

RAPPORT

KARTLEGGING AV LEGIONELLASIKRINGSSYSTEMER

OPPDRAAGSGIVER

STATKRAFT VARME AS

EMNE

KARTLEGGING AV
LEGIONELLASIKRINGSSYSTEMER

DATO / REVISJON: 05. Desember 2018 / C

DOKUMENTKODE: 10201667-03-RAP-002



C	05.12.18	Korrigerer kostnader og firmanavn	MB	KM	KM
B	04.12.18	Korrigerer angående krav i DVGW 551	MB	KM	KM
A	02.11.18	Kartlegging av legionellasikringssystemer	MB	KM	KM
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

Multiconsult

Denne rapporten er utarbeidet av Multiconsult i egen regi eller på oppdrag fra kunde. Kundens rettigheter til rapporten er regulert i oppdragsavtalen. Hvis kunden i samsvar med oppdragsavtalen gir tredjepart tilgang til rapporten, har ikke tredjepart andre eller større rettigheter enn det han kan utlede fra kunden. Multiconsult har intet ansvar dersom rapporten eller deler av denne brukes til andre formål, på annen måte eller av andre enn det Multiconsult skriftlig har avtalt eller samtykket til. Deler av rapportens innhold er i tillegg beskyttet av opphavsrett. Kopiering, distribusjon, endring, bearbeidelse eller annen bruk av rapporten kan ikke skje uten avtale med Multiconsult eller eventuell annen opphavsrettshaver.

**RAPPORT**

OPPDRAG		DOKUMENTKODE	10201667-03-RAP-002
EMNE	KARTLEGGING AV LEGIONELLASIKRINGSSYSTEMER	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	STATKRAFT VARME AS	OPPDRAGSLEDER	Kristian Malvig
KONTAKTPERSON	Åmund Utne	UTARBEIDET AV	Mads Borge
KOORDINATER		ANSVARLIG ENHET	Multiconsult ASA
GNR./BNR./SNR.			

SAMMENDRAG

På oppdrag fra Statkraft Varme AS er det utført en kartlegging av ulike legionellasikringssystemer, driftserfaringer samt nasjonale og internasjonale myndighetskrav. Oppgavens hensikt er å kartlegge om det er mulig å tilfredsstille myndighetskrav for legionellasikring ved benyttelse av lavtemperatur fjernvarme. Alternative metoder for behandling mot legionella kan deles inn i to hovedgrupper: Kjemisk behandling med biocider og biologiske barrierer. Ved varmtvannstemperaturer under 60 °C er det kun kjemisk behandling med biocider som kan dokumentere god nok effekt som sikringstiltak. Driftserfaringer fra bygg som har fått ettermontert kjemisk behandling på tekniske anlegg er positive. Etter montasje er det ikke registrert oppblomstring av legionella under normal drift.

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning	6
2	Myndighetskrav	6
2.1	TEK17	6
2.1.1	Forskriftskrav	6
2.1.2	Kommentar	6
2.2	Forskrift om miljørettet helsevern	6
2.2.1	Forskriftskrav	6
2.2.2	Kommentar	7
2.3	Folkehelseinstituttet, Vannrapport 123	8
2.3.1	Varmtvannsanlegg med fjernvarme	8
2.3.2	Kommentar	8
2.4	Drikkevannsforskriften og Biocidforskriften	8
3	Legionellasikringssystemer	9
3.1	Varmebehandling	9
3.1.1	Fordeler	9
3.1.2	Ulemper	9
3.2	Biocider	10
3.2.1	Oksiderende biocider	10
3.2.2	Ikke-oksiderende biocider	10
3.3	Fritt klor	10
3.3.1	Fordeler	11
3.3.2	Ulemper	11
3.4	Klordioksid	11
3.4.1	Fordeler	11
3.4.2	Ulemper	11
3.5	Anodisk oksidasjon	12
3.5.1	Fordeler	12
3.5.2	Ulemper	12
3.6	Ozon	12
3.6.1	Fordeler	12
3.6.2	Ulemper	12
3.7	Hydrogenperoksid	12
3.7.1	Fordeler	13
3.7.2	Ulemper	13
3.8	Kobber- sølvionetilsetning	13
3.8.1	Fordeler	13
3.8.2	Ulemper	13
3.9	Filtrering	14
3.9.1	Grovfiltrering og ultrafiltrering	14
3.9.2	Fordeler	14
3.9.3	Ulemper	14
3.10	Ultrafiolett bestråling	14
3.10.1	Fordeler	14
3.10.2	Ulemper	14
3.11	Plassbehov	15
3.12	Oppsummering	15
4	Erfaringer fra eksisterende bygg	16
4.1	Badeanlegg	16
4.1.1	Prinsipp (Anodisk oksidasjon)	16
4.1.2	Funksjonalitet/erfaringer	16
4.1.3	Kostnader	17
4.2	Hotell 1	17
4.2.1	Prinsipp (Klordioksid/Hydrogenperoksid)	17
4.2.2	Funksjonalitet/erfaringer	17
4.2.3	Kostnader	17
4.3	Videregående skole 1	18
4.3.1	Prinsipp (kobber- sølvionisering)	18
4.3.2	Funksjonalitet/erfaringer	18

4.3.3	Kostnader	18
4.4	Videregående skole 2.....	19
4.4.1	Prinsipp (kobber- sølvionisering)	19
4.4.2	Funksjonalitet/erfaringer	19
4.4.3	Kostnader	19
4.5	Hotell 2	19
4.5.1	Prinsipp (kobber- sølvionisering)	19
4.5.2	Funksjonalitet/erfaringer	19
4.5.3	Kostnader	19
4.6	Videregående skole 3.....	20
4.6.1	Prinsipp (Filtrering og UV-bestråling)	20
4.6.2	Funksjonalitet/erfaringer	20
4.6.3	Kostnader	20
4.7	Hotell 3	20
4.7.1	Prinsipp (Varmebehandling)	20
4.7.2	Funksjonalitet/erfaringer	20
4.7.3	Kostnader	21
4.8	Kontorbygg	21
4.8.1	Prinsipp (Neuthox)	21
4.8.2	Funksjonalitet/erfaringer	21
4.8.3	Kostnader	21
4.9	Andre eksisterende bygg	22
5	Erfaringsbaserte priser for biocidbehandlinger	22
6	Regelverk i andre land	23
6.1	Internasjonale nettverk	23
6.1.1	Retningslinjer	23
6.1.2	Kommentar	23
6.2	Sverige	23
6.2.1	Lovverk.....	23
6.2.2	Kommentar	23
6.3	Danmark	24
6.3.1	Lovverk.....	24
6.3.2	Kommentar	24
6.4	England	24
6.4.1	Lovverk.....	24
6.4.2	Kommentar	25
6.5	Tyskland	25
6.5.1	Lovverk.....	25
6.5.2	Kommentar	25
7	Trondheim kommune	25
8	Vurdering av tiltak for lavtemperatur fjernvarme	26
8.1	Valg av type legionellasikringssystem	26
8.1.1	Biologiske barrierer.....	26
8.1.2	Kjemisk behandling.....	27
8.2	Aktuelle aktører for vurdering av sikringstiltak.....	27
9	Konklusjon.....	28

1 Innledning

Denne oppgaven går ut på å kartlegge ulike myndighetskrav til legionellasikringstiltak, og alternative metoder for legionellasikring. Ulike fordeler og ulemper med de forskjellige tiltakene vil beskrives. Det vil også gjøres en vurdering på om de ulike tiltakene er egnet for lavtemperatur fjernvarme.

2 Myndighetskrav

Det er mange lovverk som kan knyttes opp mot legionellasikring. I dette kapittel nevnes de fire mest relevante for denne oppgaven.

2.1 TEK17

2.1.1 Forskriftskrav

Forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk forskrift/TEK17) har som formål at tiltak planlegges, prosjekteres og utføres ut fra tekniske krav til sikkerhet, miljø, helse og energi. Det står ikke mye om krav for ulike tiltak for legionellasikring i selve forskriften, men §15-5 punkt 1b angir at *«Installasjoner skal prosjekteres og utføres slik at god helse ivaretas ved at bakterievekst forebygges»*

Foreslåtte tiltak i henhold til §15-5 beskrives i Direktoratet for Byggkvalitets veileder til teknisk forskrift. Veilederen til første ledd, bokstav b sier at

«Vekst og spredning av legionellabakterien kan forhindres ved at

- a) Varmtvann i sirkulerende system holder minimum 65 °C*
- b) Plastmaterialer som kan utgjøre næring for bakteriene, unngås*
- c) Røranlegget dimensjoneres slik at installasjonen har normal vannhastighet for den enkelte rørdimensjon»*

2.1.2 Kommentar

Kravet i henhold til byggteknisk forskrift er at installasjonene skal forhindre bakterievekst. Dette kan gjøres ved at varmtvann i sirkulerende system og beredere holder en temperatur over 65 °C. Forskriften utelukker ikke benyttelse av andre løsninger for legionellasikring.

2.2 Forskrift om miljørettet helsevern

2.2.1 Forskriftskrav

Forskriften er en videre presisering av folkehelselovens kapittel 3 om miljørettet helsevern. Folkehelseloven har som formål og sikre at kommuner, fylkeskommuner og statlige helsemyndigheter iverksetter tiltak og samordner sin virksomhet i folkehelsearbeidet på en forsvarlig måte. Forskrift om miljørettet helsevern gjelder i utgangspunktet ikke for boliger og fritidseiendommer. Forhold som omfattes av forskriften må ha innvirkning på flere personer enn den som er ansvarlig for forholdet.

Forskrift om miljørettet helsevern angir i kap. 3a «krav om å hindre spredning av Legionella via aerosol». Under oppsummeres de viktigste punktene angående legionellasikringstiltak angitt fra forskriftens kapittel 3, samt merknadene som er beskrevet til slutt i forskriften:

- «Virksomheter som nevnt i §11a skal planlegges, bygges, tilrettelegges, drives og avvikles slik at hele innretningen, alle tilhørende prosesser, og direkte og indirekte virkninger av disse, gir tilfredsstillende beskyttelse mot spredning av Legionella via aerosol» (§11b)
- «Innretningene skal etterses regelmessig, og det skal på grunnlag av en risikovurdering fastsettes rutiner som sikrer at drift og vedlikehold gir tilfredsstillende vern mot Legionella» (§11b)
- «De viktigste risikofaktorer for legionellavekst er vannets temperatur og bakterienes tilgang til næringsstoffer (biofilm, bunnfall, slamansamlinger mv.). Bakteriene kan spres til omgivelsene via aerosoler som kan pustes inn i lungene. Antall personer som kan bli smittet, vil avhenge av lokalisering og spredningspotensial» (Merknad til §11a)
- «For å finne spesifiserte krav til drift og vedlikehold av de ulike innretningene må en se hen til relevant veiledning, for eksempel driftsinstruks fra leverandør og veileder om forebygging av legionellasmitte fra Nasjonalt folkehelseinstitutt» (Merknad til §11b)
- «Ved etablering av en innretning skal det tilrettelegges for at temperaturer kan registreres og vannprøver kan tas fra aktuelle steder i anlegget. Det skal foretas en risikovurdering av innretningen som grunnlag for å utarbeide rutiner som sikrer tilfredsstillende beskyttelse mot legionella»

2.2.2 Kommentar

Forskriftskravene for håndtering av legionella er i stor grad generelle krav, som ikke nevner spesifikke krav til systemløsning, temperaturer og lignende. Forskrift om miljørettet helsevern er forskriften som går mest inn i detaljer på legionellasikring. Som referert i punkt 4 over, så henvises det også her videre til leverandører og Folkehelseinstituttet for videre dokumentasjon av legionellasikring.

Forskriften for miljørettet helsevern pålegger den ansvarlige for en virksomhet å utføre internkontroll/tiltak for å hindre legionellasmitte. Dette betyr normalt sett at det er eieren av bygget som er ansvarlig for at kravene til blant annet legionella-sikring håndteres.

2.3 Folkehelseinstituttet, Vannrapport 123

Vannrapport 123 er utgitt av folkehelseinstituttet (FHI) og har som hensikt å gi råd om framgangsmåter og tiltak for å tilfredsstille forskrift om miljørettet helsevern kap. 3a. Vannrapport 123 er en veileder som går i dybden på hvordan en kan forebygge legionellasmitte. For denne rapport er det lagt spesiell vekt på det som sies i kapittel 6 «Behandlingsmetoder» og kapittel 7.5.6 «Varmtvannsanlegg med fjernvarme». De viktigste utdragene fra kapittel 6 beskrives i kapittel omhandlende legionellasikringssystemer.

Vannrapport 123 er en veileder for å sikre mot legionella, men det er ikke hjemlet i noen lov. FHI ble kontaktet ved en av deres kontaktpersoner knyttet til Vannrapport 123. De kunne bekrefte at det som står i vannrapporten ikke er lovfestede krav. Det er allikevel tiltakene som beskrives i Vannrapport 123, som anses som «beste praksis» for å tilfredsstille lovverket. Som en kan se fra tidligere kapitler settes det kun generelle krav i det gjeldende lovverket.

Vannrapporten er ikke et myndighetskrav, men en veileder for å kunne oppfylle kravene som settes av myndighetene. Rapporten utarbeides kontinuerlig i samarbeid mellom FHI og SINTEF Byggforsk.

2.3.1 Varmtvannsanlegg med fjernvarme

Anbefaling gitt i veileder med hensyn på varmtvannsanlegg med fjernvarme er følgende:

- «Fjernvarmeanlegg skal dimensjoneres slik at varmtvannstemperaturen kommer opp i 60 °C innen et minutt etter at krana er åpnet.»
- «For å kunne foreta sjokkbehandling med varmt vann, må temperaturen kunne justeres til over 70 °C»
- «Fjernvarmeleverandøren må etter avtale med boligeier/kunde kunne justere opp temperaturen til minimum 70 °C på tappevann fra veksler for varmebehandling. Alternativt kan fjernvarmeselskapet instruere boligeier/kunde i hvordan en slik justering gjøres»

2.3.2 Kommentar

Punktene i Vannrapport 123 kapittel 7.5.6 fremstilles som absolutte krav i veiledningen, og kan derfor være forvirrende. Siden dette er en veileder og ikke en forskrift, er det mulig å fravike anbefalingene som gjøres i veilederen. Dersom en skal gjøre et avvik fra veilederen må det utføres andre tiltak for å tilfredsstille kravene som settes i forskrift om miljørettet helsevern.

2.4 Drikkevannsforskriften og Biocidforskriften

Drikkevannsforskriften og Biocidforskriften er lovverket som gjelder for hvilke kjemiske tilsetningsstoffer som er tillatt i drikkevann, og i hvor store konsentrasjoner det tillates.

Dersom en skal fjerne vekstbetingelsene for legionellabakterien i et bygg, er det anbefalt å sette enheten for legionellabehandlingen på kaldtvannsinntaket.

Dersom en tilfører noe til vannet på kaldtvannsinntaket (f. eks metaller og biocider), må disse være godkjent i henhold til drikkevannsforskriften og/eller biocidforskriften. Drikkevannsforskriften §14 stiller krav om at kjemiske produkter til behandling av drikkevann skal være godkjent av mattilsynet. Liste over godkjente vannbehandlingskjemikalier finnes på mattilsynets hjemmesider.

Leverandøren av produktet er ansvarlig for å ha disse godkjenningene på plass for at det skal være et lovlig alternativ til legionellasikring.

3 Legionellasikringssystemer

Legionella spres først og fremst via små luftbårne vanddråper (aerosoler), og kan føre til potensielt livstruende sykdom ved innånding. Legionellabakterien finnes naturlig i små, ufarlige konsentrasjoner i vannet som kommer inn i bygget. Det er først når bakterien får ligge over en lengre periode i temperert vann i tekniske installasjoner, at konsentrasjonen kommer opp i en mengde som kan være skadelig for mennesker.

Vekstbetingelsene for legionellabakterien er i hovedsak:

- Vanntemperaturer mellom 20-50 °C
- Biofilm på innsiden av rør, der bakterien blir spist av amøber. Bakterien vokser og formerer seg ved å spise andre bakterier i amøben.

Ved å fjerne en av disse forutsetningene, vil ikke legionellabakterien kunne etablere seg i et anlegg.

Den mest vanlige løsningen for legionellasikring er å heve temperaturen på varmtvannsanlegget opp til en temperatur høyere enn 60 °C, slik at bakterien sakte dør ut. Det har vist seg at dette ikke er så effektivt som tidligere antatt. Dette fjerner heller ikke faren for oppblomstring i kaldtvannsrør med stillestående temperert vann.

Dersom varmebehandling ikke skal benyttes, må vannet som kommer inn i et bygg tilsettes noe som gjør at vekstbetingelsene for legionella reduseres/fjernes. Det finnes flere ulike metoder å gjøre dette på, med varierende effektivitet.

I dette kapitlet vil ulike systemer for legionellasikring drøftes. Det tas utgangspunkt i godkjente behandlingsmetoder av folkehelseinstituttet i henhold til kapittel 6 «behandlingsmetoder».

Det understrekes i vannrapport 123 at virkningen av de ulike legionellabehandlingsmetodene som beskrives må vurderes på det enkelte anlegg. Dette på grunn av ulike driftsbetingelser, som PH-verdier, væskeegenskaper og eventuelle andre forhold.

3.1 Varmebehandling

Varmebehandling er den mest vanlige metoden for bekjempning av legionellavekst i varmtvannssystemer i Norge. Erfaringsmessig vil sirkulerende vann med temperaturer mellom 55-60 °C holde konsentrasjonen av legionellabakterien lav. Dette kombinert med sjokkoppvarming til 70 °C med spyling i fem minutter anses å gi god beskyttelse.

Det finnes imidlertid flere eksempler på at det har oppstått legionellavekst i slike anlegg raskt etter sjokkoppvarmingen har funnet sted. Dette på grunn av begroing av biofilm på varmtvannstanker og rørnett. Biofilmen fungerer som isolasjon mellom det varme vannet og bakteriene som lever i biofilmen.

3.1.1 Fordeler

- Krever ikke tilsats av kjemikalier
- Er effektiv med korrekt anleggsutforming og utførelse.

3.1.2 Ulemper

- Skoldingsfare ved manglende kontroll.
- Krever gode driftsrutiner for gjennomføring og styring (sjokkoppvarming med spyling)
- Krever overvåkning og medfører ekstra driftskostnader

- Ingen legionellasikring på kaldtvannskurs. Medfører fare for spredning via f. eks brannslanger og stillestående kaldtvann i lite brukte deler av anlegget.
- Fjerner ikke biofilmen i anlegget. Krever tilleggstiltak som spyling/kloring for å fjerne biofilm som gror på innsiden av rør. Legionellabakterien kan «gjemme» seg i biofilmen på rørene og føre til rask oppblomstring etter spyling dersom dette ikke er gjort.
- Mange anlegg har ikke anleggsutforming og kapasitet til å opprettholde tilstrekkelige temperaturer over hele anlegget i spyleperioden.

3.2 Biocider

Biocider er en generell betegnelse for kjemiske desinfeksjonsmidler. Biocider kan være oksiderende eller ikke-oksiderende. Alle stoffer som benyttes i biocidprodukter skal være godkjent i henhold til biocidforskriften. Dersom et biocid skal benyttes til behandling av drikkevann, skal det være godkjent av Mattilsynet.

Biocider er et bredt begrep av ulike stoffer som tilsettes vannet i forbindelse med vannbehandling. Biocidene brukes til to forskjellige formål:

- Periodevis behandling i forbindelse med rengjøring
- Kontinuerlig eller semikontinuerlig behandling for å holde den mikrobiologiske aktiviteten under langsiktig kontroll

«Dersom biocider skal benyttes til legionellahåndtering, er det leverandørens ansvar å fremlegge dokumentasjon på biocidets virkning».

3.2.1 Oksiderende biocider

Oksiderende biocider benyttes primært til kontinuerlig og periodisk behandling som ledd i det rutinemessige rengjøringsprogrammet. Det kan også benyttes til desinfeksjon i nødstilfeller. Eksempler på oksiderende biocider er klor, hydrogenperoksid og ozon.

Fordeler

- Konsentrasjonene er lett å overvåke ved hjelp av kjemiske tester, og lett å eventuelt nøytralisere.

Ulemper

- Dersom vannet har stort innhold av organiske stoffer eller andre stoffer som er lett oksiderbare, må doseringen tilpasses dette for å ha ønsket effekt.
- Når tilsetning stanses, vil mengden aktivt stoff forsvinne raskt. Dette medfører fare for ny oppblomstring.

3.2.2 Ikke-oksiderende biocider

Ikke-oksiderende biocider har en mer langvarig virkning enn oksiderende biocider, men disse vil også brytes ned over tid. Disse brukes mest til sjokkbehandling, og teknologien benyttes lite i Norge. Løsningen beskrives ikke videre.

3.3 Fritt klor

Klor er et oksiderende biocid, som vanligvis tilsettes som natriumhypokloritt eller kalsiumhypokloritt. Anbefalt dosering må tilpasses det enkelte anlegg i henhold til vannkvaliteten i anlegget. Siden klor er

ustabilt vil det reagere med organiske forbindelser i vannet og reduseres til klorid. Fritt klor betyr at en skal ha en viss mengde restklor (minimum 0,05 mg/l), og denne mengden må måles for å kontrollere at nok klor er tilsatt.

3.3.1 Fordeler

- Lett å installere og kontrollere
- Relativt billig i forhold til mange andre alternativer
- Kan som regel ettermonteres på anlegg
- Økende effekt med økende temp (opp til 60 °C)
- Virkningen vedvarer ut i væskestrømmen

3.3.2 Ulemper

- Virker korrosjonsfremmende på rør
- Fjerner ikke biofilm
- Temperaturer over 60 °C kan redusere effekt med at klore dekomponerer
- Krever et nøytralt/surt miljø for å være effektiv. Effekt avtar raskt ved PH over 7
- Ikke egnet for vann med høyt innhold av organiske stoffer
- Ikke egnet for vann med store mengder oksiderbare stoffer
- Ved høye nivåer klor (>5 mg/l), vil det ha en negativ innvirkning på opplevd kvalitet på drikkevannet med både lukt og smak

3.4 Klordioksid

Klordioksid tilsettes vannet kontinuerlig og følger med væskestrømmen inn i anlegget. Monteres oftest på vanninnlegget i bygget slik at hele anlegget blir behandlet. Klordioksiden må produseres på stedet av en generator, siden gassen raskt brytes ned. Det finnes flere måter å produsere klordioksid på. Surgjøring av klorittløsninger, klorbehandling av klorittløsninger, eller vannløselige tabletter er de mest vanlige. Et fellestrekk er at klordioksiden må tilføres kontinuerlig i anlegget, og det antydes av leverandører at driftskostnadene derfor er høye.

3.4.1 Fordeler

- Relativt enkelt å installere og overvåke dosering
- Effekten er uavhengig av PH
- Bidrar til fjerning av biofilm
- Produserer ikke klororganiske stoffer

3.4.2 Ulemper

- Brytes ned av UV-lys. UV-bestråling må eventuelt skje før tilførsel av klordioksid
- Kan korrudere plastrør (begrenset kunnskap)
- Det kan dannes kloritt/klorat som er helseskadelig. Krever derfor overvåking av doseringen slik at dette ikke inntreffer.

- Omfattende service
- Smak og lukt på drikkevann (smaksgrense 0,4 mg/l)

3.5 Anodisk oksidasjon

Elektrolyse av vann gjør at substanser i vann gjøres om til oksiderende og/eller desinfiserende stoffer. I oksidasjonskammeret tilsettes anoden svak strøm og det dannes oksygenradikaler, hydroksylradikaler og oksygen. Kloridioner vil omdannes til aktive klorforbindelser. Radikalene som dannes er meget reaktive. Derfor har det en meget desinfiserende effekt, men på grunn av radikalenes reaktivitet vil effekten være lokal.

Naturlige salter i vannet omdannes til klorforbindelser, som har en nedstrøms effekt, og bidrar til å fjerne biofilm. Mengden klorforbindelser som dannes er avhengig av vannets saltinnhold. Ved lavt saltinnhold, som ofte er tilfelle, kan det være nødvendig å tilsette vannet salt for å oppnå en slik effekt.

3.5.1 Fordeler

- Ingen ekstra tilsetning av kjemiske forbindelser eller tungmetaller
- Svært effektiv ved passeringspunktet

3.5.2 Ulemper

- Redusert effekt inn i selve anlegget
- Kan kreve kombineringsmetoder med andre metoder avhengig av saltinnholdet i vannet for å få effekt nedstrøms i anlegg.

3.6 Ozon

Ozon fremstilles lokalt der den skal brukes. Produksjonen skjer normalt ved en høyspent elektrisk utladning i en ozongenerator med rensert luft/oksygen som utgangspunkt. Kan også gjøres ved å UV-bestråle oksygen/luft med kortbølgede UV-stråler.

3.6.1 Fordeler

- Relativt enkelt å installere utstyr og å overvåke dosering
- Kraftig oksidasjonsmiddel og effektivt desinfeksjonsmiddel
- Er relativt uavhengig av temperatur og PH-verdi

3.6.2 Ulemper

- Kort varighet. Effekt avtar raskt nedstrøms
- Fare for økt begroing og beleggdannelse på innsiden av rør
- Kan være korroderende
- Streng sikkerhetskrav, da Ozon er en helse- og eksplosjonsfarlig gass

3.7 Hydrogenperoksid

Metoden består av å tilsette et konsentrat av hydrogenperoksid stabilisert med sølv. Hydrogenperoksid brytes ned til oksygen og vann. Sølv som brukes til å forsterke den aktive substansen gir en økt effekt mot mikroorganismer, og forhindrer ny kontaminering.

3.7.1 Fordeler

- Temperaturer kan senkes til 50 °C
- Ikke behov for sjokkoppvarming
- Fjerner biofilm
- Sluttprodukt er vann og oksygen

3.7.2 Ulemper

- Tilsatt sølv (mindre mengder enn kobber- sølvionisering)
- Høy kjemikaliekostnad. Medfører høye driftskostnader.

3.8 Kobber- sølvionetilsetning

Kobber og sølv er alge- og bakteriedrepende virkestoffer. Kobberionene ødelegger celleveggen til mikroorganismen, noe som gjør at sølvionene trenger inn og ødelegger mikroorganismens DNA, som uskadeliggjør den. Tilsetningen av mengden av kobber- og sølvioner reguleres av strømstyrken som tilføres elektrodene i forhold til vannmengden som passerer. Gode kobber- sølvanlegg har derfor overvåkning og automatisk styring. Ved behandling av drikkevann skal doseringsmengden ikke overskride mattilsynets godkjente mengde per liter vann.

FHI anbefaler redusert bruk av kobber- sølvionetilsetning. Dette fordi store mengder er uønsket i avløpsvann der slammet skal brukes i landbruk, og som et føre var-prinsipp med tanke på eventuell fremtidig resistens hos mikroorganismene. Det ble i 2015 gjort et litteraturstudie om mulig utvikling av resistens hos bakteriene ved kobber- sølvionetilsetning, der det blir sagt følgende:

«Fordi det er vist at enkelte bakterier kan utvikle sølvresistens, ønsket vi å undersøke om det er grunn til å skjerpe anbefalingene ytterligere. Til tross for at sølvs bakteriedrepende egenskaper utnyttes i en rekke forskjellige sammenhenger er utvikling av resistens lite dokumentert. Den positive effekten av kobber- og sølvionisering er imidlertid godt dokumentert, og metoden er et viktig behandlingsalternativ. Litteraturstudien gir ikke grunnlag for å anbefale ytterligere begrensning av bruksområdene, men det bør vurderes å påpeke at lave (suboptimale) doser av sølv og kobber vil øke sannsynligheten for bakteriell resistensutvikling.»

3.8.1 Fordeler

- Enkel å installere i eksisterende anlegg
- Påvirkes ikke av temperaturnivåer
- Ingen biprodukter dannes
- Kan monteres på hovedvanninntak og behandler dermed hele sanitæranlegget
- Langtidsvirkende, og har god en effekt nedstrøms i anlegget

3.8.2 Ulemper

- Krever automatisk styring for å unngå å overskride mattilsynets krav til tilsatt mengde sølv og kobber
- Hardt vann kan gi kalkavleiringer på elektrodene, som reduserer effekten på anlegget
- Høye konsentrasjoner av oppløste salter kan gi utfelling av sølvioner

- Sølv og kobberioner er miljøgifter, og store mengder ioner i avløpsvann vil kunne ødelegge kloakkslam i forbindelse med landbruk.
- Høy pH-verdi på vannet hindrer reaktiviteten til kobberionene.
- Mulig fremtidig resistens mot disse ionene for bakteriene

3.9 Filtrering

3.9.1 Grovfiltrering og ultrafiltrering

Grovfiltrering er filtrering ned til 5 µm, ofte med et selvrensende system. Grovfiltrene vil skille ut større mikrobiologiske organismer, amøber og andre protozer som kan bære med seg legionellabakterier. Grovfiltrene reduserer vekst av biofilm videre inn i anlegget.

Ultrafiltrering går ut på at vannet presses igjennom finporede membraner med porestørrelse mindre enn 0,03 µm. Ultrafiltrering kan gjøres både sentralt (vanninntak) og på tappesteder. Det er til dels dårlige erfaringer tilknyttet ultrafiltrering med sentral behandling. Dette på grunn av hyppige serviceintervaller (utskiftning/spyling) og fordi det ikke fjerner faren for oppblomstring ute på anlegget.

Ved benyttelse av ultrafiltrering kreves det gode innarbeidede rutiner. Typisk bytteintervall er hver 3. måned for større filtre, mens filtre plassert på tappested kan måtte byttes så ofte som opptil 2 ganger i måneden.

3.9.2 Fordeler

- Enkel installasjon
- Ingen kjemisk tilsetning. Ingen biprodukter dannes

3.9.3 Ulemper

- Kun momentan virkning i passeringspunkt. Ingen effekt nedstrøms i anlegget
- Hyppige utskiftningsintervaller for finfiltre. Krever gode driftsrutiner
- Oppnår ikke tilstrekkelig beskyttelse ved lave varmtvannstemperaturer

3.10 Ultrafiolett bestråling

UV-bestråling gjøres ved å bestråle vannstrømmen med ultrafiolett lys. Dette gjør bakteriene som passerer inaktive ved at arvestoffet skades, og hemmer videre formering. Dersom bakterien prøver å formere seg etter at den har passert UV-bestrålingen vil den dø. Dette er en lokal behandling, og vil ikke ha en effekt nedstrøms. Det vil si at bakterier som allerede er i anlegget, eller som har passert mens anlegget ikke er i drift kan formere seg om temperaturforholdene tillater dette.

Regelmessig rengjøring av anlegget er viktig for å opprettholde effektiviteten.

3.10.1 Fordeler

- Enkel installasjon
- Har ingen påvirkning på vannkvaliteten, og ingen biprodukter dannes

3.10.2 Ulemper

- Har kun en momentan virkning i passeringspunkt, og har ingen virkning nedstrøms i anlegget

- Partikler/farge reduserer desinfeksjonseffekt betydelig. Bør derfor kombineres med filtrering dersom det skal benyttes i vann som inneholder partikler eller fargede forbindelser

3.11 Plassbehov

Generelt er det ingen av systemene som krever spesielt mye plass. Biologiske barrierer plasseres på kaldtvannsinntaket, og ekstra plassbehov er minimalt. For kjemisk behandling er plassbehovet noe større. Dette som følge av beholder med kjemikalie, samt matepumpe og noe automatikk. Typisk ekstra plassbehov i teknisk rom ved benyttelse av kjemisk behandling er 1-2 m².

3.12 Oppsummering

Norske leverandører kan levere mange ulike tiltak for legionellasikring. De mest aktuelle teknologiene er beskrevet i dette kapittel.

Nødvendige sikringstiltak i et bygg bør gjøres ut ifra bygnings- og risikokategori (kontorbygg, leilighetsbygg, sykehus o.l.) og lokal vannkvalitet. Bygg som sykehus og Helse- og velferdssenter som har brukere med nedsatt immunsystem anbefales ofte å beskyttes av en kombinasjon av sikringstiltak, som for eksempel kjemisk behandling kombinert med varmebehandling. Bygg som ikke har like høy risikoklasse som kontorbygg og leiligheter klarer seg ofte med ett legionellasikringstiltak.

Uansett hvilken løsning som benyttes som sikringstiltak for legionellabehandling, så er alle pålagt å ha rutiner for drift, kontroll og vedlikehold. Det viser seg at det er store variasjoner i ulike bygg på hvordan dette utføres. Noen bygninger tar ikke vannprøver av anlegget i det hele tatt, mens andre tar prøver kvartalsvis. Det understrekes at den eneste måten en kan være sikker på at et anlegg er fri for legionella, er ved å utføre vannprøver på anlegget.

Tiltak for legionellabehandling kan deles inn i to hovedgrupper. Den ene gruppen er biologiske barrierer, som kun behandler vannet i passeringpunktet. Den andre gruppen er biocid-behandling, som betyr kjemisk behandling av vannet. Storbritannias helseinstitutt har kommet lengre enn Norge her og har laget en instruks på hvordan dette kan utføres.

Ved benyttelse av noen biocid-behandlinger kan temperaturen senkes til ca 50 °C. Det er viktig å understreke at dersom legionella-sikring kun skal skje ved hjelp av biocid-behandling, vil det kreves andre drift- og kontrollrutiner enn det som er normalt i dagens bygg.

I England har helsemyndighetene gått grundigere inn i hvordan dette kan gjøres med god drift, overvåkning og prøvetaking. Det er i henhold til den engelske veilederen ikke tillatt å benytte kun biocidbehandling som eneste legionellatiltak i høyrisikobygg, som helsebygninger.

Hvordan de ulike nevnte legionellasikringssystemene egner seg i forhold til lavtemperatur fjernvarmeanlegg vurderes nærmere i kapittel 5.

4 Erfaringer fra eksisterende bygg

Det er prøvd å kartlegge hvilke erfaringer ulike byggherrer og driftspersonell har i forhold til ulike legionellasikringstiltak. Det har vært kontaktet mange driftsoperatører på ulike bygg, og erfaringen er at mange har svært begrenset kunnskap om temaet. Noen har også svært begrenset oversikt over både egne anlegg og driftskostnader. Byggene som nevnes i dette kapittel er de byggene som vi klarte å få relevant informasjon på. Kostnader for de ulike anleggene er basert på informasjon fra driftspersonell.

4.1 Badeanlegg

4.1.1 Prinsipp (Anodisk oksidasjon)

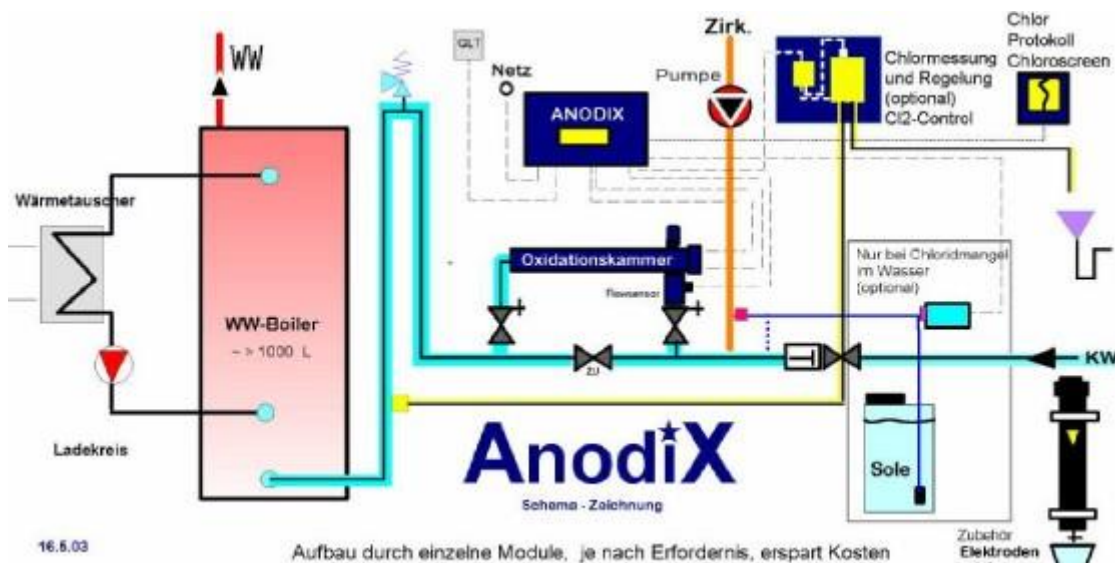
I badeanlegget er det installert gråvannsvarmepumpe, som forvarmer varmtvannet til omtrent 30 °C. Fra forvarmingstankene går vannet via en fjernvarmeveksler, som tar opp vanntemperaturen i de siste beredertankene til 70- 80 °C. Forvarmingstanker gir gode vekstvilkår for legionella, dersom ikke annet legionellasikringstiltak ikke implementeres.

Tidligere var det kun varmebehandling på anlegg med 60 °C på sirkulasjonsledning. Det ble installert dusjarmaturer med temperatursperre, og spylingen av dusjer ble gjort manuelt ved å trykke på dusjarmaturene. Siden temperaturen på dusjarmaturene er automatisk med temperatursperre ble ikke tilstrekkelig vanntemperatur oppnådd ved varmtvannsspyling.

Det ble sist påvist stor oppblomstring av legionella i 2015. Dette medførte at det ble kjørt full rens av anlegget og i tillegg ble Anodix installert på varmtvannssystemet. Det blir tatt vannprøver av anlegget hver 6. mnd, og blindledninger med lite gjennomstrømning spyles ukentlig.

4.1.2 Funksjonalitet/erfaringer

Leverandør av Anodix anbefaler å plassere oksidasjonskammer på kaldtvannsinntaket. På badeanlegget ble Anodix plassert som på skisse under, slik at bare varmtvannssystemet behandles for legionella. Kaldtvannet går ubehandlet ut på anlegg. Anodix kan ikke plasseres på rør med dimensjoner over 2 tommer, noe som er for lite for et hovedinntak til en svømmehall.



Figur 1 Prinsipp Anodix

Ved vannprøvetaking etter installasjon av Anodix på varmtvannsystemet, er det kun funnet forhøyede verdier av legionella på kaldtvannet, samt i bassenget. Det er ikke registrert forhøyede verdier på varmtvannet etter rens og installasjon av anodisk oksidasjon på varmtvannskurs.

Funksjonaliteten for anlegget med tanke på legionellabehandling oppleves derfor som god.

4.1.3 Kostnader

Kostnadene under er oppgitt av driftsansvarlig på badeanlegget.

Tabell 1 Kostnader legionellasikring badeanlegg

Tiltak	Kostnad
Kjemisk rens av rør (fjerne biofilm)	kr 300 000,-
Investeringskostnad Anodix	Ca kr 200 000,-
Årlig serviceavtale	kr 30 000,-

4.2 Hotell 1

4.2.1 Prinsipp (Klordioksid/Hydrogenperoksid)

På hotellet har det i flere år blitt benyttet klordioksid som legionellasikringssystem. Det er nylig endret til hydrogenperoksid. Beredertemperatur på hotellet er på 67 °C, og temperatur på sirkulasjonsledning er på 65 °C på tur og 55 °C på retur.

4.2.2 Funksjonalitet/erfaringer

Nåværende driftsansvarlig på hotellet har kun kjennskap til det forrige legionellasikringstiltaket med benyttelse av klordioksid. Ved benyttelse av klordioksid oppleves det at virkningen avtar over tid. Blindledninger med lite tapping kan etter en viss tid få oppblomstring av legionella. Dersom det tappes på disse punktene, har vannprøver ved tappested vist at konsentrasjonen igjen vil synke. Dette fordi det kommer nytt virkestoff i rørene som dreper bakterien. Det er derfor ikke nødvendig å demontere armaturer og lignende for kloring.

Virkningen av hydrogenperoksid er relativt lik virkningen av klordioksid, men hydrogenperoksid fjerner i tillegg biofilm på rørnett. Virkningen er nedstrøms, men vil avta etter tid. Derfor bør det spyles igjennom dersom en har stillestående vann over lengre tid uten tapping. Det er ikke nødvendig å spyle med varmere vann enn det som er på sirkulasjonsledning. Det viktigste er å få tilførsel av nytt virkestoff inn på rørnett.

4.2.3 Kostnader

Driftsansvarlig ved hotellet hadde ikke kostnadsoversikt på det nye systemet med hydrogenperoksid. Årskostnad for kjemikalieforbruk for klordioksid ble estimert til mellom 50-60 000,- som vist i tabell under. Spesifikk kjemikaliekostnad for klordioksid og hydrogenperoksid er oppgitt av leverandør. Ifølge Norkjemi AS vil driftskostnadene ved bruk av Hydrogenperoksid være noe høyere enn ved klordioksid.

Tabell 2 Kostnader legionellasikring hotell 1

Tiltak	Kostnad
Estimert driftskostnad klordioksid	Ca kr 50-60 000,-
Spes. Kjemikaliekostnad klordioksid	0,75-1,0 kr/m ³ vannforbruk
Spes. Kjemikaliekostnad hydrogenperoksid	1,20 kr/m ³ vannforbruk

4.3 Videregående skole 1

4.3.1 Prinsipp (kobber- sølvionisering)

Videregående skole 1 hadde et konvensjonelt varmtvannssystem med tradisjonell varmebehandling til det ble påvist legionella-oppløst i varmtvannssystemet. Etter oppløstingen ble de anbefalt til å installere ekstra legionellasikringssystem, og valget falt på Apurgo sin løsning med kobber- sølvionisering. Temperaturen på sirkulasjonsledningen ligger på 60 °C.

4.3.2 Funksjonalitet/erfaringer

Det tas vannprøver av både varmt- og kaldtvannssystemene på skolen årlig, og det er ikke registrert oppløst i det tekniske anlegget etter installasjon av Apurgo. Et problem som har oppstått etter installasjon er at toaletter blir misfarget av utfelt sølv på porselen i toaletter. Dette kan ikke vaskes bort og må pusses vekk med sølvpuss. Problemet opplyses å være vedvarende, og det er gjort mange undersøkelser for å prøve å finne årsaken, uten hell. Dette er ikke et vanlig problem andre plasser der Apurgo-systemet er installert.

Bortsett fra at en har et problem med misfarging av toaletter, er erfaringen med bruken av systemet positiv. Driftspersonell sparer mye arbeid med å slippe å utføre legionellaspyletiltak, samt å klore dusjhoder og lignende.

4.3.3 Kostnader

Etter legionellautbrudd i 2007 ble det brukt omtrent 1 million kroner i vannprøvetaking, og totalt har det blitt brukt omtrent 2 millioner kroner på diverse tiltak med tanke på legionellaoppløst. Driftsansvarlig hadde kun driftskostnader på de første tre årene ved benyttelse av Apurgo-systemet. Antatt årlig nåværende servicekostnad ligger på 30 000,-.

Tabell 3 Årlige driftskostnader første 3 år

År	Driftskostnad
1	kr 30 000,-
2	kr 75 000,-
3	kr 75 000,-

4.4 Videregående skole 2

4.4.1 Prinsipp (kobber- sølvionisering)

Videregående skole 2 benytter seg av samme løsning som videregående skole 1, med kobber-sølvionisering. Beredertemperaturen ligger på omtrent 65 °C, og temperatur på sirkulasjonsledning er på 60 °C. Det ble forsøkt å senke sirkulasjonstemperaturen til 55 °C for å spare energi, men da ble det klager på lave temperaturer i dusjene til flerbrukshall. Dette kan tyde på dårlig isolerte rørstrekk, eller dårlig varmtvannssirkulasjon.

4.4.2 Funksjonalitet/erfaringer

Det er ikke gjort vannprøver av bygget de siste to år, etter legionellasikringssystem ble installert. Effekten kan ikke dokumenteres, men det er ikke registrert legionellautbrudd. Det er registrert noe utfelling av sølv på porselen i toalettene, men ikke i samme grad som videregående skole 1. Det er også registrert små svarte partikler i drikkevannet og dusjvannet. Det er uvisst om dette er biofilm eller om det kommer fra vanninntaket.

4.4.3 Kostnader

Driftsansvarlig hadde ikke oversikt over kostnader på anlegget. Det ble henvist videre til en annen kontaktperson i fylkeskommunen, som heller ikke hadde oversikt.

4.5 Hotell 2

4.5.1 Prinsipp (kobber- sølvionisering)

Hotell 2 benytter kobber- sølvionisering med Apurgo som legionellasikringssystem. Varmt vann forvarmes ved hjelp av varmepumpe, før det ettervarmes til 60 °C. Før Apurgo-systemet ble installert, var det høyere temperatur på ettervarmingsberederne.

4.5.2 Funksjonalitet/erfaringer

Erfaringer fra drift er at varmebehandling med periodisk oppvarming av forvarmingstanker ikke fungerer tilstrekkelig. Forvarmingstankene har stor begroing av biofilm, og varmen klarer ikke drepe bakteriene som ligger i biofilmen i forvarmingstankene. Skrubbing av forvarmingstankene er heller ikke noe alternativ. Det har blitt forsøkt å opprettholde en temperatur på 80 °C i forvarmingstanker over 7 dager uten noen betydelig innvirkning på prøveresultatet. Hotellet har flere hundre tappepunkter, og det er ingen mulighet for å kvalitetssikre god gjennomspyling på alle disse tappepunktene.

Da det ble besluttet at varmebehandling ikke var godt nok, ble Apuro-systemet installert. Etter ca 2 til 3 måneder var effekten synlig. Forvarmingstankene er fortsatt fri for bunnslam, noe som betyr at det ikke vokser biofilm inne i forvarmingstankene. Prøveresultatene fra vannprøvene ble også gode med hensyn på legionella.

Spyling av tappepunkter, og kloring av sanitærutstyr gjøres ikke lenger, da dette ikke er nødvendig. Dette kombinert med lavere beredertemperatur medfører en vesentlig besparelse for hotellet.

4.5.3 Kostnader

Driftsansvarlig hadde ikke oversikt over investeringskostnaden for anlegget. Driftskostnadene er angitt i tabell under. Kostnad for vannprøver er ikke inkludert i driftskostnadene på legionellasikringssystemet.

Tabell 4 Driftskostnader

Tiltak	Kostnad
Driftskostnader Apurgo	kr 30 000,-

4.6 Videregående skole 3

4.6.1 Prinsipp (Filtrering og UV-bestråling)

Videregående skole 3 skole har opplevd legionellaoppblomstring, og har derfor ettermontert to filter (grov + finfilter) i tillegg til UV-bestråling på kaldtvannsinntaket. Temperatur ut på sirkulasjonsledning er 60 °C. På grunn av byggets alder kombinert med lite bruk om sommer, har de fortsatt hatt problemer med legionellaoppblomstring i anlegget. Løsning er nylig montert i samarbeid med SINTEF.

4.6.2 Funksjonalitet/erfaringer

Prinsippet med finfiltrering og UV-bestråling er montert i 2018, og det er derfor sparsomt med erfaring på funksjonaliteten til denne løsningen. Ved korrekt bruk vil dette lage en biologisk barriere, som gjør at nye bakterier ikke kommer inn i anlegget. Bakterier som allerede er i rørnett blir ikke behandlet, og det er derfor usikkert om dette har ønsket effekt.

Filtrene byttes annenhver måned, og i tillegg kjører drift gjennomspyling av filtrene ukentlig. UV-lampen skal byttes ut en gang i året.

Det ble levert vannprøver i uke 36 2018 for å se om løsningen har bedret forholdene i bygget. Tiltakene hadde medført en liten bedring, men ikke nok til å være på akseptabelt nivå. Dusjer i garderobearealer hadde et kimtall på over 3000, mens lærerdusjen like ved siden av hadde et kimtall på 10-20. Dette tyder på at det kan være oppblomstring i selve utstyret, men det kan også ha andre årsaker. Det kjøres også kjemisk rens årlig, uten at dette har fått bukt med problemene. På grunn av dette er det besluttet at det skal installeres et klordioksid-anlegg i løpet av november.

4.6.3 Kostnader

Driftspersonell har foreløpig ikke oversikt over kostnadene for nylig valgt løsning, og henviste videre til fylkesrådmann, som ikke ville si noe angående kostnadene.

4.7 Hotell 3

4.7.1 Prinsipp (Varmebehandling)

Hotell 3 har kun benyttet varmebehandling på varmtvannssystemet fram til dags dato. Eneste legionellabehandlingstiltak er på innførsel til boblebad, der vannet behandles ved UV-bestråling. Det benyttes kun direktevirkende elektrisitet med dagens løsning. Beredertemperaturen ligger mellom 75-80 °C, og temperatur på sirkulasjonsledningen ligger på 60 °C.

4.7.2 Funksjonalitet/erfaringer

Vannprøver leveres hvert kvartal både for boblebad, kaldtvann- og varmtvannssystem. Det utføres ikke tiltak som gjennomspyling og kloring av armaturer. Det er til dags dato ikke registrert oppblomstring av legionella på hotellet. Erfaringen med eksisterende løsning er at det bruker mye energi, og de ser derfor nå på muligheten for å gjøre energisparetiltak. Løsning som vurderes er forvarming av tappevann med varmepumpe.

4.7.3 Kostnader

Driftspersonell hadde ikke oversikt over spesifikke kostnader for nåværende løsning hotellet.

4.8 Kontorbygg

4.8.1 Prinsipp (Neuthox)

Kontorbygget benytter seg av en type biocidbehandling der de har salttabletter som kalles for «Neuthox» som tilsettes vannet. Det fungerer ved at salttablettene blir tilsatt vannet med en kombinasjon av elektrolyse, som behandler vannet. Varmtvannstemperatur ligger på ca 65 °C.

4.8.2 Funksjonalitet/erfaringer

Det tas vannprøver av anlegget 2 ganger per år. Det er ikke registrert oppblomstring av legionella per dags dato. Når det kommer til drift og vedlikehold av anlegget, så utføres dette av leverandør, så erfaringer fra driftspersonell var kun at det fungerte og at det var funksjonelt. Systemoppbygningen til et Neuthox-system vises på bilde under.

DCW systemoppbygging

Indeholdt i leveransen	Anvendes til
Komplett styring med skap	Lokal styring, regulering og overvåkning.
Bløtgjøringsanlegg	Fjerning av kalk i vannet til Fremstilling av Neuthox*
ORP-sensor	Måling av oksidasjonspotensialet i varmtvannssystem
Saltbeholder	33 liter beholder til fremstilling av saltlake til prosessen
Neuthoxtank	Oppbevaring av desinfeksjonsvæske i 33 liter beholder
Doseringspumpe	Dosering av Neuthox* til varmtvannssystem
Membrancelle	Produksjon av desinfeksjonsvæsken Neuthox*
Injeksjonsenhet	Injeksjonsenhet i varmtvannssystemer
Kommunikasjonsmulighet	Ethernet, Modbus eller GSM

Figur 2 Systemoppbygging Neuthox

Ved kontakt med Z-Energi (leverandør), så ville de si at det er helt greit å kjøre temperaturer ned mot 55 °C på deres system, med mulighet for å dra opp til 70 °C hvis det skulle vise seg å være nødvendig. Neuthox er en type klorbehandling, og derfor er det ikke å anbefale å kjøre konstant med 70 °C. Dette fordi kloren brytes ned hurtig ved høy temperatur, og ikke oppnår ønsket effekt.

4.8.3 Kostnader

Driftspersonell hadde ikke oversikt over kostnader for anlegget, men de hadde inntrykk av at driftskostnadene på anlegget er forholdsvis lave. Under vises typiske kostnader oppgitt av leverandør.

Tabell 5 Kostnader oppgitt av leverandør

Tiltak	Kostnad
Veiledende pris på enhet	kr 140 000 – 180 000 ,-
Spes. Kjemikaliekostnad Neuthox	0,05 – 0,10 kr/m ³ vannforbruk
Årlig serviceavtale	Ukjent. Krever minimum 2 servicer per år

4.9 Andre eksisterende bygg

Under følger en liste over andre eksisterende bygg som benytter alternative metoder for legionellasikring. De er ikke omtalt videre i rapport, siden det ikke er funnet noe for disse anleggene annet enn det som allerede er beskrevet.

1. Universitet – Kobber- sølvionisering
2. Kontorbygg – Kobber- sølvionisering
3. Boligblokk – Kobber- sølvionisering
4. Skip - Neuthox
5. Helse- og velferdssenter – Anodisk oksidasjon

5 Erfaringsbaserte priser for biocidbehandlinger

Erfaringsbaserte tall på kostnader for biocidbehandlinger i forhold til et vannforbruk på 10 000 m³ ble gitt av Kompa AS i forbindelse med utarbeidelse av rapport.

Tabell 6 Erfaringsbaserte priser for biocidbehandlinger

Kostnader for bygg med vannforbruk 10 000 m³

Kostnadspost	Klordioksid	Kobber-sølv	Hydrogenperoksid - Sølv
Anlegg	130 000 kr	175 000 kr	39 000 kr
Installasjon	50 000 kr	35 000 kr	7 500 kr
Årlig kjemi- forbruk	5-10 000 kr	15-20 000 kr	10-15 000 kr
Årlig Service	14 000 kr	15 000 kr	5 000

6 Regelverk i andre land

6.1 Internasjonale nettverk

European Legionnaires' Disease Surveillance Network (ELDSNet) overvåker utviklingen av legionellaforekomster i Europa, og blir finansiert av European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC). Alle EU-medlemsland i tillegg til Island og Norge er medlemmer av ELDSNet, og medlemmene er utnevnt av de ulike lands nasjonale helsemyndigheter.

6.1.1 Retningslinjer

ELDSNet har utviklet en teknisk veileder som heter «*European Technical Guidelines for the Prevention, control and Investigation of Infections Caused by Legionella species*»

Denne veilederen er svært omfattende, og beskriver blant annet anbefalte drifts- og vedlikeholdsrutiner for ulike typer systemer. Den gir også anbefalinger for varmtvannssystemer.

I korte trekk er anbefaling til varmtvannssystemer for å forhindre legionellasmitte følgende:

- Minimum forsyningstemperatur på 60 °C
- Returtemperatur på varmtvannssirkulasjon på minimum 50 °C. Ideelt sett ikke lavere enn 55 °C.
- Minimum 50 °C (helst 55 °C) fram til alle tappepunkter i bygget.

6.1.2 Kommentar

Veilederen gir anbefalinger i forhold til hvilke erfaringer de ulike landene har med ulike systemer for behandling. Det åpnes også for Biocid-behandling som ikke krever temperaturbehandling i denne veilederen, og det gis et forslag til drifts- og kontrollrutiner dersom dette skal gjøres.

Temperaturkravet kan ikke omgås ved benyttelse av biologiske barrierer.

6.2 Sverige

6.2.1 Lovverk

Regelverket for legionellahåndtering i Sverige er beskrevet i Boverkets Byggregler kapittel 6. Angående legionellahåndtering sier denne i korte trekk:

- Varmtvannstemperaturen må være minst 50 °C ved hvert tappested i bygget
- Dersom det er sirkulasjonsledning i bygget, må laveste temperatur på denne ikke være lavere enn 50 °C.
- Temperaturen i stillestående vann, som akkumulatorer, skal ikke være lavere enn 60 °C.

6.2.2 Kommentar

De svenske bestemmelsene er svært lik de norske. Dette på grunn av at de baserer seg på internasjonale retningslinjer for håndtering av legionella. 50 °C er akkurat på grenseverdien for legionellavekst, og derfor vil en ikke ha lavere temperaturer enn dette ute på varmtvannsnett.

6.3 Danmark

6.3.1 Lovverk

Lovverket angående håndtering av legionella i Danmark omtales i bygningsreglementet §405. Lovverket sier:

«Vandinstallationer skal projekteres og udføres så de kan fungere uden risiko for personers sundhed som følge av bakterievækst, herunder legionella i vandet»

Det henvises også til et dokument utarbeidet av Rørcentret, som gir en mer detaljert anbefaling enn det som er beskrevet i lovverket. Anbefaling i veileder til varmtvannssystemer for å forhindre legionellasmitte er:

- Et varmtvannsforsyningsanlegg skal være innrettet slik at temperaturen skal kunne heves til 60 °C. Det er ikke krav om at anlegget skal kjøre konstant med denne temperaturen. Tvert imot, da dette gir tilkalkningsproblemer
- Normal bereder- og sirkulasjonstemperatur er 55 °C
- Anlegg skal være utformet slik at temperatur i installasjonen alltid er over 50 °C i installasjonen. 45 °C aksepteres ved maksimal belastning på varmtvannsnettet

6.3.2 Kommentar

Danmark har blant landene i Norden den snilleste lovgivningen og veiledningen med tanke på legionellasikring. Det er også mange registrerte tilfeller av registrerte smittede i de siste årene, noe som viser at det er en negativ trend. I 2017 ble det registrert rekordmange smitterede av legionella-sykdom i Danmark. I 2017 ble det registrert 232 smittede i Danmark. Til sammenligning ble det registrert 52 smittetilfeller i Norge.

6.4 England

6.4.1 Lovverk

Retningslinjer for å forhindre utbrudd legionella i England beskrives i «*Legionnaires disease Technical guidance. Part 2: The control of legionella bacteria in hot and cold water systems HSG247*».

Veiledningen omtaler både tradisjonell varmebehandling i tillegg til alternative metoder.

Ved benyttelse av varmebehandling er kravene det samme som beskrives i kravene til ELDSNet, med noen presiseringer:

- Beredertemperatur på minimum 60 °C
- Minimum 50 °C ved tappepunkter
- Minimum 55 °C ved tappepunkter i helseinstitusjoner

For høyrisikobygninger, som større helseinstitusjoner anbefaler veilederen å ha tilleggssikring ved hjelp av andre legionellasikringstiltak.

Det åpnes også for å senke temperaturen ved benyttelse av biocidbehandling, dersom man har gjort en grundig vurdering av risikoen, og kan dokumentere at effekten er minst like effektiv som ved varmebehandling. Ved en eventuell senkning av temperaturen skal temperaturen reduseres stegvis, med overvåking og prøving gjennom hele prosessen. Det beskrives også svært nøye drifts- og vedlikeholdsrutiner som skal følges dersom dette skal utføres. Biocider som nevnes er:

- Klordioksid
- Hydrogenperoksid
- Sølv-, kobberionisering
- Klor

Behandlinger som kun anses som tilleggsbehandling, og ikke åpner for en videre temperatursenkning er Ozon og UV-behandling.

6.4.2 Kommentar

Det engelske lovverket gir i stor grad de samme anbefalingene som gjøres i Norge og Sverige når det kommer til temperatur-krav ved varmebehandling på tappevann. Det er for øvrig det eneste lovverket som ble gjennomlest som sa spesifikt at det er mulig å senke temperatur på varmt tappevann under 60 °C dersom det ble benyttet biocidbehandling. Veilederen gir også en anbefaling når det kommer til drift-, kontroll- og vedlikeholdsrutiner i forbindelse med biocidbehandling.

Biologiske barrierer blir ikke ansett som tilstrekkelig for å omgå temperaturkravet.

6.5 Tyskland

6.5.1 Lovverk

Tyskland er underlagt de samme føringer som alle andre EU-land i henhold til ELDSNet sin veileder. Det eksisterer en standard i Tyskland som heter DVGW 551, der det stilles krav til anleggsutforming for både større og mindre anlegg. Skillet mellom større og mindre anlegg går på en fyllingsmengde på 3 liter i rørnett mellom veksler/bereder og utstyr. Større anlegg har krav om en temperatur ≥ 60 °C ut fra bereder, og maks temperaturfall i sirkulasjonsledning på 5 °C. Mindre anlegg har ikke krav om sirkulasjonsledning, men det anbefales også her en temperatur på 60 °C. Videre angis det at mindre anlegg aldri skal ha en turtemperatur under 50 °C på varmtvannet.

6.5.2 Kommentar

For større anlegg er 60 °C et minstekrav når det kommer til temperatur ut fra bereder eller veksler. For mindre anlegg angis det kun som en anbefaling å ha en temperatur på 60 °C, med en mulighet for å tidvis ha en lavere temperatur så lenge den ikke faller under 50 °C. Dette betyr at krav og anbefalinger i Tyskland reflekterer hva som angis i EU-regelverket. Kjemisk behandling nevnes ikke som et mulig behandlingsalternativ i DVGW 551.

7 Trondheim kommune

Trondheim kommune ble kontaktet for å høre om kommunen har noen holdninger vedrørende legionellasikring. Trondheim kommune har ingen spesiell holdning til dette, annet enn at det beskrives ekstratiltak for legionellasikring som en opsjon for høyrisikobygg. Typiske bygg som utløser krav om ekstra sikringstiltak er sykehus, helse- og velferdssenter og lignende. Det benyttes i stor grad fortsatt tradisjonell varmebehandling med spyletiltak i de fleste bygg. Noen bygg har fått ettermontert biologiske barrierer (grovfilter, finfilter, UV) som følge av at det har vært registrert forhøyede verdier ved vannprøvetaking.

8 Vurdering av tiltak for lavtemperatur fjernvarme

Ved benyttelse av lavtempererte varmesystemer, vil ikke varmebehandling som et sikringstiltak være mulig uten benyttelse av en ekstra varmekilde. Ved benyttelse av lavtemperert fjernvarme, kan temperaturen etter varmeveksler ligge på temperaturer hvor legionellabakterien kan vokse. Dette medfører en fare for oppblomstring av legionella i biofilmen i rørnettets eller i beredere.

Hvilke tilleggstiltak som bør anbefales på ulike bygg er direkte avhengig av hvilke temperaturer som er oppnåelig på varmtvannet.

Per dags dato anses det som mest realistisk å kunne omgå anbefaling i Vannrapport 123 for periodisk oppvarming på varmtvannet opp til 70 °C. Minimumstemperatur etter fjernvarmeveksler bør ikke være lavere enn 60 °C, siden en da må tilsette vannet kjemikalier for å holde det bakteriefritt.

Ulike løsninger for ulike temperaturnivå bør drøftes videre i samarbeid med FHI og SINTEF Byggforsk.

8.1 Valg av type legionellasikringssystem

Uavhengig av hva ulike leverandører sier angående deres sikringssystem mot legionella, så er alle forvaltere og driftere av bygg underlagt internkontrollforskriften, som forteller at alle bygg skal kontrolleres og testes jevnlig. Alle bygg skal kontrolleres jevnlig (iht. risikovurdering), og det skal utarbeides en rutine for å ha kontroll på anlegget. Dette betyr at uavhengig av valgt systemløsning, så må det jevnlig tas vannprøver av anlegget for å være sikker på at anlegget er fritt for skadelige bakterier.

Tiltakene som er beskrevet tidligere i denne rapport kan inndeles i to hovedgrupper:

1. Biologiske barrierer (aktuelt for temperaturer >60 °C)
2. Kjemisk behandling (åpner for temperaturer <60 °C, men krever andre driftsrutiner)

8.1.1 Biologiske barrierer

Eksempler på biologiske barrierer er ultrafiltrering med grovfilter, UV-bestråling, ultralyd. Biologiske barrierer plasseres typisk på vanninntaket, og hindrer nye bakterier i å komme inn i anlegget. Biologiske barrierer har ingen vannbehandling nedstrøms i anlegget.

Ved å ettermontere en biologisk barriere i et anlegg, vil en fortsatt ha fare for oppblomstring i eksisterende biofilm i anlegget dersom temperaturene ligger til rette for dette. I et helt nytt anlegg vil en biologisk barriere i teorien hindre alle bakteriene i å komme inn i anlegget, dersom denne er aktiv under første fylling av anlegget.

Ved drifts- eller vedlikeholdsfeil ved bruk av biologiske barrierer, vil bakterier kunne komme inn i anlegget. Dersom temperaturene i anlegget ligger til rette for bakterievekst, vil anlegget måtte renses kjemisk.

Ved benyttelse av filter, vil tilkomst av amøber reduseres, samt at forsyning av nye bakterier til systemet stoppes. Det anses derfor som mulig å kunne kartlegge for muligheten for å omgå anbefaling om periodisk oppvarming. Det er per dags dato ikke åpnet for å senke temperaturen lavere enn 60 °C på varmtvannskretsen ved benyttelse av biologiske barrierer.

Benyttelse av biologiske barrierer for anlegg med temperaturer lavere enn 60 °C kan være aktuelt for mindre anlegg med lav risiko og liten fyllingsgrad, som eneboliger, rekkehus og lignende.

Benyttelse av biologiske barrierer som eneste legionellasikringstiltak anses som en vesentlig risiko. Dersom dette skal vurderes som et mulig tiltak for temperaturer lavere enn 60 °C bør det gjøres mer forskning på dette.

8.1.2 Kjemisk behandling

Eksempler på kjemisk behandling er klor, hydrogenperoksid, klordioksid, sølv- og kobberionisering og anodisk oksidasjon. Den kjemiske effekten ved benyttelse av anodisk oksidasjon er avhengig av saltinnholdet i vannet, og vil derfor ha en noe variabel virkning nedstrøms i anlegget.

Anlegg som renses ved hjelp av kjemisk behandling har som oftest en større effekt nedstrøms, men denne effekten er også avhengig av vannkvalitet og valgt løsning.

Ved benyttelse av kjemisk behandling som har en nedstrøms behandling, angir noen leverandører at varmebehandling ikke vil være nødvendig. Temperatur på varmtvannet kan også senkes til typisk 50 °C. Kjemisk behandling som per dags dato har dokumentert god effekt, og dermed kan unngå krav til varmebehandling er:

- Kobber- sølvionisering
- Hydrogenperoksid
- Klordioksid
- Klor

Kjemisk behandling anses som aktuelt for større anlegg, der det er flere brukere og større risiko for å ha stillestående vann i lengre perioder. Kjemisk behandling har en betydelig større drifts og vedlikeholdskostnad i forhold til biologiske barrierer, på grunn av tilsetning av kjemikalier i vannet.

8.2 Aktuelle aktører for vurdering av sikringstiltak

Hovedaktørene for videre bearbeiding angående lavtemperatur varmtvannssystemer er SINTEF og FHI. Selv om anbefaling fra FHI beskrevet i Vannrapport 123 ikke er lovfestet, er dette ansett som beste tilgjengelige praksis for anleggsutforming. Det henvises også til Vannrapport 123 i lovverket for å få veiledning til hvordan en kan tilfredsstille kravene. FHI har et tett samarbeid med SINTEF i forbindelse med utarbeidelse og utvikling av Vannrapport 123.

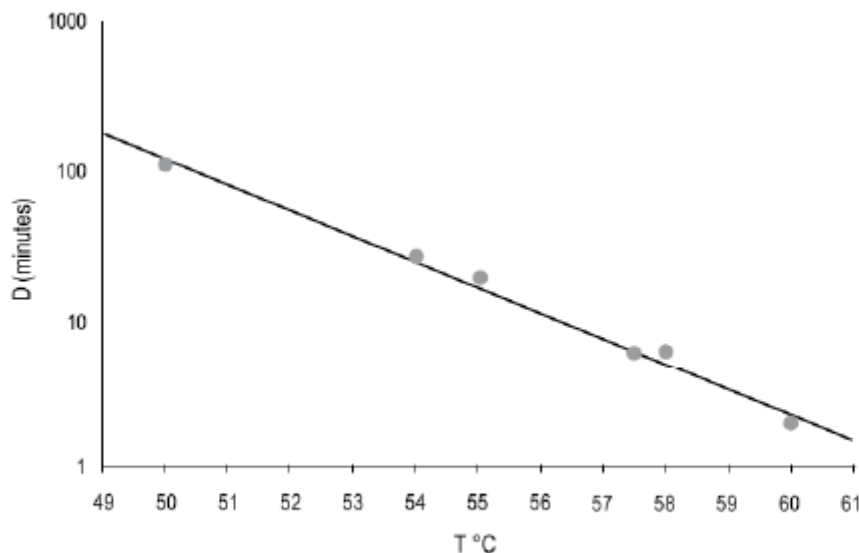
Ved benyttelse av lavtemperatur varmtvannssystemer, må en per dags dato behandle vannstrømmen nedstrøms i rørnett for å være sikker på å ikke få oppblomstring inne i anlegget. Mange ulike leverandører har blitt kontaktet i forbindelse med utarbeidelse av denne rapporten, og de eneste som åpner for senkning av temperatur på varmtvann er de som tilbyr kjemisk behandling av vann.

Leverandørene av ulike løsninger for legionellasikring har også ekspertise på området, og bør involveres i en videre prosess. Eksempler på større aktører som leverer ulike legionellasikringstiltak er:

- Apurgo AS
- Norkjemi AS
- Lime Vannteknologi AS
- TermoRens AS
- Z Energi AS
- Sanosil Norge AS

9 Konklusjon

De ulike legionellasikringstiltakene som ikke baseres på varmebehandling kan deles inn i to hovedgrupper. Disse er biologiske barrierer og kjemisk behandling ved hjelp av biocider. Bruksområdet for disse gruppene av legionellasikringssystemer avhenger av om vanntemperaturen er over eller under ca 60 °C. Dette med bakgrunn i levetiden for legionellabakterier, vist i Figur 3.



Figur 6.1 Tid i minutter (D) for 90 % reduksjon av *Legionella pneumophila* serogruppe 1 som funksjon av temperatur (5)

Figur 3 Legionellareduksjon som funksjon av temperatur

Biologiske barrierer anses som egnet som tiltak for legionellasikring for temperaturer fra 60 °C og høyere. Ved en lavere temperatur enn dette, vil det være en risiko for at temperatur på sirkulasjonsledningen faller under 55 °C. Legionellabakterien kan fortsatt overleve ved å «gjemme» seg i biofilmen på innsiden av røret, men tanken er at bakterien skal dø hurtig når den kommer ut i vannstrømmen. Muligheten for en eventuell videre senkning av temperatur med biologiske barrierer bør eventuelt kartlegges i samarbeid med FHI og SINTEF.

Kjemisk behandling ved hjelp av biocider åpner for å senke temperaturen under 60 °C. Dette betyr at legionellasikring kun gjøres ved hjelp av de tilsatte kjemikaliene. Feil i drift ved kjemisk behandling er ikke like kritisk som for biologiske barrierer. Dette fordi at det alltid tilsettes virkestoff til vannstrømmen ved normal drift. Ved en eventuell driftsfeil vil en derfor kunne tappe på ulike tappepunkter, og vannet i systemet vil behandles på nytt. Dette er ikke mulig ved benyttelse av biologiske barrierer.

Driftserfaringer ved benyttelse av ulike løsninger er variert. Det viser seg at det er utfordrende å holde høye nok temperaturer ute på ulike anlegg for å forhindre oppblomstring av legionella. Ved høy begroing av biofilm, har det vist seg at varmebehandling over en lengre periode heller ikke er tilstrekkelig. De mest negative erfaringene er tilknyttet energisparetiltak, med forvarming av varmt tappevann med varmepumpe.

Vannrapport 123 er ikke en del av det norske lovverket, men er en veileder for hvordan en kan tilfredsstille de generelle kravene som beskrives i lovverket. Lovverket sier i kort form at det ikke skal ligge til rette for legionellavekst i tekniske anlegg i bygg. Vannrapport123 er erfaringsbaserte anbefalinger fremfor lovfestede krav.

Dette betyr at det kan benyttes andre metoder enn varmebehandling for å sikre et anlegg mot legionella. Dersom alternativ vannbehandling skal benyttes som sikringstiltak, må effekten dokumenteres av leverandør. Derfor anses både FHI, SINTEF Byggforsk og leverandører som viktige samarbeidspartnere for å vurdere systemløsninger for lavtemperert fjernvarme.