



**LUNDS**  
UNIVERSITET

## Beräkningsverktyg för solpotentialkartan i Landskrona

---

David Jonsson

Examensarbete på Civilingenjörsnivå  
Avdelningen för Energihushållning  
Institutionen för Energivetenskaper  
Lunds Tekniska Högskola | Lunds Universitet



# Beräkningsverktyg för solpotentialkartan i Landskrona

David Jonsson

Juni 2015, Lund

Föreliggande examensarbete på civilingenjörsnivå har genomförts vid Avd. för Energihushållning, Inst för Energivetenskaper, Lunds Universitet - LTH samt vid Landskrona Energi AB, AB Landskronahem och LSR AB i Landskrona.Handledare på Landskrona Energi AB: Axel Johansson; handledare på LU-LTH: professor Jurek Pyrko; examinator på LU-LTH: biträdande lektor Kerstin Sernhed.

Examensarbete på Civilingenjörsnivå

ISRN LUTMDN/TMHP-15/5339-SE

ISSN 0282-1990

© 2015 David Jonsson samt Energivetenskaper

Energihushållning

Institutionen för Energivetenskaper

Lunds Universitet - Lunds Tekniska Högskola

Box 118, 221 00 Lund

[www.energy.lth.se](http://www.energy.lth.se)

# Förord

Som avslutning på mina studier på civilingenjörsprogrammet vid Lund Universitet – Lunds Tekniska Högskola har detta examensarbete genomförts vid Avdelningen för Energihushållning, Institutionen för Energivetenskaper. Examensarbetet har utförts vid Green Hub Landskrona som är ett samarbete mellan Landskrona Energi AB, AB Landskronahem och LSR AB.

Jag vill tacka följande personer: Axel Johansson (Landskrona Energi AB) för vägledning och stöd, Jurek Pyrko, min handledare vid universitetet, Harald Klein på Landskrona stad för att du hjälpte mig att skicka ut enkäten till de anställda i Landskrona stad, Sven Andersson på HSB Landskrona som skickade ut min enkät till HSB:s bostadsrättsföreningar och Gunnar Eskilsson på Landskrona Energi AB för mätdata.

Till sist vill jag rikta ett hjärtligt tack till min underbara och stöttande sambo Moa. Tack för allt!

Lund, juni 2015

David Jonsson

# Abstract

This Master's thesis is a part of the project Green Hub Landskrona (GHL), a collaboration between three municipally owned companies in Landskrona and a number of departments within the faculty of engineering at Lund University.

The main aim of this project is to develop a calculation tool that calculates the profitability of an investment in solar cells on buildings in Landskrona. Also a case study was carried out with the purpose to calculate the profitability of a photovoltaic installation on four different companies' properties using the calculation tool. Another aim of the thesis is to examine property owners' attitudes towards and knowledge about solar cells and furthermore assist the development of the calculation tool with useful information. This is achieved with the help of a web survey.

The calculation tool is made in connection with the development of a solar map of Landskrona. The solar map provides information about the solar radiation's intensity on each properties roof on a yearly basis. The calculation tool uses this information to calculate the potential solar power output for the studied property. What sets this calculation tool apart from others is that it has access to the studied property's electricity usage for each hour, which is possible due to fact that Landskrona Energi AB, which is part of the GHL, is the grid owner in Landskrona and therefore has access to this data. Electricity consumption data makes it possible to calculate how much solar energy will be used in the building and how large the surplus will be. Because solar electricity has a different value if it is used either in the property or if it is fed into the national grid, it means that the calculation tool with high precision can calculate the profitability of a solar installation. The goal of the calculation tool is to serve as an effective instrument for property owners, mostly homeowners, in Landskrona during the planning and decision phase of a solar installation.

The companies that were part of the case study were: a sanitation company, two gas stations and a training facility. Every one of those companies had a relatively high use of electricity during the day, which is a prerequisite for a company to install a profitable photovoltaic plant due to the limited possibility of compensation for sold solar electricity that companies have. The results from the case study showed that for the first three companies the payback time will be around 15 years and 20 years for the training facility. Why the results differ so much is a consequence of the training facility's peculiar electricity consumption data, which gave results with a high amount of surplus production with low compensation. A sensitivity analysis was also performed that showed that the parameter with the highest influence on the profitability is whether the company will be granted state aid for investments in solar cells or not. The analysis also showed that the payback time increased by approximately 5 years if the companies would choose not to invest in a green electricity certificate meter.

The survey was answered by 13 real estate companies, 17 housing associations and 24 house owners, all related to Landskrona. The results from the survey showed that a majority of the real estate companies and housing associations and about 40% of house owners assume they will install solar cells on their properties within the next five years. The results also showed that there was a lack of knowledge about solar cells among the respondents. Approximately 70% of the respondents stated that they would like to have a calculation tool linked to the solar map.

Further studies after this thesis could be to study the installation rate of solar cells in Landskrona after the introduction of the solar map and the calculation tool. It would also be interesting to investigate how reliable the calculation tool is, by studying an existing photovoltaic system and see if the results from the calculation tool are consistent with the real values.

**Keywords:** solar calculation tool, solar map, solar cells

# Sammanfattning

Detta examensarbete är skrivet inom ramen för Green Hub Landskrona (GHL), som är ett samarbete mellan tre kommunala företag i Landskrona och flera institutioner inom Lunds Universitet - LTH.

Huvudsyftet med detta examensarbete är att utveckla ett beräkningsverktyg som beräknar lönsamhet för en investering i solceller på fastigheter i Landskrona. Även en fallstudie har gjorts med syftet att med beräkningsverktyget beräkna lönsamheten för en solcellsinstallation på fyra olika företags fastigheter. Ett annat syfte med arbetet är att med hjälp av en enkät undersöka fastighetsägares inställning till och kunskaper om solceller samt bistå utvecklingen av beräkningsverktyget med nyttig information.

Beräkningsverktyget görs i samband med framtagandet av en solpotentialkarta över Landskrona. Solpotentialkartan ger information om hur mycket solstrålning som faller på samtliga fastigheters taktyper och beräkningsverktyget använder denna information för att beräkna möjlig solelproduktion för den studerade fastigheten. Det som skiljer detta beräkningsverktyg från andra är att det har tillgång till den studerade fastighetens elanvändning för varje timme, vilket är möjligt på grund av att Landskrona Energi AB, som är en del av GHL, är nätägare i Landskrona och därför har tillgång till dessa data. Elanvändningsdatan gör det möjligt att beräkna hur mycket solel som kommer att kunna användas i fastigheten och hur stort ett eventuellt överskott blir. Eftersom solel har olika värde om det används antingen i fastigheten eller om det matas ut på elnätet betyder det att beräkningsverktyget med hög precision kan beräkna lönsamheten för en solcellsinstallation. Målet med beräkningsverktyget är att vara ett effektivt hjälpmedel för fastighetsägare, främst villaägare, i Landskrona under planerings- och beslutsfasen av en solcellsinstallation.

I fallstudien studerades ett renhållningsbolag, två bensinstationer och en träningsanläggning. Alla hade en relativt hög elanvändning dagtid vilket är en förutsättning för att företag ska kunna installera en lönsam solcellsanläggning eftersom företag har begränsade ersättningsmöjligheter för såld solel. Resultatet från fallstudien visade att för de tre förstnämnda företagen blir återbetalningstiden ungefär 15 år och för träningsanläggningen blir återbetalningstiden 20 år och varför det skiljer sig så mycket beror på en märklig elanvändningsdata för träningsanläggningen vilket gav ett resultat med en hög andel överskottsproduktion med låg ersättning. Det utfördes även en känslighetsanalys som visade att den parameter som påverkar lönsamheten mest är om företaget blir beviljade det statliga investeringsstödet för solceller eller ej. Analysen visade också att återbetalningstiden försämrades med cirka 5 år om företaget skulle välja att låta bli att investera i en elcertifikatmätare.

Enkäten besvarades av 13 fastighetsbolag, 17 bostadsrättsföreningar och 24 villaägare, alla med anknytning till Landskrona. Enkätresultaten visade att en majoritet av fastighetsbolagen och

bostadsrättsföreningarna och cirka 40 % av villaägarna tror att de kommer att installera solceller på sina fastigheter inom de närmsta fem åren. Resultatet visade också att det fanns en kunskapsbrist om solceller bland respondenterna. Ungefär 70 % av de tillfrågade önskar att det ska finnas ett beräkningsverktyg i anknytning till solpotentialkartan.

Vidare studier efter detta arbete kan vara att studera installationstakten av solceller i Landskrona efter införandet av solpotentialkartan med tillhörande beräkningsverktyg. Det hade även varit intressant att undersöka hur pålitligt beräkningsverktyget är genom att studera en befintlig solcellsanläggning och se om resultaten från beräkningsverktyget stämmer överens med verkligheten.

**Nyckelord:** solberäkningsverktyg, solpotentialkarta, solceller



# Innehållsförteckning

<b>1 Inledning</b>	<b>1</b>
1.1 Syfte och mål	1
1.2 Avgränsningar	2
<b>2 Bakgrund</b>	<b>3</b>
2.1 Solcellsmarkanden	3
2.2 Stöd, ersättningar och lagar	4
2.2.1 Statligt stöd till solceller	5
2.2.2 Elcertifikat	5
2.2.3 Ursprungsgarantier	6
2.2.4 Skattereduktion för mikroproduktion	6
2.2.5 Nätersättning och inmatningsavgift	7
2.2.6 ROT-avdrag	8
2.2.7 Energiskatt på el	8
2.2.8 Mervärdesskatt	9
<b>3 Teori</b>	<b>11</b>
3.1 Solel	11
3.1.1 Solceller	11
3.1.2 Solcellssystem	12
3.1.3 Växelriktare	12
3.1.4 Elmätare	13
3.1.5 Installation	13
3.2 Solstrålning	14
3.2.1 Beräkning av timvärden	16
3.3 Tidigare enkätundersökningar	20
<b>4 Metod</b>	<b>23</b>
4.1 Enkätundersökning	23
4.1.1 Enkätens sammanställning och respondenter	23

4.1.2 Teori bakom enkäten.....	24
4.2 Beräkningsverktyg.....	24
4.2.1 Fysiska parametrar.....	26
4.2.2 Ekonomiska parametrar.....	31
4.2.3 Klimatpåverkan.....	40
4.3 Fallstudie.....	42
<b>5 Resultat.....</b>	<b>45</b>
5.1 Enkätresultat.....	45
5.1.1 Generell information.....	45
5.1.2 Solceller.....	46
5.1.3 Information.....	50
5.1.4 Solpotentialkarta.....	56
5.1.5 Beräkningsverktyg.....	65
5.2 Fallstudie.....	70
5.2.1 Känslighetsanalys.....	78
5.2.2 Sammanfattning av resultatet.....	83
<b>6 Diskussion.....</b>	<b>85</b>
6.1 Enkätundersöknings tillförlitlighet.....	85
6.1 Beräkningsverktygets och fallstudiens tillförlitlighet.....	86
<b>7 Slutsatser.....</b>	<b>89</b>
7.1 Enkätundersökningen.....	89
5.1 Beräkningsverktyget och fallstudien.....	89
5.1 Framtida studier.....	90
<b>Litteraturförteckning.....</b>	<b>91</b>
<b>Bilaga: Enkätfrågor.....</b>	<b>97</b>

# 1 Inledning

---

Detta examensarbete är skrivet inom ramen för Green Hub Landskrona (GHL), som är ett samarbete mellan de kommunalt ägda bolagen Landskronahem, Landskrona Energi och Landskrona Svalöv Renhållnings (LSR) samt Institutionen för Energivetenskaper på Lunds Universitet - LTH. Samarbetet syftar på att omvandla stadsdelen Karlslund i norra Landskrona till en hållbar stadsdel genom ökad kommunal samhällsnytta, där aktörer från näringslivet samarbetar med aktörer från universitetet. Projektet ska fungera som ett säte för forskning kring boende, energi och avfall och hur dessa ska anpassas till framtiden. Initialt ligger fokus främst på en rad examensarbeten som ska samverka för att främja utvecklingen och hitta innovativa lösningar för bl.a. miljö- och effektiviseringsåtgärder. Dessa arbeten utförs på ett projektkontor mitt i stadsdelen.

Denna rapport har Landskrona kommun som utgångspunkt istället för endast Karlslund. Detta eftersom Landskrona Energi AB har beslutat att investera i en solpotentialkarta över Landskrona kommun. Solpotentialkartan har blivit ett populärt verktyg de senaste åren. Nu har städer som Lund, Göteborg, Örebro och Stockholm varsin karta. En solpotentialkarta är en solinventering av alla hustaken i ett visst område, oftast en stad eller kommun. För att det ska vara möjligt så behövs tredimensionell karakterisering av byggnader, vilket oftast skapas genom att laserscanna området i fråga, samt meteorologisk data. Solpotentialkartan ger sedan ett värde på hur stor den årliga solstrålningen på taken är. Detta värde säger troligtvis inte så mycket för en vanlig fastighetsägare. Därför har detta arbete som premisser att omvandla värdet på årlig solstrålning till något som är mer begripligt och lätthanterligt för fastighetsägare. Förhoppningsvis kommer arbetet att bidra till att fler fastighetsägare i Landskrona väljer att installera solceller på sina fastigheter.

## 1.1 Syfte och mål

Syftet med detta examensarbete är uppdelat i fyra delar. Huvudsyftet är att ta fram ett beräkningsverktyg som beräknar lönsamheten för en investering i solceller på en fastighet. Beräkningsverktyget ska fungera som ett komplement till solpotentialkartan i Landskrona och kommer att använda sig av solstrålningsdata från solpotentialkartan vid beräkning av möjlig elproduktion och lönsamhet. Troligtvis kommer beräkningsverktyget i första hand att användas av villaägare som är miljömedvetna och nyfikna på att bli egna elproducenter, därför har beräkningsverktyget utformats med dem som målgrupp. Men det är inget som hindrar företag att använda beräkningsverktyget för att undersöka sina möjligheter att bli solelproducenter. För att öka företags intresse för solceller är därför ett delsyfte att med hjälp av beräkningsverktyget utföra en fallstudie på fyra olika verksamheter i Landskrona som utvärderar lönsamheten för en solcellsinstallation på deras fastigheter. Ett annat delsyfte är att sammanställa de regler och stödsystem som gäller för solceller idag genom en

litteraturstudie. Den sista delen av syftet är att med hjälp av en enkät undersöka vad olika fastighetsägare i Landskrona har för inställning till solceller på sina fastigheter och hur mycket kunskap de har om solceller. Enkäten har också som syfte att hjälpa till vid utvecklingen av beräkningsverktyget.

Målen med arbetet är att:

- Bistå Landskrona Energi AB och beslutsfattare i Landskrona med information om hur pass benägna fastighetsägare i Landskrona är att investera i solceller på sina fastigheter samt vad som kan öka deras villighet till en investering. Målet är inte att enkätresultaten ska vara statistiskt signifikanta utan ska ses som ett hjälpmedel för att få fler att installera solceller i Landskrona.
- Ge fastighetsägare i Landskrona tillgång till ett beräkningsverktyg som kan räkna på lönsamheten i en solcellsinstallation och således minska fastighetsägarnas osäkerhet kring vad en investering i solceller kommer att betyda för dem. Förhoppningsvis kan detta leda till fler installationer av solceller än i dagsläget.
- Visa på lönsamheten för investering i solceller hos fyra utvalda företag och på så sätt bidra till att fler företag får upp ögonen för solceller och på sikt börjar installera solceller på sina fastigheter.

## **1.2 Avgränsningar**

Arbetet och speciellt beräkningsverktyget är begränsat till Landskrona kommun. Vidare har avgränsningen till endast nätanslutna solcellssystem på hustak gjorts och därför utesluts fristående system på tak och mark. Urvalet av enkätundersökningens respondenter är begränsat till villaägare, representanter för bostadsrättsföreningar och fastighetsbolag. Alltså har boende i hyreslägenheter och företag uteslutits från att besvara enkäten. Detta val har främst gjorts på grund av arbetets tidsramar men även eftersom hyresgäster inte äger sin bostad och har därför begränsade möjligheter att investera i solceller. Däremot fokuserar fallstudien inte på bostäder utan på lokaler där olika verksamheter bedrivs. De verksamheter som ingår i fallstudien är två bensinstationer, en träningsanläggning och ett kontor med tillhörande renhållningsverksamhet.

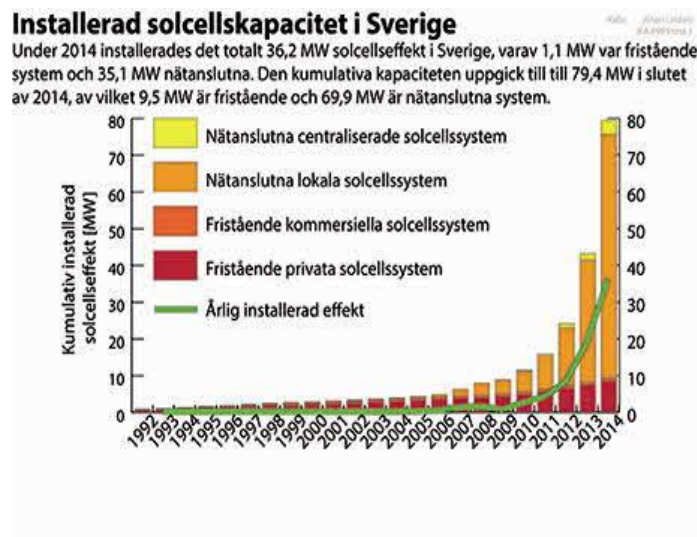
## 2 Bakgrund

---

Detta kapitel har till syfte att ge läsaren en bättre grund för att förstå uppbyggnaden av beräkningsverktyget och då främst de ekonomiska parametrar som finns med. Först beskrivs marknaden för solceller i Sverige för att sedan gå vidare till att redogöra för de olika regler, stöd och ersättningar som gäller för solceller idag. Historiskt har det varit fördelaktigt att använda den största delen av den producerade solelen i fastigheten eftersom värdet på använd el har varit högre än värdet på såld el. Förutsättningarna för solelproduktion har ändrats under den senaste tiden och tydligast ses det i den nya ersättningsmodellen skattereduktion för mikroproduktion som jämnat ut förhållandet mellan använd och såld el.

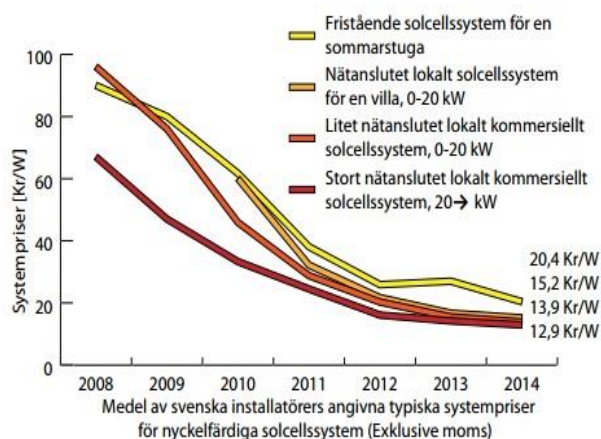
### 2.1 Solcellsmarknaden

Internationella energiorganet IEA uppskattade år 2002 potentialen för solel i Sverige till 27 TWh, vid nyttjande av befintliga takytor och fasader som nås av minst 80 % av den maximala solstrålningen (IEA-PVPS 2002). Det kan jämföras med den producerade solelen i Sverige som var 75 GWh 2014 och stod för endast 0,06 % av landets totala elanvändning. Dock har installationstakten av solceller ökat avsevärt de senaste åren. Från 2011 till 2014 har marknaden för solceller nästan fördubblats varje år, vilket visas i figur 1. Staplarna i figuren är den sammanlagda installerade solcellseffekten vid utgången av respektive år. Figuren visar tydligt på att det är de lokala nätanslutna systemen som har dominerat marknaden sedan mitten av 2000-talet från att tidigare dominerats av fristående system. Anledningen till den snabba installationstakten anses vara de sjunkande priserna för solcellerna, samt ett ökat intresse bland konsumenterna. Om fokus skiftas till region Skåne så ses även där en betydande ökning av installerade solceller. Enligt statistik framtagen av Solar Region Skåne, som är en ideell förening som verkar för att främja solenergi, framgår att det fanns 7,9 MW installerad solenergi i slutet av 2014 vilket är mer än en tredubbling sedan början av 2013 (2015). Totalt i Skåne fanns det 579 solcellsanläggningar men av dessa var endast 10 stycken installerade i Landskrona kommun.



Figur 1. Installationstakten i Sverige (Lindahl, J. 2015).

Prisbilden har sedan 2010 ändrats markant, som kan studeras i Figur 2. I denna visas att ett villasystem 2014 kostar en fjärdedel så mycket som det gjorde 2010. Prisminskningarna beror enligt Lindahl (2015a) på minskade kostnader för solceller internationellt samtidigt som en ökad konkurrens på marknaden kan ses. Dock kan en prisstabilisering för åren 2013 och 2014 urskönjas i Figuren.



Figur 2. Prisutveckling av nyckelfärdiga paket i Sverige (Lindahl, J. 2015).

## 2.2 Stöd, ersättningar och lagar

Stödsystemen och ersättningsmodellerna som presenteras nedanför syftar till att göra det enkelt för privatpersoner och företag att investera i egenproducerad el och därmed bidra till omställningen av energisystemet i enlighet med uppställda energi- och klimatpolitiska mål. Stödsystemen möjliggör ersättning vid installation och ersättningsmodellerna syftar till ersättning vid överskottsproduktion.

### **2.2.1 Statligt stöd till solceller**

Sedan 2009 kan företag, offentliga organisationer och privatpersoner söka ett investeringsstöd hos Länsstyrelserna. Stödnivån ligger sedan 1 januari 2015 på 30 % för företag och 20 % för övriga. De stödberättigande kostnaderna innefattar projekteringskostnader, kostnader för material och arbetskostnader. Anslutningsavgift till ett externt elnät är däremot inte en stödberättigande kostnad. Syftet med investeringsstödet är att det dels ska bidra till omställningen av energisystemet och till industriell utveckling inom energiteknikområdet. Det går att få stöd upp till 1,2 miljoner kronor per anläggning om kostnaderna inte överstiger 46 250 kronor inklusive moms per installerad *kW* (Energimyndigheten 2015d). Stödet har varit så pass populärt att de 210 miljoner som var avsatta för stödet under perioden 2013-2016 nästan är slut och att det finns cirka 600 miljoner kronor i anmälningar som ligger i kö (Dagens Nyheter 2014). Men regeringen har avsatt 50 miljoner för 2015 och flaggar för ytterligare 150 miljoner 2016, dock kommer pengarna troligtvis inte att räcka till alla som sökt (MiljöRapporten 2015).

### **2.2.2 Elcertifikat**

Elcertifikatsystemet är ett ekonomiskt styrmedel som infördes 2003 med syftet att öka den förnyelsebara elproduktionen. 1 januari 2012 bildades en gemensam elcertifikatmarknad med Norge, med målet om en ökad elproduktion från förnybart med 26,4 *TWh* från 2012 till och med 2020. De som producerar förnyelsebar el via solenergi, vindkraft, viss vattenkraft, viss bioenergi och vågkraft har rätt till ett elcertifikat per producerad *MWh*. Från och med idrifttagning av den förnyelsebara elproduktionsanläggningen och 15 år framåt är den berättigad elcertifikat. Efterfrågan på elcertifikat uppstår på grund av kvotplikten, med vilken menas att elleverantörer och vissa elanvändare tvingas att köpa ett visst antal elcertifikat i förhållande till elförsäljningen eller elanvändningen. En producent av solexel kan bli kvotpliktig om den använder mer än 60 000 *kWh* av den egenproducerade elen och den installerade effekten är större än 50 *kW*. Hur stor andel som ska köpas är satt sen tidigare genom så kallade kvotnivåer. 2015 är nivån på 14,3 % och kommer att öka till 19,5 % till 2020. För en elkonsument betydde en kvotnivå på 14,2 % 2014 en kostnad av 2,8 öre per *kWh* (Energimyndighet 2015a).

Tanken med systemet är att det ska vara teknikneutralt vilket betyder att de nya förnybara elproduktionsanläggningar som installeras är de som är marknadsmässigt mest fördelaktiga. Det har riktats kritik mot systemets teknikneutralitet då det inte är utformat för mikroproducenter i och med kravet på timmätning av elproduktionen. Energimarknadsinspektionen konstaterar i utredningen *Nettodebitering – Förslag till nya regler för elanvändare med egen elproduktion* (EI R2010:23) att det för småskaliga elproducenter i nuläget är alltför dyrt att skaffa den utrustning som krävs för bruttomätning och rapportering inom systemet. Det innebär att många mikroproducenter, till

exempel villaägare, riskerar att avstå från de intäkter elcertifikaten skulle kunna generera, och därmed gynnas de inte av elcertifikatsystemet. Däremot har det på senare tid kommit fram billigare alternativ för bruttomätning och rapportering. En sådan tjänst presenteras i nästa Kapitel.

Systemet har också en del kontrollstationer där det utvärderas och den första sådan är 2015. Inför den kom Energimyndigheten med förslag om att justera upp kvotnivåerna för att målen ska kunna uppnås. Handel med elcertifikat sker mellan producenter av förnybar el och kvotpliktiga aktörer i Sverige och Norge via ett system som kallas CESAR. Systemet drevs tidigare av Svenska Kraftnät men från och med 1 januari 2015 av Energimyndigheten, som sedan dess har hand om hela elcertifikatsystemet (Energimyndighet 2015a).

I mars i år var 1 294 solcellsanläggningar registrerade för elcertifikat med en sammanlagd installerad effekt på 26 MW. Det finns ingen officiell statistik över hur många solcellsanläggningar som finns i Sverige men en uppskattning är runt 4 000 (Stridh 2015a). I den nyligen presenterade statistiken från Solar Region Skåne över antalet anläggningar i Skåne framgår det också hur många som var godkända för elcertifikat (2015). Den visar att endast 170 av 579 anläggningar var godkända för elcertifikat. I installerad effekt var det 3 531 kW av 7 878 kW.

### **2.2.3 Ursprungsgarantier**

Ursprungsgarantier är elektroniska dokument som garanterar ursprunget på den el som köps. En ursprungsgaranti omfattar 1 MWh producerad el. De infördes 1 december 2010 och handlas på en öppen marknad som innefattar elproducenter och elleverantörer. Till skillnad från elcertifikat finns det ingen kvotplikt och all elproduktion är berättigad till ursprungsgarantier. Efterfrågan styrs alltså av vad elkonsumenterna är villiga att betala för el med en viss sorts ursprung. Det går endast att få ursprungsgarantier för överskottselen från sin anläggning och inte hela produktionen som för elcertifikat (Energimyndigheten 2015b).

Det finns ingen öppen prisstatistik för ursprungsgarantier från solel men däremot finns statistik över hur många som utfärdas varje år. 2014 utfärdades 7 846 ursprungsgarantier för solel (Energimyndigheten 2015c). Samma år matades 12,36 GWh solel ut på nätet vilket betyder att ytterligare 4 514 ursprungsgarantier hade kunnat utfärdas om alla hade ansökt om tilldelning:  $12\,360\text{ MWh} - 7\,846\text{ MWh} = 4\,514\text{ MWh}$  (Stridh 2015b).

### **2.2.4 Skattereduktion för mikroproduktion**

Nettodebitering, som tillämpas i vissa länder, innebär att mikroproducenten kvittar antingen mängden, kWh, uttagen el med inmatad el eller priset för uttagen el med inmatad el vilket medför att mikroproducenten endast betalar för nettot denne använder. (Naturskyddsföreningen 2012). Efter flera år av olika utredningar av ett nettodebiteringssystem landade regeringen i att ett sådant system strider



mot EU:s momsdirektiv (SOU 2013:46). Istället började ett system med skattereduktion för mikroproduktion av förnybar el att gälla den 1 januari 2015 (SFS 2014:1468). Det innebär att det går att få en skattereduktion på 60 öre per *kWh* förnybar överskottsel som matas in på elnätet. Både fysiska och juridiska personer har rätt till skattereduktion om säkringen i anslutningspunkten inte överstiger 100 A, anläggningen har samma anslutningspunkt som uttagsabonnemanget och en anmälan om att förnybar el matas in till elnätet har gjorts till elnätsföretaget. Underlaget för skattereduktionen får inte överstiga antalet *kWh* som tagits ut i anslutningspunkten under ett år och kan högst uppgå till 30 000 *kWh* per person eller per anslutningspunkt, vilket betyder 18 000 kronor.

60 öre/*kWh* kan spela en stor roll för lönsamheten hos mindre anläggningar där marginalerna är mindre. Men att räkna med att få skattereduktion för överskottsel under hela solcellens livstid är enligt Stridh (2014a) riskabelt eftersom kostnaderna för skattereduktionen kommer med en årlig marknadstillväxt för solceller på 25 % att uppgå till 500 miljoner efter cirka 15 år och med en årlig tillväxt på 50 % efter cirka 9 år. Det kan jämföras med budgeten på 50 miljoner för investeringsstödet 2015 och kommer alltså betyda en kraftig kostnad för staten i framtiden. Troligtvis kommer en sänkning från dagens 60 öre att ske innan dess. Även om det i dagsläget kan te sig fördelaktigt att investera i en lite större anläggning istället för att anpassa storleken till fastighetens egen elanvändning så går det med säkerhet inte att säga om det stämmer i framtiden.

## 2.2.5 Nätersättning och inmatningsavgift

Nätersättning, kallas även nätnytta, energiersättning och nätnyttoersättning, är en ersättning från elnätsbolaget som betalas ut till en elproduktionsanläggning och regleras av ellagen (SFS 1997:857) där det står:

*”Innehavare av en produktionsanläggning har rätt till ersättning av den nätkoncessionshavare till vars ledningsnät anläggningen är ansluten. Ersättningen skall motsvara 1: värdet av den minskning av energiförluster som inmatning av el från anläggningen medför i nätkoncessionshavarens ledningsnät, och 2: värdet av den reduktion av nätkoncessionshavarens avgifter för att ha sitt ledningsnät anslutet till annan nätkoncessionshavarens ledningsnät som blir möjlig genom att anläggningen är ansluten till ledningsnätet.”*

Elnätsbolaget bestämmer själv storleken på ersättningen och den kan alltså variera i olika nät. I Landskrona kommun utbetalas antingen 2,3 öre/*kWh* eller 5,2 öre/*kWh* exklusive moms i nätersättning vilket beror på om det är Landskrona Energi AB (2015) som äger nätet eller om det är E.ON (2014).

För mikroproducenter får inte elnätsföretagen ta ut någon avgift vid inmatning av överskottsel på elnätet. Även det regleras av ellagen (SFS 1997:857) och i den definieras en mikroproducent som en elanvändare som har en produktionsanläggning med en maximal effekt på 43,5 kW, har ett säkringsabonnemang om högst 63 A och tar ut mer el från nätet än som matas in under ett kalenderår. Om något av dessa krav inte uppfylls har elnätsföretagen rätt att ta ut en avgift och den avgiften är 3 000 kronor exklusive moms i Landskrona Energi AB:s nät (2015). E.ON har inga officiella prisuppgifter för elproducenter som inte är mikroproducenter på deras hemsida.

### **2.2.6 ROT-avdrag**

Skattereduktion för ROT-arbete, som är en förkortning av reparation, ombyggnad och tillbyggnad, är kopplat till arbeten på eller i nära anslutning till bostaden och är inte specifikt för solcellsinstallationer. Avdraget gäller endast för privatpersoner och får användas på bostäder som är äldre än fem år gamla. ROT-avdrag får göras på halva arbetskostnaden men avdraget får högst uppgå till 50 000 kronor per person och år. Skatteverket skriver på sin hemsida vad som menas med ROT-arbete för solceller:

*”Inmontering eller byte av solpaneler ger rätt till skattereduktion förutsatt att bidrag inte har medgetts. Service av solpaneler ger inte rätt till skattereduktion.”* (Skatteverket 2015)

Med bidrag menas här det statliga stödet för solceller som beskrevs i föregående avsnitt. I mars 2015 beslutade Skatteverket att det ska kunna gå att göra ROT-avdrag enligt en schablon. Det beslutet innebär att privatpersoner kan räkna med en arbetskostnad på 30 % av den totala investeringskostnaden. Vilket betyder att investeringskostnaden sänks med 15 % om ROT-avdraget utnyttjas (Svensk Solenergi 2015). För privatpersoner innebär det att skillnaden mellan investeringsstödet och ROT-avdraget är 5 %, vilket gör det osäkra alternativet investeringsstöd ännu mindre lockande att söka. Dock har regeringen signalerat för en generell sänkning av ROT-avdraget från 50 % till 30 % av arbetskostnaderna, vilket skulle innebära en subvention på 9 % istället för 15 % av investeringskostnaden (Di.se 2015).

### **2.2.7 Energiskatt på el**

Generellt gäller att energiskatt ska betalas för all el som används i Sverige. Men det finns vissa undantag från skatteplikten (Skatteverket u.å.a). Privatpersoner som producerar solel i anslutning till sin bostad är befriade från energiskatt för egenanvänd solel samt för överskottseln under förutsättning att personen inte innehar andra elproduktionsanläggningar med total effekt på 100 kW eller mer, inte yrkesmässigt levererar annan el samt att ersättningen för solelen inte överstiger 30 000 kronor per år (Skatteverket 2014). Sveriges Allmännyttiga Bostadsföretag SABO (2014) har sammanställt information som rör energiskatt på solel för företag. Det som skiljer företag från privatpersoner är att företag ses som yrkesmässig leverantör av el när de får en ersättning för sin överskottsel. Detta innebär

för ett företag som använder all solel i sin verksamhet, förutom en endaste *kWh* som skickas ut på elnätet mot ersättning, att energiskatt måste betalas för all producerad solel. För ägare av ett flerbostadshus finns det även ett tillägg till när de ses som yrkesmässiga leverantörer av el. Det tillägget består av att fastighetsförvaltaren inte får mäta och särdebitera hyresgäster på faktura eller hyresavi eller basera hyran på uppskattad elanvändning utan den producerade solelen måste ingå ospecificerad i hyran. Därför är det väldigt viktigt för ett fastighetsbolag eller en bostadsrättsförening att dimensionera sin solcellsanläggning efter egen elanvändning för att inte behöva mata ut överskottselen på elnätet utan ersättning eller bli energiskatteskyldig för all producerad el.

Något som är vanligt bland vindkraftsproducenter är att slussa sin producerade el över det allmänna elnätet till en annan plats där elen kan användas av samma juridiska person utan att bli skattepliktig, vilket beskrivs i ett ställningstagande av Skatteverket (2012). Det betyder att elproducenten inte överlåter sin producerade el till någon annan utan endast anlitar ett elnätsföretag som överför elen till en annan uttagspunkt som innehas av elproducenten och där används den producerade elen. Detta borde kunna utnyttjas på samma sätt för solel, t.ex. skulle ett fastighetsbolag eller bostadsrättsförening kunna använda allmänna elnätet för att överföra överskottsel från en fastighet till en annan under samma timme. Det är oklart om det görs i dagsläget och det kan betyda ett ganska stort merarbete för nätbolaget som måste hålla koll på detta.

### **2.2.8 Mervärdesskatt**

Om en solcells innehavare säljer sin överskottsel blir den ersättning som fås från elhandelsbolaget samt den lagstadgade nätersättningen momspliktig och solelproducenten måste momsregistrera sig (Skatteverket u.å.b). Det betyder att ersättningen som fås vid försäljning av solel är inklusive moms och momsen betalas sedan in till staten året efter försäljning. Moms är alltså ingen kostnad för den som säljer sin el utan enbart för slutkonsumenten.

En generell moms på 25 % gäller vid inköp av en solcellsanläggning. Däremot har företag rätten att dra av ingående moms vilket sänker investeringskostnaden betydligt, men eftersom företag inte betalar för moms på sin elfaktura betyder det att lönsamheten blir oförändrad. I Sverige råder ett avdragsförbud för mervärdesskatt för inköp till stadigvarande bostad vilket innebär att ett fastighetsbolag inte kan dra av momsen för en solcellsanläggning om den placeras på taket till ett hyreshus. Men det finns ett undantag från den regeln och det är om all producerad solel säljs till ett elhandelsbolag. Då kan både privatpersoner och fastighetsbolag dra av momsen på investeringen (Skatteverket u.å.b).



## 3 Teori

---

Detta kapitel har till syfte att ge en kort introduktion till hur en solcell fungerar samt hur ett solcellssystem är uppbyggt och en beskrivning av de ingående delarna. För att förstå beräkningsverktygets uppbyggnad beskrivs även hur solstrålning på ett godtyckligt plan beräknas. Kapitlet avslutas med att presentera två tidigare undersökningar med frågor om svenska hushålls åsikter om solceller i allmänhet samt en investering i solceller på deras fastigheter.

### 3.1 Solel

Solel kan produceras på flera sätt, men detta arbete undersöker enkom elproduktion med solceller. Solen är en intermittent energikälla vilket betyder att elproduktionen styrs av naturen och inte människan. För solceller innebär det att produktion sker beroende på solens instrålningseffekt vilken påverkas av vädret, tid på dygnet och årstid. En tumregel för energiutbytet från solceller i Sverige är  $800 - 1100 \text{ kWh/kW} \cdot \text{år}$  (Stridh 2014b).

#### 3.1.1 Solceller

Solcellen är en halvledardiod som omvandlar energin i solljuset (flöde av fotoner) till elektrisk energi (flöde av elektroner), vilket sker helt utan rörliga delar eller någon form av bränsle. Processen kallas fotovoltaik och innebär att fotoner med tillräckligt mycket energi exciterar elektronerna i solcellen och bildar elektron-hål-par som diffunderar åt varsitt håll och skapar ett elektriskt fält som driver en elektrisk ström. En solcell består vanligtvis av 60 stycken mindre celler som var för sig genererar en spänning på  $0,5 \text{ V}$ . De mindre cellerna är seriekopplade för att solcellen ska uppnå en spänning om  $30 \text{ V}$  och en effekt runt  $250 \text{ W}$  (Wenham, Green, Watt & Corkish 2011).

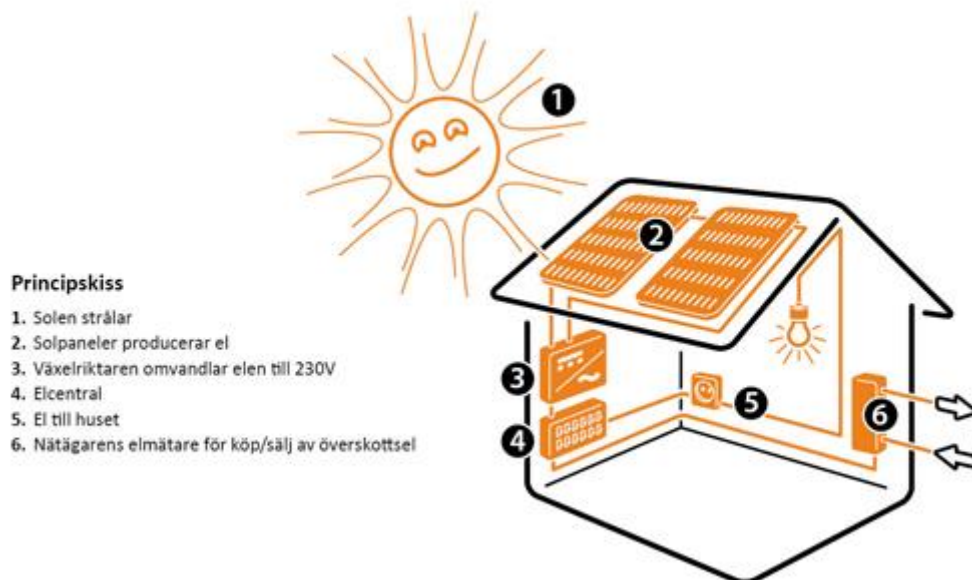
Verkningsgraden hos en solcell definieras som kvoten mellan den elektriska energi som genereras och den solstrålning som träffar solcellen. Dagens kommersiella solceller med kisel som halvledarmaterial har en verkningsgrad mellan 13 - 17 %. Teoretiskt kan de ha en verkningsgrad på 30 % och i labbmiljö har en verkningsgrad på 25 - 26 % åstadkommit. Orsaken till att verkningsgraden är så pass låg är att en foton endast kan bilda ett elektron-hål-par oavsett energin i fotonen och att våglängder över  $1100 \text{ nm}$  inte kan absorberas av kisel eftersom energin för dessa våglängder inte är tillräckligt hög (Solarlab 2013).

Det finns ett antal olika tekniker för att konstruera solceller, men det är framförallt två typer som installeras idag. Dessa är kristallina kisel-solceller och solceller av amorft kisel vilka har olika egenskaper och prisbilder. Kisel-solcellerna är de populäraste på dagens marknad och har en marknadsandel på 80-90 %. Där det finns två typer som används i större utsträckning, vilka utgörs av monokristallina och polykristallina celler. Polykristallina solceller är en billigare teknik som dock har

en lägre verkningsgrad än de dyrare monokrystallina. De är sammansatta av en tunn platta av kiselbaserat halvledarmaterial med kontakter på vardera sida. Det vanliga namnet för solceller av amorf kisel är tunnfilmssolceller. De är betydligt mycket tunnare än kristallina solceller men har en verkningsgrad mellan 5-12 % (Svensk Solenergi, 2014a).

### 3.1.2 Solcellssystem

Solcellssystem kan antingen vara anslutna till elnätet eller fristående. I detta examensarbete är det nätanslutna system som studeras. I ett nätanslutet solcellssystem seriekopplas solcellerna i rader av så kallade strängar för att nå önskade utspänning som bestäms av växelriktarens inspanningsområde. I Figur 3 illustreras ett nätanslutet system med två solceller (2) som är anslutna med en likströmsledning till en växelriktare (3). Växelriktaren omvandlar solelen till 230 V växelström. Från växelriktaren kopplas en växelspänningskabel till fastighetens elcentral (4) som i sin tur fördelar ut elen till byggnaden (5). Elmätaren (6) registrerar inmatad- och utmatad el (Bixia u.å.).



Figur 3. Skiss över ett solcellssystem (Bixia u.å.).

### 3.1.3 Växelriktare

Solcellerna genererar en likström och eftersom en fastighet använder sig av växelström måste en växelriktare kopplas in mellan solcellerna och elnätet. Växelriktaren har normalt två ingångar, vilket betyder att det går att koppla in två strängar med solceller. Växelriktaren har också till uppgift att maximera effekten som produceras av solcellerna genom att ställa in spänningen och strömstyrkan till en optimal nivå,  $Effekt [W] = Ström[A] \cdot Spänning[V]$ , vilket görs av en MPPT (Maximum Power Point Tracker) som varierar efter hur mycket solstrålning som träffar solcellerna. En växelriktare bör vara CE-märkt och ha automatisk fränkoppling om strömavbrott uppkommer. Det finns även en

funktion för att minimera övertoner i elen som kan störa elektronik i fastigheten (SolEl-programmet, 2012).

En växelriktare kan omvandla strömmen till en fas eller tre faser. De som arbetar i en fas är billigare men de begränsar storleken på solcellssystemet. Det som sätter gränsen för hur stor anläggningen kan vara är säkringsabonnemanget i fastigheten. Det är vanligt med 20 eller 25 A för villor, vilket betyder att det kan installeras en 17,25 kW stor anläggning med en 25 A säkring enligt Ekvation (3.1). Det är viktigt att ta kontakt med nätägaren först för att få information om hur stor anläggning som kan kopplas in på en fas. Vattenfall (u.å.) rekommenderar att produktionsanläggningar inte bör överstiga 3 kW vid inkoppling på en fas.

$$25 A \cdot 230 V \cdot 3 \text{ faser} = 17,25 kW \quad (3.1)$$

Mikroväxelriktare är som namnet antyder en mindre växelriktare. Denna placeras på baksidan av varje solcell och har till uppgift att motverka effekten av skuggning eller nedsmutsning av enskilda solceller som annars kan ha negativ effekt på solcellssystemets verkningsgrad, eftersom komponenter i en seriekopplad krets genomlöps av samma strömstyrka. Vilket betyder att det är den sämst fungerande solcellen i strängen som bestämmer strömnivån och därmed hela systemets effekt. Mikroväxelriktare använder sig också av principen MPPT, fast för varje enskild solcell vilket höjer systemets prestanda något. Det finns även ett mellanting där det sitter en optimerare, med en MPPT, på varje solcell som maximerar varje solcells produktion, däremot omvandlar den inte likströmmen till växelström utan det sker i en central växelriktare (Kraftpojkarna AB 2015).

### 3.1.4 Elmätare

Elmätaren är inte en komponent som är direkt relaterad till en då alla fastigheter som använder el måste ha en sådan. Det som är speciellt vid driften av en solcellsanläggning är att elmätaren måste kunna mäta flöden såväl in som ut ur fastigheten. I de fall då produktionen överstiger fastighetens användning matas överskottet ut på elnätet genom elmätaren. I värsta fall kan fel val av elmätare innebära att den som producerar ett överskott även måste betala för detta då elmätaren inte kan skilja på inmatad eller utmatad effekt (Solcellforum u.å.). Om fastigheten inte har rätt mätare som kan mäta flödet i båda riktningar är nätbolaget skyldig att installera en sådan utan avgift om säkringen högst är 63 A och anläggningseffekten inte överstiger 43,5 kW (SFS 1997:857). Men om fastigheten eller anläggningen överskrider dessa värden har nätbolaget rätten att ta ut en avgift om det krävs ett elmätarbyte.

### 3.1.5 Installation

Det finns en skyldighet att skicka en föransökan till ägaren av det nät som anläggningen ska kopplas in till innan installationen utförs (Solcellforum u.å.). Det är även klokt att redan innan en föransökan

skickas in att kolla upp ifall installationen kräver bygglov. Vissa kommuner har inga krav på bygglov vid byggen på tak. I Landskrona kommun behövs normalt inget bygglov för områden som inte är detaljplanerade. Inom detaljplanerade områden är solceller befriade från bygglov om de uppfyller följande:

*”uppförs på en- eller tvåbostadshus, upptar en yta om max 30 %, placeras i eller parallellt med takytan, placeras så att de huvudsakligen syns från privat område, de inte väsentligt ändrar byggnadens eller områdets karaktär, och byggnaden inte har skydds- eller varsamhetsbestämmelser i detaljplan, ingår i riksintresse för kulturmiljövården eller är nämnd som skyddsvärd i riktlinjer, bevarandeprogram eller liknande dokument”*  
(Landskrona stad 2013).

Hos företag som säljer nyckelfärdiga solcellspaket, inklusive installation, brukar uttrycket standardmontage förekomma. Det finns ingen enhetlig bild av vad ett standardmontage är utan företagen har sina egna definitioner. Om fastigheten som solcellerna ska placeras på inte ryms inom företagets definition av standardmontage så tillkommer det ofta en extra kostnad. Nedan följer ett exempel på en definition av standardmontage från en solcellsleverantör:

*”Montaget avser upp till 2-planshus med takbeklädning av tegel- eller betongpannor/plåttak/papptak/shingeltak eller liknande lösning. Förutsätter att taket håller för anläggningen och att uppregling/stödmontage av taket ej är nödvändigt. Taklutning 10 till 45 grader.”* Svea Solar (2013)

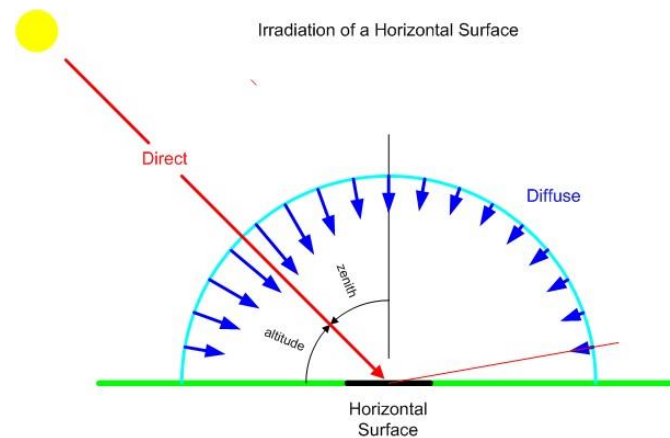
Vid en installation av solceller är det viktigt att ta hänsyn till den extra belastning på tak och fasader då en typisk solcell väger runt 20 kg. En annan sak att också ha i åtanke är att solcellerna utgör ett stort vindfång och måste därför monteras med en tillräckligt dimensionerad infästningsanordning. Det är också bra att vara medveten om att solcellerna blir varma därför bör de monteras så att oönskad uppvärmning av byggnaden undviks. Eftersom solcellerna blir varma vid stark solstrålning bör det finnas en luftspalt bakom dem som ventilerar bort värmen, eftersom verkningsgraden minskar med ökad temperatur. När solcellerna har monterats krävs att en certifierad elektriker kopplar ihop systemet med elcentralen i fastigheten. Innan anläggningen tas i drift ska anläggningen färdigställas av behörig installatör och efter godkännande av nätägaren (SolEl-programmet 2012).

## **3.2 Solstrålning**

Vilken mängd solstrålning som träffar jorden och därmed finns tillgänglig för en solcell påverkas av en rad omständigheter. Den främsta är solens position på himlen under året och dagen men disponibel solenergi påverkas även av moln som reflekterar solens strålning. I Sverige mäts global irradians, vilket betyder den instrålade effekten över en ytenhet  $W/m^2$ , av SMHI. Global irradians är summan av direkt irradians, som är den strålning som infaller direkt från solen, och av diffus irradians från

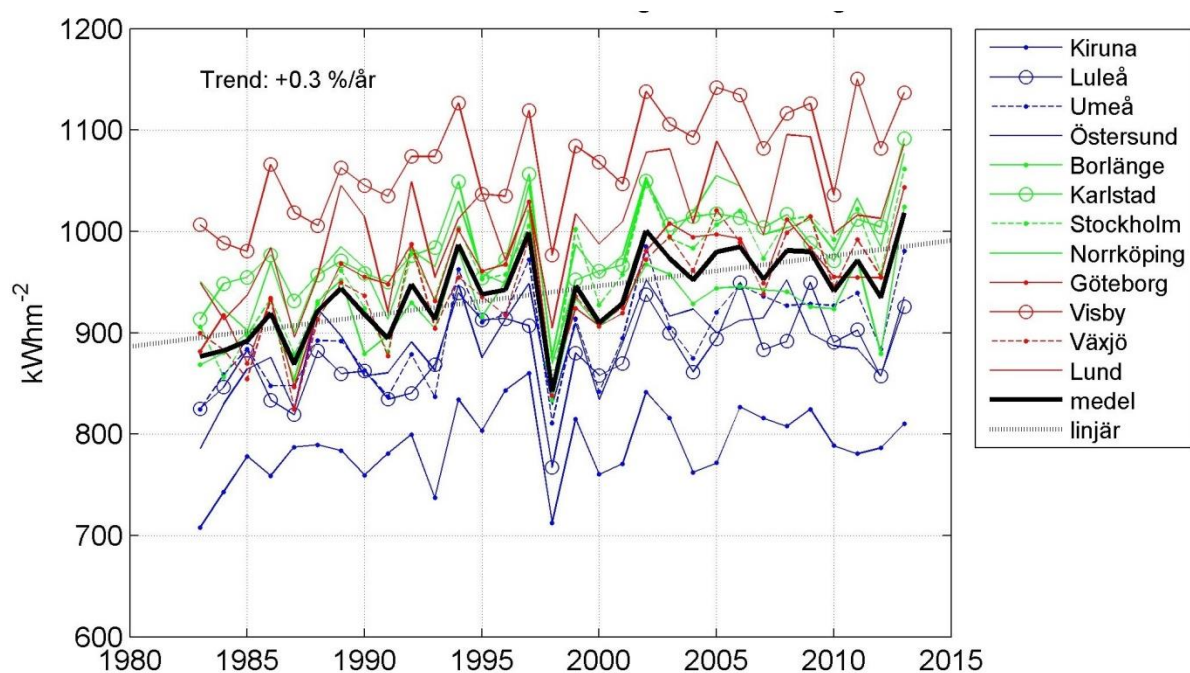


resten av himlen som är solljus reflekterat från aerosoler i atmosfären. Detta illustreras i Figur 4 nedan. Genom att integrera irradiansen över en tidsenhet kan den globala solstrålningen beräknas, vilket är den instrålade energin som har träffat ytan över en viss tid, ofta räknat i enheten  $Wh/m^2$ .



Figur 4. Direkt och diffus solstrålning på en horisontell yta (Brighton Webs Ltd. 2013).

Sedan 1983 har SMHI utfört mätningar av den globala solstrålningen över hela landet från tolv utspridda mätstationer. Mätningarna har visat att den globala solstrålningen över ett år kan variera med  $\pm 10\%$  från år till år beroende på olika väderförhållanden. SMHI har också observerat att solstrålningen ökade med 0,3 % per år mellan 1983 och 2013 (SMHI 2014). Figur 5 visar årsvärdena för den globala solstrålningen hos de tolv stationerna samt ett medelvärde för dem. Vidare åskådliggör den linjära grå linjen den ökande trenden för medelvärdena. I följande Kapitel beskrivs hur den globala solstrålningen på ett lutande plan beräknas.



Figur 5. Årsvärden av ackumulerad global solstrålning (SMHI 2014).

### 3.2.1 Beräkning av timvärden

Ekvationerna och figurena är hämtade från *Solar engineering of thermal processes* av Duffie & Beckman (2013) om inget annat anges. Beräkningarna använder sig av solstrålningsdata för 2014 från SMHI:s modellverktyg STRÅNG (u.å.).

Först fastslås att total solstrålning mot ett godtyckligt lutande plan kan delas upp i tre komponenter:

- Direkt solstrålning,  $G_{bt}$
- Diffus solstrålning,  $G_{dt}$
- Markreflekterad solstrålning,  $G_{gt}$

Resultterande solstrålning mot planet ges av Ekvation (3.2):

$$G_t = G_{bt} + G_{dt} + G_{gt} \quad (3.2)$$

#### Soltid och timvinkel

Tillgänglig mätdata över solstrålning är registrerad timvis efter UTC (Coordinated Universal Time). I Sverige gäller dock standardtiden UTC+1 h som regel, vilken baseras på en longitudinell förskjutning om  $15^\circ$  från nollmeridianen. Denna förskjutna nollmeridian kallas för en standardmeridian. Soltid däremot baseras på solens läge på himlen. Detta medför att på två olika longituder inom samma tidszon kommer solen att befinna sig i samma läge på himlen vid olika tidpunkter relativt standardtiden. För att modellera solstrålarnas infallsvinkel mot en solcell på godtycklig geografisk plats krävs därför att tiden mäts i soltid för att vinkeln skall bli rättvisande. Omvandling av standardtid till soltid sker enligt Ekvation (3.3):

$$T_S = T_{st} + 4 \cdot (L_{st} - L_{loc}) + E(n) \quad (3.3)$$

där:

$T_{st}$  är standardtiden i minuter

$L_{st}$  är den lokala standardmeridianen (den räknas positivt västerut, alltså är den  $-15^\circ$  i Sverige)

$L_{loc}$  är longituden för platsen som beräkningen skall genomföras för ( $-12,83^\circ$  för Landskrona)

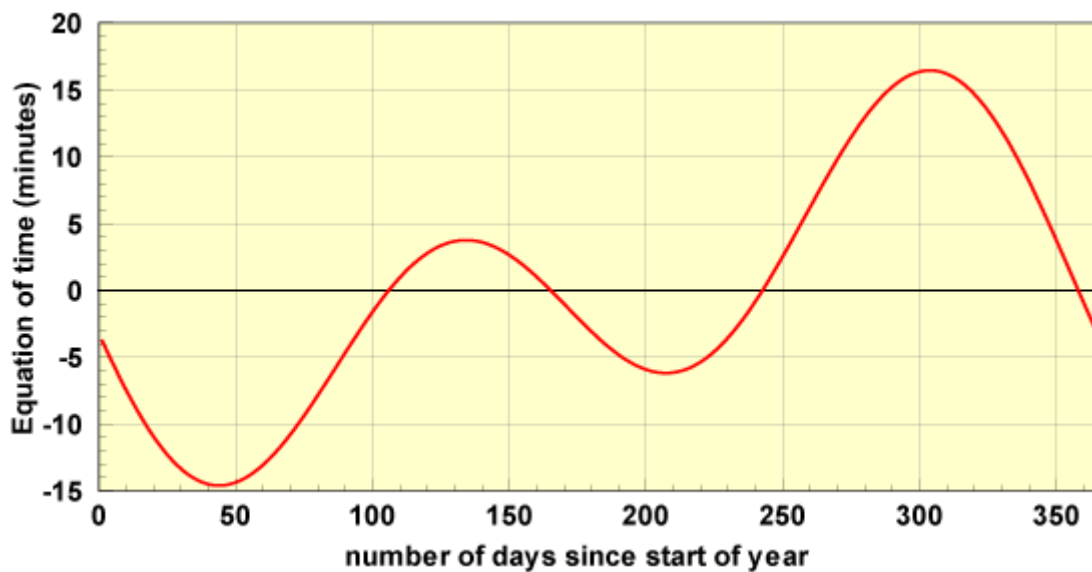
$E(n)$  representerar tidsekvationen, vilken beskriver hur årets dagar varierar i längd på grund av jordens astronomiska förhållande till solen.  $E(n)$  beräknas i minuter enligt Ekvation (3.4):

$$E(n) = 229,18 \cdot 0,000075 + 0,001868 \cdot \cos(b) - 0,032077 \cdot \sin(b) - 0,014615 \cdot \cos(2b) - 0,04089 \cdot \sin(2b) \quad (3.4)$$

där:

$$b = (n - 1) \cdot \frac{360}{365} \quad (3.5)$$

och  $n$  är dag nummer  $n$  från årets början. Figur 6 visar dygnets avvikelse i minuter från 24 timmar för årets samtliga dagar.



Figur 6. Tidsekvationen (Honsberg & Bowden, u.å.).

Inför kommande beräkningssteg översätts soltiden till motsvarande vinkel  $\omega$ , den så kallade timvinkeln.

$$\omega = 15 \cdot \left( \frac{T_s}{60} - 12 \right) \quad (3.6)$$

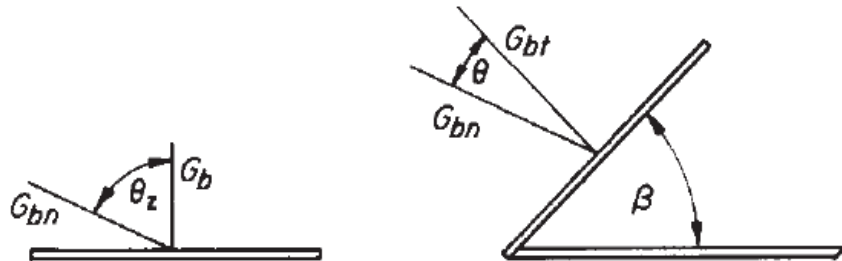
### Direkt solstrålning

Direkt solstrålning är den del av den totala solstrålningen som träffar en yta direkt från solen, det vill säga utan att först ha reflekterats mot någonting. För att beräkna direkt solstrålning mot ett godtyckligt lutande plan krävs att latituden,  $\varphi$ , som är  $55,87^\circ$  för Landskrona, och det lutande planets vinkel mot horisontalplanet,  $\beta$ , är känd såväl som planets azimutvinkel,  $\gamma$ . Azimutvinkeln är ett mått på planets orientering relativt väderstrecket söder. Är planet riktat i rakt västlig riktning är azimutvinkeln  $90^\circ$  och är planet riktat rakt åt öster är vinkeln  $-90^\circ$ . Vid orientering i rakt söderläge är azimutvinkeln  $0^\circ$ . Vidare krävs kännedom om solens deklination, vilken är en funktion av dag på året,  $n$ . Deklinationen är ett mått på vinkeln mellan ekvatorn och till jorden inkommande solstrålar och beräknas i grader enligt Ekvation (3.7):

$$\delta = 23,45 \cdot \sin \left( 360 \cdot \frac{284+n}{365} \right) \quad (3.7)$$

Med kännedom om ovan nämnda parametrar är det möjligt att beräkna solstrålarnas infallsvinkel mot det lutande planet,  $\theta$ , som kan ses i Figur 7. Detta görs med Ekvation (3.8):

$$\begin{aligned}
\cos(\theta) = & \sin(\delta) \cdot \sin(\varphi) \cdot \cos(\beta) \\
& - \sin(\delta) \cdot \cos(\varphi) \cdot \sin(\beta) \cdot \cos(\gamma) \\
& + \cos(\delta) \cdot \cos(\varphi) \cdot \cos(\beta) \cdot \cos(\omega) \\
& + \cos(\delta) \cdot \cos(\varphi) \cdot \sin(\beta) \cdot \cos(\gamma) \cdot \cos(\omega) \\
& + \cos(\delta) \cdot \sin(\beta) \cdot \sin(\gamma) \cdot \sin(\omega)
\end{aligned}
\tag{3.8}$$

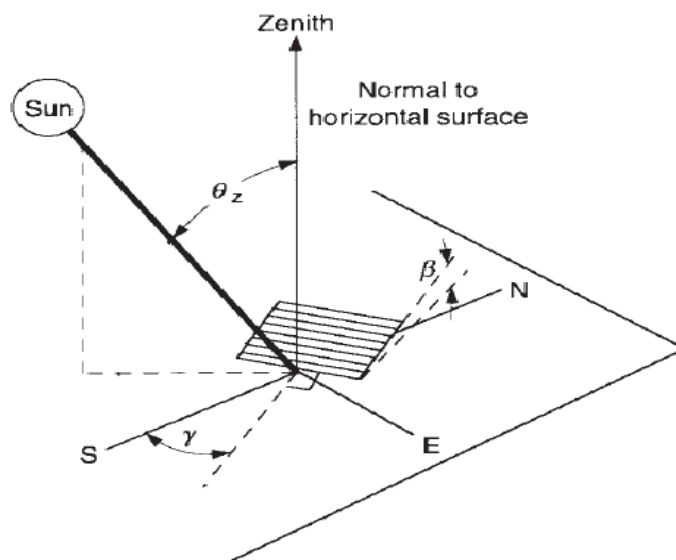


Figur 7. Infallsvinkel mot lutande plan.

Om planet är horisontellt orienterat kan istället den så kallade zenitvinkeln,  $\theta_z$ , beräknas genom att  $\beta$  sätts till noll i Ekvation (3.7), vilken då förenklas till Ekvation (3.9):

$$\cos(\theta_z) = \cos(\varphi) \cdot \cos(\delta) \cdot \cos(\omega) + \sin(\varphi) \cdot \sin(\delta)
\tag{3.9}$$

Figur 8 nedan visar en översikt över lutningsvinkel, azimutvinkel och zenitvinkel.



Figur 8. Azimutvinkel, zenitvinkel och lutningsvinkel.

Data för direkt solstrålning omvandlas från att representera instrålning mot ett plan vinkelrätt mot inkommande solstrålar,  $G_{bn}$ , till att representera inkommande strålning mot ett horisontellt plan,  $G_{bh}$ . Detta görs enligt Ekvation (3.10):

$$G_{bh} = G_{bn} \cdot \cos(\theta_z) \quad (3.10)$$

För att räkna om direkt instrålning mot ett horisontellt plan,  $G_{bh}$ , till direkt instrålning mot det lutande planet,  $G_{bt}$ , används slutligen sambandet i Ekvation (3.11):

$$G_{bt} = G_{bh} \cdot R_b \quad (3.11)$$

där geometrifaktorn,  $R_b$ , definieras som:

$$R_b = \frac{\cos(\theta)}{\cos(\theta_z)} \quad (3.12)$$

Sambandet gäller dock under förutsättning att både  $\cos(\theta) > 0$  och  $\cos(\theta_z) > 0$ , vilket representerar att solen är ovanför horisonten. För tidpunkter där dessa två villkor ej uppfylls, det vill säga när solen är under horisonten, sätts  $R_b = 0$ . En del värden på  $R_b$  tätt inpå soluppgång och solnedgång blir i modellen orealistiskt stora då  $\cos(\theta_z)$  går mot noll. Dessa värden har korrigerats till mer realistiska värden genom anpassning till angränsande beräknade värden.

### Diffus solstrålning

Diffus solstrålning är den del av den totala solstrålningen som träffar en yta efter att först ha reflekterats över himlen. Beräkning av diffus solstrålning mot ett lutande plan,  $G_{dt}$ , utifrån mätdata av diffus solstrålning mot ett horisontellt plan,  $G_{dh}$ , behöver bara göras då solen är uppe. Detta kan även uttryckas som att timvinkeln  $\omega$  befinner sig på intervallet  $\omega_r < \omega < \omega_s$ , där  $\omega_r$  är soluppgångsvinkel och  $\omega_s$  är solnedgångsvinkel. Solnedgångsvinkeln beräknas genom att sätta  $\theta_z = 90^\circ$  i Ekvation (3.9), vilket efter omskrivning resulterar i Ekvation (3.13):

$$\omega_s = \arccos(-\tan(\varphi) \cdot \tan(\delta)) \quad (3.13)$$

Soluppgångsvinkeln blir:

$$\omega_r = -\omega_s \quad (3.14)$$

Ytterligare en faktor som behövs för att beräkna den diffusa solstrålningen är den extraterrestrala solstrålningen,  $G_0$ , vilken beräknas för vinklar  $\omega_r < \omega < \omega_s$  enligt Ekvation (3.15):

$$G_{0n} = G_{sc} \cdot \left(1 + 0,033 \cdot \cos\left(\frac{360 \cdot n}{365}\right)\right) \cdot (\cos(\varphi) \cdot \cos(\delta) \cdot \cos(\omega) + \sin(\varphi) \cdot \sin(\delta)) \quad (3.15)$$

där  $G_{sc} = 1367 \text{ W/m}^2$  är solkonstanten och  $n$  liksom tidigare är dag på året. Utifrån ovan beräknas den diffusa solstrålningen mot det lutande planet enligt Ekvation (3.16):

$$G_{dt} = G_{dh} \cdot \left( (1 - A_i) \cdot \left(\frac{1 + \cos(\beta)}{2}\right) + A_i \cdot R_b \right) \quad (3.16)$$

där det anisotropiska indexet,  $A_i$ , beräknas som:

$$A_i = \frac{G_{bn}}{G_{0n}} \quad (3.17)$$

### Markreflekterad solstrålning

Markreflekterad solstrålning är den del av den totala solstrålningen som innan den når en yta reflekterats mot markbundna föremål. Beräkning av den markreflekterade solstrålningen mot ett lutande plan,  $G_{gt}$ , sker enligt Ekvation (3.18):

$$G_{gt} = G_h \cdot \rho_g \cdot \left( \frac{1 - \cos(\beta)}{2} \right) \quad (3.18)$$

där den globala solstrålningen mot det horisontella planet,  $G_h$ , är:

$$G_h = G_{bh} + G_{dh} \quad (3.19)$$

och  $\rho_g$  är konstanten albedo, vilken är ett mått på landskapets förmåga att reflektera strålning. Albedo uppskattas till 0,2 för mars-oktober och till 0,5 för övrig tid.

## 3.3 Tidigare enkätundersökningar

Det har tidigare gjorts undersökningar om vad bostadsägare har för åsikter om solceller i allmänhet samt om de själva vill bli egenproducenter av solel. Detta arbete använder sig av fyra frågor med tillhörande resultat från två större kvantitativa undersökningar. Dessa frågor är en del av arbetets enkätundersökning och resultaten kan jämföras med varandra. Undersökningarna är gjorda av Svensk Fastighetsförmedling och United Minds.

### Trendrapport 2014

I en trendrapport från 2014 av Svensk Fastighetsförmedling finns frågan: *Hur vill du helst att ditt hem elförsörjs i framtiden?* Resultatet av frågan presenteras i Figur 9. Undersökningen är riksrepresentativ och de svarande är hemmahörande i Sverige med en ålder mellan 18 och 65 år (Svensk Fastighetsförmedling 2014).

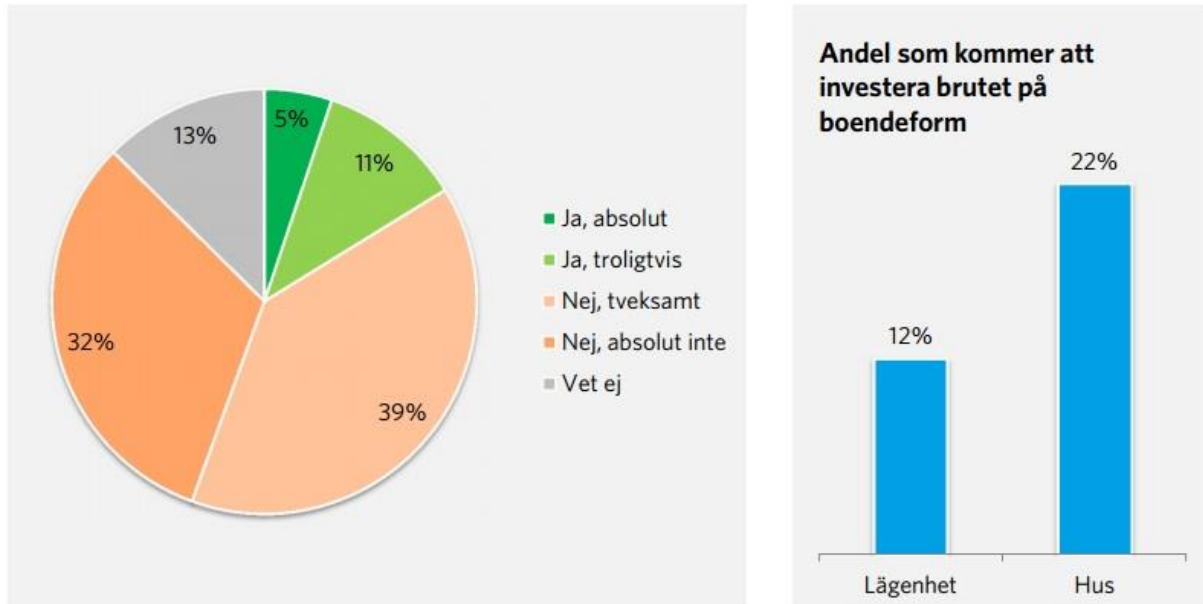


Figur 9. Hur de svenska hushållen vill att deras hem ska elförsörjas i framtiden (Svensk Fastighetsförmedling 2014).

### Elmätaren 5

Elmätaren är en rapport gjord av United Minds på uppdrag av Svensk Energi och undersöker bland annat benägenheten hos svenska hushåll att investera i egen elproduktion. Rapporten ställde frågan:

Överväger ditt hushåll att investera i utrustning för att producera egen el (t.ex. solceller) de närmsta fem åren? I Figur 10 presenteras resultatet som visar att 16 % av de svarande överväger en investering inom fem år och av dem är det en större andel som bor i hus än i lägenhet vilket visas när resultatet bryts på respektive boendeform.

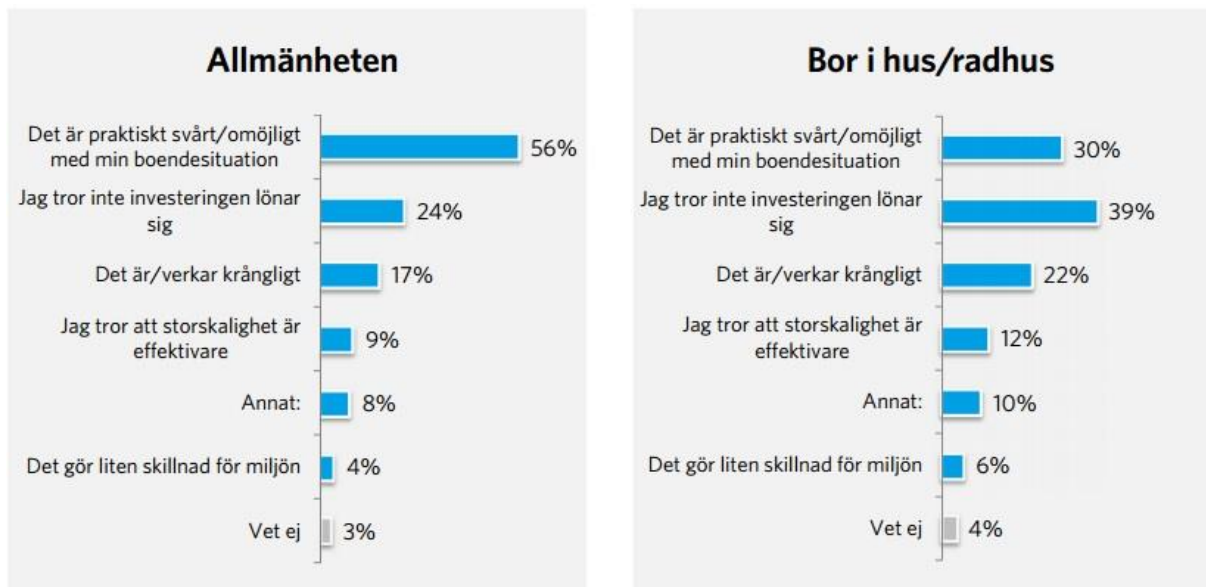


**Figur 10. Om de svenska hushållen överväger att investera i egen elproduktion de närmsta fem åren (United Minds 2014).**

De som svarade att de överväger att investera fick svara på följande fråga: *Varför funderar du på att börja producera egen el? För att...* I Figur 11 visas resultaten på den frågan och det vanligaste skälet hos hushållen var att spara pengar. De svarande som inte hade övervägt en investering i egen elproduktion fick istället svara på frågan: *Varför funderar du inte på att börja producera egen el? För att...* Figur 12 presenterar resultatet för samtliga hushåll samt för de som bor i hus och det visar sig att andelen som uppger svårighet med sin boendesituation som skäl är betydligt högre för samtliga hushåll än för de som bor i hus. Detta faktum är inte anmärkningsvärt med tanke på att boende i lägenheter inte äger sin bostad/tak vilket förklarar varför 22 % av de som bor i hus vill investera i egen elproduktion jämfört med 12 % av de som bor i lägenheter. Även denna undersökning är riksrepresentativ för Sverige men de svarande har en ålder mellan 18 och 80 år (United Minds 2014).



Figur 11. Varför de funderar på att producera egen el (United Minds 2014).



Figur 12. Varför de inte funderar på att producera egen el (United Minds 2014).



## 4 Metod

---

I detta kapitel presenteras först hur den genomförda enkäten har utformats samt vilka som svarat på den. Sedan redogörs det för hur beräkningsverktyget är uppbyggt samt alla parametrar som ingår och vilka resultat som det ger. Först görs en genomgång av de fysiska parametrarna och sedan följer de ekonomiska där det även finns med en diskussion kring elens värdeutveckling. Till sist beskrivs vilka fastigheter som ingår i fallstudien.

### 4.1 Enkätundersökning

Enkätundersökningen har till syfte att skapa en bild av Landskronabornas åsikter om att investera i solceller på sina fastigheter, hur mycket kunskap de besitter angående det samt att bidra med nyttig information till utvecklingen av beräkningsverktyget. Undersökningen kan förhoppningsvis bidra till att visa för politiker och andra beslutsfattare vad som behöver göras för att fler ska investera i solceller i Landskrona. Som nämnts kommer en del av resultatet att jämföras med tidigare undersökningar gjorda av Svensk Fastighetsförmedling och United Minds på Sveriges befolkning som presenterades i föregående Kapitel.

#### 4.1.1 Enkätens sammanställning och respondenter

Enkäten som bestod av 17 frågor var elektronisk och gjordes i programmet Google forms. Respondenterna kunde som mest få svara på 16 frågor eftersom svaret på fråga 2 bestämde om de skulle svara på fråga 3 eller 4. Som minst kunde de svara på 13 frågor, av den orsaken att de sista tre frågorna behandlade beräkningsverktyget och om respondenten inte ansåg att det vara ett nödvändigt verktyg så behövde de inte besvara dessa frågor. Enkäten skickades ut till 23 fastighetsbolag, vilka tillsammans uppskattas stå för drygt 90 % av hyresrättsmarknaden i Landskrona. Det var 13 stycken som svarade. För att säkerställa att enkäten skickades till personer som ansvarade för investeringar i sina fastighetsbestånd eller till personer med tekniskt kunnande kontaktades alla bolag via telefon innan enkäten skickades till dem. Det var betydligt svårare att få kontakt med bostadsrättsföreningar och villaägare, men enkäten gjordes tillgänglig på hemsidan för Landskrona Energi AB, den skickades även med hjälp av Harald Klein, planarkitekt på stadsbyggnadsförvaltningen Landskrona stad, ut på Landskrona stads intranät och med hjälp från bygg- och projektledaren Sven Andersson på HSB Landskrona ut till alla 50 bostadsrättsföreningar inom HSB. Det var 24 villaägare och 17 bostadsrättsföreningar som svarade på enkäten. Det går inte att säga något om hur många villaägare som gavs möjligheten att svara på den.

Enkätens första fråga är en urvalsfråga och frågar om vilken typ av fastighet den svarande äger eller representerar. Resten av frågorna är av formen en- eller flervalsfrågor. När enkätsvaren skulle analyseras visade det sig att Google forms var bristfällig som analysverktyg. Diagrammen som

programmet gav som resultat bestod av alla svaranden och kunde inte delas upp i de tre grupperna villaägare, bostadsrättsföreningar och fastighetsbolag. Därför extraherades rådatan till Microsoft Excel och där kunde uppdelningen i de tre grupperna göras. Enkäten bifogas i sin helhet i Bilaga 1. Enkätresultaten redovisas i Kapitel 5.1.

Innan enkäten skickades ut gjordes ett flertal test av enkäten bland anställda på Landskrona Energi och exjobbskollegor på Green Hub Landskrona som fick komma med feedback om dess utformning och formuleringar. Detta gjordes för att förhindra, i största möjliga mån, att frågor i formuläret skulle misstolkas, vilket rekommenderas av Saunders, Lewis & Thornhill (2007).

#### **4.1.2 Teori bakom enkäten**

En enkät bör ha en låg uppgiftslämnarbyrå, vilket kan åstadkommas genom att begränsa svarsalternativen till 5-7 stycken och inte använda frågor som kan anses integritetskränkande (Dahmström 2011). Det enda som respondenten behöver svara på är därför i vilken typ av bostad den bor i eller är en representant för. Frågorna ska formuleras så lättbegripligt som möjligt för att undvika oinformerade svar. Antalet frågor får inte vara för stort för då finns det risk för att respondenten anser enkäten vara för tidskrävande och väljer att inte slutföra den. Frågorna bör inte vara ledande och svarsalternativen ska utesluta varandra men på samma gång motsvara alla möjliga svarsalternativ (Saunders, et al. 2007). Värdeladdade uttryck bör undvikas och innebörden av ord och sammanhang ska vara densamma för alla respondenterna (Lantz 1993). Det sistnämnda har säkerställts genom att exempelvis begreppet solpotentialkarta beskrevs för respondenterna innan de skulle svara på frågor som rörde det ämnet.

## **4.2 Beräkningsverktyg**

En solcellsanläggnings elproduktion påverkas av en rad faktorer och många av dem har en betydande effekt på den. Dessa är faktorer som solstrålning, solcellernas verkningsgrad, växelriktarens verkningsgrad, takets riktning och lutning, skuggning, snö och smutstäckning, degradering av verkningsgrad och temperatur (Wenham et al. 2011). I följande Kapitel kommer det att redogöras för vilka antaganden som har gjorts när faktorerna har implementerats i beräkningsverktyget samt hur det är uppbyggt.

Beräkningsverktyget har utformats i programmet Microsoft Excel. Syftet med beräkningsverktyget är som nämnts tidigare att beräkna lönsamheten för en solcellsinstallation på en specifik fastighet. Resultatet som beräkningsverktyget ger som output är således inte enbart möjlig elproduktion från solceller, utan även en uppskattning av exempelvis återbetalningstiden för en investering. Hur beräkningsverktyget utför denna lönsamhetskalkyl samt vilka antaganden som görs presenteras i Kapitel 4.2.2. och i Kapitel 4.2.3 beskrivs antaganden som gjorts vid bedömningen av vilken klimatpåverkan en installation av solceller medför.

De flesta solpotentialkartor som finns i Sverige i dagsläget ger enbart ett värde på hur mycket solstrålning som träffar de olika hustaken varje år. Det finns även några solpotentialkartor som tagit ett steg längre och den som ger mest information är Örebro kommuns solpotentialkarta som även visar möjlig elproduktion samt ekonomisk besparing per år (2015). Användare av den solpotentialkartan har möjligheten att ändra på vissa antaganden som elpris, andel takyta som ska täckas med solceller samt verkningsgrad på solcellerna. Det som främst skiljer beräkningsverktyget från Örebro kommuns solpotentialkarta är att den studerade fastighetens elanvändning också inkorporeras i beräkningarna. Med bakgrundskapitlet i åtanke och då främst osäkerheten i ersättningsnivåerna och reglerna som gäller för överskottsel, borde det vara önskvärt att ges möjligheten att dimensionera en solcellsanläggning efter en specifik fastighets elanvändning. Med tanke på skillnaden i värdet av använd el och såld el ökar också precisionen i lönsamhetskalkylen.

Data på en fastighets elanvändning varje timme ett år tillbaka finns tillgänglig för beräkningsverktyget eftersom Landskrona Energi AB är nätägare för Landskrona tätort vilket innebär att de har den data. Fastighetsägare som vill använda sin elanvändningsdata i beräkningsverktyget kan göra det genom att exportera datan från ”Mina Sidor” på Landskrona Energi AB:s hemsida. Däremot kommer det inte finnas tillgänglig elanvändningsdata för fastigheter belägna utanför tätorten men inom Landskrona kommun eftersom det är E.ON som är nätägare där. Värt att nämna är att beräkningsverktyget i nuvarande utformning använder elanvändningsdata för år 2014 och en fastighets elanvändningsprofil kan ändra sig från år till år vilket innebär att beräkningarna kan vara missvisande. Vidare kan det varit så att 2014 var ett väldigt atypiskt år för fastighetens elanvändning. Men det får ändå anses att en historisk elanvändning är en god uppskattning av framtida elanvändning.

Solpotentialkartan är uppbyggd av solstrålningsdata från SMHI:s modellverktyg STRÅNG (u.å.). För att få ett mer rättvist värde så används ett medelvärde av de senaste tio åren. Som nämnts tidigare är resultatet från solpotentialkartan ett mått på hur mycket solstrålning som träffar alla de olika hustaken i Landskrona kommun på ett år och detta resultat kommer härnäst att kallas för solenergidata. Solenergidatan som används av beräkningsverktyget när det gör beräkningar på möjlig elproduktion och lönsamhet är uppdelad i 11 olika energiklasser, från 0 - 700 upp till och med 1150+  $kWh/(m^2 \cdot \text{år})$ . Klasserna däremellan har ett spann på 50  $kWh/(m^2 \cdot \text{år})$ , alltså är näst lägsta klassen 700 – 750  $kWh/(m^2 \cdot \text{år})$ . Till varje klass finns två tillhörande värden, ett som beskriver hur mycket energi som faller inom den klassen och ett värde på hur stor takyta som tillhör klassen.

För att beräkningsverktyget ska kunna utföra beräkningar behövs input från användaren om antingen solcellanläggningens effekt, yta, antal solceller eller andel av takytan. Dessa inputparametrar är beroende av varandra så det spelar ingen roll vilken av dem som anges. Efteråt undersöker beräkningsverktyget om den valda anläggningsstorleken får plats på taket och om den får det är nästa steg som utförs att gå igenom solenergidatan och välja ut den takyta med högst energi. Alltså

undersöks först om det finns någon takyta som tillhör klassen 1150+ och i så fall väljs den ut och används i beräkningarna för att sedan fortsätta nedåt genom klasserna tills det att den ackumulerade ytan är lika stor som den av användaren valda ytan. När beräkningsverktyget har gjort det adderas energin för varje utvald klass och resultatet är en summa över hur mycket solenergi som når den valda ytan per år. Tyvärr finns det i nuläget inget sätt att undersöka om den valda ytan är sammanhängande på taket eller om den är utspridd på taket och det kan inte heller göras någon grafisk representation i solpotentialkartan över vilken yta som valts. Det hade troligtvis varit givande för fastighetsägare om det varit möjligt att få se var på taket solcellerna är tänkta att installeras eftersom det inte är önskvärt att täcka fönster eller att installera solceller utspridd på taket.

Summan av solenergidata som räknats fram är sedan utgångspunkten i beräkningen av solelproduktionen. Men eftersom detta värde är ett årsvärde och produktion, användning och eventuell försäljning av solel sker varje timme under året måste detta årsvärde brytas ner till timvärden för att en mer sann solelproduktion ska kunna beräknas. Om produktionen inte beräknas varje timme blir det mycket svårt att beräkna om det uppstår någon överskottsel samt hur stor den skulle vara. Med tillgång på timvärden görs en jämförelse mellan möjlig solelproduktion och fastighetens elanvändning och om produktionen är större än användningen så uppstår ett överskott. Denna jämförelse görs som sagt varje timme under ett år.

Timvärdena beräknas genom teorin i Kapitel 3.2.1 där ett värde på den globala solstrålningen för varje timme på en generell fastighet beräknas. Sedan summeras alla dessa timvärden och jämförs med summan av solenergidata för den specifika fastigheten. Om dessa två värden inte är lika så justeras varje enskilt timvärde med kvoten mellan solenergidatan och summan av timvärdena vilket innebär att summan av timvärdena då kommer att vara den samma som solenergidatan. Om kvoten som beräknats är nära 1 bör timvärdena stämma väl överens med verkligheten och en rättvis bedömning av vilken anläggningsstorlek som passar bäst för den aktuella fastigheten bör vara möjlig. Men om kvoten betydande avviker från 1 kan de justerade timvärdena vara missvisande vilket leder till att för höga eller för låga timvärden på möjlig elproduktion beräknas och därmed blir också uträkningen av överskottsel felaktig. Däremot kommer som sagt summan av de justerade timvärdena och alltså den totala elproduktionen för ett år att överensstämma med den verkliga potentialen hos den specifika fastigheten. Timvärdena justeras även redan innan justeringen med avseende på solenergidata görs och hur det går till och varför det görs beskrivs nedan.

#### **4.2.1 Fysiska parametrar**

##### **Solstrålning**

Den viktigaste parametern vid beräkning av solelproduktion är vilken mängd solstrålning som träffar solcellen. Vid beräkningarna av solstrålning mot ett lutande plan varje timme under ett år används

solstrålningsdata från STRÅNG på global solstrålning på en horisontell yta samt direkt solstrålning på en solföljande yta, vilket är en yta som alltid är vinkelrät mot solen, för året 2014 och för platsen Landskrona stad. För att utesluta onormalt höga eller låga värden på solstrålningen, ty det är enbart data för ett år som används, beräknas ett månadsmedelvärde ut för både global och direkt solstrålning. Från STRÅNG hämtas månadsvärden från 1999 till och med 2014 och av dessa bildas ett medelvärde som divideras med månadsvärdena för 2014. Sedan multipliceras denna månadskvot med varje timvärde för den aktuella månaden 2014. Som tidigare nämnts justeras timvärdena med data från solpotentialkartan för den totala solenergin, solenergidata, vilket betyder att multipliceringen med månadskvoten inte har någon påverkan på den totala energin utan enbart på timvärdena.

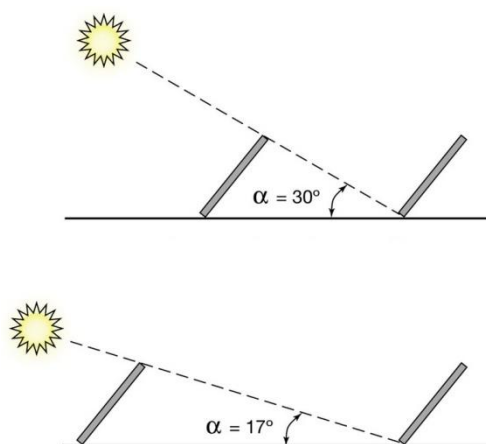
I snitt har den globala solstrålningen på en horisontell yta i Landskrona varit  $1018 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{år}$  under perioden 1999 till 2014 och för 2014 var den  $1037 \text{ kWh/m}^2$ . Under samma period var den direkta solstrålningen  $1010 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{år}$  och under 2014 var den  $971 \text{ kWh/m}^2$  (SMHI u.å.). Som nämnts tidigare kan solstrålningen skilja ungefär  $\pm 10 \%$  från genomsnittet från år till år och har dessutom uppvisat en ökning de senaste 30 åren.

### **Lutning och azimutvinkel**

Med lutning avses solcellens vinkel mot det horisontella planet och azimutvinkel är solcellens orientering relativt väderstrecket söder. Med en hög lutning genererar solcellen el tidigare på morgnarna och längre på kvällarna eftersom infallsvinkeln från solen blir mindre. En hög lutning medför alltså att elproduktionen blir mer jämn över dagen istället för att nå toppeffekt mitt på dagen som en solcell utan lutning gör. Elproduktionen blir även mer jämn över året med en hög lutning eftersom solen står lägre på himlen under vinterhalvåret. Med tanke på att solen går upp i öster och ner väster producerar en solcell med en azimutvinkel mindre än noll respektive större än noll mer sol på morgonen respektive kvällen. I Figur 13 visas solelproduktion för olika lutningar och väderstreck i Västerås, men resultatet bör inte skilja sig nämnvärt från Skåne (Stridh 2013). Något som observeras är att solelproduktionen är 82 % utan lutning jämfört med optimal lutning, vilket är en märkbar försämring och en investering i en ställning som lyfter upp solcellerna från ett platt tak bör tas i beaktning. Dock innebär en sådan investering ökade investeringskostnader och intern skuggning uppstår. Det sistnämnda uppstår eftersom den första raden/strängen solceller skuggar den andra och så vidare. Men om avståndet mellan raderna är tillräckligt stort behöver denna inverkan inte ha alltför stor betydelse. I Figur 14 illustreras detta genom den undre bilden som visar två rader med ett större avstånd än i den övre bilden och därför kan skuggning undvikas under en längre tid.

Västerås		Azimut																		Bengt Stridh 2013-04-12		
		Öster									Söder									Väster		
Lutning		-90	-80	-70	-60	-50	-40	-30	-20	-10	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90		
Vertikalt	90	52	57	61	65	68	71	73	74	75	75	74	72	70	68	64	60	56	51			
	85	56	61	65	69	73	75	78	79	80	80	79	78	77	75	72	68	64	60	55		
	80	59	64	69	73	77	80	82	83	84	84	83	81	79	76	72	68	63	58			
	75	63	68	72	77	80	83	85	87	88	88	86	85	82	79	75	71	66	61			
	70	65	71	75	80	83	86	89	90	91	91	91	90	88	85	82	79	74	70	65		
	65	68	73	78	82	86	89	91	93	94	94	94	92	91	88	85	81	77	72	67		
	60	71	76	80	85	88	91	94	95	96	96	96	95	93	90	87	84	79	75	70		
	55	73	78	82	87	90	93	95	97	98	98	98	96	95	92	89	86	81	77	72		
	50	75	80	84	88	91	94	96	98	99	99	99	98	96	94	91	87	83	79	74		
	45	76	81	85	89	92	95	97	99	100	100	99	98	97	95	92	88	84	80	75		
	40	78	82	86	90	93	96	97	99	100	100	100	99	97	95	92	89	85	81	77		
	35	79	83	87	90	93	95	97	99	99	100	99	98	97	95	92	89	86	82	78		
	30	80	83	87	90	92	95	96	98	98	99	98	97	96	94	92	89	86	83	79		
	25	80	83	86	89	92	94	95	96	97	97	97	96	95	93	91	89	86	83	80		
	20	81	83	86	88	90	92	93	94	95	95	95	94	93	92	90	88	86	83	80		
	15	81	83	85	87	89	90	91	92	92	93	92	92	91	90	88	87	85	83	81		
10	81	83	84	86	87	88	88	89	89	89	89	89	88	88	86	85	84	83	81			
5	82	82	83	84	84	85	85	86	86	86	86	86	85	85	84	84	83	82	81			
Horisontellt	0	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82	82			

Figur 13. Översikt av påverkan på elproduktionen med olika lutning och väderstreck (Stridh 2013).



Figur 14. Illustration över intern skuggning (Marken 2008)

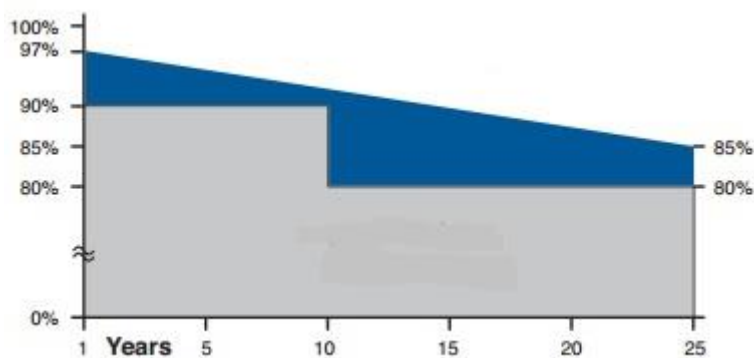
Lutningen och azimutvinkel har i beräkningsverktyget antagits vara 45 grader respektive 0 grader. Dessa antaganden har gjorts eftersom det är optimala värden för både lutning och azimutvinkel och dessutom för att många hustak i Sverige antagits ha just den lutningen och för att de som använder verktyget och överväger en investering i solceller troligtvis har tak i direkt söderläge. Beräkningsverktyget får input om den årliga solstrålningen, solenergidata, för ett specifikt tak från solpotentialkartan vilken är uppbyggd med hjälp av laserscanning och därför grundas dess uträkningar på takets lutning och azimutvinkel. Beräkningen av den årliga elproduktionen blir därför korrekt även om takets lutning och azimutvinkel inte är 45 respektive 0 grader men timvärdena på elproduktionen blir felaktiga vilket innebär att uträkningen av överskottselen inte blir rätt vilket kan leda till att en sämre dimensionering av anläggningen görs. I beräkningsverktyget har användare möjligheten att själva ange takets verkliga lutning och azimutvinkel vilket rekommenderas för att en så bra kalkyl som

möjligt kan uppnås. Bra att tänka på är att en större lutning av solcellen minskar sannolikheten av ansamling av snö och smuts.

### Solceller och växelriktare

För att beräkningarna skulle bli så enkla och tydliga som möjligt använde denna studie den tekniska specifikationen från AXITEC:s modell AC-250P/156-60S (AXITEC u.å.). Den har en effekt på 250 W vilket medför att för varje ökning av effekten med 1 kW ökar antalet solceller med 4 stycken. Den valdes också på grund av att den ingår i ett nyckelfärdigt paket från Hallands Energiutveckling (2015) som är en av leverantörerna som ingår i denna studie rörande kostnadsberäkningarna, som avhandlas i Kapitel 4.2.2. Modellen valdes även till följd av dess förhållandevis goda verkningsgrad samt väl tilltagna garantivillkor.

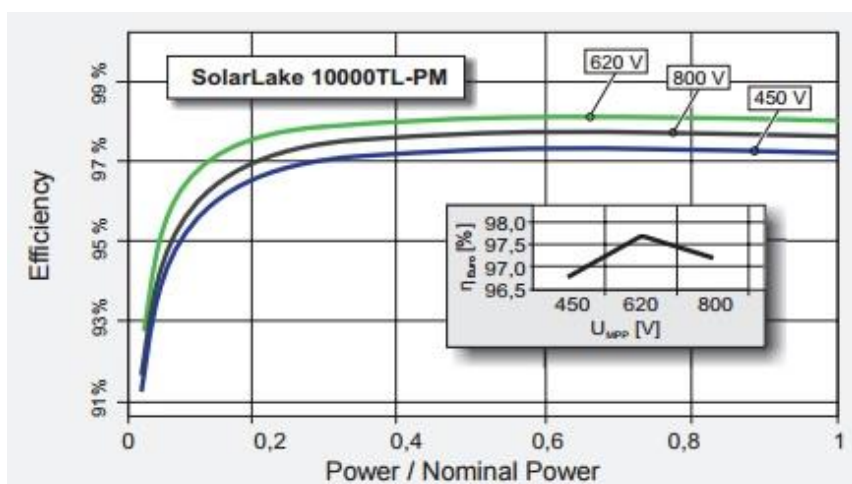
Solcellen har en verkningsgrad på 15,37 %, en produktgaranti på 12 år samt en garanti på att solcellens verkningsgrad som mest degraderas linjärt från 97 % år 1 till 85 % efter 25 år, vilket innebär en genomsnittlig försämring av verkningsgraden med 0,65 % per år. Garantistandard i branschen är att verkningsgraden som minst får vara 90 % efter 10 år och 80 % efter 25 år vilket illustreras av det grå området i Figur 15 och det blå området visar den valda modellens garanti på linjär degradering som är bättre än branschstandarden. Modellens garanti kan jämföras med en studie av Jordan, Smith, Osterwald, Gelak & Kurtz (2010) som visade på en försämring på 0,5 % per år av verkningsgraden och med en svensk studie på 20 solceller på Bullerö som uppvisade en försämring på 3,8 % i medel efter 25 år (Hedström & Palmblad 2006). Ändå har denna studie valt att använda det relativt höga värdet 0,65 %. Livslängden för solcellen har antagits i denna studie vara 30 år vilket är mer än de 25 år som ingår i effektgarantin från leverantören och det antagandet görs eftersom Hedström & Palmblad (2006) antyder att livslängden borde vara mer än 25 år samt att Stridh (2015c) också använder sig av just 30 år. Verkningsgrad, linjär degradering per år samt livslängd för solcellen går alla att ändra på i beräkningsverktyget.



Figur 15. Linjär degradering av den använda solcellen (Axitec u.å.).

Verkningsgraden på växelriktaren är även relevant och här används data från en befintlig modell vid namn Samil Power SolarLake 5500. Den har valts eftersom den också ingår i ett nyckelfärdigt paket från Hallands Energiutveckling AB (2015) och har en hög maximal verkningsgrad på 98 % och en verkningsgrad på 97,2 % när European weighted efficiency används samt en produktgaranti på 10 år med en möjlighet att förlänga garantin till 20 år mot en kostnad. I denna studie har livslängden antagits vara 15 år för växelriktare i enlighet med Stridh (2015c). European weighted efficiency är ett viktat medelvärde av verkningsgraden och hur den räknas ut visas i Ekvation (4.1) (Martin 2011). Den verkningsgraden tar hänsyn till att växelriktaren är mindre effektiv vid lägre effekter och det visas tydligt i Figur 16 där en märkbar försämring av verkningsgraden vid effekter som understiger 40 % av den maximala effekten kan observeras. Alltså ger European weighted efficiency en mer rättvis bild av den verkliga verkningsgraden:

$$\eta_{EU} = 0,03 \cdot \eta_{5\%} + 0,06 \cdot \eta_{10\%} + 0,13 \cdot \eta_{20\%} + 0,1 \cdot \eta_{30\%} + 0,48 \cdot \eta_{50\%} + 0,2 \cdot \eta_{100\%} \quad (4.1)$$



Figur 16. Växelriktarens verkningsgrad beroende på effekten (Samil Power 2011).

### Snö, smuts och temperaturberoende

Snö och smuts på solcellen påverkar elproduktionen negativt. Om solcellerna är helt snötäckta kan de inte producera någon el alls, men det påverkar inte den totala produktionen över året särskilt mycket eftersom solstrålningen är väldigt låg de månader det snöar. Om solcellerna installeras längre upp i Sverige kan det vara klokt att ha en viss lutning för att förhindra ansamling av snö, men nere i Skåne antas påverkan av snö vara liten. Det som smutsar ner en solcell är pollen, salter, luftföroreningar, löv, algbildning etc. Men även den påverkan antas vara liten eftersom regn och snö rengör solcellerna bra nog (Stridh 2011).

Solceller har ett temperaturberoende vilket innebär för den valda solcellsmodellen att verkningsgraden minskar 0,44 % för varje grad över 25 °C solcellen har (AXITEC u.å.). Alla tillverkare av solceller är



tvungna att redovisa solcellens temperaturberoende över 25 °C och varför det är just över 25 °C är på grund av att det är den celltemperatur som används vid standardtester av solceller. Vid dessa standardtester ska vissa tillstånd som exempelvis ljusintensitet, luftdensitet samt nämnda celltemperaturen vara densamma och det kallas STC, Standard Test Conditions. Det är även vid STC som solcellens verkningsgrad bestäms. Vid temperaturer under 25 °C är istället verkningsgraden något högre än vid STC. Eftersom temperaturen utomhus till stor del avgör celltemperaturen och det faktum att Sverige är ett förhållandevis kallt land antas temperaturberoendet vara litet (SolEl-programmet u.å.).

Dessa tre faktorer tillsammans med produktionsbortfallet från växelriktaren kallas övriga förluster och har antagits vara 5 % i beräkningsverktyget men går att ändra på av användaren.

#### **4.2.2 Ekonomiska parametrar**

Den ekonomiska utvärdering som beräkningsverktyget utför grundar sig i de kostnader, besparingar och/eller intäkter som uppstår vid installation och drift av en solcellsanläggning. I detta Kapitel redogörs för hur dessa parametrar har beräknats genom aktuell prisbild men det har även gjorts en uppskattning av vissa parametrars värde i framtiden. Detta har gjorts för att med konventionella investeringskalkyler kunna beräkna lönsamheten för en investering i solceller.

#### **Kostnader**

Solceller är förknippade med en del kostnader, främst för själva installationen och sedan för driften. Här redogörs hur dessa kostnader har estimerats.

#### **Installation**

För att beräkningsverktyget ska ge en så rättvis prisbild som möjligt för ett nyckelfärdigt solcellspaket, bestående av solceller, växelriktare, monteringsutrustning och övrig kringutrustning, har en datavektor med genomsnittspriser för olika anläggningsstorlekar skapats. En solcellsanläggning med 3 kW effekt har ett högre pris per kW än en anläggning med en installerad effekt på 10 kW. Datavektorn består av totalt 19 stycken prisnivåer, där den lägsta är för storlekar mindre än 1,25 kW och den högsta är för system större än 50 kW. Prisnivåerna har fastställts genom att använda tillgänglig prisinformation på flera leverantörers hemsidor. Det fanns mycket data att tillgå för anläggningsstorlekar upp till 20 kW vilket gör att nivåerna ligger tätare varandra. För storlekar över 20 kW var tillgängligheten på data begränsad och därför är vektorn begränsad i det intervallet till enbart två nivåer, 30 kW och 50 kW. För att inte kostnaden för en anläggning på exempelvis 29 kW ska vara högre än en på 30 kW avtar kostnaden per kW linjärt mellan 20 kW och 30 kW och sedan upp till 50 kW. Troligtvis blir priset per kW även lägre för storlekar över 50 kW vilket inte tas i beaktning av datavektorn men däremot kan användare av beräkningsverktyget själva ange vilken investeringskostnad de har. Datavektorn ger en

fingerisning av prisbilden i nuläget men den kommer att ändra sig i framtiden och priset varierar även kraftigt mellan olika leverantörer så därför är det nödvändigt att användaren av beräkningsverktyget själv ska kunna ändra på denna parameter.

Leverantörerna som datavektorn bygger på är Hallands Energiutveckling AB (2015), Swedensol (2015), Ten Star Solar AB (u.å.), Svea Solar AB (2013), Stures rör (u.å.), Solcellsbyggarna Boxholms AB (u.å.), Nordic Solar Sweden AB (u.å.a) och Electrotec Energy (u.å.). Eftersom inte alla leverantörer erbjuder montering av solceller och för att det troligtvis finns folk som vill montera sina solceller själva på sina tak, har den totala investeringskostnaden för ett solcellspaket delats upp i de två parametrarna inköpskostnad och installationskostnad i beräkningsverktyget. Då kan användare av verktyget på ett smidigare sätt ange deras kostnader för både inköp och installation om de exempelvis har tänkt anlita två olika företag eller om de själva tänker montera solcellerna på taket. Det visade sig till en början vara svårt att få tag på uppgifter om installationskostnaden från företagen och om det gjordes tillgängligt kunde det skilja sig betydande åt. Men efter att skatteverket kom med riktlinjer om att installationskostnaden schablonmässigt kan räknas vara 30 %, som beskrevs i Kapitel 2.2.6, av den totala investeringskostnaden så har den antagits vara just det. I installationskostnaden ingår även inkoppling på elnätet vilket måste göras av en elektriker men i verktyget är det en separat parameter så att de som kan tänkas sig göra själva monteringen av solcellerna själva men inte inkopplingen kan få prisinformation om det. Inkopplingen har antagits kosta 4 000 kronor.

En annan kostnad som behöver tas med i beräkningarna är byte av växelriktare. Det sker efter 15 år vilket är i enlighet med Branker, Pathak & Pearce (2011), som bokför det som en extra investeringskostnad efter halva solcellsanläggningens livslängd. Från början var tanken att denna studie skulle göra på samma sätt men i och med svårtillgängligheten på prisuppgifter för växelriktare och osäkerheten i vad priset är 15 år i framtiden har istället byte av växelriktare inkluderats i drift och underhåll.

### **Drift och underhåll**

Eftersom det inte finns någon kostnad för bränsle eller några rörliga delar är kostnaden för drift och underhåll väldigt liten. Beräkningsverktyget använder sig av en årlig fast kostnad som är 1,5 % av investeringskostnaden i överensstämmelse med Ossenbrink, Jäger-Waldau, Huld & Taylor (2013). Som sagts tidigare inkluderar denna fasta kostnad ett byte av växelriktare efter halva livslängden men även byte och service av solceller och kringutrustning samt eventuell försäkring och övriga kostnader. Förhoppningsvis är det bara växelriktaren som behöver bytas under de 30 åren som anläggningen ska vara i drift och om så är fallet är 1,5 % av investeringskostnaden lite väl högt räknat. Det kan illustreras med en exempelanläggning med 10 kW effekt, där 1,5 % av investeringen enligt beräkningsverktyget blir en årlig kostnad på cirka 2 500 kronor vilket kan jämföras med en ungefärlig

kostnad för en ny växelriktare är 30 000 kronor. Därför kan användare av beräkningsverktyget ändra på parametern för drift och underhåll.

### **Elcertifikatmätning**

I de flesta fall är det vid utmatningspunkten på elnätet som elcertifikatmätningen äger rum och det görs av elnätsbolaget. Detta innebär att producenten endast får elcertifikat för den el som uppstår som överskott och inte för hela produktionen. För att bli tilldelad elcertifikat för all solel måste en särskild elcertifikatmätare installeras mellan solcellsanläggningen och fastighetens elcentral. Egen el är en leverantör av solceller samt ett elhandelsbolag och de erbjuder en tjänst för elcertifikatmätning. Tjänsten består av en mätare som kostar 2 900 kronor inklusive moms att köpa och sedan tas en avgift ut för mätning och rapportering om 20 % av elcertifikatens värde upp till 1 000 kronor över ett år och för värdet av elcertifikaten över 1 000 kronor är avgiften 10 % (Egen el 2015). För en anläggningsstorlek om 5 kW, en årlig elproduktion på 5 000 kWh och ett pris på 200 kronor för ett elcertifikat blir återbetalningstiden  $T$  cirka 3,5 år enligt Ekvation (4.2). I beräkningsverktyget finns kostnaden och värdet av elcertifikatmätning med som en parameter men som i likhet med de andra parametrarna går även denna att ändra eller ta bort helt. Värt att nämna är att för en mindre anläggning kan kostnaden vara högre än värdet för elcertifikatmätning och gränsen för lönsamhet går vid en återbetalningstid på 15 år eftersom det är så länge en solcellsanläggning är berättigad elcertifikat.

$$T = \frac{2900 \text{ kr}}{(200 \text{ kr} \cdot 5 \text{ elcertifikat}) - (200 \text{ kr} \cdot 0,2 \cdot 5 \text{ elcertifikat})} = 3,625 \text{ år} \quad (4.2)$$

### **Statligt stöd och ROT-avdrag**

Eftersom det inte går att både få det statliga investeringsstödet för solceller och skattereduktion för ROT-arbete har det i beräkningsverktyget antagits att investeringskostnaden är exkluderad dessa två stöd/avdrag. Två andra anledningar till att beräkningsverktyget inte räknar med något av dessa avdrag är för det första att det i dagsläget är väldigt många som har ansökt om stödet och därför råder det en stor osäkerhet om man kommer att bli beviljad det och för det andra att det finns händiga villaägare som väljer att montera solcellerna själva och kan därför inte få ROT-avdrag för arbetskostnaderna. Däremot kan naturligtvis användaren ändra så att beräkningsverktyget beräknar investeringskostnaden och i förlängningen också lönsamheten inklusive något av dessa två avdrag inräknat. I känslighetsanalysen i Kapitel 5.2.1 kommer det att undersökas hur stor påverkan investeringsstödet har på lönsamhet.

### **Besparingar**

De besparingar som görs baseras på de kostnader som är förknippade med att köpa elektrisk energi. Det är väldigt individuellt vad en fastighet betalar för sin el. Det finns massa olika avtalsformer med

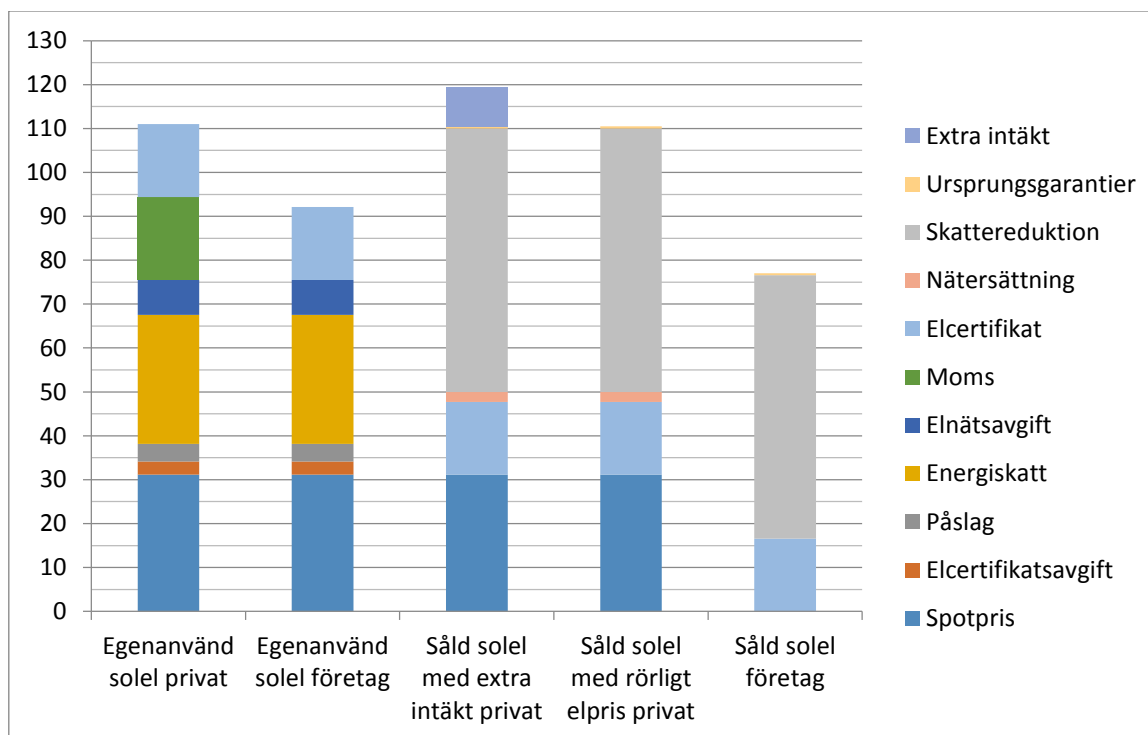
olika avtalslängder. Denna studie har utgått från ett rörligt avtal med ett rörligt elpris som bestäms på elbörsen Nord Pool Spot och som ändras varje timme. Eftersom Sverige delades in i fyra elområden 2011 har medelpriserna för åren 2012-2014 i elområde 4, dit Landskrona tillhör, använts när spotpriset på el har beräknats till 31,1 öre/kWh exklusive moms (Nord Pool Spot 2015). Spotpriset är inte det enda en elkonsument betalar för sin elanvändning utan elhandelsbolagen har vanligtvis ett påslag på elpriset. Landskrona Energi AB (2015b) har i dagsläget ett påslag på 4 öre/kWh exklusive moms, vilket har använts vid värderingen av el i detta arbete. En annan avgift som tillkommer är elcertifikatsavgiften som enligt kap. 2.2.2 är 2,8 öre/kWh exklusive moms. Elnätsavgiften och energiskatten är inte lika volatil som elpriset och därför har enbart dagens värde använts. Elnätsägare för Landskrona tätort är Landskrona Energi AB och i resten av kommunen är det E.ON som äger nätet och den rörliga elnätsavgiften är 8 öre/kWh respektive 16 öre/kWh exklusive moms. Energiskatten för el är densamma för samtliga elkonsumenter med ett fåtal undantag som inte har inverkan på detta arbete utan sätts till årets värde på 29,4 öre/kWh exklusive moms (Ekonomifakta 2015). För privatpersoner och bostadsrättsföreningar tillkommer även en momskostnad som inte är avdragsgill på 25 % av samtliga kostnader. Fastighetsägare av hyresrätter får dock göra avdrag på momsen då dessa beskattas som företag.

## **Intäkter**

Om en fastighet använder all producerad solel är det inte enbart en besparing av elkostnader som kan göras, vilket diskuterades ovan, utan fastighetsägaren kan även räkna med en intäkt vid försäljning av elcertifikat. Under perioden maj 2010 till och med april 2015 har genomsnittspriset för ett elcertifikat varit 207 kronor, vilket blir 0,207 kr/kWh (Energimyndigheten 2015e). Om däremot fastigheten inte kan använda all solel utan måste skicka ut överskottselen på det allmänna elnätet finns flera ersättningsmöjligheter utöver elcertifikaten. Den första intäkten som uppstår vid överproduktion är den lagstadgade nätersättning som i Landskrona ligger på 2,3 öre/kWh. Den andra möjliga intäkten är försäljning av ursprungsgarantier men eftersom det inte finns någon öppen prisstatistik för dem är värdet svårt att bedöma men i enlighet med Stridh (2015d) sätts värdet till blygsamma 0,5 öre/kWh. I Kapitel 2.2.4 förklarades att alla som producerar och matar ut förnybar el på nätet har rätt till skattereduktion på 60 öre/kWh. Det enda som krävs är att elproducenten betalar skatt, t.ex. inkomstskatt eller fastighetsskatt, för att en skattereduktion ska vara möjlig. Privatpersoner som inte riskerar att bli energiskatteskyldiga bör teckna ett avtal med något elhandelsbolag som köper överskottselen. Ersättningen för överskottselen skiljer sig i dagsläget väldigt mycket mellan olika bolag. Lindahl (2015b) gjorde i april i år en sammanställning över ersättningsnivåerna från flera bolag. Där framkom att överskottsel ersätts från spotpris minus 4 öre/kWh till så mycket som 2 kr/kWh. Men bolagen med högst ersättning krävde ofta att solelen produceras i deras elnät eller att säljaren har köpt sina solceller från dem. En vanlig ersättning för producenter utanför bolagens elnät är kort och

gott spotpriset på el men det finns även två bolag som ersätter med 40 öre/kWh, två andra som ersätter med 48 öre/kWh, ett som har ersättningen: spotpris plus 25 öre/kWh och två bolag som ersätter med 80 öre/kWh. I beräkningsverktyget kan användaren som med de flesta andra parametrarna ändra till det som stämmer in för dem, men verktyget har antagit en ersättning på 40 öre/kWh, vilket innebär en extra intäkt på cirka 9 öre/kWh utöver det antagna spotpriset.

I Figur 17 presenteras besparingarna och intäkterna i enheten öre/kWh för en fastighet med solceller. Med andra ord visar staplarna värdet av att använda solelen i fastigheten respektive att sälja solelen för både privatpersoner och företag. Staplarna består av de olika parametrar som gått igenom i detta och föregående avsnitt. De två först staplarna från vänster representerar besparingen plus en intäkt vid försäljning av elcertifikat inklusive avgiften på 20 %. De två som följer är intäkter för överskottselen med och utan den extra intäkten på 9 öre/kWh och den sista stapeln är värdet på överskottselen för ett företag, som inte kan räkna med någon ersättning eftersom de då blir energiskattskyldiga för hela solelproduktionen. Figuren påvisar att värdet för använd respektive såld solel är nästintill identiska för privatpersoner i Landskrona. Om fastighetsägaren inte tecknar ett avtal om elcertifikatmätning på all producerad solel blir den egenanvända solelen mindre värd vilket kan medföra att det blir mer lönsamt att sälja all solel. Varför värdet på använd och såld solel för en privatperson i nuläget är jämbördiga beror främst på den nya lagen om skattereduktion vilken utgör mer än hälften av den sålda elens värde. Den låga elnätsavgiften i Landskrona är även en bidragande faktor till detta. För företag är värdet av den använda och sålda elen generellt lägre samt skillnaden mellan dem båda är större.



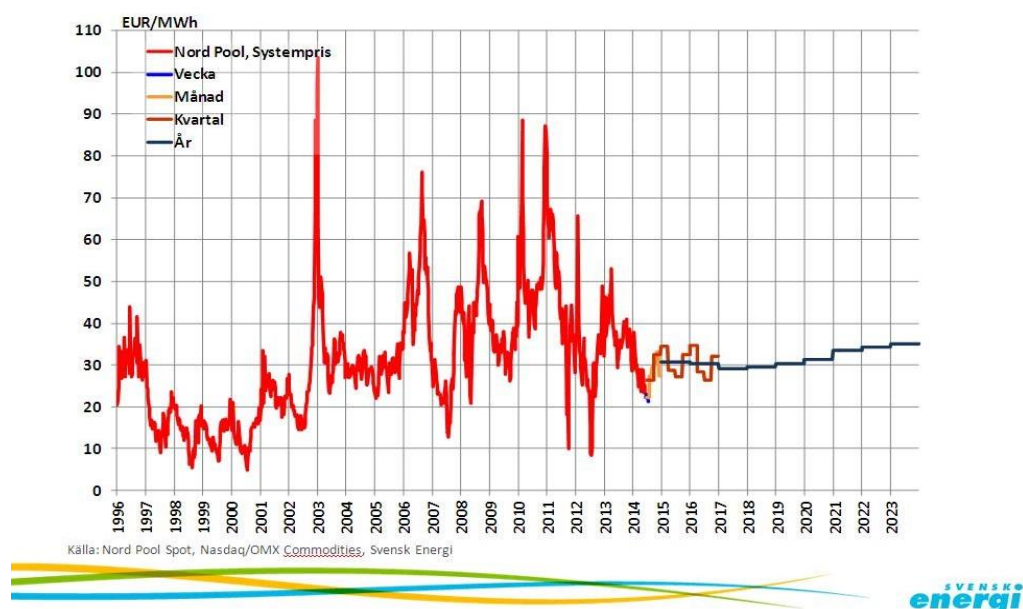
Figur 17. Värde av använd och såld solel.

## Värdeutveckling av elen

Den förväntade framtida utvecklingen av elpris, energiskatt, elnätsavgifter och elcertifikat baseras på hur utvecklingen har sett ut under de senaste åren. Priset utvecklas baserat på två separata faktorer, att elen blir dyrare samt av inflationen som gör att prisnivån ökar. Dessa två skiljer sig väsentligt från varandra. Om elen blir dyrare i reella termer ökar priset på elen i förhållande till andra varor och tjänster. Om priset på elen ökar i samma takt som andra varor och tjänster innebär dock detta enbart en nominell prisökning och inte att elen i sig blir dyrare i reella termer. Värdet per krona har då helt enkelt sjunkit. Riksbanken har för mål att inflationen ska ligga på 2 %. Om prisnivån på el ökar i denna takt är en prisökning på 2 % lika med en reell värdeökning på 0 % (Sveriges Riksbank 2014). Denna studie har antagit en inflation på 1 % vilket är baserat på ett genomsnitt av inflationstakten de senaste 10 åren (SCB 2015).

## Spotpris på el

Spotprisets utveckling går att uppskatta genom att se på handel av terminer och optioner. Baserat på dessa har Svensk Energi beräknat att spotpriset kommer att utvecklas med 2 % varje år från 2014 till 2024 (2014). Denna prisutveckling har antagits även i detta arbete och ligger därför som grund i beräkningsverktyget, dock har det historiskt visat sig att elpriset kan fluktuera kraftigt vilket skapar en osäkerhet i uppskattningen. Figur 18 visar spotpriset i Norden från 1996 då elmarknaden i Sverige avreglerades till idag samt den förväntade elprisutvecklingen som beräknats av Svensk Energi.



Figur 18. Historiskt spotpris i Norden sedan 1996 och en förväntad utveckling av spotpriset (Svensk Energi 2014).

## **Energiskatt på el**

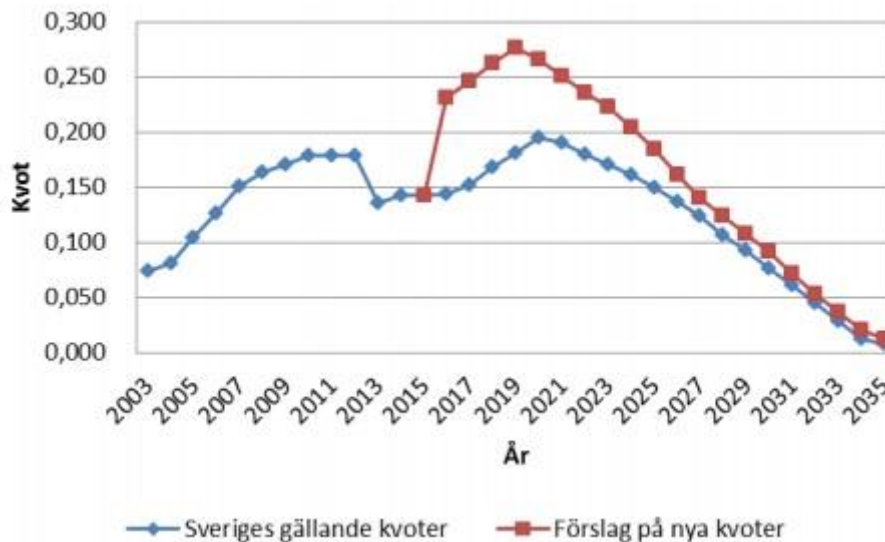
Den framtida utvecklingen av energiskatten på el är svår att uppskatta då det grundar sig i ett politiskt beslut som kan variera från år till år. I detta arbete har den framtida utvecklingen utgått ifrån utvecklingen under de senaste 10 åren. Denna har varit cirka 2 % per år i genomsnitt och i beräkningsverktyget förväntas den utvecklas på samma sätt framöver (Ekonomifakta 2015).

## **Elnätsavgift**

Uppskattningen av den rörliga elnätsavgiftens framtida utveckling har baserats på hur utvecklingen har sett ut sedan avregleringen av elmarknaden. Priserna har under åren 1996-2013 ökat med cirka 2 % varje år för villor med elvärme enligt SCB och det värdet används även för den förväntade framtida utvecklingen (2013). Den lagstadgade nätersättningen förväntas ha samma utveckling.

## **Elcertifikat**

En ny anläggning har som nämnts tidigare rätt till elcertifikat under de första 15 åren. Dess prisutveckling har under de senaste åren haft en nedåtgående trend med en prisminskning (Energimyndigheten 2015e). Detta har berott på ett överskott av elcertifikat som har uppstått på grund av att den faktiska utbyggnaden av förnyelsebar elproduktion har varit större än den förväntade (Bodin 2015). Energimyndigheten har i sin rapport Kontrollstation 2015 visat på att kvotnivåerna i elcertifikatsystemet kommer att behöva justeras upp för att nå målet på 26,4 TWh ny förnybar elproduktion till 2020 (Energimyndigheten 2014). I Figur 19 visas dessa justeringar i rött samt de gällande kvotnivåerna i blått. Om förslaget om ökade kvotnivåer kommer att genomföras, vilket det av Bodin antas göra, kommer det med största sannolikhet att leda till ökade priser på elcertifikaten. Hur stor denna uppgång kommer att vara är svår att bestämma men enligt en analys av Energimyndighetens rapport gjord av Olander bör priset på ett elcertifikat uppgå till 300 kronor för att målsättningen ska kunna nås (2014). Det är delvis på grund av det stora överskottet på elcertifikat svårt att säga när denna prisuppgång kommer att ske eftersom en ökad kvotnivå utan prisuppgång kan leda till att överskottet minskar snabbare än väntat. Och det kan medföra att prisuppgången dröjer några år. I beräkningsverktyget har en försiktig prisutveckling på 2 % antagits vilket resulterar i ett pris på cirka 280 kronor efter 15 år.



Figur 19. Gällande kvoter och förslag på nya kvoter från 2016 för att nå mål om 26,4 TWh förnybar elproduktion till 2020 (Energimyndigheten 2014).

Alla dessa parametrar rörande värdeutveckling samt inflation går att ändra i beräkningsverktyget.

## Lönsamhet

För att bedöma lönsamheten för en investering i solceller används de väletablerade kalkyleringsmodellerna nettonuvärde (NPV), internräntemetoden (IRR) och återbetalningsmetoden i beräkningsverktyget. Utöver dessa metoder ger beräkningsverktyget även ett värde på hur mycket det kostar att producera el från sin solcellsanläggning som kallas LCOE. Metoderna beskrivs nedan. Beräkningarna baseras på de fysiska och ekonomiska parametrar som beskrivits i detta Kapitel.

## NPV

NPV står för Net Present Value som på svenska kallas för nettonuvärdet och är summan av alla framtida kassaflöden diskonterade till dagens värde med en kalkylränta, som kallas nuvärden, minus investeringskostnaden. Kalkylräntan baseras på investerarens kostnad för kapital. Ett bolag har till exempel räntor att betala till kreditinstitut och aktieägare som ska ha utdelning på investerat kapital. Baserat på kalkylräntan minskar det framtida värdet på inkommande kassaflöde. Pengar idag är till exempel mer värda än samma mängd pengar imorgon vid beräkningar av kassaflödets värde. Eftersom studien har valt en livslängd för solcellerna på 30 år används det som ekonomisk livstid i lönsamhetsberäkningarna. Därför ska kassaflödet för varje år justeras efter den valda kalkylräntan enligt formeln:

$$NPV = -G + \sum_{k=1}^{30} \frac{a_k}{(1+i)^k} \quad (4.3)$$



Där  $G$  är investeringens kostnad, alltså initialt utgående kassaflöde.  $a_k$  är kassaflödet för år  $k$  (i detta fall är det summan av besparingen, försäljningen och de årliga drift- och underhållskostnaderna),  $i$  är kalkylräntan. Investeringen är lönsam om nettonuvärdet är större än 0. Då är investeringskostnaden mindre än nuvärdet på det framtida kassaflödet (Skärvad & Olsson 1993).

Kalkylräntan har antagits vara 2 % vilket är en ganska låg kalkylränta men då det antas att beräkningsverktyget främst kommer att användas av privatpersoner anses den vara rimlig. Eftersom kalkylräntan ska ta låneräntan för investeringen i beaktning och i nuläget är listräntan för ett bundet lån på 10 år hos SBAB 3,53 % (Compricer 2015). Med skatteavdrag på 30 % och minus den antagna inflationen på 1 % blir den reala kalkylräntan cirka 1,5 % enligt Ekvation 4.4:

$$3,53 \% \cdot 0,7 - 1 \% = 1,47 \% \quad (4.4)$$

Alltså kunde kalkylräntan valts att vara något lägre än 2 % men eftersom det för närvarande är väldigt låga räntenivåer i Sverige samt att det råder en osäkerhet kring skatteavdragets framtid väljs ändå kalkylräntan att vara 2 %. Såklart går det att ändra på kalkylräntan i beräkningsverktyget vilket gör att företag som ofta har ett avkastningskrav på investeringar och således använder företag troligtvis en högre kalkylränta vid deras lönsamhetskalkyler.

## IRR

Ett annat sätt att bedöma en investerings lönsamhet är att se vilken internränta,  $i_i$ , en viss investering har. Beräkning av internräntan åskådliggörs i Ekvation (4.5) och bygger på nettonuvärdet. Internräntan är den ränta som gör att nettonuvärdet blir 0. För att beräkna internräntan manuellt testas olika räntor tills rätt ränta hittas vilket är tidskrävande men som tur är finns det en funktion i Excel som gör just det och som används i beräkningsverktyget. Många investerare har en viss internränta som utgångspunkt för eventuella investeringar. Denna brukar vara samma som företagets kapitalkostnad och om internräntan för investeringen överstiger denna anses investeringen lönsam (Skärvad & Olsson 1993).

$$NPV = -G + \sum_{k=1}^{30} \frac{a_k}{(1+i_i)^k} = 0 \quad (4.5)$$

## Återbetalningsmetoden

Återbetalningsmetoden innebär att beräkna hur lång tid det tar för en viss investering att återbetala sig själv vilket innebär att se till kassaflödet över tiden. Vid investeringens start är det ett kassaflöde ut och sedan kommer kontinuerliga kassaflöden in som effekt av investeringen. Tiden det tar för summan av detta kassaflöde att nå upp till investeringskostnaden är således återbetalningstiden.

$$-G + \sum_{k=1}^n a_k = 0 \quad (4.6)$$

Återbetalningstiden kan även, likt nettonuvärdet, räknas med en kalkylränta. Detta kallas för den diskonterade återbetalningstiden och är alltid längre då värdet av kassaflödet minskar med tiden (Skärvad & Olsson 1993).

$$-G + \sum_{k=1}^n \frac{a_k}{(1+i)^k} = 0 \quad (4.7)$$

Både Ekvation (4.6) och (4.7) säger att investeringen är återbetald någon gång under år  $k$  vilket innebär att två resultat kan ses vara lika bra fast att det egentligen kan skilja nästan ett år i återbetalningstid. Därför är det bra att även ha tillgång till NPV och IRR som verktyg för att kunna besluta om vilken investering som är mest lönsam.

### Levelized cost of electricity, LCOE

LCOE är den genomsnittliga kostnaden för den el som produceras från en anläggning när livstid, investeringskostnad, kostnaden för kapital och drift och underhåll tas i beaktning. LCOE är ett vanligt sätt att värdera el runtom i världen och används flitigt av beslutsfattare eftersom det representerar den verkliga kostnaden av den producerade elen för samhället, utan skatter, marknadseffekter och subventioner. Det är således ett bra verktyg när kostnaden mellan olika sätt att producera el på ur ett samhällsperspektiv ska jämföras men LCOE kan även användas som en investeringskalkyl. Om beräkningarna av LCOE ger ett värde som är lägre än kostnaden för el i dag så är det en lönsam investering om inte elpriset minskar i framtiden vill säga. Beräkningen av LCOE redovisas nedan i Ekvation (4.8) (Ossenbrink et al 2013).

$$LCOE = \frac{\sum_{n=1}^{30} \frac{I_n + O_n}{(1+r)^n}}{\sum_{n=1}^{30} \frac{P_n}{(1+r)^n}} \quad (4.8)$$

$I_n$  är investeringskostnaden år  $n$ .  $O_n$  är kostnaden för drift och underhåll år  $n$  vilken har antagits vara en fast kostnad på 1,5 % av investeringskostnaden per år.  $P_n$  är solelproduktionen år  $n$  som minskar med 0,65 % per år på grund av den linjära degradering av verkningsgraden som antagits i beräkningsverktyget.  $r$  är kalkylräntan som har antagits vara 2 % i detta arbete.

### 4.2.3 Klimatpåverkan

Beräkningsverktyget ger inte bara elproduktion och lönsamhet som resultat utan det utför även en beräkning av vad solcellsanläggningen har för påverkan på klimatet. För att bestämma klimatpåverkan av solelproduktion måste det först bestämmas vilken klimatpåverkan den elproduktion som ersätts av solel har. Det finns inget entydigt sätt för att bestämma klimatpåverkan från en förändring i elproduktion och elanvändning som en installation av solceller innebär.

Vid förändringar i elsystemet används ofta ett tillbakablickande perspektiv vid värdering av dess klimatpåverkan. Det är en relativt enkel metod som går ut på att beräkna ett genomsnitt av elsystemets klimatutsläpp utifrån historisk statistik. Eftersom vi har en gemensam nordisk elmarknad bör klimatutsläppen för nordisk elmix användas och Energimyndigheten rekommenderar att värdet  $125,5 \text{ g CO}_2 \text{ ekv/kWh}$ , vilket är korrigerat för import och export, används (2013). Däremot menar EME Analys AB, Profu i Göteborg AB och Elforsk i sin broschyr *Miljövärdering av el – med fokus på utsläpp av koldioxid* att ett tillbakablickande perspektiv ger begränsad information om vad en förändring i elsystemet faktiskt ger upphov till. Det påpekas även att det med ett tillbakablickande perspektiv är väldigt betydelsefullt vilka systemavgränsningar som görs. Om avgränsningen Norden görs så missas det faktum att den nordiska elmarknaden även är ihopkopplad med till exempel Tyskland och Polen vilka båda har betydligt högre utsläpp än Norden. De råder istället till att ett framåtblickande perspektiv används för att se vad en sådan förändring har på lång sikt. Effekten av en förändring av elanvändningen i det nordeuropeiska elsystemet vid ett framåtblickande perspektiv är uppdelat i ett scenario med måttliga klimatambitioner (= lågt koldioxidpris),  $600 \text{ g CO}_2 \text{ ekv/kWh}$ , och ett med höga klimatambitioner (= högt koldioxidpris),  $150 \text{ g CO}_2 \text{ ekv/kWh}$ . Ett annat sätt att klimatvärdera el är genom ett marginalelperspektiv, även kallat ögonblicksbild. Med marginalel menas den el som produceras i det kraftverk som vid varje tillfälle är dyrast att använda. Vilket elproduktionsslag som ligger på marginalen och producerar el ändras hela tiden och det är därför väldigt svårt att bestämma klimatpåverkan från en solcellsinstallation. Om däremot klimatpåverkan av att släcka en lampa en kall vinterdag ska beräknas är ett marginalelperspektiv ett lämpligt förfarande. I rapporten *Effekter av förändrad elanvändning/elproduktion* skrivs att effekten av en förändring i det nordeuropeiska elsystemet är  $670 \text{ g CO}_2 \text{ ekv/kWh}$  (Sköldberg & Unger 2008).

I detta arbete har det antagits att en förändring av elanvändningen och/eller elproduktionen ger en effekt på  $150 \text{ g CO}_2 \text{ ekv/kWh}$ . Alltså har klimatutsläppen hos ett framåtblickande perspektiv med höga ambitioner använts vilket ligger nära de faktiska utsläppen från den nordiska elmixen.

För att göra en fullständig klimatvärdering av solexel bör en livscykelanalys, LCA, av solceller utföras. Även om solceller inte släpper ut någon koldioxid under driften av dem så är produktionen av solceller energikrävande vilket medför koldioxidutsläpp. Det har gjorts flera livscykelanalyser på solceller men i detta arbete har data hämtats från en artikel i tidskriften *Energy* eftersom Sverige finns med som ett referensland i artikeln. Det medför en mer rättvis bild av klimatpåverkan därför att den är beroende av vilket land solcellerna installeras i. Ett land med mycket solstrålning får ett lägre värde än ett land med lite solstrålning. Värdet på klimatpåverkan som artikeln kommit fram till och som detta arbete använder sig av är  $30 \text{ g CO}_2 \text{ ekv/kWh}$  (Stoppato 2008). Sammantaget innebär det att en installation av solceller i Sverige har antagits undvika  $120 \text{ g CO}_2 \text{ ekvivalent}$  per producerad *kWh* solexel. Det kan jämföras med Örebro kommuns solpotentialkarta som gör en klimatvärdering av el till

400 g CO<sub>2</sub> ekv/kWh men saknar information om solcellers klimatpåverkan. Ingen av de andra solpotentialkartor som finns i Sverige för närvarande har någon klimatutvärdering kopplad till sig.

Troligtvis är det svårt för användarna av beräkningsverktyget att veta vad detta resultat om klimatpåverkan betyder utan att ha något att jämföra med. Därför kommer resultatet även omvandlas till antal kilometer bilkörning vilket är mer lättbegripligt och handfast. För att det ska vara möjligt måste det bestämmas vilken klimatpåverkan en kilometers bilkörning har. Föreningen Gröna Bilister har sedan 2011 årligen gett ut ett faktablad gällande klimatpåverkan av olika drivmedel på den Svenska marknaden och i den senaste versionen har de beräknat klimatpåverkan för låginblandad bensin till 160 g CO<sub>2</sub> ekv/km (Gröna Bilister 2014). Hur många kilometer bilkörning som motsvaras av de undvikna klimatutsläppen som en installation av solceller medför beräknas enligt följande Ekvation:

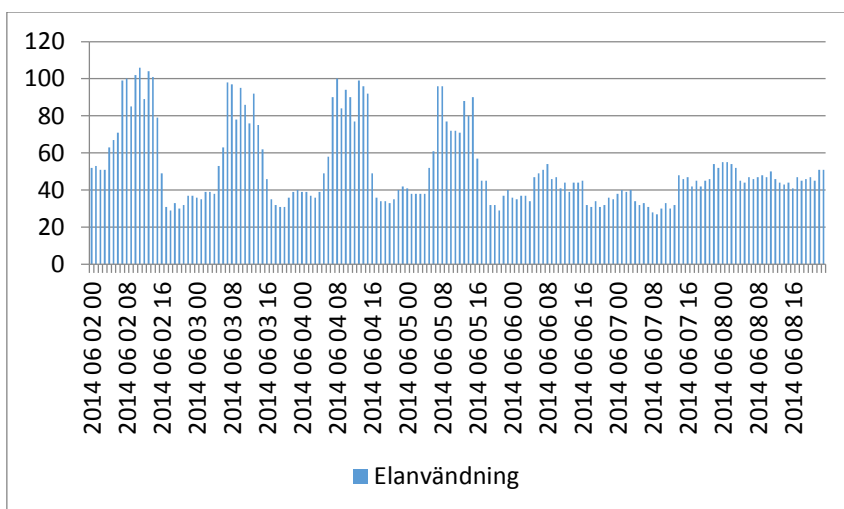
$$\frac{120 \left[ \frac{g_{CO_2}}{kWh} \right] \cdot \text{Solcellproduktion [kWh]}}{160 \left[ \frac{g_{CO_2}}{km} \right]} = \text{Antal kilometer bilkörning} \quad (4.9)$$

För att beräkna De använder sig av en europeisk standardbil i Golfklassen vid sina beräkningar. Definitionen av standardbilen samt klimatpåverkan av fossil bensin är hämtade från en teknisk rapport från Joint Research Centre som är en del av Europeiska kommissionen (JRC 2014).

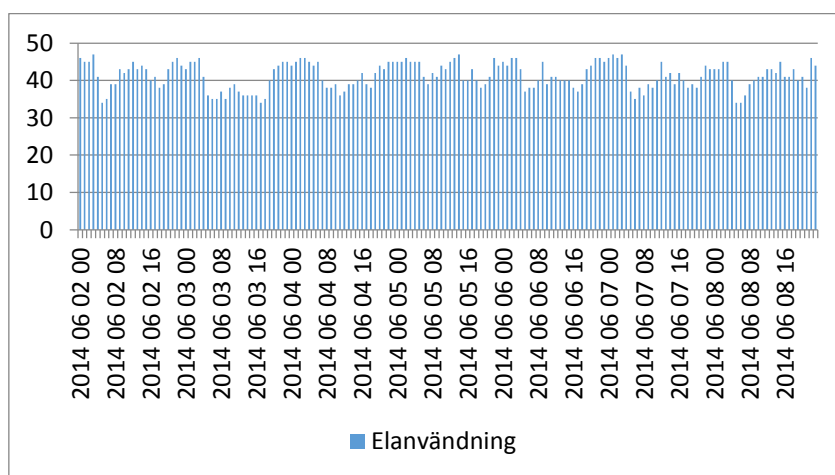
### 4.3 Fallstudie

Syftet med fallstudien var att beräkna lönsamheten för en investering i solceller hos några utvalda verksamheter. Under arbetets gång har flera olika verksamheter kontaktats per telefon. I första hand var det verksamheter med en förväntad hög elanvändning dagtid under sommarhalvåret som kontaktades. Först kontaktades flera livsmedelsbutiker på grund av deras stora kylbehov men det visade sig att intresset för solceller var lågt. Det fanns olika anledningar till det låga intresset men några anledningar som angavs var att butikerna styrdes av beslut på högre ort, att de inte ägde sina lokaler och att det fanns enklare och mer kostnadseffektiva investeringar att utföra. Efter de inledande svårigheterna accepterade fyra verksamheter att vara en del av denna studie. Det var ett renhållningsbolag, två bensinstationer och en träningsanläggning. I studien har verksamheterna valts att anonymiseras genom att kalla renhållningsbolaget för fastighet A, de två bensinstationerna för fastighet B och C och till sist kallas träningsanläggningen för fastighet D. Alla verksamheter har stora taktytor som lämpar sig för solceller. Men det är endast fastighet C som har en säkringsstorlek som är 63 A eller lägre vilket betyder att de andra fastigheterna kommer att få betala en inmatningsavgift på 3000 kronor per år om de väljer att installera en solcellsanläggning på sina fastigheter som kopplas in på elnätet. Det är även enbart fastighet C som kan bli berättigad skattereduktion för mikroproduktion eftersom de andra fastigheternas säkringsstorlekar är större än 100 A. Fastigheterna A, B och C har ingen taklutning men fastighet D har en taklutning på 30 grader samt är riktad direkt mot söder.

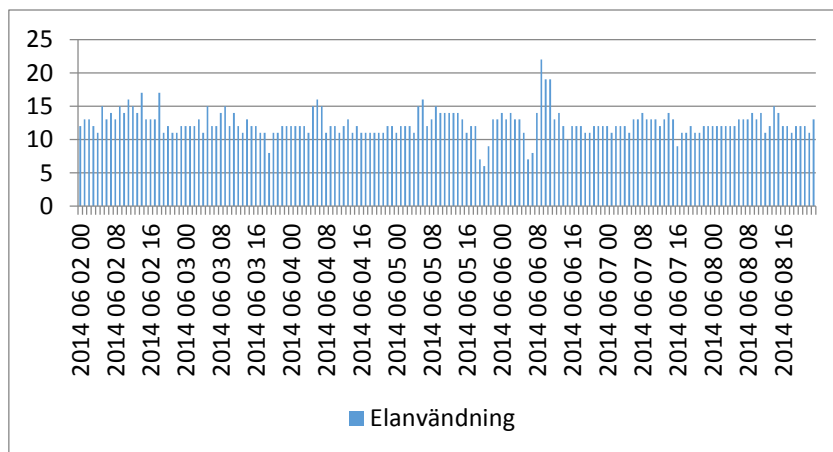
Alla fastigheter har en stor elanvändning dagtid vilket kan ses i figurerna nedan och är därför lämpliga för installation av solceller även i det avseendet. Det som visas i Figur 20 - 23 är elanvändningen första veckan i juni 2014 och enheten är *kWh* per timme. Fastighet A har öppet under kontorstid vilket tydligt ses på topparna i elanvändningen i figuren. Däremot är det ingen topp på fredagen den 6 juni vilket kan förklaras med att det är en röd dag. Fastighet B har öppet dygnet runt alla dagar i veckan vilket betyder en relativt jämn elanvändning under dagen. Fastighet C öppnar vid 6 och har öppet till 19 vardagar och har öppet kortare tid under helgerna. Deras elanvändning är också relativt jämn över dygnet men det finns vissa toppar dagtid. Fastighet D har öppet 6.30 till 21 måndag till torsdag och stänger vid 19 på fredagar. Lördagar är den dagen de har öppet kortast tid, 8.30 till 16, men på söndagar är det öppet 8.30 till 20. Figur 23 visar på att måndag till torsdag samt söndag är deras mest elintensiva dagar. En annan tydlig trend som går att se är att den största delen av elen används under kvällarna.



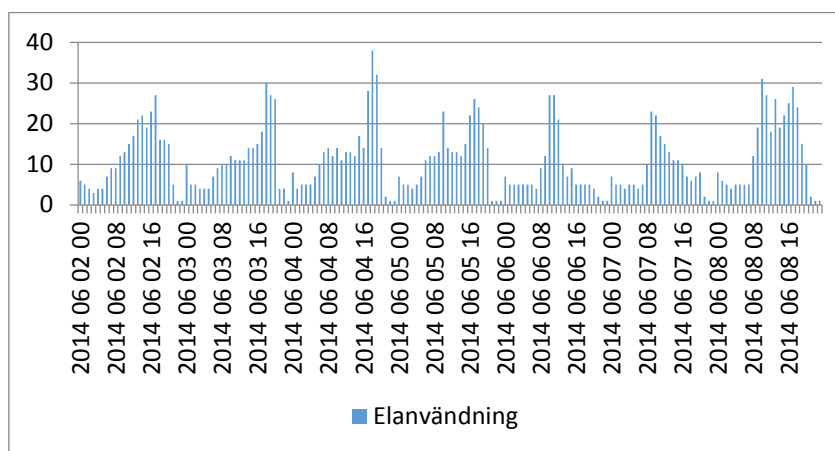
**Figur 20. Elanvändning vecka 23 2014 för fastighet A.**



**Figur 21. Elanvändning vecka 23 2014 för fastighet B.**



**Figur 22. Elanvändning vecka 23 2014 för fastighet C.**



**Figur 23. Elanvändning vecka 23 2014 för fastighet D.**

## 5 Resultat

---

I detta kapitel redovisas resultatet följt av kommentarer kring de viktigaste observationerna. Först redovisas resultatet från enkäten och sedan följer fallstudien av de fyra fastigheterna. I fallstudien har även en känslighetsanalys med hänsyn till några olika parametrar gjorts.

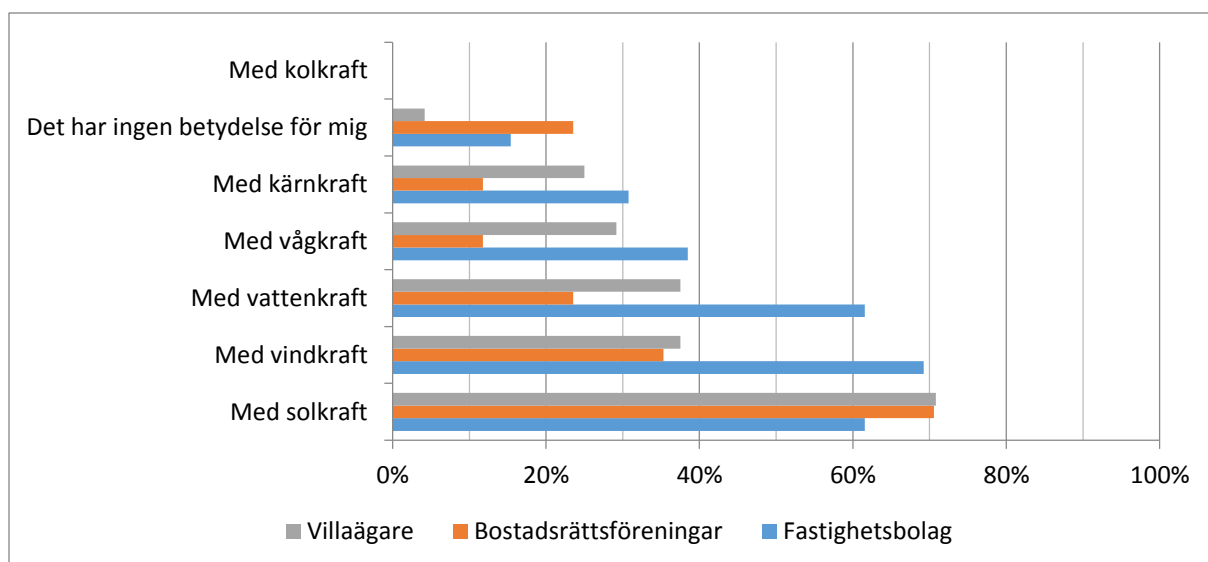
### 5.1 Enkätresultat

Enkätresultaten är uppdelade i fem underrubriker. Frågorna i en underrubrik följer samma tema. På grund av att enkäten bestod av både en- och flervalfrågor redovisas resultaten i både cirkeldiagram och stapeldiagram delvis för att skilja dem åt. En annan anledning till varför resultatet presenteras i två olika diagramtyper är för att cirkeldiagram på ett tydligt sätt kan presentera ett resultat där de olika svaren tillsammans blir 100 %, alltså en envalsfråga, men det går inte för flervalfrågor eftersom svaren tillsammans kan vara mer än 100 %. Respondenterna fick till en början av enkäten uppge om de var antingen villaägare, representant för en bostadsrättsförening eller representant för ett fastighetsbolag. Därför representeras varje envalsfråga av tre cirkeldiagram och stapeldiagrammen har tre staplar för varje svarsalternativ vid presentationen av resultaten. Ordningen på cirkeldiagrammen är genomgående, först fastighetsbolag, sedan villaägare och till sist bostadsrättsföreningar. I vissa cirkeldiagram uppgår inte svaren exakt till 100 % vilket beror på att en avrundning till närmaste heltal har gjorts. Det var 13 fastighetsbolag, 24 villaägare och 17 bostadsrättsföreningar som svarade på enkäten. Troligtvis är de flesta bostadsrättsföreningar som svarat på enkäten medlemmar i HSB. Nästan alla frågor har ett svarsalternativ ”Annat” där respondenterna fick fylla i egna alternativ. Om någon respondent har valt det alternativet så presenteras deras svar direkt under diagrammet.

#### 5.1.1 Generell information

##### Fråga 1

Svaren på frågan: *Hur vill du helst att din fastighet elförsörjs i framtiden?* visas i Figur 24 nedan. På denna fråga kunde flera svarsalternativ väljas. Frågan och svarsalternativen är samma som i Svensk Fastighetsförmedlings Trendrapport och resultatet jämförs delvis med den undersökningen. Dock har ordet hem i frågan bytts ut till ordet fastighet för att passa alla respondenter.



**Figur 24. Hur de svarande vill att deras fastigheter elförsörjs i framtiden.**

Det framgår att fastighetsbolagen har tre favoriter i vattenkraft, vindkraft och solkraft. För de andra respondenterna är solkraft det produktionsslag som är mest önskvärt. Något annat som kan ses är att nästan alla villaägare har en åsikt i frågan på grund av den låga siffran för alternativet ”Det har ingen betydelse för mig”. I jämförelse med tidigare studier är det egentligen bara villaägare som kan jämföras då det är privatpersoner som har svarat i Svensk Fastighetsförmedlings Trendrapport. Det kan tänkas att de som svarat för en bostadsrättsförenings räkning till viss mån även svarat som privatperson eftersom föreningen kanske inte har en tydlig ståndpunkt i frågan. Vad som är tydligt vid jämförelsen är att resultaten överensstämmer väl med Trendrapporten i det att det mest populära svarsalternativet är solkraft. Det som skiljer dem åt är att vindkraft är betydligt mindre populärt hos de svarande i detta arbete. I Trendrapporten var det drygt 50 % som svarade vindkraft och här var det cirka 35 % vilket möjligtvis kan förklaras av att Skåne har en relativt hög koncentration av vindkraftverk jämfört med resten av Sverige och av fenomenet *not in my backyard* (*inte på min bakgård*). Med det menas att personer tycker om exempelvis vindkraft men de vill inte att vindkraftverken byggs för nära dem.

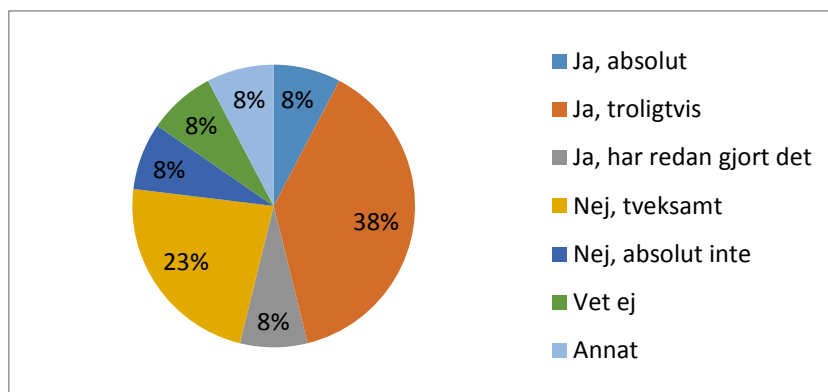
## 5.1.2 Solceller

### Fråga 2

Svaren på frågan: *Överväger du att installera en solcellsanläggning på din fastighet de närmsta fem åren?* visas i Figur 25 - 27 nedan. Frågan är väldigt lik den som ställdes i den tidigare undersökningen Elmätaren och resultaten kommer därför att jämföras med den rapporten. Svarsalternativen är identiska med Elmätaren. Det som skiljer frågorna åt är att det i detta arbete enbart frågas om personerna överväger en investering i solceller jämfört med Elmätaren som frågar om egen

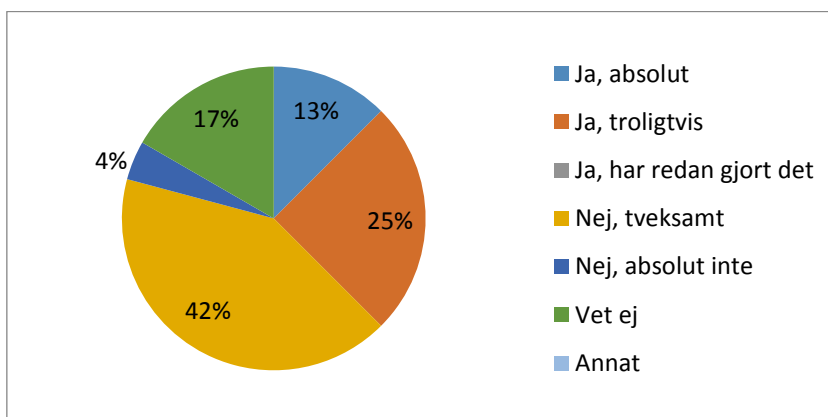


elproduktion vilket även kan omfatta t.ex. små vindkraftverk. Jämförelsen med Elmätaren kan i likhet med förra frågan endast göras för villaägare och i viss mån även för bostadsrättsföreningar.

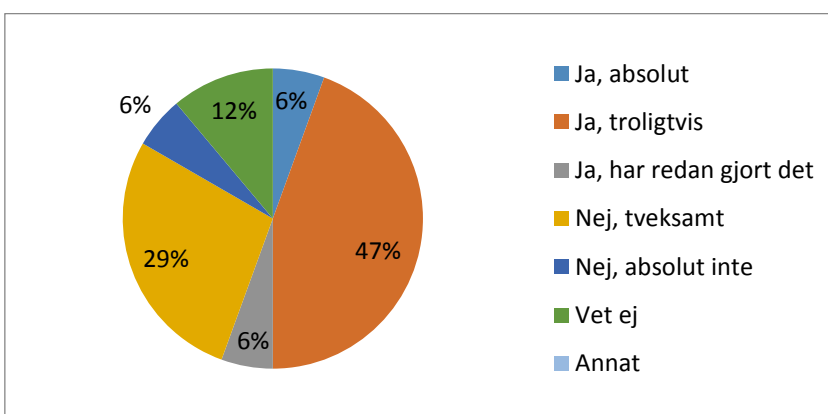


**Figur 25. Hur stor andel av fastighetsbolagen som överväger att installera solceller på sina fastigheter de närmsta fem åren.**

Annat: ”Det är inte mitt beslut.”



**Figur 26. Hur stor andel av villaägarna som överväger att installera solceller på sina fastigheter de närmsta fem åren.**



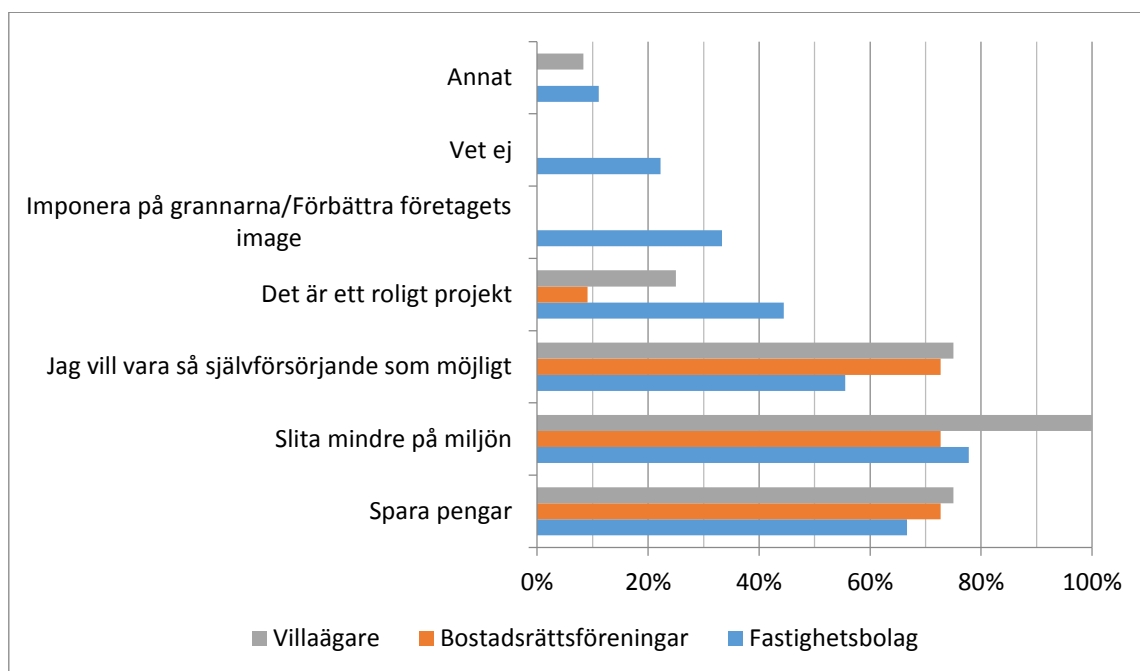
**Figur 27. Hur stor andel av bostadsrättsföreningarna som överväger att installera solceller på sina fastigheter de närmsta fem åren.**

Bland bostadsrättsföreningarna och fastighetsbolagen är det en majoritet som svarat ja och bland villaägarna är det nästan 40 % vilket kan jämföras med 22 % i den tidigare studien Elmätaren. Många

villaägare är tveksamma vilket stämmer väl överens med Elmätaren. Även andelen av villaägarna som svarade ”Vet ej” är jämförbar med den tidigare undersökningen vilket tyder på en viss osäkerhet. Däremot kan en tydlig skillnad ses i antalet som svarar ”Nej, absolut inte”, vilket i Elmätaren uppgår till nästan en tredjedel och här är samma siffra under 10 % för alla respondentgrupper. Sammantaget visar resultatet på att fastighetsbolagen och bostadsrättsföreningarna är övervägande positiva till solceller på sina fastigheter men bland villaägarna råder en större skepsis. Olyckligtvis verkar det som att det kanske var fel person som svarade på enkäten för ett av fastighetsbolagen med tanke på att personen angav att han/hon inte är beslutsfattare för dessa frågor i företaget.

### Fråga 3

Svaren på frågan: *Varför funderar du på att installera solceller?* visas i Figur 28 nedan. På denna fråga kunde flera svarsalternativ väljas. Frågan hade till syfte att undersöka varför respondenterna svarade som gjorde på fråga 1. Till den här frågan kommer de som svarat ”ja”, ”vet ej” och ”annat” på fråga 1 och det var 9 fastighetsbolag, 12 villaägare och 11 bostadsrättsföreningar som gjorde det. Även den här frågan finns med i Elmätaren med skillnaden att ett svarsalternativ har modifierats med tillägget: *Förbättra företagets image*, vilket har gjorts för att passa fastighetsbolag också.



Figur 28. Skäl till varför respondenterna överväger en investering.

Villaägare:

Annat: ”Jag är ingenjör, uppfinnare, miljövän och vill vara med i utvecklingen.”

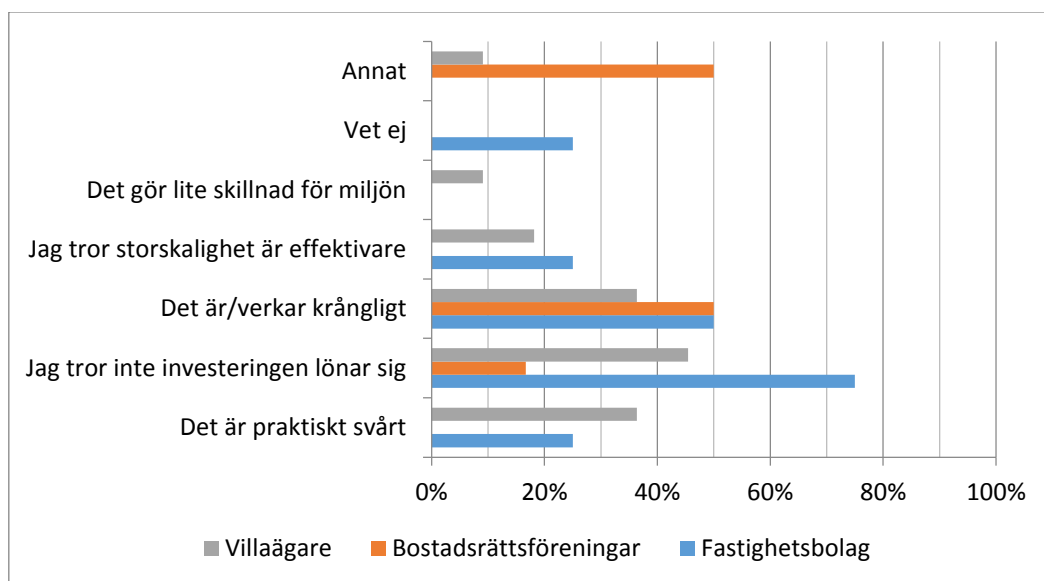
Fastighetsbolag:

Annat: ”Skyddar taket och reducerar solstrålning.”

Resultaten visar att alla respondentgrupper tycker att miljön är ett viktigt skäl till varför de överväger en installation av solceller och särskilt tydligt är det i gruppen villaägare där alla svarande tyckte det. Vid jämförelse med Elmätaren, där drygt 50 % angav miljön som ett skäl, är detta resultat uppseendeväckande högt. En förklaring kan vara att de som valde att svara på enkäten identifierar sig som miljövännare. Resultaten visar även på en relativt hög procentandel för alla svarsalternativ vilket betyder att respondenterna ofta angav fler än ett svarsalternativ. Det har kunnat styrkas genom undersökning av rådatan där det visade sig att endast en villaägare valde ett svarsalternativ. Utöver miljön visar resultaten att många respondenter uppger självförsörjning och pengar som viktiga skäl. Det var även dessa tre skäl som var vanligast i Elmätaren. Det går att se att en lägre andel av fastighetsbolagen har uppgett självförsörjning som ett skäl än för de andra två grupperna. Det kan möjligen förklaras med att fastighetsbolagen bara äger sina fastigheter och har inget större behov av att vara självförsörjande medan de andra grupperna bor i sina fastigheter och därför har starkare känslor till dem. Andelen av villaägarna som svarat att det är ett roligt projekt eller att de vill imponera på sina grannar stämmer väl överens med resultaten från Elmätaren. Att imponera på grannarna är inget skäl som bostadsrättsföreningarna uppgav men däremot är det en tredjedel av fastighetsbolagen som ser ett värde i att installera solceller vilket kan leda till en förbättrad image för deras företag.

#### Fråga 4

Svaren på frågan: *Varför funderar du inte på att installera solceller?* visas i Figur 29 nedan. På denna fråga kunde flera svarsalternativ väljas. De som inte fick svara på fråga 3 fick istället svara på den här frågan och det var 4 fastighetsbolag, 11 villaägare och 6 bostadsrättsföreningar. Även den här frågan är hämtad från den tidigare undersökningen Elmätaren.



Figur 29. Skäl till varför respondenterna inte överväger en investering.

Villaägare:

Annat: "Stor investering."

Bostadsrättsföreningar:

Annat 1: "Avvaktar utvecklingen."

Annat 2: "18 olika hus med egen mätare."

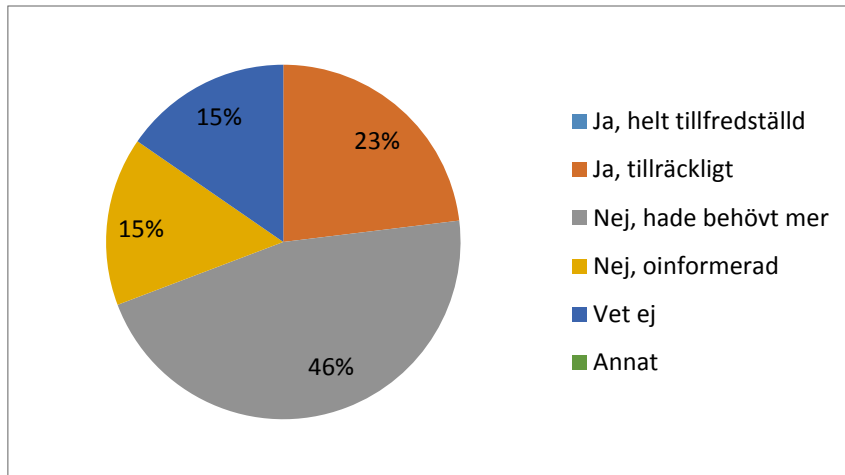
Annat 3: "Inga tak i söderläge."

Resultaten visar att skälen villaägarna uppgav till varför de inte vill investera i solceller är i samma storleksordning som resultaten som presenterades i Elmätaren. Det vanligaste skälet hos både villaägare och fastighetsbolag är att de inte tror en investering i solceller är lönsam. Bostadsrättsföreningar ser däremot inte bristande lönsamhet som en anledning till att avstå en investering utan för dem svarar hälften att det verkar som ett krångligt projekt och tre stycken uppger även egna skäl. En förklaring till att så många tycker det verkar krångligt kan vara att regelverket kring solel och speciellt när en solelproducent ses som energiskatteskyldig är snårigt. Av de tre egna skäl som bostadsrättsföreningarna anger skulle "18 olika hus med egen mätare" och "Inga tak i söderläge" kunna innefattas av svarsalternativet "Det är praktiskt svårt". Respondenterna är överens om att solceller skulle göra en liten skillnad för miljön inte är ett skäl för att låta bli att installera solceller. Däremot finns det två stycken svarande som själva anger praktiska svårigheter som anledning. En intressant observation som kan göras av resultaten i fråga 3 och 4 är att det de svarande anger betydligt färre skäl på fråga 3 vilket ses av en generellt lägre procentandel för alla svarsalternativ i fråga 3. Detsamma gäller även resultaten från Elmätaren. Varför det är så är svårt att säga något om.

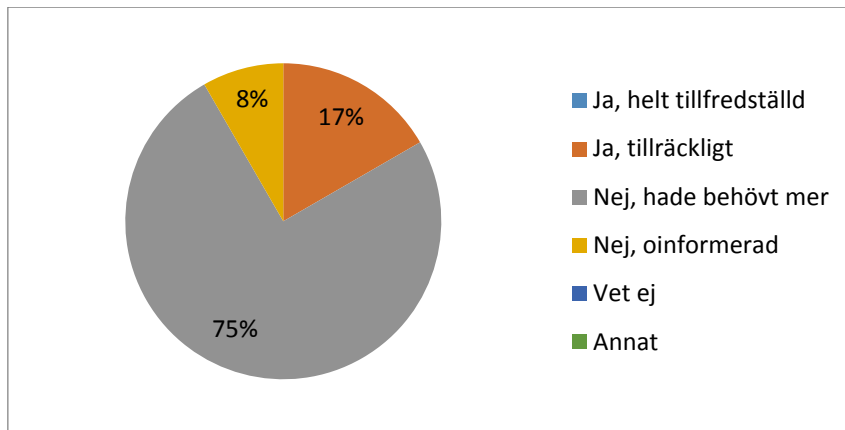
### **5.1.3 Information**

#### **Fråga 5**

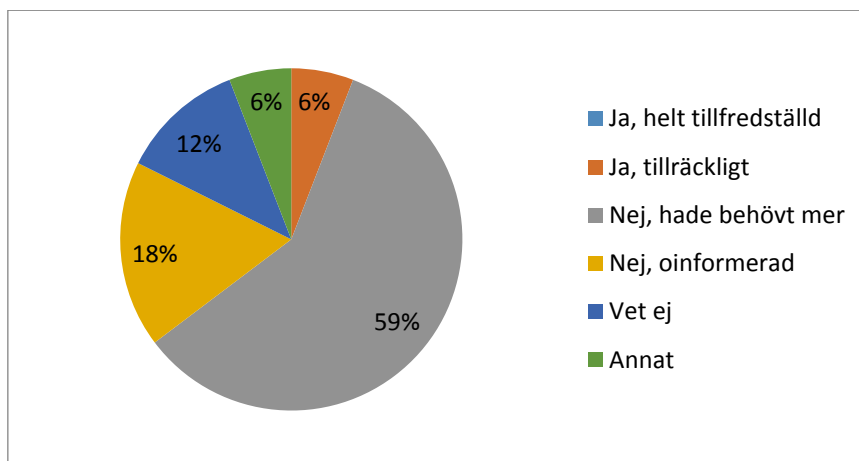
Svaren på frågan: *Anser du att du har tillräckligt med information för att kunna fatta ett korrekt beslut om en investering i solceller på din fastighet eller ej?* visas i Figur 30 - 32 nedan. Frågan hade som syfte att undersöka respondenternas kunskapsläge angående solceller. På denna fråga svarade samtliga respondenter.



**Figur 30. Huruvida fastighetsbolagen har tillräckligt med information om en eventuell investering i solceller.**



**Figur 31. Huruvida villaägarna har tillräckligt med information om en eventuell investering i solceller.**



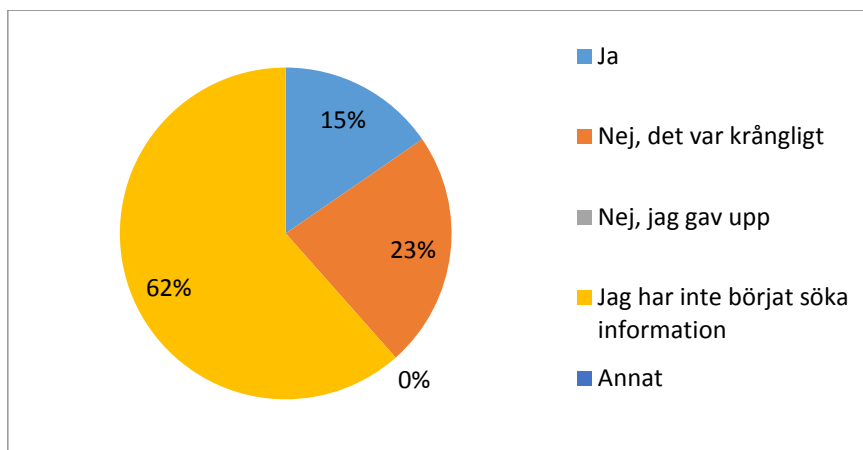
**Figur 32. Huruvida bostadsrättsföreningarna har tillräckligt med information om en eventuell investering i solceller.**

Annat: ”Har ej varit aktuellt.”

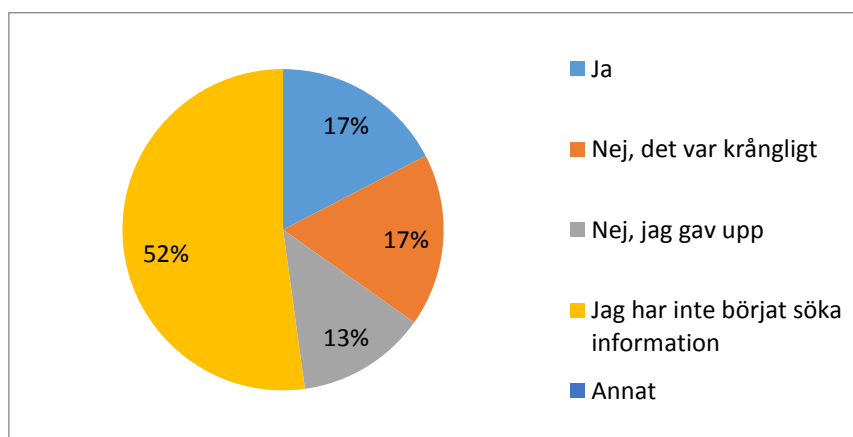
Resultaten visar tydligt på att en majoritet anser att de hade behövt mer information innan de investerar i en solcellsanläggning. I nästa fråga framkommer en förklaring till varför de är oinformerade. Ingen av de svarande ansåg sig vara helt tillfredsställda med den information de hade. Varför andelen som svarade ”Ja, tillräckligt” var högst bland fastighetsbolagen är troligtvis för att de har någon inom företaget som jobbar med energifrågor. Rådatan visar att de som redan har installerat solceller svarade att de hade tillräckligt med information.

### Fråga 6

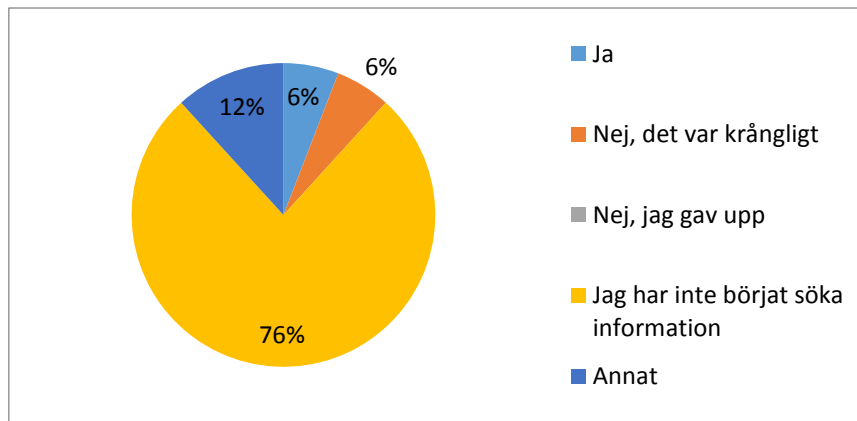
Svaren på frågan: *Tycker du att det var lätt att hitta informationen?* visas i Figur 33 - 35 nedan. Den här frågan var en uppföljning på fråga 5 och undersökte om respondenterna hade behövt hjälp med att hitta information om vad en installation av solceller kommer att innebära.



Figur 33. Om fastighetsbolagen ansåg att det var lätt att hitta informationen.



Figur 34. Om villaägarna ansåg att det var lätt att hitta informationen.



**Figur 35. Om bostadsrättsföreningarna ansåg att det var lätt att hitta informationen.**

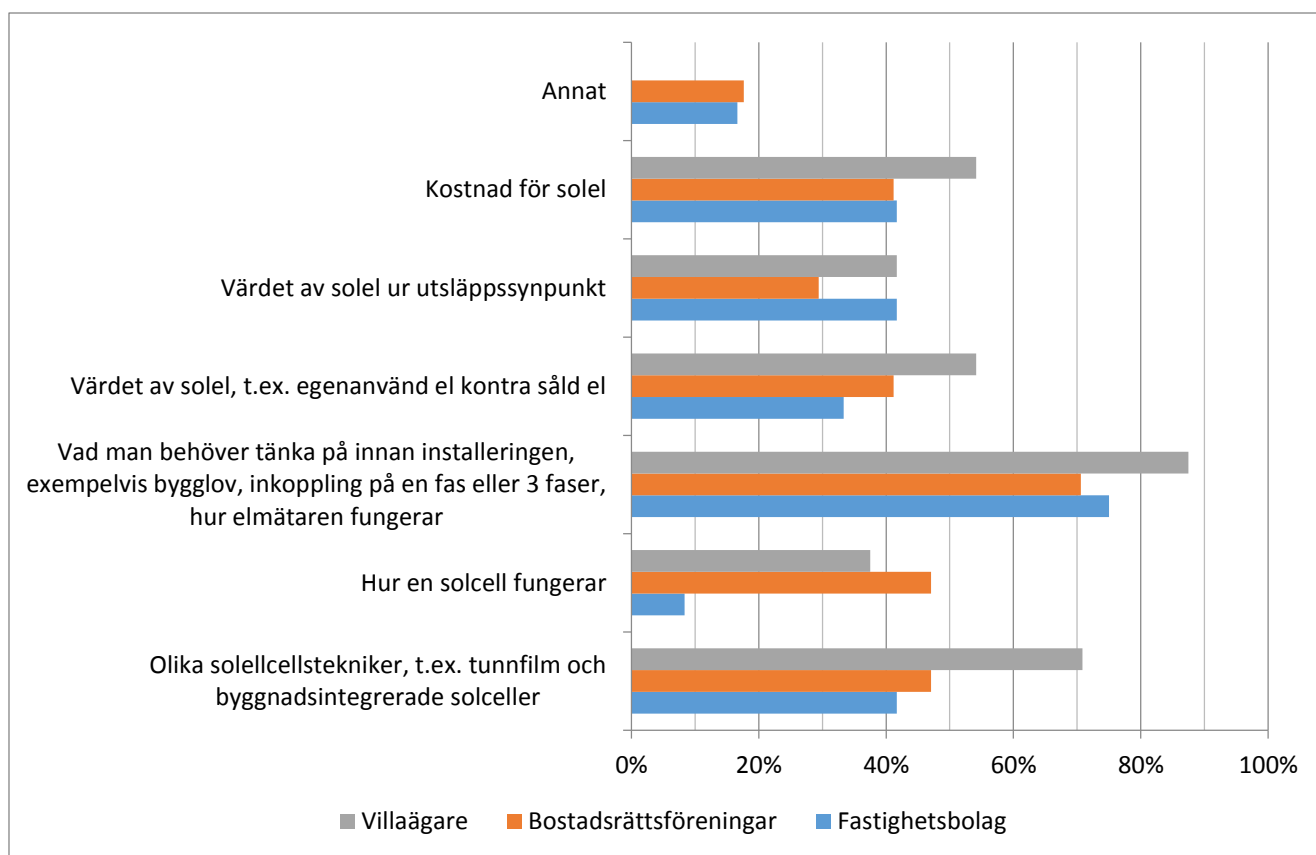
Annat 1: ”Känner till en hel del.”

Annat 2: ”Har bara börjat undersöka.”

Resultaten visar att många respondenter inte har börjat söka någon information ännu vilket kan vara en förklaring till varför så många i föregående fråga ansåg att de inte hade tillräckligt med information. En fjärdedel av fastighetsbolagen uppgav att det var krångligt att hitta information vilket kan bero på att inte alla fastighetsbolag har en anställd som jobbar med energifrågor. Nästan en tredjedel av villaägarna ansåg att det var besvärligt att hitta information. Varför det är en mindre andel som inte börjat söka information bland villaägarna jämfört med de andra respondentgrupperna kan förklaras med att villaägarna inte behöver involvera eller få ett godkännande av andra personer innan de börjar söka information vilket kan vara fallet i föreningar och bolag. Sammanfattningsvis är det svårt att säga något om hur mycket hjälp respondenterna behöver med att hitta information kring solceller eftersom så många inte hade börjat söka efter information. Men det som resultaten ändå visar på är att bland de som har börjat söka information så finns det ett behov av mer lättillgänglig information för fastighetsägarna.

### **Fråga 7**

Svaren på frågan: *Vad är det för information du saknar och vill ha mer av?* visas i Figur 36 nedan. På denna fråga kunde flera svarsalternativ väljas. Syftet med frågan var att bilda en uppfattning om vad för slags information de svarande hade velat ha för att känna sig trygga och våga ta steget till att investera i solcellsanläggningar på sina fastigheter.



Figur 36. Vilken information saknar de svarande och vill ha mer av.

Fastighetsbolag:

Annat 1: "Ingen."

Annat 2: "Har inte börjat söka info."

Bostadsrättsföreningar:

Annat 1: "Nyttan för en bostadsrättsförening med radhus."

Annat 2: "Relation till nätägaren."

Annat 3: "Tekniska lösningar. Vår förening är liten. Hur kan vi nyttja egenproducerad el även i lägenheterna."

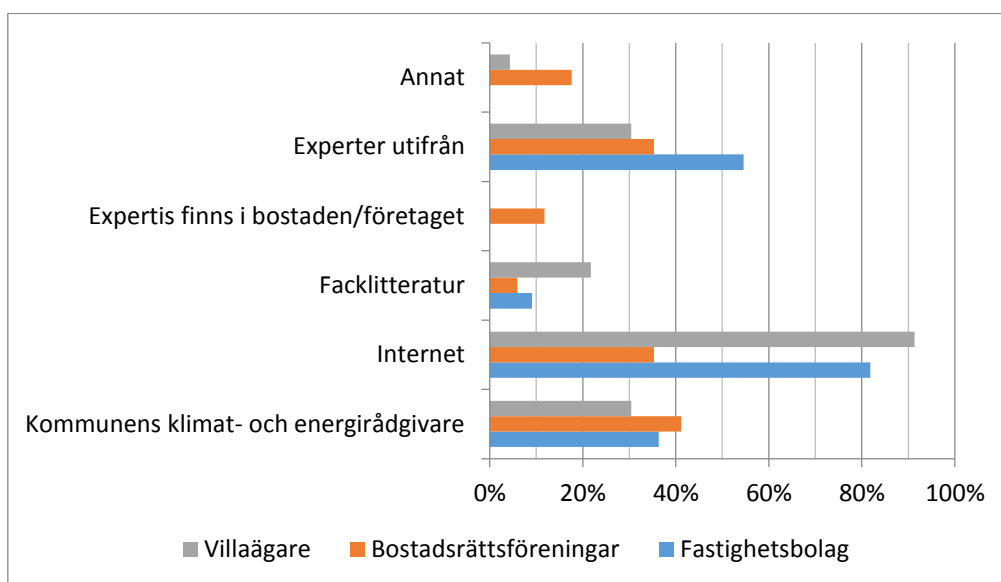
Resultatet visar att alla tre respondentgrupper önskar mer information som har med den praktiska biten vid en installation av solceller att göra. Detta tyder på att det är den informationen som är svårast att finna medan information rörande t.ex. kostnaden för solet är mer lättillgänglig. Skillnader i resultaten för de olika respondentgrupperna går att se bland annat i den låga andel fastighetsbolag som svarat att de vill ha information om hur en solcell fungerar. De ser förmodligen inget intresse av att veta hur solceller däremot kanske det skapar ett mervärde för en villaägare om denne har den informationen. En annan tydlig skillnad är att villaägarna i större utsträckning vill veta mer om olika solellcellstekniker. Eftersom solceller kan upplevas som fula av många vilket potentiellt kan sänka värdet för bostaden gör kanske att de vill undersöka möjligheten att installera solceller som syns mindre. Bostaden och dess utseende är viktig för många och bostaden är även i många fall den mest värdefulla egendomen i ett hushåll. Den höga procentandelen för alla svarsalternativ tyder på att många angav flera



svarsalternativ vilket i sin tur visar på att respondenterna önskar mycket information inom flera områden. En bostadsrättsförening vill ha information om hur föreningen ska kunna använda solelen i lägenheterna. Föreningen vet säkert om problemet med lagen om energiskatt som finns i dagsläget. I efterhand insågs att det hade varit klokt att ha med ett till svarsalternativ: lagar och regler för egenproduktion av solel.

## Fråga 8

Svaren på frågan: *Hur fick du tag på informationen? Om du inte börjat söka information än så är frågan hur du tror att du skulle gå tillväga för att få tag på informationen?* visas i Figur 37 nedan. På denna fråga kunde flera svarsalternativ väljas. Frågan hade syftet att undersöka var de svarande har hämtat eller tänkt hämta informationen ifrån.



Figur 37. Var de funnit eller tänker leta efter information om solceller.

Villaägare:

Annat: ”Leverantörer av utrustning.”

Bostadsrättsföreningar:

Annat 1: ”HSB.”

Annat 2: ”Har jobbat lite med frågan.”

Annat 3: ”Andra Brf har installerat solceller.”

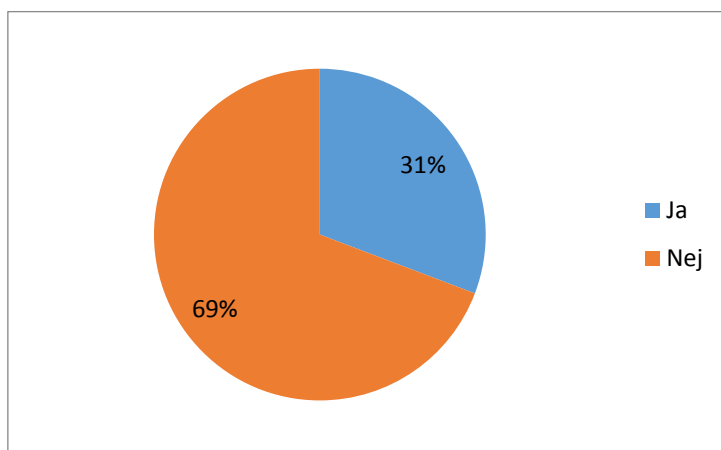
Resultaten visar att de flesta villaägare och fastighetsbolag väljer att söka efter information gällande en installation av solceller på internet vilket inte är direkt uppseendeväckande. Däremot är det betydligt färre bostadsrättsföreningar som väljer internet som informationskälla. Bland bostadsrättsföreningar är istället den vanligaste informationskällan, kommunens experter som även är ett relativt frekvent svarsalternativ bland de andra grupperna också. Experter utifrån är också ett relativt populärt svarsalternativ bland föreningarna vilket kan bero på att de ser HSB som en expert utifrån. Sven Andersson på HSB har nämligen varit delaktig i projekt gällande en installation av solcellsanläggning

på en av HSB:s bostadsrättsföreningar. Svartalternativen ”Annat 1” och ”Annat 3” visar just på att informationen har hämtats eller kommer att hämtas från HSB eller en annan medlemsförening. Varför andelen fastighetsbolag som kommer att ta hjälp av experter utifrån är större än andelen av de andra grupperna är troligtvis på grund av att de väljer att fokusera sin tid på sin kärnverksamhet istället. Det är få respondenter som uppger att de själva har kunskap vilket betyder att det kan vara en god idé att bistå de som överväger att installera solceller med vägledning och kunskap.

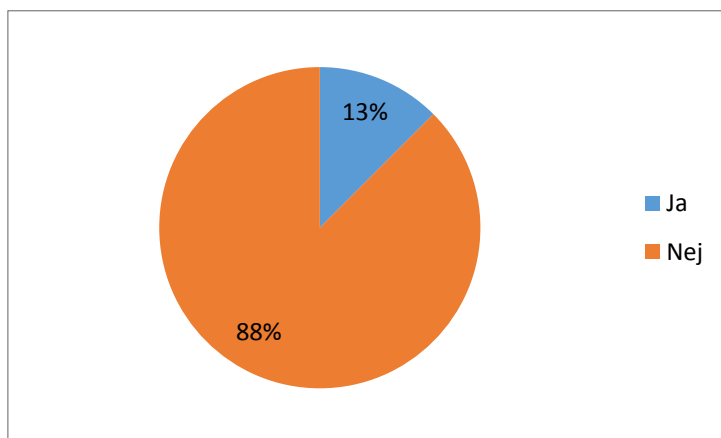
#### 5.1.4 Solpotentialkarta

##### Fråga 9

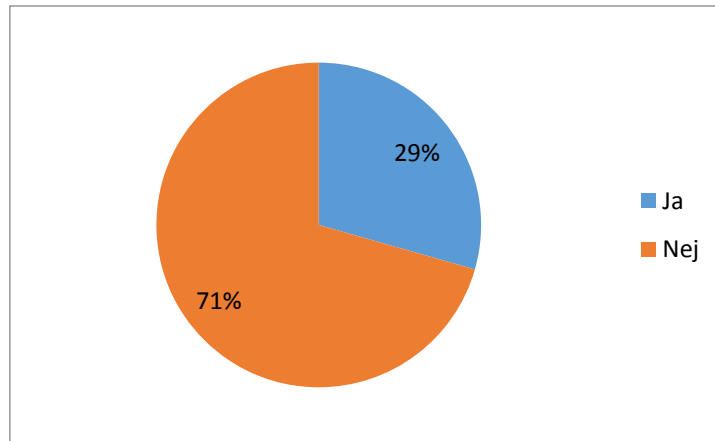
Svaren på frågan: *Visste du att det håller på att tas fram en solpotentialkarta över Landskrona kommun?* visas i Figur 38 - 40 nedan. I samband med frågan gavs en kort beskrivning av vad en solpotentialkarta är för att respondenterna skulle veta vad det var som frågades om. Syftet med frågan var att se hur många av respondenterna som vet om att Landskrona ska få en solpotentialkarta vilket kan ge en fingervisning om hur mycket mer den borde marknadsföras för att få en allmän spridning.



Figur 38. Om fastighetsbolagen känner till att Landskrona ska få en solpotentialkarta.



Figur 39. Om villaägarna känner till att Landskrona ska få en solpotentialkarta.

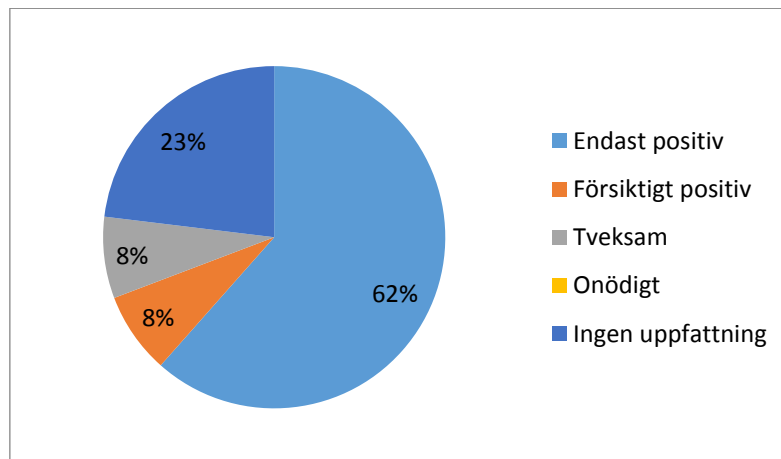


**Figur 40. Om bostadsrättsföreningarna känner till att Landskrona ska få en solpotentialkarta.**

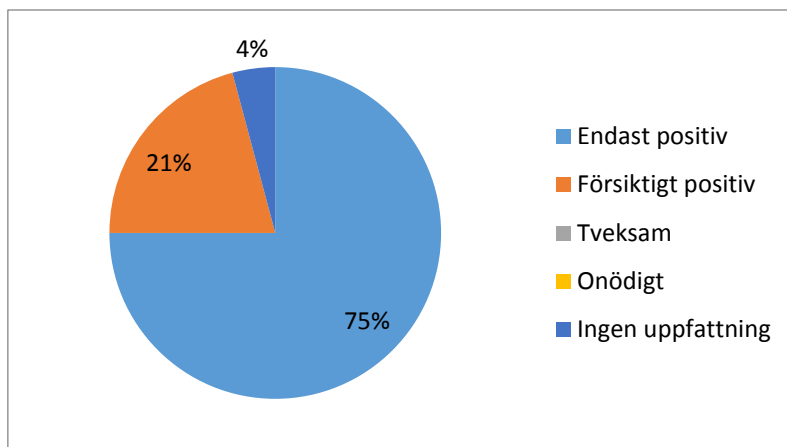
Resultaten visar på att en majoritet av respondenterna inte visste om att Landskrona ska få en solpotentialkarta. Varför andelen ovetande var större bland villaägare än bland de andra grupperna är svårt att säga något om. Men det visar på att marknadsföringen av solpotentialkartan bör fokusera på målgruppen villaägare.

### Fråga 10

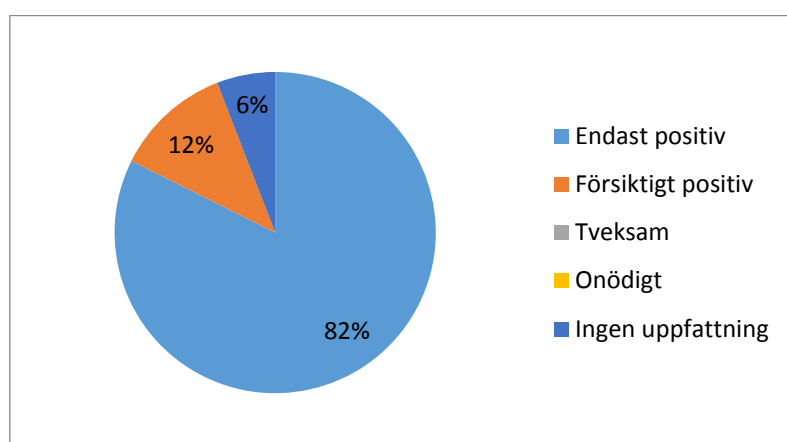
Svaren på frågan: *Vad anser du om att Landskrona ska få en solpotentialkarta?* visas i Figur 41 - 43 nedan. Syftet med frågan var att undersöka respondenternas inställning till den kommande solpotentialkartan i Landskrona.



**Figur 41. Hur fastighetsbolagen ställer sig till solpotentialkartan.**



**Figur 42. Hur villaägarna ställer sig till solpotentialkartan.**

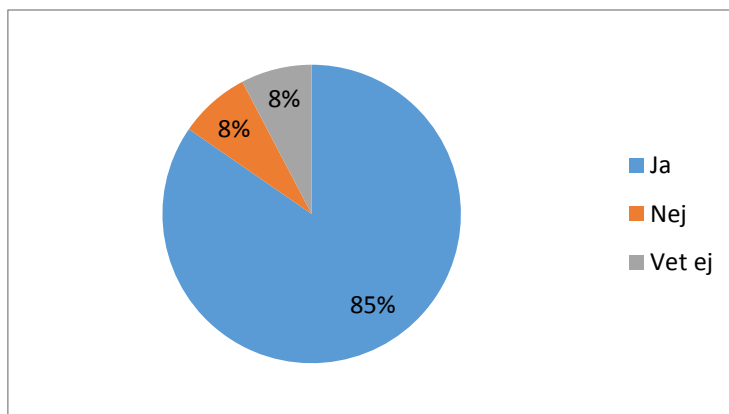


**Figur 43. Hur bostadsrättsföreningarna ställer sig till solpotentialkartan.**

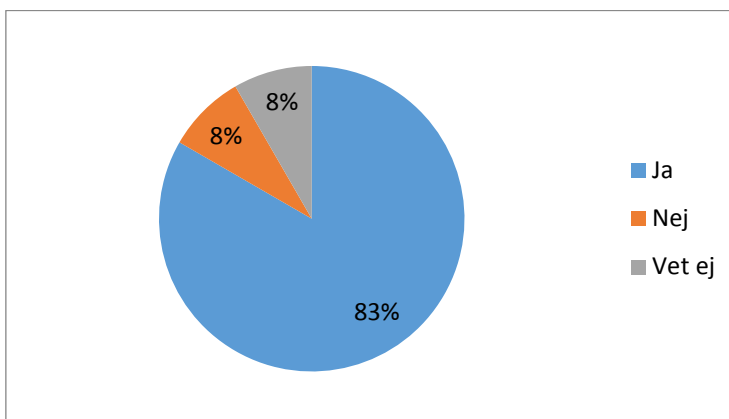
Även om majoriteten av respondenterna inte visste om att Landskrona ska få en solpotentialkarta så är de flesta ändå positivt inställda till att deras stad ska få en sådan karta. Varför nästan en fjärdedel av fastighetsbolagen svarar ”Ingen uppfattning” är svårt att säga någonting om. Intressant är att ingen respondent svarar att solpotentialkartan är onödigt och knappt någon respondent har ens en tveksam inställning. Troligtvis hade fler tyckt det om frågan hade formulerats om eftersom nu går det att uppfatta det som att solpotentialkartan är gratis vilket inte är fallet.

### Fråga 11

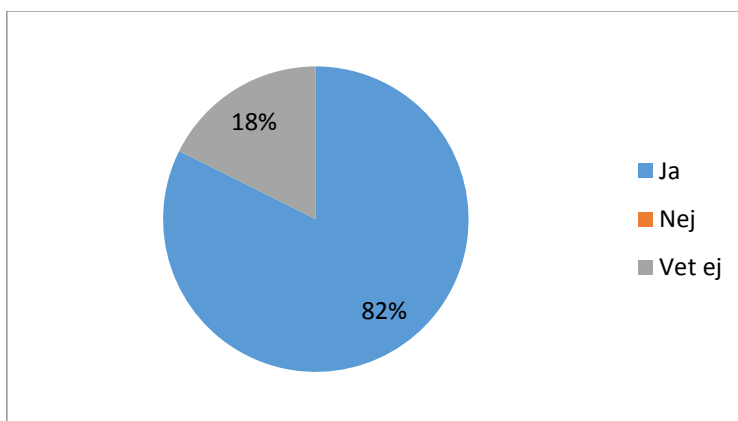
Svaren på frågan: *Kommer du att kolla på solpotentialkartan?* visas i Figur 44 - 46 nedan. Frågans syfte var att undersöka respondenternas intresse för solpotentialkartan i Landskrona.



**Figur 44. Om fastighetsbolagen kommer att kolla på solpotentialkartan.**



**Figur 45. Om villaägarna kommer att kolla på solpotentialkartan.**



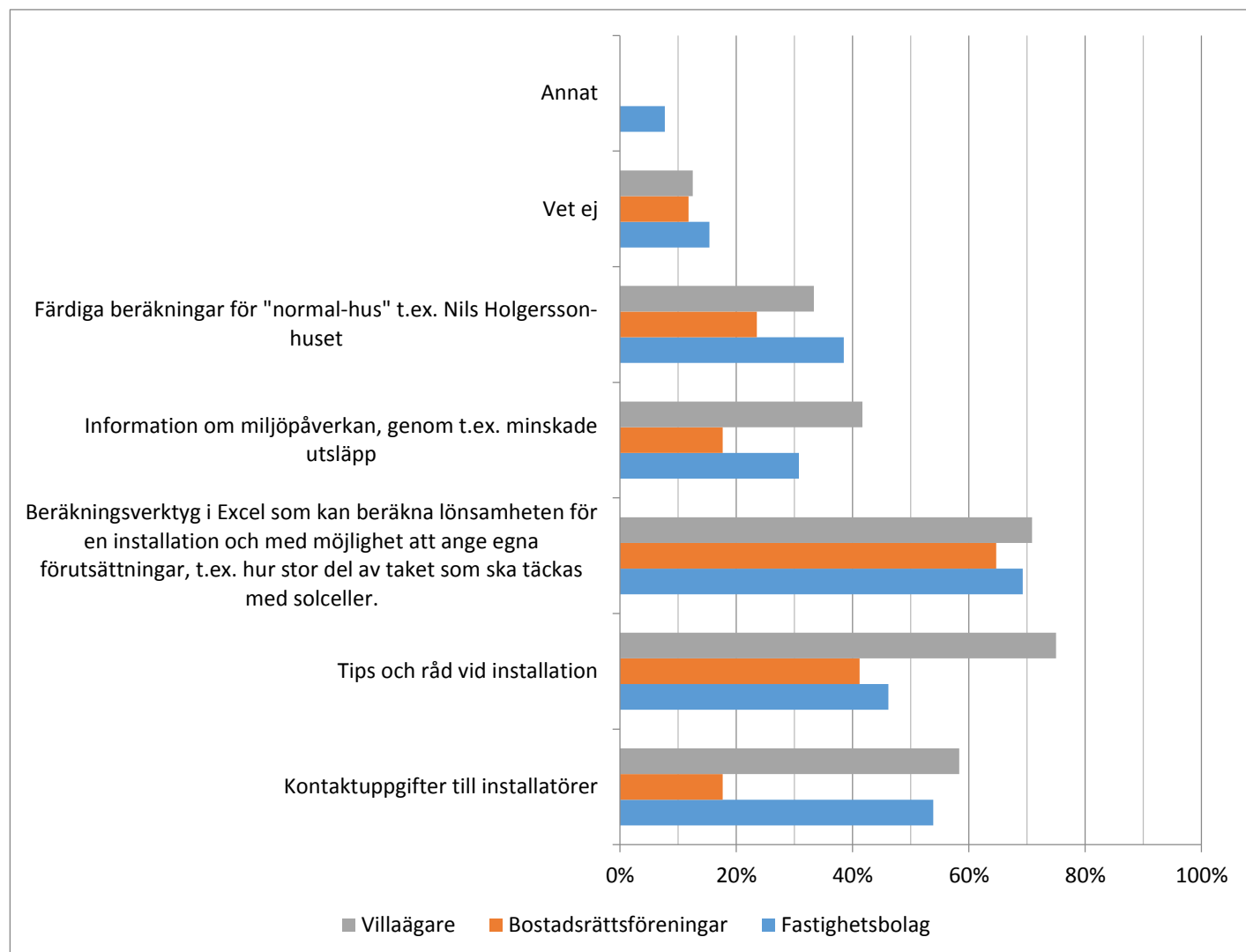
**Figur 46. Om bostadsrättsföreningarna kommer att kolla på solpotentialkartan.**

Många respondenter anger att de kommer att kolla på solpotentialkartan vilket förhoppningsvis innebär att intresset för den är stort bland många av fastighetsägarna i Landskrona. Resultatet uppvisar ingen betydande skillnad mellan de olika respondentgrupperna.

## Fråga 12

Svaren på frågan: *Vilken typ av kompletterande information skulle du helst vilja ha i samband med solpotentialkartan?* visas i Figur 47 nedan. På denna fråga kunde flera svarsalternativ väljas. Syftet

med frågan var att undersöka vad för information och/eller hjälpmedel respondenterna önskar finnas tillgänglig när de besöker hemsidan för solpotentialkartan.



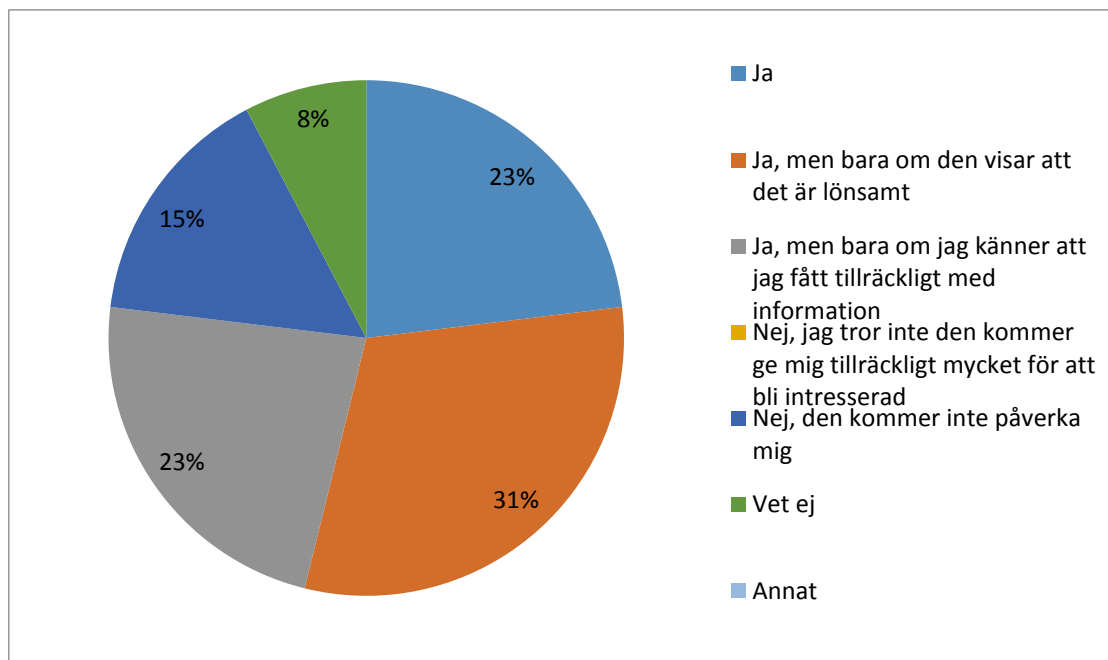
**Figur 47. Vad för information respondenterna hade velat se i anknytning till solpotentialkartan.**

Annat: "Hjälp med upphandling/Kollektiva upphandlingar."

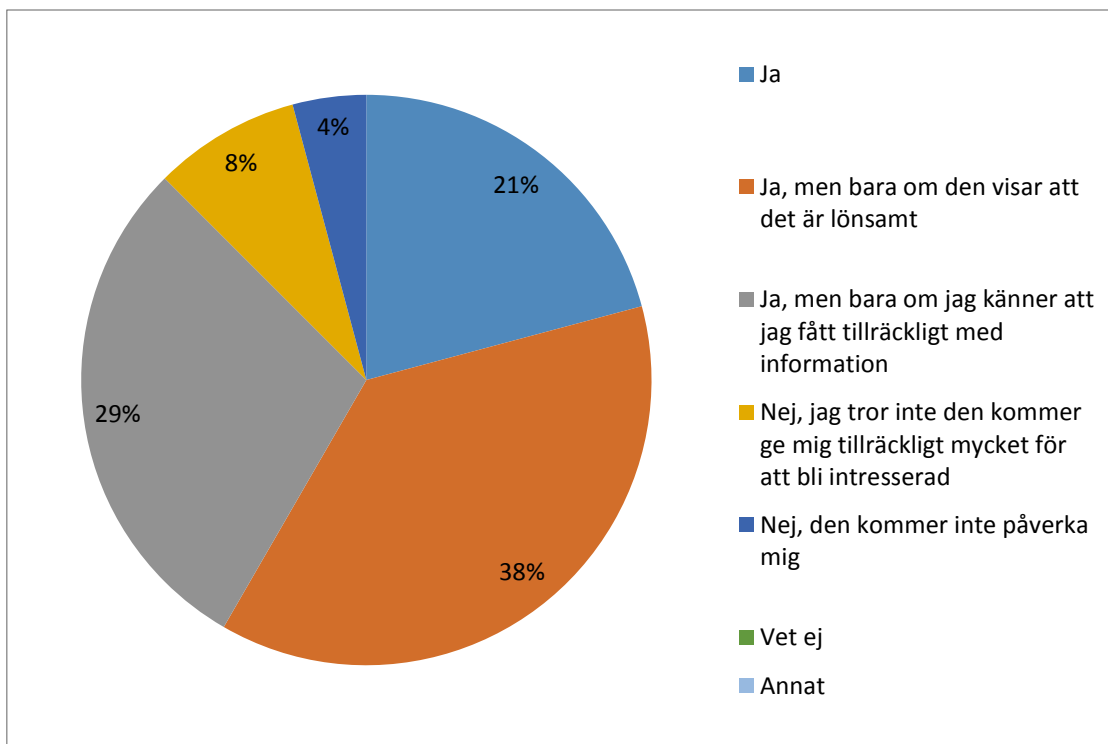
Resultatet visar lyckligtvis på att alla respondentgrupper hade velat ha tillgång till ett beräkningsverktyg i samband med solpotentialkartan. Eftersom detta arbetets huvudsyfte har varit att utveckla ett sådant verktyg så är det extra roligt att resultaten indikerar att det finns ett behov för ett sådant verktyg. Varför andelen villaägare som väljer svarsalternativet "Tips och råd vid installation" är signifikant större än andelen bland de andra grupperna kan tyda på att villaägare i högre utsträckning väljer att sköta installationen helt eller delvis själva. En förklaring till att så få bostadsrättsföreningar vill ha kontaktuppgifter till installatörer kan vara att de hellre går igenom HSB för att få dessa uppgifter. Resultaten pekar även på att många svarande valde fler än ett svarsalternativ vilket troligtvis innebär att enbart informationen solpotentialkartan ger inte är tillräcklig för respondenterna.

### Fråga 13

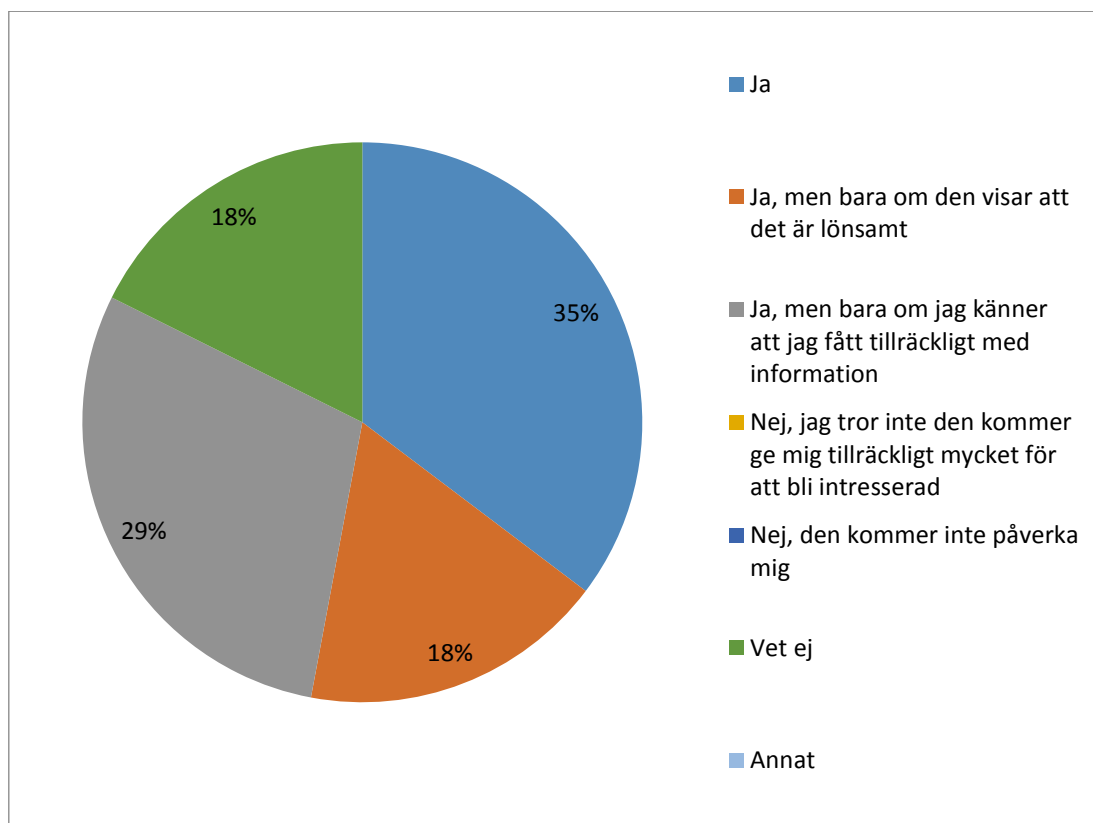
Svaren på frågan: *Tror du att en solpotentialkarta med kompletterande information kan få dig att överväga en installation av solceller på din fastighet?* visas i Figur 48 - 50. Syftet med frågan var att ta reda på om en solpotentialkarta tillsammans med ett beräkningsverktyg och annan nyttig information kan bidra till att fler överväger en installation av solceller. Resultatet kommer att jämföras med resultatet på fråga 2 vilket betyder att det går att se om dessa hjälpmedel kan få respondenterna att ändra inställning till solceller på sina fastigheter. Det kommer att illustreras i Tabell 1 - 3 med en kolumn som visar vad respondenten svarade på fråga 2 och en annan kolumn med svaret på denna fråga.



**Figur 48. Huruvida solpotentialkartan tillsammans med den information de önskar finnas tillgänglig i anknötning, kan få fastighetsbolagen att överväga en investering.**



**Figur 49. Huruvida solpotentialkartan tillsammans med den information de önskar finnas tillgänglig i anknötning, kan få villaägarna att överväga en investering.**



**Figur 50. Huruvida solpotentialkartan tillsammans med den information de önskar finnas tillgänglig i anknötning, kan få bostadsrättsföreningarna att överväga en investering.**



Efter det att enkäten sammanställts och skickats ut insågs att svarsalternativen ”Ja, men bara om den visar att det är lönsamt” och ”Ja, men bara om jag känner att jag fått tillräckligt med information” överlappar varandra eftersom vetskap om eventuell lönsamhet bör rymmas under begreppet: tillräckligt med information. Skillnaden mellan svarsalternativen samt syftet med att ha dessa två svarsalternativ hade blivit tydligare om det senare svarsalternativet hade lyddit: ”Ja, men bara om jag känner att jag fått tillräckligt med information, exklusive information om lönsamhet”. Resultatet åskådliggör på ett tydligt sätt att en majoritet av respondenterna kan överväga en installation av solceller om de har tillgång till bland annat solpotentialkartan och beräkningsverktyget. Resultaten för villaägarna och fastighetsbolagen är relativt likvärdiga. Bostadsrättsföreningarnas svar sticker ut lite grann med tanke på att ingen av dem svarade nej och en hög andel som svarade ”Ja”. Däremot pekar resultaten på en lite större osäkerhet bland föreningarna med hänsyn till andelen som svarade ”Vet ej”.

**Tabell 1. Sammanställning av svaren på frågorna om de har övervägt en investering i solceller. Fastighetsbolag.**

Fråga 2	Fråga 13
Ja, har redan gjort det	Ja
Ja, absolut	Ja, men bara om jag känner att jag fått tillräckligt med information
Ja, troligtvis	Ja
Ja, troligtvis	Ja
Ja, troligtvis	Ja, men bara om den visar att det är lönsamt
Ja, troligtvis	Ja, men bara om jag känner att jag fått tillräckligt med information
Ja, troligtvis	Ja, men bara om jag känner att jag fått tillräckligt med information
Nej, tveksamt	Ja, men bara om den visar att det är lönsamt
Nej, tveksamt	Ja, men bara om den visar att det är lönsamt
Nej, tveksamt	Nej, den kommer inte påverka mig
Nej, absolut inte	Nej, den kommer inte påverka mig
Vet ej	Ja, men bara om den visar att det är lönsamt
”Det är inte mitt beslut”	Vet ej

Tabell 2. Sammanställning av svaren på frågorna om de har övervägt en investering i solceller. Villaägare.

Fråga 2	Fråga 13
Ja, absolut	Ja
Ja, absolut	Ja
Ja, absolut	Ja
Ja, troligtvis	Ja
Ja, troligtvis	Ja
Ja, troligtvis	Ja, men bara om den visar att det är lönsamt
Ja, troligtvis	Ja, men bara om den visar att det är lönsamt
Ja, troligtvis	Ja, men bara om jag känner att jag fått tillräckligt med information
Ja, troligtvis	Ja, men bara om jag känner att jag fått tillräckligt med information
Nej, tveksamt	Ja, men bara om den visar att det är lönsamt
Nej, tveksamt	Ja, men bara om den visar att det är lönsamt
Nej, tveksamt	Ja, men bara om den visar att det är lönsamt
Nej, tveksamt	Ja, men bara om den visar att det är lönsamt
Nej, tveksamt	Ja, men bara om den visar att det är lönsamt
Nej, tveksamt	Ja, men bara om den visar att det är lönsamt
Nej, tveksamt	Ja, men bara om jag känner att jag fått tillräckligt med information
Nej, tveksamt	Ja, men bara om jag känner att jag fått tillräckligt med information
Nej, tveksamt	Nej, jag tror inte den kommer ge mig tillräckligt mycket för att bli intresserad
Nej, tveksamt	Nej, den kommer inte påverka mig
Nej, absolut inte	Nej, jag tror inte den kommer ge mig tillräckligt mycket för att bli intresserad
Vet ej	Ja, men bara om den visar att det är lönsamt
Vet ej	Ja, men bara om jag känner att jag fått tillräckligt med information
Vet ej	Ja, men bara om jag känner att jag fått tillräckligt med information
Vet ej	Ja, men bara om jag känner att jag fått tillräckligt med information

Tabell 3. Sammanställning av svaren på frågorna om de har övervägt en investering i solceller. Bostadsrättsföreningar.

Fråga 2	Fråga 13
Ja, har redan gjort det	Ja, men bara om jag känner att jag fått tillräckligt med information
Ja, troligtvis	Ja
Ja, troligtvis	Ja
Ja, troligtvis	Ja
Ja, troligtvis	Ja
Ja, troligtvis	Ja
Ja, troligtvis	Ja, men bara om jag känner att jag fått tillräckligt med information
Ja, troligtvis	Ja, men bara om jag känner att jag fått tillräckligt med information
Ja, troligtvis	Vet ej
Nej, tveksamt	Ja, men bara om den visar att det är lönsamt
Nej, tveksamt	Ja, men bara om den visar att det är lönsamt
Nej, tveksamt	Ja, men bara om jag känner att jag fått tillräckligt med information
Nej, tveksamt	Ja, men bara om jag känner att jag fått tillräckligt med information
Nej, tveksamt	Vet ej
Nej, absolut inte	Vet ej
Vet ej	Ja
Vet ej	Ja, men bara om den visar att det är lönsamt

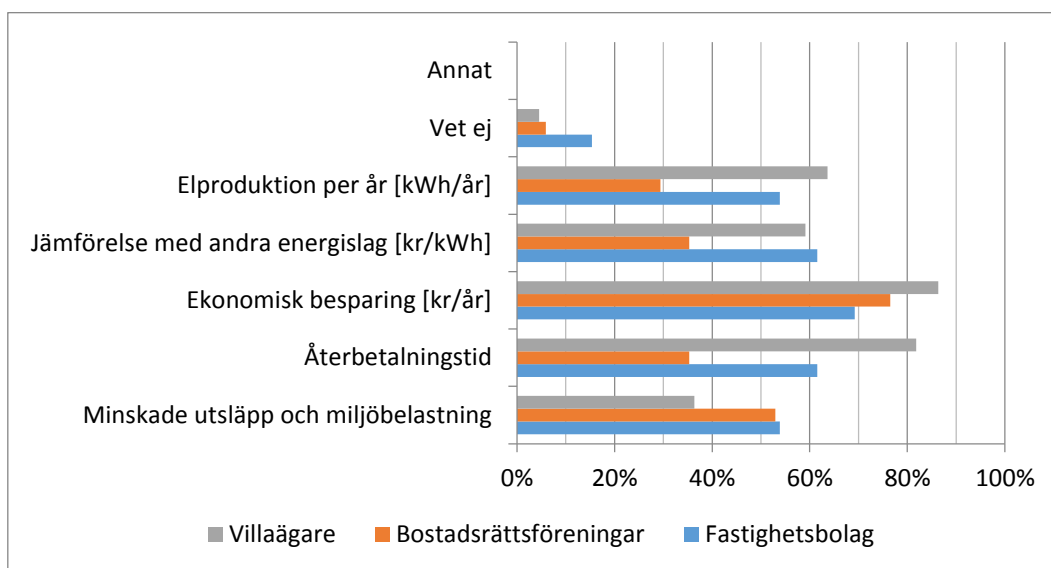
I Tabell 1 ses att två fastighetsbolag som svarade nej på fråga 2 nu istället uppger att de överväger en installation om den är lönsam. I Tabell 2 visas resultatet för villaägarna och i den demonstreras att de flesta som svarade ”Nej, tveksamt” på fråga 2 nu svarar att de kan tänka sig att investera i solceller. I Tabell 2 kan en annan intressant observation göras och det är att alla som var osäkra och svarade ”Vet ej” på fråga 2 har istället en positiv inställning till solceller på denna fråga. Tabell 3 visar att de flesta bostadsrättsföreningar som inte övervägde en installation i fråga 2 nu i denna fråga gör det. De som var osäkra innan är det inte längre utan uppvisar istället en positiv inställning. Sammantaget visar resultaten på att det är fullt möjligt att få fastighetsägare som har en skeptisk inställning till solceller att ändra sin attityd om de har tillgång till en solpotentialkarta med den kompletterande information de önskar som t.ex. ett beräkningsverktyg.

### 5.1.5 Beräkningsverktyg

De som inte valde beräkningsverktyg som ett svarsalternativ i Fråga 12 behövde inte svara på följande frågor, vilket betyder att antalet svar kan skilja sig från tidigare diagram. Resultaten på följande frågor kommer ligga till grund för utformningen av beräkningsverktyget för att så många fastighetsägare som möjligt ska finna det legitimt och kan vara ett nyttigt hjälpmedel för dem vid ett investeringsbeslut i solceller. Det leder förhoppningsvis till att många kommer att använda verktyget och få hjälp av det.

## Fråga 14

Svaren på frågan: *Vad hade du önskat få för resultat från beräkningsverktyget?* visas i Figur 51 nedan. På denna fråga kunde flera svarsalternativ väljas. Syftet med frågan var att undersöka vilka och hur många resultat respondenterna önskar att få från beräkningsverktyget. Svarsalternativet ”Jämförelse med andra energislag” är kanske lite vagt formulerat men det som menas är att kostnaden per kWh för en investering i solceller ska kunna jämföras med produktionskostnaden för annan elproduktion. Det kan göras med verktyget LCOE som beskrivs i Kapitel 4.2.2.



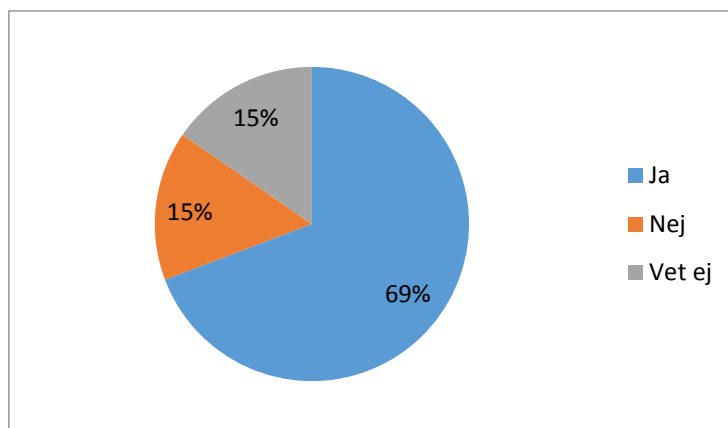
Figur 51. Vad för resultat de önskar få från beräkningsverktyget.

Det alla tre respondentgrupper helst vill att beräkningsverktyget ger som resultat är enligt Figur 51 ekonomisk besparing. Återbetalningstid är också ett resultat många önskar få reda på. Varför så få bostadsrättsföreningar svarar att de önskar få reda på en investerings återbetalningstid har troligtvis en förklaring i att de tänker långsiktigt vid investeringar. Alltså är det inte lika viktigt för dem att få reda på när investeringen har återbetalat sig. Det är svårt att svara på varför så få bostadsrättsföreningar vill veta hur stor elproduktionen från solcellerna är. Procentandelarna för alla svarsalternativ är relativt höga vilket tyder på att respondenterna önskar att beräkningsverktyget ger dem mer än ett resultat. Särskilt tydligt är det bland fastighetsbolagen där alla svarsalternativ har en procentandel över 50 % och bland villaägarna där fyra av fem svarsalternativ är över 50 %. Bostadsrättsföreningarna väljer genomgående färre svarsalternativ.

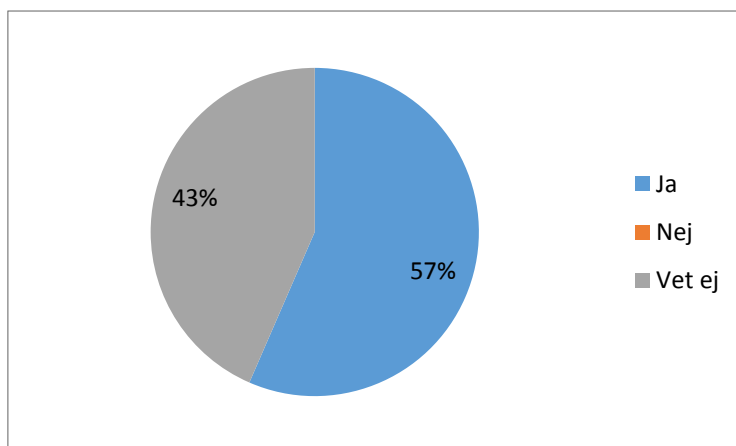
## Fråga 15

Svaren på frågan: *Om det finns möjlighet att ändra olika parametrar själv i beräkningsverktyget. Hade du utnyttjat det?* visas i Figur 52 - 54 nedan. För att respondenterna skulle förstå vad frågan syftade på gavs även exempel på parametrar som: kostnad för anläggningen, elpris, elcertifikat, verkningsgrad

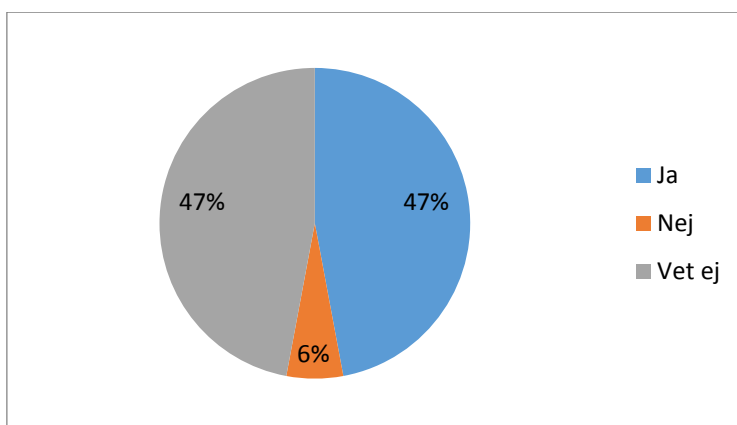
och livslängd. Syftet med frågan var att undersöka om det finns ett intresse av att på egen hand ändra på parametrar i beräkningsverktyget.



**Figur 52. Om fastighetsbolagen hade utnyttjat möjligheten att ändra parametrar i beräkningsverktyget.**



**Figur 53. Om villaägarna hade utnyttjat möjligheten att ändra parametrar i beräkningsverktyget.**



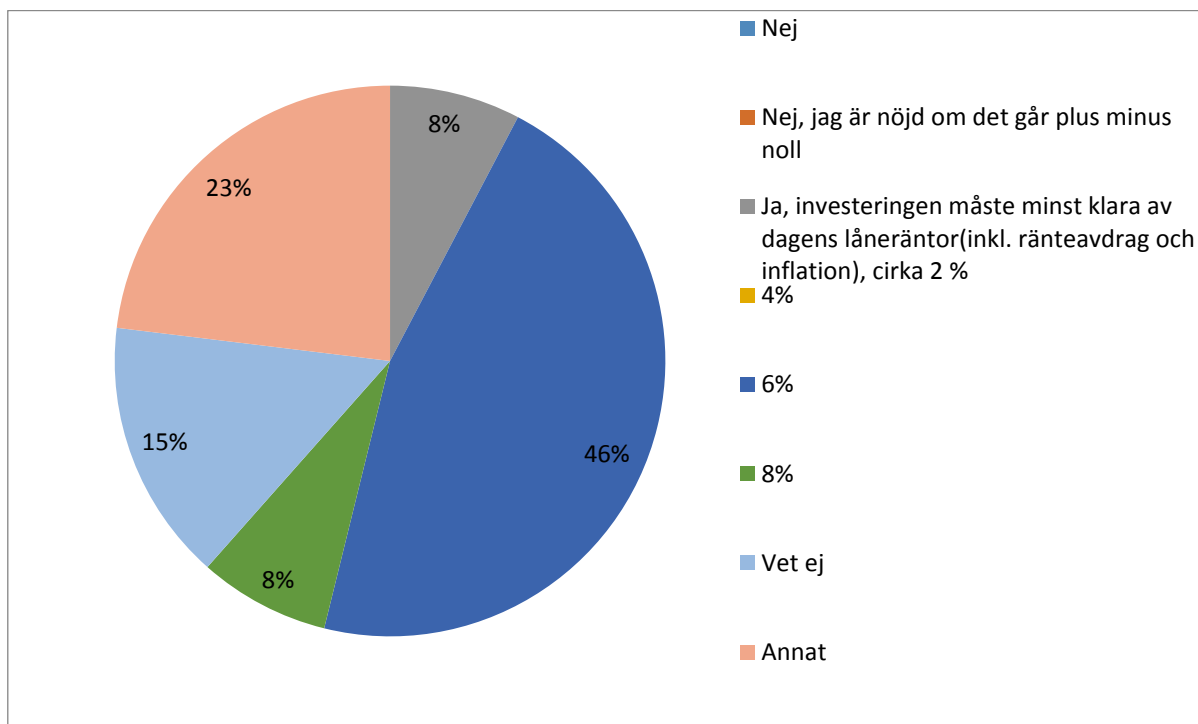
**Figur 54. Om bostadsrättsföreningarna hade utnyttjat möjligheten att ändra parametrar i beräkningsverktyget.**

Många av respondenterna uppger att de själva vill ändra på parametrarna i beräkningsverktyget och det är just därför den möjligheten kommer att ges användarna av beräkningsverktyget. Dock omfattas

svaren av en stor osäkerhet med många respondenter som svarat ”Vet ej”. På grund av denna osäkerhet och det faktum att det är många parametrar som ingår i beräkningsverktyget som kräver rätt mycket kunskap, har det som nämnts i Kapitel 4 beslutats att alla parametrar har ett förutbestämt värde. Det betyder att de som inte vill ändra på parametrarna ändå kommer att få ett gott investeringsunderlag.

### Fråga 16

Svaren på frågan: *Har du ett avkastningskrav på dina investeringar?* visas i Figur 55 - 57 nedan. Syftet med frågan var att bestämma vilken kalkylränta som ska användas i beräkningsverktyget.

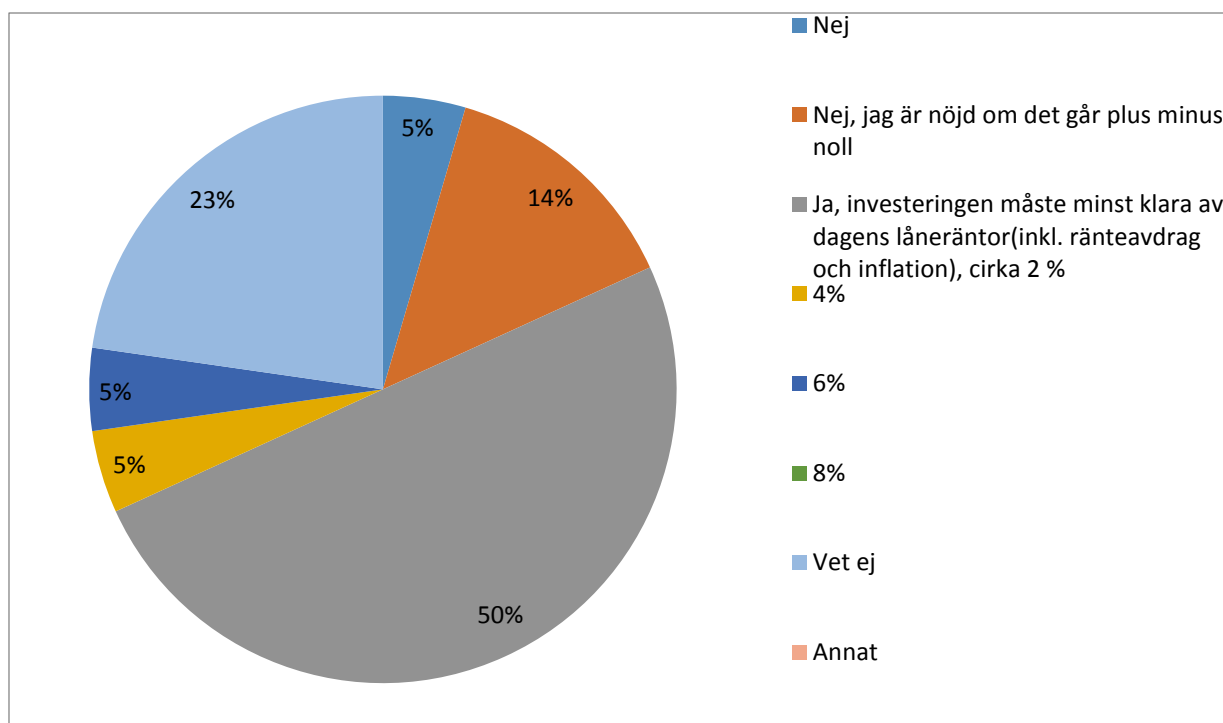


Figur 55. Vad fastighetsbolagen har för avkastningskrav på en investering.

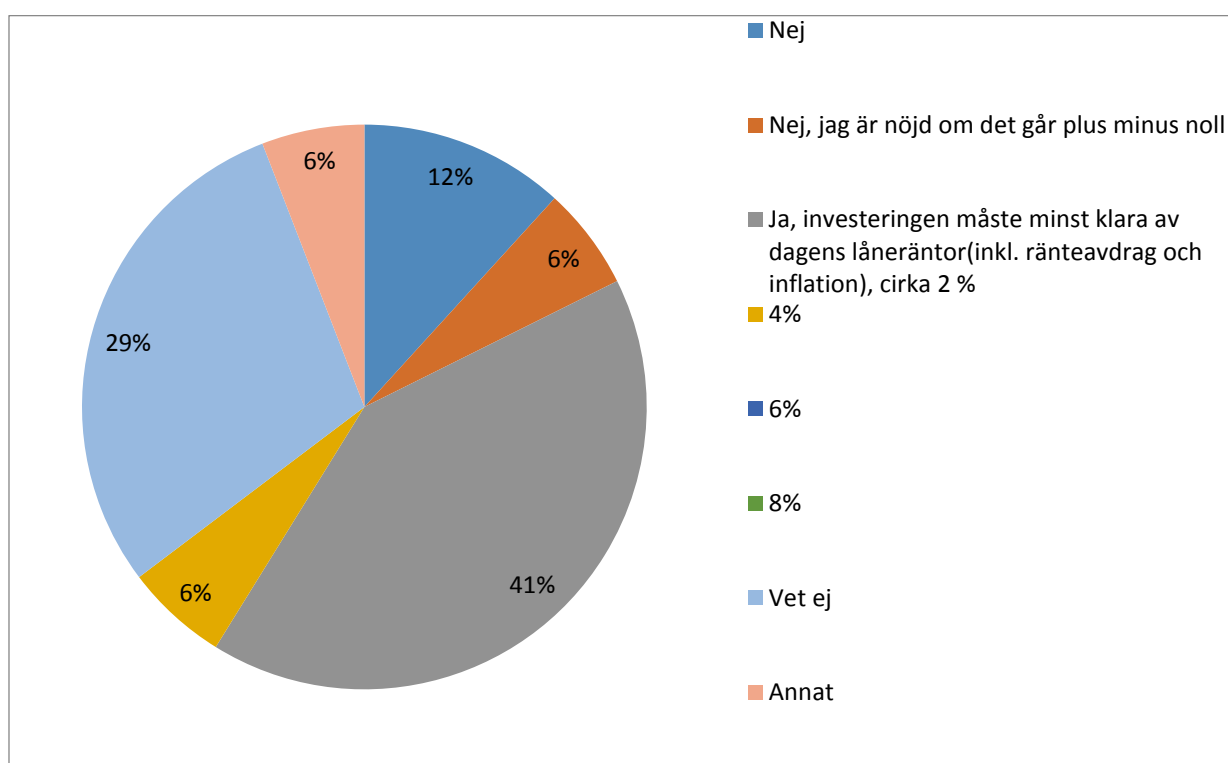
Annat 1: Inte specificerat.

Annat 2: ”Nej inte om det blir ett politiskt beslut.”

Annat 3: Inte specificerat.



Figur 56. Vad villaägarna har för avkastningskrav på en investering.



Figur 57. Vad bostadsrättsföreningarna har för avkastningskrav på en investering.

Annat: ”I grunden kan ligga en kalkyl baserad på tänkt framtida utveckling.”

Resultaten för villaägarna och bostadsrättsföreningarna är väldigt lika varandra medan de flesta fastighetsbolag istället uppgav ett 6 procentigt avkastningskrav i sina investeringskalkyler. Villaägarnas och bostadsrättsföreningarnas svar vägde tungt vid valet av en 2 procentig kalkylränta i

beräkningsverktyget. För att även fastighetsbolag ska använda sig av beräkningsverktyget som ett hjälpmedel vid beslut om en investering i solceller så har det gjorts möjligt att ändra kalkylräntan i beräkningsverktyget. Två fastighetsbolag använder sig av ett annat avkastningskrav än något av de föreslagna men ville inte uppge vad de är. Det kan vara en företagshemlighet men eftersom de svarande är anonyma är det kanske mer troligt att de istället använder sig av återbetalningsmetoden utan kalkylränta vid beräkning av lönsamheten i en investering.

## 5.2 Fallstudie

Nedan presenteras resultaten, som har tagits fram med hjälp av beräkningsverktyget, för de fyra fastigheterna som beskrevs i Kapitel 4.2. I det Kapitlet framgick det att endast fastighet C undviker att betala inmatningstariff och har rätt till skattereduktion för sin överskottsdel. Resultaten som presenteras baseras på den anläggningsstorlek som är mest lönsam för respektive fastighet. Med mest lönsam menas här; den effektstorlek som har den kortaste återbetalningstiden och den högsta internräntan. Tyvärr kunde inget företag uppge vad de betalade för sin elkonsumention och därför används de antagna värdena 92,1 öre/kWh, 77,1 öre/kWh och 17,1 öre/kWh för använd solel i fastigheten för ett företag respektive såld solel med och utan skattereduktion för ett företag. Vilka antaganden som har gjorts samt vilka beståndsdelar dessa två värden består av har redovisats i Kapitel 4.2.2. Använd solel är alltså 15 öre/kWh respektive 75 öre/kWh mer värdefull än såld solel. I Kapitel 5.2.1 görs en känslighetsanalys med avseende på parametrarna livslängd, elprisutveckling, kostnad för drift och underhåll och investeringsstöd. Vidare studeras också vad olika anläggningsstorlekar har för påverkan på lönsamheten samt vad det innebär om elcertifikatmätning för all solelproduktion inte skulle tillämpas.

### Fastighet A

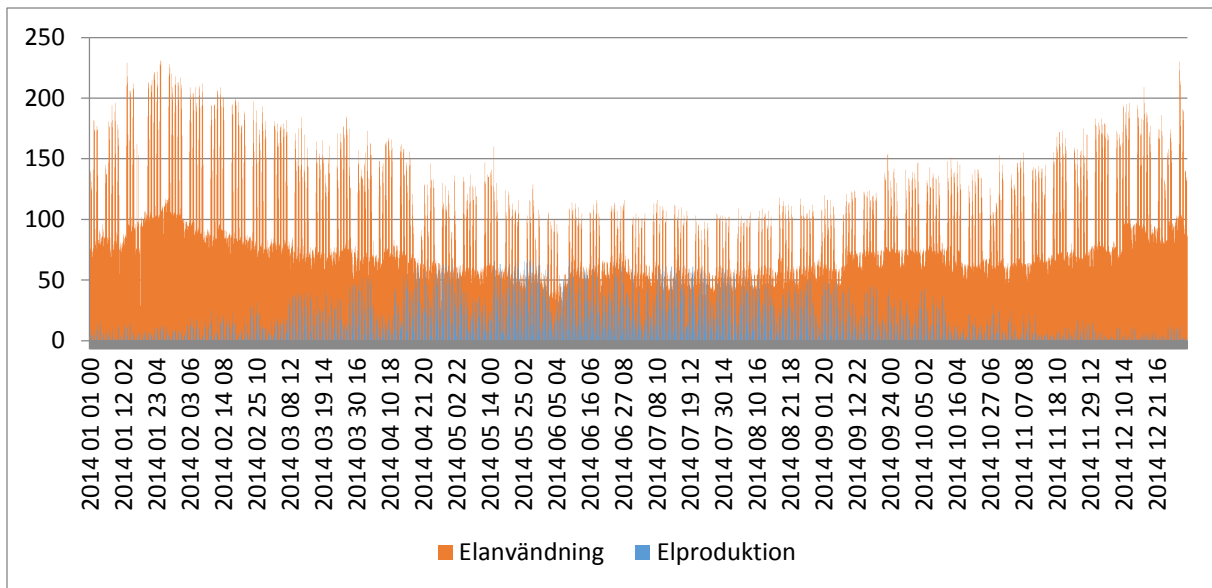
Följande redogörelse gäller för Tabell 4-7. Under rubriken *Indata* ingår först den anläggningsstorlek som är mest lönsam enligt beskrivningen ovanför. Vidare framgår vilken takyta anläggningen upptar, fastighetens elanvändning för 2014 och anläggningens investeringskostnad inklusive kostnaden för elcertifikatmätaren. Värt att nämna är att årliga fasta kostnader som kostnaden för drift och underhåll på 1,5 % av investeringskostnaden samt inmatningstariffen inte är inkluderad i investeringskostnaden. Under *Produktion* ingår anläggningens beräknade elproduktion första året följt av den totala elproduktionen under solcellernas antagna livslängd på 30 år. Sedan följer hur mycket överskottsdel som anläggningen beräknas mata ut på elnätet första året samt under 30 år. Med självförsörjning menas den andel elproduktionen utgör av fastighetens elanvändning. Under *Resultat* redovisas först besparingen anläggningen kommer att medföra under det första året genom minskade kostnader för köpt el. Sedan följer intäkterna under första året som uppstår från försäljning av elcertifikat samt eventuell skattereduktion för mikroproduktion. Därefter redovisas resultaten för lönsamhetsverktygen LCOE, NPV, IRR och återbetalningstid utan och med kalkylränta vilka beskrevs i Kapitel 4.2.2.



Kalkylräntan har som nämnts tidigare antagits vara 2 % i detta arbete. Under *Klimat* redovisas hur mycket koldioxidutsläpp som kommer att undvikas under första året samt under 30 år om anläggningen installeras. Till sist visas hur många kilometer bilkörning detta innebär. I Kapitel 4.2.3 framgår vilka antaganden som har gjorts vid beräkning av en solcellsanläggningens klimatpåverkan. I Figur 58 - 61 presenteras de beräknade timvärdena för elproduktionen från anläggningen i fråga samt respektive fastighets elanvändning för 2014. Hur beräkningsverktyget beräknar dessa timvärden har förklarats i Kapitel 4.2. Enheten för båda timvärdena i figurerna är *kWh*. Resultatet av det mest lönsamma alternativet för fastighet A presenteras i Tabell 4 och anläggningens beräknade elproduktion samt fastighetens elanvändning visas i Figur 58.

**Tabell 4. Resultat från beräkningsverktyget för fastighet A.**

<i>Indata</i>	
Installerad effekt	78 kW
Storlek	507 m <sup>2</sup>
Elanvändning	764 143 kWh
Kostnad	875 000 kr
<i>Produktion</i>	
Produktion första året	80 387 kWh
Total produktion	2 161 943 kWh
Överskottsel första året	816 kWh
Total överskottsel	22 160 kWh
Självförsörjning	10,5 %
<i>Resultat</i>	
Besparing första året	60 100 kr
Intäkt	14 849 kr
LCOE	76,0 öre/kWh
NPV	338 550 kr
IRR	4,70 %
Enkel återbetalningstid	15 år
Diskonterad återbetalningstid	19 år
<i>Klimat</i>	
Klimatbesparing första året	9 646 kg CO <sub>2</sub> -ekv.
Total klimatbesparing	259 433 kg CO <sub>2</sub> -ekv.
Antal kilometer bilkörning första året	60 290 km
Totalt antal kilometer bilkörning	1 621 457 km



**Figur 58. Diagram över timvärden för elanvändning och elproduktion. Fastighet A.**

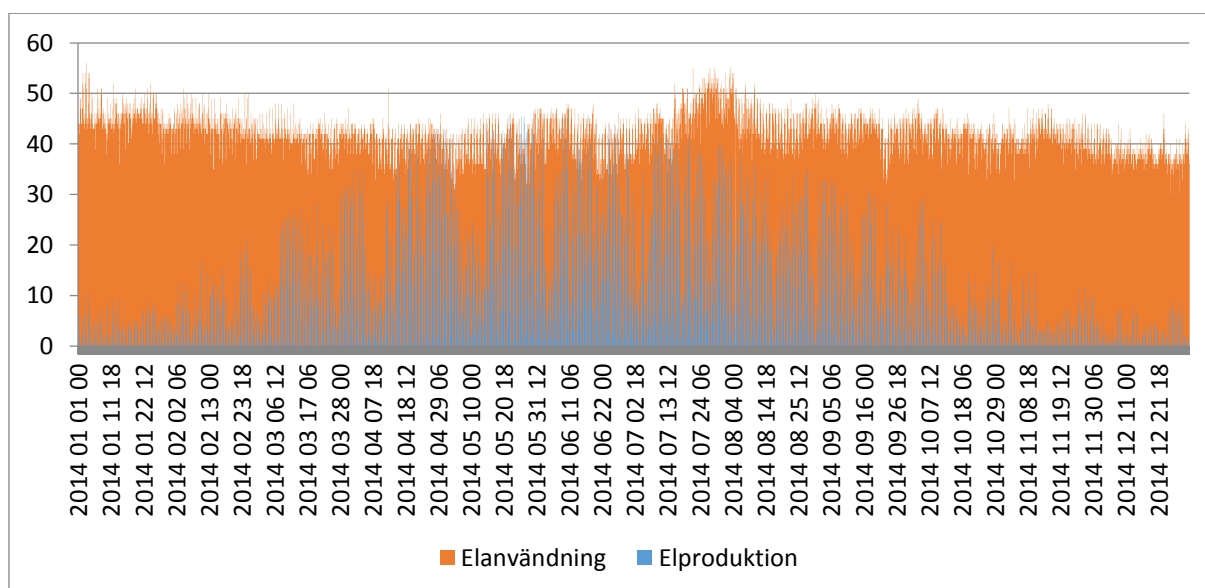
Som Tabell 4 visar är den mest lönsamma anläggningsstorleken för fastighet A 78 kW. Det är en mycket stor anläggning och kommer enligt beräkningsverktyget att producera drygt 80 MWh solel men fastighetens elanvändning är nästan 10 gånger större vilket innebär att den största delen solel kommer att kunna användas internt i fastigheten fastän elanvändningen är mindre under sommarhalvåret som ses i Figur 58. Energidatan som ges av solpotentialkartan visar att drygt 1600 m<sup>2</sup> av fastighetens tak ryms inom energiklassen 1050-1100 kWh/(m<sup>2</sup> · år) vilket betyder att det finns goda möjligheter för en ännu större anläggning utan att försämra energiutbytet som är 1030 kWh/(kW · år). Men eftersom fastigheten inte har någon möjlighet att få skattereduktion för överskottselen är det klokt att inte investera i en alltför stor anläggning som resulterar i en större andel överskottsel. I Figur 58 framgår det att det är enstaka timmar som solelproduktionen överstiger elanvändningen och resultatet blir ett överskott på drygt 800 kWh vilket är försumbart i sammanhanget. Resultatet för LCOE är 76 öre/kWh vilket med god marginal ligger under det antagna värdet för använd el på 92,1 öre/kWh. Företaget har angett att de inte använder sig av kalkylränta vid investeringsberäkningar utan ser endast på återbetalningstiden. För denna anläggning har återbetalningstiden beräknats till 15 år. Även om det är en relativt lång återbetalningstid ses det inte som något större problem eftersom fastigheten med stor sannolikhet inte kommer att byta ägare då fastigheten är anpassad för just ett renhållningsbolag och på grund av att företaget är ett kommunalt bolag.

### **Fastighet B**

Resultatet av det mest lönsamma alternativet för fastighet B presenteras i Tabell 5. Den beräknade solelproduktionen och fastighetens elanvändning illustreras i Figur 59.

Tabell 5. Resultat från beräkningsverktyget för fastighet B.

<i>Indata</i>	
Installerad effekt	53 kW
Storlek	345 m <sup>2</sup>
Elanvändning	357 533 kWh
Kostnad	595 000 kr
<i>Produktion</i>	
Produktion första året	54 273 kWh
Total produktion	1 459 623 kWh
Överskottsel första året	368 kWh
Total överskottsel	10 009 kWh
Självförsörjning	15,2 %
<i>Resultat</i>	
Besparing första året	40 714 kr
Intäkt	9 981 kr
LCOE	78,5 öre/kWh
NPV	203 432 kr
IRR	4,41 %
Enkel återbetalningstid	16 år
Diskonterad återbetalningstid	20 år
<i>Klimat</i>	
Klimatbesparing första året	6 513 kg CO <sub>2</sub> -ekv.
Total klimatbesparing	175 155 kg CO <sub>2</sub> -ekv.
Antal kilometer bilkörning första året	40 705 km
Totalt antal kilometer bilkörning	1 094 717 km



Figur 59. Diagram över timvärden för elanvändning och elproduktion. Fastighet B.

I Tabell 5 ses att det mest lönsamma alternativet enligt beräkningsverktyget är en solcellsanläggning med 53 kW effekt. Kostnaden för en sådan anläggning blir cirka 11 200 kr/kW och den beräknas att ha ett högt energiutbyte på 1024 kWh/(kW · år). Enligt solenergidatan är det ungefär 600 m<sup>2</sup> takyta som faller inom energiklassen 1050-1100 kWh/(m<sup>2</sup> · år) vilket betyder att en större anläggning kan installeras utan att försämra energiutbytet. Dock ses i Figur 59 att det skulle det leda till en större överskottsproduktion, som har ett betydligt lägre värde än solel som kan användas i fastigheten, trots att fastighetens elanvändning är nästan 7 gånger större än den beräknade elproduktionen. LCOE på 78,5 öre/kWh är något högre än för fastighet A men det är ändå betydligt lägre än värdet av köpt el. Investeringen kommer att vara återbetald någon gång under år 16 vilket betyder att investeringen kommer att uppvisa ett positivt kassaflöde under resterande år av solcellsanläggningens livslängd. Men 16 år är en lång tid för ett företag och det är inte säkert att fastigheten kommer att ha samma ägare i framtiden. Troligtvis finns det andra investeringar, med en kortare återbetalningstid, som minskar fastighetens energianvändning som kan göras. Däremot kan en investering i solceller stärka företagets image vilket kanske kan ge företaget en konkurrensfördel som en mindre synlig investering i energieffektivisering inte kan frambringa på samma sätt.

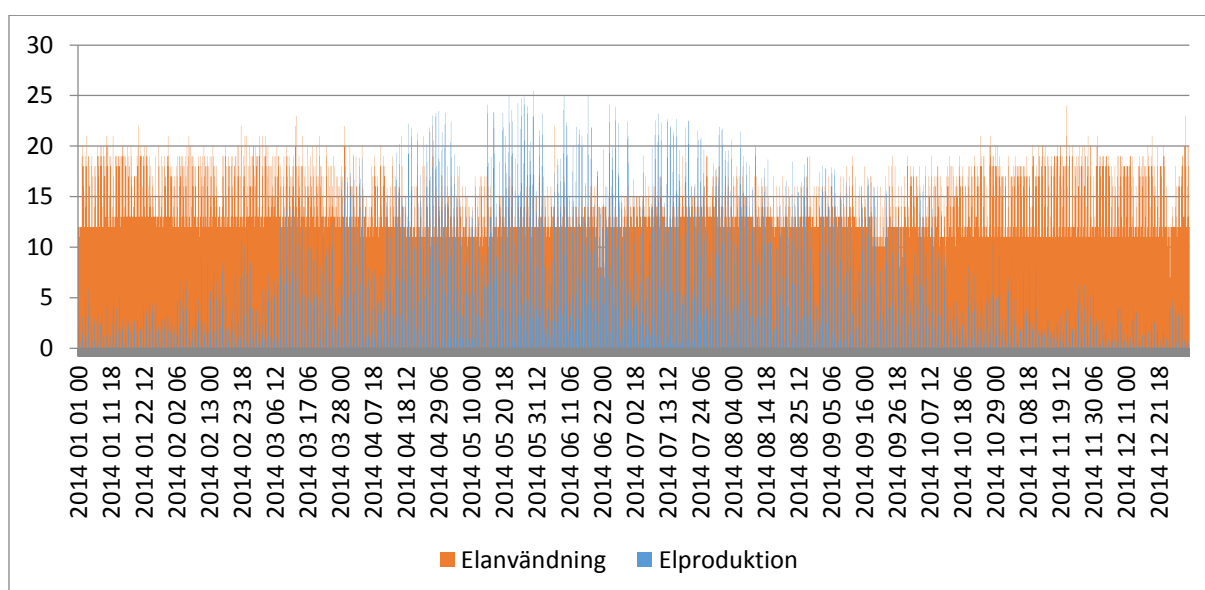
Figur 59 visar också att företaget skulle kunna minska sin säkringsstorlek till 100 A utan problem, vilket motsvarar ett effektuttag på 69 kW. Om det skulle göras kan företaget bli berättigade skattereduktion för överskottselen som kommer att medföra mer intäkter och även minska kostnaderna eftersom en lägre säkringsstorlek innebär en lägre fast årskostnad.

### **Fastighet C**

Resultatet av det mest lönsamma alternativet för fastighet C presenteras i Tabell 6. Den beräknade solelproduktionen och fastighetens elanvändning visas i Figur 60.

Tabell 6. Resultat från beräkningsverktyget för fastighet C.

<i>Indata</i>	
Installerad effekt	30 kW
Storlek	195 m <sup>2</sup>
Elanvändning	116 734 kWh
Kostnad	345000 kr
<i>Produktion</i>	
Produktion första året	29 664 kWh
Total produktion	797 878 kWh
Överskottsel första året	3 017 kWh
Total överskottsel	81 971 kWh
Självförsörjning	25,4 %
<i>Resultat</i>	
Besparing första året	20 129 kr
Intäkt	7 184 kr
LCOE	76,7 öre/kWh
NPV	114 907 kr
IRR	4,35 %
Enkel återbetalningstid	16 år
Diskonterad återbetalningstid	20 år
<i>Klimat</i>	
Klimatbesparing första året	3 560 kg CO <sub>2</sub> -ekv.
Total klimatbesparing	95 745 kg CO <sub>2</sub> -ekv.
Antal kilometer bilkörning första året	22 251 km
Totalt antal kilometer bilkörning	598 409 km



Figur 60. Diagram över timvärden för elanvändning och elproduktion. Fastighet C.

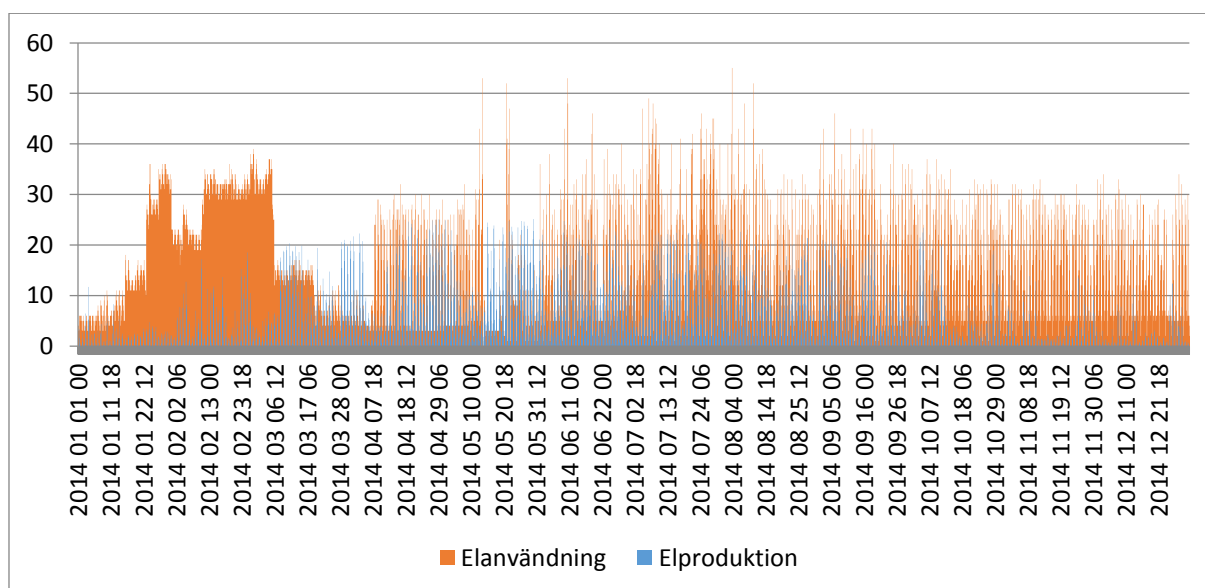
I Tabell 6 presenteras resultaten för den enligt beräkningsverktyget mest lönsamma solcellsanläggningen för fastighet C. Det ses att anläggningens storlek är 30 kW, täcker en yta på nästan 200 m<sup>2</sup> och kostar 11 500 kr/kW. Energiutbytet är 989 kWh/(kW · år) vilket är lite sämre än för de två andra fastigheterna men det är fortfarande ett högt värde. I Figur 60 ses att överskottsproduktionen är betydligt större än för fastighet A och B och den är cirka 10 % av elproduktionen under ett år vilket inte är försumbart. Men eftersom denna fastighet har möjlighet till skattereduktion och därmed kan få en ersättning för överskottet som är i paritet med egenanvänd solel påverkar inte överskottet resultatet alltför mycket. 250 m<sup>2</sup> av takytan faller inom energiklassen 1000-1050 kWh/(m<sup>2</sup> · år) vilket betyder att fastighetsägaren kan välja att installera en något större anläggning utan att påverka energiutbytet. Dock bör fastighetsägaren se upp med att installera en anläggning med effekt större än 43,5 kW eftersom det är gränsen för att betala 3 000 kronor i inmatningstariff per år. Trots att fastigheten har rätt till skattereduktion och är befriad från inmatningstariffen är inte resultatet bättre än för fastigheterna A och B vilket beror på det något sämre energiutbytet samt att kostnaden per installerad kW är högre. Figur 60 visar en generellt lägre elanvändning under sommarhalvåret och den visar även att solelproduktionen utgör en större del av elanvändningen vilket också kan ses på den tämligen höga självförsörjningsgraden, som är drygt 25 %. Resultaten med avseende på LCOE, IRR och återbetalningstid är alla jämförbara med de två tidigare presenterade resultaten. Samma resonemang som fördes för fastighet B gällande återbetalningstiden är även applicerbart för denna fastighet på grund av att det är samma typ av verksamhet som bedrivs i fastigheten.

### **Fastighet D**

Resultatet av det mest lönsamma alternativet för fastighet D presenteras i Tabell 7. Den beräknade solelproduktionen och fastighetens elanvändning illustreras i Figur 61

Tabell 7. Resultat från beräkningsverktyget för fastighet D.

<i>Indata</i>	
Installerad effekt	26 kW
Storlek	169 m <sup>2</sup>
Elanvändning	122 436 kWh
Kostnad	303 000 kr
<i>Produktion</i>	
Produktion första året	28 007 kWh
Total produktion	753 230 kWh
Överskottsel första året	3 083 kWh
Total överskottsel	83 766 kWh
Självförsörjning	22,9 %
<i>Resultat</i>	
Besparing första året	18 825 kr
Intäkt	5 101 kr
LCOE	83,1 öre/kWh
NPV	27 901 kr
IRR	2,70 %
Enkel återbetalningstid	20 år
Diskonterad återbetalningstid	27 år
<i>Klimat</i>	
Klimatbesparing första året	3 361 kg CO <sub>2</sub> -ekv.
Total klimatbesparing	90 388 kg CO <sub>2</sub> -ekv.
Antal kilometer bilkörning första året	21 005 km
Totalt antal kilometer bilkörning	564 922 km



Figur 61. Diagram över timvärden för elanvändning och elproduktion. Fastighet D.

Tabell 7 visar att den mest lönsamma anläggningsstorleken för fastighet D är 26 kW. Det är den minsta anläggningen av de fyra som presenterats och det beror med stor sannolikhet på fastighetens underliga och oregelbundna elanvändningsmönster som uppvisas i Figur 61. Utan närmre efterforskning kan kanske den plötsliga minskningen i elanvändning i början av mars förklaras med att verksamheten var stängd eller reducerad under en tid, möjligtvis en renovering. De oregelbundna topparna i elanvändningen från och med maj kan bero på en installation av en ny maskin med stor elanvändning t.ex. ett nytt ventilationssystem. På grund av elanvändningsmönstret uppstår en överskottsproduktion på cirka 11 % av den årliga elproduktionen.

Solelproduktionen uppvisar ett annat mönster än för de tre andra fastigheterna. Produktionen är mer utspridd på året och har inte samma tydliga skillnad mellan sommar- och vinterhalvår eftersom fastighetens tak har en lutning som är 30 grader. För att optimera solelproduktionen i Sverige bör lutningen vara runt 45 grader vilket beskrevs i Kapitel 4.2.2 och det märks att detta tak har en lutning jämfört med de andra taken eftersom energiutbytet för anläggningen är beräknad till hela 1077 kWh/(kW · år). Möjligheten att installera en betydligt större anläggning utan att försämra energiutbytet finns eftersom 500 m<sup>2</sup> av takytan faller inom energiklassen 1100 – 1150 kWh/(m<sup>2</sup> · år). Dessvärre medför det höga energiutbytet inte att denna investering är mer lönsam än de tre föregående utan tvärtom visar resultaten på betydligt sämre lönsamhet. 83,1 öre/kWh i LCOE innebär att marginalen till värdet för använd el är mindre än 10 öre/kWh. IRR på 2,7 % och en enkel återbetalningstid på 20 år är märkbart sämre jämfört med de andra fastigheterna. Det förklaras med en dyrare investeringskostnad per installerad effekt på drygt 11 600 kr/kW och det relativt stora överskott som har den blygsamma ersättningen 17,1 öre/kWh. Företaget som huserar i fastigheten har ett 10 årigt hyreskontrakt och vill helst inte att återbetalningstiden överstiger 10 år. Därför blir det i dagsläget svårt för företaget att investera i solceller utan att riskera att gå i förlust. Däremot hade det varit intressant att undersöka lönsamheten med elanvändningsdata för 2015 istället för 2014 som troligtvis var onormal. Ett tänkbart scenario är att fastighetsägaren investerar och äger solcellsanläggningen istället för företaget som bedriver sin verksamhet i fastigheten. Men som rättsläget gällande energiskatt ser ut i dag kan det också bli svårt att realisera.

Figur 61 visar att fastigheten hade klarat sig med 100 A i säkringsstorlek vilket skulle sänka de fasta årliga kostnaderna och möjliggöra för skattereduktion. Däremot hade företaget inte klarat att sänka fastighetens säkringsstorlek till 63 A eftersom det är cirka 20 timmar som överskrider 43,5 kW vilket är den effekt som motsvaras av 63 A.

### 5.2.1 Känslighetsanalys

I denna del redovisas resultatet från känslighetsanalysen för de fyra fastigheterna i Tabell 8 - 11. Först kommer resultatens känslighet med avseende på vissa parametrar att studeras genom fyra olika



scenarier som betecknas 1, 2, 3 och 4. Sedan åskådliggörs hur olika effektstorlekar, både större och mindre anläggningar än de mest lönsamma, påverkar resultateten. Till sist undersöks även vad det skulle betyda om fastighetsägarna inte väljer att betala för tjänsten elcertifikatmätning och då endast blir tilldelade elcertifikat för överskottsproduktionen.

En av de parametrar som kommer att ändras på i de fyra scenarierna är elprisutvecklingen vilken också är den som är svårast att med säkerhet förutspå. I beräkningsverktyget har som nämnts tidigare antagits en real elprisutveckling på 1 % per år. I scenario 3 och 4 räknas istället med en utveckling på 2 % respektive 3 % och för scenario 2 och 1 antas en elprisutveckling på 0 % respektive -1 %. Den andra parametern som ändras på är anläggningens livslängd. Istället för 30 år antas här en livslängd på 20 år, 25 år, 35 år och 40 år i scenarierna 1, 2, 3 respektive 4. Nästa parameter som undersöks är den som benämns drift och underhåll. Den har antagits vara 1,5 % av investeringskostnaden vilket innebär att en anläggning med effektstorlek 30 kW får en årlig kostnad på 2500 kr. Nuvärdet av summan av dessa 30 stycken utbetalningar är 68 000 kr räknat med en kalkylränta på 2 %. En ny växelriktare med 20 kW effekt kostar cirka 34 000 kr hos Nordic Solar Sweden AB (u.å.b). Om inget annat än växelriktaren kommer att behöva bytas under solcellsanläggningens livslängd betyder det alltså att kostnaden för drift och underhåll är högt räknat och därför kommer denna parameter endast att ändras i scenarierna 3 och 4 i analysen nedan. Parametern kommer istället att antas vara 1 % respektive 0,5 %. Till sist studeras också det statliga stödets påverkan på resultatet. Det görs endast i scenario 4 eftersom det i dagsläget är svårt att få stödet utbetalt och därför är investeringskostnaden i det scenariot 30 % lägre än för de andra scenarierna. I övrigt är alla parametrar oförändrade och anläggningsstorleken för de olika fastigheterna som studeras är den samma som för den mest lönsamma anläggningen som beräknades i föregående Kapitel.

**Tabell 8. De olika scenariernas påverkan på resultatet för fastighet A.**

Scenarier	LCOE [öre/kWh]	NPV [kr]	IRR [%]	Åter. [år]	Åter. Disk. [år]
1	93,8	-137 600	0,08	20	-
2	83,0	60 580	2,64	17	23
3	65,1	859 100	7,02	13	15
4	40,0	1 926 200	12,75	9	10

Tabell 8 visar att solcellsanläggningen på fastighet A skulle klara en oförändrad elprisutveckling och en 5 år kortare livslängd, det vill säga scenario 2. Men om scenario 1 skulle inträffa innebär det att investeringen skulle vara återbetald under anläggningens sista driftår och om kalkylränta tas med i beräkningarna kommer det att betyda en förlust. Däremot blir investeringen i scenario 3 och särskilt i scenario 4 betydligt mer lönsamma än grundscenariot som presenterades i föregående Kapitel. Skillnaden i LCOE, IRR och återbetalningstid mellan scenarierna 3 och 4 är större än skillnaden

mellan scenario 3 och grundscenariot. Det betyder att det statliga stödet har en mycket stor påverkan på lönsamheten i en investering i solceller.

**Tabell 9. De olika scenariernas påverkan på resultatet för fastighet B.**

Scenarier	LCOE [öre/kWh]	NPV [kr]	IRR [%]	Åter. [år]	Åter. Disk. [år]
1	96,4	-112 900	-0,35	-	-
2	85,6	18 080	2,29	18	24
3	67,5	553 700	6,78	14	16
4	42,3	1 275 300	12,47	9	10

I Tabell 9 ses att investeringen inte skulle vara lönsam om scenario 1 inträffar men att den likt föregående fastighet kommer att vara lönsam i scenario 2. Jämfört med grundscenariot minskar återbetalningstiden utan kalkylränta i scenario 3 och 4 med 2 respektive 7 år och internräntan förbättras med drygt 2 respektive 8 % i scenarierna. Även här ses en stor ökad lönsamhet från scenario 3 till 4. Generellt uppvisar denna anläggning en sämre lönsamhet i alla scenarier än anläggningen på fastighet A.

**Tabell 10. De olika scenariernas påverkan på resultatet för fastighet C.**

Scenarier	LCOE [öre/kWh]	NPV [kr]	IRR [%]	Åter. [år]	Åter. Disk. [år]
1	95,7	-63 500	-0,26	-	-
2	84,2	11 230	2,30	18	24
3	65,0	310 160	6,66	14	16
4	38,2	714 000	12,27	9	10

Tabell 10 visar att resultaten för fastighet C är mycket lika resultaten för fastighet B. Det är endast i scenario 4 som resultaten skiljer sig en del och det som observeras är att LCOE är 4 öre/kWh lägre för fastighet C trots en lägre internränta. Det förklaras med att investeringsstödet har större påverkan på fastighet C eftersom investeringskostnaden är högre per installerad kW och därför blir ”rabatten” större per kW. Varför det inte avspeglar sig på samma sätt i internräntan är för att elprisutvecklingen har en större påverkan på en större anläggning, med andra ord ökar besparingen mer desto mer solceller produceras.

**Tabell 11. De olika scenariernas påverkan på resultatet för fastighet D.**

Scenarier	LCOE [öre/kWh]	NPV [kr]	IRR [%]	Åter. [år]	Åter. Disk. [år]
1	100,6	-107 000	-2,77	-	-
2	90,0	-52 450	0,24	25	-
3	72,4	188 520	5,37	16	20
4	47,6	531 350	10,85	10	11

I Tabell 11 ses att en investering i solceller på fastighet D skulle få mycket svårt att uppvisa lönsamhet om något av scenario 1 eller 2 inträffar. Det ses också att denna investering kommer att ha en klart sämre lönsamhet jämfört med de andra fastigheterna. Om anläggningen skulle bli beviljad det statliga investeringsstödet för solceller samt att resten av parametrarna i scenario 4 stämmer så kommer investeringen till och med att klara företagets krav på en återbetalningstid på 10 år vilket är en halvering av den återbetalningstid som beräknades i grundscenariot.

### Anläggningsstorlek

I Tabell 12 – 15 presenteras resultaten för fastigheterna då effektstorleken på den beräknade anläggningen ändras. Genomgående i tabellerna kommer det att presenteras resultat för två anläggningar som är mindre och två som är större än den anläggningsstorlek som är den mest lönsamma.

Tabell 12. Lönsamhet beroende på anläggningsstorlek för fastighet A.

Effekt [kW]	Prod. år 1 [kWh]	Övers. år 1 [kWh]	Besparing år 1 [kr]	Intäkt år 1 [kr]	LCOE [öre/kWh]	NPV [kr]	IRR [%]	Åter. [år]	Åter. Disk. [år]	Klimatb. år 1 [kgCO <sub>2</sub> ]	Själv [%]
20	20 885	29	15 750	3 760	90,9	26 900	2,84	20	26	2 500	2,7
50	51 660	95	38 950	9 500	78,2	201 350	4,52	16	20	6 200	6,8
100	102 960	2 756	75 680	19 060	75,1	422 600	4,64	15	19	12 360	13,5
150	154 253	13 150	106 570	28 670	74,1	510 200	4,17	16	21	18 510	20,2

Tabell 12 visar att anläggningen kan skalas upp till 100 kW utan att lönsamheten påverkas nämnvärt och det är förenligt med resonemanget som fördes tidigare gällande att energiutbytet inte skulle påverkas om en större anläggning installeras. Särskilt tydligt ses det i produktionskostnaden, LCOE, som är lägre för större anläggningar. Men det ses att lönsamheten börjar avta när anläggningsstorleken börjar bli alltför stor vilket beror på den allt större andelen överskottsel. En installerad anläggning med 50 kW hade heller inte påverkat lönsamheten betydande men det ses att 20 kW inte är att rekommendera för denna fastighet.

Tabell 13. Lönsamhet beroende på anläggningsstorlek för fastighet B.

Effekt [kW]	Prod. år 1 [kWh]	Övers. år 1 [kWh]	Besparing år 1 [kr]	Intäkt år 1 [kr]	LCOE [öre/kWh]	NPV [kr]	IRR [%]	Åter. [år]	Åter. Disk. [år]	Klimatb. år 1 [kgCO <sub>2</sub> ]	Själv [%]
10	10 564	0	7 980	1 840	114,7	-37 950	-0,42	-	-	1 268	3,0
30	30 894	0	23 330	5 620	84,4	82 000	3,72	18	22	3 707	8,6
70	71 550	3 370	51 500	13 210	77,1	239 300	4,17	16	21	8 570	20,0
90	91 880	11 090	61 020	17 040	76,2	209 000	3,52	18	23	11 026	25,7

I Tabell 13 ses att det inte skulle uppstå något överskott för anläggningsstorlekar om 10 och 30 kW men den mindre av dem skulle inte vara lönsam och den större skulle försämra lönsamheten gentemot

grundscenariot med 2 års längre återbetalningstid. Om företaget skulle välja att installera en anläggning med 70 kW istället för 53 kW kommer det inte att ha någon större inverkan på lönsamheten. Samma trend i LCOE som uppvisades i Tabell 12 går även att se här och det ser ut som att anläggningar större än 70 kW kommer att innebära ett alltför stort överskott och därmed minskad lönsamhet. Det skulle vara intressant att undersöka om fastigheten skulle kunna slippa betala inmatningstariffen eftersom det inte uppstår något överskott vilket skulle medföra minskade kostnader och troligtvis innebära att 30 kW skulle vara en mer lönsam anläggning än 53 kW.

Tabell 14. Lönsamhet beroende på anläggningsstorlek för fastighet C.

Effekt [kW]	Prod. år 1 [kWh]	Övers. år 1 [kWh]	Besparing år 1 [kr]	Intäkt år 1 [kr]	LCOE [öre/kWh]	NPV [kr]	IRR [%]	Åter. [år]	Åter. Disk. [år]	Klimatb. år 1 [kgCO <sub>2</sub> ]	Själv [%]
10	10 180	0	7 690	1 765	86,4	21 600	3,18	19	25	1 221	8,7
20	19 950	250	14 880	3 730	78,5	75 200	4,24	16	21	2 395	17,1
40	39 390	8 200	23 550	12 070	76,1	143 500	4,24	16	21	4 727	33,7
50	49 110	14 670	26 000	17 700	82,3	103 800	3,35	18	24	5 893	42,1

Tabell 14 visar att det inte spelar så stor roll om företaget skulle välja att installera en anläggning med 20, 30, eller 40 kW trots att den större anläggningen kommer att medföra ett årligt överskott på drygt 20 % av produktionen eftersom fastigheten har rätt till skattereduktion. Varför en mindre anläggning på 10 kW blir lönsam på fastighet C och inte på fastighet B beror på att inmatningstariffen har en stor betydelse på lönsamheten vid mindre investeringar. Trenden i lägre LCOE vid högre installerad effekt går även att urskönjas för denna fastighet men trenden bryts vid anläggningar större än 43,5 kW på grund av ökade kostnader i form av inmatningstariffen.

Tabell 15. Lönsamhet beroende på anläggningsstorlek för fastighet D.

Effekt [kW]	Prod. år 1 [kWh]	Övers. år 1 [kWh]	Besparing år 1 [kr]	Intäkt år 1 [kr]	LCOE [öre/kWh]	NPV [kr]	IRR [%]	Åter. [år]	Åter. Disk. [år]	Klimatb. år 1 [kgCO <sub>2</sub> ]	Själv [%]
10	10 862	177	8 070	1 890	111,5	-35 100	-0,22	-	-	1 303	8,9
20	21 578	1 422	15 220	3 900	88,0	16 540	2,53	21	28	2 589	17,6
40	43 009	9 646	25 200	7 930	77,5	8 570	2,15	22	30	5 161	35,1
60	64 441	23 525	30 900	11 990	74,2	-100 200	0,76	27	-	7 733	52,6

Tabell 15 pekar på att anläggningsstorleken inte bör vara mindre än 20 kW eller större än 40 kW för då är sannolikheten stor att investeringen inte kommer att löna sig. Det går att utläsa att en anläggning med 40 kW effekt kommer att innebära en minskning av LCOE med drygt 5 öre/kWh jämfört med grundscenariot men det kommer att uppstå ett överskott på cirka 22 % vilket är väl högt om överskottet inte kan medföra någon betydande ersättning. Om den installerade effekten endast är 10 kW betyder det att inmatningstariffen är en för stor kostnad för att investeringen ska vara lönsam. Med en 60 kW anläggning på taket kommer fastigheten vara tvungen att mata ut ungefär 36 % av

solelproduktionen vilket kommer att betyda att investeringen har en återbetalningstid på hela 27 år och den kommer inte att visa på lönsamhet om kalkylränta tas med i beräkningarna.

### Elcertifikatmätning

Eftersom det enligt Kapitel 2.2.2 är så pass få solcellsanläggningar som är berättigade för elcertifikat i Skåne är det intressant att visa för dem och framtida solcellsägare hur mycket lönsamheten i en investering kan påverkas om de väljer att betala för tjänsten elcertifikatmätning. Den egen använda solelens värde är 75,5 öre/kWh utan elcertifikatmätning.

Tabell 16. Lönsamhet utan elcertifikatmätning på all sol för alla fastigheter.

Fastigheter	LCOE [öre/kWh]	NPV [kr]	IRR [%]	Åter. [år]	Åter. Disk. [år]
A	75,9	152 320	3,18	20	25
B	78,3	78 602	2,90	21	26
C	76,3	56 174	3,12	20	25
D	82,7	-26 675	1,35	25	-

Det första som observeras i Tabell 16 är att alla fastigheter har ett något lägre värde på LCOE eftersom investeringskostnaden minskar med 2 300 kronor om inte någon elcertifikatmätare köps in. Men denna minskning av investeringskostnaden väger inte upp för den förlorade intäkten som elcertifikat på all producerad sol innebär. Återbetalningstiden kommer för alla fastigheter att försämrats med cirka 5 år utan mätaren och internräntan minskar med 1 – 1,5 procentenheter. Därför rekommenderas alla som överväger att investera i en något större solcellsanläggning på sin fastighet att investera i en elcertifikatmätare.

### 5.2.2 Sammanfattning av resultatet

I Tabell 17 presenteras en sammanställning av resultaten från fallstudien. Förutom effektstorlek på den anläggning som beräknats vara mest lönsam för vardera fastighet visas beräknad produktion och överskottsproduktion för första året. Även det första årets besparingar och intäkter redovisas i tabellen samt resultaten för lönsamhetsverktygen LCOE, internränta och återbetalningstid.

Tabell 17. Sammanställning av resultaten från fallstudien.

Fastigheter	Storlek [kW]	Prod. [kWh]	Övers. [kWh]	Besparing [kr]	Intäkt [kr]	LCOE [öre/kWh]	IRR [%]	Återb. [år]
A	78	80 387	816	60 100	14 850	76,0	4,70	15
B	53	54 273	368	40 700	9 980	78,5	4,41	16
C	30	29 664	3 017	20 100	7 180	76,7	4,35	16
D	26	28 007	3 083	18 800	5 100	83,1	2,70	20

I Tabell 17 ses att alla fyra investeringar kommer att vara lönsamma då återbetalningstiden är kortare än den antagna livslängden på 30 år för en solcellsanläggning. Däremot kanske investeringarna inte uppfyller företagets villkor på lönsamhet vilket är sant för fastighet D som har ett 10 årigt hyreskontrakt och därför är en återbetalningstid på 20 år för långt för den fastigheten. Resultaten visar att fastighet D som har det högsta energiutbytet per installerad  $kW$ , nästan  $100 kWh/(kW \cdot \text{år})$  mer än fastighet C, har den sämsta lönsamheten vilket förklaras med ett märkligt elanvändningsmönster för 2014 som medför en stor överskottsproduktion som har ett mycket lågt värde.

Resultatet från fallstudien visar att beräkningsverktyget på ett bra och tydligt sätt kan hjälpa även företag att bestämma vilken solcellsanläggningsstorlek som utifrån deras olika förutsättningar hade varit mest lönsam att installera på deras fastighet. Det som skiljer företags och privatpersoners lönsamhet i en solcellsinvestering är att den producerade solelen har ett betydligt lägre värde för företag. Om solelen används direkt i fastigheten är värdet för 1  $kWh$  cirka 20 öre lägre för företag än för privatpersoner eftersom företag inte betalar moms. Om solelen matas ut på elnätet är dess värde cirka 30 öre/ $kWh$  lägre för företag på grund av att företag inte kan få ersättning för den elen utan att bli energiskattskyldiga för all producerad solel. Värdet för utmatad solel på elnätet för företag blir avsevärt lägre om företaget inte har rätt till skattereduktion för mikroproduktion vilket fastigheterna A, B och D inte har. Den enda ersättning de företagen har rätt till för sitt överskott är försäljning av elcertifikat. Dock är investeringskostnaden per  $kW$  lägre för företagen eftersom de inte betalar moms och för att de generellt har en större takyta och högre elanvändning vilket möjliggör att de kan installera en större anläggning.

Att beräkningsverktyget optimerar anläggningsstorleken för den studerade fastigheten ses tydligast i jämförelse mellan fastigheterna A och B med fastighet C där den sistnämnda kommer att ha en betydande överskottsproduktion vilket är ett resultat av att fastigheten har rätt till skattereduktion och det har inte de förstnämnda och därför bör de fastigheterna ha en så litet överskott som möjligt för att maximera lönsamheten.

## 6 Diskussion

---

I detta kapitel diskuteras om arbetets syften har uppnåtts och om resultaten är tillförlitliga samt den potentiella nyttan med beräkningsverktyget.

### 6.1 Enkätundersökningens tillförlitlighet

Enkätundersökningen utfördes med syftet att ta reda på vad olika fastighetsägare i Landskrona har för inställning till att investera i solceller på sina fastigheter samt undersöka hur mycket kunskap om solceller respondenterna har idag. Ett ytterligare syfte med enkäten var att hjälpa till vid framtagandet av beräkningsverktyget.

För att ta reda på om det första syftet med enkäten är uppfyllt diskuteras urvalet av respondenterna och hur representativa de är för fastighetsägare i Landskrona. Det första som bör nämnas är att det inte skedde något särskilt urval av de 23 fastighetsbolagen som fick enkäten utskickade till sig. Det var helt enkelt så många fastighetsbolag med fastigheter i Landskrona som lyckades att identifieras och kontaktas. Eftersom svarsfrekvensen var relativt hög med 13 stycken som svarade på enkäten kan det ses som att resultaten från respondentgruppen fastighetsbolag är representativa för åsikterna hos alla fastighetsbolag i Landskrona. Det var betydligt svårare att få kontakt med bostadsrättsföreningar i Landskrona eftersom de i många fall saknar hemsida men däremot hjälpte Sven Andersson på HSB till med att distribuera enkäten till alla 50 bostadsrättsföreningar som är knutna till HSB i Landskrona. Det var 17 bostadsrättsföreningar totalt som svarade på enkäten och de allra flesta var som är medlemmar i HSB. Det är svårt att säga exakt hur många bostadsrättsföreningar som finns i Landskrona men uppskattningsvis utgör HSB 50 % av marknaden. Det går såklart att diskutera om bostadsrättsföreningar inom HSB har tydligare miljöprofil eller har en mer positiv inställning till solceller än andra bostadsrättsföreningar. Dock är inte målet att enkätresultaten ska vara statistiskt säkerställda och därför anses respondenterna vara tillräckligt representativa för denna rapport. Hur väl representativ respondentgruppen villaägare är går att kritisera med tanke på att det endast var 24 stycken villaägare som besvarade enkäten vilket är en låg andel i en kommun med drygt 40 000 invånare. Mycket tyder på att de flesta svaranden arbetar inom Landskrona stad och hur väl de representerar övriga villaägare i Landskrona är oklart. Däremot kan samma resonemang som fördes för bostadsrättsföreningar även tillämpas här, det vill säga att respondentgruppen anses vara tillräckligt representativ för att fylla arbetets syfte.

En förändring av svarsalternativet ”Jämförelse med andra energislag” i fråga 14 till ”Jämförelse av produktionskostnaden med andra energislag” samt en kort beskrivning av LCOE hade gjort svarsalternativet tydligare och mer begripligt. Resultatet i fråga 13 hade kanske kunnat bli tydligare och mer intressant om svarsalternativet ”Ja, men bara om jag känner att jag fått tillräckligt med information” hade gjorts om till ”Ja, men bara om jag känner att jag fått tillräckligt med information

exklusive information om lönsamhet”. I Tabell 1 – 3 presenterades vad alla respondenter svarade på fråga 2 och fråga 13 sida vid sida och syftet med det var att undersöka om respondenterna i större utsträckning övervägde en investering i solceller när de visste att de hade tillgång till en solpotentialkarta tillsammans med ett beräkningsverktyg. Resultatet visar på att många respondenter kan tänka sig att installera solceller om de har fått tillräckligt med information om vad en installation innebär för dem. Men steget är inte så långt mellan svarsalternativet ”Nej, tveksamt” i fråga 2 till svarsalternativen ”Ja, men bara om den visar att det är lönsamt” och ”Ja, men bara om jag känner att jag fått tillräckligt med information” och därför är det svårt att dra några bestämda slutsatser utifrån resultatet.

Enkätresultaten i fråga 14 – 16 var till stor hjälp vid utformandet av beräkningsverktyget vilket betyder att även del delen av enkätundersökningens syfte är uppfyllt. Resultaten på fråga 15 visade på att respondenterna önskade att själva få ändra på de olika parametrarna i beräkningsverktyget. Men det fanns även en stor osäkerhet i svaren på den frågan vilket kan betyda att de inte förstod frågan eller att det mer sannolikt inte vet om de kommer att ändra på parametrarna förrän de har fått se och använda beräkningsverktyget först.

## **6.2 Beräkningsverktygets och fallstudiens tillförlitlighet**

Syftet med beräkningsverktyget var att omvandla solstrålningsdata från solpotentialkartan till möjlig elproduktion samt att ta fram beräknad lönsamhet för en investering i solceller.

För att det skulle vara möjligt visade det sig vara nödvändigt att beräkningsverktyget utförde egna beräkningar på hur mycket solstrålning som infaller mot taken per år eftersom solstrålningsdata från solpotentialkartan inte var uppdelad på timvärden. Det behövde göras eftersom lönsamhetskalkylen är beroende av timvärden för elproduktion och elanvändning för att bli så utförlig som möjligt på grund av skillnaden i värdet av använd och såld solel. Dock har summan av de beräknade timvärdena justerats så att den stämmer överens med solstrålningsdata från solpotentialkartan.

Det finns en osäkerhet i att endast använda solstrålningsdata från 2014 eftersom värdena generellt sett kan skilja sig upp till  $\pm 10\%$  från genomsnittet från år till år men eftersom den elanvändningsdata som användes i beräkningsverktyget var från 2014 bedöms det vara det bästa alternativet. Däremot har denna osäkerhet tagits i beaktande i och med att värdena har justerats månadsvis med ett medelvärde för åren 1999 – 2014. En annan osäkerhet vid beräkandet av elproduktion var att det inte gick att veta om den takyta som användes var sammanhängande eller inte. Då de flesta solcellsanläggningar är sammanhängande kan beräkningarna bli något missvisande men detta bedöms ha en liten påverkan på resultatet.

Många antaganden har gjorts vid uppbyggnaden av beräkningsverktyget och det råder därför en ganska stor osäkerhet kring flera parametrar. Livslängden för solceller har antagits vara 30 år. Under



en så lång tid kan mycket hända, vilket gör det svårare att genomföra en lönsamhetskalkylering. Det finns framförallt en stor svårighet i att bedöma hur mycket elen kommer att kosta för konsumenten då. Utformningen av elmarknaden kan vara annorlunda i framtiden, nya tekniker för elproduktion och hur energipolitiska målsättningar utvecklar sig är några exempel på faktorer som kan påverka elprisets utveckling.

En annan parameter som det råder osäkerhet kring är priset för elcertifikaten i framtiden. De nya kvotnivåer i elcertifikatsystemet, som Energimyndigheten har föreslagit, kan vända på den nedåtgående pristrenden för elcertifikat. Det senare kan i sin tur leda till en ökad lönsamhet för solceller, om solcellerna kombineras med en elcertifikatmätare. I känslighetsanalysen visades att återbetalningstiden är ungefär 5 år kortare för alla studerade fastigheter om en sådan mätare används jämfört med om den inte används. Som beskrevs i Kapitel 2.2.4 är skattereduktion för mikroproducenter en nyligen politiskt beslutad ersättningsmodell med 60 öre/kWh i ersättning för överproducerad solel. Det är mycket svårt att veta om skattereduktionen finns kvar under hela livslängden samt hur stor ersättningen i så fall kommer att vara. I beräkningsverktyget har inga förändringar av denna ersättning tagits med men användare bör vara medvetna om denna osäkerhet och försöka dimensionera sin solcellsanläggning efter fastighetens elanvändning vilket kan göras på ett relativt enkelt sätt med hjälp av beräkningsverktyget. Det verkar som att kvotnivåerna i elcertifikatsystemet ska justeras vilket troligtvis kommer att leda till högre priser för elcertifikaten.

Då alla parametrar i beräkningsverktyget kommer att kunna ändras på finns möjligheten för fastighetsägare att själva studera känsligheten i en eventuell investering vilket möjligtvis kommer att öka beräkningsverktygets tillförlitlighet. Enkätresultatet visade att cirka 70 % av respondenterna gärna ser att det finns ett beräkningsverktyg i anslutning till solpotentialkartan. Det betyder att det bör finnas ett behov för beräkningsverktyget som utvecklats i detta arbete vilket förhoppningsvis medför att det kommer att användas och uppskattas i framtiden.

Tyvärr saknades elanvändningsdata för några dagar för samtliga fastigheter i fallstudien. För att de dagarna utan data ändå skulle kunna räknas med i kalkylen användes tillgänglig data från samma veckodag föregående vecka och det bedöms inte ha påverkat resultatet betydande. Elanvändningsdata är som sagt från 2014 och fastigheternas elanvändning kan såklart ändras i framtiden men det har antagits att elanvändningen är oförändrad i framtiden. Däremot kanske fastighetsägare blir mer medvetna gällande sin elanvändning efter en installation av solceller på fastighetens tak vilket kan bidra till ett förändrat beteende/användningsmönster och därmed en mindre elanvändning. Eller så kanske det leder till att de känner att de har ”råd” att öka sin elanvändning eftersom de nu själva producerar klimatvänlig el.

Resultaten från fallstudien visade att den fastighet med det största energiutbytet per år var den som hade den lägsta lönsamheten för en investering i solceller. Detta beror till stor del på det konstiga

mönster elanvändningen i fastighet D uppvisade för år 2014 vilket såklart har påverkat resultatet. Hade inte elanvändningen varit betydligt lägre en månad så hade säkert den mest lönsamma anläggningsstorleken varit större än 26 kW och även haft en mindre överskottsproduktion. Det hade därför varit intressant att göra en ny analys av fastighet D när dess elanvändningsdata för 2015 finns tillgänglig. I resultaten för fastigheterna A och B ses tydligt att den låga ersättningen för överskottsel begränsar anläggningsstorleken till skillnad från fastighet C där en överskottsproduktion inte har lika stor påverkan på resultatet. Känslighetsanalysen visade att parametrarna elprisutveckling, livslängd och kostnad för drift och underhåll påverkar lönsamheten betydande men att det statliga investeringsstödet för solceller är den parameter som har störst positiv påverkan.

Resultaten från fallstudien är svåra att generalisera till fastigheter i övriga Sverige eftersom elnätsavgiften, som är endast 8 öre/kWh i Landskrona, skiljer sig i olika nät och att reglerna för när elnätbolaget tar ut en inmatningstariff och hur stor den är också kan se olika ut i olika nät.

## 7 Slutsatser

---

I detta Kapitel sammanfattas arbetets slutsatser samt en sammanställning av förslag till framtida studier inom arbetets område.

### 7.1 Enkätundersökningen

Resultaten från enkätundersökningen visar att en majoritet av de tillfrågade fastighetsbolagen och bostadsrättsföreningarna överväger att investera i solceller på sina fastigheter inom de närmsta fem åren. Bland de tillfrågade villaägarna var det knappt 40 % som trodde att de kommer att installera solceller inom en snar framtid, vilket kan jämföras med övriga Sveriges villaägare där drygt 20 % svarade likadant i undersökningen Elmätaren. Från resultatet framgick det att den främsta orsaken till denna positiva inställning till solceller är att de vill slita mindre på miljön men många respondenter uppgav även att de vill vara så självförsörjande som möjligt och att spara pengar som viktiga skäl till varför de överväger en installation av solceller. Vid jämförelse med Elmätaren ses att villaägarna uppgav skälet att slita mindre på miljön i dubbelt så hög utsträckning i denna undersökning. Enkätresultaten visar att de viktigaste skälen till varför de tillfrågade inte kommer att installera solceller är att de inte tror investeringen lönar sig och att de tycker det verkar krångligt. Generellt sett är de flesta respondenter oinformerade om vad en installation av solceller innebär för dem och fastigheten. En klar majoritet av de tillfrågade anser att en solpotentialkarta är något positivt för Landskrona och de flesta anger att de kommer att kolla på den när den är klar.

I enkätundersökningen framkommer att ungefär 70 % av de tillfrågade önskar att ha tillgång till ett beräkningsverktyg som har utvecklats i detta arbete i anslutning till solpotentialkartan. Resultaten visar även att fler respondenter skulle överväga en investering i solceller om de har tillgång till en solpotentialkarta och ett beräkningsverktyg än om de inte har det.

### 7.2 Beräkningsverktyget och fallstudien

I resultatet från fallstudien, som sammanfattas i Tabell 17, framgår att en investering i en solcellsanläggning kommer att vara lönsam för alla fyra fastigheter eftersom återbetalningstiden är kortare än solcellers antagna livslängd på 30 år. En investering i solceller på Fastighet A beräknas resultera i en återbetalningstid på 15 år vilket är den lägsta bland de studerade fastigheterna. Fastighet D är den minst lönsamma fastigheten att installera solceller på med en återbetalningstid på 20 år trots att den har det högsta energiutbytet,  $kWh/(kW \cdot \text{år})$ , av de fyra fastigheterna. Det kan tyckas vara märkligt men förklaras med ett konstigt elanvändningsmönster som resulterar i att en stor del av den producerade solelen inte kan användas i fastigheten utan måste skickas ut på elnätet. I studien framkommer att det endast är fastighet C som har möjlighet att få skattereduktion för sin överskottsproduktion. Eftersom beräkningsverktyget optimerar anläggningsstorleken på en fastighet

medför det att den mest lönsamma solcellsanläggningen på fastighet C kommer att ha ett betydande överskott. Fastighet A och B som inte kan få skattereduktion beräknas istället ha en liten överskottsproduktion.

I känslighetsanalysen framkommer att den parameter som har störst påverkan på en solcellsinvesterings lönsamhet är om investeringen blir beviljad det statliga investeringsstödet för solceller. Något annat som visas i känslighetsanalysen är att enbart få elcertifikat för överskottselen, istället för att betala för elcertifikatmätning och få elcertifikat på all producerad solel, försämrar återbetalningstiden med ungefär 5 år för samtliga fastigheter.

### **7.3 Framtida studier**

Arbetet har visat att solpotentialkartan med ett tillhörande beräkningsverktyg antagligen kommer att bidra till ett ökat intresse för solcellsanläggningar bland fastighetsägare i Landskrona. Det hade därför varit intressant att följa utvecklingen av installationer av solcellsanläggningar i Landskrona efter lanseringen av dessa och se om de har en märkbar förändring på installationstakten.

En annan intressant studie hade varit att använda beräkningsverktyget för att räkna på en befintlig solcellsanläggning och se hur de beräknade värdena förhåller sig till de verkliga. Om det visar sig att beräkningsverktyget ger någorlunda korrekta värden för elproduktion så kommer det att stärka dess tillförlitlighet.

## Litteraturförteckning

- Axitec. u.å. *60 cell/polycrystalline photovoltaic modules*.  
[http://www.axitecsolar.com/tl\\_files/pdf/DB\\_60zlg\\_poly\\_power\\_MiA\\_GB.pdf](http://www.axitecsolar.com/tl_files/pdf/DB_60zlg_poly_power_MiA_GB.pdf) (Hämtad 2015-04-10)
- Bixia. u.å. *Solel*. <http://www.bixia.se/sv/varfor-valja-bixia/solel/> (Hämtad 2015-04-02)
- Bodin, M. 2015. *Solenergi – tillväxt, framtid och marknadspåverkan*.  
[http://www.modify.se/sites/default/files/manadsbrev\\_15-02-12.pdf](http://www.modify.se/sites/default/files/manadsbrev_15-02-12.pdf) (Hämtad 2015-06-11)
- Branker, K., Pathak, M.J.M. & Pearce, J.M. 2011. A review of solar photovoltaic levelized cost of electricity. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 15 (9): 4470 – 4482.
- Brighton Webs Ltd. 2013. *Solar Irradiation of a Horizontal Surface*. [http://www.brighton-webs.co.uk/energy/solar\\_horizontal\\_surface.aspx](http://www.brighton-webs.co.uk/energy/solar_horizontal_surface.aspx) (Hämtad 2015-04-10)
- Compricer. 2015. *Översikt bolåneräntor – snitträntor & listräntor*  
[https://www.compricer.se/borantor/#seven\\_to\\_ten\\_years](https://www.compricer.se/borantor/#seven_to_ten_years) (Hämtad 2015-06-12)
- Dagens Nyheter. 2014. *Regeringen lovar mer pengar till solkraft*. <http://www.dn.se/valet-2014/regeringen-lovar-mer-pengar-till-solkraft/> (Hämtad 2015-04-20)
- Dahmström, K. 2011. *Från datainsamling till rapport*. 5. uppl. Lund: Studentlitteratur.
- Di.se. 2015. *Regeringen vill sänka rot-avdraget*. <http://www.di.se/artiklar/2015/3/24/regeringen-vill-sanka-rot-avdraget/> (Hämtad 2015-04-12)
- Duffie, J.A. & Beckman, W.A. 2013. *Solar engineering of thermal processes*. 4. uppl. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc.
- E.ON. 2014. *Våra elnätsabonnemang för dig som mikroproducent*.  
[https://www.eon.se/upload/dokument/Eln%C3%A4t/Prislista\\_Elmikroproduktion\\_Syd\\_Sthlm\\_140101.pdf](https://www.eon.se/upload/dokument/Eln%C3%A4t/Prislista_Elmikroproduktion_Syd_Sthlm_140101.pdf) (Hämtad 2015-05-15)
- Egen El. 2015. *Elcertifikatsmätare från Egen El*.  
<http://egenel.etc.se/sites/all/files/atoms/files/2015/04/egenel-elcertifikatsmatare.pdf> (Hämtad 2015-05-15)
- Ekonomifakta. 2015. *Konsumtionsskatter på el*.  
<http://www.ekonomifakta.se/sv/Fakta/Energi/Styrmedel/Konsumtionsskatter-pa-el/> (Hämtad 2015-04-20)
- Electrotec Energy. u.å. *Solcellspaket*. <http://electrotecenergy.se/solcellspaket-2/> (Hämtad 2015-06-03)
- EME Analys AB, Profu i Göteborg AB & Elforsk. u.å. *Miljövärdering av el – med fokus på utsläpp av koldioxid*.  
[http://www.elforsk.se/Global/Trycksaker%20och%20broschyror/miljovardering\\_elanvand.pdf](http://www.elforsk.se/Global/Trycksaker%20och%20broschyror/miljovardering_elanvand.pdf)  
(Hämtad 2015-06-04)
- Energimarknadsinspektionen. 2010. *Nettodebitering – Förslag till nya regler för elanvändare med egen elproduktion*. R2010:23. Eskilstuna

- Energimyndigheten. 2013. *Växthusgasberäkning*.  
[http://www.energimyndigheten.se/Foretag/hallbara\\_branslen/Hallbarhetskriterier/Fragor-och-svar-hbk/Vaxthusgasberakning/](http://www.energimyndigheten.se/Foretag/hallbara_branslen/Hallbarhetskriterier/Fragor-och-svar-hbk/Vaxthusgasberakning/) (Hämtad 2015-06-04)
- Energimyndigheten. 2014. *Kontrollstation för elcertifikatsystemet 2015*. ER 2014:04.  
[http://www.energimyndigheten.se/Global/Press/Pressmeddelanden/Kontrollstation%202015\\_ER%202014\\_04.pdf](http://www.energimyndigheten.se/Global/Press/Pressmeddelanden/Kontrollstation%202015_ER%202014_04.pdf) (Hämtad 2015-06-11)
- Energimyndigheten. 2015a. *Elcertifikat*. <http://www.energimyndigheten.se/Foretag/Elcertifikat/> (Hämtad 2015-04-20)
- Energimyndigheten. 2015b. *Ursprungsgarantier*.  
<http://www.energimyndigheten.se/Foretag/ursprungsgarantier/> (Hämtad 2015-05-02)
- Energimyndigheten. 2015c. *Cesar Statistik UG Transaktioner*.  
<https://cesar.energimyndigheten.se/Lists/PublicPages/Statistics.aspx> (Hämtad 2015-05-02)
- Energimyndigheten. 2015d. *Stöd till solceller*. <http://www.energimyndigheten.se/Hushall/Aktuella-bidrag-och-stod-du-kan-soka/Stod-till-solceller/> (Hämtad 2015-05-02)
- Energimyndigheten. 2015e. *Cesar Statistik elcertifikat Medelpris*.  
<https://cesar.energimyndigheten.se/WebPartPages/AveragePricePage.aspx> (Hämtad 2015-05-02)
- EU-upplysningen. 2015. *Klimatmål för att stoppa global uppvärmning*. <http://www.eu-upplysningen.se/Om-EU/Vad-EU-gor/Miljopolitik-i-EU/Klimatmal-for-att-stoppa-global-uppvarmning/> (Hämtad 2015-04-20)
- Gröna Bilister. 2014. *Drivmedelsfakta 2014*. <http://www.gronabilister.se/rapporter> (Hämtad 2015-06-05)
- Hallands Energiutveckling AB. 2015. *Kompleta solcellsanläggningar HE AXI Power*.  
<http://www.hallandsenergiutveckling.se/produkter/he-axi-power/134.productcategory> (Hämtad 2015-05-15)
- Hedström, J. & Palmblad, L. 2006. *Performance of old PV modules – Measurement of 25 years old crystalline silicone modules*, *Elforsk rapport 06:71*. Elforsk.
- Honsberg, C. & Bowden, S. u.å. *Solar Time*.  
<http://pveducation.org/pvcdrom/properties-of-sunlight/solar-time> (Hämtad 2015-04-15)
- IEA-PVPS. 2002. *Potential for Building Integrated Photovoltaics*. Rapport IEA-PVPS T7-4: 2002.
- JRC - Joint Research Centre. 2014. *Well-to-Wheels Analysis of Future Automotive Fuels and Powertrains in the European Context*, WELL-TO-TANK Report Version 4a (EUR 26236 EN). Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2014
- Jordan, D.C., Smith, R.M., Osterwald, C.R., Gelak, E. & Kurtz, S.R. 2010. *Outdoor PV Degradation Comparison. 35th IEEE Photovoltaic Specialists Conference (PVSC'10)*, Honolulu, Hawaii, Juni 20-25, 2010. <http://www.nrel.gov/docs/fy11osti/47704.pdf> (Hämtad 2015-05-25)
- Kraftpojkarna AB. 2015. *Smartpaneler*.  
<http://www.kraftpojkarna.se/index.php/inspiration/teknik/smartpaneler> (Hämtad 2015-04-05)

- Landskrona stad. 2013. *Riktlinjer för solenergianläggningar*. .  
<http://www.landskrona.se/documents/landskrona/documents/tsb/bo%20&%20bygga/riktlinjer/riktlinjer%20for%20solenergianlaggningar.pdf> (Hämtad 2015-04-15)
- Landskrona Energi AB. 2015a. *Elnätsavgifter 2015 för inmatning av el*.  
<http://www.landskronaenergi.se/wp-content/uploads/2011/11/Kopia-av-Inmatningstariff-2015-LEAB-2015-04-27.pdf> (Hämtad 2015-05-15)
- Landskrona Energi AB. 2015b. *Avtalsformer - Landskronaalen*.  
<http://www.landskronaenergi.se/privat/avtalsformer/> (Hämtad 2015-06-03)
- Lantz, A. 1993. *Intervjumetodik*. Lund: Studentlitteratur.
- Lindahl, J. 2015a. *Svensk sammanfattning av IEA-PVPS National Survey Report of PV power applications in Sweden 2014*. Uppsala: IEA.
- Lindahl, J. 2015b *Elbolagens erbjudanden till mikroproducenter*.  
<http://www.nyteknik.se/incoming/article3903130.ece/BINARY/original/elbolagen.jpg> (Hämtad 2015-05-02)
- Marken, C. 2008. Large Thermal Arrays: Location, Layout and Piping. *SolarPro*. Upplaga: 1.1.  
<http://solarprofessional.com/articles/products-equipment/solar-heating/large-thermal-arrays-location-layout-and-piping/page/0/2> (Hämtad 2015-05-25)
- Martin, J. 2011. *Types of solar inverter efficiency*. <http://www.solarchoice.net.au/blog/types-of-solar-inverter-efficiency/> (Hämtad 2015-06-03)
- MiljöRapporten. 2015. *Vårbudgeten: Solceller får nytt stöd 2016*.  
<http://www.miljorapporten.se/9446.html> (Hämtad 2015-05-10)
- Naturskyddsföreningen. 2012. *Nettodebitera mera!-styrmedel för att stimulera småskalig förnybar elproduktion*. [http://www.naturskyddsforeningen.se/sites/default/files/dokument-media/2012\\_netodebitera\\_mera.pdf](http://www.naturskyddsforeningen.se/sites/default/files/dokument-media/2012_netodebitera_mera.pdf) (Hämtad 2015-06-10)
- Nord Pool Spot. 2015. *Elsport prices*. <http://www.nordpoolspot.com/Market-data1/Elsport/Area-Prices/ALL1/Yearly/?view=table> (Hämtad 2015-04-27)
- Nordic Solar Sweden AB. u.å.a *Solcellspaket*. <http://nordicsolar.se/solcellspaket/> (Hämtad 2015-06-03)
- Nordic Solar Sweden AB. u.å.b. *Växelriktare*. <http://nordicsolar.se/vaxelriktare/> (Hämtad 2015-06-15)
- Olander, C-A. 2014. *Sammanfattning och analys av Energimyndighetens och NVEs rapporter*.  
[http://www.modify.se/sites/default/files/sammanfattning\\_och\\_analys\\_av\\_energimyndighetens\\_och\\_nves\\_rapporter.pdf](http://www.modify.se/sites/default/files/sammanfattning_och_analys_av_energimyndighetens_och_nves_rapporter.pdf) (Hämtad 2015-06-11)
- Ossenbrink, H., Jäger-Waldau, A., Huld, T. & Taylor, N. 2013. *Photovoltaic Electricity Cost Maps*. European Commission, Joint Research Centre, *Institute for Energy and Transport*. Fermi, Italien.
- Persson, T. 2008. *Koldioxidvärdering av energianvändning*. Underlagsrapport, Statens Energimyndighet.

- SABO. 2014. *Snabbanalys Skatteregler för solcellsanläggningar*.  
<http://www.sabo.se/aktuellt/sabotycker/snabbanalyser/Documents/Snabbanalys%20Solel%20okt%202014.pdf> (Hämtad 2015-05-15)
- Samil Power. 2011. *Downloads*.  
<http://www.samilpower.com/downloads.php?menuid=19&submenuid=34&newmenuid=48&type=1>  
(Hämtad 2015-04-10)
- Saunders, M. Lewis, P. & Thornhill, A. 2007. *Research Methods for Business Students*. 4 red. Harlow: Person Education Limited.
- SCB. 2013. *Elnätspriser för olika typkunder, tidsserie*. <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/Elnatspriser-for-olika-typkunder-tidsserie/>  
(Hämtad 2015-06-10)
- SCB. 2015. *Inflation i Sverige 1831-2014*. <http://www.scb.se/sv/Hitta-statistik/Statistik-efter-amne/Priser-och-konsumtion/Konsumentprisindex/Konsumentprisindex-KPI/33772/33779/Konsumentprisindex-KPI/33831/> (Hämtad 2015-06-10)
- SFS 1997:857. *Ellag*. Stockholm: Miljö- och energidepartementet
- SFS 1999:1229. *Inkomstskattelag*. Stockholm: Finansdepartementet S1
- Skatteverket. 2012. *Vindkraftsproducents egenförbrukning av el när den egna vindkraftsproduktionen inte räcker till, energiskatt*.  
<http://www.skatteverket.se/rattsinformation/arkivforrattsligvagledning/stallningstaganden/2012/stallningstaganden2012/13172782121211.5.71004e4c133e23bf6db800030221.html> (Hämtad 2015-05-15)
- Skatteverket. 2014. *Beskattningskonsekvenser för den som har en solcellsanläggning på sin villa eller fritidshus som är privatbostad*.  
<http://www.skatteverket.se/rattsinformation/skrivelser/skrivelser2014/13132531614111.5.3aa8c78a1466c584587134c.html> (Hämtad 2015-05-15)
- Skatteverket. 2015. *Exempel på rotarbete*.  
<http://www.skatteverket.se/privat/fastigheterbostad/rotrutarbete/exempelparotarbete.106.7afdf8a313d3421e9a9256b.html#> (Hämtad 2015-05-15)
- Skatteverket. u.å.a. *Energiskatt på el*.  
<http://www.skatteverket.se/foretagorganisationer/skatter/punktskatter/energiskatter/energiskattpael.4.15532c7b1442f256bae5e4c.html> (Hämtad 2015-05-15)
- Skatteverket. u.å.b *Försäljning av överskottsel*.  
<http://www.skatteverket.se/privat/fastigheterbostad/mikroproduktionavfornybare/forsaljningavoverskottsel.4.3aa8c78a1466c58458750f7.html> (Hämtad 2015-05-15)
- Skärvad, P-H & Olsson, J. 1993. *Företagsekonomi 100*. 11. uppl. Malmö: Liber AB.
- Sköldberg, H. & Unger, T. 2008. *Effekter av förändrad elanvändning/elproduktion – Modellberäkningar*. Elforsk rapport 08:30.
- SMHI. u.å. STRÅNG - a mesoscale model for solar radiation. <http://strang.smhi.se/>



- SMHI. 2014. *Solstrålning i Sverige sedan 1983*.  
<http://www.smhi.se/klimatdata/meteorologi/stralning/solstralning-i-sverige-sedan-1983-1.8243>  
(Hämtad 2015-04-02)
- Solar Region Skåne. 2015. *Solenergi i Skåne – kraftig ökning under 2014*.  
[http://www.solarregion.se/files/natanslutnen\\_solenergi\\_skane/natanslutnen2015m.pdf](http://www.solarregion.se/files/natanslutnen_solenergi_skane/natanslutnen2015m.pdf) (Hämtad 2015-05-15)
- Solarlab. 2013. *Fakta om Solceller*. <http://solarlab.se/solpanel/solcell-fakta> (Hämtad 2015-05-05)
- Solcellforum. u.å. *Lite regler om installation av nätanslutna solceller*.  
<http://www.solcellforum.se/avtal-och-regler.html> (Hämtad 2015-04-15)
- Solcellsbyggarna Boxholm AB. u.å. *Nyckelfärdiga solcellssystem*.  
<http://www.solcellsbyggarna.se/solcellssystem-2/> (Hämtad 2015-06-03)
- SolEl-programmet. u.å. *Moduler och cellteknologi temperaturberoendet*.  
<http://www.solelprogrammet.se/Projekteringsverktyg/Moduler/#Temperaturberoendet> (Hämtad 2015-05-30)
- SolEl-programmet. 2012. *Installationsguide Nätanslutna Solcellsanläggningar*.  
[http://www.solelprogrammet.se/Global/installationsguide\\_solceller.pdf?epslanguage=sv](http://www.solelprogrammet.se/Global/installationsguide_solceller.pdf?epslanguage=sv) (Hämtad 2015-04-05)
- SOU 2013:46. *Beskattningsav mikroproducerad el m.m.* Stockholm 2013
- Stoppato, A. 2008. Life cycle assessment of photovoltaic electricity generation. *Energy*, 33:224–232, 2008.
- Stridh, B. 2011. *Behöver solceller rengöras?* <http://bengtsvillablogg.info/2011/12/02/behavior-solceller-rengoras/> (Hämtad 2015-05-30)
- Stridh, B. 2013. *Hur påverkar lutning och väderstreck produktionen av solceller?*  
<http://bengtsvillablogg.info/2013/04/12/hur-paverkar-lutning-och-vaderstreck-produktionen-av-solel/>  
(Hämtad 2015-05-15)
- Stridh, B. 2014a. *Skattereduktion för överskottsel – när och hur länge?*  
<http://bengtsvillablogg.info/2014/10/15/skattereduktion-for-overskottsel-nar-och-hur-lange/> (Hämtad 2015-05-15)
- Stridh, B. 2014b. *Hur mycket el ger solceller i Sverige?* <http://bengtsvillablogg.info/2014/10/10/hur-mycket-el-ger-solceller-i-sverige-2/> (Hämtad 2015-05-15)
- Stridh, B. 2015a. *Elcertifikatsystemet behöver anpassas för solcellerproducenter*.  
<http://bengtsvillablogg.info/2015/03/19/elcertifikatsystemet-behoover-anpassas-for-solelproducenter/>  
(Hämtad 2015-05-15)
- Stridh, B. 2015b. *Hur mycket solceller matas in till nätet?* <http://bengtsvillablogg.info/2015/03/17/hur-mycket-solel-matas-in-till-natet/> (Hämtad 2015-05-30)
- Stridh, B. 2015c. *Produktionskostnad för solceller i Sverige*.  
<http://bengtsvillablogg.info/produktionskostnad-for-solel-i-sverige/> (Hämtad 2015-05-25)

- Stridh, B. 2015d. *Har ursprungsgarantier för solel något värde?* <http://bengtsvillablogg.info/2015/03/29/har-ursprungsgarantier-for-solel-nagot-varde/> (Hämtad 2015-05-25)
- Stures rör. u.å. *Solcellspaket*. <http://www.sturesror.se/solcellspaket.htm> (Hämtad 2015-06-03)
- Svea Solar AB. 2013. *Solcellspaket standard*. <http://www.sveasolar.se/solcellspaket---standard.html> (Hämtad 2015-06-03)
- Svensk Energi. 2014. *Spotprisets utveckling*. <http://www.svenskenergi.se/Elfakta/Elmarknaden/Spotprisets-utveckling/> (Hämtad 2015-04-26)
- Svensk Fastighetsförmedling. *Trendrapport 2014*. <http://www.svenskfast.se/contentassets/439a470aaec642fea7a342e3ce08b1fb/svensk-fastighetsformedling-trendrapporten-2014.pdf> (Hämtad 2015-05-06)
- Svensk Solenergi. 2014. *Solcellens funktion*. <http://www.svensksolenergi.se/fakta-om-solenergi/Solel/solcellens-funktion> (Hämtad 2015-04-06)
- Svensk Solenergi. 2015. *ROT-schablon för arbete med solcellsinstallationer*. [http://www.svensksolenergi.se/nyheter/nyheter-2015/rot-schablon-foer-arbete-med-solcellsinstallationer?utm\\_source=f%C3%B6retagsmedlemmar&utm\\_campaign=cdab8f5a9a-2015\\_rot-schablon\\_solcellsanlaggningar&utm\\_medium=email&utm\\_term=0\\_efdcb024ba-cdab8f5a9a-73902649](http://www.svensksolenergi.se/nyheter/nyheter-2015/rot-schablon-foer-arbete-med-solcellsinstallationer?utm_source=f%C3%B6retagsmedlemmar&utm_campaign=cdab8f5a9a-2015_rot-schablon_solcellsanlaggningar&utm_medium=email&utm_term=0_efdcb024ba-cdab8f5a9a-73902649) (Hämtad 2015-04-05)
- Swedensol. 2015. *Komplett solcellspaket*. <http://www.swedensol.se/komplett-solcellspaket> (Hämtad 2015-06-03)
- Ten Star Solar AB. u.å. *Komplett solcellspaket inklusive montering*. <http://www.tenstarsolar.se/k%C3%B6p-online/f%C3%A4rdiga-paket/solcells-paket-installerat-och-klart-14670823> (Hämtad 2015-06-03)
- United Minds. 2014. *Elmätaren 5 – resultatpresentation*. [http://www.svenskenergi.se/Global/Dokument/Ladda%20Sverige/Filer/Elm%C3%A4taren1-2014\\_Egenproducerad-el.pdf](http://www.svenskenergi.se/Global/Dokument/Ladda%20Sverige/Filer/Elm%C3%A4taren1-2014_Egenproducerad-el.pdf)
- Vattenfall. u.å. *Microproduktionsfolder*. [https://www.vattenfall.se/sv/file/VATT\\_1418\\_Microproduktionfolder\\_L\\_4.pdf\\_31668866.pdf](https://www.vattenfall.se/sv/file/VATT_1418_Microproduktionfolder_L_4.pdf_31668866.pdf) (Hämtad 2015-04-04)
- Wenham, S., Green, M., Watt, M. & Corkish, R. 2011. *Applied Photovoltaics*. 2 uppl. Earthscan
- Örebro kommun. 2015. *Om solkartan*. <http://www.orebro.se/16688.html> (Hämtad 2015-06-04)

## Bilaga 1. Enkätfrågor

Page 1 of 12

### Tack för att du tar dig tid att fylla i enkäten!

Denna enkät är en del i ett examensarbete vid Lunds Tekniska Högskola i samarbete med Landskrona Energi AB. Syftet med enkäten är att undersöka vad fastighetsägare i Landskrona kommun anser om att vara mikroproducenter av solenergi och få en bild av hur pass informerade de är om detta. Det tar ungefär 10 min att fylla i enkäten. Alla svar är anonyma.

Page 2 of 12

#### Generell information

##### Vad har du för fastighet/fastigheter i Landskrona idag? (Flera svarsalternativ är möjliga)

- Jag är villaägare
- Jag är ägare av flerbostadshus (hyresrätter)
- Jag företräder en bostadsrättsförening
- Other:

##### Hur vill du helst att din fastighet elförsörjs i framtiden? (Flera svarsalternativ är möjliga)

- Med solkraft
- Med vindkraft
- Med vattenkraft
- Med kärnkraft
- Med vågkraft
- Med kolkraft
- Det har ingen betydelse för mig

## Solceller

**Överväger du att installera en solcellsanläggning på din fastighet de närmsta fem åren?**

- Ja, har redan gjort det
- Ja, absolut
- Ja, troligtvis
- Nej, tveksamt
- Nej, absolut inte
- Vet ej
- Other:

Page 4 of 12 **Anm: till denna sida kommer de som svarar "Ja, har redan gjort det", "Ja, absolut", "Ja, troligtvis" eller "Vet ej" på frågan ovan**

**Varför funderar du på att installera solceller? (Flera svarsalternativ är möjliga)**

- Spara pengar
- Slita mindre på miljön
- Jag vill vara så självförsörjande som möjligt
- Det är ett roligt projekt
- Imponera på grannarna/Förbättra företagets image
- Vet ej
- Other:

Page 5 of 12 **Anm: till denna sida kommer de som svarar "Nej, tveksamt" eller "Nej, absolut inte" på frågan ovan**

**Varför funderar du inte på att installera solceller? (Flera svarsalternativ är möjliga)**

- Det är praktiskt svårt, t.ex. skuggning eller k-märkning
- Jag tror inte investeringen lönar sig
- Det är/verkar krångligt
- Jag tror storskalighet är effektivare
- Det gör lite skillnad för miljön
- Vet ej
- Other:

## Information

**Anser du att du hade/har tillräckligt med information för att kunna fatta ett korrekt beslut om en investering i solceller på din fastighet eller ej?**

- Ja, helt tillfredsställd
- Ja, tillräckligt
- Nej, hade behövt mer
- Nej, oinformerad
- Vet ej
- Other:

**Tycker du att det var lätt att hitta informationen?**

- Ja, inga problem
- Nej, det var krångligt
- Nej, jag gav upp
- Jag har inte börjat söka information
- Other:

**Vad är det för information du saknar och vill ha mer av? (Flera svarsalternativ är möjliga)**

- Olika solellcellstekniker, t.ex. tunnfilm och byggnadsintegrerade solceller
- Hur en solcell fungerar
- Vad man behöver tänka på innan installeringen, exempelvis bygglov, inkoppling på en fas eller 3 faser, hur elmätaren fungerar
- Värdet av solel, t.ex. egenanvänd el kontra såld el
- Värdet av solel ur klimatsynpunkt
- Kostnad av solel
- Other:

**Hur fick ni tag på informationen? Om du inte börjat söka information än så är frågan hur du tror att du skulle gå tillväga för att få tag på informationen? (Flera svarsalternativ är möjliga)**

- Kommunens klimat- och energirådgivare
- Internet
- Facklitteratur
- Expertis finns i bostaden/företaget
- Experter utifrån
- Other:

## Solpotentialkarta

**Visste du att det håller på att tas fram en solpotentialkarta över Landskrona kommun?**

På denna interaktiva kartan kommer solstrålningen för alla fastighetstak i Landskrona kommun visas. Man kommer alltså enkelt kunna leta upp sin egen fastighet på kartan och se hur mycket solen strålar på taket varje år. Syftet med kartan är att underlätta för fastighetsägare att installera solceller. Lund har en liknande.

- Ja
- Nej

**Vad anser du om att Landskrona ska få en solpotentialkarta?**

- Endast positiv
- Försiktigt positiv
- Tveksam
- Onödigt
- Ingen uppfattning

**Kommer du att kolla på solpotentialkartan?**

- Ja
- Nej
- Vet ej

**Vilken typ av kompletterande information skulle du helst vilja ha i samband med solpotentialkartan? (Flera svarsalternativ är möjliga)**

- Kontaktuppgifter till installatörer
- Tips och råd vid installation
- Beräkningsverktyg i Excel som kan beräkna lönsamheten för en installation och med möjlighet att ange egna förutsättningar, t.ex. hur stor del av taket som ska täckas med solceller.
- Information om miljöpåverkan, genom t.ex. minskade utsläpp
- Färdiga beräkningar för "normal-hus" t.ex. Nils Holgersson-huset
- Vet ej
- Other:

Page 10 of 12

**Tror du att en solpotentialkarta med kompletterande information kan få dig att överväga en installation av solceller på din fastighet?**

- Ja
- Ja, men bara om den visar att det är lönsamt
- Ja, men bara om jag känner att jag fått tillräckligt med information
- Nej, jag tror inte den kommer ge mig tillräckligt mycket för att bli intresserad
- Nej, den kommer inte påverka mig
- Vet ej
- Other:

Page 11 of 12

**Beräkningsverktyg**

Du som inte tycker att ett beräkningsverktyg i samband med solkartan behövs kan bortse från dessa frågor.

**Vad hade ni önskat få för resultat från beräkningsverktyget? (Flera svarsalternativ är möjliga)**

- Minskade utsläpp och miljöbelastning
- Återbetalningstid
- Ekonomisk besparing [kr/år]
- Jämförelse med andra energislag [kr/kWh]
- Elproduktion per år [kWh/år]
- Vet ej
- Other:

**Om det finns möjlighet att ändra olika parametrar själv i beräkningsverktyget. Hade du utnyttjat det?**

Exempel på parametrar: Kostnad för anläggningen, elpris, elcertifikat, verkningsgrad, livslängd, dagens system kontra ett system med t.ex. nettodebitering,

- Ja
- Nej
- Vet ej

**Har du ett avkastningskrav på dina investeringar?**

Med procentsatserna i svarsalternativen avses kalkylränta.

- Nej
- Nej, jag är nöjd om det går plus minus noll
- Ja, investeringen måste minst klara av dagens låneräntor(inkl. ränteavdrag och inflation), cirka 2 %
- 4 %
- 6 %
- 8 %
- Vet ej
- Other:

Page 12 of 12

**Avslutningsvis**

Finns det något du vill tillägga som du anser inte kom fram under enkäten. Här kan du utveckla dina tidigare svar och skriva om andra tankar, funderingar eller erfarenheter du har.



