

Lagring af solcelle-el på batterier og gennem varmepumper

På Teknologisk institut er der opbygget og afprøvet et kombineret energianlæg bestående af solcelleanlæg, batterilager, varmepumper til brugsvand og til opvarmning af huset gennem gulvvarme.

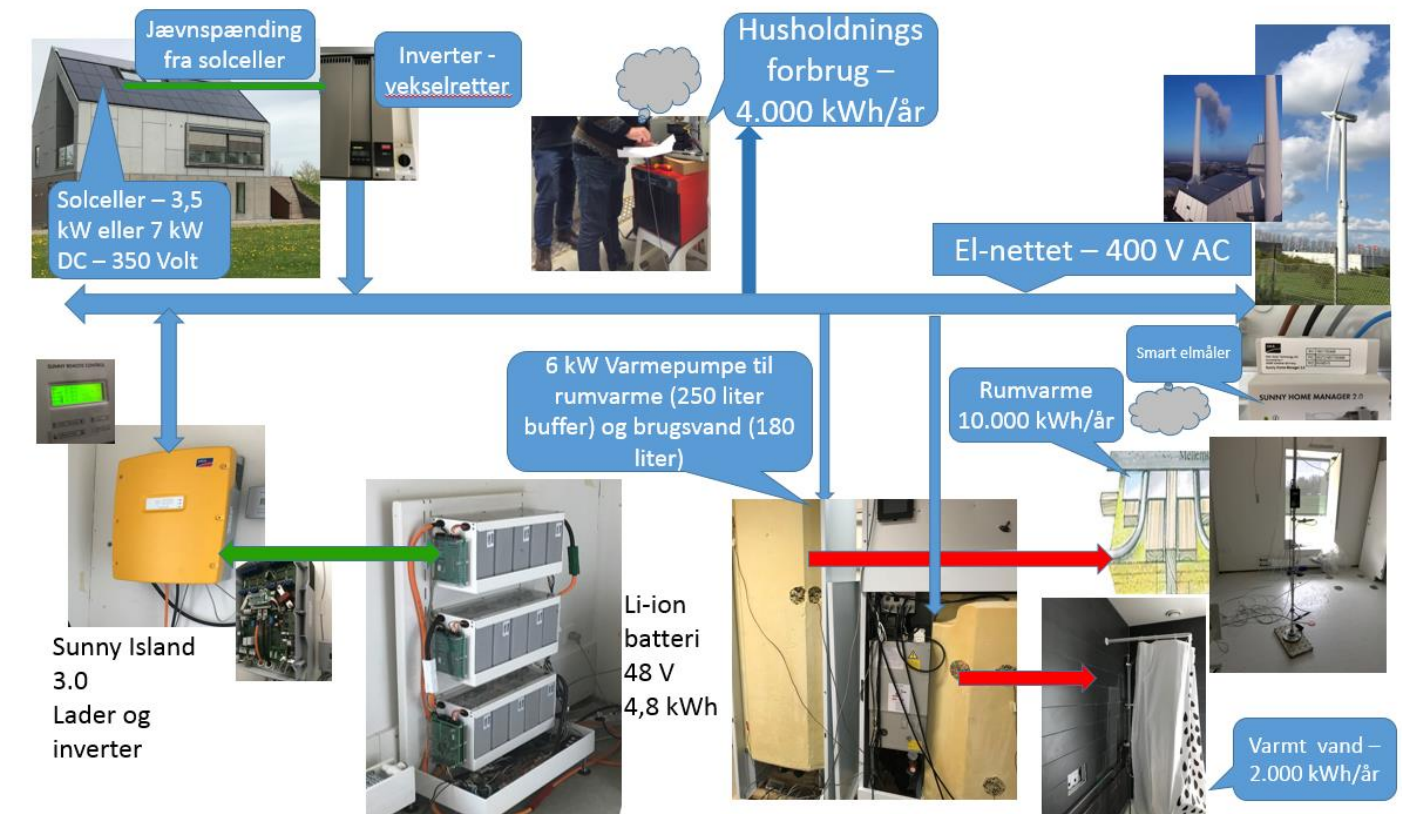
Projektet er støttet af Elforsk, og deltagerne er - udover Teknologisk Institut - Lithium Balance, som har leveret batterier, og Nilan A/S, som har leveret varmepumpen.

Sådan virker det

Solcelleelektriciteten dækker først almindeligt husholdnings-el samt el til varmepumper, dernæst oplades batteriet og til slut eksporteres til nettet, når varmepumpe-lagre og batterierne er fyldt op. Batteriet aflader til dækning af alle behov i huset - typisk i den såkaldte kogespids om eftermiddagen. Først når batteriet er afladet, eller effekten overstiger batteri-inverterens kapacitet, købes strøm fra nettet.

Varmepumpen har en ekstra varmtvandsbeholder, så installationen kan indeholde mere energi end normalt, og huset har et forholdsvist tungt betongulv, som opvarmes af varmepumpen via gulvvarmen.

Styringen af komponenternes ydelse og driftsmønstre er sket via inverter-producentens internetbaserede portal.



Solcellestrøm veksleres til brug i husholdning og varmepumpe. Overskydende el omformes til jævnspænding i en inverter/batterilader, og derfra omformes gennem samme inverter til vekselspænding til brug i huset, når der ikke er tilstrækkelig solcellestrøm.

I gennem årtider med store variationer i udeklimaet er der i løbet af et år periodevis opsamlet data om energistrømme, og opbygget viden om, hvor meget eget-forbruget af solcelle-el kan øges ved hjælp af batteri og varmepumper, og om hvor stor effektiviteten er ved dette. I den sammenhæng, lå der et grundigt arbejde med blandt andet at få balanceret selve batteriet, og specielt at få styringen fra batteriets inverter til varmepumpen til at fungere så smart som muligt.

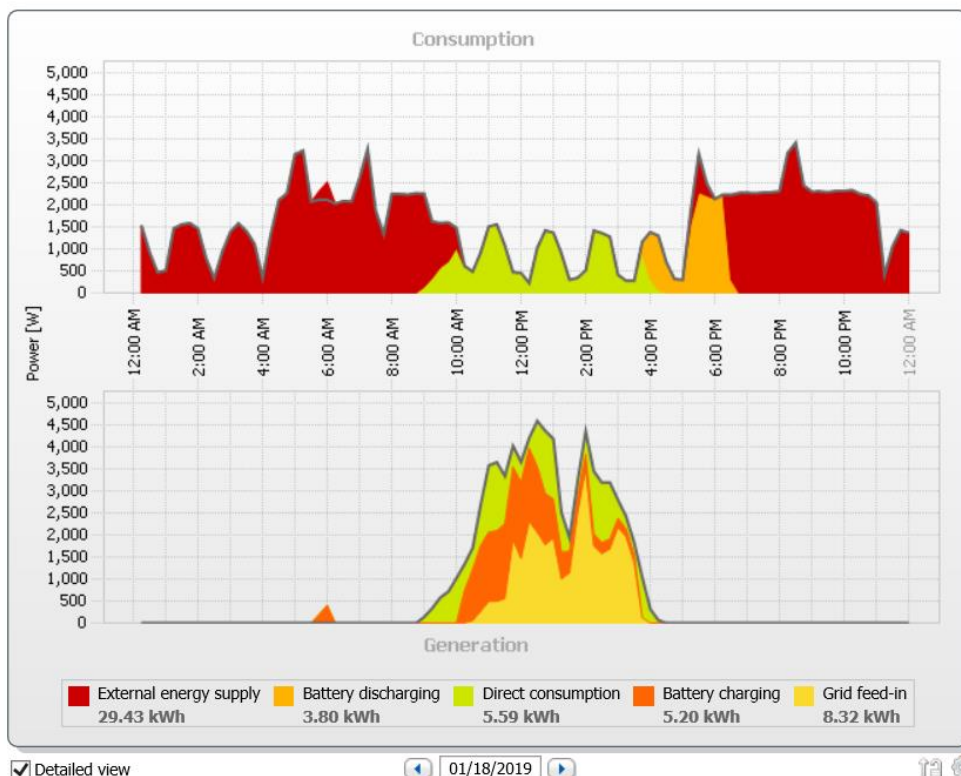
Resultater

- Der er opbygget et fungerende, avanceret energisystem der kombinerer solceller, batteri, varmepumpe og varmelager til en bolig.
- Vi har demonstreret state-of-the art indenfor IoT (styring over internettet) til hjemmets energistyring.
- Der er eksperimenteret med at hæve temperaturen på begge beholdere i perioder om dagen, så den kunne optage mere solenergi. Ligeledes er gennemført forsøg for at vise i hvilke perioder varmepumpen kunne slukkes.

- Varmepumpens lagerpotentiale ved at hæve temperaturen 10 grader er ca. 5 kWh, og med indregnet virkningsgrad fra varmepumpen svarer det til ca. 2 kWh elektricitet. Derudover er der et lagerpotentiale i betongulvet på ca. 45 kWh – svarende til 15 – 20 kWh solcelleelektricitet.
- Lagring i termisk lager ved hjælp af gulvvarme fungerer godt i opvarmningssæsonen, og det gik ikke ud over indeklimaet. Det krævede imidlertid, at blandekredse blev slået fra og at rumtermostaterne blev åbnet helt. Der er derfor generelt behov for mere intelligent kobling mellem husets temperaturregulering og varmepumpens styresystem. I et nystartet EUDP projekt (OPSYS2) vil denne udfordring blive taget op.
- Total virkningsgrad ved op- og afladning på batterisystemet varierer afhængig af belastning fra 66 % til 77 % måned for måned. Ved op- og afladning med lav effekt er der størst tab. Virkningsgraden vil derfor kunne øges, hvis man hæver effekt-grænsen for, hvornår der kan lades/aflades, (og sikrer at tomgangsforbrug fjernes).
- Der kan stort set lagres lige meget energi (primær el) i det valgte batteri og i varmepumpesystemets varmelagre.
- Lagring i el-opvarmet varmtvandsbeholder er en af de mest økonomiske lagringsmuligheder, da der også er behov for varmt vand om sommeren med meget soloverskud.
- I projektet er der udarbejdet et brugervenligt regneark til beregning af energistrømme og den økonomiske besparelse ved de forskellige lagringstiltag. Gennem brug af regnearket med de aktuelle forbrug og priser for elektricitet, solceller, batterier og varmepumper kan projektet vurderes – både energimæssigt og økonomisk.
- Den største privatøkonomiske besparelse opnås fra selve solcelleanlægget ved at der fortrænges elektricitet med fuld afgift. Der er en yderligere besparelse ved at investere i batteri og/eller varmelager op til en vis grænse, hvorved egetforbruget typisk kan fordobles. Hvis man i forvejen har varmepumpe med termisk buffer, er dette en god lagringsmulighed, da det så kun er et spørgsmål om at ændre på styringen for at gøre dens elforbrug fleksibelt.

Gode råd:

- Vælg komponenter fra samme firma – eller komponenter, som med sikkerhed kan kommunikere sammen. Systemet bør integreres, testes og installeres af samme installatør.
- Vælg komponenter fra firmaer med teknisk kundesupport.
- Vælg en batteriinverter, der er forholdsvis lille i forhold til solcellerne.



Batteriet er her i drift sammen med varmepumpen og dækker - som det var formålet - "hullerne" i solstrømforsyningen, så der næsten ikke bliver købt el i dagtimerne. Batteriet aflades ved aftenstid – i den såkaldte kogespids. Et perspektiv for batterier er således, at de kan være med til at nedsætte effekt-behovet. Et andet perspektiv er, at de kan lagre fx vindmøllestrøm om natten, som kan bruges om morgenen.