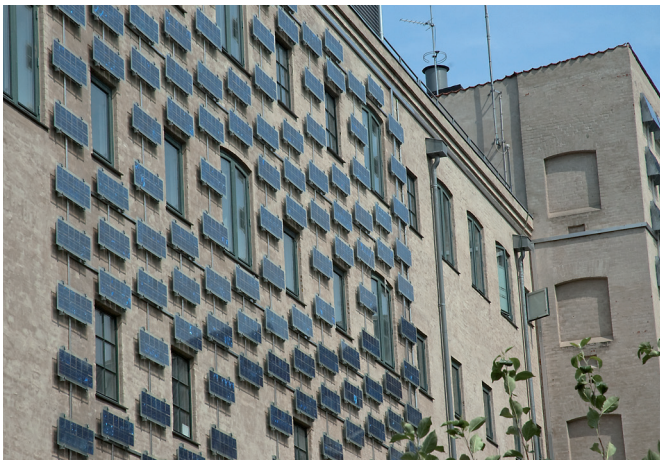


Solceller

Fremtidens energikilde



Selv om Danmark ligger forholdsvis nordligt og har et tempereret klima, modtager vi sollys nok til, at det svarer til mange gange vores samlede energiforbrug. Solceller er en måde at udnytte sollyset på.

Solceller er allerede nu så effektive, at hvis vi dækkede 5,5 procent af Danmarks areal med solceller, ville de kunne dække hele det danske energiforbrug. Til sammenligning ville vi skulle bruge over 1,3 gange Danmarks areal, hvis vi ville bruge biomasse fra f.eks. skove og landbrug, til at dække det samlede energiforbrug. Med solceller behøver vi ikke inddrage nye arealer. De kan nemlig let sættes på tage og mure, som vender imod solen.

Teknologien udvikler sig med stormskridt i øjeblikket, og inden for de næste ti år kan solceller gå hen og blive den billigste metode til at producere el. Det betyder ikke nødvendigvis, at solceller bliver en konkurrent til f.eks. vindmøllerne. Tværtimod vil de to energikilder med fordel kunne supplere hinanden, fordi det typisk blæser mest i vinterhalvåret, hvor der til gengæld er mindst sol. Solceller er hurtigt på vej fra at være en dyr og lidt eksotisk energikilde til at være et effektivt og billigt alternativ til de fossile brændsler.

Hvordan virker en solcelle?

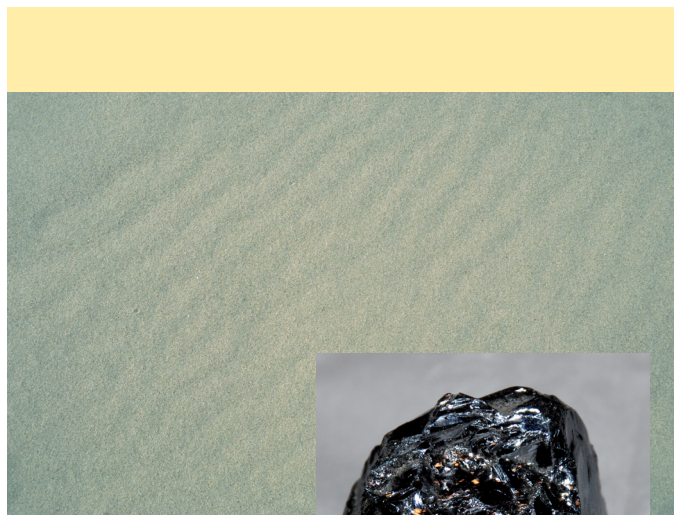
Det har været kendt siden sidst i 1800-tallet, at nogle metaller kunne producere elektricitet, hvis de blev udsat for sollys. Den først solcelle bestod af guldcoated selen og havde en effektivitet på kun en procent, dvs. en procent af den solenergi, der rammer solceller omdannes til el. Charles Fritts, som udviklede solcellen, mente alligevel, at det var tale om en revolution, og at solceller ville komme til at erstatte store kraftværker.

Siliciumsolcellen, som vi kender den, blev udviklet i 1950'erne til brug på satellitter. De første siliciumsolceller havde en effektivitet på ca. fire procent. Siden da har den teknologiske udvikling gjort, at solcellernes effektivitet er steget kraftigt. Kommercielt producerede solceller har i dag en effektivitet på mellem 15 og 18 procent.

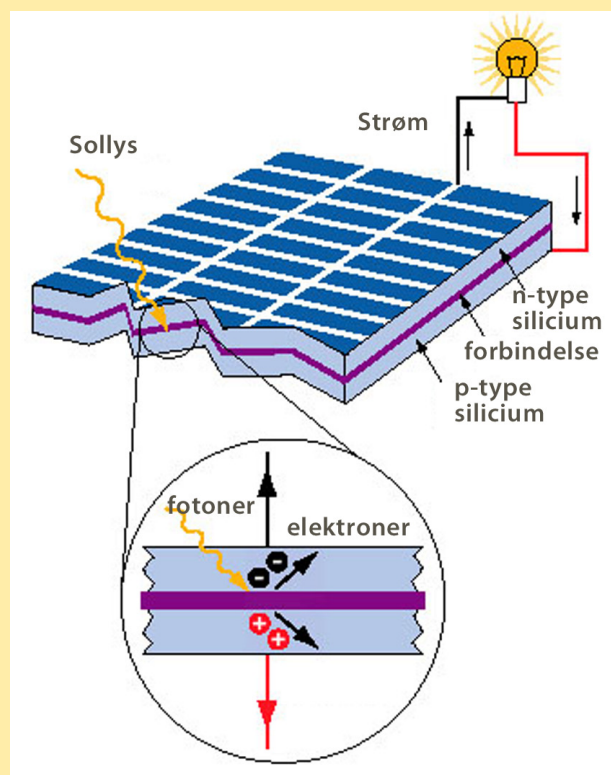
Langt de fleste kommercielt producerede solceller er lavet på grundlag af rent silicium. Silicium er et almindeligt tilgængeligt grundstof, faktisk det mest almindelige, vi kender, idet jordskorpen består af ca. 27 procent silicium. Det er f.eks. hovedbestanddelen af almindeligt strandsand.

Solceller laves normalt af helt rent monokrystallinsk eller polykrystallinsk silicium. Monokrystallinske solceller er de mest effektive, men også de dyreste. Den enkelte solcelle skæres ud af en siliciumstang til en tynd plade, som poleres og derefter podes med kemiske urenheder, som kan være bor og fosfor. Herved dannes der et indbygget permanent elektrisk felt, som gør, at frie elektroner inde i solcellen gerne bevæger sig i den ene retning, men helst ikke i den anden. Når solens stråler rammer solcellen, vil sollysets fotoner slå elektroner løs, så de kan bevæge sig frit rundt og til slut blive samlet op på solcellens forside, som udgør den negative pol. Resultatet er, at der bliver opbygget en spændingsforskel på ca. 0,6 V mellem solcellens for- og bagside.

En siliciumsolcelle er meget tynd og skør. Derfor bliver de enkelte solceller samlet til et panel, hvor solcellerne indkapsles og serieforbindes til den spænding, man ønsker. Et solcellepanel kan f.eks. bestå af 60 enkeltsolceller. Et færdigt solcelleanlæg består af et antal solcellepaneler fra et til mange hundreder alt efter, hvor stort et areal, man har til sin rådighed, og hvor stor en effekt, man vil opnå.



De fleste solceller er lavet af silicium, som er et almindeligt grundstof og hovedbestanddelen af almindeligt strandsand. De fleste solceller laves endnu på grundlag af helt rent, krystallinsk silicium.



Når solcellen belyses, vil sollysets fotoner slå elektroner løs, så de kan bevæge sig frit rundt og til slut blive samlet op på solcellens forside, som udgør den negative pol. Resultatet er, at der bliver opbygget en spændingsforskel på ca. 0,6 V mellem solcellens for- og bagside.

En teknologi i udvikling

Solcelleteknologien befinder sig i øjeblikket i en rivende udvikling. Forskningen retter sig først og fremmest imod at udvikle solceller, som er billigere at masseproducere end de gængse mono- eller polykrystallinske solceller. Udviklingen koncentrerer sig om forskellige former for tyndfilm solceller, der let kan integreres i mange forskellige produkter.

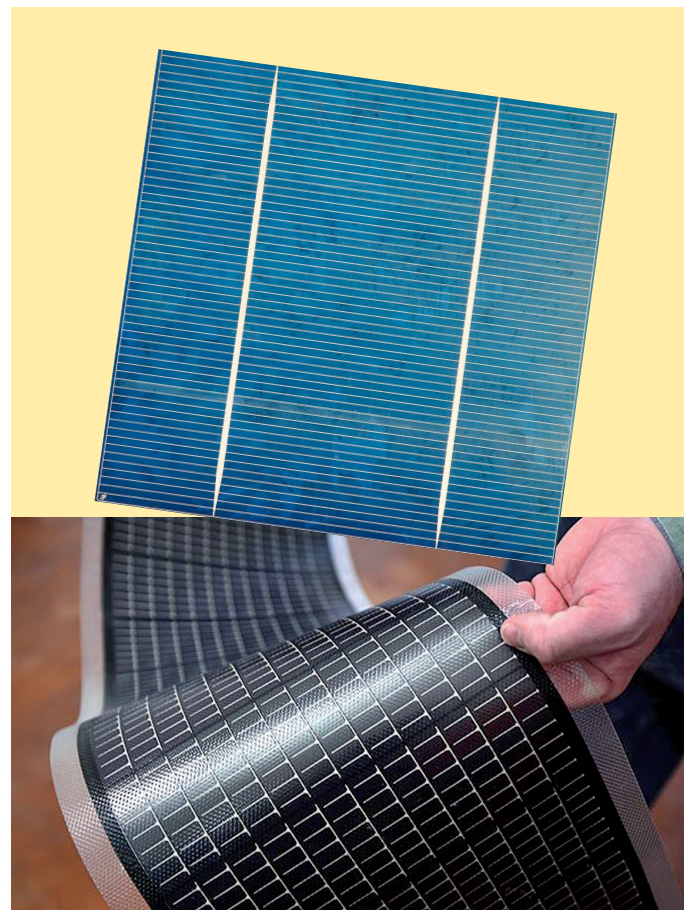
Tyndfilm-siliciumceller laves af såkaldt amorft eller mikrokrySTALLINSK silicium. De forskellige lag, som giver solcellen dens fotoelektriske egenskaber, coates i ekstremt tynde lag på glas, plastik eller metal. Effektiviteten er noget lavere end for konventionelle solceller, men den er efterhånden kommet op på næsten ti procent for kommercielt producerede tyndfilmmoduler. Produktionen af tyndfilm-siliciumceller er imidlertid først nu kommet igang på kommerciel basis, og med faldende priser og stigende effektivitet ventes de at komme til at udgøre en stigende andel af solcellemarkedet.

De siliciumbaserede tyndfilmceller er den eneste type tyndfilmceller, der er i kommerciel produktion, men der arbejdes intensivt på at udvikle andre både billigere og mere effektive former for tyndfilmceller, f.eks. ved at bruge specielle stoffer som en kemisk sammensætning af kobber, indium, gallium og selen i stedet for silicium.

Organiske tyndfilmceller er solceller baseret på ledende polymerer (specielle typer af plastik). Denne type solceller er i princippet meget billige at lave i store mængder og kan tilpasses til en lang række formål. Der er imidlertid stadig meget store problemer med at opnå en rimelig effektivitet og holdbarhed.

En speciel gruppe organiske tyndfilmceller er sammensat af et lag af titanium nanopartikler, der er dækket af et lysfølsomt farvestof. Typen har en forholdsvis høj effektivitet og er potentielt meget billig at producere. Der er stadig et stykke vej til en egentlig kommerciel produktion, men udviklingen tegner lovende.

Den teknologiske udvikling vil sandsynligvis betyde, at de traditionelle krystallinske solceller i løbet af de kommende ti til tyve år efterhånden vil blive erstattet af forskellige former for tyndfilmsolceller.



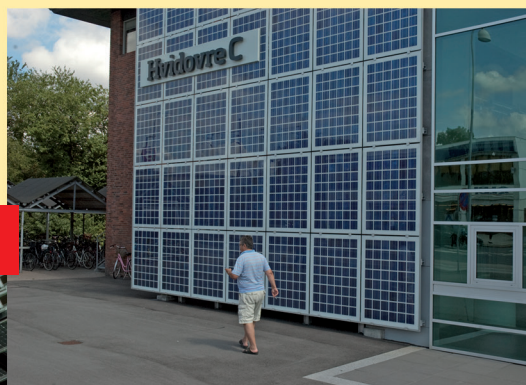
Den traditionelle solcelle (øverst) baseret på krystallinsk silicium vil efterhånden blive afløst af såkaldte tyndfilmsolceller (nederst). Denne type solceller er langt billigere at producere og vil kunne tilpasses til en lang række formål.

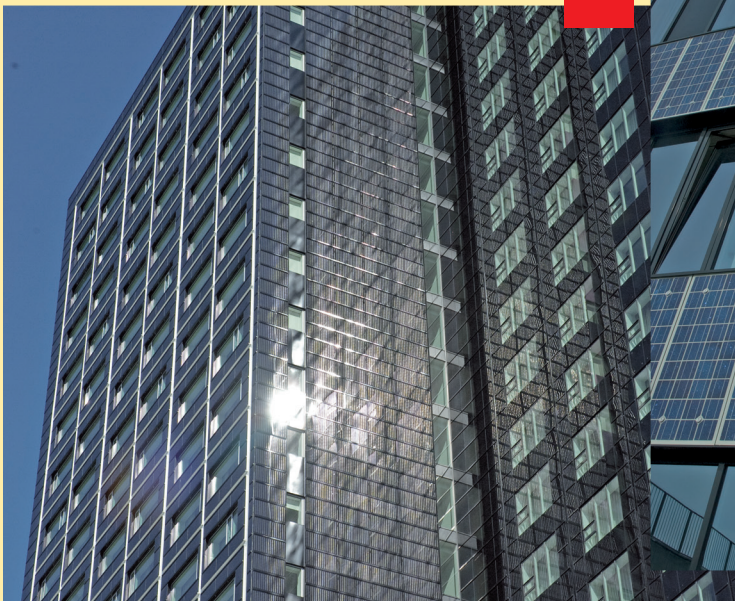


Solcelleanlæg i alle størrelser

Solcelleanlæg begynder så småt at kunne ses på hustage og på mure rundt omkring i Danmark. Solcelleanlæggene har meget forskellige størrelser. Fra helt små anlæg på nogle få watt på kolonihavehuse til meget store anlæg som det på hotellet Copenhagen Towers med en effekt på 270 kW.

I 2010 havde det samlede antal solceller i Danmark en effekt på 7 megawatt. Det var mere end dobbelt så meget som i 2008, hvor den samlede effekt på de danske solcelleanlæg var på 3 megawatt. Det er dog stadig kun cirka en halv procent af Danmarks samlede elproduktion, der i dag kommer fra solceller, og vi er først lige begyndt at udnytte det potentiale, der er i solceller.





Fremtiden for solceller

Fortiden har tilhørt de fossile brændsler, men fremtiden tilhører de vedvarende energikilder – ikke mindst elproducerende solceller. Vi begynder at kunne se nogle af de mange muligheder, som den nye udvikling af solcelleteknologien vil bringe. I løbet af det næste årti vil de nuværende silicium-solceller i stigende omfang blive afløst af tyndfilmsolceller, som kan masseproduceres i lange baner. Endnu er de meget mindre effektive end siliciumsolcellerne. Men det vil med sikkerhed ændre sig med nye teknologier, som bl.a. betyder, at solceller kan printes på en lang række forskellige materialer.

Efterspørgslen efter de konventionelle silicium-solceller er allerede nu så stor, at der begynder at blive problemer med at producere nok af det rene, krystallinske silicium, som disse solceller laves af. Det kan betyde, at prisen på kort sigt vil gå op, men det vil også anspore til at få yderligere fart på udviklingen af de såkaldte tyndfilm-solceller, som ikke er afhængige af krystallinsk silicium.

Mulighederne for at placere solceller til elproduktion er meget store. I modsætning til solvarmepaneller kan de f.eks. placeres på mure, bruges som solafskærmning og på længere sigt integreres i mange forskellige former for bygningselementer. De vil endda kunne laves gennemsigtige, så de kan integreres i vinduer. De vil også kunne integreres i solvarmepaneller, så man producerer varme og el samtidig.

Fremtiden vil også bringe helt nye udnyttelsesmuligheder for solceller. Man kan allerede nu få lette solcellemoduler, som f.eks. kan tages med på vandreture og bruges til at oplade mobiltelefonen. På længere sigt vil det blive muligt at indbygge solceller i tøjet, så man producerer elektricitet bare ved at opholde sig i solen.

En anden mulighed er at integrere solceller i sejl til fremtidens skibe. Fragtskibe, som bruger en kombination af sejl og solenergi kan blive afløseren for dieselmotoren, som jo ikke en holdbar løsning på længere sigt.

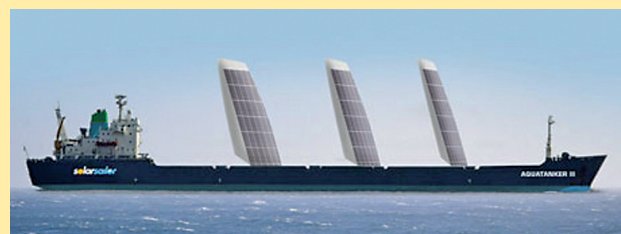
Der er mange andre muligheder og vi kan endnu ikke overskue, hvad fremtiden vil bringe. Men solceller er helt sikkert kommet for at blive.



Solceller kan ikke bare placeres på tage, men f.eks. også bruges som solafskærmning af vinduer eller placeres på solvendte mure.



En af de fremtidige muligheder er at sammenbygge solvarmepaneller med solceller, så man kan producere varme og el sammen på en solcentral.



Fragtskibe med sejl med integrerede solceller er allerede på tegnebrættet.

Solceller i energiforsyningen

Solceller har potentialiet til at dække en pæn andel af vores elforbrug i fremtiden. Hvor meget afhænger helt af, hvor meget vi formår at nedsætte vores energiforbrug.

Ydelsen for de solceller, der sælges på markedet, ligger i øjeblikket på omkring 100 kWh/år per kvadratmeter. Med de mange muligheder, der er for at placere solceller på såvel eksisterende som nye bygninger, er der gode muligheder for dække en større del af elforsyningen med solceller. Udviklingen vil betyde, at solcellernes effektivitet bliver højere for nogle typer solceller, men der vil også komme solceller på markedet med en lavere effektivitet, men til gengæld til en meget lavere pris. Tyndfilmsolceller vil være meget billigere og også lettere at placere, fordi de ikke vejer ret meget.

Hvor meget el kan vi få fra solceller

Et meget forsigtigt skøn er, at vi kan placere 5 m² solceller per indbygger fordelt på boliger, institutioner og virksomheder. En total udnyttelse af dette potentiale vil betyde, at vi opsætter 27,4 millioner m² solceller eller 27,4 kvadratkilometer. Det lyder af meget, men det samlede tagareal i Danmark er på godt 600 kvadratkilometer. Hvis man tager hensyn til orientering imod solen, skygge, tagvinduer osv. vil omtrent en fjerdedel eller 150 kvadratkilometer være egnet til at placere solceller. Hertil kommer mindst lige så store murarealer, hvor det også vil være muligt at montere solceller.

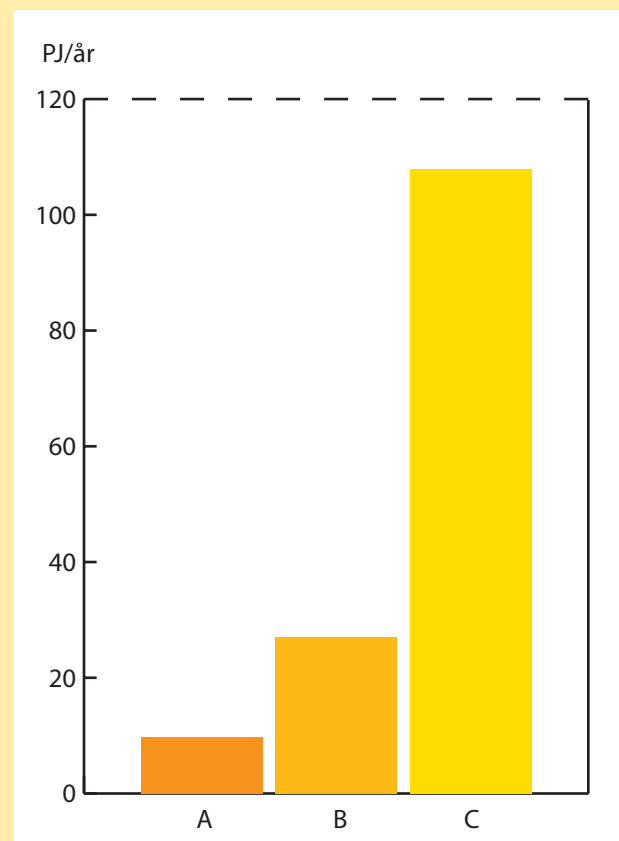
Udnyttes hele dette areal maksimalt, vil det være muligt at dække det meste af Danmarks nuværende elforbrug. Et skøn på 27,4 kvadratkilometer er altså et meget forsigtigt skøn. Med dette forsigtige udgangspunkt og solcellernes nuværende ydelse vil der være basis for en årlig elproduktion på godt 2,7 TWh (9,7 PJ). Hvis halvdelen af det mulige tagareal, dvs. 75 kvadratkilometer, udnyttes, kan elproduktionen komme op på ca. 7,5 TWh (27 PJ) årligt.

Der er altså ingen mangel på plads til at placere solceller. Men det betyder ikke, at vi ikke behøver at nedsætte vores elforbrug. Nogle typer solceller bruger, ligesom andre vedvarende energikilder, sjældne råstoffer, som der kan blive mangel på i fremtiden. Derfor skal vi først og fremmest begrænse vores elforbrug. Det er både det billigste, det sikreste og det mest miljøvenlige.



Udnyttes det samlede tagareal til opsætning af solceller, hvis man tager hensyn til orientering imod solen skygge osv. er der mulighed for at placere 150 kvadratkilometer solceller.

Hvor meget el kan vi få fra solceller



A: Forsigtigt skøn for bæredygtigt potentiale i NOAH's Energi-handlingsplan 2010.

B: Elproduktion ved udnyttelse af halvdelen af det tilgængelige tagareal.

C: Elproduktion ved udnyttelse af hele det tilgængelige tagareal samt et lige så stort murareal.

Det danske elforbrug ligger i øjeblikket på godt 120 PJ/år

Her kan du finde flere oplysninger om solceller:

Sådan virker solceller, <http://www.dansksolenergi.dk/information/solceller-DK.shtml>

Om solceller på Wikipedia, god artikel med mange referencer til, hvordan solceller virker og forskellige typer solceller, <http://da.wikipedia.org/wiki/Solcelle#Solcelletyper>

Om solceller i energiplanlægningen:

NOAHs klimasider: www.global-klima.org

Her er også henvisning til pdf-udgave af NOAHs Energi-handlingsplan 2010 samt til en kort introduktionsfilm om solceller

Der findes mange gode film - de fleste på engelsk - på YouTube om solcellers teknologiske udvikling og fremtidsmuligheder. Her er bare en af dem:

<http://www.youtube.com/watch?v=SMnx5tFrDDc>

Solceller. Fremtidens energikilde

Udarbejdet af NOAH Energi og Klima.

Forfatterne kan kontaktes via NOAHs sekretariat

ISBN, trykt udgave: 978-87-91237-57-7

ISBN, klassesæt: 978-87-91237-58-4

ISBN, digital udgave: 978-87-91237-46-1

Vil du gøre noget aktivt sammen med andre?

Kontakt NOAH

Miljøbevægelsen NOAH,

Friends of the Earth Denmark,

Nørrebrogade 39, 2200 København N

Tlf.: 35 36 12 12

Giro: 5 5600 39

E-mail: noah@noah.dk

Hjemmesider: www.noah.dk - www.global-klima.org

Denne publikation er støttet økonomisk af Undervisningsministeriets Udlodningsmidler