



International Research Institute of Stavanger

[www.iris.no](http://www.iris.no)

Ragnhild Wiik og Catherine Boccadoro

***Legionella* i kommunale dusjanlegg**  
**Vurdering av metoder for å forebygge smitte**  
**Forprosjekt**

Rapport IRIS, 2008/187

Prosjektnummer: 7302882  
Prosjektets tittel: Legionella i kommunale dusjanlegg – Vurdering av metoder for å forebygge smitte av mennesker – Forprosjekt  
Oppdragsgiver(e): Stavanger kommune  
ISBN: 978-82-490-0599-4  
Gradering: Åpen

Stavanger, 17.09.08

---

Ragnhild Wiik  
Prosjektleder

Sign.dato

---

Gottfried Heinzerling  
Senterleder  
Samfunns- og næringsutvikling

Sign.dato

## Forord

Utgangspunktet for forprosjektet var Stavanger kommunes behov for økt kunnskap om metoder for å redusere risiko for *Legionella*-smitte via kommunale dusjanlegg.

IRIS ved prosjektleder Ragnhild Wiik og forsker Catherine Boccadoro har i samarbeid med Stavanger kommune gjennomført prosjektet. Forskningssjef Arild Johannessen ved IRIS har tilrettelagt for laboratorieundersøkelsene, forsker Krista Kaster har bistått i bakteriedyrkingen og seniorrådgiver Kjell Rangnes har gjort søk i IRC-databasen (Innovation Relay Centre of Norway) for å kartlegge teknologier relatert til biofilm.

Vi vil spesielt takke Espen Svendsen, Ernst Olsen og Harald Polden i Stavanger kommune for et lærerikt og nyttig samarbeid.

Stavanger, 26. februar 2009

Ragnhild Wiik, prosjektleder

## Innhold

SAMMENDRAG .....	5
1 INNLEDNING .....	6
1.1 Fokus på kommunale dusjanlegg .....	6
1.2 Dagens behandlingsrutiner .....	6
1.3 Mål .....	7
2 METODE.....	8
2.1 Litteraturstudium .....	8
2.2 Møter med tilbydere av behandlingskonsept .....	8
2.3 Telefonintervju med myndigheter med flere.....	8
2.4 Analyse av møte- og intervjudata.....	9
2.5 Statistisk analyse av kimtall i ulike typer bygg.....	9
2.6 Prøvetaking ved utvalgte lokaliteter.....	9
3 RESULTATER.....	10
3.1 Evidens kontra synsing om <i>Legionella</i> i vannrør.....	10
3.1.1 Hvor kommer <i>Legionella</i> -smitten fra?.....	10
3.1.2 Sammenheng mellom kimtall og <i>Legionella</i> .....	11
3.1.3 Dose – Respons .....	12
3.1.4 Hva vet vi om effektiviteten av metoder for vannsystembehandling? .....	13
3.2 Bruk av den nye veiledningen for å redusere smitterisiko .....	16
3.3 Møter med tilbydere av behandlingskonsept .....	16
3.4 Telefonintervju med myndigheter med flere.....	18
3.4.1 Hva ble anbefalt med hensyn til vann- og rørbehandling?.....	18
3.5 Uønskede effekter av <i>Legionella</i> -hemmende behandling .....	19
3.6 Statistiske analyser av kimtallsprøver .....	21
3.7 Foreløpige resultat fra testing av dusjanlegg.....	23
3.7.1 Generelt kimtall i prøver tatt på ulike tidspunkt i tappeprosessen.....	24
3.7.2 Varmtvannsbehandling .....	24
3.7.3 Sammenheng mellom kimtall og forekomst av <i>Legionella</i> .....	25
3.7.4 Start testing av filtrert vann ved Godeset skole.....	25
4 KONKLUSJON.....	25

5	STRATEGI FOR HOVEDPROSJEKTET .....	26
5.1	Design.....	26
6	REFERANSER.....	27

## Sammendrag

Målet med forprosjektet er å identifisere de mest effektive, drifts-, helse- og miljøvennlige metoder for forebygging av *Legionella*-smitte i kommunale dusjanlegg. De mest lovende metodene fra forprosjektet vil bli testet ut i et hovedprosjekt. For å nå målet i prosjektet har vi gjennomført litteraturstudier, møter med firma som tilbyr ulike metoder for reduksjon av *Legionella*-smitte, telefonintervju med ulike aktører innenfor *Legionella*-området som f. eks. Folkehelseinstituttet og statistisk analyse av kimtallsdata samlet inn av Stavanger kommune i løpet av 2007/2008. Vi har også gjort innledende bakterielle tester av vann fra dusjanlegg i ulike bygg for bedre å kunne vurdere Folkehelseinstituttets anbefalinger om både varmtvannsbehandling og prøvetaking. Et overordnet resultat er at det er viktig å skille mellom evidens-basert (vitenskapelig undersøkt) og udokumentert kunnskap når det gjelder *Legionella*. Vi vil videre framheve følgende resultater:

1. Det er vanskelig å identifisere konkrete smitekilder for legionellose. Dette skyldes at *Legionella* forekommer naturlig i ferskvann, noe som betyr at vi er i kontakt med flere mulige kilder daglig. Det at helst mennesker med svekket immunitet er mottakelige for *Legionella*, gjør identifikasjon av smitekilde spesielt vanskelig.
2. Både litteraturdata og egne resultat tyder på at det er en positiv sammenheng mellom kimtall og forekomst av *Legionella* i vannrør.
3. Det later til å være enighet blant forskere om at vi ikke kan vite hvilke doser av *Legionella* som skal til for å gi sykdom. Mye tyder på at vår immunitetsstyrke betyr mer enn *Legionella*-dosen.
4. Det hersker usikkerhet om hva som er den beste behandlingsmåten for å kontrollere *Legionella*-vekst. Prosedyrer som anbefales i både den norske og andre lands veiledninger er i liten grad evidens-baserte.
5. Resultat fra litteraturstudier og egne forstudier tilsier at den varmtvannsbehandlingen som i dag anbefales av Folkehelseinstituttet og gjennomføres i Stavanger kommune, har liten risikoreducerende effekt.
6. Konklusjonen fra forprosjektet er at stillestående vann i dusjhoder og tilstøtende ledninger/rør ser ut til å utgjøre hovedproblemet i dusjer med hensyn til risiko for *Legionella*-smitte. Stillestående vann fremmer biofilmdannelse. Tiltak for å hindre at vann blir stående stille i mer enn ett døgn vil trolig redusere kimtallene vesentlig, og dermed også risikoen for *Legionella*. Vi ser for oss at tiltak som fremmer bevegelse i vannet vil tilfredsstillende de kriteriene vi har om at behandlingsmetodene skal være effektive, drifts-, miljø- og helsevennlige og også være økonomisk forsvarlige.

I et hovedprosjekt foreslår vi å følge opp våre foreløpige resultat som tilsier at vann i bevegelse i seg selv reduserer risiko for *Legionella*-smitte vesentlig. Som en del av studiet vil vi også teste ut effekten av ulike filtre, sjokkrensing av rør og behandling med varmt vann. Målet med dette er å oppnå en helhetlig forståelse av risikobildet, noe som vil gjøre det mulig å foreslå egnede behandlingsopplegg tilpasset type bygg og brukernes helsetilstand.

## 1 Innledning

Sykdomsutbrudd fører ofte til utvikling av retningslinjer og lovverk som har til hensikt å redusere eller fjerne risikoen for å bli syk. For å forebygge *Legionella*-smitte har vi i Norge veilederen ”Forebygging av legionellasmitte-en veiledning” utgitt av Folkehelseinstituttet (2008). Den nye veiledningen erstatter ”Smittevern 8: Veileder for forebygging og kontroll av legionellasmitte” (Folkehelseinstituttet 2004).

Rundt 50 ulike arter av slekten *Legionella* er kjent (Folkehelseinstituttet 2008). I følge Ratcliff (2006), er ca. halvparten av de 50 *Legionella*-artene forbundet med sykdom. *L. pneumophila* er påvist i 90 % av de rapporterte lungebetennelsene hvor denne bakterieslekten er involvert (Lück et al. 2006, Ratcliff 2006). Av disse er 60-80 % av serogruppe 1. *Legionella*-infeksjon er ikke ensbetydende med lungebetennelse. Den andre kjente sykdommen forårsaket av *Legionella*, kalles Pontiac-feber. Pontiac-feber består av influensalignende symptomer og betraktes ikke som en alvorlig infeksjon. Legionellose er en fellesbetegnelse på legionærsykdom og Pontiac-feber (Folkehelseinstituttet 2008).

*Legionella pneumophila* er naturlig forekommende i ferskvann (Stout et al. 1985). Bakterien forekommer her i svært lave konsentrasjoner, det vil si under 1 % av total bakteriekonsentrasjon. *L. pneumophila* utgjør ikke et helseproblem så lenge den er i naturlige ferskvannsmiljø uten tekniske installasjoner. Det er når bakterien kommer inn i menneskeskapt systemer som vannrør, kjøletårn, befuktningsanlegg, luftrensanlegg og fontener at den utgjør en smitterisiko. Smitterisikoen er hittil nærmest utelukkende knyttet til innpusting av aerosoler som inneholder *Legionella*-bakterier. En rekke rapporter og artikler viser at det hovedsakelig er mennesker med svekket immunitet som blir syke av *L. pneumophila*.

### 1.1 Fokus på kommunale dusjanlegg

Vinteren 2007 ble det konstatert *Legionella*-smitte i dusjanlegg i en svømmehall i Stavanger kommune. Dette medførte at det ble nedsatt en prosjektgruppe for å avdekke årsak og iverksette forebyggende tiltak mot vekst av *Legionella* i kommunale dusjanlegg.

### 1.2 Dagens behandlingsrutiner

Stavanger kommune har utarbeidet driftsmessige rutiner for forebygging av *Legionella*-smitte i sine dusjanlegg. Rutinene tar utgangspunkt i anbefalingene til Folkehelseinstituttet (2008). Varmt vann skal månedlig spyles gjennom rør, ledninger og dusjhoder. Temperaturen på spylevannet skal være minst 65 °C. Hver varmtvannsflushing skal ta ca. 5 minutter.

Det skal tas regelmessige prøver fra det første vannet som kommer ut av dusjhodene for kimtallsbestemmelse (NS-EN ISO 6222). Prøvene er tatt ca. 4-5 dager etter varmtvannsflushingen. Dersom vannprøver har høye kimtallsverdier, blir det iverksatt varmtvannsflusning av dusjanlegget innen få dager for å redusere risiko for *Legionella*-forekomst. Ny vannprøve for kimtallsbestemmelse blir tatt 4-5 dager etter denne flushingen.

Følgende problemer er knyttet til eksisterende rutiner:

1. Behandling bestående av varmtvannsflushing er forholdsvis energikrevende, noe som strider mot allment ønske om å redusere energibruk.
2. Varmtvannsflushing og prøvetaking slik dette utføres i dag, tar driftsmessig mye tid. I tillegg er det kostbart å få analysert alle kimtallsprøvene.
3. Det er uklart om behandlingen har betydelig risikohemmende effekt på forekomst av *Legionella* i kommunale dusjanlegg.
4. Varmtvannsflushing utgjør i seg selv en risiko for utførende personell. Det samme gjelder prøvetakingen.

### 1.3 Mål

Stavanger kommune har besluttet å iverksette en undersøkelse som deles inn i et forprosjekt og et hovedprosjekt.

Målet med forprosjektet er å identifisere de mest effektive, drifts-, helse- og miljøvennlige metoder for forebygging av *Legionella*-smitte i kommunale dusjanlegg. I hovedprosjektet vil vi teste ut de mest lovende metodene fra forprosjektet. På basis av dette vil vi gå inn for å anbefale en risikoreduserende metode som også er drifts-, helse og miljøvennlig.

For å nå målet i forprosjektet har vi gjort følgende:

1. Gjennomgang av veiledningen fra Folkehelseinstituttet (2008): "Forebygging av legionellasmitte-en veiledning" for å vurdere de anbefalinger som her er gitt
2. Litteraturstudium for å avdekke hvilke behandlingsmetoder som vurderes som mest formålstjenlige for reduksjon av smitterisiko
3. Søk i databasen IRC for å undersøke hvilke behandlingsmetoder for vann og rør som er tilgjengelige på det europeiske marked
4. Møter med tilbydere av ulike behandlingsmetoder rettet mot reduksjon av *Legionella*-smitte for bedre å kunne velge ut egnede metoder
5. Telefonintervju med relevante aktører innenfor *Legionella*-området som f. eks. Folkehelseinstituttet, laboratorier som utfører *Legionella*-tester, ansatte ved sykehus og kommuner og forskere som har studert *Legionella*-bakterier
6. Statistisk analyse av de foreliggende kimtallsdata samlet inn i løpet av 2007/2008. Vi har her f. eks. testet om det er signifikante forskjeller i kimtall mellom dusjanlegg i ulike typer kommunale bygg.
7. Innledende bakterielle tester av dusjanlegg i ulike bygg for bedre å kunne vurdere Folkehelseinstituttets anbefalinger om både varmebehandling og prøvetaking. Disse resultatene vil bare kort bli oppsummert i denne rapporten. En fullstendig beskrivelse vil bli gitt i rapport fra hovedprosjektet.

På bakgrunn av dette arbeidet vil vi anbefale en strategi for utprøving av ulike metodevarianter for reduksjon av smitterisiko.

## 2 Metode

### 2.1 Litteraturstudium

Den nye veiledningen om legionellose (Folkehelseinstituttet 2008) inngår i litteraturstudiet. Vurdering av veiledningen med hensyn til behandlingsmetoder for vannsystem presenteres i kap. 3.

Litteraturstudiet er basert på artikler fra flere elektroniske databaser (f. eks. Medline og ISI Web of Science). Vi benyttet ulike søkerord og kombinasjoner av slike. Vi har i tillegg lagt stor vekt på artikler publisert i boken ”*Legionella – State of the art 30 years after its recognition*” (Cianciotto et al. 2006). Denne boken er en samling av 131 artikler om ulike sider ved *Legionella* og resulterende sykdom. Flere av bokredaktørene og artikkelforfatterne er profilerte forskere innenfor feltet ”*Legionella*”. Vi fokuserer på litteratur relatert til metoder for vannsystembehandling. To av artiklene i boken er oversiktsartikler som går direkte på målet med dette prosjektet, dvs. å identifisere egnede behandlingsmåter for å unngå *Legionella*-smitte fra kommunale dusjanlegg.

Vi søkte på begrepet ”biofilm” i IRC-databasen. IRC Norge (Innovation Relay Centre of Norway) er et bindeledd mellom norske bedrifter og markeder i Europa. Søket får fram aktuelle teknologier relatert til biofilm.

### 2.2 Møter med tilbydere av behandlingskonsept

Stavanger kommune er kontaktet av tilbydere av ulike behandlingskonsept for rensing av vann og rør. Det ble avtalt møter med disse hver for seg hvor også representanter fra Stavanger kommune og IRIS var til stede.

### 2.3 Telefonintervju med myndigheter med flere

Telefonintervjuene var en mellomting mellom semistandardisert og ustandardisert intervju (Berg 2004). For hvert intervju hadde vi på forhånd temaene klare og også flere av spørsmålene. Samtidig ble det gitt rom for å ta opp tema og stille spørsmål som ikke var planlagt på forhånd. Vi stilte ofte ulike spørsmål til ulike informanter i og med at fokuset var ulikt fra person til person. F. eks. stilte vi ulike spørsmål til Folkehelseinstituttet sammenlignet med analyselaboratorier.

Vi oppgir ikke navnene til de personene vi har intervjuet da konfidensialitet er viktig i vitenskapelige undersøkelser. Vi har intervjuet representanter for Folkehelseinstituttet, sykehus som har hatt tilfeller av legionærssykdommen, kommuneansatte som kommer i



berøring med *Legionella*-problematikk gjennom sitt arbeid, laboratorier som utfører *Legionella*-tester og forskere. I noen tilfeller har vi intervjuet samme person flere ganger for å oppnå dypere innsikt i temaet.

## 2.4 Analyse av møte- og intervjudata

Dataanalyse består i å redusere datamengden slik at vi oppnår oversikt og kan trekke ut essensen. Her benytter vi en kodeteknikk som kalles ”Grounded theory” (Strauss og Corbin 1998). Denne analysemetoden gir mer pålitelige resultater enn hvis vi kun oppsummerer det som er sagt under intervjuene. Utgangspunktet er notater fra møter og intervju. Prinsippet er at vi setter stikkord på meningsbærende enheter i teksten, samler disse i felles begrep slik at vi til slutt sitter igjen med ett eller noen få begrep som utgjør essensen av det vi undersøker. Målet med intervju/møter i dette prosjektet var å få inn relevant informasjon i forhold til å redusere risiko for *Legionella*-smitte fra dusjanlegg.

## 2.5 Statistisk analyse av kimtall i ulike typer bygg

Vi benyttet her bakterielle kimtall fra vannprøver samlet inn av Stavanger kommune i 2007/2008 og analysert ved Eurofins as. Data fra skoler, barnehager, pleiehjem osv. var punchet inn i Excel-ark. I tillegg til kimtallsdata fikk vi informasjon om lokalitet og dato for prøvetaking. Dataene fra idrettsanleggene innholdt i tillegg tiltak hvis kimtallet oversteg 10 000 kolonidannende enheter (cfu)/ml. Kimtall etter tiltak var også notert.

Vi benyttet hovedsakelig variansanalyse (Analysis of Variance (ANOVA)) for å analysere dataene. Denne analysen gjør at vi finner ut om det er en eller flere lokaliteter som skiller seg fra de andre ved å ha ekstra høye eller lave kimtall i dusjvannet. Alle lokaliteter sammenlignes med alle. Den statistiske formelen som benyttes i analysen legger vekt på gjennomsnittlig kimtall for den enkelte lokalitet, variasjon i kimtall innen den enkelte lokalitet, variasjon i kimtall mellom lokalitetene og utvalgsstørrelsene. Vi benyttet programvaren SPSS (Statistical Package for Social Sciences).

## 2.6 Prøvetaking ved utvalgte lokaliteter

For å kunne si mer om hvilke behandlingsmåter som er mest aktuelle for å forbygge *Legionella*-smitte, har vi tatt vann- og biofilmprøver ved utvalgte lokaliteter. En annen grunn til er at vi trenger en 0-punktsanalyse før oppstart av uttesting av behandlingsmetoder.

For testing av *Legionella*-bakterier i vannprøver benytter vi standarden ”ISO 11731:1998(E) ”Water quality – Detection and enumeration of *Legionella*”. For bakterielt kimtall benytter vi standarden ISO 6222:1999(E) “Water quality — Enumeration of culturable microorganisms — Colony count by inoculation in a nutrient agar culture medium”.

## 3 Resultater

Resultatene fra litteraturstudiet presenteres delvis separat og delvis som en del av diskusjonen av f. eks. intervjuene. Deretter trekker vi en helhetlig konklusjon i forhold til hovedmålet med forprosjektet: Å identifisere de mest effektive, drifts-, helse- og miljøvennlige metoder for forebygging av *Legionella*-smitte i kommunale dusjanlegg. Videre opplegg er å teste ut de konseptene vi mener har mest for seg. Vi vil sammenligne disse konseptene med varmebehandling og fravær av behandling.

### 3.1 Evidens kontra synsing om *Legionella* i vannrør

Legionellose kan opptre epidemisk eller sporadisk. Både *Legionella pneumophila* og andre sykdomsframkallende *Legionella*-arter karakteriseres som opportunistisk patogene bakterier. Dette betyr at de vanligvis er harmløse, men at de i noen sammenhenger er sykdomsframkallende. Legionærsykdommen rammer primært mennesker med redusert immunitet (Folkehelseinstituttet 2008). Nedenfor redegjør vi for hva som er evidens-basert (vitenskapelig undersøkt) og hva som er udokumentert når det gjelder *Legionella* i vannrør.

#### 3.1.1 Hvor kommer *Legionella*-smitten fra?

Legionærsykdom overføres til mennesker via vann som inneholder patogene (sykdomsframkallende) *Legionella*-bakterier. Det hevdes at smitten skjer ved innpusting av små vannpartikler som inneholder *Legionella*-bakterier eller ved aspirasjon (overføring av fremmedelementer til luftveiene ved at f. eks. en sonde er forurenset med ikke-sterile vanndråper) (Kusnetsov et al. 2006). Stout (2006) stiller spørsmål ved om sykehusinfeksjoner med legionærsykdom virkelig skjer via aerosoler. I så fall, skriver Stout, bør dusjing av pasienter begrenses. Forfatteren har gått gjennom forskningslitteratur for å kunne vurdere hvorvidt det er evidens-basert at smitekilden ved sykehusinfeksjoner er dusjer. Hun fant ikke en sammenheng mellom dusjing og overføring av *Legionella*-smitte. Stout fant imidlertid et tilfelle hvor en pasient med sterkt redusert immunitet trolig var blitt smittet ved å drikke vanlig springvann.

Litteraturstudiet til Stout (2006) beskrevet i avsnittet ovenfor, gjelder sykehusinfeksjoner. Det er undersøkt om legionellose har ulike kjennetegn alt etter om pasienten er smittet ved eller utenfor sykehus (Pedro-Botet 2006). I studien inngikk 123 pasienter smittet ved sykehus og 197 smittet i samfunnet for øvrig. Forfatterne fant forskjeller med hensyn til pasientgruppene, f. eks. var pasientene som pådro seg *L. pneumophila* på sykehus i utgangspunktet helsemessig svakere enn dem som ble smittet utenfor sykehuset. De fant at 45 % av dem som ble smittet utenfor sykehuset, ikke hadde noen spesiell sykdom; de fleste av disse var imidlertid røykere/alkoholikere. Femten prosent av dem som ble smittet utenfor sykehuset var utenfor den definerte risikogruppen for å pådra seg *Legionella*. Vi oppfatter at konklusjonen fra dette studiet er litt uklar. Vår tolkning er at studiet bekrefter at legionærsykdom primært rammer mennesker med klart nedsatt immunitet, men at også mennesker som i alle fall tilsynelatende er utenfor risikogruppen, kan rammes. Det at mennesker utenfor

risikogruppen ikke ble funnet blant dem med sykehusinfeksjoner, er naturlig da pasienter ved sykehus i utgangspunktet er svekket. Vi ser det slik at dette studiet støtter hypotesen om at legionærsykdommen har samme kjennetegn enten den overføres i eller utenfor sykehus.

I den norske veiledningen (Folkehelseinstituttet 2008) beskrives tilfeller av legionærsykdommen hvor smittekildene trolig var private dusjer. I tillegg nevnes at 21 fotballspillere pådro seg Pontiac-feber etter å ha dusjet i et offentlig anlegg. Dette støtter hypotesen om at dusjer kan være en smittekilde.

### **Konklusjon**

Det er flere løse tråder når det gjelder konkrete smittekilder for legionellose. En grunn til dette er at *Legionella*-bakteriene er en naturlig forekommende bakterie i ferskvann og kan nå fram til oss via en rekke kontaktpunkter. I prinsippet kan de fleste av de vannkildene vi er kontakt med daglig, direkte eller indirekte, være en potensiell smittekilde. Bakteriestammer fra to ulike kilder kan også være tilnærmet identiske. En annen grunn til at smittekilden kan være vanskelig å identifisere, er at *Legionella*-bakterier er opportunistisk patogene. Dette betyr at selv om en rekke mennesker utsettes for samme smittebelastning, er det bare mennesker med redusert immunitet som er mottakelige for smitten. Det ville vært lettere å identifisere smittekilden hvis de fleste som hadde vært i berøring med en smittekilde hadde blitt syke.

### **3.1.2 Sammenheng mellom kimtall og *Legionella***

I forskningslitteraturen om forekomst, vekst og kontroll av *Legionella* kommer det klart fram at *Legionella* ofte inngår i biofilm i ulike vannrørsystemer. En biofilm er et samfunn av mikroorganismer som er kapslet inn i en selvlaget polymerstruktur som er festet til en overflate. Biofilmen beskytter mikroorganismene mot ugunstige forhold i omgivelsene. Tilstedeværelse av biofilm gjør at bakterier som ikke selv har evne til å feste seg direkte på f. eks. en røroverflate, kan feste seg til selve biofilmen. På denne måten blir biofilmen mer sammensatt og gjerne også mer robust. Bakterier som har vist seg å leve i samme biofilm som *L. pneumophila*, er *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae* og *Flavobacterium*-arter. Både *P. aeruginosa* og *K. pneumoniae* er opportunistisk patogene bakterier. *P. aeruginosa* er også multiresistent overfor antibiotika slik også *Legionella*-arter er (Wiik og Karlsen 1996, Wiik et al. 1997, Birteksöz et al. 2006). Det at det kan være flere opportunistisk patogene og samtidig multiresistente bakteriearter i biofilm i vannrør, gjør det viktig å redusere biofilmdannelse i ledningsnett. Multiresistens overfor antibiotika gjør at det kan bli vanskelig å behandle en evt. infeksjon.

Det hevdes jevnlig at totalt antall dyrkbare bakterier i vannprøver sier lite om *Legionella* er til stede eller ikke. Dette er en myte i følge Bentham (2006). Han skriver at det er en klar positiv samvariasjon mellom tilstedeværelse av *Legionella* og andre bakterier. I og med at *Legionella* opptrer sammen med andre bakterier og amøber i biofilm, er det rimelig å anta at også konsentrasjonen av de andre bakteriene øker når biofilm løsner fra overflatene. Bentham (2006) henviser til et studium som påviste samvariasjon mellom kimtall og *Legionella*-forekomst i spa-bad. Vi tolker også resultatene til Ohata et al.(2006) slik at det er klar samvariasjon mellom kimtall og

*Legionella*-konsentrasjon i japanske, offentlige badehus. Det har imidlertid også vært gjort undersøkelser hvor samvariasjon ikke har blitt påvist (Bentham 2006). Dette gjaldt kjøletårn.

Mulige forklaringer på manglende samvariasjon mellom totalt bakterielt kimtall og *Legionella*-konsentrasjon kan være at temperaturen enten er for lav for omfattende *Legionella*-vekst eller at temperaturen er så høy at den favoriserer *Legionella*-vekst. *Legionella* er kjent for å vokse mellom 20 og 50 °C. Uklarheten henger også trolig sammen med at *L. pneumophila* trolig formerer seg best inne i amøbeceller både under naturlige forhold og i rørsystemer (Declerck et al. 2006, Kuiper et al. 2004, Steinert et al. 2006). Amøbene beskytter *Legionella* mot ugunstige omgivelser og gjør at *Legionella* lettere etablerer seg på nye overflater. Det at *Legionella* tidvis er inne i og tidvis utenfor amøbeceller kan forklare varierende samvariasjon mellom totalt, bakterielt kimtall og *Legionella*-forekomst.

Vår oppfatning er at mye tyder på at det ofte er positiv samvariasjon mellom totalt bakterielt kimtall i vannprøver og *Legionella*-forekomst. Våre foreløpige resultat fra prøvetaking fra kommunale dusjanlegg tyder på at det er en positiv sammenheng mellom totalt generelt kimtall og forekomst av *Legionella*.

### 3.1.3 Dose – Respons

*Legionella*-bakterier inngår i biofilm i vannrørsystemene. Dette betyr at *Legionella*-konsentrasjonene fra tappestedene vil variere avhengig av hvorvidt biofilm løsner fra overflater i rør og dusjhoder. I tillegg vil bakteriekonsentrasjonene i dusjvann avhenge av om prøven er fra det første vannet som kommer ut av dusjhodet eller fra vann som har rent en stund. Derfor vil konsentrasjon av både *Legionella*-bakterier og andre bakterier variere over tid fra ett og samme tappested. Selv om vi visste hvilket tappested som var smittekilde, vil vi ikke kunne si hvilken *Legionella*-dose den eller de aktuelle personene fikk i seg.

Europeiske veiledninger har foreslått at tiltak skal settes i verk når *Legionella*-konsentrasjonen overstiger 1000 cfu/l (Boccia et al. 2006). En italiensk veiledning setter grensen ved 10 000 cfu/l. I vårt forprosjekt påviste vi *Legionella* i noen få sykehjemsdusjer. Vi påviste også *Legionella* i én vanlig tappekran ved ett av sykehjemmene. Konsentrasjonene i våre positive prøver lå på 100 – 400 cfu/l, altså lavere enn grenseverdiene for tiltak nevnt ovenfor. I de dusjene/kranen vi påviste *Legionella*, var det konsekvent høye generelle kimtall, dvs. mellom 28 000 og 85 000 cfu/ml. Den nye legionellose-veiledningen (Folkehelseinstituttet 2008) angir ikke grenseverdi for akseptabel *Legionella*-konsentrasjon. Det skal legges vekt på andel positive prøvelokaliteter og om en lokalitet er *Legionella*-positiv ved gjentatte prøvetakinger. Dette er i overensstemmelse med konklusjonen til Boccia et al. (2006) som skriver at det ikke kan bestemmes et trygt konsentrasjonsnivå når det gjelder *L. pneumophila*. De mener at den beste indikatoren er prosent positive lokalisasjoner i bygget. Boccia et al. (2006) baserer sin konklusjon på en 4 årig overvåkningsundersøkelse ved et sykehus for å kontrollere *Legionella*-infeksjoner.

Det er gjort forsøk med marsvin for å lage en dose-responsmodell (Armstrong og Haas 2006). I henhold til deres modell vil en dose på 6200 cfu (colony forming units) av *L. pneumophila* serogruppe 1 føre til at 50 % av marsvinene dør. Ved en dose på 92 cfu vil 1 % av marsvinene dø i henhold til modellen. Det er lite trolig at disse resultatene kan overføres til mennesker. Mye tyder på at styrken på vår immunitet betyr mer enn *Legionella*-dosen. Denne slutningen henger logisk sammen med at *L. pneumophila* er en opportunistisk patogen bakterie, dvs. at immunitetsstyrken til den smittede personen bestemmer om bakterien forårsaker sykdom eller ikke. Dette betyr at det er et samspill mellom dose og immunitetsstyrke som gjør det vanskelig å bestemme kritisk dose. Vår konklusjon er at det trolig ikke er mulig å fastlegge en minste *Legionella*-dose som kreves for å gi sykdom hos mennesker.

### 3.1.4 Hva vet vi om effektiviteten av metoder for vannsystembehandling?

Den nye veiledningen for forebygging av *Legionella*-smitte (Folkehelseinstituttet 2008) gir en omfattende beskrivelse av mulige behandlingsmåter av vann og rør for å redusere smitterisiko. Samtidig mener vi at veiledningen er lite konklusiv på hvilke behandlingsmetoder som er mest egnet til å forebygge *Legionella*-smitte. Behandling med varmt vann anbefales, men det gis ikke en faktabasert argumentasjon for at dette virker. Dette er en metode som også anbefales i veiledninger gitt ut i andre land (Stout 2006). I følge Kusnetsov et al. (2003) viste det seg at ved utgangstemperaturer på over 60 °C, bestod biofilmen i perifere deler av ledningsnett.

#### Sammenligning av behandlingsmetoder

Ricci et al. (2006) undersøkte effektiviteten av vedvarende behandling med sølvioner og hydrogen peroksid i vannledningsnett ved to sykehjem. Tilsetningskonsentrasjonene var 10 mg/l av hydrogenperoksyd og 10 µg/l av sølvioner. Ved det ene sykehjemmet ble prosessen startet ved å sjokkbehandle med 1,5 g hydrogenperoksyd og 1,5 mg sølvioner pr. l i 6 timer. Det ble ikke foretatt initiell sjokkbehandling ved det andre sykehjemmet. Det ble valgt ut 4 prøvetakingssteder pr. sykehjem og prøver ble tatt månedlig. Før behandling lå konsentrasjonene av *L. pneumophila* rundt  $10^4$  -  $10^5$  cfu/l. Så snart behandlingen startet gikk konsentrasjonen ned til under  $10^3$  cfu/l. I løpet av de 6 månedene forsøket varte, gikk konsentrasjonene av *L. pneumophila* ytterligere ned, spesielt ved det sykehjemmet som ikke hadde fått sjokkbehandling. Her lå konsentrasjonene mellom 10 og 100 cfu/l. Generelt kimtall beskrives som svært lavt under forsøket, dvs. det lå under 90 cfu/ml ved både 22 og 36 °C som dyrkningstemperaturer. Forfatterne konkluderer med at kombinasjonen sølvioner og hydrogenperoksyd er enkel å drifte, at den er forholdsvis rimelig og at den er lovende. De poengterer at langtidsoppfølging er nødvendig for å bekrefte virkningen.

En undersøkelse beskrevet av Schousboe et al. (2006) konkluderer med at en kombinasjon av flere behandlingsmåter vil bidra til kontroll av *Legionella*-vekst. En slik kombinasjon kan ifølge forfatterne bestå av vedvarende varmebehandling, fjerning av rørstusser, sjokklorinering og rutinemessig overvåking.

Reichart et al. (2006) gjorde et litteraturstudium for å finne ut hvilke desinfeksjonsmetoder som best hindrer at pasienter legionærsykdommen i form av sykehusinfeksjoner. De fokuserte på sykehusenes vannledningsystem. De hentet

litteratur fra bøker, databaser, internasjonale veiledninger, informasjon fra bedrifter m.m. De gikk kun videre med forskningsartikler fra anerkjente tidsskrift. Litteratursøket resulterte i 970 titler. Etter å ha gått gjennom titler, sammendrag og utvalgte publikasjoner i full tekst, satt de igjen med 45 studier over desinfeksjon i vannledninger i sykehus. De gjennomgatte publikasjonene inneholdt til sammen 9 ulike metoder, dvs. sjokklorinering, tekniske tiltak, sjokk-varmebehandling, vedvarende klorinering, vedvarende varmebehandling (>55 °C), behandling med kobber- og sølvioner, UV-lys, klordioksid og filtrering. Behandlingsmetodene er listet opp i forhold til antall utprøvinger, dvs. sjokklorinering med 8 tilfeller og filtrering med kun ett tilfelle. Kvaliteten på studiene varierte meget. Alle forfatterne rapporterte nedgang i antall sykehusinfeksjoner med *Legionella* som følge av behandlingen. Reichart et al. (2006) påpeker at de ulike studiene var gjort under så forskjellige forhold at det var vanskelig å si hva som fungerte best. Ett av forsøkene viste at UV-lys fungerte veldig bra. Her var imidlertid vannrørene helt nye. Under slike forhold ville trolig de fleste metodene fungert bra. Konklusjonen fra dette omfattende litteraturstudiet er at behandlingsmetodene var testet under ulike forhold og at kvaliteten på forsøkene er meget varierende. Dette gjorde at det ikke kunne konkluderes med at en metode var bedre enn en annen. Forfatterne mener at ved utbrudd, er både tekniske tiltak og en kombinasjon av flere metoder nødvendig for å redusere videre risiko. Når et anlegg i utgangspunktet er teknisk i god stand, mener Reichart et al. at det vil være tilstrekkelig å holde seg til en enkelt metode, f. eks. varmebehandling (>55 °C ved tappestedene) eller sølv- og kobberionbehandling for å forhindre legionærsykdom.

Det er gjort flere litteraturstudier med formål å identifisere behandlingsmåter. Til sammen indikerer disse at oksidative forbindelser som klor, klordioksid og kloramin er mest effektive mot *Legionella* (Kim et al. 2002, Loret et al. 2005, Thomas et al. 2004). Behandling med sølv- og kobberioner prøves ut i Norge i disse dager. Vi finner ikke forskningsresultater som tyder på at denne behandlingsmåten er bedre enn andre. Helse- og miljøeffekter ved behandlingen er ikke klarlagt (Cachafeiro et al. 2007).

### **Blandebatteri/-ventil, temperatur og vannbevegelse**

Bruk av termostatstyrte blandeventiler er diskutert i forbindelse med *Legionella*-problematikk (Hayes 2006). Etter at kaldt og varmt vann er blandet i ventilen, vil vanntemperaturen, f. eks. vanlig dusjetemperatur, være godt egnet for vekst av *Legionella*. Hayes mener at mikroporefilter nært tappested er effektivt for å redusere bakterieinnholdet i f. eks. dusjvann. Samtidig skriver forfatteren at ulempen med mikroporefilter er at de bør skiftes minst to ganger i måneden for å unngå tetting. Begrepet "blandebatteri" brukes gjerne når blandingen foregår i den enkelte dusj og "blandeventil" når det er en felles blandeinstallasjon for flere dusjer. Angående blandebatteri kontra blandeventil, har vi selv gjort en statistisk analyse av kommunens kintallsdata som viser at det generelt er lavere kintall i dusjanlegg med blandeventil enn med blandebatterier. Blandeventil gir mer bevegelse i vannet, dvs. bruk av en bestemt dusj gir samtidig strømming i vannet i nærheten av de andre dusjene. Våre egne resultat indikerer at bevegelse i vannet gir redusert risiko for *Legionella* og at dette er viktigere enn å utføre månedlig varmtvannsflushing. Vårt resultat støttes av Mampel et al. (2006) som også fant at *L. pneumophila* forhindres i å etablere seg i form av biofilm ved bevegelse i væsken. Konklusjonen ser ut til å være at vannbevegelse er viktigere

enn varmtvannsbehandling når vi skal hemme at *Legionella* etablerer seg i form av biofilm.

Søket i IRC-databasen på søkeordet "biofilm" gav en rekke treff relatert til *Legionella*. Søket gav lite ny informasjon om hvilke behandlingsmåter som finnes med hensyn til *Legionella*. Det eneste nye var et tilbud av dusjhåndtak med spyleboks (Kaverillekin 2008). Konseptet går ut på å sette dusjhodet i en boks slik at det første vannet som kommer ut av dusjhodet går rett ned i sluket. Dette fører til at personen som dusjer ikke kommer i kontakt med det første vannet som kommer ut av dusjen. Tenkemåten bak dette konseptet er i overensstemmelse med egne resultat som viser at bakterietallene bare er høye i det vannet som står i dusjhodet og i det første vannet som kommer ut av dusjen.

### **Anbefalinger i veiledninger – ikke alltid evidensbasert**

I veiledninger anbefales det ofte å rense dusjhoder månedlig med klor. Kusnetsov et al. (2003) gjorde et forsøk hvor dusjhodene ble månedlig åpnet, skrubbet og klorinert (1,0 mg klor/l). Resultatet var at dette ikke reduserte *Legionella*-konsentrasjonene i dusjvannet.

Det anbefales i flere veiledninger å fjerne blindrør som ikke er i bruk. I følge Stout (2006) er det ikke bekreftet at dette har innvirkning på *Legionella*-konsentrasjonen i vannet. Stout refererer til to studier hvor de ikke fant noen effekt av å fjerne blindrør.

Selv om anbefalingene i *Legionella*-veiledninger ikke alltid er evidens-baserte, kan de likevel være faglig logiske. For eksempel er det faglig grunnlag for å si at blindrør utgjør en kilde til økt bakteriekonsentrasjon i det øvrige ledningsnett. Dette fordi vannbehandlingsmetodene ikke "når inn" i blindrørene. Disse rørene vil da fungere som en kontinuerlig bakteriekilde. Også *Legionella*-bakterier vil trolig overleve i slike blindrør. Vi har tatt bakterieprøver fra blindrør ved Vågedalen sykehjem. Det ene blindrøret bestod av en dusj i et tilfluktsrom som aldri var brukt, dvs. den hadde stått ubrukt i flere år. Vannet var her brunt og bakteriekonsentrasjonen var høyere enn 200 000 cfu/ml.

### **Konklusjon**

Det hersker uklarhet om hva som er den beste behandlingen for kontroll av *Legionella*-vekst. Prosedyrer som anbefales i veiledninger er følge Stout (2006) ikke evidens-baserte. En av grunnene til dette er at det er komplisert å teste og sammenligne ulike behandlingsmåter under naturlige forhold. Det er vanskelig å kontrollere alle de parametrene som er til stede i et naturlig ledningssystem. Det at *Legionella* kan foreligge på flere måter (f. eks. i og utenfor amøber og i og utenfor biofilm), gjør det vanskelig å bestemme forekomst og konsentrasjon av bakterien. Sammenligninger mellom ulike behandlingsformer er utfordrende fordi det ene rørsystemet ikke er helt likt det andre. Derfor kan påviste forskjeller lett skyldes noe annet enn selve behandlingsmåten. Andre årsaker er at forsøkene varer for kort tid. Prøvetakingen kan f. eks. bli avsluttet kort tid etter at behandlingen er startet. I følge Stout (2006) kan dette skyldes at interessenter har en mistanke om at behandlingsopplegget ikke fungerer etter hensikten, og at de derfor ikke tar sjansen på grundig testing.

Det at resultatene er så usikre med hensyn til hvilke metoder som virker best, kan også skyldes at verken kjemikalier, UV-stråling, varmtvannsbehandling eller ultrafiltrering er den rette veien å gå. Det er kjent at biofilm både med og uten *Legionella* helst utvikler seg når vannet er stillestående. Foreløpige resultat fra vårt prosjekt tyder på at det dreier seg om å oppnå sirkulasjon i hele ledningsnett og at det ikke blir stående vann i selve dusjhodet. Både statistisk analyse av kommunens kintallsdata og egne prøveresultat peker i denne retning.

### 3.2 Bruk av den nye veiledningen for å redusere smitterisiko

Vår konklusjon er at den nye veiledningen gir god informasjon om legionellose og mulige behandlingsformer av vannsystem. Samtidig mener vi at veiledningen er uklar på hvilke behandlingsmetoder som er mest hensiktsmessige for *Legionella*-kontroll. Vår oppfatning er at ekspertenes usikkerhet, smitter over på brukerne. De blir usikre med hensyn til om det de gjør har noen hensikt. Usikkerheten i forhold til behandlingsmetoder, er i overensstemmelse med forskningsresultatene presentert i kap. 3.1. Stout (2006) påpeker at legionelloseveiledninger i flere land gir anbefalinger som ikke er vitenskapelig dokumentert.

For en mikrobiolog gir den nye veiledningen en tilstrekkelig beskrivelse av hvordan å ta og behandle vann- og biofilmprøver. Vi opplever at veiledningen ikke er tilstrekkelig nøyaktig om prøvene skal tas av ikke-faglig personell. Dette gjelder spesielt hvordan å unngå at utilsiktede mikroorganismer forurenses prøven. Det er også viktig at prøven oppbevares kjølig før utplating på agarskåler. Vi kjenner til at prøver er oppbevart i bil i flere timer uten kjøling før utplating på skåler. Vi testet ut effekten av dette, og fant at kintallet konsekvent lå høyere når prøvene ble oppvart noen timer ved romtemperatur før utplating. Korrekt prøvetaking og påvisningsmetodikk er av sentral betydning i strategien for å redusere smitterisikoen. Dette fordi vi ennå ikke vet hvordan vi best skal unngå *Legionella*-smitte i anleggene, noe som gjør at vi er avhengige av prøvetaking og -behandling for å få informasjon om tilstanden. Det er viktig at dette gjøres til et sentralt poeng i veiledningen..

Den norske veiledningen for forebygging av *Legionella*-smitte (Folkehelseinstituttet 2008) er i stor grad likt oppbygd og har samme innhold som den europeiske veiledningen av 2005 for kontroll og unngåelse av *Legionella*-smitte under reising.

### 3.3 Møter med tilbydere av behandlingskonsept

Følgende konsepter ble presentert i løpet av våren 2008:

- Aquanors Ultrafiltrering + grovfilter
- ENWA sitt Ultrafiltreringskonsept (BIN-X)
- Aquanors konsept for behandling av vann ved UV-lys
- Epsco sin engangsrensing: Suksessiv flushing med hydrogenperoksid, syre og lut. Dette skal gi rene rør og representerer en form for sjokkbehandling, dvs. kjemikaliene benyttes ikke kontinuerlig, men f. eks. én gang pr. år.
- Grander-teknologi, teknologi og virkemåte var uklar for oss.



- Aquanoa sitt konsept bestående av behandling med kobber- og sølvioner ved installasjon av elektrolyseapparat. Anbefalte konsentrasjoner er her 30 µg sølvioner (Ag<sup>+</sup>) og 300 µg kobberioner (Cu<sup>2+</sup>) pr. liter vann.

Ved en installasjon i Norge ble det nylig benyttet 40 µg sølv- og 400 µg kobberioner pr. liter vann fordi risikoen for *Legionella*-infeksjon ble vurdert som forholdsvis høy. Vi vil bruke vannforbruket i Hundvåg bydel i Stavanger som eksempel på hvilke mengder sølv- og kobberioner det dreier seg om. I 2007 ble det brukt 12 000 m<sup>3</sup> vann i denne bydelen. Om sølv- og kobberioner i konsentrasjoner på henholdsvis 30 og 300 µg/l skulle vært tilsatt dette vannet, ville dette ha tilsvart 360 g sølvioner og 3,6 kg kobberioner. Miljø- og helsekonsekvenser av en slik tilsetning og tilsvarende utslipp er ikke kjent.

Presentasjonene bar preg av at produktene i begrenset grad var vitenskapelig testet med hensyn til bakterier generelt og *Legionella* spesielt. Dette er i overensstemmelse med påstandene til Stout (2006). Som et eksempel på mangelfull vitenskapelighet vil vi nevne en telefonsamtale med et firma som driver med vannbehandling. Vår hensikt var å få informasjon om sammenheng mellom dusjhodetype (design og material) og biofilmdannelse. Representanten for firmaet informerte om at han ikke hadde fagkunnskap om dusjhoder, men uttrykte klart at varmebehandling var svaret på *Legionella*-problematikken. Dette er et eksempel på sterke meninger uten at det foreligger vitenskapelig dokumentasjon. Slike sterkt uttalte meninger kan føre til mytedannelse.

Generelt forstod vi det slik at tilbyderen av ett produkt hadde lite kjennskap til eller var negativt innstilt til andres produkter. Her var det imidlertid unntak, dvs. to av tilbyderne hadde et forholdsvis nyansert og godt kjennskap til tilbudet av andres behandlingskonsepter.

Begrenset vitenskapelig dokumentasjon av produktene og salgspregede presentasjoner gjorde at vi ikke uten videre kunne vurdere egnetheten av produktene. Etter møte/samtale med tilbyderne har vi søkt ytterligere informasjon om konseptene og de aktive ingrediensene i disse. Møtene og oppfølgende undersøkelser bidro til at vi har valgt å teste ut både ENWA og Aquanor sine filterkonsept, Epsco sitt konsept for rensing av rør og evt. Grander-teknologien. Det gis ulike signal når det gjelder effekt av membranfiltrering. I flere av de artiklene vi har lest, skrives det at filtre med små porestørrelser fort går tett. Dette indikerer at de er lite driftsvennlige. De filtertilbyderne vi hadde møte med, avviste denne kritikken. Dette til tross for at porestørrelsen i deres filtre er på ca. 0,03 µm, dvs. mindre enn størrelsen på de bakterier vi kjenner til. Vi har valgt å prøve ut to typer membranfiltre og ett grovfilter i hovedprosjektet. Vi vil også teste ut om sjokkreising, anslagsvis én gang i året har en vesentlig risikoreduserende effekt. Vi vil ikke prøve ut kobber- og sølvbehandling fordi vi opplever at eventuelle bivirkninger for helse og miljø er uklare og fordi konseptet blir prøvd ut andre steder i Norge. Dessuten vet vi i utgangspunktet at kombinasjonen av kobber- og sølvioner har en desinfiserende effekt. Vi vil heller ikke prøve ut behandling med UV-lys da dette vurderes som driftskrevende når en ser offentlige anlegg under ett. Et annet poeng er at UV-lys kun dreper mikroorganismene som belyses der og da. Organisk materiale forsvinner ikke og kan bidra som næring til biofilm. Det er mulig å kombinere UV-

lamper og filter. Etter vår mening vil dette være å ”skyte spurv med kanon” i de fleste offentlige anlegg.

Vi vil kommentere at tilbyderne stort sett ikke hadde miljørelaterte betenkeligheter i forhold til eget produkt. Det ble i noen grad uttrykt slike betenkeligheter til andres produkter, spesielt de som inneholder kjemikalier.

### 3.4 Telefonintervju med myndigheter med flere

Vi intervjuet representanter for Folkehelseinstituttet, forskningsmiljø, sykehus berørt av legionærsykdom, kommuner, interkommunale vann- og avløpsselskap og Statens forurensningstilsyn (SFT). Hovedtema for intervjuene var behandlingsmetoder for å redusere risiko for *Legionella*-smitte i kommunale dusjanlegg.

#### 3.4.1 Hva ble anbefalt med hensyn til vann- og rørbehandling?

Til sammen listet intervjuobjektene opp de fleste vann- og rørbehandlingsmetodene vi kjenner til. Intervjuobjektene uttrykte usikkerhet med hensyn til hvilke behandlingsmetoder som samtidig er godt egnet for *Legionella*-kontroll, drifts-, helse- og miljøvennlighet og økonomi.

Følgende behandlingsmåter ble nevnt i intervjuene:

- Behandling med klordioksid og andre klorforbindelser, både vedvarende behandling og sjokkbehandling
- Behandling med varmt vann, her ble temperatur og hyppighet ofte nevnt. I forbindelse med varmtvannsbehandling ble rengjøring av dusjhoder ved bruk av klor nevnt.
- Vannbehandling ved tilsetning av en blanding av kopper- og sølvioner
- Filtrering

Det at så mange metoder ble trukket fram, indikerer i seg selv usikkerhet med hensyn til hva som virker mest hensiktsmessig.

I intervjuene ble også problemet om identifikasjon av smittekilde tatt opp. Ett av intervjuobjektene uttrykte skepsis til at den smittekilden som ble utpekt ved et av de større norske utbruddene, virkelig var riktig. Vedkommendes hypotese var at det sterke mediepresset førte til at det ble viktigere å utpeke en smittekilde enn å finne den riktige smittekilden. Mediepresset som drivkraft til hurtig utpeking av smittekilde, oppgis også av Stout (2006) som en feilkilde ved identifikasjon av smittekilde.

Kommunalt ansatte som jobber med varmtvannsbehandling, uttrykker at de har lite tro på at dette virker etter hensikten. De uttrykte at prosedyrene med varmtvannsflushing og prøvetaking oppleves som demotiverende i jobben. Vi er fortalt at vannprøver er blitt tatt fra dusjvann som har rent en liten stund for å unngå høye kimtall. Dette gjør at personellet slipper å foreta ekstra flushinger og tilhørende prøvetakinger. Et annet ”tiltak” vi er fortalt om, er at renholdspersonellet i noen bygg har fått beskjed om å

trykke på dusjene for å oppnå at kimtallene holder seg lave. Vi kjenner ikke til omfanget av disse feilkildene når det gjelder prøvetakingen.

Intervju med ansatte ved sykehus og kommuner fortalte at behandling med kobber- og sølvioner testes ut i disse dager. I ett av disse tilfellene var *L. pneumophila* serogruppe 1 påvist i flere prøver. Konsentrasjonen varierte fra 100 til 16 300 cfu/l. Vi er ikke kjent med hvilken analysemetode som er brukt for påvisning av *L. pneumophila* serogruppe 1. I starten av uttestingsperioden ble det observert et gråaktig belegg i toalettskålene. Dette ble forklart med løsning av biofilm fra rørsystemet i første fase av behandlingen. Vi ble informert om at det firmaet som selger konseptet, også tar vannprøvene. Etter vår mening burde dette gjøres av en uavhengig tredjepart.

Folkehelseinstituttet opplyste om at de holder på med forsøk for å teste ut effekt av rørmateriale på biofilmdannelse.

Laboratorier som utfører *Legionella*-tester uttrykte at det er usikkerhet beheftet med identifisering av bakterien. Vekst av bakterier på BCYE-medium (selektivt medium for *Legionella*) er ikke ensbetydende med at disse bakteriene faktisk er *Legionella*. Det trengs ytterligere bekreftende testing. Både laboratorier og forskere uttrykte at PCR (polymerase chain reaction) er på sin plass for å oppnå bekreftelse på tilstedeværelse av *L. pneumophila* serogruppe 1. Samtidig kom det fram at heller ikke denne metoden er entydig. Oppsummert indikerte laboratoriene at det er en del usikkerhet forbundet med påvisningen av *Legionella*.

Vår oppfatning var at Folkehelseinstituttet har en åpen innstilling og er interessert i forskning for å finne fram til effektive, sikre og driftsvennlige behandlingsmåter. Vi oppfattet det slik at også Folkehelseinstituttet er usikre på hvordan å redusere *Legionella*-risiko på en hensiktsmessig måte.

Vår konklusjon er at de intervjuede instanser er usikre på hvilke metoder som er best egnet til å forhindre *Legionella*-smitte. Selv om vi vet at *Legionella* ofte lever inne i amøbeceller, var det ingen av de intervjuede som fokuserte på amøbene. Amøber er større enn bakterier; de minste amøbene er i størrelsesorden 10 µm og de største nærmere én cm. Det å installere grovfilter som stopper amøber kan være et godt tiltak. Cirillo (1994) fant at *L. pneumophila* infiserer menneskelige celler 10 – 100 ganger lettere når bakteriene kommer direkte fra en amøbecelle enn når de er dyrket på agar.

### 3.5 Uønskede effekter av *Legionella*-hemmende behandling

Vi oppfatter at verken veiledning, forskningslitteratur eller intervjuobjektene i vesentlig grad trekker fram at behandling for å hindre *Legionella*-vekst evt. kan gi helse- og miljøskader. Heller ikke driftsvennlighet og økonomi står i fokus. Noen av tilbydere av vannbehandlingskonsepter utgjorde her et unntak. De redegjorde for at produktene var helse-, miljø-, driftsvennlige og økonomisk gunstige.

Det er bl. a. mangelfull refleksjon rundt bruk av tungmetallene kobber- og sølvioner. Sølv- og kobberioner beskrives som miljøgifter i den nye veilederen for forebygging av *Legionella*-smitte. Det er kjent av sølv- og kobberioner har en bakteriedrepende effekt. Sølv ble f. eks. brukt som bakteriedreper innen medisin før antibiotika ble oppdaget. Et

mulig helseproblem ved f. eks. å drikke vann med sølvioner kan være at tarmfloraen vår påvirkes. Et mulig problem ved dusjing kan være at vår hudflora påvirkes på en uønsket måte. Pelkonen et al. (2003) gjorde forsøk med mus som indikerer at inntak av sølvioner kan redusere rask motorisk respons.

Vi kontaktet SFT for å klargjøre hvilke regler som gjelder i Norge vedrørende bruk og utslipp av sølv- og kobberioner. De henviste oss til IVAR (Interkommunalt vann-, avløps- og renovasjonsverk). IVAR gav oss følgende informasjon angående tilsats av kobber- og sølvioner til drikkevann:

- Sølv: Utdrag fra WHO, 2006. Guidelines for Drinking-Water Quality: "Det foreligger ikke adekvate data som basis for å foreslå helsebaserte grenseverdier i drikkevann."
- Sølv: Den norske drikkevannsforskriften av 1. februar 1995 (gjelder vann i ledningsnettet): Grenseverdi (største tillatte konsentrasjon): 10 µg/l. I senere reviderte utgaver er det ikke oppgitt grenseverdier for sølv.
- Kobber: Den norske drikkevannsforskriften av 25. februar 2004 (gjeldende revisjon): Grenseverdier:
  - Ut fra behandlingsanlegg: 0,1 mg/l
  - Hos abonnent: 1,0 mg/l

Kobber- og sølvioner er ikke godkjent som tilsetningsmiddel til drikkevann i Norge.

IVAR oppgir at de ikke ønsker at det benyttes lokale behandlingsmetoder for å modifisere vannkvaliteten i den enkelte bygning eller husstand. Et større antall lokale vannbehandlingsenheter vil i praksis være vanskelige å kontrollere og trolig også å følge opp. Dette vil øke sannsynligheten for doseringer som gir konsentrasjoner utenfor oppgitte områder. IVAR spesifiserer også at selv om grenseverdi for sølv ikke er fastlagt, er det viktig å være føre-var i forhold til uheldige helseeffekter. Mennesker varierer med hensyn til følsomhet overfor tungmetaller, f. eks. som funksjon av medikamentbruk. IVAR oppgir videre at de er opptatt av biofilm i fordelingsnettet. F. eks. er det på Langevannverket i Gjesdal kommune klargjort et vannbehandlingsanlegg for kloraminering. Bruk av kloramin vil kunne hemme biofilmdannelse mer enn klor på det perifere fordelingsnettet fordi kloramin ikke brytes så raskt ned som klor.

Vi savner en systematisk gjennomgang av hvilke behandlingsmåter som er driftsmessig og økonomisk gunstige. Dette gjelder ikke bare biocider, men også dagens varmtvannsflushing. F. eks. tilkjennega flere i Stavanger kommune at den varmtvannsflushingen og prøvetakingen de har holdt på med i over ett år, er svært krevende mannskapsmessig. Dessuten er kimtallsanalysene i det omfang det har vært praktisert, forholdsvis kostnadskrevede.

Vi savner et klarere bivirkningsperspektiv med tanke på helse og miljø både i veiledningen og i internasjonal litteratur som omhandler *Legionella*.

### 3.6 Statistiske analyser av kimtallsprøver

Dataene bestod av kimtallene samlet inn i regi av Stavanger kommune. Analyse av kimtallsprøver (ca. 4200) tatt fram til nå i 2008, viste at to ulike byggtypen skilte seg ut med hensyn til kimtall, nemlig barnehager og pleiehjem. Gjennomsnittlig kimtall i barnehagene (880 cfu/ml) var signifikant lavere enn i pleiehjemmene (2800 cfu/ml). Forklaringen til driftsansvarlig i Stavanger kommune var at dette er rimelig i og med at dusjene i barnehagene blir brukt hyppigere enn dusjene ved pleiehjem. Dette indikerer at dusjhyppighet kan ha signifikant innvirkning på risiko for *Legionella*-smitte. Det anbefales å følge opp dette foreløpige resultatet i hovedprosjektet.

Videre testet vi om kimtallene i de ulike idrettshallene skilte seg signifikant fra hverandre. De undersøkte idrettshallene delte seg i to undergrupper med hensyn til kimtall (Tab. 1, neste side). Gautesetehallen, Stavanger idrettshall, Kvalaberg garderobe og Kvernevikhallen har lavest kimtall i den gruppen som kom best ut, mens Midjord garderobeanlegg, Lassa garderobeanlegg, Vaulenbanen og Tastahallen var de verste i den gruppen som kom dårligst ut. Spørsmålet er hva som skiller disse to gruppene. I henhold til Espen Svendsen (Stavanger kommune) er det her et klart mønster at de beste dusjanleggene har blandeventil (felles for flere dusjer), mens de anleggene som kommer dårligst ut, har blandebatteri i hver enkelt dusj. I de anleggene som har blandeventil er det også installert sirkulasjonssløyfe for å sikre stabil temperatur også i perioder hvor dusjene brukes sjelden. En tilleggseffekt ved sirkulasjonssløyfene er at vannet beveger seg mer. De påviste forskjellene henger trolig også sammen med ulik bruksfrekvens av dusjer og ulik utforming av dusjhoder/-slanger.

Tabell 1. Oversikt over gjennomsnittlig kimtall i vannprøver tatt i 2007/til nå i 2008. Prøvene er tatt fra dusjer i kommunale idrettsanlegg. "N" betegner antall kimtallsprøver tatt fra det enkelte anlegg i løpet av perioden. "GRUPPE" betegner de to grupperingene som kommer fram ved statistisk analyse. Tabellen er et resultat av en statistisk test som benevnes Scheffe (inngår som en del av variansanalysen). Analysen viser at idrettsanleggene fordeler seg på to grupper på basis av kimtallsanalysene. Tallene under GRUPPE 1 og 2 er gjennomsnittlig kimtall (cfu/ml) ved de aktuelle lokalitetene i prøvetakingsperioden (avrundet til nærmeste 10-er).

Lokalitet	N	GRUPPE	
		1 (cfu/ml)	2 (cfu/ml)
Gautesetehallen	96	50	
Stavanger idrettshall	168	50	
Kvalaberg garderobe	48	90	
Kvernevikhallen	144	90	
Tastarustå idrettshall	145	180	
Tastavarden fjellhall	104	220	
SIF garderobeanlegg	92	380	
Hetlandshallen	145	450	
Stavanger svømmehall	35	540	
Stavanger svømmestadion	46	550	
Garderobe Kvernevik ring	49	600	
Storhaughallen	158	750	
Hinna garderobeanlegg	34	1030	
Stemmen garderobeanlegg	49	1030	
Sunde/Kvernevik garderobeanlegg	23	1360	
Vardeneset garderobeanlegg	100	1510	
Knudamyrå garderobeanlegg	32	1780	
Hundvåghallen	206	2110	
Stavanger stadion	108	2230	
Tasta idrettshall	331		3690
Madlabanen	49		3850
Lassa garderobeanlegg	104		4640
Vaulenbanen	55		6490
Midjord garderobeanlegg	35		10770

I kap. 3.4.1 beskrev vi at vannprøvene tatt i kommunale dusjanlegg kan være beheftet med systematiske og usystematiske feil. Systematiske feil oppstår f. eks. når prøvetakeren systematisk tar prøver av vann som har rent en stund. En usystematisk feil oppstår lett når renholdspersonale trykker på dusjer for å holde kimtallet nede. I og med at variansanalyse tar høyde for usystematiske feil, setter vi lit til hovedtrenden i resultatene.

Det er ikke fastsatt klare grenser for hva som er trygge bakterielle kimtall i vann. Det anses at opptil 1000 cfu/ml er greit, mens mellom 1000 og 10000 cfu/ml er i høyeste laget, men ikke faretruende. Kimtall over 10 000 cfu/ml regnes som såpass høyt at tiltak bør iverksettes. Som vi skriver flere steder i rapporten, vil det her være avgjørende å vite hvordan prøven er tatt, hvordan dusjene er utformet og dusjefrekvens. Bare litt varierende prøvetakingsatferd kan lett føre til at målt bakteriekonsentrasjon vil variere med en faktor på både 10 og 100. Våre resultat tyder på at vannet som står i dusjhoder og tilstøtende slanger og rør lett får høye bakteriekonsentrasjoner. Det trenger ikke å være vannet som går gjennom ledningsnettet som har disse konsentrasjonene.

Kimtallsdataene fra Stavanger kommune viser totalt stor variasjon. De laveste ligger på fra 1-10 cfu/ml og de høyeste over 30 000 cfu/ml. Gjennomsnittet for alle prøvene er 1500 cfu/ml. I dette gjennomsnittet inngår også noen sporadiske målinger på over 100 000 cfu/ml. Vi kontaktet IVAR for å få informasjon om kimtallet i vannet som sendes ut på nettet. Gjennomsnittlig kimtall ligger her på ca. 5 cfu/ml (min. 0 og maks. ca. 30 cfu/ml). Kimtallet i råvannet er 110 cfu/ml (min. 3 og maks. >300). Disse resultatene er stabile fra år til år. Som en del av IVAR sine HMS-rutiner, måles kimtall i egne dusjanlegg. Vår forståelse er at resultatene herfra er i samme størrelsesorden som "normale" konsentrasjoner i kommunale dusjanlegg, dvs. en variasjon mellom ca. 10 og 1000 cfu/ml.

Våre foreløpige undersøkelser viser at det hovedsakelig er det vannet som er blitt stående i dusjhodet og det første vannet som kommer ut av dusjen, som har høye kimtall. De høye kimtallene som er målt i noen kommunale dusjanlegg, kan skyldes uhensiktsmessige tekniske løsninger og lav dusjefrekvens. Det er også trolig at variasjon i selve prøvetakingen har påvirket resultatene. Våre foreløpige resultat viser at vannet kun skal renne kort tid (et par minutter og ofte bare sekunder) før kimtallet går kraftig ned (detaljer i kap. 3.7).

### **3.7 Foreløpige resultat fra testing av dusjanlegg**

Vi gir nedenfor en kort oversikt over foreløpige resultat. En detaljert framlegging vil bli gitt i rapporten fra et hovedprosjektet. Resultatene er bygd på prøvetaking fra Godeset skole, Vågedalen sykehjem, Haukåstunet sykehjem og Sunde sykehjem. I tillegg har vi tatt prøver fra ulike dusjarrangement i Tastahallen, i dusjanleggene ved IRIS og to dusjer i ett og samme private hjem. Dette ble gjort for å få kunne sette resultatene fra de valgte hovedlokaliteter inn i et større perspektiv. Vi har foreløpig ikke foretatt statistisk analyse av resultatene fordi prøvetakingen ikke er avsluttet. Vi vurderer likevel funnene nedenfor som verdifulle fordi mønstrene synes klare.

### 3.7.1 Generelt kimtall i prøver tatt på ulike tidspunkt i tappeprosessen

- I samtlige bygninger er det lave kimtall (typisk 50 – 200 cfu/ml) i vann som har rent et par minutter. Dette indikerer at bakteriene hovedsakelig kommer fra biofilm i dusjhode og –ledning eller fra stillestående vann i det øvrige ledningsnett.
- Prøver tatt fortløpende fra vann som har stått (i) i dusjhodet, (ii) det første vannet som kommer ut, (iii) det neste vannet og til slutt (iv) vann som har rent en liten stund (1-5 min), viser at bakteriekonsentrasjonene går veldig raskt ned. En representativ nedgang er fra 50 000 cfu/ml i dusjhodet til 200 cfu/ml i vann som rent et par min. Dette indikerer igjen at det er stillestående vann som er problemet. I tillegg viser resultatene at det er avgjørende at vannprøver tas på eksakt samme måte over tid og fra den ene dusjen til den andre for at resultatene skal være sammenlignbare. Bare litt variasjon i prøvetakingsrutiner, vil føre til resultat som ikke skyldes anlegget men prøvetakingsrutinene.
- De dusjene som brukes oftest, har lavest kimtall. Kimtall i dusjhoder hvor dusjen har vært brukt samme dag, er under 1000 cfu/ml, mens dusjer benyttet dagen før har kimtall på mellom 1000 og 10 000 cfu/ml. I de private dusjene og dusjene ved IRIS var det lave kimtall, spesielt i dusjer som var brukt mindre enn 12-15 timer før prøvetaking. Eksempelvis var det 10 000 cfu/ml i vannet i et dusjhode hvor vannet hadde stått en stund (dager) og 800 cfu/ml hvor dusjen tydelig var brukt samme dag.
- Hvis dusjene nylig er brukt, er kimtallet forholdsvis lavt, også i dusjhodevannet og i det første vannet. Hvis dusjene har stått ubrukt så lenge at dusjhodene er tørre inni eller at dusjhodet er slik at det tømmer seg, er kimtallet forholdsvis lavt. Utforming av dusjanlegget slik at vann ikke blir stående igjen i ledning og dusjhode vil mest sannsynlig forhindre mye av den risikable bakterieveksten. Rask nedgang i kimtall når vannet renner, styrker hypotesen om at det er biofilm i dusjhode og –slange som medfører høyest risiko for å bli smittet med *Legionella*.

### 3.7.2 Varmtvannsbehandling

Vi har startet å teste ut om varmtvannsbehandling (-flushing) har den tilsiktede effekt, dvs. å holde kimtallet nede. Én time etter varmtvannsflushing var kimtallet mye lavere enn før flushingen. Fire dager etter flushing var det på samme nivå som før flushing. Det ser derfor ut til at varmtvannsflushingen kun har en meget tidsbegrenset effekt. Dette resultatet støttes av at vi ikke fant høyere kimtall ved et pleiehjem hvor dusjene ikke var varmtvannsflushet på 3 måneder enn når det samme pleiehjemmet ble flushet månedlig.

Vi vil undersøke dette mer i detalj. Vi planlegger å følge kimtallet i 3 dusjer hver 24. time i fem dager i forbindelse med en varmtvannsflushing. Det er viktig at disse dusjene ikke brukes av andre i testperioden. Det er mulig at varmtvannsflushing kan fungere i nye anlegg hvor biofilm ikke har etablert seg. Uansett, dette er en arbeids- og energikrevende metode.



### 3.7.3 Sammenheng mellom kimtall og forekomst av *Legionella*

Vi har påvist *Legionella*-bakterier i noen få dusjer ved Vågedalen og Haukåstunet sykehjem. I de tilfellene vi påviste *Legionella*-bakterier, var kimtallet som regel høyere enn i dusjer hvor vi ikke påviste *Legionella*. Dette gjaldt spesielt for vann som var blitt stående i dusjhodet, dvs. at høye kimtall i dusjhoder kan indikere tilstedeværelse av *Legionella*.

### 3.7.4 Start testing av filtrert vann ved Godeset skole

Vi har foretatt initial testing av filtersystemet ved Godeset skole. Vann som har gått gjennom både grov- og membranfilter er nærmest bakteriefritt. Det interessante er at vann som kun er grovfiltrert, også har et svært lavt kimtall. Dette resultatet tyder på at grovfilter kombinert med sirkulerende vann (beskrevet i punktene ovenfor) virker lovende.

## 4 Konklusjon

Vi konkluderer med at begrepet "Usikkerhet" er det sentrale begrep i både litteratur og intervju- og møtedata. Begrepet "Usikkerhet" henspiller både til vann- og rørbehandlingsmetodikk, smittekilder og påvisningsmetode for *Legionella*.

Usikkerhet kan bidra til at myter rundt smittekilder, behandlingsmåter og dose-respons lett etablerer seg. Både Bentam (2006) og Stout (2006) beskriver disse mytene.

Vi vurderer det slik at testing av ulike behandlingsmetoder under naturlige forhold ofte bærer preg av mangelfull vitenskapelighet. Forsøkene varer gjerne for kort tid eller behandlingsoppleggene blir ikke testet på en helhetlig måte. Prøvetakingen kan f. eks. bli avsluttet kort tid etter at behandlingen er startet eller det tas ikke prøver på hensiktsmessige tidspunkt og/eller lokaliteter. I følge Stout (2006) kan dette skyldes at interessenter ikke ønsker å vite om et behandlingsopplegg virker etter hensikten.

Selv om flere av tiltakene som anbefales i den norske og andre lands legionelloseveiledninger ikke er evidens-baserte, ligger det en faglig logikk bak anbefalingene. F. eks. vet vi at både klor, hydrogenperoksid, sølv- og kobberioner, høy vanntemperatur, filtrering, UV-lys og de andre metodene har bakteriehemmende effekt. Problemet er at disse metodene ikke nødvendigvis fungerer etter hensikten når forholdene er komplekse slik de er i det kommunale vannledningsnett. Eksempelvis vil et filter som går tett, ikke fungere. Det at kjemikalier og varmt vann ikke når skikkelig inn i blindrør, vil føre til at behandlingen ikke fungerer optimalt. UV-lys dreper bakterier som belyses, men fjerner ikke biofilm.

Et viktig resultat fra prosjektet er at varmtvannsflushingen slik den praktiseres av Stavanger kommune, ikke ser ut til å fungere etter hensikten. Kimtallene ser ut til å ha kommet opp på samme nivå som før flushingen etter få dager.

Statistisk analyse av kimtallene samlet inn av Stavanger kommune tyder på at (i) blandeventil i stedet for individuelle blandebatterier, (ii) hyppig tappefrekvens og (iii) dusjhoder som raskt tømmes for vann, vil redusere risiko for *Legionella*-smitte.

Et viktig resultat fra forprosjektet, er at det nå pågår en rekke aktiviteter i Norge rettet mot å gjøre vannrørsystem trygge med hensyn til *Legionella*. Det er i denne forbindelse en fordel at de involverte institusjoner kommuniserer med hverandre. Ved å sammenholde resultater og trolig også ved å bygge på hverandres resultater, vil vi kunne komme fram til et behandlingsopplegg som er evidensbasert og ikke basert på synsing.

Våre foreløpige resultat tyder på at stillestående vann i dusjhoder og tilstøtende slanger og rør utgjør hovedproblemet i dusjanlegg. Stillestående vann fremmer biofilmdannelse. Tiltak for å hindre at vann blir stående stille i mer enn ett døgn vil trolig redusere kimtallene vesentlig, og dermed også risikoen for *Legionella*. Vår vurdering er at det også vil være hensiktsmessig å velge behandlingsmetode i forhold til helsetilstanden til brukeren av dusjanlegget. Dette betyr at rutineene bør være strengere ved f. eks. sykehus enn ved offentlige bad og idrettshaller. Vi ser for oss at tiltak som fremmer bevegelse i vannet vil tilfredsstillende kriteriene for effektive, drifts-, miljø- og helsevennlige samt økonomisk forsvarlige behandlingsmetoder.

I et hovedprosjekt foreslår vi å følge opp foreløpige resultat som tilsier at vann i bevegelse i seg selv vesentlig reduserer risiko for *Legionella*-smitte. Som en del av studiet vil vi også teste ut effekten av ulike filtre og sjokkrensing av rør. I tillegg vil vi foreta en systematisk uttesting av effekten av varmtvannsflushing. Det er viktig å teste ut om det virkelig er slik at denne flushingen har liten effekt. De ulike metodene vil bli sammenlignet med det å ikke gjøre noen spesielle tiltak. Målet med hovedprosjektet er å oppnå en helhetlig forståelse av risikobildet forbundet med *Legionella*-bakterier i dusjanlegg. Dette vil gjøre det mulig å foreslå effektive, sikre og økonomisk forsvarlige behandlingsopplegg tilpasset type bygg og brukernes helsetilstand.

## 5 Strategi for hovedprosjektet

### 5.1 Design

På bakgrunn av forprosjektet, har vi besluttet å teste ut følgende:

1. Vil membranfiltrering føre til lavere kimtall og fravær av dyrkbar *Legionella*?
2. Hvorvidt virker varmtvannsbehandlingen slik den har vært utført i Stavanger kommune etter hensikten?
3. Vil sjokkbehandling av vannrørsystem ved bruk av hydrogenperoksyd, syre og lut kombinert med grovfilter gi lave kimtall og fravær av dyrkbar *Legionella*?
4. Hvordan påvirker dusjefrekvens kimtall i det første vannet som kommer ut av dusjen?
5. Hvilken betydning har blandeventil (felles for flere dusjer) kontra blandebatterier (i den enkelte dusj) for risiko for *Legionella*-smitte? Vi anser at

den statistiske analysen vi har gjort av foreliggende kimtallsdata indikerer at blandeventil kontra blandedbatteri har en vesentlig betydning. Vi vil her gjøre oppfølgende målinger.

Fravær av spesiell vannbehandling vil bli benyttet som referanse i vårt forsøksopplegg. Vi har ennå ikke besluttet om vi skal teste ut Grander-teknologiens innvirkning på biofilmdannelse og bakteriekonsentrasjoner i dusjanleggene. Dette skyldes at vi ikke forstår virkningmekanismen for denne teknologien. Vi har vurdert at vi ikke ønsker å teste ut kombinasjonen av kobber- og sølvioner i og med at dette er usikkert med hensyn til bivirkninger for helse og miljø. Det er også et poeng at dette konseptet i disse dager testes ut i andre deler av Norge.

Vi vil i hovedprosjektet bruke en trinnvis tilnærming hvor resultatene fra en prøve eller prøveserie blir brukt som grunnlag for hvordan videre prøvetaking skal utføres. Dette vurderes som mer hensiktsmessig enn å legge opp et fastlåst regime på forhånd.

Følgende lokaliteter er valgt ut for hovedprosjektet:

- Godeset skole som har fått nytt dusjanlegg. Her tester vi ut kombinasjonen av grovfilter (porer på 5 µm) og membranfiltreringsanlegg (porer 0,025 µm) fra Aquanor. Det er satt inn kraner før og etter grovfilter og før og etter membranfilter. Inkludert prøvetaking fra dusjhodene, betyr dette at vi har 5 prøvetakingsuttak ved Godeset skole. Dette designet, som er spesialkonstruert for prosjektet, gjør at vi kan teste effekten av membranfilter og grovfilter både hver for seg og sammen.
- Vågedalen sykehjem med eksisterende anlegg. Dette bygget består av tre fløyer som er konstruert på samme måte. I den ene fløyen vil vi installere ENWA sitt membranfilter (BIN-X, porer 0,03µm). I den andre fløyen planlegger vi å teste ut Epsco sin metode for sjokkrensing av rør. I den tredje fløyen vil vi ikke foreta tiltak den første perioden. Etter hvert vil vi foreta varmebehandling i henhold til eksisterende prosedyre. I og med at det i Stavanger kommune finnes to andre sykehjem bygget på samme måte som Vågedalen sykehjem, dvs. Haukåstunet sykehjem og Sunde sykehjem, vil disse bli brukt som supplerende testlokaliteter når dette trengs. Vi har inkludert disse to i de innledende testene, dvs. 0-punktsanalysene.

## 6 Referanser

Armstrong, T.W. og C.N. Haas. 2006. Quantitative microbial risk assessment model for Legionella: Summary of Methods and results, s. 486-488. I N. P. Cianciotto, Y.A. Kwaik, P.H. Edelstein, B.S. Fields, D.F. Geary, T.G. Harrison, C.A. Joseph, R.M. Ratcliff, J.E. Stout, M.S. Swanson (red.), Legionella – State of the art 30 years after its recognition. ASM Press, Washington, DC.

- Bentham, R. 2006. Risk assessment for *Legionella* in building water, s. 469–472. I N. P. Cianciotto, Y.A. Kwaik, P.H. Edelstein, B.S. Fields, D.F. Geary, T.G. Harrison, C.A. Joseph, R.M. Ratcliff, J.E. Stout, M.S. Swanson (red.), *Legionella – State of the art 30 years after its recognition*. ASM Press, Washington, DC.
- Berg, B.L. 2004. *Qualitative research methods for the social sciences*. Pearson Education, Inc. USA.
- Birteksöz, A.S., Z. Zeybek og A. Çotuk. 2006. In vitro activities of various antibiotics against *Legionella pneumophila*, s. 43-50. I N. P. Cianciotto, Y.A. Kwaik, P.H. Edelstein, B.S. Fields, D.F. Geary, T.G. Harrison, C.A. Joseph, R.M. Ratcliff, J.E. Stout, M.S. Swanson (red.), *Legionella – State of the art 30 years after its recognition*. ASM Press, Washington, DC.
- Boccia, S., P. Borella, V. Romano-Spica, P. Laurenti, A. Cambieri, G. Branca, M. Tumbarello, R. Cauda, G. Fadda, and G. Ricciardi. 2006. Strategies for infection control of nosocomial Legionnaires' disease: Four-year surveillance experience in a teaching hospital in Italy, s. 473-476. I N. P. Cianciotto et al. (ed.), *Legionella – State of the art 30 years after its recognition*. ASM Press, Washington, DC.
- Cachafeiro, S.P., I. M. Naveira og I.G. García. 2007. Is copper-silver ionisation safe and effective in controlling legionella? *J. Hosp. Infect.* 67:209-216.
- Cianciotto, N.P., Y.A. Kwaik, P.H. Edelstein, B.S. Fields, D.F. Geary, T.G. Harrison, C.A. Joseph, R.M. Ratcliff, J.E. Stout, M.S. Swanson. 2006. *Legionella – State of the art 30 years after its recognition*. ASM Press, Washington, DC.
- Cirillo, J.D., S. Falkow og L.S. Tompkins. 1994. Growth of *Legionella pneumophila* in *Acanthamoeba castellanii* enhances invasion. *Infect. Immun.* 62:3254-3261.
- Declerck, P., J. Behets, E. Lammertyn og F. Ollevier. 2006. *Acanthamoeba castellanii* strongly increases the number of *Legionella pneumophila* in model tap water biofilms, s. 395 – 401. I N. P. Cianciotto, Y.A. Kwaik, P.H. Edelstein, B.S. Fields, D.F. Geary, T.G. Harrison, C.A. Joseph, R.M. Ratcliff, J.E. Stout, M.S. Swanson (red.), *Legionella – State of the art 30 years after its recognition*. ASM Press, Washington, DC.
- Folkehelseinstituttet. 2008. Forebygging av legionellasmitte-en veiledning.  
<http://www.fhi.no>
- Hayes, J. 2006. Temperature regimens versus ionization and TMWs, s. 509-512. I N. P. Cianciotto, Y.A. Kwaik, P.H. Edelstein, B.S. Fields, D.F. Geary, T.G. Harrison, C.A. Joseph, R.M. Ratcliff, J.E. Stout, M.S. Swanson (red.), *Legionella – State of the art 30 years after its recognition*. ASM Press, Washington, DC.
- Kaverillekin, K.H. 2008. Shower handle with flush box that reduces the risk of getting Legionnaires disease and can also be used as an aid for disabled persons.  
[http://www.tekes.fi/partner/fin/search/nayta\\_haku.asp?hakuid-36719](http://www.tekes.fi/partner/fin/search/nayta_haku.asp?hakuid-36719)
- Kim, B.R., J.E. Anderson, S.A. Mueller, W.A. Gaines og A.M. Kendall. 2002. Literature review--efficacy of various disinfectants against *Legionella* in water systems. *Water Res.* 36:4433-4444.

- Kuiper, M.W., B.A. Wullings, A.D.L. Akkermans, R.R. BEumer og D. van der Kooij. 2004. Intracellular proliferation of *Legionella pneumophila* in *Hartmannella vermiformis* in aquatic biofilms grown on plasticized polyvinyl chloride. *Appl. Environ. Microbiol.* 70:6826-6833.
- Kusnetsov, J., S. Pastila, S. Mentula og D. S. J. Lindsay. 2006. Legionnaires' disease associated with death after near drowning in lake water, s. 146-148. I N. P. Cianciotto, Y.A. Kwaik, P.H. Edelstein, B.S. Fields, D.F. Geary, T.G. Harrison, C.A. Joseph, R.M. Ratcliff, J.E. Stout, M.S. Swanson (red.), *Legionella – State of the art 30 years after its recognition*. ASM Press, Washington, DC.
- Kusnetsov, J. , E. Torvinen, O. Perola, T. Nousianen og M.L. Katila. 2003. Colonization of hospital water systems by legionellae, mycobacteria and other heterotrophic bacteria potentially hazardous to risk group patients. *APMIS* 111:546:556.
- Loret, J.F., S. Robert, V. Thomas, A.J. Cooper, W.F. McCoy og Y. Lévi. 2005. Comparison of disinfectants for biofilm, protozoa and *Legionella* control. *J. Water Health.* 3:423-433.
- Lück, P.C., J.H. Helbig, H. von Baum og R. Marre. 2006. Diagnostics and clinical disease treatment: usefulness of microbiological diagnostic methods for detection of *Legionella* infections. I N. P. Cianciotto, Y.A. Kwaik, P.H. Edelstein, B.S. Fields, D.F. Geary, T.G. Harrison, C.A. Joseph, R.M. Ratcliff, J.E. Stout, M.S. Swanson (red.), *Legionella – State of the art 30 years after its recognition*. ASM Press, Washington, DC.
- Mampel, J., T. Spirig, S.S. Weber, J.A.J. Jaagemsem, S. Molin og H. Hilbi. 2006. Biofilm formation of *Legionella pneumophila* in complex medium under static and dynamic flow conditions, s. 398-402. I N. P. Cianciotto, Y.A. Kwaik, P.H. Edelstein, B.S. Fields, D.F. Geary, T.G. Harrison, C.A. Joseph, R.M. Ratcliff, J.E. Stout, M.S. Swanson (red.), *Legionella – State of the art 30 years after its recognition*. ASM Press, Washington, DC.
- Ohata, K., K. Sugiyama, M. Suzuki, R. Shimogawara, S. Izumiyama, K. Yagita og T. Endo. 2006. Growth of *Legionella* in nonsterilized, naturally contaminated bathing water in a system that circulates the water, s. 431-435. I N. P. Cianciotto, Y.A. Kwaik, P.H. Edelstein, B.S. Fields, D.F. Geary, T.G. Harrison, C.A. Joseph, R.M. Ratcliff, J.E. Stout, M.S. Swanson (red.), *Legionella – State of the art 30 years after its recognition*. ASM Press, Washington, DC.
- Pedro-Botet, M.L., L. Mateu, N. Sopena, S. Roure, I. Casas, M. García-Núñez, C. Rey-Joly og M. Sabrià. 2006. Hospital- and community-acquired *Legionella pneumophila*: two faces of the same disease? s. 22-24. . I N. P. Cianciotto, Y.A. Kwaik, P.H. Edelstein, B.S. Fields, D.F. Geary, T.G. Harrison, C.A. Joseph, R.M. Ratcliff, J.E. Stout, M.S. Swanson (red.), *Legionella – State of the art 30 years after its recognition*. ASM Press, Washington, DC.

- Pelkonen, K.H., H. Heinoenen-Tanski og O.O. Hänninen. 2003. Accumulation of silver from drinking water into cerebellum and musculus soleus in mice. *Toxicology*. 186:151-157.
- Ratcliff, R.M. 2006. The problem of complexity, s. 359-366. I N. P. Cianciotto, Y.A. Kwaik, P.H. Edelstein, B.S. Fields, D.F. Geary, T.G. Harrison, C.A. Joseph, R.M. Ratcliff, J.E. Stout, M.S. Swanson (red.), *Legionella – State of the art 30 years after its recognition*. ASM Press, Washington, DC.
- Reichart, C., M. Martin, H. Rügen og T. Eckmanns. 2006. Disinfection of hospital water systems and the prevention of legionellosis: What is the evidence? s. 501-504. I N. P. Cianciotto, Y.A. Kwaik, P.H. Edelstein, B.S. Fields, D.F. Geary, T.G. Harrison, C.A. Joseph, R.M. Ratcliff, J.E. Stout, M.S. Swanson (red.), *Legionella – State of the art 30 years after its recognition*. ASM Press, Washington, DC.
- Ricci, M.L., I. Dell’Eva, M. Scaturro, P. Baruchelli, G. De Ponte, M. Losardo, M. Ottaviani og F. Guizzardi. 2006. Six-month experience of silver-hydrogen peroxide treatment for Legionella control in two nursing home water systems, s. 505-508. I N. P. Cianciotto, Y.A. Kwaik, P.H. Edelstein, B.S. Fields, D.F. Geary, T.G. Harrison, C.A. Joseph, R.M. Ratcliff, J.E. Stout, M.S. Swanson (red.), *Legionella – State of the art 30 years after its recognition*. ASM Press, Washington, DC.
- Schousboe, M., A. Bavis og R. Podmore. 2006. Legionella contamination of domestic hot water in a tertiary level hospital and resulting introduction of control measure, s. 477-482. I N. P. Cianciotto, Y.A. Kwaik, P.H. Edelstein, B.S. Fields, D.F. Geary, T.G. Harrison, C.A. Joseph, R.M. Ratcliff, J.E. Stout, M.S. Swanson (red.), *Legionella – State of the art 30 years after its recognition*. ASM Press, Washington, DC.
- Steinert, M., C. Wagner, M. Fajardo, O. Shevchuk, C. Ünal, F. Galka, K. Heuner, L. Eichinger og S. Bozzaro. 2006. The amoeba *Dictyostelium discoideum* contributes to Legionella infection, s. 390-394. I N. P. Cianciotto, Y.A. Kwaik, P.H. Edelstein, B.S. Fields, D.F. Geary, T.G. Harrison, C.A. Joseph, R.M. Ratcliff, J.E. Stout, M.S. Swanson (red.), *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. 465–468. I N. P. Cianciotto, Y.A. Kwaik, P.H. Edelstein, B.S. Fields, D.F. Geary, T.G. Harrison, C.A. Joseph, R.M. Ratcliff, J.E. Stout, M.S. Swanson (red.), *Legionella – State of the art 30 years after its recognition*. ASM Press, Washington, DC.
- Stout, J.E., V.L. Yu og M.G. Best. 1985. Ecology of Legionella pneumophila within water distribution systems. *Appl. Environ. Microbiol.* 49:221-228.
- Strauss, A. og J. Corbin. 1998. Basics of qualitative research. Techniques and procedures for developing grounded theory. Sage Publications, Inc. USA.
- Thomas, V., T. Bouchez, V. Nicolas, S. Robert, J.F. Loret og Y. Lévi. 2004. Amoebae in domestic water systems: resistance to disinfection treatments and implication in Legionella persistence. *J. Appl. Microbiol.* 97: 950-963.

- Wiik, R. og J. E. Karlsen. 1996. Miljøkonsekvenser og helserisiko ved utsetting av antibiotikaresistente bakterier. Statens forurensningstilsyn, Rapport 97/16, ISBN: 82-7655-053-3, 42 sider.
- Wiik, R., A. N. Myhrvold og H. S. Larsen. 1997. Åpen bruk av naturlige og genmodifiserte mikroorganismer - status og fremtidsperspektiver. Statens forurensningstilsyn, Rapport nr. 97/17, ISBN: 82-7655-054-1, 88 sider.