



Solcelleanlæg til elproduktion

Solcelleanlæg er velegnede til bygninger, der har en solbeskinnede facade eller tagflade – særligt hvis den ikke er udsat for nævneværdig skygge fra midt formiddag til sen eftermiddag i sommerhalvåret. Solcelleanlæg kan dog også være attraktive, selvom en del af dem er i skygge en del af dagen - hvis de fx placeres øst/vest, så de producerer mest på tidspunkter, hvor husholdningen har mest behov for elektricitet.

Det er oplagt at etablere solcelleanlægget i sammenhæng med reparation eller udskiftning af tagbelægningen. Solcelleanlægget kan også placeres på stativ(er) på matriklen.

Solceller kan bidrage til at nedbringe det årlige elforbrug fra elnettet, samt give en indtægt ved salg af el til el-nettet. Desuden kan solceller være en fornuftig løsning til at forbedre husets energimærke, da installationen normalt kan udføres med minimalt indgreb i klimaskærmen.

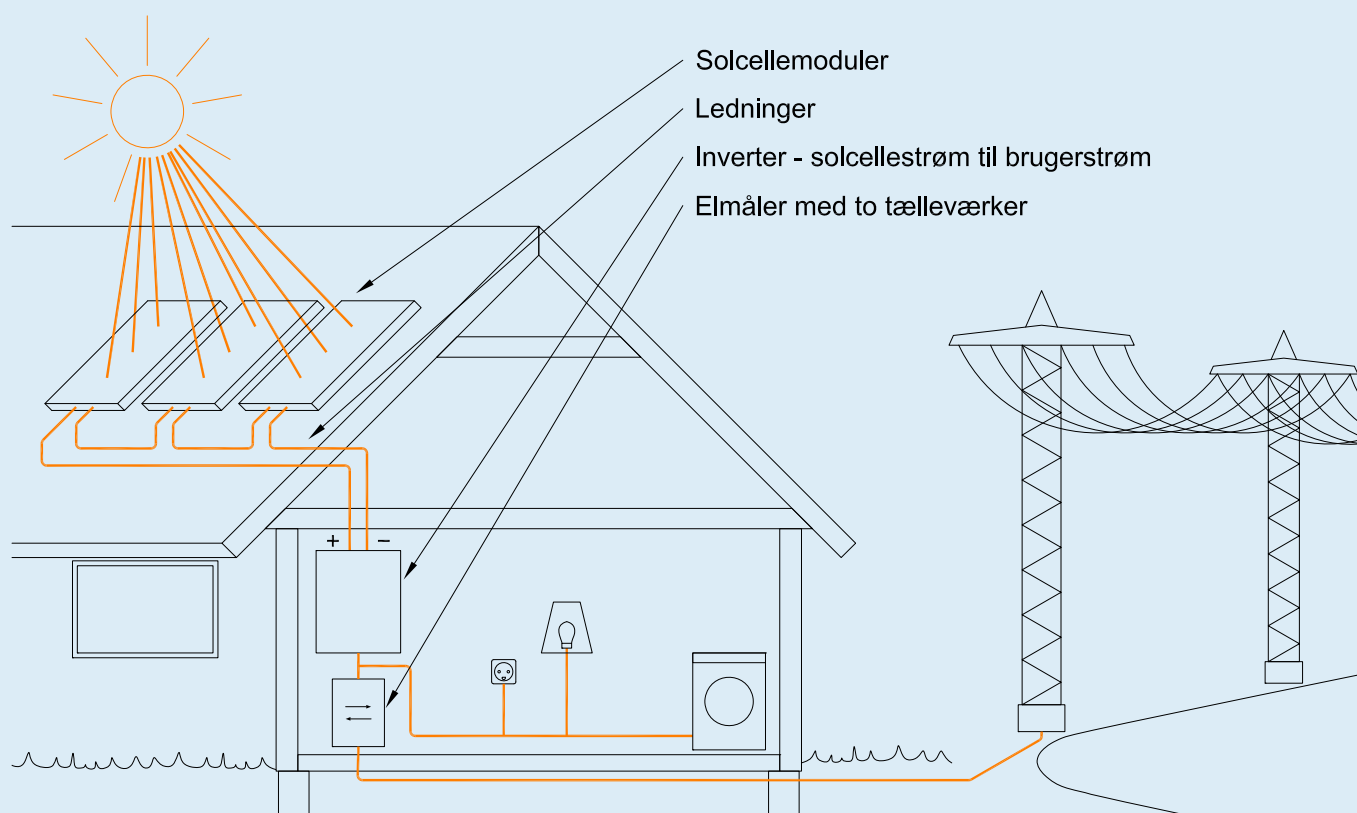
Et solcelleanlæg producerer elektricitet, når det belyses; mest når solen skinner kraftigt og i mindre grad, når det er overskyet. Det sker uden bevægelige dele og lydløst.

Der er ingen (giftige) stoffer, som udvaskes fra anlægget ved fx regnvejr. Solceller producerer jævnspænding, som omformes til vekselspænding i en elektronisk vekselretter.

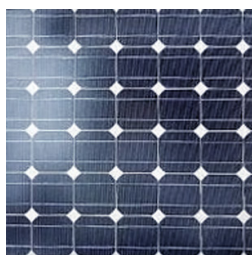
Anlægget er koblet til det offentlige elnet via vekselretteren, som automatisk sørger for at tilpasse elproduktionen fra solcellerne til elnettets spænding og frekvens. Når solcellerne producerer elektricitet, vil det først dække husets elforbrug; hvis elproduktionen fra solcellerne overstiger husets behov for el på et givet tidspunkt, eksporteres det til elnettet. På den måde kan der spares penge på elregningen.

Solcelleanlæggets elektriske ydeevne angives i Watt-peak (Wp), som lidt forenklet sagt er den effekt, det kan levere i kraftigt solskin. I Danmark leverer en kWp ca. 1000 kWh årligt ved sydendt placering.

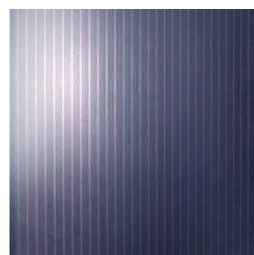
Solceller er robuste og har forventede levetider i størrelsesordenen 25 år. De er følsomme over for skygger, og markant skygge på selv mindre arealer kan få betydelig negativ effekt på elproduktionen.



Man skelner normalt mellem de to mest almindelige kategorier af solcelleteknologier, som er:



Krystallinsk silicium
(mono, poly)



Tyndfilm
(amorft silicium, CIS, CdTe)

Moduler med krystallinsk silicium er de ældste, mest udbredte og mest effektive solceller. De kendes på den typiske inddeling i et antal firkantede celler på størrelse med en stor håndflade.

Tyndfilmsmoduler kendes på et mere homogent og som oftest ret mørkt udseende, hvor de enkelte, langsgående celler vanskeligt kan skelnes.

Anbefaling til anlæggets størrelse

Hvis man ikke kan aftage elektriciteten i samme øjeblik, som den produceres, sælges den til elnettet (Med mindre man kan lagre strømmen).

Den optimale størrelse på solcelleanlægget afhænger bl.a. af priser på køb og salg af el, hvilket varierer fra time til time og år til år. Hvis anlægget er forholdsvis stort, vil man sælge meget strøm til en fremtidig ukendt pris; hvis anlægget er forholdsvis lille, vil man have større andel af egetforbrug og mindre salg.

Man skal dog også tage med i betragtning, at meget små anlæg er dyrere pr. kW end store. For at få endnu mere ud af sit anlæg kan man tilrette elforbruget, så det passer bedre med de lyse timer. Fx ved at bruge intelligent styring på hårde hvidevarer, varmepumpe, elvandvarmer og opladning af elbiler og -cykler. Se energiløsning for solceller, styring, batteri mm. Man kan bruge tabel 3 til at få en fornemmelse af, hvor meget en typisk husstand selv kan bruge direkte fra en given anlægsstørrelse. For en mere nøjagtig beregning skal man have fat i timeværdier for forbrug og produktion. Desuden er priserne for køb og salg af el helt afgørende for optimering af økonomien i anlægget. Dette svinger dog så meget, at vi ikke kan give eksakte tidssvarende beregninger i denne energiløsning.

Fordele

- Anlægget reducerer energiforbruget fra elnettet, og det bidrager til lavere CO₂-udledning
- Et solcelleanlæg medvirker til, at ejeren generelt øger sin bevidsthed om energiforbrug. Derved bliver gevinsten større end bare solcelleanlæggets elproduktion
- Et solcelleanlæg kræver stort set intet vedligehold og passer sig selv
- Et solcelleanlæg øger typisk husets værdi
- Et solcelleanlæg kan forbedre husets energimærke.



Energibesparelse

Installation af et solcelleanlæg giver ikke i sig selv en direkte energibesparelse, men elproduktionen bevirker et reduceret køb af el fra elskabet. Og det kan give en indirekte energibesparelse ved at man i husholdningen bliver mere opmærksom på apparaters og belysningens energiforbrug.

Elproduktionen pr. m² solcelleareal afhænger af teknologien:

Tabel 1: Vejledende elproduktion ved forskellige solcelleteknologier

	Vejledende elproduktion kWh/m ² /år	Vejl. Arealbehov m ² /kW
Mono-krystallinsk silicium	200	5
Poly-krystallinsk silicium	180	5,6
Tyndfilm (CIS)	130	7,7

Bemærk, at der kan være variation indenfor hver teknologi

Tabel 2: Vejledende årligt elforbrug i parcelhuse uden elvarme

	140 m ²	200 m ²
1 voksen	3.300 kWh	3.700 kWh
2 voksne	4.200 kWh	4.700 kWh
2 voksne og 2 mindre børn	4.900 kWh	5.300 kWh
2 voksne og 2 større børn	5.300 kWh	5.800 kWh

Tabel 3: Vejledende egetforbrugs andel (øjebliksafregning)

Årsforbrug kWh	2 kWp	4 kWp	6 kWp	8 kWp	10 kWp
2000	26 %	16 %	13 %	10 %	9 %
3000	40 %	20 %	16 %	14 %	12 %
4000	50 %	26 %	19 %	16 %	14 %
5000	60 %	31 %	23 %	18 %	16 %
6000	75 %	40 %	26 %	20 %	18 %
Årsproduktion kWh	1.000	2.000	3.000	4.000	5.000

Tabelværdierne er for egetforbrug i husholdninger uden elvarme og uden batteri. Med batteri vil man kunne opnå cirka den dobbelte andel til egetforbrug. (Se anden energiløsning om energilagring og styring)

Forudsætning

Elproduktionen i tabel 1 og 3 forudsætter, at solcellemodulerne orienteres mod syd med en hældning på 30-40°, at de ikke udsættes for meget høje driftstemperaturer forårsaget af eksempelvis en isoleret bagside, og at der ikke forekommer skygger af betydning. Der er under disse forhold antaget en årlig elproduktion på 1000 kWh pr. installeret kWp. Dette tal er nogenlunde

uafhængigt af solcelleteknologi, men svinger med geografisk placering og fra år til år. Ved anden hældning/orientering se tabel 4. Det forudsættes desuden i tabel 3, at elmåleren er sat op, så egetforbruget ikke afhænger af fordelingen på nettets tre faser, og at der ikke er indbygget batterilager i solcelleanlægget (anlæg med batterier findes, og vil kunne opnå væsentligt større egetforbrug).

Eksempel på beregnet besparelse

Forudsætninger	<p>En familie med et årligt elforbrug på 5.000 kWh ønsker at etablere solcelleanlæg. Huset har et sydvendt tag med 40 graders hældning (ideel produktion). Der er plads til et anlæg på ca. 4 kWp, som kan forventes at producere ca. $4 \times 1.000 = 4.000$ kWh årligt. Af tabel 3 aflæses et forventet egetforbrug på ca. 31 % af produktionen.</p> <p>Gennemsnitspris på køb af el: 2,70 kr./kWh</p> <p>Gennemsnitspris på salg af el: 0,75 kr./kWh</p>	
Værdi af sparet elkøb pr. år	$2,70 \text{ kr./kWh} \times 0,31 \times 4.000 \text{ kWh}$	= 3.348 kr
Værdi af elsalg pr. år	$0,75 \text{ kr./kWh} \times 0,69 \times 4.000 \text{ kWh}$	= 2070 kr
Anslået rådighedsbetaling, nettarif og abonnement (kan variere, spørg netselskab)		= 500 kr
Ændring i el-udgiften 1. år	$3348 + 2070 - 500$	= 4.918 kr

Hvis solcellefladen vender i en anden retning eller har en anden hældning, bruges skemaet på side 5 under afsnittet Udførelse, punkt 4, til at finde en procentvis mindre ydelse eller til at gøre arealet tilsvarende større. Priser ved køb og salg af el kan variere med flere 100 %, så eksemplet er et øjebliksbillede.

Forundersøgelse og udførelse

Inden selve udførelsen bør det sikres, at lokalplanen tillader opsætning af solceller på bygningen. Dette er især relevant i områder med mange fredede bygninger og i sommerhusområder.

Da anlægget skal sluttes til elnettet af en autoriseret elinstallatør, er det ligeledes en god idé at kontakte en installatør med det samme. Installatøren bør ud over eventuelt at rådgive boligejeren om etablering af solcelleanlægget straks kontakte det lokale el-distributionsselskab og sørge for, at aftalen mellem solcelleanlæggets ejer og elselskabet kommer på plads, herunder for at afklare kravene til anlæggets tilslutning til elnettet, før anlægget installeres.

Den gældende øjebliksafregning betyder, at man skal bruge elektriciteten i samme øjeblik den produceres, for at få fuld pris for den (inkl. alle afgifter.) Resten sælges til markedspris via en såkaldt produktionseleverandør, som ejeren først skal træffe aftale med.

Find regler og eget netselskab på www.greenpowerdenmark.dk/vejledning-teknik/nettilslutning
Se www.ENS.dk for afregning af sol-energi.

Solcellernes energiproduktion er følsom over for skygger, og som tommelfingerregel bør det påtænkte sted for opsætning af solcellerne fra og med april til og med september ikke være udsat for skygger i tidsrummet fra midt formiddag til sen eftermiddag, da langt det meste af årets solenergi kommer i dette tidsrum. Se dog nedenfor.

Desuden bør hele solcelleanlæggets areal have ensartede lys/skyggeforhold. Hvis dele af anlægget udsættes for betydelige forskelle i lys/skygge, bør det deles op i mindre anlæg. Skyggegivere kan fx være taghætter, master, træer, bygninger og antenner, og det kan være vanskeligt at vurdere reduktionen i den årlige elproduktion. I tvivlstilfælde kan det være en god idé at rådføre sig med en ekspert.

Da det er en fordel at producere elektriciteten, mens der er brug for den, kan det være fordelagtigt

at placere solcelleanlæggene på hhv. Øst- og vestvendte tagsider eller facader. Her vil der en stor del af dagen være skygge på den ene del af anlægget, og anlægget bør derfor deles op i mindre anlæg.

Solcelleanlæg skal udføres, så de ikke giver anledning til temperaturforårsagede skader på bygningen. Solcellemodulerne kan opnå driftstemperaturer, der ligger op til 50°C over omgivelsernes, mest hvis bagsiden er isoleret, som det fx ofte vil være tilfældet ved nedfældning i klimaskærmen. Det anbefales at vælge solcellemoduler med et udseende og en oplægning, som passer til husets arkitektur. En hel tagflade med moduler kan være flot, og der kan også tænkes i tilpasning til vinduesflader og linjer mellem tag og facade.

Solceller bør have god ventilation på bagsiden af hensyn til elproduktionen. Det kan dog være svært at opnå, når de nedfældes i fx en tagflade af arkitektoniske grunde. Da skal man blot være opmærksom på, at den forhøjede driftstemperatur kan koste måske 2-3% af den årlige elproduktion.

Vekselretteren bør placeres tørt og køligt af hensyn til levetid og maksimal ydeevne og ikke i et beboelsesrum, da den kan afgive en svag summen. Det bør tilstræbes at minimere afstanden mellem vekselretteren og solcellemodulerne for at mindske de elektriske tab.

Ved planlægning af montagen af solcellemodulerne bør adgangsforholdene til det enkelte modul overvejes for det tilfælde, det skulle blive nødvendigt med fejlsøgning og evt. udskiftning af et modul.

Elinstallatøren skal anmelde anlægget til elselskabet, udføre et lille indgreb i husets eltavle, slutte solcelleanlægget til elnettet og sætte skilt på eltavlen med oplysning om solcelleanlægget.

For solcellemontage på konkrete tagtyper henvises til vejledningerne udviklet af Teknologisk Institut, som findes på: www.bis.teknologisk.dk



Tjekliste

Undersøg	Spørgsmål	Svar	Løsning
Solbestråling	Er der skygge på taget om sommeren?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 1
Hældning og orientering	Er taghældningen mellem 30° og 40°?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 2
Montering på eksisterende tag	Skal solcellerne monteres på eksisterende tag?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 3
Fladt tag	Er der fladt tag?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 4
Nyt tag	Skal der etableres nyt tag samtidig?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 5
Placering	Er der mulighed for placering på tag?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 6
Vekselretterens placering	Kan der findes en egnet placering indendørs i passende kort afstand fra solcellemodulerne?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 7

1. Solbestråling

Hvis der er skygge på taget om sommeren, kan der vælges en anden placering af solcellemodulerne: På carport eller fritstående på stativ. Vær opmærksom på, at hvis der vælges en placering, der er lavere, mere lodret eller mere afvigende fra syd, så øges risikoen for skyggepåvirkning. Er panelerne placeret på forskellige flader, må det sikres, at anlægget er tilsvarende elektrisk sektionsopdelt. Vær opmærksom på om solcellerne kan genere naboer og trafikken med genskin, specielt hvis glasset er meget blankt og ved øst/vest placering.

2. Hældning og orientering

Et solcelleanlæg virker optimalt ved en placering på en sydvendt 30-40° hældende tagflade. Er der ikke mulighed for dette, vil samme ydeevne kunne opnås ved at øge solcellemodulernes samlede areal, afhængig af retning og taghældning.

Det kan dog i nogle tilfælde være en økonomisk fordel at placere solceller mod øst og/eller vest, så solcelleproduktionen evt. bedre kan udnyttes direkte i husholdningen. I tabel 4 på næste side kan du se, hvordan placering og ydeevne hænger sammen.

Eksempel på anvendelse af tabel 4

Et solcelleanlæg på 4,5 kWp, placeret sydvendt med en hældning på 40°, frit ventileret og ikke udsat for skygger kan producere ca. 4.500 kWh/år (svarer til de 100% i tabel 4). Hvis taghældningen er 40° fra vandret, og orienteringen er vest, yder anlægget kun 79 % svarende til ca. 3555 kWh/år.

Økonomisk kan de 3555 kWh dog have (langt) større værdi end de 4500 kWh, idet de dels erstatter mere el, der kan benyttes direkte i husholdningen, dels er denne el ofte dyrere (ved variabel pris), dels fås mere, for den overskudsels, der sælges til nettet.

Hvis en årlig elproduktion på 4.500 kWh ønskes, kan man øge den installerede solcelleeffekt (og dermed arealet) med en faktor $1/0,8 = 1,25$. Dermed kommer den installerede effekt op på 5,6 kWp.

3. Montering på eksisterende tag

Solcellemodulerne monteres på skinner på taget, på et stativ eller på ballastkasser. Anlægget kan normalt leveres med beslag til forskellige tagtyper. Tjek altid, før du går i gang, at beslag til montering af solcellemodulerne passer til det aktuelle tag og at taget kan bære. Solcellemoduler vejer typisk 12 kg/m² (1 lag glas med ramme) til 18 kg/m² (2 lag glas rammeløs).

4. Fladt tag

Hvis der er fladt tag, monteres solcellemodulerne på et stativ eller ballastkasser, fx så de vender stik syd med en hældning på 30-40°, eller så en del af dem vender øst eller vest, alt efter, hvornår man har brug for elektricitet. Ved valg af stativ, tjek at gennemboringer af klimaskærmen tætnes meget omhyggeligt. Ved valg af ballastkasser, tjek at taget kan bære den forøgede vægt.

5. Nyt tag

Hvis tagbelægningen skal skiftes, er der mulighed for at indbygge solcellemodulerne i taget eller bygge montagebeslag ind med det samme.

6. Placering på stativ eller facade

Hvis der ikke er mulighed for placering på tag, kan solcellemodulerne placeres på stativ på jorden, eller på en facade, men vær i så fald ekstra opmærksom på evt. skyggegivere.

7. Vekselretterens placering

Vekselretteren bør placeres et køligt, velventileret, støvfrit sted. Den bør ikke opsættes i opholdsrum, da den kan udsende svag støj, og endelig bør afstanden til solcellemodulerne ikke være for stor. Kan der ikke findes en egnet placering indendørs, kan man evt. opsætte den udendørs. Man skal i så fald sikre sig hos leverandøren, at der vælges en vekselrettertype, der er designet til udendørs montage.

Tabel 4

		Orientering [°]												
		Nord		Øst			Syd			Vest			Nord	
		-180	-150	-120	-90	-60	-30	0	30	60	90	120	150	180
Hældning [°]	90	26	32	43	55	65	71	73	72	65	55	42	31	26
	80	31	36	48	62	73	80	82	81	73	62	47	36	31
	70	34	41	53	68	80	87	90	87	80	67	53	40	34
	60	38	45	58	73	85	92	95	92	85	72	58	44	38
	50	44	49	63	76	88	96	98	96	88	76	62	48	44
	40	51	55	67	80	90	97	100	97	90	79	66	55	51
	30	59	63	71	81	91	97	99	97	91	81	70	62	59
	20	68	70	75	83	90	95	97	95	90	83	75	69	68
	10	76	77	81	84	87	91	92	91	87	84	81	77	76
	0	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85

Figuren viser solcellernes omtrentlige procentvise årlige energiproduktion ved forskellig hældning og orientering, angivet i forhold til den ideelle placering i DK: Stik syd og hældning ca. 37°, som er 100%.

Hvilke krav stiller bygningsreglementet?

Der stilles krav i bygningsreglementet om funktionsafprøvning. Installationer, som kan medføre en særlig risiko for brand, skal placeres og udføres i bygningen, så risikoen for, at en brand opstår og spredes, minimeres.

Virksomhedens stempel og logo:

VEB påtager sig intet ansvar for eventuelle fejl og mangler i hverken trykt eller digitalt informationsmateriale eller for tab, der måtte opstå som følge af dispositioner på baggrund af materialet. VEB forbeholder sig ret til uden forudgående varsel at foretage ændringer i materialet.

Yderligere information

VE-godkendelsesordning

www.ens.dk/ansvarsomraader/energibesparelser/byggeri-og-renovering/ve-godkendelsesordning

Støtte til vedvarende energi

www.ens.dk/ansvarsomraader/stoette-til-vedvarende-energi/solceller/ansoegningsproces

www.bis.teknologisk.dk

www.sik.dk

www.ens.dk

Kontakt Videncenter for energibesparelser i bygninger

Du kan ringe til os på tlf. 7220 2255, hvis du har spørgsmål.

Eller gå ind på hjemmesiden:

www.ByggeriOgEnergi.dk



Videncenter for energibesparelser i bygninger