

Uppföljning av utvecklingen för investeringar i solenergi

ER 2016:31

Böcker och rapporter utgivna av Statens
energimyndighet kan beställas via
www.energimyndigheten.se
Orderfax: 08-505 933 99
e-post: energimyndigheten@cm.se

© Statens energimyndighet

ER 2016:31

ISSN 1403-1892

Förord

Energimyndigheten har i Regleringsbrevet för 2016 fått i uppdrag att följa upp utvecklingen när det gäller investeringar i solceller och i solvärme. Uppföljningen ska avse såväl installerad effekt som kostnader för utrustning och installation samt kostnad för den producerade elen respektive värmen. Kostnader för producerad el och värme ska dessutom prognosticeras framåt. Uppdraget ska rapporteras till Regeringskansliet senast den 12 december 2016.

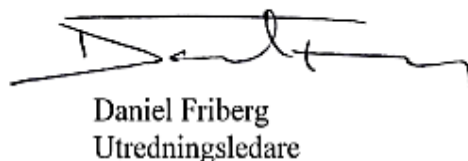
Rapporten går igenom utvecklingen av solcellsmarknaden samt försöker uppskatta prognoser framåt med i form av möjliga scenarier. Marknaden är fortfarande för liten för att kunna göra någon kvalificerad uppskattning.

När det gäller solvärme så har den stora svårigheten varit att få in tillräckligt underlag om kostnadsutveckling och prognoser på en sviktande marknad med allt färre aktörer.

Eskilstuna december 2016



Zofia Lublin
Avdelningschef



Daniel Friberg
Utredningsledare

Sammanfattning

Den svenska solcellsmarknaden fortsatte att växa under 2015. Under året installerades det 47,4 MW, en ökning med 31 procent jämfört med de 36,2 MW som installerades 2014. Det innebär att den totala installerade solcellseffekten i Sverige ökade med 60 procent, från 79,4 MW i slutet av 2014 till 126,8 MW i slutet av 2015.

De 126,8 MW som fanns installerade vid årsskiftet producerar uppskattningsvis 120 GWh el per år, vilket motsvarar cirka 0,08 procent av Sveriges årliga konsumtion.

Det tidigare snabba prisfallet för solcellssystem i Sverige har saktat in något under 2015. Priserna på större solcellssystem sjönk med 6-10 procent medan de planade ut för villasystem på omkring 15 kr/W exklusive moms. Priserna på enskilda moduler har minskat med 0,6 kr/W under 2015. En anledning till att priserna har stabiliserats är att EU införde importtullar på kinesiska solcellsmoduler och solceller 2013. Detta regelverk hindrar kinesiska producenter att sälja solcellsmoduler under ett specifikt minimipris, motsvarande cirka 5,2 kr/W. Den sista svenska solcellsmodultillverkaren gick i konkurs 2015.

Försäljningssiffrorna för solvärmeprodukter (glasade) har minskat kraftig från 2011-2014 för att plana ut 2015. År 2015 låg försäljningen 6 500 m² att jämföra med strax över 20 000 m² 2011. Solvärme genererar idag drygt 140 GWh värme per år.

Kostnaden per m² för vakuumsolfångare har minskat något de senaste tre åren medan plana solfångare sett en liten ökning i pris.

Innehåll

1	Inledning	7
2	Investeringar i solceller	8
2.1	Installerad solcellskapacitet	8
2.2	Prisutveckling för moduler och solcellssystem	9
3	Intäkter och kostnader för soletproduktion	13
3.1	Nettoproduktion	13
3.2	Effektivitet	13
3.3	Installationskostnader och ROT-avdrag	13
3.4	Drift- och underhållskostnader	13
3.5	Ekonomiska styrmedel	14
3.6	Försäljningsintäkter och ersättning för överskott	16
3.7	Investeringskostnader	17
3.8	Produktionskostnad för solet	18
4	Marknadsutveckling, lärokurvor och prognoser	19
4.1	Scenarier för installerad effekt	22
5	Investeringar i solvärme	23
5.1	Försäljning av solfångare	23
5.2	Installerade kvadratmeter solvärme	27
5.3	Drift och underhåll av solvärmeanläggningar	27
5.4	Kostnader för solvärmesystem och producerad värme	28
5.5	Kostnadsutvecklingen för solvärmesystem	29
5.6	Framtiden för solvärme	32
6	Forskning och utveckling	33

1 Inledning

De senaste åren har det hänt mycket på solcellsmarknaden både i Sverige och globalt. Den installerade solcellskapaciteten har ökat samtidigt som kostnaden per installerad effekt minskat drastiskt. De låga priserna har i sin tur lett till att många producenter slagits ut och i nuläget finns inga solcellsmodultillverkare i Sverige. Tillväxttakten i installationer har även minskat det senaste året.

Solcellsmarknaden är fortfarande en ny marknad under stor förändring. Införandet av skattereduktionen den 1 januari 2015 där 60 öre per kWh erhålls på överskottsel som matas ut på nätet har förbättrat lönsamheten för privatpersoner markant. Till detta kommer intäkter från försäljning, nätnytta, elcertifikat och möjligheten att få en intäkt från ursprungsgarantier. Beskattningsregler för olika ägarkategorier har blivit tydligare men det råder fortfarande osäkerheter kring framtida stödnivåer för investeringar eller försäljningspriser för överskottsel.

Solcellsmarknaden har fortfarande osäkerheter och brist på långsiktiga spelregler. Denna avsaknad av långsiktighet och tydlighet på en relativt ny marknad för förnybar energi kan hämma marknadsutvecklingen. Energimyndigheten lämnade tidigare i år över en soletstrategi till regeringen med förslag till åtgärder såsom förenkling och harmonisering av regelverk för solcellsinstallationer, ökad satsning på information och kunskap samt införande av ett nytt avdrag för solceller.

Ökningen av solet i näten innebär nya utmaningar för nätbolag och elproducenter. Det kommer även att krävas ett framtagande av bättre statistikunderlag vilket Energimyndigheten jobbar med i nuläget. Utbyggnaden ställer även ökade krav på att hantera den relativt sett stora mängd solcellsanläggningar som ansöker om elcertifikat i elcertifikatsystemet. Energimyndigheten har därför föreslagit till regeringen, i sin soletstrategi, att mindre anläggningar ska undantas från elcertifikatsystemet.

När det gäller solvärme så har utvecklingen stannat av sedan investeringsstödet för solvärme togs bort 2011 vilket syns tydligt i försäljningsstatistiken. De stora kostnadsminskningarna för solceller har dessutom ökat konkurrensen mot solfångare och gjort dem mindre attraktiva. Solceller som kombineras med värmepumpar är ett exempel på en konkurrenskraftig kombination som minskat investeringarna i solfångare.

2 Investeringar i solceller¹

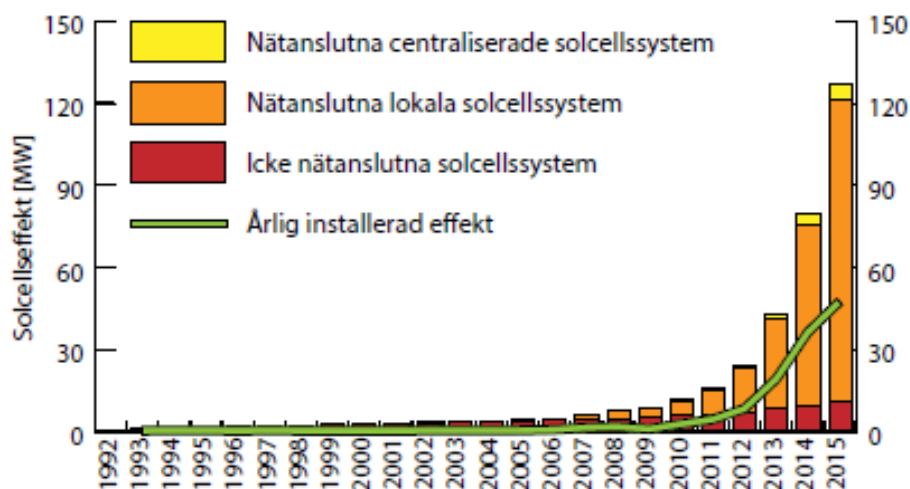
2.1 Installerad solcellskapacitet

Den svenska solcellsmarknaden fortsatte att växa under 2015. Under året installerades det 47,4 MW, en ökning med 31 procent jämfört med de 36,2 MW som installerades 2014. Det innebär att den totala installerade solcellseffekten i Sverige ökade med 60 procent, från 79,4 MW i slutet av 2014 till 126,8 MW i slutet av 2015 (Figur 1).

Den största procentuella ökningen skedde inom segmentet villa- och småhustak, med 13,9 nyinstallerade MW under 2015, vilket kan jämföras med 9,6 MW året innan. En av anledningarna till ökningen inom detta segment är troligtvis den skattereduktion för mikroproducenter som infördes i början av 2015.

De 126,8 MW som fanns installerade till och med slutet av 2015 producerar uppskattningsvis 120 GWh el per år, vilket motsvarar cirka 0,08 procent av Sveriges årliga elanvändning. Solelen står därför än så länge för en försumbar del av Sveriges elproduktion, även om marknaden växer snabbt.

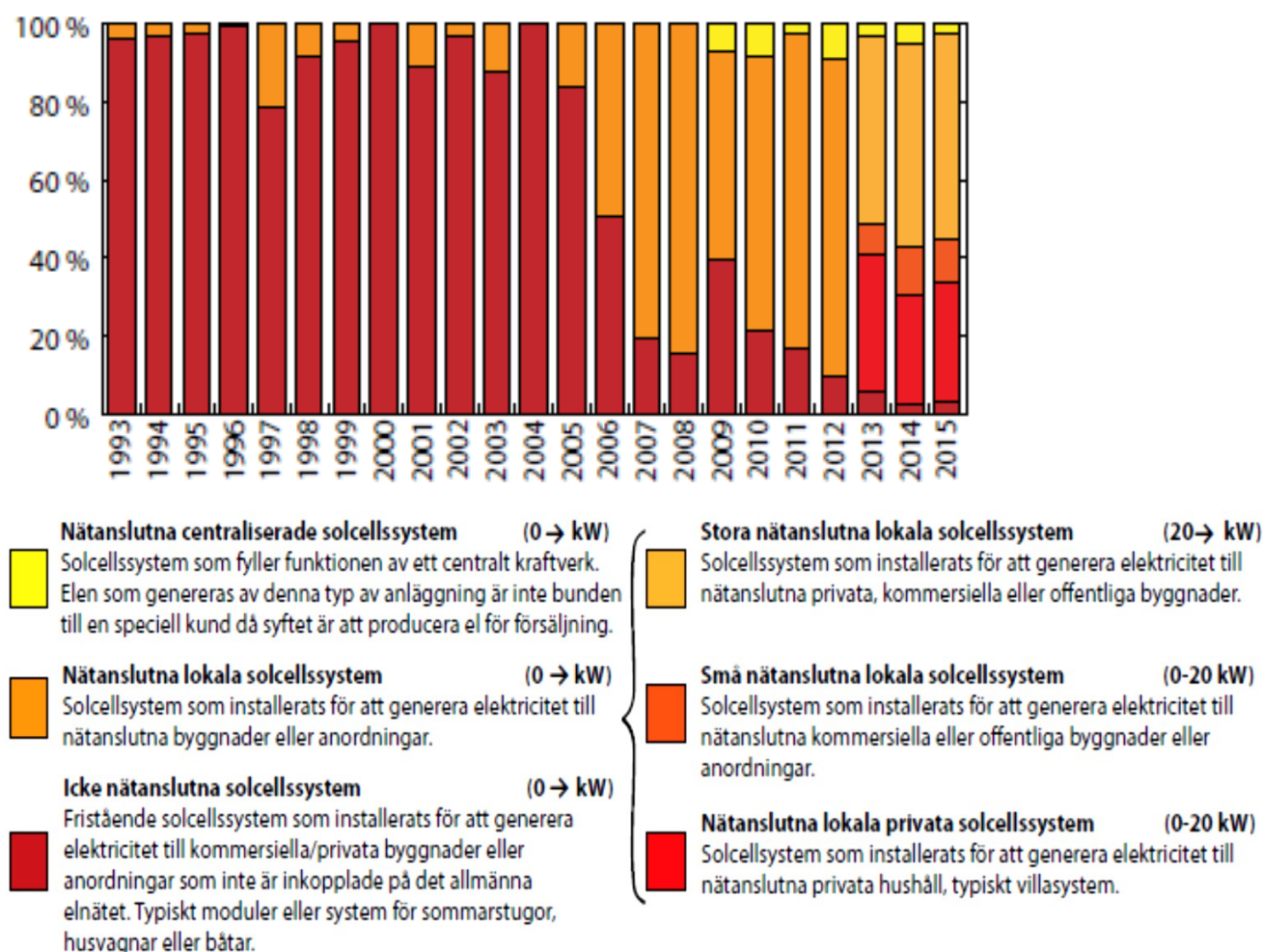
Figur 1 Installerad solcellskapacitet i Sverige (kumulativt)



¹ Kapitel 2.1 och 2.2 är i princip hämtat från den årliga nationella solelrapporten till IEA som tas fram av teknologie doktor Johan Lindahl från Uppsala universitet och finansieras av Energimyndigheten.

Figur 2 visar att nätanslutna lokala privata solcellssystem står för den största ökningen av installerad effekt 2015.

Figur 2 Marknadssegmentens del av årlig installerad effekt i Sverige



2.2 Prisutveckling för moduler och solcellssystem

Den tidigare snabba utvecklingen med sjunkande priser för solcellssystem i Sverige har saktat in något under 2015. Priserna på större solcellssystem sjönk med 6-10 procent medan de planade ut för villasystem på omkring 15 kr/W exklusive moms (Figur 3). Priserna på enskilda moduler har minskat med 0,6 kr/W under 2015, se Tabell 1. En anledning till att priserna har stabiliserats är att EU införde importtullar på kinesiska solcellsmoduler och solceller 2013. Detta regelverk hindrar kinesiska producenter att sälja solcellsmoduler under ett specifikt minimipris, motsvarande cirka 5,2 kr/W.

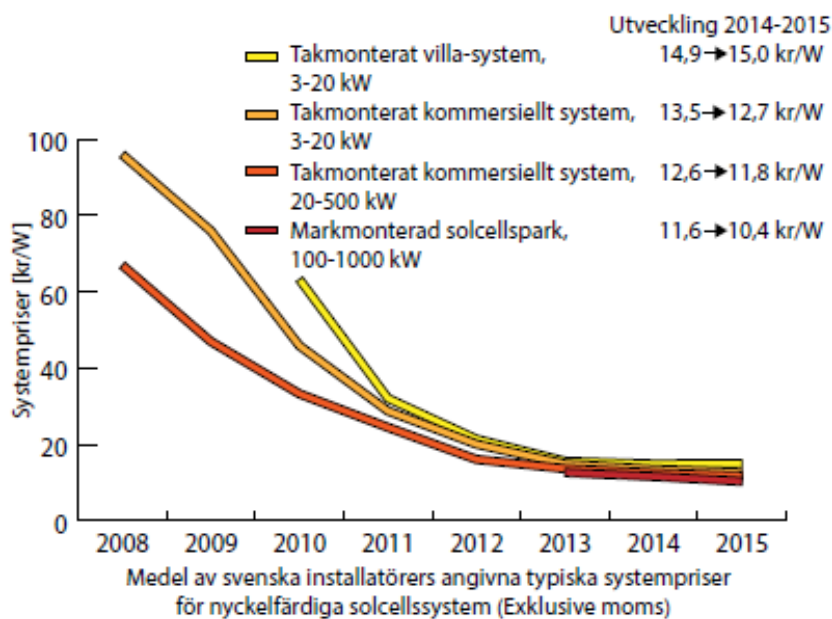
Tabell 1 Priser på standardmoduler, kr/W

År	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Priser på standardmoduler	70	70	70	65	63	61	50	27	19	14,2	8,6	8,2	7,6
Lägsta pris								31,5	12	9,5	6	6	5,1
Högsta pris								68	50	40	16	12	10

Källa: IEA-PVPS National Survey Report of PV power applications in Sweden 2015

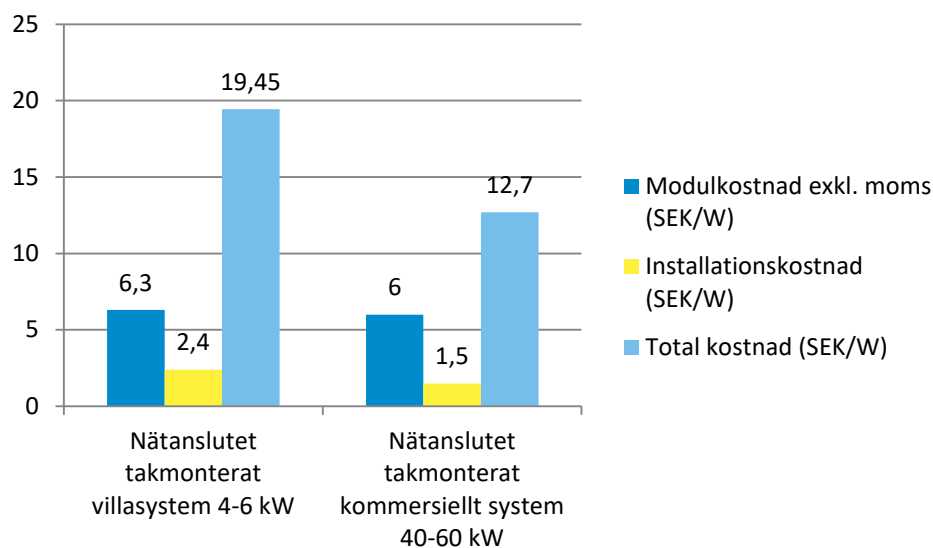
Av de moduler som installerades i Sverige under 2015 var lite drygt hälften tillverkade i Kina. Eftersom kostnaderna för modulerna står för en tredjedel av det totala systempriset för ett villasystem, och nästan hälften av ett större kommersiellt system (se Figur 4) så får det konsekvenser för prisutvecklingen när modulpriserna inte kan gå ner på grund av importtullarna. EU-kommissionen utreder just nu om importtullarna ska behållas, utvidgas till fler länder eller avslutas. Ett beslut som kommer att få konsekvenser för den fortsatta prisutvecklingen i Sverige.

Figur 3 Prisutveckling för solcellssystem i Sverige (exklusive moms)



Källa: IEA-PVPS National Survey Report of PV power applications in Sweden 2015

Figur 4 Kostnader för ett nätanslutet takmonterat villasystem 4-6 kW (baserat på ett genomsnitt av 15 installationsföretags kostnader) samt för ett nätanslutet takmonterat kommersiellt system 40-60 kW (baserat på ett genomsnitt av 5 installationsföretags kostnader) i slutet av 2015

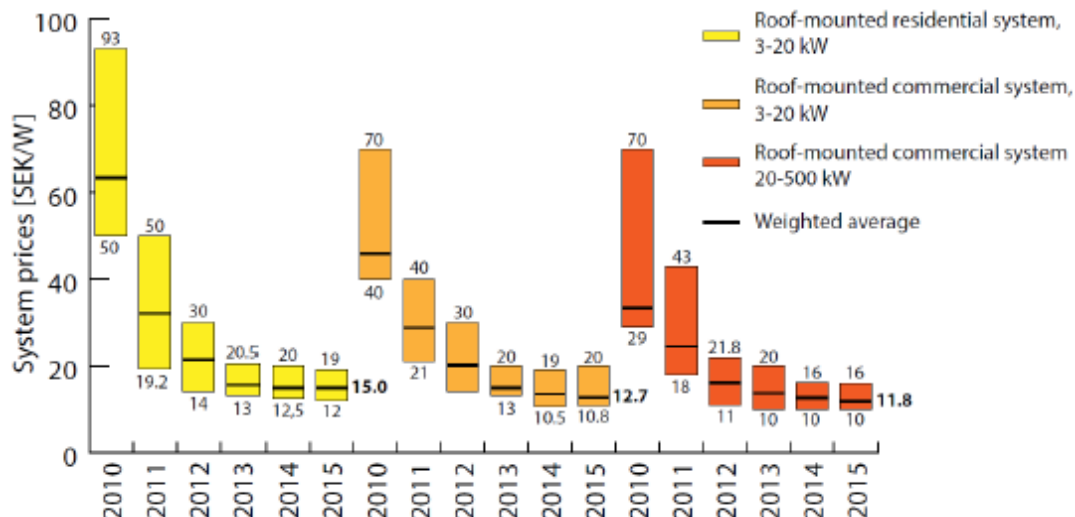


Källa: IEA-PVPS National Survey Report of PV power applications in Sweden 2015

Not: Utöver kostnadsposterna i figuren tillkommer kostnader såsom växelriktare, frakt, licens, övrig elektronik (ex kablar), fästmaterial, vinstmarginal, elektrikerskostnad.

Figur 5 visar spridningen i pris mellan olika installationsföretag.

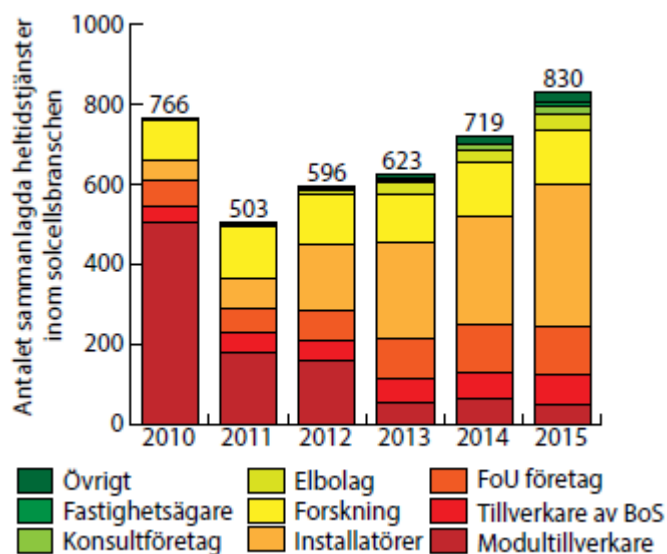
Figur 5 Skillnad i systempriser inklusive installation för solcellssystem (exklusive moms)



Källa: IEA-PVPS National Survey Report of PV power applications in Sweden 2015

2015 förlorade Sverige sin sista modulproducent när Swemodule ansökte om konkurs. Dock finns det flera svenska företag, med fokus på andra systemkomponenter eller nya solcellstekniker, som stadigt utvecklas och växer. Den svenska solcellbranschen utvecklas även då fler och fler aktörer med andra kärnverksamheter, såsom elbolag och fastighetsägare, har ökat sina aktiviteter inom solcell. Totalt ökade antalet heltidssysslor inom solcellbranschen med 15 procent, från cirka 720 i slutet av 2014 till ungefär 830 i slutet av 2015 (Figur 6).

Figur 6 Solcellsrelaterade arbetstillfällen i Sverige



Källa: IEA-PVPS National Survey Report of PV power applications in Sweden 2015

3 Intäkter och kostnader för solelproduktion

Nedan redogörs för de olika kostnader och intäkter som uppstår i samband med investeringar i solceller liksom relevanta aspekter och antaganden som påverkar kostnader och intäkter. Även de styrmedel som påverkar solceller och genererar intäkter eller reglerar beskattning redovisas i detta kapitel.

3.1 Nettoproduktion

Den årliga nettoproduktionen för solel ligger uppskattningsvis på ca 800 - 1 100 kWh/kW installerad eleffekt för ett svenskt system orienterat rakt mot söder, med en lutning på ca 30-50° och som ej skuggas någon gång under dagen. Solelproduktionen kan variera ca ± 10 % jämfört med ett medelår.²

3.2 Effektivitet

Med åren minskar solcellernas effektivitet. Minskningstakten varierar mellan olika solceller men uppgår i median till ca 0,2 % per år det vill säga en anläggning förväntas efter 30 års livslängd producera 94 % av den installerade effekten.

3.3 Installationskostnader och ROT-avdrag

Enligt Skatteverket kan arbetskostnaden schablonmässigt beräknas till 30 procent av totalkostnaden, inklusive mervärdesskatt.³ Skattereduktionen är sedan den 1 januari 2016 30 procent av detta belopp. Som husägare kan man välja mellan att göra ROT-avdrag eller söka investeringsstöd. Man kan inte göra ROT-avdrag vid nybyggnation inom en 5 års period från byggnadens färdigställande.

3.4 Drift- och underhållskostnader

Drift- och underhållskostnader är mycket låga och i princip icke existerande för små system. Större anläggningar förväntas ha årlig tillsyn och tiden för detta uppskattas till 1 timme per 7 kW installerad effekt och år då större system kan inkludera mjuk- och hårdvara för att anläggningsägaren ska kunna erhålla daglig rapportering om produktionen.

² Elforsk och Bengts Villablogg

³ (SFS 2014:1582).

3.5 Ekonomiska styrmedel

3.5.1 Investeringsstöd

Fr.o.m. den 1 januari 2015 kan företag erhålla ett investeringsstöd på 30 procent av den totala investeringskostnaden, för övriga aktörer ligger stödnivån på 20 procent. Stödnivån beräknas utifrån installationskostnaderna. Maxbelopp per solcellssystem är 1,2 miljoner kronor och de stödberättigade kostnaderna får maximalt uppgå till 37 000 kronor plus moms per installerad kilowatt elektrisk topp effekt. Ansökningarna behandlas i turordning av länsstyrelserna. Stödet är rambegränsat vilket innebär att det bara kan ges så länge de avsatta pengarna räcker. Varje år är dessutom begränsat av hur mycket pengar som är avsatta till just det året.

Regeringen aviserade i höstbudgeten 2015 ökade satsningar på solceller om 225 Mkr 2016 och därefter 390 Mkr varje år 2017-2019. Detta innebär sammanlagda satsningar om 1,4 miljarder kronor fram till 2019.

3.5.2 Skattereduktion

Den 1 januari 2015 infördes en skattereduktion för mikroproduktion av förnybar el. Skattereduktionen gäller den som framställer förnybar el, i en och samma anslutningspunkt matar in förnybar el och tar ut el, har en säkring om högst 100 ampere i anslutningspunkten och har anmält sin mikroproduktion till nätkoncessionshavaren. Underlaget för skattereduktionen består av de kilowattimmar förnybar el som har matats in i anslutningspunkten (ut på nätet) under kalenderåret, dock högst så många kilowattimmar el som tagits ut i anslutningspunkten under året. Underlaget för skattereduktionen får inte överstiga 30 000 kilowattimmar, vare sig per person eller per anslutningspunkt. Det innebär att den största skattereduktion en person kan få är 18 000 kronor per år. Skattereduktionen uppgår till underlaget multiplicerat med 60 öre.⁴

3.5.3 Elcertifikat

Elcertifikat är ett ekonomiskt stöd för producenter av förnybar el och har funnits i Sverige sedan 2003. För varje producerad megawattimme (MWh) förnybar el kan producenterna få ett elcertifikat av staten. Elproducenterna kan sedan sälja elcertifikaten på en öppen marknad där priset bestäms mellan säljare och köpare. Elcertifikaten ger på så sätt en extra intäkt till producenter av förnybar el, utöver den vanliga elförsäljningen. Köpare är aktörer med så kallad kvotplikt, främst elleverantörer.

För att få elcertifikat för bruttoproduktionen (vilket inkluderar egenanvändning) behöver producenten bekosta en timvismätare. Väljer producenten istället att få elcertifikat för nettoproduktionen (den el som matas ut på koncessionspliktigt nät) är det nätägaren som står för mätaren. Att installera en mätare för

4

<http://www.skatteverket.se/privat/fastigheterbostad/mikroproduktionavfornybarel/skattereduktionfornmikroproduktionavfornybarel.4.12815e4f14a62bc048f4220.html>

bruttoproduktionen kan i vissa fall kosta mer än vad intäkterna i elcertifikat ger för en villaanläggning med en solcellsanläggning. Årskostnaden för en mätare med tillkommande service (mätning och rapportering) för bruttomätning kan ligga runt 1 500 – 2 000 kronor. Det innebär att vid ett elcertifikatpris på 150 kronor per MWh så krävs det ca 10-13 MWh i egenanvändning för att täcka upp för kostnaden för mätaren.

Genomsnittligt spotpris hos de tre största mäklarna av elcertifikat uppgick till 152 kronor/MWh under 2015.⁵

3.5.4 Ursprungsgarantier

Lagen om ursprungsgarantier trädde i kraft den 1 december 2010. För både elproducenter och elleverantörer är ursprungsgarantin ett verktyg för att styrka elens ursprung. Ursprungsgarantiernas syfte är att göra ursprungsmärkning av el tillförlitlig och att slutkunden av el ska få kunskap om elens ursprung på ett tydligt sätt. För varje producerad megawattimme el får elproducenten en ursprungsgaranti. Ursprungsgarantier kan utfärdas för elproduktion från alla energikällor. Ursprungsgarantin annulleras när den har använts eller efter att 12 månader gått från det att energimängden producerats. Annulleringen blir på så sätt en garanti för att producenten och leverantören inte säljer mer el av ett visst ursprung än vad som produceras.

Ursprungsgarantierna är till skillnad från elcertifikat inget stöd för förnybar elproduktion, men kan ge producenterna en extra intäkt (speciellt vid en hög efterfrågan). Marknaden är idag förhållandevis liten och det är svårt att veta vilket bidrag ursprungsgarantierna ger. I det avtal som solcellsproducenten har med elleverantören kan försäljning av ursprungsgarantier, elcertifikat och el innefattas.

Det utfärdades 19 052 ursprungsgarantier för solel som producerades under 2015. För 2014 var motsvarande siffra 7 944.⁶ Det finns vissa företag som handlar med ursprungsgarantier men volymerna är fortfarande för låga för att kunna säga att det är en fungerande marknad. Priserna varierar från 1-2 öre och som högst 20 öre per kWh.

3.5.5 Beskattning

I frågan om skattskyldighet för solel har Skatteverket lämnat besked om att den som har en solcellsanläggning på sin villa inte kommer att behöva betala energiskatt för den producerade elen. Den 1 juli 2016 trädde nya regler i kraft som ger undantag från skatteplikt för elektrisk kraft som framställts i Sverige. För sol sätts en gräns för anläggningar med 255 kilowatt installerad toppeffekt. Den begränsning som innebär att skatteundantaget inte gäller den som ”yrkesmässigt” levererar elektrisk kraft slopas.

⁵ Energimyndigheten, Norges vassdrags- og energidirektorat, En svensk-norsk elcertifikatsmarknad, årsrapport för 2015, ET 2016:08

⁶ <https://cesar.energimyndigheten.se//Lists/PublicPages/Statistics.aspx?Page=Transactions>

Skattefriheten gäller per juridisk person vilket innebär att om flera anläggningar har samma ägare och de sammanlagt överskrider 255 kW toppeffekt så försvinner skattefriheten. Det är alltså den sammanlagda effekten som den juridiska personen förfogar över som avgör om undantag från skatteplikt ska gälla. Regeringen aviserade den 21 november 2016 att denna regel kommer att ändras så att juridiska personer som äger flera anläggningar som sammanlagt uppgår till 255 kW ska betala en energiskatt på 0,5 öre/kWh istället för 29,2 öre/kWh, därefter ska skatten fasas ut helt. Enskilda anläggningar över 255 kW erhåller emellertid inget skatteundantag. Regeringens avsikt är att de nya skattenivåerna ska börja gälla den 1 juli 2017.⁷

3.6 Försäljningsintäkter och ersättning för överskott

Ersättning för försäljningen av överskottsel kan skilja sig väldigt mycket åt beroende på vilket elhandelsbolag man säljer till. Många företag ger spotpriset medan andra ger spotpriset +/- ett mindre påslag/avdrag. Det finns även elhandlare som ger betydligt högre påslag, upp till 100 öre + spotpriset eller 200 öre/kWh givet att man handlar sin solcellsanläggning från dem.⁸ Andra har som kriterium att man även måste köpa all sin el från dem för att få ett högre pris än spotpriset på sitt överskott men inte alla. Beroende på val av elhandelsbolag kan alltså ersättningen variera betydligt. Räknas alla poster in kan ersättningen variera mellan ungefär 90 öre och 230 öre per kWh såld el (Tabell 2).

Tabell 2 Värde av överskottsel vid skattereduktion

	<i>Pris (öre/kWh)</i>	<i>Förklaring</i>
Försäljning	20-200	Nord Pool spotpris medelvärde 2015 låg på 20 öre. Max ersättning 200 öre vid köp av anläggning från elhandelsbolaget.
Moms	- 25 %	Moms på 25 % på försäljningspriset av el (det finns företag som betalar momsen till privatpersoner)
Försäljning - moms	15-150	
Elcertifikat	15,2	Medelpris 2015
Nätnytta	4	Lagstadgad ersättning som varierar mellan nät
Skattereduktion	60	Fr.o.m. 1 januari 2015
Totalt värde	94,2-229,2	

⁷ <http://www.regeringen.se/pressmeddelanden/2016/11/sa-tar-regeringen-bort-skatten-pa-solel/>

⁸ <https://il.wp.com/bengtswillablogg.info/wp-content/uploads/2015/04/Elbolagens-erbjudanden-till-mikroproducenter.jpg> (sammanställt av Johan Lindahl i april 2015). Gotland Energi erbjuder 200 öre/kWh förutsatt att man handlar sitt solelsystem från dem.

3.7 Investeringskostnader

Investeringskostnaden för ett solcellssystem varierar beroende på exempelvis var solcellsmodulerna installeras, på modulverkningsgrad och om det köps av ett företag eller en privatperson. För en privatperson tillkommer moms på priset. Investeringskostnader för en vanlig villa/privatperson uppskattas till ca 15 000 kr/kW installerad effekt medan en kommersiell aktör antas ha en större anläggning och ligger runt 12 700 kr/kW installerad effekt⁹. Medianstorleken på en villa ligger runt 5 kW medan en kommersiell anläggning kan tänkas ligga runt 50 kW. Kostnaden för en större anläggning, exempelvis en solpark om 1 MW, byggd på ställning på mark, uppskattats till 10 000 kr/kW installerad eleffekt.¹⁰

Utöver grundinvesteringen så innefattas en återinvestering efter 15 år då växelriktaren byts ut.

Tabell 3 visar en sammanställning över antagna kostnader för nyckelfärdiga anläggningar i tre olika storlekar:

- 5 kWel, netto på villatak med optimal lutning och ingen skuggning
- 50 kWel, netto på ställning på industritak med optimal lutning och ingen skuggning
- 1 MWel, netto på mark med solföljare och produktionsoptimering, viss skuggning (Solparken utanför Västerås står som modell)

Anledningen till att investeringsstödet bara uppgår till 6 % för solparken är att det finns ett maxbelopp på 1,2 miljoner och Västerås Solpark kostade 20 miljoner¹¹ därav uppgår investeringsstödet till 6 % av en park av det slaget.

Tabell 3 Kostnad för nyckelfärdig solcellsanläggning

Parametrar	5 kW	50 kW	1 MW	Enhet
Specifik investering	15 000	12 700	10 000	kr/kWel brutto
Specifik investering	-	-	-	kr/kWel netto
Byggtid	<<1	<1	<1	år
Moms	25 %	0 %	0 %	
Avskrivningstid	25 (30)	25(30)	25(30)	år
Fast DoU	0	80	90	kr/kWel
Återinvestering	0,009	0,07	0,97	Mkr
Tid mellan grund och återinvestering	15	15	15	år
Investeringsstöd	20	30	6	% av investering
Fastighetsskatt	0	0	0,5	öre/kWhe

⁹ Kostnader från IEA-PVPS National Survey Report of PV power applications in Sweden 2015

¹⁰ Elforsk rapport 14:40

¹¹ http://www.fastighetsagarna.se/mittnord/aktuellt/nyheter_1/nyheter-2013/kraftpojarna-bygger-solcellspark-i-vasteras

Källa: Elforsk (2014) med korrigerade/uppdaterade siffror från Energimyndigheten.

Not: Alternativa värden anges inom parentes.

3.8 Produktionskostnad för sol

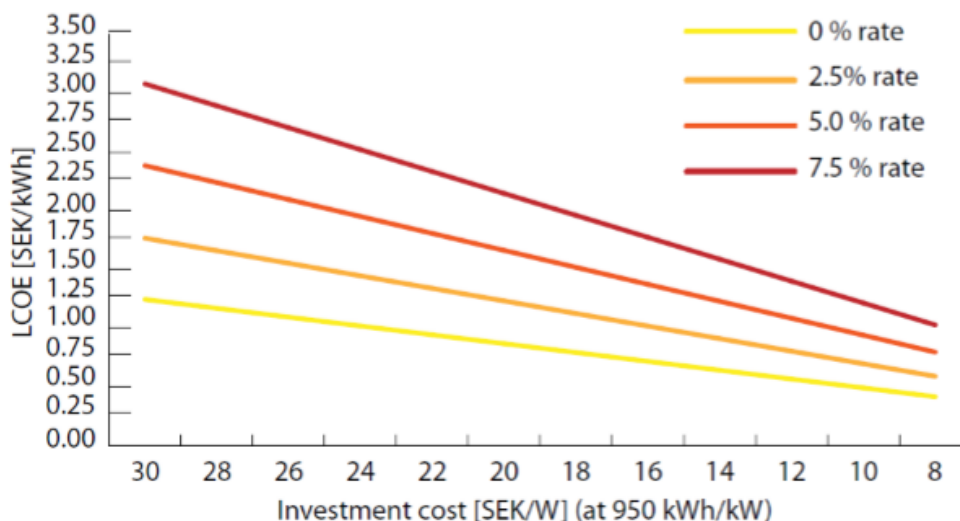
Följande kapitel visar ett exempel på en beräkning av produktionskostnad från Sveriges årliga rapport som sol till IEA.¹² Antagandena skiljer sig något åt från de antaganden som Elforsk gjort (eller de som används för solvärme). Bland annat har en högre degraderingstakt använts (0,5 procent/år istället för 0,2) och en något lägre kalkylränta. Effekten av olika kalkylräntenivåerna kan emellertid ses i Figur 7.

Figur 7 visar vad det kostar att producera en kWh sol vid olika ränte- och investeringsnivåer enligt LCOE - Levelized Cost of Electricity:

$$\text{LCOE} = \frac{\text{sum of costs over lifetime}}{\text{sum of electrical energy produced over lifetime}} = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{I_t + M_t + F_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{E_t}{(1+r)^t}}$$

Vid en livslängd på 30 år, investeringskostnad på 18 750 kr/kW inkl. moms, nyinvestering av växelriktare efter 15 år (utslaget till 100 kr per år och kW), en produktion år 1 på 950 kWh per kW installerad effekt, samt en degradering på 0,5 procent per år av anläggningen och en ränta på 2 %, så hamnar kostnaden per kWh på 1,09 kr.¹³

Figur 7" Levelized cost of electricity" vid olika investeringskostnader och räntenivåer



Källa: IEA-PVPS National Survey Report of PV power applications in Sweden 2015

¹² IEA-PVPS National Survey Report of PV power applications in Sweden 2015

¹³ För produktionskostnad för olika anläggningar givet olika antaganden se förra årets rapport *Uppföljning av utvecklingen av investeringar i solenergi ER 2015:29*.

4 Marknadsutveckling, lärokurvor och prognoser

Kostnadsminskningen för solcellsmoduler är starkt kopplad till antalet installerade system. Idealtypiskt brukar man hänvisa till en ”lärokurva” som i det enklaste fallet är en effekt av produktionsvolymen. Den teoretiska mekanismen består i att man lär sig tillverka på ett mer kostnadseffektivt sätt. Innovationen blir konkurrenskraftig när den blir en standardiserad vara för långa serier. Sedan 1980 har priserna på solcellsmoduler minskat enligt en ”lärokurva” som visar att genomsnittliga säljpriser för solcellsmoduler minskat med 23 % för varje dubbling av produktionsvolymen de senaste 35 åren (Figur 8).¹⁴

Mellan 2008 och 2015 har priset för solcellsmoduler sjunkit med 87 procent varav 2012 stod för 20 procent. De skarpa prissänkningarna på de internationella marknaderna 2011 och 2012 skapade allvarliga finansieringsproblem för svenska solcellsmodulestillverkare vilket fick flera att gå i konkurs då produktionskapaciteten på solceller översteg efterfrågan. I nuläget finns det ingen svensk modulettillverkare kvar.¹⁵

Priserna på hela solcellssystem som är uppbyggda av flera solcellsmoduler (paneler) inklusive kostnader för växelriktare, kablar, tillstånd, nätanslutning etc. har följt utvecklingen men något långsammare. Andelen av kostnaden för en hel solcellsanläggning som kom från enbart moduler/paneler uppgick 2008 till 70 procent men hade 2014 sjunkit till mindre än 50 procent.¹⁶

Under perioden 2013-2017 förväntas en minskning i produktionskostnad för de bästa kinesiska solcellsmodulerna på 19 procent.¹⁷ De flesta solceller som installeras i Sverige är från Kina och Tyskland varför prisutvecklingen där är viktig. Systemkostnaden förväntas fortsätta sjunka men i en långsammare takt de närmaste åren än vad som skett fram till 2015 eftersom marknaden blir allt mer konsoliderad.

Även om det finns en global marknad för hårdvarukomponenter till ett solcellssystem och priserna är väldigt lika globalt så varierar priserna för installerade solcellssystem mellan länder. Detta beror på att det finns olika juridiska förutsättningar och krav för uppsättning, licens och nätuppkoppling samt olika förutsättningar gällande marknadsmogenhet för installatörer och utvecklare.

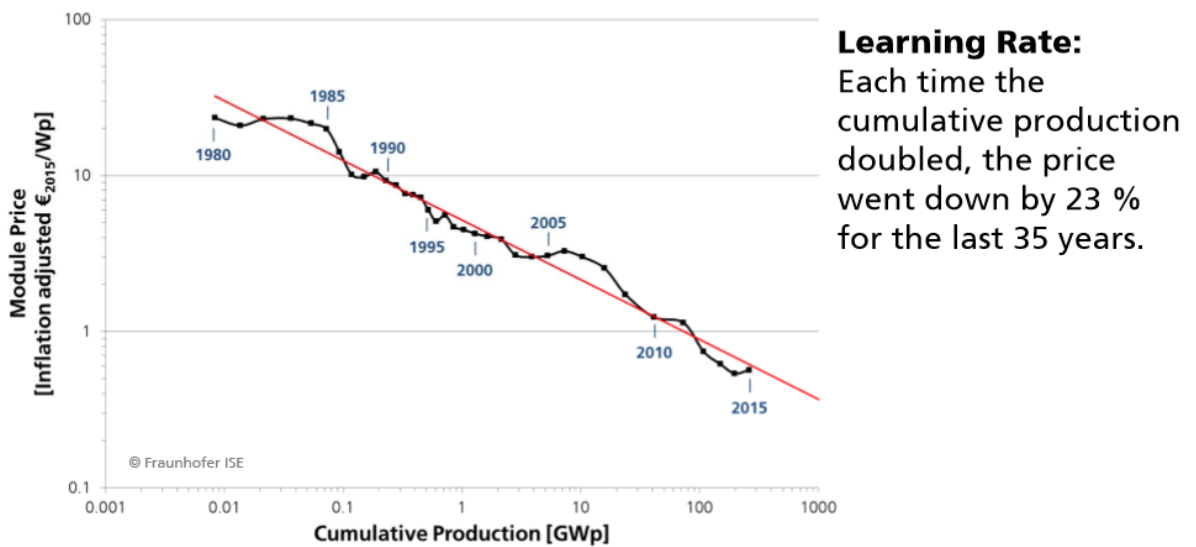
¹⁴ [Fraunhofer Institute](#)

¹⁵ IEA-PVPS National Survey Report of PV power applications in Sweden 2015

¹⁶ http://iet.jrc.ec.europa.eu/remea/sites/remea/files/pv_status_report_2014_online.pdf

¹⁷ A. Jäger-Waldau, ”PV Status Report 2013,” European Commission, DG Joint Research Centre, Institute for Energy and Transport, Renewable Energy Unit, Italien, 2013.

Figur 8 Hur kostnaden på solcellsmoduler minskat beroende på den kumulativa produktionen från 1980 till 2015



Källa: Fraunhofer Institute, PVP report 2015

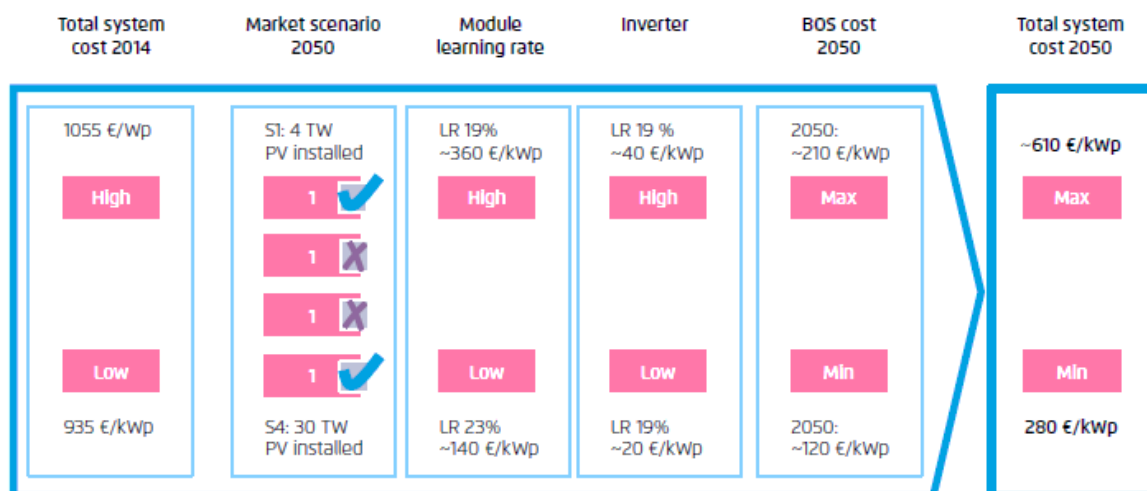
Not: Grafen inkluderar alla kommersiella solcellstekniker.

Figur 9 visar Fraunhofer institutets uppskattningar av kostnadsutvecklingen för markbaserade solcellssystem¹⁸. Deras utgångspunkt är en kostnad på ca 1 000 Euro/kW vilket motsvarar uppskattningar i Sverige på 10 000 kr/kW.¹⁹ Med tanke på att Sverige och Tyskland ligger nära varandra och att Sverige importerar majoriteten av alla moduler från Tyskland och Kina är det rimligt att dessa kostnadsutvecklingar inte skiljer sig alltför mycket från Sverige.

¹⁸ Current and Future Cost of Photovoltaics - Long-term Scenarios for Market Development, System Prices and LCOE of Utility-Scale PV, Systems, Fraunhofer ISE

¹⁹ Vilket stämmer överens både med siffror från Elforsk samt IEA PVPS 2015.

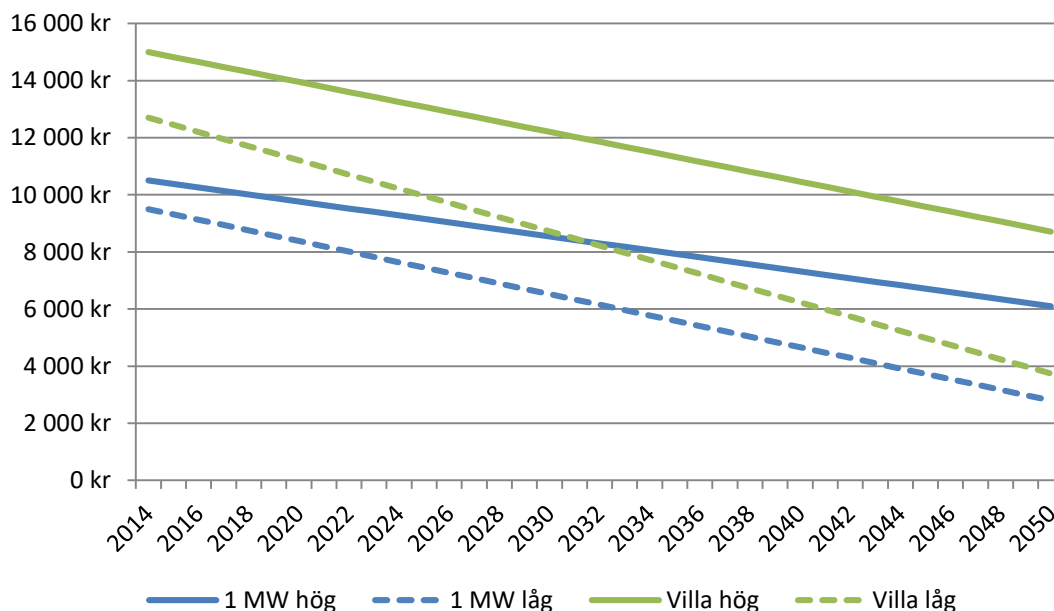
Figur 9 Prognostiserade systemkostnader för en större anläggning (markbaserad), i Tyskland



Källa: Current and Future Cost of Photovoltaics - Long-term Scenarios for Market Development, System Prices and LCOE of Utility-Scale PV Systems, Fraunhofer ISE

Utgående från Fraunhofer institutets kostnadsscenarier för markbaserade system visar Figur 10 vad som skulle hända inte bara med markbaserade system (1 MW) utan även i fall samma procentuella minskning användes över alla kategorier. *Villa hög* utgår från 15 kr/W och *Villa låg* utgår från 12,7 kr/W.

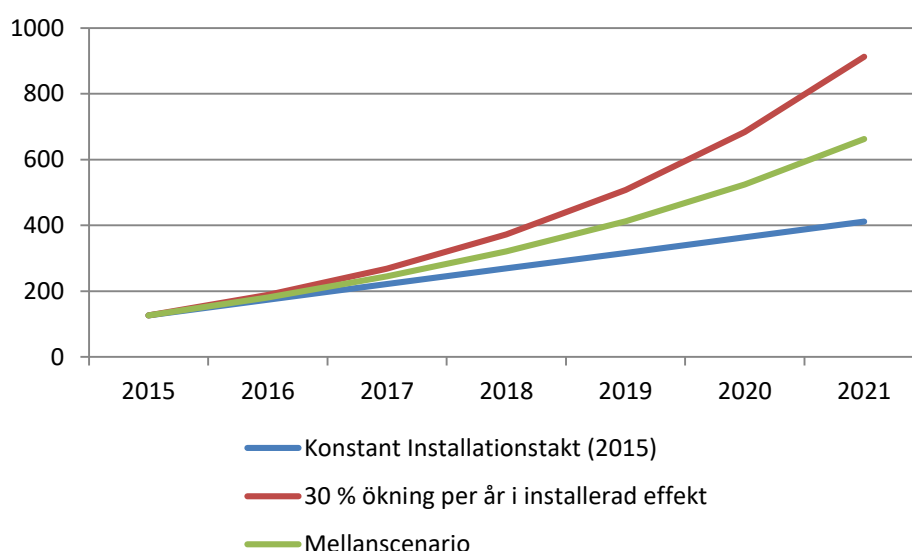
Figur 10 Kostnadsutveckling för hela solcellssystem, scenarier, per kW installerad effekt



4.1 Scenarier för installerad effekt

Utvecklingen av installerad solceller beror på en rad olika faktorer. Möjligheten till solcellsstöd, skattereduktion och att kunna sälja överskottet till nätet, pris på elcertifikat och ursprungsgarantier, elpris, prisutvecklingen för solceller, installation, drift och underhåll, utvecklingen av elproduktionskostnader för andra tekniker med mera. Figur 11 visar tre scenarier där den röda linjen utgår från att utvecklingstakten sett till installerad effekt fortsätter att öka med 30 % per år liksom den gjorde mellan 2014-2015 utgående från ny installerad effekt 2015 på 47,4 MW. Den blå linjen utgår från ett konstant scenario där det varje år installeras 47,4 MW precis som under 2015. Den gröna linjen antar att installationsakten ligger mellan en konstant och en dubblerad utveckling.

Figur 11 Scenarier för installerad soleffekt i Sverige, MW



Eftersom solcellsproducerad el fortfarande är en förhållandevis ny och mycket liten marknad i Sverige är det omöjligt att göra kvalificerade prognoser. Därför får dessa scenarier ersätta sådana prognoser tills det finns bättre underlag. Solceller står endast för 0,08 % av elkonsumtionen i landet. Figur 11 är därför endast att betrakta som möjliga scenarier som tar sin utgångspunkt i de senaste årens utvecklingstakt.

5 Investeringar i solvärme

De finns flest installerade solfångare i Kina som står för cirka 75 % av världsmarknaden. Europa kommer på andra plats med en för närvarande lika positiv utveckling som i Kina. I Europa finns det flest solfångare i Tyskland men räknat per capita ligger Cypern, Grekland och Österrike långt före övriga länder. En stor del av de solfångare som installeras i Sverige tillverkas också i Sverige, men importen av solfångare har ökat under de senaste åren eftersom utländska företag haft bättre marknadsförutsättningar för att utvecklas. De större solvärmeanläggningarna som uppfördes i demonstrationssyfte i Sverige under 1980-talet har lett till att flera av världens största solvärmeanläggningar finns i Sverige och att merparten av de största solvärmeanläggningarna i världen bygger på svensk teknik. Den största anläggningen 2015 omfattar 70 000 kvm solfångare och finns i ett fjärrvärmesystem i Vojens i Danmark.²⁰

5.1 Försäljning av solfångare

Försäljningen av solfångare är uppdelad i 7 kategorier och redovisas kvartalsvis. Under perioden har det varit omkring 15 rapporterande företag som redovisat uppgifter. Tabell 4 och Figur 12 åskådliggör den kvartalsvisa försäljningsstatistiken av kvadratmeter solfångare fördelat på de olika kategorierna.

Rapporterade försäljningssiffror för första och andra kvartalet (Q1 och Q2) för 2016 är lägre än för samma period 2015 i samtliga kategorier förutom kategori 2 där inrapporterad försäljning för Q2 är densamma för 2015 och 2016. Försäljningssiffrorna för solvärmeprodukter (glasade) har minskat kraftig från 2011-2014 för att plana ut 2015, se Figur 13. Försäljningsökningen av plana solfångare i större anläggningar (> 100 m²) från 2014 till 2015 kompensades av en lika stor minskad försäljning av produkter till de mindre anläggningarna

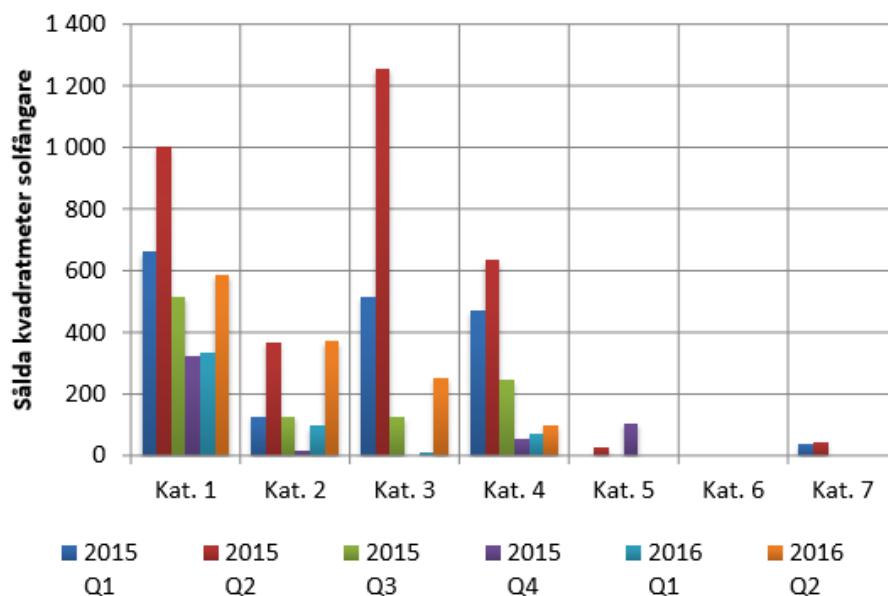
²⁰ Källa: Svensk Solenergi

Tabell 4 Kvartalsvis försäljningsstatistik 2015 Q1-Q4 och 2016 Q1-Q2

Kategori	2015 Q1	2015 Q2	2015 Q3	2015 Q4	2015 Q1-Q4	2016 Q1	2016 Q2
1. Kvadratmeter plana solfångare i småsystem (< 15 m ² total solfångararea)	660	1 001	514	323	2 498	336	587
2. Kvadratmeter plana solfångare i mellanstora system (< 100 m ² total solfångararea)	128	368	128	17	641	96	370
3. Kvadratmeter plana solfångare i stora system (> 100 m ² total solfångararea)	515	1 257	125	0	1 897	10	252
4. Kvadratmeter vakuumrörsolfångare i småsystem (< 15 m ² total solfångararea)	470	633	244	55	1 402	70	99
5. Kvadratmeter vakuumrörsolfångare i mellanstora system (< 100 m ² total solfångararea)	0	27	0	106	133	0	0
6. Kvadratmeter vakuumrörsolfångare i stora system (> 100 m ² total solfångararea)	0	0	0	0	0	0	0
7. Kvadratmeter "poolsolfångare" dvs plast- eller gummsolfångare utan glastäckning	37	45	0	0	82	0	0
8. PVT-hybrider (alla anläggningsstorlekar) ²	-	-	-	-	400	83	
Totalt – kategori 1-6	1 773	3 286	1 011	501	6 571	512	1308

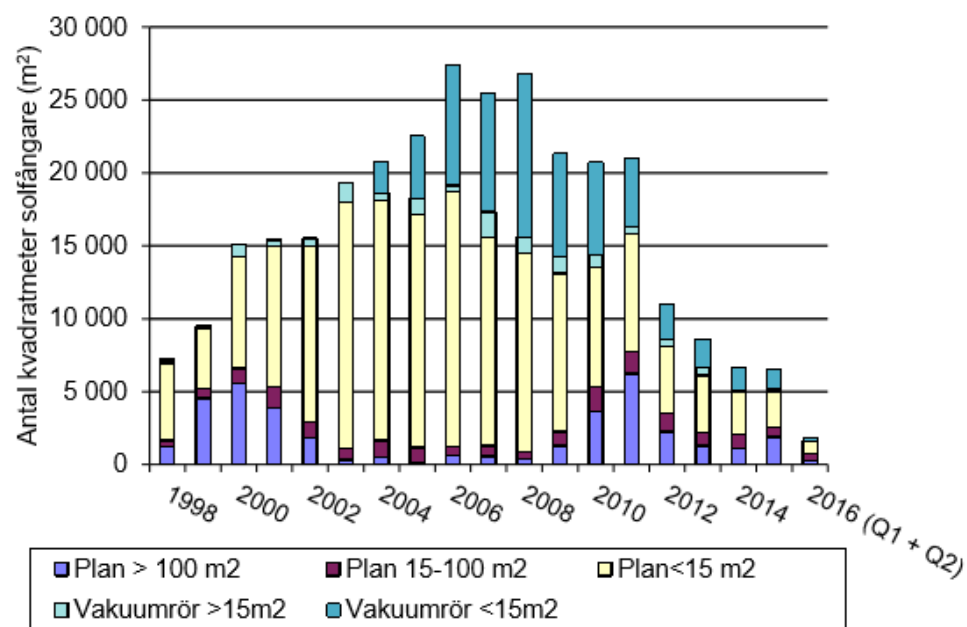
Källa: SP- Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Figur 12 Kvadratmeter sålda solfångare för perioden 2015 – Q1+ Q2 2016 per produktkategori



Källa: SP- Sveriges tekniska forskningsinstitut

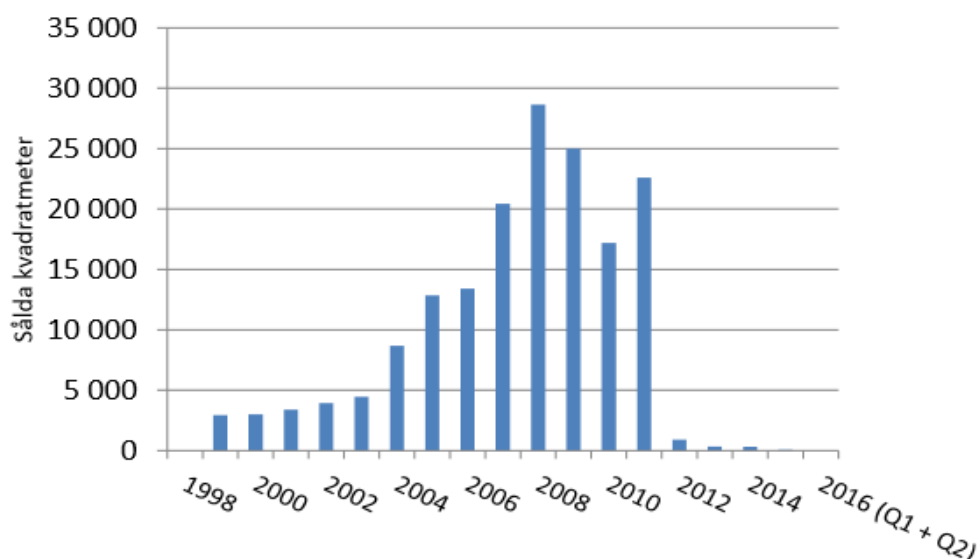
Figur 13 Försäljning av glasade solfångare 1998-2015, m²



Källa: SP- Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Samma nedåtgående trend syns för försäljning av poolsolfångare, se Figur 14. 2015 såldes det endast 82 m² poolsolfångare (från en och samma tillverkare) och det har inte rapporterats in någon försäljning alls under 2016 (Q1 + Q2). Konkurrenten med värmepumpar tros vara en anledning till den kraftigt minskande marknaden för poolsolfångare även om mörkertalet är stort och svårt att uppskatta.

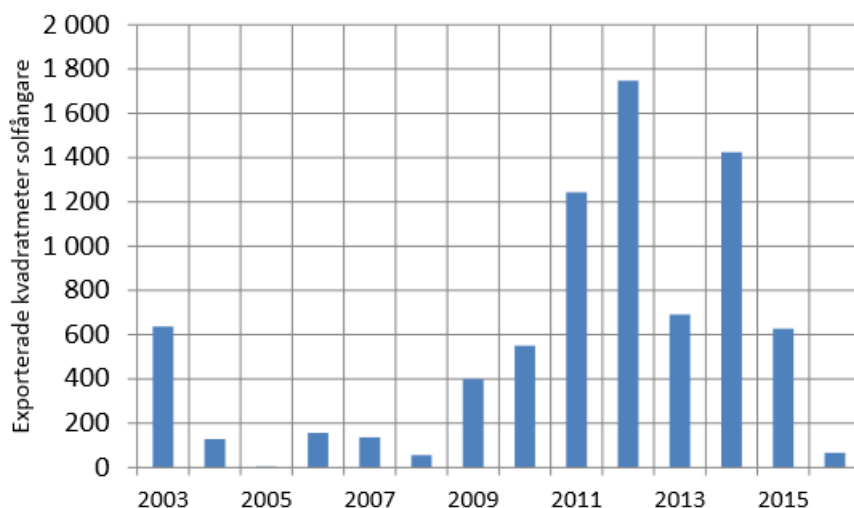
Figur 14 Försäljning av poolsolfångare, M²



Källa: SP- Sveriges tekniska forskningsinstitut

Även exporten av solfångare som från 2012 och framåt utgjorts i stort sett av plana solfångare har minskat (Figur 15).

Figur 15 Export av solfångare 2003-2016 (Q1 + Q2 för 2016)



Källa: SP- Sveriges tekniska forskningsinstitut

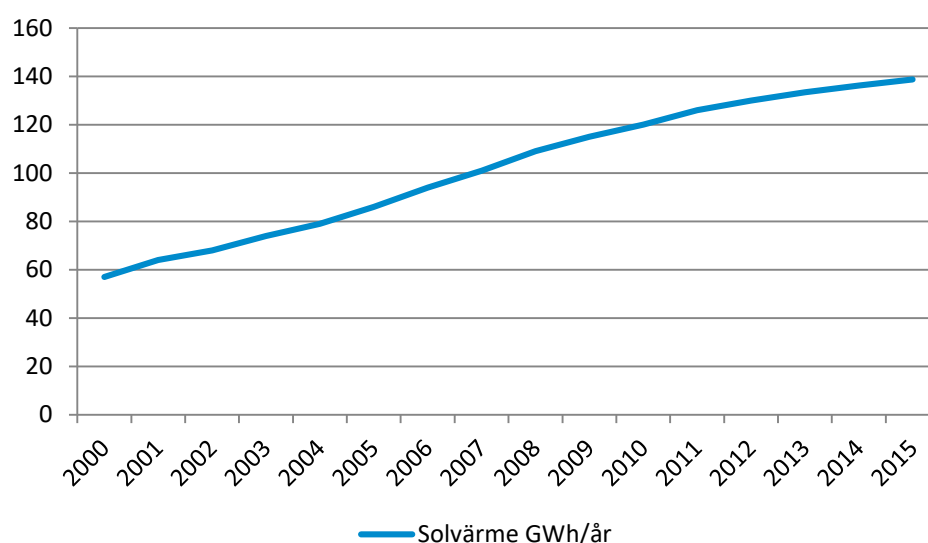
5.2 Installerade kvadratmeter solvärme

Solvärme genererar idag ca 140 GWh värme per år i Sverige. I slutet av år 2012 fanns det 350 000 m² solfångare installerat.²¹ De senaste fyra åren har ytterligare 23 000 m² installerats vilket ger ungefär 373 000 m² t.o.m. Q2 2016.

De flesta solvärmesystemen finns installerade i småhus men det finns också flera tillämpningar i anslutning till flerbostadshus, mindre fjärrvärmesystem, utomhusbad, idrottsplatser och campinganläggningar.²²

Ackumulerad solvärme är beräknad med ett antagande om rimlig nedmontering av äldre system (Figur 16).

Figur 16 Solfångare i Sverige, GWh/år



Källa: Svensk solenergi och uppdateringar utifrån försäljningsstatistik

Not: För senaste åren har uppskattningen gjorts baserat på årligt värmeutbyte om 400 kWh per m² modularea.²³

5.3 Drift och underhåll av solvärmeanläggningar

Ett solvärmesystem består i princip av solfångare, cirkulationspump, varmvattenberedare eller ackumulatortank och styrutrustning.

Tekniken är enkel med få rörliga delar och kräver ingen omfattande tillsyn eller skötsel, men en årlig kontroll av värmebäraren i solfångaren rekommenderas. Den årliga driftkostnaden är i det närmaste försumbar, i storleksordningen 100 kronor per år för elenergi till cirkulationspumpen i en typisk småhusanläggning som kan

²¹ http://www.energy-management.se/attachments/documents/159/hallbara_energisystemlosningar_inom_solenergiomradet_2012-12-20.pdf

²² <http://www.svensksolenergi.se/fakta-om-solenergi/solvaerme>

²³ För antaganden se: Hållbara energisystemlösningar inom solenergiområdet -en nulägesanalys, BEBO 2012

ge från 1 500 till 8 000 kWh solvärme per år (beroende på storlek och typ av solfångare).

Solfångarna är tillverkade av material med hög beständighet (glas, aluminium, etc.) och har lång livslängd. Det går att få 10–15 års garanti på solfångare och det finns anläggningar som varit i drift sedan slutet av 1970-talet.²⁴

5.4 Kostnader för solvärmesystem och producerad värme

Solfångare kostar från 2 000 till 5 000 kronor per kvadratmeter beroende på typ. Ett drivpaket kostar i storleksordningen 5 000 kronor. En varmvattenberedare med inbyggd solvärmeslinga kostar inte mycket mer än en vanlig varmvattenberedare. En välisolerad ackumulatortank kostar från 10 000 till 20 000 kronor beroende på storlek och utformning.

Ett komplett system med solfångare och varmvattenberedare kostar från 25 000 till 50 000 kronor.

Ett komplett system med solfångare och ackumulatortank kostar från 40 000 till 80 000 kronor beroende på typ och storlek.

Därutöver tillkommer installationskostnaden som får uppgå till maximalt 30 % av kostnaden för ett nytt solvärmesystem och är ROT-avdrag berättigat.

5.4.1 Beräkningsexempel

Tabell 5 visar kostnader för ett solvärmesystem (tappvarmvatten) med tre moduler som är *Solar Keymark*-certifierade²⁵. Både pris- och prestandauppgifter är hämtade från företaget Svesol Värmesystem AB och systemet som valts avses till ett litet hus med 2-4 individer. Angiven produktion är satt till 3 606 kWh/år vid 50 grader och livslängden till 30 år. Huruvida produktionen och livslängden som anges är lika bra i verkligheten är osäkert men även med dessa antaganden så blir solvärme relativt dyrt. Antas en kalkylränta på 3 procent uppgår kostnaden till 1,07 kr/kWh och med 6 procent till 1,51 kr/kWh. Detta betyder att kostnaden för solvärme är något billigare än elvärme som låg på 1,3 kr/kWh 2015.²⁶ Priset på fjärrvärme låg på motsvarande 88 öre/kWh för småhus 2015.²⁷

²⁴ Källa: Svensk solenergi

²⁵ Solar Keymark är en europeisk kvalitetsmärkning av solfångarprodukter. Keymark är den europeiska standardiseringsorganisationens (CENs) märke, som regleras av specifika regler för olika produkter. Källa: SP

²⁶ Energiläget i siffror 2015.

²⁷ Svensk fjärrvärme

Tabell 5 Kostnad för ett nyckelfärdigt system för solvärme med tre moduler för 2-4 individer.

	<i>Kostnad solvärmesystem</i>	<i>Årlig Kostnad</i>	<i>Kostnad per kWh</i>
Premium 3 Grundinvestering	39 750		
Akkumulatortank 500 - 3	19 875		
Installationskostnad (med 30 % ROT)	14 000		
Total grundinvestering	73 625	3 856	
Driftskostnad, kr	3 000	100	
Kostnad per kWh 3 % kalkylränta			1,07
Kostnad per kWh 6 % kalkylränta			1,51

Källa: Energimyndighetens beräkningar

Typsystem 2 har en angiven produktion på 4 632 kWh/år vid 50 grader. Är lämplig för ett hus med 2-5 personer och marknadsförs som alternativet som ger mest energi per investerad krona (Tabell 6 6). Istället för 3 så innehåller systemet 6 solfångare. Det är därför rimligt att anta en något högre installationskostnad. Systemet har en lägre produktionskostnad än det i Tabell 5 och producerad värme ligger ungefär på samma prisnivå som det genomsnittliga fjärrvärmepriset, med antagandet av en kalkylränta på 3 %.

Tabell 6 Kostnad för ett nyckelfärdigt system för solvärme med 6 moduler för 2-5 individer.

	<i>Kostnad solvärmesystem</i>	<i>Årlig Kostnad</i>	<i>Kostnad per kWh</i>
Favorit 6 Grundinvestering	41 800		
2101 Akkumulatortank 750	20 375		
Installationskostnad (med 30 % ROT)	17 500		
Total grundinvestering	79 675	5 888	
Driftskostnad, kr	3 000	100	
Kostnad per kWh 3 % kalkylränta			0,89
Kostnad per kWh 6 % kalkylränta			1,27

Källa: Energimyndighetens beräkningar

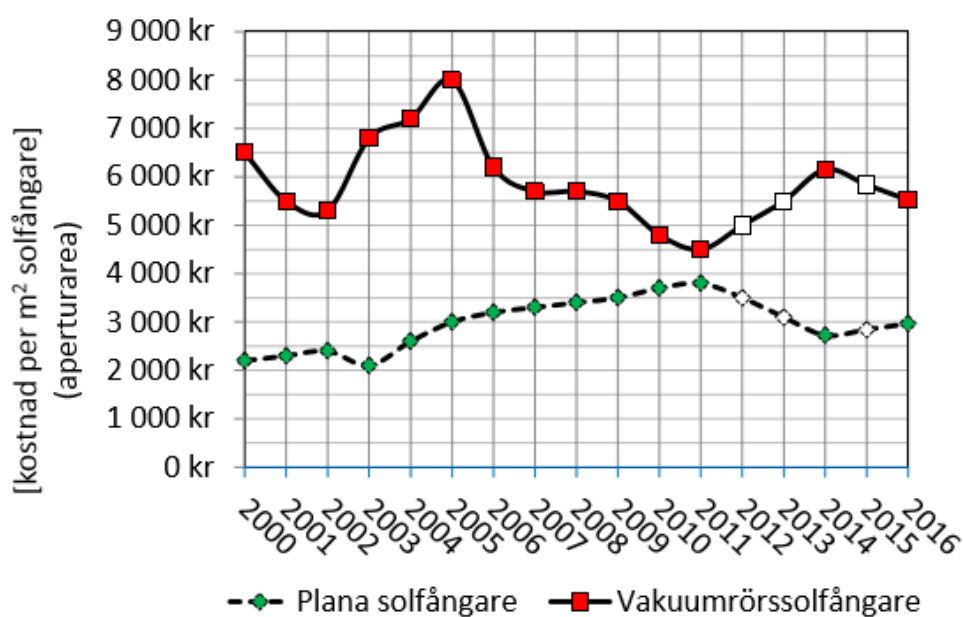
5.5 Kostnadsutvecklingen för solvärmesystem

Försäljningspriserna för plana och vakuumrörssolfångare har jämförts med tidigare insamlad statistik från år 2000. Jämförelserna visar försäljningspris per aperturarea och pris per årlig producerad kWh, se Figur 5 och Figur 6. Årlig producerad kWh är definierad för ett standardklimat i Stockholm och en

solfångartemperatur, 9m, på 50°C. Beräkningarna är gjorda med hjälp av ScenoCalc4.²⁸

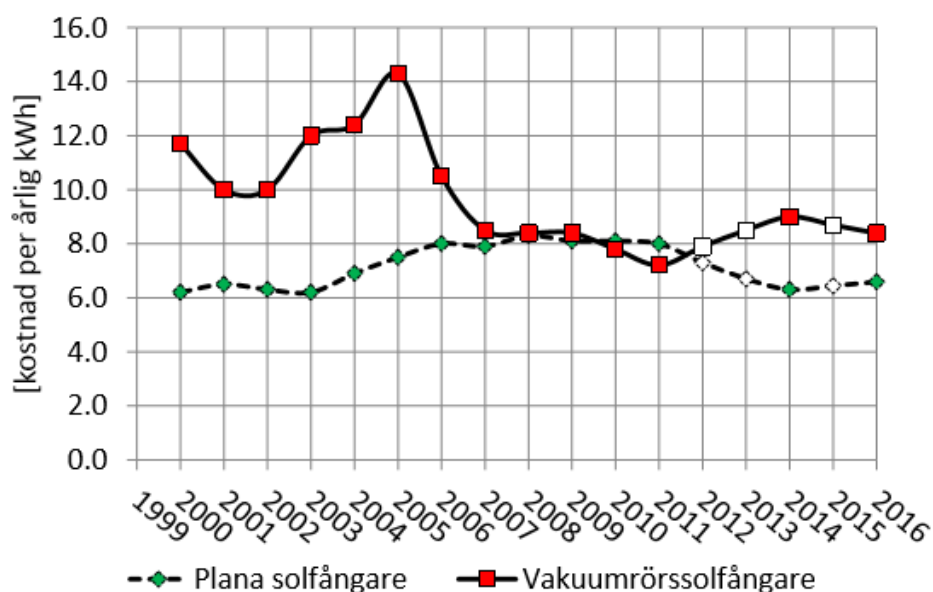
Värden till och med 2011 bygger på underlag från Boverkets utvärdering av solvärmebidraget och solvärmestödet, värden för 2014 bygger på en enkät till leverantörer och värden däremellan är interpolerade. Areadefinitionen för solfångare har ändrats från 2012 vilket gör att jämförelserna innan dess kan vara lite osäkrare. En faktor 1,1 har använts för att skala upp priserna från gross- till aperturarea för plana solfångare och 1,5 för vakuumrörssolfångare.

Figur 17 Prisutveckling per m² solfångare för plana och vakuumrörssolfångare för perioden 2000 – 2016.



²⁸ Undersökningen är gjord av SP med svar från totalt 16 tillverkare.

Figur 18 Prisutveckling för kr/kWh för plana och vakuumrörssolfångare



Figur 19 visar utvecklingen av årsutbyten för plana och vakuumrörssolfångare per aperturarea på den svenska marknaden från år 2000 och framåt (siffror saknas för 2007-2013 och 2015) där trenden är att prestandan blir bättre med åren för båda typerna, även om prestandan för vakuumrör är något lägre än värdet från 2014.

Figur 19 Utvecklingen av årsutbyte för plana solfångare (kWh/m² aperturarea/år)

År	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2014	2016
Plana solfångare	373	362	382	370	402	411	420	434	450
Vakuumrörssolfångare	559	522	549	556	581	624	652	682	668

Tabell 7 visar en sammanställning av konsumentpriser för olika typer av solfångare med prisintervall för 2016.

Tabell 7 Sammanställning av konsumentpriser (kr/m², grossarea inkl. 25 % moms), år 2016

Solvärmeprodukt	Max	Medel	Min	Standardavvikelse
Plana solfångare	4 681 kr/m ²	2 695 kr/m ²	1 500 kr/m ²	1 055 kr/m ²
Vakuumrörssolfångare	6 166 kr/m ²	3 682 kr/m ²	1 425 kr/m ²	1 736 kr/m ²
Poololfångare ⁹	-	-	-	-
PVT-hybrider	9 375 kr/m ²	7 030 kr/m ²	4 214 kr/m ²	2 133 kr/m ²

5.6 Framtiden för solvärme

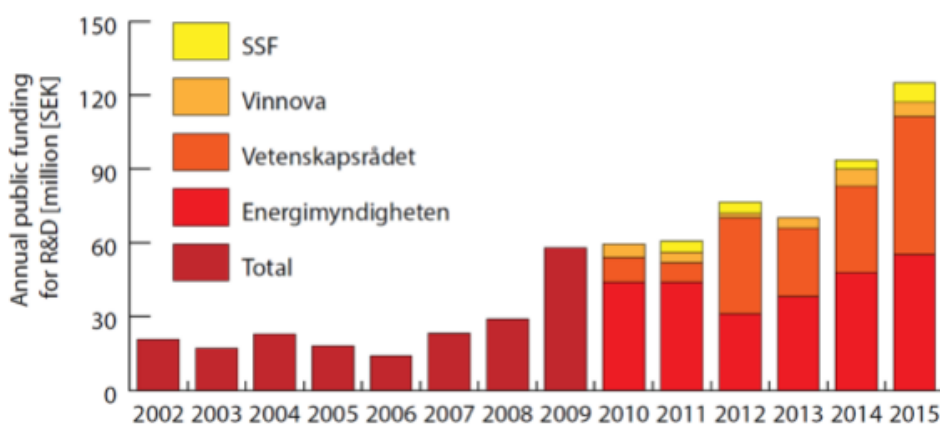
Solvärmemarknaden ser en fortsatt vikande trend i Sverige vilket i huvudsak kan förklaras med låga energipriser samt med konkurrensen från solel (PV-paneler) som i många avseenden konkurrerar om samma kunder. De flesta försäljare av solfångare har idag även ett sortiment för solcellspaneler eftersom den efterfrågan är större. Det är rimligt att anta att inga stora förändringar kommer att ske under de närmsta åren avseende kostnadsutvecklingen med tanke på att marknaden stagnerat för solfångare. När det gäller försäljningsutvecklingen som minskat kraftigt de senaste åren så finns det inget som tyder på att den trenden skulle vända.

6 Forskning och utveckling

Mestadelen av svensk solforskning finansieras av Energimyndigheten och Vetenskapsrådet. Även VINNOVA och Stiftelsen för strategisk forskning (SSF) finansierar solforskning. I juni 2012 startade forskningsprogrammet *El och bränsle från solen* med en budget på 123 miljoner kr fördelat på fyra år. Programmet finansieras av Energimyndigheten och startade i januari 2013 och löper till december 2016. Programmet inkluderar en mängd projekt inom forskning, utveckling och demonstration.

Figur 20 visar Sveriges offentliga satsningar på forskning till solceller. Förutom dessa satsningar uppgick Energimyndighetens villkorslån 2015 till 130 miljoner kr för solelsrelaterad teknik och tillhörande affärsutveckling.

Figur 20 Årliga offentliga forskningsrelaterade bidrag till solceller



Källa: IEA-PVPS National Survey Report of PV power applications in Sweden 2015

Tabell 8 visar enskilda pågående forskningsprojekt i Energimyndighetens portfölj som relaterar till solceller och solvärme.

Tabell 8 Forskningsprojekt inom solceller och solvärme i Energimyndighetens portfölj

Operating Agent för IEA SHC Task 51 Solar Energy
Solenergi i stadsplanering
Småskalig solceller i byggnader
Utvärdering och optimering av energisystem
Metoder för implementering av solenergi i stadsplanering
Dagsljuskrav i miljöcertifierade byggnader
Solvärmelager med fasändringsmaterial

Investeringskalkyl för solceller
Utveckling av holistiska affärsmodeller och IT-t...
Solavskärmningar i ett helhetsperspektiv
Dagsljusanvändning i byggnader
Miljontak - takrenovering med solceller
Definition, design och utvärdering av plusenergihus
Solhybrid och bergvärme
Utvärdering av energibeläggning på plastfilm

Källa: Energimyndigheten. Not: Vissa rubriker har förkortats.