

SUNDT VAND

Legionellaforebyggelse i anlæg for varmt brugsvand



SUNDT VAND

Denne håndbog beskriver i alfabetisk orden de emner, som har betydning for en fornuftig og holdbar legionellaforebyggelse i større installationer for varmt brugsvand.

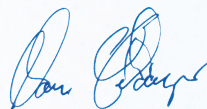
Tak for værdifuld hjælp under redigeringen til:

Teknisk chef John Christensen,
Andelsboligforeningen VIBO
og Seniorforsker Søren Uldum,
Statens Serum Institut.

Håndbogen er udarbejdet af
Guldager A/S, der alene er ansvarlig
for indholdet.

Opdateret udg. 2, marts 2010.

Med venlig hilsen



Guldager A/S
Hans Guldager

P.S. Opslagsbogen foreligger også i
elektronisk udgave på vores hjemmeside
www.guldager.com

Det varme vand skal være rent.

Vi vasker os hver dag. Håndvask, karbad, brusebad. Det er behageligt og sundt.

Vi gør også rent i vores hjem og tager som en selvfølge, at det vand vi bruger til at vaske med netop er rent. Selvom det vand vi modtager fra vandforsyningen er meget rent, indeholder det dog altid en lille smule urenheder. Også nogle få bakterier og organiske stoffer, som bakterier kan leve af.

Især i varmtvandsinstallationer, beholdere, opvarmere og rør kan disse bakterier opformeres. Varme sætter gang i processer. Også mikrobiel vækst, korrosion og kalkaflejring. Derfor giver varmtvandsbeholdere, opvarmere og rør gode vækstbetingelser for bakterier. I varmtvandsbeholdere og rør aflejres med tiden urenheder og bioslim (biofilm), som bakterierne gemmer sig i og lever af. Bl.a. den farlige legionellabakterie, der kan give en dødelig eller invaliderende lungebetændelse. Eller den mildere Pontiac feber, der er en influenzalignende sygdom, som mange sandsynligvis har haft uden at vide det.

Legionellaforebyggelse er hverken kompliceret eller dyrt. Myndighedernes anbefalinger lægger ikke op til urimelige foranstaltninger. Kun viden og sund fornuft. Ligesom man jævnligt gør rent i sit hjem, skal man derfor sørge for, at varmtvandssystemet lever op til en rimelig hygiejnisk standard.

Guldager kan hjælpe.

Guldager har i 2004 ledet et EU-projekt, der kortlagde de europæiske landes metoder til legionellaforebyggelse i varmtvandssystemer. I EU-projektet deltog bl.a. Statens Serum Institut, Dansk Teknologisk Institut og andre europæiske videnskabsinstitutter og virksomheder.

60 års service og overvågning af 40.000 vandinstallationer har givet os en bred erfaring om indretning, drift og vedligehold, herunder problemer med bakterier, rust og kalk. Vi ved hvordan man opretholder en god hygiejnisk standard i varmtvandsanlæg.

Guldagers Sundt Vand koncept bygger på viden og sund fornuft.

- Viden om alle de parametre i varmtvandssystemet, som har betydning for at vandet, vi vasker os i, er rent og sundt. Og viden om hvordan parametrene påvirker hinanden.
- Opretholdelse af en god hygiejnisk standard og forebyggelse af *Legionella* fordrer en helhedsvurdering. Også for at undgå bivirkninger, der kan gøre alle bestræbelser forgæves.
- Sund fornuft, fordi ingen forlanger, at man bruger urimeligt mange penge på en rimelig forebyggelse. Sundt Vand konceptet er bl.a. baseret på, at vi kommer på vandinstallationen i forvejen, indenfor

vores normale service. Derfor kan Sundt Vand tilføjes Guldagers Service uden store ekstraudgifter.

At behandle et varmtvandssystem, der allerede er inficeret med et højt antal legionellakim, er ikke alene dyrt, men også meget vanskeligt og må typisk foretages flere gange efter hinanden. Også derfor er en rimelig forebyggelse sund fornuft.

Sundt Vand konceptet

indeholder en række serviceydelser afhængigt af behovet på den enkelte installation:

- En indledende risikovurdering bl.a. i forhold til de offentlige anbefalinger, gennemgang af alle kritiske steder i installationen og en analyse af risikoen for eventuelle bivirkninger ved høje vandtemperaturer
- Løbende kontrol af vandinstallationens sundhedstilstand
- Desinfektion af beholderen i forbindelse med beholderrensning
- Rørskyl for bioslim i forbindelse med beholderrensning
- Udtagning af vandprøver bl.a. til analyse for *Legionella*

Rapport med konkrete anbefalinger bliver sendt til den ansvarlige for installationen.

Ejeren af en ejendom har ansvaret for, at de der bruger vandinstallationen ikke bliver syge. Varmemesteren varetager denne opgave. Denne opslagsbog er ment som en hjælp hertil.



Legionellabakterier findes ofte i såkaldte aerosoler, en slags "vandstøv", der opstår ved taping af vand. Aerosoler er ofte kun synlige med det blotte øje, ved brug af særlig lyskilde, som anvendt til optagelse af dette foto. I en typisk brugsvandsinstallation opstår aerosoler oftest ved brusebadning, men også som vist her ved perlatorer på en vandhane. Aerosoler er de små lyse prikker omkring selve vandstrålen. (Se i øvrigt på næste side).

Aerosoler

Aerosoler er meget små vanddråber, som en slags "vandstøv", der opstår ved taping af vand. Vand findeles i mindre dråber dels på grund af vandets overfladespænding, dels når større dråber rammer en overflade. Aerosoldannelse er udpræget ved brusebadning, se **Bruser**, men finder også sted ved køletårne, spabade, vandforstøvere (f.eks. supermarkeder) og springvand. Den mest kendte smitte med legionellabakterier sker ved inhalation af aerosoler, som indeholder bakterierne.

Ansvar

I 2009 kom specielt 2 dødsfald forårsaget af legionærsyge i mediernes og dermed også i lovgivernes søgelys. Erhvervs- og Økonomiministeriet præciserede i den forbindelse, at bygge-loven entydigt pålægger ejeren ansvaret for at holde vandinstallationen i forsvarlig stand. I den ene af sagerne vedkendte det pågældende boligselskab sig ansvaret og udbetalte erstatning til den afdødes datter.

Aspiration

Selvom man går ud fra at indånding af aerosoler, bl.a. i forbindelse med brusebad er den mest udbredte smitteform for legionellainfektion, kan fejl-synkning (aspiration) af legionellaholdigt vand højst sandsynligt også medføre, at bakterierne inficerer lungerne. Mest udsatte herfor er sengeliggende og mennesker, hvor den normale følsomhed og reaktion overfor fejlsynkning er nedsat.

Bakterier i varmt brugsvand

Installationer for varmt brugsvand indeholder mange slags bakterier. Afhængigt af temperaturen det givne sted i installationen vil henholdsvis frigofile (trives ved kolde temperaturer), mesofile (trives ved mellem temperaturer), eller termofile (trives ved høje temperaturer) bakterier forefindes. De fleste anses for uskadelige, men *Legionella*, som er mesofil, trives allerbedst ved en temperatur svarende til den menneskelige legemstemperatur og kan være meget sundhedsskadelig, se **Temperaturens betydning** og **Legionærsyge**. Visse **Termofile bakterier** kan være til stor gene, fordi de på meget kort tid kan indkapsle og isolere varmelegemet. Disse bakterier er også mistænkt for at kunne give hudgener ved badning.

Beholder

Se **Varmtvandsbeholder**.

Beholderdesinfektion

I varmtvandssystemet aflejres urenheder og bakterier med tiden. Aflejringen er størst, der hvor vandets gennemstrømning er langsom. Samme steder vil laget af **Bioslim (biofilm)**, som består af bakterier og andre mikroorganismer, organiske og uorganiske materialer, være tykkest. I varmtvandsbeholderen er vandgennemstrømningen meget langsom. Især her vil aflejring og vækst af bioslim finde sted. Ved **Beholderrensning** foretages en mekanisk rensning af beholderens flader. Men det er ikke muligt helt at fjerne bioslimen, hvori en del bakterier kan blive tilbage. En desinfektion med Klordioxid vil give et bedre resultat, fordi netop **Klordioxid** i modsætning til f.eks. almindelig klor trænger ind i bioslimen og eliminerer bakterierne her. Når dette foretages i forbindelse med beholderrensningen, vil omkostningen være lav, da beholderen i forvejen er tømt, ligesom der ikke forbruges varmt vand. Klordioxiden skylles ud, inden vand atter fyldes på beholderen.

Beholderrensning

I varmtvandsbeholderen (se **Varmtvandsbeholder**) aflejres urenheder som **Bundslam** med tiden, ligesom der på de indvendige sider og på varmelegemet dannes et lag af **Kalk** og **Bioslim (biofilm)**. Det kan derfor være hensigtsmæssigt, at varmtvandsbeholderen indvendigt renses jævnligt. Er varmtvandsinstallationen beskyttet mod korrosion ved hjælp af et elektrolyse- eller Katolyse®-anlæg med tilknyttet serviceaftale, er rensningen omfattet af aftalen. Men behovet vil også være til stede for beholdere uden korrosionsbeskyttelse. Ifølge internationale anbefalinger (**EWGLI**) bør varmtvandsbeholdere renses en gang årligt. Guldager anbefaler, at man foretager en **Beholderdesinfektion** med **Klordioxid**, når beholderen alligevel er åben og bliver mekanisk renses. 7

Bioslim (biofilm)

Alle vandrør indeholder biofilm, der sidder indvendigt på vandrørens sider og i beholderen som et rødligt eller gråblåt slimlag. Farven afhænger af omstændighederne. En del af bioslimen rives med af vandstrømmen under vandforbrug og kan i sjældne tilfælde ses som gullig slim i håndvaske, brusere eller perlatorer. Samme gule slim kan ses, hvis man fører en vatpind rundt indvendigt i en bruserslange. Vi har valgt at kalde det "bioslim" i stedet for at bruge det officielle og mere tilforladelige udtryk "biofilm". 90 % af alle bakterier i et vandsystem findes i bioslimen, hvor også *Legionella* trives.

Slimlaget er tykkest, hvor vandstrømmen er langsom.

I mindre vandinstallationer, hvor vandet ikke recirkulerer, kan man skylle det meste af bioslimen ud ved at skrue perlatorerne af og åbne fuldt for varmtvandshanen i et par minutter, mens man forlader bruserummet.

Bioslim (biofilm)

Større varmtvandsinstallationer er forsynet med **Cirkulation**, så alle kan have varmt vand indenfor rimelig tid. I cirkulationsledningen varierer vandets strømningshastighed mindre end i fremløbsrørene og da lagtykkelsen af bioslim tilpasser sig det givne vandflow, vil der ofte i cirkulationsledningen være et tykt lag, der kun kan fjernes ved **Rørskyl**.

Blandingsarmatur

Blandingsarmatur o.l., hvor varmt og koldt vand blandes til temperaturer under 50°C, bør anbringes umiddelbart før tapstedet, således at rørledninger indeholdende legionellafremmende temperaturer undgås.

Blinde rørledninger

Der må ikke forekomme rør med stillestående vand. Rørledninger og vandhaner, der ikke bruges, skal fjernes. Såfremt visse rørledninger/vandhaner kun sjældent benyttes, bør der indføres en rutine eller indsættes en tidsstyret åbningsventil, så der dagligt åbnes for vandet for en kortere periode.

Blødgøring

Blødgøring er benævnelsen for den proces, der fjerner de substanser i vandet, der kan give kalkudfældninger. Teknikken der benyttes er ionbytning, hvor vandet ledes gennem et ionbytterresin, der udskifter magnesium- og kalcium- til natriumioner. For fremstilling af blødgjort vand forbruges vand og salt, der anvendes til at genoplade ionbytterresinen, når den er fyldt op med kalcium- og magnesiumioner og derfor ikke kan blødgøre mere vand. Fordelene ved at blødgøre brugsvand består i en god energiudnyttelse i opvarmningsprocessen og en bedre kontrol over drift og vedligehold af installationerne, idet driftforstyrrelser forårsaget af tilkalkede pumper, ventiler, varmevekslere, -legemer el.lign. elimineres.

Brusearrangementer, fælles

Skoler, kaserer, sports- og svømmehaller og visse virksomheder anvender ofte fælles bruseanlæg. Hvis temperaturen styres centralt via et blandingsarmatur udenfor selve bruserummet, vil vandet i rørene fra blandingsarmaturet ud til den enkelte bruser have en temperatur, som er gunstig for legionellavækst. Ved længere pauser mellem brusebadene kan antallet af kim komme ud over de kritiske grænser.

Da fælles brusearrangementer benyttes af mange mennesker, er sandsynligheden for, at der er en person med modtagelighed for legionellainfektion relativt større end ved andre vandinstallationer, se også **Blandingsarmatur, Forblandet vand, Bruser og Ferie**.

Bruser

Ved brusebad dannes mange **Aerosoler**, som kan indeholde legionellakim, der ved indånding kan inficere lungerne. Brusehoveder der nærmest virker som vandforstøvere bør undgås. Det er vigtigt, at dyserne i bruseren holdes fri for **kalk**, da delvist tilstoppede brusehuller også danner aerosoler. Helt at undgå indånding af aerosoler ved brusebad kan man ikke. Forebyggelse mod legionellavækst i hele vandinstallationen er derfor afgørende.

Bruseslange

Bruseslanger er et yndet opholds- og ynglested for *Legionella*. Slangens materiale afgiver stoffer, som bakterier kan ernære sig af og derved hurtigt danne et lag af **Bioslim (biofilm)**. Det kan man få et billede af ved at stikke en vatpind op i bruseslangen efter nogen tids anvendelse. Dele af slimlaget, hvor *Legionella* trives, løsnes og føres med ud under brusebadet, hvorved legionellakim via **Aerosoler** kan indåndes i lungerne. Bruseslanger bør derfor jævnligt udskiftes eller koges. Hvis bruseren ikke har været benyttet i mere end en uge f.eks. ved ferier eller ved længere tids fravær fra sommerhuset, kan det være en god ide at åbne godt op for vandet i nogle minutter og sikre god udluftning, mens man forlader bruserummet.

Bundblæsning

Se **Udslamning**.

9

Bundslam

I en **Varmtvandsbeholder** o.l., hvor vandgennemstrømningshastigheden er lav, vil urenheder bundfældes som slam, hvor bakterier kan opformeres. Er vandtemperaturen i beholderens bund mellem 20 og 45°C, vil der her være god grobund for *Legionella*. Ved vel gennemført **Temperaturgymnastik**, vil temperaturen i slamzonen holde sig under 20°C.

Miljøstyrelsen og Statens Serum Institut anbefaler, at beholderen slammes ud rutinemæssigt en gang om ugen. Der kan efter Guldagers erfaring dog opstå visse ulemper herved, se **Udslamning**.

Med Elektrolyse vil mængden af bundslam øges, hvorfor man ved denne metode også foreskriver egentlig udslamning.

Den nyere korrosionsbeskyttelsesmetode **Katolyse®** giver væsentligt mindre bundslam. Elektrolyseanlæg kan uden de store udgifter ombygges til Katolyse®.

CalcFree

Naturmetode der forhindrer kalkproblemer.

Ved opvarmning forrykkes den naturlige balance mellem kalk og kulsyre i vandet. Derfor udfælder kalken på varmtvandssystemets indvendige sider.

CalcFree

Til at forebygge kalkproblemer har Guldager A/S udviklet et produkt, som doserer lidt kulsyre (væsentligt mindre end i en dansk vand) og genopretter naturbalancen. CalcFree, som produktet kaldes, holder derved kalken opløst i vandet.

Certifikat

På installationer, hvor der er indgået en Guldager Sundt Vand serviceaftale, bliver der, på anfordring, en gang årligt udstedt et certifikat, se side 27.

Cfu/liter

Se Vandanalyser.

Circon

Se **Termostatiske reguleringsventiler**.

Cirkulation

De fleste større installationer for varmt brugsvand er forsynet med et rørsystem med cirkulation for at sikre, at alle tapsteder forsynes med varmt vand indenfor kort tid. I cirkulationsrørene er vandgennemstrømningshastigheden mindre variabel end i fremløbsrørene, og da bioslimens tykkelse afhænger af den givne vandstrøm, vil **Bioslim (biofilm)** efter et stykke tid nå til en konstant tykkelse i cirkulationsrørene. I fremløbsrørene vil den højere vandgennemstrømningshastighed under vandforbrug jævnligt "høvle af" og reducere bioslimen.

Nogle ventilfabrikanter anbefaler, at man slukker for cirkulationspumpen nogle timer hver nat, for på den måde at "motionere" de **Termostatiske reguleringsventiler**, se også **Natsænkning**.

Når pumpen slukkes falder temperaturen i anlægget, og ventilerne åbner helt op. Når pumpen startes skylles systemet igennem. Dette kan til en vis grad reducere bioslimen i cirkulationsledningen. Metoden bevirker imidlertid, at temperaturen i anlægget falder, hvilket er fremmede for legionellavækst, og metoden frarådes derfor generelt.

Bioslimen i cirkulationsrør kan mere effektivt og uden risiko reduceres ved **Rørs kyl**, når der foretages **Beholderrensning**.

Desinfektion af vandsystemet

Klordinosering

Den almindeligste behandlingsmetode for drikkevand er klorning, oftest i form af hypoklorit ved lavt niveau. Men da slutniveauet af aktiv klor ved slutbrugeren skal være lavt eller ideelt set nul, antages metoden ikke at have nogen særlig effekt på legionellavækst. Klorning kan hos slutbrugeren foretages med større doser klor (chokklorning), men da studier har vist, at *Legionella* i en vis udstrækning er klorresistent, er det vigtigt, at klorningen foretages korrekt. Klor anses heller ikke for at have nævneværdig virkning overfor biofilm.

UV

Metoden består i, at vandet bestråles med ultraviolet lys ved ca. 254 nm. DNA molekylerne i mikroorganismene ændres, så de ikke kan formere sig, og de uddør. UV udstyret består af en UV lampe monteret i et armatur, der anbringes på tilgangen og/eller på cirkulationen. Bestrålingen foregår med en UV lampe, der er tilbøjelig til at kalke til, hvis vandet er kalkholdigt, hvorved effekten udebliver. Men ved hjælp af et kulsyredoseringsanlæg **CalcFree** eller blødgøringsanlæg kan UV udstyret holdes kalkfrit. Fordelen ved UV behandling er, at metoden er nem at installere. Metoden virker godt på det vand, der passerer UV udstyret, men virkningen er lokal, og der kan andre steder i systemet sagtens ske opformering af *Legionella* og andre bakterier. Anvendelse af UV må derfor betragtes som et supplement i legionella-bekæmpelsen.

Ozon

Ozon er en særlig slags ilt med tre iltatomer i stedet for normal ilt, hvor der er to iltatomer. Anvendes i mængder på 1-2 mg/liter og er i denne koncentration effektiv mod *Legionella*. Men koncentrationen er vanskelig at opretholde gennem hele systemet, idet ozon reagerer meget hurtigt. Ozonering må derfor betegnes som lokalt virkende, og der kan andre steder i systemet sagtens ske opformering af *Legionella* og andre bakterier. Der kan desuden være tale om bivirkninger, f.eks. ved oxidation af naturlige klorforbindelser i vandet, hvorved der dannes klorit- og kloratlignende stoffer. Dette er imidlertid ikke særlig omtalt i litteraturen.

11

Kobber- og sølvelektroder

anvendes i koncentrationer på 100-1000 µg/l kobber og 10-100 µg/l sølv og er begge toksiske overfor bakterier - og i øvrigt alt andet levende, herunder amøber der er udklækningssted for *Legionella*. Felldata synes at vise, at kobber/sølv i kombination med klor er effektivt mod *Legionella*, men mængden af valide data er ikke stor. Fordelen ved metoden er, at metalionerne kan distribueres til hele installationen, og at metalionerne må formodes at være mere robuste end klor overfor vandets indhold af biologisk stof. Ulempen er, at galvaniserede rør korroderer hurtigere ved tilstedeværelsen af metalionerne.

Ultrafiltrering

Mikro- og ultrafiltrering er anvendt over hele verden i drikkevandsfremstilling. En placering af filter på både vandtilgang og cirkulation vil kunne medføre et stadigt rimeligt lavt niveau, men der kan andre steder i systemet

Desinfektion af vandsystemet

Ultrafiltrering

sagtens ske opformering af *Legionella* og andre bakterier, f.eks. i afgreninger og VVS-armaturer, herunder bruseslanger. Ved fejlfunktion er der risiko for, at der kan fremvokse en stor mikrobiologisk population i membranerne. Ved læk i membranerne vil systemet kunne forurenes alvorligt. Anlægsinvesteringen og udskiftning af membraner er relativ bekostelig. Da membranerne renses ved jævnlig automatisk returskylning medfører metoden et ikke ubetydeligt vandforbrug.

Pasteurisering

Ved pasteurisering skylles hele installationen igennem med temperaturer på 65°C i minimum 30 minutter eller 75°C i minimum 20 minutter, mens alle tapsteder åbnes (uden at være fuldt åbne, da temperaturen herved ikke kan opretholdes). Temperaturen på fjerneste tapsted skal være min. 60°C. Der skal tages forholdsregler imod skoldningsrisikoen. Alle brugere af varmtvandsinstallationen bør tydeligt advares, eventuelt også ved skilte på alle tapsteder. Det er hensigtsmæssigt at foretage pasteurisering på tidspunkter, hvor der normalt ikke bruges varmt vand. Se også **Temperaturens betydning**. Bivirkningerne er voldsom kalkudfældning, der dog kan undgås ved anvendelse af CalcFree eller blødgøringsanlæg. Undersøgelser har påvist, at en periodisk gennemskylning med hedtvandstemperaturer ikke kan erstatte den løbende forebyggelse ved anvendelse af høje **Minimumstemperaturer** under normal drift. Det kan endvidere være vanskeligt af få pasteuriseret alle tapsteder.

Elektrolytisk desinfektion

Ved påtrykning af et elektrisk felt kan substanser i vandet oxideres til radikaler, som er aktive overfor mikroorganismene. De stoffer som især dannes er oxygen radikaler og klorid, som oxideres til oxiderede klorforbindelser som hypoklorit. Som regel doseres en lille mængde salt (NaCl), som oxideres til klorgas opløst i vandet. Metoden vil næppe kunne producere klorgas i tilstrækkelig mængde, uden at der samtidig dannes klorit og klorat.

Klordioxid

Klordioxiddosering virker i hele vandinstallationen og er beskrevet som den mest effektive overfor rørens **Bioslim (biofilm)**, hvor bl.a. *Legionella* skjuler sig. Klordioxid dannes ved hjælp af natriumklorit og syre. Der doseres normalt 1-2 mg/liter ved kortere perioder, ellers ned til 0,2 mg/liter ved kontinuert forbrug. Doseringen sker under betryggende

forhold i styrede mængder. Der er ingen lugtdannelse. Klordioxid anvendes p.t. af Guldager til desinfektion af beholderen i forbindelse med beholderrens, se **Beholderdesinfektion** og **Beholderrensning**.

Desinfektion, beholder Elektrolytisk korrosionsbeskyttelse

Se **Beholderdesinfektion**.

Elektrolytisk korrosionsbeskyttelse af vandinstallationer blev opfundet af ingeniør Alfred Guldager i 1928.

Aluminiumanoder i en **Varmtvandsbeholder** opløses ved hjælp af en påtrykt strøm fra en jævnstrømskilde.

Den opløste aluminium sikrer, at vandrørene (og evt. den beholder, hvori aluminiumanoderne er monteret) ikke rustner. Anodisk opløst aluminium skal imidlertid gennemgå en omdannelsesproces, som er spild- og slamdannende. Derfor skal beholderen jævnlige udslammes, se **udslamning**.

Guldager har gennem tiden foretaget flere forbedringer af produktet, bl.a. forbrugsstyring, iltproducerende specialanoder, mikroprocessorstyreskab, datalogger og katocard. Den seneste udvikling er den mest revolutionerende, fordi den vender processen om og opløser aluminium katodisk i stedet for at benytte anodisk opløsning. Katodisk opløst aluminium (**Katolyse**)¹³ skal ikke omdannes og danner derfor næsten intet slam, som også omtalt af Statens Serum Institut, der kalder metoden ”omvendt elektrolyse”.

Energibesparelse EU-undersøgelse

Se **Natsækning**.

Med Guldager A/S som koordinator har et konsortium med 10 deltagere fra Danmark, Østrig, Grækenland, Polen, England og Holland i 2004 afsluttet et EU-støttet projekt vedr. *Legionella* i brugsvand i europæiske lande (Holland, Danmark, Grækenland, Østrig, England, Finland, Italien, Tyskland, Spanien, Irland, Polen og Norge). Konsortiet var sammensat af virksomheder og videnskabelige institutter, såsom fra Danmark: Statens Serum Institut, Dansk teknologisk Institut, Rovesta og Kiwa Research and Consultancy fra Holland. Projektet kortlægger bl.a. de enkelte landes holdning til **Legionellaforekomst** og til bekæmpelse: love, regler og standarder samt design af varmtvands-systemer, materialevalg og tilsætningsstoffer.

EWGLI

(The european working group for Legionella infection). Ewgli er startet af en gruppe videnskabsmænd i 1986 og har siden arbejdet for en forbedret viden om legionellainfektion og indførelse af fælles regler og anbefalinger, såsom standardisering af analysemetoder og fælles registrering, således at sammenligning bliver mulig. Hjemmesiden for ewgli er www.ewgli.org

Ferie

Hvis en brugsvandsinstallation henstår ubrugt i en længere periode vil mikroorganismer normalt opformerer i vandet og især i installationens **Bioslim (biofilm)**. Statens Serum Institut anbefaler, at der foretages en desinfektion, når installationen tages i brug igen efter ferieperioder, se **Beholderdesinfektion**.

Forblandet vand

Forblandet vand benyttes af og til med det formål at opnå en bedre energiudnyttelse i seriekoblede varmtvandsbeholdere, se **Seriekobling**, eller at sørge for en forud valgt temperatur i f.eks. fælles brusearrangementer. Forblandet vand vil typisk have en temperatur, der giver god grobund for *Legionella* og bør derfor ikke anvendes.

Forbrugsmønster

I de fleste boligejendommers brugsvandsinstallationer forbruges det varme vand nogenlunde ensartet med nogle timers større forbrug i løbet af et døgn. Andre installationer, som f.eks. større produktionsvirksomheder, kan have et stort forbrug af varmt vand én gang i døgnet og stort set intet i resten af perioden. Nogle dage måske helt uden vandforbrug. For at undgå **Termofile bakterier** er det hensigtsmæssigt, at lade lageret af varmt vand opbygges jævnt over hele forbrugspausen, men uden at der opstår zoner med vandtemperaturer på mellem 20 og 45°C. Dette opnås normalt ved korrekt dimensionering og drift af varmtvandsbeholderen (eller veksler + forrådsbeholder), se også **Temperaturgymnastik** og **Ferie**.

Grænseværdi for *Legionella*

Holland har som det eneste land en lovfæstet øvre og meget lav grænse for hvor mange legionellakim, der må forekomme i drikkevand og varmt brugsvand: 50 cfu/L. Andre europæiske lande benytter, som i Danmark, anbefalinger, der generelt går ud på, at egentlig handling bør foretages ved mere end 10.000 cfu/L, se **Reaktionsniveau**.

Handlingskonsekvens

Se **Reaktionsniveau**.

Hoteller

Da vandinstallationer i hoteller anvendes af et meget stort antal mennesker, er risikoen, for at én her iblandt er særlig modtagelig overfor legionærsygdom, relativ større end f.eks. i boligejendomme. Samtidig kan der være pauser i forbruget pga. udsving i belægningsprocenter og sæsonudsving. Se **Ferie** og **Forbrugsmønster**.

Hypoklorit

Se **Desinfektion af vandsystemet**.

Hyppighed, legionellainfektion

Se **Legionellainfektion (legionellose)**, hyppighed.

Hårdt vand

Se **Kalk**.

Influenza

Mange tilfælde, der opleves som influenza, kan i stedet have været en mild form for legionellasygdom, kaldet **Pontiac feber**.

Isolering

For at mindske temperaturfaldet i det varme brugsvand og undgå opvarmning af koldt vand, skal vandinstallationens rør isoleres i henhold til Dansk Standard DS 452. Isoleringen bør kontrolleres én gang om året, og især efter indgreb på anlægget, da bare få meter uisolereet rør kan få temperaturen i varmtvandsledningerne til at falde og dermed fremme forekomsten af *Legionella*.

Jern

Forekomst af jern i vandet fremmer vækst af legionellabakterier, se også **Korrosion**.

Kalk

Kalkbelægninger på varmelegemer, vandsystemets flader og brusehoveder øges markant med højere vandtemperaturer. Dette medfører dårlig udnyttelse og nedkøling af primærvarmen, øget energjudgift og risiko for langsommere vandhastighed i rørene pga. tilstopninger. Især i rørmaterialer af plast vil kalkskaller springe fra, da plast og kalk har meget forskellig varmeudvidelseskoefficient. Kalkskallerne er tilbøjelige til at kile sig fast i rør og ventiler mv. Den reducerede opvarmningsmulighed kan medføre øget legionellaopformering og den langsommere vandgennemstrømningshastighed giver øget **Bioslim (biofilm)**, se også **Ond cirkel**. Kalkproblemer kan undgås ved blødgøring af det varme vand eller ved kulsyredosering, se **Blødgøring** og **CalcFree**.

Kalk Kalkaflejring i afhængighed af temperaturen

Vandets bikarbonat hårdhed [GH]	Den tid der vil gå, inden kalkaflejring vil dannes (timer)				
	30 °C	40 °C	50 °C	60 °C	70 °C
7	120	48	24	Omgående	
10	120	24	5		
15	120	24	2		
16	120	24	1		
17	120	24	1		

Dependence of scale formation on water temperature and water hardness, EU Craft legionellosis, task report 5, side 39

Kalkskaller

Ved høje vandtemperaturer øges belægninger af **Kalk** i varmtvandssystemet. En del af kalken springer fra i skaller dels på grund af trykslag i rørsystemet (der bl.a. kan opstå ved for kraftig **Udslamning** af beholderen), dels som følge af temperatursvingninger. Spiralformede varmelegemer udnytter den forskellige udvidelseskoefficient mellem kalk og metal til at være selvrensende for kedelsted (kalkbelægning). Men kalkskallerne ses også i vandhanernes perlatorer, der så må renses med mellemrum. Kalkskaller gør størst skade i rørene, hvor vandgennemstrømningen kan reduceres, især ved ansamlinger ved pumper, ventiler o.l.. Herved øges også mængden af aflejret **Bioslim (biofilm)** og bakterier mv.. Mest udtalt ses fænomenet, når installationen indeholder Plastrør, fordi netop **plastrør** udvider og trækker sig mere sammen end andre typer rør.

Der er en tendens til hyppigere forekomst af *Legionella* i systemer med hårdt vand jf. fransk undersøgelse (16). Blødgøring kan derfor mindske risikoen for at finde *Legionella* i vandet.

Katodisk beskyttelse

Med katodisk beskyttelse kan varmtvandsbeholderen effektivt korrosionsbeskyttes, især hvis man anvender en anode forbundet til en jævnstrømskilde, se **Varmtvandsbeholder**. Beholderens indvendige side bringes til et elektrokemisk potentiale, som medfører, at der ikke kan ske nogen korrosion her. Hvis det efterfølgende rørsystem også skal korrosionsbeskyttes, er det almindeligt enten at sørge for dette ved konventionel **Elektrolytisk korrosionsbeskyttelse** eller det nyere og mindre bundslamsdannende **Katorack®**-anlæg, som begge indbygget i varmtvandsbeholderen også sørger for den katodiske beskyttelse af beholderen. En anden **Katolyse®**-løsning kan være

at sikre rørbeskyttelsen separat ved hjælp af en **Unicat®**. Uanset at den katodiske beskyttelse genererer mindre slam end et elektrolyseanlæg, bør der med jævne mellemrum foretages **Udslamning** af beholderen og rensning sammen med en **Beholderdesinfektion**. De internationale og danske anbefalinger omkring dette er uafhængige af, hvorvidt beholder og/eller rørsystem er forsynet med anlæg til korrosionsbeskyttelse.

Katolyse® Af og til benævnt "omvendt elektrolyse" (Statens Serum Institut) eller den "direkte metode". Metoden blev opfundet i 1989 af Guldager. I modsætning til konventionel elektrolytisk korrosionsbeskyttelse, der anvender anodisk opløst aluminium, der skal omdannes via en slamdannende proces for at blive til det rørbeskyttende aluminat, opløses en aluminiumkatode i **Katolyse®**. Den katodisk opløste aluminium skal ikke omdannes, men består af det stof, der danner effektivt beskyttelseslag i vandrørene. På grund af den mindre slamdannelse er **Katolyse®**-anlægget at foretrække med det formål at mindske bakterierisikoen.

Det er nemlig ikke muligt at fjerne alt det lette bundslam ved **Udslamning** af beholderen, fordi det i stedet hvirvler op.

Katolyse®-anlægget kan være indbygget i **Beholder** og benævnes **Katorack®**, som også sørger for **Katodisk beskyttelse** af beholderen. Men da **Katolyse®** ikke danner **Bundslam**, kan systemet også indbygges i en behandlingsbeholder, **Unicat®**, udelukkende med rørbeskyttelse til formål. **Unicat®** bruges især til installationer med **Varmeveksler** eller rustfri beholder.

17

Katorack® Se **Katolyse®**.

Klordioxid Se **Desinfektion af vandsystemet** og **Beholderdesinfektion**.

Kloring Se **Desinfektion af vandsystemet**.

Kobberrør Teorier om at kobberrør i ringere grad end andre rør dannede grobund for *Legionella*, har vist sig at være forkerte. Noget tyder på, at så længe kobber-rørene korroderer (som nye), vil kobberindholdet i vandet nok have en vis dæmpende effekt på megen bakterievækst, men denne effekt forsvinder, når kobberkorrosionen reduceres. Kobberindhold i vand, som følge af korrosion, kan udover at være utilsigtet også være sundhedsmæssigt betænkelig.

Koldt vand

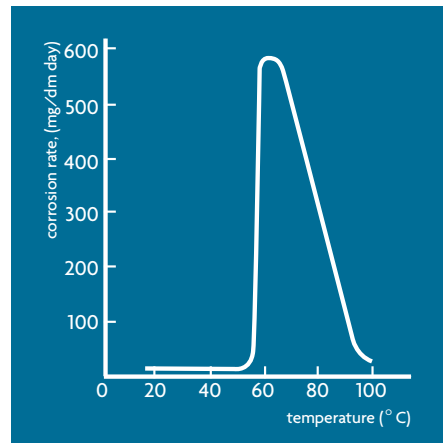
Det kolde vand skal helst være 10°C og max. 20°C ved tapstedet. Dette sikres ved isolering af koldtvandsrørene.

Kontraventil

Rørsystemet bør være forsynet med en kontraventil på cirkulationsledningen, der sikrer en ensrettet strømning af vandet. Hvis vandet kan pendle frem og tilbage, vil der opstå ansamlinger af urenheder, bakterier og **Bioslim (biofilm)** og et anlæg til korrosionsbeskyttelse af rørene vil ikke kunne fungere optimalt. Det bør jævnligt kontrolleres, at kontraventilen fungerer.

Korrosion

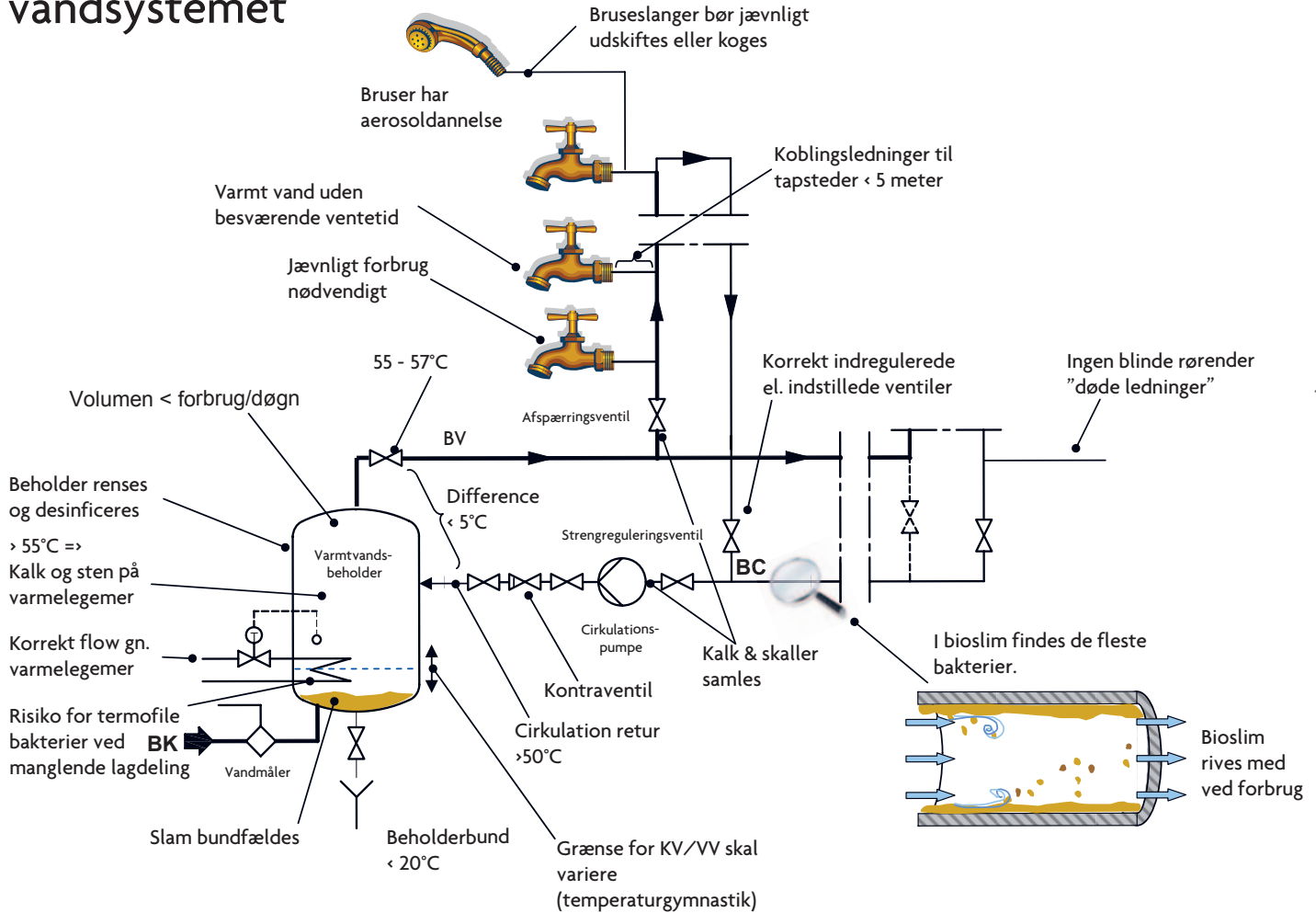
Korrosionshastigheden i rør af galvaniseret stål øges voldsomt ved højere vandtemperaturer. Ved temperaturer på over 55°C kan jern og zink i galvaniserede stålrør skifte karakter, så jern bliver mindre ædelt i forhold til zink. Det medfører, at jernet rustet meget hurtigt. I anlæg med kobber bør forhøjet temperatur betragtes med særlig opmærksomhed, da især dette materiale er stærkt temperaturfølsomt.



Corrosion rate of galvanised steel depending on temperature, Bilozor S., 1999 (15)

Korrosionsbeskyttelse er derfor ekstra påkrævet ved høje temperaturer. Større vandinstallationer af galvaniseret stål bør være forsynet med et korrosionsbeskyttelses anlæg (**Katolyse®**) med løbende tilsyn og service. Korroderet jern virker befordrende på legionellavækst, se også **Ond cirkel**.

Kritiske steder i vandsystemet



Legionella



Legionellabakterie og bioslim (biofilm)

20

Legionellabakterien blev opdaget første gang i 1976, efter at der havde været et udbrud af lungebetændelse blandt amerikanske krigsveteraner (legionærer) i Philadelphia. Af 221 legionærer døde 34 af sygdommen, som efterfølgende blev kaldt legionærsygdom. Bakterien, der var årsag til sygdommen fik navnet *Legionella pneumophila*.

Legionellaforekomst

Legionellabakterien forekommer næsten alle steder, hvor der er vand, men opformerer især i menneskeskabte vandsystemer, hvor man går ud fra, at bakterien kan fordobles i løbet af et døgn.

Selvom det er en langsom formeringshastighed sammenlignet med andre vandbakterier, vil antallet af legionellabakterier på få dage kunne vokse fra acceptable til sundhedsbetænkelige niveauer. Legionellabakterierne trives ved forekomst af **Jern**, ernæres af organisk materiale (Heterotrofe) og befinder sig især i **Bioslim (biofilm)**en på vandsystemets indvendige flader, hvorfra de frigøres til det forbistrømmende vand. Fra bl.a. **Vandanalyser** ved man, at langt de fleste varmtvandsinstallationer indeholder legionellakim. Miljøstyrelsen og Statens Serum Institut opstiller i overensstemmelse med europæiske retningslinier (**EWGLI**) nogle anbefalede grænseværdier, se Grænseværdi for *Legionella*.

Legionellainfektion (legionellose), hyppighed

I Danmark påvises og anmeldes ca. 100 tilfælde af **Legionærsyge** om året. Formentlig er det reelle antal noget højere, da en del tilfælde ikke diagnosticeres eller anmeldes. Smitte foregår hyppigst ved indånding af små vandpartikler (**Aerosoler**), der er forurenede med legionellabakterier. De typiske smittekilder er køletårne, spabade og brusebade (1), se **Bruser**.

En EU-undersøgelse, som Guldager i 2003-2004 har stået i spidsen for, tyder på, at knap hver tiende større vandinstallation (boligselskaber, plejehjem og hospitaler) i Danmark har haft tilfælde af legionærsygdom, hvor vandinstallationen blev mistænkt for at være smittekilde.

En anden mindre farlig legionellainfektion er **Pontiac feber**. Den har samme symptomer som influenza og forveksles ofte hermed. Antal tilfælde af pontiac feber er ukendt, men antallet overstiger sandsynligvis langt antal tilfælde af **Legionærsyge**.

Legionellainfektion, symptomer

De første symptomer ved **Legionærsyge** er typisk høj feber, hovedpine og muskelsmerter, lige som ved en influenza. I nogle tilfælde ses der opkastning og/eller diaré tidligt i sygdomsforløbet. I løbet af kort tid indtræder der tør hoste ofte ledsaget af brystmerter. Sygdommen udvikler sig videre til lungebetændelse, ofte med symptomer fra andre organer som centralnervesystemet, lever og nyre.

Legionærsyge

Legionærsyge er en alvorlig form for lungebetændelse ofte med samtidig påvirkning af andre organer som lever, nyre og centralnervesystem. Inkubationstiden for legionærsyge er 2 til 10 dage. Patienterne bliver oftest indlagt på hospital, hvor de typisk kræver intensiv og langvarig behandling. Dødeligheden varierer fra under 10 % til 50 % afhængigt af, hvor hurtigt diagnosen stilles og relevant behandling iværksættes samt af patienternes generelle sundhedstilstand.

En mildere form for legionellainfektion er **Pontiac feber**, der i symptomer minder om influenza og derfor ofte forveksles hermed.

Lovgivning

Ansvar for en vandinstallation og hermed også legionellaforebyggelse, er som entydigt beskrevet i Byggeloven, bygningens ejer, se **ansvar**.

I Danmark er der ingen specifik lovgivning rettet mod, hvad man er pligtig til at gøre for at forebygge *Legionella*, hvad der skal gøres, hvis der konstateres legionellabakterier i en vandinstallation, eller når ulykken skal håndteres efter anmeldelse af tilfælde af legionærsyge. Der findes en del både danske og udenlandske vejledninger og anvisninger på, hvorledes *Legionella* kan forebygges eller fjernes. Kun få steder, som f.eks. i Belgien, er disse tekster

Lovgivning

ophøjet til lov. Seneste danske sager i 2009 har dog vist, at legionellaforebyggelse betragtes som velkendt stof for fagfolk, idet tilsidesættelse erkendes som ansvarspådragende.

Løbende kontrol

Legionellaforebyggelse indledes med en gennemgribende **Risikovurdering** af varmtvandsinstallationens indretning og drift sammenholdt med de offentlige anbefalinger samt en analyse af risikoen for de eventuelle bivirkninger af høje temperaturer i relation til installationens specifikke forhold. Det er vigtigt, at dette følges op med en jævnlig kontrol, der dog er mindre omfattende end den indledende risikovurdering. Bl.a. kan ændringer i **Forbrugsmønster**, vandforbrug, cirkulationsforhold, bl.a. på grund af tilstopninger, vandets hårdhed o.l. øve indflydelse, ligesom temperaturen i beholder, fremløbsrør, stigstreng og cirkulationsretur naturligvis løbende bør kontrolleres.

En serviceaftale om løbende risikovurdering indebærer, at Guldager på anfordring udsteder et årligt "Sundt Vand" **certifikat**.

Dokumentet beskriver, at brugsvandsinstallationens sundhedstilstand og legionellaforebyggelse i den pågældende ejendom kontrolleres af Guldager efter anvisninger fra Statens Serum Institut.

Certifikatet kan eventuelt anvendes til dokumentation overfor brugere af vandinstallationen.

Både den indledende risikovurdering og den løbende kontrol er en del af Guldagers **Sundt Vand** servicekoncept.

Materialer

Visse gummi- og plastmaterialer (pakninger, ventiler og rør (se også **Plastrør**) kan afgive organiske stoffer til vandet, som befordrer bakterievækst. Der må i henhold til DS 439 kun anvendes VA-godkendte eller CE-mærkede materialer suppleret med en EU-overensstemmelseserklæring og evt. en EU-type-attest. Kilde: BYG-ERFA 010401.

Minimumstemperaturer

Temperaturen må ingen steder på fremløbs- og cirkulationsledning være lavere end 50°C. Da der i cirkulationsledningen ikke må forekomme et temperaturfald på mere end 5°C, betyder det, at beholderens afgangstemperatur skal være min. 55°C; se **Cirkulation**. I spidsbelastningsperioder accepteres dog temperaturer på 45°C jf. DS439. De officielt anbefalede temperaturer for varmtvandsbeholderen er 60°C. Men ved disse temperaturer øges risikoen for Kalkaflejring, **Korrosion** og **Termofile bakterier** markant, se også **Temperatures betydning**.

Natsækning

Energibesparelse ved natsækning af driftstemperaturen medfører bedre vilkår for legionellaopformering og bør derfor undgås, se også **Cirkulation**.

NVOC

Vandets indhold af non-volatile organic carbon (ikke-flygtigt organisk kulstof) kan måles som et udtryk for i hvilken grad vandet indeholder organiske urenheder og dermed bioslim, bakterier og vækspotentiale. Guldager kan tage en vandprøve for NVOC i det varme brugsvand før og efter et **Rørskyl**.

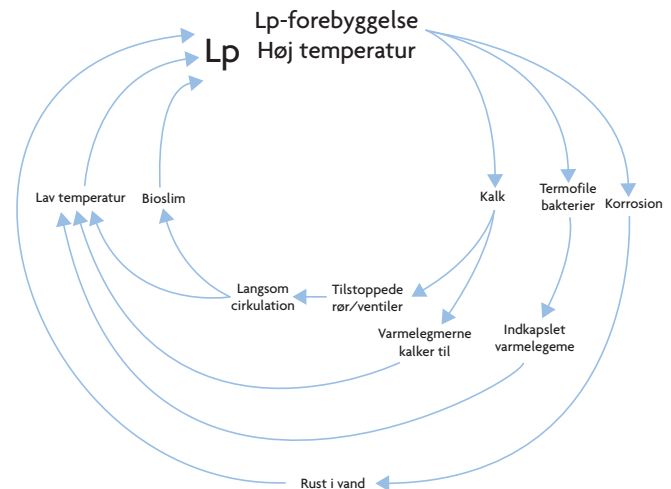
Omvendt elektrolyse

Udtryk anvendt af bl.a. Statens Serum Institut for **Katolyse**®.

Onnd cirkel

Legionellaforebyggelsens høje vandtemperaturer medfører ofte nogle bivirkninger, som i sin yderste konsekvens kan medføre en ond cirkel, således at *Legionella* på trods af bestræbelserne kommer ind ad bagvejen, og uden at man er forberedt. Øget **Korrosion**, kalkudfældning og **Termofile bakterier** er kendte bivirkninger ved høje temperaturer. Jern som korrosionsprodukt fremmer legionellavækst. **Kalk** på **Varmelegeme** nedsætter varmetransmissionen og dermed temperaturen. Men kalk i rørene og især kalkskaller hæmmer vandets **cirkulation**, hvorved mængden af **Bioslim (biofilm)** forøges og dermed ernæring og gemmested for *Legionella*. Termofile bakterier kan indenfor et døgn isolere varmelegemet, så temperaturen styrtdykker, og legionellabakterier inficerer hele rørsystemet på meget kort tid. Derfor skal fornuftig legionellaforebyggelse tilrettelægges ud fra en helhedsvurdering af vandinstallationens indretning, driftsform, vandforsyning, energikilde mv.. Guldagers indledende **Risikovurdering** er tilrettelagt ud fra dette helhedssyn med baggrund i 60 års servicehåndtering af det varme vands gener.

23



Overlevelsestid, *Legionella*

Se **Temperatures betydning**.

Ozon

Se **Desinfektion af vandsystemet**.

Parallelkobling

Anvendelse af flere varmtvandsbeholdere i samme varmtvandssystem bør ikke finde sted ved seriekobling, der kan fremme legionellavækst, men ved at koble beholderne parallelt så forbruget fordeler sig på begge beholdere, se **Varmtvandsbeholder** og **Seriekobling**.

Pasteurisering

Se **Desinfektion af vandsystemet**.

Plastrør

Se **Materialer og Kalkskaller**.

Pontiac feber

Mildere form for **Legionærsyge**. Symptomerne (brystsmerter, kortåndethed, høj feber, smerter i hoved og muskler) ligner influenza og forveksles ofte hermed. Anses for at være væsentligt mere udbredt end den farlige legionellalungebetændelse.

24

Påvisning af *Legionella* i vandsystemet

Se **Vandanalyser**.

Reaktionsniveau

Statens Serum Institut foreskriver følgende anbefalinger, som svarer til anbefalinger i de fleste europæiske lande, se også **Udbrud af Legionærsygdom**.

<i>Legionella</i> (CFU/Liter)	Reaktionsgrænser for <i>Legionella</i>
10 - < 1.000	Lavt niveau men det indikerer at vækst kan ske i systemet.
1.000 - < 10.000	Lavt til moderat højt niveau. Muligheden for forbedring af anlægget bør overvejes såsom højere temperatur eller fjernelse af døde ender.
10.000 - < 100.000	Relativt højt niveau. Forbedringer og eller desinfektion bør overvejes. Tilstanden følges.
≥ 100.000	Meget højt niveau. Anlægget bør gennemgås og forbedres.

Reguleringsventil

Reguleringsventiler bruges til at regulere vandstrømmen i en rørledning. Ved reguleringsventilerne ophobes **Bioslim (biofilm)**, som kan fjernes ved **Rørskyl**, modsat normal strømningsretning, se **Strengreguleringsventiler**.

Risikogrupper

Man har beregnet ved udbrud af den farlige legionærsygdom, som giver lungebetændelse, se **Legionærsyge**, at mindre end 5 % af de personer, der udsættes for smitte, bliver syge. Specielt personer med svækket immunforsvar eller kroniske hjerte/lungesygdomme er modtagelige. Desuden har det vist sig, at stort tobaks- eller alkoholforbrug og alder over 50 år disponerer for sygdommen. Mænd er mere udsatte end kvinder. For den mindre farlige legionellainfektion, som kaldes **Pontiac feber**, er alle lige modtagelige, idet alle som udsættes for smitten bliver syge (1).

Risikovurdering

Legionellaforebyggelse bør indledes med en gennemgribende risikovurdering af varmtvandsinstallationens indretning og drift sammenholdt med de offentlige anbefalinger samt en analyse af risikoen for de eventuelle bivirkninger ved høje temperaturer i relation til installationens specifikke forhold. Guldager har som en del af servicepakken **Sundt Vand** opbygget et koncept for risikovurdering. Især gennemgås alle **Kritiske steder i vand-systemet** såsom temperatur i beholder, fremløb, stigstreng og **Cirkulation**. Beholderens indretning af driftsform vurderes også med hensyn til risiko for **Termofile bakterier** og mulighed for **Temperaturgymnastik**, ligesom der tages stilling til risikoen for kalkaflejring bl.a. ud fra vandkvaliteten i området. Muligheden for **Rørskyl** analyseres. Der udføres et interview med varmemesteren eller installationens tilsynsførende vedrørende forhold, som ikke kan besigtiges af Guldager. Der udarbejdes en fortrolig rapport, som sendes til den ansvarlige for installationen. Risikovurderingen kan indeholde en vandanalyse for legionellakim, se **Vandanalyser**, hvis dette ønskes. Risikovurderingen bør følges op med en **Løbende kontrol**, som også er en del af Guldagers koncept for Sundt Vand.

25

Rust

Se **Korrosion**.

Rørledninger, længde udenfor cirkulation

Vandet i rørledninger, der går fra fremløbsledningen ud til de enkelte tapsteder, vil tilnærme sig stuetemperatur, når der ikke tappes vand. Derfor bør de være så korte som muligt og max. 5 meter. Der må ikke forekomme **Blinde rørledninger**.

Rørskyl

Den mest effektive måde at fjerne bioslim på er ved at skylle baglæns gennem alle varmtvandsrør med fuldt vandtryk, som giver en væsentlig højere vandstrøm. Guldager A/S skyller både fremad og baglæns i systemet, ligesom vi også benytter os af komprimeret luft ved skylningen. Skylningen foretages i flere omgange, hver enkelt stigstreng for sig. Bl.a. skal alle reguleringsventiler først åbnes og siden lukkes helt, hvorefter de stilles i samme position, som før skylningen. Hvis der sidder demonterbare termostatventiler, fjernes disse midlertidigt, og erstattes af pasrør. Dette er tidskrævende og kræver faglig ekspertise.

Når rørs skyl foretages af Guldagers VVS-montører, som led i den normale service på anlæg med korrosionsbeskyttelse, kan arbejdet udføres i samme arbejds gang som rensning af varmtvandsbeholderen og udskiftning af korrosionsbeskyttelselektroderne. På den måde kan **Bioslim (biofilm)** udskylles til en overkommelig pris. En **Serviceaftale** vedrørende rørs skyl indebærer, at beholderrens og rørs skyl foretages en gang årligt. En **Beholderdesinfektion** kan desuden med fordel udføres, mens beholderen er åben.

Varmtvandsinstallationer uden korrosionsbeskyttelses anlæg, f.eks. rustfri rør og **Plastrør**, indeholder også bioslim. Der er derfor samme behov for en rutinemæssig returskylning, som med prisfordel kan udføres en gang årligt indenfor en **Serviceaftale**.

Rørskyl, fremgangsmåde:

- Skilleaggregat tilsluttes anlæg
- Reguleringsventiler åbnes. Hovedforsyningsrør skylles
- Evt. NVOC analyse
- Alle strengreguleringsventiler lukkes
- En streng åbnes ad gangen og skylles via fremløbs- og returledning indtil rent vand, eller 10 min. pr. streng
- Reguleringsventilerne stilles i samme position som ved ankomst
- Systemet sættes i gang
- Evt. NVOC analyse

Seriekobling

Seriekoblede beholdere har normalt til hensigt at opnå en bedre energidnyttelse, hvor den første beholder i serien indeholder vand af lavere temperatur. Denne lavere temperatur giver imidlertid gode muligheder for legionellavækst. Selvom temperaturen i den sidste Varmtvandsbeholder i serien er høj, vil et stort antal bakterier passere, især når der bruges meget vand. Sammenkobling af flere beholdere bør derfor ske ved **Parallelkobling**, se også **Forblandet vand**.

Serviceaftale

Ejendomme, som i forvejen har en serviceaftale med Guldager vedr. korrosionsbeskyttelse, har en fordelagtig mulighed for at udvide denne med servicekonceptet **Sundt Vand**, fordi vi kommer på installationen i forvejen.



27

På installationer, hvor Guldager Sundt Vand serviceaftale er oprettet udstedes årligt certifikat på anfordring.

Skoler

Børn og unge hører ikke til de kendte **Risikogrupper** for legionellalungebetændelsen. Men der har været tilfælde også i form af dødsfald i denne gruppe. Til gengæld kan den type vandinstallation, som skoler normalt anvender både med hensyn til indretning, driftsform og **Forbrugsmønster**, give vækstmuligheder for *Legionella*, se også **Brusearrangementer, fælles**. I de fleste skoler står vandinstallationen ubrugt under **Ferie**, med mulighed for kraftig opformering af *Legionella*. Statens Serum Institut anbefaler **Desinfektion**, efter ferier.

Slam Smittekilder

Se **Bundslam**.

Man går ud fra, at den mest almindelige smittekilde er forstøvet vand, dvs. **Aerosoler**, der bl.a. dannes ved brusebad, se **Bruser**. Andre kendte smittekilder er spabade, køletårne og vandforstøvere. Fejlsynkning af legionellainficeret vand kan sandsynligvis også medføre smitte.

Sportshaller Stillestående vand Strengreguleringsventiler

Se **Brusearrangementer, fælles**.

Se **Rørledninger, længde udenfor cirkulation og Blinde rørledninger**.

På anlæg med korrosionsbeskyttelse er en god og ligelig fordelt cirkulation nødvendig for en optimal fordeling af korrosionsinhibitorerne overalt i anlægget. Til at sikre dette og en rimelig fordeling af varmt vand til alle tapsteder indsættes **Strengreguleringsventiler** i de enkelte streng. Det er vigtigt, at strengreguleringsventilerne er korrekt indregulerede, og at de alle virker, som de skal. Det er en god ide jævnligt at ”motionere” ventilerne, f.eks. i forbindelse med **Rørs skyl**, så de ikke sætter sig fast. Derfor bør ventilerne også være tilgængelige. I dag anvendes mange steder **Termostatiske reguleringsventiler**, der regulerer vandgennemstrømningen i forhold til vandtemperaturen. Der kan dog forekomme forhold i installationen, der gør, at brugen af termostatiske ventiler er uhensigtsmæssig. Disse forhold kan afklares ved en Risikovurdering.

Sundt Vand

Med mere end 60 års erfaring og specialviden om **Korrosion, Kalk** og bakterievækst i vand, har vi udviklet et nyt servicekoncept - kaldet ”Sundt Vand”. Konceptet omfatter alle aspekter omkring forebyggelse af *Legionella*, på en enkelt og effektiv måde. ”Sundt Vand” konceptet er sammensat med henblik på at gøre alt, hvad man med rimelighed og sund fornuft kan og bør gøre for at sikre sin vandinstallation bedst muligt.

Sundt Vand - serviceydelser

SV-RVI	<p>Risikovurdering – indledende</p> <p>Detaljeret anlægsteknisk gennemgang. Der foretages kontrol af temperaturer i beholder, fremløbsledning og cirkulationsledninger. Rørkonstruktion og opbygning undersøges. Mulighederne for rørs skyl vurderes. Vandprøve udtages for analyse af <i>Legionella</i> samt forekomst af jern, aluminium, kobber og hårdhed.</p> <p><i>Risikovurderingen afsluttes med udarbejdelse og fremsendelse af en detaljeret teknisk rapport med vore kommentarer og anbefalinger</i></p>
SV-RVS	<p>Risikovurdering – løbende</p> <p>Årlig anlægsteknisk gennemgang. Der foretages kontrol af temperaturer på udvalgte steder omkring beholder, fremløb og cirkulation. Vandprøve udtages for analyse af <i>Legionella</i> samt forekomst af jern, aluminium, kobber og hårdhed.</p> <p><i>Den tekniske rapport for anlægget opdateres og sendes til den ansvarlige for anlægget.</i></p>
SV-BD	<p>Beholderdesinfektion</p> <p>Varmtvandsbeholderen desinficeres med klordioxid, som i modsætning til almindelig kloring trænger ind i bioslimen og dræber bakterierne. Klordioxiden er lugtfri og fordampes i forbindelse med desinfektionen og er helt væk, inden der igen sættes vand på beholderen. Beholderdesinfektion kan med fordel foretages én gang om året og foretages normalt i forbindelse med beholderrens (som udføres under eksisterende serviceaftale)</p>
SV-RS	<p>Rørs skyl</p> <p>Ved rørs skyl skylles varmtvandssystemet igennem via fremløbs- og returledning vha. luft og trykforøgerpumpe. Dvs. fordelingsledninger og stigstreng hvor der er tilknyttet cirkulation. Rørs skyl omfatter ikke koblingsledninger.</p> <p>Rørs skyl kan med fordel foretages én gang årligt i forbindelse med beholderrens.</p>
SV-LA	<p>Vandanalyse for <i>Legionella</i></p> <p>Der udtages vandanalyse, som sendes til akkrediteret bioteknologisk laboratorium for bestemmelse af <i>Legionella</i> kimtal.</p> <p>Analyseresultatet sendes til den ansvarlige for installationen, enten som en del af den tekniske rapport under "risikovurdering" eller som selvstændigt dokument.</p> <p>Analyseresultaterne betragtes af Guldager A/S som fortrolige og vil ikke blive sendt til eller drøftet med tredjepart.</p>
SV-SA	<p>Serviceaftale</p> <p>En serviceaftale omfatter én eller flere af ovennævnte ydelser.</p> <p>Serviceaftalen kan med fordel omfatte en løbende risikovurdering (SV-RVS) samt én eller flere af de øvrige ydelser. Ligeledes kan aftalen omfatte én eller flere årlige vandanalyser for bestemmelse af <i>Legionella</i> kimtal.</p> <p>Serviceaftalen kan enten udarbejdes som et tillæg til en eksisterende serviceaftale eller som en særskilt serviceaftale. Som en del af serviceaftalen udarbejdes en årlig skriftlig rapport som sendes til den ansvarlige for installationen.</p>

Symptomer, *Legionella*

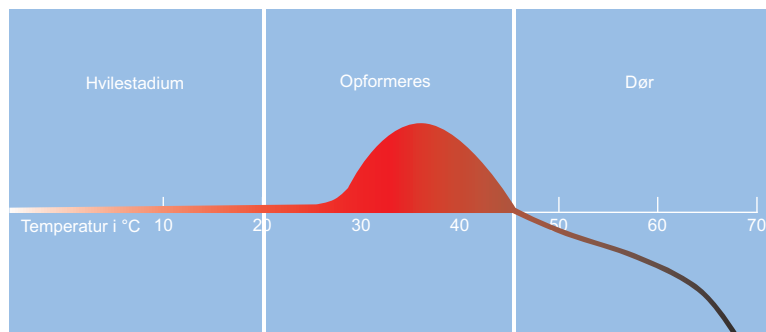
Se Legionellainfektion, symptomer.

Tapsteder

Temperaturen på alle tapsteder skal være mindst 50°C, se **Minimumstemperaturer, Rørledninger, længde udenfor cirkulation og Blinde rørledninger.**

Temperaturens betydning

Temperaturens effekt på legionellabakterier i vand



Legionella har optimum ved 32-37°C, men replicerer sig fra 25°C.

Legionella er fundet i vand med temperaturer på mellem 6°C og 63°C.

30

Temperaturgymnastik

Begrebet temperaturgymnastik bliver ofte anvendt som en betegnelse for desinfektion ved hjælp af høje temperaturer (pasteurisering), men blev oprindeligt introduceret af Guldager ved et møde i Ingeniørernes Hus i 1987 som en metode til at forhindre opformering af **Termofile bakterier** og hårde belægninger af **Kalk** (kedelsten) på **Varmelegeme**. Ideen er inspireret af naturens måde at forebygge eksplosiv vækst af bakterier, nemlig skift i temperaturen især mellem nat og dag. Temperaturgymnastik i varmtvandsbeholderen opnås ved at lade temperaturgivne lag bevæge sig omkring varmelegemet styret af vandforbruget og tilførslen af primærvarme. Metoden forudsætter, at tilgang af koldt vand og **Cirkulation** sker uden at skabe turbulens. Dvs. monteret i henholdsvis bund og øverste tredjedel af beholderen og forsynet med preplader. Beholderstørrelsen må ikke være for lille i forhold til den tilførte primærvarme. Opvarmningen skal tilpasses **Forbrugsmønster**, så lageret af varmt vand ikke forefindes i længere tid end nødvendigt. Det kan gøres ved at indregulere ventilen indsat på primærvarmetilførslen. Herved opnås en horisontal skarp grænse mellem varmt og koldt vand, som vil bevæge sig op og ned over varmelegemet, hvorved

eventuelle termofile bakterier har for kort tid til at formere sig i. Temperaturudsvingene vil også få kalkbelægninger til at falde fra varmelegemespiraler.

Termofile bakterier

Der er mange slags bakterier i det varme brugsvand. Se **Bakterier i varmt brugsvand**. De bakterier, der trives ved temperaturer over 45°C, kaldes termofile (elsker varme). Nogle termofile bakterier vokser især som et slimet lag på varmelegeme o.l. udover at de mistænkes for at kunne give hudgener ved badning, vil de på meget kort tid, fordi de fordobles hvert tyvende minut, kunne indkapsle og isolere varmelegemet, så vandet ikke længere kan opvarmes. Disse "varmelegembakterier" kan undgås ved hjælp af **Temperaturgymnastik**.

Termostatisk blandingsarmatur

Se **Blandingsarmatur**.

Termostatiske reguleringsventiler

I dag anvendes ofte temperaturstyrede **Strengreguleringsventiler**, f.eks. Circon til at sikre forsyningen af varmt brugsvand i de enkelte rørstreng. Når temperaturen hæves som led i legionellaforebyggelsen, er det vigtigt at udskifte eventuelle termostatiske reguleringsventiler, hvis de ikke er 'forberedt for de nye højere temperaturer. Mere tidssvarende termostatreguleringsventiler kan indstilles til en given temperatur over 50°C. Det er vigtigt at afstemme den indstillede temperatur med beholderens afgangstemperatur for at undgå, at vandgennemstrømningen bliver for lav og mere befordrende for dannelse af **Bioslim (biofilm)**.

Udbrud af legionærsygdom

Hvis vandinstallationen mistænkes for at være smittekilde til akut udbrud af legionærsygdom, kan eksisterende brusehoveder midlertidigt erstattes af specielle brusehoveder med indbygget valideret legionellafilter, så nye tilfælde af smitte ved brusebad undgås. Der kan påsættes lignende filtre direkte på en vandhane i stedet for perlatorer. Filtrene skiftes i henhold til producentens anvisning og kan anvendes, indtil installationen er desinficeret og eventuelle ændringer i anlæg og drift er bragt på plads.

Udslamning

Statens Serum Institut og Miljøstyrelsen anbefaler i overensstemmelse med den internationale (**EWGLI**) rådgivning, at der foretages en rutinemæssig udslamning af **Beholder** en gang om ugen gennem beholderens bundventil for at fjerne det Bundslam, der altid vil samle sig her, og som indeholder urenheder og bakterier. Se også **Elektrolytisk korrosionsbeskyttelse** og **Katolyse®**.

Udslamning

Udslamningen skal foretages nogle gange efter hinanden med en jævn bevægelse, således at slammet hvirvles så lidt op som muligt. Det er Guldagers erfaring både i praksis og ved forsøg med laboratoriemodeller med skueglas o.l., at det ikke er muligt at undgå ophvirvlen af det nyest dannede og lette bundslam. Tværtimod er der stor risiko for, at dette føres med ud i rørsystemet især ved umiddelbart efterfølgende vandforbrug. Udslamningen foretages derfor bedst på tidspunkter, hvor man erfaringsmæssigt ikke plejer at forbruge varmt vand. Ved at afspærre varmtvandsbeholderen under udslamning og et par timer efter indtil det lette bundslam igen er bundfældet, kan man undgå, at dette føres ud i rørene. Metoden er dog kun sjældent mulig at praktisere.

Forsøg med rutinemæssig udslamning, der er foretaget af Statens Byggeforskningsinstitut: SBI-Rapport 235. 1994 konkluderer, at forsøg i praksis ingen effekt viser på antallet af målte **Vandbakterier** ved brugsvandssystemets **Tapsteder**.

Hvis **Temperaturgymnastik** fungerer i beholderen, vil temperaturen i beholderens bund og slamzone ikke overstige 20°C og dermed ikke indebære opformeringmulighed for legionellabakterier her. Se **Temperaturens betydning**.

Men en del af det ældre og tungere bundslam bør under alle omstændigheder med jævne mellemrum slammes ud.

Ultrafiltrering

Se **Desinfektion af vandsystemet**.

Unicat

Se **Katolyse®**.

UV

Se **Desinfektion af vandsystemet**.

Vandanalyser

Vandanalyser til undersøgelse af vandets indhold af legionellakim tappes f.eks. af Guldagers teknikere i særlige prøveflasker, hvorefter prøven analyseres af et laboratorium, der har dansk godkendelse hertil. Bakteriantallet måles i **cfu/liter** = colony forming units (kolonidannende bakterieenheder). En prøve, der viser et lavt indhold af legionellabakterier er ingen garanti for, at vandsystemet generelt indeholder ingen eller kun få legionellabakterier, fordi bakterierne afgives meget ujævnt fra bioslimen. Derimod vil et højt antal cfu/L påvise, at vandsystemet er inficeret.

Vandbakterier Se **Bakterier i varmt brugsvand**.

Vandbesparelse Vandbesparende foranstaltninger reducerer vandforbruget og forøger dermed vandets opholdstid i vandsystemet. Risikoen for vækst af bakterier bliver herved større med mindre installationen indrettes derefter.

Vandforbrug I **Stillestående vand** aflejres urenheder og mængden af **Bioslim (biofilm)** indeholdende bakterier vokser. Vandforbruget er med til at holde bioslimen nede i fremløbsrør, se dog også **Cirkulation**. Installationer med lavt varmtvandsforbrug er derfor mere udsatte for legionellavækst, hvis temperaturen ligger i det kritiske niveau, se **Temperaturens betydning**. Vandet i rørledninger fra fremløbet ud til de enkelte tapsteder vil falde i temperatur i perioden, hvor der ikke forbruges vand.

Vandhaner Se **Tapsteder**.

Varmelegeme De høje **Minimumstemperaturer**, som anbefales for at undgå vækst af legionellabakterier, fremmer til gengæld vækst af **Termofile bakterier** og aflejring af **Kalk** (kedelsten) på varmelegemet. Varmelegemebakterier kan undgås ved **Temperaturgymnastik**, der også vil kunne få kalkaflejring på spiralformede varmelegemer til at springe af. Kalkaflejring på varmelegemer er dog erfaringsmæssigt i Danmark blevet markant forøget efter anvendelse af de anbefalede minimumstemperaturer, og mange ønsker udsyring foretaget. Selvom Guldager udfører udsyring af varmelegemer og varmevekslere, anbefaler vi **Blødgøring** eller **CalcFree**, som på miljøvenlig måde forebygger kalkaflejring ikke bare på hedefladerne men også i rørene, hvor **Bioslim (biofilm)** har bedre vækstbetingelser ved kalkansamlinger.

Varmelegemebakterier

Se **Termofile bakterier**.

Varmeveksler

Varmevekslere udsættes i højere grad for kalkaflejring ved de anbefalede **Minimumstemperaturer**, se **Varmelegeme**.

Varmtvandsbeholder

Varmtvandsbeholderen bør være dimensioneret til det aktuelle behov for varmt vand, således at lageret af varmt vand omsættes løbende. Ifølge internationale anbefalinger fra **EWGLI** må varmtvandsreservoirer max. svare til et døgn forbrug, mens andre anbefaler en hurtigere omsætningshastighed. Bliver beholderen for lille i forhold til varmelegemets kapacitet, mindskes på den anden side muligheden for at opretholde skarpe temperaturgrænser (stratifikation) og dermed gennemføre den **Temperaturgymnastik**, som forebygger **Termofile bakterier** og udfældning af **Kalk** på **Varmelegeme**. Da legionellabakterien formerer sig ved fordobling maksimalt en gang i døgnet i vandssystemer, støtter Guldager EWGLI's anbefaling, se **Legionellaforekomst**. Beholderens afgangstemperatur skal være min. 55°C og de generelle anbefalinger foreskriver en beholdertemperatur på 60°C, se **Temperaturens betydning**. Da temperaturer på mere end 55-65°C medfører en stærkt øget udfældning af **Kalk** og risiko for **Korrosion**, bør foranstaltninger til at undgå nævnte gener overvejes. F.eks. i forbindelse med en **Risikovurdering** af hele installationen. **Beholderen** bør af bakteriehensyn årligt have udført **Beholderrensning**, i hvilken forbindelse man kan foretage en **Beholderdesinfektion**. **Udslamning** bør ligeledes udføres jævnligt.

Kilder:

- 1 'Legionella i varmt brugsvand' fra Statens Serum Institut (2000)
- 2 Dansk Standard DS 439, norm for vandinstallationer, 2009
- 3 Dansk Standard DS 452, Termisk isolering af tekniske installationer, 1996.
- 4 Råd og anvisninger om Legionella, Statens Serum Institut , CAS, 1995
- 5 EU Craft Legionellosis 1.1.2002 – 30.6.2004
- 6 Miljøprojekt nr.897, 2004 Forekomst af Legionella
– risikovurdering, Miljøstyrelsen
- 7 Byg-Erfa 010401 Bakterievækst og slimdannelse i større anlæg til varmt brugsvand – årsager og forebyggelse, Civilingeniør ph.d. Lene Karen Bagh og teknisk chef John Christensen AAB.
- 8 SBI-anvisning 165, Statens Byggeforskningsinstitut 1990
- 9 SBI-rapport 235 Bakterievækst i varmtvandssystemer, Statens Byggeforskningsinstitut 1994
- 10 SBI-rapport 263 Hudgener ved brusebad, Statens Byggeforskningsinstitut 1996
- 11 VVS Forum, 15.12.2004
- 12 Erstatningsansvar for legionellasmitte, af advokat Arne Oftedal, Aktuelt – et kundemagasin fra Simonsen Føyen Advokatfirma
- 13 SBI-rapport 264 Kortlægning og påvirkning af bakterievækst i et større varmtvandssystem, Statens Byggeforskningsinstitut 1997
- 14 Særtryk fra VVS 6, 1994: Temperaturgymnastik, optimal drift af varmtvandsbeholderen af Hans Guldager og Claus Fabricius, Teknisk Forlag A/S, København
- 15 Bilozor S.: The destructive properties of hard water, soluble gasses, and suspended solids on heating systems- non chemical preventing methods. Gaz,Woda i Technika Sanitarna,1999,9, p. 325-328.
- 16 Lasheras A, Boulestreau H, Rogues A, Ohayon-Courtes C, Labadie J, Gachie J: "Influence of amoebae and physical and chemical characteristics of water on presence and proliferation of Legionella species in hospital water systems", Am J infect Control, 2006, vol. 34 No 8, pp 520-525



Guldager A/S | Hejrevang 1-5 | DK - 3450 Allerød | Tlf.: 48 13 44 00 | www.guldager.com