



TEKNOLOGISK
INSTITUT

LEGIONELLATEMADAG 2023 onsdag 8. november 2023

Konklusioner fra afsluttet EUDP-projekt

VARME-
LER 1

Kaj Bryder, seniorkonsulent, ph.d. civ.ing., Teknologisk Institut
Leon Buhl, seniorspecialist, ingeniør, Teknologisk Institut

INTRO MED AGENDA OG FOREDRAGSHOLDERE

EUDP-projektet og dets overordnede konklusioner v/Kaj Bryder

- Indledende om EUDP-projektet, der omfattende en større udredning samt 3 udviklings- og demo-tiltag
- Konklusioner fra de 6 delrapporter, som projektarbejdet er dokumenteret gennem

Myndighedskrav og risikovurdering v/Leon Buhl

- Sammenligning af danske og udenlandske krav, herunder de tyske inkl. misforståelser
- Betydningen af EU's drikkevandsdirektiv mht. Legionella og risikovurderinger
- EUDP-projektets hovedkonklusioner
- EUDP-projektets dokumentation via rapporter og artikler



Legionellasikring og energieffektivisering for installationer og forsyning

EUDP-projektets baggrund var øget dilemma mellem temperaturkrav:

- **Relativ høj forekomst af legionærsygdom i Danmark og for lave brugsvandstemperaturer tilsyneladende en meget væsentlig årsag (det sundhedsmæssige aspekt)**
- **Ønsker om energieffektivisere og udnyttelse af vedvarende energi forudsætter så lav vandtemperatur som muligt (det energi- og klimamæssige aspekt)**

Projektets formål: At understøtte løsning heraf via:

En større udredning af det danske og internationale grundlag vedr. Legionella i relation til brugsvandsinstallationer (f&u samt de forskellige krav, regler og anvisninger),

samt **3 konkrete udviklings- og demotiltag:**

- ☐ **Risikovurderingsværktøj**
- ☐ **El-booster for temperaturstyring og -overvågning ifm. units**
- ☐ **Nyt set-up for biocidløsning med hypoklorsyre**



Legionellasikring og energieffektivisering for installationer og forsyning

Tværfagligt forum

Projektets deltagere:

- **Teknologisk Institut** (Leon Buhl, Henrik Kjeldsen og Kaj Bryder - projektleder)
- **Statens Serum Institut (SSI)** (Søren Uldum)
- **VIA University College (VIA)** (Ditte Andreasen Søborg)
- **Danish Clean Water** (Hagbard Clausen)
- **Metro Therm** (Torben Schifter-Holm)
- **KAB** (Nikas Arp-Wilhjelm)
- **Fredericia Fjernvarme** (Carl Hellmers)
- **Projektkontoret, Region Sjælland** (Tommy Møller)

Projektets gennemførelse:

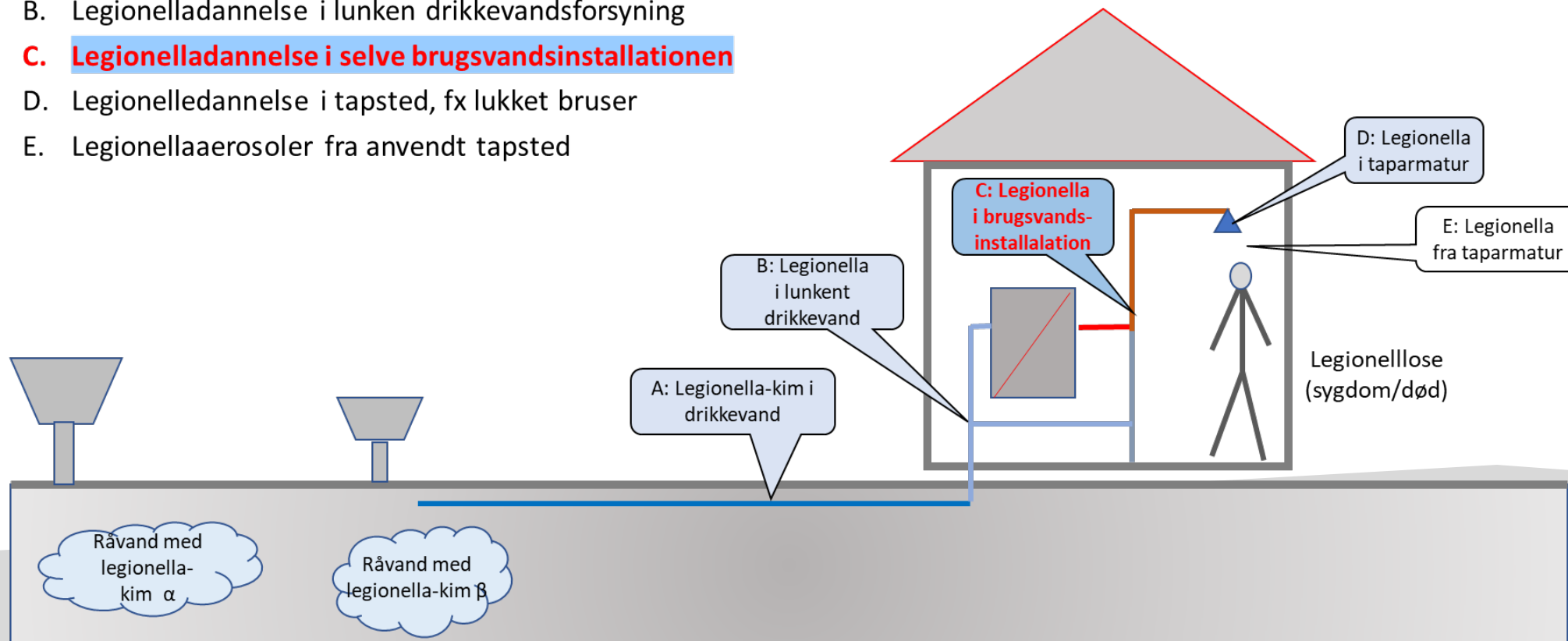
- **Perioden september 2020 til marts 2023**
- Aktiviteter: Udredning – Udvikling – Demo
- Gennemførelse: Mindre antal fysiske møder men stort antal Teams-møder (i starten en nødvendighed/Covid-19, men under vejs en styrkelse).
- Udredningen baseret på litteratursøgning, granskning og sammenligning
- Tre udviklingsaktiviteter fulgt op med med demo



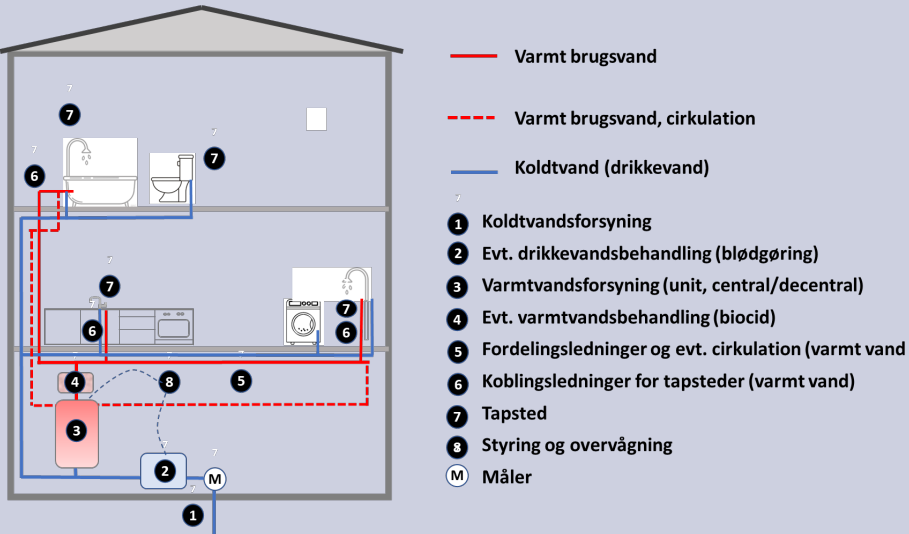
PROJEKTETS HOVEDFOKUS

Projektet dækker primært **installationen for varmt brugsvand** og fx ikke tapstedets effekt/manglende effekt, selv om brusere er meget centrale for udbredelsen af Legionella.

- A. Legionella i drikkevandsforsyning
- B. Legionelladannelse i lunkent drikkevandsforsyning
- C. Legionelladannelse i selve brugsvandsinstallationen**
- D. Legionelledannelse i tapsted, fx lukket bruser
- E. Legionella-aerosoler fra anvendt tapsted

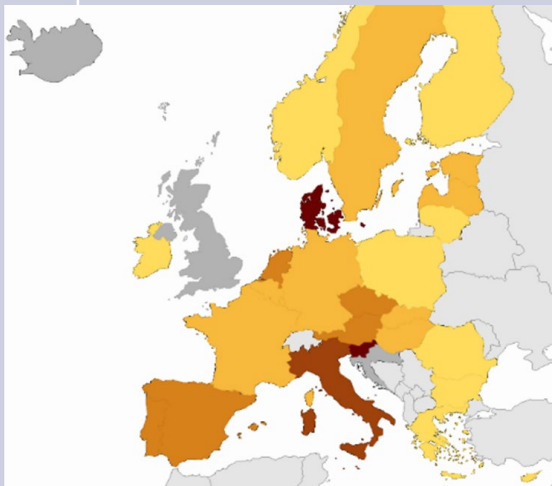
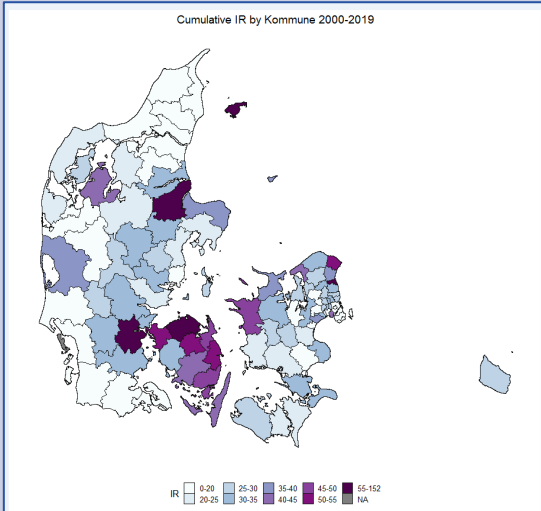


PROJEKTETS RESULTATER

Del	Indhold	Konklusioner fra del 1
1	Lokale influensparametre for Legionella i brugsvandsinstallationer Udredning mht. Legionellas vækst og reduktion i brugsvandssystemer med baggrund i en litteratursøgning over videnskabelige kilder.  — Varmt brugsvand - - - Varmt brugsvand, cirkulation — Koldt vand (drikkevand) 1 Koldt vandsforsyning 2 Evt. drikkevandsbehandling (blødgøring) 3 Varmtvandsforsyning (unit, central/decentral) 4 Evt. varmtvandsbehandling (biocid) 5 Fordelingsledninger og evt. cirkulation (varmt vand) 6 Koblingsledninger for tapsteder (varmt vand) 7 Tapsted 8 Styring og overvågning M Måler	▪ Forskellige legionellaarter med <i>Legionella pneumophila</i> som den farligste og årsag til over 90 % af danske tilfælde af legionærsygdom ▪ En legionella-grænse på max. 1000 CFU/L synes at give en rimelig sikkerhed, men legionærsygdom opstår efter spredning via aerosoldannelse ▪ Legionella vokser især i brugsvandssystemets biofilmlag, hvor godt beskyttet. ▪ Legionella vokser/reduceres afhængt af mange forskellige influensparametre og ofte forholdsvis tyndt dokumenteret og stor usikkerhed ▪ Temperaturen den centrale parameter, hvor <i>Legionella</i> vokser ved 20 – 50 °C og dør fra 50 °C. Desinfektion kræver 65 – 70 °C eller mere. ▪ Døde ender og strømningsforhold også centrale, men videnskabeligt meget tyndt belyst ▪ Flere alternativer til temperaturreduktion af Legionella i brugsvand, herunder anvendelse af biocider bl.a. hypoklorsyre, men begrænset belyst

Skærpet temperaturproblematik, der ikke - som håbet - giver muligheder for at lette kravene til vandtemperaturen. Dette er udfordrende for energiforbrug og klima.

PROJEKTETS RESULTATER

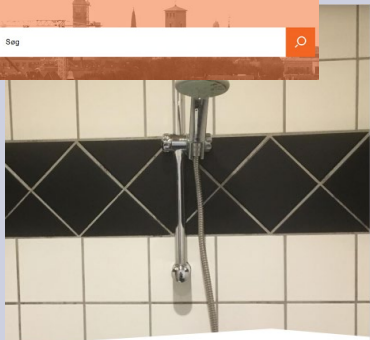
Del	Indhold	Konklusioner fra del 2
2	Incidens af legionærsygdom og mulig geografisk influens Udredning vedr. udbredelse af Legionella og legionærsygdom i Danmark og internationalt suppleret med vurdering af årsagerne til variationer  <i>Incidens af legionærsygdom i Europa i 2022. Mørkebrun mest kritisk og lysegul som mindst</i> Kilde: ECDC  <i>Legionærsygdom i Danmark, sammenfattede data for perioden 2000 – 2019</i> Kilde: SSI	▪ Udbredelsen af legionærsygdom høj i Danmark sammenlignet med andre europæiske lande og har været stigende. Brugsvandsinstallationerne en væsentlig årsag ▪ Legionella er udbredt i danske brugsvandsinstallationer og skønnes at forekomme i over 80% af installationerne ▪ Forekomsten af legionærsygdom i Danmark er geografisk skævt fordelt (en faktor 5) uden at det videnskabeligt kan begrundes. ▪ Pilotundersøgelser angående vandkvalitetens og fjernvarme-temperaturens betydning viste ikke entydige konklusioner, så hvad der begrunder den store geografiske forskel er fortsat ret usikkert Store danske geografiske variationer, som ikke umiddelbart kan forklares

- **Udbredelsen af legionærsygdom høj i Danmark** sammenlignet med andre europæiske lande og har været stigende. **Brugsvandsinstallationerne en væsentlig årsag**
- **Legionella er udbredt i danske brugsvandsinstallationer** og skønnes at forekomme i **over 80% af installationerne**
- Forekomsten af legionærsygdom i Danmark er **geografisk skævt fordelt (en faktor 5)** uden at det videnskabeligt kan begrundes.
- Pilotundersøgelser angående **vandkvalitetens og fjernvarme-temperaturens betydning viste ikke entydige konklusioner**, så hvad der begrunder den store geografiske forskel er fortsat ret usikkert

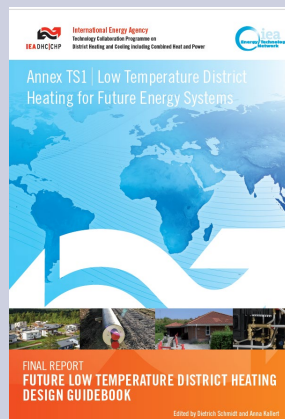
Store danske geografiske variationer, som ikke umiddelbart kan forklares

PROJEKTETS RESULTATER

Del	Indhold	Konklusioner del 3
3...	Myndighedskrav og undersøgelser vedr. brugsvandsinstallationers legionella- og energiforhold Udredning af danske, europæiske og internationale krav og undersøgelser vedr. Dels sikring mod Legionella i brugsvandsinstallationer, dels de energi- og klimamæssige aspekter i relation til legionellasikring.	▪ Danske legionellakrav i den lave ende og i praksis ofte ikke fulgt ▪ Vandtemperaturen er den centrale parameter, men sikring af vandtemperatur på min. 50 °C et stort dilemma ift. de energi- og klimamæssige ønsker ▪ Kompensering af temperaturer (Temperaturgymnastik) baseret på ældre standarder og vejledninger og utilstrækkelig hensyn til biofilm ▪ Ikke så meget at hente mht. de øvrige parametre fx strømningsforholdenes betydning ▪ Simuleringsmetoder under udvikling hos Ghent University og REHVA(eur. HVAC-ingeniører), men synes stadig at mangle afgørende dokumentation ▪ Forholdsvis begrænset myndighedsmæssig tilskyndelse til alternativer til temperatursikring ▪ Nyt EU drikkevandsdirektiv med øget fokus på Legionella og risikovurdering.



LEGIONELLA
INSTALLATIONSPRINCIPPER OG BEKÆMPELSESMETODER
Rårcenter-drivning 017
Maj 2019



sche en biologiske modellering
in residential warmwatersystemen
id Biologic Modelling
Proliferation in Domestic Hot Water Systems



February 2020

set for half of the energy consumed in the European Union. Despite significant and fast reducing demand + is not expected to represent most of the demand in 2050, and cooling solutions to overgrowing cities is fundamental to achieve Europe's aim.

ent need for a radical transformation of the energy system in the coming decades, enabling the District Heating and Cooling sector (DH/C) in Europe and beyond, has full decarbonisation of DH/C networks in Europe before 2050 to contribute to the goals set.

Power welcome the European Commission's initiative on a Climate Law to enshrine action and the guiding principles outlined in the roadmap.

ystem with a large share of renewables will entail a lot more flexibility to ensure the security of supply. Green and economically viable energy systems should be developed in between technologies, energy carriers, infrastructures and actors. DH/C can provide it enable smart sector integration with an approach combining power-to-heat (electricity), CHP plants, heat storage, use of waste heat from industrial and tertiary sources, of 'The European Green Deal', Euroheat & Power asks to consider the following points and energy policies.

sector has a pivotal role to play in turning the new Commission's ambition to make more resource efficient.

needs to figure more prominently in the EU agenda. It is both a priority sector to ease to increase flexibility in a future energy system where fluctuating renewables play District heating and cooling should be recognised as a crucial element to achieve a carbon.

power to provide a level playing field across the heating sector. Private heat used in stores have an unjustified advantage as they are not covered by the EU ETS - this is equipment of collective, efficient and decarbonisation solutions such as DH/C. DH/C calls for the heating sector to ensure a level playing field and drive the decarbonisation of the sector.

needs to be mainstreamed into policy, infrastructure planning and financing. District already existing sector integration, creating synergies between parts of the system, along thermal storage as part of the infrastructure, should be considered in the TIE E be for Connecting Europe Facility (CEF) funding.

Challenges between local actors such as cities and EU level decision-makers in absolute structure deployment is mainly a local decision, therefore, it is essential for the EU to governance that ensures alignment and coherence between European, national and

<https://www.euroheat.eu/2020/09/09/Our-DHC-Decarbonisation-Strategy/>

1

Mange forskellige undersøgelser og tiltag,
men ingen entydige løsninger

PROJEKTETS RESULTATER

Del	Indhold	Konklusioner del 1 - 3
-----	---------	------------------------

...3

Myndighedskrav og undersøgelser
vedr. brugsvandsinstallationers
legionella- og energiforhold

... Suppleret med en sammenfatning af del 1 – 3
resultater inkl. vedr. begreber og definitioner

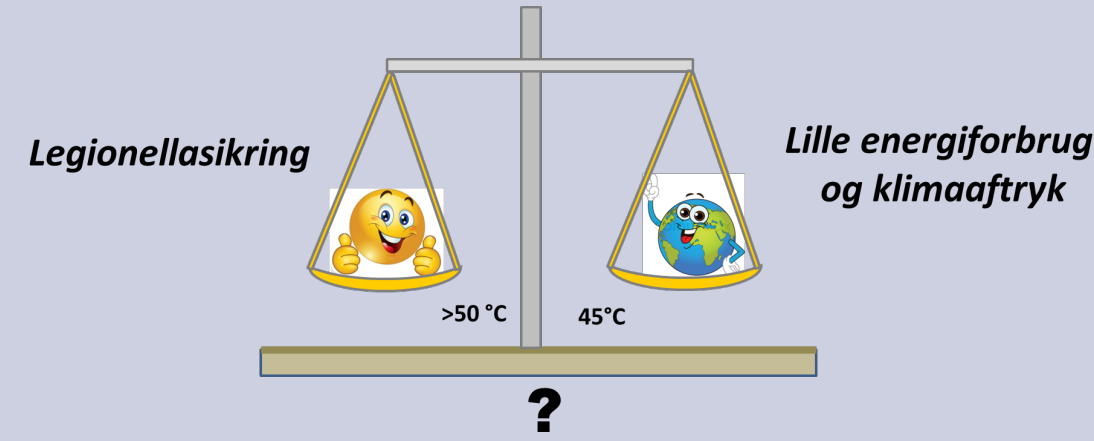
Behandlingsmetode vedr. sikring mod Legionella						
Karakteristika	Termisk kompenser	Temperatur-gymnastik	Termisk vedligehold	Termiskdesinfektion	Biocid kompenser	Biocid desinfektion
Legionellasikring via.....	Varme, evt. elstave	Varme, evt. elstave	Varme, evt. elstave	Varme, evt. elstave	El og kemi	El og Kemi
Temperatur, typisk..... °C	45 – 60	45 – 60	> 50	(65 – 70)	45 - 50 *	45 - 50*
, spids..... °C		(65 - 70)				
Kontrol, indirekte fejlkonstatering ved måling af	Temperatur	Temperatur	Temperatur	Temperatur	Klor-indhold	Klor-indhold

* Temperaturkrav iht. Bygningsreglement min. 50 °C

Tabel 5-1 Karakteristika for termisk og biocid behandling af brugsvand.

Afsluttende belysning af særlige begreber og definitioner samt gode råd angående behandling af brugsvand mod Legionella

Højere vandtemperaturer end tidligere erkendt og anvendt. Samtidig skærpelse af de energi- og klimamæssige udfordringer



- Kendskabet til de forhold, som influerer på vækst- og reduktion af Legionella er svagt funderet fx samspillet med temperaturer og strømningsforhold, samt betydningen af biofilm.
- Der pågår forskellige teknologiske udviklings-tiltag, inkl. anvendelse af alternativer til temperaturbehandling, herunder biocidtilsætning, UV og filtre. Dog forholdsvis langsom udvikling.

PROJEKTETS RESULTATER

Del	Indhold	Konklusioner fra del 4
4...	Legionella-risikovurderinger og -ressourcekonsekvenser - Værktøjer og forslag til forbedringer • Kortlægge og vurdere risikovurderingsmetoder, samt udvikle og demonstrere egnet metode. • Undersøge supplerende ressourcevurderings-metoder for energi, klima, miljø og økonomi • Sammenfatte forbedringspotentialer for legionellasikring og -ressourceforbrug i øvrigt.	▪ Del 1 – 3 inkl. nyt EU-drikkevandsdirektiv underbygger behovet for risikovurdering. ▪ Forskellige risikovurderingsmetoder vurderet, men fordrer ofte særlig ekspertise og stort ressourceforbrug ▪ Risikovurderingsværktøj udviklet på basis af FMEA og i Excell, og beregnet på at vurdere legionellasikring for konkrete brugsvands-installationer i praksis eller under projektering  ▪ Forskellige ressourcevurderinger belyst, men objektiv vurdering af løsningers konsekvenser for energiforbrug, klima, miljø og økonomi bør inkludere livscyklusanalyser (LCA), som myndighedsmæssigt kræves senest 2029 ▪ En række forbedringstiltag i relation til legionellasikring sammenfattet og kort belyst opdelt på "Ny viden og nye værktøjer", "Ny teknologi" og "Bedre formidling og vejledning"

Overvejelser risikovurderingsmetode:

- *Forskellige grundmetoder for vurdering af risici og fejl (ETA, FMEA, FTA, HAZOP, HACCP..) og specifikke, fx WHO's QMRA (Quantitative Microbial Risk Assessment)*
- *Influensparametre med stor usikkerhed*
- *Skal anvendes i praksis ved gennemgang af installation*

Valg af model: FMEA (Failure Mode and Effect Analysis).
En i dag meget bredt anvendt metode for vurdering af risici og forbedringsmuligheder i industrien. Har oprindeligt afsæt i rumfart (Apollo) og senere luftfart.

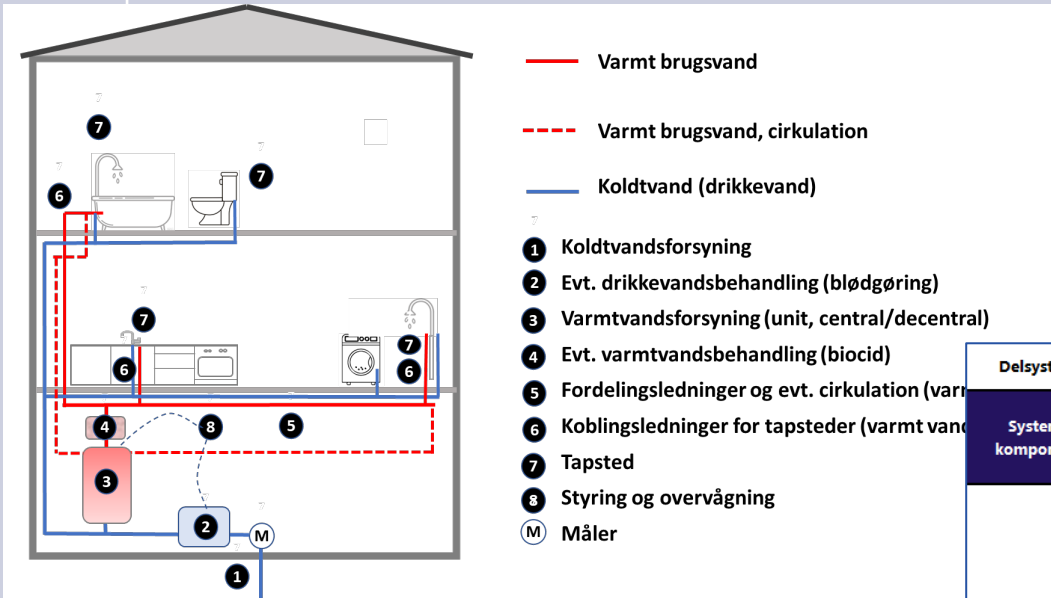
PROJEKTETS RESULTATER

Del	Indhold	Udviklet risikovurderingsværktøj
-----	---------	----------------------------------

4...

Risikovurderingsværktøj LegionellaRisk

Pilotværktøj udviklet af Teknologisk institut

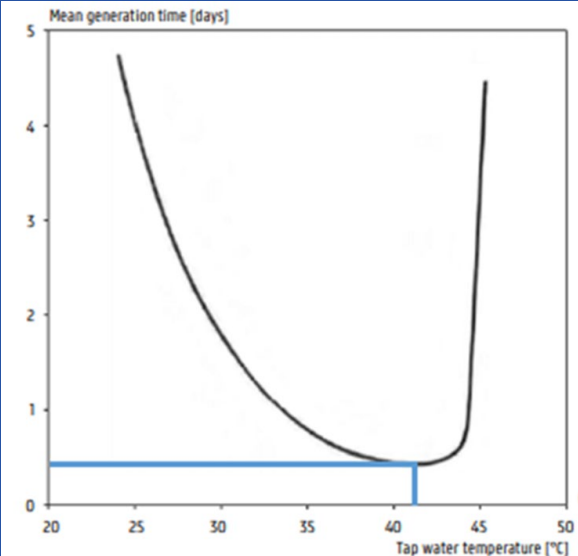


Systematisk gennemgang af brugsvandsinstallationen mht. forskellige influensparametre og deres betydning for legionellarisiko

- **Værktøjet** tager afsæt i en systematisk gennemgang af brugsvandsinstallationens forskellige dele mht. legionellarisiko og inddrager ud over temperaturbehandling vurdering af anvendelse af biocid fx det i projektet omhandlede hypoklorsyre.
- **Værktøjet anvendt og evalueret** med afsæt i forskellige boligblokke hos KAB.

Delsystem	Influensparameter		Konsekvens		Sandsyn./frekvens/antal		Kontrol		Risiko
	Parameter (vælg fra liste)	Værdi (vælg fra liste)	Potentiel effekt (kan overskrives)	K O N S	Mulig årsag (vælg eller skriv)	S A N	Procedure (vælg eller skriv)	D E T	R I S
	Hvilken parameter undersøges?	Hvilken værdi antage parameteren? (husk at angive konsekvens, hvis liste ikke benyttes)	Her angives effekt (autoudfyldes - kan overskrives)	Konsekvens (auto-udfyldes)	Årsag: Vælg fra liste eller skriv alternativ årsag Tilføj evt. forklaring	Hvor ofte sker det? (100 % = altid)	Er der en procedure til at undgå konsekvensen?	Effektivitet	Risiko-bidrag
				0		100%		0%	0
Vandforsyning	Legionella	Legionella spp; Der er foretaget målinger og konstanteret Legionella	Legionella spp. observeres næsten altid	5		100%		0%	31
	Temperatur	0 - 20 °C; Temperaturen OK	Ingen vækst af farlige bakterier	0		100%		0%	0
Koldt vandsrør	Temperatur	0 - 20 °C; Temperaturen OK	Ingen vækst af farlige bakterier	0		100%		0%	0
	Temperatur	20 - 25 °C; Temperaturen på det kolde vand er for høj	Risiko for vækst af Legionella	5	Dårlig isolering	100%		0%	31
	Døde_ende	Død ende (kold); Død ende tilsluttet koldt vand, < 20 °C	0	0	24 stk. sjældent benyttede tappesteder ved skraldeskate	100%		0%	0

PROJEKTETS RESULTATER

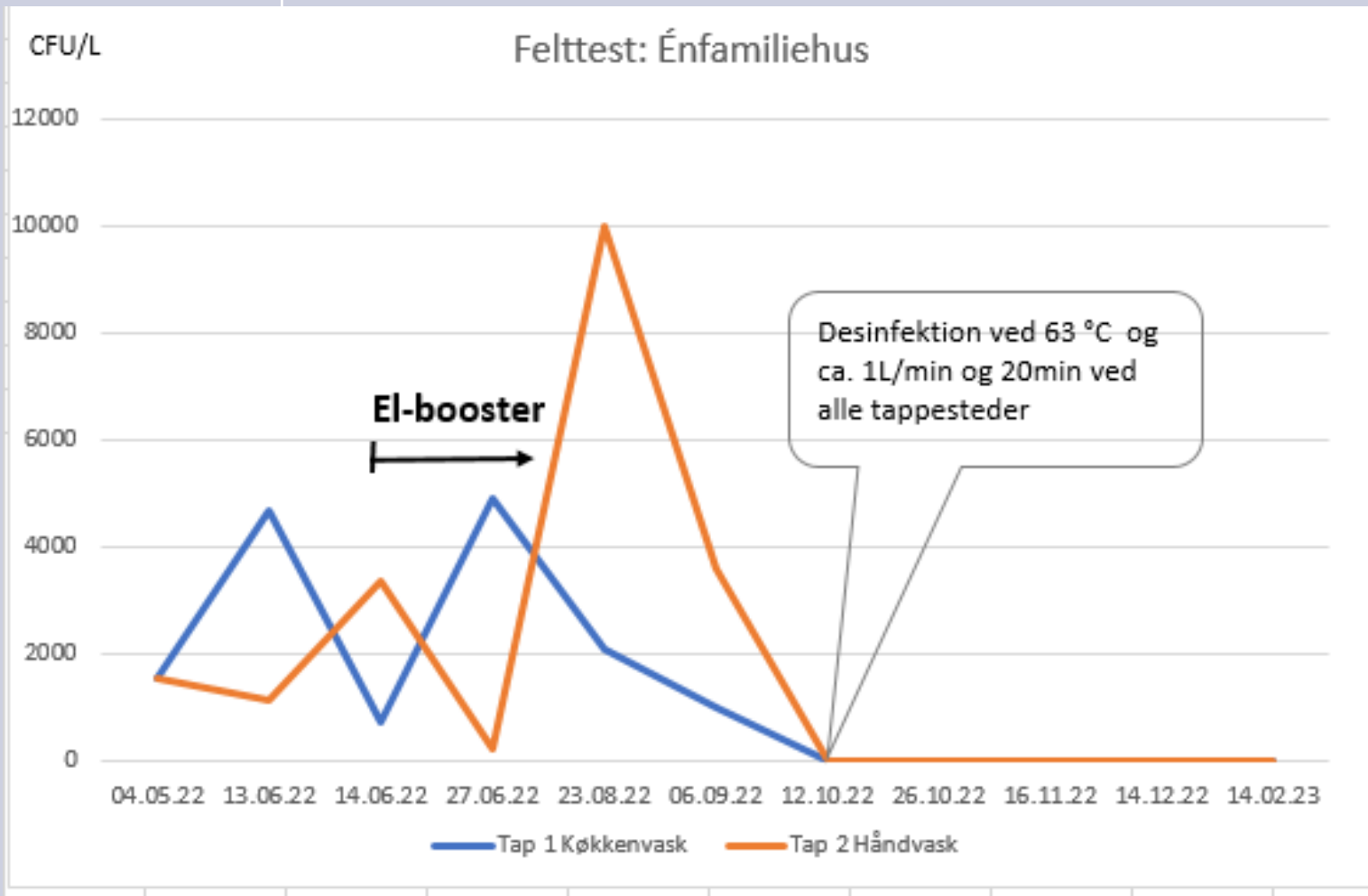
Del	Indhold	Konklusioner del 5
5...	El-booster for sikring og overvågning af brugsvandsinstallation mht. Legionella Pilot El-booster udviklet af METRO-THERM for løbende kontrol af både det varme og det kolde vand) og for sikring af brugsvands-installationen mod Legionella.  <i>El-boosteren kontrollerer og regulerer med afsæt i de udredte kurver (del 1) vedr. Legionellavækst/-reduktion ved en given temperatur.</i> <i>Kompenserer med $\geq 55^{\circ}\text{C}$ ved utilstrækkelig temperatur samt i hht. integration ud fra temperatur og tid.</i>	▪ El-booster udviklet for overvågning og regulering af brugsvandsinstallation med henblik på en sikrere temperaturdrift. ▪ Løsningen primært beregnet på anvendelse ved systemer med cirkulation, men kan også anvendes ved systemer uden cirkulation ▪ Ved udvikling gennemført risikovurdering mht. El-boosterens funktion ▪ Test og evaluering af pilotboostere (med/uden cirkulation) i METRO-THERM's laboratorium ▪ Demo/fieldtest for en enkelt installation og uden cirkulation 

PROJEKTETS RESULTATER

Del	Indhold	Demo del 5
...5	El-booster for sikring og overvågning af brugsvandsinstallation mht. Legionella	Demo ved brugsvandsinstallation uden cirkulation

Demoforsøget peger på:

- *At løsningen kan forhindre legionelladannelse i nyt/renset anlæg (sidste del) men at anvendelse ved anlæg uden cirkulation er udforende*
- *At forekomst af Legionella inkl. biofilm i en eksisterende installation må fjernes via en egentlig desinfektion*
- *At desinfektion ved 63 °C (det umiddelbart mulige) i selve installationen har haft en stor effekt trods visse resultater peger på min. 65 - 70 °C)*



PROJEKTETS RESULTATER

Del	Indhold	Konklusioner del 6
6...	Biocidløsning med hypoklorsyre (HOCL) – den oversete energibesparelse Nyt set-up udviklet af Danish Clean Water (DCW) for generering af hypoklorsyre (HOCL/NEUTHOX) i brugsvandsinstallation	▪ Nyt set-up udviklet tilførsel af hypoklorsyre (Neuthox®) via salt, vand og elektrolyse (el), og i rette doser. Hypoklorsyre er miljømæssigt forholdsvis mild men legionellamæssigt effektiv. ▪ Særlig risikovurdering for hypoklorsyre-anlægget bl.a. resulterende i mere robust styring bl.a. via udnyttelse af vandflowmåling og bedre placering af sensorerne ▪ HOCL-anlægget egnet for desinfektion, og er effektivt ved lavere temperaturer end 50 °C, fx ned til en komfortmæssig temperatur på 45 °C – og dermed med energibesparende muligheder ▪ HOCL-anlæg anvendes ofte som supplerende, men er ikke i dag myndighedsmæssigt godkendt som alternativ til temperaturbehandling (hverken i udlandet eller i Danmark).

PROJEKTETS RESULTATER

Del

Indhold

Demo del 6

...6

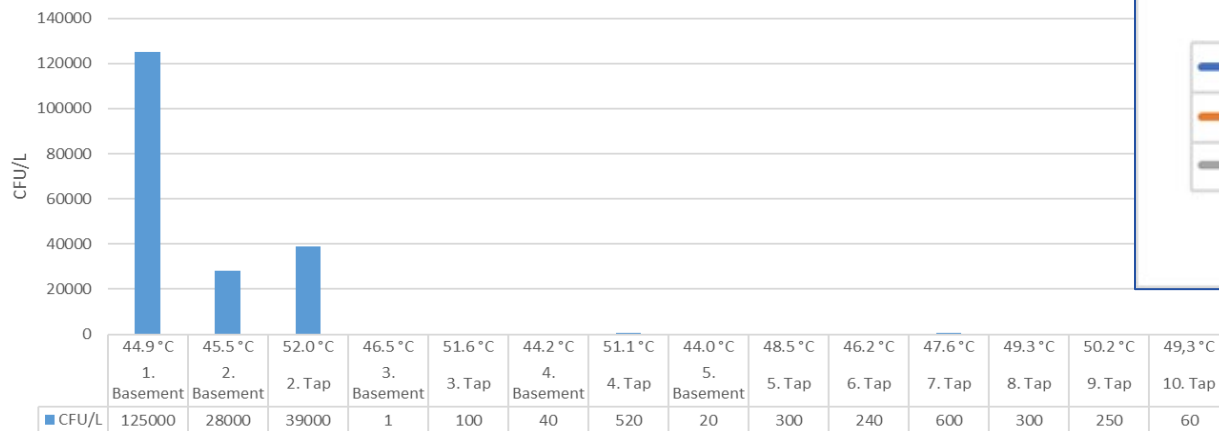
Biocidløsning med hypoklorsyre (HOCL)

Demo ved 2 forskellige installationer med DCW-anlæg

Demoforsøg underbygger hypoklorsyrens (NEUTHOX)'s effektivitet både mht. til at desinficere og at sikre lavt legionellaindhold under den videre drift. Samtidig understøtter de anvendelse af løsningen ved lavere temperaturer end 50 °C.

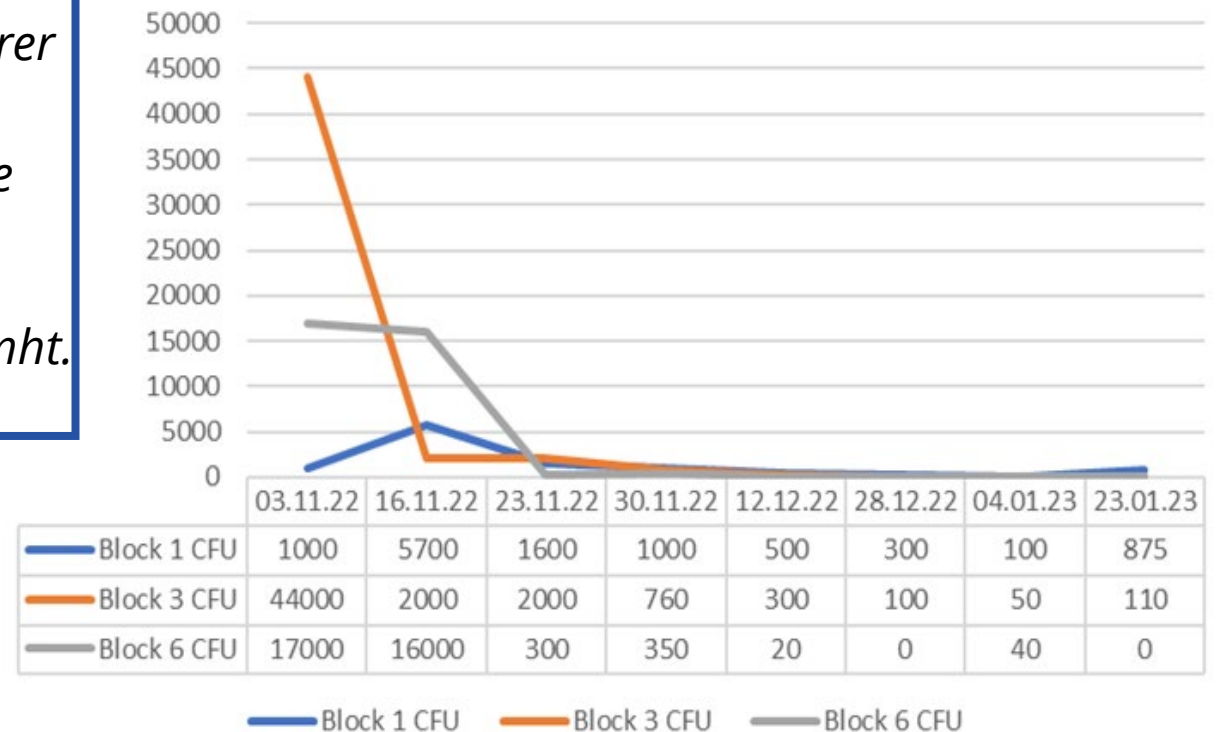
Som ved temperaturbehandling risiko for at effekten ikke kommer rundt i systemet ("døde ender"). Dette fordrer, grundet vanskeligere kontrol og anvendelse af lave temperaturer, særlig påpasselighed og dokumentation mht. den samlede installation.

Feltstudie 1: Gråsten



Test resultater

Field study 2



LEGIONELLAKRAV I DEN DANSKE BYGGELOVGIVNING

- **BR18 § 405**
- Vandinstallationer skal projekteres og udføres, så:
 1. De kan fungere uden risiko for personers sundhed som følge af bakterievækst, herunder legionella i vandet.
 2. Placeringen og fastgørelsen ikke medfører generende rystelser eller skader på bygningsdele eller installationer.
 3. De beskyttes mod frost.
 4. Utsigtet ind- og udsivning undgås.
 5. De kan modstå normalt forekommende statiske, dynamiske, kemiske og termiske påvirkninger.
 6. Der ikke opstår risiko for sprængninger eller skadeligt tryk og trykstød.
 7. Der ikke opstår korrosion og aflejringer, der kan forringe kapaciteten.
 8. De har en holdbarhed i forhold til deres placering og muligheden for udskiftning.
 9. Der ved rørgennemføringer ikke spredes generende støj, fugt og lugt.
 10. De kan renses, betjenes og vedligeholdes i fornødent omfang. Komponenter, der kræver betjening, eftersyn eller vedligehold, skal være let tilgængelige, så dette kan ske på en hensigtsmæssig og forsvarlig måde.
- **Stk. 2. Stk. 1, nr. 1, kan opfyldes ved at følge [Rørcenteranvisning 017 Legionella - Installationsprincipper og bekæmpelsesmetoder](#)**



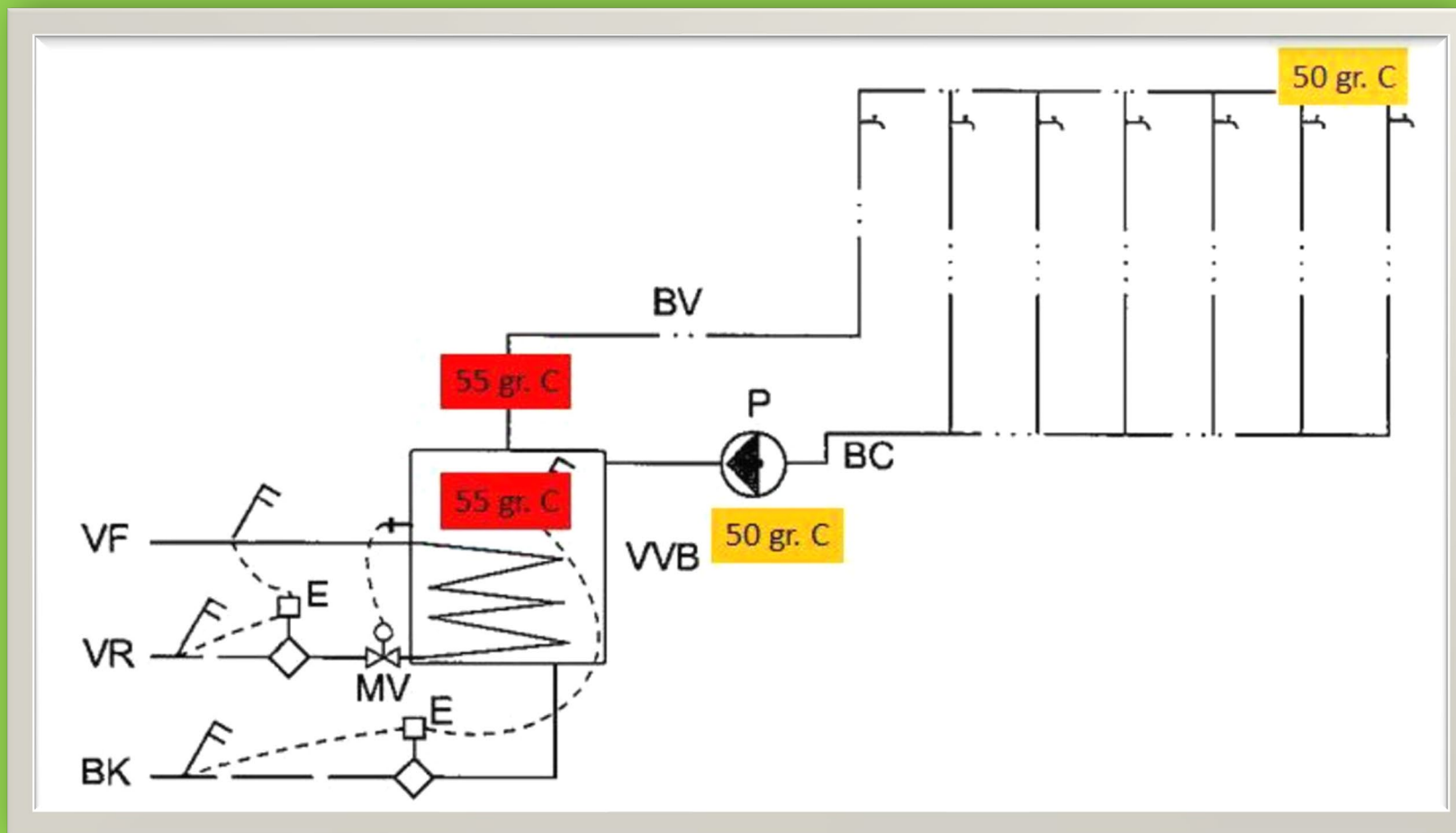
HOVEDPUNKTER I DE DANSKE TEMPERATURKRAV

- **BR18 § 411**
- Anlæg til produktion af varmt brugsvand skal under hensyn til varmtvandstapstedernes antal og anvendelse kunne yde en tilstrækkelig vandmængde og vandstrøm.
- Vandinstallationen skal udformes, så temperaturen på det fremførte vand i alle dele af vandinstallationen under den forudsatte brug ikke falder til under 50 °C.
- Ved tapstederne skal den forudsatte temperatur være tilstede uden besværende ventetid under hensyn til energiforbrug, vandforbrug og hyppigheden af installationens brug.
- Ved spidsbelastning, som ikke er omfattet af den forudsatte brug, må vandtemperaturen ikke falde til under 45 °C.
- Der skal samtidig tages hensyn til bakteriebekæmpende tiltag, hvilket kan anses som opfyldt ved at følge Rørcenteranvisning 017 Legionella - Installationsprincipper og bekæmpelsesmetoder.



LOVBESTEMMELSERNE I BYGNINGSREGLEMENTET BR18

VEJLEDNING TIL § 411

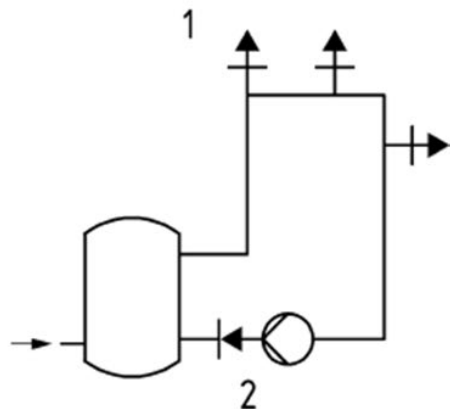


SAMMENLIGNING MED UDENLANDSKE KRAV, HERUNDER DE TYSKE INKL. MISFORSTÅELSER CEN/TR 16355:2012

4.2.3 Hot water temperature

For a drinking water installation without hot water circulation (see Annex C, Figures C.1 and C.3), the water should be capable of reaching a temperature of minimum 55 °C at any point during normal use.

For a drinking water installation with circulation of hot water, the water in any circulation loop should be minimum of 55 °C (see Figure 1). Within 30 s after fully opening a draw off fitting the water temperature should not be less than 60 °C unless otherwise specified by local or national regulations (see EN 806-2).



Key

- 1 After 30 s not less than 60 °C
- 2 Not less than 55 °C

Figure 1 — Drinking water installation with circulation of hot water



SAMMENLIGNING MED UDENLANDSKE KRAV, HERUNDER DE TYSKE INKL. MISFORSTÅELSER

CEN/TR 16355:2012(E)

Table 2 — Types of hot water installation

	Hot and cold water separately				Mixed hot and cold water					
	No storage		Storage		No storage upstream of mixing valves		Storage upstream of mixing valves		No storage upstream of mixing valves	
	No circulation of hot water	With circulation of hot water	No circulation of hot water	With circulation of hot water	No circulation of hot water	With circulation of hot water	No circulation of mixed water	With circulation of mixed water	No circulation of mixed water	With circulation of mixed water
Figure in Annex C	C.1	C.2	C.3	C.4	C.5	C.6	C.7	C.8	C.9	C.10
Temperature	-	$\geq 50\text{ °C}^e$	In the storage Water heater ^a	$\geq 50\text{ °C}^e$	Thermal disinfection ^d	Thermal disinfection ^d	In the storage water heater ^a	$\geq 50\text{ °C}^e$ Thermal disinfection ^d	Thermal disinfection ^d	Thermal disinfection ^d
Stagnation	-	$\leq 3\text{ l}^b$	-	$\leq 3\text{ l}^b$	-	$\leq 3\text{ l}^b$	-	$\leq 3\text{ l}^b$	-	$\leq 3\text{ l}^b$
Sediment	-	-	remove ^c	remove ^c	-	-	remove ^c	remove ^c	-	-
^a Temperature $\geq 55\text{ °C}$ the whole day or at least 1 h per day $\geq 60\text{ °C}$. ^b The volume of water contained in the pipework between the circulation system and the tap which has the greatest distance to the system. ^c Remove the sediment from the storage water heater in accordance with the local conditions but at least once a year. ^d Thermal disinfection for 20 min at a temperature of 60 °C , for 10 min at 65 °C or for 5 min at 70 °C at every draw-off point at least once a week. ^e The water in the circulation loop shall be not less than 50 °C .										
-	No requirement.									



SAMMENLIGNING MED UDENLANDSKE KRAV, HERUNDER DE TYSKE INKL. MISFORSTÅELSER



Figure C.1 — Hot and cold water separately, no storage, no circulation of hot water

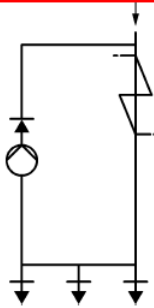


Figure C.2 — Hot and cold water separately, no storage, with circulation of hot water

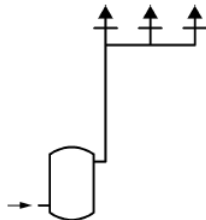


Figure C.3 — Hot and cold water separately, storage, no circulation of hot water

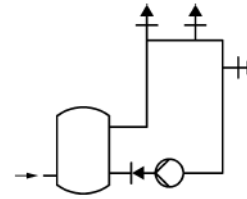


Figure C.4 — Hot and cold water separately, storage, with circulation of hot water

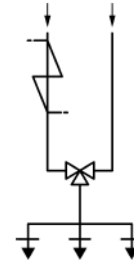


Figure C.5 — Mixed hot and cold water, no storage upstream of mixing valves, no circulation of hot water

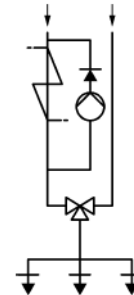


Figure C.6 — Mixed hot and cold water, no storage upstream of mixing valves, with circulation of hot water



EUROPEAN TECHNICAL GUIDELINES FOR THE PREVENTION, CONTROL AND INVESTIGATION, OF INFECTIONS CAUSED BY *LEGIONELLA* SPECIES JUNE 2017

Constant maintenance of the temperature between 55°C and 60°C

At 60°C it takes approximately two minutes to inactivate 90% of a population of *L. pneumophila*.

The effectiveness of maintaining the circulating temperature at 60°C has been demonstrated both in hospitals and in hotels.

Hot water installations maintained at temperatures above 50°C are less frequently colonised by legionellae.

Circulating water at 60°C – such that the temperature at each outlet or feed to a TMV reaches at least 50°C, and preferably 55°C, within one minute of opening the outlet – is the method most commonly used to control legionellae in hot water distribution systems.

Provided there is sufficient heating capacity, it is relatively easy to implement and is easy to monitor continuously. It is important that the temperatures of the returns on each loop of the system are monitored as well as the tap and flow temperatures. It has the possible disadvantage of increasing energy consumption and there is an increased risk of scalding.

Where TMVs are installed to reduce scalding risk, based on a comparative risk assessment of scalding risk versus the risk of legionellosis, they must be subjected to a programme of planned monitoring and maintenance.



BETYDNINGEN AF EU'S DRIKKEVANDSDIREKTIV MHT. LEGIONELLA OG RISIKOVURDERINGER

- Medlemsstaterne sikrer, at der foretages **en risikovurdering af forbrugernes fordelingsnet**.
- 1) **Generel analyse** over de risici der kan være i forbindelse med forbrugernes fordelingsnet. Analysen er en overordnet oversigt over de risikoparametre der kan optræde i forskellige typer af installationer.
- 2) **Prøvetagning og metoder**. Hvilke type af prøver der skal anvendes og retningslinjer for selve prøvetagningsmetoderne.
- 3) **Prioriterede ejendomme**??
- 4) **Passende foranstaltninger** for at fjerne eller mindske risikoen for manglende overholdelse af de parameterverdier, der er fastsat i Bilag I del D. => *Legionella* < 1.000 CFU/l
- 5) **Stk. 3 foranstaltninger**. Status for de i artikel 10 stk. 3 nævnte foranstaltninger i litra a-e.
 - a) at ejere af offentlige og private ejendomme tilskyndes til at udføre en risikovurdering af forbrugernes fordelingsnet
 - b) at forbrugere og ejere af offentlige og private ejendomme underrettes om foranstaltninger med henblik på at fjerne eller mindske risikoen for manglende overholdelse af kvalitetsstandarder for drikkevand på grund af forbrugernes fordelingsnet
 - c) at forbrugere rådgives om betingelserne for forbrug og brug af drikkevand og om mulige foranstaltninger for at undgå, at nævnte risici genopstår
 - d) at fremme uddannelse af blikkenslagere og andre fagfolk, der beskæftiger sig med forbrugernes fordelingsnet og installation af byggevarer og -materialer, der kommer i kontakt med drikkevand
 - e) at sikre, at der for så vidt angår Legionella indføres effektive kontrol- og styringsmæssige foranstaltninger, som er tilpasset risikoen, for at forebygge og imødegå eventuelle sygdomsudbrud [...]



Drikkevandsdirektivet – Bilag I del D

Del D

Parametre af relevans for risikovurderingen af forbrugernes fordelingsnet

Parameter	Parameterværdi	Enhed	Bemærkninger
<i>Legionella</i>	<1 000	CFU/l	Denne parameterværdi fastsættes med henblik på artikel 10 og 14. Det kan overvejes, at træffe de foranstaltninger, der er fastsat i henhold til disse artikler, selv når parameterværdien ikke er overskredet, f.eks. i tilfælde af infektioner og udbrud. I sådanne tilfælde bør kilden til infektionen bekræftes og arten af <i>Legionella</i> bør identificeres.
Bly	10	µg/l	Denne parameterværdi fastsættes med henblik på artikel 10 og 14. Medlemsstaterne bør gøre deres yderste for at nå den lavere værdi på 5 µg/l senest den ...[15 år efter datoen for dette direktivs ikrafttræden].

3.185 Table 6 gives guidance on the actions to be taken in the event of finding *Legionella* in the water system.

Table 6 Action levels following *Legionella* sampling in hot and cold water systems

<i>Legionella</i> (cfu/litre)	Action required
Not detected	Acceptable
<100 to 1000	Refer to the Responsible Person / WSG and ensure real-time monitoring (biocide levels, temperatures, etc.) are within target limits throughout the system.
>1000 to <10,000	Either: (i) If a small proportion of samples (10–20%) are positive, the system should be re-sampled. If a similar count is found again, then a review of the control measures and risk assessment should be carried out to identify any remedial actions; (ii) If the majority of samples are positive, the system may be colonised, albeit at a low level, with <i>Legionella</i> . Disinfection of the system should be considered but an immediate review of control measures and a risk assessment should be carried out to identify any other remedial action required.
≥10,000	The system should be re-sampled and an immediate review of the control measures and risk assessment carried out to identify any remedial actions, including whether a disinfection of the whole system or affected area is necessary.

HOVEDKONKLUSIONER FRA PROJEKTET

- ❑ Omfattende udredning har vist, at Legionella i danske brugsvandsinstallationer er en betydelig udfordring, og at der fortsat er mange uafklarede forhold angående legionellasikring af brugsvandsinstallationer. Samtidig er problematikken ift. energiforbrug og klimaaftryk skærpet.
- ❖ I projektet er det bl.a. belyst, at kravene til temperaturer danske brugsvandsinstallationer er det laveste for at sikre mod legionella. Dette giver udfordringer i forhold til nedsætte temperaturen generelt i anlæggene
- ❖ Udformningen af større installationer og cirkulationsstyringer er ofte en udfordring i forhold til at kunne udføre termisk desinfektion



HOVEDKONKLUSIONER FRA PROJEKTET

- ❑ Der er gennemført udvikling og demonstration af tre løsninger, som hver især bidrager og giver ny viden til løsning af aktuelle problemstillinger vedr. legionellasikring af brugsvandsinstallationer, men uden at give den ultimative løsning.
- ❖ Demonstration i forhold til termisk overvågning af små anlæg
- ❖ Udvikling og anvendelse af biocid i forbindelse med sikring af anlæg med cirkulation
- ❖ Udvikling af værktøj til risikovurdering af installationer. Dette peger bl.a. frem mod kravene i DWD artikel 10.



HOVEDKONKLUSIONER FRA PROJEKTET

- ❑ Der er i projektet udredt en række supplerende forslag til understøtning af en løsning af problematikken, og der er via rapporter og artikler suppleret med en forholdsvis dybtgående belysning af problematikker og løsninger.
- ❖ Der har været en omfattende formidling af resultaterne fra projektet.

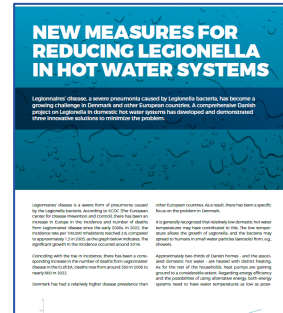


PROJEKTETS FORMIDLING



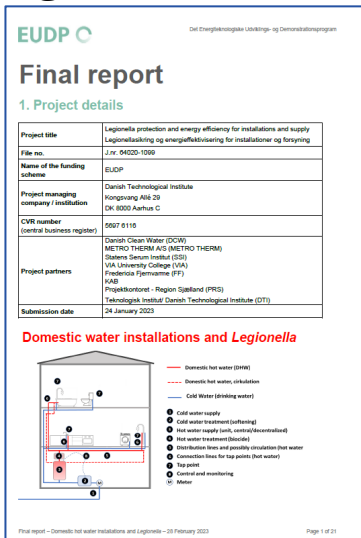
HVAC nr. 2023,
(12 sider), Dansk

<https://www.hvacfokus.dk/omfattende-legionella-projekt-pegar-paa-tre-loesninger-for-at-komme-problemerne-til-livs/>.

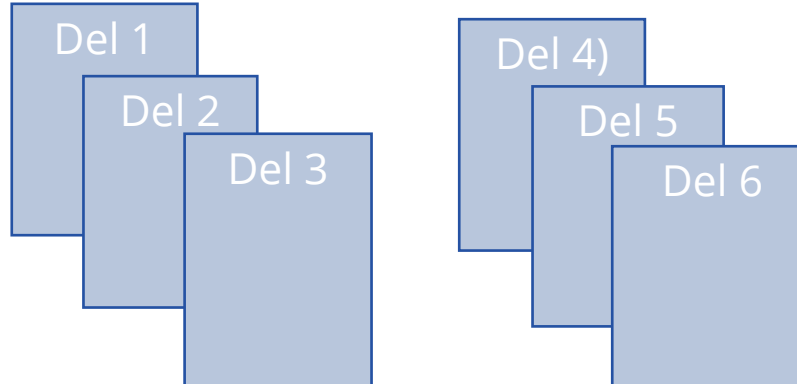


DBDH Hot-Cool nr. 5
2023
(6 sider), Engelsk

Final report (20 sider),
engelsk



6 faglige delrapporter,
dansk m. engelsk summary



<https://www.teknologisk.dk/projekter/eudp2020-projekt-legionellasikring-og-energieffektivisering-for-installationer-og-forsyning/43496..>

Del	
1	Lokale influensparametre for Legionella i brugsvandsinstallationer
2	Incidens af legionærsygdom og mulig geografisk influens
3	Myndighedskrav og undersøgelser vedr. brugsvandsinstallationers legionella- og energiforhold
4	Legionella-risikovurderinger og -ressourcekonsekvenser - Værktøjer og forslag til forbedringer
5	El-booster for sikring og overvågning af brugsvandsinstallation mht. Legionella
6	Biocidløsning med hypoklorsyre (HOCL) - den oversete energibesparelse

Final report (20 sider)
Engelsk m. dansk summary)



TEKNOLOGISK
INSTITUT



TEKNOLOGISK
INSTITUT

Tak for
opmærksomheden!
Korte spørgsmål?

Kaj Bryder, seniorkonsulent, ph.d. civ.ing., Teknologisk Institut
Leon Buhl, seniorspecialist, ingeniør, Teknologisk Institut