# LEGIONELLA

INSTALLATIONSPRINCIPPER OG BEKÆMPELSESMETODER

Rørcenter-anvisning 017
Maj 2019

TEKNOLOGISK INSTITUT

Legionella
Installationsprincipper og bekæmpelsesmetoder

Rørcenter-anvisning 017

2. udgave, 1. oplag, 2019

© Rørcentret,
Teknologisk Institut

Tryk og indbinding:
Rødgaard Grafisk Produktion

ISBN 978-87-999802-7-7

ISSN 1600-9894
Nøgletitel: Rørcenter-anvisning

EAN 9788799980284

# Forord

Denne revision af Rørcenter-anvisning 017 er udarbejdet for Trafik- Bygge- og Boligstyrelsen (TBST). Revisionen er udarbejdet af Leon Buhl, Teknologisk Institut. Formålet med anvisningen er som hidtil at give vejledning i installationsprincipper samt bekæmpelsesmetoder for Legionella.

Rørcenter-anvisning 017 har haft afsnit, der er blevet forældede, og som derfor er blevet opdateret.

Opdateringen har bl.a. behandlet:

- Referencer til andre eksisterende dokumenter
- Referencer til evt. nye dokumenter
- Nye teknologier
- Brug af kemikalier til desinficering
- Risikovurdering af brugsvandssystemer

Anvisningen har været udsendt til høring i lukket kreds i perioden 1. marts til 10. marts.

Maj 2019
Rørcentret, Teknologisk Institut

# Indholdsfortegnelse


**1 INDLEDNING ..... 6**

1.1 DENNE ANVISNING ..... 6

**2 PROBLEMSTILLING MED LEGIONELLA ..... 7**

2.1 INSTALLATIONEN ..... 7

*2.1.1 Opbygning og drift af varmt brugsvandsinstallationer ..... 7*

2.2 BIOFILM I RØRSYSTEMET ..... 8

**3 LOVGIVNING ..... 9**

3.1 GÆLDENDE LOVGIVNING I DANMARK I DAG ..... 9

*3.1.1 Byggeloven og ansvar ..... 9*

*3.1.2 Bygningsreglementet BR18 ..... 9*

*3.1.3 Drikkevandsbekendtgørelsen ..... 10*

*3.1.4 Godkendelse af produkter ..... 11*

*3.1.5 DS 439:2009 Vandnormen ..... 12*

*3.1.6 DS 469:2013 Varme og køleanlæg i bygninger ..... 12*

**4 PROJEKTERING OG INSTALLATION ..... 14**

4.1 PROJEKTERING ..... 14

4.2 GOD PRAKSIS I FORBINDELSE MED INSTALLATION ..... 14

**5 INSTALLATIONSTYPER OG UDFORMNING ..... 16**

**6 DRIFT OG VEDLIGEHOLDELSE ..... 27**

**7 RISIKOANALYSE ..... 31**

7.1 OPGAVETILDELING VED RISIKOVURDERING ..... 31

7.2 RISIKOORGANISATION ..... 31

7.3 FORHOLD DER GIVER RISIKO FOR LEGIONELLAVÆKST ..... 32

7.4 OVERORDNEDE RISIKOVURDERINGSOMRÅDER ..... 33

*7.4.1 Overvågning ..... 33*

7.5 RISIKOVURDERING I FORBINDELSE MED DAGLIG DRIFT ..... 33

7.6 REGELMÆSSIG KONTROL ..... 34

7.7 LEGIONELLAPRØVER ..... 36

**8 METODER TIL BEKÆMPELSE AF LEGIONELLA ..... 37**

8.1 TERMISK DESINFEKTION (TEMPERATURGYMNASTIK) ..... 38

8.2 ULTRAVIOLET STRÅLING (UV) ..... 40

8.3 MEMBRANTEKNOLOGI ..... 41

8.4 KLORDIOXID ..... 42

8.5 HYPOKLORID ..... 43

8.6 OVERVÅGNING AF STØRRE INSTALLATIONER ..... 45

8.7 KLORING ..... 46

8.8 OZON ..... 46

8.9 KOBBER-SØLVIONISERING ..... 47

8.10 KRAV I FORBINDELSE MED INSTALLATION AF ANLÆG ..... 47

**BILAG 1 LITTERATURHENVISNINGER ..... 49**

**BILAG 2 ØVRIG LITTERATUR ..... 50**

**BILAG 3 TJEKSKEMA I RELATION TIL DAGLIG DRIFT AF INSTALLATION ..... 55**

**BILAG 4 SKEMA FOR RISIKOVURDERING (INDLEDENDE) ..... 56**

# 1 Indledning

## 1.1 Denne anvisning

**Formål**
Det er formålet med denne Rørcenter-anvisning at give et overblik over mulighederne for at forhindre opformering af Legionella i varmt brugsvandsinstallationer samt et overblik over bekæmpelsesmetoder.

Rørcenter-anvisningen har følgende hovedindhold:

En gennemgang og uddybning af de regler og krav og vejledninger vedr. forhindring af opformering af Legionella i varmt brugsvandsinstallationer der er beskrevet i BR18, DS 439 samt andre eventuelle relevante vejledninger med uddybende eksempler.

En kort redegørelse for udformninger, af anlæg og installationer med følgende typer af opvarmning af det varme brugsvand:

- Centralvarmeinstallationer i en familiebolig
- Opvarmning med olie/gas/el
- Opvarmning med fjernvarme
- Opvarmning med varmepumpe
- Opvarmning med solvarme
- Store installationer med cirkulation

En gennemgang af hvordan en risikovurdering af installationer bør udformes, samt hvem der har ansvar for de enkelte delelementer som risikovurderingen bør indeholde.

En beskrivelse og oversigt over af de forskellige kendte typer af metoder til bekæmpelse af Legionella i varmt brugsvandsinstallationer, samt en vurdering af metodernes effektivitet og af risiko ved anvendelse.

# 2 Problemstilling med Legionella

Legionærsyge er en sygdom som skyldes bakterien Legionella. Denne bakterie findes mange steder, men har især ideelle vækstbetingelser i mange varmtvandsanlæg, hvor temperaturen flere steder er under 60 °C. Alene i Danmark vurderer SSI, Statens Serums institut, at mindst 10 % af alle større varmtvandsinstallationer har været skyld i smitte med Legionella.

Der blev i 2017 anmeldt i alt 278 tilfælde af legionærsyge. I alt 173 (62 %) var mænd; medianalderen var 63 for mænd og 68 år for kvinder. I alt 210 tilfælde anses for smittet i Danmark. Gennemsnitsalderen for disse var 69 år (spændvidde 24-101) og 129 (61 %) var mænd. En opgørelse viste, at 30 patienter (11 %) afgik ved døden inden for en periode på 60 dage efter at diagnosen blev stillet. Smitte fra hospital eller plejehjem havde i 2017 en usædvanlig høj mortalitetsrate på 57 %.

Bakterien Legionella kan ved indånding af forstøvet vand (aerosoler), fx under brusebadning – både medføre Legionærsyge (lungesygdom) og Pontiac feber (influenzalignende febersygdom). Legionærsyge kan være dødelig for især personer med svækket immunforsvar – og sygdomstilfældene skal anmeldes til de offentlige myndigheder.

## 2.1 Installationen

### 2.1.1 Opbygning og drift af varmt brugsvandsinstallationer

Vækst af Legionella skyldes ofte lav driftstemperatur, "døde ender" med stillestående vand eller at vandets cirkulation hindres af kalk, slam, rust eller forkerte, defekte indreguleringsventiler. Men problemerne kan reduceres, hvis varmtvandssystemet overholder de foreskrevne mindstekrav til brugsvandstemperaturer. Ved mistanke om bakterievækst og forekomst af Legionella i systemet, bør der udføres en bakteriologisk undersøgelse.

Risikoen for dannelse af bakterier og Legionella er betinget af varmtvandstemperaturen i varmtvandsproduktionen og i rørsystemet. I efterfølgende tabel er angivet temperaturniveauer, hvor det både er muligt at bekæmpe Legionella, men også ved hvilke temperatur, der er optimal mulighed for vækst af legionella.

| **Temperatur** | **Temperaturens effekt på vækst af Legionella** |
|---|---|
| Under 20 °C | Legionella kan overleve, men er oftest i et hvilestadie |
| 20 °C - 50 °C | Legionella kan vokse – det optimale temperaturniveau er 35 °C til 46 °C |
| Over 50 °C | Legionella kan overleve, men der sker ikke vækst |
| 55 °C | Legionella dør inden for 5 – 6 timer |
| 60 °C | Legionella dør inde for en halv time, men der er øget risiko for kalkdannelse |
| 66 °C | Legionella dør inden for 2 minutter |

*Figur 2.1. Temperaturniveauer. Kilde: Vand og afløbsståbi, Nyt Teknisk Forlag*

## 2.2 Biofilm i rørsystemet

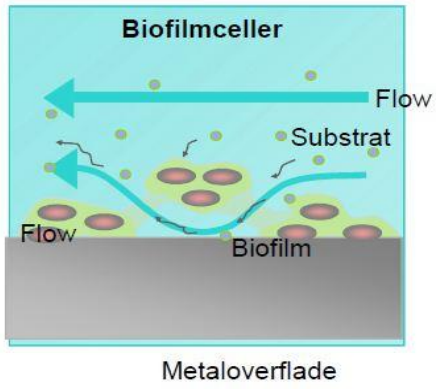
Biofilm består af et lag af forskellige mikroorganismer samt organisk materiale. Derudover vil der være uorganisk materiale fx fra korrosionsprocesser og andre udfældede forbindelser fra vandet.

Der vil typisk være biofilm på indersiden af rør og beholdere.

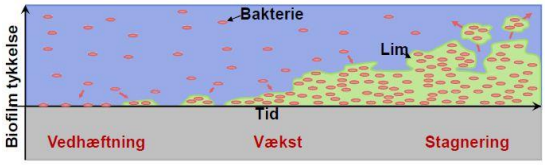
Der kan være forskellige mikroorganismer i en biofilm, herunder bl.a. Legionella.

**Hvad er biofilm lavet af?**
En nærmere undersøgelse af en biofilm i et rørsystem ville afsløre en sammensætning der typisk ville indeholde følgende:

- Vand (70 – 95 % af den totale vægt)
- Forskellige bakterier og andre mikroorganismer, hvoraf nogle kan være sygdomsfremkaldende
- Organisk stof (50 – 90 % af tørstofindholdet)
- Uorganiske partikler
- Ekstracellulære polymere substanser (den lim der holder biofilmen sammen)

| | |
|---|---|
|  | Biofilm dannes ved, at mikroorganismer absorberes til en overflade. Der sker herefter en tilvækst af mikroorganismer til biofilmen. |

*Figur 2.2. Biofilm på en røroverflade*

| | |
|---|---|
|  | Tre faser i forbindelse med dannelse af biofilm:<br>• Vedhæftning<br>• Vækst<br>• Stagnering |

*Figur 2.3. 3 faser i dannelsen af biofilm*

# 3 Lovgivning

## 3.1 Gældende lovgivning i Danmark i dag

Byggeloven, Bygningsreglementet BR18 og Drikkevandsbekendtgørelsen udgør det danske regelsæt mht. krav angående brugsvandsanlæg og Legionella. Dette regelsæt vil efterfølgende blive gennemgået.

Ud over reglerne findes et antal vejledninger, hvoraf kan nævnes Vandnormen DS 439, SBI-anvisningerne 234, 235 og 236 som anvisning og vejledning til denne. Derudover giver Vand og afløbsståbien anvisninger på anvendelsen af Bygningsreglementet og Vandnormen. BYG-ERFA-blade samt eventuelle produktvejledninger fra leverandører kan også give anvisninger på udførelse af installationer til minimering af risiko for Legionella.

Der findes endelig en række udenlandske standarder og regler, der på sigt må forventes at få indflydelse på dansk lovligning, og derfor vil de blive nævnt kort i det efterfølgende.

### 3.1.1 Byggeloven og ansvar

Ansvaret for bygningen og dens installationer er defineret i byggelovens §§ 14 og 17

***§ 14.*** *Bebyggelse, ejendommes ubebyggede arealer og derpå værende indretninger skal holdes i forsvarlig stand, således at de ikke frembyder fare for ejendommens beboere eller andre eller på anden måde er behæftet med væsentlige mangler. Endvidere skal ejendommen holdes i en under hensyn til beliggenheden sømmelig stand.*

*Stk. 2. Bestemmelserne i stk. 1 gælder, uanset hvornår bebyggelsen er opført. I bebyggede områder gælder de også for ubebyggede grunde.*

***§ 17.*** *Det påhviler den til enhver tid værende ejer af en ejendom at berigtige forhold, som er i strid med denne lov eller de i medfør af loven udfærdigede forskrifter. Består forholdet i en ulovlig brug af ejendommen, påhviler pligten tillige brugeren.*

### 3.1.2 Bygningsreglementet BR18

Bygningsreglementet angiver krav til vandinstallationer.

**I BR18 kap. 21 står følgende:**

*§ 404*
*Vandinstallationer skal projekteres og udføres, så der er vandforsyning til de enkelte tapsteder. Dette skal ske under hensyn til forsyningsforhold samt til bygningens og installationens anvendelse.*

*Stk. 2. Vandinstallationer skal dimensioneres som anvist i DS 439 Norm for vandinstallationer, afsnit 2, eller på en måde, som på tilsvarende vis sikrer vandforsyning til de enkelte tapsteder under hensyn til bygningens og installationens anvendelse, jf. stk. 1*.

Stk. 2 betyder bl.a., at varmtvandsinstallationer skal dimensioneres efter DS 439 eller på tilsvarende måde.

*§ 405*
*Vandinstallationer skal projekteres og udføres, så:*

*1) de kan fungere uden risiko for personers sundhed som følge af bakterievækst, herunder legionella i vandet.*

*Stk. 2. Stk. 1, nr. 1, kan opfyldes ved at følge Rørcenter-anvisning 017 Legionella - Installations-principper og bekæmpelsesmetoder.*

*§ 416*
*Vandinstallationer skal udformes af materialer, der ikke afgiver sundhedsfarlige stoffer til vandet eller giver generende lugt, smag, misfarvning eller generende vækst af mikroorganismer. Kravet vedrører alle materialer, der indgår i installationen, f.eks. rør, armaturer og pakninger.*

*§ 419*
*Stk. 3. Der skal foreligge en drifts- og vedligeholdelsesmanual ved ibrugtagning. Manualen skal indeholde tegninger med oplysning om placering af installationer, der skal vedligeholdes, samt hvordan og hvor ofte vedligeholdelsen skal ske.*

*Stk. 5. Ubenyttede installationer skal afmonteres den del af installationen, som er i brug for at forhindre bakterievækst mv. Afmonteringen skal ske umiddelbart ved afgrening fra den del af installationen, som er i brug.*

*§ 417*
*Fabriksfremstillede produkter, der indgår i eller tilsluttes de faste drikkevandinstallationer til og med tapstedet, skal for så vidt angår egenskaber, der har indflydelse på drikkevandets kvalitet, jf. bekendtgørelse om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg, være godkendt af Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen, medmindre det pågældende produkt er undtaget ifølge bekendtgørelse om markedsføring og salg af byggevarer i kontakt med drikkevand.*

*§ 418*
*Fabriksfremstillede produkter, der indgår i eller tilsluttes vandinstallationer, skal for så vidt angår de mekaniske/fysiske karakteristika:*

*1) være forsynet med CE-mærke, der viser, at produkterne stemmer overens med en harmoniseret standard eller er omfattet af en europæisk teknisk vurdering med de deklarerede egenskaber, der er relevante for Danmark, eller*

*2) have gennemgået en afprøvning for de egenskaber, der er relevante for Danmark, og være underlagt en produktionskontrol hos fabrikanten, der sikrer, at den deklarerede ydeevne opretholdes, som beskrevet i kapitel 24.*

*§ 414*
*Vandinstallationer skal projekteres og udføres, så:*

*1) unødvendigt vandforbrug og vandspild undgås.*

*2) unødvendigt energiforbrug undgås. Installationer skal isoleres mod varmetab og kondens i overensstemmelse med DS 452 Termisk isolering af tekniske installationer.*

*3) forbruget af varmt og koldt vand kan måles.*

### 3.1.3 Drikkevandsbekendtgørelsen

BEK nr. 1068 af 23/08/2018. Bekendtgørelse om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg angiver de lovgivningsmæssige kvalitetskrav til det drikkevand, der leveres til forbrugeren.

*Kapitel 2: Kvalitetskrav til vand fra vandforsyningssystemer*

*§ 4. Vand fra vandforsyningsanlæg, som leverer vand omfattet af kvalitetskrav efter denne bekendtgørelse, jf. § 1, stk. 1, nr. 1, skal overholde de kvalitetskrav, som er angivet i bilag 1 a-d.*

Kvalitetskrav til mikrobiologiske parametre Hvor intet andet er anført, er der i tabellen tale om højst tilladelige værdier. Ved vurdering af om kvalitetskrav er opfyldt, må måleusikkerheden ikke anvendes som ekstra tolerance.

| **Kvalitetskrav til mikrobiologiske parametre** | | |
|---|---|---|
| Parameter | Enhed | Værdi ved forbrugerens taphane |
| Coliforme bakterier | Pr. 100 ml | i.m.[1)] |
| Escherichia coli (E. coli) | Pr. 100 ml | i.m.[1)] |
| Kimtal ved 22° C | Pr. ml | 200 |
| Enterokokker | Pr. 100 ml | i.m.[1)] |
| Clostridium perfringens, herunder sporer[2)] | Pr. 50 ml | i.m.[1)] |

1) i.m. = ikke målelig ved den anviste metode. 2) Parameteren bestemmes kun, hvis vandet hidrører fra eller påvirkes af overfladevand. Såfremt denne parameterværdi overskrides, undersøger og sikrer forsyningen, at der ikke er nogen potentiel fare for menneskers sundhed som følge af forekomsten af patogene mikroorganismer, f.eks. cryptosporidium.

*Figur 3.1. Kvalitetskrav til drikkevand*

*Kapitel 3: Kontrol med vandets kvalitet*

***§ 12.*** *Ved tilsynsmyndighedens foranstaltning kan der foretages kontrolmålinger af vandet fra vandforsyningsanlæg udover den kontrol, der er omfattet af §§ 6-9. Målingerne foretages i det omfang, tilsynsmyndigheden finder det nødvendigt. Prøverne skal udtages af og analyseres på et laboratorium, jf. § 11, stk. 1. Kontrolmålingerne betales af tilsynsmyndigheden.*

*Stk. 2. Kommunalbestyrelsen kan træffe afgørelse om, at det påhviler ejeren af bygningen eller virksomheden at lade udføre supplerende kontrolmålinger af vandets kvalitet samt undersøgelser af bygningens og virksomhedens vandinstallationer til opsporing af eventuelle forureningskilder. Kommunalbestyrelsen kan dog kun træffe afgørelse om, at disse undersøgelser skal betales af ejeren i de tilfælde, hvor det er fundet godtgjort, at en forsynings vand omfattet af § 4 ved levering til ejendommen opfylder kvalitetskravene i bekendtgørelsen.*

### 3.1.4 Godkendelse af produkter

Bygningsreglementets kap. 21, § 417 siger, at produkter til drikkevandsinstallationer (koldt vand) skal obligatorisk godkendes i relation til de sundhedsmæssige forhold.

Varmt brugsvand er ikke defineret som drikkevand, og produkter til disse installationer skal derfor ikke obligatorisk godkendes. Disse produkter skal opfylde betingelserne i Bygningsreglementets kap.21 § 418 med hensyn til de mekanisk fysiske egenskaber. Det betyder, at de enten skal være CE mærkede i henhold til en harmoniseret standard, være CE mærket efter en ETA (Europæisk teknisk vurdering) eller have gennemgået en produktionskontrol og afprøvning.

Det er i praksis ikke muligt at CE mærke ret mange produkter til vandinstallationer i dag, og CE-mærkning på baggrund af en ETA anvendes kun sjældent.

Det er muligt i dag at dokumentere ydeevnen af et produkt på baggrund af en produktionskontrol og afprøvning, men de fleste fabrikanter og importører vælger i stedet at lade deres produkter frivilligt VA godkende i relation til produktets mekaniske og fysiske egenskaber.

Det er på ETA Danmarks hjemmeside www.etadanmark.dk angivet hvilke produkter, der har en frivillig VA-godkendelse. Det er samtidig muligt at downloade de frivillige godkendelser fra hjemmesiden.

Såfremt et produkt ikke opfylder kravene i Bygningsreglementets bestemmelser, må det ikke anvendes i en vandinstallation.

**Godkendelse af behandlingsanlæg til fjernelse af Legionella**
Vandbehandlingsanlæg til bekæmpelse af Legionella, der installeres permanent i varmtvands installationer, skal være godkendte i relation til de mekanisk fysiske egenskaber. Ved dosering af kemikalier i installationen skal der installeres en tilbagestrømningssikring i henhold til DS/EN 1717.

### 3.1.5 DS 439:2009 Vandnormen

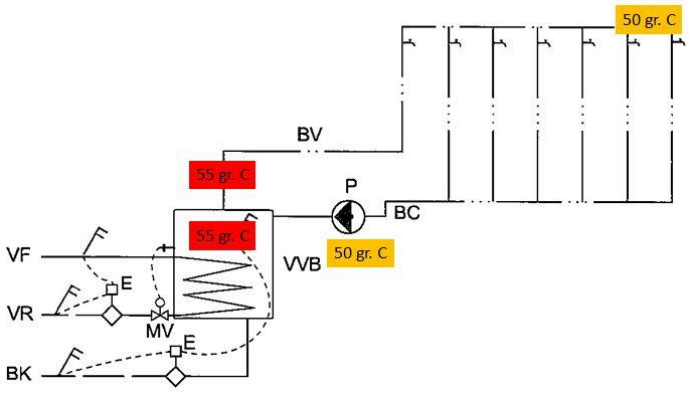
Vandnormen angiver i kap. 2.5:

Et varmtvandsforsyningsanlæg skal være indrettet således, at temperaturen i tilfælde af konstateret bakterievækst skal kunne hæves til 60 °C. Der er IKKE krav om at anlægget skal køre konstant med denne temperatur, tværtimod, da dette giver tilkalkningsproblemer.

Kravene er som ovenfor nævnt ikke at et anlæg skal køre med 60 °C. Det almindelige i dag er en beholder og fremløbstemperatur på 55 °C.

I DS 439 er det angivet, at anlæg skal være indrettede således, at temperaturen overalt i installationen altid er over 50 °C i den samlede installation, dog ned til 45 °C ved spidsbelastning. Dette betyder i praksis, at anlægget kan køre med en beholdertemperatur på ca. 55 °C, og en temperaturforskel i cirkulationskredsen på max 5 °C.

På den efterfølgende figur er temperaturforholdene som de mindst bør være i en større varm brugsvandsinstallation skitseret.




*Figur 3.2. Temperaturforhold, som de bør være i en større varmbrugsvandsinstallation*

### 3.1.6 DS 469:2013 Varme og køleanlæg i bygninger

I DS 469, Varme og køleanlæg i bygninger er følgende angivet vedrørende temperaturer på det varme vand.

Brugsvandsopvarmning skal for varmeforsyningssiden dimensioneres for en fremløbstemperatur på højst 60 °C og en returløbstemperatur på højst 30 °C ved tapning af varmt brugsvand med dimensionerende vandstrøm, varmtvandstemperatur fra vandvarmer på 55 °C og koldtvandstemperatur på 10 °C.

For anlæg tilsluttet fjernvarme gælder de dimensionerende frem- og returløbstemperaturer ved fjernvarmestikkets hovedhaner.

NOTE: Fjernvarmeforsyningen kan have regler, der kræver en lavere returløbstemperatur eller en større afkøling af fjernvarmevandet af hensyn til fjernvarmesystemets energiøkonomi, som anlægget så må dimensioneres for.

Varmeanlægget skal dimensioneres for en brugsvandsopvarmning med en varmtvandstemperatur fra vandvarmer på 55 °C og en koldtvandstemperatur på 10 °C ved tapning af varmt brugsvand med dimensionerende vandstrøm.

NOTE: Se DS 439 vedrørende dimensionering af brugsvandsanlæg.

NOTE: Jfr. DS 439 bør vandet i vandvarmere af hensyn til risiko for bakterievækst kunne opvarmes til mindst 60 °C. Dette kan fx ske ved ekstraordinært at kunne hæve varmetilførslen til vandvarmeren eller ved at placere et elvarmelegeme i vandvarmeren.

# 4 Projektering og installation

## 4.1 Projektering

**Materialer**
Der bør udelukkende foreskrives godkendte materialer til installationen der opfylder kravene i BR. Det vil sige, materialer der ikke afgiver stoffer, som kan give anledning til forøget forekomst af bakterier. Der bør især ses på materialer og komponenter, der kan indeholde gummipakninger, plastmaterialer og smøremidler, da der er erfaring for at disse dele kan sættes i relation til øget bakterievækst. Der bør ligeledes heller ikke anvendes materialer, der kan give anledning til korrosion, da denne vil være med til at øge muligheden for biofilm og dermed bakterievækst.

**Dimensionering**
Beholdervolumen og ledningsnettet skal dimensioneres efter det forbrug, der forventes. Det er et velkendt problem, at hvis beholderne dimensioneres for store, giver dette lange opholdstider med mulighed for opformering af bakterier. Der bør ikke forekomme ledninger i anlægget, hvor der kan optræde stagnerende vand, eller disse ledninger bør placeres, så der ikke er risiko for overstrømning til drikkevandssystemet. Ledninger med stagnerende vand er fx ledninger til slangevinder, sjældent benyttede ledninger o.l.

Ledningsstrækningerne bør projekteres og dimensioneres så korte som muligt.

**Isolering**
Koldtvandsledninger, der er udsat for opvarmning fx i skakte, kedelcentraler o.l., skal isoleres således, at der ikke sker en utilsigtet opvarmning af disse. Koldtvandsledninger bør så vidt muligt ikke placeres sammen med varme og varmtvandsrør i skakte og må ikke samisoleres med disse.

Varmtvandsledninger skal isoleres mod varmetab, og placeres så de ikke er udsatte for stor afkøling, selv om de er isolerede. Varmtvandsledninger må ikke placeres uden for bygningens klimaskærm.

**Afspærringsmulighed**
Der skal anbringes afspærringsventiler således, at det er muligt at komme til at servicere de forskellige dele af installationen.

## 4.2 God praksis i forbindelse med installation

God praksis for at minimere risikoen for forurening under installation og idriftsættelse kan være:

- at sikre, at brugsvandssystemet installeres således, at det minimere potentialet for mikrobiel kolonisering og vækst,
- at det i forbindelse med udførelsen på pladsen sikres, at materialer, komponenter og rør opbevares således, at der ikke i forbindelse med opbevaringen kommer snavs o.l. ind i disse. Snavs o.l. kan være med til at fremme bakterievækst. Det er muligt at minimere mulighederne for indtrængning af snavs i installationen ved at sikre, at komponenter og rørledninger er passende beskyttet mod snavs o.l. inden installation. Dette kan bl.a. gøres ved at alle komponenter og fittings opbevares i indpakningen fra fabrikanten indtil de skal anvendes, og at rør er afproppede i enderne,

- at såfremt der anvendes gevindrør, skal skærevæsken være godkendt, og vandudskyllelig,
- at installationen skal inden ibrugtagning gennemskylles med koldt vand, således at det er sikret, at der ikke er rester af fx køle/smøremidler og snavs i rørsystemet,
- at sikre, at installationen efter fx trykprøve med vand ikke henstår ubenyttet efterfølgende. Hvis installationen ikke kan tages i brug lige efter trykprøven, bør det overvejes at trykprøvninger udføres med fx luft eller nitrogen,
- at sikre, at de værktøjer, der anvendes i forbindelse med arbejder på vandledninger, ikke er forurenet fra arbejder på tidligere installationer.

# 5 Installationstyper og udformning

Det efterfølgende er en redegørelse over de udfordringer, der er ved anlæg og installationer med forskellige typer af vandvarmere til opvarmning af det varme brugsvand.

Ud over udformningen af selve installationen er det også væsentligt, hvordan temperaturen i vandvarmeren og den efterfølgende installation styres.

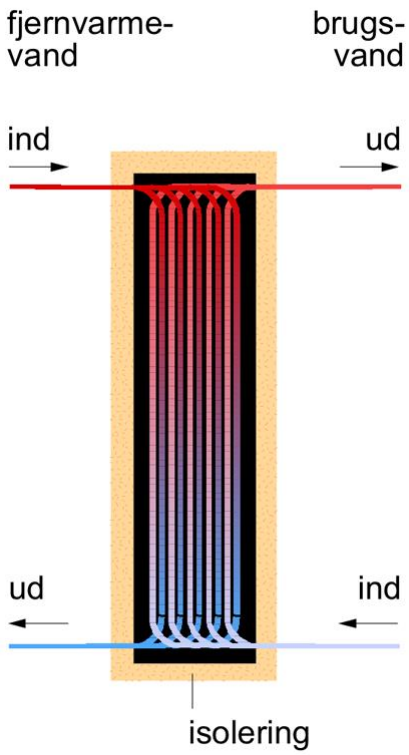
Især i ældre installationer kan der være stor risiko for, at man uforvarende kommer til at skrue ned for varmt brugsvandstemperaturen, når man ønsker at regulere fremløbstemperaturen på centralvarmen ned.

I den første del af dette afsnit er der gennemgået typiske installationer i mindre ejendomme som enfamiliehuse og rækkehuse. I den sidste del er beskrevet installationer og komponenter, der typisk indgår i større installationer.

**Varmtvandsbeholdere generelt**

| | |
|---|---|
| | I en god varmtvandsbeholder vil den normalt være opbygget således, at der er en vis lagdeling gennem beholdervolumet.<br><br>Lagdelingen af beholderen er både med til at sikre en god driftsøkonomi, men samtidig også med til at forhindre at der kommer stagnerende vand i beholderen.<br><br>Beholderen skal ligeledes være dimensioneret i forhold til forbrug og tappeprogrammer således, at opholdstiden i beholderen ikke bliver for lang. |

### Varmevekslere/gennemstrømningsvandvarmere generelt

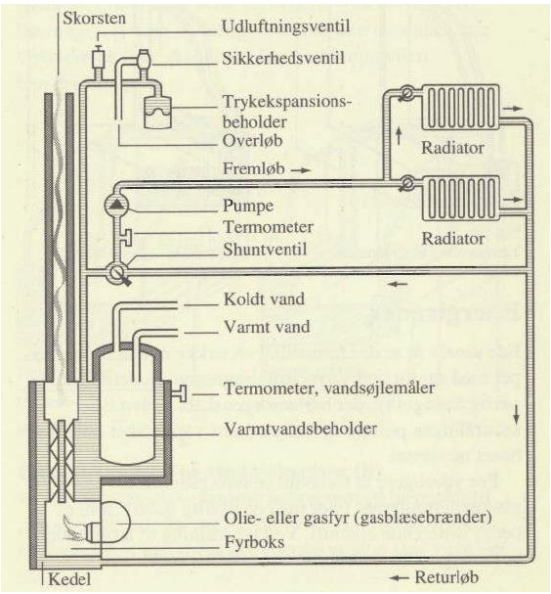



I en varmeveksler er der normalt et meget lille vandvolumen. I større anlæg med cirkulation skal man dog være opmærksom på, at der ude i fremløbs- og cirkulationskredsen kan være endog meget store vandvolumener, hvor der ved lave temperaturer kan ske en opformering af bakterier og Legionella.

I visse typer af større varmtvandsforsyninger sker opvarmningen af det varme brugsvand i en ekstern veksler, hvorefter vandet sendes videre til en bufferbeholder. I denne type af anlæg er det ofte muligt at anvende et mindre beholdervolumen end i traditionelle varmtvandsanlæg med indvendige opvarmningsspiraler.

I nyere anlæg i enfamiliehuse og lejligheder, hvor opvarmningen af varmt brugsvand sker med en veksler, og installationen er en såkaldt fordelerrørsinstallation, vil der være et meget lille vandvolumen både i veksler og rør.

### Varmtvandsproduktion i mindre olie- eller gasfyrede anlæg af ældre dato



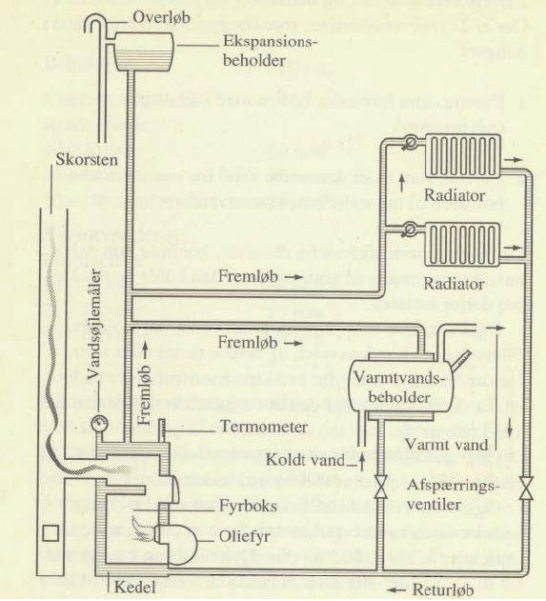

Ældre type af oliefyret anlæg med kedel med neddykket varmtvandsbeholder. Det er vigtigt ved denne type af anlæg, at fremløbstemperaturen på centralvarmen ikke sænkes til under 50 °C på kedeltermostaten, da varmt brugsvandstemperaturen følger denne. Der har været registreret tilfælde af Legionella i denne type af anlæg, hvor brugeren af sparehensyn har sænket temperaturen til under 50 °C.

Beholderen i kedlen er ofte forholdsvis stor, da opvarmningen foregår langsomt. Store beholdere betyder ofte at opholdstiden for det varme vand er relativ stor, hvilket øger risiko for opformering af bakterier og Legionella.

Det er normalt ikke muligt at komme til at rense beholderen hvilket betyder, at den over tid bliver fyldt med slam og kalk.

**Risiko for bakterievækst og Legionella**

Der er i denne type af anlæg risiko for, at der kan komme vækst af bakterier og Legionella i beholder og rørsystem, hvis temperaturen på kedlens driftstermostat skrues end under 50 °C.




Ældre type af olie- eller gasfyret anlæg med separat kedel og varmtvandsbeholder tilsluttet ved siden af. Det er igen vigtigt ved denne type af anlæg, at fremløbstemperaturen på centralvarmen ikke sænkes til under 50 °C, da varmt brugsvandstemperaturen følger denne.

Varmtvandsbeholderen er normalt stor, op til 250 liter da opvarmningen af den er langsom.

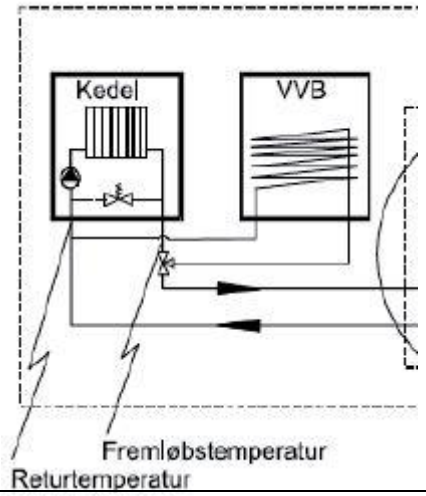
Store beholdere betyder ofte at opholdstiden for det varme vand er relativ stor, hvilket øger risiko for opformering af bakterier og Legionella.

Det er normalt ikke muligt at komme til at rense beholderen hvilket betyder, at den over tid bliver fyldt med slam og kalk.

**Risiko for bakterievækst og Legionella**

Der er i denne type af anlæg risiko for, at der kan komme vækst af bakterier og Legionella i beholder og rørsystem, hvis temperaturen på kedlens driftstermostat skrues ned under 50 °C.

### Varmtvandsproduktion i mindre gas- eller olie fyret anlæg med væghængt kedel

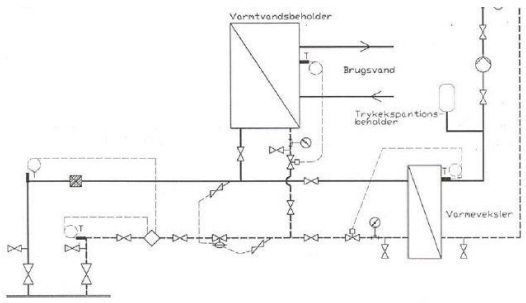



Ny type af væghængt olie- eller gasfyret kedel. Temperaturen på det varme brugsvand i varmtvandsbeholderen styres af en termostat i kedlen med en føler i beholderen, og kan indstilles individuelt. Temperaturen på det varme brugsvand er ikke afhængig af fremløbstemperaturen på centralvarmesystemet. Opvarmningen af det varme vand foregår efter princippet "varmtvandsprioritering" og foregår ved afgivelse af stor effekt fra kedlen samtidig med at der er lukket ud til centralvarmekredsen. Denne type af anlæg kører normalt med relativ lille beholder på 50 – 60 liter, og opholdstiden i beholderen er kort.

**Risiko for bakterievækst og Legionella**

Der er i denne type af anlæg mindre risiko for opformering af bakterier og Legionella, da beholderen er lille og opholdstiden kort. Opvarmningen af beholderen foregå ligeledes ved en stor effekt over kort tid. Temperaturen i beholderen er styret af en særskilt driftstermostat, og dermed uafhængig af driften på centralvarmekredsen.

### Varmtvandsproduktion i mindre fjernvarmeanlæg med beholder



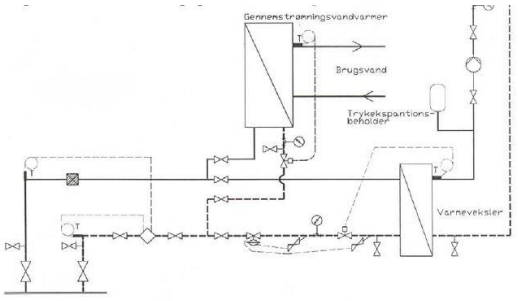

Fjernvarmeinstallation med varmtvandsbeholder. Temperaturen i beholderen styres af en termostatventil med en føler i beholderen. Beholderstørrelsen er normalt for enfamiliehuse 110 liter.

Visse ældre typer af fjernvarmebeholdere kan være styret med en såkaldt returventil, hvilket kan være med til at give dårlige driftsforhold og måske lave temperaturer i beholderen.

**Risiko for bakterievækst og Legionella**

Der kan i denne type af anlæg være risiko for vækst af bakterier eller Legionella, såfremt driftstemperaturen på beholderens termostat ikke er korrekt indstillet. Hvis styringen af driftstemperaturen alene er styret af en såkaldt returløbstermostat, kan der være risiko for at temperaturen i beholderen bliver for lav.

### Varmtvandsproduktion i mindre fjernvarmeanlæg med veksler




Fjernvarmeinstallation med varmeveksler. Temperaturen på det varme brugsvand styres af en termostatventil med en føler i rørsystemet efter varmeveksleren. Der er normalt mindre end 1/2 liter vand i en varmeveksler.

**Risiko for bakterievækst og Legionella**

Der er i denne type af anlæg minimal risiko for opformering af bakterier og Legionella, da varmtvandsproduktionen foregår samtidig med, at det varme vand anvendes, og vandvolumet i vekslereren er meget lille. Hvis der er cirkulation på anlægget, kan der være områder i cirkulationskredsen, der kan give anledning til problemer med bakterier på grund af lokale lave temperaturer eller "døde" ledninger.

I nyere installationer med fordelerrørsinstallation og separat rør frem til hvert af tapstederne vil der ikke være problemer, hvis temperaturen er stillet til 50 °C eller derover.

### Varmepumper

#### Jord/vand anlæg

Ved denne anlægstype cirkuleres en frostsikret væske (brine) i rørslanger (jordslanger af plast) nedgravet i de øverste jordlag. Nedgravningsdybden er normalt omkring 75 cm.

#### Luft/vand anlæg

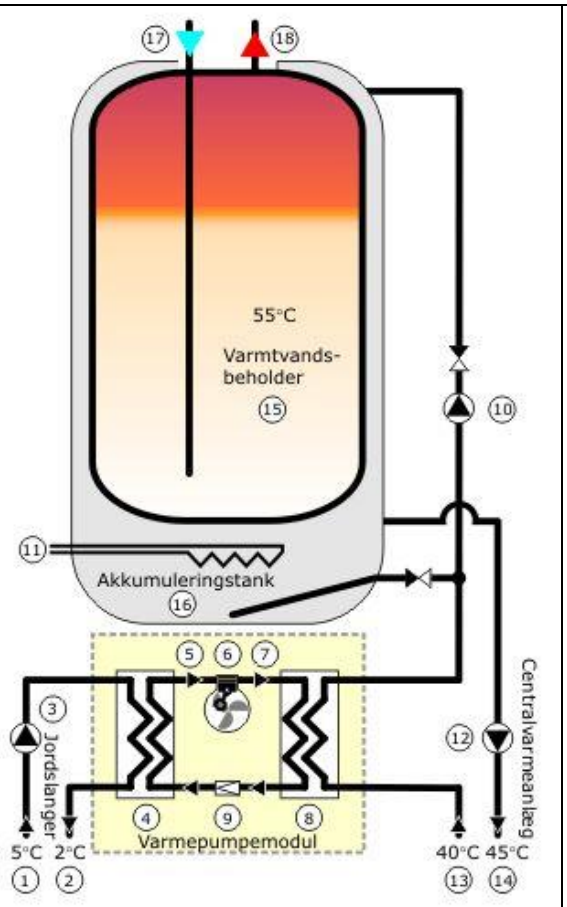
Denne anlægstype er meget almindelig, specielt i lande med moderate vintertemperaturer. Ved lave vintertemperaturer under -12 °C, hvilket kun forekommer i ganske få timer om året i Danmark, kan virkningsgraden falde til et niveau hvor anden opvarmningsform er at

foretrække. I modsætning til jord/vand anlægget skal denne type anlæg afrime den varmeoptagende del. Det gælder specielt i kolde og fugtige perioder af året.

**Temperaturer**
Det er således, at en række typer af varmepumper ikke kan levere en temperatur, der er over 55 °C, hvorfor det er nødvendigt, at disse er udstyret med fx en elpatron til suppleringsvarme, så temperaturen kan bringen op over 60 °C, hvis der konstateres problemer med bakterier og Legionella. I DS 469, Varme og køleanlæg i bygning er følgende angivet:

*6.7 Brugsvandsopvarmning*

*NOTE 2 – Jf. DS 439 bør vandet i vandvarmere af hensyn til risikoen for bakterievækst kunne opvarmes til mindst 60 °C. Dette kan fx ske ved ekstraordinært at kunne hæve varmetilførslen til vandvarmeren eller ved at placere et elvarmelegeme i vandvarmeren.*

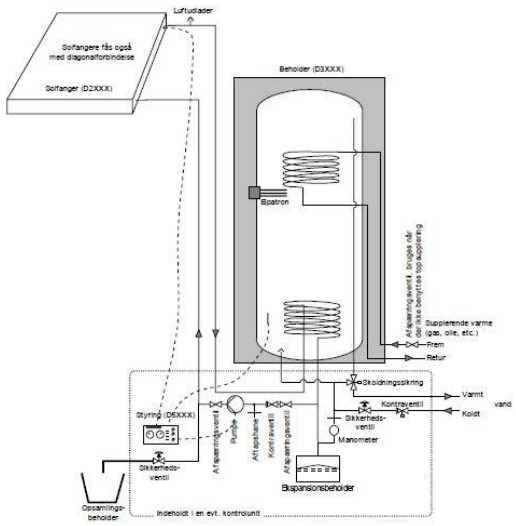


(Bosch)

Jordvarmeanlæg eller luft til vand varmepumpe til opvarmning af varmt brugsvand og centralvarme. Da varmepumpen ofte ikke kan levere en temperatur, der er over 55 °C er der monteret en elpatron som suppleringsvarme i beholderen.

**Risiko for bakterievækst og Legionella**
Der er i denne type af anlæg risiko for, at der kan komme vækst af bakterier og Legionella i beholder og rørsystem, hvis temperaturen på varmepumpen holdes under 50 °C fx af hensyn til god driftsøkonomi og virkningsgrad på varmepumpen.

**Solvarmeanlæg**




Solvarmeanlæg til brugsvandsopvarmning. Anlægget består af en beholder, der typisk er mellem 250 og 300 liter. Den er indrettet med en bundspiral til opvarmning med solvarme, og en topspiral til opvarmning med centralvarme/fjernvarme. Der er derudover beholdere, der er udstyret med en elpatron til brug om sommeren. Solvarmebeholdere er normalt indrettet således, at der er en god lagdeling gennem beholderen. Temperaturerne i beholderen kan over tid være meget varieret, da den afhænger af, hvor meget solen skinner.

I forbindelse med undersøgelse af solvarmebeholdere, og solvarmeforberedte beholdere i 2001 kunne følgende konkluderes:

- Legionella kan forekomme i varmtvandsbeholdere i mindre boliger
- Der blev påvist Legionella i solvarmebeholdere og traditonelle beholdere, men ikke i solvarmeforberedte beholdere
- Alle steder, hvor der blev påvist Legionella, var forekomsten lav
- Det vides ikke om tilstedeværelsen af Legionella i solvarmebeholdere skyldes statistisk tilfældighed, eller andre drifts- eller installationsforhold
- De foretagne undersøgelser på tidspunktet gav ikke anledning til tiltag eller bekymring

**Risiko for bakterievækst og Legionella**

Der er i denne type af anlæg risiko for, at der kan optræde vækst af bakterier og Legionella, hvis der ikke kan opretholdes en god lagdeling i beholderen, og dermed en temperatur over 50 °C. Problemet vil typisk kunne opstå på anlæg hvor der er cirkulation på det varme vand, og hvor denne er tilsluttet forkert til beholderen.

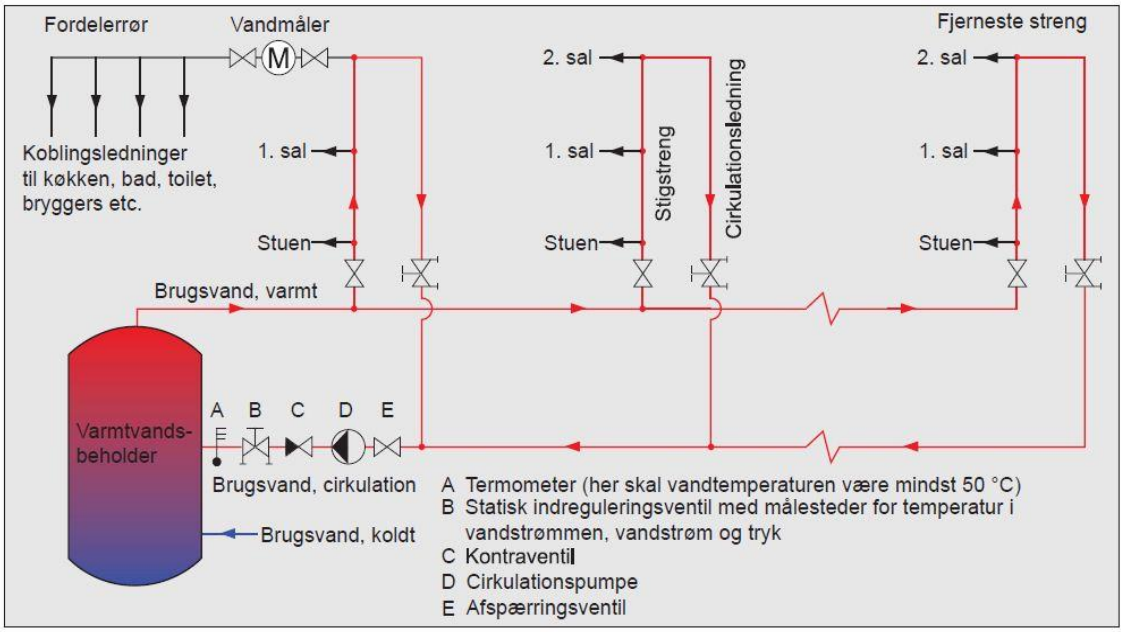
**Større varmtvandsanlæg med cirkulation**

Et af de uafklarede punkter er især større fjernvarmeinstallationer, hvor der ikke er en beholder, men alene en hovedveksler. Det er ikke undersøgt her, hvilken betydning den "manglende" beholder har i relation til Legionella. En rapport fra SBI angiver dog, at man skal være opmærksom på, at i større systemer er vandmængden i ledningssystemet langt større end i en eventuel beholder, hvorfor risikoen faktisk ligger her mere end i beholderen.

Betydningen af og risikoen for at der kommer Legionella i et varmt brugsvandssystem ligger mere i selve cirkulationskredsen end i selve opvarmningsenheden, hvorfor en nærmere undersøgelse af fx temperaturforhold, indregulering etc's betydning for muligheden for opformering af Legionella i cirkulationskredsen bør overvejes. Der findes faktisk i dag mange ældre systemer, hvor der fx er placeret 43 – 48 °C termostatiske indreguleringsventiler, hvilket betyder at disse installationer altid kører med en returtemperatur der er under 50 °C. Er man ejer af en sådan installation bør cirkulationsforholdene undersøges, og eventuelle dele, hvor forholdene ikke er i orden, bør renoveres.

Set sammen med ovenstående kommentarer bør ejere af større installationer sikre, at der er foretaget en korrekt indregulering af installationen fx ved anvendelse af moderne dynamiske indreguleringsventiler. Et af problemerne med de ældre eksisterende indreguleringsventiler er, at de er indstillet til en fast temperatur, og hvis der kommer problemer med Legionella i anlægget, er det ikke muligt at hæve temperaturen ude i cirkulationskredsen.

Installationer i institutioner, på plejehjem og på hospitaler er især kritiske, idet de ofte har en fysisk udformning der gør, at det kan være vanskeligt at sikre, at temperaturforholdene er i orden overalt. Dette kan skyldes lange cirkulationsstrenge, og at der er langt imellem de forskellige områder, hvor der anvende varmt brugsvand. Det kan derfor være vanskeligt at foretage en korrekt indregulering af installationen.




*Figur 5.1. Indregulering af en større installation. Kilde: Byg-Erfa blad (53) 100528*

### Større varmtvandsvandsanlæg med cirkulation

**Risiko for bakterievækst og Legionella**

Der er i denne type af anlæg risiko for, at der kan ske en vækst af bakterier og Legionella i forbindelse med følgende forhold:

- Dårlig eller forkert indregulering af cirkulationskredsen
- Anvendelse af cirkulationsindreguleringsventiler med for lav temperaturindstilling
- For lille cirkulationspumpe
- Dårlig eller mangelfuld isolering af rørsystemet
- For stor varmtvandsbeholder i forhold til forbruget
- Korrosion og afsætninger i rørsystemet
- Biofilm i rørsystemet

### Ældre cirkulationsventil

| | |
|---|---|
| | Ældre type af cirkulationsventil der var beregnet for en gennemstrømning ved 43 – 48 °C. Med denne type af ventiler i installationen vil der altid blive områder, hvor varmt brugsvandstemperaturen er for lav, og derfor risiko for opformering af bakterier og Legionella.<br><br>Denne type af ventiler er meget tilbøjelige til også at kalke til, eller stoppe til på grund af snavs, hvilket forværrer problemet.<br><br>Hvis der er denne type af ventiler i større installationer, bør de udskiftes til ny typer, der giver en gennemstrømning ved ca. 52 °C. |

**Risiko for bakterievækst og Legionella**

Der er i anlæg hvor denne type af ventiler er monteret altid for lav temperatur i returledningerne til varmtvandsbeholderen. Da der samtidig er stor risiko for at ventilerne kalker til, eller tilstoppes af snavs således at cirkulationen stopper helt er der alvorlig risiko for opformering af bakterier og Legionella i retur/cirkulationsledningerne.

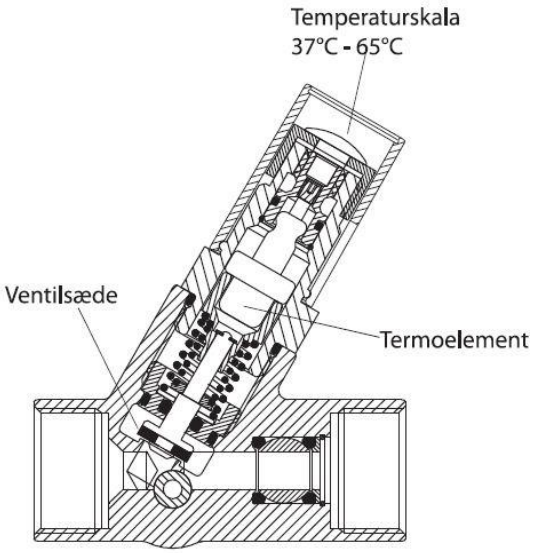
### Manuel indreguleringsventil

| | |
|---|---|
| | Manuel indreguleringsventil med forindstilling. Ved anvendelsen af denne type af ventil beregnes forindstillingen af samtlige ventiler for hver stigstreng. Efter indstilling af ventilerne foretages der efterfølgende en kontrolmåling af samtlige ventiler for at sikre, at der er et korrekt flow gennem hver stigstreng. Ventilerne kan herefter låses i den stilling, hvor de er indreguleret. |

**Risiko for bakterievækst og Legionella**

Der er i anlæg, hvor denne type af ventiler er monteret, risiko for at ventilen efterfølgende anvendes til afspærringsmulighed, hvorved indreguleringen ødelægges. Når anlægget ikke længere er korrekt indreguleret, er der stor risiko for, at der vil være stigstrenge, hvor der ikke er korrekt cirkulation og for lav temperatur og risiko for bakterievækst. Hvis blot enkelte af ventilerne ikke længere er korrekt indreguleret, vil dette have indflydelse på indreguleringen i det samlede anlæg.

### Cirkulationsventil

| | |
|---|---|
|  | Cirkulationsventil til varmt brugsvandsanlæg med cirkulation. Ventilen regulerer automatisk temperaturen på det cirkulationsvand, som gennemstrømmer den. Derved sikres en termisk balance i hele det varme brugsvandsanlæg. Ventilen forindstilles på en skala til en given temperatur i intervallet 37 °C til 65 °C. |

**Risiko for bakterievækst og Legionella**

Der er i anlæg med denne type af ventiler risiko for at temperaturen bliver stillet for lavt på ventilens indstilling således, at temperaturen i cirkulationskredsen bliver under 50 °C. Temperaturindstillingen skal altid være 52 °C eller derover.

### Placering af rørinstallationen

| | |
|---|---|
| | Placering af rørinstallationen i uisolerede loftrum vil ofte betyde, at det er umuligt at holde en returtemperatur, der er over 50 °C. Rørinstallationen skal være isoleret i henhold til DS 452:2013, Termisk isolering af tekniske installationer. Hvis installationen er placeret på et uisoleret loft vil isolering i henhold til standarden ikke altid være tilstrækkeligt. |

**Risiko for bakterievækst og Legionella**

Der er i denne type af anlæg risiko for at temperaturen i dele af systemet afkøles så kraftigt, at det ikke er muligt at opretholde en tilfredsstillende temperatur på over 50 °C i den efterfølgende del af installationen fx cirkulationskredsen.

### Sikring af passende koldtvandstemperatur

Vandinstallationer udføres således, at en passende koldtvandstemperatur er til stede uden besværende ventetid.

I Bekendtgørelse om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg er det angivet, at det bør tilstræbes, at det kolde vand er højst 12 °C ved taphanen. Dette er i praksis ikke muligt, da vandet efter en vis henstand i rørsystemet vil stige til omgivelsestemperaturen.

Vandinstallationer udføres således, at generende overstrømning fra varmtvands- til koldtvandsinstallationen ikke kan forekomme.

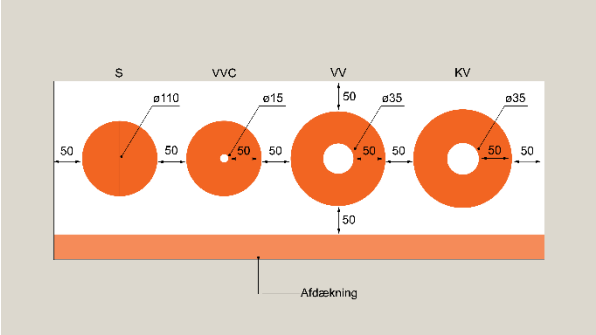
Vandinstallationer udføres således, at utilsigtet opvarmning af det kolde vand så vidt muligt undgås.

Lunkent vand i koldtvandsledninger kan fører til øget risiko for vækst af legionellabakterier, der kan forårsage sygdom. Koldt vand kan opvarmes af varme og varmtvandsrør placeret i samme skakt som rør til koldt vand. I skakte skal koldtvandsrørene være isolerede på en måde, som forhindre varmeoverførsel mellem koldtvandsrøret og de varmeførende rør i skakten. Isolering udføres i henhold til DS 452:2013, Norm for termisk isolering af tekniske installationer.

Anbefalingen kan være at vandledninger i skakte og tilsvarende, hvor temperaturer kan være generelt højere end stuetemperatur, udformes på en sådan måde, at den beregnede temperatur på stillestående koldt vand ikke overstiger 24 °C i løbet af 8 timer. Tabel 6 giver eksempler på rørstørrelser og isoleringstykkelser, der opfylder dette, hvis omgivelsestemperaturen i rummene udenfor skakten ikke overstiger 23 °C. Af tabellen kan det f.eks. ses, at et 22 mm koldt og varmtvandsrør skal være isoleret med 50 mm isolering for at opfylde kravet.

| Isoleringstykkelse mm (λ = 0,037W/m,K) | **Koldtvandstemperatur efter 8 timer [°C]** | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 10 | 20 | 40 | 50 | 60 |
| 22 mm KV/VV | | | | 23,7 | 23,2 |
| 22 mm Samisolerede VV og VVC | | | 23,3 | 23 | 22,5 |
| 28 mm KV/VV | | | | 22,7 | 22 |
| 35 mm KV/VV | | | 22,2 | 21,0 | 20.2 |
| 42 mm KV/VV | | 23,7 | 21,8 | 18,6 | 17,8 |

*Figur 5.2: Eksempler på rørstørrelser og isoleringstykkelser der gør, at temperaturen på det kolde vand ikke overstiger 23 grader*




*Figur 5.3: Eksempel på isolering af 35 mm koldtvandsledning i skakt, så temperaturen ikke overstiger 23 grader*

**Bruserslanger**
En mindre undersøgelse foretaget i 2011 har vist, at der i bruserslanger hos private borgere er et højt kimtal for bakterier. Undersøgelsen har ikke fokuseret på, om der var Legionella i forbindelse med de høje kimtal.

**Minimering af risiko ved bruseslanger**
Problemet med bruseslanger er, at de ofte efterlades hængende på en bruseknage. Derved kommer der til at stå vand i dem gennem en længere periode ved rumtemperatur. Under netop disse forhold har opformering af bakterier de bedste vilkår. Der kan derfor foreslås følgende tiltag til almindelige brugere, hvis de vil undgå opformering af bakterier i bruseslangerne:

- Sørg for, at bruseslangen tømmes for vand efter anvendelse, fx ved at lægge den ned på gulvet i stedet for at lade den hænge
- Udskift bruseslangen én gang hvert eller hvert andet år, så der ikke samler sig for meget biofilm i slangen

Såfremt bruserslangerne anvendes i forbindelse med personer, der på en eller anden måde er svækkede, fx på hospitaler eller plejehjem, bør en udskiftning eller sterilisering af bruserslangerne foregå væsentligt hyppigere.

**Bruseslanger**

| | |
|---|---|
| | De fleste brugere efterlader normalt håndbruseren som vist på billedet, hvilket betyder, at slangen aldrig tømmes for vand efter brug. Det vand, der er i slangen, vil stagnere under rumtemperatur, hvilket sammen med det gummimateriale som slangens indvendige del er udført af, vil give stor risiko for opformering af bakterier. |

# 6 Drift og vedligeholdelse

**Varmtvandsanlæg – udformning og drift**
Anlæggets udførelse og drift skal være i overensstemmelse med Bygningsreglement BR18. Temperaturerne skal være i overensstemmelse med DS 439 kapitel 2.

BR18 siger i § 419 i stk. 1 til 5:
Drift og vedligehold af vandinstallationer skal ske, så de til enhver tid overholder bestemmelserne i §§ 404-418.

*Stk. 2.* Vedligehold af tilbagestrømningssikringer skal ske i overensstemmelse med *DS/EN 806-5 Specifikationer for drikkevandsinstallationer i bygninger – Del 5: Drift og vedligehold* eller på en anden måde, som på tilsvarende vis sikrer, at funktionen af tilbagestrømningssikringerne er opretholdt.

*Stk. 3.* Der skal foreligge en drifts- og vedligeholdelsesmanual ved ibrugtagning. Manualen skal indeholde tegninger med oplysning om placering af installationer, der skal vedligeholdes, samt hvordan og hvor ofte vedligeholdelsen skal ske.

*Stk. 4.* Før at en vandinstallation eller dele af en installation må tages i brug, også efter reparation, skal der foretages en gennemskylning med drikkevand.

*Stk. 5.* Ubenyttede installationer skal afmonteres den del af installationen, som er i brug for at forhindre bakterievækst mv. Afmonteringen skal ske umiddelbart ved afgrening fra den del af installationen, som er i brug.

I større ejendomme anvendes oftest opretstående varmtvandsbeholdere (1.000 - 7.000 liter) med spiralopbyggede varmelegemer.

Varmtvandsbeholderen kan også fungere som ”forrådsbeholder”, hvor selve opvarmningen foregår i en såkaldt ”ladekredsveksler” uden for beholderen.

I DS 439:2009, kapitel 2.5 præciseres, at varmt vand skal kunne opvarmes til mindst 60 °C i forbindelse med bekæmpelse af bakterievækst. Ved projektering af anlæg er det vigtigt, at varmtvandsforbrug, driftsparametre, beholdervolumen og varmefladens størrelse er korrekt dimensioneret. Ved beregningerne skal tilgodeses, at der altid kun er opvarmet vand svarende til forbruget inden for den næste spidsbelastningsperiodes drift.

I eksisterende anlæg bør man vurdere installationsopbygning og anlægsfornyelser i forhold til ændringer i vandforbrug og driftsforhold, fx ved indførelse af vandbesparende foranstaltninger, ved ændret anvendelse, fx fra bolig til erhverv, eller ved andre skift i forbrugsmønstret.

Nogle plast- gummi- og kunstgummimaterialer (fx i rør, pakninger og ventiler) afgiver organiske stoffer, som kan øge bakterievækst. For at sikre mod dette må der i henhold til BR18 § 418, kun anvendes godkendte materialer eller CE-mærkede byggevarer suppleret med en EU-ydeevnedeklaration (DoP, Document of Performance)**.**

**Vand- og energibesparelse**
Ved etablering af vandbesparende foranstaltninger reduceres vandforbruget, og derved forlænges vandets opholdstider i varmtvandssystemet. Dette vil – kombineret med eventu-

elle lave driftstemperaturer under 55 °C – øge bakteriernes vækstbetingelser og kan dermed medføre forekomst af Legionella. Derfor bør dimensionering af ældre varmtvandssystemer justeres i forhold til nuværende forbrug. Energisparehensyn har tidligere ført til fx natsænkning af driftstemperaturerne i cirkulationskredsen. Temperatursænkningen har i nogle tilfælde reduceret dannelse af biofilm og øget gennemstrømning i rør med såkaldte "cirkonventiler", da disse åbner ved faldende temperaturer. Dette er med til at sikre, at der ikke ophobes snavs og aflejringer i ventilerne. Natsænkningen øger dog vækstbetingelserne for vækst af Legionella og kan derfor ikke anbefales – specielt ikke i anlæg, der forsyner risikogrupper, fx personer med nedsat immunforsvar.

**Temperaturforhold**
Driftstemperaturen har stor betydning for hvilke bakteriearter, der kan vokse i varmtvandssystemet. Figur 1.1 i afsnit 1 angiver anbefalede temperaturer for at undgå risiko for bakterievækst i koldt og varmt vand. For at undgå kalkudfældning og korrosion bør varmtvandstemperaturen ikke overstige 57 - 60 °C ved almindelig drift. Herved undgås også risiko for skoldning, som der er risiko for ved temperaturer over 65 °C. Varmtvandsanlægget bør udformes, så det varme vand er ved tapstedet uden besværende ventetid. I spidsbelastningsperioder tillader DS 439, at ledningsnettets temperatur faldet ned til 45 °C, men det skal sikres, at der straks herefter – ved det fjerneste tapsted – igen kan opnås en temperatur på mindst 50 °C. Der må ikke være stillestående vand, fx i døde ender i ledningssystemet.

| **Driftstemperaturer** | | |
|---|---|---|
| **Sted** | **Temperaturkrav** | **Bemærkninger og anbefalinger** |
| Koldt vand | Helst under 10 °C<br>Højst 20 °C | Det tilledte kolde vand bør have en temperatur under 20 °C for at undgå bakterievækst. Koldtvandsledningen bør i varme omgivelser være isoleret. |
| Beholder | Mindst 50 °C | Opvarmningsperioden fra 20 °C til 50 °C bør minimeres for at forebygge vækst af patogene mikroorganismer. |
| | Gerne 55 °C | Temperaturen bør være mere end 50 °C for at undgå vækst af patogene mikroorganismer.<br>Anlæg bør være dimensioneret til at kunne opvarme varmt brugsvand til 60 °C. Herved kan foretages en pasteurisering af vandet, der kan reducere bakterietallet. |
| | Højst 60 °C | Temperaturen bør af hensyn til kalkudfældning og korrosion ikke overstige 60 °C i længere perioder. |
| Fjerneste tapsted | Mindst 50 °C | For at undgå øget bakterievækst i stagnerende vand i døde ender skal temperaturen være over 50 °C ved det fjerneste tapsted. |
| Cirkulationsledning | Mindst 50 °C | Temperaturen skal være over den kritiske værdi for vækst patogene bakterier i hele cirkulationsledningen. |

*Figur 6.1. Anbefalede driftstemperaturer for varmtvandsforsyninger*

**Isolering**
For at opretholde de ønskede temperaturer i såvel det kolde som det varme vand, foreskriver BR18, at ledningsnettets rør skal isoleres i henhold til DS 452:2013, Termisk isolering af tekniske installationer. Herved bidrages også til at hindre bakterievækst forårsaget af uønsket opvarmning af det kolde vand, samt vækst af Legionella forårsaget af temperaturfald i cirkulationskredsen til det varme vand. Endelig modvirker isoleringen lange ventetider og uønskede generelle temperaturfald.

**Indregulering**
For at opretholde de ønskede temperaturer i hele ledningsnettet kan der fx monteres temperaturstyrede indreguleringsventiler på cirkulationsstigstrenge. Man skal dog stadig sikre, at der er mindst 50 °C ved fjerneste tapsted! Ved temperaturstyrede indreguleringsventiler sikres både en bedre fordeling til de enkelte lejligheder og en reduktion af den cirkulerende vandstrøm. Desuden reduceres omrøring i beholderen, der kan ødelægge dens lagdeling.

**Lagdeling i beholder**
Det er praktisk muligt at etablere en lagdeling i varmtvandsbeholderen, som bidrager til at hindre dannelse af biofilm.

Ved forbrugsstrømninger vil lagdelingen forskubbes omkring varmespiralerne, så belægningerne falder af. For at opretholde lagdeling og undgå turbulente forhold i beholderen anbefales:

- At det kolde vand indføres i beholderen via rør med prelplader
- At det sikres, at cirkulationsledningen er ført op i beholderen således, at lagdelingen især nederst i beholderen ikke ødelægges
- At der anvendes en såkaldt 5 benet varmeveksler, hvis brugsvandsopvarmningen foregår med veksler alene
- At der indsættes en strengreguleringsventil på installationer til fjernvarme til regulering af vandstrømmen
- At der sikres korrekt dimensionering af reguleringsventilen på installationer for central- og fjernvarme

Temperaturgymnastik og skarp lagdeling skal hindre dannelse af biofilm – men det bør sikres, at der ikke opstår perioder med stillestående vand, hvor temperaturen er optimal for Legionellavækst, dvs. mellem 20 °C og 45 °C.

**Forebyggelse**
For at undgå problemer forårsaget af bakterievækst kræves:

- At pumper, temperatur- og cirkulationsforhold virker optimalt
- At der er indreguleret som anvist af rådgiver
- At ledningsnettets fremløbs- og cirkulationsledning udføres så kort og direkte som muligt – både ved nyanlæg og renovering
- At ledninger, som ikke anvendes, afskæres fra systemet, så tæt som muligt på den ledning, der er i brug
- At varmtvandssystemet er dimensioneret efter det aktuelle forbrug, så vandets opholdstid i systemet minimeres (hele vandvolumenet bør "udskiftes" mindst 2 gange i døgnet)
- At de anbefalede temperaturer overholdes i hele varmtvandssystemet

- At varmtvandsbeholderen udslammes rutinemæssigt en gang ugentligt gennem bundventilen – både for at fjerne urenheder og for at kontrollere vandkvalitet. Arbejdet udføres så slammet hvirvles mindst muligt op i beholderen
- At beholderens indersider og varmespiraler renses og afkalkes årligt
- At korrosionsbeskyttelsen efterses årligt

Ved tegn på forringet varmtvandskvalitet bør anlæggets opbygning, driftsforhold og vedligeholdsprocedurer gennemgås grundigt. Samtidig bør beholderstørrelsen revurderes i forhold til det aktuelle forbrugsmønster, fx antal brugere og tapsteder.

# 7 Risikoanalyse

Der findes en række internationale guidelines, der beskriver forskellige metoder til hvordan risikoanalyse kan planlægges og gennemføres. Disse europæiske retningslinjer for legionella indeholder bl.a. vejledninger for opbygning og udformning af risikovurderinger for brugsvandsinstallationer, og er delvist lagt til grund for de efterfølgende afsnit. Henvisning til disse retningslinjer kan ses i anvisningens bilag.

## 7.1 Opgavetildeling ved risikovurdering

Formålet med opgavetildeling og dermed ansvaret for gennemførelse af risikoanalyse af brugsvandsinstallationer er at sikre, at brugsvandsinstallationerne i forskellige typer og kategori af ejendomme har mindst mulig risiko for smitte med legionella. Ansvaret for ejendommen og dens installationer er jævnfør Byggeloven som udgangspunkt placeret hos bygningsejeren. Opgaverne med gennemførelse af risikovurdering kan derudover være placeret hos følgende personer:

- Bygningsejere og arbejdsgivere, hvor der er risici for, at der fra deres virksomhed og installationer kan ske en smitte til deres medarbejdere, besøgende eller andre der opholder sig i bygningen
- Selvstændig erhvervsdrivende, hvor der er risiko i forbindelse med deres virksomhed og installationer for dem selv eller for andre der opholder sig i bygningen
- Personer, der har kontrol over lokaler eller bygninger med installationer, hvor der er en risiko for smitte fra installationerne i bygningen. Dette er fx en bygning, der udlejes til lejere der selv har ansvar for bygningen og dens installationer, eller hvor udlejer selv er ansvarlig for vedligeholdelsen af bygningen og dens installationer
- Personer, der har kontrol over lokaler og installationer, der anvendes af besøgende og lignende til overnatning (f.eks. hoteller, ferielejligheder og campingpladser)

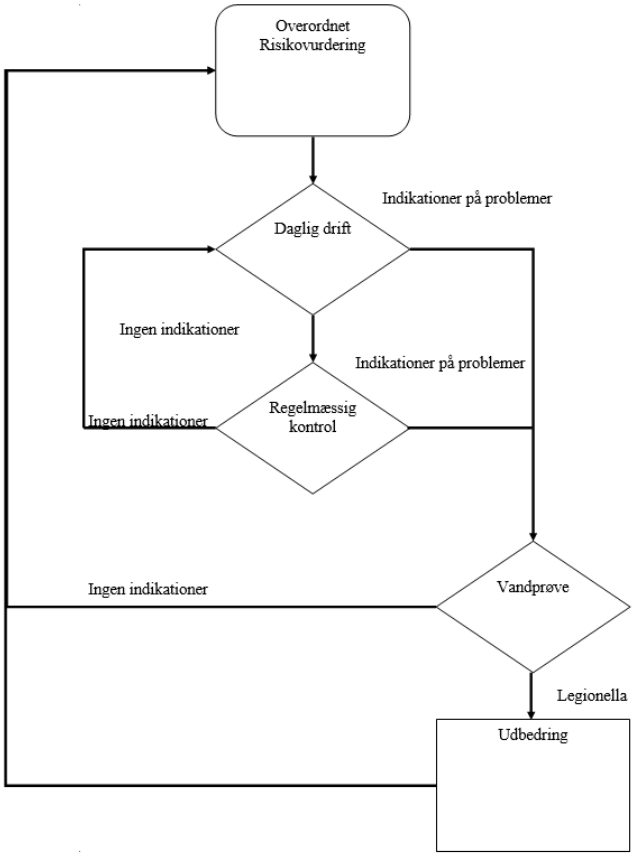
## 7.2 Risikoorganisation

I store bygninger, især hvor der er flere og komplekse systemer, har én person muligvis ikke alle de nødvendige kompetencer til at identificere og håndtere de risici, der kan opstå ved vandbårne infektioner, herunder Legionella. WHO anbefaler, at der udpeges en tværfaglig gruppe, som blandt andet kunne omfatte en mikrobiolog, miljøhelsepersonale, vandkemiingeniør og vandbehandlings specialister igen afhængigt af brugsvandssystemernes kompleksitet, og sårbarheden hos de brugere, der opholder sig i bygningerne.

I simplere bygninger kan varetagelsen af risikovurderingen varetages af en eller flere personer afhængig af bygningens og installationernes kompleksitet.

De ansvarlige personer skal være udstyret med tilstrækkelig myndighed og have adgang til de nødvendige midler. De skal have installationsteknisk kompetence og viden for at sikre, at alle procedurer gennemføres korrekt, samt at reaktioner på negative resultater og at afhjælpende arbejder udføres rettidigt og effektivt.

Det er vigtigt, at de ansvarlige personer er fortrolige med de systemer, de har ledelsen af, og at de har en klar forståelse af deres opgaver og den overordnede sundhed og sikkerhedsledelsesstruktur, samt de styringsordninger og politikker, der er i organisationen.




*Figur 7.1. Rutediagram for procedure for risikovurdering*

## 7.3 Forhold der giver risiko for legionellavækst

Følgende forhold i et brugsvandssystem er ideelle for vækst af legionella:

- Temperaturer i varmtvandssystemet mellem 20 °C til 45 °C
- Temperaturer i koldtvandsinstallationen der er over 20 °C
- Dårligt eller intet flow i systemet, især cirkulationssystemer skal være korrekt indregulerede så der er tilstrækkeligt flow i alle ledninger
- Døde ledninger hvorfra bakterier kan komme ind, især under vedligeholdelse, men også under daglig drift
- Dele hvor der er utilstrækkelig tilbagestrømsbeskyttelse fx fra maskiner, apparater og andre komponenter der kan indeholde forurenet vand
- Installationsdele hvor der er anvendt uhensigtsmæssige materialer, der giver en kilde til næringsstoffer til vækst og biofilmdannelse, herunder organisk materiale, naturgummi, pakmaterialer o.l.
- Komponenter i installationen der kan skabe og formidle inhalerbare dråber, såsom aerosolen, der genereres af fx brusehoveder i brusebade, eller luftblandere ved tapsteder
- Potentiale for forurening fra dårlig kildevandskvalitet f.eks. hvor forsyningskvaliteten er:
    - En forsyning uden tilsyn og regelmæssig prøvetagning
    - Af ikke drikkevandskvalitet

## 7.4 Overordnede risikovurderingsområder

Formålet med risikovurderingen er at give brugeren/ejeren af bygningen og dens installationer tilstrækkelige oplysninger om den eller de risici, der er i systemet, og samtidig angive de nødvendige foranstaltninger til at sikre, at vandinstallationen er sikker sundhedsmæssig forsvarlig. Risikovurderingen er et kritisk element og bør løbende revideres og opdateres. Der bør derfor udarbejdes et overvågningsprogram for bygningens brugsvandssystemer, og det bør samtidig sikres, at dette løbende er opdateret

Risikovurderingen for brugsvandssystemer bør omfatte følgende overvejelser:

- Identifikation af vandsystemet og det tilhørende udstyr og komponenter
- Et aktuelt og gyldigt skematisk diagram, der giver et overblik over den samlede installation og dens komponenter
- Temperaturen på det indkommende kolde vand (på varmeste tid af året) og i alle dele af systemet, herunder en vurdering af potentialet for termisk overførsel (opvarmning af det kolde vand, og afkøling af det varme vand) fx i skakte o.l.
- Potentialet for aerosolgenerering ved de enkelte tapsteder
- En vurdering af sårbarheden hos de personer, der sandsynligvis vil blive udsat, især når der kan være eksponeringskilder (dele af installationen), der ikke kan behandles
- Identifikation af arealer og installationsdele i bygningen, der ikke anvendes konsekvent, fx afsnit med hotelværelser, sportshaller og omklædningsrum, eller andre situationer der bevirker, at varmtvandsproduktionen periodevis har intet eller et lavt forbrug
- Vurdering af faktorer og eller tilstedeværende materialer i installationen, som kunne fremme vækst af bakterier og dermed også øge væksten af legionella
- Vurdering af det samlede brugsvandssystem for dele eller komponenter hvor forurening kan komme ind / forekomme, herunder i forbindelse med vedligeholdelse af installationen

### 7.4.1 Overvågning

Der bør udarbejdes et overvågningsprogram der er med til at sikre, at resultaterne fra gennemførte risikoanalyser også følges op.
Vurdering af effektiviteten af de fastsatte kontrolforanstaltninger og det overvågningsprogram der er indført for løbende at kontrollere tilstanden af installationen bør indeholde:

- Resultaterne af overvågning på stedet
- Anbefalinger på baggrund af den overordnede risikovurdering til forbedring hvor det er nødvendigt
- Oplysninger om hvorvidt afhjælpende foranstaltninger er blevet gennemført som anbefalet i risikovurderingen
- Passende og rettidige handlinger taget som følge af et negativt overvågningsresultat
- En gennemgang af om styringsprocedurer og kommunikationskæder er på plads og opdateret, herunder ledelsesstruktur, ansvarsområder og ansvar for de berørte personer, deres uddannelseskrav og vurdering af kompetence

## 7.5 Risikovurdering i forbindelse med daglig drift

I en række tilfælde er bakterievækst i varmtvandssystemer årsag til problemer af æstetisk, teknisk og sundhedsmæssig art. Der er forskellige indikationer på en forringet vandkvalitet, som man gennem den daglige drift bør være opmærksom på, for at kunne forebygge eller reducere vækst af bakterier i systemerne jf. oversigten herunder.

- Dårlig lugt, fx af svovlbrinte (rådne æg) specielt efter en weekend, ferier eller anlægsarbejde, hvor der har været lavt vandforbrug
- Slimdannelse, der viser sig som belægninger i filtre, brusehoveder og rør, og som medfører en lille vandgennemstrømning
- Utætte lodninger i kobber og rødgods
- Misfarvet vand, der kan være tegn på korrosionsproblener eventuelt forårsaget af sulfatreducerende bakterier (mikrobielt betinget korrosion). Korrosion kan på længere sigt resultere i omfattende gennemtæringer
- Nedsat varmetransmission på grund af bakteriebelægninger på varmefladerne, som kan være årsag til, at der ikke kan opretholdes en passende temperatur i varmtvandssystemet
- Baderelaterede hudgener, der viser sig ved rødme, kløe eller eksemlignende udslæt på kroppen i forbindelse med badning

Ved driftsmæssige forhold der giver mistanke om høje kimtal, der kan indikere gode vækstforhold for mikroorganismer bør der udtages en vandprøve.

## 7.6 Regelmæssig kontrol

| **Anlægsdel** | **Tjekpunkt** | **Frekvens** |
|---|---|---|
| Varmt vand | Udtag af vandprøver, der skal tappes fra varmtvandsbeholderen, for at vurdere tilstanden af vandkvalitet. | Årligt |
| | Kontroller temperaturer for fremløb og retur på alle cirkulationskredse.<br>Kontroller at returtemperaturen på cirkulationsledningen er 50 grader. Denne temperatur kan aflæses på cirkulationsledningen ved varmtvandsbeholderen. Eventuelt på overvågningen (CTS eller anden varmestyring). | Månedlig |
| | Kontroller at cirkulationspumpen på cirkulationsledningen er i drift. Pumpen kan findes på cirkulationsledningen i nærheden af varmtvandsbeholderen. | Månedligt |
| | Kontroller vandtemperaturen efter et minut ved tapsted for at se, om det har nået 50 ° C.<br>Mål temperaturen på det varme vand på det fjerneste tapsted.<br>Åben kun for det varme vand og lad det løbe i 1 minut og mål derefter med et termometer.<br>Temperaturen skal være på minimum 50 grader (i spidsbelastningsperioder må den kortvarigt falde til 45 grader). | Månedlig |
| | Visuel kontrol af indvendige overflader af vandvarmere for aflejringer. Kontrollér repræsentative vandhaner for temperatur som ovenfor på rotationsbasis. | Årligt |
| | Foretag udslamning af beholdere regelmæssigt | For større beholdere ugentligt |
| Koldt vand | Kontroller vandtemperatur ved indgang til bygning.<br>Bemærk maksimale temperaturer registreres med faste max / min termometre, hvis de er monteret. | Hver 6. måned |
| | Kontroller, at temperaturen er under 20 ° C efter at have tappet vand i op til to minutter ved et repræsentativt tapsted nær indgang til bygning. | Månedligt |
| | Kontrollér repræsentative vandhaner for temperatur som | Årligt |

| | | |
|---|---|---|
| | ovenfor på rotationsbasis. | |
| Brusere og slanger | Kontroller bruserslanger og bruserhoveder. Afmonter, rengør og afkalk bruserhoveder og slanger hvis der er tegn på belægninger.<br>Skyl tapsteder igennem, med særlig fokus på brusesteder. Åben kun for det varme vand og skyl med dette i ca. 30 sekunder. | Hvert kvartal eller efter behov |
| Termostatiske indreguleringsventiler | Kontroller driften af termostatiske indreguleringsventiler og demonter, afkalk og desinficer disse om nødvendigt. | Hver 6. måned |
| Sjældent anvendte tapsteder | Skyl igennem og rens for eventuelle aflejringer i filtre | Ugentlig |
| Vandbehandlingsanlæg | Kontroller at anlægget får udført nødvendig service efter fabrikantens anvisninger | Årligt |

## 7.7 Legionellaprøver

Det er muligt at foretage målinger og analyse af kimtal for bakterier i varmt brugsvandsinstallationer, men reaktionen på fundene og de efterfølgende tal har ofte været diskuteret. Efterfølgende oversigt fra Statens Serum Institut vil kunne anvendes ved vurderingen af fundne Legionella bakterier i et varmtvandssystem. Det er dog vigtigt, at såfremt der konstateres legionella i prøverne at der også foretages en vurdering af hvilken handling der herefter er påkrævet.

| ***Legionella* bakterier (cfu/liter) ◆** | **Handling påkrævet** |
|---|---|
| Ikke påvist til 100 | Acceptabelt |
| 100 til 1.000 | Lavt niveau. Hvis niveauet er målt i B prøver# bør man kontrollere at systemet opfylder kravene til flow, temperaturer, biocid niveau eller anden kontrolforanstaltning. |
| 1.000 til 10.000 | (i) Hvis en mindre del af prøverne (10–20%) er positive, bør der tages opfølgende prøver. Hvis lignende niveau genfindes, skal der iværksættes en gennemgang af kontrolforanstaltningerne og en risikovurdering bør udføres med henblik på at identificere afhjælpende foranstaltninger.<br>(ii) Hvis de fleste prøver er positive, er systemet muligvis koloniseret med *Legionella*. Desinfektion af systemet bør overvejes. Der skal iværksættes en øjeblikkelig gennemgang af kontrolforanstaltningerne og en risikovurdering bør udføres med henblik på at identificere afhjælpende foranstaltninger. |
| Mere end 10.000 | Der skal udføres en øjeblikkelig gennemgang af kontrolforanstaltningerne og en risikovurdering bør udføres med henblik på at identificere afhjælpende foranstaltninger herunder om desinfektion af hele systemet er nødvendigt.<br>Det skal overvejes om systemet skal lukkes indtil legionellaniveauet er under kontrol. Der skal tages opfølgende prøver. |

# B prøver er prøver hvor vandet har løbet til temperaturen er konstant, tages efter 60 sek.

*Figur 7.2. Forslag til reaktionsgrænser ved påvisning af Legionella i varmtvandsanlæg i boliger. (Kilde: Statens Serum Institut (SSI), 2016)*

Bilag 4 angiver et eksempel på udformning og indhold af skemaer der kan anvendes i forbindelse med planlægning og gennemførelse af risikovurdering.

# 8 Metoder til bekæmpelse af Legionella

**Godkendelse af behandlingsanlæg til bekæmpelse af legionella**
Vandbehandlingsanlæg til bekæmpelse af Legionella, der installeres permanent i installationer, skal jf. BR18 være godkendte i relation til de mekanisk fysiske egenskaber. Såfremt anlægget er installeret så det også dækker det kolde vand, skal det også have en drikkevandsgodkendelse jf. bekendtgørelse om markedsføring og salg af produkter i kontakt med drikkevand.

**Metoder til bekæmpelse af Legionella**
Der er en række forskellige metoder, som anvendes til at desinficere vandsystemer til brugsstedet. I figur 4.1 er et sammendrag af de mest almindelige metoder, og et overblik over deres teknologi såvel som de bemærkninger, der kan knyttes til systemerne i dag. De enkelte metoder er efterfølgende nærmere beskrevet.

| Metode | Virkemåde | Bemærkninger |
|---|---|---|
| Termisk desinfektion, Temperaturchok (temperaturgymnastik). | Forhøjet temperatur i varmtvandsbeholderen med efterfølgende gennemskylning af ledningsnettet | Effektiv og gennemprøvet metode. Giver øget risiko for skoldning. Giver øget kalkudfældning, og et øget energi- og vandforbrug.<br>Kan være vanskelig at gennemføre i cirkulationssystemer hvor der er termostatiske indreguleringsventiler især af ældre type. |
| Ultraviolet stråling (UV-behandling)<br>Dækning af hele eller dele af installationen.<br>”Point of use teknologi” | Har en ødelæggende effekt på bakteriers DNA, hvorved væksten stoppes | Har ingen effekt på biofilmdannelse i ledningsnettet, og bør derfor kombineres med andre metoder. Ultralyd kan anvendes som forbehandling og øger effekten af UV-behandling.<br>UV-behandling med LED kan anvendes som ”point of use” metode ved tapsteder. |
| Membranteknologi. Ultrafiltrering.<br>Dækning af hele eller dele af installationen.<br>”Point of use teknologi” | Filtrering af vandet gennem filtre med lille porestørrelse | Har ingen effekt på biofilmdannelse i ledningsnettet, og bør derfor kombineres med andre metoder.<br>Membraner indbygget i fx håndbrusere kan anvendes som ”point of use” metode ved tapsteder. |
| Klordioxid | Har en ødelæggende effekt på transport af næringsstoffer over bakteriernes cellemembran. | Der kan ske dannelse af giftige biprodukter som klorite og klorate. Metoden har effekt på dannelsen og bekæmpelse af biofilm. |
| Hypoklorsyre | Anlægget til systemet producerer on-site desinfektionsvæsken hypoklorsyre ved hjælp af en elektrolyse af saltvand. | Hypoklorsyre der er et biocid dræber alle bakterierne samt fjerner biofilmbelægningerne i varmtvandsbeholdere og rørsystemer.<br>Der findes forskellige fabrikater og typer af anlæg baseret på dette princip på det danske marked. |

| | | |
|---|---|---|
| Elektronisk overvågning af temperaturen i større cirkulationssystemer. | Systemet overvåger temperaturerne i stigstrenge og cirkulationskreds ved hjælp af censorer, og giver en alarm ved for lave temperaturer. | Anlægget kan koblers direkte til ejendommens CTS-anlæg, eller sende en SMS beske til udvalgt person. |
| Kloring | Desinficerer og inaktiverer bakterier | Der er mulighed for dannelse af giftige biprodukter. |
| Ozon | Ødelægger bakterier og fjerner dårlig lugt og smag og farve. | Ozon er korrosivt, og bliver desuden hurtigt nedbrudt. |
| Kobber-sølv ionisering | Virker toksisk for bakterier | Metoden er pH afhængig, hvorfor en forbehandling kan være nødvendig. |

*Figur 8.1. Skematisk oversigt over de forskellige kendte typer af metoder til bekæmpelse af Legionella i varmt brugsvandsinstallationer. Vurdering af metodernes effektivitet og af risiko ved anvendelse*

## 8.1 Termisk desinfektion (temperaturgymnastik)

Denne metode er en termisk bekæmpelsesproces, og består i at hæve varmtvandsbeholderens temperatur op over 60 °C, og helst højere end 65 °C, hvis det er muligt, og samtidig med cirkulerende vandstrøm gennem rørinstallationen i op til 30 minutter.

Termisk desinfektion anvendes primært, hvis der er konstateret Legionella i det varme brugsvand, og det ikke har været muligt at nedbringe koncentrationen til et acceptabelt niveau gennem ændret drift og vedligehold. Termisk desinfektion udføres ved at opvarme vandet i varmtvandsbeholderen (oftest til 70 °C) og gennemskylle rørsystemet med det varme vand – så vidt muligt i et par minutter gennem alle tapsteder. I større boligkomplekser forudsætter metoden således, at alle beboerne involveres. Det kan være nødvendigt at opsætte ekstra pumper på fremløbsledningen. Metoden kan også udføres ved at etablere en hane i cirkulationsledningen (lige før varmtvandsbeholderen), så der kan gennemskylles automatisk efter behov.

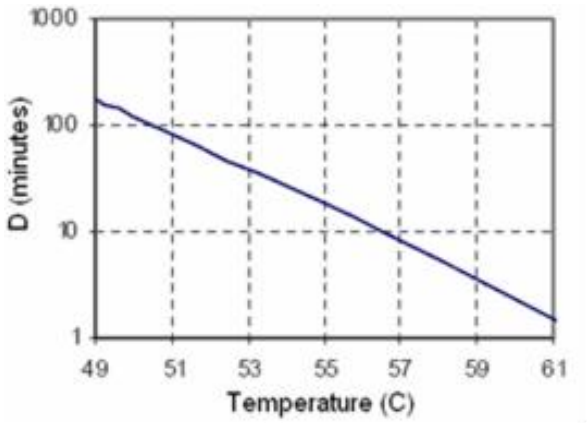
| **Sted** | **Temperatur** | **Beskrivelse** |
|---|---|---|
| Beholder | Pasteurisering | Pasteurisering ved 60 °C i flere timer dagligt, ugentligt eller efter behov. |
| | Natsænkning | Natsænkning af temperaturen til 20 °C i et par timer, med efterfølgende temperaturstigning.<br>I store systemer kan det være vanskeligt eller helt umuligt at gennemføre en sænkning til 20 °C hvorfor denne metode bør overvejes nøje. |
| Anlæg med varmekabler (El-tracing) | Pasteurisering | I varmtvandssystemer med varmekabler er det muligt at udføre en pasteurisering af varmt vand i hele ledningsnettet, så der også i de døde ender er temperaturer på 60 °C. Dette forudsætter, at der er en elektronisk styring med denne funktion i forbindelse med varmekablerne. |

*Figur 8.2. Temperaturgymnastik*

I mange anlæg opstår bakterieproblemer, fordi temperaturen i cirkulationsledningen er for lav. Det er derfor vigtigt at øge temperaturen og sikre en ordentlig gennemstrømning. Ved kraftig bakterievækst i varmtvandssystemet skal proceduren gentages for at forhindre genvækst. Her viser de hidtidige erfaringer, at termisk desinfektion bør udføres 1–2 gange om ugen – både som forebyggende og afhjælpende foranstaltning. Erfaringsmæssigt er det nødvendigt at varmedesinficere 2 gange ugentligt i lavtemperaturanlæg for at løse problemet med Legionella. De høje vandtemperaturer kan indebære risiko for skoldning, fx risikerer børn alvorlig skoldning ved vandtemperaturer over 60 °C efter bare ét sekund. BEMÆRK: Når temperaturen hæves fra 60 °C til 70 °C, øges kalkdannelsen betragteligt, hvilket kan medføre tilstopning af rør og forringet varmeoverførsel. Ved højere temperaturer øges desuden risikoen for korrosion især i varmforzinkede stålrør. Termisk desinfektion er energikrævende – specielt hvis det er nødvendigt at hæve fjernvarmevandets fremløbstemperatur. Desuden vil gennemskylning af rørsystem gennem alle taphaner øge vandforbruget. På trods af energi- og ressourceforbruget anvendes termisk desinfektion ofte ved problemer med Legionella, eller hvor det ikke er teknisk muligt at opretholde en tilstrækkelig høj temperatur i beholder og ledningsnet.

**El-tracing**

Termisk desinfektion kan udføres ved el-tracing (termostatregulerede varmekabler på fremløbsrør), hvor der således ikke er cirkulation. Forsøg har vist, at det er anvendeligt i ledningsnet med stor udstrækning (hvor det er svært at opretholde en tilstrækkelig høj temperatur), fx på hospitaler, plejehjem og i større boligblokke. I nye ejendomme har en kombination af vekslere og en ugentlig termisk desinfektion med el-tracing (ved 65 °C) medført en god vandkvalitet.




*Figur 8.3. Figuren viser, at den nødvendige tid til at dræbe Legionellabakterier reduceres med stigende temperatur (Bartram et al, 2007)*

Termisk desinfektion kan anvende direkte til bekæmpelse af vækst af Legionella i varmtvandssystemer. Metoden er mulig at indføre i de fleste systemer. Ved termisk desinfektion skal man være opmærksom på følgende:

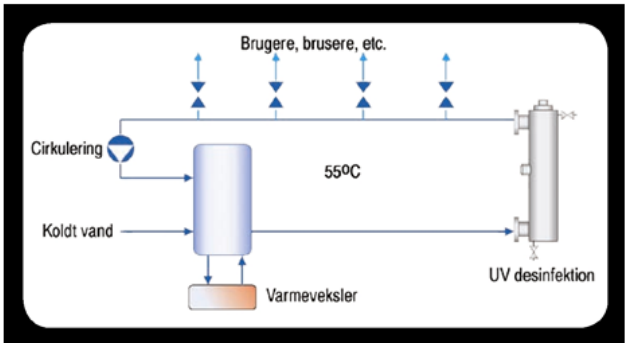
- Gennemskylning med meget varmt vand giver risiko for skoldning. Det er derfor vigtigt, at brugerne er varslet i forvejen især i større ejendomme og institutioner
- Kalk udfældes ved en temperatur over 57 °C
- Der vil være en stigende korrosionsrisiko i varmforzinkede rør ved høje temperaturer
- Ved høje temperaturer kan der ske en opformering af termofile bakterier især i varmtvandsbeholdere
- Metoden er ressourcekrævende, idet der skal tilføres ekstra energi til opvarmning af det vand, der anvendes til gennemskylning

Det er endvidere vigtigt, at følgende forhold iagttages:

- Reducér døde ender i systemet
- Rengør og efterse varmtvandsbeholdere regelmæssigt - som et minimum årligt
- Hold temperaturen i varmtvandsbeholderen på mindst 55-57 °C og sørg for at temperaturen ved varmevandshanerne er på mindst 50 °C
- Opbevar og distribuér det kolde brugsvand under 20 °C – undgå at der kolde vand er placeret i skakte og andre områder, hvor der kan forekomme konstante høje temperaturer
- Sørg for at rørinstallationerne er isolerede mod både varmetab og opvarmning

## 8.2 Ultraviolet stråling (UV)

Sterilisering med ultraviolet lys dræber Legionella ved at forstyrre den cellulære DNA-syntese (EPA, 2001). UV-stråling er velkendt fra vandforsyninger hvor det anvendes på vandværkerne, men har ikke tilsvarende været meget anvendt til drikkevandsdesinfektion, fordi det ikke efterlader nogen rest til at yde beskyttelse mod potentiel nedstrømsforurening (fra UV-behandlingen og ud til tapstedet). Undersøgelser tyder på, at UV-stråling alene er utilstrækkelig til at bekæmpe Legionellabakterier i vandinstallationer. Det kan derfor anbefales, at der enten periodisk foretages fx pasteurisering sammen med UV-stråling for et give en effektiv legionellakontrol, eller at anlægget generelt kombineres med andre metoder.




*Figur 8.4. Princippet i UV-bestråling*

**Dækning af risiko på varmtvandsinstallationen**
Hvis man ønsker en løbende reduktion af Legionella, har man mulighed for at installere et UV-anlæg på brugsvandsiden i varmtvandsinstallationen. UV-anlægget ødelægger ved hjælp af UV-lys DNA i bakterierne, og forhindrer bakterien i at reproducere sig selv, og de kan herefter betragtes som uskadelige og vil hurtigt forgå. UV-anlægget vil aldrig kunne give en 100 % garanti mod Legionella i varmtvandssystemet, men vil være med til at forhindre spredning i anlægget samt nedsætte risikoen for Legionella hos slutbrugeren.

Flere UV-anlæg er godkendte og må installeres i varmtvandsinstallationer. UV er en anerkendt teknologi til bekæmpelse af bakterier i vandsystemer, og bruges i Danmark bl.a. i offentlig vandforsyning, offentlige spildevandsanlæg, mejerier, fødevareindustri, farmaceutisk industri og mange andre steder.

UV-systemer har en på stedet hurtigdræbende og steriliserende effekt på Legionella, og de har ikke nogen eftervirkning i hele systemet. Hvis enheden slukkes, vil den ikke være effek-

tiv i dekontamineringssystemer, der allerede er inficeret med Legionella og biofilm. UV-systemer har energiomkostninger og operationelle overvejelser og kræver rent vand.

Ultralyd kan anvendes som forbehandling til bestråling med UV. Ultralyd gør at partikler og biofilm homogeniseres og derved gøres mere tilgængelig for øvrige desinfektionsmidler.

**Point of use installationer**
Installationer i særligt institutioner, ældreboliger og hospitaler er særligt kritiske, fordi de ofte har infrastruktur, der gør det ekstremt svært at sikre korrekt temperatur, idet installationen består af komplekse kombinationer af rør og fittings. Det er her, hvor der kan være behov for særlige forholdsregler.

UVC-LED-teknologien er brugen af teknologi, der næsten eliminerer risikoen for Legionella i nærheden af brusehovedet. Selv om denne teknologi ikke eliminerer årsagen til problemet, tjener den som en effektiv vagt, der forhindrer, at Legionella bliver spredt i tågen.

Dagens moderne bruserpaneler giver mulighed for at integrerer UVC LED-teknologien, som kun er placeret et par centimeter før brusehovedet, hvilket i det væsentlige eliminerer risikoen for spredning af forurenet stagneret vand eller med smittede slanger. En diode angiver desinfektionen finder sted, som ekstra visuel garant for brusebadet. "

## 8.3 Membranteknologi

Mikro- og ultrafiltrering er anvendt over hele verden i drikkevandsfremstilling. Ultrafiltrering kan under ideelle forhold tilbageholde 100 procent af mikroorganismerne. En placering af filter på både vandtilgang og cirkulation vil kunne medføre et rimelig lavt niveau, bortset fra kontaminering i VVS-armaturet - f.eks. i bruseslanger.

Ved fejlfunktion er der risiko for, at der kan ske en stor mikrobiologisk vækst i membranerne. Ved læk i membranerne, vil systemet kunne forurenes alvorligt. I Danmark er metoden godkendt.

Kernen i denne type af membransystemer er en ultrafiltreringsmembran, med en porestørrelse på 0,03 mm. Den meget tætte membranstruktur betyder, at bakterier, partikler og de fleste vira tilbageholdes fra rentvandsiden. Membranen er fremstillet af forskellige polymerer, der gør den meget hydrofil, hvilket betyder, at den tiltrækker vand

Filtreringen ændrer ikke vandets kemiske sammensætning, dvs. mineraler og salte bevares i vandet. Der anvendes ingen kemikalier eller andre tilsætningsstoffer; filtreringen er en ren mekanisk operation.

Systemet har indbygget en funktion, der med individuelt tilpassede intervaller renser membranen for det frafiltrede materiale. Herved holdes membranen altid ren, og det forhindres at der ophobes bakterier i membranen.

**Point of use filtre**
Installationer i særligt institutioner, ældreboliger og hospitaler er særligt kritiske, fordi de ofte har infrastruktur, der gør det ekstremt svært at sikre korrekt temperatur, idet installationen består af komplekse kombinationer af rør og fittings. Det er her, hvor der kan være behov for særlige løsninger der kan løse et akut opstået problem.

Legionellafilter der fx er udformet så det monteres i håndtaget på en håndbruser giver 100 pct. beskyttelse imod legionellabakterier. Legionellafilter eller membranfilter, tilbageholder effektivt alle legionellabakterier. Er en hurtig 'her-og-nu' - løsning på problemet, også kaldet "point-of-use-filtrering". Det betyder, at der ikke er tale om en permanent løsning, men en løsning der kan løse et akut problem.

Legionellafilteret i holder i tre måneder hvorefter det skal skiftes.

## 8.4 Klordioxid

Blandt de forskellige metoder til Legionellabekæmpelse vil alene anvendelse af høje temperaturer have effekt i hele vandinstallationen, hvor det varme vand når frem.
De øvrige metoder - f.eks. UV-behandling og filtrering - har ikke samme effekt, fordi de er eksklusivt lokale. De er "hukommelsesløse".

Klordioxid-dosering har "hukommelse" og er derfor den mest effektive over for rørenes biofilm, hvor bl.a. Legionella skjuler sig.

Klordioxid er et ideelt desinfektionsmiddel, når man ønsker at sikre rent vand. Klordioxid er særdeles effektivt over for alle typer bakterier og har en lang opholdstid i anlægget, hvilket betyder, at stoffet også desinficerer uden at udtrække vand. Den store fordel ved klordioxid frem for andre desinfektionsmidler er stoffets effektivitet over for biofilm.

De mest anvendte anlæg producerer klordioxid ved hjælp af fortyndede opløsninger af natriumklorit ($NaClO_2$, 7,5 %) og saltsyre (HCl, 9%). Anlæggene leveres med forskellige kapacitetsniveauer og producerer typisk fra 5 til 60 g klordioxid i timen. Denne kapacitet er tilstrækkelig til at rense op til 150 m³ drikkevand i timen ved den maksimalt tilladte koncentration på 0.4 mg ClO2 pr. liter.

Klordioxid er en gas med en vis opløselighed i vand. Den dannes ved hjælp af natriumklorit og stærk syre. Der doseres normalt 1-2 mg/liter ved kortere perioder, eller ned til 0,2 mg/liter ved kontinuerligt forbrug. Doseringen sker under betryggende forhold i styrede mængder.  Følgende skal tages i betragtning:

- Den reagerer ikke med naturligt forekommende organiske forbindelser ved at danne THM
- Er ikke-reaktiv med ammoniak og mere kvælstofholdige forbindelser
- Er mindre aggressiv for kobber og stål end klor

Klordioxid har viracidal og sporacidal aktivitet og har vist sig at være effektiv på Legionella såvel som effektiv i biofilm. For de fleste praktiske vandbehandlings- og desinfektionsformål skal det genereres på stedet til senere brug. Klordioxid giver god, varig desinfektion af vandet, også selv om vandet ikke flyder gennem rørene. Klordioxid forhindrer bakterierne i at opbygges igen. Sterilisationsproces med klordioxid er også smags- og lugtfri.

Klordioxid tilbyder en bred vifte af andre fordele. Som en baktericid, sporicide, virucide og algicide er klordioxid i enhver henseende særdeles effektiv mod alle kritiske og selv klorresistente bakterier. Klordioxid er særlig effektiv i kampen mod Legionella, og forhindrer biofilmdannelse og korrosion af vandrørssystemer. Det fjerner næringskilderne for disse typer af farlige bakterier, som i væsentlig grad forlænger varigheden af den desinficerende virkning.

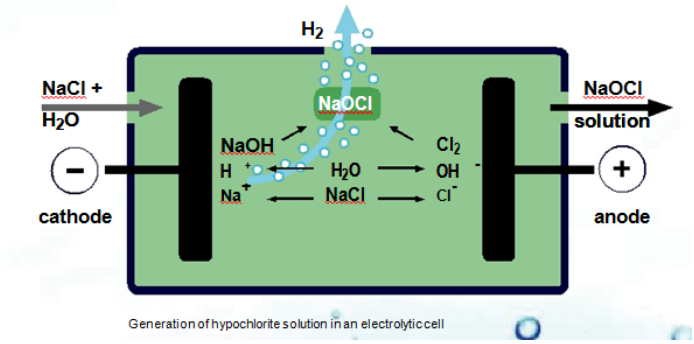
**Saltsyre/natriumchlorit metode**
Med syre/klorit-metoden kan klordioxid blive genereret fra opløsning (fortyndet) eller koncentrat, så natriumklorit- og saltsyreløsningerne tilpasses brugerens krav:

Fortyndet: HCl 9 %, $NaClO_2$ 7,5 % koncentreret: HCl 33 %, $NaClO_2$ 24,5 %. Den kemiske formel:

5 $NaClO_2$ + 4 HCl Δ 4 $ClO_2$ + 5 NaCl + 2 $H_2O$

**Klor / natriumchlorit metode**
Med denne særdeles omkostningseffektive fremstillingsmetode er de kemiske råvarer koncentreret natriumchloritopløsning (24,5 %) og klorgas (sur klooropløsning) opløst i vand:

2 $NaClO_2$ + $Cl_2$ Δ 2 $ClO_2$ + 2 NaCl




*Figur 8.5. Dannelse af natrum chlorit*

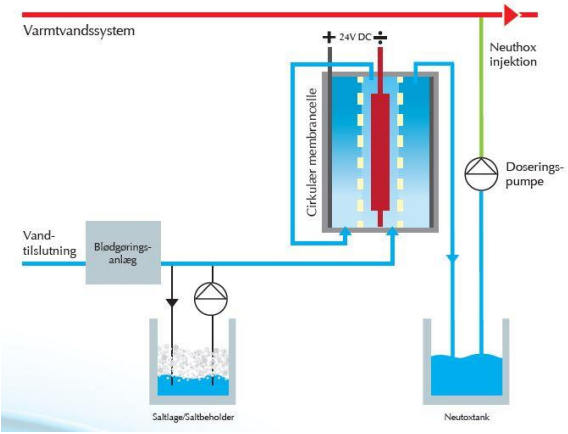
**Fordelene ved klordioxid**
Meget effektiv mod bakterier, selv i små mængder: Klordioxid giver fremragende og vedvarende beskyttelse mod alle kritiske bakterier.

Ingen dannelse af biofilm i rør; nedbryder eksisterende biofilm. Klordioxid forhindrer dannelsen af biofilm og korrosion i vandrørssystemer.

Desinfektion uafhængig af pH-værdi. Desinfektionsevne af klordioxid er mere eller mindre uafhængig af vandets pH-værdier for at opnå sterilisation.

## 8.5 Hypoklorid

Systemet der fungerer som en "On site produktion" af en hypoklorid desinfektionsvæske ved hjælp af en elektrolyseproces har vist sig at give en særdeles effektiv bekæmpelse af biofilm i varmtvandssystemer, og eliminerer dermed Legionellabakterieproblemerne i vandet. Teknologien anvender almindeligt salt (NaCl) og vand som råstof for fremstilling af væsken og dermed er der ingen helbreds- eller sikkerhedsmæssige negative aspekter forbundet med installationen og fremstillingen.




*Figur 8.6: Princippet i teknologi til produktion af hypoklorid*

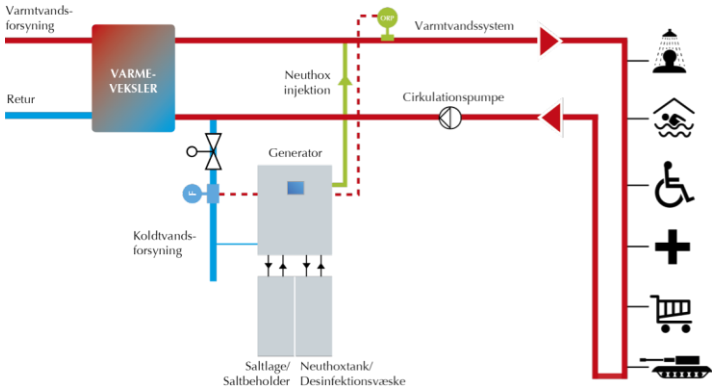
Den høje ORP (Oxidation Reduction Potential) værdi i desinfektionsvæsken er årsagen til at væsken er yderst effektivt til at ødelægge biofilm og eliminere protozoerne, som indgår i en del af Legionellabakteriernes livscyklus.

Teknologiens evne til at ødelægge biofilm og fjerne Legionella problemer er påvist i laboratorietest på anerkendte universiteter og eftervist i praktiske installationer i byggerier som kontorbygninger, sygehuse og plejehjem.

Installation af anlægget er simpelt og kan gennemføres I løbet af få timer, uden at der er behov for at afbryde den lokale vandforsyning. Det varme vand behandles ikke i selve anlægget, og som følge deraf skal anlægget ikke integreres i varmtvandssystemet, men derimod tilsluttes det kolde vand til fremstillingen af desinfektionsvæsken. Efter fremstillingen af desinfektionsvæsken tilføres denne det varme vand via en doseringspumpe, der er styret af en flowmåler. Anlægget kræver, for at fungere, at der er en 220 V strømforsyning, en vandforsyning med tryk i området 3-7 bar samt et afløb til stede i bygningen på installationsstedet.

I figur 4.9 ses princippet i installationen med angivelse af den vejledende dosering målt og angivet i fri klor. Ved forurenede systemer med biofilm vil det være nødvendigt at starte systemet op med en dosering på 0,5 ppm fri klor målt ved første aftapning i det varme kredsløb. En kontrolmåling på det sidste aftapningssted bør vise mellem 0,25 og 0,3 ppm fri klor for at sikre, at der også sker en desinfektion sidst på rørstrengen. Efterhånden som varmtvandsanlægget renses for biofilm vil doseringen kunne reduceres og fortsat opretholde mellem 0,25 0g 0,3 ppm fri klor ved sidste aftapnings sted. Den maximale doseringen på 0,5 følger de tyske retningslinjer for maksimal dosering til drikkevand.

På vandtilslutningen til anlægget skal der i.h.t. DS/EN 1717 monteres en tilbagestrømningssikring kategori 2.




*Figur 8.7. Princip for installation af anlæg for hypoklorit*

## 8.6 Overvågning af større installationer

**Legionella Growth Warning**

Dette system har primært til formål at overvåge temperaturforholdene i en varmt brugsvandsinstallations cirkulationskreds således, at der ikke er risiko for at der er områder, hvor der opstår lave temperaturer og dermed risiko for bakterievækst.

Systemet LGW (Legionella Growth Warning) overvåger som omtalt temperaturen i varmtvandsforsyningen på samtlige stigstrenge og varsler driftbetingelser, der kan fremme vækst af Legionella i denne.
System består af en kontrolboks og to temperaturfølere. Følerne fastspændes udenpå rørene for fremløb hhv. cirkulation af varmt brugsvand, hvorefter rørene efterisoleres således at 0,3 m af følernes kabel er dækket af isolation.

Kontrolboksen kan spændingsforsynes enten fra en netadaptor eller fra et bestående sikringsanlæg, såfremt dettes øvrige udrustning tillader dette.

Kontrolboksen er forsynet med driftindikator og kvitteringstast på forpladen, og internt med relæudgange til fjernvarsling og en hyler til akustisk varsling.

Udgangene på anlægget kan tilsluttes CTS-anlæg, SMS-sender eller anden facilitet til videreformidling af varsling.

Systemet varsler, når driftbetingelserne (temperatur over tid) har forårsaget en risiko for vækst af Legionella i installationen.

Varslingen kan kvitteres ved tryk på Reset tasten på systemets front; herved ophører varsling øjeblikkeligt. Efter 48 timer testes driftbetingelser pånyt, og dersom en bedring ikke er indtruffet varsles atter.

Dersom en varsling ikke kvitteres manuelt vil systemet automatisk bringe varslingen til ophør, når det måler en blivende bedring i driftbetingelserne.

System opretholder de seneste 180 døgns tidsspor i 6 timers opløsning af de registrerede temperaturer, samt de seneste 200 opståede hændelser (varslinger, manuelle og automatiske kvitteringer) med tidsstempel.

*Figur 8.8. Princippet i et LGW-system. Systemet består af en kontrolbox og to temperaturfølere*

## 8.7 Kloring

**Kemisk desinfektion**
Kemisk desinfektion kan anvendes i varmt brugsvand til bekæmpelse af bakterievækst, fx forekomst af Legionella.

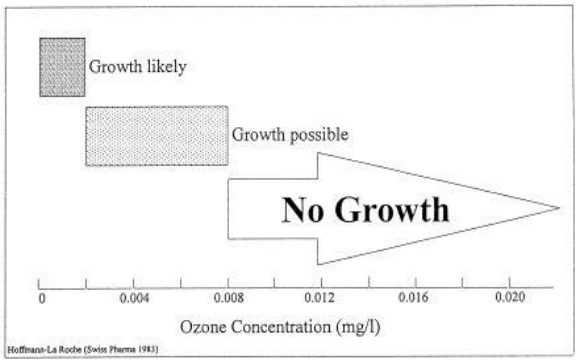
Den almindeligste behandlingsmetode for drikkevand er kloring - oftest i form af hypoklorit ved lavt niveau. Men da slutniveauet af aktiv klor ved slutbrugeren skal være lavt eller ideelt set nul, kan andre metoder ved stærk forurening af en installation være aktuel.

Kloring af installationer vil i hvert tilfælde kræve, at det sker i samråd med de lokale myndigheder.

## 8.8 Ozon

Ozon virker ved at oxidere alle carbondobbeltbindinger. Da en bakteries cellemembran består af proteiner og proteinkæder, vil ozonet således angribe cellemembranen, hvorved bakterien går til grunde. Eftersom der er tale om en egentlig nedbrydning af bakterien - og ikke en påvirkning af dens ånding eller stofskifte - vil den også have meget vanskeligt ved at danne resistens over for ozon.

Ozon anvendes i mængder på 1-2 mg/liter og er i denne koncentration effektiv mod Legionella. Men koncentrationen er vanskelig at opretholde. 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.




*Figur 8.9. Figur viser, hvor lidt overskud af ozon i vand, der skal til, for at bakterier ikke kan overleve*

Selvom ingen bakterier i princippet kan overleve i ozonholdigt vand, er der enkelte bakteriekulturer, som kan overleve ved væsentligt højere ozonkoncentrationer end vist på figur 8.9. Det drejer sig om bakterier, der har tendens til at danne flokke, hvor de inderste bakterier i flokken er beskyttet. Desinfektion med ozon er en hurtig proces med en meget kort eksponeringstid over for bakterier. Den nøjagtige tid afhænger naturligvis af bakteriekulturen, men normalt vil en opholdstid på 4-5 min. med en ozondosering på 1 mg/l være tilstrækkelig til at reducere bakterieantallet 99 %.

Ozon opløses i et punkt i brugsvandssystemet for at opnå en dosis på omkring 1 til 2 mg/l. Ideelt set sker det med en generator, der producerer ozon i forhold til vandmængden i stedet for en generator, der producerer ozon ved en konstant hastighed uafhængig af efterspørgslen. Ozon er et meget stærkt iltningsmiddel og har vist sig effektiv ved lave koncentrationer. Imidlertid kan det beskadige rør, og da det har en meget kort halveringstid, er det næsten umuligt at opretholde et væsentligt residual i forbindelse med et dynamisk vandsystem.

Ozon, som ikke kan købes, skal genereres på stedet af ozonators. Det har været almindeligt udbredt i Europa til at dræbe Legionella bakterier. Eftersom ozon ikke kan opholde sig i vand i tilstrækkelig lang til at give en eftervirkning mod potentiel forurening i distributionssystemet, kan klor tilføjes efter ozon for at give den resterende effekt.

Ozon-generation har betydelige udstyrsomkostninger samt vedligeholdelses- og driftsomkostninger. Et desinfektionsmæssigt residual er vanskelig at distribuere eller opnå i hele systemet, og har minimal effekt på biofilm og ikke-planktonisk Legionella i dynamiske eller komplekse vandsystemer.

Tilsætning af Ozon i Danmark vil kræve myndighedstilladelse.

## 8.9 Kobber-sølvionisering

Kobber-sølv ioniseringen foregå i et gennemstrømningsioniseringskammer, der indeholder kobber- og sølvelektroder installeret på varmtvandslinjer. Elektrisk strøm anvendes til elektroderne, hvorved positivt ladede kobber- og sølvioner frigives til varmtvandssystemet. Kombinationen af disse to metaller indeholder en betydelig synergi af antimikrobiel aktivitet. De positive ioners obligation til den negative bakteriellecellevæg forstyrrer membranstrukturer og føre til celledød. Systemer, hvor vandet har skaleringspotentiale og/eller pH-værdier over 8,0, er problematiske på grund af skalering af elektroder og bundfældning af kobber, som begge giver væsentlig reduceret effektivitet.

Kobber-sølv ionisering ændrer permeabiliteten af Legionellaceller, denaturerer proteiner og fører til celledød. Anvendelse af kobber- og sølvioner viser, at 0,003 mg/l af Ag+ var tilstrækkeligt til at kontrollere væksten af Legionella i cirkulerende varmt brugsvand, mens det var svært at udrydde Legionella i vandhaner og brusere.

Mulighed for anvendelse i Danmark ser for tiden ud til at være meget begrænset.

## 8.10 Krav i forbindelse med installation af anlæg

Der er følgende installationskrav i forbindelse med anvendelsen af behandlingsanlæggene:

- Vandbehandlingsanlægget må generelt kun benyttes til behandling af vand til teknisk brug, såfremt det ikke har en godkendelse til drikkevand efter gældende dansk lovgivning
- På tilgangsledningen for vand til vandbehandlingsanlægget skal monteres en afspærringsventil
- På tilgangsledningen til anlægget skal endvidere normalt monteres en kontrollerbar kontraventil min. mediekategori 2, jf. DS/EN 1717, svarende til sikringstype EA eller EC
- Forbindes anlægget til vandledningsnettet med en fleksibel slange, skal denne være af godkendt type og må være max 2 meter lang
- Ledninger efter anlægget skal mærkes fx. med særlig farve eller farvekodebånd
- Eventuelle aftapningsarmaturer efter anlægget skal tydeligt mærkes "Ikke drikkevand"

# Bilag 1 Litteraturhenvisninger

Bagh L. Checkliste til forebyggelse af bakterievækst og herunder forekomst af *Legionella* i varmtvandsinstallationer. Teknologisk Institut 2000.

Bagh L. Mikrobiologisk vandkvalitet i varmtvandsinstallationer. PhD afhandling. SBI-rapport 298, Statens Byggeforskningsinstitut - Institut for miljøteknologi, DTU, 1998.

Bygningsreglementet BR18, Trafik Bygge og Bygningsstyrelsen

DS 439:2009, Norm for vandinstallationer, Dansk Standard, 2009

Vand og afløbsståbi, 4. udgave 2012. Nyt Teknisk Forlag

SBI anvisning 234, 235 og 236, Statens Byggeforskningsinstitut 2011

Byg Erfa, Erfaringsblad (53) 100528, Varmt brugsvand i bebyggelser, 2010

Byg Erfa, Erfaringsblad 01 04 01, Bakterievækst og slimdannelse i større anlæg til varmt brugsvand, 2001

Byg Erfa, Erfaringsblad 01 09 21, Bakterievækst og slimdannelse i større anlæg til varmt brugsvand – rensning og desinfektion, 2001

Byg-Erfa, Erfaringsblad (53) 10 05 28, Varmt brugsvand i større anlæg – bakterievækst, vandkvalitet og temperatur, 2017

# Bilag 2 Øvrig litteratur

**Andre anvisninger**

**SBI anvisning 234, Vandinstallationer - funktion og tilrettelæggelse**
Denne anvisning behandler de generelle forhold ved vandinstallationer, herunder projektering, kvalitetssikring samt drift og vedligehold.

**SBI anvisning 235, Vandinstallationer - dimensionering**
Denne anvisning behandler bl.a. dimensionering af varmtvands fremføringsledninger, samt dimensionering af cirkulationssystemer for varmt brugsvand.

**SBI anvisning 236, Vandinstallationer - installationsdele og anlæg**
I denne anvisning er bl.a. angivet metoder til hvordan varmtvandsforsyninger dimensioneres korrekt i henhold til DS 439, vandnormen.

**Vand og Afløbsståbi 4. udgave 2012**
I denne ståbi er på samme måde som i SBI anvisningerne givet anvisninger på bl.a. korrekt dimensionering af cirkulationssystemer samt varmtvandsforsyninger.

**DS 452:2013, Termisk isolering af tekniske installationer**
Normen er en del af Bygningsreglementets bestemmelser, og tekniske installationer skal isoleres således, at der er et så lille varmetab som muligt. På varmtvands cirkulationsledninger er det vigtigt, at varmetabet ikke bliver så stort, at temperaturen lokalt i anlægget kommer ned under 50 °C.

**ELO-vejledning vedr. Legionella**
Der er ud over det der står i DS 439 og BR18, også tidligere udarbejdet en vejledning vedr. Legionella bl.a. for ELO konsulenter. Den forklarer på en mere praktisk måde, hvordan man både skal forholde sig, såfremt man som konsulent gennemgår en større installation, samt også egentlige tiltag, såfremt der er problemer. Skemaerne herunder (figur 1) angiver i det første symptomer, man bør være opmærksom på ved gennemgang af en større installation, og i det andet (figur 2) anbefalede driftstemperaturer for varmtvandsforsyninger. Den sidste har bl.a. været med til at danne grundlag for reglerne i DS 439, vandnormen.

| **Parameter** | **Handlingsplan** |
|---|---|
| 1. Driftstemperatur | Ændre driftstemperaturen. Undgå stillestående vand mellem 20 °C og 45 °C. |
| 2. Temperaturgymnastik | Hæv eller sænk temperaturen i kortere perioder i systemet. |
| 3. Opholdstid | Undgå stagnerende vand ved lavere temperaturer i beholder, ledningsnet og døde ender. Placér mest vandforbrugende steder sidst på ledningsnettet. |
| 4. Korrosionsbeskyttelse | Kontroller og indreguler systemet. Indfør evt. en anden metode. |
| 5. Udslamning | Udfør rutinemæssig udslamning. |
| 6. Rensning | Indfør rutinemæssig rensning af beholder. Indfør rutinemæssig rensning af brusehoveder i fællesanlæg som omklædningsrum m.m. |
| 7. Materialer | Undgå materialer, der afgiver stoffer, som giver anledning til |

| | |
|---|---|
| | bakterievækst. Fjern overflødigt fedt og olie i forbindelse med drift og vedligeholdelse. |
| 8. Vandbehandling | Filtre og andre metoder til vandbehandling tilses og renses regelmæssigt. |
| 9. Dimensionering | Ledningsnettet dimensioneres, så vandet ikke har mulighed for at stå i længere tid i ledningsnettet. Beholder og ledningsnet udføres, så det er let at rense og evt. desinficere. |
| 10. Tilledning af koldt vand | Udformes efter gældende anvisninger. |
| 11. Desinfektion | Tilsætning af klor eller brintperoxid til afspærrede systemer og efterfølgende gennemskylning før brug. |

*Figur 1. Angiver symptomer, man bør være opmærksom på ved gennemgang af især en større installation*

| **Driftstemperaturer** | | |
|---|---|---|
| **Sted** | **Temperaturkrav** | **Bemærkninger og anbefalinger** |
| Koldt vand | Helst under 10 °C<br>Højst 20 °C | Det tilledte kolde vand bør have en temperatur under 20 °C for at undgå bakterievækst. Koldtvandsledningen bør i varme omgivelser være isoleret. |
| Beholder | Mindst 50 °C<br><br>Gerne 55 °C<br><br><br><br>Højst 60 °C | Opvarmningsperioden fra 20 °C til 50 °C bør minimeres for at forebygge vækst af patogene mikroorganismer.<br>Temperaturen bør være mere end 50 °C for at undgå vækst af patogene mikroorganismer.<br>Anlæg bør være dimensioneret til at kunne opvarme varmt brugsvand til 60 °C. Herved kan foretages en pasteurisering af vandet, der kan reducere bakterietallet.<br>Temperaturen bør af hensyn til kalkudfældning og korrosion ikke overstige 60 °C i længere perioder. |
| Fjerneste tapsted | Mindst 50 °C | For at undgå øget bakterievækst i stagnerende vand i døde ender skal temperaturen være over 50 °C ved det fjerneste tapsted. |
| Cirkulationsledning | Mindst 50 °C | Temperaturen skal være over den kritiske værdi for vækst patogene bakterier i hele cirkulationsledningen. |

*Figur 2. Anbefalede driftstemperaturer for varmtvandsforsyninger*

**Supplerende Europæiske standarder**
**DS/EN 806 - 1 til 5**
Denne standardserie er bl.a. angivet i DS 439 Anneks B som tilknyttede standarder. Anneks B er et informativt anneks, og det vil i praksis sige, at de pågældende standarder ikke er direkte vejledning til det danske bygningsreglement, men kan anvendes sammen med dette.

I henhold til reglerne fra CEN er Danmark forpligtiget til at implementere standarderne som Danske standarder, hvilket også er gjort ved at de har fået et DS/EN nummer.

*Kommentar:* Reglerne her er anderledes end i DS 439, og vil være en skærpelse i forhold til denne, men det fremgår ligeledes af standarden, at nationale regulativer skal respekteres.

**DS/EN 1717, Sikring mod forurening af drikkevand i vandinstallationer samt generelle krav til tilbagestrømningssikringer**
Denne standard giver ikke umiddelbart anvisninger o.l. i relation til Legionella og bekæmpelse af disse, men der er i denne standard foretaget en definition på forskellen mellem drikkevand, og andet vand.

I Standarden er følgende definitioner anvendt:

*Mediekategori 1:* Vand til menneskeligt forbrug, der komme fra et vandledningsnet med drikkevand.

*Mediekategori 2:* Medium som ikke medfører menneskelig sundhedsrisiko. Medium som er annerkendt egnet til menneskeligt forbrug, inklusivt vand aftaget fra et drikkevandssystem som kan have gennemgået et skift i lugt, smag, farve eller temperatur (opvarmning eller nedkøling).

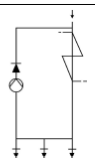
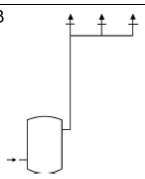
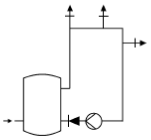
Definitionerne vedrørende mediekategori 2 er bl.a. vigtige i relation til alternative metoder til bekæmpelse af Legionella, og skal ses samme med mulighederne for fremover at anvende de forskellige typer, der kendes fra ind og udland i dag.

**DS/CEN/TR 16355, Teknisk rapport om Legionella**
Det europæiske standardiseringsarbejde CEN/TC 164 har under WG2 udarbejdet en teknisk rapport med titlen:

*Recommendations for prevention of Legionella growth in installations inside buildings conveying water for human consumption.*

Rapporten er fra i 2012. Rapporten er udarbejdet i overensstemmelse med installationer beskrevet og udført efter DS/EN 806 serien, men der er angivet forskellige installationstyper med forskellige krav til temperaturer, der måske vil kunne have relation til danske installationstyper i fremtiden. Den mest interessante installationstype er A1 på figur 3 herunder, der fx vil kunne give muligheder i fremtidige fjernvarmeinstallationer i enfamiliehuse.

*Vedr. A1:* Anlæg med varmeveksler og uden cirkulation. Der er ingen forslag til temperaturer for det varme vand. Dette vil også gælde for installationer, hvor der er separat vekslerinstallation i en enkelt lejlighed.

<table>
<tr><td colspan="4">Hot and cold water separately</td></tr>
<tr><td colspan="2">No storage</td><td colspan="2">Storage</td></tr>
<tr><td>No circulation of hot water</td><td>With circulation of hot water</td><td>No circulation of hot water</td><td>With circulation of hot water</td></tr>
<tr><td>A 1<br> </td><td>A 2<br>  </td><td>A 3<br>  </td><td>A 4<br>  </td></tr>
<tr><td></td><td>b The volume of water contained in the pipework between the circulation system and the tap which has the greatest distance to the system. has to be kept below 3 Liters<br>E The water in the circulation loop shall be minimum 50 °C</td><td>a ≥ 55 °C the whole day or at least 1 h per day ≥ 60 °C.<br>c Remove the sediment from the storage water heater taking into account local conditions and at least once a year.</td><td>b The volume of water contained in the pipework between the circulation system and the tap which has the greatest distance to the system to be kept below 3 Liters<br>c Remove the sediment from the storage water heater taking into account local conditions and at least once a year.<br>e The water in the circulation loop shall be minimum 50 °C</td></tr>
</table>

*Figur 3. Forskellige installationstyper med forskellige krav til temperaturer*

**Technische Regel DVGW Arbeitsblatt W 551**
Trinkwassererwärmungs- und Trinkwasserleitungsanlagen; Technische Maßnahmen zur Verminderung des Legionellenwachstums; Planung, Errichtung, Betrieb und Sanierung von Trinkwasser-Installationen.

Denne tyske standard angiver en række anvisninger på forebyggelse af Legionella i mindre og større installationer.

Der er i standarden bl.a. angivet anvisninger på planlægning, udførelse og drift af større og mindre varmtbrugsvandsanlæg. Endelig er der angivet forskellige metoder til bekæmpelse af Legionella.

I relation W 551 skal nævnes følgende forordning:
Trinkwasserverordnung und Legionellen (Stand 25.april 2018).

Forordningen kræver, at større installationer (over 400 liter beholder, dog ikke 1 og 2 familiehuse) skal undersøges for Legionella en gang årligt. Der er i forbindelse med undersøgelsen stillet krav til max kimtal i vandet.

**European Technical Guidelines for the Prevention, Control and Investigation, of Infections Caused by Legionella species June 2017.**
(Europæiske tekniske retningslinjer for forebyggelse, kontrol og undersøgelse af infektioner forårsaget af Legionella arter juni 2017)

I Europa-Parlamentets udkast til nyt Drikkevandsdirektiv er der i Artikel 10 angivet følgende bl.a. vedrørende risikovurdering.

**EUROPA-PARLAMENTETS OG RÅDETS DIREKTIV**
**om kvaliteten af drikkevand (1.2.2018)**
*Artikel 10 – Risikovurdering af forbrugernes fordelingsnet (ny)*

Ved denne artikel indføres forpligtelser i forbindelse med udførelse af risikovurderinger af forbrugernes fordelingsnet og nærmere bestemt:

- Vurdering af risici i relation til forbrugernes fordelingsnet og herunder risici angående produkter og materialer, der i kontakt med drikkevand
- Kontrol af følgende parametre: bly og *Legionella*. Sidstnævnte forårsager ifølge WHO den største sundhedsmæssige byrde af alle vandbårne patogener i Unionen. Dertil kommer, at Det Europæiske Center for Forebyggelse af og Kontrol med Sygdomme også anbefaler regelmæssige tjek og passende kontrolforanstaltninger af menneskeskabte vandsystemer med henblik på at forebygge tilfælde af legionærsyge i turistfaciliteter, hospitaler, sundhedsfaciliteter med henblik på langsigtet pleje eller i andre sammenhænge, hvor større befolkningsgrupper med forhøjet risiko kan eksponeres.

På grundlag af risikovurderingen og kontrollen kan medlemsstaterne efterfølgende træffe foranstaltninger såsom uddannelse af blikkenslagere, oplysning og rådgivning til husejere, egnede behandlingsteknikker i samarbejde med vandleverandørerne osv. Desuden tager denne artikel til dels fat på aspekter af den tidligere artikel 10 (produkter i kontakt med drikkevand) og sikrer sammenhæng med forordning (EU) nr. 305/2011, hvorved der skal fastsættes standarder for byggevarer i kontakt med drikkevand.

Efterfølgende er bilag til forslaget fra Europa-Parlamentets og Rådets direktiv om kvaliteten af drikkevand

| **Parametre med relevans for risikovurderingen af forbrugerens fordelingsnet** | | | |
|---|---|---|---|
| **Parameter** | **Parameterværdi** | **Enhed** | **Bemærkninger** |
| Legionella | < 1000 | Antal/l | Hvis parameterværdien < 1000/l ikke opfyldes for *Legionella*, skal der foretages fornyet prøvetagning for *Legionella pneumophila.* Er Legionella pneumophila ikke til stede, er parameterværdien for *Legionella* < 10.000/l |

# Bilag 3 Tjekskema i relation til daglig drift af installation

Drift og vedligehold af vandinstallationer skal ske, så de til enhver tid overholder bestemmelserne i bygningsreglementets afsnit om vandinstallationer.

| **Parameter** | **Handlingsplan** |
|---|---|
| 1. Driftstemperatur | Kontrol og eventuel ændring af driftstemperaturen. Undgå stillestående vand mellem 20 °C og 45 °C.<br>Kontroller at fremløbstemperaturen på det varme brugsvand er på 55 grader. Denne temperatur kan aflæses i varmtvandsbeholderens afgangsledning. Eventuelt på overvågningen (CTS eller anden varmestyring). |
| 2 Cirkulationssystem og cirkulationsventiler | Kontroller at cirkulationsventilerne er korrekt indstillede of at de fungerer tilfredsstillende fx ved måling af overfladetemperatur før og efter ventilen. |
| 3. Temperaturgymnastik | Hæv eller sænk temperaturen i kortere perioder i systemet. |
| 4. Opholdstid | Undgå stagnerende vand ved lavere temperaturer i beholder, ledningsnet og døde ender. Placér mest vandforbrugende steder sidst på ledningsnettet. |
| 5. Korrosionsbeskyttelse | Kontroller og indreguler systemet. Indfør evt. en anden metode. |
| 6. Udslamning | Udfør rutinemæssig udslamning. |
| 7. Rensning | Indfør rutinemæssig rensning af beholder. Indfør rutinemæssig rensning af brusehoveder i fællesanlæg som omklædningsrum m.m. |
| 8. Materialer | Undgå materialer, der afgiver stoffer, som giver anledning til bakterievækst. Fjern overflødigt fedt og olie i forbindelse med drift og vedligeholdelse. |
| 9. Vandbehandling | Filtre og andre metoder til vandbehandling tilses og renses regelmæssigt. |
| 10. Dimensionering | Ledningsnettet dimensioneres, så vandet ikke har mulighed for at stå i længere tid i ledningsnettet. Beholder og ledningsnet udføres, så det er let at rense og evt. desinficere. |
| 11. Tilledning af koldt vand | Udformes efter gældende anvisninger. |
| 12. Desinfektion | Tilsætning af klor eller brintperoxid til afspærrede systemer og efterfølgende gennemskylning før brug. |
| | |

# Bilag 4 Skema for risikovurdering (indledende)

| | |
|---|---|
| Adresse | |
| Dato for risikovurdering | |
| Risikovurdering udført af: | |

| | |
|---|---|
| Bygningstype | |
| Er der nogen lejer, hjemmehørende eller regelmæssig besøgende, der er særligt modtagelige for Legionella på grund af alder, sundhed eller livsstil? | |
| Beskriv koldtvandssystemet | |
| Beskriv typen af varmtvandsanlæg, f.eks. varmeveksler eller varmetandsbeholder. | |

**Risikokategorier**

**Vandtemperaturer**

| | | |
|---|---|---|
| Er koldtvandstemperaturen under 20°C? | Ja/nej | |
| Er varmtvandstemperaturen over 50°C ved tapsted? | Ja/nej | |

Koldt vand skal kunne tappes fra udløb ved under 20 ° C og varmt vand over 50 ° C for at minimere risikoen. Hvis temperaturen er for lav på det varme vand, skal der foretages justeringer, f.eks. ændring af temperaturindstilling for det varme vand i varmtvandsforsyningen, eller indstilling af fx indreguleringsventiler på cirkulationskredsen. Hvis temperaturen er for høj på det kolde vand bør det vurderes om koldtvandsrørene skal efterisoleres.

Identificer eventuelle fejl / risici og relaterede anbefalinger i forbindelse med vandtemperaturen. Hvis der kræves handling, skal du kontakte den ansvarlige person:

| | |
|---|---|
| Fejl eller risiko | |
| Anbefaling | |
| Ansvarlig person: | |

Identificer eventuelle fejl / risici og relaterede anbefalinger i forbindelse med vandtemperaturen. Hvis der kræves nogen handling, skal du kontakte ansvarlig person: -

| | |
|---|---|
| Fejl eller risiko | |
| Anbefaling | |
| Ansvarlig person: | |

**Varmt vand**

| | | |
|---|---|---|
| Er temperaturindstillingen på veksler og / eller varmtvandsbeholderen sådan, at varmtvandet opvarmes til og opbevares ved en temperatur på mindst 55 ° C? | Ja/nej | |

Temperaturindstillingen på varmtvandsforsyningen skal indstilles og holdes på mindst 55 ° C.

Kontroller at varmtvandsforsyningen er indrettet så det er muligt at hæve varmtvandstemperaturen til over 60 ° C.

NB: Hvis temperaturen er indstillet til over 65 ° C, kan det medføre skoldning for brugerne. Identificer eventuelle fejl / risici og relaterede anbefalinger i forbindelse med varmt vand. Hvis der kræves nogen handling, skal du kontakte den ansvarlige person:

| | |
|---|---|
| Fejl eller risiko | |
| Anbefaling | |
| Ansvarlig person: | |

**Sjældent anvendte tapsteder**

| | |
|---|---|
| Er der tapsteder, der bruges mindre end en gang om ugen, f.eks. i gæstebadeværelser? | Ja/nej Hvis ja angiv da hvor tapstedet er placeret. |

Eventuelle sjældent anvendte tapsteder bør skylles gennem ugentligt ved rindende vand i mindst 2 minutter. Eventuel aerosolproduktion fra tapstedet bør minimeres under denne proces.

Identificer eventuelle risici og relaterede anbefalinger i forbindelse med tapsteder der sjældent anvendes. Hvis der kræves nogen handling, skal du kontakte den ansvarlige person:

| | |
|---|---|
| Fejl eller risiko | |
| Anbefaling | |
| Ansvarlig person: | |

**Brusere**

| | | |
|---|---|---|
| Er der brusere ejendommen. | Ja/nej? | Hvis ja, hvor er de placeret |
| Bruserslanger | | |
| | | |

Alle brusehoveder skal rengøres, desinficeres og afkalkes mindst en gang hver 6. måned. Aerosolproduktion bør minimeres under denne proces.

Bruserslanger skal holdes tømte for vand og skal skiftes eller desinficeres hver 3. måned. Identificer eventuelle risici og relaterede anbefalinger i forbindelse med brusere og bruserslanger. Hvis der kræves nogen handling, skal du kontakte den ansvarlige person:

| | |
|---|---|
| Fejl eller risiko | |
| Anbefaling | |
| Ansvarlig person: | |

**Døde ender og overflødige rørledninger**

Afsnit af rørledninger, der enten er overflødige eller på grund af ændring i drift har et lille eller slet ingen gennemstrømning af vand (kendt som "døde ender") kan gøre det muligt for vand at stagnere i systemet.

Er der observeret overflødige ledninger eller døde ender i systemet? Hvis ja, bedes du beskrive.

| | | |
|---|---|---|
| Er der overflødige ledninger eller døde ender i systemet. | Ja/nej? | Hvis ja, angiv hvor i systemet. |
| | | |

Eventuelle overflødige ledninger eller døde ender anlægget skal fjernes, eller anlægget ændres, så der regelmæssigt strømmer vand gennem alle rør.

Identificer eventuelle risici og relaterede anbefalinger i forbindelse med døde ender. Hvis der kræves nogen handling, skal du kontakte den ansvarlige person:

| | |
|---|---|
| Fejl eller risiko | |
| Anbefling | |
| Ansvarlig person: | |

**Ubenyttede ejendomme og lokaliteter**

| | | |
|---|---|---|
| Er ejendommen ubenyttet i perioder, f.eks. I tilfælde af sommerferie eller længere nedlukning af andre årsager. | Ja/nej | |

I perioder hvor ejendommen er ubenyttet skal alle tapsteder på varmt og koldt vand skylles gennem mindst en gang om ugen i mindst 2 minutter. I lange perioder uden anvendelse af ejendommen overveje at tømme systemet. Sørg for, at systemet skylles igennem, når brugen genoptages ved at skylle alle tapsteder igennem i mindst 2 minutter. Aerosolproduktion bør minimeres under denne proces.

Identificer eventuelle risici og relaterede anbefalinger i forbindelse med at installationen ikke anvende periodevis. Hvis der kræves nogen handling, skal du kontakte den ansvarlige person:

| | |
|---|---|
| Fejl / risiko | |
| Anbefaling | |
| Ansvarlig person | |

**Rådgivning til lejere**

| | | |
|---|---|---|
| Der er givet råd til lejere om risici ved legionærersygdom i hjemmet og deres ansvar for at minimere risikoen? | Ja/nej | |

Dette kan gøres ved at give lejeren et orienteringsbrev der fortæller om legionærsygdom og forebyggelse mod dette.

Vurderingen er gennemført og bør revideres regelmæssigt (mindst en gang om året) og specifikt når der er grund til at mistanke om, at den ikke længere er gyldigt. Du bør sørge for, at ovenstående anbefalinger gennemføres og eventuelle eksisterende kontroller opretholdes.

| | | |
|---|---|---|
| Underskrift | Dato | |
| Navn | | |

**Risikovurdering opfølgning**

Gennemføres en gang om året.

| | |
|---|---|
| Adresse | |
| Dato for vurdering | |
| Udført af: | |

Hvis et af følgende er sandt, skal du markere afkrydsningsfeltet til højre. Siden den oprindelige risikovurdering blev udført:

- Er der sket en ændring i vandsystemet eller den måde, hvorpå det bruges af beboere? ☐
- Er der sket en ændring i brugen af bygningen, hvor systemet er installeret? ☐
- Er der nye oplysninger tilgængelige om risici eller kontrolforanstaltninger? ☐
- Når vandets temperatur testes i varmtvandssystemet, er der så tapsteder der har en udløbstemperatur på under 50 ° C? ☐
- Ved afprøvning af koldtvandstemperaturen i systemet er der så tapsteder der har en udløbstemperatur på over 20 ° C? ☐
- Er de nuværende lejere og deres besøgende mere modtagelige på grund af deres alder, sundhed eller livsstil end vurderet tidligere? ☐
- Har der været registreret tilfælde af Legionærsyge forbundet med systemet? ☐

Hvis du har krydset af som svar på nogen af ovenstående spørgsmål, skal en ny risikovurdering udføres af en kompetent person.

| | | |
|---|---|---|
| Underskrift | Dato | |
| Navn | | |

## Øvrige anvisninger fra Rørcentret:

Rørcenter-anvisning 001
Ressourcebesparende afløbsinstallationer i boliger, juni 1999

Rørcenter-anvisning 002
Ressourcebesparende vandinstallationer i boliger, juni 1999

Rørcenter-anvisning 003
Brug af regnvand til wc-skyl og vaskemaskiner i boliger, september 2012

Rørcenter-anvisning 004
Renovering af afløbsledninger. Paradigme for udbud og beskrivelse inkl. vejledning
2 udgave, januar 2005, inkl. Indlagt cd-rom

Rørcenter-anvisning 005
Fedtudskillere. Projektering, dimensionering, udførelse og drift, marts 2000

Rørcenter-anvisning 006
Olieudskilleranlæg. Vejledning i projektering, dimensionering, udførelse og drift, marts 2004

Rørcenter-anvisning 007
Dæksler og Riste. Dæksler og riste af støbejern til kørebane og gangarealer, maj 2005

Rørcenter-anvisning 008
Acceptkriterier. Retningslinjer for vurdering af nye og fornyede afløbsledninger ved hjælp af TV-inspektion, maj 2005

Rørcenter-anvisning 009
Nedsivning af regnvand i faskiner.
Vejledning i projektering, dimensionering, udførelse og drift af faskiner, maj 2005

Rørcenter-anvisning 010
Tømning af bundfældningstanke (septitanke). Paradigme for udbudsmateriale, marts 2006

Rørcenter-anvisning 011
Vacuumsystemer i bygninger.
Vejledning i projektering, udførelse og drift, marts 2006

Rørcenter-anvisning 012
Nye afløbssystemer samt omlægninger.
Paradigme for udbud og beskrivelse, maj 2007

Rørcenter-anvisning 013
Erfaringer med nedsivningsanlæg, februar 2007

Rørcenter-anvisning 014
Afløbssystemer.
Oversigt over undersøgelses-, måle- og fornyelsesmetoder, april 2007

Rørcenter-anvisning 015
Tilbagestrømningssikring af vandforsyningssystemer, oktober 2009

Rørcenter-anvisning 016
Anvisning for håndtering af regnvand på egen grund, maj 2012

Rørcenter-anvisning 017
Legionella.
Installationsprincipper og bekæmpelsesmetoder, 2. udgave, maj 2019

Rørcenter-anvisning 018
Store nedsivningsanlæg.
Dimensionering og udførelse, august 2012

Rørcenter-anvisning 019
Vandbremser.
Regulering af vandstrømme i afløbssystemer, maj 2013

Rørcenter-anvisning 020
Skybrudssikring af bygninger, september 2013

Rørcenter-anvisning 021
Kælderoversvømmelser.
Sikring mod opstigende kloakvand, september 2013

Rørcenter-anvisning 022
Renovering af faldstammesystemer, maj 2017

Rørcenter-anvisning 023
Regnvandsventilen, marts 2018

Rørcenter-anvisning 024
Beredskab.
Indsatsplaner for oversvømmelser, maj 2017

Rørcenter-anvisning 025
Rekreative regnvandsbassiner, marts 2018

Rørcenter-anvisning 026
LAR-Anlæg
Vejledning i projektering, dimensionering, udførelse og drift af LAR-Anlæg, juni 2018

Rørcenter-anvisning 027
Vandinstallationer
Eksempelsamling til bygningsreglementets afsnit 21 og 24, december 2018