

Solceller

Dansk strategi for

forskning, udvikling, demonstration.

Del II – Anbefalede Indsatsområder



2016



i. Indhold

i.	Indhold	2
ii.	Forord.....	3
iii.	Resumé.....	4
1.	Indledning	5
1.	Danske styrker og svagheder	6
1.1.	Styrker	6
1.1.1.	Indpasning i el- og energisystem.....	6
1.1.2.	Deltagelse i internationalt samarbejde	6
1.1.3.	Installeret kapacitet et godt fundament for videre udbygning.....	6
1.1.4.	F&U kapacitet	6
1.1.5.	Industriel og installationsmæssig kapacitet.....	6
1.1.6.	Højteknologi, integration, design og pakke-løsninger	7
1.1.7.	Æstetik og arkitektur	7
1.2.	Svagheder	7
1.2.1.	Manglende langsigtede mål for solcellers rolle i det danske energisystem	7
1.2.2.	Manglende mainstream industri	7
1.2.3.	Energi- og afgiftspolitik	7
1.2.4.	Manglende ajourført information	7
2.	Udfordringer, visioner, mål og scenarier	8
3.	Forslag til indsatsområder	9
3.1.	Primære indsatsområder	9
3.1.1.	F&U&D.....	9
3.1.2.	Udbredelse.....	9
3.2.	Sekundære indsatsområder.....	10
3.2.1.	F&U&D.....	10
3.2.2.	Udbredelse.....	11
3.3.	Det videre arbejde med strategien	11
4.	Referencer	12
5.	Bilag 1 – En første konsekvensanalyse.....	Fejl! Bogmærke er ikke defineret.

ii. Forord

Danmark har som målsætning at nå en fossilfri energisektor i 2050. For at nå dette mål må det antages, at der bliver behov for en bred palette af VE-teknologier, herunder solceller.

Solcelleteknologi er en miljøvenlig VE-teknologi i høj vækst, som – med den forventede udvikling af dens økonomiske konkurrenceevne overfor alternativ elforsyning – må påregnes at få en afgørende betydning i fremtidens elforsyning. I Technology Road Map – Solar Photovoltaic Energy fra 2014 (ref. 1) udtaler det Internationale Energi Agentur (IEA), at solcellerne globalt set kan blive én af de mest betydningsfulde, hvis ikke den mest betydningsfulde, el-producerende teknologi frem mod 2050.

Prisen for solcelleanlæg er kraftigt faldende, og denne tendens synes at fortsætte de kommende år, hvilket samtidigt med stigende effektivitet vil forbedre solcellernes pris/ydelsesforhold og dermed deres konkurrenceevne (ref. 1 og ref. 5).

Den danske indsats inden for forskning, udvikling og demonstration skal understøtte de erhvervsmæssige potentialer, og virkemidlerne for forskning, udvikling, demonstration og udbredelse skal samordnes for at sikre et tilstrækkeligt og sammenhængende dansk aktivitetsniveau på området med sigte mod efterfølgende kommercialisering herunder et stabilt hjemmemarked for dansk industri. Nærværende strategi skal medvirke hertil.

Overordnet er målet, at den danske solcellestrategi skal medvirke til at understøtte dansk energipolitik og at sikre og udbygge danske kompetencer, som kan gøre sig gældende i forhold til udlandet, specielt EU.

Strategien og opfølgning heraf skal bidrage til at sikre, at de midler, der stilles til rådighed fra offentlig side til forskning, demonstration og udbredelse, anvendes effektivt og samordnet med industriens udviklingsindsats samt i tråd med de samfundsmæssige mål for energiområdet. Mål og perspektiver for indsatsen skal ses i sammenhæng med de danske F&U kompetencer og det industrielle engagement i solcelleteknologi.

iii. Resumé

Strategiens Del II, nærværende del, beskriver i tre hovedpunkter *danske styrker og svagheder* i relation til solcelleteknologi, *udfordringer, visioner, mål og scenarier* for solceller i Danmark, samt *forslag til indsatsområder* opdelt i primære og sekundære områder.

Endvidere gives anbefalinger omkring et fortsat og videre arbejde med solceller i en dansk sammenhæng.

Det fremgår, at solcelleteknologien - som p.t. er konkurrencedygtig med bl.a. havvind og med solide udsigter til fortsatte prisfald – har potentiale til en væsentlig rolle i Danmarks fremtidige el- og energiforsyning.

Som første målsætning foreslås en solcellekapacitet svarende til 5% af landets elforbrug i 2020, 10% i 2030 og 15% i 2035 svarende til internationale målsætninger. Teknisk kan solceller relativt let integreres i elforsyningen og med gevinst for samfundet, netselskaber og solcelle-ejere og i samspil med den forventede vindudbygning.

Følgelig anbefaler strategien, at solcellerne indgår mere seriøst i dansk energipolitik og -planlægning, idet de i strategien angivne indsatsområder aktiveres.

Endelig anbefales det, at der udarbejdes et egentligt roadmap for solceller i Danmark.

Prisen for solcelleanlæg er globalt set faldet omkring 80% siden 2007. Seneste auktion ultimo 2015 i Tyskland på anlæg fra 0,5-10 MW resulterede i en gennemsnitspris på 59,6 øre/kWh. Tendensen mod et forbedret pris/ydelsesforhold for solceller forventes at fortsætte fremover hurtigere end alternative VE teknologier (ref. 7).

Uden for landets grænser har mere end 50 lande etableret solcellerrelaterede mål i deres respektive energiplaner svarende til mere end 350 GW i 2020 ifølge det amerikanske Department of Energy. Ved udgangen af 2014 var der ca. 180 GW installeret solcellekapacitet.

1. Indledning

Danmark har udarbejdet strategier for en række energiteknologier¹, herunder solceller. Hensigten er at sikre en sammenhængende national indsats for forskning, udvikling, demonstration og udbredelse indenfor rammerne af samfundsmæssige og energipolitiske mål og at sikre en koordinering med den tilsvarende internationale indsats, specielt i EU sammenhæng.

I december 2002 blev der taget initiativ til udarbejdelse af et statusnotat for solcelleteknologi bl.a. til brug ved prioritering af PSO-F&U 2003-midler på solcelleområdet.

En første egentlig strategi på solcelleområde, Solcellestrategien, forelå primo 2005. P.g.a. teknologiens hurtige udvikling og p.g.a. ændringer i støttemuligheder og instrumenter blev der i august 2006 udarbejdet et tillæg til Solcellestrategien; tillægget fokuserede på et voksende behov for demonstration og udbredelse.

I efteråret 2008 besluttede Energistyrelsen og Energinet.dk, at der var behov for en mere gennemgribende revision af Solcellestrategien, og der blev indledt en dialog herom med den da nystartede brancheforening Dansk Solcelleforening.

Udkast til Strategien blev udsendt til høring i den danske solcelleressourcebase i sommeren 2009, og der blev modtaget mange relevante kommentarer, som blev indarbejdet i den endelige formulering af strategien.

I foråret 2015 besluttede EUDP Energistyrelsen, at der var behov for at udarbejde en ny Solcellestrategi p.g.a. teknologiens meget hurtige tekniske og økonomiske udvikling. Nærværende udkast til en ny Solcellestrategi er udarbejdet i et samarbejde mellem EUDP Energistyrelsen og Dansk Solcelleforening, idet konsulentfirmaet PA Energy har sammenfattet strategien.

Strategien er opdelt i to dele. Den første del beskriver forskellige baggrunds- og referencematerialer vedr. solcelleteknologi og dens udvikling, den anden del – nærværende notat - udgør selve strategien i form af anbefalinger af mål og indsatsområder samt opfølgingsarbejde.

¹ Se: <http://www.ens.dk/ny-teknologi/teknologi-strategier>

1. Danske styrker og svagheder

Som omtalt i afsnit ii. Forord er der internationalt store forventninger til solcellernes fremtid som både miljøvenlig og konkurrencedygtig elproduktions teknologi. Samme afsnit omtaler også kort det rammeværk den danske Solcellestrategi skal ses i.

Danske styrker og svagheder i relation til nyttiggørelse af solcelleteknologien i det danske samfund og energisystem er forsøgt oplyst i det følgende.

1.1. Styrker

1.1.1. Indpasning i el- og energisystem

Indpasning af en stokastisk varierende elproduktions teknologi som solceller i et el- og energisystem stiller store udfordringer til både systemernes opbygning, drift og tilpasning til fremtidig udvikling, og der arbejdes da også intenst på dette problemkompleks i både ind- og udland. Danmark har midt 2015 ca. 45 % af sit strømforbrug dækket af VE, herunder ca. 39 % fra vind og ca. 1,5 % fra solceller – begge stokastiske el-kilder – og Danmark har følgelig internationalt anerkendt ekspertise og erfaring på dette område. For at nå de danske klima- og energipolitiske mål skal andelen af el fra vind og sol øges, og danske aktører gennemfører da også en målrettet og vedvarende F&U&D indsats for at muliggøre dette. En anerkendelse af denne styrkeposition fremgår af de utallige internationale positive referencer til det danske el- og energisystems udvikling, status og mål. På solcelleområdet kan det nævnes at Danmark har assisteret Kina i udviklingen af en solenergi roadmap frem mod 2050 og har leveret indspil til udarbejdelse af en Thai solcelle roadmap.

1.1.2. Deltagelse i internationalt samarbejde

Danmark ses som en værdsat deltager i det internationale samarbejde om el- og energisystemer og om solceller bl.a. gennem dansk deltagelse i IEA's projekter (Implementing Agreements) og også samarbejder i EU regi.

1.1.3. Installeret kapacitet et godt fundament for videre udbygning

Danmark skønnes oktober 2015 at have en installeret kapacitet af nettilsluttede solcelleanlæg på 682 MW fordelt på knap 96.000 anlæg størrelsesmæssigt fra 100 W til 2 MW; og anlæg på 50-60 MW rapporteres under opførelse og anlæg op til 100 MW har været annonceret. Set over et år leverer solcellerne godt 1,5 % af landets elforbrug; i kortere perioder med god solindstråling og ringe elforbrug har solcellerne kunnet dække op til 15 % af forbruget. Denne installerede kapacitet danner et godt fundament for en videre udbygning af solcellerne og ses som en styrke.

1.1.4. F&U kapacitet

Der er etableret solcellerelevante forsknings- og udviklingsmiljøer ved universiteter, lærestalter og institutter samt hos flere kommercielle aktører; de løbende F&U aktiviteterne kan nok siges at have karakter af nicher, men kan forventes at understøtte dansk industri og katalysere nye virksomheder.

1.1.5. Industriel og installationsmæssig kapacitet

Set over solcelleteknologiens værdikæde har Danmark p.t. ingen betydningsfuld kapacitet vedr. ”wafering” og cellefremstilling, men har kompetencer og aktiviteter vedr. værdikædens øvrige

elementer. Udbygningen af solcelleområdet kan således let skaleres op primært gennem aktivering af hjemlige jobs.

1.1.6. Højteknologi, integration, design og pakke-løsninger

Danmark har generelt gode kompetencer indenfor højteknologi, integration af teknologier, design af nye løsninger og udvikling af pakke-løsninger gennem kombination af teknologier. Dette gælder også solcelleområdet.

1.1.7. Æstetik og arkitektur

Danmark har en internationalt anerkendt position indenfor æstetik, arkitektur og design. Med et stort potentiale for bygningsplacerede eller – integrerede solceller kan denne styrkeposition anvendes til at udvikle nye løsninger til både inden- og udenlandsk brug.

1.2. Svagheder

1.2.1. Manglende langsigtede mål for solcellers rolle i det danske energisystem

Gældende klima- og energipolitiske mål omfatter ikke solceller. Uden en klar opstilling af kort-, mellem- og langsigtede pejlemærker for ønsket solcellekapacitet (som eksempelvis for vindenergi), kan en hensigtsmæssig udvikling af hele solcelleområdet ikke forventes.

1.2.2. Manglende mainstream industri

Globalt er mainstream solcelleindustrien koncentreret i lande som eksempelvis Kina, Japan, Korea, Malaysia, Thailand og til dels USA. Der er tale om meget store og investeringstunge produktionsenheder med udpræget ”economy of scale” fordele. At se et dansk industrieventyr på området i lighed med vindenergi er ikke realistisk, men nok i form af nicheudvikling.

1.2.3. Energi- og afgiftspolitik

Som omtalt i Solcellestrategien Del I er det danske solcellemarked helt afhængig af de politiske rammevilkår: i 2012 blev installeret godt 400 MW, i 2013 godt 155 MW og i 2014 kun 42 MW – og dette på trods af faldende priser på solcelleteknologi. Indtil november 2015 har de annoncerede udbudsrunder for solcelleanlæg med forhøjet afregning givet skuffende resultater: der er kun modtaget ansøgninger svarende til en lille del af udbuddet. Årsagen til denne markedsmæssige deroute skønnes at være dels en politisk tilsigtet opbremsning af markedet, dels en utilsigtet og uheldig kombination af overgangsordninger, usikkerhed overfor (nye) statsstøtteregler fra EU og medfølgende midlertidigt stop af forhøjet afregning og senest en meget bureaukratisk og for mange afskrækkende kompliceret ansøgningsprocedure for ansøgning om forhøjet afregning. Mere generelt synes der i Danmark at være et voksende skisma mellem klima- og energipolitik og afgiftspolitik: man ønsker nok en ”grøn” udvikling men ikke noget provenutab og/eller afgiftsomlægning.

1.2.4. Manglende ajourført information

Solcelleteknologien udvikler sig hurtigt både teknisk og økonomisk til gavn for et stedse bedre pris/ydelsesforhold. Den danske energisektor som helhed synes ikke at være gearret til en så dynamisk udvikling, og ofte ses udtalelser og beslutninger om solceller at være baseret på forældede data.

2. Udfordringer, visioner, mål og scenarier

Udfordringen for det fremtidige danske el- og energisystem er klar: en fossil fri energisektor ved 2050. For at nå så ambitiøse mål må et bredt spektrum af energiteknologier tages i anvendelse i takt med at deres tekniske/økonomiske udvikling betinger det. El fra solceller i Danmark blev i foråret 2015 af såvel den daværende minister for energiområdet m.m. som Energistyrelsen karakteriseret som ”billigere end el fra havvind”. Solcellerne udviser et potentiale for prisfald med groft sagt den dobbelte hastighed som for vindmøller (learning rate 20 mod 10). Solcellerne må følgelig have en ikke uvæsentlig rolle i det fremtidige danske el- og energisystem.

Visionen er et el-system som bygger på danske VE kilder og som sådan balanceret tilgodeser både brændsels- og energiforsyningsikkerhedsmæssige prioriteter på økonomisk forsvarlig vis. Solcellernes rolle – som stokastisk elkilde – vil være at komplementere el fra vind. Det optimale miks af sol og vind vil være at finde i en kontinuerlig udvikling af begge teknologier sammenholdt med det overordnede el- og energiforsyningsystem. Indledende analyser synes at vise et temmelig fladt optimum, d.v.s. der synes at være store frihedsgrader for at kombinere sol og vind.

Mål for solcellekapaciteten er således nødvendige for at sætte pejlemærker for udviklingen og samtidig må samme mål tilpasses fremtidige rammevilkår. IEA har som tidligere nævnt opstillet globale scenarier for solceller, som peger på ca. 15 % af el produceret af solceller i 2050. Overføres dette til Danmark skønnes målet at være ca. 5 TWh fra solceller i 2035, groft sagt svarende til 6 GW solcellekapacitet. Målet på ca. 15 % solcelle-el understøttes af studier fra AU baseret på betragtninger om komplementaritet og el-overløb.

Sammenholdt med solcellernes LCOE 2015 (konkurrenceevne) og forventet markant forbedring af pris/ydelsesforhold samt med komplementaritet med el fra vind og indpasningsmuligheder i el- og energisystemet anbefales det følgelig at Danmark opstiller 6 GW solcellekapacitet som målet for 2035, groft sagt en tidobling af kapaciteten i 2015. Det anbefales endvidere, at der udarbejdes en egentlig dansk solcelle roadmap, som underbygger/modificerer og beskriver vejen mod målet.

Scenarier herunder følsomhedsanalyser bør indgå i ovenstående danske roadmap for solceller, herunder følger et indledende scenarie.

Det indledende scenarie for solcelleudviklingen i Danmark dækker perioden frem mod 2035, hvor den danske el-sektor skal/forventes at være fossil fri. Som ovenfor beskrevet er målet at nå en penetration af solcelle i det danske elsystem svarende til ca. 15 % af elforbruget eller omkring 6 GW solcellekapacitet. Som milepæle er der opstillet mål om 1,85 GW i 2020, henholdsvis 4,2 GW i 2030.

Det anbefales, at der indledes en indsats rettet mod udarbejdelse af en egentlig dansk roadmap for udvikling af solcellerne i dansk energiforsyning frem mod 2050; indsatsen bør inddrage alle væsentlige danske aktører på området og forventes at opstille velunderbyggede og transparente scenarier.

3. Forslag til indsatsområder

For at nå ovennævnte mål anbefaler nærværende strategi følgende indsatsområder.

3.1. Primære indsatsområder

3.1.1. F&U&D

a. *Silicium solceller/moduler*

F&U&D af silicium materialer, solceller og moduler i det omfang en dansk indsats skønnes at kunne have nyhedsværdi og indvirkning nationalt såvel som internationalt.

b. *Smarte vekselrettere og anden elektronik*

Med stigende penetration af nettilsluttede solcelleanlæg stiger kravene til såvel anlæggenes funktionalitet som til indvirkning på elnettet. Der synes endvidere at være en tendens til at flere elektroniske funktioner (overvågning, udkobling, ”power optimizer” og DC/AC omsætning) bliver mere og mere decentrale og somme tider integreret i modulet. F&U&D af smart solcelleelektronik vil være et indsatsområde, der bygger direkte på danske styrkepositioner.

c. *BAPV og BIPV løsninger – montagemateriel*

Design, arkitektur, æstetik og montageforhold vil spille en voksende rolle for fremtidig anvendelse af solceller i by-miljøer, på bygninger og andet befæstet areal. Indsatsen rettes primært mod danske anvendelser, men eksportmuligheder bør også inddrages.

d. *Indpasning af solceller i el- og energisystemet*

Det danske el- og energisystem skal undergå markante forandringer for at gældende klima- og energipolitiske mål kan nås på en forsyningssikkerhedsmæssig og økonomisk forsvarlig vis. Indsatsområdet omfatter hele spektret fra den til enhver tid optimale andel af solceller i el- og energiforsyningen til tekniske forhold omkring styring af solcelleanlæggenes produktion og hjælpefunktioner overfor elnettet og til tilslutnings- og markedsforhold; vedr. sidstnævnte må forventes krav på EU niveau (bl.a. under forberedelse i ENTSO-e regi) i forbindelse med udviklingen af et europæisk elnet og –marked.

e. *Internationalt samarbejde*

Fortsat og eventuelt forstærket dansk deltagelse i internationalt samarbejde på solcelleområdet, eksempelvis gennem dansk deltagelse i det Internationale Energi Agenturs (IEA) aktiviteter, the International Renewable Energy Agency (IRENA) aktiviteter, Solar-ERA-Net, EU PV Technology Platform, osv. Fremme af nordisk samarbejde på solcelleområdet. Endvidere styrkelse af dansk deltagelse i relevante internationale projekter og underbygning af Danmarks rolle som foregangsland på VE og Smart Grid områderne.

3.1.2. Udbredelse

a. *Konsekvensanalyse af den i strategien foreslåede kapacitetsudbygning*

Ovenfor er anført en første og overordnet konsekvensanalyse af den foreslåede kapacitetsudbygning af solceller. Et indsatsområde vil være udvikling af en almindelig accepteret metodik til en mere detaljeret konsekvensanalyse samt gennemførelse af analysen. Der kan tænkes en række generationer af konsekvensanalyser betinget af udviklingen.

b. *Analyse af barrierer for solceller*

Analyser af teknisk/administrative barrierer for etablering, drift og nedtagning af solcelleanlæg. Forslag til reduktion af samme barrierer.

c. *Analyse af solcellernes konkurrencedygtighed*

Analyser af solcelleteknologiens konkurrencedygtighed overfor alternativer el-kilder og forventet udvikling heraf. Analyser af solcelleteknologiens støttebehov m.h.p. på at nå føromtalt mål for installeret kapacitet. Analyser af støttemodeller, varigheds- og udfasningsscenarier for samme.

d. *Forretningsmodeller for solceller i Danmark*

Der anvendes en bred vifte af forretningsmodeller for solceller verden over, se også strategiens Del I. Et indsatsområde vil være en analyse af eksisterende forretningsmodeller i en dansk sammenhæng og fremover samt behov for nye forretningsmodeller (tilpasning til el-markedet, salg af system ydelser, aggregering af solcelleanlæg, kobling til el-lagring, osv.).

e. *Dansk solcelle roadmap*

Analyse af behov for en dansk roadmap på solcelleområdet, og hvis ja – opsamling af internationale erfaringer med solcelle roadmaps og efterfølgende udarbejdelse af en dansk roadmap i tæt dialog med alle relevante danske aktører.

3.2. Sekundære indsatsområder

3.2.1. F&U&D

a. *Nye avancerede solcelle/modul typer*

Dette er et langsigtet indsatsområde, som er rettet mod på sigt at kunne fremstille solceller/moduler, som potentielt har væsentlige fordele frem for dagens solceller; disse nye teknologiers potentialer bør nøje sammenholdes med den hastige udvikling af mere konventionelle solcelleteknologier. Indsatsområdet omfatter foruden egentlige F&U aktiviteter også demonstration og overførsel til industrielle processer m.h.p. egentlig produktion.

b. *Nye pakked løsninger*

Udvikling og demonstration af nye pakked løsninger hvor solceller anvendes som integreret energikilde til drift af veletablerede danske produkter og/eller systemer.

c. *Værdien af el fra solceller ved forskellige tilslutningspunkter i elnettet*

Udredning af den samlede værdi af solcelle-el født ind forskellige men typiske steder i det danske elnet.

3.2.2. Udbredelse

a. *Informationsspredning*

Solcelleteknologien udvikler sig meget hurtigt såvel teknisk som økonomisk. Der er derfor et behov for ofte at informere om nye erfaringer og data på en neutral og pålidelig basis.

b. *Solcellecenter*

Undersøgelse af behov for et dansk solcellecenter i lighed med DTU's vindmøllecenter funktion. Hvad vil et sådant center skulle kunne udføre og hvordan vil det kunne understøtte en fortsat udvikling af den danske solcellesektor, evt. med hovedvægt på solcellernes indpasning i el- og energisystemet.

3.3. Det videre arbejde med strategien

Vedr. udbredelse af solcelleteknologi i Danmark mere generelt henvises til DSF's kommende oplæg til "Idékatalog for udbredelse af solceller i Danmark".

Det foreslås her, at der videreføres et tæt strategisk samarbejde mellem involverede aktører og tilskudsgivere om den samlede danske indsats vedrørende F&U, demonstration og udbredelse på solcelleområdet. Formålet skal være at få udarbejdet en dansk "roadmap" eller handlingsplan for solcelleområdet, løbende at overvåge udviklingen på solcelleområdet nationalt som internationalt, samt at vurdere behov for at udarbejde forslag til ændringer af indsatsområder og justeringer af strategien i øvrigt. Et sådant samarbejde kunne udmøntes som en bredt sammensat rådgivende solcellegruppe nedsat i fællesskab af Energistyrelsen/EUDP, el-sektoren og DSF - som de primære aktører på området.

I dette samarbejde kan udarbejdes forslag til udviklingsplaner og F&U-programmer for udviklingen, der sikrer koordinering og synergi med EU's indsats og nordisk energiforskning på området. I udviklingsplaner kan redegøres for, hvilke aktiviteter udviklingsforløbet forventes at omfatte, hvordan disse aktiviteter logisk sammenkobles, hvilket ressource- og tidsforbrug, der forventes for de enkelte aktiviteter, og hvordan ressourceforbruget tænkes dækket.

Herved kan aktører og tilskudsgiverne få indsigt i sammenhængen mellem det enkelte delprojekt, som aktuelt støttes, og det totale udviklingsforløb og dets aktuelle stade, set i forhold til bl.a. den aktuelle teknologiske stade på internationalt plan og udvikling af konventionelle, konkurrerende teknologier.

4. Referencer

1. Technology Road Map – Solar Photovoltaic Energy. 2014, IEA.
2. Trends in Photovoltaic Power Systems, 2015, IEA-PVPS.
3. www.energy.gov
4. www.photon.info
5. Teknologikatalog, Energistyrelsen, 2015
6. www.iea-pvps.org
7. PA Energy Ltd., m.fl.

Generelt kan henvises til:

- a. www.iea.org
- b. www.iea-pvps.org
- c. www.irena.org
- d. www.nrel.gov
- e. www.europeansolar.org