

# Udvikling af installationspakker:

Solvarme kombineret med  
varmepumper i Bygninger

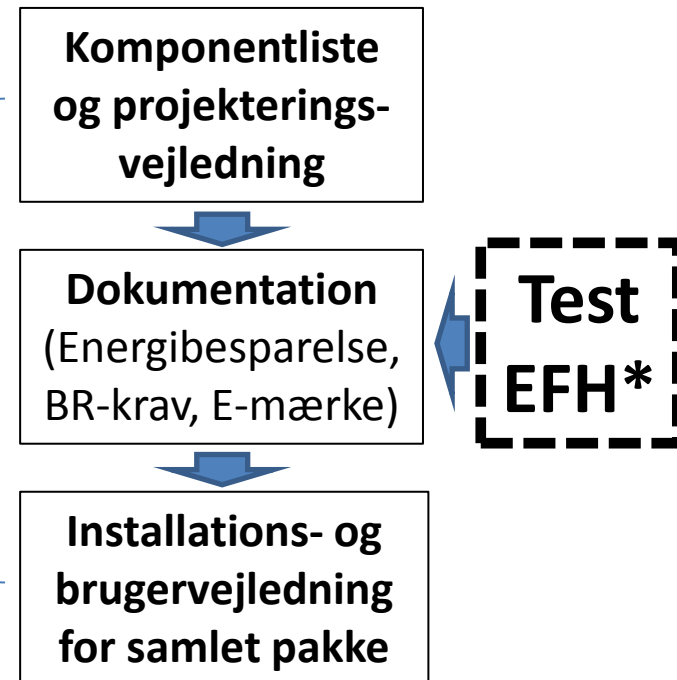
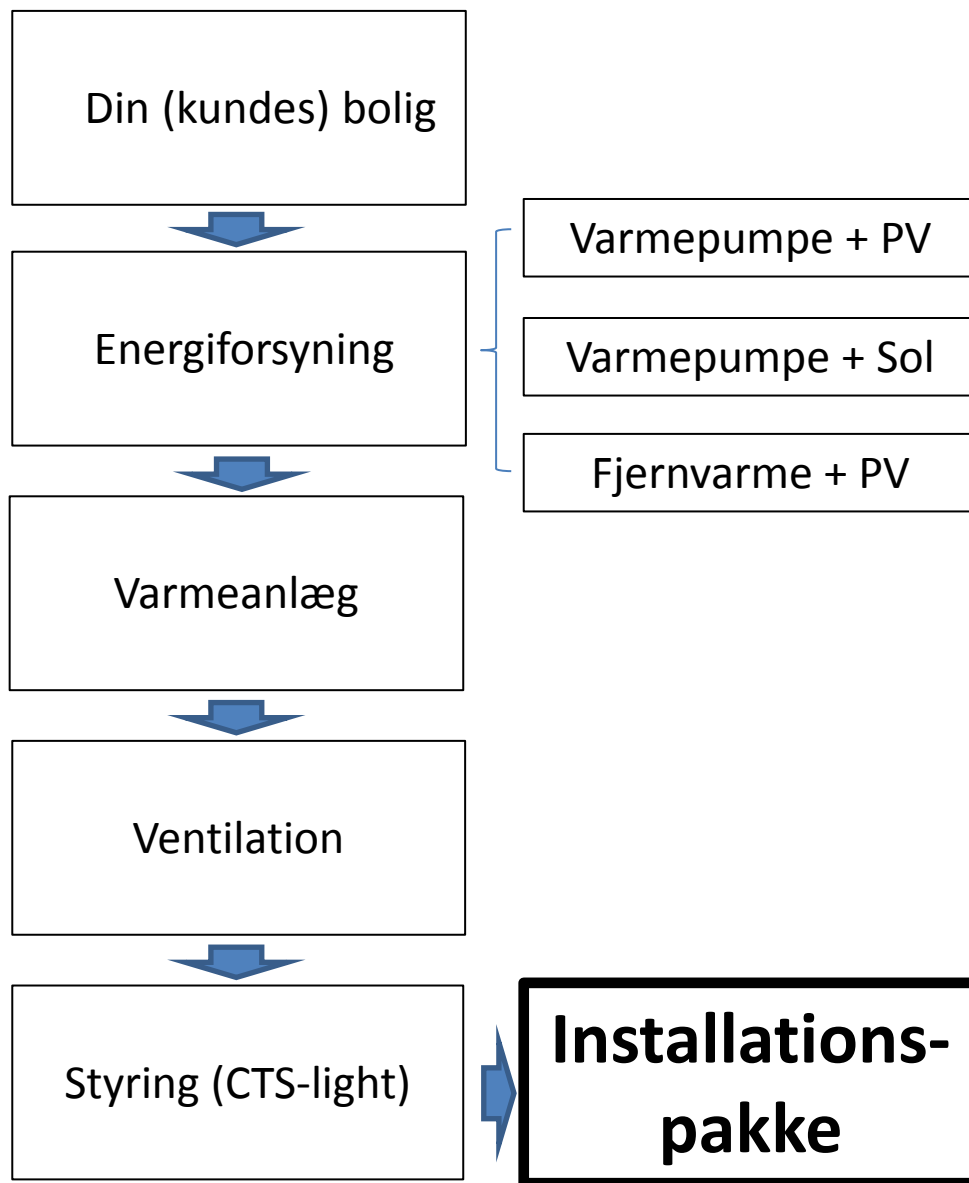
Teknologisk Institut, d. 17.09.2013



# Vision



## Designværktøjer



\*Teknologisk Instituts testhuse EnergyFlexHouse (EFH)

# Udvikling af installationspakker



**Projektets formål** er at udvikle og demonstrere en installationspakke. Med henblik på at sikre udbredelsen af installationspakker udvikles desuden **design- og dimensioneringsværktøjer**.

**Målgruppe:** producenter, rådgivere, installatører og slutbrugere.

Vi har i udviklingsprojektet valgt at fokusere på tre områder, hvor vi ser en særlig udfordring:

- 1. Kombinationer af varmepumper og solvarme**
- 2. Ventilationssystemer** til små boligenheder inkl. kombinationer med naturlig ventilation
- 3. Rumtemperaturregulering** med fokus på forsyningsanlæg og varmegiveres kapaciteter ved lavtemperaturdrift.

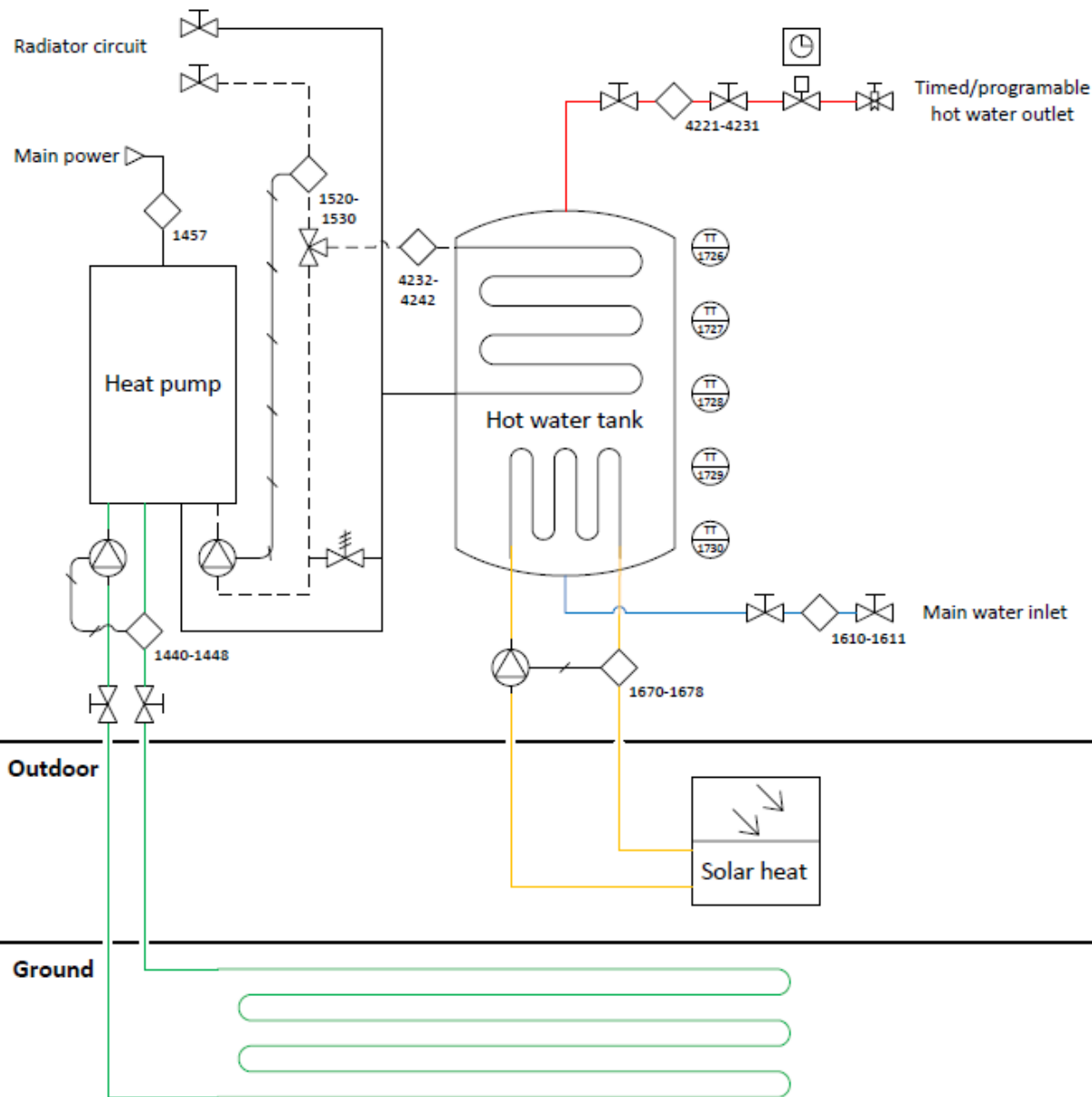
**Virksomheder:** Velux, Øland, Inventilate, Nilan m.fl.

**Tidligere temamødedeltagere:** Københavns Kommune, Visility, Euroflex Design, Exhausto, Moe & Brødsgaard, Orbicon, Bascon, White Arkitekter, Velux, KEA, AAU/Sbi, Tekniq, Dansk Byggeri.

# Kombinationer af solvarme og varmepumper

- **Beregnings- og dimensioneringsværktøj**
  - I 2012 arbejdede vi på et regneark, der kunne beregne økonomi for varmepumper kombineret med enten solceller eller solvarme
  - En af konklusionerne var, at der var meget få data tilgængelige for COP, når varmepumper producerer varmt brugsvand
  - Ved lav COP ( $\sim 2,5$ ) var økonomien ved solvarme kombineret med varmepumper ikke væsentlig forskellig fra solvarme kombineret med kondenserende gaskedler.
  - Fra 1. januar 2013 blev refusionen for elvarmekunder sat op med ca. 40 øre pr. kWh, hvilket ændrede billedet
  - Slutningen af 2012 er der kommet nye regler for afregning af solceller, som mudrer billedet af økonomien ved solceller kombineret med varmepumper
- **Vi besluttede at lave nogle test af varmepumpe-solløsning**

# EnergyFlexHouse LAB – Heat pump installation



	Ground source loop
	Hot tap water
	Cold tap water
	Solar heat loop
	Heating, supply flow
	Heating, return flow
	S0 pulse signal
	Temperature transmitter
	Shut-off valve
	Meter
	Solenoid valve
	Adjustable flow valve
	On/off timer
	Overflow valve
	3-way valve

# Komponenter

- **Varmepumpe**

- Varmepumpen har en nominel ydelse på 6 kW. Den er indstillet, så den styrer efter en sætpunkts-temperatur i beholderen på 50°C

- **Solvarme**

- 4,4 kvm paneler. Solvarmeanlægget er styret af temperaturdifferensen mellem beholder og solfanger. Tilførslen af solvarme stopper, når beholdertemperaturen i toppen når 60°C

- **Beholder**

- 250 liters beholder til varmt brugsvand med 2 spiraler (2 m<sup>2</sup> til varmepumpe, 0,6 m<sup>2</sup> til solvarme)

- **Cirkulationspumper:**

- Brinepumpe: 87 W
- Cirkulation varmeanlæg: 20 W
- Solpumpe 60 W



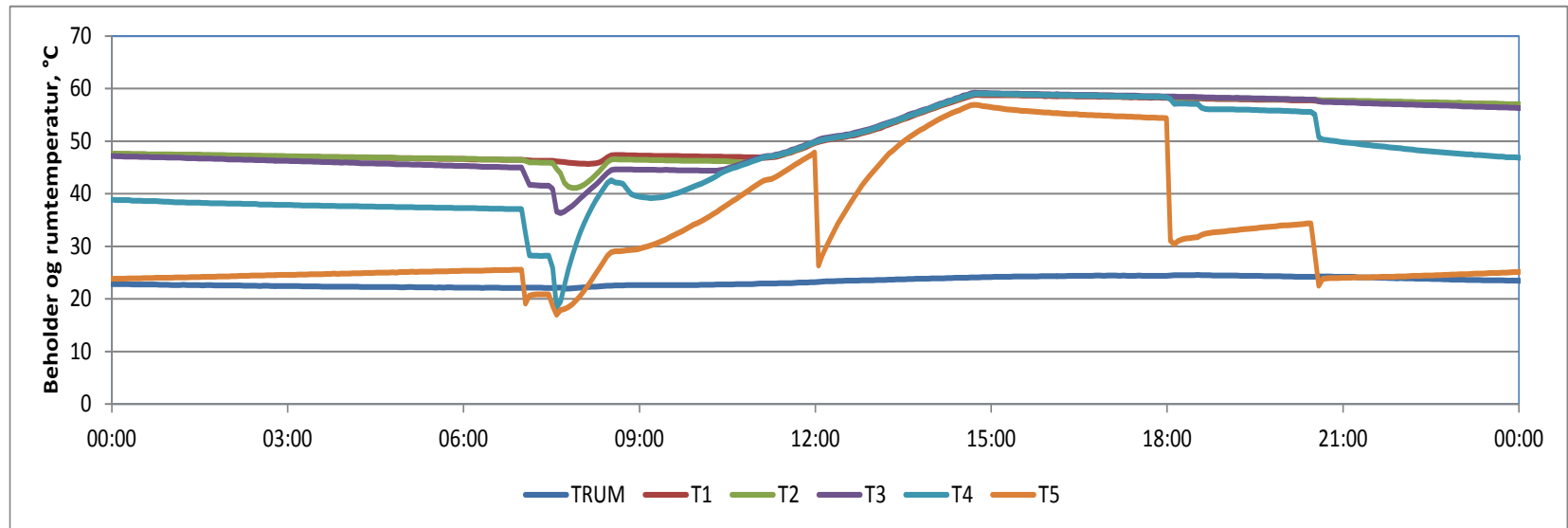
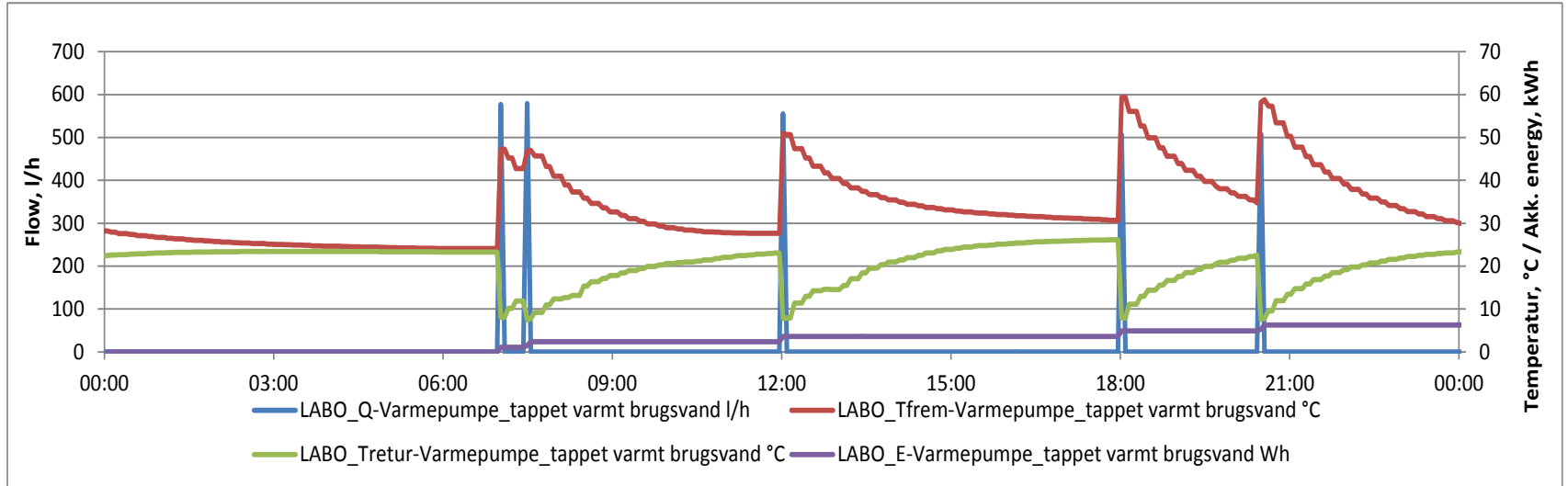
# Tappeprogram

Test udføres med et tappeprogram, der gentages dag efter dag. Den samlede tapning er ca. 150 liter varmt brugsvand om dagen fordelt på 5 lige store tapninger:

- 07:00 – Tapning 1 ~ 30 liter
- 07:30 – Tapning 2 ~ 30 liter
- 12:00 – Tapning 3 ~ 30 liter
- 18:00 – Tapning 4 ~ 30 liter
- 20:30 – Tapning 5 ~ 30 liter

Et termostatstyret blandingsbatteri er anvendt til at indregulere flowet til ca. 10 l/min og en blandet temperatur på ca. 40°C. Tapningerne styres af en timer, der er forbundet til en magnetventil.

# Tappeprogram





# COP: Varmepumpe alene - brugsvand

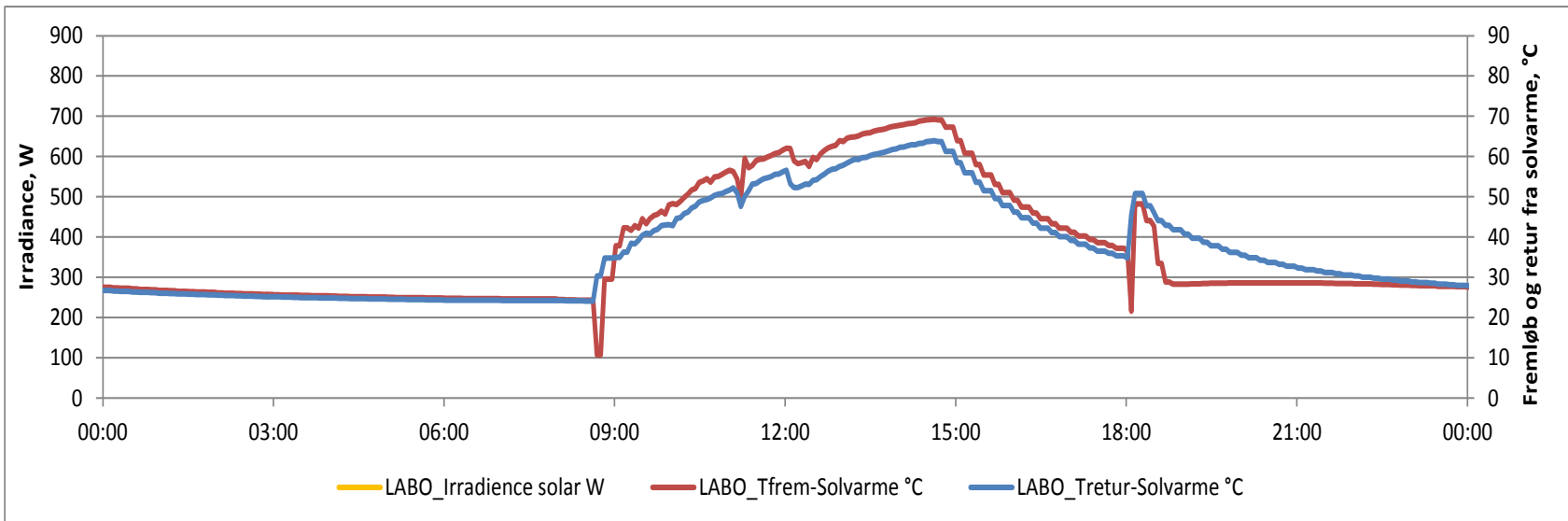
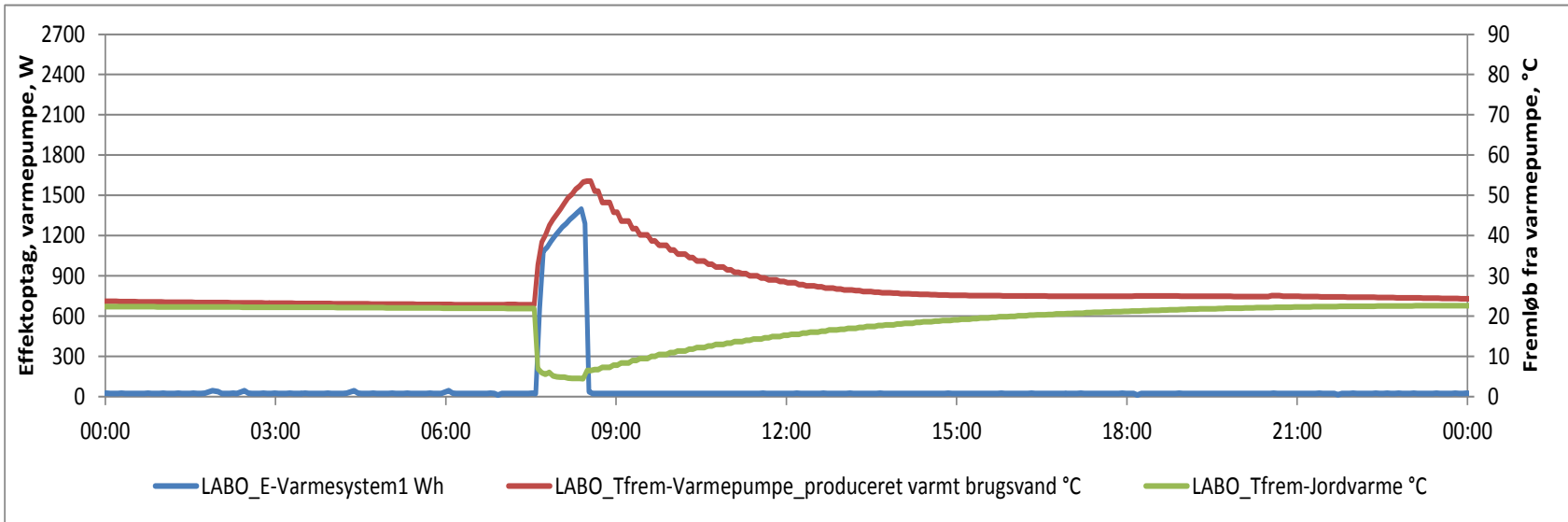
		April	Maj
<b><u>Varmepumpe</u></b>			
Elforbrug til varme pumpe	kWh/døgn	3,30	2,46
heraf:			
- cirkulationspumpe	kWh/døgn	0,48	0,47
- brinepumpe	kWh/døgn	0,19	0,13
Elforbrug til cirkulationspumpe, korrigeret*	kWh/døgn	0,04	0,03
Varme produceret, varmpumpe	kWh/døgn	7,58	6,57
Temperatur, frem, gns	°C	47,5	48,4
Temperatur, retur, gns	°C	38,4	37,2
Brinetemperatur, frem, min	°C	2,5	8,5
COP, før beholder, målt	-	2,30	2,67
COP, før beholder, korrigeret*	-	2,65	3,24

**COP**

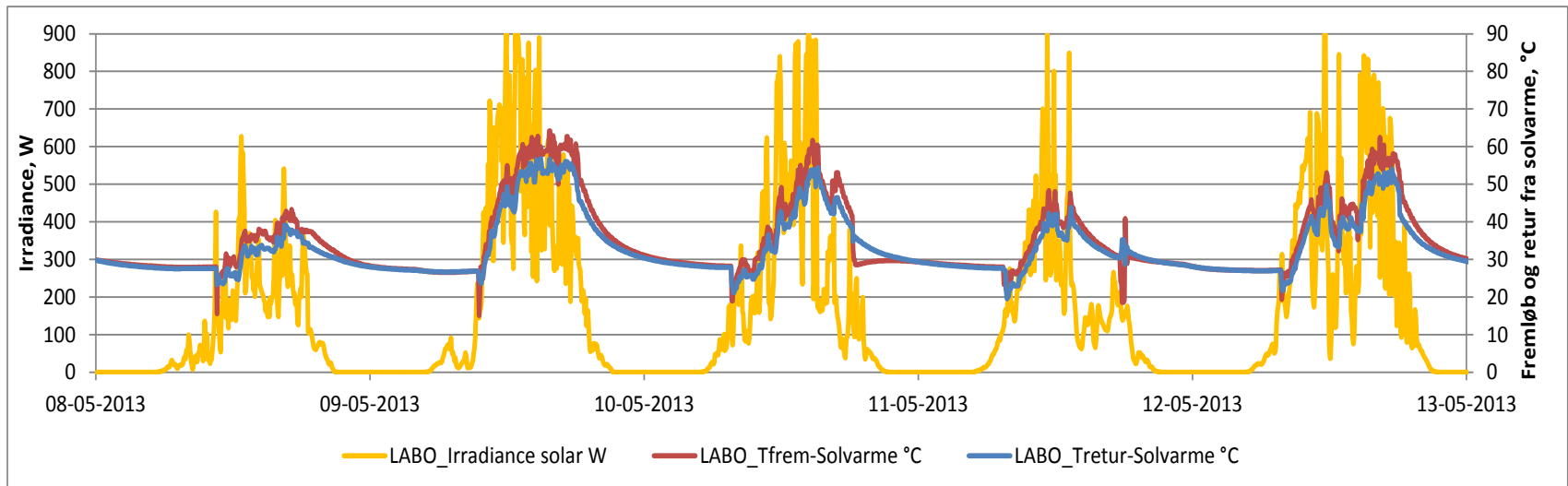
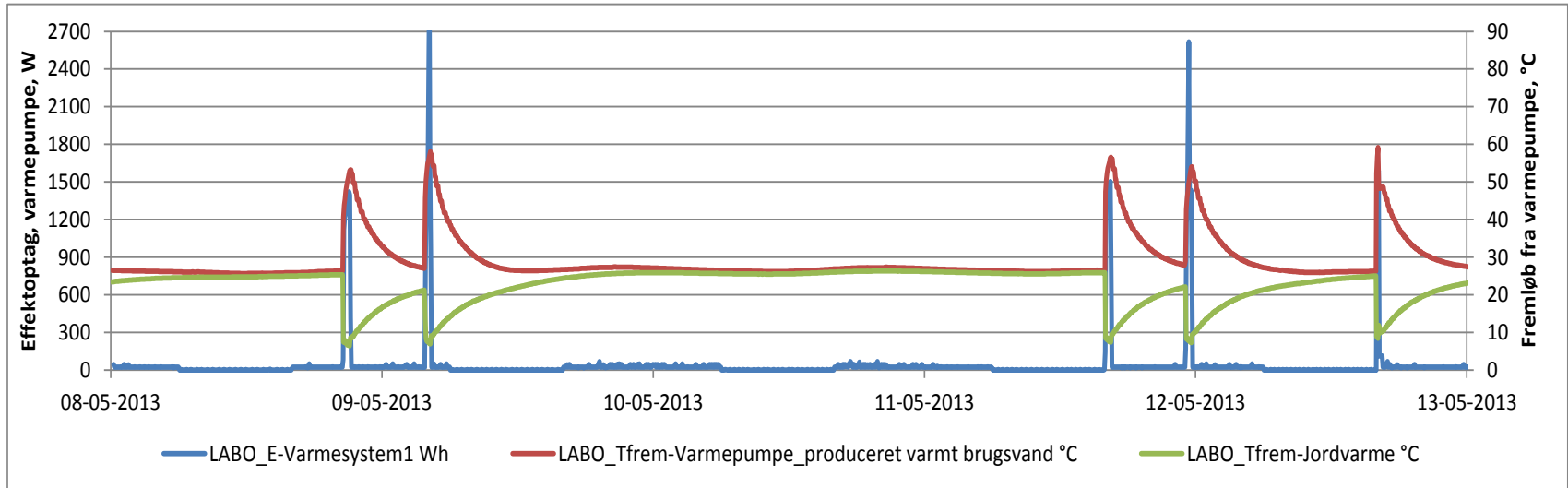
**2,65**

**3,24**

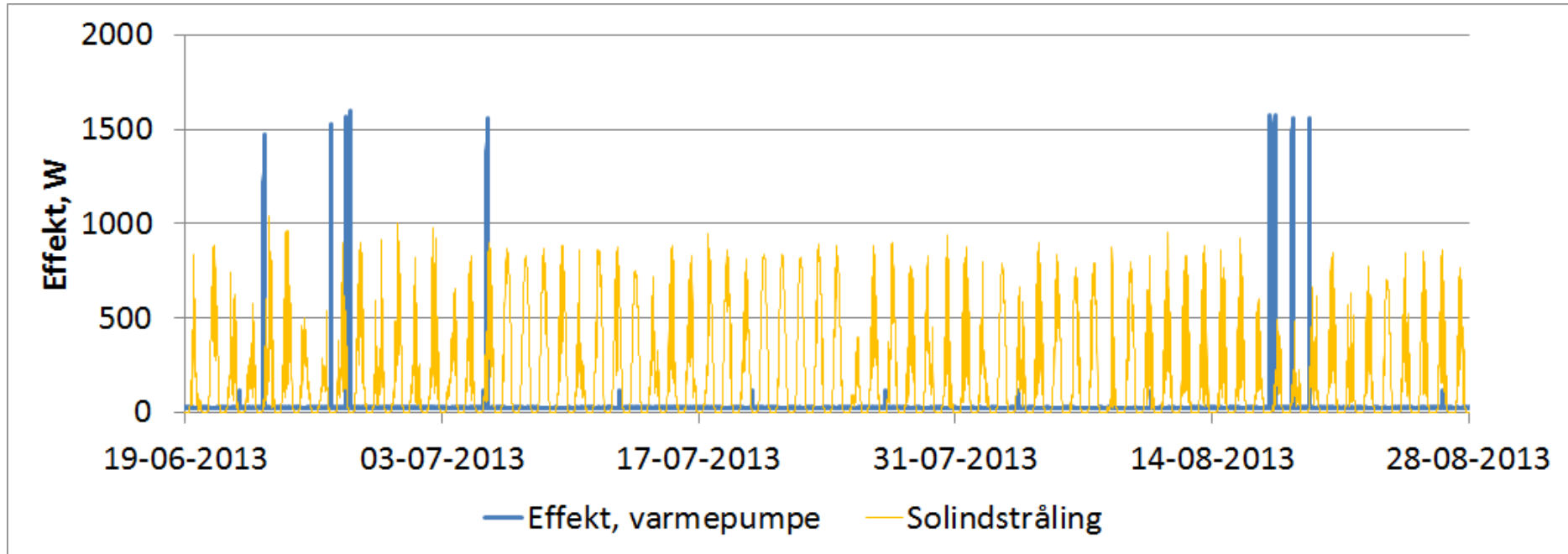
# Giv solen en chance



# Giv solen en chance



# 10 sommeruger, 2013



- ~ 90 liter/døgn (40°C blandet vand) – **Andet tappeprogram - 3 tapninger pr dag**
- Tappet energi: 183 kWh
- Elforbrug til varmepumpe (og cirkulationspumpe): 43 kWh
- Varme fra solen: 324 kWh

# Konklusioner

- Generelt har installationspakken fungeret godt
- Enkelt fejl frem og retur vendt (medstrøm)
- Fokus på styring af cirkulationspumper
- Brugsvandsanlæg er relativt enkelt – også med varmepumpe
- Vi vil lave nogle flere analyser af varmepumpens COP

# Ecodesign og energimærkning

2009

Ny generel

Ny LT VP

+25%

Class	Limit	Examples			
<b>A+++</b>	>120%	Vertical el. GSHP	Best Gas Abs. HP	= 150%	175%
<b>A++</b>	>104%	Gas-fired Abs. HP	Hor. El. GSHP	= 125%	150%
<b>A+</b>	>88%	Best condens+ solar	Vent. Air HP	= 98%	123%
<b>A</b>	>80%	Best condens	Outside Air HP	= 90%	<u>115%</u>
<b>B</b>	>72%	Avg. Condens	Outside Air HP	= 82%	107%
<b>C</b>	>64%	Best LT	Low Condens	= 75%	100%
<b>D</b>	>56%	Avg. LT	Best atmo. + solar	= 37%	62%
<b>E</b>	>48%	Low-end LT	Best atmo.	= 34%	59%
<b>F</b>	>40%	Avg. atmospheric	Electric res. + solar	= 30%	55%
<b>G</b>	<u>≤40%</u>	Low-end atmospheric	Electric resistance	= 30%	55%

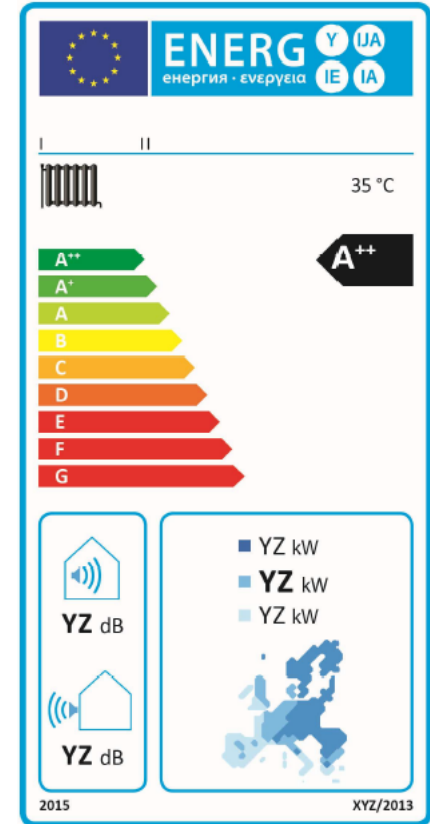
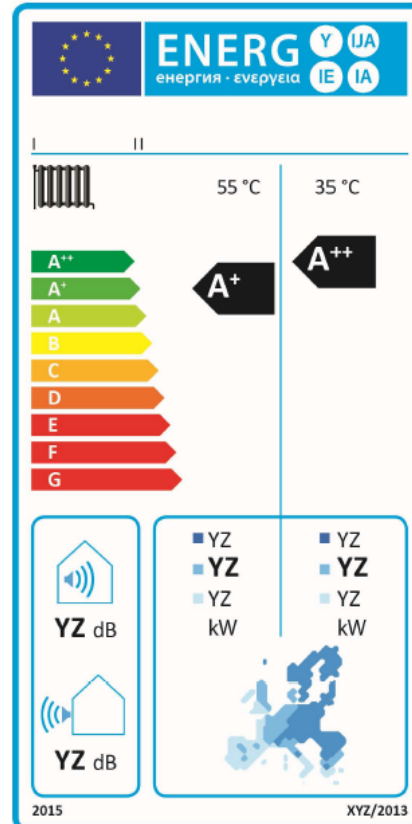
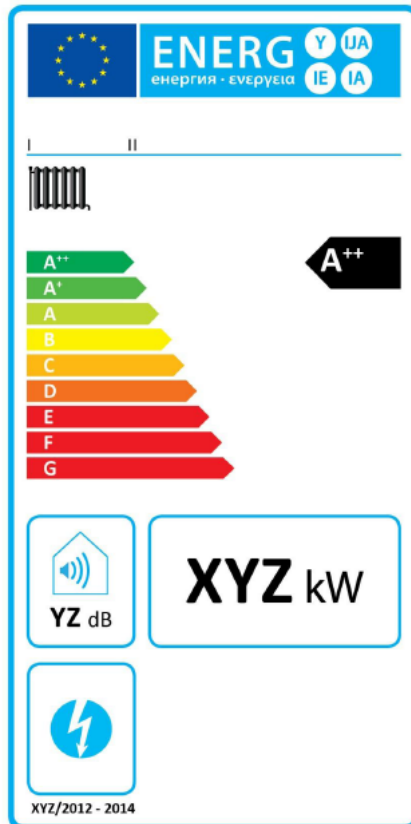
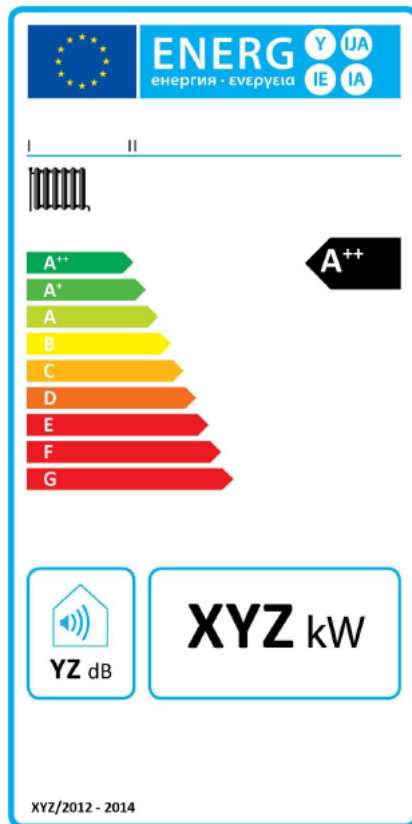
# Forskellige mærker

Kedler

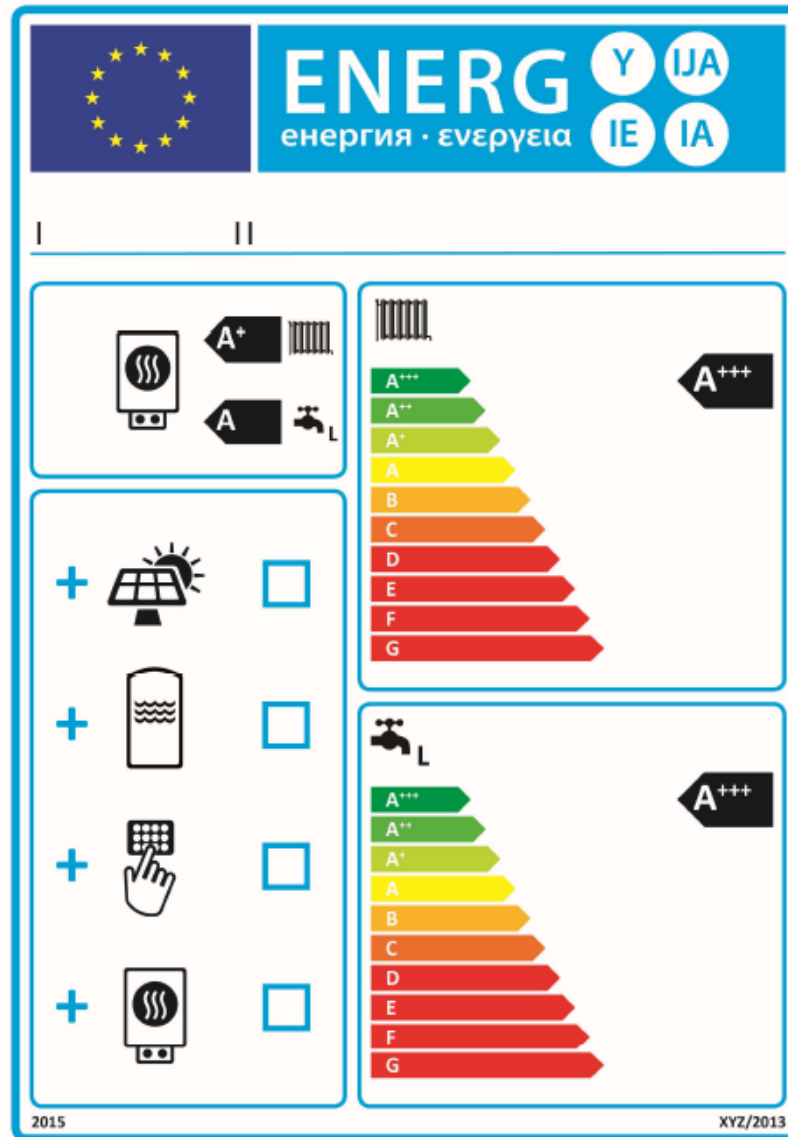
MKV

VP

LT VP



# Pakkemærke





# Pakkemærke- beregning

Seasonal space heating energy efficiency of boiler

<sup>1</sup> %

Temperature control  
From fiche of temperature control

Class I = 1 %, Class II = 2 %, Class III = 1,5 %,  
Class IV = 2 %, Class V = 3 %, Class VI = 4 %,  
Class VII = 3,5 %, Class VIII = 5 %

+  <sup>2</sup> %

Supplementary boiler  
From fiche of boiler

Seasonal space heating energy efficiency (in %)

(  - 'I' ) × 0,1 = ±  <sup>3</sup> %

Solar contribution  
From fiche of solar device

collector size (in m<sup>2</sup>)

Tank volume (in m<sup>3</sup>)

Collector efficiency (in %)

Tank rating  
A\* = 0,95, A = 0,91,  
B = 0,86, C = 0,83,  
D-G = 0,81

( 'III' ×  + 'IV' ×  ) × 0,9 × (  / 100 ) ×  = +  <sup>4</sup> %

Supplementary heat pump

From fiche of heat pump

Seasonal space heating energy efficiency (in %)

(  - 'I' ) × 'II' = +  <sup>5</sup> %

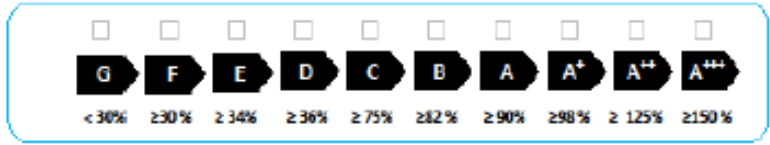
Solar contribution AND Supplementary heat pump

Select smaller value 0,5 ×  <sup>4</sup> OR 0,5 ×  <sup>5</sup> = -  <sup>6</sup> %

Seasonal space heating energy efficiency of package

<sup>7</sup> %

Seasonal space heating energy efficiency class of package



Boiler and supplementary heat pump installed with low temperature heat emitters at 35 °C ?

From fiche of heat pump  <sup>7</sup> + ( 50 × 'II' ) =  %

*The energy efficiency of the package of products provided for in this fiche may not correspond to its actual energy efficiency once installed in a building, as this efficiency is influenced by further factors such as heat loss in the distribution system and the dimensioning of the products in relation to building size and characteristics.*