

# SOLCELLER på våra byggnader

ERFARENHETER FRÅN MONTAGE  
I ETT TIDIGT UTVECKLINGSSKEDE



Foto: Thomas Zear

Det blir allt vanligare att montera solcellsmoduler på byggnader även i Sverige. Bidrag och lägre världsmarknadspriser har lett till att installationerna fördubblats fyra år i rad. Tack vare att vi ligger efter utvecklingen i många andra länder har vi kunnat använda redan beprövade montagesystem och på så sätt har vi fått en bra start för den svenska utvecklingen.

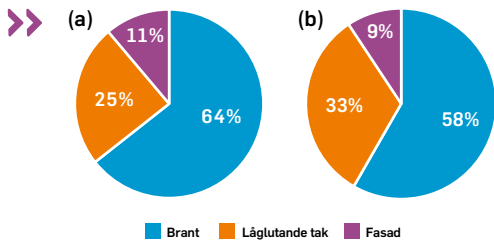
**D**en här artikeln sammanfattar en undersökning av hur byggnadsapplicerade och byggnadsintegrerade solcellsanläggningar i Sverige är monterade och en studie av erfarenheter från fastighetsägare och installatörer. Båda är del av ett forskningsprojekt inom ett sam-

bete mellan Chalmers och Göteborg Energi.

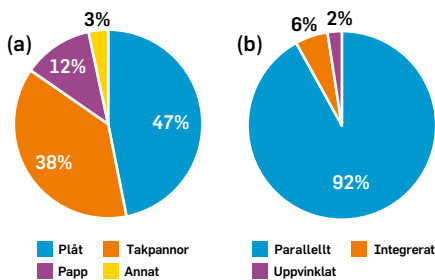
Undersökningen omfattade 444 anläggningar med en topp effekt på minst 10 kW som satts i drift innan 2014. Den sammanlagda effekten av anläggningarna som ingår i studien är 16,6 MWp. De utgör därmed ungefär en tredjedel av totalt installerad effekt i Sverige i slutet av 2013. Flertalet av anläggningarna är relativt små. I hela 80 %

av systemen är den installerade effekten mindre än 50 kWp. Idag byggs det väsentligt fler större anläggningar.

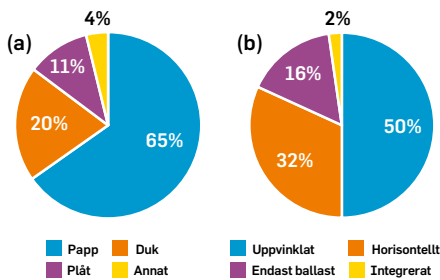
Byggnaderna är placerade på både privata och offentliga byggnader i hela landet. En fjärdedel av systemen sitter på jordbruksbyggnader, 14 procent på skolor, och lika många på småhus. Övriga system sitter på kontors- och industribyggnader, fler-



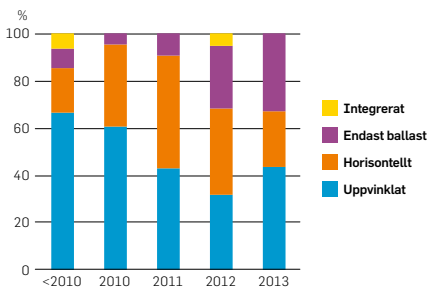
Figur 1. Fördelning av solcellsanläggningarnas placering utifrån (a) antal anläggningar och (b) installerad effekt.



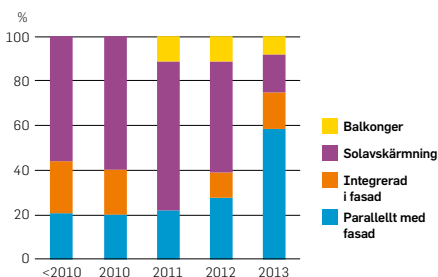
Figur 2. Solcellsanläggningar på låglutande tak fördelade utifrån (a) tak täckningsmaterial och (b) montagesätt.



Figur 4. Solcellsanläggningar på låglutande tak fördelade utifrån (a) tak täckningsmaterial och (b) montagesätt.



Figur 7. Utveckling av montage på låglutande tak.



Figur 8. Utveckling av montage på fasad.

bostadshus, vårdbyggnader, sportanläggningar med flera. Om hänsyn tas till storleken på systemen ser fördelningen något annorlunda ut. Exempelvis hamnar då flerbostadshus på en tredje plats, medan småhus endast innehar fem procent av den installerade effekten.

Sammanställningen över svenska solcellsanläggningar har även delvis legat till grund för utformningen av en enkät- och intervjustudie om installatörers och anläggningsägares erfarenheter av medelstora solcellssystem. Studien genomfördes inom Solelprogrammet och har tidigare presenterats i en Energiforsk-rapport<sup>1</sup>. Resultaten baseras på åtta intervjuer samt enkätsvar från omkring 40 installatörer och 40 anläggningsägare. Den del av resultaten som handlar om frågor relaterade till montage sammanfattas nedan. Takmaterial och montagesystem har även behandlats i en BELOKrapport<sup>2</sup> samt i en takguide för solceller som har tagits fram inom Sol-i-Väst-projektet<sup>3</sup>.

**FLERA OLIKA MONTAGESÄTT (BIPV OCH BIPV)**

Information om solcellsanläggningarna har hämtats från olika befintliga databaser, såsom [www.solcell.nu](http://www.solcell.nu) och [egensolel.se](http://egensolel.se), från leverantörers och anläggningsägares egna hemsidor, samt från Energimyndighetens sammanställning över anläggningar som har fått solcellsbidraget. Även satellitbilder och gatuvyer från Google Maps och hitta.se har varit till hjälp för fastställande av taklutning, taktäckningsmaterial och hur modulerna monterats.

En kategorisering av anläggningarna gjordes först efter var de var placerade - på låglutande tak (<14°), på branta tak eller på fasad - och därefter utifrån taktäckningsmaterial och montagesätt.

**FLEST ANLÄGGNINGAR PÅ BRANTA TAK**

Majoriteten av anläggningarna är placerade på branta tak och endast en fjärdedel på låglutande (Figur 1a). Den genomsnittliga effekten för system placerade på låglutade tak är däremot större än för branta, 47kW jämfört med 32kW, vilken gör att representationen av låglutande tak ökar något när fördelningen görs utgående från sammanlagd installerad effekt (Figur 1b). Anläggningar på fasad utgör endast cirka en tiondel, både sett till antalet anläggningar och installerad effekt. Medeleffekten för fasad-anläggningarna är 30kW.

*Branta tak:* Nära hälften av de lutande taken täcks av plåt, cirka 40 procent av betong- eller tegelpannor och cirka 10 procent av papp. Några få är täckta med eternitplattor eller takduk (Figur 2a). En stor majoritet av anläggningarna på branta tak är monterade i takets lutning, medan anläggningar med moduler som är integrerade i taket eller uppvinklade på metallstativ endast utgör några få procent (Figur 2b). Exempel på installation på lutande tak visas i Figur 3.

*Låglutande tak:* Det vanligaste taktäckningsmaterialet för de låglutande taken är papp, följt av duk och plåt (Figur 4a). Det vanligaste montagesättet sett till antalet anläggningar är moduler uppvinklade på infästa stativ (Figur 4b). Jämförs däremot installerad effekt så är ett horisontellt utanpåliggande montage vanligast. Ett uppvinklat montage utan infästning, så kallade ballast-system, kommer totalt sett på tredje plats. En mindre del av anläggningarna har integrerade moduler eller montagelösningar där ballast och infästning kombineras. Exempel på horisontellt respektive upp-



Figur 3. Solcellsanläggning på ett lutande tak på en lantbruksbyggnad.

Foto: Chalmers

vinklat montage på ett platt tak med duk visas i Figur 5.

**Fasad:** Totalt 70 procent av anläggningarna på fasader kan räknas som byggnadsintegrerade (BIPV). Bland dessa har flertalet moduler monterade som solavskärmning, en mindre del har solceller integrerade i fasaden och några få har solceller integrerade i balkonger. Resterande 30 procent av anläggningarna är byggnadsapplicerade (BAPV), vilket innebär att de är monterade utanpå fasad utan att fylla någon ytterligare funktion. Ett exempel på en större fasadanläggning kan ses i Figur 6.

#### MONTAGESÄTTEN HAR UTVECKLATS

Utifrån de studerade anläggningarna kan man tyda några olika trender när det gäller placering och montagesätt. För det första kunde en drastisk ökning av andelen system monterade på branta tak ses för de två sista åren. Dessa utgjorde nästan 80 procent av anläggningarna som togs i drift under 2013. Detta kan delvis förklaras med en ökad installation av lite större anläggningar på lantbruksfastigheter och småhus. Vad gäller branta tak har andelen system med moduler applicerade i takets lutning ökat. Av anläggningarna som hade tagits i drift före 2010 var andelen 83 procent och motsvarande siffra för de som togs i drift under 2013 var nära 100 procent.

För låglutande tak syns en minskning av andelen anläggningar med moduler som installerats på uppvinklade stativ infästa i taket eller annan konstruktion (Figur 7). Däremot ökar andelen uppvinklade ballastsystem. När det gäller fasadmonterade anläggningar så dominerar system integrerade i solavskärmningar fram till 2013 (Figur 8). Under 2013 är det istället vanligt med solcellsmoduler applicerade vertikalt, utanpå fasaden.

#### ERFARENHETER AV OLIKA MONTAGELÖSNINGAR

Fastighetsägarna hade i regel goda erfarenheter från monteringsfasen och de hade över lag stött på få problem relaterade till montage. Ett par rapporterade dock om skador till följd av infästningsdetaljer som inte klarat snölasten och en annan hade drabbats av stormskador. Ytterligare två angav installationsfel som orsak till skada eller fel på anläggningen. Merparten var nöjda med den solcellsleverantör de anlät, men några dåliga erfarenheter förekom även här. Bland annat nämndes problem till följd av konkurs samt svårigheter att få montörerna att leva upp till arbetsmiljöreregler. Att kolla upp företaget i förväg rekommenderades.

Installatörerna monterar solceller på



Figur 5. Platt tak med takduk med solcellsmoduler monterade horisontellt (övre) och uppvinklat på metallstativ (undre). Gärdstensbostäder.

nästintill alla typer av tak och takmaterial, med några få undantag. Ungefär en fjärdedel föredrar att inte montera solceller på eternittak. Olika montagesystem används för olika tillfällen, men över lag angavs likartade lösningar för respektive taktyp och taktäckningsmaterial. Infästning av montagebeslag på olika underlag ser i stora drag ut som följer:

- **Tegeltak:** Beslagen görs fast under takpannorna antingen genom att de skruvas fast i råspont och/eller fästs i bärläkt, helst i takstol.
- **Plant plåttak:** Beslagen kläms fast i plåtfälsarna.
- **”Veckat” plåttak:** Korrugerat eller trapetsprofilert (Trp-plåt). Beslagen skruvas fast i plåtens ”toppar”.

- ■ **Takpapp eller duk på hårt underlag:** Ofta ballast om platt tak, men vid lutande tak svetsas beslagen fast i fästplattor som läckagesäkras genom att de täcks med ett nytt tätskikt som svetsas över fästet.
- **Takpapp eller duk på värmeisolering (varma/mjuka tak):** Beslagen svetsas fast i duken via fästplattor. Ballast kan användas om den inte komprimerar värmeisoleringen under. Om takduken är dåligt eller inte alls infäst och/eller solmodulen är extra vindutsatt erfordras ibland genomförande infästningar ner i den fasta takkonstruktionen.
- **Eternittak:** Beslagen skruvas fast. Befintliga skruvar avlägsnas från plattorna där beslagen skall sitta, varefter samma hål används för att fästa beslagen. De nya skruvarna är försedda med gummitätningar.
- **Shingeltak:** Enskilda plattor byts ut mot nya i plåt som utgör fästen till beslagen.

Dagens montageteknik ansågs av installatörerna sedan länge väl mogen och de menade att den utveckling som skett under åren framför allt handlar om att systemen har blivit effektivare att montera. Själva monteringstiden skiljer sig dock idag relativt mycket mellan olika montagelösningar. Av de montagesätt som nämnts ovan ansågs ballastlösningar generellt kräva minst tidsåtgång. Bland de takförankrade lösningarna ansågs montage på ”veckade” plåttak eller plana plåttak med falsar generellt sett vara enklast och snabbast.

På platta tak kan modulerna monteras antingen uppvinklat eller horisontellt och på frågan om vad som är att föredra gick åsikterna isär bland både installatörer och fastighetsägare. De som förespråkade ett uppvinklat montage gav följande argument: ett högre energiutbyte per modul, smuts rinner lättare av, ingen ansamling av vatten på eller under modulerna, mindre ansamling av snö, samt bättre avkylning, vilket påverkar modulers verkningsgrad positivt. Ett horisontellt montage rekommenderades på grund av estetiska skäl, enklare installation, lägre kostnader, lägre vindlast eller högre energiutbyte per tak. Andra menade att valet av montagesätt beror på förutsättningar: vilken orientering taket har, vilken typ av solceller det handlar om, vad det är för vindlast på den aktuella platsen och vilket takmaterial modulerna ska monteras på.

### SLUTSATSER

Undersökningen av befintliga solcellsanläggningar och studien om installatörers och fastighetsägares erfarenheter av medel-



Figur 6. Solceller på fasaden på Varberg Energis värmecentral.

Foto: Chalmers

stora installationer ledde till följande slutsatser:

Den svenska marknadsutvecklingen har fått en bra start, mycket tack vare att man kunnat bygga på erfarenheter från, och kunnat använda produkter som utvecklats i, andra länder.

Majoriteten av de studerade anläggningarna var placerade på branta tak (>14°). Drygt 90 procent av dessa var monterade utanpå taket, i takets lutning.

Anläggningarna på låglutande tak var färre än på branta, men hade en större genomsnittlig installerad effekt. Vanligast bland anläggningarna på låglutande tak var moduler uppvinklade på infästa stativ följt av horisontella byggnadsapplicerade system.

Andelen fasadanläggningar var låg, cirka 10 procent.

Det har skett en utveckling mot enklare, mer rationella montage. Exempelvis sågs en ökning av andelen ballastsystem på

platta tak och en ökad andel vertikala montage på fasad.

Intervju- och enkätstudien om installatörers och fastighetsägares erfarenheter av solcellsinstallationer visade på en välfungerande bransch med mogen teknik och mestadels nöjda anläggningsägare.

### REKOMMENDATIONER

Ta referenser innan ni handlar upp en större solcellsanläggning.

Ta reda på att taket klarar den ökade tyngden.

I det fall anläggningen syns väl bör montage av solcellsmodulerna vara estetiskt tilltalande. ■

- 1) <http://www.energiforsk.se/program/solel/rapporter/erfarenheter-fran-medelstora-solcellsinstallationer/>
- 2) <http://belok.se/handbok-solceller-pa-tak/>
- 3) <http://hallbarutvecklingvast.se/sol-i-vast>



**MARIA HAEGERMARK**

Tekn. Lic., Installationsteknik, Chalmers

**DANIEL OLSSON**

Tekn. Lic., CIT Energy Management AB

**JAN-OLOF DALENBÄCK**

Prof., Installationsteknik, Chalmers