

SOLCELLER

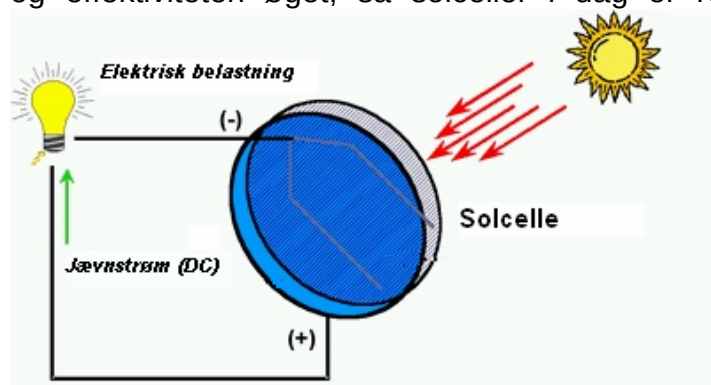


Indhold:

<u>Introduktion</u>	2
<u>Solcelletyper</u>	3
<u>Solcellemoduler</u>	5
<u>Nettilsluttede solcelleanlæg</u>	9
<u>Hvornår er et solcelleanlæg en god ide?</u>	12
<u>Dimensionering</u>	12
<u>Normer, standarder og lovgivning</u>	16
<u>Litteratur m.v.</u>	17
<u>Leverandører</u>	17
<u>Links</u>	17
<u>Ordliste</u>	18
<u>Dimensioneringsguide</u>	19

Introduktion

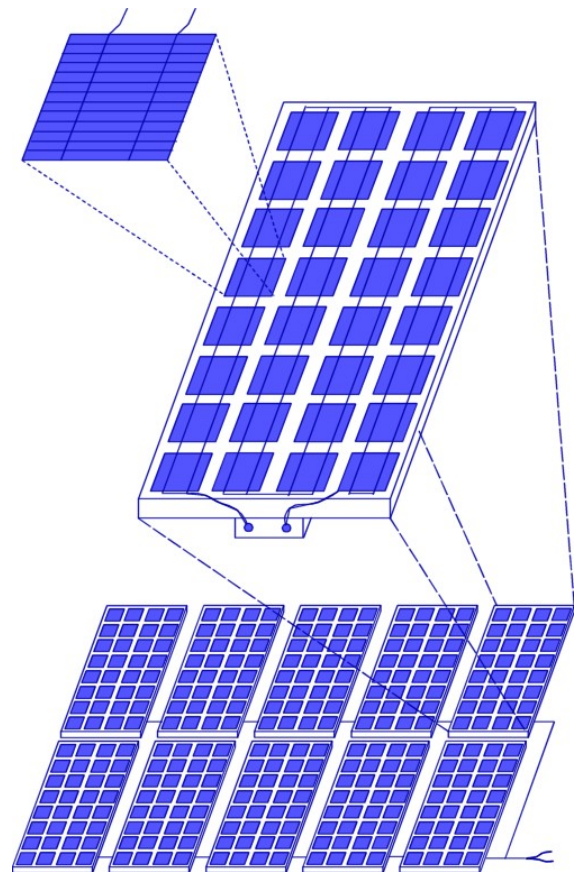
En solcelle er en halvleder som omsætter lysstråling direkte til elektricitet ved hjælp af den såkaldte fotoelektriske effekt. Solceller producerer el helt uden bevægelige dele, og der er derfor tale om en meget robust og driftssikker teknologi. Blandt andet derfor har solceller længe været brugt i rumfarten, senere til specielle anvendelser på jorden, hvor den høje pris var underordnet. Fremstillingsomkostningerne er imidlertid faldet drastisk og effektiviteten øget, så solceller i dag er relevante i mange sammenhænge til elforsyning i stor eller lille skala.



Solcelleanlæg er først og fremmest karakteriseret ved deres modulære opbygning, idet de består af et antal solcellemoduler, som kobles sammen til at give anlægget den ønskede strømstyrke og spænding.

Historisk er solcelleanlæg mest benyttet til elforsyning i områder, hvor der ikke er adgang til den offentlige elforsyning, og er da forsynet med et batteri til energilagring. Anlæg af denne type er solgt igennem mange år, og der findes f.eks. i Norge over 100.000 små anlæg til forsyning af afsidesliggende hytter. Derudover bruges anlæg med batterilager bl.a. til drift af telekommunikation, lysbøjer, vejbelysning samt til decentral elforsyning af enkelthuse eller landsbyer.

Siden 90'erne er der, specielt i Europa og Japan, blevet bygget en lang række anlæg med direkte nettilslutning, hvor overskudsstrøm sendes ud på det offentlige elnet. Den stigende interesse for at anvende solceller, hvor der i forvejen findes et elnet, skyldes at man forventer, at solcelleteknologiens tekniske og økonomiske udvikling vil gøre anlæggene rentable inden for en årrække. Blandt andet er der udført en række byøkologiske projekter med bygningsintegrerede solcelleanlæg. Solcellerne placeres typisk på taget af den bygning som skal forsynes, men det er også muligt at bruge facader eller stativer på jorden til fastgørelse.



I Danmark kan et nettilsluttet solcelleanlæg, under gode forhold, typisk levere 900 kWh for hver kilowatt installeret effekt, mens anlæg med batterilager vil yde mindre pga. større omsætningstab. Energiforbruget til fremstilling af modulerne vil normalt være tjent hjem på 4-5 år, og der er i reglen 10 - 25 års garanti. Et typisk anlæg til dækning af det

M5 – Solceller August 2007

meste årlige elforbrug (uden elvarme) i et énfamiliehus vil være på 2-5 kW solcelleeffekt svarende til 20-50 m² solceller.

Generelle fordele og ulemper ved solceller

Fordele:

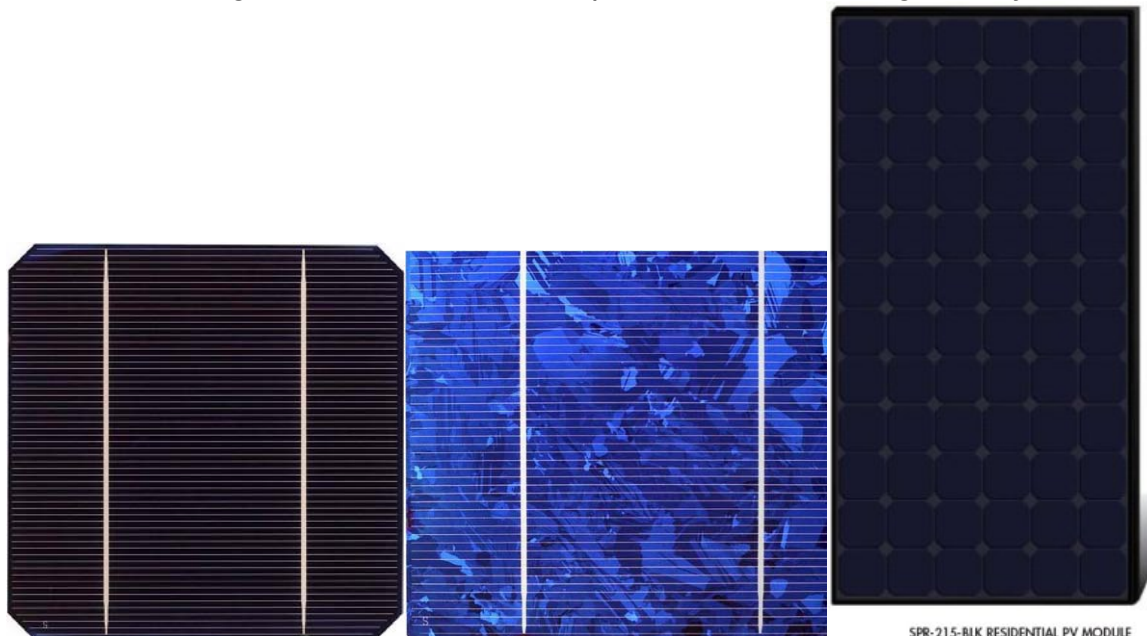
- ✓ **Modulære** - fra mikroelektronik til kraftværksstørrelse
- ✓ **Robuste og pålidelige** - anvendes i ørkner, arktiske egne og i rummet
- ✓ **Lang levetid** – mere end 20 års ydelsesgaranti almindelig
- ✓ **Ufarlige for miljøet** - indeholder (normalt) ingen farlige kemiske forbindelser
- ✓ **Ingen støj og møj** under drift
- ✓ **Uproblematiske integration i bymiljøet** – som den eneste elproduktions-teknologi
- ✓ **Øger forsyningssikkerhed i elnettet**
- ✓ **Reducerer tab og spændingsudsving i elnet**
- ✓ **Ingen ressourceknaphed** – rigeligt med grundmaterialer til solceller

Ulemper:

- ✓ **Dyr teknologi til produktion af el til elnettet** (endnu...)
- ✓ **Energikrævende og komplicerede at fremstille** (endnu...)
- ✓ **"Ustyrlige"** - producerer el som solen skinner

Solcelletyper

De solceller som findes på markedet i dag er næsten alle baseret på silicium i mono- eller polykrystallinsk eller amorf (ikke-krystallinsk) tilstand. Solceller baseret på andre materialer er dog for alvor ved at komme på markedet, når det gælder tyndfilmsceller.



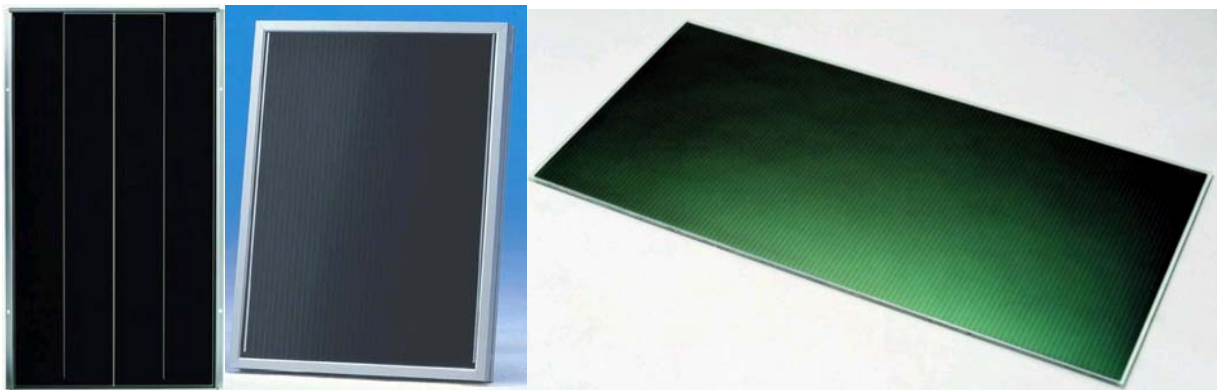
Krystallinske siliciumceller af hhv. mono- og polykrystallinsk silicium samt et helt modul med monokrystallinske celler.

M5 – Solceller August 2007

Krystallinske solceller fremstilles af skiver (wafers) af højrønt silicium tilsat små mængder bor og fosfor. Skrifterne kan være op til 15-20 cm i kantlængde med dagens teknik.

Monokrystallinske solceller er som standard sorte eller grå med ensartet overflade, og er "født" cirkulære, men de udskæres oftest i kvadrater for at opnå en tættere pakning i det færdige modul. De enkelte celler er påført et metalgitter som kontaktnet og er monteret mellem to glaslag, eller et glas og et plastlag. Ofte er de monteret på en hvid baggrund for at reflektere indfaldende lys mellem cellerne, og dermed holde modulets temperatur så lav som muligt, da det giver den højeste effektivitet. Monokrystallinske celler har den bedste virkningsgrad, men afhængig af hvor tæt cellerne er pakket vil den effektive modulvirkningsgrad være en del lavere end cellevirkningsgraden.

Polykrystallinske siliciumceller findes ofte i blålige nuancer, og i kvadratisk form (efter støbeformen). De enkelte krystaller tilbagekaster lyset forskelligt efter deres orientering, hvad der giver en "levende" overflade. Virkningsgraden er lidt dårligere end for monokrystaller, men til gengæld er de billigere at fremstille. Langt den største del af verdensproduktionen er denne type.



Tyndfilm solcellemoduler af hhv. amorft silicium, $CI(G)S$ og $CdTe$

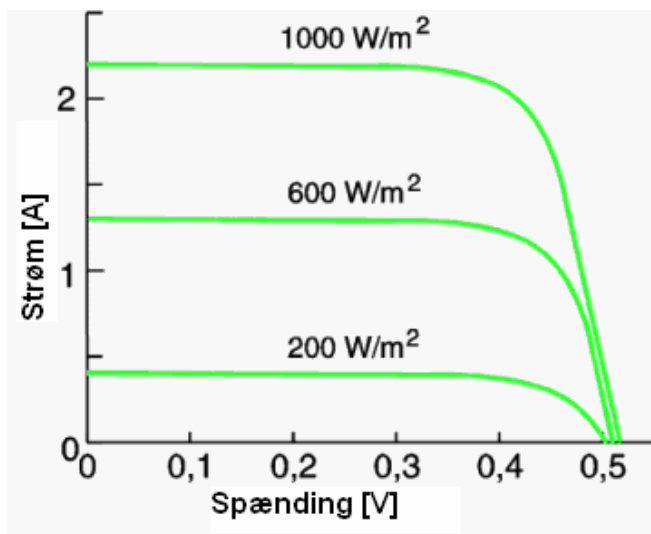
Tyndfilm solceller baseret på amorft silicium, kobber/indium/gallium/selen (CIGS) eller kadmium/tellur ($CdTe$) er konstrueret helt anderledes end de ovennævnte typer. Her er de aktive lag dampet direkte på glasfladen, og herefter opdelt i enkelte cellestrimler mekanisk eller med laser. Der er ingen metalliske kontakter på forsiden, da lederen er en transparent oxid-film. De aktive lag er meget tynde, undertiden delvis transparente, og materialeforbruget er meget beskedent. Disse såkaldte tyndfilmsceller kan også indkapsles i plast i stedet for glas, og kan da gøres fleksible. Virkningsgraden er typisk under det halve af de krystallinske cellers. Denne type solceller bruges især meget i lommeregner, ure og andre småapparater, men efterhånden også i større moduler. Det er sandsynligt, at tyndfilmsceller vil blive meget udbredt i fremtiden, da det største potentiale for billiggørelse ligger i disse.

Karakteristik for en enkelt solcelle:

- ✓ Typisk jævnspænding på lidt under 1 volt
- ✓ Strømmen afhænger af lysmængden
- ✓ Mærkeværdi for elektrisk effekt angives i enheden $Watt_{peak}$
- ✓ Ved stigende temperatur falder virkningsgraden

M5 – Solceller August 2007

- ✓ Skyggefølsom – en tildækket celle kan ikke lede strøm



Solcellemoduler

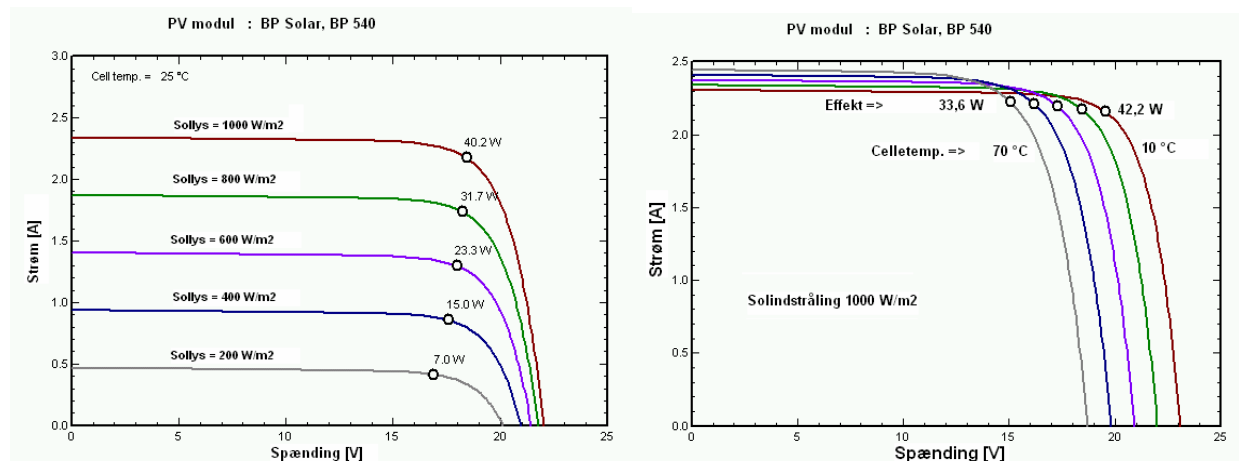
Solcellemoduler findes i et stort udvalg af størrelser, udseende og kvaliteter. Standardmoduler til nettilsluttede anlæg leveres oftest i størrelser på 1 - 3 m² og 100-300 W spidseffekt, angivet ved en solindstråling på 1000 W/m² og en temperatur på 25°C i cellerne. Mindre moduler findes også og bruges mest til stand alone anlæg. Modulerne består gerne af 36 eller 72 enkelte celler, som er serieforbundet til at give en passende arbejdsspænding på ca. 15 eller 30 volt, men andre antal celler kan forekomme. Den elektriske karakteristik for et solcellemodul er afgørende for anlæggets ydelse, og man skal især være opmærksom på:

- Peak Power: typisk spidseffekt ved ovennævnte betingelser
- Minimum power: garanteret minimumseffekt ved samme betingelser

Husk at ved serieforbindelser, modulstreng, er det modulet med den laveste strøm som bestemmer hele udbyttet. Den nominelle effekt for et solcelleanlæg beregnes som antal moduler gange Peak Power værdien for et enkelt modul. Denne effekt bliver i praksis kun opnået i de relativ få timer om året hvor det er køligt og solrigt på samme tid.

Systemer med spændinger på over 500 volt kan opnås ved at serieforbinde modulerne. Større strømstyrke opnås ved at parallelforbinde modulerne. Eftersom et moduls enkelte celler er serieforbundne, vil skygge på en enkelt celle betyde at effekten falder i de dele af modulet der er i samme serie. Hvis modulet så igen er parallelforbundet med andre moduler, kan hele modulets effekt bortfalde, hvis tomgangsspændingen er lavere end de øvrige modulers (maksimale) arbejdsspænding, fordi der skal være samme spænding i alle modulerne. Det er derfor yderst vigtigt at undgå skygge på nogen del af anlægget.

M5 – Solceller August 2007



Data for typisk solcellemodul. Effekten falder ved stigende temperatur, dog ikke så udtalt for amorft silicium

Standardmoduler er ofte monteret med en aluminiumsramme, som fastgøres med bolte til den bærende struktur. Rammeløse moduler har vundet indpas i forbindelse med bygningsintegration, og kan enten være udstyret med boltehuller direkte i glasset, eller være beregnet for fastgørelse i normale profiler for glasfacader o.l. Det er også muligt at købe solceller indbygget i termoglas til facadepartier o.l.

Til energiforsyning i større skala vil det normalt være en fordel at bruge så store moduler som muligt, hvilket typisk vil sige maksimalt ca. 300 W spidseffekt og 2-3 kvadratmeter i areal. Det giver færre samlinger og derved mindskes montagearbejdet og fejlmulighederne.

De helt små moduler finder først og fremmest anvendelse i forbrugsudstyr som opladere til el-værktøj, havelamper, ventilatordrift m.v.

Ved valg af modultype til en given opgave skal der blandt andet tages hensyn til:

- Ønskes der et maksimalt udbytte pr. arealenhed, eller pr. investeret krone?
- Hvilket spændingsniveau er påkrævet for det tilknyttede udstyr?
- Hvad er kravene til levetid?
- Er der særlige krav med hensyn til form og farve?
- Er der særlige krav til mekanisk holdbarhed, f.eks. ved arktiske forhold.
- Skal modulerne monteres på jorden, eller integreres i en bygning?

Stort set alle standardmoduler for professionelle anvendelser har gennemgået en omfattende elektrisk og mekanisk afprøvning og leveres med prøvningscertifikat. De fleste fabrikanter giver en ydelsesgaranti for standardmoduler på 20-25 år. I praksis er der dokumenteret levetider på over 30 år for de bedste krystallinske moduler, nedbrydning sker især hvis der trænger vand og ilt ind i laminatet. Specialfremstillede moduler vil normalt ikke være omfattet af så lang garantiperiode, da de ikke testes i samme omfang som standardmoduler.

M5 – Solceller August 2007

Solcelletype	Monokrystallinske	Polykrystallinske	Amorfe/tyndfilm
Effektivitet for typiske moduler	15-18 %	10-15 %	4-10 %
Typisk form	Runde eller kvadratiske	Kvadratiske	Smalle striber
Typisk farve	Sort/mørkegrå/blålig	Blålig og changerende	Sort/mørkebrun
Typisk årligt udbytte i Danmark	120 kWh/m ²	100 kWh/m ²	50 kWh/m ²
Fald i modulydelse ved 1°C temp.stigning	~0,4 %	~0,4 %	~0,2 %
Pris pr. m ²	Høj	Mellem/høj	Lav
Fleksible	Nej	Nej	Ja i specielle udgaver

Typiske data for markedsførte solcellemoduler

Solceller med højere effektivitet findes, men er endnu ikke økonomisk interessante for de almindeligste anvendelser.

Foruden standardmoduler findes der en række specialudførelser for særlige formål. F.eks. fleksible moduler som er velegnede for klæbning på krumme flader, f.eks. et biltag, eller til montage på campingudstyr o.l.



For montage på tagflader findes moduler som er udformet som tagplader til erstatning for det traditionelle tag fx skifer- eller stålplader, ligesom der findes tagfolie med solceller (billede).

Tilsvarende findes moduler for facadebeklædning, som f.eks. kan erstatte glas- eller stenplader på kontorfacader m.v., beklædning som undertiden er mindst ligeså dyr som solceller!

M5 – Solceller August 2007



Foruden direkte montage på ydermure kan solcellemoduler bruges som solafskærmning, og dermed få en gunstigere hældningsvinkel. Der findes systemer til stationær montage eller med stilbar vinkel. Solafskærmende solceller kan nedsætte bygningens kølebehov, og dermed spare og producere el samtidig.

Solceller som solafskærmning, Københavns Energi

Nettilsluttede solcelleanlæg

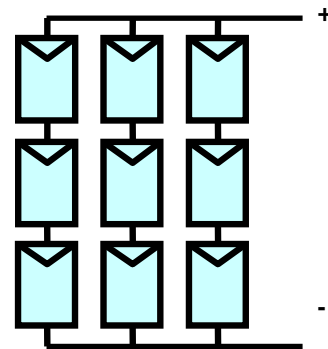
Solceller har efterhånden vundet indpas på en lang række områder, spændende fra drift af forbrugselektronik til store kraftværker. Traditionelt opdeles anlæg i nettilsluttede anlæg og anlæg for ø-drift (stand-alone).

Nettilsluttede anlæg består af en række solcellemoduler, som via en vekselretter er koblet direkte til det offentlige elnet. Anlæggene kan være centrale eller decentrale, de kan være opbygget på stativ eller være bygningsintegreret og enten køre med høj eller lav spænding.

Modulstreng



Parallelle strenge



Strenge af seriekoblede moduler kan parallellforbindes for at øge strømstyrken

Ved mindre anlæg kobles modulerne sammen så de giver en spænding på typisk 150-400 volt, som vekselrettes og transformeres op til net- spændingen i en vekselretter. Vekselretteren indeholder netovervågning samt en Maximum Power Point Tracker, der er et kredsløb som sikrer at anlægget altid arbejder ved den spænding der giver maksimal ydelse. Foruden vekselretteren kræves en separat sikringsgruppe med HPFI afbryder samt DC afbryder.



Typiske solcelleinvertre til mindre anlæg

M5 – Solceller August 2007

Som en tommelfingerregel kan mindre standardanlæg i dag i Europa opføres for 40-50 kr. pr. W installeret effekt, men der er stor spredning. Bygningsintegrerede anlæg vil typisk være dyrere end påmonterede anlæg.

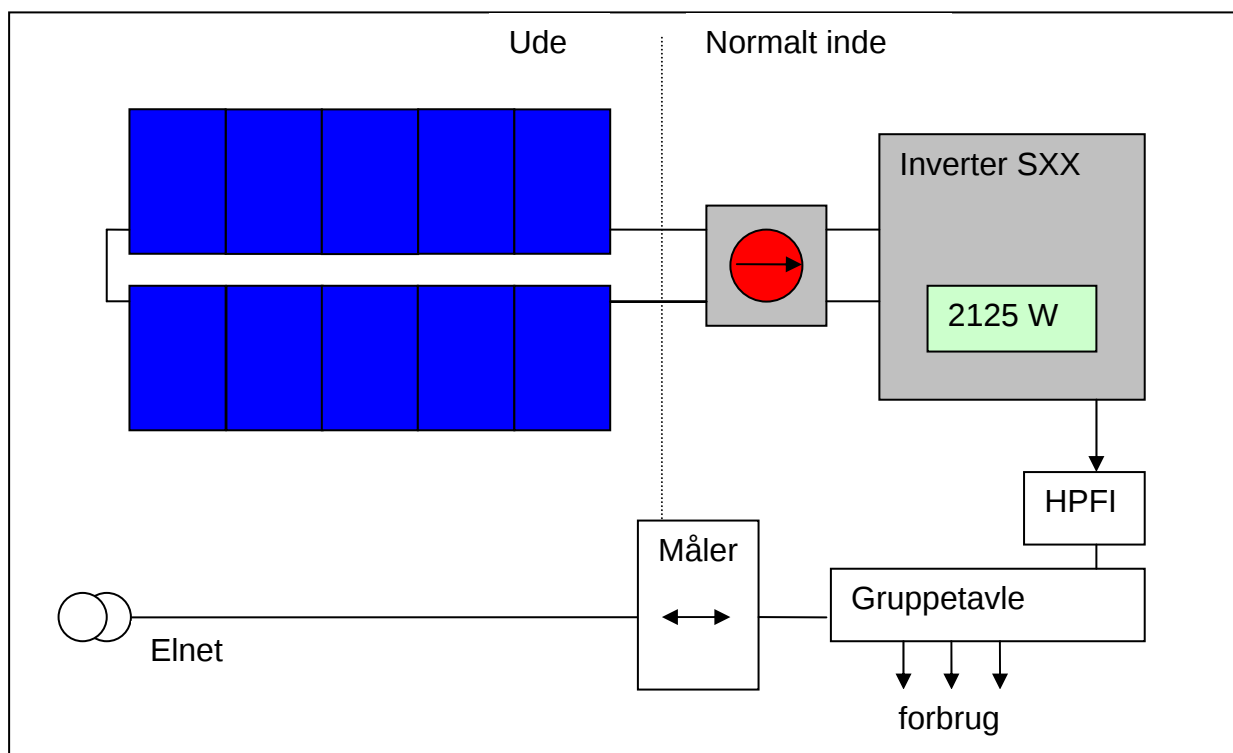
Systemydelsen afhænger især af følgende forhold:

- tilgængeligt sollys, bestemt af anlæggets orientering og hældning
- lokale skyggegivere som træer og andre bygninger
- anlæggets driftstemperatur

Anlæggets godhed kan udtrykkes med en enkelt faktor, "performance ratio" eller systemfaktor, som er defineret som:

$$Rp = \frac{\text{den teoretiske ydelse med de aktuelle solceller}}{\text{den aktuelle anlægsydelse efter vekselretter}}$$

En høj systemfaktor (>0.8) kan opnås med et skyggefrit anlæg med en effektiv vekselretter og godt ventilerede solceller (eller brug af en varmetolerant type ved indbygning)

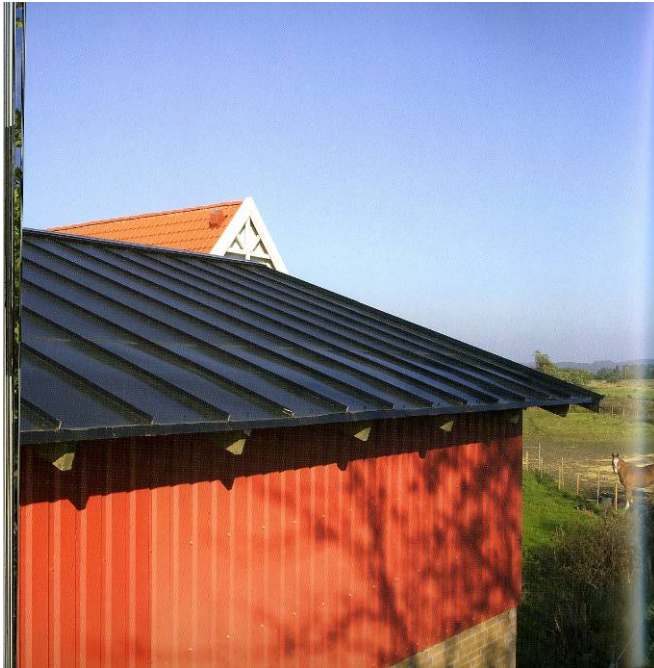


Typisk nettilsluttet anlæg på enfamiliebolig (10 moduler i serie)

Det er vigtigt at forstå at systemfaktoren godt kan være høj, selvom solcellerne har en lav virkningsgrad. Virkningsgraden for solceller og moduler er egentlig kun interessant hvis man har et lille areal til rådighed, og gerne vil have et anlæg med stor effekt.

M5 – Solceller August 2007

Eksempler



Tyndfilm solceller integreret i ståltag (Dansk Solenergi).



Semitransparente moduler i terrasseoverdækning.

Hvornår er et solcelleanlæg en god ide?

Nybyggeri:

Hvis der er problemer med at overholde energirammen, for eksempel hvis der er ønske om et stort vinduesareal, kan der kompenseres herfor med en passende elproduktion fra egen matrikel.

Renovering:

Ved større tag- og facaderenoveringer kan solceller med fordel integreres i byggeprocessen, da der alligevel skal bekostes stilladser. Herved kan byggeriet blive klassificeret i en bedre energiklasse, med lavere driftsudgifter.

Ved etablering af solafskærmning med solceller kan omkostningerne til traditionel afskærmning fratrækkes regnskabet.

Og hvornår ikke?

Hvis der er svagt elnet i området eller meget lange kabelføringer til hovedtavle kan vekselretteren i værste fald lukke ned på grund af over/under-spænding, konsulter evt. det lokale elselskab.

Hvis tag eller anden overflade ikke er egnet til montage, i så fald er stativer på jorden at foretrække

Hvis der er høje træer eller bygninger på vej syd for den påtænkte placering

Hvis bygningen står tom i længere perioder, i så fald er der ikke noget forbrug at trække egenproduktionen fra.

Hvis der er særlige arkitektoniske hensyn eller fredningsbestemmelser. Husk dog at der er mange muligheder for diskret integration, solceller findes i mange farver og udformninger.

Dimensionering

Solcelleanlæg udgør en langsigtet og relativ kostbar investering. Det er derfor væsentligt at der gennemføres et præcist design af et givet solcelleanlæg.

For nettilsluttede solcelleanlæg kan man, indenfor visse begrænsninger, selv foretage en overslagsberegning af et givet solcelleanlægs ydelse ved at følge nedenstående fremgangsmåde. For anlæg til ø-drift er forholdene mere komplicerede og der bør gennemføres egentlige simuleringer baseret på det aktuelle anlægs placering, belastning og sammensætning.

Beregningsskemaet forudsætter at anlægget er konstant tilkoblet elnettet, så al den producerede energi kan afsættes. Skemaet bruges ved at beregne eller aflæse

M5 – Solceller August 2007

værdierne A-E og indsætte tallene i den nederste "kasse". Resultatet er den leverede årlige energi fra vekselretteren for et gennemsnitsår.

Overslagsberegning af nettilsluttede solcelleanlæg i Danmark

A. Samlet areal af moduler	m ²
-----------------------------------	----------------

Kendes den installerede effekt, gå direkte til C

B. Vurdering af modulvirkningsgrad (%) (kun moduler med siliciumsolceller)	Standard	Højeffektiv
Monokrystallinsk, tæt pakket	15	18
Polykrystallinsk, tæt pakket	12	15
Amorft / tyndfilm	6	10

C. Installeret effekt = AxB/100	kW _{peak}
--	--------------------

Solcellernes ydelse i fuld sol (Antal moduler gange den nominelle ydelse)

D. Vurdering af systemfaktor	Fritstående	Bygningsintegreret
Optimalt anlæg med højeffektiv vekselretter	0,85	0,8
Gennemsnitsanlæg med standardveksleretter	0,75	0,7
Mindre optimalt anlæg, f.eks. let skygge	0,65	0,6

Systemfaktoren tager hensyn til temperaturindflydelse, forskelle i de enkelte modulers ydelse, tab i kabler og vekselretter med videre. For amorfe moduler regnes altid som fritstående.

E. Indstråling kWh/m²												
		Øst			Sydøst		Syd		Sydvest			Vest
		-90	-75	-60	-45	-30	0	30	45	60	75	90
Vandret	0°	999	999	999	999	999	999	999	999	999	999	999
	15°	988	1017	1044	1067	1084	1097	1080	1062	1038	1011	981
	30°	958	1012	1060	1100	1130	1152	1124	1092	1050	1001	947
	45°	914	983	1045	1096	1134	1163	1128	1087	1033	971	901
	60°	853	928	997	1052	1092	1124	1087	1042	983	916	839
	75°	772	845	912	967	1005	1033	998	957	901	833	759
Lodret	90°	671	738	795	841	873	892	867	833	785	726	662

Årlig solenergi på en skrå flade i Danmark. Værdierne kan variere geografisk og fra år til år.

Årlig ydelse=		x		x		=		kWh til elnettet
	C		D		E			

M5 – Solceller August 2007

Beregningseksempel 1

Ovenpå et tagareal på 50 m² tænkes monteret monokrystallinske silicium solcellemoduler af en standard type; taget har en hældning på 35° og er orienteret mod sydøst (45° fra syd). Solcelleanlægget nettilsluttes via en standard type vekselretter. Hvor stor en årsproduktion kan forventes?

$$\text{Effekt} = 50 \times 15 / 100 = 7,5 \text{ kW}_{\text{peak}}$$

$$\text{Produktion} = 7,5 \times 0,75 \times 1130 = 6356 \text{ kWh (848 kWh/kW}_p\text{)}$$

Beregningseksempel 2

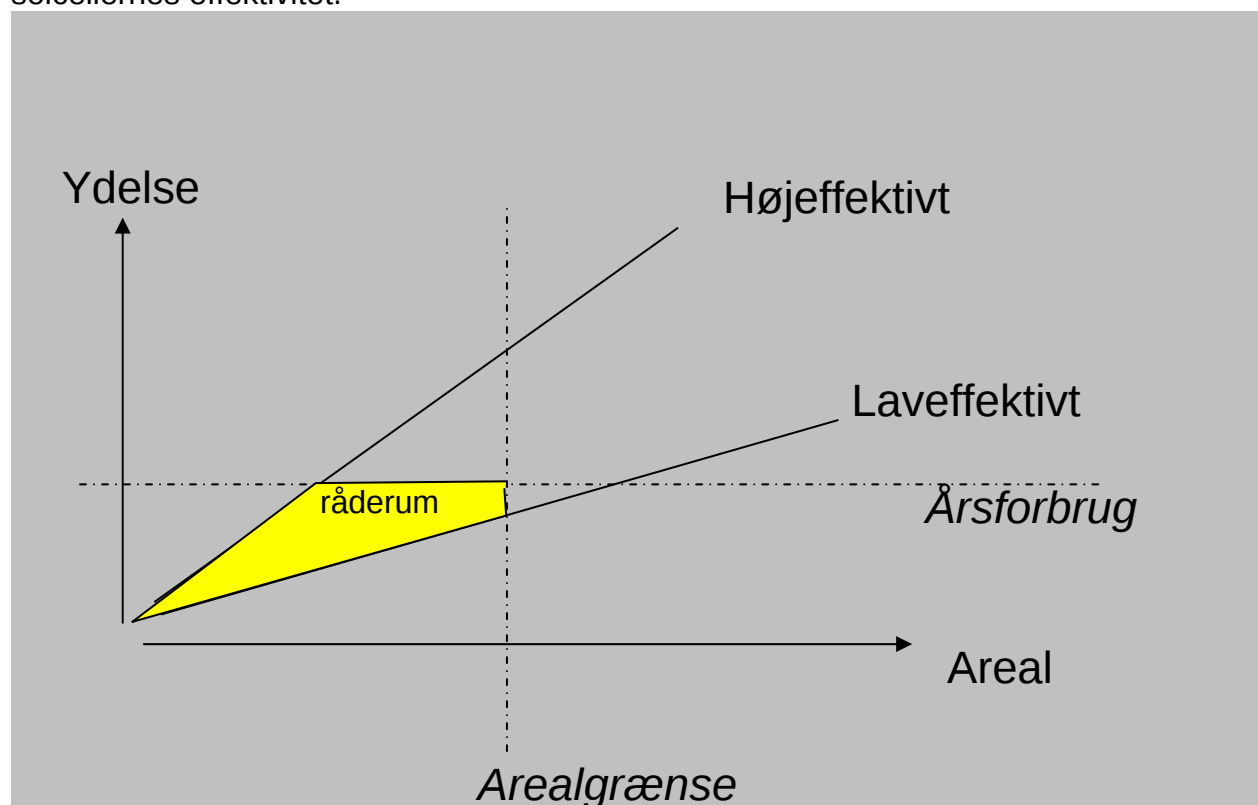
En facade på 100 m² påtænkes forsynet med solcelleintegrerede facade elementer (PV structural glazing) med standard type polykrystallinske solcellemoduler. Facaden er orienteret mod vest. Solcelleanlægget nettilsluttes via en avanceret vekselretter. Hvor stor en årsproduktion kan forventes?

$$\text{Effekt} = 100 \times 12 / 100 = 12 \text{ kW}_{\text{peak}}$$

$$\text{Produktion} = 12 \times 0,8 \times 662 = 6355 \text{ kWh (530 kWh/kW}_p\text{)}$$

Erfaringer fra bl.a. sol1000 projektet viser at et velplaceret og veldesignet nettilsluttet solcelleanlæg i Danmark kan yde en nytte-effekt (ud på el-nettet) på 850-950 kWh per kWp installeret solcellepanel om året, husk dog at der er regionale forskelle på indstrålingen.

Man bør ikke dimensionere anlægget større end at det dækker det årlige forventede elforbrug (både driftsel og apparater). Arealet må tilpasses efter såvel bygning som solcellernes effektivitet.



M5 – Solceller August 2007

Beregningseksempel 3, privatøkonomi

- ✓ **1kWp** mono-Si ~ 8 m², på sydvendt tag, hældning 45°
- ✓ Elproduktion **850 kWh/år**
- ✓ Investering **45.000 kr**
- ✓ Elpris **1,75 kr/kWh**
- ✓ Værdi af solgt el: 850 kWh/år * 1,75 kr/kWh = **1.488 kr/år**
- ✓ Simpel tilbagebetalingstid: 45.000 kr / 1.488 kr/år = **30 år**

Forudsætninger:

- ✓ Ingen offentlig anlægsstøtte
- ✓ Ingen udgifter til Drift&Vedligehold, forsikring og reinvestering
- ✓ Elpris følger det alm. prisindeks
- ✓ Nettoafregning

Som det ses, er der en tilbagebetalingstid af samme størrelsesorden som løbetiden for et typisk kreditforeningslån, og investeringen er derfor omtrent neutral for ejer ved nybyggeri og med de forenklede forudsætninger. En anden måde at regne økonomi på er ved at se på investeringens effekt på energirammen.

Solceller som tiltag i energirammen tæller med en faktor 2,5 da der fremstilles elektricitet som vægter højere end varme. Selvom udbyttet pr. kvadratmeter er lavere end for solvarme kan det alligevel få stor indvirkning på den samlede ramme, ikke mindst for lavenergibygninger.

Tiltag	Faktor	Løbende udgifter i f.t. reference	Reinvestering
Isolering	1	Nej	Nej
Lavenergiruder	1	Nej	Ja, merpris
Elbesparelser	2,5	Nej, som regel	Ja, merpris
Mikro K/V	?	Ja	Ja
Solvarmeanlæg	1 (-2,5*el)	Lidt	Ja
Solcelleanlæg	2,5	Lidt	Ja

	Typisk pris/m ² kr	Produktion/besp. kWh/m ² pr. år	Effekt på energiramme kWh/m ² pr. år	Effekt pr. krone
PV krystallinsk	4000	80-100	200-250	0,06
PV tyndfilm	2500	30-50	75-125	0,04
Udv. efterisolering	1000	50	50	0,05
Brugsvandssolfanger	6500	500	500	0,08
Glasfacade	3000	Evt. negativ hvis sol medf. kølebehov		- ?
Stenfacade	6000	-	-	0

Tabelværdier med overslagsværdier for forskellige tiltag i forhold til energirammeberegning.

Normer, standarder og lovgivning

Moduler

Den Internationale Elektrotekniske Komité IEC har udgivet to standarder for ydelse og holdbarhed, IEC 61215 og 61246, som omhandler test af hhv. krystallinske og amorfe moduler. De fleste moduler for professionelt brug er prøvet og certificeret efter denne ret omfattende standard.

Vekselrettere

Vekselrettere til solcelleanlæg skal være udstyret med netovervågning som afbryder forsyningen i tilfælde af netfejl. Inverteren skal desuden være CE mærket i henhold til lavspændingsdirektivet og EMC direktivet.

Elektrisk installation

Ved installation af solcelleanlæg skal reglerne i Stærkstrømsbekendtgørelsen, Elektriske installationer altid følges (6). Normalt vil solcelleanlæg være faste installationer, de skal derfor altid udføres af en autoriseret elektroinstallatør. Dette gælder også for batterianlæg i fritidshuse og ligende, uanset strøm- og spændingsniveau.

Solceller kan kun producere en given strømstyrke, dette medfører at det ikke giver mening at indsætte sikringer eller ligende som kan afbryde en eventuel kortslutning. Kabler skal derfor dimensioneres således at de vedvarende kan bære den størst forekommende strøm i solcellerne.

Der skal også tages hensyn til at en kortslutning kan starte en lysbue som ikke slukker af sig selv så længe solen skinner på anlægget.

Er det en nettilsluttet installation skal vekselretteren tilsluttes en separat gruppe i installationens gruppetavle. Det er bl.a. forbundet med brandfare dersom en vekselretter sættes direkte i en stikkontakt. Det lokale elselskab skal altid informeres om installationen.

Afregning

Følgende afregningsregler er p.t. gældende for den energi der bliver leveret fra en given solcelleinstallation.

Privat boliger:	El-måleren må køre "baglæns" dog ikke mere end at årets netto forbrug ikke bliver negativt. Anlægsstørrelse maks. 6 kWp.
Institutioner:	Her må måleren også køre "baglæns". Dog må der ikke installeres mere end 6kW _p pr 100m ² bygningsareal.
Virksomheder:	Her skal der installeres et dobbeltmåler system, hvor negative forbrug afregnes til elselskabets takst. (normalt vil der ikke være noget negativt forbrug). Virksomheder har skattemæssige afskrivningsmuligheder for solceller.

M5 – Solceller August 2007

Tilskud

Der er ikke generelt tilskud til etablering, men der er (August 2007) enkelte regionale ordninger:

- EnergiMidt har 50% tilskud til private som opsætter egne solcelleanlæg i deres forsyningsområde
- Københavns Solcellelaug investerer i anlæg og formidler salg af solcellestrøm til elforbrugere
- SolarCity Copenhagen giver tilskud til projektering af solcelleanlæg
- SolarCity Horsens giver tilskud til projektering og køb af solcelleanlæg

Der er desuden mulighed for at søge støtte til udviklings/demonstrationsprojekter hos Energistyrelsen samt i energiselskabernes PSO ordning.

Litteratur m.v.

- 1) BPS 127 Solceller på tag og facade. BPS-centret 1999
- 2) BPS 128 Solceller i byggeriet. BPS-centret 2000
- 3) Solceller i arkitekturen. Statens Byggeforskningsinstitut, 2002
- 4) Div. faglige rapporter: <http://www.solenergi.dk/visTekst.asp?id=37>
- 5) Projekteringsvejledning: <http://www.solenergi.dk/visTekst.asp?id=60>
- 6) BEK nr 9146 af 22/03/2006, Sikkerhedsstyrelsen.
(Stærkstrømsbekendtgørelsen) Afsnit 6A, Elektriske installationer, 1. udgave
Kapitel 712 SOLCELLESYSTEMER

Leverandører

Der findes en lang række firmaer som importerer solcelleprodukter, og enkelte danske modulproducenter (GaiaSolar og Racell). Ved installation af solcelleanlæg anbefales det at bruge en KSO registreret installatør.

Se Solcelleoversigten på www.solenergi.dk og installatører på www.kso-ordning.dk

Links

Danske:

- | | |
|--|--|
| v www.solenergi.dk | SolEnergiCentrets egen hjemmeside bl.a. med nyttige gratis beregningsværktøjer |
| v www.sol1000.dk | Dansk "1000-tages"-projekt |
| v www.solcellelaug.dk | Københavns solcellelaug |
| v www.solceller.dk | Oplysning, debat, råd, erfaringsudveksling |

Udenlandske:

- | | |
|--|--|
| v www.solarintegration.de | Tysk. Supergod info om solceller i byggeri. |
| v www.solarbuzz.com | International side om marked og økonomi |
| v www.iea-pvps.org | Det internationale Energiagenturs hjemmeside om nettilsluttede solcelleanlæg |

Ordliste

Mismatch :

Betegnelse for dårlig tilpasning mellem de enkelte moduler i et solcelleanlæg. Der vil opstå tab som følge af forskelle i elektriske data eller forskellige driftsforhold, specielt skygge. For at minimere tabene skal moduler med samme strøm kobles i serie, mens moduler/streng med samme spænding skal kobles i parallel.

Ø-drift :

Betegnelse for drift uden tilkobling til det offentlige net. Anlæg til Ø-drift har normalt indbygget batterilager. Ø-drift betegner desuden den fejl som kan opstå hvis netkoblede vekselrettere fortsætter med at køre selvom forsyningen til nettet er afbrudt.

MPPT: (Maksimum Power Point Tracking)

Betegner den regulering der sker for at solcelleanlægget opererer med den spænding der giver størst udbytte. Kredsløbet til styring af dette er normalt indbygget i vekselretteren.

Inverter:

Et andet ord for vekselretter

By-pass diode:

Også kaldet friløbsperiode. Diode som monteres parallelt over et modul, eller en streng af moduler, så strømmen ledes udenom disse i tilfælde af sammenbrud eller afskygning.

Spærrediode:

Diode som monteres i forlængelse af en modulstreng. Spærredioden forhindrer tilbageløb af strøm fra resten af anlægget hvis spændingen over den pågældende streng falder.

AC-modul:

Solcellemodul med indbygget vekselretter, så der ikke skal udføres elarbejde med jævnspænding. Herved kan installationsarbejdet billiggøres og desuden mindskes sårbarheden overfor skygge.

Streng-vekselretter:

Vekselretter som monteres i forlængelse af en modulstreng. Man undgår dermed spærredioder og samlebokse. Modulstreng: Streng af ens moduler der er koblet i serie.

Netovervågning:

Elektronisk kredsløb til overvågning af spænding, frekvens og evt. netimpedans, som normalt er indbygget i vekselretteren. Netovervågningen skal sikre at solcelleanlægget udkobles i tilfælde af netfejl, herunder afbrydelse ved reparationsarbejde..

Dimensioneringsguide

