

EUDP slutrapport v/Knud Jepsen a/s ”The Solar Energy Producing Greenhouse”

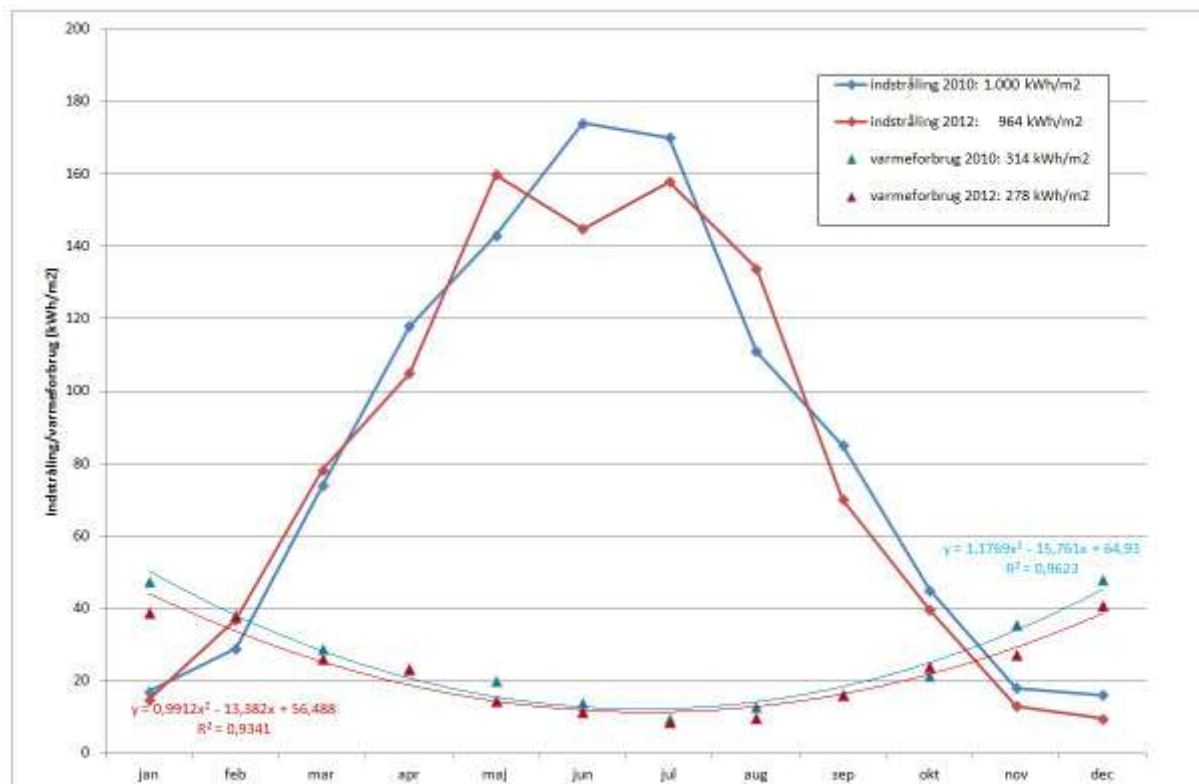
Ansøger: Knud Jepsen a/s, Skanderborgvej 193, 8382 Hinnerup

Deltager: Arcon Solar a/s, Skørping

J.nr. 64011-0001

Tidsplan 1. januar 2011 til 30. september 2013

Nærværende EUDP-projekt er affødt af visionen om at transformere væksthuse til store aktive solfangerfelter. Sammenholdes lysindstrålingen i væksthuse med varmekonsumet hos Knud Jepsen a/s fremgår det af Figur 1 at der akkumuleres et varmeoverskud på ikke mindre end 686 kWh/m² årligt. I stedet for at bortventilere varmen kunne den udnyttes til produktion af vedvarende solvarmeenergi fra primo februar til medio oktober.



Figur 1. Lysindstråling sammenholdt med varmekonsum i væksthuse

Projektpartnerne har med støtten fra EUDP udviklet installationsdesign og fittings til letvægtsabsorbere, som gør det muligt at transformere væksthuse til store aktive solfangerfelter. Absorberenhederne er konfigureret størrelsesmæssigt af hensyn til ønskede frihedsgrader for installation og funktionalitet. Solvarmesystemet er designet mhp. effektiv samproduktion af vedvarende energi og elektriske varmepumper. Solfangerfelterne serviceres af elektrisk varmepumpesystem, som på koldsiden leverer 10°C kølevand og på varmekredsen opkvalificerer solvarmesystemets fremløbstemperatur til procesvarme.

EUDP slutrapport v/Knud Jepsen a/s ”The Solar Energy Producing Greenhouse”

Demonstrationsaktiviteterne har omfattet tre forskellige solfangerfelter udlagt i identiske væksthusemiljøer. Det første solfangerfelt blev udlagt mhp. at maksimere udnyttelsesgraden af solindstrålingen i væksthuset ved brug af et mobilt solfangerfelt, som vha. kørerør og træksystem kan positioneres under hensyntagen til indstråling og igangværende arbejdsopgaver i væksthuset jf. billedserie.



Solfangerfelt 1 – Mobilt anlæg på 1.000 m² i drift

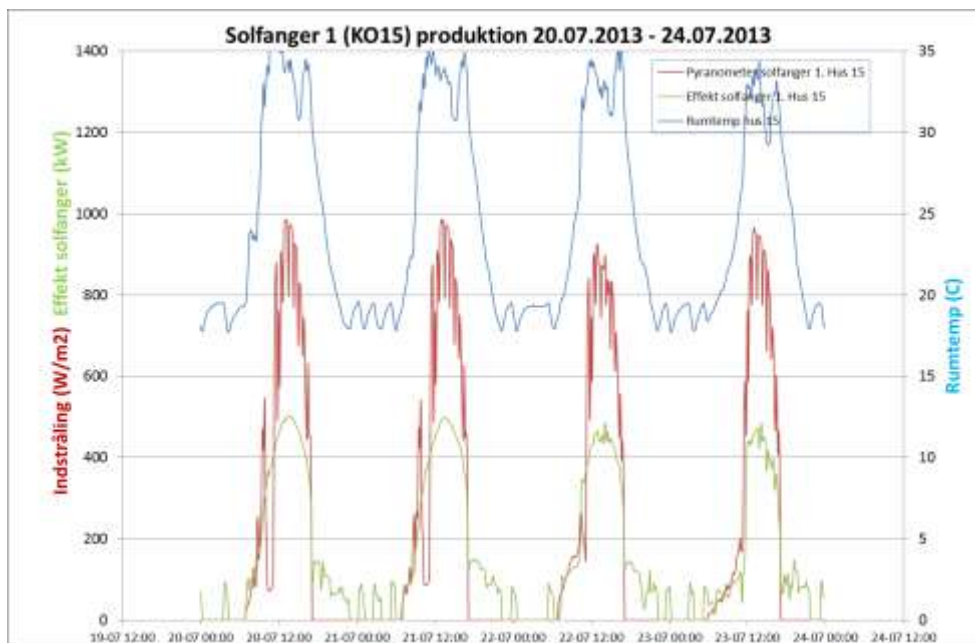


Solfangerfelt nr. 1 – Mobilt anlæg på standby position

Ovenstående solfangerfelt blev designet ud fra målsætningen om at maksimere udnyttelsesgraden af solindstrålingen i væksthuset samtidigt med at man opretholdt

EUDP slutrapport v/Knud Jepsen a/s ”The Solar Energy Producing Greenhouse”

muligheden for parallel planteproduktion. Solfangerne er størrelsesmæssigt konfigureret ned på 6,25 m² således at de kunne installeres mellem spærkonstruktionen og væksthusebordene. Solfangerfeltet fungerer både som energifanger (konvektionsvarme) og som traditionel solfanger. Installationens anvendelsespotentiale og effekter indbefatter foruden varmebidraget i lige så høj grad affugtning og temperaturregulering. Væksthusgartnerier anvender skønmæssigt mellem 25 til 30% af rumvarmeforbruget på fugtregulering svarende til omkring 75 kWh/m² årligt. De rå absorberoverflader er meget effektive til at udkondensere luftmassen for vand når lysindstrålingsniveauet dropper. Ved sammenlignende solvarmeproduktion- og væksthusklimaregistreringer på nogle meget varme juli sommerdage kunne vi registrere at anlæggets maksimale effekt er 500 kW og at den temperaturregulering kapacitet var utilstrækkelig, idet lufttemperaturerne rundede +35°C (jf. Figur 2). Det mobile solfangerfelt havde jf. produktionsprofilen således en energiekstraktionseffektivitet på 50%, når indstrålingen toppede omkring 975 W/m².



Figur 2. Solfangerfelt nr. 1 (KO15) produktionsprofil højsommer

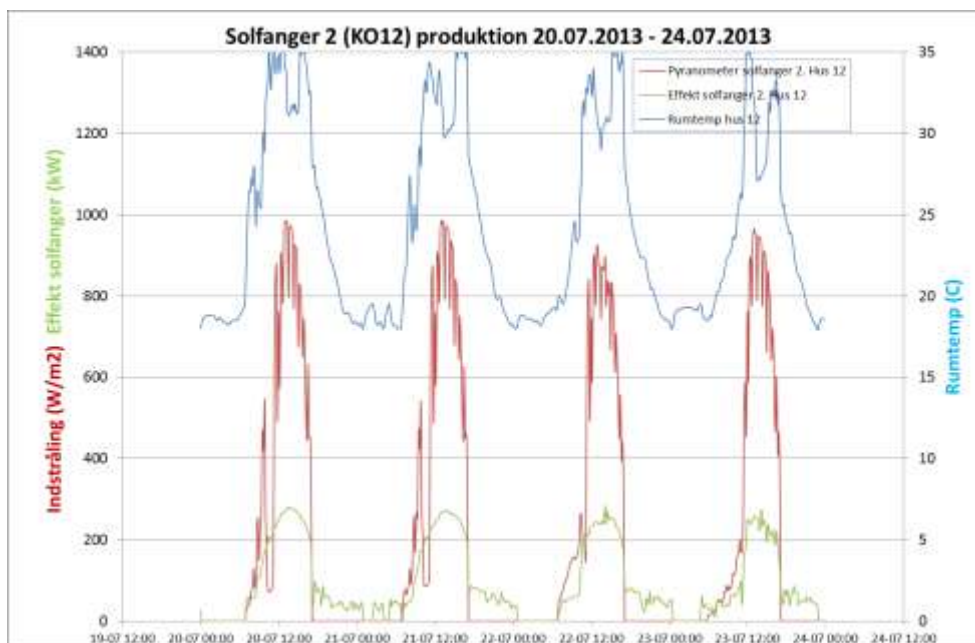
Det næste solfangerfelt blev designet og konstrueret mhp. maksimal udnyttelsesgrad og effektivitet af de installerede absorbere ved placeringen oppe i spærkonstruktionen og med den nye rotationsfunktionalitet, som giver mulighed for at optimere lysindfald og behovet for skygge i væksthuset. Installationen fungerer som et fuldstændigt integreret soldæk og roterende solfangerfelt jf. nedenstående billede.

EUDP slutrapport v/Knud Jepsen a/s ”The Solar Energy Producing Greenhouse”



Solfangerfelt nr. 2 – Roterende soldæk på i alt 614 m²

Ved sammenlignende solvarmeproduktion- og væksthushklimateregistreringer af solfangerfelt nr. 2 (KO12) konkluderedes at anlæggets maksimale effekt var 275 kW vurderet ud fra væksthusheden på 1.000 m². Det konstateredes at den temperaturregulerende kapacitet var utilstrækkelig, idet lufttemperaturerne rundede +35°C (jf. Figur 3). Det roterende solfangerfelt havde jf. produktionsprofilen således en energiekstraktionseffektivitet på 46% per m² installeret absorber, når indstrålingen toppede omkring 975 W/m².



Figur 3. Solfangerfelt KO12 i væksthush – produktionsprofil højsommer

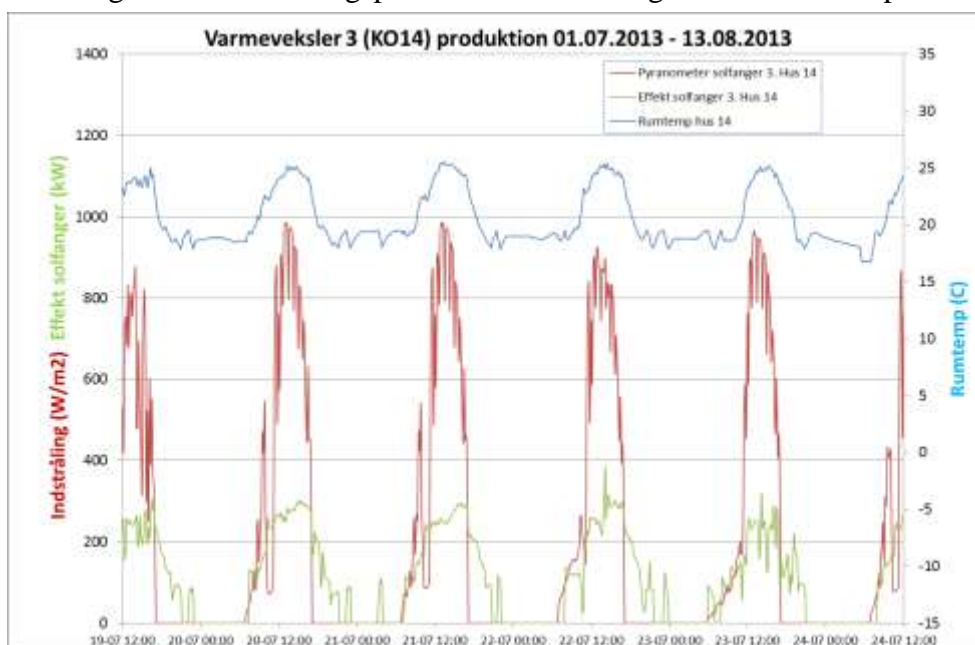
EUDP slutrapport v/Knud Jepsen a/s "The Solar Energy Producing Greenhouse"

Som det sidste referenceanlæg anvendtes et 'Lukket væksthuse' udstyret med højtryksmikrosprinklere og varmegenvindingsanlæg, som en nødvendig foranstaltning for at bygge bro mellem den nye solvarmeteknologi og konceptuelle forståelse blandt aktørerne i den europæiske blomsterbranche. Nedenstående billede viser effekten med 'tågen' af fritsvævende vandpartikler. Den opløste vanddamp fungerer som effektiv energibærer af solenergien over til varmevekslerenheden, hvor kondensationen frigiver overskudsvarmen.



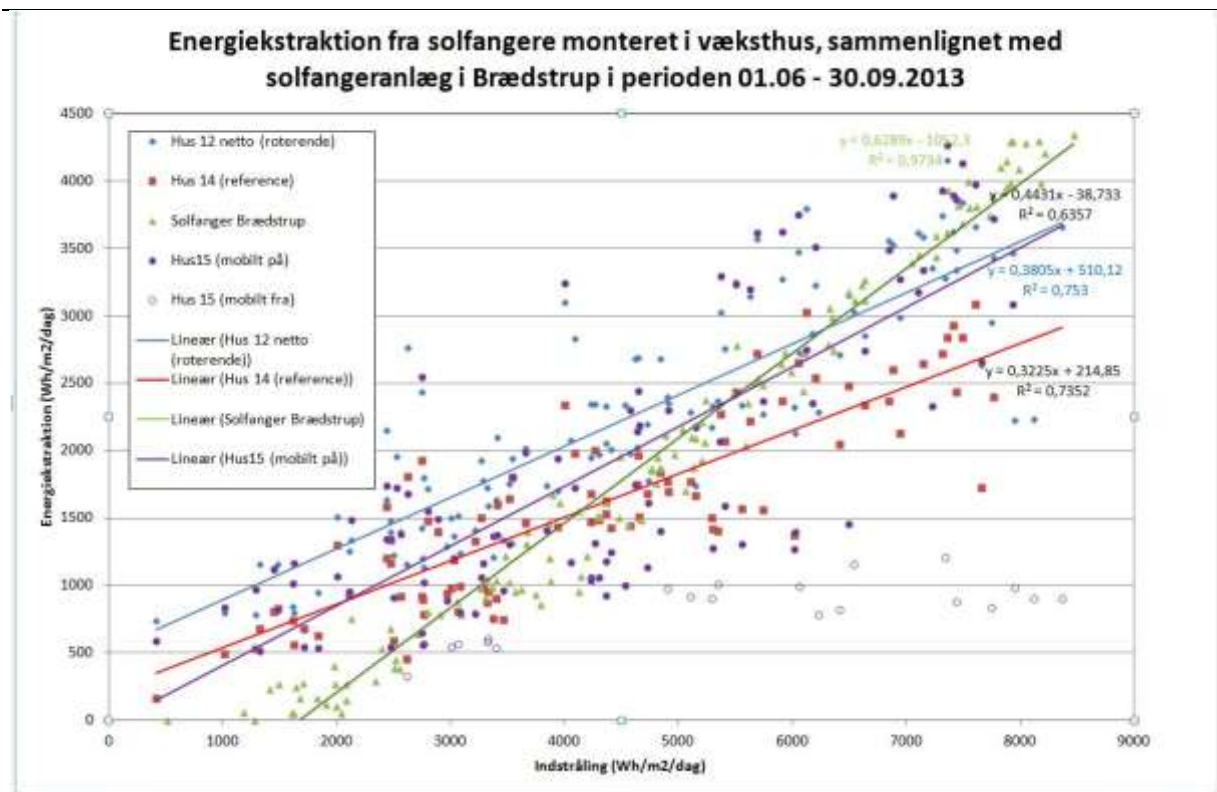
Solfangerfelt nr. 3 – 'Lukket væksthuse' Højtrykssprinklere & varmegenvindingsanlæg

Produktionsprofilen i det 'Lukkede væksthuse' demonstrerede at den maksimale effekt på luftsolvarmesystemet var 300 kW og energieksktraktionseffektiviteten var på godt 30%. Den lavere energieffektivitet opvejedes til gengæld ved installationens temperaturregulerende effekt. Igennem hele forsøgsperioden var det muligt at holde lufttemperaturen under 25°C.



Figur 4. Solfangerfelt i væksthuse KO14 – produktionsprofil højsommer

EUDP slutrapport v/Knud Jepsen a/s "The Solar Energy Producing Greenhouse"



Figur 5. Energiekstraktion solfangere i væksthuse sammenholdt med barmarksfelt

Sammenholdes den målte lysindstråling og effekten på solfangerfelterne i perioden juni-september 2013 ses en god sammenhæng jf. Figur 5. Solfangerne i væksthuse udmærker sig ved en høj ydelse selv ved lave lysintensiteter og en højere produktivitet end barmarksfelter som ved Brædstrup med undtagelse af højsommerdage med indstråling over 6.000 Wh/m²/dag. Barmarksfelterne realiserer først positivt varmebidrag når lysindstrålingen overstiger 2.000 Wh/m²/dag. Solfangerfelt nr. 2 med det roterende soldæk karakteriseres ved den suverænt bedste ydelsesprofil og bedste løsning med henblik på en helårsproduktion af solvarme i væksthuse.

På baggrund af forsøgsresultaterne og indstrålingsdata fra væksthuse har vi kunnet ekstrapolere følgende helårsydelse:

Solfangerfelt nr. 1	471 kW/m ² svarende til en energiektaktionsgrad på 49%
Solfangerfelt nr. 2	561 kW/m ² svarende til en energiektaktionsgrad på 58%
Solfangerfelt nr. 3	396 kW/m ² svarende til en energiektaktionsgrad på 41%
Brædstrup – reference	422 kW/m ² svarende til en energiektaktionsgrad på 41% (årsindstråling højere end i væksthuse, 1.115 kW/m ²)

EUDP slutrapport v/Knud Jepsen a/s ”The Solar Energy Producing Greenhouse”

Tabel 1. Årsfordeling solvarmeproduktion fra solfangerfelterne

	Solfelt nr. 1	Solfelt nr. 2	Solfelt nr. 3
	Ydelse	Ydelse	Ydelse
	Wh/m ²	Wh/m ²	Wh/m ²
Januar	8.061	21.454	11.441
Februar	18.249	28.359	17.945
Marts	39.057	46.834	32.950
April	51.827	56.811	41.623
Maj	75.243	76.463	58.060
Juni	68.331	70.325	53.075
Juli	74.393	75.767	57.470
August	62.629	66.166	49.119
September	37.023	44.659	31.539
Oktober	23.741	34.324	22.133
November	6.984	20.094	10.505
December	5.907	19.692	9.947
Årlig ydelse	471.449	560.951	395.810

Konklusion

Med væksthushklmaskærmen og højeffektive absorbere som eksperimentel platform har projektpartnerne Knud Jepsen a/s og Arcon Solar a/s demonstreret effekten af et nyt solvarmesystem karakteriseret ved høj opstillingsmæssig frihed og ydelsesprofil.

Solvarmesystemet gør det muligt at praktisere en co-produktion af solvarme og pryddplanter ved ydelsesprofiler og energiekstraktionsgrader, som overstiger højisolerede solvarmeanlæg fra fjernvarmesektoren.

Udarbejdet på vegne af Knud Jepsen a/s og Arcon Solar a/s.

Søren Kjær
DEVCON
Grenstenevej 71
8870 Langå