Udnyttelse af solcelle-el i batterier og varmepumpe i énfamiliehus

Projektet er støttet af ElForsk

Deltagere:

Lithium Balance
NILAN A/S
Teknologisk Institut -

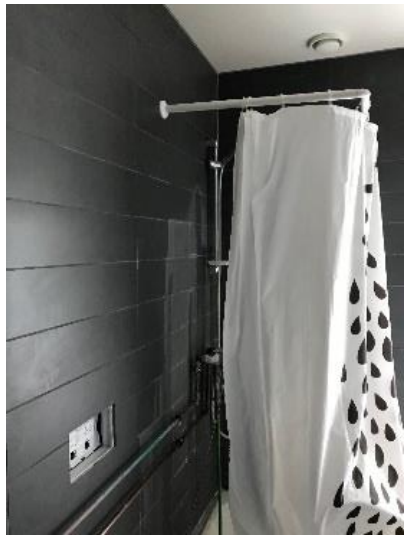
Baggrund

- Vedvarende energi skal klare vores el-forsyning (og andet energi)
- To problemer/udfordringer ved vedvarende energi:
  - Lagring
  - Lav temperatur af varmekilde

Vi vil lagre sol-celle-produceret elektricitet
i batterier og varmepumpe
Før brugte man el-nettet som ”lager”
Forskel på købs- og salgspris skal betale lagringen
Dvs. ca. 2 kr. pr. kWh for nye solcelleanlæg

Produktion og forbrugsdata

- Solcelleproduktion 30 kWh pr. solskinsdag (6 kW anlæg)
- Dagsforbrug – el 11 kWh i gennemsnit (4000 pr. år –mindre om sommeren)
- Brugsvand – ca. 6 kWh (2000 kWh/år)



- Dvs. overskuds-el på solskinsdage

En beregning af muligheden for energilagring i eksisterende beholdere og konstruktioner viser følgende:

Simpel økonomiberegning pr kWh lager			
	Varmt vand	**Batteri**	**Betongulv**
Størrelse	200 liter	5 kWh	100 m^2
Udnytteligt el-optag pr. cyklus kWh	3 kWh	4 kWh	15 kWh
Ekstra investering pr. kWh lager kr.	1.333 kr.	5.000 kr.	267 kr.
Levetid år	15 år	12 år	30 år
Antal årlige cykler	250 cyklus	250 cyklus	150 cyklus
Total cykler i levetid	3.750 cykler	3000 cykler	4.500 cykler
Kr./kWh optaget el	0,36 kr./kWh	2,08 kr./kWh	0,06 kr./kWh

Vi vil undersøge mulighederne for lagring af solenergi i énfamiliehus i praksis

Projekt ”Optimal lagring af solcelleel på batterier og varmepumpe”

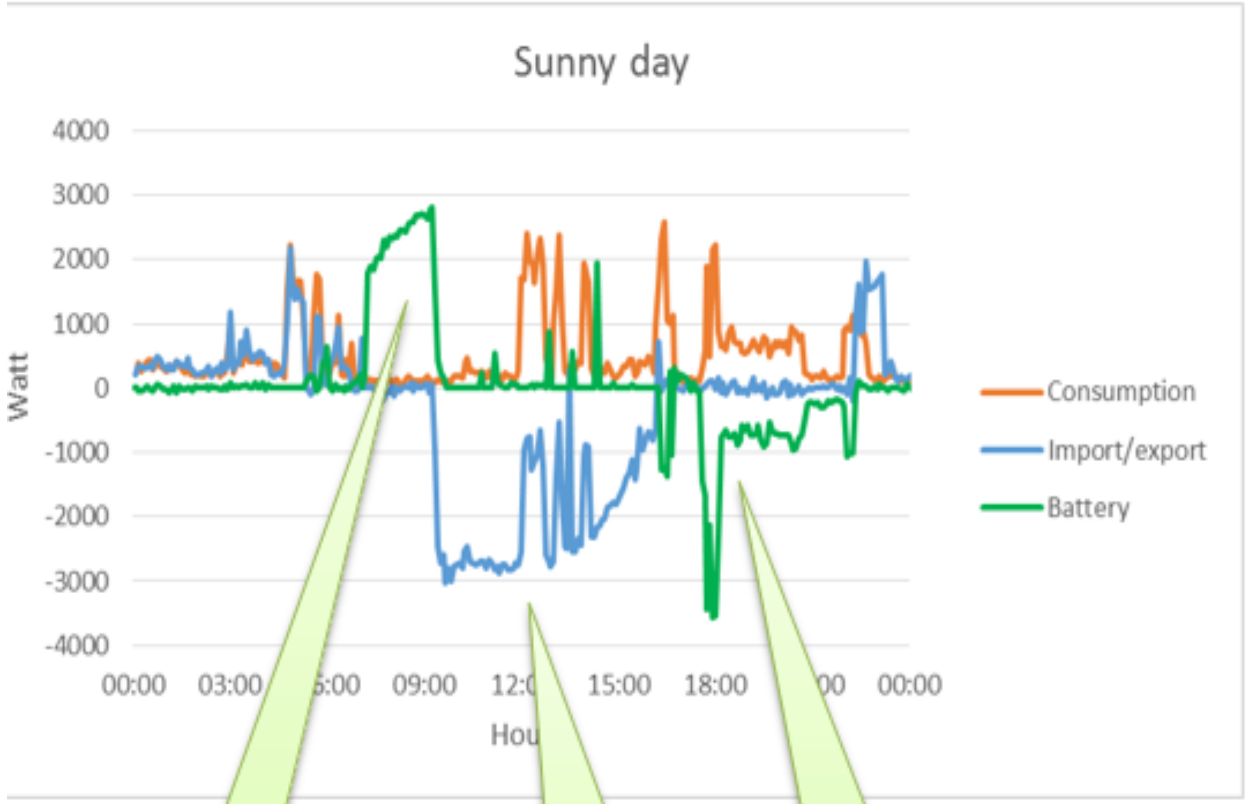
Case 1. Tilbygning til eksisterende solcelleanlæg med inverter.

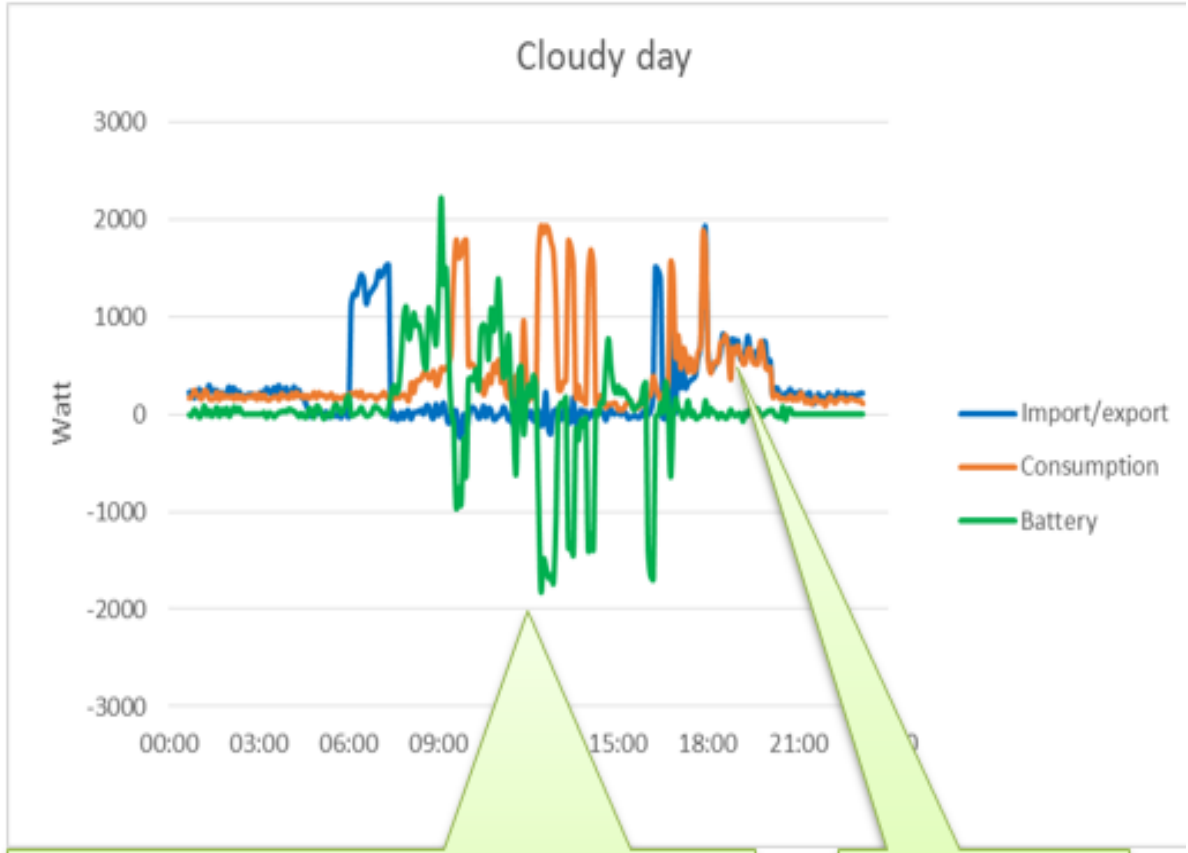
- Et eksisterende solcelleanlæg på ca. 3,5 kW med dertil hørende vekselretter (Danfoss) skal retrofittes, så det kan levere overskudsstrøm til hhv. batteri og varmepumpe til brugsvand.
- Der tilbygges en ensretter/lader/vekselretter (Sunny Island fra SMA), hvori el fra nettet omsættes til jævnspænding for lagring på 5 KWh lithium-ion-batteri, som opbygges af Lithium Balance. Herfra vekselrettes til levering af el til forbrug efter behov.
- Varmtvandsforbruget simuleres med et tappeprogram
- Elforbruget simuleret ved forbrug på radiatorer. Det styres af en gennemsnitlig ”forbrugsprofil”

Erfaringer

- cykluseffektivitet på ca. 0,7 – 0,75 (incl. Danfoss inverter)
- Men meget dårligt ved lave laster og desuden er der tomgangsforbrug (20 - 25 W forbrug)
- Selve batteriets virkningsgrad er høj: 95 – 97 %
- Flere cykler end vi regnede med
- Støj fra ind- og udkobling

- 15% bedre økonomi end foranalysen (timeværdier) pga. skyggefulde dage (flere cykler/år)





Batteri fyldes

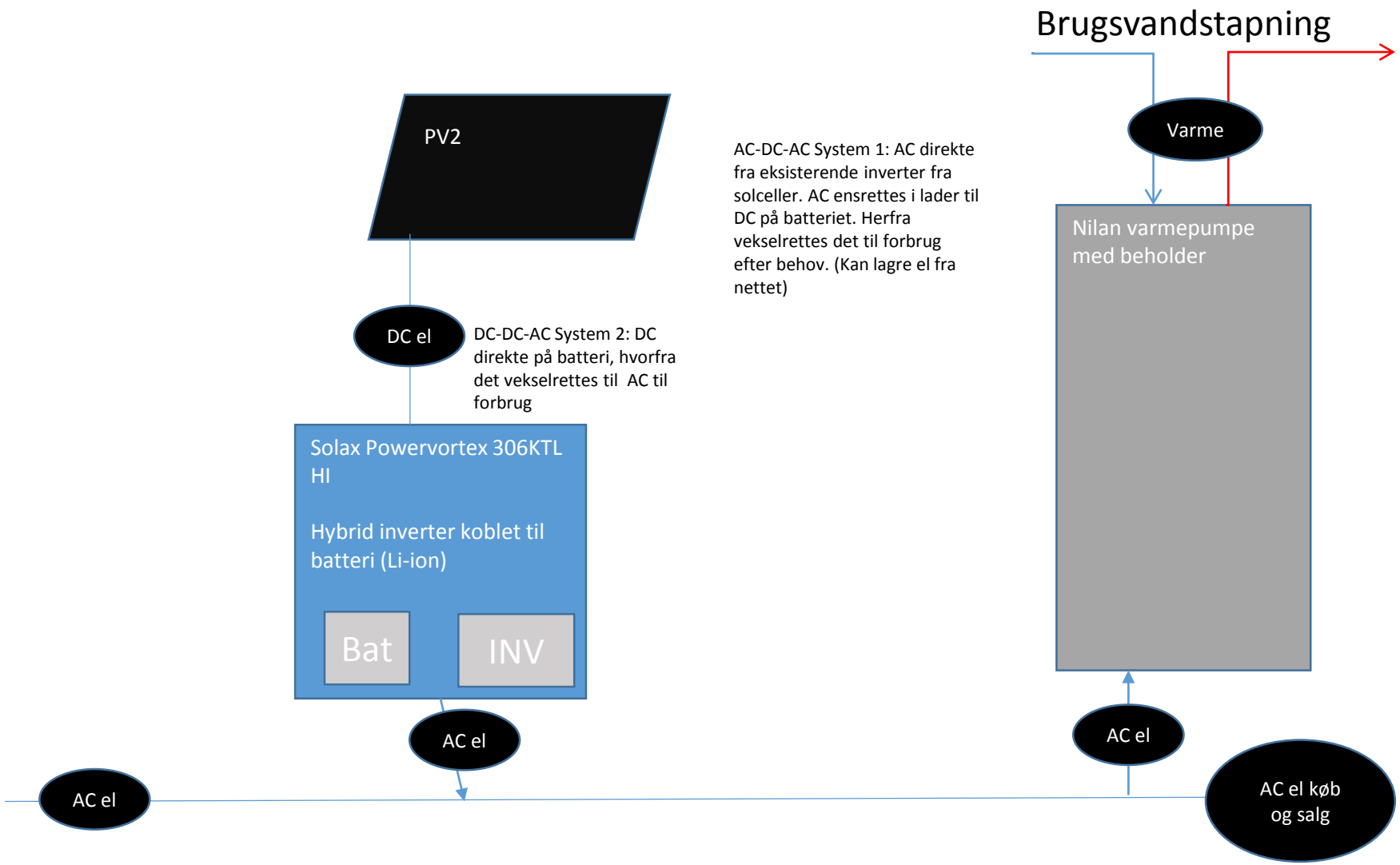
PV strøm til net

Batteri aflades

Batteri op- og aflades
Ingen net-import/eksport

Strøm fra net

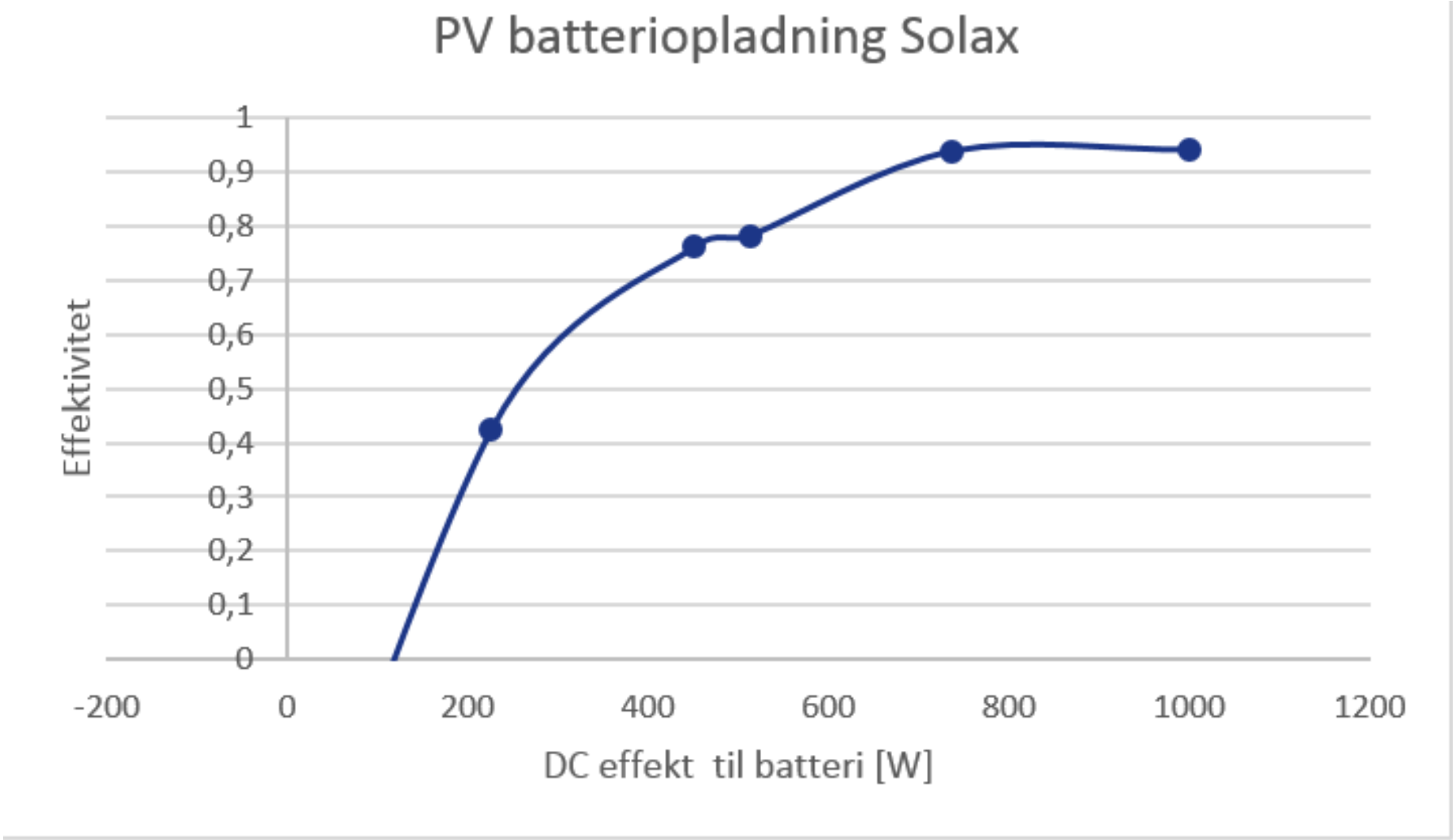
case 2. Til nyt solcelleanlæg uden inverter.



Case 2. Til nyt solcelleanlæg uden inverter.

Her leveres el fra solceller:

- Dels gennem (hybrid) inverter til vekselspænding til forbrug til husholdning eller varmepumpe
- Dels gennem hybrid-inverter (lader) direkte til lagring på batteri (forbliver på jævnspænding)
- Fra batteri gennem inverter til vekselspænding til forbrug
- Kan også lade fra nettet (ved billig strøm)
- Men i praksis: lav effektivitet ved effekter under 1 kW
- Ved dellast effektivitet på under 70 % - kun ved fuldlast over 80%
- kraftig blæserstøj



Figur 39 Målt ladeeffektivitet (DC-energi til batteri/DC-energi fra solceller)

Det ses, at der er meget store tab ved lav belastning, og det gælder derfor om at lade op med høj effekt. Det store tab ved dellast kan skyldes at net-inverteren hele tiden er aktiv.

Erfaringer

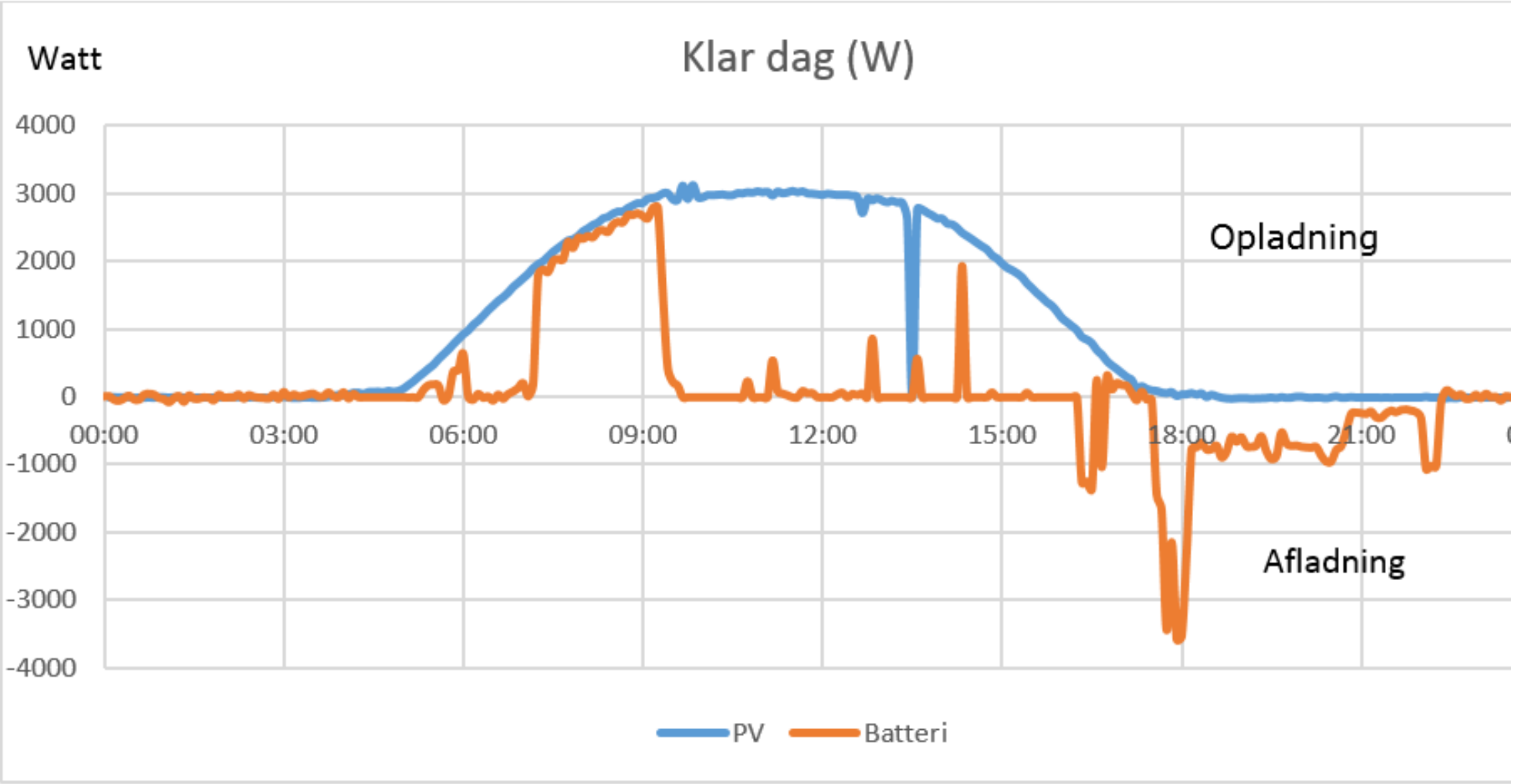
- System 2 var ikke mere effektivt end system 1
- Læring: Der skal ikke ”sjat-tappes eller lagres” i forhold til inverter kapacitet – det giver lav effektivitet
- Varmepumpen skal udnytte huller i elforbruget og dermed holde den samlede belastning omkring inverterens arbejdspunkt

Ideelt set: kun når der er stort forbrug skal der tappes fra batteri – (avanceret problemstilling, for det er endnu dyrere at købe strøm)

Men i praksis bliver én af hovedkonklusionerne:

Man skal ikke dimensionere forbrugsinverter for stor

Sørg for at delene passer sammen – kan kommunikere sammen – helst samme leverandør..



Figur 21 Lade/afladeforløb på en klar dag viser, at batteriet hurtigt bliver ladet fuldt op og ladeeffekten bliver nul i løbet af formiddagen. Batteriet bliver delvist afladet om aftenen

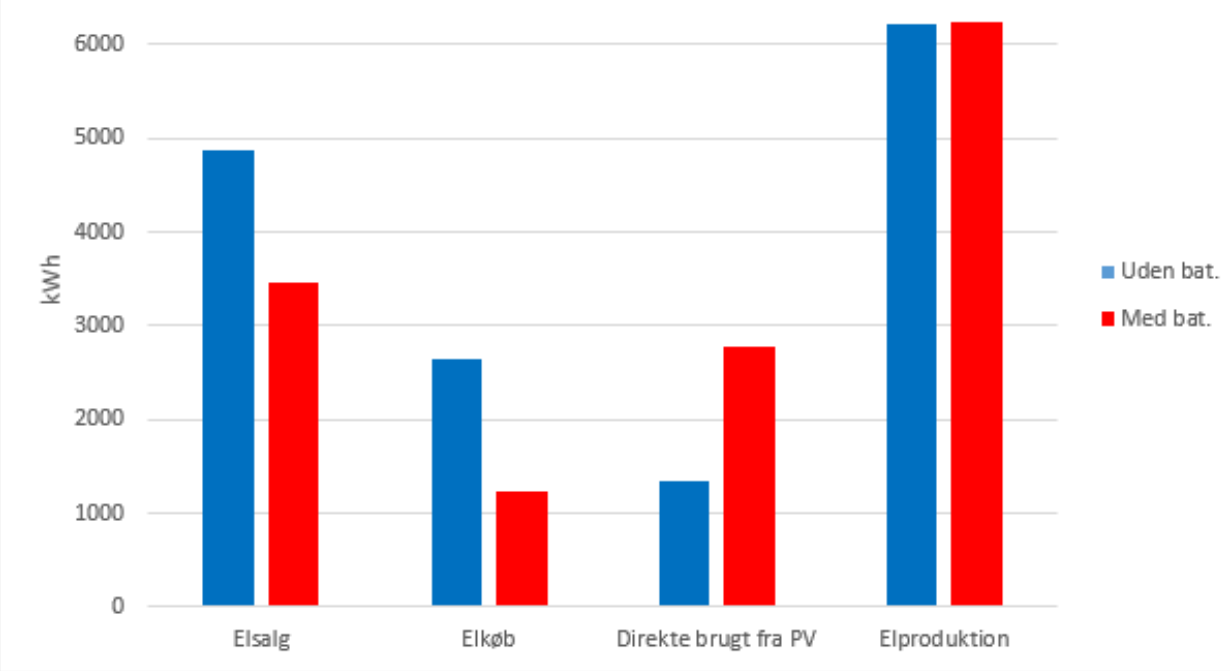
Varmepumpen

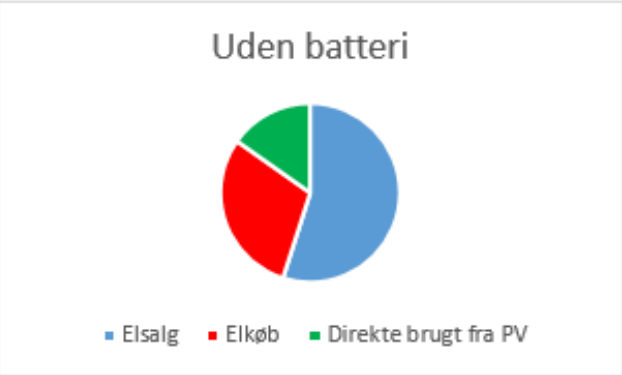
Tanktemperatur °C	Målt systemeffektivitet
34	2,99
44	2,35
50	2,31
54	0,81

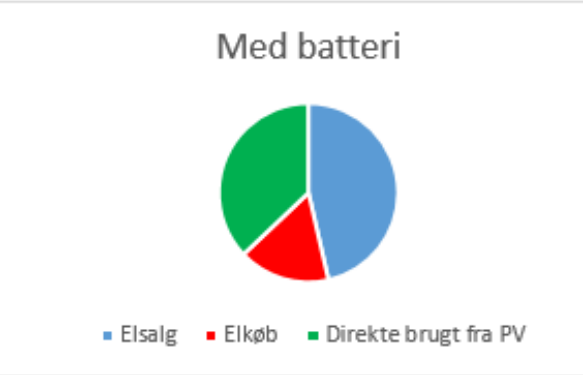
Årligt elforbrug til husholdning	4000	kWh
Årligt elvarmeforbrug	0	kWh
Årligt elforbrug, i alt	4000	kWh
Solcelleanlæg	6	kW
Batteri	5	kWh
Elpris - salg (gennemsnit)	0,2	kr./kWh
Elpris - køb (gennemsnit)	2,4	kr./kWh

Resultat

Elkøb og -salg		
Elsalg	4.875	kWh/år
Elkøb	2.649	kWh/år
Elsalg m. batteri	3.464	kWh/år
Elkøb m. batteri	1.233	kWh/år
Økonomi		
Besparelse - elsalg	-282	kr./år
Besparelse - elkøb	3.398	kr./år
Besparelse i alt i 10 år	**31.162**	kr./10 år
Mer-investering	**25.000**	kr.





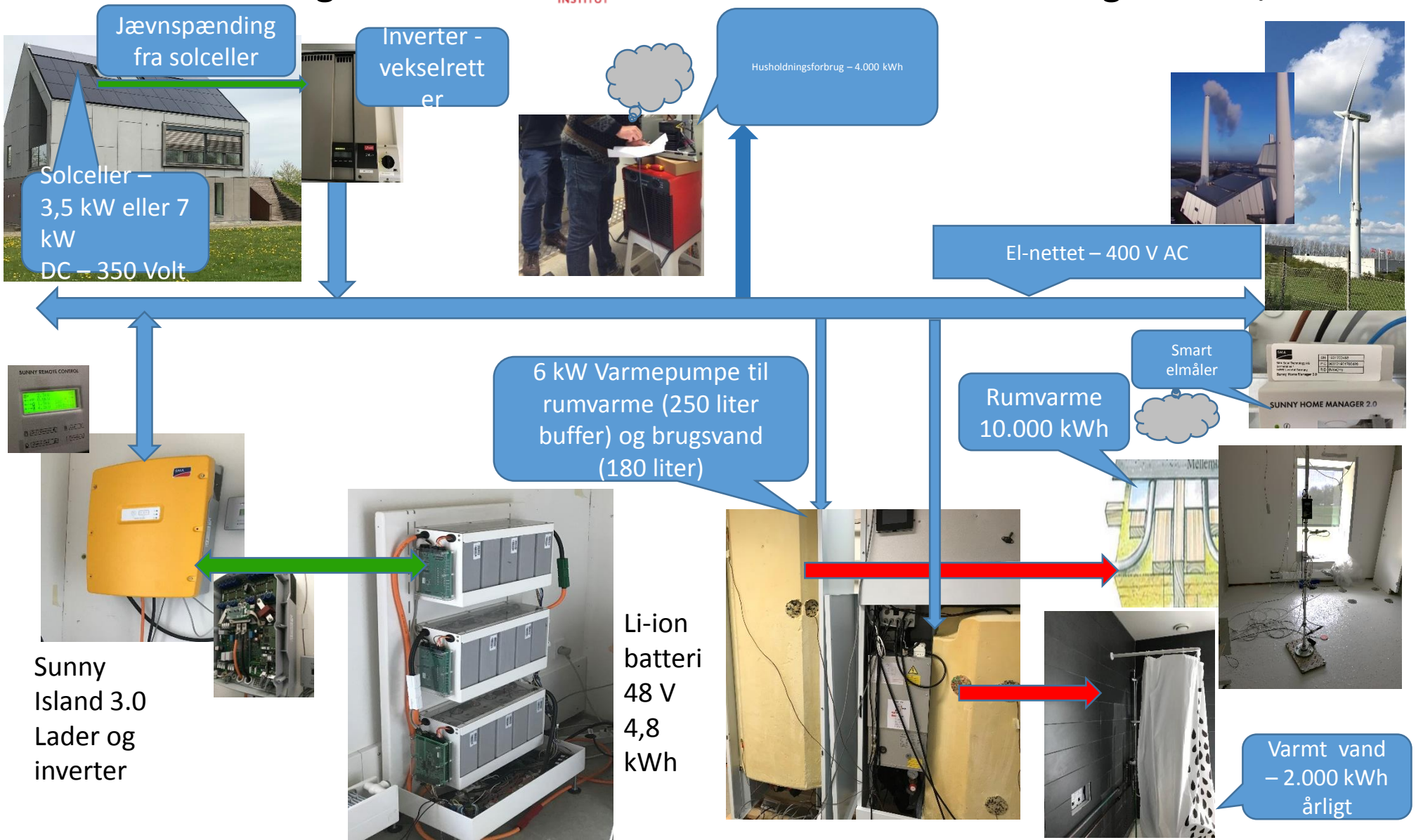


https://www.teknologisk.dk/optimal-udnyttelse-af-solcelle-el-i-enfamiliehuse/beregningsvaerktoej/37401,6

Udnyttelse af sol-celle-elektricitet i batterier og varmepumpe i énfamiliehus

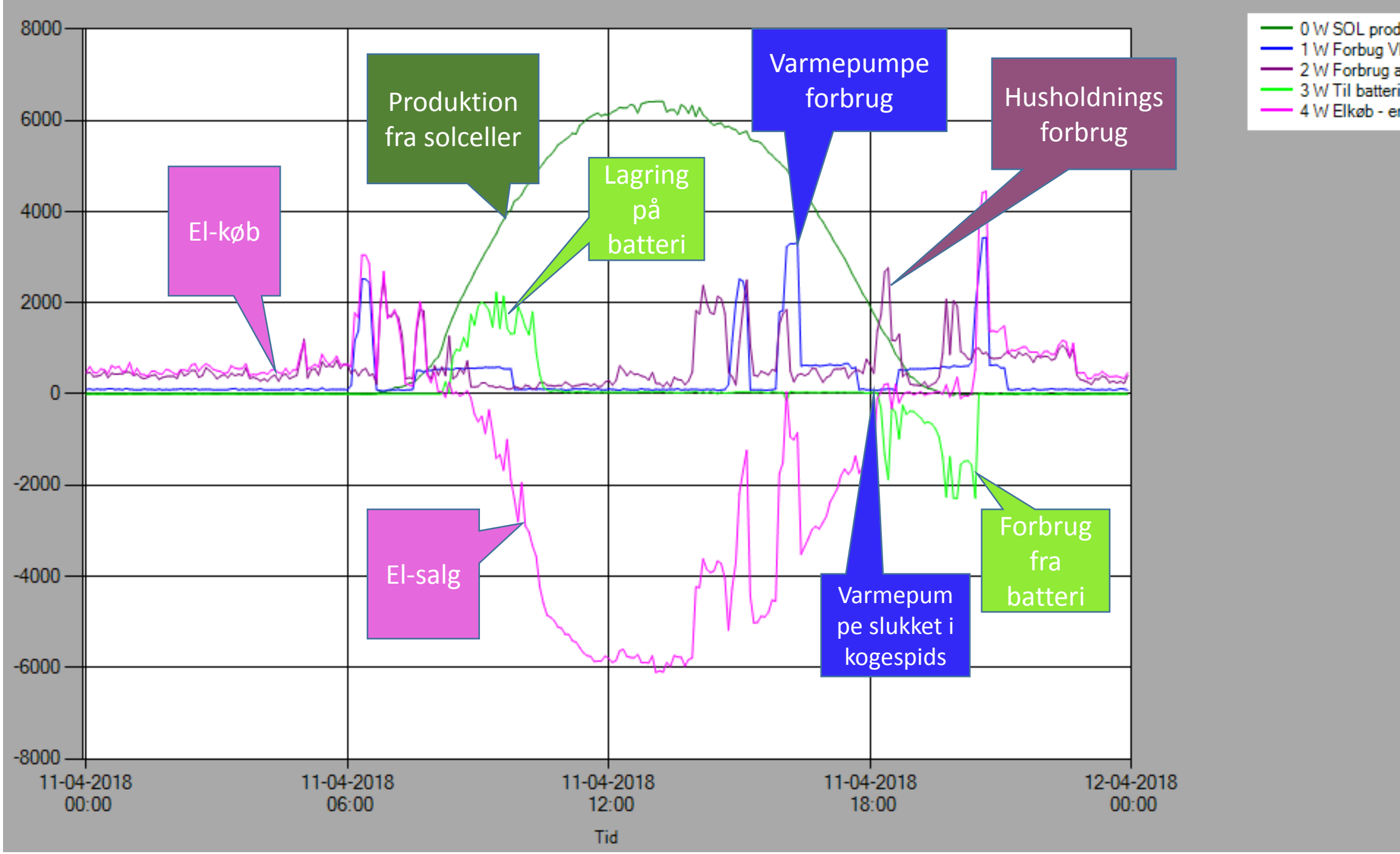
Projektet er støttet af Elforsk

udført af Teknologisk Institut, Lithium Balance og Nilan A/S



Hovedkomponenter i projektet

- Eksisterende solcelleanlæg på Teknologisk Instituts energy-flex-house med to Danfoss Unilynx invertere á 3 kW
- SMA Sunny Island 2,3 kW batteriinverter/lader
- Li-Ion batteripakke 4,8 kWh
- SMA smart energy meter / home-manager. Elmåler med tilhørende styrbare stikkontakter
- Nilan varmepumpeunit (separate varmepumper for brugsvand og rumvarme)
- (ventilationsdel på varmepumpe)
- Varmeblæser til simulering af normalt elforbrug (styret minut for minut)
- Tappeprogram til brugsvandsaftapning


8000
6000
4000
2000
0
-2000
-4000
-6000
-8000
11-04-2018 00:00
11-04-2018 06:00
11-04-2018 12:00
11-04-2018 18:00
12-04-2018 00:00
Tid
0 W SOL prod
1 W Forbug V
2 W Forbrug a
3 W Til batteri
4 W Elkøb - er
Produktion fra solceller
Varmepumpe forbrug
Husholdnings forbrug
El-køb
Lagring på batteri
El-salg
Varmepum pe slukket i kogespids
Forbrug fra batteri

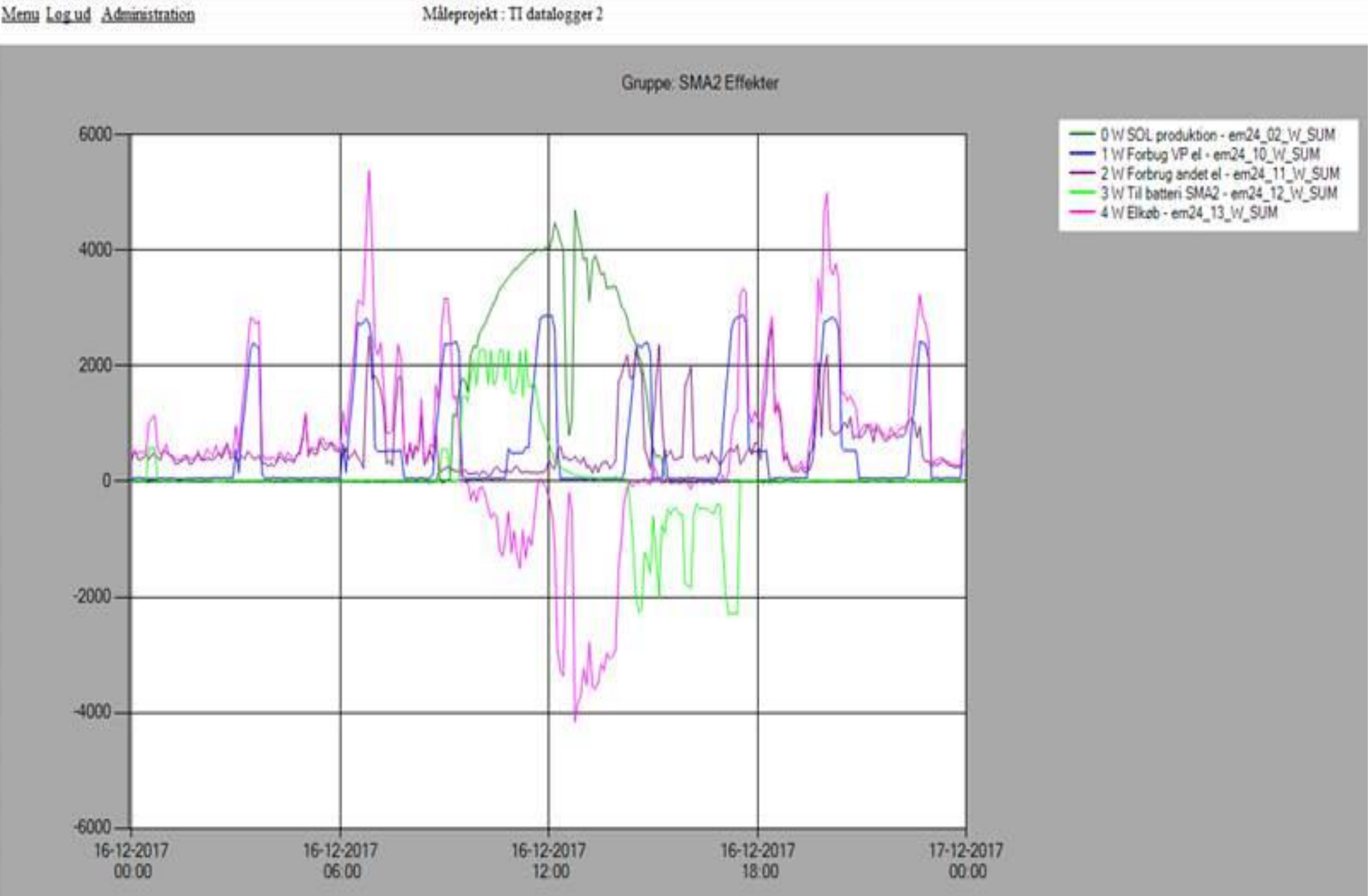
Nyt projekt: Udnyttelse af solcelle-el i batteri og varmepumpe i énfamiliehus

Ændringer i forhold til det tidligere prøvede system:

- Større solcelleeffekt til batteriopladning – betyder at der ikke bliver så meget ladning ved helt små effekter, hvor der er dårlig virkningsgrad på SMA inverteren (denne var tidligere overdimensioneret).
- Mindre inverter – max 2,3 kW
- kommunikation fra SMA inverter til varmepumpestyring – muliggør at varmepumpen
  - kun sættes i gang, hvis der er overskud fra sol (eksport)
  - Slås fra når strøm er dyr
  - Slås fra når der ikke er solcelle-el (både nat og dag)
- Batteriet forsøges opladet og afladet på strategisk rigtige tidspunkter
- Udvidet mulighed for at afsætte energien termisk til enten brugsvand eller rumvarme(gulv).

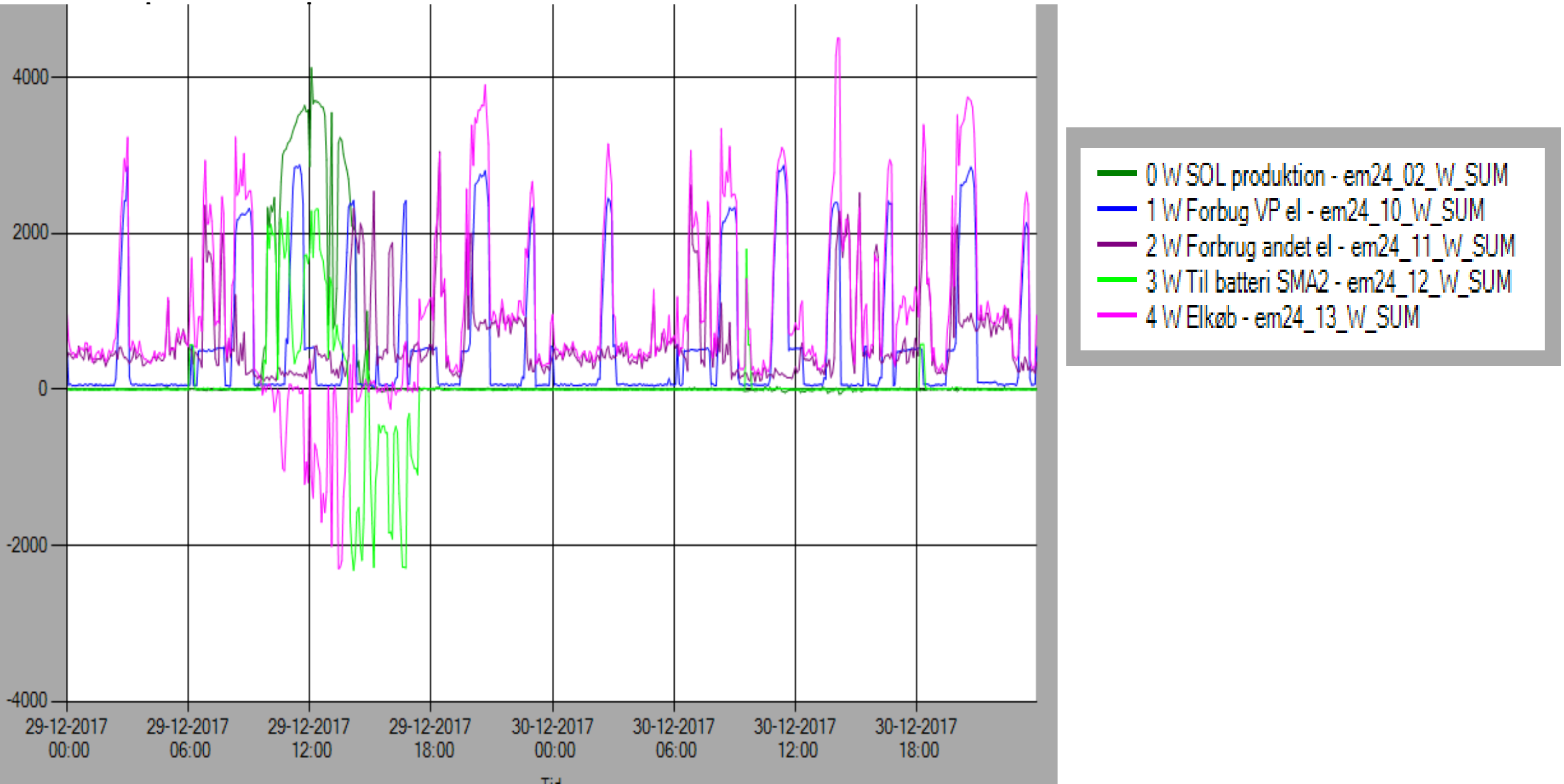
Styring via inverterens web-portal

- SunnyPortal nu sat op med to kriterier:
- VP kan hæve temperaturen kl. 8-17 hvis der er solstrøm nok
- VP slukkes kl. 17-20 hvor strømmen (potentielt) er dyr (kan køres med ur)
- Batteriets opladning styres fra Lithium Balance BMS

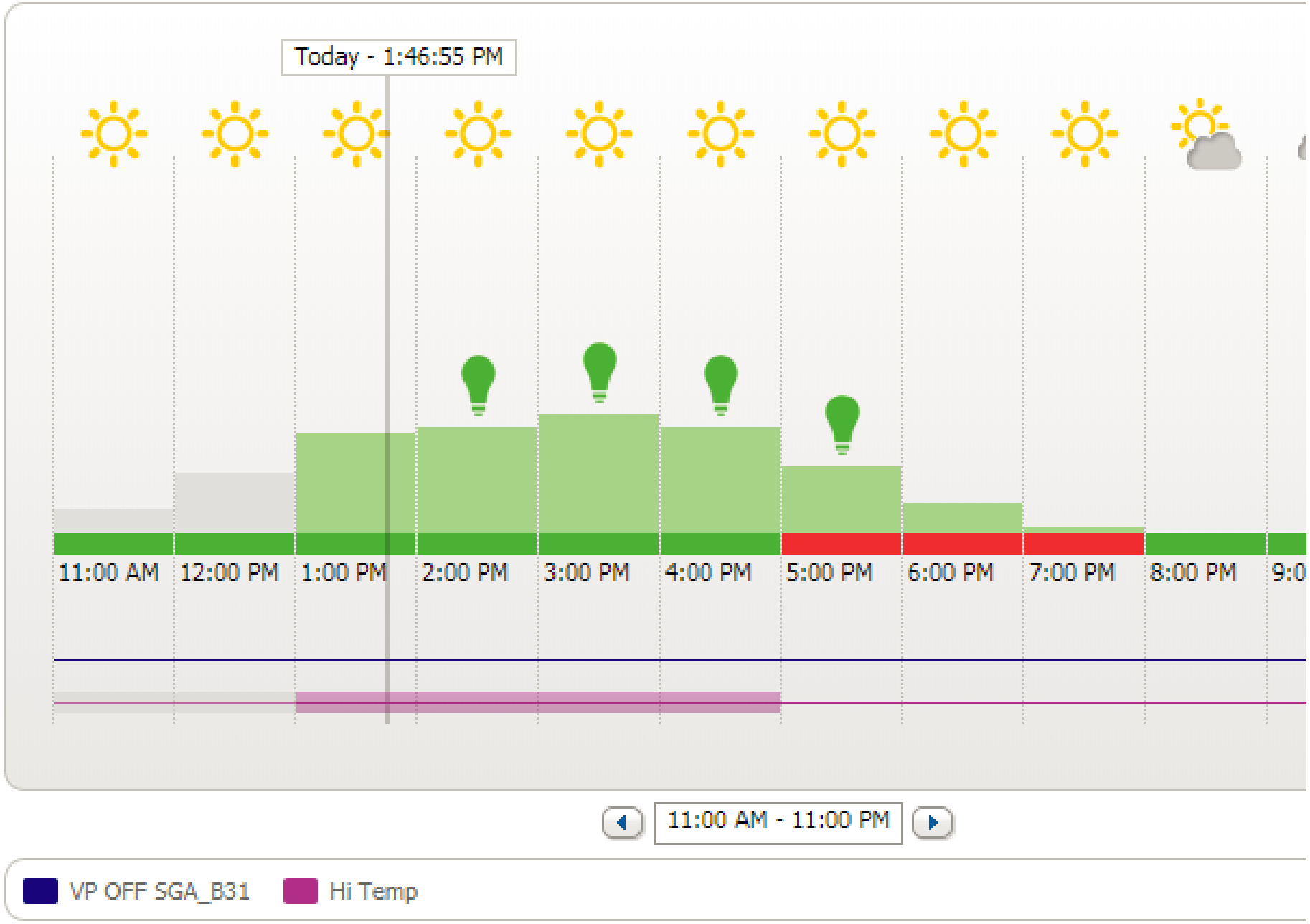


selv på én af de korteste dage af året produceres der langt mere solenergi, end der kan lagres på hhv. batterier og benyttes i husholdning og til varmepumpe n.

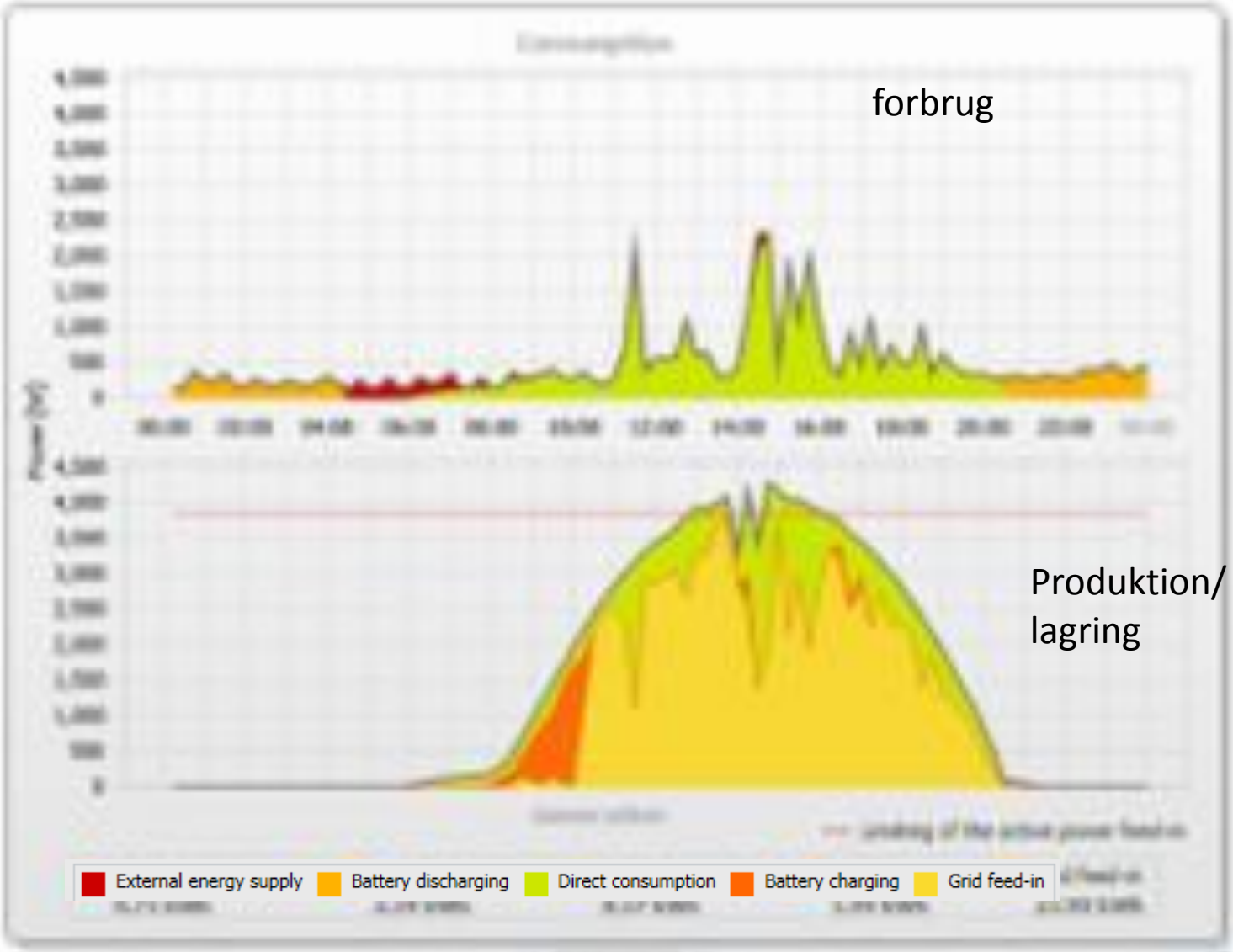
Data for et døgn uden sol og et døgn med sol



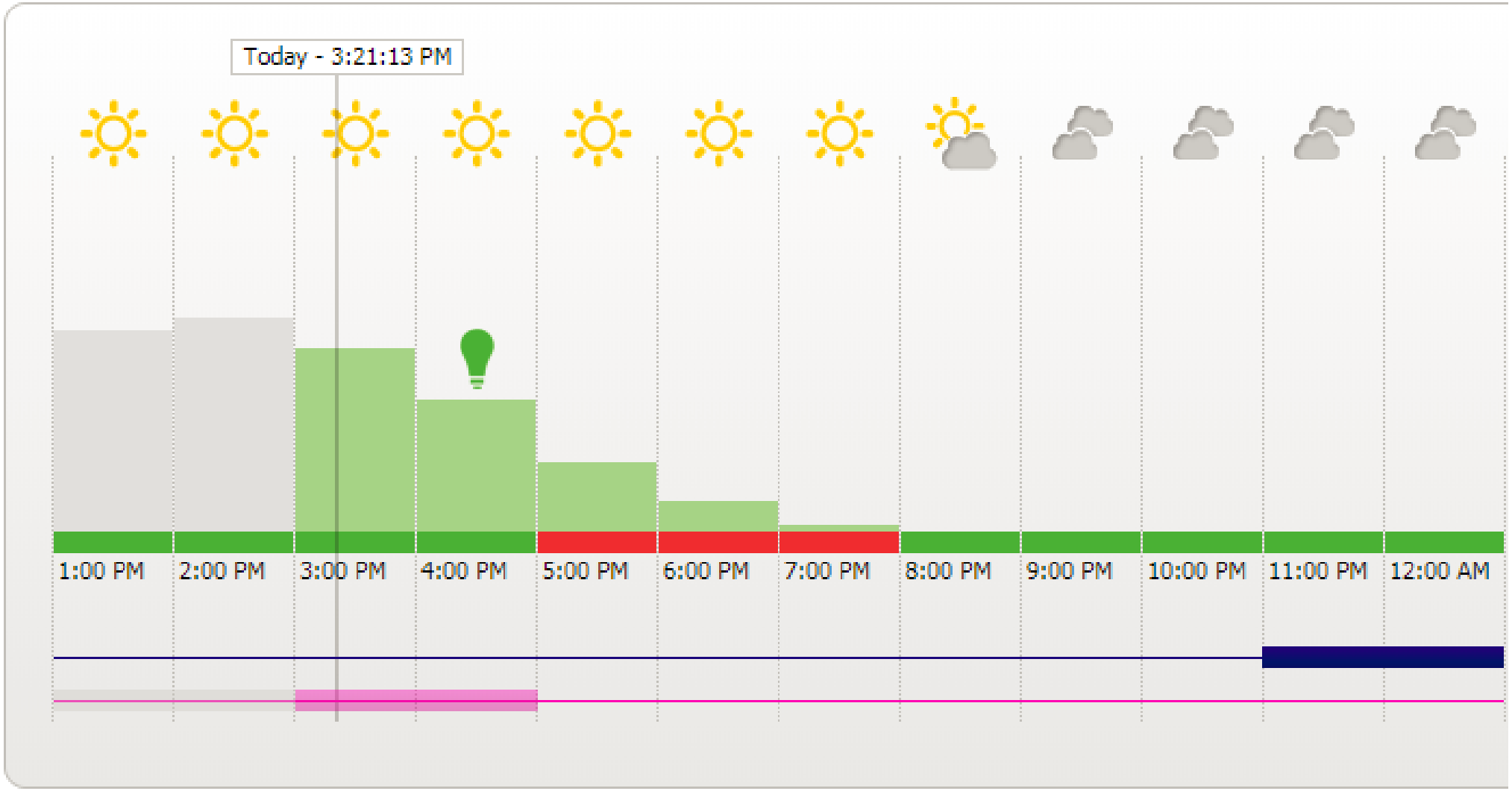
Forecast and Recommended Action



D. 17. april – solen kom frem ved 12-tiden – så den tillader hævet temperatur i varmepumpen


forbrug
Produktion/
lagring
External energy supply
Battery discharging
Direct consumption
Battery charging
Grid feed-in

Forecast and Recommended Action



1:00 PM - 1:00 AM

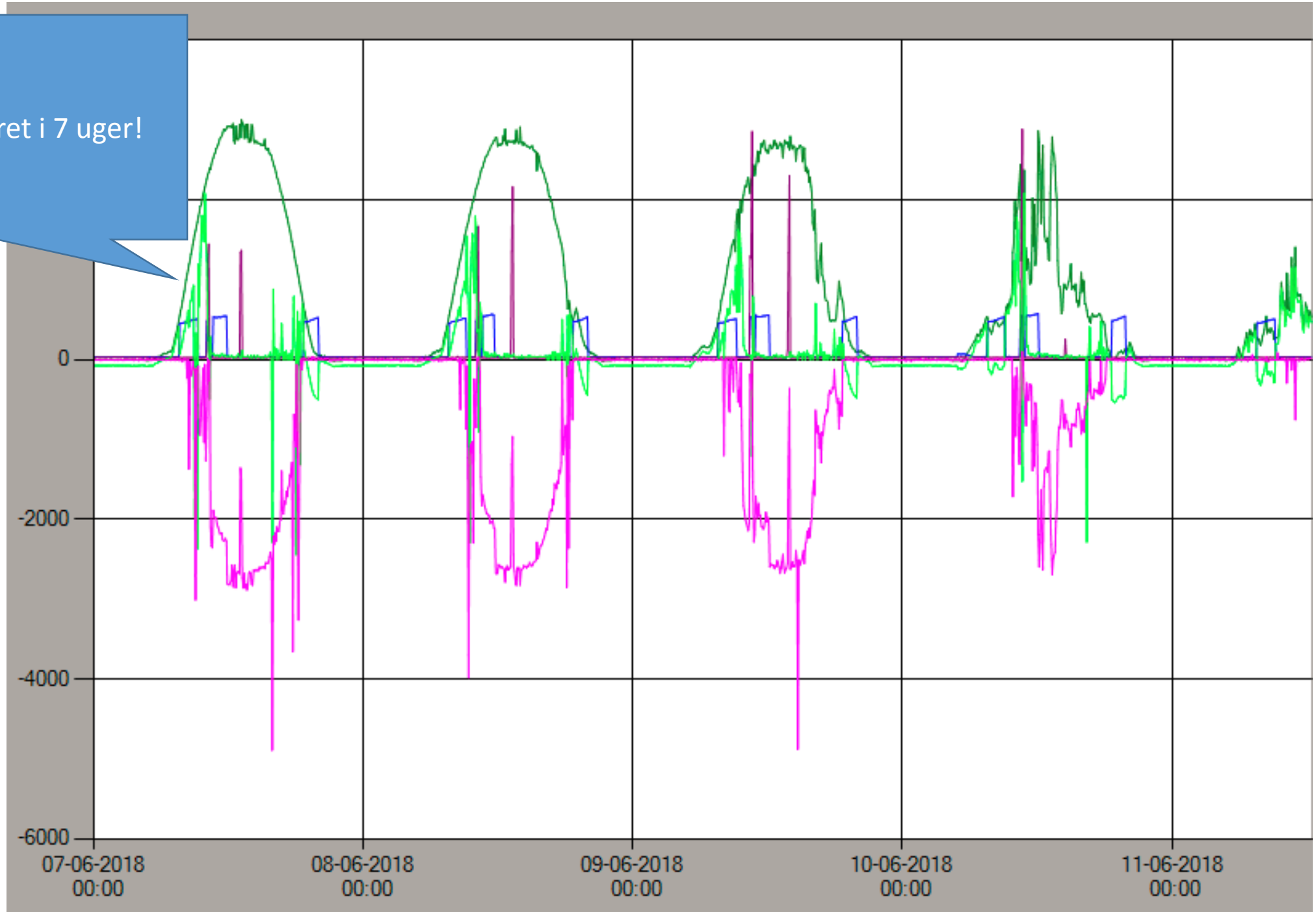
VP OFF SGA_B31 Hi Temp SGB_B2F

Hvad vil vi:

- Få styringen fra home-manager til at virke så vi kan afprøve:
- Muligheder for at koble varmepumpen til og fra (kan vi nu)
  - Koble VP til ved export (kører op til 10 grader over set-pkt)
  - Koble VP fra ved manglende sol (i hvert fald nat); tjek temperatur-fald i gulvet/rummet
  - Koble VP fra, når elektricitet er dyr (i kogespidsen vha tidsstyring)
- Hvor meget sænkes virkningsgrad ved højere sætpunkt
- Vente med at lade batteriet op til midt på dagen (måske ikke muligt)
- Måle effektiviteter i diverse driftssituationer
- Udvide regneprogrammet med varmepumpe
- Få effektiviteten ved lave laster til at stige

Konklusioner

- Idéen er der! Og økonomisk er det en god idé (2 kr. mellem købs – og salgspris)
- Batteriet kan kun lagre en brøkdel af sol-produktion i en stor del af året.
- Batteriet kunne lagre vind- eller vandkraft om natten
- Varmepumpen supplerer godt
- Køb relativt lille inverter (Så den typisk kører i bedre driftspunkt)
- Køb fra samme leverandører (Så fx kommunikation mellem elementerne er mulig)
- Så der er support på alle dele sammen – eller så mange som muligt

Sådan har det været i 7 uger!

Ingen vår, som en maj i vort land!