

LEGIONELLA

Installationsprincipper og bekæmpelsesmetoder

Rørcenter-anvisning 017

April 2012



LEGIONELLA

Installationsprincipper og bekæmpelsesmetoder

Rørcenter-anvisning 017

April 2012

Udarbejdet for:
Energistyrelsen

Legionella
Installationsprincipper og bekæmpelsesmetoder

Rørcenter-anvisning 017

1. udgave, 1. oplag, 2012

© Rørcentret,
Teknologisk Institut

Tryk og indbinding:
Rødgaard Grafisk Produktion

ISBN 87-991239-8-3

ISSN 1600-9894
Nøgletitel: Rørcenter-anvisning

EAN 9788799123940

Forord

Denne anvisning er udarbejdet for Energistyrelsen. Anvisningen er udarbejdet af Leon Buhl, Teknologisk Institut. Anvisningen giver vejledning i installationsprincipper samt bekæmpelsesmetoder for Legionella.

Arbejdet med anvisningen har været fulgt af en gruppe bestående af:

Ejnar Jerking	Energistyrelsen
Lene Bagh	Høje Taastrup Kommune
Helle Michaelsen Guldager	Elektrolyse
Jan Eric Thorsen	Danfoss
Torben Schifter-Holm	Metro Therm
Ove Haugen	Frese A/S
Hardy Jepsen	Danish Clear Water
Frank Fontenay	Force Technology
Peter Fritzel	ETA-Danmark
Charlotte Frambøl	DANVA
Aase Clemmensen	Århus Vand
Bent Olsen	AffaldVarme Aarhus
Hans Jørgen Albrechtsen	DTU
Nils Lygaard	TEKNIQ
Birger Christiansen	DS Håndværk & Industri/DANVAK
Allan Broløs	Københavns Energi A/S, Teknisk kundeservice
Christina B. Daél	Københavns Kommune, Teknik- og Miljøforvaltningen
Inge Faldager	Teknologisk Institut
Anna Kristine Nørgaard	Teknologisk Institut

Teknologisk Institut vil gerne takke følgegruppen for et konstruktivt samarbejde.

April 2012
Rørcentret, Teknologisk Institut

Indholdsfortegnelse

1	INDLEDNING	6
1.1	PROBLEMSTILLING MED LEGIONELLA	6
1.2	DENNE ANVISNING	8
2	LOVGIVNING	9
2.1	GÆLDENDE LOVGIVNING I DANMARK I DAG	9
2.1.1	<i>Drikkevandsbekendtgørelsen</i>	9
2.1.2	<i>Bygningsreglementet 10</i>	10
2.1.3	<i>Godkendelse af produkter</i>	12
2.1.4	<i>DS 439 Vandnormen</i>	13
2.1.5	<i>Andre anvisninger</i>	14
2.1.6	<i>Supplerende Europæiske standarder</i>	16
2.1.7	<i>DSF/FprCEN/TR 16355, Teknisk rapport om Legionella</i>	17
2.1.8	<i>Technische Regel DVGW Arbeitsblatt W 551</i>	18
3	INSTALLATIONSTYPER OG UDFORMNING	19
4	METODER TIL BEKÆMPELSE AF LEGIONELLA	30
4.1	TERMISK DESINFEKTION (TEMPERATURGYMNASTIK)	31
4.2	KLORING	33
4.3	ULTRAVIOLET STRÅLING (UV)	34
4.4	OZON	35
4.5	ANODISK OXIDATION	36
4.6	KOBBER-SØLV IONISERING	37
4.7	KLORDIOXID	37
4.8	MEMBRANTEKNOLOGI	40
4.9	ON SITE PRODUKTION AF MIXED OXIDANTS FOR LEGIONELLA BESKYTTELSE OG BEKÆMPELSE	41
4.10	OVERVÅGNING AF STØRRE INSTALLATIONER	42
5	PROJEKTERING OG UDFØRELSE	44
6	DRIFT OG VEDLIGEHOLDELSE	45
	BILAG 1 LITTERATURHENVISNINGER	48

1 Indledning

1.1 Problemstilling med Legionella

Legionærsyge er en frygtet 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 mener man, at mindst 10 % af alle større varmtvandsinstallationer har været skyld i smitte med Legionella.

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

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

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.

Legionella (CFU/liter)	Reaktion på fund af Legionella
10 < - < 1.000	Lavt bakterietal af Legionella. Dog udtryk for at Legionella bakterier kan vokse i systemet.
1.000 < - < 10.000	Lavt til moderat bakterietal. Det skal overvejes, om der kan foretages enkle forbedringer af anlægget, fx driftstemperaturer, fjernelse af døde ender.
10.000 < - < 100.000	Forholdsvis højt bakterietal. Det skal overvejes, om der kan foretages forbedringer af anlægget og/eller desinfektion. Situationen overvåges.
> 100.000	Meget højt bakterietal. Anlægget gennemgås med henblik på afhjælpende foranstaltninger.

Figur 1.1

Forslag til reaktionsgrænser ved påvisning af Legionella i varmtvandsanlæg i boliger. (Kilde: Statens Serum Institut (SSI), 2000)

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.

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 1.2

Kilde: Vand og afløbsstøbi, Nyt Teknisk Forlag

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.

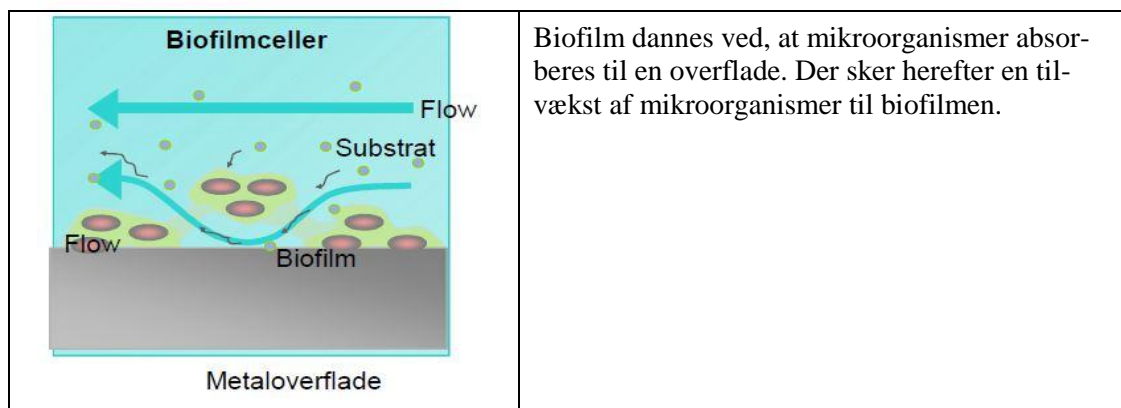
Der vil typisk være biofilm på indersiden af rør og beholdere.

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:

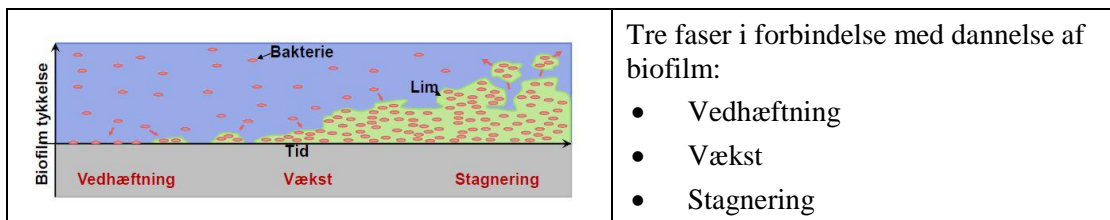
- Vand (70 – 95 % af den totale vægt)
- Forskellige bakterier og andre mikroorganismer, hvoraf nogle kan være sygdomsfremkaldende
- Organisk stof (50 – 90 % af tørstofindholdet)
- Uorganiske partikler
- Ekstracellulære polymere substanser (den lim der holder biofilmen sammen)



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

Figur 1.3

Biofilm på en røroverflade



Figur 1.4
3 faser i dannelsen af biofilm

1.2 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.

Rørcenter-anvisningen har følgende hovedindhold:

En gennemgang og uddybning af de regler og krav og vejledninger vedr. opformering af Legionella i varmt brugsvandsinstallationer der er beskrevet i BR10, 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 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 Lovgivning

2.1 Gældende lovgivning i Danmark i dag

Drikkevandsbekendtgørelsen og Bygningsreglementet BR10 udgør det danske regelsæt mht. krav og anbefalinger 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 afløbsstøben 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 lovgivning, og derfor vil de blive nævnt kort i det efterfølgende.

2.1.1 Drikkevandsbekendtgørelsen

BEK nr. 1024 af 31/10/2011. Bekendtgørelse om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg angiver de lovgivningsmæssige kvalitetskrav til det drikkevand, der leveres til forbrugeren.

Kapitel 2

Kvalitetskrav til vand fra vandforsyningsystemer

§ 3. *Vand fra vandforsyningsystemer, der forsyner mennesker med vand til husholdningsbrug, skal overholde de kvalitetskrav, som er angivet i bilag 1 a-d.*

I den efterfølgende figur, der er taget fra drikkevandsbekendtgørelse, er der en oversigt over grænseværdierne for mikrobiologiske parameter, både ved afgang fra vandværket, ved indgangen til forbrugeren, og ved forbrugers tapsted, se figur 2.1.

Kvalitetskrav til mikrobiologiske parametre				
Parameter	Enhed	Vandkvalitetskrav		
		Værdi ved afgang fra vandværk ¹⁾	Værdi ved indgang til ejendom ²⁾	Værdi ved forbrugers taphane ⁶⁾
Coliforme bakterier	Pr. 100 ml	i.m. ³⁾	i.m. ³⁾	i.m. ³⁾
Escherichia coli (E. coli)	Pr. 100 ml	i.m. ³⁾	i.m. ³⁾	i.m. ³⁾
Kimtal ved 37° C	Pr. ml	5	20	20
Kimtal ved 22° C	Pr. ml	50 10 ⁴⁾	200	200
Enterokokker	Pr. 100 ml	i.m. ³⁾	i.m. ³⁾	i.m. ³⁾
Clostridium perfringens, herunder sporer ⁵⁾	Pr. 50 ml	i.m. ³⁾	i.m. ³⁾	i.m. ³⁾

¹⁾ Prøven udtages fra afgangsledning eller rentvandsbeholder på vandværket.

²⁾ Prøven udtages ved indgangen til bygning (ved vandmåler eller nærmeste taphane herefter), når vandet har løbet så længe, at det vand, der står i installationer og stikledning, er udskyllet, og vandet har løbet mindst 5 minutter.

³⁾ i.m. = ikke målelig ved den anviste metode.

⁴⁾ Værdien gælder for desinficeret vand.

⁵⁾ Parameteren bestemmes kun, hvis vandet hidrører fra eller påvirkes af overfladevand.

⁶⁾ Prøven udtages ved taphanen, når vandet har løbet i højst 30 sekunder.

Figur 2.1

Kvalitetskrav til drikkevand

2.1.2 Bygningsreglementet 10

Bygningsreglementet angiver krav til vandinstallationer.

I kap. 8.2, stk. 6 står følgende:

Stk. 6

Brugsvandsanlæg skal udføres, så risikoen for vækst af Legionellabakterier minimeres.

(8.2, stk. 6)

For at minimere risikoen for vækst af Legionellabakterier i det varme vand bør der træffes foranstaltninger herimod, f.eks. ved at brugsvandstemperaturen kan opvarmes tilstrækkeligt jf. DS 439, Norm for vandinstallationer.

SBI Anvisning 230 giver følgende vejledning til Stk. 6

Ved opstilling af varmepumper til opvarmning af brugsvand bør tankvoluminet dimensioneres ud fra brugsvandsbehovet for bygningen, som fastlægges efter DS 439 (Dansk Standard, 2009). Det varme brugsvand bør af hensyn til bekæmpelse af bakterievækst kunne opvarmes til 55-60 °C, ellers skal der træffes andre foranstaltninger mod bakterievækst.

Hvis varmepumpen udlægges for lavere vandtemperatur, bør der kunne foretages supplerende opvarmning med en anden varmekilde.

Bygningsreglementet siger i kap. 8.4.1 følgende:

8.4.1, Stk. 1

Vand- og afløbsinstallationer skal udformes, så de frembyder tilfredsstillende tryghed i brand-, sikkerheds-, funktions- og sundhedsmæssig henseende.

(8.4.1, stk. 1)

Der henvises til DS 432, Norm for afløbsinstallationer, DS 439, Norm for vandinstallationer og Rørcenter-anvisning 011, Vacuumsystemer i bygninger.

8.4.1, Stk. 6

Fabriksfremstillede produkter, der indgår i eller tilsluttes vandinstallationer, skal for så vidt angår karakteristika, der har indflydelse på drikkevandets kvalitet, jf. Miljøministeriets bekendtgørelse om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg, være godkendt af Erhvervs- og Byggestyrelsen ved ETA-Danmark A/S, medmindre det pågældende produkt er undtaget ifølge de til enhver tid gældende bestemmelser om godkendelsesordningen.

(8.4.1, stk. 6)

En oversigt over de produkter, som er undtaget kravet om godkendelse, fremgår af ETA-Danmark A/S's hjemmeside (www.etadanmark.dk).

8.4.1, Stk. 7

Fabriksfremstillede produkter, der indgår i eller tilsluttes vand- eller afløbsinstallationer, skal for så vidt angår de mekaniske/fysiske karakteristika enten:

- 1) Være forsynet med CE-mærke, der viser, at produkterne stemmer overens med en harmoniseret standard eller er omfattet af en europæisk teknisk godkendelse med de for Danmark relevante krav
- 2) Have gennemgået en produktionskontrol og afprøvning, benævnt attestingssystem 3 som svarer til ordning for attesting ii) variant 2 i bilag III i Boligministeriets bekendtgørelse om ikrafttræden af EF-direktiv om indbyrdes tilnærmelse af medlemsstaternes love og administrative bestemmelser om byggevarer med de ændringer, som følger af EF-direktiv om ændring af bl.a. EF-direktiv om byggevarer

(8.4.1, stk. 7)

Der henvises til bilag 7.

Bygningsreglementet siger i kap. 8.4.2, stk. 1 følgende:

8.4.2, Stk. 1

Vandinstallationer skal udformes, så de kan fungere med mindst mulig risiko for bakterievækst.

Bygningsreglementet siger i kap. 8.1, stk. 9 følgende:

8.1, Stk. 9

Installationer skal udføres, så unødvendigt energiforbrug undgås. De skal isoleres mod varmetab og kondens i overensstemmelse med DS 452, Termisk isolering af tekniske installationer.

(8.1, stk. 9)

Rør og beholdere bør så vidt muligt anbringes, så varmeafgivelsen fra dem kommer bygningen til gode.

2.1.3 Godkendelse af produkter

Bygningsreglementets kap. 8.4.1, stk. 6 siger, at produkter til drikkevandsinstallationer (koldt vand) skal obligatorisk VA godkendes i relation til de sundhedsmæssige forhold.

Varmt brugsvand er ikke defineret som drikkevand, og produkter til disse installationer skal derfor ikke obligatorisk VA godkendes. Disse produkter skal opfylde betingelserne i Bygningsreglementets kap. 8.4.1, stk. 7 med hensyn til de mekanisk fysiske egenskaber. Det betyder, at de enten skal være CE mærkede i henhold til en harmoniseret standard, eller gennemgået en produktionskontrol og afprøvning benævnt attestingssystem 3.

Det er i praksis ikke muligt at CE mærke ret mange produkter til vandinstallationer i dag.

Det er muligt i dag at dokumentere funktionen 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 er skal obligatorisk VA godkendes, samt hvilke produkter der er undtaget. Det er samtidig muligt at downloade både obligatoriske og frivillige godkendelser fra hjemmesiden.

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

VA-godkendelse af vandbehandlingsanlæg til fjernelse af Legionella

Vandbehandlingsanlæg til bekæmpelse af Legionella, der installeres permanent i installationer, skal være VA godkendte.

Til VA godkendelsen af et vandbehandlingsanlæg, der er beregnet til at fjerne Legionella i varmtvandsforsyningssystemer, har Miljøstyrelsen opstillet en forsøgsprotokol til vurdering af mikrobiel vækst i forbindelse med VA godkendelsen af større vandbehandlingsanlæg. Protokollen er en del af det samlede testprogram til VA godkendelse af vandbehandlingsanlæg til montering i husinstallationer. Protokollen stammer fra Miljøprojekt nr. 1105, 2006

Protokollen angiver bl.a. følgende:

Såfremt der ønskes en VA godkendelse af et vandbehandlingsanlæg, der er beregnet til at fjerne Legionella i varmtvandsforsyningssystemer, har Miljøstyrelsen opstillet en forsøgsprotokol til vurdering af mikrobiel vækst i forbindelse med VA godkendelsen af større vandbehandlingsanlæg. Protokollen er en del af det samlede testprogram til VA godkendelse af vandbehandlingsanlæg til montering i husinstallationer.

En test af vandbehandlingsanlæg til bekæmpelse af Legionella i varmtvandssystemer skal vise, at der ikke kan ske vækst af Legionella i systemet, og at anlægget har den forventede effekt på reduktion af Legionella i det behandlede vand.

Protokollen skal omfatte alle typer anlæg til husinstallationer, uanset om anlægget er beregnet til behandlingen af vand ved indgang til ejendommen (centralt system), eller om anlægget er beregnet til behandling af vand umiddelbart før aftapning. Udstyr og anlæg til vandbehandling af aftappet vand er ikke omfattet af reglerne for VA-godkendelse.

Da der er stor forskel på den acceptable mikrobiologiske kvalitet af koldt drikkevand og varmt brugsvand i husinstallationerne, er protokollen opdelt i en del, der beskriver forsøgsbetingelserne for anlæg beregnet til koldt vandsinstallationer, og en del, der beskriver forsøgsbetingelserne for et varmtvandsanlæg.

Såfremt et udstyr er beregnet til brug i begge installationer, skal begge protokoller gennemføres forud for godkendelsen.

I varmtvandsprotokollen vil der ud over de generelle mikrobiologiske analyser også blive podet med/analyseret for Legionella.

Som udgangspunkt er det målsætningen, at et anlæg ikke kan godkendes, såfremt det kan påvises, at der sker vækst af mikroorganismer i anlægget ved normalt brug. Det vil sige, at protokollen skal afsløre, såfremt der i anlægget på nogen måde er forhold, som kan understøtte vækst af mikroorganismer.

For varmtvandsanlæg kræves det endvidere, at der ikke kan ske vækst af Legionella i systemet, og at anlæggene har den forventede effekt med henblik på reduktion af indholdet af Legionella i det behandlede vand.

Acceptgrænser og kriterier for varmtvandsanlæg

- Aerobt kimtal 44 °C samt 55 °C kimtal (DS 2402) målt i vand udtaget umiddelbart efter vandbehandlingsanlægget skal være mindre end 5 gange indholdet i vandet fra ledningsnettet målt ved tilgangen til vandbehandlingsanlægget. En værdi, der er 10 gange så højt som indholdet i tilgangsvandet umiddelbart efter podning vil dog kunne accepteres
- Legionella må ikke kunne påvises i det behandlede vand, hvilket svarer til en reduktion af Legionella på minimum 99 %

2.1.4 DS 439 Vandnormen

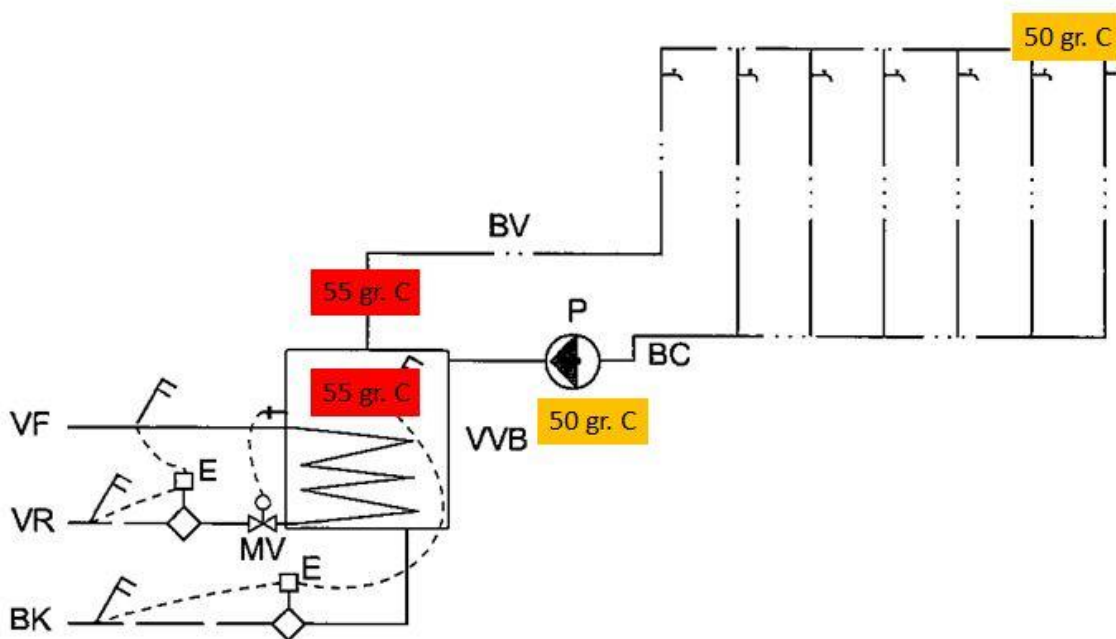
Vandnormen angiver i kap. 2.5:

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 2.2

Temperaturforhold, som de bør være i en større varmbrugsvandsinstallation

2.1.5 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 Afløbsstæbi 4. udgave

I denne stæbi er på samme måde som i SBI anvisningerne givet anvisninger på bl.a. korrekt dimensionering af cirkulationssystemer samt varmtvandsforsyninger.

DS 452, 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 BR10 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 2.3) angiver i det første symptomer man bør være opmærksom på ved gennemgang af en større installation, og i det andet (figur 2.4) 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 2.3

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 Højst 20 °C	Det tilledte kolde vand bør have en temperatur under 20 °C for at undgå bakterievækst. Koldt-vandsledningen bør i varme omgivelser være isoleret.
Beholder	Mindst 50 °C Gerne 55 °C Højst 60 °C	Opvarmningsperioden fra 20 °C til 50 °C bør minimeres for at forebygge vækst af patogene mikroorganismer. Temperaturen bør være mere end 50 °C for at undgå vækst af patogene mikroorganismer. Anlæg bør være dimensioneret til at kunne opvarme varmt brugsvand til 60 °C. Herved kan foretages en pasteurisering af vandet, der kan reducere bakterietallet. 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 2.4
Anbefalede driftstemperaturer for varmtvandsforsyninger

2.1.6 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 kommer fra et vandledningsnet med drikkevand.

Mediekategori 2: Medium som ikke medfører menneskelig sundhedsrisiko. Medium som er anerkendt 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).


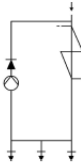
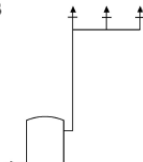
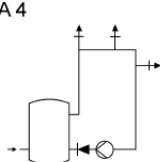
Definitionerne vedrørende mediekategori 2 er bl.a. vigtige i relation til alternative metoder til bekæmpelse af Legionella, og skal ses sammen med mulighederne for fremover at anvende de forskellige typer, der kendes fra ind og udland i dag.

2.1.7 DSF/FprCEN/TR 16355, Teknisk rapport om Legionella

Det europæiske standardiseringsarbejde CEN/TC 164 har under WG2 igangsat arbejde med en teknisk rapport med titlen:

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

Rapporten foreligger som ”final draft” dokument og forventes at foreligge færdigt 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 2.5 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.

Hot and cold water separately			
No storage		Storage	
No circulation of hot water	With circulation of hot water	No circulation of hot water	With circulation of hot water
A1 	A2 	A3 	A4 
	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 E The water in the circulation loop shall be minimum 50 °C	a ≥ 55 °C the whole day or at least 1 h per day ≥ 60 °C. c Remove the sediment from the storage water heater taking into account local conditions and at least once a year.	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 c Remove the sediment from the storage water heater taking into account local conditions and at least once a year. e The water in the circulation loop shall be minimum 50 °C

Figur 2.5

Forskellige installationstyper med forskellige krav til temperaturer

2.1.8 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:

Stammtext Trinkwasserverordnung und Legionellen (Stand 19.10.2011), Verordnung zur Änderung der Trinkwasserverordnung vom 3. Mai 2011.

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 kimal i vandet.

3 Installationstyper og udformning

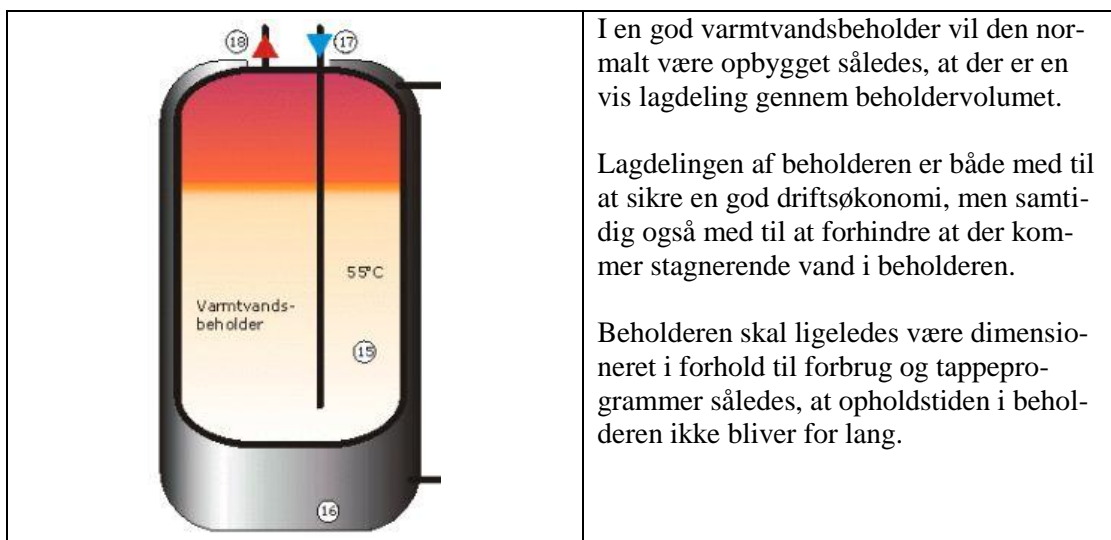
Det efterfølgende er en redegørelse over de udfordringer, der er ved anlæg og installationer med forskellige typer af vandvarmere til opvarmning af det varme brugsvand.

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

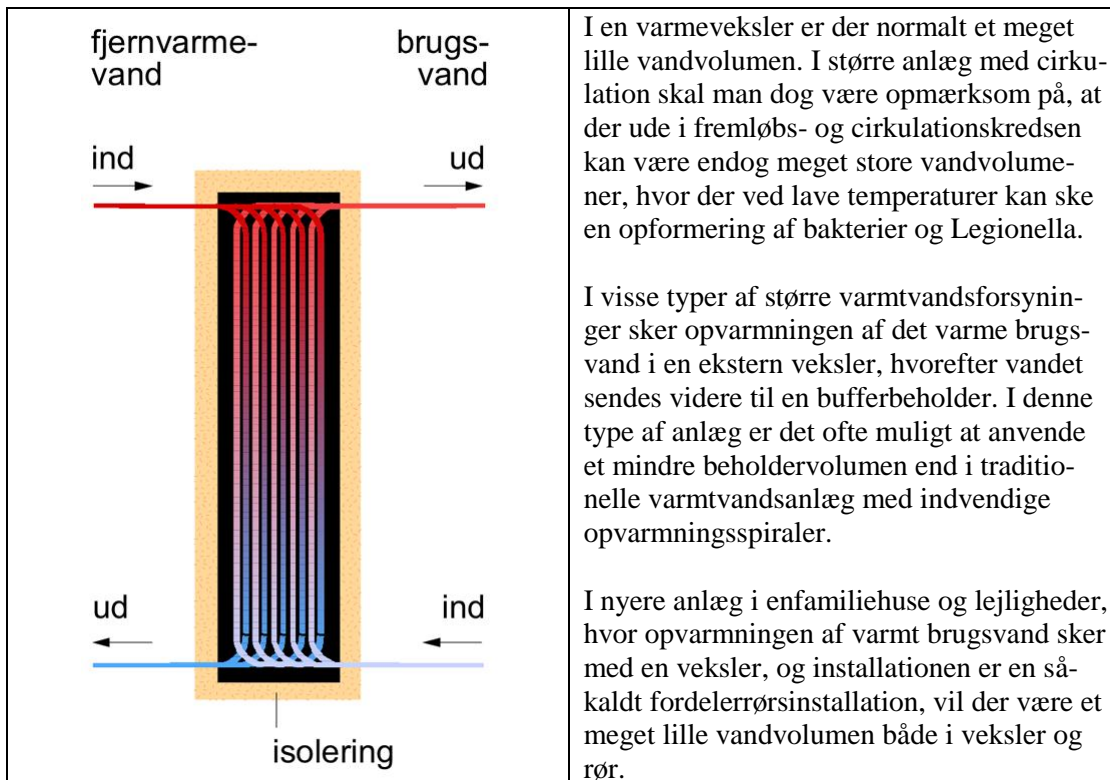
Især i ældre installationer kan der være stor risiko for at man uforvarende kommer til at skrue ned for varmt brugsvandstemperaturen når man ønsker at regulere fremløbstemperaturen på centralvarmen ned.

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.

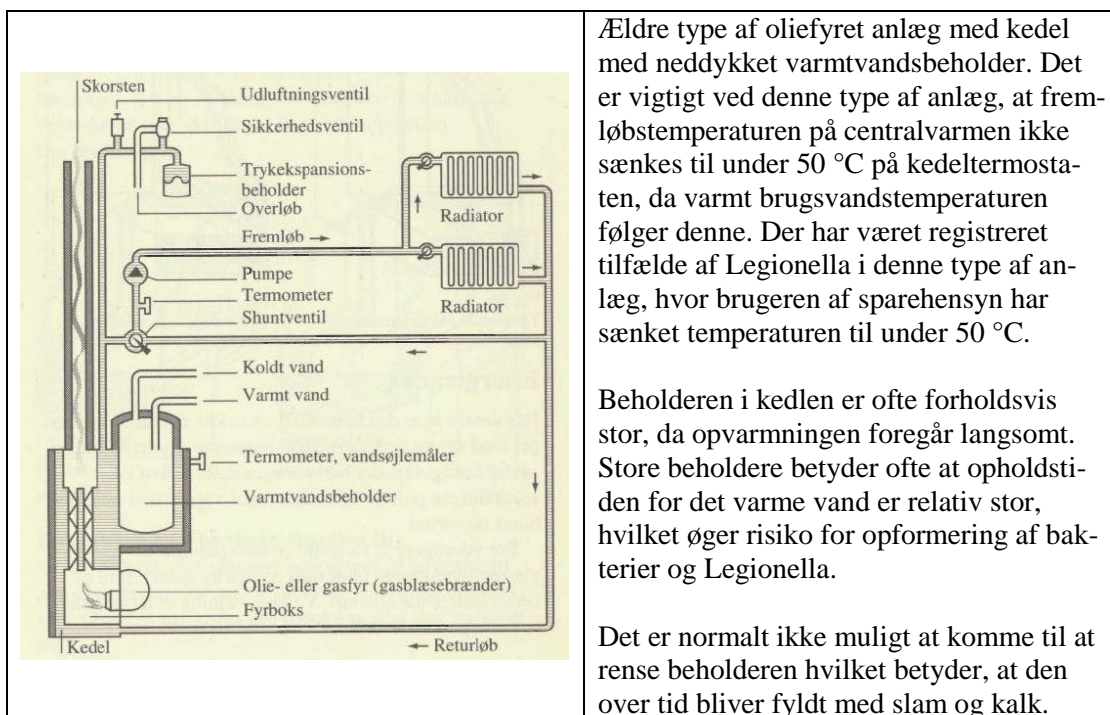
Varmtvandsbeholdere generelt



Varmevekslere/gennemstrømningsvandvarmere generelt

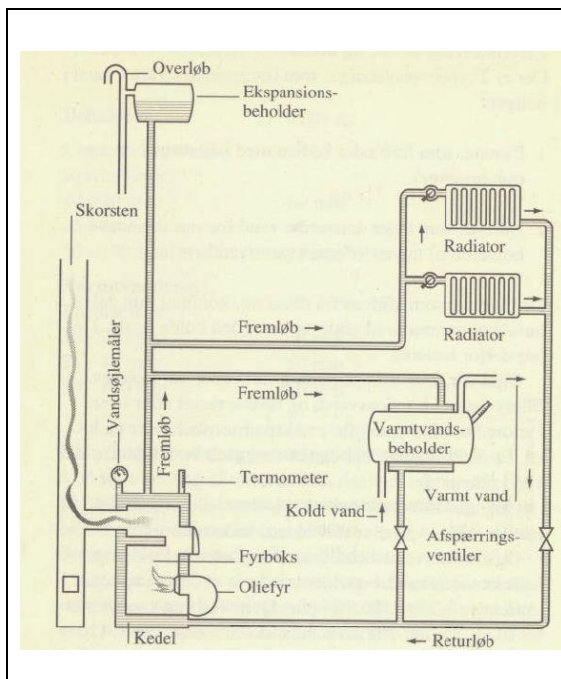


Varmtvandsproduktion i mindre olie- eller gasfyrede anlæg af ældre dato



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, såfremt temperaturen på kedlens driftstermostat skrues end under 50 °C.



Ældre type af olie- eller gasfyrte 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.

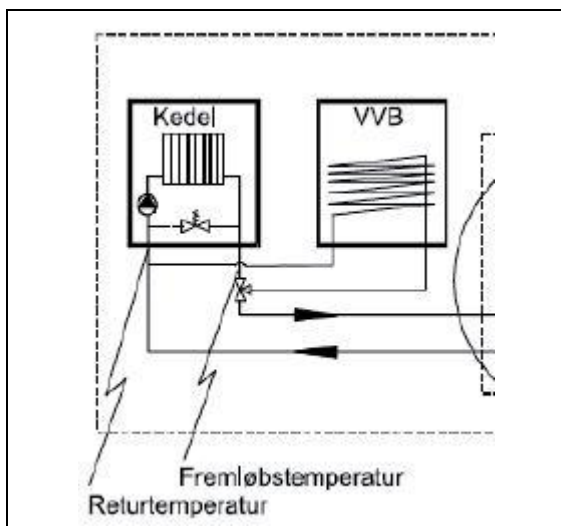
Store beholdere betyder ofte at opholdstiden for det varme vand er relativ stor, hvilket øger risiko for opformering af bakterier og Legionella.

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, såfremt temperaturen på kedlens driftstermostat skrues ned under 50 °C.

Varmtvandsproduktion i mindre gas- eller olie fyrte anlæg med væghængt kedel

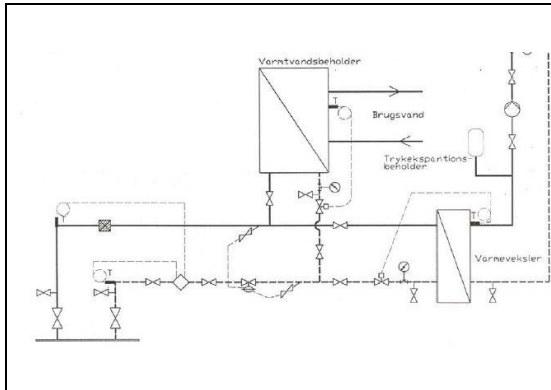


Ny type af væghængt olie eller gasfyrte kedel. Temperaturen på det varme brugsvand i varmtvandsbeholderen styres af en termostat i kedlen med en føler i beholderen, og kan indstilles individuelt. Temperaturen på det varme brugsvand er ikke afhængig af fremløbstemperaturen på centralvarmesystemet. Opvarmningen 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 foregår 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



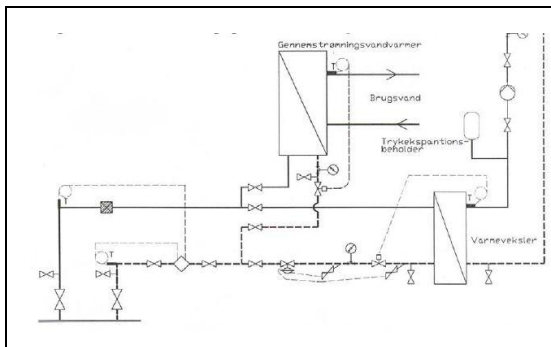
Fjernvarmeinstallation med varmtvandsbeholder. Temperaturen i beholderen styres af en termostatventil med en føler i beholderen. Beholderstørrelsen er normalt for enfamiliehuse 110 liter.

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. Såfremt 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 veksleren er meget lille. Såfremt 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 såfremt temperaturen er stillet til over 50 °C.

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.

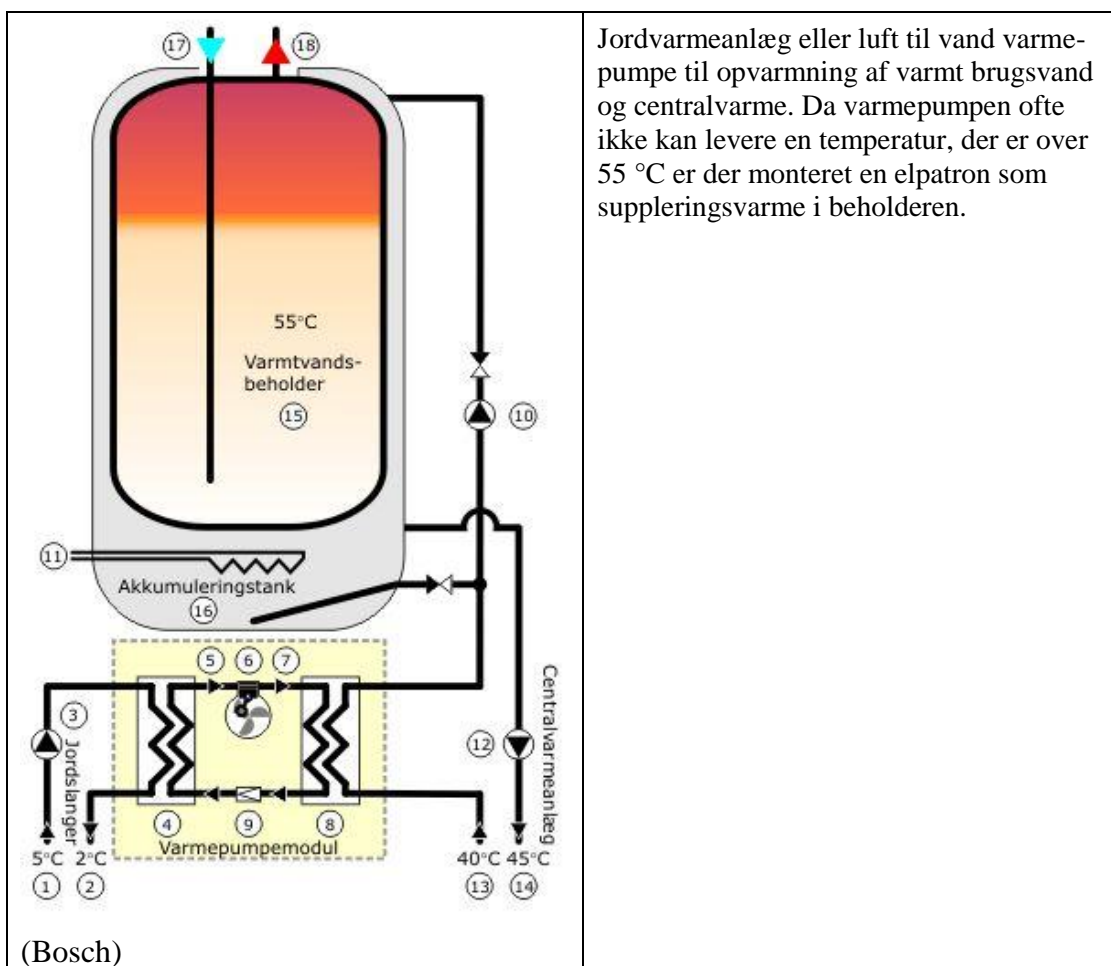
Luft/vand anlæg

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 opvarm-

ningsform 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

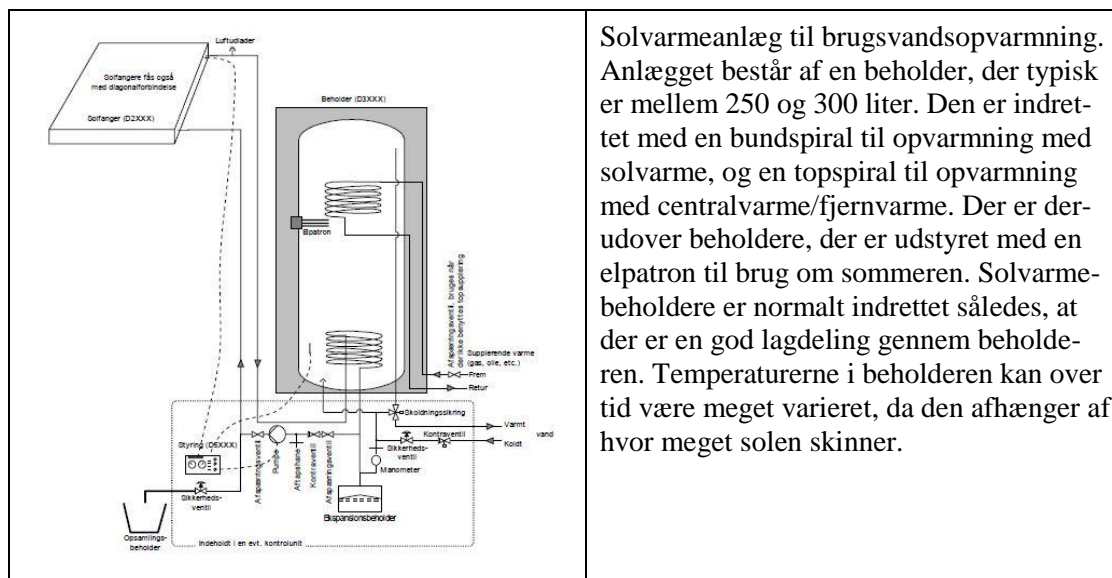
Det er således, at en række typer af varmepumper ikke kan levere en temperatur, der er over 55 °C, hvorfor det er nødvendigt at disse er udstyret med fx en elpatron til suppleringsvarme så temperaturen kan bringes op over 60 °C, hvis der konstateres problemer med bakterier og Legionella.



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 såfremt 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 traditionelle 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, såfremt 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

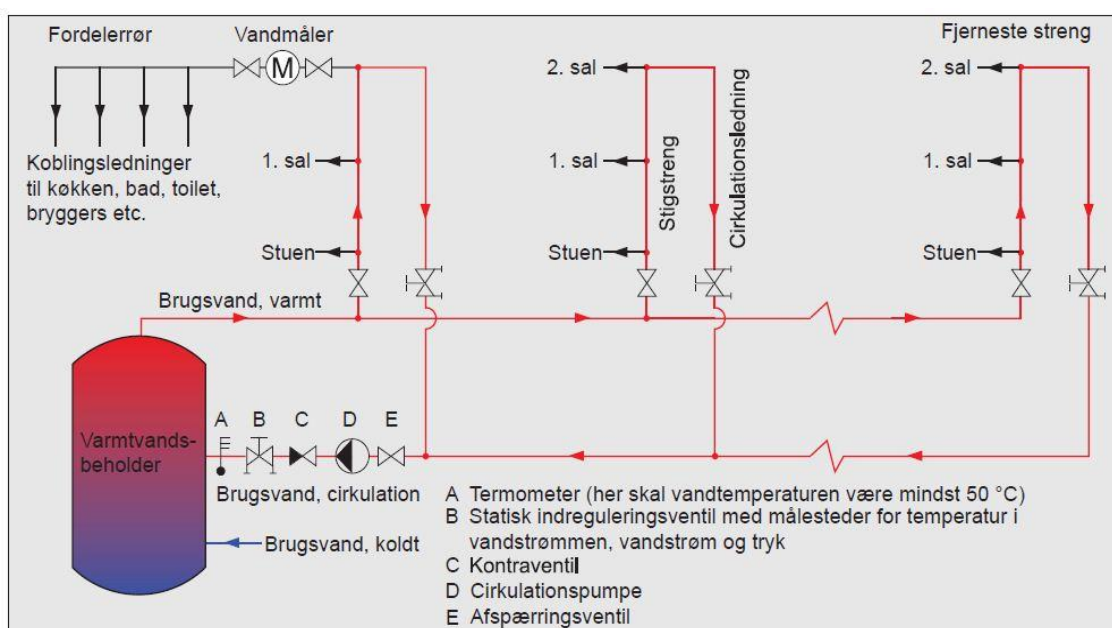
Et af de uafklarede punkter er især større fjernvarmeinstallationer, hvor der ikke er en beholder, men alene en hovedveksler. Det er ikke undersøgt her, hvilken betydning den ”manglende” beholder har i relation til Legionella. En rapport fra SBI angiver dog et sted, at man skal være opmærksom på, at 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 retur-

temperatur 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 eksisterende indreguleringsventiler er, at de er indstillet til en fast temperatur, og såfremt 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 anvendes varmt brugsvand. Det kan derfor være vanskeligt at foretage en korrekt indregulering af installationen.



Figur 3.1

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
- For stor varmtvandsbeholder i forhold til forbruget
- Korrosion og tilsætning af rørsystemet
- Biofilm i rørsystemet

Ældre cirkulationsventil



Ældre type af cirkulationsventil der var beregnet for en gennemstrømning ved enten 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.

Denne type af ventiler er meget tilbøjelige til også at kalke til, eller stoppe til på grund af snavs, hvilket forværrer problemet.

Såfremt 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

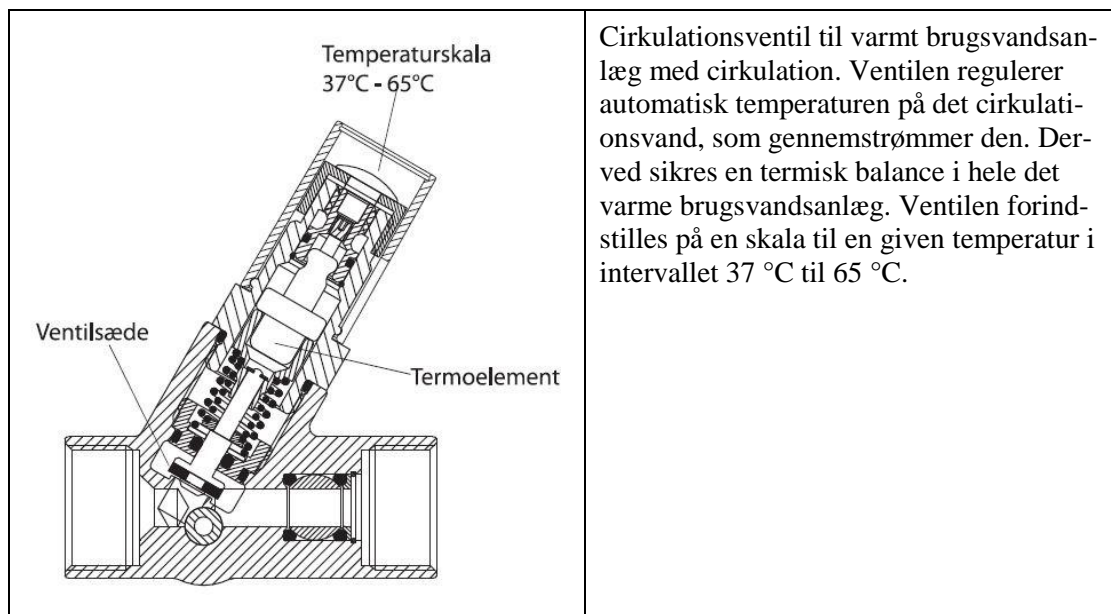


Manuel indreguleringsventil med forindstilling. Ved anvendelsen af denne type af ventil beregnes forindstillingen af samtlige ventiler for hver stigstreng. Efter indstilling af ventilerne foretages der efterfølgende en kontrolmåling af samtlige ventiler for at sikre, at der er et korrekt flow gennem 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 stigstreng, hvor der ikke er korrekt cirkulation og for lav temperatur og risiko for bakterievækst. Såfremt 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. Der ved 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.

Dynamisk indreguleringsventil



Den dynamiske indreguleringsventil er designet og fremstillet specifikt til dynamisk regulering af bl.a. varmeanlæg.

Der er monteret en anden generation indsatser i ventilen, og disse er en integreret del af ventilerne, som begrænser flowet på et bestemt niveau og sørger for, at den hydrauliske balance i anlægget vedligeholdes, også under skiftende trykforhold.

Designet af disse indsatser har en udskiftelig blænde, som giver højere fleksibilitet, og en robust membran. Dette giver større præcision.

Risiko for bakterievækst og Legionella

Der er i anlæg med denne type af ventiler minimal risiko for bakterievækst og legionella, idet ventilen sikrer at flow og hydraulisk balance opretholdes i anlægget også under forhold, hvor der vil kunne være fx tryksvingninger.

Placering af rørinstallationen



Placering af rørinstallationen i isolerede 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, Termisk isolering af tekniske installationer. Såfremt installationen er placeret på et u isoleret 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.

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 bruserslanger

Problemet med bruserslanger er, at de ofte efterlades hængende på en bruseknage. Der ved 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 bruserslangerne:

- Sørg for, at bruserslangen tømmes for vand efter anvendelse, fx ved at lægge den ned på gulvet i stedet for at lade den hænge
- Udskift bruserslangen én gang hvert eller hvert andet år, således at 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.

4 Metoder til bekæmpelse af Legionella

Godkendelse af vandbehandlingsanlæg

Vandbehandlingsanlæg til bekæmpelse af Legionella, der installeres permanent i installationer, skal være VA-godkendte.

Til VA-godkendelsen af et vandbehandlingsanlæg, der er beregnet til at fjerne Legionella i varmtvandsforsyningssystemer, har Miljøstyrelsen opstillet en forsøgsprotokol til vurdering af mikrobiel vækst i forbindelse med VA-godkendelsen af større vandbehandlingsanlæg. Protokollen er en del af det samlede testprogram til VA-godkendelse af vandbehandlingsanlæg til montering i husinstallationer.

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.

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. Kan være vanskelig at gennemføre i cirkulationssystemer hvor der er termostatiske indreguleringsventiler især af ældre type.
Ultraviolet stråling (UV)	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
Kloring	Desinficerer og inaktiverer bakterier	Der er mulighed for dannelse af giftige biprodukter.
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 af biofilm.
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 pHafhængig, hvorfor en forbehandling kan være nødvendig.
Anodisk oxidation	Dræber bakterier, mens de sammen med vandet strømmer gennem et specialudviklet apparat	Processen dræber alle bakterierne samt fjerner biofilmbelægningerne i varmtvandsbeholdere og rørsystemer

Membranteknologi. Ultrafiltrering. Omvendt osmose.	Filtrering af vandet gennem filtre med lille pore-størrelse	Der er risiko for tilstopning af filtre, og nedsat tryk i ledningsnettet.
On site produktion af Mixed Oxidants	On site produktion af en Mixed Oxidant desinfektionsvæske ved hjælp af en membran celle elektrolyseproces	Har vist sig i forbindelse med anvendelse på bl.a. hospitaler o.l. i udlandet at give en særdeles effektiv desinfektionsvæske til bekæmpelse af biofilm i varmtvandssystemer og eliminerer dermed Legionella bakterieproblemerne i vandet. Har ikke været afprøvet i Danmark.
Overvågning af temperaturen i større cirkulationssystemer.	Systemet overvåger temperaturerne i stigstreng og cirkulationskreds, og giver en alarm ved for lave temperaturer.	Anlægget kan kobles direkte til ejendommens CTS anlæg, eller sende en SMS beske til udvalgt person.

Figur 4.1

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

4.1 Termisk desinfektion (temperaturgymnastik)

Denne metode er en termisk udryddelsesproces, 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 gennemskyllles automatisk efter behov.

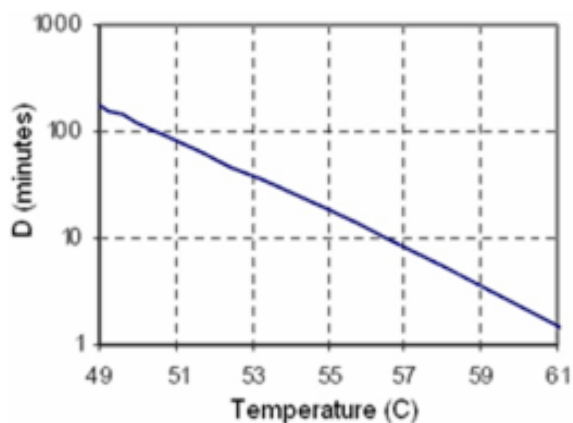
Sted	Temperatur	Beskrivelse
Beholder	Pasteurisering	Pasteurisering ved 60 °C i flere timer dagligt, ugentligt eller efter behov.
	Natsenkning	Natsenkning af temperaturen til 20 °C i et par timer, med efterfølgende temperaturstigning. I store systemer kan det være vanskeligt eller helt umuligt at gennemføre en senkning til 20 °C hvorfor denne metode bør overvejes nøje.
Anlæg med varmekabler	Pasteurisering	I varmtvandssystemer med varmekabler kan det være muligt at indføre en pasteurisering af varmt vand i hele ledningsnettet, så der også i de døde ender er temperaturer på 60 °C.

Figur 4.2
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 burde 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. Termisk desinfektion er energikrævende – specielt hvis det er nødvendigt at hæve fjernvarmevands fremløbstemperatur. Endvidere 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 4.3

Figuren viser, at den nødvendige tid til at dræbe *Legionella* bakterier 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 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

4.2 Kloring

Kemisk desinfektion

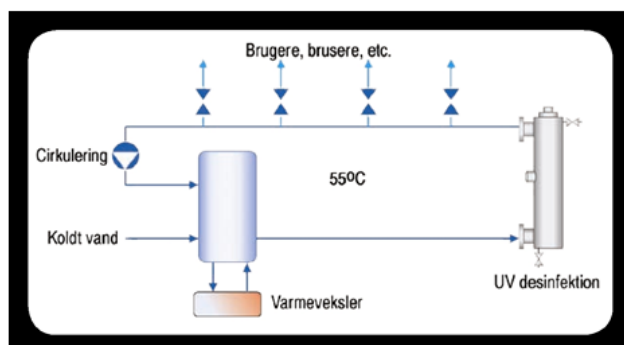
Kemisk desinfektion kan anvendes i varmt brugsvand til bekæmpelse af bakterievækst, fx forekomst af *Legionella*.

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, antages metoden ikke at have nogen særlig effekt på Legionellavækst. Kloring kan også foretages ved større doser (chokkloring), men studier har vist, at Legionella er tilbøjelig til at være klorresistent. Klor anses heller ikke for at have en nævneværdig virkning over for biofilm.

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

4.3 Ultraviolet stråling (UV)

Sterilisering med ultraviolet lys dræber Legionella ved at forstyrre den cellulære DNA-syntese (EPA, 2001). UV-stråling har ikke 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). Det har imidlertid været meget anvendt i spildevandsdesinficering. Undersøgelser tyder på, at UV-stråling alene er utilstrækkelig til at bekæmpe Legionellabakterier. Det kan derfor anbefales, at der periodisk foretages kloring og pasteurisering sammen med UV-stråling for at give en effektiv legionellakontrol.



Figur 4.4
Princippet i UV-bestråling

Hvis man ønsker en løbende reduktion af Legionella, har man mulighed for at installere et VA-godkendt 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 VA-godkendte og må installeres i varmtvandsinstallationer. UV er en anerkendt teknologi til bekæmpelse af bakterier i vandssystemer, og bruges i Danmark bl.a. i offentlig vandforsyning, offentlige spildevandsanlæg, mejerier, fødevarerindustri, farmaceutisk industri og mange andre steder.

Kravene i forbindelse med anvendelse af anlæggene er følgende:

- Vandbehandlingsanlægget må kun benyttes til behandling af vand til teknisk brug

- På tilgangsledningen for vand til vandbehandlingsanlægget skal monteres en afspærringsventil
- På tilgangsledningen til anlægget skal endvidere monteres en kontrollerbar kontra-ventil 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 VA-godkendt type
- Ledninger efter anlægget skal mærkes fx. med særlig farve eller farvekodebånd
- Eventuelle aftapningsarmaturer efter anlægget skal tydeligt mærkes "Ikke drikkevand"

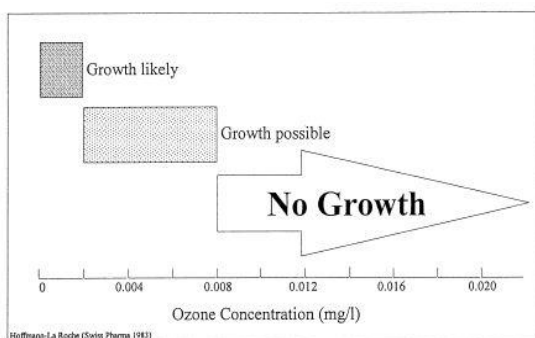
UV-systemer har en på stedet hurtigdræbende og steriliserende effekt på Legionella, og de har ikke nogen eftervirkning i hele systemet. Hvis enheden slukkes, vil den ikke være effektiv i dekontamineringsystemer, der allerede er inficeret med Legionella og biofilm. UV-systemer har energiomkostninger og 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.

4.4 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 4.5

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

figur4.5. 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 vandssystem.

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 tid 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 vandssystemer.

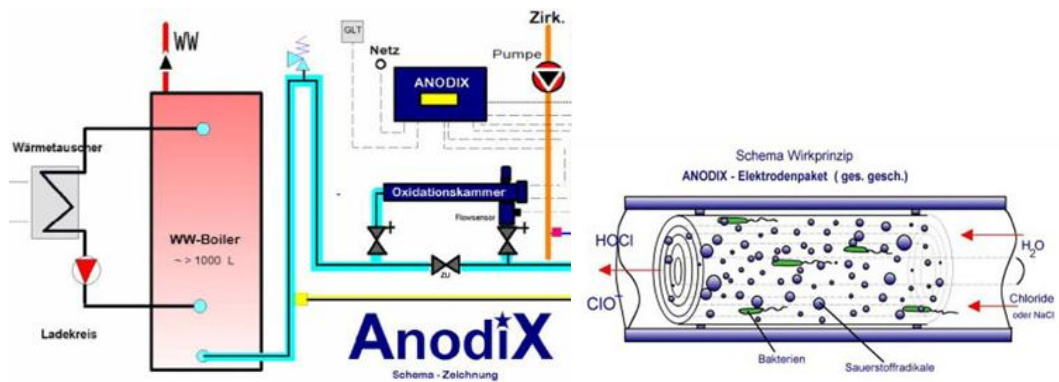
Tilsætning af Ozon i Danmark vil kræve myndighedstilladelse.

4.5 Anodisk oxidation

Metoden er udviklet i Tyskland og baserer sig på princippet anodisk oxidation. Den anodiske oxidationsproces dræber Legionella og andre bakterier, mens de sammen med vandet strømmer gennem det specialudviklede og patenterede apparat, hvori der er et oxidationskammer med en indbygget Titanumanode.

Oxidationsprocessen dræber alle Legionellabakterierne samt fjerner biofilmbelæggningerne i varmtvandsbeholdere og rørsystemer. Når vandet passerer igennem apparatets anode, dannes rene iltradikaler, som dræber Legionellabakterierne. Endvidere vil den dannede Hypoklorid (< 3 mg/l) gradvist fjerne biofilm bakterierne.

For at sikre effekten af anlægget er det nødvendigt at hele vandstrømmen i et anlæg behandles, og at døde rørender undgås/elimineres.



Figur 4.6
Princippet i anodisk oxidation

4.6 Kobber-sølv ionisering

Kobber-sølv ioniseringen foregår i et gennemstrømnings ioniseringskammer, der indeholder kobber- og sølvelektroder installeret på varmtvandslinjer. Elektrisk strøm anvendes til elektroderne, hvorved positivt ladede kobber- og sølvioner frigives til varmtvandsystemet. Kombinationen af disse to metaller indeholder en betydelig synergi af antimikrobiel aktivitet. De positive ioners obligation til den negative bakterielle cellevæg 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.

Effektiv behandling med langsigtet residual effektivitet og med forholdsvis moderate årlige udgifter til behandling, men anskaffelsesudgiften er høj og pH-værdier højere end 8,0 kan begrænse effektiviteten og øge den operationelle vedligeholdelse og omkostningerne. Kan ikke anvendes til at behandle koldt brugsvand.

Lokale restriktioner på kobber- og/eller sølvudledning kan begrænse brug eller effektiviteten. Muligheden for galvanisk korrosion på stål eksisterer.

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

4.7 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 rørens biofilm, hvor bl.a. Legionella skjuler sig.

Resultater fra undersøgelse i Polen og Danmark viste, at klordioxid normalt bør doseres i nogle måneder, før effekten er fuld opbygget, da bakterierne i biofilmen først på dette tidspunkt kan anses for helt at være væk eller døde. Legionella startværdierne var i disse lande heller ikke tilstrækkelig høje til at dokumentere en effekt. Endelig lykkedes det ikke ved disse forsøg at påvise et tilstrækkelig lavt klorit- og kloratindhold, som derimod havde værdier langt over erfaringerne fra installationer i andre lande.

I Belgien har man mange års erfaring med metoden, og testen hér viste også en markant effekt på fald fra 60.000 kim til 800 på en uge. Niveaueet var vedvarende lavt efter nogle uger.

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, ellers 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. Forud for de nyere elektrokemiske metoder til generation i dag, var generation på stedet af Klordioxid anset for uacceptabel på grund af nødvendigheden af intimt at håndtere de farlige kemiske reaktanter. De lukkede systemer til Klordioxidproduktion, der er til rådighed i dag, har fjernet denne begrænsning. 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.

Dens desinficerende kapacitet er meget høj selv i relativt små mængder, og er mere eller mindre uafhængig af pH-værdien. Klordioxid kan derfor også anvendes i et alkalisk miljø. Dannelsen af stærkt lugtende biprodukter såsom trihalogenomethyls (THM), klorphenoler eller kloraminer, der forårsager irritation af slimhinder, er ubetydelig. Dette gør, at klordioxid som desinfektionsmiddel også kan anvendes ved forarbejdning af mad og drikke.

Desinfektionsmidlet kan genereres på stedet, enten fra klorit og hydrochloric syre eller fra chlorit og klor. Det bruges som en vandig opløsning indeholdende 0,5 til 3 mg ClO₂/l afhængigt af programmet.

Saltsyre/natriumchlorit metode

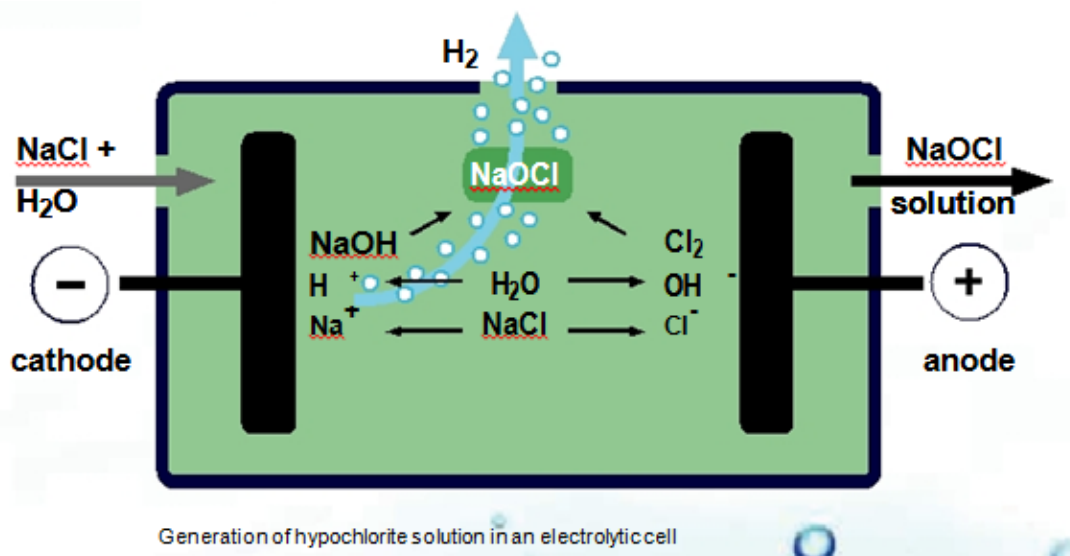
Med syre/klorit-metoden kan klordioxid blive genereret fra opløsning (fortyndet) eller koncentrat, så natriumklorit- og saltsyreløsningerne tilpasses brugerens krav:

Fortyndet: HCl 9 %, NaClO₂ 7,5 % koncentreret: HCl 33 %, NaClO₂ 24,5 %. Den kemiske formel:



Klor / natriumchlorit metode

Med denne særdeles omkostningseffektive fremstillingsmetode er de kemiske råvarer koncentreret natriumchloritopløsning (24,5 %) og klorgas (sur kloropløsning) opløst i vand:



Figur 4.7
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.

Ingen AOX/TMH-dannelse. Dannelsen af stærkt lugtende biprodukter, der forårsager irritation af slimhinder, er ubetydelig.

Klordinoxid er en effektiv behandling for Legionella og biofilm på et niveau så lavt som 0,2 mg/l med minimale indvendinger, men det skal genereres på stedet og behandlingsomkostninger bør overvejes. Klorit som et desinfektionsbiprodukt er reguleret ved en MCL på 1,0 mg/l).

4.8 Membranteknologi

Mikro- og ultrafiltrering er anvendt over hele verden i drikkevandsfremstilling. Ultrafiltrering kan under ideelle forhold tilbageholde 100 procent af mikroorganismene. 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 netop blevet godkendt, men anlægsinvesteringen og udskiftning af membraner er relativ bekostelig.

Der findes et dansk og hollandsk udviklet membranfiltreringsprodukt, der markedsføres i Danmark. Virksomheden har arbejdet med membranteknologi i mere end 20 år. Udviklingen indenfor membranteknologi har skabt et grundlag for nye vandfiltreringsprodukter. Ultrafiltreringsmembranerne, der anvendes i systemerne, er patenterede og produceres i Holland.

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. Samtidig er dens opbygning meget robust og stabil, hvilket giver lang holdbarhed.

Filtreringen ændrer ikke vandets kemiske sammensætning, dvs. mineraler og salte bevarer 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.

Systemet er udviklet i flere versioner og kan anvendes til mange formål. Systemerne kan med fordel parallelforbindes, så der opnås stor fleksibilitet, dels hvis kapacitetsbehovet ændres med tiden og dels til dækning af meget store vandmængder.

Systemet leveres som basisapparat i flere størrelser med kapaciteter på 350 - 4000 l/time. Til ejendomme og industrier med stort vandforbrug fremstilles løsningerne specifikt til kunden ved parallelkobling af standardmoduler og PLC styring.

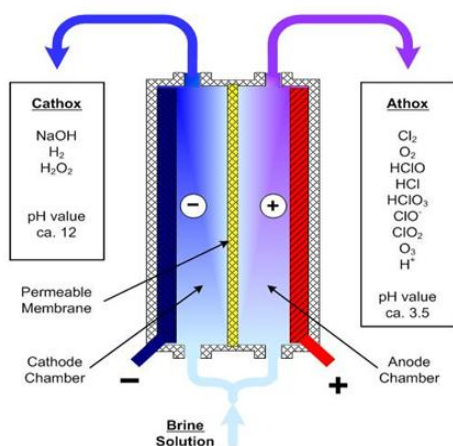
Systemet afdækker et bredt spektrum af filtreringsbehov: Fra et enkelt brusebad i den ene ende og en stor industrivirksomhed i den anden ende af skalaen. Systemet er VA-godkendt, og kan monteres under følgende forudsætninger:

1. Anlægget må monteres efter vandstik til behandling af varmt og koldt brugsvand, herunder drikkevand
2. Anlægget må monteres for at sikre mod Legionella, bakterier samt forebyggelse mod bakterieopblomstring i drikkevandsinstallationer
3. Anlægget tillades monteret i forbindelse med et aktivt kulfilter af godkendt type. (VA godkendt)
4. Anlægget skal monteres, så eftersyn og reparation kan udføres uden væsentlige ulemper, fx ved montering af afspærringsarmatur før og efter anlægget
5. På tilgangsledningen til anlægget skal monteres en afspærringsventil

6. På tilgangsledningen til anlægget skal endvidere monteres en kontrollerbar kontra-ventil min. medium kategori 2, jf. DS/EN 1717, svarende til sikringstype EA eller EC. Kontra-ventilen monteres i henhold til VA-godkendelsen af den pågældende ventil
7. Anlægget skal opstilles/monteres i rum med adgang til gulv afløb
8. Afløbet ved returskylning og overløb fra anlægget føres til gulv afløb med udløb over gulv afløbets vandspejl
9. Hvis anlægget forbindes til vandinstallationen med fleksible slanger, skal disse være VA-godkendt til drikkevand
10. Med hvert anlæg skal følge en monterings- og betjeningsvejledning på dansk

4.9 On site produktion af Mixed Oxidants for Legionella beskyttelse og bekæmpelse

Systemet der fungerer som en ”On site produktion” af en Mixed Oxidant desinfektionsvæske ved hjælp af en membran-celle-elektrolyseproces har vist sig at give en særdeles effektiv bekæmpelse af biofilm i varmtvandssystemer og eliminerer dermed Legionella bakterieproblemerne 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 4.8
Princippet i membran-celle-teknologi

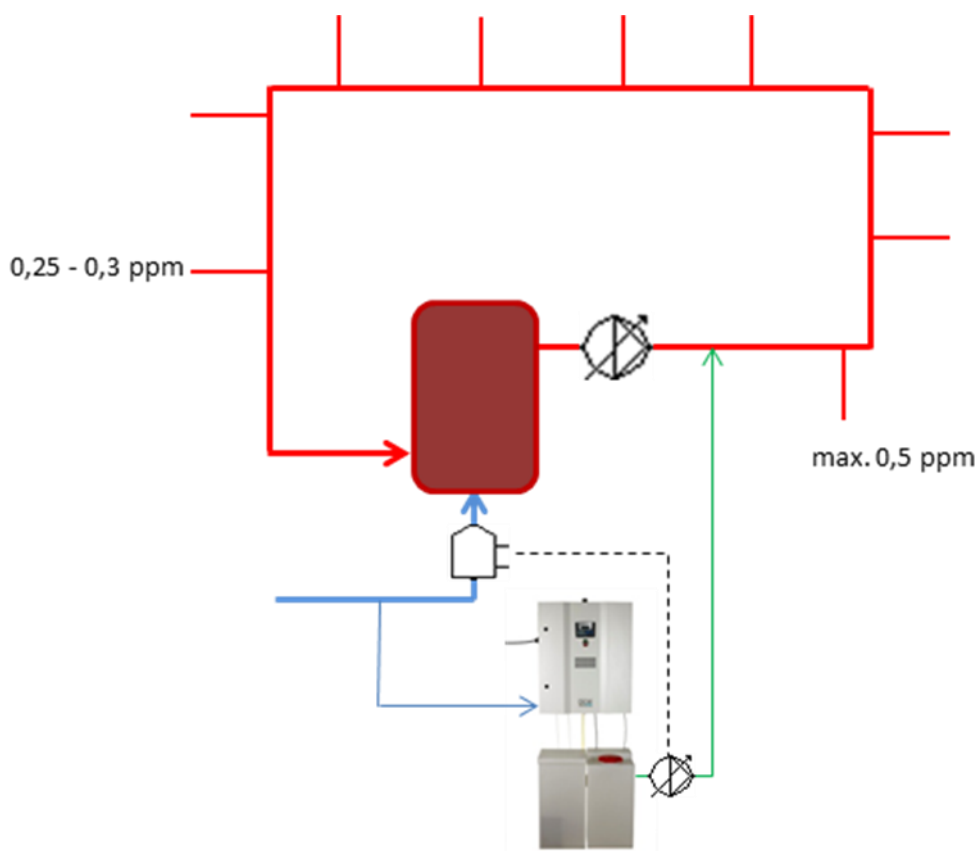
Den høje ORP (Oxidation Reduction Potential) værdi i desinfektionsvæsken er årsagen til at væsken er yderst effektivt til at ødelægge biofilm og eliminere protozoerne som indgår i en del af Legionellabakteriernes livscyklus.

Teknologiens evne til at ødelægge biofilm og fjerne Legionella problemer er påvist i laboratorietest på anerkendte universiteter og eftervist i praktiske installationer i bygninger 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 aftapnings sted 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 og 0,3 ppm fri klor ved sidste aftapnings sted. Den maksimale doseringen på 0,5 følger de tyske retningslinjer for maksimal dosering til drikkevand.



Figur 4.9
Princippet i installationen af en membran-celle-elektrolyseanlæg

4.10 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 stigstrengene 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 påny, 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 4.10
Principet i et LGW-system. Systemet består af en kontrolbox og to temperaturfølere

5 Projektering og udførelse

Materialer

Der bør udelukkende foreskrives godkendte materialer til installationen. 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 såfremt 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 o.l.

Projekter og dimensioner ledningsstrækningerne 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.

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.

Udførelse på pladsen

I forbindelse med udførelsen på pladsen skal materialer, komponenter og rør opbevares således, at der ikke kommer snavs o.l. ind, der efterfølgende kan fremme bakterievækst. Såfremt der anvendes gevindrør, skal skærevæsken være godkendt, og vandudskyllelig.

Installationen skal inden ibrugtagning gennemskyllles med koldt vand således at det er sikret, at der ikke er rester af køle smøremidler og snavs i rørsystemet.

6 Drift og vedligeholdelse

Varmtvandsanlæg – udformning og drift

Anlæggets udførelse og drift skal være i overensstemmelse med Bygningsreglement BR10 og DS 439, Norm for vandinstallationer.

BR10 siger i kap. 8.4.1, stk. 12:

Der skal udarbejdes en drifts- og vedligeholdelsesvejledning, der skal foreligge ved ibrugtagning. Vejledningen skal indeholde et sæt hovedtegninger med oplysning om placering af alle komponenter, der kræver vedligeholdelse og kontrol. Vedligeholdelsen og kontrollen skal beskrives.

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 BR10 angives, at varmefladen i anlæg til varmt brugsvand skal dimensioneres for en fremløbstemperatur på 60 °C – uanset opvarmningsform. I DS 439 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- og gummimaterialer (fx i rør, pakninger og ventiler) afgiver organiske stoffer, som kan øge bakterievækst. For at sikre mod dette må der i henhold til BR10, kun anvendes godkendte materialer eller CE-mærkede byggevarer suppleret med en EU-overensstemmelseserklæring og eventuelt en EU-typeattest.

Vand- og energibesparelse

Ved etablering af vandbesparende foranstaltninger reduceres vandforbruget, og derved forlænges vandets opholdstider i varmtvandssystemet. Dette vil – kombineret med eventuelle 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 natsenkning 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 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 kræver at varmtvandstemperaturen ikke overstiger 65 °C. Varmtvandsanlægget bør udformes, så det varme vand senest er ved tapstedet efter 10 sekunders tapning med 0,2 liter/sek.. 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.

Isolering

For at opretholde de ønskede temperaturer i såvel det kolde som det varme vand, foreskriver BR10, at ledningsnettets rør skal isoleres i henhold til DS 452, 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 cirkulationsstigsstrenger. 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 belæggningerne 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 indsættes en strengreguleringsventil på installationer til fjernvarme til regulering af vandstrømmen
- At der sikres korrekt dimensionering af reguleringsventilen på installationer for central- og fjernvarme

Bemærk

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 Legionella, 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 foreskrevne 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

Bemærk

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

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 BR10, Erhvervs og Byggestyrelsen 2010

DS 439, Norm for vandinstallationer, Dansk Standard, 2009

Vand og afløbsstøbi, 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

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, 3. udgave, december 2009

Rørcenter-anvisning 004
Renovering af afløbsledninger. Paradigma 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 støberjern til kørebane og gangarealer, maj 2005

Rørcenter-anvisning 008
Acceptkriterier. Retningslinier 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). Paradigma for udbudsmateriale, marts 2006

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

Rørcenter-anvisning 012
Nye afløbssystemer samt omlægninger.
Paradigma 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 vandforsynings-systemer, oktober 2009

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

Rørcenter-anvisning 017
Legionella.
Installationsprincipper og bekæmpelsesmetoder, april 2012