SolEl programmet 2008 – 2011

DESSA FÖRETAG/ORGANISATIONER HAR FINANSIERAT SENASTE ETAPPEN AV SOLEL-PROGRAMMET:

ELFORSK
ABB
e·on
Energimyndigheten
ExoTech
FALKENBERG ENERGI.SE
Fortum
Göteborg Energi
HSB
Jämtkraft
Drivkraft för regionen
Malmö stad
MälarEnergi
SBUF
SHARP
Bixia
UMEÅ ENERGI
VATTENFALL
VEAB
VÄXJÖ ENERGI AB

Produktion: Kreativ Media AB, www.krem.se
Grafisk form: Gabriella Lindgren
Omslagsbild: Lars Magnell
Övriga fotografer anges vid respektive bild

Innehåll

1. FÖRORD OCH INLEDNING 4

Nu är det kul att prata om kostnaden 5
Den svenska solcellsmarknaden växer snabbt 6
Fortsatt tillväxt och nya utmaningar 7

2. BYGGNADSANKNUTEN SOLEL 8

POLIS vill stimulera till mer solenergi 9
Planera idag för solelproduktion i morgon 10
Takens verkliga solelpotential 12
Solceller i bebyggelsen 14
Solceller kan täcka hela elbehovet 16
Solhybrider ger el och värme till högskola 17

3. NÄTANSLUTNINGSFRÅGOR 18

Nettodebitering stor hjälp för solkraften 19
Fjärravlästa elmätare och solelproduktion 23
Eurosun i Lissabon 24
En snabbguide till solceller 25
Kvalitetssäkring av solel 25

4. SYSTEMFRÅGOR 26

Nytt modellverktyg bedömer elproduktionspotential 27
Lönsamheten under lupp 28
Hyr mycket får man för elen? 29
Elcertifikat räcker inte till för solkraft 31
Så stödjer man solelen på bästa sätt 32
Bra med planeringsmål för solkraften 34
Solelförening alternativ till egen solel 37
Miljön en stark drivkraft 38
Nya material kan sänka kostnaden för moduler 40

5. TEKNIK OCH KONFERENSBEVAKNING 42

Nya utmaningar med mer solel 43
23:e Europeiska solcellskonferensen: Brist på kapital och personal 44
24:e Europeiska solcellskonferensen: Solcellsmarknaden blomstrar 46
25:e Europeiska solcellskonferensen: Priserna faller 49
Solar Building Skins 50

6. INFORMATION OCH UTBILDNING 52

Tvärvetenskapliga arkitektresor 53
Solceller i byggnader 54
Solceller i byggnader – i Sverige och internationellt 56
The Echoing Green 59
Uppdatering av projekteringsverktyg 61
Unika solenergiprodukter saknar standard 62
Solel Roadshow 64
Solbåten Midnightsun 65
Solracet – en tävling med små elbilar 67
Teknikåttan 68
Ecocab – cykeltaxi med solceller 69
Årets solcellsanläggning 70
Samarbete mellan myndighet och näringsliv 71
Fem filmer om solel 72

7. UTVÄRDERING OCH DRIFTUPPFÖLJNING 74

Utvecklad driftuppföljning 75
Driftuppföljning senaste perioden 76
Utvärdering av Offrot-stödet 78
Uppdaterad utvärdering av solcellsstödet 79
Utvärdering av hybridsolfångare 80
Solhybriden Matarenki 82
Solen skiner lika bra här som i Tyskland 85

Foto: Wikimedia

1. Förord och inledning

”Nu är det kul att prata om kostnaden”

Ända sedan SolEl-programmet startade för 15 år sedan så har den återkommande frågan handlat om hur mycket det kostar att producera el med solceller. Fram till för ett år sedan försökte vi slingra oss inför den frågan. Istället har vi lyft fram de positiva miljövärdena, pekat på att solel är en framtidsteknik, visat på möjligheterna att stärka sitt varumärke och liknande. Men nu har det äntligen blivit roligt att faktiskt även prata om kostnaderna för att producera el med solceller. Under det senaste året så har världsmarknadspriset på solcellsmoduler sjunkit markant, och därmed även systempriset ut till kund. Intresset för tekniken ökar även i Sverige. Det investeringsstöd som funnits under de senaste åren är övertecknat flera gånger om.

SolEl-programmets roll är att på olika sätt stödja den positiva marknadsutvecklingen. Det finns fortfarande ett antal hinder och barriärer som på olika sätt kan övervinnas genom forskning och utveckling. Därefter är det viktigt att sätta resurser på att sprida den framtagna kunskapen till de som behöver den. Ett annat viktigt syfte med informationsspridningen är att skapa mötesplatser för nätverkande för olika målgrupper.

Under den gångna perioden har mycket resurser lagts på byggnadsanknuten solel, nätfrågor, systemfrågor, nettodebitering och informationsspridning. Totalt under programetappen så har ett 50-tal projekt genomförts. Tre stora programseminarier och ett flertal mindre projektseminarier har hållits. Sex nyhetsbrev har tryckts och distribuerats både via post och på hemsidan. Flera satsningar på målgruppsanpassad informationsspridning har också gjorts, såsom informationsfilmer, informationsportaler och synteser. Dessa finns alla tillgängliga via www.solelprogrammet.se.

Syftet med denna rapport är att visa på hela den bredd av verksamhet som har bedrivits under programperioden. Informationen bygger i huvudsak på de sammanfattningar som författarna har lämnat i sina rapporter. Detta material har sedan bearbetats journalistiskt av Lars Magnell, Kreativ Media AB

Vi vill också passa på och tacka alla engagerade finansiärer och utförare som har gjort det möjligt att ta fram alla dessa spännande resultat!

SolEl-programmets styrelse genom
Monika Adsten och Bertil Wahlund

Den svenska solcells-marknaden växer snabbt

Vid årsskiftet 2010/2011 fanns ungefär 11,4 MWp installerad solcellseffekt i Sverige där 2,7 MWp installerades under 2010. Troligtvis kommer installationerna att fortsatt öka med det förlängda statliga investeringsstödet för solel på 60 miljoner kronor under 2012.

Ökningen i efterfrågan och hög installationstakt under 2010, orsakat av stödsystemet gjorde att modulåterförsäljare och systeminstallatörer kunde importera större kvantiteter. Vana vid att installera system gjorde också installationsprocessen mer effektiv. Detta tillsammans med fallande priser på världsmarknaden för solcellsmoduler och systemkomponenter gjorde att priserna i Sverige minskade betydligt och nu är närmare priserna på de större marknaderna i Europa. En enskild solcellsmodul kostade typiskt 27 kronor per watt under 2010, jämfört med cirka 50 kronor per watt under 2009. Kostnaden för ett större nätanslutet system minskade från 47 kronor per watt under 2009 till 35 kronor per watt under 2010.

Under 2010 fanns fem större tillverkare av solcellsmoduler vilka, nästan uteslutande, exporterade alla sina moduler. Efterfrågan på världsmarknaden växte under 2010, vilket gjorde att produktionen av moduler i Sverige också växte något från 173 MWp under 2009 till 180,8 MWp under 2010. Hela produktionskapaciteten ökade också. Under 2010 blev det dock tydligt att trenden att flytta modultillverkning till asiatiska länder också gäller Sverige. REC ScanModule AB stängde sin produktion i Sverige i slutet på 2010 för att istället producera moduler i Singapore.

De totala offentliga utgifterna för solceller var ungefär 123,5 miljoner kronor under 2010. Av dessa gick 61 miljoner kronor till investeringsstödet, vilket var 39 miljoner mindre än år 2009. Nästan alla övriga pengar gick till forskning och utveckling vilket är nästan samma summa som år 2009.

Källa: Nationell översiktsrapport av solcellsinstallationer i Sverige 2010, IEA PVPS

Fortsatt tillväxt och nya utmaningar

Solcellsmarknaden fortsätter sin kraftiga expansion runt om i världen. Även om det fortfarande är så att det är ett fåtal länder som Tyskland, USA och Italien som dominerar.

En fortsatt kostnadssänkning av solcellssystem kan förväntas till följd av uppskalning av volymer i solcellsproduktionen, men det finns en stor spridning i hur utvecklingen av installerad effekt i världen förväntas öka. De refererade prognoserna finns i intervallen 200–800 GWp till år 2020 och 800–2000 GWp till år 2030.

- Vid fortsatt expansion av solcellsmarknaderna kan resursfrågor bli en utmaning för solcellsteknikerna; tillgången till silver, tellurium och indium undersöks i internationell forskning, men det behövs fler forskningsinsatser för att fastställa hur begränsande resurserna kommer att vara.

- Riskerna med elsäkerheten vid brandbekämpning förefaller vara överdrivna och det finns existerande säkerhetsåtgärder som kan tillämpas. Utveckling av tekniska lösningar för att undvika och detektera ljusbågar i solcellssystem sker inom branschen.

- Genom att kontrollera utmatning av aktiv och reaktiv effekt i växelriktaren för att hålla nere nätspänningen vid inmatning av solel kan förstärkning av elnät undvikas och besparingar göras. Utveckling och harmonisering av nätanslutningsregler i lågspännings- och mellanspänningsnät behövs för att reglera kraven på växelriktare.

- Snabba produktionsvariationer i geografiskt utspridd solkraft är en aktuell forskningsfråga. En generell slutsats är att geografisk utspridning ger kraftigt sänkt variabilitet jämfört med solelproduktion på en enskild plats. Fler studier behövs för att bedöma det ökade behovet av balanskraft vid omfattande utbyggnad av solel.

- Frekvensstabilitet med en hög andel solel i kraftsystemet är en aktuell utmaning. En lärdom av aktuella åtgärder i Tyskland är att tidigt utforma förutseende nätanslutningsregler och utreda de möjliga effekterna av omfattande anslutning av solcellssystem på elnäten.

Källa: Joakim Widén, Elforsk rapport 11:63

Foto: PowerGlaz

2. Byggnadsanknuten solel

POLIS vill stimulera till mer solenergi

EU-projektet POLIS går ut på att främja aktiviteter inom stadsplanering och lokala handlingsprogram som ökar användning av solenergi i 6 europeiska städer.

SolEl-programmet har bidragit med en delfinansiering till det svenska deltagandet i projektet. POLIS står för: Identification and Mobilization of Solar Potentials via Local Strategies – alltså Identifiering och mobilisering av potentiellt solenergiutnyttjande genom lokala handlingsprogram.

SVENSK VERSION

POLIS-projektet har sammanställt en tryckt rapport med "State-of-the-art" beträffande projekt och aktiviteter för att främja solenergiutnyttjande i de deltagande länderna. En svensk version finns på POLIS-hemsida (www.polis-solar.eu). Under det senaste året har cirka 20 "pilotprojekt" startat i de sex medverkande städerna och genomförande av dessa pågår. För Sveriges del är tre projekt i Malmö till viss del genomförda.

SEGE PARK

Det första avser att få in rätten till att ställa egna krav på solenergiutnyttjande vid kommunala markanvisningsavtal eller köpeavtal, det vill säga då exploatörer bygger på kommunens mark. Nästa pilotprojekt är genomfört, såtillvida att det i planbestämmelserna för Sege Parkområdet i Malmö, finns angivet att "tekniska anläggningar (solfångare eller annan teknik för energi eller miljöförbättringar) integrerat i gestaltningen av byggnad tillåts". Det tredje pilotprojektet rör en potentialstudie av Sege Park och här pågår en utveckling av metod med utgångspunkt från tillgängliga programvaror i samarbete med Malmö stad.

I övrigt har två seminarier om "Solenergi i stadsplanering" ordnats i Malmö (mars 2010 resp maj 2011), och i juni var POLIS-projektgruppen i Malmö för möte och studiebesök. Inom de deltagande länderna sker en mängd aktiviteter och inom POLIS-projektet utkommer regelbundet Newsletter och uppdateringar med information på hemsidan.

Rapport *Identifiering och mobilisering av potentiell solenergi genom lokala handlingsprogram*, Elforsk rapport 11:64, kan laddas ned från www.solelprogrammet.se eller www.elforsk.se
Projektet leddes av Elisabeth Kjellson, LTH.

Planera idag för solelproduktion i morgon

En solenergioptimerad stadsplanering är viktig om rätt förutsättningar för solel- och solvärmeproduktion ska kunna ges för ett område. Detta även om sådana installationer inte är aktuella för tillfället.

Över hela Sverige planerar kommuner nya bostads- och kontorsområden. I de allra flesta fall finns ingen målsättning för användning av solceller och solenergi finns inte på dagordningen i planprocessen. Samtidigt vet man att bebyggelsen som planeras idag och byggs imorgon kommer att finnas kvar i många decennier framöver. Därmed kan en solenergioptimerad planering idag ge bra förutsättningar för solelproduktion (och även solvärmeproduktion) i framtiden. Solenergianpassning är relevant för samtliga områden under planering, även om solcellsinstallationer inte är aktuella idag.

Denna rapport beskriver arbetet med solenergioptimering i detaljplanskedet för Sege Park i Malmö, samt under projekteringsskedet för flera kvarter i Norra Djurgårdsstaden, Stockholm.

SOL-METODEN

I samband med detaljplanearbetet för Sege Park arbetades en optimeringsmetod – SOL-metoden – fram, som består av tre steg. Första steget är att göra en översiktlig skuggningsanalys av befintliga objekt i området som planeras. Analysens resultat är en karta med skuggningszoner inom vilka takytor bör undvikas. I nästa steg optimeras huvudorienteringarna, baserade på skuggningszonerna, så att så mycket takyta som möjligt kan få en orientering mellan sydväst och sydöst. Sedan, i det tredje iterativa steget, placeras och utformas nya objekt och markeras deras middagsskuggningszon och så växer det nya området fram.

SKUGGNING

Då Sege Park området har en del befintlig bebyggelse och kulturmiljö som ska bevaras tillämpades SOL-metoden i den mån som var aktuellt. Det visade sig att en del nyplanerad bebyggelse hamnade i middagsskuggningen från befintliga trädpartier, vilket skulle kunna undvikas genom att tillåta en högre byggnadshöjd. Orienteringen på nyplanerade kvarter var anpassad till de befintliga byggnadernas orientering, vilket för de flesta byggnadskroppar leder till en orientering nära sydsydöst och västsydväst för ett mindre antal. Ändring av orienteringen undersöktes för två kvarter och

Foto: Q-Cells

skulle ge någorlunda bättre solelpotential. Slutligen analyserades det då aktuella förslaget för nyplanerade kvarter och dess utformning. Här visade det sig att ett tvåtal U-formiga kvarter gav upphov till intern skuggning, där huskroppen längst till söder kastar middagsskuggning på de andra huskropparna. Ett ändringsförslag togs fram som höjde både solelpotential och exploateringsgrad.

PROBLEMOMRÅDEN

Optimeringsarbete i detaljplanskedet leder oundvikligen till identifiering av problemområden som inte kan eller får definieras i detaljplanen, då de är för detaljerade. För att kunna undersöka även dessa aspekter studerades två projekt i Norra Djurgårdsstaden. Projekten befann sig i exploaterings- eller projekteringsstadiet där utformning av kvarteren avgörs i detalj.

Kvarteret Garphyttan kommer att hysa lägenheter och kvarteren Antwerpen 3 & 4 och Hull blir kontorshus. Utformningen av samtliga kvarter var från början inte optimerad för solcellstillämpning. Det skulle undersökas om kraven för senare etappen i området, nämligen att generera 30 procent av fastighetselen med hjälp av solceller, också kunde uppfyllas för dessa kvarter. Det visade sig vara tekniskt möjligt genom att utnyttja takytorna och en del fasadyta. Med en optimering av takorienteringen skulle målet för kvarteret Garphyttan kunna uppfyllas även utan fasadsystem.

Rapporten *Solceller i samhällsplaneringen*, Elforsk rapport Nr 11:75, kan laddas ned från www.solelprogrammet.se eller www.elforsk.se
Projektet leddes av Michiel van Noord, Esam.

Nytt informationssystem avslöjar:

Takens verkliga solelpotential

Det har hittills varit svårt att avgöra hur lämpliga olika tak är för elproduktion. Men nu finns ett nytt informationssystem som kan visa verklig potentiell solinstrålning i en hel stad, ett kvarter eller på ett visst tak.

En stads takytor kan vara mer eller mindre lämpliga för installation av solceller. Mest uppenbara faktorer som påverkar hur mycket el det går att utvinna är om taket befinner sig i skugga, dess lutning och riktning i relation till solinstrålningen.

För att beräkna takytors potential att producera solcellsenergi har konsultbolaget WSP tillsammans med Göteborgs universitet tagit fram ett GIS-verktyg* som visar årlig inkommande solstrålning, *Solar Energy from Existing Structures (SEES)*. Med hjälp av systemverktyget kan man utvärdera hur mycket solenergi som infaller på takytor inom ett område under ett helt år, beräknat på kilowattimmar per kvadratmeter. Hänsyn tas till skuggning av terräng och närbelägna byggnader. I systemet kan vegetation placeras ut, till exempel en tio meter hög gran, för att sen studera skuggningseffekten av denna under ett år.

– Med det här verktyget kan kommuner, fastighetsägare och energibolag, men också privatpersoner, på ett mycket tidigt stadium beräkna potentialen som finns i en hel stadsdel eller på enskilda byggnader. På så sätt kan produktion av miljövänlig solenergi optimeras vilket inte har varit möjligt tidigare med lika god precision, säger Per Jonsson, projektledare på WSP.

**Ett geografiskt informationssystem (GIS) är ett datorbaserat system för att samla in, lagra, analysera och presentera geografiska data.*

De beräkningsmodeller som används idag utgår från imaginära tak medan det nya datorbaserade informationssystemet beskriver verkliga tak i rätt miljö. I modellen belyser solen den tredimensionella bebyggelsen för varje del av himlavalvet. Detta simulerar byggnaders skuggkastning och den totala bestrålningen för varje del av en takyta beräknas. Skuggning från angränsande bebyggelse, terräng och vegetation inkluderas i den totala årsbilden, vilket gör att vissa delar av ett tak kan visa sig vara olämpliga för solenergi trots att taket har optimal riktning och lutning. Det nya informationssystemet ger därför en lämplighetskarta utifrån användarens krav på bra, mindre bra och dålig årlig solinstrålning.

– I projektet har vi använt Göteborgs stad som pilotort, men metoden kan tillämpas i alla kommuner där nödvändig data görs tillgänglig. Utifrån detta kan sen användarna utvärdera takens lämplighet för solceller eller solfångare, inom ett stort område, säger Fredrik Lindberg från Göteborgs universitet.

Rapporten *Solar Energy from Existing Structures Development of a SEES GIS tool that assesses solar irradiance on roofs,* Elforsk rapport 11:77 samt beräkningsprogram, kan laddas ned från www.solelprogrammet.se eller www.elforsk.se
Projektet leddes av Per Jonsson, WSP.

Foto: Lars Magnell

Solceller i bebyggelsen

Byggnadsintegrerade solcellsanläggningar (BIPV-anläggningar) är de anläggningar där solcellslösning utöver sin funktion att generera el även uppfyller en byggnadsfunktion, i de flesta fall klimatskyddet.

Tänk på ett tak där mindre solcellsmoduler ersätter takpannorna och därmed även får en väderskyddande funktion. Att förena två eller fler funktioner på det sättet i en integrerad solcellsprodukt innebär en del utmaningar, men det skapar även nya möjligheter. Man måste se till att produkten håller samma standard vad gäller vatten- och brandskydd som byggnadsprodukten som den ersätter, samtidigt som elsäkerheten måste garanteras och solelsproduktionen optimeras. Med ett duktigt projekteringsteam bestående av arkitekter, byggnadsingenjörer och solcellsexperter klaras den uppgiften och i belöning får man en solcellsanläggning som kompletterar husets estetik. Dessutom kan det finnas kostnadsfördelar, genom minskad materialanvändning och installationstid och inkomster skapade av solcellerna.

KOMPETENSÖVERFÖRING

För att kunna utnyttja byggnadsintegrerade solcellers fördelar till fullo behövs en ömsesidig kompetensöverföring mellan den klassiska byggbranschen och solcellsbranschen. Stött av EU-direktiv om förnybar energi och byggnaders energiprestanda, samt olika (ekonomiska) stödåtgärder har dialogen i Europa kommit igång. Solcellsbranschen lär sig tala arkitekternas språk och vice versa. Tillverkarna av både bygg- och solcellsprodukter tar fram nya lösningar. Byggnadsingenjörer möter solcellsexperter i utvecklingen av standarder för byggnadsintegrerade solcellsprodukter.

PRAKTISKA RÅD

Förslagen till BIPV-standarder ligger när detta skrivs hos de europeiska standardiseringsinstituten (CEN, CENELEC) och de första resultaten förväntas i början av år 2011. Till dess gäller de standardförslag som beskrivs i denna rapport som handledning för best-practice vad gäller personsäkerhet, brandsäkerhet, uthållighet och funktion. Även vad gäller stadsdelsplanering och arkitektur beskrivs ett antal praktiska råd och designriktlinjer. Solcellerna ska peka åt rätt håll och skuggning av solcellshuset eller närliggande objekt undvi-

Foto: Sapa Solar

kas. Samt inte att förglömma att det behövs arkitektoniskt tilltalande lösningar.

INSPIRATIONSKÄLLA

Nedanstående rapport kan förhoppningsvis tjäna som inspirationskälla vid design och projektering av byggnadsintegrerade solcellsanläggningar. Beskrivningar, analyser och exempel på olika produkter och lösningar finns enkelt rubricerade efter de byggprodukter de liknar, eller ersätter. Allt från solcellstakpannor till balkongräcken och från solcellsglasfasader till elproducerande solskydd.

Rapporten *Byggnadsintegrerade solcellsanläggningar, europeisk best practice*, Elforsk rapport 10:41, kan laddas ned från www.solelprogrammet.se eller www.elforsk.se
Projektet leddes av Michiel van Noord, Esam.

Solceller kan täcka hela elbehovet

På nordvästra Kungsholmen ligger Kristinebergshöjden. Här, i bästa blickfång från Bromma, Alvik och Essingeleden, uppför byggbolaget NCC en byggnad med ambitionen att bli Sveriges mest miljövänliga kontorsfastighet.

Foto: NCC

NCC:s nya kontorsfastighet Kristinebergshöjden.

När det gäller de stora byggbolagen pågår en utveckling mot att bygga allt energisnålare hus kompletterade med solceller. Ett exempel är NCC:s ännu icke färdigställda kontorshus vid Kristinebergshöjden i centrala Stockholm, där solceller kommer att bidra till energiförsörjningen.

I huset har solceller studerats för placering på syd- och östfasaden samt för taket. Om alla ytor tas i anspråk omfattar anläggningen cirka 2900 kvadratmeter solceller med en beräknad årlig elproduktion på cirka 238 000 kilowatttimmar, motsvarande cirka 15 kilowattimmar per kvadratmeter, ATemp, år. Samtidigt har elbehovet för att driva geoenergianläggningen, som svarar för byggnadens totala behov av värme och kyla bedömts till cirka 170 000 kilowattimmar, motsvarande cirka 11 kilowattimmar per kvadratmeter, ATemp, år. Det innebär att på årsbasis täcks hela elbehovet. Hela solcellsanläggningen beräknas kosta cirka 20 miljoner kronor och geoenergisystemet cirka 6–7 miljoner kronor. Till detta kommer ökade drift- och underhållskostnader med cirka 300 000 kronor per år jämfört med ett konventionellt byggt hus. Även om man betraktar lönsamheten för den totala investeringen för solceller och geoenergilager så når man inte riktigt upp till de lönsamhetskriterier som normalt ställs vid en fastighetsinvestering.

Byggnadens energiprestanda enligt BBR är cirka 35 kilowattimmar per kvadratmeter, ATemp, år vid ett antagande om fastighetsel motsvarande cika 20 kilowattimmar per kvadratmeter, ATemp, år. Frågan om miljöbelastning från koldioxid är föremål för intensiv diskussion och har i mindre utsträckning hanterats på vetenskapligt sätt och i högre utsträckning av affärsintressen och kompromisser. I detta projekt kan man dock konstatera att klimatbelastningen för kylning och värmning av byggnaden reducerats väsentligt genom utnyttjande av geoenergi och solceller.

Rapporten *Förstudie CO2-neutral energilösning för Kristinebergshöjden, Stockholm,* Elforsk Rapport 12:14, finns att ladda ner från solelprogrammet.se eller www.elforsk.se Projektet leddes av Olle Forsberg, NCC.

Solhybrider ger el och värme till högskola

Högskolan i Gävle uppförde under 2011 en stor teknik- och laboratorielokal på omkring 2 000 kvadratmeter. En förstudie visar att byggnaden lämpar sig väl för installation av solhybrider.

Foto: Solarus

Byggnadens utformning möjliggör att modulerna kan installeras på södervägg, stående eller integrerade i relativt platta tak. Byggnaden är ansluten till Gävle Energis fjärrvärme- och elnät. Fastighetsägaren Norrporten, Hyresgästen Högskolan i Gävle och Gävle Energi har aktivt deltagit i projektet.

Leverantören av solhybriderna, företaget Solarus, har utvecklat en dubbelsidig hybridabsorbator. Absorbatorn består av en vattenkyld tunn fena med solceller på båda sidor. Denna används som hybridabsorbator i Solarus koncentrerande solfångare. En sådan hybrid solfångare för produktion av el och värme har utvärderats i ett tidigare Elforskprojekt vid Lunds Tekniska högskola.

Under våren 2012 skall 45 Solarus-enheter om vardera 2,5 kvadratmeter eller totalt 110 kvadratmeter uppföras på laboratoriets nästan platta tak. Det motsvarar omkring 11 kWp installerat solcellssystem. Det beräknade årliga utbytet från systemet summeras till 10 000 kilowattimmar elektrisk energi och 20 000 kilowattimmar termisk energi. Byggnadens relativt stora elbehov för ventilation innebär att den elektriska energin kommer att användas direkt i byggnaden. Den levererade värmen kommer antingen att levereras till en ackumulator eller direkt ut på nätet.

Solfångarna skall vara solföljande omkring en öst-västlig axel. Detta innebär att utbytet ökar med 10–20 procent och att systemet bli intressantare ur forsknings och undervisingssyste.

En preliminär modell för försäljning av energin till energibolaget har föreslagits. Den innebär att den levererade värmen betalas med 85 procent av fjärrvärmens rörliga avgift. För ett eventuellt elöverskott som levereras till nätet betalas energibolagets rörliga pris. Elanvändningen i byggnaden är så stor i förhållande till produktionen från solcellerna att överskott inte kommer att uppstå. För ett eventuellt elöverskott som levereras till nätet betalas energibolagets rörliga pris.

Investeringskostnaden är hög beroende på att det är det första demonstrationssystemet som uppförs och beroende på att arean är relativt liten.

Projektet beskrivs i rapporten *Förstudie för uppförande av Solarus PV-hybrid i ett stort system,* Elforsk rapport 12:10. Den kan laddas ned från www.solelprogrammet.se eller www.elforsk.se Projektet leddes av Björn Karlsson, Högskolan i Gävle.

Foto: Siemens

3. Nätanslutningsfrågor

Obeservera att följande kapiteltexter beskriver solcells-marknaden som den såg ut vid rapporteringstillfället och att sakförhållanden kan ha ändrats sedan dess. Rapporteringen går tillbaka till år 2008 som längst.

Nettodebitering stor hjälp för solkraften

Om Sveriges alla husägare installerade solceller på en fjärdedel av lämpligt orienterade tak och fasader skulle dessa årligen kunna producera omkring 10 terawattimmar förnybar el. Men skatte- och avräkningsregler har hittills satt käppar i hjulet för en sådan utveckling.

Det konstateras i rapporten *Konsekvenser av avräkningsperiodens längd vid nettodebitering av solel* där åtgärder för att stimulera marknaden för solceller i Sverige studerats. Det som framför allt förordas i rapporten är ett system med fullständig nettodebitering. Det vill säga att solelproducenten helt ska kunna kvitta sin elproduktion mot sin elkonsumtion.

– Då skulle värdet av den el som elproducenten/småhusägaren producerat bli lika stort som värdet av den el som köps in och betydligt större solcellsanläggningar skulle kunna installeras. Men det räcker inte med den delvisa nettodebitering som Elmarknadsinspektionen nyligen föreslagit, där kvittningen bara skulle omfatta den rörliga elöverföringsavgiften och inte elhandeln, säger rapportförfattaren Bengt Stridh.

– Det är visserligen ett steg i rätt riktning men för att solcellsmarknaden på allvar ska kunna ta fart behövs ett system där elproducenterna helt kan kvitta sin produktion mot den el de använder i hushållet. Först då kommer det att byggas anläggningar som fullt ut utnyttjar den möjliga takytan på landets småhus.

ÅRSNETTODEBITERING BÄST

Det är också väsentligt att välja lämplig längd för den avräkningsperiod som ska ligga till grund för nettodebiteringen. Är avräkningsperioden för kort kommer kvittningen mellan konsumtion och produktion att bli ofördelaktig för producenten eftersom sommarhalvårets solinstrålning skiljer sig så mycket åt från vinterhalvårets. En för kort avräkningsperiod kommer därför att begränsa den yta solceller som är lönsam att installera.

– Generellt kan man säga att ju längre avräkningsperioden är desto bättre. Månadsnettodebitering skulle väsentligt förbättra utnyttjandegraden av tillgängliga ytor jämfört med idag, men leder inte till ett fullt utnyttjande av möjlig takyta, som vi uppskattar till i genomsnitt omkring 60 kvadratmeter. Med årsnettodebitering däremot skulle de studerade hustypernas tak kunna täckas endera helt med solceller eller till så stor del som behövs för att täcka årsbehovet av el, menar Bengt Stridh.

ALLA KAN VINNA

Vad skulle då nettodebiteringen få för konsekvenser för elhandlare, nätägare och staten?

– Det handlar om både vinster och minskade intäkter. Egenproduktion av el gör att staten får minskade skatteintäkter för energiskatt och moms när den egenproducerade elen ersätter inköpt el. Skattemässigt får det därför samma effekt som om solelproducenten skulle göra en energibesparing.

– Man får även ha i åtanke att en investering i en solcellsanläggning genererar momsintäkter som med nuvarande prisläge är högre än de minskade skatteintäkterna för energiskatt och moms under anläggningens livslängd vid nettodebitering.

MINSKADE FÖRLUSTER

Nätägarna påverkas i form av minskade intäkter från den rörliga elöverföringsavgiften. Å andra sidan får de tack vare den lokala solelproduktionen minskade förluster i det lokala elnätet så länge som andelen solel är liten i elnätet och ökade intäkter från den överskottsel som solelproducenten skänker till nätet.

– För en villa med fjärrvärme skulle nätägarens intäkter minska med maximalt cirka 350 kr per år vid månadsnettodebitering och maximalt cirka 740 kr per år vid årsnettodebitering.

Den ekonomiska påverkan för elhandlaren vid nettodebitering beror på hur rapporteringen från nätbolag till elhandlare sker. Om nätbolaget endast rapporterar nettot säljer elhandlaren bara den del av elkundens/elproducentens elanvändning som överstiger produktionen, alternativt köper enbart den del av produktionen som överstiger elanvändningen. Om både produktion och elanvändning i uttagspunkten rapporteras gör elhandlaren avräkningen och tar emot all levererad solcellsel.

– För elhandlaren innebär förstås en ökad produktion av solel att försäljningen till solelproducenten minskar, men det finns även möjligheter att göra en vinst på att priset på solel vanligen är högre än genomsnittspriset för el under ett dygn, säger Bengt Stridh som i likhet med branschorganisationen Svensk Energi menar att det praktiskt enklaste sättet att genomföra nettodebitering är att låta nätägaren skicka ett nettovärde till elhandlaren. Då blir det bara en aktör som praktiskt behöver sköta den administrativa hanteringen.

– Det är viktigt att hålla nettodebiteringen på en för alla parter så enkel nivå som möjligt, för att minimera de administrativa kostnaderna.

Rapporten *Konsekvenser av avräkningsperiodens längd vid nettodebitering av solel*, Elforsk rapport 10:93, kan laddas ned från www.solelprogrammet.se eller www.elforsk.se
Projektet leddes av Bengt Stridh, ABB Corporate Research.

Rapportförfattaren Bengt Stridh på taket till sitt hus utanför Västerås.

Foto: Lars Magnell

Foto: Lars Magnell

Fjärravlästa elmätare och solelproduktion

Kan de nya fjärravlästa elmätarna användas för att uppfylla mätkraven vid försäljning av solel? Om Nätanslutningsutredningens förslag går igenom krävs månadsvis avläsning för i respektive utmatad elenergi för såväl nettokonsument som nettoproducent. Det vill säga en mätare som kan registrera olika strömriktningar alternativt två separata mätare.

Cirka 2 miljoner (cirka 40 procent) av landets 5,2 miljoner mätare registrerar strömmen positivt och lägger samman den oavsett strömriktning. Dessa mätare kan eventuellt användas för två strömriktningar men det krävs omkonfiguration och nätbolagen anser i allmänhet att det troligen är enklare att byta mätare till en som är förberedd och konfigurerad för två strömriktningar. Detta framkommer i föreliggande studie där ett större antal nätbolag svarat på frågan om hur det ställer sig till fjärravläsning för kunder som innehar en solcellsanläggning.

Av de tillfrågade nätbolagen svarade Mälarenergi att deras mätare skulle fungera för två strömriktningar, men även här krävs omprogrammering. Erfarenheter saknas ännu eftersom nätbolagen inte har provat ut bästa metod.

De tillfrågade nätbolagen motsvarade cirka 3 miljoner av landets elmätare och eftersom de resterande 2,2 miljonerna finns i små nätbolag antas att dessa till största delen har installerat samma slags mätare som de tillfrågade "små" nätbolagen. Detta innebär att i huvudsak måste merparten av landets elmätare bytas ut för att kunna mäta både inmatning respektive uttag i nätet.

En nettoproducent kan använda samma elmätare för elcertifikat som för inmatningen. Då erhålls dock inte elcertifikat för den del som används inom fastigheten. I detta fall krävs en separat mätare som bekostas av anläggningsägaren. Kostnaderna för denna och för mätning och rapportering är inte klarlagd.

Rapporten *Fjärravlästa elmätare och solelsproduktion Förutsättningar för mindre anläggningar,* Elforsk rapport 09:94, kan laddas ned från www.solelprogrammet.se eller www.elforsk.se
Projektet leddes av Björn Karlsson, Högskolan i Gävle.

Foto: Eurosun

Även om Eurosuns huvudtema är termiska solenergitillämpningar var inslagen kring solel påtagliga denna gång.

Eurosun i Lissabon

Konferensen Eurosun är den största allmänna solenergikonferensen inom solenergiområdet i Europa och behandlar såväl solvärme, solel och solenergitillämpningar i byggnader. År 2008 besökte SolEl-programmet konferensen, som det året hölls i Lissabon, Portugal

Även om konferensens huvudtema ligger inom termiska solenergitillämpningar var inslagen kring solel påtagliga denna gång. Ett allt större intresse visas internationellt för PVT-teknik där samtidig generering av el och värme sker. Det kan också glädjande konstateras att inslag med byggnadsintegrering av solceller vid miljöanpassad renovering allt mer ses som en självklarhet.

VINNER MARK

Allt fler stora solelsystem byggs runt om i världen idag och det är slående att mer avancerade system än stationära PV-installationer vinner mark. En stor del av FoU kring solel ligger därför kring solföljande system, optik för koncentration, termisk solel och nya solcellstekniker för att höja verkningsgraden.

Under konferensen presenterades bidraget ”Potential of solar electricity in the Swedish electricity grid” som finns som bilaga till rapporten Eurosun 7–10/10 2008

Konferensbevakning och presentation av bidrag om solel i det svenska elnätet,
Elforsk rapport 09:77, kan laddas ned från www.solelprogrammet.se eller www.elforsk.se
Projektet leddes av Mats Rönnelid, Högskolan Dalarna.

En snabbguide till solceller

SolEl-programmet har tagit fram en guide som ska fungera som stöd för dem som är intresserade av att installera solceller.

Guiden innehåller två delar. Den första delen innehåller korta råd, nyckeltal och tips på vad som är viktigt att tänka på när man funderar på att installera en solcellsanläggning. Intresserade kan då på ett tidigt skede avgöra potentialen på sin byggnad och om solceller är något för byggnaden. Del två innehåller ett formulär som underlättar för anbudsförfrågan av solcellsanläggningar när man bestämt sig för att gå vidare och ta in anbud från leverantörer. Ett sådant formulär underlättar för leverantören som får ett bra underlag att räkna på och förhoppningen är också att det skall leda till bättre möjligheter att jämföra olika anbud för slutkunden.

Rapporten *Solceller – Snabbguide och anbudsformulär*, Elforsk rapport 11:27, kan laddas ned från www.solelpogrammet.se eller www.elforsk.se
Projektet leddes av Bengt Stridh, ABB Corporate Research.

Kvalitetssäkring av solel

I och med att solcellsbranschen är ny för många aktörer finns ett stort behov av utbildning och information. Särskilt rutiner för besiktning har efterfrågats av flera företag.

I projektet *Kvalitetssäkring av nätanslutna solcellsanläggningar* har ett besiktningsprotokoll, inklusive beskrivningar och förklaringar till mätningar som bör genomföras för att kunna godkänna en nätansluten solcellsanläggning tagits fram. Besiktningsprotokollet sammanställs från befintliga besiktningsprotokoll, ABT 06 och i viss utsträckning utifrån entreprenörers egenkontroller.

Projektrapporten redovisar arbetet med att ta fram ett besiktningsprotokoll för solcellsanläggningar. De ingående delarna i besiktningsprotokollet bifogas som bilagor och redovisas kort i rapporten med förklarande text.
Syftet är att besiktningsprotokollet ska kunna användas utan att konsultera rapporten.

Rapporten 11:79 kan laddas ned från www.solelprogrammet.se eller www.elforsk.se
Projektet leddes av Johan Ärlebäck, Energibanken.

Foto: Stockphoto

4. Systemfrågor

Obeservera att följande kapiteltexter beskriver solcellsmarknaden som den såg ut vid rapporteringstillfället och att sakförhållanden kan ha ändrats sedan dess. Rapporteringen går tillbaka till år 2008 som längst.

Nytt modellverktyg bedömer elproduktionspotential

I slutrapporten *Beräkningsmodell för ekonomisk optimering av solelanläggningar* beskrivs hur en beräkningsmodell för solcellssystem kan användas för att tidigt i en projekteringsfas snabbt bedöma elproduktion och ekonomi hos ett system.

Alla parametrar som har en avgörande betydelse för ett solcellssystems design, prestanda och ekonomi finns med i modellen. Den tänkta målgruppen inkluderar både mindre elanvändare som planerar att installera småskaliga solcellssystem och större aktörer som är i en tidig projekteringsfas för storskaliga solcellssystem.

Det utvecklade beräkningsverktyget är ett simuleringsprogram som kan användas för att snabbt testa olika val av indata och parametrar och hitta en optimal systemlösning givet olika betingelser. Beräkningarna görs på timbasis, vilket är den normala upplösningen i meteorologiska data. De timvisa instrålningsdata som används i modellen kommer från SMHI:s databas STRÅNG. Schablonmässiga timprofiler över elanvändning för några typiska svenska slutanvändare används för att beräkna solelens matchning mot elbehovet.

En generell beräkningsmodell har implementerats i Matlab, vilket underlättar testning, visualisering och validering av modellen. De huvudsakliga stegen i beräkningsmodellen är (1) instrålningsberäkningar, (2) solcellssimulering, (3) elanvändningsberäkningar och (4) ekonomisk analys. De exakta beräkningsrutinerna finns redovisade i rapportens appendix A–D.

Resultat från beräkningarna har jämförts både med mätningar på svenska solcellssystem och med det kommersiella verktyget PVSYST 4.1.

Slutsatsen är att modellen i jämförelserna ger mycket realistiska respektive nästan identiska resultat.

Modellen implementerades i det objektorienterade programmeringsspråket Java SE 6 med Java Web Start, vilket gör det möjligt att skapa en plattformsoberoende applikation med ett grafiskt gränssnitt som inte kräver någon lokal Java-installation. I rapporten används det färdiga verktyget för att analysera ett småskaligt och ett storskaligt system, det sistnämnda ett solcellssystem under planering i det nya området Kongahälla i Kungälvs kommun. Beräkningsverktyget, med namnet Solelekonomi 1.0, kommer att finnas tillgängligt i anslutning till Projekteringsverktyget på SolEl-programmets hemsida.

Rapporten *Beräkningsmodell för ekonomisk optimering av solelanläggningar,* Elforsk rapport 10:103, kan laddas ned från www.solelprogrammet.se eller www.elforsk.se
Projektet leddes av Jan Kristoffersson, Sustain.

Foto: Direct Energy

Lönsamheten under lupp

Under vilka förhållanden är det ekonomiskt försvarbart att som hushåll installera en solcellsanläggning?

I projektet *Aktiv hushållning av egenproducerad solel* genomfördes en känslighetsanalys som visade att det med dagens elpriser och pris på solcellspaneler och växelriktare inte är lönsamt att installera solcellspaneler*. Analysen är endast gjord för att verifiera indata. För att få ett mer rättvisande resultat behöver en djupare känslighetsanalys med fler parametrar och fler förutsättningar genomföras.

Elforsk rapport *Aktiv hushållning av egenproducerad solel*,11:78, kan laddas ner från www.solelprogrammet.se eller www.elforsk.se
Projektet leddes av Pehr Brunnegård, STRI

**I dagsläget ser förhållandena annorlunda ut. Telge Energi betalar mellan 1,5 till 2,5 kronor per kilowattimme till de som levererar solel till företaget.*

Hur mycket får man för elen?

Hur mycket en liten solelproducent kan få för sin överskottsel varierar stort. Den vanligaste ersättningen motsvarar elbörsens spotpris minus avdrag. Men några e-handelsföretag betalar betydligt mer än så.

Det blir allt vanligare med egen produktion av solel och antalet små producenter av solel förväntas öka framöver. Den el som produceras i dessa anläggningar kommer i första hand att konsumeras i fastigheten, men vissa timmar under dagtid kommer det att uppstå ett överskott som innebär inmatning till nätet. Det blir därför viktigt för alla små elproducenter att få ersättning för den överskottsel som matas in på elnätet. Med anledning av detta finns det ett behov av att kartlägga i vilken mån det är möjligt för små producenter av solel att få ersättning för överskottsel och hur handel med solel hanteras i Sverige, samt hur framtiden ser ut för handel med solel. Detta är också syftet med denna studie.

För studien har en enkätundersökning skickats till 116 elhandelsföretag i Sverige. Totalt svarade 42 elhandelsföretag på enkäten och dessa representerar cirka 80 procent av Sveriges kunder. Baserat på svaren från enkätundersökningen valdes fyra elhandelsföretag ut för personliga intervjuer. Dessa företag utgör exempel på elhandelsföretag som var och en har en positiv syn på att köpa solel, men har valt olika modeller. Det har framkommit under undersökningens gång att även nätföretag börjar engagera sig i frågan. Med anledning av detta genomfördes även två intervjuer med nätföretag.

Resultatet av enkätundersökningen visar att små elproducenter, i varierande grad, har möjlighet att få ersättning för sin överskottsel. Av respondenterna är det 20 av 42 som har svarat att de köper överskottsel. Detta betyder att många inte kan sälja överskottsel till sitt ordinarie elhandelsföretag men har möjlighet att sälja överskottsel till ett annat elhandelsföretag. Generellt ökar intresset hos företagen att ge små elproducenter möjlighet till ersättning för sin överskottsel. Bara under den relativt korta tid som detta projekt har pågått har flera nyheter om handel med solel släppts från olika elföretag.

Det pris små elproducenter får för sin överskottsel skiljer sig mycket mellan elhandelsföretagen. Den vanligaste ersättningsformen för el inmatad till elnätet är Nord Pool spotpris med avdrag. Några ger Nord Pool spotpris utan avdrag och några har andra ersättningar.

Foto: solar concept mitte GbR

Ett elhandelsföretag ger idag en ersättning som ligger över en nivå motsvarande full nettodebitering av det rörliga priset för köpt el. Ett annat elhandelsföretag betalar ett fast pris som är detsamma som det rörliga elhandelspriset för köpt el, inklusive energiskatt och moms men exklusive elnätspriset. De bästa villkoren som kan fås idag förutom dessa två är Nord Pool spotpris per timme utan avdrag och att elhandelsföretaget även köper elcertifikat och ursprungsgarantier.

En majoritet av elhandelsföretagen som har besvarat enkäten och de som intervjuades skulle föredra ett regelverk med nettodebitering. I dagsläget är dock inte nettodebitering möjligt, eftersom enligt gällande lagstiftning ska energiskatt betalas på all levererad el, enligt yttrande från Skatteverket. Det som lyser igenom, framförallt i intervjuerna, är att oavsett hur handel med överskottsel ska hanteras så behöver det vara ett enkelt system som minimerar transaktionskostnaderna för alla inblandade aktörer.

Rapporten *Elhandelsföretagens syn på handel med solel*, Elforsk rapport 11:28, kan laddas ned från www.solelprogrammet.se eller www.elforsk.se
Projektet leddes av Bengt Stridh, ABB Corporate Research.

Elcertifikat räcker inte till för solkraft

Elcertifikatsystemet passar dåligt för svenska solcellsanläggningar. De ekonomiska villkoren är för krångliga och stödet ger för lite.

Produktion av solel har en stor potential i Sverige. Många är därför intresserade av att testa tekniken, för eget husbehovs skull eller för inmatning på elnätet. Elcertifikatsystemet har däremot inte gett något ekonomiskt stöd av betydelse till den småskaliga solelen. Det konstateras i rapporten *Solcellselproduktion inom elcertifikatsystemet*.

OTYDLIGT ÖVERSKOTT

I utgångsläget kan ett ekonomiskt stöd i form av ett elcertifikat tilldelas den som producerat minst 1 MWh förnybar el. Elhandlarna är i sin tur skyldiga att köpa in en viss kvot certifierad el.

Om produktionen kan resultera i ett ekonomiskt överskott, och hur stort ett sådant överskott skulle kunna bli, har däremot varit mycket svårt att räkna ut. Till det är för många faktorer inblandade i kalkylen, menar rapportförfattarna. Solel är dessutom betydligt dyrare att producera än konventionell el. Intäkterna från ett elcertifikat blir därför för små för att göra solelen ekonomisk intressant, och stödsystemet får därför ingen praktisk betydelse.

FÖRSVINNANDE SMÅTT

Studiens slutsatser stödjer sig på mycket tydliga tal. Trots att elcertifikaten kan ge vissa bidrag till redan existerande solcellsanläggningar var det i juni 2009 bara sex solcellsanläggningsägare med nio anläggningar som dragit nytta av möjligheten till elcertifikat.

Det utgör åtta procent av de nätanslutna anläggningarna. Samtidigt hade endast en av Sveriges 20 största solcellsanläggningar ansökt om godkännande för elcertifikat.

Åren 2003–2008 tog svenska solcellsanläggningar emot 183 elcertifikat till ett värde av 43 000 kronor. Under samma period delades det totalt ut 68,4 miljoner elcertifikat till ett värde av 14,8 miljarder kronor.

KRÄVER STÖD

Inte heller småhusägarna, som utgör en stor potentiell marknad för solcellsanläggningar, har funnit det intressant att ansöka om godkännande för elcertifikat.

Rapportförfattarna tror inte heller att nätanslutningsutredningens förslag om månadsvis nettodebitering med start 2010 skulle kunna förändra situationen nämnvärt.

Slutsatsen är att det kommer att krävas helt andra stödformer än elcertifikat för att få fart på den svenska solelmarknaden. Ett par möjliga alternativ kan vara en fortsättning av nuvarande investeringsstöd, eller ett införande av inmatningstariff, som används i många andra länder i Europa.

Rapporten *Solcellselproduktion inom elcertifikatsystemet*, Elforsk rapport 05:30, kan laddas ned från www.solelprogrammet.se eller från www.elforsk.se
Projektet leddes av Bengt Stridh, ABB Corporate Research.

Så stödjer man solelen på bästa sätt

Solceller är det kraftslag efter gas som gett det största tillskottet av ny kraftproduktion inom EU under senare år. Vid slutet av år 2010 fanns en sammanlagd installerad effekt på 30 GW solceller i världen med förmåga att generera mer än 35 terawattimmar förnybar el.

Inom Europa har framgångsrika marknader för såväl vindkraft som solkraft och andra förnybara energislag etablerats under det senaste årtiondet. Detta tack vare framsynta energipolitiska beslut och effektiva stödsystem.

I denna studie har fem olika nationella marknader för förnybar energi analyserats: Belgien, Danmark, Tyskland, Storbritannien och USA. Dessa länder utmärker sig på olika sätt genom sin energipolitik, marknadstillväxt, val av stödformer med mera. Olika länder och marknader har alla sina specifika förutsättningar när det gäller utformandet av verksamma energipolitiska styrmedel. Men de studerade länderna har ändå alla det gemensamt att de kan tjäna som exempel för hur framgångsrika stödformer för förnybar energi bäst kan skapas. De mest verksamma och kostnadseffektiva stödsystemen för förnybar energi är sådana som har långsiktiga och stabila villkor som inte kan ändras under till exempel politiska maktskiften.

Tack vare effektiva stödsystem finns idag en uthållig och storskalig solcellsindustri. De stora produktionsvolymerna har minskat tillverkningskostnaden och i sin tur lett till att priserna på solcellssystem sjunkit kraftigt. Under de senaste fem åren har priserna halverats och solkraften är nu på god väg att bli ett konkurrenskraftigt alternativ till konventionell kraftproduktion, såväl för småskaliga hushållsproducenter som för stora kommersiella aktörer.

För att solcellsmarknaden ska kunna fortsätta utvecklas behöver dock nuvarande stödsystem bättre avspegla den med tiden sjunkande kostnaden för solenergiproduktion. Erfarenheterna från inte minst Europa visar att ett stödsystem baserat på fastprissystem (inmatningstariffer) är det mest effektiva sättet att stimulera solcellsteknologin. Ett sådant system är tydligare och enklare att förstå för både investerare och finansiärer och tenderar att dra till sig en större mångfald av marknadsdeltagande från lokala samhällen och företag såväl som specialistutvecklare, investeringsme-

Foto: Phoenix Solar

del och energibolag. Detta i motsats till mer komplexa marknadsbaserade mekanismer som till exempel gröna certifikat. Marknadsbaserade stödsystem har på det hela taget varit mindre effektiva i fråga om kapacitetsuppbyggnad och mycket dyrare för konsumenten/skattebetalaren per producerad kilowattimme (dock inte i kostnad per capita på grund av mycket lägre nivåer kapacitetsutbredning). När förnybara energikällor går från en begränsad till en betydelsefull roll i en energiekonomi, rör sig absoluta nivåer av offentliga investeringar mot mitten – med kostnaden per producerad kilowattimme och kostnaden per minskat ton koldioxid som de viktigaste parametrarna.

Rapporten *Success and Failure of Market Mechanisms in Support of PV Power System Deployment – Recommendations for Policy Makers*, Elforsk rapport 12:12, kan laddas ned från www.solelprogrammet.se eller www.elforsk.se
Projektet leddes av Andrew Machirant, Machirant Communications.

Foto: Phoenix Solar

Bra med planeringsmål för solkraften

Det saknas en tydlig målsättning och strategi för den gryende svenska solcellsmarknaden. Det konstateras i rapporten *Konsekvensanalys av investeringsstöd till solceller*, som bland annat pekar på behovet av ett nationellt planeringsmål för hur mycket solel som ska produceras i Sverige.

Nu har det gått drygt ett år sedan statens nya stöd för installation av solceller introducerades. Investeringsstödet, som denna gång riktar sig till alla nätanslutna solcellsanläggningar*, är och har varit mycket efterfrågat. Men vid utgången av år 2011 tar det slut och vilka stödformer som sedan ska gälla är idag okänt, vilket skapar osäkerhet på marknaden.

Det menar Bengt Stridh, som tillsammans med Lars Hedström författat den aktuella rapporten.

– Det vore olyckligt om solcellsmarknaden även denna gång skulle hamna i den svacka som inträffade när det förra investeringsstödet löpte ut. Då hade det gått ett halvår innan det blev klart att det nuvarande stödet skulle introduceras. I praktiken ledde till mycket negativa effekter för den kompetens och de bolag som byggts upp under stödperioden mellan åren 2005 och 2008, säger Bengt Stridh, som efterlyser en tydligare och mera långsiktig strategi för solcellsmarknaden.

BEHÖVS PLANERINGSMÅL

– Det saknas till exempel ett politiskt beslutat planeringsmål för svensk solenergi, vilket är en brist. Ett planeringsmål skulle visa en nationell viljeinriktning att även satsa på solenergi, som en del i att nå de av EU uppsatta målen för förnybar energi, och det skulle leda till en grundligare översyn av förutsättningarna för mer solenergi i energisystemet. Bland annat måste en anpassning av regelverk och administrativa rutiner göras så att även småskalig solenergi på ett effektivt sätt kan införlivas i energisystemet.

Ett par förslag på nationellt mål för solel har dock presenterats av Svenska Solenergiföreningen (4 terawattimmar** år 2020) respektive Centerpartiet (10 terawattimmar** år 2030).

– För att nå dessa mål skulle tillväxttakten i installerad effekt behöva öka betydligt, vilket dock inte är möjligt med dagens nivå på investeringsstöd eller med nuvarande elcertifikatsystem. Det tycker jag visar att något ytterligare behöver göras för att stimulera solcellsmarknaden, säger Bengt Stridh.

SÅ BLIR MARKNADEN UTHÅLLIG

I rapporten föreslås ett antal åtgärder som Bengt Stridh tror skulle lägga grunden för en mera uthållig solcellsmarknad.

– En av de viktigaste åtgärderna utöver det ovan nämnda planeringsmålet är att införa nettodebitering för dem som både konsumerar och producerar el i mycket små produktionsanläggningar. Det vill säga möjlighet att kvitta den el de matar ut på nätet med den el de använder i hushållet. Det är ju en fråga som Energimarknadsinspektionen nu utreder och det vore bra om den utmynnar i en rekommendation om att införa nettodebitering, säger Bengt Stridh.

En annan önskvärd åtgärd vore att utöka stödets omfattning så att fler kan ta del av det.

– Bara 200–250 småhus får stöd under den här perioden, många blir därmed utan stöd. Och faktum är att det skulle ta 1 000 år för Sverige att komma lika långt som Tyskland, den största solcellsmarknaden, med de stödnivåer som nu gäller, säger Bengt Stridh som gärna hade sett en generös inmatningslag likt den i Tyskland även i Sverige.

– I England, där man också har ett elcertifikatsystem, har man från och med i år även infört en inmatningslag för solceller. Väl utformade inmatningslagar har visat sig vara ett effektivt sätt att få fart på utvecklingen av solcellsindustrin. I takt med att priserna sjunker på solcellssytem kan stöden minskas och med tiden övergå i enbart nettodebitering.

***Rapporten Konsekvensanalys av investeringsstöd till solceller*, 10:46, kan laddas ned från www.solelprogrammet.se eller www elforsk.se**
Projektet leddes av Bengt Stridh, ABB Corporate Research.

** Det gamla stödet omfattade enbart offentliga byggnader.*

*** Ett modernt solcellssystem ger omkring 850–900 kWh el per installerad kW. Det innebär att det krävs omkring cirka 4,5 GW i installerad solcellskapacitet för att nå Svenska Solenergiföreningens mål och cirka 11,5 GW för att nå Centerpartiets mål.*

Hans Nyhlén, produktutvecklare på Sala-Heby Energi

Foto: Lars Magnell

Solelförening alternativ till egen solel

Ett alternativ till att ha en egen solcellsanläggning på huset kan vara att i stället bli andelsägare i en gemensam solcellsanläggning. I Sala och Heby finns tre samägda solcellsanläggningar.

I lilla uppländska Heby och i det lite större västmanländska Sala ståtar numera tre av Sveriges större solcellsanläggningar. Tillsammans producerar de cirka 140 megawattimmar solel om året, tillräckligt för att försörja ett sextiotal lägenheter med hushållsel.

Anläggningarna är resultatet av en strävan från det lokala energibolaget Sala-Heby Energi att erbjuda solel till sina kunder. Detta i vetskapen om att många kunder vill kunna köpa och/eller producera solel och faktiskt är villiga att betala mer för den än för annan el.
Men hur ska man konkret och på bästa sätt ta vara på denna vilja? Ja, efter mycket funderande landade slutsatsen i att det bästa vore att bilda en ekonomisk förening där medlemmarna erbjuds att köpa solelandelar.

Det berättar Hans Nyhlén, produktutvecklare på Sala-Heby Energi, om bakgrunden till Solel i Sala Heby ekonomisk förenings uppkomst.

Medlemsinsatsen på 10 000 kronor har gått till att uppföra de tre solcellsanläggningarna i Sala och Heby, som är på 47, 78 respektive 36 kW. Anläggningarna har kostat drygt fyra miljoner kronor och har också fått statliga bidrag enligt nuvarande investeringsstöd.

VAD FÅR DÅ MEDLEMMARNA FÖR SINA SATSADE PENGAR?

– Den ekonomiska moroten är ett högt elpris på den producerade solelen. Sala-Heby Energi, som förbundit sig att köpa elen, garanterar ett pris på 3,21 kronor per kilowattimme till och med år 2019.

Andelsägare är idag 76 procent män med en medelålder på 59 år. Varför andelen män är så pass mycket större än andelen kvinnor är svårt att förklara. Men kan möjligen bero på att det är männen som tecknat en gemensam familjesatsning. Att solelföreningen har lockat mestadels äldre personer kan bero på att priset per andel ansetts vara för högt, 10 000 kronor per andel. Andelspriset sänktes därför vid årsskiftet 2011/2012 till 5 000 konor i hopp om att locka fler yngre andelsägare.

Projektet finns beskrivet i rapporten *Solel från alla till alla,* Elforsk rapport 10:40, den kan laddas ned från www. solelprogrammet.se eller www.elforsk.se
Projektet leddes av Lars Hedström, Direct Energy.

Miljön en stark drivkraft

Sala-Heby Energis initiativ till Sveriges första andelsägda solcellsanläggning, som beskrivs i föregående text, har slagit väl ut och det finns förhoppningar om att det ska inspirera till liknande satsningar i andra delar av landet.

Mot bakgrund av de politiska målen att öka andelen förnybara energikällor i det svenska energisystemet har det därför ansetts värdefullt att ta tillvara erfarenheterna från detta pilotprojekt. Det övergripande syftet med studien har således varit att följa upp verksamheten ur ett hushållsperspektiv för att identifiera framgångsfaktorerna samt att dra lärdom av de eventuella misstag som har begåtts i samband med bildandet av Solel i Sala & Heby Ekonomisk Förening.

Studiens resultat, som huvudsakligen har baserats på en intervjustudie och en enkätundersökning, visar att hushållens främsta motiv för att köpa andelar i solcellsanläggningar är miljörelaterade. Det finns en stor tro på solen som energikälla och en stark vilja att bidra till en bättre miljö för kommande generationer bland andelsägarna. Många har dock även förhoppningar om att deras investering på lång sikt ska ge någon form av ekonomisk avkastning som kommer deras barn och barnbarn tillgodo.

De viktigaste framgångsfaktorerna omfattar andelsägarnas uppenbart stora miljöengagemang och förtroende för såväl sitt lokala energibolag som solel-föreningens styrelse. Den viktigaste anledningen till att inte investera i solcellsanläggningarna är att priset man betalar för en andel anses vara för högt.

Rapporten *Andelsägande i solel ur ett hushållsperspektiv SolEl 08–11*, Elforsk rapport 11:34, kan laddas ned från www.solelprogrammet.se eller www.elforsk.se
Projektet leddes av Cajsa Bartusch, Mälardalens Högskola.

Foto: Phoenix Solar

Nya material kan sänka kostnaden för moduler

Utan ekonomiskt stöd är el från solceller i dagsläget för de flesta användningar inte konkurrenskraftig. Ett sätt att minska kostnader för solel är att minska kostnader för tillverkning, transport och installation av solcellspaneler.

I projektet *Kostnadssänkning av solcellmoduler genom användning av polymermaterial* har alternativa och eventuellt billigare material för solpanelglas och ram undersökts. Projektet syftar till att utveckla prototyper av solcellspaneler som använder polymermaterial for glas och ram. Solcellspaneler ska ha samma optiska, elektriska och mekaniska prestanda som ScanModules serieprodukter.

Dagens forskningsansträngningar vid solcellsföretag och forskningsinstitut fokuserar mest på att öka verkningsgraden för solceller för att reducera deras kostnader per watt. Kostnader för en solcellspanel består dock inte bara av kostnader för solceller. Cirka 15 procent av kostnaden kommer från glas, ram och inkapsling. Dessutom står glaset för cirka 75 procent av solcellspanelens vikt. En panel på 200 watt väger omkring 22 kilo. Den höga vikten orsakar kostnader för lagring, transport, installation och montering.

En tydlig minskning av vikten skulle därför kunna minska kostnaderna och göra el från solcellspaneler mer konkurrenskraftig. Stigande priser för aluminium som används för ramkonstruktion och en förväntad brist på specialglas för solpaneler i framtiden är ytterligare argument för att undersöka möjligheter för alternativa material för glas och ram. Ett alternativ är användning av polymermaterial vilket redan används för termiska tillämpningar som plana solfångare. Företaget SolarNor i Norge har till exempel sedan flera år en glasad solfångare på marknaden som till 100 procent består av polymermaterial. Materialet har utvecklats tillsammans med General Electric Plastics i Tyskland. Krav på material i solfångare är samma som för solpaneler vad gäller temperaturvaraktighet, långtidsoptisk beständighet och mekanisk stabilitet.

I det aktuella projektet har tre polymermaterial studerats:

- PMMA (Polymethyl methacrylate)
- PC (Polycarbonate)
- Polyamid (Grillamid).

Foto: First Solar, Inc.

Polyamid och PMMA har ungefär lika transmissionsgrader som solglas som används idag. PC har en lite sämre transmissionsgrad (-3 procent) men klarar jämfört med PMMA och Polyamid bättre de temperaturer som uppstår under en (vanlig) solcellslaminering. PC har använts i projektet för att tillverka ett solcellslaminat. På grund av problem med produktionsanläggningen hos ScanModule i Glava kunde inga vidare tester genomföras inom projektet.

Det återstår att studera fler lamineringsmetoder för att kunna laminera Grillamid och eventuellt PMMA som har bättre optiska egenskaper. PMMA har också visat väldigt bra långtidsbeständighet i ett annat projekt. Dessutom återstår det att tillverka kompletta solcellmoduler, testa dem enligt standarden IEC61215 och att undersöka vilka material som skulle vara lämpliga för tillverkning av ramar.

Rapporten *Kostnadssänkning av solcellmoduler genom användning av polymermaterial*, Elforsk rapport 10:106, kan laddas ned från www.solelprogrammet.se eller www.elforsk.se
Projektet leddes av Frank Fiedler, Högskolan Dalarna.

5. Teknik och konferensbevakning

Obeservera att följande kapiteltexter beskriver solcells-marknaden som den såg ut vid rapporteringstillfället och att sakförhållanden kan ha ändrats sedan dess. Rapporteringen går tillbaka till år 2008 som längst.

Nya utmaningar med mer solel

Solcellsmarknaden världen över växer som aldrig förr. Men vilka möjligheter finns för att den kraftiga expansionen av solcellsmarknaderna ska kunna spridas ytterligare och fortsätta i fler länder? I rapporten *Internationell forskning för omfattande utbyggnad av solel* sammanfattas internationell forskning med fokus på SolEl-programmets verksamhetsområde.

Under de senaste två decennierna har den installerade effekten hos solcellssystem i världen ökat med en så gott som exponentiell tillväxthastighet. Under 2010 ökade solcellsinstallationerna globalt med 17 GWp och nådde en total installerad effekt på 40 GWp. Fördelningen av solcellsmarknaderna över världen har länge varit skev med några få dominerande länder. Den högsta installerade effekten finns liksom tidigare i Tyskland och det är även där som de årliga tillskotten av installationer är som störst. De senaste åren har däremot utvecklingen av marknaderna breddats. Fler länder börjar få en omfattande utbyggnad av solcellssystem, vilket gör ett antal frågor högst aktuella:

Vilka möjligheter finns för att den kraftiga expansionen av solcellsmarknaderna ska kunna spridas ytterligare och fortsätta i fler länder? Vilka utmaningar ställs kraftsystemen inför när en stor mängd distribuerade solcellssystem ansluts? Vilka lärdomar kan dras för länder som ännu inte har en stor utbyggnad av solel i dagsläget, men som kan tänkas få det i framtiden?

En generell observation från internationell forskning är att påverkan på kraftsystemet från solcellssystem nu börjar märkas på allvar i de länder som har ett ansenligt antal system anslutna. Inte ens i Tyskland där man sedan årtionden medvetet har tvingat in solel i systemet har förberedelserna inför en omfattande integration varit tillräckliga, och det finns fortfarande obesvarade forskningsfrågor som är aktuella, till exempel i vilken omfattning och på vilket sätt växelriktare i solcellssystem bör delta i spännings- och frekvensreglering.

Det är mycket viktigt att Sverige också är förberett på en omfattande utbyggnad av solel i kraftsystemet. Om förutsättningarna för solel förbättras i Sverige – till exempel genom ett införande av nettodebitering och ytterligare sänkta systempriser – kan mycket hända på förhållandevis kort tid – åtminstone i jämförelse med den tid det tar att bygga upp forskning och kunskaper kring den här typen av systemfrågor för svenska förhållanden.

För att återge det absolut senaste kunskapsläget inom området utgår rapporten i huvudsak från resultat publicerade i Proceedings från konferensen *26th EU-PVSEC*, 5–9 september 2011, Hamburg [1], och från den nystartade konferensen *1st International Workshop on Integration of Solar Power into Power Systems*, 24 oktober 2011, Aarhus. Viss komplettering med övriga rapporter och artiklar i vetenskapliga tidskrifter har skett.

Rapporten 11:63 kan laddas ned från www.solelprogrammet.se eller www.elforsk.se
Projektet leddes av Joakim Widén, Ångströmlaboratoriet.

23:e Europeiska solcellskonferensen

Brist på kapital och personal

För SolEl-programmets räkning bevakade Maria Brogren, Kungl. Ingenjörsvetenskapsakademien, 23:e Europeiska solcellskonferensen, som hölls i Valencia den 1–5 september 2008.

Solcellskonferensen i Valencia var världens största dittills, och detsamma gällde för utställningen. I konferensen deltog cirka 4300 delegater (varav 20 svenskar), 1300 konferensbidrag hade skickats in, 715 företag ställde ut i den 5 hektar stora mässhallen och 30 000 personer (varav 180 svenskar) besökte utställningen.

Priserna på solcellssystem har nu börjat sjunka något, från att tidigare hållits uppe av generösa nationella subventionssystem. Världsmarknaden för solcellssystem är dock fortfarande lokaliserad till ett fåtal länder och består i dag av fyra–fem nationella marknader. Konferensen präglades av osäkerhet kring fortsättningen på det spanska subventionssystemet.

Världsrekordet i verkningsgrad för kiselsolceller är nu 40,8 procent. Produktionskostna-

derna för kiselceller minskar tack vare ökad massproduktion. Även inom tunnfilmsområdet går utbyggnaden av produktionsanläggningar snabbt. Tunnfilm har dock ännu inte börjat ta marknadsandelar från kristallint kisel.

Det ur svensk forskning sprungna företaget Solibro fanns representerat i utställningen med två olika CIGS-tunnfilmsmoduler. Solibro har i dag en 30 MW-fabrik i Thalheim i Tyskland och har fattat beslut om att bygga en modulfabrik (också den i Thalheim), vilken ska ha en årlig produktionskapacitet på 90 MW toppeffekt. Utöver den personal som krävs för att driva fabrikerna i Tyskland rekryterar Solibro även till utvecklingsbolaget i Uppsala, där man ska vara 30 anställda före årsskiftet.

På konferensen talades det mycket om att bristen på kvalificerad personal, för såväl forskning och utveckling som produktion och installation, är på väg att bli en hämmande faktor för tillväxten inom solcellsbranschen. Den andra flaskhalsen är brist på riskvilligt kapital för att bygga nya fabriker.

Under konferensen presenterade solcellsindustrin målet att 12 procent av elproduktionen i EU ska komma från solceller år 2020. Målet förutsätter en fortsatt tillväxt på 40 procent per år fram till år 2020.

Diskussioner pågår mellan Eu-kommissionen och solcellsbranschen om hur ett framtida s.k. europeiskt näringslivsinitiativ inom solenergiområdet ska utformas. Initiativet föreslogs i den så kallade SET-planen som kommissionen presenterade år 2007 och är ett sätt att bidra till uppfyllandet av EUs mål om 20 procent förnybar energi i Europa år 2020. När nu branschen presenterat ett mål om 12 procent solel till år 2020 kommer initiativet troligtvis att inriktas mot att bidra till uppfyllelsen av detta mål genom forskning, utveckling och demonstration som syftar till minskade systemkostnader. Hur initiativet kommer att utformas organisatoriskt är ännu oklart, liksom varifrån finansieringen ska komma. Det kommer dock troligtvis att bli någon form av privat-offentligt partnerskap med finansiering från EU, medlemsländerna och näringslivet.

Rapporten *23rd European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition Konferensbevakning*, Elforsk rapport 08:64, kan laddas ned från www.solelprogrammet.se eller från www.elforsk.se
Projektet leddes av Maria Brogren, IVA

24:e Europeiska solcellskonferensen

Solcellsmarknaden blomstrar

– men Tyskland tvekar om rollen som draglok

Solcellsmarknaden växer så det knakar och kan idag betraktas som en livaktig industri, dock fortfarande helt beroende av subventioner. Den industriella aspekten framkom tydligt på den årliga europeiska solcellskonferensen år 2009, den 24:e i ordningen, som denna gång hölls i Hamburg.

Bengt Ridell, verksam vid Grontmij i Malmö, besökte konferensen och har för Elforsks räkning avrapporterat de sammanfattande intrycken.

Vad är ditt starkaste intryck från konferensen?

– Det som framförallt slog mig var det stora antalet utställare och besökare som gjorde detta till en välbesökt industrimässa. Utställarna, 943 stycken, och deras montrar fyllde fyra stora mässhallar som besöktes av mer än 40 000 personer. Det är stor skillnad mot hur det såg ut för några år sedan då utställarnas montrar bara besöktes av dem som deltog i konferensen.

Bengt Ridell kan också konstatera att Tyskland fortfarande helt dominerar den globala solcellsmarknaden men att detta är en roll som börjar ifrågasättas inom landet. Det frikostiga tyska stödet som ger elproducenterna omkring 4 kronor och femtio öre för varje kilowattimme som matas in på elnätet har ökat efterfrågan på solceller så till den grad att inte bara tyska solcellstillverkare numera agerar på den tyska marknaden. På senare år har framför allt kineserna brutit sig in och tagit stora andelar vilket fått många att ifrågasätta nyttan med den frikostiga tyska inmatningstariffen.

– Detta var något som flera talare berörde, säger Bengt Ridell, som dock inte tror att Tyskland har för avsikt att helt avsäga sig rollen som ledare för solcellsmarknaden.

– Feed-in-tariff-systemet ses över vart fjärde år och nästa översyn sker år 2011, men det är ingen som tror att det kommer att ske några större förändringar. Men det är viktigt för tyskarna att andra länder nu följer efter. Det skall dock nämnas att efter konferensen och det tyska valet så har det lagts fram ett förslag som kännbart minskar feed-in-tarifferna för solceller i Tyskland och det har påverkat marknaden.

Globalt fortsätter hur som helst solcellsmarknaden sin starka tillväxt, och flera talare

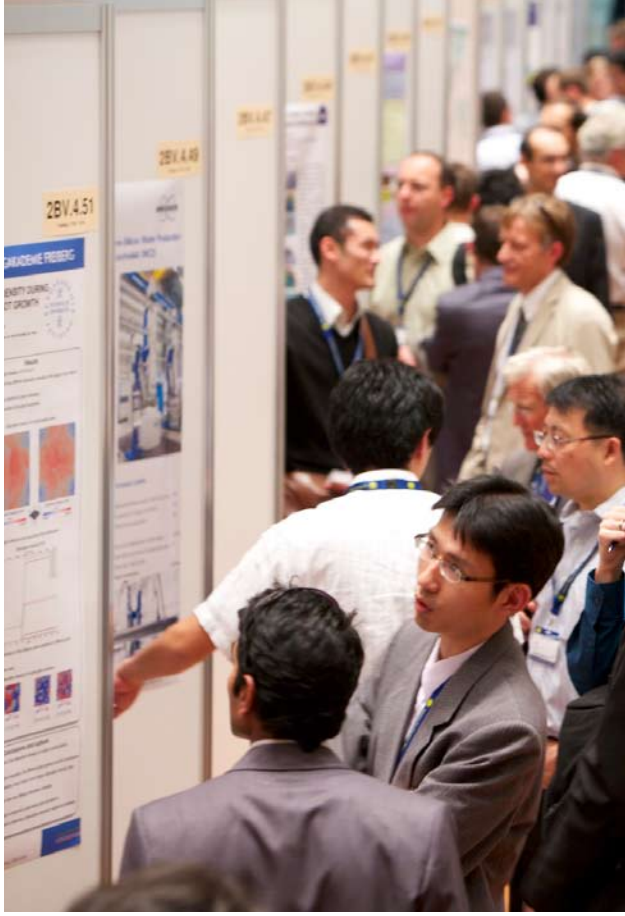


Foto: European PV Solar Energy Conference

såg ljust på framtiden, upplyser Bengt Ridell. Idag finns 16 000 MW solceller installerade i världen varav drygt 7 000 MW i Tyskland.

Prognosen för den tyska marknaden är en årlig tillväxt på hela 1 500-1700 MW solkraft, vilket tål att jämföras med vindkraften som förra året växte med 1 917 MW i Tyskland och 2 459 MW i Spanien (mest i Europa).

Det andra stora solkraftlandet i Europa är Spanien som under år 2008 stod för 45 procent av all nyinstallation solceller i världen. Denna utveckling bromsades dock under år 2009 på grund av införandet av ett installationstak på 500 MW per år.

Även USA och Japan, där utvecklingen tidigare stagnerade efter 2006 på grund av minskande subventioner, satsar starkt på solceller.

Andra länder som har system med inmatningstariffer och som har aviserat kraftiga tillväxttal är:

- Italien, 500 MW per år
- Frankrike 300 MW per år
- Tjeckien 100 MW per år
- Sydkorea och Indien, 100-200 MW per år

Rapporten *24th European PV Solar Energy Conference 2009, Hamburg-Konferensbevakning*, Elforsk rapport 10:104, kan laddas ned från www.solelprogrammet.se eller www.elforsk.se
Projektet leddes av Bengt Ridell, Grontmij.

Foto: European PV Solar Energy Conference

Scott Stephens

25:e Europeiska solcellskonferensen

Priserna faller

Den 25:e Europeiska solcellskonferensen som detta år, 2010, åter hölls i Valencia bevakades av Joakim Byström, Absolicon. Ett hundratal svenskar deltog på mässan eller konferensen.

Rapporten redovisar inom områdena utveckling av PV i energisystemen, teknikutveckling och trender, koncentrerande system, nätanslutna PV-system, systemfrågor och tekniska frågeställningar samt byggnadsintegrering av PV-system.

NÅGRA UTDRAG FRÅN VAD SOM PRESENTERADES PÅ KONFERENSEN:

- Solcellsbranschen har antagit utmaningen att täcka en stor andel av världens elförsörjning, lovar kunna producera 12 procent av Europas el redan 2020.
- De flaskhalsar inom olika teknikområden som begränsat produktionen är upplösta.
- Bred forskning från grundforskning till små förbättringar av befintlig produktionsteknik.
- Trots att de spanska inmatningstarifferna kollapsade fortsätter solcellsbranschen växa snabbt tack vare mycket stark marknad i resten av världen, främst Tyskland.
- Priserna faller 20 procent för varje fördubbling av installationsvolymen
- Nytt världsrekord för tunnfilmssolceller: 20,3 procent.
- SunPower presenterar medelkoncentrerande CPV-system.

Trots att solenergibranschen är starkt beroende av politiska beslut och utvecklingen på många marknader hindras av byråkratiska processer fortsätter installationerna att öka och kostnaderna att minska.

Kostnaderna börjar nu närma sig ”grid parity” där solceller blir billigare än el från elnätet i vissa regioner.

Solenergibranschen har stort självförtroende och med de växande volymerna (17 procent av all ny el 2009 i Europa kom från solceller) visar man att solenergi kommer att vara en viktig del av den framtida energimixen.

Rapporten *25th European PV Solar Energy Conference 2009, Hamburg-Konferensbevakning*, Elforsk rapport 10:94, kan laddas ned från www.solelprogrammet.se eller www.elforsk.se
Projektet leddes av Joakim Byström, Absolicon.

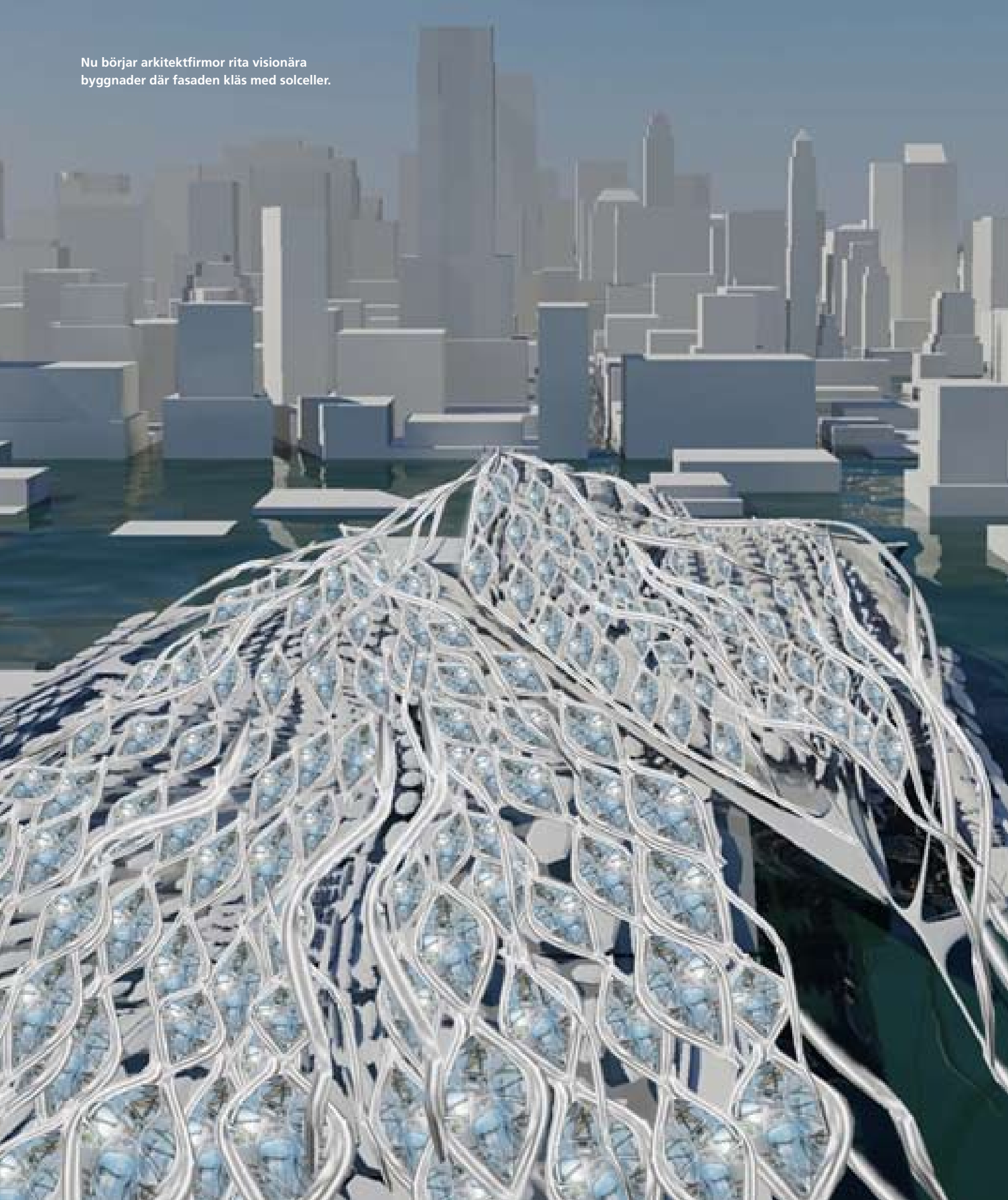
Solar Building Skins

På uppdrag av SolEl-programmet bevakades konferensen "Solar Building Skins" som genomfördes i staden Bressanone i Norra Italien från den 2:a till 3:e december 2010.

Konferensens genomgående tema var "Integration" vilket inte bara gällde integration av solenergi i byggnadsskal, i historiska byggnader och i olika stadsmiljöer. Även förbättrad samordning av olika specialiserade planeringsverktyg och av kompetenser från en lång rad olika områden beskrevs av många som nödvändiga förutsättningar för att området skall kunna växa snabbt och effektivt.

Konferensens första dag ägnades enligt programmet åt aktiva system och den andra åt passiva system men i praktiken fanns ingen strikt uppdelning. Andra ämnen som behandlades var bland annat kvalitetsaspekter för byggnadsintegrerade solcellssystem, solenergiintegration i historiska byggnader, adaptiva intelligenta byggnadsskal samt dagsljusbelysning och solavskärmning. Simuleringsmodeller och program för byggnadsskal med integrerad solenergi var också ett huvudämne. Totalt genomfördes sju sessioner med fyra presentationer i varje samt en rundabordsdiskussion. En posterutställning med ett 20-tal posters ingick också i konferensen.

Solar Building Skins, Elforsk rapport 11:15, beskriver kortfattat ett urval av de mer intressanta presentationerna och huvudämnena som spände över ett mycket brett område. kan laddas ned från www.solelprogrammet.se eller www.elforsk.se
Projektet leddes av Peter Kovacs, SP.



Nu börjar arkitektfirmor rita visionära byggnader där fasaden kläs med solceller.

Foto: Lars Sundström

6. Information och utbildning

Tvärvetenskapliga arkitektresor

Användandet av byggnadsintegrerade och applicerade solceller i Sverige är idag relativt ovanligt. Längre ned i Europa används dock solenergi inom arkitekturen ganska frekvent. Ett antal studieresor till länder med stort inslag av solel i stadsbyggnaden har genomförts med finansiering från SolEl-programmet.

White arkitekter har arrangerat resor till Österrike/Schweiz, 2006 och Danmark, 2007 med finansiering från SolEl-programmet. Resorna har varit tvärvetenskapliga för att få en spridning på deltagarna samt för att öka intresse, engagemang och kunskapsnivå i byggnadsprojektets alla faser. Båda tidigare resorna har varit uppskattade av deltagarna och i utvärderingen år 2007 svarade 86 procent att de hade nytta av resan i sitt yrkesutövande.

År 2009 gjordes en resa till Tyskland som i korthet beskrivs i rapporten *Studiresa till Ruhrområdet i Tyskland.*

Rapporten kan beställas hos Elforsk. Projektet leddes av Anna Barosen, White.

Solceller i byggnader
– en introduktion för arkitektstudenter

I Sverige är byggnadsintegrerade och nätanslutna solceller ännu relativt främmande för många. Naturligt nog eftersom få anläggningar har installerats. Arkitekter och fysiska planerare har ofta en viktig roll i uppgiften att utnyttja solenergin på bästa sätt i sådana installationer.

Att ge studenter på högskolan en inblick i solenergins möjligheter och potential är viktigt. Dels får studenterna själva med sig kunskap och inspiration för hur solenergi kan utnyttjas för mer spännande och hållbara byggnader, dels kommer de när de kommer ut i arbetslivet att kunna hjälpa/inspirera äldre kollegor att se nya möjligheter med solenergi.

Tack vare SolEl-programmet har solceller fått extra uppmärksamhet på landets arkitekthögskolor under ett antal läsår. I de svenska arkitekt- utbildningarna ingår mycket begränsade inslag av energitekniska frågeställningar. Solceller berörs normalt inte mer än som en orientering, utom i enstaka valbara kurser som hittills lockat få studenter, eller på särskilt initiativ av en motiverad kursansvarig. Den introduktion till solceller som tagits fram av ÅF med stöd av SolEl-programmet har riktats brett till alla arkitektstudenter, och har gett fler studenter möjlighet till studiebesök vid verkliga anläggningar.

ÅF tog inför läsåret 06/07 fram ett utbildningspaket för arkitekturstuderande som introduktion till solenergi och solceller i byggnader. Inför läsåret 08/09 vidareutvecklades detta av ÅF i samarbete med White Arkitekter. Nu har föreläsningsmaterialet fått en mindre uppdatering igen.

Syftet med utbildningsinsatsen är att:

- Inspirera och väcka intresse för att arbeta med solceller i arkitekturen/stadsbilden.
- Sprida kunskap om teknikens speciella förutsättningar, för att ge studenterna en bild av såväl möjligheter som begränsningar.

Målet med utbildningen är att studenterna när de kommer ut i arbetslivet ska ha med sig ett intresse för att utforska och tillämpa solcellsteknik i arkitekturen. Ett mål är också att det upplägg och material som tagits fram för utbildningen ska fortsatt utnyttjas inom arkitektutbildningen.

Under våren 2010 har ÅF genomfört introduktionsutbildningen för arkitektstudenter vid KTH, LTH och Chalmers. Programmet bestod av ett seminarium på cirka 2 timmar, kombine-

rat med studiebesök. Ett antal selektivt utvalda anläggningar har besökts, i syfte att visa studenterna verkliga exempel på olika typer av byggnadsintegration.

Liksom under tidigare år har det märkts ett stort engagemang och intresse bland studenterna för hållbarhetsfrågor och detta har också visat sig i ett stort intresse för solcellsområdet. Många studenter har varit aktiva med frågor under föreläsningar och studiebesök och intressanta diskussioner har förts om solcellsteknikens möjligheter och framtid och studenternas egen roll i utvecklingen.

I jämförelse med första året som denna introduktionsutbildning genomfördes så har den allmänna kännedomen om solceller ökat något bland studenterna, även om kunskapen om teknikens faktiska förutsättningar och möjligheter fortfarande är mycket begränsade. För första gången har det under utbildningarna framkommit skeptiska åsikter om solcellsteknikens tillämpning, som inte främst grundar sig i en allmän uppfattning om Sverige som solfattigt land – vilket varit vanligt tidigare – utan för att man har en bild av att tekniken redan länge utmålats som lovande, men fortfarande är så kostsam.

***Solceller i byggnader – en introduktion för arkitektstudenter Läsåret 08/09 samt läsåret 09/10,* Elforsk rapport 10:56, kan laddas ned från www.solelprogrammet.se eller www.elforsk.se**
Projektet leddes av Carina Martinsson, ÅF.

Solceller i byggnader – i Sverige och internationellt

Solceller i byggnader har på olika sätt varit i fokus under många år inom det internationella solelsamarbetet IEA PVPS, International Energy Agency Photovoltaic Power Systems. År 2009 avslutades en etapp som behandlat solceller i stadsmiljö, kallad Urban scale PV, task 10. Sverige deltog i samarbetet med Mats Andersson, Energibanken, som projektledare.

Andra svenska deltagare var Malmö Stadsfastigheter genom Martin Norlund och därefter Anna Cornander, projektledare på Malmö Solar City. Deltagandet i det internationella samarbetet finansierades av Energimyndigheten.

Ett viktigt syfte med det internationella samarbetet är att sprida kunskap om goda exempel. SolEl-programmet valde därför att finansiera ett seminarium som hölls i Malmö den femte november år 2009 i samband med en temavecka som ordnades av Malmö stad i samarbete med Ekocentrum. Seminariet samlade drygt 40 deltagare.

Under seminariet berättade Mats Andersson, Energibanken, om solcellers användning internationellt och i Sverige. Olika anläggningsexempel från Sverige presenterades. Bruno Gaiddon från Hespul, Frankrike, redovisade ingående de viktigaste slutsatserna från det internationella samarbetet och han berättade även om franska satsningar på byggnadsintegrerade solceller.

Under dagen presenterades även två intressanta svenska solcellsanläggningar av Kalle Demeter från Glacell; Uddevalla Stadshus och Båstad tennis. Elisabeth Kjellsson från LTH berättade om solvärmen och Marja Lundgren från White Arkitekter höll en presentation om integrering av solcellsmoduler i byggnader. Dagen avslutades med studiebesök vid solcellsanläggningar på Sege Park, Mellanhedsskolan och Augustenborg.

Projektet leddes av Mats Andersson, Energibanken.

För mer info om International Energy Agency Photovoltaic Power Systems, se www.iea-pvps.org

Foto: Solarregion.se

SEGE PARK

På Sege Park i Malmö finns en av Sveriges största och mest spektakulära solcellsanläggningar. Anläggningen, som stod klar under sommaren 2007, omfattar 1250 kvm solceller med en toppeffekt på 166 kW. Den består av två system som är monterade på stora stålställningar. Ytan är utformad som en stor vinge vilket ger den ett spännande och uppseendeväckande utseende. Stålställningarna är uppbyggda av ett tredimensionella fackverk med en vikt på vardera 77 ton. Arkitekten är Torsten Persson, SAR/MSA Malmö Stad Serviceförvaltningen.

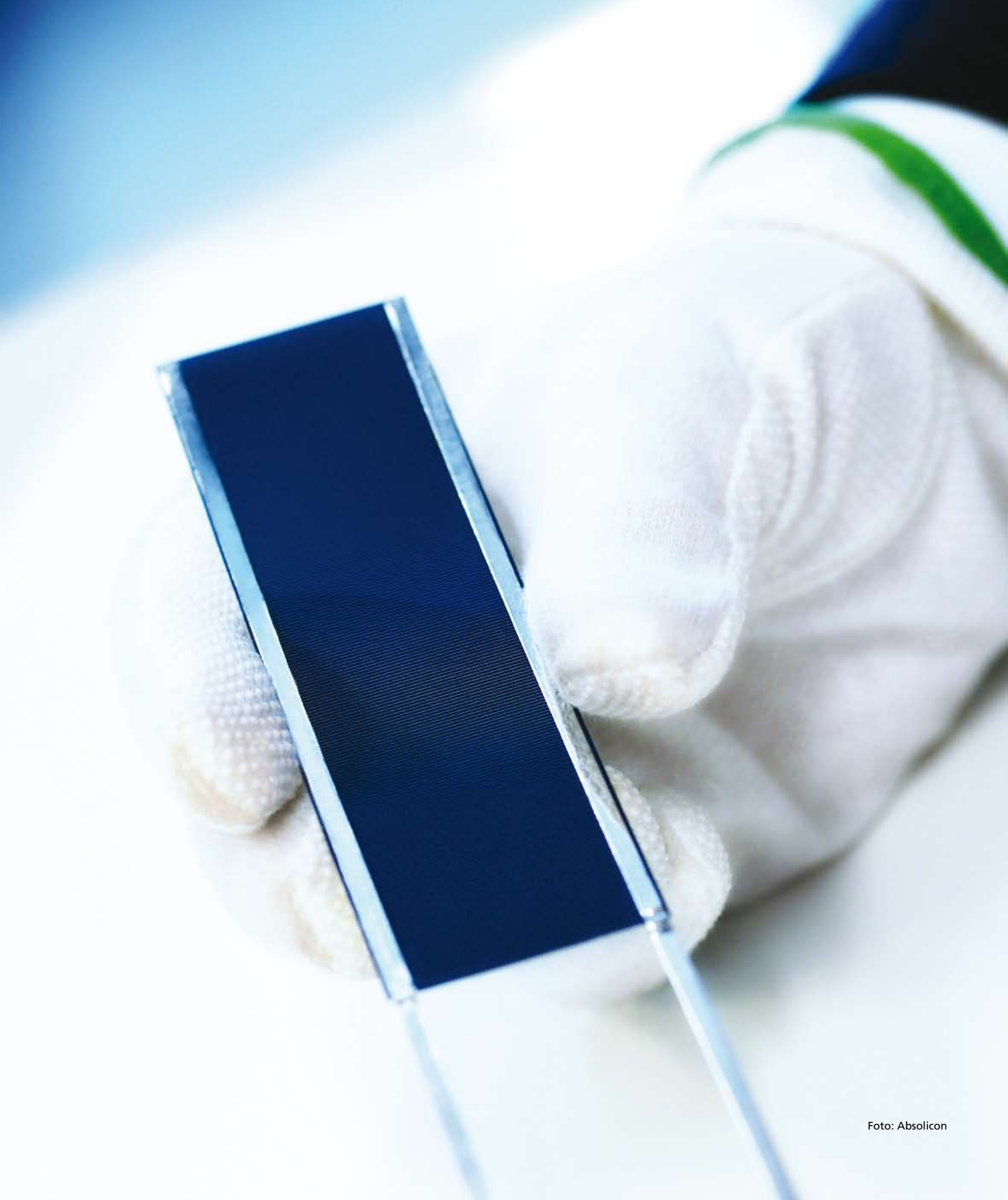


Foto: Absolicon

The Echoing Green

av Karin Lindh och Mats Karlsson

Foto: Karin Lind

Karin Lindh och Mats Karlsson inbjöds sommaren 2009 att delta i utställningen Change/Cambio/Weschel på Rosendals trädgårdar i Stockholm. Utställningen kretsade kring frågeställningar om tid, förgänglighet och kretslopp och var under förändring genom hela utställningsperioden.

Grundtanken var att skapa ett verk som synliggjör solen och dess flödande energi. En idé föddes om att tillverka en kyrkklocka som drevs upp och slog av solens kraft. En klocka som trotsar ordning och överenskommelser som att mäta tiden, hur mycket klockan är eller vilka som styr över varför vi samlas kring något. Full av kraft, solmogen ringer klockan av överflöd.

Vi visste att det skulle bli ett stort projekt, till en utställning utan finansiering. Ska vi satsa? Alla pengar?

Vi kontaktade de olika klockgjuterierna och kom i kontakt med ME Ohlssons Klockgjuteri i Ystad. Klockgjuteriet hade många talanger och kom att hjälpa oss, utöver själva klockan, med alla mekaniska delar i verket. För solceller och styrning kontaktade vi initialt Olle Per Hemlin på Shuco som gav oss goda råd i beräkningar med mera Solarit AB levererade solceller och styrningen av verket. Deras expertis var helt ovärderlig i den snabba utvecklingsprocess som vi var pressade till.

Vi invigde skulpturen lördagen den 6:e juni, en ljum dag med växlande molnighet. Dagen innan, kall, blåsig och regnig, kom klockan med expressbud från Skåne. En lång, lång dag när vi med traktor lyfte upp skulpturen på fundamentet (den passade på millimetern in i de förgjutna bultarna som stack upp ur betongen) och med kalla fingrar högt upp på stege monterade solpanelerna, kretskortet och batterierna.

Nu är utställningen är över. En del verk växte igen, löstes upp eller blektes av solen. Processen är dokumenterad och kommer att publicerar i en konsttidskrift under hösten. Rosendals trädgård håller för närvarande på att söka finansiering för att kunna köpa in The Ecchoing Green och vi är väldigt glada över att hitta en så fin permanent plats för verket.

Vi vill tacka SolEl-programmet för ert stöd och hoppas kunna bjuda in till nyinvigningen av The Ecchoing Green inom kort.

Projektet leddes av Karin Lindh.

Foto: Carl Michael Johannesson

Uppdatering av projekteringsverktyg

SolEl-programmets Projekteringsverktyg har funnits sedan år 2002 och har syftet att sprida kunskap och information kring de delar som kan ingå i ett solcellsprojekt.

Projekteringsverktyget är även ett sätt att inspirera till nya solcellsprojekt och visar konkreta exempel från solcellsanläggningar i Sverige.

Under detta projekt har Projekteringsverktyget uppdaterats och kompletterats med ytterligare information, program och delar, från Sol-El-programmets andra projekt. Under projektet har verktyget flyttats från www.solcell.nu till SolEl-programmets webbplats www.solelprogrammet.se/

Projekteringsverktyg och visst restaureringsarbete har krävts. Uppdateringen har även omfattat kontroll av de länkar och den information som finns i verktyget för att det skall kunna vara till så stor hjälp som möjligt för solcellsprojekt.

Verktyget har kompletterats med en ny del ”Beräkningsverktyg”. I denna del kan man enkelt göra beräkningar av ett solcellssystems elproduktion och ekonomi med hjälp av simuleringsprogrammet Solekonomi 1.0, skapat av Joakim Widén vid Uppsala Universitet.

Projektet leddes av Mats Andersson, Energibanken.

Unika solenergiprodukter saknar standard

På SolEl-programmets uppdrag har företaget Absolicon bevakat standardiseringsarbetet i branschen, ett nyckelområde för branschens utveckling. Koncentrerande system och kombinerande solel- och solvärmesystem har tidigare ställts utanför dessa standarder.

Solenergibranschen har flera viktiga standarder och certifieringar. Certifieringarna är nödvändiga för att berättiga till statliga och regionala stöd. I Sverige finns tre företag som arbetar med koncentrerande PV/T-system.

Det aktuella projektet har möjliggjort för företaget Absolicon att delta i det internationella samarbetet för att anpassa standarderna och för att informera svenska företag om utvecklingen.

Delvis tack vare stöd från tidigare SolEl-program och även Energimyndigheten har Sverige nu en gryende bransch med innovativa teknikföretag som utvecklar unika produkter inom solenergiområdet.

Företagen baseras på svensk forskning som inleddes på Studsvikslaboratoriet under 1960-talet.

Idag håller forskningsresultaten på att omvandlas till företag, men den nya tekniken möter hinder i form av gamla standarder som skapats för traditionell teknik med plana ickekoncentrerande paneler.

För att kunna komma i åtnjutande av statliga och regionala stimulansmedel för solenergi i till exempel Europa och USA måste solfångarna vara testade enligt tekniska standarder.

Absolicons uppfattning är att PV/T-system idag går bra att certifiera inom befintliga standarder (med en välvillig tolkning av testinstituten).

Flera testlabb provar nu PV/T-system. Diskussioner förs om hur mätningarna skall ske och redovisas. Kunskaperna kommer att ligga till grund för hur standarderna utvecklas. Absolicon testar sina produkter i Tyskland och Solarus i USA.

Förslag finns från Australien att påbörja arbete med standard som kombinerar nuvarande elektrisk och termisk standard. Det blir en mycket komplex standard som måste kombinera kunnande från solvärme och solel-branscherna.

En standard för PV/T vore mycket önskvärd, men med tanke på att kunskapen för testning ännu inte finns och att marknaden är i snabb utveckling anser vi att det vore bättre att arbeta med att modifiera de befintliga standarderna. När kunskaperna finns kan arbetet med en ny standard påbörjas lite längre fram.

Rapporten *Standardisering av PV/T- solel och solvärme i kombination*, Elforsk rapport 11:59, kan laddas ned från www.solelprogrammet.se eller www.elforsk.se
Projektet leddes av Joakim Byström, Absolicon.

Absolicons vd Joakim Byström.

Foto: Kristofer Lönnå

Solel Roadshow

Föreningen Solar Region Skåne genomförde under 2010 och under januari 2011 en solenergikampanj i Skåne inom ramen för SolEl-programmet, verksamhetsområdet ”information och utbildning”. Syftet med kampanjen var att engagera alla Skånes kommuner i arbetet med solenergi.

Inom projektet har presentations- och informationsmaterial tagits fram och en föreläsningsturné, en så kallad Roadshow, rullat genom de skånska kommunerna i syfte att förmedla ett koncept för hur kommunerna kan jobba för att öka användningen av solenergi.

Föreläsningarna innehöll allmän information om solenergiteknikerna, potential, bidrag, ekonomi och goda exempel på solenergi i bebyggd miljö samt tips på hur man i kommunen kan arbeta strategiskt med solenergi i stads- och samhällsplaneringen.

Stadsbyggnads-, miljö- och teknikförvaltningar, kommunala politiker, lokala företagsnätverk, fastighetsägare, lokala energibolag med flera bjöds in till en föreläsning där de blev informerade om möjligheterna till installation av solceller (och solfångare) på egna byggnader men också om möjligheterna att introducera solenergi i stads- och samhällsplaneringen. I några kommuner bjöds även allmänheten in genom annonsering, vilket gav en mycket stor uppslutning på dessa föreläsningar. Inbjudan till föreläsningarna har i nästan alla kommuner skett via en kontaktperson inne på kommunen. I många fall var detta den kommunala energi- och klimatrådgivaren, medan det i andra kommuner var miljösamordnaren, stadsbyggnads- eller miljöchefen som stod för samordningen.

Totalt har över 490 besökare medverkat vid de 28 föreläsningstillfällena. Fyra kommuner har valt att inte ha ett eget evenemang utan istället delta vid föreläsningen i grannkommunen. Två kommuner har valt att avstå från Roadshow-besök.

Besökarna har generellt varit mycket nöjda med informationen och positivt inställda till besöket. Många intressanta diskussioner har ägt rum, och slutsatserna har varierat från att man i kommunen är mycket intresserad av att omedelbart börja jobba med solenergi i stads- och samhällsplaneringen till att man tycker tekniken fortfarande är för dyr och vill avvakta tills priserna gått ner.

Slutsatser från projektledningen är att samarbetet med kontaktpersonerna i kommunerna varit lyckad och att kampanjen nåtts av mycket positiv respons. Politisk närvaro i samband med presentationerna upplevs som viktig för att få genomslagskraft.

Rapporten *Roadshow om solenergi*, Elforsk rapport 11:08, kan laddas ner från www.solelprogrammet.se eller från www.elforsk.se
Projektet leddes av Anna Cornander, Solar Region Skåne.

Foto: Frank Fiedler

Solbåten Midnightsun

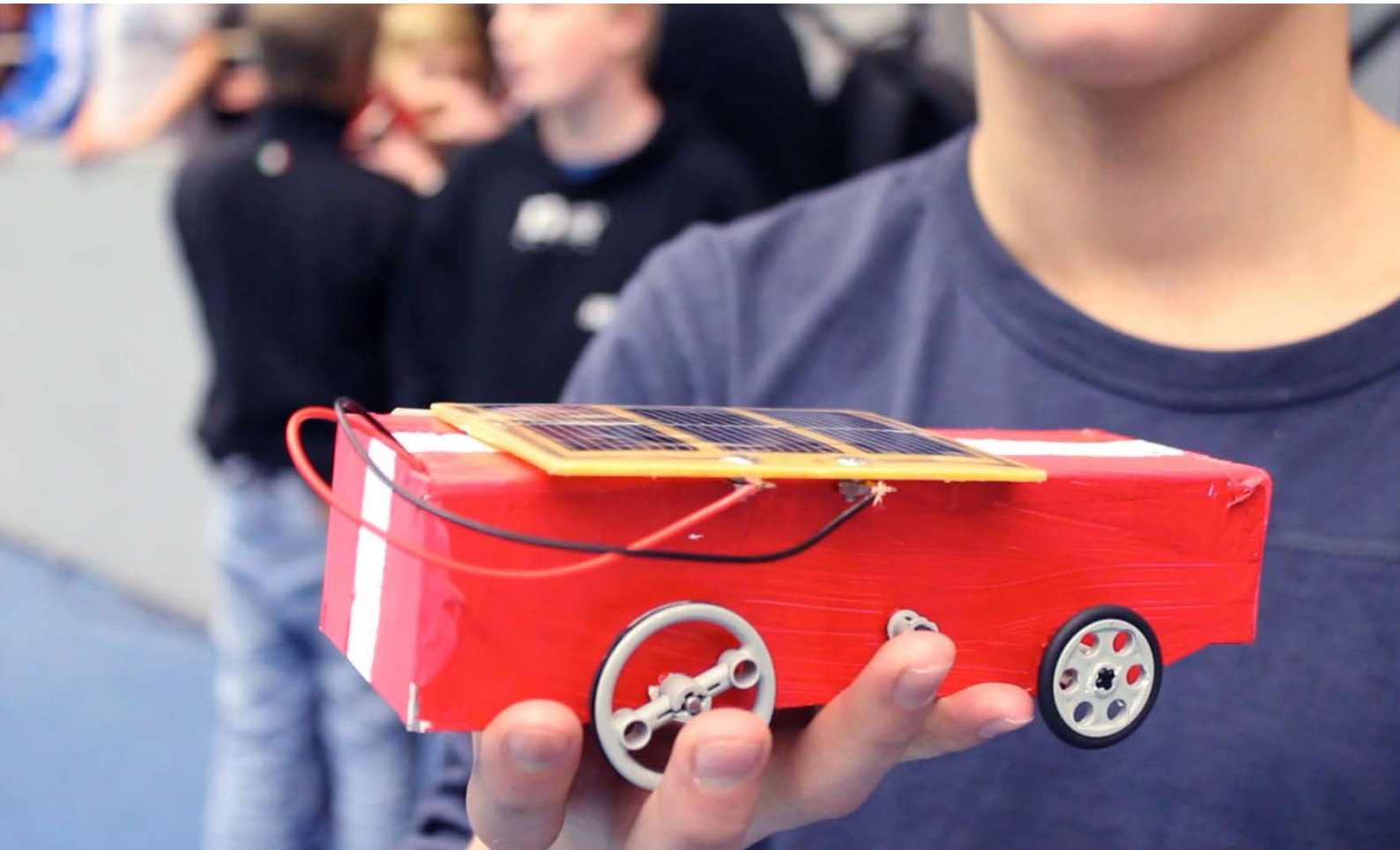
Solbåten Midnightsun har presenterats och visats på många olika evenemang i Sverige.

Fokus har varit på utställningar i samband med båtar, energi och utbildning. Intresset har varit stort från besökaren men även från olika medier som tidningar, radio och TV som rapporterade om solbåten. Soleldrivna fordon är ett bra sätt att väcka intresse för soleltekniken.

De elektriska komponenterna är dimensionerade för kortare utflykter med en körtid mellan 3 och 4 timmar. Båten vid Främby Udde är ett exempel på hur man relativt enkelt kan konvertera befintliga båtar till soleldrift. Främby Udde är ett väl besökt nöjesställe och solbåten kommer därmed att visas och användas av ett stort antal turister från Sverige och utomlandet.

Aktiviteterna till detta projekt finns avrapporterat i Elforsk rapport 10:104, kan laddas ned från www.solelprogrammet.se eller www.elforsk.se
Projektet leddes av Frank Fiedler, Högskolan Dalarna.

Hans Bäckström
Irja Israelsson
Anders
Bullfottaskolan 6 M
Malmö
Ola Andersson
Jeppsson



Solracet – en tävling med små elbilar

I samband med SolEl-programmets första utlysning gjordes en satsning för att intressera framförallt unga för solceller. Ett av de projekt som finansierades var Solracet, en tävling med bilar som drivs av en elmotor som får energin från en solcell.

Syftet med att anordna tävlingen var att öka intresset för solceller och transporter med hjälp av solenergi. Genom att ungdomarna byggde sina egna bilar och därmed kunde se hur solcellerna fungerar ville arrangörerna väcka ett intresse för solcellstekniken i ett tidigt skede bland dessa och andra ungdomar. Tillvägagångssättet, att anordna en stor regiontäckande tävling, medförde dessutom att solcellstekniken och klimatfrågan fick uppmärksamhet och positiv publicitet i massmedia.

Projektet riktade sig till grundskoleelever i årskurs 6 som tävlade klassvis. Varje skolklass som blivit antagen till tävlingen fick utbildningsmaterial om solel samt två motorer med växellåda och en solcell från arrangören. Bilarna fick konstrueras hur som helst men skulle rymmas inom en viss fastställd volym (t.ex. 30x20x15 cm) och fick endast framdrivas av solcellen och motorn. Varje klass fick ha maximalt två bilar med i tävlingen, men eftersom de endast fick använda en solcell per klass så måste bilarna konstrueras så att solcellen kan flyttas mellan dem. Bilarna konstruerades och byggdes av eleverna i klassen.

54 klasser fick en plats i Solracet 2009. Klasserna fick ett paket med information om solenergi och Solracet samt motorer och solcell till bilarna.

Klassernas insats i projektet Solracet avslutades med tävlingsdagen 18 november på Baltiska hallen i Malmö. Det var fullt ös när klasser från hela Skåne träffades för att tävla mot varandra med sina hembyggda solcellsbilar. Utöver spänning och underhållning bjöds det på mat, och de bästa klasserna fick fina priser.

Sista momentet i projektet var en utställning. Ett varierande antal av de bilar som deltog i Solracet 2009 ställdes ut på Helix, Tekniska museet och Stadshuset i Malmö. Tävlingar har även hållits under 2010 och 2011 med hjälp av andra finansiärer.

Projektet leddes av Jimmy Lindsjö, Energikontoret Skåne.

Teknikåttan

Teknikåttan är ett samarbetsprojekt sedan år 1995 mellan tolv högskolor/universitet som driver en fråge- och aktivitetstävling inom teknik och naturvetenskap för årsklass 8.

Omkring 50 procent av dessa ungdomar deltar i uttagningstävlingen. Uttagningsfrågorna, som besvaras individuellt i klasserna, består av teoretiska frågor, medan frågorna i region- och riksfinalerna blandas upp med aktivitetsuppgifter och andra mer praktiska uppgifter med olika rekvisita.

Inför regionfinalen och riksfinalen får de uttagna lagen en klassuppgift att lösa. Denna klassuppgift består i att klassen ska konstruera, bygga och demonstrera en teknisk anordning som utnyttjar och/eller beskriver olika tekniker och naturvetenskapliga fenomen.

För tävlingsomgången 2009 valdes SOLEN som tema för frågor och uppgifter. Anslaget från SolEl möjliggjorde en rejäl satsning på årets Klassuppgifter.

Projektet leddes av Richard Kohlström, Högskolan Dalarna.

Ecocab – cykeltaxi med solceller

Cykeltaxi är ett nytt koncept i Sverige som är på stark frammarsch. Den futuristiska designen gör att de drar ögonen till sig, de cirkulerar dagligen i innerstan och är därmed svåra att undvika vid ett besök i Stockholm. Under den första provsommaren var det cirka 15 000 personer som åkte med Ecocab och betydligt fler som kom fram och tittade och förundrades över cyklarna.

En människa kan kontinuerligt utveckla cirka 70 Watt. Cyklarna är relativt tunga och om det dessutom är två passagerare i baksätet har cyklarna en relativt låg medelhastighet. Ytorna på taxin är sådana att det finns omkring en halv till en kvadratmeter yta tillgängligt för solceller. Då cykeln redan är utrustad med en elmotor och ett mindre batteri skulle dessa ytor under en solig dag kunna bidra med mellan 50 och 150 Watt beroende på verkningsgraden på använda celler. Alltså ett signifikant bidrag för framfarten av dessa fordon som ytterligare ökar populariteten för denna taxiform.

Trots att solceller har haft en stark tillväxt i Sverige är det fortfarande väldigt stora delar av allmänheten som inte har kommit i kontakt med tekniken och som inte har klart för sig vad den kan bidra med eller vilken potential den har. Att ha ”solcellsdrivna” taxicyklar i de större städerna skulle kraftigt öka exponeringen av tekniken och ge allmänhet, resenärer och nyfikna något att relatera tekniken till.

SolEl-programmet finansierade ett projekt med syfte att ta fram en solcellslösning och installera på en cykeltaxi. Vidare ville man sprida information i medierna och försöka hitta finansiärer för att utrusta fler cyklar med solceller. På grund av ett ägarbyte i cykeltaxiföretaget fick dock projektet avbrytas.

Projektet leddes av Michiel van Noord, Esam.

Foto: Fojab arkitekter

Årets solcellsanläggning

Ekologihuset i Lund årets solcellsanläggning år 2009

SolEl-programmets pris till årets solcellsanläggning år 2009 tilldelades Akademiska Hus för anläggningen på Ekologihuset i Lund. Den uppmärksammades för sin genomtänkta utformning och för att den visar att solceller kan användas på många olika sätt.

Akademiska Hus solcellsanläggning på Ekologihuset i Lund utsågs till vinnare i hård konkurrens med ett 20-tal andra solcellsanläggningar runt om i landet. Juryn framhåller i sin motivering att Akademiska Hus visat att solceller kan användas på många olika sätt, och att anläggningen är väl genomtänkt både vad gäller olika tekniska lösningar och visuell utformning. Fastighetsägaren Akademiska Hus har också på ett målmedvetet sätt arbetat med informationsspridning.

– Jag tror att det främst finns tre anledningar till att vi lyckats med projektet: en drifttekniker som verkligen varit en eldsjäl, det statliga investeringsstödet för solceller och framförallt en långsiktighet hos vårt företag så att man vågat testa och ta risker, säger Helene Möller, miljöansvarig på Akademiska Hus.

Ett hedersomnämnande delades ut till Eksta Bostads AB för solcellsanläggningen på Prästgårdsängens förskola i Fjärås. Förskolan är unik ur bygg- och energisynpunkt, och solcellerna ingår som en del i en energieffektiv helhet. Solcellerna står för hela fastighetens årliga elförbrukning.

– För oss är helheten viktig. Vi ville inte nöja oss med att bara sätta upp en solcell, utan vi ville nå längre. Det är jätteroligt att kunna visa att ett litet företag kan integrera solceller i ett helhetskoncept, säger Christer Kilersjö, projektledare på Eksta Bostads AB.

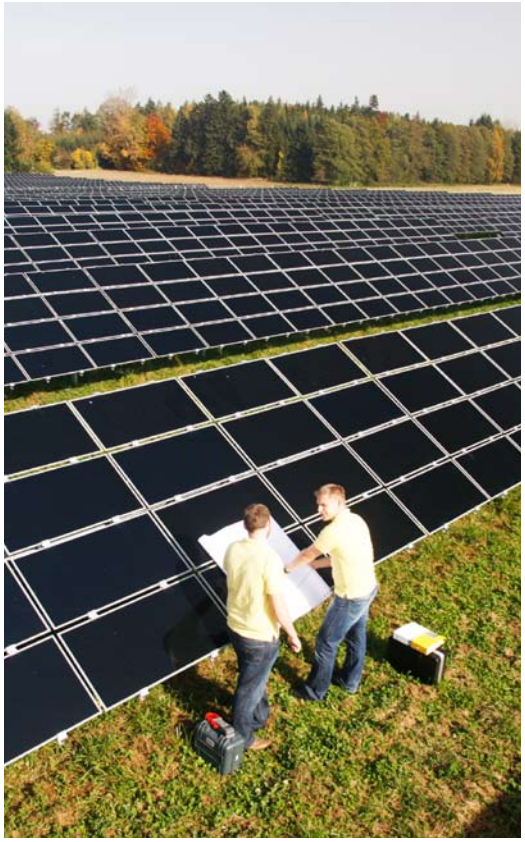
Vinnarna gratulerades av prisutdelaren Tomas Kåberger, Energimyndighetens generaldirektör, under den välbesökta sessionen om solceller på Energitinget i Stockholm.

Samarbete mellan myndighet och näringsliv

I projektet *Samarbete mellan myndighet och näringsliv* har en grund för samarbete mellan solcellsbranschen och olika myndigheter framgångsrikt etablerats.

Projektet har varit framgångsrikt och uppskattat av deltagande parter. De genomförda mötena har lett till att det idag finns en samverkansgrupp mellan Energimyndigheten, Näringsdepartementet, Boverket och den svenska solcellsbranschen representerad av branschföreningen Svensk Solenergi. Detta medför också att deltagande organisationer snabbt kan inhämta information vid behov och att det nu finns en naturlig mötesplats för diskussioner kring solcellsrelaterade frågor, t.ex. utformning av stödsystem, uppföljning och rapportering, nätanslutning, teknikläge m.m.

Projekttrapporten *Samarbete mellan myndighet och näringsliv – För statistiska underlag och informationsinsamling*, Elforsk rapport 10:44, kan laddas ned från www.solelprogrammet.se eller www.elforsk.se
Projektet leddes av Petter Sjöström, Svensk Solenergi.



Fem filmer om solel

I fem filmer skildrar SolEl-programmet olika aspekter av solel. Här får vi bland annat veta vad man som privatperson eller bostadsrättsförening bör tänka på innan man bestämmer sig för att skaffa solceller.

Det har blivit allt lättare att själv producera sin egen el med hjälp av solceller – även i Sverige. Efterfrågan ökar stort och el från solen är inte längre något bara för entusiaster och miljövänner. Det kan faktiskt löna sig för villaägaren, bostadsrättsföreningen och andra fastighetsägare att installera solceller på sina tak.

I filmerna får vi se olika aspekter av att använda sig av solceller. Arkitekten Marja Lundgren redogör för hur solceller kan integreras i byggnader och vad stadsplanerarna bör tänka på när de planerar för solceller i bebyggelsen.

Vi besöker även Ångström Solar Center i Uppsala där forskaren Marika Edoff bland annat berättar om sin spännande forskning om tunnfilmssolceller, ett område där Sverige är världsledande.

Men vad säger nätägarna, och hur kan de underlätta för dem som vill mata in sin egen el på elnätet? De frågorna har Svensk Energis Helena Olssén svaren på.

Filmerna kan ses via Soleprogrammets hemsida: www.solelprogrammet.se
Projektet leddes av Lars Magnell, Kreativ Media AB

Foto: Lars Magnell

I en av filmerna besöks Ångström Solar Center i Uppsala där forskaren Marika Edoff bland annat berättar om sin spännande forskning om tunnfilmssolceller, ett område där Sverige är världsledande.

Foto: Solarworld

7. Utvärdering och driftuppföljning

Utvecklad driftuppföljning

SolEl-programmets driftuppföljning av svenska nätanslutna solcellsanläggningar ger värdefull kunskap om vanliga felkällor. Driftuppföljning av svenska solcellsanläggningar Rapport för perioden 2008–10 till och med 2009–09 redovisar Energibankens fortsatta arbete med administrationen av driftdatabasen för nätanslutna solcellsanläggningar.

Under den aktuella projekttiden, oktober 2008 till och med september 2009, har den webbaserade databasen, för svenska nätanslutna solcellsanläggningar vidareutvecklats. Antalet anläggningar har ökat betydligt och i dag innehåller databasen 112 solcellssystem, med en total toppeffekt på 3 MW. De anläggningar som är inlagda i databasen utgör uppskattningsvis minst 95 procent av den totalt installerade toppeffekten i Sverige, i nätanslutna system.

Ytterligare fyra anläggningar ingår av historiska skäl; Bullerö, Älvkarleby, St Jörgen Park och Ringen. De anläggningarna är idag nedmonterade och man bör kanske överväga att ta bort dem ur databasen.

Särskilda förbättringar av webbapplikationen har genomförts under perioden. Hanteringen av driftdata har utvecklats och man kan till exempel presentera de inlagda värdena för en anläggning i ett Excel-blad, för vidare bearbetning.

Ingen anläggning rapporterar idag in timdata. Övervakningssystemet SPYCE installerades på tre anläggningar men har inte lyckats att tas i drift och projektet har avslutats. Arbetet med SPYCE ingick inte i detta projekt.

Den 14 oktober 2009 driftsattes en så kallad webbox för anläggningen i Huvudsta, Sveriges idag äldsta nätanslutna anläggning. Denna utrustning läser kontinuerligt av data från växelriktaren; AC-effekt, ackumulerad energi med mera. Webboxen är ansluten till internet och överför kontinuerligt data till SMA:s webbportal, Sunny Portal. Produktionen kan nu följas av allmänheten på www.sunnyportal.com.

Det har liksom tidigare visat sig svårt att på frivillig väg få anläggningsägarna att regelbundet rapportera in driftdata. Data rapporteras visserligen från cirka 30 anläggningar, men avläsningar görs ofta vid varierande dagar i månaderna och det blir i praktiken omöjligt att använda dessa data för vidare analyser. Ett fåtal anläggningar har internetanslutna mätsystem och där kan man enkelt hämta månadsdata. Under den kommande projektperioden kommer därför automatiserad dataöverföring att bli en viktig del i arbetet. Bl.a. kommer försök med GSM-kommunikation att genomföras.

Driftdatabasen kan nås via SolEl-programmets hemsida eller direkt via denna länk: http://www.solcell.nu/Default.aspx

***Driftuppföljning av svenska solcellsanläggningar Rapport för perioden 2008–10 till och med 2009-09*, Elforsk rapport 09:106, kan laddas ned från www.solelprogrammet.se eller www.elforsk.se**
Projektet leddes av Mats Andersson, Energibanken.

Driftuppföljning senaste perioden

Denna rapport redovisar Energibankens fortsatta arbete med administrationen av den driftdatabas för nätanslutna solcellsanläggningar.

Under perioden 2009–2011 utvecklade Energibanken tillsammans med Gluteus en ny databas för automatiserad insamling av driftdata. Rapporten omfattar arbetet med det fortsatta arbetet att lägga in nya anläggningar och redigering av hemsidan för den befintliga driftdatabasen, samt idrifttagning av den nya automatiserade databasen Soldata.se.

Erfarenheterna från tidigare projektperioder visade på svårigheterna att få anläggningsägare att rapportera in driftdata. Därför utformades det ett försök med automatiserad insamling och uppvisning av produktionsdata. Ett företag specialiserat på digital kommunikation, Gluteus, kontaktades för att tillsammans med Energibanken ta fram ett koncept med enkelt visuellt gränssnitt för presentation av produktionsdata från solcellsanläggningar. På grund av svårigheter att inkorporera den nya lösningen i den befintliga hemsidan för driftdatabasen skapades en ny hemsida med namnet Soldata.se.

Tanken var att den automatiska hanteringen skulle göra det möjligt att hämta data från olika typer av databaser för att sedan publicera denna på Soldata.se. Idag så hämtas data från GSM-moduler, växelriktare kopplade till specifika övervakningssystem samt anläggningar som är anslutna till elcertifikatsystemet via Rejlers energitjänster.

För tillfället innehåller soldata 14 anläggningar med en samlad installerad effekt på 350 kWt. Insamlingen av produktionsdata har fungerat väl och hemsidan uppdateras dagligen. För kommande anläggningar i Soldata förväntas merparten hämtas in via elcertifikatsystemet då återbetalningstiden för att ansluta sig är mindre än två år för system över 20 kWt.

Databaserna kompletterar varandra, Solcell. nu med sin digra lista av anläggningar och Soldata.se som endast presenterar anläggningar som rapporterar in produktionsdata. Vid införandet av en eventuell nettodebiteringslag kommer Soldata.se att vara till god hjälp för att dimensionera solcellsanläggningarnas storlek.

***Driftuppföljning av svenska solcellsanläggningar Rapport för perioden 2009–10 till och med 2011–09*, Elforsk rapport 11:61, kan laddas ned från www.solelprogrammet.se eller www.elforsk.se**
Projektet leddes av Johan Paradis Ärlebäck, Energibanken.

Utvärdering av Offrot-stödet

Det statliga investeringsstödet Offrot, som infördes i maj 2005, är det första stödet till solceller i Sverige. Under den aktuella stödperioden, som sträckte sig fram till 2008-12-31, har cirka 140 miljoner kronor delats ut till nätanslutna solcellsprojekt.

Under perioden maj 2005 till och med december 2008 avsattes 150 miljoner kronor för stöd till installationer av nätanslutna solcellssystem på byggnader med offentlig verksamhet. Stödet uppgick till 70 procent av den totala kostnaden för uppförande av anläggningar inklusive projektering, material och installation. Maximalt 5 miljoner kronor kunde sökas per installation.

Idag när stödperioden är över har 110 nya anläggningar installerats i Sverige med en total toppeffekt på cirka 3 MW. Anläggningarna varierar i storlek från cirka 1 kW upp till 150 kW. De län som varit mest aktiva är Skåne, Stockholm och Västra Götaland som har beviljats drygt hälften av de 138 miljoner som fördelats över landet. I en svensk databas på www.solelprogrammet.se finns huvuddelen av anläggningarna presenterade med teknisk information, bilder och produktionsdata.

De flesta anläggningar som byggts har använt konventionell teknik. Solcellsmodulerna har nästan uteslutande varit baserade på kristallina kiselceller och endast tre anläggningar är byggda med tunnfilmsmoduler; två med flexibla takmattor med integrerade amorfa kiselmoduler och en anläggning med CIGS-moduler.

Växelriktarna har i huvudsak kommit från de två största tillverkarna; SMA i Tyskland och Fronius i Österrike. En trend man kan se är att växelriktarnas effekter har ökat från tidigare 1–3 kW till 6–10 kW per enhet.

Generellt kan man säga att det är mycket få systemdelar som tillverkas i Sverige. Brytare, överspänningsskydd och energimätare har i flera fall levererats från ABB och delar till modulmontagen i form av aluminiumprofiler och diverse fästdetaljer kommer ofta från svenska tillverkare.

Om man utesluter de allra dyraste anläggningarna, som Sege Park med ett mycket komplicerat montage, har totalkostnaden på flera anläggningar legat i intervallet 40–55 000 kr exkl. moms per kW toppeffekt. Leverantörerna av systemen har arbetat med mycket små marginaler och de allra lägsta priserna kan man se i slutet av 2008, då det uppstod ett visst överskott av moduler hos några leverantörer.

Generellt kan man konstatera att kvalitén på installationerna är god. Anläggningarna fungerar som tänkt och produktionen följer i huvudsak det förväntade. Produktionsdata visar att minst ett tiotal anläggningar har en årsproduktion på över 900 kWh per installerad kW toppeffekt.

Ett viktigt resultat av stödet är att många kommuner idag har kunskap om solceller och i flera fall har man gått vidare och sökt ny finansiering ur det nya stödet som introducerades 2009, för att bygga en eller flera ytterligare anläggningar.

Rapporten *Teknisk utvärdering av Offrotstödet med fokus på prestanda och driftfrågor,* Elforsk rapport 10:28, kan laddas ned från www.solelprogrammet.se eller www.elforsk.se
Projektet leddes av Mats Andersson, Energibanken.

Uppdaterad utvärdering av solcellsstödet

I samband med planeringen av SolEl-seminariet i Älvsjö under november 2011, ombads Energibanken att hålla en presentation av utvärderingen av det statliga solcellsstödet som genomförts. För att göra presentationen mer aktuell uppdaterades denna utvärdering*.

Den rapport som hänvisas till nedan innehåller den power point-presentation som togs fram till SolEl-seminariet. Den är baserad på statistik som fanns tillgänglig den 1 november 2011. Materialet är hämtat från Boverkets statistiksystem "Svanen".

Fram t.o.m 31 oktober hade 269 anläggningar fått sina stödpengar utbetalda, motsvarande 3,1 MW toppeffekt. Totalt hade då 500 anläggningar beviljats stöd, dvs 231 anläggningar återstår, varav flera är klara men pengarna har ännu inte rekvirerats.

Rapporten *Uppdatering av ÅF:s och Energibankens utvärdering av det statliga solcellsstödet*, Elforsk rapport 11:76, kan laddas ned från www.solelprogrammet.se eller www.elforsk.se
Projektet leddes av Mats Andersson, Energibanken.

** Den ursprungliga utvärderingen skedde på uppdrag av Energimyndigheten och var inte en del av SolEl-programmet.*

Utvärdering av hybridsolfångare

Företaget Solarus har utvecklat en dubbelsidig hybridabsorbator. Absorbatorn består av en vattenkyld tunn fena med solceller på båda sidor. Denna används som hybridabsorbator i Solarus koncentrerande solfångare.

En sådan hybrid solfångare för produktion av el och värme har installerats för utvärdering på soltaket vid Lunds Tekniska högskola. Prestandan hos denna har jämförts med en identisk referenssolfångare med Teknotermabsorbator, som installerats parallellt.

Resultaten av de termiska mätningarna visar att de optiska verkningsgraderna för de båda solfångarna är jämförbara. Värmeförlustfaktorn för hybriden är högre än för referensen eftersom hybriden inte har en selektivt absorberande yta. Detta innebär att den får lågt utbyte vid höga drifttemperaturer, som till exempel vid fjärrvärmekoppling. Den skall med fördel användas vid lågtemperaturapplikationer. Detta ökar både termiskt och elektrisk utbyte. Den höga värmeförlustfaktorn för hybridsolfångaren begränsar stagnationstemperaturen, vilket är en fördel ur hållbarhetssynpunkt.

En mätprincip för att samtidigt mäta IV-kurvor på fram- och baksida har utvecklats i projektet och omfattande elektriska mätningar har genomförts. Resultatet av dessa visar att framsidans solcellmodul fungerar som avsett med omkring 15 procents verkningsgrad. Baksidesmodulen fungerar tillfredsställande när solen står nära söderläge. Vid avvikelse från söderläget uppstår kraftig inverkan av skuggning vilket innebär att modulens ändceller inte belyses av reflektorn. Detta innebär att antalet celler på baksidan måste minskas, så att avståndet från gavlarna till första cellen förlängs, alternativt kan de yttersta cellerna förses med dioder som leder strömmen vid skuggning.

Preliminära tester av en hybridabsorbator med dioder har genomförts. Dessa visar att inverkan av skuggning från gavlarna reduceras. Reflektorns cirkulära geometri under absorbatorn medger att absorbatorn i princip kan placeras vertikalt. Det skulle gynna utbytet från underkantscellen som tar emot strålning som koncentrerats en faktor två. Skuggeffekterna från gavlarna innebär dock att detta alternativ inte är aktuellt. Elproduktionen från baksidescellerna kan förbättras genom att reflektorn ges en idealare passform och genom att dioder kopplas in över de yttersta cellerna på baksidan. En högre packningstäthet av cellerna på absorbatorn är angelägen eftersom det ökar

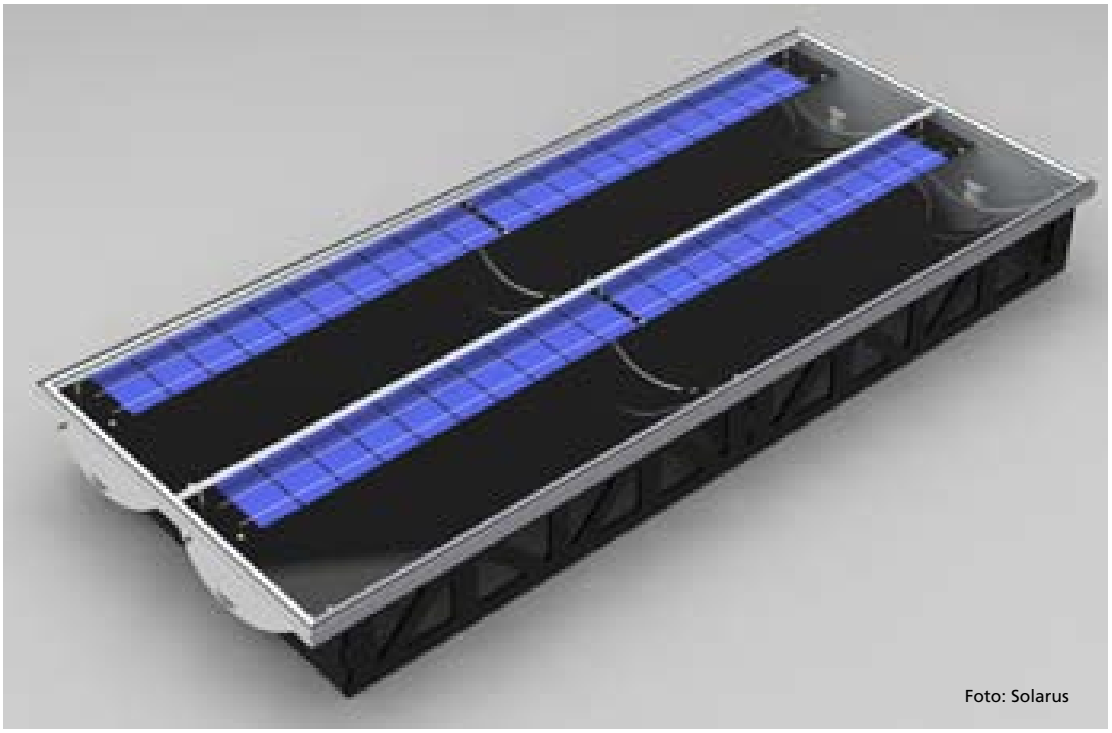


Foto: Solarus

utbytet och verkningsgraden per glasad area.

Solarus solfångare är en kommersiell produkt. För att kunna tillverka en PVT-hybrid som ger både el och värme har utvecklats en helt ny teknik för laminering av solceller med högre krav på drift under höga temperaturer än vanliga PV-moduler. En egen produktionsenhet för att tillverka hybridabsorbatorer och kompletta hybridsolfångare uppfördes under 2011 i Älvkarleby. Det finns få koncentrerande icke solföljande hybrider på marknaden.

Solarus kommersiella solfångare har arean 2,3 m2. Om absorbatorerna ersätts med en dubbelsidig hybrid kommer utbytet av el och värme från två hybridmoduler att motsvara utbytet från en Solarus solfångare plus en 450 Wp PV-modul. En ekonomisk analys visar att hybridabsorbatorn bör tillverkas för en kostnad av i storleksordningen 25 kr/Wp,el för att hybriden skall bli ekonomiskt konkurrenskraftig i jämförelse med konventionella alternativ.

Rapporten *Utveckling av Hybrid MaReCo Solfångare*, Elforsk rapport 11:14, kan laddas ned från www.solelprogrammet.se eller www.elforsk.se
Projektet leddes av Niclas Stenlund, Solarus.

Solhybriden Matarenki

Den koncentrerande solhybriden Matarenki har utvecklats av Global Sun Engineering i Luleå. Den tvåaxligt solföljande solfångaren ger både el och värme. Den är uppbyggd omkring plana speglar i ett paraboliskt fasettmönster som följer solen 2-axligt.

Solfångarhybriden har två kollektorer med var sin 3×3 spegelgrupp. De plana speglarna innebär att solcellerna får jämn belysning. En prototyp av denna solfångare har uppförts på sollaboratoriet i Lund. Funktionen hos denna solfångare har testats och analyserats. Konstruktionens viktigaste egenskap är att ge jämn ljusintensitet på absorbatorns seriekopplade solceller. Därför analyseras denna egenskap i detalj i rapporten.

Analysen visar att optiken som avsett ger jämn belysning på absorbatorn och den optiska principen med plana speglar för jämn belysning fungerar tillfredsställande. Utbytet kan dock öka genom en finjustering av geometri och optik. Solföljningen fungerar som avsett. Den bör kompletteras med en finjustering med optiska givare. Hur det kan göras presenteras i rapporten (se nedan). Det är angeläget att systemet har en funktion för snabb avställning vid alltför höga drifttemperaturer.

Den elektriska kopplingen av solcellerna i en kärndel och en randdel har förutsättningar att fungera och skapa ett robust system som är relativt okänsligt för små fel i solföljningen.

Simuleringar av systemets årsbyte har gjorts med vissa antaganden om systemets prestanda. Denna visar att:

- Den globala instrålningen mot fast yta är högre än den direkta instrålningen mot en tvåaxligt solföljande yta i Madrid och Stockholm.
- Global Solar systemet med arean 4m2 ger 950 kWh/m2, år el och 3000 kWh/m2, år värme i Madrid.
- I Madrid kan den ersättas av 3.5 m2 solcell modul och 3 m2 vakuumrör i söderläge.
- Global Solar systemet med arean 4m2 ger 540 kWh/m2, år el och 1500 kWh/m2, år värme i Stockholm.
- I Stockholm kan den ersättas av 3 m2 solcell modul och 2.5 m2 vakuumrör.
- Den elektriska effekten från systemet vid 900 W/m2 instrålning är 460 Wp.
- Den relativa andelen elektrisk energi ökar med ökande latitud.

Foto: Matarenki

Utvärderingen av denna solfångare ingår i doktorandstudierna för Luis Chea som är doktorand i Maputo, Mozambique.

Rapporten *Utveckling av en 3-axligt koncentrerande hybrid*, Elforsk rapport 12:11 kan laddas ned från www.solelprogrammet.se eller www.elforsk.se
Projektet leddes av Björn Karlsson, LTH.

Testanläggningen på taket på Ångströmlaboratoriet vid Uppsala universitet. (2011-07-14 kl. 10:30)

Testanläggningen på taket på Ångströmlaboratoriet vid Uppsala universitet. (2011-07-14 kl. 21:15)

Solen skiner lika bra här som i Tyskland

Sverige har lika goda förutsättningar för solel som Tyskland. Det visar mätningar som utförts vid Ångströmlaboratoriet i Uppsala.

I projektet *Mätanläggning för utomhusmätningar på solcellsmoduler i Uppsala* installerades en testanläggning på taket på Ångströmlaboratoriet vid Uppsala universitet. Målet var att samla in mera data över den faktiska solinstrålningen i Mellansverige, samt att jämföra prestandan hos olika solcellstekniker under svenska väderförhållanden

Energiutbytet från en solcell är inte bara beroende av mängden av instrålat solljus, men även på solcellens temperatur och ljusets spektrala sammansättning. Datasimuleringar tar ofta hänsyn till dessa faktorer, men deras noggrannhet begränsas av tillgängliga indata när det gäller temperaturberoendet och de spektrala egenskaperna hos de olika solcellsteknikerna.

I testanläggningen har vi observerat den elektriska prestandan hos ett begränsat urval av dagens solcellstekniker. En modul var fick representera kristallina kiselmoduler, samt tunnfilmsmoduler i amorft kisel, kadmiumtellurid och koppar-indium-gallium-diselenid (CIGS). Dessa moduler är anslutna till individuella, automatiserade mätsystem som håller modulerna i den optimala elektriska arbetspunkten. Mätningarna loggas i en databas och analyserades efter ett helt år av insamlad data.Ett första resultat av mätningarna var den uppmäta solinstrålningen under mätperioden i modulernas plan, som följer den statistiskt optimala orienteringen för Uppsala med 42 graders lutning i sydlig riktning. Mätperioden 2010-09-01 – 2011-08-31 gav ett värde för instrålningen på 1288 kWh/m2 som överträffar det etablerade mångåriga medelvärdet med nästan 10 procent. Den här instrålningen är jämförbart med instrålningen i staden Nürnberg i södra Tyskland.

Det andra resultatet var jämförelsen av de olika solcellsteknikernas energiutbyte. Liknande studier har redan genomförts i andra klimatzoner. Under mätperioden verkar skillnaderna mellan de olika teknikerna slå ut varandra vilket har som följd att de enskilda modulernas energiutbyte skiljer sig mindre än ±10 procent från genomsnittet med ett värde på 1125 kWh per kWp.

Detta resultat ska tas med lite varsamhet på grund av den begränsade statistiska basen i denna studie och osäkerheten i prestandan av modulerna under exakt kontrollerade förhållanden, men det visar klart att det finns en lika stor resurs av solenergi i Sverige som i till exempel Tyskland där solel redan idag bidrar på procentnivå till landets elförsörjning.

Rapporten *Mätanläggning för utomhusmätningar*, Elforsk rapport 11:80 kan laddas ned från www.solelprogrammet.se eller www.elforsk.se
Projektet leddes av Uwe Zimmerman, Uppsala universitet.

www.solelprogrammet.se

SolEl-programmet administreras av
Elforsk AB
101 53 Stockholm
Besöksadress: Olof Palmes gata 31
Telefon 08-677 25 30