

## Energisystemer

*Den forventede store udbygning med offshore vindmøller i Nord-europa i de kommende årtier vil skabe store udfordringer for både de nationale elsystemer og for samspillet mellem de nationale elnet. Disse udfordringer forsøger Energinet.dk at tage i opløbet med en målrettet og ambitiøs forskningsindsats i intelligente energisystemer. På billedet ses et par serviceskibe, der betjener en af havvindmølleparkerne i Nordsøen.*



Foto: A2SEA

og et system til afregning af elforbruget. Med det forventede forbrugsmønster for elbiler vil de primært skulle oplades om natten, når samfundets øvrige efterspørgsel efter el er mindst. På den måde kan elbilerne virke stabiliserende på elnettet ved både at kunne tilbyde op- og afladning af deres batterier. EDISON skal udvikle kommunikationssystemer, så opladningen af elbiler kan styres gennem prissignaler, og som gør det muligt akut at afbryde opladningen af elbiler, hvis elproduktionen fra vindmøllerne pludselig falder mere end forudset.

De udviklede systemer og tekniske løsninger skal efter laboratorietest hos Risø DTU demonstreres i østkrafts net på Bornholm i slutningen af det treårige projekt. Projektets samlede budget er på knap 49 mio. kr.

En supplerende mulighed for at mobilisere decentrale kraftvarmeværker i reguleringen af elsystemet er at forsyne nogle af disse værker med store varmepumper, der kan udnytte el til produktion af varme til de lokale fjernvarmenet langt mere ef-

ektivt end store elvandvarmere. Teknologisk Institut har i et EFP-projekt udviklet en prototype på en transkritisk CO<sub>2</sub>-varmepumpe beregnet til drift bl.a. på decentrale kraftvarmeværker, og ForskEL støtter et demonstrationsprojekt med denne Expressor-varmepumpe i to kraftvarmeværker.

I en helt anden type projekt har ForskEL forøget støtten til udvikling af en "energiudsigt", der kan hjælpe private husholdninger med at tilpasse deres forbrug til markedspriserne på el. I et samarbejde mellem Rambøll og Syd Energi bliver forbrugerne bl.a. via tv og web præsenteret for morgendagens elpriser.

### Scenarieanalyser

Det Strategiske Forskningsråd har også støttet en mere grundlagskabende forskning i kommunikationsteknologi til mere intelligent regulering af systemer med en stor andel vedvarende energi. Det foregår både på DTU Informatik og på Institut for Energiteknik-AAU. De største satsninger fra DSF inden for forskning i energisystemer sker dog p.t. inden for scenarieanalyser.

På Institut for Samfundsudvikling og Planlægning-AAU er der i samarbejde med andre universiteter, ECON Pöyry, CBS, AKF og DONG Energy etableret CEESA-centret, der har fået en femårig bevilling på knap 15 mio. kr. Det er dets opgave at udvikle nye metoder til sammenhængende energisystem- og miljøanalyse, at analysere og optimere brugen af vedvarende energi i transportsektoren, effektivisere el-produktion og -distribution, identificere de mest effektive reguleringsmekanismer for energimarkedet og at dokumentere og optimere fremtidige energisystemers miljøpåvirkning. På den måde vil CEESA-centrets forskning supplere den mere teknisk dominerede forskning i EcoGrid.dk og EDISON med scenarier.

I et andet projekt under DSF, der med en bevilling på ca. 25 mio. kr. gennemføres i CEEH-centret på Niels Bohr Institutet-KU, udvikles et modelsystem, der kan producere prognoser for, hvordan Danmarks energiproduktion kan udvikles med minimale samlede omkostninger. Institutet arbejder sammen med flere andre danske universitetsinstitutter og Danmarks Meteorologiske Institut. CEEH vil både medtage de direkte udgifter til anlæg af produktionsanlæg samt indkøb af brændsler og de indirekte omkostninger – eksternaliteter – i form af energisystemets påvirkning af miljø og sundhed. CEEH's scenarieanalyser bygger videre på den Balmorel-model for det nordiske energisystem, der tidligere er udviklet gennem flere EFP-projekter.

Begge centre planlægger at afslutte deres forskning med udgangen af 2011.



### Udvikling af lange superledende tråde med teknologirelevante egenskaber, fremstillet via grøn teknologi

Ansvarlig: **Afdelingen for Materialeforskning v/Risø DTU**  
 Kontakt: **Jean-Claude Roger Grivel**  
*jean@risoe.dtu.dk · tlf: 46 77 47 39*  
 Deltagere: **Ultero (USA)**

DSF: 13.300.000 kr.  
 Budget i alt: 16.900.000 kr.  
 Afsluttes: 2012

Projektets formål er at udvikle billige superledende tråde og kabler med høj effektivitet baseret på Y123 superlederen. Ved at udvikle en metode, hvor superlederen lægges på substratets begge sider, kan trådens effektivitet øges væsentligt. Projektet sigter mod at fremstille lange tråde ved hjælp af et pilotanlæg.

DSF · 2104-08-0032



### Energibyten Frederikshavn: 100% VE-forsyning uden ubalancer

Ansvarlig: **Frederikshavn Kommune**  
 Kontakt: **Bahram Dehghan · bade@frederikshavn.dk**  
 tlf: 98 45 50 00  
 Deltagere: **Institut for Samfundsudvikling og Planlægning-AAU, Videncenter for 3D Geoinformation-AAU**

PSO: 1.998.000 kr.  
 Budget i alt: 6.007.000 kr.  
 Afsluttes: 3. kvartal 2010

Frederikshavn by skal senest i 2015 skal være forsynet udelukkende ved vedvarende energi. Målet er at afprøve et integreret energisystem, hvor el, varme og transport spiller sammen på en intelligent måde, samtidig med at der ikke skabes ubalancer, selvom nabobyer eller -områder ligeledes ønsker at overgå til 100% VE-forsyning.

ForskEL · 10134



### Energimembran

Ansvarlig: **A&J Development**  
 Kontakt: **Asger Gramkow · asger.gramkow@hecare.dk**  
 tlf: 74 47 05 00  
 Deltagere: **Danfoss, Sønderborg Kommune, DTU Byg, Risø DTU, Sloth-Møller, MT Højgaard**

PSO: 500.000 kr.  
 Budget i alt: 1.503.000 kr.  
 Afsluttes: 4. kvartal 2009

Energimembranen er en ny form for pumpelager, hvor vand under stort tryk pumpes ned i en slags ballon placeret et stykke under jordoverfladen. Formålet med projektet er at undersøge tekniske og økonomiske aspekter vedrørende den foreslåede pumpelager teknologi.

ForskEL · 10216



### EDISON consortium

Ansvarlig: **Dansk Energi**  
 Kontakt: **Jørgen S. Christensen · jsc@danskenergi.dk**  
 tlf: 35 300 780  
 Deltagere: **Siemens, Eurisco ApS, Østkraft Produktion A/S, Rittal A/S, Risø DTU, DTU Elektro, IBM, DTU Transport, DONG Energy**

PSO: 32.000.000 kr.  
 Budget i alt: 42.993.000 kr.  
 Afsluttes: 4. kvartal 2011

Dette konsortiumprojekt skaber en dansk platform for udvikling af systemløsninger og teknologier til integration af elbiler i det danske elsystem. Udviklingen skal sikre at fremtidens elsystem er pålideligt og økonomisk rentabelt, når der introduceres en meget høj grad af fluktuerende vedvarende energi fra fx vindmøller.

ForskEL · 10224



### Aktivering af 200 MW affaldskraftvarme som opreguleringseffekt

Ansvarlig: **EMD International A/S**  
 Kontakt: **Anders N. Andersen · ana@emd.dk**  
 tlf: 96 35 44 44  
 Deltagere: **Houe & Olsen A/S, Weel & Sandvig Energi og Procesinnovation, Sønderborg Kraftvarmeværk I/S**

PSO: 598.000 kr.  
 Budget i alt: 890.000 kr.  
 Afsluttes: 3. kvartal 2010

Affaldskraftvarmeværker kan stå til rådighed på elmarkedet for opregulering ved bypass af damp-turbinen. Det tekniske design hertil skal tilgodeses, at faktorer som tid for respons og aktiveringerne ikke medfører fordyrende vedligehold af turbinen. Projektet vil både simulere og demonstrere værket's indtjeningsvegne.

ForskEL · 10233



### Remote Services for CHP

ForskEL · 10242

Ansvarlig:	<b>EURISCO ApS</b>
Kontakt:	<i>Claus Amtrup Andersen · caa@eurisco.dk tlf: 63 15 71 08</i>
Deltagere:	<i>Dansk Fjernvarmes Projektselskab Amba, Nordjysk Elhandel A/S, RAMBØLL Danmark A/S, Brædstrup Totalenergianlæg A/S</i>
PSO:	1.412.000 kr.
Budget i alt:	1.977.000 kr.
Afsluttes:	4. kvartal 2010

Projektet vil analysere og udvikle et koncept for fjernovervågning af decentrale kraftvarmeværker. Der udvikles en standardiseret platform for data-kommunikation, automation og koblede operationer, der er fælles for størstedelen af anlæggene. Herunder cost-benefit analyser og anbefalinger for anlægsejere.



### Demand Response medium sized industry consumers

ForskEL · 10252

Ansvarlig:	<b>Teknologisk Institut</b>
Kontakt:	<i>Klaus Frederiksen klaus.frederiksen@teknologisk.dk tlf: 72 20 12 78</i>
Deltagere:	<i>Energi Danmark, Danfoss Solutions A/S, GridManager, SDU</i>
PSO:	2.000.000 kr.
Budget i alt:	8.358.000 kr.
Afsluttes:	4. kvartal 2011

Projektet undersøger mulighederne for at introducere fleksibelt elforbrug og regulerkraft blandt danske industrikunder via pris og kontrolsignaler fra elleverandøren. Formålet er at udvikle en løsning, der giver kunden fordele i form af gennemskueligt elforbrug og reduceret elregning.



### Proactive participation of wind in the electricity markets

ForskEL · 10258

Ansvarlig:	<b>EMD International A/S</b>
Kontakt:	<i>Anders N. Andersen · ana@emd.dk tlf: 96 35 44 44</i>
Deltagere:	<i>Vindmølleindustrien, Nordjysk Elhandel A/S, Vindenergi Danmark, Dansk Styringsteknik</i>
PSO:	760.000 kr.
Budget i alt:	1.414.000 kr.
Afsluttes:	3. kvartal 2010

Elproduktionen fra vindmøller handles i dag på spotmarkedet. I projektet undersøges muligheden for, at vindmølleproduceret el kan handles på intraday-markedet (Elbas) eller som nedregulering.



### Dansk deltagelse i IEA-ETSAP, Annex XI, 2008-2010

ENS-63011-0129

Ansvarlig:	<b>Afdelingen for Systemanalyse v/Risø DTU</b>
Kontakt:	<i>Poul Erik Grohnheit · pogr@risoe.dtu.dk tlf: 46 77 51 07</i>
Deltagere:	
NEF:	511.000 kr.
Budget i alt:	511.000 kr.
Afsluttes:	3. kvartal 2010

Projektet finansierer den danske deltagelse i IEA's nye Annex XI JOSTNAMES under samarbejdsaftalen ETSAP, hvor der sættes fokus på klimavenlige, sikre og produktive energisystemer. Den danske deltagelse vil omfatte resultater fra bl.a. to EU-projekter og fra DSF's forskningscenter for Energi, Miljø og Sundhed (CEEH).



### SS-ZEGEX – Gasexpansion med nulemission i lille skala

ENS-63011-0209

Ansvarlig:	<b>Dansk Gasteknisk Center</b>
Kontakt:	<i>Niels Bjarne Rasmussen · nbr@dgc.dk tlf: 21 47 17 52</i>
Deltagere:	<i>Advansor, DONG Gasdistribution, HNG/Midt-Nord</i>
NEF:	2.678.000 kr.
Budget i alt:	6.493.000 kr.
Afsluttes:	4. kvartal 2011

I projektet undersøges de tekniske og økonomiske muligheder for at installere en kombination af varmepumper og gasexpandere i gasdistributionsnettets måle- og reguleringsstationer, hvor gastrykket reduceres fra 20-40 bar til 4 bar. Hvis forundersøgelsen er positiv, vil systemet blive demonstreret på en M/R-station.

**Self-organising distributed control of a distributed energy system with a high penetration of renewable energy**

Ansvarlig: **DTU Informatik**  
 Kontakt: *Niels Kjølsted Poulsen · nkp@imm.dtu.dk · tlf: 45 25 33 56*  
 Afsluttes: 2. kvartal 2009 · DSF-tilskud: 3.000.000 kr. DSF · 2104-04-0006

**Design, modeling and utilisation of thermoelectrical materials and devices in energy systems**

Ansvarlig: **Institut for Energiteknik-AAU**  
 Kontakt: *Lasse Rosendahl · lar@iet.aau.dk · tlf: 96 35 92 63*  
 Afsluttes: 2. kvartal 2009 · DSF-tilskud: 3.907.200 kr. DSF · 2104-04-0026

**Low-cost oxygen membranes**

Ansvarlig: **Afdelingen for Brændselsceller og Faststoff kemi v/Risø DTU**  
 Kontakt: *Andreas Kaiser · akai@risoe.dtu.dk · tlf: 46 77 58 89*  
 Afsluttes: 3. kvartal 2009 · DSF-tilskud: 2.000.000 kr. DSF · 2104-05-0041

**Systems with High Level Integration of Renewable Generation Units**

Ansvarlig: **Institut for Energiteknik-AAU**  
 Kontakt: *Zhe Chen · zch@iet.aau.dk · tlf: 96 35 92 55*  
 Afsluttes: 4. kvartal 2009 · DSF-tilskud: 1.800.000 kr. DSF · 2104-05-0043

**Coherent Energy and Environmental System Analysis**

Ansvarlig: **Institut for Samfundsudvikling og Planlægning-AAU**  
 Kontakt: *Henrik Lund · lund@plan.aau.dk · tlf: 96 35 83 09*  
 Afsluttes: 3. kvartal 2011 · DSF-tilskud: 14.974.273 kr. DSF · 2104-06-0007

**Centre of Energy, Environment and Health (CEEH)**

Ansvarlig: **Niels Bohr Instituttet-KU**  
 Kontakt: *Eigil Kaas · kaas@gfy.ku.dk · tlf: 35 32 05 14*  
 Afsluttes: 4. kvartal 2011 · DSF-tilskud: 25.211.049 kr. DSF · 2104-06-0027

**Styring og regulering af et moderne distributionssystem**

Ansvarlig: **Institut for Energiteknik-AAU**  
 Kontakt: *John K. Pedersen · jkp@iet.aau.dk · tlf: 96 35 92 60*  
 Afsluttes: 3. kvartal 2010 · PSO-tilskud: 4.685.000 kr. ForskEL · 6316

**Automation systems for Demand Response – User preferences, technology and economy**

Ansvarlig: **DI Energibranchen**  
 Kontakt: *Anders Stouge · ast@di.dk · tlf: 33 77 30 70*  
 Afsluttes: 3. kvartal 2009 · PSO-tilskud: 4.000.000 kr. ForskEL · 6320

**The demand side as reserve power in the greenhouse sector – a demonstration project in the gardening sector**

Ansvarlig: **DEG Green Team**  
 Kontakt: *Leif Marienlund · LMK@danskgartneri.dk · tlf: 35 28 15 00*  
 Afsluttes: 2. kvartal 2009 · PSO-tilskud: 3.980.000 kr. ForskEL · 6329



### Agent based control of power systems with decentralised production

Ansvarlig:	<b>DTU Elektro</b>	
Kontakt:	Jacob Østergaard · joe@oersted.dtu.dk · tlf: 45 25 35 00	
Afsluttes:	2. kvartal 2009 · PSO-tilskud: 2.003.000 kr.	ForskEL · 6374



### Priselastik elforbrug og elproduktion i industrien

Ansvarlig:	<b>Dansk Energi Analyse a/s</b>	
Kontakt:	Mogens Johansson · dea@dea.dk · tlf: 38 79 70 70	
Afsluttes:	2. kvartal 2009 · PSO-tilskud: 2.980.000 kr.	ForskEL · 6393



### Interaktive målere til aktivering af priselastiske elforbrug

Ansvarlig:	<b>DONG Energy A/S</b>	
Kontakt:	Mogens West · mogwe@dongenergy.dk · tlf: 30 18 13 90	
Afsluttes:	2. kvartal 2009 · PSO-tilskud: 1.488.000 kr.	ForskEL · 6416



### Forøget fleksibilitet og effektivitet i energiforsyningen ved anvendelse af varmepumper i kraftvarmeverker

Ansvarlig:	<b>Teknologisk Institut</b>	
Kontakt:	Claus Schøn Poulsen · claus.s.poulsen@teknologisk.dk · tlf: 72 20 25 10	
Afsluttes:	2. kvartal 2009 · PSO-tilskud: 4.883.000 kr.	ForskEL · 7136



### Energy forecast

Ansvarlig:	<b>RAMBØLL A/S</b>	
Kontakt:	Jørgen Hvid · jhv@ramboll.dk · tlf: 45 98 87 90	
Afsluttes:	2. kvartal 2009 · PSO-tilskud: 6.386.429 kr.	ForskEL · 7571



### Generic virtual power plant (VPP) for optimised micro CHP operation and integration

Ansvarlig:	<b>DTU Elektro</b>	
Kontakt:	Chresten Træholt · ctr@oersted.dtu.dk · tlf: 45 25 35 20	
Afsluttes:	4. kvartal 2010 · PSO-tilskud: 3.926.000 kr.	ForskEL · 7572



### Flexcom

Ansvarlig:	<b>Risø DTU</b>	
Kontakt:	Henrik Bindner · hwbi@risoe.dtu.dk · tlf: 46 77 46 80	
Afsluttes:	1. kvartal 2010 · PSO-tilskud: 3.777.000 kr.	ForskEL · 10106



### CanDan1.5 – Analysis of power balancing with fuel cells and hydrogen productions plants

Ansvarlig:	<b>H2 Logic A/S</b>	
Kontakt:	Mikael Sloth · ms@h2logic.com · tlf: 96 27 56 00	
Afsluttes:	2. kvartal 2009 · PSO-tilskud: 1.030.000 kr.	ForskEL · 10110



### Means to Promote Renewable Energy in a Market with Uncertainty and Risk

Ansvarlig:	<b>Afdelingen for Systemanalyse v/Risø DTU</b> · Poul Erik Morthorst · tlf: 46 77 51 06	<i>Afsluttet 4. kvartal 2008</i>
Tilskud:	1.700.253 kr.	
Resultat:	Projektet har belyst markeder og instrumenter til fremme af VE i Danmark og internationalt/EU, samt identificeret de væsentligste risici og usikkerheder, der relaterer sig til VE-teknologier. Teknologisk er de mest betydende usikkerhedsparametre for VE identificeret og om muligt kvantificeret. Med vindkraft som case er liberaliseringen af det danske elmarked og konsekvenserne af dette for udbygningen med vindmøller analyseret. De nationale støtteordninger for VE kan udvides til at være regionale med flere EU lande. Vilklarene på de eksisterende elmarkeder i disse lande kan spille en stor rolle for en succesfuld udbygning med VE.	

DSF · 2104-04-0015



Foto: Lars Grunwald



### Electricity demand as frequency controlled reserves

Ansvarlig:	<b>DTU Elektro</b> · Jacob Østergaard · tlf: 45 25 35 00	<i>Afsluttet 2. kvartal 2008</i>
Tilskud:	1.606.000 kr.	
Resultat:	Projektet har udviklet teknologi til implementering af "demand frequency controlled reserve" (DFR), hvor elforbrug automatisk stoppes eller startes som respons på systemets variationer i frekvensen. Den udviklede teknologi kan levere reserver og forbedre elsystemets frekvenskontrol. Der er udviklet to typer af kontrol: 1. Ekstern, hvor udstyr tændes/slukkes på basis af frekvens og fastsatte tærskelværdier. 2. Integreret kontrol, hvor temperatur setpunkter for termostatisk kontrolleret forbrug varieres. Denne type kan respondere på både høje og lave frekvenser.	

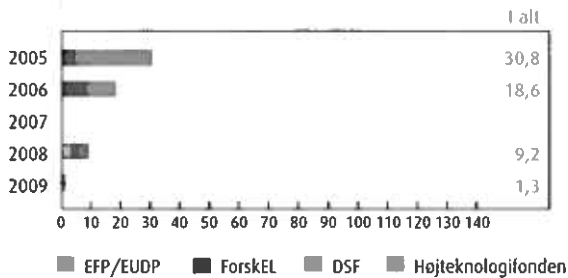
ForskEL · 6380



### EcoGrid.dk

Ansvarlig:	<b>Teknologisk Institut</b> · Kjeld Nørregaard · tlf: 72 20 13 20	<i>Afsluttet 2. kvartal 2008</i>
Tilskud:	4.385.000 kr.	
Resultat:	Projektet har samlet en bred skare af videnskabsfolk, eksperter og industrielle parter, alle med hver deres specielle baggrunde og specifikke erfaringer, for at give deres bud på udviklingen af nye langsigtede teknologier for elnettet og el-systemet, der kan medvirke til at realisere den danske politiske målsætning om 50 % vindenergi i 2025. Der er arbejdet med systemarkitektur, internationale scenarier samt undersøgt nye virkemidler. Endelig er der givet anbefalinger for igangsættelse af nye aktiviteter for at nå målsætningen om en betragtelig større andel af vedvarende energi i det danske energisystem.	

ForskEL · 7816



## Nanoteknik mobiliseres for at øge olieindvindingen i Nordsø-felter

I de seneste år har produktionen fra de danske olie- og gasfelter været faldende som et udtryk for, at det bliver stadig sværere at indvinde de resterende mængder olie i reservoirerne. Men der er fortsat mere end 70 % af olien tilbage i felterne, og der er derfor store samfundsmæssige interesser i at kunne øge indvindingen i kraft af nyudviklet teknologi.

I et projekt under Højteknologifonden samarbejder NanoScienceCenter-KU med Mærsk Olie og Gas om at bruge nanoteknikker til at undersøge reservoir-kalken og derved få større viden om og forståelse for de stoffer, der fra overfladen af kalkkrystallerne blokerer gennemstrømningsevnen i reservoirret. En bedre forståelse vil bidrage til at udvikle en proces, som fremmer partiklernes rekrystallisation og derved øger kalkens porøse størrelse og gennemstrømningsevne.

NanoScienceCenter er et relativt nyt forskningsmiljø med fokus på øget indvinding fra kalkreservoirer. Centrets foreløbige resultater har været så overbevisende, at BP har indgået en rammeaftale om at medfinansiere centrets aktiviteter i sandstensreservoirer med en mio. USD om året i ti år. Centret omfatter også ph.d.-studerende og post.doc.'er og bidrager derfor aktivt til at uddanne højt specialiserede eksperter inden for nanoteknik til olieindustrien, mens der endnu er tid til at optimere indvindingen fra de danske olie-felter.

Flere af energiforskningsprogrammerne bidrager med projektstøtte til at opbygge viden om lovende metoder til CO<sub>2</sub>-rensning og -deponering. Carbon Capture and Storage (CCS) er ikke på nuværende tidspunkt et højt prioriteret indsatsområde for de danske energiforskningsprogrammer, men der lægges vægt på at sikre, at der i danske F&U-miljøer findes en viden, der gør det muligt at deltage i internationalt samarbejde om denne teknologi, der bl.a. prioriteres højt af Europa Kommissionen.

*Nanoteknik benyttes for at afklare, om det er muligt at øge indvindingen fra danske olie-felter som Halddan, mens de endnu producerer.*



Foto: Mærsk Olie og Gas

Et projekt, som Højteknologifonden støtter med DONG Energy som projektleder, giver den danske operatør mulighed for at samarbejde med danske forskningsmiljøer hos DTU Kemiteknik, GEUS og GEO om at kortlægge de termodynamiske vilkår for injektion af CO<sub>2</sub> i modne olie-felter for på den måde at optimere indvindingen. DONG Energy afprøver i de EU-støttede CASTOR- og CAESAR-projekter metoder til CO<sub>2</sub>-rensning på en delstrøm af røggassen på Esbjergværket, og hvis denne proces viser sig at kunne kommerialiseres, er deponering i modne danske olie-felter en mulighed for at forbedre CCS-processens driftsøkonomi, fordi den rensede CO<sub>2</sub> får en ekstra værdi for olieselskaberne.



### CO<sub>2</sub> fjernelse ved hjælp af ioniske væsker

Ansvarlig: **DTU Kemiteknik**  
 Kontakt: Erling Stenby · ehs@kt.dtu.dk · tlf: 45 25 28 75  
 Deltagere: DTU Kemi, DONG Energy Generation A/S, Vattenfall A/S

DSF: 3.200.000 kr.  
 Budget i alt: 5.900.000 kr.  
 Afsluttes: 2011

I dette projekt undersøges muligheden for at fjerne en del af den menneskeskabte emission af kuldioksid ved hjælp af en ny type opløsningsmidler, ioniske væsker (også kendt som grønne opløsningsmidler). Det forventes at udvikle ioniske væsker, der er specielt egnede til absorption af kuldioksid.

DSF · 2104-08-0032



### PEMS

Ansvarlig: **Weel & Sandvig Energi og Procesinnovation**  
 Kontakt: Jan Sandvig Nielsen · jsn@weel-sandvig.dk  
 tlf: 26 71 00 45  
 Deltagere: Dansk Fjernvarme

PSO: 1.973.000 kr.  
 Budget i alt: 4.084.000 kr.  
 Afsluttes: 4. kvartal 2009

Projektet vil forbedre egenskaberne og øge anvendelsesmulighederne for "Predictive Emission Monitoring Systems", der hidtil primært er anvendt til emissionsmåling af NO<sub>x</sub> fra gasturbiner. Metoden ønskes udvidet til fx også at kunne monitorere emissioner fra andre gasforbrugende enheder samt måle på komponenter som UHC og CO.

ForskEL · 10057



### Advanced modeling of oxy-fuel combustion of natural gas

Ansvarlig: **Institut for Energiteknik-AAU**  
 Kontakt: Chungun Yin · chy@iet.aau.dk · tlf: 99 40 92 79

Deltagere:  
 PSO: 1.302.000 kr.  
 Budget i alt: 1.302.000 kr.  
 Afsluttes: 2. kvartal 2010

I dette pilotprojekt undersøges oxy-forbrænding af naturgas gennem avanceret modellering. Formålet hermed er at kunne udvikle en simpel model til at udpege de egenskaber ved gassen, der gør den velegnet under oxy-fuel betingelser. Der gennemføres i projektet desuden en "state-of-the-art review".

ForskEL · 10256



### Dansk deltagelse i projektet Storage Utsira

Ansvarlig: **Afdelingen for Systemanalyse v/Risø DTU**  
 Kontakt: Paul Erik Grohnheit · pogr@risoe.dtu.dk  
 Tlf: 46 77 51 07

Deltagere:  
 PSO: 320.000 kr.  
 Budget i alt: 320.000 kr.  
 Afsluttes: 4. kvartal 2009

Projektet skal finansiere dansk deltagelse i et projekt, der er foreslået til FENCO ERA-NET og hvis formål er at give interessenter et detaljeret overblik over nationale og regionale omkostninger, fordele og problemstillinger ved "capture", transport og lagring af CO<sub>2</sub> (CCS) i Utsira-formationen fra landene i Nordø-regionen.

ForskEL · 10266



### Modelling of CO<sub>2</sub> capture

Ansvarlig: **DTU Kemiteknik**  
 Kontakt: Erling H. Stenby · ehs@kt.dtu.dk · tlf: 45 25 28 75  
 Afsluttes: 1. kvartal 2010 · DSF-tilskud: 2.000.000 kr.

DSF · 2104-05-0063





## Igangværende projekter · Fossile brændsler



### New Methods for Removal of Soot and NO<sub>x</sub>

Ansvarlig:	<b>Afdelingen for Brændselceller og Faststofkemi v/Risø DTU</b>	
Kontakt:	Kent Kammer Hansen · <a href="mailto:kkha@risoe.dtu.dk">kkha@risoe.dtu.dk</a> · tlf: 46 77 58 35	
Afsluttes:	3. kvartal 2009 · DSF-tilskud: 2.900.000 kr.	DSF · 2104-05-0067



### Characterisation of ultrafine particles from CHP Plants

Ansvarlig:	<b>FORCE Technology</b>	
Kontakt:	Karsten Fuglsang · <a href="mailto:kfu@force.dk">kfu@force.dk</a> · tlf: 43 26 71 50	
Afsluttes:	4. kvartal 2009 · PSO-tilskud: 468.000 kr.	ForskEL · 10071



### Environmental optimisation of natural gas CHP engines

Ansvarlig:	<b>Dansk Gasteknisk Center a/s</b>	
Kontakt:	Torben K. Jensen · <a href="mailto:tkj@dgc.dk">tkj@dgc.dk</a> · tlf: 45 16 96 60	
Afsluttes:	1. kvartal 2010 · PSO-tilskud: 2.471.000 kr.	ForskEL · 10089



### AQUA DK: Geologisk lagring af CO<sub>2</sub> i den danske undergrund: vurdering af segl og reservoir bjergarternes respons på CO<sub>2</sub> lagring

Ansvarlig:	<b>Stratigrafisk afd. v/GEUS</b>	
Kontakt:	Lars Henrik Nielsen · <a href="mailto:geus@geus.dk">geus@geus.dk</a> · tlf: 38 14 20 00	
Afsluttes:	4. kvartal 2010 · EFP-tilskud: 2.400.000 kr.	ENS-33033-0278



### Mere olie fri af kalken

Ansvarlig:	<b>NanoScienceCenter-KU</b>	
Kontakt:	Susan Stipp, <a href="mailto:stipp@geol.ku.dk">stipp@geol.ku.dk</a> , tlf: 35 32 24 80	
Afsluttes:	2011 · HTF-tilskud: 26.000.000 kr.	



### Miljøvenlig CO<sub>2</sub>-injektion i undergrunden

Ansvarlig:	<b>DONG Energy</b>	
Kontakt:	Charles Nielsen, <a href="mailto:chani@dongenergy.dk">chani@dongenergy.dk</a> , tlf: 99 55 20 93	
Afsluttes:	2010 · HTF-tilskud: 10.000.000 kr.	



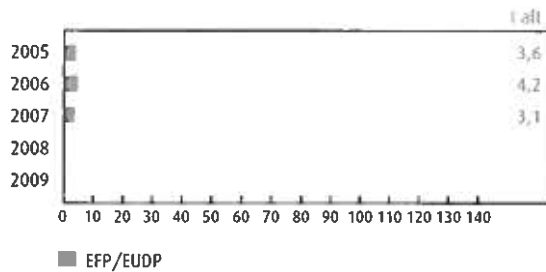
## Afsluttede projekter · Fossile brændsler



### Pilottest og optimering af plasmabaseret deNO<sub>x</sub>

Ansvarlig:	<b>Afdelingen for Plasmafysik og Teknologi v/Risø DTU</b> · Poul Kerff Michelsen · tlf: 46 77 45 40	
Tilskud:	5.394.000 kr.	Afsluttet 2. 1. kvartal 2009
Resultat:	Projektets formål var at syntetisere nye deNO <sub>x</sub> katalysatorer med forbedret modstandskraft fra røggas fra biomassefyrede enheder. Forskellige nye katalysatormaterialer er undersøgt. Syntese og katalytisk test i laboratorieskala og under industrielle forhold er især udført for ZrO <sub>2</sub> baserede supportmaterialer, men også undersøgelser med supportmaterialet sepiolit er gennemført.	

ForskEL · 6365



## Analyser for at kvalificere energipolitiske beslutninger

Under indsatsområdet Samfundsfaglige analyser er der i denne og de foregående årsrapporter samlet en række projekter, som EFP-programmet har støttet for at forbedre det samfundsmæssige grundlag for energipolitiske beslutninger. Efter at EUDP-programmet har erstattet EFP-programmet, er der ikke længere basis for at støtte den type samfundsfaglige analyser, og arbejdet med at kvalificere grundlaget for politiske beslutninger ventes derfor i stigende omfang at blive integreret i energiforskningsprogrammernes mere teknologisk orienterede projekter.

I de seneste års samfundsfaglige EFP-projekter er der skabt værdifuld viden om rammevilkårene for energiteknologisk innovation. Handelshøjskolen i Århus har analyseret vindmølleindustriens innovationsevne, og DTU Management har undersøgt innovationssystemerne for flere af de aktuelle energiteknologier. Disse analyser viser, at innovationssystemerne generelt er velfungerende, men at samspillet mellem innovative virksomheder og myndigheder kan forbedres, og at der er behov for at supplere de egentlige F&U-aktiviteter med andre rammevilkår for at styrke innovationssystemerne. Støtte til markedsmodning i de tidligere faser af en energiteknologis udvikling er væsentlig som supplement til F&U-projektstøtte, fordi markedsmodning kan give klare og langsigtede signaler til de involverede og kommende aktører.

Andre af de aktuelle EFP-projekter har beskæftiget sig med mulighederne for at styrke fjernvarmens placering i det samlede danske energisystem. EA Energianalyse har således bl.a. via to konkrete fjernvarmecases i Ringkøbing og Hovedstadsområdet analyseret de langsigtede sammenhænge mellem fjernvarmeforsyning, vindkraftudbygning og energibesparelser. Resultaterne viser, at der er god samfundskøkonomi i fortsat udbygning af fjernvarmen, og at vindkraft og fjernvarme spiller fint sammen gennem energilagring i varmeakkumulatorer.

På længere sigt (2050), er konklusionerne dog følsomme over for udviklingen i elmarkedet og følsomme over for priserne på



Foto: Eriks Gustavsson

brændsler. Såfremt infrastrukturen på elsidens udbygges, kan landvind og offshore vindkraft effektivt levere op imod 25 %-30 % af Nordeuropas elforbrug. I denne situation vil individuel opvarmning, baseret på især varmepumper og elspidslast, selv i tæt bebyggelse i et vist omfang udkonkurrere kraftvarmebaseret fjernvarme.

Som supplement til de konceptudviklingsprojekter inden for energitjenestemarkederne, som gennemføres i Elforsk-programmet, har EFP også støttet et projekt, der gennem kvalitative interviews og spørgeskemaundersøgelser har undersøgt interessen for at fremme energieffektivisering inden for industriens processer ved at styrke markedet for energitjenester, bl.a. med et koncept for garantistillelse fra leverandører af energispareprojekter.



## Igangværende projekter · Samfundsfaglige analyser



### Husholdningernes energiforbrug: Økonometrisk analyse af effekten af energimærkningsordningen og bygningsreglementerne

Ansvarelig: **AKF**  
Kontakt: *Gabriel Pons Rotger · gpr@akf.dk · tlf: 33 11 03 00*  
Afsluttes: 1. kvartal 2010 · EFP-tilskud: 1.682.000 kr.

ENS-33030-0027



### 3. parts adgang til fjernvarmenet

Ansvarelig: **RAMBØLL**  
Kontakt: *Bjarne Lykkemark · bly@ramboll.dk · tlf: 89 44 77 00*  
Afsluttes: 2. kvartal 2009 · EFP-tilskud: 542.000 kr.

ENS-33033-0222



## Afsluttede projekter · Samfundsfaglige analyser



### Dansk deltagelse i IEA-ETSAP, Annex 10, 2005-2007

Ansvarelig: **Afdelingen for Systemanalyse v/Risø DTU** · Poul Erik Grohnheit · tlf: 46 77 51 07  
Tilskud: 352.000 kr. *Afsluttet 3. kvartal 2008*  
Resultat: Efter flere år uden for IEA's ETSAP-samarbejde om energiteknologi og energianalyser har Danmark deltaget i Annex X Global Energy Systems and Common Analyses: Climate friendly, Secure and Productive Energy Systems. Risø DTU har deltaget i 5 workshops, der har drøftet samspillet mellem nationale scenarieprojekter og ETSAPs modelværktøjer, bl.a. med inddragelse af det danske CEEH-center, støttet af DSF, og et Intelligent Energy Europe-projekt om VE-mål for 29 europæiske lande i 2020. Samarbejdet i ETSAP, der formidles via website [www.etsap.org](http://www.etsap.org), betragtes som nyttigt for udviklingen af danske scenariemodeller.

ENS-33031-0141



### Rammebetingelser, innovationsevne og erhvervsmæssige vækstbetingelser på energiområdet

Ansvarelig: **DTU Management** · Mads Borup · tlf: 46 77 51 00  
Tilskud: 1.939.000 kr. *Afsluttet 1. kvartal 2009*  
Resultat: Efter en analyse af de energiteknologiske innovationssystemer anbefaler projektgruppen, at en innovationspolitik for energiteknologi bl.a. kommer til at indeholde gunstige danske rammevilkår, fordi innovationssystemerne primært er indenlandsk forankret. Myndigheder og bevillende institutioner skal sikres strategisk viden, hukommelse og læring, fordi de indgår i det samlede innovationssystem. En dansk innovationspolitik bør tilpasse sine initiativer til de enkelte teknologiers teknologiske og markedsmæssige modenhed. Foruden F&U-støtte er der brug for støtte til markedsudvikling i de tidlige faser af teknologiernes udvikling.

ENS-33032-0076



### Markedsgørelse af forsyningssikkerhed

Ansvarelig: **Ea Energianalyse o/s** · Hans Henrik Lindboe · tlf: 88 70 70 83  
Tilskud: 1.595.000 kr. *Afsluttet 1. kvartal 2009*  
Resultat: Der er i projektet skabt godt overblik over den økonomiske teori til beskrivelse af forsyningssikkerhed. Der er i løbet af 2008 etableret et modelapparat til belysning af elementer ved markedsgørelse af forsyningssikkerhed på lokalt niveau og et større modelapparat til belysning af markedsgørelse på nordisk niveau. Hertil anvendes bl.a. en række statistiske data fra Nordpools ftp-server til analyse af udfaldssandsynligheder på kraftværksanlæg i Norden. Det antages, at time-balancen i det markeds-gjorte nordiske system håndteres gennem "optimale" kommercielle investeringer på udbuds- og efterspørgselssiden.

ENS-33032-0096



### Styrkelse af energitjenestemarkederne over for industrien med hensyn til CO<sub>2</sub> kvoter og energibesparelser

Ansvarlig: **RAMBØLL** · Jørgen Hvid · tlf: 45 98 87 79

Tilskud: 1.218.000 kr

Afsluttet 1. kvartal 2009

Resultat: Interviews og caseanalyser i industrien har vist en betydelig efterspørgsel efter energispareydelser, hvor leverandøren påtager sig en del af risikoen. Der er behov for rådgivning, der kombinerer energiteknisk og proces teknisk viden, og som desuden har kompetencer inden for organisation og ledelse, herunder energiledelse og LEAN. Men de selskaber og rådgivere, der skal dække disse behov, har nedprioriteret industrien som kunder, og der er derfor et misforhold mellem efterspørgsel og udbud, som bl.a. kan afhjælpes gennem en støtteordning til innovative ESCO-projekter og målrettet formidling fra både udbydere og kunder.

ENS-33033-0093



### Effektiv fjernvarme i fremtidens energisystem

Ansvarlig: **Ea Energianalyse a/s** · Hans Henrik Lindboe · tlf: 88 70 70 83

Tilskud: 1.891.000 kr.

Afsluttet 1. kvartal 2009

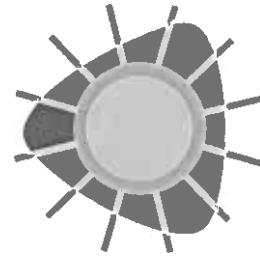
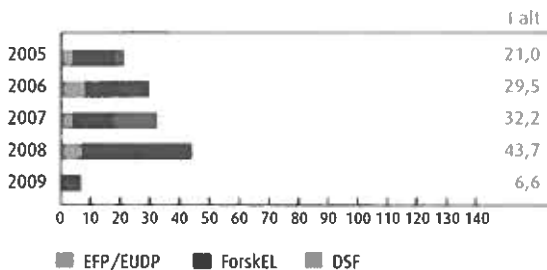
Resultat: Der er opbygget et modelapparat, der kan simulere optimale langsigtede investeringer i el- og varme producerende teknologier i Danmark, herunder et modul, der gør det muligt at vurdere økonomien i udbygning af eksisterende fjernvarmenet. De langsigtede sammenhænge mellem fjernvarme, vindkraft, besparelser samt rammebetingelser er analyseret for to konkrete fjernvarme-cases (Ringkøbing og Hovedstadsområdet) samt for Hele Danmark. Der er set på scenarier for 2025 og 2050. Der er god samfundøkonomi i fortsat udbygning af fjernvarmen. Vindkraft og fjernvarme spiller fint sammen gennem energilagring i varmeakkumulatører.

ENS-33033-0094



Foto: Poul Smørum





## Solenergi et vigtigt bidrag til bæredygtigt byggeri

Den danske solcelle-forskning har i de senere år fulgt to hovedspor. I erkendelse af, at store internationale producenter tidligt fik skabt sig et klart teknologisk og kommercielt forspring inden for produktionen af silicium-solceller, har de danske energiforskningsprogrammer været tilbageholdende med at yde støtte til udvikling af dansk teknologi inden for denne type solceller. Til gengæld er der støttet mange projekter, hvor danske aktører udvikler innovative løsninger for integration af solceller på en måde, der sikrer bæredygtig elproduktion med arkitektonisk vellykkede løsninger.

Mens der næppe er udsigt til nogen større dansk produktion af silicium-solceller, tegner perspektiverne mere lovende for nye generationer af fotoelektrokemiske PEC-solceller og polymere solceller, hvor danske F&U-miljøer har opnået bemærkelsesværdige resultater, både hvad angår produktionsomkostninger, levetider og virkningsgrader. Et andet særligt dansk styrkeområde er effektkonvertering, hvor dansk udviklede invertere bidrager til at øge solcellesystemernes samlede virkningsgrad.

### Inverter en dansk kompetence

Den nationale F&U-strategi for solceller, der blev udarbejdet for ca. fem år siden i et samarbejde mellem systemansvaret (i dag Energinet.dk) og Energistyrelsen, er fortsat pejlemærket for de danske energiforskningsprogrammets bevillinger til solcelle-projekter. Opdateret strategi er sendt i høring og ventes publiceret ultimo 2009.

Selv om der ikke produceres silicium-solceller i Danmark, har Topsil udviklet sig til en internationalt førende producent af silicium, der foruden solceller anvendes til halvledere. ForskEL-programmet har støttet virksomhedens forskning i silicium til FZ monokrystaldyrkning, der kan bidrage til at fastholde Topsil som teknologisk frontløber blandt branchens materialeleverandører. Også RAcCell Solar søger at udvikle konkurrencedygtige silicium-produkter til denne type solceller. Enkelte danske producenter arbejder dog fortsat

på at udvikle mere effektive produktionsmetoder, bl.a. gennem standardisering, der kan gøre deres silicium-solceller internationalt konkurrencedygtige. Det gælder fx RAcCell Solar, men der er ikke p.t. dansk producerede silicium-solceller på markedet.

Inverteren, der konverterer solcellens jævnstrøms-el til elnettets vekselstrøm, betragtes som en meget central komponent i solcelleanlæg. Inverteren spiller en afgørende rolle både for solcelleanlæggets samlede anskaffelsespris og for anlæggets systemvirkningsgrad. ForskEL har med sin støtte til flere lovende udviklingsprojekter hos iværksættervirksomheden PowerLynx bidraget til at skabe en internationalt førende producent af højeffektive invertere. Virksomheden er nu integreret som et datterselskab i Danfoss-koncernen (nu Danfoss Solar Inverters), og teknologiudviklingen fortsætter, bl.a. med et projekt for en transformerløs konverter.

Sunsil er en anden iværksætter-virksomhed, som ForskEL har givet mulighed for at udvikle et konkurrencedygtigt produkt. Sunsil udvikler et solcellemodul med integreret inverter og bagsiderreflektor, hvor forholdet mellem silicium-solcellen og modularealet er optimeret. Dette koncept åbner for større driftsstabilitet og effektivitet for solcelleanlæg, fordi anlægget fortsat kan producere strøm, selv om enkelte elementer bliver defekt eller får forringet solindfald pga. skygge.

Energinet.dk har en særlig interesse i at udvikle en effektiv konverterteknologi til solcelleanlæg, fordi mere avancerede invertere kan sætte fremtidige solcelleanlæg i stand til at levere systemydelser på linje med fremtidens avancerede vindmøller. Solceller skal i fremtiden kunne indgå som intelligente komponenter i SmartGrids løsninger. Jo flere små VE-anlæg, der indpasses i det danske elsystem, jo mere øges behovet for, at også disse anlæg kan levere systemydelser, der kan gøre det lettere for Energinet.dk at opretholde elkvaliteten med omkostningseffektive metoder. Institut for Energiteknik-AAU søger også at nyt-

VELFAC har udviklet konceptet "Bolig for livet" i samarbejde med VELUX, tegnestuen aart og Esbensen Rådgivende Ingeniører.



FOTO: VELFAC

tiggøre sin store effektelektroniske kompetence til at udvikle mere intelligente solcelle-invertere.

#### **Stærke netværk for bygningsintegration**

Bygningsintegrerede solcellesystemer er et vigtigt indsatsområde i F&U-strategien, og det er et område, som EFP og ForskEL har prioriteret gennem flere år. Der er i de senere år opbygget stærke netværk omkring Solar City Copenhagen, hvor arkitekter, solcelleaktører, bygherrer, elselskaber og myndigheder arbejder sammen om ambitiøse udviklingsprojekter. Der er i kraft af EFP- og ForskEL-programmernes projektstøtte til bygningsintegrerede solceller opbygget en kompetence, der har gjort det muligt for danske netværk også at opnå en stærk position i EU's energiprogrammer på dette område.

Danske aktører spiller således en central rolle i EU's Concerto-satsning og i Green Solar Cities, hvor 17 europæiske aktører er gået sammen. Disse projekter udgør rammen for udvikling af bæredygtige by- og boligkvarterer. De danske aktiviteter finder

sted i bl.a. Valby, Stenløse, Hillerød og Horsens. I Valby planlægges demonstration af bygningsintegrerede solceller i syv områder med i alt 2.000 m<sup>2</sup> solceller med en samlet effekt på 200 kWp. Det skal være starten på virkeliggørelsen af en 2025-vision for den københavnske bydel, hvor 300.000 m<sup>2</sup> solceller til den tid skal levere 10-15 % af bydelens samlede elforbrug. Det danske netværk indgår også i et bæredygtigt kvartersløft-projekt i Horsens, hvor renovering af et større boligområde i Vestbyen kombineres med demonstration af tagintegrerede solcelleanlæg.

ForskVE programmet der er dedikeret til udbredelse af små VE-teknologier, herunder solceller, har i sit første udbud ydet støtte til Photo Skive med 1 MWp solceller i Skive, Harbour House i København og Standard House manufacturing BIPV. Det sidste projekt har netop fokus på at få standardiseret elementer til bygningsintegration.

Elselskabet EnergiMidt, der har arbejdet med udbredelse af solceller siden det allerførste ForskEL-projekt 1998 (Sol300), er et andet vigtigt omdrejningspunkt for demonstration af bygnings-

integrerede solcelleløsninger. EnergiMidt arbejder bl.a. sammen med PA Energy om at udvikle undervisningsmateriale til arkitekter, ingeniører og installatører og indgår i en række internationale samarbejdsprojekter under IEA. Disse aktiviteter medfinansieres af EFP/EUDP. ForskEL støtter elselskabets demonstrationsprojekter, senest PV Danmark og Sol-2000.

Den mest lovende teknologiudvikling inden for de nye generationer solceller synes at foregå i Program for Solenergi på Risø DTU. Denne udvikling blev startet, da Statens Teknisk-Videnskabelige Forskningsråd gav den nuværende seniorforsker Frederik Chri-

*Risø DTU's nettilsluttede demonstrationsanlæg for plastsolcellerne består af tre paneler hver med 24 solceller. Den installerede effekt er 33 W, hvoraf de ca. 20 W føres til elnettet.*

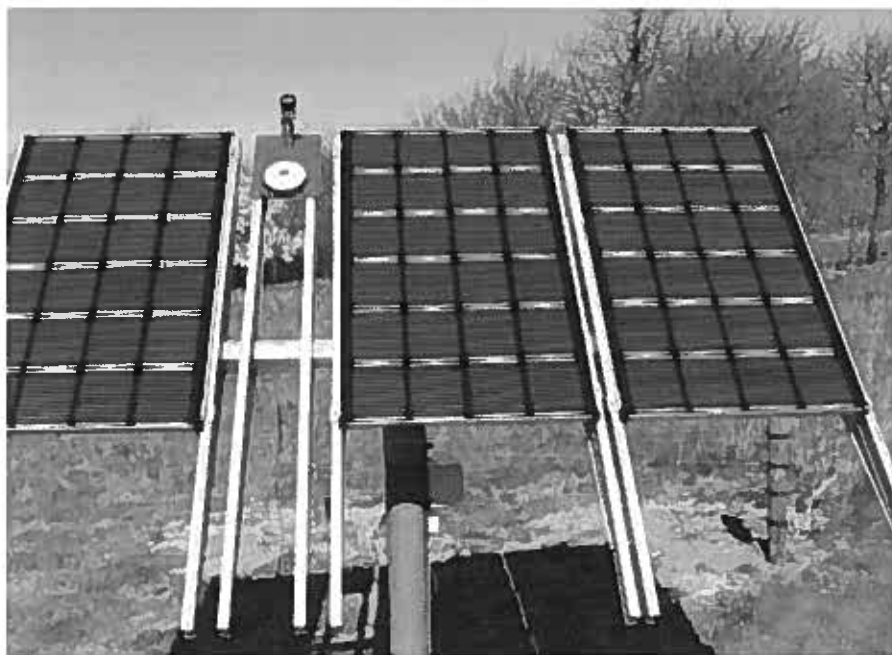
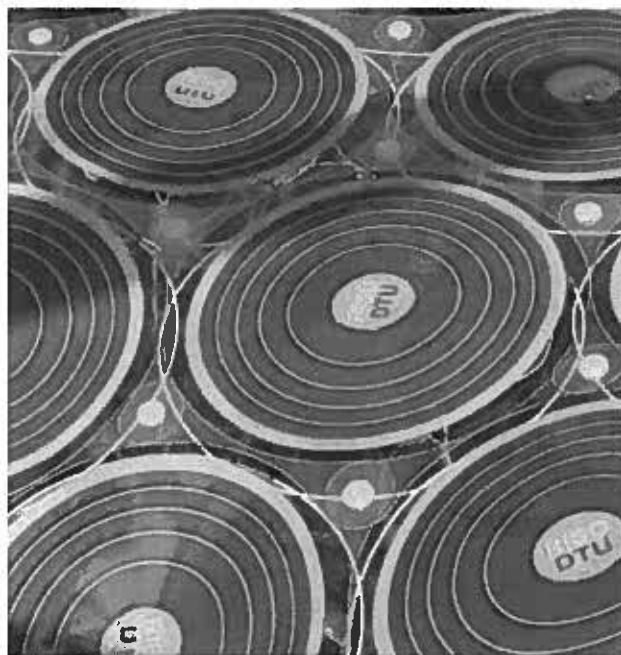


Foto: Risø DTU



Disse aktiviteter har bidraget til at styrke det tværfaglige samarbejde mellem arkitekter, ingeniører, solcellespecialister og bygherrer. Et af de seneste resultater af dette samarbejde er VKR Holdings "Bolig for livet", hvor solenergi og energieffektive ruder sammen med varmepumper bidrager til et enfamiliehus, hvis energiproduktion overstiger brugerens samlede forbrug. Ved at kombinere disse energieffektive løsninger er det lykkedes at skabe et energi-plus hus med stort lysindfald og et godt indeklima.

### Nye generationer solceller

Fleire års grundlagsskabende forskning har gjort det muligt for en række mindre forskningsmiljøer at udvikle teknologier til nye generationer af solceller, baseret på tyndfilm, fotoelektrokemiske celler og polymere solceller. I F&U-strategien blev dette indsatsområde betragtet som forholdsvist langsigtet, men i kraft af betydelige midler fra Det Strategiske Forskningsråd og ForskEL er det lykkedes at opnå bemærkelsesværdige teknologiske gennembrud i løbet af få år.

stian Krebs en talent-bevilling, der efterfølgende er fulgt op med tre større projekter fra Det Strategiske Forskningsråds programkomite for bæredygtig energi og miljø. Senest har DSF med en strategisk satsning gjort det muligt for plastsolcellegruppen, der tæller 15 personer, i en femårig periode at optimere samspejlet mellem ydelse, stabilitet og proces. Denne satsning har også banet vej for uddannelse af ph.d.'ere, der kan være med til at bære teknologien yderligere frem, samt gjort det muligt at tilknytte en forretningsudvikler, der har til formål at bringe teknologien i anvendelse, når dette bliver teknisk muligt.

Plastsolcellerne er meget billige at producere i forhold til silicium solceller, og produktionen er nem at skalere op til store mængder. Begrænsningerne ligger især inden for virkningsgraden, der i de seneste år er øget fra 0,167 % til ca. 2,3 %. En forbedring af virkningsgraden må heller ikke ske på bekostning af levetiden, der er den anden aktuelle barriere for hurtig kommerialisering. Program for Solenergis strategiske mål er at øge virkningsgraden til ca. 5 % med en levetid på ca. 5 år på rulle til rulle fremstillede

moduler, så plastsolcellen kan opnå et egentligt kommercielt gennembrud til stand alone markedet og på sigt til bygningsintegration. DSF-projektet indeholder også et samarbejde med Mekoprint, der tilpasser sin trykteknik inden for printet elektronik til masseproduktion af plastsolceller.

I foråret 2009 lykkedes det for projektgruppen som det første F&U-miljø inden for polymer-solceller at koble et plastsolcelleanlæg til elnettet. Det skete med et demonstrationsanlæg på Risø DTU's område ved Roskilde Fjord. Gaia Solar har deltaget i denne udvikling ved at montere plastsolcellerne i sit modulopbyggede design. Selve panelet er placeret på et tårn, der følger solens bevægelse.

Da plastsolcellerne i sommeren 2008 for første gang blev præsenteret for en større offentlighed på Roskilde Festival, kostede solcellerne 4.500 EUR/W, men produktionsprisen på solcellerne til det nettilsluttede demonstrationsanlæg var nedbragt til 15 EUR/W. Det er projektgruppens forventning at kunne producere solceller til ca. 5 EUR/W ved udgangen af 2009.

Gennem sit engagement i EU's PV ERA-Net har ForskEL givet en bevilling til Program for Solenergi i PolyStar-projektet fra PolyMol-udbuddet, der giver de danske forskere mulighed for at benchmarke deres teknologiske kompetencer internationalt, ligesom projektet giver gruppen adgang til at få testet teknologien hos en anden producent.

PhotoSolar har indhentet patenter på sit koncept for en tyndfilm-solcelle af amorft silicium, der kan benyttes i solafskærmninger. ForskEL har støttet den mere grundlæggende forskning, der foreløbig er resulteret i to produkter – MicroShade der er en effektiv solafskærmning og PowerShade, hvor solcellerne monteres på solafskærmningen. EUDP har givet støtte til et projekt, hvor arkitektfirmaet 3XN vil benytte MicroShade i et prestigefyldt erhvervsbyggeri.

Selv om PhotoSolar har demonstreret, at konceptet kan producere el, ligger der fortsat et stort udviklingsarbejde tilbage, før teknologien kan gøre sig gældende på et kommercielt marked. Der er brug for innovative løsninger inden for forsegling og design, og virksomheden skal kunne levere produkter i større båndbredde, uden at det går ud over levetiden. Hvis denne udfordring kan håndteres, ventes teknologien at få en stor udbredelse.

Forsegling og levetid er også hovedudfordringer i Teknologisk Instituts udvikling af fotoelektrokemiske solceller (PEC). Dette teknologispør er også støttet af ForskEL. PEC-solceller produceres

som en transparent maling, der har en væsentligt lavere produktionspris end silicium-solceller, og med en meget stor fleksibilitet, fordi de så at sige kan sprøjtes på bygningskomponenter. Men PEC-solcellerne skal opnå en højere virkningsgrad og en længere levetid, før forholdet mellem pris og ydelse kan konkurrere med andre vedvarende energikilder.

### Solvarme i fjernvarmesystemer

Udbygningen med solfangere primært til produktion af varmt brugsvand hos private forbrugere og til fjernvarme i lavtemperatursystemer har i nogle år ligget lidt underdrejet, og teknologiuudvikling har stået noget i stampe. Men de seneste års øgede fokus på de klimapolitiske udfordringer og udsigten til, at de danske forsyninger med naturgas gradvis mindskes i de kommende år, har genskabt interessen for at udbygge med solvarme.

Energinet.dk har udarbejdet en udredning om, hvordan solvarme kan indpasses i kraftvarmeområder, og Håndværksrådet er for EUDP gået i gang med at udarbejde en dansk solvarmehandlingsplan, der skal udvikle den danske indsats i et tæt samspil med arbejdet i den europæiske teknologiplatform for solvarme (ESTTP). ForskEL har støttet etableringen af solvarmeanlæg i samspil med kraftvarme i henholdsvis Brædstrup og Strandby.

Solvarmeanlæg til lavtemperaturfjernvarme er et interessant indsatsområde for dansk teknologiuudvikling, fordi fjernvarmen er udbygget så stærkt i Danmark, og solvarmeanlæg går fint i spænd med andre forsyningskilder i form af biomasse, geotermi og lign.

Et af de mest markante danske demonstrationsanlæg ligger i Marstal, hvor EUDP støtter udvikling og demonstration af en ny flydende lågløsning, hvis design skal kunne anvendes til damvarmelagre på over 50.000 m<sup>3</sup>. Det vil teoretisk gøre det muligt at forsyne et helt fjernvarmeområde udelukkende med solvarme. Dette projekt følges op hos Dronninglund Fjernvarme i SUNSTORE 3-projektet, der også støttes af EUDP.

DTU Byg har i mange år fungeret som et centralt videntcenter for teknologiuudvikling inden for både aktiv og passiv solvarme, og DSF's programkomite for bæredygtig energi og miljø har med en strategisk satsning givet Institutet mulighed for at udvikle en individuel varmforsyningsenhed, der med en kombination af solvarme, varmepumpe, varmelager og styring skal kunne fungere som et omkostningseffektivt og CO<sub>2</sub>-neutralt alternativ til individuel olie- og naturgasfyring.





### PolyStar

ForskEL · 10134

Ansvarlig:	<b>Solenergi program v/Risø DTU</b> Fredrik Krebs · frkr@risoe.dtu.dk
Kontakt:	tlf: 46 77 47 99
Deltagere:	IMEC vzw, Cytec Surface Specialities NV,SA (BE)
PSO:	3.899.000 kr.
Budget i alt:	7.234.000 kr.
Afsluttes:	2. kvartal 2012

PolyStar er et transnationalt projekt bevilliget under POLYMOL udbuddet i ERA-NET PV. For at få de polymere solceller frem på markedet kræves det, at der fremover kan realiseres store fleksible moduler. Målet med projektet er således, at demonstrere fremstillingen af store polymere solceller med forbedret stabilitet og pålidelighed.



### PhotoSkive

ForskVE · 10194

Ansvarlig:	<b>Skive Kommune</b>
Kontakt:	Michael Petersen · sk@skivekommune.dk
	tlf: 99 15 55 00
Deltagere:	Arkitema, Cenergia, Danfoss Solar Inverters, EnergiMidt, Solar City Copenhagen, Organisationen for Vedvarende Energi, PA Energy
PSO:	22.000.000 kr.
Budget i alt:	45.378.000 kr.
Afsluttes:	2. kvartal 2012

Skive Kommune ønsker som "Energiby" at påtage sig rollen som nationalt fyrtårn på klima- og energiområdet. Som led i dette installeres der ca. 1 MWp solceller på kommunens ejendomme. I projektet indføres en finansieringsmetode, der kan åbne for andre lignende projekter og derved bidrage til at udbrede solceller i Danmark.



### SunZinc

ForskEL · 10237

Ansvarlig:	<b>Roofing.dk ApS</b>
Kontakt:	Søren Juhl Hansen · s.juhl.hansen@hotmail.com
	tlf: 40 62 55 01
Deltagere:	Dansk Solenergi
PSO:	2.048.000 kr.
Budget i alt:	2.726.000 kr.
Afsluttes:	1. kvartal 2010

Ideen i projektet er udvikle et nyt tagsystem, der kombinerer zink som tagmateriale med monokrystallinske solceller. Projektet sigter således imod at konstruere et nyt rammesystem til fastgørelse af solceller på en standard tagzinkplade. Resultatet forventes at være et konkurrencedygtigt og arkitektonisk veltilpasset produkt.



### Harbour House II

ForskVE · 10257

Ansvarlig:	<b>Consulting engineers Jørgen Wessberg A/S</b>
Kontakt:	Frank Bodilsen · frank.bodilsen@wessberg.dk
	tlf: 44 88 21 42
Deltagere:	Unionkul A/S, Sundkrog Ejendomsselskab A/S, Kim Utzon Arkitekter
PSO:	880.000 kr.
Budget i alt:	1.616.000 kr.
Afsluttes:	1. kvartal 2010

Med sin placering ud til havnefronten i Københavns Nordhavn indtager Harbour House II en god beliggenhed til promovning af solceller. For at styrke udbredelsen af solceller i Danmark er arkitektfirmaet Utzon inddraget i projektet for at skabe en arkitektonisk flot løsning.



### Hvidovre Stadion – det bæredygtige stadionkoncept

ForskVE · 10259

Ansvarlig:	<b>Teknologisk Institut</b>
Kontakt:	Søren Poulsen · soren.poulsen@teknologisk.dk
	tlf: 72 20 24 60
Deltagere:	Hvidovre Kommune, DONG Energy
PSO:	2.148.000 kr.
Budget i alt:	4.617.000 kr.
Afsluttes:	4. kvartal 2012

I projektet etableres et stort solcelleanlæg integreret i en helt ny sejldugskonstruktion over tribunetaget på Hvidovre Stadion som led i udviklingen af et banebrydende koncept for bæredygtig renovering. Konceptet skaber en unik og elegant arkitektonisk løsning, der bryder stadions grå og tunge udtryk.


**Standard house manufacturing BIPV**

 Ansvarlig:  
Kontakt:

**Center for Nyindustrialisering  
v/Teknologisk Institut**  
Stine Jylov · [cni-sj@teknologisk.dk](mailto:cni-sj@teknologisk.dk)  
tlf: 70 20 80 36

Deltagere:

 Gaia Solar A/S, BoZel, Hjem A/S, Isobyg,  
Trelleborg, Spar Nord

PSO:

1.611.000 kr.

Budget i alt:

2.486.000 kr.

Afsluttes:

2. kvartal 2010

Formålet med dette projekt er at udbrede brugen af solceller i nybyggede standardboliger. Der udvikles derfor løsninger til integrationen af solceller, ligesom der udvikles et grundlag for, at nye huskøbere kan få information omkring økonomi, finansieringsmuligheder og mulig elproduktion.

ForskVE · 10278


**Levetid for solfangere i solvarmecentraler**

 Ansvarlig:  
Kontakt:

**DTU Byg**  
Simon Furbo · [sf@byg.dtu.dk](mailto:sf@byg.dtu.dk) · tlf: 45 25 18 57  
Arcon Solvarme A/S

Deltagere:

EUDP:

190.000 kr.

Budget i alt:

210.000 kr.

Afsluttes:

3. kvartal 2009

Tre højtemperatur solfangere beregnet til solvarmecentraler undersøges. Solfangerne, der har været i drift i mange år, måles for effektivitet. To af solfangerne undersøges for tæring i absorber-rørene. På det grundlag vurderes levetiden for HT-solfangere i solvarmecentraler med hhv. høje konstante flow og variabelt flow.

ENS-63011-0032


**Dansk solvarmehandlingsplan – med et internationalt perspektiv**

 Ansvarlig:  
Kontakt:

**Håndværksrådet**  
Henrik Lilja · [lilja@hvr.dk](mailto:lilja@hvr.dk) · tlf: 33 93 20 00  
PlanEnergi, Ellehaug og Kildemoes,

Deltagere:

 Esbensen Rådgivende Ingeniører,  
Chalmers Tekniske Universitet,  
ks-miljø og arkitektur

EUDP:

594.000 kr.

Budget i alt:

868.000 kr.

Afsluttes:

4. kvartal 2009

Der udarbejdes en 5 års handlingsplan for arbejdet med at indfri målene i den danske solvarmestrategi. Projektgruppen deltager samtidig i den europæiske teknologiplatform for solvarme (ESTTP), hvor danske løsninger, fx solvarme i fjernvarmesystemer, promoveres, ligesom nye europæiske ideer og erfaringer trækkes til Danmark.

ENS-63011-0084


**Ny lågløsning for damvarmelageret i Marstal**

 Ansvarlig:  
Kontakt:

**PlanEnergi**  
Per Alex Sørensen · [pas@planenergi.dk](mailto:pas@planenergi.dk)  
tlf: 96 82 04 02

Deltagere:

 Rambøll, SOLITES, GG-Construction,  
Marstal Fjernvarme

EUDP:

1.702.000 kr.

Budget i alt:

2.751.000 kr.

Afsluttes:

4. kvartal 2010

Der projekteres en ny flydende lågløsning, der i første omgang demonstreres på Marstal Fjernvarmes 10.000 m<sup>3</sup> damvarmelager for solvarme. Det nye design skal kunne anvendes til større damvarmelagre på over 50.000 m<sup>3</sup> og dermed gøre det muligt at forsyne op til hele fjernvarmeforbruget med solvarme i et fjernvarmesystem.

ENS-63011-0089


**IEA Task 42: Kompakt varmelager – materialeudvikling og systemintegration**

 Ansvarlig:  
Kontakt:

**DTU Byg**  
Simon Furbo · [sf@byg.dtu.dk](mailto:sf@byg.dtu.dk) · tlf: 45 25 18 57

Deltagere:

-

EUDP:

798.000 kr.

Budget i alt:

798.000 kr.

Afsluttes:

4. kvartal 2009

Projektet finansierer første år af den danske deltagelse i IEA's Task 42 inden for solenergiprogrammet. Her bidrager Danmark bl.a. med erfaringer fra og videreudvikling af sæsonvarme-lagre, der benytter et stabilt underafkølede salthydrat som lagermedie. Der vil også blive hentet ny international viden gennem projektet.

ENS 63011-0155



## Bevilgede projekter · Solenergi



### 3. års dansk deltagelse i IEA SHC task 38: Solvarmebaseret aircondition og køling

Ansvarlig: **Ellehaug & Kildemoes**  
 Kontakt: *Klaus Ellehaug · klaus.ellehaug@elle-kilde.dk*  
 tlf: 86 13 20 16  
 Deltagere: *PlanEnergi, Teknologisk Institut, AC-Sun*

EUDP: 581.600 kr.  
 Budget i alt: 1.340.000 kr.  
 Afsluttes: 4. kvartal 2009

Projektet finansierer dansk deltagelse i IEA's samarbejde inden for solvarmebaseret aircondition, der omfatter 16 medlemslande. De danske deltagere bidrager bl.a. med erfaringer og målinger fra AC-Sun's prototypeanlæg, et absorptionskøleanlæg på Skive rådhus samt adiabatisk køling og heat rejection anlæg.

ENS-63011-0157



### Solenergi + arkitektur

Ansvarlig: **Esbensen Consulting Engineers**  
 Kontakt: *Torben Esbensen · torben@esbensen.dk*  
 tlf: 73 42 31 00  
 Deltagere: *Solar City Copenhagen, Lunds Universitet (SE)*

EUDP: 1.685.000 kr.  
 Budget i alt: 3.555.000 kr.  
 Afsluttes: 4. kvartal 2011

Danmark deltager i og medfinansierer et nyt task om solenergi og arkitektur under samarbejdsaftalen IEA SHC. De danske deltagere vil udvikle produkter, systemer og værktøjer, der kan lette integration af solenergi i gode arkitektoniske løsninger og derigennem levere konkrete bidrag til internationale vejledninger m.v.

ENS-63011-0171



### SUNSTORE 3

Ansvarlig: **PlanEnergi**  
 Kontakt: *Per Alex Sørensen · pas@planenergi.dk*  
 tlf: 96 82 04 02  
 Deltagere: *Teknologisk Institut, NIRAS, GG-Construction, Marstal Fjernvarme, Dronninglund Fjernvarme, Steinbels Forschungs- und Entwicklungszentrum (DE)*

EUDP: 1.104.500 kr.  
 Budget i alt: 1.976.270 kr.  
 Afsluttes: 4. kvartal 2009

Med afsæt i det eksisterende 10.000 m<sup>3</sup> damvarmelager i Marstal detailprojekteres og udbydes et koncept med 35.000 m<sup>2</sup> solfangere, en varmepumpe på 3 MW og et varmelager på 60.000 m<sup>3</sup>, der med en ny type flydende overdækning skal resultere i omkostningseffektive varmepriser. I en efterfølgende fase søges konceptet demonstreret hos Dronninglund Fjernvarme.

ENS-63011-0178



## Igangværende projekter · Solenergi



### Stable polymer photovoltaic materials

Ansvarlig: **Program for Solenergi på Risø DTU**  
 Kontakt: *Frederik Christian Krebs · frkr@risoe.dtu.dk* · tlf: 46 77 47 99  
 Afsluttes: 4. kvartal 2009 · DSF-tilskud: 3.063.200 kr.

DSF · 2104-05-0052



### Sol-/elvarmeanlæg i fremtidens energisystem

Ansvarlig: **DTU Byg**  
 Kontakt: *Simon Furbo · sf@byg.dtu.dk* · tlf: 45 25 18 57  
 Afsluttes: 4. kvartal 2011 · DSF-tilskud: 7.000.000 kr.

DSF · 2104-07-0021



### Plastsolceller: solenergi til elektrisk strøm

Ansvarlig:	<b>Program for Solenergi på Risø DTU</b>	
Kontakt:	Frederik Christian Krebs · frkr@risoe.dtu.dk · tlf: 47 77 47 99	
Afsluttes:	4. kvartal 2012 · DSF-tilskud: 15.000.000 kr.	DSF · 2104-07-0022



### SOL-2000, Delprojekt A

Ansvarlig:	<b>EnergiMidt A/S</b>	
Kontakt:	Flemming Kristensen · f.v.kristensen@energimidt.dk · tlf: 76 58 11 00	
Afsluttes:	2. kvartal 2009 · PSO-tilskud: 4.375.000 kr.	ForskEL · 3109



### Kosteffektive Intelligente Solceller "KIS"

Ansvarlig:	<b>RAcell Solar A/S</b>	
Kontakt:	Yakov Safir · Safir@RAcell.dk · tlf: 33 25 96 40	
Afsluttes:	2. kvartal 2009 · PSO-tilskud: 2.449.798 kr.	ForskEL · 5761



### Transformerless photovoltaic inverters

Ansvarlig:	<b>Danfoss Solar Inverters A/S</b>	
Kontakt:	Uffe Borup · solar-inverters@danfoss.com · tlf: 74 88 13 00	
Afsluttes:	2. kvartal 2009 · PSO-tilskud: 4.120.000 kr.	ForskEL · 5780



### Nye kontrol strategier og mere energi fra PV applikationer i bebyggelse

Ansvarlig:	<b>Institut for Energiteknik-AAU</b>	
Kontakt:	Frede Blåbjerg · fbl@iet.aau.dk · tlf: 96 35 92 60	
Afsluttes:	2. kvartal 2009 · PSO-tilskud: 2.250.000 kr.	ForskEL · 5854



### Forenklet integration af solceller i vinduessystemer – videreudvikling og demonstration af samlet løsning

Ansvarlig:	<b>Gaia Solar A/S</b>	
Kontakt:	Dennis Aarø · da@gaiasolar.dk · tlf: 36 77 79 80	
Afsluttes:	1. kvartal 2010 · PSO-tilskud: 1.894.292 kr.	ForskEL · 6291



### PV Danmark, fase 1

Ansvarlig:	<b>EnergiMidt A/S</b>	
Kontakt:	Flemming Kristensen · f.v.kristensen@energimidt.dk · tlf: 76 58 11 00	
Afsluttes:	2. kvartal 2009 · PSO-tilskud: 2.130.000 kr.	ForskEL · 6308



### Optimised solar heat production in a liberalised electricity market. Demonstration of full-scale plant

Ansvarlig:	<b>PlanEnergi</b>	
Kontakt:	Per Alex Sørensen · pas@planenergi.dk · tlf: 96 82 04 00	
Afsluttes:	2. kvartal 2009 · PSO-tilskud: 3.622.000 kr.	ForskEL · 6369



### Technical silicon for high efficiency PV cells

Ansvarlig:	<b>RAcell Solar A/S</b>	
Kontakt:	Yakov Safir · Safir@RAcell.dk · tlf: 33 25 96 40	
Afsluttes:	4. kvartal 2009 · PSO-tilskud: 7.000.000 kr.	ForskEL · 6389