



CHALMERS



Solceller vid nybyggnation av radhus i bostadsrättsform Praktiska implikationer och lönsamhet för olika ägande

Examensarbete inom kandidatprogrammet
Affärsutveckling och entreprenörskap inom byggsektorn

STAFFAN HAGSTRÖM

EXAMENSARBETE BOMX03-16-14

Solceller vid nybyggnation av radhus i bostadsrättsform
Praktiska implikationer och lönsamhet för olika ägande

Examensarbete inom kandidatprogrammet
Affärsutveckling och entreprenörskap inom byggsektorn

STAFFAN HAGSTRÖM

Institutionen för bygg- och miljöteknik
Avdelningen för installationsteknik
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, 2016

Solceller vid nybyggnation av radhus i bostadsrättsform
Praktiska implikationer och lönsamhet för olika ägande

*Examensarbete inom kandidatprogrammet
Affärsutveckling och entreprenörskap inom byggsektorn*

STAFFAN HAGSTRÖM

© STAFFAN HAGSTRÖM, 2016

Examensarbete BOMX03-16-14 / Institutionen för bygg- och miljöteknik,
CHALMERS tekniska högskola 2016

Institutionen för bygg och miljöteknik

Avdelningen för installationsteknik
Chalmers tekniska högskola

412 96 Göteborg

Telefon: 031-772 10 00

Omslag:

Ereims typhus i Lödöse, se objektbeskrivning under metodkapitlet för ytterligare
detaljer om typhuset.

Institutionen för bygg- och miljöteknik
Göteborg 2016

Solceller vid nybyggnation av radhus i bostadsrättsform
Praktiska implikationer och lönsamhet för olika ägande

*Examensarbete inom kandidatprogrammet
Affärsutveckling och entreprenörskap inom byggsektorn
STAFFAN HAGSTRÖM*

Institutionen för bygg- och miljöteknik
Avdelningen för installationsteknik
Chalmers tekniska högskola

SAMMANFATTNING

Följande examensarbete skrevs på uppdrag av Ereim, ett bolag som bygger radhus i bostadsrättsform. Företaget var intresserade av att undersöka om det är ekonomiskt lönsamt för blivande radhusägare om huset utrustas med solceller. Vidare sökte man svar på frågan om lönsamheten påverkas av ägandestruktur, dvs om bostadsrättsföreningen ska äga anläggningen eller den enskilde brf-medlemmen. Man önskade också en förståelse för vilka praktiska implikationer installationen medför i bygg- och förvaltningsskedet. Anledningarna till deras intresse var flera; miljöskäl, ökande intresse från deras målgrupp samt ökat kommunalt intresse för bostäder med hög miljöprestanda.

Kartläggning av solcellsmarknaden, stödsystem och de regelverk som omgärdar småskalig energiproduktion visade att det finns många faktorer att ta hänsyn till inför investering i och dimensionering av solceller. Den fysiska monteringen av en solcellsanläggning är förhållandevis enkel och har begränsad påverkan på byggprocess, arkitektur och det efterföljande underhållsarbetet är lågt. Växelriktaren kommer att behöva bytas någon gång anläggningens cirka 30-åriga livstid.

Utifrån de fysiska och ekonomiska förutsättningar som följer av Ereims radhuskoncept genomfördes en lönsamhetsanalys med fyra olika analysmått. NPV, som är en kassaflödesmetod där man beräknar nuvärdet av de betalningsströmmar och det restvärde investeringen antas generera sett över investeringens livslängd med hänsyn till en vald kalkylränta, i detta fall 7 %. IRR, internräntan, som ger uttryck för den årliga förräntning som investeringsalternativet ger på det satsade kapitalet. Återbetalningstiden, som visar under vilket år grundinvesteringen är återbetald. Det sista måttet som undersöktes var räntabiliteten på eget investerat kapital.

Resultatet visade att det går att argumentera för solceller i radhus utifrån ett lönsamhetsperspektiv oavsett om anläggningen ägs av en privatperson eller bostadsrättsförening och oavsett uppvärmningssystem om man ser till avkastning på eget investerat kapital. Sett till avkastningen på totalt kapital är däremot investeringen inte lönsam vid en kalkylränta på 7 %, detta oavsett ägandestruktur och valbart uppvärmningssystem. Med hänsyn till endast återbetalningstid var samtliga installationer lönsamma, oavsett värmekälla och ägandestruktur.

I scenariot privatperson och radhus med värmepump blev internräntan från solcellsinvesteringen 4,2 %, nettonuvärde -18 526 kr och grundinvesteringen återbetalad år 17. En närmare analys av kapitalstrukturen visade däremot att räntabiliteten på eget investerat kapital var 18,9 % vid finansiering genom bolån med 15 % kapitalinsats.

I scenariot bostadsrättsförening och värmepump var internräntan från solcellsinvesteringen 6,9 %, nettonuvärdet - 4528 kr och återbetalningstiden 13 år. Då även en bostadsrättsförening i praktiken lånefinansierar solcellsanläggningen blev räntabiliteten på eget investerat kapital bättre. Vid en egen investering om 60 % av totalkostnaden blev räntabiliteten på eget investerat kapital 9,5 %. I radhus med fjärrvärme var lönsamheten något sämre än för radhus med värmepump, både gällande privatperson och bostadsrättsförening.

Sammanfattningsvis visade studien att det finns ekonomiska rational för att installera solceller vid nyproduktion av radhus i bostadsrättsform och att den enskilde medlemmen i de flesta fall bör äga anläggningen. Samtidigt finns det en osäkerhet i kalkylerna då regler, subventioner och skattelättnader har betydande påverkan på lönsamheten. De praktiska implikationer installationen medför för byggherren och för den blivande radhusägaren är små.

Nyckelord: solceller, radhus, nybyggnation, solelanläggning, bostadsrättsförening, ägandeform

PV system installation when constructing row house dwellings
Profitability analysis, suitable ownership structure and practical implications

*Diploma Thesis in the Bachelor Programme
Business Development and Entrepreneurship for Construction and Property
STAFFAN HAGSTRÖM*

Department of Civil and Environmental Engineering
Division of Building Services Engineering
Chalmers University Of Technology

ABSTRACT

The following thesis was written on behalf of Ereim, a company that builds row houses. The company was interested in investigating whether it is economically viable for new row house owners if the building is equipped with a PV system. Furthermore, whether the profitability is affected by ownership structure; i.e. should the housing society own the PV system or the individual tenant-member. They also wanted an understanding of what kind of practical implications an installation create, both in the construction phase and in the maintenance phase. The reasons for their interest were environmental reasons, increasing interest from customers and an increasing interest from municipalities for houses with good environmental performance.

The investigation of the PV market and the regulatory environment surrounding micro generation of electricity, shows that there are many factors to consider before investing in PV systems. The installation of a PV system is relatively simple and has a limited influence on the construction process, architecture and the following maintenance work is low. The inverter will need to be replaced sometime during the expected lifetime of the PV system.

Based on the conditions Ereims townhouse offers, a cost benefit analysis has been conducted. Four different profitability measures have been used. NPV, which is a cash flow method that calculates the net present value of an investment seen over the life of the investment. IRR, which reflects the annual return an investment generate on invested capital. The third measure used is simple payback time. The final measure used is return on equity.

The result shows that it can be profitable to install a PV system in a row house, regardless of ownership structure or available heating system, in relation to return on invested equity. In terms of return on total capital, the investment is not profitable at a discount rate of 7 %, regardless of ownership structure and heating system. Taking into account only simple payback time, all installations were profitable.

In the scenario with individual ownership and heat pump the IRR was 4.2%, the net present value -18 526 SEK, and the initial investment repaid in year 17. However, a detailed analysis of the capital structure showed that the return on equity was 18,9 % when financed through a mortgage.

In the scenario with housing society ownership and heat pump, the IRR was 6.9%, the net present value - 4528 SEK and the initial investment repaid in year 13.

However, a housing society would in reality finance the PV-system partly by a bank loan. At a investment of 60% of the total investment cost, the return on invested equity was 9.5%. The row houses with district heating had a slightly lower profitability compared to row houses with heat pump, regardless of ownership structure.

In summary, the study shows that there is an economic reason to install solar panels when constructing row houses. Primarily should the individual member own the PV system. Meanwhile, there is an uncertainty regarding future rules, subsidies and tax incentives surrounding the PV market. Factors that may have a significant impact on profitability. The practical implications of the installation for the developer and the coming tenant owner are small.

Key words: solar electricity, solar profitability, solar energy, micro production, PV system

Innehåll

SAMMANFATTNING	I
ABSTRACT	III
INNEHÅLL	V
FÖRORD	VII
1 INLEDNING	1
1.1 Syfte och problemställning	1
1.2 Avgränsning	2
1.3 Disposition och metod	2
1.3.1 Litteraturstudier	2
1.3.2 Lönsamhetsanalys och beräkningsmetoder	3
2 LITTERATURSTUDIE	6
2.1 Marknadsutveckling för solceller	6
2.2 Stödsystem och regelverk	7
2.2.1 Mikroproducent	7
2.2.2 Skattereduktion	7
2.2.3 Elcertifikat	8
2.2.4 Moms	8
2.2.5 Energiskatt	9
2.2.6 Investeringsstöd och ROT-avdrag	9
2.2.7 Energikrav på byggnader	10
2.3 Solcellsanläggningar	10
2.3.1 Solcellen	10
2.3.2 Solpanel	11
2.3.3 Växelriktare	11
2.3.4 Produktion från solceller	12
2.3.5 Dimensioneringsprinciper	13
2.4 Integrering av solcellsanläggningar i småhus	14
2.4.1 Montering på tak	14
2.4.2 Placering av växelriktare	15
2.4.3 Konstruktionsmässig påverkan	16
2.4.4 Utseende och arkitektur	16
2.4.5 Underhåll	17
2.4.6 Inverkan på fastighetsvärde	17
2.5 Priser på solceller, växelriktare och system	18
3 INDATA	20
3.1 Objektbeskrivning	20
3.2 Elproduktion	21
3.3 Egenanvändning	21
CHALMERS , Bygg- och miljöteknik, Examensarbete BOMX03-16-14	V

3.4	Överskott	22
3.5	Besparingar	22
3.5.1	Minskat behov av köpt el	22
3.5.2	Minskat antal fasta elabonnemang	22
3.6	Intäkter	23
3.6.1	Försäljning av el	23
3.6.2	Nätnytta	23
3.6.3	Elcertifikat	24
3.6.4	Skattereduktion	24
3.7	Kostnader	24
3.7.1	Inköp av anläggning	25
3.7.2	Underhåll	25
3.7.3	Inkomstskatt	25
3.7.4	Finansieringskostnad	26
3.8	Kalkylränta	27
3.9	Känslighetsanalyser	27
4	RESULTAT	28
4.1	Lönsamhet med privat ägandestruktur	28
4.2	Lönsamhet med brf ägandestruktur	29
5	DISKUSSION	32
6	AVSLUTANDE KOMMENTARER	35
7	REFERENSER	37
8	FIGUR- TABELLFÖRTECKNING	42

Förord

Detta examensarbete är den avslutande delen på programmet för affärsutveckling och entreprenörskap inom byggsektorn på Chalmers och omfattar 15 hp. Arbetet har skrivits på uppdrag av Ereim AB, ett bolag vars verksamhet är att köpa mark för produktion och försäljning av radhus i bostadsrättsform.

Det har varit intressant att få möjligheten att sätta sig in i en marknaden under snabb utveckling och som med stor sannolikhet kommer att spela en avgörande roll i omställningen till en mer hållbar energiproduktion. Jag vill tacka min handledare lic. Maria Haegermark som förtjänstfullt lotsat mig genom solcellsområdet och samtidigt kommit med värdefull input till utformandet av rapporten. Vill även rikta ett tack till min examinator, professor Jan-Olof Dalenbäck, för intressanta inspel inför skrivandet av uppsatsen.

Stort tack till min externa handledare Henrik Ekeblad på Ereim för stöd och tankar under arbetets gång.

Ett sista tack för insiktsfulla kommenterar vill jag rikta till Göran Andersson, god granne, vän och en av Sveriges främsta energiexperter.

Göteborg maj 2016
Staffan Hagström

1 Inledning

Under de senaste åren har det skett en kraftig ökning av nätanslutna solcellsanläggningar i Sverige. En stor andel av dessa är takmonterade solcellspaneler hos privatpersoner och företag (Lindahl, 2015a). Den snabba utvecklingen beror på flera faktorer. Sjunkande priser på solcellsanläggningar i kombination med statliga subventioner pekas ofta ut som de två största drivkrafterna. Det är nu möjligt för privatpersoner att investera i solceller utifrån ett lönsamhetsperspektiv från att tidigare mest handlat om miljörelaterade bevekelsegrunder (Energimyndigheten, 2015a).

Det potentiella värdet för solceller på byggnader är stor. Den egenproducerade elen kan användas direkt i fastigheten och därmed ersätta inköpt el och installationen tar ingen ny mark i anspråk. Samtidigt kan eventuellt produktionsöverskott säljas tillbaka till nätet och skapa intäkter för innehavaren och minskade överföringsförluster i elnätet (Stridh, 2013). Såväl nationellt som på EU-nivå ses energieffektivisering av bostäder som ett prioriterat område för att vi ska nå miljömålen (Naturvårdsverket, 2015). I EUs direktiv, Energy Performance on Buildings Directive, kräver man att energikonsumtionen för alla nya byggnader ska ligga nära noll år 2020 (European Commission, u.d.). Även här kan solceller komma att få viss betydelse. Vid beräkning av byggnadens energianvändning får energin levererad till byggnaden reduceras med den energi som man får från solceller i den omfattning byggnaden kan tillgodogöra sig energin (Boverket, 2014).

De politiska ambitionerna får också effekter på landets kommuner. Många kommuner ställer idag, vid byggande på kommunal mark, strängare krav på energieffektivitet än vad Boverkets byggregler anger (SKL, 2014). Vidare förekommer att kommuner, vid marktilldelning, främjar byggherrar som kan presentera och uppvisa energieffektiva byggnader (Moberg, Sandberg, & Strand, 2014). Flera kommuner har tagit fram solkartor och informationssidor för att främja utbyggnaden av solenergi (Svensk solenergi, 2015a).

Att förstå vad som driver lönsamhet och hur man kan resonera vid dimensionering och organisering av solcellsanläggningar vid nyproduktion av bostäder är av intresse för flera parter. Den blivande bostadsrättsmedlemmen vill ha låga driftkostnader, gott miljösamvete och gärna en avkastning. Byggherren vill bygga med god miljöprestanda, bli prioriterad av kommuner och få bättre betalt. I kommunens uppdrag och intresse ligger att främja energieffektiva bostäder, skapa förutsättningar för en hållbar livsstil och skapa jobb i en växande bransch.

1.1 Syfte och problemställning

Ereims målgrupp är i huvudsak förstagångsköpare och affärsidén är att kunna erbjuda så mycket funktion och värde som möjligt till en för målgruppen och marknaden attraktiv kostnad. Detta görs genom att upprepa ett väl inarbetat radhuskoncept. Företaget är nu intresserad av att undersöka hur deras radhuskoncept skulle påverkas om de utrustades med solceller. Anledningarna till deras intresse är flera; miljöskäl, ökande intresse från deras målgrupp samt att kommuner ofta prioriterar bostäder med hög miljöprestanda vid marktilldelning. För att kunna erbjuda solceller till blivande

husköpare måste de dock veta hur lönsamheten ser ut och vilka implikationer det medför för köparen.

Syftet med föreliggande studie är att få förståelse för hur lönsamheten ser ut och vilka parametrar som styr lönsamheten vid installation av solceller i samband med nybyggnation av radhus i bostadsrättsform. Byggherren ska även få förståelse för vilka praktiska implikationer en solcellsinstallation medför i byggprocessen för att ge denne insikt i hur installationsförfarandet bäst kan införlivas i byggprocessen.

För att svara på detta kommer solcellsinstallation beröras ur olika synvinklar där huvudfokus är att förstå vilka parametrar som har störst inverkan på lönsamheten.

- Hur ser lönsamheten ut för installation av solceller på radhus?
- Hur påverkas lönsamheten av ägandestruktur? Vem bör äga anläggningen? Bostadsrättsföreningen eller privatpersonen?
- Hur påverkar finansieringsmodell lönsamheten?
- Hur påverkas byggprocessen av installation av solceller i samband med nyproduktion av radhus?
- Vad blir de praktiska implikationerna för bostadsinnehavaren?

1.2 Avgränsning

Uppsatsen avgränsas till att behandla aspekter av en solcellsinstallation på radhus som produceras för försäljning i bostadsrättsform i Sverige. Endast takmonterade anläggningar för tegel och papptak kommer att behandlas. Beräkningarna utgår från de förutsättningar som gäller för Ereims radhustyp. Rapporten syftar till att behandla ekonomiska aspekter av solcellsanläggningar och tar inte hänsyn till miljömässiga effekter av solceller.

1.3 Disposition och metod

I följande avsnitt beskrivs tillvägagångssättet för arbetet. I arbetets andra kapitel görs en kartläggning över solcellsmarknaden, stödsystem, regelverk och implikationer vid installation på radhus. I kapitel tre beskrivs vilka data och antaganden som ligger till grund för de lönsamhetsberäkningar som genomförts. Resultatet av lönsamhetsberäkningarna presenteras i kapitel fyra och dess implikationer diskuteras i kapitel fem.

1.3.1 Litteraturstudier

För att ta reda på förutsättningar på solcellsmarknaden har en litteraturstudie genomförts. Genomgången baseras i huvudsak på rapporter från olika branschföreträdare, myndigheter och företag i solcellnbranschen. För att få en förståelse för vad som styr lönsamheten och vad som driver kostnader vid installation av solcellsanläggningar ges en övergripande genomgång kring funktionen hos ingående komponenter. Informationen har hämtats från leverantörer av olika system men också från Solelprogrammet, ett utvecklingsprogram finansierat av Energimyndigheten och näringslivet. För att få en inblick i vilken påverkan en solcellsanläggning har på en byggnad, i både byggskedet och i förvaltningsskedet, beskrivs monteringsmetoder

samt diverse arkitektoniska konsekvenser. Dessa bygger på erfarenheter från tidigare installationer, beskrivningar från installationsföretag och rekommendationer från myndigheter och kommuner. För att få en bättre förståelse för hur en solcellsinstallation kan komma att påverka Ereims hustyper, såväl konstruktionsmässigt som arkitektoniskt, har ett studiebesök genomförts vid ett av Ereims pågående radhusprojekt i Lödöse.

1.3.2 Lönsamhetsanalys och beräkningsmetoder

I lönsamhetsanalysen har beräkningar genomförts på två typfall; att bostadsrättsföreningen äger solcellsanläggningen och fallet att den enskilde brf-medlemmen äger anläggningen. Lönsamheten vid installation av solcellsanläggningar påverkas av en rad faktorer, vissa svåra att predicera och andra mer förutsägbara. I kapitel 3 presenteras kalkyldata i form av investeringskostnader, storlek på anläggning, uppskattad produktion, egen förbrukning och uppskattat överskott. Likaså beskrivs hur elpriset predicerats, samt vilka antagande som ligger till grund för kalkylränta och anläggningens livslängd. De lönsamhetsmetoder som används är nuvärdesmetoden, internräntemetoden och payback-metoden. Vid analys av finansieringen har hävstångsformeln använts. Samtliga kalkyleringar och beräkningar har genomförts i Excel.

Nuvärdesmetoden är en kassaflödesmetod där man beräknar nuvärdet av de betalningsströmmar och det restvärde investeringen antas generera sett över investeringens livslängd med hänsyn till en vald kalkylränta (Persson, 2015). Genom att diskontera framtida kassaflöden kan värdet av dessa jämföras med kostnaden för investeringen. Utgångspunkten i kassaflödesmetoder är att pengar idag är mer värda än pengar imorgon. Är investeringens kostnad mindre än nuvärdet av framtida kassaflöden är investeringen lönsam. Ofta används nettonuvärdet för jämförelse mellan olika investeringsalternativ. För att beräkna en investerings nettonuvärde subtraheras grundinvesteringen från nuvärdet av de framtida betalningsströmmarna. Är nettonuvärdet större än noll (0) är investeringen lönsam.

Formeln för nettonuvärdet:

$$NPV = C_0 + \sum_t^n \frac{C_t}{(1+r)^t}$$

NPV = Nettonuvärde av kassaflöde

C₀ = Grundinvestering (utgående kassaflöde)

n = investeringens livslängd

t = året

C_t = kassaflödet för år t

r = kalkylränta

Ytterligare en metod att bedöma en investerings lönsamhet är internräntemetoden. Metoden går ut på att bestämma den räntesats vid vilken investeringens nuvärde är lika med noll (Borg, 2015). Internräntan ger uttryck för den årliga förräntning som investeringsalternativet i fråga ger på det satsade kapitalet. Det värde man erhåller

jämförs därefter med alternativa investeringar eller den kapitalkostnad man har. Är internräntan högre än kalkylräntan är investeringen lönsam.

Formeln för internräntan är:

$$G - \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{(1 + IRR)^i} = 0$$

G = grundinvestering

n = antal år

C_i = kassaflödet

IRR = internräntan

Ett tredje sätt att bedöma en investerings lönsamhet är att titta på återbetalningstiden. En investering som betalar sig själv på en i förhand bestämd maximal återbetalningstid är lönsam. Vid rangordning av flera lönsamma alternativ är den med kortast återbetalningstid lönsammast. Återbetalningstiden fås genom att analysera kassaflödet från investeringen. Tiden det tar för summan av detta kassaflöde att tjäna in den initiala investeringen är återbetalningstiden. I sin grundform tar inte metoden hänsyn till kalkylräntan.

Payback-metoden kan matematiskt i sin grundform uttryckas som lösningen på följande ekvation:

$$\sum_{i=0}^T C_i = 0$$

T = återbetalningstiden

C_i = varje inbetalning eller utbetalning, inklusive grundinvesteringen, fram till att resultatet är noll

Ytterligare ett sätt att analysera lönsamhet från en investering är att analysera räntabilitet på eget investerat kapital. Detta mått avser investerarens avkastning på det kapital som denne själv har satsat i investeringen. Avkastningen på totalt kapital visar i praktiken ett vägt genomsnitt av avkastningen på eget och lånat kapital. Genom att bryta ut det egna kapitalet kan olika avkastningskrav på eget och lånat kapital åskådliggöras. En av de viktigaste modellerna i finansiell styrning för att belysa detta utvecklades på 1920-talet, av bland annat kemiföretaget Du Pont och bilföretaget General Motors (Investopedia, u.d.). Modellen visar att en hög skuldsättningsgrad innebär att avkastningen för investeraren ökar kraftigt så länge investeringen genererar bättre avkastning än den aktuella låneräntan. Begreppet kallas populärt

hävstångseffekt och metoden är användbar för att visa effekter på lönsamhet vid olika val av finansiering (Johansson, 1995).

$$r_{ek} = r_{tk} + \frac{S}{E} \times (r_{tk} - r_{lån})$$

r_{ek} = räntabilitet på eget investerat kapital

r_{tk} = räntabilitet på totalt kapital

S/E = skuldsättningsgrad

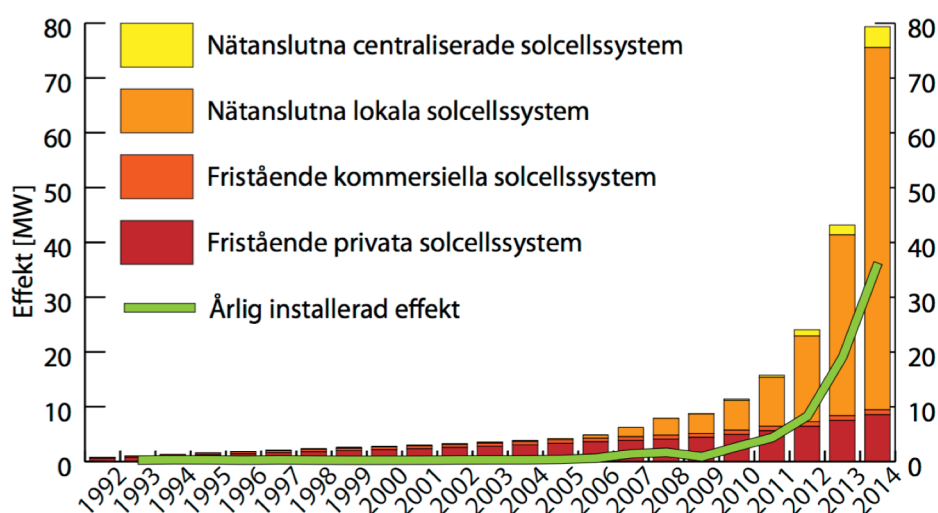
$r_{lån}$ = låneränta

2 Litteraturstudie

Området som omgärdar solceller och mikroproduktion av el genomgår stora förändringar för tillfället. Priser på system sjunker, antalet monterade system ökar och regelverken är under ombearbetning. För att få en förståelse för vilka faktorer som påverkar lönsamhet och vilka praktiska implikationer en solcellsanläggning medför på radhus beskrivs solcellsmarknaden och solcellsanläggningar ur olika perspektiv.

2.1 Marknadsutveckling för solel

Solel har en enorm potential och växer kraftigt i Sverige. Under 2015 blev den totala installerade effekten solel i det svenska elnätet dubbelt så stor som 2014 (Lindh, 2016). En utveckling som var densamma åren dessförinnan (Figur 1). Även om fördubblingarna skett från en relativt låg nivå, är trenden tydlig - intresset för solenergi ökar och det är på småhus majoriteten av alla nya anläggningar monteras (Lindh, 2016). I takt med att produktionsvolymerna ökar sjunker samtidigt marknadspriset, vilket förstärker effekten ytterligare (Solelprogrammet, u.d.).



Figur 1. Installerad solcellseffekt i Sverige 1992-2014 (Lindh, 2015a).

Solcellsbranschen växer också snabbt sysselsättningsmässigt. Idag arbetar tiotusentals personer i Europa inom området och branschen växer med cirka 40 procent per år (Regeringskansliet, 2015). I Sverige kan både privatpersoner och organisationer erhålla ett statligt stöd för installation av solceller (Energimyndigheten, 2015b). Syftet är att bidra till omställningen av energisystemet och att skapa fler jobb och företag inom energiteknikområdet (Regeringskansliet, 2015). Regeringens uttalade mål är att antalet solcellsanläggningar ska bli fler och antalet aktörer inom solelområdet ska öka, att systemkostnaderna ska sänkas och att den årliga elproduktionen från solceller ska öka.

Samtidigt märker många energibolag av ett ökat intresset från privatpersoner att producera egen el (DalaKraft, 2016; Jönköping Energi, u.d.). En undersökning från Svensk Energi visar att ett av sju hushåll överväger att installera solceller och där

ekonomi, miljöhänsyn och en önskan om att vara självförsörjande är de främsta drivkrafterna (UnitedMinds, 2014).

2.2 Stödsystem och regelverk

Det finns en rad regelverk och bestämmelser som omgärdar produktion av solceller. I följande avsnitt beskrivs och definieras olika begrepp, lagar och bestämmelser.

2.2.1 Mikroproducent

När anläggningar för egen el installeras på småhus används ofta termen mikroproducent av förnybar el. Det finns ingen entydig definition av begreppet men enligt ellagen är man en mikroproducent när anläggningen har en märkeffekt (maxeffekt) om högst 43,5 kW samtidigt som huvudsäkringens inte överstiger 63 ampere (SFS 1997:857). För att klassificeras som mikroproducent får man inte heller producera mera el per år än vad man själv konsumerar. En av fördelarna med att klassas som mikroproducent är att nätägaren är skyldig att kostnadsfritt montera elmätare anpassad för mikroproduktion.

2.2.2 Skattereduktion

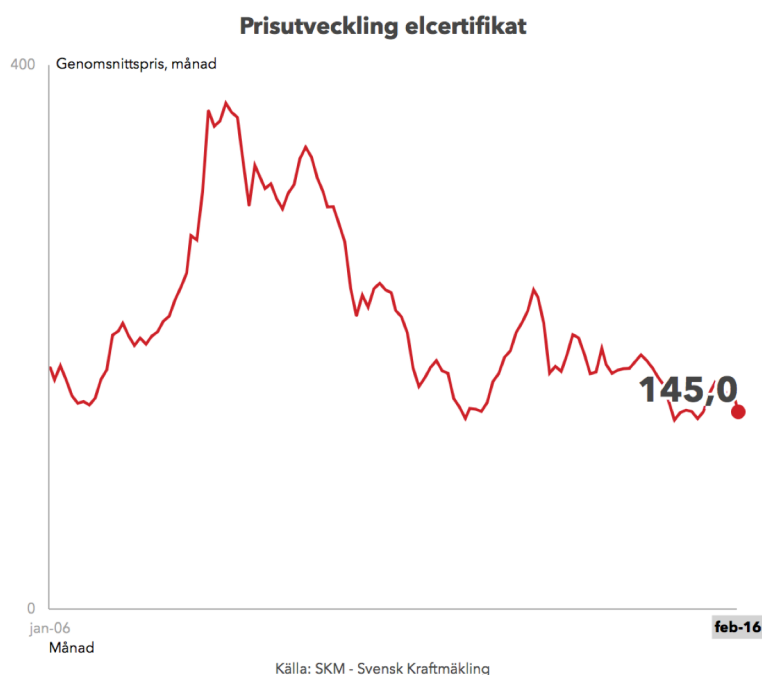
Vid produktion av förnybar el har både fysiska och juridiska personer under vissa förutsättningar rätt till skattereduktion (Skatteverket, 2016a). För att skattereduktion ska vara möjlig måste solcellsanläggningen ha samma anslutningspunkt som uttagsabonnemang. Rent konkret innebär detta att inmatning och uttag från elnätet ska ske genom samma anslutningspunkt och samma huvudsäkring. Säkringen i anslutningspunkten får inte överstiga 100 ampere och elproduktionen måste anmälas till elnätsföretaget. Kontrolluppgift över inmatning och uttag meddelas därefter årligen till Skatteverket (Skatteverket, 2016a).

Underlaget till skattereduktionen är antalet kWh som solcellsanläggning matat in på elnätet under året, dock högst så många kWh som tagits ut ur anslutningspunkten under samma år. Därutöver finns en begränsning om högst 30 000 kWh per år. Är det flera som delar på elnätsabonnemanget och matar in el i samma anslutningspunkt ska underlaget fördelas lika (Skatteverket, 2016b). Underlaget får inte överstiga 30 000 kWh, vare sig per person eller per anslutningspunkt. Själva skattereduktionen uppgår till 60 öre per inmatad kWh. Begränsningarna får till följd att den högsta skattereduktion en fysisk eller juridisk person kan få i dagsläget är 18 000 kronor per år. Skattereduktion ska räknas av mot kommunal och statlig inkomstskatt som beräknats enligt 65 kap., mot statlig fastighetsskatt enligt lagen (1984:1052) om statlig fastighetsskatt samt mot kommunal fastighetsavgift enligt lagen (2007:1398) om kommunal fastighetsavgift.

En bostadsrättsförening har, liksom privatpersoner, rätt till skattereduktion på inmatad överskottsel under förutsättning att ovan beskrivna villkor är uppfyllda. För att kunna göra skatteavdrag behöver man dock först ha betalat in någon form av skatt. Nybyggda bostäder är befriade från fastighetsskatt och kommunal fastighetsavgift under sina första 15 år (Skatteverket, 2016c). Har en nyproducerad bostadsrättsförening inte några andra former av beskattningsbara inkomster, är det därmed inte säkert att skattereduktionen för överskottsel är möjlig att nyttja.

2.2.3 Elcertifikat

Elcertifikatsystemet är ett stödsystem med syfte att öka produktionen av förnybar el (Energimyndigheten, 2015c). För varje 1 MWh producerad förnybar el har en elproducent rätt att få ett elcertifikat utfärdat av Energimyndigheten. Certifikaten kan sedan säljas till svenska eller norska kvotpliktiga aktörer, vilka är skyldiga att köpa elcertifikat som motsvarar en viss andel (kvot) av sin elförsäljning eller elanvändning. I dagsläget (feb 2016) ligger ersättningen på 145 kr / MWh (Svensk Kraftmäkling, 2016).



Figur 2. Prisutveckling elcertifikat 2006-2016 i kr / MWh (Svensk Kraftmäkling, 2016)

2.2.4 Moms

Vid försäljning av överskottsel är den ersättning man erhåller från elhandelsföretaget och elnätetsföretaget momspliktig, vilket medför att man vid försäljning av el behöver vara momsregistrerad. Det gäller såväl privatpersoner som juridiska personer och oavsett belopp (Skatteverket, 2016b). I april 2016 skickades det dock ut en promoria på remiss gällande momsbefrielse för näringsidkare med en omsättning om högst 30 000 kronor per år. Om förändringen går igenom innebär det att man från och med 1 januari 2017 slipper momsregistrera sig, fakturera moms, och att redovisa och betala in moms på sin försäljning (Regeringskansliet, 2016).

Den nu gällande momsplikten innebär däremot inte någon rätt för bostadsrättsföreningar att dra av momsen från inköpet av solcellsanläggningen. Bostadsrättsföreningar har inte rätt till avdrag för ingående moms på kostnader som föreningen betalar (Skatteverket, 2016e). Likaså är huvudregeln för privatpersoner att man inte får dra av moms för inköp till en ”stadigvarande bostad” och en solcellsanläggning som installeras på privatpersons bostad räknas som sådan (Skatteverket, 2016b). Momsen från inköp till solcellsanläggning kan endast dras av om anläggningen ”uteslutande används för ekonomisk verksamhet” - det vill säga att all el som produceras säljs vidare (Skatteverket, 2016b).

2.2.5 Energiskatt

Från och med 1 juli 2016 blir mikroproduktion av el är befriad från energiskatt förutsatt att producenten inte förfogar över andra anläggningar som sammanlagt har en installerad effekt av 255 kW eller mer alternativt producenten yrkesmässigt levererar annan el. Detta medför att solcellsanläggningar upp till 255 kW per juridisk person kan förbruka sin egenproducerade el utan att betala energiskatt och även sälja överskott. Skattebefrielsen gäller under förutsättning att ersättningen för den levererade elen inte överstiger 30 000 kronor (Skatteverket, 2016b). För juridiska personer med mer än 255 kW installerad solpaneleffekt innebär lagen däremot att elen blir energiskattepliktig även om den förbrukas i den egna fastigheten.

2.2.6 Investeringsstöd och ROT-avdrag

Vid installation av solceller kan man ansöka om investeringsstöd från staten. Stödet, som riktar sig till alla typer av aktörer, är tänkt att stimulera utbyggnaden av förnybar elproduktion (Energimyndigheten, 2015b). Stödnivån, som beräknas utifrån de totala installationskostnaderna, är maximalt 30 procent till företag och högst 20 procent till övriga. Högsta möjliga stöd per solcellssystem är 1,2 miljoner kronor och de stödberättigande kostnaderna får maximalt uppgå till 46 250 kronor inklusive moms per installerad kW. Regeringen aviserade i höstbudgeten 2015 ökade satsningar på solceller om 225 miljoner kronor 2016 och därefter 390 miljoner kronor varje år 2017-2019. Stöd får endast lämnas för ett solcellssystem per byggnad eller för ett solcellssystem per fastighet om systemet är byggt på marken. Radhus i bostadsrättsform, som delar fastighetsbeteckning och där flera radhuslägenheter befinner sig i samma byggnad, är med den definitionen endast berättigad till ett enda stöd. Enligt samtal med Länsstyrelsen skulle dock en sådan snäv tolkning motverka lagens syfte, det vill säga stimulera utbyggnaden av solceller. Det är därför sannolikt att varje enskild radhuslägenhet skulle beviljas solcellsstöd (Larsson, 2016).

Samtidigt har Energimyndigheten förslagit för Regeringen att investeringsstödet till villor och bostadsrättsföreningar bör tas bort. Myndigheten menar att skattereduktionen som ger 60 öre per kWh för den el man säljer till nätet i kombination med möjligheten till att nyttja ROT-avdrag vid installation är tillräckligt (Energimyndigheten, 2015a). Skulle förslaget bli verklighet innebär det att stödet i realiteten blir cirka 9 % av den totala installationskostnaden, då ROT-avdrag endast ges på installationsarbetskostnaden och inte på materialkostnader (Svensk Solenergi, 2015). Med nuvarande regelverk kan dock bostadsrättsföreningar inte nyttja ROT-avdrag för installation av solceller. ROT-avdraget är endast möjligt att använda för

ROT-arbete som sker inne i en bostadsrätt (Skatteverket, 2016d). Montering av solceller på taket är därför inte berättigat till rotavdrag. Ytterligare en försvårande aspekt med ROT-avdrag vid nyproduktion är att arbeten som utförs på fastigheten under värdeåret räknas som nybyggnation och det ger aldrig rätt till skattereduktion (Skatteverket, 2016d). Om solcellerna monteras i samband med att huset byggs så är det en del av nybyggnationen. Man kan heller inte få skattereduktion för arbeten som utförs under de fem kalenderår som följer närmast efter huset varit inflyttningsklart (Skatteverket, 2016d).

2.2.7 Energikrav på byggnader

I Boverkets byggregler (BBR) 9 kap energihushållning anges krav på byggnaders energianvändning. Vid beräkning av byggnadens energianvändning får energin levererad till byggnaden reduceras med den energi som man får från egna solceller i den omfattning byggnaden kan tillgodogöra sig energin (Boverket, 2014). Ur solelperspektiv är dock den snäva definitionen i BBR olycklig. Den genererade elektriciteten måste användas momentant, vilket gör att den elektricitet som produceras av anläggningen en solig dag inte kan tillgodogöras en molnig. Inte heller får hushållsel beaktas vid beräkning av byggnadens energianvändning utan endast grundläggande verksamhetsanpassade krav på värme, varmvatten och ventilation.

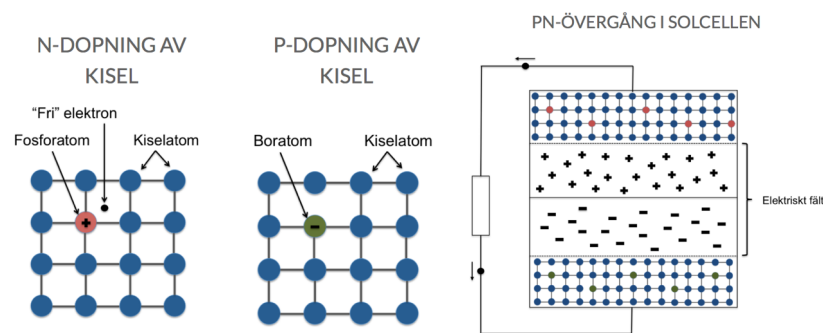
2.3 Solcellsanläggningar

Det finns ett flertal varianter av solceller som används kommersiellt idag. Den vanligaste och mest beprövade varianten för solpaneler för takmontage är solceller baserade på kristallina kiselkivor (Solelprogammet, u.d.). Ett alternativ till kristallina solceller är tunnfilmssolceller. Dock levererar tunnfilmspaneler lägre effekt per yta än kristallina paneler. Tunnfilmspaneler behöver därför täcka större yta än kristallina paneler för att komma upp i motsvarande effekt (SolarLab, 2016). På grund av kristallina solpanelers dominerande ställning på den svenska marknaden beskrivs endast denna variant i följande kapitel. Inledningsvis kommer solcellens funktion att beskrivas, tillhörande komponenter förklaras översiktlig och faktorer som påverkar produktionen beskrivas. Avslutningsvis kommer riktvärden vid dimensionering behandlas samt prisbilden för solceller beskrivas.

2.3.1 Solcellen

Solceller omvandlar solljus till elenergi. Den vanligaste solcellen är idag gjord med kisel och på vardera sidan om kisel har man dopat fram två skikt, N-skikt och P-skikt (Solelprogammet, u.d.). N-skiktet innehåller fler elektroner än vad kisel normalt innehåller och P-skiktet färre antal elektroner. När lagren förs samman söker sig den överblivna elektronen i N-skiktet över till P-skiktet (Figur 3). På detta vis får uppstår en potentialskillnad mellan lagren.

När solljusets energirika fotoner träffar cellens framsida bryts en kemisk bindning i kiselkristallen och det frigörs därigenom en ytterligare elektron. Denna elektron drivs naturligt av den inbyggda potentialskillnaden åt det positivt laddade N-skiktet, varifrån den sedan kan ledas vidare in i en extern elektrisk krets. Denna process fortsätter så länge solens fotoner träffar cellen. I takt med att solinstrålningen ändras, varierar den energi som träffar solcellen och därmed vilken effekt som solcellen ger (Svea Solar, 2013).



Figur 3. Så fungerar solcellen (Svea Solar, 2013)

2.3.2 Solpanel

En solpanel, även kallat modul, består av ett antal i serie ihopkopplade solceller som limmats på en platta. Genom att koppla samman de enskilda solcellerna via en tunn metalltråd, bygger man solpaneler som ger 12 V eller 24 V. I Sverige används oftast 12-voltspaneler som består av 36 stycken ihopkopplade solceller. De seriekopplade cellerna skyddas mot fukt, mekaniska belastningar och beröring genom att de förses med en skyddande plast och en skiva av härdat glas (Solelprogammet, u.d.). Den tekniska livslängden för en solpanel är runt 30 år. Det finns samtidigt anläggningar som är över 40 år och som fortfarande producerar el, dock med allt mindre effekt (Ehrenberg, 2012).

2.3.3 Växleriktare

För att kunna koppla en solcellsanläggning till elnätet behöver likströmmen från solcellerna konverteras till växelström med rätt frekvens och spänning (Svensk Solenergi, u.d.). Detta görs med hjälp av en växleriktare. Den vanligaste typen av växleriktare för solcellsinstallationer är idag en s.k. central växleriktare. Solpaneler kopplas ihop till en s.k. sträng och denna kopplas i sin tur till ingången på växleriktaren (Electrotec Energy, 2012).

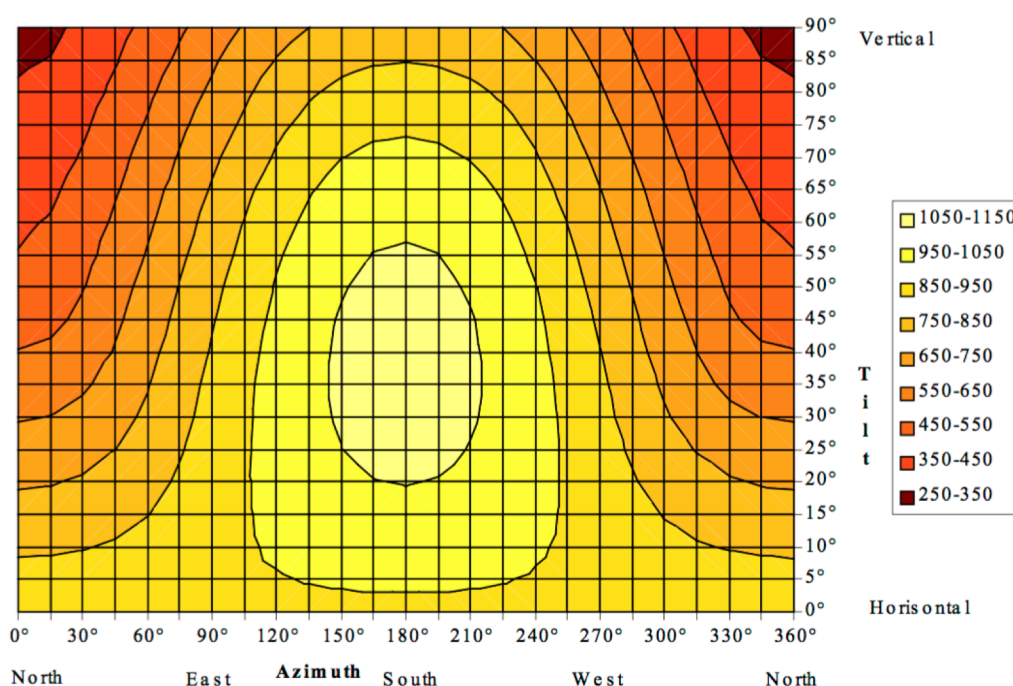
Ett alternativ till en central växleriktare är att ha mindre lokala växleriktare på respektive solpanel, s.k. mikroväxleriktare. Varje solpanel kopplas då till ingången på respektive mikroväxleriktare och ingen central växleriktare behövs. Fördelen med denna metod är att systemet blir mindre känsligt för skuggor och lättare att bygga ut (Svensk Solenergi, u.d.). Lösningen är i dagsläget något dyrare än en central växleriktare (Svensk Solenergi, 2011). Vid val av kapacitet och funktion på en central växleriktare bör man ha i åtanke om man i framtiden vill utöka solcellssystemet. Med

mikroväxelriktare slipper man det. Livslängden hos en central växelriktare beräknas normalt vara 15 år (Svensk Solenergi, u.d.).

2.3.4 Produktion från solceller

En solcellspanel ger upphov till en likströmsspänning. Hur mycket el som kan produceras i Sverige beror på en rad faktorer; bl.a. solinstrålningen, panelernas lutning och orientering. En tumregel, som baseras på värden från redan installerade solcellsanläggningar, visar att man kan räkna med cirka 800-1 100 kWh per installerad kW och år, mätt efter växelriktaren, om det är ett fast monterat system som är någorlunda väl placerat (Stridh, 2013).

Solceller ger bäst effekt när de monteras i en lutning mellan 35°- 50° och riktas mot söder (Svensk Solenergi, 2011). Med en mindre lutning får man mer el på sommaren och med en större lutning får man mer el på våren och hösten (Svensk Solenergi, u.d.). Inom sydost till sydväst får man 0–10% mindre solel jämfört med en rakt södervänd panel (Svensk Solenergi, 2011).



Figur 4. Total solinstrålning i kWh/m² i olika lutning och väderstreck i Jönköping (1962-90). Grafik hämtad från (Hedén, 2013).

Panelernas verkningsgrad minskar med ökande temperatur, varför det är viktigt med god ventilation runt själva panelen (Solelprogrammet, u.d.). Då solcellerna i en solpanel är seriekopplade räcker med att en cell sätts ur funktion, exempelvis genom skuggning, så begränsar denna cell hela den aktuella panelens ström (Solelprogrammet, u.d.). Är hela panelen därefter kopplade i serie med övriga paneler begränsas strömmen genom alla paneler. För att undvika att en panel begränsar hela serien används ibland s.k. bypass-dioder på panelen (Solelprogrammet, u.d.).

Strömmen kan då ledas via dioden förbi begränsade punkter i solpanelsystemet. Ett annat sätt att minska konsekvensen av skuggning är att använda sig av mikroväxelriktare på varje enskild panel. Ett tredje sätt att undvika problemen med skuggning är att kombinera den centrala växelriktaren med effektoptimerare på varje panel (Stridh, 2013). Enligt branschorganisationen Svensk Solenergi (2011) påverkas verkningsgraden av följande faktorer:

- Solinstrålningen (varierar $\pm 10\%$ mellan olika år)
- Solpanelernas temperatur
- Skuggning
- Solcellspanelernas lutning
- Solcellspanelernas orientering -
- Snötäckning
- Växelriktarens verkningsgrad
- Förluster i kablar
- Nedsmutsning av panelerna
- Degradering av panelernas effekt

2.3.5 Dimensioneringsprinciper

Att exakt dimensionera en solcellsanläggning för en viss produktion är komplicerat då det både krävs stora mängder indata och som dessutom innehåller stora årliga variationer (Stridh, 2014). Schablonvärden, baserade på befintliga anläggningar är därför viktiga. Enligt Energimyndigheten (2015b) ger en ny anläggning i Sverige på 1 kW, placerad på en oskuggad yta rakt mot söder med 30-50 graders lutning, cirka 950 kWh per år och tar upp en yta av 7 kvadratmeter.

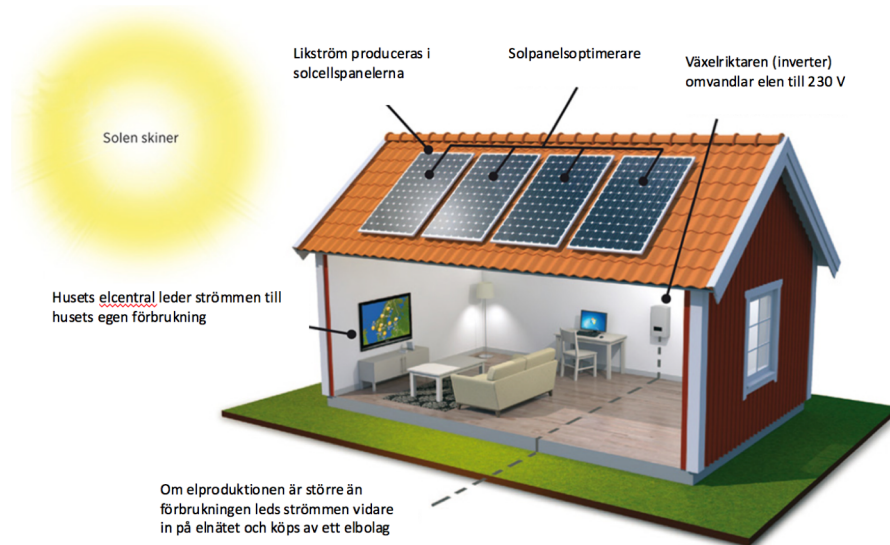
Vill man, utifrån dagens skatteregler och elpris, optimera och dimensionera en anläggnings storlek i relation till högsta möjliga avkastning behöver man veta den egna elförbrukningen och dess variation över dygnet. Ur ett ekonomiskt perspektiv har det varit bättre att underdimensionera solcellsanläggningar än att överdimensionera dem (Öresundskraft, 2016). Överskott av el som matas in till nätet, har historiskt sett haft ett lägre värde än solel som ersätter köpt el (Stridh, 2013). En sådan utgångspunkt innebär att den dimensionerande elförbrukningen blir den som sker dagtid. Den skattereduktion för egenproducerad el som infördes från och med 1 januari 2015 har minskat skillnaden mellan värdet av egenanvänd el och överskottsel, förutsatt att man har rätt att utnyttja skattereduktionen.

När växelriktaren dimensioneras för en solcellsanläggning är det växelriktarens märkvärden på maximal ström, maximal effekt samt minimal och maximal spänning som utgör grunden för dimensioneringen (Solelprogrammet, u.d.).

Överdimensionering av solpanelerna medför att det är lättare att utnyttja växelriktarens verkningsgradkurva (Nordic Solar, 2016). Solcellspanelernas totala märkeffekt får vara 15-30 % högre än växelriktarens (Solelprogrammet, 2014). Dessutom får solpanelerna reducerad effekt med åren och under varma sommandagar minskar effekten med förhöjd paneltemperatur med cirka 0,45-0,55% per grad över 25°C (Abelto AB, u.d.).

2.4 Integrering av solcellsanläggningar i småhus

Att integrera solceller i byggnader har många fördelar. Dels exploateras ingen ny mark och ingen ytterligare påverkan på landskapsbilden sker. Då det redan finns kraftledningar till byggnaden krävs inga nya kabeldragningar eller några nya vägdragningar. Genom att elen produceras på samma plats som förbrukningen sker blir överföringsförlusterna små (Stridh, 2013). De genomsnittliga överföringsförlusterna i det svenska elnätet uppgår i dagsläget till cirka 7% eller 9-10 TWh/år (Energimyndigheten, 2015d). I Figur 5 visas en principskiss över en solcellsinstallation i ett småhus.



Figur 5. Principskiss - uppbyggnad av solcellssystem (Mälarenergi, u.d.).

2.4.1 Montering på tak

Det går att montera solceller på de flesta taktyper (Ehrenberg, 2012). Ett monteringsystem för solceller skall vara certifierat för solcellsanläggningar och monteringsystemets alla ingående delar ska vara beräknat för snö- och vindlaster (Sol i Väst, 2014). Solcellspanelerna bör placeras ett par dm från taknock och taksidor för att undvika att panelerna blir ett vindfång (Electrotec Energy, 2012). Montagesystemets alla ingående delar bör dimensioneras och anpassas till lokala förhållanden. Detta medför att ett tak i norra Sverige kan behöva andra dimensioner på fästen och stänger än motsvarande taktyp i södra Sverige. På lutande tak är det viktigt att inte snörasskydd är placerade för nära solcellsanläggningens nedre del, då detta kan leda till snö- och isansamlingar på de nedersta panelerna skadar anläggningen (Sol i Väst, 2014). Vid montering av solpaneler i flera rader, bör det finnas en spalt på 10 till 20 centimeter mellan raderna för ökad ventilation och kylning (Electrotec Energy, 2012). Det är även viktigt att ta hänsyn till att panelerna blir varma och att de därför bör monteras så att oönskad uppvärmning av byggnaden undviks. Detta görs enklast genom att ha en tillräcklig luftspalt bakom panelerna (Solelprogammet, u.d.).

För tak som lutar mer än 5-10 grader är det takets lutning som är bäst att använda för solcellspanelerna (Sol i Väst, 2014). Detta beror på att det ger mindre vindfång och därmed lägst slitage och belastning på taket. Detta medför samtidigt att installationen blir mindre komplicerad, hela takytan kan nyttjas och ingen hänsyn behöver tas till intern skuggning av övriga paneler.

Tegeltak hör till de enklaste monteringsunderlaget, då man endast lyfter på takteglet och fäster s.k. takkrokar i bärläkten och ner i takpanelen eller takstolen (Sol i Väst, 2014). Därefter läggs tegelpannorna tillbaka och inga ytterligare genomföringar i takkonstruktionen krävs. Efter att tegelpannorna återplacerats sticker det upp ett antal hållare i vilka aluminiumstänger monteras. Panelerna därefter fästas på dessa.

En vanlig infästningsteknik för papptak och membrantak är att använda CW Lundberg-plattor (Sol i Väst, 2014). Metoden innebär att en metallbricka bränns eller skruvas fast i det befintliga takmaterialet. På den uppstickande fästbulten kan sedan skenor för solpanelerna monteras (CW Lundberg AB, u.d.).

Montage på platta tak görs nästan uteslutande med uppvinklade solcellspaneler på stativ för ökad produktion. Därmed följer inte panelerna takets lutning (se, nr 5, Figur 7). Uppvinklade rader av solpaneler innebär samtidigt en risk för interna skuggningseffekter och därmed minskad effekt. För att minska risken att framförvarande solpanelsrad skuggar bakomvarande måste det därför finnas ett visst radavstånd. En nackdelen med paneler på platta tak är att snöskottning kan försvåras (Electrotec Energy, 2012).

För montering av solpaneler på platta papp- och membrantak finns i huvudsak två metoder; någon form av skruvad infästning i taket eller fästsystem baserat på ballast (Sol i Väst, 2014). Är taket tillräckligt dimensionerat är ballastmetoden att föredra. Detta då man undviker eventuella komplikationer som en penetrering av takets tätskikt kan medföra. Likaså blir installationen enkel och i utrymmet under panelerna kan samtidigt ballasten ”gömmas” (Sol i Väst, 2014). Önskar man av viktbaseade skäl en skruvad infästning är metoden med CWL-plattor (beskrivet tidigare) ett användbart tillvägagångssätt. Även med denna metod kan ökad lutning på panelerna skapas med hjälp av olika typer av fästsystem (CW Lundberg AB, u.d.).

2.4.2 Placering av växelriktare

Vid placering av en central växelriktare är man relativt fri vid val av plats då växelriktaren kan placeras utomhus såväl som inomhus (Electrotec Energy, 2012). Det senare är dock att föredra, då det rör sig om relativt dyr teknik som med fördel sitter skyddat. Vid val av utrymme bör man dock beakta att strömmen i ett solcellssystem kan bli hög, vilket innebär att det kan bli stora förluster om kabeln på likströmssidan blir för lång. Avståndet mellan panelerna och växelriktare bör därför vara så kort som möjligt (Solelprogammet, u.d.). Placering av växelriktaren på någon tillgänglig plats, exempelvis bredvid el centralen, möjliggör samtidigt lättare hantering och avläsning av produktionsdata. I Figur 6 framgår dimensioner och mått på en växelriktare för solcellsanläggningar upp till 20 kW.

En annan typ av lösning är, som tidigare nämnts, att ha en mindre mikroväxelriktare monterade på respektive solpanel. Utgångarna på dessa mindre växelriktare kopplas

ihop och ansluts direkt till proppskåpet. Fördelen med denna metod är att systemet blir lätt att bygga ut och byggtekniskt mindre komplicerad då inget utrymme krävs för en central växelriktare inomhus. Nackdelen är att växelriktarna utsätts för tuffare klimatmässiga påfrestningar och blir svårare att både byta och reparera (Electrotec Energy, 2012).

Fronius Symo 3-fas inverter, 3-20 kW

Höjd x bredd x djup: 645 x 431 x 204 mm

Vikt: 16 kg



Figur 6. Fronius Symo Inverter (Varuhuset Etc, 2016).

2.4.3 Konstruktionsmässig påverkan

Vid installation på byggnader bör man både ta hänsyn till den extra belastning på tak och fasader i form av ökad vikt och vindlaster som panelerna kan medföra samt de risker som finns med håltagning i byggnadens klimatskal.

En solpanel av standardstorlek, cirka 1 m bred, 1,6 m lång och 5 cm tjock, väger runt 20 kg. Lasten av själva solpanelerna är därmed begränsad förutsatt att dessa inte monteras med hjälp av ballastmetoden. Vid platta tak, där ballastmetoden är vanlig, kan därför vissa förstärkande åtgärder vara nödvändiga (Solelprogrammet, u.d.).

Vid nybyggnation är det lämpligt att förbereda eventuella behov av genomföringar i samband med utformningen av tak och väggar för att säkerställa att tätskiktet uppnår aktuell klassning. Vid eftermontering av solpaneler dras kablar från solpanelerna ofta under takkant och via husets hörn ner till husvägg/husgrund där genomföring sker till insidan och elcentralen (Innosund AB, u.d.). Vid nybyggnation kan istället kabeldragningen förberedas genom att kabelrör utformas genom taket och ner till elcentralen.

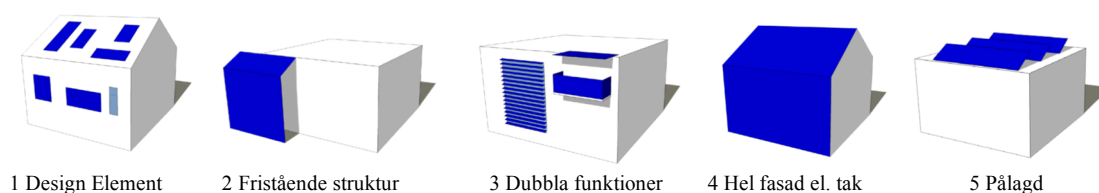
2.4.4 Utseende och arkitektur

Solpaneler är fortfarande en relativ ovanlig syn på småhus i Sverige. Att sätta upp solpaneler på fasader eller tak kan innebära en ”avsevärd” påverkan av byggnadens yttre. Enligt Plan- och bygglagen 2010:900 och 9 kap. 2 § 3C, 2 kap 3, 6 medför detta att det normalt krävs bygglov inom detaljplanerat område för en sådan åtgärd.

Tolkningen av PBL skiljer sig dock mellan kommunerna och många i kommuner krävs inte bygglov om solpanelerna följer takets lutning (Claezon, Solkalkyl, 2014). För att få en anläggning som både fungerar optimalt och som stämmer överens med byggnadens formspråk är det viktigt att solcellsinstallationen kommer in så tidigt som möjligt i projekteringsprocessen (Energimyndigheten & Boverket, 2005). Solpaneler och solceller finns i olika varianter och utseenden. Vi nybyggnation finns stora

möjligheter att integrera anläggningen i byggnadens arkitektur. Figur 7, visar några olika integreringslösningar.

Solpanel som designelement är den vanligaste varianten, då den fungerar vid både nybyggnation och vid montering på befintlig byggnad. För att hålla en god arkitektur är det viktigt att tänka på hur fönster och andra fasadelement eller takmaterial ligger och anpassa panelernas placering till dem (Malmö Stadsbyggnadskontor, 2014). Vid lutande tak bör solpanelerna följa takets lutning för att inte avvika från byggnadens uttryck (Malmö Stadsbyggnadskontor, 2014). Vid nybyggnation blir det ofta arkitektoniskt tilltalande om solpanelerna eller solcellerna integreras i själva konstruktion och panelerna kan då samtidigt ersätta konventionellt material (Malmö Stadsbyggnadskontor, 2014).



Figur 7. Solpanel som arkitektoniskt element (Malmö Stadsbyggnadskontor, 2014).

2.4.5 Underhåll

Till följd av att det inte finns några rörliga delar och att panelerna har en lång livslängd, är underhållskraven på en solcellsanläggning låga (Solelprogammet, u.d.). Den vanligaste driftrelaterade kostnaden är byte av växelriktare då livslängden på denna är cirka 15 år (Svensk Solenergi, u.d.). På de flesta platser i Sverige anses panelerna ej behöva rengöras, då regnets avsköljningar är tillräckliga (Solelprogammet, u.d.). Snöskottning kan vara aktuellt om det blir en långvarig situation, men för de flesta system anses detta onödigt. För system med en panellutning på 33° på Stockholms latitud ger snö upphov till förluster på någon procent av årsproduktionen (Solelprogammet, u.d.). Vid montering av solpaneler bör takets status beaktas. Behöver taket läggas om innan solpanelernas livslängd tagit slut kan detta innebära demonterings- och återmonteringskostnader. De tillkommande kostnader för detta är dock låga när det sker i samband med en takomläggning.

2.4.6 Inverkan på fastighetsvärde

Vilken inverkan en solcellsanläggning får på fastighetsvärdet är svårt att avgöra. Fastigheters värde är olika för olika människor genom att funktioner och tillgångar bedöms och värderas olika utifrån köparens preferenser. Störst betydelse har dock läget (Lantmäteriverket & Mäklarsamfundet, 2008). Samtidigt är låga driftkostnader något som direkt avgör en husköpares boendekalkyl och därmed en köpares betalningsförmåga. För att bedöma ett hushålls betalningsförmåga använder sig bankerna av en så kallad ”kvar att leva på”-kalkyl innan de beviljar ett bolån (Finansinspektionen, 2014). Genom en sådan kalkyl kan både banken och hushållet få en uppfattning om hur mycket hushållet har kvar av sin disponibla inkomst efter att räntekostnader och övriga boende- och levnadsomkostnader är betalda. En låg

driftkostnad medför därför att fastigheten kan köpas för en högre köpeskilling utan att sista raden på ”kvar att leva på”- kalkylen förändras.

Enligt Boverkets regler får solceller tillgodoräknas vid beräkning av byggnadens energianvändning (Boverket, 2014). En studie av Nordström och Rehn (2009) konstaterar dock att en energideklaration med goda resultat endast påverkar värdet för en fastighet i positiv riktning om köparen är insatt i vad en energideklaration är. Samtidigt bedömer författarna bakom studien att energideklarationen betydelse kan komma att öka i framtiden.

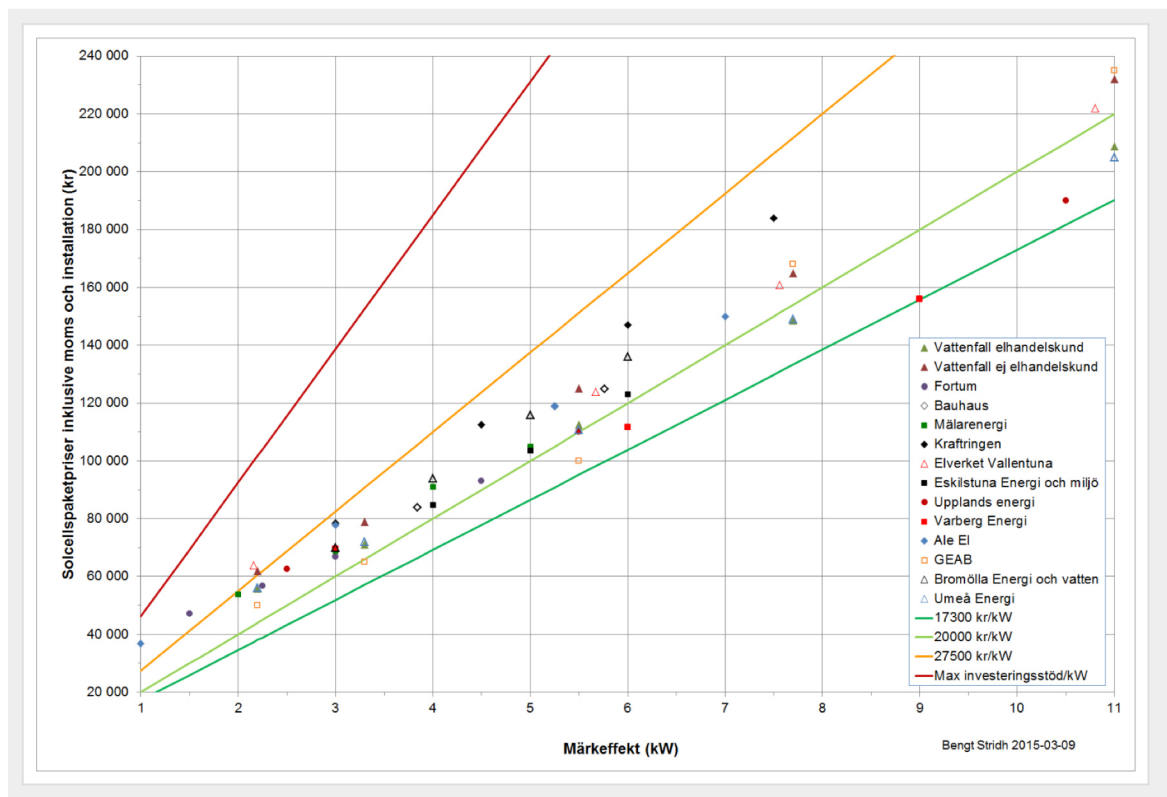
2.5 Priser på solceller, växelriktare och system

Priset på solceller har sjunkit cirka 70 % sedan 2010 (Claezon, 2016). Det beror främst på att tillverkningsprocesserna har blivit bättre och volymerna större. Att döma av prisutvecklingskurvan har trenden mattas av under 2015 (Figur 9). Priset för solceller anges i kr per W vilket gör det möjligt att jämföra olika paneler och räkna på produktion. Med tiden tappar solceller effekt vilket gör att skillnader i effektgaranti mellan olika fabrikat kan få viss betydelse på produktionen sett under anläggningens livslängd. I dagsläget ligger en komplett anläggning inklusive installation och moms mellan 13 500 - 25 000 kr/kW (Stridh, 2015). Generellt gäller att ju större anläggning desto lägre pris. Priset för en växelriktare skiljer sig beroende på modell, effektområde, funktioner (antal strängar, webbuppkoppling, mm). I Tabell 1 visas några prisexempel för ingående komponenter och i Figur 8 prisexempel för kompletta system.

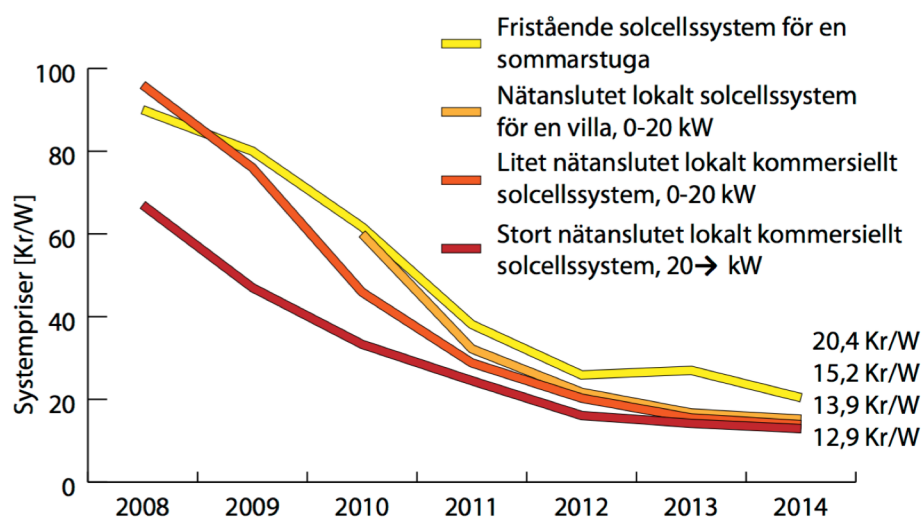
Tabell 1. Exempelpriser för solpaneler och växelriktare från etc.varuhuset.se

Typ	Effekt	Cirka pris
Central växelriktare	Anpassad för 5 kW	18 000 kr ink moms
Central växelriktare	Anpassad för 15 kW	32 000 kr ink moms
Mikroväxelriktare	Anpassad för 200-250 W	2 000 kr ink moms
Solpanel	265 W	3 000 kr ink moms

Monteringskostnader påverkas framförallt av takkonstruktion, takhöjd, taklutning och närhet till elcentral. Montering av solceller vid nyproduktion är i de flesta fall en förhållandevis okomplicerad procedur. Förutom att byggnaden kan anpassas redan i konstruktions- och byggfasen, finns ofta ställningar och skyddsutrustning på plats. Takarbete är omgivet av ett strikt regelverk avseende säkerhet vilket ofta innebär kostnader för ställning, skylifts och skyddsnet etc. (Arbetskyddsstyrelsen, 2016). Vid takmontage fästs panelerna i de aluminiumskenor som i sin tur skruvas fast i förberedda takfästen alternativt används ballastställningar (se Kap 2.5.1). Tidsåtgången för montering är ungefär 1 h / panel (Kallies, 2016). Detta inkluderar montering av takfästen och skenor. Därutöver tillkommer elarbetet, vilket måste utföras av en behörig elektriker. Kablar ska dras från solcellerna igenom tak eller yttervägg för att sedan anslutas till växelriktaren. Eventuella borrhål i yttertak eller yttervägg ska tätas efter installationen för att förhindra vattenskador. Från växelriktaren ska sedan kabel dras till proppskåp och installationen driftsättas. Det tar cirka en dag för installatör att installera växelriktare och driftsätta ett system anpassat för ett radhus (Kallies, 2016).



Figur 8. Priser för kompletta solcellspaket inkl. moms och installation (Stridh, 2015).



Figur 9. Prisutveckling på solcellssystem (Lindahl, 2015a)

3 Indata

I följande kapitel redogörs för de antaganden som ligger till grund för lönsamhetsberäkningarna.

3.1 Objektbeskrivning

Beräkningarna utgår från de förutsättningar som ges av Ereims två olika radhustyper beskrivna i

Figur 10. Ett av husen har sadeltak och ett har låglutande pulpettak. Samtliga radhus säljs i bostadsrättsform. Ereim själva har möjlighet att göra tillägg i stadgar gällande regelverk för solceller innan överlåtelse av fastigheten sker till den övertagande bostadsrättsföreningen. Därmed antas bostadsrättsföreningens godkännande för installation inte krävas.

I beräkningarna har följande indata använts:

- *Bostadsrättsföreningen tillåter solcellsanläggning på respektive radhuslgh tak*
- *De förutsättning som ges av objektbeskrivning enligt Figur 10*



Projekt: BRF Onsjöhus, Halmstad

Längd takfall: 6,15 m

Bredd/radhus: 6 m

Användbar takyta (halva taket): $6 \times 6.15 = 36.9 \text{ m}^2$

Takvinkel: 22 grader

Antal radhus/huskropp: 5 st.

Uppvärmningssystem: Värmepump alt. Fjärrvärme

Elförbrukning: 8000 kWh/år med värmepump / 4000 kWh/år med fjärrvärme

Väderstreck: Söder (+10 grader)



Projekt: BRF Bondrosen, Helsingborg

Bredd/radhus: 6 m

Användbar takyta: 50 m²

Takvinkel: 6 grader

Antal radhus/huskropp: 3 st / 2 st

Uppvärmningssystem: Värmepump alt. Fjärrvärme

Elförbrukning: 8000 kWh/år med värmepump / 4000 kWh/år med fjärrvärme

Väderstreck: Söder (+15 grader)

Figur 10. Objektbeskrivning Ereims hustyper

3.2 Elproduktion

Produktionen från solceller påverkas av en rad faktorer. Förutom solinstrålningen och vinklar har panelernas och växelriktarnas verkningsgrad betydelse. Likaså tappar panelerna cirka 0,5 % / år i effekt (Stridh, 2013). I aktuell studie används de förutsättningar som följer av Ereims hustyper. Vid pulpettak har utgångspunkten varit att fylla hela takytan med paneler och vid sadeltak endast taksidan mot söder. För att klassas som mikroproducent får samtidigt inte årsproduktionen överstiga årsförbrukning. Detta medför att anläggningen i hus med fjärrvärme behöver minskas något. Vid gemensamhetsanläggning begränsas anläggningens storlek till 43 kW. Detta följer av reglerna kring att klassas som mikroproducent. Solinstrålningsdata bygger på mätningar från SMHI (SMHI, 2014). Årsproduktion från solcellsanläggningen har beräknats med följande formel:

$$W_{\text{år}} = W_0 \times A \times \eta \times s$$

$W_{\text{år}}$ = årsproduktion i kWh

W_0 = global solinstrålning kWh/m² och år i panelens lutning och väderstreck

A = total panelarea

η = panelens verkningsgrad

s = (1-systemförlust)

I beräkningarna har följande indata använts:

- Solinstrålning mot panel på sadeltak: 1050 kWh/m² (se Figur 4)
- Solinstrålning mot uppvinklad panel på pulpettak: 1050 kWh/m² (se Figur 4)
- Installerad effekt vid värmepump/sadeltak: 5,5 kW (cirka 33 m²)
- Installerad effekt vid värmepump/pulpet: 7 kW (cirka 42 m²)
- Installerad effekt vid fjärrvärme oavsett tak: 4 kW (cirka 33 m²)
- Installerad effekt brf värmepump/fjärrvärme: 43 kW
- Systemförluster: 10 % (Solelprogrammet, u.d.)
- Effektdegradering: 0,5 % / år (Stridh, 2013)
- Panelens verkningsgrad: 17 % (Stridh, 2014)

3.3 Egenanvändning

Vid produktion av solel ersätts köpt el med egenproducerad el. Då värdet på egenanvänd solel och överproducerad el skiljer sig åt är det av betydelse att veta hur elförbrukningen varierar över dygnet och året. I aktuell rapport används 50% egenanvändning vid värmepump. Antagandet baseras på den uppskattning av egenanvändning som gjorts av Stridh (2015). Under 2015 visar den att Sveriges solcellsanläggningar i genomsnitt hade en egenanvändning inom intervallet 55-72 %. Lastkurvans utseende i ett småhus beror på flera faktorer men uppvärmningssystemet är den faktor som oftast har störst inverkan på energiförbrukning (Energirådgivningen, u.d.). I ett radhus med fjärrvärme antas därför egenanvändningen endast vara 25 %.

I beräkningarna har följande indata använts:

- Egenanvändning vid fjärrvärme: 25 %
- Egenanvändning vid värmepump: 50 %

3.4 Överskott

Den el som inte används direkt i fastigheten matas in på elnätet.

I beräkningarna har följande indata använts:

- 50 % överskott (inmatning) vid värmepump
- 75 % överskott (inmatning) vid fjärrvärme

3.5 Besparingar

Vid nyttjande av egenproducerad el uppstår en besparing i form av ett minskat behov av köpt el och vid gemensamhetsel minskade abonnemangskostnader.

3.5.1 Minskat behov av köpt el

Hur stor besparingen på grund av minskat behov av köpt el blir sett över anläggningens livslängd styrs av prisutvecklingen på el, skatter och avgifter. Då en solcellsanläggning, som tidigare nämnts, har en livslängd på över 30 år är det svårt att predicera denna utveckling. Ytterligare en försvårande faktor är att flera kärnkraftsreaktorer kommer att stängas i Sverige medan nya ska startas i Finland (Lundin & Tangeråd, 2016). Elpriset varierar också över året och är som lägst när solcellsanläggning producerar som mest. I kalkylen används därför genomsnittligt spotpris mars-okt mellan 2013-2015.

I beräkningarna har följande indata använts:

- Elnätspris för villakund med elvärme under 2015: 30,5 öre/kWh exklusive skatter (SCB, 2016)
- Elhandelspris: 27,3 öre/kWh inkl. elcert och påslag, exklusive skatter (Energimarknadsbyrån, u.d.)
- Skatt på el: 29,2 öre/kWh (Vattenfall, 2016)
- Mervärdesskatt 25 %

Totalt elpris per kWh inklusive moms: 1,09 kr/kWh

3.5.2 Minskat antal fasta elabonnemang

Ytterligare en besparing som kan uppkomma är minskade fasta avgifter för elabonnemang. I en bostadsrättsförenings regi är det möjligt att teckna avtal om gemensamhetsel. En sådan lösning innebär att det endast krävs ett elabonnemang och endast en fast abonnemangsavgift. Den fasta abonnemangsavgift som varje enskild husägare vanligtvis betalar till sitt nätbolag försvinner därmed i detta scenario och ersätts av en gemensam fast avgift. Om den gemensamma avgiften blir lägre än vad de sammanlagda enskilda fasta abonnemangsavgifterna blir uppkommer därmed en årlig besparing. Avgiften för ett genomsnittligt småhus är mellan ca 1 500 – 3 500 kr/år (Villaägarnas Riksförbund, 2013). Priset beror på aktuellt elnätsbolag, förbrukning och storlek på fastighetens huvudsäkring. Vid privat installation, där varje fastighetsägare har sin egen anläggning, krävs ett privat elabonnemang och således uppkommer ingen besparing för den fasta delen i abonnemangsavgiften. Vid

gemensamhetsel i Ereims bostadsrättsförening antas 10 radhuslägenheter kunna dela på abonnemanget. Detta följer av storleken på anläggning, 43 kW, som antas vara dimensionerad för max radhuslägenheter.

I beräkningarna har följande indata använts:

- *Fast kostnad elnätsabonnemang (16 A): 2940 kr/radhus och år inklusive moms (Vattenfall Eldistribution AB, 2016)*
- *Fast kostnad för abonnemang vid gemensamhetsel (63 A): 17 000 kr / år inkl. moms (Vattenfall Eldistribution AB, 2016)*
- *Antal bostadsrättslägenheter kopplade till solcellsanläggningen: 10 st*

3.6 Intäkter

Under anläggningens livslängd generas intäkter i form av ersättning för såld el, ersättning för nätnytta samt ersättning för sålda elcertifikat. Livslängden för kristallina solcellspaneler bedöms vara ca 30 år och många fabriker lämnar 25-30 års effektgaranti (Svensk Solenergi, u.d.).

I beräkningarna har följande indata använts:

- *Solpanelerna antas ha en teknisk livslängd på 30 år.*

3.6.1 Försäljning av el

En solcellsanläggning på ett småhus producerar ofta ett relativt stort momentant elöverskott som inte kan användas i produktionstillfället, i synnerhet under sommarmånaderna. Överskottselen kan istället säljas till elbolag. I dagsläget erhåller man ofta ett högre pris än vad spotpriset för el är på Nordpool (Lindahl, 2015b). Det har varit ett sätt att locka mikroproducenten att bli elkund och det har samtidigt funnits behov av att kunna erbjuda solel till elbolagets övriga kunder. Det är dock rimligt att anta att värdet för solel på lång sikt kommer att närma sig värdet elen har på Nordpool (Lindahl, 2016).

I beräkningarna har följande indata använts:

- *Elhandelspris: 27,3 öre/kWh. Bygger på genomsnittligt spotpris mars-okt mellan 2013-2015 (Energimarknadsbyrån, u.d.).*
- *Premiepåslag för mikroproduktion solel från elbolag: 0 öre/kWh.*
- *Total elvärdehöjning: 0%*

3.6.2 Nätnytta

För varje kWh som solcellsanläggningen matar in på elnätet erhåller man ersättning för minskad belastning av elnätet, så kallad nätnytta eller produktionsersättning. Ersättningen uppgår till cirka 5-7 öre / kWh och utbetalas av nätägaren då dennes överföringsförluster minskar tack vare att överskottselen används i närliggande fastigheter (Solelprogrammet, 2016).

I beräkningarna har följande indata använts:

- *Ersättningen för nätnytta: 5 öre/kWh (Vattenfall Eldistribution AB, 2016)*

3.6.3 Elcertifikat

I dagsläget (feb 2016) ligger ersättningen på ca 15 öre / kWh som matas in på nätet. Priset på elcertifikat har varierat sedan systemet startade år 2003. Som högst har ersättning för elcertifikat varit strax över 35 öre/kWh (2008) och under 2015 var priset i snitt ca 16 öre/kWh (Energimyndigheten, 2015d). Ansökan om elcertifikat är kostnadsfri. Man får elcertifikat under max 15 år och längst till och med 2035 (Energimyndigheten, 2015c). Önskar man tilldelas elcertifikat för egenanvänd el krävs ytterligare elmätare i direkt anslutning till solcellerna. Det finns företag som erbjuder tjänster med både mätare, mätning och rapportering mot en avgift om ca 15-20 % av värdet av elcertifikaten (Emulsionen, u.d.). För anläggningar anpassade till villor är det i dagsläget oftast inte lönsamt med en sådan extra elmätare. För anläggningar större än 10-15 kW, exempelvis på en bostadsrättsförening, kan det däremot vara lönsamt att mäta för att få elcertifikat även på egenanvänd el (Emulsionen, u.d.).

I beräkningarna har följande indata använts:

- *Ersättning för elcertifikat för inmatad el: 15 öre/kWh under år 1- 15*
- *Ersättning för elcertifikat vid egenanvänd el privatperson: 0 öre/kWh*
- *Ersättning för elcertifikat vid egenanvänd el bostadsrättsförening: 12 öre/kWh (15 öre/kWh – 20 % för mätning) under år 1-15*

3.6.4 Skattereduktion

Kalkylen är baserad på att skattereduktionen på 60 öre kan erhållas under hela anläggningens livslängd, 30 år. Skattereduktion är samtidigt en faktor som kan komma att påverkas av framtida regeringars beslut. Vid scenariot där bostadsrättsföreningen äger solcellsanläggningen är skattereduktion möjlig först då föreningen börjar betala fastighetsskatt (from år 16). Detta då bostadsrättsföreningar sällan har någon annan skatt än fastighetsskatt att kvitta skattereduktionen mot.

I beräkningarna har följande indata använts:

- *60 öre/kWh under hela anläggningens tekniska livslängd för privatperson.*
- *0 öre/kWh första 15 åren för bostadsrättsförening. För år 16 till 30 antas 60 öre/kWh gälla.*

Sammanfattningsvis är ersättningen år 1 för försäljning av el:

- ***Privat ägande: 1,07 kr/kWh (fsg el + nätnytta + elcert + skattred.)***
- ***Bostadsrättsförening: 47,3 kr/kWh (fsg el + nätnytta + elcert.)***

3.7 Kostnader

Vid installation av en solcellsanläggning uppstår kostnader för solpaneler, växelriktare och montering. Till detta tillkommer eventuella kostnader för mätutrustning och underhåll. Även kapitalanskaffning medför en kostnad.

3.7.1 Inköp av anläggning

Den huvudsakliga kostnaden i samband med solcellsanläggningar uppkommer vid inköpet av paneler, växelriktare, montagesystem och installation. Priserna på nyckelfärdiga system inklusive moms och installation varierar, som tidigare nämnts, mellan 15 – 25 kr / W (Stridh, 2015). Vid installation av solceller i samband med nybyggnation av ett större antal radhus är det rimligt att anta att priserna kommer hamna i det lägre intervallet. Att dessutom redan i byggskedet planera för monteringen, dra nödvändigt kablage och förbereda för anslutning, ökar möjligheterna till att få ner installationskostnaden. Solcellsstöd till bostadsrättsföreningar är 20 % men då radhusen produceras sker detta i aktiebolagsform. Av detta följer att solcellsstödet istället blir 30 %.

Vid gemensamhetsel tillkommer kostnad för mätning av respektive radhus elförbrukning. Den initiala kostnaden för utrustningen är uppskattad till 2000 kr / radhuslägenhet och därefter tillkommer en årlig mätavgift om 100 kr/lgh.

I beräkningarna har följande indata använts:

- *Kostnad för anläggning inklusive montering och moms: 17 kr / W*
- *Montering av individuella elmätare vid gemensamhetsel: 2000 kr ink moms*
- *Årlig mätavgift vid individuella elmätare vid gemensamhetsel: 100 kr/år*
- *Montering av elcertifikatsmätare för egenanvänd el: 6000 kr*
- *Solcellstöd 20% i fallet för privatperson*
- *Solcellstöd 30 % i fallet för bostadsrättsförening*

3.7.2 Underhåll

Underhållet av solcellsanläggningar är lågt eller nära obefintligt (Svensk Solenergi, u.d.). Växelriktaren är den komponent som kan behöva bytas under anläggningens livslängd. Att veta när i tiden detta sker och vad inköp av ny växelriktare då kommer att kosta är svårt att säga med exakthet. I kalkylen läggs därför en årlig underhållskostnad in som antas täcka behov av ny växelriktare samt ev. mindre övrigt löpande underhåll. En större växelriktare är billigare per kW märkeffekt än en mindre, varvid underhållskostnaden antas procentuellt lägre för den större anläggningen (Varuhuset Etc, 2016).

I beräkningarna har följande indata använts:

- *Den årliga underhållskostnaden för enskild anläggning (4 -7 kW) uppskattas till 1 % av anläggningens initiala kostnad.*
- *Den årliga underhållskostnaden för en gemensamhetsanläggning (43kW) uppskattas till 0,5 % av anläggningens initiala kostnad.*

3.7.3 Inkomstskatt

Ytterligare en skatt som kan bli aktuell vid solelsproduktion på småhus är inkomstskatt. Inkomsterna från försäljning av överskottsel från en solcellsanläggning på en privatbostad räknas som kapitalinkomst från privatbostad. Då Skatteverket medger ett schablonavdrag på 40 000 kr från de totala inkomsterna från en fastighet,

medför detta att de flesta anläggningar monterade på småhus inte belastas med inkomstskatt (Skatteverket, 2016f).

I beräkningarna har följande indata använts:

- Ingen hänsyn tagen till eventuell inkomstskatt.

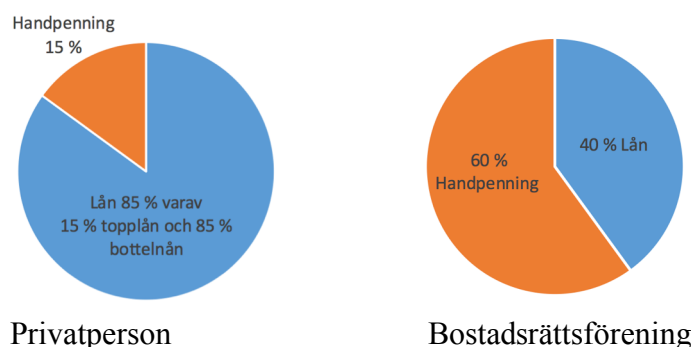
3.7.4 Finansieringskostnad

Den merkostnad installation av en solcellsanläggning medför för byggherren vid uppförande av ett nybyggt radhus kommer på något vis avspeglas i det pris köparen får betala för fastigheten. Solcellsanläggningar räknas som fastighetstillbehör och köparens kapitalkostnad kommer därmed, i de flesta fall, styras av köparens aktuella bolånevillkor. Förutom individuella skillnader i räntenivåer skiljer sig fördelning mellan bottenlån och topplån mellan olika köpare. Samtidigt visar de flesta solcellskalkyler på marknaden direktavkastning på totalt kapital. För att kunna jämföra skillnaderna mellan dessa två scenarion kommer båda varianter att göras. Beräkningarna för en lånefinansierad anläggning utgår från 15 % handpenning och resterande 85% bolån. Räntenivån på bolånet baseras i sin tur på ett viktad snitt av räntenivåerna för bottenlån och topplån (Figur 11).

Vid ägande i föreningsform baseras räntenivån på aktuella ränteuppgifter från bostadsrättsföreningen för aktuellt objekt. Föreningens belåningsgrad antas till 40 %. En nystartad bostadsrättsförening kommer att behöva lånefinansiera anläggningen men för att kunna jämföra lönsamheten på totalt kapital görs även en beräkning för lönsamhet sett till totalt kapital.

I beräkningarna har följande indata använts:

- Bostadslåneränta bottenlån (85% av lån) för privatpersoner: 2 % (3 årigt) (Compricer, 2016)
- Bostadslåneränta topplån (15% av lån) för privatpersoner: 4 %
- Ränteavdrag för privatpersoner: 30 %
- Effektiv ränta enligt ovan: 1,61 % efter skatt
- Amortering/ränta enligt annuitetsmetoden, 30 år
- 15% handpenning (av grundinvestering): Avkastningskrav enligt kalkylränta (nedan)
- Bostadsrättsförening låneränta på 40% av investeringskostnad: 3 % (Ereim)
- Bostadsrättsförening avkastningskrav på 60% av investeringskostnad: enligt kalkylränta (3.8)



Figur 11. Andel handpenning kontra lån för privatperson och brf

3.8 Kalkylränta

Att bestämma en rättvisande kalkylränta är komplext. Begreppet ges olika innehåll i skilda sammanhang, både vad gäller innebörd och beloppsmässig storlek (Persson, 2015). Ett vanligt synsätt är att bestämma kalkylräntan baserat på vilka alternativ man har. Kalkylräntan anges i detta fall till vad man anser vara en möjlig avkastning vid en alternativ investering. Ytterligare ett sätt att bestämma kalkylränta är att utgå från någon form av "samhällelig realränta" plus inflation och tillägg för risk (Persson, 2015).

Investeringar i energisystem på en fastighet är en relativt säker investering med ett långt tidsperspektiv. Faktorer som ofta innebär lägre kalkylräntor (Borg, 2015). Samtidigt gör det långa tidsperspektivet att man med större säkerhet kan uppskatta vad en alternativ långsiktig placering kan förväntas ge. Den genomsnittliga årsavkastning på börsen under perioden 1990-2014 var exempelvis 12.69 % (Nasdaq, 2016). Många solcells företag hänvisar å andra sidan till bankens inlåningsränta eller statsobligationer. I denna undersökning, där lönsamhet är det primära syftet för investeringen, är en kalkylränta på 8-9 % inte orimligt. Kalkylräntan är samtidigt tänkt att ta hänsyn till en förväntad inflation, men inflation inte har beaktats i beräkningarna varken för intäkter eller kostnader, sätts kalkylräntan något lägre. Samma kalkylränta används för både privatpersoner och bostadsrättsföreningen. Detta då föreningen till syvende och sist består av samma personer.

I beräkningarna har följande indata använts:

- Kalkylränta 7 %

3.9 Känslighetsanalyser

Investeringskalkyler avser att utvärdera utfall som ligger i framtiden och detta medför alltid en viss osäkerhet. För att uppmärksamma risker med olika scenarier har känslighetsanalyser genomförts. Följande faktorer har beaktats:

- Avskaffat investeringsstöd
- Avskaffad skattereduktion
- Elprisökning
- Sjunkande priser på anläggningskostnad
- Färre antal radhuslägenheter som delar på ett gemensamhetsabonnemang

4 Resultat

Resultatet från lönsamhetsberäkningarna sammanfattas i följande kapitel. Resultatet visar lönsamhet beroende av ägandestruktur, andel egenanvändning, finansiering och storlek på anläggning. I känslighetsanalysen testas olika potentiella framtida händelseförlopp för att ge en större insikt i vilka risker (och möjligheter) som är förknippade med ett visst alternativ.

4.1 Lönsamhet med privat ägandestruktur

Sett till lönsamhet på totalt kapital är det inte lönsamt att investera i en solcellsanläggning med en kalkylränta på 7 % (Tabell 2). Detta oavsett uppvärmningssystem och hustyp. Samtliga objekt uppvisar ett negativt nettonuvärde på mellan -18 526 och -24 090 kr. Sett till endast återbetalningstid (på ej diskonterade kassaflöden) är däremot samtliga investeringar lönsamma, 17 år. IRR för installationerna ligger mellan 4 - 4,2 % vilket kan jämföras med kalkylräntan på 7 %.

Tabell 2. Resultattabell - privat ägandestruktur – lönsamhet totalt kapital

Privatägande - lönsamhet totalt kapital						
Uppvärmningssystem	Taktyp	Anläggning	Årsproduktion	NPV	IRR	Simple payback
Värmepump (50/50)	Sadel	5,5 kW	5198 kWh	-18526	4,2%	år 17
Fjärrvärme (25/75)	Sadel/pulpet	4 kW	3780 kWh	-24090	4,0%	år 17
Värmepump (50/50)	Pulpet	7 kW	6615 kWh	-24090	4,2%	år 17

Skillnaden på IRR mellan fjärrvärme och värmepump beror av fördelningen egenanvändning och försäljning. Värdet för egenanvänd el är något högre än vid försäljning, 1,09 kr/kWh kontra 1,07 kr/kWh. Detta medför att hus med värmepump, som har högre andel egenanvändning, får en något större årlig besparing. Att anläggningens storlek inte får någon effekt kommer av beräkningsgrunderna. I kalkylen avsätts en årlig underhållskostnad om 1% av installationskostnaden även om den i praktiken troligen minskar något procentuellt sett i takt med ökad storlek på anläggning. Likaså är installationspriset per installerad watt samma oavsett storlek i kalkylen. Skattereduktionen har nästan helt raderat skillnaden mellan såld och egenanvänd el för privatpersoner. Detta skapar positiva effekter för småhus med liten egenanvändning, som exempelvis för ett radhus med fjärrvärme. Samtidigt sätter definitionen av mikroproduktion hinder för hur stor anläggning man kan bygga om man önskar få skattereduktion och elmätare installerad kostnadsfritt av nätägaren. I aktuellt fall, där elförbrukningen i ett radhus med fjärrvärme ligger runt 4000 kWh/år, kan inte taket nyttjas fullt ut eftersom man då riskerar att producera mer än man förbrukar. Producerar man mer än man förbrukar, förlorar man 60 öre/ inmatad kWh och får själv stå för kostnaden av ett inmatningsabonnemang.

I kalkylen har ingen hänsyn tagits till eventuellt prisökning på el. I Tabell 3 visar känslighetsanalysen dock att en prisökning av elpriset om 3 % / år gör investeringen lönsam. Vidare visar känslighetsanalysen att om man lyckas pressa ner installationskostnaderna till 13 kr/W kommer anläggningen kunna visa ett positivt

NPV och IRR > 7%. Slopas investeringsstöd eller skattereduktion skulle kraftigt försämra lönsamheten.

Tabell 3. Känslighetsanalys - privat ägandestruktur - totalt kapital

Känslighetsanalys. Privatägande lönsamhet totalt kapital - värmepump med 50/50 fördelning av produktion						
Händelse	Anläggning	Årsproduktion	Taktyp	NPV	IRR	Simple payback
Slopas invstöd	5,5 kW	5198 kWh	Sadeltak	-39948	2,0%	år 22
Slopas skattered	5,5 kW	5198 kWh	Sadeltak	-37334	0,9%	år 26
Elprisökn 3% / år	5,5 kW	5198 kWh	Sadeltak	4558	7,5%	år 13
Installationskostnad 13 kr/w	5,5 kW	5198 kWh	Sadeltak	856	7,2%	år 12

Ett sätt att djupare analysera lönsamheten på en investering är att titta på avkastningen på eget investerat kapital. Med eget investerat kapital avses i det här fallet de pengar man själv som privatperson behöver gå in med vid köpet av solcellsanläggningen. Då solcellssystemet bakas in i köpesumman av radhuset kan andelen eget kapital sägas motsvara samma andel som krävs i handpenning för köp av radhuset. I typfallet blir det 15 % av den totala kostnaden för systemet. Lånebeloppet om 85 % antas i detta fall finansieras via bolån med en effektiv ränta om 1,61 % (se 3.7.4).

Formeln för räntabilitet på eget investerat kapital är:

$$r_{ek} = r_{tk} + \frac{S}{E} \times (r_{tk} - r_{lån})$$

r_{tk} = räntabilitet på totalt kapital = IRR

S/E = skuldsättningsgrad = 85/15

$r_{lån}$ = 1,61 %

Fallet värmepump, 5,5 kW enligt Sett till lönsamhet på totalt kapital är det inte lönsamt att investera i en solcellsanläggning med en kalkylränta på 7 % (Tabell 2). Detta oavsett uppvärmningssystem och hustyp. Samtliga objekt uppvisar ett negativt nettonuvärde på mellan -18 526 och -24 090 kr. Sett till endast återbetalningstid (på ej diskonterade kassaflöden) är däremot samtliga investeringar lönsamma, 17 år. IRR för installationerna ligger mellan 4 - 4,2 % vilket kan jämföras med kalkylräntan på 7 %.

Tabell 2, ger då

$$r_{ek} = 0,042 + (85/15) \times (0,042 - 0,0161) = \underline{18,9 \%}$$

Det är intressant att se den hävstångseffekt som uppstår när en investering finansieras via lånade pengar. Samma anläggning som var olönsam i första beräkningen har i praktiken en god avkastning sett till eget investerat kapital. Den begränsade kapitalinsatsen gör att återbetalningstiden för att få igen den egna insatsen i realiteten är kort, dryga fem år (100/18,9).

4.2 Lönsamhet med brf ägandestruktur

Beräkningen visar att en solcellsanläggning i bostadsrättsform ger något högre IRR än i privatpersonfallet oavsett värmesystem men är trots detta inte lönsam med en

kalkylränta på 7 % (Tabell 4). Sett till endast återbetalningstid (på ej diskonterade kassaflöden) är bägge investeringarna lönsamma, 13 respektive 16 år.

Tabell 4. Resultattabell - brf ägandestruktur – lönsamhet totalt kapital

BRF-form - lönsamhet totalt kapital						
Uppvärmningssystem	Taktyp	Anläggning	Årsproduktion	NPV	IRR	Simple payback
Värmepump (50/50)	Sadeltak	43 kW	40635 kWh	-4528	6,9%	år 13
Fjärrvärme (25/75)	Sadeltak	43 kW	40635 kWh	-75664	5,6%	år 16

En skillnad med att äga i bostadsrättsform kontra att varje radhuslägenhetsinnehavare har sin egen anläggning är den besparing som uppstår på grund av minskade abonnemangskostnader. I kalkylen är det räknat på att 10 radhuslägenheter är kopplade till anläggningen. Bostadsrättsföreningen gynnas också genom att den erhåller ett högre stöd vid installation, 30 % mot privatpersoners 20 %. Ytterligare faktorer som bidrar till ökad lönsamhet är ersättning för elcertifikat på egenanvänd el. På större anläggningar är det, som tidigare beskrivet, värt att installera en sådan mätare.

Vid fjärrvärme, där 75 % av den producerade elen matas in på elnätet, får anläggningen ett IRR på 5,6 % att jämföras mot 6,9% för värmepump. Den skillnad som uppkommer av värmesystem beror på att en ny bostadsrättsförening inte har någon skatt att kvitta den berättigade skattereduktionen mot under föreningens första 15 år. Detta medföljer att värdet av såld el blir kraftigt försämrat. Egenanvänd el har ett värde av 1,09 kr/kWh medan den sålda elen endast betingar 0,47 kr/kWh inklusive elcertifikat. I ett radhus med fjärrvärme och låg egenanvändning får 75 % av den producerade elen få detta lägre värde.

Känslighetsanalysen visar att en prisökning av elpriset om 2 % gör investeringen lönsam (Tabell 5). Avskaffat investeringsstöd försämrar IRR kraftigt. Avskaffad skattereduktion även under år 16-30 har däremot begränsad effekt för en bostadsrättsförening.

Tabell 5. Känslighetsanalys - brf ägandestruktur - totalt kapital

Känslighetsanalys. BRF-form - lönsamhet totalt kapital						
Händelse	Anläggning	Årsproduktion	Taktyp	NPV	IRR	Simple payback
Slopat invstöd	43 kW	40635 kWh	Sadeltak	-237435	3,7%	år 19
Slopad skattered år 16-30	43 kW	40635 kWh	Sadeltak	-40694	6,2%	år 13
Realelprisökn 2%/år	43 kW	40635 kWh	Sadeltak	81089	8,3%	år 12
Endast 5 radhus / anläggning	21,5 kW	20317 kWh	Sadeltak	-110741	2,6%	år 21

Då även bostadsrättsföreningar i praktiken delvis finansierar anläggningen via lån uppstår en hävstångseffekt även i detta scenario. Nyproducerade bostadsrättsföreningar har i Ereims fall en belåning på ca 40 %. Eget kapital blir i det här fallet de resterande 60-procenten som föreningen behöver gå in med i vid köp av solcellsanläggningen.

$$r_{ek} = r_{tk} + \frac{S}{E} \times (r_{tk} - r_{lån})$$

r_{tk} = räntabilitet på totalt kapital = IRR

S/E = skuldsättningsgrad = 40/60

$r_{lån}$ = 3 %

Fallet värmepump, 43 kW enligt Beräkningen visar att en solcellsanläggning i bostadsrättsform ger något högre IRR än i privatpersonfallet oavsett värmesystem men är trots detta inte lönsam med en kalkylränta på 7 % (Tabell 4). Sett till endast återbetalningstid (på ej diskonterade kassaflöden) är bägge investeringarna lönsamma, 13 respektive 16 år.

Tabell 4, ger då

$$r_{ek} = 0,069 + (40 / 60) \times (0,069 - 0,03) = \underline{9,5 \%}$$

Även här blir det intressant att se den hävstångseffekt som uppkommer på grund av lånefinansieringen. Då andelen lånat kapital är mindre för en bostadsrättsförening jämfört med fallet privatperson, blir effekten inte lika kraftig. Icke desto mindre är avkastningen relativt god på de pengar föreningen de facto behöver gå in med i investeringen.

5 Diskussion

Att utläsa av resultat blir inte en solcellsanläggning dimensionerad för Ereims typ av radhus lönsam med en kalkylränta på 7 % om investeringen sker fullt ut med egna pengar och ingen elprisökning antas ske. Man kan dock argumentera för att 7 % är ett för högt avkastningskrav med hänseende till dagens räntenivåer. Solcells företag jämför ofta kalkylen med inlåningsränta på banken och en bra bankränta idag är runt 2 %. Det som talar för en högre ränta är å andra sidan svårigheten att omvandla investeringen till likvida medel. En bankplacering kan plockas fram vid behov medan en solcellsanläggning sitter där den sitter. I teorin kan den både flyttas och säljas men det är krångligt och dyrt i praktiken. Likaså gör den snabba prisnedgången på solceller i kombination med teknikutvecklingen, att värdet av en några år begagnad anläggning är svårbedömt.

Resultatet av rapporten visar samtidigt att det går att skapa god lönsamhet genom att beakta finansieringen. Internräntan på totalt kapital vid enskild installation är, utifrån de förutsättningar som följer av Ereims hustyper och den valda kalkylräntan, drygt 4 % i fallet privatperson. Då anläggningen i praktiken kommer vara lånefinansierad med bolån, är räntabiliteten på eget kapital markant högre, 18,9 % i fallet radhus med värmepump. Det är inte alltid intuitivt att förstå effekten av att använda någon annans pengar vid en investering. Av hävstångsformeln följer att en investering blir relativt sätt mer lönsam ju mindre av sina egna pengar man använder, förutsatt att avkastningen investeringen ger överträffar kostnaden för kapitalet. I detta fall, när banken står för en så pass stor andel som 85 %, blir effekten tydlig. Risken med lånefinansiering är att hävstången går åt andra hållet. Om räntenivåerna kraftigt stiger har man dock troligtvis tid på sig att lägga om sina lån innan de uppstår alltför negativa konsekvenser. Nackdelen med IRR är att den förutsätter att man kan återinvestera sin avkastning i samma investering igen. Det gör att det blir svårt att jämföra olika investeringar genom att bara titta på IRR. Ibland går det att återinvestera i samma investering och ibland inte. När det gäller en solcellsanläggning på taket är det omöjligt om man inte har ytterligare takyta att tillgå. Den verkliga avkastningen kan därmed både vara lägre och högre än vad IRR indikerar. Om återinvesteringsräntan antas vara samma som kalkylräntan är den verkliga avkastningen något högre än vad IRR indikerar när IRR är lägre än kalkylräntan. När IRR är högre än kalkylräntan blir det istället tvärtom, då blir den verkliga avkastningen lägre. Istället kan IRR sägas spegla den marginal man har innan investeringen närmar sig kalkylräntan, dvs det på förhand bestämda avkastningskravet man har satt.

Vidare visar analysen att en anläggning på 7 kW inte ger bättre lönsamhet än en på 4 kW. Detta då inköpspris per kW och relationen till underhållskostnader är detsamma i beräkningsgrunden. Priset på 17 kr/ W för installationskostnaden är relativt lågt. Det är satt utifrån att flera radhus i samma område kommer att få anläggningen installerad samtidigt, därmed blir den totala installationen stor oavsett 4-, 5,5- eller 7 kW-anläggning. Likaså är det troligt att en byggherre kan erhålla ett lägre pris då en leverantör förhoppningsvis ser en möjlighet till fortsatt samarbete vid produktion av andra radhusprojekt. Underhållskostnaden skulle möjligtvis kunna sättas lägre vid en större anläggning. Den stora underhållskostnaden är byte av växelriktare och priset på den torde vara ungefär detsamma för 4, 5,5 eller 7 kW.

Det råder olika åsikter om elprisets förväntade utveckling. Vissa menar att 3-5 % realprisökning inte alls är orimlig medan andra tror att elpriset kommer att ligga kvar på nuvarande nivå. Skulle priset stiga alltför mycket finns samtidigt en inneboende kraft som driver priset nedåt – dvs när elpriset stiger ökar även investeringar i sol, vind och bioenergi som därmed sänker priset. Vilka effekter nedläggningen av fyra svenska reaktorer fram till och med 2020 får för effekt är inte heller lätt att avgöra. Rimligtvis borde det leda till ett ökat spotpris men samtidigt kommer Finlands nya kärnkraftverk Olkiluoto 3 tas i drift någon gång runt 2018 – och den reaktorkraften motsvarar den effekt som läggs ner i Sverige. Om Olkiluoto tas i drift vill säga, det råder viss osäkerhet. Avgifter som härrör till elnätet har däremot stigit kraftigt de senaste åren. Försätter ökningen av elöverföringsavgiften kommer värdet av el som ersätter köpt el att öka. Detta skulle gynna radhus med värmepump och hög egenanvändning.

Ägandestrukturen har betydelse för lönsamheten men det går inte att säga att det ena alltid är bättre än det andra. Det kan uppkomma en besparing till bostadsföreningens fördel om de minskade abonnemangskostnaderna per radhuslägenhet överstiger kostnaderna förknippade med ett gemensamhetsabonnemang. Likaså har bostadsrättsföreningar rätt till ett större statligt stöd vid installation (om byggproduktionen sker i aktiebolagsform) och kan samtidigt, tack vare större anläggning, ha skäl att mäta egenanvänd el därmed få elcertifikat för egenanvänd el. Det som talar till fördel för att ägas av privatperson är skattereduktionen på 60 öre / kWh, något som nya bostadsrättsföreningar inte kan nyttja samt lånemöjligheterna. En bostadsrättsförening i en nyproducerad bör därför i högre grad än privatpersoner ta hänsyn till den aktuella egenanvändningen vid dimensionering av anläggningens storlek. Storleken på anläggningen begränsas också av reglerna kring mikroproduktion. För att klassas som mikroproducent får anläggningen ha en maxeffekt om högst 43,5 kW. Blir anläggningen större får man själv bekosta ett inmatningsabonnemang. Finansieringsmässigt kan en privatperson oftast få bättre lånevillkor och högre andel lån än en bostadsrättsförening. Faktorer som båda bidrar till ökad räntabilitet på eget investerat kapital. Sammanfattningsvis bör man dock analysera samtliga förutsättningar inför varje enskilt projekt.

Litteraturgenomgången visar att det byggtekniskt är enkelt att installera solceller på ett radhus, i synnerhet om det sker vid nyproduktion. De fästeanordningar som beskrivits går snabbt att montera och själva elarbetet blir minimalt om kabeldragning och monteringsstag förbereds redan i byggskedet. Byggekostnader eller projekttid bör inte påverkas i någon större utsträckning. För Ereims del är det snarare den administrativa processen med kontakt med leverantörer, byggbolag och blivande bostadsköpare som kan komma att kräva resurser. Då privatfinansierad anläggning visat sig vara lönsammast krävs givetvis att bostadsköparen önskar ha anläggningen. Något som i sin tur kommer behöva administreras, möjligtvis som ett tillval bland andra. För att skapa en smidig och tidseffektiv process bör tillvägagångssättet därför upparbetas tillsammans med en solcellsleverantör. Arkitektoniskt blir det en viss påverkan av solpaneler. Är det ett svart tak blir förändringen mindre utmärkande. Vid nybyggnation finns stora möjligheter att anpassa material, färger och symmetri för att göra installationen diskret.

För bostadsrättsinnehavaren ska inte anläggningen behöva medföra några implikationer. Då få radhus byggs nära större vägar eller industrier bör inte

nedsmutsningen av panelerna medföra något behov av tvättning. Någon gång under livstiden kommer växelriktaren behöva bytas.

Att avgöra hur värdet av radhuset påverkas av solcellsanläggningen är svårt. Det är dock troligt att ett hus med låga driftkostnader har ett högre värde än ett identiskt hus med höga driftkostnader allt annat lika.

6 Avslutande kommentarer

Att solenergi är här för att stanna råder det inget tvivel om. Utbyggnadstakten är hög och intresset från både allmänhet och politiken är stort. Människor har olika bevekelsegrunder för att installera en solcellsanläggning på taket. Föreliggande rapport har dock valt att uteslutande fokusera på den ekonomiska aspekten. Detta av flera skäl. Det är till syvende och sist ekonomin som avgör om man har råd att installera solceller. Att genomföra ett köp av en solcellsanläggning i samband med att man, i många fall, redan belånat sig kraftigt för att köpa själva huset, kräver tillförsikt till investeringen. De flesta är överens om att solceller är en bra produkt. Önskar man däremot snabbt få en bred allmänhet att våga och vilja att investera i tekniken, underlättas det av att kunna presentera siffror och bakomliggande antaganden kring dessa.

Att bestämma hur en solcellsanläggning lämpligast bör utformas och dimensioneras har visat sig vara komplext. Regelverken som omgärdar energiproduktion tillsammans med oklara definitioner och olika intressen skapar ett snårigt regelverk. Att sedan Skatteverket, Energimyndigheten och elbolag gör egna tolkningar och använder olika begrepp gör det inte lättare. Ytterligare en försvårande faktor vid lönsamhetsberäkningar är, som tidigare nämnts, det långa tidsperspektiv investeringen har. Att på lång sikt förutse utvecklingen av subventioner, utvecklingen av batterilagring, elpris, m.m. är minst sagt utmanande. Faktorer som alla påverkar hur man klokast dimensionerar en anläggning för största möjliga avkastning.

Den förändring som ligger närmast till hands är den kring definitionen av mikroproduktion. Från och med 1 juli 2016 blir mikroproduktion av el är befriad från energiskatt förutsatt att producenten inte förfogar över andra anläggningar som sammanlagt har en installerad effekt av 255 kW. Troligtvis kommer det även inom det närmsta året ske förändringar av det investeringsstöd på 20 respektive 30 procent som idag utgår till privatpersoner och organisationer. Det förslag som Energimyndigheten skickat till Regeringen föreslår att investeringsstödet tas bort då ROT-avdrag och skattereduktion anses tillräckligt. ROT-avdraget gäller dock varken vid nybyggnation, för bostadsrättsföreningar eller för arbete på utsidan av en bostadsrättslägenhet. Något som medför märkliga effekter vid nyproduktion i allmänhet och för boende i bostadsrätter i synnerhet. Det är just vid nybyggnation det är allra smidigast och kostnadseffektivast att installera solceller. Likaså är bostadsrättsföreningar kanske den ägandestruktur som tillåter sig ha allra längst tidsperspektiv på sina investeringar, har lämpligast takyta och betydande förbrukning av fastighetsel. Vill man snabbt öka andelen solel i Sverige är kanske bostadsrättsföreningen den organisationsform som bör premieras mest?

Solel kan tillgodoräknas vid beräkning av ett hus energiprestanda. Definitionen av byggnadens energianvändning medföljer dock att möjligheten att minska energiprestandan med solel i någon större omfattning är begränsad i ett småhus, i synnerhet om värme och varmvatten erhålls genom annan energikälla än någon form av värmepump. Man kan fundera på om BBR:s krav verkligen är teknikneutrala, då solelen inte praktiken inte kan tillgodoräknas i någon större omfattning. Kanske borde energianvändning istället kunna utgå från någon form av standardiserade normalvärden för den mängd energi som behöver köpas in till en bostad under ett normalår oavsett om elen energin används till ett ventilationsfläkt eller ett kylskåp.

Skattereduktionen har minskat skillnaderna mellan egenanvändning och försäljning av el. Det gör stor skillnad för anläggningar på småhus, där det blir ett relativt stort överskott. Reduktion gäller även för bostadsrättsföreningar men nya bostadsrättsföreningar har sällan skatt att kvitta mot. Det är också svårt att avgöra hur länge skattereduktionen kommer att finnas kvar och hur stor den kommer att vara om några år. För att på allvar skapa förutsättningar för en snabb omställning till en hållbar energiproduktion med mer solel krävs blocköverskridande överenskommelser och enighet på längre sikt. En sådan överenskommelse skulle med stor sannolikhet skapa än större investeringsvilja hos både privatpersoner och bostadsrättsföreningar.

Göteborg, maj 2016

7 Referenser

- Öresundskraft. (2016). *Elnätspriser Öresundskraft*. Hämtat från Öresundskraft:
<https://www.oresundskraft.se/privat/produkter-tjaenster/elnaet/elnaetspriser/hus/> den 26 mars 2016
- Öresundskraft. (2016). *Producera din egen el*. Hämtat från Öresundskraft:
<https://www.oresundskraft.se/privat/produkter-tjaenster/producera-din-egen-el/solceller/> den 23 april 2016
- Abelto AB. (u.d.). *Abelto*. Hämtat från Abelto: <http://www.abelto.se/vaxelriktare> den 18 Mars 2016
- Arbetskyddsstyrelsen. (2016). AFS 1999:3. i Arbetskyddsstyrelsen, *AFS 1999:3*. Stockholm.
- Borg, L. (2015). *Fastighetsnomenklatur*. Stockholm: Fastighetsnytt.
- Boverket. (2014). *Boverket - Energikrav*. Hämtat från Boverket:
<http://www.boverket.se/sv/byggande/bygg-och-renovera-energieffektivt/energikrav/varme-och-varmvatten/> den 18 mars 2016
- Boverket. (2014). *Miljöpåverkan från bygg- och fastighetsbranschen 2014*. Stockholm: Boverket.
- Claezon, F. (2014). *Solkalkyl*. Hämtat från Solkalkyl:
<http://solkalkyl.blogspot.se/p/bygglov-i-din-kommun.html> den 11 april 2016
- Claezon, F. (2016). *Solkalkyl - prisutveckling av solpaneler*. Hämtat från
<http://solkalkyl.blogspot.se> den 12 April 2016
- Compricer. (2016). *Översikt bolåneränter*. Hämtat från
https://www.compricer.se/borantor/#seven_to_ten_years den 4 April 2016
- CW Lundberg AB. (u.d.). www.cwlundberg.com. Hämtat från www.cwlundberg.com:
<https://www.cwlundberg.com/se/fokus-utifrån-infästning/tätskiktstak/infästningsplatta-tätskikt/> den 13 Mars 2016
- DalaKraft. (2016). *DalaKraft*. Hämtat från DalaKraft:
<https://www.dalakraft.se/nyfiken-pa-solel> den 15 April 2016
- Egrannar. (2015). *egrannar.se*. Hämtat från
<http://media.egrannar.se/2015/04/Rantelaget-for-bostadsrattsforeningar.pdf> den 15 April 2016
- Ehrenberg, J. (2012). Johans lilla egen el bok. i J. Ehrenberg, *Johans lilla egen el bok* (s. 39). Stockholm: ETC Förlag.
- Electrotec Energy. (2012). *Electrotec Energy - Montage av solcellsmoduler*. Hämtat från Electrotec Energy - Montage av solcellsmoduler:
<http://electrotecenergy.se/wp-content/uploads/2012/12/Montage-av-solcellsmoduler-på-tak.pdf> den 12 April 2016
- Emulsionen. (u.d.). *Emulsionen - tjänster*. Hämtat från Emulsionen:
<http://www.emulsionen.org/produkter/smarta-elmatare-for-solceller/> den 1 April 2016
- Energimarknadsbyrån. (u.d.). *Energimarknadsbyrån - prisutveckling elavtal*. Hämtat från
<http://www.energimarknadsbyran.se/Documents/Prisstatistik/Månadspriser%20på%20elbörsen%20mellan%201996%20och%202015.pdf?epslanguage=sv> den 13 April 2016
- Energimyndigheten & Boverket. (2005). *Solceller i byggnader – nya möjligheter!* Hämtat från Eskilstuna kommun:
https://www.eskilstuna.se/PageFiles/278356/ET2005_11.pdf?epslanguage=sv den 23 april 2016

- Energimyndigheten. (2015a). *Stöd till solceller*. Hämtat från Energimyndigheten: http://www.energimyndigheten.se/globalassets/fornybart/solenergi/stod-till-solceller/underlag-till-revidering-av-forordning-solcellsstod-dnr_20147709.pdf den 12 mars 2016
- Energimyndigheten. (2015b). *Solceller*. Hämtat från Energimyndigheten: <http://www.energimyndigheten.se/fornybart/solenergi/solceller/> den 11 april 2016
- Energimyndigheten. (2015c). *Elcertifikatsystemet*. Hämtat från Energimyndigheten: <http://www.energimyndigheten.se/fornybart/elcertifikatsystemet/om-elcertifikatsystemet/> den 11 april 2016
- Energimyndigheten. (2015d). *Energiläget 2015*. Hämtat från Energimyndigheten: https://www.energimyndigheten.se/contentassets/50a0c7046ce54aa88e0151796950ba0a/energilaget-2015_webb.pdf den 15 mars 2016
- Energirådgivningen. (u.d.). *Energirådgivningen - miljö och klimat*. Hämtat från Energirådgivningen: <http://www.energiraadgivningen.se/miljo-klimat/minska-klimatpaverkan> den 2 April 2016
- European Commission. (u.d.). *European Commission - Energy*. Hämtat från European Commission - Energy: <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-efficiency/buildings> den 23 April 2016
- Finansinspektionen. (2014). *Den svenska bolånemarknaden 2014*. Hämtat från http://finansinspektionen.se/upload/43_Utredningar/20_Rapporter/2014/bolan2014ny.pdf den 23 April 2016
- Finansportalen. (u.d.). *Finansportalen - bolåneskola*. Hämtat från Finansportalen: <https://www.finansportalen.se/bolaneskola/> den 23 April 2016
- Hedén, P. (2013). *Solelpotentialbedömning - framställning av solelpotentialkarta för Lund och utvärdering av laserdata*. Avdelningen för byggnadsfysik. Lund: Lunds tekniska högskola.
- Innosund AB. (u.d.). *Innosund AB - så går det till*. Hämtat från Innosund AB: <http://innosund.com/solceller-sa-gar-det-till/> den 13 Mars 2016
- Investopedia. (u.d.). *DuPontAnalysis*. Hämtat från Investopedia: <http://www.investopedia.com/terms/d/dupontanalysis.asp>
- Jönköping Energi. (u.d.). *Jönköping Energi - egen elproduktion*. Hämtat från Jönköping Energi: <https://www.jonkopingenergi.se/elnat/egen-elproduktion> den 3 April 2016
- Johansson, S.-E. (1995). *Företagets lönsamhet, finansiering och tillväxt*. Lund: Studenlitteratur.
- Kallies, P. (den 18 Mars 2016). Säljare, IVT Center. (S. Hagström, Intervjuare)
- Lantmäteriverket & Mäklarsamfundet. (2008). *Fastighetsvärdering, grundläggande teori och praktisk värdering*. Solna / Gävle: Lantmäteriverket & Mäklarsamfundet.
- Larsson, M. (den 13 Maj 2016). Handläggare Länsstyrelsen. (S. Hagström, Intervjuare)
- Lindahl, J. (2015a). *National Survey Report of PV Power Applications in SWEDEN*. Hämtat från http://www.svensksolenergi.se/upload/nyheter/nyheter-2015/National_Survey_report_of_PV_Power_Applications_in_Sweden_2014.pdf den 15 April 2016
- Lindahl, J. (2015b). *Elbolagens erbjudande till mikroproducenter*. Hämtat från Bengts villablogg: <http://bengtsvillablogg.info/wp-content/uploads/2015/04/Elbolagens-erbjudanden-till-mikroproducenter.jpg> den 25 mars 2016

- Lindahl, J. (2016). Energimyndigheten Solforum; Internationell spaning. *Den globala solcellsmarknaden under omvandling – Från inmatningstariffer till självkonsumtion och PPA's*. Stockholm: Svensk Solenergi.
- Lundin, E., & Tangeråd, T. (2016). *Vad händer om kärnkraften läggs ned?* Hämtat från Kvartal: <http://kvartal.se/artiklar/vad-hnder-om-krnkrafte> den 15 april 2016
- Mälarenergi. (u.d.). *Mälarenergi - gör din egen el*. Hämtat från Mälarenergi: <https://www.malarenergi.se/sv/privat/produkter-och-tjanster/solel/solcellspaket/> den 3 April 2016
- Malmö Stadsbyggnadskontor. (2014). *Malmö Stad - solenergi och arkitektur*. Hämtat från Malmö Stad: http://malmo.se/download/18.5bb0a05f145db1bc43d85e8/1401871705287/Solenergi+och+arkitektur_råd+och+riktlinjer.pdf den 25 april 2016
- Moberg, E., Sandberg, L., & Strand, J. (2014). *Sveriges kommuners styrning mot energieffektivt byggande i nyproduktion*. Hämtat från Nollhus: http://www.nollhus.se/images/Rapporter/Kommuners_styrning.pdf den 12 april 2016
- Nasdaq. (2016). *Historiska kurser*. Hämtat från Nasdaq: http://www.nasdaqomxnordic.com/indexes/historical_prices?Instrument=SEO000337842&InstrumentName=OMX%20Stockholm%2030%20Index den 28 april 2016
- Naturvårdsverket. (2015). *Naturvårdsverket - miljöarbete i samhället*. Hämtat från Naturvårdsverket: <http://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Miljoarbete-i-Sverige/Uppdelat-efter-omrade/Energi/Energieffektivisering/Bostader-och-lokaler/> den 23 april 2016
- Nordic Solar. (2016). *Nordic Solar - platta tak*. Hämtat från Nordic Solar: <http://nordicsolar.se/referenser/platta-tak/> den 12 april 2016
- Nordström, T., & Rehn, L. (2009). *Energideklarationens påverkan på fastighetens värde*. Hämtat från <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:224025/FULLTEXT01.pdf> den 12 april 2016
- Persson, E. (2015). *Fastighetsekonomi och fastighetsrätt* (12 uppl.). Stockholm: Fastighetsnytt.
- Regeringskansliet. (2015). *Regeringen - vårändringsbudget*. Hämtat från Regeringen: <http://www.regeringen.se/artiklar/2015/05/varandingsbudget-2015-solenergi/> den 12 april 2016
- Regeringskansliet. (2016). *pressmeddelanden*. Hämtat från Regeringskansliet: <http://www.regeringen.se/pressmeddelanden/2016/03/skatteforslag-for-okad-ateranvandning-och-momsbefrielse-for-solelsproducenter-m.fl/> den 12 april 2016
- SCB. (2016). *SCB - Elnätspriser för olika typkunder*. Hämtat från SCB: http://www.scb.se/sv/_/Hitta-statistik/Statistik-efter-amne/Energi/Prisutvecklingen-inom-energiomradet/Priser-pa-elenergi-och-pa-overforing-av-el-nattariffer/Aktuell-Pong/6429/Tabeller-over-arsvarden/85467/ den 13 april 2016
- SFS 1997:857. (1997). Ellag. Miljö- och energidepartementet. Hämtat från Ellagen: <https://lagen.nu/1997:857#K4P10S1>
- Skatteverket. (2016a). *Skatteverket - skattereduktion för förnybar el*. Hämtat från Skatteverket: <http://www.skatteverket.se/privat/fastigheterbostad/mikroproduktionavfornyba>

- rel/forsaljningavoverskottsel.4.3aa8c78a1466c58458750f7.html den 25 Mars 2016
- Skatteverket. (2016b). *Skatteverket - försäljning av överskottsel*. Hämtat från Skatteverket:
<http://www.skatteverket.se/privat/fastigheterbostad/mikroproduktionavfornyba rel/forsaljningavoverskottsel.4.3aa8c78a1466c58458750f7.html> den 22 mars 2016
- Skatteverket. (2016c). *Skatteverket Fastighetsskatt*. Hämtat från Skatteverket:
<http://www.skatteverket.se/privat/fastigheterbostad/fastighetsavgiftfastighetssk att/fastighetsavgiftforbostader.4.76a43be412206334b89800042822.html#Nyb ygdabostader> den 11 april 2016
- Skatteverket. (2016d). *Skatteverket Rotavdrag*. Hämtat från Skatteverket:
<https://www.skatteverket.se/privat/fastigheterbostad/rotrutarbete/villkorforattf arotavdrag.4.5947400c11f47f7f9dd80004014.html> den 11 april 2016
- Skatteverket. (2016e). *Skatteregler för bostadsrättsföreningar*. Hämtat från Skatteverket:
<https://www.skatteverket.se/foretagorganisationer/foreningar/bostadsrattsforen ingar/dri%20va/skatteregler.4.400023ac12df56d65d980004832.html> den 31 mars 2016
- Skatteverket. (2016f). *Uthyrning av bostad*. Hämtat från Skatteverket - Uthyrning av bostad:
<https://www.skatteverket.se/privat/fastigheterbostad/uthyrningavbostad.4.233f 91f71260075abe8800033479.html> den 24 april 2016
- SKL. (2014). *SKL*. Hämtat från SKL: http://www.fah.se/pics/1/24/9%20okt%20Ann-Sofie%20Eriksson%20Aktuellt%20fvr%20miljonamnder_2%20ej%20visad.p df den 23 april 2016
- SMHI. (2014). *SMHI Solinstrålning - klimatdata*. Hämtat från SMHI Solinstrålning:
<http://www.smhi.se/klimatdata/meteorologi/stralning/normal-globalstralning- under-ett-ar-1.2927> den 12 april 2016
- Sol i Väst. (2014). *Takguide för infästning av solceller*. Hämtat från Hållbar Utveckling Väst:
http://hallbarutvecklingvast.se/system/files/takguide_oktober_2014_v_1.0.pdf den 14 mars 2016
- SolarLab. (2016). *Solarlab - olika typer av solceller*. Hämtat från Solarlab:
http://solarlab.se/solpanel/knowledgebase/faq/vilka_olika-typer-av-solceller- finns-det/ den 3 mars 2016
- Solelprogrammet. (u.d.). *Solelprogrammet - installationsguide*. Hämtat från Solelprogrammet:
<http://www.solelprogrammet.se/Projekteringsverktyg/Installationsguide/> den 15 Mars 2016
- Solelprogrammet. (2016). *Solelprogrammet - nätnytta*. Hämtat från Solelprogrammet:
http://www.solelprogrammet.se/PageFiles/611/Stridh_SolEl%20seminarium.p df?epslanguage=sv den 12 april 2016
- Solelprogrammet. (u.d.). *Solelprogrammet - ekonomiska frågor*. Hämtat från Solelprogrammet:
<http://www.solelprogrammet.se/Projekteringsverktyg/EkonomiskaFragor/> den 12 april 2016
- Stridh, B. (2013). *Vanliga frågor*. Hämtat från Bengt Stridh villablogg:
<http://bengtstvillablogg.info/2013/02/10/solceller-svar-pa-vanliga-fragor/> den 14 april 2016

- Stridh, B. (2014). *Hur mycket el ger solceller i Sverige*. Hämtat från Bengt Stridh Villablogg: <http://bengtsvillablogg.info/2014/10/10/hur-mycket-el-ger-solceller-i-sverige-2/> den 8 april 2016
- Stridh, B. (2015). *Egenanvändning*. Hämtat från Bengt Stridh villablogg: <http://bengtsvillablogg.info/2015/11/05/hur-mycket-solel-ar-egenanvand/> den 18 mars 2016
- Stridh, B. (2015). *Vad kostar solceller*. Hämtat från Bengts villablogg: <http://bengtsvillablogg.info/2015/03/09/vad-kostar-solceller-uppdatering-20150309/> den 12 april 2016
- Svea Solar. (2013). *Så fungerar tekniken*. Hämtat från Svea Solar: <http://www.sveasolar.se/saring-fungerar-tekniken.html> den 17 mars 2016
- Svensk Kraftmäklare. (2016). *Pris elcertifikat*. Hämtat från Svensk Kraftmäklare: <http://www.skm.se> den 1 februari 2016
- Svensk Solenergi. (2011). *Solceller snabbguide*. Hämtat från Svensk Solenergi: <http://www.svensksolenergi.se/upload/pdf/Solceller-snabbguide-rev20110503.pdf> den 12 april 2016
- Svensk Solenergi. (2015). *Rot-stöd - schablon solceller*. Hämtat från Svensk solenergi: http://www.svensksolenergi.se/nyheter/nyheter-2015/rot-schablon-foer-arbete-med-solcellsinstallationer?utm_source=foretagsmedlemmar&utm_campaign=cdab8f5a9a-2015_rot-schablon_solcellsanlaggningar&utm_medium=email&utm_term=0_efdc024ba-cdab8f5a9a-73902649 den 12 april 2016
- Svensk solenergi. (2015a). *Solkartor*. Hämtat från Svensk solenergi: <http://www.svensksolenergi.se/att-installera-solenergi/solkartor> den 22 april 2016
- Svensk Solenergi. (u.d.). *Fakta om solenergi*. Hämtat från Svensk Solenergi: <http://www.svensksolenergi.se/fakta-om-solenergi> den 15 mars 2016
- UnitedMinds. (2014). *Elmätaren 2014*. Hämtat från Svensk Energi: http://www.svenskenergi.se/Global/Dokument/Ladda%20Sverige/Filer/Elmätaren1-2014_Egenproducerad-el.pdf den 26 mars 2016
- Varuhuset Etc. (2016). *solenergiprodukter*. Hämtat från Varuhuset ETC: <http://varuhuset.etc.se/dokument/Symo%203-20Kw.pdf> den 14 Mars 2016
- Vattenfall. (2016). *Energiskatter 2016*. Hämtat från Vattenfall: <https://www.vattenfall.se/elavtal/energikallor-och-elmarknad/energiskatter/> den 24 April 2016
- Vattenfall Eldistribution AB. (2016). *Elnätstariffer*. Hämtat från Vattenfall Eldistribution: http://www.vattenfalleldistribution.se/sv/file/S_kringstariffer_Privat_S_DER_2016-01-01.pdf_109829977.pdf den 15 April 2016
- Villaägarnas Riksförbund. (2013). *Undersökning fasta avgifter*. Hämtat från Villaägarnas Riksförbund: <http://www.villaagarna.se/Paverka/Villaagarnas-opinionsbildning/Utreddningar/2013/Elnat--avgifter-och-kostnadsdrivare/> den 11 april 2016

8 Figur- tabellförteckning

Figur 1. Installerad solcellseffekt i Sverige 1992-2014 (Lindahl, 2015a).	6
Figur 2. Prisutveckling elcertifikat 2006-2016 i kr / MWh (Svensk Kraftmäklings, 2016)	8
Figur 3. Så fungerar solcellen (Svea Solar, 2013)	11
Figur 4. Total solinstrålning i kWh/m ² i olika lutning och väderstreck i Jönköping (1962-90). Grafik hämtad från (Hedén, 2013).	12
Figur 5. Principskiss - uppbyggnad av solcellssystem (Mälarenergi, u.d.).	14
Figur 6. Fronius Symo Inverter (Varuhuset Etc, 2016).	16
Figur 7. Solpanel som arkitektoniskt element (Malmö Stadsbyggnadskontor, 2014).	17
Figur 8. Priser för kompletta solcellspaket inkl. moms och installation (Stridh, 2015).	19
Figur 9. Prisutveckling på solcellssystem (Lindahl, 2015a)	19
Figur 10. Objektbeskrivning Ereims hustyper	20
Figur 11. Andel handpenning kontra lån för privatperson och brf	26
Tabell 1. Exempelpriser för solpaneler och växelriktare från etc.varuhuset.se	18
Tabell 2. Resultattabell - privat ägandestruktur – lönsamhet totalt kapital	28
Tabell 3. Känslighetsanalys - privat ägandestruktur - totalt kapital	29
Tabell 4. Resultattabell - brf ägandestruktur – lönsamhet totalt kapital	30
Tabell 5. Känslighetsanalys - brf ägandestruktur - totalt kapital	30