




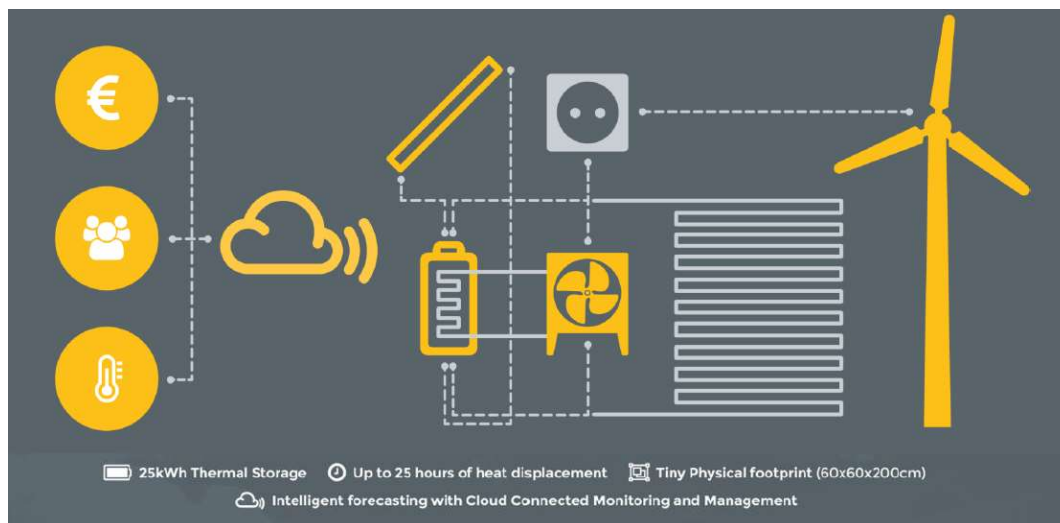
# Slutrapport

## 1.1 Project details

|  |  |
|--|--|
| <b>Project title</b>   | Lagring af el og varme i salthydrat  |
| <b>Project identification (program abbrev. and file)</b>       | 2016-1-12385   |
| <b>Name of the programme which has funded the project</b>      | ForskEI (Med efterfølgende overdragelse til EUDP)  |
| <b>Project managing company/institution (name and address)</b> | Suntherm ApS<br>Østergårdsvej 6<br>7840 Højslev<br>   |
| <b>Project partners</b>  | Neogrid Technologies ApS<br><br><br>Insero A/S<br> |
| <b>CVR</b> (central business register)                         | 36439246   |
| <b>Date for submission</b>                                     | 14.12.2018   |

## 1.2 Short description of project objective and results

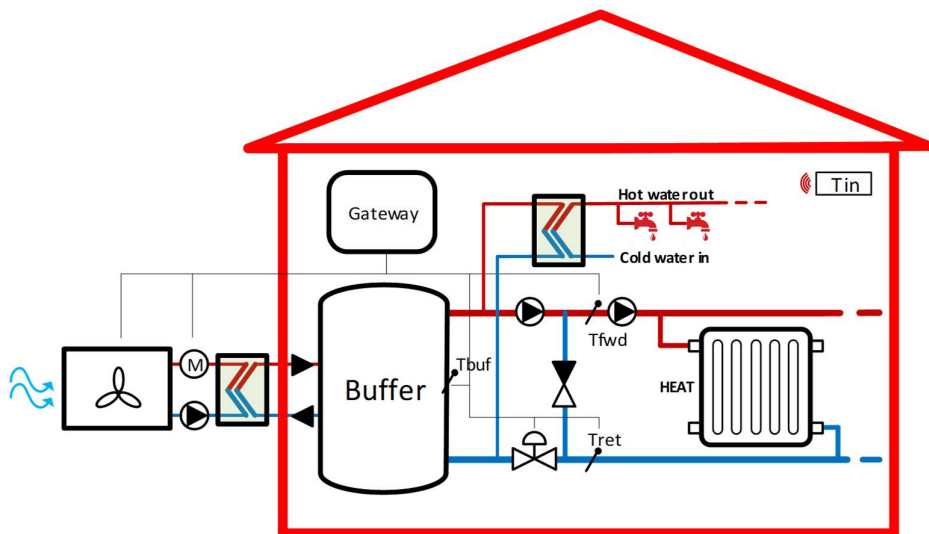
Projektet har videreudviklet Suntherms 2. prototype til en række af funktionelle og testbare 0-serie anlæg. Anlæggene er demonstreret som stand-alone anlæg baseret på varmepumpe-drift og med en funktionel on-line styring. Ved projektets afslutning står Suntherm med et varmebatteri med en kapacitet på 15 kWh som har en cloud-baseret styring, der kan tilpasse anlæggets drift i forhold til ønsket indeklima, husets døgnrytme, vejrprognoser og prissignaler. Suntherm har endvidere en klar strategi for tilgange til markedet og en lange række anlæg er på vej til installation i forbindelse med et MMF projekt hvor man fortrænger oliefyr med Suntherm anlæg i Hvidbjerg tæt på Skive.



### 1.3 Executive summary

Formålet med forskEi-projektet var at udvikle og skalere de daværende Suntherm prototyper til en funktionel og testbar 0-serie, der kan demonstreres som et stand-alone anlæg. Med stand-alone menes i denne sammenhæng et anlæg, der integrerer solvarme, varmepumpe og den grundlæggende styring.

Projektet har i den henseende delvist været en succes i det der efter projektets afslutning er udviklet et anlæg som er i stand til at køre stand-alone drift. Anlægget er ikke blevet testet i sammenhæng med et solvarmesystem, da det ret tidligt i projektføreløbet stod klart at det var vigtigere at få anlæggets hjerte, varmepumpen, udvalgt og optimeret til at passe til de, for varmepumper, ret specielle temperaturkrav smeltning af salt stiller.



Projektet har gennemført målinger for at verificere og dokumentere, at resultaterne fra tests foretaget på de indledende to prototyper holder i virkeligheden. Der er gennemført målinger på samtlige parametre på alle anlægstyper som har været i test i forbindelse med projektet. Resultaterne viser at Suntherm nu har et produkt med en lagerkapacitet på 15 kWh med en maksimal afladningseffekt på ca. 35 kW. Målinger og demonstrationer har vist at der er et stykke vej til at stå med et færdigt kommercielt tilgængeligt varmebatteri baseret på direkte varmeoverføring.

Det var projektets intention at et antal anlæg skulle idriftsættes hos private, sådan at effekten af varmebatteriet, den intelligente styring og den integrerede varmepumpe kan opgøres og dokumenteres. Dette er ikke lykkedes. Der er grundet udfordringer med anlæggets udformning, nøglekomponenters performance, varmeoverførselsmetode mv. sket ændringer på anlæggets design og sammensætning hvilket har betydet at der blot nåede 3 ret forskellige anlægstyper ud til kunder meget sent i projektet.

Projektet har i stedet givet anledning til at man har fået afprøvet et stort antal anlægssudformninger og alternative komponenter og man står pt. med hvad man kan kalde prototype 12/0-serie. Projektet har dermed givet Suntherm et uvurderlig afsæt til at teste og optimere anlægget inden en større kommerciel udrolning. Ved projektets afslutning er der således mange ordre i hus og flere anlæg er på vej til idriftsættelse.

Styringen som Neogrid har udviklet i løbet af projektet, er nu på et stadie hvor anlæggene kan styres ud fra en forventning til udviklingen i vejret, på baggrund af prissignaler fra en aggregator, husets døgnrytme eller blot via simple ønsker fra brugeren om krav til indeklima. Styringen er cloud-baseret og monitorerer samtidig alle væsentlige parametre i forhold til fejlfinding og løbende vedligehold. Styringen er klar til brug i de anlæg der sendes på markedet.

## 1.4 Project objectives

I 2012 indgik Regeringen et bredt energipolitisk forlig, som udmøntede sig i en ambitiøs plan for Danmarks fremtidige energiforsyning. Centralt i den danske energipolitik, er ønsket og ambitionen om, at energiforsyningen er 100 % baseret på vedvarende energi i 2050.

I denne sammenhæng spiller elektrificering af varmekonsumet (primært via vindmøllestrøm) og fleksibilitet i nettet (Smart Grid) væsentlige roller. De vedvarende energikilder er fluktuerende, og vores evne til at lagre energi stadig begrænset af lagringsteknologiens udvikling, selvom der eksempelvis inden for power-to-gas er spændende storskala-demonstrationer i gang. Det korte af det lange er, at både forbrugere på den korte bane, og samfundet på den lange bane, har en udfordring med at balancere vedvarende energi, fleksibilitet og forsynings-sikkerhed, som vi kender den i dag.

SUNTHERMs anlæg med et cloud-baseret styringsmodul fra Neogrd Technologies kan være medvirkende til at løse nogle af disse problemer både på kort og på længere sigt.

Formålet med forskEL-projektet er derfor at udvikle og skalere de nuværende prototyper til en funktionel og testbar 0-serie, der kan demonstreres som et stand-alone anlæg. Med stand-alone menes i denne sammenhæng et anlæg, der integrerer solvarme, varmepumpe og den grundlæggende styring.

Projektet vil gennemføre systematiske måle-kampagner for at verificere og dokumentere, at resultaterne fra tests foretaget på de indledende to prototyper (der færdiggøres hen over efteråret 2015) holder i virkeligheden.

I fyringssæsonen 2016-17 vil projektet have et antal anlæg sat i drift hos private, sådan at effekten af varmebatteriet, den intelligente styring og den integrerede varmepumpe kan opgøres og dokumenteres.

## 1.5 Project results and dissemination of results

### 1.5.1 *Arbejdsplan 1: Projektledelse, rapportering og formidling*

Projektet er gennemført under daglig projektledelse af Insero, som har forsøgt at sikre fremdrift i projektets udviklings- og demonstrationsaktiviteter. Insero har endvidere varetaget projektets administration, økonomi og rapportering.

Projektet er blevet delt på partneres og relevant netværks websites, i omfang muligt i forhold til projektets mere tekniske udfordringer. Suntherm har i løbet af projektet haft flere artikler i Energy Supply, Licitationen og Installatøren (Se udvalgte i Annex).

Følgende milepæle er nået, jf. projektansøgningen:

- Indgåelse af robust samarbejdsaftale mellem projektpartnerne
- Løbende administration, økonomistyring og rapportering i henhold til EUDPs (ForskEl) regelsæt. Der er afholdt 6 større projektmøder og tilbagevendende virtuelle projektmøder/telefonmøder. Projektet anmodede om en budgetændring i oktober 2016 (bevilliget 13. december 2016) og har senere i projektet erkendt behov for forlængelser af hensyn til indhentning af forsøgsdata i varmesæsonen. Anmodninger er blevet godkendt ved ForskEl. Endeligt har projektet fået bevilliget forlænget afrapporteringsperioden frem til 15. december 2018
- Løbende formidling af projektets (del-)resultater via artikler, web og konferencedeltagelse
- Udarbejdelse af formidlingsvenlig slutrapportering.

### 1.5.2 *Arbejdsplan 2: Specifikation og opbygning af funktionel og testbar 0-serie af anlægget:*

Formålet med denne arbejdsplan er at udvikle en specifikation til 0-serien og bygge en funktionel og testbar 0-serie af anlægget.

I forhold til den oprindelige ide om hvordan anlægget skulle udformes står anlægsdesignet og den funktionelle opbygning af anlægget i dag et noget andet sted end forventet. Der er således ændret på det varmebærende medie. Fra at være en opblanding af salt og mineralsk olie er man endt op med plast indkapslet salt cirkuleret i vand. Der har også været afprøvet andre varianter med kerosen som varmebærende væske.

Den indre opbygning af tanken og diffuser og pumpe er også ændret markant.

På kompressor-siden er der ligeledes sket ændringer. Det høje temperaturkrav som smeltning af salt kræver har gjort at Suntherm er skiftet til en special fremstillet varmepumpe fra HEEDS.

På styringssiden er det valgt at satse på en anden type kontroller end først antaget

Opsummeret skematisk på efterfølgende side er de anlægsiterationer som ForskEl projektet har været med at afdække og dermed optimere konstruktionen.

| År  |   |   |  | År                                   |                            |
|---|---|---|--|--------------------------------------|----------------------------|
| Prototype:  | Varmebatteri:   | Varmekilde:                                 | Dataopsamling/ contr                                 | Installations adresse                | Afregning                  |
| <b>PT1: 2xPCMX og solpaneler</b>  | Indkøbte PCM moduler fra SUNEX                              | Solpaneler                                  | LIAB / StyrDinVarmepumpe                             | LAB/ GreenTech Centeret, Vejle       |                            |
| <b>PT2: 'Raketten'</b>  | Direct heat transfer, med cirkulerende petroleum.           | Elpatron                                    | Stegetermometre                                      | LAB                                  |                            |
| <b>PT3: Firkantet alutank - Proof of concept</b>                        | Direct heat transfer, med cirkulerende hvid mineralsk olie. | Elpatron, og 6kW varmepumpe (Vagn Tanderup) | PicoLogger thermocouple temperatur logger.           | LAB                                  |                            |
| <b>PT4:</b>   | Direct heat transfer, med cirkulerende hvid mineralsk olie. | Fujitsu 16kW R410                           | UniPi/MERVIS dataopsamling/ controller - Ikke online | LAB                                  |                            |
| <b>PT5: Kegle diffuser og MAGNA pumpe</b>                               | Direct heat transfer, med cirkulerende hvid mineralsk olie. | 6kW varmepumpe (Vagn Tanderup)              | UniPi/MERVIS dataopsamling/ controller - online til  | LAB                                  |                            |
| <b>PT6: Flad Diffuser - MAGNA pumpe</b>                                 | Direct heat transfer, med cirkulerende hvid mineralsk olie. | 6kW varmepumpe (Vagn Tanderup)              | TechBase/NEOGRID online                              | LAB                                  |                            |
| <b>PT7: Vandret veksler - glas side, Smedegaard Pumpe</b>               | Direct heat transfer, med cirkulerende hvid mineralsk olie. | 6kW varmepumpe SUNTHERM/ HEEDS Gen.1        | TechBase/NEOGRID online                              | LAB                                  |                            |
| <b>PT8: Lodret veksler, Smedegaard Pumpe</b>                            | Direct heat transfer, med cirkulerende hvid mineralsk olie. | 6kW varmepumpe SUNTHERM/ HEEDS Gen.1        | TechBase/NEOGRID online<br>Intelligent varmestyring  | Østergårdsvej 6                      |                            |
| <b>PT9: Lodret veksler, Smedegaard Pumpe</b>                            | Direct heat transfer, med cirkulerende hvid mineralsk olie. | 6kW varmepumpe SUNTHERM/ HEEDS Gen.1        | TechBase/NEOGRID online<br>Intelligent varmestyring  | Byvænget 6                           | Kunde betaler strømforbrug |
| <b>PT10: Tank i tank prototype, med GRI pumpe</b>                       | Tank-i-tank, direct heat transfer og cirkulerende kerosen.  | 6kW varmepumpe SUNTHERM/ HEEDS Gen.1        | TechBase/NEOGRID online<br>Intelligent varmestyring  | Østergårdsvej 6 - erstatter PT8      |                            |
| <b>PT9.2: Lodret veksler, Smedegaard Pumpe, omkonfigureret til vand</b> | Vandbuffer  | 6kW varmepumpe SUNTHERM/ HEEDS Gen.1        | TechBase/NEOGRID online<br>Intelligent varmestyring  | Byvænget 6                           | Kunde betaler strømforbrug |
| <b>PT11: Testsystem 3 - Tank i tank med UPM3 Pumpe</b>                  | Tank-i-tank, direct heat transfer og cirkulerende kerosen.  | 6kW varmepumpe SUNTHERM/ HEEDS Gen.1        | TechBase/NEOGRID online<br>Intelligent varmestyring  | Teststand, Østergårdsvej 6           |                            |
| <b>PT12: Testsystem 4 - Tank i tank med UPM3 pumpe og vand</b>          | Tank-i-tank, vandbuffer                                     | 6kW varmepumpe SUNTHERM/ HEEDS Gen.2        | TechBase/NEOGRID online<br>Intelligent varmestyring  | Østergårdsvej 6 - erstatter PT8      |                            |
| <b>SV01: FastTrack 300 liter</b>  | Buffertank forberedt for PCM kugler                         | 6kW varmepumpe SUNTHERM/ HEEDS Gen.1        | TechBase/NEOGRID online<br>Intelligent varmestyring  | Byvænget 6, Dommerby, Erstatte PT9.2 | Varme på abonnement        |
| <b>SV02: FastTrack 300 liter</b>  | Buffertank forberedt for PCM kugler                         | 6kW varmepumpe SUNTHERM/ HEEDS Gen.1        | TechBase/NEOGRID online<br>Intelligent varmestyring  | Solbakken 29, Hvidbjerg              | Varme på abonnement        |
| <b>SV03: FastTrack 300 liter</b>  | Buffertank forberedt for PCM kugler                         | 6kW varmepumpe SUNTHERM/ HEEDS Gen.1        | TechBase/NEOGRID online<br>Intelligent varmestyring  | Bakken 2, Hvidbjerg                  | Varme på abonnement        |

Skema: Oversigt over anlægstyper der har deltaget i projektet.

Det var meningen at projektets test-site via sin placering på Green Tech Center Vejle kunne fungere som et "live" demonstrationssite, med mulighed for at fremvise anlægget til husets gæster, i forbindelse med rundvisninger eller andre aktiviteter i GTC's bygninger. Dette blev ikke gennemført grundet anbefalinger fra Suntherms patentadvokat af hensyn til ikke at kompromittere muligheden for at opnå patent på væsentlige dele af anlægget. Dette har endvidere resulteret i at der ikke er udført målinger på vardebatteriet i kombination med solvarmepanler i Inseros måleopstillinger på Green Tech Centret.

Der har været flere større ændringer i anlæggets principielle opbygning i projektføreløbet. Ændringerne er primært sket for at gøre anlæggets drift mindre service afhængigt efter installation og af hensyn til kontinuiteten i anlæggenes drift og performance. Så det er først ret sent i projektføreløbet at den pt. endelige styklister er blevet fastlåst. I forhold til projektet er denne milestone dog opnået idet da anlægsversioner som var tiltænkt brugt til fieldtest blev lavet med fuld dokumentation i form af styklister og tegninger.

Den pt. anvendte anlægsconfiguration er vist på billederne herunder.



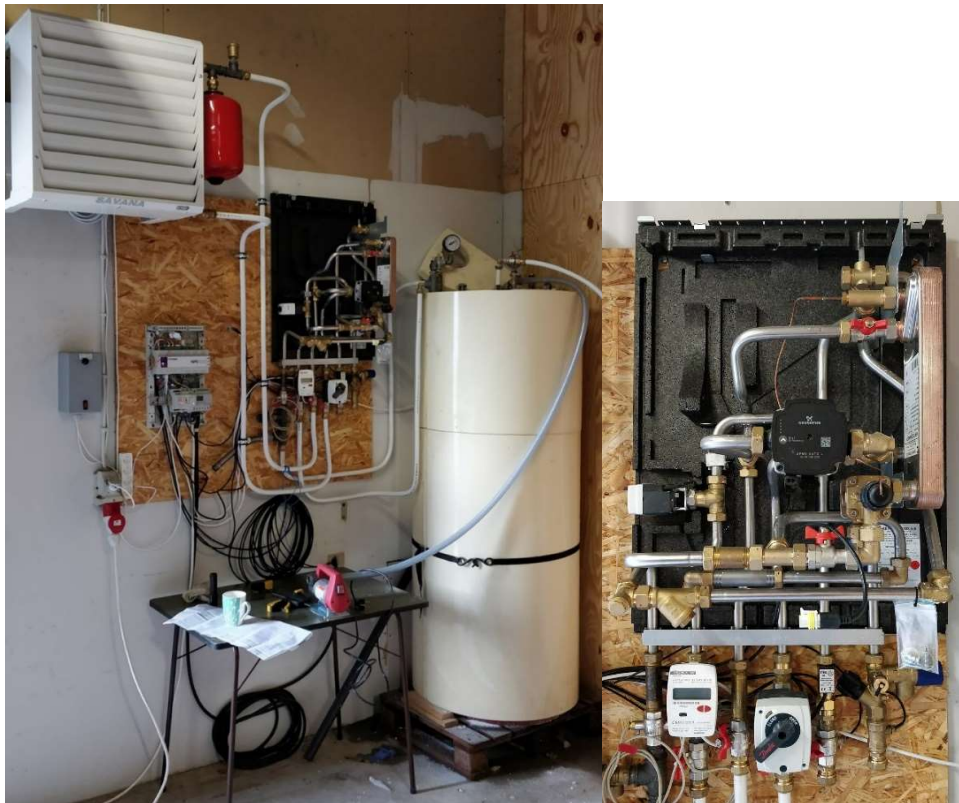


Billeder fra installationen på Solbakken 29, Idriftsat 15. Maj 2018.

### 1.5.3 Arbejdspakke 3: Tilrettelæggelse og udførelse af Målekampagne

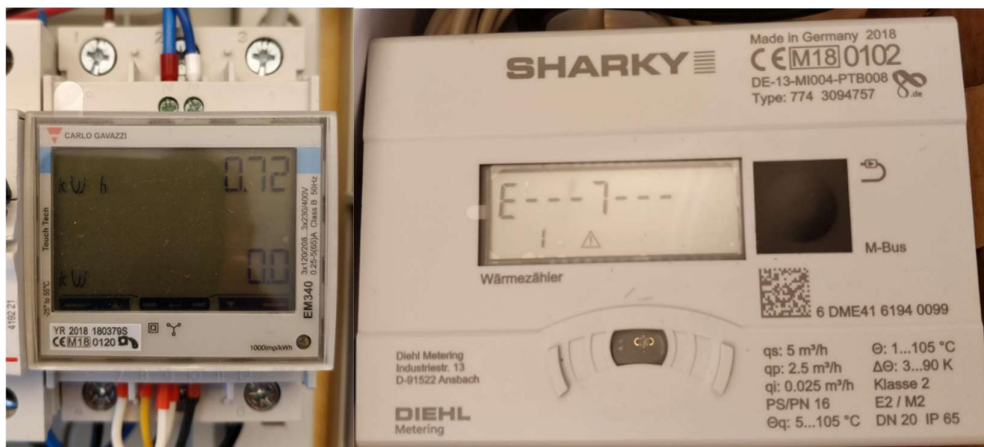
Insero er ansvarlig for udarbejdelsen af målekampagnen. Da beslutningen om at aflyse opstillingen af anlægget på GreenTech Centeret i Vejle fik projektet godkendt en ændring om at bibeholde anlægget opstillet på Suntherms hjemadresse. Dette har betydet at anlægget ikke er blevet testet i helt samme omfang som ville have været muligt på GTC. Der er således ikke foretaget måling på systemet i samkørsel med solvarmepaneller.

Det har bidraget positivt til projektet idet der efterfølgende har opstået flere servicekrævende hændelser og deraf følgende designændringer.



Billeder: Testopstilling hos Suntherm

I stedet har målingerne fokuseret på at få bestemt anlæggets lagerkapacitet, maksimale effekt og COP. Disse værdier er herunder angivet for flere af de systemdesigns som har været i spil i dette projekt. Der er til måling anvendt de i anlæggene installerede el-, varme og temperaturmålere.



Billeder: Udstyr anvendt til måling af el- og varmekonsum samt dataopsamling

Måledata fra de forskellige anlægsgenerationer i projektet er gengivet i nedenstående skema.

| Anlægs benævnelse                    | Type/Specielt  | Periode           | Tank Temperatur |       | Varme (kWh)                                     |               |                  | Elforbrug |          |              | COP  | Lager kapacitet kWh | Afladnings effekt kW | Dataopsamling      |
|--------------------------------------|--|-------------------|-----------------|-------|---|---------------|------------------|-----------|----------|--------------|------|---------------------|----------------------|--------------------|
|                                      |  |                   | Dage            | °C    | Måler   | Omgivelse tab | produceret varme | Måler     | Pumpefab | El til varme |      |                     |                      |                    |
| Prototype 5/6                        | Kegledifuser, Grundfos Mangnapumpe, 6 kW Vagn Tandrup HP | Jun-Aug-2016      | 100             | 53-63 | Forbrugstal ikke logget i løbet af testperioden |               |                  |           |          |              | 20   | 30                  | UniPi/Raspberry Pi   |                    |
| Prototype 7/8 LAB - Østergaardsvej 6 | Rør-difuser, HEEDS varmepumpe, Smedegaard EV100 Pumpe    | Feb'17-Maj'17     | 70              | 53-63 | 3169  | 840           | 4009             | 2284      | 352,8    | 1931,2       | 2,1  | 15                  | 25                   | Techbase NEOGRID   |
| Byænet 6                             | Salt og olie i tanken                                    | Marts'17 - Maj'17 | 50              | 53-63 | 760   | 360           | 1120             | 619       | 252      | 367          | 3,1  | 15                  | 15                   | TechBase / NEOGRID |
| Prototype 10 Østergaardsvej 6        | Tank i Tank princippet, Indertank med smeltet salt       | August'17-Feb'18  | 180             | 53-63 | 2390  | 2160          | 4550             | 3581      | 432      | 3149         | 1,4  | 8                   | 23                   | TechBase / NEOGRID |
| Byænet 6                             | Vand i tanken  | August'17-Apr'18  | 165             |       | 8614  | 1188          | 9802             | 4800      | 831,6    | 3968,4       | 2,5  | 3                   | 14,2                 | TechBase / NEOGRID |
| Test system 3                        | Tank i tank med Kerosen                                  | Dec'17-Jul'18     | 240             | 53-63 | 2727  | 1728          | 4455             | 2718      | 288      | 2430         | 1,8  | 26                  | 38,8                 | TechBase / NEOGRID |
| Solbakken 29                         | Standardkomponenter, Varmeunit, HEEDS                    | 15 maj - Oktober  |                 |       | 1248  |               |                  | 606       |          |              | 2,05 | 3                   |                      | TechBase / NEOGRID |
|                                      |  | 10 dage i oktober |                 |       | 318   |               |                  | 138       |          |              | 2,3  | 3                   |                      |                    |



### 1.5.4 Arbejdspakke 4: Udvikling af online styring og tilslutning til StyrDinVarmePumpe platformen

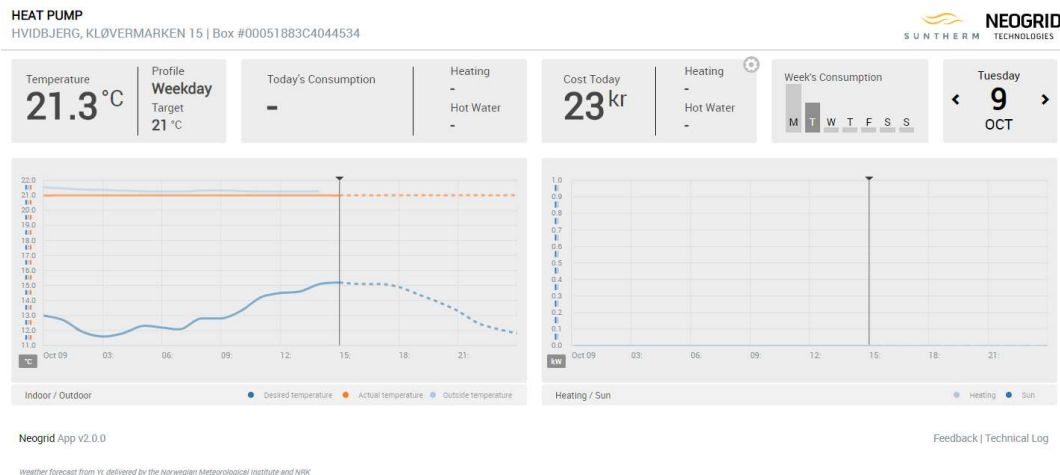
Der er udarbejdet en kravspecifikation for hvad styringen skal kunne. Kravspecifikationen er gengivet i dokumentet "Data exchange mellem Neogrid og Suntherm/UniPi-board" og yderligere i "Mervis Description". Samme tilgang er anvendt på det nuværende Techbase setup.

Styringen er i sin helhed udviklet så den understøtter nedenstående features, dog ikke nødvendigvis på samme tid.

Varmetab som funktion af udetemperatur, sol og vind

- COP variation over udetemperatur
- Costfunktioner
- Elpriser, timebaseret
- Drift udenfor eller indenfor bestemte perioder
- Indetemperatur
- Minimere afvigelser fra setpunkt
- Asymetrisk "straf" for afvigelser fra setpunkt
- Forskellig "straf" henover døgnet
- Holde indetemperatur indenfor brugerdefineret komfortvindue
- Setpunkt, indetemperatur
- Variabel setpunkt henover døgnet
- Komfortvindue for indetemperatur
- Natsenkning og "ikke-hjemme" funktion
- Mulighed for fleksibilitetsydelse til såvel netoperatør som elhandler

Da StyrDinVarmePumpe platformen ikke længere er tilgængelig er styringen placeret i Neogrids økosystem.









Billede: Screen dump fra Neogrid/Suntherms styringsplatform

Please choose organization

Suntherm

Please choose time period for KPI

7 days

| Address                      | Heat loop temperature |         |               |         |         | Today's consumption |           | Temperatures |         | KPI - Daily average for period |                |     |            | Status  |                   |
|------------------------------|-----------------------|---------|---------------|---------|---------|---------------------|-----------|--------------|---------|--------------------------------|----------------|-----|------------|---|-------------------|
|                              | Tank (T04)            | Forward | Mixed forward | Return  | Cooling | Heating             | Hot water | Indoor       | Outdoor | Power consumed                 | Heat delivered | COP | Start/Stop | Connected   | Heat control mode |
| Brøndum, Brøndum Kirkevej 18 | 60.8 °C               | -       | 29.4 °C       | 25.8 °C | 3.6 °C  | -                   | -         | 20.3 °C      | 15.1 °C | 1.9 kWh                        | -              | -   | 0          |  | -                 |
| Dommerby, Byvænget 6         | 52.1 °C               | -       | 21.8 °C       | 21.7 °C | 0.1 °C  | -                   | -         | 22.3 °C      | 15.1 °C | 11.7 kWh                       | -              | -   | 0.1        |  | -                 |
| Hvidbjerg, Bakken 2          | 53.1 °C               | -       | 39.6 °C       | 36.6 °C | 3 °C    | -                   | -         | 20.9 °C      | 15.2 °C | 11.7 kWh                       | -              | -   | 0.1        |  | -                 |
| Hvidbjerg, Bakken 24         | 55.1 °C               | -       | 34.7 °C       | 34.7 °C | 0 °C    | -                   | -         | 22 °C        | 15.2 °C | 10.9 kWh                       | -              | -   | 0.1        |  | -                 |
| Hvidbjerg, Bakken 26         | 54.7 °C               | -       | 30.1 °C       | 29.6 °C | 0.4 °C  | -                   | -         | 22 °C        | 15.2 °C | 19.3 kWh                       | -              | -   | 0.2        |  | -                 |
| Hvidbjerg, Klevemarken 15    | 59.1 °C               | -       | 34.8 °C       | 32.5 °C | 2.3 °C  | -                   | -         | 21.3 °C      | 15.2 °C | 11.3 kWh                       | -              | -   | 0.1        |  | -                 |
| Hvidbjerg, Solbakken 29      | 54.8 °C               | -       | 27.1 °C       | 25.3 °C | 1.8 °C  | -                   | -         | 20.6 °C      | 15.2 °C | 12 kWh                         | -              | -   | 0.2        |  | -                 |
| Hvidbjerg, Solbakken 37      | 56.9 °C               | -       | 54.2 °C       | -       | -       | -                   | -         | 21.9 °C      | 15.2 °C | 34 kWh                         | -              | -   | 0          |  | -                 |
| Rettrup, Lundgårdvej 14      | 57.3 °C               | -       | 35 °C         | 34.5 °C | 0.5 °C  | -                   | -         | 20 °C        | 15.2 °C | 21.9 kWh                       | -              | -   | 0.1        |  | -                 |

Billede: Varmemestervisning – anlægsoverblik på flere installationer

### 1.5.5 Arbejdspakke 5: Installation af 0-serie i private hjem, samt målekampagne herfra

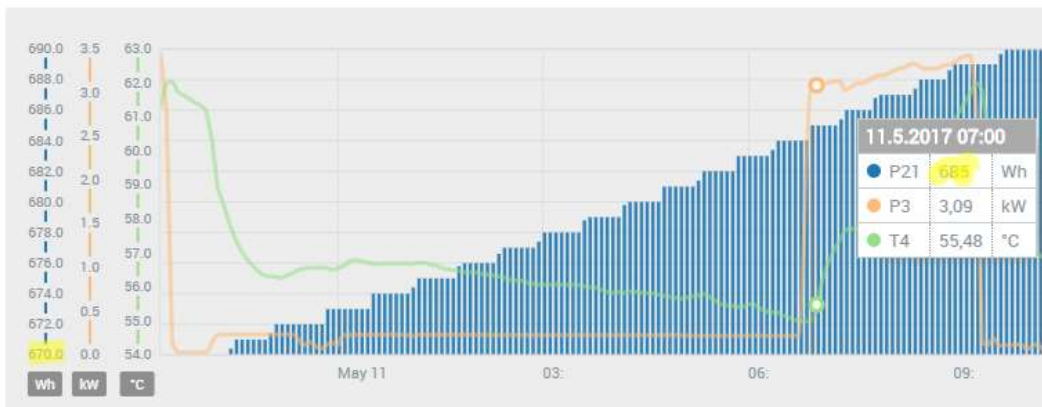
Efter endelig specifikation af 0-serie, var intentionen at Insero gennem sit datterselskab Best Green skulle tilbyde sine kunder denne model til installation og test, på samme vilkår som øvrige produkter. Det vil sige på en leasing lignende kontrakt, hvor Best Green installerer, ejer og driver anlægget, mod en varmebetaling i kr/kWh for målt varme leveret fra anlægget. Da det første anlæg ret hurtigt viste sig at have svært ved at køre stabilt og ville blive meget service on-site krævende ønskede Best Green ikke at entrere med Suntherms anlæg.

I stedet blev der lavet en model hvor Insero skulle medfinansiere opstilling af anlæg hos interesserede demonstrationsværter. Der blev i den forbindelse udarbejdet et forretningsgrundlag for selve demonstrationen. Hverveprocessen blev igangsat men det viste sig umådeligt svært at hverve værter. Samtidig var der tekniske udfordringer på det anlæg som kunne tilbydes. Dette betød at der i første omgang ikke blev opstillet demonstrationsanlæg og dermed ikke blev testet anlæg i virkelige installationer.

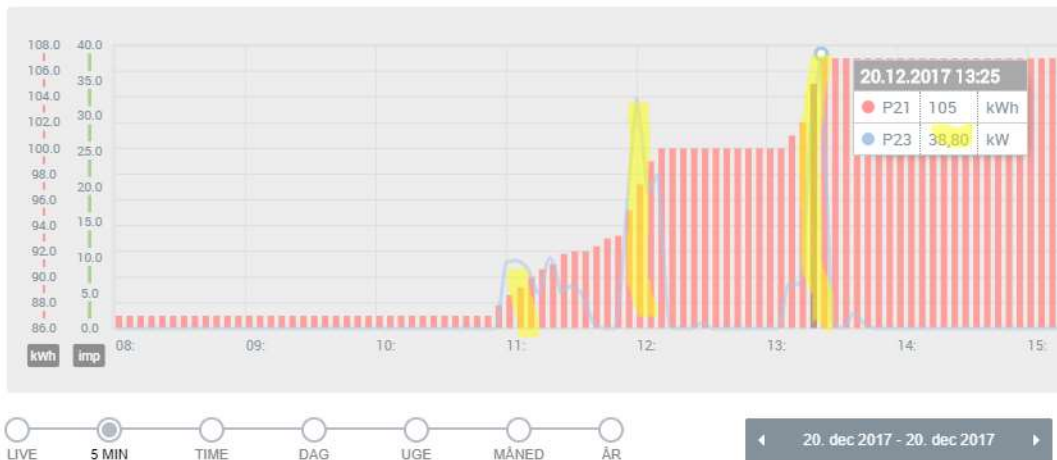
Suntherm ændrede i den forbindelse tilgangen til salg af anlæggene og entrerede med en løsning hvor anlæggene skulle sælges gennem en varmforsyningsforening. Det har i projektet efterfølgende vist sig at denne tilgang ikke er let at få etableret idet det kræver at der inden opstilling af anlæg etableres en særskilt forening med frivillig bestyrelse. Det setup som Suntherm nu anvender er salg af varme på abonnement.

Der er blevet udarbejdet informationsmateriale til forsøgsdeltagerene ud fra en interviewrunde med personer der tilkendegav deres interesse i forbindelse med hvervemøde i Hvidbjerg.

Grundet funktionaliteter i den i projektet udviklede styring er alt data logget på de anlæg som har været i drift. Nedenstående grafer viser et udpluk af performance målingerne på de anlægsgenerationer der har været idriftsat i projektførløbet.



Figur: 10 timers drift stop på varmepumpen efter fuld opladning af varmemæleri. Markeret med gult ses hhv varmemaal start og slut. I løbet af 10 timer, afsættes der 15 kWh timer varme fra batteriet, inden tilførsel af varme startes op igen.



Figur: Aftapning af varmt brugsvand jf DS XL tappernorm. 20kWh tappe af lageret indenfor 2.5 time. Maksimal effekt på varmt brugsvand målt til 38,8 kW



Figur: Varmeleverance fra anlæg med vand som varmebærende medie. Viser indendørs (rød) og udendørs (turkis) temperatur sammenholdt med leveret varme (blå) og forbrugt el (grøn)

Det produkt som Suntherm står med nu har en lagerkapacitet på ca. 15 kWh og maksimal afladningseffekt på ca. 35 kW. Anlægget er således ikke helt på højde med den kapacitet som første prototype havde.

Det er dog tilstrækkeligt til at give en helt fornuftig forskydning af elforbruget, sådan at vi kan lade varmebatteriet på det mest gunstige tidspunkter.

Det produkt som SUNTHERM pt. afprøver på markedet er mere 'robust' end direct heat transfer-teknologien som der fortsat udvikles på parallelt med 'fasttrack' anlæggene.

## 1.6 Utilization of project results

Projektet har været med til at give viden til de næste udviklingstrin for Suntherms unikke løsning.

Projektet har givet suntherm vigtig viden om anlæggets sammensætning og optimering heraf. Der er som følge af test på pilotanlægget lavet konstruktionsmæssige ændringer på anlæggets tank, anlæggets kompressor og selv opdelingen af olie, vand og saltblandingen.

I forbindelse med informationsmøde i Hvidbjerg blev flere af de fremmødte som ønskede nærmere oplysninger inviteret til at deltage i interviews. Projektet har i den forbindelse udarbejdet en række persona beskrivelser for at kunne målrette udarbejdelsen af informationsmateriale og tilpasse salgsargumenter.

Persona beskrivelserne har bidraget til videreudviklingen af salgs- og markedsføringsmateriale.

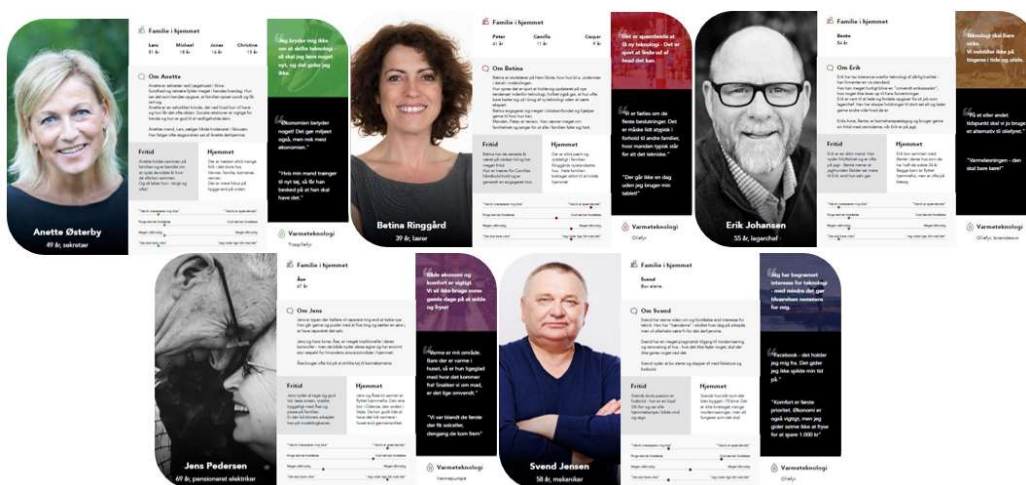


Fig.: Person-overblik – detaljerede eksemplarer findes i annex Persona-arbejde

I projektet har Neogrid haft ansvaret for at udvikle software funktionaliteten til Suntherm's varmepumpe. Opgaven har dels bestået af udvikling af software til den embeddede controller i varmepumpen, og dels den server software, der tilføjer den intelligente styring til den internetforbundne varmepumpe. Sidstnævnte er ikke sket fra bunden af, men bygger ovenpå Neogrid's eksisterende Cloud Platform hvor den intelligente varmestyring PreHEAT bl.a. kører fra. Denne funktionalitet er blevet opdateret til også at kunne håndtere Suntherms varmepumper.

Udover den intelligente varmestyring er følgende funktionalitet udviklet:

- Integration mod Neogrid's Cloud backend og varmepumpe aggregator
- Online dataopsamling fra samtlige målepunkter fra varmepumpen, der bl.a. kan anvendes til fjerndiagnostik
- System til opsætning og håndtering af avancerede driftsalarmer
- Dashboards til driftsovervågning og analyse
- Dashboards samt justeringsmuligheder rettet mod den enkelte slutkunde
- Flexibelt regel-framework til low level styring af varmepumpen.

Sidstnævnte regel-framework muliggør opsætning samt ændring af low level styring af varmepumpens interne komponenter uden at softwaren i boksen skal ændres.

For Neogrids vedkommende har projektet været yderst relevant og medvirkende til at vi har fået videreudviklet vores intelligente styring af varmepumper samt udvidet funktionaliteten

i vores eksisterende system til også at kunne håndtere Suntherms varmepumpe med varmelager. Neogrid har arbejdet med ekstern styring af varmepumper i mange år, men projektet har givet os en unik mulighed for at komme ind under låget på varmepumpen og lave en styring, der tillader en mere direkte smart grid styring af varmepumpen end eksisterende producenter tilbyder.

### **1.7 Project conclusion and perspective**

Projektet har resulteret i at Suntherm nu står med et anlæg hvor hovedkomponenter er blevet gennemtestet i rigtige installationer, der er blevet foretaget valg og fra-valg sammenlignet med de første intentioner i projektet. Samtidig er Suntherm nået til den erkendelse at der er et stykke vej til at man kan levere et produkt der basere sig på direkte varmevegang mellem olie og salt.


















Pt. er Suntherm i gang med en større udrulning af anlæg i Hvidbjerg som en del af et EUDP projekt. Uden det forarbejde som er udført i forbindelse med dette ForskEl projekt ville udrulningen i Hvidbjerg ikke have været mulig.

Måske har projektet på trods af den manglende målopfyldelse alligevel været en succes, Suntherm står uden tvivl med uvurderlig viden omkring hvordan anlægget i fremtiden skal bestykkes og hvordan styringen skal udføres.

Sidst men ikke mindst har Neogrid opnået et tæt samarbejde med Suntherm, der p.t. er mundet ud i et kommercielt samarbejde, hvor Neogrid leverer data og styringsinfrastruktur til Suntherms varmepumper, baseret på hvad der er udviklet i indeværende projekt. Samarbejdet forventer begge parter sig meget af i fremtiden.



## Annex

|   |   |                  |                    |           |
|---|---|------------------|--------------------|-----------|
|  | 160419_Dataexchange between Neogrid ... | 14-12-2018 08:31 | Adobe Acrobat D... | 800 KB    |
|  | Anlægsgenerationer_gantt                | 14-12-2018 08:49 | Adobe Acrobat D... | 444 KB    |
|  | Infomøde i Hvidbjerg                    | 14-12-2018 08:31 | Adobe Acrobat D... | 2.396 KB  |
|  | MERVIS description                      | 14-12-2018 08:31 | Adobe Acrobat D... | 681 KB    |
|  | Måleoverblik_final                      | 14-12-2018 08:51 | Adobe Acrobat D... | 277 KB    |
|  | Neogrid_styring_afrapportering          | 14-12-2018 08:31 | Adobe Acrobat D... | 654 KB    |
|  | PT6 - Stykliste                         | 14-12-2018 08:31 | Adobe Acrobat D... | 321 KB    |
|  | Suntherm - Nyhedsmail                   | 14-12-2018 08:31 | Adobe Acrobat D... | 1.558 KB  |
|  | SUNTHERM brugerundersøgelse - Googl...  | 14-12-2018 08:31 | Adobe Acrobat D... | 159 KB    |
|  | Suntherm_opt_control                    | 14-12-2018 08:31 | Adobe Acrobat D... | 1.055 KB  |
|  | SUNTHERM_UX_dokumentation               | 14-12-2018 08:52 | Adobe Acrobat D... | 807 KB    |
|  | suntherm-varme-3fl-brochure-web         | 14-12-2018 08:31 | Adobe Acrobat D... | 370 KB    |
|  | UX_Anette Østerby                       | 08-05-2018 08:19 | Adobe Acrobat D... | 2.473 KB  |
|  | UX_Betina Ringgård                      | 08-05-2018 08:20 | Adobe Acrobat D... | 2.504 KB  |
|  | UX_Erik Johansen                        | 08-05-2018 08:20 | Adobe Acrobat D... | 3.561 KB  |
|  | UX_Jens Pedersen                        | 08-05-2018 08:20 | Adobe Acrobat D... | 3.134 KB  |
|  | UX_Svend Jensen                         | 08-05-2018 08:20 | Adobe Acrobat D... | 16.796 KB |

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

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

### Artikler:

[https://www.energy-supply.dk/article/view/284241/en\\_varmepumpe\\_og\\_en\\_saltplo-ning\\_skal\\_erstatte\\_oliefyret](https://www.energy-supply.dk/article/view/284241/en_varmepumpe_og_en_saltplo-ning_skal_erstatte_oliefyret)

[https://www.energy-supply.dk/article/view/563581/44\\_millioner\\_til\\_videreudvikling\\_af var-mepumpe\\_og\\_batteri](https://www.energy-supply.dk/article/view/563581/44_millioner_til_videreudvikling_af_var-mepumpe_og_batteri)

[https://www.energy-supply.dk/article/view/558482/i\\_hvidbjerg\\_vil\\_de\\_have\\_saltbatte-rier\\_og\\_varmepumper](https://www.energy-supply.dk/article/view/558482/i_hvidbjerg_vil_de_have_saltbatte-rier_og_varmepumper)

[https://www.energy-supply.dk/article/view/628571/suntherm\\_har\\_langet\\_23\\_saltbatte-rier\\_og\\_varmepumper\\_over\\_disken](https://www.energy-supply.dk/article/view/628571/suntherm_har_langet_23_saltbatte-rier_og_varmepumper_over_disken)

<https://installator.dk/nyt-varmeanl%C3%A6g-kan-lagre-energi-s%C3%A6rdeles-effektivt>

[https://www.energy-supply.dk/article/view/551278/eumillioner\\_til\\_varmepumper\\_og salt-batterier](https://www.energy-supply.dk/article/view/551278/eumillioner_til_varmepumper_og_salt-batterier)

<http://ugeavisenskive.dk/c/artikler/solid-opbakning-til-jagt-paa-milliard-marked>

[https://www.licitationen.dk/article/view/628397/hojslevfirma\\_lagrer\\_energien\\_og spa-rer\\_pa\\_varmen](https://www.licitationen.dk/article/view/628397/hojslevfirma_lagrer_energien_og_spa-rer_pa_varmen)

