



ENERGIÅRET

STATUS 2016

ENERGIÅRET

Årsrapport om de danske energiforskningsprogrammer

Udgives i samarbejde mellem Dansk Energi (programmet ELFORSK),
Energinet.dk (programmet ForskEL), Energistyrelsen (programmet EUDP)
og Innovationsfonden.

Redaktion:

Jeppe Lundbæk (Energistyrelsen/EUDP-sekretariatet)

Aja Brodal (Energinet.dk)

Jørn Borup Jensen (Dansk Energi)

Kirsten Klüver og Klaus Rosenfeldt Jakobsen (Innovationsfonden)

Design og layout: Operate A/S

Tekst: Jesper Tornbjerg, Dansk Energi

Fotos:

Forside: IStock

Side 7: ELFORSK

Side 9 (tv.): Aalborg CSP

Side 11 (tv.): DTU

Side 13 (tv): Colourbox

Side 15 (tv): Colourbox

Download denne publikation og læs mere på

www.energiforskning.dk

Oplag: 800 stk.

Tryk: KLS PurePrint A/S



Energiforskning- og udvikling skaber grøn omstilling, vækst, job og eksport

Vi er i gang med en voldsom ændring af det danske energisystem. I 2015 levede vindenergien, hvad der svarede til 42,1 procent af elforbruget, og allerede nu flyder over halvdelen af den danske el-produktion ind på distributionsnettet i form af el fra vindmøller, solceller og biomassebaseret decentral kraftvarme.

Om få år vil 80-90 procent af Danmarks el- og varmeforbrug være dækket af vedvarende energi, så fokus skal i kommende år drejes over på anvendelse af elektricitet bl.a. til transport og opvarmning og på integration mellem de forskellige forsyningsarter – herunder et stadig grønnere gasnet.

I 2050 skal Danmark være fossiluafhængigt, og vi kender mange af de løsninger, der skal til både inden for øget energieffektivitet og vedvarende energi. Nogle af dem er stadig for dyre – nogle kan vinde værdi ved at blive tænkt ind i nye sammenhænge og med ændrede rammevilkår.

Her er det, at forskning, udvikling og demonstration (FU&D) i energiteknologier og systemtænkning kommer ind i billedet. Læs i denne publikation fra de fire danske offentlige ordninger (ELFORSK, EU DP, ForskEL og Innovationsfonden) om fire konkrete FU&D-projekter. Læs om forskere, der vil gentænke rammerne for et elmarked hovedsageligt baseret på vindenergi, læs om danske solkraftværker, der sælger flot i varme lande, læs om udvikling af plastsolceller, og læs om hvordan elbesparelser og bedre sundhed på operationsstuer kan gå hånd i hånd.

Danmarks FU&D-initiativer er mangfoldige og udtryk for det lange seje træk. Med indsatsen tænker vi både kort- og langsigtet for på én gang at styrke danske virksomheders førerposition inden for grønne energiteknologier og nå vores energi- og klimamål.

At indsatsen virker, er for nylig dokumenteret i en uvildig evaluering af de tre programmer under Energi- Forsynings- og Klimaministeriet, EU DP, ForskEL og ELFORSK. Evalueringen slår fast, at forskning og udvikling i energiteknologier driver den grønne omstilling og skaber vækst, arbejdspladser og eksport. Den relativt nye Innovationsfonden under Uddannelses- og Forskningsministeriet har samme fokus i sin netop lancerede, ambitiøse investeringsstrategi for energiområdet.

Den samlede offentlige investering i FU&D på energiområdet har i en del år ligget på omkring 1 mia. kr. om året. Et højt niveau, som politikerne ønskede fastholdt i

energiforliget fra 2012. I forbindelse med finansloven for 2016 var der imidlertid slinger i valsen. Heldigvis for det lange seje træk blev der delvist rettet op i de afsluttende forhandlinger, ligesom det tegner lyst for fremtiden, at den danske regering under FN's klimakonference COP21 i Paris tilsluttede sig præsident Obamas 'Mission Innovation'.

Med 'Mission Innovation' har Danmark internationalt forpligtet sig til at øge investeringerne frem mod 2020, hvor hensigten er at fordoble midlerne til energirelateret FU&D i forhold til 2015/2016. 'Mission Innovations' erklærede mål er at accelerere den globale energirevolution og gøre ren energi billigere og dermed mere eftertragtet.

Vi kan dermed se frem til et fortsat fokus på et højt niveau af FU&D midler frem mod 2020, og alle fire ordninger – med hver sit særkende og specialisering – glæder sig til at udvikle samarbejdet til glæde for brugerne. Vi står sammen om udveksling af erfaringer via forskningsportalen www.energiforskning.dk, ligesom vi med denne publikation giver overblik og eksempler på projekter i hele værdikæden fra forskning- udvikling over demonstration til implementering.

Danmark har en unik position på energiområdet og en omfattende eksport af energiteknologi, men mange andre lande – herunder USA, Kina og Indien – rykker på den grønne omstilling. Derfor skal vi blive ved med at udfordre os selv og hinanden på både konkrete teknologier og inden for systemoptimering og rammevilkår.

Politisk er der ved at blive varmet op til det næste energiforlig, og både forskning og konkrete projekter kan bidrage med gode ideer og inspiration også til den netop nedsatte Energikommission. Energiforliget skal matche EU's energi- og klimamål for 2030 og udviklingen af Energunionen, så der er mere på spil end 'blot' Danmark. Ved at udvikle klogere og billigere løsninger alene og sammen med vores europæiske partnere eksempelvis via Horizon 2020-programmet kan vi være med til at skabe vækst og arbejdspladser i hele Europa.

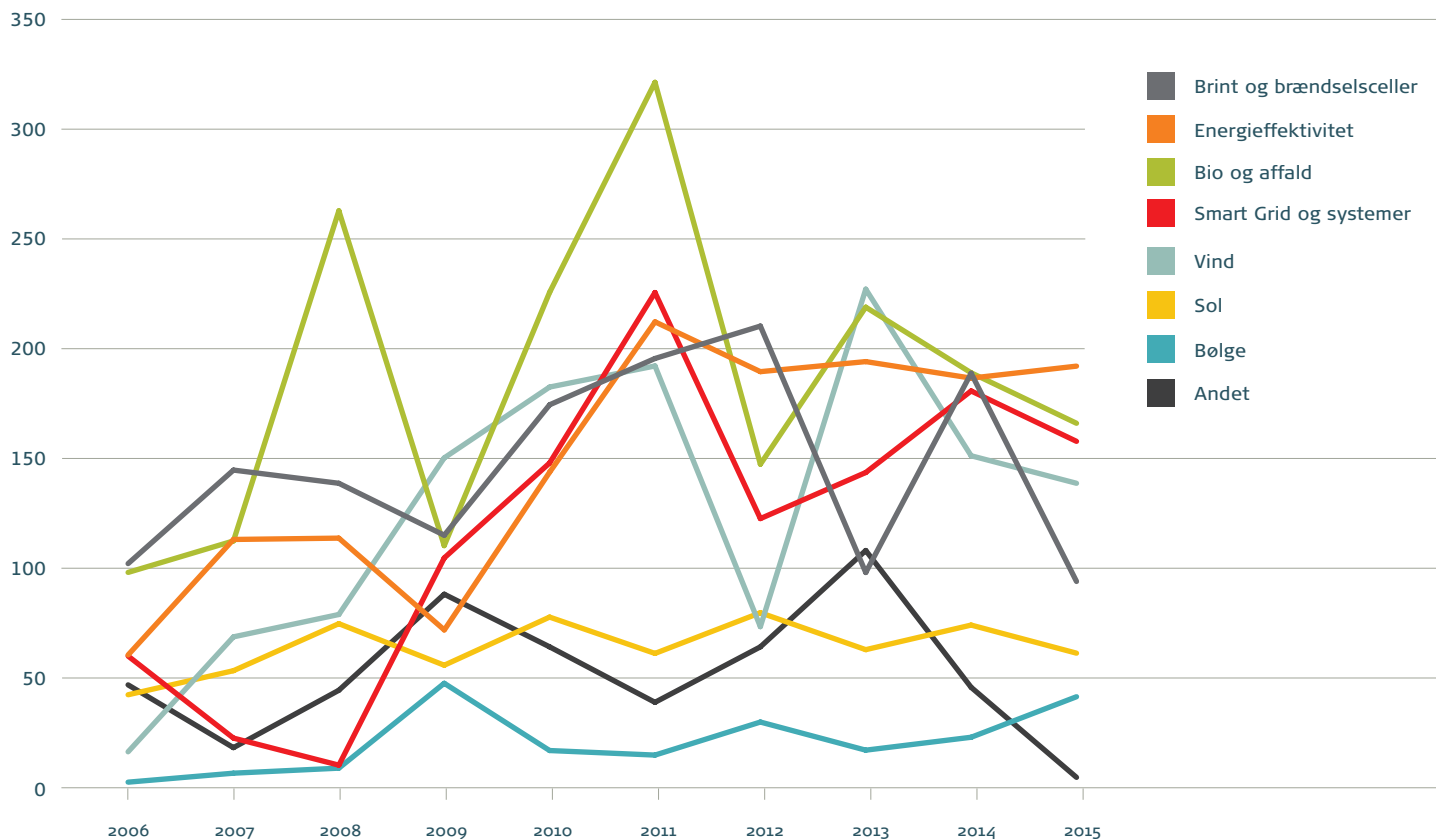


Jørgen S. Christensen
Forskningsdirektør,
Dansk Energi

På vegne af Innovationsfonden,
EU DP, ForskEL og ELFORSK

STØTTE TIL TEKNOLOGIOMRÅDER OVER 10 ÅR (MIO. KR.)

Kilde: Energiforskning.dk



SAMLEDE OFFENTLIGE MIDLER BEVILGET TIL ENERGIFORSKNING (MIO. KR.)

Ekskl. EU-bevillinger



ENERGIFORSKNINGENS ANDEL AF DET OFFENTLIGE FORSKNINGSBUDGET (%)

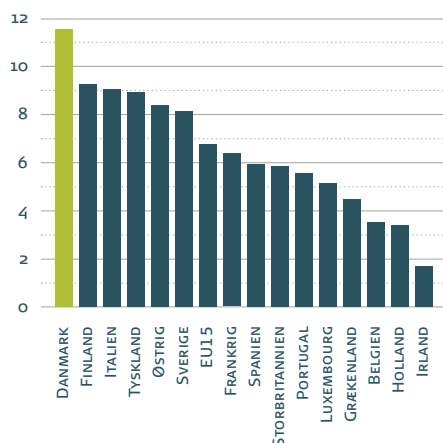
Kilde: Danmarks Statistik

2006	2,7	2011	5,3
2007	3,0	2012	5,0
2008	3,3	2013	4,7
2009	4,1	2014	4,4
2010	4,9	2015	4,1

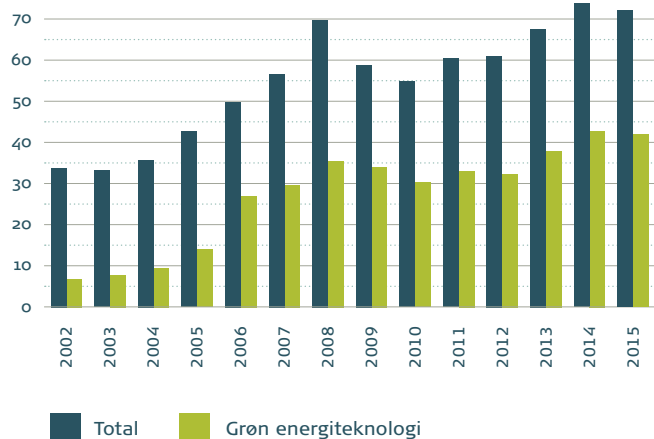
DANMARKS EKSPORT AF ENERGITEKNOLOGI

ENERGITEKNOLOGIENS ANDEL AF VAREEKSPORTEN PÅ TVÆRS AF EU15 I 2015 (%)

Energiteknologi bidrager til at nå klima- og energipolitiske mål og skaber samtidig eksport og arbejdspladser. Danmark er det land i EU, der har den største andel af energiteknologi i sin vareeksport.

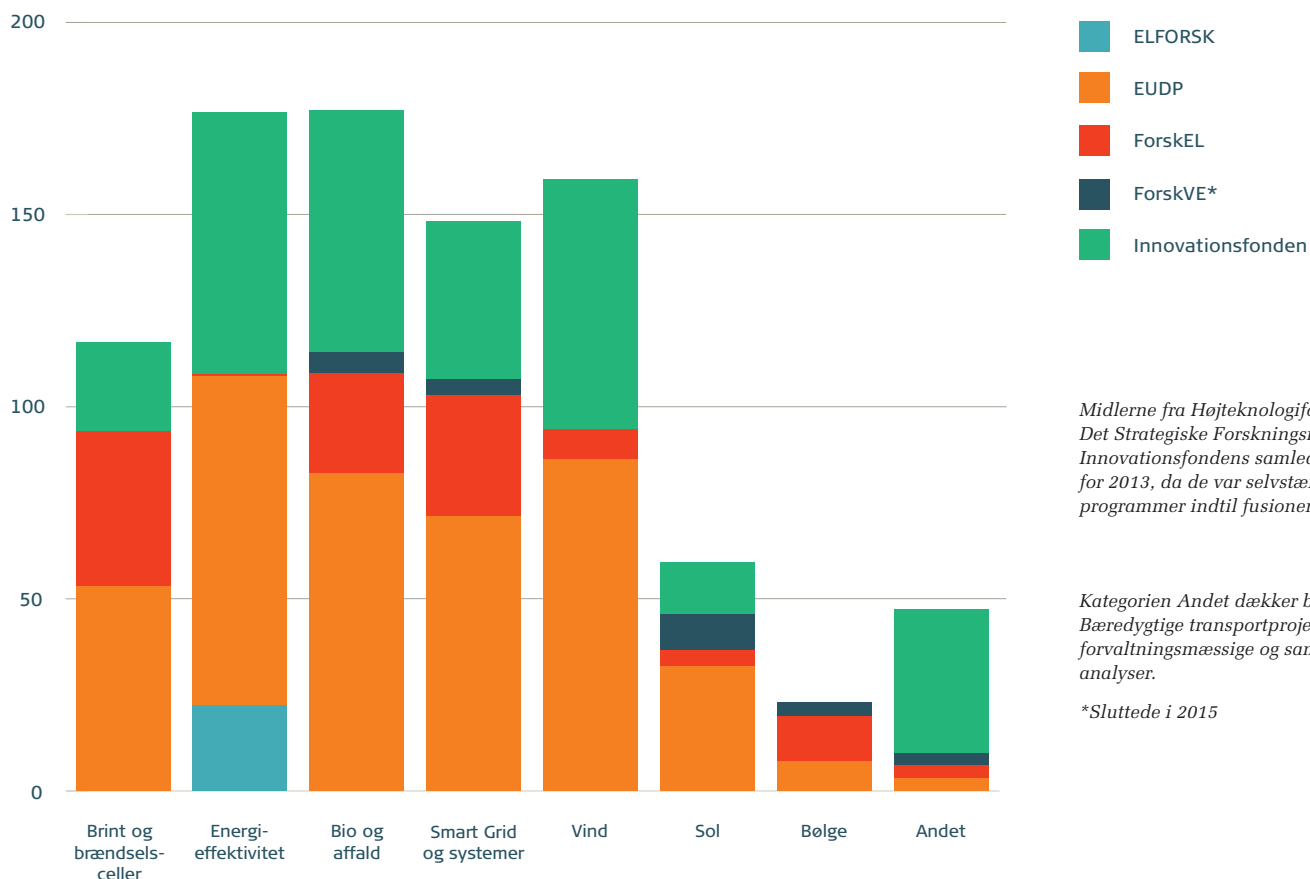


DANMARKS EKSPORT AF ENERGITEKNOLOGI (MIA. KR.)



Kilde: Eurostat og beregninger foretaget af DI, Dansk Energi og Energistyrelsen

OFFENTLIG STØTTE FORDELT PÅ TEKNOLOGIOMRÅDER (MIO. KR.) ÅRLIGT GNS. 2013-2015



Midlerne fra Højteknologifonden og Det Strategiske Forskningsråd udgør Innovationsfondens samlede støtte for 2013, da de var selvstændige programmer indtil fusionen.

Kategorien Andet dækker bl.a. over: Bæredygtige transportprojekter, geotermi, forvaltningsmæssige og samfundsaglige analyser.

*Sluttede i 2015

ELFORSK

OPERATIONER MED FRISK LUFT GIVER LAVERE ELFORBRUG OG FÆRRE SYGDOMME

Ventilation med genbrug af ren luft giver lavere elforbrug og færre om-operationer.

Luft forurenet med bakterier og partikler kan være et stort problem på operationsstuer. Især på de stuer, hvor der indsættes kunstige hofte, knæ og andre implantater, kan uren luft få triste konsekvenser.

Et netop afsluttet ELFORSK-projekt om energieffektiv ventilation viser imidlertid, at risikoen for infektioner kan nedbringes samtidig med, at elforbrug og dermed elregninger falder betydeligt.

Projektet 'OP Vent – Energieffektiv ventilation på operationsstuer' viser, at flere hundrede af Danmarks ca. 700 offentlige og private operationsstuer kan få renere luft og dermed forebygge infektioner ved at benytte en mere energieffektiv type ventilation end den, regionerne satser på til deres nye supersygehuse.

De samfundsøkonomiske omkostninger ved infektioner i forbindelse med om-operationer alene på knæ og hofte er tidligere af Sundhedsstyrelsen opgjort til 34-57 mio. kr. om året.

Infektioner er enormt dyre for samfundet, så forebyggelse giver en helt klar økonomisk gevinst samtidig med, at generne for patienterne bliver mindsket, påpeger professor, overlæge, dr. med., forskningsleder Søren Overgaard fra Odense Universitetshospital (OUH) under Region Syddanmark

KORT TILBAGEBETALINGSTID

Sammen med en række partnere har OUH høstet bemærkelsesværdige resultater med 'OP Vent', der har modtaget 1,2 mio. kr. fra Dansk Energis ELFORSK-program. Deltagerne har dobbelt beløbet op til et samlet budget på 2,4 mio. kr.

'OP Vent' viser, at sygehus-ejerne – altså typisk regionerne – skal investere lidt mere i den alternative teknologi, men også at de

ekstra penge hurtigt bliver sparet hjem via et 30-40 procent lavere elforbrug.

Projektschef Johnny Nielsen fra Fournais Energi i Vedbæk forklarer, at gevinsterne opstår ved at vælge Laminar Air Flow (LAF) frem for Turbulent Air Flow (TAF) som ventilationssteknologi.

LAF er lidt dyrere end TAF ved anlæggelse, men tilbagebetalingstiden er takket være det lavere elforbrug kun 2-3 år, siger Johnny Nielsen, der skønner, at den samlede besparelse ved at implementere LAF-teknologien kan løbe op i over 100 mio. kr. over anlægenes levetid.

ENERGI MØDER SUNDHED

Fra energisiden startede 'OP Vent' med, at Johnny Nielsen, der er en erfaren energirådgiver, undrede sig over, at der ikke blev stillet krav til energiforbrug på operationsstuer. Da han dykkede ned i stoffet fandt han ud af, at der stort set ikke var etableret viden om energiforbruget.

Samtidig gjorde Søren Overgaard fra Odense Universitetshospital sig tanker om de bakteriologiske forhold omkring ventilation. På et møde med det, der dengang hed LEAN Energy Cluster (nu CLEAN) med bl.a. deltagelse af overlæge Lars Henrik Frich fra OUH, blev ideen om et projekt født. Med CLEAN som administrativ projektleder blev der sat et hold og søgt penge.

Udgangspunktet var, at en medicinsk teknologivurdering fra Sundhedsstyrelsen i 2011 formodede, at LAF ville øge elforbruget og være uden infektionsforebyggende potentialer. Den konklusion bliver nu udfordret af 'Op Vent' både på elforbrug og sygdomme.

En af pointerne er, at LAF i sin natur har mere rolige luftstrømme end de turbulente.

Med den laminare løsning kan det derfor lade sig gøre at energioptimere driften ved at recirkulere 50 procent af luften og styre luftstrømmene på stuerne bedre.

32 HOFTEOPERATIONER

Med projektet er der foretaget målinger på sygehuset i Aabenraa og virkelighedstro simuleringer på to operationsstuer på Gentofte Hospital. Her har parterne, der også omfatter JVR A/S (levering af LAF-anlæg) og DTU Byg (sporgas-målinger), sammenlignet resultater fra en stue med TAF-anlæg og en med LAF.

Der er analyseret 32 hofteoperationer med 'fantomer' på operationsstuerne samt bidraget med tælling af kim og måling af partikler. I en folder fra projektet konkluderer man, at 'en ensidig satsning på TAF-systemer indebærer en betydelig risiko for patienter – i hvert fald under implantat-operationer'. Grænseværdierne for bakteriekim og store partikler kan ifølge parterne bag 'OP Vent' ikke overholdes under TAF-ventilerede operationer, som er det regionerne planlægger.

For 'OP Vent'-deltagerne handler det nu om at bygge oven på resultaterne med målinger med levende patienter på operationsstuerne. Samtidig foregår der et stykke arbejde med at overbevise regionerne om, at LAF er en del af fremtiden – også på de nye supersygehuse, der opføres for milliardbeløb i disse år.

Det nye Odense Universitetshospital forbereder operationsstuer til ultra-rene stuer med LAF-ventilation, så 'OP Vent' har allerede haft indflydelse. Projektet har givet ny viden, og jeg er meget overrasket over det, vi nåede frem til, siger Søren Overgaard.

Læs mere på www.elforsk.dk under projekt 345-019

VI HAR MOD PÅ MERE

Et spændende projekt med et betydeligt potentiale for energi-besparelser både i Danmark og i udlandet.

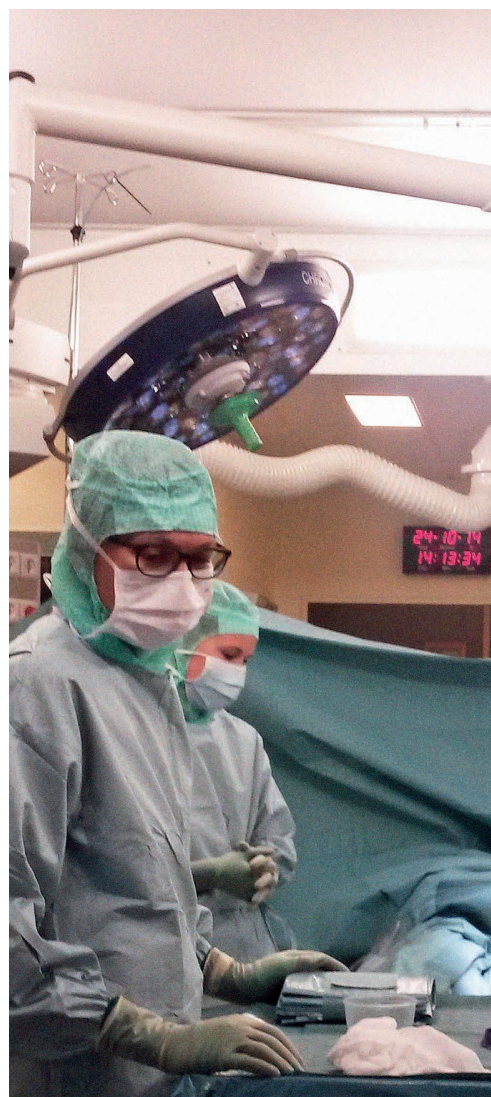
Sådan lyder vurderingen fra forskningskoordinator Jørn Borup Jensen fra ELFORSK om 'OP Vent'-projektet, der kan energieffektivisere operationsstuer for millioner af kroner og samtidig gøre stuerne sundere for patienterne.

Noget af det interessante i dette projekt er, at det ikke 'bare' er teknikerne, der kommer med en idé. Lægevidenskaben er dybt involveret, og det øger chancerne for, at teknologien får fodfæste på sygehusene, siger Jørn Borup Jensen.

ELFORSK er sat i verden for at fremme projekter, der kan effektivisere forbruget af energi. En ny evaluering viser, at det samtidig skaber job, vækst og eksport i Danmark. Jørn Borup Jensen ser et tættere samarbejde mellem ingeniører og lægevidenskaben som et middel til at komme videre ad den vej.

»

ELFORSK har de seneste år støttet udviklingen af lys-teknologier, så de kan fremme sundheden. Nu handler det også om sundhed og ventilation, påpeger forskningskoordinator i Dansk Energi, Jørn Borup Jensen, der sagtens kan forestille sig, at ELFORSK vil støtte et projekt, der følger op på det succesfulde 'OP Vent'.



EUDP

FLEKSIBEL TEKNOLOGI FLYTTER GRÆNSER OG SKABER EKSPORT

Aalborg CSP udvikler løsninger, der kan gøre fjernvarmeværker og kraftvarmeværker mere effektive og mindre afhængige af fossile brændsler.

Støtte til forskning, udvikling og demonstration har enorm betydning for danske energivirksomheder, der vil flytte grænser.

Sådan lyder det fra salgs- og projektingeniør Per Aasted fra Aalborg CSP, der i to omgange har modtaget midler fra Energistyrelsens EUDP-ordning til at udvikle en teknologi, hvor soltrug fanger solens stråler og udnytter den til fjernvarme eller elproduktion.

CSP står for 'concentrated solar power', der er en af de grønne teknologier, der ifølge Det Internationale Energiagentur (IEA) og andre analytikere har størst potentiale på de globale energimarkeder. Aalborg CSP er med helt i front og er aktuelt bl.a. ved at opføre et stort CSP-anlæg i Australien. Nogle af de grænser, Per Aasted taler om, bliver testet på Taars Varmeværk og skal yderligere udvikles og verificeres på et nyt projekt i Brønderslev.

SOLVARME HELE SOMMEREN – OGSÅ OM NATTEN

Varmeværket i Taars er fyret med naturgas, og med almindelige, plane solfangere fra ARCON Solar eller GreenOneTech kan man skære 20 procent af gasforbruget.

Ud fra en tidligere EUDP-støttet rapport fra DTU, hvor CSP-solfangernes effektivitet og lave varmetab blev dokumenteret, opstod ideen med at supplere med regulerbare CSP-fangere og dermed udnytte de to typer solfangeres forskellige egenskaber.

– Kombinationen af de to typer giver en høj ydelse over hele dagen og en stor regulerbar solvarmeproduktion. I alt regner vi med, at solvarmen fra kombinationsanlægget kommer til at dække omkring 30 procent af fjernvarmeproduktionen, siger Per Aasted.

På anlægget i Taars forvarmer de plane solfangere fjernvarmevandet. Ved at lade dem producere ved en lavere temperatur end nor-

malt, yder de op til 20 procent ekstra. Fjernvarmevandet ledes videre til de regulerbare CSP-solfangere, der løfter temperaturen til 85-98 grader. Det varme vand kan nu lagres i varmemærkets to tanke, hvor der er kapacitet til at forsyne byen i ca. fire sommerdage uden sol, og det er nok til, at der næsten ikke er behov for at fyre med gas hele sommeren.

– Med kombinationen har Taars Varmeværk fået et fleksibelt anlæg, påpeger Per Aasted, der er spændt på, hvor meget energi det samlede anlæg leverer i løbet af sit første år. Kombi-anlægget gik i drift i september 2015 og indtil videre har det leveret som forventet af DTU, oplyser han.

På ordre- og budgettidspunktet var den simple tilbagebetalingstid 8,4 år, men siden er gasprisen faldet og tilbagebetalingstiden steget til ca. 10 år.

DTU følger produktionen tæt, og dette samspil mellem virksomhed og universitet er guld værd i forhold til at dokumentere og udvikle teknologien, pointerer Per Aasted.

– EUDP-støtten giver også kunden sikkerhed samtidig med, at vi kan få testet og afprøvet nogle ideer, siger Per Aasted, der oplever betydelig interesse for teknologien fra både danske og udenlandske fjernvarmeværker.

At få verificerede produktionsdata er helt afgørende for at få gang i salget, fastslår han, der har spændte forventninger bl.a. til markederne i Sverige, Tyskland og Østrig. I disse lande opererer værkerne typisk med højere temperaturer i fjernvarmenettene, og netop på det felt har CSP-anlæggene sin force.

Hvorfor er det så vigtigt at få støtte fx fra EUDP? Kan I ikke gøre det selv?

– Jo, fjernvarmeværkerne vil gerne prøve noget nyt, men når man går først, risikerer

man at få økonomiske lussinger. EUDP tager toppen af risikoen og giver sparring, så projekterne bliver endnu bedre. Samtidig er det lidt af en blåstempling af teknologien at få penge og anerkendelse af EUDP's professionelle – og kritiske – bestyrelse, siger Per Aasted.

FLEKSIBEL ELPRODUKTION

At EUDP-bestyrelsen også kan sige 'nej' har Aalborg CSP oplevet i forbindelse med en tidligere EUDP-ansøgning. I første omgang troede EUDP ikke på, at det kunne lade sig gøre at producere termisk energi ved 330 grader i Danmark. Afslaget fik Aalborg CSP til i hu-hej vilde dyr at sætte to ud af 40 planlagte rækker parabolske trug op hos Brønderslev Forsyning.

– Vi ville vise, at vi kunne, og det gjorde vi med god hjælp fra Brønderslev Forsyning, siger Per Aasted.

Med friske produktionsdata fra sommeren 2015 i hånden indsendte Aalborg CSP sammen med NIRAS, Planenergi og Brønderslev Forsyning en ny ansøgning, og denne gang bevilgede EUDP 20 mio. kr. ud af budgetterede 85 mio. kr.

Ideen er at benytte solenergi som supplement til et biomasse-kraftvarmeværk. Aalborg CSP skal som den første i verden demonstrere, hvordan CSP-teknologi kan fungere som en fleksibel tilføjelse til et såkaldt ORC-biomasseanlæg – en anlægstype, der benytter en varmetransmissionsolie, og som oplever pæn vækst.

CSP-anlægget i Brønderslev bliver noget mere kompliceret end det i Taars. I alt kommer det til at bestå af 40 rækker med 125 meter lange soltrug. De skal indsamle, reflektere og koncentrere solens stråler mod receiverrør, hvor en varmetransmissionsolie cirkulerer inden i. Olien varmes

op til 330 grader og kan dermed forsyne eller supplere kraftvarmeproduktionen via ORC anlægget.

– For at udnytte energien optimalt produceres elektricitet afhængigt af markedsudviklingen, og spildvarmen udnyttes til fjernvarme, hvor det også er muligt at gemme energien i de eksisterende varmeakkumuleringsstanke, fortæller Per Aasted og nævner, at CSP-solvarme også kan bruges til at drive store varmepumper til geotermianlæg, ligesom der også kan være perspektiver i at kombinere CSP med udnyttelse af overskudsvarme fra industrien.

I første omgang skal der imidlertid høstes erfaringer i Brønderslev, hvor solvarmeanlæg-

get opstilles i år og bliver koblet sammen med flis-kraftvarmeværket i 2017. Per Aasted forventer ikke problemer med at producere varme ved de høje temperaturer, men projektpartnerne betræder jomfruelig grund med integrationen op mod kraftvarmeværket.

– Solvarmen kommer, når solen skinner, og så skal anlægget kunne tage fra, fastslår han.

GRØN OMSTILLING I AALBORG

Aalborg CSP udspringer af kedelindustrien, der tidligere var en af Aalborgs stærke sider. Nu er virksomheder ved at udvikle sig til en vigtig spiller inden for omstillingen af det globale energisystem fra fossile brændsler til vedvarende energi. Aalborg CSP's hjemmeside er på dansk, engelsk, spansk og kine-

sisk, og med EUDP-støtten er virksomheden i fuld gang med at tilpasse CSP-teknologien, der har sit udspring i USA, til det danske klima og den danske måde at tænke i totale energi- og ressourceløsninger.

I udlandet er en af de mere spektakulære opgaver at levere et integreret energisystem baseret på CSP-teknologien til Sundrop Farms i Australien. Energisystemet skal bruge energi fra solen og udnytte havvand til at forsyne et drivhuskompleks ude i ørkenen med ferskvand, køling, opvarmning og el til drivhuslamperne om natten.

Læs mere på www.aalborgcsp.dk

ET HELT UNIKT PROJEKT

Et helt unikt projekt med rigtig gode anvendelsesperspektiver. Sådan lyder vurderingen fra EUDP om Aalborg CSP's nye projekt i Brønderslev.

Potentialet for eksport er stort. Det kan bidrage til både at sætte Danmark på verdenskortet og samtidig styrke Nordjyllands position i den grønne udvikling. Et velfungerede anlæg af denne karakter opført i Danmark vil umiddelbart anbefale sig selv til lande med

endnu større solindstråling, siger specialkonsulent Torsten Malmendorf fra EUDP.

Læs mere på www.ens.dk/ny-teknologi/eudp-energiteknologisk-udvikling-demonstration



Taars Varmeværk sparer på brændslerne ved hjælp af to typer solfangere.



INNOVATIONSFONDEN

PRODUKTION AF PLASTSOLCELLER SKAL OP I SKALA OG NED I PRIS

Hvis man på billig vis kan printe plastsolceller i kilometerlange baner, åbner det helt nye markeder for produktion af strøm fra solens stråler. Med et gennembrud for plastsolcellerne kan de integreres i forbrugerelektronik, vinduer, carporte og tage, ligesom de på et tidspunkt ude i fremtiden vil kunne bidrage til storskala produktion af el i parker.

– Vi har forsket i løsninger i ti år og er nu meget tæt på, siger seniorforsker og projektleder Eva Bundgaard fra Sektion for Solenergi på DTU Energi, der for nylig har fået en bevilling fra Innovationsfonden til at fortsætte arbejdet.

Projektet hedder INKA, og det står for 'Inks for large-scale processing of polymer solar cells'. Kort fortalt handler det om at udvikle et robust blæk, så solcellen kan trykkes på et egnet substrat, og lave en maskine, der kan masseproducere de polymere solceller på en effektiv måde ved hjælp af den udviklede blæk.

Lidt mere teknisk: En forudsætning for succes er, at den bestanddel i blækket, som bevirker, at solcellen absorberer sollys – en konjugeret polymer – kan syntetiseres i stor skala. I dag kan denne polymer fremstilles i mængder å maksimalt to gram. Målet med projektet er at nå op på 100 gram.

Ambitionen er at producere en plastsolcelle, der kan bruges alle steder, hvor det giver mening at anvende letvægtsmaterialer til produktion af elektricitet. For at nå derhen vil det treårige INKA-projekt trække både på teoretiske beregninger og modellering af nøglematerialers egenskaber samt praktiske forsøg i laboratoriet:

– Det svære er at finde det aktive stof, der absorberer lyset bedst mulig og fungerer med det samme, når vi sætter trykkemaskiner i gang, siger specialkonsulent Hanne Lauritzen fra DTU Energi.

BIDRAG FRA PRIVATE VIRKSOMHEDER

For at øge chancerne for et kommercielt gennembrud har DTU-forskerne bag INKA fået selskab af Aalborg Universitet og to virksomheder – Grafisk Maskinfabrik i

Birkerød og solenergifirmaet infinityPV fra Roskilde.

Hvis det lykkes at skabe et gennembrud, står der altså producenter klar til at kaste sig ind i kampen om markedsandele både i Danmark og i udlandet. I sin behandling af ansøgningen fra INKA-konsortiet har Innovationsfonden da også lagt vægt på, at potentialerne for at skabe vækst og beskæftigelse er betydelige.

– Vi har planlagt arbejdet ud fra de krav, som stilles ved industriel fremstilling. Kravene oversættes til specifikke krav til blækkets egenskaber, til den aktuelle maskine og videre til blækkets bestanddele, fortæller Eva Bundgaard.

MARKANT ØGET EFFEKTIVITET

Plastsolceller har den fordel, at de vil være billigere at producere og lettere end traditionelle solceller. En udfordring er imidlertid, at effektiviteten – omdannelsen af solenergi til elektricitet – er betydeligt ringere (pt. ca. to procent for stor skala solceller). Plastsolcellerne kræver altså et større areal for at producere det samme antal kilowatttimer, som de kendte anlæg baseret på silicium kan præstere.

– Derfor fokuserer INKA også på at øge effektiviteten. Vi har et mål om at komme op på seks procent for stor skala solceller, og det er meget ambitiøst, siger Eva Bundgaard.

DTU-forskerne påpeger, at plastsolcellerne allerede er ved at være attraktive til de første anvendelser – eksempelvis til mobilopladere. Med en industrialisering af produktionsmetoden vil flere hurtigt følge efter. En af grundene til optimismen bunder i, at plastsolcellerne hurtigt tjener den energi hjem, der bliver brugt til at fremstille dem.

Målt på energibetalingsstid er plastsolcellerne rigtig gode. Under danske forhold tjener traditionelle solceller deres energiforbrug tilbage på et par år, mens vores afhængig af konfiguration kun behøver nogle få måneder, siger Hanne Lauritzen.

EKSTRA SPOR TIL MASKINFABRIK

Økonomichef Randi Nielsen fra Grafisk Maskinfabrik, der laver maskiner til etikettrykkerier, ser maskiner til produktion af plastsolceller som et spændende supplement. Etiketter og plastsolceller ligner hinanden på den måde, at det i begge tilfælde handler om at håndtere ruller og skære materialer op i bestemte størrelser.

– Med INKA-projektet håber vi på at bygge og levere maskiner lidt ved siden af vores kerneområde. Vi kan altså få endnu et spor at afsætte maskiner af og dermed blive mere robuste rent forretningsmæssigt, siger Randi Nielsen.

Grafisk Maskinfabrik har leveret maskiner til produktion af plastsolceller til DTU og et par udenlandske universiteter, men endnu er maskinerne et stykke fra at være en hyldevare. Derfor er Grafisk Maskinfabrik glad for støtten fra Innovationsfonden.

– Ingen af os ved, hvordan det her udvikler sig – fx om det kommer op i et volumen, hvor vi ikke kan være med, eller om teknologien bliver spredt på en række virksomheder. Men vi synes, det tegner lovende, og vi vil gerne være med så længe som muligt, siger Randi Nielsen.

Læs mere på www.energy.dtu.dk

FORVENTER VÆKST OG BESKÆFTIGELSE

Kina, USA og Tyskland producerer almindelige solceller i stor stil, men danske forskere er internationalt anerkendte for deres viden om polymersolceller. Derfor ser Innovationsfonden store perspektiver i at arbejde videre med teknologien.

– Innovationsfondens mål er at skabe vækst, beskæftigelse og eksportmuligheder for Danmark, og her passer INKA-projektet godt ind, fastslår scientific officer Niels Langvad fra fonden.

Han betragter INKA-projektet som 'et stærkt komplementært samarbejde' mellem forskergrupper i topklasse og et par mindre virksomheder med ambitioner om vækst.

– Vi forventer, at INKA-projektet når de performance- og prismål, der er sat. Samlet vil gruppen kunne udvikle knowhow og produktionsudstyr, der kan bringe polymersolceller det næste skridt mod kommercialisering, siger Niels Langvad.

Innovationsfonden investerer 17,5 mio. kr. i projektet, der har et samlet budget på 23,3 mio. kr.

Læs mere på www.innovationsfonden.dk



INKA-projektet handler om at udvikle den rette blæk og de rette maskiner til produktion af plastsolceller.



ForskEL

Integration af meget vindenergi kræver nye systemiske sammenhænge og markeder

Med 2012-energiforliget cementerede et bredt flertal i Folketinget, at Danmark har valgt vindkraft som en central faktor i omstillingen til et low-carbon energisystem. Danmark havde i 2015 en vindkraftandel på 42 procent, og integrationen sætter allerede nu pres på to bærende elementer i det gamle energisystem.

Den el-tekniske systembalance har det svært med 'overskudsstrøm', og på Nord Pool er markedsprisen på el faldet drastisk. Markedsprisen falder ikke kun, fordi elproduktionen er høj, men fordi der er for lav efterspørgsel efter el uden for elsektoren. Når Danmark på den måde har spillet vindkortet, er to af de systembærende komponenter i det gamle elsystem sat under pres.

– Det nordiske elmarked fungerer, men det fungerer ikke rigtig godt. Priserne bliver presset i bund af stadig mere vindenergi. Med de lave priser sendes der ikke de rette signaler om investeringer i ny produktion eller tilskyndelser til fleksibelt elforbrug. Der er altså behov for at gentænke den måde, de tekniske sammenhænge og markedet er indrettet på, siger professor Peter Karnøe fra Aalborg Universitet i København.

Han er leder af et nyt forskningsprojekt, I-REMB – Innovative re-making of markets, der med ti mio. kr. i støtte fra Energinet.dk's ForskEL-program skal komme med bud på fremtidens tekniske systemsammenhænge og de systemunderstøttende markedsdesign.

Det eksisterende elmarked i Norden og Østersøområdet bygger på handel via elbørsen Nord Pool i Oslo. Markedet er designet på et tidspunkt, hvor der var langt mindre vindenergi og flere traditionelle kraftværker end nu.

– Nord Pool er et særligt marked organiseret af de nordiske systemoperatører (TSO'er, red.), som autoriserer, hvem der kan handle og under hvilke betingelser. Markedsplatformene i Nord Pool 1.0 blev skræddersyet til

at skabe priser for el produceret på centrale kraftværker, som har stigende marginale produktionsomkostninger, jo mere elforbruget stiger, siger Peter Karnøe.

BEHOV FOR NYE SYSTEMISKE SAMMENHÆNGE

Det er helt naturligt, at der er 'system-ubalancer' i en radikal omstillingsproces, 'hvor systemet skal levere el og varme, mens aktørenes forretningsmodeller skal hænge sammen', samtidigt med at det nye system kun dukker frem af investeringer, hvis de nye forretningsmodeller hænger sammen.

I-REMB projektet sætter særligt fokus på, hvordan der kan skabes nye systemiske sammenhænge baseret på tekniske løsninger, og som skal understøttes af nye markedsbaserede løsninger. I-REMB bygger på en unik tværvidenskabelig tilgang, der sammenkobler ekspertiser inden for ingeniørvidenskab i energisystemmodellering, økonomisk ekspertise i elmarkedsdesign og økonomisk sociologisk ekspertise inden for teknologiskift og forretningsmodeller.

DESIGNET AF MENNESKER

– Det er vigtigt at forstå at det gamle centraliserede elsystem med kraftvarme og Nord Pool markedsmodel 1.0 fra 2001 bestod af en arkitektur af veltilpassede komponenter, som tjente det danske samfund godt, indtil bevidstheden om klimakrisen førte til politisk prioritering af omstilling til et low-carbon energisystem. Den veltilpassede arkitektur var skabt af mennesker gennem design, og derfor er det menneskeformede design-løsninger, der skal bringe vores energisystem videre, siger Peter Karnøe.

I-REMB fokuserer på, hvordan de større mængder vindkraft kræver mere elektrificering af varme/køling og transportbehov samt lagring, som skal være med indbygget fleksibilitet, så forbruget bedre kan 'svinge intelligent som vinden blæser'.

I-REMB SAMMENTÆNKER TRE SYSTEMKOMPONENTER:

1. For det første gennem Energisystem-modellering, der analyserer fleksibilitetsbehov ved den øgede mængde vindkraft og udpeger, hvor det er kritisk, at der teknisk skabes gennem nye systemiske sammenhænge mellem elsektoren, varme- og kølesektoren og transportsektoren.
2. For at det markeds-mæssige kan følge med, kræves der ændringer i Nord Pool markedsmodel 1.0, så man undgår de lave priser, som kun få økonomiske aktører kan leve af.
3. For det tredje er der det nye elbaserede forbrug inden for elektrificering af varme/køling og transportbehov samt lagring. Her skal gamle og nye aktører etableres omkring de nye teknologier, de vælger at bringe i spil med deres forretningsmodeller.

Fleksibiliteten i det fremtidige el-/energisystem skabes gennem samspillet med udlandet, men skal i stigende grad skabes gennem indenlandsk elektrificering.

– Den nye fleksibilitet i el-/energisystemet er mange penge værd, og den ligger både i produktion og forbrug. For eksempel kan aktører tjene penge på at købe/forbruge, når el er billig og tjene penge på at undlade at

I 2015 opdaterede ForskEL sine indsatsområder og fik blandt andet et helt nyt indsatsområde: Marked og Samfund. I-REMB-projektet er et rigtig godt eksempel på et projekt indenfor det område.

Aja Brodal
forskningskoordinator, Energinet.dk

købe/forbruge i de timer eller dage, hvor det kniber med vinden, påpeger professoren.

Elprisen i nabolandene er faldende til dels pga. udbygningen med vind – derfor er der mere økonomisk værdi og forsyningssikkerhed i at øge værdien af den hjemlige elproduktion ved at bruge den i højværdiydelser som varme/køling og transport.

STATUS QUO ER IKKE MULIG

– Omstillinger i energisystemer sker, hvor det nye skabes gennem teknologi og reguleringer, mens det gamle hænger ved. Det kræver altid politiske indgreb at løse fortidens greb om fremtiden og skabe betingelser for det nye, siger Peter Karnøe.

– For eksempel har EU ikke erklæret PSO'en ulovlig, men sagt god for den med mindre justeringer i et samspil med europæiske støttesystemer som vist i åbningen af 2016 pilot-solcelleudbuddet til Tyskland, siger Peter Karnøe.

Energinet.dk skal måske også revidere sin funktionsmåde for at skifte fokus fra transmissionssystemer til at skabe nye sammenhænge mellem el, varme og transport, vurderer han.

Fremtiden byder heller ikke på status quo for de økonomiske aktører, der gennem deres investeringer og forretningsmodeller skal forandre energisystemet. Der er

del vil vi i projektet pege på, hvordan vi kan indrette pakker af reguleringer, afgifter og subsidier, som skaber økonomiske betingelser for, at aktørernes forretningsmodeller understøtter elektrificering af et fleksibelt energisystem, fortæller Peter Karnøe og giver et eksempel på, hvor der er behov for ændringer:

Det er en stor udfordring, at energisystemets radikale omstilling for første gang sker baseret på markedsbaseret og mange decentraler aktører. Mange kraftvarmeværker investerer i bio-kedler i stedet for varmepumper, hvilket er privatøkonomisk fornuftigt, men skyldes høje afgifter på el.

– Det er vigtigt at understøtte investeringer i energiteknologier, som kan aftage elektricitet – og helst på en fleksibel måde, fastslår Peter Karnøe og påpeger, at øget elforbrug også vil presse priserne på Nord Pool op og gøre det mere interessant for aktørerne at udvikle nye produkter.

– Vi må gøre op med det gamle dogme med, at markedet automatisk tilpasser sig nye samfundsmæssige behov. Sådan var det ikke ved markedsmodel 1.0 og bliver det heller ikke ved 2.0, siger han.

Med I-REMB lægger forskerne op til en åben proces med 'plads til aktørernes stemmer og synspunkter'. Håbet er, at der kan opbygges en form for konsensus om udviklingsretninger og den rigtige prioritering af indsatser op mod forhandlingerne i Folketinget om det næste energiforlig og i en match med EU's plan om Energiunionen og opnåelse af 2030-målene for energi og klima.

I-REMB består af fire arbejdsplaner. Peter Karnøe er projektleder og formand for den ene. De øvrige formænd er professorerne Henrik Lund og Susse Georg fra Aalborg Universitet og professor Poul Erik Morthorst fra DTU.

Læs mere på www.energiforskning.dk



De næste skridt i den radikale tekniske omstillingsproces, hvor Danmark er førende, vil udfordre kendte tankegange og aktørroller. Fx må det politiske system indse, mener Karnøe, at det nye low-carbon energisystem fordrer politiske valg både om teknologier, markedsdesign og støtteordninger. Nogle af brikkerne ligger i EU's 'Energiunion':

store udfordringer og usikkerheder, og de nye komplicerede systemsammenhænge og langsigtede investeringer kræver en god omstillingsproces, og at der er nogle overordnede faste rammer for udviklingen, som understøttes af følgeregulering:

– På baggrund af tekniske analyser af fleksibilitetsbehovet ved den højere vindkraftan-

Kort nyt

EUDP – NY FORMAND OG TRE NYE BESTYRELSESMEDLEMMER

I 2015 fik EUDP udpeget en ny bestyrelsesformand i form af Ann-Dorthea Larsen (adm. direktør i Dansk Gasteknisk Center), og derudover tiltrådte tre nye bestyrelsesmedlemmer: Asbjørn Børsting (direktør i DAKOFO), Lars Tveen (direktør Danfoss Heating), Thomas Kähler (adm. Direktør i Rockwool Scandinavia).

MISSION INNOVATION

Præsident Obama lancerede i november 2015 det såkaldte Mission Innovation-initiativ, som kommer til at spille en rolle for EUDP og Innovationsfonden. Mission Innovation består af en koalition af 20 lande, som hver især har forpligtet sig til at fordoble deres offentlige forskningsmidler til energirelateret forskning, udvikling og demonstration i 2020 med det formål at nedbringe cost-of-energy. I tillæg til landenes offentlige bidrag skyder private investorer som Bill Gates ligeledes private penge i initiativet gennem en fond (Breakthrough Energy Coalition). Med Danmarks bidrag vil regeringen arbejde for, at der i 2020 afsættes i alt 580 mio. kr., som primært skal udmøntes gennem EUDP.

TO NYE TEKNOLOGISTRATEGIER I EUDP

Endelig kan det nævnes, at EUDP er ved at opdatere sin strategi for den kommende 4-års periode, samt at der er blevet lavet to nye teknologistrategier inden for henholdsvis sol og vind i 2015, som kan findes på EUDP's hjemmeside.

UDFLYTNING TIL ESBJERG FOR FORSKEL OG EUDP

Med regeringens beslutning om udflytning af statslige arbejdspladser vil ForskEL og EUDP skulle flytte til Energistyrelsens nye center i Esbjerg. Der er lagt op til at ForskEL flytter fra sit nuværende domicil i Fredericia pr. 1. januar 2017, mens EUDP flytter fra København pr. 1. maj 2017. Udflytningen af

ForskEL og EUDP er en del af en større flytteplan, som skal bringe omkring 100 medarbejdere fra Energinet.dk og Energistyrelsen sammen i et nyt center. Hele evalueringen er at finde på EUDP's hjemmeside.

EVALUERING AF PROGRAMMERNE EUDP, FORSKEL OG ELFORSK

COWI har i samarbejde med DAMVAD og EA Energi-Analyse gennemført en omfattende evaluering af de tre programmer for forskning, udvikling og demonstration af ny energiteknologi (EUDP, ForskEL og ELFORSK) under Energi-, Forsynings- og Klimaministeriet for perioden 2007-14. Evalueringen blev gennemført i 2015, og den konkluderer, at programmerne ved at støtte udvikling af ny energiteknologi har banet vejen for øget energieffektivisering og øget udbredelsen af vedvarende energi og dermed har programmerne styrket den grønne omstilling og medvirket en reduktion i det samlede CO₂-udslip. Derudover har programmerne skabt omsætning, eksport og beskæftigelse i danske virksomheder. Hele evalueringen er at finde på programmernes hjemmesider.

ELFORSK HAR UDGIVET EN PJECE OM EVALUERINGEN

ELFORSK har i forlængelse af evalueringen udgivet pjecen *ELFORSK styrker Danmark*. Her konkluderes at ELFORSK skaber værdi for Danmark gennem energibesparelser, vækst, arbejdspladser og eksport.

Værdien opnås gennem to faglige hovedspor. Det ene er energieffektivisering af bygninger, herunder effektiv anvendelse af bygningsinstallationer. Det andet spor omhandler effektivisering af industriens processer, herunder konvertering af fossile brændsler til effektiv el-anvendelse eksempelvis ved udvikling af løsninger med højtemperatur varmepumper.

NY INVESTERINGSSTRATEGI I INNOVATIONSFONDEN

I januar 2016 blev den nye investeringsstrategi indenfor energi (2016-2018) offentliggjort. Strategien supplerer fondens generelle strategi og skal give retning for fremtidige opslag, vurderinger og investeringer på energi-området. Når fonden i de kommende år prioriterer sine energiinvesteringer, er der fokus på:

- Radikalt nye energiteknologier, løsninger og materialer med stort globalt markedspotentiale
- Relevante trinvis forbedringer af allerede eksisterende løsninger
- Innovation og udvikling af nye teknologier og løsninger med plads til nye ideer og virksomheder
- Medvirken til en økonomisk attraktiv transformation af energisektoren
- Tværfaglige projekter med inddragelse af bl.a. materialeteknologi og IKT, forbrugeradfærd og markedsudformning samt samfundsvidenskabelige og humanistiske fagligheder

FIRE NYE DANSK-KINESISKE PROJEKTER UNDER INNOVATIONSFONDEN

Innovationsfonden havde i slutningen af 2015 et bilateralt opslag med det kinesiske videnskabsministerium (MoST) med et dansk budget på 20 mio. kr. og tilsvarende i Kina indenfor to temaer: Energieffektivitet samt Indpasning af vindkraft og energilagring. Der var fokus på inddragelse af virksomheder og der indkom 25 ansøgninger af høj kvalitet. Ansøgninger er blevet vurderet henover jul og nytår i Danmark og Kina. Det har resulteret i en fælles beslutning om at investere i fire projekter indenfor polymer solceller, effektelektronik, indpasning af vind og test af energilagring med brint fra elektrolyse. Forhandlinger om investeringsaftaler er i gang.





BRINT OG BRÆNDELSCELLER

Støtte i 2015: 86 mio. kr

ANTAL PROJEKTER

Nye i 2015: **11**

Afsluttet i 2015: **14**

Igangværende: **66**



ENERGIEFFEKTIVITET

Støtte i 2015: 178 mio. kr

ANTAL PROJEKTER

Nye i 2015: **38**

Afsluttet i 2015: **29**

Igangværende: **209**



BIO OG AFFALD

Støtte i 2015: 153 mio. kr

ANTAL PROJEKTER

Nye i 2015: **16**

Afsluttet i 2015: **10**

Igangværende: **113**



SMART GRID OG SYSTEMER

Støtte i 2015: 146 mio. kr

ANTAL PROJEKTER

Nye i 2015: **18**

Afsluttet i 2015: **2**

Igangværende: **84**



VIND

Støtte i 2015: 128 mio. kr

ANTAL PROJEKTER

Nye i 2015: **20**

Afsluttet i 2015: **6**

Igangværende: **96**



SOL

Støtte i 2015: 55 mio. kr

ANTAL PROJEKTER

Nye i 2015: **20**

Afsluttet i 2015: **5**

Igangværende: **82**



BØLGE

Støtte i 2015: 36 mio. kr

ANTAL PROJEKTER

Nye i 2015: **8**

Afsluttet i 2015: **2**

Igangværende: **28**



ANDET

Støtte i 2015: 2 mio. kr

ANTAL PROJEKTER

Nye i 2015: **2**

Afsluttet i 2015: **12**

Igangværende: **70**



EUDP

EUDP støtter ny energiteknologi, der skaber vækst og arbejdspladser, øger forsyningssikkerheden og bidrager til at gøre Danmark uafhængig af fossil energi i 2050. EUDP finansierer desuden dansk deltagelse i internationalt samarbejde og vidensdeling om energiteknologier.

EUDP-programmets fokus er primært udvikling og demonstration frem til markedet inden for alle typer af energiteknologi. Især demonstrationsprojekter kan være svære at finansiere, da det typisk kræver store økonomiske ressourcer og dermed stor risikovillighed. Ved at bidrage til finansieringen sikrer EUDP, at flere projekter når over kløften, der ligger mellem 'proof of concept' og 'proof of business'.

www.ens.dk/ny-teknologi/eudp-energitæknologisk-udvikling-demonstration



FORSKEL

ForskEL-programmets formål er at støtte projekter, der bidrager til udviklingen af et miljøvenligt og sikkert energisystem.

Det PSO-finansierede ForskEL-program administreres af Energinet.dk. Med en ramme på 130 mio. kr., støtter ForskEL forsknings-, udviklings- og demonstrationsprojekter, der bidrager til udnyttelse af miljøvenlige elproduktionsteknologier og udvikling af et miljøvenligt og sikkert energisystem. Projekter under ForskEL skal understøtte de energipolitiske målsætninger og Energinet.dk's strategi 'Sammentænkning'.

www.energinet.dk/da/forskning/Sider/default.aspx



INNOVATIONSFONDEN

Innovationsfonden investerer i vækst og beskæftigelse gennem viden og nye samfundsløsninger. Visionen er, at entreprenørskab, samarbejde og internationalt udsyn trives, så idéer, viden og teknologier omsættes til levedygtige virksomheder og innovative løsninger til gavn for samfundet.

Innovationsfonden har tre enkle indgange for ansøgere: Talenter, InnoBooster og Grand Solutions. Indenfor energi har fonden godt 100 igangværende større projekter til en samlet investering på i alt ca. 2 mia. kr. samt ca. 60 energirelaterede internationale og InnoBooster projekter. Derudover investerer fonden også bredt over en række andre samfundsområder.

Fondens investeringsstrategi indenfor energi (2016-2018) lægger vægt på en økonomisk attraktiv transformation af energisektoren og understøtter en effektiv grøn omstilling. Omstillingen skal indebære en effektiv udnyttelse af energiresourcerne med henblik på at skabe et miljømæssigt bæredygtigt energisystem med en minimal påvirkning af klima og det omgivende miljø.

Innovationsfonden investerer i innovative energiprojekter i hele værdikæden, der har klart definerede mål, som tilfredsstiller et udækket behov i markedet, og som har et stort markedspotentiale på kort eller langt sigt. Der lægges vægt på, at projektet realistisk forholder sig til sektorens høje krav til løsningens pålidelighed og robusthed.

www.innovationsfonden.dk



ELFORSK

Dansk Energis forsknings- og udviklingsprogram, ELFORSK, støtter projekter i et bredt udsnit af værdikæden fra anvendt forskning over udvikling og frem til markedsintroduktion. Formålet er at sikre en mere effektiv energianvendelse med el.

ELFORSK har fokus på viden i anvendelse og lægger vægt på at projekter skaber konkrete energibesparelser, et effektivt produktionsapparat, arbejdspladser, eksport og en større bevidsthed i samfundet om effektiv brug af energi.

www.elforsk.dk

Besøg os på nettet

På energiforskning.dk kan du downloade publikationen og finde

- Ansøgningsfrister
- Bevilgede projekter
- Og øvrige energinøgletal



Download publikationen på
energiforskning.dk

Få flere oplysninger om alle danske
energiprojekter i databasen på
energiforskning.dk

Søg støtte til fremtidens
energiforskning

