

Hållbara energisystemlösningar inom solenergiområdet -en nulägesanalys



**Åsa Wahlström
Jan-Olof Dalenbäck
Johan Paradis
Charlotta Winkler**

Göteborg, december 2012

Förord

I samband med implementering av det omarbetade direktivet om byggnaders energiprestanda och det nu kommande energieffektiviseringsdirektivet sätts allt större krav på egenproducerad energi. Samtidigt kommer nya applikationer av produkter som kan utöka användningsområdet för solenergi och de senaste två åren har kostnaderna för solceller minskat rejält. Därav har flera medlemmar inom BeBo uttryckt ett intresse att tillämpa olika former av solenergiteknik. Detta särskilt i samband med renovering av flerbostadshus men också för nybyggnation och andra typer av byggnader.

Föreliggande rapport är en nulägesanalys som syftar på att visa hur marknad för solenergi ser ut i Sverige och att ge exempel och erfarenheter från olika genomförda solenergiprojekt. Avsikten är att vara till hjälp vid planering av nya tillämpningar.

Nulägesanalysen har genomförts med Åsa Wahlström CIT Energy Management som projektledare tillsammans med Jan-Olof Dalenbäck Svensk Solenergi, Johan Paradis Energibanken i Jättendal och Charlotta Winkler WSP.

Åsa Wahlström

Göteborg i december 2012

Sammanfattning

I samband med implementering av det omarbetade direktivet om byggnaders energiprestanda och det nu kommande energieffektiviseringsdirektivet sätts allt större krav på energieffektivitet och större andel av förnybar energi. Samtidigt har kostnadssituationen för solenergi förändrats under de senaste två åren. Detta gäller främst solceller men även solvärme har blivit billigare och numera finns inget ekonomiskt stöd för solvärme. Flera fastighetsägare har därav fått ett ökat intresse för solenergi. Detta gäller särskilt i samband med renovering av flerbostadshus men också för nybyggnation och andra typer av byggnader.

I föreliggande rapport har en nulägesanalys genomförts. Syftet var att visa hur marknaden för solenergi ser ut i Sverige och att ge exempel och erfarenheter från olika genomförda solenergiprojekt. Avsikten är att visa på hur väl tekniken är utvecklad för direkt användning och om det finns några hinder för en större marknadsintroduktion av solenergi främst i befintliga flerbostadshus.

Potentialen för solenergi i befintliga flerbostadshus är stor. Genom att installera solenergi i samband med renovering finns en teknisk potential på 0,9 TWh solceller eller 2 TWh solvärme fram till 2020. Det finns ett antal bra exempel på solenergiapplikationer i Sverige och mängder av exempel i Europa, främst Tyskland som ligger långt före. Det finns också bra leverantörer och installatörer i Sverige. Det finns dock få exempel med dokumenterad erfarenhet från installerad solenergi i befintliga flerbostadshus i Sverige.

Föreliggande undersökning kan konstatera att tekniken för solenergi är väl utvecklad och det råder inga tekniska hinder för en mer utbredd installation av solenergi i befintliga flerbostadshus. Ett ökat intresse för solenergi och en ökad marknad i Sverige gör att det behövs mer konsulter och installatörer med goda kunskaper om solenergi, vilket i sin tur ger ett ökat behov av utbildning.

Det främsta hindret för en större marknadsintroduktion av solenergi i befintliga flerbostadshus är att kunskapsnivån hos beställare (bygggherrar) och konsulter inte är tillräcklig. Här finns utvecklingsbehov om hur en anbudsförfrågan ska utformas för att få en rätt dimensionerad anläggning och rätt val av solceller och/eller solvärme. Vidare saknas samlade erfarenheter från installation, drift och underhåll samt erhållen prestanda. Det behövs en mall för kravspecifikation som kan användas för flera kategorier av byggnader.

För en snabbare implementering av solenergi i befintliga flerbostadshus finns behov av en samlad kunskap med syfte att ge en ökad kompetens hos främst beställare. Den samlade kunskapen bör innehålla *beslutsguide*, *upphandlingsrutiner* och *installations och driftserfarenheter*.

Innehållsförteckning

Förord	2
Sammanfattning.....	3
Innehållsförteckning.....	4
1 Inledning	6
1.1 Ökade krav	6
1.2 Förbättrade förutsättningar.....	6
1.3 Renoveringsbehov av flerbostadshus	7
1.4 Nulägesanalys	8
2 Möjligheter, hinder och visioner för solenergi.....	9
2.1 Möjligheter och hinder	9
2.2 Få exempel i befintliga flerbostadshus	9
2.3 Vision och potential för solenergi	10
3 Potentialen för solenergi i det befintliga fastighetsbeståndet	11
3.1 Studie från LTH.....	11
3.1.1 Hela beståndets ytor	11
3.1.2 Flerbostadshusens ytor	13
3.2 Studie från Boverket	15
3.3 Byggnader med renoveringsbehov	16
3.3.1 Ytor på de flerbostadshus som är i renoveringsbehov	16
3.4 Resultat	17
4 Marknaden för solvärme	18
4.1 Solfångare	18
4.2 Ekonomi för solvärme	18
4.3 Anslutning av solvärmeanläggningar	19
4.4 Svenska solfångartillverkare	20
4.5 Svenska leverantörer	21
4.6 Svenska entreprenörer/installatörer	21
5 Exempel på solvärmeanläggningar	22
5.1 Svenska solvärmeanläggningar	22
5.2 Anläggningar i Europa	25
6 Marknaden för solel	28
6.1 Solcellsmoduler	28
6.2 Ekonomi för solceller/solcellsmoduler	28
6.3 Svenska tillverkare av solceller/solcellsmoduler	29
6.4 Leverantörer av material till solcellsmarknaden	29
6.5 Installatörer av nyckelfärdiga system	29

6.6	Grossister och hårdvaruförsäljning.....	30
6.7	Forskning.....	30
7	Exempel på solcellsapplikationer.....	31
7.1	Svenska soleanläggningar.....	31
7.2	Europeiska exempel på soleanläggningar	34
7.3	Produkter och tekniker för byggnadsintegration.....	37
8	Behov av utveckling.....	41
8.1	Möjligheter och hinder	41
8.2	Kunskapsbehov	41
8.3	Stöd för fortsatt implementering.....	42
9	Referenser.....	44

Bilaga A Exempel på solvärmeanläggningar

A.1 Svenska solvärmeanläggningar

A.2 Anläggningar i Europa

Bilaga B Exempel på produkter och tekniker för byggnadsintegration

B.1 Svenska soleanläggningar

B.2 Exempel på produkter

1 Inledning

1.1 Ökade krav

I det nyligen reviderade direktivet om byggnaders energiprestanda (2010/31/EU) finns krav på att "nära nollenergibyggnader" ska vara nybyggnadskrav för alla offentliga byggnader från 1 januari 2019 och för alla byggnader från 1 januari 2021. En "nära nollenergibyggnad" är en byggnad som har mycket höga energiprestanda. Den mängd energi som ändå går åt bör i hög grad tillföras i form av energi från förnybara energikällor, inklusive energi från förnybara energikällor som produceras på plats eller i närheten.

Därutöver ska medlemsstaterna vidta nödvändiga åtgärder för att säkerställa att, när byggnader genomgår en större renovering, energiprestanda för byggnaden eller den renoverade delen av denna förbättras så att de uppfyller minimikrav avseende energiprestanda i den mån det är tekniskt, funktionellt och ekonomiskt genomförbart. Medlemsstaterna ska även stimulera att byggnader som renoveras omvandlas till näranollenergibyggnader.

Boverket har skärpt krav vid ändring av byggnad, vilka träder i full kraft i januari 2013 (BBR 19, 2011). Kraven ställs dels på komponentnivå och dels på hela byggnaden vid större renovering. De nya reglerna preciserar att i grunden är det samma egenskapskrav som ska tillämpas såväl vid uppförande av en ny byggnad som vid ändring. Vid mycket omfattande ändringar och vid tillbyggnad, för den tillbyggda delen, finns ofta inget skäl att tillämpa ändringsreglerna på annat sätt än motsvarande föreskrifter vid uppförande av en ny byggnad.

Den exakta definitionen av nära nollenergibyggnad ska bestämmas i detalj nationellt för varje medlemsstat. I Sverige är detta inte fastställt ännu men solenergi kommer att vara en viktig teknik som kan användas till att uppnå kravet på nära nollenergi genom att dels minska den externa energitillförseln och dels öka andelen förnybar energi.

1.2 Förbättrade förutsättningar

Solvärme generar idag drygt 120 GWh värme per år i Sverige. Årligen installeras ca 20 000 m² och det finns nu upp mot 350 000 m² solfångare installerat med en effekt på 240 MW. Marknadsförutsättningar anses idag vara så fördelaktiga att det tidigare solvärmestödet har tagits bort. I takt med att fler och fler flerbostadshus byggs som lågenergibyggnader så installeras solvärme i allt större utsträckning vid nybyggnation.

Under det senaste året har mer solceller än någonsin installerats i byggnader i Sverige, visserligen från en låg nivå. Detta beror till stor del av att investeringsstödet för solceller infördes 2009 tillsammans med att modulpriserna har mer än halverats de sista två åren och priserna fortsätter att minska. Vid årsskiftet 2011/2012 fanns närmare 16 MW installerad solcellseffekt i landet varav cirka 4,3 MW tillkom under 2011. Det är således en ökning med ungefär 60 procent jämfört med 2010 (IEA PVPS, 2012). Detta motsvarar en produktion på ungefär 15 GWh el per år och mer än 100 000 kvadratmeter.

Stödbaserade marknader för solet driver utvecklingen. Kostnaden för installation av solet har hittills speglats av nivån på ersättningen från producerad solet i Tyskland. När ersättningsnivåerna sjönk under det första kvartalet 2012 sjönk även systemkostnaderna. Idag finns det en överproduktion på marknaden av moduler (som är ca halva kostnaden för ett system), vilket medför att marknadspriserna för moduler ligger under tillverkningspris. Det resulterar i att väldigt många bolag som tillverkar moduler går i konkurs.

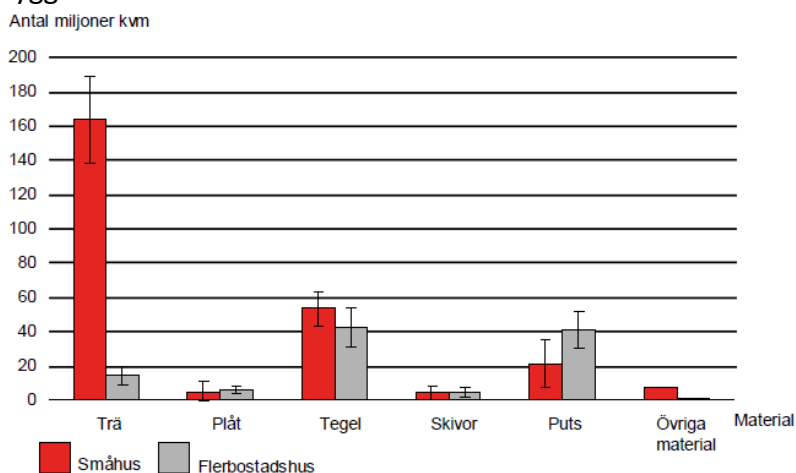
Marknaden för solenergi är dock liten jämfört med till exempel Tyskland eller Danmark som har ungefär samma geografiska förutsättningar för solenergi som Sverige. Den tyska marknaden är världsledande och den svenska marknaden är ungefär en 1000-del av den tyska eller en hundradel av den tyska räknat per capita.

En allmänt sett bättre marknadssituation med ökad försäljning kommer att leda till lägre kostnader för såväl solvärme som solet. I det fall man integrerar solfångare eller solceller i byggnader kan dessa ersätta tak och fasadmateriel vilket resulterar i en lägre marginkostnad för solenergi.

1.3 Renoveringsbehov av flerbostadshus

Ungefär hälften av Sveriges befolkning bor i flerbostadshus som omfattar ca 2,4 miljoner lägenheter på totalt ca 180 miljoner kvadratmeter. År 2010 användes flerbostadshussektorn ca 28 TWh för uppvärmning och tappvarmvatten. Uppvärmningen domineras av fjärrvärme som står för ca 84 % av den totala uppvärmda arean. Av den totala energianvändningen för uppvärmning och tappvarmvatten är 91 % fjärrvärme, 5 % el, mindre än 2 % olja och resterande naturgas och biobränsle.

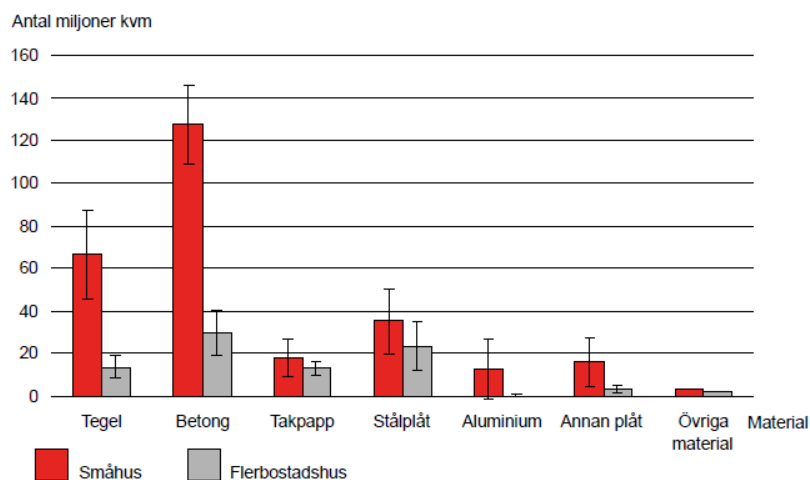
Drygt hälften av Sveriges flerbostadshus byggdes mellan 1950 och 1975 och de flesta av dessa har renoveringsbehov idag eller inom kort. De flesta flerbostadshusen använder fjärrvärme för uppvärmning och har varierande storlek, utformning, material och byggnadsteknik.



Figur 1.1 Fasadmateriel på småhus och flerbostadshus. Källa: Boverket 2009.

De flesta flerbostadshus har puts- eller tegelfasad.

Den vanligaste takbeläggningen för flerbostadshus är betongtakpannor följt av stålplåt.



Figur 1.2 Takmaterial på småhus och flerbostadshus i antal miljoner kvadratmeter. Källa: Boverket 2009.

1.4 Nulägesanalys

De förbättrade möjligheterna och ökade kraven har gett ett ökat intresse hos fastighetsägare av befintliga flerbostadshus. Föreliggande rapport är en nulägesanalys som syftar på att visa hur marknaden för solenergi ser ut i Sverige och att ge exempel och erfarenheter från olika genomförda solenergiprojekt. Avsikten är att vara till hjälp vid planering av nya tillämpningar.

Nulägesanalysen har genomförts av experter som dagligen är i kontakt med frågor gällande solenergi i byggnader. Nulägesanalysen baseras på intervjuer med kontakter inom området, egna erfarenheter och andra rapporter.

2 Möjligheter, hinder och visioner för solenergi

2.1 Möjligheter och hinder

Solenergi ger stora möjligheter för fastighetsägarna att klara de växande kraven på att renovera ned mot så kallade näranollenergibyggnader och att byggnadens energianvändning tillgodoses med en större andel förnybar energi. Både solvärme och solel är tekniker som lämpar sig bra för flerbostadshus eftersom dessa byggnader oftast har behov av fastighetsel och tappvarmvatten året runt.

Orsaken till att solvärme sällan installeras i befintliga flerbostadshus kan vara att solvärme har svårt att konkurrera med fjärrvärme. I ett fjärrvärmenät med spillvärme eller sopförbränning finns överskottsenergi på sommarhalvåret varvid produktion i solvärmeanläggningar blir olönsamma. En utveckling mot nära-nollenergibyggnader kan öka intresset för solvärme även i fjärrvärmeområden.

Orsaken till att solelanläggningar inte har installerats i större utsträckning kan delvis bero på att vi inte haft ett stabilt stödsystem i Sverige och delvis på den situation av nettodebitering som fortfarande inte har fått någon lösning i Sverige (Nettodebiteringsutredningen, utredningen ska redovisas senast 14 juni 2013).

När det gäller installation i befintliga flerbostadshus är ett stort hinder ovanan att hantera frågor om hur stor anläggning som behövs för att täcka det egna elbehovet eller om det också kommer att innebära hantering med att sälja el? Hur skrivs avtal med energibolag? Vilka mätare måste installeras och vilka skillnader råder om anläggningen är över 63 Ampere?

2.2 Få exempel i befintliga flerbostadshus

I föreliggande studie kan vi konstatera att det idag finns ytterst få exempel på installerad solenergi i befintliga flerbostadshus i Sverige. Främsta orsaken till att detta inte sker mer frekvent är brist på erfarenheter om teknik både när det gäller planering och inköp, installation och drift. Vid planering och inköp råder kunskapsbrister för hur man gör en förfrågan för att få rätt dimensionering på sin anläggning och ofta råder missuppfattningar mellan fastighetens behov av solvärme och/eller solel. Till exempel installerades nyligen 126 m² solfångare på en byggnad för enbart egen värmeproduktion. Vid en noggrannare analys visade sig att byggnaden har ett behov av 35 m² solfångararea för egen tappvarmvattenproduktion eller 300 m² solfångararea för effektiv distribution till fjärrvärmenätet. När det gäller installation råder kunskapsbrist för hur infästning för en anläggning kan göras utan att förstöra byggnadens tätskikt eller ur solanläggningar kan integreras i byggnadsmaterial vid renovering. Kunskapsbrist råder även för drift av anläggningen t.ex. för att planera för behov av snöskottning på tak.

Historiskt har tekniken varit för dyr och den snabba prisförändringen har gjort att det är brist på kunskap om det förändrade kostnadsläget.

2.3 Vision och potential för solenergi

Svensk Solenergi (SSE) är en branschförening som representerar såväl den svenska solenergiindustrin som de forskningsinstitutioner som verkar inom solenergiområdet. Branschföreningen har växt stadigt de senaste åren i takt med att marknaden växer och har nu över 100 professionella medlemmar. Branschföreningens vision är att användningen av solenergi kommer att ha en betydande roll för en hållbar energiförsörjning i Sverige och att svenska företag är ledande i Europa.

Scenario för EU-27

Hur mycket solvärme kan bidra till det lågtempererade värmebehov i EU-27 fram till år 2020 har uppskattats till mellan 0,8% till 3,6% (Potential for solar thermal in Europe, 2008). Detta motsvarar en produktion på 38 till 155 TWh. I studien behövs endast en del av tillgänglig tak- och fasadyta användas för att uppnå detta. Solfångarearea per invånare är mellan 0,2 till 0,8 m².

Studien visar att det finns platsutrymme för att täcka nära 50% av värmebehoven 2050 i Europa.

3 Potentialen för solenergi i det befintliga fastighetsbeståndet

I detta kapitel görs en uppskattning av potentialen för installation av solceller och solvärme i Sveriges flerfamiljshus som är i renoveringsbehov. Uppskattningen baseras på vilka ytor på fasad och tak i flerbostadshussektorn som finns tillgängliga för installation av solanläggningar.

Litteratur som behandlar ämnet potentiella fasad- och takytor i Sverige är dock begränsad. Det som kunnat tas fram är underlag från en studie gjord på Lunds Tekniska Universitet år 2000 (Kjellsson, 2000) och en studie från Boverket från 2010 (BETSI, 2010).

3.1 Studie från LTH

I potentialstudien från LTH användes litteratur som beskrev det svenska byggnadsbeståndet. Flera antaganden och uppskattningar gjordes för att kunna räkna ut takytor och fasadytor. Ytor reducerades från de potentiella ytorna på grund av skuggning från omgivningen, byggnadshistoriska restriktioner och hinder på tak och fasader.

För beräkningen av solenergigenerering bygger potentialstudien på väderdata från 1962 till 1990. Väderdata för Jönköping valdes för att representera 80 % av byggnaderna och för 20 % av byggnaderna användes väderdata för Frösön. Denna uppdelning valdes då 80 % av Sveriges befolkning är bosatta i den sydliga tredjedelen av Sverige.

De tak som lutade och hade en riktning mot söder och där ett solinstrålningsutbyte på mer än 70 % kunde nås, sållades ut för potentialyta för solenergianvändning. Ytor som kunde uppnå detta kriterium var södervända fasader och plana och svagt lutande tak och den större delen av de starkt lutande taken. Studien visade att en befintlig ytpotential för solenergianvändning på 400 000 000 m².

3.1.1 Hela beståndets ytor

Denna befintliga yta för solenergianvändning delas i studien upp i takyta och fasadyta, se tabell 3.1.

Tabell 3.1 Ytor lämpliga för solenergimoduler på byggnader i Sverige enligt LTH-studien

Total byggnadsyta	400 000 000 m ²
Därav takyta	330 000 000 m ²
Därav fasadyta	70 000 000 m ²

I denna potentialbedömning används ytor för generering av solenergi i form av solceller eller solvärme. Potentialen för solceller och solvärme uttrycks genomgående med grund i hela denna yta för respektive teknik. Det vill säga, potentialen som uttrycks för genereringen är antingen solceller eller solvärme.

Solenergiutbyte

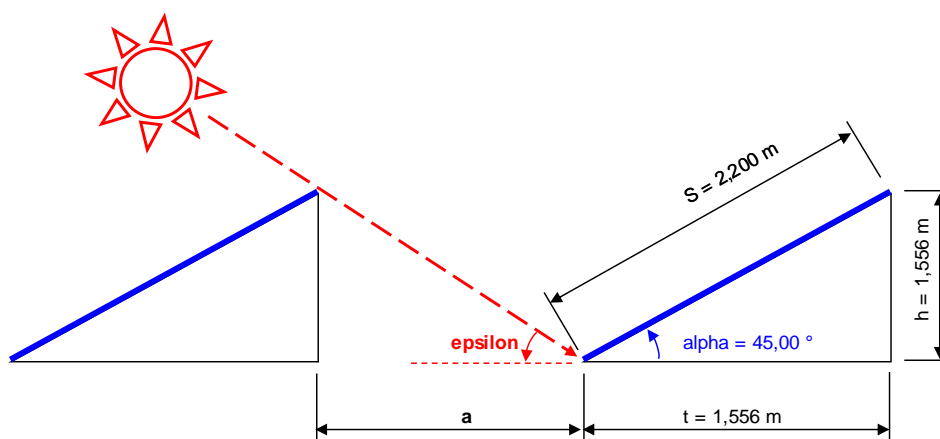
Den totala yta, lämpad för solenergimoduler på 400 000 000 m², kan enligt LTH-studien ge en generering på 40 TWh solceller vid en modulverkningsgrad på 10 %. Om en verkningsgrad på solcellerna på 20 % hade valts för beräkningarna i studien från LTH, hade ett utbyte av solceller kunnat bli 80 TWh per år.

För att skilja på utbyte från tak- och fasadytor görs i denna potentialstudie en vidare utredning för potentialen för en solcellsgenerering utöver det som utreddes i LTH-studien. Denna potentialbedömning lutar sig på de ytor som togs fram i LTH-studien.

Vid installation av solceller och solfångare ska man tänka på att modulerna i regel ger högst energiutbyte vid 30-50 graders lutning mot söder. De installationer som är mest kostnadsoptimala är de som följer takens lutning, där inga ställningar behövs och där installationerna är del av byggnaden.

Då moduler för både solceller och solvärme, som installeras på platta tak, monteras på ställningar och på rader efter varandra, måste raderna placeras på tillräckliga avstånd för att undvika skuggning. Cirka 50 % av det platta takets yta kan antas ge aktiv solfångaryta som följd av installation på ställningar. Andelen utnyttjande av byggnadernas tak till direkt aktiv solcellsyta antas i följande beräkningar till 80 %.

Figur 3.1 visar hur minsta avståndet mellan solfångaraderna, a , varierar med vinkeln α . Desto mindre vinkel, desto kortare kan avståndet mellan raderna vara.



Figur 3.1 Samband mellan radavstånd och skuggning för bakomliggande moduler

Solceller

För solcellsmoduler med polykristallin teknik antas att 140 kWh per m² och år kan utvinnas vid lutade installationer och att 100 kWh/m² och år kan utvinnas i fasadinstallationer. Detta motsvarar dagens standardteknik och dess verkningsgrader. Dagens absolut bästa teknik och då även standarden i framtidens moduler kan leverera mer än så, men för att ge en realistisk potential för dagens läge, används dessa värden.

Den totala, lämpade ytan för solenergiinstallation är 330 000 000 m² takyta och 70 000 000 m² fasadyta (se tabell 3.1) Den aktiva solcellsytan antas vara 80 % av takets yta (se Figur 3.1).

Storleken på mängden solex från tak och från fasader blir följande:

Tak: 330 000 000 m² x 80 % x 140 kWh/m² och år = 37 TWh/år

Fasader: 70 000 000 m² x 100 kWh/m² och år = 7 TWh/år

Total solex: 37 + 7 = 44 TWh

Solvärme

Solvärmemoduler kan ge 200 - 500 kWh per lutade m² solfångaryta och år. I beräkningarna i denna utredning används 400 kWh per m² och år. För solvärmeutbyte i vertikalt läge ger solfångarna ca 80 % sämre utbyte, vilket ger 320 kWh/m² solfångaryta och år, som antas för beräkningarna i denna utredning. För solfångare antas vidare att 50 % av det platta takets yta kan ge aktiv solfångaryta på grund av behovet av installationsvinkel.

Storleken på mängden solvärme från tak och från fasader blir följande:

Tak: 330 000 000 m² x 50 % x 400 kWh/m² och år = 66 TWh/år

Fasader: 70 000 000 m² x 320 kWh/m² och år = 22 TWh/år

Total solvärme: 66 + 22 = 88 TWh

Sammanfattning för solenergigenerering enligt ytor från LTH-studien ges i tabell 3.2. Dessa värden är teoretiska och uttrycker den maximala värme- och elgenerering som dessa ytor skulle kunna ge i antingen el eller värme. Skillnaden på mängden solex och solvärme beror på att vi här räknar med att solcellsmodulerna kan installeras med lägre vinkel och därmed utnyttja takens yta till en större grad. Per aktiv modulyta ger solceller ca 3 gånger så liten energimängd (140 kWh solex jämfört med 400 kWh solvärme per m² modul).

Tabell 3.2 Total solex- eller solvärmegenerering per år på tak och fasader i Sveriges bebyggelse

Total yta	400 000 000 m ²
Solex	44 TWh
Solvärme	88 TWh

3.1.2 Flerbostadshusens ytor

Uppdelningen av alla tak- och fasadytor från LTH-studien ses i Tabell 3.3. "Nettoytorna" i tabellen är de ytor, som är lämpliga för solenergimoduler (solcellsmoduler eller solfångare). Denna yta minskas sedan med de ytor som inte är de bästa för solenergiinstallationer (de som inte har sydlig orientering eller optimala vinklar, 15-45 grader).

Tabell 3.3 Sammanställning av tak- och fasadytor

Ytor i km ²	Tak			Fasad		
	Brutto ytor	Summa reduktioner*	Netto ytor	Brutto fasad	Summa reduktioner*	Netto ytor
Småhus	290	104	186	277	127	150
Flerfamiljshus	45	20	25	83	40	43
Lokaler	44	26	18	44	30	14
Industri	94	28	66	80	24	56
Lantbruks- byggnader	127	19	108	62	19	43
Fritidshus	70	14	56	60	18	42
Totalt	670	211	459	606	258	348

*ej solfångare

För vidare potentialuppskattning för flerbostadshus är ytandelen för flerbostadshus av den totala ytpotentialen intressant. Andelen yta på flerbostadshus av den totala lämpliga ytan i bebyggelsen för tak och fasad listas i procent i tabell 3.4.

Tabell 3.4 Total yta och yta för flerbostadshus lämpad för solenergimoduler enligt LTH-studien

Takyta		Fasadyta	
Total bebyggelsen	Flerbostadshus	Total bebyggelsen	Flerbostadshus
459 000 000 m ²	25 000 000 m ²	348 000 000 m ²	43 000 000 m ²
Flerbostadshus motsvarar 459 000 000 / 25 000 000 = 5 % av den totala bebyggelsen		Flerbostadshus motsvarar 43 000 000 / 348 000 000 = 12 % av den totala bebyggelsen	

Utifrån andelen ytor på flerbostadshus av de totala ytorna enligt ovan kan Sveriges flerbostadshus bidra med följande storleksordning på ytor för solenergiinstallationer:

Tak på flerbostadshus: 5 % x 330 000 000 = 16 500 000 m²
 Fasad på flerbostadshus: 12 % x 70 000 000 = 8 400 000 m²
 Total yta på flerbostadshus: 16 500 000 + 8 400 000 = 25 000 000 m²

Solenergi från flerbostadshusens tak

Solel

Tak: 16 500 000 m² x 80 % x 140 kWh/m² och år = 1,8 TWh
 Fasader: 8 400 000 m² x 100 kWh/m² och år = 0,84 TWh
Total solel: 1,8 + 0,84 = 2,6 TWh.

Solvärme

Solvärme från tak: 16 500 000 m² x 50 % x 400 kWh/m² och år = 3,3 TWh
 Solvärme från fasad: 8 400 000 m² x 320 kWh/m² och år = 2,7 TWh
Total Solvärme: 3,3 + 2,7 = 6,0 TWh

Sammanfattning av solenergienerering (solel eller solvärme) ses i tabell 3.5.

Tabell 3.5 Solenergigenerering per år på tak och fasad på flerbostadshus

Total tak- och fasadyta	24 900 000 m ²
Solel	2,6 TWh
Solvärme	6,0 TWh

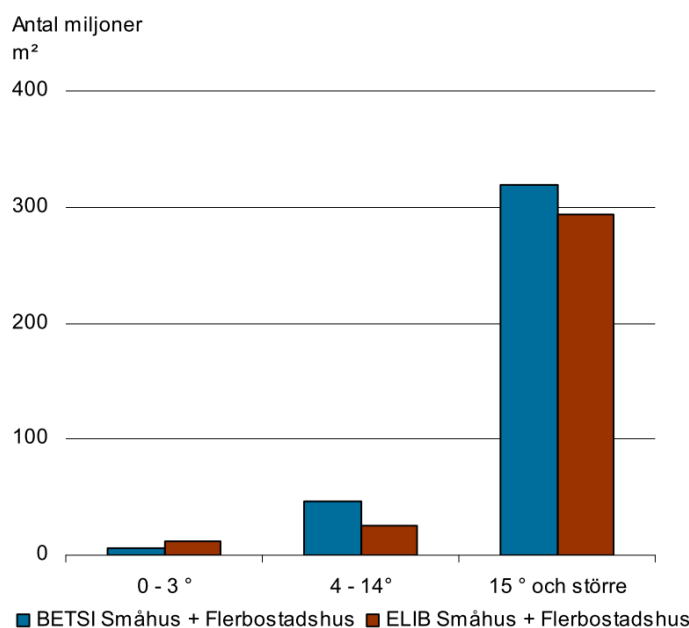
3.2 Studie från Boverket

Boverket tog på uppdrag av regeringen fram en beskrivning av det svenska byggnadsbeståndet och presenterade resultatet i december 2010. Uppgifterna om beståndet samlades in med hjälp av besiktningar och mätningar i byggnader, samt genom enkäter till boende. I denna rapport används en del data och statistik från en av fördjupningsrapporterna, som resulterade från uppdraget; "Tekniks status i den svenska bebyggelsen – resultat från projektet BETSI".

I studien redovisas storleken för ytor på vind- och takkonstruktion för flerbostadshus. Dessa ytor innefattar dock även ytan för klimatavskiljande horisontell vindsbjälklag, stödbensväggar och snedtak. Denna yta är 66 miljoner m². Endast vindsbjälklagets yta är 62 miljoner m². En eventuell yta, lämplig för solenergimoduler är svår att läsa ur denna uppgift.

Taklutning

Studien visar att ca 300 000 000 m² har en taklutning på 15 grader eller mer av Sveriges småhus och flerbostadshus. I denna siffra ingår inte tak från lokaler, industri, jordbruksbyggnader eller fritidshus, vilket är fallet för ytpotentialen från LTH-studien, där storleksordningen på lämpade tak och fasader är 400 000 000 m². BETSI-studien visar inte om ytorna är lämpliga för solenergi genom orientering eller fri från skugga. Resultaten från studien visas i Figur 3.2.



Figur 3.2 Taklutningar för Sveriges byggnadsbestånd

3.3 Byggnader med renoveringsbehov

BETSI-studien redovisar vidare att de så kallade miljonprogramhusen nu har uppnått en ålder som innebär att det finns behov av renovering. År 2002 beräknade den så kallade BOOM-gruppen vid Kungliga Tekniska Högskolan¹ att 85 % av miljonprogrammets lägenheter återstår att modernisera. Industrifakta gjorde en ny bedömning år 2008, vilket visade att 78 % ännu inte moderniserats och att 40 % behöver renoveras inom de närmaste åren. En uppskattning från SABO är att 300 000 lägenheter återstår att rustas upp.

Enligt Sveriges Bygginstrumenter är Sveriges bestånd av flerbostadshus med renoveringsbehov (miljonprogramhusen) är 850 000 lägenheter. Dessa lägenheter motsvarar 1/3 av alla Sveriges lägenheter.²

Antal lägenheter med renoveringsbehov skiljer sig mellan BETSI-studien och uppgifter från Sveriges Bygginstrumenter. De olika siffrorna kan bero på vilka åtgärder som anses stå i tur för renovering. Åtgärderna kan innefatta det mest nödvändiga eller förslag på förbättringar gällande energieffektiviseringar. Vidare skulle de 300 000 lägenheterna som nämns från SABO kunna vara lägenheter som ägs av allmännyttan, vilka är en mindre andel än de privata fastighetsägarna och bostadsrättsföreningarna.

För denna potentialbedömning används uppgifterna från Sveriges Bygginstrumenter, med uppgiften om att en tredjedel av Sveriges lägenheter har renoveringsbehov.

3.3.1 Ytor på de flerbostadshus som är i renoveringsbehov

Takytorna från ovan används för framtagande av generering av solvärme och solet enligt följande:

1/3 av de befintliga **takytorna**, lämpliga för solenergimoduler är $16\,500\,000 / 3 = 5\,500\,000 \text{ m}^2$

1/3 av de lämpliga **fasadytorna** är $8\,400\,000 / 3 = 2\,800\,000 \text{ m}^2$

$5\,500\,000 + 2\,800\,000 = 8\,300\,000 \text{ m}^2$.

Solel

Tak: $5\,500\,000 \text{ m}^2 \times 80 \% \times 140 \text{ kWh/m}^2$ och år = 0,62 TWh

Fasader: $2\,800\,000 \text{ m}^2 \times 100 \text{ kWh/m}^2$ och år = 0,28 TWh

Total solet: 0,62 + 0,28 = 0,90 TWh.

Solvärme

Tak: $5\,500\,000 \text{ m}^2 \times 50 \% \times 400 \text{ kWh/m}^2$ och år = 1,1 TWh

Fasad: $2\,800\,000 \text{ m}^2 \times 320 \text{ kWh/m}^2$ och år = 0,90 TWh

Total Solvärme: 1,1 + 0,9 = 2,0 TWh

¹ Forskargrupp för ombyggnadsfrågor vid Arkitekturskolan, KTH

² Enligt uppgift från Sveriges Bygginstrumenter 2012

Resultaten ovan är således 1/3 av vad ytorna på flerbostadshusen kan ge till sol- eller solvärmegenerering enligt tabell 3.5.

3.4 Resultat

De ytor som finns i Sverige och som kan tjäna för installationer av solenergimoduler vid tre olika skalor av utnyttjande av ytorna presenteras i Tabell3.6-3.8. Resultaten visar solenergigenereringen, av antingen sol- eller solvärme, om installation skulle ske på alla lämpliga ytor av Sveriges byggnadsbestånd (Tabell3.6), på alla lämpliga ytor av Sveriges flerbostadshus (se t

Tabell 3.7) och på alla lämpliga ytor på flerbostadshus som är i behov av renovering (se Tabell 3.8).

Tabell3.6 Total yta och energigenerering på Sveriges bebyggelse lämpade för solenergimoduler

	Ytor [m ²]	Energigenerering [TWh]
Sol-	400 000 000	44
Solvärme	400 000 000	88

Tabell 3.7 Total yta och energigenerering på Sveriges flerbostadshus lämpade för solenergimoduler

	Ytor [m ²]	Energigenerering [TWh]
Sol-	24 900 000	2,6
Solvärme	24 900 000	6,0

Tabell 3.8 Total yta och energigenerering på Sveriges flerbostadshus i behov av renovering lämpade för solenergimoduler

	Ytor [m ²]	Energigenerering [TWh]
Sol-	8 300 000	0,90
Solvärme	8 300 000	2,0

4 Marknaden för solvärme

4.1 Solfångare

Det finns i huvudsak två olika solfångarkonstruktioner som kan användas på befintliga byggnader, plana glasade solfångare och vakuumrörsolfångare. Båda konstruktionerna omvandlar energin i solstrålningen till värme i en cirkulerande vätska, typiskt en glykolvattenblandning.



Figur 4.1 Plan solfångare respektive vakuumrörsolfångare

Plana solfångare tillverkas i olika storlekar från ca 2 m² som kan användas i mindre projekt till färdiga takelement á 20 m² som kan användas då man bygger ett nytt lutande tak. Plana solfångare har normalt en täcksskiva av härdat glas och kan tex monteras integrerade i tegeltak, ovanpå plåttak och monteras på stöd på plana eller låglutande tak. Vakuumrörsolfångare består normalt av moduler, 2-5 m² med 10-30 ca 1,5 m långa glasrör. Vakuumrörsolfångare kan tex monteras ovanpå tegel- och plåttak och monteras på stöd på plana eller låglutande tak. Glaset i glasrören är inte härdat vilket kan påverka var det är lämpligt att placera dem, tex kan det vara lämpligt att undvika att sätta dem ovanför entréer.

Den främsta skillnaden mellan plana solfångare och vakuumrörsolfångare i vanliga byggnadstillämpningar är att de har olika utseende. Vakuumrörsolfångare finns dock i två varianter, dels med heat pipe (som måste monteras lutande), dels med U-rör som i princip fungerar på samma sätt som en plan solfångare.

4.2 Ekonomi för solvärme

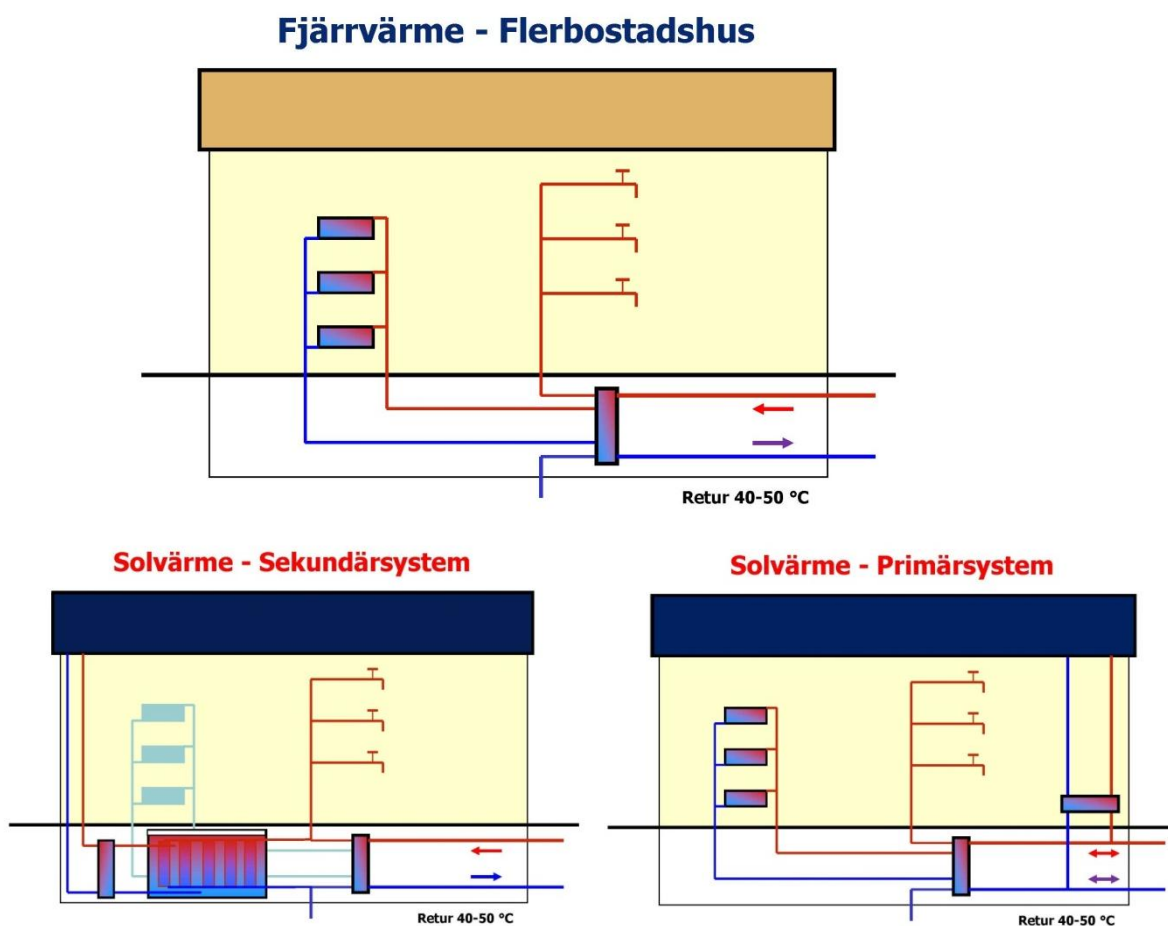
Solfångare genererar värme, från 250 till 500 kWh per år och m² solfångararea beroende på typ av system. Ett solvärmesystem kostar (exkl. moms) från 2 000 till 8 000 kr/m² beroende på typ och storlek (SSE, 2012 och SDH, 2010). Detta ger ett spann på solvärmekostnad från 0,3- 1,0 Kr/kWh (annuitet med avseende på livslängd 25 år och internränta 4%). Vid jämförelse med alternativa energikällor ska hänsyn tas till både fast och rörligt energipris.

4.3 Anslutning av solvärmeanläggningar

Merparten av alla flerbostadshus är anslutna till fjärrvärme, då finns det två huvudalternativ att ansluta en solvärmeanläggning

Solvärmeanläggning med ackumulatortank som förvärmer varmvatten på sekundärsidan (fastighetsägarens anläggning) eller en solvärmeanläggning som ansluts till fjärrvärmesystemets primärsida (fjärrvärmeleverantörens anläggning).

I det första fallet dimensioneras anläggningen utgående från varmvattenbehovet (och tillgänglig takarea). I det andra fallet dimensioneras anläggningen utgående från lämplig takarea och fjärrvärmeanslutningens dimension. Det första fallet kräver samråd med fjärrvärmeleverantören, det andra fallet kräver ett avtal med fjärrvärmeleverantören.



Figur 4.2 Principskiss för sekundär respektive primäranslutna solvärmesystem.



Figur 4.3 Prefabricerad undercentral för anslutning av solfångare i fjärrvärmesystem

4.4 Svenska solfångartillverkare

I Sverige finns några mindre tillverkare av plana solfångare, där alla utom en tillverkar små moduler och ett par tillverkar hybridsolfångare (dvs enheter för både solel och solvärme). LESOL, Borö, Värmebaronen och SSolar tillverkar små plana solfångare, medan Aquasol tillverkar både små och stora solfångare.

Solarus och Absolicon tillverkar hybridsolfångare, dvs en solfångare med solceller. S-Solar har nyligen utvecklat en fasadsolfångare som hittills använts i begränsad omfattning.



Figur 4.2 S-solar tillverkar PRISMA, en solfångare och ett multifunktionselement avsedd för byggnadsintegrering i fasad, dekor, bröstning, balkongräcke, inglasning etc.

4.5 Svenska leverantörer

Det finns flera svenska leverantörer (>20) av såväl plana solfångare som vakuumrörsolfångare och hybridolfångare. De med störst marknadsandelar 2011 är:

- Plana solfångare: LESOL , Aquasol, Värmebaronen, Solarus
- Vakuumrörsolfångare: Euronom, Sfinx, Berg Sol & Vind
- Plana och vakuumrör: Viessmann, Effecta, Svesol, Sol & Energiteknik, S-Solar

Fyra företag har varit verksamma i många år, medan övriga startat sin verksamhet de senaste 10 åren. Sex av företagen säljer egna solfångare medan övriga importerar solfångare. Vakuumrörsolfångare importeras främst från Kina, Tyskland och Schweiz och plana solfångare från Österrike, Tyskland och Danmark. Den totala försäljningen uppgick till drygt 20 000 m² under 2011, varför den genomsnittliga försäljningen för de nämnda är drygt 1 500 m².

Samtliga säljer solfångare certifierade med Solar Keymark (CEN) och alla utom Berg Sol & Vind är medlemmar i Svensk Solenergi (se kapitel 2.3). Förutom solfångare består ett solvärmesystem av rör, isolering, pumpar, ventiler, värmeväxlare, ackumulatortankar, styrutrustning, där merparten med undantag för pumpar tillverkas i Sverige.

4.6 Svenska entreprenörer/installatörer

Det finns en mängd mer eller mindre etablerade små installatörsföretag med solfångare och solvärmesystem. De företag som medverkat i lite större entreprenader (>100 m²), antingen själva eller i samarbete med tex Heat-On, Gridcon eller en större rörentreprenör, under de senaste åren är:

- Plana solfångare: Aquasol, Effecta, Svesol, , Solarus
- Vakuumrörsolfångare: Sol & Energiteknik, Euronom
- Plana och vakuumrör: S-Solar
- Hybridsystem: Absolicon

Dessutom har danska ARCON (P), som tillverkar stora modulsolfångare, svarat för ett par större entreprenader i Sverige.

5 Exempel på solvärmeanläggningar

Nedan presenteras solvärmeanläggningar från Sverige, Tyskland, Österrike och Frankrike. Vissa anläggningar har mer och djupgående uppgifter angående energikutbyte. Andra anläggningar visar endast integrationsmöjligheter med bild på installationen.

5.1 Svenska solvärmeanläggningar

Sverige installerade några solvärmeanläggningar i flerbostadshus redan på 80-talet medan de flesta har installerats i samband med byggande av lågenergibyggnader under de senaste 5 åren. Fler exempel finns beskrivna i Bilaga A.1.

Hammarkullen, Göteborg



Figur 5.1 Ett av höghusen i Hammarkullen där solvärme installerades 1985

Redan 1985 installerades solvärme i Hammarkullen. Anläggningen uppfördes av Göteborgs Bostads AB 1985 och är fortfarande i drift. De platsbyggda solfångarna utvecklades av TeknoTerm och den sista anläggningen uppfördes 1992. Under 80-talet uppfördes ett antal anläggningar med platsbyggda takintegrerade solfångare med en täckskiva av PMMA-plast.

Gårdsten

Först 1999 kom nästa stora anläggning som uppfördes av Gårdstensbostäder och är fortfarande i drift. De prefabricerade takelementen utvecklades av och tillverkades hos Deromegruppen. De senaste anläggningarna har uppförts i mer eller mindre egen regi av EKSTA i Kungsbacka med hjälp av en mindre byggentreprenör. Det finns en möjlighet att Deromegruppen tar upp tillverkningen igen om det finns ett stort intresse för takelementen.



Figur 5.2 Prefabricerade takelementen i Gårdsten

Vislanda

I Vislanda installerade Allbohus Fastighets AB en solvärmeanläggning i samband med att ett uttjänat tegeltak skulle bytas. Anläggningen är direktkopplad till Alvesta Energis fjärrvärmenät. Anläggningen togs i drift 2010 och beräknas ge 140 000 kWh årligen.



Figur 5.3 Takreovering med solfångare i Vislanda

Hamnhuset, Göteborg

Hamnhuset var en av de första huset i en lång rad exempel på flerfamiljshus byggda enligt passivhusprincipen med en låg energianvändning. I energikonceptet ingår en solvärmeanläggning. Det är nybyggnation av 116 lägenheter som Älvstrandens Utveckling AB byggde 2008. Solfångaranläggning täcker sommarhalvårets varmvattenbehov på 135 000 kWh/år.



Figur 5.4 Hamnhuset var en av de första byggnaderna byggda enligt passivhusprincipen. Solvärme ingår i energikonceptet.

Heleneholm



Bildkälla: solar region skåne

Figur 5.5 Solfångare installerade på platta tak i Heleneholm.

Heleneholmsanläggningen omfattar 1 100 m² plana solfångare och är installerad av Malmö statsfastigheter. Solfångarna är placerade i långa rader på platta tak. Solfångarna har antireflexbehandlat glas och ett teflonskikt för att öka verkningsgraden. De är kopplade mot fjärrvärmenätet och arbetar som en produktionsanläggning mot nätet (vatten tas från den

kalla sidan på fjärrvärmenätet, värms av solfångarna och sedan pumpas in på den varma sidan på fjärrvärmenätet). Om solfångarna producerar mer värme än vad fastigheten behöver går värmen vidare ut på nätet.

5.2 Anläggningar i Europa

I Europa finns mängder av solvärmeanläggningar installerade. Nedan några exempel men det finns många fler i bilaga A.2.

Berliner Ring Graz, Österrike



Figur 5.6 I Graz monterades solfångare på taken i ett befintligt flerbostadshusområde 2004.

Berliner Ring, Graz, 2004. Takmonterade solfångare för förvärmning av varmvatten i ett flerbostadshusområde. 350-500 m² solfångare per byggnad, 2.417 m² solfångararea. Uppförd av SOLID (absorbatorn i solfångarna är från Sunstrip) och drivs av en ESCo (Energy Service Company) som säljer värme till bostadsbolaget (och Graz fjärrvärme).

Hans-Riehl-Gasse, Graz

Flerbostadshus med 101 lägenheter renoverades år 1999. 320 m² solfångare integrerades direkt i klimatskalet. Ackumulatortanken är 4,8 m³. Källa: AEE INTEC



Figur 5.8 Solfångare integrerade i tak vid renovering av ett flerbostadshus.

Leipzig, Tyskland

Renovering av 167 lägenheter år 2004 av flerbostadshus från 1973. 595 m² solfångare är installerade på balkonger, vilka bidrar till uppvärmning av tappvarmvatten. Här ersätter solfångarna material, med dess kostnader, som annars skulle ha behövts för balkongräcken. Solfångarnas årliga energiutbyte är betydligt lägre jämfört om solfångarna skulle ha installerats på tak.



Bildkälla: www.denk-ai.de

Figur 5.8 Installation av solvärme i balkongräcke i samband med en renovering.
Hirtenwiesen, Crailsheim, Tyskland



Figur 5.9 Stor solvärmeanläggning på nya hus i Tyskland

Hirtenwiesen, Crailsheim har ett av Tysklands största solvärmeanläggningar. Installationen påbörjades 2005 och pågår fortfarande. Totalt är det 9 000 m² takintegrerade solfångare på nya byggnader (2012 hade man installerat 7300 m²) som är kombinerade med säsongsvärmelager (marklager), värmepump och gaspannor. Solvärmeanläggningen försörjer ett i huvudsak nytt bostadsområde med olika gemensamhetslokaler, daghem, skola, mm. Solfångarna är från olika entreprenörer från Österrike och Tyskland. I området finns också solfångare monterade på en ljudvall som skärmar av ena sidan av bostadsområdet.

Korösisstrasse i Graz, Österrike



Bildkälla: AEE INTEC

Figur 5.10 Solfångarna till uppgift att både fungera som solavskärmning och att tillhandahålla varmvatten och energi till uppvärmning.

Nybyggnation och användning av solfångare som utomliggande solavskärmning. Två akkumulatortankar på vardera 8 000 liter tjänstgör som hjärtat av detta värmesystem.

6 Marknaden för solel

6.1 Solcellsmoduler

Solcellsbranschen använder sig av måttet installerad topp effekt. Det förkortats kW_t , (toppeffekt) eller kW_p (peak). En färdigmonterad kW_t motsvarar cirka 7 m² aktiv solcellsarea. Den vanligaste modulen på marknaden är ca 1 m x 1,6 m. Kristallint kisel har cirka 90 % av marknaden, medan blandade tunnfilmstekniker har cirka 10 %. Samtliga moduler har 25 års effektgaranti.

Solceller är en energikälla som fungerar lika bra i liten skala som i stor skala. Det går att göra en fungerande installation med hjälp av en modul på dryga kvadratmetern och en mikroväxelriktare. Därför lämpar sig solcellsinstallationer väl där energiförbrukningen sker; i stadsmiljö, på servicebyggnader och på villor. Överföringsförluster minskar och elnätet stärks.

De flesta installationer i Sverige har skett på befintliga byggnader och därmed finns det bara ett fåtal anläggningar som är projekt där solceller är integrerade i byggmaterialet, så kallade BIPV-projekt.

6.2 Ekonomi för solceller/solcellsmoduler

Kostnaden för solcellsanläggningar fördelar sig i huvudsak på följande sätt:

- Moduler 50 %
- Växelriktare: 20 %
- Montagesystem och kablar: 15 %
- Arbete och projektering: 15 %

Detta stämmer väl överens med de faktiska kostnader som betalats ut via solelstödet. De senaste 3 åren har snittpriserna minskat från ca 47 000 kr per kW_t till ned mot 12 000 kr per kW_t .

Solceller genererar el, från 80 till 200 kWh per år och kvadratmeter solcellsmodul beroende på typ av system. En nätansluten solcellsanläggning kan generera ca 1 000 kWh per år och kW.

En solcellsanläggning kostar (exkl. moms) från 12 000 till 20 000 kr/kW beroende på typ och storlek. (Byggnadsintegrerade solceller (s.k. BIPV) är dyrare.) Detta ger ett spann på solelkostnad från 0,7 - 1,2 Kr/kWh (annuitet med avseende på livslängd 25 år och internränta 4%). Vid jämförelse med alternativa energikällor ska hänsyn tas till både fast och rörligt energipris.

Solelanläggningar är berättigat att få elcertifikat, för närvarande till ett värde av ca 20 - 30 öre/kWh.

6.3 Svenska tillverkare av solceller/solcellsmoduler

Marknaden på moduler är mättad och det senaste året har den produktion som skett i fyra bolag i Sverige stannat eller gått ned på minimal nivå. Idag finns endast några få tillverkare i Sverige. Dessa är:

- Innotech/Swedmodule bygger kristallina solcellsmoduler. Själva solcellerna importeras från hela världen.
- Midsummer gör maskiner som tillverkar tunnfilmsmoduler (CIGS) på flexibelt stål enligt en unik metod.
- Solibro har en tillverkningslina för forsknings-solceller. Ytterligare två fabriker finns i Tyskland hos ägaren Hanergy (tidigare Q-cells). Tekniken är tunnfilm CIGS.

Dessutom tillverkar Absolicon hybridolfångare där solceller till viss mån ingår.

6.4 Leverantörer av material till solcellsmarknaden

Det finns några företag som levererar material till solcellsanläggningar:

- Skultuna Flexible levererar material till baksidor för moduler. Baserat på dagens omsättning har de två helårstjänster inom material till solceller.
- SAPA Profiler levererar aluminiumprofiler till montage-system.
- ABB levererar komponenter till växelriktare och kablar.

6.5 Installatörer av nyckelfärdiga system

I Sverige växer marknaden för att installera nyckelfärdiga solsystem till kunder. I dagsläget finns det totalt ca 30 installatörer. Installatörer som har personal med mer än fem års erfarenhet av den svenska marknaden är:

- Direct Energy
- Gaia Solar (Danskt bolag)
- Glacell /Nuenergi
- Gridcon Solcellsteknik
- NAPS
- Nordic Solar
- Solar Supply
- Solect Power

Det finns även elbolag som erbjuder nyckelfärdiga installationer, i de flesta fall använder de någon av de ovan nämnda installatörerna. Dessa är:

- Bixia, hela Sverige
- Din El, Göteborg
- Egen el
- Fortum, Stockholm
- Vattenfall, hela Sverige
- Öresundskraft

6.6 Grossister och hårdvaruförsäljning

Solcellsmoduler har under långt tid sålts till off-grid marknaden för att få el till båtar, husbilar och fyrar. I detta segment är det vanligt att större aktörer handlar sina moduler direkt av modultillverkare och att privatkonsumenter får vända sig till Clas Ohlson, Kjell och Company eller specialister riktade mot off-grid marknaden som SW Exergon och Hjertmans (båttillbehör).

6.7 Forskning

Det forskas på flera tekniker i Sverige. Tunnfilmssolceller har fortfarande potential att sänka priserna på solceller. I dagsläget ökar dock efterfrågan på effektivare moduler och den tunnfilmsteknik som har liknande verkningsgrad som kiselmoduler är den teknik som ses ha potential i framtiden.

7 Exempel på solcellsapplikationer

7.1 Svenska solelanläggningar

De flesta anläggningar kommer från det stödsystem (2005-2012) som funnits i Sverige. Totalt är det ca 1000 projekt och ca 200 av dem visas på Solelprogrammets hemsida (www.solelprogrammet.se). Där finns beskrivning, tekniska data, driftsstatistik och kontaktinformation. Exemplet nedan är taget från den sidan. Fler exempel finns i på www.solcell.nu och i bilaga B.1..

Höganäs nybyggt flerbostadshus



Figur 7.1 Ett nybyggt flerbostadshus i Höganäs med solceller.

Höganäshem installerade 30 kWt solceller i juni 2012. Installatören var Nordic Solar.

Hjällbo



Figur 7.2 Fasadintegrerade solceller i Hjällbo

Hjälbo Bostäder installerade 2011 en solcellsanläggningen på tre hyreshus i Hjälbö. Solcellsanläggningen består av 347 solpaneler och upptar totalt en yta på 700 kvadratmeter. Den största delen är installerad på husens tak och syns därmed inte från marken men även på husens söderfasader har ett antal paneler installerats. Anläggning förser de sju våningar höga husen med cirka 20% av den el som behövs till tvättstugor, belysning och ventilation. Totalt har 100 kW installerats av Gaia Solar.

Surbrunnsgatan, Stockholm

2011 installerade Svenska Bostäder en solelanläggning på solbrunnsgatan. Anläggningen är på 19,4 kW_t och installatör var Direct Energy. Produktionen kan följas på www.soldata.se



Figur 7.3 Solceller på befintligt flerbostadshus i Stockholm

Vilhelmsro äldrevård



Figur 7.4 Solceller monterade platt på tak i Jönköping

Jönköpings kommun installerade 2012 en solelanläggning på 182 kW. Installatör var Glacell.

HSB Kvarnen Linköping



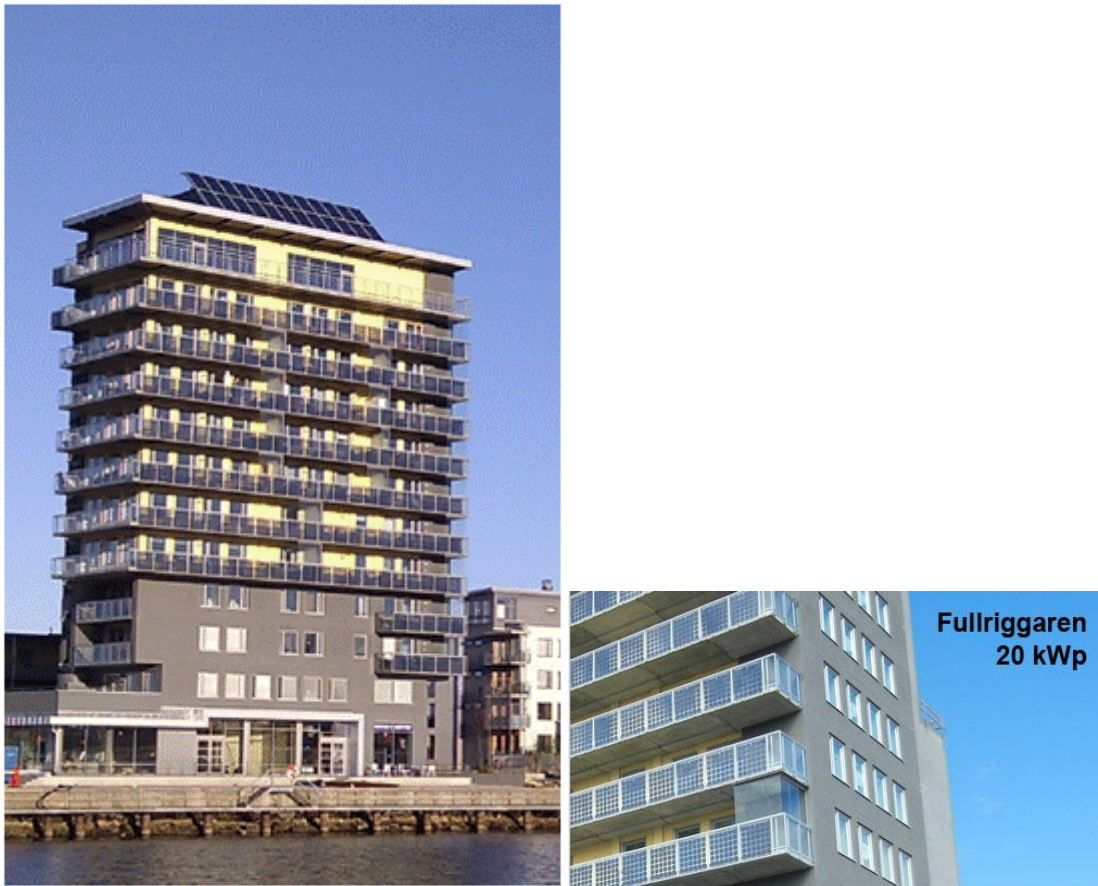
Figur 7.5 Solceller installerade på HSB byggnad

HSB Östergötland installerade år 2011 en soleanläggning på 35 kW. Installatör var PPAM. Produktionen kan följas på www.soldata.se.

Direktlänk: <http://www.soldata.se/index.php?id=2&logger=517>

Fullriggaren, Gävle

Här har glas-glas-moduler av polykristallin typ installerats i balkongräcken och på tak. Installatör var Ecotec. Här ersätter solcellsmodulerna material, med dess kostnader, som annars skulle ha behövts för balkongräcken. Solcellernas verkningsgrad är betydligt lägre jämfört med solcellerna installerade på taket.



Figur 7.6 Solceller installerade på tak och i balkongräcken 2011.

7.2 Europeiska exempel på soleanläggningar

I takt med teknikutveckling och de fallande priserna för solceller har tekniken kommit att bli alltmer kommersiellt tillgänglig. Detta innebär att tekniska data, kostnader och lönsamhet för äldre demoprojekt från slutet av 90-talet till mitten av 2000-talet inte längre är helt relevanta. **PV database**, Building integrated and urban photovoltaic solar energy projects and products, <http://www.pvdatabase.org/index.php> visar exempel på bra anläggningar runtom i Europa. Det finns dock få demonstrationsprojekt av senare datum i databasen eftersom tekniken blivit allt mer kommersiellt gångbar. Det finns få applikationer för flerbostadshus. De flesta applikationer avser lokaler och industrier. Nedan redovisas ett antal demoprojekt som hämtats från **PV database**.

Belfast Field Trials, UK

År 2003 installerades 51 kWt solceller i på ett befintligt flerbostadshus (30 lägenheter) i Belfast, Storbritannien. Anläggningen installerades på lutande tak och beräknades ge en energiproduktion på 36 000 kWh per år.



© Northern Ireland Housing Executive

Figur 7.7 Solceller på ett renoverat flerbostadshus i Belfast 2003

Köln, Tyskland

År 2005 installerades 27 kWt solceller i på ett befintligt flerbostadshus i Köln, Tyskland. Anläggningen är integrerad i lutande och ger en energiproduktion på 25 000 kWh per år.



© Ecostream

Figur 7.8 Solceller på ett renoverat flerbostadshus i Tyskland 2005

Solar Energy Housing Estate Siegen, Tyskland

År 2006 installerades 66 kWt solceller i på ett befintligt flerbostadshus på 50 lägenheter i Siegen, Tyskland. Anläggningen är integrerad i lutande.



© Econcern

Figur 7.9 Solceller på ett renoverat flerbostadshus i Tyskland 2006

ISES SolarCarport, Tyskland

År 2007 installerades 14 kWt solceller integrerat på ett lutande tak till en carport som hör till område med flerbostadshus i Freiburg, Tyskland. Anläggningen består av 113 m² och 108 solpaneler.



© ISES

Figur 7.10 Solceller på en carport till ett flerbostadshus i Tyskland 2007

Sonnenschiff – nybyggnation, Tyskland

År 2003 installerades 135 kWt (1000 m²) solceller vid en nybyggnation av ett flerbostadshus i Freiburg, Tyskland.



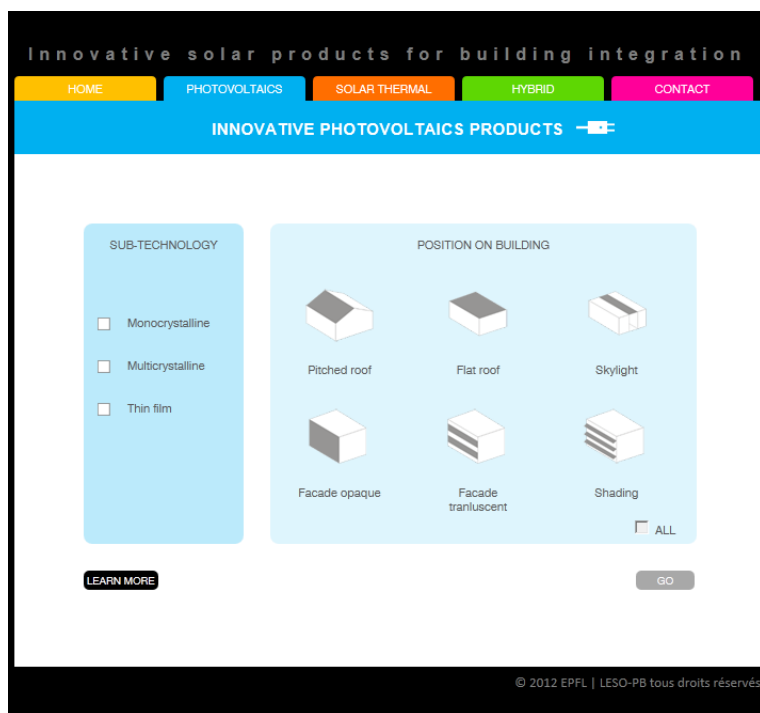
© Rolf Disch, 2008

Figur 7.11 Solceller på ett nybyggt flerbostadshus i Tyskland 2003

7.3 Produkter och tekniker för byggnadsintegration

Inom pågående rapportering från IEA:s Solar Heating & Cooling Programme Task 41 Solar Energy and Architecture har en hemsida skapats där olika produkter presenteras. Teknikerna beskrivs i form av ”produktblad” där de viktigaste egenskaperna för integrering i byggnaden presenteras. Analysen har genomförts utifrån arkitektoniska grunder.

(Se <http://leso2.epfl.ch/solar/index.php?page=photovoltaics>, ny information tillförs kontinuerligt).



Figur 7.12 Hemsida för innovativa PV produkter.

Nedan följer två exempel från IEA-projektet. Flera finns i bilaga B.

Solar PV Standing Seam and Click Roll Cap System, Rheinzink –tunnfilm på plåt för tak

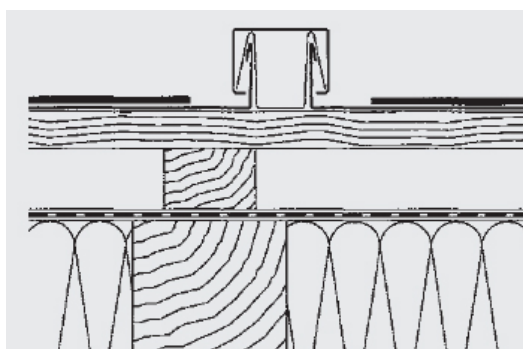
Ollenhauerstrasse 101, Berlin, D-13403, Germany

berlin@rheinzink.de

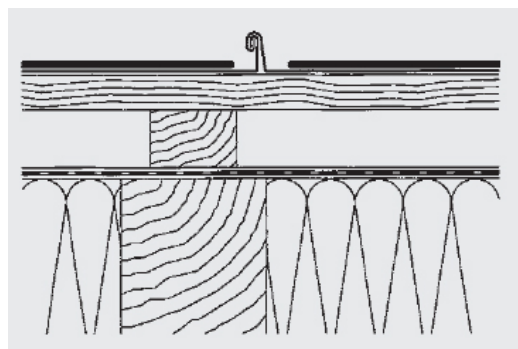
<http://www.rheinzink.de>

Kan användas både vid renovering och nybyggnation och kan också användas för böjda tak.

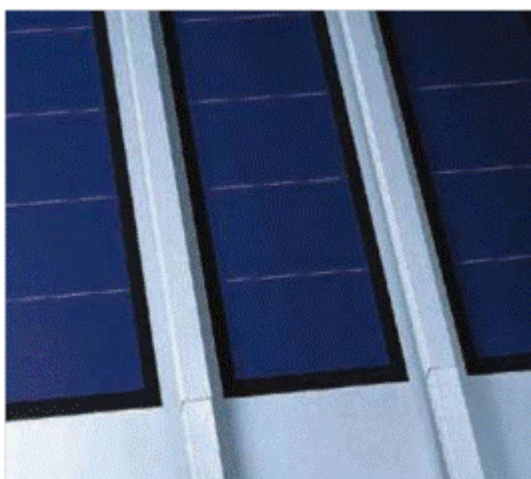
Kan utföras med klick-fog eller stående fals



Klick-fog



Stående fals



© Rheinzink

Figur 7.13 Exempel på tunnfilmssolceller som kan användas som tak. Fungerar även på böjda tak.

Integrerbarhet

Karaktäristika	Omdöme
Multifunktionalitet (tak, vägg)	+
Utformnings och storleksflexibilitet	+
Mönsterval	-
Färgval	-
Anslutning/ram (dummies)	+
Tillgång till blindelement	-
Komplett konstruktionssystem för infästning etc	+

Shadovoltaic, PV Louvre – kristallina solavskärmningssystem

Colt International

New Lane, Havant, Hampshire, PO9 2LY, UK

ideassolar@t-email.hu

<http://www.coltinfo.co.uk/products-and-systems/architecturalsolutions/solar-shading-systems/products/shadovoltaic/>

Dessa solceller kan användas både för renovering och nybyggnation och kan monteras vertikalt eller horisontellt.



© Colt International Licensing Ltd., 2011

Figur 7.14 Exempel på kristallina solceller som kan användas som solavskärmning.

Integrerbarhet

Karaktäristika	Omdöme
Multifunktionalitet (tak, vägg)	+
Utformnings och storleksflexibilitet	+
Mönsterval	+
Färgval	+
Anslutning/ram	+
Tillgång till blindelement (dummies)	-
Komplett konstruktionssystem för infästning etc	+

8 Behov av utveckling

Föreliggande undersökning kan konstatera att tekniken för solenergi är väl utvecklad och det finns gott om bra exempel som installerats av erfarna installatörer. Montagesystem finns för alla typer av tak och alla regioner i världen. Det finns med andra ord inga tekniska hinder för mer utbredd installation av solenergi i befintliga flerbostadshus.

8.1 Möjligheter och hinder

De nya kraven på energieffektivitet och den förändrade kostnadssituationen (främst för solel) ger ett ökat intresse för solenergi. En ökad marknad gör att det behövs mer konsulter och installatörer med följd av ett ökat behov av utbildning.

Det främsta hindret för en större marknadsintroduktion av solenergi i befintliga flerbostadshus är att kunskapsnivån hos beställare (bygggherrar) och konsulter inte är tillräcklig. Beställaren vet inte riktigt vad han ska fråga efter och konsulterna har inte tillräcklig förståelse för beställarnas förutsättningar vid val av solel eller solvärme. Om anläggningen dessutom ska leverera energi till ett fjärrvärmenät eller elnät så behövs också kunskap om trepartstillträde. Det är många frågor som ska beaktas vid val av solel eller solvärme och storlek på anläggning i samband med en anbudsförfrågan. Entreprenörer har sällan kunskap om både solel och solvärme vilket gör det svårt för beställarna att få det underlag som behövs för att kunna fatta rätt beslut för den specifika byggnaden.

Historiskt har priserna för solenergi varit för höga och energipriserna för låga vilket har gjort att intresset varit lågt för solenergi. Prisbilden börjar nu bli så intressant att fastighetsägare kan tänka sig att ta en lite högre kostnad för att vara medverkande i en omställning till förnybar energi och förstärka deras miljöprofil. Dock saknas kunskap om hur och till vem en anbudsförfrågan ska ställas för att få en rätt dimensionerad anläggning och rätt val av solel och/eller solvärme. Kan anläggningen handlas upp i Sverige eller behöver anbudsförfrågan ställas internationellt? Vidare saknas erfarenheter om hur en framtida drift av anläggningen ska säkerställas.

8.2 Kunskapsbehov

Alla renoveringsprojekt är mer eller mindre unika och kräver bra samarbete mellan arkitekt (estetiskt), byggkonsult (konstruktion), energikonsult (VVS/el), energibolag och solenergientreprenör. Här saknas erfarenheter av hur ett sådant samarbete etableras och hur beställningen följs upp hela vägen till efter ett års drift. Inom ett tidigare program för forskning, utveckling och demonstration togs ett underlag fram för utformning och upphandling av större solfångarsystem (FUD, 2004). Underlaget omfattar generella rekommendationer tillsammans med förfrågningsunderlag enligt AMA 98 med principalschema för två solfångarkretsar avsedda för att ansluta cirka 100 respektive 1 000 m² solfångare i en fjärrvärmeundercentral eller en egen panncentral och kan vara underlag vid utvecklande av ett tydligare upphandlingsunderlag.

Vidare finns det behov av en kravspecifikation för beslut av solfångare och/eller solcellsmoduler i ett befintligt område med flerbostadshus. Kraven vid upphandling bör innehålla skallkrav (anslutning, energimätare m.m.) och börkrav (priset, t.ex. angivet i kr/kWh eller med pris och utbyte angivet så kr/kWh kan beräknas) . Nedan följer några exempel på övergripande krav vid upphandling:

- åsutbyte (kWh/m² och år)
- kostnader/pris
- estetisk (design och funktion)
- robusthet
- drift och underhåll
- energiuppföljning
- installation

De olika övergripande kraven bör viktas vid utvärdering av anbud t.ex. pris 70%, estetiskt utförande 10%, tekniskt utförande och dokumentation 10% och referenser 10% .

Vidare bör följande parametrar beaktas:

- Vilket eget behov har byggnaden av varmvatten (tappvarmvatten) och el (fastighetsel, verksamhetsel, hushållsel) som solenergianläggningen har möjlighet att förse?
- Vilka tider på dygnet och vilka dagar om året infaller detta behov?
- Går det att exportera överskott av värme eller el till energinät eller andra byggnader?
- Finns renoveringsbehov av tak eller fasad (balkonger och övrigt klimatskal) som går att kombinera med installation av solenergi?
- Finns lutande tak med lämplig orientering och lämpligt ytskikt?
- Finns platta tak med lämplig takkonstruktion. Går det att bygga om taket till lutande?
- Finns lämpliga ej skuggade fasader i syd (sydöst eller sydväst)?
- Hur stora är de ytor som kan användas för solenergi?
- Finns panncentral/undercentral i huset eller åtminstone nära de lämpliga taken för solfångare eller finns andra lämpliga utrymme för ackumulatortank m.m.? Finns elcentral i nära anslutning till lämplig placering av solcellsmoduler?
- Går det att kombinera åtgärder? Till exempel nya vattenarmaturer med lägre flöde tillsammans med solvärme eller installation av LED belysning (likström) vid installation av solel.
- Har kontakt tagits med elnätsägare och elleverantör vid installation av solel och fjärrvärmeleverantör vid installation av solvärme? Dels för att informera, men också för att få fram bra avtal.

8.3 Stöd för fortsatt implementering

För en snabbare implementering av solenergi i befintliga flerbostadshus finns behov av en samlad kunskap med syfte att ge en ökad kompetens särskilt hos beställare. Den samlade kunskapen bör innehålla:

- **Beslutsguide:** Guide för beslut vid val av solenergi (el eller värme), dimension på anläggning och lämplig placering med avseende på solinstrålning, infästning och möjlig reduktion av annan byggnadsmaterial vid renovering. En guide som beskriver vilken underlag som ska tas fram inför upphandling.
- **Förbättrade upphandlingsrutiner:** Kravspecifikation och mall för anbudsförfrågan, samt rutiner för enkel upphandling av både solex och solvärme, i kommande renoveringsprojekt.
- **Installations- och driftserfarenheter:** Dokumenterad kunskap om vilken kompetens som behövs i beställarorganisationen vid installation och vid drift och underhåll.

9 Referenser

- 2010/31/EU Europaparlamentets och rådets direktiv 2010/31/EU av den 19 maj 2010 om byggnaders energiprestanda
- BBR 19, 2011 Boverkets föreskrifter om ändring i verkets byggregler– föreskrifter och allmänna råd, BFS 2011:26. 2011, BBR 19.
- BETSI, 2010 "Teknisk status i den svenska bebyggelsen – resultat från projektet BETSI". Boverket 2010
- FUD, 2001 "Underalg för upphandling av större solfångarsystem", Jan-Olof Dalenbäck, Anders Bernestål och Per-Eric Olofsson, FUD 02:72 Standardisering av solvärmeinstallationer
- IEA PVPS, 2012 " TRENDS IN PHOTOVOLTAIC APPLICATIONS Survey report of selected IEA countries between 1992 and 2011", Report IEA-PVPS T1-21:2012
- Kjellsson, 2000 "Potentialstudie för byggnadsintegrerade solceller i Sverige. Rapport 2. Analys av instrålningsnivåer på byggnadsytor", Elisabeth Kjellman. Rapport TVBH-7216. LTH, avdelningen för Byggnadsfysik , 2000.
- SDH, 2010 "Success factors in solar district heating", Solar District Heating EU project, SDH-WP2-D2-1, December 2010