



Solceller i byggnader – nya möjligheter!

Energimyndigheten och Boverket informerar



Användningen av solceller ska öka

Syftet med denna broschyr är att informera om möjligheterna med solceller i bebyggd miljö. Ämnet är särskilt aktuellt just nu eftersom ett statligt stöd för bland annat installation av solceller på byggnader med offentlig verksamhet träder i kraft under våren 2005.

Förutsättningarna för stödet till solceller är följande:

- Bidraget är på 70 % och gäller hela solcellsinstallationen, både material och arbete.
- Stödet utgår endast för solceller på byggnader med offentlig verksamhet.
- Stödet söks hos Länsstyrelsen och erhålls som en kreditering på skattekontot.
- Det maximala stödbeloppet är 5 miljoner kronor per byggnad.
- Det totala beloppet som avsatts för stödet är 100 miljoner kronor.
- Stödet gäller till den 31 december 2007.
- Mer information om stödet finns på Boverkets hemsida, www.boverket.se.

Våren 2005 finns det knappt 4 MW installerad solcellseffekt i Sverige. Om alla de 100 miljoner kronor som avsatts för stödet går åt kommer denna effekt att öka med nästan 3 MW och den installerade effekten kommer alltså i det närmaste fördubblas inom loppet av två och ett halvt år. För att denna snabba tillväxt ska vara möjlig krävs att alla inblandade aktörer har tillgång till information om stödet och om hur solceller kan användas i byggnader. Informationen behövs hos byggherrar, arkitekter, och fastighetsförvaltare, hos de kommunala energirådgivarna och hos de handläggare vid länsstyrelserna som beslutar om stödet. Syftet med denna broschyr och den CD-skiva som utges samtidigt är att öka kunskapen om solceller. Det är min förhoppning att

vi därmed inspirerar till en ökad användning av solceller i byggnader.



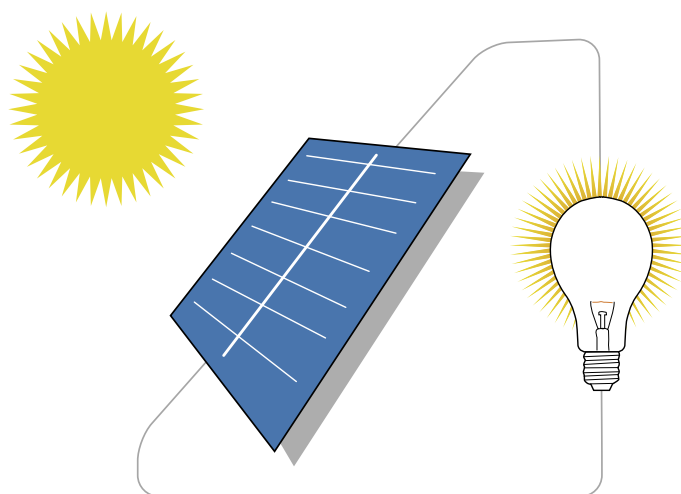
Maria Hall,
Energimyndigheten

Solceller – så funkar det!

» Solcellen omvandlar solljus direkt till elektrisk energi. Processen sker tyst, utan rörliga delar, utan bränsle och utan att någonting i solcellen förbrukas.

När solljus träffar solcellen så uppstår en elektrisk spänning mellan cellens framsida och baksida. Denna spänning driver solcellens elektroner i en bestämd riktning, en ström uppstår. Solcellens framsida har ett metalliskt nät som samlar in strömmen, men släpper igenom ljuset. På cellens baksida, som inte är belyst, är hela ytan täckt med ett ledande metallskikt. Strömmen tas ut från cellen med ledningar som är anslutna till både fram- och baksida.

Solcellsmoduler påminner till viss del om solfångare. Skillnaden är att solfångaren omvandlar solljuset till värme, oftast i form av varmvatten eller varmluft, medan solcellen omvandlar solljuset till el.



Flera solceller blir en modul

För att få en robust och lätthanterlig enhet som står emot fukt täcks solcellerna med en skyddande glasskiva. Cellerna har då först seriekopplats för att öka enhetens spänning. Resultatet blir en modul.

Moduler blir system

Solcellsmodulen är den viktigaste byggstenen i ett solcellssystem. I nätanslutna system brukar moduler seriekopplas till flera hundra volt och kopplas in på elnätet via en s.k. växelriktare (se sidan 4).

Modulen till höger är på 50 W och anpassad för tillämpningar med 12 V batterisystem. Storleken är cirka 0,4 m².



foto: Energibanken AB

Olika typer av solceller

» Solceller tillverkas i flera varianter, oftast med kisel som råvara. De vanligaste solcellerna tillverkas av kiselskivor och är 10x10 till 15x15 cm. Dessa skivor kan bestå av en- eller flerkristallint kisel. Verkningsgraden för moduler av skivbaserade kiselceller är 12–15 %. Moduler kan också tillverkas i tunnfilmsutförande, och får då en verkningsgrad på 5–10 %.



foto: Energibanken AB

Flerkristallint kisel med den typiska mångfasetterade blå färgen.



foto: Energibanken AB

Enkristallint kisel. Dessa solceller är enfärgade, oftast svarta eller blå.



foto: Energibanken AB

Tunnfilmsmoduler. Dessa är alla homogent mörka till sin natur, oavsett vilket halvledarmaterial som använts.



foto: Lars Hansson, JIM

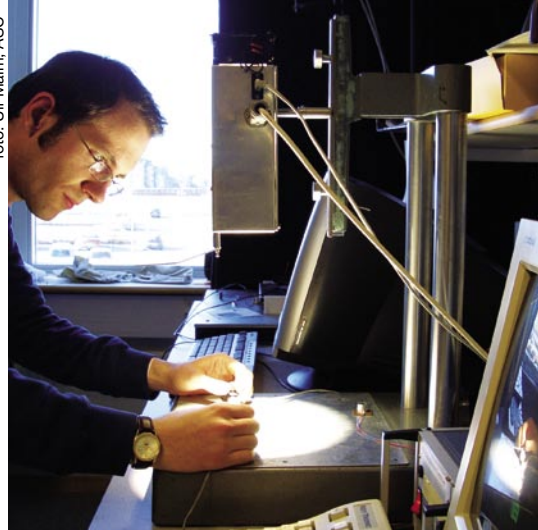
Utseendemässigt kan man vinna mycket på att göra så kallade glas/glasmoduler som är semitransparenta, med t.ex. 20 % glasyta och 80 % solcellsytta.

Hur mycket el får man?

De solceller som är vanligast på marknaden idag har en verkningsgrad på ca 13 %. Detta innebär att 13 % av solenergin som träffar solcellen omvandlas till el. Resten blir värme. När solen skiner från en klarblå himmel är effekten i solljuset ca 1000 watt per kvadratmeter. Med en verkningsgrad på 13 % innebär detta att en kvadratmeter solceller ger 130 watt el. Detta innebär i sin tur att det behövs 7,7 kvadratmeter solceller för att få 1000 watt, eller en kilowatt, solel.

I Sverige ligger den årliga elproduktionen från en solcellsanläggning på mellan 800 och 900 kWh per installerad kilowatt om solcellerna monteras på ett tak som lutar mot söder. Solceller på en vertikal söderfasad ger cirka 600 kWh per installerad kilowatt och år.

foto: Ulf Malm, ÅSC



Svensk solcells forskning

Energimyndigheten och dess föregångare har gett bidrag till svensk forskning och utveckling inom solcellsområdet sedan 1977. År 1983 inleddes den forskning på tunnfilms-solceller av CIGS-typ som bedrivs vid Ångström Solar Center (ÅSC) i Uppsala.

CIGS är förkortningen för en halvledare baserad på grundämnena koppar, indium, gallium och selen (med beteckningarna Cu, In, Ga och Se). ÅSC har världsrekord i verkningsgrad för små tunnfilmsmoduler. Detta rekord är baserat på CIGS och är på 16,6 %. Ett resultat av forskningen på CIGS-solceller är avknopningsföretaget Solibro AB som håller på att bygga upp en anläggning för tillverkning av CIGS-tunnfilmsmoduler i Sverige.

Vid ÅSC forskar man även på s.k. nano-strukturerade solceller. I dessa celler används ett färgämne för att absorbera solljuset. Färgämnet sitter på pyttesmå (nanometerstora) kulor av halvledaren titandioxid och alltsammans är indränkt i en vätska som kan leda ström. Cellen fungerar med färgämnet klorofyll, även om andra färgämnen är bättre. Celltypen kallas Grätzelcell. De bästa resultaten för Grätzelceller är en verkningsgrad på 12 %. Denna typ av solcell har dock ännu vissa problem med hållbarheten. De försämras nämligen om de utsätts för starkt solljus.

Till vänster nedan visas en CIGS-modul och till höger en Grätzel-modul, som båda tillverkats vid ÅSC.

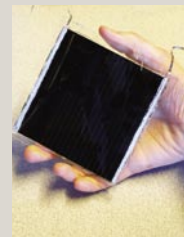


foto: Ulf Malm, ÅSC

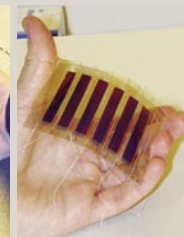


foto: Leif Häggman, ÅSC



foto: Energitanken AB

Solceller används för belysning och signalering vid hållplats.

Tillämpningar för solceller

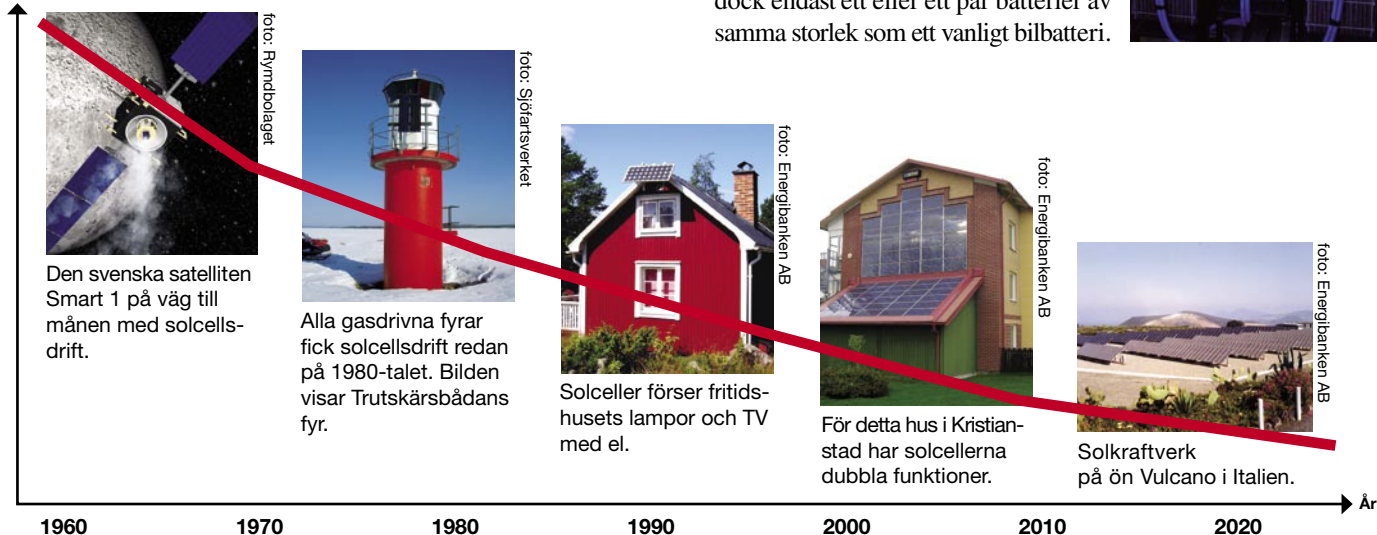
» Ca 90 % av de svenska solcellsanläggningarna är mindre system som inte är anslutna till elnätet. De svenska solcellssystemen finns exempelvis på fritidshus och fyrar. Byggnadsintegrering av solceller har dock blivit allt vanligare under senare år, framförallt i Tyskland och Japan. Andelen byggnadsintegrerade svenska system har också ökat under det senaste decenniet.

Solceller började användas för strömförsörjning av satelliter redan på 1950-talet. Utvecklingen av halvledarindustrin under denna tid bidrog även till att kostnaden för solceller minskade. Under 60- och 70-talen blev solceller därför ett konkurrenskraftigt alternativ även på jorden, främst där avståndet till elnätet är långt. Efter 1970-talets energikris startades omfattande satsningar i många länder för att få fram effektivare och billigare solceller för elproduktion.

Satsningarna har lett till att byggnadsintegrering av solceller närmar sig lönsamhet. Stora solcellskraftverk för centraliserad elproduktion ligger något tiotal år fram i tiden. Tillämpningar för solceller i utvecklingsländer har en enorm potential och innebär en stor möjlighet för solcellsindustrin.

Allt eftersom priset på solceller sjunker introduceras nya tillämpningar

Kostnad



Solcellssystem

» Den enklaste typen av solcellssystem består enbart av en modul och det som ska drivas av den producerade solcellselen. Vanligtvis ingår dock även ett stativ, viss elektronisk utrustning och ett energilagring i form av ett batteri eller elnätet.

Elektroniken och det eventuella energilagret har till uppgift att anpassa den producerade solcellselen efter elbehovet. Elektroniken transformerar den elektriska spänning som solcellerna ger så att den passar till den elektriska utrustning som ska drivas. Om systemet är anslutet till elnätet måste solcellselen omvandlas från likström till växelström. Energilagrets roll är att utjämna skillnader mellan inkommande solenergi och elförbrukning.

Det finns två huvudtyper av solcellssystem: system som är anslutna till elnätet och fristående (icke nätanslutna) system med batterier.

Elnätanslutna system

Elen från solcellerna matas ut på elnätet via en växelriktare. Ett eventuellt elöverskott på dagen matas ut till nätet för försäljning. På natten tas elbehovet från nätet.

Växelriktaren omvandlar likström till växelström, håller cellerna vid den spänningsnivå där de ger störst effekt, och fasar automatiskt in elen på nätet. Dessutom bevakar växelriktaren spänningsnivån på nätet för att säkerställa att ingen farlig spänning hamnar på utgången om det blir elavbrott på nätet.



foto: Energitanken AB

Fristående solcellssystem med batterier

Överskottsenergi lagras i ett batteri för senare användning. I ett fristående solcellssystem krävs en laddningsregulator som skyddar batteriet mot överladdning och djupurladdning, vilket är skadligt för batteriet och försämrar dess livslängd. Bilden visar en batteribank till ett stort solcellssystem. I de flesta system används dock endast ett eller ett par batterier av samma storlek som ett vanligt bilbatteri.

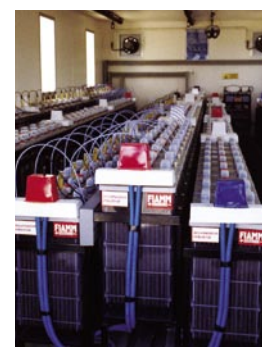


foto: Energitanken AB



I Nieuwland utanför Amsterdam har hela stadsbilden påverkats av att solceller integrerats i byggnaderna.

Solceller i arkitektur och stadsbyggnad

» Solceller är ett nytt material i stadsbilden. Färguttryck och struktur skiljer sig från de klassiska fasadmaterialet puts och tegel och anknyter mer till modernt glasbyggande. Ur stadsplaneringssynpunkt sätts förutsättningarna för solceller i detaljplanen. För att solcellerna skall bli en mer självklar byggdela, bör de finnas med tidigt i gestaltningsprogrammets avvägningar vid färg- och materialval.

Eftersom solceller är känsliga för skuggning kommer samplanering av solceller och växtlighet att få en stor betydelse vid solcellsintegration i byggnader. Växtlighet är viktig både ur trivselsynpunkt och av miljöhänsyn. Exempelvis kan lövträd bidra med minskad energianvändning i ett kontorshus sommartid, genom att hindra solstrålningen. I ett sådant exempel är det effektivast att placera solceller på eller integrerat i tak. I stadsplanen bör målsättningen vara att förena möjligheterna till grönska och användandet av solceller.

För byggnadsgestaltningen är det viktigt att solcellsinstallationen kommer in så tidigt som möjligt i projekteringsprocessen och att alla aktörer är informerade. Detta för att få en väl fungerande anläggning som stämmer överens med byggnadens formspråk. Solceller som ett byggnadsmaterial kan antingen användas integrerat i klimatskalet eller applicerat utanpå byggnaden. Vid installation av solceller i byggnader är det viktigt att tänka på att solcellerna blir varma när de belyses, den del av solstrålningen som inte ger el skapar en uppvärmning av själva cellen. Framförallt vid integration av solceller i klimatskalet måste denna värme kunna ventileras bort eller tas tillvara.

Vid användning av solceller i byggnader skapas tilläggsvärden, såsom exempelvis:

- Andra byggmaterial ersätts
- Solceller som integreras i klimatskalet kan nyttja den värme som alstras på baksidan av cellen exempelvis till förvärmning av tilluft
- Solceller utanför klimatskalet kan dubbelutnyttjas exempelvis vid solavskärmning, då solen hindras från att skapa övertemperaturer i byggnaden samtidigt som elenergi produceras
- En producerad kWh solet värderas lika mycket som en köpt kWh eftersom den produceras i byggnaden
- Solceller ger en positiv image som kommer ägaren tillgodo
- Lokal elproduktion minskar överföringsförlusterna

Läs mer i boken *”Aktiv solenergi i hus och stadsbyggnad”* av Marja Lundgren. Mer information om hela projekteringsprocessen finns också på www.solcell.nu.

Orientering av solceller

Elproduktionen från solceller blir maximal om modulerna lutar 45 grader och orienteras mot söder. Orienteringen av solceller är dock inte så kritisk. Tak som är riktade mot väderstreck mellan sydost och sydväst ger 5 % mindre produktion. För fasader gäller att de ger 25 % mindre än ett tak med samma väderstreck.

Skuggning kan vara ett problem vid byggnadstillämpningar. Ett enskilt träd eller ett mindre hus framför solcellerna kan man bortse ifrån, men vid en mer komplicerad skuggproblematik bör en utvidgad analys göras. (se webbplatsen solcell.nu eller speciella beräkningsprogram)

Partiell skuggning av moduler, t.ex. skuggning från en lyktstolpe, minskar strömmen eftersom cellerna i modulen, och oftast även modulerna, är seriekopplade. Det finns dock enkel teknik som minimerar problemet.



Frågor och svar om solceller

Vad kostar solceller?

Priset på solceller är 30 kronor per watt. Solcellssystem kostar cirka 45 000 kronor per kilowatt. Därmed är priset för en kWh sol från ca 4 kronor idag, beroende på systemets placering.

När blir solet billigare?

Priset på solceller sjunker för varje år. Med dagens prisutveckling kan el från solceller på byggnader komma att konkurrera med köpt el redan år 2015. Från solkraftverket Springerville i Arizona kostar en kWh 1,16 kronor redan idag.

Hur mycket energi går åt för att producera en solcell?

Det tar mellan tre och fem år för solcellsmodulen att generera lika mycket el som det gått åt för att tillverka den. Denna tid minskar i takt med att solcellerna blir bättre och tillverkningstekniken blir energieffektivare.

Hur länge håller solceller?

Tillverkarna ger 25 års garanti. Svenska solcellsanläggningar som byggdes i början av 1980-talet fungerar lika bra idag som när de var nya. Ett fristående solcellssystem svagaste punkt är batteriet, som kan behöva bytas omkring vart tionde år. I ett nätanslutet system är växelriktaren den svagaste komponenten, som också kan behöva bytas vart tionde år.

Hur mycket el får man?

I Sverige ligger den årliga elproduktionen från en installerad kilowatt på mellan 800 och 900 kWh för takmonterade solceller. Fasadmonterade solceller ger cirka 600 kWh per kilowatt.

Har vi inte för lite sol i Sverige?

Varje år nås Visby av lika mycket solenergi som Paris. Södra och mellersta Sverige har inte mindre sol än t.ex. Tyskland som satsar stort på solcellstekniken. Den årliga solstrålningen i Sverige är hälften så stor som den i Sahara.

SolEI-programmet

Det tillämpade solcellsprogrammet SolEI 03-07 samfinansieras av Energimyndigheten och näringslivet. Programmet arbetar bl.a. med driftstatistik från svenska solcellsanläggningar, nätanslutningsfrågor och förstudier för demonstrationsanläggningar. Ett viktigt resultat av programmet är hemsidan www.solcell.nu som är en introduktion till solceller i byggnader.

Mer information om SolEI-programmet finns på www.elforsk.se/solel.

Exempel på solceller i byggnader

» Nedan visas några exempel på hur solceller kan integreras i och appliceras på byggnader.

Integrerat i tak



Applicerat på tak



Rader på platta tak



Fasadintegrerat



Integrerat i fönster



Balkongfronter



Dekorativt mönster



Solavskärmning

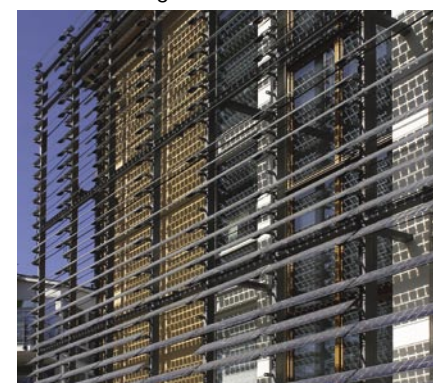




foto: Energibanken AB

Vad bör man tänka på när man installerar solceller i en byggnad?

» När man diskuterar förutsättningar för att använda solceller i en viss tillämpning bör man ställa sig följande frågor:

1. Varför vill vi installera solceller?
2. Hur mycket el kommer solcellerna att producera?
3. Vad kommer det att kosta?
4. Hur kommer det se ut?
5. Vilka tilläggsvärden finns det?

Om svaren på ovanstående frågor är tillfredställande kan man gå vidare med följande frågor:

6. Vilka regelverk gäller vid installation av av solceller i byggnader? Behövs bygglov?
7. Vem tillverkar, levererar och installerar?
8. Hur länge håller solcellssystemet, hur ska det underhållas och vem ska underhålla det?

Denna broschyr ger inga allmängiltiga svar på ovanstående frågor. Mer information finns på Energimyndighetens och Boverkets CD-skiva om byggnadsintegrerade solceller samt i de skrifter och på de hemsidor som anges på baksidan av denna broschyr.

När frågorna ovan besvarats kan projektet inledas och detaljfrågor som montage, ihopkoppling av systemet och placering av systemets olika komponenter.

Det är inte särskilt krångligt att bygga med solceller. Det finns dock, som i de flesta byggprojekt, en del regler som måste följas. På hemsidan www.solcell.nu finns en sammanställning av de lagar, föreskrifter, standarder och rekommendationer som är aktuella.

Drift och underhåll av solcellsanläggningar

Solcellsmoduler behöver oftast inte rengöras eftersom detta sköts av regn och blåst. Fasadmonterade moduler kan dock behöva tvättas av estetiska skäl.

Ett annat ovanligt undantag är anläggningen på bilden nedan. Solcellerna är monterade som en persienn framför ett hus. Överliggande moduler hindrar regnet från att rengöra underliggande. En modul längst ned har rengjorts. Mätning före och efter rengöringen visade att smutsen minskade uteffekten med bara 7 %. Smuts försämrar alltså inte effekten så mycket som man skulle kunna tro.

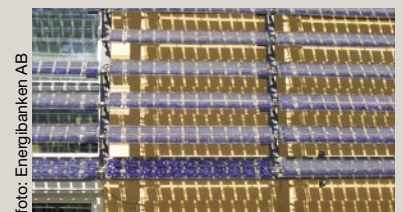


foto: Energibanken AB

Vanligen behöver man inte avlägsna snö från moduler. När lutningen är tillräcklig och solen lyser kommer snön närmast modulytan värmas upp och smälta, med resultat att hela snötäcket glider av. Energiförluster på årsbasis i södra Sverige under snörika år är enbart 3-4 %.

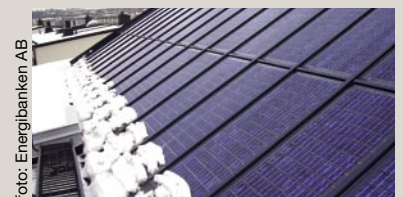


foto: Energibanken AB

Solcellssystemet bör inspekteras med jämna mellanrum. Det kan enklast kontrolleras vid växelriktaren enligt leverantörens anvisning. Fungerar växelriktaren så fungerar i allmänhet anläggningen.



Vill du veta mer om solceller?

Starta den kortkurs som finns på CD-skivan *Solceller i byggnader - nya möjligheter!*
Du kan även beställa skivan eller ladda ner kursen från www.stem.se (Publikationer).

Användningen av solceller ska öka

I en solcell omvandlas solljus direkt till el, utan att något bränsle förbrukas och utan att ge några utsläpp. En kvadratmeter solceller ger ca 130 watt vid klart väder. Idag finns ca 90 % av alla solceller i Sverige i system som inte är anslutna till elnätet, t.ex. på fyrar, båtar och fritidshus. Andelen nätanslutna byggnadsintegrerade solceller ökar dock, både i Sverige och globalt.

Från våren 2005 finns ett statligt stöd för solceller på byggnader med offentlig verksamhet. Stödet ska gälla till den 31 december 2007 och är på 70 % av kostnaden för solcellssystemet. Regeringen har avsatt totalt 100 miljoner kronor för stödet till solceller. Om stödet utnyttjas fullt ut kommer den totala installerade solcellseffekten i Sverige fördubblas, från knappt 4 MW 2004 till över 7 MW, inom loppet av knappt tre år.

Mer information om solceller:

El och värme från solen,
Björn Andersson, Maria Brogren,
Tomas Kåberger, IVA, 2004,
www.iva.se

El från solen – energi & industri i Sverige,
Energimyndigheten 2004,
www.stem.se

Solceller – Från solljus till elektricitet,
Martin Green, Svensk Byggtjänst,
2002

Aktiv solenergi i hus och stadsbyggnad,
Marja Lundgren, Arkus, 2004

Länkar:

www.boverket.se
www.stem.se
www.elforsk.se/solel
www.solcell.nu
www.pvnord.org

Energimyndigheten 2005
ET 2005:11. 6000 ex.
Ide: SolEl-programmet
Produktion: Svenska Verket
Fakta: Energibanken AB
Foto: Carl Michael Johannesson, där ej annat anges.
Tryck: Multityck, Eskilstuna

Omslagsbilder: Hammarby Sjöstad, semitransparenta solcellsmoduler integrerade i ett tak (stor bild, framsida). Solceller i en pergola över en kontorsbyggnad i nederländska Rijswijk (små bilder, fram- och baksida).