



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

Legionella problematikk i vann distribusjonssystem



Bacheloroppgave utført ved
Høgskolen Stord/Haugesund – Studie for ingeniørfag

Maskin, Energi- og Prosessteknikk

Av: Einar Ove Hukset

Kand.nr. 46

Haugesund

Våren 2009

BACHELOROPPGAVE

Studentens navn: Einar Ove Hukset

Linje & Studieretning Maskin, Prosess- og energiteknikk

Oppgavens tittel: Legionella problematikk i vanddistribusjonssystem

Oppgavetekst:

Design av vanddistribusjonssystem med tanke på Legionella problematikk.

På bakgrunn av innsamlet materiale fra litteraturstudium, samtaler og seminar, identifisere hvilke tilstander og komponenter som favoriserer formering av Legionella.

Vurdere ulike metoder for kontroll, prøvetaking og behandling.

Vise hvordan et vanddistribusjonssystem bør designes for å eliminere vekst av Legionella bakterier i slik grad at smittefare via aerosoler unngås. Anlegget skal overholde gjeldende lover og forskrifter.

Vurdere vanddistribusjonssystemet på boligmodulen Gjøa.

Endelig oppgave gitt: Fredag 6. mars 2009

Innleveringsfrist: Fredag 8. mai 2009 kl. 12:00

Interne veiledere: Jorun Nysted & Gunnar Thuestad – HSH

Eksterne veiledere: Frank Hauvik & Frode Råen – Leirvik Module Technology

**Godkjent av
Studieansvarlig:**

Dato:

Forord

Rapporten er hoveddelen av faget ING3006 Hovedprosjekt. Faget er delt i en skriftlig rapport og en muntlig prosjektpresentasjon. Hovedprosjektet har som mål at studenten skal bruke lærdom fra studiet til å løse en konkret problemstilling tilknyttet ett eller flere av underviste fagområder. Oppgaven kan være gitt av høyskolen eller et reelt problem som ønskes fokusert på av en bedrift. Prosjektet utføres vanligvis i en gruppe, men denne oppgaven er valgt løst enkeltvis av geografiske og praktiske hensyn.

Oppgaven er gitt av Leirvik Module Technology og retter fokus på design av vanndistribusjonssystem som oppfyller lovpålagte krav om tilfredsstillende sikkerhet mot spredning av *Legionella* smitte.

Leirvik Module Technology er en av verdens ledende bedrifter i konstruksjon og bygging av boligmoduler i aluminium for oljeinstallasjoner offshore. Bedriften, som ble startet i 1974 under navnet Leirvik Sveis, har sitt hovedsete på Stord, med et fabrikkasjonsområde på til sammen 150.000 m². Bedriften sysselsetter ca 400 ansatte, de fleste på Stord.

Rapporten inneholder et stort antall referanser. American Psychological Association sin standard (APA) som baseres på forfatter – årstall – systemet, anbefalt av Høgskolen Stord/Haugesund, er brukt som referansestandard. Kilder til henvisninger i teksten ved forfatternavn og årstall finnes bak i rapporten under referanser. Illustrasjoner og figurer brukt i rapporten er også omfattet av referansesystemet. Latinske navn er skrevet med kursiv. Fremmedord og uttrykk forklares i tekst eller som fotnoter. Rapporten er ment å kunne leses og forstås uten bakgrunnskunnskaper.

En stor takk for veiledning og informasjon rettes til:

- Jorun Nysted – intern veileder, HSH
- Gunnar Thuestad – intern veileder, HSH
- Frank Hauvik – ekstern veileder, Leirvik Module Technology
- Frode Råen – ekstern veileder, Leirvik Module Technology
- Øvrig personale ved Avdeling for Mekanisk prosjektering, Leirvik Module Technology
- Erika Catrine Ahlen – seniorforsker mikrobiologi, SINTEF
- Ragnhild Wiik – research director, IRIS

Stord 30. april 2009

Einar Ove Hukset

Innhold

Forord.....	II
Sammendrag	XI
1 Innledning	1
1.1 Bakgrunn for oppgaven	1
1.2 Mål	2
2 Metode	3
2.1 Fremdriftsplan MS Project.....	3
2.2 Litteraturstudie	3
2.3 Samtaler og telefonintervju.....	3
2.4 Seminar	4
2.5 Risikoanalyser og sykdom	4
2.6 Illustrasjoner	4
3 Legionella	5
3.1 Legionella historikk	5
3.2 Forekomst	6
3.3 Vekstbetingelser.....	7
3.3.1 Temperatur.....	7
3.3.2 Protozoer, amøber, makrofager.....	8
3.3.3 Biofilm	9
3.4 Smitte	10
3.4.1 Smittespredning og overføring	10
3.4.2 Smittekilder.....	11
4 Legionellose.....	13
5 Lover, forskrifter og veiledere	14
5.1 Lover	14
5.1.1 Smittevernsloven (1994).....	14

5.1.2 Plan og bygningsloven (1985)	14
5.1.3 Kommunehelsetjenesteloven (1982).....	14
5.1.4 Arbeidsmiljøloven (2005).....	14
5.2 Forskrifter	15
5.2.1 Forskrift om miljørettet helsevern (2003).....	15
5.2.2 Forskrift for badeanlegg, bassengbad og badstu (1996).....	15
5.2.3. Forskrift om krav til byggverk – TEK (1997)	15
5.2.4 Drikkevannsforskriften (2001).....	16
5.2.5 Forskrift om drikkevann, flyttbare innretninger (1987).....	16
5.2.6 Forskrift om vern mot biologiske faktorer (1997)	16
5.2.7 Internkontrollforskriften (1996).....	16
5.2.8 Biocidforskriften (2003)	17
5.3 Veiledere	17
5.3.1 Veiledning til TEK (2003)	17
5.3.2 Folkehelseinstituttets veileder.....	17
5.3.3 EWGLI sin veileder	18
5.3.4 WHO sin veileder	18
5.3.5 Sammenligning av veiledere.....	19
6 Distribusjonssystem	20
6.1 Kilder	20
6.1.1 Drikkevann offshore	21
6.2 Komponenter.....	22
6.2.1 Installerte komponenter	22
6.2.2 Eksterne komponenter	23
6.3 Materialer.....	23
6.3.1 Plast.....	23

6.3.2 Kobber.....	24
6.3.3 Aluminium	25
6.3.4 Jern og stål	25
6.3.5 Rustfritt/Syrefast stål	26
6.3.6 Titan	26
6.3.7 Naturprodukt	27
6.4 Kaldt vann.....	27
6.4.1 Temperatur	28
6.4.2 Vanntanker	28
6.4.3 Ledningsnett.....	28
6.4.4 Toalett	29
6.4.5 Sprinkler -, vanntåke - og oversvømmingsanlegg	29
6.4.6 Eksterne komponenter	30
6.5 Varmt vann.....	30
6.5.1 Temperatur	31
6.5.2 Beredere, vannvarmere	31
6.5.3 Ledningsnett.....	32
6.5.4 Blandeventiler	32
6.5.5 Tappepunkter	33
6.5.6 Blandebatteri	33
6.5.7 Dusjer.....	33
6.5.8 Boblebad	34
6.5.9 Nøddusjer.....	35
7 Behandling	36
7.1 Forebyggende.....	36
7.2 Akutt behandling.....	36

7.3 Rengjøring.....	36
7.4 Varmebehandling	36
7.5 Kjemisk behandling	37
7.5.1 Fritt klor	38
7.5.2 Monokloramin.....	39
7.5.3 Klordioksid	39
7.5.4 Ozon.....	40
7.5.5 Hydrogenperoksid.....	40
7.5.6 Kopper- / sølvioner	40
7.5.7 Andre kjemikalier	41
7.6 Filter.....	41
7.6.1 Grovfilter.....	42
7.6.2 Finfilter	42
7.7 UV-stråling	42
7.8 Andre behandlingsmetoder	43
7.9 Sammenligning av behandlingsmetoder	44
8 Drift, Vedlikehold og prøvetaking.....	45
8.1 Risikovurdering.....	45
8.2 Prøvetaking	45
9 Diskusjon	46
9.1 Synsing kontra evidens	46
9.2 Legionellabakterien og legionellose	47
9.3 Biofilm versus Legionella.....	48
9.4 Inntaksvannet	49
9.5 Distribusjonsanlegget.....	49
9.5.1 Saktestrømmende og stillestående vann	49

9.5.2	Temperaturer.....	50
9.5.3	Materialvalg.....	51
9.5.4	Installasjoner offshore.....	52
9.5.5	Vannvarmere.....	52
9.5.6	Aerosoldannende enheter.....	52
9.6	Varme-, kjemisk- eller annen vannbehandling.....	55
9.6.1	Eldre anlegg.....	58
9.6.2	Nye anlegg.....	58
9.7	Risikovurdering og overvåking.....	58
9.8	Økonomi.....	59
9.9	Oppsummering.....	60
10	Gjøa.....	61
10.1	Boligmodulen.....	61
10.2	Vannfordistribusjonssystemet.....	61
10.2.1	P & ID.....	62
10.3	Varmtvannsanlegget.....	63
10.3.1	Vannvarmere.....	63
10.3.2	Ledningsnett og tappepunkt.....	64
10.3.3	Varmebehandlingsanlegget.....	65
10.4	Evaluering av anlegg Gjøa LQ.....	67
10.4.1	Kaldtvannssløyfer.....	68
10.4.2	Vannvarmere.....	69
10.4.3	Varmtvannssløyfer.....	69
10.4.4	Varmtvannsbehandlingssystemet.....	70
10.4.5	Prosedyre.....	70
10.4.6	Oppsummering.....	72

10.5 Alternativ løsning Gjøa LQ	73
11 Løsninger for tørrlegging av dusjer	77
11.1 Hurtigkobling på dusjslange	77
11.2 Selvdrenerende dusjbatteri.....	78
11.3 Selvdrenerende dusj med lufttørking	79
12 Konklusjon.....	80
13 Litteraturliste/referanser.....	82
14 Vedleggsliste.....	93
Vedlegg A Referat fra legionellaseminar	93
Vedlegg 4A Legionellose – legionærsykdom og Pontiacfeber.....	101
Vedlegg 5A Forskrift om miljørettet helsevern, kapittel 3a	107
Vedlegg 5B TEK 97, kapittel IX Installasjoner.....	108
Vedlegg 5C Folkehelseinstituttets veileder, sammendrag	114
Vedlegg 5D EWGLI sin veileder, sammendrag	118
Vedlegg 5E WHO sin veileder, sammendrag	120
Vedlegg 5F Sammenligningstabell mellom veiledere	121
Vedlegg 7A Sammenligningstabell behandlingsmetoder	124
Vedlegg 8A Risikovurdering, drift og analyser	127
Vedlegg 10A P&ID Gjøa, beredere 5. etasje	136
Vedlegg 10B P&ID Gjøa, seksjon sør	137
Vedlegg 10C P&ID Gjøa, seksjon nord.....	138
Vedlegg 10D P&ID Gjøa, varmebehandlingssystem	139
Vedlegg 10E P&ID Gjøa, prosedyre varmebehandling.....	140
Vedlegg 10F P&ID Gjøa, forslag varmtvannssirkulasjon	143

Figur-, og tabelliste

Tabell 1 Sammenligning av anbefalte temperaturer mellom veiledere	19
Tabell 2 Identifikasjon TAG 53L9019-0150WD-TS02-9013N	63
Tabell 3 Identifikasjon TAG 53L9119-0125WD-TS02-1019Y	63
Figur 24 Utdrag P&ID, utsnitt 11A, Trykk- og temperatursikring av beredere	64
Figur 26 Utdrag av P&ID, utsnitt 11B Vedlegg 10A, varmebehandling GjØa, ventiler for omdirigering av varmtvann og tilførsel av instrumentluft	66
Figur 27 Utdrag av P&ID, utsnitt 11C Vedlegg 10B, varmebehandling GjØa.....	66
Figur 28 GjØa, utsnitt 13A Vedlegg 10A. Løsning for temperaturheving i anlegget med 5 °C	73
Figur 29 GjØa, utsnitt 13B Vedlegg 10A. Oppretting av injeksjonspunkt for kjemisk behandling.....	74
Figur 30 GjØa, utsnitt 13C Vedlegg 10C. Monteringspunkt for tilbakeslagsventiler 6. etasje	74
Figur 32 GjØa, utsnitt 13E Vedlegg 10B. Nytt tappepunkt 1. etasje	75
Figur 31 GjØa, utsnitt 13D Vedlegg 10C. Monteringspunkt for tilbakeslagsventil til matvarmer i kantine	75
Figur 33 GjØa, utsnitt fra Vedlegg 10F. Detalj av P&ID for sirkulasjonssløyfe med bypass og drenering.	76
Figur 34 Dusjslange påmontert hurtigkobling for enkel drenering av dusjhode og dusjslange.	77
Figur 35 Selvdrenerende dusjbatteri som vil tømme dusjhode, dusjslange og blandebatteri for vann ved avstenging.....	78
Figur 36 Selvdrenerende dusj med lufttørking	79
Tabell 4 Sammenligning av symptomer mellom legionærsykdom og Pontiacfeber	102
Tabell 5 Registrerte tilfeller av reiserelatert legionærsykdom i Europa fra 1995 til 2004	103
Figur 37 Registrerte tilfeller av legionærsykdom i Norge.	104
Tabell 6 Fordeling smittesteder mellom Norge og utland ved legionærsykdom hos nordmenn.	105

Tabell 7 Aldersfordeling og kjønn ved legionærsykdom i Norge	105
Tabell 8 Anbefalte tiltak ved Preflush og Postflush prøvetakingsmetode før og etter spyling av tappesteder.....	117
Tabell 9 Tiltaksgrenser for kimtall og <i>Legionella</i> målt i kolonidannende enheter per liter (cfu/l).....	119
Tabell 10 Tiltaksgrenser ved påvising av <i>Legionella</i> målt i antall kolonidannende enheter per liter (cfu/l) for noen land.....	121
Tabell 11 Sammenligning mellom veiledere.	121
Tabell 12 Sammenligning av tiltak og behandlingsmetoder for vanddistribusjonssystemer, fordeler og ulemper.....	124
Figur 38 Plan for sikkert vann WSP	129
Figur 39 Dip-slide vannanalyse, fra Accepta (Dip-slide)	133

Sammendrag

Rapporten identifiserer og drøfter ulike faktorer som påvirker en god design av et vanddistribusjonssystem med hensyn på legionellaproblematikk. Med vanddistribusjonssystem menes intern drikkevannsforsyning fra inntak i bygning eller installasjon til og med tappesteder med tilhørende innretninger. Kjøletårn, luftskrubber og offentlige badeanlegg med basseng kan behandles med stoffer og konsentrasjoner som ikke er tillatt å tilsette i drikkevann. Slike innretninger er ikke omfattet av denne oppgaven.

Legionella er en vannlevende bakterie som finnes i vann over hele verden. Ved gunstige betingelser kan bakterien formere seg i vanddistribusjonssystemer og smitte mennesker med den potensielt dødelige lungesykdommen legionærsykdom, oftest via aerosoler. Sykdommen rammer risikogrupper som eldre og personer med nedsatt immunforsvar. Pontiacfeber er en mildere, influensalignende utgave av sykdommen som rammer alle.

Tiltak mot *Legionella* er lovpålagt og skal dokumenteres. Faktorer som påvirker oppvekstvilkårene til *Legionella* er vannkvalitet, vanntemperatur, materialvalg, tekniske løsninger og vannbehandlingsmetoder. Risikoanalyser er et viktig verktøy for å bestemme og dokumentere tiltak, effekt, prosedyrer og behandlingsmetoder.

Det tas utgangspunkt i at norsk drikkevann normalt er rent og uten sjenerende smak og lukt. Vannbehandlingsmetoder og tekniske løsninger som ikke innebærer kjemikaliebruk skal foretrekkes ut fra et helse- og miljømessig standpunkt, dersom forutsetningen om tilfredsstillende beskyttelse mot *Legionella* kan opprettholdes.

Studiet viser at faktorer som temperatur, sirkulasjon og tørrlegging av lite brukte tappesteder er avgjørende i en vellykket design med hensyn på legionellaproblematikk. Periodisk eller akutt rengjøring etterfulgt av desinfeksjon utføres ved behov og skal begrunnes gjennom overvåking og ved hjelp av jevnlige og oppdaterte risikoanalyser. Aerosoldannelse skal unngås der vandusjen kan erstattes med vann som strømmer som regn uten at funksjonaliteten forringes, eksempelvis i nøddusjer. Vitenskapelig testing over lang tid, både i laboratorium og i felten, av metoder som kan ha god effekt på eksisterende mikrobiologiske organismer innad i distribusjonsanlegget, uten bruk av kjemikalier, anbefales på de sterkeste.

Vanddistribusjonsanlegget på boligmodulen Gjøa beskrives og evalueres. I boligmodulen er varmebehandling med varmtvann på 80 °C via dedikerte ledninger, som tømmes og tørkes med instrumentluft, valgt som periodisk og akutt desinfeksjonsmetode mot *Legionella*. Varmtvannstemperaturen i anlegget holdes på 55 °C ved hjelp av varmekabler langs varmtvannsledninger, lite brukte tappesteder gjennomspyles ukentlig med normalt kaldt og varmt vann. Endringer som foreslås er å isolere deler av anlegget med tilbakeslagsventiler, tilrettelegge for eventuell kjemisk behandling og opprette kontrollpunkt for

temperaturovervåking. Rengjøring og desinfeksjon av anlegget utføres periodisk ved behov, begrunnet av risikovurdering og overvåking. Løsninger for sirkulasjon, varmebehandling og tørrlegging av anlegget, helt eller delvis, vises ved hjelp av modifiserte P&ID tegninger.

Ideer for tørrlegging av utsatte tappesteder som dusjer, med tilhørende ledningsnett, illustreres med tegninger. Tørrlegging vil eliminere Legionella. En enkel manuell metode er hurtigkobling på dusjslange som kobles fra blandebatteriet etter bruk, noe som vil tømme dusjslange og dusjhodet for vann. Blandebatteri, slange og hodet kan også tømmes ved hjelp av en innebygget kuleventil i blandebatteriet som slipper ut vannet når blandebatteriet stenges. En sofistikert automatisert løsning er å tømme tappestedet inn til sirkulasjon ved hjelp av 3-veis magnetventiler som opereres av en styresentral. Er instrumentluft tilgjengelig, kan denne forvarmes av varmtvannsledningen og blåse ledning og tappested tørt.

1 Innledning

1.1 Bakgrunn for oppgaven

Legionella er en vannlevende bakterie som er en naturlig del av de mikrobiologiske organismene som normalt befinner seg i ferskvann over hele verden. Innen *Legionellaceae* familien er det hittil identifisert 51 arter og 70 undergrupper (serotyper). *Legionella pneumophila* [*L. pneumophila*], serotype 1, er antatt å forårsake flest smittetilfeller. I rapporten vil benevnelsen *Legionella* referere til alle arter av familien. Den er harmløs i sitt naturlige miljø, men kan formere seg i store mengder ved gunstige vekstmiljø. Bakterien infiserer lungene til mennesker vanligvis via finfordelte vandrdåper, aerosoler, som inhaleres og forårsaker legionærsykdom, en potensielt dødelig lungebetennelse.

Legionella var nesten et ukjent begrep i Norge før et utbrudd fra et kjøletårn i Stavanger i 2001 medførte 7 dødsfall blant 28 syke. Legionærsykdom var noe som kunne ramme en og annen ferierende sørover i Europa. Stor oppmerksomhet i media satte økt fokus på legionellabakterien og hvilken fare den kunne representere. Et nytt stort utbrudd i Sarpsborg i 2005 med 103 smittede der 10 døde fikk fortløpende oppmerksomhet i arbeidet med å identifisere innretninger som kunne utgjøre smittefare, og hvilke tiltak som ville være effektive mot *Legionella*. Sannsynligvis var smitekilden en luftskrubber som renses av gasser ved hjelp av en vanddusj.

Tilgjengelig informasjon og veiledere var sterkt preget av synsing og lite evidensbaserte. Anleggseiere prøvde fortvilet å rydde opp i gamle installasjoner som manglet enhver form for oppdaterte tegninger og forebyggende vedlikehold. Behandling med mer eller mindre effektive metoder ble igangsatt.

Lovverk som stiller konkrete krav til at anlegg skal gi tilfredsstillende beskyttelse mot spredning av *Legionella* via aerosol ble innført 1. januar 2008. Dermed må forebyggende tiltak som sikrer anlegg som kan spre smitte implementeres i både nye og gamle anlegg.

Denne studien vil ta for seg drikkevannsdistribusjonssystem og innretninger knyttet til dette, og som er underlagt bestemmelser for tilsetninger i drikkevann. Med distribusjonssystem menes internt anlegg fra inntak i bygning eller installasjon til og med tappesteder. Avløpssystem er ikke inkludert. Med fordelingsnett menes vannledninger fra kilder til inntak i bygning eller installasjon. Vannverk og fordelingsnett til inntak vil ha betydning for vannkvaliteten inn til distribusjonssystemet, og vil bli kommentert. Installasjoner som kjøletårn, luftskrubber og overrislingsanlegg vil ikke inngå som en del av oppgaven, siden disse kan desinfiseres med stoffer og doseringskonsentrasjoner som ikke er tillatt brukt i drikkevann, men blir nevnt der det er relevant. Offentlige badeanlegg med basseng, sauna og boblebad er av samme årsak utelatt.

Tilgjengelig informasjon om *Legionella* identifiserer hvilke betingelser som favoriserer oppvekst og formering av bakterien, hvordan smitte overføres til mennesker og hvilke grupper som er mest utsatt, samt hvordan materialvalg og komponenter knyttet til et drikkevannfordistribusjonssystem påvirker *Legionella* i systemet.

Forebygging av smittefare for *Legionella* inkluderer god design på anlegg og enkeltkomponenter, jevnlig risikoanalyser, overvåking, instruksjoner for vedlikehold og prosedyrer ved akutte situasjoner som utbrudd.

Det benyttes en rekke ulike vannbehandlingsmetoder, kontinuerlige, periodiske og akutte, for legionellabekjempelse. Vannbehandling med kjemikalier er vanligvis basert på klor, andre metoder er mekaniske behandlingssystemer som filtre og UV-bestråling.

Drikkevannet i Norge er rent og i de fleste steder uten sjenerende smak og lukt. Kun i unntakstilfeller er det forbundet med helsefare å drikke vann rett fra springen. Det anses fordelaktig ut fra både et kvalitetsmessig, helsemessig og miljømessig standpunkt å minimere tilsetninger av kjemikalier. Mottagere av drikkevann vil for eksempel ikke uten videre godta at vannet smaker og lukter av klor, tungmetaller som sølv og kobber er uønskede utslipp i miljø. Det vil derfor bli fokusert på løsninger der bruk av kjemikalier til å kontrollere *Legionella* unngås i mest mulig grad.

1.2 Mål

Oppdragsgiver, Leirvik Module Technology [Leirvik MT], er leverandør av boligmoduler til oljeinstallasjoner offshore. Vandfordistribusjonssystemet i boligmoduler skal, som alle fordelusjonssystemer, ha dokumenterte forebyggende tiltak og prosedyrer mot *Legionella*. Det er derfor ønskelig å skape en design på fordelusjonsanlegg for drikkevann som i størst mulig grad eliminerer faren for *Legionella* utbrudd.

Boligmodulen til den halvt nedsenkbare plattformen GjØa er under bygging på Leirvik MT. Vandfordistribusjonssystemet er designet med tiltak for kontroll av *Legionella*. På bakgrunn av studien vil anlegget på boligmodul GjØa bli vurdert og eventuelle forbedringer foreslått. Etter ønske fra oppdragsgiver er GjØa behandlet samlet i ett kapittel.

Målet er å lage en god design på drikkevannfordistribusjonssystemer som ivaretar krav til tilfredsstillende beskyttelse mot spredning av *Legionella*. Løsningene er ikke spesielt for boligmoduler på offshoreinstallasjoner, men vil kunne brukes på vandfordistribusjonssystemer generelt. Design omfatter også rutiner og prosedyrer for dokumentert kontroll, overvåking og vedlikehold, forebyggende, kontinuerlige, periodiske og akutte tiltak.

2 Metode

Legionellaproblematikk er et meget omfattende tema som er preget av mange myter og lite evidensbasert informasjon. Informasjonen er universell, derfor ble internett en viktig kilde. Deltagelse ved et legionellaseminar og telefonhenvendelser til personer involvert i problematikken, ga nyanserte og personlige innspill som balanserte litteraturen samtidig som oppdatert informasjon om forskningsresultater og materiell ble utvekslet. Vurderingen av distribusjonsanlegget på boligmodulen Gjøa, som har nyskapende elementer med hensyn på legionellaproblematikk, ga studiet en praktisk innfallsvinkel til teorien.

2.1 Fremdriftsplan MS Project

Planleggingsverktøyet MS Project er brukt til utarbeiding av en detaljert arbeidsplan. Alle viktige milepæler (frister) er lagt inn. Arbeidet med rapporten er fordelt etter forventet og krevd progresjon, og plassert inn mellom milepælene for å forsikre at frister overholdes. Etter hvert ble avtalte og spontane møter samt et seminar lagt inn, sammen med ferier og andre planlagte oppgaver. Tilgjengelig tidsforbruk på de enkelte deler av oppgaven kan presenteres visuelt og gir god styring med fremdrift i forhold til tidsfrister.

2.2 Litteraturstudie

Omfanget av informasjon om *Legionella* på internett er enormt. Et søk på ”*Legionella*” i søkemotoren Google gir 326 000 treff. Mesteparten av disse treffene har liten relevans fordi informasjonen ikke kan verifiseres. Litteraturstudiet er derfor blitt begrenset til forskningsbaserte artikler som er publisert av vitenskapelige magasiner og databaser. Via biblioteket ved HSH Haugesund er det tilgang til flere gode databaser med teknisk og medisinsk innhold. De aller fleste forskningsbaserte artikler inneholder referanser til andre studier. Ved å lete opp refererte artikler, som igjen refererer til andre, ble det dannet et bilde av hvilke forskere som har arbeidet intensivt med temaet om *Legionella* de siste 30 år. Artikler med erfarne forskere og biologer ble foretrukket, de var så mange at faren for ensidig informasjon ikke var til stede. Artiklenes relevans ble vurdert ut i fra ekstrakt, for så å bli lest i fulltekst hvis innholdet sammenfalt med søkt tema. Bøker og ikke minst veiledere ble studert, særlig Folkehelseinstituttets ”Forebygging av legionellasmitte – en veiledning”. Den kom ut i revidert utgave midt i litteraturstudiet og konkretiserte en del av det som var meget diffust formulert i den forrige utgaven. Til sammen er flere tusen sider med litteratur gjennomlest.

2.3 Samtaler og telefonintervju

Samtaler med personer involvert i legionellaproblematikken inkluderer også personell ved Leirvik MT. Telefonhenvendelser og e-post blir brukt til å utdype problemstillinger og detaljer som ikke kommer frem i skriftlig eller nettbasert informasjonsmateriale. Telefonen er også en nyttig kilde til oppdatert informasjon.

2.4 Seminar

Norsk VVS forening avdeling Bergen avholdt et legionellaseminar i Bergen. Seminaret samlet fagpersoner og leverandører. Seminaret ga et informativt bilde av den nåværende status på legionellabekjempelse i Norge. Referat er vedlagt som Vedlegg A Referat fra legionellaseminar.

2.5 Risikoanalyser og sykdom

En risikoanalyse av et drikkevannsdistribusjonsanlegg vil identifisere hvilke faktorer som øker eller reduserer risikoen for legionellasmitte. Risikoanalyser inkluderer også overvåking, prøvetaking, prosedyrer og dokumentasjon. Faktorer som kan påvirke valg av kontinuerlige og periodiske tiltak mot *Legionella* er vannkvalitet inn på anlegg, benyttede materialer og komponenter, temperatur på varmt og kaldt vann, samt bruksfrekvens og sirkulasjon. Risikoanalyser vil også verifisere effekten av valgte tiltak, og er et meget nyttig verktøy til bekjempelse av *Legionella* i vandrdistribusjonsanlegg. Metoden brukes til å vurdere vandrdistribusjonsanlegget på Gjøa boligmodul.

Sykdomsbildet med symptomer, diagnostisering og risikogrupper er elementer som hører inn under omfanget av legionellaproblematikken i vandrdistribusjonssystem, slik at tiltak kan tilpasses brukere av anlegget, reell utbredelse av sykdom kartlegges og sporing av kilder til utbrudd utføres.

Risikoanalyser og sykdomsbilde er grundig behandlet og lagt ved som vedlegg slik at det tekniske, vandrdistribusjonssystemet, beholdes som en rød tråd gjennom oppgaven.

2.6 Illustrasjoner

P&ID (Piping/Process and instrumentation diagram) tegninger fra vandrdistribusjonsanlegget internt i Gjøa boligmodul er hentet fra Leirvik MT. Tegningene er produsert i 2D tegneprogrammet AutoCad av Leirvik MT. Modifikasjoner av P&ID vist som illustrasjoner i rapporten er utført ved hjelp av Paint.net tegneprogram, som er et middels avansert tegne- og billedredigeringsprogram med åpen kildekode (gratis). Denne løsningen er valgt for å kunne gi et visuelt lettfattelig inntrykk av hvilke forandringer som er foretatt. Også enkle illustrasjonsskisser av tørrlegging av lite brukte tappesteder er tegnet i Paint.net. Figurer og tabeller er satt inn i teksten der det er ønskelig å visualisere tekst og forenkle sammenligning mellom ulike parametre. Grafer er laget i Excel.

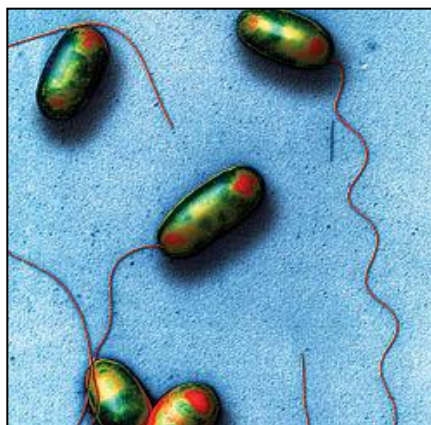
3 Legionella

Legionella er en vannlevende, Gram-negativ¹, stavformet bakterie med en typisk størrelse på 2-6 x 0,5 µm². (Folkehelseinstituttet 2009), Dierden (2008) angir størrelser på 0,3-0,9 µm bredde x 2-20 µm lengde.

Størrelsen avhenger av bakteriekulturens alder. Unge kulturer produserer coccobacilli, korte og brede bakterier, mens eldre kulturer kan produsere fila mente former, unormal lengdevekst, på opptil 20 µm (World Health Organization [WHO], 2007). Bakteriene er heterotrofe, som innebærer at de lever av organisk

materiale. De er også avhengig av oksygen, aerobe. Det er identifisert minst 50 arter og 70 undergrupper

(serotyper) av legionellabakterien, antall arter er økende (WHO, 2007). Slekten *Legionella* tilhører sannsynligvis en enkelt familie, *Legionellaceae*, (Fry, Warwick, Saunders & Embley, 1991). Den første arten som ble beskrevet, *L. pneumophila* (Figur 1) har 16 undergrupper. Nye arter av legionellabakterien er navngitt etter stedet de først ble påvist, som for eksempel *L.birminghamensis* og *L.parisiensis*. "L." er forkortelse for *Legionella*.



Figur 1 *Legionella pneumophila*, Foto Science Photo

3.1 Legionella historikk

Legionellabakterien fikk navnet sitt etter et akutt utbrudd av lungebetennelse blant delegatene i en konferanse for krigsveteraner, legionærer, i Philadelphia, USA. Konferansen ble holdt på Bellevue Stratford Hotel på Broad Street (Figur 2) i juli 1976. Totalt ble 221 personer smittet, 182 delegater og 39 personer som passerte hotellet der konferansen ble avholdt. 34 personer døde, noe som gir en dødelighet på 15,4 %. Hva som forårsaket sykdommen var ukjent, men den fikk navnet "Legionærsykdom". Etter et intenst arbeid i laboratoriet til Center of Disease Control, CDC, ble en til da ukjent bakterie påvist som smittestoff. Bakterien fikk navnet *Legionella pneumophila*. *Pneumophila* betyr "lunge-elsker". Tirsdag 17. januar 1977 ble funnet offentliggjort (Morbidity and Mortality Weekly Report (MMWR), 1997). Interessen fra pressen var



Figur 2 Bellevue Stratford Hotel, Philadelphia ca 1940

¹ De fleste vannbakterier er Gram-negative. Det betyr at bakteriens cellevegg består av lipopolysakkarider. Endotoksiner, som er giftig for mennesker, består for en stor del av lipopolysakkarider. (Vannforsyningens ABC, 2004)

² µm = 10⁻⁶ eller 1/1 000 000 meter, en tusendels mm

enorm, publikums reaksjoner varierte, godt beskrevet i en artikkel av Lori Heller (2002). Mikrobiolog Janet E. Stout identifiserte i 1982 bakteriekilden til vann fra vandndistribusjonssystemet (Stout et al., 1982)

Etter at *Legionella pneumophila* var isolert, ble dens DNA (Deoxyrihonucleic acid) sjekket mot mulig slektskap med lignende bakterier. En organisme kalt OLDA ble restituert i 1947 fra en pasient med en mild febersykdom. Denne organismen hadde mer enn 90 % slektskap til stammen fra *L. pneumophila*. En annen organisme, kalt WIGA, nå *L. bozemanii*, ble restituert i 1959 fra en bit av lungen til en pasient som døde av lungebetennelse (Brenner et al., 1980).

3.2 Forekomst

Legionella finnes overalt i naturlige og kunstige vannmiljø over hele verden. Bakterien er påvist i ferskvann (Fliermans et al., 1981), i tropiske farvann og sjøvann, (Ortiz-Roque og Hazen, 1987) og i antarktiske elver (Carvalho, Nastasi, Gamba, Foronda & Pellizari, 2006). Forekomsten i sjøvann utenfor Puerto Rico er sannsynligvis et resultat av tidsbegrenset overlevelse av bakterier som har blitt fraktet ut i sjøen med elver eller eroderte landmasser langs kysten. En studie i overlevelsessevnen til *L. pneumophila* serotype 1 viser at bakterien dør i sjøvann, mens overlevelsessevnen er sterkt redusert i brakkvann med et forhold 2:1, sjøvann/ferskvann. Med økende saltinnhold og temperatur avtar overlevelsessevnen. (Bennett, Bentham, 2006)

I sitt naturlige miljø forekommer *Legionella* i moderate konsentrasjoner. Med moderate, naturlige konsentrasjoner kan en studie av forekomsten av *L. pneumophila* i 67 elver og vann i USA illustrere. Antallet celler pr liter lå mellom 10 000 og 1 000 000 celler pr liter vann. Antall under 9100 celler pr liter vann var ikke mulig å detektere. Tettheten av legionellabakteriene var ekstremt lav og utgjorde kun 1 % av det totale antall bakterier i vannet (Fliermans et al., 1981). I tropiske strøk er opptil 100 000 000 celler pr liter vann estimert (Ortiz-Roque et al., 1987).

Legionella finnes også naturlig i fuktig jordsmonn, den er isolert fra plantejord i Australia (Robinson og Wallis, 2005). Det er også påvist *Legionella* i plantejord i Japan og USA, men ikke i Europa. Sannsynlig årsak til at den europeiske plantejorden ikke inneholder *Legionella* er at i Australia, Japan og USA komposteres sagflis og bark til plantejord, i Europa består komposten hovedsakelig av torv (Boer et al. 2006).

Infeksjoner fra plantejord er i følge de fleste rapporter utløst av *L. longbeachae* (WHO, 2007).

Legionella er syrerestistent og kan i kortere perioder motstå eksponering av pH 2,0. Bakteriene har blitt isolert fra naturlige miljøer med pH fra 2,7 i Yellowstone National Park til pH 8,3 (Sheehan, Henson & Ferris, 2005; WHO, 2007). Ved dyrking er optimal pH 6,8-7,0 (Folkehelseinstituttet, 2009).

Legionella overlever ikke tørrlegging (Folkehelseinstituttet, 2009; WHO, 2006; Fields, 2007).

3.3 Vekstbetingelser

Legionella finnes under naturlige forhold i samkvem med andre mikroorganismer og de er intracellulære, det vil si at de lever og formerer seg inne i protozoer som amøber. Bakteriernes evne til formering avhenger av næringstilgang og temperatur. *Legionella* trenger næring, studier viser at vanlig drikkevann inneholder nok næring til å stimulere vekst. Bakteriene trenger aminosyrer som tilføres bakteriene enten direkte eller indirekte av andre mikroorganismer. Ved dyrking av legionellabakterier må aminosyren cystein og løselig jern tilføres hvis bakterien skal vokse (Folkehelseinstituttet 2009). Studier der bakterien er nektet eller tilført jern, viser at *L. pneumophila* opptar betydelige mengder av jern 55Fe^{2+} (Allard, Castignetti, Cumrine, Sanjeevaiah & Cianciotto, 2006).

Legionella regnes som kresne når det gjelder krav til vekstmiljø. Bakteriene formerer seg ikke hvis næringen utelukkende består av organisk materiale eller av sedimenter. I en kombinasjon av sedimenter og organisk materiale som vokser, vil mikrofloraens stoffskifte frigjøre stoffer som stimulerer *Legionella* til å formere seg. Et stillestående miljø med gunstig temperatur der sedimenter hoper seg opp med den rette sammensetningen av andre mikroorganismer, vil være foretrukne formeringsområder for *Legionella* (Stout, Yu & Best 1985).

Naturlig fordeling av *Legionella* i forhold til andre er 1 % (kapittel 3.2 Forekomst). Selv om miljøet inneholder et stort antall amøber som kan tjene som verter for bakterien, er det ved 20 °C ingen vekst av *L. pneumophila*. Ved optimale temperaturforhold, 40 °C, øker andelen av *L. pneumophila* til 50 %. Denne økningen sammenfaller med at antallet verter ikke lenger er målbart, noe som indikerer at bakteriefloraen i vekstmiljøet ved denne temperaturen stimulerer til en markant ekstracellulær³ økning av antall *L. pneumophila* (Rogers, Dowset, Dennis, Lee & Keevil, 1994).

3.3.1 Temperatur

Legionella er svært motstandsdyktig mot høye temperaturer. Levende bakterier er isolert fra varmtvannssystemer helt opp til 66 °C. Ved temperaturer over 70 °C blir derimot *Legionella* nesten øyeblikkelig tilintetgjort. Den desimale reduksjonstiden (D)⁴ minker fra 80-120 minutter ved 50 °C til kun 2 minutter ved 60 °C. (Dennis, Green & Jones, 1984; WHO, 2007).

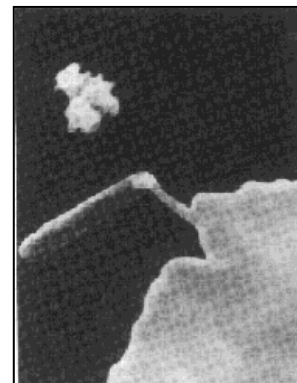
³ Ekstracellulær; Befinner seg, eller foregår, utenfor cellen

⁴ Den desimale reduksjonstid er en parameter for å måle mikrobiologisk motstand mot hete, definert som tiden det tar å drepe 90 % av en populasjon under spesifikke betingelser og ved konstant temperatur.

I følge Folkehelseinstituttet (2009) formerer *Legionella* seg mellom 20 °C og 50 °C. I en studie av *L. pneumophila* hentet fra et dusjhode og plassert i usterilisert drikkevann, konkluderer Yee og Wadowsky (1982) med at bakterien formerer seg i vanntemperaturer på 32, 37 og 42 °C. Den optimale temperaturen for formering er fra 37 °C. Ved 25 og 45 °C reduseres populasjonen. Generelt så reduseres formeringsevnen seg markant ved temperaturer over 44-45 °C, og stanser ved 48,4-50,0 °C (Kusnetsov, Ottoila & Martikainen, 1996). Et forsøk med *L. pneumophila* på plast og kobber ved 20, 40, 50 og 60 °C har sammenfallende resultat. Bakterien formerer seg ved 40 °C, på plast også ved 50 °C. Antallet minker ved 20 °C, ved 60 °C dør bakterien (Rogers, Dowset, Dennis, Lee & Keevil, 1994). Faller temperaturen til under 37 °C minker *L. pneumophila* sin formeringshastighet, under 20 °C er det lite eller ingen økning i antall bakterier. *Legionella* vil overleve i lange perioder ved lave temperaturer i og med at de kan påvises i arktiske strøk (kapittel 3.2 Forekomst). Ved økende temperatur, over 37 °C, vil de raskt øke i antall ved gode vekstforhold. *Legionella* er også svært varmetolerante og kan motstå temperaturer på 50 °C i flere timer. (WHO, 2007). I følge Folkehelseinstituttet (2009) kan *Legionella* overleve i kortere tid inne i amøber ved temperaturer over 70 °C.

3.3.2 Protozoer, amøber, makrofager

Protozoer er encellede urdyr som består av en enkelt celle. De er knyttet til et fuktig miljø. Det er flere tusen kjente arter, mange er enkelt bygd som for eksempel amøbe. Amøben er uten fast kroppsform og finnes i størrelser fra 90 µm til 0,8 mm i diameter. Makrofager er store eteceller som kan oppta og fordøye bakterier. De kan også uskadeliggjøre virusinfiserte bakterier og enkelte kreftceller. (Nettutgaven av Store Norske Leksikon, lest 19. januar 2009) *Legionella* er intracellulære parasitter som nytter protozoer som verter. Sammenhengen mellom amøber og *L. pneumophila* ble første gang påvist av Rowbotham i 1980. *L. pneumophila* kan formere seg i minst 14 arter protozoer (Figur 3). Protozoer forsyner bakteriene med næring og beskytter dem mot ugunstige og fiendtlige miljø. *L. pneumophila* sin evne til reproduksjon etter inntregning i amøber vil avhenge av vanntemperaturen. Ved 22 °C vil amøben fortære bakterien, men ved 35 °C formerer bakterien seg inne i amøben. (WHO, 2007). Trolig danner *L. pneumophila* kun permanente kolonier innenfor temperaturområdet mellom 25 og 42 °C i fuktige miljø. Forekomst av *L. pneumophila* i andre miljø er sannsynligvis av sporadisk, forbigående karakter (Fields, 2007). *L. pneumophila* kan differensiere sin respons ved å forandre den kjemiske sammensetningen i små væskefylte blærer på sin utvendige membran etter næringstilgang og miljø. Væsken bakterien utsondrer er et stoff sammensatt av karbohydrater og fettstoff kalt lipopolysakkarid, LPS. I sin transmitterende form infiserer *L. pneumophila* effektivt amøber og makrofager (eteceller) uten å bli drept, men er i denne fasen ikke i stand til å formere seg. Etter å ha nøytralisert verten inntar



Figur 3 Legionella pneumophila festet til amøben Hartmannella vermiformis, en av mange amøber som er assosiert med L. pneumophila (L.pneumophila og Hartmannella vermiformis).

bakterien reproduksjonsfasen og formerer seg, men ville nå ikke overlevd inntrenging av fagocytter (eteceller). Nå nyttes den bakteriedrepende substansen inne i makrofagen eller amøben som næring. Verten vil til slutt dø og sprekke. *L. pneumophila* vil da gå over i sin transmitterende form og lete etter ny næring. (Sauer & Swanson, 2006; Fernandez, Helbig & Swanson, 2006).

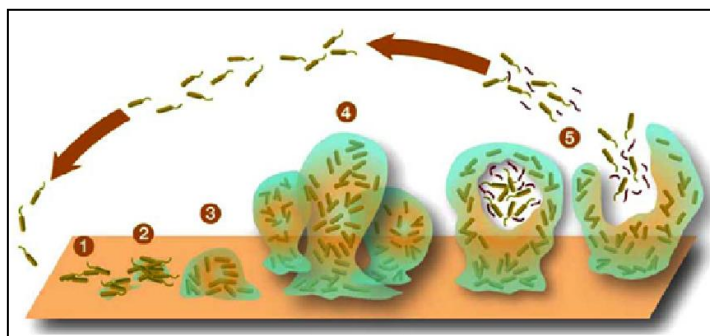
3.3.3 Biofilm

Biofilm er et slimete belegg festet til en overflate. Biofilm består av 97 % vann og en matriks av polysakkarider, DNA og proteiner fra bakterier (slim). Organismene utgjør kun 2-5 % av biofilmen (Nettutgaven av Store Norske Leksikon, lest 19. januar 2009).

Biofilm assosiert til *Legionella* vil være i vannsystemer og på vannutsatte flater.

Biofilm formes av kolonidannende mikrobiologisk aktivitet og er uensartede og svært komplekse økosystemer som består av bakterier, alger og beitende protozoer. Overflaten blir først dekket med et udefinert lag der de første mikroorganismene formerer seg og stabler seg opp i mikrokolonier som dekkes av et slimlag (Figur 4). Slimlaget beskytter mikroorganismene mot ugunstige betingelser som ekstreme temperaturer og giftige substanser, som for eksempel kobber og klor. Hvis protozoer er til stede vil disse beite på biofilmen, noe som frigjør næring og medfører økt vekst. Ved ytre påkjenning kan noe av biofilmen løsrive seg og drive med vannstrømmen. Organismene som lever der frigjøres, og de vil etablere seg på nye områder. Biofilm formes på de fleste materialer, men fester seg best på ru overflater, for eksempel på korroderte og avleirede overflater i rør. Biofilm etablerer seg mest sannsynlig der strømningshastigheten er lav og ved stillestående vann (WHO, 2007). *L. pneumophila* ser ikke ut til å kunne kolonisere overflater på egen hånd, særlig ikke ved strømmende vann. Den vil da være avhengig av samkvem med andre mikroorganismer og protozoer (som verter) i en bakteriell mikrofilm for å kunne formere og spre seg i stort antall. *L. pneumophila* kan også spre seg uavhengig av biofilm ved å bli introdusert i nye områder av fritt svømmende amøber. Store mengder bakterier ligger i væskefylte blærer i amøbene (Fields & Lucas, 2006; Mampel, Spirig, Weber, Haagenen, Molin & Hilbi, 2006; Franzin, Cabodi & Bonfrate).

Så mye som 95 % av biomassen i et vandrdistribusjonssystem er lokalisert til biofilm på innsiden av røroverflater. Kun 5 % oppholder seg fritt i vannet. Forsøk viser at *L. pneumophila* raskt koloniserer biofilm, men utelukkende overlever i opptil 180 dager uten protozoer som verter. Ved introduksjon av akseptable verter som amøben *A. castellanii*, formerer *L. pneumophila* seg hurtig samtidig som bestanden av *A. castellanii* minker.



Figur 4 Livssyklus til biofilm fra de første mikroorganismer fester seg (1) til løsrivelse av enkeltceller (5) (Biofilm).

Vertssrollen dreper dem og sprer flere bakterier som infiserer nye amøber. *L. pneumophila* sin evne til å infisere protozoer og makrofager øker ved slik eksplosiv vekst (Declercka, Behetsa, van Hoefa, De Keersmaeckera & Olleviera, 2007).

3.4 Smitte

Makrofager er til forveksling lik protozoer som tjener som naturlige verter for *Legionella* i deres naturlige miljø. Bakterien har relativ lav virulens. Det kan derfor være sannsynlig at infeksjoner av mennesker er et tilfeldig utslag av bakterier på villspor, der noen arter har utviklet resistans mot makrofagens evne til å drepe bakterier, slik at interaksjonen med makrofagene er sammenlignbart med det naturlige samkvemmet med protozoer (Steinert et al. 2006).

Ikke alle identifiserte arter av legionellabakterien er assosiert med infeksjon av mennesker. I følge WHO (2007) skyldes 70 % av *Legionella* infeksjoner i Europa *L. pneumophila* serotype 1. Mellom 20 og 30 % av tilfellene skyldes andre undergrupper av *L. pneumophila* (det er til nå identifisert 16), mens andre *Legionella* -slekter har forårsaket 5 til 10 % av infeksjoner av mennesker. Av disse er *L. micadei* ansvarlig for 60 %. Mye av forskningen konsentrerer seg derfor om *L. pneumophila*, den er representativ for alle virulente arter av *Legionella*. Hvilke faktorer som avgjør virulensen til en art *Legionella* er ikke fullt ut klarlagt av forskere. Det ser ut til at *Legionella* sin virulens kan henge sammen med deres evne til å trenge inn i, og formere seg i, protozoer og makrofager (Cincionotto, 2001).

De forskjellige artene og serotypene innen *Legionella* skilles blant annet ved seroreaksjoner⁵ og DNA testing. Denne typebestemmelsen er viktig for å spore et sykdomstilfelle til en mulig kilde ved å påvise likhetstrekk i bakterienes arvestoff.

3.4.1 Smittespredning og overføring

Legionella overføres i de fleste tilfeller til mennesker via luftveiene. Dette skjer ved at legionellainfisert vann forstøves til finfordelte vandrdåper, kalt aerosoler. Vannet i aerosolene fordampes raskt og frigjør luftbårne partikler. Er disse partiklene mindre enn 5 µm i diameter kan de inhaleres dypt inn i luftveiene. Når *Legionella* entrer lungene, vil de bli ”slukt” av makrofager, både virulente og ikke-virulente *Legionella* vil forbli intakte inne i makrofagen. Kun de virulente artene vil kunne formere seg inne i makrofagen, noe som medfører at den dør og sprer et stort antall bakterier som infiserer nye makrofager. Dermed øker den bakterielle konsentrasjonen i lungene. (WHO, 2007).

Partikler i aerosoler som eksponeres i friluft, spesielt fra kjøletårn og luftskrubbere, kan spre seg over lange avstander. WHO (2007) antyder distanser over 3.2 kilometer, i et utbrudd i

⁵ Serodiagnostikk utføres ved at antigener tilføres organismer som stimulerer dem til å danne antistoffer (som regel proteiner). Antistoffer er spesifikke slik at et gitt antistoff reagerer kun med ett bestemt antigen. Dermed kan bakterier identifiseres (Store Medisinske Leksikon; Encyclopedia Britannica Online).

Frankrike i 2003 kan spredningen ha vært oppe i 6-7 km. I Sarpsborg ble en luftskrubber identifisert som kilde til et, i norsk målestokk, massivt utbrudd der 10 av 103 smittede døde. En norsk spredningsmodell konkluderer med at *L. pneumophila* serotype 1 ble spredt over et stort område, sannsynligvis over 10 km (Nygård et al. 2007).

Hvor lenge de forskjellige artene av *Legionella* overlever i aerosoler varierer. De mest overlevelsesdyktige artene av *Legionella* er også de som er mest virulente for mennesker (Dennis & Lee, 1988).

Mennesker kan smittes ved aspirasjon, innhalasjon av væske. Smitteoverføring av denne typen er for det meste sykehusrelatert der pasienter smittes gjennom medisinsk utstyr som ikke er rensset, og av vann som trenger ned i luftrøret ved svelging. Dette kan være den mest vanlige smitteårsaken ved sykehusrelaterte legionellautbrudd (Folkehelseinstituttet 2009). Kildeidentifisering er vanskelig, men svært få tilfeller kan spores direkte til dusjing (Stout, 2006). Direkte inhalering av vann og gjørme i neddykket tilstand har medført fatale tilfeller av legionærsykdom hos personer som har blitt reddet fra å drukne, eller ved dykking i ferskvann (Kusnetsov, Pastila, Mentula & Lindsay, 2006).

Legionella kan i sjeldne tilfeller infisere sår. Organismen kan introduseres direkte i såret ved bading, kontakt med en *Legionella* infisert vannkilde eller via plantejord (Linscott, Poulter, Ward, & Bruckner, 2003). Hvordan *Legionella* overføres til mennesker fra plantejord er usikkert, men en kombinasjon av aerosoler, luftbevegelse og fordamping fra plantejord kan være en mulighet (Boer et al. 2006).

Det er ikke registrert noe tilfelle der Legionærsykdom har smittet mellom mennesker (WHO, 2007).

3.4.2 Smittekilder

VVS⁶ installasjoner som avgir aerosoler er regnet som den primære smitekilden til Legionærsyke. Blant disse er kjøletårn, dusjanlegg og boblebad ansett som de viktigste. Disse har også størst potensial til å generere utbrudd som rammer mange mennesker. Kjøletårn kan spre aerosoler i lufta over store avstander siden aerosolene slippes i stor høyde. Minst 28 % av sporadiske tilfeller av legionærsykdom kan i følge Bhopal, WHO (2007), skyldes kjøletårn. Offentlige og institusjonelle dusjanlegg og boblebad kan ha svært mange brukere. Folkehelseinstituttet (2009) antar at smitte etter dusjing i egen bolig er minst like høyt som alle andre tilfeller til sammen.

Det finnes imidlertid mange andre kilder som sprer aerosoler og som har vært assosiert med *Legionella* infeksjoner:

⁶ VVS står for Varme-, ventilasjons- og sanitærteknikk

- Luftskrubber
- Sprinkler/vanntåkeanlegg
- Befruktningsanlegg
- Naturlige varme kilder
- Innendørs fontene
- Luftfukter
- Vandusj over frukt i butikker
- Høytrykksspyler
- Dusjflasker
- Toalett

Smittekilder som ikke danner aerosoler er medisinske apparater og utstyr som benyttes til pasienter med respirasjonsproblemer, eller ved intubasjon (pustehjelp med slange i pusterøret), som er rensset med *Legionella* infisert vann fra vanddistribusjonssystemer, så vasket med infisert vann og smitte fra plantejord (WHO, 2007).

Felles for alle smittekilder er at de fører til sykdommen legionellose.

4 Legionellose

Bakterielle infeksjoner forårsaket av *Legionella* har fellesbetegnelsen legionellose. Sykdomsbildet varierer fra en mild form for influensa (Pontiacfeber) til en alvorlig og potensiell dødelig lungebetennelse (legionærsykdom).

Legionella er i ettertid identifisert som årsak til utbrudd av legionærsykdom siden 1947. Legionellose relatert til infrastruktur er et resultat av at miljø skapt av mennesker fremmer oppvekst av *Legionella*, som varme og fuktige steder. Distribusjon av varmtvann i bygninger og aerosoldannende kjøletårn er typiske eksempler (WHO, 2007).

Sykdommen opptrer både sporadisk og epidemisk.

Som vist i kapittel 3 *Legionella* er de mest aggressive artene av *Legionella* i stand til å formere seg i stort antall i lungene til mennesker etter å ha entret luftveiene via aerosoler mindre enn 5 μm , eller ved aspirasjon. Bakteriene ikke bare overlever angrep fra hvite blodlegemer, makrofager, men bruker disse som verter til reproduksjon på samme måte som protozoer utnyttes i bakteriens naturlige miljø.

Legionærsykdom rammer først og fremst mennesker i risikogruppene siden bakterien har relativ lav virulens. Risikofaktorer som øker smittefare ved eksponering for *Legionella*:

- Alder over 40 år
- Kjønn, mann
- Røyking
- Alkoholmisbruk
- Underliggende sykdom som diabetes og kronisk hjerte/lungelidelse
- Kronisk svekket eller nedsatt immunforsvar som følge av behandling
- Immunsvikt
- Midlertidige forandringer i normal livssituasjon, som reiser

Pontiacfeber rammer uavhengig av alder og helsetilstand.

Legionellose med sykdomsforløp, symptomer, diagnostisering og risikogrupper, fortegnelser over tilfeller i Norge og Europa, kjønns- og aldersfordeling, er beskrevet i Vedlegg 4A Legionellose – legionærsykdom og Pontiacfeber.

5 Lover, forskrifter og veiledere

Lover er vedtatte rettsbestemmelser som ofte følges av retningslinjer og generelle presiseringer i form av forskrifter. Lover fastsettes av Stortinget mens forskrifter gis med hjemmel i lovverket og fastsettes av departementer og direktorater. Lover og forskrifter er bindende. Veiledere og standarder gir utfyllende opplysninger og presenterer løsninger som oppfyller kravene i lover og forskrifter. Veiledere og standarder er ikke juridisk bindende. (Aven, Boyesen, Njå, Olsen & Sandve, 2004).

Det er flere lover og forskrifter som regulerer vannkvalitet, krav til anlegg, vedlikehold og tiltak i et vandrdistribusjonssystem for å hindre smittespredning av sykdom forårsaket av *Legionella*. Det er anleggseier som er ansvarlig for at ikke innretningen er smittefarlig. Virksomheten er også ansvarlig utad dersom den forårsaker skade, herunder smitte av legionellose.

5.1 Lover

Lover kan gå på tvers av sektorer og virksomhetsområder og er ofte av generell karakter. Offentlige og private vandrdistribusjonssystemer omfattes av flere lover:

5.1.1 Smittevernsloven (1994)

Lov om vern av smittsomme sykdommer(smittevernloven), 5. august 1994.

Loven skal verne befolkningen mot smittsomme sykdommer. Den gir kommunen fullmakt til å treffe nødvendige vedtak for å forebygge smitte, som nedstenging av virksomheter.

5.1.2 Plan og bygningsloven (1985)

Plan og bygningsloven, 14. juni 1985

Setter krav til vann-, varme- og sanitæranlegg i bygninger, drift og vedlikehold av tekniske installasjoner.

5.1.3 Kommunehelsetjenesteloven (1982)

Lov 19. november 1982 nr. 66 om helsetjenesten i kommunene(kommunehelsetjenesteloven).

Pålegger kommunene ansvar for miljørettet helsevern, blant annet føre tilsyn med miljøfaktorer som biologisk kan ha innvirkning på folks helse.

5.1.4 Arbeidsmiljøloven (2005)

LOV 2005-06-17 nr 62: Lov om arbeidsmiljø, arbeidstid og stillingsvern mv. (arbeidsmiljøloven).

Setter krav til at arbeidsmiljø ikke skal utgjøre risiko for liv og helse.

5.2 Forskrifter

Forskriftene presiserer lovverket og spesifiserer betydningen av innholdet i loven.

Følgende forskrifter vedrører *Legionella*:

5.2.1 Forskrift om miljørettet helsevern (2003)

Forskriften dekker offentlige og private virksomheter og eiendommer utenom private boliger og fritidseiendommer som ikke har innvirkning på omgivelsene. Virksomheter og eiendommer skal ikke kunne utgjøre fare for helsemessig skade eller ulempe.

Ansvarshavende skal innføre tilpasset internkontroll for å påse at krav følges, kommunen har tilsynsplikt.

Kapittel 3a omhandler *Legionella* spesielt og ble tilføyd ved forskrift 7. desember 2007, i kraft fra 1. januar 2008. Kapittel 3a er vedlagt som Vedlegg 5A Forskrift om miljørettet helsevern, kapittel 3a.

Kapittel 3a stiller konkrete krav til at anlegg skal gi tilfredsstillende beskyttelse mot spredning av *Legionella* via aerosol. Kravet gjelder ved planlegging, bygging, drift og avvikling. Risikovurdering av anlegget skal gi rutiner for vedlikehold og drift. I vanddistribusjonsanlegg settes det ikke krav til regelmessig mikrobiologisk prøvetaking. Kjøletårn, luftskrubbere, befruktningsanlegg og innendørs fontener som ikke kan dokumentere legionellafritt anlegg, må utføre slike prøver månedlig.

Ved utbrudd skal mikrobiologiske prøver tas forut rengjøring og desinfeksjon av alle innretninger som kan ha forårsaket smitten.

5.2.2 Forskrift for badeanlegg, bassengbad og badstu (1996)

Forskriften skal sikre brukerne mot uhygieniske forhold og helsemessige skader. Den gjelder ikke private anlegg brukes av eier og egen familie. For å drepe og forhindre vekst av helseskadelige organismer som *Legionella* skal rutiner for vask og desinfeksjon av tilhørende dusjanlegg etableres. Desinfeksjonsmiddel skal tilsettes, ved bruk av klor er det laveste innhold av fritt klor i vannet ved $> 37\text{ °C}$ 1,0 mg/l. Maksimalverdi av fritt og bundet klor er 4 mg/l. Høyeste tillatte verdi av kimtallsbakterier ved 37 °C er 10 pr. ml. Boblebad skal ikke kunne gi hygieniske ulemper.

5.2.3. Forskrift om krav til byggverk – TEK (1997)

Flere paragrafer i denne forskriften kan relateres til *Legionella*.

- § 7-43 Forbrenningsskader ved høy vanntemperatur
- § 8-34, § 9-31 Ventilasjon, for å unngå fukt

- § 8-37 Fukt, for å unngå bakteriell vekst
- § 8-6, § 9-32 Drift, vedlikehold og renhold, forhindre stillestående vann/fukt
- § 9-1 Installasjon, skal ivareta helse, miljø og sikkerhet

5.2.4 Drikkevannsforskriften (2001)

Drikkevann skal forsynes i tilfredsstillende mengde og kvalitet. Det skal også sikres mot helseskadelig forurensing. Slik forurensing kan være biologisk i form av *Legionella*. I definisjonen av drikkevann inngår vann i distribusjonsnett. Informasjon om vannkvalitet levert ut på vannforsyningssystemer fra vannverk skal til enhver tid være tilgjengelig. Kimtallsmålinger utføres ved 22 °C, hvis antallet overskrider 100 cfu/ml⁷ må årsaken undersøkes og tiltak gjennomføres for å få ned antallet. Tilsynsmyndighet varsles og kan gi dispensasjon. Innholdet av kopper skal ikke overstige 0,1 mg/l ut fra vannverk, 1,0 mg/l hos abonnent. Kjemiske produkter til behandling og desinfeksjon av drikkevann skal godkjennes av Mattilsynet. Verdien til pH skal ligge mellom 8,0 og 9,0. Veileder til Drikkevannsforskriften (2005) oppgir 5 mg/l fritt klor som maksimal dose ved klorering, minimumsdose er 0,05, men opplyser at metodens egnethet bør vurderes på grunn av begrenset effekt og lukt/smak.

5.2.5 Forskrift om drikkevann, flyttbare innretninger (1987)

Angir krav til drikkevann offshore, blant annet at vann skal ha dokumentert kontroll en gang i døgnet, desinfiseres med klor enten det er levert fra fartøy eller produsert om bord. Varmt vann skal holde minst 65 °C ut fra bereder.

5.2.6 Forskrift om vern mot biologiske faktorer (1997)

Klassifiserer *Legionella* i smitterisikogruppe 2; Forårsaker infeksjonssykdom og være til fare for arbeidstakere, men det finnes effektive forebyggende tiltak eller behandling. Krav til risikovurdering, tiltak og opplæring.

5.2.7 Internkontrollforskriften (1996)

Fastsetter plikt til internkontroll og dokumentasjon, ansvarsforhold og oppgaver i det systematiske helse-, miljø- og sikkerhetsarbeidet, deriblant omfattes risikovurderinger og tiltak mot bakteriell smittefare. Virksomheten er selv ansvarlig for å påse at relevante lover og forskrifter blir fulgt opp systematisk, myndighetene har tilsynsplikt til at virksomheten har opprettet fungerende systemer og prosedyrer.

⁷ Antall kolonidannende enheter (colony-forming units, cfu) per milliliter (ml) eller liter (l), enhet for antall levedyktige bakterier

5.2.8 Biocidforskriften (2003)

Regulerer import, omsetning og bruk av aktive stoffer (biocider) og biocidprodukter i Norge. Biocider brukes som kontinuerlig og periodisk desinfeksjonsmiddel ved forebygging og bekjempelse av *Legionella*.

5.3 Veiledere

Veiledere og standarder gir utfyllende opplysninger og presenterer løsninger som oppfyller kravene i lover og forskrifter. Veiledere og standarder er ikke juridisk bindende.

5.3.1 Veiledning til TEK (2003)

Statens Bygningstekniske Etat har utgitt Ren Teknisk 1997, Veiledning til teknisk forskrift til plan- og bygningsloven. Denne utdypes TEK og i kapittel IX Installasjon gir eksempler på utsatte installasjoner og anbefaler sikkerhetstiltak for å hindre tilvekst og spredning av *Legionella*.

Kapittel IX ”Installasjoner”, § 9-1” og ”Sanitæranlegg”, § 9-5 og § 9-51, er vedlagt som Vedlegg 5B TEK 97, kapittel IX Installasjoner.

I kapittel IX ”Sanitæranlegg” settes krav om ”rør i rør”-system for skjulte vannledninger i interne fordelingsnett i bygg, normalt består slike system av rør i plast (PEX). Det er begrensede erfaringer med dette materialet siden det er forholdsvis nytt (FHI, 2009)

Kapittel VIII ”Personlig og materiell sikkerhet” anbefaler også temperaturer på vannet i distribusjonssystemet. For å forhindre forbrenningsskader anbefales følgende maksimumstemperaturer på vannuttak for personlig hygiene:

- 38 °C i barnehager, bygning for funksjonshemmede, trygdeboliger etc.
- 55 °C for øvrig

For å unngå *Legionella* anbefales minimumstemperaturer ved tappesteder og bereder på henholdsvis 50 °C og 60 °C. Kaldtvann må være under 20 °C. Temperatur anbefalingene her motstrider hverandre. Det nevnes også at varmtvannstemperaturer i området 55 °C kan erfaringsmessig gi tæring i sirkulasjonsledninger.

5.3.2 Folkehelseinstituttets veileder

Folkehelseinstituttets veileder ” Forebygging av legionellasmitte – en veiledning” (Folkehelseinstituttet 2009), er kun tilgjengelig i nettutgave. Dette er begrunnet med at legionellaproblematikk fremdeles er et område der forskning og erfaring tilfører ny viten og dermed endrede og mer effektive tiltak. Det er enklere og rimeligere å vedlikeholde et

nettbasert dokument enn å produsere fysisk materiell som raskt kan bli utdatert og må erstattes.

Veilederen erstattet den 6. desember 2007 ”Veileder for forebygging og kontroll av legionellasmitte fra VVS anlegg” (Smittevern 8), Veilederen har fått til dels krass kritikk fra forskningsmiljø (Ahlen, 2006), og fra VVS miljøet under legionellaseminar i Bergen 29. januar 2009 (Vedlegg A Referat fra legionellaseminar) fordi den har blitt oppfattet som både vag og villedende.

Veilederen ble 30. januar lagt ut i sin første reviderte utgave. Revisjonen har innarbeidet folkehelseinstituttets erfaringer fra 2008 og høringsresultater. Uklare problemstillinger fra første utgave er utdypet og konkretisert, noen nye tillegg er lagt til. Forskriften er å betrakte som et normativt dokument i Norge og skal i følge instituttet gi faglig grunnlag for anleggseiere og tilsynsmyndigheter når disse skal følge opp det nye regelverket som trede i kraft 1. januar 2008 (Forskrift om miljørettet helsevern, 2003) i form av kapittel 3a (Vedlegg 5A Forskrift om miljørettet helsevern, kapittel 3a).

Sammendrag fra veilederen er vedlagt som Vedlegg 5C Folkehelseinstituttets veileder, sammendrag.

5.3.3 EWGLI sin veileder

The European Working Group for Legionella Infections (EWGLI) ble dannet i 1986. Formålet var å øke kunnskapen om kliniske og miljømessige aspekter ved legionærsykdom gjennom internasjonal overvåking og utvikling av metoder for diagnoser, tiltak og behandling. The European Surveillance Scheme for Travel Associated Legionnaires' Disease (EWGLINET) er en del av EWGLI og er et samarbeid mellom 35 land i Europa, 24 innen EU, som har felles rapportering av reise assosierte tilfeller av legionærsykdom. EWGLI har publisert en veileder ” The European Guidelines for Control and Prevention of Travel Associated Legionnaires ‘disease“ (EWGLI, 2005), som ligger ute i 2005 versjon, men det er arbeidet med en revidert utgave i 2008.

Sammendrag fra veilederen er vedlagt som Vedlegg 5D EWGLI sin veileder, sammendrag.

5.3.4 WHO sin veileder

World Health Organization (WHO) har utarbeidet et generelt dokument for drikkevann; Guidelines for Drinking-water Quality (WHO, 2006). Her blir de fleste aspekter ved drikkevann berørt, inkludert *Legionella*. Spesifikt for legionellaproblematikk er ”Legionella and the prevention of legionellosis” gitt ut i bokform (WHO, 2007). Boka er meget omfattende og er et resultat av en rekommandasjon fra et møte i 2001 i Adelaide, Australia. Møtet var i forbindelse med lanseringen av 3. utgave av Guidelines for Drinking-water

Quality. Det ble konstatert et stort behov for å kartlegge kunnskapen om *Legionella* sin helsemessige innvirkning.

Boka går i dybden om økologi og miljø for *Legionella*, legionellose, risiko og risikovurderinger, distribusjonssystem, kjøletårn og luftskrubbere, helseinstitusjoner, hotell og skip, boblebad basseng og spa, overvåkning og tiltak for myndigheter ved utbrudd, lover og regler, samt ulike problemstillinger ved analyser i laboratorium.. Boka beskriver legionellaproblematikken på alle nivå og gir et godt bilde av hvilken kunnskap som så langt er ervervet om *Legionella* sin tilstedeværelse i naturlige miljø og i konstruerte vannsystemer.

Sammendrag fra veilederen er vedlagt som Vedlegg 5E WHO sin veileder, sammendrag

5.3.5 Sammenligning av veiledere

De forskjellige veilederne er ganske like i sine råd og anbefalinger. Temperaturgrenser er generelt høynet noe i de seneste utgavene. WHO og EWGLI er mer spesifikke med tiltaksgrenser hvis biologiske tester viser henholdsvis høye kintall eller påviser *Legionella* i vannet. Tabell 11, i Vedlegg 5F Sammenligningstabell mellom veiledere, sammenligner en del relevante parametre ved tiltak mot *Legionella* i vanddistribusjonssystem anbefalt av TEK, FHI, EWGLI og WHO. Utdrag av tabellen, Tabell 1, viser de ulike temperaturanbefalingene.

Tabell 1 Sammenligning av anbefalte temperaturer mellom veiledere fra Statens Bygningstekniske etat, Ren Teknisk 97 (TEK), Folkehelseinstituttet (FHI), The European Working Group for Legionella Infections (EWGLI) og World Health Organization (WHO).

Parameter	TEK	FHI	EWGLI	WHO
Temperatur kaldtvann, maksimum	20 °C	20 °C	20 °C	20 °C
Temperatur bereder, minimum	60 °C	70 °C	60 °C	60 °C
Temperatur sirkulasjonsledning, minimum	60 °C	60 °C (Varmekabel 60 °C)	50 °C, anbefalt 55 °C	50 °C
Temperatur tappested, minimum / maksimum	50 °C og 60 °C / 38 og 55 °C	60 °C	50 °C	50 °C
Kapasitet rør, minimum (temperatur) / antall (minutter) fjerneste tappested		60 °C på ett minutt	50 °C på ett minutt	50 °C på ett minutt
Temperatur varmebehandling / tid	80-90 °C	70 °C / 5 minutter, akutt 80 °C / 30 minutter	65 °C / 5 minutter	60 °C

6 Distribusjonssystem

Kilder og fordelingsnett er drikkevann distribusjonen frem til vanninntak i bygning eller installasjon. Internt distribusjonssystem er fra inntak til tappesteder inkludert rør og komponenter.

6.1 Kilder

Norge er kjent for sitt rene drikkevann, og det er kun unntaksvis en helsemessig risiko forbundet med å drikke vann fra tappesteder. Vann i Norge leveres fra offentlige og private vannverk, fra private borehull, brønner, direkte uttak fra vann/elv og ved produksjon av drikkevann fra sjøvann. Vannverk knyttet til overflatevann forsyner 95 % av abonnentene i Norge. Grunnvannsverk utgjør 30 % av vannverkene, men dekker kun 5 % av abonnentene. Disse forsyner som regel mindre tettsteder og spredt bebyggelse (Folkehelseinstituttet, 2009b). 12 % av husstandene i Norge har drikkevann fra eget eller mindre fellesanlegg (Folkehelseinstituttet, 2009b).

Drikkevann i Norge skal ha en høy hygienisk standard. For nybygg sier § 65 Vannforsyning i Plan og bygningsloven (1985):

”Bygning må ikke føres opp eller tas i bruk til opphold for mennesker eller dyr med mindre det er tilfredsstillende adgang til hygienisk betryggende og tilstrekkelig drikkevann.”

En høy hygienisk standard medfører at drikkevannet:

- Ikke inneholder organismer som kan forårsake infeksjonssykdommer eller hudsykdommer
- Organiske eller uorganiske stoffer som kan medføre helseskade

Drikkevann fra vannverk, offentlige og private, skal i følge § 14 i Drikkevannsforskriften (2001) ha minst 2 hygieniske barrierer for å sikre vannkvaliteten. Hygieniske barrierer kan være klorering, UV-bestråling, ozonering, og filtrering, der klorering er den dominerende metoden. Mengden fritt klor⁸ som behøves er minimum 0,05 mg/l etter 30 minutters kontaktid. Et klorinnhold på 1 mg/l fritt klor vil være akseptabel mengde til abonnement (Folkehelseinstituttet, 2004). Veilederen ”Nok, godt og sikkert drikkevann offshore” (Folkehelseinstituttet, 2005) oppgir maksimalt klorinnhold for å unngå lukt og smak til 0,5mg/l. Maksimal tillatt dosering er i følge Drikkevannsforskriften (2001) 5 mg/fritt klor. Klor gir foruten lukt og smak på vannet økt korrosjon, og det er i Norge ønskelig med så lite klorinnhold i vannet som mulig.

⁸ Fritt klor er klor som ikke umiddelbart reagerer med partikler og organisk materiale, men forblir i vannet og brytes ned av lys og varme (Vannforsyningens ABC, 2004).

Vannet i Norge er bløtt og har generelt et lavt innhold av *kalsium* (Ca) og *magnesium* (Mg) som gjør vannet hard og alkalisk. Overflatevann er som regel surt (pH under 7) og saltfattig. (Folkehelseinstituttet, 2004).

6.1.1 Drikkevann offshore

Bulk

Norge har sjelden vannmangel i slik grad at drikkevann må forsynes via tanktransport langs landevei eller med skip. Offshore er derimot en del installasjoner forsynt med drikkevann av skip. Det settes strenge krav til kvaliteten på drikkevann levert i bulk offshore, blant annet:

- Vannet skal kloreres, 30 minutter etter avsluttet bunkring skal det påvises fritt klor, minimum 0,05 mg/l, anbefalt mellom 0,1 – 0,5 mg/l, maksimalt 1 mg/l
- Lukt og smak skal ikke være fremtredende
- Misfarget vann skal ikke tas imot fordi nødvendig klordose ved desinfeksjon vil medføre bundet klor som gir smak og lukt av klor
- pH mellom 6,5 og 9,5

Drikkevann fra bulk er på grunn av kloring mer korrosivt enn vann normalt levert fra vannverk. Det er strenge retningslinjer og prosedyrer for å unngå at vannet forurenses ved overføring fra skip til installasjon. Ved videre distribusjon fra tank følges de samme retningslinjer som gjelder for vann produsert om bord på installasjon.

(Folkehelseinstituttet 2005)

Egen vannproduksjon fra sjøvann

Drikkevann produsert fra sjøvann er i Norge aktuelt på en del installasjoner offshore. Det er to metoder som nyttes til å omdanne sjøvann til drikkevann:

- Evaporasjon; fordampningsapparat, sjøvann varmes opp til det fordamper, ved avkjøling kondenseres dampen som ferskvann, mest vanlig (Figur 5)
- Omvendt osmose; sjøvann presses under stort trykk gjennom en membran som kun slipper gjennom ubetydelige mengder salt



Figur 5 Drikkevannsanlegg offshore med evaporator, avleiringshemmer, klortank, alkaliseringsfilter og UV-anlegg. Foto E. Andersen. (Evaporasjon)

Maksimalverdi for saltinnhold ved evaporasjon tilsvarer et kloridinnhold på 30 mg/l, vann produsert ved omvendt osmose er svært rent og korrosivt, maksimalverdien for saltinnhold

tilsvarer 200 mg/l klorid. Vannet føres gjennom alkaliske filtre for å minke korrosjon og tilføre smak.

Før drikkevannet, enten bunkret eller produsert, sendes til boligkvarter, skal det desinfiseres. Ofte utføres dette med UV-bestråling. Drikkevann offshore skal kontrolleres og dokumenteres daglig for

- Lukt
- Smak
- Utseende
- pH-verdi
- Saltinnhold
- Innhold av fritt klor

Månedlig skal det tas vannprøver fra tanker og minst to prøver fra distribusjonsnettet som skal analyseres ved akkreditert⁹ laboratorium, der det i tillegg til parametrene fra daglige prøver også måles

- Kimtall (22 °C/72 timer), skal være under 100 ml/l i ledningsnett, under 10 ml/l rett etter desinfeksjonsanlegg
- Turbiditet [FNU], klarhet i vannet, under 1 FNU
- Jern, grenseverdi 0,2 mg/l
- Kopper, maksimalverdier i varmt vann 1,0 mg/l, i kaldtvann 0,3 mg/l

En gang i året utvides prøvene til også å omfatte ulike kjemiske stoffer, men det er ikke anbefalte tester for *Legionella* offshore (Folkehelseinstituttet 2005).

6.2 Komponenter

Komponenter i et vanddistribusjonssystem vil her omfatte installasjoner knyttet til drikkevann fra inntaket til bygning og frem til tappepunkt. Eier av bygning eller installasjon vil også være ansvarlig anleggseier av drikkevannsdistribusjon fra inntak (kapittel 5.2 Forskrifter). Med komponenter menes også innretninger som inneholder eller bruker vann, men som ikke er kontinuerlig tilkopledd anlegget. Kjøletårn, luftskrubbere, befruktningsanlegg og offentlige bad er utelatt, da disse krever særlige tiltak som ikke tar hensyn til kjemikaliebegrensinger knyttet til drikkevann.

6.2.1 Installerte komponenter

Komponenter som normalt inngår i et internt vanddistribusjonssystem er:

⁹ "Akkreditering er en offisiell anerkjennelse av en organisasjons kompetanse og evne til å utføre angitte oppgaver i samsvar med gitte krav." (Norsk Akkreditering).

- Tanker
- Beredere, vannvarmere
- Pumper
- Stenge-, kontroll- og tilbakeslagsventiler
- Blandeventiler, blandebatteri, tappepunkt
- Ledningsnett
- Dusj
- Toalett
- Boblebad
- Fukter til frukt og grønnsaker i butikkhyller
- Nøddusjer
- Sprinkler- og vanntåkeanlegg

6.2.2 Eksterne komponenter

- Luftfukter
- Dusjflaske (til planter og øyedusj)
- Høytrykksspyler
- Hageslanger, vanningsdyser

6.3 Materialer

Tradisjonelt har jern og kobber vært det dominerende materialet i ledningsnettet i interne vanddistribusjonssystem. For å imøtekomme krav om lekkasjesikring og mulighet til utskiftninger i skjulte anlegg, skal ledninger i vegger legges som rør i rør (Veiledning til TEK 2003). Rør i rør løsninger er basert på fleksible rør i plast, PEX rør, som blir benyttet ved de fleste nyinstalleringer.

6.3.1 Plast

Plast er ofte benyttet som tilførselsledninger fra private brønner og vannuttak direkte fra elver og vann. Ledningene er PE rør laget av termoplasten polyetylen. Også vannverk benytter plastrør i U-PVC (Polyvinyl klorid uten mykner), PE og GUP (Glassfiberarmert umettet polyester). Ledningene transporterer kaldt vann og i Norge blir temperaturen sjelden opp mot 20 °C, bortsett fra rør som er eksponert for strålevarme fra sola. Vanntanker er ofte laget av plast.

Plastrør benyttes i interne vanddistribusjonssystem ved rør i rør system. Installasjoner offshore bruker ikke plastrør i sine distribusjonsnett. Det er ikke ønskelig med materialer som utvikler gasser ved brann om bord på installasjoner som behandler hydrokarboner. Derfor er det strenge restriksjoner på brennbare materialer.

PEX er selve vannrøret og er produsert av kryssbundet, fornett polyetylen. Ytre rør er PE rør produsert i polyetylen (Figur 6). PE står for polyetylen, X for fortetting. PEX rør lages ved å blande inn peroksid med polyetylen ved høyt trykk og høy temperatur, noe som

danner kjemiske bindinger mellom de lange molekylkjedene i polyetylenet og bygger et sterkt tredimensjonalt nettverk. PEX tåler temperaturer fra -100 °C til 110 °C. PEX rør er ekstremt glatte med liten friksjon, PEX er også brukt som glideflate under høyhastighets ski.



Figur 6 Rør i rør. Wirsbo-PEX RIR PLUS med isolasjon fra Uponor. (Uponor 2008)

Plast blir nevnt både i Folkehelseinstituttet (2009) sin veileder om *Legionella* og i Veiledning til TEK (2003) som mulig næring til *Legionella*. Folkehelseinstituttet presiserer at det ikke foreligger tilstrekkelig dokumentasjon på at *Legionella* har bedre vekstvilkår på plastmaterialer, men antar at kobber vil være mindre gunstig for vekst.

Türetgen og Cotuk (2006) prøvde ut forskjellige materialer ved behandling med monokloramin i en modell med *L. pneumophila* i biofilm over 180 dager. De konkluderer med at polymerer er velegnet for sirkulasjonssystemer siden det laveste antall *L. pneumophila* ble registrert på platene av polymerplast. Polyetylen er et syntetisk polymermateriale. Et annet forsøk utført av Kooij, Veenendaal & Schefferb (2005) over 900 dager, sammenlignet kobber, rustfrie og PEX rør i en modell som simulerte sirkulasjon og normalt forbruk med hensyn på biofilm og *L. pneumophila*. Massen av biofilm som fester seg til rørene er 2-3 ganger så stor i PEX rør som i rustfritt og kobber, noe som forklares med at PEX rør avgir organisk materiale som stimulerer til økt produksjon av biofilm. Konsentrasjonen av *L. pneumophila* var noenlunde lik mellom rustfritt og PEX, betydelig lavere i kobber de første to år. Etter to år var konsentrasjonen av *L. pneumophila* lik for alle materialtyper. Lignende forsøk med metaller og plast (Rogers, Dowsety, Dennis, Lee & Keevil, 1994) viser at plastmaterialer avgir stoffer som oppmuntrer til kraftigere vekst av biofilm enn metaller, og at de mest porøse materialene genererer størst vekst. Konsentrasjonen av *L. pneumophila* er derimot ikke proporsjonal med mengde biofilm.

6.3.2 Kobber

Kobberrør brukes i distribusjonsnett inne i bygninger, og materialet er velkjent for sin hemmende virkning på bakteriell vekst og brukes blant annet som bunnsmøring under båter. Kobber har god varmeledningsevne og er mye brukt som varmeelementer. Svært gamle varmtvannsberedere var produsert av kobber. Kobberrør kan korrodere hvis strømningshastigheten på vannet blir for stor. Kobberrør er utsatt for korrosjon i form av groptæring, særlig ved surt vann fattig på kalsium. Overflatevann og spesielt vann offshore (kapittel 6.1 Kilder), som i tillegg kan være svært salt, har disse egenskapene. Kobberrør kan avgi smak og lukt til vannet, misfarge hår og gi mageirritasjon, særlig hvis vannet blir

stående i ro over tid. Korrosivt vann og varme øker innholdet av kobber i vannet. Det kan derfor være betenkelig å bruke kobberrør i installasjoner offshore.

Forsøk med kobber med hensyn på biofilm og *L. pneumophila* viser at kobberrør ikke har særlig mindre vekst av biofilm enn rustfritt stål, men derimot en generelt lavere vekst av *L. pneumophila* enn andre materialer (Rogers et al., 1994; Türetgen og Cotuk, 2006). En mulig årsak til redusert vekst av *L. pneumophila* er at bakteriefloraen som trives på kobber ikke favoriserer vekst av *Legionella*, noe som kan indikere mangel på akseptable verter (kapittel 3.3.2 Protozoer, amøber, makrofager og 3.3.3 Biofilm). Etter to år er den veksthemmende effekten borte, antakelig på grunn av at overflaten er oksidert og dekket av en beskyttende hinne som forhindrer at kobber skiller ut i vannet, noe som antyder at kobber over tid er likestilt andre materialer i forhold til vekstvilkår for *Legionella* (Kooij et al., 2005).

Komponenter i messing, som armaturer og ventiler, kan avgi sink til vannet, uten at det er registrert helsefare (Folkehelseinstituttet, 2004).

6.3.3 Aluminium

Aluminium benyttes lite i metallform i drikkevannsinntallasjoner. Aluminiumsforbindelser brukes til aluminiumsfelling som koaguleringsmiddel til flokkulering¹⁰ og som anode for å hindre at utfelt kalk ikke setter seg på overflater. Grenseverdi for aluminium i drikkevann er 0,2 mg Al/l (Folkehelseinstituttet, 2004).

6.3.4 Jern og stål

Rør av jern/stål brukes helst i store dimensjoner i forbindelse med fordelingsnett fra vannverk, ved mindre dimensjoner dominerer plast. Galvaniserte stålrør brukes vanligvis ikke til drikkevann i bygninger, der har kobberrør blitt foretrukket. Jern-/stålrør er som kobberrør utsatt for korrosjon, ofte som groptæring. Rustknoller skapes i rør av stål og jern av bakterier som omdanner oppløst jern tilbake til fast jern. Rust farger vannet brungult (Folkehelseinstituttet, 2004), og skaper gode oppvekstvilkår for biofilm (WHO, 2007). Tilsætning av natriumsilikat kan redusere dannelsen av rustknoller. Grenseverdi for jern i drikkevann er 0,2 mg Fe/l.

Der det finnes rust vil også biofilmen være vanskelig å fjerne, både mekanisk og kjemisk. Korrosjon øker næringstilgangen og vekstfaktorer som jern, samtidig som rustknoller og økende masse av biofilm hemmer gjennomstrømmingen og kan føre til stagnasjon (WHO, 2007). Galvaniserte stålrør kan være brukt til sprinkleranlegg, nøddusjer og vannforsyning i fjøs. Ledningene kan inneholde temperert vann som stimulerer vekst av *Legionella*. Som drikkevannsledninger i fordelingsnett fra vannverk benyttes termoplastbelagte stålrør, der plastbelegget beskytter stålrøret mot korrosive medier. Ledninger til dette bruk vil normalt

¹⁰ Partikler som binder seg sammen og danner større partikler, fnokker, som kan avhendes (FHI, 2004)

ikke utsettes for temperaturer som favoriserer vekst av *Legionella*. Rørene brukes i stedet for rustfrie og syrefaste rør (SIHcon AS).

Ved et modellforsøk for effektmåling av monokloramin på biofilm og *L. pneumophila*, der plast, kobber, rustfritt og galvanisert stål ble testet, var det signifikant høyere konsentrasjoner av både biofilm og *L. pneumophila* på galvanisert stål enn på noen av de andre materialene (Türetgen og Cotuk, 2006).

6.3.5 Rustfritt/Syrefast stål

Rustfritt stål er stållegeringer med krom med 12 – 27 % krom. Syrefast stål har i tillegg til krom også 8 – 20 % nikkel (Store Norske Leksikon, nettutgave).

Rustfritt/syrefast stål blir benyttet i vandrdistribusjonssystem som er særlig utsatt for korrosjon. Offshoreinstallasjoner som enten mottar vann i bulk eller selv produserer vannet med omvendt osmose/evaporasjon, har vannkvaliteter som kan tære på ledningsnett. Vannet har lave verdier av kalsium, alkalitet og pH (surt), og kan i tillegg inneholde mye salt (kapittel 6.1.1 Drikkevann offshore). Rustfritt/syrefast stål er svært motstandsdyktig mot korrosjon og benyttes ofte i vannledninger utenfor boligkvarteret, til saltvannstilførsel, og mellom produksjonsanlegg for drikkevann og alkaliseringsfilter. Der syrefaste stålrør avløses av kobber, anbefales det at vannet tilsettes vannglass (natriumsilikat) for å gjøre vannet mindre korrosivt for kobberrørene. Rustfritt/syrefast stål er brukt i de fleste vannbehandlingsanlegg og i varmtvannsberedere. Det er godt egnet til vanntanker og tåler store ytre påkjenninger.

Forsøk utført med rustfritt/syrefast stål indikerer at dette materialet er mindre utsatt for vekst av biofilm enn jern/stål og plast. Vekst og formering av *Legionella* ser ikke ut å være avhengig av mengden biofilm som dannes på overflater. Oppvekst av *L. pneumophila* på rustfritt/syrefast stål er noenlunde likt som på andre materialer, bortsett fra ferskt kobber som ikke er oksidert (Rogers et al., 1994; Kooij, Veenendaal, Slaats & Vonk, 2002; Kooij et al., 2005; Türetgen og Cotuk, 2006).

6.3.6 Titan

Titan er like sterkt som stål, korrosjonsbestandig som de beste syrefrie kvaliteter, og har lav tetthet (densitet), 45 % lettere enn stål. Titan er et forholdsvis nytt materiale brukt i drikkevannsinstallasjoner der det settes ekstreme krav til korrosjonsbestandighet, styrke og vekt. Titan tåler store ytre påkjenninger og bruksområdet er mye det samme som for syrefast stål.

Titan er oftest brukt til vannbehandlingskomponenter og som rørledninger offshore, men da helst utenfor boligkvarteret. Boligkvarteret til Troll, som for tiden er under bygging ved Leirvik MT, får hele det innvendige ledningsnettet utført i Titan.

De strengeste kravene til drikkevann er for dykkerfartøy og drikkevannsforsyningen til personell i dekompressjonskamre. Dykkere bør forsynes med drikkevann fra egenprodusert vann fra sjøvann (ikke bulk), som sendes til dedikerte tanker. Disse knyttes opp mot desinfeksjonsanlegg med klor og UV-lys. Vannet i et slikt anlegg vil være korrosivt, Titan anbefales som optimalt materiale (FHI, 2005). Det er ikke funnet tester som viser Titan som vekstmedium for biofilm og *Legionella*. Det er likevel rimelig å anta at Titan sin motstandsdyktighet mot korrosjon og tæring vil likestille materialet med rustfritt/syrefast stål med hensyn på vekst av biofilm. Materialet avgir ikke giftstoffer, så vekstvilkår for *Legionella* antas derfor også å være likt rustfritt/syrefast stål.

6.3.7 Naturprodukt

Naturprodukter inneholder organisk materiale som kan opptas som næring av mikroorganismer. Det er derfor ønskelig at slike produkter ikke kommer i kontakt med vann i drikkevannsystemer. Forsøk viser at til mer porøst et materiale er, til mer fremmer det vekst av biofilm (Rogers et al., 1994; Kooij et al., 2002; Türetgen og Cotuk, 2006).

Materialer som ikke bør benyttes i distribusjonsanlegg for drikkevann er (Veiledning til TEK, 2003; EWGLI, 2005; WHO, 2007; Folkehelseinstituttet, 2009):

- Fiberpakninger
- Naturgummi, for eksempel pakninger
- Hamp
- Tetteprodukter basert på linfrøolje
- Oljebaserte produkter til overflatebehandling
- Plast

Isolasjon er en viktig del av vandndistribusjonsanlegg for å holde kaldtvannet kaldt, varmtvannet varmt, og forhindre varmeoverføring mellom ledningene. Under legionellaseminaret i Bergen 29. januar 2009 (Vedlegg A Referat fra legionellaseminar) ble isolasjon med 30 – 40 mm mineralull anbefalt. Isolasjon i celleplast kan med tiden stivne og smuldre slik at isolasjonsevnen minker. Isolasjon er dessuten en effektiv demper av støy fra vannledninger.

6.4 Kaldt vann

Ledningsnett fra vannverk, private vannuttak og tanker er definert som kaldt vann helt til det føres inn i komponenter som varmer det opp til ønsket temperatur, som beredere og vannvarmere. Kaldt vann vil normalt ikke representere smittefare for *Legionella* (Folkehelseinstituttet, 2009).

6.4.1 Temperatur

Kaldt vann i Norge er som regel under 10 °C i offentlige fordelingsnett. For overflatekilder vil vanntemperaturen variere fra 0 – 2 °C vinterstid til 10 – 18 °C om sommeren. Ved inntak i bygning vil temperaturen ligge mellom 0 – 8 °C om vinteren og 4 – 20 °C sommerstid. Konsentrasjoner av *Legionella* vil ikke øke nevneverdig i vann som er under 20 °C (kapittel 3.3.1 Temperatur). I sommerhalvåret det er fare for temperaturer over 20 °C og ledninger utendørs kan bli eksponert for varme fra sola. Inne i bygninger kan derimot ledninger med kaldt vann varmes opp av omgivelsene og av parallelle ledninger med varmt vann. Vann skal behandles som varmt vann hvis temperaturen overstiger 20 °C (WHO, 2007; Folkehelseinstituttet, 2009).

6.4.2 Vanntanker

I Norge er de aller fleste distribusjonsanlegg basert på trykksystemer. Gravitasjonsanlegg kan forekomme i ”miljøhus” som samler regnvann i tanker. Skip og andre transportmidler for offentlig transport og installasjoner offshore benytter tanker til å oppbevare drikkevann. Det er viktig at vann i tanker ikke får muligheten til å bli varmet opp over 20 °C, for eksempel av sola eller ved varmeoverføring fra omgivelsene. Vanntanker må også beskyttes mot forurensinger utenfra som vil gi næring til økt mikrobiologisk vekst i tank og rørsystem. Slike forurensinger kan komme gjennom lufteventiler, tilførselsledninger og koplepunkt. Tanker for oppsamling av regnvann må ha effektiv rensing av støv og organisk materiale som ekskrementer fra fugler og blader på oppsamlingsflatene. Dette gjelder også for private brønner. Vanntanker bør konstrueres uten for mange innvendige ribber og kroker som vil være vanskelige å rengjøre, og som tjener som oppvekstområder for mikrobiologiske organismer. De bør være utstyrt med mannhull for rengjøring, inntaksventiler for eventuell kjemisk desinfeksjon, tappekran for prøvetaking og dreneringsventil i bunn. Uttaket til distribusjonssystemet bør ligge noe over bunnen slik at ikke eventuelt bunnslam (Figur 7)virvles opp og suges inn i ledningsnettet (Folkehelseinstituttet 2005; 2009).

Brannutrykningskjøretøy har store vanntanker og er gjerne stasjonert i oppvarmede garasjer, eller har varme i tanken ved ekstrem kulde, som på Røros (Sintef 2003). Det ble påvist mindre konsentrasjoner av *Legionella* i en lite brukt brannbil på Flesland Flyplass i Bergen i 2005 (Vedlegg A Referat fra legionellaseminar).

6.4.3 Ledningsnett

Ledningsnettet distribuerer både varmt og kaldt vann. Anleggseier er ansvarlig for ledningsnett fra inntak i bygning (kapittel 5.2.1 Forskrift om miljørettet helsevern (2003)). Det er kaldtvannsnettet som forsyner varmtvannsanlegget med vann, og følgelig er det



Figur 7 Bunnslam i en drikkevannstank offshore. Foto Bjørn Løfsgaard. (Tank)

fordelaktig at dette er så rent som mulig. Vannet i Norge er i utgangspunktet svært rent, men i følge Folkehelseinstituttet (2004) lekker norske vannledninger mye, i snitt 34 % i 2001 på grunn av gamle rørledninger. Gamle rørledninger kan gi forurensinger fra korrosjon og tilsig (Figur 8).

Normalt trykk på fordelingsnett er mellom 20 og 80 meter vannsøyle, ti meter vannsøyle er 1 bar (Folkehelseinstituttet 2004). Levert til abonnement kan trykket variere fra 2 til 10 bar, vanligvis er trykket i interne ledningsnett på 4-5 bar, forsikringsselskap krever reduksjonsventil installert hvis trykket overstiger 6 bar nedstrøms hovedstengekran. Veiledning til TEK (2003) anbefaler også i kapittel IX Installasjoner montering av reduksjonsventil ved trykk over 6 bar.



Figur 8 Gamle vannledninger som ble skiftet ut i Stavanger i mai 2008. Foto Pål Christensen. (Vannrør)

6.4.4 Toalett

Ved spyling av toaletter kan det oppstå aerosoler som, hvis vannet er infisert med *Legionella*, kan medføre smittefare (kapittel 3.4.1 Smittespredning og overføring). Toalettet er forsynt av kaldtvannsnettet, men kaldt vann kan inneholde små mengder med *Legionella* som er en naturlig bestanddel av bakteriefloraen i vann (kapittel 3.2 Forekomst). Vannbeholdningen i skylletanken i et lite brukt toalett vil holde romtemperatur, oftest over 20 °C, og kan være et oppvekstområde for *Legionella*.

6.4.5 Sprinkler -, vanntåke - og oversvømmingsanlegg

Det er to hovedtyper sprinkleranlegg, våtanlegg og tørranlegg, med og uten stående vanntrykk. Sprinkleranlegg med stående vanntrykk har vann stående i røret frem til hvert sprinklerhode. Anlegget løses ut av sprinklerhodet og er brukt i områder der brannforløp ikke blir omfattende og som ikke bør overspyles i særlig grad. Sprinkleranlegg uten stående vanntrykk har vann frem til en hovedventil. I ledningen frem til sprinklerhodene er det trykkluft med et overtrykk på 2,5 – 3 bar. Ved utløsning oppstår et trykkfall som åpner for hovedventilen. Tørranlegg benyttes blant annet der det er fare for frost. Sprinkleranlegg produseres ofte i stålrør, gjerne galvanisert. For privatboliger finnes også rør i plast.

Vanntåkeanlegg produserer mindre dråpestørrelse enn sprinkleranlegg, ofte ved høyt trykk, ellers er de like. Vanntåke virker best ved aerosolproduksjon og vil dermed ha en mye større andel av aerosoler i vandusjen enn sprinkleranlegg, derav større spredning av eventuelle *Legionella* i vannet. Det finnes vanntåkeanlegg som fungerer ved lavt trykk, Figur 9 viser et lavtrykks vanntåkeanlegg oppfunnet av Torgrim Log (Fog Tube). Det fungerer ved minimum 4 bar.



Figur 9 Lavtrykks vanntåkeanlegg (Fog Tube)

Oversvømmingsanlegg, Deluge, er sprinklersystem der alle dyser er åpne. Benyttes ofte offshore og ved andre installasjoner der utsatte objekter beskyttes ved en voldsom vannmengde når det utløses av detektorer eller manuelt. En hovedventil betjener systemet, ledningene etter denne er tørre med atmosfæretrykk. Deluge anvendes ofte sammen med skumanlegg, der konsentrert skum blandes med luft og vann der forholdet luft/væske varierer fra 0-20/1 til 2000/1.

6.4.6 Eksterne komponenter

Med eksterne komponenter menes enheter som ikke er permanent tilkoblet det interne ledningsnett og som kan spre aerosoler.

Høytrykksspyler, vanningsanlegg og hageslanger som inneholder stillestående vann kan ved oppvarming av sol eller omgivelser være oppvekstområder for *Legionella*. Smittefare er størst når henstandsvannet spyles ut. Et enkelt tiltak mot *Legionella* er å tømme innretningene for vann når de ikke er i bruk. Folkehelseinstituttet identifiserte en høytrykksspyler som potensiell smittekilde ved et tilfelle av legionærsyke hos en mann fra Gjøvik i april 2007 (Brunborg, 2007).

Kommentar til tilfellet med høytrykksspyler:

Det ble påvist høye kimtall (450 000 cfu/ml) i vannet fra høytrykksspyler men ikke *Legionella*. Smittekilden ble identifisert på grunnlag av bruk i forhold til inkubasjonstid og mangel på andre smittsteder. Uten dyrkningsprøve og sammenligning av spesifikk legionellaart fra smittekilde og pasient (*Legionella* ble påvist ved antigentest i urin), er ikke dette tilfellet tilstrekkelig verifisert.

Luftfuktere som sprer vanntåke uten oppvarming av vannet kan være en smittekilde for *Legionella*. Folkehelseinstituttet (2009) anbefaler regelmessig rengjøring og desinfeksjon med husholdningsklor eller hydrogenperoksid. Apparatet bør tømmes, rengjøres og tørkes når det ikke er i bruk.

Enkle manuelle dusjflasker som blir stående med vann i romtemperatur over lengre perioder kan medføre fare for legionellainfeksjon hvis vannet er infisert med bakterien. Disse bør også tømmes etter bruk og gjerne rengjøres med klor.

6.5 Varmt vann

Vann som er varmet opp ved hjelp av egnede innretninger som beredere og varmevekslere og som sendes ut i eget ledningsnett for varmt vann. Også vann som av ulike årsaker holder temperaturer over 20 °C bør behandles som varmt vann. Varmt vann vil være et potensielt gunstig vekstområde for *Legionella* og vil kunne spre smitte av legionellose.

6.5.1 Temperatur

Som nevnt ovenfor holder varmt vann temperaturer over 20 °C. *Legionella* kan vokse og formere seg i vann mellom 20 – 50 °C, med en optimal formeringstemperatur på 37 – 42 °C. Ved 60 °C dør bakterien, men inne i amøber kan den motstå temperaturer på 70 °C i kort tid (se kapittel 3.3.1 Temperatur).

Folkehelseinstituttet anbefaler å opprettholde et temperaturregime i varmtvannsanlegget der temperaturen holder minst 60 °C i størst mulig del av anlegget.

6.5.2 Beredere, vannvarmere

Beredere er innretninger som varmer og oppbevarer varmtvann.

Oppvarming kan skje ved elektriske elementer, gass, olje, vedfyring, solceller eller ved varmeoverføring fra varmevekslere. Beredere er i dag for det meste produsert i rustfritt materiale, store beredere, over 1000 liter, er laget i kobberforet stål.

Beredere har vanligvis uttak for varmtvann på toppen, mens element, varmekilde, og inntak er nær bunnen. Enkelte beredere har varmekilden plassert noe over bunnen i berederen.

Dette, sammen med uttak varmt vann oppe og inntak kaldt vann nede, kan føre til et temperatursjikt, slik at vannet under varmekilden holder lavere temperatur enn vannet i tanken for øvrig. Eventuelle forurensinger i vannet vil også samle seg i bunn. Her kan det være svært gode vekstforhold for mikrobiologiske organismer, som *Legionella*. Optimalt bør varmekilden ligge i, eller nærmest mulig, bunnen, Figur 10 viser en bereder med varmeelement i bunnen, primært beregnet for kalkholdig vann (OSO). Store beredere bør utstyres med tidsstyrte sirkulasjonspumper. Tappekran bør drenere berederen i bunn slik at eventuelt bunnslam spyles ut. Temperaturen i varmtvannsberederen bør holde minst 70 °C for å sikre varmtvann med minst 60 °C i alle deler av varmtvannsnett. Berederen bør være utrustet med termometer på uttak for kontroll av temperatur. En bereder må være tilstrekkelig dimensjonert, temperaturen på utløpet bør ikke synke under 55 °C i mer enn 20 minutter i løpet av en dag (Folkehelseinstituttet, 2009).

Akkumulatortanker brukes i forbindelse mellomlagring av varmt vann og for å utnytte overskuddsvarme, for eksempel ved flere boenheter som mottar varmemedium fra oljekjel. Slike tanker bør ha mulighet for oppvarming til 70 °C ved for eksempel tidsstyrt sirkulasjon mellom bereder og tank (Folkehelseinstituttet, 2009).



Figur 10 OSO Dublo bereder med varmeelement i bunnen, primært beregnet for kalkholdig vann (OSO).

Der vannforbruk er beskjedent, ved fjerntliggende eller lite brukte tappesteder, er det hensiktsmessig å bruke en vannvarmer som varmer vannet mens det passerer gjennom varmeren. Fordelaktig å bruke varmere med ingen eller svært liten lagringskapasitet. (Folkehelseinstituttet, 2009). Figur 11 viser en vannvarmer uten lagring (Clage).



Figur 11 Vannvarmer uten lagring (Clage)

6.5.3 Ledningsnett

Ledningsnettet for varmtvannssystemet bør være isolert for å forhindre varmetap over lengre strekninger og bergrense varmeoverføring til kaldvannsledninger som ofte føres parallelt. Materialkvaliteten i varmtvannsnettet må tilpasses vannkvaliteten (surt, salt, korrosivt, alkalisk), og eventuelle ytre påkjenninger (kapittel 6.3 Materialer). Ved skjulte anlegg i vegg må det benyttes "rør i rør" system for å tilfredsstille krav satt i Forskrift til krav i byggverk-TEK (1997), spesifisert i Veiledning til TEK (2003). Slike rør er ofte plastrør, PEX, men også andre rørmaterialer som kobberør kan legges i et plastrør som "rør i rør".

Trykket i varmtvannsnettet bør ligge mellom 4 og 5 bar, ikke over 6 bar (kapittel 6.4.3 Ledningsnett).

Temperaturen i ledningsnettet bør ikke komme under 60 °C på kaldeste sted (Folkehelseinstituttet, 2009). Dimensjonerende anbefalinger på rør er at vannet med minimumstemperatur skal nå fjerneste tappepunkt på ett minutt. Temperaturreduksjon er i noen tilfeller nødvendig. I barnehager og i enkelte institusjoner som trygdeboliger og boliger for funksjonshemmede, skal temperaturen ikke være over 38 °C på vannuttak for å forhindre forbrenningsskader (Veiledning til TEK 2003).

Ved lange ledningstrekk kan temperaturen opprettholdes ved sirkulasjonssløyfer eller varmekabel, eller en kombinasjon av disse. Sirkulasjonssløyfer kan lett kontrolleres for temperatur med et termometer på sløyfens returlinje, noe som er spesielt viktig hvis sirkulasjonssløyfen er av kobberør eller annet korrosivt metall, da disse kan være utsatt for tæring i temperaturområdet 55 °C (Veiledning til TEK, 2003). Anlegg med varmekabel er ikke like lett å overvåke. Det behøves flere termometre utplassert på strategiske steder. Termometre må kalibreres jevnlig.

6.5.4 Blandeventiler

Ved temperaturreduksjoner i varmtvannsnettet benyttes termostatstyrte blandeventiler. Ventilene mikser varmt og kaldt vann til en forhåndsbestemt temperatur. Temperert vann beskytter utsatte grupper, som barn i barnehager, mot forbrenningsskader. Dusjanlegg uten

individuelle blandebatteri, frostutsatte sprinkleranlegg og nøddusjer temperaturreguleres også ved hjelp av blandeventiler. Det er viktig at disse plasseres nærmest mulig tappepunkt slik at rørstrekket med temperert vann blir kortest mulig. Det bør også være mulig å omgå (bypass) blandeventilen slik at varmtvann direkte fra bereder kan spyles gjennom den tempererte sonen med jevne mellomrom undre kontrollerte former (Folkehelseinstituttet, 2009; WHO, 2007).

6.5.5 Tappepunkter

Tappepunkter omfatter alle vannuttak fra vanddistribusjonsnettet. Fjerntliggende og lite brukte tappepunkter bør vurderes fjernet, tørrlegges eller gjennomspyles ukentlig. Hvis slike tappepunkt kan utstyres med vannvarmere uten vannbeholdning hvis varmt vann er påkrevd (Folkehelseinstituttet, 2009; WHO, 2007). Tappesteder ute er ofte selvdrenerende for å unngå frostskafer.

6.5.6 Blandebatteri

Blandebatteri er som regel plassert ved tappepunktet. Normalt justeres temperaturen manuelt i samme grepet som åpner og stenger vannstrømmen. Dusjbatteri har ofte separat justering av temperatur. Eldre kraner har separate kraner for kaldt og varmt vann, her er mulighet for gjennomstrømming varmt/kaldt til stede. Noen blandebatterier er laget for bruk utendørs. Slike vil være selvdrenerende når slange og overgang fjernes.

De mest avanserte blandebatteriene er berøringsfrie med sensor (Figur 12). Elektronikken kan stilles inn til ønsket temperaturområde slik at forbrenning unngås, den kan gjennomføre automatiske gjennomspylingsintervall ved lite bruk og har også funksjon for sikker varmebehandling. Automatiske gjennomspylingsystem finnes også for installasjoner med flere servanter, for eksempel i garderober.

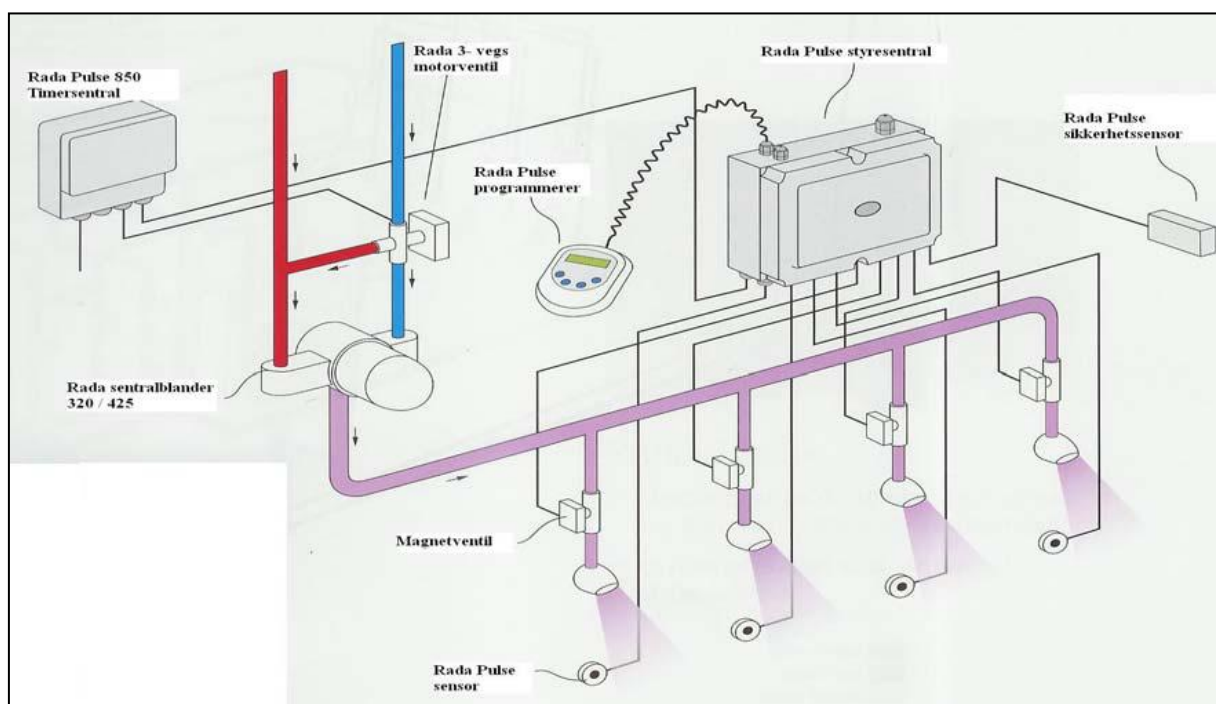


Figur 12 Berøringsfri servant (Rada Sense)

6.5.7 Dusjer

I følge Folkehelseinstituttet (2009) er det hjemme i dusjen de fleste tilfellene av legionellose forekommer i Norge. Dusjer danner aerosoler som kan pustes dypt ned i luftveiene og overføre *Legionella* til lungene hvis vannet er infisert med bakterien (kapittel 3.4 Smitte). Sparedusjer som blander inn luft i vannstrålene bidrar til ytterligere aerosoldannelse. Temperaturen i dusjer reguleres enten ved tappestedet eller den er forhåndsinnstilt ved en blandeventil. Dusjhoder og tilhørende dusjslange vil stå med henstandsvann når den ikke er i bruk. Henstandsvann i dusjer er temperert og vil skape gode vekstforhold for mikrobiologiske organismer, også for *Legionella*.

Det er utviklet egne løsninger på dusjer og dusjanlegg med hensyn på legionellaproblematikk. Noen dusjer er selvdrenerende, dusjhode og slange tømmes etter bruk. De fleste løsninger baserer seg på tidsstyrte gjennomspylinger med kun varmt vann. Automatiske funksjoner sørger for at lite brukte dusjer spyles ofte, sjokkoppvarming utføres periodisk, enkelte med redusert trykk for å spare energi. Systemene er styrt via timere, impulsledninger og magnetventiler. Sikkerhet for brukere ivaretas blant annet av fotoceller. Noen produsenter lar henstandsvannet gå direkte i sluk før vannet ledes inn i dusjhodet, eller har ultrafiltrering (0,02 µm) montert rett før dusjhodet. Det finnes også kombinasjoner av automatisk spyling og filtre. Anlegg med flere dusjer, med og uten blendeventil, kan styres automatisk via sentrale enheter.



Figur 13 Dusjanlegg med tidsinnstilt automatisk gjennomspyling med varmt vann (Rada Pulse)

Systemet på Figur 13 kan betjene opptil 10 dusjer med forblandet vann. Timersentralen stilles inn på ønsket tidsintervall og spyletid. Den åpner også treveis ventilen som sender varmt vann (60 – 80 °C) i begge løp gjennom mikseren, samtidig som det stenges mot kaldtvannsinntaket. Styresentralen åpner dusjene. Etter programmert spyletid returnerer treveis ventilen til temperert vann (38 °C), anlegget avkjøles og stenges.

Varmtvannsspylingen avbrytes hvis sikkerhetssensoren utløses og kan ikke brukes før det er avkjølt (Rada Pulse).

6.5.8 Boblebad

Badeanlegg og offentlige boblebad er regnet som høyrisikoanlegg for spredning av *Legionella* og er underlagt strenge retningslinjer for drift og vedlikehold, dekket av

bassengbadforskriften (Forskrift for badeanlegg, bassengbad og badstu 1996). Et boblebad produserer store mengder aerosoler. I 2003 fikk en kvinne alvorlig lungebetennelse og 7 andre Pontiacfeber etter et bad i samme boblebad (Folkehelseinstituttet 2009). Offentlige bad er ikke en del av denne oppgaven, men det finnes gjerne et boblebad koblet opp mot vanndistribusjonssystemet. Boblebad kan deles i to hovedtyper. Bad uten filter som tømmes etter bruk, og bad med filter som gjerne står vannfylte over tid, ofte laget for bruk utendørs. Bad uten filter bør utformes slik at det ikke blir stående vann i ledninger i karet eller i dusjen som ofte er integrert i karet. Folkehelseinstituttet (2009) anbefaler månedlig desinfeksjon med klor (0,5 dl klor/100 l vann) som sirkuleres i en time, eller en halv time med dobbel klordose. Boblebad med filter bør ha kontinuerlig og automatisk behandling med oksiderende biocider (klorforbindelser, hydrogenperoksid og ozon). Sandfilter må tilbakespyles daglig med klorkonsentrasjon 5-10 mg/l for ikke å bli oppvekstområder for *Legionella* (Sugiyama, Ohata, Suzuki, Shimogawara, Izumiyama, Yagita et. al).

Folkehelseinstituttet (2009) anbefaler

- Maksimal gjennomstrømningstid på 6 minutter for hele anlegget
- 3-5 mg/l fritt klor kontinuerlig i vannet, manuell dosering kun i nødsfall
- halvparten av vannet skiftes daglig
- Papir eller polyesterfiltre skal ikke benyttes
- Månedlig kintallsprøve, maksimum 10 000cfu/l

6.5.9 Nøddusjer

Nøddusjer monteres der det er fare for at personell utsettes for helseskadelige kjemikalier, brannskader og i tilfluktsrom. For å oppnå best effekt anbefaler produsenter lunkent vann i nøddusjen, (Redline: 15 – 25 °C, Haws: 26 – 29 °C). Vann ved 20 °C vil føles som et kuldesjokk og kan medføre at oppholdet i dusjen ikke blir tilstrekkelig. Figur 14 viser en kombinert kropps- og øyedusj i varmgalvanisert stål (Haws).



Figur 14 Kombinert øye- og kroppsduj (Haws)

7 Behandling

Behandling omfatter rengjøring, desinfeksjon og kontinuerlig, periodisk og akutt vannbehandling i distribusjonssystemet.

7.1 Forebyggende

Periodisk varmebehandling og kontinuerlig desinfeksjon med kjemikalier, filtrering og UV bestråling av vannet er eksempler på forebyggende behandling.

7.2 Akutt behandling

Ved utbrudd av legionellose, eller mistanke om utbrudd, skal distribusjonsanlegget rengjøres og desinfiseres, etter at nødvendige prøver er tatt. Akuttbehandling utføres ved sjokkoppvarming med varmtvann eller ved bruk av kjemiske desinfeksjonsmidler.

7.3 Rengjøring

Anlegg bør rengjøres før desinfisering, og utføres med kjemikalier, spyling med høyt trykk, børsting og staking, tømning og rensing av tanker og beredere. Egnede kjemikalier og rengjøringsmidler løser opp biofilm og fjerner korrosjon og avsetninger som humus og kalk. Hvilket kjemisk produkt som velges vil avhenge av material- og vannkvalitet i distribusjonsanlegget. Dusjslanger og dusjhoder kan demonteres og renses separat hvis nødvendig. Kjemikalier brukt i drikkevann skal være godkjent av Mattilsynet (Drikkevannsforskriften, 2001). Kimtallsprøver vil være nyttige til å vurdere nødvendigheten og omfanget av rengjøring. Et anlegg vil ha sin naturlige tilstedeværelse av mikrobiologiske organismer, antall kolonidannende enheter (cfu) vil avhenge av kvaliteten på inntaket og eventuelle kontinuerlige renseprosesser av inntaksvannet. Den naturlige mikrobiologiske bestanden vil være noe varierende, men selvregulerende over tid (Ahlen 2006). Hvis prøvene over tid viser sterk økning i kimtall kan det tyde på begroing og behov for rengjøring. Kimtall sier lite om tilstedeværelsen av *Legionella* i anlegget. Et anlegg med høyt kimtall kan være fritt for *Legionella*, mens et anlegg med svært lavt kimtall kan være kolonisert med *Legionella*. Anlegg bør rengjøres før oppstart (nytt eller endret), hvis ubrukt i mer enn 1 måned, og minst hver 6. måned (Folkehelseinstituttet, 2009).

7.4 Varmebehandling

Viktigheten av å ha tilstrekkelig temperatur i alle delene av varmtvannsanlegget, for å forhindre oppvekst og formering av *Legionella*, er grundig gjennomgått i kapittel 3.3.1 Temperatur og 6.5 Varmt vann. Som forebyggende varmebehandling holdes legionellabakteriene under kontroll med varmtvannstemperatur på minst 60 °C der ikke vannet er temperert med blandeventiler.

Ved periodisk og akutt sjokkoppvarming gjennomspyles hele anlegget med varmtvann på 70 – 80 °C. Metoden forutsetter at varmtvannsforsyningen klarer å levere vann med minimum 70 °C i minst 5 minutter til de mest fjerntliggende tappestedene, og at det er mulig å omgå blandeventiler. Sjokkbehandlingen må nå alle deler av anlegget, områder med stagnasjon (blindrør) vil ikke varmes tilstrekkelig. Folkehelseinstituttet (2009) anbefaler periodisk behandling minst hver sjettede måned, eller oftere etter vurdering av risiko. Ved akuttbehandling anbefales spyling med 80 °C i minst 30 minutter, noe som setter store krav til kapasiteten til bereder. Rengjøring i forkant anses som viktig da biofilm beskytter bakterier og amøber mot høye temperaturer (kapittel 3.3 Vekstbetingelser). Metoden er meget energi- og ressurskrevende og utsetter personalet for potensielt legionellainfiserte aerosoler og forbrenningsskader.

Effekten av periodisk og akutt sjokkoppvarming er omdiskutert. Erfaringer fra et forprosjekt i Stavanger (Wiik og Boccadoro, 2008) der kommunale dusjer ble varmebehandlet, viste at kimtall etter varmebehandling etter noen få dager var oppe på samme nivå som før behandling. Metoden ble av personalet oppfattet som så arbeidskrevende at henstandsvannet ble spylt ut før prøvetaking for å holde kimtall nede (kapittel 6.5.7 Dusjer), og dermed slippe å utføre varmebehandling.

WHO (2007) viser også til rask oppvekst av mikrobiologiske organismer kort tid etter varmebehandling. Forsøk med 5 minutters varmebehandling ved 70 °C reduserte ikke bestanden av *Legionella* (Stout 2006).

Ved et finsk sykehus vedvarte *Legionella* i anlegget etter periodiske varmebehandlinger ved 75 °C i 30 minutter, utskifting av varmtvannstanker og høyning av temperaturen i varmtvannsanlegget til 60 °C (Stout og Yu, 2003).

7.5 Kjemisk behandling

Biocider er en samlebetegnelse på kjemiske desinfeksjonsmidler. Alle biocider som benyttes i drikkevann skal være godkjent etter biocidforskriften (2003) og av Mattilsynet (Drikkevannsforskriften, 2001). De deles i oksiderende og ikke-oksiderende biocider.

Oksiderende biocider er stoffer som klorforbindelser, hydrogenperoksid og ozon. Stoffene er rimelige og forholdsvis enkle å håndtere. De forbrukes imidlertid raskt i oksidasjonsprosesser hvis vannet har mye organisk stoff og er korrosive. Effekten av klor er pH avhengig. Ved kontinuerlig vannbehandling benyttes automatisk overvåking og doseringsutstyr som på Figur 15(Onguard).



Figur 15 Dosering og overvåking av drikkevann (Onguard)

De fleste ikke-oksiderende biocidene er ikke brukt i drikkevann. For å forhindre at bakteriene utvikler toleranse benyttes to forskjellige biocider ved behandling, stoffene er generelt mer stabile og har lengre virkning enn oksiderende biocider. De er krevende å håndtere. Kobber-/sølvioner er et ikke-oksiderende biocid.

7.5.1 Fritt klor

- Natriumhypokloritt og kalsiumhypokloritt
- Lett å bruke, rimelig, kan tilpasses de fleste system
- Bryter ikke ned biofilm
- Korrosjonsfremmende, reduseres til klorid
- Effekt avtar raskt ved pH over 7
- Når ikke områder med stagnasjon
- Gir lukt og smak på vann
- Giftig for fisk
- Dialyse pasienter må beskyttes med karbonfilter
- Dekomponerer over 60 °C
- Anbefales ikke til vann med høyt organisk innhold (klororganiske biprodukter)
- Dosering ved vedvarende behandling 1 – 2 mg/l
- Dosering sjokk-kloring 20 mg/l i 2 timer til 50 mg/l i en time

Anbefalt dosering og tidsrom ved sjokk-kloring forutsetter et rent anlegg. Hvis avløpet ender i et sårbart miljø må klornivået justeres ned til 0,5 – 1 mg/ før det slippes ut ved hjelp av Tiosulfat eller askorbinsyre som forbruker klor ved å oksidere (Folkehelseinstituttet 2009). Klornivået i den vedvarende behandlingen vil gi lukt og smak på vannet siden det er over 0,5 mg/l (kapittel 6.1 Kilder). Maksimalt tillatt klorinnhold i drikkevann er 5 mg/l (Drikkevannsforskriften, 2001).

Fritt klor vil si aktive klorforbindelser i vannet, stoffene som dannes er underklorsyring (HOCL) og hypoklorittion (OCl^-). Siden klor er ustabil vil det reagere med organiske forbindelser i vannet og reduseres til klorid. Innholder vannet store mengder organisk materiale vil det kreve høyere klordoser, fordi mer fritt klor må reagere for å desinfisere vannet, vannets klorbehov. Klordose vil dermed avhenge av vannet, derfor må mengden restklor (minimum 0,05 mg/l) måles for å kontrollere at nok klor er tilsatt. Bundet klor er klor som har reagert med ammonium. Klor angriper bakterienes cellevegg og ødelegger enzymesystemene inne i cellene. Virus inaktiveres ved at proteinkappe, arvestoff og evnen til å infisere ødelegges (Folkehelseinstituttet, 2005).

Som med varmebehandling er det store muligheter for at den mikrobiologiske veksten, inkludert eventuelle kolonier med *Legionella*, tar seg raskt opp etter en sjokk-kloring (Reichard, Martin, Rügen & Eckmanns, 2006).

7.5.2 Monokloramin

- Klor blandet med ammonium
- Trenger inn i biofilm
- Ikke sårbar for høy pH
- Dialyse pasienter må beskyttes med karbonfilter
- Mest brukt i fordelingsnett fra vannverk
- Må være kontrollert, kan skape nitrater og giftig trikloramin gass
- Ikke produksjon av injeksjonsutstyr for små distribusjonsanlegg, må designes for hvert anlegg noe som er kostbart
- Effekt kan være materialavhengig

Dosering noe usikkert, men det synes som om en dose fra 2 mg/l er effektivt i laboratorieforsøk mot både *Legionella* og amøber (Alleron, Frère, Merlet & Legube, 2006).

En studie over et år som inkluderte 53 store bygninger i San Francisco, USA, konkluderer med at tilsetning av monokloramin i drikkevannsfordelingsnettet fra vannverk er effektivt mot legionellose. Konsentrasjonen av monokloramin er ikke oppgitt (Moore, Flannery, Gelling, Conroy, Vugia, Salerno et al., 2006).

Et vannverk som forsyner 600 000 personer erstattet klorbehandling med monokloramin. Vannet ble behandlet i 6-20 timer med 0,5 – 1 mg/l fritt klor som ble innblandet ammonium i forholdet 4,5 deler klor til 1 del ammonium. Prøver tatt av 97 bygninger viste at antall legionellainfiserte bygninger ble redusert fra 19,8 % til 6,2 % etter at monokloramin ble tatt i bruk (Moore, Pryor, Fields, Lucas, Phelan & Besser, 2005).

Ved et utbrudd ble sjokk-kloring med monokloramin, som ga 10 mg/l fritt klorin ved alle tappesteder, utført, men effekten var midlertidig siden anlegget raskt ble infisert av *Legionella*, sannsynligvis fra offentlig fordelingsnett. En monokloramin generator, MnCl, et automatisk injeksjonssystem, ble installert. Den ga en konstant konsentrasjon på 0,3 mg/l fritt klor i vannet. Behandlingen reduserte forekomsten av *Legionella* drastisk og ingen flere utbrudd de neste 5 år ble registrert (Finney 2008).

Effekten av monokloramin kan være materialavhengig. Türetgen og Cotuk (2006) testet monokloramin på flere materialer og registrerte god effekt med hensyn på *Legionella* på polyvinyl klorid (PVC), polyetylen (PE), rustfritt stål og kobber. Liten effekt på polypropylen (PP), galvanisert stål og glass (kontrollmedium). Biofilm ble redusert på metaller, men ikke på plast og glass.

7.5.3 Klordioksid

- Oksiderende gass produsert på stedet oftest av klorittløsning eller klordioksid tabletter
- Enkelt i bruk
- Bedre på biofilm enn klor
- Lite korrosivt

- Tåler høy pH
- Brytes ned av UV- stråler
- Danner kloritt som er helseskadelig, anbefalt grense fra WHO er 0,7 mg/l
- Dialyse pasienter må beskyttes med karbonfilter
- Smaksgrense 0,4 mg/l

Folkehelseinstituttet (2009) opplyser at klordioksid har vært vellykket til kontroll av *Legionella* i varmtvannsnett.

Anbefalt desinfeksjonsdose for legionellabekjempelse er 25 mg/l i 60 sekunder som reduserer 99,999 % av bestanden. Kan doseres automatisk av injeksjonsanlegg ved eventuell kontinuerlig behandling (Termek AS, 2009).

Klortilsetninger har vært diskutert som mulig årsak til misdannelser eller hjertefeil hos nyfødte barn, men dette er ikke avklart (Folkehelseinstituttet, 2004).

7.5.4 Ozon

- Fremstilles på stedet av luft og oksygen med høyspent strøm eller UV-stråler
- Er en helsefarlig og eksplosjonsfarlig gass
- Brukes av vannverk, kjøletårn, basseng
- Effekt avtar raskt nedstrøms tilsetningspunkt

7.5.5 Hydrogenperoksid

- Hydrogenperoksid stabiliseres med sølv
- Peroksid er giftig
- Dosering kontinuerlig behandling 10 mg Hydrogenperoksid, 10 µg sølv/l
- Doseres av automatisk injeksjonsutstyr

Lite erfaring til nå, kan ha en reduserende effekt på store konsentrasjoner med *Legionella* (Ricci, Dell'Eva, Svaturro, Baruchelli, De Ponte, Losardo et al., 2006).

7.5.6 Kopper- / sølvioner

- Kobber og sølv er anerkjente stoffer mot alger og bakterier.
- Ioner av kobber og sølv dannes ved elektrolyse, konsentrasjon avhengig av strømstyrke og vannmengde
- Dosering 400 µg kobberioner/l og 20 – 40 µg sølvioner/l, 20 µg sølvioner ved bløtt vann
- Når alle deler av anlegget, også blindrør
- Ingen korrosjon eller tæring på anlegg
- Enkelt i bruk (automatisert), passer de fleste anlegg
- Ikke temperaturavhengig
- Krever pH under 7,6

- Hardt vann krever tiltak mot kalkavleiringer på elektroder, norsk vann er stort sett bløtt
- Tilfører tungmetaller til miljøet
- Krever spesiell tillatelse, begrenset bruk

Metoden har vært gjenstand for en vitenskapelig evaluering ved 16 sykehus over en periode på 5 – 11 år i fire stadier:

1. Bekreftet effektivitet i laboratorium (in vitro)
2. Verifisert utryddelse av *Legionella* i individuelle anlegg
3. Kontrollert effektivitet over et tilstrekkelig tidsrom (flere år)
4. Kontroll gjennom sammenfallende resultat fra flere anlegg

Sykehusene hadde alle hatt utbrudd av legionærsykdom før installasjon, det ble ikke registrert tilfeller etter 5 års drift i alle anlegg, mellom 1995 og 2000. 47 % av sykehusene hadde heller ingen positive målinger på *Legionella* i 2000 (50 % i 1995). Kopper-/sølvioner blir derfor anbefalt fremfor klorering, UV-stråling og varmebehandling som ble anvendt av sykehusene før installasjon av kontinuerlig Kobber-/sølvioner behandling (Stout og Yu, 2003). Behandlingsmetoden tilfører tungmetaller som kobber og sølv til miljøet.

7.5.7 Andre kjemikalier

Det finnes en rekke ikke-oksiderende kjemikalier som ikke er tillatt i drikkevann som benyttes i installasjoner som for eksempel kjøletårn og luftskrubbere. De vil ikke være omfattet av denne oppgaven.

7.6 Filter

- Enkel installasjon, kan brukes i alle anlegg
- Ingen kjemikalier
- Fjerner organiske og andre partikler
- Ingen innvirkning på eventuell *Legionella* nedstrøms filter

Ved filtrering fjernes partikler fysisk fra vannet helt ned til 0,03 μm uten bruk av kjemikalier. Ulempen ved filtre er at noen typer må regelmessig renses manuelt eller skifte filterinnsats, og at de kun behandler vannet ved filterinnsatsen. Et filter vil ikke ha noen virkning på allerede eksisterende mikrobiologisk aktivitet inkludert *Legionella* nedstrøms filteret. Med et tilstrekkelig godt rengjort og

desinfisert vanddistribusjonssystem vil filtre sikre vann fritt for partikler, både levende og døde, som bidrar til mikrobiologisk vekst i anlegget. Betingelsen er at filteret ikke går tett, filterinnsatser sprekker og at automatisk filterrens fungerer, ellers går vannet ubehandlet ut i anlegget.



Figur 16 Mikrofilter som settes direkte på tappsted (Pall-Aquasafe)

I følge Folkehelseinstituttet (2009) er det erfaringsmessig nødvendig med filtrering både før og etter oppvarming av vannet for å oppnå gode resultater.

Et forsøk med ”point-of-use” 0,2 µm filter, som benyttes direkte på 7 tappesteder på et sykehus, konkluderer med 100 % effekt mot *Legionella* og anbefales der høyrisiko pasienter ikke må utsettes for vannbårne, sykdomsfremkallende organismer (Sheffer, Stout, PhD, Wagener, & Muder, 2005). Figur 16 viser et 0,2 µm filter med 31 dagers maksimal varighet (Pall-Aquasafe).

7.6.1 Grovfilter

Filtrering ned til 5µm, oftest med et selvrensende system. Grovfilter (Figur 17) kan brukes i kombinasjon med UV-bestråling for å hindre at partikler skal forringe effekten av UV-strålene. Alene vil grovfiltrene skille ut større mikrobiologiske organismer, amøber og andre protozoer, som kan bære i seg store mengder med *Legionella* (kapittel 3.3.2 Protozoer, amøber, makrofager).



Figur 17 Grovfilter (Orival)

7.6.2 Finfilter

Bruk av finfilter kalles også ultrafiltrering. Porestørrelsen er helt nede i 0,03 µm som hindrer selv de minste mikrobiologiske organismene i å passere filteret. Filteret på Figur 18 har en ultramembran på 0,025 µm (LinneGuard). Kan brukes i store systemer med parallellkobling av flere store filtre, ned til små filterpakker til bruk på de enkelte tappesteder. Enkelte dusjer er utstyrt med selvrensende filtre som renser vannet like før aerosoldannelse. Slike filtre vil være aktuelle der personer i risikogrupperne kommer i



Figur 18 Mikrofilter, kan parallellkobles (LinneGuard)

kontakt med vannet, som eldre med nedsatt immunforsvar i helseinstitusjoner og ved intensivavdelinger på sykehus. Ulempen med de minste filtrene, som benyttes direkte på tappesteder, er at de må skiftes opptil to ganger i måneden. Slike filtre setter store krav til innarbeidede rutiner. I store filtre skal membranen byttes hver tredje måned.

7.7 UV-stråling

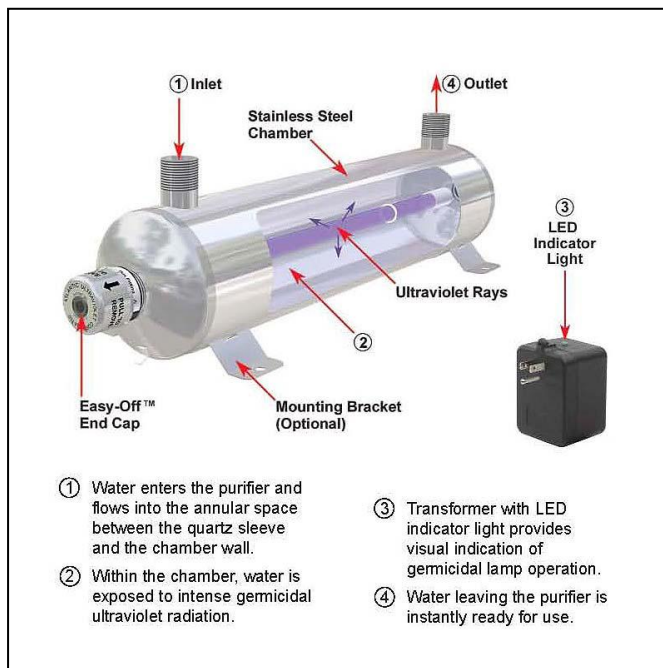
- Ultrafiolett bestråling med bølgelengde 254 nm, UV-C stråling
- Enkel installasjon og bruk
- Ingen effekt nedstrøms installasjon, biologisk materiale kan bli næring til eksisterende organismer i anlegget
- Bør plasseres nærmest mulig tappepunkt

- Følsom for turbiditet, vil behøve filterrensing oppstrøms UV enhet hvis vannet inneholder partikler/farge

UV-stråler er ikke følsom for pH, men kvartsrørene er utsatt for kalkbelegg, og forurensinger som jern og mangan, som reduserer UV-intensiteten. Regelmessig rengjøring er derfor viktig for å opprettholde maksimal rensing av vannet (Folkehelseinstituttet, 2005). Folkehelseinstituttet godkjenner UV-anlegg for bruk i Norge.

UV-C strålene er bakteriedrepende og deaktiverer DNA slik at bakterienes evne til å reprodusere og forårsake sykdom ødelegges. Hvis organismene prøver å formere seg vil de dø. Etter å ha passert UV-lampen vil alle organismer i vannet være uskadeliggjort. Figur 19 viser en prinsippskisse av et UV-anlegg.

Nødvendig strålingsdose for *L. pneumophila* er 12,300 mJcm². Lampen i enheten gir 40mJ/cm² (Aquanor).



Figur 19 Prinsippskisse av UV bestrålingsanlegg (Aquanor UV-desinfeksjon)

7.8 Andre behandlingsmetoder

I utgangspunktet utføres vannbehandlingen etter samme prinsipp som filtre og UV-bestråling ved å destruere organismer før de kommer inn i det interne vanddistribusjonssystemet.

Metodene er bygger på sterke sentrifugalkrefter, kavitasjon og oksidasjon.

Aqua Unique sitt system genererer frie hydroksidradikaler ved hjelp av lys og titan.

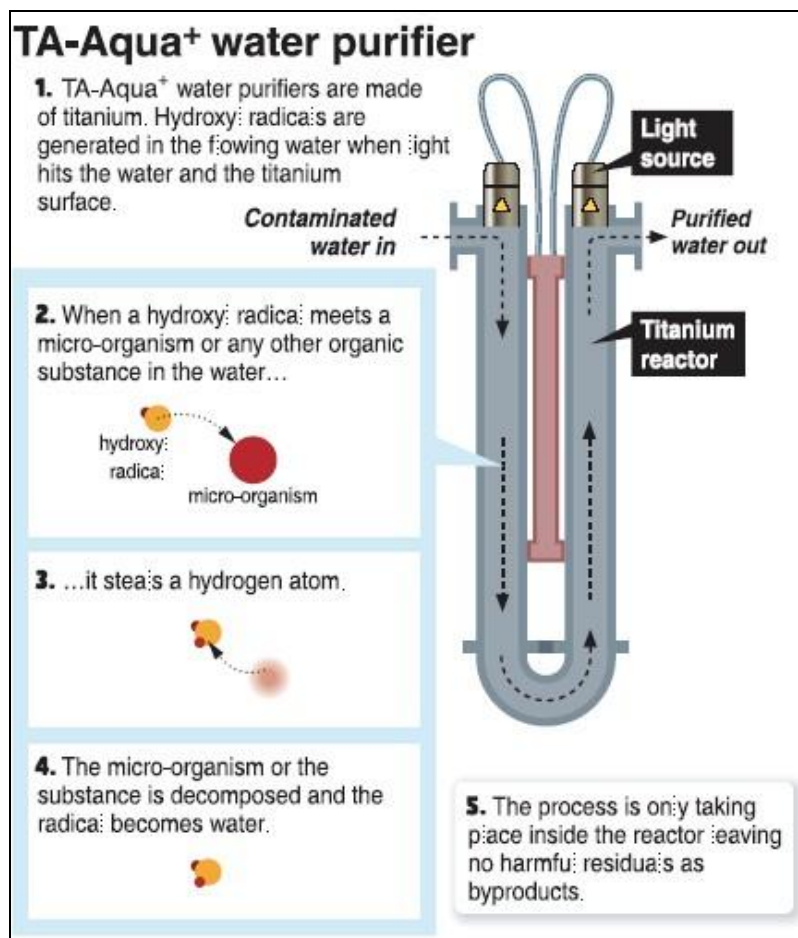
Radikalene dekomponerer organismer ved å stjele et hydrogenatom fra dem. Radikalene omdannes til vann i prosessen som foregår i en tett titankapsling, som vist på Figur 20 av TA Aqua +.

AQUA Hydro Physical Systems er en reaktor som destruerer alle organismer ved kavitasjon og oksidasjon og er helt mekanisk (Aqua HP Systems).

Dette er forholdsvis ny teknologi, som ikke er testet ved langvarig bruk under kontrollerte former. Tilgjengelige tester fra leverandør antyder at metodene kan være effektive ved reduksjon eller eliminasjon av antall levende mikrobiologiske organismer i vannet. Begge systemer påstås å ha effekt på biofilm nedstrøms installasjon.

Et tysk produkt har vært på markedet siden 1996. AnodiX benytter seg av også av anodisk oksidasjon i et oksidasjonskammer av titan. Ultralyd, som destruerer amøber, og tilsetning av klorider (NaCl), som fortsetter oksidasjonsprosessen innover i anlegget og bryter ned biofilm, er mulige kombinasjoner sammen med AnodiX. Nødvendig klordose er 25 mg/l (AnodiX).

Sonoxide fra AS Mitco er en ultrasonisk vannbehandlingsenhet som ødelegger bakterienes evne til reproduksjon og fremkaller sammenbrudd i celleveggen med ultralyd. Utviklet for kjøle- og prosessvannsystemer (Sonoxide).



Figur 20 Aqua Unique sitt vannbehandlingssystem med anodisk oksidasjon (TA Aqua +).

7.9 Sammenligning av behandlingsmetoder

Hver metode har sine styrker og svakheter. Tabell 12, som er lagt ved som Vedlegg 7A Sammenligningstabell behandlingsmetoder, gir en samlet oversikt over fordeler og ulemper ved forskjellige tiltak for legionellabekjempelse i drikkevannsdistribusjonssystemer.

8 Drift, Vedlikehold og prøvetaking

Det er anleggseiers plikt til en hver tid å ha kontroll på tilstanden til vanddistribusjonsanlegget ved kontinuerlig og periodisk vedlikehold, overvåking, og ved å vurdere risiko for at anlegget representerer helsefare. Rutiner, prosedyrer og tiltak skal dokumenteres og denne skal være lett tilgjengelig og oppdatert (Internkontrollforskriften, 1996).

8.1 Risikovurdering

Vurdering av hvilke risikofaktorer som innvirker på vanddistribusjonsanlegget må utføres på både nye og gamle anlegg. Det er gjennom risikoanalyser anleggets tilstand kartlegges, hvilke komponenter som vil utgjøre den største risikoen for vekst og spredning av *Legionella*, og hvilke tiltak, kontinuerlige, periodiske og akutte som skal iverksettes. Det anbefales at en risikovurdering blir foretatt eller gjennomgått minst en gang i året.

Smitte ved aspirasjon og sår er mest vanlig i sykehus, smitte via jord er sjeldent og relatert til et varmere klima enn i Norge (kapittel 3.4.1 Smittespredning og overføring). To hovedbetingelser avgjør om et vanddistribusjonssystem er en smitterisiko for spredning av legionellose:

1. Tilstedeværelse og mulighet for vekst av *Legionella* i anlegget.
2. Innretninger som sprer aerosoler.

Folkehelseinstituttet (2009) definerer tre risikokategorier:

1. **Risikokategori 1, Stort smittepotensial.** Innretninger som kan smitte mange mennesker, eller betjener risikogrupper (eldre og syke).
2. **Risikokategori 2, Begrenset smittepotensial.** Innretninger som kan smitte et begrenset antall mennesker eller fare for vekst og spredning av *Legionella* er liten.
3. **Risikokategori 3, Lite smittepotensial.** Innretninger som benyttes av enkeltindivider, grupper utenfor risikogruppene eller der legionellavekst er usannsynlig

8.2 Prøvetaking

To typer analyser av vannprøver er aktuelle ved overvåking og kontroll av et vanddistribusjonsanlegg. Den ene er kimtallsanalyse og den andre er påvisning av *Legionella*. Kimtallsanalyser gir antall bakterieformende enheter, cfu per enhet vann, ofte per liter (cfu/liter). Kimtallsmålinger gir en indikasjon på mengden av biofilm i anlegget. *Legionella* kan påvises ved dyrkning. En annen og raskere metode, men som ikke enda er godt nok utviklet til å spore alle arter og undergrupper av *Legionella*, er Polymerase kjedereaksjon (PCR).

Temaene i dette kapittelet er grundig gjennomgått i Vedlegg 8A Risikovurdering, drift og analyser der en fullstendig plan (WSP) for risikovurdering og drift presenteres. Ulike metoder for vannanalyser og påvisningsmetoder for *Legionella* utdypes med fordeler og ulemper.

9 Diskusjon

I kapittel 6 og 7 er detaljer ved vannkilder, fordelingsnett, distribusjonsnett og tilhørende komponenter for drikkevann gjennomgått. Ethvert tiltak mot *Legionella*, forebyggende eller akutt, skal begrunnes ut fra en helhetlig risikovurdering av anlegget som skal dokumenteres og oppdateres jevnlig (Vedlegg 8A Risikovurdering, drift og analyser). Diskusjonen her vil omfatte en del viktige temaer som det i litteraturen ikke er presentert entydige løsninger på med hensyn på legionellaproblematikk i vanddistribusjonssystemet. En del av diskusjonen er viet *Legionella* og amøber, omfang av legionellose og analysemetoder. Problemstillingene er ikke av ren teknisk art i forhold til distribusjonssystemet, men høyst relevante i forhold til hvordan bekjempelsen av *Legionella* kan utføres med effektive tiltak i forhold til risiko.

9.1 Synsing kontra evidens

Mangfoldet av behandlingsmetoder og anbefalinger for legionellabekjempelse indikerer stor usikkerhet rundt legionellaproblematikken. Anbefalinger i veiledere kan like gjerne være begrunnet i fastgrodde myter som i evidensbasert vitenskap. Årsaken kan være stort fokus på *Legionella* de siste årene som tvinger frem raske løsninger på et komplekst problem.

Tiltaksgrenser *Legionella*

Mye av forskningen relatert til *Legionella* har foregått med simuleringsmodeller i laboratorium. Kontrollerte forsøk i felten under et utbrudd er vanskelig fordi tiltak iverksettes umiddelbart når utbruddet registreres, og det tar tid å spore kilden til utbruddet. Eventuelle konsentrasjoner av *Legionella* som kan påvises vil være i stadig forandring, alt etter som legionellabakteriene er inne i amøber eller ikke, om biofilm nylig har løsnet inne i systemet og om vannet som testes er henstandsvann eller ikke. Bakterienes evne til å formere seg i makrofager er variabel, i tillegg er testene for *Legionella* lite nøyaktige. Dyrkning vil alltid være et underestimat og kan gi et falskt negativt resultat. PCR prøver skiller ikke mellom døde og levende bakterier, slik at effekten av for eksempel UV-bestråling, varmebehandling eller kjemisk desinfeksjon kan feiltolkes, siden destruerte rester av *Legionella* vil være i vannet (Vedlegg 8A Risikovurdering, drift og analyser). Det er derfor så godt som umulig å avgjøre hvilken konsentrasjon som var i anlegget ved et utbrudd, hvilken konsentrasjon som utgjør risiko for smitte, og hvilken konsentrasjon av levende og potensielt smittefarlige *Legionella* et anlegg inneholder ved prøvetaking.

Tiltaksgrenser kimtall

Måling av kimtall vil også variere ut i fra om vannet er henstandsvann eller sirkulerer, og hvorvidt biofilm inne i systemet har løsrevet seg inne i systemet umiddelbart før prøven er tatt. Kimtallsmålinger kan gi en pekepinn på mikrobiologisk aktivitet, men vil ikke fortelle noe som helst om eventuell forekomst av *Legionella* i distribusjonssystemet.

Hva er evidensbasert?

Få anbefalte behandlingsmetoder har blitt overvåket over flere år under kontrollerte forhold, både ute i et reelt anlegg og ved oppfølging av forsøk i laboratorium. Forsker Janet E. Stout opererer med fire kriterier som må oppfylles for at en behandlingsmetode skal regnes som tilstrekkelig validert:

1. Demonstrert effekt i laboratorium
2. Verifiserte resultater fra installasjon
3. Kontrollerte studier gjennom flere år ved installasjonen
4. Bekreftende rapporter fra andre tilsvarende installasjoner

Ofte inkluderer forebyggende og akutte tiltak ved utbrudd flere metoder, slik at det er umulig skulle ut effektive tiltak. Anbefalte metoder som mangler tilstrekkelig vitenskapelig grunnlag er (Bentham, 2006; Stout, 2006):

- Heving av varmtvannstemperatur >50 °C
- Periodisk varmebehandling >70 °C i minimum 5 minutter
- Periodisk rengjøring og desinfeksjon av dusjslanger og dusjhoder
- Periodisk og kontinuerlig behandling med klor
- Vannbehandling som UV-bestråling, ultrafiltrering og anodisk oksidasjon
- Fjerning av blindrør
- Risikoanalyser basert på tester av vannprøver for *Legionella*

9.2 Legionellabakterien og legionellose

Blant de mange artene av legionellabakteriene er *L. pneumophila* serotype 1 identifisert som årsak i 70 % av legionellainfeksjoner i Europa, de fleste andre registrerte tilfeller er forårsaket av andre serotyper *L. pneumophila* (kapittel 3.4 Smitte). Det kan tyde på at dette er den mest virulente arten for smitte av mennesker, selv om en rekke andre arter etter hvert er påvist som smittekilde. Noe av forklaringen på at så mange tilfeller skyldes *L. pneumophila* kan være at den mest benyttede testen til å påvise legionærsykdom, antigen i urin, kun påviser *L. pneumophila* serotype 1 (Vedlegg 4A Legionellose – legionærsykdom og Pontiacfeber og Vedlegg 8A Risikovurdering, drift og analyser). En annen grunn er betydelig underrapportering og feildiagnoser av legionellose. Mellom 5 og 10 % av befolkningen i Norge rammes av influensa i løpet av en vintersesong (Folkehelseinstituttet, 2008). Det er ikke urimelig å anta at de aller fleste tilfeller av Pontiacfeber, som har sammenfallende symptomer med influensa, aldri blir registrert. Særlig siden Pontiacfeber er vanskelig å diagnostisere (Vedlegg 4A Legionellose – legionærsykdom og Pontiacfeber). En undersøkelse i Sarpsborg/Fredrikstad og Oslo påviste antistoffer mot *Legionella* i 2 % av befolkningen (Folkehelseinstituttet, 2009), noe som antyder at mange utsettes for bakteriene, uten at de blir alvorlig syke. Årsakene til underrapportering av legionærsykdom kan i følge EWGLI (2005) være:

- Pasienter med symptomer på lungebetennelse behandles umiddelbart med antibiotika og blir friske uten nærmere årsaksanalyse
- Utilstrekkelig testmetode, feil negativt resultat (antigentest urin eller PCR som ikke har det rette arvematerialet)
- Pasienter med nedsatt immunforsvar dør av underliggende sykdom uten at legionellose er diagnostisert

I følge pasienthåndboka vil omtrent 12 av 1000 innbyggere i Norge få lungebetennelse i løpet av et år (Pasienthåndboka). Så lenge ikke alle tilfeller av lungebetennelse automatisk medfører prøvetaking og dyrkning for påvisning av *Legionella*, vil det forbli store mørketall rundt legionærsykdom.

Ved prøvetaking av vannprøver er det viktig å teste for *Legionella* generelt, siden det vanskelig kan avgjøres om den påviste art er farlig for mennesker. Trives en spesifikk art i vanddistribusjonsanlegget kan det også finnes kolonier med andre arter av *Legionella*.

PCR teknikken er i rivende utvikling, og hvis fremtiden kan bringe raske, enkle og nøyaktige testmetoder for både legionærsykdom og Pontiacfeber, vil det reelle omfanget av legionellose tre frem.

Legionærsykdom er en alvorlig sykdom med en betydelig dødelighet på 30 % for eldre mennesker (Folkehelseinstituttet, 2009). Det sterke fokuset på legionellaproblematikken gjør at helsetrusselen bakterien representerer ikke på noen måte kan neglisjeres, forebyggende tiltak må implementeres både i design av nye distribusjonsanlegg og ved daglig drift av eldre anlegg.

9.3 Biofilm versus Legionella

Kapittel 3.3.2 Protozoer, amøber, makrofager og 3.3.3 Biofilm belyser relasjonen mellom *Legionella*, protozoer og biofilm. Bakterien er avhengig av andre organismer for å overleve. *Legionella* øker sin virulens ved formering i amøber, samtidig som amøber og biofilm vil beskytte bakteriene mot hete og giftstoffer. En etablert biofilm vil også gjøre det lettere for *Legionella* å feste seg, i stedet for å drive videre med vannstrømmen. Konsekvensen er at et distribusjonsanlegg med biofilm vil være et mer attraktivt sted for formering av *Legionella* enn et helt rent anlegg. Det er hevdet at høye kimtall, som indikerer høy biologisk aktivitet med tilhørende dannelse av biofilm, ikke direkte kan relateres til sannsynligheten for legionellasmitte. Likeså at lave kimtall ikke medfører et anlegg fritt for *Legionella* (Ahlen, 2006; Bentham, 2006). Hovedbudskapet er at forekomst av *Legionella* ikke kan relateres til kimtall. Siden sannsynligheten for kolonidannelser og overlevelse av *Legionella* øker ved tilstedeværelse av biofilm i systemet, vil det likevel være et forebyggende tiltak å bekjempe denne.

9.4 Inntaksvannet

Legionella er en naturlig del av det mikrobiologiske mangfoldet i ferskvann der bakterien forekommer i moderate mengder (kapittel 3.2 Forekomst). Norske vannkilder og vannverk er kjent for sitt gode drikkevann som kan drikkes rett fra springen. Det er strenge krav til vannkvaliteten når vannet sendes ut på fordelingsnettet (kapittel 6 Distribusjonssystem og 6.1 Kilder). Vannbehandlingen er ikke en garanti mot legionellafritt vann, bakteriene kan være svært motstandsdyktige mot fiendtlige miljøer hvis de er inne i amøber (kapittel 3.3.2 Protozoer, amøber, makrofager). Fordelingsnettet er av varierende alder og kvalitet, i Norge er lekkasjer vanlige (kapittel 6.4.3 Ledningsnett). Ved trykkfall i nettet kan ubehandlet overflatevann trenge inn i drikkevannet og introdusere potensielt helsefarlige organismer som *Legionella*. Risikoen for at drikkevannet inneholder helsefarlige mikrobiologiske organismer vil være størst der drikkevann ikke behandles eller kontrolleres, og minst ved nye anlegg med gode kontrollrutiner og barrierer. Oppsamlet regnvann vil være utsatt for forurensinger fra luft, fugler og organisk materiale. Vann i oppsamlingstanker kan om sommeren komme over 20 °C. Klart vann med god lukt og smak fra elver, vann og brønner er ikke nødvendigvis hygienisk. Det kan inneholde helseskadelige stoffer og mikrober som *Legionella*. Det er derfor rimelig å anta at vannet i inntaket til bygninger, der vandistribusjonssystemet og anleggseiers ansvar starter, kan inneholde moderate konsentrasjoner av *Legionella*.

9.5 Distribusjonsanlegget

Med distribusjonsanlegg menes rørledninger og komponenter fra inntak i bygning/struktur til og med tappesteder. Den delen av drikkevannsdistribusjonen som anleggseier er ansvarlig for.

9.5.1 Saktestrømmende og stillestående vann

Saktestrømmende eller stillestående vann bør unngås, da stagnasjon favoriserer mikrobiologisk vekst. Hvis temperaturen samtidig blir for lav vil det kunne gi gode oppvekstvilkår for *Legionella*. Av samme grunn bør blindrør¹¹ ikke forekomme i anlegget. I eldre anlegg der blindrør og lite brukte tappesteder ikke lett lar seg fjerne, kan de kobles fra resten av anlegget og tørrlegges. Det er imidlertid ikke bekreftet ved vitenskapelige forsøk at fjerning av blindrør vil redusere bestanden av *Legionella* i et infisert anlegg (Stout, 2006). Slike områder er vanskelige å nå med varme- og biocidbehandling, noe som kan være årsaken til at slik behandling har kortvarig effekt på anleggets kimtallsnivå. Dersom de i tillegg koloniseres med *Legionella* vil bakteriene spre seg til resten av anlegget fra slike steder (kapittel 3.3.3 Biofilm).

Sirkulasjon virker hemmende på vekst av biofilm og kolonidannelse av *Legionella*, siden den helst etablerer seg på steder med stagnasjon eller lav strømningshastighet. Samtidig er det vanskelig for *Legionella* å bygge opp kolonier uten hjelp av eksisterende biofilm ved

¹¹ Et blindrør kan defineres som et avstengt rør lengre enn 1,5 ganger diameter. Gjesteland T., Sweko.

strømmende vann (kapittel 3.3.3 Biofilm). Anlegg med sirkulerende vannstrøm vil derfor være et mindre attraktivt oppvekstmiljø for *Legionella*, noe som favoriserer anlegg som opprettholder temperaturregimet ved hjelp av sirkulasjonssløyfer.

9.5.2 Temperaturer

Forebygging mot *Legionella* ved å unngå temperaturer som er ideelle for formering av bakteriene er uomtvistelig svært viktig. Det er sannsynlig at *Legionella* sin virulens stimuleres under oppbygging av store konsentrasjoner av bakterien ved formering i amøber i temperert vann. Derfor skal drikkevannet være under 20 °C eller over 50 °C (kapittel 3 Legionella). Kaldtvannstemperatur under 20 °C er universelt godtatt og ikke gjenstand for diskusjon (kapittel 3.3.1 Temperatur og 6.4.1 Temperatur). Montering av kalibrert termometer på et egnet sted, helst et stykke inn i anlegget, vil lette kontroll av temperatur. Kaldtvannsledninger bør isoleres slik at ikke varme opptas fra omgivelser og varmtvannsrør. Det er viktig å holde varmtvannsanlegget adskilt fra kaldtvannet og forhindre at varmt vann strømmer inn i kaldtvannsledninger (og vice versa), slik at temperaturregimet ødelegges. Gjennomgang mellom kaldt og varmt vann kan for eksempel skje ved slangetilkobling på tappesteder der kranene er åpne, mens slangemunnstykket er stengt. En slik gjennomgang vil senke temperaturen drastisk på varmtvannet langt inn i anlegget. Kan enkelt forhindres ved bruk av tilbakeslagsventil. Hvis det er stagnasjon i hele eller deler av systemet, eller så lange avstander at temperaturer under 20 °C ikke kan opprettholdes, må sirkulasjon eller periodisk desinfisering vurderes.

Anbefalt temperaturnivå på varmtvannet i distribusjonssystemet varierer mellom 50 °C til 60 °C (kapittel 3.3.1 Temperatur og 5.3.5 Sammenligning). Folkehelseinstituttets veileder (2009), som kan betraktes som et normativt dokument, anbefaler 60 °C, mot tidligere 55 °C. Selv så høy temperatur er ikke noen garanti for at ikke *Legionella* kan kolonisere anlegget. Et forsøk med temperaturer på 60 °C i varmtvannssirkulasjonen reduserte ikke forekomsten av *Legionella* på fjerne steder i systemet (Stout 2006). Begrunnelsen for å heve temperaturen på varmtvannet i distribusjonssystemet er at bakteriene inaktiveres ved høyere temperaturer, det vil være vanskelig, om ikke umulig, for *Legionella* å overleve og etablere seg ved 60 °C, således er barrieren mot bakteriene sterkere. Ved 60 °C er det også tatt høyde for at temperaturen enkelte steder i systemet kan være noe lavere, ved reduksjon på 10 °C vil varmtvannet fremdeles holde 50 °C. Varmtvannstemperatur på 60 °C kan derfor anbefales hvis anleggets varmekapasitet er god nok, men det er ikke evidens for at tiltaket vil redusere en allerede etablert mikrobiologisk populasjon inne i systemet, eller begrense formering av *Legionella* som introduseres via inntak i større grad enn ved en temperatur på 55 °C. Varmtvannsrør skal isoleres.

Enkelte anlegg har krav om lavere temperaturer på varmtvannet (maksimalt 38 °C) for å forhindre forbrenningsskader, som institusjoner og barnehager (kapittel 5.3.1 Veiledning til TEK (2003)). Regulering skjer med blandeventiler. Selv om barnehager har tempererte anlegg så viser statistikken at barn svært sjelden rammes av legionærsykdom (Vedlegg 4A, Tabell 7), noe av årsaken kan være sterkt immunforsvar, underrapportering og feildiagnose.

Dusjer og tappesteder i barnehager blir svært hyppig brukt, noe som kan ha en preventiv effekt på *Legionella* (Wiik og Boccadoro, 2008). Der anlegget ikke er hyppig brukt, eller brukes av personer i risikogrupperne, bør den tempererte sonen innskrenkes, blandeventiler settes ideelt på tappested, mens vann med 50 – 60 °C temperatur sirkuleres.

Hyppig bruk og sirkulasjon er trolig ikke tilstrekkelig alene for å forhindre oppvekst av *Legionella* hvis temperaturen er for lav. I Bergen på Flesland Flyplass fant Avinor store konsentrasjoner *Legionella* i returledningen på varmtvannssirkulasjonen i 2005. Denne hadde en temperatur på kun 40 °C (Vedlegg A Referat fra legionellaseminar). Kilden til legionellabakteriene kan ha vært et annet sted i anlegget, men det er sannsynlig at *Legionella* kan etablere seg i en sirkulasjonsledning med temperert vann under 50 °C. Et forsøk som tar utgangspunkt i å finne den laveste temperatur en sirkulasjonsledning kan ha før *Legionella* etablerer seg, ville vært svært interessant. Anlegg med varmekabel vil i rolige perioder være en varmtvannstank med stillestående vann med temperaturer i området fra 50 – 60 °C, avhengig av varmekabelens kapasitet, temperaturinnstilling og ikke minst kabelens reelle oppvarming av vannet, som kun kan kontrolleres med termometer på fjerne tappesteder. Her kan *Legionella* formere seg hvis ideelle betingelser for vekst er til stede i områder med lavest temperatur, under 50 °C.

9.5.3 Materialvalg

Egenskapene til forskjellige materialer brukt i vanddistribusjonssystemer er belyst i kapittel 6.3 Materialer. Jern er næring for *Legionella*, ruster lett og skal ikke brukes i noen deler av et anlegg som er i kontakt med drikkevann. Enkelte materialer som plast og galvaniserte stålrør er mer utsatt for begroing av biofilm enn andre. Kobber er minst utsatt de første årene. Etter hvert som det oksideres avtar den veksthemmende effekten. I Stavanger er kimtallsmålinger registrert over ett år fra et stort antall kommunale distribusjonsanlegg i skoler, sykehjem og badeanlegg. Prosjektleder Ragnhild Wiik opplyser at laveste kimtall registreres fra eldre anlegg, som har kobberør, noe som antyder at kobber beholder sin desinfiserende egenskap utover 2 år.

Organisk materiale vil utvilsomt bidra som næring til mikrobiologiske organismer og må unngås. Materialenes egenskaper med hensyn på kolonisering av *Legionella* er derimot ikke avhengig av mengden av andre mikrobiologiske organismer, det er viktigere at de rette vertene finnes. I et forsøk med forskjellige materialer, samlet kobber de minste konsentrasjonene med *Legionella* i starten, men over tid var materialtype ikke avgjørende for vekstpotensialet til bakteriene (Kooij, Veenendaala & Schefferb 2005). Materialvalg vil derfor avhenge av vannets egenskaper ved inntaket og hvilken behandlings- og desinfeksjonsmetode som velges. Er vannet svært korrosivt bør PEX, rustfritt stål og titan brukes, ved stor brannfare, som under produksjon av hydrokarboner, er de to sistnevnte å foretrekke. Skal monokloramin brukes som desinfiserende middel bør plast og galvanisert stål ikke brukes (kapittel 7.5.2 Monokloramin).

9.5.4 Installasjoner offshore

På offshoreinstallasjoner produseres vann fra sjøvann, eller det leveres i bulk. Sistnevnte kan, tross kjemisk behandling, inneholde *Legionella* som kan overleve beskyttet av eventuell biofilm (kapittel 3.3.3 Biofilm) i tanker, rør og koblinger, med rolige ”kroker” i utspaninger og forsterkningsribber. Tanker bør konstrueres med rene flater uten ribber innvendig, og med muligheter for tilkomst for rengjøring.

Det stilles langt høyere krav til vannkvalitet, dokumenterte kontrollrutiner, periodiske målinger og analyser for drikkevann offshore enn på land (kapittel 6.1.1 Drikkevann offshore). Det er derfor rimelig å anta at en offshoreinstallasjon med egenproduksjon av drikkevann, som etterkommer alle krav, vil være leverandør av det reneste drikkevannet til forbrukere (boligmoduler) og følgelig det inntaket til intern vannfordeling som representerer minst risiko for legionellainfisert vann. Særlig med tanke på at det er produsert av sjøvann som i utgangspunktet ikke skal inneholde *Legionella* (kapittel 3.2 Forekomst). Det kan imidlertid ikke utelukkes at bakterien kan introduseres til distribusjonsanlegget i løpet av byggeperioden eller under testing av anlegget med vann fra land. Teoretisk kan også bakterien bli ført med strømmer fra elver og erodering fra land ut i sjøen, men vil da ha en begrenset levetid på et 2 – 3 uker. Et distribusjonssystem for drikkevann offshore kan dermed ikke antas som fritt for *Legionella*.

9.5.5 Vannvarmere

Vannvarmere som beredere velges etter kriteriene i kapittel 6.5.2 Beredere, vannvarmere. Eldre beredere kan med fordel skiftes av energieffektive årsaker, men også med hensyn på oppvekst av *Legionella*. Økt press på produsenter fra forbruker på detaljer som sirkulasjon innad i bereder for å unngå temperatursjikt, tappemulighet i bunn og kapasitet tvinger frem forbedrede produkter. Bruk av vannvarmere uten lagringskapasitet på perifere tappesteder er en god barriere mot *Legionella*.

9.5.6 Aerosoldannende enheter

Dusjer er den aerosoldannende enheten med temperert vann som berører flest mennesker daglig. Den er derfor viet stor oppmerksomhet i Folkehelseinstituttet sin veileder for forebygging av legionellasmitte. Veilederen, som er å betrakte som normativ, har følgende spesifiseringer i kapittel 6.6.2 (side 12) om periodisk rengjøring og desinfeksjon av slanger og hoder:

6.6.2 Rengjøring og desinfeksjon av dusjhoder og -slanger

Dusjhoder i anlegg hvor man ikke bruker kontinuerlig virkende bekjempningstiltak mot legionellavekst, bør demonteres, rengjøres og deretter desinfiseres, for eksempel med klor, minst kvartalsvis. Der det er mulig, bør også dusjslangene behandles på samme måte. Bruk av flaskekost for å komme til inne i

dusjhodet, anbefales. Pakninger mellom slange/dusjhode og slange/ blandedbatteri bør skiftes regelmessig, for eksempel kvartalsvis. Det kan være hensiktsmessig med dobbelt sett slanger/dusjhoder slik at ferdig rengjort utstyr kan monteres. Ved lagring av rengjorte slanger/dusjhoder er det viktig at delene oppbevares slik at de får tørke helt ut.

Veilederen har ikke konkrete anbefalinger for rengjøringsmidler. Espen Svendsen fra Stavanger kommune opplyste under legionellaseminaret i Bergen at de brukte eddik som rengjøringsmiddel for å fjerne biofilm i dusjhoder og dusjslanger. Klor desinfiserer og dreper bakterier, men er dårlig til rengjøring (Vedlegg A Referat fra legionellaseminar).

Det kan være et diskusjonstema om en minimumstemperatur på varmtvannet på 55-60 °C kan klassifiseres som et ”kontinuerlig virkende” tiltak. Nødvendigheten av denne prosedyren kan heller vurderes ut fra prøveanalyser og en eventuell rengjøring av hele anlegget. I anlegg som inneholder mange dusjer, for eksempel boligkvarter og hoteller, vil rengjøring og desinfeksjon være både kostbar og ressurskrevende. Kostnad ved utskifting bør vurderes opp mot personalkostnad på rengjøring og desinfeksjon. Forsker Janet E. Stout (2006) sier i en artikkel om sykehusmitte at det ikke finnes evidens for at rengjøring og desinfeksjon av slanger og dusjhoder vil forhindre legionellasmitte, og viser til et forsøk der rengjøring eller utskifting ikke hadde noen effekt på eksisterende konsentrasjon av *Legionella* i et anlegg.

På oppdrag fra Stavanger kommune utførte IRIS¹² kintallsmålinger ved bade- og idrettsanlegg, helseinstitusjoner og skoler i etterkant av et legionellautbrudd i Tastahallen 2007. De fant høyest kintall i henstandsvannet i dusjer som hadde stått ubrukt i lang tid. Prøver tatt etter utspyling av vannet i slange og dusjhode viste samme kintall som ellers i varmtvannsnettet. *Legionella* ble påvist i et fåtalls dusjer, kintall var her som regel høyere enn i dusjer uten bakterien. Dusjer som ble hyppig brukt (i barnehager) hadde lavest kintall og dermed minst biologisk aktivitet. (Wiik og Boccadoro, 2008).

Eventuell rengjøring og desinfeksjon av dusjhoder bør bestemmes på grunnlag av vannanalyser, inspeksjon og risikovurdering som utføres minst kvartalsvis. Det synes viktigere å unngå henstandsvann i dusjer over flere dager. Daglig gjennomspyling eller tørrlegging av dusjer som ikke er i daglig bruk vil være effektive tiltak for å holde kintall nede og forringe oppvekstvilkår for *Legionella*. Gjennomspyling kan trolig skje med temperert vann, siden kintall i dusjer raskt reduseres til anleggets generelle nivå kun ved hjelp av strømming gjennom dusjhode og slange. Det viktigste er at både kaldt og varmt vann ikke får være lenge i ro, slik gjennomstrømming kan lett automatiseres (kapittel 6.5.7 Dusjer).

Automatisk tørrlegging vil være mer økonomisk og miljøvennlig, uten unødig energiforbruk og sløsing med vann. Ved å tørrlegge tappestedet så nærme mulig et punkt der vannet enten

¹² International Research Institute of Stavanger

sirkulerer, eller i alle fall jevnlig er i bevegelse, vil tiden i stedet arbeide mot oppvekst av *Legionella* og andre vannlevende organismer. Når tappestedet og tilhørende rørsystem tørker opp, dør *Legionella* og smittefaren er eliminert. Tørrlegging av hele seksjoner eller etasjer vil være et effektivt tiltak mot *Legionella* for hoteller, skip og boligmoduler som i perioder har redusert utnyttelse av kapasitet. Samtidig blir risikoen for lekkasjer i de ubrukte delene eliminert. Tiltaket kan med fordel benyttes på alle sesongavhengige eller periodisk brukte vanddistribusjonsanlegg. Forutsetning er at alle deler av anlegget, inkludert beredere, kan tømmes og luftes tilstrekkelig. Grundig rengjøring kan være nødvendig i forkant av tørrlegging. En biofilm vil være vanskelig å tørke helt ut, anlegget må være helt tørt.

Gode forebyggende tiltak for boblebad krever i dag stor egeninnsats av eier eller bruker (kapittel 6.5.8 Boblebad). Det synes tvilsomt at eiere av private boblebad vil utføre kimtallsprøver av vannet i boblebadet sitt. I beste fall vil produsenten sine anbefalinger til vedlikehold og klortilsetning bli fulgt. Det hviler derfor et stort ansvar på produsenter og forhandlere når det gjelder design ved å implementere automatiske forebyggende tiltak i karet som krever minimalt av bruker.

Et sterkt verktøy til risikoreducerende tiltak er å avgrense bruken av aerosoldannende enheter. Enheter med størst smittepotensial til å ramme mange mennesker som kjøletårn og luftskrubbere kan designes slik at kjøle- og renseeffekt oppnås med strømmende vann og ikke ved bruk av aerosoler (Clodic, Zoughaib, Maatouk, Senejean & Merchat, 2006). En rekke andre installasjoner kan fungere hensiktsmessig uten at aerosoler dannes ved å utstyre hode/sprededyser med større åpninger slik at vannet ikke forstøves, dog må det tas hensyn til mulig redusert effekt ved slukking av brann. Slike innretninger er:

- Sprinkleranlegg
- Overrislingsanlegg
- Fukter til frukt og grønnsaker
- Nøddusjer

I våte sprinkleranlegg (kapittel 6.4.5 Sprinkler -, vanntåke - og oversvømmingsanlegg) blir vann stående i romtemperatur i en rørkvalitet, galvanisert stål, som gir gode oppvekstvilkår for biofilm og som også kan favorisere vekst av *Legionella* (kapittel 6.3.4 Jern og stål). Sprinklerhodene vil forstøve vannet og danne aerosoler, og ved utløsning av anlegget vil det være fare for legionellasmitte. I tørranlegg kan faren for legionellainfeksjon i sprinkleranlegget lett elimineres ved å sirkulere vannet til ventilene som utløser anlegget, slik at det holdes avkjølt. Tørranlegg bør derfor installeres der konsekvensen av spredning av legionellainfiserte aerosoler er stor, som helseinstitusjoner og sykehus med personer i risikogruppene (kapittel 4 Legionellose), og der mange personer kan bli rammet.

Det er også fordelaktig med tørranlegg og vannsirkulasjon i vanntåkeanlegg med tanke på legionellaproblematikk. Spesielt viktig hvis anlegget skal benyttes til utvendig brannsikring

med et stort smittepotensial mot et stort antall mennesker. I en rapport fra Sintef (2003) om effektiviteten av vanntåke versus sprinkler blir det anbefalt å benytte tørranlegg i kombinasjon med temperert vann, 40 °C, ved sterk kulde (-10 – -50 °C) Her må blandeventil plasseres nærmest mulig utløserventil.

Oversvømmingsanlegg, Deluge, er ofte ute, kan spre aerosoler over et stort område, og har et stort smittepotensial hvis vannet er infisert av *Legionella*. Tilførselsledninger, eventuelt egen vanntank med pumpe, er utsatt for oppvarming av sol og omgivelser. Det bør iverksettes tiltak for å hindre at vannet overstiger 20 °C, eksempelvis sørge for sirkulasjon av vann i tilførselsledninger, jevnlig utskifting og sirkulasjon av vann i tank, eventuelt kjøling med varmeveksler. Kjemisk tilsetning av vann som brukes til brannslukking kan være aktuelt i tanker. Det er viktig at kjemikaliet ikke er korrosivt eller giftig for mennesker. Utendørs anlegg blir testet og kan utsette personell for stoffer og aerosoler utenom skarpe alarmer.

Overrislingsanlegg for å fukte planter og tømmer er i Norge sjelden utsatt for temperaturer som representerer fare for store konsentrasjoner *Legionella*, selv om dette kan forekomme i sommerhalvåret. Det er forholdsvis stor gjennomstrømning i slike anlegg, ved å beskytte ledningsnett mot solvarme, eventuelt isolere rør, burde smittefaren være relativt lav. Felles for alle slike anlegg er at de må skilles fysisk fra det øvrige nettet med tilbakeslagsventiler slik at en eventuell legionellakoloni ikke kan infisere distribusjonsnettet.

Fukting av frukt og grønnsaker i utstillinger i butikker er også et slags vanntåkeanlegg, der god sirkulasjon av tilførselsvannet vil holde temperaturen på vanddusjen lav nok til at vekst av *Legionella* ikke forekommer, et alternativ kan være vannbad med fordampning

Nøddusjer blir sjeldent brukt, rørstrekk vil være utsatt for varmeoverføring fra omgivelser og solvarme utendørs og vannet skal helst være temperert. Dette er gunstig for vekst og formering av *Legionella*. Tilførsel bør isoleres fra resten av distribusjonsnettet med tilbakeslagsventiler slik at eventuelle kolonier med *Legionella* ikke kan infisere andre deler av anlegget. Tiltak for å forhindre *Legionella* i slike installasjoner kan være:

- Store dyser i dusjhodet og lavt trykk slik at aerosoldannelse unngås (regn i stedet for dusj)
- Selvdrenering, helst til sirkulasjon eller til ledning uten henstandsvann
- Eventuell blandeventil så nærme tappepunkt som mulig hvis varmtvannet sirkulerer
- Bruk av vannvarmer uten lagringskapasitet i stedet for varmtvannsledning
- Oppretting av rutiner, gjerne automatiserte, for ukentlig gjennomspyling av nøddusjer med henstandsvann

9.6 Varme-, kjemisk- eller annen vannbehandling

Spyling med varmtvann er enormt ressurskrevende. På store anlegg vil det ta svært lang tid å spyle gjennom hvert enkelt tappested, selv om det kun er for 5 minutter.

Ut fra et miljø- og helsemessig synspunkt er det fordelaktig å holde tilsetning av kjemikalier til drikkevann på et absolutt minimum. Drikkevannet i Norge kan drikkes rett fra springen uten sjenerende lukt og smak. Kontinuerlig dosering av klorholdige biocider vil forringe kvaliteten på vannet, særlig hvis vannet har et høyt innhold av organiske partikler og således krever høy dosering. Klorkonsentrasjoner over 0,5 mg/l vil sette lukt og smak på vannet. Effekten av fritt klor avtar ved pH over 7. Fra vannverk skal drikkevann ha en pH mellom 8 og 9, noe som forringer effekten av klor og øker nødvendig dose (kapittel 6.1 Kilder, 7.5.1 Fritt klor og 5.2.4 Drikkevannsforskriften (2001)). De mest virksomme klorbaserte stoffene er monokloramin og klordioksid. Tilstrekkelig klordose ved kontinuerlig behandling vil likevel være stor nok til å sette smak og lukt på vannet, mellom 1 og 2 mg/l. Ved periodisk sjokk-kloring som desinfeksjon, kan klorrestene spyles ut før anlegget tas i bruk, men det oppleves ofte at en eventuell koloni med *Legionella* raskt tar seg opp etter behandling (kapittel 7.5 Kjemisk behandling). Det samme er tilfellet når varmtvann benyttes til periodisk desinfeksjon (kapittel 7.4 Varmebehandling). Årsakene til den raske oppveksten av *Legionella* kan være:

- Bakteriene er godt beskyttet av biofilm og amøber
- Deler av anlegget nås ikke godt nok av behandlingen
- Stadig ny tilførsel av bakterier via inntaket
- For lav temperatur/dosering, for liten virketid

Ved rask gjenvekst av *Legionella* etter sjokkbehandling med klor eller varmtvann må alternativ desinfeksjon anvendes. Klordosene må høynes eller annet klorstoff, som monokloramin, prøves. Alternativt kan et middel som trenger inn i hele anlegget (for eksempel kobber-/sølvioner) benyttes, samtidig som innløp sikres med grovfilter. Det vil være nødvendig med tiltak på avløp for å unngå ulovlige utslipp til miljø. En kraftig rengjøring som fjerner biofilm vil også være aktuelt..

Et biocid med god effekt er kobber-/sølvioner som er til godkjenning hos Mattilsynet som tilsetningsstoff i drikkevann. (kapittel 7.5.6 Kopper- / sølvioner). Bruk av dette biocidet bør ikke vurderes før alternative, mer miljøvennlige metoder, er funnet utilstrekkelige. Utslipp til miljøet av tungmetaller er ikke ønskelig, disse må samles i avløp. Kontinuerlig behandling med kobber-/sølvioner kan være aktuelt ved institusjoner og sykehus med brukere innen risikogruppene (kapittel 4 Legionellose), eller der det kreves nedsatt temperatur på grunn av fare for forbrenningsskader. Unntaket vil være barnehager som ikke virker særlig utsatt for legionærsykdom (Vedlegg 4A Legionellose – legionærsykdom og Pontiacfeber), barn bør ikke unødig eksponeres for kjemikalier. Et mulig, men lite ønskelig, alternativ er temperert vann som desinfiseres kontinuerlig med kobber-/sølvioner eller monokloramin. Ved tilstrekkelig dose vil *Legionella* kontrolleres i anlegget og smitterisiko vil være minimal. Det er ikke en optimal løsning verken for brukere eller miljø som blir eksponert for tungmetaller og kjemikalier.

Kontinuerlig vannbehandling med biocider skal automatiseres. Biocider i ukontrollerte mengder vil være helsefarlige og drikkevannsforskriften (2001) setter strenge krav til maksimalt innhold av de forskjellige biocidene. Både dosering og restverdier i vannet må derfor overvåkes nøye (kapittel 7.5 Kjemisk behandling). Egnede målesteder vil fremgå av produktinformasjonen som følger doseringsutstyret. Manuell dosering av biocider som sjokkbehandling utføres som regel med klor. Det er viktig at mengde restklor i vannet blir målt til under 5 mg/l, som er maksimal tillatt klorinnhold i drikkevann (Drikkevannsforskriften 2001), før anlegget tas i bruk. Helst bør restklornivået ligge lavere enn grensen for smak og lukt (0,5mg/l).

Vannbehandling som anodisk oksidasjon og UV-bestråling har fordelen av at de ikke introduserer kjemikalier. Bakdelen er at de ikke virker videre i anlegget uten bruk av kjemikalier, og at det organiske materialet som destrueres kan nyttes til næring av eksisterende mikrobiologiske organismer nedstrøms behandlingspunkt. Uskadeliggjorte *Legionella* vil dessuten bli påvist av eventuelle PCR tester og kan bidra til feiltolkning av testresultat.

Ultrafiltrering er svært effektivt brukt direkte på tappesteder og vil være den sikreste metoden for å beskytte særlig utsatte risikogrupper (kapittel 4 Legionellose) ved sykehus og institusjoner, selv om den er ressurskrevende (kapittel 7.6.2 Finfilter). Vask av sår, og instrumenter som benyttes til respirasjon, bør utføres med destillert vann slik at mulig overføring av *Legionella* via springvann unngås (kapittel 3.4.1 Smittespredning og overføring). Erfaringer ved ultrafiltrering på inntak er foreløpig begrenset. Forsøk i Stavanger med grov- og finfilter viser at anleggets innhold av kolonidannende enheter, cfu, ikke påvirkes av filtrene som er plassert før og etter beredere. Vannet har ekstremt lavt kimtall mellom uttak og finfilter, mens målinger tatt nedstrøms filter har høye verdier, som følge av høy mikrobiologisk aktivitet innad i anlegget. Ultrafiltrering er kostbar og ressurskrevende, filtrene må skiftes hver tredje måned. Det bør bemerkes at kimtallsmålinger og antall cfu ikke nødvendigvis kan relateres til anleggets smittepotensial for *Legionella* (kapittel 9.1 Synsing kontra evidens). På nye anlegg, eller der inntaksvannet er rikt på organisk materiale, vil grovfilter på inntak være en rimeligere løsning, samtidig som vedlikehold på et grovfilter er enklere. Filteret er selvrensende ved et trykkfall på ½ bar. Et grovfilter kan hindre protozoer som amøber å entre anlegget. Dermed vil *Legionella* sin tilgang på verter for formering og beskyttelse reduseres. I kombinasjon med høy temperatur på varmtvannet (60 °C) og god sirkulasjon, vil forholdene for vekst og formering av *Legionella* i teorien være svært ugunstig.

Mekaniske innretninger som UV-bestråling og ultrafiltre trenger ettersyn, rensing og utskifting av filtre, som utføres i henhold til fabrikantens hensvisninger.

Behov for eventuell rengjøring og desinfeksjon, enten utført med biocider eller ved varmebehandling, bør avgjøres etter risikovurdering (kapittel 8 Drift, Vedlikehold og prøvetaking).

9.6.1 Eldre anlegg

Valg av løsning vil i stor grad avhenge av anlegg og vannkvalitet. Eldre anlegg vil ikke ha nytte av vannbehandlingsmetoder som ikke virker nedstrøms behandlingspunkt, heller ikke periodisk behandling med varmtvann. Prosjektleder Ragnhild Wiik ved IRIS forteller at i kommunale anlegg i Stavanger var antallet cfu etter 4 – 6 dager oppe på samme nivå som før behandling. Effekten av periodisk varmebehandling er usikker. Det synes viktigere å unngå stagnasjon. Det er mulig at ukentlig, gjerne daglig og automatisert, gjennomspyling av de delene av anlegget som ikke er i kontinuerlig bruk, inkludert tappesteder, vil være et bedre alternativ. Gjennomspylingen kan utføres med normalt temperert vann (åpne for både kaldt og varmt vann) for å etterligne hyppig bruk. Dette er et rent forebyggende tiltak på et antatt legionellafritt anlegg, og effekt må overvåkes nøye. Utføres spylingen manuelt, vil store og mange anlegg kreve store ressurser.

Et gammelt anlegg må først kartlegges og risikovurderes. Etter eventuell fjerning/utbedring av uheldige løsninger (kan være fjerning av blindrør, installering av sirkulasjon, utskifting av bereder/vannvarmesystem) må anlegget nullstilles ved en grundig rengjøring og desinfeksjon før valgte kontinuerlige og periodiske tiltak iverksettes. Tiltakene må evalueres, og erstattes med nye ved eventuell oppvekst av *Legionella* eller kraftig begroing av anlegget.

9.6.2 Nye anlegg

Ved design av nye anlegg bør det legges vekt på å benytte metoder som ikke anvender biocider til kontinuerlig vannbehandling. Potensielt giftige kjemikalier i drikkevann er betenkelig, både helsemessig og i forhold til utslipp i miljø. Bruk av kjemikalier bør derfor anses som siste utvei etter at andre alternativ har feilet i å kontrollere en eventuell legionellainfeksjon av drikkevannsystemet. Det kan likevel være fornuftig å tilrettelegge for slik behandling med et inntakspunkt for injeksjon, slik at det tas høyde for fremtidige hendelser som kan kreve desinfeksjon av kjemikalier. Egne tappesteder for prøvetaking av vann kan med fordel plasseres ved inntak til bygning og ved utløpet på bereder. I byggeperioden må alle rør og komponenter beskyttes for forurensing under frakt, oppbevaring og montering. Tegninger, instruksjoner og prosedyrer må oppdateres med utførte forandringer og utbedringer underveis i prosessen fra planlegging til ferdiggjøring og drift. Et grovfilter er en god og rimelig barriere på inntaket. Godt isolert ledningsnett, sirkulasjon, og høy varmtvannstemperatur, som lett kan overvåkes, bør prioriteres.

9.7 Risikovurdering og overvåking

Vedlegg 8A Risikovurdering, drift og analyser gjennomgår forskjellige metoder for risikovurdering som er svært like, og som har samme mål: Identifisere og eliminere risiko. World Health Organization sin detaljerte Water Safety Plan (WSP) sikrer en god og kontinuerlig oppdatert vurdering av alle typer anlegg, Folkehelseinstituttets inndeling i 3

risikokategorier; stort, begrenset og lite smittepotensial, sørger for en enkel og lettfattelig rangering av forventet risiko (kapittel 8.1 Risikovurdering). Risikovurdering av et anlegg danner grunnlag for alle tiltak mot *Legionella*, både forebyggende, kontinuerlige og periodiske, og er grunnpilaren i et tilfredsstillende smittevern for vanddistribusjonssystemet.

Anlegg må overvåkes og kontrolleres, spesielt med hensyn på temperatur og eventuell biocidbehandling. Målerutiner og metoder for temperatur vil variere med anleggets størrelse og kompleksitet. Temperaturen i små anlegg kan overvåkes manuelt ved å måle vanntemperaturen på perifere tappesteder. Målinger kan for eksempel utføres månedlig. Større anlegg kan ha givere utplassert på egnede steder som kan avleses i kontrollrom. Slike avlesinger kan utføres som en del av den daglige driften, men bør loggføres månedlig. Analyser av vannet brukes til å detektere trender, en enkelt prøve kan være tilfeldig eller misvisende. Hvis flere prøver påviser stigende antall *Legionella* i anlegget må tiltak som stenging, rengjøring og desinfeksjon vurderes.

Rutiner for dokumentasjon av måleresultater, tiltak, vedlikehold og modifiseringer er viktig og lovpålagt, og ivaretas av en godt innarbeidet WSP.

9.8 Økonomi

En ressurskrevende metode som varmebehandling av distribusjonsanlegg vil være svært kostbar for anleggseiere med stor og kompleks bygningsmasse. Stavanger kommune brukte i 2008 15 millioner kroner på forebyggende tiltak mot *Legionella*. Ett av disse var varmebehandling. Forbruket av varmtvann per spyling av samtlige anlegg er 75 kubikkmeter. Det er mye energi som går rett i havet, i tillegg til personalforbruk (Vedlegg A Referat fra legionellaseminar). Også ved automatisert periodisk varmebehandling sløses det med energi for å varme opp vann. Effektiv biocidbehandling krever utstyr til overvåking og dosering i tillegg til kjemikaliekostnadene. Utstyr som UV-bestråling, pumper til sirkulasjon og mikrofiltre krever investeringer og vedlikehold. Aquanor opplyser at store filterinstallasjoner kan komme opp i 100 000 kroner, i tillegg må mikromembranene skiftes hver tredje måned. Hyppige analyser av vannet i distribusjonsanleggene vil for store anleggseiere være en betydelig utgift i den daglige driften. Slike analyser vil likevel være nødvendige for å foreta risikoanalyser vedrørende anleggets tilstand. Forebyggende tiltak mot *Legionella* vil uansett kreve investeringer, mye kan bygges inn i distribusjonsanlegget ved å sørge for god sirkulasjon, rett temperatur og minimal begroing. Norge har god tilgang på rimelig og miljøvennlig energi. Energikrevende tiltak som høyning av varmtvannstemperatur til 60 °C og gjennomspyling er derfor akseptable tiltak mot *Legionella* i Norge.

Den verst tenkelige løsning for anleggseier er å neglisjere nødvendigheten av å kontrollere vannet i et distribusjonsanlegg for potensiell smittefare av *Legionella*. Ved inntaket starter anleggseiers ansvar. Det er lovpålagt å treffe nødvendige tiltak slik at drikkevannet ikke er smittefarlig (kapittel 5 Lover, forskrifter og veiledere). Unnlaterse vil medføre straffeansvar. I 2001 døde 7 personer under et utbrudd i Stavanger, der kjøletårnet til SAS Atlantic Hotell

ble identifisert som kilde. En person som overlevde ble i mars 2008 tilkjent 6, 5 millioner i erstatning. Hotellet vurderer anke (TV 2 nyhetene, 2008).

9.9 Oppsummering

Med bakgrunn i diskusjon kan følgende punktvis oppsummering settes opp med hensyn på god design ved legionellabekjempelse:

- Vannbehandling av vanddistribusjonssystemet bør i størst mulig grad foregå uten bruk av kjemikalier
- Kontrolltiltak for *Legionella* skal være begrunnet i oppdatert risikoanalyse
- I byggefasen må rør og komponenter beskyttes mot inntrenging av forurensinger
- Tegninger, instruksjoner og prosedyrer må oppdateres med alle forandringer og utbedringer både i anleggsfase og under drift
- Analyser av vannprøver bør vurderes varsomt og brukes som indikasjoner på anleggets tilstand ved å søke etter trender
- Varmtvannsregimet er en god barriere, og det bør etterstrebes å holde kaldtvannet under 20 °C, varmtvannet på 60 °C, minimum 50 °C, i alle deler av anlegget
- Områder med temperert vann holdes på et minimum, og skal være hyppig brukt eller regelmessig gjennomspylt, helst flere ganger i uken
- Beredere skal ha minimumstemperatur 70 °C, dreneringsmulighet i bunn og innvendig sirkulasjon eller varmeelement i bunn, slik at ikke varige temperatursjikt oppstår
- Store anlegg bør ha kontinuerlig overvåking av temperatur på flere steder, mindre anlegg periodisk temperaturkontroll
- Temperatur må jevnlig måles ved fjerne tappesteder for å kontrollere at sirkulasjon fungerer optimalt, ikke godt nok å måle kun temperatur på returlinje
- Sirkulasjon er svært viktig for å minimalisere begroing i systemet og for å begrense *Legionella* sin mulighet til kolonidannelse og formering, varmtvann skal sirkuleres tilbake til bereder
- Områder med stagnasjon skal ikke forekomme (blindrør, lite brukte tappesteder)
- Der det er muligheter for at kaldtvann stagnerer og varmes opp til romtemperatur, bør også kaldtvannet sirkuleres
- Er inntaksvannet rikt på mikrobiologisk materiale, bør tilgang begrenses ved et grovfilter, slik at protozoer som amøber ikke kommer inn i anlegget
- Installasjoner med brukere i risikogrupper, skal ha de sterkeste tiltakene mot *Legionella* som ultrafiltrering direkte på tappesteder og daglig spyling av dusjer
- Fjerne og lite brukte tappesteder bør utstyres med egne vannvarmere uten lagringsmulighet og isoleres fra resten av systemet med tilbakeslagsventil
- Områder av anlegget som ikke er i bruk bør tørrlegges, automatisk tørrlegging av lite brukte tappesteder fordelaktig
- Alternativt gjennomspyling, minst ukentlig, gjerne oftere, av lite brukte deler av anlegget

10 GjØa

Olje og gassfeltet GjØa ligger i den nordlige delen av Nordsjøen, vest for FlorØ. Utvinnbare reserver er estimert til 82 millioner fat olje og kondensat og 40 milliarder standard kubikkmeter gass. Vanddypet er 360 meter. Feltet bygges ut med fem undervanns brØnnrammer tilknyttet en halvt nedsenkbar produksjonsplattform (Figur 21). StrØmforsyningen til GjØa er landbasert via en kraftkabel fra Mongstad, forventet driftstart er september 2010.



Figur 21 Halvt nedsenkbar produksjonsplattform GjØa. Illustrasjon (StatoilHydro GjØa)

10.1 Boligmodulen

Boligmodulen, GjØa Living Quarter, bygges ved Leirvik Module Technology (Leirvik MT). Samlet flate er 3800 m² fordelt pØ 6 etasjer. Modulen, som er bygget i aluminium, har foruten kontrollrom og kontor, kantine med kjøkken, oppholds- og trimrom, 104 enkeltroms kabiner med dusj, vask og toalett. 20 av disse boenhetene er utstyrt med doble senger. Modulen er dimensjonert for 120 personer. Figur 22 viser boligmodulen pØ Leirvik MT i midten av mars 2009.



Figur 22 GjØa boligmodul under bygging pØ Leirvik MT. Foto E.O.Hukset.

10.2 Vanddistribusjonssystemet

Distribusjonssystemet i GjØa boligmodul er en selvstendig enhet som kun hØndterer tappevann som forbrukes til forpleining av personell innen modulen. Vann til beredskap som sprinkler og vanntØke er betjent av eksternt anlegg.

Boligmodulen mottar vann fra skip levert som bulk. Vannkvaliteten er i henhold til "Forskrift om drikkevannsanlegg og drikkevannsforsyning pØ flyttbare innretninger" (Forskrift om drikkevann, flyttbare innretninger, 1987). Forskriftens krav til leveranse av drikkevann er bl.a.:

- Vannet skal klores, 30 minutter etter avsluttet bunkring skal det pØvises fritt klor, minimum 0,05 mg/l, anbefalt mellom 0,1 – 0,5 mg/l, maksimalt 1 mg/l
- Lukt og smak skal ikke vØre fremtredende
- Misfarget vann skal ikke tas imot fordi klordosen vil medfØre bundet klor som gir smak og lukt av klor
- pH mellom 6,5 og 9,5
- Alt drikkevann skal desinfiseres fØr bruk
- Kjemikalier til behandling skal vØre sertifisert

- Temperatur varmtvann ut fra bereder minst 65 °C
- Drikkevannsanlegget skal kontrolleres minst en gang i døgnet, skal dokumenteres.
- Hele drikkevannsanlegget skal rengjøres og desinfiseres før innretningen forlater byggeverksted, etter reparasjoner og minst en gang årlig.

Vannkvaliteten er bedre enn det som forventes av et kommunalt vannverk (kapittel 6.1 Kilder). NORSOK standard C-002, punkt 17.9, omhandler generelle krav til kvaliteten på rør i forhold til vannkvalitet og vanntrykk, isolasjon på alle rør utenfor sovekabin, og at arbeidet skal utføres etter gjeldende standard for sanitæranlegg. Det er i tillegg flere standarder og regelverk som må tas hensyn til.

Det interne vanddistribusjonssystemet på Gjøa boligmodul er designet i henhold til

- Normalreglementet for sanitæranlegg – Tekniske bestemmelser – Kommunenes Sentralforbund
- NS 6070 Marine industry Sanitary systems, Installation of fittings and equipment
- NS 6071 Marine industry Sanitary systems, Supply systems

Spesifikasjoner som er anvendt i anlegget er

- NORSOK L-SP-002 Piping and Valves
- NORSOK P-SR-011 Standard System Requirements Fresh Water System No. 53
- NORSOK H-CR-002 NORSOK Standard Piping and Plumbing

Materialkvalitet på rør er spesifisert av StatoilHydro til 316 rustfritt stål:

Mannesmann Stainless Tubes; A 269/A 269M, Seamless and welded austenitic stainless steel tubing for general service. På grunn korrosjonsfare er maksimal tillatt temperatur på røret 55 °C, gjelder utvendig temperatur på ledninger som befinner seg i det korrosive miljøet utendørs. Anleggets designkapasitet ut fra forventet forbruk er 27 m³/time. Anlegget fordeler varmt og kaldt vann til kjøkken, kantine, sykestue, trimrom, garderober og individuelle sovekabiner med dusj/toalett. Vannet distribueres fra plattform til boligmodulens 5. etasje der den eksterne vannforsyningen kobles til det interne anlegget.

10.2.1P & ID

P & ID over vanddistribusjonsanlegget til boligmodul Gjøa er vedlagt som

- Vedlegg 10A P&ID Gjøa, beredere 5. etasje
- Vedlegg 10B P&ID Gjøa, seksjon sør
- Vedlegg 10C P&ID Gjøa, seksjon nord
- Vedlegg 10D P&ID Gjøa, varmebehandlingssystem

Hver komponent i anlegget er merket med TAG nummer som identifiserer komponenten, for eksempel forteller TAG numrene:

Tabell 2 Identifikasjon TAG 53L9019-0150WD-TS02-9013N

TAG	53L9019	0150WD	TS02	9	013	N
Forklaring	System, kaldtvannslinje	Dimensjon 1,5”(42mm)	Rør kvalitet AISI 316	Kondens isolasjon	Isolasjon mm	Varmekabel ”No”

Tabell 3 Identifikasjon TAG 53L9119-0125WD-TS02-1019Y

TAG	53L9119	0125	TS02	1	019	Y
Forklaring	System, varmtvannslinje	Dimensjon 1”(28mm)	Rør kvalitet AISI 316	Varme isolasjon	Isolasjon mm	Varmekabel ”YES”

10.3 Varmtvannsanlegget

I boligmodulens 5. etasje er 4 beredere seriekoblet. Berederne kombinerer varmeveksling med en ekstern varmtvannssløyfe og elektriske element til oppvarming. En blandeventil som justeres manuelt, mikser varmtvannet med kaldt vann til ønsket temperatur, som er satt til 55 °C, før det slippes inn på fordelingsnettet. En termometer er plassert nedstrøms blandeventilen. Det tempererte vannet sirkulerer ikke. Varmtvann med temperatur på 80 °C til varmebehandling kan tilføres hele anlegget i egne linjer via en bypass ventil. Etter varmebehandling tømmes linjene med trykkluft.

10.3.1 Vannvarmere

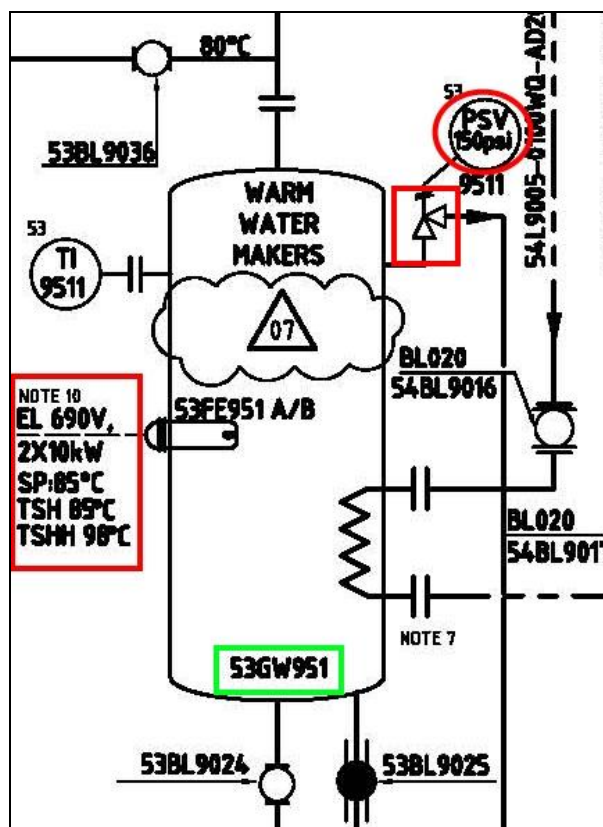
Drikkevannet varmes opp av fire parallellkoblede OSO Maxi Combi storberedere (Figur 23). Hver bereder har en kapasitet på 900 liter. Trykktank i rustfritt stål, maks trykk 10 bar. Varmekilder er varmeveksling med ekstern varmtvannslinje, temperatur 80 °C, ΔT over varmevekslingen er 20 °C. I tillegg har hver bereder et 2 x 10 kW, 690 Volt, varmeelement. Temperatur ut av berederne er 80 °C.

Sikkerheten er ivaretatt med overvåking av



Figur 23 OSO Maxi Combi storberedere (OSO)

temperatur og trykk. TSH 85 °C (Temperature Safe High) stenger varmeelementet ved 85 °C, TSHH 95 °C (Temperature Safe High High) åpner sikkerhetsventilen PSV 150psi/TSV (Pressure Safety Valve/Temperature Safety Valve) som ved 95 °C slipper vannet i berederen til avløp. PSV 150psi åpner også hvis trykket i berederen overstiger 150psi, ca 10,3 bar (Figur 24).



Figur 24 Utdrag P&ID, utsnitt 11A, Trykk- og temperatursikring av beredere

10.3.2 Ledningsnett og tappepunkt

Varmtvannet fra berederne mikses sammen med kaldtvann i en blandeventil.

Temperaturmåler er montert nedstrøms blandeventil. Temperaturen reduseres manuelt fra 80 °C ut fra berederne til 55 °C ut på fordelingsnettet med blandeventil 53SV9001. Det tempererte vannet er ikke lagt i sirkulasjonssløyfe, temperaturen opprettholdes av varmekabel (Heat traced) som er ført langs varmtvannslinjene under isolasjonen. Varmekabel er montert på rør til og med 22mm(3/4 ”), og skal holde vanntemperaturen i rørene på 55 °C.

Dimensjoner

- 1 ½ ” mellom etasjer
- 1 ” innen hver etasje og til kjøkken
- 3/4 ” i forgreninger mot tappepunkt

- ½ ” inn mot det enkelte tappepunkt

Hvert tappepunkt, også dusjene i sovekabinene, har sitt eget blandebatteri, bortsett fra utstyr tilkoblet vann i kantine.

Dusjer er standard utførelse med hode og slange i plast tilknyttet et ordinært blandebatteri.

Alle vannrør er isolert for å forhindre at kaldtvann opptar varme fra omgivelsene og avgir kondens, og at varmtvannslinjen avgir varme til omgivelsene, slik at ønsket temperatur ikke kan opprettholdes. Vannrør er isolert med celleplast, (Figur 25)

- tykkelse 13 mm kaldtvannslinjer
- 19 mm varmtvannslinjer
- Konduktivitet λ : 0 °C = 0,038 +60 °C = 0,045



Figur 25 Isolasjon for rør brukt i boligmodul Gjøa (K-Flex Eco).

10.3.3 Varmebehandlingsanlegget

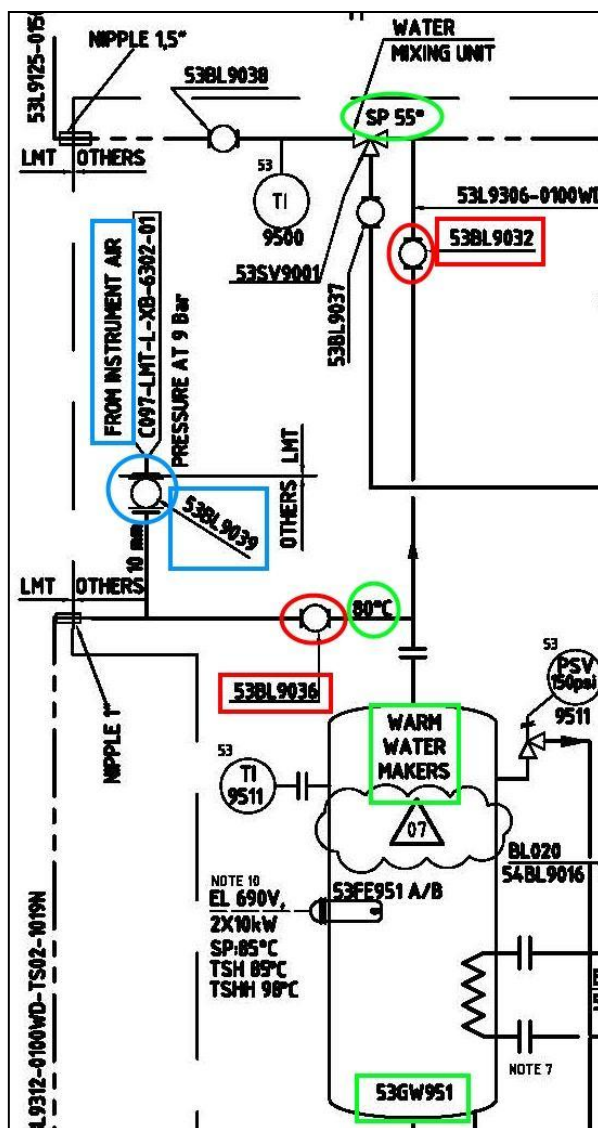
Varmebehandlingsanlegget muliggjør gjennomspyling med 80 °C vann av nesten hele distribusjonssystemet for varmtvann, inkludert alle tappepunkter. Systemet er manuelt operert. Manual for prosedyrer er vedlagt som Vedlegg 10E P&ID Gjøa, prosedyre varmebehandling.

Gjennom bypass ventil 53BL9036 føres 80 °C varmtvann direkte fra bereder gjennom en dedikert 1”linje til hver etasje for termisk desinfeksjon, slik at hver etasje behandles separat. Dermed unngås fullstendig avlåsning av boligmodulen ved behandling. Eksempelvis behandling av 5. Etasje, noe forenklet. Detaljer på Figur 26 og Figur 27.

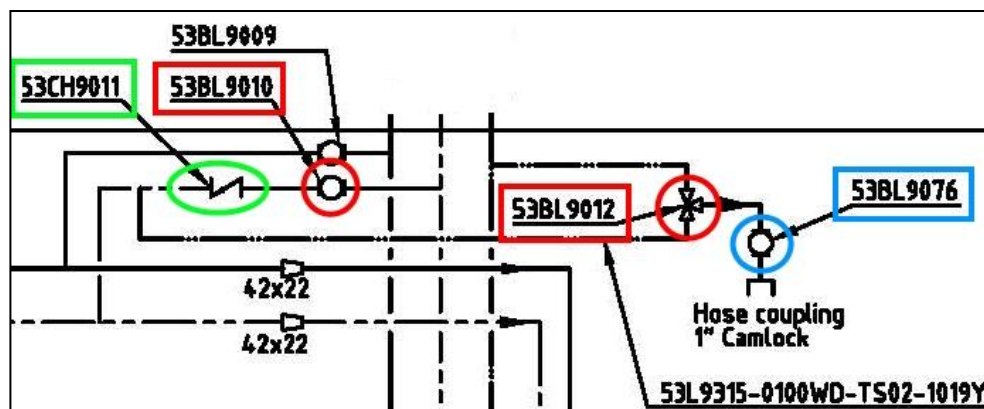
- Bereder 53GW951 isoleres fra varmtvannsdistribusjonen (55 °C) oppstrøms blandeventil 53SV9001 ved å stenge ventil 53BL9032, varmtvann (80 °C) fra berederen slippes til dedikert linje ved å åpne ventil 53BL9036
- Tilførselen av det tempererte vannet (55 °C) i etasjen stenges med ventil 53BL9010, tilbakeslagsventil 53CH9011 nedstrøms ventilen sikrer resten av anlegget mot varmtvannet (80 °C)
- Treveis ventil 53BL9012 åpnes, varmtvann (80 °C) slippes inn på etasjen nedstrøms tilbakeslagsventil
- Alle blandebatteri må åpnes manuelt for gjennomspyling i minimum 5 minutter
- Etter gjennomspyling stenges varmtvannet (80 °C) med treveis ventil 53BL9012
- Temperert vann (55 °C) slippes inn på etasjen ved å åpne ventil 53BL9010
- Når temperatur på alle tappesteder har nådd ned til 55 °C stenges disse manuelt.
- Vann fra bereder til dedikert linje stenges med ventil 53BL9036
- Dedikert linje tømmes ved å koble varmebestandig slange til dreneringsventil 53BL9076 og åpne denne forsiktig

- Dedikert linje blåses tørr med instrumentluft (9 bar) ved å åpne trykkluft ventil 53BL9036
- Trykkluftventil 53BL9036 og dreneringsventil 53BL9076 stenges. Bereder kobles tilbake til varmtvannsdistribusjonen ved å åpne ventil 53BL9032

Tilførselsledninger for varmtvann mellom blendeventil 53SV9001 og tilbakeslagsventilene i hver etasje er ikke inkludert i varmebehandlingen.



Figur 26 Utdrag av P&ID, utsnitt 11B Vedlegg 10A, varmebehandling Gjøa, ventiler for omdirigering av varmtvann og tilførsel av instrumentluft



Figur 27 Utdrag av P&ID, utsnitt 11C Vedlegg 10B, varmebehandling Gjøa. Tilbakeslagsventil (CH) og stengeventil (BL9010), Treveis ventil 9012 og dreneringsventil BL 9076.

10.4 Evaluering av anlegg GjØa LQ

En risikovurdering av anlegget vil plassere det i en av risikokategoriene foreslått av Folkehelseinstituttet (2009) med stort, begrenset eller lite smittepotensial, henholdsvis kategori 1,2 eller 3 (kapittel 8.1 Risikovurdering). Systemet er nytt, og fullstendig dokumentert med flytskjema og materiell- og komponentvalg.

Risikofaktor levert inntaksvann:

Vann levert som bulk kan, på tross av kjemisk desinfeksjon, inneholde små mengder *Legionella*. De kan befinne seg i vannet fra vannverk, i tank på båt, eller i overføringsutstyr som koblinger, slanger og pumper. Lagringstanken på plattform kan også være et oppvekstområde for *Legionella* som, på tross av pålagt desinfeksjon, kan overføres til distribusjonsanlegget i boligmodulen, for eksempel beskyttet av en amØbe. Vannet skal likevel være renere enn inntaksvann på land etter behandling i henhold til gjeldende forskrifter (kapittel 6.1.1 Drikkevann offshore). Anlegget kan også ha blitt infisert under testing etter ferdigstilling, men leveres tørrlagt. Hvis alle deler er fullstendig uttØrket, vil anlegget i teorien være fritt for *Legionella* før det tas i bruk. Forekomst av *Legionella* i distribusjonsanlegget kan likevel ikke utelukkes.

Risikokategori 3, lite smittepotensial.

Risikofaktor materialvalg:

Materialvalget på rØrsystemet på GjØa boligmodul er rustfrie AISI 316. Det vil være godt egnet til å motstå det potensielt korrosive vannet fra klorbehandlet drikkevann. Rustfritt materiale er også mindre utsatt for begroing enn plast. Med hensyn på vekst av *Legionella* synes materialvalg å være av mindre betydning, derav ingen risikovurdering. (kapittel 6.3.5 Rustfritt/Syrefast stål).

Risikofaktor komponenter:

Det er ingen enkeltkomponenter i anlegget som utmerker seg som spesielt utsatt som potensielle oppvekstområder for *Legionella*. Komponenter som er noe mer utsatt er tilførselsledninger som ikke omfattes av varmebehandling, varmtvannsledning til 6. etasje og matvarmeren i serveringen.

Boligmodulen inneholder over 100 aerosoldannende installasjoner som opererer med varmt vann i form av dusjer. Dusjene i garderøber og sykestue vil sannsynligvis bli lite brukt siden alle har tilgang til egen dusj på lugaren.

Enkelte komponenter på kjøkkenet kan også produsere aerosoler, som skylling av servise. I tillegg kan aerosoler dannes ved spyling av toaletter og ved bruk av vannslanger, men da med kaldt vann. Med *Legionella* i distribusjonssystemet kan et smitteutbrudd ramme mange mennesker gjennom dusjene, begrenset til personalet som oppholder seg om bord på riggen. Likevel vil antageligvis de fleste dusjene bli så hyppig brukt, at høye konsentrasjoner av *Legionella* ikke blir dannet. Tiltaket med ukentlig gjennomspyling av lite brukte tappesteder vil bidra til redusert risiko.

Risikokategori 2, begrenset smittepotensial.

Risikofaktor personell:

Gjøa produserer hydrokarboner, og er avhengig av et meget høyt sikkerhetsnivå. Selv et massivt utbrudd skal ikke utgjøre en sikkerhetsrisiko, men kan medføre redusert eller stengt produksjon, med stort økonomisk tap.

Personell som arbeider offshore har krav til en generell god helsetilstand, blant annet skal ikke lungefunksjon være nedsatt (Forskrift om helsekrav i petroleumsvirksomhet, 1990). Menneskelige risikofaktorer som vil kunne virke inn på mottakeligheten for legionellasmitte offshore vil være røyking, kjønn (mann) og alder (kapittel 4 Legionellose). Generelt sett vil likevel helsetilstanden være gjennomsnittlig mye bedre blant personellet på en offshoreinstallasjon enn blant en tilfeldig sammensatt gruppe ellers i samfunnet. Det vil være rimelig å anta at personellet som oppholder seg på Gjøa boligmodul er normalt friske og ikke spesielt utsatt for smitte av Legionærsyke. Pontiacfeber rammer uavhengig av alder og helsetilstand, alle vil være like utsatt for å bli rammet ved et utbrudd. Sykdommen er av mild karakter, risikovurdering vil derfor bli satt ut fra faren for Legionærsykdom.

Risikofaktor 1, lite smittepotensial.

En offshoreinstallasjon har i utgangspunktet svært rent vann, personalet er ved god helse, anlegget på Gjøa er helt nytt og har tiltak for kontinuerlig og periodisk vannbehandling mot *Legionella*. Risikoen for et legionellautbrudd vurderes derfor samlet som risikokategori 1, lite smittepotensial, forutsatt at anbefalte tiltak og pålagte vannanalyser og kontrollrutiner blir fulgt.

10.4.1 Kaldtvannssløyfer

Det er ikke konkrete krav til temperaturen til kaldtvann i et vanddistribusjonssystem offshore, utover det generelle kravet at vannet ikke må overstige 20 °C for å unngå oppvekst av *Legionella* (kapittel 6.4.1 Temperatur). Forbruk av vann på en offshore installasjon er høyt hele døgnet, sammen med lav sjøvannstemperatur i Nordsjøen er det liten sannsynlighet for at kaldtvannstemperaturen overstiger 20 °C ved fulltallig besetning. Kaldtvannslinjene er isolerte og vil bevare kulden gjennom systemet. Et drikkevannsdistribusjonsanlegg med vann under 20 °C er å regne som risikofritt med hensyn på legionellaproblematikk. Hypotesen forutsetter et jevnt forbruk gjennom hele døgnet. Hvis kaldtvannet blir liggende i ro over lengre tid, vil det kunne varmes opp fra omgivelsene. Himlingene mellom etasjene er ikke omfattet av lufttemperaturkontrollen i rommene, og kan komme opp i over 25 °C. Det er dermed fare for at kaldtvannet kan overstige 20 °C i deler av systemet og dermed utgjøre en fare for vekst av *Legionella*. En god løsning på dette problemet ville ha vært å la kaldtvannet sirkulere. Ved sirkulasjon kan temperaturen dessuten lett overvåkes på returlinjen. Temperatur på kaldtvann bør overvåkes ved jevnlig målinger på varierte tappesteder.

10.4.2 Vannvarmere

Beredere på GjØa er parallellkoblet, noe som er mindre fordelaktig enn seriekobling, som gir bedre gjennomstrØmning. Forbruk ved full bemanning antas å vØre sÅ stort at i kombinasjon med den hØye temperaturen (80 °C) vil oppvekst av *Legionella* ikke forekomme i beredere. Inntaket er nede i bunnen og skal med sin utforming bidra til sirkulasjonen i tanken. Hvis behovet for varmtvann minker, kan en eller flere beredere stenges og tØmmes.

10.4.3 VarmtvannsslØyfer

VarmtvannsslØyferne er isolerte for at temperaturen skal opprettholdes i rØrsystemet og ikke avgis til omgivelsene. I tillegg har alle rØr ned til ¾" (22 mm) varmekabel montert pÅ utsiden. Varmtvannslinje (½") til to vasker i 6. etasje vil sannsynligvis ligge under 55 °C, men forsyner ikke aerosoldannende tappesteder. Vaskene stÅr i et rom tilknyttet helikopterdekket og kan bli lite brukt. Mulighet for henstandsvann med temperaturer som er gunstig for *Legionella* vekst er til stede. Tappepunktene her bØr isoleres fra resten av anlegget med tilbakeslagsventiler, slik at eventuell uØnsket biologisk aktivitet, som oppvekst av *Legionella*, ikke sprer seg gjennom distribusjonssystemet. Likedan bØr ogsÅ varmtvannsledning til matvarmer i kantine isoleres fra resten av anlegget, et kar med 55 °C henstandsvann vil kunne vØre et oppvekstomrÅde for *Legionella*, men vil ikke selv kunne smitte mennesker (ingen aerosoler).

Anlegget er dimensjonert slik at alle tappesteder nÅs med varmtvann pÅ minimum 55 °C pÅ ett minutt. Temperaturvalg pÅ varmtvannet blir belyst i neste kapittel. Det er to lØsninger pÅ å opprettholde tilfredsstillende temperatur i et distribusjonssystem for varmt vann. Den ene er bruk av varmekabel som er valgt lØsning i GjØa boligmodul. Den andre er varmtvannssirkulasjon der avstand mellom sirkulasjonsledningen og tappepunkt bØr vØre sÅ kort som mulig. I forhold til varmekabel har sirkulasjon to store fordeler:

1. Kontroll av temperaturen for hele sirkulasjonsslØyfen kan enkelt mÅles ved enden pÅ returlinjen, forutsatt at sirkulasjonen er fullstendig uten stagnerende omrÅder.
2. Kontinuerlig sirkulasjon sikrer bevegelse i anlegget ogsÅ nÅr det er lite brukt.

Eneste mÅten å kontrollere at et anlegg med varmekabel fungerer optimalt pÅ er å mÅle temperatur ute i anlegget ved fjerne tappepunkt. Dette mÅ enten utfØres manuelt etter innarbeidede rutiner, eller ved å plassere ut termaturmålere pÅ strategiske steder som overvÅkes fra kontrollrom. Det er ikke mÅlere for temperaturovervÅking ute i anlegget pÅ GjØa boligmodul. Ett mÅlepunkt er plassert rett nedstrØms blandeventil. Fordelen med varmekabel er at den kan monteres helt ut til tappepunkt, der det kanskje ikke er hensiktsmessig, eller mulig, å oppnÅ sirkulasjon. En mulig lØsning vil vØre en kombinasjon av sirkulasjon, generelt til og med 1" linjer, og varmekabel pÅ ¾" rØr og perifere tappesteder.

10.4.4 Varmtvannsbehandlingssystemet

Den kontinuerlige vedlikeholdsstrategien på varmtvannsdistribusjonen på GjØa boligmodul for å bekjempe mulighetene for legionellasmitte er å holde et temperaturregime på 55 °C. ”Normalreglementet for sanitØranlegg”(2006) opererer med en maksimumstemperatur for varmtvann på 55 °C. Samme temperatur er ogsØ tilsØt i ”Veiledning til TEK (Forskrift om krav til byggverk og produkter til byggverk)” (2003) i § 7-43 Forbrenningsskader.

- 38 °C i barnehager, bygning for funksjonshemmede, trygdeboliger etc.
- 55 °C for Øvrig

I § 9-1 Installasjon heter det at varmtvannet bØr holde minimum 60 °C, for å hindre vekst og spredning av *Legionella*. Veilederen har dermed motstridende temperatur anbefalinger. Folkehelseinstituttets veileder ”Nok, godt og sikkert drikkevann offshore” (2005) oppgir ogsØ minimumstemperatur i varmtvannsanlegg pØ 55 °C pØ kaldeste sted.

I reviderte utgaver av veiledere for *Legionella* utgitt i Ør, er minimumstemperaturen hevet til 60 °C. Tabell 1 sammenligner temperatur anbefalinger fra TEK, Folkehelseinstituttet (FHI) 2009, The European Working Group for Legionella Infections 2005(EWGLI) og World Health Organization 2007 (WHO).

Det vil vØre mindre sannsynlighet for oppvekst av *Legionella* ved 60 °C enn ved 55 °C. Barrieren mot *Legionella* forsterkes. Det finnes derimot ikke evidens for at Økningen pØ 5 °C gir mindre risiko for oppvekst av *Legionella* i anlegget, eller vil redusere en allerede etablert koloni. Temperaturen pØ 55 °C er i henhold til gjeldende lovverk. Normativ veileder fra Folkehelseinstituttet (2009) anbefaler i dag 60 °C, uten at effekten av 5 °C temperaturØkning er dokumentert. Det kan bli konflikt mellom maksimal temperatur pØ rustfrie rØr (55 °C) hvis innvendig temperatur holder 60 °C. Anbefaler derfor at akseptabel grenseverdi pØ temperatur pØ GjØa forblir 50 °C.

Fremtidige anlegg designes for 60 °C for sterkere barriere mot *Legionella*, og for å tilfredsstille anbefalinger fra Folkehelseinstituttet, slik at avvik ikke kan anvendes i sØksmØl mot anleggseier ved et eventuelt legionellautbrudd.

10.4.5 Prosedyre

Fullstendig prosedyre for varmebehandling er i Vedlegg 10E P&ID GjØa, prosedyre varmebehandling. Kommentarer til utdrag fra prosedyren:

”Ukentlig spyling med ordinØrt kaldt og varmt vann av lite brukte tappesteder.”

Sirkulasjon hemmer vekst av biofilm som *Legionella* kan formere seg i. Fritt svØmmende *Legionella*, enten inne i en vert (amØbe), eller alene, vil ha dØrligere forhold for kolonisering ved sirkulasjon og blir lett skylt ut av systemet (kapittel 3.3.3 Biofilm). Det er derfor helt i

tråd med anbefalinger og erfaringer å gjennomspyle lite brukte ledninger og tappesteder ukentlig.

”Hvert halvår skal alle tappesteder varmebehandles med vann som holder 70-80 °C. Kraner skal åpnes helt til den høye temperaturen er nådd, deretter stenges ned til kun en liten strøm vann renner gjennom i minst 5 minutter.”

Temperatur på 70 – 80 °C i 5 minutter burde i teorien være tilstrekkelig temperatur til å drepe eventuelle *Legionella*, men er ingen garanti for et system fritt for bakterien. *Legionella* som er beskyttet av amøber inne i en biofilm kan motstå selv 70 °C i kortere perioder (kapittel 3.3.1 Temperatur). Behandlingstid opp mot 30 minutter kan være nødvendig. Desinfeksjon minst hver 6. måned er anbefalt av Folkehelseinstituttet, andre veiledere anbefaler desinfeksjon etter behov.

Tilførselsledninger for varmtvann mellom blandeventil og tilbakeslagsventilene i hver etasje er ikke i kontakt med 70-80 °C vannet under varmebehandlingen. Høyeste temperatur i disse rørene vil være 55 °C. Hvis disse skal desinfiseres må det gjennomføres utenfor anbefalte rutiner. Dette er en uheldig konsekvens av muligheten til å varmebehandle hver etasje for seg. Det er to måter å nå denne linjen på. Den ene medfører demontering og utskifting av tilbakeslagsventilene slik at varmebehandlingen kan fortsette gjennom hele systemet. Dette er en dårlig løsning som medfører mye arbeid og svekker sikkerheten. Den andre løsningen er manuell stenging for kaldt vannet i blandeventilen slik at vannet i tilførselsledningene får 80 °C vann direkte fra beredere. Deretter må nærmeste tappested nedstrøms hver tilbakeslagsventil i alle etasjer åpnes. Hele boligmodulen må stenges under denne prosedyren for å unngå utilsiktede forbrenninger, siden varmtvannet i hele anlegget nå får tilført vann på 70-80 °C. Derfor vil det være hensiktsmessig å varmebehandle tilførselsledningene periodisk utenom intervallene til resten av anlegget. Etter behandling reguleres blandeventilen tilbake til 55 °C og det spyles gjennom anlegget til temperaturen er akseptabel over det hele.

Det er energisparende å la vannet sildre gjennom når ønsket temperatur er oppnådd. Det er temperaturen som desinfiserende, ikke strømningshastigheten.

Siden muligheten er til stede, synes det fornuftig å nevne i prosedyren, at ved lite belegg i boligmodulen kan en etasje stenges av og tørres. Tiltaket vil være ressursbesparende og eliminere fare for lekkasjer.

Tørking av de dedikerte linjene for varmebehandling med instrumentluft er en enkel og meget smart måte å tørre disse rørene på. Et tiltak som absolutt bør utnyttes i alle anlegg der instrumentluft er tilgjengelig. Oppvekst av vannlevende organismer som *Legionella* eliminert i linjen mellom intervallene for varmebehandling.

Personell som utfører varmebehandling vil være utsatt for alvorlige forbrenningsskader ved vanntemperaturer på 70 – 80 °C. De vil også eksponeres for aerosoler som kan være

legionellainfisert under ukentlig gjennomspyling og ved varmebehandling. Dette bør nevnes i prosedyren. Eksponering for aerosoler kan unngås ved å ha dusjhoder under vann i en bøtte under spyling eller ved å bruke halv- eller helmaske etter CE - klasse EN143 med filter i beskyttelsesklasse P3.

Det er ikke satt opp rutiner for rengjøring. Varmebehandling vil kun drepe organismer, ikke fjerne eventuell biofilm.

Det er strenge regler for analyser av vannkvalitet offshore, også av vannet i boligmodulens distribusjonsnett. Månedlige prøver skal sendes til laboratorium for analyse (kapittel 6.1.1 Drikkevann offshore), blant annet for kimtall, og kanskje på sikt *Legionella*. Disse prøvene vil gi en pekepinn på utviklingen av biologisk aktivitet i anlegget, og hvis denne er økende over tid bør anlegget rengjøres kjemisk før varmebehandling. Nødvendigheten av periodisk desinfeksjon kan diskuteres, siden effekten på varmebehandling kan være svært kortvarig (4 – 6 dager). Behovsprøvd desinfeksjon og rengjøring på grunnlag av trend i vannanalyser er å anbefale fremfor periodisk behandling. Effekten bør verifiseres i etterkant ved overvåking av vannkvalitet og antatt begroing. Hvis ikke ønsket effekt oppnås med varmebehandling, må kjemisk desinfeksjon vurderes, noe som vil medføre stenging av anlegget.

Dusjhoder og dusjslanger.

Ved fullt belegg vil alle dusjer i boenhetene sannsynligvis bli brukt jevnlig. Det kan stilles spørsmål ved hvor mange som vil benytte seg av dusjene i garderobene i tredje etasje, og hvor ofte dusjen i sykestuen også i tredje etasje blir brukt. Det er ikke fastsatt rutiner for eventuell rengjøring av dusjslanger og dusjhoder. Folkehelseinstituttet (2009) anbefaler kvartalsvis rengjøring og desinfeksjon. Anbefalingen bør vurderes opp mot den ukentlige gjennomspylingen av lite brukte tappepunkt for å fjerne henstandsvann. Med over hundre boenheter vil en slik operasjon være både kostbar og ressurskrevende. Kostnad ved utskifting bør vurderes opp mot personalkostnad på rengjøring/desinfeksjon. Det er mest realistisk med utskifting av dusjhoder og slanger, nødvendighet bestemmes på grunnlag av vannanalyser, inspeksjon og risikovurdering.

Det er etter internkontrollforskriften (1996) pålagt anleggseier å føre dokumentasjon over forebyggende vedlikehold og rutiner. Det vil derfor være mottaker av boligmodulen som skal sørge for å utarbeide rapportskjema for utførte forebyggende tiltak og vedlikehold av anlegget.

10.4.6 Oppsummering

Anlegget er, som det fremstår i dag, i samsvar med gjeldende lover og forskrifter vedrørende forebygging mot *Legionella* infeksjon. Komponenter og designløsninger gjennomgås i neste kapittel. Følgende punkt bør likevel implementeres i dokumenter som vedrører drift og vedlikeholdsprosedyrer for vanddistribusjonsanlegget på Gjøa boligmodul:

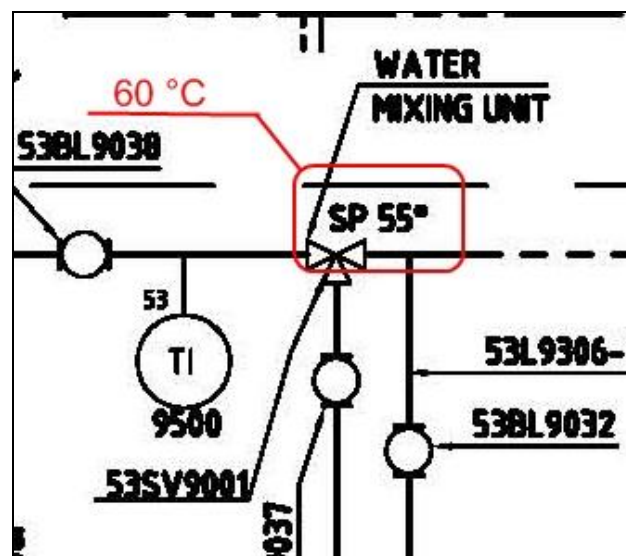
- Periodisk kontroll av temperaturen på kaldt og varmt vann ved perifere tappesteder
- Rengjøringsprosedyrer i forkant av varmebehandling etter risikovurdering ut fra analyser av vannprøver som skal utføres i henhold til ” Nok, godt og sikkert drikkevann offshore” (Folkehelseinstituttet, 2005)
- Behovsprøvd desinfeksjon ved varmebehandling
- Behovsprøvd rengjøring/desinfeksjon/utskifting av dusjhoder og dusjslanger ved periodisk kontroll/analyse av tilstanden til hoder/slanger
- Informasjon til utførende personell om fare for alvorlige forbrenningsskader og bruk av vernemaske halv- eller helmaske etter CE - klasse EN143 med filter i beskyttelsesklasse P3.

10.5 Alternativ løsning Gjøa LQ

Gjennomgang av prosedyrer med utfyllende kommentarer er foretatt i foregående kapitler. Det blir her fokusert på alternative løsninger og forbedringer.

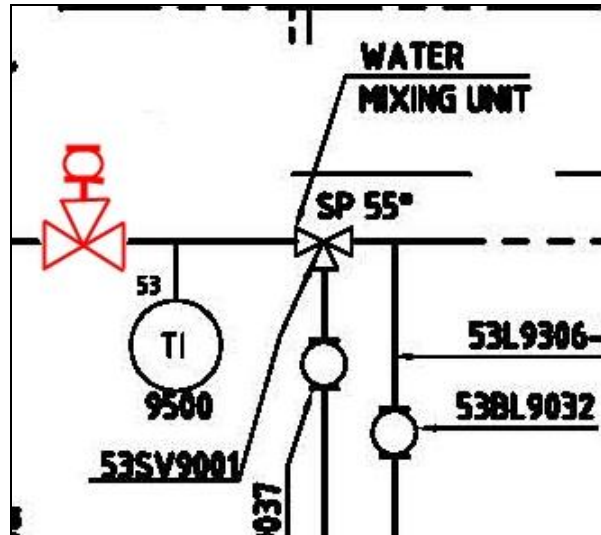
Etter evalueringen foreslås følgende alternativer til valgt design:

1. Hvis ønskelig, for sterkere barriere mot *Legionella*, kan blandeventil og varmekabler reguleres opp med 5 °C slik at varmtvannstemperaturen i anlegget heves til 60 °C (Figur 28).



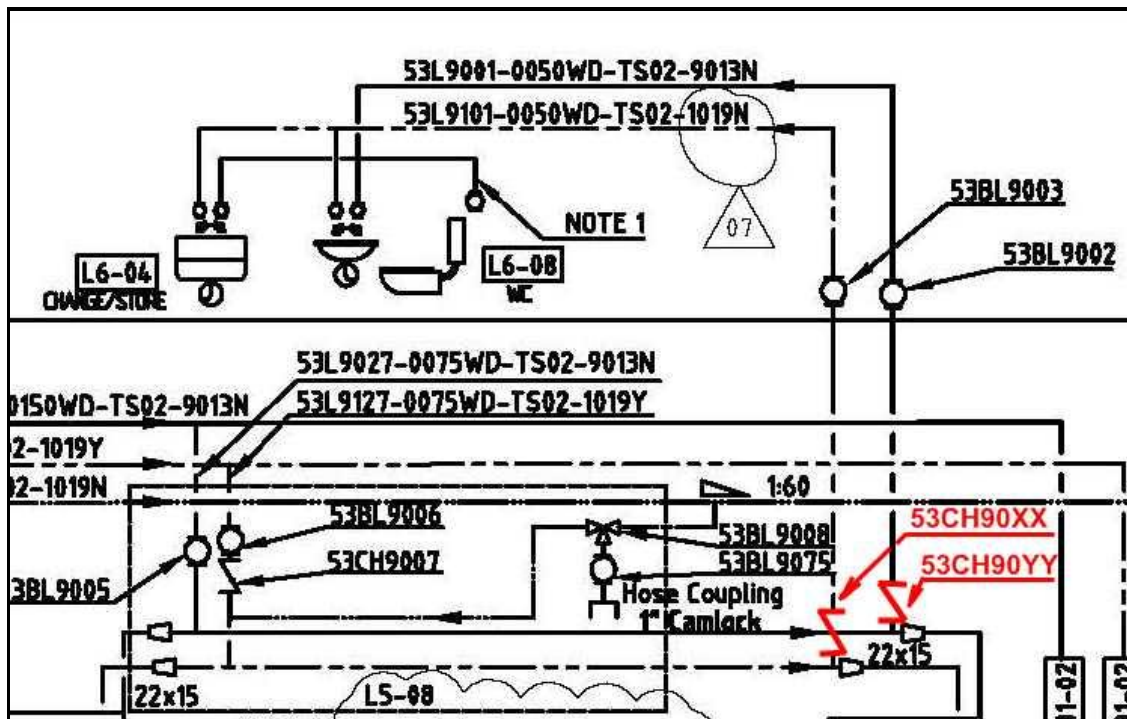
Figur 28 Gjøa, utsnitt 13A Vedlegg 10A. Løsning for temperaturheving i anlegget med 5 °C

2. Opprette et injeksjonspunkt nedstrøms blandeventil for tilkobling av utstyr til kjemisk rengjøring og eventuell kjemisk desinfeksjon. Punktet kan også nyttes til prøvetaking for vannanalyse. Kan utføres ved å erstatte ventil 53BL9038 med en treveis ventil. Dette vil tilrettelegge for et behovsprøvd og fleksibelt fremtidig vedlikehold (Figur 29).



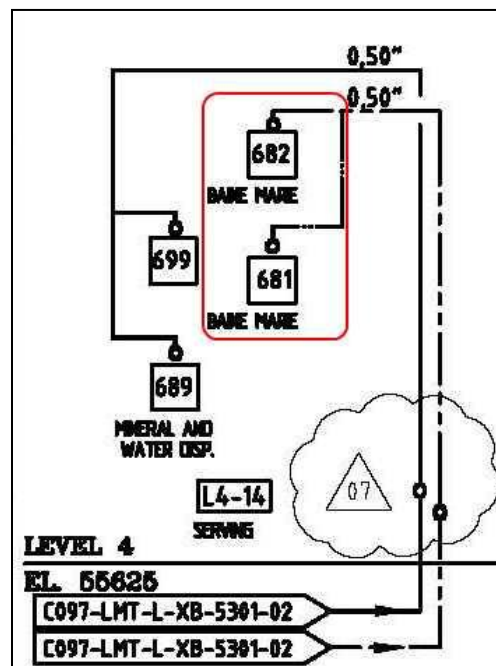
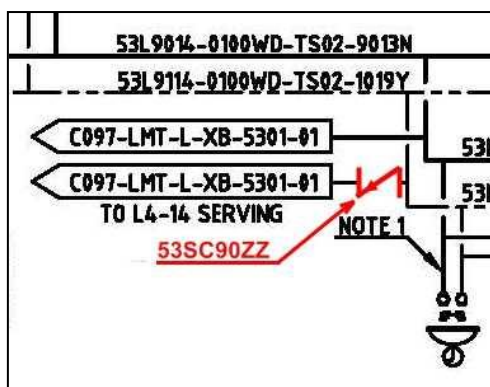
Figur 29 Gjøa, utsnitt 13B Vedlegg 10A. Oppretting av injeksjonspunkt for kjemisk behandling

3. Montere tilbakeslagsventil på varmtvannslinje til 6. etasje nærmest mulig tilkobling til distribusjonsnett (Figur 30).



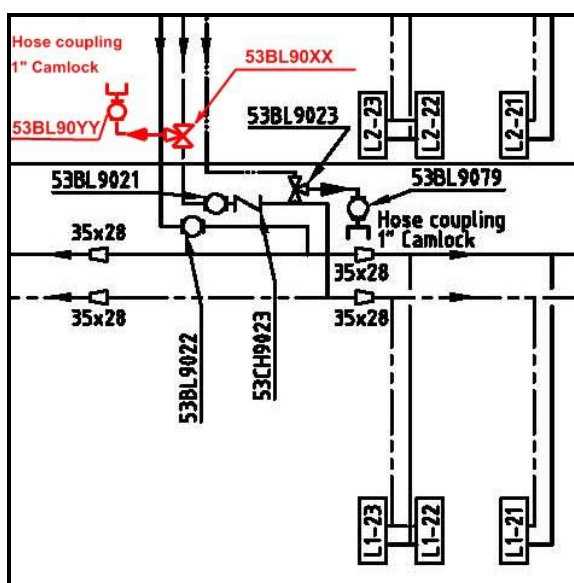
Figur 30 Gjøa, utsnitt 13C Vedlegg 10C. Monteringspunkt for tilbakeslagsventiler 6. etasje

4. Montere tilbakeslagsventil på varmtvannslinje til varmtvannsbadet i kantine nærmest mulig tilkobling til distribusjonsnettet. Eventuelt skifte til elektrisk oppvarming i stedet for vannbad (Figur 31).



Figur 31 Gjøa, utsnitt 13D Vedlegg 10C. Monteringspunkt for tilbakeslagsventil til

5. Montere termometer ved enden av linjene som er utstyrt med varmekabel, ett målepunkt i hver etasje utenom 6. etasje, for kontroll av temperatur i hele nettet. Ideelt sett bør målepunkt avleses og overvåkes fra kontrollrom.
6. Montere treveis ventil, (53BL90XX) og opprette et tappepunkt (53BL90YY) rett oppstrøms ventil 53BL9021 i første etasje. Dette er siste punkt på distribusjonslinjen for varmtvann som ikke berøres av varmebehandlingen. Vannforsyningen til hele boligmodulen må fremdeles stenges kortvarig, men prosedyren vil være enklere og raskere å gjennomføre (Figur 32).



Figur 32 Gjøa, utsnitt 13E Vedlegg 10B. Nytt tappepunkt 1. etasje

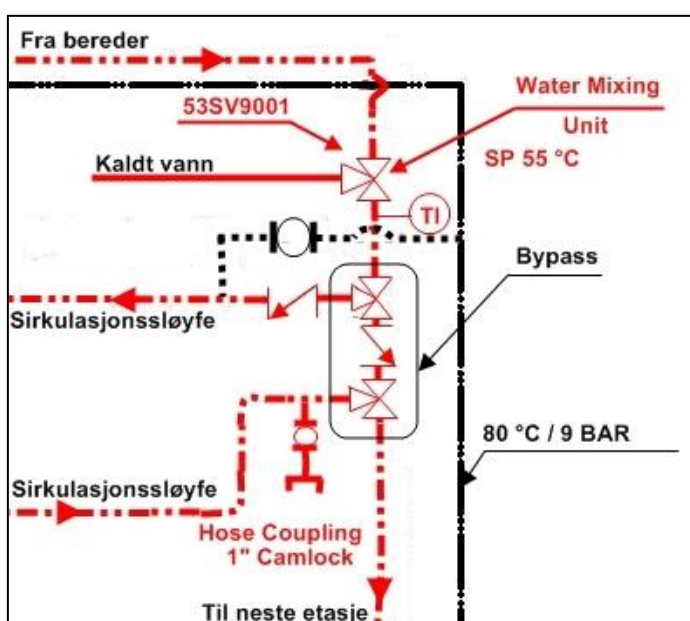
- Stopp vanntilførsel til hver etasje ved å stenge ventilene 53BL9021/9018/9014/9010/9006
- Reguler blandeventil 53SV9001 fra 60 °C til 80 °C ved å stenge tilførsel med kaldtvann med ventil 53BL9032 for å slippe 80 °C varmtvann inn på distribusjonslinjen
- Åpne treveis ventil 53BL90XX i første etasje, og la 80 °C vann strømme i minst 5 minutter gjennom ventil 53BL90YY og slange.
- Reguler blandeventil 53SV9001 tilbake til 55 °C ved å åpne for kaldtvann med ventil 53BL9032 og la vannet strømme til det er nede i 60 °C
- Steng treveis ventil 53BL90XX, la ventil 53BL90YY (og slange) tømmes og tørke før ventilen stenges.
- Åpne vanntilførsel til hver etasje ved å åpne ventilene 53BL9021/9018/9014/9010/9006

7. Et omfattende alternativ til designen av anlegget er å erstatte distribusjonslinjene med varmekabel med sirkulasjonslinje. Det ville forenklet overvåkningen av temperaturen i distribusjonsnettet, trenger kun ett målepunkt på returlinje.

Varmebehandlingssystemet med behandling for hver etasje kan beholdes, men betinger at sirkulasjonen i etasjene kan isoleres fra hverandre. Det medfører en bypass linje mellom hver etasje. Er denne konstant åpen vil den hindre

sirkulasjon innen etasjene ved at vannet tar letteste motstands vei. Den må åpnes ved varmebehandling slik at vannsirkulasjonen fortsetter forbi etasjen som stenges under behandlingen. Lengden på bypass er et minimum, stort sett to treveis ventiler og en tilbakeslagsventil. Tømming og tørrlegging av den dedikerte linjen for 80 °C varmtvann tømmer etasjens sirkulasjonslinje. Dette muliggjør tørrlegging og tørking av en hel etasje ved redusert bemanning. Blandeventil er plassert ved første bypass slik at lengden på linje med temperert vann er minst mulig. Returlinje går til beredere. Returlinje behandles ved å stenge kaldtvann på blandeventil, og stenge sirkulasjon i alle etasjer. Da sirkulerer varmtvann på 80 °C gjennom tilførsel, bypass og returlinje. Eventuelt kan returlinje behandles samtidig med første etasje. Utsnitt Figur 33, skjematisk oppsett på hele sirkulasjonen er vedlagt som Vedlegg 10F P&ID Gjòa, forslag varmtvannssirkulasjon.

8. Innføre sirkulasjon på kaldtvannet, også en omfattende endring på valgt design. Ikke illustrert. Kaldtvannet vil sirkulere tilbake til eventuell tank, eller til hovedforsyning av vann til plattform.



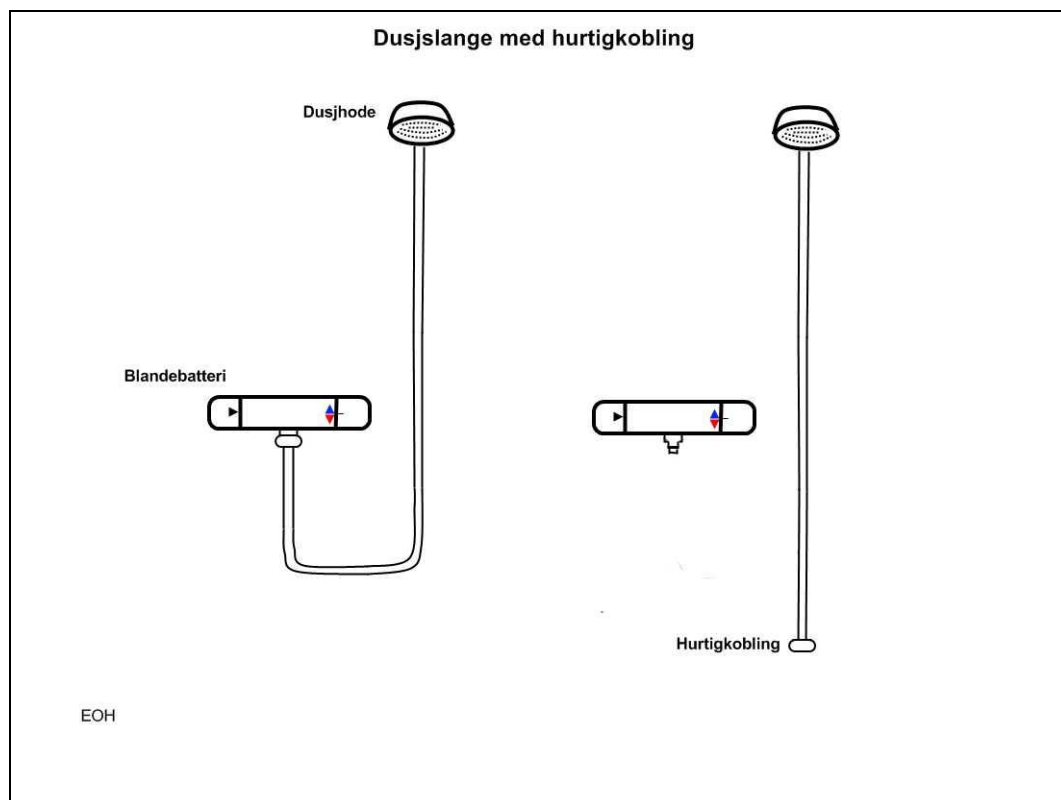
Figur 33 Gjòa, utsnitt fra Vedlegg 10F. Detalj av P&ID for sirkulasjonssløyfe med bypass og drenering.

11 Løsninger for tørrlegging av dusjer

Systemene for tørrlegging bygger på komponenter som allerede er på marked. Prinsippene er blant annet brukt i automatiske termiske desinfeksjonssystemene. Forslagene er ideer på prototyper som ikke er funksjonstestet. Innvendig design på blandebatteriets drenering bør, hvis mulig, tilpasses eksisterende blandebatteri for å holde kostnader så lavt som mulig. Systemet kan benyttes på tappesteder med og uten dusj, dreneringsventilen krever montasje nedstrøms miksing av kaldt og varmt vann i blandebatteriet.

11.1 Hurtigkobling på dusjslange

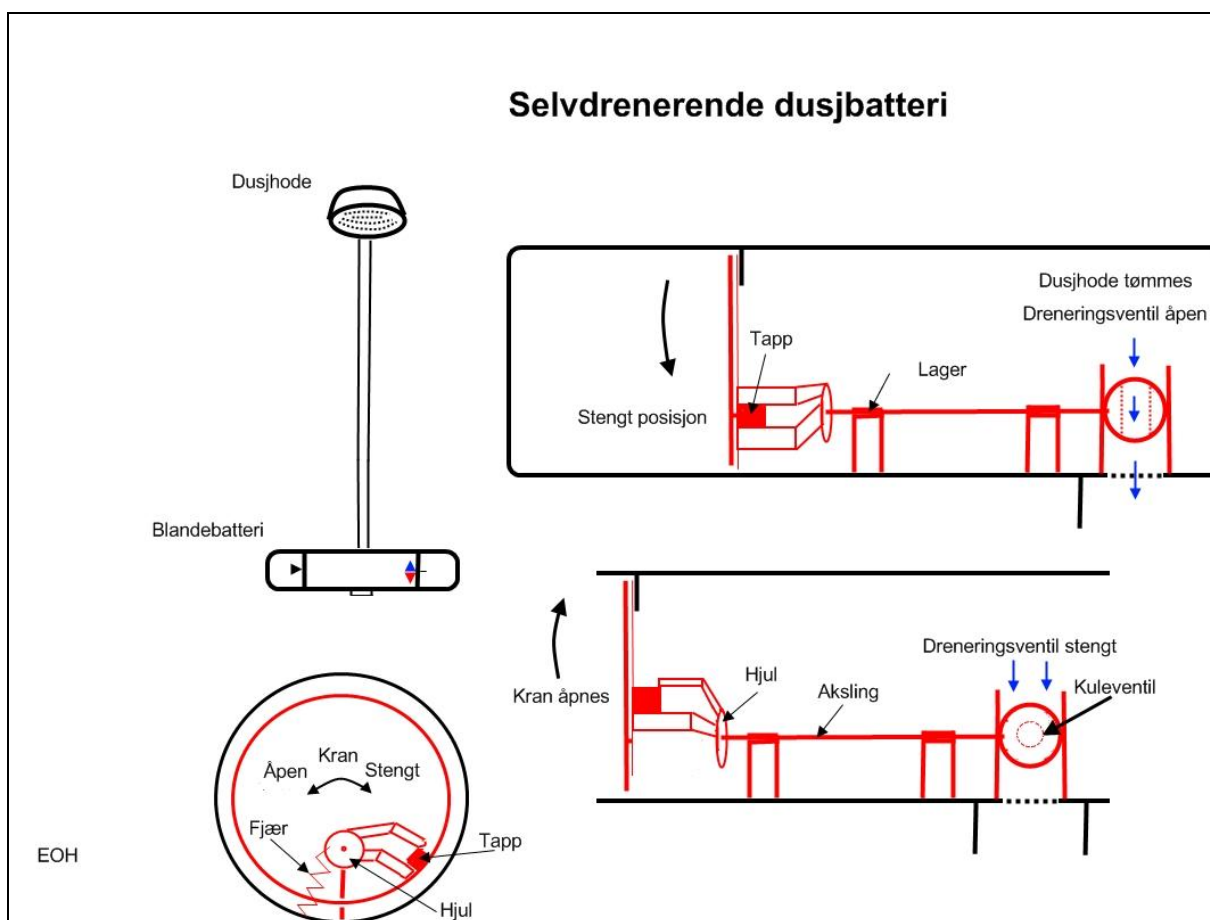
Enkleste måte å drenere en dusj med fleksibel slange er ved å montere en hurtigkobling mellom blandebatteri og dusjslange (Figur 34) I romtemperatur tørker dusjen opp på et døgn hvis biofilm unngås. Start med nytt sett slange og hode. Slangen kobles fra etter bruk, slange og dusjhode vil tømmes for vann. Før tilkobling av slange, skal kranen åpnes og et par liter vann slippes ut slik at henstandsvannet i blandebatteri og tilførselsledninger spyles ut. Krever en viss disiplin og vanedannende adferd av bruker.



Figur 34 Dusjslange påmontert hurtigkobling for enkel drenering av dusjhode og dusjslange.

11.2 Selvdrenerende dusjbatteri

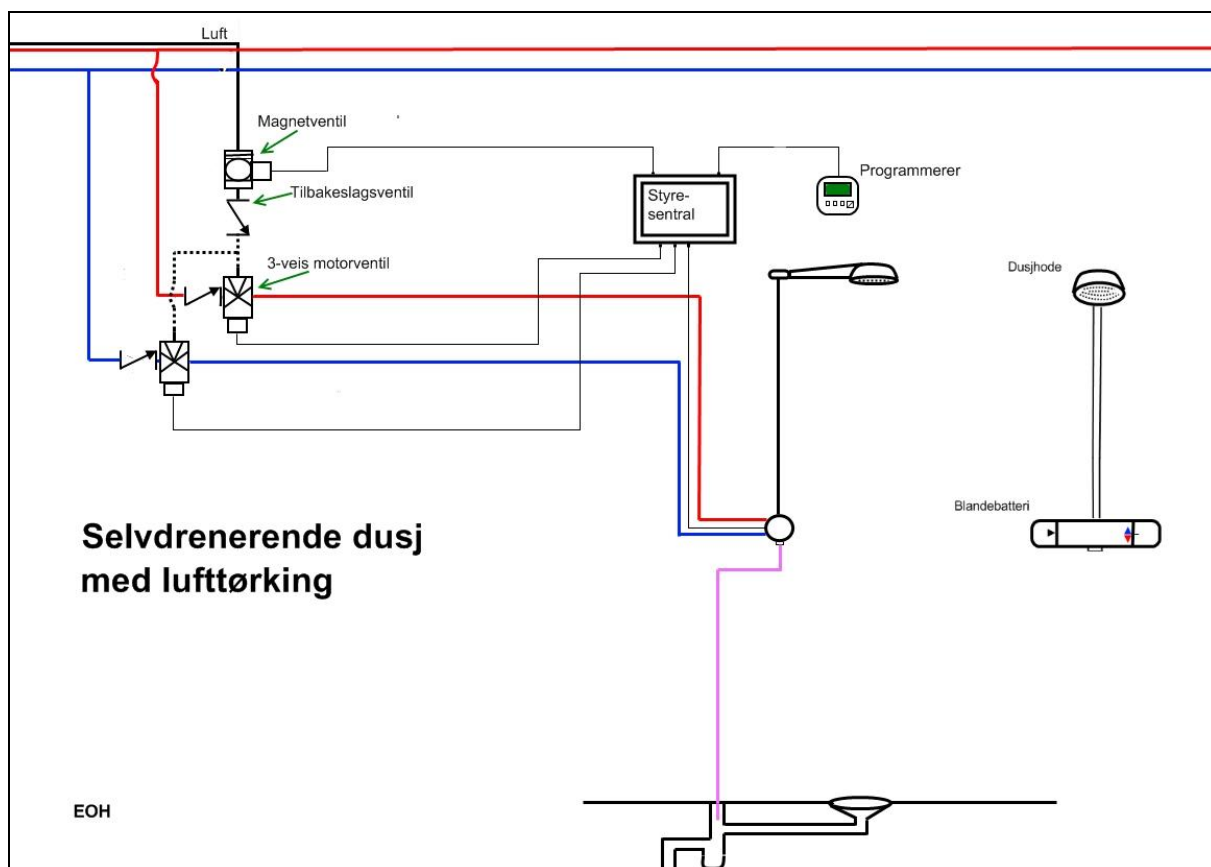
Drenering for dusj med fast oppheng, eller kort dusjslange som ikke danner vannlås med slangen. Når dusjen stenges, vil en dreneringsventil midt under blandebatteriet åpne og slippe ut vannet i dusjhode og slange. Betingelser innfesting av slange på toppen av blandebatteri. Krevrer ny design av blandebatteri. Armene som overfører dreining fra tappen til kuleventilen er sterkt overdrevet for å illustrere prinsippet (Figur 35).



Figur 35 Selvdrenerende dusjbatteri som vil tømme dusjhode, dusjslange og blandebatteri for vann ved avstenging.

11.3 Selvdrenerende dusj med lufttørking

Automatisk drenerende dusjsystem som også kan tilkobles instrumentluft der det skulle være tilgjengelig. Systemet blir drenert for varmt og kaldt vann. Samme prinsipp for drenering av blandebatteri som forrige løsning, med en ventil som åpner i bunn av blandebatteriet når dette stenges, men her stenger ikke blandebatteriet for vannet. Når ventilen er stengt til et valgt trykk, vil et signal bli sendt til styresentralen som sørger for at 3-veis magnetventilene stenger for vannstrømmen og åpner for luft, slik at både tilførselsledninger, slange og dusjhode dreneres ut via blandebatteriet. Vannet kan slippes rett i dusjen, eller føres direkte i avløp som på illustrasjonen. Hvis instrumentluft er tilgjengelig, vil styresentralen åpne magnetventilen og blåse luft gjennom tilførselsledningene i et valgt tidsrom. Instrumentluften kan varmes ved å føre luftledningen langs varmtvannsledningen med felles isolasjon. Når kranen på blandebatteriet åpnes, vil dreneringsventilen i bunnen av batteriet stenge, samtidig som et signal sendes via styresentralen slik at 3-veis magnetventiler stenger for luft og åpner for vann (Figur 36).



Figur 36 Selvdrenerende dusj med lufttørking

12 Konklusjon

Det er rimelig å anta at det er betydelig underrapportering av antall tilfeller av legionærsykdom, og ikke minst av Pontiacfeber, både i Norge og verden. Det reelle omfanget av legionellose er derfor umulig å fastslå.

Det er en målsetting at drikkevann i et vanddistribusjonssystem er rent, og inneholder et minimum av kjemikalier ved inntak, innad i systemet, og ut avløpet.

Forebyggende tiltak mot *Legionella* kan i stor grad bygges inn i et vanddistribusjonssystem ved en gjennomtenkt design. Tilstander som favoriserer vekst og formering av *Legionella* skal ikke forekomme i anlegget. Tre viktige parametre peker seg sterkt ut:

1. Temperatur
2. Sirkulasjon
3. Tørrlegging

Temperatur skal til enhver tid, og på ethvert punkt i anlegget, være enten under 20 °C eller minimum 50 °C, fortrinnsvis 60 °C. Et unntak er der det settes krav til temperert vann på grunn av fare for forbrenningsskader. Blandeventiler som brukes til å temperere vannet skal monteres nærmest mulig tappested for å minimalisere mengden av temperert vann.

Sirkulasjon reduserer begroing og bidrar til å holde temperaturregimet henholdsvis kaldt og varmt. Sirkulasjon muliggjør også en effektiv overvåking av temperaturen i anlegget ved returlinjene, kontrollmålinger ved tappesteder må likevel utføres jevnlig.

Henstandsvann medfører økt risiko for vekst og formering av *Legionella*. Ved tørrlegging av sjeldent brukte deler av anlegget vil risikoen for legionellasmitte avta med tiden. Etter hvert som anlegget tørker ut, dør bakteriene og smittefaren er eliminert.

Behovet for rengjøring og desinfeksjon skal avgjøres ved risikoanalyse, som skal utføres og dokumenteres minst hvert halvår, der analyser av vannprøver for generelle kimtall og legionellatester bør inngå som indikasjoner på anleggets tilstand over tid.

Aerosoldannende dusjhoder og dyser skal, der det er hensiktsmessig, erstattes av enheter med åpninger som er så store at vannet ikke forstøves, men strømmer som regn.

Materialvalg synes å være av underordnet betydning med hensyn på *Legionella*. Organisk og porøst materiale og korrosjon gir næring og oppvekstområder for mikroorganismer og bør unngås. Nye kobberør har desinfiserende effekt, men kan gi uønskede kobberkonsentrasjoner i drikkevannet.

Vannbehandling ved inntak i bygning skal så langt det er mulig baseres på metoder som ikke gjør bruk av kjemikalier. Anlegget bør likevel klargjøres for injeksjon av kjemikalier slik at akutt rengjøring/desinfeksjon kan gjennomføres ved utbrudd av legionellose. Periodisk kjemikaliebruk kan også anses nødvendig etter en risikovurdering der alternative metoder ikke fungerer. Dosering må være kraftig nok til at alle deler av anlegget blir desinfisert, deretter spyles det rent for kjemikalierester innen normal drift. Monokloramin og kobber-/sølvioner utmerker seg med gode resultater fra forsøk. Et grovfilter vil være en god barriere som hindrer større mikroorganismer som amøber tilgang til vanddistribusjonsanlegget, samtidig som det er selvrensende. Særlig utsatte grupper, som pasienter ved intensivavdelinger, bør beskyttes med ultrafiltre direkte på tappesteder, vask av sår og instrumenter utføres med destillert vann.

Det bør settes fokus på behandlingsmetoder som ikke benytter kjemikalier, men som likevel kan destruere begroing og mikrobiologisk vekst innover i distribusjonsanlegget nedstrøms behandlingspunktet. Varmebehandling med varmtvann i kun 5 minutter virker utilstrekkelig, behandlingstid må tilpasses antatt mengde biofilm i anlegget. Behandlingsmetoder som for eksempel anodisk oksidasjon bør videreutvikles og evalueres vitenskapelig over tid for å få verifisert langtidseffekt.

Vanddistribusjonsanlegget på boligmodul GjØa har tilfredsstillende tiltak mot *Legionella*. Utgangspunktet er nytt anlegg, inntaksvannet skal være av god kvalitet. Høy temperatur på varmtvann, ukentlig spyling av lite brukte tappesteder og mulighet til varmebehandling er faktorer som bidrar til at sannsynligheten for legionellasmitte er minimal. Distribusjonsanlegget har nyskapende elementer i sin design med dedikert ledningssystem for varmebehandling med varmtvann, som dreneres og tørkes med instrumentluft etter bruk. Drenering med påfølgende lufttørking er et meget godt tiltak, systemløsninger med luft som kan tørrelegge vanddistribusjonsanlegg helt eller delvis med minimalt forbruk av ressurser er absolutt verd å videreutvikle.

13 Litteraturliste/referanser

Ahlen E.C. (2006). Forsker advarer mot statens legionella-tiltak. SINTEF, presserom. Hentet 18. mars fra <http://www.sintef.no:80/Presserom/Forskningsaktuelt/Forsker-advarer-mot-statens-legionella-tiltak/>

Allard K.A., Castignetti D., Cumrine D., Sanjeevaiah P. & Cianciotto N.P. (2006). Genetic and Structural Examination of the Legiobactin Siderophore, s.242-246. Cianciotto N.P., Kwaik Y.A., Edelstein P.H., Fields B.S., Geary D.F., Harrison T.G., Legionella – State of the art 30 years after its recognition. ASM Press, Washington, DC.

Alleron L., Frère J., Merlet N. & Legube B. (2006). Monochloramine Treatment Induces a Viable-but-Nonculturable State into Biofilm and Planktonic *Legionella pneumophila* Populations (s. 533-538). Cianciotto N.P., Kwaik Y.A., Edelstein P.H., Fields B.S., Geary D.F., Harrison T.G., Legionella – State of the art 30 years after its recognition. ASM Press, Washington, DC.

AnodiX Wassertechnologie. Legionellabekämpfung mit Garantie. Hentet 31. mars 2009 fra <http://www.anodix.de/>

Aqua HP Systems, Produkt, hentet 30. mars 2009 fra <http://www.aqua-correct.dk/dk/hp-dk2.html>

Aquanor UV-desinfeksjon [Illustrasjon] (u.år). Hentet 30. mars 2009 fra <http://www.aquanor.no/default.asp?WCI=DisplayGroup&WCE=156&DGI=156>

Arbeidsmiljøloven (2005). LOV 2005-06-17 nr 62: Lov om arbeidsmiljø, arbeidstid og stillingsvern mv. (arbeidsmiljøloven). Hentet 17. mars fra <http://www.lovdata.no/all/hl-20050617-062.html>

Aven T., Boyesen M., Njå O., Olsen K.H. & Sandve K. (2004). Samfunnssikkerhet. Universitetsforlaget, Oslo.

Bellevue Stratford Hotel, Philadelphia [Bilde] (1940). Hentet 17. februar 2009 fra http://www.dianepublishing.net/Bellevue_Stratford_Hotel_p/hsp_v72851.htm

Bennett S., Bentham R., (2006). Effects of seawater concentration and Temperature on the survival of *Legionella Pneumophila* serogroup 1 (s. 420-422). Cianciotto N.P., Kwaik Y.A., Edelstein P.H., Fields B.S., Geary D.F., Harrison T.G., *Legionella – State of the art 30 years after its recognition*. ASM Press, Washington, DC.

Bentham R. (2006). Risk Assessment for *Legionella* in Building Water Systems: Managing the Myths (s. 465-469). Cianciotto N.P., Kwaik Y.A., Edelstein P.H., Fields B.S., Geary D.F., Harrison T.G., *Legionella – State of the art 30 years after its recognition*. ASM Press, Washington, DC.

Biocidforskriften (2001). FOR 2003-12-18 nr 1848: Forskrift om godkjenning av biocider og biocidprodukter (biocidforskriften). Hentet 26. mars fra <http://www.lovdatab.no/cgi-wift/ldles?doc=/sf/sf/sf-20031218-1848.html>

Biofilm livssyklus [Illustrasjon] (u. år). Hentet 13. mars 2009 fra <http://prometheus.mse.uiuc.edu/glossary/biofilms/>

Boer J.W., Yzerman E.P.F., Jansen R., Bruin J.P., Verhoef L.P.B., Neve G., et al. (2006). Legionnaires' disease and gardening [Elektronisk utgave]. *Clinical Microbiology and Infection*, 13(3), 88-91

Brenner D.J., Steigerwalt A.G., Gorman G.W., Weaver R.E., Feeley J.C., Cordes L.G. et al., (1980). *Legionella bozemanii* sp. nov. and *Legionella dumoffii* sp. nov.: Classification of two additional species of *Legionella* associated with human pneumonia. [Elektronisk utgave], *Current Microbiology Journal* Volume 4, 111-116.

Brunborg O. (2007). Høytrykkspyler mulig smittekilde til legionellatilfelle. Folkehelseinstituttet, nyhetsbrev. Hentet 24. mars 2009 fra http://www.fhi.no/eway/default.aspx?pid=233&trg=Area_5626&MainArea_5661=5617:0:15,1135:1:0:0:0:0&MainLeft_5617=5626:64984::1:5622:1:::0:0&Area_5626=5544:64987::1:5628:2:::0:0

Carvalho F.R.S., Nastasi F.R., Gamba R.C., Foronda A.S., Pellizari V.H. (2006). Diversity of *Legionella* ssp. in Antarctic lakes of the Keller Peninsula (s. 417-419). Cianciotto N.P., Kwaik Y.A., Edelstein P.H., Fields B.S., Geary D.F., Harrison T.G., *Legionella – State of the art 30 years after its recognition*. ASM Press, Washington, DC.

Cianciotto N.P. (2001). Pathogenicity of *Legionella pneumophila*. *International Journal of Medical Microbiology* 291(5), 331-343

Clage [Bilde] (u. år). Driveflaat AS, Clage vannvarmere. Hentet 26. Mars 2009 fra <http://www.clage.no/article.asp?w=49743542&x=20473>

Clodic D., Zoughaib A., Maatouk C., Senejean B. & Merchat M. (2006). Design and Realization of Zero-Aerosol Cooling Towers (s. 513-519). Cianciotto N.P., Kwaik Y.A., Edelstein P.H., Fields B.S., Geary D.F., Harrison T.G., Legionella – State of the art 30 years after its recognition. ASM Press, Washington, DC.

Declercka P., Behetsa J., van Hoefa A.M.V., De Keersmaeckera B., Olleviera F. (2007). Replication of Legionella pneumophila in biofilms of water distribution pipes. [Elektronisk utgave]. Microbiological Research, Article in Press, Science Direct.

Dennis P.J., Green D. & Jones B.P.C. (1983). A note on the temperature tolerance of Legionella [Elektronisk utgave]. Journal of Applied Bacteriology, 56(2), 349-350

Dennis P.J. & Lee J.V. (1988). Differences in aerosol survival between pathogenic and non-pathogenic strains of Legionella pneumophila serogroup 1 [Elektronisk utgave]. Journal of Applied Bacteriology, 65(02), 135-141

Dierden B.M.W. (2008). Legionella spp. and Legionnaires' disease [elektronisk versjon], Journal of Infection, Volume 56(1), 1-12.

Dip-slide. Bacteria & Microbiological Testing. Accenta, Product information. Hentet 2. april 2009 fra http://www.accepta.com/water_analysis/dip_slides.asp

Drikkevannsforskriften (2001). FOR 2001-12-04 nr 1372: Forskrift om vannforsyning og drikkevann (Drikkevannsforskriften). Hentet 17. mars 2009 fra <http://www.lovdata.no/cgi-wift/ldles?doc=/sf/sf/sf-20011204-1372.html>

EWGLI, The European Working Group for Legionella Infections (2005). The European Guidelines for Control and Prevention of Travel Associated Legionnaires 'disease [elektronisk versjon]. Hentet 19. mars 2009 fra http://www.ewgli.org/data/european_guidelines/european_guidelines_jan05.pdf

Evaporasjon [Bilde] (u. år). Foto E. Andersen. Folkehelseinstituttet (2005). Nok, godt og sikkert drikkevann offshore [elektronisk utgave]. <http://www.fhi.no/dav/E4C216F55C.pdf>

Fernandez-Moreira E., Helbig J.H. & Swanson M.S. (2006). Contribution of Legionella's Surface to the Pregnant Pause Virulence Strategy (s. 274-278). Cianciotto N.P., Kwaik Y.A., Edelstein P.H., Fields B.S., Geary D.F., Harrison T.G., Legionella – State of the art 30 years after its recognition. ASM Press, Washington, DC.

Fields B.S. (2007). *Legionella* in the Environment. Hoffman P., Friedman H. & Bendinelli M., *Legionella pneumophila, Pathogenesis and Immunity* (s. 85-94). Springer, US.

Fields B.S. & Lucas C. E. (2006) Characterization of Sessile and Planctonic *Legionella pneumophila* in Model Biofilms (s. 383-390). Cianciotto N.P., Kwaik Y.A., Edelstein P.H., Fields B.S., Geary D.F., Harrison T.G., *Legionella – State of the art 30 years after its recognition*. ASM Press, Washington, DC.

Finney J. (2008). Controlling Legionella through use of an on-site Monochloramine Generator: A Hospital's Five Year Follow-up after an Outbreak. *American Journal of Infection Control* 36(5) 102-102

Fliermans C.B., Cherry W.B., Orrison R.H., Smith S.J., Tison D.L., Pope D.H. (1981). Ecological distribution of *Legionella pneumophila* [Elektronisk versjon], *Applied and Environmental Microbiology*, 41(1), 9-16.

Fog Tube [Bilde] (u. år). Teknisk ukeblad, Effektiv brannslukking med vanntåke. Hentet 26. mars 2009 fra <http://www.tu.no/innsikt/bygg/article104827.ece>

Folkehelseinstituttet (2004). Vannforsyningens ABC. Hentet 22. mars 2009 fra http://www.fhi.no/eway/default.aspx?pid=233&trg=MainArea_5661&MainArea_5661=5631:0:15,3030:1:0:0:::0:0

Folkehelseinstituttet (2005). Nok, godt og sikkert drikkevann offshore [elektronisk utgave]. <http://www.fhi.no/dav/E4C216F55C.pdf>

Folkehelseinstituttet (2008). Influensa – faktaark . Hentet 6. april 2009 fra http://www.fhi.no/eway/default.aspx?pid=233&trg=MainLeft_5648&MainArea_5661=5648:0:15,2917:1:0:0:::0:0&MainLeft_5648=5544:51012::1:5647:36:::0:0

Folkehelseinstituttet (2009). Forebygging av legionellasmitte – en veiledning, revisjon 1. Hentet 10. februar 2009 fra http://www.fhi.no/eway/default.aspx?pid=233&trg=MainLeft_5565&MainArea_5661=5565:0:15,4726:1:0:0:::0:0&MainLeft_5565=5544:73661::1:5569:1:::0:0

Folkehelseinstituttet (2009b). Vannkilder. Hentet 22. mars 2009 fra http://www.fhi.no/eway/default.aspx?pid=233&trg=MainArea_5661&MainArea_5661=5631:0:15,2869:1:0:0:::0:0

Forskrift for badeanlegg, bassengbad og badstu (1996). FOR 1996-06-13 nr 592: Forskrift for badeanlegg, bassengbad og badstu m.v. Hentet 17. mars 2009 fra <http://www.lovdata.no/cgi-wift/ldles?doc=/sf/sf/sf-19960613-0592.html>

Forskrift om drikkevann, flyttbare innretninger (1987). FOR 1987-09-04 nr 860: Forskrift om drikkevannsanlegg og drikkevannsforsyning på flyttbare innretninger. Hentet 17. mars 2009 fra <http://www.lovdata.no/cgi-wift/ldles?doc=/sf/sf/sf-19870904-0860.html>

Forskrift om helsekrav i petroleumsvirksomhet (1990). FOR 1990-11-12 nr 1164: Forskrift om helsekrav for personer i petroleumsvirksomheten. Hentet 1. april 2009 fra <http://www.lovdata.no/cgi-wift/ldles?doc=/sf/sf/sf-19901112-1164.html>

Forskrift om krav til byggverk – TEK (1997). FOR 1997-01-22 nr 33: Forskrift om krav til byggverk og produkter til byggverk (TEK). Hentet 17. mars 2009 fra <http://www.lovdata.no/cgi-wift/ldles?doc=/sf/sf/sf-19970122-0033.html>

Forskrift om miljørettet helsevern (2003). FOR 2003-04-25 nr 486: Forskrift om miljørettet helsevern. Hentet 17.mars 2009 fra <http://www.lovdata.no/cgi-wift/ldles?doc=/sf/sf/sf-20030425-0486.html>

Forskrift om vern mot biologiske faktorer (1997). FOR 1997-12-19 nr 1322: Forskrift om vern mot eksponering for biologiske faktorer (bakterier, virus, sopp m.m.) på arbeidsplassen. Hentet 17. mars 2009 fra <http://www.lovdata.no/cgi-wift/ldles?doc=/sf/sf/sf-19971219-1322.html>

Franzine L., Cabodi D. & Bonfrate N. (2006) Isolation of *Legionella* and Amoebae from Water Samples (s. 423-427). Cianciotto N.P., Kwaik Y.A., Edelstein P.H., Fields B.S., Geary D.F., Harrison T.G., Legionella – State of the art 30 years after its recognition. ASM Press, Washington, DC.

Franzine L., Cabodi D. & Bonfrate N. (2006b). *Legionella* Detection from Water Samples by Real-Time PCR (s. 446-449). Cianciotto N.P., Kwaik Y.A., Edelstein P.H., Fields B.S., Geary D.F., Harrison T.G., Legionella – State of the art 30 years after its recognition. ASM Press, Washington, DC.

Fry N.K., Warwick S., Saunders N.A. & Embley T.M. (1991). The use of 16S ribosomal RNA analyses to investigate the phylogeny of the family Legionellaceae. Journal of General Microbiology, 1991 May; 137(5):1215-1222.

Haws [Bilde] (u. år). Vestnor Teknikk, Produkter – Haws. Hentet 27. mars 2009 fra http://www.vestnorteknikk.no/web/index.php?option=com_content&view=article&id=53&Itemid=61

Internkontrollforskriften (1996). FOR 1996-12-06 nr 1127: Forskrift om systematisk helse-, miljø- og sikkerhetsarbeid i virksomheter (Internkontrollforskriften). Hentet 17. mars fra <http://www.lovdatab.no/cgi-wift/ldles?doc=/sf/sf/sf-19961206-1127.html>

Joseph C.A. & Ricketts K.D. (2006). Legionnaires' Disease in Europe 1995-2004: A Ten-Year Review (s. 89-94). Cianciotto N.P., Kwaik Y.A., Edelstein P.H., Fields B.S., Geary D.F., Harrison T.G., Legionella – State of the art 30 years after its recognition. ASM Press, Washington, DC.

K-Flex Eco [Bilde] (u. år). L'ISOLANTE K-FLEX, products. Hentet 31. mars 2009 fra <http://www.kflex.com/products.asp?p=4&pp=8>

Kooij D. van der, Veenendaal H.R., Slaats N.P.G. & Vonk D. (2002). Biofilm formation and multiplication of Legionella in a model warm water system with pipes of copper, stainless steel and cross-linked polyethylene. Marre R., Kwaik Y.A., Bartlett C., Cianciotto N.P., Fields B.S., Frosch M. et al. Legionella. ASM Press, Washington DC.

Kooij D. van der, Veenendaal H.R. & Scheffer W.J.H. (2005). Biofilm formation and multiplication of Legionella in a model warm water system with pipes of copper, stainless steel and cross-linked polyethylene [Elektronisk utgave]. Water Research 39, 2789-2798

Kommunehelsetjenesteloven (1982). LOV 1982-11-19 nr 66: Lov om helsetjenesten i kommunene. Hentet 17. mars fra <http://www.lovdatab.no/all/hl-19821119-066.html>

Kusnetsov J.M., Ottoila E. & Martikainen P.J. (1996). Growth, respiration and survival of *legionella pneumophila* at high temperatures [Elektronisk utgave]. Journal of Applied Bacteriology, 81(4), 341-347

Kusnetsov J., Pastila S., Mentula S. & Lindsay D.S.J. (2006). Legionnaires' disease Associated with Death after Near Drowning in Lake Water (s. 146-149). Cianciotto N.P., Kwaik Y.A., Edelstein P.H., Fields B.S., Geary D.F., Harrison T.G., Legionella – State of the art 30 years after its recognition. ASM Press, Washington, DC.

Legionella pneumophila [Bilde] (u. år). Foto: Science Photo. Hentet 17. februar 2009 fra <http://www.ntnu.no/gemini/2004-04/mikrodjevlene.htm>

Legionella pneumophila og *Hartmanella vermiformis* [Bilde] (2003). Hentet 13. mars fra <http://s99.middlebury.edu/BI330A/projects/Cocchiaro/page2.htm>

LineGuard membranfilter [Bilde] (u. år). Aquanor, produkter. Hentet 31. mars 2009 fra <http://www.aquanor.no/Default.asp?WCI=DisplayGroup&WCE=19&DGI=19>

Linscott A.J., Poulter M.D., Ward K. & Bruckner D.A. (2003). Legionella pneumophila Serogroup 4 Isolated from Joint Tissue. Journal of Clinical Microbiology, 42(3), 1365-1366

Lori Heller, Legionnaires' disease, the first recorded outbreak, Tribune-Review.

Hentet 17. februar 2009 fra

http://www.q-net.net.au/~legion/Legionnaires_Disease_Worlds_First_Outbreak.htm

Mampel J., Spring T., Weber S.S., Haagenen J.A.J., Molin S., & Hubert H. (2006). Biofilm Formation of *Legionella pneumophila* in Complex Medium under Static and Dynamic Flow Conditions (s. 398-403). Cianciotto N.P., Kwaik Y.A., Edelstein P.H., Fields B.S., Geary D.F., Harrison T.G., Legionella – State of the art 30 years after its recognition. ASM Press, Washington, DC.

Mc Coy W. F. (2006). Preventing Legionellosis with Hazard Analyzis and Control Systems (s. 538-543). Cianciotto N.P., Kwaik Y.A., Edelstein P.H., Fields B.S., Geary D.F., Harrison T.G., Legionella – State of the art 30 years after its recognition. ASM Press, Washington, DC.

McDade J.E. (2002), legionnaires' disease 25 years later; lessons learned. Marre R., Kwaik Y.A, Bartlett C., Cianciotto N.P., Fields B.S., Frosch M. et al. (2002). Legionella. Washington, DC: ASM Press.

Moore, M. R., Pryor M., Fields B., Lucas C., Phelan M., Besser R. E. (2005). Introduction of Monochloramine into a Municipal Water System: Impact on Colonization of Buildings by *Legionella* spp. Applied and Environmental Microbiology 72(1) 378–383

Moore M. R., Flannery B., Gelling L. B., Conroy M., Vugia D., Salerno J. (2006). Control of *Legionella* in Large Buildings through Community-Wide Introduction of Monochloramine (s. 526-529). Cianciotto N.P., Kwaik Y.A., Edelstein P.H., Fields B.S., Geary D.F., Harrison T.G., Legionella – State of the art 30 years after its recognition. ASM Press, Washington, DC.

Morbidity and Mortality Weekly Report (MMWR), (1997), From the January 18, 1977, special issue of {MMWR} Epidemiologic Notes and Reports Follow-up on Respiratory Illness – Philadelphia, MMWR 46(03), 50-56.

Hentet 17. februar fra

<http://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/00045731.htm>

Nygård K., Werner-Johansen Ø., Rønsen S., A. Caugant D.A., Simonsen Ø., Kanestrøm A. et al. (2007). An Outbreak of Legionnaires Disease Caused by Long-Distance Spread from an Industrial Air Scrubber in Sarpsborg, Norway [Elektronisk utgave]. Clinical Infectious Diseases 46(2), 61–69

Onguard doseringsutstyr [Bilde] (u. år). AS Mitco, produkter. Hentet 31. mars 2009 fra http://www.mitco.no/Vare_produkter/Doseringsutstyr

Orival grovfilter [Bilde] (u. år). Aquanor produkter. Hentet 31. mars 2009 fra <http://www.aquanor.no/Default.asp?WCI=DisplayGroup&WCE=19&DGI=19>

Ortiz-Roque C.M., Hazen T.C. (1987). Abundance and Distribution of Legionellaceae in Puerto Rican Waters [Elektronisk utgave], Applied and Environmental Microbiology, 53(9), 2231-2236

OSO Dublo/ Maxi Combi [Bilde] (u. år). OSO Hotwater storberedere. Hentet 25. mars 2009 fra <http://www.oso.no/default.asp?uid=114>

Pall Aquasafe [Bilde] (u. år). Pall Corporation Products. Hentet 30. mars 2009 fra http://www.pall.com/medical_45160.asp

Pasienthåndboka, lungebetennelse, nettutgave. Hentet 6.april 2009 fra <http://www.pasienthandboka.no/default.asp?mode=document&documentid=2139>

Plan og bygningsloven (1985). LOV 1985-06-14 nr 77: Plan- og bygningslov. Hentet 17. mars 2009 fra <http://www.lovdata.no/all/hl-19850614-077.html>

Rada Pulse [Bilde] (u.år). Vestnor Teknikk. Hentet 26. mars 2009 fra http://www.vestnorteknikk.no/docs/Rada/Rada_Pulse_850_Timersentral.pdf

Rada Sense [Bilde] (u.år). Vestnor Teknikk. Hentet 26. mars 2009 fra <http://www.vestnorteknikk.no/docs/Rada%20Sense%20bad%20og%20idrettsanlegg%20revidert.pdf>

Reichard C., Martin M., Rüden H. & Eckmanns T. (2006). Disinfection of Hospital Water Systems and the Prevention of Legionellosis: What is the Evidence? (s.501-505). Cianciotto N.P., Kwaik Y.A., Edelstein P.H., Fields B.S., Geary D.F., Harrison T.G., Legionella – State of the art 30 years after its recognition. ASM Press, Washington, DC

Ricci M.L., Dell'Eva I., Svaturo M. , Baruchelli P., De Ponte G., Losardo M. et al. (2006). Six-Month Experience of Silver –Hydrogen Peroxide Treatment for *Legionella* Control in Two Nursing Home Water System (s. 505-509). Cianciotto N.P., Kwaik Y.A., Edelstein P.H., Fields B.S., Geary D.F., Harrison T.G., Legionella – State of the art 30 years after its recognition. ASM Press, Washington, DC

Robinson P., Wallis R. (2005). Soil as a source of *Legionella pneumophila* serogroup 1 (Lp1). Australian and New Zealand Journal of Public Health. Canberra: Dec 2005. Vol. 29, (6), 518

Hentet 6. mars 2009 fra

<http://www3.interscience.wiley.com/journal/118740154/abstract?CRETRY=1&SRETRY=0>

Rogers J., Dowset A.B., Dennis P.J., Lee J.V. & Keevil C.W., (1994). Influence of Temperature and Plumbing Material Selection on Biofilm Formation and Growth of *Legionella pneumophila* in a Model Potable Water System Containing Complex Microbial Flora [Elektronisk utgave]. Applied and Environmental Microbiology, 60(5), 1585-1592.

Sauer J.D. & Swanson M.S. (2006) The Role of the Phagosomal Transporter (Pht) Family of Proteins in *Legionella pneumophila* Pathogenesis, s. 288-292. Cianciotto N.P., Kwaik Y.A., Edelstein P.H., Fields B.S., Geary D.F., Harrison T.G., *Legionella – State of the art 30 years after its recognition*. ASM Press, Washington, DC

Sheehan K.B., Henson J.M. & Ferris M.J. (2005). *Legionella* Species Diversity in an Acidic Biofilm Community in Yellowstone National Park [Elektronisk utgave]. Applied and Environmental Microbiology, 71(1)

Sheffer P. J., Stout J. E., Wagener M. M. & Muder R. R. (2005). Efficacy of new point-of-use water filter for preventing exposure to *Legionella* and waterborne bacteria. American Journal of Infection Control 33(5) 20-25

SIHcon AS, Alvenius TP rørsystemer. Hentet 24. mars 2009 fra

<http://www.sihcon.no/sider/alvenius.html>

Sintef rapport (2003). Rapport nr NBL A04103. Vanntåke anvendt i bygninger; Utredning om forsknings- og utviklingsbehov [Elektronisk utgave]. Hentet 24. mars 2009 fra

http://www.statsbygg.no/FilSystem/files/prosjekter/fouprosj/forvaltning/10827_Rapport_Vanntaake.pdf

Smittevernsloven (1994). LOV 1994-08-05 nr 55: Lov om vern mot smittsomme sykdommer.

Hentet 17. mars 2009 fra <http://www.lovdatab.no/all/hl-19940805-055.html>

Sonoxide ultrasonisk vannbehandlingsenhet. AS Mitco, produkter. Hentet 31. mars 2009 fra

http://www.mitco.no/Vare_produkter/Sonoxide

Steinert M., Wagner C., Fajardo M., Shevchuk O., Unal C., Galka F. et al. (2006). The Amoeba *Dictyostelium discoideum* Contributes to *Legionella* Infection (s.390-395), Cianciotto N.P., Kwaik Y.A., Edelstein P.H., Fields B.S., Geary D.F., Harrison T.G., *Legionella – State of the art 30 years after its recognition*. ASM Press, Washington, DC.

Stout J.E. (2006). Controlling *Legionella* in Hospital Water Systems: Facts versus Folklore (s. 469-473). Cianciotto N.P., Kwaik Y.A., Edelstein P.H., Fields B.S., Geary D.F., Harrison T.G., *Legionella – State of the art 30 years after its recognition*. ASM Press, Washington, DC.

Stout J., Yu V.L., Vickers R.M., Zuravleff J., Best M., Brown A. et al. (1982), Ubiquitousness of *Legionella pneumophila* in the Water Supply of a Hospital With Endemic Legionnaires' Disease [Elektronisk utgave]. *New England Journal of Medicine (N. ENGL. J. MED.)*, 306(8) 8, 466-8

Stout J.E., Yu V.L. & Best M.G. (1984). Ecology of *Legionella pneumophila* within Water Distribution Systems [Elektronisk utgave]. *Applied and Environmental Microbiology*, 49(1), 221-228

Stout J. E. og Yu V. L. (2003). Experiences of the first 16 Hospitals using Copper–Silver Ionization for *Legionella* Control: Implications for the Evaluation of other Disinfection modalities. *Infection Control and Hospital Epidemiology* 24(8)

Sugiyama K., Ohata K., Suzuki M., Shimogawara R., Izumiyama S., Yagita K. et al. (2006). Inhibition of *Legionella* Growth in Circulation Bathing Water by a Filter Refreshment Method using a High Concentration of Chlorine (s. 497-501). Cianciotto N.P., Kwaik Y.A., Edelstein P.H., Fields B.S., Geary D.F., Harrison T.G., *Legionella – State of the art 30 years after its recognition*. ASM Press, Washington, DC.

TA Aqua +. Aqua Unique. [Illustrasjon] (u. år) og produktbrosjyre. Hentet 30. mars 2009 fra <http://www.aun.as/node/504>

Tank [Bilde] (u. år). Foto Bjørn Løfsgaard. Folkehelseinstituttet (2005). Nok, godt og sikkert drikkevann offshore [elektronisk utgave]. <http://www.fhi.no/dav/E4C216F55C.pdf>

Teknologisk Institutt (2008). HMS Verneingeniørskolen, Modul V170, Sikkerhet og beredskap. Teknologisk Institutt, Oslo.

Termek AS (2009). Produktbrosjyre Oxine. Hentet 29. mars fra http://www.termek.no/UserFiles/file/pdf/OXINE_beskrivelse_av_produktet_og_muligheter.pdf

Türetgen I. & Cotuk A. (2007). Monitoring of Biofilm-associated *Legionella pneumophila* on Different Substrata in Model Cooling Tower System (s. 529-533). Cianciotto N.P., Kwaik Y.A., Edelstein P.H., Fields B.S., Geary D.F., Harrison T.G., *Legionella – State of the art 30 years after its recognition*. ASM Press, Washington, DC.

TV 2 Nyhetene (2008). TV 2 Nyheter på nett, innenriks, helse. Hentet 4. april 2009 fra <http://www.tv2nyhetene.no/innenriks/helse/article1651653.ece>

Uponor (2008). Wirsbo-PEX Sortiment og egenskaper [Elektronisk versjon]. Hentet 23. mars 2009 fra [http://www.uponor.no/upload/Documents%20\(PDF%20and%20officedocuments\)/Norway/H/S/HANNE%20ZAKARIASSEN/Uponor%20Tappevann%20og%20Radiatorr%C3%B8rsystem/Borsjyrer/Brosjyre_Uponor%20Tappevann%20PEX.pdf](http://www.uponor.no/upload/Documents%20(PDF%20and%20officedocuments)/Norway/H/S/HANNE%20ZAKARIASSEN/Uponor%20Tappevann%20og%20Radiatorr%C3%B8rsystem/Borsjyrer/Brosjyre_Uponor%20Tappevann%20PEX.pdf)

Vannrør [Bilde] (2008). Aftenposten.no. Hentet 26. mars 2009 fra http://aftenbladet.no/lokalt/639873/Ber_kommunen_skifte_gamle_vannroer_raskere.html

Veileder til drikkevannsforskriften (2005). Mattilsynet. Hentet 17. mars 2009 fra http://www.mattilsynet.no/regelverk/veiledere/vann/veileder_til_drikkevannsforskriften_9107

Veiledning til TEK (2003). Statens Bygningstekniske Etat. Veiledning til teknisk forskrift til plan- og bygningsloven. Hentet 17. mars fra <http://www.be.no/beweb/regler/veil/ren2003/000tekveilinnh.html>

Wiik R. og Boccadoro C. (2008). *Legionella* i kommunale dusjanlegg. Vurdering av metoder for å forebygge smitte. Forprosjekt [Elektronisk utgave]. Rapport IRIS, 2008/187. Hentet 12. januar 2009 fra <http://www.stavanger.kommune.no/publikum/news.nsf/SVGsokNyheter/2CA6840F5C4964F4C12574CD00427944?OpenDocument&id=2CA6840F5C4964F4C12574CD00427944&referer=0>

WHO (2006). Guidelines for Drinking-water Quality [Elektronisk utgave]. World Health Organization, Geneva, Switzerland: WHO

World Health Organization (2007). Bartram J., Chartier Y., Lee J.V., Pond K., Surman-Lee S. Legionella and the prevention of legionellosis. India: WHO.

Yee R.B. & Wadowsky (1982). Multiplication of *legionella pneumophila* in Unsterilized Tap Water [Elektronisk utgave]. Applied and Environmental Microbiology, 43(6), 1330-1334

14 Vedleggsliste

Vedlegg A Referat fra legionellaseminar

Referat fra legionellaseminar 29. januar 2009

I regi av Norsk VVS forening avdeling Bergen ble det avholdt et legionellaseminar i Grand Selskapslokaler i Bergen 29. januar 2009.

Seminaret hadde undertittelen

”Smittespredning, kartlegging, tiltak, prosjektansvar og utførelse.”

Målet med kurset var å informere om

- Legionella i tappeanlegg
- Risikoreduserende tiltak ved riktig utforming og drift av anlegg
- Krav- og konsekvenser ved kommende endringer i lov- og forskrifter

Målgrupper var offentlige/private eiendomsforvaltere, driftsansvarlige, offentlige helse- og tilsynsmyndigheter, rådgivende ingeniører, leverandører og installatører.

Leverandører presenterte sine produkter og tjenester ved stand som var tilgjengelige for deltakerne gjennom hele dagen.

Deltakerantall mellom 120 og 130.

Fem foredrag ble presentert.

1. Folkehelseinstituttet ved seniorrådgiver Jens Erik Pettersen

”Hva er egentlig *Legionella*, og hva gjør myndighetene i forhold til bakterien.”

Foredraget var en gjennomgang av Folkehelseinstituttets legionellaveiledning kapittel 1-6 som omhandler bakterien, vekstbetingelser, smittekilder og spredning, lover, forskrifter og krav, og enkle forebyggingstiltak ved ulike installasjoner innen tappevannsanlegg. Veilederen er ment å konkretisere krav fra forskrift.

Pettersen tok også deltakerne gjennom Folkehelseinstituttets publikasjoner som omhandler basseng og boblebad samt legionellabrosjyren til private.

Eksempler fra erfaringer ved utbrudd ble trukket fram.

Foredraget gjenspeilte usikkerheten som preger legionellaproblematikken. Ordbruken var lite konkret og inneholdt formuleringer som:

- Private dusjer er *sannsynligvis* største smittekilde ved legionellainfeksjon
- Det er smittefare ved *masseforekomst* av *Legionella* Friske barn er *lite* utsatt for smitte
- Gunstige vekstforhold er i stillestående og *saktestrømmende* vann
- Det må benyttes *egnete* materialer i anlegg i forhold til forventet vannkvalitet
- Det *antas* at økende kimtall medfører økende risiko for *Legionella*
- Høye kimtall *kan være en indikasjon* på bakterievekst
- Et boblebad *bør* være sikret ved månedlig klorering som doseres ½ del klor til 100 liter vann.
- Det vil komme endringer (presiseringer) i veiledningen *om ikke så lenge*

Pettersen understreket at det ikke er grunnlag for å påstå at lave kimtall innebærer et legionellafritt anlegg. Likevel oppfordrer Folkehelseinstituttet til månedlige kimtallsprøver og årlige legionellaprøver. Det ble slått fast at Folkehelseinstituttet ikke vil sette tiltaksgrenser for kimtall og antall *Legionella* målt i cfu, som er antall bakteriedannende kolonier per liter vann i legionellamålinger, og per ml vann ved kimtallsmålinger. Årsaken er at det ikke finnes grunnlag i forskning, eller erfaringer ved utbrudd, til å sette en tallgrense der smittefare oppstår.

Folkehelseinstituttet anbefaler å vektlegge frekvensen av måleresultatene. Hvis frekvensen av avvik (økte kimtall) overstiger 30 % bør tiltak iverksettes. En del anlegg kan ha til dels høye kimtall uten at faren for legionellasmitte er større enn for et anlegg med generelt lavere kimtall. Når det ble referert til lave kimtall var disse under 1000 cfu/l, høye kimtall var over 10 000 cfu/l.

Anbefalt temperatur på varmtvannet i beredere økes fra minimum 65 °C til 70 °C.
Temperatur ut fra bereder økes fra 55 °C til 60 °C.

Flere deltakere stilte spørsmål om nytten av til dels kostbare og ressurskrevende kimtallsprøver når det egentlige målet var *Legionella*. Det ble opplyst fra salen at en analyse av en kimtallsprøve koster kr. 200, prisen for en analyse av en legionellatest er kr. 500,-. Legionellatesting er komplisert og krever kompetanse fra prøvetaker. Foredrager la vekt på at kimtallsprøver er enkle å utføre og analysere og tross alt kan gi en indikasjon på biofilm og bakterievekst i anlegget. Dessuten finnes det ikke noe bedre alternativ til kimtallsmåling per i dag.

Blant behandlingsmetoder ble sølv-/kobber ioner trukket frem som effektivt men miljøbelastende hvis stoffene ikke samles opp, klorforbindelser er korrosive og

kreftfremkallende, filtre og UV stråling er effektive kun ved lokasjon, ikke videre inn i anlegget. Forebyggende varmebehandling er minimum 5 minutter gjennomspyling med 70 °C vann, akuttbehandling ved legionellafunn er minimum 30 minutter gjennomspyling med 80 °C vann. Denne behandlingen kan erfaringsmessig ha svært kort virkningstid før kimtall øker til nivået før behandling og *Legionella* kan påvises. Dette kan skyldes områder i anlegget som ikke nås med høy nok temperatur.

Under varmebehandling beskyttes personell med godkjent maske, CE klasse EN 143, benyttes, eller vannet spyles ut i en bøtte med vann for å unngå aerosoler. Skoldingsfare til stede.

Dusjslanger og dusjhoder bør rengjøres i klor en gang hver måned. I tørre hoder og slanger dør legionellabakteriene i følge Pettersen.

2. Norkjemi AS ved dr. scient Hanne Skiri

”Kartlegging, risikovurdering og tiltak av sanitæranlegg”.

Foredraget var hovedsakelig rettet mot eksisterende anlegg der Norkjemi tilbyr konsulenttjenester og tekniske løsninger for legionellabekjempelse og driftsløsninger. Internkontroll er et viktig krav i HMS regelverket og Norkjemi tilbyr komplette løsninger for analyse, drift og dokumentasjon.

Norkjemi sin løsning kan deles i tre faser; analyse, oppstart og drift.

Analyse:

- Prøvetaking av vannet i anlegget på forskjellige steder, inn og utløp av bereder, tappepunkter osv.
- Kartlegging av hele anlegget, temperaturmålinger, identifisering av alle aerosolkilder, bruksfrekvens og forekomst av belegg, biofilm og *Legionella*
- Risikoanalyse som skal oppdateres årlig

Oppstart:

- Gjennomføring av tekniske tiltak som isolering, fjerning av blindrør, justere temperaturer, tilrettelegging for prøvetaking og sjokkoppvarming.
- Nullstilling, anlegget er oppgradert og desinfisert

Drift

- Etablere rutiner med temperaturmålinger, månedlige kimtallsmålinger, gjennomspyling med 70 °C varmtvann hvert halvår, legionellatest etter risikovurdering.
- Gjennomgang og kvalitetssikring
- Dokumentasjon

Videre anbefalte Skiri som desinfeksjon gjennomspyling med minimum 70 °C varmtvann i minst 5 minutter eller tilsetning av klordioksid i store anlegg. Sirkulasjonspumper bør være i drift om natten da anlegg normalt er lite brukt. I designfase er nøyaktig kartlegging og ikke minst merking av alle komponenter og rør svært viktig.

3. Stavanger kommune ved Espen Svendsen

”Erfaringer ved legionellautbrudd”

En eldre mann fikk i februar 2007 diagnosen legionærsyke, Tastahallen ble utpekt som smittekilde etter 7 dager og umiddelbart stengt. Svendsen fortalte om ekstremt press fra media og utfordringene i etterkant med å takle alle problemstillingene som dukket opp. Ansvarshavende oppdaget raskt at det ikke fantes kontrollrutiner for tilstandskontroll av noen av kommunens anlegg, alders- og sykehjem, idrettshaller og skoler. Kartlegging av det infiserte anlegget ble også vanskelig, detaljerte tegninger av anlegget manglet fordi mye var forandret under byggefasen uten at tegninger ble rettet opp.

Kompetanse ble hentet inn og alle anlegg ble testet for *Legionella*. Kimtallsprøver og varmebehandling ble gjennomført månedlig, det forbrukes 75 kubikkmeter vann per spyling. Dusjhoder og slanger ble rensset månedlig i klor. Svendsen la til at de også brukte eddik, for da løsnet biofilmen, noe den ikke gjør ved klorvask.

Tastahallen ble friskmeldt og åpnet i mai 2007.

Stavanger kommune vedtok å starte et forprosjekt i samarbeid med forskere tilknyttet IRIS for å vurdere behandlings- og vedlikeholdsmetoder, der de mest lovende alternativene skal utprøves i et hovedprosjekt. Forprosjektet var ferdig i oktober 2008. Hovedprosjektet pågår nå og det testes ut ulike filtre, grove (0,5 µm) og fine (0,03 µm), varmebehandling og sjokkbehandling med hydrogenperoksyd, syre og lut. Behandling med sølv- og kobber ioner er ikke gjennomført da dette utprøves andre steder i Norge.

Kostnadene ved legionellabekjempelse er 15 millioner per år.

Erfaringer fra forprosjektet:

Kimtall

- Kimtallsprøvene var konsekvent høyere i store anlegg, også nye, som var lite brukt (sykehjem og omsorg) enn i små anlegg med hyppig bruk (barnehager)
- Tiltaksgrense for desinfeksjon ble satt til 1000 cfu/l, men 30 % av anleggene lå over denne grensen uansett tiltak. Tiltaksgrensen ble derfor hevet til 10 000 cfu/l.
- Vanskelig å få korrekte målinger, hvis vannet fikk renne i 20 sekunder var alle prøver like.
- Generelt lave målinger (< 1000) i anlegg med blandeventil (ikke blandebatteri ved hver dusj).
- 700 prøver utført til kr. 200,- per stykk.

Det ble under forprosjektet ikke testet for *Legionella* fordi det ikke finnes tiltaksgrenser for legionellakonsentrasjon. ”Hvis en prøve skulle påvist *Legionella*, hva skulle vi gjort da?” sa Svendsen. Dette standpunktet ble også støttet av Pettersen fra Folkehelseinstituttet, som også sa at generelt høye kimtall (dog under 10 000 cfu/l) som holder seg stabile er akseptabelt, mens en økning i kimtall kan indikere en uheldig utvikling. Fokus bør i større grad rettes mot risiko, ikke mot kimtallsmåling.

4. Avinor Flesland ved Magne Hamre

”Eiendomsforvalter tok ansvar for å unngå legionellasmitte allerede i 2005”

Før 2005 var *Legionella* assosiert med kjøletårn, men økt fokus på problemet i media under legionellautbruddet i Sarpsborg mai 2005 fikk Hamre til å kontrollere anlegget på Flesland for *Legionella*. Det ble funnet mindre konsentrasjoner av *Legionella* i 2 dusjer og en brannbil som var sjelden brukt, større konsentrasjoner i returledningen til varmtvannssirkulasjonen, som hadde en temperatur på 40 °C. Det fantes ingen kontrollrutiner eller oppdaterte tegninger av anlegget.

Tiltak som ble iverksatt:

- Alle dusjer og aerosolkilder stengt
- Myndigheter ble varslet
- Ekspertise innkalt (Norkjemi)
- Sjokkoppvarming og klorrensing av magasin, sirkulasjon og tappesteder
- Fjerning av sparedusjer som blander luft i vannet
- Periodisk sjokkvarming, kloring av dusjhoder
- Oppdatering av tegninger og dokumentasjon
- Fjerning av blindrør
- Temperatur økt til 70 °C
- Temperaturfølere med visning og alarm installert
- Tilbakeslagsventiler der kaldtvann har gjennomløp til varmtvannsledning
- Sirkulasjonskretsen ble delt, fikk større kapasitet og kraftigere pumpe slik at temperaturen ble hevet til 62 °C

Hamre oppfordret til nytenkning i forholdet mellom *Legionella*, økonomi og miljø. Kunne temperaturen i nye anlegg senkes med kontinuerlig vannbehandling. Kan varmekabler brukes i store bygg med lange distanser i sirkulasjonsanlegget?

5. Sweko Norge AS ved siving. Torstein Gjesteland

”Tekniske løsninger for legionellaproblematikken, og ansvarsforhold for eier og driver.” Sweko er et internasjonalt konsultentselskap som tilbyr rådgivningstjenester. Første del av foredraget gjennomgikk hvilke lovverk som regulerer tappevannsystemer og hvilke funksjonskrav som stilles. Særlig ble Plan- og bygningsloven, som omhandler ansvar og Teknisk forskrift, TEK, sanitærreglementet kapittel 9.1 trukket frem. Her heter det at installasjoner skal planlegges og utføres slik at det ikke oppstår fare eller ulempe for mennesker.

Andre del av foredraget behandlet tekniske løsninger som etter Sweko sin vurdering reduserer faren for legionellasmitte:

Beredere:

- Temperaturkrav minst 70 °C
- Bedre isolasjon, minst 10 cm
- Temperaturmålinger i tank overføres til overvåkningsanlegg (SD) med alarm
- Drenering fra laveste punkt

Rørnett:

- Materiale er et marginalt problem, bakterier liker ikke kobber men trives trolig bedre på kunststoff enn metall
- Isolasjon viktig, anbefaler 30-40 mm mineralull, celleplast stivner og smuldrer
- Fjern alle blindrør, foreslår å definere et blindrør som en lengde på 1,5 x diameter eller mer
- Steng og tøm deler som ikke er i bruk
- Minimumstemperatur ved tappested 60 °C, noe høyere i blandeventil
- Foretrekk sirkulasjon framfor varmekabel siden førstnevnte er lettere å kontrollere, er usikkert om en varmekabel kan holde 60 °C
- Unngå forurensinger i røret ved montasje, gjennomspyling og desinfeksjon
- Behandling må nå hele nettet
- Sølv- og kobber ioner er effektivt, men må fanges opp i avløp

Dusjer:

- Varmt og kaldt vann mikses nærmest mulig tappested, muliggjør varmebehandling helt frem til blandebatteri
- Tiltrår automatisk varmebehandling med minimum 70 °C saktestrømmende vann som kun sildrer gjennom dusjen (sparer varmtvann) hvis dusjen ikke har vært i bruk i løpet av 24 timer

Gjesteland mente at vann i bevegelse ser ut til å forhindre oppvekst av store *Legionella* konsentrasjoner. Gjesteland understreket viktigheten av rutinemessig kontroll og dokumentasjon.

Siste del omhandlet eier/drifters ansvar for forebygging. Det er lite rettspraksis på området samtidig som det er svært vanskelig å påvise/dokumentere utbrudd/smitte. Gjesteland antydte at smittekilden ved utbruddet i Sarpsborg ikke er 100 % sikkert identifisert. Et resultat av massivt mediepress som krevde rask kildeidentifikasjon.

Dagens teknologi er ikke god nok til å eliminere risikoen for legionellasmitte. Gjesteland avsluttet seminaret med følgende råd:

Bygg etter offentlig regelverk. Sørg for å dokumentere forebyggende tiltak. Avvik skal rapporteres. Er Folkehelseinstituttets anbefalinger fulgt, bør eier/drifter ikke komme i erstatningsansvar hvis en smittesituasjon skulle oppstå.

Leverandører og konsulenttjenester

Leverandører og produsenter var svært fokuserte på varmebehandling. Fra den enkleste løsning med manuell bypass til berøringsfrie dusjer med automatisk gjennomspyling, og dusjanlegg med både finfiltre og automatisk gjennomspyling med redusert strømning når dusjen ikke har vært benyttet de siste 24 timer.

Andre løsninger som ble presentert:

- Anodix dreper *Legionella* ved anodisk oksidasjon som kombineres med ultralyd (som åpner amøber) og klortilsetning
- Desinfiserende og rensende midler som klorforbindelser og Termorens.
- Selvrensende filtre, både grove og fine. UV behandling.
- Konsulenttjenester.

Kunnskapen om *Legionella* var varierende blant utstillerne, en del løsninger er laget for å møte anbefalingene fra Folkehelseinstituttet som også har testet og godkjent noen av produktene. Alle fremhevet sitt produkt som en god løsning på legionellaproblematikken, men konsulentfirmaene var noe mer nyansert og poengterte at både kunnskap og metoder er umodne per i dag.

En mikrobiolog tiknyttet konsulentfirmaet Industrikjemikalier Mitco opplyste at etter hennes mening var kimtall ingen indikasjon på legionellafare. *Legionella* er en kresen bakterie som gjerne svømmer ut av næringsfattig biofilm og vandrer rundt i anlegget på jakt etter mat. *Legionella* kan overleve 6-12 måneder uten næring, fortalte hun.

Leverandører av utstyr og tjenester som hadde stand ved seminaret:

Norkjemi AS

<http://www.norkjemi.no/>

Aquanor AS

<http://www.aquanor.no/>

Shelby Teknikk AS

<http://www.shelby.no/>

ISS Facility Services AS

http://www.no.issworld.com/forretningsomraader/iss_renhold/pages/iss_naeringsmiddelservice.aspx

Armaturljonnsson AS

<http://www.armaturljonnsson.no/index.asp?id=51672>

Industrikjemikalier AS Mitco

<http://www.mitco.no/>

TermoRens AS

<http://www.termorens.no/Intro.htm>

ENWA AS

<http://www.enwa.no/default.aspx?Page=default>

Vestnor Teknikk AS

<http://www.vestnorteknikk.no/web/>

Uponor

<http://www.uponor.no/templates/Page.aspx?id=1299>

Oras Armaturl AS

<http://www.oras.no/website.aspx?displayid=2180>

Vedlegg 4A Legionellose – legionærsykdom og Pontiacfeber

Legionærsykdom

Legionærsykdom er en alvorlig lungesykdom med høy dødelighet. Sykdommen rammer spesielt røykere, alkoholikere, kronisk lungesyke og personer med nedsatt immunforsvar. Menn er mer utsatt enn kvinner. Sykdommen har en inkubasjonstid på 2-10 dager, vanligvis 5-6 dager. Symptomer og sykdomsforløp er hodepine, muskelsmerter, slapphet, høy feber, tørrhoste, magesmerter, diaré og sviktende nyrefunksjon. Varighet flere uker.

Diagnose spesifikt for *L. pneumophila*, serotype 1, er påvisning av antigen i urintest. Testen har ikke 100 % treffsikkerhet og sykdom forårsaket av andre arter *Legionella* blir ikke diagnostisert. *Legionella* kan påvises ved dyrkning fra oppspytt fra lungene eller blod. Det kan være vanskelig å ta gode prøver siden sykdommen medfører lite oppspytt. Først etter 3-6 uker kan stigning av antistoffer i blodprøver påvises. Legionelladyrking bør alltid igangsettes for artsbestemmelse og mulig kildeidentifikasjon, selv om legionellaantigen-test i urin er innført i Norge. Dyrkningsanalyser kan verifisere et positivt resultat i løpet av 5-6 dager, verifikasjon av et negativt resultat tar opptil 12 dager.

Behandling foretas med antibiotika, ved alvorlige tilfeller benyttes en kombinasjon av to antibiotika. Dødeligheten kan hos eldre og immunsvekkede komme opp i 30 % (Folkehelseinstituttet, 2009).

Pontiacfeber

Pontiacfeber er en mild influensalignende sykdom uten lungebetennelse. Den rammer uavhengig av alder, kjønn og helsetilstand og forekommer trolig hyppigere enn legionærsykdom. Inkubasjonstid er fra noen timer til 6 dager, vanligvis 3 dager. Symptomer og sykdomsforløp er hodepine, feber, muskelsmerter og slapphet, varighet 2-5 dager. Pontiacfeber kan ikke diagnostiseres ved å isolere bakterier fra blod- og vevsprøver, den gir heller ikke antigen i urin. Diagnose stilles ved serologi. Behandles normalt ikke (Folkehelseinstituttet, 2009). Sykdommen er til forveksling lik en vanlig influensa som har symptomer som feber, muskelsmerter, hodepine, muskel-/leddmerter, tørrhoste og slapphet (Pasienthåndboka).

Karakteristikk legionellose

Tabell 4sammenligner hovedkarakteristikkene til Legionærsykdom og Pontiacfeber. Tabellen er hentet fra WHO (2007).

Tabell 4 Sammenligning av symptomer mellom legionærsykdom og Pontiacfeber, fra WHO (2007)

Karakteristikk	Legionærsykdom	Pontiacfeber
Inkubasjonstid	2-10 dager, sjelden over 20	5 timer til 3 dager, vanligvis 24-48 timer
Varighet	Uker	2-5 dager
Dødelighet ved sykdom	Variabelt, avhengig av immunforsvaret; sykehuspasienter 40-80 %	Ingen
Smitterisiko	0,1-5 % av generelt 0,4-14 i sykehus	Opp til 95 %
Symptomer	<ul style="list-style-type: none"> • Ofte ingen spesifikke • Slapphet • Høy feber • Hodepine • Tørrhoste • Hoste opp blod • Frysninger • Muskelsmerter • Tungpustet, brystmerter • Diaré (25-50 %) • Kvalme og oppkast (10-30 %) • Delirium, akutt forvirring (50 %) • Nyresvikt 	<ul style="list-style-type: none"> • Influensalignende sykdom • Slapphet • Høy feber og frysninger • Muskelsmerter • Hodepine • Leddsmerter • Diaré • Kvalme og oppkast (i noen få tilfeller) • Tungpustet og tørrhoste

Risikogrupper

Legionærsykdom rammer først og fremst mennesker i risikogruppene siden bakterien har relativ lav virulens. Risikofaktorer som øker smittefare ved eksponering for *Legionella*:

- Alder over 40 år
- Kjønn, mann
- Røyking
- Alkoholmisbruk
- Underliggende sykdom som diabetes og kronisk hjerte/lungelidelse
- Immunsupprimering, kronisk svekket, nedsatt immunforsvar som følge av behandling
- Immunsvikt
- Midlertidige forandringer i normal livssituasjon, som reiser

Veiledere som omhandler legionellaproblematikk opererer med forskjellig alder på risikogruppene. Folkehelseinstituttet (2009) har alder > 55 år, WHO (2007) > 40 år mens The

European Working Group for Legionella Infections [EWGLI](2005) har satt > 50 år som risikogruppe.

En del sykehuspasienter er mer mottakelig for smitte av Legionærsykdom enten ved direkte kontakt i sår eller i forbindelse med luftveisproblem:

- Nyopererte, spesielt i hode og nakke
- Intuberte og respirator (pustemaskin)
- Aspirerte (fremmedlegemer i lungene)
- Ved behandling av respirasjonsproblemer med instrumenter
- Alder over 25 år, kjønnsnøytral

Pontiacfeber rammer uavhengig av alder og helsetilstand.

Legionellose i Europa og Norge

Registreringen av legionellose er i Europa samlet under EWGLI som samler inn data fra i dag til sammen 35 medlemsland, inkludert Norge.

Organisasjonen har fokus på overvåking av reiserelatert legionellose samt standardisering av tester og oppbygging av databaser for typeidentifisering av *Legionella*.

Fra opprettelsen av organisasjonen i 1995 til 2004 er det registrert 27 244 tilfeller totalt som fordeler seg etter Tabell 5:

Tabell 5 Registrerte tilfeller av reiserelatert legionærsykdom i Europa fra 1995 til 2004, data fra EWGLI

År	Antall tilfeller	Antall bidragsland	Folketall (millioner)	Rate per mill innbyggere
1995	1 255	24	339	3.70
1996	1 563	24	350	4.46
1997	1 360	24	351	3.87
1998	1 442	28	333	4.33
1999	2 136	28	398	5.38
2000	2 156	28	400	5.38
2001	3 470	29	455	7.60
2002	4 696	32	467	10.1
2003	4 578	34	468	9.8
2004	4 588	35	557	8.2

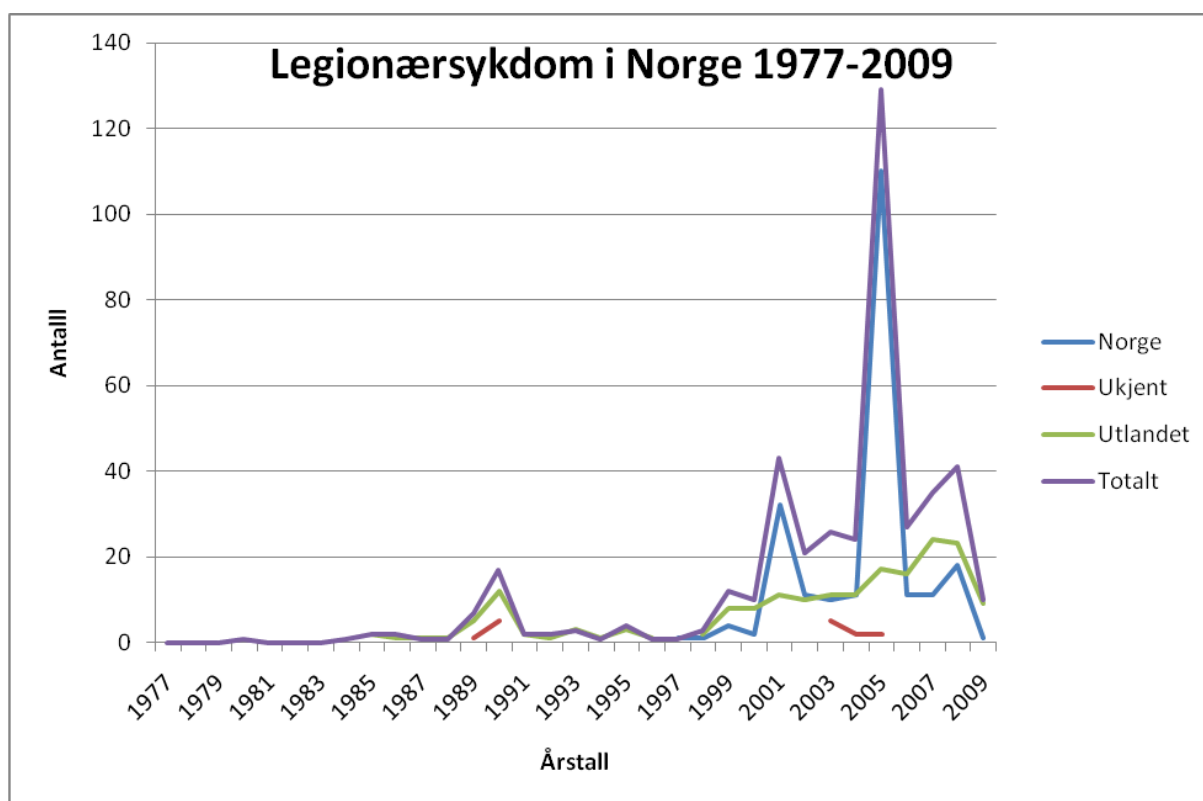
Fordeling mellom kjønn er 68 % menn og 26 % kvinner, 6 % ikke oppgitt.

Totalt antall tilfeller med dødelig utgang er 2 241 som gir en gjennomsnittlig dødelighet på 8,22 %. Den store økningen i antall tilfeller betyr nødvendigvis ikke en reell økning av Legionærsykdom, men gjenspeiler bedre rutiner for innrapportering og tester, deriblant er påvisning av antigen i urinprøve innført som hovedmetode til diagnostisering. Denne er spesifikk for *L. pneumophila* serotype 1. Metoden vil ikke identifisere andre arter Legionella.

Mens opptil 50 % av tilfellene i Norden er smittet under utenlandsreiser, er det i de sørlige og varme delene av Europa kun 2-12 %. Andelen av sykehusrelaterte tilfeller i Europa sank fra 12,8 % i 2000 til 6,7 % i 2006 (Joseph & Ricketts, 2006).

Legionellose i Europa og Norge

Etter utbruddet i Philadelphia i 1976 (3.1 Legionella historikk) ble det registrert sporadiske tilfeller av Legionærsykdom i Norge som skyldes smitte i utlandet. Sykdommen ble regnet som sjelden i Norge, første kjente tilfelle der en person ble smittet i Norge ble diagnostisert i 1992. Første registrerte utbrudd i Norge var i Stavanger i 2001. 28 personer ble syke, 7 døde. I Sarpsborg/Fredrikstad førte et utbrudd i 2005 til 10 dødsfall blant 103 syke. Bakterien som utløste begge disse store utbruddene er identifisert som *L. pneumophila*.



Figur 37 Registrerte tilfeller av legionærsykdom i Norge, tall fra Folkehelseinstituttet.

Fra 1977 til 2001 registreres kun sporadiske tilfeller av legionærsykdom i Norge. Det er grunn til å tro at økt fokus på diagnostisering av alvorlige lungebetennelser etter utbruddet i 2001 fører til at antall registrerte tilfeller øker på statistikken (Figur 37) (Folkehelseinstituttet, 2009).

Fordelingen mellom smittesteder siden år 2000 slik de har blitt innrapportert til Meldingssystem for smittsomme sykdommer (MSIS) ved Nasjonalt folkehelseinstitutt:

Tabell 6 Fordeling smittesteder mellom Norge og utland ved legionærsykdom hos nordmenn, tall fra Folkehelseinstituttet.

Smittested	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Norge	2	32	11	10	11	110	11	11	18
Ukjent	-	-	-	5	2	2	-	-	-
Utlandet	8	11	10	11	11	17	16	24	23
Totalt	10	43	21	26	24	129	27	35	41

Tabell 6 viser at gjennomsnittlig er 40 % av tilfellene smittet i utlandet. Ved å fjerne de to store utbruddene i 2001 (28) og 2005 (103), er hele 65 % av tilfellene relatert til reiser utenlands. Tallmaterialet er for spinkelt til at det kan trekkes bastante konklusjoner, men det kan være en sammenheng mellom risikofaktoren reiser (kapittel **Risikogrupper**) og at feriereiser fra Norge ofte er til varmere deler av verden, som bidrar til overvekten av reise assosiert smitte.

Fordelingen mellom alder og kjønn i samme tidsrom (Tabell 7) viser at en overvekt av innrapporterte tilfeller av legionærsykdom rammer menn i alderen 50-80 år, noe som på tross av et noe begrenset tallmateriale understøtter at eldre menn er en risikogruppe for legionærsykdom. Barn ser ikke ut til å være utsatt for legionærsykdom, mulige årsaker kan være underreportering, feildiagnose, generelt godt immunforsvar (barnehager er de reneste bakteriebomber) eller hyppig bruk av dusjer tappesteder (god sirkulasjon virker hemmende på oppvekst av biofilm og *Legionella*, kapittel 3.3 Vekstbetingelser).

Tabell 7 Aldersfordeling og kjønn ved legionærsykdom i Norge, tall fra Folkehelseinstituttet.

Aldersgruppe	Kvinne	Mann	Ukjent
<1	-	-	-
1 - 9	-	-	-
10 - 19	3	3	-
20 - 29	1	2	-
30 - 39	6	20	-
40 - 49	14	32	-
50 - 59	26	61	-
60 - 69	35	49	-
70 - 79	18	43	-
80 - 89	18	19	-
90+	3	3	-
Totalt	124	232	0

Det er viktig å betrakte tallmaterialet som betydelig underreportert, siden antall tilfeller sannsynligvis ikke er representativt for det reelle omfanget av legionellose, verken i Norge eller Europa. Diagnostiseringen av legionærsykdom er både arbeidskrevende og komplisert, obligatoriske dyrkningsrutiner for mulig legionellainfeksjon ved lungebetennelse er ikke

innført. (Folkehelseinstituttet, 2009; WHO, 2007). Tallmaterialet kan derimot benyttes til å detektere trender.

Vedlegg 5A Forskrift om miljørettet helsevern, kapittel 3a

Utdrag fra Forskrift om miljørettet helsevern (2003), kapittel 3a

Kapittel 3a. Krav om å hindre spredning av Legionella via aerosol

0

Tilføyd ved forskrift 7 des 2007 nr. 1372 (i kraft 1 jan 2008).

§ 11a. Virkeområde

Dette kapittel gjelder for virksomheter og eiendommer med innretninger som direkte eller indirekte kan spre *Legionella* via aerosol til omgivelsene, utendørs eller innendørs.

Innretninger i forskriften her omfatter blant annet kjøletårn, luftskrubbere, faste og mobile vaskeanlegg, dusjanlegg, VVS-anlegg i sameier og borettslag, klimaanlegg med luftfukting, innendørs befuktninganlegg og innendørs fontener.

Innretninger som finnes i private boliger eller fritidseiendommer, er ikke omfattet av bestemmelsene, med mindre omgivelsene utenfor boligen eller eiendommen blir berørt.

Forskriftens øvrige bestemmelser gjelder tilsvarende.

0

Tilføyd ved forskrift 7 des 2007 nr. 1372 (i kraft 1 jan 2008).

§ 11b. Nærmere krav til innretningene

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.

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*.

For kjøletårn, luftskrubbere, befuktninganlegg og innendørs fontener, skal det minst hver måned utføres mikrobiologisk prøvetaking, med mindre det kan dokumenteres at vekst og spredning av *Legionella* ikke vil kunne forekomme.

0

Tilføyd ved forskrift 7 des 2007 nr. 1372 (i kraft 1 jan 2008).

§ 11c. Meldeplikt til kommunen

Virksomheter med kjøletårn og luftskrubbere skal melde til kommunen ved første gangs oppstart, ved vesentlige utvidelser eller endringer.

0

Tilføyd ved forskrift 7 des 2007 nr. 1372 (i kraft 1 jan 2008).

§ 11d. (...)

0

Tilføyd ved forskrift 7 des 2007 nr. 1372 (i kraft 1 jan 2008).

§ 11e. Utbrudd

Ved mistanke om forekomst av legionellose skal det tas mikrobiologiske prøver av alle innretninger som direkte eller indirekte kan ha forårsaket smitten. Slike prøver skal tas forut for rengjøring og desinfeksjon.

Omkostninger forbundet med prøvetaking og analysering betales av virksomheten.

0

Tilføyd ved forskrift 7 des 2007 nr. 1372 (i kraft 1 jan 2008).

Vedlegg 5B TEK 97, kapittel IX Installasjoner

Ren teknisk 1997, Veiledning til teknisk forskrift til plan- og bygningsloven, kapittel IX Installasjoner



[<<<< Tilbake til innholdsfortegnelsen](#) | [Neste del \(Varmeanlegg\) >>>>](#)



Ren teknisk 1997

- en veiledning til forskrift om krav til byggverk og produkter til byggverk
3. utgave april 2003

Kap. IX Installasjoner

Installasjoner

§ 9-1

Kap. IX Installasjoner

§ 9-1 Installasjoner

Henvisninger:

[Standarder](#)

[Byggforskserien](#)

Med installasjoner menes bygningstekniske installasjoner som er nødvendig for bygningens drift.

Materialer

Produkter og materialer som benyttes i installasjoner, skal ha slike egenskaper at bestemmelsene i plan- og bygningsloven og de tekniske kravene i forskriften tilfredsstilles.

Kravene anses oppfylt dersom det benyttes produkter hvis egenskaper er i samsvar med forskriften om produkter til byggverk, samt at metoder og utførelser er i samsvar med Norsk Standard eller likeverdig standard.

Giftige og helsefarlige stoffer

Giftige og helsefarlige stoffer omfatter også væsker og gasser. Se veiledning til de respektive installasjoner.

Tekniske rom

Tekniske rom må ha tilfredsstillende belysning og bør ha normal takhøyde (2,4 m). Slike rom bør ha vanntett gulv med sluk. Det henvises til § 7-24 nr. 3 bokstav a om krav til tekniske rom i forbindelse med brannspredning og røykspredning i byggverk. Om grenseverdier for støy i brukerområder fra tekniske installasjoner i samme bygning eller i nabobygning, vises til § 8-42.

Brukervennlighet

Ved utforming og valg av installasjonsløsninger, bør det tas hensyn til forutsetningene hos dem som skal betjene og bruke anleggene, se også § 10-41.

Legionella

Legionellabakterien er vanlig i naturen, i overflatevann og i jord. Den forekommer normalt i vann som er infisert av blågrønne alger og amøber. Den kan også finnes i forurenset drikkevann, selv etter vanlig rensing. Selv om bakterien forekommer i naturen er det sjeldent i slike mengder at den utgjør et helseproblem. Den utgjør mindre enn en prosent av den totale bakteriemengden i sjøer og vassdrag. Problem kan den være der vekstforholdene ligger til rette det og det dannes aerosoler. Forholdene i VVS-tekniske installasjoner kan være svært gunstige slik at en kraftig formering kan finne sted. Det er derfor viktig å forebygge vekst og spredning gjennom design og å sørge for en god bygningshygiene. Legionellabakteriens optimale veksttemperatur er 37 °C. Bakterien formerer seg bra mellom 20 °C og 45 °C men kan også formere seg langsomt ved lavere temperatur. Ved temperaturer over 60 °C dør bakterien i løpet av noen minutter. I tillegg til gode temperaturforhold må bakteriene ha næring for å kunne formere seg. Spredningen skjer vanligvis ved forstøvet vann, og inntreffer oftest på sensommeren eller høsten.

Eksempel på installasjoner hvor forholdene kan være gunstige for Legionella bakterien:

- Kjøletårn
- Tappeutstyr som har filter hvor slam og partikler samles
- Dusjrør og slanger hvor dusjvann kan bli stående i lange tider og hvor temperaturforholdene er gunstige for vekst
- Vannsparende dusjhoder som produserer aerosoler
- Luftfuktere
- Boblebadekar

For å hindre tilvekst og spredning av *Legionella* bakterien, bør det treffes visse sikkerhetstiltak:

- Det må etableres gode rutiner for renhold og ettersyn av vannforsyningsanlegg, vannbeholdere, kjøletårn, fordunstnings-kondensator, mv. Regelmessig rensing av vannfilter, filter til termostatbatteri, spyling og rensing av rørsystem og beredersystem vil i driftssituasjon være forebyggende mot legionellavekst. Prosedyrer og retningslinjer om dette bør naturlig inngå i byggets HMS-plan. Metoder for desinfeksjon av *Legionella* er varmebehandling ved spyling med varmtvann 80-90 °C, bruk av

natriumhypokloritt (klorin), bruk av ozon, tilsetning av kobber- og sølvioner samt UV-lys.

- Varmtvannet bør holde minimum 60 °C
- Varmtvann i sirkulerende system bør holde minimum 60 °C
- Enkelte plastmaterialer utgjør næring for bakterier og bør derfor ikke benyttes i rør og rørkomponenter
- Røranlegget dimensjoneres slik at anlegget har normal vannhastighet for den enkelte rørdimensjon
- Kjøletårn bør regelmessig rengjøres for alger, slam og andre forurensninger som kan gi næring til bakteriene
- Eksisterende biofilm må om mulig fjernes eller reduseres til et minimum, og dannelsen av ny biofilm må hindres
- Belegg og korrosjon i anlegget må forhindres (belegg danner et godt vekstgrunnlag for bakterier, og korrosjonsprodukter kan danne næringsmidler)
- Den Totale Aerobe Bakterie (TAB) koloni konsentrasjon må kontrolleres

§ 9-5 Sanitæranlegg

Henvisninger:

[Standarder](#)

[Byggforskserien](#)

Sanitæranlegg omfatter alle rørledninger for forbruksvann, private og offentlige, samt innretning og utstyr som er fast tilknyttet disse ledningene. Med «fast tilknyttet» menes utstyr som er tilknyttet ledningsnettets og som inngår som en naturlig del av byggverkets drift.

Prosessanlegg, sprinkleranlegg og varmeanlegg regnes ikke som del av sanitæranlegget.

De tekniske bestemmelsene i forskriften og tilhørende utfyllende kommentarer i veiledningen knytter seg i hovedsak til de deler av sanitæranlegget som befinner seg innendørs. For det utvendige ledningsnettets gjelder den tekniske forskriften så langt den passer.

Arbeider på avløpsnettets er også underlagt bestemmelser i forurensningsloven. I tillegg vil den enkelte kommune vedta egne sanitærbestemmelser. Dette vil, sammen med plan- og bygningsloven § 77 og tilhørende krav i forskriften, danne grunnlaget for bygningstekniske krav til det utvendige vann- og avløpsnettets.

Kommunenes Sentralforbund har utarbeidet Normalreglementet for sanitæranlegg. Det gir utfyllende bestemmelser for sanitæranlegg. Disse vil tilfredsstille kravene i forskriften, men gir på enkelte områder strengere anvisning enn forskriften.

Hvor det monteres utskillere for rensing av spillvann og hvor overvann/drensvann ledes til terreng, se:

Forskrift om utslipp av oljeholdig avløpsvann og om bruk og merking av vaske- og avfettingsmidler, Miljøverndepartementet.

Forskrift om utslipp fra separate avløpsanlegg, Miljøverndepartementet.

Tetthet

Kravet om tetthet anses oppfylt for vannforsyningsanlegg dersom anlegget er tett når ledningene settes under et trykk av minst 1 MPa (100 m VS), dog minst 0,1 MPa (10 m VS) høyere enn det størst forekommende driftstrykk.

Avløpsledninger må for uten å være tette mot innvendig driftstrykk også holde tett mot utvendig væsketrykk. For eventuell tetthetsprøving vises til Norsk Standard.

Tilrettelegging for enkelt vedlikehold. Tiltak mot vannskader

Ved planlegging og utførelse av sanitæranlegg må det legges til rette for fremtidig vedlikehold og utskifting av anlegget. Det gjelder særlig for ledninger som ligger skjult i bygningskroppen. Se også om avstengningsmuligheter under veiledningen til § 9-51 nedenfor.

Vannskadesikre installasjoner betegner vann- og avløpsledninger som installeres med spesiell vekt på å hindre at det oppstår vannskader. Slike løsninger kjennetegnes ved at de er lett utskiftbare og at det legges til rette for enkel betjening, ettersyn og vedlikehold.

Vannskadesikre leggemetoder kan være:

- åpent rørsystem i rom med vanntett gulv og med sluk
- plassering av rør i skap eller innredning
- plassering av rør i sjakt eller innkassing
- varerørsystem, rør-i-rør

Ekspansjonskrefter må ikke medføre skade på rørledningssystemet eller bygningsdelen det er festet til. Ved montering av rørledninger må det derfor tas hensyn til materialets temperaturutvidelse. Ledninger som monteres slik at ekspansjonen kan hindres, må avlastes ved å montere ekspansjonsanordning. Ved eventuell innstøping må fri utvidelse av hele ledningen sikres, f.eks. ved at ledningen i sin helhet omslutes av myk isolasjon.

Tiltak mot støy

Hvor det er fare for at det i anlegget kan oppstå sjenerende støy, skadelige vibrasjoner eller trykkstøt, må det monteres støy- og/eller vibrasjonsdempende utstyr.

Frostsikring

Frostsikring av ledninger kan oppnås ved å isolere ledningene og/eller ved å sørge for varmetilførsel til ledningene.

Dersom taknedløp tillates ført til spillvannsledning, må det ha frostsikret vannlås hvis nedløpet har mindre avstand enn 2,0 m fra dør eller vindu som kan åpnes.

§ 9-51 Vannforsyning

Henvisninger:

[Standarder](#)

[Byggforskserien](#)

Dimensjonering

Forskriftens krav til vannmengder tilfredsstilles om ledningene dimensjoneres etter Norsk Standard.

Dersom normalt vanntrykk i hovedledninger overstiger 0,6 MPa (60 m VS), bør det monteres reduksjonsventil. Ved for lavt vanntrykk installeres eget trykkøkningssystem.

Energiøkonomisering

God energiøkonomi kan oppnås ved å:

- isolere varmtvannsledninger og utstyr
- bruke ledningsmaterialer med liten varmeledningsevne
- ha små avstander mellom vannvarmer og tappested
- begrense varmtvannsledningens innvendige volum
- bruke vannbesparende sanitærutstyr

Varmtvannsberedere fyrt med flytende eller gassformig brensel må ha forbrenningsvirkningsgrad på minst 90 %.

Avstengningsmulighet

Kravet om tilfredsstillende avstengningsmulighet betyr bl a at enhver bygning forutsettes å ha innvendig stengeventil plassert før første avstikker på vannledningen. I bygning med flere boenheter må vanntilførselen til hver boenhet kunne avstenges. Bakgrunnen for bestemmelsen er at anlegget raskt skal kunne stenges ved lekkasje, og at vedlikehold lett skal kunne utføres. Vedlikeholdshensynet tilsier for øvrig at alle ledninger til utstyr som krever driftsmessig vedlikehold, generelt bør utstyres med stengeventil.

Der det er stor avstand til hovedledning, vannledning krysser vei eller flere boenheter er på samme utvendige ledning etc, kan bygningsmyndigheten forlange at det monteres utvendig stengeventil.

Tiltak for å unngå skolding

Til tappested for personlig hygiene skal varmtvannstemperaturen begrenses. Dette kan gjøres sentralt fra vannvarmer eller ved bruk av blandearmaturer med temperatursperre. Følgende maksimumstemperaturer anbefales:

- 38 °C i barnehager, bygninger for funksjonshemmede, trygdeboliger etc.
- 55 °C for øvrig

Høyere temperatur vil erfaringsmessig kunne medføre fare for skolding. Det er imidlertid viktig at vanntemperaturen tilpasses brukerne og at det holdes god margin i forhold til det maksimalt akseptable.

Sentral begrensning av varmtvannstemperaturen bør fortrinnsvis skje med blandeventil, med mindre berederen har tilstrekkelig kapasitet ved den aktuelle temperatur.

Konstant vanntemperatur i området rundt 55 °C har vist seg å kunne gi tæring i sirkulasjonsledninger for varmtvann. Temperaturreguleringer i dette området bør derfor fortrinnsvis skje lokalt.

Legionellabakterier kan være et problem i vannforsyningsanlegget. Slike bakterier dør ved temperaturer over 60 °C, og dette bør det tas hensyn til ved regulering av varmtvannstemperaturen.

Sikring mot forurensning

Beste sikring mot forurensning av vannforsyningsanlegget på grunn av tilbakestrømning eller inntrenging oppnås ved at det etableres et luftgap mellom tappestedet og avløpet/forurensningskilden. Der det ikke er praktisk mulig å oppnå luftgap, må annen beskyttelse mot tilbakestrømning av forurenset vann brukes.

Følgende sikringstiltak anses å være tilfredsstillende:

- Tappeded over sanitærutstyr sikres med et luftgap på minst 20 mm. Med luftgap forstås avstanden mellom tappestedets underkant og høyeste tenkbare vannstand i utstyret, som anses å være utstyrets overkant.
- Tappeded over utstyr som mottar helsefarlig avfall, og over utstyr med urolig vannstand, sikres med et luftgap på minst 50 mm.
- Slangekraner sikres med tilbakeslagsventil eller ventil med løs kjegle.
- Tappeded til bideer, badekar med bunnfylling, hånddusjer, spyleventiler o.l. sikres med vakuumventil.
- Tappeded til utstyr som bekkenspylere, utslagskåler, kjelanlegg, vaskeautomater, ejektoranlegg o.l., samt tappested med slangekupling i laboratorier og tilsvarende, sikres med vakuumventil og tilbakeslagsventil.
- Vannkilder med forskjellig vannkvalitet knyttes sammen via brutt forbindelse med et luftgap på minst 50 mm.

Vakuumentiler plasseres på en sløyfe på vannledningen foran tappestedet og minst 200 mm over utstyrets overkant.

Bortledning av vann

Bad og vaskerom må ha sluk i gulv med mindre vannsøl på gulv er effektivt forebygget på annen måte. Rom med sluk skal ha gulv med tilstrekkelig fall mot sluk for de deler av gulvet som må antas å bli utsatt for vann regelmessig, jfr. også § 8-37.

Vedlegg 5C Folkehelseinstituttets veileder, sammendrag

Forskriften er delt i to deler. Del A er en generell del som beskriver *Legionella*, legionellose, risikovurderinger og tiltak. Del B tar for seg installasjoner som potensielt kan ramme mange mennesker samt en veileder til private hjem.

Konkretiseringer som temperaturgrenser, målehyppighet, målemetoder, og analyser av kimtalls- og legionellatester i den reviderte utgaven av veilederen gir målgruppen et mer hensiktsmessig verktøy enn tidligere utgaver.

Det synes påkrevd for anleggseiere i Norge å følge anbefalinger gitt i denne veilederen. Unnlatelser vil kunne medføre erstatningsansvar og strafferettslig ansvar i henhold til de lover og forskrifter som er omtalt i dette kapitlet. Hele del A, kapittel 1-5, og kapittel 6 ”Interne vannfordelingsnett som forsyner dusjer og andre aerosoldannende tappepunkter” fra del B er særlig relevante for vanddistribusjonssystemer.

Noen grenseverdier og anbefalinger fra veilederen:

Temperaturer:

- Anbefalt temperatur varmtvann i bereder minst 70 °C
- Minimum temperatur ut fra bereder ved stort forbruk bør ikke synke under 55 °C i mer enn 20 minutter
- Anbefalt temperatur varmtvann på tappepunkt minst 60 °C
- Anbefalt temperatur varmtvann på returpunkt i sirkulasjonssystem minst 60 °C
- Anbefalt temperatur varmtvann med varmekabel langs hele strekket minst 60 °C
- Temperatur på varmtvann minst 60 °C på alle tappesteder etter maksimum ett minutt
- Temperatur på kaldtvann under 20 °C
- Temperatur ved sjokkoppvarming minst 70 °C ved fjerneste tappested i minst 5 minutter

Materialer og utforming

- Unngå fiberpakninger, naturgummi, hamp og tetteprodukter basert på linfrøolje.
- Vannvarmer bør vurderes for fjerntliggende, lite brukte tappesteder
- Blandebatteri plasseres nærmest mulig tappested
- Sirkulasjonssløyfe for temperert vann i dusjanlegg med felles blandebatteri
- Mulighet for sjokkoppvarming av dusjanlegg
- Isolasjon av varmtvanns ledningsnett for å forhindre varmeovergang til kaldtvann
- Tanker/sisterner for kaldtvann skjermes for solvarme, må kunne rengjøres og inspiseres
- Beredere utstyres med dreneringsventil nær bunnen, store beredere bør utstyres med tidsstyrt sirkulasjonspumpe for å motvirke temperatursjikt, brukes flere beredere bør disse seriekobles for økt sirkulasjon
- Installere temperaturfølere på strategiske steder
- Fjerne blindsoner og ubrukte tappesteder, eventuelt tømme eller gjennomspyle disse regelmessig for å unngå stillestående vann

Rengjøring og desinfeksjon

Retningslinjer for varmtvannssystem som kun unntaksvis etter særlig vurdering gjelder for kaldtvann. I Norge er kaldtvannsnettet normalt godt under 20 °C. Rengjøring utføres med spyling og/eller mekaniske og kjemiske hjelpemidler. Desinfeksjoner utføres ved sjokkoppvarming eller med kjemiske desinfeksjonsmidler. Rengjøring og desinfeksjon skal utføres:

- Minst hver 6. måned, oftere etter risikovurdert driftsplan eller analyser tilsier tiltak
- Hvis anlegg har stått ubrukt i mer enn en måned
- Ved vesentlige endringer på anlegg, åpning, eller annen mulighet for økt legionellavekst
- Ved utbrudd, eller mistanke om utbrudd av legionellose, etter prøvetaking
- Kvartalsvis på dusjhoder og – slanger. Bør demonteres, hvis mulig, tilhørende pakninger skiftes

Dusjhoder og – slanger kan sjokk-klores i 30 minutter i 10 liter vann tilsatt 2 kopper husholdningsklor. Der demontering ikke er mulig anbefales varmebehandling minst kvartalsvis.

Gjennomspyling i minst 1-3 minutter anbefales for områder med stillestående vann. Veilederen gjennomgår alternative behandlingsmetoder for varmtvannsanlegg grundig og vurderer fordeler og ulemper ved disse uten å anbefale noen spesielt, selv om tilsetning av kobber-/sølvioner fremheves som effektiv. Metoden må godkjennes, det er ikke tillatt å tilsette kobber eller sølv i norsk drikkevann. Godkjenning er for tiden til behandling i Mattilsynet.

Risikoanalyser, drift og vedlikehold

Rutiner for drift, vedlikehold og kontroll skal følges opp av internkontrollen og foreligge skriftlig. Veilederen gir råd om hvordan dette skal utføres. Risikoanalyser skal utføres og dokumenteres, veilederen definerer tre risikokategorier:

4. **Risikokategori 1, Stort smittepotensial.** Innretninger som kan smitte mange mennesker, eller betjener risikogrupper (eldre og syke).
5. **Risikokategori 2, Begrenset smittepotensial.** Innretninger som kan smitte et begrenset antall mennesker eller fare for vekst og spredning av *Legionella* er liten.
6. **Risikokategori 3, Lite smittepotensial.** Innretninger som benyttes av enkeltindivider, grupper utenfor risikogruppene eller der legionellavekst er usannsynlig

Mikrobiologisk overvåking

To prøver er aktuelle ved overvåking og kontroll av et vanddistribusjonsanlegg. Kimtallsmålinger gir en indikasjon på mengden av biofilm i anlegget. Prøven skal analyseres ved dyrkning (36 °C) og utføres av laboratorier etter standard NS-EN ISO 6222. Det finnes

også en forenklet metode som kan utføres av driftspersonell (Dip-slide). Metoden er ikke like nøyaktig som laboratorieanalyser, men er velegnet som en driftsparameter i tillegg til rutinemessige analyser.

Prøver for analyse av *Legionella* skal dyrkes i laboratorium som bør kontaktes før prøven tas. Dyrkningen skal utføres etter internasjonal Standard ISO 11731-2. Analysen tar 5-6 dager for et positivt resultat, opptil 12 dager for et negativt resultat. Dette er den eneste metoden som per i dag kan identifisere spesifikt legionellaart/serotype og må brukes for identifikasjon av eventuelle smittekilder relatert til smittetilfeller. En annen og raskere metode, men som ikke enda er godt nok utviklet til å spore alle arter og undergrupper av *Legionella*, er Polymerase kjedereaksjon (PCR). Metoden påviser karakteristiske deler av bakteriens DNA og gir resultater i løpet av 8-24 timer.

Veilederen gir en grundig innføring i metodenes virkemåte, fordeler og ulemper, samt nøyaktige retningslinjer for prøvetaking, hvor og hvordan disse skal utføres.

Folkehelseinstituttet vil ikke tallfeste maksimumsverdier for kimtall og *Legionella*.

Begrunnelsen er at et høyt eller lavt kimtall ikke forteller noe om det finnes *Legionella* i anlegget. Likeledes vil ikke en enkelt måling der *Legionella* blir påvist bety at anlegget representerer smittefare.

Folkehelseinstituttet anbefaler at kimtallsmålinger benyttes som en indikator på bakteriell aktivitet. Høye kimtall kan bety at det er etablert eller under utvikling betydelig biofilm som kan tjene som oppvekstvilkår for *Legionella*. Veilederen er nå veldig tydelig på at høye kimtall ikke automatisk innebærer *Legionella* vekst, og at lave kimtall ikke utelukker forekomst av *Legionella*. Hva som er høye kimtall blir ikke spesifisert, forskjellige anlegg har forskjellig grad av ”normal” mikrobiologisk aktivitet. Folkehelseinstituttet oppgir ikke tiltaks grenseverdier for antall bakterier per volumenhet hvis *Legionella* blir påvist.

Fokus skal være på frekvensen av antall positive legionellaprøver. Er frekvensen 30 % eller mer av en serie prøver, er anlegget å regne som legionellabefengt, lavere frekvenser må vurderes nærmere. En enkelt positiv prøve danner ikke grunnlag for tiltak. Prøvene bør være for *Legionella* generelt, ikke *L. pneumophila* spesielt, noe som per i dag vil si dyrkning.

Anbefalt prøvfrekvens for kimtall og *Legionella* er en gang i måneden det første året med nye rutiner, eller ved oppstart (nytt eller utbedret). Deretter tilpasses prøvetaking etablerte driftsrutiner hvis disse ut fra prøvene har vist seg tilfredsstillende.

En anbefalingstabell for tiltak ved prøvetaking for *Legionella* av dusj og servantbatteri før tapping, henstandsvannet (preflush), og etter spyling i 1 minutt, vann i systemet (postflush), gjengis i sin helhet her (Tabell 8):

Tabell 8 Anbefalte tiltak ved Preflush og Postflush prøvetakingsmetode før og etter spyling av tappesteder

Metode		Kommentar
Preflush	Postflush	
Positiv for Legionella	Ikke tatt	Ta nye prøver ved bruk av begge metoder for å sjekke om det er prøvetakingspunktet eller andre deler av ledningssystemet som er forurenset.
Positiv for Legionella	Negativ for Legionella	Det er mulig det bare er vekst ved tappepunktet. Desinfiser tappepunktet og ta en ny prøve ved bruk av begge metoder.
Negativ for Legionella	Positiv for Legionella	Vann fra ledningssystemet er forurenset med <i>Legionella</i> . Kartlegg systemet ift mulige vekstområder.
Positiv for Legionella	Positiv for Legionella	Vann fra ledningssystemet er forurenset med <i>Legionella</i> . Kartlegg systemet ift. mulige vekstområder

Vedlegg 5D EWGLI sin veileder, sammendrag

Veilederen er delt i to hoveddeler, der første del omhandler Legionærsykdom ved reiser og hvordan disse rapporteres. Andre del gjennomgår risikoanalyser, vedlikehold, tiltak og behandling av vanddistribusjonsanlegg og installasjoner som kan være utsatt for kolonisering av *Legionella*. Veilederen inneholder også tiltaksgrenser og instruktive tabeller og skjema for risikoidentifisering, kontrollrutiner, vedlikehold og tiltak. Veilederen har blant annet disse anbefalingene:

Temperaturer:

- Anbefalt temperatur varmtvann i bereder minst 60 °C
- Minimum temperatur ut fra bereder ved stort forbruk bør ikke synke under 50 °C i mer enn 20 minutter
- Anbefalt temperatur varmtvann på tappepunkt minst 50 °C
- Anbefalt temperatur varmtvann på returpunkt i sirkulasjonssystem minst 55 °C, ikke under 50 °C
- Temperatur på varmtvann minst 50 °C på alle tappesteder etter maksimum ett minutt
- Temperatur på kaldtvann under 20 °C
- Temperatur ved sjokkoppvarming minst 65 °C ved fjerneste tappested i minst 5 minutter

Materialer og utforming

- Unngå fiberpakninger, naturgummi, hamp og tetteprodukter basert på linfrøolje.
- Vannvarmer bør vurderes for fjerntliggende, lite brukte tappesteder
- Blandebatteri plasseres nærmest mulig tappested
- Ukentlig gjennomspyling i dusjanlegg med felles blandebatteri
- Isolasjon av varmtvanns ledningsnett for å forhindre varmeovergang til kaldtvann, maksimalt 2 °C temperaturstigning i kaldtvann
- Tanker/sisterner for kaldtvann skjermes for solvarme, må kunne rengjøres og inspiseres, og beskyttes mot ytre forurensing
- Beredere utstyres med dreneringsventil nær bunnen, sirkulasjon en gang i døgnet for å øke temperatur i bunn
- Installere temperaturfølere på strategiske steder
- Fjerne blindsoner og ubrukte tappesteder, eventuelt tømme eller gjennomspyle disse regelmessig for å unngå stillestående vann

Kjemisk behandling og desinfeksjon

Veilederen anbefaler ikke kontinuerlig bruk av klor på grunn av korrosjon, vanskelig å opprettholde doser, samt dårlig virkningsgrad på biofilm og ved stillestående vann.

Oppgir følgende doseringer av kjemikalier:

- Kontinuerlig klorering; 1-2 mg/l fritt klor
- Sjokk klorering; 20 mg/l i minst 2 timer til 50 mg/l i minst 1 time, senkes ved spyling til 0,5 – 1 mg/l før anlegget tas i bruk etter behandling

- Kopper-/sølvioner: kobber 400mg/l, sølv 20-40 mg/l (hardt/bløtt vann)

Det er ikke krav om mikrobiologiske målinger av vannet. Kimtallsmålinger normalt anbefalt for kjøletårn/spa/boblebad, ikke for vanddistribusjonssystemer. Måling av *Legionella* anbefales utført av fagfolk, en enkelt positiv eller negativ prøve er ikke tilstrekkelig til å vurdere anlegget som kolonisert og smittefarlig.

EWGLI har oppgitt tiltaksgrenser for både kimtall (kun kjøletårn og spa/boblebad) og legionellakonsentrasjoner (Tabell 9):

Tabell 9 Tiltaksgrenser for kimtall og *Legionella* målt i kolonidannende enheter per liter (cfu/l).

Kimtall (30 °C) ISO 6222 Kjøletårn/boblebad/spa cfu/ml	<i>Legionella</i> ISO 11731 cfu/l	Tiltak
< 10 000	< 1000	Anlegg under kontroll
10 000 – 100 000	1 000 – 10 000	En til to positive prøver; foreta risikoanalyse. Flertallet av prøvene positive; anlegg kan være kolonisert av et lavt antall <i>Legionella</i> , risikoanalyse og forebyggende tiltak vurderes
> 100 000	> 10 000	Ny test, risikoanalyse og forebyggende tiltak iverksettes, desinfeksjon.

Ved prøvetaking av tappsteder har også EWGLI beskrevet de samme prosedyrer for preflush og postflush som Folkehelseinstituttet, uten å gå i detalj på tiltak ut i fra analyseresultatene. Disse prosedyrene er spesifikke for hoteller.

Legionellatester bør utføres månedlig det første året, deretter kvartalsvis begrenset til anlegg der lave varmtvannstemperaturer kompenseres med biocider, og i anlegg der tilstrekkelig temperatur ikke kan oppnås.

Vedlegg 5E WHO sin veileder, sammendrag

Et lite sammendrag av de viktigste momentene med hensyn på legionellaproblematikk fra boka "Legionella and the prevention of legionellosis" (WHO, 2007).

Temperaturer:

- Anbefalt temperatur varmtvann i bereder minst 60 °C
- Anbefalt temperatur varmtvann på tappepunkt minst 50 °C
- Anbefalt temperatur varmtvann på returpunkt i sirkulasjonssystem minst 50 °C
- Temperatur på varmtvann minst 50 °C på alle tappesteder etter maksimum ett minutt
- Kaldtvannstemperatur skal nå minimumstemperatur på fjerneste tappested i løpet av 2 minutter
- Temperatur på kaldtvann under 20 °C, hvis høyere behandles kaldtvannsnett som varmtvann
- Temperatur ved sjokkoppvarming minst 60 °C

Materialer og utforming

- Unngå fiberpakninger, naturgummi, hamp og tetteprodukter basert på linfrøolje.
- Metall kontra plast må vurderes i forhold til anleggets vannkvalitet, korrosjon og valgt metode for legionellakontroll
- Blandebatteri plasseres nærmest mulig tappested
- Periodisk varmebehandling eller kjemisk behandling der temperatur ligger mellom 20-50 °C
- Isolasjon av varmtvanns ledningsnett for å forhindre varmeovergang til kaldtvann
- Installere temperaturfølere på strategiske steder
- Fjerne blindsoner og ubrukte tappesteder, eventuelt tømme eller gjennomspyle disse regelmessig for å unngå stillestående vann

WHO legger særlig vekt på risikoanalyser og rutiner for overvåkning og vedlikehold samlet i sikkerhetsinstrukser, "Water Safety Plans" (WSP). Dette anses som et svært viktig verktøy ved legionellakontroll av vandrdistribusjonssystem og består av tre hoveddeler:

- Evaluering av anlegget
- Overvåking
- Vedlikehold og dokumentasjon

Boka peker på fordeler og ulemper ved forskjellige behandlingsmetoder, kjemiske og termiske, filtre og UV lys uten å oppgi doseringer da tillatte kjemikaliemengder og -typer i drikkevann varierer fra land til land.

Kimtallsanalyser er nevnt som en mulig overvåkingsparameter, der < 10 000 cfu/ml er akseptabelt, 10 000 – 100 000 cfu/ml tilsier en risikovurdering av preventive tiltak og over 100 000 cfu/ml utløser tiltak som rengjøring, desinfeksjon og risikoanalyse.

Eksempler for tiltaksgrenser ved testing for *Legionella*, nyttet av forskjellige land, blir presentert men ingen spesifikke grenseverdier blir anbefalt.

Tiltaksgrenser ved vannanalyser for *Legionella* (Tabell 10):

Tabell 10 Tiltaksgrenser ved påvising av *Legionella* målt i antall kolonidannende enheter per liter (cfu/l) for noen land.

Land	Verdi cfu/l	Kommentar
Frankrike	1 000	Tiltak vurderes
	> 10 000	Tiltak iverksettes
Tyskland	1 000	Tiltaksgrense
Nederland	100	Tiltak vurderes
	1 000	Tiltak iverksettes
Storbritannia	100	Tiltak vurderes
	1 000	Tiltak iverksettes
USA	10 000	Tiltak iverksettes
	100 000	Tiltak iverksettes, stenging/isolering

Boka inneholder mange eksempler på skjema til analyser av risiko og til bruk ved evaluering, vedlikehold, kontroll og prøvetaking.

Vedlegg 5F Sammenligningstabell mellom veiledere

Tabell 11 Sammenligning mellom veiledere fra Statens Bygningstekniske etat, Ren Teknisk 97 (TEK), Folkehelseinstituttet (FHI), The European Working Group for Legionella Infections (EWGLI) og World Health Organization (WHO). Enheter og forkortelser: Milligram per liter (mg/l), mikrogram per liter (µg/l), antall kolonidannende bakterie enheter per liter(cfu/l).

Parameter	TEK	FHI	EWGLI	WHO
Temperatur kaldtvann, maksimum	20 °C	20 °C	20 °C	20 °C
Temperatur bereder, minimum	60 °C	70 °C	60 °C	60 °C
Kapasitet bereder, ikke under (temperatur) / mer enn (minutter)		55 °C / 20 minutter	55 °C / 20 minutter	
Temperatur sirkulasjonsledning, minimum	60 °C	60 °C	50 °C, anbefalt 55 °C	50 °C

Parameter	TEK	FHI	EWGLI	WHO
Temperatur med varmekabel, minimum		60 °C		
Temperatur tappested, minimum / maksimum	50 °C og 60 °C / 38 og 55 °C	60 °C	50 °C	50 °C
Kapasitet rør, minimum (temperatur) / antall (minutter) fjerneste tappested		60 °C på ett minutt	50 °C på ett minutt	50 °C på ett minutt
Temperatur varmebehandling / tid	80-90 °C	70 °C / 5 minutter, akutt 80 °C / 30 minutter	65 °C / 5 minutter	60 °C
Materialer	Enkelte plasttyper må ikke benyttes	Unngå fiberpakninger, naturgummi, hamp, linfrøolje	Unngå fiberpakninger, naturgummi, hamp, linfrøolje	Unngå fiberpakninger, naturgummi, hamp, linfrøolje
Stillestående vann / blindrør		Unngå / fjern	Unngå / fjern Tørrelgging Ukentlig gjennomspyling	Unngå / fjern Tørrelgging Periodisk gjennomspyling
Drenering nederst på bereder / sirkulasjon		Ja, etterspørres ved erverv / Tidsstyrt	Ja / en gang i døgnet	
Vannvarmer		Ved fjerne og lite brukte tappesteder	Ved fjerne og lite brukte tappesteder	
Isolasjon av rør		Ja	Ja, varmeoverføring maksimalt 2 °C	Ja
Blandeventil, temperert vann til dusjer, tappesteder		Så nærme blandebatteri som mulig, sirkulasjonssløyfe	Nærmest mulig blandebatteri, ukentlig gjennomspyling	Nærmest mulig blandebatteri
Temperaturmålere		På strategiske steder	På strategiske steder	På strategiske steder
Dusjer og dusjslanger		Sjokk klores kvartalsvis		

Parameter	TEK	FHI	EWGLI	WHO
Doseringer klor, vedvarende		1-2 mg/l	1-2 mg/l, ikke anbefalt	
Doseringer klor, sjøkk		20-50 mg/l	20-50 mg/l	
Dosering kobber-/sølvioner		400 µg/l kobber 20-40 µg/l sølv	400 µg/l kobber 20-40 µg/l sølv	
Periodisk gjennomspyling eller kjemisk desinfeksjon/ intervall		Hver 6. måned, hvis ubrukt i en måned, ved endringer/åpning	Ukentlig der ikke temperatur er mellom 20 - 50 °C	Periodisk der temperatur er mellom 20 - 50 °C
Periodisk test for kimtall / intervall		Hver måned første år, deretter tilpasset anlegg	Ikke krav, anbefalt til boblebad og kjøletårn	Mulig overvåkingsparameter
Tiltaksgrenser for kimtall A - risikovurdering B - tiltak		Ingen	A 10 000 – 100 000 cfu/l B > 100 000 cfu/l	A 10 000 – 100 000 cfu/l B > 100 000 cfu/ml
Periodisk test for <i>Legionella</i> / intervall		Hver måned første år, deretter tilpasset anlegg	Ikke krav, bør utføres månedlig første år, deretter kvartalsvis på anlegg med lav varmtvannstemp	
Tiltaksgrenser for <i>Legionella</i> konsentrasjon A - risikovurdering B - tiltak		Ingen	A 10 000 – 100 000 cfu/l B > 100 000 cfu/l	Refererer grenseverdier fra noen land

Vedlegg 7A Sammenligningstabell behandlingsmetoder

Tabell 12 Sammenligning av tiltak og behandlingsmetoder for vanddistribusjonssystemer, fordeler og ulemper.

Metode	Fordeler	Ulemper
Kaldtvann under 20 °C	<ul style="list-style-type: none"> • Enkelt, effektivt og lett å overvåke • Ubetydelig vekst av <i>Legionella</i> 	
Varmtvann minst 60 °C	<ul style="list-style-type: none"> • Enkelt, effektivt og lett å overvåke 	<ul style="list-style-type: none"> • Vil ikke eliminere <i>Legionella</i> • Krever sirkulasjon eller varmekabel • Fare for forbrenningsskader • Problem med høy nok temperatur i gamle anlegg
Periodisk sjokk oppvarming minst 70 °C i 5 minutter / desinfeksjon 80 °C i 30 minutter	<ul style="list-style-type: none"> • Enkelt, effektivt og lett å overvåke 	<ul style="list-style-type: none"> • Re-kolonisering innen få dager • Fare for forbrenningsskader • Ressurskrevende • Når ikke områder med stagnasjon
Fritt klor	<ul style="list-style-type: none"> • Velkjent og virkningsfullt desinfeksjonsmiddel • Enkelt og rimelig • Kontinuerlig og periodisk 	<ul style="list-style-type: none"> • Gir lukt og smak • Korrosivt • Ustabil i varmt vann • Bryter ikke ned biofilm • pH avhengig • Når ikke områder med stagnasjon

Metode	Fordeler	Ulemper
Monokloramin	<ul style="list-style-type: none"> • Trenger inn i biofilm • Ikke sårbar for høy pH • Bedre og lengre effekt enn klor 	<ul style="list-style-type: none"> • Må være kontrollert, kan skape nitrater og giftig trikloramin gass • Ikke produksjon av injeksjonsutstyr for små distribusjonsanlegg, må designes for hvert anlegg noe som er kostbart • Effekt kan være materialavhengig • Når ikke områder med stagnasjon
Klordioksid	<ul style="list-style-type: none"> • Enkelt i bruk • Bedre på biofilm enn klor • Lite korrosivt • Tåler høy pH 	<ul style="list-style-type: none"> • Brytes ned av UV-stråler • Danner kloritt som er helseskadelig, anbefalt grense fra WHO er 0,7 mg/l • Når ikke områder med stagnasjon
Hydrogenperoksid	<ul style="list-style-type: none"> • Enkelt i bruk med automatisk dosering • Sluttprodukt vann og oksygen 	<ul style="list-style-type: none"> • Lite dokumentasjon • Sølv er et tungmetall • Svak desinfikant • Når ikke områder med stagnasjon
Kopper-/Sølvioner	<ul style="list-style-type: none"> • Kobber og sølv er anerkjente stoffer mot alger og bakterier. • Når alle deler av anlegget, også blindrør • Ingen korrosjon eller tæring på anlegg • Enkelt i bruk (automatisert), passer de fleste anlegg • Ikke temperaturavhengig 	<ul style="list-style-type: none"> • Krever pH under 7,6 • Hardt vann krever tiltak mot kalkavleiringer på elektroder • Tilfører tungmetaller til miljøet • Krever spesiell tillatelse, begrenset bruk

Metode	Fordeler	Ulemper
Ultrafiltrering	<ul style="list-style-type: none"> • Enkel installasjon, kan brukes i alle anlegg • Ingen kjemikalier • Kan brukes på både varmt og kaldt vann • Fjerner organiske og andre partikler 	<ul style="list-style-type: none"> • Ingen innvirkning på eventuelle <i>Legionella</i> nedstrøms filter
Filter direkte på tappested	<ul style="list-style-type: none"> • Enkelt å installere • Kan brukes på både varmt og kaldt vann • Effektivt mot <i>Legionella</i> for høyrisikogrupper 	<ul style="list-style-type: none"> • Kun effektivt ved tappested • Må skiftes regelmessig • Dyrt
UV-stråling	<ul style="list-style-type: none"> • Effektiv og velprøvd desinfeksjonsmetode • Enkel installasjon og bruk • Ingen biprodukter, smak eller lukt 	<ul style="list-style-type: none"> • Ingen effekt nedstrøms installasjon, biologisk materiale kan bli næring til eksisterende organismer i anlegget • Ingen effekt på biofilm nedstrøms • Følsom for turbiditet, vil behøve filterrensing oppstrøms UV enhet ved vann som inneholder partikler/farge
Andre	<ul style="list-style-type: none"> • Ingen kjemikalier • Enkel installasjon og vedlikehold 	<ul style="list-style-type: none"> • Lite dokumentert virkning

Vedlegg 8A Risikovurdering, drift og analyser

Risikovurdering

Vurdering av hvilke risikofaktorer som innvirker på vandrdistribusjonsanlegget må utføres på både nye og gamle anlegg. Det er gjennom risikoanalyser anleggets tilstand kartlegges, hvilke komponenter som vil utgjøre den største risikoen for vekst og spredning av *Legionella*, og hvilke tiltak, kontinuerlige, periodiske og akutte som skal iverksettes.

Det finnes en rekke gode verktøy for risikoanalyser som er egnet til å vurdere et vandrdistribusjonssystem:

- Grovanalyser
- Risiko- og sårbarhetsanalyse [ROS]
- Hazard and Operability [HAZOP]
- Hazard analysis critical control point [HACCP]
- Water Safety Plans [WSP]

På detaljnivå kan slike systematiske analyser være ganske omfattende, hovedpunktene i de forskjellige verktøyene er:

Grovanalyser

Gjennomføringsmodellen for en grovanalyse er:

1. Organisering og planlegging.
2. Kartlegging og beskrivelse av analyseobjekt.
3. Identifisere hendelser.
4. Vurdere risiko.
5. Tiltak.

(Teknologisk Institutt, 2008)

ROS

En risiko og sårbarhetsanalyse inneholder delaktivitetene:

1. Kartlegging av uønskede hendelser.
2. Årsaker og sannsynlighet.
3. Konsekvenser.
4. Risikobeskrivelse.
5. Tiltak.

(Aven et al., 2004)

HACCP

Oversatt som ”Risiko analyse, kritiske kontroll punkt” innebærer denne metoden:

1. Gjennomfør en risikoanalyse, (P & ID, komponenter, bruk, brukere).
2. Identifiser kritiske punkt.

3. Etabler kritisk grenseverdi for hvert kritisk punkt.
 4. Etabler overvåkingsplan for kritiske grenser på kritiske kontrollpunkt.
 5. Etabler korrigerende tiltak for hver kritisk grense.
 6. Etabler prosedyre for dokumentasjon av alle aktiviteter og resultater.
 7. Etabler prosedyrer som bekrefter at planen virker ved normal drift (validering), er korrekt iverksatt (verifisering), og at planen revurderes regelmessig.
- (Mc Coy, 2006)

WSP

Kan oversettes som ”Plan for sikkert vann”. Metode utarbeidet av World Health Organization (2007) som kortfattet består av:

1. Risikovurdering av systemet.
2. Risikovurdering av potensielle punkt for smitteeksponering.
3. Risikovurdering av eksponerte brukere.
4. Identifikasjon og overvåking av viktige parametre.
5. Dokumentasjon av rutiner og tiltak ved normal drift og ved hendelser.
6. Kommunikasjon, informasjon.

Folkehelseinstituttet (2009) har følgende punkter for hva en risikovurdering innebærer:

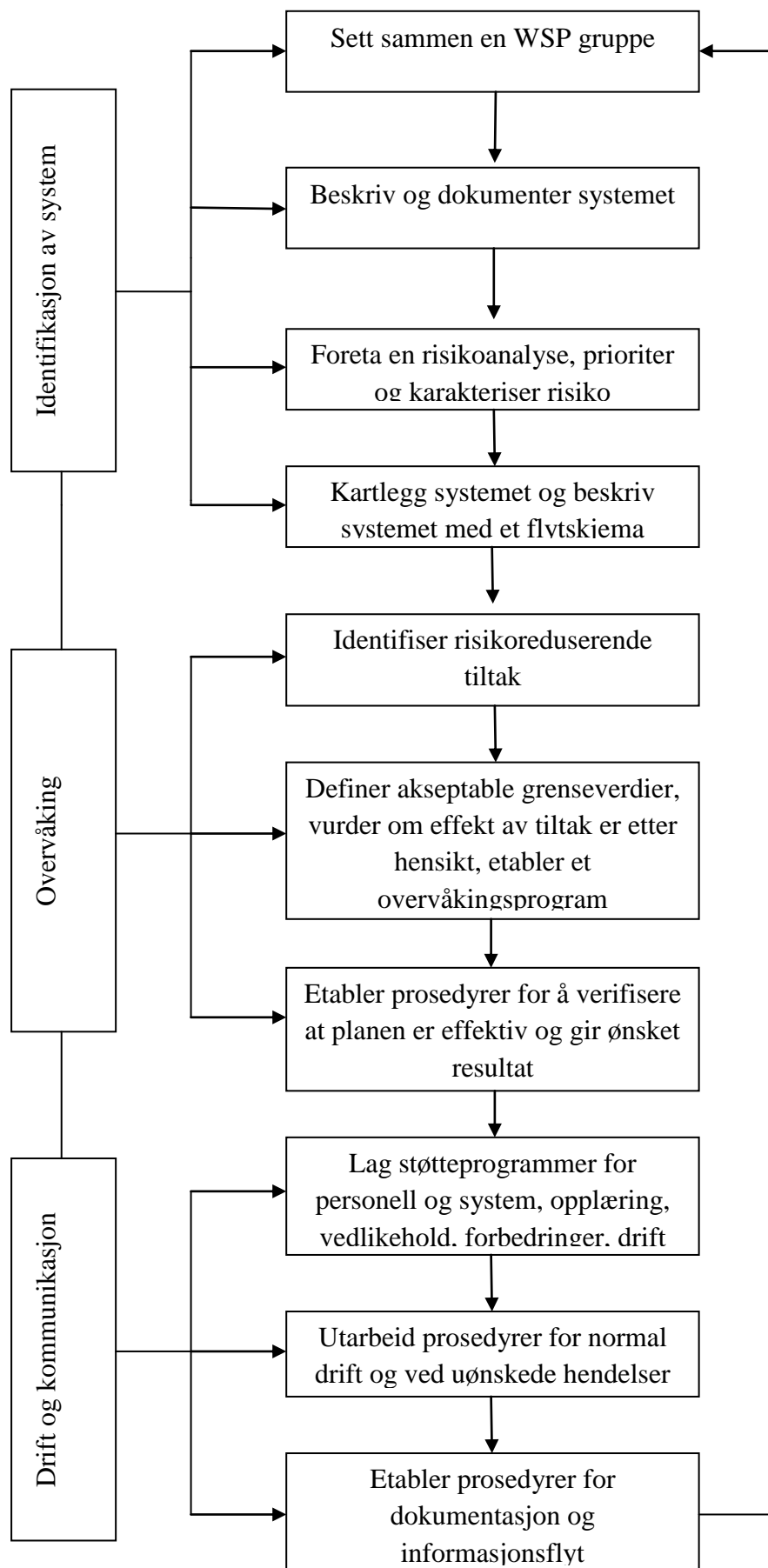
1. Identifisere installasjoner som kan innebære risiko for vekst av *Legionella*.
2. Identifisere komponenter som kan spre aerosoler med *Legionella*.
3. Kartlegge mulige risikoområder for oppvekst av *Legionella*.
4. Vurdere sannsynlighet for oppvekst av *Legionella* i risikoområdene.
5. Vurdere eksponeringspotensial (hvor mange, hvilke grupper)
6. Beskrive tiltak, rutiner, resultater og prosedyrer ved utbrudd eller mistanke om utbrudd.

Verktøyene er svært like, hovedprinsippet er å kartlegge system og risiko, utarbeide rutiner og tiltak for drift og mulige hendelser, samt sørge for dokumentasjon og oppdatering. World Health Organization (2007) sin WSP har et skjematisk oppsett som gir et overblikk over de forskjellige trinnene som inngår i utviklingen av en sikkerhetsplan for vandistribusjonssystemet.

Utarbeiding av WSP plan

En skjematisk fremstilling av trinnene i en WSP plan, som Figur 38, visualiserer fremgangsmåte og hvordan analyser og tiltak evalueres kontinuerlig. Komponenter og momenter i et vandistribusjonssystem som er viktig å belyse under de forskjellige hovedpunktene vil bli gjennomgått.

Figur 38 Plan for sikkert vann WSP



Identifikasjon av system

Sett sammen en WSP gruppe

Personell i denne gruppen avhenger av størrelse og kompleksitet i systemet. I mindre bygninger kan gruppen bestå av for eksempel vaktmester og en person fra renhold. Ved store systemer vil gruppen omfatte personell fra teknisk, HMS, ledelse, vedlikehold, renhold og arkitekt.

Beskriv og dokumenter systemet

Et eldre anlegg kan by på store utfordringer ved kartlegging. Det er ikke uvanlig at forandringer på anlegget under byggeperioden og utbedring/omstrukturering i etterkant ikke dokumenteres. Det er derfor viktig ved nybygg at alle eventuelle avvik fra originale tegninger blir registrert og dokumentert. Dokumentasjonen bør inneholde alle komponenter i anlegget, registrert med produktnavn og nummer. Anlegg i tilknytning til offshoreindustrien er underlagt streng dokumentasjon, alle enkeltkomponenter har sin egen identifikasjon (TAG) som kan spores til lokasjon, type og fabrikat.

Foreta en risikoanalyse, prioriter og karakteriser risiko

Her identifiseres parametere som

- Vannkvalitet inn på system, herunder analyser av vannprøver både for *Legionella* og kimtall, som kan være nyttig for å måle mengden av mikroorganismer i inntaksvannet
- Brukere, for eksempel risikogrupper (kapittel 4 Legionellose)
- Steder eller komponenter som kan være oppvekstområder for *Legionella*, for eksempel stagnasjon, tanker, beredere, ugunstige temperaturer, blindrør og lite brukte tappesteder
- Aerosoldannende enheter som dusjer og boblebad

Kartlegg systemet og beskriv systemet med et flytskjema

Flytskjema vil vise vannets bevegelser gjennom systemet, det visualiserer punkt som behøver særlig oppmerksomhet og tjener som grensesetting der anleggseiers ansvar starter og opphører.

Overvåking

Identifiser risikoreducerende tiltak

Det mest effektive tiltaket er å ekskludere legionellabakteriene fra anlegget. I de fleste system er dette ikke mulig, siden bakterien kan innføres fra inntaket eller formere seg fra en kilde innad i systemet. Tiltak vil derfor være å redusere vekstbetingelsene for *Legionella* mest mulig. Tiltak kan bestå av

- Materialvalg, tåle vannkvalitet og eventuell kjemisk vannbehandling uten å korrodere, ikke tjene som næring for bakterier, minst mulig begroing
- Kontinuerlig eller periodisk desinfeksjon med biocider, alternativt varmebehandling

- Unngå stagnasjon
- Unngå temperaturer mellom 20 – 50 °C

Definer akseptable grenseverdier, vurder om effekt av tiltak er etter hensikt, etabler et overvåkingsprogram

Grenseverdier for *Legionella* og kimtall varierer fra land til land, det vil i ethvert anlegg være en naturlig biologisk aktivitet og denne kan også inkludere små mengder med *Legionella*. Derfor er det viktig å kjenne sitt eget anlegg, ved igangsetting bør vannprøver analyseres en gang i måneden for å etablere et normalnivå, en driftsparameter. Folkehelseinstituttet (2009) anbefaler at frekvensen overvåkes. Hvis tendensen er en økning i forhold til normalen, kan det tyde på at det er endringer i systemet som favoriserer vekst av mikrobiologiske organismer, eller at eventuelle tiltak ikke fungerer etter hensikt. Temperaturer i hele systemet må også overvåkes, dette gjelder både kaldt og varmt vann.

Etabler prosedyrer for å verifisere at planen er effektiv og gir ønsket resultat

Hvis ikke det lykkes å kontrollere *Legionella* i systemet må tiltak revurderes. Ved stadige positive prøver for *Legionella*, (mer enn 30 %), må systemet risikovurderes og eventuelt desinfiseres. I følge WHO (2007) kan ikke legionellatester brukes til å bekrefte at tiltak virker etter hensikten, siden det ikke kan påvises sammenheng mellom antall *Legionella* og helserisiko. Antallet vil også variere alt etter som bakteriene befinner seg inne i, eller utenfor amøber og hvorvidt biofilm har løsnet rundt tidspunktet for prøven (kapittel 3.3.2 Protozoer, amøber, makrofager og 3.3.3 Biofilm).

Drift og kommunikasjon

Lag støtteprogrammer for personell og system, opplæring, vedlikehold, forbedringer, drift

Støtteprogrammer kan være

- Kurs og opplæring av personell
- Innsamling av fakta for beregning av grenseverdier
- Utarbeide protokoller for å verifisere ønsket effekt av kontrolltiltak, som for eksempel dosering av biocider

Utarbeid prosedyrer for normal drift og ved uønskede hendelser

Prosedyrer for drift bør omfatte:

- Tiltak ved variabler under normal drift av distribusjonsanlegget
- Tiltak ved spesifiserte hendelser
- Akutt tiltak ved legionellautbrudd eller mistanke om utbrudd

Etabler prosedyrer for dokumentasjon og informasjonsflyt

Detaljert dokumentasjon som skal holdes oppdatert. De viktigste parametrene her er

- Personaloversikt over alle involverte, inkludert ansvarsområde
- Oversikt over målobjekter, kontrollpunkt og forholdsregler
- Vedlikeholdsjournal med prosedyrer
- Skjema for føring av daglige og periodiske kontroller
- Prosedyrer og varslingsrutiner ved uforutsette hendelser, ansvarskjede
- Beskrivelse av støtteprogram, skriftlig dokumentasjon på gjennomført opplæring
- Evalueringsdokument som dokumenterer at WSP fungerer etter hensikt
- Hendelsesrapporter

Risikokategorier

To hovedbetingelser avgjør om et vanddistribusjonssystem er en smitterisiko for spredning av legionellose.

3. Tilstedeværelse og mulighet for vekst av *Legionella* i anlegget.
4. Innretninger som sprer aerosoler.

Smitte ved aspirasjon og sår er mest vanlig i sykehus, smitte via jord er sjeldent og relatert til et varmere klima enn i Norge (kapittel 3.4.1 Smittespredning og overføring).

Folkehelseinstituttet (2009) deler inn risiko for smitte i 3 kategorier, sitat:

Risikokategori 1, Stort smittepotensial.

Innretninger som kan spre legionellainfiserede aerosoler over et stort område, eller over begrensede områder der mange mennesker kan bli eksponert. Innretninger som kan smitte mennesker i risikogruppene.

Risikokategori 2, Begrenset smittepotensial.

Innretninger som fører til at et begrenset antall mennesker kan bli eksponert for legionellainfiserede aerosoler, eller der faren for vekst og spredning er liten.

Risikokategori 3, Lite smittepotensial.

Aerosoldannende innretninger som benyttes av enkeltindivider eller små grupper av mennesker utenfor risikogruppene, eller anlegg hvor legionellavekst er usannsynlig

Det anbefales at en risikovurdering blir foretatt eller gjennomgått minst en gang i året.

Kontroll og rutiner

Dokumentasjon skal foreligge på utført kontroll, måling og vedlikehold. Målinger som jevnlig bør utføres på et vanddistribusjonsanlegg som en del av bekjempelsen av *Legionella* er

- Analyser av vannprøver
- Måling av temperatur
- Kontroll av dosering og effekt av biocider
- Kontroll av annet vannbehandlingsutstyr som UV-bestråling, filtre og mekaniske innretninger for destruksjon av mikroorganismer

Vannprøver

To typer analyser av vannprøver er aktuelle ved overvåking og kontroll av et vanddistribusjonsanlegg. Den ene er kimtallsanalyse og den andre er påvisning av *Legionella*. Prøvene skal analyseres ved laboratorier. Intervall for vannanalyser er anbefalt av Folkehelseinstituttet (2009) og EWGLI (2005). Ved oppstart, enten nytt eller modifisert, bør vannprøver samles og analyseres månedlig i ett år. Deretter tilpasses intervallet etter risikovurdering av anlegget, for eksempel kvartalsvis. Målingene av kimtall det første året vil verifisere om de valgte forebyggende tiltak er effektive. Ved periodisk behandling bør vannprøver analyseres en uke i etterkant av behandlingen. Et stadig stigende kimtall vil indikere at mikrobiologisk aktivitet ikke er under kontroll. Retningslinjer for prøvetaking er ofte gitt av laboratoriet som bør kontaktes i forkant, spesielt gjelder det legionellaprøver. Laboratoriet har også egnet utstyr til prøvetakingen. Kimtallsprøver koster kr. 376, en legionellatest kr 585 pluss merverdiavgift (Priser hentet hos TosLab, Tromsø 7. april 2009).

Kimtallsanalyse

Mikrobiologisk overvåking

Kimtallsanalyser gir antall bakterieformende enheter, cfu per enhet vann, ofte per liter (cfu/liter). Kimtallsmålinger gir en indikasjon på mengden av biofilm i anlegget. Prøven skal analyseres ved dyrkning (36 °C) og utføres av laboratorier etter standard NS-EN ISO 6222. Det finnes også en forenklet metode som kan utføres av driftspersonell (Dip-slide). Metoden er ikke like nøyaktig som laboratorieanalyser, men er velegnet som driftsparameter i tillegg til rutinemessige analyser (Folkehelseinstituttet 2009). Egnede prøvesteder vil være inntak, uttak bereder og tappepunkt. Bruk av Dip-slide er illustrert i Figur 39, sakset fra Accepta sine produktsider (Dip-slide).

Dipslides are convenient, inexpensive and simple to use. To use them simply follow steps 1, 2 and 3 below:



Step 1 - Remove dip-slide from tube. Immerse slide in liquid sample for 10 seconds.



Step 2 - Allow excess liquid to drain for a few seconds, replace slide in tube and incubate for 24 - 48 hours.



Step 3 - After incubation, compare the dip-slide surface against the appropriate chart to obtain the bacteria, yeast or mould count.

Figur 39 Dip-slide vannanalyse, fra Accepta (Dip-slide)

Legionella tester

Folkehelseinstituttet (2009) opererer med to prøvemethoder for *Legionella* som utføres på tappepunkter, ”postflush” og ”preflush” (Tabell 8). Førstnevnte tas av henstandsvannet i tappepunktet, preflush etter at vannet har strømmet gjennom tappepunktet. Sistnevnte er representativ for sentrale deler av anlegget. Hvis det påvises *Legionella* må ikke dusjer tilknyttet anlegget benyttes før det infiserte området er varmebehandlet eller desinfisert. Prøver for *Legionella* kan tas ved inntak, dusjer (både av vann og i biofilm i dusjhodet), i bereder og ved perifere tappepunkter. Prøvene analyseres ved et laboratorium som har erfaring med slike analyser. Laboratorium har taushetsplikt ovenfor kunder, ikke meldeplikt, ved påvisning av *Legionella* i vannprøver, resultater behandles konfidensielt (opplyst av TosLab, Tromsø)

Den mest vanlige metoden for å påvise *Legionella* er å isolere bakteriene med et membranfilter eller sentrifugering fra vannprøven. Deretter dyrkes bakteriene etter internasjonal Standard ISO 11731-2, på et vekstmedium, Buffered Charcoal Yeast Extract agar (BCYE agar) som inneholder L-cystein og treverdige jern. Agarskålene inkuberes ved 36 ± 1 °C i 5 – 6 dager for positivt resultat, opptil 12 dager for et negativt resultat. Deretter bestemmes art og serotype ved hjelp av biokjemiske og serologiske tester. Dette er den eneste metoden som per i dag kan identifisere spesifikk legionellaart/serotype, og må brukes for identifikasjon av eventuelle smitekilder relatert til smittetilfeller (Folkehelseinstituttet 2009). TosLab i Tromsø opplyser at de påviser *L. pneumophila serotype 1* og serotype 1 – 14 ved dyrkning. Andre arter påvises som *Legionella*.

Antall bakterier som påvises ved en dyrkningsprøve bør alltid ses på som et underestimat fordi (Folkehelseinstituttet, 2009):

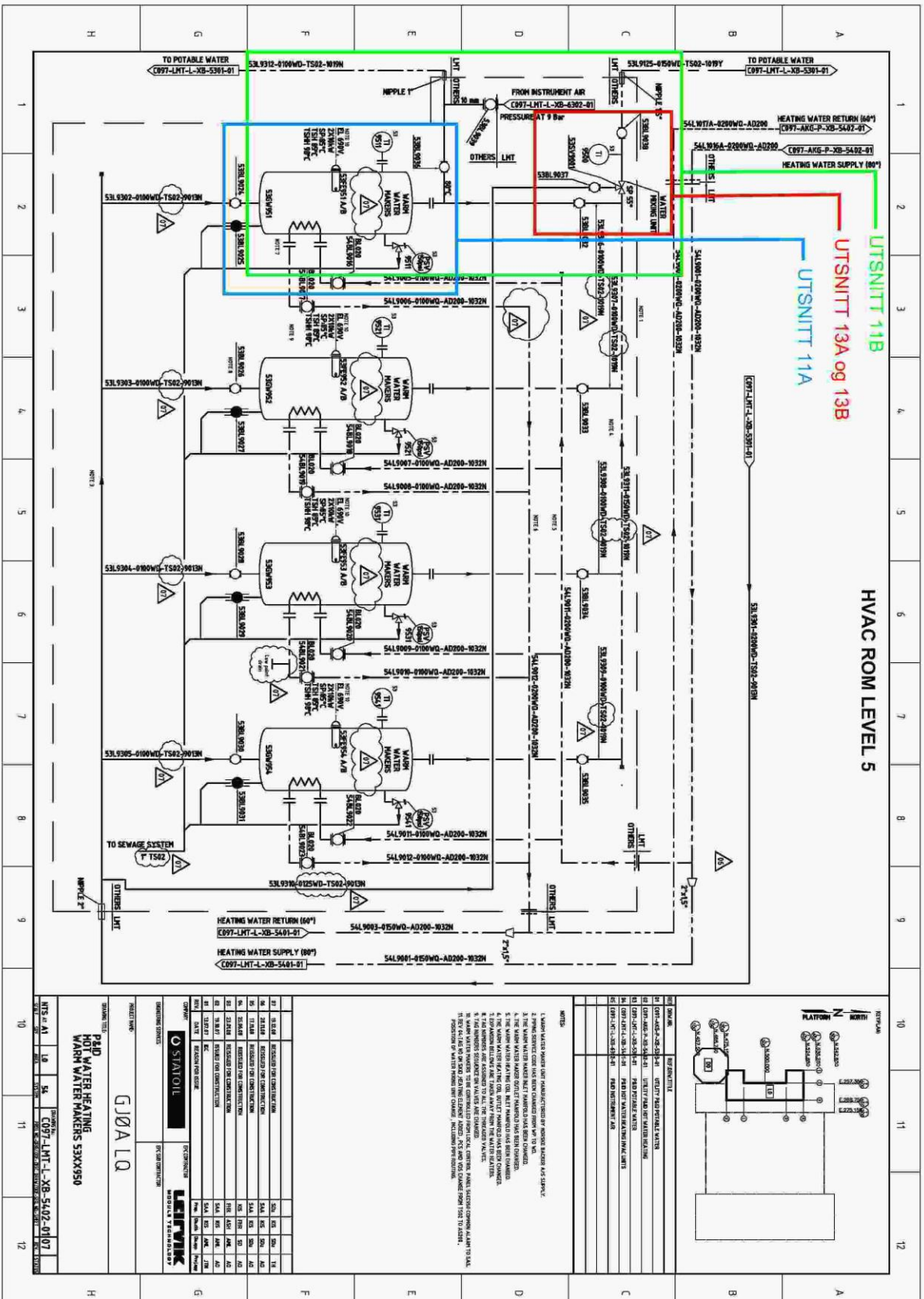
- Opptil 90 % av legionellabakteriene i prøven filtreres ut
- Legionellabakteriene i prøven er ikke dyrkbare, undertrykkes av andre bakterier, feil vekstmedie
- *Legionella* inne i amøber påvises ikke
- En klynge med bakterier telles som en bakterie

En annen og raskere metode, men som ikke enda er godt nok utviklet til å spore alle arter og undergrupper av *Legionella*, er Polymerase kjedereaksjon (PCR). Det lages mange (millioner) kopier av en bestemt DNA sekvens, dersom organismens DNA finnes i prøven. Delene av arvestoffet som brukes i testen er karakteristiske for eksempelvis den spesifikke legionellabakterien som ønskes påvist. Den opprinnelige mengden av DNA i prøven kan tallfestes ved ”real time PCR”. Det muliggjør å beregne antall bakterier i prøven. Metoden påviser karakteristiske deler av bakteriens DNA og gir resultater i løpet av 8-24 timer. Dessverre skiller ikke testen mellom døde og levende bakterier, noe som er en ulempe ved vannbehandlingsmetoder som kun eliminerer mikroorganismer uten å fjerne dem fysisk fra vannet, som varmebehandling, UV-bestråling og desinfeksjon med biocider. Påviste bakterier

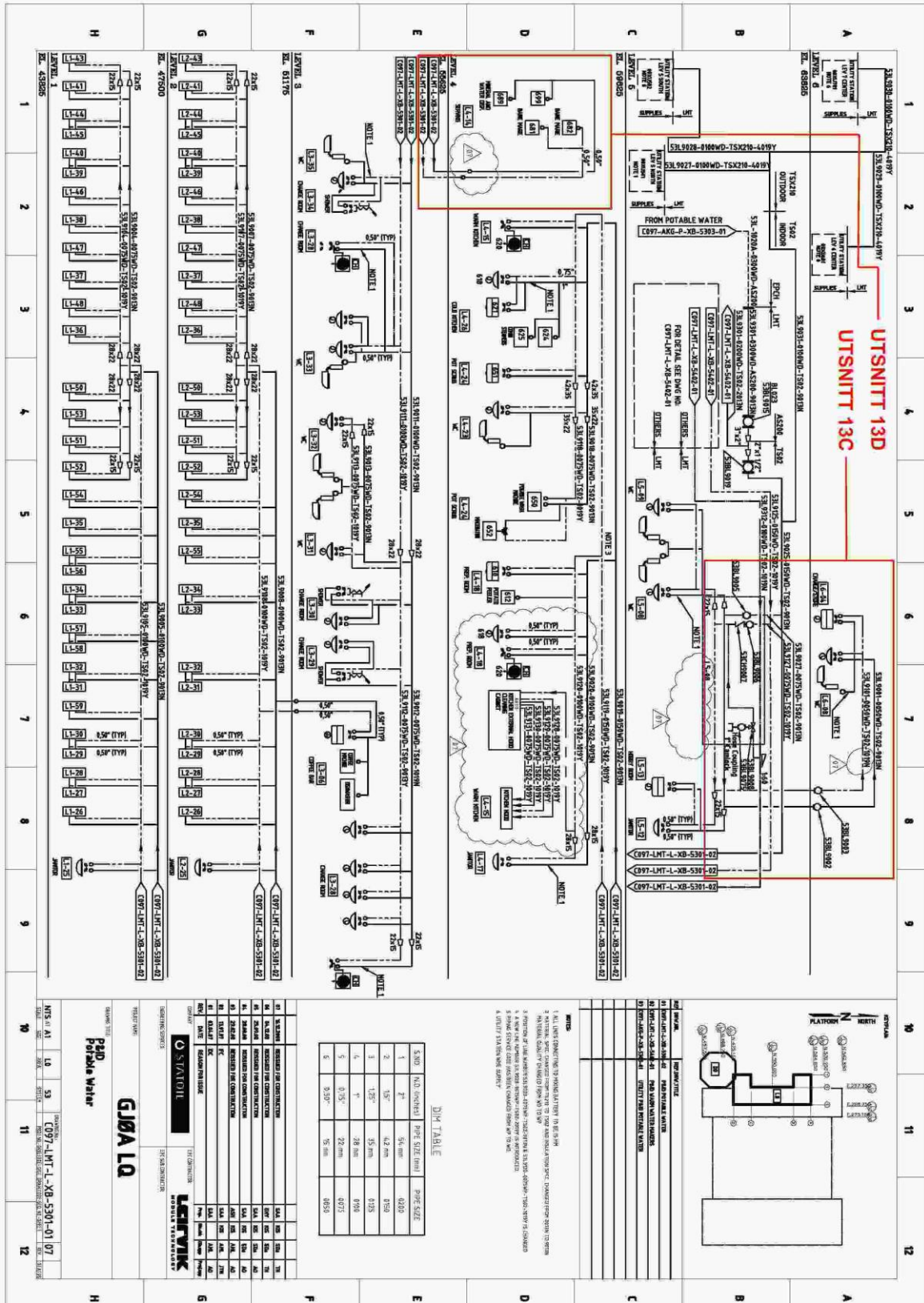
kan ha vært døde lenge, siden DNA er svært motstandsdyktig mot nedbryting. Det er derimot ikke et stoff kalt ribonukleinsyre (RNA), det brytes raskt ned når en bakterie destrueres. En metode kalt "Reverse Transcriptase" PCR kan, sammen med real time PCR, påvise levende bakterier i en prøve ved å analysere forekomst av RNA (Folkehelseinstituttet 2009).

Metoden er ikke standardisert, og det er foreløpig ikke mulig å påvise alle arter *Legionella* ved PCR. I perioden 1994 – 2004 ble 15 867 tilfeller i Europa diagnostisert med antigenest i urin, 3 528 med dyrkning og 247 med PCR (Joseph et al., 2006). Forsøk viser at real time PCR påviser langt flere positive prøver enn dyrking, samt antall bakterier er høyere. Tidsforbruk for analysene var 5 timer. Antallet kan forklares med sensitiviteten til real time PCR og at bakterier som ikke er levedyktige også blir registrert. Disse vil ikke kunne dyrkes (Franzine, Cabodi, & Bonfrate, 2006b). PCR er en rask og effektiv metode for påvisning av *Legionella* i vannet. Ved positive prøver bør likevel en dyrket analyse foretas som kontroll. Samtidig kan legionellabakterien identifiseres med art og serotype.

Vedlegg 10A P&ID GjØa, beredere 5. etasje



Vedlegg 10C P&ID Gjøa, seksjon nord



DIET TABLE

S.NO	IND (mm)	PIPE SIZE (mm)	PIPE SIZE
1	75"	94 mm	Ø90
2	15"	42 mm	Ø38
3	1.25"	15 mm	Ø12.5
4	"	28 mm	Ø14
5	0.75"	22 mm	Ø17
6	0.25"	15 mm	Ø12.5

REVISIONS/SPECIFIC

PROJECT NAME: **GJØA LQ**

DESIGN TITLE: **P&ID Potable Water**

DATE: 10.03.2011

NO. 0097-LMT-L-XB-5301-01

SCALE: 1:1

REVISIONS:

NO.	REASON FOR CONSTRUCTION	DATE	BY	CHKD.	APP.
01	ISSUED FOR CONSTRUCTION				
02	ISSUED FOR CONSTRUCTION				
03	ISSUED FOR CONSTRUCTION				
04	ISSUED FOR CONSTRUCTION				
05	ISSUED FOR CONSTRUCTION				
06	ISSUED FOR CONSTRUCTION				
07	ISSUED FOR CONSTRUCTION				
08	ISSUED FOR CONSTRUCTION				
09	ISSUED FOR CONSTRUCTION				
10	ISSUED FOR CONSTRUCTION				

DESIGNED BY: **LEIRVIK**

SCALE: 1:1

DATE: 10.03.2011

Vedlegg 10E P&ID Gjøa, prosedyre varmebehandling

STATOII

Gjøa living Quarter

The purpose of this document is to describe the system for hot water flushing of the potable water pipes installed inside the Gjøa Living Quarter. The intention with this flushing is to reduce the risk for growth of legionella bacteria inside the potable water pipes.

The system is designed according to the specification and regulation applicable of this type of installations.

The Potable water system is designed according to:

.Normalreglementet for sanitæranlegg -Tekniske bestemmelser -Kommunenes Sentralforbund

.NS 6070 Marine industry Sanitary systems, Installation of fittings and equipment

.NS 6071 Marine industry Sanitary systems, Supply systems

Specifications that apply for the potable water system :

.Norsok L-SP-002 Piping and Valves

.Norsok P-SR-011 Standard System Requirements Fresh Water System No.53

.Norsok H-CR-002 NORSOK Standard Piping and plumbing

Guidance for preventing legionella growth:

Folkehelseinstituttet "Forebygging av legionellasmitte -en veiledning"

2 SYSTEM DESCRIPTION

For a good overall understanding of this document, Potable Water P&ID's C097-LMT -L-XB-5301-01 , C097-LMT -L-XB-5301-02 and C097-LMT -L-XB-5402-01 should be used together with the document.

Flushing water with a temperature of 80°C will be supplied directly from the Warm Water Maker tag no. 53GW951 , ref. P&ID C097-LMT -L-XB-5402-01.

The hot water is supplied by a 28mm supply line from tag no. 53GW951 to the potable hot water pipes in level 1-6.

The hot water flushing pipe is connected to the potable hot water lines in each level by use of a 3-way ball valve located in piping shaft, ref. P&ID's C097-LMT -L-XB-5301-01 and C097 -LMT -L-XB-5301-02.

A check valve is installed to prevent the 80°C water from the hot water flushing pipe to enter the 55°C potable hot water raiser.

To empty and dry the hot water flushing pipe, instrument air is connected to the pipe in room L5-10. The hot water flushing pipe is insulated with K-Flex ECO 28x19mm.

3 REGULARITY OF FLUSHING

In order to limit the possibility for legionella growth in areas of stagnant water, weekly flushing with ordinary hot and cold water, 1-3 minutes, of infrequently used tapping points is recommended.

As part of a long-term preventative control program, all tapping points should be frequently shock heated by flushing with hot water at a temperature of 70-80°C for a period of at least 5 minutes. This treatment should be executed at least every 6 months. If there are any suspicion of legionella growth, shorter frequent hot water flushing should be considered.

4 PERIOD OF FLUSHING

For the most effective flushing, one tapping point after the other should be fully opened until temperature is high enough, then partly closed letting a small amount of water run through for at least 5 minutes. Temperature should be measured to confirm

at least 70°C.

5 OPERATION

Before flushing

Close ball valve 53BL9032. The water supply from Warm Water Maker 53GW951 to Mixing Valve 53SV9001 is closed, and the Warm Water Maker is isolated for Hot Water Flushing on ly.

Check ball valve 53BL9039 in HVAC room to be in closed position. This valve is used for flushing with instrument air when the flushing is completed.

Check three-way ball valves, tag no. 53BL9008/9012/9016/9020/9023, in piping shaft level 1 -6 to be in closed position between Hot Water Flushing line and Potable Hot Water line. The Hot Water Flushing line to each level is closed off.

Check ball valves for drainage of Hot Water System in piping shaft level 1 -6 to be in closed position, tag no. 53BL9075/9076/9077/9078/9079.

Check the water temperature in Warm Water Maker 53GW95. The temperature should be at maximum 80 °C to get an optimum effect from the Warm Water Maker.

Open ball valve 53BL9036 in HVAC room for supply of 80°C water into the Hot water flushing system.

Flushing of level 1

Close ball valve 53BL9021 to shut off Potable Hot Water (55°C) to level 1.

Open three-way ball valve 53BL9023 for supply of 80°C Hot Water to level 1.

Open every tapping point and flush according to chapter 4.

After flushing, close three-way ball valve 53BL9023.

Open ball valve 53BL9018 and flush out the 80°C water until the temperature is down to 55°C in every tapping point.

Flushing of level 2

Close ball valve 53BL9018 to shut off Potable Hot Water (55°C) to level 2.

Open three-way ball valve 53BL9020 for supply of 80°C Hot Water to level 2.

Open every tapping point and flush according to chapter 4.

After flushing, close three-way ball valve 53BL9020.

Open ball valve 53BL9018 and flush out the 80°C water until the temperature is down to 55°C in every tapping point.

Flushing of level 3

Close ball valve 53BL9014 to shut off Potable Hot Water (55°C) to level 3.

Open three-way ball valve 53BL9016 for supply of 80°C Hot Water to level 3.

Open every tapping point and flush according to chapter 4.

After flushing, close three-way ball valve 53BL9016.

Open ball valve 53BL9014 and flush out the 80°C water until the temperature is down to 55°C in every tapping point.

Flushing of level 4

Close ball valve 53BL9010 to shut off Potable Hot Water (55°C) to level 4.

Open three-way ball valve 53BL9012 for supply of 80°C Hot Water to level 4.

Open every tapping point and flush according to chapter 4.

After flushing, close three-way ball valve 53BL9012.

Open ball valve 53BL9010 and flush out the 80°C water until the temperature is down to 55°C in every tapping point.

Flushing of level 5 and level 6

Close ball valve 53BL9006 to shut off Potable Hot Water (55°C) to level 5 and level 6.

Open three-way ball valve 53BL9008 for supply of 80°C Hot Water to level 5 and level 6.

Open every tapping point and flush according to Chapter 4.

After flushing, close three-way ball valve 53BL9008.

Open ball valve 53BL9006 and flush out the 80°C water until the temperature is down to 55°C in every tapping point.

Draining the system

Close ball valve 53BL9036 in HVAC room to shut off Hot water flushing system.

Connect a hot water resistant hose to hose coupling on ball valve 53BL9075 in level 5 in order to drain water into a sink or a bucket.

Slowly open ball valve 53BL9075 to drain level 5 and level 6 pipes. Approx. 10 liters of water.

Use procedure in point 2 and 3 for ball valve 53BL9076 in level 4. Approx. 12 liters of water.

Use procedure in point 2 and 3 for ball valve 53BL9077 in level 3. Approx. 3 liters of water.

Use procedure in point 2 and 3 for ball valve 53BL9078 in level 2. Approx. 3 liters of water.

Use procedure in point 2 and 3 for ball valve 53BL9079 in level 1. Approx. 3 liters of water.

After the system is completely drained, close all ball valves, tag no. 53BL9075/9076/9077/9078/9079.

Drying the system

Open ball valve 53BL9039 in HVAC room to purge Hot water flushing system with instrument air.

Open all ball valves, tag no. 53BL9075/9076/9077/9078/9079 and blow through pipes until all water is out of the system, and the pipes are completely dry.

Close ball valve 53BL9039 to shut off instrument air.

Close all ball valves, tag no. 53BL9075/9076/9077/9078/9079.

After flushing and drying

Open ball valve 53BL9032 in HVAC room. The water supply from Warm Water Maker 53GW951 to Mixing Valve 53SV9001 is opened, and the Warm Water Maker is operating as normal.

Vedlegg 10F P&ID Gjøa, forslag varmtvannssirkulasjon

7 APPENDIX A, PIPING DIAGRAM

