

Brugsvandsinstallationer og *Legionella*

Delrapport 6:

HOCL – den oversete energibesparelse

- Når overflødigt varmeforbrug kan erstattes af ny teknologi

INDHOLD:

Forord
Summary and conclusion
Indholdsfortegnelse, detaljeret
Indledning
Tidligere undersøgelser med relevans for delrapport 6
HOCL og temperatur
Teknologien
Biofilmen
Beskrivelse af dosering
Risikoanalyse
Feltstudier
Energieffektivisering
Perspektivering

Danish Clean Water (DCW)

23. marts 2023



FORORD

EUDP-projektet J. nr. 64020-1099 ”Legionellasikring og energieffektivisering for installationer og forsyning” er dokumenteret ved 6 faglige delrapporter, jf. [EUDP2020-projekt 'Legionellasikring af energieffektivisering for installationer og forsyning' - Projekter - Teknologisk Institut](#)

Nærværende delrapport 6 har DANISH CLEAN WATER (DCW) som ansvarlig og Hagbard Clausen som hovedforfatter. Rapporten er udarbejdet i samarbejde og sparring med den samlede projektgruppe.

Projektgruppen har bestået af:

- Hagbard Clausen (Lars Overgaard frem til juni 2021), DCW
- Torben Schifter-Holm, METRO THERM A/S
- Søren Anker Uldum, Statens Serum Institut (SSI)
- Ditte Andreasen Søborg, VIA University College
- Carl Hellmers, Fredericia Fjernvarme
- Nikas Arp-Wilhjelm (Brian Kaarsberg frem til september 2021), KAB
- Tommy Steen Møller, Projektkontoret - Region Sjælland
- Leon Buhl, Henrik Kjeldsen og Kaj Bryder (projektleder), Teknologisk Institut (projektansvarlig).

Særlige skriveregler:

- *Legionella* er, af hensyn til formens generelle anvendelse i forskningsverdenen, benyttet som skrivemåde for Legionella/legionella i selve rapporterne
- Rapporteringen er opdelt i delrapporter (del 1, del 2 etc.), afsnit markeret med grønlig tekst i versaler og underafsnit anført med fede typer. Figurer og tabeller er indarbejdet i teksten

Indholdsfortegnelse

SUMMARY AND CONCLUSION	4
INDLEDNING VEDR. DELRAPPORT 6.....	7
Resume fra tidligere delrapporter med relevans for delrapport 6.....	9
HOCL og temperaturer.....	11
Desinfektion og compensation	12
Biocid, HOCL.....	17
HOCL – kroppens medfødte immunforsvar	18
Effekt.....	18
EUDP-rapport: Mikrobiologisk sikker sænkning af varmtvandstemperaturen	19
Effektivitetsstudier.....	21
Teknologien.....	22
Generatoren ECA-generator (Electro Chemical Activation)	22
Sikkerhed og arbejdsmiljø.....	23
Teknologier til desinfektion	23
Biofilmen	24
HOCL og biofilm	26
Biofilms korroderende effekt.....	27
Beskrivelse af dosering	28
Justerbar proportional dosering via ORP-sensor (English)	28
1. Background description:	28
2. System description: Our new system	29
2.1 External placement of the ORP sensor	29
2.2 DCW controlling system.....	30
3. Summary	32
4. Outlook	32
Proportional dosering	32
Risikoanalyse.....	34
Feltstudie 1: Gråsten.....	38
Konklusion af feltstudie 1: Gråsten.....	39
Feltstudie 2:	41
Konklusion af felttest 2	47
Energieffektivitet	49
Effektivitet sparer penge og reducerer emissioner	49

2023-03-23

Forstå virkningen af energieffektivitet	49
Perspektivering	50

SUMMARY AND CONCLUSION

With two field tests having successfully proved the effectiveness of the technology, we achieved the original project objective. After the DCW generator was activated, we observed a drastic reduction in the number of *Legionella* bacteria, although the temperature in both cases was lower than permitted in Denmark.

We know many buildings in Denmark have difficulty maintaining a constant temperature of 50°C in their hot water systems and lack the resources to upgrade these systems. However, one could solve these problems, if tackled correctly, by legalising the installation of hypochlorous acid (HOCL) units and thus eliminating reliance on high temperatures to combat bacteria.

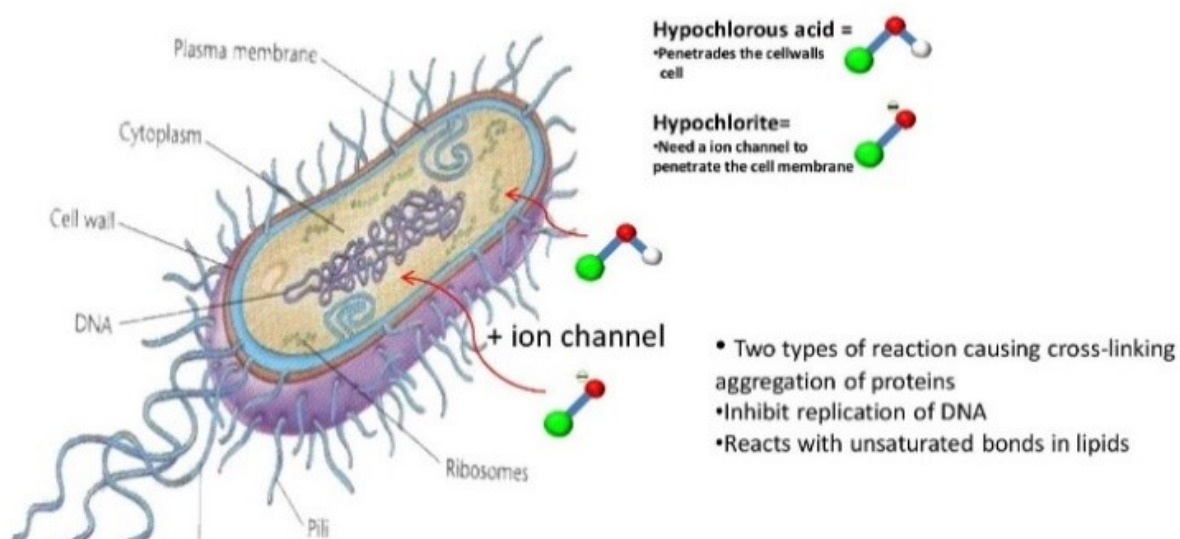
With the completion of a thorough risk analysis and two field studies as well as the installation of over 250 generators throughout Denmark to treat *Legionella*, a basis for concluding that the technology works has been established. Furthermore, the field studies show that the technology is also efficient at lower temperatures than those currently permitted.

If legislation makes the use of NEUTHOX® technology to compensate for high temperatures possible, substantial benefits could be achieved. Denmark alone can save DKK 1-2 billion every year if this solution was widely implemented as standard. Countries whose district heating systems operate at temperatures of 55°C rather than the 50°C stipulated in Denmark could save even more.

The implementation of lower-temperature district heating requires technologies that can treat hot water systems for *Legionella* bacteria without using heat (because sufficient heat is not present). This is the missing piece that district heating companies need to achieve a cost-efficient solution that is safe to use. To date, end-users have had to install energy-intensive booster units in order to run the systems according to the regulations. This technology could be the last piece of the puzzle.

How is it done?

An electrolysis generator converts salt, water and electricity into a mild but highly effective disinfectant solution known as hypochlorous acid (HOCL). This has proven far more reactive than chlorine when the same concentrations are compared. The human immune system uses HOCL as one of its most effective ways of combatting infections.

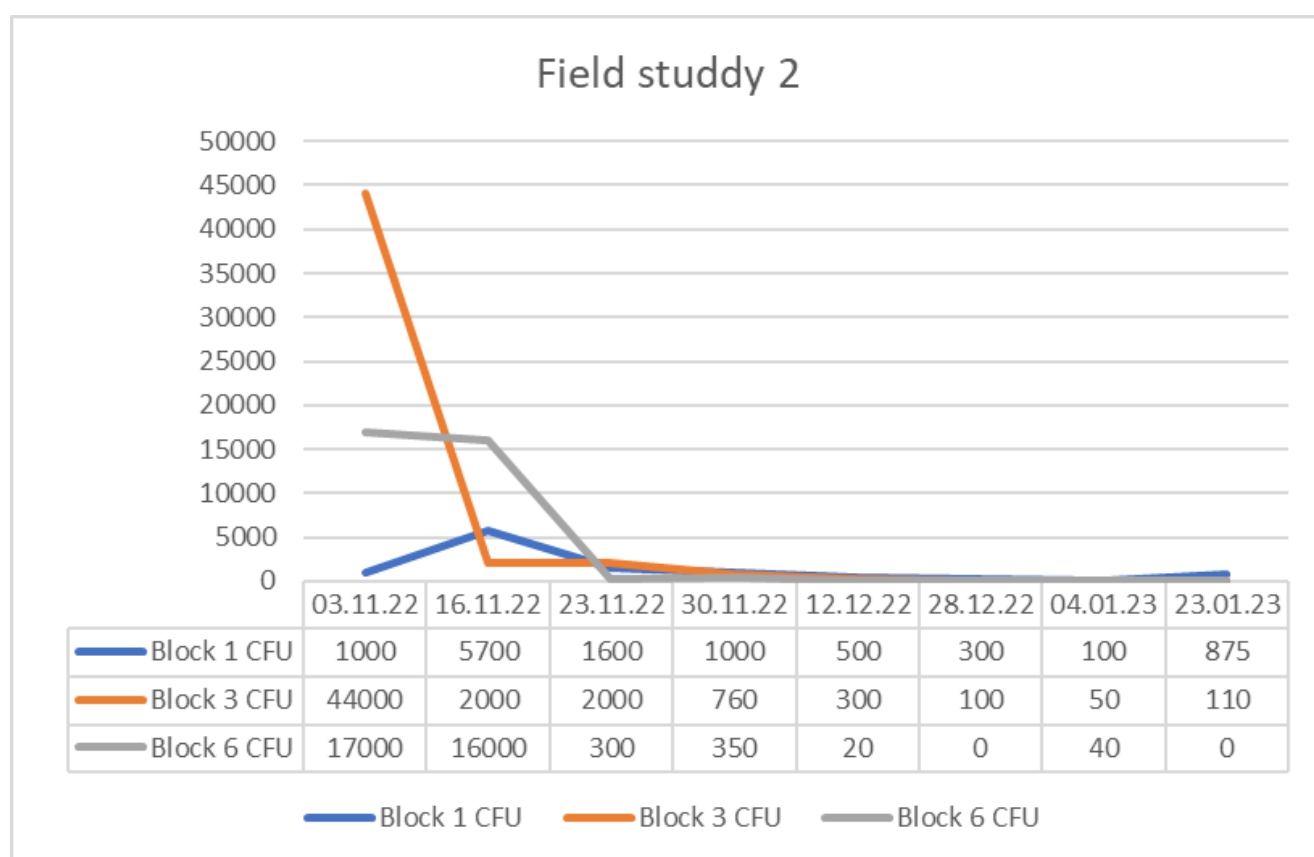


The neutral charge of HOCL enables it to easily penetrate the cell wall of any bacteria. This also disables bacterial ability to generate resistance, as nothing with which it is in contact survives when the concentration is high enough.

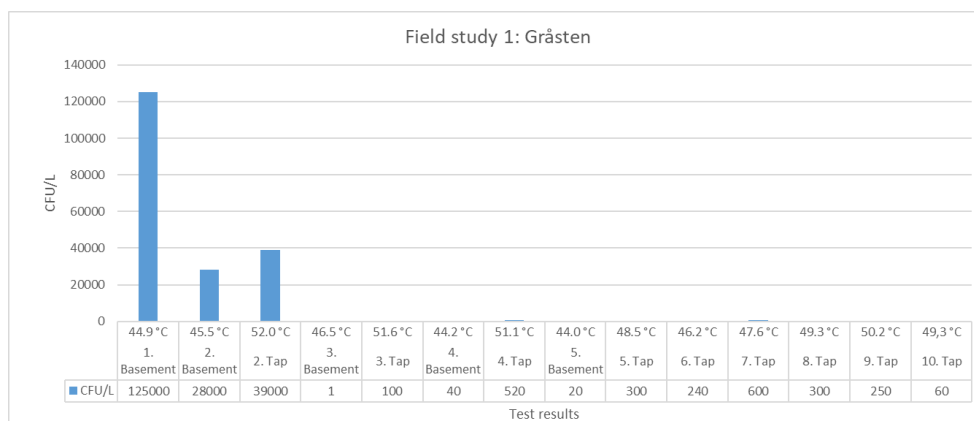
Both field studies clearly show a drastic reduction of viable *Legionella pneumophila* after generator dosing was activated. In both cases the temperature at the end of the system was below the permitted 50°C, yet the water continued to be treated against *Legionella* bacteria with high efficiency.

The risk analysis shows that the generator must be capable of emitting alarm signals and regularly sending a signal to show it is active. An alternative is to have manual checking routines in place and to keep a logbook to validate that the generator is running as intended. The installation of a connection to the generator is recommended to eliminate human errors.

The results for the field tests are described in graphs in Figure 9.



Field study 2 shows that we commissioned the DCW NEUTHOX generator on 10 November 2022. A general reduction is then seen, with small deviations caused by the release of biofilm. The general tendency is a reduction followed by the maintenance of a low *Legionella* level.



Field study 1 shows that we commissioned the DCW NEUTHOX® generator between samples 2 and 3. A drastic reduction is then seen, which is continuously maintained below the threshold value.

For this technology to realize its full potential, legislation must be amended to take new technologies into account. Updating the legislation will lead to numerous benefits such as energy savings, CO₂ reductions, fewer complications, less risk of human errors, elimination of scalding risk, and ultimately cost savings.

Further to the conclusion of this EUDP report, DCW will open a dialogue with the authorities about the options for incorporating its results in future legislation. Among the proposed topics is an exemption from the temperature requirements when HOCL is used to suppress bacteria in water systems:

- Exemption from the 50°C requirement if a generator providing permanent preventive *Legionella* treatment, such as DCW's NEUTHOX generator, is installed.
- Exemption from the requirement of a system having the capacity to boost to 60°C if it provides permanent preventive *Legionella* treatment. This should apply both when existing buildings are retrofitted and when new ones are constructed.

INDLEDNING VEDR. DELRAPPORT 6

Formålet med projektet ”Legionellasikring og energieffektivisering for installationer og forsyning” (EUDP J. nr. 64020-1099) er beskrevet i delrapport 1, afsnit 1, sammen med opdeling i følgende 6 delrapporter (dele):

1. *Lokale influensparametre for Legionella i brugsvandsinstallationer*, der omhandler de forskellige influensparametre og deres specifikke betydning for udvikling af *Legionella*
2. *Incidens af legionærsygdom og mulig geografisk influens*, der belyser den geografisk fordelte incidens og undersøger mulige årsager til den meget betydelige danske variation.
3. *Myndighedskrav samt undersøgelser vedr. brugsvandsinstallationers legionella- og energiforhold*, der udreder myndighedskrav, anvisninger, vejledninger og F&U-undersøgelser med fokus på brugsvandsinstallationer, *Legionella* og energiforhold. Afsluttet med samlet vurdering og konklusion for del 1 - 3.
4. *Legionella-risikovurderinger og -ressourcekonsekvenser*, der omhandler udvikling af et værktøj for vurdering af risiko for *Legionella* i brugsvandsinstallationer og belyser konsekvenser for energi, klima, miljø og økonomi. Afsluttet med sammenfattede forbedringspotentialer.
5. *El-booster til legionellasikring og overvågning af brugsvandsinstallation*, der omhandler udvikling og demonstration af løsning for temperaturkontrol og styring.
6. *HOCL – den oversete energibesparelse*, der omhandler udvikling og demonstration af nyt setup for biociddosering med hypoklorsyre (HOCL).

Del 1 -3 belyser resultaterne af den gennemførte udredning vedr. *Legionella* i brugsvandsinstallationer, og danner baggrund for dels arbejdet med legionella-risikovurderinger og -energikonsekvenser i del 4, dels de to produktløsninger beskrevet i del 5 og 6.

Med afsæt i den viden, der er sammenfattet i de tidligere delrapporter, har DCW tilladt sig at gå i en anden retning end den traditionelle, da vi ikke behøver overflødig høje temperaturer for at bekæmpe bakterier og biofilm i brugsvandsystemet. Dette er belyst i delrapport 6.

Hvis vi fiktivt forestiller os, at man ikke behøvede at bekymre sig om bakterier i varmtvandssystemer, hvilken temperatur ville så være ønskelig? Svaret er det, der er behov for, så mennesker kan gå i bad, og man kan vaske fedt af gryder og pander, svarende til ca. 45 °C.

Hvad gør man i dag for at holde vandsystemerne fri for bakterier?

1. Kører med kunstigt høje driftstemperaturer i forhold til komfort på 55-65 °C frem og min. 50 retur for at minimere levevilkårene for bakterier og biofilm.
2. Periodevis hæver temperaturen yderligere til 65-70 °C i cirkulationssystemet i en periode. Dette gøres periodevist, da man ikke kommer alle bakterier til livs og derfor er nødsaget til at gentage det.
3. Indsætter reguleringsventiler til periodevist at åbne stigstrengene, så der kommer større mængder vand igennem og dermed mere varme igennem.

Vores indgangsvinkel til projektet er, at den energi, der benyttes for at holde systemet sikkert for bakterier via varme, ville man kunne spare væk ved at sikre systemet på anden vis og dermed gøre den ekstra varme overflødig.

EUDP-Legionellasikring, delrapport 6: HOCL – den oversete energibesparelse

Tænk, hvilke perspektiver det ville have, hvis man kunne lave en markant energibesparelse på det varme vand:

- Lave fjernvarmetemperaturer med bedre sikring end med unødigt høje temperaturer
- Overflødig termiske kompensering (temperaturgymnastik)
- Muligheden for at lave områder med ekstra lave fjernvarmetemperaturer
- Energibesparelser
- CO₂-besparelser
- Økonomiske besparelser.

Dette er muligt i dag og vil kunne implementeres, så snart lovgivningen tillader det.

Resume fra tidligere delrapporter med relevans for delrapport 6

Estimat fra Statens Serum Institut er, at op mod 80 % af den danske bygningsmasse har *Legionella* i større eller mindre grad. Nogle bakterier er særdeles smitsomme og farlige, og andre er mindre smitsomme. Dette belyser også vigtigheden i at have de rigtige foranstaltninger til at bekæmpe denne risiko.

Installationen skal dog være i orden, uanset om man anvender varme eller NEUTHOX til at sikre ens varmtvandssystem. Her er en tjekliste over de parametre, der skal være i orden, og som er en forudsætning for, at varmtvandssystemet er sikkert.

- Ingen blinde strenge, da hverken temperatur eller NEUTHOX kan bekæmpe disse områder.
- Reguleringsventiler skal være funktionsdygtige, hvad enten det er temperatur- eller tidsstyret, da de ellers vil kunne blokere for udskiftning samt tilførsel af enten varme eller NEUTHOX.
- Cirkulation i systemet. Hverken varme eller NEUTHOX kan bekæmpe bakterier, hvis ikke det når frem til de områder, der er inficerede.
- At der er forbrug.
 - Stillestående vand i rumtemperatur er optimale vilkår for vækst af bakterier.
 - Cirkulerende vand uden forbrug er energikrævende uden anvendelsesværdi.

Liste over temperaturkrav for sammenlignelige lande i Europa. Årsagen til, at den fremhæves, er, at såfremt man kan vise effekt med nogle af de laveste temperaturer i Europa, vil potentialet for energibesparelse være endnu større ved lande, der har højere temperaturer.

Country	Cold water T	Min. system T	Min. tank T	Min. tap T	Max. tap T
Sweden		50 °C	60 °C	50 °C	60 °C/ 38 °C*
Denmark		55 °C (45 °C)	55 °C (up to 60)	> 50 °C	
Finland	<20 °C		60 - 65 °C	55 °C	65 °C
Germany		50 °C	60 °C	> 45 °C	
France		50 °C, unless V < 3 liters	55 °C		
Netherlands	≤ 25 °C	60 °C	60 °C (55°C*)	60 °C (55°C*)	65 °C
United Kingdom	<20 °C		60 °C	> 50 °C	
Switzerland	≤ 25 °C	55 °C	60 (≥ 55 °C)	55 °C	65 °C
Spain	<20 °C		55 °C	55 °C	
Belgium	<25 °C		60 °C	55 °C	
Italy			60 °C	45 - 48 °C	

* In Netherlands higher temperatures are required for collective circulation systems than for individual systems

Kilde: Table 3.2 i [2020 IEA].

Comparison of temperature regulations by different authorities⁵⁸

	Water heater	Return loop	Point of use
WHO	>60°C	>55°C	≥50°C (after 1 minute)
EWGLI	≥60°C (1 hour a d/wk)	≥55°C	≥55°C (70°C should be possible)
UK	≥60°C	≥50°C/loop	≥55°C (health care)
France	>55°C (recommendation ≥60°C)	>50°C	≥50°C
USA	≥60°C	≥51°C	≥43.3°C to 49°C (health care)
Asia	≥60°C	Not included in regulations	≥50°C/≤43°C (health care)

EWGLI, European Working Group for *Legionella* Infections; UK: United Kingdom; USA, United States of America; WHO, World Health Organization.

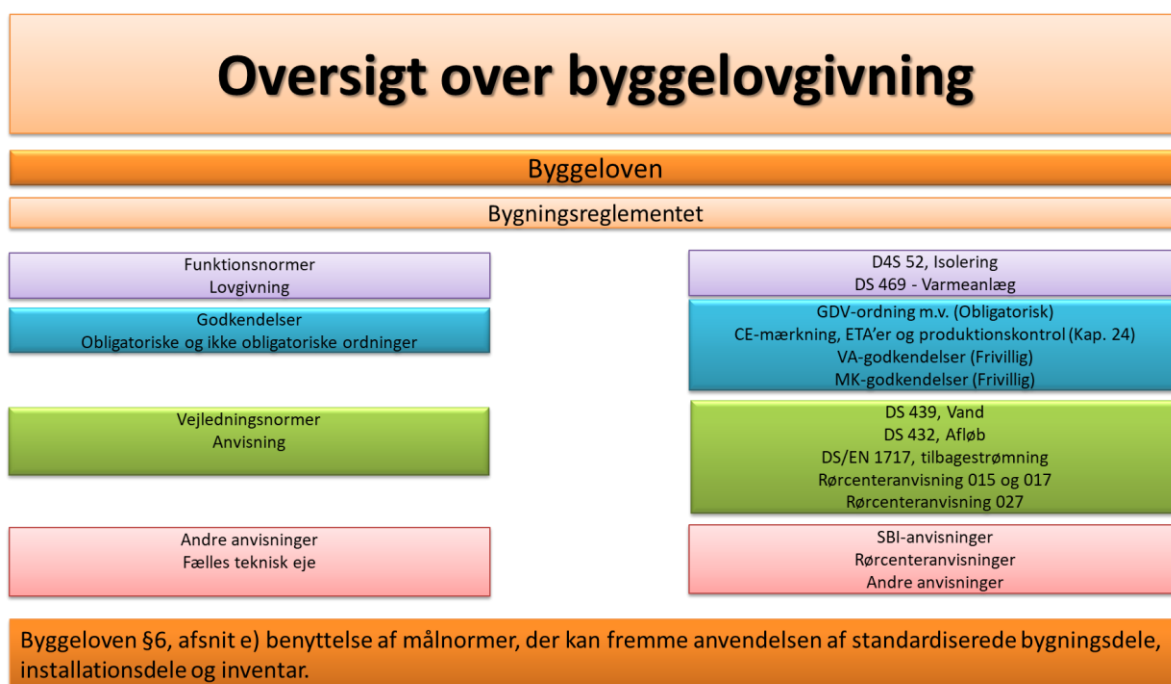
Kilde: Table 4 i [2018 Kenhove].

Fjernvarmeselskaberne kommer med tilstrækkeligt høje temperaturer. Men der er en samlet konsensus om, at de gerne vil kunne komme ned i temperatur. Dette specielt, da der er en fælles interesse i på sigt at sænke fjernvarmetemperaturen, hvor de første forslag til at sænke kravene er sendt i høring.

De foreløbige tanker er, at fjernvarmeselskaberne kun ønsker at garantere 60 °C. Det vil rent praktisk sige, at der kun er 55 °C frem efter veksleren, og at cirkulationsstrengen kun må tabe 5 °C til sidste tappedsted for at overholde dansk lovgivning. Dette kan være realistisk i nybyggeri, men kan være problematisk i bygninger bygget før 2000, uden at skulle styrke temperaturen efter fjernvarmen.

Såfremt dette bliver realiseret, vil det betyde, at man skal være opmærksom på, om der skal tilføjes installationer i bygninger, der kan hæve temperaturen permanent, så man stadig sikrer 50 °C alle steder i varmtvandssystemet. Dette grundet, at mange bygninger fra før år 2000 mister mere end 5 °C i cirkulationskredsen og derfor ikke kan overholde de 50 °C til sidste tappedsted med det, der er til rådighed, og derfor skal have øget temperaturen permanent på anden vis.

Nedenfor er en oversigt over de gældende regler og love. Oversigten er med for at vise, at hvis man ønsker at muliggøre teknologier beskrevet i denne rapport, vil man kunne ændre i nogle af disse regler og love.



Hertil kommer de store udfordringer, som temperaturreguleringsventiler kan give. Hvis disse ikke er korrekt indstillet, eller temperaturerne ikke er tilstrækkelige for at få den nødvendige funktionalitet, er der risiko for at dele af systemet får tilført varme. Det kan også besværliggøre at lave en termisk vedligeholdelse, hvis de ikke åbner og lukker, som de skal med vekslende temperaturer.

Såfremt driftspersonalet har opfattelsen af, at de gør alt rigtigt, fordi de hæver temperaturen i cirkulationssystemet op til 60-70 °C, uden at se på hele systemet, er der risiko for, at varmen sendes retur uden at have været hele vejen ude i systemet, hvilket i sidste ende giver falsk tryghed.

HOCL og temperaturer

Hvorfor leverer HOCL en større sikkerhed end høje temperaturer?

Høje temperaturer vil falde, efterhånden som temperaturen kommer frem i varmtvandssystemet og dermed miste sin effekt. Vores indledende undersøgelse viser, at der skal 70 °C til og i tilstrækkelig tid til at nå helt ned i bunden af den isolerende biofilm for at have den ønskede effekt.

Det kræver længere tid for temperaturen at komme ned i bunden af biofilmen, da den radiale stråling gør, at der skal meget høje temperaturer på fremløbet for at kunne levere 70 °C hele vejen rundt i systemet.

KAB-ejendomme beskriver, at såfremt man ønsker at lave vedligehold med temperaturer, hvor der opnås 60-70 °C i alle tæppesteder, vil man i de fleste tilfælde skulle kunne opnå fremløbstemperaturer på 70-80 °C. Det i sig selv vil i langt de fleste tilfælde være problematisk af følgende årsager:

1. Der er ikke energiresourcer nok til rådighed til at give tilstrækkelig varme.
2. Fjernvarmen kommer kun til at skulle give 55-60 °C på fremløb, hvilket giver problemer for bygninger bygget før 2000.
3. At udvide kapaciteten til 65-70 °C periodevist (el-stave) vil være økonomisk urealistisk for størstedelen af installationerne.
4. Driftsomkostningerne til periodevis (12/24 gange årligt) at lave termisk kompensering i cirkulationsstrengen kan kræve store energi- og økonomiske ressourcer.
5. Termisk kompensering i cirkulationsstrengen udføres typisk om natten for at undgå skoldning, hvilket gør, at man ikke får tæppestederne med.

Mange installationer er ikke bygget til at skulle hæve temperaturen til 70 °C, og i Danmark er det kun lovkrav, at man periodevist skal kunne opnå 60 °C.

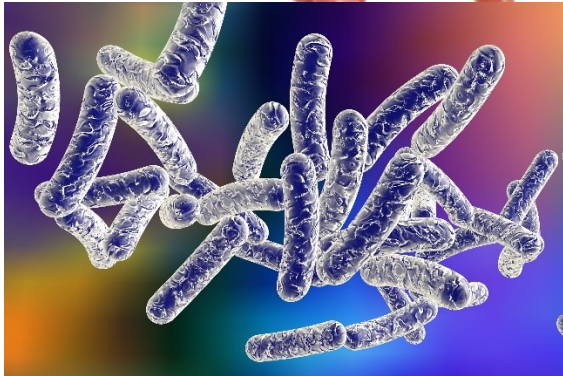
At hæve temperaturen op til disse kan have andre afledte effekter.



Kalk udskilles fra vandet fra 57 °C og op, hvilket betyder, at hvis man periodevist eller konstant holder temperaturer over 60 °C, vil der komme kalkbelægninger på indersiden af rørene, som over tid vil give en indsnævring af vandrøret. Eksempel herpå er billedet til venstre. Dette vil over tid betyde, at rørene skal udskiftes, når der ikke kan komme tilstrækkeligt vand igennem.



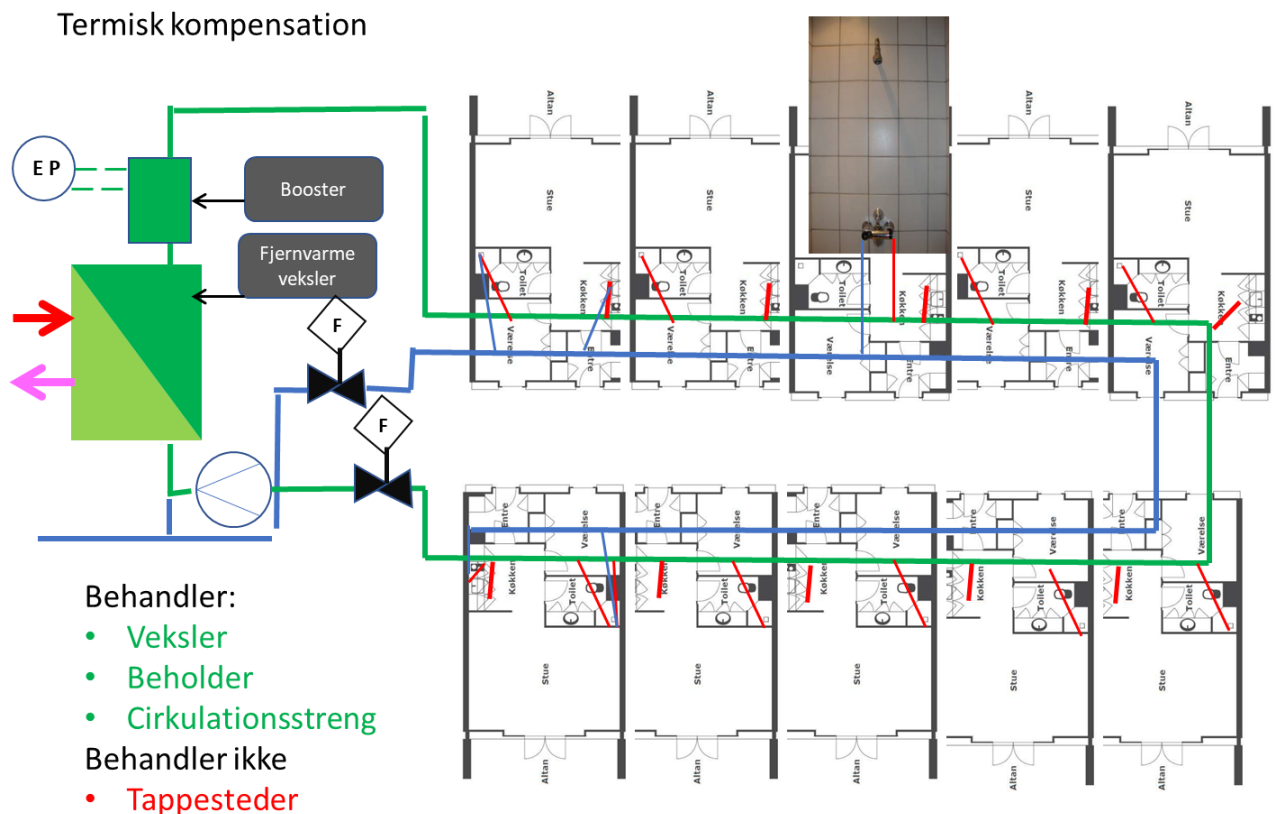
En anden ulempe ved at hæve temperaturen er, at man øger risikoen for skoldning. Når man skal af med biofilmen, skal man nå 65-70 °C i den inderste del af biofilmen, hvilket også betyder, at denne temperatur skal holdes i en længere periode. I denne periode vil personer, der anvender systemet, have øget risiko for skoldning.



Udvikling af resistens over for højere temperaturer har vist sig at være en bivirkning af periodevist at hæve temperaturen. Dette giver den udfordring, at de bakterier, der overlever en periode med høje temperaturer, kan blive modstandsdygtige. Risikoen er, at man over tid fremavler bakterier, der til sidst er immune over for opnåelige temperaturer i det varme brugsvand.

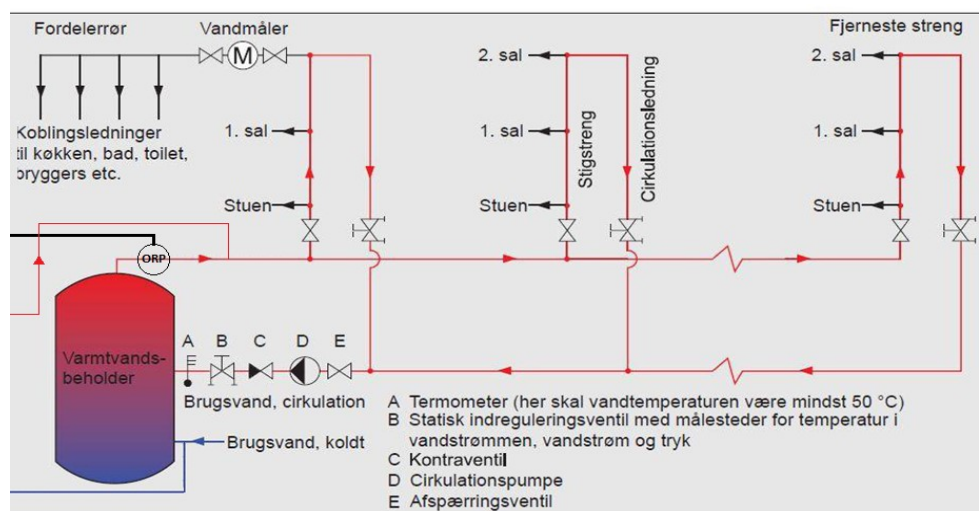
Desinfektion og kompensation

Termisk kompensation øger temperaturen i en periode til 60-70 °C i beholder og cirkulationsstreng. Det er illustrativt forklaret nedenfor:



Ved termisk kompensation vil man skulle varme vandet op i hele systemet (undtagen tæppesteder) fra 50-55 til minimum 60 °C (målt på ydersiden af røret). Det kræver energi at hæve den givne mængde vand op i temperatur og holde den der i en given periode, tilstrækkelig til at opnå en reduktion i såvel bakterier som biofilm. Afhængigt af hvor mange gange dette gentages pr. år, vil man kunne udregne energiforbruget fra både fjernvarme og elektricitet, der efterfølgende kan omregnes til økonomisk konsekvens.

Når man udfører termiske kompensation, er det vigtigt, at man også tjekker, om varmen når hele vejen ud i hele systemet.

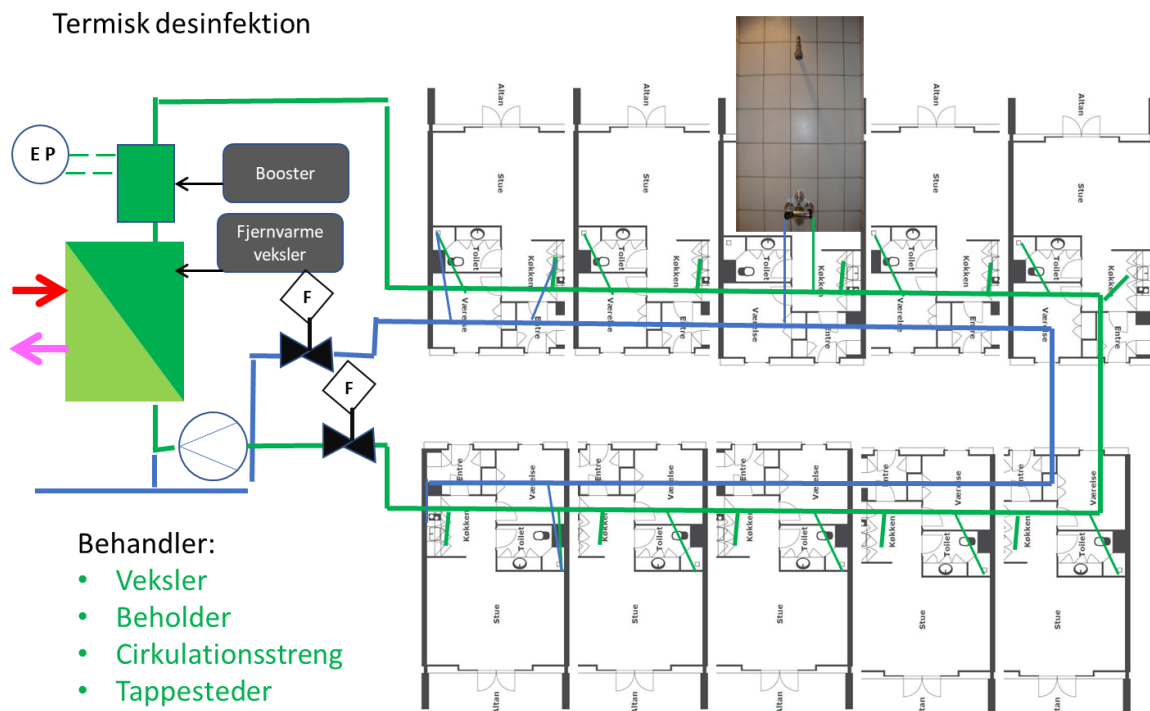


Hvis indreguleringsventilerne ikke fungerer efter hensigten, vil man risikere, at man efter første stigstreng sender det varme vand retur til beholder. Dette betyder også, at stigstreng 2 og 3 ikke får virkning af den termiske vedligeholdelsesindsats.

Dog kan dette også være et generelt problem, som ikke kun forekommer, når man udfører termisk desinfektion/kompensation, men også noget, man skal være opmærksom på ved daglig drift.

I illustration af termisk kompensation vil tæppestederne ikke være inkluderet, medmindre de manuelt bliver åbnet i den periode, hvor der er høje temperaturer. Dette vil ofte ikke være tilfældet af flere årsager. Den termiske desinfektion udføres om natten, hvor der ikke er forbrug, for at undgå skoldning, og det kan være svært at få adgang til alle tæppesteder i det tidsrum, hvor temperaturen hæves.

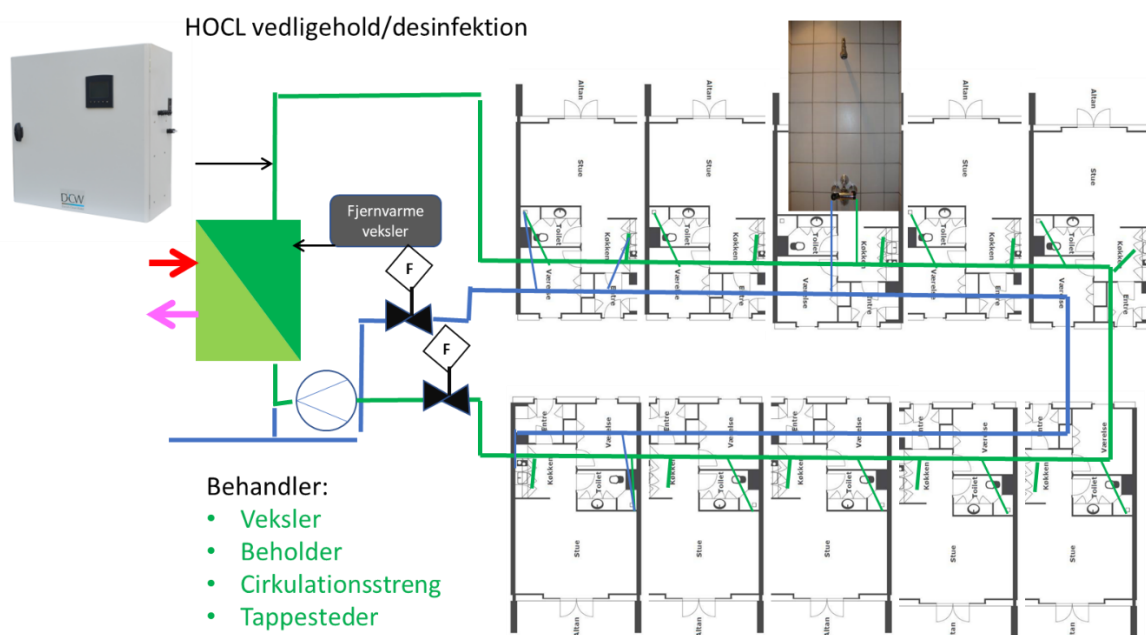
Termisk desinfektion, der ud over at øge temperaturen også åbner for alle tappesteder, så de opnår effekten af den høje temperatur ved hvert tappested i min. 10-20 min.



Dette vil man typisk udføre, når der er smittetilfælde, højt indhold af *Legionella* i det varme brugsvand eller begrundet mistanke.

Her vil der ud over det energiforbrug, man har ved termisk vedligehold, også skulle anvendes ekstra energiresourcer til at varme vand op fra 10 til 70-80 °C, da der vil være et forbrug på 9 liter i min. 10-20 min. pr. tappested for at kunne opnå de nødvendige temperaturer ved tappesteder til at behandle bakterier og biofilm. Hertil kommer et øget vandforbrug, afledningsomkostninger og personaleudgifter ved manuelt at skulle åbne og lukke tappesteder.

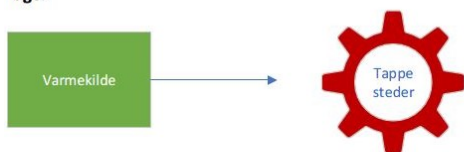
Ved **NEUTHOX-kompensation/desinfektion** tilsætter man dosering fra en NEUTHOX-generator, som vil desinficere veksler, beholder og cirkulationsstreng. Forskellen på, om det er vedligehold eller desinfektion, er, om man åbner alle tappesteder fra start, og om man øger koncentrationen til en chok-desinfektion. Såfremt man åbner alle tappesteder fra start med en øget koncentration og gennemskyller, vil der være udført en desinfektion. Installation af en NEUTHOX-generator er dog en permanent installation, som derfor vil have effekt ud til tappestederne, så snart de anvendes. Man er derfor ikke afhængig af, at der skal åbnes i den periode, temperaturen er til rådighed, men det vil være en permanent bekæmpelse/forebyggelse.



Da legionellabakterier i størstedelen af tilfældene ikke vokser over 50 °C, er loven i Danmark, at man minimum skal have denne temperatur i hele systemet. Hvis der er steder i systemet, hvor varmen ikke kan komme frem, vil både biofilm og *Legionella* have gode muligheder for at vokse og kontaminere resten af cirkulationsstrengen.

Når temperaturgymnastik (termisk kompensation) udføres periodevist, vil der som regel være en opblomstring i den mellemliggende periode, indtil denne udføres igen. Årsagen til, at man er nødsaget til at gentage det regelmæssigt og ikke bare kan gøre det en gang for alle, er, at det er stort set umuligt at eliminere alle bakterier i vandsystemet.

Periodevis varme desinfektion af brugsvands beholder ved 60-70 grader hver 2. uge.



Periodevis varme desinfektion af brugsvands beholder ved 60-70 grader hver 2. uge.
+ Åbne for alle tappesteder i 20-30 min, så det også opnår temperatur.



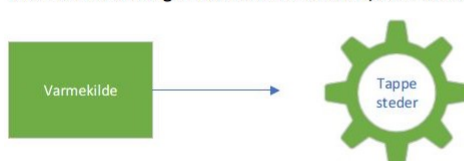
Periodevis varme desinfektion af cirkulations system ved 60-70 grader hver 2. uge.



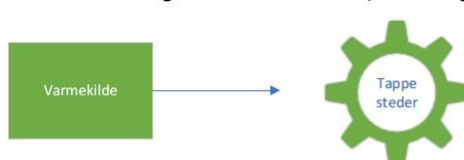
Periodevis varme desinfektion af cirkulations system ved 60-70 grader hver 2. uge.
+ åbne for alle tappestederne i 20-30 min, så de også opnår temperatur.



Permanent dosering af HOCL uden cirkulation, uden at åbne alle tappesteder.



Permanent dosering af HOCL uden cirkulation, med åbning af alle tappesteder. (desinfektion)



Permanent dosering af HOCL med cirkulation, uden at åbne alle tappesteder.



Permanent dosering af HOCL med cirkulation, med af åbne alle tappesteder.



Illustration ved anvendelse af NEUTHOX for at holde *Legionella* nede. Her vil tappestederne være inkluderet, da dette er en permanent installation, og så snart der åbnes for hanen, vil vandet med aktiv bekæmpelse komme med ud.

Til sammenligning giver en installation af en NEUTHOX-generator permanent bekæmpelse, hvor temperaturgymnastik kun er periodevis. Der doseres permanent en desinfektionsvæske ind i systemet, der sørger for, at man holder *Legionella* og biofilm reduceret alle steder, vandet flyder. Det kan ikke sammenlignes med hverken en termisk eller biocid desinfektion, hvor man lukker hele systemet og giver det en chokbehandling. Men denne teknologi er ikke afhængig af at skulle have temperatur helt ud til tappstederne, da den vil flyde med vandet fra cirkulationsstrengen, så snart der er forbrug. Da dette vil være en permanent installation, vil bakterieniveauerne holdes nede.

Fra installationen vil det typisk tage 1-3 måneder, inden biofilm er bekæmpet. NEUTHOX vil starte med at angribe det, der først er kontakt til, hvilket er bakterier i vandfasen, og det overskydende til at nedbryde biofilmen. Fra installation af en NEUTHOX-generator vil cirkulationsstrengen være sikret, sammenligneligt med permanent 70 °C-temperaturer. Medmindre man starter med at lave en chok-desinfektion, hvorefter man vedligeholder det lavt, vil det tage én dag at komme af med bakterier og biofilm, hvorefter man vil holde det lavt.

Biocid, HOCL

Et biocid har følgende definition i EU: Et kemisk stof eller en mikroorganisme beregnet til at ødelægge, afskrække, uskadeliggøre eller udøve en kontrollerende virkning på enhver skadelig organisme.

Denne overordnede paraplydefinition dækker over en stor mængde både farlige og ikke farlige stoffer, men fælles for dem alle er, at det er koncentrationen i produktet, der bestemmer, om det er farligt eller ej.

NEUTHOX er godkendt gennem EU's godkendelsesproces, hvor der er lavet effektivitetsstudier samt en lang række beregninger og felttest. Dette har medført, at NEUTHOX er godkendt til en lang række produkttyper (efterfølgende forkortet PT).

1. Hygiejne for mennesker (hånddesinfektion)
2. Overfladedesinfektion
3. Veterinær hygiejne
4. Fødevarer, foderstoffer og rør
5. Drikkevand og brugsvand
11. Konserveringsmidler til væske i kølebehandlingssystemer (køletårne).

DCW har godkendelser til alle disse ovennævnte grupper i en lang række europæiske lande, heriblandt Danmark. Herudover er DCW en del af ECA Consortium, der håndterer godkendelsesprocessen i ECHA, som er det europæiske kemiagentur. Da dette er en langstrakt proces, der blev startet i 2016 og er estimeret gennemført i 2027, har DCW godkendelser til at sælge produkterne, mens vores ansøgning er under behandling.

For at imødekomme bekymringer om at tilsætte kemi i vandet er vores sikkerhedsdatablad lagt i bilag. Her står det tydeligt, at der selv ved vores koncentrat, direkte produceret fra maskinen, ikke behøves handsker eller beskyttelsesbriller for at håndtere væsken.

NEUTHOX har en koncentration på 500 PPM (part per million) eller 0,05 %. Det resterende er lidt salt og vand. Når vi doserer ind i vandsystemet, vil det være med mellem 0,5 og 5 ppm, som svarer til 0,00005-0,0005 %.

Eller sagt på en anden måde: Hvis vi doserer 2 ppm i 10 liter vand, vil det svare til tilførsel af 1 dråbe 100 % HOCL.

Det, man skal være opmærksom på, er et biprodukt, der hedder klorat. Her skal man overholde nogle af EU fastsatte grænseværdier. DCW har testet væsken fra deres generatorer, som holder sig under en tredjedel af grænseværdien. Derudover har DCW's nyeste udvikling vist, at nye maskiner vil kunne producere uden målbart klorat. Derfor er bekymringer for klorat ubegrundet med DCW's NEUTHOX-generatorer.

HOCL – kroppens medfødte immunforsvar

Immunforsvaret består af to overordnede dele: det medfødte immunforsvar og det adaptive immunforsvar. Det medfødte immunforsvar er vores *first-line*-forsvar mod infektioner. Det virker uspecifikt, men reagerer til gengæld meget hurtigt mod infektioner og patogener, mens det adaptive immunforsvar er mere specifikt, men først træder i kraft meget senere.

Immunforsvaret består af mange forskellige celletyper, hvoraf neutrofile celler er de første til at reagerer mod infektioner. De er særligt specialiseret i forsvaret mod bakterie- og svampeinfektioner. Neutrofile celler genkender fremmede mikroorganismer og fagocytterer dem, dvs. de optages i immuncellerne. Fagocytose trigger immuncellernes dannelse af reaktiv oxygenforbindelse (ROS: reactive oxygen species), der er med til at dræbe invaderende mikroorganismer [1].

De neutrofile celler producerer en blanding af reaktive oxygenforbindelser, heriblandt superoxidioner (O_2^-), hydrogenperoxid (H_2O_2) og hypoklorsyre (HOCl). Hypoklorsyre og ionen hypoklorit (OCl^-) er de neutrofile cellers mest effektive våben mod bakterieinfektioner [1, 2]. ROS er dog ikke kun skadelige for mikroorganismer, men også for kroppens egne celler. De mekanismer, der gør ROS så skadelige for bakterier, gør dem også potentielt skadelige for vores egne celler. Hypoklorsyre er blevet impliceret i den vævsskade, der ses ved inflammatoriske sygdomme [3]. Kroppen har dog udviklet mekanismer, der modvirker denne skadelige effekt af reaktive oxygenstoffer, blandt andet ved hjælp af enzymer, der inaktiverer ROS ved i sidste ende at omdanne dem til H_2O . Desuden findes der en masse såkaldte antioxidanter, der beskytter cellerne ved at inaktivere de reaktive oxygenforbindelser [4]. Derudover er dannelsen af reaktive oxygenforbindelser et naturligt biprodukt af energi-dannelse i cellerne, og ROS er således en helt naturlig del af kroppen.

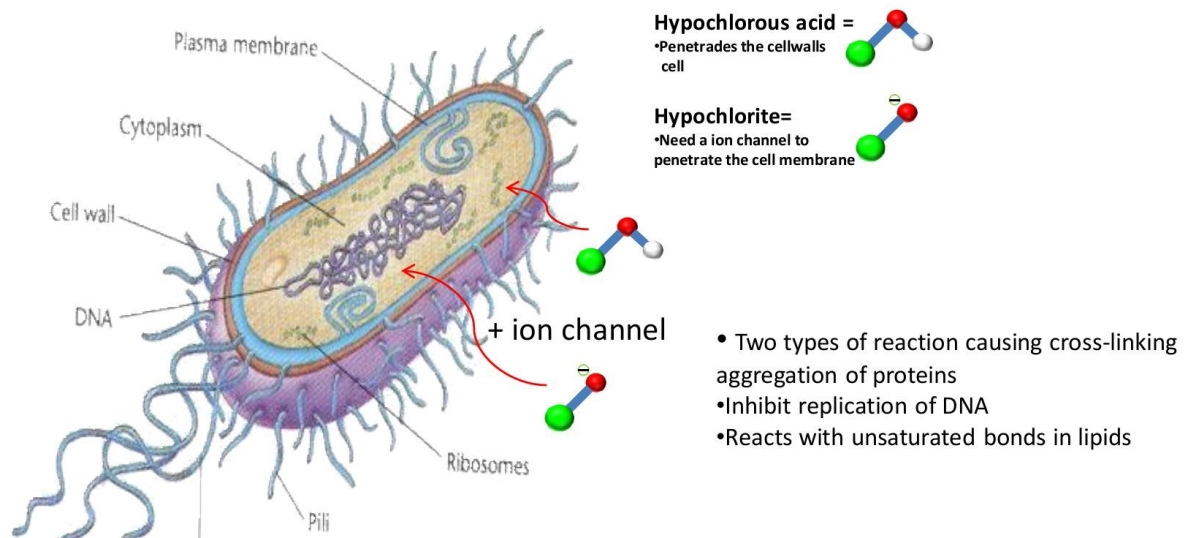
1. Kindt, T.J., R.A. Goldsby, and B.A. Osborne, *Kuby Immunology*. 6 ed. 2007.
2. Kumar, V., et al., *Robbins and Cotran Pathologic Basis of Disease*. 8th ed. 2010.
3. Pullar, J.M., M.C. Vissers, and C.C. Winterbourn, *Living with a killer: the effects of hypochlorous acid on mammalian cells*. IUBMB Life, 2000. **50** (4-5): p. 259-66.
4. Lodish, H., et al., *Molecular Cell Biology*. 6th ed. 2007.

Effekt

Hvorfor har NEUTHOX en markant bedre effekt end de fleste andre kendte desinfektionsmidler på markedet?

Det er altid et spørgsmål om koncentrationen, som anvendes, og tiden, det har til at få effekt. Herefter skal det vejes op imod eventuelle bivirkninger og sikkerhedsrisici.

HOCL har den fordel, at den har en neutral ladning, der gør det muligt at penetrere cellevæggen på bakterier langt hurtigere end andre, der enten er positivt eller negativt ladet. Dette er illustreret her med et billede, der sammenligner hypoklorit (OCL⁻) og hypoklorsyre (HOCL):



I og med cellevæggen brydes, er der ingen barrierer længere, og bakterien kan derfor ikke overleve. Den vil inden for meget kort tid springe, lidt som en ballon, grundet det osmotiske tryk. Dette har også indtil for nylig betydet, at eftersom der ikke er noget, der overlever, kan der ikke dannes resistens. Dog er der nye studier, der tyder på, at det i nye studier har kunnet lade sig gøre for visse bakterier at overleve milde koncentrationer og efterfølgende have øget modstandsdygtighed.

HOCL nedbrydes hurtigere, jo højere temperaturerne er, hvilket også betyder, at jo lavere temperaturen er, jo højere kan effektiviteten være. Det medfører også, at behovet for HOCL vil være mindre, og man derfor vil kunne nøjes med at dosere mindre ved lavere temperaturer.

EUDP-rapport: Mikrobiologisk sikker sænkning af varmtvandstemperaturen

DCW udarbejdede i 2014 en EUDP rapport for at belyse NEUTHOX effekt ved lave temperaturer.

Dengang var konklusionen:

”EUDP-projektet har genereret unikke erfaringer i brugen af in situ-genereret hypoklorsyre til desinfektion af varmtvandssystemer med cirkulationskreds. Med seks installationer, som er repræsentative for den eksisterende danske bygningsmasse, hvad angår alder og opbygning, samt over 300 legionellaprøver, er resultatet overbevisende – det er muligt at holde cirkulationsledninger og tappehaner fri for *Legionella* ved normal og reduceret temperatur, såfremt DCW’s doseringsstrategi følges. Dermed er DCW’s teknologi en mulig komponent i fremtidens lavtemperaturfjernvarme.

Projektet viste, at der i alle seks systemer fandtes *Legionella* uanset alder, opbygning, veksler, beholder og rørtype. Ydermere fandtes der *Legionella* på trods af temperaturer over 50 °C og anvendelsen af choktemperering.

Ved opbygning af doseringssystemet med doseringspunkt ORP-sensor i fremløbet for det varme brugsvand opnåede vi et stabilt oxidationsniveau, som over tid fjerner *Legionella* i cirkulationsledningen. Af de syv doseringssløjfer, der kørte i projektet, havde kun system 1.1 fortsat *Legionella* i cirkulationen efter påbegyndt dosering med endelig doseringsstrategi – dette system var ikke bygget om efter DCW's endelige doseringsstrategi og fungerede derfor som reference. Prøver taget parallelt i cirkulationen på system 6 og en reference uden dosering viste ydermere en forskel i bakterieniveau, da der fortsat fandtes bakterier i referencen, mens system 6's cirkulation forblev legionellafri (se afsnit 4.1.3).

På de seks installationer med legionellafri cirkulation lykkedes det at fjerne forekomsten af *Legionella* i A- og B-prøverne ved dyrkning i system 2 (se afsnit 4.1.2), 4 (se afsnit 4.1.4) og 5 (se afsnit 4.1.5) med den rigtige koncentration af NEUTHOX. For at opnå desinfektion helt ud til tappestedet kræver det nok forbrug til at tilstrækkeligt eksponere den døde rørstreng mellem cirkulation og tappested for biocidet, foruden høj nok koncentration. Denne del af rørstrengen er et problem for samtlige bekæmpelsesstrategier for *Legionella*, da varme heller ikke når tappestedet, når der intet forbrug er.

En screening af 10 vilkårlige tappesteder på system 4 fandt kun dyrkbare *Legionella* i tre A-prøver, hvor alle tre prøver var under 1000 cfu/L. Dette på trods af meget lille forbrug på flere af hanerne. System 4 har dermed opnået en stor all-around-reduktion i legionellaniveauet (se afsnit 4.1.4).

System 1 har under projektet kørt med doseringsstop i weekender for at undgå kloridopbygning, da der intet varmtvandsforbrug var i perioden (se afsnit 4.3.4). Doseringsstop på to dage har ikke givet anledning til opblomstring i cirkulationsledningen. System 6 oplevede uventet doseringsstop på fire uger, hvilket forårsagede opblomstring i legionellaniveauet til det samme niveau som før påbegyndt dosering (se afsnit 4.1.6). Efter et fire-ugers planlagt stop på system 6 forsøgte vi en hyperklorering af systemet, hvilket nedbragte legionellaniveauet med 3 log-enheder på tappestedet, men de efterfølgende vandprøver indeholdt fortsat *Legionella*, og hyperklorering er derfor ikke en metode til at forblive legionellafri, men kan hurtigt reducere niveauet, såfremt de er høje.

På hovedmålerniveau kunne man ikke registrere en besparelse i forbruget af fjernvarme, hvilket formentlig skyldes usikkerheder i korrektionen for graddage. En screeningsrapport udarbejdet af Dansk Energirådgivning på Hotel Comwell viste, at sænkning af temperaturen fra frem/retur 56/45 °C til 45/42 °C gav en årlig energibesparelse på 98.918 kWh/år, hvilket var en besparelse på 31.654 kr./år.

Niveauet af trihalomethaner (THM) i det varme vand blev målt igennem projektet. Niveauerne lå i hovedparten af installationerne under 100 µg/L, som er grænseværdien for drikkevand. Tesen om, at niveauet af THM ville falde, når biofilmen var fjernet, kunne ikke bevises. Der blev ikke fundet nogen klar sammenhæng mellem alder, rørtype eller lignende på resultaterne – DCW fortsatte derfor THM-målingerne efter projektets afslutning.

Kloridniveauet følger doseringsmængden og er afhængig af vandforbruget. Har man et specielt forbrugsmønster, som f.eks. system 3, skal det tænkes ind under opsætning af doseringscontrolleren. Kloridniveauet hæves i det varme vand med 50-100 PPM.

Korrosionsanalyser på hhv. PEX og metaller viste ingen problemer i installationens forventede levetid.

SDU belyste problematikken, som opstår ved behandling af det varme vand – herunder ”common sense”-forståelsen om varmt vand, som i Danmark er, at det varme vand er at betragte som koldt vand, hvad angår renlighed, og derfor accepterer man ikke f.eks. klorklugt. Der er derfor behov for, at DCW aktivt bruger driftsteknikere på installationerne i tilgangen til slutbrugeren.

Serviceteknikerne har givet idéer til optimering af maskinen – idéer, som DCW nu aktivt anvender i udviklingen af en dedikeret Legionella-unit.

Fjernvarmesektoren udviste på en workshop stor interesse for DCW’s teknologi, som på sigt kan være en vigtig komponent i lavtemperaturfjernvarme. Der ligger dog en forhindring i dette marked, da fjernvarmenettet ikke er klar til lavtemperaturdrift, og økonomien til ændring af eksisterende installationer ofte er svært tilgængelig. DCW skal i fremtiden følge udviklingen i dette marked for at blive en central spiller.”

Effektivitetsstudier

DCW har i samarbejde med ECA-konsortiet udført en lang række effektivitetstest for at dokumentere både effekt og sikkerhed. Hertil kommer, at alle 12 aktionærer i ECA har produceret egen 5 batchanalyse, der viser, at produktet kan overholde effekt, grænseværdier og sikkerhed.

ECA Biocidal Product Families						
	Family name	EN test	Product type	Use No.	Description of use	Required specifications
In-situ/ Bottle	BPF1; BPF 5 water and CIP disinfection	UBA test OECD 170 1276 1650 13623 14476	PT2	#2	CIP - disinfection for pipework/inner surfaces	58 ppm, 60 minutes, Bacteria and yeast 20° C, pH 5.7 – 6.2
			PT2	#8	Disinfectants for treatment of waters other than wastewater (swimming pool water)	Test results pending
			PT4	#33a	CIP - disinfection for pipework/inner surfaces	58 ppm, 60 minutes, Bacteria and yeast 20 C, pH 5.7 – 6.2
			PT4	#33b	Surfaces in contact with water	Legionella field test missing/pending 20 minutes clean conditions (7, 10 and 15 ppm at 20° C)
			PT5	#36a	Disinfection of drinking water suppliers and their water distribution systems	0.3 ppm pH 7.5 – 15 °C Bacteria and virus
			PT5	#36b	Disinfection of collective drinking water systems	0.3 ppm pH 7.5 – 15 °C Bacteria and virus, (Legionella pending – 7, 10, 15 ppm)
			PT5	#36c	Disinfection of water in reservoirs	0.3 ppm pH 7.5 – 15 °C Bacteria and virus
			PT5	#36d	Disinfection of drinking water for animals	0.3 ppm pH 7.5 – 15 °C Bacteria and virus
			PT2	#4a	Instrument disinfection by immersion	550 ppm – pH = 5.5-7.7 / 5 minutes 20°C Bacteria, Yeast, Virus and fungal spores.
			PT2	#4b	Hard surfaces health care	236 ppm – pH = 6.3-6.4 / 5 minutes 20°C Bacteria, Yeast.
	PT2	#4c	Hard surfaces non-health care	224 ppm – pH = 6.4 / 5 minutes 20°C Bacteria		
	PT3	#18	Instrument/equipment disinfection	550 ppm – pH = 5.5-7.7 / 5 minutes 20°C Bacteria, Yeast, Virus and fungal spores.		
	PT3	#28a	Instrument disinfection by immersion or filling	236 ppm – pH = 6.3 - 5 minutes 20°C Bacteria and yeast		
	PT3	#28b	Hard surfaces veterinary	499 ppm – pH = 3.7-6.4 / 30 minutes 10°C Bacteria and yeast		
	PT3	#28c	Hard surfaces veterinary and transport vehicles	499 ppm – pH = 3.7-6.4 / 30 minutes 10°C Bacteria, Yeast and viruses (pending on viruses result)		
	PT4	#30a	Instrument disinfection by immersion	236 ppm – pH = 6.3 - 5 minutes 20°C Bacteria and Yeast		
	PT4	#30b	Hard surfaces food	236 ppm – pH = 6.3 - 5 minutes 20°C Bacteria and Yeast		
	PT1	#1	Human hygiene	550 ppm – pH = 4.5-5.0 / 60 sec. Bacteria, Virus and Yeast		
	PT3	#20	Oral hygiene products	403 ppm, 5 minutes 30°C Bacteria and Yeast		
	PT3	#21	Corporal hygiene products	403 ppm, 5 minutes 30°C Bacteria and Yeast		
	PT3	#23	Animal feet disinfection	Pending on results (field trail test)		
	PT3	#24	Teat disinfection	678 ppm – pH = 3.8-5.9 / 60 sec. (clean premilking) and 5 minutes (dirty postmilking) Bacteria and Yeast.		
	PT2	#17	Room disinfection (vaporised biocide)			
	PT3	#27	Room disinfection (vaporised biocide)			
	PT4	#32	Room disinfection (vaporised biocide)			
		BPF3; BPF 7Skin disinfection	1500 13727 13624 14476 1656 1657 14349 16438			
		BPF4; BPF 8 Room disinfection	13727 1276 13624 1650 17272			

Alle test er bestået jf. de standarder, der foreskrives.

Specifikt er NEUTHOX testet mod *Legionella* i EN13623-test. Her er legionellabakterier testet med 3 ppm i 60 min., hvor der opnås en reduktion til ikke målbart niveau. Dette effektivitetsstudie er vedhæftet i bilag.

Teknologien

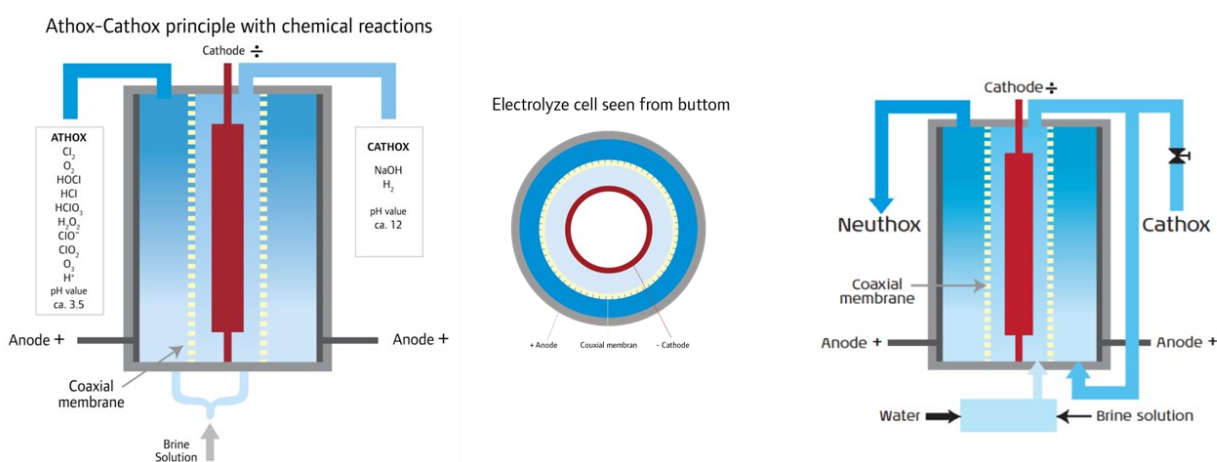
Generatoren ECA-generator (Electro Chemical Activation)

For at forstå, hvordan NEUTHOX produceres, kommer her en indflyvning i de basale dele af teknologien.

For at kunne producere skal generatoren bruge 3 ingredienser:

- Salt
- Vand
- Strøm

Den milde breineopløsning føres igennem en elektrolysecelle med membran som beskrevet nedenfor.



Elektrolyse bliver produceret i mange sammenhænge og med mange forskellige formål. Nogle er beregnet til at skulle producere brint, andre desinfektionsmiddel etc.

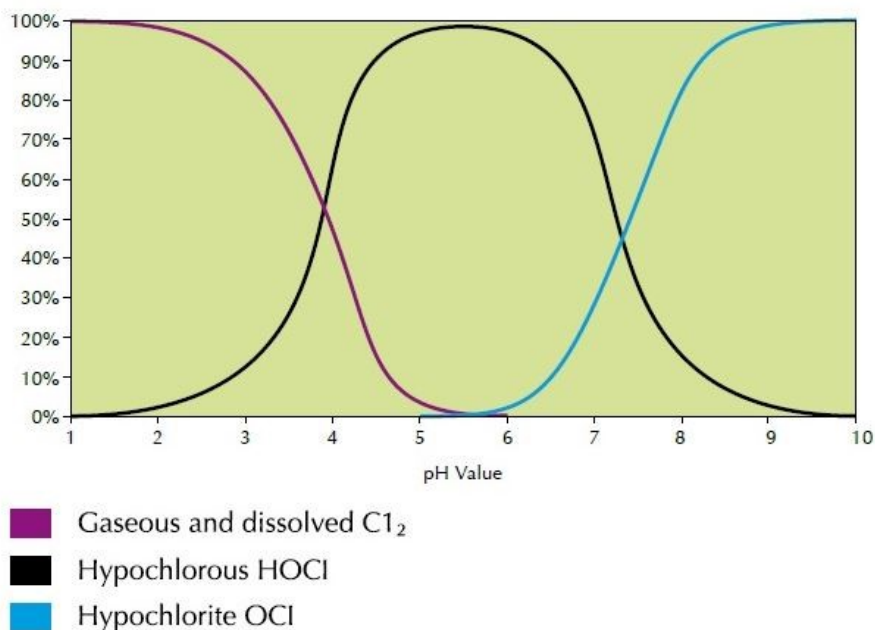
Hertil kommer forskellene på, om celleteknologien er baseret på en membran eller pladecelleteknologi. Da DCW-generatorer er bygget med membranceller, har vi afgrænset vores beskrivelse til denne del af teknologien.

Formålet er at lave en desinficerende væske, der kan bekæmpe bakterier og biofilm.

Den milde breineopløsning flyder først igennem katode-kammeret, hvorefter det flyder igennem anode-kammeret. Slutproduktet kaldes NEUTHOX og vil være en kombination af HOCL og OCL-.

Koncentrationen direkte fra generatoren vil typisk være 0,05 %/500PPM HOCL.

Denne væskesammensætning er PH-afhængig som vist nedenfor:



Fra 1-5 pH vil den aktive del være Cl₂ (klorgas).

Fra 4-7,5 pH vil størstedelen bestå af HOCl (hypoklorsyre).

Fra 7,5-10 pH vil størstedelen bestå af OCl⁻ (natrium hypoklorit).

Generatorerne opererer mellem 5,5 og 8,5 PH, hvilket giver en høj effektivitet, samtidig med at det er uden risiko for klorgasser.

Sikkerhed og arbejdsmiljø

NEUTHOX er generet i en mild, men meget effektiv koncentration. Der er derfor hverken krav til handsker, briller eller andre sikkerhedsforanstaltninger for at håndtere NEUTHOX i koncentreret form. NEUTHOX har en neutral pH og består af 99,95 % vand og 0,05 % HOCl.

Til sammenligning har koncentreret klor/blegemiddel 12-15 % koncentration, hvilket gør det meget kraftigere, men også farligt at håndtere med en lang række krav om sikkerhedsforanstaltninger.

En anden sammenligning: Klordioxid er en konkurrerende on-site teknologi, her skal man håndtere saltsyre og natriumklorid, som hver især kræver beskyttelsesforanstaltninger, da det håndteres i høje koncentrationer. Her skal der opsættes brusefaciliteter i nærheden, diverse beskyttelsesudstyr etc.

Det at håndtere en NEUTHOX-generator er en af de mindst krævende i forhold til arbejdsmiljøforanstaltninger.

Teknologier til desinfektion

Comparison of technologies						
	UV	Sodium Hypochlorite	Chlorine Dioxide	Ozone	Silver Nano Particles	DCW Danish Clean Water
Prophylactic effect	No	Yes	Yes	Limited	Yes	Yes
Destroys biofilms	No	Limited	Yes	Limited	Limited	Yes
Safe for operators	yes	No	No	Yes	Yes	Yes
Effective against legionella colonization	No	Yes	Yes	Limited	Yes	Yes
Enviromentally safe	Yes	Yes	Yes	Yes	Strong concerns	Yes

Det er vigtigt, at den desinfektion, man vælger, også kan komme til bunds med biofilm, da dette er årsagen til alle bakterier, der frigives til vandet. Det giver kun giver 2 alternativer: en NEUTHOX-generator, som den DCW producerer, eller en klordioxidinstallation.

Biofilmen

Biofilmen er der, hvor bakterierne vokser og bliver til flere.

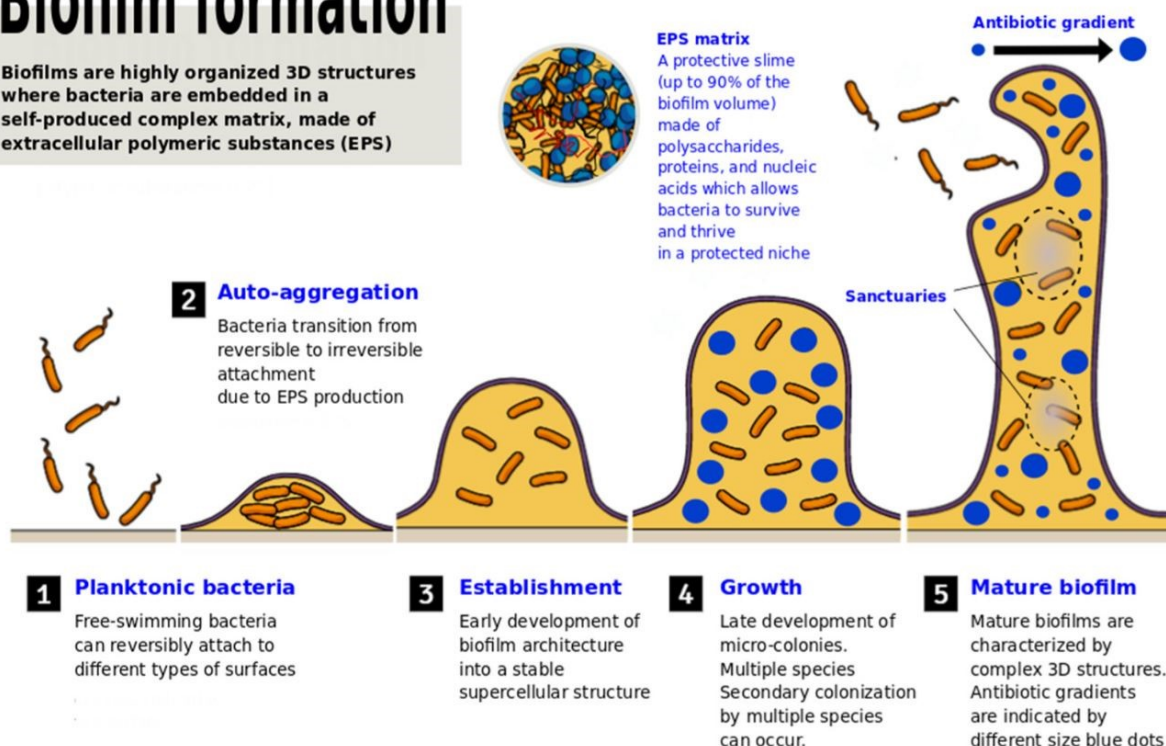
Den sætter sig på indersiden af vandrøret som en slimet hinde, hvor bakterier vokser.



QR-koden giver dig mulighed for at se ind i et vandrør via en animation, der visualiserer *Legionella*, biofilm og behandling med DCW NEUTHOX®-generator.

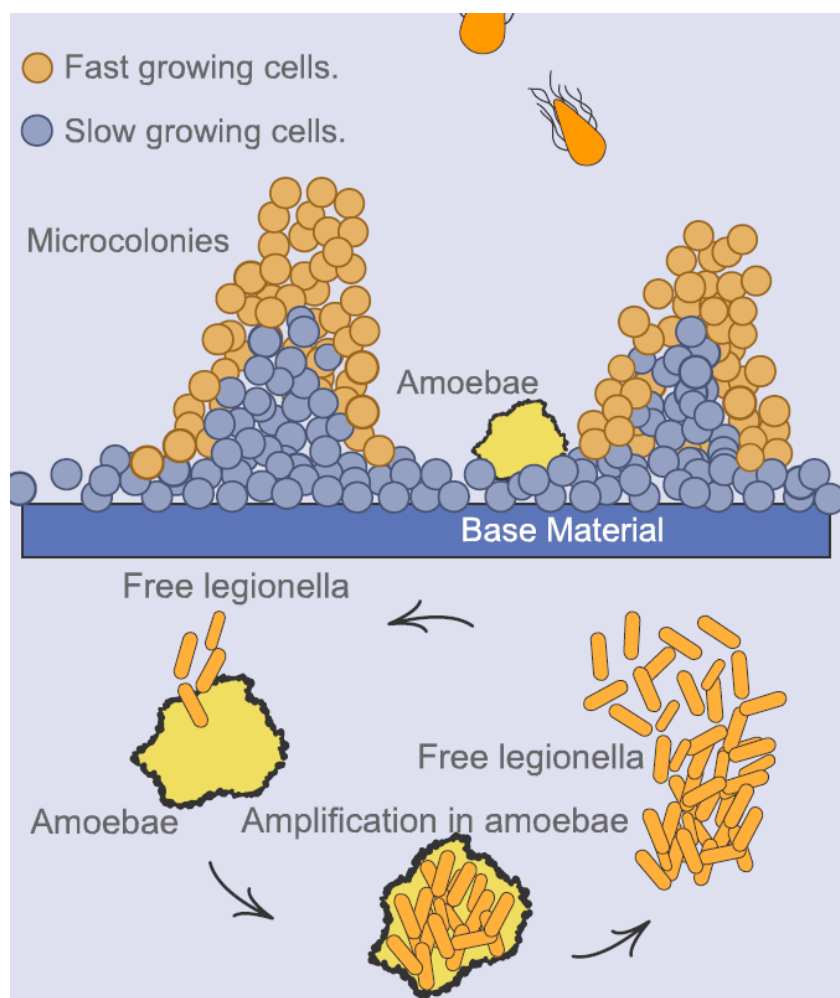
Biofilm formation

Biofilms are highly organized 3D structures where bacteria are embedded in a self-produced complex matrix, made of extracellular polymeric substances (EPS)



Denne biofilm er isolerende, og afhængig af tykkelsen kan den modstå varme længere tid end de bakterier, der er frigivet til vandstrengen. Hvor bakterier, der flyder i vandstrengen, kun kan overleve kortvarigt i øgede temperaturer, har biofilmen en isolerende effekt, der også er beskrevet i de tidligere delrapporter. Implicit, jo mere biofilm, jo længere tid tager det at få bugt med – både med varme og NEUTHOX.

Såfremt man skal bekæmpe biofilm med temperatur, er det derfor også essentielt, at temperaturen når ned i bunden af biofilmen, hvilket er årsagen til, at man skal måle temperaturen på ydersiden af røret. Man kan godt have opnået de 65-70 °C i vandstrengen, uden at være nået ned i biofilmen, og hvis det er tilfældet, har man ikke løst årsagen til problemet, som derfor hurtigt vil opstå igen.



Biofilmen er årsagen til problemet med *Legionella*, da det er her, *Legionella* vil dele sig til eksponentiel vækst under de rette vilkår. Da *Legionella* ikke kan formere sig i det flydende vand, skal det ud at etablere sig i amøber, hvilket er vel-dokumenteret.

Når vi taler om at bekæmpe eller begrænse *Legionella* i varmtvandssystemer, er det derfor også vigtigt at behandle årsagen til problemet (biofilmen), da problemer med *Legionella* hurtigt vil genopstå, hvis det kun er bakterierne i vandstrømmen, der bekæmpes.

HOCL og biofilm

Ved dosering af HOCL i systemet vil de bakterier, der flyder frit i vandstrengen, først blive behandlet, da disse vil være enklest at reagere med. Herefter vil den overskydende effekt, der er tilbage, begynde at nedbryde biofilmen. Dermed vil cirkulationssystemet umiddelbart efter installation have en markant effekt på bakterier i vandet (se resultater fra felttest).



Afhængig af tilstanden i rørene kan det tage op til 3 måneder efter installationen, før biofilmen i cirkulationssystemet er reduceret ned til et ikke målbart niveau. Her har man også muligheden for at øge doseringen, hvis man ønsker at nedsætte tiden for at komme biofilmen til livs.

I denne forbindelse skal man dog være opmærksom på, at dele af systemet kan stoppe til i løsrivet biofilm som på billedet ved siden af, hvis man laver en chokdosering.

Billedet her viser en chokdosering med 50 ppm i en time, hvorefter hele systemet bliver skyllet igennem. Dette er ikke en praksis, der er anvendt i dette projekt, men visuelt illustrerende for, hvad der gemmer sig i rørene.

I en rapport udarbejdet af DCW, Teknologisk Institut, Dairy Fruits og Miljøstyrelsen i 2013 ville man belyse effekten af DCW's NEUTHOX-generator mod biofilm.

Her var der konstateret høje kimtal i vandet, hvor en større mængde biofilm var årsagen.

Konklusionen af forløbet var:

”Resultaterne fra nærværende projekt viser, at en behandling af vandsystemer, i dette tilfælde procesvandet i en fødevarer virksomhed, med den miljøvenlige desinfektionsteknologi fra Danish Clean Water kan nedbringe antallet af kim i vandet samt effektivt reducere mængden af biofilm på indersiden af vandrørene.

Effekten på kim i vandet observeres ret hurtigt, og efter en måneds behandling fandtes ingen dyrkbare kim i vandet. Fjernelse af biofilm i rørene kræver derimod lidt længere tid. På 3 måneder blev antallet af dyrkbare bakterier på indersiden af rørene reduceret med 2-3 logenheder i forhold til udgangspunktet, og 6 måneder efter tilslutning af anlægget var antallet reduceret med mere end 4 logenheder eller 99,99 %.

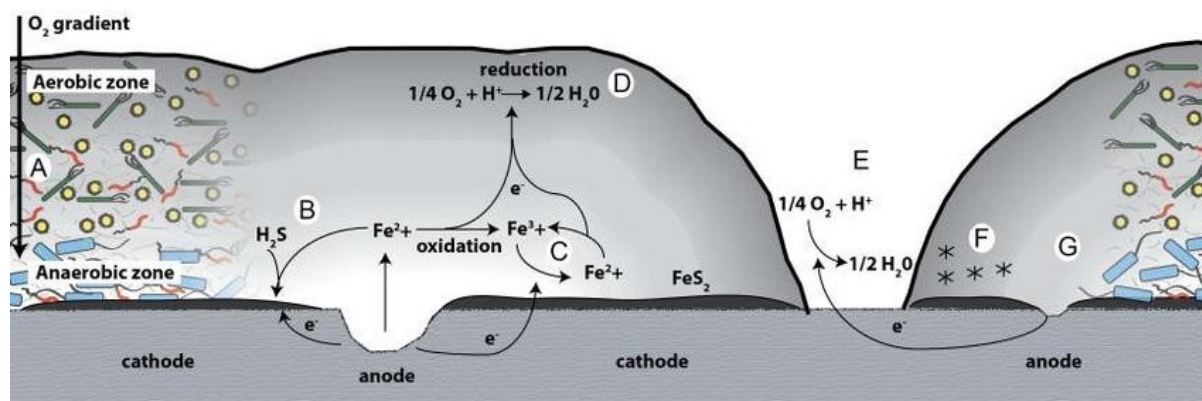
Til sammenligning blev kim og biofilm i en nyetableret vandstreng undersøgt. I den første tid efter ibrugtagning var der høje kimtal i vandet fra denne streng, men den stabiliserede sig dog på et forholdsvist lavt niveau efter et stykke tid. En tydelig og målbar biofilm blev etableret i den nye vandstreng i løbet af 6 måneder. I forhold til at holde biofilm og kimtal nede i en vandstreng vurderes behandling med DCW-anlægget derfor mere effektivt end udskiftning af hele vandstrengen til en ny, der oftest er den løsning, fødevarerstyrelsen anviser til fødevarer virksomheder med problemer med vandkvaliteten.

Vi kan derfor konstatere, at DCW har en teknologi, der har stor effekt mod biofilm.”

Vi har vedhæftet den fulde rapport i Bilag.

Biofilms korroderende effekt

Der har de seneste år været bekymringer om, at biofilmen i rørene kan have en korroderende effekt i sig selv. Dette er beskrevet i flere videnskabelige artikler, som vi ikke kommer yderligere ind på i denne rapport, men blot gør opmærksom på eksisterer.



Beskrivelse af dosering

Justerbar proportional dosering via ORP-sensor (English)

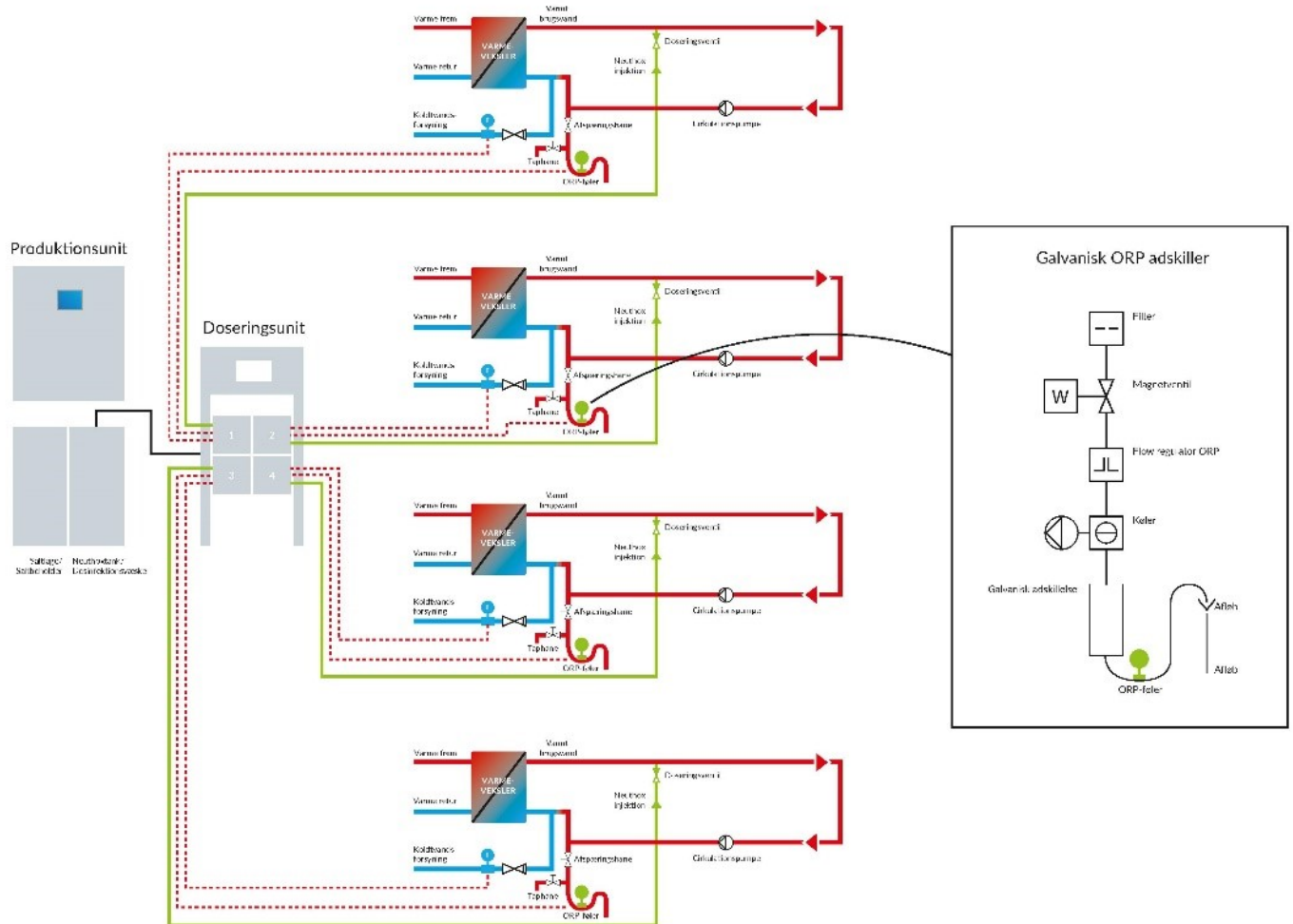
1. Background description:

The DCW units have been used to safely and efficiently remove biofilm and *Legionella* in hot water systems. The process has been controlled by having the ORP sensor placed in the hot water system and using the ORP sensor measurement to control a dosing pump and provide the correct amount of disinfection.

However, this system poses a challenge in finding an ORP sensor able to endure variations in temperature and pressure over time.

Therefore, DCW has designed a system that gives the sensors an optimal environment and a longer life span while also ensuring correct measurements and safety.

2. System description: Our new system



2.1 External placement of the ORP sensor

The ORP sensor is placed at a galvanically separated distance from the hot water system and supplied with cooled hot water.

This means the ORP sensor is placed:

- In a low-pressure section
- In temperate water
- At a galvanically separated distance unimpacted by electrical noises from the water and piping system.

The DCW unit can be set up for ORP reading X times per 24 hours.

This means if, for instance, the X time is set to 2, twice every 24 hours the system will open the solenoid valve and drain around 2 litres of hot water down through:

- The flow regulator
- The cooler

- The galvanic separator to the ORP sensor.

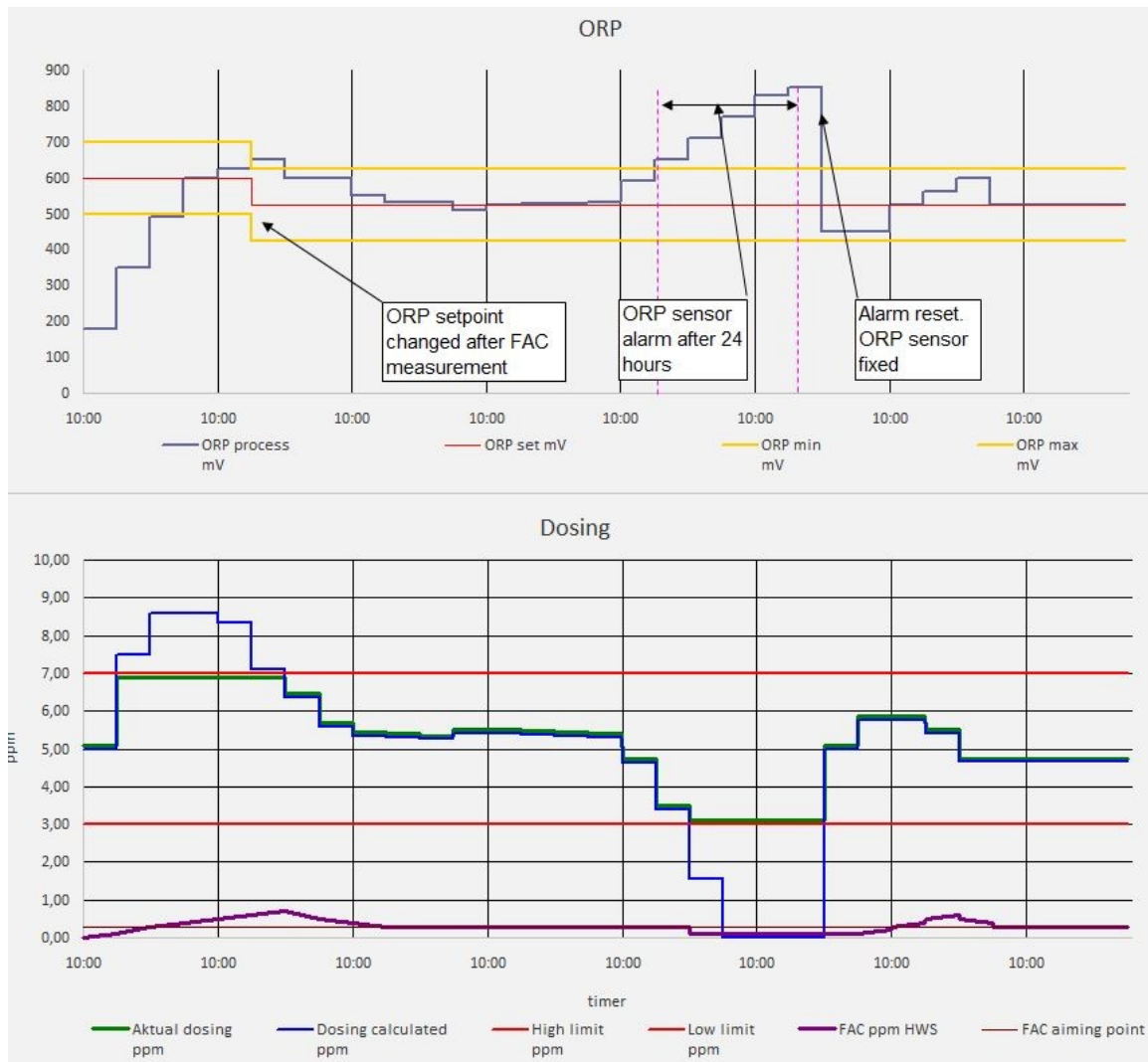
The DCW unit will measure the ORP and use this measurement to regulate the dosing.



2.2 DCW controlling system

1. The DCW unit is set up for proportional dosing, which means that for every impulse the system receives from the water meter, it will dose a set amount of NEUTHOX into the circulation system. The DCW controller ensures that NEUTHOX is evenly distributed between impulses from the water meter during peak periods.

- The system has a span of minimum and maximum values within which to dose the NEUTHOX. The minimum is set to protect the system against *Legionella* and the maximum to protect it against overdosing. After making a measurement, the DCW controlling system will adjust the dosing up or down, but still within the maximum and minimum limits.



Drawing 2: Correlation between ORP, proportional NEUTHOX dosing and FAC.

The DCW controlling system continuously monitors and makes calculations based on the ORP measurement. If any limits or settings are exceeded, thus indicating defects in the ORP sensors or other alarms, the DCW controlling system will reset the proportional dosing of NEUTHOX at the safety DCW setting, and will continue dosing at the standard DCW proportional settings until the alarm has been resolved and reset.

3. The water meter is continuously monitored. This means that if the DCW controller receives no impulses from the water meter within a set number of days (X days), the DCW system will tap off Y liters of hot water. If the water meter sends no impulses, the DCW controller will sound an alarm.
4. A temperature sensor for measuring the hot water temperature can also be connected. If the temperature increases more than the maximum setting, the system will ignore the ORP measurement and dose the DCW safety proportional dosing until the temperature again drops below the maximum temperature setting.

3. Summary

The ORP sensor is placed at a galvanic separated distance from the hot water system, which means we expect a much longer life span for the ORP sensor.

By using proportional dosing, adjusted by ORP measurements and with a DCW controller to continuously monitor, calculate and compare the measurements with limits and settings, DCW has produced a dosing system that goes into safety dosing mode if any defects or irregularities are observed. The system returns to DCW standard settings for proportional dosing and continues dosing a fixed amount of NEUTHOX into the hot water system. This safety amount of NEUTHOX will efficiently control *Legionella* while protecting the hot water system against overdosing with NEUTHOX.

4. Outlook

Direct proportional dosing does not operate if no hot water is being used, and almost all buildings have peak flows and/or periods without usage. This gives our dosing system an advantage.

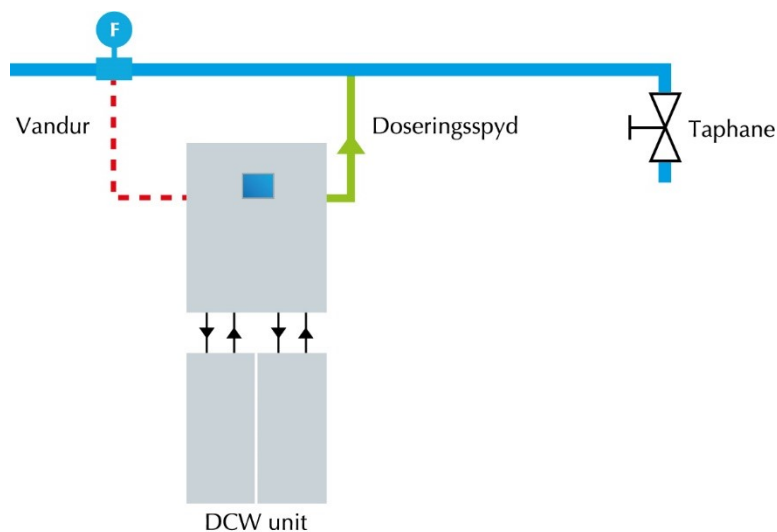
Many installations must resolve the problem of keeping safe during periods of no or little usage.

Our galvanic separation of the ORP sensor enables us to dump water from the circulation system, even in periods with no or little usage. When dumping, the system will be able to dose NEUTHOX into the system and keep it safe.

We will therefore be developing a vacation mode that automatically safeguards hot water installations. This development will be especially relevant for buildings with peak flows or days/weeks without usage.

Proportional dosering

En proportional dosering er kendetegnet ved, at der er modtaget et signal fra et vandur for hver 10. liters gennemstrømning. Baseret på dette signal doseres der en justerbar mængde ind. Hermed er doseringen proportional med forbruget.



Fordelen ved dette er, at et vandur er robust og holder i mange år uden vedligehold. Der vil ikke være store omkostninger forbundet med denne doseringsmetode samt enkel installation.

Ulempen er, hvis der er perioder uden forbrug, så vil der også være perioder uden dosering. Derfor er denne dosering ikke konstruktiv i bygninger med længere pause/ferie/lukkeperioder.

På de fleste uddannelsesinstitutioner vil man efter en ferie lave en gennemskylning af tappesteder med varmt vand for at lave et termisk vedligehold, inden eleverne kommer tilbage fra ferie. Her vil en proportional dosering med NEUTHOX have tilsvarende eller bedre effekt.

Denne doseringsmetode er også den mest anvendte til drikkevandssystemer i udlandet.

Risikoanalyse

Formålet med risikovurderingen er at identificere trusler og risici relateret til Projekt nr. P0006 [EUDP Legionella](#) og energieffektivitet

Denne risikovurdering er begrænset til at håndtere den praktiske side af følgende områder:

- Maskiner i drift
- Produktion
- Pakning af maskiner og tilbehør
- Tilbehør til installation af maskiner
- Vedligehold og service på maskiner og tilbehør

Appendix 1 i [EEC direktiv](#) 2006/42/EC og DS/EN ISO 12100 bruges som vejledning i denne risikovurdering.

Matrixen nedenfor bruges til at vurdere risiciene.

Sandsynlighed	Konsekvens				
	1 Ubetydelig	2 Mindre	3 Medium	4 Større	5 Meget stor
5 Helt sikkert	5	10	15	20	25
4 Meget sandsynlig	4	8	12	16	20
3 Sandsynlig	3	6	9	12	15
2 Usandsynlig	2	4	6	8	10
1 Langt fra	1	2	3	4	6

Fare	Resultat/udfordring	Risiko	Risiko	Foranstaltninger	Resterende risiko
For høj NEUTHOX-mængde i rør (materiel skade, kloridindholdet overstiger 250 mg/l).	Korrosion af rør.	Skader på bygninger og materiel ved utætte rør. Rust-udfældning /misfarvning af vand.	16	Tilpasset proportional dosering af NEUTHOX er afhængig af, om der kommer pulser fra vandmåleren. Hvis der intet vandforbrug er, vil en baggrundsdosering fortsætte, til grænseværdi opnås. Doseringen vil maks. kunne tilføje vandet 17 PPM salt. Grænseværdien er på 250 ppm, og der er typisk mellem 40-100 ppm i vandet. Værdier for ORP-sensor mV vil justere mellem minimum- og maksimumgrænsen.	2
For høj NEUTHOX-mængde i rør.	Lugtgener.	Lugtgener.	4	Proportional dosering af NEUTHOX er afhængig af, om der kommer pulser fra vandmåleren. Hvis der intet vandforbrug er, bliver der ikke doseret NEUTHOX. Uanset forbrug vil den ikke kunne dosere over maksimumværdien.	2
ORP-sensors set-punkt stillet for lavt (doseres for lidt).	Opbygning af biofilm i rør.	Risiko for underdosering af NEUTHOX. Indvirkning på personers helbred ved indtag af vand, luftvejsinfektion af <i>Legionella</i> .	20	Proportional dosering af NEUTHOX er afhængig af, om der kommer pulser fra vandmåleren. Doseringsmængde kan ikke komme under minimumsindstilling af ppm. Herudover er der en kompensationsudregning, der ved længere tids pause vil dosere mere ind i perioden umiddelbart efter.	2

Fare	Resultat/udfald	Risiko	Risiko	Foranstaltninger	Resterende risiko
Defekt doseringspumpe (dosering stoppet, men skærm viser pumpemængde)	Opbygning af biofilm i rør, da der ikke doseres NEUTHOX.	Indvirkning på personers helbred ved indtag af vand. Luftvejsinfektion af <i>Legionella</i> .	20	Værdier for ORP-sensor mV over eller under grænseværdierne i 72 timer aktiverer advarsel på skærm. Alarmudgang, som sender et alarmsignal til ekstern overvågning efter 72 timer uden for grænseværdier.	3
Elektronisk eller mekanisk fejl ved ORP-sensor. Sensor viser for lave eller høje værdier.	ORP-sensor viser forkerte værdier eller fungerer slet ikke. Dosering er for høj eller for lav.	For høj dosering: Korrosion af rørskader på bygninger og materiel ved utætte rør. Rust-udfældning/misfarvning af vand. Ophobning af klorider i vand. For lav dosering resulterer i manglende beskyttelse.	16	Proportional dosering af NEUTHOX er afhængig af, om der kommer pulser fra vandmåleren. Hvis der intet vandforbrug er, bliver der ikke doseret NEUTHOX. Doseringen vil max kunne tilføje vandet 17 PPM salt. Grænseværdien er på 250 ppm, og der er typisk mellem 40-100 ppm i vandet. Værdier for ORP-sensor mV vil justere mellem minimum- og maksimumgrænsen. Værdier for ORP-sensor mV over eller under set-punkt efter 72 timer aktiverer advarsel på skærm. Alarm-udgang, som sender et alarmsignal til ekstern overvågning efter 72 timer uden for grænseværdier.	2
Ledningsforbindelse til ORP-sensor defekt eller transmitter defekt. Forkert montage af elektrisk forbindelse.	ORP-sensor fungerer ikke. Viser negativ værdi.	For høj dosering: Korrosion af rør. Skader på bygninger og materiel ved utætte rør. Rust-udfældning/misfarvning af vand. Ophobning af klorider i vand.	16	Såfremt styringen skulle miste signalet fra sensoren eller modtager negativ værdi, vil den gå i safety mode, dosere proportionalt efter fabriksindstilling og melde fejl på maskine. Alarm-udgang, som sender et alarmsignal til ekstern overvågning straks efter, der identificeres en mekanisk fejl.	2
Doseringsspyd placeret for tæt på metalliske rørdele.	Korrosion af rør ved doseringspunkt.	Korrosion af rør, mindre skader på bygning/kælder og materiel ved gennemtæring på dette ene doseringspunkt.	8	Der er udviklet justerbare fatninger til doseringsspyd, så den kan monteres i forskellige rørtyper og stadig være centreret i røret. Dette kombineret med en montagevejledning og træning af partnere minimerer risikoen.	2
Vandmåler-defekt.	Ingen pulser fra vandmåler, pumpen doserer ikke NEUTHOX.	Indvirkning på personers helbred ved indtag af vand. Luftvejsinfektion af <i>Legionella</i> . Længere eftervirkning før rør bliver rene igen.	16	Hvis vandmåler ikke giver pulser, stopper dosering af korrosionshensyn. ORP-måleren vil stadig måle, og viser målingerne over 72 timer at være uden for grænseværdierne, vil det aktivere en alarm, så fejlen kan blive udbedret. Alarmudgang, som sender et alarmsignal til ekstern overvågning efter 72 timer uden for grænseværdier.	6

Fare	Resultat/udford	Risiko	Risiko	Foranstaltninger	Resterende risiko
Fejlinstallationer er f.eks., hvis vandmåler ikke er installeret til varmtvands-systemer. Partner har indstillet maskinen til forkert applikation.	Dosering kun afhængig af ORP-sensor. Risiko, hvis ORP-sensor ikke fungerer korrekt.	Såfremt generatoren ikke er installeret korrekt, vil den ikke have den ønskede effekt.	6	Vejledning i manualer og VVS-guide. Oplæring og træning af partner/service-installatør. Værdier for ORP-sensor mV over eller under set-punkt efter 72 timer aktiverer advarsel på skærm, efter yderligere 48 timer aktiveres rød alarm. Alarmudgang, som sender et alarmsignal til eksternt overvågning efter 72 timer uden for grænseværdier.	2
Varmtvands-temperaturen er for høj (over 65°C).	NEUTHOX bliver ødelagt/ opbrugt ved høje temperaturer. Over 60°C nedbrydes NEUTHOX hurtigere af temperatur. Dermed vil der være mindre effekt, til bakterier, eller doseringen skal øges.	At der ikke er tilstrækkelig effekt til at bekæmpe bakterier i vandet, da det bliver brugt af temperaturen.	12	Doseringen vil maks. kunne tilføje vandet 17 ppm salt. Grænseværdien er på 250 ppm, og der er typisk mellem 40-100 ppm i vandet. Værdier for ORP-sensor mV vil justere mellem minimum- og maksimumgrænsen. Option med temperatursensor installeret: Ved for høj temperatur kommer en advarsel på skærmen. Doseringen blive finjusteret efter temperaturen, dog virker temperaturen også vækstreducerende, og den termiske desinfektion tager over den reducerede effekt af NEUTHOX.	2
Varmtvands-temperaturen er for lav (under 45°C).	Dosering bliver tilpasset efter ORP-værdier.	Systemet vil fortsætte med at bekæmpe bakterier uden øget risiko.	2	Med en reduceret temperatur har NEUTHOX større effekt. De vil derfor være endnu bedre sikret med en HOCL-generator og lave driftstemperaturer.	2
Lav holdbarhed af ORP-sensor ved højt vandtryk og høj temperaturvariation i systemet. Elektrisk støj via vandssystem.	ORP-sensor fungerer ikke. Viser ustabil værdi. Dosering er for høj.	Upålidelig dosering. Øgede udgifter ved hyppige skift af ORP-sensor.	12	ORP-sensors levetid forøget ved placering eksternt uden tryk, ved lavere temperaturer og galvanisk adskilt. Pålideligheden øges markant, og såfremt den skal justeres, vil dette opfanges på servicebesøg.	2

Fare	Resultat/udford	Risiko	Risiko	Foranstaltninger	Resterende risiko
Pumpe er utæt.	Pumpen doserer ikke det, den skal i forhold til vandforbruget. NEUTHOX, som slipper ud af pumpen, kan forårsage korrosion på omgivelser. Luft i pumpen kan forårsage luft i sugeslangen, som kan forhindre pumpen i at suge NEUTHOX op, selvom pumpen er aktiv.	Skader på bygninger og materiel. Ingen NEUTHOX i vandet betyder øget bakterievækst.	12	Værdier for ORP-sensor mV over eller under set-punkt efter 72 timer aktiverer advarsel på skærm. Det vil derfor automatisk gå uden for grænseværdierne, grundet manglende effekt, som aktiverer en alarm. Alarm-udgang, som sender et alarmsignal til ekstern overvågning efter 72 timer uden for grænseværdier.	2
NEUTHOX-tank tom.	Pumpen kan ikke dosere NEUTHOX.	Ingen NEUTHOX i vandet. Indvirkning på personers helbred ved indtag af vand. Luftvejsinfektion af <i>Legionella</i> . Længere eftervirkning før rør bliver rene igen.	20	Advarsel om, at der ikke er nok NEUTHOX i tanken, fordi den nederste niveau-sensor ikke bliver aktiveret, og volumen under niveau-sensor er beregnet opbrugt. Alarm, hvis niveau-sensor i NEUTHOX-tank ikke bliver aktiveret. Alarm-indikation på skærm. Alarm-udgang, som sender signal til ekstern overvågning, som aktiverer en serviceteknikker til at udbedre problemet.	2
Strøm til maskinen er afbrudt. En af de aktive pumper er slukket.	Sort skærm. Pumpen er ikke aktiveret med 4-20mA signal.	Ingen NEUTHOX i vandet. Indvirkning på personers helbred ved indtag af vand. Luftvejsinfektion af <i>Legionella</i> . Længere eftervirkning før rør bliver rene igen.	20	Maskinen sender hvert døgn et "jeg er ok"-signal til ekstern overvågning. Dette sikrer, at vi altid ved, at maskinen kører, som den skal, og at kommunikationen er opretholdt. Alarmudgang, som sender signal til ekstern overvågning, er afbrudt, og derfor kan det detekteres, at der ikke længere er forbindelse til maskinen.	2

Vi ved fra EUDP-rapporten fra 2015, at doseringen fra DCW's NEUTHOX-generator ikke er mere kritisk, end at der godt kan gå op til flere dage uden markante opblomstringer. Dette er tolket til dels at være, fordi man har fjernet størstedelen af biofilmen og legionellabakterier i vandstrengen, der forsinker en opblomstring, såfremt anlægget har været i drift over en længere periode.

Feltstudie 1: Gråsten

Udgangspunktet er at identificere steder, hvor de har høje forekomster af *Legionella* for efterfølgende at kunne påvise effekten, NEUTHOX har på at reducere disse tal.

Gennem forespørgsler i netværk fandt vi 5 steder i lokalområdet, hvor vi kunne få lov til at tage vandprøver for at se, om der var høje tal for *Legionella*.

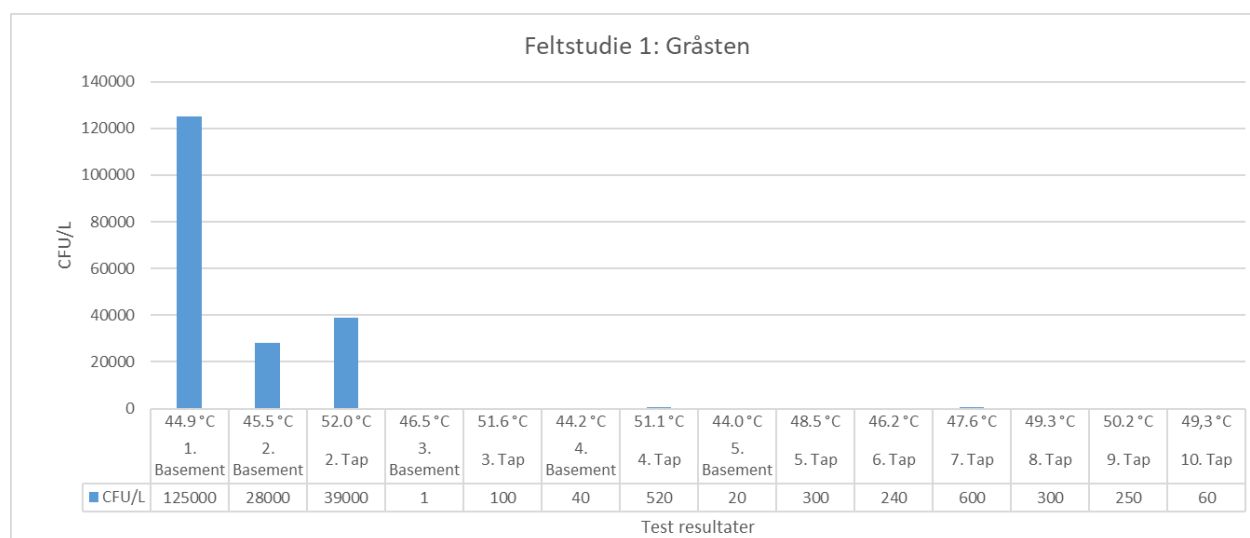
Ud af de 5 var der kun en, som var anvendelig, og denne var så høj, at der skulle gøres noget hurtigt, efter prøveresultaterne var ankommet. Det blev derfor besluttet, at der straks skulle installeres en DCW NEUTHOX-generator til at forebygge mod *Legionella*.

Bygningen er en udlejningsejendom med 6 lejemål af 80 m² i 3 etager på 160 m² pr. etage med fjernvarme som opvarmingskilde. Bygningen er bygget i 1933 og senest ombygget i 1976.

Hvor man normalt ville have hævet temperaturen ved forekomster over 100.000 cfu, blev det dog besluttet at holde temperaturen, mod at idriftsættelsen af generatoren kunne ske umiddelbart efter. Dette også for at kunne isolere effekten fra NEUTHOX-generatoren.

Efter installation blev det besluttet i projektgruppen at hæve doseringen og overvåge resultaterne for at sikre, at beboerne ikke blev udsat for unødige risici. Såfremt resultaterne viste den forventede reduktion, ville det ikke være nødvendigt at hæve temperaturen.

Resultaterne er som følger:



DCW's NEUTHOX-generator blev installeret mellem prøvetagning 2 og 3, hvor reduktionen ses markant. Herefter blev det besluttet, at nødvendigheden af en temperaturregulering ikke umiddelbart så ud til at være nødvendig.

Da reduktionen var så markant, stillede Søren Uldum fra SSI sig kritisk til, om mængden af natriumthiosulfat var tilstrækkeligt til at neutralisere HOCL fra prøvetagning.

Dette blev efterprøvet ved at teste mængden af FAC, der var i en vandprøveflaske efter prøvetagning. Resultatet var, at der var tilstrækkelige mængder natriumthiosulfat til at kunne neutralisere effekten af HOCL i vandprøverne. Herefter konkluderede vi, at prøverne var retvisende.

Interessant er, at DCW-teknologi har holdt CFU-værdierne under 1.000 CFU i hele perioden efter installationen, og dette selvom temperaturerne ikke overholder reglerne for installationer i

Danmark. Der har ikke været klager fra beboerne grundet vandets temperatur, som proaktivt er blevet adspurgt, hvilket vi kun kan tolke som, at komforttemperaturen har været tilstrækkelig.

Økonomisk har vi regnet på, hvad det ville koste at gøre denne installation lovlig med 55 frem for 50 °C på returen. Her viser det sig, at bygningen har sparet 4.657 kr. pr. år.

De har derudover sparet den strafarif fra fjernvarmeselskabet for manglende afkøling, som man tidligere modtog.

Økonomioversigt for felttest 1:

- Strafafgiften til fjernvarmeselskabet er 2.500 kr. pr. år.
- Arbejds løn til teknikker, der min. 1 gang pr. måned ville skulle udføre termisk vedligehold/temperaturgymnastik. (450 x 12 = 5.400 kr. pr. år).
- Kørsel til og fra ejendommen for at udføre termisk vedligehold (2 x 50 km x 3,51 x 12 besøg årligt = 4.212 kr. pr. år).
- Energiforbruget, der tilføjes i forbindelse med termisk vedligehold (estimat er ca. 1.200 kr. pr. år).
- Eventuelle investeringer i booster el-stave for at kunne opnå tilstrækkelig temperatur (4.000 kr. monteret).
- Eventuel tilførsel af ekstra energi til el-tavlen, hvis der ikke var tilstrækkeligt til rådighed (ikke nødvendigt på denne ejendom).

DCW maskine installeret og monteret til 70.000 kr., som kan afskrives over 20 år.

Drift:

• 2 årlige servicebesøg	6.000
• Patron til blødgøring	1.000
• Saltforbrug	300
• Strømforbrug	50
Total drift	7.350

	DCW	Varme
Installation afskrevet i levetid på 20 år	2.916,667	166,6667
Årlig service og vedligehold	6.000	9.612
Energi-omk. pr. år for vedligehold	50	1.200
Strafafgift fra fjernvarme		2.500
Saltforbrug	300	0
Besparelse ved at have lavere temperatur	-4.657	0
Samlede udgifter pr. år	4.609 kr.	13.478 kr.

Konklusion af feltstudie 1: Gråsten

Baseret på resultaterne i feltstudie 1 kan vi overordnet konkludere, at NEUTHOX ved denne installation har en tydelig effekt i at reducere *Legionella* til under grænseværdierne og holdt under grænseværdierne i hele perioden.

Selvom denne lokation ikke altid overholder myndighedernes krav om min. 50 °C på sidste tæppested, men opereres med temperaturer på mellem 44,2 og 51,6 °C, holder DCW's NEUTHOX-generator stadig legionellaniveauet under grænseværdierne.

Men en DCW NEUTHOX-generator er det derfor muligt på denne installation at drifte med lavere temperaturer, samtidig med at man holder *Legionella* under grænseværdierne.

Ejeren af bygningen vil gerne fortsætte med at drifte bygningen, som vi har gjort i testperioden. Der vil derfor blive igangsat en ansøgning om dispensation til kommunen for at kunne fortsætte med driftsparametre under 50 grader.

Gennem den indledende proces med at finde frem til denne lokation, hvor vi kunne lave en felttest, talte vi med mange bygningsejere og driftsfolk. Fælles for størstedelen var, at de ikke var interesseret i at deltage, da det kunne betyde øgede omkostninger til at udbedre eventuelle problemer. Såfremt vi kom og testede deres vandkvalitet, og den viste, at der skulle laves bekæmpende tiltag, kunne de ikke længere handle i uvidende god tro. I og med der ikke er nogen konsekvens eller kontrol ved varmtvandsinstallationer, har de heller ikke noget incitament til at sikre, at deres installationer er i orden.

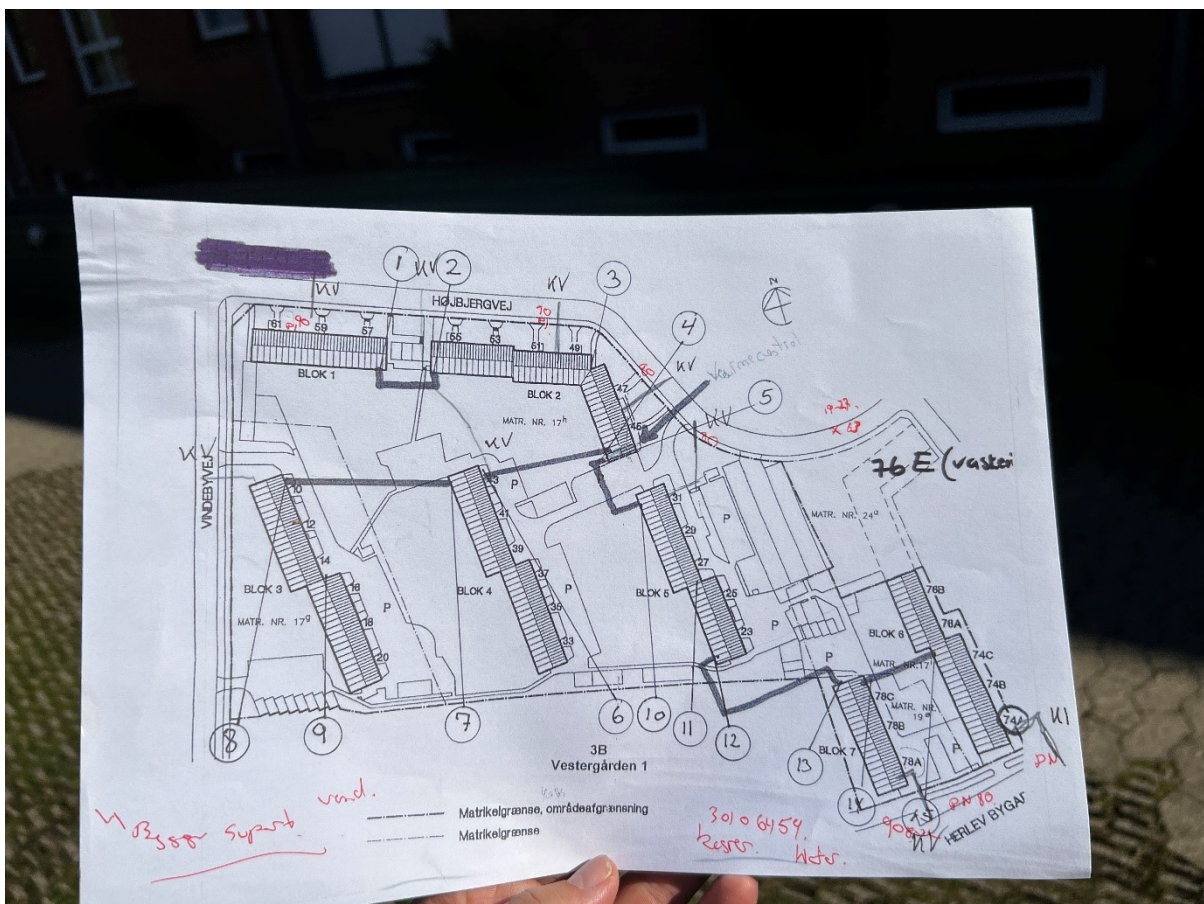
I flere tilfælde var kommentaren tilbage, at der ikke var nogen grund til at opsøge ekstra omkostninger. Dette kan ikke konkluderes er en generel holdning, da vi også har mødt mange, der sætter en stolthed i, at systemerne skal fungere ordentligt og ikke har noget at skjule. Dog er det tankevækkende, at nogle vælger vandprøver fra for i uvidenhed at kunne handle i god tro, da man vil skulle udbedre, hvis man finder ud af, at der er et problem.

Feltstudie 2:

KAB- ejendomme havde en bygning i deres portefølje, hvor der tidligere var identificeret problemer med biofilm og dokumenteret høje legionellatal. Herefter havde man igangsat en længere række initiativer for at forbedre ejendommens legionellasikring, heriblandt at øge temperaturen. Herudover havde man udført desinfektion/gennemskylning af rør, tilkobling af blødgøring for at kunne hæve temperaturerne etc. Dette til en samlet værdi på over 1 mio. kr.

Ejendommen har været gennemgået for at kunne lave en risikovurdering ud fra det værktøj, der er udarbejdet her i projektet. Gennemgangen blev udført af Leon Buhl fra Teknologisk Institut og Nikas Arp-Wilhelm bilag.

Efter et indledende møde, hvor driftspersonale, KAB-energikonsulenter, BWT og DCW drøftede forholdene, gik vi rundt på en besigtigelse af ejendommens i alt 7 bygninger, som blev fordelt af 3 cirkulationsledninger. Da det er nogle lange ledninger, der skal behandles over store afstande, var der en begrundet bekymring for, om den doserede NEUTHOX ville kunne nå helt ud i systemet. Samtidig var DCW's løsning den eneste, der ville kunne implementeres på nuværende tidspunkt, da der ikke er økonomi til lave separate varmecentraler.



Vi besluttede derfor at give det et forsøg med en forhåbning om, at det ville have den ønskede effekt, men hvis vi kunne klare denne opgave, ville vi kunne hjælpe størstedelen af ejendomme i Danmark.

DCW lagde maskinen til rådighed i EUDP-projektets varighed med mulighed for at købe installationen efterfølgende, såfremt de ønskede at fortsætte. BWT tilbød at installere maskinen mod at få betaling for installationen, hvis den efterfølgende bliver købt. I det tilfælde at DCW's generator ikke har den ønskede effekt, vil den blive nedtaget og returneret uden yderligere omkostninger.

Prøveintervallerne og prøvetagningssteder blev besluttet i samarbejde med Nikas fra KAB, Søren fra SSI og Leon fra TI,. hvorefter BWT og DCW igangsatte montage og planlagde idriftsættelse.



Den 3. november 2022 blev maskinen monteret af BWT og gjort klar til idriftsættelse ugen efter den 10. november.

Der blev også taget indledende prøver den 3. november for at kunne se legionellaniveauet inden idriftsættelse. Dog var vi ikke blevet informeret om, at fjernvarmevekslerne skulle afkalkes denne dag, hvilket kunne give misvisende resultater, da der ikke var normale driftstemperaturer til stede. Det vurderes dog ikke at have haft den store betydning, da temperaturen kun havde været lavere i få timer, før vi tog vandprøver.

Beboerne var blevet informeret med en skrivelse om idriftsættelse af legionellaforebyggende initiativer for at øge deres sikkerhed.

Fredag den 18. blev fremløbstemperaturen sænket fra 67 til 57 °C, da de første resultater viste markante reduktioner.

Den 22. november havde beboerforeningen indkaldt til bestyrelsesmøde, da de ønskede at vide mere om de nye initiativer, der var blevet installeret. Her deltog bygningernes driftsteam, BWT og DCW, og efter en god dialog med mange spørgsmål var de trygge ved projektet og så frem til at se resultaterne.

Da vi vidste, at der var en del biofilm i systemet, var det vigtigt at informere om, at ventiler regelmæssigt skal kontrolleres, da de kan stoppe til, efterhånden som biofilmen løsner sig.

Doseringen

Efter besigtigelsen stod det klart, at med en varmecentral til så lange afstande ville det være meget omstændigt at skulle implementere lange kabler under jorden for at kunne sætte ORP-målere ud til sidste tappested eller på returstrengene. Hertil kommer 3 separate styringer med 3 separate doseringspumper baseret på de målinger, som vi skulle have fra såvel vandur som ORP-måler pr. cirkulationsstreng. Hertil vidste vi, at der ville være kontant forbrug, som muliggjorde, at vi kunne lave en proportional dosering.

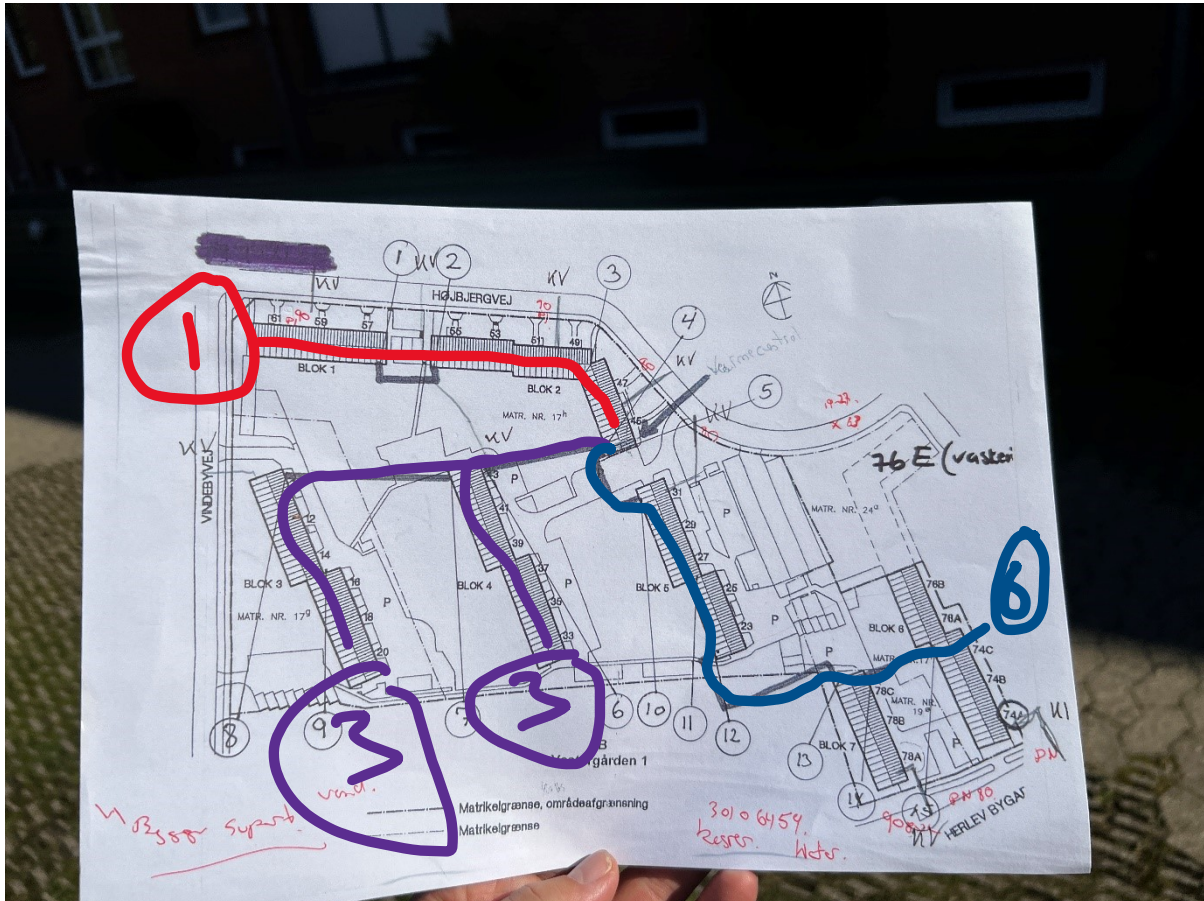
Vi valgte derfor en simpel proportional dosering, hvor vi har indsat et pulsgivende vandur lige før tilførslen af koldt vand til varmtvandsvekslerne. Denne puls bliver anvendt til at dosere en vis mængde ind umiddelbart efter vekslerne, men før cirkulationsledningerne splittes til de 3

cirkulationsstrenge. På den måde vil NEUTHOX blive doseret ind hver gang, der er forbrug, hvorefter den bliver fordelt ud i de 3 forskellige cirkulationsledninger.

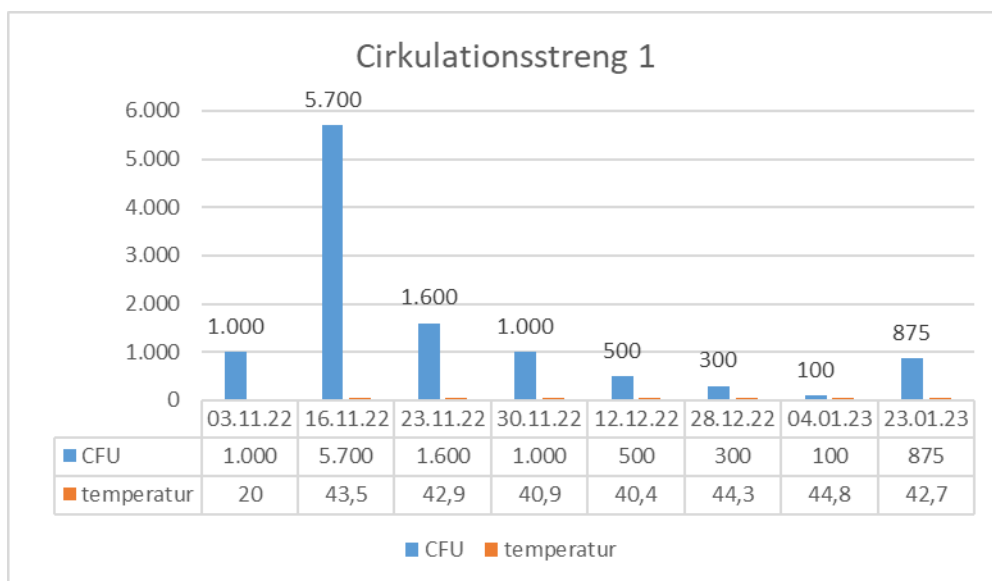
Det blev besluttet at starte med et doseringsniveau, som var højere end normalt, både for at have den ønskede effekt helt ud til sidste tæppested, og fordi man var bevidst om, at der var store mængder biofilm i rørene.

Hertil kommer, at der er et højt varmtvandsforbrug, som medførte, at en pumpe ikke var tilstrækkelig. Derfor blev der indsat en controller, der fordeler signalet fra vanduret til 2 pumper.

De 3 cirkulationsstrenge fordeler sig som følger:



Resultaterne fra streng 1

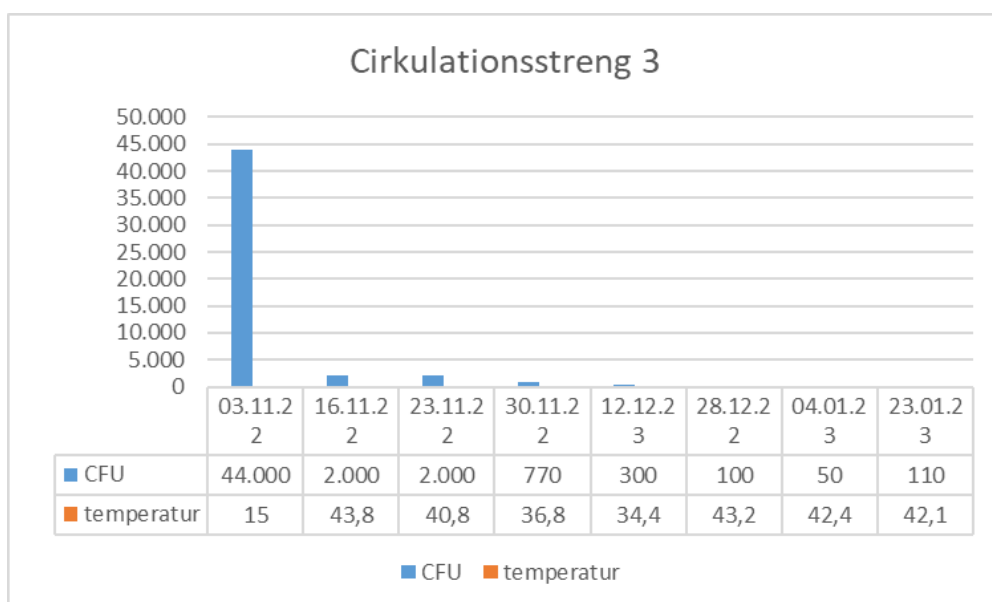


Vi regner med, at der mellem prøvetagning 1 og 2, taget ved sidste tappested, har været løsrevet biofilm, hvilket har givet en midlertidig stigning, men efterfølgende reduceret ned til et acceptabelt niveau. Generelt en reduktion, som er tilfredsstillende over tid.

Vi kan også se en stigning i den afsluttende måling, som ejendommens driftspersonale forklarer med, at der har været udskiftet ventiler, der havde været tilstoppede, hvilket har frigivet organisk materiale.

Når man derudover tager i betragtning, at der ved sidste tappested er omkring 40 °C, viser NEUTHOX-generatoren gode resultater for reduktion i lave temperaturer, der ellers ville være betegnet som farlige.

Resultaterne fra streng 3

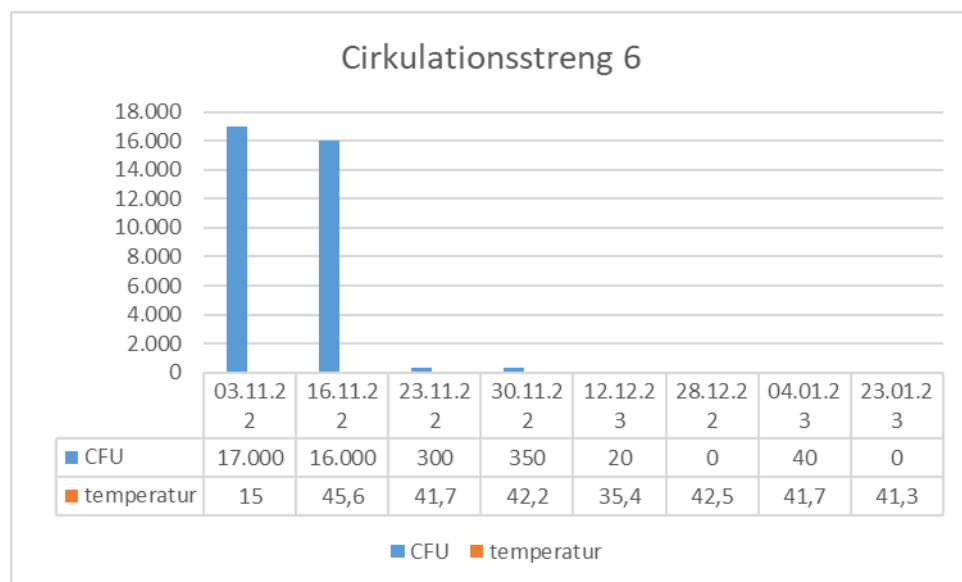


Her ses en umiddelbar reduktion efter idriftsættelsen af NEUTHOX-generatoren, som holdes lav og hurtigt kommer under 1.000 cfu.

Vi kan også se en stigning i den afsluttende måling, som ejendommens driftspersonale forklarer med, at der har været udskiftet ventiler, der havde været tilstoppede, hvilket har frigivet organisk materiale.

Denne hurtige reduktion, kombineret med temperaturer på sidste tappested på ca. 35 °C, bekræfter effekten af NEUTHOX som yderst effektiv selv i lave temperaturer.

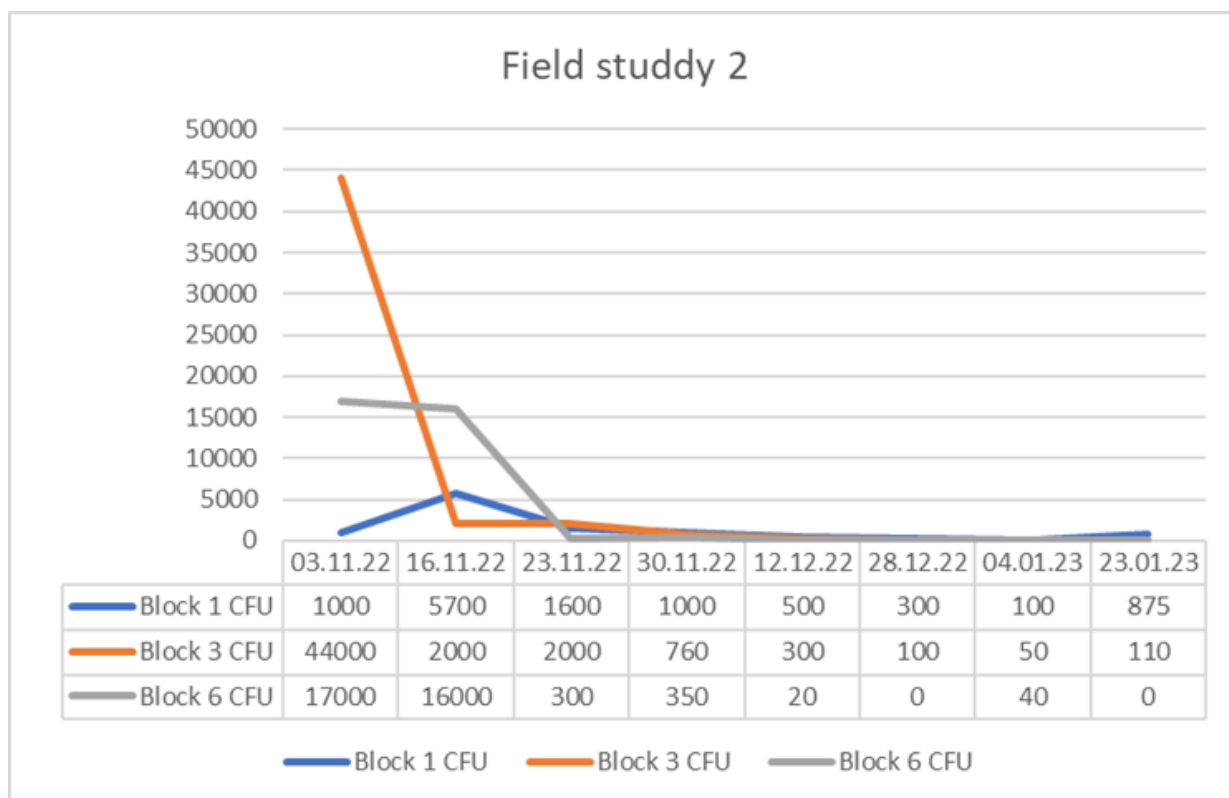
Resultaterne fra streng 6



I cirkulationsstreng 6 ses den samme tendens med en reduktion, som dog tog længere tid end de andre 2, men cirkulationsstrengens længde taget i betragtning er det gode resultat.

Også her er det tydeligt, at de lave temperaturer ved sidste tappested ikke har negativ indflydelse på den effekt, NEUTHOX har i bekæmpelsen af *Legionella* og biofilm.

Samlet

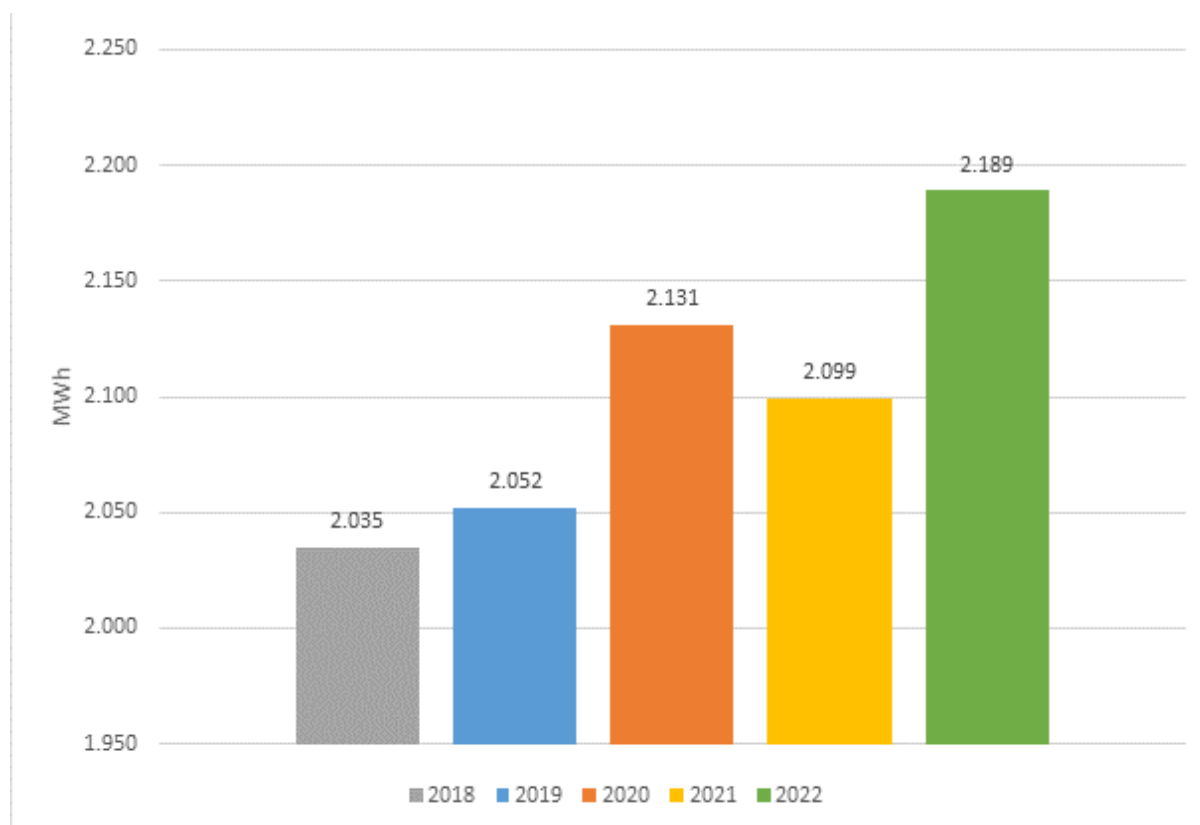


Samlet set er der en kraftig reduktion af *Legionella* i samtlige cirkulationsstrenge. Dette selvom systemet driftes med lave driftstemperaturer (målt på sidste tappested).

I 2021 blev denne ejerforening gjort opmærksom på, at et sygdomsforløb med *Legionella* kunne stamme fra deres varmtvandssystem, som led i en kommunal udredning. Det kunne ikke bestemmes med sikkerhed, hvor personen blev smittet, men med efterfølgende prøver viste det sig, at niveauerne var højere, end det anbefalede. Der blev derfor igangsat en gennemskylning af rørene, og man hævede fremløbstemperaturerne med 10 grader, der gerne skulle afhjælpe de forhøjede værdier.

Gennemskylningen af rørledninger for biofilm kostede 40.500 kr. og blev udført af 4 omgange i 2022. Efter Neuthox-generatoren er idriftsat, har der været øget tilstopning, på grund af øget mængde løsevet biofilm. Det er planen, at man i 2023 kan spare 2 af gennemskylningerne, i takt med at biofilmen er fjernet. Hermed ligger der en besparelse på ca. 81.000 kr.

Som man kan se på grafen over energiforbrug, havde man et markant højere energiforbrug i 2022, end man havde i 2021, grundet hævet temperatur. Dette er udført for at sænke bakterieniveauet og forhindre forekomst af *Legionella*.



Der er tilført 90 MWh, der svarer til 60.000 kr. i ekstra energi for at forhindre Legionella-bakterier i varmtvandssystemet. Dette vil man også kunne spare væk ved at fortsætte med drift af Neuthox-generatoren og køre med temperaturer, som man gjorde, før den blev hævet.

Hertil kommer en del vvs-arbejde med udskiftning af ventiler, tilretning af rør, klargøring for gennemskylning etc. Dette medregnes ikke.

Det giver en samlet ekstra omkostning for at sænke mængden af biofilm og bakterier i varmtvandssystemet på ca. 222.000 kr. Ved installation vil man årligt kunne spare den ekstra varme, der tilføres systemet på 60.000 kr. samt 2 gennemskylninger til 81.000 kr. -altså samlet 140.000 kr.

Køb og installation af en DCW Neuthox-generator vil koste ca. 200.000 kr. Hertil kommer service på ca. 8000 kr. årligt.

Hermed er tilbagebetalingstiden på denne ejendom på lige over 1,5 år.

Ved næstsidste prøvetagning har driftspersonalet observeret en større mængde biofilm, der har løsnet sig fra rørene. Disse har i visse tilfælde stoppet nogle ventiler til, hvilket var forventet, og man har været opmærksom på. Derfor har man også lavet jævnlige gennemskylninger af rørene for at skylle den frigivne biofilm ud af rørene grundet de lange cirkulationsstrengte.

Man har ved sidste prøvetagninger observeret, at vandet ikke længere er misfarvet, som både skyldes tjek af alle ventiler, skylning af rør og reduktion af biofilm. Hertil at man har udskiftet flere ventiler der har givet et bedre flow.

Konklusion af felttest 2

Resultaterne viser en tydelig reduktion, efter doseringen fra DCW's NEUTHOX-generator idriftsættes. Dette også selvom der ikke opretholdes de 50 °C. I denne felttest har det været muligt at reducere og opretholde lave værdier for Legionella, hvor det var usikkert, om effekten kunne nå helt ud i cirkulationsledningerne. Det er også verificeret med målinger af aktiv klor på returstrøgen. Usikkerheden fra start lå i, om det var muligt at have effekt i så lange cirkulationsstrøge, som det var tilfældet på denne ejendom, da det er uden for de bygninger, vi ellers har påvist effekt. Dette er lykkedes.

Doseringen valgte vi fra start skulle være en anden end ved feltstudie 1, da det ikke var muligt at få ORP-signaler ud til de lange afstande. Men med 193 lejemål vidste vi, at der konstant ville være forbrug, hvilket gav mulighed for denne doseringsmetode.

Med en DCW NEUTHOX-generator vil boligforeningen kunne holde udgifter til energi nede, samtidig med at de har en kontinuerlig forebyggelse mod Legionella. De undgår strafafgifter fra fjernvarmeselskabet for ikke at have tilstrækkelig afkøling. Sidst undgår de at skulle renovere hele installationen, da den ikke ville kunne håndtere 70 °C uden en total renovering, som ville koste mange millioner. Hertil kommer en tilbagebetalingstid på lidt over et år.

Eksemplet her viser, at der er steder i Danmark, hvor det ikke med nuværende installation er muligt at opnå den ønskede temperatur i hele systemet. Såfremt de ønsker at reducere deres bakterier i varmtvandssystemet, er der mulighed for dette med en DCW NEUTHOX-generator. Dette ændrer stadig ikke på, at installationen skal være i orden, så vandet kommer hele vejen rundt i systemet, som gælder uanset, om systemet vedligeholdes med varme eller NEUTHOX.

Energieffektivitet

Verden spilder for meget energi. I bygninger – både offentlige og private – spildes enorme mængder energi hver dag, fordi tilgængelig ny teknologi og implementering af den ikke anvendes.

Det betyder, at den potentielle udbredelse af nye energiteknologier forsinkes, selvom det er den billigste og mest effektive vej til kortsigtet reduktion af emissioner. Dette er også tilfældet for DCW's NEUTHOX-generator i varmtvandssystemet.

Effektivitet sparer penge og reducerer emissioner

Energieffektivitet understøttes af både et økonomisk og emissionsargument. Energieffektivitet har været kendt for at være den billigste og mest effektive form for emissionsreduktion i årtier.

Men selv i den nuværende energi- og leveomkostningskrise er hastigheden af forbedringer i energieffektiviteten aftagende. Mellem 2017 og 2020 er energiintensiteten i gennemsnit forbedret med 1 % om året, men det er klart, at dette skal ramme en årlig rate på 4 % for at nå netto nul. Så hvorfor sker det ikke?

Det er alment kendt, at det bunder i manglende forståelse, hvilket fører til manglende efterspørgsel. De nødvendige teknologier er til rådighed, men der mangler en overordnet tilgang og koordinering. Det er svært, fordi der er en begrænset grad af masterplan tilgængelig. Vi har disse mål, men vi har brug for en implementeringsplan med en klar vej til, hvordan vi kommer dertil. Samtidig kan det dog være lettere at forstå og vurdere virkningen af en vindmølle, end det er at ændre et paradigme om, at varme er den eneste måde at undgå Legionella.

Det er også et stærkt økonomisk argument, stadig vigtigere i en tid med voldsomme energiprisstigninger og leveomkostningskrise. En rapport påpeger, at der undgås omkring 2 euro i forbrug på energiforsyning for hver euro, der bruges på energieffektivitet. Det har indflydelse på lande, virksomheder og enkeltpersoner.

Det, der mangler, er fokus og planer for effektivisering sammen med produktion.

Politikker er blevet implementeret for at fremme brugen af energieffektivitet, men af en eller anden grund har det aldrig fanget offentlighedens opmærksomhed, som det burde. I dag er Tyskland det eneste land, der har en egentlig plan for permanent at reducere energieftefterspørgslen.

Tyskland har sat et mål om at reducere gasforbruget med 20 % gennem obligatoriske varmevedligeholdelsesprojekter, og der er regler på plads for inspektioner for at håndhæve sådanne reduktioner. Store bygninger er forpligtet til at udføre hydronisk indregulering, hvilket blot betyder optimering af vandgennemstrømningen i fjernvarmeanlæg og direkte reduktion af energiforbruget.

Dette er ikke et problem med én hurtig løsning, men en udfordring, der skal løses på flere områder på samme tid. Regeringerne er nødt til at fastlægge politikker og tilskynde til investeringer, som vi begynder at se muligheder for.

Forstå virkningen af energieffektivitet

Det Internationale Energiagentur (IEA) har sagt, at omkring en 1/3 af alle emissionsreduktioner skal komme fra effektivitet, men understreger også, at sådanne reduktioner har flere fordele. De har sagt, at øget effektivitet kunne bidrage til at reducere de globale husholdningers energiregninger med mindst 650 milliarder dollars om året inden 2030 og understøtte yderligere 10 millioner grønne job.

På niveau med meget enkle indgreb kunne erstatning af varme med NEUTHOX-generatorer spare 1-2 mia. om året i Danmark. DCW har gennem de sidste 7 år opsat over 200 generatorer til Legionella-behandling. Disse ville med de nødvendige lovmæssige ændringer kunne generere besparelser på energi, økonomi og CO₂ fra i morgen. Det, der ofte bliver glemt, er, at det også er en rigtig god forretning.

Energieffektiviseringer er blevet beskrevet som en "sikkerhedssele" for regeringer og klimaændringer. Sikkerhedssele var valgfrie i biler i mange år, men det var først, da regeringer over hele verden pålagde at bære dem som lov, at tingene ændrede sig, og liv kunne reddes i bilulykker.

Perspektivering

DCW's løsninger giver korte tilbagebetalingstider fra bygninger med 6 boligenheder og opefter. Herudover kan sikkerhed, energi, miljø mm. være årsag til denne teknologi tilvælges i mindre bygninger, selv med længere betalings tider.

På nuværende tidspunkt er der nogle teknologiske begrænsninger, der besværliggør nedskalering til mindre maskiner der vil passe til små parcelhuse.

I fremtiden kan det blive muligt at lave generatorer, der passer til parcelhuse, hvilket også vil være oplagt, da de ofte ikke har cirkulation. Som det også er påvist i delrapport 5, har det ingen effekt ude i rørsystemer uden cirkulation, hvis man periodevis hæver temperaturen i beholderen, uden at det kommer med ud til tappstederne. Dermed må vi også konkludere, at en stor del af biofilm og bakterier kan leve i små installationers rør uden cirkulation, uden at man er bevidst om det.

DCW har erfaringer med at lave proportionale doseringer fra andre segmenter, og her ville det være oplagt at dosere ind lige efter beholderen, så der kommer NEUTHOX med ud i rørene, så snart der er forbrug. Afhængig af forbrug, koncentration, installation og mange andre faktorer vil man kunne reducere både biofilm og bakterier i rørene, som vil kunne give en øget sikring, ift. hvad der er i dag.

Hvis det bliver rentabelt at kunne dække både små og store bygninger med HOCL-teknologi, kan det bane vejen for lav fjernvarmetemperatur, da man ikke behøver de høje temperaturer til at bekæmpe bakterier, da de allerede er bekæmpet. Hermed kan et helt fjernvarmeområde sænke deres driftstemperaturer, som vil være til gavn for brugere, fjernvarmeselskaber og miljøet. Måske ville det også være med til at kunne bane vejen for eksport fra danske virksomheder, der sælger udstyr til fjernvarmeselskaber, da man vil have en bedre energieffektivitet end konkurrenterne.

Mange lande ser på den nuværende energikrise og vil omstille deres energikilder til vedvarende vind, sol og atomenergi. Dette har sat gang i store investeringsprojekter, som på lang sigt vil få stor effekt. Men endnu hurtigere ville det være at udnytte de teknologier, der allerede findes, for at reducere den energi, man anvender, og dermed reducere behovet.

Når man ser på bygningsmassen i hele EU, er besparelespotentialiet enormt, alene hvis man som i de 2 eksempler i denne rapport ikke behøver unødvendigt høje temperaturer for at bekæmpe Legionella i varmtvandssystemerne. Flere lande i EU stiller krav om højere temperaturer, end det er tilfældet i Danmark, hvilket kun gør besparelsen større.

Hvis man tænker på, at Danmark, med 6 mio. indbyggere, ligger i den lave ende af temperaturkrav i EU, og der her er en estimeret besparelse på 2 mia., ville et uvidenskabeligt skøn for besparelse i EU baseret på 745 mio. indbyggere være 248 mia. kr. pr. år. Dette kun baseret på antal indbyggere, hvilket derfor ikke kan anvendes som andet end et estimat.

På et overordnet plan bliver man også nødt til at måle på, hvad det koster i energi, økonomi og CO₂ at bekæmpe Legionella og vedligeholde varmtvandssystemer. Det har ikke været muligt at finde meget dokumentation på konkrete konsekvensberegninger på de omkostninger, der er forbundet med at drive disse termiske systemer. Såfremt dette ikke er tilgængeligt, vil det være svært at sammenligne med nye teknologier. Årsagen ligger til dels i, at alle bygninger har forskellige forudsætninger, og at det dermed er svært at generalisere, men også at man kun har set temperatur som løsningen på problemet og derfor ikke regnet omkostninger.

Fremtidig vil yderligere projekter kunne afdække følgende muligheder:

- Vil det kunne lade sig gøre periodevist at slukke cirkulationspumpen, såfremt der er en NEUTHOX-generator tilknyttet?
- Doseringssystem, der kan sørge for bekæmpelse i perioder uden forbrug, såsom ferier for både offentlige og private bygninger.
- Hvor lille skal en maskine være, for at den bliver aktuel for villaer og parcelhuse?

Fremtiden ser lys ud med fokus på både rent drikkevand og sikkert varmtvand, som begge er emner, vi kan afhjælpe.