

## Brugsvandsinstallationer og *Legionella*

Delrapport 5:

### El-booster til sikring og overvågning af brugsvandsinstallation

#### INDHOLD:

- Forord
- Resumé og konklusion
- Indholdsfortegnelse, detaljeret
- 1 Indledning
- 2 Temperaturbekæmpelse i fjernvarmeinstallationer med units
- 3 El-booster
- 4 Risikovurdering af system med El-booster.
- 5 Test og evaluering i METRO THERM A/S lab.
- 6 Fieldtest af El-booster
- Referencer

METRO THERM

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 5 har METRO TERM som ansvarlig og Torben Schifter-Holm 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 Søbørg, VIA University College
- Carl Hellmers, Fredericia Fjernvarme
- Nikas Arp-Wilhelm (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 (1, 2, 3 etc.) og i underafsnit (2.1, 2.2 etc.). Desuden kan være yderligere opdeling ved fed skrift samt understregning, der også benyttes til markering af særlige ord/sentenser.
- Særlige kilder er angivet i referencelisten bagerst i rapporten.
- Figurer og tabeller er nummereret fortløbende inden for hvert afsnit, dvs. fx figur 3-1, 3-2

## RESUMÈ OG KONKLUSION

EUDP-projektet J. nr. 64020-1099 "Legionellasikring af energieffektivisering for installationer og forsyning", der vedrører legionellasikring for brugsvandsinstallationer, omfatter bl.a. tre udredningsrapporter del 1 – 3.

Del 1 og 2 bygger på de mere forskningsmæssige resultater vedr. influensparametre for *Legionella* og dækker den geografiske research, herunder med konstatering af en forholdsvis høj og stigende dansk incidens af legionærsygdom samt en geografisk skæv fordeling.

Del 3 omfatter en udredning om danske og udenlandske myndighedskrav, vejledninger mv. samt undersøgelser/-udredninger om *Legionella* og brugsvand, der belyser den udfordring, som legionellasikring er for energibesparelser og klima, samt løsningsmuligheder.

Denne Del 5, ser på mulighederne for legionellasikring via termisk desinfektion af det varme brugsvand. Ved at monterer en EI-booster unit på den eksisterende varmtvands installation, som løbende overvåger brugsvandsinstallationen, og som ligeledes kan udfører en termisk desinfektion når det er nødvendigt.

På baggrund af udredningen for Del 5 er projektgruppen kommet frem til følgende:

- Vores test i laboratoriet af EI-booster unitten, til både med og uden cirkulation i den varme brugsvandsinstallation, har vist at systemet og de forskellige styringsfunktioner, samt alarmer, virker som de skal.
- Overvåger de vigtige parametre for legionellavækst: Temperatur, vands udskiftningstid og vand hastighed.
- Udfører kun termisk desinfektion når det er nødvendigt.
- Gør opmærksom på uheldig drift i brugsvandsinstallationen :  
For tit termisk desinfektion, mere end 1-2 gange om ugen. Og skyldes dette for lav T-Frem, T-Retur, T-Boost eller manglende Vand udskiftning.
- Alarm ved : Koldt vand > 20C efter 1 minut med tapning , og hastighed i cirkulationsstreng < 0,1m/s. Samt hvis der opstår fejl på komponenter eller temperaturløbere i EI-booster unitten.

EI-Booster unitten giver således brugeren besked, hvis at brugsvandsinstallationen ikke kører optimalt iht. de nuværende danske krav til brugsvandstemperaturen. Idet at EI-boosteren løbende måler på de vigtige parametre i installationen, som har indvirkning på legionella-kimtallet. Og ud fra disse kun foretager en termisk desinfektion når det er nødvendigt. Og giver alarm ved fejl, samt melde tilbage om hvor tit der foretages en termisk desinfektion. Således at der kommer fokus på, om den eksisterende brugsvandsinstallation overholder kravene. Eller om der skal ske justeringer af dennes indstillinger.

EI-Booster unitterne kan monteres på den eksisterende brugsvandsinstallation, og dermed minimerer installationsudgifterne.

De udførte fieldtest blev kun udført på en brugsvandsinstallation, i et enfamiliehus med en fjernvarme unit med pladeveksler til fremstilling af det varme brugsvand, og uden cirkulation:

At vi ikke fik mulighed for at afprøve EI-booster unitten under fieldtest, på et system med cirkulation, er selvfølgelig ærgerligt. Men gennem vores test og analyser i vore eget lab, har vi vis at også dette system virker efter hensigten.

Og da der samtidig allerede er gode erfaringer men termisk desinfektion, hvor hele det varme brugsvandssystem varmes op. Er vi derfor også sikker på at EI-booster løsningen vil virke bedre på denne type anlæg, end på anlæg uden cirkulation.

Under fieldtesten fra juni 2022 til og med februar 2023, har der ikke været nogen nedbrud, eller fejl på komponenter.

Standby funktionen på reguleringsventilen til den eksisterende pladeveksler i fjernvarmeunitten, er årsag til at der udføres en termisk desinfektion hver nat af brugsvandsfremstilleren. Dette skyldes at standby temperaturen var på 44C, og det medfører at kriteriet for termisk desinfektion er opfyldt efter 18timer.

Det er således problematisk med en reguleringsventil på fjernvarmeunitten, som kører med en så lav standby temperatur, og hvor dette setpunkt for standby temperaturen er fikseret fra fabrikken. Også selv om brugsvandsfremstilleren i dette tilfælde er en forholdsvis lille pladeveksler, og den kørte med en temperatur på 53C ved aftapning.

Men selv ved denne meget hyppige termiske desinfektion af brugsvandsfremstilleren, har der ikke været nogen tegn på at *Legionella* har udviklet sig, til mere temperaturbestandige typer.

Man kan konstatere at den daglige termiske desinfektion af brugsvandfremstilleren alene, ikke har haft nogen effekt på legionella-kimtallet ved de to tapsteder, de første fire måneder.

Samt at der skete en kraftig stigning af legionella-kimtallet, under de fire ugers sommerferie uden vandforbrug. Men at dette normaliserede sig igen efter to uger med normalt vandforbrug.

Først da der blev foretaget en termisk desinfektion af veksler + rørssystem + alle tapsteder. Ved først at aktivere den termiske desinfektion med EI-boosteren, og så fortsætte denne desinfektion med et lille flow på ca. 1L/minut i hvert af tapstederne, en efter en. Og med en varighed på ca. 20 minutter, og med 63C, ved hvert tapsted. Slog dette kimtallet helt ned, så der ikke kunne måles noget legionella-kimtal dagen efter den termiske desinfektion. Og at med den fortsatte daglige termiske desinfektion af brugsvandfremstilleren alene, har kimtallet holdt sig på dette ikke målbare niveau de næste 125 dage.

Den termiske desinfektion i en brugsvandsinstallation, uden cirkulation, er således først effektiv når der også åbnes for flow helt ud til tapstederne. Så hele systemet varmes op til minimum 60C.

Der kan derfor med fordel udvikles automatiske tapsteder, som kan arbejde sammen med styringen af EI-boosteren. Således at der bliver åbnet for et lille flow i tapstederne, i slutningen af den termiske desinfektion, så også varmtvandsrør og tapstederne bliver varmet op til minimum 60C.

Energiforbrug under fieldtesten er blevet 3 til 7 gange så stort, som hvad der vil være forventeligt, hvis den termiske desinfektion kun skulle udføres 1 til 2 gange om ugen.

Med et varmelegeme på 3,6kW, og med en aktivering på en halv time hver nat, har det givet 1,8kWh elforbrug i døgnet. Så med ca. 245 dages fieldtest er det samlet blevet til 441kWh i elforbrug.

## DETALJERET INDHOLDSFORTEGNELSE DEL 5

<b>1 INDLEDNING .....</b>	<b>5</b>
<b>2 Temperaturbekæmpelse i fjernvarmeinstallationer med units .....</b>	<b>6</b>
<b>3 El-booster .....</b>	<b>7</b>
3.1 El-Booster til systemer med og uden cirkulation på det varme brugsvand .....	7
3.2 Styring af El-boost, hyppighed af den termiske desinfektion , ud fra målinger i systemet .....	8
3.3 Styringen - Software og hardware .....	11
3.4 Komponenter i El-booster unit .....	13
<b>4 Risikovurdering af system med El-booster .....</b>	<b>19</b>
<b>5 Test og evaluering i METRO THERM A/S lab .....</b>	<b>23</b>
<b>6 Fieldtest af El-booster .....</b>	<b>25</b>
6.1 Vandprøver .....	31
6.2 <i>Legionella</i> testresultater for vandprøver .....	32
<b>REFERENCER .....</b>	<b>35</b>

## 1 INDLEDNING

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. Afsluttende 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. Afsluttes med sammenfattede forbedringspotentialer.
5. *El-booster til legionellasikring og overvågning af brugsvandsinstallation*, der omhandler udvikling og demonstration af løsninger 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.

Denne delrapport Del 5, ser på mulighederne for legionellasikring via termisk desinfektion af det varme brugsvand. Samt overvågning af brugsvandsinstallationen.

Som det fremgår af delrapport Del 1 kunne der ikke påvises nogen evidens for, at en hyppigere eller højere desinfektion temperatur, kunne retfærdiggøre at man sænker de nuværende danske minimumskrav på det varme brugsvand.

*I denne Del 5 vil de units som beskrives, således taget udgangspunkt i at de nuværende danske minimumskrav, til det varme brugsvand, bliver overholdt. Således at unitten løbende måler alle de vigtige parametre som indgår i risikoanalysen, og ud fra disse kun foretager en termisk desinfektion når det er nødvendigt.*

*En anden meget vigtig funktion ved disse units er, at der sker en løbende overvågning af brugsvandsinstallationen, og der gives alarm ved fejl, samt meldes tilbage om hvor tit der foretages en termisk desinfektion. Således at der kommer fokus på om den eksisterende brugsvandsinstallation overholder kravene, eller om der skal ske justeringer af dennes indstillinger.*

*Skulle der på et senere tidspunkt alligevel blive evidens for, at temperaturniveauet godt kan sænkes fra de nuværende danske minimumskrav. Vil de samme units også kunne anvendes til dette, da det blot vil kræve en tilretning i algoritmerne, som styrer hvornår der foretages en termiske desinfektion.*

## 2 TEMPERATURBEKÆMPELSE I FJERNVARMEINSTALLATIONER MED UNITS

Med henvisning til de data som er fremlagt i rapport Del 1, kapitel 3, for temperaturens indvirkning på *Legionella*. Står det klart at de Danske krav til det varme brugsvand, om minimum 50C ved det yderste tapsted, samt i cirkulationsstrengen (dog kun 45C under spidsbelastninger). Og mulighed for at kunne hæve temperaturen i brugsvandsfremstilleren til minimum 60C ved behov. Ligger i den lave ende af de anbefalinger som vores kildegennemgang har vist.

Og vi har således ikke fundet nogen evidens for at en hyppigere, eller højere termisk desinfektion temperatur, kan retfærdiggøre at man sænker de nuværende danske minimumskrav på det varme brugsvand yderligere.

Hvis man forestiller sig at kravet på de nuværende 50C, ved yderste tapsted og cirkulationsstreng, således kunne sænkes til mellem 45C og 40C. Vil fordoblingstiden for *Legionella* være nede på ca. et halvt døgn, hvorimod de nuværende 50C sikre at der ikke sker en tilvækst af *Legionella*.

Og for at opretholde et tilfredsstillende sikkerhedsniveau mod legionella-opblomstring, ved de 45C til 40C, ville dette således kræve at der minimum skulle foretages en termisk desinfektion en gang i døgnet.

En termisk desinfektion med denne hyppighed, kan dog i værste fald være årsag til at temperatur bestandige varianter af *Legionella* opformerer. Således at legionellasikringen på sigt mister sin virkning, og i værste fald giver et system hvor det vil være svært at slå *Legionella*'en ned igen.

I det videre forløb i dette projekt vil de units som beskrives i denne Del 5, således taget udgangspunkt i at de nuværende danske minimumskrav til det varme brugsvand bliver overholdt. Således at unitten løbende måler alle de vigtige parametre som indgår i risikoen, og ud fra dette kun foretager en termisk desinfektion når det er nødvendigt.

Den termiske desinfektion bør så foregå med 65C ud af brugsvandsfremstilleren, som eventuelt opvarmes via en boosterenhed, hvis dette temperaturniveau ellers ikke kan nås. Men ikke med højere temperatur da kravet om skoldningsfare således er overholdt, samtidig med af max drifttemperatur for pexrør ikke overskrides. Og den bør have en varighed som sikre at der på yderste tapsted, og cirkulationsstrengen, er opvarmet til 60C i minimum 30 minutter.

Under denne termiske desinfektion er det meget vigtigt at alle dele i det varme brugsvandssystem opvarmes, også cirkulationsstrengen. Og om muligt også helt ud til, og inklusiv alle tapstederne.

Ligeledes skal der være ekstra opmærksomhed på at der ikke findes døde rørender, som ikke bliver opvarmet under denne termiske desinfektion.

En anden vigtig komponent, som ofte er årsag til at ovennævnte minimumstemperature ikke kan overholdes, er tomgangsventilen på primærsiden før fjernvarmeuniten. Altså omløbsventilen som skal sikre at stikledningen ikke bliver kold. Denne stilles ofte til omkring 47C til 48C, for at give et så lavt tomgangstab som muligt. Men dette bevirker desværre også at det kun er ved store aftapninger at det varme brugsvand kommer op på de minimum 50C ved tapstedet.

### 3 EL-BOOSTER

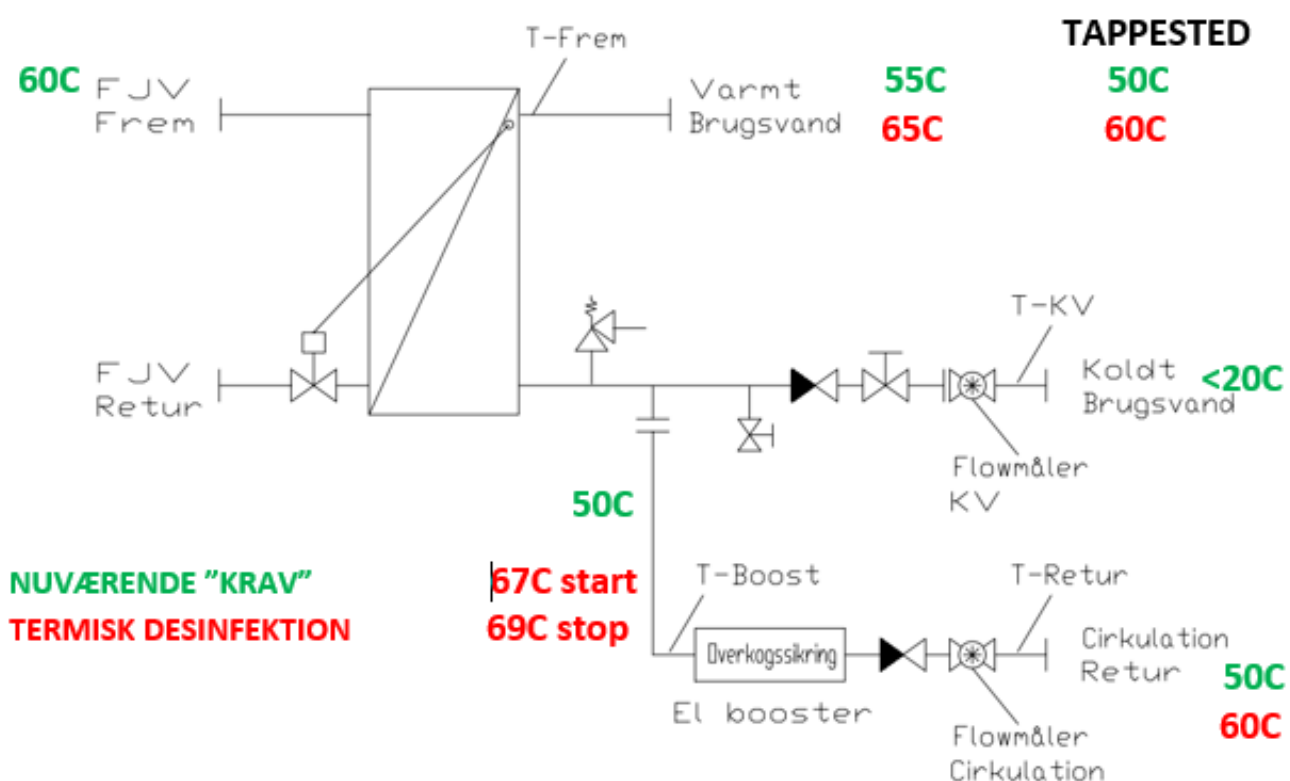
For at kunne foretage en termiske desinfektion af det varme brugsvand med tilstrækkelig høj temperatur, 65C ud af brugsvandsfremstilleren, og 60C ved yderste tapsted samt i cirkulationsstrengen, og med en holdetid på minimum 30minutter.

Kan det være nødvendigt at kunne booste temperaturen på det varme brugsvand, hvis fremløbstemperaturen på fjernvarmen ikke muliggøre dette alene.

Vi har derfor valgt at anvende en El-booster til dette formål, da dette sikrer en effektiv og billig løsning, som normalt vil kunne kobles på den eksisterende fjernvarmeunit.

#### 3.1 El-Booster til systemer med og uden cirkulation på det varme brugsvand

##### EI BOOSTER UNIT MED CIRKULATION



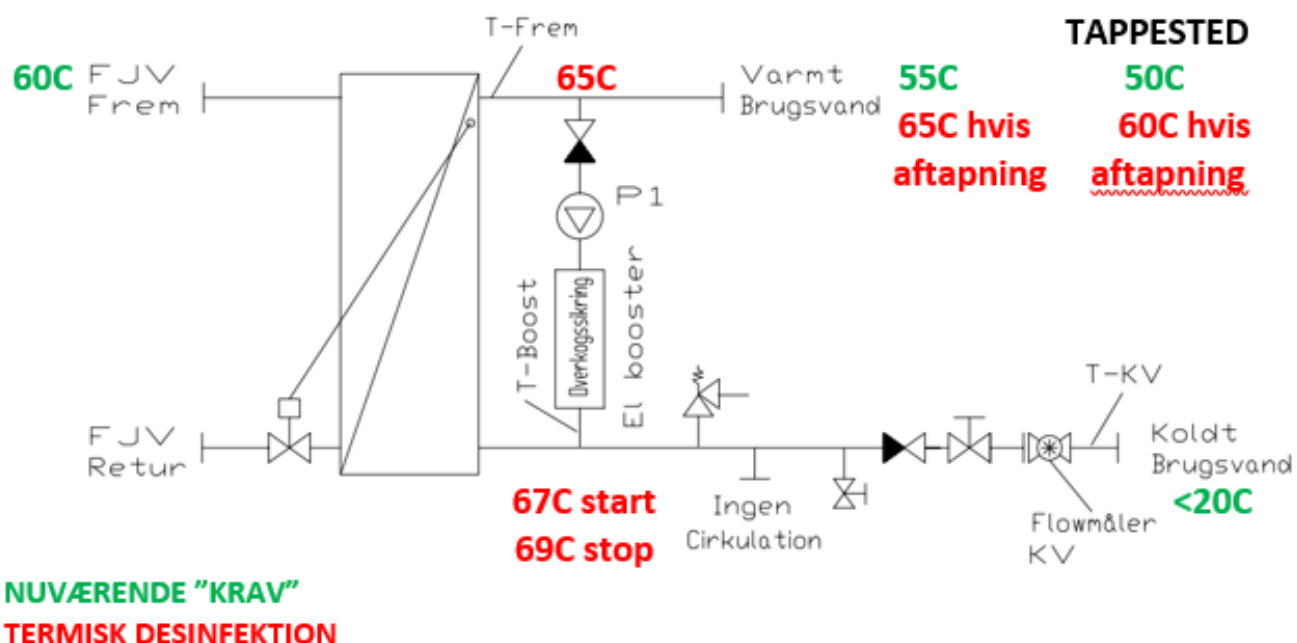
Figur 3-1

For units med cirkulation af det varme brugsvand opvarmes brugsvandsfremstiller, varmtvandsrør, hele cirkulationsstrengen og El-booster, under den termiske desinfektion.

Tapstedet opvarmes kun hvis der åbnes for dette under den termiske desinfektion. Systemet kan derfor med fordel udbygges med automatiske tapsteder, som således åbner for et lille tappeflow ved slutningen af den termiske desinfektion ( dette er dog ikke en del af dette projekt).



## EI BOOSTER UNIT UDEN CIRKULATION



Figur 3-2

For units uden cirkulation af det varme brugsvand opvarmes kun brugsvandsfremstilleren.

Varmtvandsrør og tapstedet opvarmes kun hvis der åbnes for tapstedet under den termiske desinfektion. Systemet kan derfor med fordel udbygges med automatiske tapsteder, som således åbner for et lille tappeflow ved slutningen af den termiske desinfektion (dette er dog ikke en del af dette projekt).

Da der kun er vandflow gennem EI-booster kredsen, under den termiske desinfektion eller når pumpen aktiveres. Skal dette ligeledes indgå i beregningerne af hyppigheden af den nødvendige termiske desinfektion, eller aktivering af pumpen.

### 3.2 Styring af EI-boost, hyppighed af den termiske desinfektion ud fra målinger i systemet

Algoritmerne i styringen af EI-boosteren er dannet på baggrund af de vigtige influensparametre fra risikoanalysen.

Og styringen overvåger således løbende de vigtige parametre i systemet, som er fastlagt i risikoanalysen - temperaturer, holdetider, flow. Og ud fra disse data beregner styringen således hvornår det er nødvendigt at der skal foretages en termisk desinfektion.

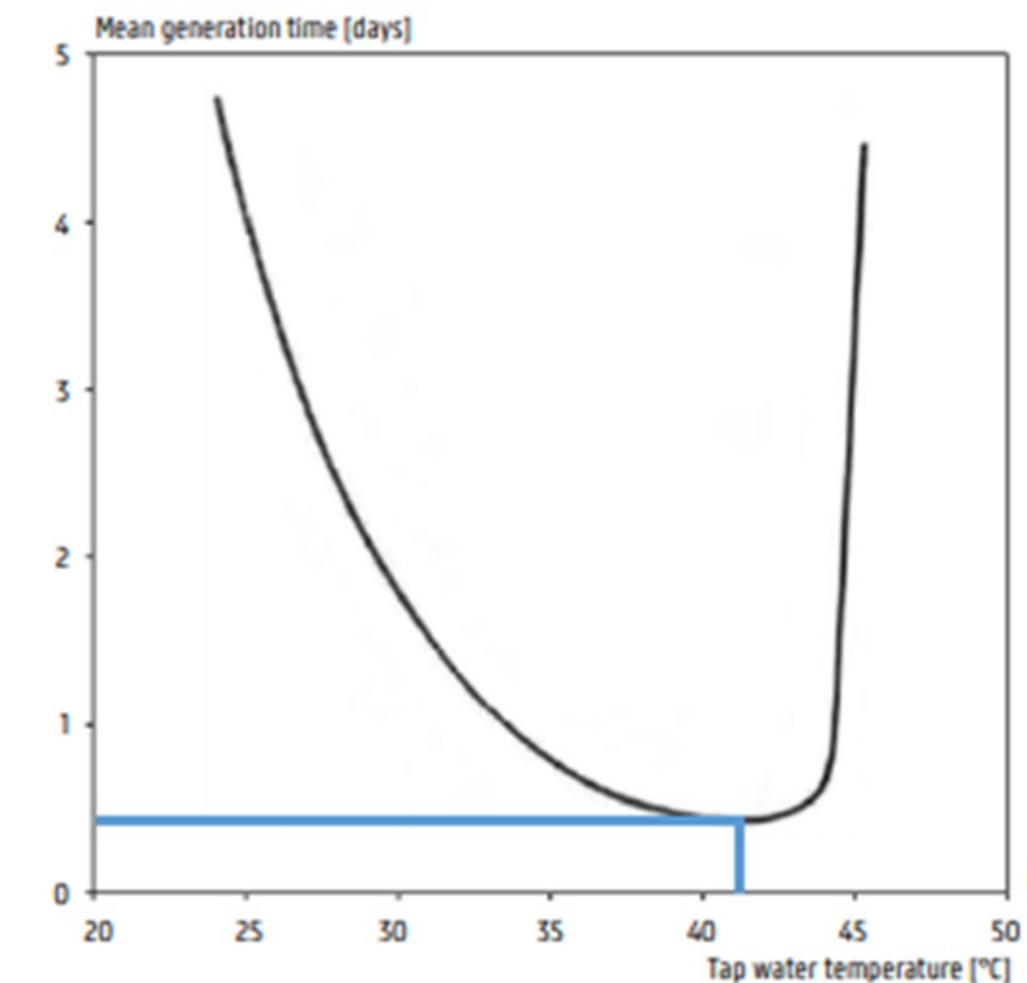
**Styringsparametre:**

- **Temperatur** i brugsvandsfremstiller **T-frem** samt i cirkulationsstrengen **T-retur** for system med cirkulation, og **T-boost** for system uden cirkulation.
- **Tid** hvor vandet opholder sig ved en lavere temperatur end nuværende DK krav, målt ved **T-frem, T-retur, og T-boost**.

Tid for fordobling af legionella-kimtallet som funktion af temperaturen, vælges som kriterie for start af den termisk desinfektion : ( dog kan den maksimalt udføres en gang dagligt )

Referancen for denne kurve er :

2019 Kenhove(phd) - Coupled Thermohydraulic and Biologic Modelling of *Legionella* Pneumophila Proliferation in Domestic Hot Water Systems, Elisa Van Kenhove : Figur table 3.2. Se i øvrigt del 1, afsnit 3.3 og 3.4.



Figur 3-3

For at gøre denne kurve brugbar i styringen, opdeles kurven i intervaller hvor 100% svarer til en fordobling af *Legionella*.

Og for at gøre dette variabelt, hvis behov for ændring på senere tidspunkt, ganges der en Faktor = 1 på de 100% som skal nås før termisk desinfektion starter.

0 til 20C ingen legionellatilvækst, men de ligger i dvale.

20,1 til 25,0C = 4 døgn for fordobling = 96h ( 1h = 1,04%)

25,1 til 27,5C = 3 døgn for fordobling = 72h ( 1h = 1,39%)

27,6 til 30,0C = 2 døgn for fordobling = 48h ( 1h = 2,08%)

30,1 til 32,5C = 1 døgn for fordobling = 24h ( 1h = 4,17%)

32,6 til 35,0C = 0,75 døgn for fordobling = 18h ( 1h = 5,56%)

35,1 til 42,5C = 0,50 døgn for fordobling = 12h ( 1h = 8,33%)

42,6 til 44,0C = 0,75 døgn for fordobling = 18h ( 1h = 5,56%)

44,1 til 45,0C = 1 døgn for fordobling = 24h ( 1h = 4,17%)

45,1 til 47,5C = 3 døgn for fordobling = 72h ( 1h = 1,39%)

47,6 til 50,0C = 5døgn for fordobling = 120h ( 1h = 0,83%)

Over 50C ingen legionellatilvækst, da de begynder at dø.

For hver T-frem, T-retur og T-boost summeres der løbende i % for alle intervaller. Og når en af T-frem, T-retur eller T-boost når (100% x Faktor), aktiveres den termiske desinfektion den efterfølgende nat kl. 2.00 (tidspunkt variabel). Hvorefter der nulstilles for alle intervaller for både T-frem, T-retur og T-boost, og der tælles op på ny.

Samt en alarm i styring : Termisk desinfektion p.g.a. T-frem, T-retur eller T-boost

- **Flow / Strømningshastighed**

Strømningshastighed i cirkulationsrør.

Alarm i styring hvis **Flowmåler Cirkulation** sammen med den indtastede rørdiameter på cirkulationsrør, giver en hastighed under 0,1m/s (variabel hastighed).

De 0,1m/s som grænse vælges ud fra erfaring, findes der senere evidens for at en anden værdi er mere korrekt, kan det således ændres.

For unit uden cirkulation tændes pumpen P1 hver 24h, for at udskifte vandet i el-booster med varmt vand af 55C. Og Slukker igen efter 30minutter (variabel tid). Hvis der har været en termisk desinfektion regnes dennes aktivering af pumpen P1 med, så der ikke tændes unødigt for pumpen.

- **Tid før vandet udskiftes** (samlet volumen i brugsvandfremstiller samt varmtvandsrør + Cirkulation indtastes i styring), ud fra **Flowmåler KV** tælles der op i % for hvor meget af Vandet der er udskiftet.

Når man ikke op på 100% inde tre uger (Variabel tid mellem en og ti uger), aktiveres den termiske desinfektion den efterfølgende nat. Hvorefter der nulstilles og der tælles op på ny. Samt en alarm i styring : Termisk desinfektion p.g.a langsom vandudskiftning.

De tre uger som grænse vælges ud fra erfaring, findes der senere evidens for at en anden værdi er mere korrekt, kan det således ændres.

- **Temperatur** på det kolde brugsvand (max 20C) ud fra **T-KV**.  
Alarm i styring hvis T-KV er over 20C i mere end 1minut, når der er flow på Flowmåler KV.

Når den termiske desinfektion aktiveres starter den, den efterfølgende nat kl 2.00 (tidspunkt variabel), når der ikke er aftapning af det varme brugsvand **Flowmåler KV = 0**. Og el boosterens aktiveres med setpunkt **T-Boost = 67C** ( hysteres 67C start og 69C stop), for systemer med cirkulation når der er flow på cirkulationsstrengen **Flowmåler Cirkulation**. Og for systemer uden cirkulation tændes pumpen P1 i booster kredsen.

Den termiske desinfektion skal have en varighed, som sikre at temperaturen i brugsvandsfremstilleren **T-frem** er mindst 65C, og i cirkulationsstrengen **T-retur** er mindst 60C, i mindst 30minutter for hver.

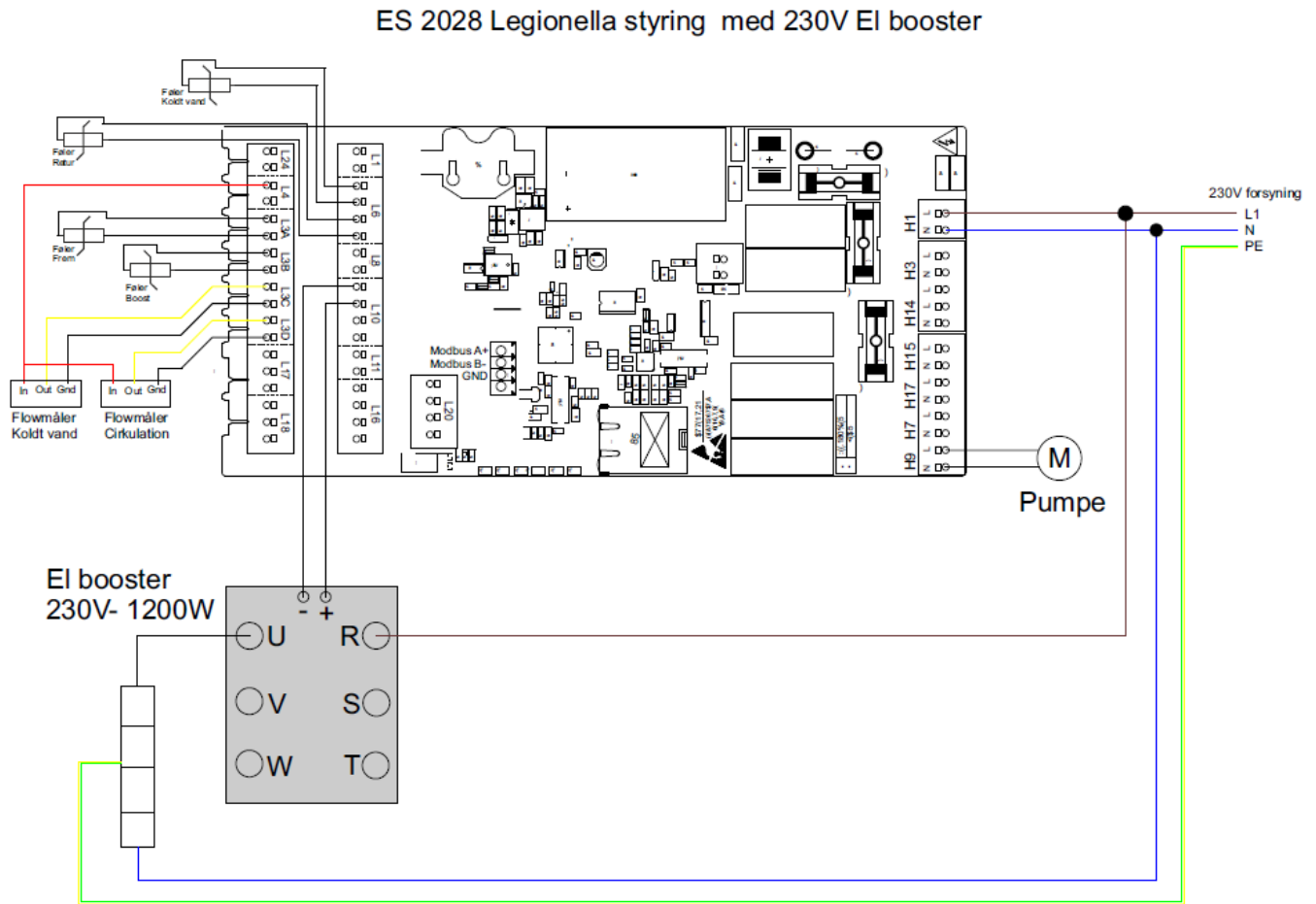
Herefter kan der med fordel så åbnes for et lille tappeflow på tapstederne, således at disse også opvarmes til 60C.

### 3.3 Styringen - Software og hardware.

Udviklingen af styring iht. funktionsmåder, og alarmer, beskrevet i afsnit 3.2 blev udført i samarbejde med firmaet LS Control.

Under dette udviklingsarbejde blev det ligeledes sikret at styringen kan arbejde sammen med de øvrige valgte komponenter i El-booster unitten.

Eldiagram for styring og komponenter i EI-booster unitten :



Figur 3-4

Komplet styring med påspændingsfølere og ledninger:

*EUDP-Legionellasikring – Delrapport 5 : El booster til sikring og overvågning af brugsvandsinstallation*



Figur 3-5

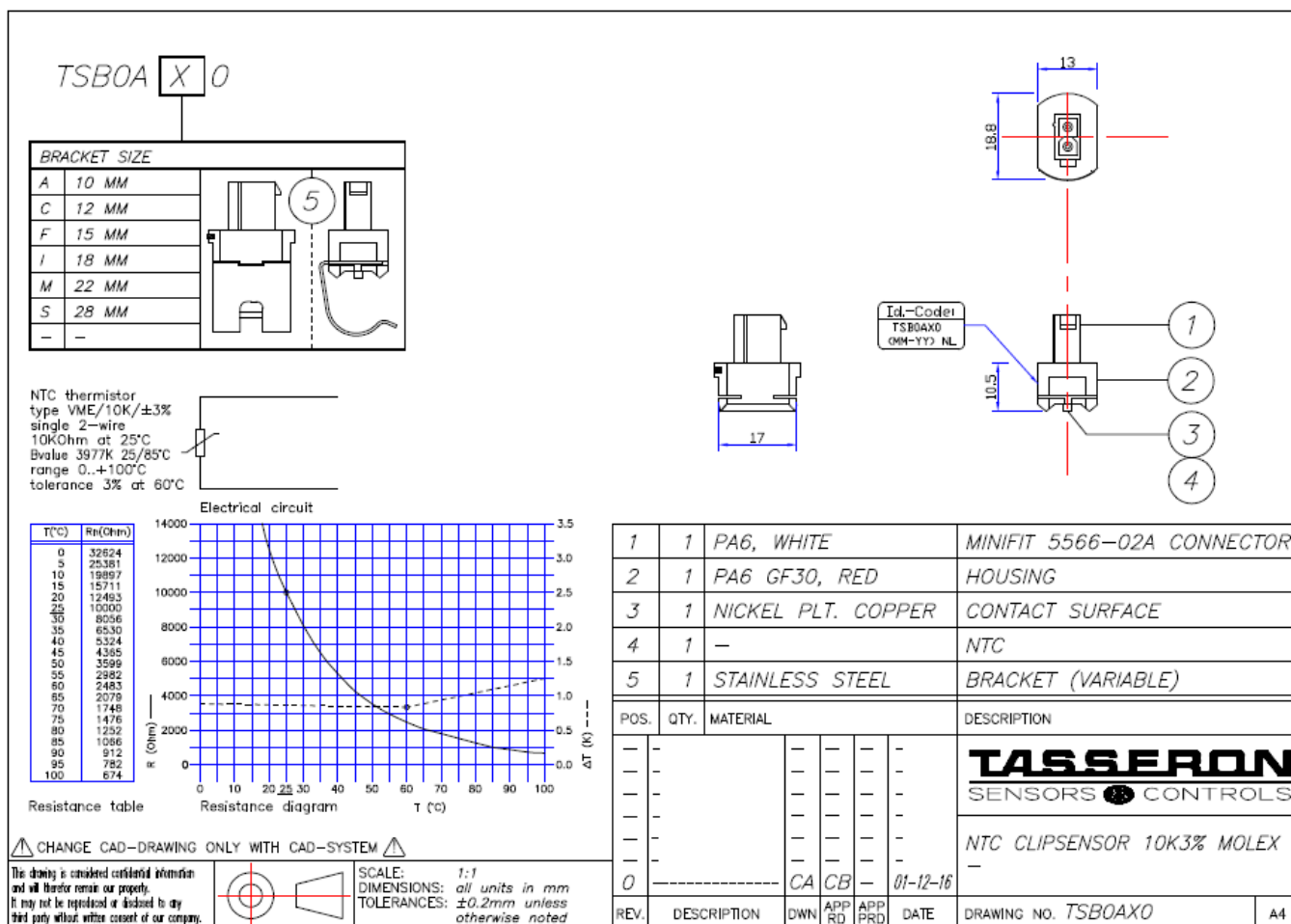
### 3.4 Komponenter i El-booster unit

Ud over styring som beskrevet i afsnit 3.3, er følgende komponenter valgt ud fra at

El-booster unitten skal anvendes på en varmt brugsvandsinstallation, med enten beholder eller veksler, i et enfamiliehus eller lejlighed. Og er således dimensioneret ud fra DS439 for nødvendige flow og tryktab.

Selve styringen kan dog godt anvendes til større installationer, hvis El-booster unitten forsynes med større komponenter.

Temperaturfølere for T-frem, T-retur, T-KV og T-boost - Tasseron NTC sensor 10K3%:



Figur 3-6

Der vælges en påspændingsføler for at sikre at den virkelige temperatur i vandet ikke er lavere end den målte. Og dermed vil en biofilm på rørvægen også opnå den målte temperatur. Tolerancen er +/- 3% så ved 50C = +/- 1,5C, men styringen kan kalibreres for hver enkelt føler, så denne fejl på målingen fjernes.

Flowmåler for Koldt vand og Cirkulation - Huba Type 235 DN8 - 235.908121G:



## Huba Control

### OEM Flow sensor for liquid media Type 235

The type 235 is based on the type 200 but incorporates a brass housing. The flow sensor type 235 is based on the Kármán vortex trail. You can choose between various versions as integrated temperature measurement. With no moving parts the flow sensor is not sensitive to debris, has marginal pressure loss and high accuracy.

#### Flow range

0.9 ... 240 l/min

#### Nominal diameters

DN 8 / 10 / 15 / 20 / 25 / 32

#### Temperature measurement

-40 ... +125 °C

- + Low cost product with high levels of accuracy
- + Temperature non-sensitive measuring principle
- + Excellent media resistance (measuring element not in contact with the media)
- + Wide application temperature range
- + Marginal loss of pressure
- + Measuring element not sensitive to debris
- + Direct temperature measurement in the medium with PT1000 or NTC
- + Drinking water approval ACS, WRAS



Technical Overview				
<b>Flow measurement</b>				
Measuring principle			Vortex	Piezoelectric sensor element
Measuring range				0.9 ... 240 l/min
Nominal diameters				DN 8 / 10 / 15 / 20 / 25 / 32
Accuracy at < 50% fs (water)				< 1% fs
Accuracy at > 50% fs (water)				< 2% measuring value
Response time	Immediately Therefore suitable for spigot use.		Signal delay Response time	< 100 ms < 5 ms
<b>Temperature measurement</b>				
Measuring principle	Resistance			PT1000 NTC
	Measuring range			-40 ... +125 °C
PT1000	Accuracy	Class B DIN EN 60751	@ T = 0 °C @ T ≠ 0 °C	± 0.3 K ± 0.3 K ± 0.005 ° ΔT
	Measuring range			-40 ... +125 °C
NTC	Accuracy	NTC 10 kOhm @ 25 °C β = 4050	@ T = +25 °C @ T < +25 °C @ T > +25 °C	± 0.7 K ± 0.7 K ± 0.025 ° ΔT ± 0.7 K ± 0.050 ° ΔT
Temperature influences		Self-heating at temperature sensor Conduction resistance to connector		1 K/mW 0.8 Ohm
<b>Operating conditions</b>				
Medium		Suitable for heating circuit water with the usual additives Drinking water		Other medium on request
Temperature			Media Ambient Storage	- ... +125 °C -15 ... +85 °C -30 ... +85 °C

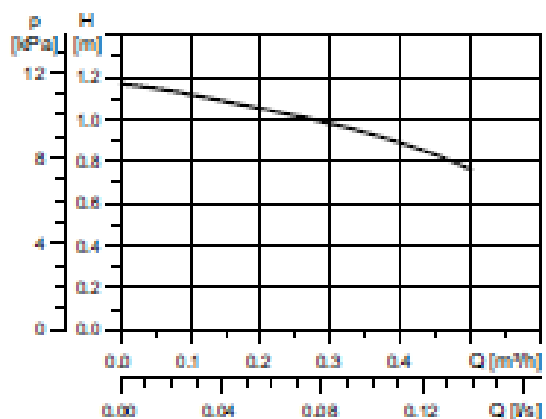
Nominal diameters dependent variables								
Nominal diameters	Tube connection	Measuring range	Quantity per pulse @ 50% fs	Flow rate	Frequency range	Q <sub>0</sub>	K <sub>v</sub>	Pressure drop <sup>1),2)</sup>
DN 8	K, G	0.9 ... 15 l/min	0.578 ml	0.133 ... 2.210 m/s	31 ... 427 Hz	- 0.2	0.0356	85.00 * Q <sup>2</sup>

Figur 3-7

Den er godkendt til drikkevand, og har et måleområde på flow mellem 0,9 og 15l/min, som iht. DS439 dækker op til brusebad og køkkenvask samtidig.

Pumpe P1 for system uden cirkulation – Grundfos `Comfort 15-14 B PM::

**COMFORT 15-14 B PM, 15-14 B PM DACH, 15-14 B PM CN, 15-14 B PM RU**



T1406 0235 5016



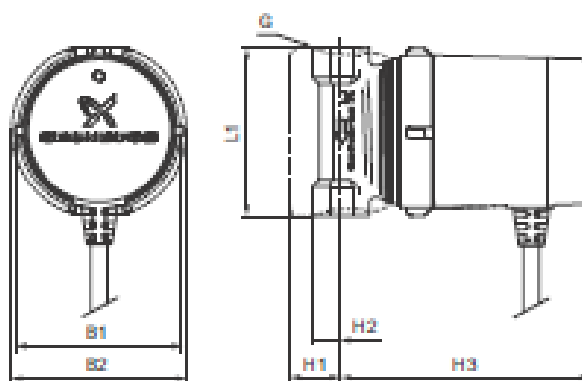
T1406 0235 5016

**Electrical data, 1 x 230 V, 50/60 Hz**

P1 [W (Hp)]	I <sub>in</sub> [A]
7	0.07

Connections: Rp 1/2. Various fittings, see page 38.  
 System pressure: **Max. 10 bar**  
 Liquid temperature: **2-85 °C (TF 95)**.  
 IP class: IP44

**Dimensions**



T1406 0235 5016


Pump type	Dimensions [mm]							Weights [kg]		Shipping volume [m³]
	L1	H1	H2	H3	B1	B2	G	Net	Gross	
COMFORT 15-14 B PM COMFORT 15-14 B PM DACH COMFORT 15-14 B PM CN COMFORT 15-14 B PM RU	80	25	13.5	119	79.5	84	Rp 1/2	1.00	1.12	0.0028

Figur 3-8

Den er godkendt til brug i cirkulationskredsen af varmt brugsvand, og har et lille energiforbrug på 7W.

## El- Booster - 14L El vandvarmer METRO THERM type 906:

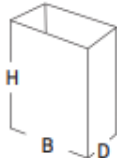
Elvandvarmere model 15, 30 og 35



METRO THERM elvandvarmere model 15, 30 og 35 leverer varmt brugsvand til køkken, håndvask og korte brusebade. Beholderen behøver kun el og vand, og kan enten monteres som trykbeholder med sikkerhedsventil til flere tappesteder, eller trykløst uden sikkerhedsventil til ét tappested med METROs trykløse armatur.

Vandvarmere af typerne 905 (14 liter), 907 (26 liter) og 611 (29 liter) har rørtilslutninger nedad. Type 907 er designet, så den passer i de fleste overskabe. Vandvarmere af typerne 906 (14 liter), 908 (26 liter), 910 (29 liter) og 909 (34 liter) har rørtilslutninger opad og aftapningshane i bunden.

Vandvarmerne leveres som standard med et universal rørvarmelegeme på 3,6 kW/400 volt, og kan uden ændringer tilsluttes 230 volt. Effekten bliver da 1,2 kW. Type 909 leveres kun med steatitvarmelegeme og kan kun tilsluttes 230V med effekt 1,5 kW.





Mål i mm

TYPE 905/906: H 450 B 390 D 300  
 TYPE 907/910: H 525 B 460 D 345  
 TYPE 611: H 700 B 300 D 300  
 TYPE 909: H 380 B 380 D 540

**Afstand mellem tilslutningsrør:**

TYPE 905/906: 70 mm  
 TYPE 907/910: 70 mm  
 TYPE 611: 70 mm  
 TYPE 909: 70 mm

FORBRUGSPROFIL XS

FORBRUGSPROFIL S

Type	Ydelse, kW	Volt	Sikringsstørrelse (A)	Prøvetryk, bar	Max. driftstryk, bar
905, 906, 907, 910, 911	1,2 / 3,6	230 / 400	1x10 / 2x10	13,5	10
909	1,5	230	1x10 / 2x10	13,5	10

Type	Liter	Vægt, kg	V40 (volumen af blandet vand ved 40° C), L	Forbrugsprofil	Energiklasse	VVS-nr.	METRO-nr.
905 rør ned	14	16	18	XS	B	345166200	119051004
906 rør op	14	16	18	XS	C	345167200	119061004

Figur 3-9

Den har et lille volume på 14L og et varmelegeme på 3600W – 400V, og dermed en kort opvarmningstid af sig selv, og den resterende varme brugsvandskreds.

Samtidig kan den køre på en normal 10A sikringsgruppe med to faser + jord.

## 4 RISIKOVURDERING AF SYSTEM MED EL-BOOSTER

### Hovedkomponenter der indgår i risikovurderingen.

1. Fjernvarme frem temperatur
2. Fjernvarme retur temperatur
3. Varmt brugsvand temperatur
4. Cirkulation temperatur
5. Koldt vand temperatur
6. El-booster funktioner
7. Temperaturføler VV frem
8. Temperaturføler BVC retur
9. Temperaturføler KV
10. Flowmåler BVC
11. Flowmåler KV

		<b>Risikomatrix</b>		
<b>Konsekvens</b>	<i>Høj</i>			
	<i>Moderat</i>			
	<i>Lille</i>			
		<i>Lille</i>	<i>Moderat</i>	<i>Høj</i>
		<b>Sandsynlighed</b>		

Figur 4-1

De anvendte temperaturfølere monteres på den udvendige side af røret. Herved sikres at der måles hvor temperaturen er lavest, og hvor biofilmen med *Legionella* vokser ud fra.

Usikkerheden på temperaturføleren Tasseron NTC sensor 10K3% er +/- 3%, så

ved 50C altså +/-1,5C. Styringen kan dog kalibreres for hver føler så denne fejl fjernes.

Usikkerheden på flowmålerne Huba 235.908121G, med måle område 0,9 til15l/minut, er for flow < 7,5l/minut under 1% på målt flow, og flow mellem 7,5 og 15l/minut under 2% af målt flow.

### Risikoanalyse på standard fjernvarme unitten:

System	Beskrivelse	Hændelse	Sandsynlighed for <i>Legionella</i>	Konsekvens ved <i>Legionella</i>	Handling / Kommentarer
Fjernvarme frem	Fjernvarmeforsyningen kører generelt med en temperatur over 60 °C	Temperaturen er over 60 °C ved hovedhanerne om sommeren	Lille	Lille	Der generelt ikke behov for at gøre noget. Hvis der er behov for at etablere vedligeholdelse med 60 °C varmt brugsvand skal fremløbstemperaturen være mindst 65 °C.
	Fjernvarmeforsyningen kører generelt med en temperatur der sikrer at der er 60 °C i hovedledningerne	Temperaturen er 60 °C i hovedledningerne	Moderet	Moderat	Det er muligt at holde en temperatur på mellem 50 – 55 °C på det varme vand, men det er ikke muligt at hæve temperaturen til 60 °C eller derover.
	Fjernvarmeforsyningen kører generelt med en temperatur der er under 60 °C om sommeren	Temperaturen er under 60 °C ved hovedhanerne	Høj	Høj	Hvis temperaturen ved indgang til veksler er under 55 °C er det ikke muligt at etablere en brugsvandstemperatur på mindst 50 °C.
Fjernvarme retur	Anlægget præsterer en afkøling der er tilfredsstillende jf. DS 469	Der generelt en returtemperatur på installationen der er 40 °C eller derunder.	Lille	Lille	
	Anlægget præsterer en afkøling der ikke er tilfredsstillende. Dette kan skyldes at brugsvandsveksleren er tilkalket	Der kan måles en returtemperatur under drift der er over 40 °C	Moderat	Lille	

Varmt brugsvand – Temperatur	Anlægget kører efter bygningsreglementets krav. Der er ikke behov for legionellasikring	Varmtvandstemperaturen er over 50 °C	Lille	Lille	
	Der er behov for legionellasikring i installationen. (boostning)	Varmtvandstemperaturen er indstillet til under 50 °C	Moderat	Moderat	
	Det skal afgøres hvor tit at det er nødvendigt at booste temperaturen til 65°C	Varmtvandstemperaturen boostes til 65 °C	Lille	Moderat	
Varmt brugsvand cirkulation Temperatur	Anlægget kører korrekt mht. temperaturer jf. krav.	Returtemperaturen er over 50 °C	Lille	Lille	
	Anlægget er indstillet til lavtemperaturdrift . Der er behov for boostning af temperatur.	Returtemperaturen er under 50 °C	Moderat	Høj	
Koldt vand, Temperatur målt ved indgang i bygning	Der er ikke risiko for vækst af <i>Legionella</i>	Koldt vandstemperaturen er under 20 °C	Lille	Lille	
	Der er risiko for vækst af <i>Legionella</i> under forudsætning af at dette kan konstateres i det kolde vand.	Koldt vandstemperaturen er over 20 °C	Lille	Moderat	

Figur 4-2

**Risiko analysen af selve EL-Booster unitten, når den er monteret på fjernvarmeunitten:**

El-booster	Varmelegeme tilkalket og kan til sidst brænde over	Kalk på varmelegemet (Områdebestemt)	Høj	Moderat	Vil udløse en alarm, hvis styringen tænder for el-varmelegemet, men temperaturen efter El-booster ikke stiger inden for 10 minutter
	Varmelegemet er enten brændt af, eller der er en el-forbindelse der ikke er i orden.	Varmelegemet er defekt	Høj	Moderat	Vil udløse en alarm, hvis styringen tænder for el-varmelegemet, men temperaturen efter El-booster ikke stiger inden for 10 minutter
Styreboks til El-booster	Der er enten fejl i algoritme eller fejl i input signaler	Der er fejl på styreboksen	Høj	Moderat	Vil udløse en alarm, hvis styringen "fryser" og ikke køre den kontinuerlige beregning af risikoanalysen. Eller der opstår afbrudte eller kortsluttede signaler.
Temperaturføler VV frem	Føleren kan være defekt, eller kan være placeret forkert (trukket ud m.v.)	Føleren er defekt og måler forkert.	Lille	Moderat	Vil udløse en alarm, hvis føleren bliver afbrudte eller kortsluttet. Eller temperaturen ikke stiger når El-boostning har kørt i 30 minutter.
Temperaturføler BVC retur	Føleren kan være defekt, eller kan være placeret forkert (trukket ud m.v.)	Føleren er defekt og måler forkert.	Lille	Moderat	Vil udløse en alarm, hvis føleren bliver afbrudte eller kortsluttet. Eller temperaturen ikke stiger når El-boostning har kørt 30 minutter
Temperaturføler KV	Føleren kan være defekt, eller kan være placeret	Føleren er defekt og måler forkert.	Lille	Moderat	Vil udløse en alarm, hvis føleren bliver afbrudte eller kortsluttet. Eller temperaturen ikke

	forkert (trukket ud m.v.)				falder når Flowmåler KV har kørt 5 minutter.
Flowmåler BVC	Flowmåleren kan være tilkalket eller måler forket af anden årsag.	Flowmåleren er defekt og måler forkert	Lille	Lille	Vil udløse en alarm, hvis der ikke kommer signal om flow, mindst en gang om dagen.
Flowmåler KV	Flowmåleren kan være tilkalket eller måler forket af anden årsag.	Flowmåleren er defekt og måler forkert	Lille	Lille	Vil udløse en alarm, hvis der ikke kommer signal om flow, når KV føler falder i temperatur.

Figur 4-3

## 5 TEST OG EVALUERING I METRO THERM A/S LAB

For at sikre at systemet med EI-booster, og styringen af dette, fungerer efter hensigten. Er der udført omfattende test i METRO THERM A/S laboratorie, hvor begge typer EI-booster units, med og uden cirkulation, er blevet afprøvet.

Herved sikres at de forskellige styringsfunktioner, samt alarmer, virker som de skal.





Figur 5-1

Styringen blev ligeledes forsynet med et GSM modul, således at man fra en PC med installeret datalogger, via internettet har kontinuerligt logning af måledata. Samt oversigt af alle styringsfunktioner og alarmer.

## 6 FIELDTEST AF EL-BOOSTER

Vi ville gerne have haft mulighed for at teste begge typer systemer, med og uden cirkulation, i fieldtest. Men det var desværre kun muligt at finde et egnet forsøgssted, hvor der ved forundersøgelsen kunne påvises et legionella-kimtal  $> 1000\text{cfu/l}$ .

At vi således ikke fik mulighed for at afprøve EL-booster unitten under fieldtest, på et system med cirkulation, er selvfølgelig ærgerligt. Men gennem vores test og analyser i vore eget lab, har vi vist at også dette system virker efter hensigten.

Og da der samtidig allerede er gode erfaringer men termisk desinfektion, hvor hele det varme brugsvandssystem varmes op. Er vi derfor også sikker på at EL-booster løsningen nok skal virke på denne type anlæg.

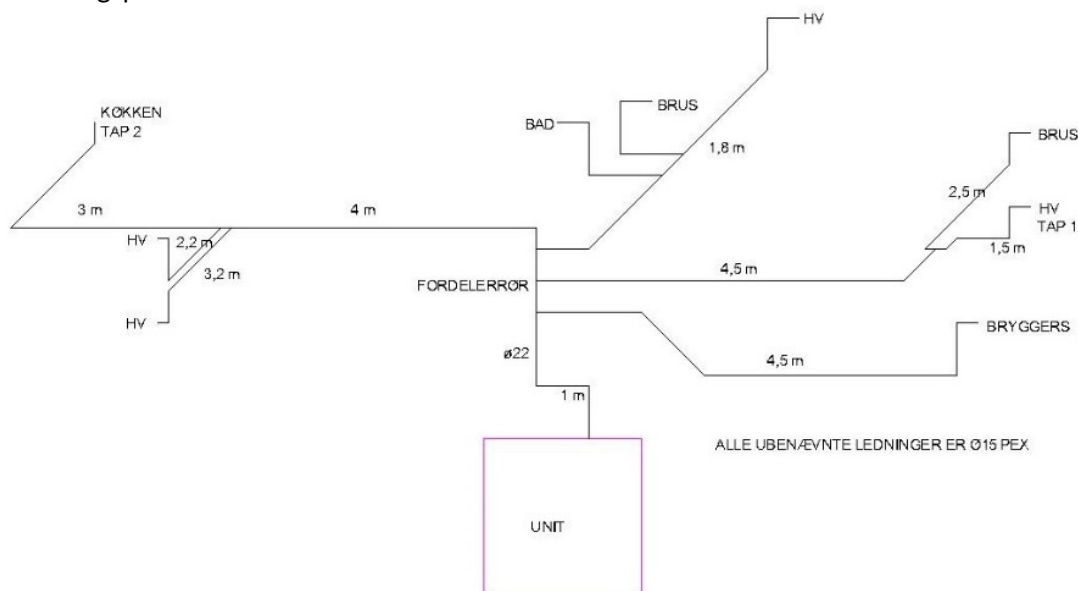
Og det er derfor også vigtigere at få afprøvet hvordan EL-booster systemet virker i praksis på et system uden cirkulation.

Det valgte forsøgssted blev således et enfamiliehus, med en fjernvarme unit af typen Gemina Termix VVX 2-2 . Med pladeveksler til fremstilling af det varme brugsvand, og uden cirkulation.

Rørsystemet med tapsteder :

1stk bad, 2stk brus, 1stk køkkenvask, 5stk håndvaske.

Hvor Køkkenvasken = Tap 2 og Håndvask = Tap 1 blev valgt som tapsteder for vandprøver under hele forsøgsperioden.



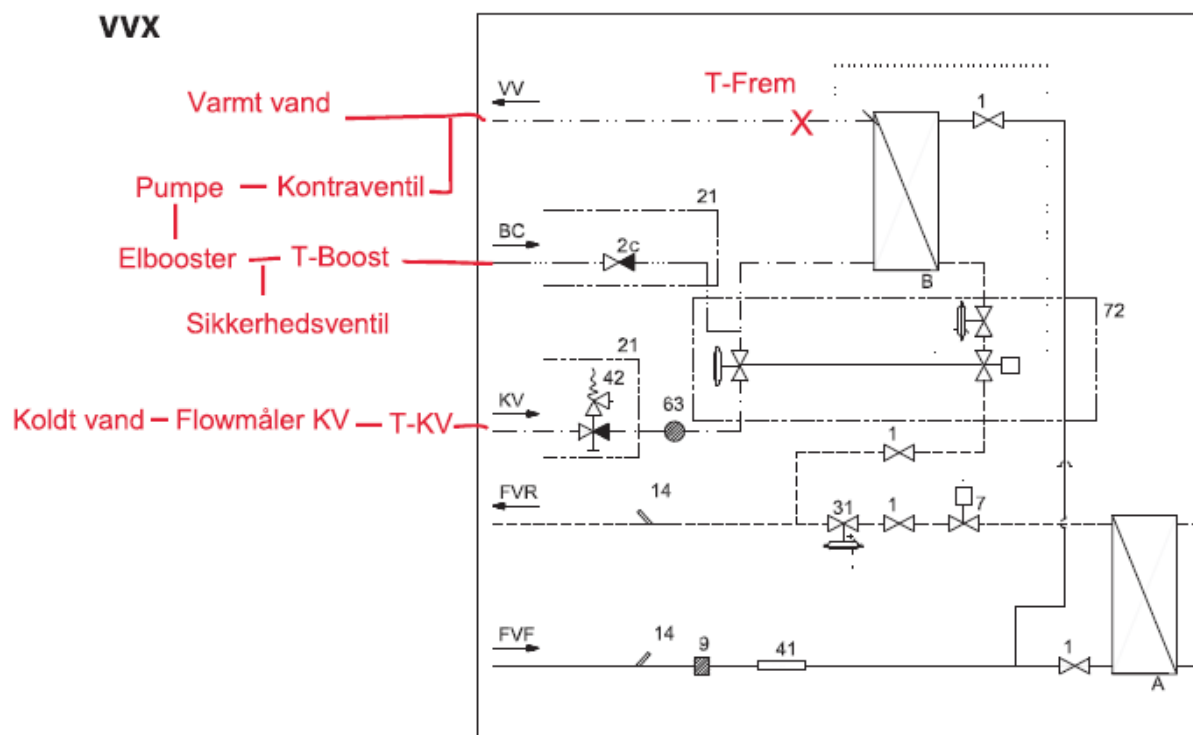
Figur 6-1

36m  $\text{ø}15\text{pex}$  = 6L, 2m  $\text{ø}22$  stålør = 1L, Pladeveksler + FJV unit = 3L, EL-booster unit = 16L  
Samlet vandvolumen af varmt brugsvand= 26L

Der blev tagen en vandprøve ved forundersøgelsen, som blev analyseret hos Statens Serum Institut, med et legionella-kimtal på 1550cfu/l.

Ligeledes blev der taget to vandprøver lige inden EI-booster unitten blev monteret, og igen to vandprøver dagen efter montagen. Således at vi havde styr på hvad udgangspunkt for *Legionella* kimtallet var, inden vi begyndte testperioden.

EI-booster unitten blev monteret på den eksisterende fjernvarme unit:



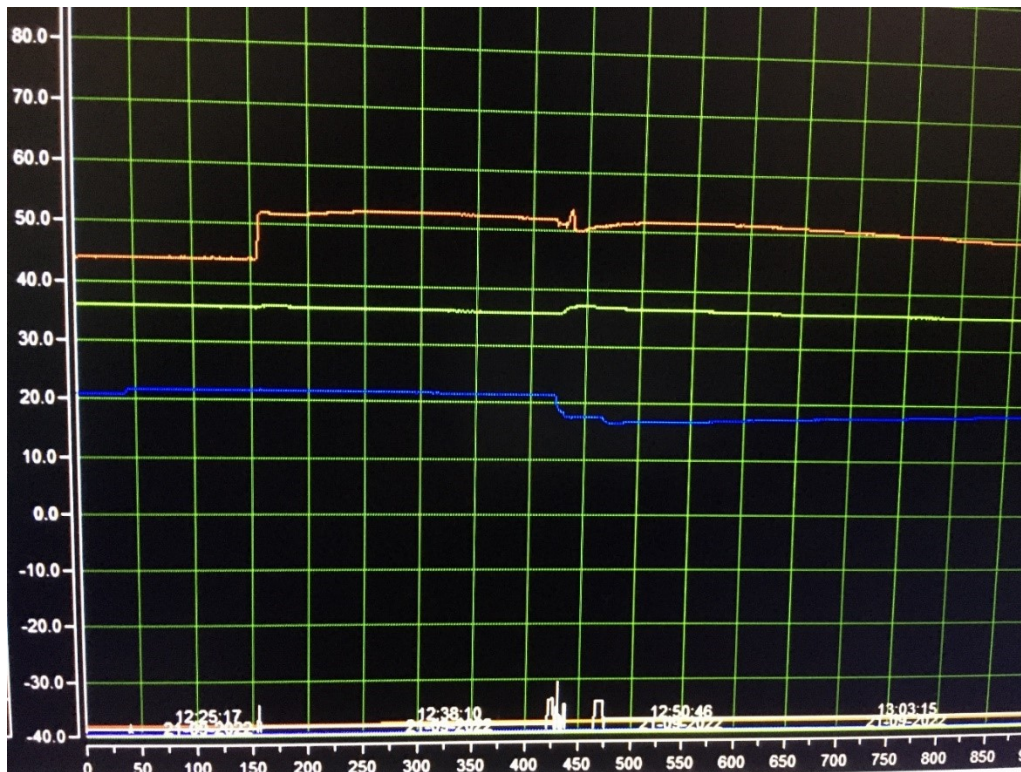
Figur 6-2

Således at det varme udløb fra EI-booster unitten blev koblet til den tilslutning som normalt bruges til cirkulation retur.

Reguleringsventilen på denne VVX 2-2 unit er en type som både er temperatur og trykstyret. Og den holder således det varme brugsvand i veksleren, på en Standby temperatur = 44C, når der ikke er nogen aftapning af varmt brugsvand. Dette gælder dog også ved flow i en eventuel cirkulationstreng, da returflowet ikke løber gennem reguleringsventilen. Og dermed aldrig kan flytte den ud af Standby tilstanden. Endvidere er setpunktet for Standby temperaturen ikke til at ændre, men fikseret fra fabrikken.

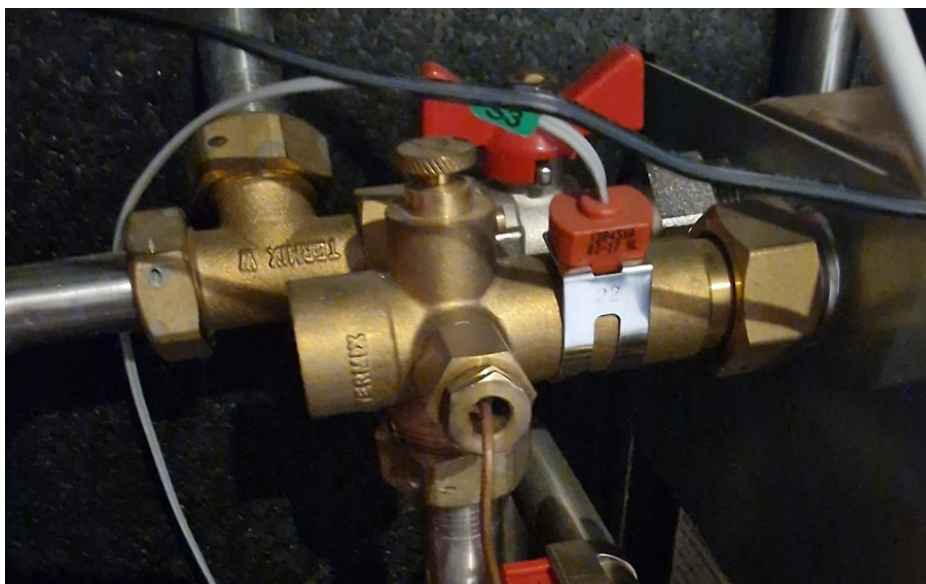
Setpunktet for det varme brugsvand, som reguleringsventilen styrer under aftapning, var sat til 53C, og dette blev der ikke ændret på.

Det kolde brugsvand var fint omkring 20C ved aftapning, under hele testperioden, og har ikke givet nogen alarmer på for høj temperatur.



Figur 6-3

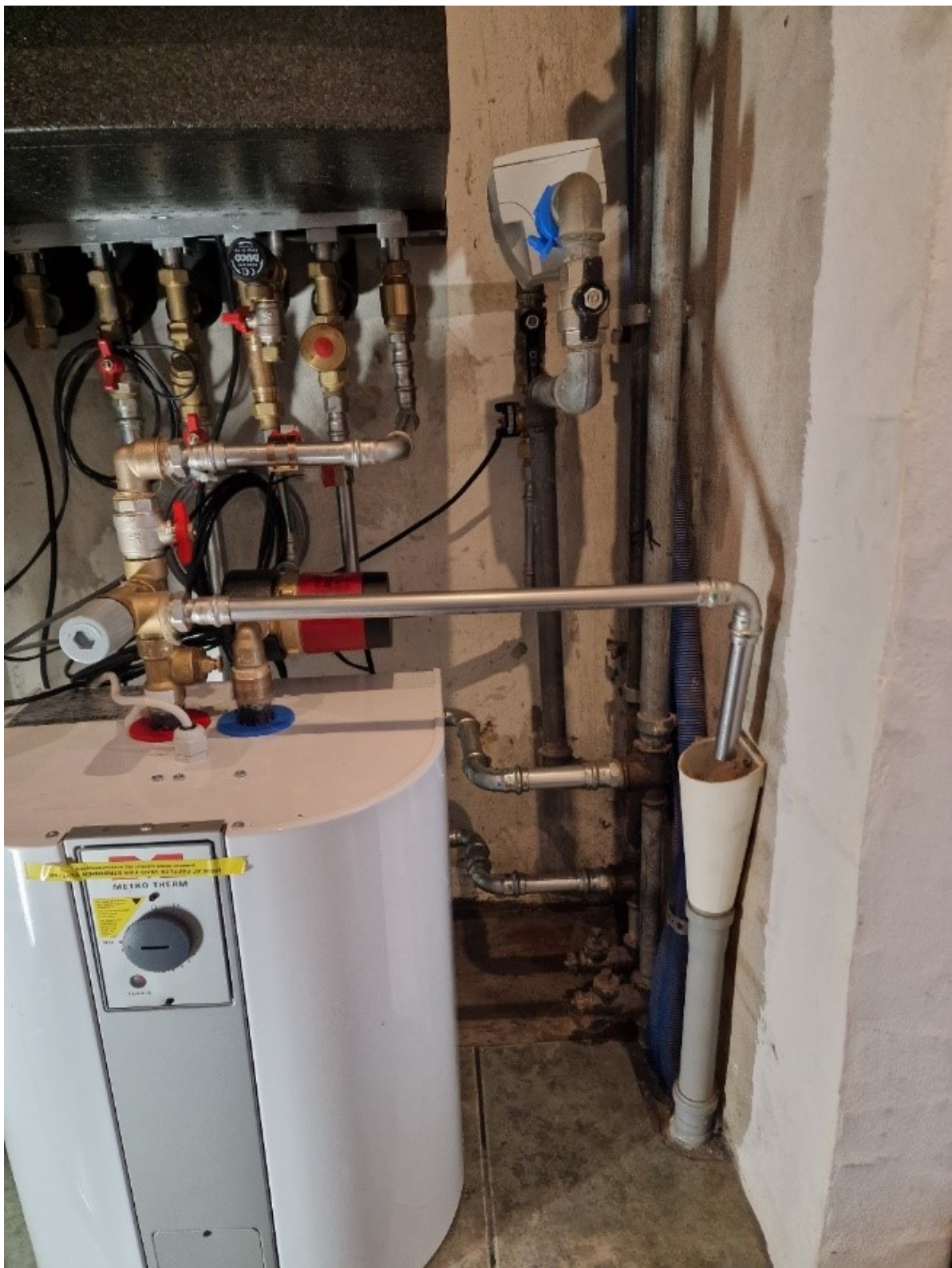
**T- Frem** (rød kurve): Standby 44C – Aftapning ( spring op ) temp. 53C,  
**T-KV** Koldt vand (blå kurve) : 22C til 17C.



Figur 6-4

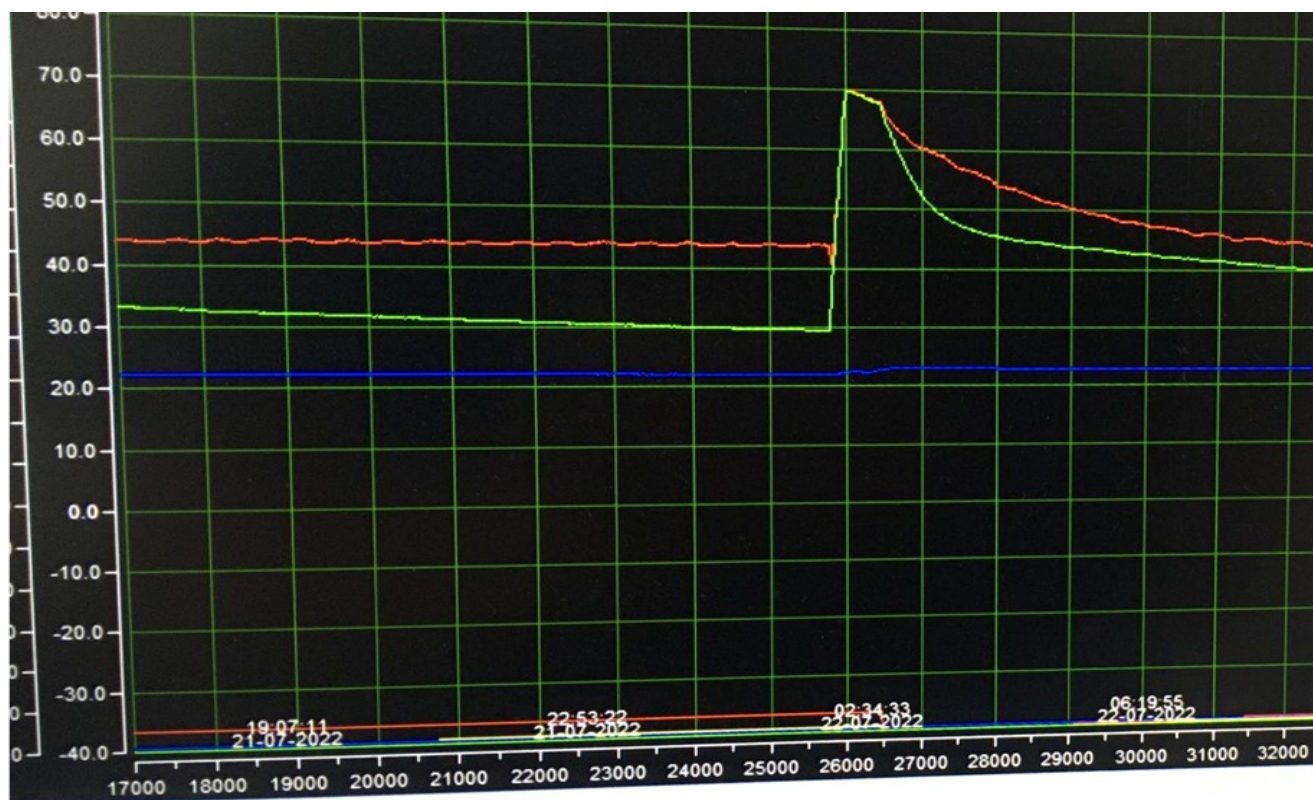
**T- Frem** påspændingsføler på varmt brugsvand ud af pladeveksler i VVX-2-2 fjernvarme unit.

El-booster unit placeret under VVX 2-2 unit, og tilsluttet denne samt rørsystemet:.



Figur 6-5

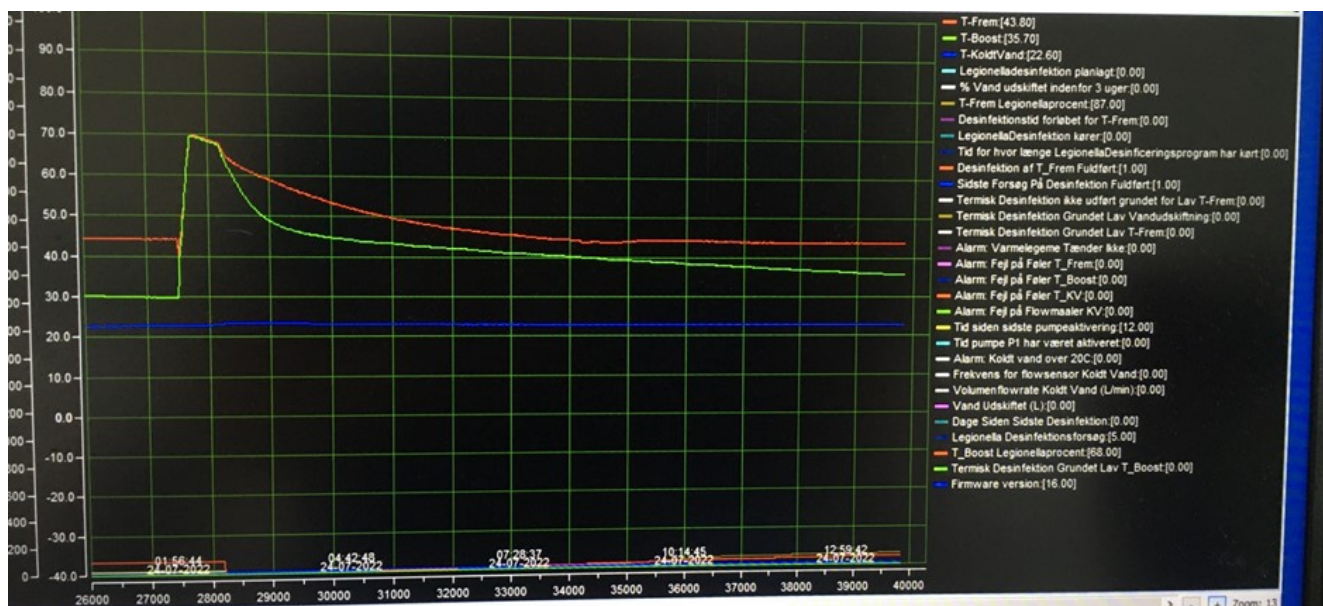
Grundet Standby-med T-Frem = 44C, det meste af døgnet, udføres der en termisk desinfektion af brugsvandsfremstilleren hver nat kl.2.00. Da kriteriet for den termiske desinfektion ved 44C er opfyldt efter 18timer:



Figur 6-6

Termisk desinfektion – Aktivering af EI-booster og pumpe P1.

**T-Frem** (rød kurve) og **T-Boost** (grøn kurve) – Termisk desinfektion 69C til 67C i 30 minutter. Så kravet om minimum T-Frem på 65C i 30 minutter er opfyldt.



Figur 6-7

Efter de 30 minutter med termisk desinfektion falder **T-Frem** (rød kurve) ned til standby 44C i løbet af 6 timer. **T-Boost** (grøn kurve) – falder hurtigere ned, og fortsætter også længere ned, end T-Frem, så det er ikke T-Boost der udløser den daglige termiske desinfektion af brugsvandsfremstilleren.

Der har gennem forsøgsperioden ikke været aktiveret termisk desinfektion, på grund af for langsom udskiftning af vandet. Dette da vandvolumet af det samlede varme brugsvand i systemet kun er 26L. Som skal udskiftes inden for tre uger, men også fordi den daglige termiske desinfektion p.g.a T-Frem, nulstiller tælleren for udskiftning af vand hver nat.

## 6.1 Vandprøver.

Ud over førnævnte vandprøver ved forundersøgelsen, samt de to prøver lige før og efter montagen af El-booster unitten, er der løben gennem hele testperioden taget vandprøver, som er sendt til analyseret hos Statens Serum Institut.

Tapsteder for vandprøverne er valgt ud fra følgende kriterie fra SSI:

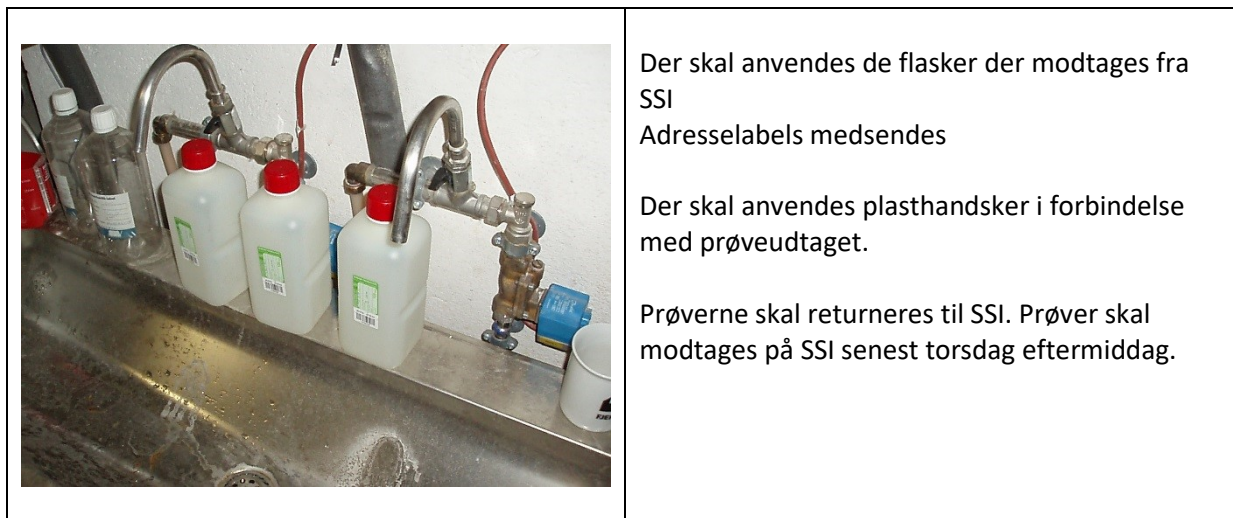
En varmtvands-prøve fra fjerneste tapsted – vandhane eller returvand fra cirkulation (hvis system med cirkulation). Der skal vælges et tapsted med normal anvendelse (dvs. ikke gæstebadeværelse, bryggers, værksted el. lign.). Det er desuden vigtigt at sikre sig at tapsteder anvendes regelmæssigt i hele forsøgsperioden, én eller to kortere ferie-/fraværsperioder er antageligt acceptabelt men skal registreres.

Ud fra dette blev Køkkenvasken = Tap 2 og Håndvask = Tap 1 valgt, og anvendt for vandprøver under hele forsøgsperioden.

## Prøvetagning .

### Materialer.

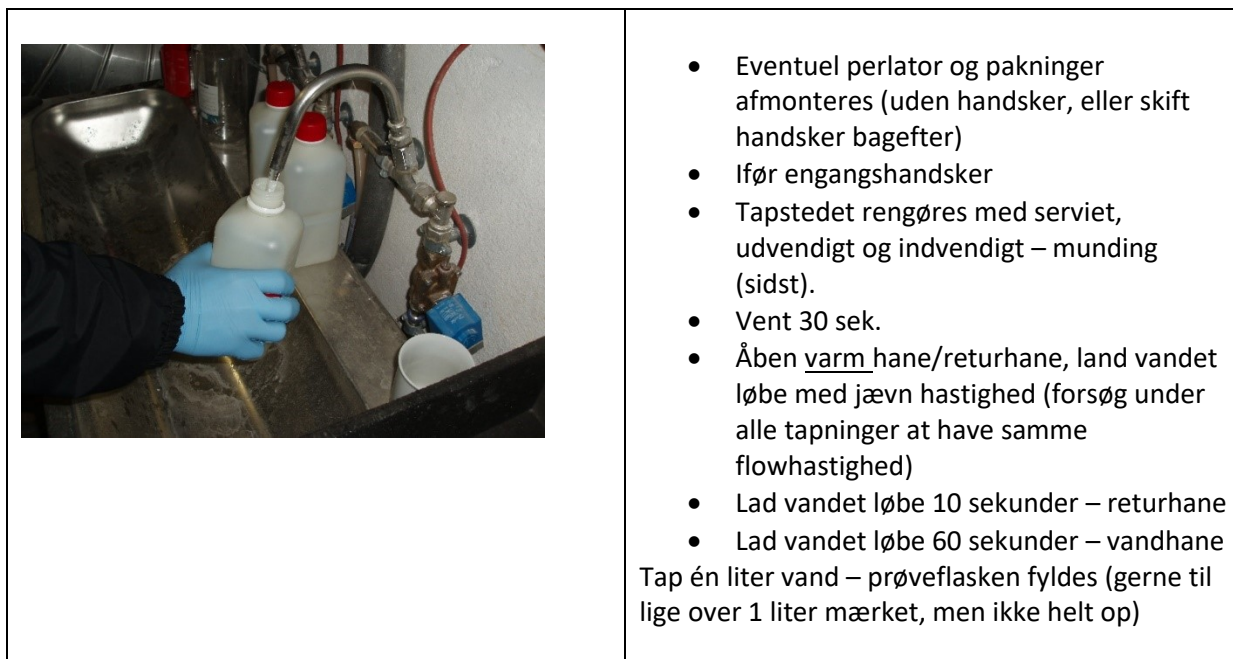
30stk. prøveflasker tilsat natriumthiosulfat til neutralisering af frit klor, blev leveret af SSI.



Figur 6-8

Engangshandsker  
Servietter til overfladedesinfektion  
Termometer

### Fremgangsmåde.



Figur 6-9

Prøveflasken må ikke røre tapstedet under tapning, sørg for ikke at røre (uden rene handsker) gevind og skruelåg.





Temperaturen kan tages med et termometer

Figur 6-10

Temperaturen måles enten under tapning (rengør sonde inden) eller straks efter. Er der fornemmelse for at "konstant" temperatur ikke er opnået efter 60 sek måles temperaturen igen efter 90 sekunder og evt 120 sek. (T90, T120).  
 Er temperaturen > 45 °C køles prøveflaskerne ned inden den pakkes.  
 Fyldte flasker må ikke udsættes for sollys.  
 Den medsendt seddel udfyldes med tidspunkt, lokalitet, tapsted og målte temperaturer.  
 Fyldte prøveflasker sendes til SSI (mærkater vedlagt). De skal være fremme i løbet af 24 timer.

## 6.2 Legionella testresultater for vandprøver.

04.05.2022	Forundersøgelse	Test 7732	<b>1550</b> cfu/l
13.06.2022	Før montage af Booster unit	Test 7834 Tap 1	<b>4680</b> cfu/l
13.06.2022	Før montage af Booster unit	Test 7835 Tap 2	<b>1150</b> cfu/l
14.06.2022	T0 Efter montage af Booster unit	Test 7836 Tap 1	<b>750</b> cfu/l
14.06.2022	T0 Efter montage af Booster unit	Test 7837 Tap 2	<b>3350</b> cfu/l
27.06.2022	T14	Test 7876 Tap 1	<b>4900</b> cfu/l 54C
27.06.2022	T14	Test 7877 Tap 2	<b>250</b> cfu/l 55C

Sommerferie der er ikke brugt vand i to perioder af to uger

23.08.2022	T70	Test 7925 Tap 1	<b>2100</b> cfu/l
23.08.2022	T70	Test 7926 Tap 2	<b>10000</b> cfu/l

2023-03-23

Der har nu været brugt vand i to uger efter sommerferien

06.09.2022 T84 Test 7935 Tap 1 **1000** cfu/l 53C

06.09.2022 T84 Test 7936 Tap 2 **3600** cfu/l 53C

11.10.2022 Termisk desinfektion af hele det varme brugsvandssystem : veksler + rørsystem + alle tapsteder (63C ved tapsteder i 20 minutter for hvert tapsted en efter en).

12.10.2022 T120 Test 8014 Tap 1 0 cfu/l

12.10.2022 T120 Test 8015 Tap 2 0 cfu/l

26.10.2022 T134 Test 8058 Tap 1 0 cfu/l

26.10.2022 T134 Test 8059 Tap 2 0 cfu/l

16.11.2022 T155 Test 8176 Tap 1 0 cfu/l

16.11.2022 T155 Test 8177 Tap 2 0 cfu/l

14.12.2022 T183 Test 8264 Tap 1 0 cfu/l

14.12.2022 T183 Test 8265 Tap 2 0 cfu/l

14.02.2023 T245 Test 8427 Tap 1 0 cfu/l

14.02.2023 T245 Test 8428 Tap 2 0 cfu/l

Alle målte bakterie kimtal er af typen *Legionella Pneumophila*.

Som det fremgår af test resultaterne var der *Legionella* til stede inden vi monterede EL-booster unitten, med kimtal mellem 1150 og 4680 cfu/l.

I det efterfølgende blev der foretaget en termisk desinfektion af brugsvandsfremstilleren (pladeveksler) hver nat.

I perioden frem til sommerferien lå kimtallet mellem 250 og 4900 cfu/l.

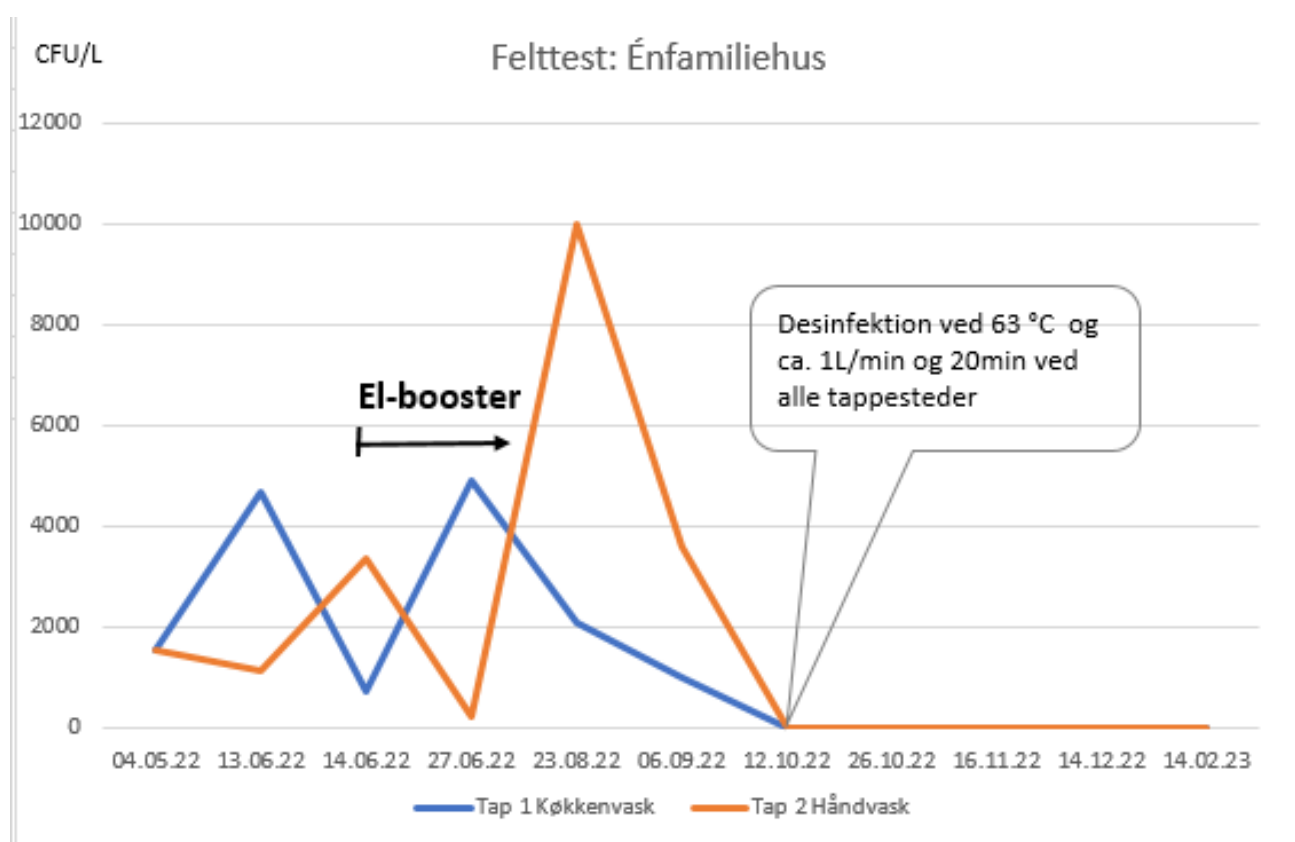
Efter sommerferien hvor der ikke var brugt vand, i to perioder af to uger, var kimtallet steget til 10000 cfu/l for Tap 2, og Tap 1 faldet til 2100 cfu/l.

Og efter to uge med normalt vandforbrug, var Kimtallet igen faldet til samme niveau som før sommerferien, til mellem 1000 og 3600 cfu/l.

Man kan altså konstatere at den daglige termiske desinfektion af brugsvandfremstilleren alene, ikke har haft nogen effekt på legionella-kimtallet, fra vandprøver ved Tap 1 og Tap2. Samt at det manglende forbrug af vand i sommerferien, fik kimtallet til at stige markant for det ene af tapstederne.

Der blev derfor foretaget en termisk desinfektion af veksler + rørsystem + alle tapsteder. Ved først at aktivere den termiske desinfektion med El-boosteren, og så fortsætte denne termiske desinfektion med et lille flow på ca. 1L/minut i hvert af tapstederne, en efter en. Og med en varighed på ca. 20 minutter, og med 63C, ved hvert tapsted.

Effekten af denne termiske desinfektion, af hele det samlede system, er helt klar. Da kimtallet den efterfølgende dag var faldet til et ikke målbart niveau, og holdt sig på dette de næste 125 dage.



Figur 6-11

## REFERENCER

2019 Kenhove(phd) - Coupled Thermohydraulic and Biologic Modelling of *Legionella Pneumophila* Proliferation in Domestic Hot Water Systems, Elisa Van Kenhove, 2019.

EUDP– Projekt J.nr. 64020-1099: Legionellasikring af energieffektivisering for installationer og forsyning : Brugsvandsinstallationer og *Legionella*.

Delrapport 1: Lokale influensparametre for *Legionella* i brugsvandsinstallationer

Delrapport 3: Myndighedskrav og undersøgelser vedr. brugsvandsinstallationers legionella- og Energiforhold.

DS439:2009 Norm for vandinstallationer

DS 469:2013 Varme- og køleanlæg i bygninger

BR18 – Bygningsreglementet

Rørcenteranvisning 017 fra 2019