabakterier gradert i forhold til tiltak. Det er angitt tiltak sett i forhold til kimtall ved 36°C for analyser i vannprøver tatt av sirkulasjonsvannet. Kimtallet gir et bilde av den generelle bakterieveksten i vannet og kjøletårnet.

Legionellabakterier finnes i nesten alle naturlige vannkilder i lave konsentrasjoner, og dette gjør at man ofte vil finne legionellabakterier der man tar prøver. Dersom man ikke påviser legionellabakterier, må ikke dette føre til mindre strenge kontrolltiltak eller mindre streng overvåking. Prøvetaking for legionellabakterier i kjøleanlegg må heller ikke erstatte årvåkenhet mht. kontrollstrategier og nødvendige tiltak i henhold til risikovurderingen.

Tolkning av legionellaprøver må foretas av erfarne mikrobiologer.

4.3.5 Personbeskyttelse

Vedlikehold, rengjøring, testkjøring og driftsprosedyrer må utføres på en sikker måte for personalet og andre som kan bli berørt.

Kjøletårn skal behandles som beskrevet i avsnittet om rengjøring og desinfeksjon (kapittel 4.2.2), og særlig viktig er det at kravene til desinfeksjon før rengjøring oppfylles. Dette vil bare ha en forbigående virkning mht. legionellabakterier, men det vil begrense risikoen for at det personalet utsettes for smitte under arbeid i kjøletårnet. Om mulig skal rengjøringsmetoder som medfører vannsprut, f.eks. høytrykksspyling, unngås. Er dette ikke mulig, må slike operasjoner gjennomføres når bygninger i nærområdet er tomme for mennesker, eller dersom det alltid oppholder seg mennesker i bygningene, med lukkede vinduer og midlertidig avstengte luftinntak.

Ettersom anlegg som krever rengjøring kan være smittefarlige, må arbeidsleder og andre nært involverte bruke åndedrettsvern. Arbeidstilsynet anbefaler at man bruker en halv- eller helmaske etter CE-klasse EN143, med filter i beskyttelsesklasse P3 (16), som er oppgitt å hindre passasje av virus og bakterier.

Type åndedrettsvern og filtertype skal være angitt i HMS-databladets pkt. 8.

5 Andre VVS-installasjoner

Generelt skal VVS-anlegg holdes rene. VVS-anlegg vil ofte kunne trenge desinfeksjon, og det skal føres jevnlig tilsyn. Det må gjennom-føres risikovurderinger og føres register over alt vedlikehold som foretas, samt dokumentere resultater av tilsynsarbeidet. Det må også utvises forsiktighet under installering og igangsetting for å påse at det ikke forekommer krysskoblinger mellom forskjellige vannsystemer, f.eks. brannledninger og kaldtvannsanlegg.

5.1 Boblebad

Et boblebad er en badeinstallasjon der varmt vann sirkuleres kontinuerlig, ofte i stor fart gjennom jetstrømmer med luftinnsprøyting for å gi kraftig bevegelse i vannet. Vannet byttes ikke ut etter hver bruker, i stedet filtreres det og behandles kjemisk. Vanntemperaturen er vanligvis høyere enn 35°C, og vannstrømmene forårsaker vannsprut og aerosoler over boblebadets overflate. Boblebad er en velkjent kilde til legionærsykdom (10). Boblebad kan innebære en risiko til og med når de ikke brukes av badende, f.eks. når de er i drift for utstillingsformål. Det er nødvendig å være oppmerksom med hensyn til utforming, vedlikehold og rengjøring av utstyr som for eksempel filtre. Det kreves kontinuerlig vannbehandling for å begrense risiko for legionellasmitte.

Bad som demonstreres hos forhandlere, må behandles på samme måte som dem som er i vanlig bruk.

Offentlig tilgjengelige boblebad skal følge bestemmelsene i bassengbadforskriften (17).

For private boblebad (boblebad som bare brukes av egen familie) anbefales: Minst halvparten av vannet i boblebadet bør byttes ut daglig. Boblebad må ha sandfiltre av samme type som svømmebasseng, og dette må tilbakespyles daglig. Gjennomstrømningstiden (tiden det tar for hele vannvolumet å strømme gjennom filteret og tilbake i bassenget) bør ikke være over seks minutter. Papir- eller polyesterfiltre bør ikke benyttes. Badet må behandles automatisk og kontinuerlig med et oksiderende biocid, og dette bør tilføres i forkant av filteret. Manuell dosering må bare forekomme i nødstilfeller. Benyttes klor, bør konsentrasjon av fritt klor være 3-5 mg/l i vannet. Desinfeksjonssystemet og pumpene må være i døgnkontinuerlig drift. Konsentrasjonen av tilgjengelig desinfeksjonsmiddel og pH-verdien bør måles før bruk og annenhver time mens badet er i bruk.

Det bør tas kimtallprøve av vannet i boblebad minst en gang per måned.

Kimtallprøve ved 36°C skal vise mindre enn 10 kim/ml.

Det skal ikke kunne påvises *Pseudomonas aeruginosa*.

5.2 Luftfuktere

Mange typer befuktere virker slik at de sprayer vann ut i luften for å øke luftfuktigheten. Dette betyr at det er stor grad av aerosoldannelse fra slikt utstyr, noe som gjør det særdeles viktig at vannet som tilføres har lavt bakterieinnhold. Dersom bakteriekonsentrasjonen må reduseres, kan ikke dette gjøres ved å bruke kjemikalier, men UV-behandling kan benyttes. Luftfuktere må rengjøres jevnlig. I sykehus anbefales det at man bruker dampbaserte luftfuktere.

Små, bærbare luftfuktere, med eget vannreservoar, har vært kilde til utbrudd av legionellose. Slike luftfuktere må brukes med varsomhet, og alltid tømmes for vann etter bruk.

5.3 Medisinsk utstyr

Legionellabakterier er funnet i utstyr til bruk innen anestesi, befuktere og forstøvere brukt i medisinsk utstyr. Sterilt vann bør alltid brukes i utstyr som kan gi aerosoler eller overføre legionellabakterier (eller andre bakterier) til luftveiene på annen måte (18) (dette gjelder for eksempel PEEP/CPAP-systemer og pleurasug). Tannlegeutstyr kan også inneholde legionellabakterier.

Pasientene som benytter slikt utstyr har ofte nedsatt immunforsvar og risikoen for eksponering kan være ekstremt høy. Det er derfor særlig viktig at slikt utstyr brukes forsvarlig.

Sterilt vann bør benyttes i medisinsk utstyr der legionellasmitte kan overføres.

Når nytt utstyr skal anskaffes, anbefales det at ulike fabrikater sammenliknes slik at man kan finne utstyr som enkelt kan rengjøres, og som ikke har tuber og rom som kan inneholde vann når utstyret ikke er i bruk. Det er særdeles viktig at medisinsk utstyr blir til-

fredsstillende vedlikeholdt og rengjort for å forebygge legionellasmitte fra dette.

5.4 Brannvernanlegg

Våte brannvernanlegg er alle anlegg for brannvern der vann benyttes, inkludert sprinkleranlegg, brannslanger, m.v. Rørene i våte brannvernanlegg er oftest knyttet til kaldtvannsanlegget, og er vanligvis bare beskyttet mot tilbakestrøm ved hjelp av en ventil som ikke hindrer tilbakestrøm av bakterier gjennom denne. Vannet i slike systemer er ofte 20-25°C, og gjennomspyles sjelden ved de regulære inspeksjonene.

Det er rapportert at våte brannvernanlegg har vært kilde til utbrudd av legionellose (19), men smitterisikoen fra slike anlegg er liten.

5.5 Befuktningsanlegg

Slike anlegg er blitt vanlige i dagligvarebutikker, og brukes for å spraye vann over frukten for at den skal se frisk ut. Rørene ligger oftest rett under taket i bygningen, og er ofte uisolerte. På grunn av den ofte høye romtemperaturen og den lave vanngjennomstrømningshastigheten vil vannets temperatur i disse rørene kunne komme over 20°C. Rørene bør derfor isoleres for å unngå temperaturstigning i rørene og derved mulig vekst av legionellabakterier. Dersom bakteriekonsentrasjonen må reduseres, kan ikke dette gjøres ved å bruke biocider aller andre kjemikalier som kan etterlate rester på næringsmidler som fuktigheten kondenserer på (dette fremgår av det generelle hygieneregelverket i næringsmiddelforvaltningen). Slike systemer må inspiseres jevnlig og rengjøres ved behov.

Innendørs fontener utgjør potensiell smittefare, og må vedlikeholdes og rengjøres jevnlig.

5.6 Kjøleanlegg i bil og hjem

Kjøleanlegg ("air condition") i bil og hjem gir vanligvis ikke aerosoldannelse, og gir derfor ikke mulighet for smitte av legionellabakterier.

5.7 Innendørs fontener

Innendørs fontener har vært rapportert som smittekilde ved utbrudd av legionellose. Ved et hotell i USA ble 34 rammet av Pontiac-feber etter å ha opphold seg i nærheten av en fontene (20). Legionella anisa ble påvist i vannet i fontenen. Fontenen var aldri behandlet med desinfeksjonsmiddel. Temperaturen i Norge er sjelden så høy at konsentrasjonen av legionellabakterier i utendørs fontener representerer noen reell smittefare.

5.8 Bilvaskemaskiner

Bilvaskemaskiner kan avgi aerosoler og må vurderes som mulige smittekilder for legionellose.

Vaskevannet resirkuleres og vekstmulighetene for biofilm vil derfor kunne bli gode.

6 Ansvarsforhold og regelverk

6.1 Nye bygninger

Lovgrunnlag
Plan- og bygningsloven (21). Arbeidsmiljøloven (22). Forskrift om krav til byggverk (heretter kalt teknisk forskrift) (23). Kommunehelsetjenesteloven (24). Forskrift om miljørettet helsevern (25).

Byggherres ansvar
VVS-anlegg skal etter plan- og bygningslovens konstrueres slik at de kan drives forsvarlig. Teknisk forskrift er gitt til gjennomføring og utfylling av bestemmelsene i plan- og bygningsloven. Alle VVS-anlegg må planlegges og konstrueres på en slik måte at man best mulig forhindrer risiko for legionellasmitte. I planlegging av VVS-anlegg må det inkluderes en risikovurdering mht. potensiell legionellasmitte. Risikovurderingen må utformes, dokumenteres og oppdateres i samsvar med internkontrollforskriften (26).

Det er i teknisk forskrift stilt krav til at byggverk prosjekteres på slik måte at drift, vedlikehold og rengjøring kan utføres på betryggende måte. Dette må kunne forstås slik at det for kjøletårn må kunne stilles krav til at de konstrueres slik at effektiv rengjøring blir mulig. Dette er i eksisterende kjøletårn ofte ikke lagt til rette for dette i tilstrekkelig stor grad.

Virksomheter som har kjøletårn eller liknende innretninger skal etter forskrift om miljørettet helsevern §14 melde fra til kommunen før oppstart. Meldingen bør blant annet inneholde en kortfattet oversikt over aktuelle miljøfaktorer og årsakene til deres opptreden, en vurdering av helseeffekter (herunder risiko for helseeffekter) og en vurdering av mulige forebyggende og avbøtende tiltak.

Myndighetsansvar
Kommunen godkjenner byggesøknader, dette omfatter også planer for oppføringer av kjøletårn og andre VVS-anlegg.

Kommunen skal behandle melding fra virksomheter som har kjøletårn og liknende innretninger, jfr. forskrift om miljørettet helsevern §14. Helsetjenesten i kommunen skal medvirke til at helsemessige hensyn blir ivaretatt av andre offentlige organer (f. eks. plan- og bygningsmyndighetene) gjennom rådgivning og samarbeid.

Begrensninger
Plan- og bygningsloven gjelder kun nye byggverk og ved konstruksjonsendringer. Gjelder ikke for eksisterende byggverk. Arbeidsmiljøloven omfatter bare vernetiltak for arbeidstakere i virksomheter.

6.2 Eksisterende bygninger

Lovgrunnlag
Kommunehelsetjensteloven (24). Smittevernloven (27). Arbeidsmiljøloven (22). Forskrift om miljørettet helsevern (25).

Ansvar for forsvarlig drift og internkontroll
Eier av byggverket er ansvarlig for at byggverket er konstruert i samsvar med plan- og bygningsloven. Den som driver virksomhet i byggverket er ansvarlig for at drift og internkontroll gjøres forsvarlig (etter forskrift om miljørettet helsevern).

Virksomheter skal planlegges, bygges, tilrettelegges, drives og avvikles på en helsemessig tilfredsstillende måte slik at de ikke medfører fare for helseskade eller helsemessig ulempe, jfr. forskrift om miljørettet helsevern §7. Den ansvarlige for virksomheten skal sørge for at det innføres og utøves internkontroll for å påse at kravene til helsemessig tilfredsstillende drift etterleves, jfr. forskrift om miljørettet helsevern §12.

Det må regelmessig gjøres en fullstendig gjennomgang av systemet for internkontroll. Denne gjennomgangen må skje minst hvert år, og når avvik gjør det nødvendig.

Drift og vedlikehold av byggverk må planlegges, organiseres, utføres og vedlikeholdes forsvarlig. All virksomhet skal utføres og dokumenteres i samsvar med regelverket. Risikovurderingen må evalueres og oppdateres regelmessig.

Alle sider ved internkontrollen (driftshåndbøker, manualer, dokumentasjon for gjennomførte rutiner og vedlikehold) må være dokumentert, og all dokumentasjon skal være på skandinavisk språk (norsk, svensk eller dansk). Dokumentasjonen må oppdateres kontinuerlig.

Myndighetsansvar og pålegg
Kommunen fører etter kommunehelsetjenesteloven § 4a-2, jfr. § 4a-1 tilsyn med faktorer i miljøet som direkte eller indirekte kan ha påvirkning på helsen. Virksomheter som har VVS-anlegg omfattes av regelverket om miljørettet helsevern. Kommunen har i medhold av kommunehelsetjenesteloven kapittel 4a myndig-

het til å gi en rekke pålegg som konsekvensutredning (§ 4a-5), opplysningsplikt (§ 4a-6) og granskning (§ 4a-7). Mest aktuelt vil som regel være å gi pålegg om retting (§ 4a-8) dersom det foreligger et forhold som kan ha negativ innvirkning på helsen. Der det er "overhengende fare for helseskade" vil kommunestyret, evt. kommunelegen om det er nødvendig på grunn av tidsnød, kunne gi pålegg om stans av virksomhet.

Smittevernloven gir **kommunen** brede fullmakter for tiltak for å forhindre spredning av smittsom sykdom (§ 4-1, § 4-2, § 7-1 og § 7-2). Kommunen har etter § 4-1, første ledd litra e, myndighet til å vedta pålegg til private eller offentlige om rengjøring og desinfeksjon. **Smittevernansvarlig kommunelege** er ansvarlig for utøvelsen av kommunens ansvar (§ 7-2).

Arbeidstilsynet er ansvarlig for å føre tilsyn med at bedriftene følger arbeidsmiljølovens bestemmelser (§ 74). Dette gjelder også de forhold der **arbeidstakere** blir utsatt for risiko for biologiske faktorer (§ 11), dette omfatter også risiko for legionellasmitte.

Sjøfartsdirektoratet har etter sjødyktighetsloven (§ 10) ansvaret for å tilse at forholdene om bord på **skip** er forsvarlige (§ 42). Dette gjelder også forhold som kan påføre personer på skip **fare** for legionellasmitte.

I **helsevesenet** har **Helsetilsynet i fylket** som viktig oppgave å fokusere på hvorvidt virksomhetene har internkontroll. Tilsynsfunksjonen omfatter også helseforetakene.

6.3 Oversikt over relevant regelverk

Det er her angitt en oversikt over noen av de viktigste lover og forskrifter som kommer/kan komme til anvendelse i forbindelse med planlegging, bygging, drift, vedlikehold, kontroll og tilsyn med VVS-anlegg, og den risiko som dette utgjør mht. legionellose. Dette er ikke en komplett oversikt, også andre deler av regelverket kan komme til anvendelse.

Lover og forskrifter

- Arbeidsmiljøloven (22)
  - Forskrift om vern av arbeidstakerne mot farer ved arbeid med biologiske faktorer (av 19. desember 1997 nr. 1322).
  - Forskrift om bruk av personlig verneutstyr på arbeidsplassen (av 24. mai 1993 nr. 1425).
  - Internkontrollforskriften (Forskrift om systematisk helse-, miljø- og sikkerhetsarbeid i virksomheter av 6. desember 1996 nr. 1127).
- Forurensingsloven (Lov om vern mot forurensninger og om avfall av 16. mars 1981 nr. 6).
- Kommunehelsetjenesteloven (Lov om helsetjenesten i kommunene, av 19. november 1987 nr. 66).
  - Bassengbadsforskriften (Forskrift for badeanlegg, bassengbad og badstu, m.v av 13. juni 1996 nr. 592).
  - Drikkevannsforskriften (Forskrift om vannforsyning og drikkevann, av 4. desember 2001 nr. 1372)
  - Forskrift av 25. april 2003 nr. 486 om miljørettet helsevern. (i kraft fra 1. juli 2003)
- Plan- og bygningsloven (av 14. juni 1985 nr 77).
  - Forskrift om krav til byggverk (Forskrift om krav til byggverk og produkter til byggverk, av 22. januar 1997 nr. 33).
- Sjødygtighetsloven (Lov om Statskontrol med Skibes Sjødygtighed m.v. av 9. juni 1903 nr. 7).
- Smittevernloven (Lov om vern mot smittsomme sykdommer, av 5. august 1994 nr. 5).

6.4 VVS-anlegg i sykehus

For sykehus følges de samme retningslinjer som for anlegg i andre typer bygninger. Det er spesielt viktig at VVS-anlegg her blir drevet og vedlikeholdt forsvarlig. Det vil til enhver tid være pasienter med nedsatt immunforsvar på sykehus, og det vil derfor her være mange som potensielt kan utvikle legionellose ved eventuell smitte.

Det har blitt hevdet at kritisk syke bør få sterilt drikkevann. Dette er vanligvis ikke nødvendig, og vil normalt ikke påvirke det smittepress den enkelte pasient utsettes for.

6.5 VVS-anlegg på skip

Også om bord på skip er forekomst og smittespredning av legionellabakterier en aktuell problemstilling. Det er nødvendig at VVS-anlegg på norske skip drives og vedlikeholdes på en slik måte at legionellose forebygges. Denne veilederen er derfor også aktuell for det forebyggende arbeidet om bord på skip.

Det er nødvendig at norske skip har gode rutiner for internkontroll, og at risikovurderingen og internkontrollsystemet også er utarbeidet for å forebygge og kontrollere legionellabakterien i VVS-anleggene. Sjøfartsdirektoratet har tilsynsansvaret om bord på skip, og har ansvaret for å tilse at legionellose forebygges og kontrolleres, etter gjeldende regelverk.

Som et ledd i risikovurderingen er det nødvendig at vannfordelingsnettet og alle vannholdige installasjoner kartlegges og at potensiell risiko identifiseres. Dersom analysen viser at det er nødvendig, må forebyggende tiltak settes i verk. Bakterien krever tilgang på vann for tilførsel av næringsstoffer, og kan smitte mennesker der aerosoler dannes, slik som for eksempel i dusjer, boblebad og luftfuktere. Spesiell oppmerksomhet må vies slike installasjoner, men også andre installasjoner vil kunne være aktuelle.

6.6 VVS-anlegg i offshore-installasjoner

Legionellose er også en problemstilling som må tas i betraktning på offshoreinstallasjoner. Risikovurderingen og internkontrollsystemet må utarbeides for å forebygge og kontrollere legionellabakterien i VVS-anlegg. Forholdene på offshoreinstallasjoner er analoge til dem på skip, og tilsvarende risikovurderinger og internkontrollsystemer må være i funksjon for å forebygge og kontrollere legionellose.

7 Huskelister for ansvarshavende

Alle VVS-anlegg må kontrolleres iht. internkontrollforskriften. Risikovurderinger skal foreligge og jevnlig oppdateres (årlig og ved avvik). Huskelistene nedenfor er minimumskrav, strengere krav skal innføres når man på grunnlag av risikovurderingen finner det nødvendig.

7.1 Kjøletårn

Årlig og ved avvik: gjennomgang og oppdatering av risikovurderingen.

Anleggstype	Oppgave	Mål	Hyppighet
Kjøletårn	Nedtapping og rengjøring	Begroing holdes under kontroll	Helårsdrift: Minst hver 6. måned Delårsdrift: ved driftsstart
	Desinfeksjon	Begroing holdes under kontroll	På grunnlag av risikovurdering
	Tilsyn med kjøle- og etterfyllingsvann (måle ledningsevne, pH og konsentrasjon av oksiderende biocider)		Månedlig
	Måle inhibitornivå		Månedlig
	Ta kimtallprøve (9)	Begroing holdes under kontroll	Månedlig (ukentlig med dip-slide) +1 uke etter rengjøring
	Ta legionellaprøve (28)	Finne smittekilde ved utbrudd	Ved utbrudd av legionellose

7.2 Vannfordelingsnett (unntatt enkelthusholdninger)

Årlig og ved avvik: gjennomgang og oppdatering av risikovurderingen.

Anleggstype	Oppgave	Mål	Hyppighet
Interne vann-fordelingsnett	Sjokkoppvarming	Begroing holdes under kontroll	Halvårlig
	Desinfeksjon med klor (evt. som erstatning/tillegg til sjokkoppvarming)	Begroing holdes under kontroll	Bestemmes ved risikovurdering
	Måle vanntemperaturen i varmtvannsbereder	65°C	Månedlig
	Måle vanntemperaturen på et utvalg av faste tappepunkt	55°C e. 1 min.	Månedlig
	Ta kimtallprøve	Begroing holdes under kontroll	Månedlig
Dusjhoder	Demontere, rengjøre og fjerne belegg (inkludert dusjslange). Evt. klorering	Rene dusjhoder	Kvartalsvis
Tappesteder sjelden i bruk	Gjennomskylling	Begroing holdes under kontroll	Ukentlig

7.3 Desinfeksjonskontroll

Desinfeksjonstype	Oppgave	Mål	Hyppighet
Sølvionetilsetning	Måling av sølvionekonsentrasjonen	Begroing holdes under kontroll	Kvartalsvis

7.4 Andre VVS-anlegg

Årlig og ved avvik: gjennomgang og oppdatering av risikovurderingen.

Anleggstype	Oppgave	Mål	Hyppighet
Kaldtvannsannlegg	Kimtallprøve	Begroing holdes under kontroll	Månedlig
Boblebad	Kimtallprøve av vannet	< 10 kim/ml	Månedlig
	Følg bassengbadforskriften	Begroing holdes under kontroll	
Medisinsk utstyr (inkl. respiratorer)	Regelmessig rengjøring og desinfeksjon	Begroing holdes under kontroll	Bestemmes ved risikovurdering
	Bruk bare sterilt vann		
Tannlegeutstyr	Regelmessig rengjøring	Begroing holdes under kontroll	Bestemmes ved risikovurdering
	Bruk bare sterilt vann		
Bilvaskemaskiner	Regelmessig rengjøring og evt. desinfeksjon	Begroing holdes under kontroll	Bestemmes ved risikovurdering
Innendørs fontener	Regelmessig rengjøring og evt. desinfeksjon	Begroing holdes under kontroll	Bestemmes ved risikovurdering

8 Ordforklaringer

Aerob -avhengig av oksygen.

Aerosol –ørsmå vanndråper som kan holde seg svevende i luften over lengre tid. Dråpene er store nok til at de kan inneholde bakterier. Når aerosolene pustes inn kan de (og bakteriene) komme dypt ned i lungene.

Amøbe –encellet organisme. Finnes i fuktig jord og vann.

Biofilm –belegg av organisk materiale. Kan oppstå raskt på fuktige flater. Merkes som et slimete belegg, og kan inneholde både bakterier, sopp, amøber og alger.

Dip-slide –utstyr for kimtallprøver. Enklere underøkelse (og mindre pålitelig) enn vanlige undersøkelser for kimtallprøve.

Ekspektorat –oppspytt fra lungene (for eksempel når man har hoste, kalles den væsken man spytter opp "ekspektorat").

Fordampingskondensator –kalles også lukkede kjøletårn.

Gram-egenskap –ved bruk av Gram-farging kan man skille bakteriene i hhv. Gram-postitive og Gram-negative . Metoden er vanlig i arbeidet for å identifisere bakterier.

Heterotrof –avhengig av organisk materiale.

Inkubasjonstid –tiden fra smitte skjer til sykdom bryter ut.

pH –vannets surhetsgrad. (Skala fra 1-14, der 7 er nøytral pH, over 7 basisk, og under 7 sur)

Stuarts medium –transportmedium for bakterier. Brukes for å holde bakteriene levende fra prøvetakning til undersøkelse i laboratoriet.

Trakealaspirat –væske samlet opp fra luftrøret (trachea=luftrøret).

Tymindimer –når arvestoffet (DNA) utsettes for UV-stråling, får man laget misdannet DNA, der et av de misdannede stoffene er tymindimer. Bakteriene får dermed ødelagt arvestoffet sitt, og kan ikke formere seg.

9 Referanser

(1) Fraser D, Tsai T, Orenstein W, Parkin W, Beecham J, Sharrar R et al. Legionnaires' disease: description of an epidemic of pneumonia. N Engl J Med1977; 297:1189-1197.

(2) McDade J, Shepard C, Fraser D, Tsai T, Redus M, Dowdle W. Legionnaires' disease: Isolation of a bacterium and demonstration of its role in respiratory disease. N Engl J Med 1977; 297:1197-1203.

(3) Glick T, Gregg M, Berman B, Mallison G, Rhodes Jr W, Kassanoff I. Pontiac fever. An epidemic of unknown etiology in a health department: I. Clinical and epidemiologic aspects. Am J Epidemiol 1978; 107(2):149-160.

(4) Eng J, Lassen J, Jantzen E, Rødahl E, Bornstein N. Legionellabakterier i kjøletårn i Oslo. Tidsskrift for Den norske lægeforening 1988; 108(33):3100-3102.

(5) Håland R. Forekomst av-Legionella-bakterier i kjøletårn og systemer for varmt tappevann. En pilot-studie. Oslo: Statens institutt for folkehelse, 1993.

(6) Marrie T, Haldane D, Bezanson G, Peppard R. Each water outlet is a unique ecological niche for Legionella pneumophila. Epidemiol Infect 1992; 108:261-270.

(7) Kramer M, Ford T. Ecological factors of an environmentally "new" disease. Zbl Hyg 1994; 195:470-482.

(8) Brundrett G. Legionella and building services. Oxford: Butterworth Heinemann Ltd., 1992.

(9) ISO 6222:1999 Water Quality - Enumeration of culturable microorganisms - colony count by inoculation in a nutrient agar culture medium. Geneve: International Oganization for Standardization, 1999.

(10) Fields B, Benson R, Besser R. Legionella and Legionnaires's Disease: 25 Years of Investigation. Clin Microbiol Rev 2002; 15(3):506-526.

(11) Centers for Disease Control and Prevention. Guidelines for prevention of nosocomial pneumonia. Morb Mortal Wkly Rep 1997; 46(RR-1):1-79.

(12) Bentham R. Routine Sampling and the Control of Legionella spp. in Cooling Tower Water Systems. Curr Microbiol 2000; 41:271-275.

(13) Garnett H, Gilmore K. Legionella: an unwelcome pollutant. Environ Technol 1990; 11:393-400.

(14) European Working Group for Legionella Infections. European Guidelines for Control and Prevention of Travel Associated Legionnaires' Disease. 2002.

(15) Eurovent-Cecomaf. Recommended code of practice to keep your cooling system efficient and safe. Eurovent 2000; 9(5).

(16) Direktoratet for arbeidstilsynet. Åndedrettsvern. Orientering nr. 539. Oslo: Direktoratet for arbeidstilsynet, 2002.

(17) Helsedepartementet. Forskrift for badeanlegg, bassengbad og badstu m.v (Bassengbadsforskriften) av 13. juni 1996 nr. 592.

(18) The Hospital Infection Control Practices Advisory Committee. Guideline for prevention of nosocomial pneumonia. Am J Infect Control 1994; 22:247-292.

(19) NHS Estates UHD. The control of legionellae in healthcare premises - a code of practice. HMSO, London, UK, 1993.

(20) Fensterheib M, Miller M, Diggins C, Liska S, Werner S, Linquist D. Outbreak of Pontiac fever due to Legionella anisa. Lancet 1990; 336:35-37.

(21) Miljøverndepartementet. Plan- og bygningslov (Plan- og bygningsloven-plbl) av 14.06.1985 nr. 77.

(22) Arbeids- og administrasjonsdepartementet. Lov om arbeidervern og arbeidsmiljø m.v. (Arbeidsmiljøloven-aml) av 04.02.1977 nr. 4.

(23) Kommunal- og regionaldepartementet, Miljøverndepartementet. Forskrift om krav til byggverk og produkter til byggverk (Forskrift om krav til byggverk) av 22. januar 1997 nr. 33.

(24) Helsedepartementet. Lov om helsetjenesten i kommunene (Kommunehelsetjenestelovem-khl) av 19.11.1982 nr. 66.

(25) Helsedepartementet. Forskrift av 25. april 2003 nr. 486 om miljørettet helsevern.

(26) Arbeids- og administrasjonsdepartementet. Forskrift om systematisk helse-, miljø- og sikkerhetsarbeid i virksomheter (Internkontroll-forskriften) av 6. desember 1996 nr. 1127. Norges lover .

(27) Helsedepartementet. Lov om vern mot smittsomme sykdommer (Smittevernloven) av 05.08.1994 nr. 55.

(28) ISO 11731:1998 Water Quality - detection and enumeration of Legionella. Part 1. Geneve: International Organization for Standardization, 1998.