



TEKNOLOGISK  
INSTITUT

it's all about innovation

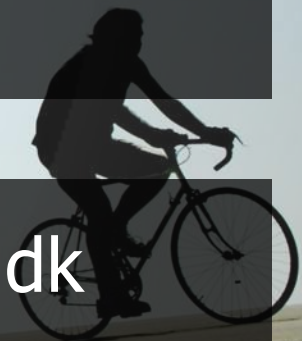




TEKNOLOGISK  
INSTITUT

# Solcelleanlæg kombineret med batterilager samt varmepumpe.

Ivan Katic, Energi & Klima    [ik@teknologisk.dk](mailto:ik@teknologisk.dk)



# Hvorfor energilagring?

- Forbruget følger sjældent produktionen
- Nye afregningsformer (time eller øjeblikks-)
- Nye tekniske muligheder med hybrid invertere
- "Gratis" energilagring i bygningsmasse og varmt vand

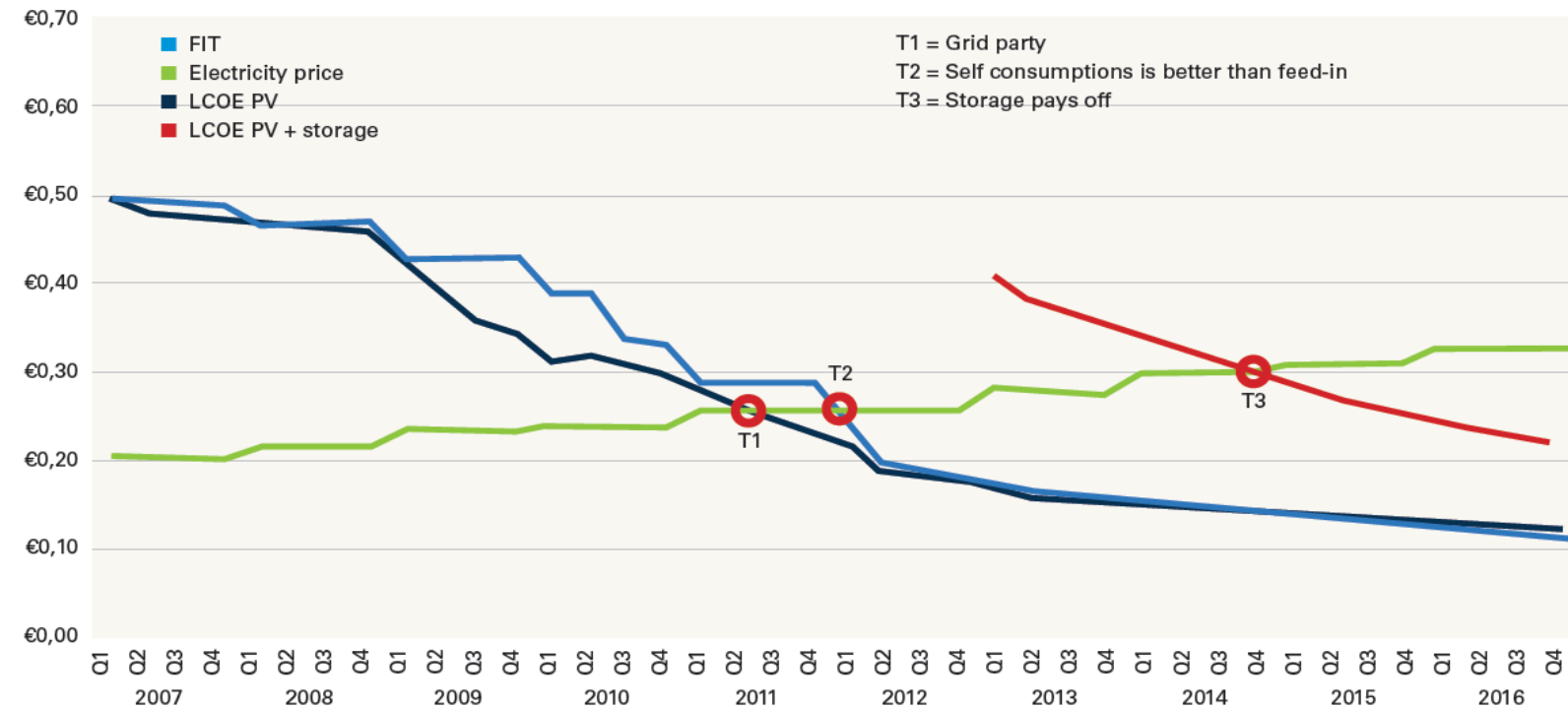
# Batterilager?



TEKNOLOGISK  
INSTITUT

Figure 1: Grid parity for PV with storage in the German market, including feed-in tariff (FIT).<sup>1</sup>

LCOE – electricity price comparison

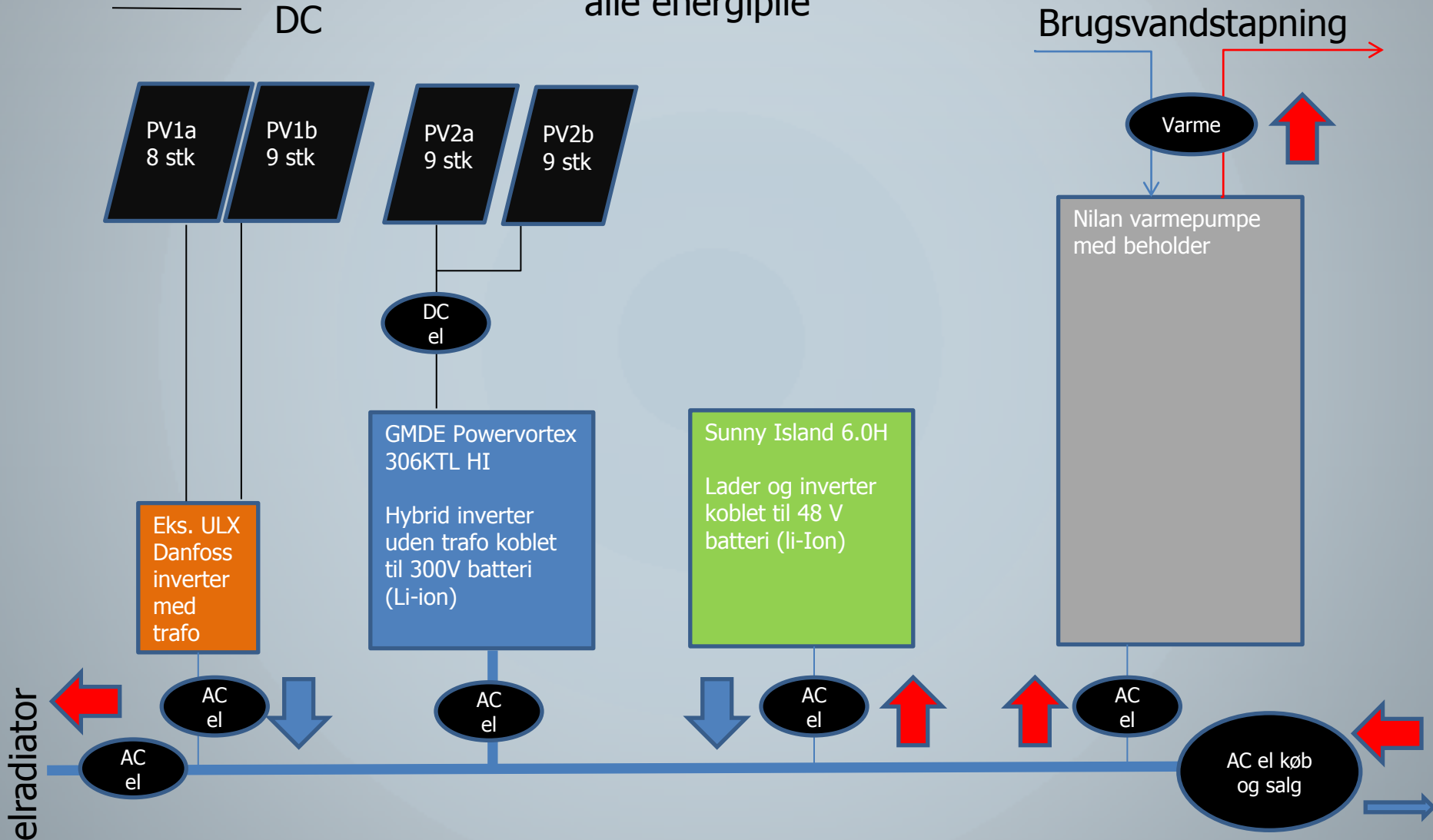


- Stigende udbud af batteripakker med Li-Ion eller blybatterier
- P.t. kun økonomisk ved afregningspriser under cirka 1 kr
- Ikke uden risiko at samle kemisk energi i et "kosteskab"
- Ved store anlæg skal man have et særligt batterirum



- 3 fase AC
- 1 fase AC
- DC

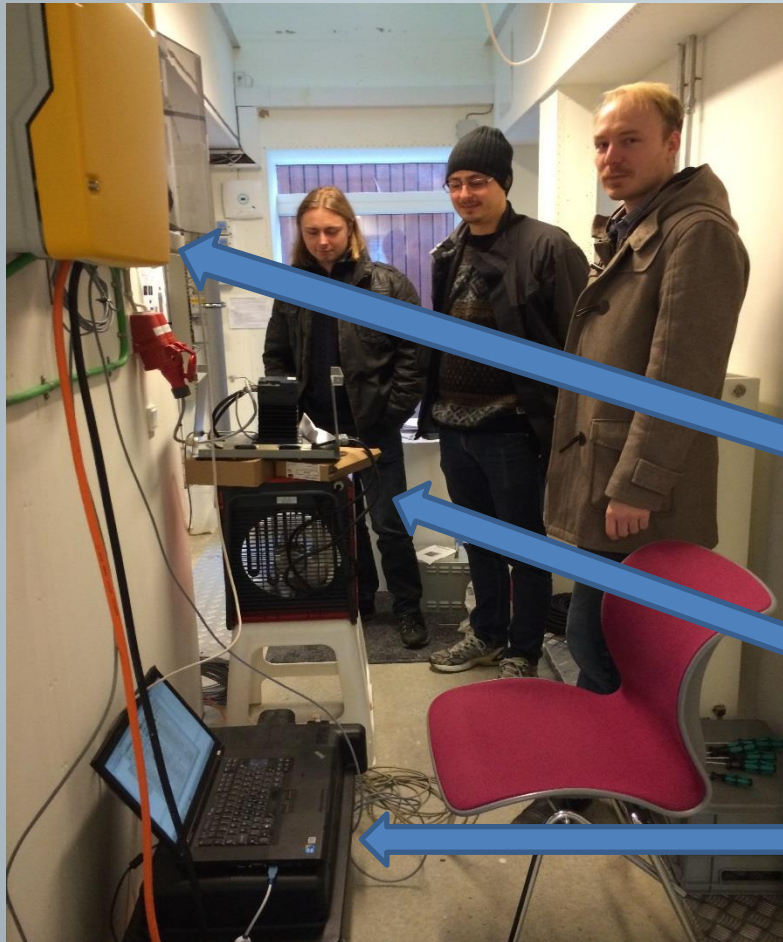
Data opsamles for alle energipile





TEKNOLOGISK  
INSTITUT

# Forsøgsopstillingen



SMA Sunny Island  
inverter 4,6 kW

9 kW varmeblæser  
med styring

50 V batteripakke  
med  $\text{LiFePO}_4$  celler

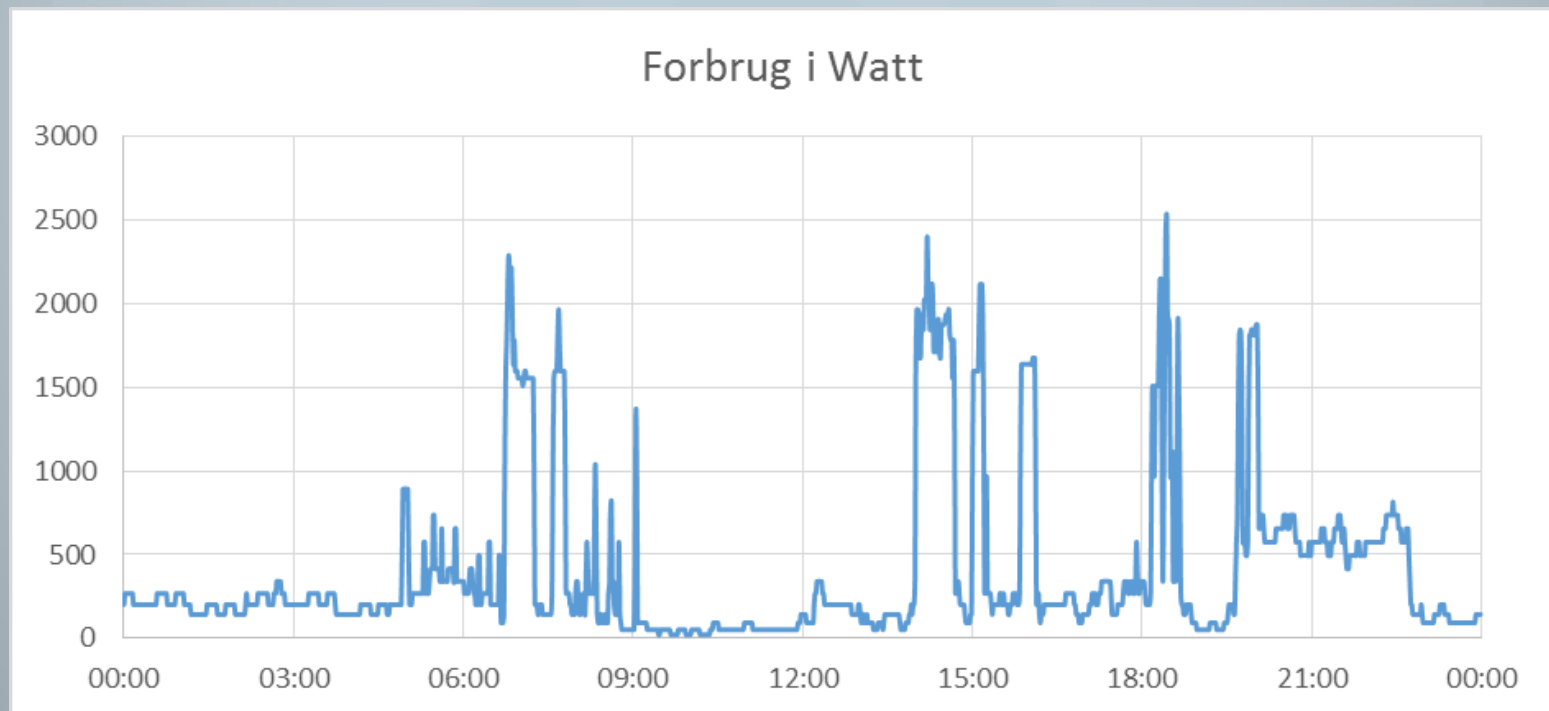


# Hvordan virker batterilageret?



TEKNOLOGISK  
INSTITUT

- Kan lagre nogle timers produktion (4 kWh) og afgive det med op til ca. 4 kW effekt
- Tabet er ca 20 % pr cyklus, mest i AC/DC/AC konverteringen
- Styrer automatisk efter forbrug og produktion og minimerer dermed elkøb og salg
- Forbrugssimulering på minutbasis:

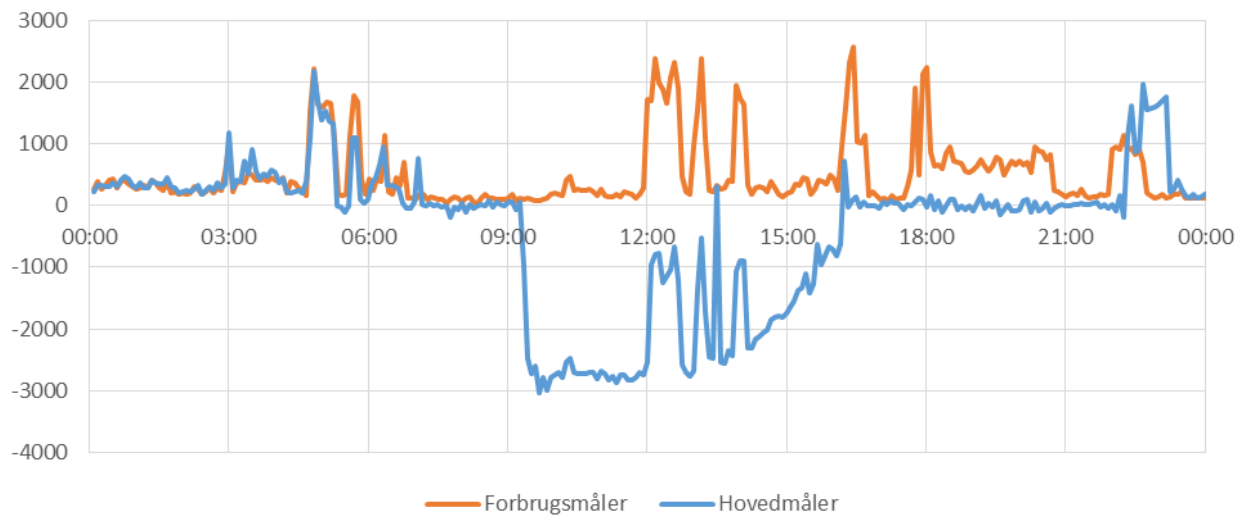
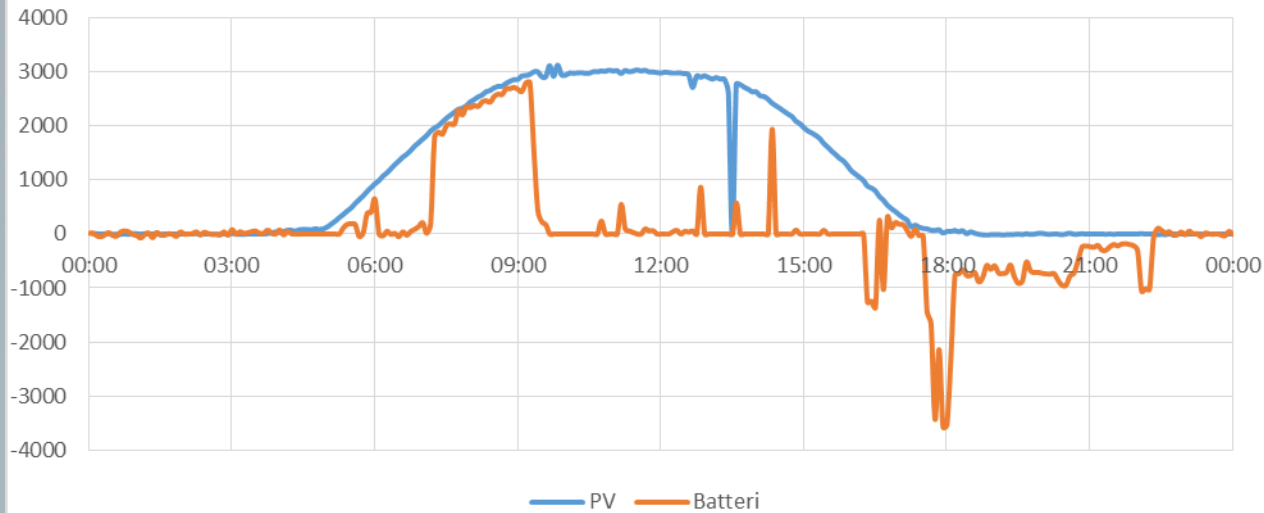


# Hvordan virker batterilageret?



TEKNOLOGISK  
INSTITUT

Klar dag (W)

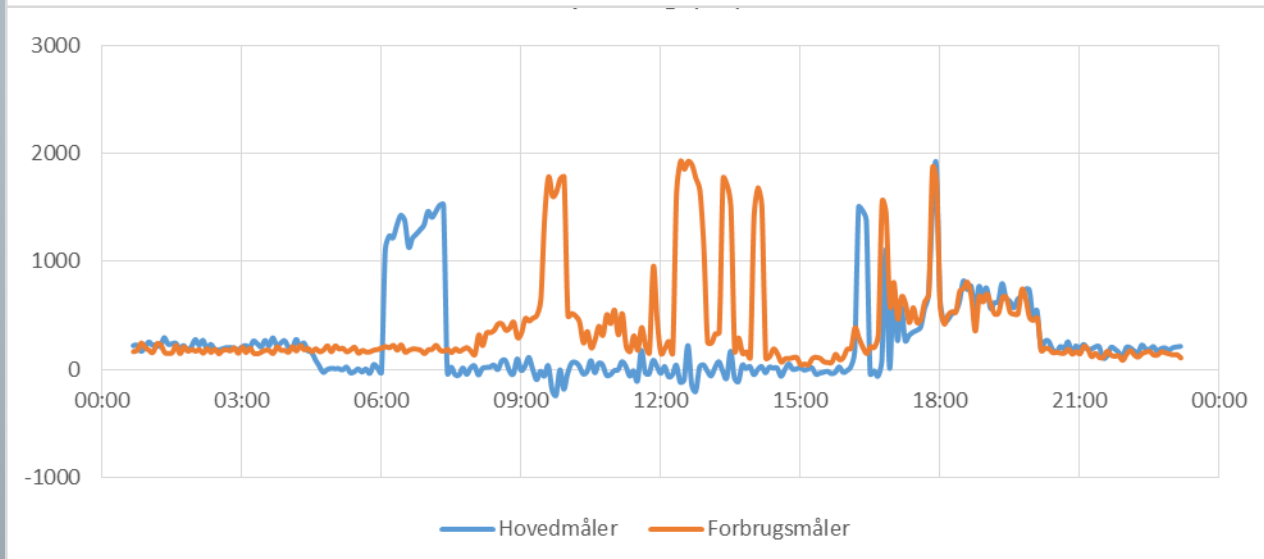
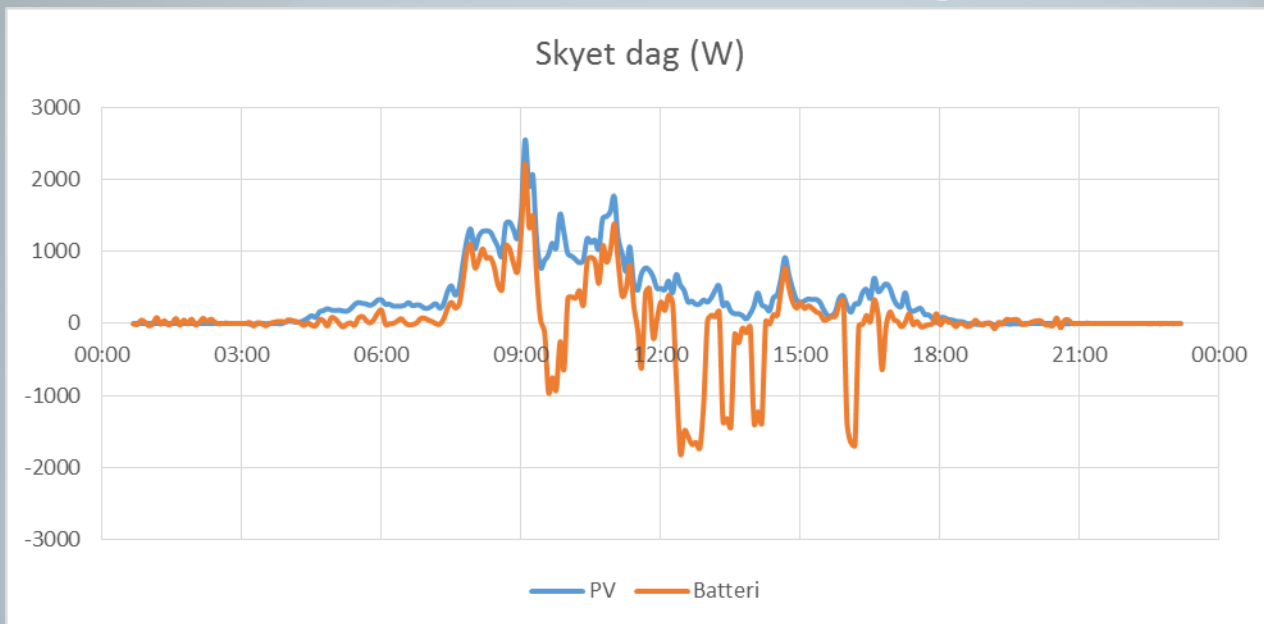




# Hvordan virker batterilageret?



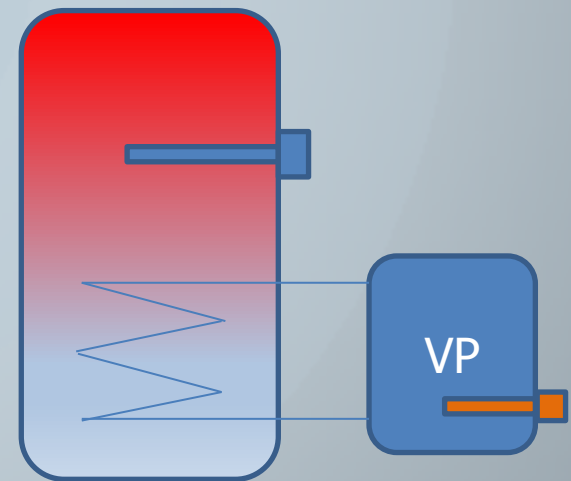
TEKNOLOGISK  
INSTITUT



# Hvordan virker varmelageret?

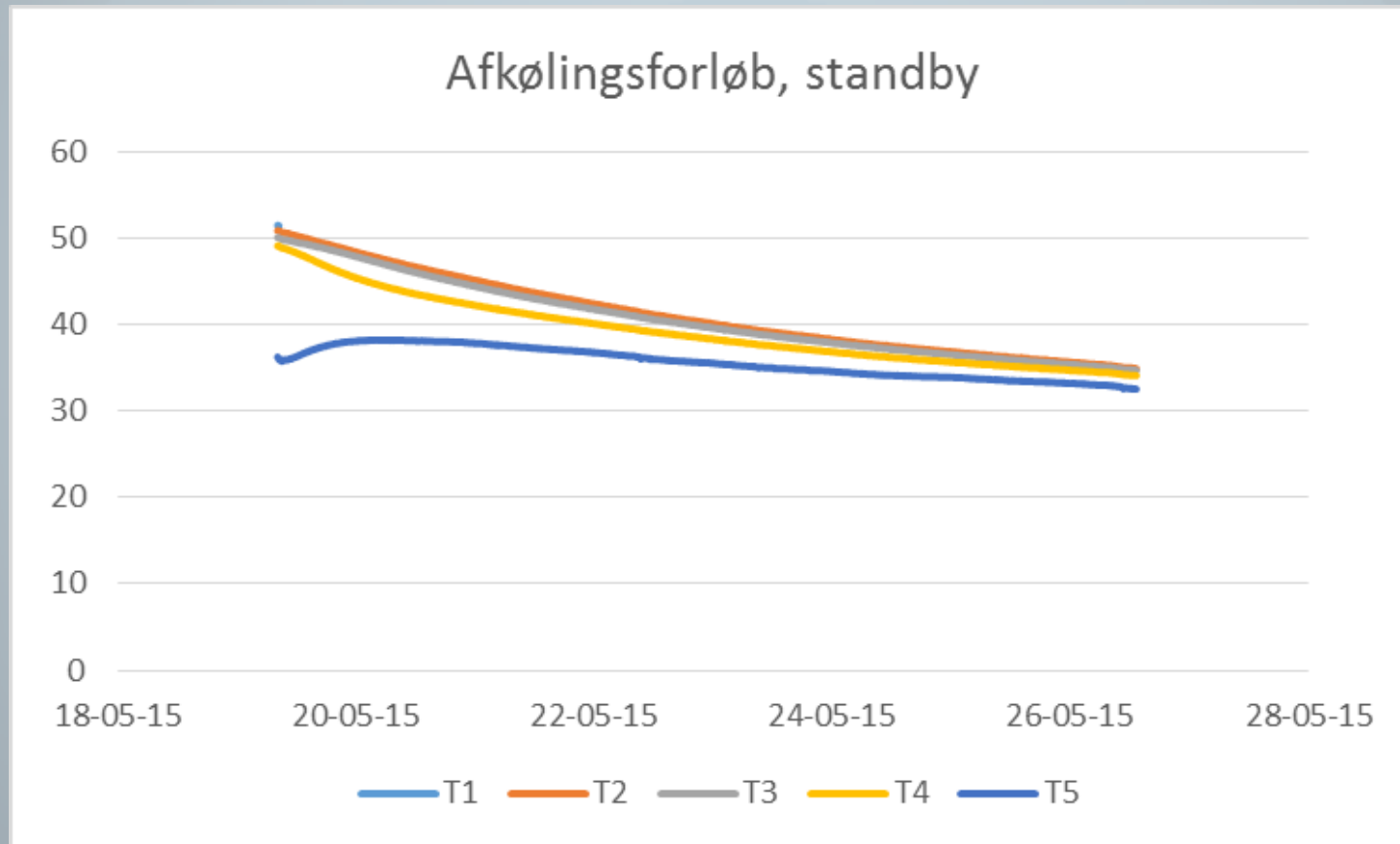
- El til varme kan være en god ide hvis der er overskud af VE el
- $E = M \times C_p \times dT$ . Cirka 5 kWh varme for en 180 l beholder ved  $dT=25K$
- I princippet en simpel overstyring af termostaten, men der er grænser for hvor store udsving der er mulige af hensyn til komfort.
- Ved temperaturer over ca 50°C kunne vores varmepumpe ikke følge med, men slog over på ren elvarme!

Tanktemperatur	Målt systemeffektivitet
34	2,99
44	2,35
50	2,31
54	0,81



# Hvordan virker varmelageret?

- Taber energien hurtigere end et batteri.



# Konklusion vedrørende termisk energilagring:

- Varmepumpen skal være egnet til formål, d.v.s. den skal kunne tilpasse sig over et stort temperaturområde
- Der bør sidde en elpatron direkte i beholderen, som kan opvarme det sidste stykke, hvor varmpumpen ikke kan følge med. Her skal styringen kunne slukke helt for kompressoren, som ellers bare vil levere "varme til fuglene"
- Varmtvandsbeholderen skal have en fornuftig størrelse, f.eks. over 200 l samt en god isolering uden kuldebroer. Denne størrelse vil nogenlunde kunne optage et par timers overskudsel fra et typisk solcelleanlæg på 4-5 kW.
- Styringen skal kunne begrænse hvilke perioder der skal opvarmes i, for eksempel via et signal fra solcelleanlæggets inverter eller en timer. På den måde kan man sikre sig at beholderen er kold når solen begynder at skinne og der vil være overskud af el.



TEKNOLOGISK  
INSTITUT

*Tak for jeres opmærksomhed!*



[www.teknologisk.dk](http://www.teknologisk.dk)

ik@teknologisk.dk