



Netværk for indeklima, komfort og energi

Danvakmøde M 19512

Lokalgruppe Nordjylland

**Varmt brugsvandsproduktion – Stort
potentiale for energi og
anlægsbesparelser**

Temamøde hos Danvak Nordjylland på Aalborg Universitet den 20. november kl. 14.30 – 17.00

Aalborg Universitet, Thomas Manns Vej 23 - seminarrum 1.136, 9220 Aalborg Øst

Varmt brugsvandsproduktion – Stort potentiale for energi og anlægsbesparelser

Produktionen af varmt brugsvand i vores bygninger har i modsætning til bl.a. bygningernes varmeforbrug ikke udviklet sig nævneværdigt i de seneste årtier og udgør nu op mod 50% af energirammen for nogle bygningstyper.

På temamødet præsenteres detaljerede målinger af forbrug af varmt brugsvand, varmeveksler effektivitet og cirkulationstab for både boliger og kontorbyggeri. På baggrund af målingerne præsenteres forslag til udformning af brugsvandsproduktion ud fra både anlægs- og driftsomkostninger, samt energirammebetragtninger. Er el baseret opvarmning af det varme brugsvand vejen frem? Vi får en status for de forskellige typer af el baseret brugsvandsopvarmning.

Kl.	Program
14.30	Velkomst , v/ Rasmus Lund Jensen, Lektor, Byggeri og Anlæg, Aalborg Universitet
14.40	Projektering af varmt brugsvand <ul style="list-style-type: none">• Hvilke overvejelser bør man gøre sig• Hvilke systemløsninger er de typiske og hvilke fordele og ulemper har de v/ Mathias Juul Sørensen, Civilingeniør, Sweco
15.00	Prisoverslag på forskellige udformninger <ul style="list-style-type: none">• Priseksempler ved central og decentral udformning af varmt brugsvand v/ Rasmus Lund Jensen, Lektor, Byggeri og Anlæg, Aalborg Universitet
15.15	Pause/netværksted – kaffe, the og kage
15.45	Ny viden om vores varmt vands forbrug <ul style="list-style-type: none">• Detaljerede målinger af varmt brugsvandsforbrug i forskellige bygningstyper• Hvilke konsekvenser har tappeprofilerne for designet af brugsvandsinstallationen• Energirammen og varmt brugsvand v/ Rasmus Lund Jensen, Lektor, Byggeri og Anlæg, Aalborg Universitet
16:15	El baseret produktion af varmt brugsvand <ul style="list-style-type: none">• Status på elopvarmning af brugsvand i DK og udlandet• Oversigt over systemløsninger• Fremtiden for brugsvandproduktion v/ Kasper Korsholm Østergaard, Udviklingschef / R&D Manager, Metrotherm
16.55	Afslutning

Varmt brugsvandsproduktion – Stort potentiale for energi og anlægsbesparelser

Arrangementskode: M 19512

Dato: 20. november 2019

Adresse: Aalborg Universitet, Thomas Manns Vej 23 - seminarrum 1.104, 9220 Aalborg Øst

Indlægsholdere

Navn	Firma
Kasper Korsholm Østergaard	Metrotherm
Mathias Juul Sørensen	Sweco
Rasmus Lund Jensen	Aalborg Universitet

Deltagere

Navn	Firma
Finn Faarbæk Pretzmann	Pretzmann ApS
Henriette Nørholm	Aalborg Universitet
Jakob Vind Madsen	Aau
Kim Trangbæk Jønsson	Aalborg Universitet
Lauri Leemet	Aalborg Universitet
Leif Kjær Nielsen	SYSTEMAIR A/S
Magnus Sloth	Aalborg Universitet
Martin Frandsen	AAU
Mia Mølgaard Kristensen	AAU
Michael Sørensen	ARO Energy Solutions A/S
Mikael Haugaard Jensen	Professionshøjskolen UCN
Pauli Andersen	E/F Rådgivning
Randi Holm	Region Nordjylland
Rasmus Kjærsgaard Sunesen	Aalborg Universitet
Rune Severinsen	AAU
Sandra Andersen	Aalborg universitet

Deltagere

Navn	Firma
Thomas Karstenskov	HJ-Energi ApS
Vaiva Skiparyte	AAU
johan wagner jensen	University College Nordjylland

Varmt brugsvandsproduktion – Stort potentiale for energi og anlægsbesparelser

Danvak Temamøde

20. November 2019

Aalborg Universitet

Kl.	Program
14.30	Velkomst , v/ Rasmus Lund Jensen, Lektor, Byggeri og Anlæg, Aalborg Universitet
14.40	Projektering af varmt brugsvand <ul style="list-style-type: none"> · Hvilke overvejelser bør man gøre sig · Hvilke systemløsninger er de typiske og hvilke fordele og ulemper har de v/ Mathias Juul Sørensen, Civilingeniør, Sweco
15.00	Prisoverslag på forskellige udformninger <ul style="list-style-type: none"> · Priseksempler ved central og decentral udformning af varmt brugsvand v/ Rasmus Lund Jensen, Lektor, Byggeri og Anlæg, Aalborg Universitet
15.15	Pause/netværk – kaffe, the og kage
15.45	Ny viden om vores varmt vands forbrug <ul style="list-style-type: none"> · Detaljerede målinger af varmt brugsvandsforbrug i forskellige bygningstyper · Hvilke konsekvenser har tappeprofilerne for designet af brugsvandsinstallationen · Energirammen og varmt brugsvand v/ Rasmus Lund Jensen, Lektor, Byggeri og Anlæg, Aalborg Universitet
16:15	El baseret produktion af varmt brugsvand <ul style="list-style-type: none"> · Status på elopvarmning af brugsvand i DK og udlandet · Oversigt over systemløsninger · Fremtiden for brugsvandproduktion v/ Kasper Korsholm Østergaard, Udviklingschef / R&D Manager, Metrotherm
16.55	Afslutning

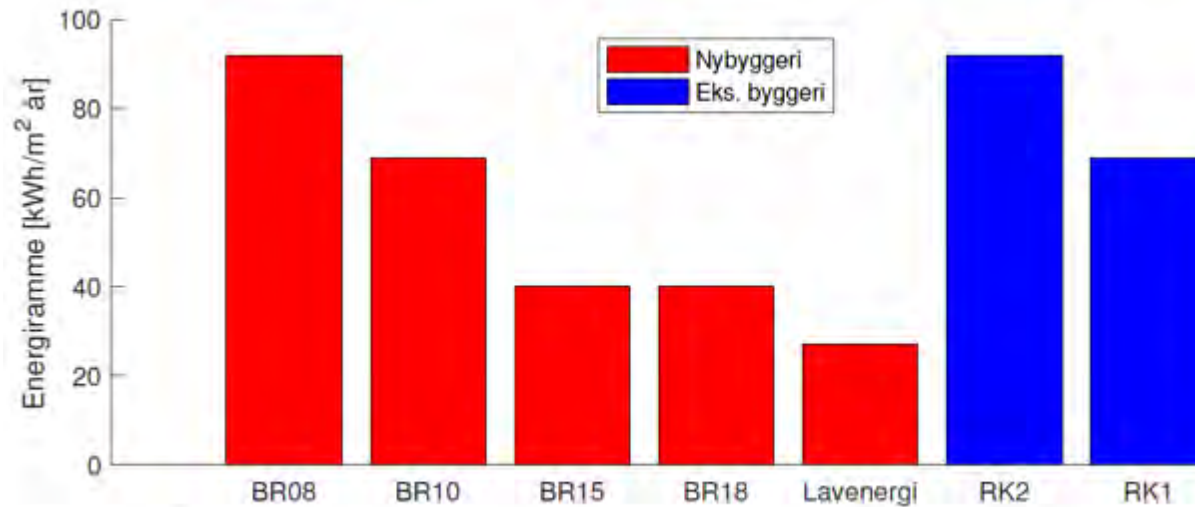
Varmt brugsvand

- Rette temperatur
- Varmt med det samme
- Ingen tomgangstab

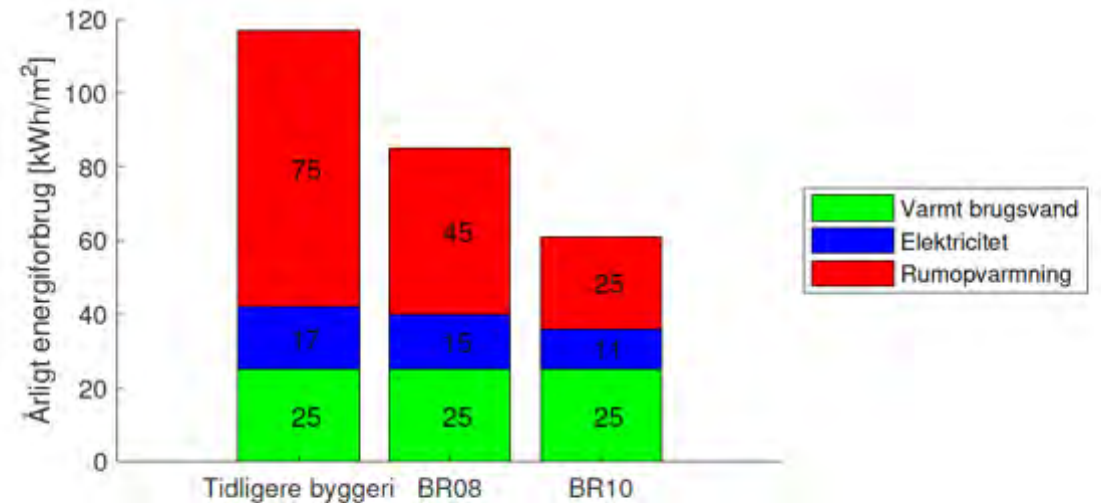
Bruser med gasopvarmet vandtank fra sidst i 1800-tallet.
Udstillet i Koldinghus 2007



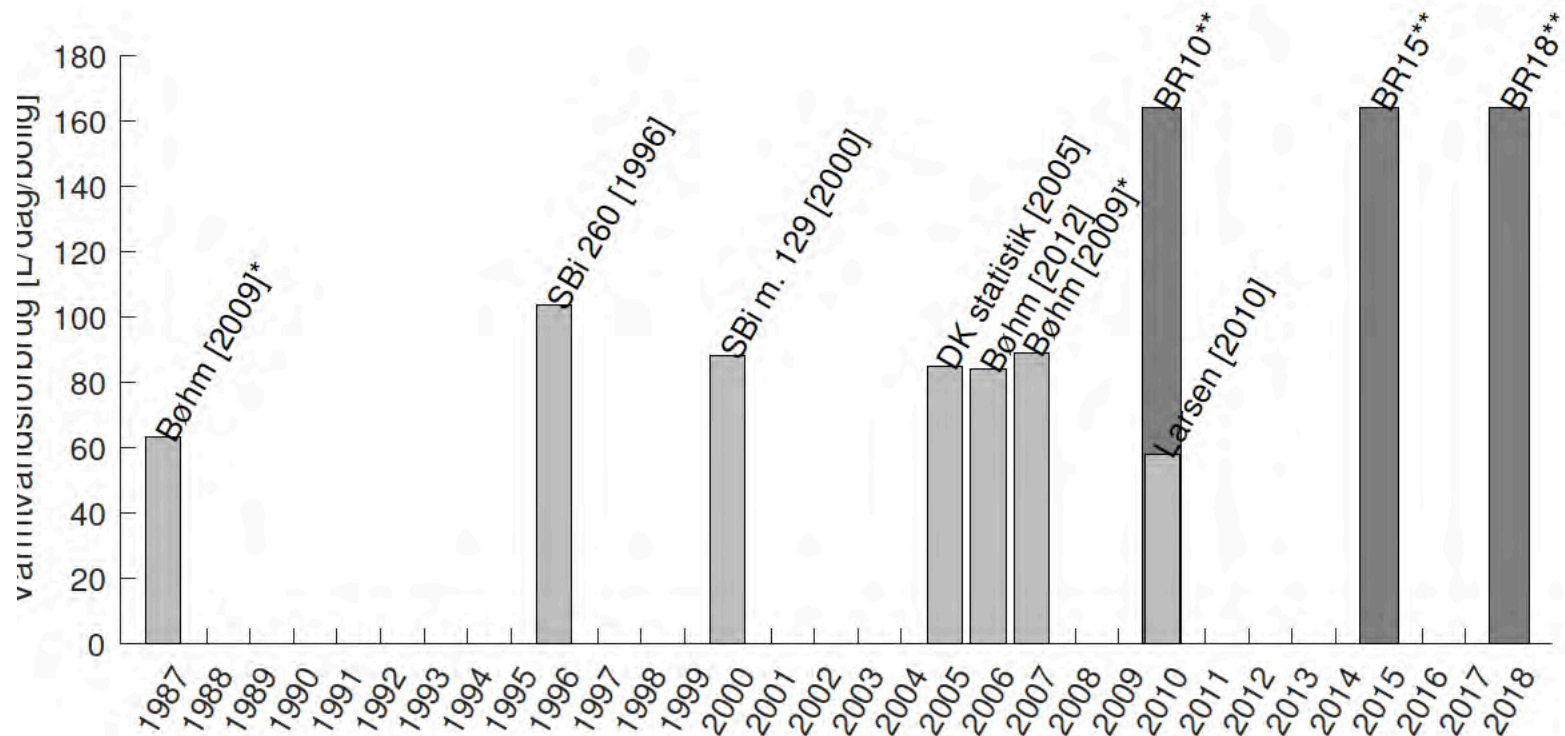
Hvad er status og udvikling for VBV



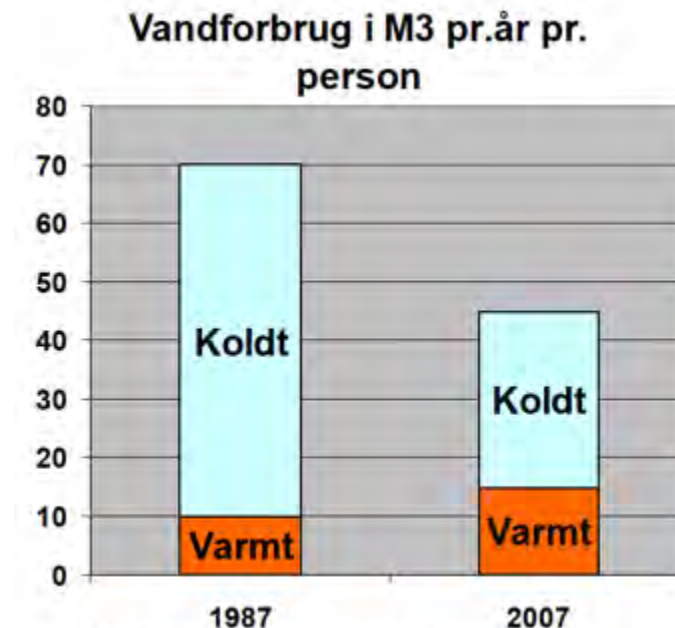
Figur 1.2: Udvikling i energirammen fra 2008 til 2018 for en 100 m² bolig.



Figur 1.3: Eksempel på fordeling af det årlige energiforbrug i tre forskellige boliger, som alle opfylder krav til den respektive energiramme [Bøhm et al., 2010, Fig. 3.6.1].



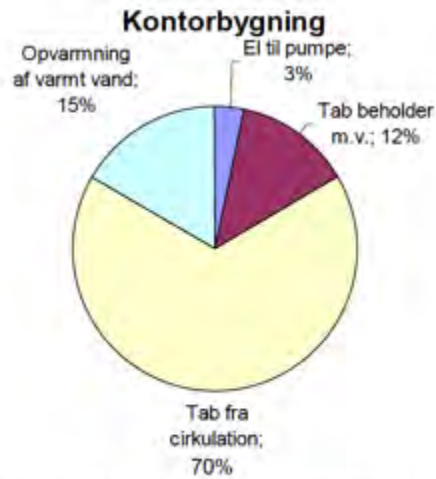
Figur 1.4: Tidslinie af studier med undersøgelse af varmtvandsforbrug i Danmark. *Angiver studier, der ikke er nærmere beskrevet i litteraturgennemgangen, men hvor varmtvandsforbruget blot er angivet. **Angiver maksimal værdi for varmtvandsforbruget jf. SBI 213 [2018].



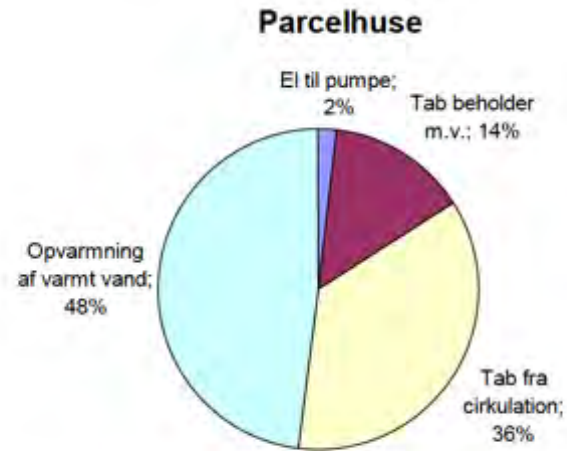
Figur 1.3.1. Udvikling i koldt- og varmtvandsforbruget.

1987: 27 l/døgn person
 2007: 38 l/døgn person
 SBI 2009-10

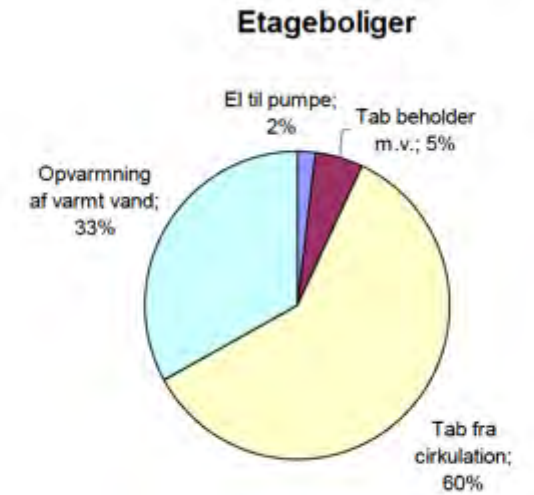
Hvad ved vi om effektiviteten af VBV SBI 2009-10



Figur 3.1.3. Eksempel på fordeling af energiforbrug til varmt vand i kontorbygning med cirkulation i drift hele året.



Figur 3.1.2. Eksempel på fordeling af energiforbrug til varmt vand i enfamiliehus med cirkulationssystem.



Figur 3.1.1. Eksempel på fordeling af energiforbrug til varmt vand i etageboliger med stort cirkulationssystem.

Tabel 3.3.1. Typiske cirkulationstab.

Bygningskategori		Typisk cirkulationstab [%]
Enfamiliehuse	Småhuse	0 – 60
Boligejendomme	Etageblokke	30 – 75
Erhvervsjendomme	Ejendomme med andet end boliger, fx kontorer, handel og offentlige bygninger	50 – 90

Varmt brugsvand og Energirammen

- Mængde som funktion af areal
- Fast fremløbstemperatur
- Primærenergifaktorer
 - Fjernvarme: 0,85
 - El: 1,9
 - **Forhold** **2,3**

PRODUKTION AF VARMT BRUGSVAND

Agenda



- Kort introduktion
 - MATS
 - Hvorfor sidder vi her?
- Hvad gør vi i dag?
 - Krav
 - Decentral produktion
 - Central produktion
- Hvad gør vi i morgen?
 - Sweco
 - Forbrugerne
 - ULTFV - 45/25°C
 - Boostere

Agenda



- Kort introduktion
 - MATS
 - Hvorfor sidder vi her?
- Hvad gør vi i dag?
 - Krav
 - Decentral produktion
 - Central produktion
- Hvad gør vi i morgen?
 - Sweco
 - Forbrugerne
 - ULTFV - 45/25°C
 - Boostere

Agenda



Kort introduktion

- MATS
- Hvorfor sidder vi her?

Hvad gør vi i dag?





- Krav
- Central produktion
- Decentral produktion

Hvad gør vi i morgen?

- Sweco
- Forbrugerne
- ULTFV - 45/25°C
- Boostere

KORT INTRODUKTION

Min baggrund for at stå her

Mathias Juul Sørensen – 1992		
Civilingeniør – AAU Indeklima & Energi	2012 – 2017	
MOE	2017 – 2017	
Sweco – Byggeri	2017 – 2019	
Sweco – FM	2019 – 20??	

- Agenda
- Kort introduktion
- **MATS**
 - Hvorfor sidder vi her?
- Hvad gør vi i dag?
- Hvad gør vi i morgen?

Hvorfor sidder vi her?



Rumopvarmning

- Effektiv klimaskærm
- Lav infiltration
- Høj varmegenvinding på mek.ventilation
- 35 °C i nye boliger m. gulvvarme

Varmt Brugsvands Produktion (traditionelt)

- Altid være behov for varmt vand v. tapsted
- 50-55°C
- Begrænser vores potentiale for lavere temperatursæt i fjernvarmen

Agenda

Kort introduktion

- MATS
- Hvorfor sidder vi her?

Hvad gør vi i dag?

Hvad gør vi i morgen?

HVAD GØR VI I DAG?



Krav ved produktion af varmt brugsvand

Forbruger:

- Varmt vand uden ventetid
- Mulighed for lange bade

Forsyningen:

- Afkøling af fjernvarme
- Afregning ved forbruger (Aalborg Varme)
- Lavt varmetab i ledningsnettet
- Krav om direkte/indirekte fjernvarme

Bygherre:

- Økonomisk og driftssikker løsning



Rådgiver & Producenter:

- Designe den gode løsning

Agenda

Kort introduktion

Hvad gør vi i dag?

- **Krav**
- Decentral produktion
- Central produktion

Hvad gør vi i morgen?

Decentral brugsvandsproduktion

Aalborgmodellen – direkte fjernvarme

- 60/30°C – ”LTFV” – ”LavTemperatur FjernVarme”
- Varmt brugsvandsveksler (VBV) i hver bolig
- VBV kan regulere på direkte fjernvarme (trykdif. reg.)
- Al teknik er i den enkelte bolig.
- Direkte afregning hos forsyningen.



Agenda

Kort introduktion

Hvad gør vi i dag?

- Krav
- Decentral produktion
- Central produktion

Hvad gør vi i morgen?

Decentral brugsvandsproduktion - CASE

- Åbyen, Aarhus
- 118 boliger, 9.900 m² brutto

Varmerør
I opgørelsen indgår rør uden udetemperaturkompensering og rør udenfor den opvarmede del af bygningen.

	Rørstrækninger i fremløb og returløb	l (m)	Tab (W/mK)	b	Udekomp (J/N)	Afb. sommer (J/N)
		1015				
+1	101Fordeling (1015)	1015	0,18	0	N	N

Varmtvandsbeholder

Beskrivelse: Brugsvandsveksler

118 Antal beholdere 1 Andel af varmtvandsforbrug, -

0 Beholdervolumen, liter (For solvarmebeholdere opgives totalvolumen)

60 Fremløbstemperatur fra centralvarme, °C

Nej El-opvarmning af VBV (Hvis 'Nej' kører kedlen om sommeren)

Solvarmebeholder med varmespiral i top. (Korrektion for temp.lagdeling)

0,34 Varmetab fra varmtvandsbeholder, W/K

0 Temperaturfaktor, b for opstillingsrum, - (Opv. zone: b = 0, Ude: b = 1)

Energiramme BR 2018			
Uden tillæg	Tillæg for særlige betingelser	Samlet energiramme	
30,1	0,0	30,1	
Samlet energibehov		29,8	

Agenda

Kort introduktion

Hvad gør vi i dag?

- Krav
- **Decentral produktion**
- Central produktion

Hvad gør vi i morgen?

Central brugsvandsproduktion

Mange andre steder end Aalborg

- 60/30°C – ”LTFV” – ”LavTemperatur FjernVarme”
- VVB + VBV i teknikrum med cirkulation til hver bolig
- Varmeproduktion med blandesløjfe, udetemp. Komp.
- El-patron til fjerne tapsteder
- 5 rør i stedet for 3
- Mere styring



Agenda

Kort introduktion

Hvad gør vi i dag?

- Krav
- Decentral produktion
- **Central produktion**

Hvad gør vi i morgen?



Central brugsvandsproduktion – CASE (fortsat....)

- Åbyen, Aarhus
- 118 boliger, 9.900 m² brutto

Varmesør
I opgørelsen indgår rør uden udetemperaturkompensering og rør udenfor den opvarmede del af bygningen.

	Rørstrækninger i fremløb og returløb	l (m)	Tab (W/mK)	b	Udekomp (J/N)	Afb. sommer (J/N)
		1015				
+1	101Fordeling (1015)	1015	0,18	0	J	N

Rør til varmt brugsvand
I opgørelsen indgår kun rør med cirkulation eller el-tracing.

	Rørstrækninger i fremløb og returløb	l (m)	Tab (W/mK)	b
		1015		
+1	Cirkulation	1015	0,18	0

Energiramme BR 2018

Uden tillæg	Tillæg for særlige betingelser	Samlet energiramme
30,1	0,0	30,1
Samlet energibehov		30,6

Cirkulationspumpe til varmt brugsvand

Beskrivelse:

Antal: Effekt, W: Reduktionsfaktor, -

El-tracing af brugsvandsrør

- Agenda
- Kort introduktion
 - Hvad gør vi i dag?
 - Krav
 - Decentral produktion
 - **Central produktion**
 - Hvad gør vi i morgen?

Central brugsvandsproduktion – NY CASE



Forsvarets nye garageanlæg

- 2 tapsteder i garage
- Booster til at sikre produktion af varmt brugsvand langt væk fra varmecentral.
- 100 l/m² pr. år.
- Straf i energirammen, når tapsteder placeres i et stort rum.



Agenda

Kort introduktion

Hvad gør vi i dag?

- Krav
- Decentral produktion
- **Central produktion**

Hvad gør vi i morgen?

HVAD GØR VI I MORGEN?



Sweco har 8 års erfaring



- Energiafdeling - Forsyningselskaber
- Sweco og AAU definerede begrebet ULTFV < 45°C i EUDP-projekt.
- Langsigtet besparelse
- Ændring ved forsyning - nu
- Ændring ved forbruger - senere
- Forbrugerne har direkte indflydelse på energiforbrug.
- Samarbejder om at udvikle nye teknologier.

Agenda

Kort introduktion

Hvad gør vi i dag?

Hvad gør vi i morgen?

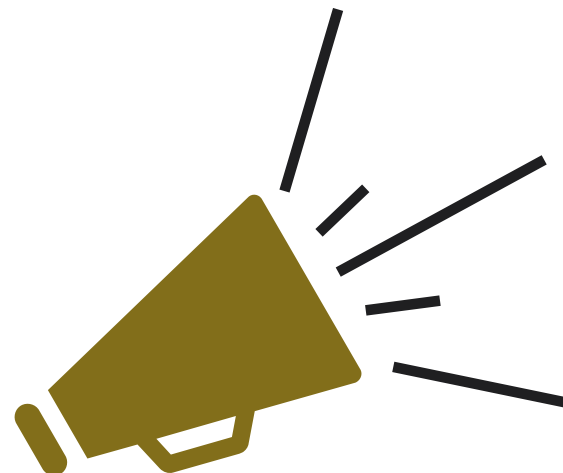
- Sweco
- Forbrugerne
- ULTFV - 45/25°C
- Boostere

Forbrugerne - effektivisering



Den bedste måde at spare energi på:

- Gør forbrugeren opmærksom på energiforbrug!
- Fjern brugernes mulighed for at regulere på varmeproduktion - producenter



- Agenda
- Kort introduktion
 - Hvad gør vi i dag?
 - Hvad gør vi i morgen?
 - Sweco
 - **Forbrugerne**
 - ULTFV - 45/25°C
 - Boostere

ULTFV – Ultra LavTemperatur FjernVarme



Temperatursæt på fjernvarme på 45/25 °C

- Eftervist besparelse på 25-35 %

Varme

- Større hedeplade for radiatorer.....?
- Gulvarme!

Varmt brugsvandsproduktion

- Varmtvandsbeholder - VVB
- Forvarme fra fjernvarmen cirka 1/3 af energien
- Varmtvandsbeholder på primærside (ingen legionella)
- Varmepumpe gennem ventilationsanlæg
 - Træk varme ud af afkastluft

Agenda

Kort introduktion

Hvad gør vi i dag?

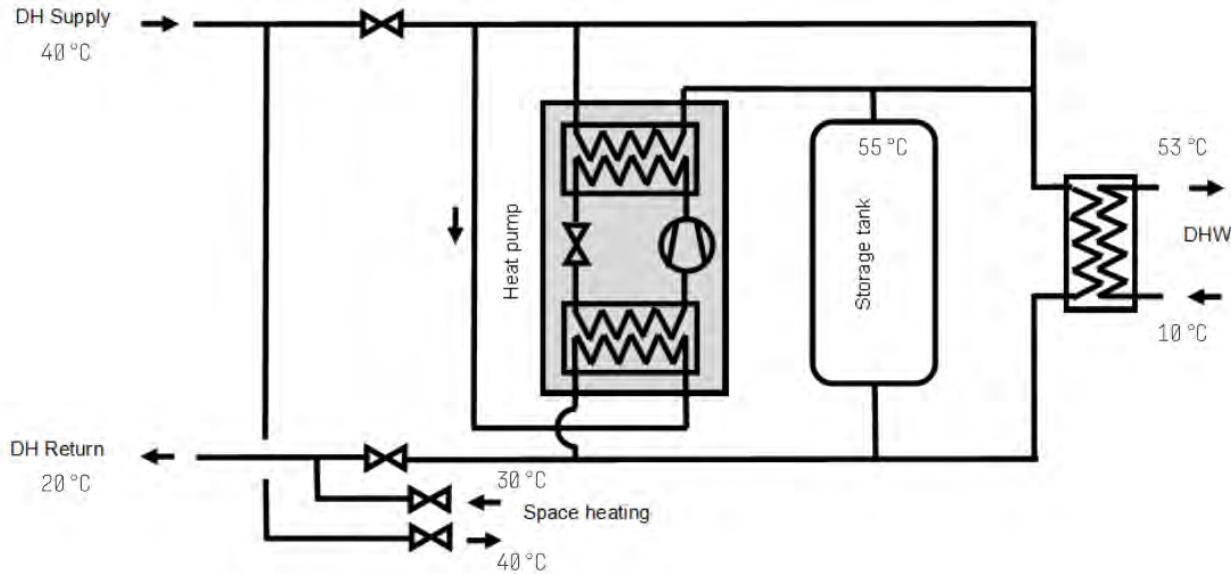
Hvad gør vi i morgen?

- Sweco
- Forbrugerne
- ULTFV - 45/25°C
- Boostere

Booster



Micro Booster concept



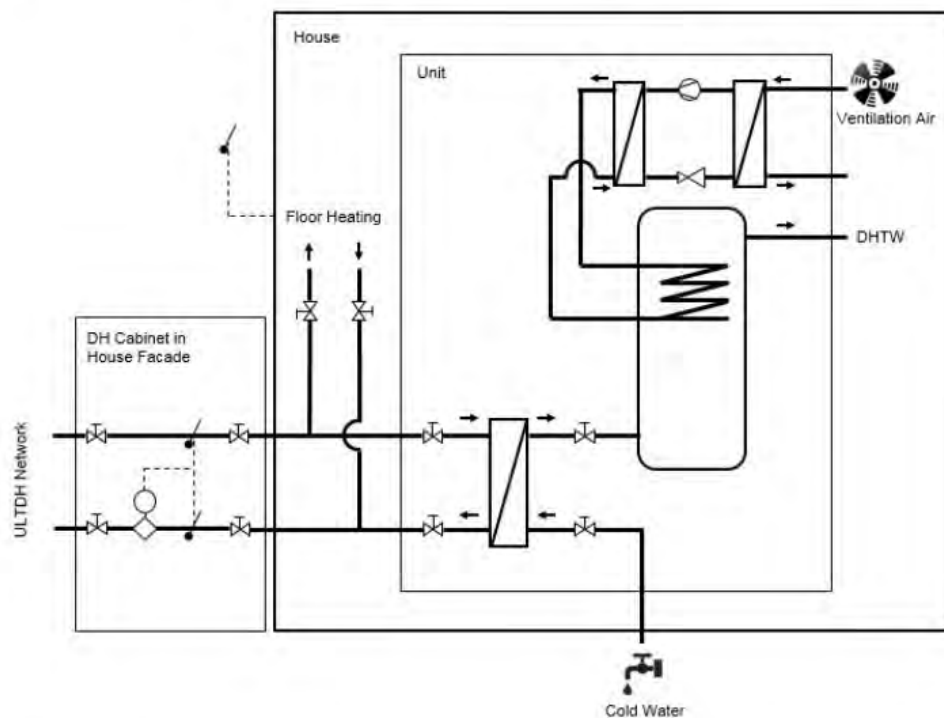
- Agenda
- Kort introduktion
 - Hvad gør vi i dag?
 - Hvad gør vi i morgen?
 - Sweco
 - Forbrugerne
 - ULTFV - 45/25°C
 - Boostere

2ND INTERNATIONAL CONFERENCE ON SMART ENERGY SYSTEMS AND 4TH GENERATION DISTRICT HEATING

AALBORG, 27-28 SEPTEMBER 2016

Booster koblet til ventilationsanlæg

DH Unit – Simplified diagram



- Agenda
- Kort introduktion
 - Hvad gør vi i dag?
 - Hvad gør vi i morgen?
 - Sweco
 - Forbrugerne
 - ULTFV - 45/25°C
 - Boostere



MATS@SWECO.DK



Prisoverslag på forskellige udformninger af brugsvandsanlæg

Ib Andersen VVS A/S

/

Rasmus Lund Jensen

Lektor

Aalborg Universitet

Undervisningsbygninger - AAU



- Rendsburggade 14
- Ca. 10 år
- Teknikrum per sektion



- Thomas Manns Vej 23
- Ca. 3 år
- Teknikrum per sektion og etage

Opbygning - Rendsburggade 14

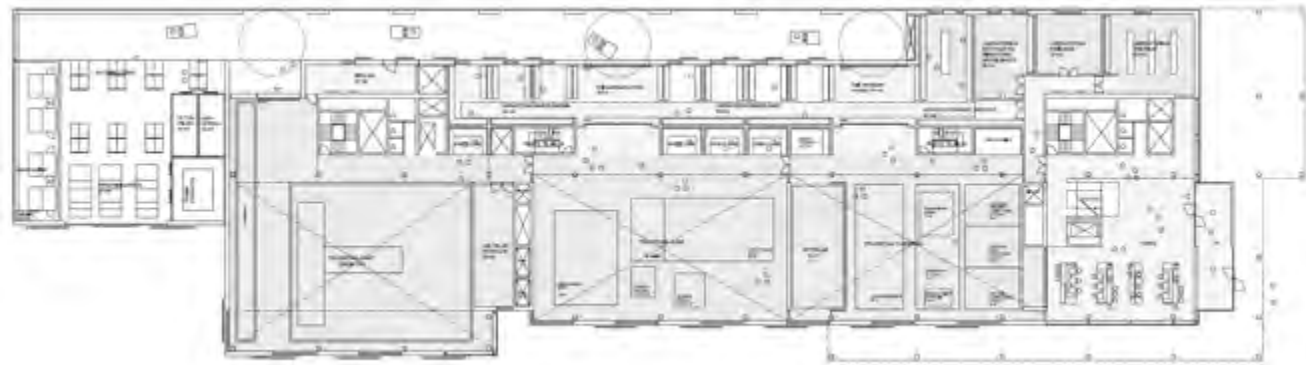


- Vandinstallation: ca. 820.000 kr.
 - + Energimålere og CTS punkter
 - Er det 1000 kr. + 3500 kr. * 5 ~ 18.500 kr.
- 6 brugsvandsvekslere (villastørrelse)



- Gennemstrømnings veksler
- Cirkulation
- Energimåler på fjernvarme
- Vandmåler på koldt vand
- CTS punkter: Energimåler, vandmåler, pumpe, mortorventil, fremløbstemperatur

Opbygning – TMV23



- Brugsvandsvekslere pr etage og sektion
- ~ 3 gange flere vekslere per sektion end Rendsburggade 14
- Pris per stk.: 7.000 kr + energimålere og CTS



- Gennemstrømnings veksler
- Cirkulation
- Energimåler på fjernvarme
- Vandmåler på koldt vand
- CTS punkter: Energimåler, vandmåler, pumpe, mortorventil, fremløbstemperatur

Ny viden om vores varmt vands forbrug

Rasmus Lund Jensen

Lektor

Aalborg Universitet

Deltagere

Ansatte

- Rasmus Lund Jensen
- Anna Marszal-Pomianowska
- Michal Zbigniew Pomianowski

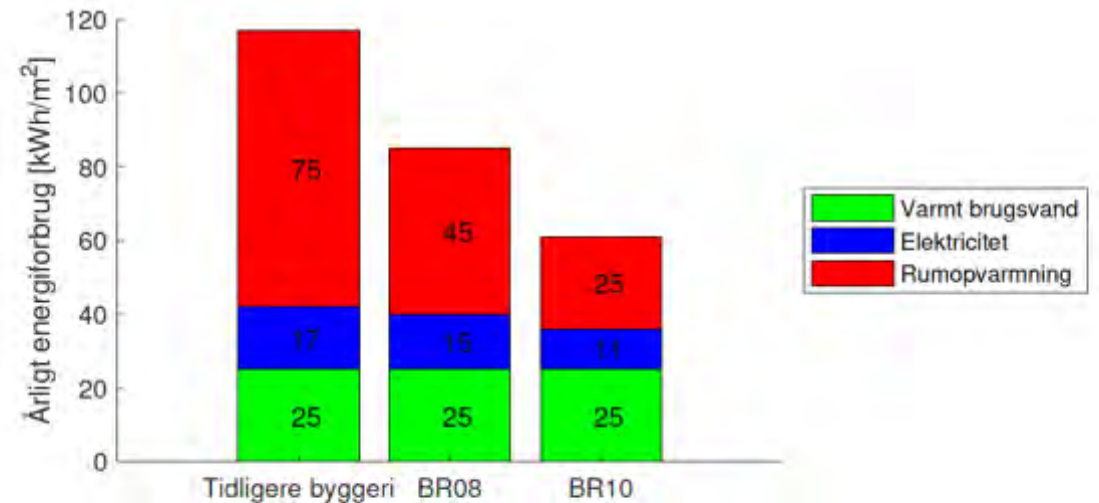
Studerende

- Viktoriya Georgieva
- Bozhana Valeva
- Karina Sara Olszewska
- Jacob Scharling Jørgensen
- Sofie Sand Knudsen
- Henriette Nørholm
- Mia Kristensen
- Lauri Leemet

Baggrund for at arbejde med varmtbrugvand

Tabel 3.3.1. Typiske cirkulationstab.

Bygningskategori		Typisk cirkulationstab [%]
Enfamiliehuse	Småhuse	0 – 60
Boligejendomme	Etageblokke	30 – 75
Erhvervsejendomme	Ejendomme med andet end boliger, fx kontorer, handel og offentlige bygninger	50 – 90



Figur 1.3: Eksempel på fordeling af det årlige energiforbrug i tre forskellige boliger, som alle opfylder krav til den respektive energiramme [Bøhm et al., 2010, Fig. 3.6.1].

Hvorfor sker der så relativt lidt på brugsvand

- Vi ved ikke hvordan og hvornår der bruges varmtvand
 - Hvordan: Hvor lange og hvor mange (tid i mellem) tapninger er det
 - Hvordan er fordelingen mellem tappesteder
 - Hvornår: Hvordan er profilet over døgnet og året
- DS 439 Norm for vandinstallationer
 - Skal sikre komfort- og sikkerhedsniveau
 - Kan man bruge dimensionsgivende tilstand til at beregne års energiforbruget?
- Vi mangler typiske brugsprofiler med højere opløsning end timeværdier
- Så vi kan ikke beregne besparelser ved alternative løsninger

Målesystem

- Tappedsteder
 - Placeres lige før vandhanen
 - Wifi til AAU server
 - Kræver strøm
 - Måler med 8 Hz
- Energimålere
 - Clamp on, 1 Hz
 - Standart, per 30 s



Figur 4.5: KATflow-enhed.

Figur 4.6: Flowtransducer og PT100 temperaturfølere.

Hvad har vi arbejdet med

- Bygningstyper
 - Parcelhuse
 - Undervisning/kontor
 - Kollegier/ungdomsboliger

Parcelhuse



Figur 3.1: Facadebilleder af de tre boliger benyttet til målinger gennem projektperioden.

Varmt brugsvand i parcelhuse

Afgangsprojekt
2018/2019

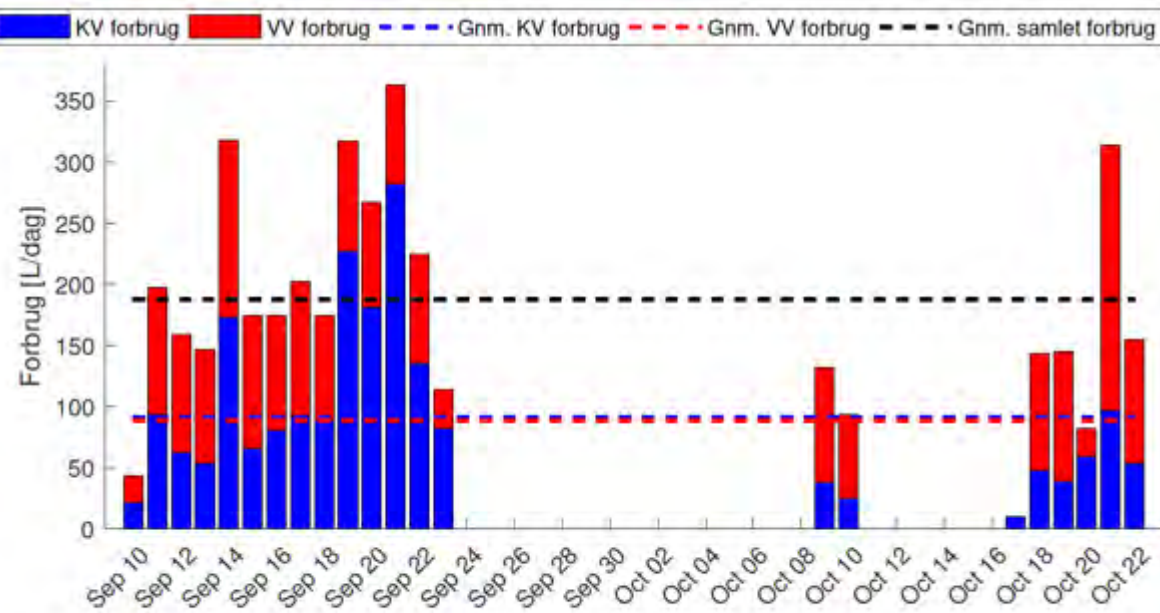


Jacob Scharling Jørgensen
Sofie Sand Knudsen

Aalborg Universitet
Indoor Environmental and Energy Engineering

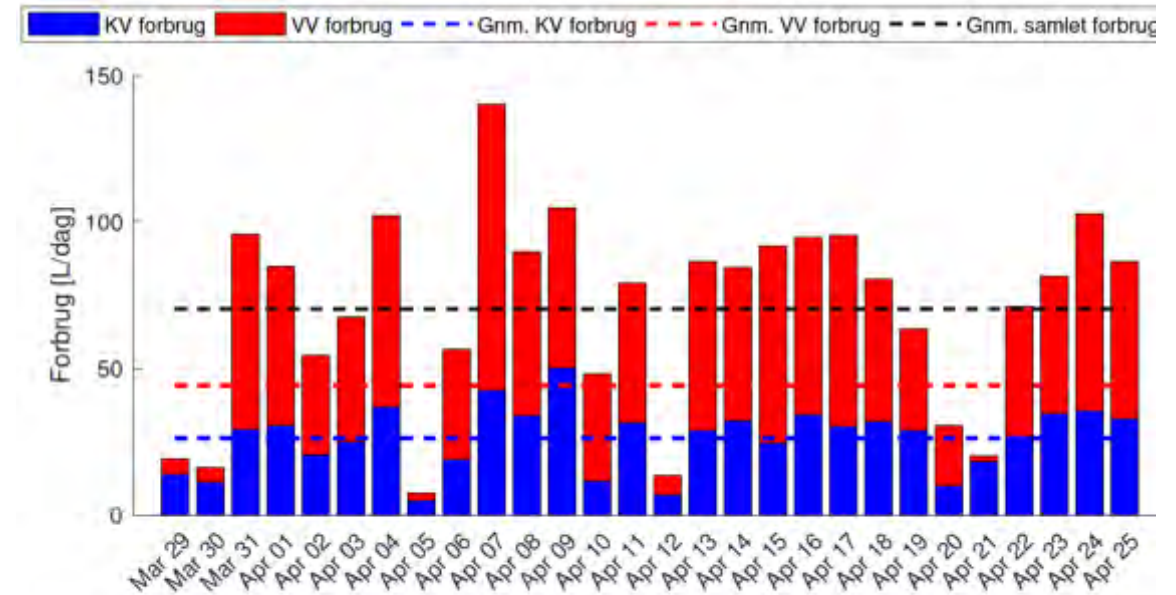
Parcelhuse

2 voksne og 2 børn



Figur 6.1: Overordnet forbrug af koldt og varmt vand henover måleperioden for Kærhavebakken baseret på målinger ved tapsteder.

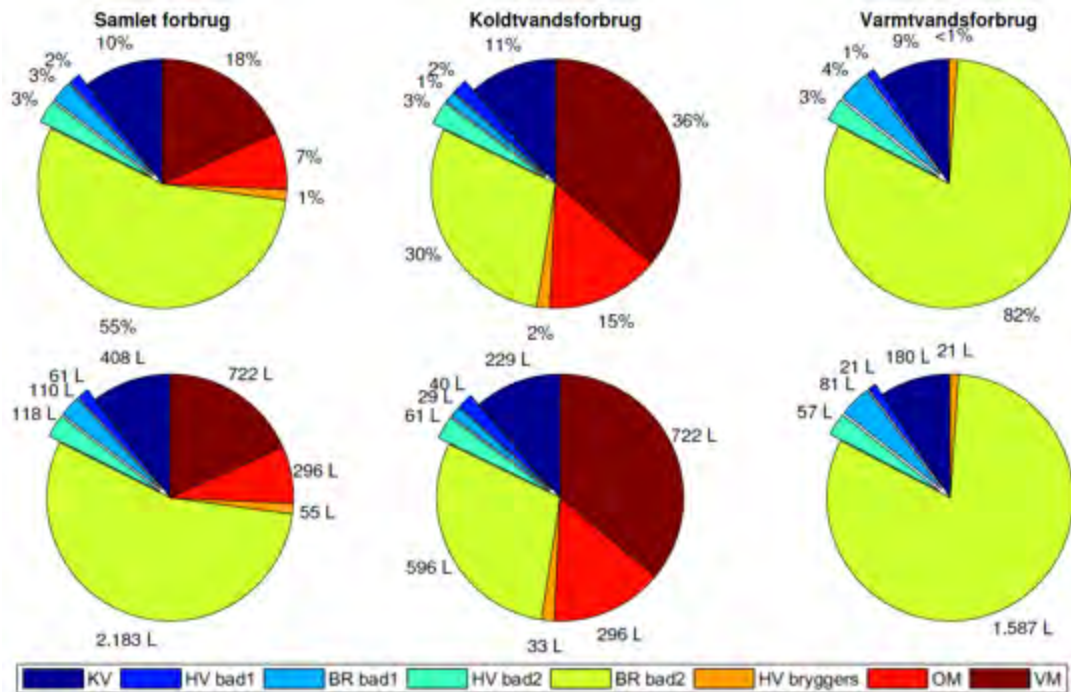
2 voksne (ungt par)



Figur 6.4: Overordnet forbrug af koldt og varmt vand henover måleperioden for Kildebjerg Søvej, baseret på målinger ved tapsteder.

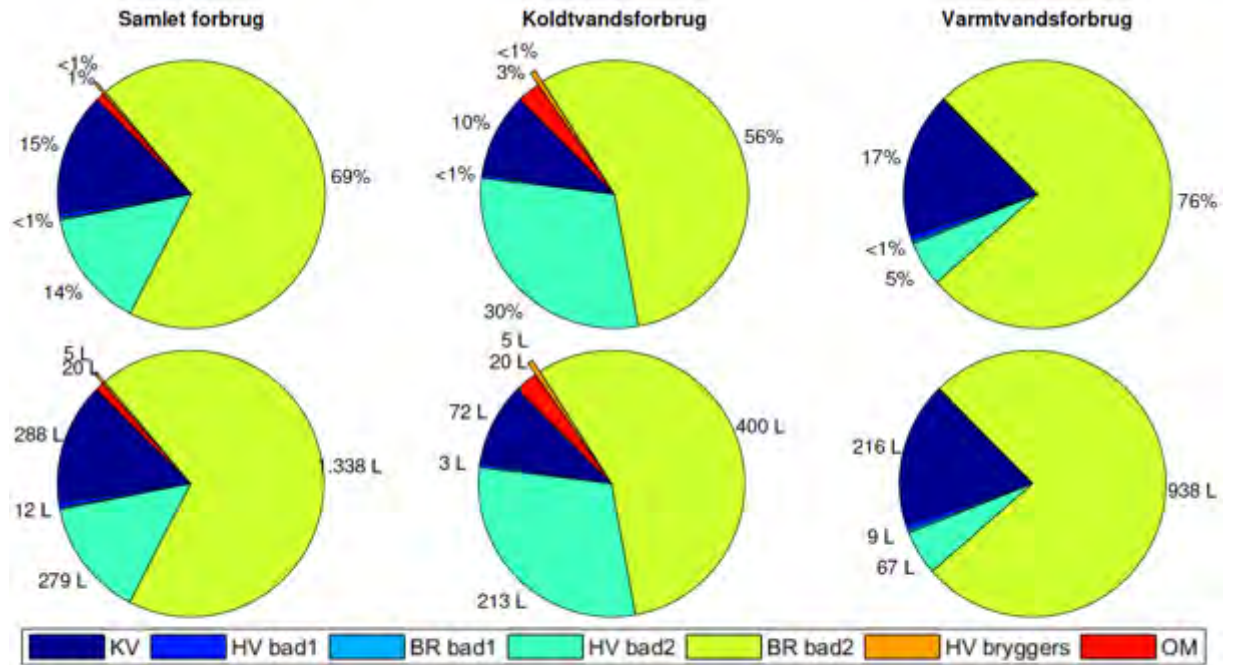
Parcelhuse

2 voksne og 2 børn



Figur 6.3: Fordeling af samlet, koldt- og varmtvandsforbrug ved tapsteder angivet i hhv. [%] og [L], baseret på målinger.

2 voksne (ungt par)



Figur 6.6: Fordeling af samlet, koldt- og varmtvandsforbrug ved tapsteder, angivet i hhv. [%] og [L], baseret på målinger.

Parcelhuse

2 voksne og 2 børn

	Antal tapninger	Tapninger pr. dag	Flow [L/min]	Forbrug [L]	Temperatur [°C]	Varighed [mm:ss]
KV	687	32,7	4,0	0,5	24,5	00:07
HV bad1	114	5,4	3,0	0,5	26,3	00:08
BR bad1	2	0,1	12,2	48,5	38,5	03:56
HV bad2	108	5,1	4,0	1,0	24,5	00:15
BR bad2	34	1,6	8,8	60,8	40,3	06:52
HV bryg.	42	2,0	2,9	1,2	26,9	00:24
OM*	11	0,9	2,4	10,0	17,8	180:00
VM*	8	0,6	9,2	48,0	18,0	60:00

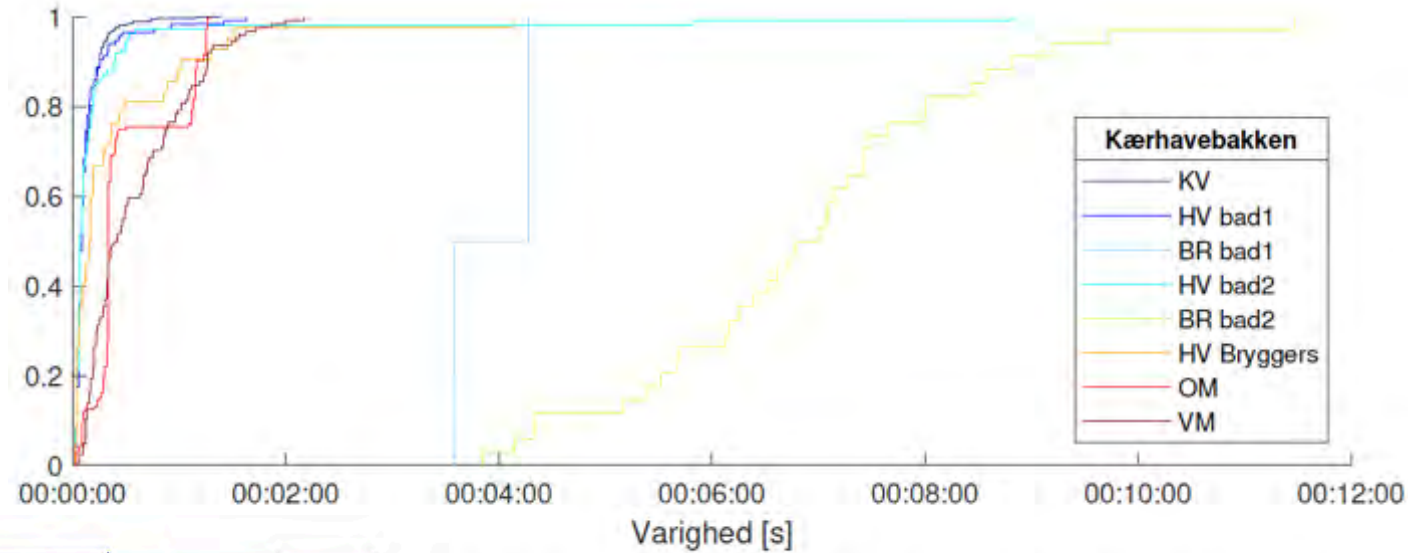
2 voksne (ungt par)

	Antal tapninger	Tapninger pr. dag	Flow [L/min]	Forbrug [L]	Temperatur [°C]	Varighed [mm:ss]
KV	306	10,9	5,1	0,9	29,3	00:10
HV bad1	27	0,9	3,7	0,4	25,6	00:07
BR bad1	-	-	-	-	-	-
HV bad2	348	12,4	4,3	0,7	23,7	00:10
BR bad2	21	0,8	8,1	63,6	40,4	08:01
HV bryg.	14	0,5	4,6	0,5	23,3	00:06
OM*	8	0,1	2,7	3,0	16,8	180:00

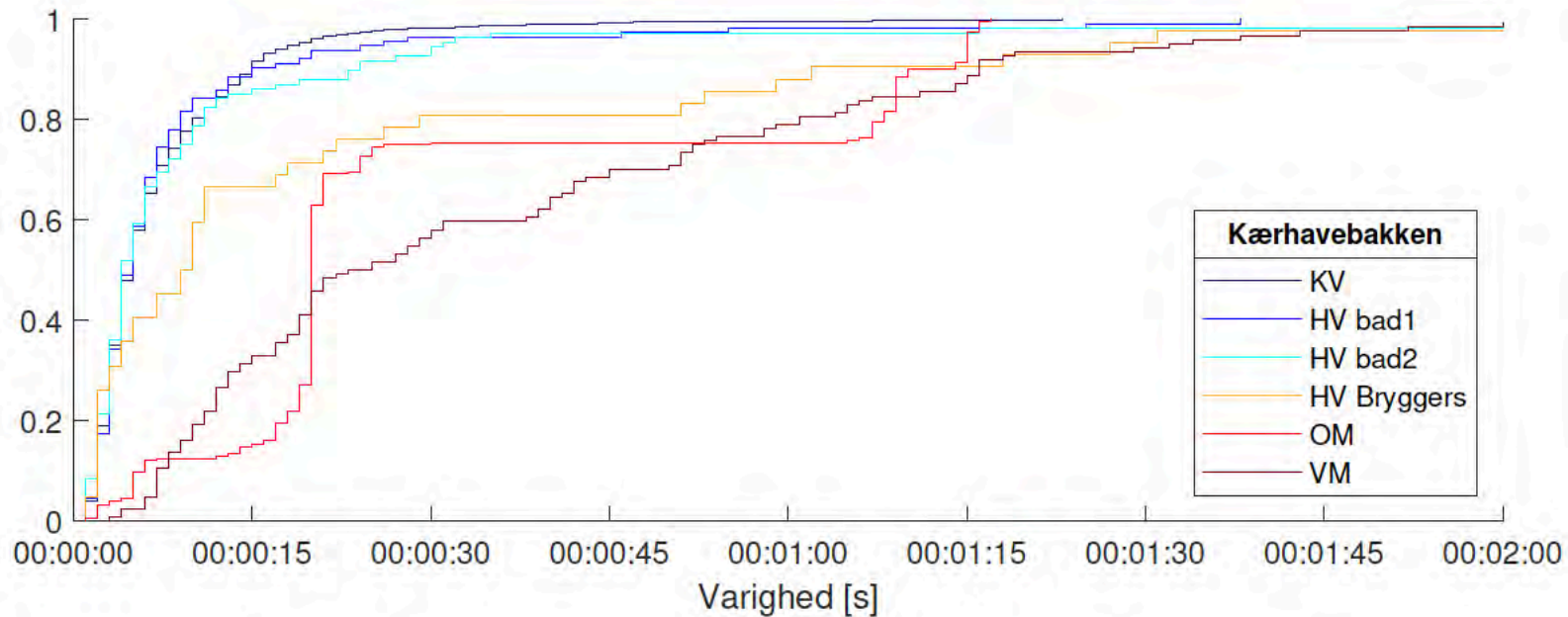
Parcelhuse – sammenligning med Be18

	Varmtvandsforbrug		
	[L/bolig/dag]	[L/pers./dag]	[L/m ² år]
Kærhavebakken	88	22	166
Kildebjerg Søvej	44	22	101
Petersborgvej	183	46	525
Litteraturstudie	[SBi 213, 2018] 164	[Jensen et al., 2011] 40	[Bygningsreglementet, 2018] 250

Tappetider

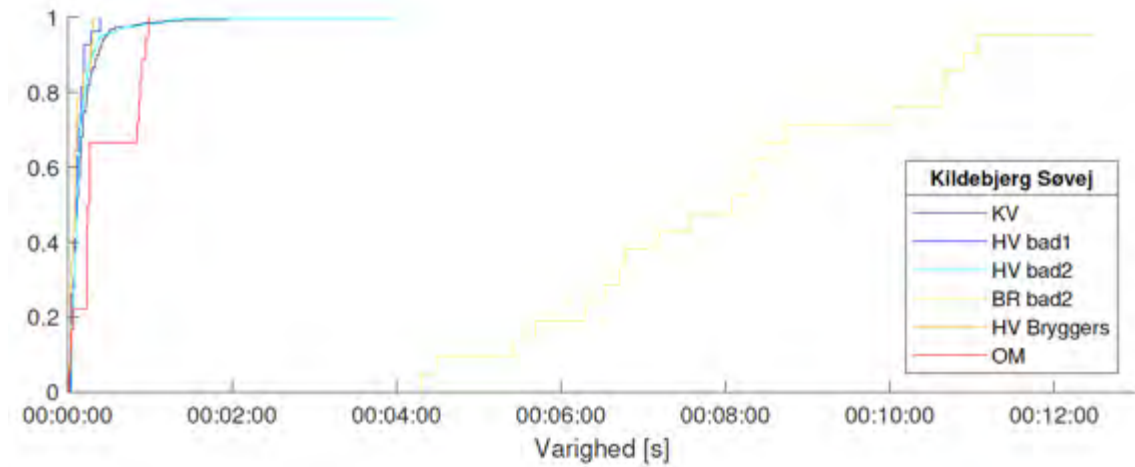


frekvens af tappevarigheden for alle tapsteder, Kærhavebakken.

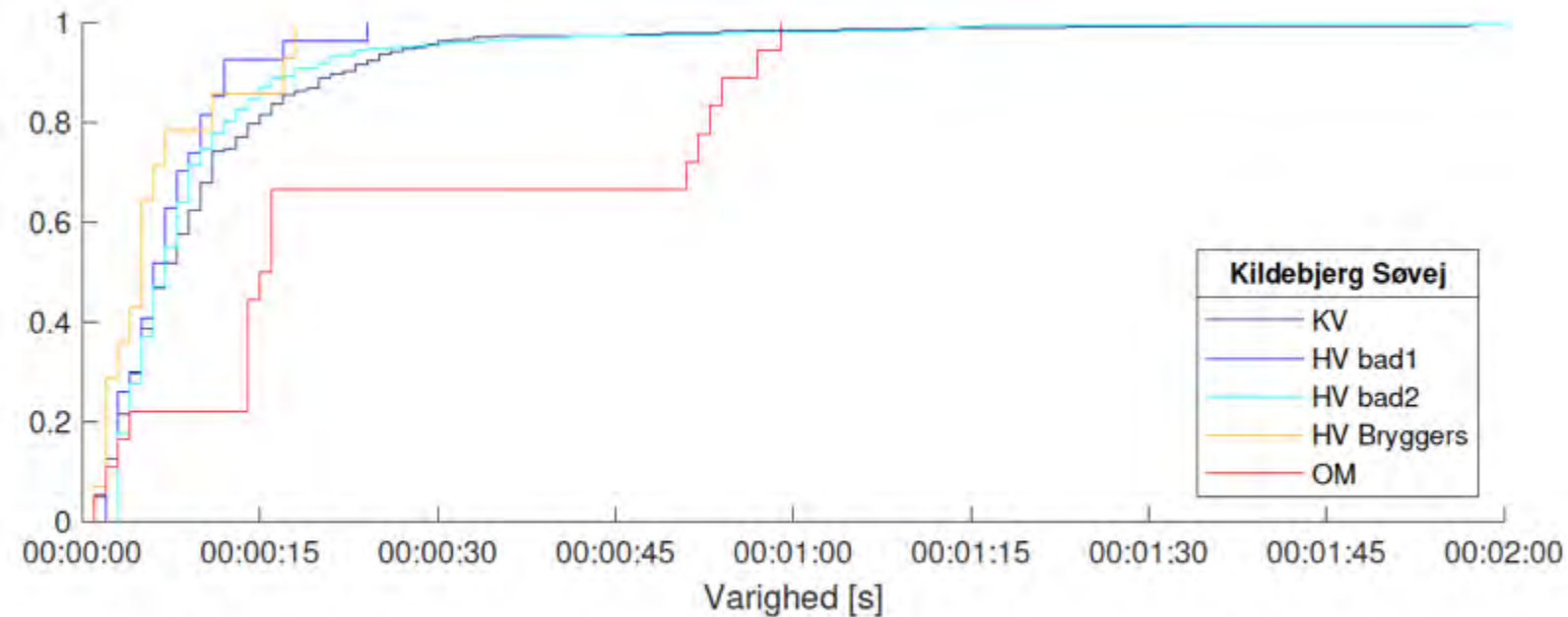


Figur 7.2: Kumuleret frekvens af tappevarigheden for tapsteder med taping under 2 min., Kærhavebakken.

Tappetider

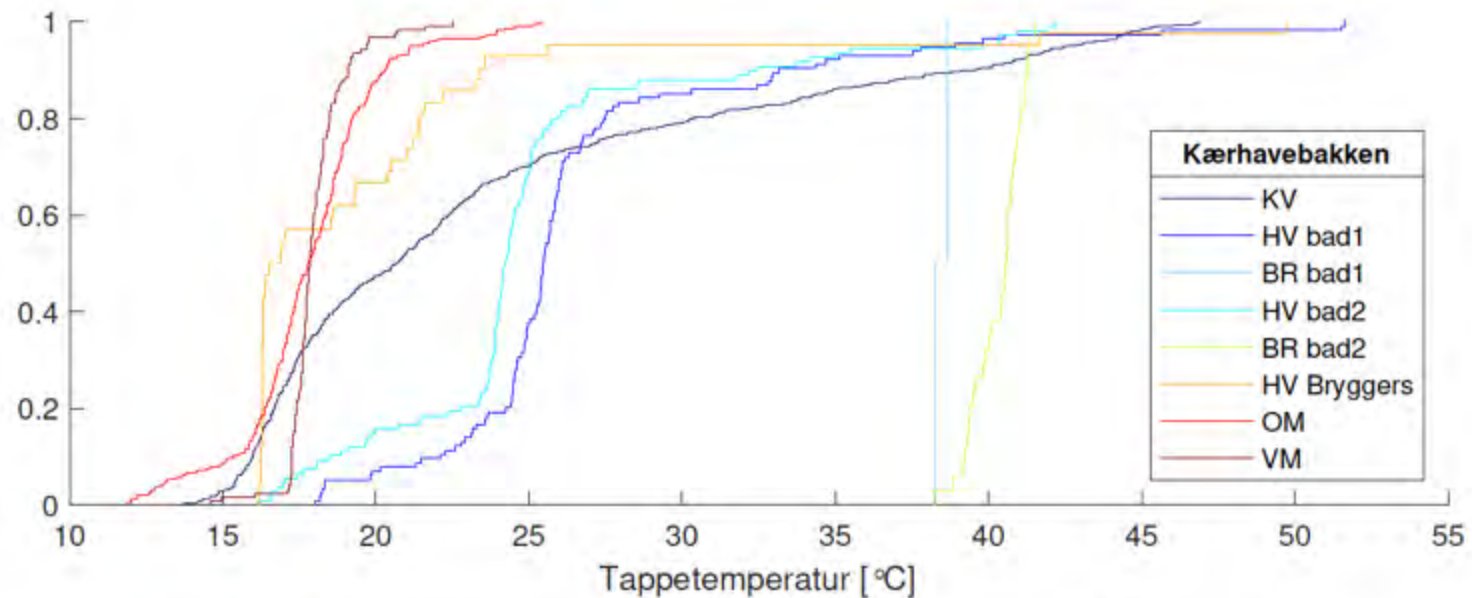


Figur 7.3: Kumuleret frekvens af tappevarigheden for alle tapsteder, Kildebjerg Søvej.

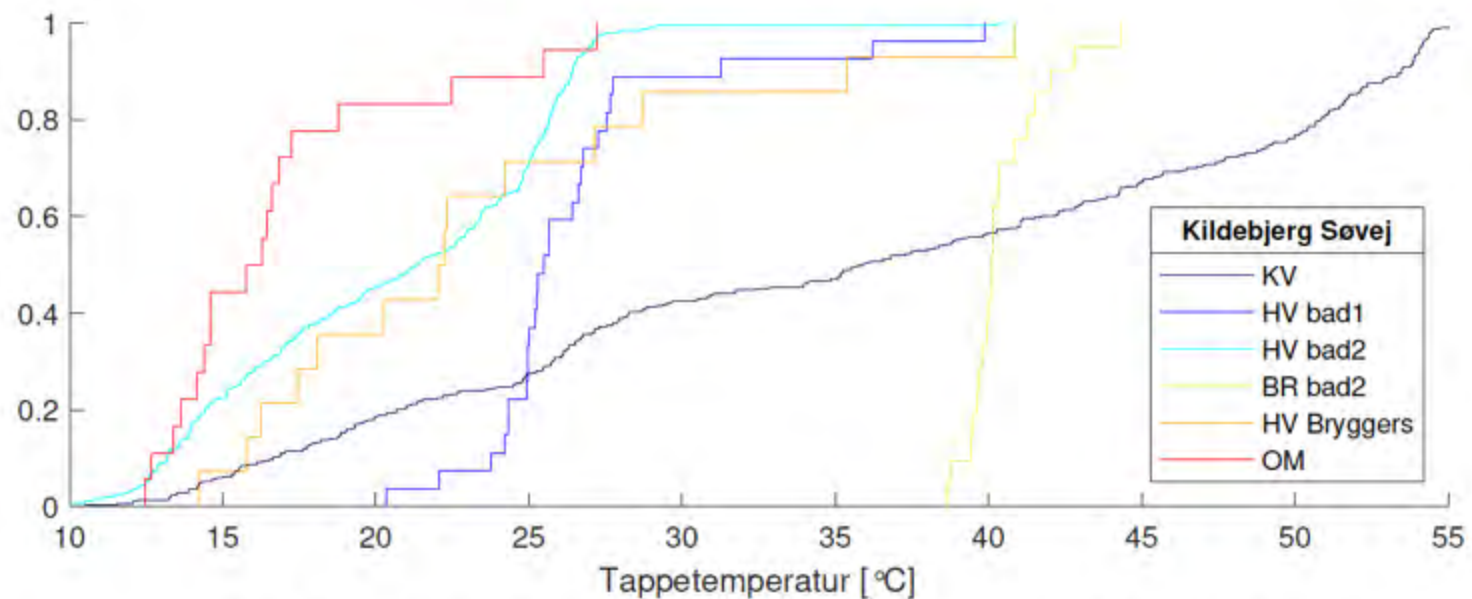


Figur 7.4: Kumuleret frekvens af tappevarigheden for tapsteder med varigheder under 2 min., Kildebjerg Søvej.

Tappe- temperatur

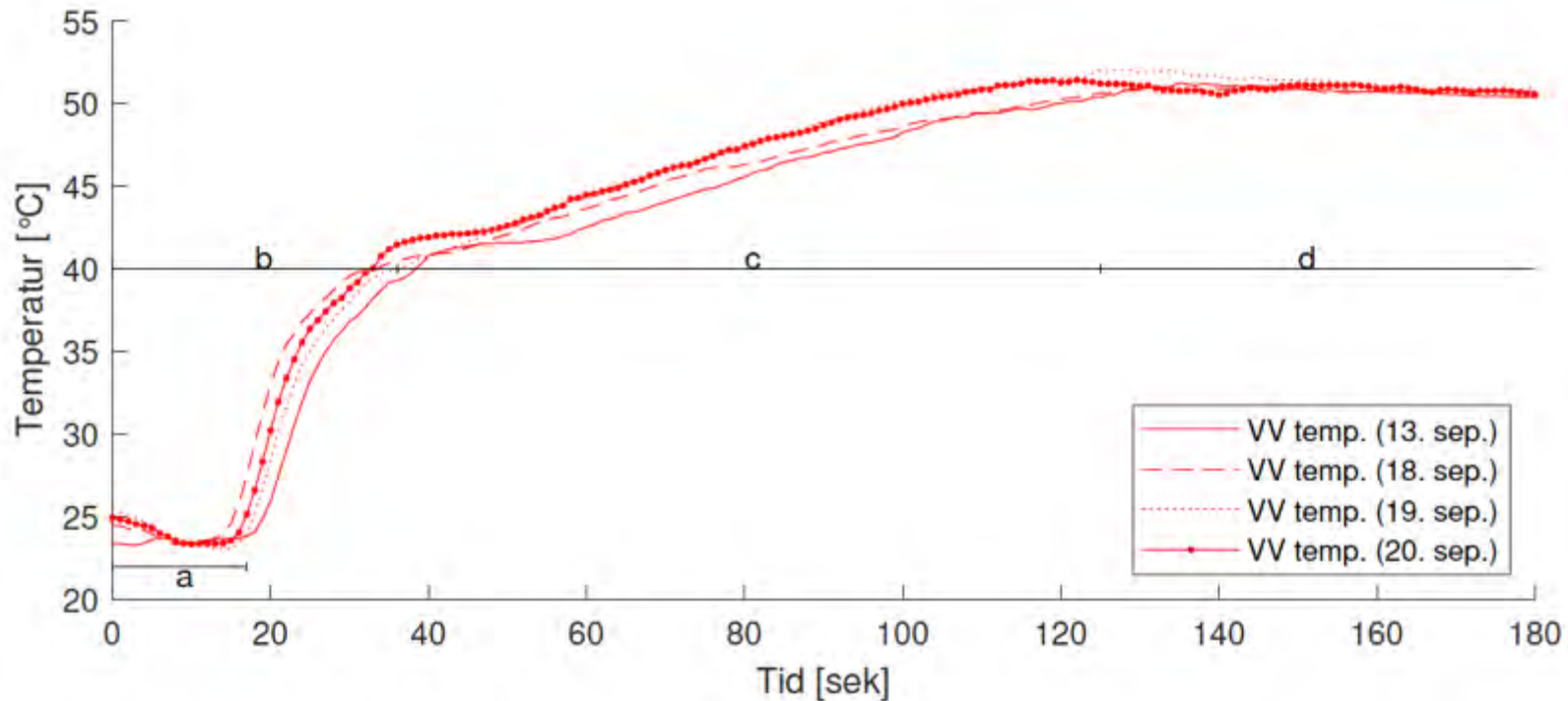


Figur 7.5: Kumuleret frekvens af tappetemperaturen for tapsteder, Kærhavebakken.



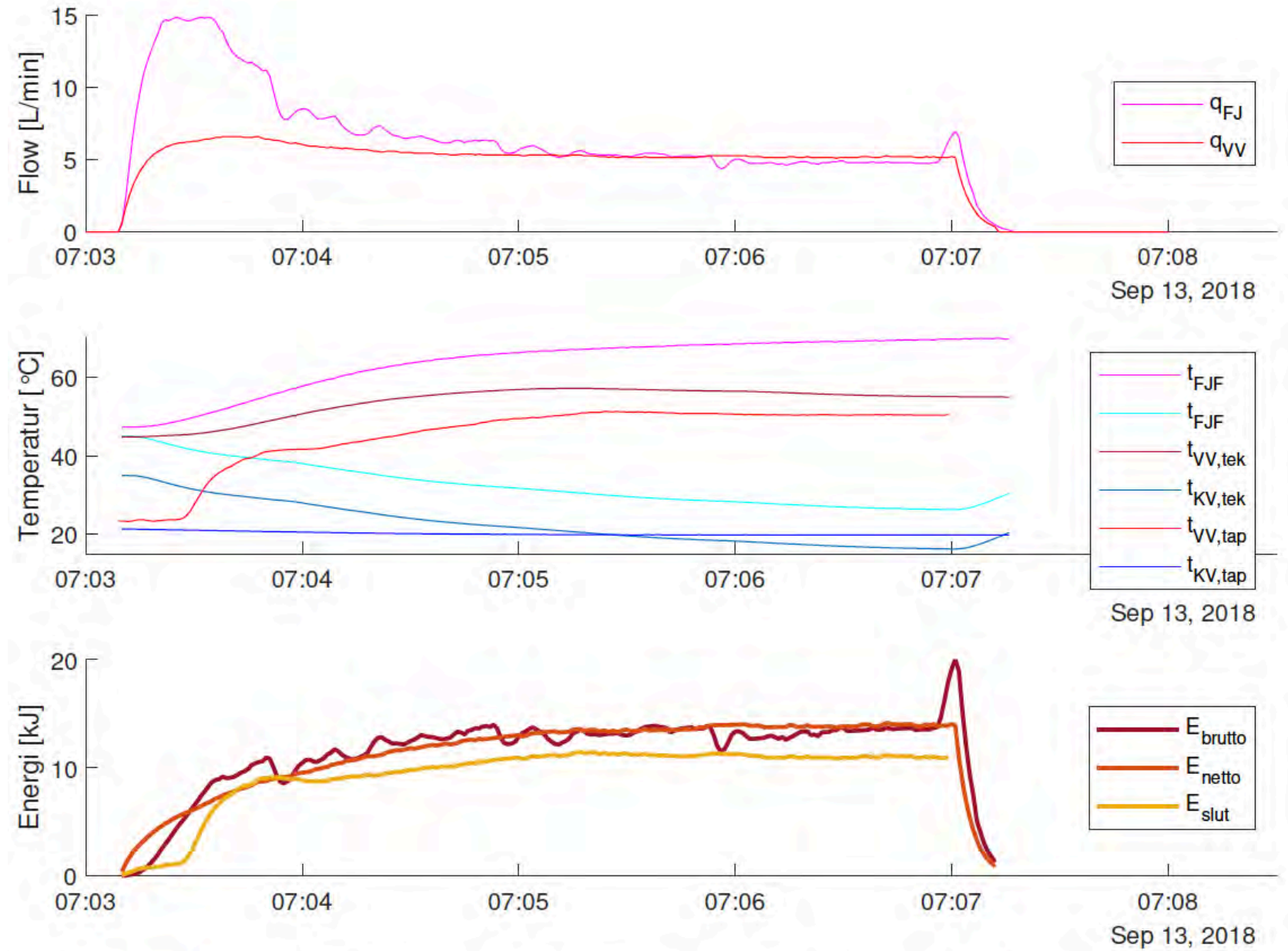
Figur 7.6: Kumuleret frekvens af tappetemperaturen for tapsteder, Kildebjerg Søvej.

Temperaturforløb - bad



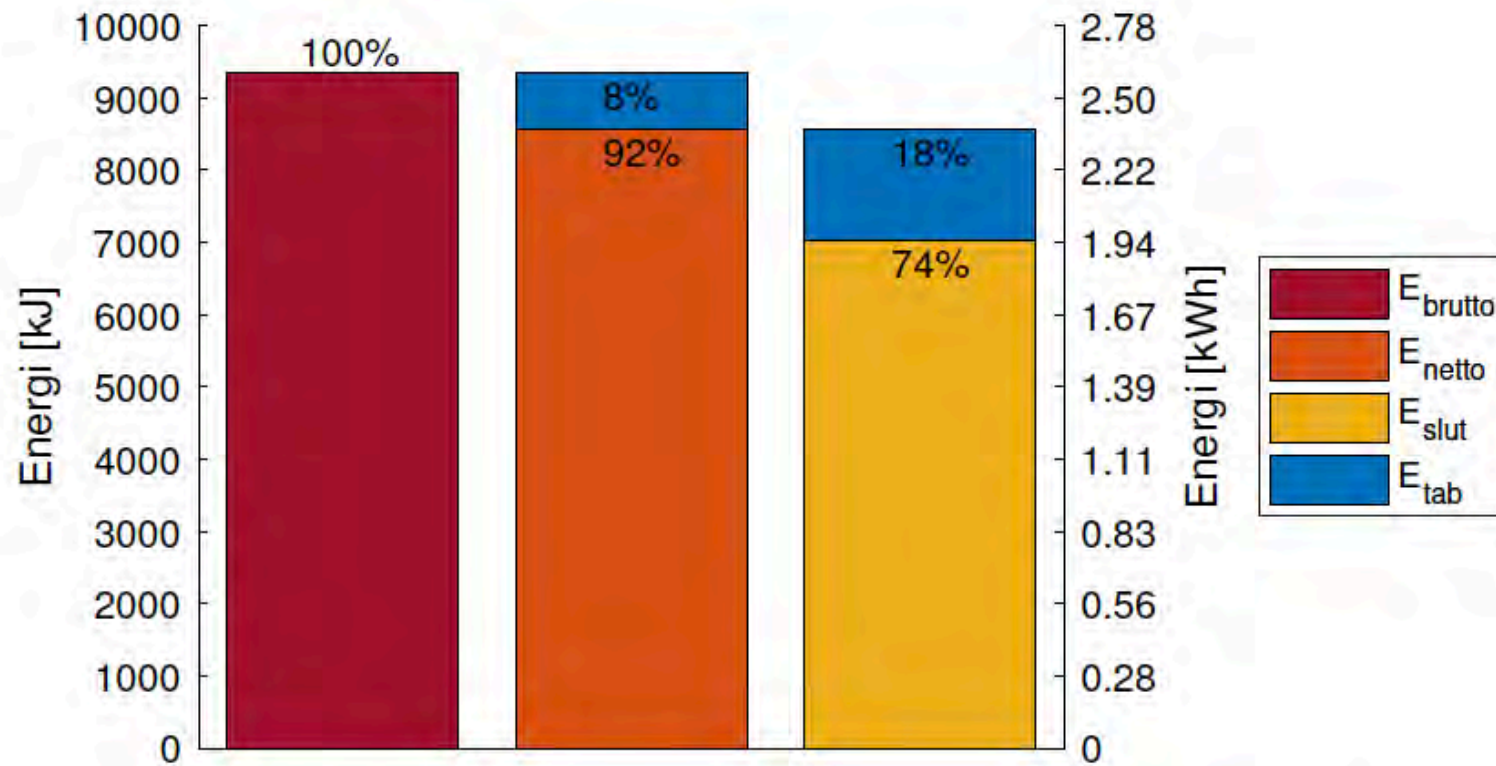
Figur 9.3: Startforløb for det første bad ved Kærhavebakken for fire dage. Indtegnet er gennemsnitstiden (a) på 17 sek., før varmtvandstemperaturen ændrer sig, den gennemsnitlige ventetid (b) på 36 sek., forløbet hvor varmtvandsrøret opvarmes (c) og forløbet med stationære forhold (d).

Teknikrum



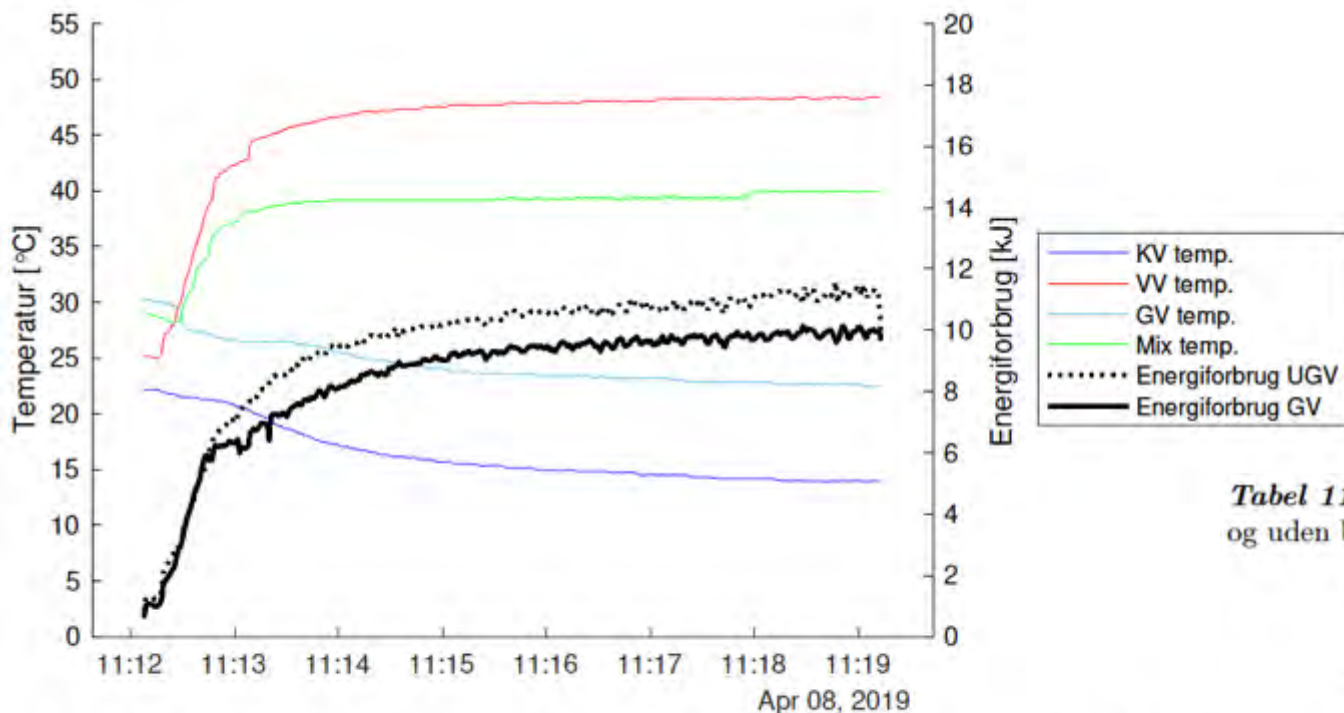
Figur 10.2: Tappe- og temperaturprofiler samt energiforbrug for hhv. E_{brutto} , E_{netto} og E_{slut} .

Tab - brugsvand

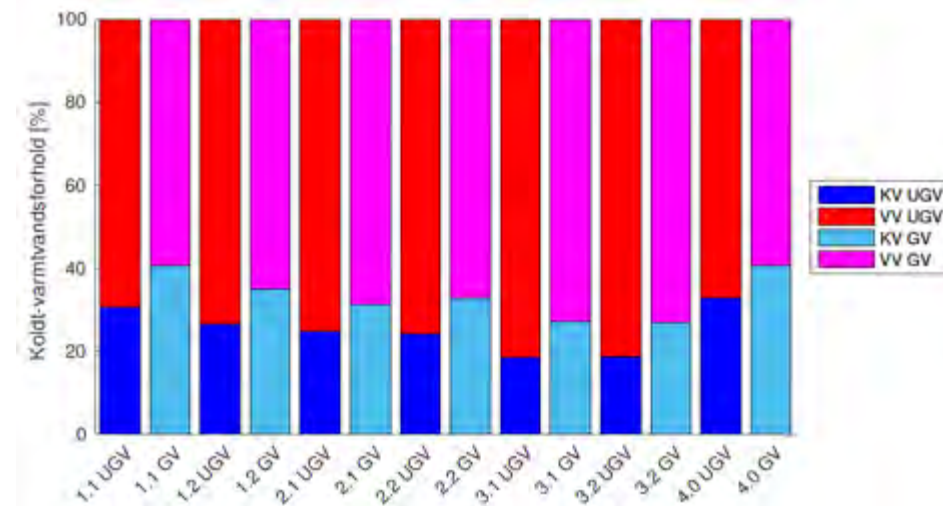


Figur 10.3: Gennemsnitlig fordeling af energiforbrug samt tab i brugsvandssystemet d. 13/09 for Kærhavebakken.

Varmegenvinding på brusebad



Figur 11.4: Nettoenergiforbrug til produktion af varmt vand i teknikrummet med og uden varmegenvinding for Test 2.2.



Figur 11.5: Oversigt over koldt-varmtvandsforhold for Test 1.1 - 4.0 med og uden brug af varmegenvinding.

Tabel 11.2: Oversigt over energiforbrug, besparelse og temperaturvirkningsgrad for alle tests med og uden brug af varmegenvinding.

Test	Energiforbrug UGV [kWh]	Energiforbrug GV [kWh]	Besparelse [%]	Temperaturvirkningsgrad [%]
1.1	0,55	0,47	14	33
1.2	0,59	0,52	11	31
2.1	0,61	0,56	9	32
2.2	0,62	0,55	11	34
3.1	0,34	0,30	11	36
3.2	0,34	0,31	10	36
4.0	0,38	0,34	11	32

Parcelhuse - opsummering

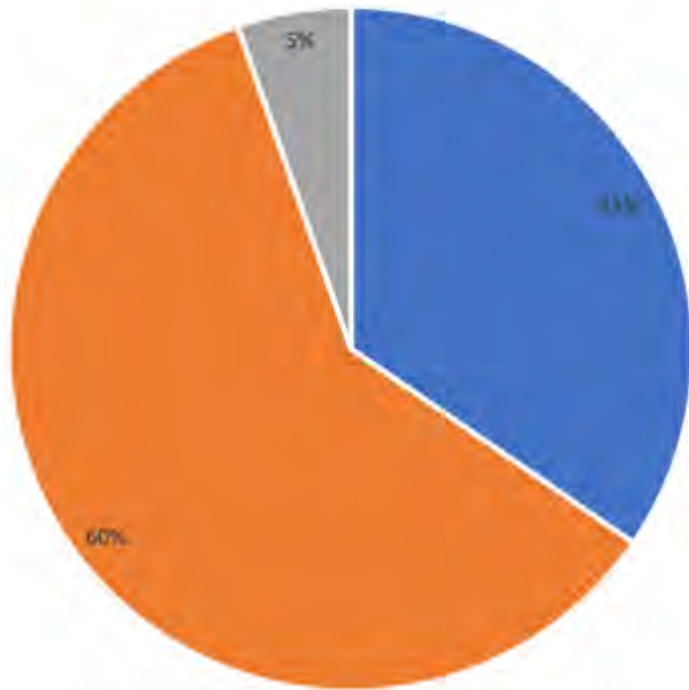
- Veksler er meget effekt – vigtigt med rigtig indregulering
- Tappetider er korte – typisk 5-15 s
- Det varme vand bliver sjældent rigtig varmt – typisk mindre end 25-30 C
- Varmtvandsforbruget afhænger primært af hvor meget der bades
- Badninger står for mere end 75% af det varme vand
- Moderne grundplaner med master bedroom og separat badeværelse resulterer i lange ventetider – op mod 40 s
- Selv uden cirkulation er der et energitap på ca. 25%
- Genvinding på brusebad kan spare ca. 10% af VBV til brusebad

Undervisning/kontor



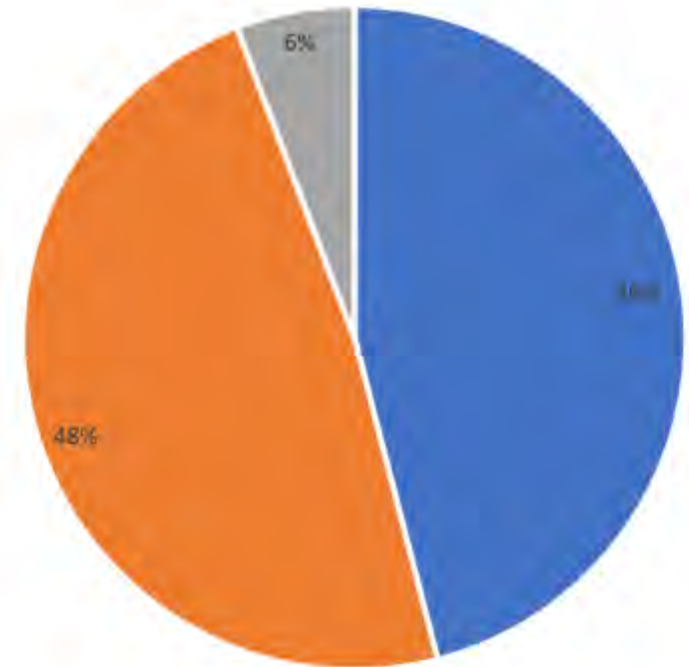
Estimeret fordeling af varmt brugsvand på tappestedstyper

Område 4



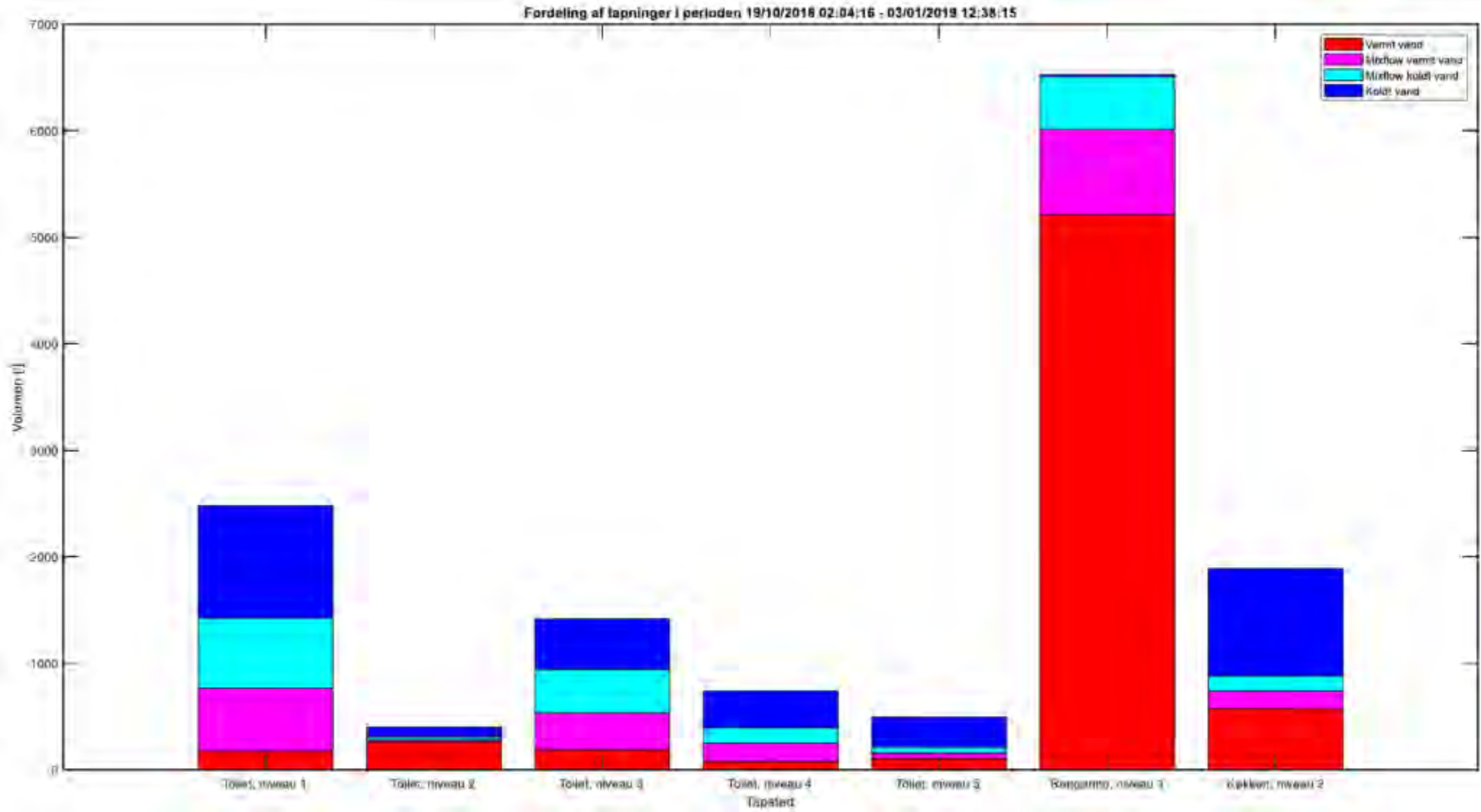
■ Håndvask ■ Rengøring ■ Køkken

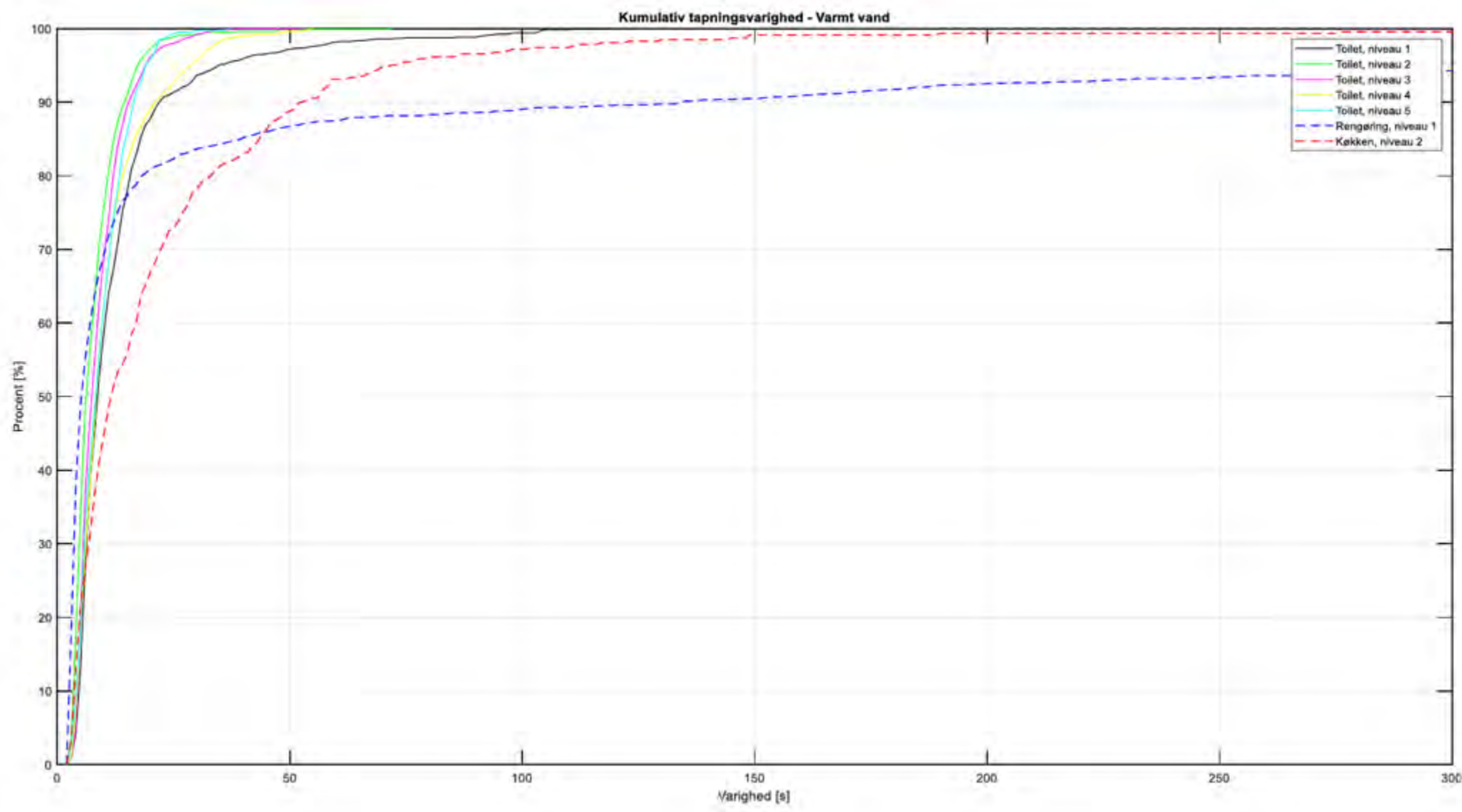
Område 5



■ Håndvask ■ Rengøring ■ Køkken

Tappedsteder





Kumulativ tapningsvarighed

Toilet, niveau 1

Toilet, niveau 2

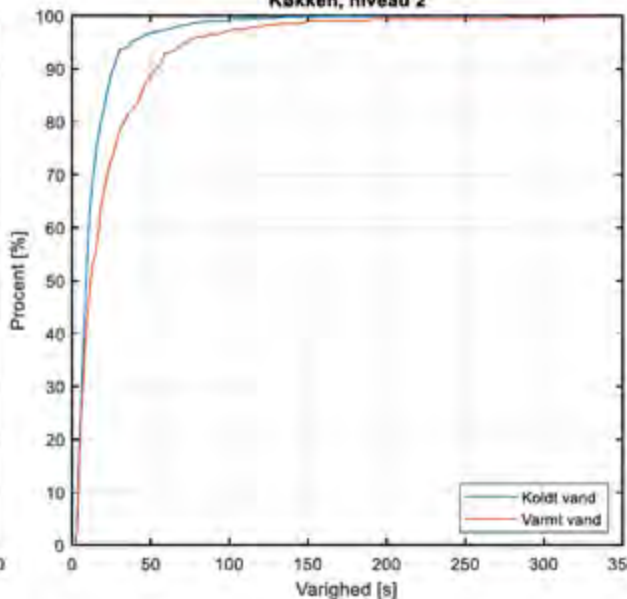
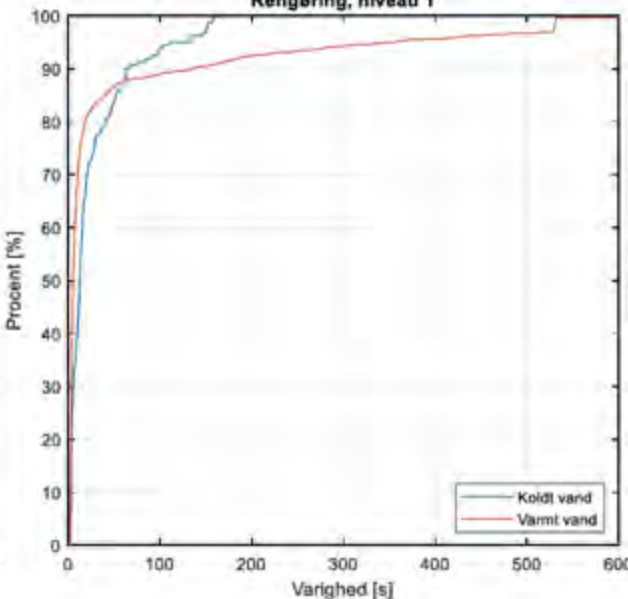
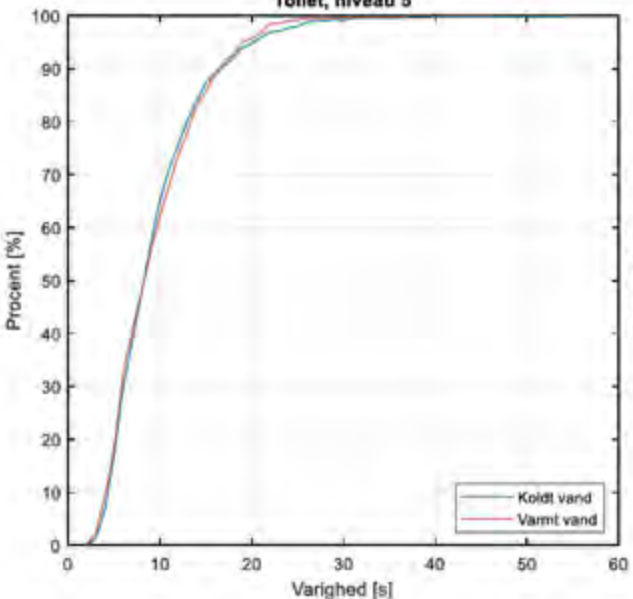
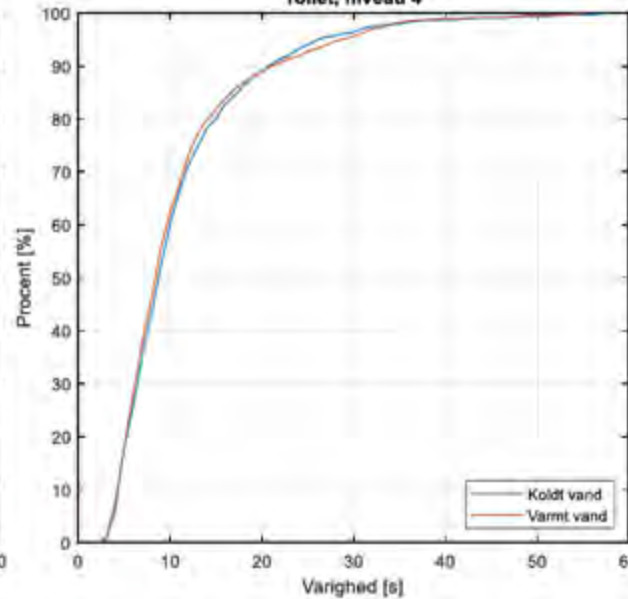
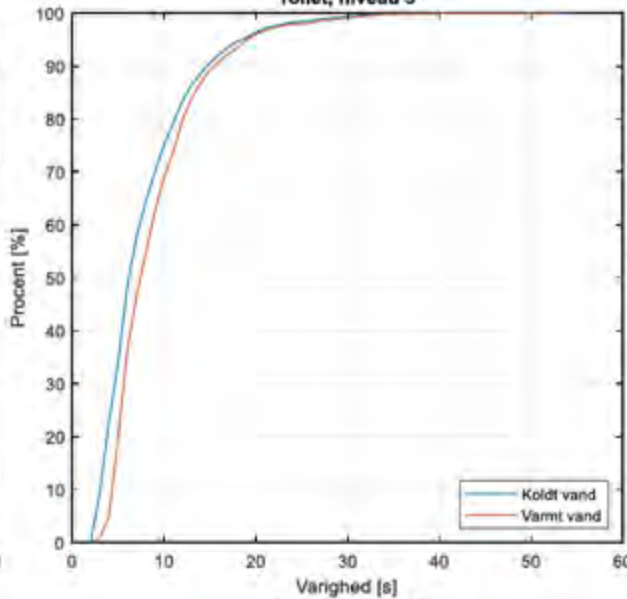
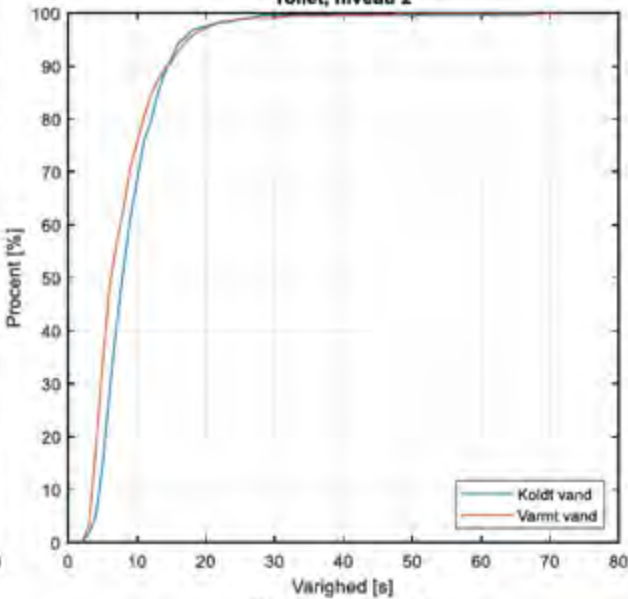
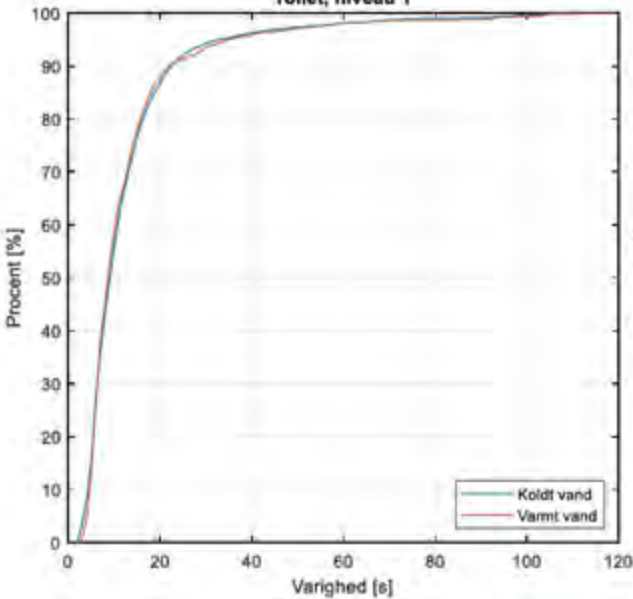
Toilet, niveau 3

Toilet, niveau 4

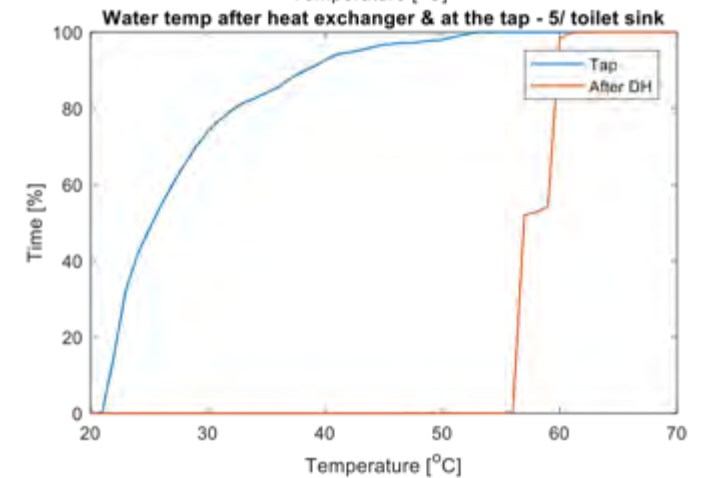
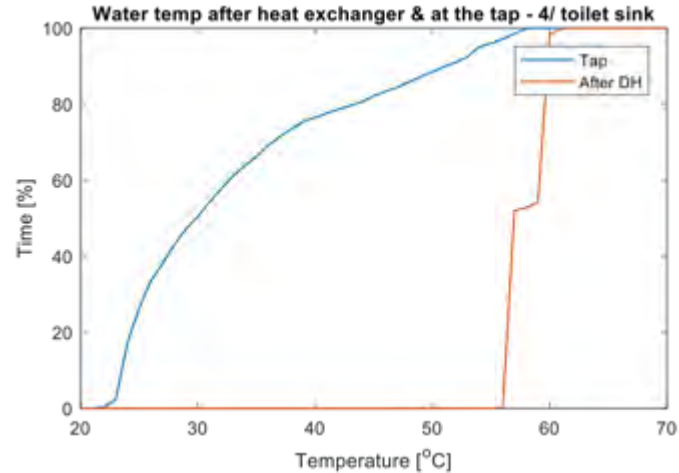
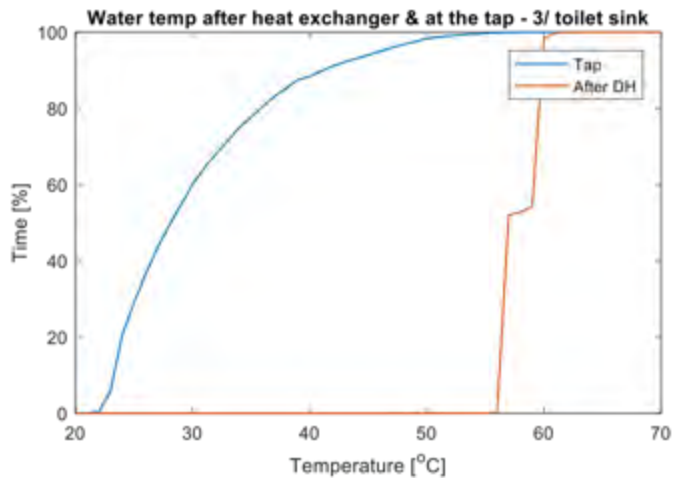
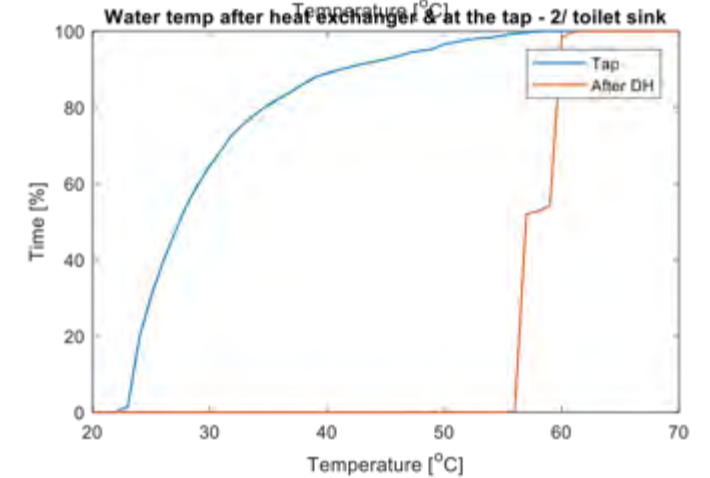
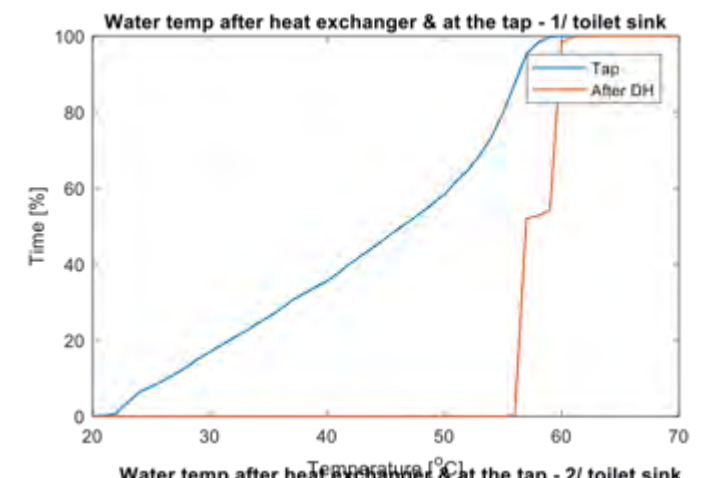
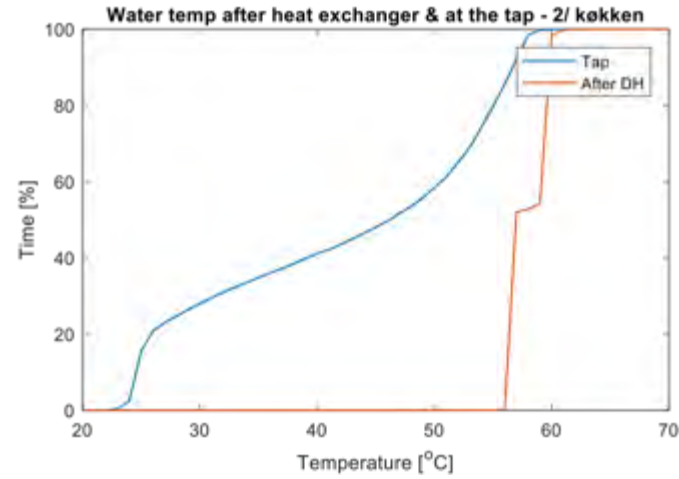
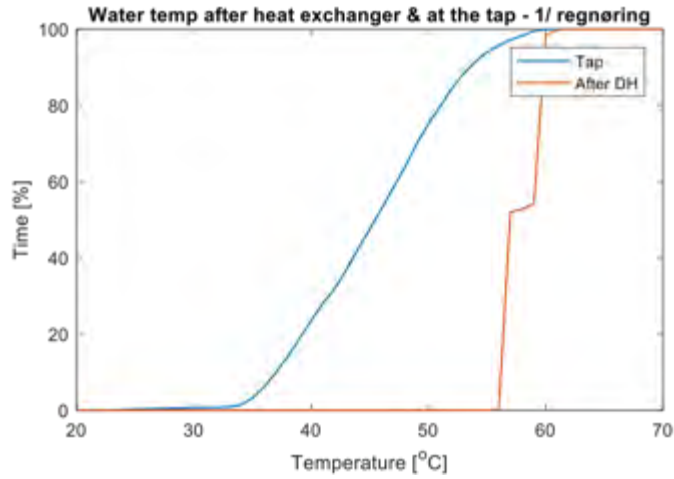
Toilet, niveau 5

Rengøring, niveau 1

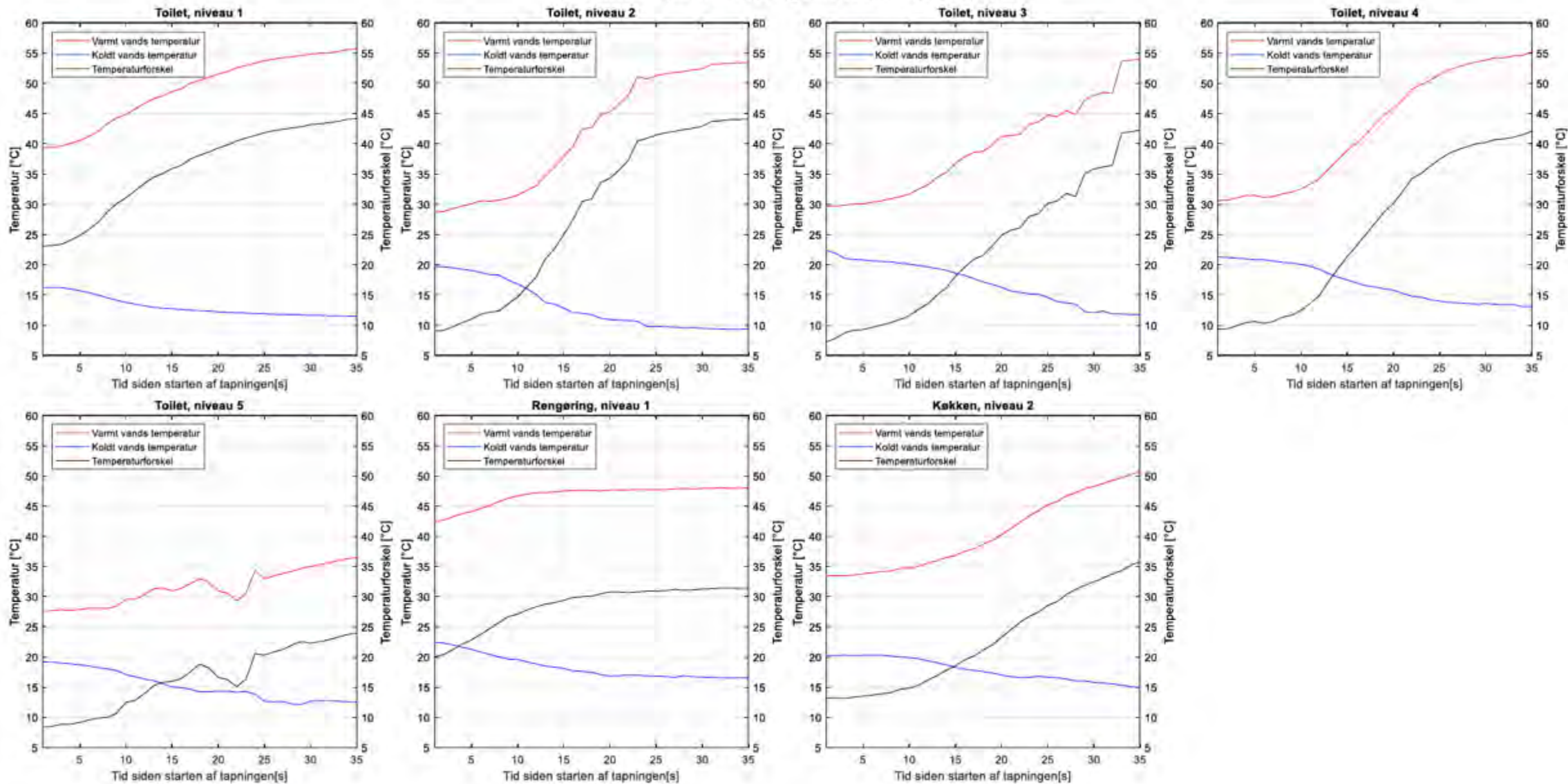
Køkken, niveau 2



Temperatur ved tappested

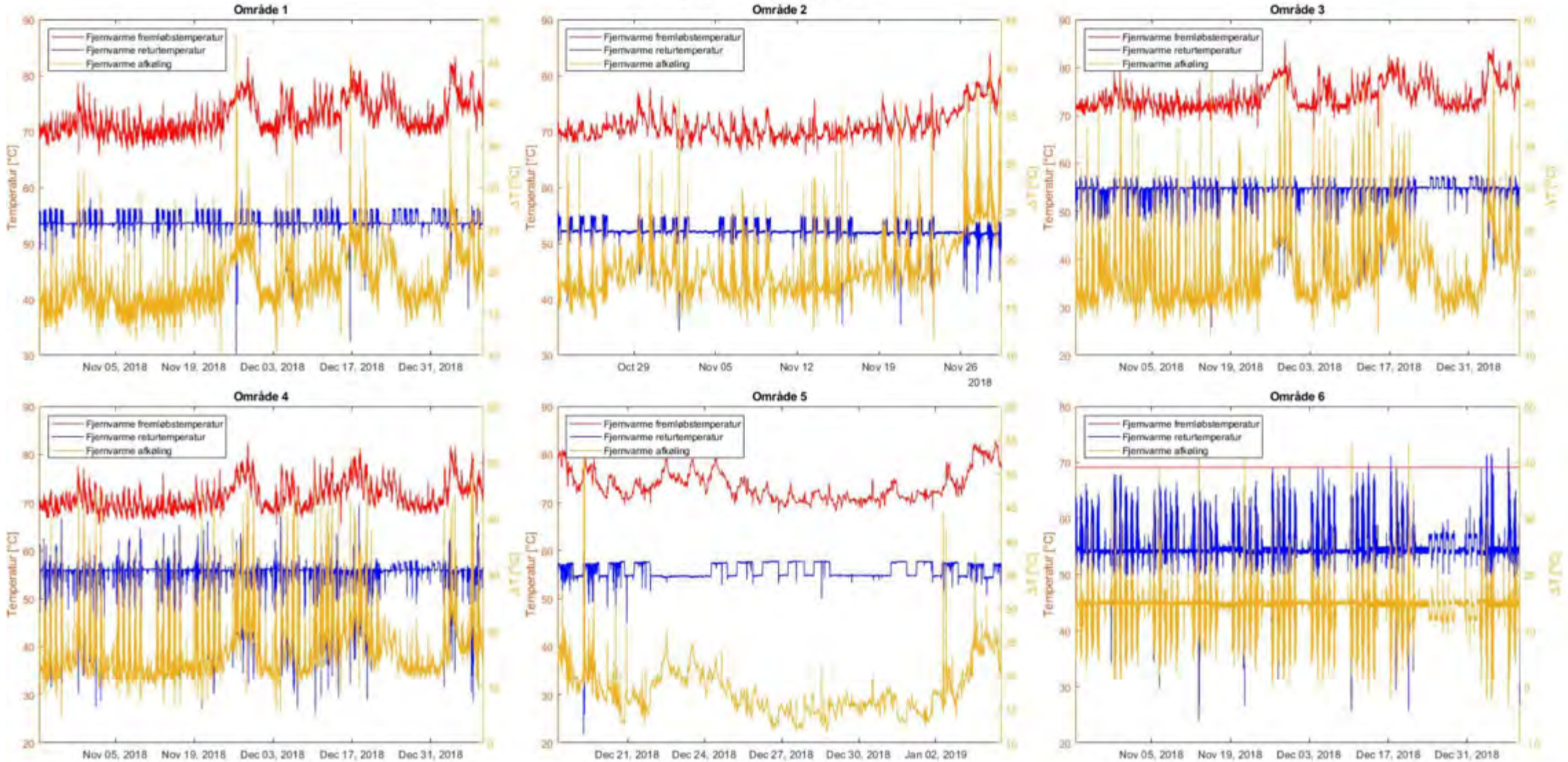


Gennemsnitstemperaturer af koldt og varmt vand & temperaturforskelle

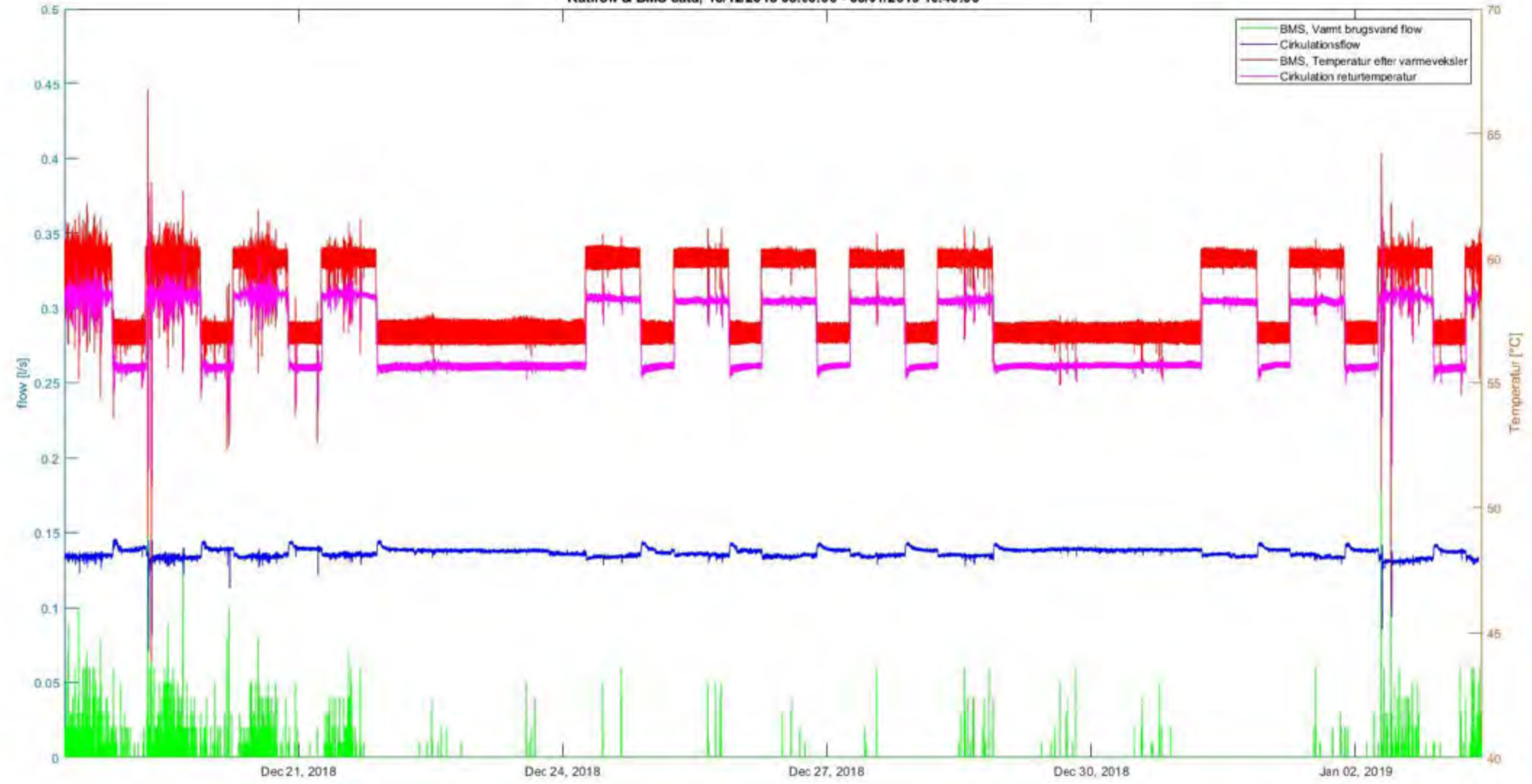


Teknikrum

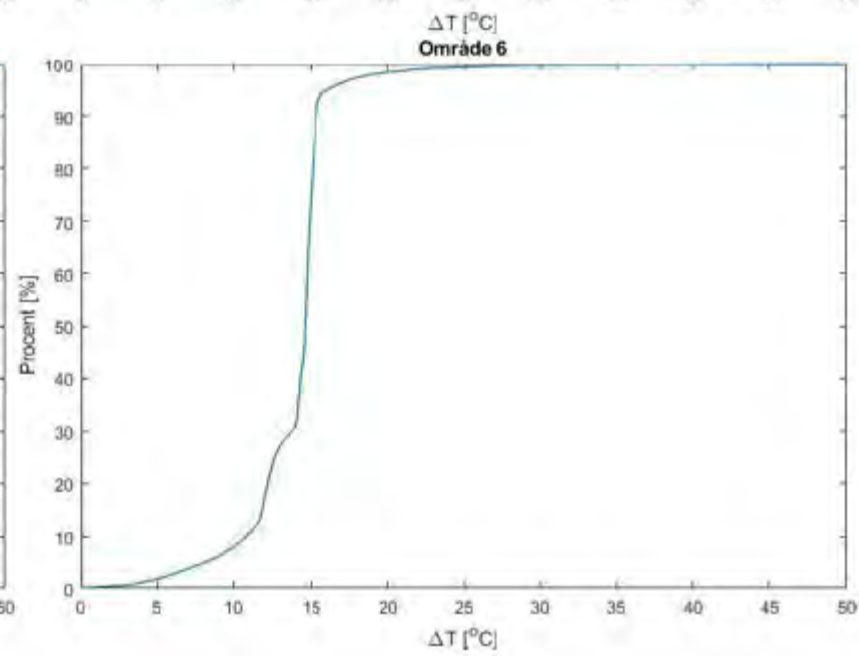
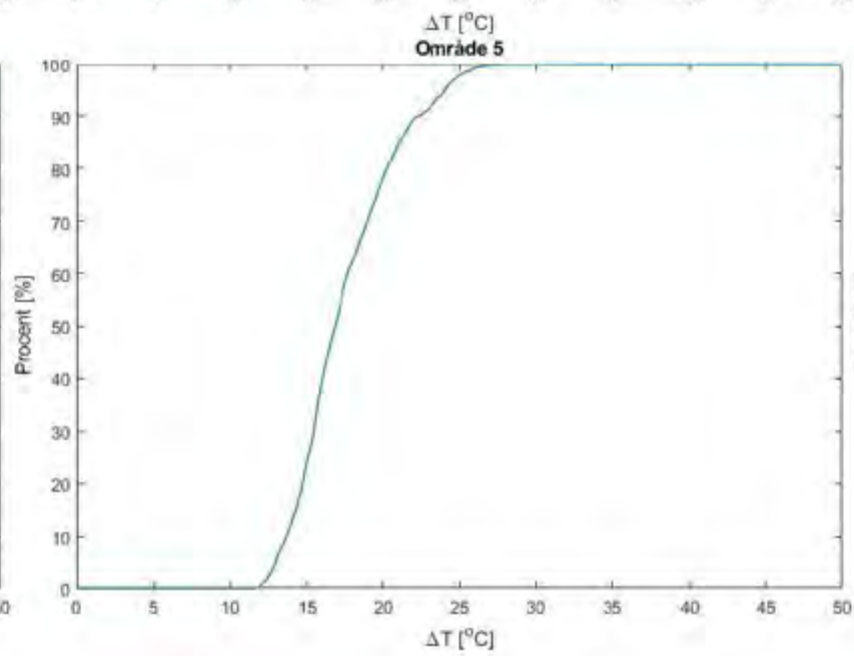
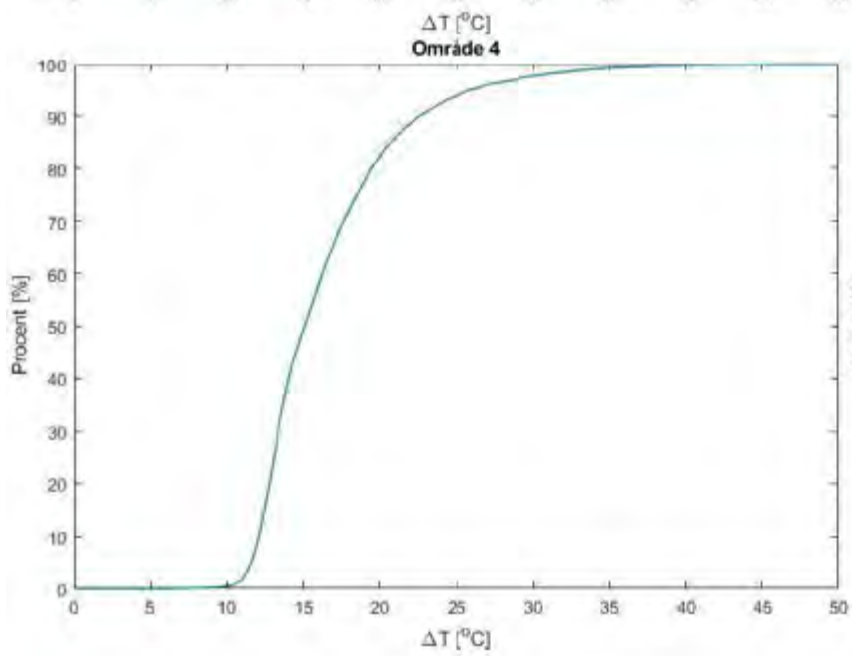
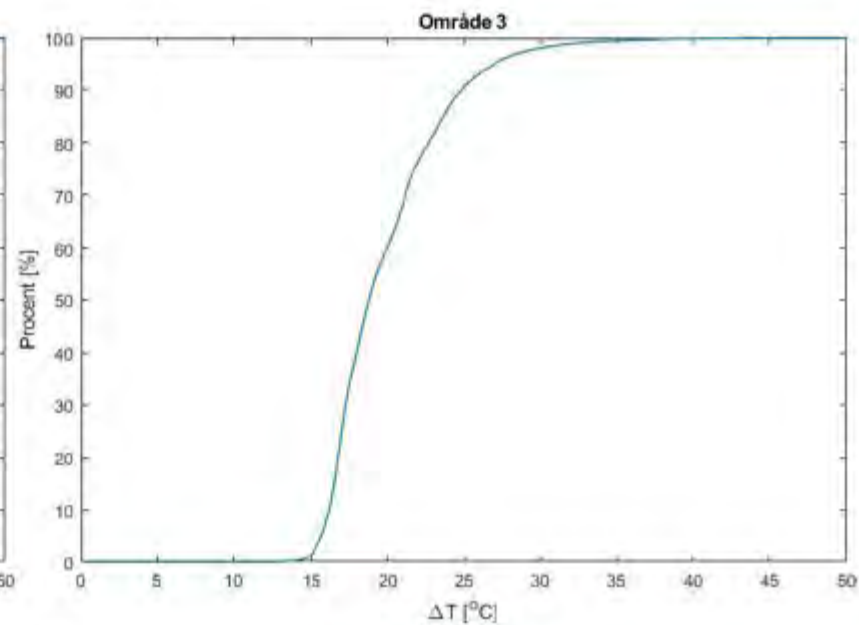
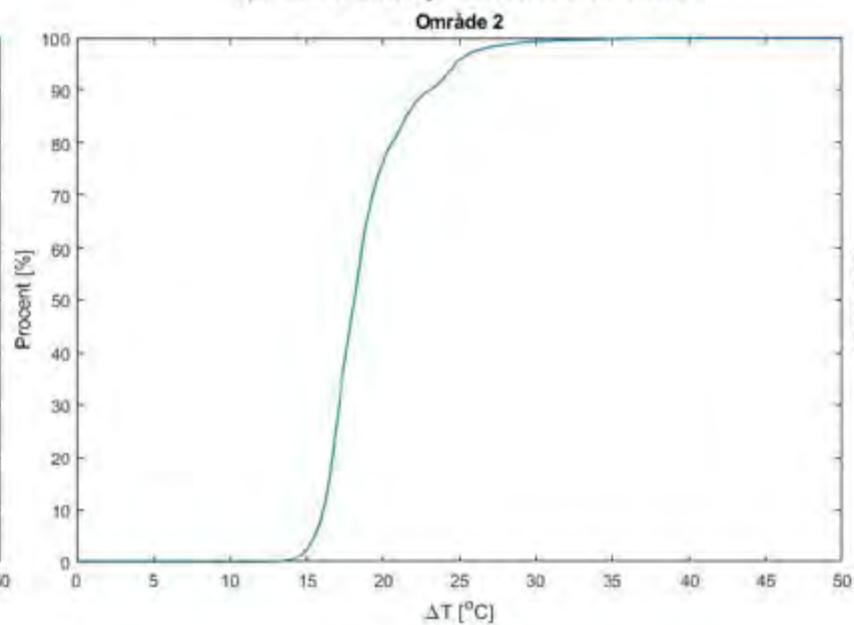
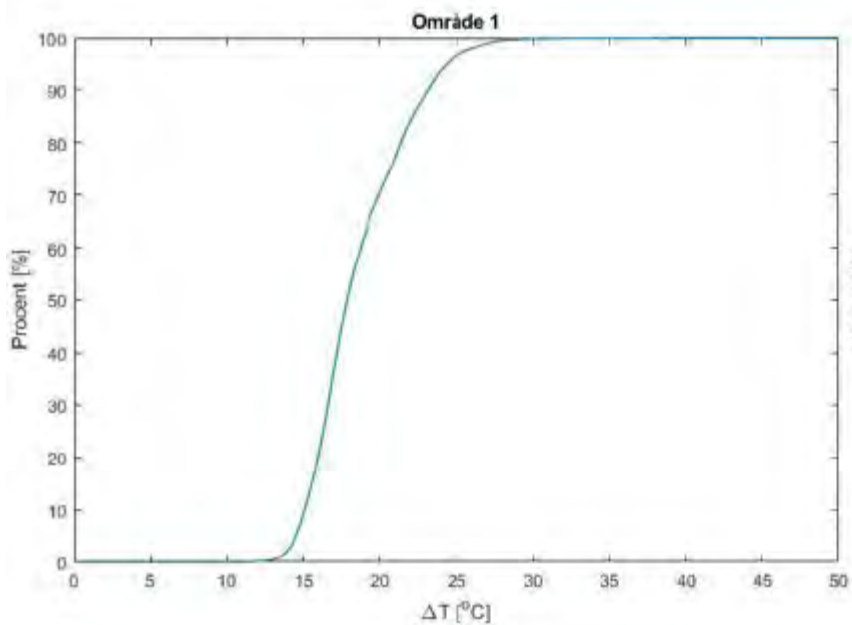
Fjernvarme afkøling i AAU Create



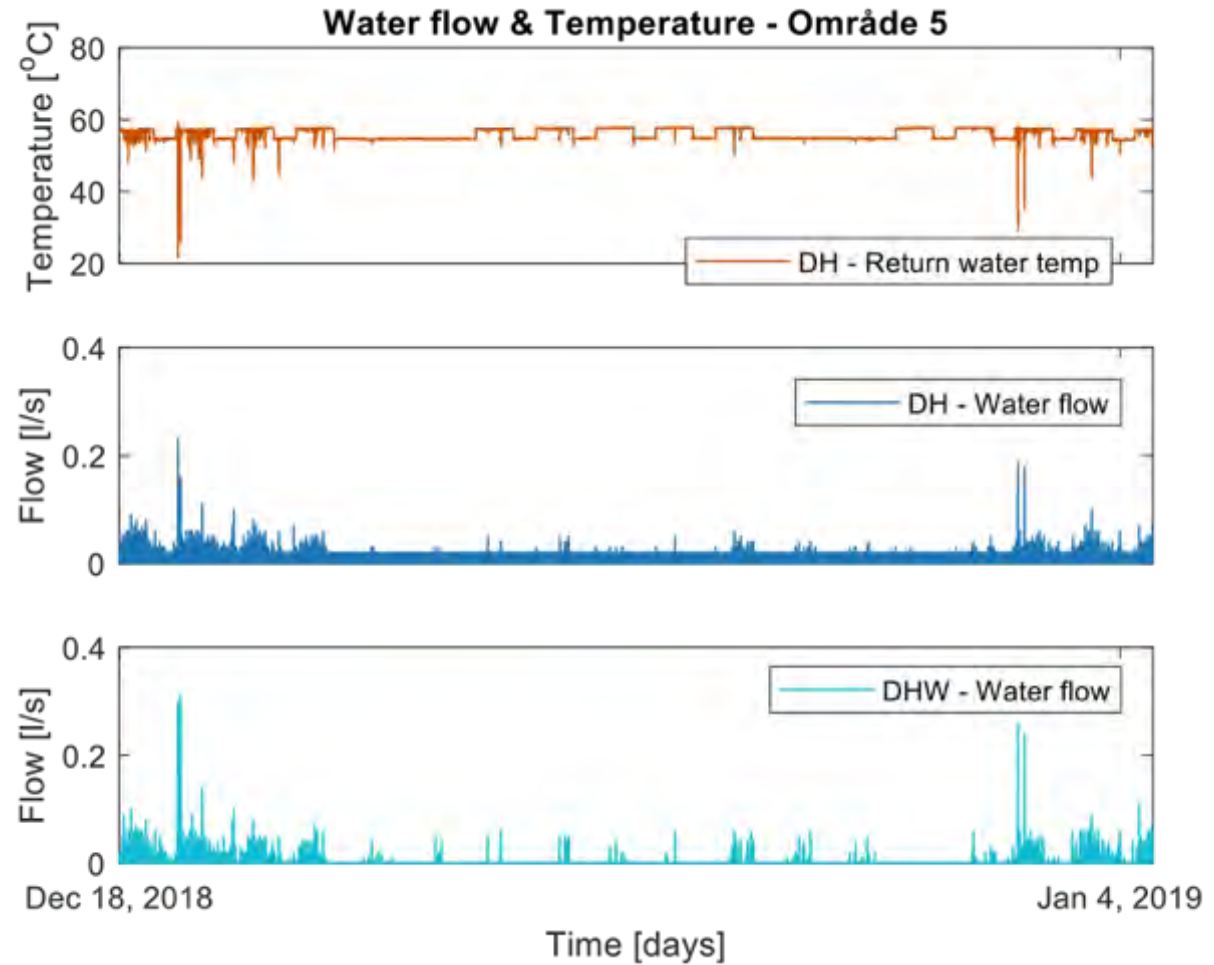
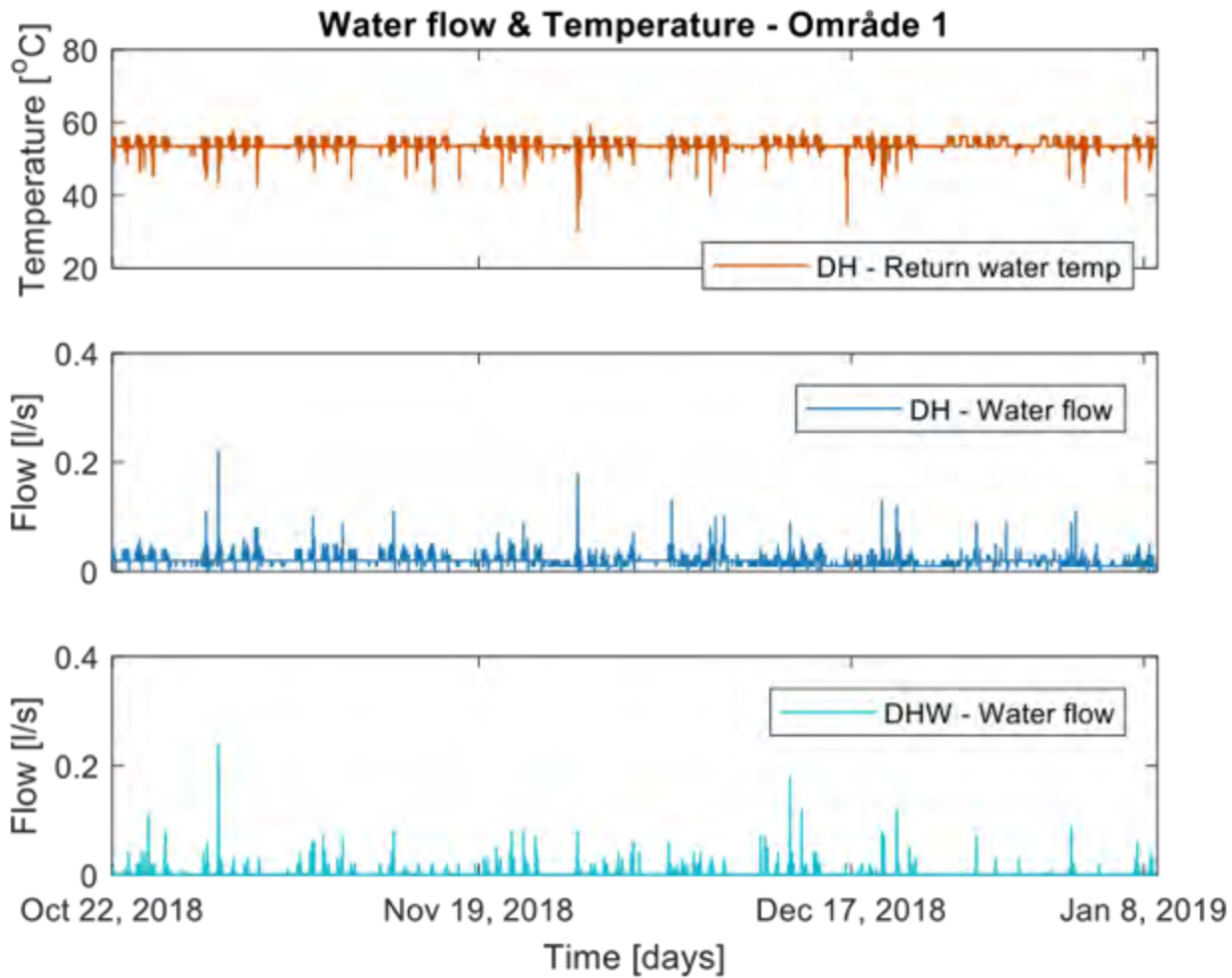
Katflow & BMS data, 18/12/2018 08:00:00 - 03/01/2019 10:40:00



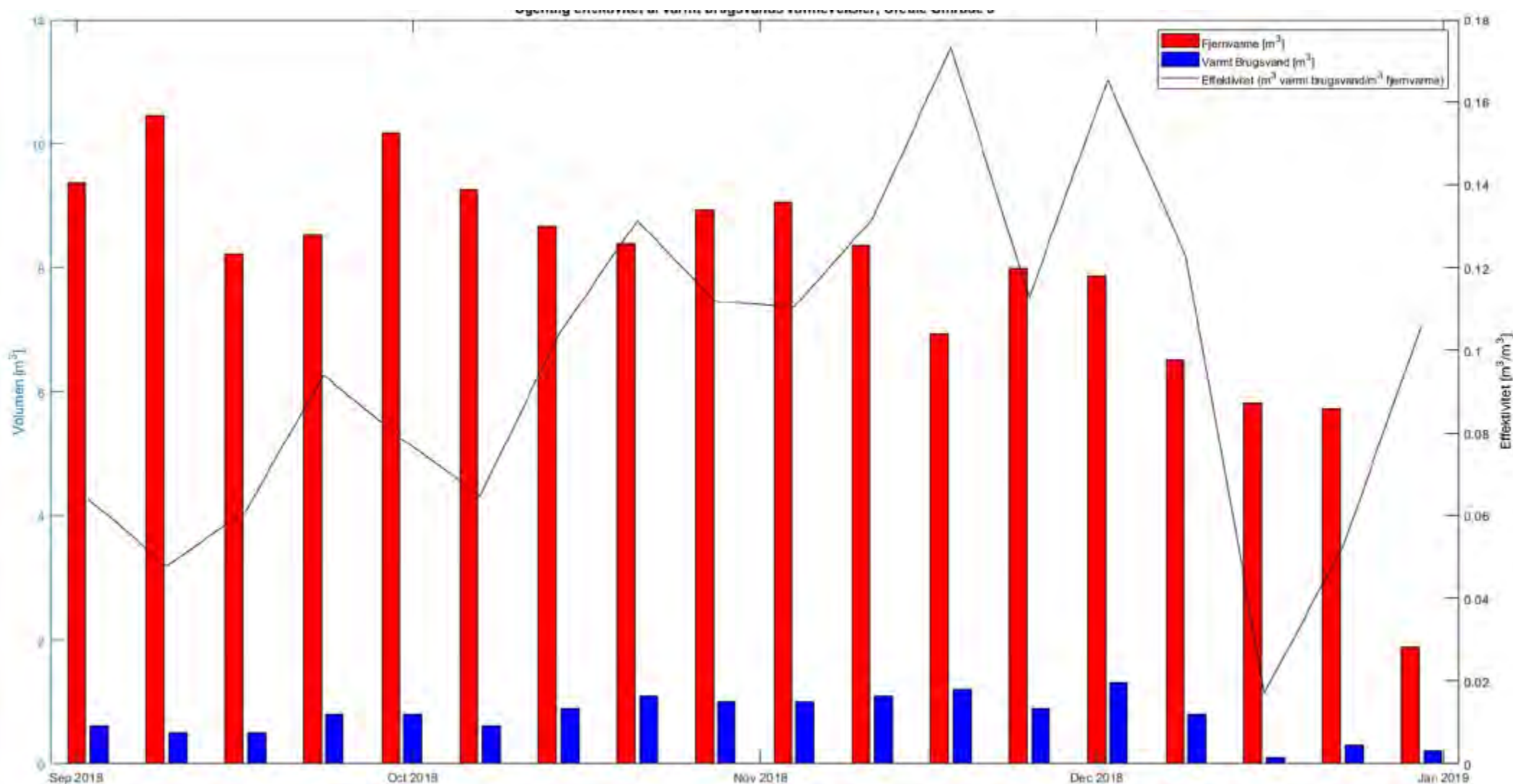
Fjernvarme afkøling i AAU Create, kumulativ



Veksler data

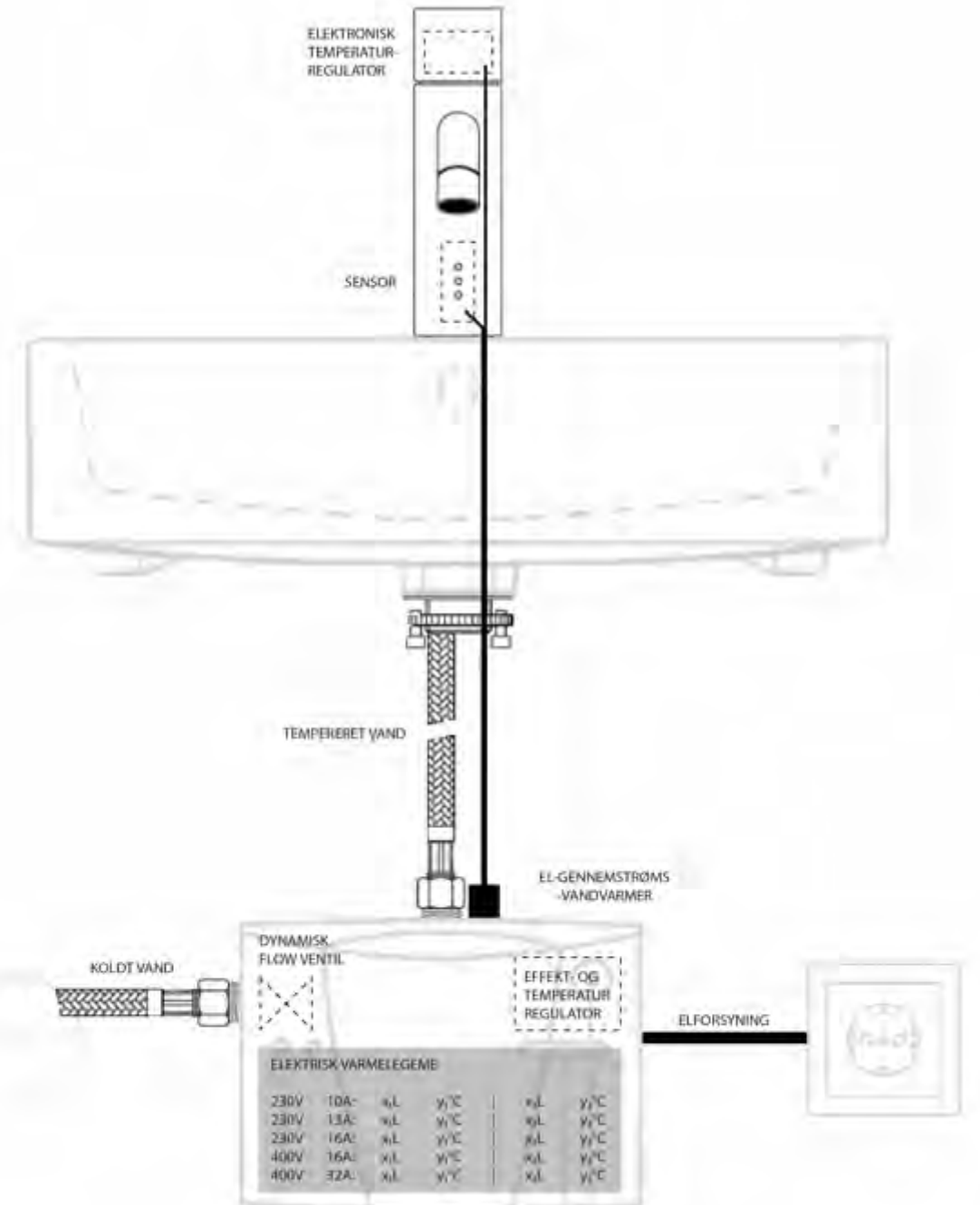


Veksler "virkningsgrad" på ugebasis



DS 439

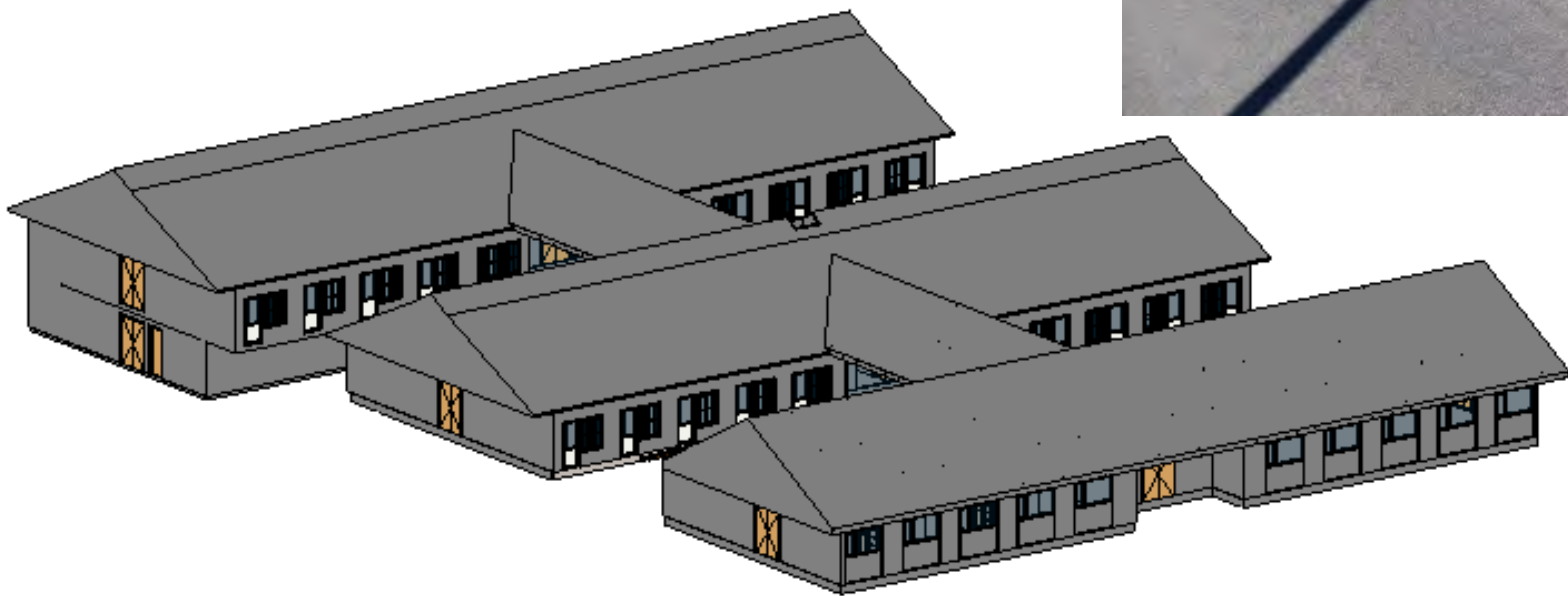
- Personlig hygiejne 40°C
- Opvask (køkken) 45°C
- Håndvaske ved toiletter ned til 30°C



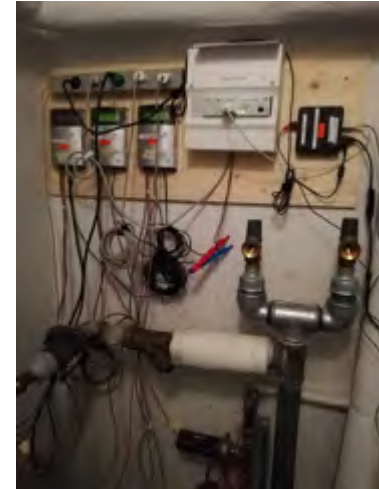
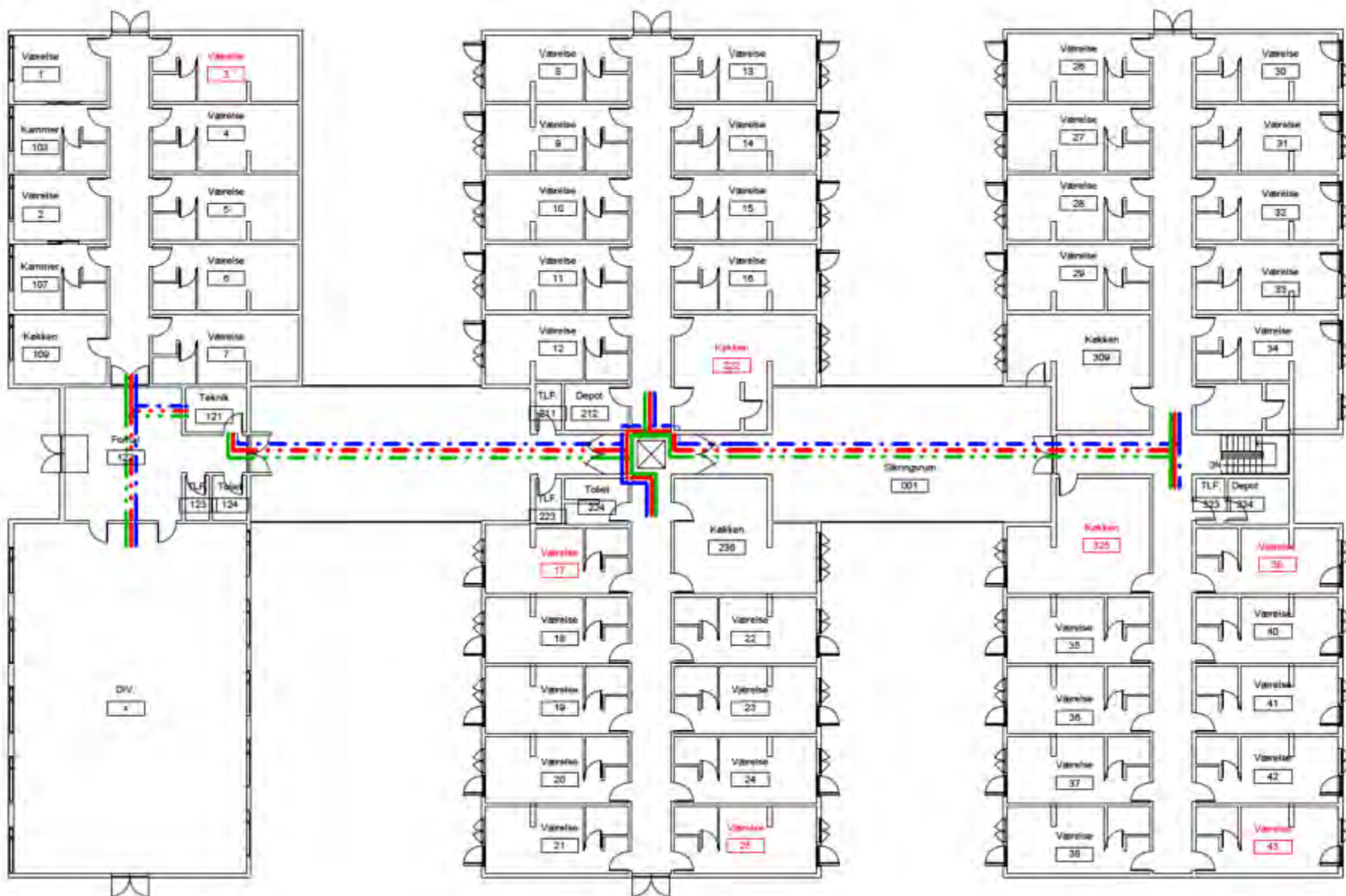
Undervisning/kontor - Opsummering

- Rengøring +50% af forbruget
- Håndvask ca. 1/3 af forbruget
- Tappetider (håndvask)
 - 70% kortere end 10 s
 - 90% kortere end 20 s
 - "åbningstid" – ca. 3-5 s
- Fjernvarmeafkøling 10 - 25 C
- Fjernvarme / brugsvand er en faktor 10

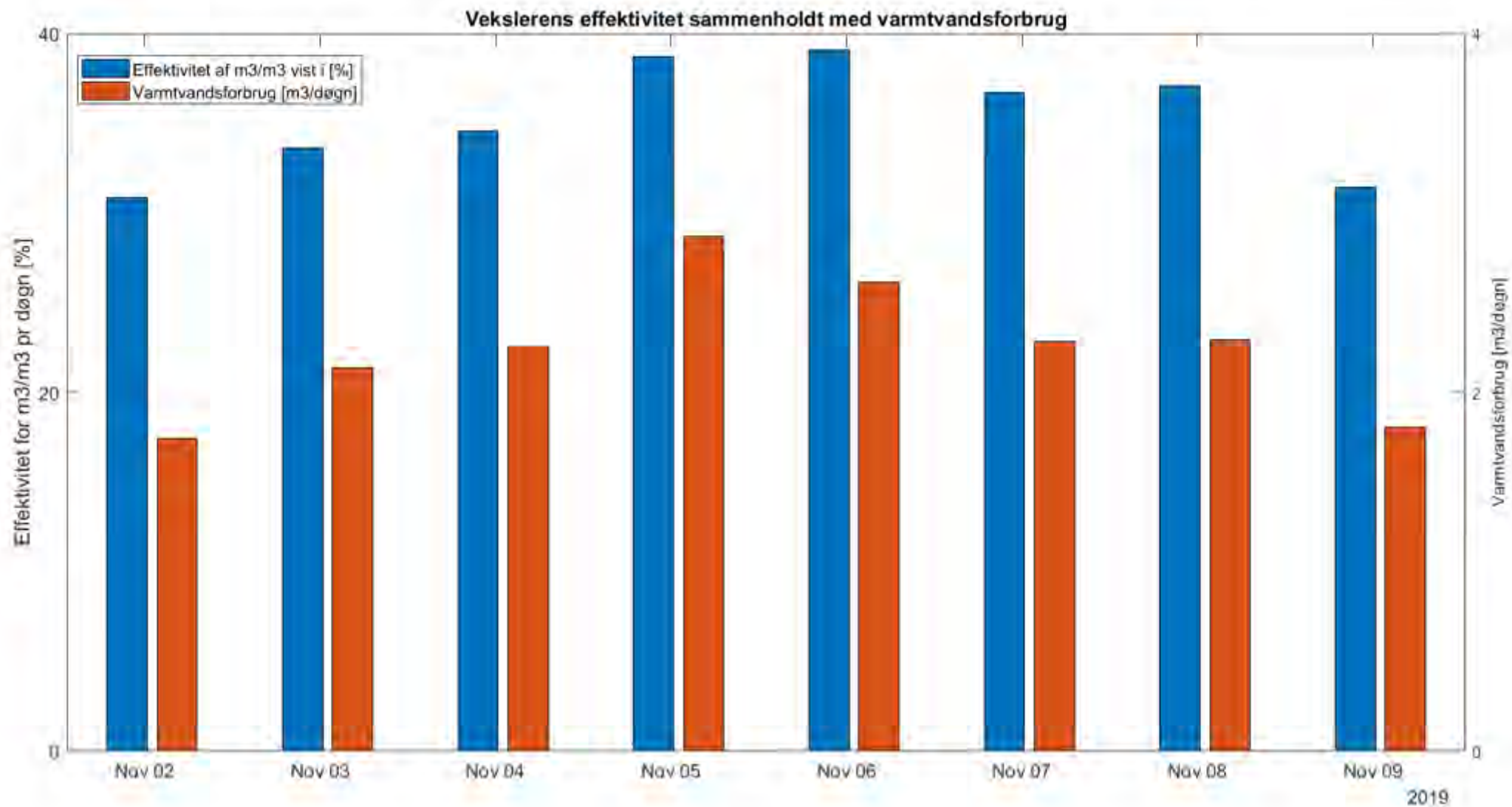
Aalborg Kollegiet



Brugsvandstegning



Veksler "virkningsgrad"





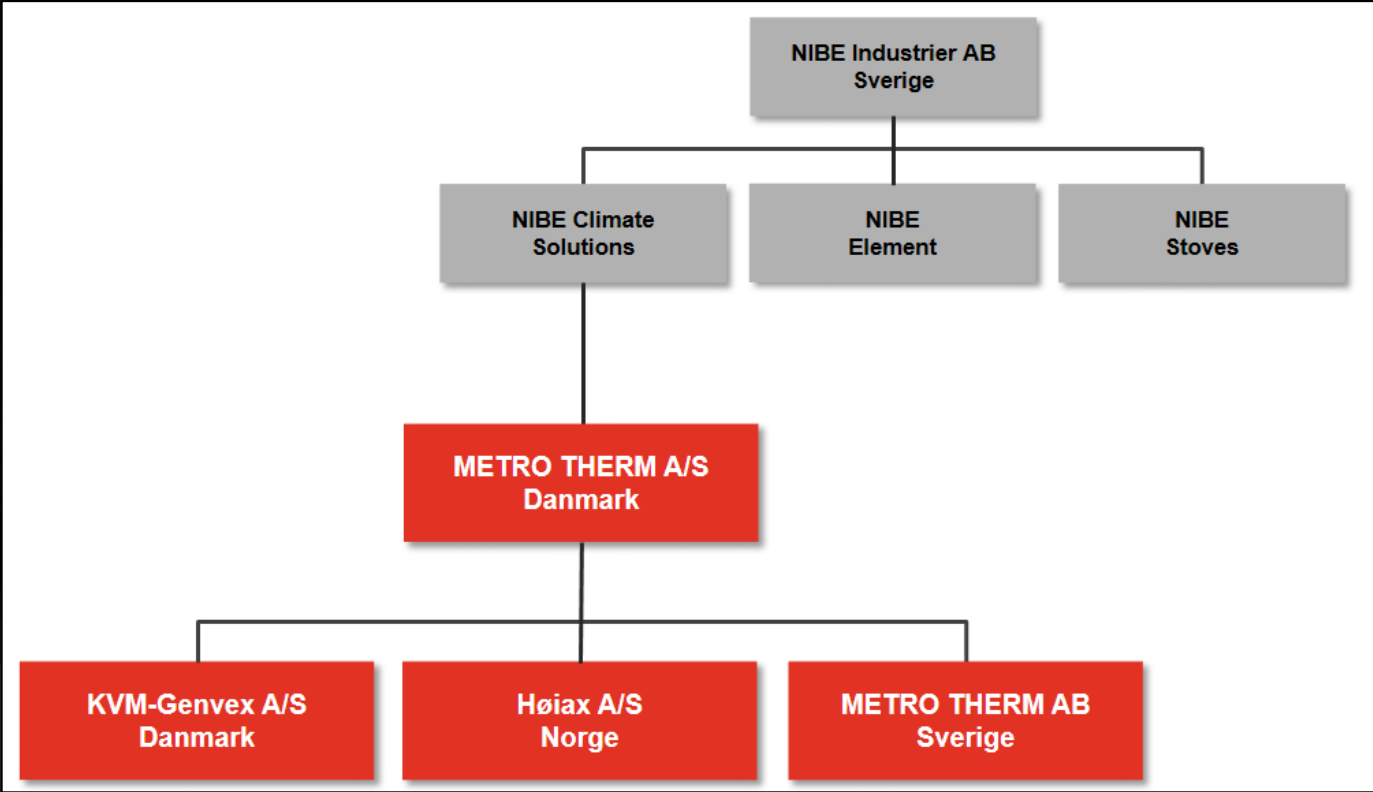
ELBASERET PRODUKTION AF VARMT BRUGSVAND

v/udviklingschef Kasper Korsholm Østergaard

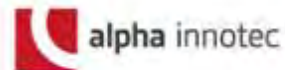
Temamøde, DANVAK Nordjylland, Aalborg, 20. November 2019

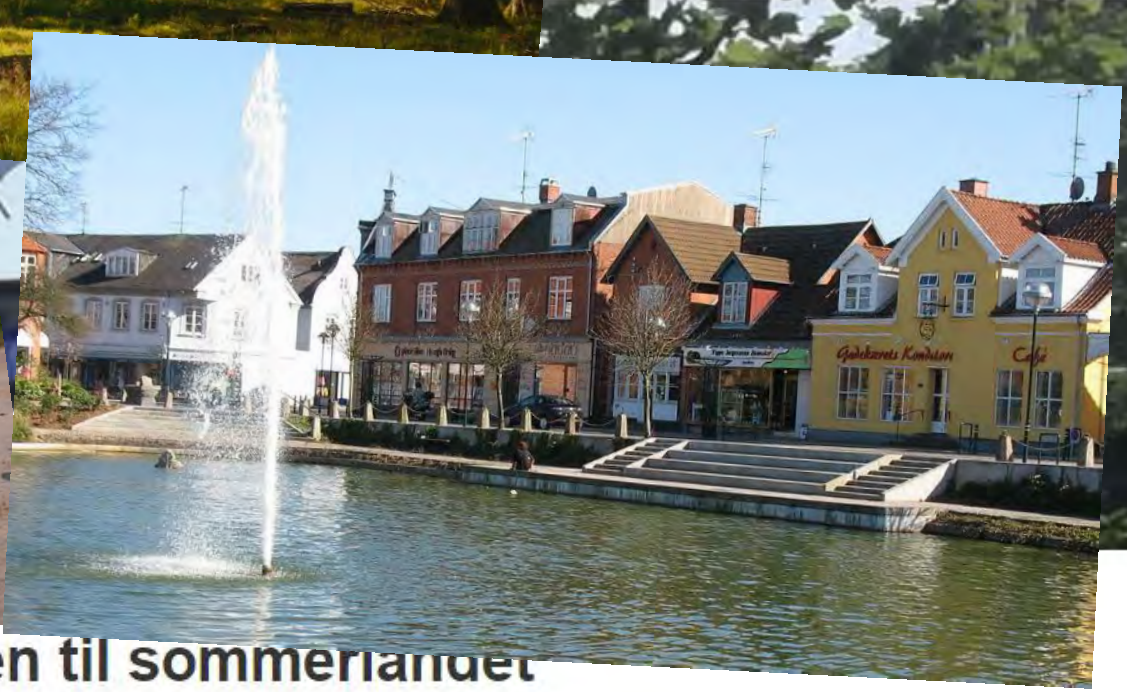
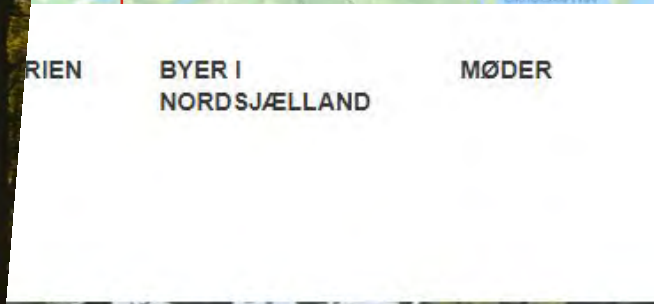


1921



NIBE Climate Solutions





Helsingør - porten til sommerlandet

Helsingør er den sidste store handelsby du rammer, før du når det skønne sommerland ved Tisvildeleje, Vejby Strand og Rågeleje. Her finder du mange af de større supermarkeder og store landsdækkende kæder. Hvad end du søger proviant til ferien eller detaljer til vedligeholdelsen af dit sommerhus, er der stor chance for at du finder det i det store udvalg af butikker i byen.

PRODUKTGRUPPER

Beholdere



Varmepumper



Fjernvarme



Træpillefyr



PRODUKTUDVIKLING

1. Regulatorisk
2. Evolutioner/forbedringer/feedback fra markeder
3. Strategisk

PRODUKTUDVIKLING

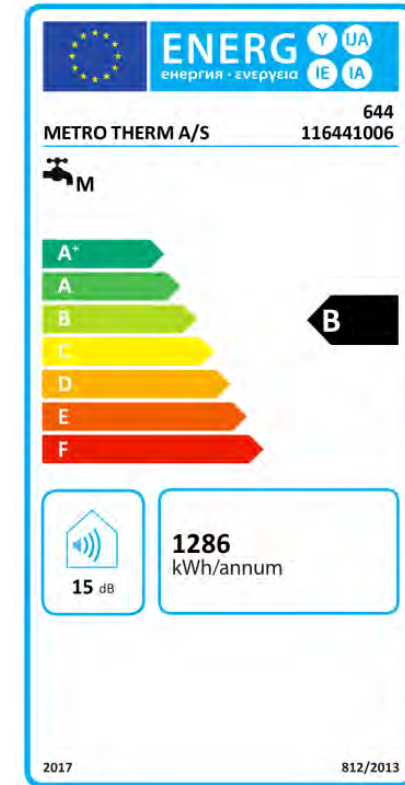
1. Regulatorisk
2. Evolutioner/forbedringer/feedback fra markeder
3. Strategisk



DS 452
→



*Lad os gerne få mere
regulering men helst hele EU*



PRODUKTUDVIKLING

1. Regulatorisk
2. Evolutioner/forbedringer/feedback fra markeder
3. Strategisk

Polyol →



← Isocyanate



PRODUKTUDVIKLING

1. Regulatorisk
2. Evolutioner/forbedringer/feedback fra markeder
3. Strategisk

Varmepumper

Almindelige i lande med tradition for el som energibærer





Kilde: Lemvig folkeblad

Kilde: Nationalmuseet

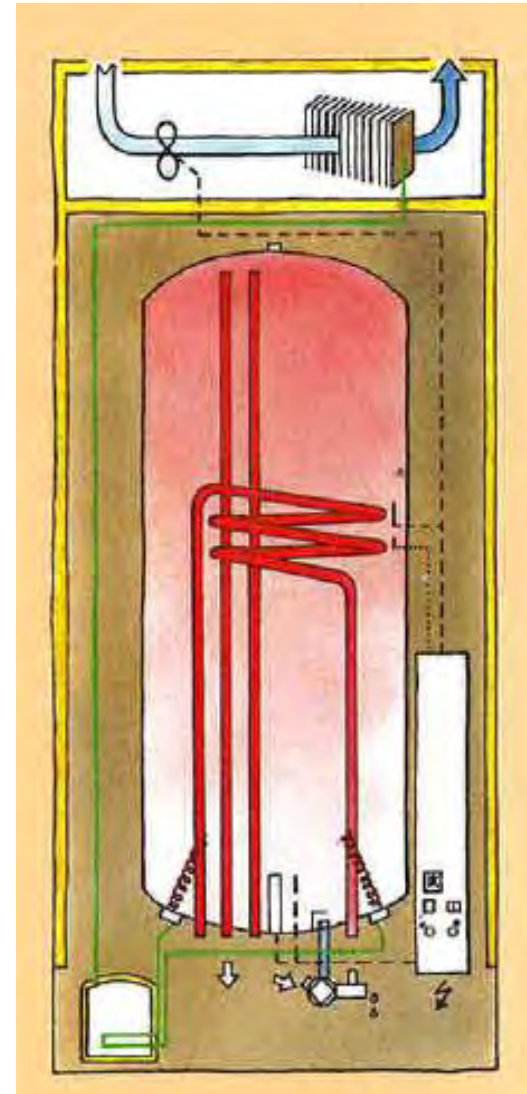


Kilde: Munck Forsyningsledninger



Kilde: Dansk Fjernvarme

FØRSTE ENERGIKRISE 1970'ERNE OG 1980'ERNE

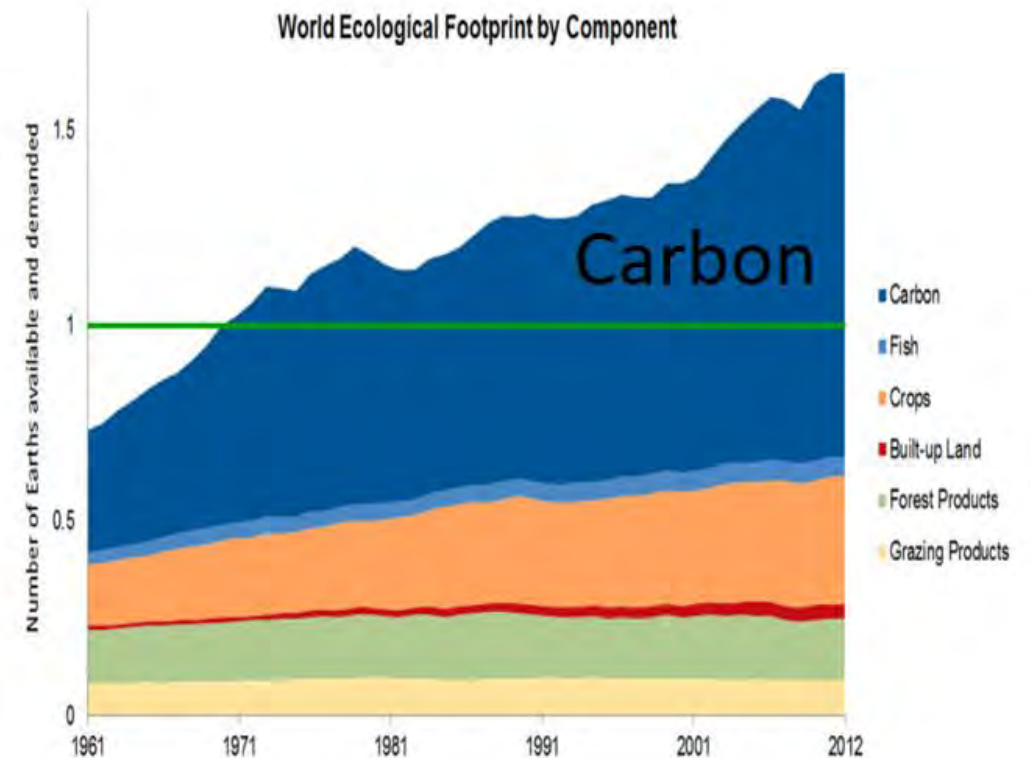
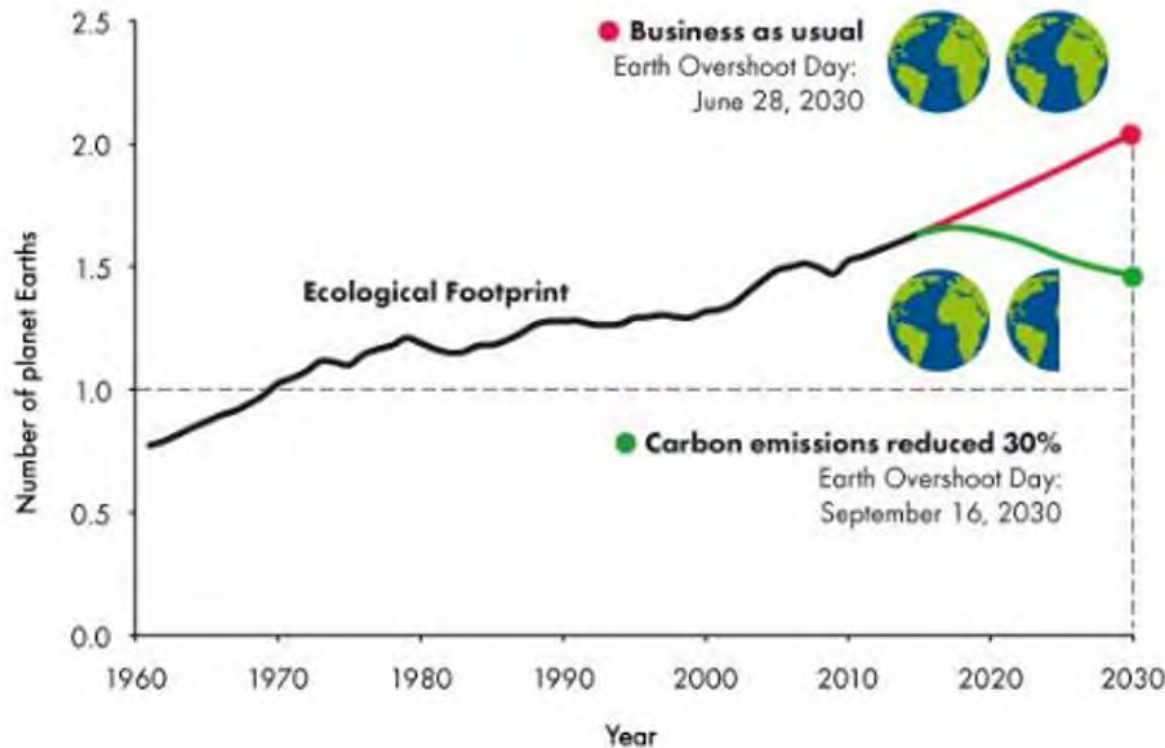


ENERGIKRISE VERSION 2 – MEGET ANDERLEDES OG MEGET STØRRE



“Living within the limits...” Planetary Boundaries

How many Earths does it take to support humanity?



1 NO POVERTY



2 ZERO HUNGER



3 GOOD HEALTH AND WELL-BEING



4 QUALITY EDUCATION



5 GENDER EQUALITY



6 CLEAN WATER AND SANITATION



7 AFFORDABLE AND CLEAN ENERGY



8 DECENT WORK AND ECONOMIC GROWTH



9 INDUSTRY, INNOVATION AND INFRASTRUCTURE



10 REDUCED INEQUALITIES



11 SUSTAINABLE CITIES AND COMMUNITIES



12 RESPONSIBLE CONSUMPTION AND PRODUCTION



13 CLIMATE ACTION



14 LIFE BELOW WATER



15 LIFE ON LAND



16 PEACE, JUSTICE AND STRONG INSTITUTIONS



17 PARTNERSHIPS FOR THE GOALS



SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

KLASSISKE PRODUKTER TIL ELOPVARMING AF BRUGSVAND

Elvandvarmere 15-300 l



Trykløs elvandvarmer 5 l



Gennemstrømningsvandvarmere 4-18 kW





15 l



30 l



11 kW

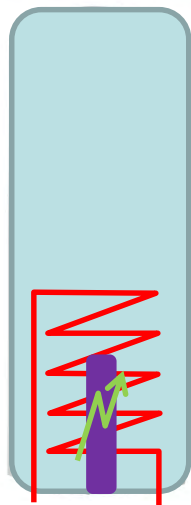
Fordele	Ulemper
Sikringsstørrelse (1 x 10 A eller 2 x 10A)	Pladsbehov (H x L x D = 450 x 390 x 300)
Pris (3.244 kr.)	Varmetab (Energimærke B /XS) (519 kWh/år)

Fordele	Ulemper
Sikringsstørrelse (1 x 10 A eller 2 x 10A)	Pladsbehov (H x L x D = 525 x 460 x 345)
Pris (3.002 kr.)	Varmetab (Energimærke C /S) (534 kWh/år)

Fordele	Ulemper
Pladsbehov (H x L x D = 330 x 180 x 108)	Sikringsstørrelse (3 x 16 A)
Varmetab (Energimærke A /XS) (468 kWh/år)	Pris (3.425 kr.)

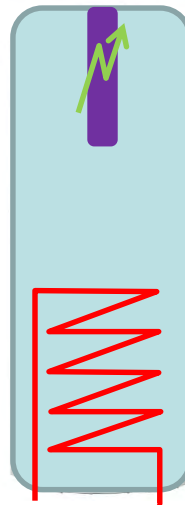
FREMTIDEN: FUEL SHIFT PRODUKTER = SEKTORKOBLING

Combi-beholder Standard



✓ **Elektrisk Booster**

Combi-beholder ULTFV



✓ **Elektrisk Booster**

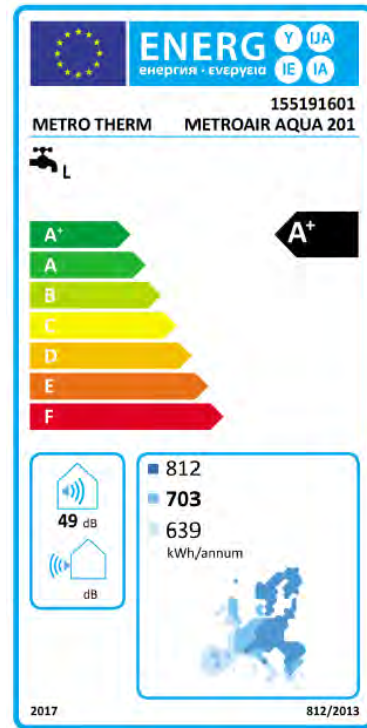
MICROBOOSTER VP



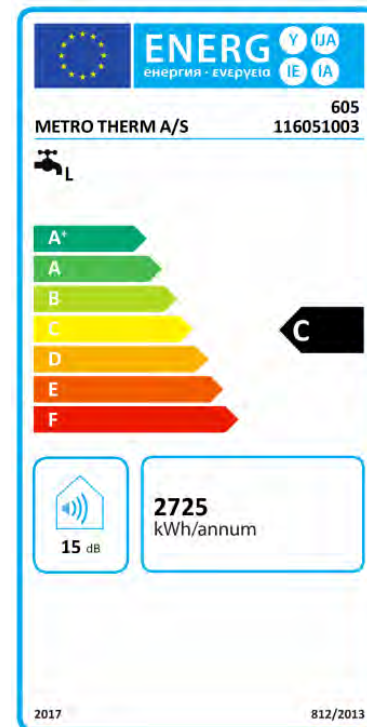
✓ **Væske-til-vand
VP Booster**

FREMTIDEN

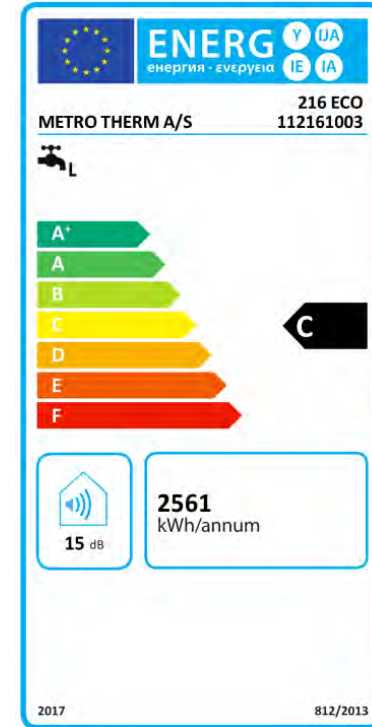
Brugsvandsvarmepumper.
Ny generation: COP hævet fra 2.7 til 3.7



Alm. type 160



Smart kontrol på el-vandvarmere



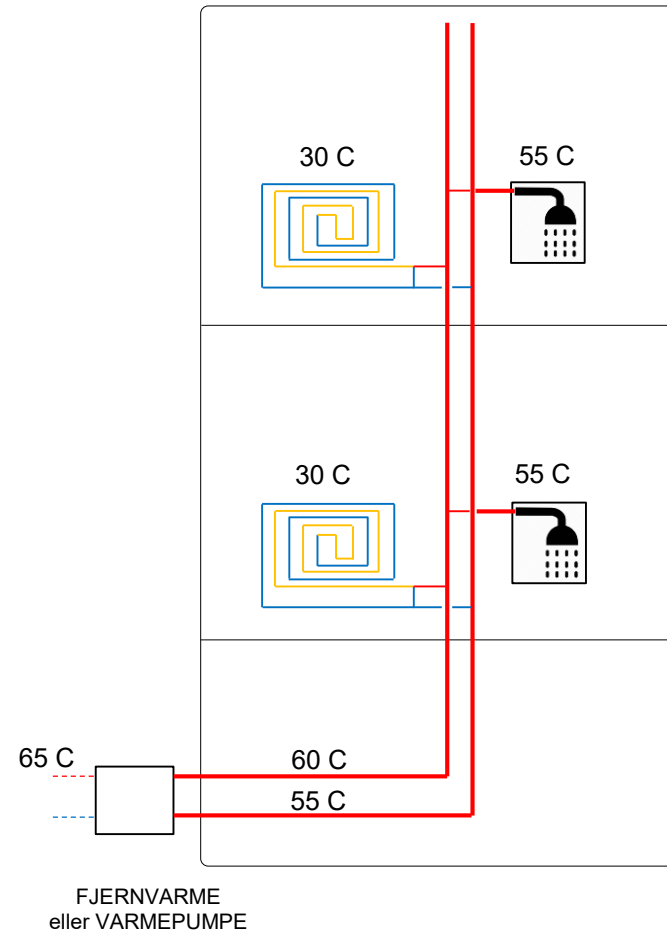
MICRO BOOSTER VARMEPUMPE – PROBLEMET

I dagens varmesystemer

- Stor del af varmeproduktionen går tabt i distributionsnettet
- Stort potentiale for forbedring i samlet neteffektivitet

Årsager

- Varme leveres ved højere temperaturer end nødvendigt
- Cirkulationsvarmetab



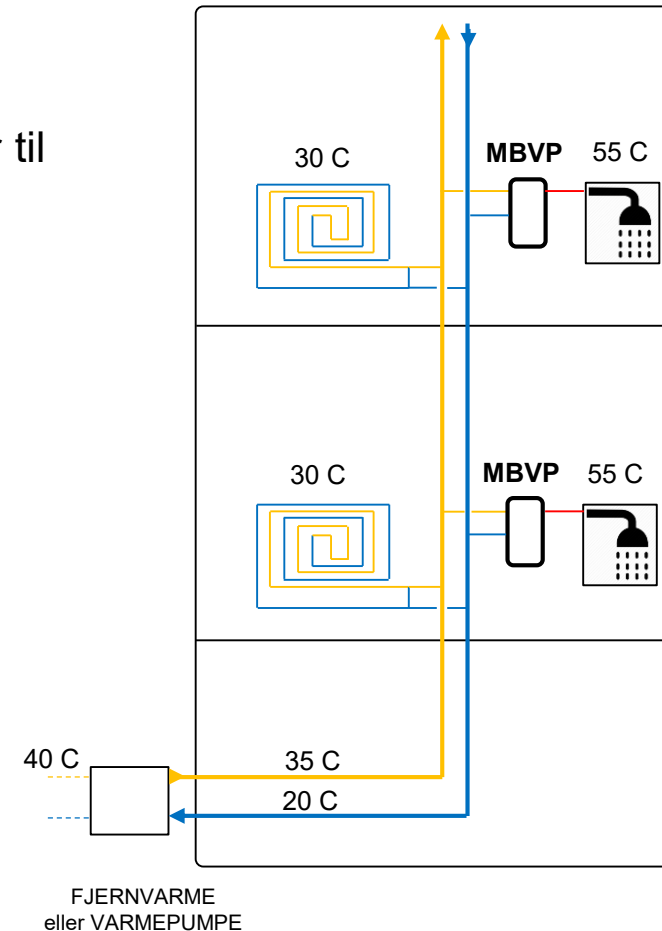
MICRO BOOSTER VARMEPUMPE – EN LØSNING

Reducerede varmetab i distributionsnettet

- Varme kan leveres ved de optimale, nødvendige temperaturer til både brugsvandsopvarmning og rumopvarmning
- Intet behov for konstant varmtvandsrecirkulation
- Koldere returvand

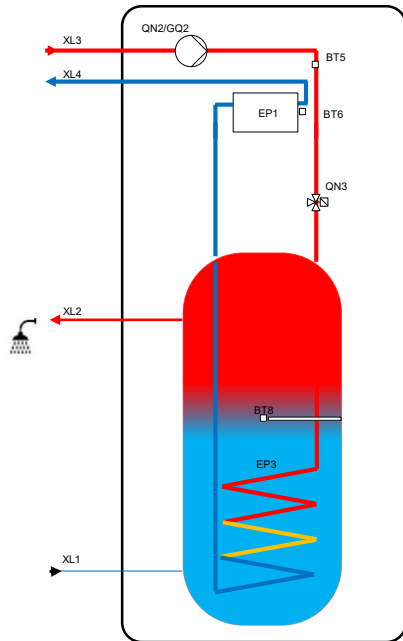
Varmegenerering er mere effektiv

- Varmepumpe og fjernvarmeydelse forbedres ved lave forsynings- og returtemperaturer
- Mulighed for udnyttelse af lavværdivarmer
- Mulighed for udsat udbygning af eksisterende fjernvarmenet

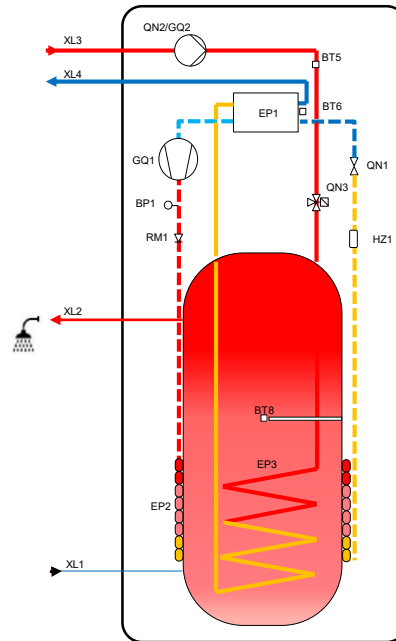


MICRO BOOSTER VARMEPUMPE – TEKNOLOGI

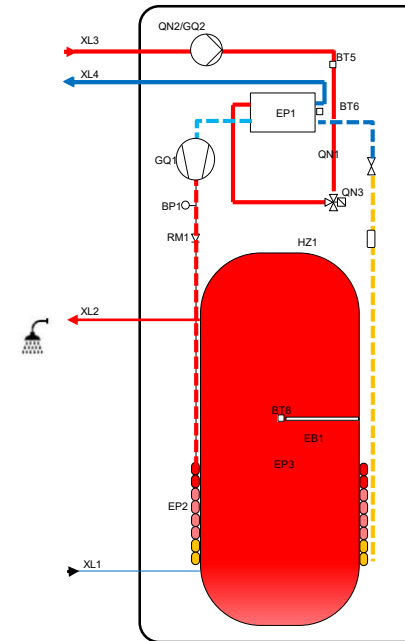
FOR-VARMNING (SPIRAL)



MELLETRIN (SPIRAL + VP)



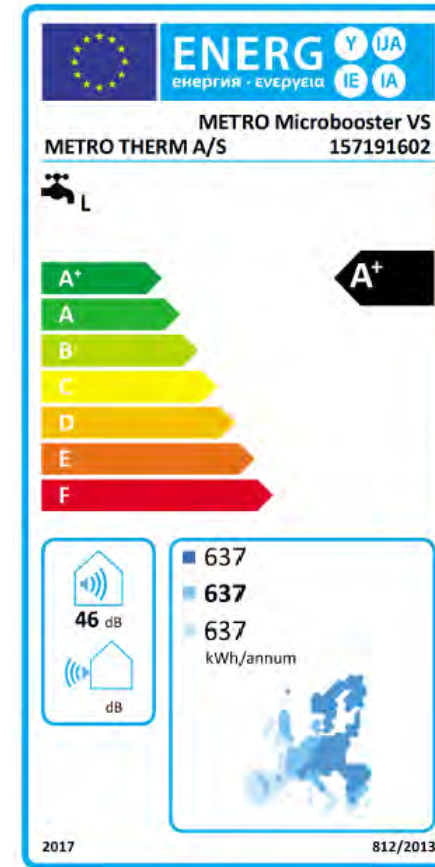
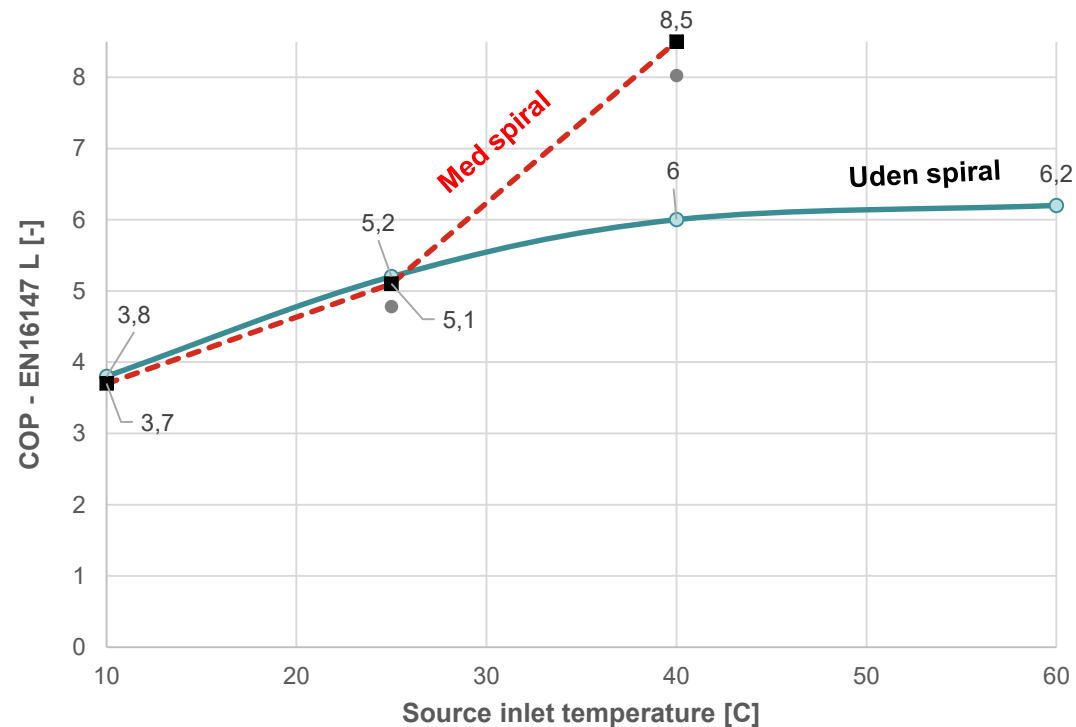
FÆRDIPRODUKTION (VP)



MICRO BOOSTER VARMEPUMPE – VIRKNINGSGRADER

EN16147

- ✓ 24 t aftapning
- ✓ L-tappeklasse
- ✓ Varmetab inkluderet
- ✓ Pumpeforbrug inkluderet



MICRO BOOSTER VARMEPUMPE – LÆRINGER FRA DK

- ✓ 200 nye boliger i Kongens Lyngby (lav tæt)
 - **Spørgsmål: Konventionel FH or ULTFV?**

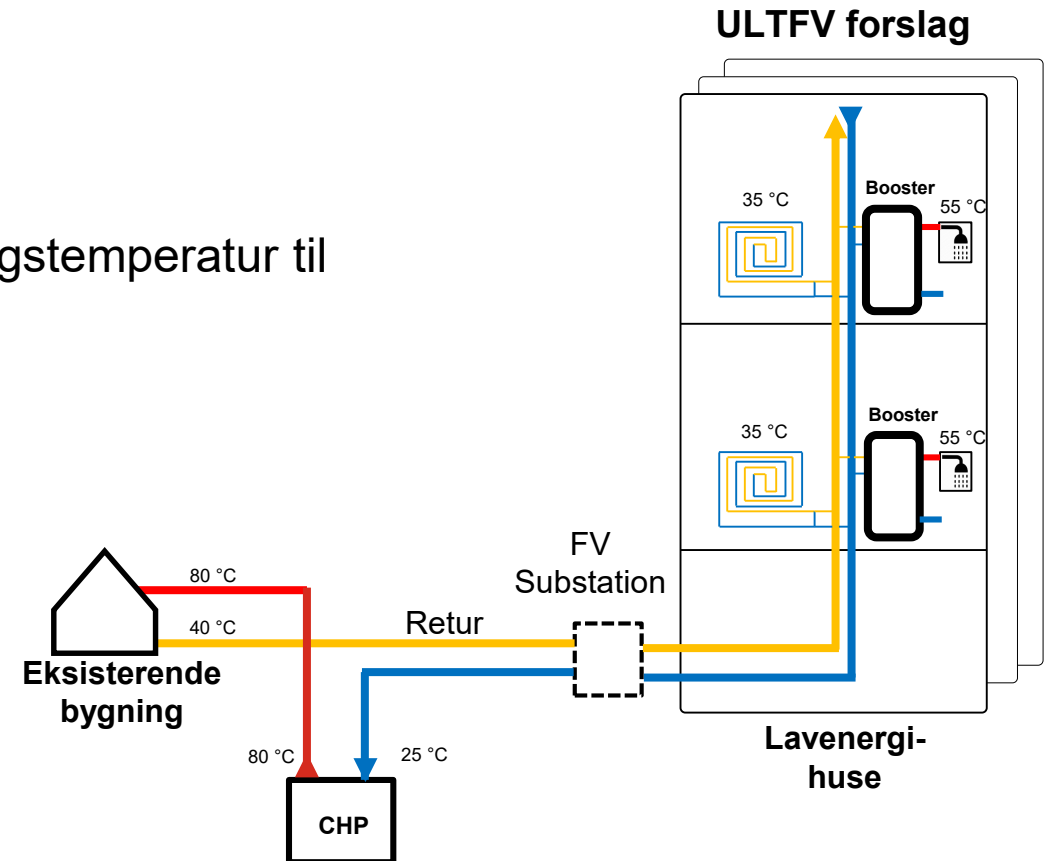
✓ Udfordringer/barrierer

- Pladsforhold
- Primære energifaktorer i BE-beregning
- Ingen FV prisdifferentiering fra 80°C til 40°C forsyningsstemperatur til at kompensere beskedent el-merforbrug

→ **Konventionel FV blev valgt**

✓ Positivt

- MBVP beregningemetodik i BE18 afstemt og bekræftet af SBi
- BR2018 krav (32 kWh/m²) opnået
- Investeringsneutralitet
- Områdebetraktet lavere energiforbrug

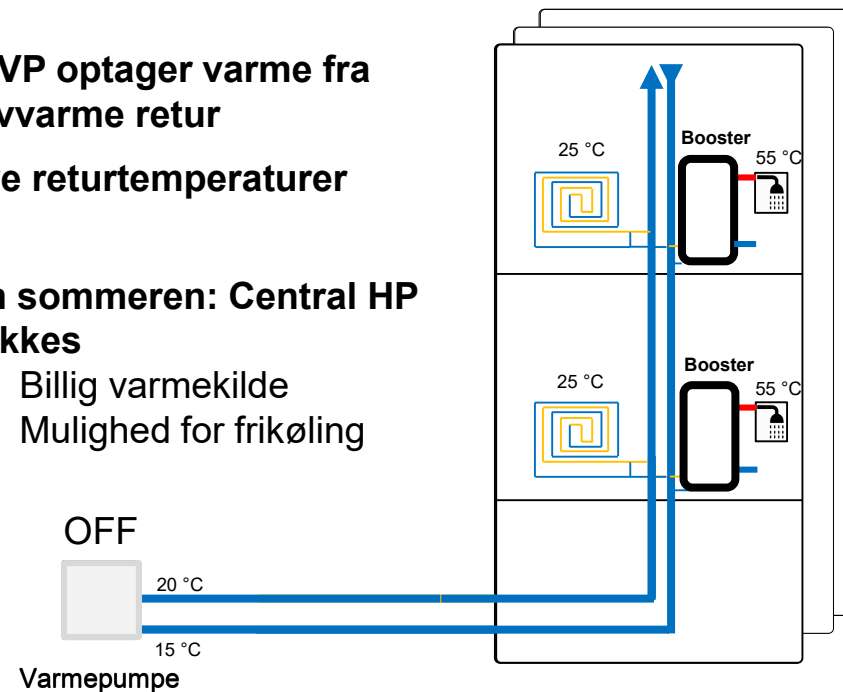


MICRO BOOSTER I EUROPA



MICRO-ULT NETVÆRK I ØSTRIG

- ✓ MBVP optager varme fra gulvvarme retur
- ✓ Lave returtemperaturer
- ✓ Om sommeren: Central HP slukkes
 - Billig varmekilde
 - Mulighed for frikøling



FÆLLES FORSKNINGSPROJEKTER

EnergyLab Nordhavn



Flexgas II



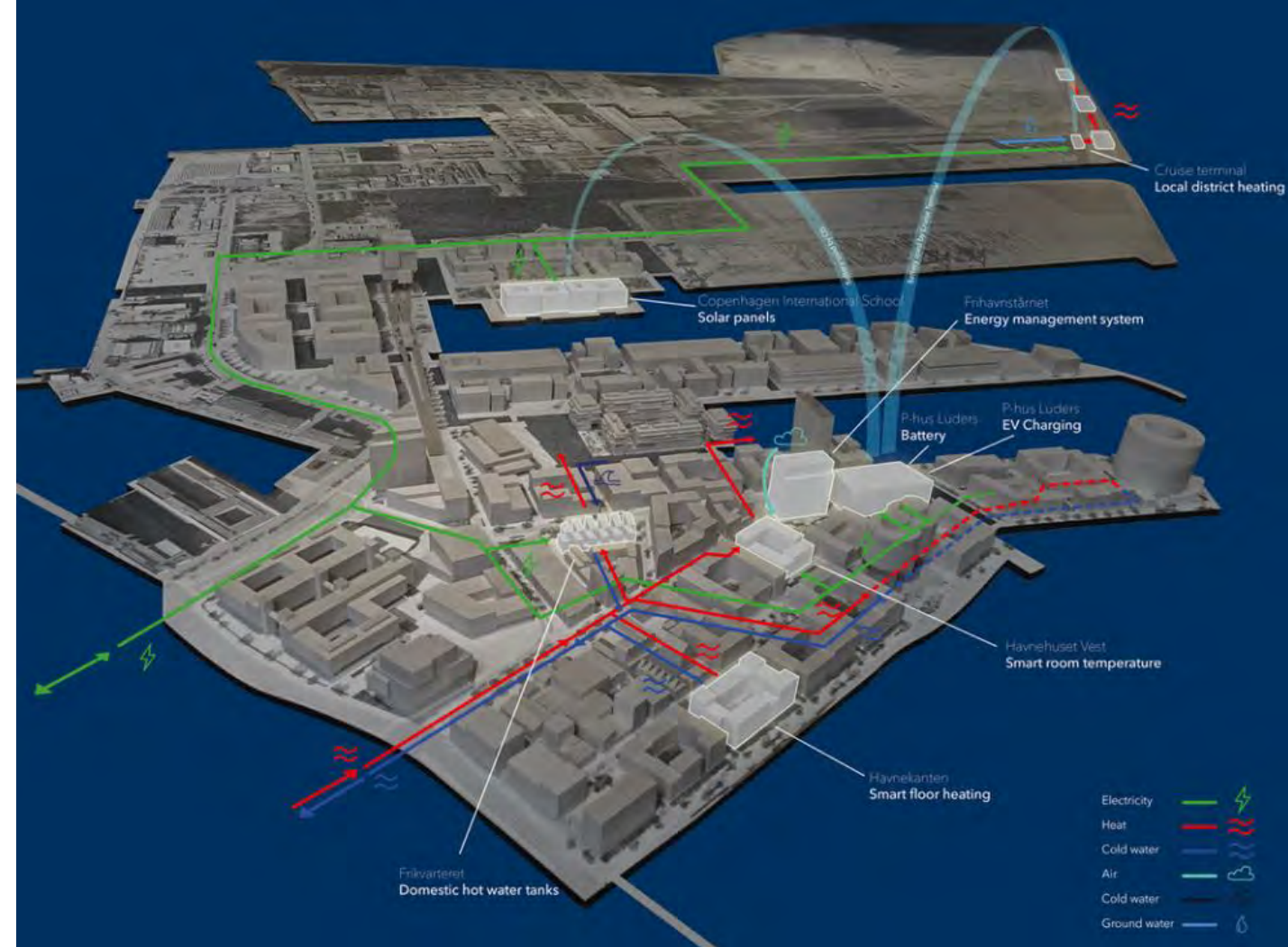
RELaTED



PVT-Booster



- ✓ Udvikle nye metoder og løsninger til design og dimensionering af fremtidens omkostningseffektive samtænkte energisystem (el/termisk/transport)
- ✓ Københavns Nordhavn som et globalt synligt energilaboratorium.
- ✓ Udvikling og eksperimenter med nye forretningsmodeller, smart energy teknologier og intelligente driftsløsninger.



BY&HAVN



HOFOR

Radius



- ✓ Fuelshift (el/fjernvarme) og ultra-lavtemperatur fjernvarmedrift
- ✓ Udjævning af kogespids, net-stabilisering, osv.
- ✓ Udstyr fylder ikke mere end vanligt. Lav CAPEX



Fuel shift



Fuel shift og ULTFV

- ✓ Fælles Europæisk projekt med 14 partnere. Støtter EU strategi om fjernvarme
- ✓ I dag: 60 millioner mennesker med FV, men kun ca. 12 % af EU
- ✓ Mål/potentiale: 50 % FV i 2050
- ✓ Kræver innovative løsninger og demonstration af teknologi, som kan:
 - bane vejen for ekspansion og modernisering af eksisterende FV-netværk
 - støtte etablering af FV i nye lande/byer
- ✓ Inkoopererer vedvarende energi, lavværdi procesvarme, CHP, m.m.
- ✓ 4 demonstrations sites, Estland, Spanien, Serbien, og Danmark



Vinge ved Frederikssund. Mål fuldt udbygget: 20.000 indbyggere, 4.000 arbejdspladser



PVT-BOOSTER

- ✓ Videreudvikle Microbooster VP til lavere kildetemperaturer (i dag: 5-60°C) så den kan bruges sammen med PVT-paneler (kombineret solceller/solfanger).
- ✓ I områder uden for fjernvarmeforsyning, vil PVT-boosteren kunne udgøre en nøglekomponent i samspil med PVT-moduler og batterilager.



Kommunikationsbureauet Rubrik

COWI



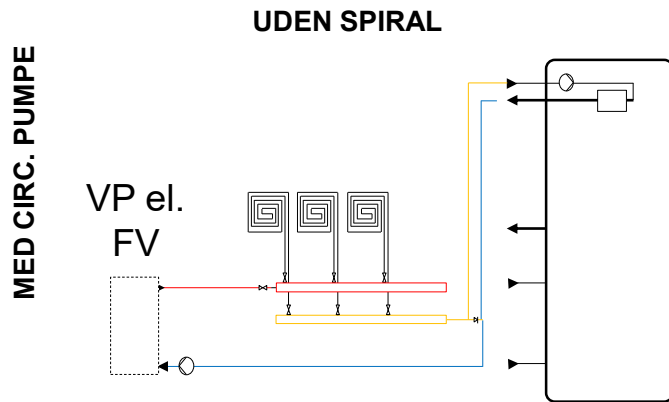
METRO THERM

Tak for at I lyttede med

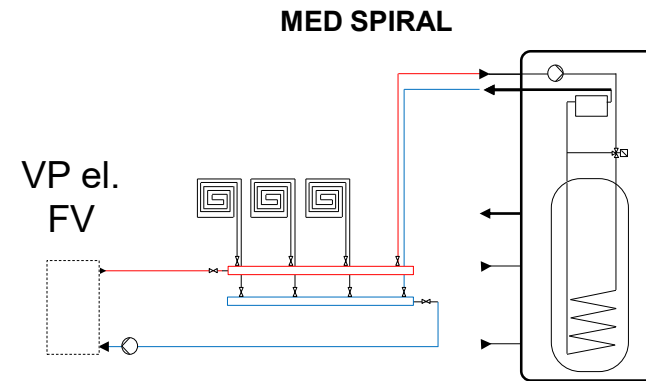


METRO THERM

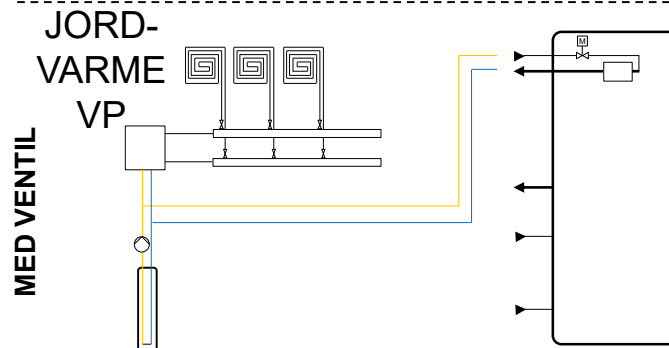
MICRO BOOSTER VARMEPUMPE – MULIGE KONFIGURATIONER



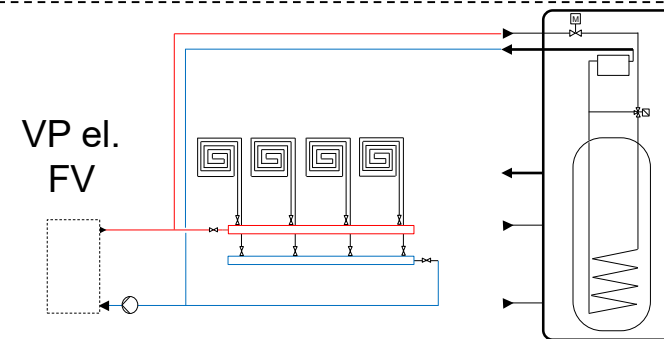
Varmekilde: $T < 30\text{ °C}$,
Varmekilde drivtryk: **begrænset**



Varmekilde: $T > 30\text{ °C}$,
Varmekilde drivtryk: **begrænset**



Varmekilde: $T < 30\text{ °C}$,
Varmekilde drivtryk: **Ubegrænset**



Varmekilde: $T > 30\text{ °C}$
Varmekilde drivtryk: **Ubegrænset**