



Lönsam solel?

Faktorer för en lyckad implementering av solceller

På uppdrag av Västra Götalandsregionen

Johan Paradis

johan@energibanken.se

Innehåll

1	Sammanfattning.....	3
2	Definitioner.....	4
3	Bakgrund	5
4	Faktorer för en lyckad implementering av solceller	7
4.1	Exempel på verksamheter.....	7
5	Ekonomi för solcellsinstallationer	9
5.1	Investeringskostnad solceller	9
5.1.1	Installerad effekt.....	9
5.1.2	Investeringskostnad per installerad effekt	10
5.2	Stödsystem för solcellsinstallationer i Sverige.....	10
5.2.1	Statligt investeringsstöd.....	10
5.2.2	Elcertifikat.....	11
5.2.3	Nettodebiteringsutredningen	11
5.3	Elproduktion, normerad elproduktion.....	11
5.3.1	Degradering av moduleffektivitet	13
5.4	Dimensionering av systemstorlek med avseende på lönsamhet.....	14
6	Befintligt elpris och beräknat elpris för el från solcellsinstallationer.....	15
6.1	Befintligt elpris och dess delar	15
6.2	Levelized cost of electricity	16
6.3	Osäkerhetsfaktorer för LCOE beräkningarna.....	17
6.4	Pay-back-tid för en anläggning	18
7	Diskussion.....	19
7.1	Jämförelse mellan befintligt elpris och beräknat elpris.....	19
7.2	Framtida installationskostnad för solceller	19
7.3	Framtida elpris	19
7.4	Motiv för investering i egen förnybar elproduktion.....	21
7.5	Exempel på klimatstrategier där solceller ingår	21
8	Slutsatser	22
Appendix 1.....		23
1	Andra installationer än standardinstallationer.....	23
1.1	Solceller av tunnfilm.....	23
1.2	Microväxelriktare.....	23
1.3	Anläggningar	23
1.3.1	Fasadanläggningar.....	23
1.3.2	Markanläggningar.....	23
1.3.3	Building integrated photo voltaic, BIPV	23
Appendix 2: Detaljerad LCOE-beräkning.....		24

1 Sammanfattning

Denna rapport har gjorts på uppdrag av Västra Götalandsregionen då ett flertal aktörer som undertecknat en gemensam klimatstrategi har visat ett intresse för investering i solceller. Syftet med rapporten är att klargöra vilken kostnad solceller har och under vilka förutsättningar som solceller är som mest lönsamt.

Idag är kostnaden för egenproducerad el från en solcellsanläggning i paritet med vad en fastighetsägare betalar för den el som köps från elnätet. Detta utan eventuella bidrag eller statligt investeringsstöd.

Denna kalkyl bygger på en solcellsinstallation som minskar fastighetens elkonsumtion. Underlaget för kalkylen är hämtat från genomsnittliga tyska installationspriser, då den tyska marknaden är direkt överförbar på den svenska. Faktorer som har stor inverkan på kalkylen är bland annat räntan och avskrivningstiden. Avskrivningstiden för installationen är 30 år och installationen beräknas som riskfri.

Kostnaden för den egenproducerade elen ger ett elpris som ligger fast över anläggningens livstid. På detta vis är egenproduktion av el säkrad mot prishöjningar, både gällande höjningar av spotpris, energiskatt och överföringsavgifter.

För att få en rimlig overhead-kostnad bör anläggningen vara minst 200 kvadratmeter stor, vilket medför en investeringskostnad på cirka 400 000-500 000 kronor för en nyckelfärdig anläggning.

Några exempel på verksamheter som har stora oskuggade takytor att tillgå och där ovanstående faktorer kan uppfyllas är köpcenter, industrilokaler, äldreboende, simhallar och bussdepåer. Fastighetsbolag, bostadsbolag och annan kommunal eller regional verksamhet är samtidigt exempel på långsiktiga ägare.

Västra Götalandsregionen kommer att initiera ett samarbete tillsammans med de aktörer som har intresse av att installera solceller. Syftet är att öka kunskapen om solceller och att i fortsättningen bistå med kunskap till de aktörer som väljer att gå vidare med reella projekt.

Investering i solceller ligger även i linje med strategin att bli en fossilfri region år 2030.

2 Definitioner

Genomgående för hela rapporten är att med solcellsanläggningar menas anläggningar kopplade till fastighetens elnät. Att installera en solcellsanläggning avser alltså inte att koppla ifrån sig från elnätet, utan istället att aktören ersätter en del av sitt elbehov med egenproducerad el.

Det är viktigt att förstå skillnad mellan effekt; kilowatt (kW) och energi; kilowattimmar (kWh). Ett exempel på detta är att en spisplatta som har en effekt på 1 kW under en timme använder 1 kWh. Kostnaden för denna kWh är cirka en krona.

Med kostnaden för en solcellsanläggning menas kostnaden för en nyckelfärdig anläggning, det vill säga kostnaderna för en entreprenör att installera och driftsätta en solcellsanläggning. De interna kostnaderna för en aktör för upphandling, projektledning och uppföljning är inte inräknade.

Branschen använder ett nyckeltal för kostnad som är baserat på den elproducerande enheten, även kallad installerad effekt. Installerad effekt eller installerad topp effekt (efter engelskans watt peak) är ett mått på hur mycket effekt varje modul kan leverera när den belyses med 1000 watt instrålning från solen. Summan av en anläggnings installerade effekt blir då det samlade värdet på modulernas uppmätta effekt, oftast angiven i kilowatt (kW) eller megawatt, (MW).

Då rapportens fokus ligger på ekonomi är de tekniska ramarna uppställda efter de standardprodukter som finns på världsmarknaden; i dagsläget en kristallin kiselmodul tillsammans med en trefasväxleriktare. Angivna exempel är anpassade för en anläggning på befintlig eller nybyggd byggnad för att undvika kostnader för hyra för mark. I Appendix 1 förs ett kortare resonemang för andra lösningar som kan vara intressanta.

Kalkylerna är beräknade utan att räkna in eventuella bidrag eller investeringsstöd. Samtliga kostnader är angivna utan moms.

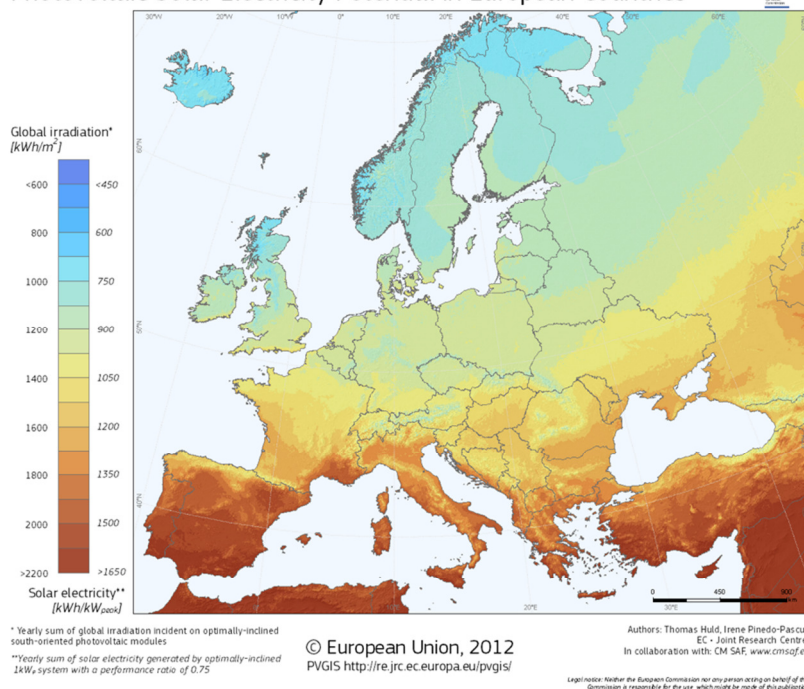
3 Bakgrund

Västra Götalandsregionen leder en gemensam satsning som heter Smart energi. Den ska stimulera till aktivt samarbete mellan de aktörer (Västra Götalandsregionen, kommuner, universitet och högskolor, stiftet med flera) som undertecknat en klimatstrategi där regionen ska bli oberoende av fossil energi till år 2030. Syftet är att de olika aktörerna ska samarbeta för att spara resurser och att inte alla ska behöva uppfinna hjulet varje gång.

Denna rapport fokuserar på solcellsinstallationer. Fokuseringen på solceller beror på att flera aktörer visat intresse för solen, men tvekat på grund av ekonomiska orsaker. Selen är ett mycket intressant energislag för en övergång till förnybar energiförsörjning och en minskning av beroendet av fossil energi. Med solen skapas en lokal, trygg energiförsörjning över tid som nu också är ekonomiskt konkurrenskraftig tack vare en storskalig utbyggnad i flera länder, främst Tyskland.

Tidigare har projektet ”Soluppgång i Väst” genomförts av Västra Götalandsregionen. Projektet hade som syfte att underlätta för privatpersoner, företag och kommuner att investera i och installera solenergi. Det genomfördes i samarbete med Hållbar utveckling i Väst, Länsstyrelsen i Västra Götalands Län, 26 västsvenska kommuner, SP, Chalmers samt branschföreningen Svensk Solenergi. Soluppgång i Väst bidrog med kunskap om solenergi till medverkande aktörer och flera solenergiinstallationer uppfördes till följd av projektet.

Photovoltaic Solar Electricity Potential in European Countries



Figur 1. Karta över simulerad produktion för optimal lutning i Europa. Kartan finns i en version för varje land på följande länk: <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/cmmaps/eur.htm>

En vanlig uppfattning är att Sverige är ett solfattigt land. I själva verket har vi en instrålning av solenergi som på årlig basis är lika stor som i mellersta Tyskland, regioner där nya installationer pågår i ett mycket högt tempo. I Sverige finns cirka tusen anläggningar medan Tyskland har installerat mer än en miljon anläggningar.

En annan vanlig uppfattning är att vi i Sverige har liten användning för den energi som på sommaren produceras av solceller (effektbehovet skiljer mycket riktigt ungefär en faktor två mellan sommar och vinter). Den energi som produceras med hjälp av solceller minskar behovet av vattenkraft under sommaren vilket ”sparar” vattenkraften till perioder då den

kan användas effektivare. Enligt Lennart Söders rapport om reglerkraft i Sverige¹ är vattenkraften så pass väl utbyggd att den klarar av att reglera en utbyggnad av förnybar produktion av vindkraft och solel upp till cirka en tredjedel av Sveriges behov av el. I dagsläget står vindkraften för cirka en tjugondel av det svenska elbehovet medan solel står för mindre än en promille.

¹<http://kth.diva-portal.org/smash/record.jsf?searchId=2&pid=diva2%3A570566>

4 Faktorer för en lyckad implementering av solceller

Den här rapporten fokuserar på att hitta de bästa ekonomiska förutsättningarna för solelproduktion. Nedan listas sex faktorer som bör uppfyllas för att solcellsanläggningen ska fungera väl och få en rimlig storlek med avseende på kostnaderna för projektets administrativa del. Om dessa faktorer beaktas har projektet möjlighet att ligga till grund för en mer långtgående solenergistrategi som kan vävas in i det miljöarbete som redan sker. Faktorerna som nämns berörs i detalj i kapitel 5.

Steg 1. Dimensionera efter behov

Enligt resonemanget i kapitel 5.4 bör man dimensionera sin solcellsanläggnings storlek efter fastighetens effektbehov. Om effektbehovet under dagtid under juni-juli månad inte understiger cirka 15-20 kW finns det en god möjlighet att investera i en solcellsanläggning där installationen får en rimlig storlek med avseende på overhead-kostnader för projektet.

Steg 2. Hitta en lämplig yta som matchar dimensioneringen

Nästa steg är att hitta en yta som är tillräckligt stor för att rymma den installation som beräknats från effektbehovet i steg 1. För en anläggning på 30 kW krävs en aktiv solcellsarea på cirka 200 kvadratmeter. Detta betyder att om anläggningen installeras i ett plan, mot till exempel ett lutande tak, är den totala installationsarean 200 kvadratmeter. Om anläggningen installeras i rader på ett platt tak krävs det totalt en area på 450 kvadratmeter. Se kapitel 5.3 för fler detaljer om olika systemlösningar och skillnad på energiproduktionen från dessa.

Anläggningen går att dela upp i flera ytor, men ytor under hundra kvadratmeter bör inom installationen ha möjlighet att länkas till andra ytor med samma lutning och riktning.

- Lämpliga ytor är de ytor som är oskuggade från vårdagjämning till höstdagjämning mellan kl 10- kl 14 (normaltid).
- Det är ytans lutning och riktning som till stor del avgör anläggningens normerade produktion. Därför bör de tillgängliga ytorna simuleras med avseende på produktion för att möjliggöra en kalkyl för elkostnaden från anläggningen.

Steg 3. Budgetera

Budgetera och ta in offerter under höst och vinter. Planera i möjligaste mån att installera under snöfria månader. Investeringskostnaden för en anläggning som är större än 30 kW följer i stort det nyckelvärde som presenteras i kap 5.1.2. Det betyder att en enkel installation på 30 kW eller 200 kvadratmeter modularea kostar 400 000-500 000 kronor.

Steg 4. Takets beskaffenhet

Då tanken är att solcellsanläggning kommer att sitta på taket under trettio år bör eventuella takreoveringar göras innan solcellsanläggningen byggs.

Steg 5. Söka bygglov

Solceller har marginella acceptansproblem då de inte innehåller några rörliga delar. I känsliga miljöer och där anläggningen är synlig från marken eller övrig bebyggelse bör man dock söka bygglov för anläggningen.

Steg 6. Utvärdering och transparens

Med en egen produktionsanläggning ökar såväl fastighetsägares som enskilda hushålls energimedvetenhet. Solcellsanläggningar har därför en potential att förändra konsumtionsbeteende och öka förståelse för såväl miljöfrågor som energihushållning. Avgörande är dock det återkopplingssystem som finns mellan anläggningsproduktion och brukarnas energianvändning.

4.1 Exempel på verksamheter

Nedan listas exempel på verksamheter där ovanstående faktorer har god möjlighet att uppfyllas. De flesta av exemplen nedan har stora oskuggade taktytor att tillgå. Utöver detta har de specifika egenskaper som gör dem intressanta ur flera perspektiv.

1. Köpcenter och handelsplatser

Jämnt effektbehov över året med ett kylbehov under sommaren.

2. Bostadsbolag

Många byggnader ger möjlighet till repetitiv process. Finns redan många interna projekt som har utförts. Kommunal verksamhet har ofta ett långsiktigt ägande med möjlighet till långsiktiga investeringar.

3. Fastighetsbolag

Miljöcertifiering av byggnader. Möjlighet till repetitiv intern process.

4. Äldreboende

Jämnt effektbehov över året. Kommunal verksamhet.

5. Simhallar

Jämnt effektbehov över året. Kommunal verksamhet.

6. Turistanläggningar

Effektbehovet är som störst under sommaren för till exempel fritidshamnar och semesterbyar.

7. Hamnen

Högt effektbehov när fartyg är inkopplade.

8. Buss-och spårvagnsgarage

Regional verksamhet. Effektbehovet bör undersökas.

9. Energibolag

En "egen" anläggning är en naturlig källa till information och ökad förståelse för kunder som har egen solelproduktion.

10. Industrier

Skattelättnaden på energiskatt för tillverkande industri gäller endast den el som går till tillverkningen.

5 Ekonomi för solcellsinstallationer

Priset på solceller har länge varit ett hinder för ett marknadsgenombrott, men på senare år har det skett en dramatisk utveckling. Då världens största marknad för solceller finns i Tyskland är det möjligt att direkt föra över prisutvecklingen till den svenska marknaden.

Den huvudsakliga orsaken är billigare insatsvaror, men även att den snabbt växande världsmarknaden har överträffats av den ökade produktionskapaciteten hos solcellsfabrikerna. Under 2011 och 2012 har detta medfört ett överskott av solcellsmoduler på marknaden. Det kraftiga prisfallet har det senaste året dämpats och när efterfrågan möter tillgången kommer troligen en prisstabilisering att ske.

5.1 Investeringskostnad solceller

Med kostnaden för en solcellsanläggning menas kostnaden för en nyckelfärdig anläggning, det vill säga kostnaderna för en entreprenör att installera och driftsätta en solcellsanläggning. De interna kostnaderna för en aktör att projektleda upphandling, själva projektet och uppföljning är inte inräknade.

5.1.1 Installerad effekt

Då solceller inte har någon kostnad för bränsle och låga servicekostnader är investeringen för solcellsanläggningen den största ekonomiska posten. Ett naturligt mått för installationskostnad är kronor per kvadratmeter eller kronor per elproducerande enhet, i energiproduktion ofta räknat i watt. Då tekniken hela tiden utvecklas och förbättrar effektiviteten hos solcellerna stiger värdet på den elproducerande enheten vilket även påverkar effektiviteten per kvadratmeter. Det blir alltså naturligare för branschen att använda nyckeltal som är baserat på den elproducerande enheten, även kallad installerad effekt. Installerad effekt eller installerad topp effekt (efter engelskans watt peak) är ett mått på hur mycket effekt varje solcellsmodul kan leverera när den belyses med 1000 watt instrålning från solen. Denna situation simuleras i fabrik där varje modul testas individuellt och karakteriseras efter uppmätt effekt. Summan av en anläggnings installerade effekt blir då det samlade värdet på modulernas uppmätta effekt, oftast angiven i kilowatt (kW) eller megawatt, (MW).



Figur 2. Installation av två effektmässigt lika stora solcellsanläggningar. Till vänster ses en installation av klassiska kisel-solceller och till höger tunnfilmsteknik. Trots skillnad i area kommer båda anläggningarna att producera lika mycket energi över året eftersom de är lika stora rent effektmässigt.

Olika tekniker har även olika effektivitet. Den så kallade tunnfilmstekniken har oftast lägre effektivitet än klassiska kisel-solceller. I Umeå har man monterat två anläggningar med lika stor totaleffekt bredvid varandra, se Figur 2. Då effektiviteten hos solcellerna skiljer sig, skiljer sig även arean för de båda anläggningarna. Båda anläggningarna kommer i detta fall, där lutning och riktning är lika, att producera lika mycket energi, kWh, över året eftersom den installerade effekten är lika stor.

Exemplet är till för att beskriva varför det är lämpligare att mäta anläggningars storlek i installerad effekt istället för kvadratmeter. Begreppet gör det även möjligt att jämföra olika anläggningar och att förstå de ekonomiska nyckeltalen som behandlas i nästa kapitel.

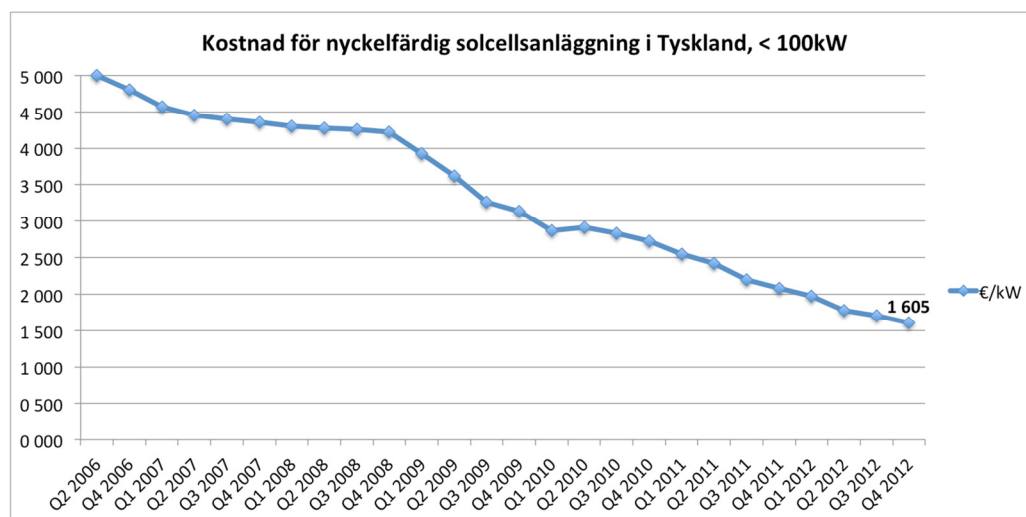
En tumregel att ha med sig är att räkna sju kvadratmeter per installerad kW för kiselteknik.

5.1.2 Investeringskostnad per installerad effekt

Enligt resonemanget i kapitlet ovan blir det naturligt att använda ett ekonomiskt nyckeltal som baserar sig på installerad effekt. Då denna rapport i huvudsak behandlar kostnaden för nyckelfärdiga anläggningar, det vill säga kostnaderna för en entreprenör att installera och driftsätta en solcellsanläggning, är det den kostnaden som avses när investeringskostnaden per installerad effekt nämns.

Den tyska marknaden är världens största marknad för solceller och där samlar branschorganisationen BSW in ett statistiskt underlag om vilken kostnad nyckelfärdiga system har. På grund av de fåtal installationer som görs i Sverige finns inte samma underlag för den svenska marknaden. Närheten till den tyska marknaden gör dock att investeringskostnaderna är direkt överförbara på den svenska marknaden.

I Figur 3 visas BSW:s statistik för kostnadsutvecklingen för anläggningar under 100 kilowatt effekt. Kostnaden anges utan subventioner och i euro per installerad kilowatt, €/kW. 1 605 €/kW motsvarar en kostnad på cirka 14 000 kr/kW vid en eurokurs på 8,4-9,0 kr/€.



Figur 3. Prisutvecklingen för nyckelfärdiga solcellsanläggningar mindre än 100 kW i Tyskland mellan 2006 och 2012. €/kW är kostnad per installerad effekt utan subventioner för nyckelfärdig anläggning. Källa: Hanna Geiger, BSW

BSW uppdaterar varje kvartal sin statistik för villaanläggningar upp till 10 kW på sin hemsida².

5.2 Stödsystem för solcellsinstallationer i Sverige

5.2.1 Statligt investeringsstöd

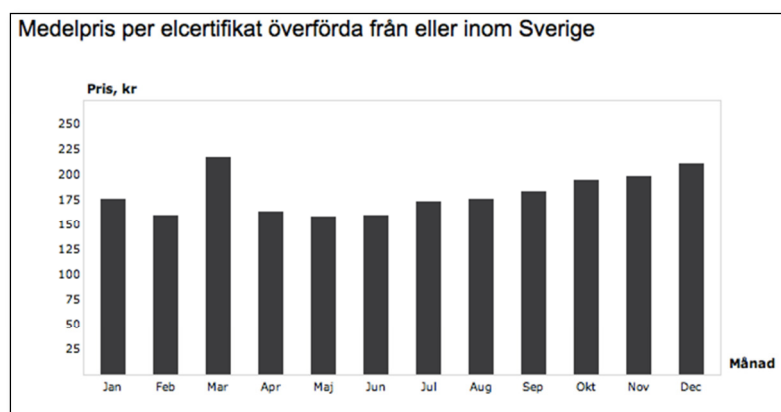
Marknaden i Sverige har tidigare varit helt beroende av statliga stödsystem. Investeringsstödet som infördes 2005 har varit ryckigt till sin karaktär med förlängning i en- till fyraårsperioder. Detta ofta utan tydliga signaler om, och hur, stödet skulle komma att se ut för nästföljande period. Under 2012 kom beslutet att stödet kommer att finnas kvar under perioden 2013-2016, men inte i vilken form. Kön till det statliga stödet är lång och en eventuell tilldelning kan betraktas som en bonus som gör investeringskostnaden lägre.

² www.solarwirtschaft.de/preisindex.html

5.2.2 Elcertifikat

Alla anläggningar som producerar förnybar el är berättigade elcertifikat. Anläggningen är då berättigad elcertifikat för hela sin produktion, även om all el används inom fastigheten.

Anmälan görs till Energimyndigheten men Svenska kraftnät är den enhet som samlar in produktionsdata som berättigar utdelning av elcertifikat. Det krävs att man dagligen automatiskt rapporterar in sin timvisa produktion till Svenska kraftnäts insamlingssystem CESAR. Denna tjänst hanteras vanligen av elbolag eller en specialiserad mätvärdesrapportör och kostar cirka 1000 kronor per år. Elcertifikatpriserna varierar med marknaden; under 2012 var snittpriset 20,0 öre per producerad kWh (200 kr/MWh). Med detta snittpris måste en anläggning producera 5 000 kWh per år för täcka mätkostnaden. Intäkten från elcertifikaten kommer vid försäljning av elcertifikaten på elcertifikatmarknaden.



Figur 4. Prisutvecklingen för elcertifikat under 2012, kr/MWh. Källa: Svenska Kraftnät

5.2.3 Nettoredebiteringsutredningen

Näringsdepartementet har tillsammans med Skatteverket gjort en utredning om nettoredebitering av el som syftar till att förtydliga regler och villkor för hur nettoredebitering av egenproduktion ska regleras. Utredningen kommer att redovisas senast i juni 2013. Utredningen förväntas gälla anläggningar upp till 63 A, det vill säga upp till en storlek som innefattar villor och mindre flerbostadshus/punkthus med egna elabonnemang, dock inte större fastigheter som sammankopplade flerbostadshus.

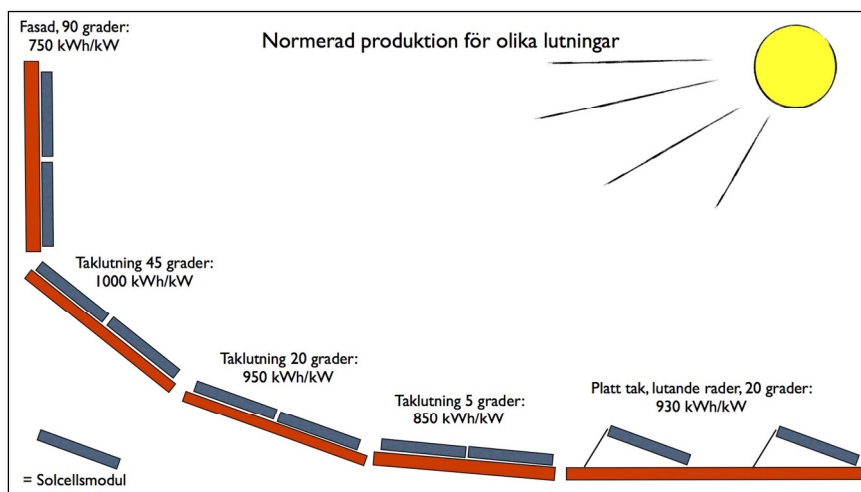
För den intresserade rekommenderas Naturskyddsföreningens rapport som heter "Nettoredebitering mera!"³ som grundligt går igenom ärendet.

5.3 Elproduktion, normerad elproduktion

Elproduktionen för en solcellsanläggning mäts i kWh. Genom att normera energiproduktion till kWh per installerad effekt får man ett jämförelsetal som är oberoende av storleken på anläggningen. Jämförelsetalet kWh/kW speglar det lokala instrålningsförhållandet, anläggningens lutning, riktning och typen av installation. En solcellsanläggning i Sverige kan producera upp till 1100 kWh/kW under ett bra solinstrålningsår, medan de flesta anläggningar i Sverige producerar 800-1000 kWh/kW per år. I Figur 5 redovisas några exempel på vanliga installationer och förväntad produktion för en anläggning med riktning mot sydväst till sydost vid Västra Götalands kust under ett normalt instrålningsår.

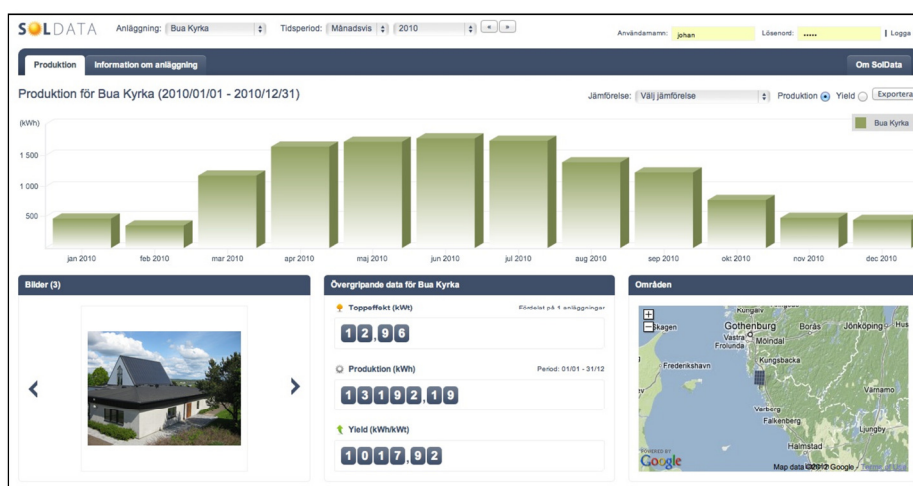
3

http://www.naturskyddsforeningen.se/sites/default/files/dokument-media/2012_netto_debitering_mera.pdf



Figur 5. Installationstyper och normerad produktion för anläggningar riktade mot sydväst till sydost vid Västra Götalands kust.

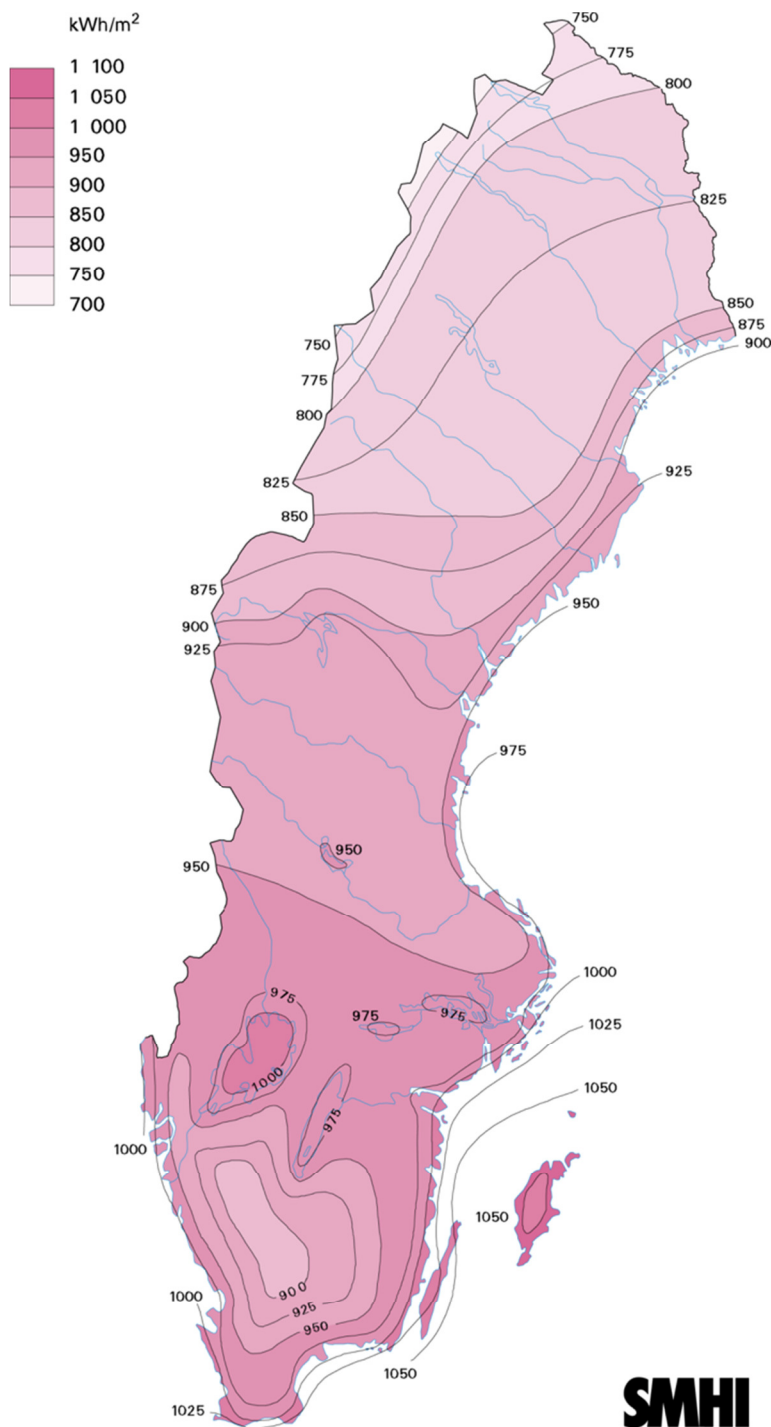
Bua kyrka är en anläggning som ligger vid Västra Götalands kust. Under 2010 producerade den 1018 kWh/kW. Solinstrålningen var enligt SMHI:s publika databas inom en procent från normalinstrålningen. I Figur 6 visas en skärmbild från den publika sidan www.soldata.se som samlar in produktionsdata från svenska anläggningar. Hemsidan samlar fyrtyo anläggningar spridda över Sverige, från Haparanda i norr till Ronneby i söder.



Figur 6. Skärmbildning av Bua kyrkas årsproduktion för 2010 från www.soldata.se.

Den årliga solinstrålningen varierar från år till år och kan skilja upp till 10 procent från normalvärdet. SMHI redovisar månadsvis och årlig instrålning för 14 mätstationer⁴. SMHI har även en karta över Sverige som redovisar global instrålning. Den visar tydligt att kustnära områden har bättre instrålningsförhållanden. Kartan redovisas i Figur 7. För anläggningar som har en riktning mellan sydväst till sydost och för platsen lämplig lutning går det som tumregel ge ett förenklat samband mellan instrålad energi och normerad produktion; Solcellsanläggning producerar samma antal kWh/kW och år som den instrålade energin i kWh/kvadratmeter.

⁴ <http://www.smhi.se/klimatdata/meteorologi/ars-och-manadsstatistik-2.1240>



Figur 7. Global solinstrålningsskarta från SMHI.

5.3.1 Degradering av moduleffektivitet

Solcellsmoduler degraderas och energiproduktionen minskar över tiden. Modultillverkarna lämnar därför en effektgaranti att effekten inte går ned med mer än 20 procent över en 25-års-period, det vill säga 0,8 procent per år. Då moderna solcellsmoduler har funnits i mer än 30 år finns det studier som visar att degraderingen i medeltal är cirka 0,5 procent per år⁵.

För att ta fram en medelproduktion över anläggningens livslängd beräknas den totala produktionen som en integral över anläggningens livslängd och delas med antal

⁵ <http://www.nrel.gov/docs/fy12osti/51664.pdf>

produktionsår. För en anläggning som degraderas med 0,5 procent per år under 30 års tid är medelvärdet under livstiden cirka 7 procent lägre än det initiala värdet.

5.4 Dimensionering av systemstorlek med avseende på lönsamhet

Med rådande lagstiftning bör en solcellsinstallation dimensioneras med hänsyn till byggnadens effektbehov dagtid under juni-juli. Detta för att inte mata ut någon el på nätet då ersättning för utmatad el skiljer sig från värdet av ersatt el. Installationen av en solcellsanläggning kan liknas med en energibesparing där den producerade energin har den köpta elens värde om den används inom byggnaden. Gränsen går vid det koncessionspliktiga nätet, det vill säga där fastighetens elnät går över i nätägarens ägo.

Detta medför dock att många system byggs mindre än vad som vore lämpligt, för anläggningsstorlekar under 30 kW är overheadkostnaden för projektet betydande.

6 Befintligt elpris och beräknat elpris för el från solcellsinstallationer

I denna del förklaras först hur det befintliga elpriset är uppbyggt med dess ingående delar. Detta värde används sedan i en jämförelse med det beräknade elpriset för sol.

För att ta fram ett jämförbart elpris för sol används metoden Levelized cost of electricity. Denna metod är ett sätt att jämföra kostnaden för energi från olika källor. Beräkningen är tänkt som ett hjälpmedel för investerare och beslutfattare att se vilken typ av investering som är mest lönsam. Modellen räknar in investeringskapital, kostnader för bränsle, ränta och servicekostnader. Resultatet blir en genomsnittlig kostnad för energin utslagen på den tid som anläggningen är aktiv. Kostnaden för energin redovisas i ören per kWh och blir direkt jämförbar med det befintliga elpriset.

Beräkningarna för elpriset för el från solcellsinstallationer bygger på de förutsättningar som förklaras i kapitel 5.

Till sist redovisas en investeringskalkyl enligt Pay-back metoden, detta eftersom det är en vanligt förekommande metod. Metoden ger inte ett värde på energin, utan säger bara efter vilket antal år investeringen har gett tillbaka pengarna. Om den tekniska livslängden är längre än pay-back-tiden blir investeringen positiv.

6.1 Befintligt elpris och dess delar

Elpriset består av flera delar. En första uppdelning är mellan den fasta abonnemangskostnaden och den rörliga kostnaden som baserar sig på förbrukningen. Den el som produceras från egen elproduktion ersätter endast kostnaden för den rörliga delen.

Den rörliga delen består av:

- Spotpris
- Energiskatt
- Elcertifikatavgift
- Överföringsavgift

För större aktörer är det ofta viktigt att uppnå en viss stabilitet och förutsägbarhet för elpriset. För denna säkerhet betalar man då extra i administrativa avgifter för att få ett stabilt pris för nästa års budget.

Följande exempel är hämtat från Västfastigheter.

Tabell 1. *Prisbild för upphandlad el år 2012 (öre/kWh).*

<i>Elkraft/Spotpris</i>	<i>40</i>
<i>Elskatt</i>	<i>29</i>
<i>Elcertifikatavgift</i>	<i>3</i>
<i>Elkostnad</i>	<i>72</i>
<i>Fast nätavgift*</i>	<i>8</i>
<i>Överföringsavgift*</i>	<i>4</i>
<i>Nätkostnad</i>	<i>12</i>
<i>El & nätkostnad</i>	<i>84</i>

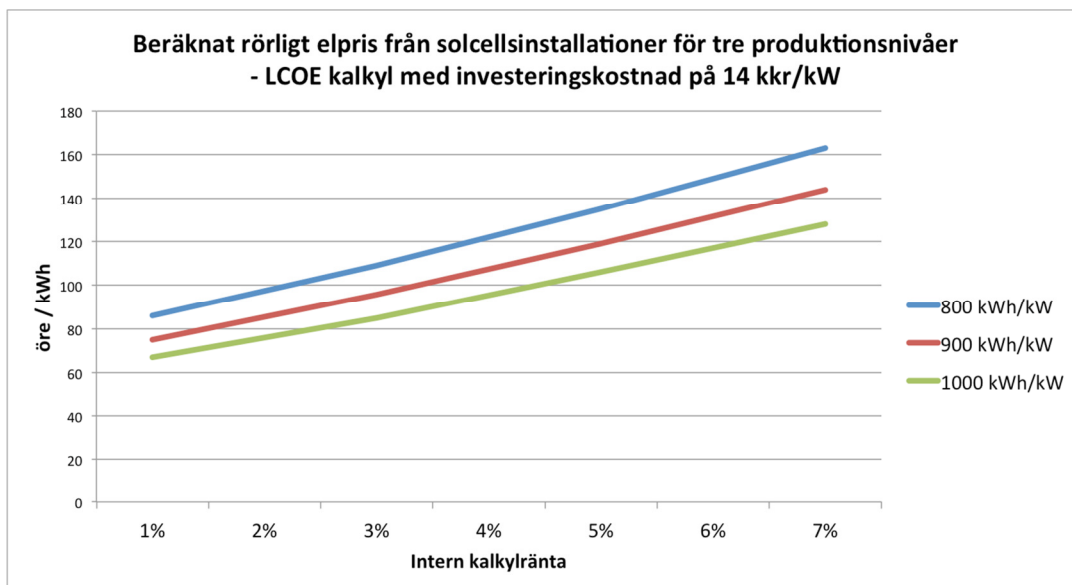
* Schablon för nät- & överföringsavgift beräknad på totalkostnaden för nätkostnad; 12 öre

Den totala energikostnaden blir alltså 84 öre medan den rörliga delen är ca 75 öre om man räknar bort den fasta nätavgiften.

Det bör observeras att tillverkande industrier betalar en lägre energiskatt för den el som används till produktionen och därför får en lägre kostnad för sin energikonsumtion.

6.2 Levelized cost of electricity

Levelized cost of electricity, LCOE, är ett sätt att jämföra kostnaden för energi från olika källor. Kostnaden redovisas i ören per kWh eller liknande mått. Beräkningen är tänkt som ett hjälpmedel för investerare och beslutfattare att se vilken typ av investering som är mest lönsam. Modellen räknar in investeringskapital, kostnader för bränsle, ränta och servicekostnader. I beräkningen anges även livslängden för anläggningsdelarna.



Figur 8. Beräknat rörligt elpris för den presenterade levelized cost of electricity-kalkylen för tre installationer med olika initial produktion. Investeringskostnaden för den nyckelfärdiga anläggningen är satt till 14 tusen kronor per kilowatt.

Sättet att fördela kostnaden över livslängden för de ingående delarna kan enklast jämföras med komponentavskrivning. Ämnet är utförligt beskrivet i Sveriges kommuner och landstings folder om komponentavskrivning⁶ och skälet som anges för metoden är att resultaträkningen blir mer rättvisande vid större investeringar.

För varje enskild komponent används annuitetsmetoden för att slå ut investeringen på årlig basis. Resultatet för en alternativ investering blir då direkt jämförbart med nuvarande kostnaden.

Då tekniken är beprövad bör installationen ses som ett riskfritt projekt, vilket medför att en ränta på 3-5 procent är rimlig. Ett exempel på detta är Banverket som i sin beräkningshandledning att för samhällsekonomiska bedömningar inom järnvägssektorn från 2009 anger att "En riskfri kalkylränta på 4 % ska användas för samtliga projekt."

För solceller anges även minskningen av produktion över tid från anläggningen, kallad degradering. Degradering har förklarats närmare i kap 5.3.1. För en anläggning som degraderas med 0,5 procent per år under 30 års tid är medelvärdet under livstiden cirka 7 procent lägre än det initiala värdet.

Servicekostnaderna är en schablon på 70 kr per kW och år. För en anläggning på 30 kW betyder det att servicekostnaden per år är satt till 2100 kr, vilket motsvarar ett servicebesök per år som tar cirka tre timmar.

Livslängden för växelriktarna är femton år. I och med komponentavskrivningen är växelriktaren avskriven efter femton år och en ny period på femton år påbörjas efter denna. Kostnaden för växelriktaren i komponentavskrivningen är inklusive installation.

⁶ https://www.skl.se/vi_arbetar_med/tillvaxt_och_samhallsbyggnad/fastighet/nyhetsbladet_offentliga_fastigheter/nyhetsbladet-offentliga-fastigheter-2011/komponentavskrivning

Anläggningen är berättigad elcertifikat på bruttoproduktionen under femton år. Medelvärdet har satts till 10 öre under anläggningens livslängd. Se kapitel 5.2.2 för detaljer.

Den som producerar solen betalar inga rörliga nätavgifter förutsatt att elen används i den egna byggnaden, inte heller elskatt. Däremot kvarstår den fasta nätavgiften.

Exempel på beräkning med hjälp av levelized cost of electricity:

För en installation som initialt producerar 1000 kWh per installerad kW och år får med avseende på degraderingen en medelproduktion på 928 kWh/kW över 30 år. I tabell 2 nedan redovisas två olika räntelägen; tre procent och fem procent. Investeringskostnaden är hämtad från kapitel 5.1.2.

Detta beräknade elpris är ett fast pris anläggningsägaren kommer att betala för elen under anläggningens beräknade livslängd. Det beräknade elpriset är i dagens penningvärde och ska jämföras med dagens kostnad för el exemplifierad i kap 6.1. Ett sätt att betrakta el från solceller är att man binder priset för lång tid, eller enligt den avskrivningstid man väljer, i detta exempel 30 år.

Tabell 2. *Prisbild för solelsproduktion (öre/kWh).*

<i>30 års avskrivningstid</i>	<i>3% ränta</i>	<i>5% ränta</i>
<i>Material - solceller</i>	33	42
<i>Material – växelriktare (15 år)</i>	27	31
<i>Material – övrigt</i>	11	14
<i>Arbete</i>	16	21
<i>Service & underhåll</i>	8	8
<i>Elcertifikat</i>	-10	-10
<i>Elkostnad</i>	85	106
<i>Fast nätavgift*</i>	8	8
<i>Överföringsavgift **</i>	0	0
<i>Nätkostnad</i>	8	8
<i>El & nätkostnad</i>	93	114

* Schablon för nät- & överföringsavgift beräknad på totalkostnaden för nätkostnad; 35 öre

** Överföringsavgift påförs ej för egenproducerad el, däremot kvarstår nätavgiften

Den totala energikostnaden blir alltså mellan 93- 114 öre för en anläggning som initialt producerar 1000 kWh/kW vid räntorna tre respektive fem procent. I Figur 8 är den rörliga energiproduktionskostnaden för tre initiala produktionsfall inritade för räntespannet 1 till 7 procent.

6.3 Osäkerhetsfaktorer för LCOE beräkningarna

Installationskostnaden för en anläggning är satt till 14 000 kr per kW, enligt kapitel 5.1.2, för att minska parametrarna i beräkningen. En ändring på installationskostnaden ger i det närmaste en proportionell förändring på det beräknade elpriset. Budgetoffert eller offert bör finnas som underlag till beslut vilket gör att installationskostnaden är en känd faktor vid investeringstidpunkten.

Den faktor som har stor inverkan på kalkylen är räntan, vilket syns väldigt tydligt i Figur 8.

Ersättningen för elcertifikat har historiskt sett varierat mellan cirka 15 öre till 30 öre per kWh.

För reella installationer är bortfall av produktion den faktor som har störst inverkan. Genom automatiserad övervakning är det möjligt att övervaka anläggningarna på daglig basis och åtgärda eventuella problem utan att de har någon större inverkan på den samlade produktionen över året.

Även degraderingen av modulerna är en osäkerhetsfaktor. Precis som det nämns i kapitel 5.3.1 kan degraderingen både vara högre och lägre. Om degraderingen går över 0,8 procent per år bör man undersöka möjligheten att få modulerna utbyta då modultillverkarna lämnar en effektgaranti för modulerna under 25 år. Solelprogrammet har i en rapport undersökt en av de första installationerna i Sverige och visade där att huvuddelen av modulerna inte hade någon påvisbar försämring efter 25 års drift⁷.

6.4 Pay-back-tid för en anläggning

Pay-back-tid är en kalkyl för att räkna ut hur många år återbetalningstiden är för en investering. Den är användbar för att snabbt få fram en jämförelse mellan olika investeringar eller få en bedömning av om en enskild investering är rimlig.

Metoden ger inte ett värde på energin, utan säger bara efter vilket antal år investeringen har gett tillbaka pengarna. Om den tekniska livslängden är längre än pay-back-tiden blir investeringen positiv.

Pay-back-metoden har flera osäkerheter vilket gör att den är svår att använda för solcellsinstallationer.

- Den förutsätter att elpriset är stabilt. Det innebär att för att använda metoden är man tvungen att anta ett elpris eller uppskatta en elprsförändring.
- Metoden tar inte upp räntekostnader för investeringen. För en solcellsanläggning är en stor del av livskostnaden ränta, detta eftersom investeringskostnaden är kapitalintensiv jämfört med bränsle, drift och underhåll.

Exempel på Pay-back-beräkning:

Anta att produktionen för en anläggning är 1000 kWh per installerad kW och år. Energipriset antas vara i genomsnitt 1 krona per kWh. Anläggningen producerar då energi till ett värde av tusen kronor per installerad kW och år. Detta ger att vid en investeringskostnad på x tusen kronor per installerad kW blir pay-back-tiden x år. Från kapitel 5.1.2 ser vi att kostnaden är 14 kkr/kW, det vill säga 14 års pay-back-tid på en anläggning vid de ingående antagandena.

Observera att investeringskostnaden är samstämmig med exemplet för LCOE-metoden, men att pay-back-metoden inte säger något om investeringens lönsamhet.

⁷ www.elforsk.se/Rapporter/?download=report&rid=06_71_

7 Diskussion

7.1 Jämförelse mellan befintligt elpris och beräknat elpris

Exemplen i tabell 1 och 2 i kapitel 6 visar att en välproducerande solcellsanläggning som skrivs av under 30 år har ett beräknat elpris som är i paritet med det elpris som många fastighetsägare köper sin el för i dag. Detta är utan att ta del av några subventioner eller statliga investeringsstöd.

Den prisnivå som används i exemplen är en genomsnittsnivå för anläggningar med en installationsstorlek under 100 kW (ca 700 kvadratmeter). Prisnivån skiljer sig från installation till installation och en ändring på installationskostnaden ger i det närmaste en proportionell förändring på det beräknade elpriset. Budgetoffert eller offert bör finnas som underlag till beslut vilket gör att installationskostnaden är en känd faktor vid investeringstidpunkten.

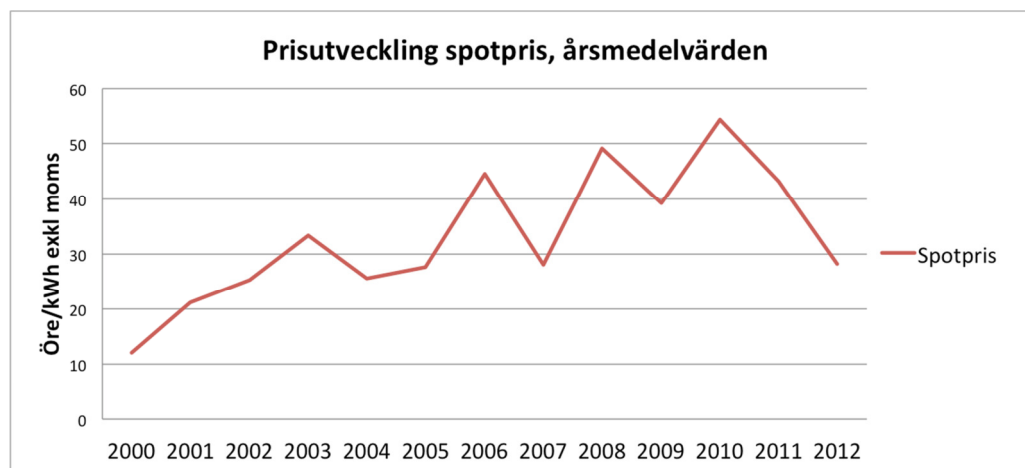
Kostnaden för den egenproducerade elen ger även ett pris som ligger fast över anläggningens livstid och beror på funktionen hos anläggningen och den avkastningsränta som bolaget själv bestämmer. På detta vis är egenproduktion av el säkrad mot prisförändringar, både gällande ändringar av spotpris, energiskatt och överföringsavgifter.

7.2 Framtida installationskostnad för solceller

Kurvan för installationskostnad i Figur 3 har varit sjunkande under flera års tid och har med stor sannolikhet inte nått botten. Kostnadsreduceringen består till stor del av ökade marknadsvolymer på världsmarknaden och en överetablering på modulproduktionssidan. Det kraftiga prisfallet har det senaste året dämpats och när efterfrågan möter tillgången kommer troligen en prisstabilisering att ske.

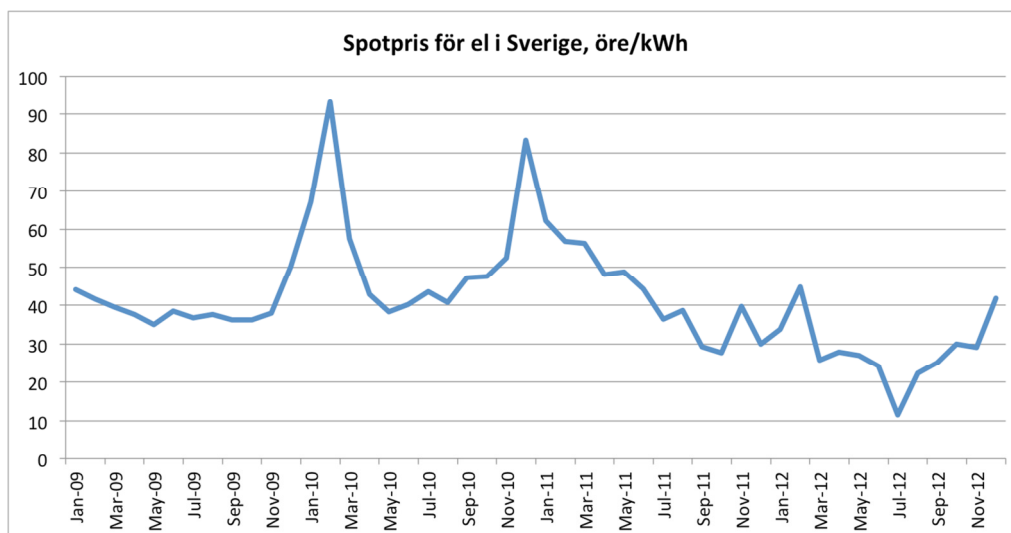
7.3 Framtida elpris

Historiskt har både spotpris för el och energiskatt ökat. Det är dock väldigt svårt att sja om hur det framtida spotpriset kommer att utveckla sig. Figur 9 visar årsmedelvärden och hur varierande priset har varit mellan olika år.



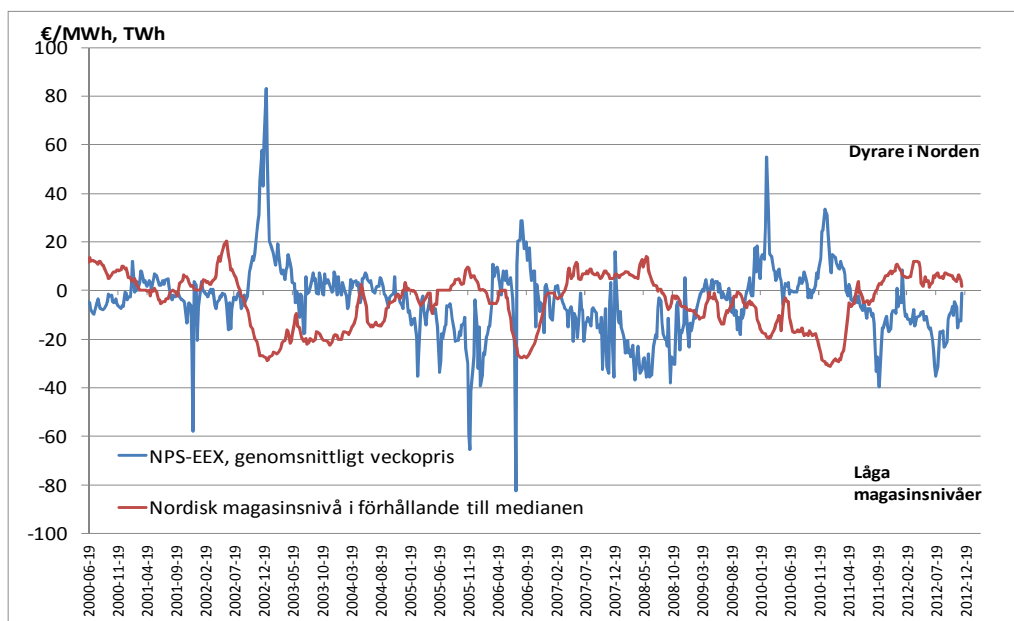
Figur 9. Årsmedelvärden sedan 2000 fram till 2012. Källa: Nordpool

Priset är även volatilt under året vilket syns på månadsmedelvärdena från 2009 och framåt i Figur 10.



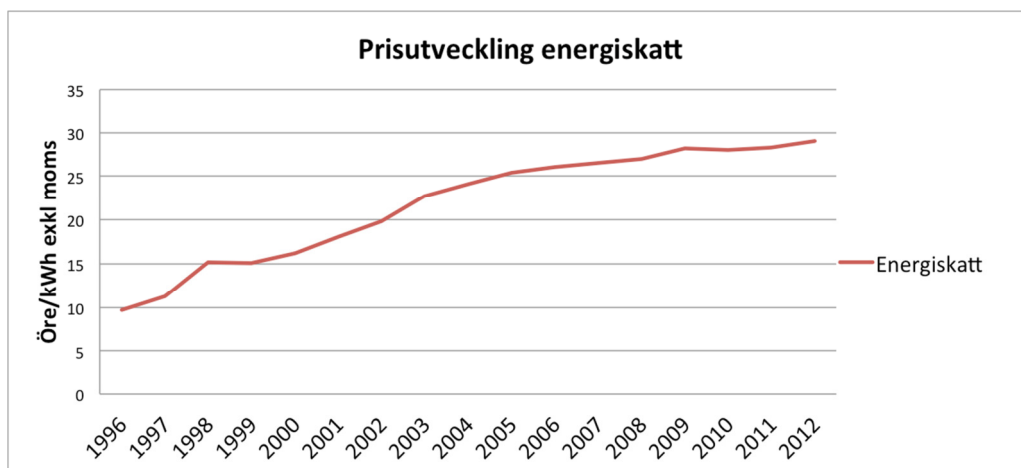
Figur 10. Månadsmedelvärden sedan januari 2009. Källa: Nordpool

I takt med utbyggnaden av överföringskapaciteten mellan Norden och kontinenten bör den nordiska elbörsen (Nordpool) harmonisera alltmer med Tyska elbörsen (EEX), se Figur 11. Detta beror på att EEX handlar med större volymer. I dagsläget går det att ana att prisavvikelsen (den blå linjen) korrelerar med fyllnadsgraden i de nordiska vattenmagasinen (den röda linjen). Vid låga magasinsnivåer i Norden är priset för el i Norden högre än i Tyskland (den blå linjen har värden över noll). En korrelation som kommer att minska vid en utbyggnad överföringskapaciteten med resultatet att skillnaden i elpris mellan länderna blir lägre.



Figur 11. Prisskillnad Norden (Nord pool spot, NPS) - Tyskland (EEX) och fyllnadsgrad i nordiska vattenmagasin. Källa: Svensk Energi

Det finns en viss farhåga i Europa att den planerade avvecklingen av kärnkraften i Tyskland kommer att driva upp priserna på elektricitet.



Figur 12. Utvecklingen av energiskatt i Sverige. Källa: Skatteverket

Utöver spotpris är nätavgifter och skatt en stor del av det totala elpriset. I Figur 12 visas utvecklingen för energiskatt sedan 1996. För nätavgifter är det svårare att hitta rättvisande statistik då varje nätbolag har varierande prismodeller beroende på kundens förbrukning och effektbehov. Energimarknadsinspektionen har i en rapport till regeringen föreslagit att ändra elnätföretagens utformning av avgifterna för att underlätta introduktion av förnybar elproduktion⁸.

7.4 Motiv för investering i egen förnybar elproduktion

Det finns flera motiv att investera i egen förnybar elproduktion. Det främsta motivet är att man under lång tid säkrar sitt elpris gentemot den varierande kostnaden man har för köpt energi. Detta gäller kommuner, fastighetsägare och verksamheter som har behov av stabila priser över tid för att ha möjlighet att budgetera över ett eller flera år.

Det kan naturligtvis även vara en del av en klimatstrategi eller en profileringsfråga. För elbolag finns det flera exempel där man har en alternativ prismodell och är tydlig med att all el som säljs är ursprungsmärkt.

Genom återkoppling till brukarna i en fastighet finns det studier som visar på att det går att få till stånd en förändring i energibeteende. På vilket sätt återkoppling sker är dock avgörande för resultatet.

Trots lönsamhet utförs få energieffektiviseringsåtgärder i bebyggelsen. Egenproduktion av energi kan hjälpa till att sätta fingret på resursförbrukarna och på detta sätt skynda på lönsamma investeringar.

7.5 Exempel på klimatstrategier där solceller ingår

Eskilstuna kommun har som mål att till 2020 producera tio procent av kommunens elbehov med hjälp av solceller enligt deras klimatplan från 2012.⁹

⁸ <http://www.energimarknadsinspektionen.se/sv/nyhetsrum/nyheter/nyhetsarkiv-2013/ei-foreslar-nya-regler-for-hur-elnatsavgifter-ska-utformas/>

⁹ <http://www.eskilstuna.se/PageFiles/176641/Klimatplan%20KF%202012-12-13.pdf?epslanguage=sv>

8 Slutsatser

För välfungerande solcellsanläggningar är kostnaden för den egenproducerade elen i paritet med vad en fastighetsägare idag betalar för den som köps från elnätet. Detta utan eventuella bidrag eller statligt investeringsstöd. Kön till det statliga stödet är lång och en eventuell tilldelning kan betraktas som en bonus som gör investeringskostnaden lägre.

Kostnaden för den egenproducerade elen ger även ett pris som ligger fast över anläggningens livstid och beror på funktionen hos anläggningen och den avkastningsränta som bolaget själv bestämmer. På detta vis är egenproduktion av el säkrad mot prisförändringar, både gällande ändringar av spotpris, energiskatt och överföringsavgifter.

Denna slutsats bygger på en solcellsinstallation av standardmoduler på tak tillsammans med en trefasväxelriktare. Detta är för att dessa produkter i dagsläget är den kostnadseffektivaste lösningen och där volymen hela tiden ökar.

Installationen avser inte att koppla ifrån byggnaden från elnätet utan istället att aktören ersätter en del av sitt elbehov med egenproducerad el. Lämplig storlek på installation avgörs av byggnadens effektbehov under sommarmånaderna.

För anläggningsstorlekar under 30 kW är overheadkostnaden för projektet betydande. En installation på 30 kW kräver en aktiv solcellsarea på cirka 200 kvadratmeter. Detta betyder att om anläggningen installeras i ett plan, mot till exempel ett lutande tak, är den totala installationsarean 200 kvadratmeter. Om anläggningen installeras i rader på ett platt tak krävs det totalt en area på 450 kvadratmeter. Investeringskostnaden för en standardanläggning på 30 kW är mellan 400 000-500 000 kronor.

Det är anläggningens lutning och riktning som till stor del avgör anläggningens produktion. Därför bör de tillgängliga ytorna simuleras med avseende på produktion för att möjliggöra en kalkyl för elkostnaden från anläggningen.

Några exempel på verksamheter som har stora oskuggade takytor att tillgå och där ovanstående faktorer kan uppfyllas är fastighetsbolag, bostadsbolag och industrier som är långsiktiga ägare till köpcenter, handelsplatser, äldreboende, simhallar, bussdepåer och även annan kommunal eller regional verksamhet.

Appendix 1

1 Andra installationer än standardinstallationer

I rapporten avses med solcellsanläggningar en installation på tak med en kristallin kiselmodul tillsammans med en trefasväxleriktare. Detta är för att de i dagsläget är den kostnadseffektivaste lösningen och där volymen hela tiden ökar.

Andra typer av teknik och installationer kommer i framtiden att bli alltmer intressanta allt eftersom tekniken utvecklas.

1.1 Solceller av tunnfilm

Tunnfilmstekniken är ett samlingsnamn för flera olika tekniker där den gemensamma faktorn är att man vid tillverkning av solcellsmodulerna använder mindre material för att skapa det aktiva lagret i en solcell. Tunnfilmstekniken är idag att beteckna som en standardteknik, ändå är marknadsandelarna få då prispressen är hård från kristallina kiselmoduler. Tunnfilmstekniken har en stor potential och intensiv forskning pågår över hela världen.

1.2 Microväxleriktare

I stället för att använda en växleriktare per 100-200 kvadratmeter solcellsarea sitter det en växleriktare per modul i hela anläggningen. Denna lösning medverkar till att systemet får en bättre produktion om anläggningen är skuggad. Lösningen är vanligare för villasystem då installationsaren är begränsad och det kan vara svårt att välja en annan plats för sin villaanläggning.

1.3 Anläggningar

1.3.1 Fasadanläggningar

Enligt figur i kap 5.3 producerar fasadanläggningar något mindre än anläggningar med lägre lutning och får därför en sämre avkastning än takinstallationer. Vid installationen tar anläggningarna något längre tid att installera vilket medför ökade kostnader vid installation.

1.3.2 Markanläggningar

Solcellsanläggningar på mark är vanliga i Mellaneuropa. I Sverige finns några få anläggningar där forskningscentret i Glava, Sala-Heby soelförening och Sveriges största anläggning som byggts i Simrishamn bör nämnas. Anläggningarna är ofta lite större till storleken och har i ett fall byggts på mark som tidigare varit en soptipp. I Sala-Hebys fall har föreningen gjort ett avtal med energibolaget att de köper den producerade elen för en bestämt pris.

Vid installation ökar priset något då marken måste beredas samt att det inte finns någon befintlig struktur att fästa in ett enkelt monteringsystem.

1.3.3 Building integrated photo voltaic, BIPV

När man ersätter ett byggnadselement med solceller kallas det byggnadsintegrerade solceller, eller efter engelskans Building integrated photo voltaic; BIPV. Produkterna är kostsamma och måste ersätta tätfunktionen hos det normala tätskiktet. Solelprogrammet har en rapport som ingående behandlar ämnet¹⁰.

¹⁰ http://www.solelprogrammet.se/Global/10_41%20Byggnadsintegrerade%20solcellsanläggningar%20-%20Europeisk%20Best-Practice.pdf?epslanguage=sv

Appendix 2: Detaljerad LCOE-beräkning

Kostnad(solcellsel, ex(moms, (30(kw(ca200(kvm(under(30(år

Initial produktion; kWh per installerad effekt och år, kWh/kW
Degradering

Medelproduktion över solcellernas livslängd
med hänsyn till degradering, kWh/kW

Avkastningskrav alt kalkylränta

Systemkostnad, (nyckelfärdig, (kkr/kW

1000 Simulerad produktion för hela anläggningen.
0.5% Befintliga installationer visar på att degraderingen av solceller
ligger mellan 0 och 1 procent per år. Oftast lägre för klassisk
kiselteknik och högre för tunnfilmsteknik.

928
3% 5%

14 Fördelet enligt delkostnader nedan:

	delkostnad/kW, kkr	Avskrivningstid	Annuitetskostnad, kr/kWh
Material - solceller	6	30	0.33 0.42
Material - växelriktare	3	15	0.27 0.31
Material - övrigt	2	30	0.11 0.14
Arbete	3	30	0.16 0.21

Service/underhåll
Totalt, kr/kWh exl moms

70 kr/kW och år
0.08 0.08
0.95 1.16

Elkostnad(efter(efcertifikat, (kr/kWh(exl(moms

Annuitetsfaktorn k beräknas enligt:

$$k = \frac{p}{1 - (1 + p)^{-n}}$$

där: p = kalkylränta; n = avskrivningstid

Övrigt

En anläggning är berättigad elcertifikat under femton års tid, vilket
minskar kostnaden med ca 10 öre/kWh över en 30 års period.
Normal återbetalningstid för tak/takinstallation är satt till 30 år.

Annuitetskostnad beräknas enligt:
Annuitetskostnad = k * delkostnad/årlig elprod

Annuitetsmetoden är en metod för investeringskalkyl. +
Metoden anger hur lönsam en investering är utslaget +
på investeringslivstid. Den är även fördelaktig om +
investeringsalternativ med olika lång ekonomisk +
livslängd ska jämföras. Eftersom det är resultat per år +
som erhålls. Resultatet för en alternativ investering +
blir då direkt jämförbart med nuvarande kostnaden. +



jan 2013
Johan Paradis, Energibanken
0739-08408

[illegible]

