

CITIES Workshop, 6 April 2018, DTU

Demonstration of supply systems for heating, cooling and hot water with PVT - solar collectors with build-in PV - heat pump and battery storage

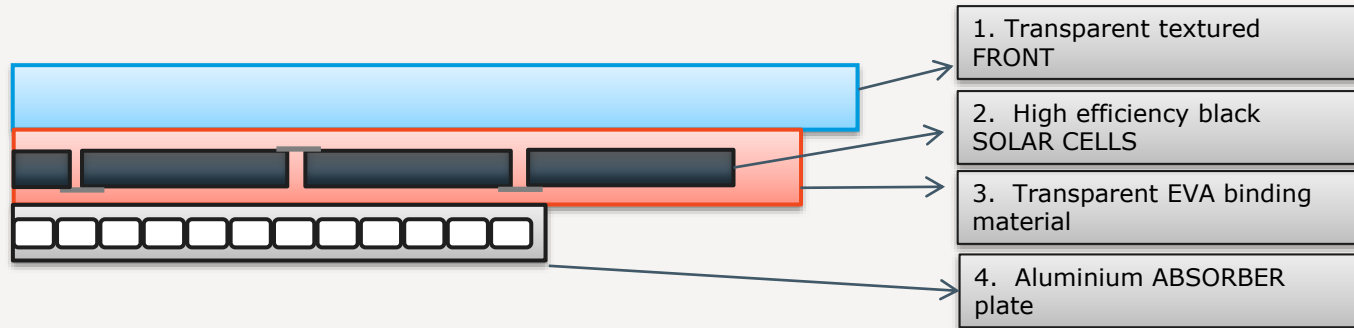
Svend Erik Mikkelsen, COWI

Partners and sponsors

- > DTU-BYG
- > DTU Compute
- > Rubrik (Steen Hartvig)
- > RACELL
- > Lithium Balance
- > Danfoss
- > KAB, 3B
- > Vandkunsten
- > Gaia
- > BEOF
- > ELFORSK
- > EUDP
- > Landsbyggefonden
- > Leverandører
- > Beboere

NEW TECHNOLOGY

The Solar Power Plant is achieved via **advanced PVT** solar modules combined with heat pumps, storage and SMART Energy Control system



What is BIPVT-E and PVT-E?

- > On buildings, a building-integrated item for roof or facade which consists of:
 - > Solar collectors
 - > Solar cells
 - > Cooling unit
 - > Energy-absorber
 - > Insulation
 - > Weather screen
 - > Air cooler
 - > Supporting items
- > In a field, an item with the below-mentioned functions:
 - > Solar collectors
 - > Solar cells
 - > Cooling unit
 - > Energy-absorber
 - > Air cooler

Ambition on a Building

> Building

- > cover the consumption (as much as possible) for electricity, heat and cooling by using the roof and the facade of the building
- > Make the consumer flexible in relation to the community supply in order to gain benefits and more sustainable energy in general.
 - > Electricity consumption
 - > Heat consumption

> Field

- > Better use of the area compared to solar cells only
- > supplement to heat supply and cooling supply for either networks or for buildings/consumers nearby
- > The distance to the consumers is a limitation.

International Market

- > Self sufficient systems in warmer climates.
- > Shopping centres

Components in a PVT-E system

FULL package (replacing coal and gas)

- > PVT-E modules
- > heat pump/cooling machines, electricity powered
- > Batteries
- > Inverters
- > Storage tanks
- > Control system

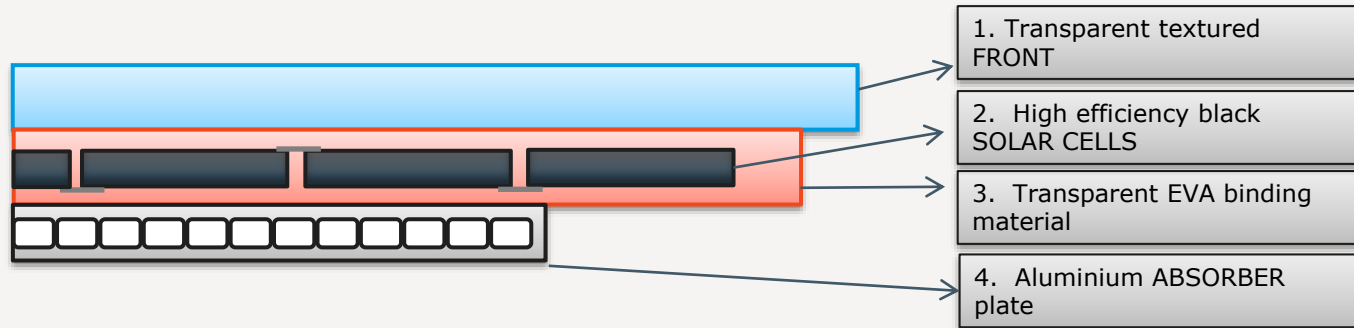
Reduced - Hybrid (district heating area)

- > PV modules
- > Batteries
- > Inverter
- > Control

Solar CHP-C for Commercial buildings

NEW TECHNOLOGY

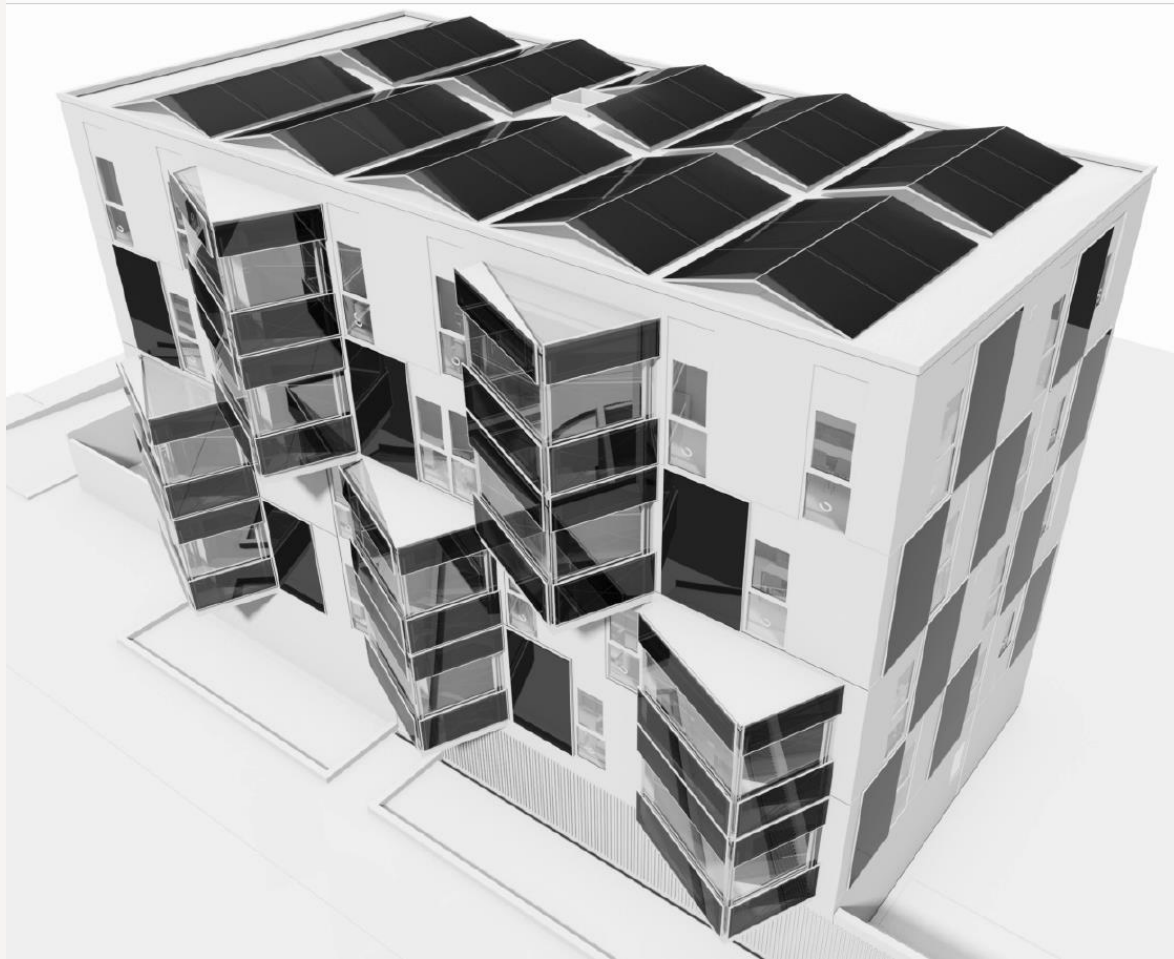
The Solar Power Plant is achieved via **advanced PVT** solar modules combined with heat pumps, storage and SMART Energy Control system





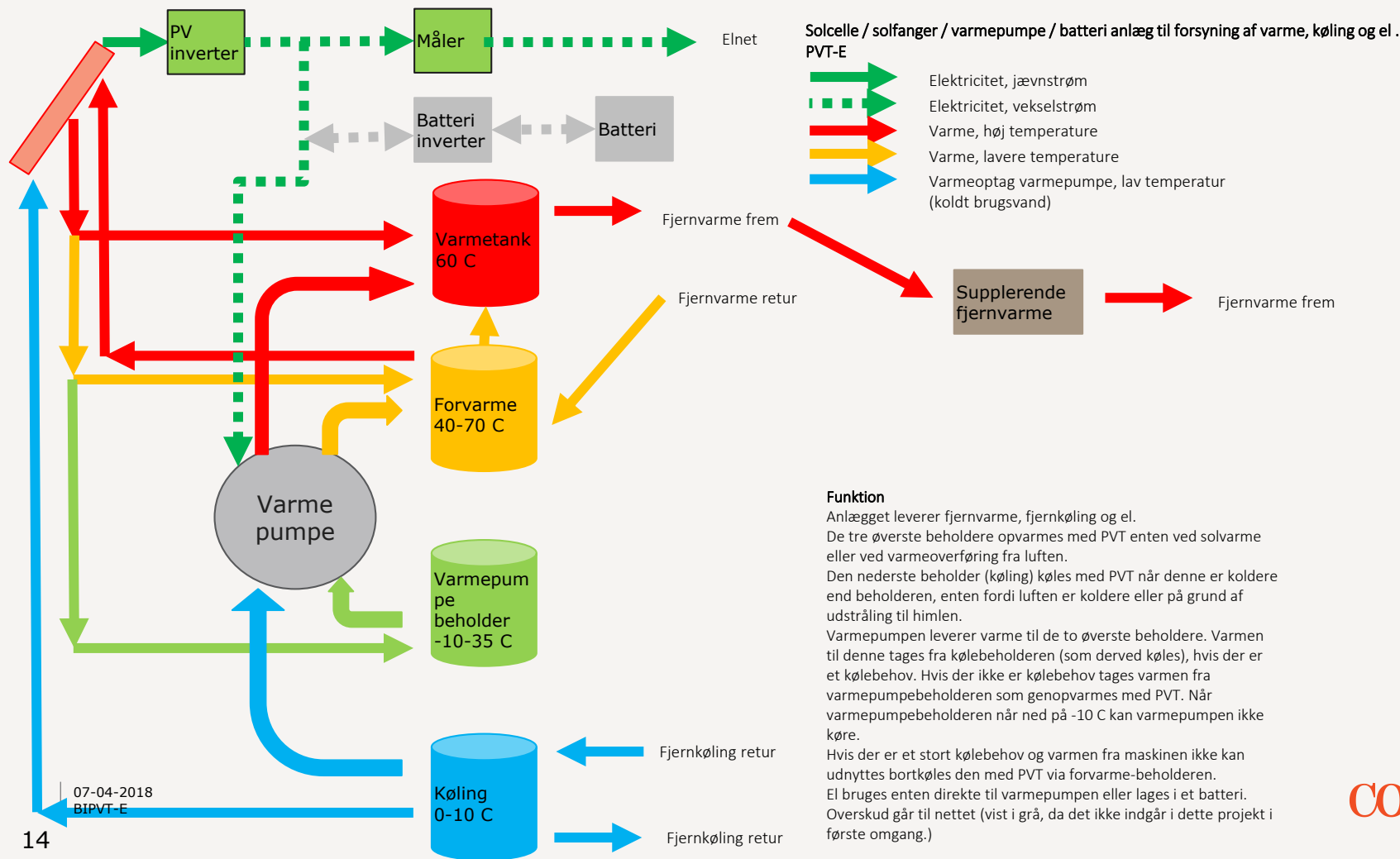


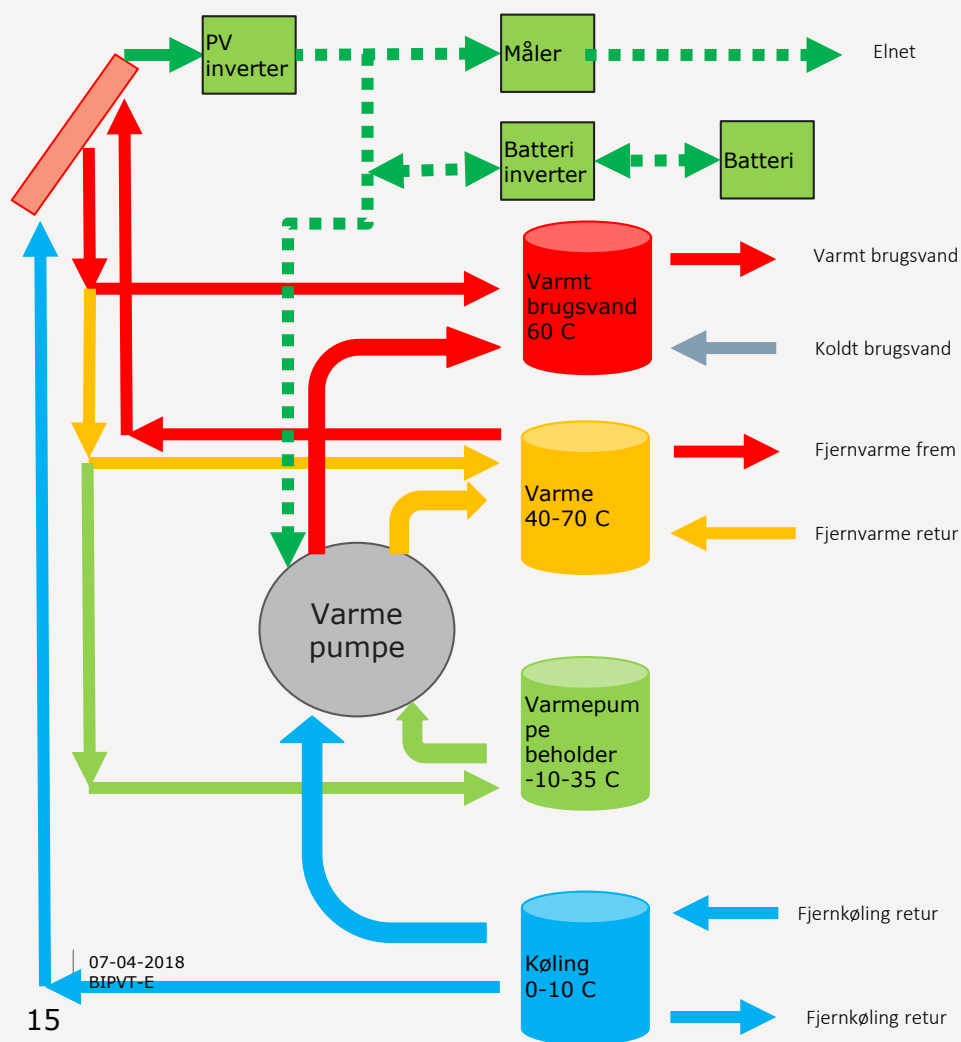




COWI

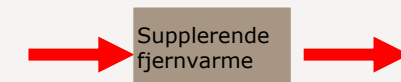
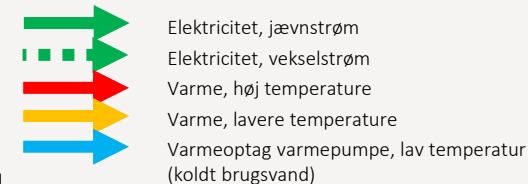
Large systems for large buildings or supplier plant





Solcelle / solfanger / varmepumpe / batteri anlæg til forsyning af varme, køling og el .

PVT-E



Funktion

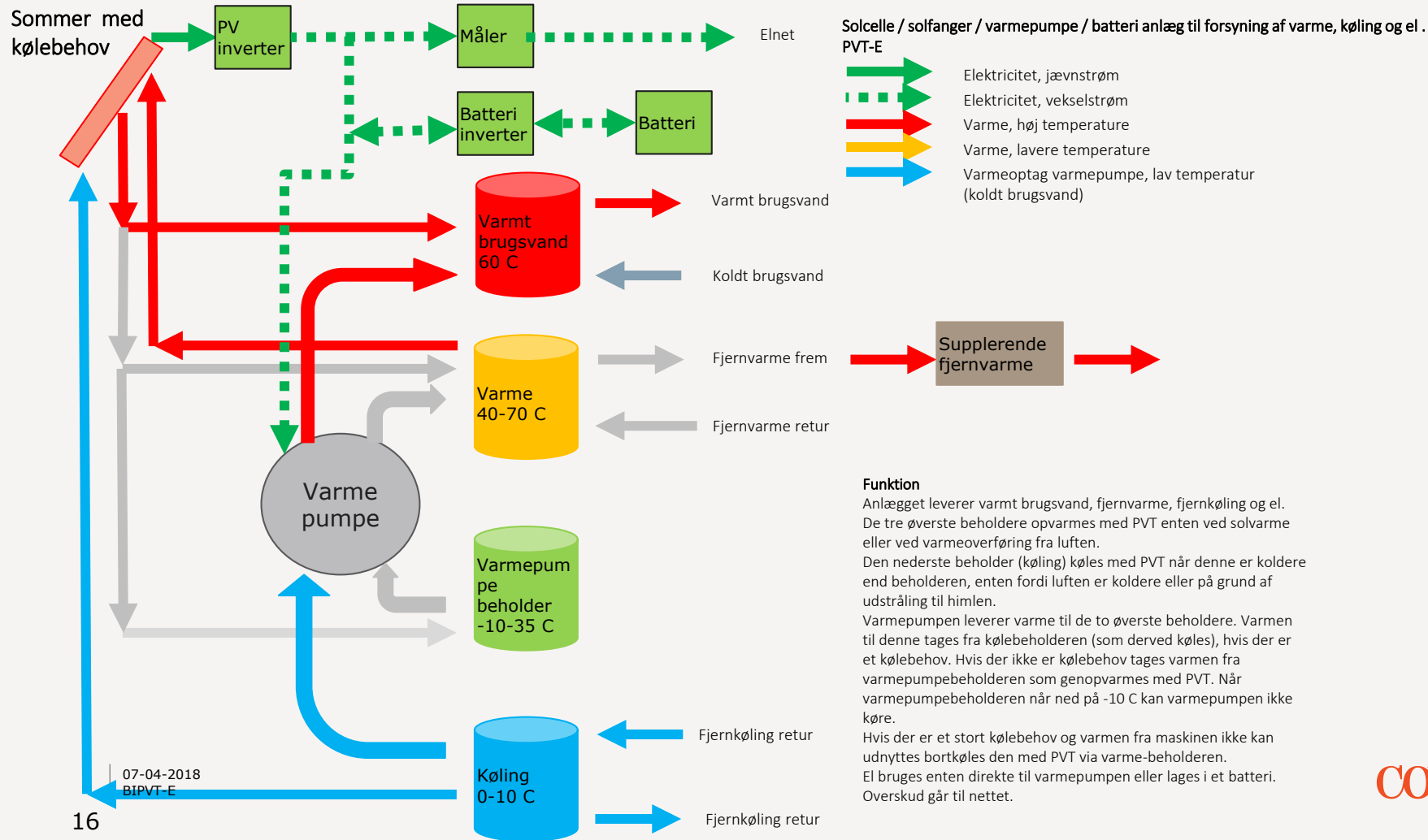
Anlægget leverer varmt brugsvand, fjernvarme, fjernkøling og el. De tre øverste beholdere opvarmes med PVT enten ved solvarme eller ved varmeoverføring fra luften.

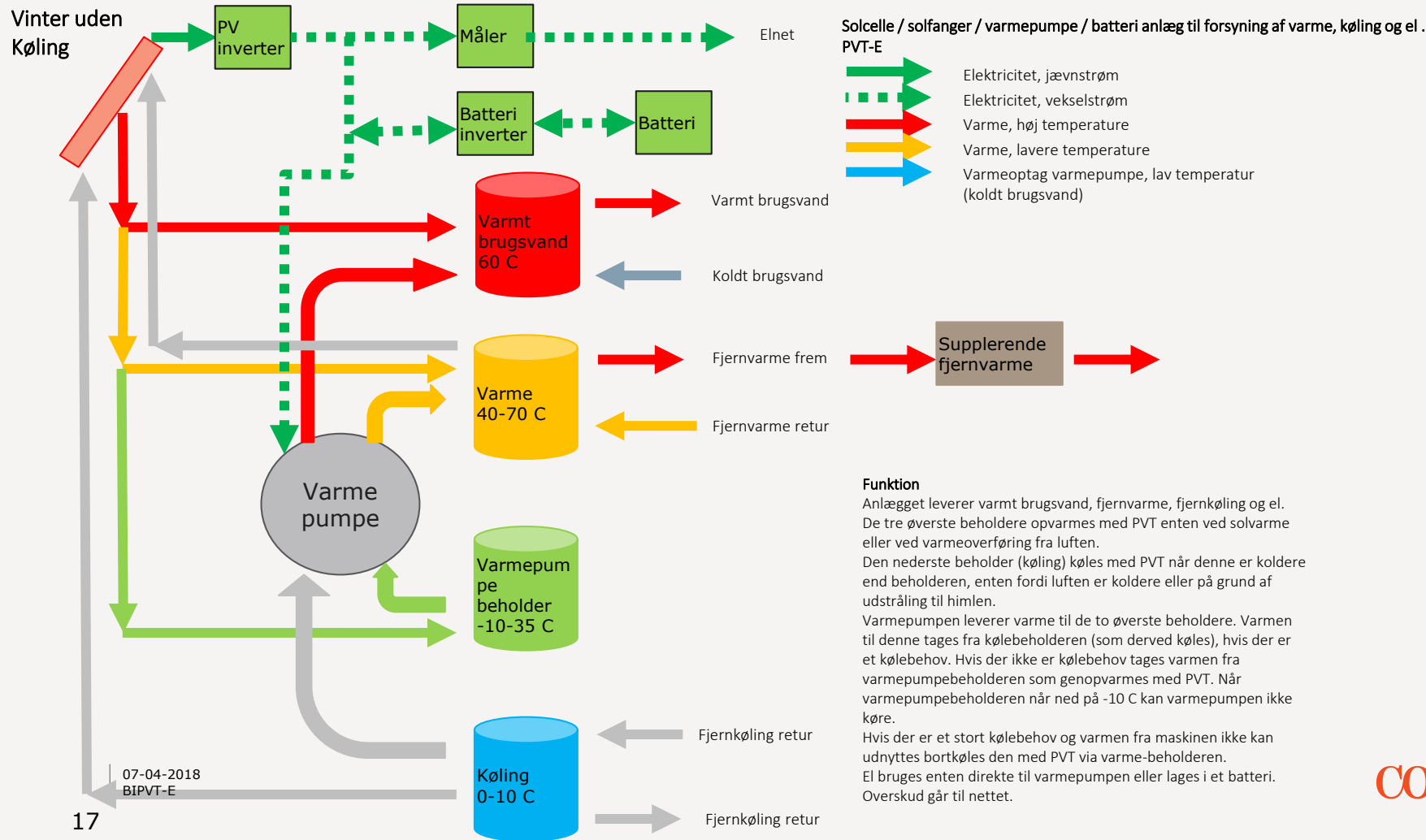
Den nederste beholder (køling) køles med PVT når denne er koldere end beholderen, enten fordi luften er koldere eller på grund af udstråling til himlen.

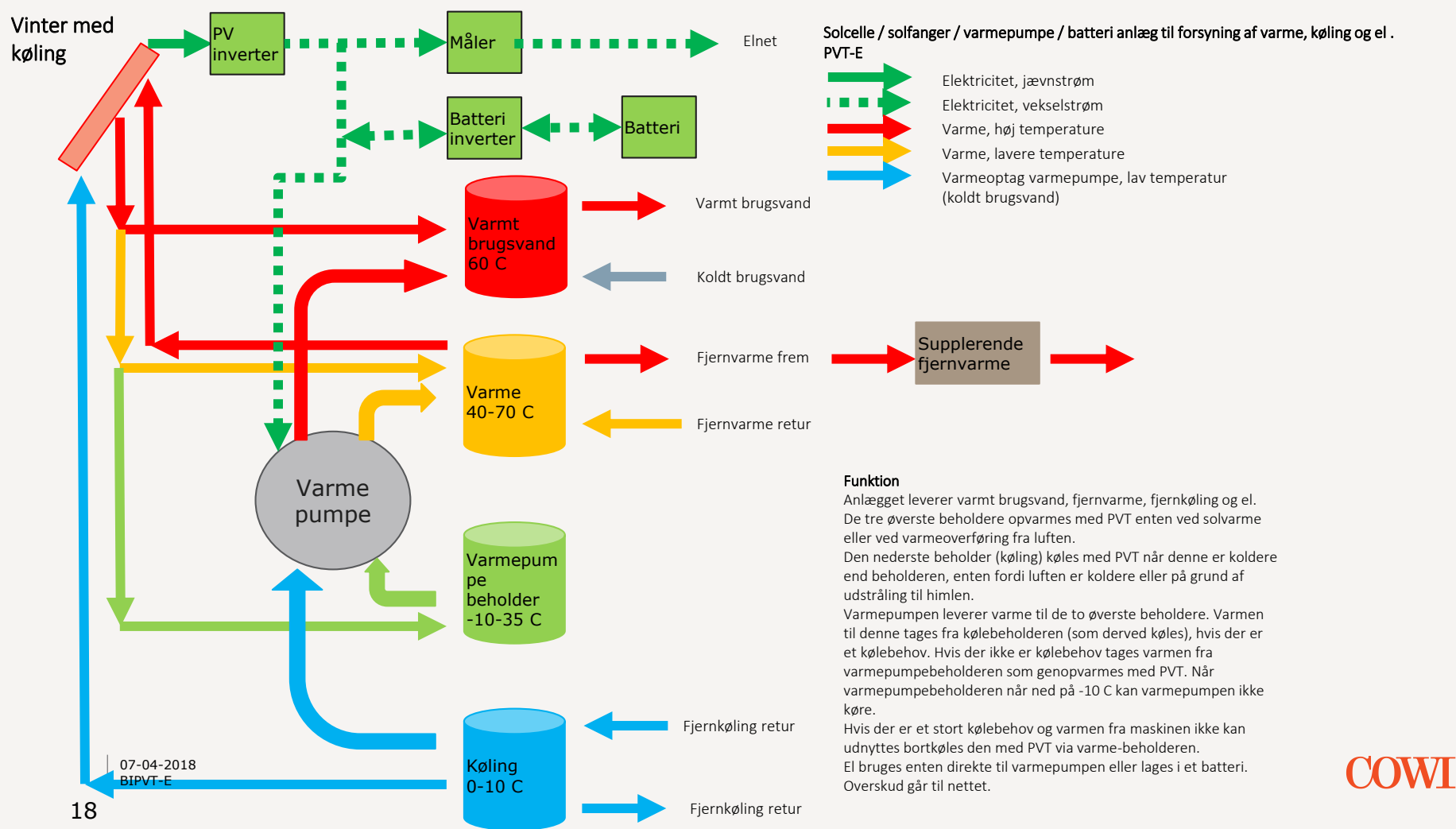
Varmpumpen leverer varme til de to øverste beholdere. Varmen til denne tages fra kølebeholderen (som derved køles), hvis der er et kølebehov. Hvis der ikke er kølebehov tages varmen fra varmepumpebeholderen som genopvarmes med PVT. Når varmepumpebeholderen når ned på -10 C kan varmepumpen ikke køre.

Hvis der er et stort kølebehov og varmen fra maskinen ikke kan udnyttes bortkøles den med PVT via varme-beholderen.

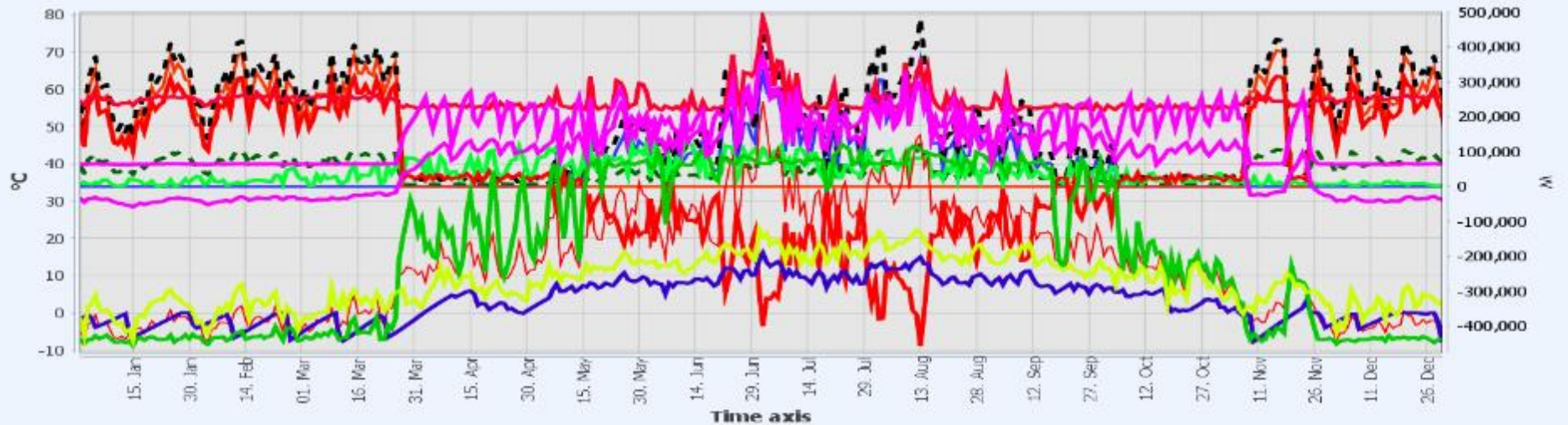
El bruges enten direkte til varmepumpen eller lages i et batteri. Overskud går til nettet.







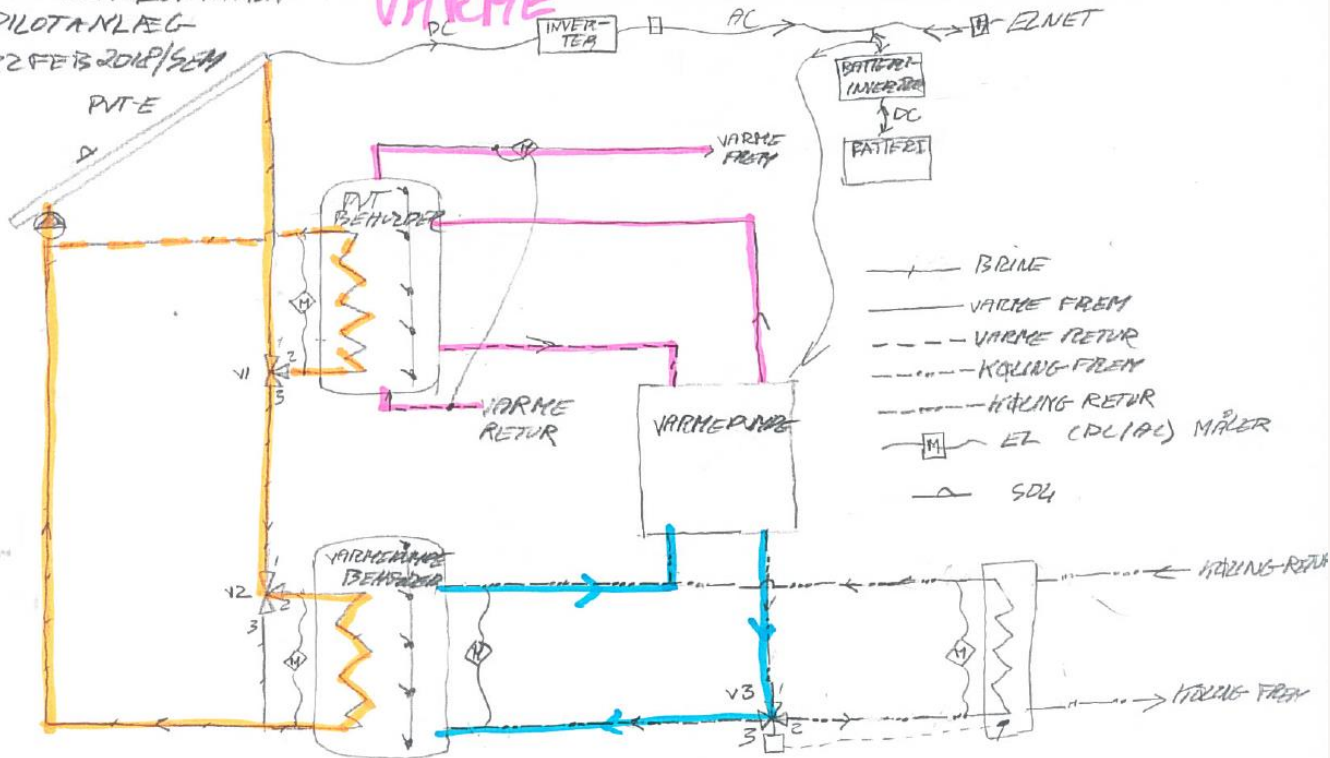
Analysis with Polysun



Name	Unit	Axis	Colour	Line	Envelope
Weather data: Average outdoor temperature	°C				
Storage tank Opvarmning beholder: Layer 3	°C				
Storage tank Opvarmning beholder: Top layer	°C				
Storage tank varmpumpe beholder: Layer 8	°C				
Storage tank kulebeholder: Layer 3	°C				
Storage tank Brugsvand: Layer 10	°C				
PVT collector: Mean temperature	°C				
PVT collector: Collector field yield	W				
PVT collector: Energy production AC	W				
BWV or VWV heat pump: Supplied heating energy	W				
BWV or VWV heat pump: Fuel/electrical consumption	W				
Building: Heating energy from heating/cooling modules	W				

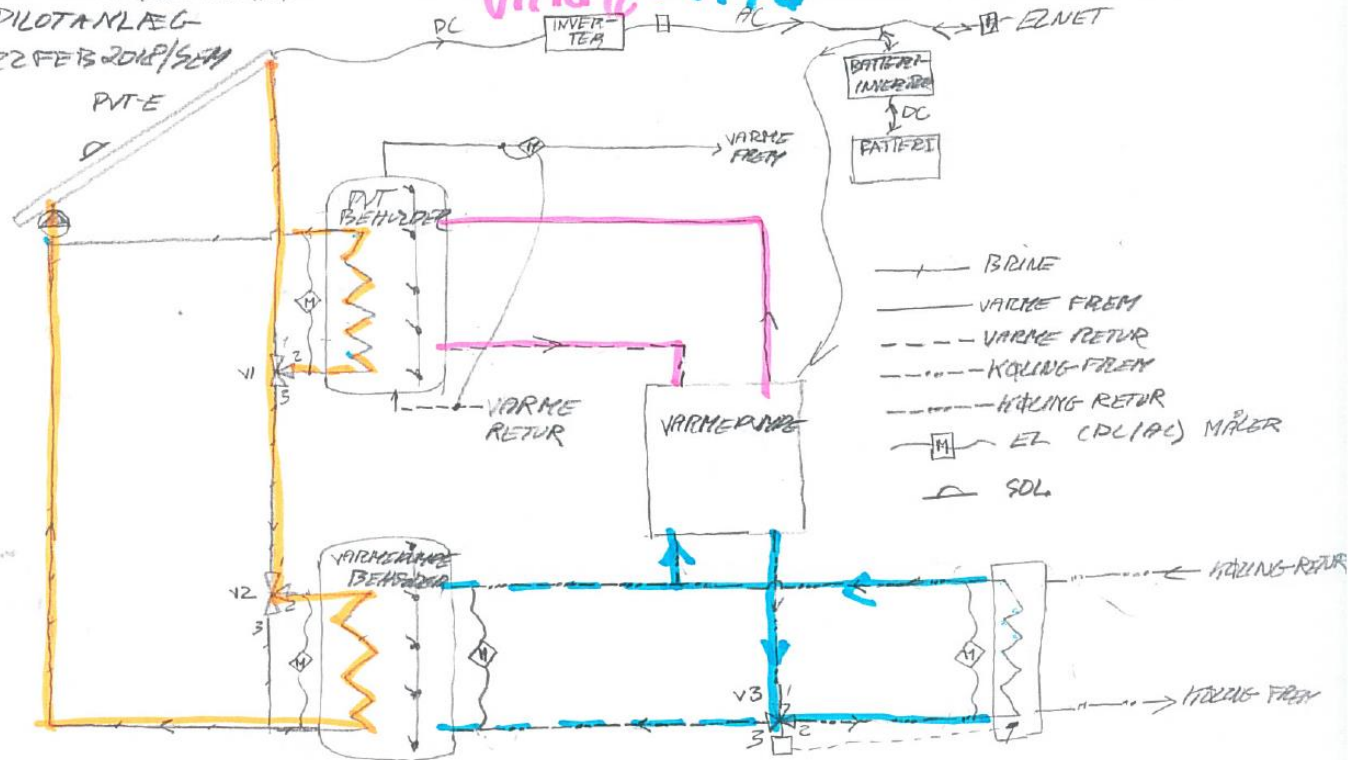
BORNHOLM LUFTHAVN
PILOTANLÆG
22 FEB 2018/SEM

VARME



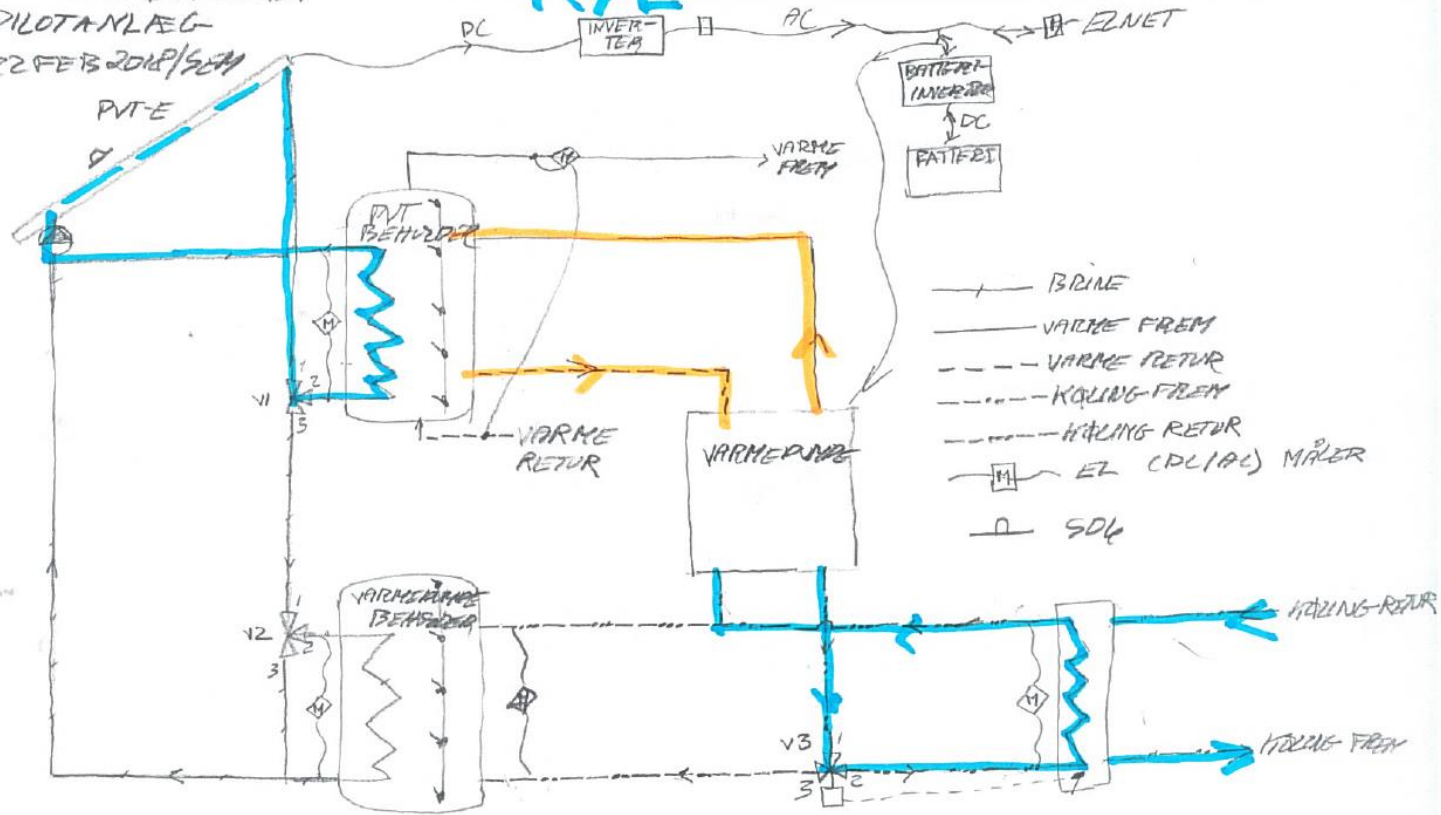
BORNHOLM LUFTHAVN
PILOTANLÆG
22 FEB 2016/SCM

VARME + KØL

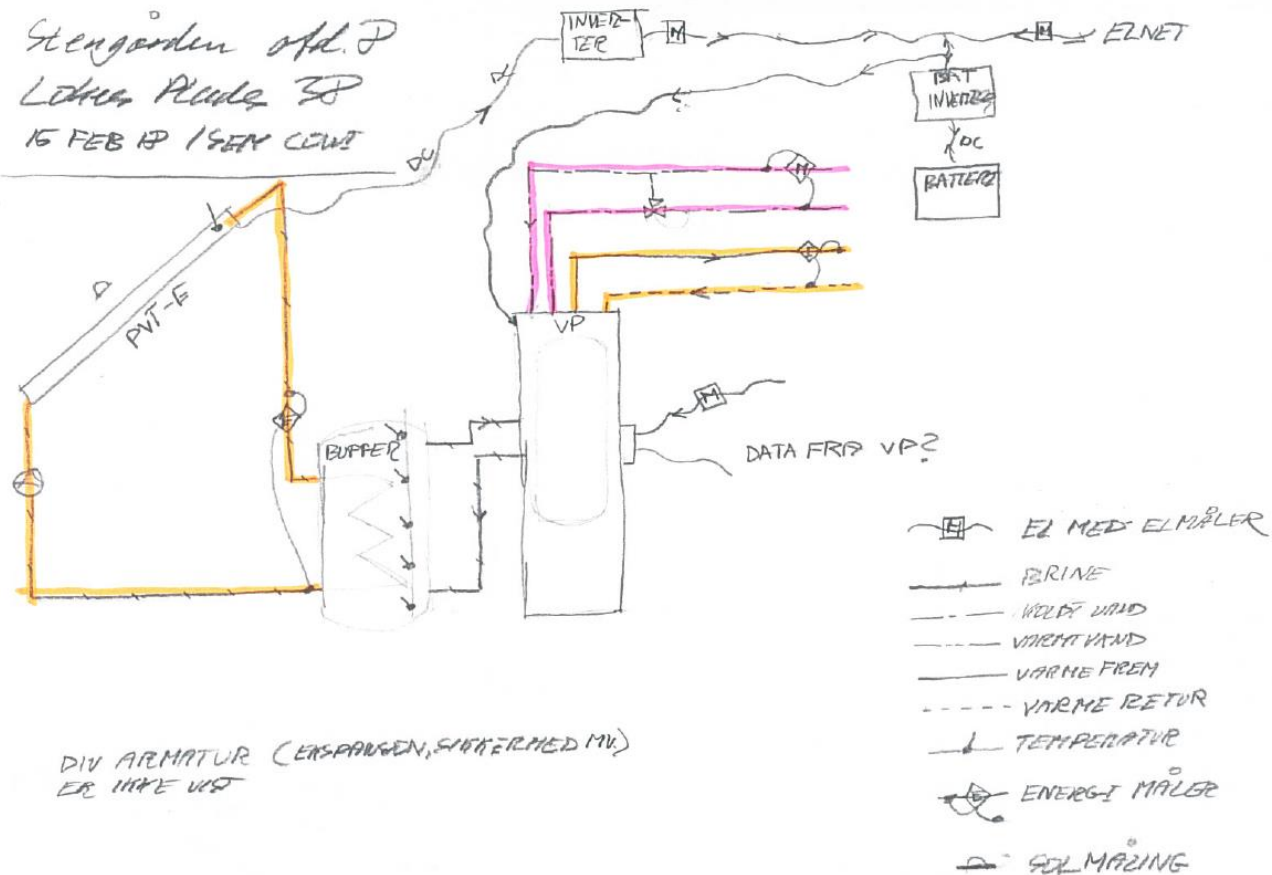


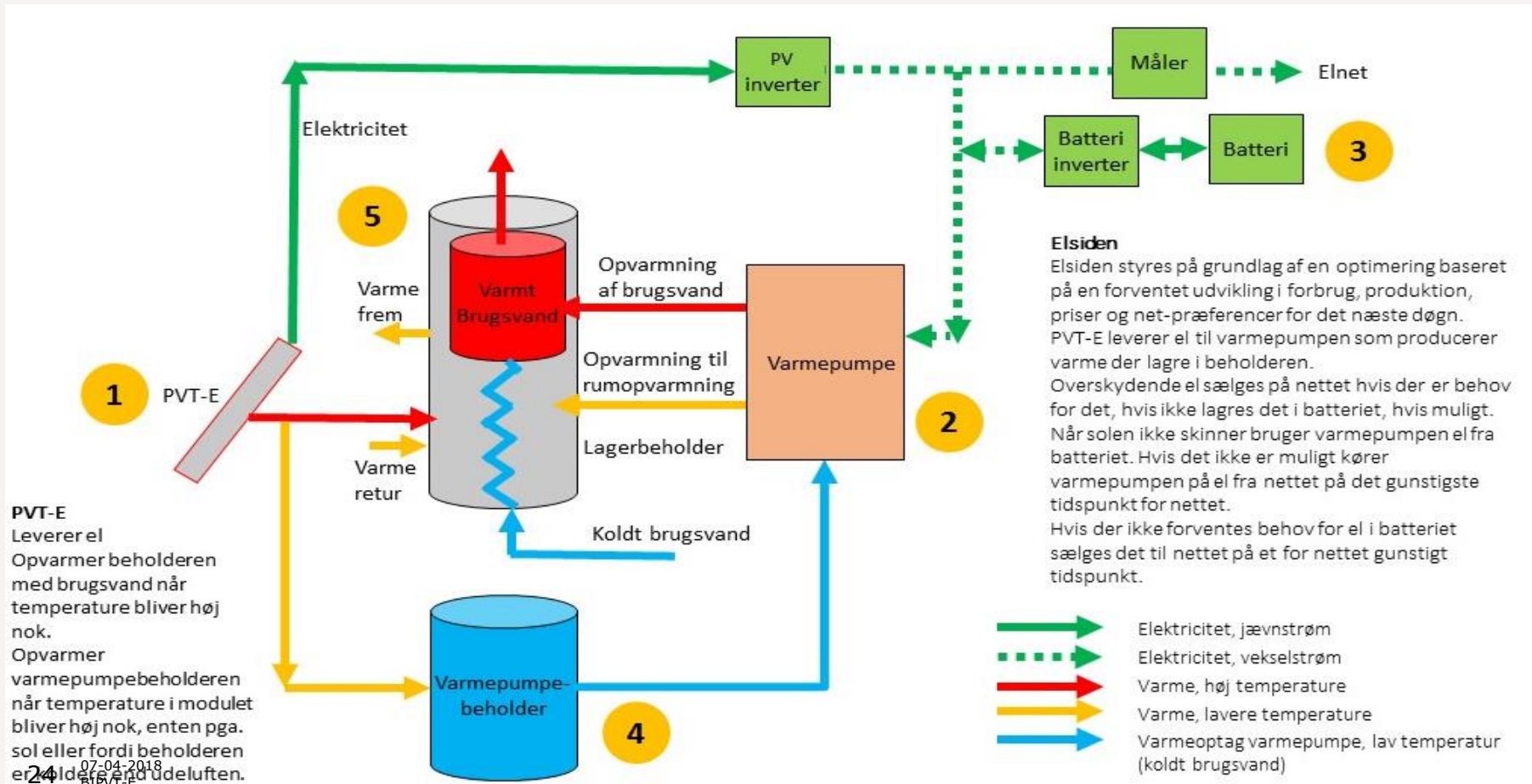
BOENHOLM LUFTHAVN
PILOTANLÆG
22 FEB 2018 P/SEM

KVL



Stengården old. 2
Løkke Plads 38
15 FEB 19 15:54 COWI







Bengt Perers

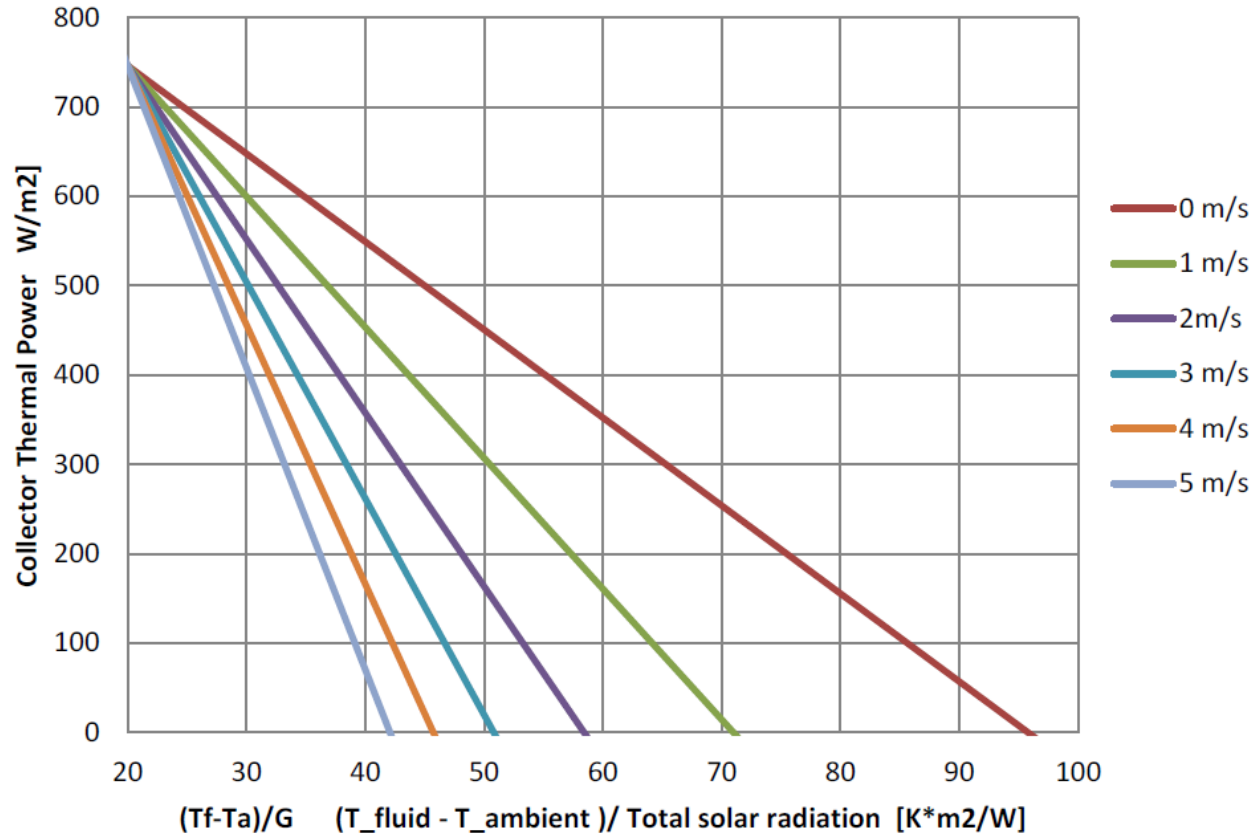
Simon Furbo

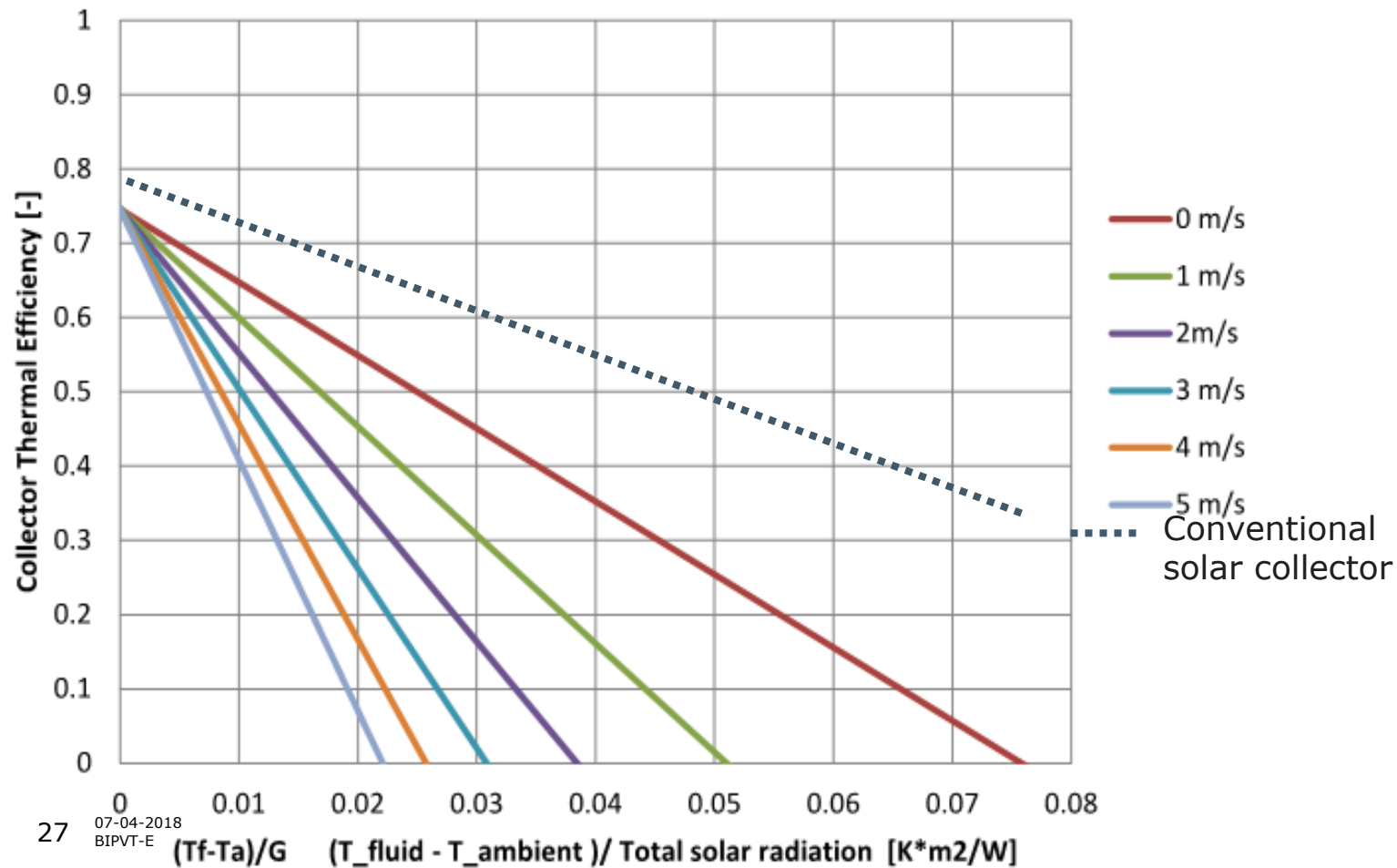
Jakob Berg Johansen

Report

Department of Civil Engineering
2014

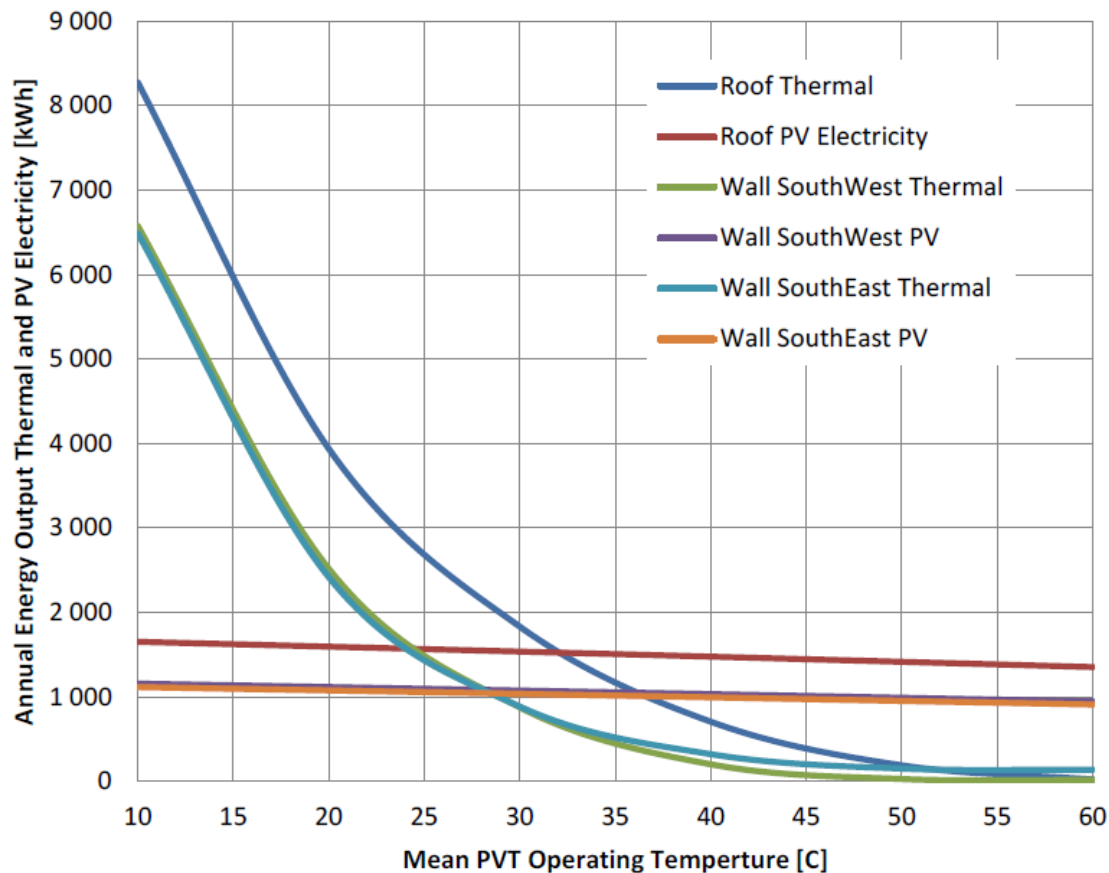
Thermal Power output [W/m²] at stationary test conditions (at no PV output)





PVT Module 10m2

Annual Performance Nørebro Roof and Walls



Note 18% Electrical
PV-STC Efficiency
assumed.
This is subtracted from
the Thermal Efficiency

Analysis and economy

- > Polysun
- > PV-BAT H or PVTE-BAT – a further development of PV-BAT

Eksempel 1 – Enfamiliehus og elbil

> Elforbrug

- > Elforbrug til bolig 4500 kWh/år
- > Elforbrug til elbil (15000 km) 3000 kWh/år
- > Samlet elforbrug 7500 kWh/år

> Elproduktion

- > 30 m² PV 7500 kWh/år

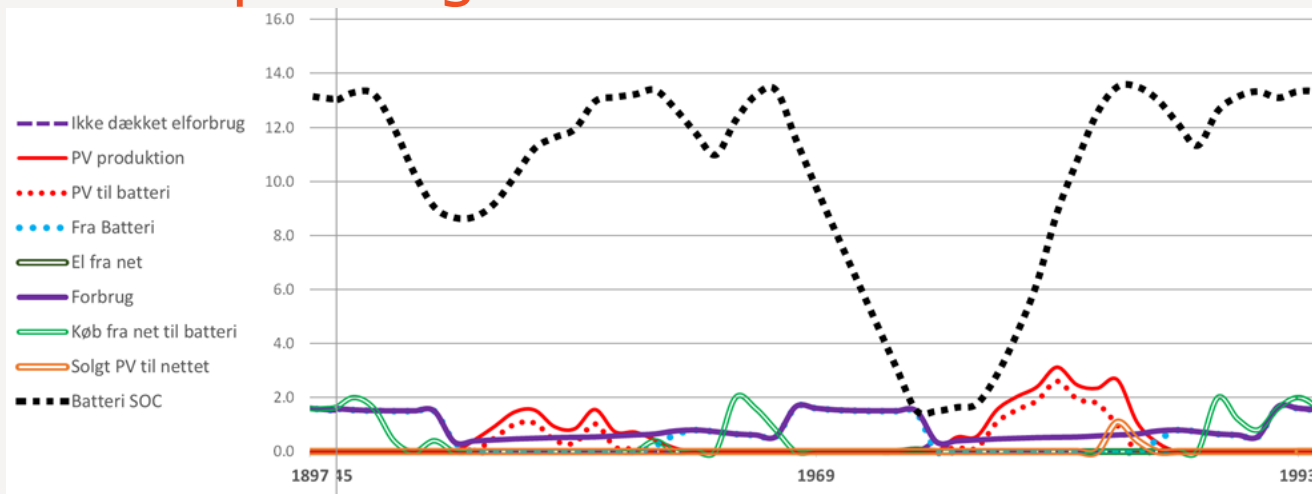
> Batteri

- > Kapacitet 15 kWh
- > Levetid 15 år / 6000 cyklusser

> Elnet

- > Max køb og salg 2 kW
- > Intet køb kl. 06-09 og kl. 17-20
- > Elbil opladning kl. 0 – 06
- > Pris køb / salg 2,20 / 0,25 kr./kWh

Batteriet et par dage i foråret



Anlæg i enfamiliehus med elbil med en produktion og et forbrug på i alt 7.500 kWh pr. år.

X-aksen er timeværdier fra 1-8760, et tal angiver start på et nyt døgn. Viser beregninger for et par dage sidst i marts.

Det fremgår at fra lidt før midnat (time nr. 1969 i året) ophører køb fra til batteri så der lige akkurat er plads til el fra PV næste dag. Ud på eftermiddagen er der overskud fordi batteriet er fyldt op.

Resultat

> Dækning

> Dækning af elforbrug	99,7 %
> Dækning af egetforbrug	63 %
> Salg	22 %
> Spildt	15 %

Økonomisk

- > Dagens priser (2017)
 - > Opnået elpris (LCOE) 3,49 kr./kWh
- > Om 5 år ?
 - > Pris på solceller halveret (byggningsintegreret)
 - > Pris på batterier halveret (pessimistisk)
 - > Levetid på batterier fordoblet (15 år og 12000 cyklusser)
 - > Spildt energi udnyttes til varme til 60 øre/kWh

 > Elprisen bliver da 1,86 kr./kWh

Fremtids scenarie, enfamiliehus med elbil

- > Hele taget er bygningsintegreret PV
- > Pris solceller og batteri er 25% af dagens.
- > Batteri levetid 12000 cyklusser og 15 år.
- > El købes til 1,00 kr./kWh
- > El sælges til 0,60 kr/kwh.
- > Max køb/salg 1,2 kW, intet mellem kl 6-9 og 17-20.
- > Værdi af overskud 60 øre/kWh.
- > Dækning af egetforbrug 82 %
- > Salg / spild 13 / 41 %
- > Resulterende elpris (LCOE) 60 øre/kWh (3% og 30 år).

The end